

TOMASZ HAŁATKIEWICZ, MAŁGORZATA JANKOWSKA-BŁASZCZUK, ANNA ŚWIERCZ, KALINA ADAMCZYK

Różnorodność glebowego banku nasion i runa wtórnego lasu dębowego w Kozubowskim Parku Krajobrazowym

Soil seed bank and herb layer diversity within secondary oak forest in the Kozubowski Landscape Park

ABSTRACT

Hałatkiewicz T., Jankowska-Błaszczuk M., Świercz A., Adamczyk K. 2019. Różnorodność glebowego banku nasion i runa wtórnego lasu dębowego w Kozubowskim Parku Krajobrazowym. Sylwan 163 (5): 415-424. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2018136>.

The research concerned the evaluation of the soil seed bank and herb layer diversity in the 60-year old secondary oak forest growing in the Kozubowski Landscape Park (Nida Basin, southern Poland). The aim of the studies was to determine the diversity, similarity and species structure of herb layer and soil seed bank within plots situated at different distances from the forest edge as well as to discuss the obtained data with the results of analogous research which were conducted in the natural oak forest in Białowieża (north-eastern Poland). 12 plots 20×20 m were situated in three zones from edge to the centre of the forest (P, S and L; fig. 1). A total of 134 species of vascular plants were recorded in the analysed herb layer (4800 m²). It was found that in the plots closest to the forest edge, both the Shannon's diversity index and the average density of the herb layer species were significantly higher than on these located deeper in forest (fig. 2, 3). The soil seed bank contained a total of 2820 seeds belonging to 45 species. The density of the seed bank ranged from 1406/m² (P) to 1061/m² and 1057/m² (S and L, respectively). The seed bank species richness showed a constant decrease from zone P to L (fig. 4). The Sørensen species similarity coefficient between the herb layer and the seed bank for the entire forest was 0.43. Although nearly 90% of the seeds of the whole bank belonged to the species present in the herb layer, the species structure of the above ground vegetation was clearly different from that recorded in the bank. It was found that over 66% of all seeds in the bank belonged to *Poa nemoralis*. A comparative analysis of the studied oak forest and natural oak forest of Białowieża showed: a similar number of forest species in herb layer per 100 m², similarly high proportion of ancient forest species in the herb layer, much lower species richness of the seed bank as well as its density in the secondary forest. Our results also point to several times lower values of H' Shannon-Wiener's biodiversity index, both in the herb layer and the seed bank in comparison to the undisturbed Białowieża oak forest.

KEY WORDS

secondary oak forest, soil seed bank, herb layer structure, Nida Basin

ADDRESSES

Tomasz Hałatkiewicz ⁽¹⁾ – e-mail: th@pk.kielce.pl
Małgorzata Jankowska-Błaszczuk ⁽²⁾ – e-mail: mjanko@ujk.edu.pl
Anna Świercz ⁽³⁾ – e-mail: anna.swiercz@ujk.edu.pl
Kalina Adamczyk ⁽²⁾ – e-mail: eabram@wp.pl

⁽¹⁾ Zespół Świętokrzyskich i Nadnidziańskich Parków Krajobrazowych; ul. Łódzka 244, 25-655 Kielce

⁽²⁾ Zakład Botaniki, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach; ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce

⁽³⁾ Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach; ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce

Wstęp

Ciepolubne świetliste dąbrowy, najbogatsze pod względem florystycznym ekosystemy leśne w Polsce, należą obecnie do jednych z najbardziej zagrożonych zbiorowisk leśnych strefy umiarkowanej. W Unii Europejskiej zaliczane są one do priorytetowych siedlisk przyrodniczych Natura 2000. W Polsce Centralnej reprezentowane są przez kresowe postacie dąbrów subkontynentalnych i śródziemnomorskich [Matuszkiewicz, Kozłowska 1991; Jakubowska-Gabara 1993; Kurowski 2009; Jakubowska-Gabara, Kiedrzyński 2012]. Wysokie bogactwo gatunkowe runa tych zbiorowisk wynika z faktu, że są one dogodną niszą do bytowania dużej grupy gatunków o bardzo szerokim spektrum wymagań siedliskowych: murawowych, łąkowych, ciepłolubnych zarośli, gatunków ogólnoleśnych oraz stenotopowych, charakterystycznych tylko dla ciepłolubnych dąbrów [Kwiatkowska, Solińska-Górnicka 1993]. Wyspowe płyty świetlistych dąbrów, często otoczone polami uprawnymi, są refugiami rzadkich i zagrożonych gatunków wymienianych na regionalnych czy ogólnokrajowych czerwonych listach. Niestety, obserwuje się stały spadek zarówno liczby płatów tych zbiorowisk, jak i ich powierzchni [Jakubowska-Gabara 1996; Matuszkiewicz 2007].

Wysokie bogactwo gatunkowe runa ciepłolubnej dąbrowy utrzymuje się dzięki specyficznemu ciepłemu, węglanowemu podłożu oraz dobremu dostępowi światła do dna lasu. Dobre warunki świetlne wynikające ze stosunkowo niskiego zwarcia okapu drzew utrzymywane są w naszej strefie klimatycznej głównie dzięki presji roślinożerców [Kwiatkowska 1996; Kwiatkowska-Falińska 2006]. Zaprzestanie tradycyjnych form wypasu zwierząt, przez wieki prowadzonego w tych świetlistych drzewostanach, doprowadził do szybko wzrastającego zacienienia dna lasu przez rozprzestrzeniający się nalot grabowy lub rozrost podszytu. W efekcie obserwuje się drastyczny spadek bogactwa gatunkowego runa, objawiający się w pierwszej kolejności zmniejszonym udziałem gatunków charakterystycznych dla tych zbiorowisk. Kwiatkowska i Wyszomirski [1988] wykazali, że w pierwszej fazie regresji „grądowienia” świetlistych dąbrów z runa wycofuje się około 1,5 gatunku na 100 m²/rok, głównie gatunków światłożądnych, stenotopowych. Szczegółowe badania różnorodności gatunkowej runa i glebowego banku nasion prowadzone na północno-wschodniej granicy zasięgu występowania świetlistych dąbrów w Puszczy Białowieskiej wykazały, że dobrymi wskaźnikami kondycji dąbrowy oraz potencjalnej zdolności do regeneracji są: obecność w runie i banku nasion gatunków starych lasów, wysoka różnorodność gatunkowa banku nasion i runa oraz wysokie podobieństwo gatunkowe między bankiem nasion a runem [Kwiatkowska-Falińska i in. 2013].

Do tej pory nie badano, w jakim stopniu tezy stawiane przez autorów białowieskich opracowań można odnieść do lasów dębowych rosnących w innych regionach Polski. Obserwacje prowadzone przez autorów niniejszego opracowania na Ponidziu w 60-letnim lesie dębowym wtórnego pochodzenia dotyczyły zmienności i różnorodności gatunkowej runa i banku nasion na powierzchniach o wyrównanym zwarciu koron drzew, ale położonych w różnej odległości od linii brzegowej.

