

OCENA ZRÓŻNICOWANIA SIEDLISK UŻYTKÓW ZIELONYCH PASMA RADZIEJOWEJ (BESKID SĄDECKI) METODĄ FITOINDYKACYJNĄ

JAN ZARZYCKI¹, MICHAŁ KOPEĆ², DAWID BEDLA¹

¹Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza, ²Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

j.zarzycki@ur.krakow.pl

Synopsis. Na podstawie 352 zdjęć fitosocjologicznych wykonanych na użytkach zielonych pasma Radziejowej i obliczonych wartości liczb wskaźnikowych Ellenberga, oceniono właściwości siedlisk użytków zielonych pod względem wilgotności, zasobności gleby w azot i jej odczynu. Stwierdzono niewielkie zróżnicowanie wskaźnika wilgotności i duże wskaźników zasobności w azot oraz odczynu. Małymi wartościami tych wskaźników charakteryzowały się siedliska usytuowane wyżej nad poziomem morza i użytkowane w przeszłości jako łąki i pastwiska. Wykształciły się na nich zbiorowiska bliźniczkowe (*Hieracio-Nardetum*). Na niżej położonych terenach i na dawnych gruntach ornych występowały łąki rajgrasowe (*Arrhenatheretum elatoris*) o stosunkowo dużych wartościach wskaźników R i N. Łąki mietlicowe (*Gladiolo-Agrostietum*) odznaczały się pośrednimi wartościami tych wskaźników.

Słowa kluczowe – *key words*: górskie użytki zielone – *mountain grassland*, liczby wskaźnikowe Ellenberga – *Ellenberg's indicator value*, zbiorowiska roślinne – *plant associations*

WSTĘP

Środowisko przyrodnicze tworzą silnie ze sobą powiązane elementy abiotyczne i biotyczne, a zwłaszcza roślinność. Zarówno poszczególne gatunki jak i całe zbiorowiska roślinne charakteryzują się zróżnicowanymi wymaganiami w stosunku do poszczególnych czynników siedliskowych. Znając te wymagania można na podstawie występowania roślin określić podstawowe właściwości siedliska. Stanowi to podstawę do fitoindykacji [Roo-Zielińska 2004].

Jedną z częściej wykorzystywanych tego typu metod są opracowane przez Ellenberga i in. [1992] liczby wartości wskaźnikowej. Określają one wymagania gatunków roślin w stosunku do między innymi wilgotności (F), odczynu gleby (R) i jej zasobności w azot (N). Jedną z korzystnych cech metody Ellenberga jest fakt, iż przedstawia ona reakcje roślin na czynniki środowiska oddziałujące w długim okresie czasu [Diekmann 2003]. Liczby wskaźnikowe wykorzystywane są zarówno do oceny siedlisk połowych [Affek-Starczewska i Skrzyczyńska 2005, Hochół 2001, Stupnicka-Rodzinkiewicz i in. 1986, Ziemińska-Smyk 2007], leśnych [Dzwonko 2000], łąkowych [Kostrowicki i in. 1991, Kryszak i in. 2008, Trąba i Wolański 1999, Zarzycki 1997], jak i obszarów zurbanizowanych [Pyšek i in. 2004]. Metoda ta pozwala także prześledzić dynamikę zmian czynników siedliskowych w czasie [Kostrowicki i in. 1991, Plasmann i in. 2010, Pyšek i in. 2004, Zarzycki i Kaźmierczakowa 2007].

Roślinność użytków zielonych jako ekosystemów półnaturalnych jest wynikiem współdziałania czynników siedliskowych i antropogenicznych. Dlatego też znajomość warunków siedliskowych pozwala na wstępną ocenę możliwości wykorzystania poszczególnych powierzchni.

Inne warunki siedliskowe usprawiedliwiają intensywne użytkowanie i produkcję paszy, a inne użytkowanie intensywne by zachować bogate gatunkowo i cenne przyrodniczo zbiorowiska roślinne. Stąd istotnym czynnikiem jest aktualny sposób i intensywność użytkowania, ale także długość jego trwania. Wyniki wielu badań [Erickson i in. 2002, Waesch i Becker 2009, Zarzycki i Kaźmierczakowa 2007, Zarzycki i in. 2009] zwracają uwagę na zróżnicowanie składu gatunkowego pomiędzy „starymi” łąkami a „nowymi” (to jest takimi, które powstały na miejscu gruntów ornym).

