

OCENA WPŁYWU EKSTENSYWNYCH SPOSOBÓW UŻYTKOWANIA NA ZAWARTOŚĆ MAKROELEMENTÓW W RUNI ŁĄKI GÓRSKIEJ*

JAN ZARZYCKI¹, MICHAŁ KOPEĆ²

¹*Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Al. Mickiewicza 24-28, 30-059 Kraków*

²*Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków*

Synopsis. Zachowanie pól naturalnych, wielogatunkowych łąk górskich wymaga tradycyjnego, ekstensywnego użytkowania. W celu uzyskania dopłat w ramach programów rolno-środowiskowych rolnicy muszą przestrzegać wymogów, które często stoją w sprzeczności z produkcją paszy o dużej wartości pokarmowej. Celem podjętych prac była ocena wartości pokarmowej paszy, pod względem zawartości makroelementów, uzyskiwanej przy różnych sposobach ekstensywnego użytkowania, a także po czasowym zaprzestaniu koszenia. Stwierdzono, że pasza pozyskana w 7 roku ekstensywnego użytkowania łąki górskiej, przy każdym sposobie użytkowania, zawierała niewystarczającą z punktu widzenia żywienia zwierząt zawartość azotu, fosforu i sodu. Zawartość wapnia, magnezu i potasu była dość niska, lecz wystarczająca. Zawartość azotu zależała od udziału w runi roślin bobowatych, a zawartość wapnia i magnezu innych dwuliściennych. Pozyskana biomasa, ze względu na kryterium w niej zawartości makroskładników, może być wykorzystana w ekstensywnym chowie zwierząt.

Słowa kluczowe: łąki górskie, ekstensywne użytkowanie, zawartość makroskładników, pasza

WSTĘP

Zachowanie różnorodności biologicznej wynikające z zasady zrównoważonego rozwoju jest jednym z głównych zadań współczesnej ochrony przyrody i ochrony środowiska. Głównym zagrożeniem jest zanikanie i degradacja siedlisk w wyniku działalności człowieka. Zwiększająca się antropopresja wywołana rozwojem cywilizacyjnym powoduje recesję i wyginiecie wielu gatunków z siedlisk, w których wcześniej licznie występowały, co znajduje odzwierciedlenie w liczbie gatunków roślin wymarłych i zagrożonych [Andrzejewski i Weigle 2003]. Jednak zmniejszenie intensywności niektórych oddziaływań człowieka może być także niekorzystne. Dotyczy to ekosystemów pól naturalnych – powstałych i istniejących dzięki działalności człowieka [Habel i in. 2013]. Należą do nich przede wszystkim ekstensywnie użytkowane łąki. Każda radykalna zmiana sposobu lub zaniechanie użytkowania prowadzi do istotnych zmian florystycznych ukształtowanych przez pokolenia tradycyjnego gospodarowania. Szczególnie silnie obserwuje się ten proces w Karpatach [Zarzycki i Korzeniak 2013], gdzie z uwagi na znaczne rozdrobnienie gospodarstw opłacalność rolnictwa jest bardzo mała a rolnicy ograniczają zabiegi pratotechniczne. W celu kontynuacji użytkowania wprowadzono dopłaty w ramach

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: j.zarzycki@ur.krakow.pl

* Wyniki badań zrealizowane w ramach tematu nr DS-3337 oraz DS3101 zostały sfinansowane z dotacji na naukę przyznanej przez MNiSW

„Działań rolno-środowiskowo-klimatycznych” PROW 2014–2020 do zbiorowisk łąkowych spełniających kryteria dużej wartości przyrodniczej [Metodyka...]. Wymagany w tych projektach ekstensywny sposób użytkowania (brak lub niewielkie nawożenie, późny pokos) może powodować niską przydatność uzyskanej paszy. Głównym problemem jest zwykle wysoka zawartość włókna [Grzelak 2010, Zarzycki i in. 2005]. Innym z kryteriów przydatności paszowej runi łąkowej jest zawartość makroelementów.

