

ALEKSANDRA BADORA, TADEUSZ FILIPEK

REAKCJA ZBÓŻ NA SILNE ZAKWASZENIE GLEB. CZ. III. WPŁYW SILNEGO ZAKWASZENIA GLEB NA SKŁAD MINERALNY JĘCZMIENIA W FAZIE KŁOSZENIA

Katedra Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Lublinie

WSTĘP

Niniejsze badania – podobnie jak w części pierwszej dotyczącej żyta [Filipek, Badora 1992] i drugiej dotyczącej pszenicy [Badora, Filipek 1994] – miały charakter rozpoznawczy. Jęczmień jest najbardziej wrażliwy ze zbóż na niskie pH i na toksyczną zawartość glinu ruchomego w glebie [Alam 1981; Barszczak T., Barszczak Z. 1981; Borkowska 1987; Chiasson 1964]. Szczególnie wiosną między fazą strzelania w źdźbło a fazą kłoszenia obserwuje się żółknięcie liści i całych roślin; łodygi i liście nabierają zabarwienia purpurowego, następuje opóźnienie kłoszenia [Chiasson 1964; Filipek 1989; Foy, Chaney, White 1978]. Wiosenne żółknięcie i przepadanie zbóż starał się wyjaśnić Jaśkowski [1972] zachwianiem równowagi jonowej w glebie i w roślinie na niekorzyść składnika występującego w minimum. Stwierdził on również, że przyczynę tego stanu roślin można upatrywać w powiązaniu z innymi czynnikami, np. z silnym zakwaszeniem gleb. W niniejszej pracy postawiono hipotezę, że nie tyle kwaśny odczyn gleb, ile wysokie stężenie glinu ruchomego może mieć istotny wpływ na zmianę wyglądu roślin, a także na zróżnicowanie ich składu mineralnego [Barszczak 1989; Chiasson 1964].

METODYKA BADAŃ

Badania rozpoznawcze w uprawach jęczmienia, znajdujących się w północnej części regionu środkowowschodniego, prowadzono wczesną wiosną. Wybierano te uprawy, na których można było wydzielić obiekty o różnym nasileniu symptomów silnego zakwaszenia gleb:

A – obiekty, na których rośliny ginęły całkowicie,

B – obiekty, na których występowała wyraźna paciorkowatość liści lub ich purpurowienie,

C – obiekty, na których rośliny były zielone.

Z informacji uzyskanych od rolników wynikało, że przedplonem jęczmienia były ziemniaki uprawiane na oborniku. Nawożenie mineralne (NPK) było niskie i nie przekraczało 60–70 kg/ha. Wapnowania w ostatnich czterech latach nie stosowano.

Dla sprawdzenia postawionej hipotezy, że przyczyną przepadania jęczmienia może być wysokie stężenie glinu ruchomego w glebie, założono modelowe doświadczenie wazonowe z jęczmieniem jarym odmiany Ars i rodu LGR₁. W doświadczeniu zastosowano jednakowe nawożenie NPK, zróżnicowano natomiast pH_{KCl} i zawartość glinu ruchomego w glebie przez dodatkowe zakwaszenie gleby wyjściowej (pH_{KCl} = 3,67) oraz zwapnowanie pozostałych kombinacji. W doświadczeniu zwrócono szczególną uwagę na wygląd roślin w czasie wegetacji.

W próbach glebowych oznaczono:

- skład granulometryczny metodą areometryczną,
- zawartość węgla organicznego metodą Tiurina,
- kwasowość wymienną i zawartość glinu ruchomego metodą Sokołowa,
- kwasowość hydrolityczną metodą Kappena,
- fosfor i potas przyswajalny metodą Egnera-Riehma,
- magnez przyswajalny metodą Schachtschabela.

Kationy wymienne ekstrahowano za pomocą 1 mol CH₃COONH₄ · dm⁻³ o pH = 7, a w wyciągu oznaczono: Ca²⁺, K⁺ i Na⁺ metodą fotopłomieniową oraz Mg²⁺ metodą kolorymetryczną Schachtschabela.

W próbach roślinnych (części nadziemne i korzenie) oznaczono procentową zawartość podstawowych makroskładników:

- N – metodą Kjeldahla,
- P – kolorymetrycznie metodą wanadowo-molibdenionową,
- Ca, K – fotopłomieniowo,
- Al – kolorymetrycznie z aluminonem,
- Mg, Mn i Fe – metodą ASA.

