

Zmiany składu gatunkowego łąki górskiej i cech funkcjonalnych roślin spowodowane różnymi sposobami ekstensywnego użytkowania i nawożenia

J. ZARZYCKI, A. MISZTAŁ

Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Changes in species composition and functional plant traits of mountain grassland caused by different ways of extensive management

Abstract. Maintaining high biodiversity in mountainous areas requires the existence of semi-natural grassland communities. In a seven-year experiment we evaluated the impact of different extensive types of management and abandonment of use on botanical composition of sward and functional traits of plant species. Regular mowing was the main factor differentiating the species composition. Also in terms of functional traits the greatest differences occurred between the harvested and not harvested plots. Uncut plots were characterized by a higher proportion of geophytes and species reproducing vegetatively. Date of mowing or fertilizer application had much smaller effect.

Keywords: mountain grassland, extensive management, plant traits, biodiversity.

1. Wstęp

W wielu częściach Europy zmiany w gospodarce rolnej doprowadziły do znacznego spadku różnorodności biologicznej na obszarach rolniczych. Szczególny niepokój może budzić to w przypadku górskich użytków zielonych, które należą do najbogatszych florystycznie zbiorowisk roślinnych (WILSON i WSP., 2012). Ten spadek jest wynikiem przejścia na intensywny chów zwierząt na terenach wysoko produktywnych oraz zaniechania użytkowania obszarów marginalnych (TWARDY, 2008; TASSER i TAPPEINER, 2002). Sytuacja jest najgorsza na słabo dostępnych obszarach górskich o niskiej produktywności, gdzie dominowały w przeszłości półnaturalne łąki i pastwiska. Zachowanie ich różnorodności gatunkowej związane jest z odpowiednim użytkowaniem, a przede wszystkim regularnym koszeniem lub wypasem. Nawożenie takich zbiorowisk uważane jest przez niektórych autorów za główną przyczynę ustępowania wielu gatunków roślin (TASSER i TAPPEINER, 2002), jednak w warunkach glebowo-klimatycznych

Beskidów najbogatsze florystycznie zbiorowisko mieczykowo-mietlicowe (*Gladiolo-Agrostietum*) wykształciło się przy nawożeniu obornikiem lub koszarzeniu. W aktualnej sytuacji ekonomicznej nie oczekuje się zwiększenia zapotrzebowania na paszę z półnaturalnych zbiorowisk łąkowych w górach, tym bardziej, że wartość pokarmowa runi takich łąk jest niska i nie nadaje się dla wysoko produktywnych zwierząt (ZARZYCKI i WSP., 2005). Podstawowym sposobem zachowania gatunków i zbiorowisk łąk górskich jest ich użytkowanie w ramach programów rolnośrodowiskowych lub stosowanie zabiegów ochrony czynnej na obszarach chronionych. W takim wypadku wielkość i jakość plonu nie mają znaczenia, ważne jest osiągnięcie zaplanowanego efektu (składu gatunkowego) przy jak najmniejszych nakładach i uproszczeniu stosowanych zabiegów.

W pracy podjęto próbę porównania różnych sposobów ekstensywnego użytkowania i nawożenia łąki górskiej na jej skład gatunkowy. W celu uogólnienia otrzymanych wyników i możliwości ich wykorzystania także w innych warunkach klimatyczno-glebowych, obok oceny składu gatunkowego przeprowadzono analizę cech funkcjonalnych gatunków roślin w poszczególnych zbiorowiskach. Cechy funkcjonalne definiowane są jako cechy morfo-, fizjo- i fenologiczne wpływające pośrednio poprzez wzrost, reprodukcję i przeżycie na przystosowanie organizmu do środowiska (VIOLLE i WSP., 2007). W ostatnim czasie wiele badań ekologicznych opiera się nie tyle na składzie gatunkowym różnych zbiorowisk lecz na ich cechach funkcjonalnych. Gatunki o podobnych cechach będą zajmowały podobne nisze ekologiczne i podobnie reagowały na zmieniające się czynniki środowiskowe. Analiza zmian cech funkcjonalnych pod wpływem różnorodnych sposobów użytkowania umożliwia poznanie ogólnych wzorców oddziaływań takich zabiegów i przewidzenie zmian florystycznych będących konsekwencją modyfikacji sposobu użytkowania (DUPRE i DIEKMAN, 2001).

