

PIOTR SIKORSKI ¹, MAREK WIERZBA ²,
CZESŁAW WYSOCKI ¹

Regeneracja spinetyzowanych grądów wyłączonych z tradycyjnego użytkowania gospodarczego

Regeneration of pinetized lime-oak-hornbeam forests excluded
from traditional management

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: 25 August 2006, Accepted: 26 October 2006

ABSTRACT: Planting of coniferous tree species in many parts of the world has led to significant changes in floristic biodiversity of the forest. Such areas, later excluded from conventional forest management, are now in the process of regeneration. This process takes place in “Las Kabacki” reserve. In order to examine the regeneration of the degraded vegetation of lime-oak-hornbeam forests under the pine canopy and to assess habitat factors affecting the changes, 25 vegetation relevés have been performed twice in the same sites in the years 1979 and 2006. The study showed that the regeneration process generally fluctuates toward more alkaline and species rich forms of syntaxa from the class *Quercio-Fagetea*.

Key words: Las Kabacki, lime-oak-hornbeam forest degradation, natural succession in coniferous plantation

Wstęp

Plantacje drzew iglastych na obcych dla nich siedliskach zaczęto zakładać w XIX i XX wieku, w różnych rejonach świata (Butala, Warren 1968, Hérault i in. 2004). Doprowadziło to na tych obszarach do zmian w różnorodności florystycznej (Olaczek 1974, Pigott 1990, Battels i in. 2001, Roberts 2002, Hérault i in. 2004,

Nagaike i in. 2005). W przypadku upraw gatunków drzew iglastych na siedliskach żyznych grądów degenerację runa wywołuje opad igliwia, który zmienia właściwości chemiczne i fizyczne ściółki, i w konsekwencji gleby (Olaczek 1974, Biały 1997, Pigott 1990, Czerepko 2004, Hérault i in. 2004). Pod okapem drzew iglastych zmieniają się też parametry przenikania światła (Anderson 1979, Hérault i in. 2004).

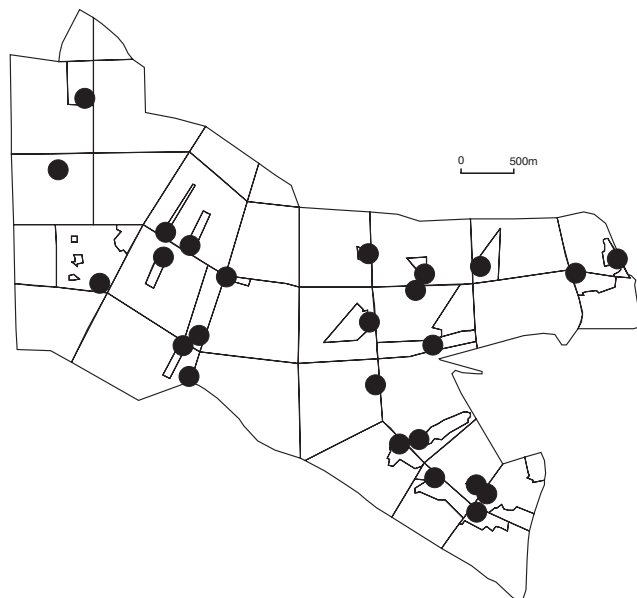
Na plantacjach drzew iglastych na siedliskach żyznych lasów grądowych wyłączonych z tradycyjnego użytkowania gospodarczego wykształca się zwykle podrost z drzew liściastych i zwiększa się pokrycie roślin z klasy *Quercus-Fagetea*, tym samym postępuje regeneracja naturalnego grądu (Olaczek 1974). Tempo regeneracji nie jest wszędzie jednakowe, ogranicza je duże zagęszczenie posadzonych drzew iglastych, podwyższona kwasowość podłoża (Hérault i in. 2004), zubożenie – na skutek uprawy sosny – banku nasion (Amezaga, Onaindia 1997), duża odległość od innych miejsc naturalnego występowania zbiorowisk (Dzwonko 2001, Hérault i in. 2004) i, w dużym stopniu, fakt przeprowadzenia, przed wprowadzeniem drzew iglastych, rębni zupełnej (Nagaike i in. 2005). W pewnych przypadkach spontaniczna zmiana plantacji w kierunku naturalnych lasów liściastych może nastąpić jeszcze w trakcie życia wprowadzonej sosny lub świerka (Zerbe 2002, Czerepko 2004). O tempie regeneracji decyduje wiele zmiennych, jednak spontaniczna przebudowa drzewostanu powinna prowadzić do stopniowego upodobniania się runa do takiego, jakie występuje w lasach naturalnych.