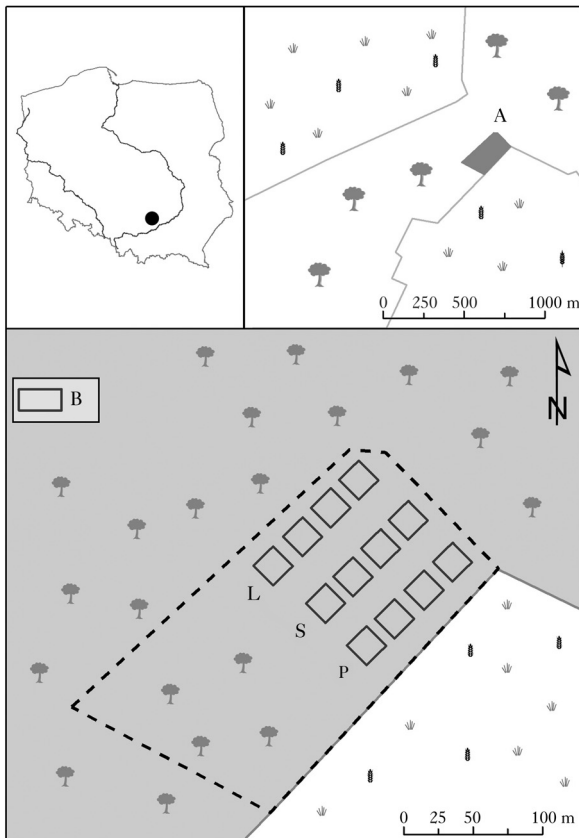
Celem badań była charakterystyka runa i glebowego banku nasion 60-letniej dąbrowy posadzonej na gruntach rolnych, w miejscu, gdzie wcześniej (jak wynika ze starych map leśnych) rósł las dębowy. Obserwacje dotyczyły: a) zagęszczenia, różnorodności oraz bogactwa gatunkowego

runa i banków nasion, b) podobieństwa w strukturze gatunkowej banków nasion, runa oraz relacji między bankiem nasion a runem oraz c) udziału gatunków starych lasów i udziału gatunków różnych grup ekologicznych (ogólnoleśnych, łąkowych, murawowych, ciepłolubnych zarośli oraz chwastów) w runie i banku nasion. Postawiono hipotezę, że niezależnie od położenia względem linii brzegowej kompozycja gatunkowa, zagęszczenie oraz podobieństwo runa i banków nasion nie różnią się istotnie. Dokonano również analizy porównawczej otrzymanych danych z wynikami badań runa i banków nasion najstarszych niezaburzonych płątów dąbrowy Puszczy Białowieskiej [Jankowska-Błaszczuk i in. 1998; Kwiatkowska-Falińska i in. 2013].

Teren badań

Badania przeprowadzono w płacie 60-letniej dąbrowy o powierzchni 3,30 ha. Las ten został posadzony w miejscu po wycięciu drzewostanu dębowego, który, jak wynika ze starych map, rósł na gruntach poprzednio użytkowanych rolniczo. Można przypuszczać, że występujący na skraju grądu pas lasu dębowego był w tym czasie miejscem wypasu zwierząt gospodarskich [Kostrowicki, Solon 1994].

Badany wtórny las dębowy zajmuje 240-metrowy pas, granicząc z polami uprawnymi z jednej strony oraz z lasem grądowym z drugiej (ryc. 1). Obiekt znajduje się na terenie Nadleśnictwa Pińczów, w pododdziale 93a (50,4761°N, 20,4939°E), w obrębie Kozubowskiego Parku Krajo-
brazowego. Badana dąbrowa położona jest na siedlisku lasu wyżynnego świeżego (Lwyzów), w kompleksie gleb rędzin brunatnych na podłożu wapiennym.



Ryc. 1.

Położenie analizowanego płątu lasu dębowego (A) i powierzchni badawczych (B) w strefach odległości od lasu (P, S, L)
Location of the investigated oak forest (A) and study plots (B) in zones from the forest edge (P, S, L)

Materiał i metody

Strukturę gatunkową runa badano na powierzchniach usytuowanych w trzech różnych odległościach od granicy lasu dębowego i pól uprawnych. Cztery powierzchnie (4×400 m²) położone równolegle do granicy lasu w odległości 20 m od pól oznaczono symbolem P (pole), kolejne 4 powierzchnie w odległości 60 m symbolem S (środek), a 4 najdalej położone od granicy pól (w odległości 100 m), graniczące z lasem grądowym – symbolem L (las) (ryc. 1).