2. Materiał i metody

Miejscem doświadczenia była łąka trwała porośnięta zbiorowiskiem mietlicowym zlokalizowana na polu doświadczalnym Uniwersytetu Rolniczego w Krynicy – Czarnym Potoku, położona na wysokości 720 m n.p.m. Doświadczenie założono w 2000 r. metodą bloków losowanych w trzech powtórzeniach, jako obiekty doświadczenia zastosowano: 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. W pracy wykorzystano ocenę składu botanicznego dokonaną w 2007 roku metodą Braun-Blanqueta.

Analiza otrzymanych wyników (ZARZYCKI i KORZENIAK, 2012) wykazała jednak zróżnicowany skład gatunkowy pomiędzy powtórzeniami w obrębie takiego samego sposobu użytkowania. Dlatego w niniejszej pracy zastosowano odmienne podejście metodyczne. Na podstawie składu gatunkowego runi wyróżniono 3 podstawowe grupy poletek reprezentujące trzy zbiorowiska roślinne, a następnie określono jaki sposób użytkowania doprowadził do ukształtowania się tych zbiorowisk, czyli dokonano analizy podobieństwa działania poszczególnych sposobów użytkowania na podstawie efektu końcowego – składu gatunkowego zbiorowiska roślinnego.

Ocenę statystyczną wybranych parametrów zbiorowisk (plon suchej masy, średnia wysokość runi, liczbę gatunków, wskaźnik Shannona-Wienera i udział grup gatunków) dokonano za pomocą analizy wariancji, istotność różnic między średnimi w oparciu o test post-hoc Tukey'a dla prób o różnej liczebności przy użyciu programu Statistica 10. Do zaklasyfikowania poszczególnych poletek do zbiorowisk roślinnych wykorzystano zmodyfikowany program TWINSPAN (ROLEČEK i WSP., 2009). Siłę przywiązania gatunków do zbiorowiska roślinnego przedstawiono za pomocą wskaźnika Phi, który jest miarą wierzności pomiędzy gatunkiem, a danym zbiorowiskiem roślinnym, obliczonego przy zastosowaniu programu Juice (TICHY, 2002). Cechy funkcjonalne gatunków roślin: pochodzenie gatunku, tolerancja na koszenie, forma życiowa i sposób rozprzestrzenienia określono na podstawie bazy BIOLFLOR (KLOTZ i WSP., 2002).

3. Wyniki i dyskusja

Po siedmiu latach doświadczenia roślinność występująca na badanych obiektach została zaklasyfikowana do trzech zbiorowisk roślinnych: z *Holcus mollis*, z *Festuca pratensis* i z *Festuca rubra*. Najbardziej wyróżniającym się jest zbiorowisko z *Holcus mollis*, które wykształciło się na obiektach niekoszonych lub późno koszonych co drugi rok i nienawożonych (tab. 1).

Kłósówka miękka jest gatunkiem typowym dla odłogowanych użytków zielonych w Sudetach (NADOLNA, 2009) czy Pieninach (KAŹMIERCZAKOWA i WSP.,

2004). Pojawiają się w runi także gatunki o charakterze ziołoroślowym, jak świerżabek korzenny czy przetacznik ożankowy. W niewielkim stopniu występują tu typowe gatunki łąkowe, a zwłaszcza rośliny bobowate (tab. 2). Zbiorowisko charakteryzuje się najniższą liczbą gatunków i najniższym wskaźnikiem różnorodności (tab. 3), co jest typowe dla odłogowanych użytków zielonych (PAVLU i WSP., 2011; NADOLNA, 2009).