Celem pracy było ocena metodą fitoindykacji: wilgotności, żyzności i odczynu siedlisk, na których występują użytki zielone oraz powiązania ich ze sposobem użytkowania w przeszłości.

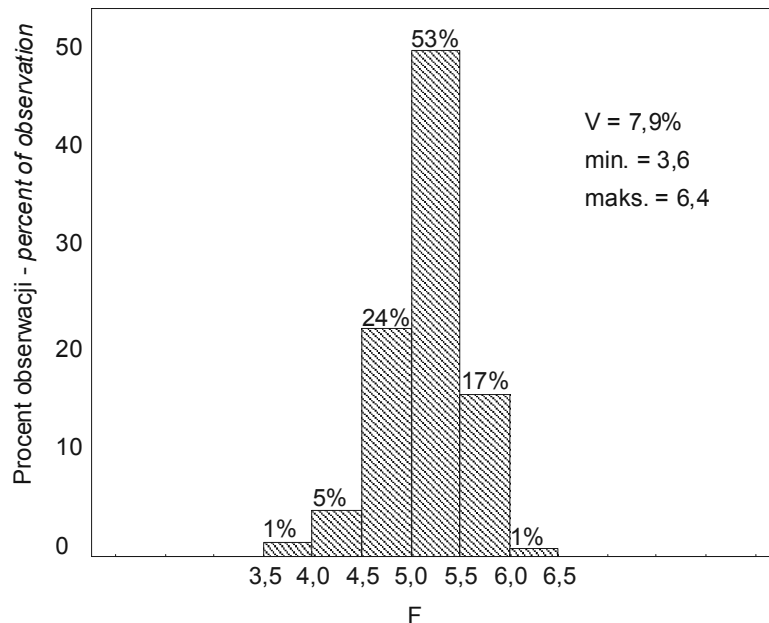
MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w paśmie Radziejowej, które jest częścią Beskidu Sądeckiego. Analizowano użytki zielone położone w przedziale wysokości od 340 m n.p.m. do prawie 1000 m n.p.m. Na tym obszarze największą powierzchnię zajmują gleby brunatne właściwe (wyługowane i oglejone) [Maciaszek 2000]. Obszar ten zaliczany został przez Hessa [1965] do piętra klimatycznego umiarkowanie ciepłego, umiarkowanie chłodnego i chłodnego. Zbiorowiska roślinne użytków zielonych tego obszaru zostały zaklasyfikowane do trzech zespołów roślinnych [Zarzycki 2008]: łąka rajgrasowa (*Arrhenatheretum elatioris*), łąka mietlicowa (*Gladiolo-Agrostietum*) oraz bliźniczyska (*Hieracio-Nardetum*). W wyznaczonych na użytkach zielonych 352 punktach badawczych, które dobrano tak by odzwierciedlały dużą zmienność czynników siedliskowych oraz zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych, wykonano zdjęcie fitosocjologiczne metodą Brauna–Blanqueta [1964] każde o powierzchni 100 m². Położenie każdego punktu określono pod względem: wysokości nad poziom morza, nachylenia i ekspozycji stoku. Na tej podstawie obliczono wartość nasłonecznienia według Strużki [1959], przyjmując nasłonecznienie powierzchni płaskiej za 100%. W każdym z nich mierzono wysokość głównej masy roślin oraz pobrano próbę gleby z warstwy korzeniowej. W próbach tych oznaczono pH w KCl oraz przyswajalne formy fosforu i potasu metodą Egnera w modyfikacji Riehma. Ponadto dla poszczególnych zdjęć fitosocjologicznych oceniono warunki siedliskowe obliczając wartości wskaźnikowe Ellenberga [Ellenberg i in. 1992] w odniesieniu do wilgotności (F), odczynu gleby (R) i jej zasobności w azot (N), uwzględniając udział gatunku. W analizie pominięto zdjęcia wykonane w zbiorowiskach silnie uwilgotnionych, zajmujących niewielkie powierzchnie na badanym obszarze. Sposób użytkowania gruntów w przeszłości w poszczególnych punktach ustalono wykorzystując austriackie mapy katastralne z lat 1848 – 1852 oraz mapy topograficzne z lat 80. XX w. Wykresy i analizy statystyczne zostały wykonane za pomocą programu Statistica [StatSoft, Inc. 2008].

WYNIKI BADAŃ

Warunki siedliskowe użytków zielonych pasma Radziejowej wykazują zróżnicowanie w zależności od położenia, wykształconego zbiorowiska łąkowego i jego użytkowania.

