

Mirosław Kasperczyk\*

**ZAWARTOŚĆ GLINU W WODACH LIZYMETRYCZNYCH  
W ZALEŻNOŚCI OD RODZAJU NAWOŻENIA ŁĄKI**

**THE CONTENT OF ALUMINIUM IN PERCOLATION WATER DEPENDING  
ON THE MEADOW FERTILIZATION**

**Słowa kluczowe:** łąka, nawożenie, lizymetry, woda, glin.

**Key words:** meadow, fertilization, lysimeters, water, aluminium.

*The investigations were conducted in the mountain region (640 m above the sea level) near Krynica in the years 2007–2008. The study persisted during two summer periods. The investigated field was located on the brown, acidic soil ( $pH_{KCl}=4,3$ ) of the loam sand granulometric composition and maximum water capacity equal to 59%. The aim of the study was to estimate the effect of the kind of meadow fertilization on the aluminium content in percolation water.*

*The control and three fertilization variants i.e. minerally fertilized field and two fertilized by sheep penning (tight penning – 1 m<sup>2</sup>/animal and loose penning – 2 m<sup>2</sup>/animal) were taken into account. Each field of 50 m<sup>2</sup> area was equipped with three lysimeters located at the depth of 40 cm resulting from the soil thickness. The amount of percolating water collected in lysimeters was assessed several times successively as it appeared.*

*Each kind of fertilization affected higher aluminium content in percolating water. The lowest effect was stated for mineral fertilization, whereas the most significant changes were affected by the tight penning. In the latter object the aluminium concentration in leachate water fluctuated in the range of 0.37–0.40 mg-dcm<sup>3</sup> and was almost two and four times higher than the value determined for the minerally fertilized and for the control object, respectively. The load of aluminium in percolating water from 1 ha was positively correlated with the amount of water transported through the soil profile.*

---

\* Prof. dr hab. Mirosław Kasperczyk – Katedra Łąkarstwa, Uniwersytet Rolniczy, im. H. Kołłątaja w Krakowie, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków; tel.: 12 662 43 63; e-mail: rkl@ar.krakow.pl

## 1. WPROWADZENIE

Ujemny wpływ glinu na rozwój roślin jest zjawiskiem dość powszechnie znanym od dawna. Ogranicza on rozwój strefy włósnikowej korzenia, która w 95% jest odpowiedzialna za odżywanie roślin. Ten ujemny wpływ glinu na rozwój roślin przejawia się na glebach kwaśnych, gdzie dochodzi do nadmiernego uruchomienia tego pierwiastka ze skały macierzystej. Z badań Barczaka i Bilskiego [1983] wynika natomiast, że glin występujący w roztworze glebowym w niewielkich ilościach korzystnie oddziałuje na rozwój roślin, zwiększając ich odporność na choroby grzybowe i niekorzystne warunki siedliskowe (susza, niska i wysoka temperatura, zasolenie gleby).

Gworek [1993] donosi z kolei, że pierwiastek ten w formie różnych związków naturalnych bądź chemicznych może być stosowany do nawożenia w celu unieruchomienia w glebie toksyczności metali ciężkich.

W przypadku oddziaływania tego pierwiastka na świat zwierzęcy dość długo uważano go za nieszkodliwy, z powodu szybkiego wydalania tego pierwiastka z moczem. Jednak na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia ukazały się wyniki badań świadczące o znacznej szkodliwości glinu dla ludzi i zwierząt [Kozłowski 1994, Sedrowicz i in. 1994, Nowak i Brus 1996, Bieńko i in. 1997]. Szkodliwość ta wynika głównie z wypierania przez glin magnezu z wielu enzymów decydujących o funkcjonowaniu układów: krwionośnego, nerwowego i kostnego. Nowak i Brus [1996] podają, że glin u ludzi powoduje uszkodzenie neuronów przypominające zmiany degeneracyjne obserwowane u ludzi cierpiących na chorobę Alzheimera.

Rejony górskie są głównym miejscem wodorodnym (zajmują ok. 8,5% powierzchni kraju, i pokrywają ok. 35% potrzeb wodnych), a cechują je gleby kwaśne. Fakt ten skłonił autora do podjęcia w tych rejonach badań dotyczących kształtowania się zawartości glinu w wodach lizymetrycznych w zależności od rodzaju i poziomu nawożenia łąki.

## 2. WARUNKI I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 2007–2008, na łące górskiej typu kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra*) i mietlicy pospolitej (*Agrostis capillaris*). Na polu doświadczalnym występowała gleba brunatna o składzie granulometrycznym piasku gliniastego i maksymalnej pojemności wodnej wynoszącej 59%. Była to gleba kwaśna, jej  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  wynosiło 4,3. W badaniach uwzględniono 4 obiekty: obiekt kontrolny i 3 obiekty nawozowe – każdy o powierzchni 50 m<sup>2</sup>.