Celem pracy była określenie zależności zawartości podstawowych makroelementów w różnych wariantach ekstensywnego użytkowania runi łąkowej stosowanych dla zachowania bioróżnorodności.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2001 do 2007 na łące trwałej porośniętej zbiorowiskiem zbliżonym do łąki mieczykowo-mietlicowej (*Gladiolo-Agrostietum*) usytuowanej w Krynicy Czarnym Potoku (Beskid Sądecki; 20°54' E, 49°24' N) na wysokości 720 m n.p.m. Według Hessa [1965] Krynica położona jest w umiarkowanie chłodnym piętrze klimatycznym. Doświadczenie założono na glebie brunatnej dystroficznej, podtyp typowej wytworzonej z piaskowca magurskiego o składzie granulometrycznym gliny lekkiej [Kopeć 2000]. Doświadczenie prowadzono metodą bloków losowanych w trzech powtórzeniach o powierzchni poletka równej 9 m². Zastosowano 10 różnych wariantów zabiegów pratotechnicznych lub ich brak: 1 – bez zabiegów; 2 – koszenie wczesne, bez nawożenia; 3 – koszenie późne, bez nawożenia; 4 – koszenie dwukrotne, bez nawożenia; 5 – samozadarnienie po uprawie owsa, koszenie późne, bez nawożenia; 6 – koszenie późne, nawożenie kompostem; 7 – koszenie późne, nawożenie PK; 8 – koszenie późne, co 2 rok, bez nawożenia; 9 – koszenie późne, nawożenie NPK; 10 – koszenie późne, nawożenie obornikiem. Nawożenie mineralne stosowano wiosną w dawkach: P – 17,2 kg·ha⁻¹, K – 33,2 kg·ha⁻¹ i N – 35 kg·ha⁻¹, a jesienią: obornik w ilości 10 t·ha⁻¹ (w latach 2000 do 2004 corocznie, następnie, co 2 lata) lub częściowo rozłożoną biomasę zebraną w roku poprzednim (kompost). Koszenie wczesne miało miejsce na początku czerwca, koszenie późne pod koniec lipca. Drugie koszenie stosowano w połowie września. Z corocznych ocen składu botanicznego polegających na zdjęciach fitosocjologicznych metodą Brauna-Blanqueta w analizie wykorzystano wyniki z 2007 roku. W czerwcu 2007 skoszono jednocześnie wszystkie poletka i pobrano próbki biomasy do oznaczeń chemicznych. Zawartość sodu, potasu, magnezu i wapnia oznaczono metodą spektrometrii atomowej AAS, fosforu metodą ICP-AES, a zawartość azotu metodą Kjeldahla.

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a różnice między średnimi oceniono testem Duncana przy poziome istotności $\alpha < 0,05$. W celu oceny powiązania składu gatunkowego z zawartością pierwiastków wykonano analizę wieloczynnikową DCA, przedstawiającą uporządkowanie wykonanych zdjęć fitosocjologicznych na poletkach na podstawie ich składu gatunkowego względem gradientu największej zmienności. W metodzie tej zmienne środowiskowe (zawartości pierwiastków w biomacie i udział grup gatunków) przedstawiane są jako zmienne pasywne, ukazujące ich zmienność względem uporządkowania składu gatunkowego.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość azotu w zebranej runi wahała się od 9,7 do 16,6 g·kg⁻¹ (tab. 1). Pod względem wartości pokarmowej należy zawartości te uznać za bardzo niskie, ponieważ według Wasilewskiego [1997] zawartość azotu w paszy dla bydła winna wynosić minimum 24 g·kg⁻¹. Stwier-

Tabela 1. Zawartość ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) wybranych makroskładników w runi łąkowej
 Table 1. Content ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) of selected macronutrients in the sward

