



publikacje dostarczają ciągle ograniczonych informacji co do zawartości glinu w roślinach i czynników determinujących tę zawartość.

Celem badań było określenie wpływu zawartości glinu wymiennego i rozpuszczalnego w glebie na zawartość aluminium w badanych gatunkach roślin.

#### METODY

Doświadczenie zostało przeprowadzone w roku 1999 w wazonach gruntowych, na Polu Doświadczalnym Katedry Chemii Rolniczej SGGW w Skierniewicach. Przez wazon gruntowy rozumie się zakopaną w ziemi rurę kamionkową o wysokości 150 cm i średnicy 40 cm. W wazonach znajduje się gleba o trzech różnych wartościach pH – 4,0 (3,9–4,2); 5,0 (4,8–5,2); 6,0 (5,8–6,2). Dane zakwaszenie występuje do głębokości 60 cm. W warstwie 0–60 cm gleba wypełniająca wazon jest piaskiem gliniastym mocnym (17% części spławialnych), a poniżej 60 cm znajduje się glina lekka (25–30% części spławialnych). Roślinami testowymi były: pszenica jara, owies, jęczmień jary, życica trwała, koniczyna czerwona, ziemniaki. Zastosowano przedsięwzięcie nawożenia podstawowe w ilości: N – 2,0 g wazon<sup>-1</sup> w formie NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, P – 1,0 g wazon<sup>-1</sup> w formie Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> i K – 2,0 g wazon<sup>-1</sup> jako KCl. Koniczynę czerwoną nawożono wyłącznie potasem i fosforem. Rośliny zebrano w następujących stadiach rozwoju: pszenicę, owies, jęczmień w stadium dojrzałości pełnej, życicę trwałą w stadium kłoszenia, koniczynę czerwoną w stadium kwitnienia, łęty ziemniaków w stadium kwitnienia, bulwy ziemniaków w stadium dojrzałości pełnej. Doświadczenie prowadzono w czterech powtórzeniach.

Próby roślin wysuszono w temp. 55°C i zmielono. Próby zmineralizowano na mokro w stężonym kwasie HNO<sub>3</sub> z dodatkiem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. W zmineralizowanym materiale roślinnym oznaczono zawartość glinu metodą ASA przy użyciu kuwety grafitowej. Z poszczególnych wazonów gruntowych pobrano również próby gleby, w których oznaczono: zawartość glinu wymiennego metodą Sokółowa oraz zawartość glinu rozpuszczalnego w 0,02 mol dm<sup>-3</sup> CaCl<sub>2</sub> – metodą ASA, przy użyciu kuwety grafitowej; pH gleby w 1 mol dm<sup>-3</sup> KCl, kwasowość hydrolityczną metodą Kappena, zawartość kationów wymiennych w 1 mol dm<sup>-3</sup> CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>. Otrzymane wyniki badań poddano analizie wariancyjnej. Szczegółowego porównania średnich dokonano przy pomocy testu Tukeya na poziomie istotności p=0,05.

#### WYNIKI

W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę gleb, na których rosły rośliny. Gleby z poszczególnych kombinacji doświadczalnych miały zróżnicowane pH.

Tabela 1. Charakterystyka gleb  
Table 1. Characteristics of soils

Gleba Soil	pH <sub>KCl</sub>	H <sub>h</sub>	Zawartość Content					
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sub>wym</sub> , Al <sub>exch</sub>	Al <sub>roz</sub> , Al <sub>ext</sub>
Lekko kwaśna, Slightly acid	6,0 5,8-6,2	10,5	33,3	5,9	2,8	0,3	0,3	0,11
Kwaśna Acid	5,0 4,8-5,2	18,8	23,9	4,8	2,3	0,3	0,9	0,22
Bardzo kwaśna Very acid	4,0 3,9-4,2	25,1	15,1	2,3	2,4	0,3	5,6	1,67
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		2,73	3,78	0,82	0,37	ni ns	0,42	0,084

Najwyższą kwasowością hydrolityczną wykazywała się gleba bardzo kwaśna. Istotnie mniejszą zawartość wapnia i magnezu wymiennego stwierdzono na glebie bardzo kwaśnej (pH 4,0) w porównaniu z glebą kwaśną (pH 5,0) i słabo kwaśną (pH 6,0). Zawartość potasu wymiennego była najwyższa na glebie słabo kwaśnej. Zawartość aluminium wymiennego i rozpuszczalnego była odwrotnie proporcjonalna do pH gleby.