WYNIKI I DYSKUSJA

Glebę pobraną z pól, na których uprawiano jęczmień, zaliczono do piasków gliniastych (tab. 1). Skład granulometryczny gleb z obiektów A, B i C nie różnił się znacznie, podobnie było z zawartością węgla organicznego. Wielkości te nie mogły więc decydować o różnicach we wzroście i rozwoju jęczmienia.

Wraz z obniżaniem się pH_{KCl} gleby, w roztworze pojawiały się aktywne jony glinu w coraz większych ilościach (tab. 2). Warstwa orna obiektu A, gdzie rośliny w większości przypadków przepadały całkowicie, zawierała średnio 139,3 mg Al w 1 kg gleby.

TABELA 1. Skład granulometryczny gleb i zawartość w nich C-organicznego
Granulometric composition of soil and the content of organic C in soils

Obiekty Treatments	Procentowy udział frakcji o średnicy [mm] Per cent of fractions of diameter [mm]						C org. Org. C [%]
	1,0-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	<0,002	
A	$\frac{30-64}{48}$	$\frac{8-12}{10}$	$\frac{13-33}{22}$	$\frac{7-15}{10}$	$\frac{2-5}{4}$	$\frac{4-9}{6}$	$\frac{0,76-1,40}{1,07}$
	$\frac{42-59}{48}$	$\frac{8-14}{12}$	$\frac{10-27}{20}$	$\frac{7-16}{10}$	$\frac{3-5}{4}$	$\frac{4-7}{6}$	$\frac{0,55-1,24}{0,96}$
C	$\frac{24-67}{48}$	$\frac{12-14}{13}$	$\frac{9-33}{19}$	$\frac{5-13}{8}$	$\frac{3-7}{5}$	$\frac{4-9}{6}$	$\frac{1,00-1,20}{1,09}$

W glebie obiektów A i B, na których obserwowano wyraźne symptomy silnego zakwaszenia w postaci żółknięcia i zasychania roślin bądź ich purpurowienia, było zdecydowanie mniej kationów wymiennych niż w glebie z obiektu C, gdzie jęczmień rósł dobrze (tab. 3).

Zasobność badanych gleb w P była niska i średnia, w K i Mg zaś – bardzo niska i niska (tab.4) i nie zmieniała się zasadniczo w warstwie ornej gleb z obiektów A, B i C. Tymczasem jęczmień z obiektów A, a zwłaszcza B wykazywał wyraźne braki magnezu i fosforu. Należało więc postawić pytanie, dlaczego przy bardzo zbliżonej zawartości przyswajalnych form fosforu i magnezu w glebie jęczmień w jednym miejscu wypadał całkowicie, w innym, tuż obok, wykazywał silne symptomy niedoboru Mg i P, a w jeszcze innym rósł zupełnie dobrze. Wydaje się, że hipoteza Jaśkowskiego [1972] jakoby zjawisko żółknięcia i przepadania zbóż było związane wyłącznie z niską zawartością magnezu w warstwie ornej gleb, nie jest słuszna. Żółknięcie liści młodych roślin, a następnie ginięcie części chorych roślin należy tłumaczyć szkodliwym działaniem glinu.

TABELA 2. Stan zakwaszenia gleb – State of soils acidification

Obiekty Treatments	Głębokość Depth [cm]	pH _{KCl}	Kwasowość hydrolityczna Hydrolitic acidity [mmol (+) · kg ⁻¹]	Kwasowość wymieniana Exchangeable acidity [mmol (+) · kg ⁻¹]	Zawartość Al ruchomego The content of mobile Al [mg/kg]
A	0-20	3,86	53,8	17,7	139,3
	20-40	4,94	26,0	1,7	7,8
	40-60	5,64	21,4	0,7	4,2
B	0-20	3,78	48,1	10,9	85,4
	20-40	4,99	26,8	2,6	20,2
	40-60	5,65	20,4	0,8	5,5
C	0-20	4,46	41,6	5,8	42,0
	20-40	4,51	25,9	2,0	15,9
	40-60	5,03	27,5	0,8	6,8
NIR - LSD	NIR - LSD	-	n.i.	2,9	23,4
		-	5,4	2,9	23,4

TABELA 3. Zawartość [mg/kg] kationów wymiennych w glebach
The content [mg/kg] of exchangeable cations in soils