Składnik – Element	Obiekty – Treatments										
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
N	Średnia – Mean	12,64 a	13,15 a	11,33 a	15,02 a	12,12 a	11,87 a	10,83 a	11,39 a	11,62 a	13,81 a
	Min.	10,87	11,38	9,57	13,25	10,35	10,1	9,06	9,63	9,85	12,04
	Max.	14,4	14,92	13,1	16,79	13,88	13,63	12,6	13,16	13,39	15,58
P	Średnia – Mean	0,82 bc	0,78 bc	0,67 c	0,91 ab	0,7 c	0,68 c	0,92 ab	0,82 bc	1,00 a	0,73 c
	Min.	0,71	0,66	0,55	0,79	0,58	0,56	0,81	0,71	0,88	0,62
	Max.	0,94	0,89	0,79	1,03	0,82	0,79	1,04	0,94	1,12	0,85
K	Średnia – Mean	10,65 a	11,56 a	11,5 a	12,1 a	10,74 a	10,68 a	11,55 a	10,93 a	14,00 a	12,66 a
	Min.	9,02	9,92	9,87	10,46	9,11	9,04	9,91	9,29	12,36	11,02
	Max.	12,29	13,19	13,14	13,74	12,38	12,32	13,19	12,57	15,63	14,3
Ca	Średnia – Mean	3,83 d	5,83 bcd	4,55 bcd	8,48 a	5,74 bcd	6,46 ab	4,87 bcd	4,23 cd	4,51 bcd	6,03 bc
	Min.	2,39	4,38	3,1	7,03	4,3	5,02	3,43	2,78	3,06	4,58
	Max.	5,28	7,28	5,99	9,93	7,19	7,91	6,32	5,68	5,95	7,48
Mg	Średnia – Mean	1,48 cd	1,85 bcd	1,66 cd	2,79 a	1,89 bcd	2,21 bc	1,42 d	1,48 cd	1,48 cd	2,00 bc
	Min.	1,11	1,48	1,29	2,43	1,52	1,84	1,05	1,11	1,11	1,63
	Max.	1,84	2,21	2,02	3,16	2,25	2,58	1,78	1,85	1,85	2,36
Na	Średnia – Mean	0,03 a	0,03 a	0,04 a	0,05 a	0,03 a	0,04 a	0,03 a	0,02 a	0,04 a	0,04 a
	Min.	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03
	Max.	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,05	0,05

*objaśnienia w „Materiał i Metody” – explanation in „Summary”
 Średnie dla poszczególnych pierwiastków oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (test Duncana $\alpha = 0,05$) – Means for the individual elements marked with same letters does not differ significantly (Duncan test $\alpha = 0,05$)