Wskaźnik wilgotności gleby (F) odznaczał się niewielkim zróżnicowaniem (współczynnik zmienności $V = 7,9\%$) i mieścił się w zakresie 3,6 do 6,4. Zdecydowana większość powierzchni charakteryzowała się wartością wskaźnika w granicach 4,5 do 6,0, ale aż dla 53% z nich kształtowała od 5,0 do 5,5. Były to więc siedliska świeże (rys. 1).



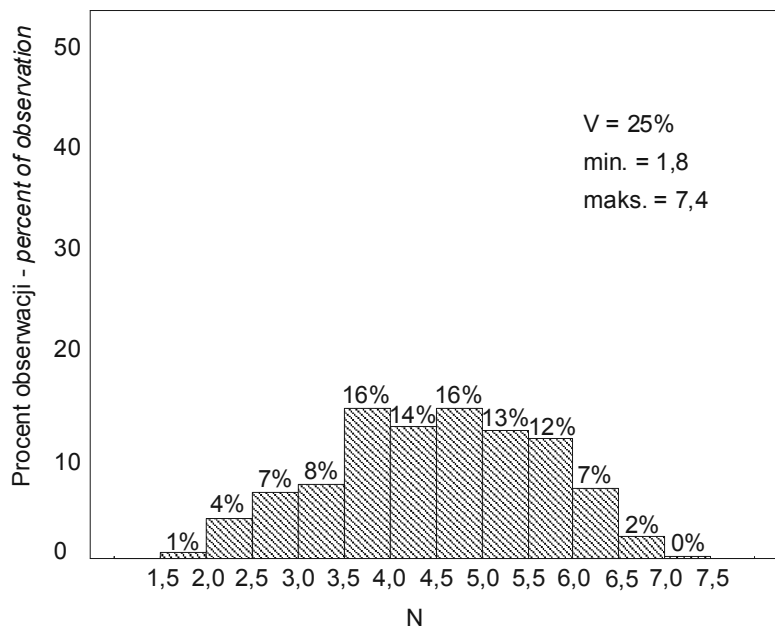
Rys. 1. Procent obserwacji w poszczególnych przedziałach wartości wskaźnika wilgotności (F)
 Fig. 1. Percent of observations in classes of moisture indicator value (F)

Obliczone dla punktów badawczych wartości wskaźnika zasobności gleby w azot (N) wykazują duże zróżnicowanie (współczynnik zmienności $V = 25\%$), które jest największe w porównaniu do pozostałych (F, R) uwzględnionych w badaniach. Minimalna jego wartość wyniosła 1,8, a więc według Ellenberga i in. [1992] są to siedliska ubogie w ten składnik. Wykształciły się w nich przede wszystkim zbiorowiska zaklasyfikowane do zespołu *Hieracio-Nardetum*. Natomiast wartość maksymalną wynoszącą 7,4 odpowiadającą siedliskom zasobnym w azot stwierdzono na niewielu powierzchniach (rys. 2).

Wartości wskaźnik odczynu gleby (R) są nieco mniej zróżnicowane (współczynnik zmienności $V = 19,7\%$). Wahają się one pomiędzy $R = 2,2$, co wskazuje na siedliska kwaśne, a $R = 7,9$ odpowiadające siedliskom nawapiennym. Siedliska badanych powierzchni najczęściej reprezentują umiarkowaną kwasowość gleby to jest wartości R pomiędzy 5,0 i 6,0 (rys. 3).

