

WPLYW WYBRANYCH ELEMENTÓW SIEDLISKA NA ZAWARTOŚĆ MANGANU W RUNI GÓRSKICH UŻYTKÓW ZIELONYCH

**Michał KOPEĆ¹⁾, Jan ZARZYCKI²⁾,
Marta KACZMARCZYK-PRZETACZEK¹⁾**

¹⁾ Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Chemii Rolnej

²⁾ Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Ekologicznych Podstaw Inżynierii Środowiska

Słowa kluczowe: mangan, nachylenie, odczyn, ruń łąkowa, wzniesienie n.p.m.

Streszczenie

Badaniom poddano 210 próbek materiału roślinnego i glebowego (głównie gleby brunatne) z użytków zielonych położonych w paśmie Radziejowej Beskidu Sądeckiego. Materiał badawczy był zróżnicowany pod względem warunków siedliskowych (wysokość nad poziomem morza 360–960 m; pH gleby 3,59–6,53; udział traw w runi 6–87%). Zbiorowiska opisano metodą Brauna-Blanqueta, a w runi oznaczono zawartość manganu. W przeprowadzonych badaniach prawie 1/3 zawartości manganu w runi użytków zielonych z obszaru badań zależała od odczynu gleby, udziału roślin bobowatych i wysokości n.p.m. Wraz ze zwiększaniem się wartości dwóch pierwszych czynników zmniejszała się zawartość manganu w runi. Im wyżej nad poziomem morza były położone użytki zielone, tym bardziej zawartość ta się zwiększała. Duża zawartość manganu w runi górskich użytków zielonych zlokalizowanych na glebach brunatnych powoduje zwiększenie jego dawki podawanej zwierzętom w paszy, co może skutkować zmniejszeniem przyswajalności innych składników.

WSTĘP

Wraz z intensyfikacją produkcji lub czasem jej trwania zmienia się zasobność gleb w mikroelementy. Zastosowanie nawozów mineralnych (szczególnie azotowych) wpływa na większy przyrost plonów z użytków zielonych niż gdy gospodaruje się, zwracając tylko pobrane składniki w wyniku wypasu lub nawożenia organicznego. Taka sytuacja ma jednak głównie miejsce na glebach cięższych, zasob-

Adres do korespondencji: dr hab. M. Kopeć, Akademia Rolnicza, Katedra Chemii Rolnej, al. Mickiewicza 21, 30-120 Kraków; tel. +48 (12) 662-43-46, e-mail: mkopec@ar.krakow.pl

nych w inne składniki niezbędne do rozwoju roślin. Wyczerpywanie mikroelementów z zasobów glebowych jest nieuchronne w warunkach nie zrównoważonej gospodarki nawozowej, ale wydaje się, że rolnik może mieć pewien wpływ na przebieg tego procesu. Mangan nie należy do grupy pierwiastków, których niedobory dla roślin ujawniają się najszybciej [CZUBA, MURZYŃSKI, 1992]. Jest to pierwiastek, którego ilość odprowadzaną z plonem można regulować przez zmianę odczynu gleby. Wapnowanie powoduje zmniejszenie zawartości tego składnika w runi łąkowej, ale rzadko do zawartości niedoborowych. Różnice zawartości manganu po wapnowaniu i przed tym zabiegiem są tak duże, że ilość niepobrana przez rośliny stanowi zapas, który znacząco wydłuża czas gospodarowania bez potrzeby dodatkowego nawożenia tym składnikiem [KOPEĆ, 2004].

Prezentowane w pracy badania miały na celu określenie wpływu wybranych elementów środowiska, mogących stanowić wyznaczniki zwiększonego ryzyka odprowadzania nadmiernych ilości manganu z plonami runi łąkowej. Wyznaczenie takich parametrów umożliwiłoby rolnikowi odpowiednio wczesne reagowanie i ochronę potencjalnych możliwości produkcyjnych gleby, a tym samym zachowanie gospodarowania. Wiedza o jakości paszy, w tym zawartości manganu, jest ważna również ze względu na możliwość ograniczenia przyswajalności innych pierwiastków w warunkach dużej zawartości Mn.

