

ZAWARTOŚĆ MIKROPIERWIASTKÓW W TRZECH GATUNKACH ZIÓŁ ŁĄKOWYCH
W ZALEŻNOŚCI OD NAWOŻENIA MINERALNEGO

Teresa Mazur

Akademia Rolnicza w Krakowie

Naturalne ograniczenia intensyfikacji produkcji na górskich użytkach zielonych, wynikające z przyczyn przyrodniczych i fizjograficznych, zapobiegają zazwyczaj radykalnym zmianom w kompozycji runi. Zbiorowiska roślinne tych użytków, zwłaszcza łąkowe, są jednak mało stabilne przy wyższych dawkach nawozów mineralnych, szczególnie azotowych. Wyraźną recesję roślin dwuliściennych stwierdzono w tych warunkach już przy dawce 90 kg N/ha, a podwojenie dawki najczęściej całkowicie eliminowało tę frakcję z runi łąkowej [1]. Odbija się to niekorzystnie na wartości użytkowej runi [2], gdyż rośliny dwuliścienne, a szczególnie zioła, są nie tylko zasobniejsze od traw w składniki mineralne, zwłaszcza w większość ważniejszych mikroelementów [13], ale przy umiarkowanym udziale mają korzystny wpływ na smakowość paszy oraz produktywność i stan fizjologiczny zwierząt [6]. Z tych względów zachowanie w miarę urozmaiconego składu gatunkowego zespołów łąkowopastwiskowych powinno być brane pod uwagę zarówno przy pla-

nowaniu dawek nawozów azotowych, jak i asortymentowym ich doborze, bowiem różne formy azotu działają niejednakowo na skład florystyczny runi [1] i jej wartość użytkową [2]. Nawożenie nie tylko modyfikuje skład gatunkowy zbiorowisk roślinnych, ale wpływa także na ich skład chemiczny, w tym również na zawartość mikropierwiastków [12-14, 16].

W publikacji tej przedstawiono wyniki badań nad wpływem zróżnicowanego nawożenia, zwłaszcza azotowego, na zawartość 6 mikropierwiastków w 3 gatunkach ziół, wybranych z runi łąki górskiej w czwartym i szóstym roku doświadczenia. W dotychczasowych, nielicznych publikacjach, określano skład chemiczny tych gatunków, najczęściej jednak bez uwzględniania czynnika nawozowego [4, 6, 7, 15, 17].

MATERIAŁ I METODYKA

Badania prowadzono na stałym, górskim polu doświadczalnym Katedry Chemii Rolnej AR w Krakowie. Doświadczenie zlokalizowane jest na naturalnej łące w Beskidzie Sądeckim u podnóża Jaworzyny Krynickiej (700 m n.p.m.), na stoku o wystawie NNE i nachyleniu około 7° . Gleba brunatna o składzie mechanicznym gliny lekkiej, ma odczyn kwaśny, jest uboga w przyswajalne formy fosforu i magnezu, a średnio zasobna w potas. Szczegółową charakterystykę gleby i warunków klimatycznych podano we wcześniejszych publikacjach [9, 10].

Doświadczenie obejmuje 8 obiektów nawozowych w 5-krotnym powtórzeniu. Zastosowano nawożenie jednostronne azotem i fosforem oraz pełne nawożenie NPK z udziałem saletry amonowej i

mocznika w dwóch dawkach wysiewanych dwukrotnie - na wiosnę (2/3 dawki) i po I pokosie. Fosfor stosowano w supertomasynie, a potas - w 60-procentowej soli potasowej; obydwie nawozy stosowano jednorazowo na wiosnę. Schemat nawożenia podano w tabeli 1.

Do badań wybrano z runi łąkowej gatunki o najwyższej liczbie wartości użytkowej w grupie ziół [3]: w IV roku doświadczenia babkę lancetowatą (*Plantago lanceolata* L.) i krwawnik pospolity (*Achillea millefolium* L.), a w VI roku - brodawnik zwyczajny (*Leontodon hispidus* L.). W gatunkach tych oznaczono zawartość B, Mo, Mn, Cu, Zn i Co. Metodykę oznaczania tych mikroelementów podano w innych publikacjach [10, 13, 14]. Dane dotyczące zawartości makroelementów w tym samym materiale opublikowano wcześniej [5].