Obiekty Treatments	Głębokość Depth [cm]	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺
A	0 – 20	6,5	69,2	39,7	1,7
	20 – 40	3,4	27,0	32,4	6,6
	40 – 60	3,9	27,0	18,8	0,9
B	0 – 20	18,1	65,0	42,7	3,3
	20 – 40	3,4	16,6	26,3	5,8
	40 – 60	13,1	24,9	23,6	4,7
C	0 – 20	9,3	16,6	53,8	3,7
	20 – 40	5,0	9,8	26,1	3,1
	40 – 60	15,8	17,6	19,5	9,6
NIR – LSD		n. i.	n. i.	n. i.	n. i.
	NIR – LSD	n. i.	n. i.	n. i.	n. i.

n. i. – różnice nieistotne – not significant differences

Glin ruchomy uważa się za pierwiastek szkodliwy dla roślin [Alam 1981; Barszczak T., Barszczak Z. 1981; Barszczak T. 1989; Filipek 1989; Filipek, Badora 1992]. Jego szkodliwość polega m.in. na tym, że działa on na system korzeniowy roślin [Chiasson 1964] i powoduje jego słabszy rozwój. Roślina nie jest wtedy w stanie pobrać z gleby odpowiedniej ilości składników pokarmowych i wody [Barszczak T., Barszczak Z. 1981; Barszczak T. 1989; Foy et al. 1978]. W następstwie tych zjawisk nastąpiło trwałe zahamowanie wzrostu roślin i zupełne ich wyginiecie w obiektach A, w obiektach B zaś uwidoczniła się marmurkowość liści, świadcząca o niedoborze Mg, oraz ich purpurowienie – oznaka niedoboru P. Z przeprowadzonej diagnozy wizualnej jęczmienia z doświadczenia wazonowego wynikało, że w kombinacjach dodatkowo zakwaszonych oraz w kombinacji wyjściowej rośliny były zeschnięte, małe i pożółkłe oraz nie wchodzi-

TABELA 4. Zawartość [mg/kg] przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu w glebach
The content [mg/kg] of available phosphorus, potassium and magnesium in soils

Obiekty Treatments	Głębokość Depth [cm]	Fosfor Phosphorus	Potas Potassium	Magnez Magnesium
A	0 – 20	52,3	52,0	7,6
	20 – 40	17,5	43,5	39,0
	40 – 60	16,3	35,7	47,5
B	0 – 20	46,7	61,0	11,6
	20 – 40	29,7	62,0	20,9
	40 – 60	13,0	37,2	35,8
C	0 – 20	58,0	78,7	5,9
	20 – 40	18,2	79,3	10,0
	40 – 60	16,5	39,7	22,0
NIR – LSD		n. i.	n. i.	n. i.
	NIR – LSD	24,7	n. i.	n. i.

n. i. – różnice nieistotne – not significant differences

ły w fazę kłoszenia. Były nawet wazon, gdzie wschodów w ogóle nie zaobserwowano. Wyniki diagnozy wizualnej w hali wegetacyjnej potwierdzają wysuniętą hipotezę, że wysokie stężenie glinu ruchomego w glebie ma istotny wpływ na warunki wzrostu i rozwoju roślin.

Zawartości N, P, Mg i Al w częściach nadziemnych i korzeniach roślin wykazywały tendencje do wzrostu w miarę obniżania się zawartości jonów Al^{3+} w glebie (tab. 5). W przypadku wapnia zależność ta wystąpiła tylko w korzeniach, natomiast w częściach nadziemnych jęczmienia stwierdzono nawet spadek ilości Ca w miarę zmniejszania się zawartości glinu ruchomego. Uzyskane wyniki badań korespondują z danymi z literatury [Alam 1981; Barszczak T., Barszczak Z. 1981; Chiasson 1964]. Zanotowano wyraźną przewagę w zawartości potasu nad wapniem w częściach nadziemnych i korzeniach roślin. Prawidłowość taką notuje się na ogół na glebie silnie kwaśnej [Batalin, Urbanowski 1969].

Brązowe, nekrotyczne plamy na liściach jęczmienia uznano za objaw nadmiaru manganu w roślinach. Zawartość Mn i Fe w częściach nadziemnych roślin z obiektów A i B była 2- i 3-krotnie wyższa niż z obiektów C.