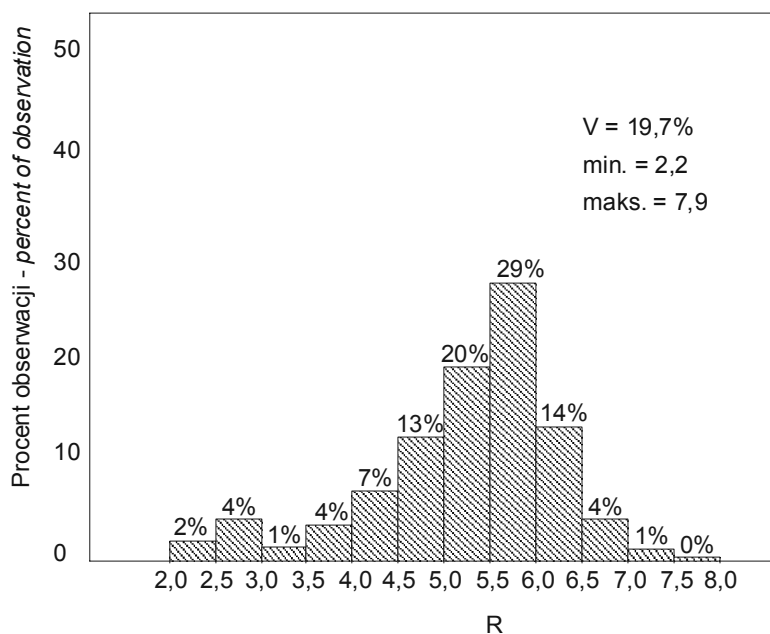
Poszczególne wskaźniki wykazywały zależność od różnych czynników siedliskowych. Wartości wskaźników zasobności (N) i odczynu (R) malały wraz ze zwiększaniem się wysokości nad poziom morza i w mniejszym stopniu ze wzrostem nachylenia zboczy. Natomiast większymi wartościami tych wskaźników charakteryzują się siedliska, których gleby wykazują wyższą kwasowość (pH). Nie stwierdzono jednak zależności pomiędzy zasobnością gleb w przyswajalne fosfor i potas a obliczonymi wartościami wskaźników. Na wartość wskaźnika wilgotności (F) wpływ ma przede wszystkim wielkość nasłonecznienia (tab. 1).

Porównanie wartości wskaźników R i N ze sposobem użytkowania w przeszłości pozwoliło stwierdzić istotne zróżnicowanie żyzności gleby i jej odczynu na powierzchniach w zależności od użytkowania w przeszłości. Szczególnie wyraźnie widać, że obszary użytkowane w XIX w. i latach 80. XX w. jako grunty orne charakteryzują się istotnie wyższymi wartościami wskaźników R i N (tab. 2) w stosunku do obszarów będących użytkami zielonymi zarówno w XIX w.



Rys. 2. Procent obserwacji w poszczególnych przedziałach wartości wskaźnika zasobności w azot (N)

Fig. 2. Percent of observations in classes of nutrient indicator value (N)



Rys. 3. Procent obserwacji w poszczególnych przedziałach wartości wskaźnika odczynu (R)

Fig. 3. Percent of observations in classes of reaction indicator value (R)

Tabela 1. Współczynniki korelacji pomiędzy wskaźnikami Ellenberga a czynnikami siedliskowymi i parametrami runi

Table 1. Correlation coefficients between Ellenberg indicator values, environmental factors and sward parameters

Parametry – Parameters	Wskaźnik – Indicator		
	F	N	R
Wysokość n.p.m. – <i>Altitude a.s.l.</i>	–0,09	–0,39**	–0,39**
Nachylenie – <i>Inclination</i>	–0,18*	–0,31**	–0,15*
Nasłonecznienie – <i>Insolation</i>	–0,48**	–0,09	0,13
Odczyn gleby – <i>Soil reaction</i>	–0,09	0,35**	0,55**
Zawartość fosforu w glebie – <i>Soil phosphorus content</i>	0,13*	0,06	–0,10
Zawartość potasu w glebie – <i>Soil potassium content</i>	–0,19**	–0,08	0,10
Średnia wysokość roślin – <i>Mean height of plants</i>	0,20*	0,41**	0,24**
Maksymalna wysokość roślin – <i>Maximum height of plants</i>	0,10	0,36**	0,33**

* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; F – wskaźnik wilgotności – *moisture indicator*; N – wskaźnik zasobności w azot – *nutrient indicator*; R – wskaźnik odczynu – *reaction indicator*

Tabela 2. Średnie wartości wskaźnika wilgotności (F), odczynu (R) i zasobności w azot (N) w zależności od sposobu użytkowania w przeszłości

Table 2. Mean values of moisture (F), reaction (R) and nitrogen (N) indicators in dependence to land use history

Użytkowanie gruntów w połowie XIX w. <i>Land use in mid-19th century</i>	Użytkowanie gruntów w latach 80. <i>Land use in 1980s</i>	Wskaźnik – Indicator		
		F	R	N
Użytki zielone <i>Grassland</i>	Użytki zielone – <i>Grassland</i>	5,25 a	5,74 a	5,33 a
	Grunty orne – <i>Arable land</i>	5,16 a	5,59 ab	4,66 b
Grunty orne <i>Arable land</i>	Użytki zielone – <i>Grassland</i>	5,37 a	5,34 b	4,69 b
	Grunty orne – <i>Arable land</i>	5,21 a	4,65 c	3,78 c