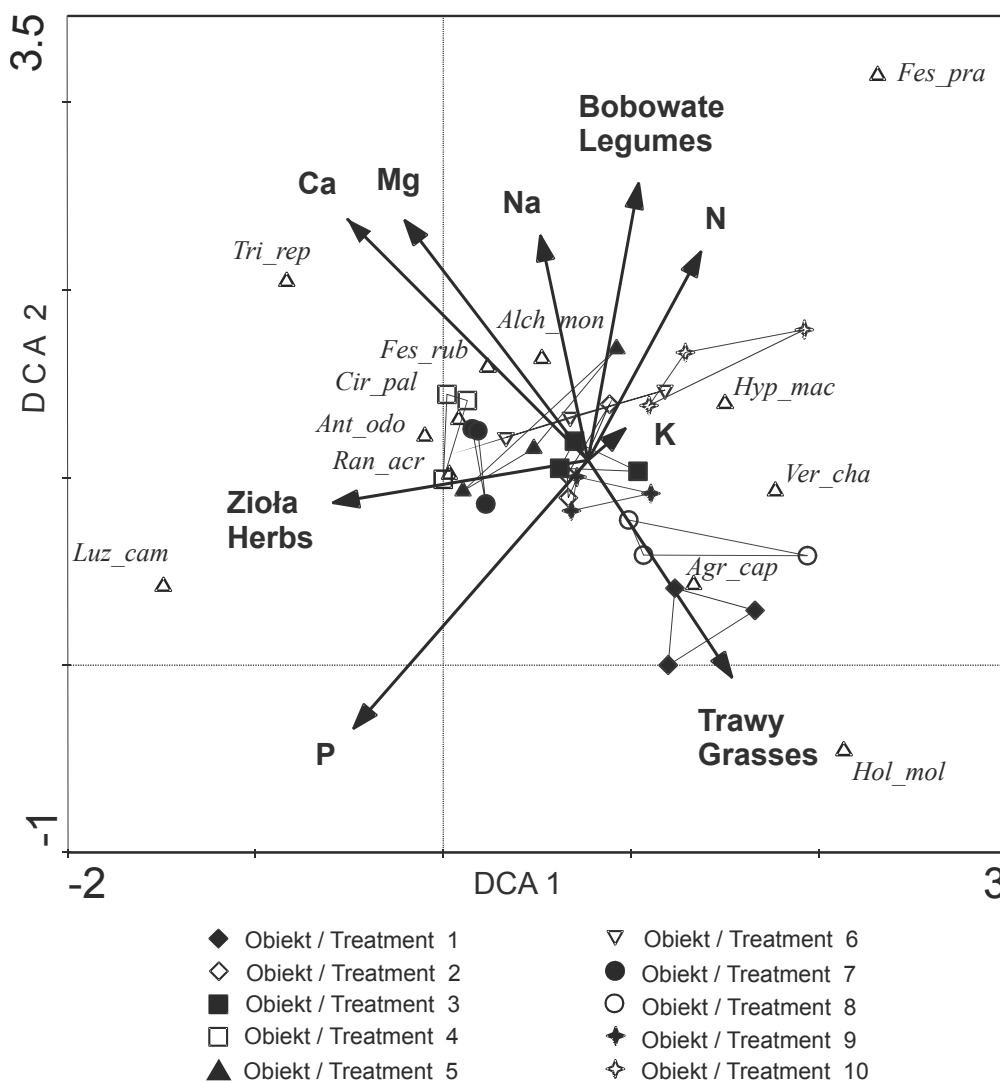
dzione w doświadczeniu wartości są charakterystyczne dla ekstensywnie użytkowanych łąk górskich [Kopeć i in. 2006]. Z drugiej strony w wieloletnim doświadczeniu w Krynicy [Kopeć 2000] zlokalizowanym w pobliżu omawianego eksperymentu, największe zawartości azotu w runi I pokosu wynoszące ponad $20 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ stwierdzano dopiero w obiekcie z nawożeniem $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podobne zawartości stwierdziła Jankowska-Huflejt [2014] w runi łąk gospodarstw ekologicznych. Znacznie większe zawartości azotu (ponad $30 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) mogą występować w przemiennych mieszkankach traw z roślinami bobowatymi, o czym donoszą Gawel i Nędzi [2014]. W omawianym doświadczeniu największą zawartość azotu stwierdzono w obiekcie koszonym dwukrotnie oraz w obiekcie nawożonym obornikiem, jednak różnice pomiędzy obiektami nie były istotne statystycznie (tab. 1), co może wynikać z zastosowanego bardzo niewielkiego poziomu nawożenia azotem. Kasperczyk [1996] podaje, że do poziomu nawożenia $100\text{--}120 \text{ N kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, następuje jedynie wzrost ilości biomasy, a nie zawartości azotu. Przy małych dawkach nawozów azotowych skład botaniczny będzie czynnikiem w większym stopniu wpływającym na zawartość azotu.