METODY BADAŃ

Badania prowadzono w paśmie Radziejowej (Beskid Sądecki). Pod względem budowy geologicznej Beskid Sądecki znajduje się w strefie występowania podjednostki krynickiej formacji magurskiej [MARGIELEWSKI, 2000]. Wykształciły się tutaj głównie gleby brunatne właściwe (wyługowane i oglejone) oraz rzadziej występujące na tym obszarze gleby brunatne kwaśne (głównie bielcowane i typowe) [MACIASZEK, 2000]. Według klasyfikacji HESSA [1965], pasmo Radziejowej obejmuje piętra klimatyczne: umiarkowanie ciepłe, umiarkowanie chłodne i chłodne.

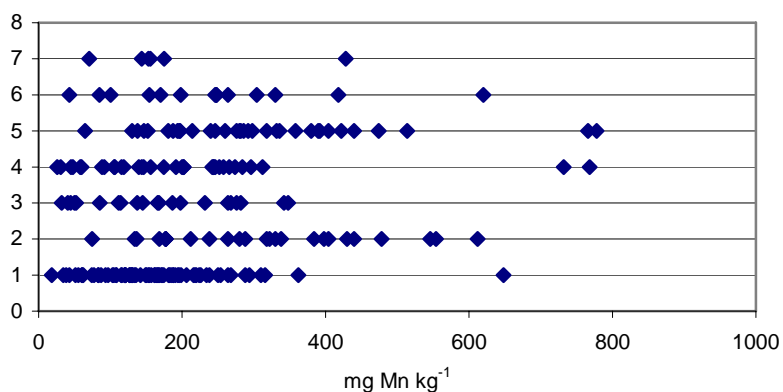
Z użytków zielonych o zróżnicowanych warunkach siedliskowych (wysokość nad poziom morza, nachylenie, ekspozycja) oraz o różnym sposobie gospodarowania (tab. 1, rys. 1) pobrano próbki gleby i roślin. Ruń miała różny skład botaniczny i została zaklasyfikowana do różnych jednostek fitosocjologicznych.

W wybranych 210 punktach badawczych o powierzchni 100 m² dokonywano opisu roślinności metodą Brauna-Blanqueta. W obrębie tych powierzchni, z kilku miejsc pobierano zbiorczą próbkę roślinności oraz zbiorczą próbkę glebową z warstwy korzeniowej. Udział poszczególnych grup gatunków roślin (trawy, bobowate i inne) obliczono na podstawie przeciętnego pokrycia powierzchni.

Oznaczenie zawartości manganu w próbce roślinnej wykonano techniką ICP – AES po spopieleniu próbki i roztworzeniu w kwasie azotowym (1 : 2). W glebie oznaczono potencjometrycznie pH w roztworze 1 mol KCl·dm⁻³.

Tabela 1. Parametry statystyczne wybranych czynników uwzględnionych w badaniach środowiskowych**Table 1.** Statistics parameters of selected factors taken into account in environmental testing

Parametr Parameter	pH	Wzniesienie m n.p.m. Elevation m a.s.l.	Nachylenie Inclination °	Udział Share of %	
				traw grass	bobowatych papilionaceous plants
Średnia arytmetyczna Arithmetic mean	4,28	632,7	17,2	47,8	10,3
Odchylenie standardowe Standard deviation	0,54	13,15	8,22	14,8	9,2
Minimum Minimum	3,59	360	0	6,0	0,0
Maksimum Maximum	6,53	960	40	87,1	47,1
Kwartył dolny Lower quartile	3,91	490	10	36,8	2,4
Kwartył górny Upper quartile	4,49	760	20	58,3	16,8