Dane dotyczące tego samego wskaźnika oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (test Duncana $\alpha = 0,05$)
Values in a column denoted with same letters do not differ significantly (Duncan's test, $\alpha = 0.05$)

jak i latach 80. XX w. Natomiast wskaźniki te wykazują wartości pośrednie pomiędzy powierzchniami przekształconymi z gruntów ornych w użytki zielone, lub odwrotnie, w okresie pomiędzy połową XIX w. a latami 80. XX w. Nie stwierdzono zróżnicowania wartości wskaźnika wilgotności (F) w zależności od sposobu użytkowania powierzchni w przeszłości.

Siedliska głównych zbiorowisk roślinnych użytków zielonych badanego obszaru wykazują zróżnicowanie pod względem żyzności gleby i jej odczynu (tab. 3). Najmniejsze wartości wskaźniki N i R przyjmowały w siedliskach zbiorowisk bliźniczkowych, a największe zbioro-

Tabela 3. Średnie wartości wskaźnika wilgotności (F), odczynu (R) i zasobności w azot (N) dla różnych zbiorowisk roślinnych

Table 3. Mean values of moisture (F), reaction (R) and nitrogen (N) indicators for different plant communities

Zbiorowisko – Community	Wskaźnik – Indicator		
	F	R	N
Łąki rajgrasowe – Tall oat-grass meadow <i>Arrhenatheretum</i>	5,34 a	5,78 a	5,51 a
Łąki mietlicowe – Bent-grass meadow <i>Agrostietum</i>	5,13 a	5,41 b	4,09 b
Murawy bliźniczkowe – Mat-grass meadow <i>Nardetum</i>	5,12 a	3,70 c	4,08 c

Dane dotyczące tego samego wskaźnika oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (test Duncana $\alpha = 0,05$)
 Values in a column denoted with same letters do not differ significantly (Duncan's test, $\alpha = 0,05$)

wisk łąk rajgrasowych. Siedliska łąk mietlicowych charakteryzowały pośrednie wartości tych wskaźników. Nie stwierdzono znacznego zróżnicowania wskaźnika wilgotności (F) pomiędzy wyróżnionymi zbiorowiskami roślinnymi.

DYSKUSJA

Siedliska użytków zielonych na badanym obszarze charakteryzowały się stosunkowo niewielkim zróżnicowaniem wartości wskaźnika wilgotności gleby (F). Głównym czynnikiem siedliskowym wpływającym na różnicowanie tego wskaźnika było nasłonecznienie, a więc ilość energii dopływającej do siedliska. To niewielkie zróżnicowanie wskaźnika F wynika przede wszystkim z wykluczenia z analizy zbiorowisk roślinnych tzw. młak (zaliczanych do klasy *Scheuchzeria-Caricetea nigrae*) oraz zbiorowisk siedlisk wilgotnych (z rzędu *Molinietalia*). W paśmie Radziejowej występują one sporadycznie i nie są już użytkowane. Podobnie niewielkie zróżnicowanie wskaźnika F stwierdzono na użytkach zielonych w masywie Babiej Góry [Zarzycki 1997]. W przypadku zbiorowisk łąkowych na niżu, inaczej niż w górach, wilgotność gleby jest ważniejszym czynnikiem wpływającym na skład gatunkowy łąkowych zbiorowisk roślinnych [Żyszkowska 2007]. W badaniach Kryszak i in. [2008] w obrębie tylko zespołu *Arrhenatheretum elatiori* stwierdzono większe zróżnicowanie tego wskaźnika niż w przypadku wszystkich zbiorowisk w Paśmie Radziejowej.

Znaczne zróżnicowanie siedlisk stwierdzono pod względem wskaźnika odczynu gleby (R) i jej zasobności w azot (N), a najważniejszym czynnikiem wpływającym na wartości obu tych wskaźników była wysokość nad poziomem morza. Najmniejsze wartości wskaźników R i N wykazywały siedliska powierzchni położonych w szczytowych partiach pasma. Wynika to z faktu, iż wraz ze zwiększaniem wysokości nad poziom morza zmniejsza się głębokość profilu glebowego, a zwiększa szkieletowość gleb, co wywołane jest dużym nasileniem procesów erozyjnych [Kopeć 1987]. W istotny sposób na kształtowanie się wartości obu tych wskaźników ma także nachylenie stoku, co jest związane ze zwiększonym natężeniem procesów erozyjnych. Podobne zależności wartości wskaźników R i N od wysokości nad poziomem morza i nachylenia stoku potwierdzają wyniki badań siedlisk polnych w Beskidzie Wyspowym [Hochół 2001]. Jednakże w przypadku użytków zielonych, z uwagi na trwałe zadarnienie, oddziaływanie nachylenia stoku na trofizm siedlisk i odczyn gleb ma mniejsze znaczenie niż na gruntach ornych.