Zawartość potasu w runi poszczególnych poletek wahała się od $8,3$ do $14,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Zawartość taka jest tylko nieco mniejsza niż uważana za optymalną [Falkowski i in. 2000]. Zawartość potasu w roślinności jest bardzo zmienna. W długotrwałym doświadczeniu w Krynicy [Kopeć 2000] zawartość minimalna wyniosła $13,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a maksymalna $23,4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, w runi łąk gospodarstw ekologicznych [Jankowska-Huflejt 2014] stwierdzono zawartość maksymalną nawet $34,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a ekstensywnie użytkowanych łąk górskich [Kopeć i in. 2006] minimalna zawartość wyniosła tylko $3,4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, przy maksymalnej $22,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Podobny zakres zawartości ($11\text{--}14 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) odnotowali w doświadczeniu Pavlu i in. [2013] prowadzonym na ekstensywnie użytkowanej łące górskiej. Największe wartości odnotowano dla obiektu nawożonego obornikiem oraz przy pełnym nawożeniu NPK. W innych doświadczeniach [Kacorzyk 2007, Kopeć 2000] zaobserwowano także silny wpływ nawożenia obornikiem i nawozami potasowymi na koncentrację potasu. W przypadku tego pierwiastka nie stwierdzono istotnych różnic między obiektami.

Wyniki badań nad wymaganiami żywieniowymi zwierząt sugerują, że optymalna zawartość fosforu powinna wynosić około $3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ [Falkowski i in. 2000], jednak zwykle zawartość tego pierwiastka w runi jest znacznie mniejsza [Czuba 1998, Nowak 1983]. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono także bardzo niską zawartość fosforu od $0,48$ do $1,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Znaczne zróżnicowanie zawartości odnotowano w runi łąk górskich: od $0,86$ do $4,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ [Kopeć i in. 2006]. Wartości te odpowiadały podawanym przez Jankowska-Huflejt [2014] dla użytków zielonych gospodarstw ekologicznych: $1,5\text{--}4,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. W przypadku zawartości fosforu w omawianym doświadczeniu zróżnicowanie statystyczne pomiędzy obiektami było istotne. Najwyższą zawartością fosforu w runi charakteryzowały się obiekty, w których zastosowano mineralne nawozy fosforowe oraz przy dwukrotnym koszeniu. Znaczący wpływ nawożenia fosforem na zawartość tego pierwiastka w runi stwierdzili także inni autorzy [Kacorzyk 2007, Kopeć 2000].

Sód występował w bardzo niewielkich ilościach od $0,02$ do $0,05 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a więc mniej niż w runi innych łąk górskich [Kacorzyk 2007, Kopeć i in. 2006] czy użytków zielonych gospodarstw ekologicznych [Jankowska-Huflejt 2014]. Wpływ sposobu użytkowania był nieistotny, choć największe zawartości tego pierwiastka stwierdzono w obiekcie koszonym dwukrotnie. Niedostateczna zawartość sodu nie jest problemem z uwagi na możliwość uzupełniania go w paszy dla zwierząt w formie mineralnej.

Za optymalną zawartość wapnia w runi uważa się poziom $7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ [Grzegorzczak i in. 2014]. W doświadczeniu większość prób wykazywała niewystarczającą ilość tego pierwiastka, która wahała się od $3,6$ do $10,70 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Podobnie duże zróżnicowanie, wynikające z różnego składu botanicznego runi stwierdził Kopeć [2000] w wieloletnim doświadczeniu nawozowym



Agrostis capillaris – Agr_cap; *Alchemilla monticola* – Alch_mon; *Anthoxanthum odoratum* – Ant_odo; *Cirsium palustre* – Cir_pal; *Festuca pratensis* – Fes_pra; *Festuca rubra* – Fes_rub; *Holcus mollis* – Hol_mol; *Hypericum maculatum* – Hyp_mac; *Luzula campestris* – Luz_cam; *Ranunculus acris* – Ran_acr; *Trifolium repens* – Tri_rep; *Veronica chamaedrys* – Ver_cha.