Powierzchnie były usytuowane w płacie lasu odznaczającym się zbliżonymi warunkami świetlnymi i podobnym stopniem zwarcia koron drzew – około 60%. Jednorazowo dokonano pomiaru natężenia światła na dnie lasu dla powierzchni P, S i L. Najwięcej światła docierało w strefie P, średnio w słoneczny letni dzień 28 000 Lx (4000-42 000 Lx), najmniej zaś do powierzchni graniczących ze ścianą lasu grądowego L, średnio 19 000 Lx (3000-35 000 Lx). Pomiary natężenia światła wykonano przy pomocy luxometru Tenmars lux/fc light meter.

Warstwa drzewostanu w badanym obiekcie zbudowana jest prawie w 100% przez 60-letni dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.), w podszycie dominują dereń świdwa (*Cornus sanguinea* L.) i leszczyna pospolita (*Corylus avellana* L.). Pokrycie runa na wszystkich powierzchniach waha się od 80 do ponad 100%.

Na każdej z 12 powierzchni badawczych określono strukturę gatunkową runa lasu na podstawie kartowania (maj-czerwiec 2017 rok) na 100 losowo wybranych poletkach o wymiarach 1×1 m. Łącznie skartowano 1200 m² runa. Dla każdego gatunku określano stopień pokrycia, stosując czterostopniową skalę: 1 – do 10%, 2 – do 40%, 3 – do 70%, 4 – powyżej 70%. Dodatkowo na każdej powierzchni sprawdzono, czy wszystkie gatunki runa były zanotowane na 100 poletkach o powierzchni 1 m². Ocena banku nasion została przeprowadzona na podstawie wschodu siewek z prób glebowych pobranych losowo z każdej z 12 powierzchni badawczych. Łącznie dla każdej strefy P, S i L pobrano po 80 monolitów gleby z głębokości 0-7 cm o wymiarach 10×10 cm. Łączna powierzchnia prób gleby dla badanego lasu wyniosła 2,4 m². Wschody siewek z prób gleby obserwowano w szklarni co 3 dni przez 8 miesięcy – od marca do października. Oznaczone siewki usuwano, próby glebowe regularnie podlewano, a powierzchnię gleby wzruszano celem pobudzenia kiełkowania nasion głębiej leżących.

Każdy z zanotowanych gatunków w zależności od obecności w banku nasion lub runie został zaklasyfikowany do jednego z trzech typów: B – bankowy, gatunek obecny jedynie w banku nasion, nieobecny w runie; BR – bankowo-runowy, gatunek obecny w banku nasion i runie; R – runowy, gatunek obecny w runie, a nieobecny w banku nasion. W zależności od przynależności syntaksonomicznej gatunki zostały pogrupowane jako: leśne LE (klasy *Quercus-Fagetea*, *Quercetea robori-petraea*), murawowe MU (klasa *Festuco-Brometea*) zaroślowe ZA (klasy *Trifolio-Geranietea sanguinei*, *Rhamno-Prunetea*), łąkowe ŁA (klasa *Molinio-Arrhenetheretea*) oraz chwasty i gatunki obcego pochodzenia CH (klasy *Artemisieteae vulgaris*, *Stellarieteae mediae*). Przynależność syntaksonomiczną gatunków podano zgodnie z opracowaniem Matuszkiewicza [2001]. W grupie gatunków LE wyodrębniono tzw. gatunki starych lasów LEst [Dzwonko, Loster 2001].

Do oceny istotności różnic w zagęszczeniu, bogactwie gatunkowym oraz bioróżnorodności banków nasion między powierzchniami stref P, S i L użyto testu nieparametrycznego ANOVA rang Kruskala-Wallisa i testu mediany, ponieważ rozkład tych zmiennych nie spełniał warunku normalności. Hipotezy zerowe o braku istotnych różnic między bogactwem gatunkowym oraz bioróżnorodnością runa stref P, S i L testowano jednoczynnikową analizą wariancji (ANOVA) oraz testem *post-hoc* (porównań wielokrotnych) Tukeya HSD przy użyciu oprogramowania

Statistica 10 (StatSoft, Inc.). Relacje podobieństwa gatunkowego między bankami nasion stref P, S i L oraz runem określono na podstawie współczynnika Sörensena:

$$I_s = 2 \cdot Q / A + B$$

gdzie:

- Q – liczba gatunków wspólnych dla banków nasion i runa,
 A i B – liczby gatunków odpowiednio dla banku (A) i runa (B).