TABELA 5. Zawartość niektórych pierwiastków w jęczmieniu w fazie kłoszenia
The content of some elements in barley in ear emergence stage

Części rośliny Parts of plant	Obiekty Treatments	N	P	K	Ca	Mg	Al	Mn	Fe
		[%]						[mg/kg]	
Części nadziemne Underground parts	A	4,00	0,54	0,95	0,84	0,08	0,14	533,0	916,7
	B	4,00	0,60	3,32	0,70	0,09	0,13	472,3	750,0
	C	4,12	0,86	3,60	0,63	0,10	0,38	265,5	758,3
Korzenie Roots	A	2,14	0,29	1,74	0,16	0,08	0,24	429,3	800,0
	B	1,98	0,25	1,60	0,14	0,07	0,23	335,3	725,0
	C	2,31	0,37	0,11	0,20	0,08	0,24	176,0	975,0

WNIOSKI

Przeprowadzone badania umożliwiły wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Wraz z obniżaniem się pH_{KCl} gleby pojawiły się aktywne jony glinu w toksycznych ilościach. Warstwy orne z obiektów, gdzie rośliny jęczmienia padały całkowicie, zawierały średnio 139,3 mg Al w 1 kg gleby.

2. Zasobność badanych gleb w przyswajalny fosfor, potas i magnez była niska i bardzo niska i nie wykazywała powiązań ze wzrostem jęczmienia w poszczególnych obiektach, dlatego wyraźne objawy niedoboru Mg i P na roślinach należy w znacznym stopniu łączyć ze szkodliwym działaniem glinu ruchomego.

3. Wyniki obserwacji roślin jęczmienia w polu oraz w hali wegetacyjnej potwierdzały hipotezę, że wysokie stężenie glinu ruchomego w glebie jest główną przyczyną słabego wzrostu i rozwoju roślin.

4. Zawartość N, P, Mg i Al w częściach nadziemnych i korzeniach jęczmienia wykazywała tendencje do wzrostu w miarę obniżania się stężenia jonów Al^{3+} w glebie.

LITERATURA

- ALAM S. M., 1981: Influence of aluminium on plant of barley. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 12, 2: 121–138.
- BADORA A., FILIPEK T., 1994: Reakcja zbóż na silne zakwaszenie gleb. Cz. II. Wpływ silnego zakwaszenia gleb na skład mineralny pszenicy w fazie kłoszenia. *Rocz. Glebozn.* 45, 1/2: 81–87.
- BARSZCZAK T., BARSZCZAK Z., 1981: Wpływ zakwaszenia gleby na plon i skład chemiczny jęczmienia jarego zależnie od dawki azotu i odmiany. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 164, 4: 79–91.
- BARSZCZAK T., 1983: Wpływ zakwaszenia gleby na przemieszczanie azotu w roślinach jęczmienia i grochu. *Rocz. Nauk Rol. s. A*, 108, 2: 103–109.
- BORKOWSKA B., 1987: Szkodliwy wpływ glinu na rośliny. *Ogrodnictwo* 9: 21–23.
- BATALIN M., URBANOWSKI S., 1969: Nawożenie gleb kwaśnych. Cz. II. Wpływ nawozów mineralnych na plon seradeli na silnie kwaśnej glebie piaskowej. *Pam. Pul.* 37: 99–105.
- CHIASSON T. C., 1964: Effect on N, P, Ca and Mg treatments on yield of barley varieties grown on acid soils. *Can. J. Plant Sci.* 44: 525–530.
- FILIPEK T., 1989: Występowanie glinu ruchomego w glebie i jego oddziaływanie na rośliny. *Post. Nauk Rol.* 4/5, 6: 3–14.
- FILIPEK T., BADORA A., 1992: Reakcja zbóż na silne zakwaszenie gleb. Cz. I. *Żyto. Rocz. Glebozn.* 44, 1/2: 47–54.
- FOY C. D., CHANEY R. L., WHITE M. C., 1978: The physiology of metal toxicity in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 29: 511–566.
- JĄSKOWSKI Z., 1972: Działanie nawozów mineralnych na bardzo kwaśnych glebach piaskowych. *Post. Nauk Rol.* 4: 59–61.

A. BADORA, T. FILIPEK

THE RESPONSE OF CEREALS TO STRONG SOIL ACIDITY. PART III. THE EFFECT OF THE STRONG SOIL ACIDITY ON MINERAL COMPOSITION OF BARLEY IN EAR EMERGENCE STAGE

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University of Lublin

SUMMARY

The carried out studies prove that distinct symptoms of deficiency of magnesium and phosphorus in barley plants from acid soils depended first of all on the content of mobile aluminium. Contents of nitrogen, phosphorus, magnesium and aluminium in above ground parts and roots of barley plants showed tendency to increase following the decrease of concentration of Al^{3+} ions in the soil.

Praca wpłynęła do redakcji w październiku 1993 r.