

ALEKSANDRA BADORA

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

Katedra Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Lublinie

WSTĘP

Owies jest zbożem stosunkowo mało wrażliwym na odczyn kwaśny i wysokie stężenia jonów glinu [Anioł 1977; Fleming 1983; Gorlach, Curyło 1990]. Mimo to zaobserwowano na polach uprawnych regionu środkowo-wschodniego kraju objawy żółknięcia, a nawet przepadania znacznych części plantacji owsa. W opracowaniu podjęto próbę wyjaśnienia, czy zjawisko to w przypadku owsa, podobnie jak żyta [Filipek, Badora 1992], pszenicy i jęczmienia, zależy od wtórnych skutków silnego zakwaszenia gleb. Stwierdzono też zmiany w składzie mineralnym owsa uprawianego na glebach zakwaszonych [Mercik 1987].

Celem niniejszych badań było określenie wpływu silnego zakwaszenia gleb na skład mineralny owsa we wskaźnikowej fazie kłoszenia.

METODYKA BADAŃ

Lokalizacja pól produkcyjnych owsa, z których pobierano próbki glebowe (z głębokości 0–20, 20–40 i 40–60 cm) i roślinne (faza kłoszenia – 10 wg skali Feekesa), była podobna, jak w przypadku żyta [Filipek, Badora 1992], pszenicy oraz jęczmienia; znajdowały się one w północnej części regionu środkowo-

-wschodniego. Na polach produkcyjnych wydzielono obiekty o zróżnicowanym nasileniu symptomów silnego zakwaszenia gleb, objawiających się żółknięciem i przepadaniem owsa, bądź tylko ostrymi niedoborami Mg i P. Były to następujące obiekty:

A – na których rośliny zasychały i ginęły całkowicie,

B – na których widoczne były na roślinach objawy niedoboru Mg i P,

C – na których rośliny rosły dobrze.

Z danych uzyskanych od rolników wynikało, że przedplonem owsa były ziemniaki, uprawiane na oborniku. Nawożenie mineralne nie przekraczało 70 kg NPK na 1 ha, a wapnowania w ostatnich czterech latach nie stosowano.

W próbkach glebowych oznaczono: skład granulometryczny metodą areometryczną, zawartość węgla organicznego metodą Tiurina, kwasowość hydrolytyczną metodą Kappena, kwasowość wymienną i glin ruchomy metodą Sokołowa, składniki przyswajalne – P i K metodą Egnera-Riehma, Mg – metodą Schachtschabela. Kationy wymienne ekstrahowano z gleby 1 mol $\text{CH}_3\text{COONH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ o $\text{pH} = 7$. W przesączu oznaczono: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} metodą fotopłomieniową, Mg^{2+} metodą Schachtschabela.

W próbkach roślinnych (części nadziemne i korzenie), po ich mineralizacji w stężonym H_2SO_4 z dodatkiem H_2O_2 , oznaczono zawartość: azotu metodą Kjeldahla, fosforu kolorymetrycznie metodą wanadowo-molibdenianową, wapnia i potasu – fotopłomieniowo, glinu kolorymetrycznie z aluminonem, magnezu, manganu i żelaza metodą ASA.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Podobnie jak w przypadku innych zbóż gleby, na których uprawiano owies, zaliczono do piasków gliniastych. Ich skład granulometryczny był mało zróżnicowany i nie mógł wpływać na warunki wzrostu roślin (tab. 1). Zawartości węgla organicznego w warstwie ornej gleb z poszczególnych plantacji i obiektów badawczych nie można było uznać za czynnik łagodzący ujawnianie się toksyczności glinu.