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Pierwotny zespół roślinny typu bliźniczki psiej trawki i kostrzewy czerwonej z dużym udziałem roślin dwuliściennych, szczególnie badanych gatunków ziół, uległ modyfikacji w różnym stopniu, w zależności od intensywności nawożenia i formy nawozów azotowych. W obiektach z podwójną dawką azotu, zwłaszcza w formie amonowej, zmiany były radykalne, z praktycznie całkowitą eliminacją roślin dwuliściennych [1, 10], co spowodowało wyraźne obniżenie wartości użytkowej runi [2]. Przy pełnym nawożeniu z dawką 90 kg N/ha utrzymały się w runi wszystkie trzy gatunki ziół, ale w różnym udziale. Więcej było babki lancetowatej (3-6%) niż krwawnika pospolitego, któ-

T a b e l a 1

Zawartość mikroelementów (ppm) w suchej masie babki lancetowatej (*Plantago lanceolata* L.)
w IV roku nawożenia

Nawożenie	B		Mo		Mn		Cu		Zn		Co	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
	0 - Bez nawożenia	21,0	22,7	0,09	0,08	44,2	88,3	6,2	12,0	50,0	83,3	0,14
N ₁ - S	21,2	19,2	0,05	0,08	88,2	111,8	7,5	8,5	78,8	97,1	0,14	0,19
P	21,0	23,4	0,11	0,11	57,4	70,7	7,3	7,2	63,1	78,4	0,14	0,12
PK	-	18,0	-	0,11	75,0	70,6	7,8	8,1	66,7	70,1	0,12	0,17
PK + N ₁ - S	19,6	19,3	0,12	0,08	74,8	66,1	7,8	9,2	64,4	72,4	0,12	0,17
PK + N ₂ - S	20,2	20,1	0,05	0,11	108,1	79,6	10,0	11,7	69,0	68,3	0,16	0,18
PK + N ₁ - M	20,3	19,5	0,08	0,08	75,0	70,6	7,8	10,2	59,0	60,1	0,14	0,15
PK + N ₂ - M	23,0	21,1	0,08	0,07	77,2	64,0	8,0	6,9	55,1	56,5	0,14	0,16

I, II - pokosy, N₁ - 90 kg N/ha, S - saletra amonowa, P - 90 kg P₂O₅/ha,

N₂ - 180 kg N/ha, M - mocznik, K - 150 kg K₂O/ha.

rego udział zależał też od formy nawozu azotowego (1,1-1,7% w obiekcie z saletrą amonową, 1,2-2,1% w obiekcie z mocznikiem), natomiast brodawnik zwyczajny zebrano do analizy w tych obiektach tylko w II pokosie [5].

Babka lancetowata (*Plantago lanceolata* L.) o liczbie wartości użytkowej 7, przy górnej granicy skali 10 [3] zawdzięcza wysoką ocenę przede wszystkim dużej smakowitości [5], lepszej od koniczyny białej i najlepszych traw. Cecha ta wynika prawdopodobnie zarówno z obecności w tej roślinie substancji biologicznie czynnych o działaniu dietetycznym i leczniczym, jak i zasobności w składniki mineralne [5].

Zastosowane w doświadczeniu nawożenie mineralne miało niejednakowy wpływ na zawartość oznaczanych mikroelementów w babce lancetowatej (tab. 1). Praktycznie nie było różnic w zawartości boru, a w obu pokosach poziom tego składnika był jednakowy. Nie stwierdzono tu zjawiska zauważonego w przypadku gatunków traw [12] i w badaniach innych autorów [7], że nawożenie fosforowe, a także potasowe powoduje obniżenie poziomu boru w roślinach.

Na obniżenie zawartości manganu, szczególnie w I pokosie, wpłynęło jednostronne nawożenie azotem oraz pełne, z podwójną dawką saletry amonowej. Główną przyczyną tego zjawiska było zapewne najsilniej postępujące tu zakwaszenie gleby [10, 11]. Zakwaszające działanie nawozów sprzyjało natomiast wzrostowi zawartości manganu. Na poziom tego składnika termin zbioru wywierał niejednakowy wpływ. W obiekcie kontrolnym, bez nawożenia oraz przy jednostronnym nawożeniu azotem i fos-

forem w roślinach z II pokosu było o 23 do 100% więcej manganu niż przy zbiorze wiosennym, natomiast przy pełnym nawożeniu zależności były odwrotne, przy mniejszym zróżnicowaniu (6-26%).

Na ogół nieco wyższa była zawartość miedzi w II pokosie. Przeciętny stosunek tego mikroelementa do molibdenu, ważny z punktu widzenia żywienia zwierząt, miał wartość około 10, był więc około dwukrotnie wyższy od liczby granicznej.