Tabela 1. Liczba poletek o różnym sposobie użytkowania zaklasyfikowanych do poszczególnych typów zbiorowisk roślinnych

Table. 1. Number of plots with different management classified to vegetation community type

Zbiorowisko Community	Obiekt Treatment										Łącznie Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
z/with <i>Holcus mollis</i>	3							3			6
z/with <i>Festuca pratensis</i>		1	1		1	2			1	3	9
z/with <i>Festuca rubra</i>		2	2	3	2	1	3		2		15

Tabela 2. Wskaźnik wierności Phi* dla gatunków występujących w poszczególnych zbiorowiskach w 7 roku doświadczenia

Table 2. Phi* fidelity factor for the species in particular communities in the 7th year of experiment

Gatunek Species	Zbiorowisko Community		
	z/with <i>Holcus mollis</i>	z/with <i>Festuca pratensis</i>	z/with <i>Festuca rubra</i>
<i>Holcus mollis</i>	50,7	—	—
<i>Rumex acetosa</i>	14,7	—	—
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	14,2	—	6,9
<i>Veronica chamaedrys</i>	10,8	3,1	—
<i>Stellaria graminea</i>	10,3	—	—
<i>Agrostis capillaris</i>	9,2	2,5	—
<i>Elymus repens</i>	8,5	—	—
<i>Festuca pratensis</i>	—	36,4	—
<i>Lathyrus pratensis</i>	—	27,6	—
<i>Vicia cracca</i>	—	25,4	—
<i>Trifolium pratense</i>	—	23,7	—
<i>Poa trivialis</i>	—	19,2	—
<i>Phleum pratense</i>	—	16,2	—
<i>Galium mollugo</i>	—	15,4	—

Gatunek Species	Zbiorowisko Community		
	z/with <i>Holcus mollis</i>	z/with <i>Festuca pratensis</i>	z/with <i>Festuca rubra</i>
<i>Cruciata glabra</i>	—	12,8	—
<i>Dactylis glomerata</i>	—	11,6	—
<i>Trifolium repens</i>	—	0,8	32,8
<i>Festuca rubra</i>	—	4,4	26,5
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	—	4,6	25,1
<i>Luzula campestris</i>	—	—	16,4
<i>Carex pilulifera</i>	—	—	13,8
<i>Alchemilla monticola</i>	—	—	13,6
<i>Potentilla erecta</i>	—	—	13,4
<i>Campanula patula</i>	—	5,5	13,3
<i>Ranunculus acris</i>	—	—	12,8
<i>Poa pratensis</i>	—	—	10,2
<i>Carex pallescens</i>	—	—	7,9
<i>Hypochoeris radicata</i>	—	—	7,9
<i>Platathera bifolia</i>	—	—	7,9
<i>Veronica officinalis</i>	—	—	7,9
<i>Viola canina</i>	—	—	7,9

* Współczynnik Phi jest miarą przywiązania gatunku do konkretnego zbiorowiska (TICHY, 2002).

*Phi coefficient is the positive fidelity value between a particular treatment and a species (TICHY, 2002).

Zbiorowisko z *Festuca pratensis* wykształciło się głównie na obiektach nawożonych obornikiem oraz na obiektach nawożonych kompostem (dwa obiekty) (tab. 1). Z tym zbiorowiskiem związane są typowe gatunki traw łąk świeżych takie jak kostrzewa łąkowa, tymotka łąkowa i kupkówka pospolita, a także wiele gatunków roślin bobowatych: groszek łąkowy, wyka ptasia i koniczyna łąkowa (tab. 2). Podobny efekt korzystnego działania obornika na wzrost roślin bobowatych i kostrzewy łąkowej stwierdził KACORZYK (2007). Zbiorowisko to charakteryzuje się także największą liczbą gatunków i najwyższym wskaźnikiem różnorodności (tab. 3).

