ZESZYTY PROBLEMOWE POSTĘPÓW NAUK ROLNICZYCH 2004 z. 502: 633–638

ZAWARTOŚĆ MIKROELEMENTÓW W POSZCZEGÓLNYCH ORGANACH MASY NADZIEMNEJ U WYBRANYCH GATUNKÓW TRAW

Adam Radkowski[1], *Beata Grygierzec*[1], *Katarzyna Sołek-Podwika*[2]

[1] Katedra Łąkarstwa, Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie
[2] Katedra Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

Wstęp

Pierwiastki należące do grupy mikroelementów to te, które w niewielkich stężeniach są niezbędne do normalnego wzrostu większości organizmów żywych. Zarówno niedobór, jak i nadmiar danego składnika powoduje zahamowanie wielu procesów życiowych rośliny, co znajduje swoje odbicie w wielkości i jakości uzyskanego plonu. Na koncentrację składników w roślinach wpływ ma wiele fizykochemicznych właściwości gleby oraz właściwości gatunkowe uprawianych roślin [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999]. Na terenach będących w zasięgu antropopresji pierwiastki zawarte w pyłach emitowanych przez przemysł oraz pochodzących z motoryzacji, dostają się do gleby oraz opadają na nadziemne części roślin. W efekcie ich zawartość w częściach nadziemnych może zostać podwyższona, co prowadzi do przekroczenia poziomów uznawanych za fizjologiczne dla danego pierwiastka, a w konsekwencji ujemnie wpływa na zdrowotność karmionych taką paszą zwierząt [GORLACH 1991; KABATA-PENDIAS i in. 1993; FALKOWSKI i. in. 2000]. Mało jest opracowań na temat rozmieszczenia mikroelementów w poszczególnych organach traw.

Celem podjętych badań było więc porównanie zawartości pierwiastków w poszczególnych organach trzech gatunków traw.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w latach 2001–2003 na terenie Stacji Hodowli Roślin w Skrzeszowicach pod Krakowem (220 m n.p.m.), na czarnoziemie zdegradowanym wytworzonym z lessu. Właściwości chemiczne tej gleby przedstawiały się następująco: pH w 1 mol $KCl \cdot dm^{-3}$ – 6,5 oraz zasobność w przyswajalne formy P – 52, K – 120 i Mg – 51,3 $g \cdot kg^{-1}$. Z kolei zawartość mikroelementów wynosiła: Zn – 32,3, Cu – 4,8, Fe – 12675, Mn – 267 $mg \cdot kg^{-1}$ gleby. Roczne sumy opadów w okresie badań (lata 2001–2003) wahały się od 404 do 745 mm. Natomiast średnie sumy opadów z okresu sześciu miesięcy (IV–IX) mieściły się w granicach

