

Jacek Sosnowski*, Jolanta Jankowska*

**WPŁYW ZAWARTOŚCI GLINU (AL^{3+}) W PODŁOŻU GLEBOWYM NA
POCZĄTKOWY WZROST
TRIFOLIUM PRATENSE L. I *MEDICAGO SATIVA* SP. MEDIA**

**INFLUENCE OF ALUMINIUM CONTENT IN SOIL BASE ON INITIAL
GROWTH OF *TRIFOLIUM PRATENSE* L. AND *MEDICAGO
SATIVA* SP. MEDIA**

Słowa kluczowe: glin, energia kiełkowania, zdolność kiełkowania, *Trifolium pratense* L., *Medicago sativa* sp. media.

Key words: aluminium, the energy of germination, the ability of germination, *Trifolium pratense* L., *Medicago sativa* sp. media.

*Toxic effecting of aluminium on plants is related with availability of soluble of form this element in soils with pH below 5,5. Then it becomes easy uptaking and available by plants causing their damages and braking of growth through calk of conducting bundles. There is phenomenon particularly dangerous for legumes, which root system fulfills many important biological functions but plants present important component of animal pasture. In this reason, the aim of this investigation was two-factors laboratory experiment established in randomized blocks in four replicants. It was estimated the influence of concentrating of aluminium ion on basic parameters of germination of two plants from Fabaceae family (*Trifolium pratense* L. and *Medicago sativa* sp. media). In this purpose, in specially prepared sets with utilization of crystallizers 100 seeds of researched plants was sown to soil material in the form of sand strong clay (17% of floating part) included respectively 0,3; 1,1 and 3,6 mmol·kg⁻¹ interchangeable forms of aluminuim. Perform estimate of germination parameters for researched seeds was done respectively after 4 (germination ability) and 10 days (germination capacity). Than after 21 days from sow date the measurment of seedling length of both tested species was performed.*

* *Mgr Jacek Sosnowski, dr Jolanta Jankowska – Instytut Agronomii, Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni, Akademia Podlaska, ul. B.Prusa 14, 08-110 Siedlce; kontakt: tel. 25 64 31 318; e-mail: laki@ap.siedlce.pl*

1. WPROWADZENIE

Z przyrodniczego punktu widzenia, odczyn środowiska glebowego jest bardzo ważnym elementem określającym aktywność biologiczną gleby, a tym samym warunki bytowania roślin, mikroorganizmów i fauny glebowej [Klöppeł i in. 1988; Filipek 1998; Grochowicz, Korytkowski 1997]. Jak podaje Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa nadmierne zakwaszenie gleby występuje na 25,9% powierzchni użytków rolnych [Grochowicz, Korytkowski 1997], dlatego w wielu publikacjach [Deska, Jankowski 2001; Gruba 2004; Szatanik-Kloc, Bownik 2005], za jeden z głównych powodów wypadania roślin, zwłaszcza z upraw wieloletnich, uznaje się nadmierne zakwaszenie i dużą zawartość w glebie toksycznych form jonów Al^{3+} . Omawiając kwasowość gleb i jej wpływ na rośliny paszowe, szczególną uwagę należy zwrócić właśnie na zawartość glinu, którego rozpuszczalność w glebach kwaśnych, o pH poniżej 5,5, gwałtownie się zwiększa [Łabętowicz i in. 2004]. Pierwiastek ten jest wówczas łatwo pobierany i przyswajalny przez części podziemne roślin, co powoduje ich uszkodzenie i zahamowanie wzrostu, spowodowane zatykaniem wiązek przewodzących [Janowska 1999]. Zjawisko to jest szczególnie niebezpieczne w roślinach motylkowatych, których system korzeniowy pełni wiele istotnych funkcji biologicznych, a same rośliny stanowią ważny komponent pasz zwierzęcych [Harasim 2002]. Ponadto, poza zaburzeniami wzrostu korzeni, powoduje on uszkodzenie komórek wewnętrznej strefy merystematycznej oraz elongacyjnej korzenia, blokując przemieszczanie się fosforu w roślinie i utrudniając tym samym replikację DNA oraz procesy enzymatyczne zachodzące w komórkach roślinnych [Łabętowicz i in. 2004]. Glin może także hamować pobieranie i transport jonów Ca^{2+} i Mg^{2+} przez blokadę miejsc w nośnikach jonowych znajdujących się w cytoplazmie [Egel, Robinson 1989]. Powoduje to, przy wzroście zawartości glinu w glebie, rozszerzenie stosunku $K:(Ca + Mg)$ i tym samym pogorszenie wartości paszowej roślin użytków zielonych [Łabętowicz i in. 2004; Kaczor 1998].