Porównując zakresy wartości R i N siedlisk badanych powierzchni, stwierdzono znacznie większe ich zakresy na łąkach i pastwiskach aniżeli na gruntach ornych. Można to wytłumaczyć szerokim spektrum siedlisk, w których obecnie występują użytki zielone, to jest od najsłabszych siedlisk, do o dobrych właściwościach dla produkcji rolnej, po dawnych gruntach ornych. Efektem jest wykształcenie się na badanym obszarze kilku zróżnicowanych florystycznie zbiorowisk roślinności łąkowej. Na terenach nizinnych stwierdzano zwykle mniejsze zróżnicowanie wskaźników zasobności w azot i odczynu [Kryszak i in. 2008, Żyszkowska 2007].

Wyniki uzyskane w badaniach są zgodne z charakterystyką wyróżnionych zbiorowisk podawaną przez innych autorów. Zespół bliźniczki psiej trawki, będący dawniej głównym zespołem roślinnym hal i polan karpackich [Nowak 1951], rozwija się na ubogich, płytkich i zakwaszonych glebach [Matuszkiewicz 2005, Nowiński 1967], co znalazło odzwierciedlenie w najniższych wartościach wskaźników R i N. Zespół rajgrasu wyniosłego jest zbiorowiskiem nizinnym, typowym dla świeżych, żyznych i niezakwaszonych gleb [Matuszkiewicz 2005, Nowiński 1967]. W paśmie Radziejowej płaty tego zespołu charakteryzowały się najwyższymi wartościami R i N. Łąki mietlicowe występują w wyższych położeniach niż łąki rajgrasowe, często w siedliskach zbliżonych do bliźniczysk, ale przy stosowaniu odpowiedniego nawożenia [Matuszkiewicz 2005, Nowiński 1967]. W tym przypadku, wartości wskaźników R i N, mieściły się pomiędzy wartościami typowymi dla łąk rajgrasowych i bliźniczysk.

Największe zróżnicowanie badanych siedlisk stwierdzono pod względem wskaźnika zasobności w azot (N). Według niektórych autorów [Diekmann 2003, Schaffers i Sykora. 2000] charakteryzuje on raczej całkowitą żyzność siedliska i skorelowany jest z bardziej ze stanem biomasy niż mierzalną zawartością azotu w glebie. Także w przypadku Beskidu Sądeckiego stwierdzono istotną korelację tego wskaźnika ze średnią i maksymalną wysokością roślin (tab. 1), będących dobrymi wskaźnikami plonowania. Z uwagi na występowanie na badanym terenie użytków zielonych także w niższych położeniach, na dawnych gruntach ornych, średnie wartości wskaźników R i N są wyższe niż na użytkach zielonych Babiej Góry [Zarzycki 1997].

Wartości wskaźników R i N różnią się istotnie w przypadku powierzchni o różnej historii użytkowania. W przeszłości w polskich Karpatach udział gruntów rolnych był znacznie większy. Użytki zielone zajmowały obszary o najgorszych warunkach produkcyjnych – w szczytowych częściach masywu i na silnie nachylonych stokach. W lepszych warunkach dominowały grunty orne. W miarę poprawy warunków życia stopniowo przekształcano najsłabsze pola orne na lasy lub użytki zielone. Proces ten w niektórych częściach Karpat trwa do chwili obecnej [Zarzycki i Kaźmierczakowa 2007]. Wynikiem tego są aktualne warunki siedliskowe powierzchni będących użytkami zielonymi w połowie XIX w., które charakteryzują bardzo niskie wartości wskaźnika żyzności. Największe wartości tego wskaźnika wykazały powierzchnie będące gruntami ornymi jeszcze w latach 80. XX w. Odpowiadają one wartościom tego wskaźnika obliczonym dla najsłabszych siedlisk polnych w Beskidzie Wyspowym [Hochół 2001]. Czynnikiem zwiększającym zawartość azotu w glebie wyrażoną wartością N może być także wpływ stosowanego w przeszłości większego niż na użytkach zielonych nawożenia na gruntach ornych. Według niektórych autorów [Dähler 1992, Hejzman i in. 2007] skutki jego zaznaczają się nawet po kilkudziesięciu latach od zaprzestania nawożenia.