270–556 mm. Średnia roczna temperatura w okresie 2-letnich badań wahała się od 6,3 do 7,4°C, a w okresie wegetacji – 12,2–13,5°C. W doświadczeniu założonym metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach (poletka 1 x 10 m^2), uwzględniono trzy gatunki traw w siewie czystym: *Poa pratensis* 'Eska 46', *Festuca pratensis* 'Skawa' i *Festuca rubra* 'Brudzyńska'. Pole pod wysiew nasion starannie przygotowano jesienią 2000 roku. Wówczas wysiano nawozy: fosforowe w ilości 31 kg $P \cdot ha^{-1}$ w postaci superfosfatu potrójnego i potasowe w ilości 83 kg $K \cdot ha^{-1}$ w formie soli potasowej. Wczesną wiosną 2001 roku zastosowano przedsiewnie nawożenie azotowe w dawce 20 kg $N \cdot ha^{-1}$ w postaci saletry amonowej. Drugą dawkę azotu zastosowano na początku maja w ilości 50 kg $N \cdot ha^{-1}$. W roku wysiewu nie zbierano materiału siewnego, a jedynie stosowano zabiegi pielęgnacyjne na plantacji nasiennej. Po skoszeniu pielęgnacyjnym, a jednocześnie przygotowującym plantację do przezimowania, wysiano nawozy fosforowo-potasowe w takich samych ilościach, jak w roku poprzednim. W latach pełnego użytkowania nawożenie azotowe było identyczne jak w roku siewu. Zwalczanie chwastów było przeprowadzane w fazie krzewienia się siewek Chwastoxem extra 300 SL w ilości 3 $dm^3 \cdot ha^{-1}$ oraz po zbiorze nasion preparatem Starane 250 SL w dawce 1,2 $dm^3 \cdot ha^{-1}$. W trzech kolejnych latach zbioru materiał roślinny do badań pobierano z pierwszego pokosu w fazie pełni kłoszenia. W celu określenia struktury plonu pobierano próbki zielonej masy (około 1 kg) badanych gatunków. Po wysuszeniu rośliny rozdzielono na poszczególne organy. Zawartość mikroelementów w wydzielonych frakcjach organów traw oznaczono metodą ASA po ich mineralizacji w piecu muflowym w temperaturze 450°C [OSTROWSKA i in. 1991]. W pracy przedstawiono średnie wyniki za okres dwóch lat pełnego użytkowania.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono znaczne zróżnicowanie w zawartości mikroelementów zarówno pomiędzy ocenianymi gatunkami traw, jak i organami roślin. Dane podane w tabeli 1, będące średnią ważoną zawartością pierwiastków za badany okres, wskazują, że zawartość mikroelementów wahała się w zakresie 12,1–48,2 mg Zn; 3,9–8,4 mg Cu; 0,0–3,5 mg Ni; 32,6–144,7 mg Fe; 12,1–50,1 mg $Mn \cdot kg^{-1}$ s.m. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, iż we wszystkich organach masy nadziemnej największym zróżnicowaniem w zawartości charakteryzował się nikiel, a najniższym w przypadku kwiatostanów Mn, dla źdźbeł i liści Fe. W przypadku cynku uzyskane zależności potwierdzają również wyniki badań TILEY i FRAME [1992]. Oceniając zawartość w poszczególnych organach traw można stwierdzić, że najwyższą zawartością Ni i Zn charakteryzowały się kwiatostany.

Z kolei liście gromadziły więcej żelaza i manganu niż inne organy. Zawartość miedzi w poszczególnych organach była mało zróżnicowana. Miedź jest pierwiastkiem mało ruchliwym, co też znalazło potwierdzenie w przeprowadzonych badaniach, jak i w pracach innych autorów [SAWICKI 1991; CZUBA 1996; FALKOWSKI i. in. 2000; MIKOŁAJCZAK, BARTMAŃSKI 2000]. Najniższą zawartością badanych mikroelementów charakteryzowały się źdźbła. Porównując zawartość składników w poszczególnych gatunkach traw widać, że w kostrzewie łąkowej wystąpiło największe zróżnicowanie ilości żelaza, a w kostrzewie czerwonej i wiechlinie łąkowej niklu, co potwierdzają również inne badania [WARDA, ĆWINTAL 2000].

Tabela 1; Table 1

Zawartość i rozmieszczenie mikroelementów w poszczególnych częściach suchej masy roślin (mg·kg^{-1} s.m.)

Content and distribution of microelements in plant dry matter (mg·kg^{-1} DM)

Organy rośliny Plant organs	Gatunki Species	Zn	Cu	Ni	Fe	Mn	Fe:Mn
Kwiatostany Inflorescences	A*	48,23	6,33	3,50	71,25	33,60	2,12
	B*	34,04	6,04	3,49	64,56	31,49	2,05
	C*	30,83	4,41	1,58	98,04	26,43	3,71
V (%)		24,56	18,50	38,70	22,73	12,08	35,72
Źdźbła Stalks	A	30,23	6,24	1,95	40,38	27,95	1,44
	B	14,10	7,74	0,81	33,95	28,05	1,21
	C	12,10	3,91	0,00	32,65	12,13	2,69
V (%)		52,85	15,17	106,48	11,61	40,35	44,68
Liście Leaves	A	27,68	8,41	2,11	136,99	50,10	2,73
	B	22,19	7,73	1,64	123,14	46,98	2,62
	C	22,14	5,55	0,76	144,71	26,71	5,42
V (%)		13,27	28,97	45,59	8,10	30,78	44,08