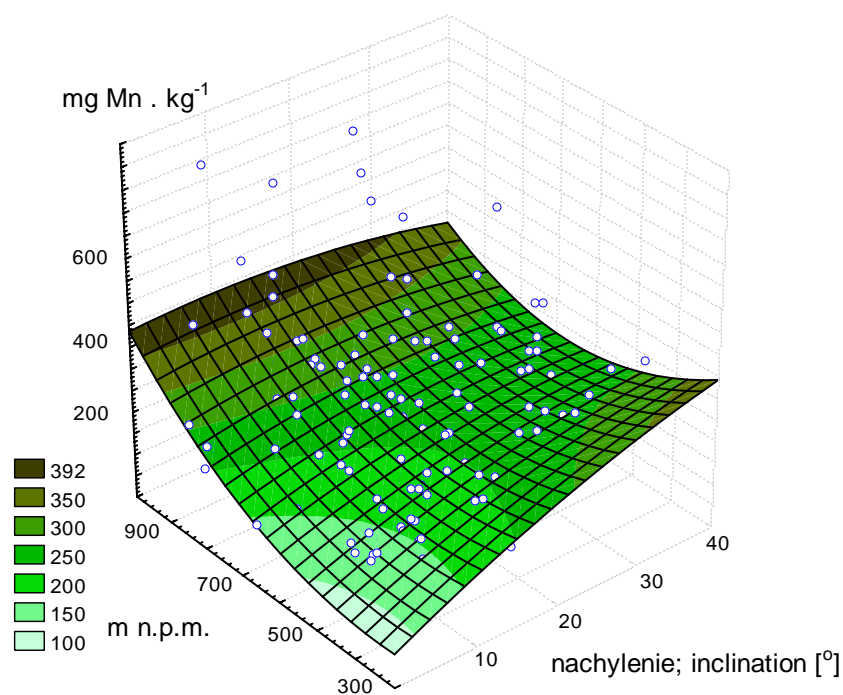
Rys. 1. Zawartość manganu w runi użytków zielonych; 1 – łąki zbliżone do *Arrhenatheretum* – dość intensywnie użytkowane (jak na ten rejon), czasami jako użytki przemienne (różny czas użytkowania kośnego, dominacja traw wysokich); 2 – bliźniczyska (*Nardetalia*) – bardzo ubogie (użytkowane i nieużytkowane); 3 – podobnie jak 1, ale użytkowane pastwiskowo; 4 – bardzo mało żyzne pastwiska; 5 – łąki zbliżone do *Agrostietum* (mietlicowe); 6 – nietypowe lub w fazie przekształceń (gatunki typowe dla siedlisk żyznych i ubogich); 7 – łąki wilgotne i młaki

Fig. 1. Manganese content in the sward of grasslands; 1 – meadows similar to *Arrhenatheretum* – quite intensively used (as for this region), sometimes as alternate farmlands (with different cutting time and domination of tall grasses); 2 – very poor (used and abandoned); 3 – similar to 1, but used as pastures; 4 – not fertile pastures; 5 – meadows similar to *Agrostietum*; 6 – untypical or in the transformation phase (species typical for fertile and poor habitats); 7 – wet and very wet meadows

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Naturalne czynniki, jak: klimat, topografia terenu oraz warunki edaficzne czy hydrologiczne, nie oddziałują pojedynczo na skład chemiczny roślin. Wzniesienie nad poziom morza zawsze łączy się z obniżeniem temperatury powietrza, zwiększeniem ilości opadów atmosferycznych, pogorszeniem jakości gleb oraz skróceniem okresu wegetacji [HESS, 1965; KOSTUCH, LIPSKI, RYCZEK, 2004]. Konsekwencją tego są zmiany florystyczne i składu chemicznego runi, w tym zmiany zawartości manganu w runi. Również intensywność użytkowania runi i jego czas wpływają na te cechy [BARSZCZEWSKI, SAPEK, KALIŃSKA, 2000; KOPEĆ, 2004]. Ruń łąk (rys. 1) zakwalifikowanych do *Arrhenatheretum* (wyczyńcowych) oraz użytków zielonych użytkowanych pastwiskowo zawiera mniej manganu i zawartość tego pierwiastka jest mniej zróżnicowana niż w uboższych bliźniczykach czy na łąkach zbliżonych do *Agrostietum* (mietlicowych).

W przeprowadzonych badaniach zawartość manganu w runi była uwarunkowana wysokością nad poziomem morza i nachyleniem stoku (rys. 2). Zawartość tego składnika zwiększała się wraz z wysokością.



Rys. 2. Wpływ wysokości n.p.m. i nachylenia na zawartość manganu w runi

Fig. 2. The effect of elevation above sea level and inclination on manganese content in sward