Ze względu na możliwość porównania danych fitosocjologicznych wykonanych w rezerwacie „Las Kabacki” w roku 1979 i w 2006, można tu szukać odpowiedzi na pytanie, czy roślinność runa podlega regeneracji w grądach, w których pod okapem drzewostanu sosnowego występuje wyraźna warstwa drzew liściastych, oraz jakie czynniki siedliskowe warunkują kierunek domniemanych zmian.

Metody

Obszarem badań były lasy na siedliskach grądowych w rezerwacie krajobrazowym „Las Kabacki” (902,68 ha; N 52°06' i 52°09', E 21°01' i 21°06'), zajmujące znaczną jego część. 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 wykonano zdjęcia fitosocjologiczne (Zimny H., Wysocki Cz., Janecki J. – materiały niepublikowane), w oparciu o metodę Braun-Blanqueta (1964) (Ryc. 1).

W 2006 roku powtórzono zdjęcia fitosocjologiczne w tych samych miejscach, kierując się szkicem lokalizacji zdjęć fitosocjologicznych z roku 1979. Badane powierzchnie znajdowały się na siedlisku grądu subkontynentalnego (*Tilio-Carpinetum*), z dojrzałym drzewostanem w wieku 50-146 lat; wszystkie od 1938 roku były wyłączone z tradycyjnej uprawy leśnej (Czerwiński i in. 2003).



Ryc. 1. Lokalizacja zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w latach 1979 i 2006

Fig. 1. Localization of vegetation relevés made in the years 1979 and 2006

Analizy porównawcze danych z dwóch okresów badań obejmowały ogólnie bogactwo gatunkowe wszystkich prób łącznie, a dla poszczególnych prób – liczbę gatunków, udział gatunków z poszczególnych grup syntaksonomicznych (Matuszkiewicz 2005) oraz wskaźniki bioróżnorodności Shannona i Simpsona. Zastosowano test t do porównania średnich na poziomie istotności $p < 0,05$.

Zbadano zależność struktury roślinności runa od warunków siedliskowych wyrażonych średnimi wskaźnikami Ellenberga (1991) za pomocą porządkowania CCA (Jongman i in. 1995). Wartości pokrycia gatunków w pięciostopniowej skali Braun-Blanqueta zostały przeliczone do obliczeń na skalę van der Maarel (1979), to jest „r” – 1, „+” – 2, „1” – 3, „2” – 5, „3” – 7, „4” – 8, „5” – 9. Obliczenia wykonano korzystając z programu MVSP 3.13 (www.kovcomp.co.uk) i Statgraphics 5.1 (www.statgraphics.com).

Wyniki

Porównując dane z lat 1979 i 2006, stwierdzono, że liczba gatunków zanotowana w rezerwacie „Las Kabacki” na wszystkich powierzchniach łącznie nie zmieniała się znacząco. W 1979 roku wynosiła ona 102, a w 2006 – 100. W 2006 roku odnotowano 29 gatunków, których nie stwierdzono w 1979 roku, a nie potwierdzono 31, które występowały tu wcześniej. Jednocześnie wzrosła istotnie średnia liczba gatunków w runie w poszczególnych zdjęciach fitosocjologicznych. Zmiany dotyczyły gatunków o niskiej frekwencji, na co wskazują nieistotne różnice we wskaźnikach różnorodności Shannona i Simpsona (Tab. 1).

