ROCZNIK DENDROLOGICZNY Vol. 54 – 2006 • 75–81

ALEKSANDRA JASINSKA[1], PIOTR SIKORSKI [1], LEONARD INDEKA[1], MAREK WIERZBA [2],

Wybrane wskaźniki regeneracji grądów (*Tilio-Carpinetum*) ze sztucznym udziałem drzew iglastych

Selected indicators of regeneration of lime-oak-hornbeam forests *(Tilio-Carpinetum)* with introduced conifers planting

[1] Katedra Ochrony Środowiska, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,
ul. Nowoursynowska 166, 02–787 Warszawa, Polska
[1] Department of Environmental Protection, Faculty of Horticulture
and Landscape Architecture, Warsaw Agricultural University,
166 Nowoursynowska str, 02–787 Warsaw, Poland
e-mail: piotr_sikorski@sggw.pl

[2] Zakład Botaniki, Instytut Biologii, Akademia Podlaska w Siedlcach,
ul. 3 Maja 54, 08-110 Siedlce, Polska
[2] Department of Botany, Institute of Biology, University of Podlasie,
54, 3 Maja str, 08-110 Siedlce, Poland

Received: 10 August 2006, Accepted: 26 October 2006

Abstract: Several different indicators are commonly used for the assessment of the regeneration level of lime-oak-hornbeam forests in which pine and spruce were previously planted. These include the ratio of certain syntaxonomic groups in the undergrowth layer, list of species characteristic for certain communities, Ellenberg's indices values or percentage cover of pine and spruce in the stand. This study is an attempt to verify the usefulness of these indicators in the "Las Kabacki" reserve. Additionally to assess abiotic site condition pH level was measured in the top soil layer along with the cellulose decay rate as indicators. In conclusion it was shown that in case of weakly developed vegetation commonly used phytoindicators, except Ellenberg's acidity index, are not sufficient for classification of regeneration stage of lime-oak-hornbeam forests. Indicators such as cellulose decay rate or soil pH seem to be a better solution in this case.

Key words: Las Kabacki, degradation level, cellulose decay, coniferous plantation

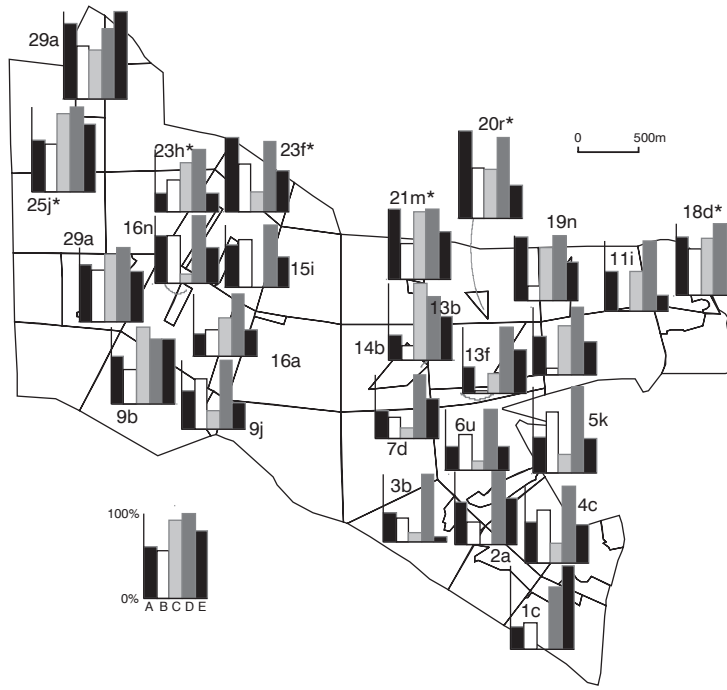
Wstęp

Istnieje szereg wskaźników stopnia degeneracji lub regeneracji zbiorowisk leśnych (Olaczek 1972, Balcerkiewicz 2001, Załuski 2001). W przypadku spinetyzowanych lasów

