

ALEKSANDRA BADORA, TADEUSZ FILIPEK

## REAKCJA ZBÓŻ NA SILNE ZAKWASZENIE GLEB. CZ. II. WPŁYW SILNEGO ZAKWASZENIA GLEB NA SKŁAD MINERALNY PSZENICY W FAZIE KŁOSZENIA

Katedra Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Lublinie

### WSTĘP

Niniejsze opracowanie stanowi kontynuację badań dotyczących reakcji czterech podstawowych zbóż na silne zakwaszenie gleb [Filipek, Badora 1992]. Wiadomo, że poszczególne zboża wykazują zróżnicowaną odporność na niskie pH gleby, a co za tym idzie na stężenie glinu ruchomego [Filipek 1990; Nugwira et al. 1976; Najdoo et al. 1978; Nowaczyk, Borys 1974]. Pomimo że pszenica nie powinna być uprawiana na glebach lekkich i silnie kwaśnych, w regionie środkowowschodnim kraju spotyka się jej uprawę na takich glebach. Wiosenne żółknięcie i przepadanie zbóż skłoniło autorów do przeprowadzenia badań, które miały charakter rozpoznawczy, a nie formę ścisłego eksperymentu polowego. Próbowano ustalić, czy reakcja zbóż na zakwaszenie gleb była spowodowana brakiem składników pokarmowych (P i Mg) w glebie, czy może antagonizmem między pierwiastkami [Gorlach, Curyło 1990]. Starano się również ustalić, jaki wpływ ma kwaśny odczyn gleb na skład mineralny badanych roślin [Batalin, Urbanowski 1969; Gorlach, Curyło 1990].

### METODYKA BADAŃ

Próby glebowe z warstw 0–20, 20–40 i 40–60 cm oraz próby roślin (faza kłoszenia – 10 wg skali Feekesa) pobierano z upraw pszenicy znajdujących się w

północnej części regionu środkowowschodniego. Wybierano losowo tylko te pola, na których widoczne były miejsca z żółtymi roślinami. Na tych polach, podobnie jak w I części opracowania [Filipek, Badora 1992], wydzielono obiekty o różnej intensywności nasilenia na roślinach symptomów silnego zakwaszenia gleb:

A – obiekty, na których rośliny były zaschnięte i ginęły,

B – obiekty, gdzie na dolnych liściach pszenicy wystąpiły wyraźne objawy niedoboru magnezu i fosforu,

C – obiekty, na których rośliny były zielone i rosły dobrze.

Z wywiadu przeprowadzonego wśród rolników wynika, że przedplonem pszenicy uprawianej na piaskach gliniastych były najczęściej ziemniaki, na glinach lekkich zaś – koniczyna czerwona. Nawożenie mineralne (NPK) było stosunkowo niskie i wynosiło najwyżej 80 kg/ha. Wapnowania w ostatnich czterech latach nie stosowano.

W pobranych próbach glebowych oznaczono:

– skład granulometryczny metodą areometryczną Casagrandy w modyfikacji Prószyńskiego,

– zawartość węgla organicznego metodą Tiurina (próbki z warstw 0–20 cm),

–  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ,

– kwasowość hydrolityczną metodą Kappena,

– kwasowość wymienną i zawartość glinu ruchomego metodą Sokołowa,

– zawartość kationów wymiennych oznaczono traktując glebę roztworem  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  w stężeniu  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  o  $\text{pH} = 7$ ,

– w przesączu zawartość kationów  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  oznaczono metodą fotometrii płomieniowej,  $\text{Mg}^{2+}$  – metodą Schachtschabela,

– zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu oznaczono metodą Egnera-Riehma, a magnezu – metodą Schachtschabela.

W próbach roślin (części nadziemne i korzenie), po ich mineralizacji w stężonym  $\text{H}_2\text{SO}_4$  z dodatkiem  $\text{H}_2\text{O}_2$ , oznaczono:

– azot metodą Kjeldahla, fosfor kolorymetrycznie metodą wanadowo-molibdenianową,

– wapń i potas – fotopłomieniowo,

– glin kolorymetrycznie z aluminonem,

– magnez, mangan i żelazo – metodą ASA.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Skład granulometryczny gleb, na których uprawiano pszenicę, okazał się mało zróżnicowany między obiektami A, B i C, nie mógł więc być czynnikiem wpływającym na warunki wzrostu roślin (tab. 1). Były to przeważnie piaski gliniaste, rzadziej gliny lekkie. Zwiększonej ilości węgla organicznego na obiekcie C – o prawie 27% w porównaniu z obiektem A – odpowiadała mniejsza zawartość glinu