WNIOSKI

1. Metoda fitoindykacyjna wykazała znaczne zróżnicowanie badanych powierzchni pod względem właściwości siedliskowych. Głównymi czynnikami różnicującymi siedliska użytków zielonych w paśmie Radziejowej są żyzność i odczyn gleby, które zmieniają się głównie

- wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza. Nie stwierdzono tak znacznego zróżnicowania tych siedlisk pod względem wilgotności gleby.
2. Występowanie zbiorowisk bliźniczkowych związane jest z siedliskami ubogimi i kwaśnymi. Zbiorowiska rajgrasowe charakteryzują się najwyższymi wartościami wskaźników żyzności i odczynu, a zbiorowiska mietlicowe wartościami pośrednimi.
 3. Siedliska powierzchni użytkowanych w przeszłości jako łąki i pastwiska charakteryzują się najniższymi wartościami wskaźników zasobności i odczynu, a użytkowane w przeszłości jako grunty orne - najwyższymi. Jest to skutkiem stopniowej zamiany gruntów ornych, występujących w najmniej korzystnych dla produkcji rolniczej siedliskach, na użytki zielone.

PIŚMIENNICTWO

- Affek-Starczewska A., Skrzyczyńska J. 2005. Liczby TWRNG Ellenberga w grupach roślin uprawnych Wysoczyzny Kałuszyńskiej. *Fragm. Agron.* 22(4): 132–145.
- Braun-Blanquet J. 1964. *Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Aufl. Springer Verl. Wien. ss. 865.
- Dähler W. 1992. Long-term influence of fertilization in a Nardetum. Results from the test plots of Dr. W. Lüdi on the Schynige Platte. *Vegetatio* 103: 141–150.
- Diekmann M. 2003. Species indicator values as an important tool in applied plant ecology – a review. *Basic Appl. Ecol.* 4: 493–506.
- Dzwonko Z. 2001. Assessment of light and soil conditions in ancient and recent woodlands by Ellenberg indicator values. *J. Appl. Ecol.* 38: 942–951.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D. 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. *Scripta Geobot.* 18: ss. 258.
- Eriksson O., Cousins S.A.O., Bruun H.H. 2002. Land-use history and fragmentation of traditionally managed grasslands in Scandinavia. *J. Veg. Sci.* 13: 743–748.
- Hejman M., Klaudivsova M., Štursa J., Pavlů V., Schellberg J., Hejmanová P., Hakl J., Rauch O., Vacek S. 2007. Revisiting a 37 years abandoned fertilizer experiment on *Nardus* grassland in the Czech Republic. *Agric. Ecosys. Environ.* 118: 231–236.
- Hess M. 1965. Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich. *Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.* 11: 1–262.
- Hochół T. 2001. Flora i zbiorowiska chwastów zbóż w Beskidzie Wyspowym w zależności od usytuowania siedlisk w rzeźbie terenu. *Fragm. Agron.* 18(3): 7–122.
- Kopeć S. 1987. Wpływ użytków zielonych i upraw polowych w warunkach górskich na wypłukowanie z gleby składników mineralnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 337: 143–156.
- Kostrowicki A.S., Roo-Zielińska E., Solon J. 1991. Changes of meadow communities – phytoindicative evaluation (Nida valley case study). In: J.B Faliński (ed.). *Vegetation processes as subject of geobotanical map. Proceed. 23 Symp. IAVS, Warsaw, April 8–12 1990, Phytocoenosis, 3 (N.S.), Suppl. Cartog. Geobot.* 2: 111–119.
- Kryszak A., Kryszak J., Klarzyńska A. 2008. Wpływ warunków siedliskowych i użytkowania na kształtowanie się *Arrhenatheretum elatioris*. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 8: 175–184.
- Maciaszek W. 2000. *Gleby*. W: J. Staszkiewicz (red.). *Przyroda Popradzkiego Parku Narodowego. Popradzki Park Krajobrazowy, Nowy Sącz*: 47–56.
- Matuszkiewicz W. 2005. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. PWN Warszawa: ss. 537.
- Nowak M. 1951. Zagadnienia racjonalnej gospodarki na halach woj. krakowskiego. *Rocz. Nauk Rol.* 57: 77–174.
- Nowiński M. 1967. *Polskie zbiorowiska trawiaste i turzycowe*. PWRiL Warszawa: ss. 284.
- Plassmann K., Laurence M., Jones M., Edwards-Jones G. 2010. Effects of long-term grazing management on sand dune vegetation of high conservation interest. *Appl. Veg. Sci.* 13: 100–112.