Największe zmiany odczynu stwierdzono w warstwie ornej gleb (tab. 2). Obiekt A (rośliny ginęły całkowicie) charakteryzował się pH_{KCl} ok. 0,5 jednostki niższym niż obiekt C (gdzie rośliny rosły dobrze). Różnice w zawartości glinu ruchomego między obiektami A i C były znaczące. Gleba z obiektów A zawierała średnio ponad 100 mg Al w 1 kg, z obiektów C zaś prawie o połowę mniej. Większość autorów [James, Riha 1984; Moskal 1955; Schwertmann, Attenberger 1979] jest zgodna w opinii, że im gleba kwaśniejsza, tym większa w niej ilość glinu ruchomego. Moskal [1955], badając występowanie tego toksycznego pierwiastka w glebach Polski, stwierdził, że przy pH_{KCl} równym 3,85 w 1 kg gleby znajduje się aż 580 mg Al, natomiast przy pH_{KCl} równym 4,4 jedynie 44 mg Al

TABELA 1. Skład granulometryczny i zawartość C-organicznego w glebach
Texture and the content of organic C in soils

Obiekty Treatments	Procentowy udział frakcji o średnicy [mm] Per cent of fractions of mm in dia						C org. Org. C [%]
	1 -0,1	0,1 -0,05	0,05 -0,02	0,02 -0,005	0,005 -0,002	< 0,002	
A	<u>57-78</u>	<u>7-13</u>	<u>5-17</u>	<u>2-9</u>	<u>1-4</u>	<u>2-14</u>	<u>0,93-1,63</u>
	65	11	11	5	2	5	1,21
B	<u>58-70</u>	<u>8-13</u>	<u>6-19</u>	<u>2-8</u>	<u>1-4</u>	<u>2-8</u>	<u>0,95-1,39</u>
	63	11	11	6	3	6	1,14
C	<u>59-72</u>	<u>9-11</u>	<u>10-13</u>	<u>4-11</u>	<u>1-3</u>	<u>1-11</u>	<u>0,98-1,47</u>
	64	10	12	7	2	6	1,18

W liczniku – wartości skrajne (in numerator – extreme values).

W mianowniku – wartości średnie (in denominator – average values).

w 1 kg gleby. Wartości kwasowości wymiennej i kwasowości hydrolitycznej gleb z poszczególnych obiektów były także zróżnicowane.

Próbki glebowe z poziomów akumulacyjnych obiektów A zawierały zdecydowanie mniej kationów wymiennych (Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+) niż analogiczne próbki glebowe z obiektów B i C (tab. 3). Jedynie sodu wymiennego w warstwie ornej było więcej w obiekcie A w porównaniu z obiektami B i C.

Zawartość przyswajalnego fosforu i potasu kształtowała się na poziomie bardzo niskim (tab. 4). Ilość fosforu w warstwie ornej obiektów A i C była podobna; to samo dotyczyło magnezu, gdy tymczasem rośliny owsa z obiektów A i C różniły się znacznie wyglądem. Na obiektach A owies był niski, pożółkły, zaschnięty i w większości przypadków wypadał całkowicie, na obiektach C zaś rósł dobrze i wchodził w fazę kłoszenia. Wyraźne symptomy braku Mg, objawiające się chlo-

TABELA 2. Stan zakwaszenia badanych gleb
State of soils acidification

Obiekty Treatments	Głębokość Depth [cm]	pH _{KCl}	Kwasowość – Acidity [mmol(+) · kg ⁻¹]		Zawartość Al ruchomego Content of Al mobile [mg · kg ⁻¹]
			hydrolityczna hydrolytic	wymienna exchangeable	
A	0-20	3,74	51,0	14,1	109,0
	20-40	4,36	32,7	9,4	75,8
	40-60	4,61	25,3	4,7	39,4
B	0-20	3,79	47,0	15,0	125,0
	20-40	4,15	36,9	8,0	66,1
	40-60	4,42	25,6	3,2	27,2
C	0-20	4,06	43,0	9,0	65,8
	20-40	4,83	30,2	5,8	45,9
	40-60	4,88	27,2	4,0	33,3
NIR-LSD	–	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
	NIR-LSD	–	6,7	3,2	29,7

n.i. – różnice nieistotne – not significant differences.