Tabela 2. Zawartość glinu w roślinach, mg kg<sup>-1</sup>  
Table 2. Content of aluminium in plants, mg kg<sup>-1</sup>

Część rośliny Part of plant	Gleba lekko kwaśna Slightly acid	Gleba kwaśna Acid soil	Gleba bardzo kwaśna Very acid soil	NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>
Owies Oat				
Ziarno Grain	23,7	25,5	29,5	ni ns
Słoma Straw	27,0	33,0	53,5	17,87
Jęczmień Barley				
Ziarno Grain	26,5	22,5	25,2	ni ns
Słoma Straw	40,5	35,0	87,0	23,79
Pszonica Wheat				
Ziarno Grain	24,5	44,2	39,7	ni ns
Słoma Straw	58,0	58,5	63,0	ni ns
Ziemniak Potato				
Bulwy Bulbs	65,5	123,5	185,7	88,60
Łęty Above ground plants	345,0	270	294,0	ni ns
Zycica trwała Rye grass				
Części nadziemne Above ground plants	221,0	292,0	426,5	160,74
Koniczyna czerwona Red clover				
Łodygi Stems	44,0	35,7	66,2	24,20
Liście Leaves	151,0	132,7	155,2	ni ns

Przedstawione wyniki (tab. 2) wskazują na to, że zawartość aluminium w roślinach zależała od zawartości dostępnych form glinu w glebie. Doświadczenie wazonowe prowadzone było na trzech poziomach pH: 4,0; 5,0; 6,0. Istotnie wyższe zawartości aluminium wystąpiły jedynie na obiektach o pH 4. Rośliny z obiektów o pH 5 i pH 6 nie wykazały istotnych różnic w zawartości aluminium. Zdaniem autora zależności te były spowodowane różnicami w zawartości dostępnych form glinu pomiędzy poszczególnymi obiektami. Obiekt o pH 4 różnił się zdecydowanie od obiektu o pH 5, natomiast różnice pomiędzy obiektem o pH 5 i pH 6 były również istotne, ale zdecydowanie mniejsze.

Akumulacja glinu zależała w dużym stopniu od gatunku danej rośliny. Przy jednakowej zawartości dostępnych form aluminium poszczególne gatunki różniły się znacznie koncentracją aluminium. Najwyższą zawartość aluminium w doświadczeniu wazonowym stwierdzono w zycicy trwałej oraz łętach ziemniaka. Zdecydowanie najmniej glinu zawierała słoma oraz ziarno zbóż. Trudno jest jednoznacznie ocenić badane rośliny pod względem możliwości kumulacji aluminium w częściach nadziemnych. Różnice międzygatunkowe, polegające na różnej zdolności do kumulowania glinu w częściach nadziemnych, znajdują potwierdzenie w innych pracach [Badora 1999; Jurkowska i in. 1999].

Zmiany koncentracji aluminium w roślinach z doświadczenia w wazonach gruntowych były uzależnione od gatunku roślin oraz ich organu. Wzrost zawartości dostępnych form glinu spowodował istotne zwiększenie ilości glinu w bulwach ziemniaka, częściach nadziemnych zycicy, słomie owsa i jęczmienia oraz łodygach koniczyny. Nie stwierdzono różnic w koncentracji glinu pomiędzy poszczególnymi obiektami w liściach ziemniaka, słomie i ziarnie jęczmienia, ziarnie owsa i jęczmienia oraz liściach koniczyny. Zmiany zawartości glinu w słomie i ziarnie jęczmienia są częściowo zgodne z wynikami Bednarka i Lipińskiego [1996]. Stwierdzili oni, że zarówno w słomie, jak i w ziarnie jęczmienia zawartość aluminium obniżała się wraz ze zmniejszaniem się zawartości glinu ruchomego w glebie. W warunkach przeprowadzonego doświadczenia zawartość glinu wymiennego spowodowała istotne zmiany jedynie w słomie jęczmienia. Otrzymane wyniki dotyczące zawartości aluminium w zycicy dobrze korespondują z wynikami Niemyskiej-Lukaszuk i in. [1998] oraz Blake'a i in. [1994], którzy wykazali, że zawartość aluminium w runi łąkowej była wyższa na obiektach o większej dostępności Al w glebie.