Na jednym z obiektów nawozowych stosowano corocznie nawożenie mineralne, w dawce  $\text{P}_{18}\text{K}_{50}\text{N}_{120}$  kg·ha<sup>-1</sup>. W tym wypadku fosfor stosowano w postaci 40-procentowego superfosfatu potrójnego, potas w 56-procentowej soli potasowej, a azot w formie 34-procentowej saletry amonowej. Dwa pozostałe obiekty nawozowe były nawożone za pomocą koszarzenia przy udziale owiec, wiosną 2006 r., z różną intensywnością. Na jednym obiekcie stosowano koszar luźny – 1 owca na 2 m<sup>2</sup> łąki, a na drugim koszar ciasny – 1 owca na 1 m<sup>2</sup> łąki,

przez okres dwóch nocy. W pierwszym wypadku ilość pozostawionych składników nawozowych wynosiła: P = 14 kg·ha<sup>-1</sup>, K = 147 kg·ha<sup>-1</sup> oraz N = 92 kg·ha<sup>-1</sup>, a w drugim odpowiednio: 28, 294, 182 kg·ha<sup>-1</sup>. Łąkę od roku 2006 koszą corocznie, dwukrotnie.

Lizymetry zatrzymujące wodę przesiąkową, w kształcie walca o średnicy 50 cm (pow. 1943 cm<sup>2</sup>), wkopano po 3 na każdym obiekcie, na głębokość 40 cm, ponieważ taka była miąższość gleby.

Ilość opadów atmosferycznych oceniano za pomocą deszczomierza Hellmana umieszczonego na polu doświadczalnym. Ilość wody przemieszczającej się przez profil gleby w lizymetrach określano natomiast w miarę jej pojawiania się w kanistrach.

Podczas każdego pomiaru wody pobierano próbkę do analizy chemicznej. Zawartość glinu w próbkach wody oceniono metodą ICP-AES (indukcyjnie wzbudzonej plazmy).

### 3. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacji w obu latach były bardzo zbliżone (tab. 1). Różnica w ilości opadów w poszczególnych latach wynosiła zaledwie 17 mm. Jednakże ilość wody przemieszczonej przez lizymetry w drugim roku badań była znacznie mniejsza niż w roku pierwszym. Średnio różnica ta wynosiła 15%. Natomiast pomiędzy obiektami różnice w ilości wody przemieszczonej przez profil glebowy były nieznaczne.

**Tabela 1.** Ilość wody opadowej i odpływowej z profilów gleby w okresie wegetacji (V–X)

**Table 1.** Mount of rainfall and percolation water from soil profiles during the vegetation period

Lata	Opady (mm)	Wariant				NIR 0,05 LSD 0,05
		Kontrola	P <sub>18</sub> K <sub>50</sub> N <sub>120</sub>	Koszar		
				luźny	ciasny	
woda odpływowa (mm)						
2007	807	268	267	271	303	39
2008	790	236	222	242	241	27
Średnia z 2 lat	798	252	244	256	272	33

Najmniejszy współczynnik odpływu wody cechował obiekt otrzymujący nawożenie mineralne (PKN), największy zaś obiekt koszar ciasnego. W pierwszym przypadku współczynnik ten wynosił 30,6%, a w drugim 34,1%.

Zawartość glinu w wodzie przesiąkowej była wyraźnie zależna od rodzaju i poziomu nawożenia (tab. 2). Najmniej tego pierwiastka zawierała woda obiektu kontrolnego. Pod wpływem nawożenia mineralnego (PKN) zawartość glinu w wodzie podwoiła się.

Najbardziej ilość glinu w glebie zwiększyło nawożenie za pomocą koszarzenia. Woda na terenie, gdzie stosowano koszar luźny zawierała ponad trzykrotnie więcej glinu niż woda na obiekcie kontrolnym, a na terenie, gdzie stosowano koszar ciasny, różnica ta była aż czterokrotna.

Ładunek wyniesionego glinu przez wodę przemieszczającą się przez profil gleby w przeliczeniu na 1 ha wahał się średnio za 2 lata od 0,29 kg w obiekcie kontrolnym do 1,05 kg·ha<sup>-1</sup> w obiekcie, gdzie stosowano koszar ciasny (tab. 2). W tych samych obiektach w obu latach ładunki wynoszonego glinu na ogół były zbliżone. Wyjątek pod tym względem stanowił obiekt z koszarem ciasnym, gdzie ładunek wynoszonego glinu w roku pierwszym był prawie o 30% większy niż w roku drugim. Stąd też należy przypuszczać, że w roku koszarzenia zawartość glinu w wodzie przesiąkowej była jeszcze dużo większa.