Poziom cynku był ponad dwukrotnie wyższy od optymalnego. Jednostronne nawożenie azotem wpływało silniej, a pełne z mocznikiem najsłabiej na wzrost zawartości tego mikroelementa. Wyższa od liczby granicznej (0,07 ppm) była zawartość kobaltu, mało zróżnicowana w poszczególnych pokosach, przy czym wpływ nawożenia zaznaczył się wyraźnie w pokosie II, najmniej w obiekcie z jednostronnym nawożeniem fosforem. W badaniach szwajcarskich gatunek ten wybrany z runi nawożonej wykazał podobną zawartość kobaltu, był znacznie uboższy w mangan, a zasobniejszy w miedź i molibden [16].

Krwawnik pospolity (*Achillea millefolium* L.), podobnie jak babka lancetowata, należy do roślin smakowitych o właściwościach dietetyczno-leczniczych. Działa regulująco na przewód pokarmowy, pobudza apetyt i trawienie [5]. W klasyfikacji jakościowej roślin użytków zielonych ma liczbę wartości 6 [3]. Jest zasobny w mikroelementy popielne, a nawożenie zwiększa wyraźnie ich gromadzenie [5, 6, 15]. Spośród 3 badanych gatunków krwawnik był najbardziej zasobny w bor i mangan, natomiast uboższy w cynk (tab. 2). Nawożenie powodowało obniżenie pozio-

Zawartość mikroelementów (ppm) w suchej masie w krwawniku pospolitym (*Achillea millefolium*)
w IV roku nawożenia

Nawożenie	B		Mo		Mn		Cu		Zn		Co	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0 - Bez nawożenia	40,1	42,1	0,04	0,12	149	-	9,2	-	58,0	-	0,15	-
N ₁ - S	35,9	47,8	-	-	257	-	12,8	-	103,5	-	0,12	-
P	-	-	0,05	0,18	122	224	8,4	7,0	38,7	64,6	0,09	0,18
PK	30,2	37,1	0,08	0,18	146	213	8,4	9,4	45,9	65,8	0,11	0,18
PK + N ₁ - S	27,8	40,1	0,08	0,15	158	250	8,8	8,7	44,8	62,1	0,09	0,15
PK + N ₂ - S	25,8	34,6	0,08	0,14	170	290	8,6	9,5	44,2	72,5	0,09	0,18
PK + N ₁ - M	28,2	-	0,05	0,14	158	264	8,2	9,2	40,4	70,8	0,10	0,22
PK + N ₂ - M	28,6	36,4	0,08	0,14	149	272	8,0	8,0	38,7	64,4	0,09	0,17

Objaśnienia jak w tabeli 1.

mu boru, zwłaszcza w roślinach z I pokosu. Szczególnie wysoka była zawartość manganu w obiekcie z jednostronnym nawożeniem azotem (zakwaszenie gleby) w I pokosie, a we wszystkich obiektach z pełnym nawożeniem w II pokosie. Zawartość miedzi była wysoka, podobnie jak w babce lancetowatej i mało zależna od rodzaju nawożenia oraz terminu zbioru. W I pokosie nawożenie samą saletrą amonową prawie dwukrotnie podwyższało poziom cynku w krwawniku, natomiast pełne nawożenie, a w jeszcze większym stopniu jednostronne nawożenie fosforem obniżało zawartość tego mikroelementu. W II pokosie zawartość ta była wyższa, ale mniej zróżnicowana między obiektami nawozowymi. Zawartość kobaltu kształtowała się podobnie, jak w babce lancetowatej.

Brodawnik zwyczajny (*Leontodon hispidus* L.) jest gatunkiem częstym, a nieraz nawet o dużej frekwencji w zbiorowiskach roślinnych górskich użytków zielonych. Występuje szczególnie na stanowiskach ubogich w fosfor, a zasobnych w potas [4, 5]. Pełne nawożenie eliminuje ten gatunek z runi [1, 4, 5]. Na ogół uważany jest on za roślinę wartościową w składzie runi, zwłaszcza dla bydła mlecznego [4, 5]. W klasyfikacji roślin łąkowych ma liczbę wartości 6 [3]. Przy nawożeniu PKN₁₈₀ z saletrą amonową nie udało się zebrać dostatecznej ilości materiału do analiz chemicznych. Kompletną analizę brodawnika wykonano tylko w 3 obiektach z niepełnym nawożeniem. W II pokosie oznaczono wszystkie pierwiastki również w obiekcie PKN₉₀ z mocznikiem. Jednostronne nawożenie saletrą amonową, powodujące większe niż w pozostałych obiektach zakwaszenie gleby oraz zubożenie jej w przyswajalne formy fosforu i pota-

Zawartość mikroprzewodników (ppm) w suchej masie brodawnika zwyczajnego (*Leontodon hispidus* L.)
w IV roku nawożenia