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 [%]
	1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,020-0,005	0,005-0,002	<0,002	
A	$\frac{54-89}{67}$	$\frac{2-11}{7}$	$\frac{2-18}{12}$	$\frac{1-12}{7}$	$\frac{2-6}{3}$	$\frac{1-6}{3}$	$\frac{0,70-1,29}{0,95}$
B	$\frac{51-89}{71}$	$\frac{4-11}{7}$	$\frac{2-20}{8}$	$\frac{1-11}{7}$	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{1-8}{4}$	$\frac{0,83-1,13}{0,94}$
C	$\frac{50-90}{66}$	$\frac{3-10}{8}$	$\frac{3-20}{11}$	$\frac{1-10}{6}$	$\frac{2-6}{4}$	$\frac{1-15}{5}$	$\frac{1,09-1,66}{1,30}$

ruchomego. Prawdopodobnie następowało tworzenie się związków kompleksowych glinu z materią organiczną [Filipek 1990; Pokojńska 1979].

We wszystkich obiektach stwierdzono silne zakwaszenie gleb (tab. 2). Najniższe wartości  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  zanotowano w warstwie 0–20 cm na wszystkich obiektach, przy czym odczyn wzrastał od obiektu A do obiektu C oraz zmieniał się wraz z głębokością od bardzo kwaśnego do kwaśnego.

Glin w ilościach uznawanych za toksyczne (powyżej 40 mg/kg [Filipek, Badora 1992; Najdoo et al. 1978]) występował w glebach z obiektów A i B, a więc tam, gdzie rośliny ginęły całkowicie lub wykazywały bardzo wyraźne symptomy silnego zakwaszenia gleb. W warstwie ornej obiektu A zawartość glinu przekraczała 100 mg/kg gleby.

Próbki gleb z poziomów akumulacyjnych obiektu, na którym rośliny ginęły całkowicie, zawierały mniej wymiennych kationów zasadowych niż z miejsc, gdzie rośliny rosły dobrze i nie wykazywały symptomów silnego zakwaszenia gleb (tab. 3).

Zasobność badanych gleb w składniki przyswajalne kształtowała się w odniesieniu do P i K na poziomie niskim i średnim, a dla Mg na poziomie bardzo niskim (tab. 4). Pomimo że różnice w zawartości przyswajalnych składników między obiektami A, B i C były niewielkie, zróżnicowanie w wyglądzie pszenicy pochodzącej z poszczególnych obiektów z tego samego pola było znaczne. Przyczynę żółknięcia i przepadania zbóż na kwaśnych glebach upatrywał Jaśkowski [1971a,b, 1972] w znacznych niedoborach magnezu dostępnego dla roślin. Autorzy niniejszego opracowania zgadzają się tylko częściowo z tą opinią. Różnice w wyglądzie pszenicy na poszczególnych obiektach A, B i C należałoby ściśle powiązać ze wzrastającym stężeniem jonów  $\text{Al}^{3+}$  w glebie.

Rośliny pszenicy z obiektów A, gdzie stężenie glinu w glebie przekraczało 100 mg/kg, ginęły całkowicie. Na roślinach z obiektów B nasiliły się symptomy niedoboru Mg, objawiające się chlorotycznymi plamami (marmurkowatość) przechodzącymi w żółte pasy, oraz symptomy niedoboru P, tj. liście były matowe i miały purpurowy odcień. Na starszych liściach pszenicy można było zauważyć

TABELA 2. Stan zakwaszenia gleb – State of soils acidification

Obiekty Treatments	Głębokość Depth [cm]	pH <sub>KCl</sub>	Kwasowość hydrolityczna Hydrolitic acidity [mmol (+)-kg <sup>-1</sup> ]	Kwasowość wymieniana Exchangeable acidity [mmol (+)-kg <sup>-1</sup> ]	Zawartość Al ruchomego The content of mobile Al [mg/kg]
A	0 – 20	3,85	47,6	13,3	101,7
	20 – 40	4,44	30,5	6,9	57,7
	40 – 60	4,90	24,0	3,1	25,0
B	0 – 20	3,79	47,6	12,7	100,7
	20 – 40	4,36	33,8	6,9	55,8
	40 – 60	4,90	25,7	5,0	42,7
C	0 – 20	4,08	47,6	10,3	84,8
	20 – 40	4,42	37,1	8,2	68,7
	40 – 60	4,90	30,2	3,5	25,7
NIR – LSD	NIR – LSD	–	n.i.	n. i.	n.i.
		–	5,4	3,0	26,0