Celem pracy było określenie wpływu zróżnicowanych stężeń wymiennych form jonów Al^{3+} na podstawowe parametry kiełkowania dwóch gatunków roślin z rodziny *Fabaceae* o potencjalnie różnych wymaganiach siedliskowych i dużej przydatności do uprawy z przeznaczeniem na paszę.

2. METODY BADAŃ

Dwuczynnikowe doświadczenie laboratoryjne założono w Katedrze Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni Akademii Podlaskiej w układzie losowanych podbloków, w czterech powtórzeniach. Pierwszym czynnikiem badawczym był gatunek testowej rośliny (koniczyna łąkowa – *Trifolium pratense* L. i lucerna mieszańcowa – *Medicago sativa* sp. *media*), drugim – zawartość wymiennych form jonów Al^{3+} w podłożu.

Nasiona badanych roślin, w ilości 100 sztuk na obiekt, wysiano w specjalnie przygotowane zestawy z wykorzystaniem krystalizatorów o pojemności 800 cm³. Wcześniej wy-

pełniono je materiałem glebowym w postaci piasku gliniastego mocnego (17% części spławialnych) i zastosowano roztwór siarczanu (VI) glinu (III) w celu uzyskania zróżnicowanych zawartości wymiennych form jonów glinu w podłożu: 0,3; 1,1 i 3,6 mmol·kg⁻¹. Szczegółową charakterystykę zastosowanego w doświadczeniu materiału glebowego przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka materiału glebowego zastosowanego w doświadczeniu

Table 1. Characteristic of soil material used in experience

Odczyn podłoża	pH _{KCl}	Zawartość Al ³⁺ mmol·kg ⁻¹
Bardzo kwaśny	4,0 (3,8-4,2)	3,6
Kwaśny	5,0 (4,8-5,2)	1,1
Lekko kwaśny	6,0 (5,9-6,1)	0,3

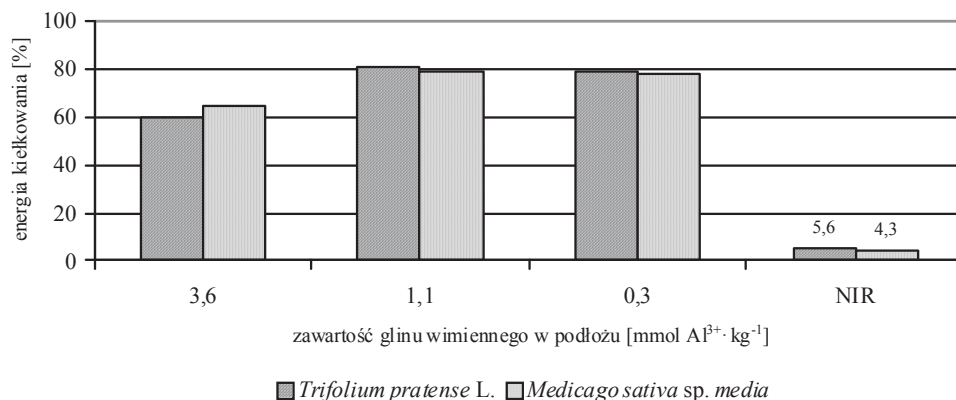
Kielkowanie nasion przeprowadzono w świetle dziennym i temperaturze ok. 22°C. Na podstawie „Międzynarodowych przepisów oceny nasion” [1999], opublikowanych przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, oceniono parametry kiełkowania nasion badanych gatunków odpowiednio po 4 (energia kiełkowania) i 10 dniach (zdolność kiełkowania) od daty założenia doświadczenia. Następnie po 21 dniach od daty siewu dokonano pomiaru długości siewek obu testowanych gatunków.