Nawożenie	B		Mo		Mn		Cu		Zn		Co	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0 - Bez nawożenia	26,9	34,8	0,08	0,11	69,2	-	8,7	-	70,1	-	0,15	-
N ₁ - S	29,3	33,3	0,08	0,07	121,4	150,2	14,3	11,2	107,1	80,1	0,14	0,14
P	30,2	32,2	0,10	0,14	53,8	80,6	8,8	5,9	63,6	47,8	0,09	0,11
PK	27,8	28,1	0,08	0,18	107,0	98,6	9,3	9,2	71,2	56,9	0,14	0,15
PK + N ₁ - S	-	27,7	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-
PK + N ₂ - S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK + N ₁ - M	-	28,2	-	0,16	-	98,1	-	7,7	-	53,2	-	0,15
PK + N ₂ - M	-	33,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Objaśnienia jak w tabeli 1.

su [10, 11], sprzyjało zwiększonej koncentracji manganu, miedzi i cynku w brodawniku zwyczajnym. Odwrotne działanie wykazywało jednostronne nawożenie fosforem w postaci supertomasyny. W obiekcie PK zawartość tych trzech mikroprzewodników w brodawniku była pośrednia między nawożeniem N i P, ale przy istotnie wyższym plonie [8]. Efektem rozcieńczenia można tłumaczyć obniżenie w tym obiekcie poziomu boru w badanym gatunku. Podobny efekt zaznaczył się w II pokosie przy pełnym nawożeniu.

Generalnie można zauważyć, porównując skład chemiczny badanych ziół i runi mieszanej [13], że miały one wpływ na wzrost zawartości B, Cu, Zn i Co w sianie. Z trzech analizowanych gatunków największy udział w tym wzroście miała babka lancetowata z uwagi na jej frekwencje w runi.

WNIOSKI

1. Spośród badanych ziół wyosobnionych z runi łąki górskiej najniższą przeciętną zawartość boru, molibdenu i manganu w suchej masie miała babka lancetowata. Jednak jej udział w runi był największy.

2. Najwyższą, przeciętną z dwóch pokosów, zawartość boru i manganu stwierdzono w krwawniku pospolitym (35,3 ppm B i 206 ppm Mn), a cynku w brodawniku zwyczajnym (69 ppm). Poziom molibdenu w tych dwóch gatunkach był podobny (0,11 ppm), a zawartość miedzi i kobaltu we wszystkich trzech ziołach zbliżona (średnio 8,9 ppm Cu i 0,15 ppm Co).

3. Jednostronne nawożenie azotem powodowało największy wzrost zawartości manganu i cynku we wszystkich gatunkach, a miedzi w krwawniku i brodawniku. Azot zastosowany na tle nawożenia PK miał znaczące działanie tylko w przypadku krwawnika, podwyższając w nim zawartość manganu.

LITERATURA

1. Dąbrowska L., Mazur K.: Dynamika zmian składu florystycznego łąki górskiej w 11-letnim okresie doświadczenia nawozowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. w druku .
2. Dąbrowska L., Mazur K.: Kształtowanie się wartości użytkowej runi łąki górskiej pod wpływem długotrwałego nawożenia mineralnego. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. w druku .
3. Filipek J.: Projekt klasyfikacji roślin łąkowych i podstawowych na podstawie liczb wartości użytkowej. Post. Nauk Rol. 1973, nr 4.
4. Filipek J.: Zawartość niektórych składników pokarmowych w brodawniku zwyczajnym (*Leontodon hispidus* L.) na tle składu chemicznego siana górskiego. Roczn. Nauk. Roln., 1965, 76-F-3.
5. Filipek J., Dąbrowska L., Mazur K.: Wpływ nawożenia na występowanie i skład chemiczny ziół łąkowych. Cz. I. Babka lancetowata, Cz. II. Krwawnik pospolity, Cz. III. Brodawnik zwyczajny. Wiadomości Melior. i Łąk. 1974, nr 5, 6 i 8-9.
6. Gawęda H., Ralska M.: Rola ziół w zaopatrzeniu zwierząt w składniki mineralne i elementy śladowe. Roczn. Nauk. Roln. 1965, 85-B-1.
7. Liwski S.: Mikroelementy - mangan, żelazo, bor, miedź, kadm, cynk i molibden w roślinności łąkowej i bagiennej. Roczn. Nauk. Roln., 1961, 75-F-1, 7-74.
8. Mazur K., Mazur T.: Dynamika plonowania łąki górskiej w okresie 6-letniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego.