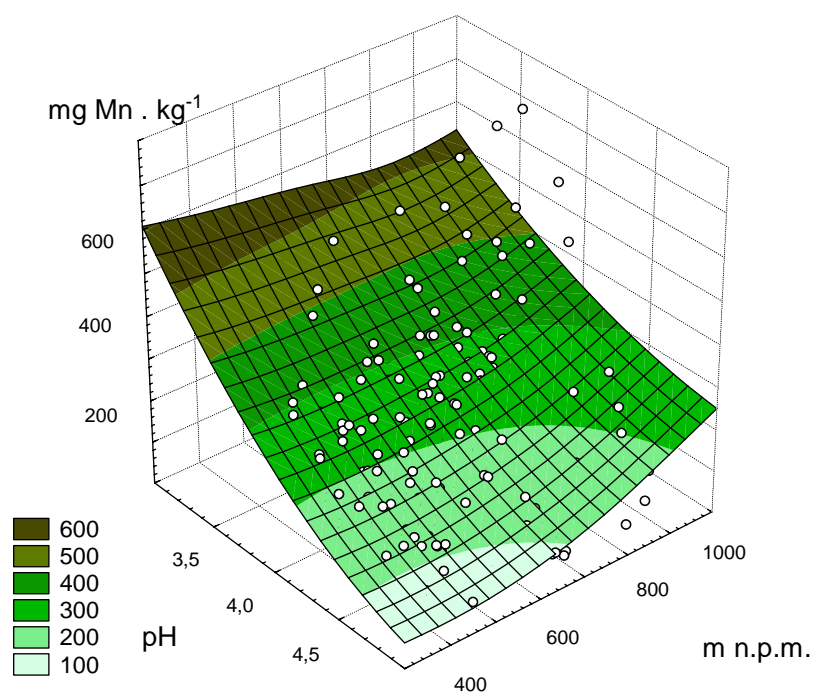
Wpływ nachylenia na zawartość manganu był widoczny przede wszystkim w zbiorowiskach niżej położonych. Od wysokości powyżej 750 m n.p.m. wraz ze zwiększeniem nachylenia stoku w zakresie 0–40° zawartość tego pierwiastka w runi się nie zwiększała. Różnice jego zawartości w runi w warunkach takiego samego nachylenia, a zwiększającej się wysokości nad poziomem morza, były większe w przypadku próbek roślin pobranych z terenów płaskich niż z terenów o dużym nachyleniu. Według KOSTUCHA, LIPSKIEGO i RYCZKA [2004] niewielkie nachylenie terenu znacząco przyczynia się do zmiany różnorodności i składu florystycznego użytków zielonych. Najbardziej bogate zbiorowiska występują, gdy nachylenie wynosi 5–15°, a gdy przekracza 20°, liczba gatunków roślin naczyniowych bywa o połowę mniejsza niż na terenie płaskim. Zróżnicowanie gatunkowe w zależności od nachylenia autorzy ci przypisują niekorzystnym warunkom wilgotnościowym gleby. KOPEĆ, GONDEK i ZARZYCKI [2002] udowodnili istotne różnice zawartości manganu w runi, kupkówce pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) oraz chabrze łąkowym (*Centaurea jacea* L.) z tego samego stanowiska. Zawartość manganu w wybranym gatunku trawy była w tych badaniach ponad 9-krotnie większa niż w wybranym gatunku rośliny dwuliściennej.

W prezentowanych badaniach środowiskowych potwierdzono wpływ odczynu na zawartość manganu w runi (tab. 2, rys. 3). Średnia zawartość tego składnika w runi pobranej z gleb bardzo kwaśnych była 2,2-krotnie większa od średniej w próbkach pobranych z gleb o pH ponad 4,5. Duża wartość odchylenia standardowego w obu grupach gleb świadczy o dużej zmienności warunków siedliskowych, które wpływają na warunki oksydoredukcyjne. Duża maksymalna zawartość manganu w obu grupach sugeruje dużą zasobność gleby w ten pierwiastek, wynikającą prawdopodobnie z przewagi ekstensywnego użytkowania. Tak dużą zawartość manganu w runi, ponad 400 mg Mn·kg⁻¹, stwierdzano w wieloletnim doświadczeniu nawozowym w początkowej fazie jego trwania, a także na obiektach nawożonych dawkami azotu powodującymi znaczne zakwaszenie [KOPEĆ, 2004]. W glebach o pH poniżej 4,0 (rys. 3) nie stwierdzano tendencji do zwiększania się zawartości manganu w runi wraz ze zwiększaniem się wzniesienia, natomiast była ona widoczna w glebach o pH ponad 4,0. Prawdopodobnie mały udział kationów zasadowych w kompleksie sorpcyjnym gleby w warunkach odczynu bardzo kwaśnego powoduje, że odczyn jest wówczas czynnikiem dominującym w kształtowaniu zawartości manganu w runi. W glebach o pH ponad 4,0 wraz ze zwiększaniem się wysokości n.p.m. zmienia się nie tylko wysycenie kompleksu, ale również aktywność mikrobiologiczna, której niewielkie różnice mogą wpływać na omawianą zależność.