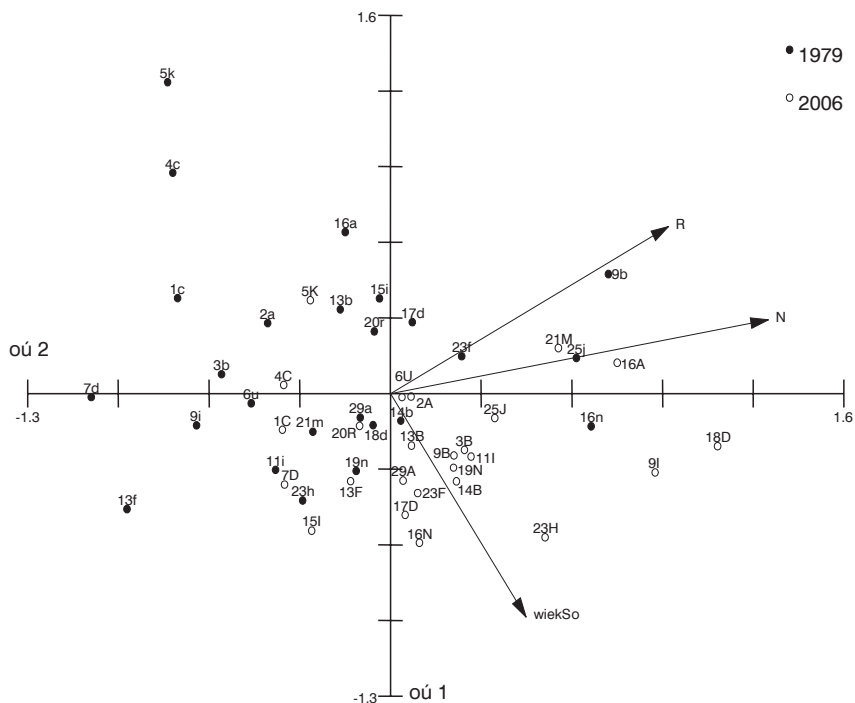
Nie zaobserwowano zmian w liczbie leśnych gatunków z klasy *Vaccinio-Piceetea*, przy istotnym wzroście liczby gatunków związanych z lasami liściastymi z klasy *Quercu-Fagetea* (Tab. 1). Jednocześnie zaobserwowano nieistotny wzrost liczby gatunków okrajkowych z klasy *Artemisietea*, przy znacznym wzroście pokrycia – z 1,1 do 22,4% ($p < 0,001$). Do najbardziej ekspansywnych roślin z tej grupy należą: *Impatiens parviflora*, *Galium aparine* i *Fallopia dumetorum*.

Tabela 1 – Table 1

Porównanie parametrów charakteryzujących roślinność runa grądów w roku 1979 i w 2006 przy użyciu testu Studenta (t); ns – nieistotne statystycznie, * – $p < 0,01$, ** – $p < 0,001$
Parameters comparison of lime-oak-hornbeam forest undergrowth vegetation in the years 1979 and 2006 using t-test; ns – statistically not significant, * – $p < 0,01$, ** – $p < 0,001$

| parametry/parameters | 1979 | 2006 | p | t |
|--|------|------|-------|----|
| ogólna liczba gatunków we wszystkich zdjęciach fitosocjologicznych total number of species in all relevés | 102 | 100 | – | – |
| liczba gatunków w zdjęciu fitosocjologicznym total number of species in a single relevé | 15,0 | 20,3 | -3,89 | * |
| pokrycie warstwy runa percentage of the undergrowth cover | 58,8 | 62,8 | -1,15 | ns |
| wskaźnik różnorodności Shannona Shannon's diversity index | 1,6 | 1,9 | -1,96 | ns |
| wskaźnik różnorodności Simpsona Simpson's diversity index | 0,6 | 0,7 | -1,40 | ns |
| liczba gatunków leśnych: number of forest species: | | | | |
| lasów iglastych z klasy <i>Vaccinio-Piceetea</i> coniferous forest species – class <i>Vaccinio-Piceetea</i> | 1,6 | 1,36 | 0,66 | ns |
| lasów liściastych z klasy <i>Quercu-Fagetea</i> deciduous forest species – class <i>Quercu-Fagetea</i> | 3,2 | 6,6 | -5,47 | ** |
| liczba gatunków nieleśnych: number of non-forest species: | | | | |
| oszyjków z klasy <i>Rhamno-Prunetea</i> shrub-ecotone species – class <i>Rhamno-Prunetea</i> | 1,0 | 1,4 | -1,96 | ns |
| porębowych z klasy <i>Epilobietea</i> species of clearings – class <i>Epilobietea</i> | 0,9 | 1,0 | -0,70 | ns |
| okrajków z klasy <i>Artemisietea</i> forest-edge ecotone species – class <i>Artemisietea</i> | 0,5 | 1,5 | -3,87 | ** |