- Materiały "Konferencji Naukowej IMUZ 1975" IV Łąkarstwo, 117-124, Falenty 1975.
9. Mazur K., Mazur T.: Wpływ nawożenia mineralnego łąki górskiej na zawartość magnezu w masie roślinnej i niektórych frakcjach siana z łąki górskiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1973, z. 149, 151-160.
 10. Mazur K., Mazur T.: Wpływ nawożenia mineralnego na plon, skład botaniczny i chemiczny masy roślinnej z łąki górskiej. Acta Agr. Silv., 1972, ser. Agr. 12/1, 85-112.
 11. Mazur K., Mazur T., Mazgaj M.: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego łąki górskiej na niektóre właściwości chemiczne gleby. Acta Agr. Silv., 1981, ser. Agr., 20, 189-202.
 12. Mazur T.: Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość mikro- pierwiastków w trzech gatunkach traw wybranych z runi łąki górskiej. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln. w druku .
 13. Mazur T.: Wpływ 6-letniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zawartość mikropierwiastków w runi łąkowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1983, z. 242, 379-390.
 14. Mazur T., Filipek J., Mazur K., Skrijka P.: Wpływ nawożenia łąki górskiej miedzią i kobaltem na zawartość tych mikropierwiastków w różnych frakcjach runi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1976, z. 179, 245-253.
 15. Stańko B.: Wartość pokarmowa roślin łąkowych w zależności od nawożenia i warunków siedliskowych. Roczn. Nauk Roln., 1962, 75-F-2.
 16. Schätz E.: Über den Einfluss einiger Düngungsverfahren auf den Gehalt an Mikronährelementen von Pflanzenarten ei einer Naturwiese. Schweiz. landwirtschaftl. Forschung., 1973, 12/4, 323-339.

T. Mazur

CONTENT OF MICROELEMENTS IN THREE SPECIES OF MEADOW HERBS
AS DEPENDING ON MINERAL FERTILIZATION

S u m m a r y

In an experiment on a mountain meadow at the foot of Mt. Jaworzyna Krynicka the author investigated the effect of mono-elemental (N and P or full NPK) fertilization on the content of six microelements in herbs. Following plants were taken from the sward of the Ist and IInd cuts in the fourth year of fertilization: milfoil (*Achillea millefolium*) and narrow-leaved plantain (*Plantago lanceolata*); in the sixth year: rough hawkbit (*Leontodon hispidus*); all are species with the highest utility value among the meadow herbs.

The content of microelements in the plants from the IInd cut was higher as a rule than in the Ist cut. Among the investigated herbs the lowest average content of B, Mo, and Mn was shown by the plantain (Table 1). The highest content of B and Mn was found in milfoil (35.3 ppm B and 206 ppm Mn - Table 2), that of Zn in hawkbit (69 ppm - Table 3). The level Mo was similar in both species (0.11 ppm) and the content of Cu and Co was similar in all herbs (8.9 ppm Cu and 0.15 ppm Co).

Monoelemental fertilization with ammonium nitrate had the strongest effect on the increase of Mn and Zn content in all species, and that of Cu in milfoil and hawkbit. Nitrogen

applied on a background of PK fertilization showed significant effect only in the case of milfoil, as it increased the content of Mn.

T. Mazur

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В 3 ВИДАХ ЛУГОВЫХ ТРАВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ

Р е з ю м е

В опытах на горном лугу у подножья Явожины Крыницкой исследовано влияние одностороннего (N и P) и полного (NPK) минерального удобрения на содержание шести микроэлементов в травах. В травостое I и II укосов в четвертом году применения удобрений выбрано тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) и подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata* L.), а в шестом году - кульбабу (*Leontodon hispidus* L.), т.е. виды с самым высоким количеством ценности.

Содержание микроэлементов в растениях II укоса было, как правило, выше по сравнению с первым укосом. Среди исследуемых трав самое низкое содержание В, Мо и Мп в сухом веществе констатировано в тысячелистнике обыкновенном (35,3 ppm В и 206 ppm Мп - табл. 2), а Zn - в кульбабе (69 ppm - табл. 3). Уровень Мо в этих двух видах был похожий (0,11 ppm), а содер-

жание Cu и Co – во всех приблизительно одинаковое ($8,9$ ppm Cu и $0,15$ ppm Co).

Одностороннее удобрение аммиачной селитрой имело самое большое влияние на увеличение содержания Mn и Zn во всех видах, а Cu – в тысячелистнике и кульбабе. Применяемый азот, на фоне удобрения PK , имел значительное действие в случае тысячелистника обыкновенного, повышая содержание Mn .