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej, wykonując analizę wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych. Istotność zróżnicowania średnich weryfikowano testem Tukey'a przy poziomie istotności p ≤ 0,05.

3. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Zakwaszenie gleby, jak podaje Łabętowicz i in. [2004], jest związane ze zwiększeniem aktywności glinu w roztworze glebowym, co determinuje rozwój, wzrost i w konsekwencji plonowanie roślin. Ponadto glin jest pierwiastkiem hamującym tempo pobierania przez rośliny kationów zasadowych, takich jak wapń i magnez, odgrywających ważną rolę w prawidłowym ich odżywianiu [Wiśniowska-Kielian 1998]. Dlatego też, za podstawowy czynnik badawczy, wpływający zarówno na energię, jak i zdolność kiełkowania nasion testowanych roślin, przyjęto stężenie wymiennych form jonów glinu w podłożu.

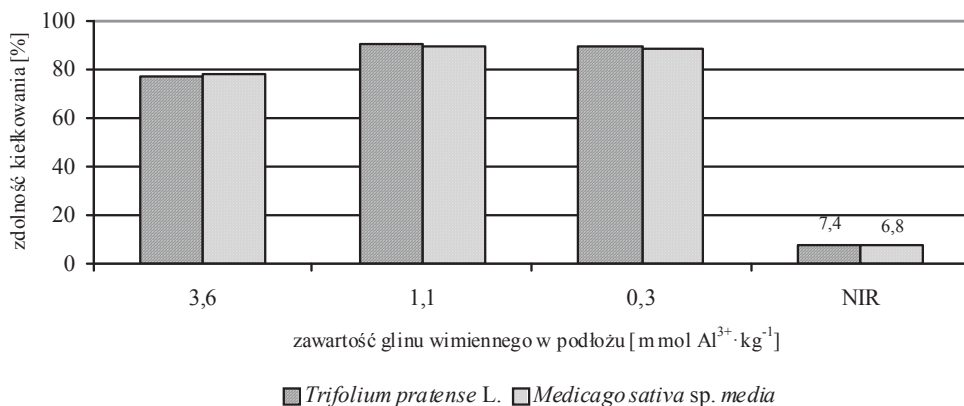
Wartość energii kiełkowania nasion badanych roślin zależała od zawartości jonów glinu w podłożu (rys. 1). Największą wartość tego parametru w przypadku obu badanych gatunków (koniczyna łąkowa – 81%, lucerna mieszańcowa – 79%) uzyskano na obiektach zawierających 1,1 mmol Al³⁺·kg⁻¹ w formie wymiennej. Natomiast istotnie najmniejsza wartość energii kiełkowania (koniczyna łąkowa – 60%, lucerna mieszańcowa – 65%) wystąpiła na podłożu o największej zawartości wymiennych form glinu (3,6 mmol·kg⁻¹).



Rys. 1. Wpływ zawartości wymiennych form glinu w podłożu na energię kiełkowania *Trifolium pratense* L. i *Medicago sativa* sp. media

Fig. 1. Influence of content of interchangeable forms of aluminum in soil base on germination energy of *Trifolium pratense* L. and *Medicago sativa* sp. media

Podobne zależności wystąpiły również w przypadku pomiaru zdolności kiełkowania (% skielkowanych nasion mierzony po upływie 10 dni od założenia doświadczenia). Największą zdolność kiełkowania koniczyny łąkowej (90%) i lucerny mieszańcowej (89%), uzyskano przy stężeniu przyswajalnych form glinu w podłożu wynoszącym 1,1 mmol·kg⁻¹, najmniejsza zaś (koniczyny łąkowej – 77% i lucerny mieszańcowej – 78%) wystąpiła na obiektach o największej zawartości przyswajalnych form Al^{3+} (rys. 2).