n.i. – różnice nieistotne – not significant differences

nekrotyczne, rdzawe plamy, które świadczyły o nadmiarze manganu. Natomiast pszenica na obiektach C rosła dobrze. Pomimo wyraźnych różnic w wyglądzie roślin nie zanotowano znacznych różnic w składzie mineralnym pszenicy z obiektów A, B i C (tab. 5). Stężenie glinu ruchomego miało pewien wpływ na zawartość magnezu w roślinach. Na ogół mniej tego składnika zawierały rośliny z obiektów o największej zawartości glinu ruchomego w glebie. Uzyskane wyniki potwierdzają dane z literatury o możliwości antagonistycznego oddziaływania

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

Obiekty Treatments	Głębokość Depth[cm]	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
A	0 – 20	12,9	34,5	21,9	2,4
	20 – 40	5,8	45,0	19,7	2,6
	40 – 60	17,8	82,2	23,6	2,0
B	0 – 20	12,2	44,1	33,9	3,4
	20 – 40	22,7	42,9	22,8	3,0
	40 – 60	12,2	67,2	18,2	3,5
C	0 – 20	18,7	61,7	30,6	5,6
	20 – 40	9,8	59,6	20,9	2,6
	40 – 60	8,7	102,9	18,0	2,3
NIR – LSD	NIR – LSD	7,0	n.i.	n.i.	n.i.
		n.i.	31,9	7,9	n.i.

n.i. – różnice nieistotne – not significant differences

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	36,8	42,0	11,3
	20 – 40	20,8	40,5	13,7
	40 – 60	5,8	33,2	14,3
B	0 – 20	28,4	55,6	9,7
	20 – 40	19,6	40,2	37,8
	40 – 60	8,7	31,2	55,3
C	0 – 20	31,2	54,2	9,7
	20 – 40	19,8	46,2	11,9
	40 – 60	15,8	38,7	18,5
NIR – LSD	NIR – LSD	n.i. 10,1	n.i. n.i.	n.i. n.i.

n.i. – różnice nieistotne – not significant differences

jonów  $Al^{3+}$  na pobieranie Mg przez rośliny [Batalin, Urbanowski 1969; Gorlach, Curyło 1990; Nugwira et al. 1976]. Stosunkowo wysoką procentową zawartość N, P, K i Ca w roślinach z obiektów A i B w porównaniu z pszenicą z obiektu C należałoby tłumaczyć dużym nagromadzeniem się tych pierwiastków (i brakiem ich rozcieńczenia) w wyniku nieprzyrastania biomasy roślin [Filipek 1990; Gorlach, Curyło 1990]. Wysoka koncentracja fosforu w korzeniach pszenicy wiąże się prawdopodobnie z wewnątrztkankowym wytrącaniem tego pierwiastka przez jony glinu [Nugwira et al. 1976; Najdoo et al. 1978; Nowaczyk, Borys 1974]. Zjawisko to zostało w niniejszych badaniach potwierdzone statystycznie, bowiem ilość glinu ruchomego w glebie z warstwy 0–20 cm korelowała dodatnio z ilością fosforu w korzeniach ( $r_{xy} = 0,49$ ;  $b_{xy} = 0,001$ ).

Zawartość manganu i żelaza w roślinach pszenicy była istotnie zależna od ich wyglądu. Pszenica z obiektu A zawierała prawie dwukrotnie więcej manganu niż z obiektu C. Podobna tendencja wystąpiła w częściach nadziemnych w odniesieniu do żelaza. W korzeniach pszenicy najwięcej Fe stwierdzono w obiekcie C, a najmniej w obiekcie A (tab. 5).

## WNIOSKI

Przeprowadzone badania upoważniają do wyciągnięcia następujących wniosków:

1. W obiektach, w których rośliny pszenicy ginęły całkowicie lub wykazywały ostre symptomy niedoboru Mg i P, zawartość glinu w warstwie ornej przekraczała 40 mg/kg gleby, a nawet dochodziła do 100 mg/kg gleby.