grądowych, to znaczy grądów przekształconych poprzez wprowadzenie obcych dla tego siedliska drzew iglastych, stopień degeneracji lub regeneracji wyraża się udziałem procentowym sosny lub świerka (Olaczek 1972, 1974). Pod uwagę bierze się też wiek drzew iglastych oraz to, ile czasu upłynęło od ostatniego ich wprowadzenia, a zwłaszcza to, które to już pokolenie sosny lub świerka rośnie na danym miejscu, gdyż z czasem dochodzi do kumulacji procesów degradacyjnych (Olaczek 1974). Odrębna grupa wskaźników opiera się na identyfikowaniu zmian w siedlisku, które w drzewostanie lasów liściastych wywołuje obecność sosny i świerka, na przykład przez gromadzenie się w ściółce opadłych igieł. Konsekwencją tego jest wnikanie do runa lub zwiększanie w nim udziału gatunków światłolubnych, acidofilnych i oligotroficznych – w miejsce gatunków cieniolubnych, mezofilnych i eutroficznych, a więc pojawianie się gatunków wywodzących się z lasów iglastych w miejsce gatunków lasów liściastych, a zatem metody określenia stopnia degeneracji grądu mogą opierać się również na ocenie wzrostu udziału gatunków borowych (Olaczek 1972), a tym samym na ocenie zmniejszania się udziału gatunków grądowych (Krotoska 1989, Załuski 2001). Po wprowadzeniu sosny na siedliska żyznych lasów w profilu glebowym wyraźny staje się proces bielicowania, a w konsekwencji wzrasta zakwaszenie podłoża i wkrótce następują zasadnicze zmiany w mikroflorze glebowej odpowiedzialnej za rozkład błonnika (Kuźniar 1956, Olaczek 1974, Biały 1997). Skutkiem tych zmian mikroorganizmy rozkładają błonnik w spinetyzowanych grądach równie powoli, jak to ma miejsce w lasach iglastych (Królikowski, Walendziak 1961). Odczyn gleby i rozkład błonnika mogą być tym samym kolejnymi wskaźnikami tempa regeneracji. W rezerwacie „Las Kabacki", na którego obszarze na siedliskach grądowych znajduje się dużo powierzchni ze sztucznie wprowadzoną sosną pospolitą i który został wyłączony z tradycyjnego użytkowania w 1938 roku, zmniejsza się od tego czasu udział sosny na korzyść gatunków liściastych właściwych dla siedlisk grądowych (Czerwiński i in. 2003). Sosny te są w różnym wieku, ich udział w drzewostanach z dębem szypułkowym jest różny, rosną też na różnych glebach. Celem badań było uszeregowanie wybranych powierzchni za pomocą wymienionych wskaźników pinetyzacji, w tym wskaźnika rozkładu błonnika, i zweryfikowanie ich na obszarze, gdzie roślinność runa ma często małe pokrycie i uproszczony skład gatunkowy.

Metody

Obszarem badań były lasy na siedliskach grądowych rezerwatu krajobrazowego „Las Kabacki" (902,68 ha, N 52°06' i 52°09', E 21°01' i 21°06'), zajmujące znaczną część chronionego obszaru. Gleby odznaczają się dużym zróżnicowaniem, wykształciły się z piasków luźnych, piasków gliniastych, glin. Znajdują się tu gleby rdzawe właściwe, płowe właściwe, brunatne i opadoglejowe właściwe (Czerwiński i in. 2003). Do badań wytypowano 25 stanowisk, na których w 1979 r. wykonano zdjęcia fitosocjologiczne (Zimny H., Wysocki Cz., Janecki J. – materiały niepublikowane) w oparciu o metodę Braun-Blanqueta (1964). Na każdym z nich w 2005 roku powtórzono zdjęcie fitosocjologiczne runa na powierzchni 200 m^2. Obliczono wskaźniki udziału procentowego sosny w warstwie drzew. Pokrycie poszczególnych gatunków w pododdziale szacowano na powierzchni



Ryc. 1. Rozmieszczenie badanych stanowisk w rezerwacie „Las Kabacki" z podaniem wartości wskaźników w %; A – wskaźnik rozkładu błonnika w podłożu, B – wieku sosny, C – udziału sosny w drzewostanie, D – pH podłoża, E – kwasowości Ellenberga. 25j – numer pododdziału, * – stanowisko na utworach z gliny i piasków gliniastych, pozostałe na utworach z piasków luźnych
Fig. 1. Distribution of the study sites in „Las Kabacki" reserve with the indices values in %, A – cellulose in soil decay index, B – age of pine trees, C – pines cover in the tree canopy, D – soil pH, E – Ellenberg's acidity index, 25j – number of subunit, * – sites on clay and sand with clay, others on sand