A* – *Festuca pratensis* HUDS. 'Skawa'
B* – *Festuca rubra* L. s. s. 'Brudzyńska'
C* – *Poa pratensis* L. 'Eska 46'
V – współczynnik zmienności; variation coefficient

Według ustalonych norm, za ilość pokrywającą zapotrzebowanie na mikroelementy w paszy przeznaczonej dla zwierząt przyjęto: Zn – 50 mg; Cu – 10 mg; Fe – 50 mg; Mn – 60 mg·kg^{-1} s.m. [GORLACH 1991; PREŚ, KINAL 1996; FALKOWSKI i in. 2000]. Oceniając badane rośliny według tego kryterium stwierdzono, że zawartość cynku, miedzi i manganu była zbliżona do optimum, a żelaza, szczególnie w liściach była wysoka. Z badań wielu autorów wynika, że większość pasz zbieranych z użytków zielonych wykazuje niedoborowe ilości Zn [NOWAK 1983; SZOSZKIEWICZ, ZNIEMIROWSKI 1989; FALKOWSKI i in. 2000]. W przeprowadzonych badaniach odnotowano, że zawartość analizowanych pierwiastków we wszystkich gatunkach nie przekraczała wartości krytycznych [KABATA-PENDIAS i in. 1993]. Przyjmując za normę jakości stosunek Fe : Mn = 1,5–2,5 : 1 należy stwierdzić, że wszystkie organy masy nadziemnej wiechliny łąkowej posiadały rozszerzony stosunek, pomimo iż zawierały optymalne ilości zarówno żelaza, jak i manganu. W przypadku pozostałych gatunków odnotowano wielkości zbliżone do wymaganych norm żywieniowych.

Wnioski

1. Zawartość Zn, Cu, Ni, Fe i Mn w badanych trawach była zależna od właściwości gatunkowych oraz organu rośliny.
2. Spośród analizowanych organów największe ilości niklu i cynku gromadziły kwiatostany, natomiast żelaza i manganu liście. Najuboższe w badane mikroelementy były źdźbła.

3. Zawartość miedzi w poszczególnych organach masy nadziemnej była mało zróżnicowana i zależna głównie od właściwości gatunkowych.
4. Zawartość cynku, miedzi i manganu w badanych gatunkach była zbliżona do optimum, a żelaza, szczególnie w liściach, kształtowała się powyżej wartości optymalnej.

Literatura

CZUBA R. 1996. *Nawożenie mineralne roślin uprawnych*. Wyd. Police: 413 ss.

FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S. 2000. *Właściwości chemiczne roślin łąkowych*. Wyd. AR w Poznaniu: 132 ss.

GORLACH E. 1991. *Zawartość pierwiastków śladowych w roślinach pastewnych jako miernik ich wartości*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 262, Sesja Nauk. 34: 13–22.

KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK T., PIOTROWSKA M., TERELAK H., WITEK T. 1993. *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką*. Ramowe wytyczne dla rolnictwa. Puławy, P. (53), IUNG: 20 ss.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa: 398 ss.

MIKOŁAJCZAK Z., BARTMAŃSKI A. 2000. *Porównanie zawartości Cu, Zn i Mn w koniczynie łąkowej i lucernie mieszańcowej pochodzących z mieszanek odmian traw*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471: 757–764.

NOWAK M. 1983. *Zasobność siana w mikroelementy*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 242: 43–49.

OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z. 1991. *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*. Katalog. Wyd. IOŚ, Warszawa: 334 ss.

PREŚ J., KINAL S. 1996. *Aktualne spojrzenie na sprawę zaopatrzenia zwierząt w mikroelementy*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 1043–1061.

SAWICKI B. 1991. *Zawartość azotanów i mikroelementów w kupkówce pospolitej z łąk nawożonych gnojowicą bydlęcą*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 263, Sesja Nauk. 34: 247–253.