Na połowie badanych obiektów (tab. 1) wykształciło się zbiorowisko z *Festuca rubra* o charakterze mało bujnej łąki górskiej, z niewielkim udziałem gatunków muraw bliźniczkowych: turzycy pigułkowatej, kosmatki polnej, pięciornika kurze ziele. W runi dominuje jednak kostrzewa czerwona – gatunek typowy dla ekstensywnych łąk (NOWIŃSKI, 1967). Ruń łąkowa jest niska, podobnie jak uzyskiwane plony (tab. 2). Umożliwia to jednak wzrost wielu niskim gatun-

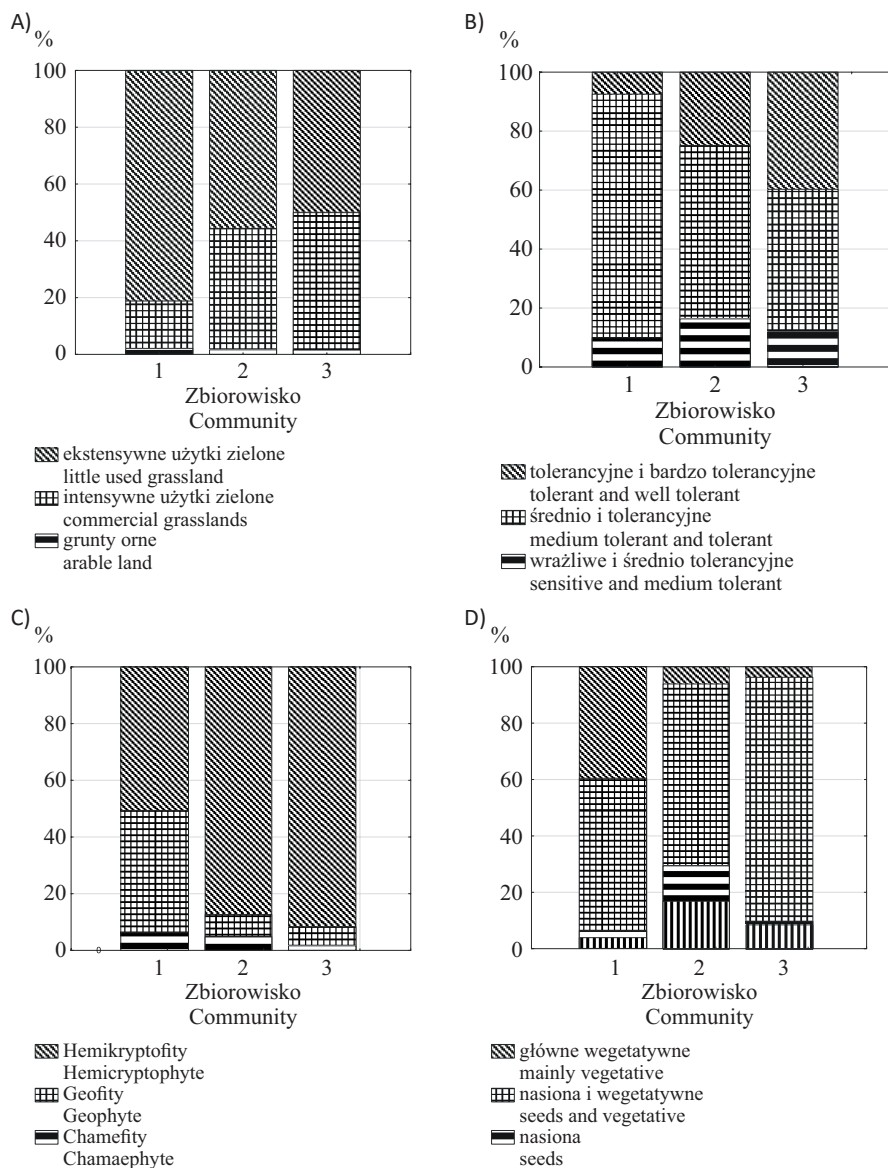
kom. W tym zbiorowisku pojawiły się także storczykowate. Zbiorowiska o podobnym składzie powszechnie występowały w przeszłości w okolicach Krynicy (FILIPEK I SKRIJKA, 1973).