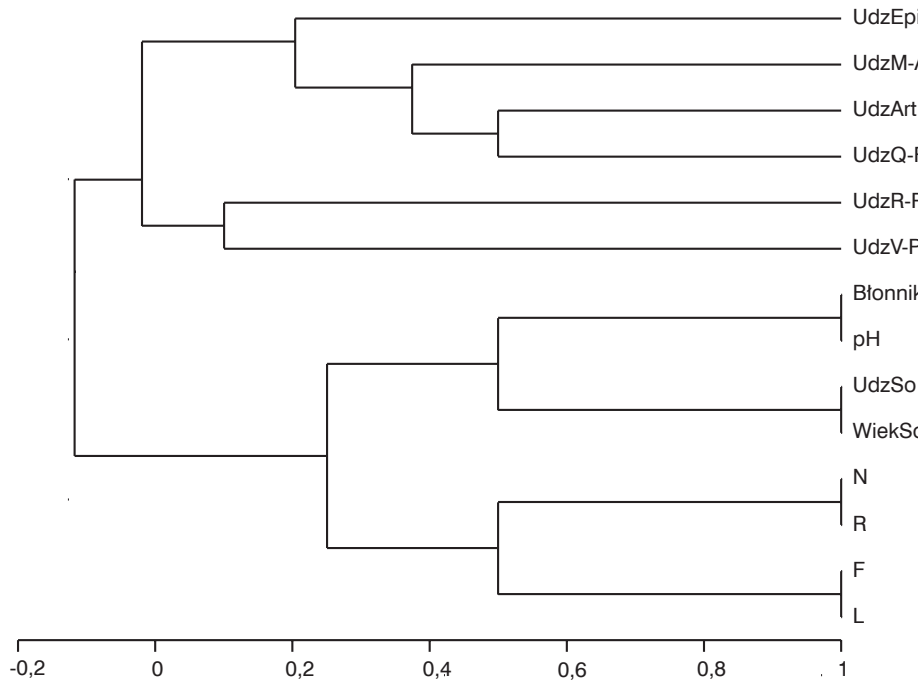
dla niego reprezentatywnej – w promieniu 50 m od miejsca, w którym wykonywano zdjęcia fitosocjologiczne. Na podstawie zdjęć fitosocjologicznych obliczono średnią ważoną wartość wskaźników kwasowości (R), światła (L) i wilgotności (F) Ellenberga (Ellenberg 1991) oraz wskaźniki pokrycia gatunków borowych z klasy *Vaccinio-Piceetea* i grądowych z klasy *Querco-Fagetea* (Matuszkiewicz 2005). Zmierzono odczyn gleby w warstwie powierzchniowej (0-10 cm) oraz procent rozkładu błonnika. Odczyn oznaczano w wodzie destylowanej metodą potencjonometryczną. Rozkład błonnika mierzono posługując się substratem celulozowym w postaci bibuły filtracyjnej (Kuźniar 1976). Bibuły o znanej masie nakładano – po obu stronach – na płytki szklane, owijano siatką z tworzywa o średnicy oczek około 2 mm, i mocowano gumkami. Tak przygotowany substrat celulozowy zakopano w pozycji pionowej, 5 cm poniżej poziomu gruntu. W każdym z pododdziałów zakopano po dwie płytki. Po 60 dniach (od kwietnia do czerwca) nierozłożone resztki substratu celulozowego oczyszczono, osuszono i zważono. Średni stopień rozkładu błonnika dla każdej powierzchni oznaczano na podstawie ubytku masy w stosunku do początkowej masy bibuły. Informacje o typie gleby i siedliska roślinności

potencjalnej zaczerpnięto z map glebowych i map roślinności (Czerwiński i in. 2003). Wszystkie wskaźniki wyrażono w procentach zgodnie z kierunkiem regeneracji, czyli im wyższy wskaźnik, tym stopień pinetyzacji mniejszy.

Obliczono korelacje Spermana w celu określenia podobieństwa wszystkich wskaźników pinetyzacji. Za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA szukano wpływu typu dzisiejszej potencjalnej roślinności naturalnej i typu gleby (Czerwiński i in. 2003) na tempo rozkładu błonnika. Istotności różnic określano na poziomie $p<0,05$ za pomocą testu Fishera.

Tabela 1. – Table 1.
Macierz korelacji wskaźników pinetyzacji obliczonych dla 25 stanowisk rezerwatu „Las Kabacki", * $p<0,05$, ** $p<0,01$, ns – nieistotne statystycznie
Correlation matrix of pinetization indices for 25 sites in „Las Kabacki" reserve, * $p<0,05$, ** $p<0,01$, ns – statistically not significant