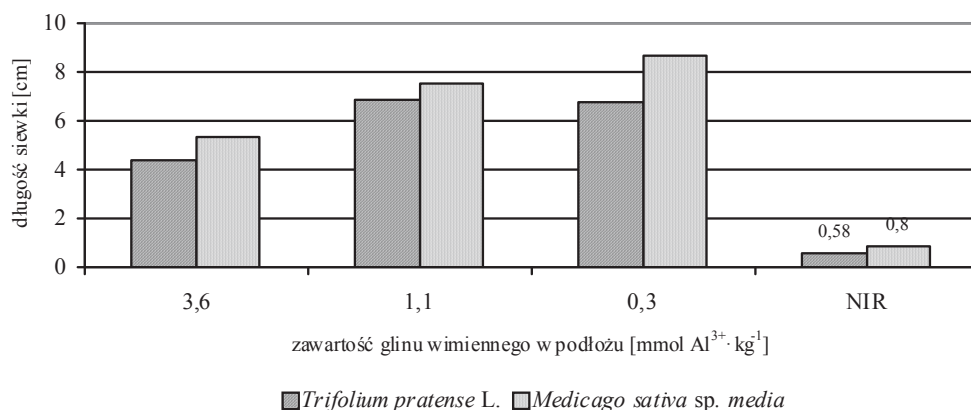
Rys. 2. Wpływ zawartości wymiennych form glinu w podłożu na zdolność kiełkowania *Trifolium pratense* L. i *Medicago sativa* sp. media

Fig. 2. Influence of content of interchangeable forms of aluminum in soil base on germination ability *Trifolium pratense* L. and *Medicago sativa* sp. media

Według Brzezińskiego [2004] akumulacja glinu w roślinie, a więc i jej prawidłowy wzrost i rozwój, zależy w dużym stopniu od jej gatunku i dostępności wymiennych form jonów glinu w glebie. Podobne zależności zaobserwowano również w badaniach przeprowadzonych przez autorów (rys. 3). Długość siewek (długość części nadziemnych i podziemnych roślin) obu badanych gatunków roślin, która zależy od ich prawidłowego wzrostu i rozwoju, na poszczególnych obiektach badawczych była bardzo zróżnicowana. Różnice dotyczyły zarówno gatunku, jak i zawartości jonów glinu w podłożu. Koniczyna łąkowa istotnie najdłuższe siewki (odpowiednio 6,7 i 6,8 cm) wykształciła na obiektach zawierających 0,3 i 1,1 mmol $Al^{3+} \cdot kg^{-1}$ w podłożu, najkrótsze zaś (4,3 cm) – na podłożu zawierającym największą ilość wymiennego glinu. Lucerna mieszańcowa najlepiej rozwinęła się na obiektach o najmniejszej zawartości przyswajalnego glinu, wytwarzając siewki o długości 8,6 cm. W miarę wzrostu zawartości glinu w podłożu, długość siewek istotnie się zmniejszała, osiągając wartość 5,3 cm na obiektach o największym stężeniu glinu wymiennego w podłożu.

Z badań Szatanik-Kloc i Bowanko [2005] wynika, że stres glinowy powoduje u roślin uruchamianie mechanizmów obronnych w postaci wiązania glinu z grupami karboksylowymi pektyn, chelatowania jego jonów na powierzchni wierzchołków wzrostu i w apoplastycznych wydzielinach śluzowych. W przypadku testowanych gatunków, uzyskane wyniki nie wskazują jednoznacznie na występowanie powyższych mechanizmów.

W literaturze poruszającej zagadnienia dotyczące mikroelementów istnieje wiele prac odnoszących się do toksycznego oddziaływania jonów glinu na system korzeniowy roślin [Filipek 1998; Łabętowicz, i in. 2004; Szatanik-Kloc, Bowanko 2005], brak jest natomiast badań, dotyczących wpływu tego pierwiastka na parametry kiełkowania nasion, co uniemożliwiło autorom niniejszego opracowania dokonanie wnikliwszej dyskusji otrzymanych wyników.