Analiza CCA wskazuje, że kierunki osi „1” i „2” wyjaśniają 80,9% zróżnicowania roślinności w badanych zdjęciach fitosocjologicznych. Zmiany roślinności na powierzchniach zachodzą w sposób ukierunkowany – zgodnie z kierunkiem osi „2”. Czynnikiem, które wyjaśniają zróżnicowanie roślinności są: wiek sosny dominującej w drzewostanie, skorelowany z kierunkiem osi „1” (– 67,8%), oraz wskaźniki azotu i odczynu, skorelowane z kierunkiem osi „2”, i wyjaśniające odpowiednio 75,9% oraz 50,6% zróżnicowania.



Ryc. 2. Diagram ordynacji CCA roślinności runa łąkowego rezerwatu „Las Kabacki” ukazujący korelację pomiędzy zróżnicowaniem gatunków w zdjęciach fitosocjologicznych i warunkami siedliskowymi dla 25 stanowisk z roku 1979 i 2006. Skróty czynników siedliskowych:

R – odczyn, N – zawartość azotu, wiekSo - wiek sosen

Fig. 2. CCA ordination diagram of lime-oak-hornbeam forest undergrowth vegetation in „Las Kabacki” reserve showing correlation between floristical diversity in vegetation relevés and environmental conditions of 25 sites in the years 1979 and 2006. Contraction for environmental conditions: R – soil pH, N – nitrogen, wiekSo – age of pine trees

Dyskusja

Liczba gatunków roślin w runie na plantacjach jest zwykle większa niż w lasach naturalnych (Battles i in. 2001, Roberts 2002, Nagaïke i in. 2005). Wraz z upływem czasu, w odtwarzającym się lesie łąkowym, co ma miejsce w rezerwacie „Las Kabacki”, należało się spodziewać spadku liczby gatunków w zdjęciach fitosocjologicznych (Czerepko 2004). Zaobserwowano tymczasem dość duży wzrost tej liczby (Tab. 1). Za ten wzrost odpowiada zwiększająca się średnia liczba gatunków lasów liściastych i okrajkowych, wykazana w zdjęciach fitosocjologicznych. Tendencje do wzrostu liczby gatunków leśnych wraz ze starzeniem się drzewostanów iglastych potwierdzają badania Battelsa i współpracowników (2001), Roberta (2002) oraz Nagaïke i współpracowników (2005). W Lesie Kabackim stwierdzono ponadto wzrost udziału gatunków nitrofilnych okrajków, co może

wynikać z kilku powodów: izolacji i małej dyspersji gatunków leśnych, z trudnością rozprzestrzeniających się na nowe stanowiska (Hérault i in. 2004), trudności w rozprzestrzenianiu się gatunków okrajkowych na zdegenerowanych siedliskach (Honnay i in. 1999), oraz nasilonej synantropizacji siedlisk, która wynika z tego, że od 1938 roku znacznie wzrosła liczba osób odwiedzających rezerwat „Las Kabacki” (Czerwiński i in. 2003).

Wraz z upływem czasu postępuje spontaniczna regeneracja, co wyraża się wzrostem liczby gatunków związanych z lasami liściastymi z klasy *Quercus-Fagetea* (Tab. 1) oraz, co widać na diagramie ordynacji, wysoką korelacją zróżnicowania florystycznego ze wskaźnikami zasobności siedliska i jego zmniejszającą się kwasowością (Ryc. 2). Potwierdza to spostrzeżenia Zerbe’a (2002) i Czerepki (2004), że w starzejących się plantacjach drzew iglastych, wprowadzonych na siedliska grądowe, zaczyna się proces odtwarzania grądu.

W przypadku kilku badanych powierzchni zaobserwowano, że zmiany przebiegają tu inaczej niż na pozostałych powierzchniach, to znaczy w kierunku siedlisk bardziej kwaśnych i uboższych w związki pokarmowe w podłożu (Ryc. 2). Są to zbiorowiska bogate w gatunki z klasy *Vaccinio-Piceetea*, a ponadto silnie zacienione przez podrost drzew i krzewów liściastych. Być może spowodowane jest to faktem, o którym piszą Hérault i współpracownicy (2004), że tempo regeneracji w dużej mierze zależy od zagęszczenia wprowadzanych drzew i ich późniejszej pielęgnacji.