2. Ponieważ zasobność badanych gleb w składniki przyswajalne nie wykazywała na poszczególnych obiektach zasadniczych różnic, objawy niedoboru Mg i

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

Obiekty Treatments	N	P	K	Ca	Mg	Al	Mn	Fe
	[%]						[mg/kg]	
Części nadziemne – Underground parts								
A	2,32	0,31	2,65	0,38	0,04	0,10	569,0	1087,8
B	2,34	0,34	2,77	0,30	0,04	0,13	418,2	762,5
C	1,69	0,29	2,50	0,29	0,05	0,12	240,7	395,8
Korzenie – Roots								
A	1,61	0,22	1,56	0,11	0,04	0,28	600,0	945,0
B	1,34	0,18	1,50	0,13	0,04	0,27	565,5	1045,0
C	0,81	0,15	1,18	0,10	0,05	0,29	396,8	1383,0

P na roślinach oraz nadmiaru Mn należy ściśle wiązać z silnym zakwaszeniem gleb i wysoką koncentracją glinu ruchomego.

3. Pomimo wyraźnych różnic we wzroście i rozwoju pszenicy z poszczególnych obiektów, jej skład mineralny nie zmienił się znacząco.

4. Stwierdzono dodatnią korelację między zawartością glinu ruchomego w warstwie 0–20 cm gleby a koncentracją fosforu w korzeniach pszenicy.

5. Wysoka zawartość Mn i Fe w częściach nadziemnych pszenicy potwierdza diagnozę wizualną dotyczącą nadmiaru manganu, co wiąże się z silnym zakwaszeniem gleb.

## LITERATURA

- 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.
- FILIPEK T., 1990: Kształtowanie się równowagi jonowej w życie w zależności od wysycenia gleb kationami. *Rocz. Glebozn.* 41, 1/2: 133–143.
- FILIPEK T., BADORA A., 1992: Reakcja zbóż na silne zakwaszenie gleb. Cz. I. *Żyto. Rocz. Glebozn.* 44, 1/2: 47–54.
- GORLACH E., CURYŁO T., 1990: Wpływ odczynu gleby na pobieranie potasu, sodu, magnezu i wapnia przez różne gatunki roślin. *Rocz. Glebozn.* 41, 1/2: 117–131.
- JĄSKOWSKI Z., 1971a: Badania przyczyn żółknięcia zbóż na bardzo kwaśnych glebach lekkich. Cz. I. Zawartość magnezu w glebach i roślinach. *Pam. Pul.* 42: 105–115.
- JĄSKOWSKI Z., 1971b: Badania przyczyn żółknięcia zbóż na bardzo kwaśnych glebach lekkich. Cz. II. Wpływ nawożenia magnezowego. *Pam. Pul.* 50: 97–115.
- JĄSKOWSKI Z., 1972: Działanie nawozów mineralnych na bardzo kwaśnych glebach piaskowych. *Post. Nauk Rol.* 4: 59–67.
- NUGWIRA L. M., ELGAWHARY S.M., PATEL K. I., 1976: Differential tolerance of triticale, wheat, rye and barley to aluminium in nutrient solution. *Agron. J.* 68: 782–787.
- NAJDOO G., STEWARD J. D., LEWIS R. J., 1978: Accumulation sites of Al snapbean and cotton roots. *Agron. J.* 70, 3: 489–492.
- NOWACZYK E., BORYS M., 1974: Rola glinu w życiu rośliny. *Post. Nauk Rol.* 6: 3–23.
- POKOJSKA U., 1979: Geochemical studies on podzolization. Part I. Podzolization in the light of the profile distribution of various forms of iron and aluminium. *Rocz. Glebozn.* 30, 1: 207–215.

A. BADORA, T. FILIPEK

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

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University of Lublin

SUMMARY

The aim of this paper was to study the effect of the strong soil acidity on the mineral composition of wheat in the ear emergence stage. There were no differences in the mineral composition of wheat apart from significant distinctions in growth and development. Because of little differences of available nutrients in soils from areas with differentiated wheat growth, symptoms of deficiency of magnesium and phosphorus and excess of manganese in wheat leaves depended on strong soil acidification and high concentration of mobile aluminium.

*Praca wpłynęła do redakcji w październiku 1993 r.*

*Dr Aleksandra Badora  
Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Lublinie  
20-033 Lublin, Akademicka 15*