SZOSZKIEWICZ J., ZNIEMIROWSKI M. 1989. *Zawartość mikroelementów w runi użytków zielonych Wielkopolski*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 325: 116–123.

TILEY G.E.D., FRAME J. 1992. *Evaluation of forage herbs in grass herb mixture*. Proc. of the 14th, General Meeting of the European Grassland Federation, Lahti, Finland, 8–11 VI 1992: 542–544.

WARDA M., ĆWINTAL H. 2000. *Zawartość boru, miedzi, żelaza, manganu i cynku w wybranych gatunkach roślin pastwiskowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471: 841–846.

Słowa kluczowe: zawartość, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, źdźbła, liście, kwiatostany, trawy

Streszczenie

W latach 2001–2003 porównano zawartości Cu, Zn, Ni, Fe i Mn w poszczególnych organach trzech gatunków traw uprawianych na czarnoziemie zdegradowanym wytworzonym z lessu. W doświadczeniu założonym metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach uwzględniono trzy gatunki: *Poa pratensis* 'Eska 46', *Festuca pratensis* 'Skawa' i *Festuca rubra* 'Brudzyńska'. W wydzielonych frakcjach organów pędowych po mineralizacji na sucho oznaczono zawartość Zn, Cu, Ni, Fe i Mn metodą absorpcyjnej spektometrii atomowej (ASA).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zawartość mikroelementów w badanych roślinach zależy od gatunku trawy i organu masy nadziemnej. Średnia ważona zawartość mikroelementów wahała się w zakresie 12,1–48,2 mg Zn; 4,4–8,4 mg Cu; 0,0–3,5 mg Ni; 32,6–144,7 mg Fe; 12,1–50,1 mg Mn·kg^{-1} s.m. Zawartość Zn, Cu i Mn w suchej masie traw była zbliżona do wartości optymalnej, a Fe, szczególnie w liściach, bardzo wysoka. Z analizy statystycznej wynika, iż kwiatostany, źdźbła i liście charakteryzowały się największym zróżnicowaniem w zawartości niklu.

CONTENTS OF MICROELEMENTS IN PARTICULAR PARTS OF ABOVE-GROUND MASS IN SOME GRASS SPECIES

Adam Radkowski [1], *Beata Grygierzec* [1], *Katarzyna Sołek-Podwika* [2]
[1] Department of Grassland, Agricultural University, Kraków
[2] Department of Soil Science, Agricultural University, Kraków

Key words: grasses, content, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn, stalks, leaves, inflorescences

Summary

The study conducted to compare the contents of microelements' in particular above-ground organs of some grass species. In the experiment designed by split-splot method in four replications three grass species were used: *Poa pratensis* Eska 46 cv., *Festuca pratensis* Skawa cv. and *Festuca rubra* Brudzyńska cv. After drying the plants were divided into particular organs. The fractions of shoot organs were subjected to chemical analysis for the microelements. After mineralization of the hay samples the contents of Zn, Cu, Ni, Fe and Mn determined using atom absorption spectrometry AAS. The experiments were conducted in 2001–2003 on degraded chernozem developed from the loess. The results showed that microelement contents in investigated plants depended on grass species and organs of the above-ground mass. Mean weighted of the microelement contents ranged within (mg·kg^{-1} DM) 12.1 to 48.2 for Zn; 4.4–8.4 for Cu; 0.0–3.5 for Ni; 32.6–144.7 for Fe; 12.1–50.1 for Mn. The contents of Zn, Cu and Mn in dry mat-

ter of the grass were nearly the optimum values, whereas Fe content, especially in the leaves, was very high. According to statistical analysis the inflorescences, stalks and leaves were characterized by highest diversification of Ni content.

Dr inż Adam **Radkowski**
Katedra Łąkarstwa
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja
al. A. Mickiewicza 21
31–120 KRAKÓW
e-mail: rrradkow@cyf-kr.edu.pl, aradkowski@ar.krakow.pl