Tabela 3. Ogólna charakterystyka zbiorowisk roślinnych
Table 2. General characteristic of vegetation communities

	Zbiorowisko Community		
	z/with <i>Holcus mollis</i>	z/with <i>Festuca pratensis</i>	z/with <i>Festuca rubra</i>
Plon sm (dt ha ⁻¹) Yield (dt ha ⁻¹)	3,3 ab	3,9 b	3,0 a
Średnia wysokość (cm) Average height (cm)	32,5 ab	36,7 b	21,3 a
Liczba gatunków Number of species	15,2 a	21,3 b	19,1 ab
Wskaźnik Shannona-Wienera Shannon-Wiener index	1,6 a	2,2 b	2,0 b
Bobowate (%) Legumes (%)	3,4 a	12,1 b	13,6 b
Trawy (%) Grasses (%)	76,4 a	67,5 a	61,0 a
Inne (%) Others (%)	20,2 a	20,5 a	25,4 a

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie. Test Tukey'a dla różnych liczebności $\alpha = 0,05$. Means for the individual elements marked with same letters does not differ significantly (Tukey test $\alpha = 0.05$).

Analiza cech funkcjonalnych wykazała podstawowe zróżnicowanie pomiędzy obiektami niekoszonymi lub koszonymi co drugi rok (zbiorowisko z *Holcus mollis*), a pozostałymi (zbiorowiska z *Festuca pratensis* i z *Festuca rubra*). Udział w pokryciu gatunków ekstensywnych użytków zielonych jest największy w zbiorowisku z *Holcus mollis* (ryc. 1A), co wynika głównie z dominacji kłosówki miękkiej. Zaniechanie użytkowania prowadzi z kolei do wycofywania się gatunków odpornych na koszenie (ryc. 1B), są to zwykle niewielkie gatunki, o małej sile konkurencyjnej (np. koniczyna biała, jaskier ostry). Szczególnie wyraźnie zaznacza się wpływ koszenia na występowanie gatunków o różnych formach życiowych (ryc. 1C). W przypadku koszenia (zbiorowiska z *Festuca pratensis* i z *Festuca rubra*) zdecydowanie dominują hemikryptofity (naziemnopączkowe). Jest to forma życiowa bardzo rozpowszechniona w zbiorowiskach roślinnych klimatu umiarkowanego (ROO-ZIELIŃSKA, 2004). Na poletkach o mniejszym poziomie zaburzeń (niekoszonych lub koszonych co 2 rok) zaobserwowano większy udział



Rycina 1. Udział gatunków o różnych cechach funkcjonalnych w poszczególnych zbiorowiskach (1 – z *Holcus mollis*; 2 – z *Festuca pratensis*; 3 – z *Festuca rubra*): A – pochodzenie gatunku; B – tolerancja na koszenie; C – forma życiowa; D – sposób rozprzestrzeniania

Figure 1. Share of species with different functional traits in communities (1 – with *Holcus mollis*; 2 – with *Festuca pratensis*; 3 – with *Festuca rubra*): A – origin of species; B – mowing tolerance; C – life form; D – reproduction type

geofitów (skrytopączkowych), a więc gatunków wytwarzających podziemne kłącza czy bulwy (perz zwyczajny, turzyca owłosiona). Jednocześnie są to w większości gatunki rozmnażające się wegetatywnie (ryc. 1D), umożliwia to rozprzestrzenianie się tych gatunków pomimo zalegającej warstwy martwej roślinności i przerastanie tej warstwy dzięki zgromadzonym w częściach podziemnych składnikom pokarmowym. Podobne zależności stwierdzono także na wypasanych i niewypasanych użytkach zielonych w Szwecji (DUPRE i DIEKMAN, 2001).