Powszechnie uważa się, że zawartość manganu w paszy z użytków zielonych poniżej 50 mg Mn·kg⁻¹ jest za mała i niedostateczna ze względów żywieniowych. FALKOWSKI, KUKUŁKA i KOZŁOWSKI [2000] podają, że 10–20 mg Mn·kg⁻¹ to ilość wystarczająca dla wzrostu roślin, ale objawy niedoboru tego składnika w trawach mogą mieć miejsce, nawet gdy zawartość jest mniejsza niż 40 mg Mn·kg⁻¹.

Tabela 2. Statystyka zawartości manganu w runi w zależności od pH gleby**Table 2.** Statistics of manganese content in sward according to reaction (pH) of soil

Parametr Parameter	Zawartość manganu Content of manganese mg Mn·kg ⁻¹		
	wszystkie przypadki total cases	pH gleby < 4,5 pH of soil < 4.5	pH gleby > 4,5 pH of soil > 4.5
Średnia Mean	217,4	251,4	112,9
Mediana Median	186,6	217,0	103,0
Odchylenie standardowe Standard deviation	141,9	141,3	82,9
N ważnych przypadków Number of cases	210	156	54
Minimum Minimum	18,2	30,8	18,2
Maksimum Maximum	778	778	428
Dolny kwartyl Lower quartile	121,0	155,9	51,4
Górny kwartyl Upper quartile	280,0	295,0	146,4

Rys. 3. Wpływ odczynu (pH_{KCl}) i wysokości n.p.m. na zawartość manganu w runiFig. 3. The effect of reaction (pH_{KCl}) and elevation above sea level on manganese content in sward

Objawy niedoboru manganu mogą pojawić się w warunkach różnej jego zawartości w zależności od gatunku, stadium rozwoju i innych czynników. Za dużą zawartość w runi uważa się zawartość ponad $100 \text{ mg Mn}\cdot\text{kg}^{-1}$. W warunkach górskich gleb kwaśnych nie należy spodziewać się niedoborów manganu, a przeciwnie – dochodzi do jego nadmiernego pobierania przez rośliny. Tym samym odprowadzana jest z plonem nadmierna ilość manganu. Ze względu na zachowanie trwałości gospodarowania należałoby ograniczać wyczerpywanie manganu z zasobów glebowych poprzez zwiększenie wartości pH gleby. W długotrwałym doświadczeniu w Czarnym Potoku [KOPEĆ, 2004], na obiektach bez wapnowania odprowadzano z rocznym plonem nawet $4 \text{ kg Mn}\cdot\text{ha}^{-1}$. W wyniku wapnowania można ograniczyć tę ilość ponad 4-krotnie. Praktycznego znaczenia nabiera również fakt (rys. 1), że runi użytków zielonych wykorzystywanych intensywniej niż w słabych stanowiskach ma mniejszą zawartość manganu. Może to być spowodowane efektem rozcieńczenia tego składnika w biomase lub wyczerpywaniem jego zasobów [BARSZCZEWSKI, SAPEK, KALIŃSKA, 2000], co potwierdza potrzebę ochrony zasobów glebowych manganu.

W regresji wielokrotnej sprawdzono wpływ niezależnych czynników, takich jak: odczyn, wysokość n.p.m., nachylenie, udział traw i roślin bobowatych, na zawartość manganu w runi użytków zielonych. Otrzymane równanie z istotnymi czynnikami miało następujące parametry: $R = 0,561$; $R^2 = 0,315$; $F(3,202) = 30,977$; $p < 0,0000$; błąd standardowy estymacji = 118,99

	Parametry równania					
	<i>BETA</i>	błąd stand. <i>BETA</i>	<i>B</i>	błąd stand. <i>B</i>	<i>t</i> (202)	<i>p</i>
$N = 210$						
Wyraz wolny			598,029	76,58	7,81	0,0000
pH	-0,393	0,061	-102,856	15,98	-6,43	0,0000
Udział bobowatych, %	-0,240	0,062	-3,719	0,95	-3,89	0,0001
Wysokość, m n.p.m.	0,164	0,059	0,156	0,06	2,78	0,0058

gdzie: R – współczynnik korelacji wielorakiej, R^2 – współczynnik determinacji, F – wartość testu F , błąd stand. – błąd standardowy, N – liczebność próbek, p – poziom istotności, $BETA$ – współczynniki standaryzacji równania, B – współczynniki równania.