Rys. 1. Diagram uporządkowania (DCA) powierzchni badawczych na podstawie ich składu gatunkowego wraz ze zróżnicowaniem zawartości makroelementów w runi przedstawionych jako zmienne pasywne. Opis obiektów jak w Metodocy

Fig. 1. Ordination diagram (DCA) of plots based on their species composition with passively projected environmental variables (sward macroelements content). Description of treatments as in Summary

w Krynicy. Wartości odpowiadają zakresowi zawartości wapnia w roślinności łąk górskich innego regionu Karpat [Kopeć i in. 2006] czy użytków zielonych gospodarstw ekologicznych [Jankowska-Huflejt 2014]. Zawartość magnezu w runi wahała się w zakresie 1,18 do 3,27 g·kg⁻¹, lecz większość próbek nie przekraczała uważanej za minimalną granicy 2 g·kg⁻¹ [Falkowski i in. 2000]. Niewystarczające, z paszowego punktu widzenia, zasobności w magnez stwierdzano w wielu badaniach prowadzonych na różnego typu użytkach zielonych [Jankowska-Huflejt 2014, Kopeć 2000, Kopeć i in. 2006]. W przypadku obu tych pierwiastków najwyższą i statystycznie istotną zawartość w runi stwierdzono przy dwukrotnym koszeniu.

Różnice między zastosowanymi w doświadczeniu sposobami użytkowania były za małe, aby zasadniczo wpłynąć na skład gatunkowy runi w okresie przeprowadzonego doświadczenia. Wyróżniają się pod tym względem jedynie powierzchnie nieskoszone, koszone co 2 lata, nawożone obornikiem oraz koszone dwa razy w roku (rys. 1). Z uwagi na niski poziom nawożenia, wydaje się, że ilość doprowadzonych składników pokarmowych nie miała bezpośrednio wpływu na pobieranie pierwiastków przez rośliny, mogła jednak kształtować obfitość występowania poszczególnych gatunków czy grup roślin, co determinowało skład chemiczny runi, gdyż poszczególne gatunki charakteryzują się swoistą zdolnością do akumulacji makro- i mikroskładników [Falkowski i in. 2000, Trzasko 1996].

Analiza zależności pomiędzy składem gatunkowym runi a zawartością poszczególnych pierwiastków potwierdza ogólnie obserwowane zależności. Zawartość azotu w runi skorelowana była z udziałem roślin bobowatych (rys. 1). Z uwagi na zdolność do symbiozy z bakteriami brodawkowatymi (*Rhizobium*) rośliny te charakteryzują się wysoką zawartością azotu. W badaniach Kacorzyka i Szewczyka [2008] zawartość ta był nawet o 77% wyższa w stosunku do traw. Zawartość wapnia, manganu i sodu związana była z udziałem roślin dwuliściennych, zarówno bobowatych, jak i pozostałych gatunków. Według Trąby [1997] rośliny dwuliścienne są ważnym źródłem tych pierwiastków. Spośród badanych pierwiastków, jedynie w przypadku potasu nie zaobserwowano zależności jego zawartości w biomacie od składu gatunkowego. Według Schaffersa [2002] zawartość potasu w roślinach wynika w większym stopniu z jego dostępności w glebie niż składu gatunkowego roślinności. Zwiększoną zawartość fosforu stwierdzano w powiązaniu ze zwiększonym udziałem ziół, podobnie jak w większości prób runi łąkowej z Beskidu Sądeckiego [Kopeć i Zarzycki 2008]. Nie odnotowano natomiast, w przeciwieństwie do innych badań [Falkowski i in. 2000, Gawel i Nędzi 2014, Kacorzyk i Szewczyk 2008] zależności zawartości fosforu od udziału bobowatych w runi.

Głównym czynnikiem wpływającym na skład gatunkowy był sam fakt koszenia [Zarzycki i Korzeniak 2011]. Obiekty nieskoszone i koszone co 2 lata wyróżniały się zdecydowanie większym udziałem traw w stosunku do innych gatunków. Było to powodem małej zawartości większości związków mineralnych, co jest charakterystyczne dla tej grupy roślin. Jedynie zawartość fosforu nie wykazuje takiej zależności. Podobnie większe zawartości fosforu w nieskoszonej runi stwierdzili Pavlu i in. [2013], tłumacząc to brakiem wynoszenia fosforu z plonem. Duża zawartość większości składników mineralnych w biomacie z obiektu koszonego dwukrotnie w ciągu roku wynika z obserwowanego także w innych pracach [Kopeć 2000, Schaffers 2002] braku zjawiska „rozcieńczenia”. Wielkość roślin i plony suchej masy przy takim użytkowaniu były małe.