Po siedmiu latach stosowania zróżnicowanego użytkowania i nawożenia można zauważyć pewne trendy w kształtowaniu się składu gatunkowego, a także cech funkcjonalnych gatunków, jednak różnice w intensywności oddziaływań wywołanych przez poszczególne sposoby użytkowania były za małe by zniwelować początkowe zróżnicowanie składu gatunkowego (doświadczenie założono na już istniejącej łące). Wydaje się, że typowe dla siedlisk łąk górskich znaczne zróżnicowanie mikrosiedlisk jest silniejsze niż zróżnicowanie wywołane poprzez mało różniące się sposoby użytkowania. W krótkim okresie zmiany dotyczą zwykle udziału poszczególnych gatunków, a zwłaszcza gatunków dominujących (PAVLU i WSP., 2011), co także stwierdzono w przeprowadzonych badaniach.

4. Wnioski

- Koszenie zbiorowisk łąkowych jest głównym czynnikiem umożliwiającym zachowanie wielogatunkowych zbiorowisk łąkowych.
- Powierzchnie w różny sposób użytkowane w ciągu siedmiu lat charakteryzują się podobną różnorodnością gatunkową, lecz różnią się gatunkami dominującymi.
- Częstotliwość i termin koszenia oraz zróżnicowane (ale niskie) nawożenie w niewielkim stopniu wpłynęły na skład gatunkowy w okresie siedmiu lat użytkowania.
- Zrównoważone nawożenie organiczne korzystnie wpływa na wielkość biomasy, nie ograniczając różnorodności gatunkowej.
- Zbiorowiska roślinne wykształcone na terenach niekoszonych charakteryzują się większym udziałem geofitów i gatunków rozmnażających się wegetatywnie.

Literatura

DUPRÉ C., DIEKMANN M., 2001. Differences in species richness and life-history traits between grazed and abandoned grasslands in southern Sweden. *Ecography*, 24, 275–286.

- FILIPEK J., SKRIJKA P., 1973. Rola azotu, fosforu i potasu w nawożeniu górskiej łąki kośnej w zależności od charakteru zbiorowiska roślinnego i warunków siedliskowych. *Acta Agralia Fennica*, ser. Agr. 13, 3–22.
- KACORZYK P., 2007. Zmiany składu botanicznego runi łąki górskiej oraz wielkości plonu suchej masy i białka ogólnego jako rezultat nawożenia obornikiem owczym. *Łąkarstwo w Polsce*, 10, 69–77.
- KAŹMIERCZAKOWA R., ZARZYCKI J., WRÓBEL I., VONČINA G., 2004. Łąki, pastwiska i zbiorowiska siedlisk wilgotnych Pienińskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae*, 49, 195–251.
- KLOTZ, S., KÜHN, I., DURKA, W. (red.), 2002. BIOLFLOR – Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde, 38. Bundesamt für Naturschutz, Bonn
- NADOLNA L., 2009. Wpływ przywrócenia koszenia na utrzymywanie sprawności produkcyjnej i walorów przyrodniczych odłogowanych użytków zielonych w Sudetach. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 9(3), 89–105.
- NOWIŃSKI M., 1967. Polskie zbiorowiska trawiaste i turzycowe. PWRiL, Warszawa.
- PAVLU L., PAVLU V., GAISLER J., HEJCMAN M., MIKULKA J., 2011. Effect of long-term cutting versus abandonment on the vegetation of a mountain hay meadow (*Polygono-Trisetion*) in Central Europe. *Flora*, 206, 1020–1029.
- ROLEČEK J., TICHÝ L., ZELENÝ D., CHYTRY M., 2009. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, 20, 596–602.
- ROO-ZIELIŃSKA E., 2004. Fitoindykacja jako narzędzie oceny środowiska fizyczno-geograficznego: podstawy teoretyczne i analiza porównawcza stosowanych metod PAN, IG, PZ, Warszawa.
- TASSER E., TAPPEINER U., 2002. Impact of land use changes on mountain vegetation. *Applied Vegetation Science*, 5, 173–184.
- TICHÝ L., 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13, 451–453.
- TWARDY S., 2008. Karpackie użytki rolne jako obszary o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW). *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 24, 191–202.
- VIOLLE C., NAVAS ML., VILE D., KAZAKOU E., FORTUNEL C., HUMMEL I., GARNIER E., 2007. Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116, 882–892.
- WILSON J.B., PEET R.K., DENGLER J., PÄRTEL M., 2012. Plant species richness: the world records. *Journal of Vegetation Science*, 23, 796–802.
- ZARZYCKI J., GAŁKA A., GÓRA-DROŹDŹ E., 2005. Wartość paszowa runi łąk Pienińskiego Parku Narodowego użytkowanych zgodnie z wymogami ochrony przyrody. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 4(2), 119–132.
- ZARZYCKI J., KORZENIAK J., 2012. Wpływ zróżnicowanych zabiegów agrotechnicznych na różnorodność florystyczną łąki górskiej. *Ekologia i Technika*, 20(1), 41–46.