**Tabela 2.** Zawartość i ładunek glinu (Al) w wodach odpływowych

**Table 2.** Content and load of aluminium (Al) in the percolation water

Wariant	Zawartość (mg · dcm <sup>-3</sup> )			Ładunek (kg · ha <sup>-1</sup> )		
	2007 r.	2008 r.	średnia	2007r.	2008r.	średnia
Kontrola	0,10	0,13	0,11	0,27	0,31	0,29
P <sub>18</sub> K <sub>50</sub> N <sub>120</sub>	0,19	0,19	0,19	0,51	0,42	0,46
Koszar luźny	0,30	0,33	0,31	0,81	0,80	0,80
Koszar ciasny	0,40	0,37	0,39	1,21	0,89	1,05

Stwierdzony największy współczynnik odpływu wody z terenu, gdzie stosowano koszar ciasny, a zwłaszcza w 2007 r., należy tłumaczyć słabszym zwarciem darni – niezregenerowaniem się jej po uszkodzeniu, jakiego doznała w czasie dość intensywnego koszarzenia. Stwierdzony najmniejszy współczynnik odpływu wody w obiekcie nawożonym mineralnie (PKN) należy łączyć z większą dynamiką wzrostu roślinności z racji otrzymywania w ciągu lata dwukrotnie azotu mineralnego. Z wcześniejszych badań autora i wsp. [Kasperczyk, Kacorzyk 2008] wynika, że o ilości zatrzymywanej wody opadowej decyduje gęstość i wysokość łąnu.

Większa zawartość glinu w wodzie przesiąkowej w obiektach nawożonych była przypuszczalnie wynikiem przemian chemicznych w glebie, jakim podlegał azot nawozowy. Azot bowiem pochodzący zarówno z nawozów mineralnych, jak i organicznych, w większym bądź mniejszym stopniu oddziałuje na glebę zakwaszająco. Składnik ten, występujący w glebie w formie NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, działa zakwaszająco, w formie zaś NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – w znacznej części podlega również utlenianiu do formy azotanowej (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Stąd też na glebach już kwaśnych dodatkowy wzrost zakwaszenia sprzyja większemu uruchamianiu glinu.

Wyraźnie mniejszą zawartość tego pierwiastka w wodzie obiektu corocznie nawożonego mineralnie w porównaniu do zawartości w wodzie obiektów nawożonych za pomocą koszarzenia przypuszczalnie można tłumaczyć dwoma kwestiami. Po pierwsze, przy nawożeniu mineralnym dostarczono do gleby znacznie większe ilości fosforu niż w czasie koszarzenia, a składnik ten wchodząc w reakcje z glinem na zasadzie sorpcji chemicznej ogranicza jego ilość w roztworze glebowym [Filipek, 1989]. Po drugie, w obiektach koszarzonych na wzrost koncentracji glinu w wodzie miał wpływ znaczny ładunek tego składnika pozostawiony w odchodach owiec – zwłaszcza z moczem.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia za dopuszczalne uważa się stężenie glinu w wodzie wynoszące  $0,20 \text{ mg} \cdot \text{dcm}^{-3}$ .

#### 4. WNIOSKI

W rejonie górskim wodę przemieszczającą się przez profil gleby, zasilającą wody rzeczne, charakteryzuje dość znaczna zawartość glinu.

Nawożenie, zarówno mineralne, jak i organiczne, będące podstawowym czynnikiem intensyfikacji produkcji rolnej w znacznym stopniu przyczynia się do pogorszenia jakości wody z powodu wzbogacenia jej w glin.

Koszarzenie, uznawane za nawożenie najbardziej racjonalne i proekologiczne w rejonach górskich, stanowi istotny czynnik sprzyjający zwiększeniu zawartości glinu w wodzie.

Mając na uwadze zmniejszenie zawartości glinu w wodach rejonu górskiego, będącego miejscem wodorodnym, należy dążyć do ograniczenia zakwaszenia gleb, upowszechniając ich wapnowanie.

#### PIŚMIENNICTWO

- BARSZCZAK T., BILSKI J. 1983. Działanie glinu na rośliny. *Podst. Nauk Rol.* 4: 16–24.
- BIEŃKO M., RADZKI R., PUZIO J. 1997. Wpływ glinu na zmiany parametrów fizycznych i geometrycznych kości kończyn kurcząt brojlerów. VI Międz. Symp. „Molekularne i fizjologiczne aspekty adaptacji ustrojowej”. Kraków: 39–41.
- FILIPEK T. 1989. Występowanie glinu ruchomego w glebie i jego oddziaływanie na rośliny. *Post. Nauk Roln.* 4/56: 3–13.
- GWOREK B. 1993. Wpływ zeolitów na zmniejszenie akumulacji metali ciężkich w roślinach uprawnych na glebach zanieczyszczonych. Wyd. SGGW, Warszawa: 72.
- KASPERCZYK M., KACORZYK P. 2008. Wpływ rodzaju nawożenia na wartość gospodarczą łąki górskiej. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie* 1: 143–150.
- KOZŁOWSKI H. 1994. Metale w medycynie i środowisku. *Wiad. Chem.* 48: 30–35.
- NOWAK P., BRUS R. 1996. Doświadczalne i kliniczne aspekty neurotoksycznego działania glinu. *Podst. Hig. Med. Dośw.* 50: 621–633.
- SĘDROWICZ L., OLEŹDZKA R., WITKOWSKA D. 1994. Współczesne poglądy na temat neurotoksyczności glinu. *Biomat. Chem. Toks.* 27: 307–310.