WNIOSKI

1. Pasza pozyskana w 7 roku ekstensywnego użytkowania łąki górskiej zawierała niewystarczającą z punktu widzenia żywienia zwierząt zawartość azotu, fosforu i sodu. Zawartość wapnia, magnezu i potasu była dość niska, lecz wystarczająca

2. Zastosowane zabiegi pratotechniczne, głównie oparte na terminach koszenia ekstensywnie użytkowanej łąki w niewielkim stopniu różnicowały zawartość makroskładników, chociaż największe koncentracje w przypadku większości pierwiastków stwierdzono po dwukrotnym koszeniu w ciągu roku.
3. W ekstensywnie użytkowanej runi łąki górskiej zawartość azotu zależy od udziału w runi roślin bobowatych, a zawartość wapnia i magnezu innych dwuliściennych.
4. Zabiegi pratotechniczne łąk użytkowanych dla zachowania bioróżnorodności pozwalają na wykorzystanie pozyskanej biomasy, ze względu na kryterium w niej zawartości makroskładników, w ekstensywnym chowie zwierząt.

PIŚMIENNICTWO

- Andrzejewski R., Weigle A. 2003. Różnorodność biologiczna Polski. Wyd. NFOŚ Warszawa: ss. 284.
- Czuba R. 1998. Ocena poziomu zawartości fosforu w krajowych ziemiopłodach w kryteriach konsumpcyjnych i paszowych. *Prace Nauk. AE Wrocław* 792: 195–202.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wyd. AR Poznań: ss. 132.
- Gawel E., Nędzi M. 2014. Zawartość składników mineralnych w runi motylkowato-trawiastej uprawianej ekologicznie w zależności od składu gatunkowego i sposobu użytkowania. *Fragm. Agron.* 31(4): 15–27.
- Grzegorzczak S., Olszewska M., Alberski J. 2014. Accumulation of copper, zinc, manganese and iron by selected species of grassland legumes and herbs. *J. Elementol.* 19(1): 109–118.
- Grzelak M. 2010. Produkcja i wartość paszowa suszu z łąk nadnoteckich ekstensywnie użytkowanych. *Nauka Przym. Technol.* 4(1), #10.
- Habel J.C., Dengler J., Janišová M., Török P., Wellstein C., Wieszik M. 2013. European grassland ecosystems: Threatened hotspots of biodiversity. *Biodivers. Conserv.* 22: 2131–2138.
- Hess M. 1965. Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich. *Zesz. Nauk. UJ, Ser. Prace Geogr.* 11: 1–262.
- Jankowska-Huffejt H. 2014. Nutritive value and the content of macroelements in fodder and in soil from organic grasslands. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 59(3): 91–97.
- Kacorzak P. 2007. Implikacje stosowania owczego obornika na łące górskiej w sferze składu mineralnego jej runi. *Łąk. Pol./Grassl. Sci. Poland* 10: 79–87.
- Kacorzak P., Szewczyk W. 2008. Wpływ nawożenia na zawartość składników organicznych oraz makroelementów w wybranych grupach roślin łąkowych. *Łąk. Pol./Grassl. Sci. Poland* 11: 77–85.
- Kasperczyk M. 1996. Ocena podsiewu w zagospodarowaniu zdegradowanej łąki w rejonie podgórskim. *Probl. Zagosp. Ziem Górskich.* 40: 73–83.
- Kopeć M. 2000. Dynamika plonowania i jakości runi łąki górskiej w okresie trzydziestu lat trwania doświadczenia nawozowego. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Ser. Rozpr.* 267: ss. 84.
- Kopeć M., Zarzycki J. 2008. Effect of environmental factors on the phosphorus content in the grassland sward of the Radziejowa region. *Ecol. Chem. Eng.* 15: 1101–1107.
- Kopeć M., Zarzycki J., Kaczmarczyk M. 2006. Attempt at an assessment of fodder quality from permanent grasslands in the Radziejowa range on the basis of element concentrations in sward. *Ecol. Chem. Eng.* 13: 1361–1367.
- Metodyka sporządzania dokumentacji przyrodniczej siedliskowej dla pakietów 4. i 5. 2015. „Działania rolno-środowiskowo-klimatycznego” w ramach PROW 2014–2020. Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Falenty.
- Nowak M. 1983. Charakterystyka zasobności siana w składniki mineralne. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 276: 45–53.