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

Obiekty Treatments	Głębokość Depth [cm]	Kationy wymienne – Exchangeable cations			
		Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺
A	0–20	23,7	35,0	20,3	9,8
	20–40	13,9	34,5	26,4	2,9
	40–60	28,4	42,9	13,9	0,9
B	0–20	33,7	52,6	31,2	4,7
	20–40	133,4	33,3	85,4	3,2
	40–60	30,1	37,0	17,3	2,5
C	0–20	43,0	91,5	48,5	4,4
	20–40	13,9	47,6	18,0	1,5
	40–60	2,0	42,2	22,2	1,7
NIR-LSD		27,9	15,6	n.i.	n.i.
	NIR-LSD	27,9	15,6	n.i.	3,3

n.i. – różnice nieistotne – not significant differences

rotyczną pasiastością, oraz braku P, objawiające się purpurowieniem dolnych blaszek liściowych, zaobserwowano na roślinach z obiektów B. Pomimo że owies należy do roślin stosunkowo mniej wrażliwych na kwaśny odczyn gleby i zawartość w niej jonów Al³⁺ [Anioł 1977; Fleming 1983; Gorlach, Curyło 1990], to jednak stężenie glinu ruchomego wyższe niż 100 mg Al w 1 kg gleby spowodowało niekorzystne zmiany w wyglądzie roślin. Przyczynę tego zjawiska należy wiązać głównie z aktywnością jonów glinowych, gdyż zasobność gleby w obiektach A i C w przyswajalne fosfor i magnez nie różniła się istotnie [Filipek, Badora 1992].

Procentowa zawartość N, P, K, Ca i Mg zwiększała się szczególnie w częściach nadziemnych owsa w miarę obniżania się stężenia glinu ruchomego w glebie (tab. 5). Jest to zgodne z wynikami badań innych autorów [Goralski, Mercik 1970; Gorlach, Curyło 1990; Gutyńska, Mercik 1984, Kaśkowski 1969; Mercik 1987].

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	56,3	47,5	11,8
	20–40	27,2	32,7	6,7
	40–60	23,6	29,5	9,3
B	0–20	61,5	66,7	7,5
	20–40	30,7	52,3	8,9
	40–60	19,5	30,4	9,9
C	0–20	55,0	115,0	11,5
	20–40	27,4	55,6	9,9
	40–60	8,0	56,4	12,0
NIR-LSD		n.i.	18,2	n.i.
	NIR-LSD	18,7	18,2	n.i.

n.i. – różnice nieistotne – not significant differences.

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

Obiekty Treatments	N [%]	P	K	Ca	Mg	Al	Mn [mg/kg]	Fe
Części nadziemne – Aboveground parts of plants								
A	3,91	0,55	3,21	0,67	0,06	0,11	718,3	683,3
B	4,06	0,62	3,06	0,65	0,09	0,12	707,0	708,3
C	4,29	0,60	3,74	0,79	0,11	0,10	318,8	945,0
Korzenie – Roots								
A	1,92	0,24	1,52	0,12	0,07	0,29	428,3	1129,0
B	2,05	0,31	1,90	0,15	0,07	0,24	494,2	929,0
C	2,31	0,35	0,19	0,09	0,26	0,26	1060,0	307,6

Stwierdzono zbyt dużo potasu w roślinach w stosunku do ilości wapnia i magnezu. Jest to zjawisko spotykane w środowisku kwaśnym. W konsekwencji mogą powstawać niekorzystne zmiany w konsystencji plazmy komórkowej, powodujące zaburzenia w rozwoju organizmu [Fleming 1983; Górlach, Curyło 1990, Mercik 1987]. Potwierdzono statystycznie, że glin ruchomy w warstwie 0–20 cm pozostawał w ujemnej korelacji z zawartością fosforu w częściach nadziemnych roślin ($r_{xy} = -0,51$; $b_{yx} = -0,002$). Im więcej było w glebie wapnia wymiennego, tym większa była zawartość tego składnika w częściach nadziemnych owsa. Analiza niektórych współczynników regresji wielokrotnej potwierdza więc pogląd, że wysokie stężenie glinu ruchomego w glebie może wpływać na zmianę składu chemicznego roślin owsa. Nekrotyczne plamy pojawiające się na starszych liściach owsa z obiektów A i B były spowodowane nadmierną akumulacją Mn w częściach nadziemnych. Owies z obiektów A i B zawierał w częściach nadziemnych więcej manganu niż owies z obiektu C.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania upoważniają do wyciągnięcia następujących wniosków:

1. Gleba obiektów, w których rośliny owsa ginęły całkowicie lub wykazywały objawy niedoboru Mg i P oraz nadmiaru Mn, zawierała ponad 100 mg Al w 1 kg gleby.

2. Symptomy silnego zakwaszenia gleb, objawiające się niedoborem P i Mg oraz nadmiarem Mn w roślinach owsa, są ściśle związane z wysoką koncentracją jonów Al^{3+} , nie zaś z zasobnością gleb w składniki przyswajalne.

3. Procentowa zawartość N, P, K, Ca i Mg zwiększała się w częściach nadziemnych owsa w miarę obniżania się stężenia glinu ruchomego w glebie. Stwierdzono zbyt dużo potasu w roślinach w stosunku do zawartości w nich Ca i Mg.

LITERATURA

- ANIOŁ A., 1977: Tolerancja roślin na niskie pH gleby. *Post. Nauk Rol.* 4: 91–108.
- FILIPEK T., BADORA A., 1992: Reakcja zbóż na silne zakwaszenie gleb. *Cz. I. Żyto. Roczn. Glebozn.* 44, 1/2: 47–54.
- FLEMING A.L., 1983: Aluminium uptake by wheat varieties differing in Al tolerance. *Agron. J.* 75, 5: 726–730.
- GORALSKI J., MERCIK S., 1970: Nachwirkung der Kalkdüngung auf den Ertrag und chemische Zusammensetzung mancher Kulturpflanzen. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 105: 89–94.
- GORLACH R., CURYŁO T., 1990: Wpływ odczynu gleby na pobieranie potasu, sodu, magnezu i wapnia przez różne gatunki roślin. *Roczn. Glebozn.* 41, 1/2: 117–131.
- GUTYŃSKA B., MERCIK S., 1984: Badania nad współdziałaniem potasu z magnezem i wapniem na różnych glebach i pod różnymi roślinami. *Roczn. Glebozn.* 35, 1: 63–79.
- JAMES B.R., RIHA S.J., 1984: Soluble aluminium in acidified organic horizon of forest soils. *Can. J. Soil Sci.* 64, 4: 637–646.
- KAŚKOWSKI Z., 1969: Wpływ różnej zawartości magnezu w nawozach wapniowych na niektóre właściwości gleby i pobieranie CaO i MgO przez owies. *Pam. Puł.* 37: 215–223.
- MERCIK S., 1987: Wpływ odczynu gleby na plonowanie roślin i efektywność nawożenia potasem. *Roczn. Glebozn.* 38, 2: 11–23.
- MOSKAL S., 1955: Glin ruchomy w glebach Polski. *Roczn. Glebozn.* 4, 1: 149–179.
- SCHWERTMANN U., ATTENBERGER E., 1979: Veränderungen von Bodeneigenschaften durch langjährige pH-veränderte Düngung. *Landwirtsch. Forsch.* 32, 1–2: 119–128.

A. BADURA

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

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University in Lublin

Summary

The aim of the studies was to investigate the relationships between the spring appearance of symptoms of the phosphorus and magnesium deficiency and of excess of manganese in oat plants and the secondary causes of strong soils acidification. Soils from treatments on which plants died completely or showed symptoms of the magnesium and phosphorus deficiency and the excess of manganese contained more than 100 mg Al³⁺ per 1 kg. Percentage content of N, P, K, Ca and Mg increase in the above parts of oat followed to decrease in concentration of mobile aluminium in soil.

Praca wpłynęła do redakcji w październiku 1993 r.