Powyższe parametry świadczą, że prawie 1/3 zawartości manganu w runi użytków zielonych z obszaru badań zależała od wartości pH gleby, udziału roślin bobowatych i wysokości n.p.m. Im większe były wartości dwóch pierwszych czynników, tym mniejsza zawartość Mn w runi. Na większych wysokościach nad pozio-

mem morza należy spodziewać się zwiększenia zawartości tego składnika w runi. Wylimitowanie z analizy wysokości n.p.m. zmniejszyło wartość R równania do 0,537.

WNIOSKI

1. Wraz ze zwiększaniem się nachylenia stoku użytku zielonego położonego poniżej 750 m n.p.m. zwiększa się zawartość manganu w runi.

2. Szacując zawartość manganu w runi górskich użytków zielonych, powinno uwzględniać się, oprócz pH, również udział roślin bobowatych w zbiorowisku i wzniesienie nad poziomem morza.

3. Ze względu na dużą zawartość manganu w runi górskich użytków zielonych należy podjąć badania dotyczące określenia ilości tego pierwiastka podawanego zwierzętom w paszy, mogącej powodować zmniejszenie przyswajalności innych składników.

Artykuł opracowano w ramach projektu badawczego nr 2 P06S 012 28 finansowanego ze środków KBN.

LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J., SAPEK B., KALIŃSKA D., 2000. Dynamika zawartości Mn, Zn i Cu w roślinności z długoletnich doświadczeń łąkowych po ich nawożeniu tymi składnikami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 471 s. 647–653.
- CZUBA R., MURZYŃSKI J., 1992. Zmiany zawartości mikroelementów w glebie łąkowej i roślinności w warunkach 20-letniego intensywnego nawożenia mineralnego. W: Mikroelementy w rolnictwie. Mater. 7 Symp. Wrocław: AR s. 360–362.
- FALKOWSKI M., KUKULKA I., KOZŁOWSKI S., 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Poznań: Wydaw. AR ss. 132.
- KOPEĆ M., 2004. The content of manganese in the sward and soil of a mountain meadow under long-term experimental conditions with static fertilizer experiment (Czarny Potok). Pol. J. Soil Sci. 37/1 s. 93–102.
- KOPEĆ M., GONDEK K., ZARZYCKI J., 2002. Microelement accumulation by selected grassland plant species. Chemia Inż. Ekol. 9 11 s. 1391–1396.
- KOSTUCH R., LIPSKI C., RYCZEK M., 2004. Naturalne czynniki kształtujące różnorodność składu florystycznego użytków zielonych. Zesz. Nauk. AR Krak. 412 Inż. Środ. 25 s. 81–87.
- MACIASZEK W., 2000. Gleby. W: Przyroda Popradzkiego Parku Narodowego. Pr. zbior. Red. J. Staszkiwicz. Nowy Sącz: Popradzki Park Krajobr. s. 47–56.
- MARGIELEWSKI W., 2000. Budowa geologiczna. W: Przyroda Popradzkiego Parku Narodowego. Pr. zbior. Red. J. Staszkiwicz. Nowy Sącz: Popradzki Park Krajobr. s. 27–35.

Michał KOPEĆ, Jan ZARZYCKI, Marta KACZMARCZYK-PRZETACZEK

**THE EFFECT OF SELECTED ENVIRONMENTAL FACTORS
ON THE MANGANESE CONTENT IN SWARD OF MOUNTAIN GRASSLANDS**

Key words: height above sea level, inclination, manganese, reaction, sward

S u m m a r y

In the Radziejowa mountain range in the Beskid Sądecki Mts 210 samples of plant material were collected from grasslands (mainly brown soil). The material originated from diversified habitat conditions (altitude 360–960 m a.s.l., pH 3.59–6.53; share of grasses in sward 6–87%). Plant communities were described using the Braun-Blanquet method and manganese content was determined in the sward. The study revealed that almost 1/3 of the manganese content in grassland sward from the investigated region depended on soil reaction, the share of legumes and the elevation above sea level. The higher the values of two first factors, the lower was the content of manganese in sward. Manganese content increased with altitude above sea level. High manganese content in the sward of mountain grasslands located on brown soils increases its dose administered to animals with fodder, which may result in lower assimilation of other components.

Recenzenci:

prof. dr hab. Stanisław Kopeć

prof. dr hab. Barbara Sapek

Praca wpłynęła do Redakcji 17.03.2006 r.