- Pavlů L., Pavlů V., Gaislerb J., Hejman M. 2013. Relationship between soil and biomass chemical properties, herbage yield and sward height in cut and unmanaged mountain hay meadow (Polygono-Trisetion). *Flora* 208: 599–608.
- Schaffers A. 2002. Soil, biomass, and management of semi-natural vegetation. Part I Interrelationships. *Plant Ecology* 158: 229–246.
- Trąba C. 1997. Content of some macro- and microelements in sward of meadow communities with high percentage of dicotyledonous plant species. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 453: 331–337.
- Trzaskoś M. 1996. Rola ziół łąkowych w ograniczaniu niedoboru mikroelementów w paszy z trwałych użytków zielonych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 434: 395–399.
- Wasilewski Z. 1997. Bilans pasz oraz podstawy letniego i zimowego żywienia bydła. W: *Produkcja pasz objętościowych w gospodarstwach specjalizujących się w integrowanym chowie bydła. Poradnik dla producenta.* Wyd. IMUZ: 83–88.
- Zarzycki J., Gałka A., Góra-Drożdż E. 2005. Wartość paszowa runi łąk Pienińskiego Parku Narodowego użytkowanych zgodnie z wymogami ochrony przyrody. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 4(2): 119–132.
- Zarzycki J., Korzeniak J. 2013. Łąki w polskich Karpatach – stan aktualny, zmiany i możliwości ich zachowania. *Rocz. Bieszczadzkie* 21: 18–34.

J. ZARZYCKI, M. KOPEĆ

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF EXTENSIVE MANAGEMENT ON THE MACRONUTRIENT CONTENT IN THE MOUNTAIN GRASSLANDS SWARD

Summary

Preservation of semi natural multispecies mountain meadows requires traditional, extensive management. In order to obtain payments under agri-environment schemes, farmers must comply with the requirements, which are often in conflict with the production of good quality fodder. The aim of this work was to evaluate the nutritional value of the fodder, in terms of the content of macronutrients, obtained with different methods of extensive management, as well as the temporary cessation of mowing. The study was conducted in the years 2001 to 2007, on a permanent meadow overgrown by gladiolus and bent grass community (*Gladiolo-Agrostietum*) located in Krynica Czarny Potok (Beskid Sądecki) at the altitude of 720 m a.s.l. Ten different treatments were used: 1 – no management; 2 – mowing in May, without fertilization; 3 – mowing in July, without fertilization; 4 – mowing twice, without fertilization; 5 – selfdodging after the cultivation of oats, mowing in July, without fertilization; 6 – mowing in July, fertilized with compost; 7 – late mowing, mineral fertilization PK; 8 – mowing in July every two years, without fertilization; 9 – mowing in July, mineral fertilization with NPK; 10 – mowing in July, fertilized with manure. Fodder collected in the 7th year of experiment, had insufficient content of nitrogen, phosphorus and sodium. Content of calcium, magnesium and potassium was quite low, but sufficient. The nitrogen content depended on the share of legumes in the sward, calcium and magnesium on the other dicots share. A biomass, based on the criterion of the macronutrient content, can be used only in extensive livestock production.

Key words: mountain grassland, extensive management, macroelement content, fodder

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 4.10.2015

Do cytowania – *For citation*:

Zarzycki J., Kopec M. 2015. Ocena wpływu ekstensywnych sposobów użytkowania na zawartość makroelementów w runi łąki górskiej. *Fragm. Agron.* 32(4): 89–96.