Zawartość aluminium w roślinach była również uzależniona od organu rośliny. Uzyskane wyniki wskazują na to, że w przypadku zbóż słoma zawierała więcej aluminium niż ziarno, łęty ziemniaka zawierały więcej aluminium niż bulwy, zaś liście koniczyny więcej badanego pierwiastka niż łodygi. Przedstawione wyniki dotyczące różnic zawartości Al między poszczególnymi organami trudno odnieść do

danych innych autorów. Opublikowano wiele prac, które wykazują, że rośliny akumulują glin przede wszystkim w korzeniach [Filipek, Badora 1993; Niemyska-Lukaszuk i in. 1998; Wiśniowska-Kielian 1998], jednak tylko nieliczne badania traktują o różnicach w zawartości glinu pomiędzy innymi organami. Większe zawartości aluminium w słomie w stosunku do ziarna są zgodne z wynikami Bednarka i Lipińskiego [1996]. Wiśniowska-Kielian [1998] donosi, że zawartość glinu w poszczególnych organach tytoniu papierosowego jasnego kształtowała się w kolejności: korzenie > liście > kwiatostany > łodygi. W badaniach otrzymano wyniki wskazujące na to, że liście koniczyny zawierały więcej glinu niż łodygi.

#### WNIOSKI

1. Zawartość Al w roślinach wzrasta wraz z zawartością dostępnych form w glebie. Zmiany te są zależne od gatunku i organu rośliny.

2. Poszczególne organy roślin są znacznie zróżnicowane w odniesieniu do zawartości glinu. W przypadku zbóż słoma zawierała więcej aluminium niż ziarno, łęty ziemniaka więcej niż bulwy, zaś liście koniczyny więcej badanego pierwiastka niż łodygi.

#### PIŚMIENICTWO

- Badora A., Filipek T. 1999. Role of nitrogen and potassium fertilizers, liming and organic fertilization in aluminium mobilization. *Polish J. Soil Sc.* 32, 43–51.
- Bednarek W., Lipiński W. 1996. Oddziaływanie nawożenia mineralnego i wapnowania na fizykochemiczne właściwości gleby lekkiej, plonowanie oraz niektóre cechy jęczmienia jarego. *Rocz. Gleb.* 47, 109–115.
- Blake L., Johnston A.E., Goulding K.W.T. 1994. Mobilization of aluminium in soil by acid deposition and its uptake by grass cut for hay – a Chemical Time Bomb. *Soil Use and Management.* 10, 51–55.
- Filipek T., Badora A. 1993. Reakcja zbóż na silne zakwaszenie gleb cz. I. Żyto (*Secale Cereale* L.) *Rocz. Gleb.* 44, 47–55.
- Jurkowska H., Rogóż A., Wojciechowicz T. 1999. Różnice międzygatunkowe i międzyodmianowe zawartości pierwiastków śladowych w roślinach. Część I. Ołów, kadm, nikiel, chrom i glin. *Acta Agr. Silv., Ser. Agr.* 37, 89–95.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. 1989. Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wyd. Geolog. Warszawa.
- Niemyska-Lukaszuk J., Miechówka A., Gąsiorek M., Kowalczyk E. 1998. Glin w glebach i roślinach polan pasterskich Tatrzańskiego Parku Narodowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 456, 207–215.
- Starska K. 1993. Glin w żywności. *Rocz. PZH* 44, 1, 55–63.
- Szteke B. 1993. Glin w żywności. W: Chrom, nikiel i glin w środowisku- problemy ekologiczne i metodyczne. *Ossolineum*, 197–203.
- Wiśniowska-Kielian B. 1998. Dynamika pobierania oraz rozmieszczenie glinu i manganu w roślinach tytoniu papierosowego jasnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 456, 225–232.