- Pyšek P., Chocholouskova Z., Pysek A., Jarosik V., Chytrý M., Tichý L. 2004. Trends in species diversity and composition of urban vegetation over three decades. *J. Veg. Sci.* 15: 781–788.
- Roo-Zielińska E. 2004. Fitoindykacja jako narzędzie oceny środowiska fizyczno–geograficznego: podstawy teoretyczne i analiza porównawcza stosowanych metod. PAN, IG i PZ Warszawa: ss. 258.
- Schaffers A.P., Sykora K.V. 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. *J. Veg. Sci.* 11: 225–244.
- StatSoft, Inc. 2008. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. (www.statsoft.com.)
- Strużka V. 1959. Metody badań bioklimatycznych. Przegląd zagranicznej literatury geograficznej. *Zag. Klim.* 3: 170–195.
- Stupnicka–Rodzynekiewicz E., Łabza T., Hochół T. 1986. Wykorzystanie wskaźników bioindykacyjnych Ellenberga do oceny warunków siedliskowych na wybranym areale pól uprawnych w Beskidzie Wypowym. *Acta Agr. Silv., Ser. Agr.* 25: 103–118.
- Trąba C., Wolański P. 1999. Bioindykacyjna ocena siedlisk łąkowych metodą Ellenberga. *Mat. konf. „Rola użytków zielonych i zadrzewień w ochronie środowiska rolniczego”* Kraków – Jaworki, 21–22 października 1999: 345–356.
- Waesch G., Becker T. 2009. Plant diversity differs between young and old mesic meadows in a central European low mountain region. *Agric. Ecosys. Environ.* 129: 457–464.
- Zarzycki J. 1997. Zróżnicowanie zbiorowisk łąkowych w masywie Babiej Góry na tle warunków siedliskowych i użytkowania. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Sesja Nauk.* 48: 167–179.
- Zarzycki J. 2008. Roślinność łąkowa pasma Radziejowej (Beskid Sądecki) i czynniki wpływające na jej zróżnicowanie. *Zesz. Nauk. UR Kraków, Rozpr.* 352: ss. 113.
- Zarzycki J., Kaźmierczakowa R. 2007. Przemiany łąk świeżych i pastwisk w Pienińskim Parku Narodowym w ciągu ostatnich 35 lat XX wieku. *Studia Naturae* 54: 275–304.
- Zarzycki J., Misztal A., Kopeć M. 2009. Historical maps as a tool for the ecological evaluation of grassland. *Grassland Sci. Europ.* 14: 50–53.
- Ziemińska-Smyk M. 2007. Ocena warunków siedliskowych pól uprawnych otuliny Roztoczańskiego Parku Narodowego metodą fitoindykacyjną Ellenberga. *Fragm. Agron.* 24(2): 428–435.
- Żyszkowska M. 2007. Zbiorowiska z rzędu *Arrhenatheretalia* jako wskaźnik warunków siedliskowych w dolinie Bystrzycy Dusznickiej. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 7(2b): 205–218.

J. ZARZYCKI, M. KOPEĆ, D. BEDLA

EVALUATION OF DIVERSITY OF GRASSLAND HABITATS IN THE RADZIEJOWA RANGE (BESKID SĄDECKI MOUNTAINS) USING THE PHYTOINDICATION METHOD

Summary

The natural environment is made up of interacting biotic and abiotic components, in particular vegetation. Both individual species and whole plant communities differ in their requirements for individual habitat factors. When these requirements are known, the basic habitat properties can be determined based on the distribution of plants. Using 352 phytosociological relevés of Radziejowa Range grasslands and Ellenberg indicator values, grassland habitats were evaluated for moisture, abundance of nitrogen in the soil and reaction of soil. Small differences were found for the indicator values of moisture and large differences for abundance of nitrogen and reaction. Low indicator values were characteristic of higher altitude habitats that had been used as meadows and pastures, where mat-grass communities (*Hieracio-Nardetum*) developed. Ryegrass meadows (*Arrhenatheretum elatioris*) with relatively high R and N values occurred on lower lying areas and old arable land. Bent-grass meadows (*Gladiolo-Agrostietum*) showed intermediate values.