Rys. 3. Długość siewek *Trifolium pratense* L. i *Medicago sativa* sp. media w zależności od zawartości przyswajalnych form glinu w podłożu

Fig. 3. Seedlings length of *Trifolium pratense* L. and *Medicago sativa* sp. media depending on content of ability forms of aluminum in soil base

4. WNIOSKI

1. Zwiększenie zawartości wymiennych form glinu w materiale glebowym, w przypadku obu badanych gatunków (*Trifolium pratense* L. i *Medicago sativa* sp. *media*) powodowało zmniejszenie udziału skielkowanych nasion, zarówno przy pomiarze energii, jak i zdolności kiełkowania.
2. Istotnie największą wartość ocenianych parametrów kiełkowania nasion badanych roślin uzyskano na obiektach zawierających 0,3 i 1,1 mmol $\text{Al}^{3+}\cdot\text{kg}^{-1}$ w podłożu.
3. Istotnie najmniejsze siewki koniczyny łąkowej uzyskano na obiektach badawczych o największym stężeniu wymiennych form glinu ($3,6\text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$), na pozostałych obiektach nie stwierdzono istotnych różnic.
4. Lucerna mieszańcowa wykazywała dużą wrażliwość na zawartość przyswajalnych jonów glinu w podłożu, objawiającą się istotnym zmniejszeniem długości siewek wraz ze wzrostem stężenia jonów Al^{3+} w materiale glebowym.

PIŚMIENICTWO

- BRZEZIŃSKI M. 2004. Wpływ zakwaszenia gleby na zawartość glinu w roślinach. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio E*, vol. LIX.3: 1313-1317.
- DESKA J., JANKOWSKI K. 2001. Wpływ stężenia jonów glinu na początkowy wzrost i rozwój *Dactylis glomerata* i *Festuca pratensis*. *Pamiętnik Puławski* z. 125: 92-96.
- ENGEL Z., ROBINSON D.L. 1989. Competitive Al^{3+} inhibition of met Mg^{2+} uptake by intact *Lolium multiflorum* roots. Part. I. Kinetics. *Plant Physiol.* 91: 1404-1413.
- FILIPEK T. 1998. Występowanie glinu ruchomego w glebie i jego oddziaływanie na rośliny. *Post. Nauk Rol.* 44: 113-114.
- GROCHOWICZ E., KORYTKOWSKI J. 1997. *Ochrona gleb*. Wyd. PWN, Warszawa: 46-47.
- GRUBA P. 2004. Ograniczone kompleksy glinu w glebach brunatnych Beskidów. *Roczniki gleboznawcze T. LV* Nr 1: 135-141.
- HARASIM J. 2002. Wpływ udziału *Lolium perenne* w mieszankach z *Trifolium repens* na początkowy wzrost i rozwój obu komponentów. *Łąkarstwo w Polsce* nr 2: 93-95.
- JANOWSKA E. 1999. Glin w glebach krajobrazów geochemicznych Kampinoskiego Parku Narodowego. *Roczniki gleboznawcze T. L* Nr 4: 31-45.
- KACZOR A. 1998. Odżywianie się roślin w warunkach gleb silnie zakwaszonych. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 456: 55-62.
- KLÖPPEL H., FLIEDNER A., KÖRDEL W. 1998. Behaviour and ecotoxicology of aluminium in soil and water – review of the scientific literature. *Chemosphera* 35: 353-363.
- ŁABĘTOWICZ J., RUTKOWSKA B., SZULC W., MOSULSKI T. 2004. Ocena wpływu wapnowania i gipsowania na zawartość glinu wymiennego w glebie lekkiej. *Ann. UMCS, Sec. E.* 59, 2: 631-637.

- Międzynarodowe przepisy oceny nasion** 1999. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików.
- SZATANIK-KLOC A., BOWANKO G. 2005. Wpływ stresu glinu na geometryczny i energetyczny charakter korzeni roślin badany metodą adsorpcji azotu. *Acta Agrophysica* 6(2): 564–568.
- WIŚNIEWSKA-KIELIAN B. 1998. Dynamika pobierania oraz rozmieszczenia glinu i manganu w roślinach tytoniu papierosowego jasnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 456: 225–232.