Changes in species composition and functional plant traits of mountain grassland caused by different ways of extensive management

J. ZARZYCKI, A. MISZTAL

*Department of Ecology, Climatology and Air Protection,
University of Agriculture in Krakow*

Summary

Preservation of the species diversity of mountain grassland is associated with the appropriate management, above all, regular mowing or grazing. Fertilization of such plants communities affects not only the yield but also the occurrence of particular species. The paper attempts to compare the effects of different ways of extensive management of mountain meadow on the species composition and diversity of functional traits of species present.

The experiment was established in 2000 by the random blocks method in Krynica - Czarny Potok (Polish Carpathians, 720 m a.s.l). Ten treatments were used: 1 – without management; 2 – early cut, without fertilization; 3 – late cut, without fertilization; 4 – mowing twice, without fertilization; 5 – self sodding, oats cultivation, late cut, without fertilization; 6 – late cut, compost as fertilizer; 7 – late cut, PK mineral fertilizers; 8 – late cut, every two years, without fertilization; 9 – late cut, NPK mineral fertilizers; 10 – late cut, manure fertilization. The evaluation of botanical composition was made in 2007 by Braun-Blanquet method. The classification of vegetation was made by a modified program TWINSPAN (ROLEČEK *et al.*, 2009). Functional characteristics of plant species were obtained from the base BIOLFLOR (KLOTZ *et al.*, 2002).

After seven years of experiment vegetation on the plots were classified into three plant communities. Community with *Holcus mollis* included all uncut or cut every second year plots. The community is characterized by a low number of species. There is also low number of typical meadow species, particularly from Fabaceae family. To the community with *Festuca pratensis* nine plots were included, all fertilized with manure and two fertilized with compost. This was a multi-species community with typical species of hay meadows such as timothy and orchard grass. The fifteen plots were classified into community with *Festuca rubra*. It resembles little lush mountain meadow, with a share of species typical for mat-grass grasslands: pill sedge, woodruhes, common tormentil. Analysis of functional characteristics revealed the basic differentiation between plots uncut, or harvested every second year, and cut every year. Abandonment leads to the withdrawal of species resistant to mowing. These are usually small species with low competitive strength. The impact of mowing is especially clearly visible on the occurrence of species with different life forms. In the case of mowing (communities with *F. pratensis* and *F. rubra*) hemicryptophytes dominate. The plots with less disturbances (community with *H. mollis*) showed a significant share of geophytes. These species reproduce vegetatively, it allows them to spread despite the layers of plant litter and overgrowth this layer thanks to nutrients accumulated in the underground parts.

Regular mowing was the main factor differentiating the species composition. Also in terms of functional traits the greatest differences occurred between the cut and uncut plots.

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Dr hab. Jan Zarzycki, prof. nadzw.

Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

al. Mickiewicza 24/28

30-059 Kraków

tel. 12 662 40 67

e-mail: j.zarzycki@ur.krakow.pl