wskaźniki	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
rozkład błonnika (1) cellulose decay (1)	**0,591****	**0,457***	**0,444***	ns	ns	**0,420***	ns	ns
pH_{H_2O} (2) pH_{H_2O} (2)	–	ns	**0,508****	ns	ns	ns	ns	ns
udział sosny w drzewostanie (3) percentage cover of pine in the stand (3)	–	–	ns	ns	ns	ns	ns	ns
wiek sosny (4) pine trees age (4)	–	–	–	ns	ns	ns	ns	ns
udział gatunków borowych w runie (5) cover of coniferous forest species in the undergrowth (5)	–	–	–	–	ns	ns	ns	**0,760****
udział gatunków grądowych w runie (6) cover of deciduous forest species in the undergrowth (6)	–	–	–	–	–	ns	ns	ns
wskaźnik kwasowości Ellenberga – R (7) Ellenberg's acidity index – R (7)	–	–	–	–	–	–	ns	ns
wskaźnik oświetlenia Ellenberga - L (8) Ellenberg's light index – L (8)	–	–	–	–	–	–	–	ns
wskaźnik zasobności Ellenberga – N (9) Ellenberg's nitrogen index – N (9)	–	–	–	–	–	–	–	–



Ryc. 2. Dendrogram podobieństw wskaźników pinetyzacji; udział gatunków z klasy *Artemisietea* – %Art, z klasy *Querco-Fagetea* – %Q-F, z klasy *Vaccinio-Piceetea* – %V-P, udział sosny w drzewostanie – %So, wskaźnik rozkładu błonnika – błonnik, odczyn w podłożu – pH, wiek sosny w drzewostanie – wSo, wskaźnik Ellenberga azotu – N, odczynu – R, wilgotności podłoża – F, światła – L

Fig. 2. Dendrogram of the pinetization indices similiarity; cover of the plants species class *Querco-Fagetea* – %Q-F, class *Artemisietea* – %Art, class *Vaccinio-Piceetea* – %V-P, pines cover in the tree canopy – %So, cellulose decay index – błonnik, soil pH – pH, age of the pine trees in the tree canopy – wSo, Ellenberg's nitrogen index – N, acidity index – R, humidity index – F, light index – L

Dendrogram podobieństw uzyskanych dla 25 badanych powierzchni wskaźników wykonano w programie MVSP (www.kovcomp.co.uk) wykorzystując metodę wiązania najmniejszego sąsiada, a podobieństwa obliczano za pomocą wzoru Jaccarda.

Wyniki

Obliczone wskaźniki regeneracji grądu na stanowiskach ze sztucznie wprowadzoną sosną dawały niejednorodne wyniki dla tych samych powierzchni dawały niejednorodne wyniki (Ryc. 1).

Wskaźniki fitoindykacyjne, takie jak udział poszczególnych grup ekologicznych, nie wykazują istotnych korelacji ze wskaźnikami abiotycznymi (Tab. 1, Ryc. 2). Grupę dającą istotnie zbliżone wartości tworzą następujące wskaźniki: rozkład błonnika, wiek sosny, udział sosny w drzewostanie, odczyn i wskaźnik kwasowości Ellenberga (Tab. 1).

Nie stwierdzono istotnych różnic w rozkładzie błonnika w zależności od typu potencjalnego siedliska (grądy w wariantach – ubogim, typowym i niskim) i typu gleby (rdzawe właściwe, płowe właściwe, brunatne, opadoglejowe właściwe).

Dyskusja

Grądy rezerwatu „Las Kabacki" znajdują się w fazie intensywnego odradzania się warstwy drzew liściastych, głównie grabu zwyczajnego. Pod okapem starych sosen i dębów wykształca się silnie ocieniająca dno lasu warstwa młodszych drzew. W związku z dużym zacienieniem roślinność runa rozwija się słabo i ma charakter mozaikowy. Na podobną strukturę runa grądu zwrócił uwagę Mikyška (1964). Brak wielu gatunków typowych dla lasów i borów w miejscach zacienionych, a w prześwitach – znaczny udział gatunków synantropijnych (na przykład *Impatiens parviflora*) powoduje, że wskaźniki określające udział gatunków grądowych i borowych dają wyniki niespójne z pozostałymi. Wydaje się, że w takiej sytuacji użyteczniejsze są wskaźniki odnoszące się do warunków siedliskowych, takich jak odczyn i rozkład błonnika. Dają one bardzo zbliżone wartości (Tab. 1), choć w pojedynczych przypadkach znacznie różniące się od siebie (na przykład pododdział 3b, 4c, 5k – Ryc. 1). Ostatnia grupa wskaźników odnosi się do procentowego udziału sosny w drzewostanie i jej wieku. Wskaźniki tej grupy dają wyniki zbieżne ze wskaźnikiem rozkładu błonnika w podłożu. Im w drzewostanie więcej sosny, która dostarcza zakwaszającego glebę igliwia, tym należy spodziewać się wolniejszego tempa rozkładu błonnika w wierzchniej warstwie podłoża (Bandoła-Ciołczyk 1985). Wielu autorów podkreśla, że kluczowe znaczenie dla dekompozycji materii organicznej ma stosunek węgla do azotu. W lasach liściastych proces rozkładu błonnika jest szybszy i stosunek C:N jest niższy – odwrotną sytuację obserwuje się w borach, gdzie rozkład jest powolniejszy, a stosunek C:N – wyższy (Królikowski, Walendziak 1961, Bandoła-Ciołczyk 1985). Wskaźnik wieku sosny dominującej w drzewostanie jest skorelowany ze wskaźnikiem rozkładu błonnika, co pokrywa się z wynikami Butterfielda (1999), choć z kolei badania Nehera i współpracowników (2003) sugerują, że wiek nie ma wpływu na tempo rozkładu. Hipoteza Butterfielda (1999), która wydaje się być przekonująca, zakłada, że wraz ze wzrostem wieku drzewostanu zwiększa się zacienienie gleby i zmniejsza się amplituda cyklu temperaturowego. Dwuletni okres monitorowania zmian przez Nehera i współpracowników (2003) był prawdopodobnie zbyt krótki.