Przedstawione wyniki badań wskazują na pojawianie się w odtwarzających się grądach roślin typowych dla siedlisk bardziej zasadowych i zasobnych oraz bogatszych w gatunki właściwe dla zbiorowisk grądowych. Z pewnością duże znaczenie przyrodnicze i kulturowe Lasu Kabackiego skłania do śledzenia dalszych zmian w składzie gatunkowym.

Literatura

- AMEZAGA I., ONAINDIA M., 1997. The effect of evergreen and deciduous coniferous plantations on the field layer and seed bank of native woodlands. *Ecography* 20: 308-318.
- ANDERSON M., 1979. The development of plant habitats under exotic forest crops. W: *Ecology and design in amenity land management* (Wright S. E., Buckley G. P., eds.). Wye College, Wye: 87-108.
- BATTLES J. J., SHLISKY A. J., BARRETT R. H., HEALD R. C., ALLEN-DIAZ B. H., 2001. The effects of forest management on plant species diversity in a Sierran conifer forest. *Forest Ecology and Management* 146: 211-222.
- BIAŁY K., 1997. Problem zniekształcenia i degeneracji gleb na przykładzie ekosystemów leśnych w Drawieńskim Parku Narodowym. *Idee Ekologiczne* 11(5): 25-42.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer Verlag, Wien-New York.

- BUTALA J. R., WARREN A. W., 1968. The history and flora of Endarlin forest, a mixed coniferous plantation in southeastern Ohio. *Ohio Journal of Science* 68: 163-168.
- CZEREPEKO J., 2004. Development of vegetation in managed Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in an lime-oak-hornbeam forest habitat. *Forest Ecology and Management* 202: 119-130.
- CZERWIŃSKI Z., CZERWIŃSKA-KAMIŃSKA D., ZIELONY R., 2003. Środowisko przyrodnicze Lasu Kabackiego. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- DZWONKO Z., 2001. Effect of proximity to ancient deciduous woodlands on restoration of the field layer vegetation in a pine plantation. *Ecography* 24: 198-204
- ELLENBERG H., WEBER H., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W., PAULISSEN D., 1991. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen in Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* 18.
- HERAULT B., HONNAY O., THOEN D., 2005. Evaluation of the ecological restoration potential of plant communities in Norway spruce plantations using a life-trait based approach. *Journal of Applied Ecology* 42: 536-545.
- HERAULT B., THOEN D., HONNAY O., 2004. Assessing the potential of natural woody species regeneration for the conversion of Norway spruce plantation on alluvial soils. *Annals of Forest Science* 61: 711-719.
- HONNAY O., HERMY M., COPPIN P., 1999. Impact habitat quality on forest plant species colonization. *Forest Ecology and Management* 115: 157-170.
- JONGMAN R. H. G., BRAAK ter C. J. F., TONGEREN van O. F. R., 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MATUSZKIEWICZ W., 2005. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- MAAREL van der E., 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effect on community similarity. *Vegetatio* 39: 97-114.
- NAGAIKE T., 2002. Differences in plant species diversity between conifer (*Larix kaempferi*) plantations and broad-leaved (*Quercus crispula*) secondary forests in central Japan. *Forest Ecology and Management* 168: 111-123.
- NAGAIKE T., KAMITANI T., NAKASHIZUKA T., 2005. Effects of different forest management systems on plant species diversity in a *Fagus crenata* forested landscape of central Japan. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 2832-2840.
- OLACZEK R., 1974. Etapy pinetyzacji grądu. *Phytocoenosis* 3: 201-212.
- PIGOTT C. D., 1990. The influence of evergreen conifers nurse-crops on the field layer in two woodland communities. *Journal of Applied Ecology* 27: 448-459.
- ROBERTS M. R., 2002. Effects of forest plantation management on herbaceous-layer composition and diversity. *Canadian Journal of Botany* 80: 378-389.
- ZERBE S., 2002. Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantation. *Forest Ecology and Management* 167: 27-42.