Wątpliwej wartości jest więc szeregowanie powierzchni regenerującego się grądu, w którym roślinność runa jest słabo wykształcona, na podstawie wskaźników fitoindykacyjnych (z wyjątkiem wskaźnika kwasowości Ellenberga), a rozwiązania w tej sytuacji należy szukać raczej w stosowaniu wskaźników siedliskowych, takich jak odczyn i tempo rozkładu błonnika. Szczególnie dogodny jest wskaźnik rozkładu błonnika, gdyż jest stały w różnych typach grądów i na różnych glebach. Podkreślić należy jednak, że proces pinetyzacji jest bardzo złożony i każdy z wskaźników wskazuje na pewną jego składową.

Literatura

BALCERKIEWICZ S., 2001. Ocena zgodności fitocenozy z biotopem z punktu widzenia botaniki. W: Zgodność fitocenozy z biotopem w ekosystemach leśnych (Zielony R., red.). Wydawnictwo Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa: 22-33.

BANDOŁA-CIOŁCZYK E., 1985. Rozkład celulozy jako miara aktywności biologicznej gleb na powierzchni badań. Studia Naturae 29, ser. A: 147-155.

BIAŁY K., 1997. Problem zniekształcenia i degradacji gleb na przykładzie ekosystemów leśnych w Drawieńskim Parku Narodowym. Idee Ekologiczne 11: 25-42.

BUTTERFIELD J., 1999. Changes in decomposition rates and *Collembola* densities during the forestry cycle in conifer plantations. Journal of Applied Ecology 36: 92-100.

ELLENBERG H., WEBER. H., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W., PAULISSEN D., 1991. Zeigerwerte der Gefässpflanzen in Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 18.

CZERWIŃSKI Z., CZERWIŃSKA-KAMIŃSKA D., ZIELONY R., 2003. Środowisko przyrodnicze Lasu Kabackiego. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

KROTOSKA T., 1989. Grądy i dąbrowy okolic Konina oraz ich formy zniekształcone. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Prace Komisji Biologicznej 70: 165-209.

KRÓLIKOWSKI L., WALENDZIAK J., 1961. Porównanie metod biologicznej i chemicznej określających stopień rozkładu ściółek i próchnic leśnych w różnych typach lasu Białowieskiego Parku Narodowego. Roczniki Gleboznawcze 10 (dodatek): 698-700.

KUŹNIAR K., 1956. Energia rozkładu błonnika w glebach leśnych. Ekologia Polska 4: 21-34.

KUŹNIAR K., 1976. Określenie aktywności biologicznej gleby. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Komisja Biologii Gleby 3: 19.

MATUSZKIEWICZ W., 2005. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

MIKYŠKA R., 1964. Über die fazielle Entwicklung des Unterwuchses in wirtschaftlich beeinflussten Wäldern. Preslia 36: 114-164.

NEHER D. A., BARBERCHECK M. E., EL-ALLAF S. M., ANAS O., 2003. Effects of disturbance and ecosystem on decomposition. Applied Soil Ecology 23: 165-179.

OLACZEK R., 1972. Formy antropogenicznej degeneracji leśnych zbiorowisk roślinnych w krajobrazie rolniczym Polski niżowej. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.

OLACZEK R., 1974. Etapy pinetyzacji grądu. Phytocoenosis 3: 201-214.

ZAŁUSKI T., 2001. Ocena zgodności fitocenozy z biotopem z punktu widzenia fitosocjologii. W: Zgodność fitocenozy z biotopem w ekosystemach leśnych (Zielony R., red.). Wydawnictwo Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa: 114-120.