Analogicznie postępowano przy określaniu podobieństwa w składzie gatunkowym runa stref P, S i L. Do określenia średniej bioróżnorodności banków nasion i runa użyto współczynnika Shannona-Wienera:

$$H' = -\sum p_i \cdot \log_e$$

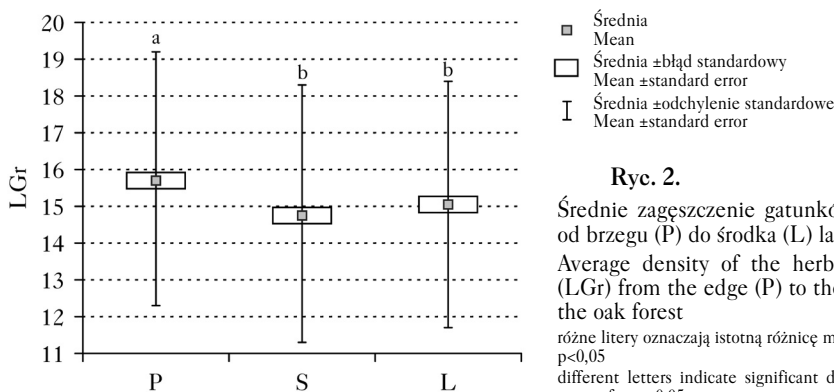
gdzie:

- p_i – udział nasion i -tego gatunku do sumy wszystkich nasion, w przypadku runa suma pokrycia i -tego gatunku do sumy pokrycia pozostałych gatunków (obliczenia wykonano w programie PAST [Hammer i in. 2001]).

Wyniki

ZAGĘSZCZENIE, RÓŻNORODNOŚĆ I BOGACTWO GATUNKOWE RUNA I BANKÓW NASION. Ogółem na wszystkich powierzchniach badawczych zanotowano występowanie 134 gatunków roślin naczyniowych runa. Stwierdzono, że średnia liczba gatunków runa/m² była istotnie najwyższa w strefie P (najbliżej brzegu lasu), natomiast zagęszczenie gatunków w pozostałych strefach nie różniło się między sobą (ryc. 2). Liczba gatunków była najwyższa w strefie P (tab.). Analiza współczynników różnorodności gatunkowej Shannona-Wienera H' dla poletek runa kolejnych stref wykazała również istotnie najwyższy poziom różnorodności w strefie P oraz analogicznie jak w przypadku zagęszczenia gatunków zbliżony poziom różnorodności w strefach S i L (ryc. 3).

Glebowy bank oceniany dla wszystkich powierzchni zawierał łącznie 2820 nasion należących do 45 gatunków roślin naczyniowych. Sumaryczna liczba nasion dla prób pobranych z kolejnych stref wynosiła: dla P 1125 (1406/m²), dla S 849 (1061/m²), a dla L 846 (1057/m²). Liczba nasion w próbach wahała się między 0 a 77. Warto podkreślić, że aż w 44 próbach na 240 nie stwierdzono banku nasion. Pomimo wyraźnie wyższej sumarycznej liczby nasion w banku strefy P różnice między strefami pod względem zagęszczenia banku nasion okazały się nieistotne z uwagi na bardzo wysoką zmienność liczby nasion w próbach. Bogactwo gatunkowe banku nasion stref P, S i L, podobnie jak sumaryczna liczba gatunków runa, wykazuje stały spadek od strefy P do



Ryc. 2.

Średnie zagęszczenie gatunków runa (LGr) od brzegu (P) do środka (L) lasu dębowego
 Average density of the herb layer species (LGr) from the edge (P) to the centre (L) of the oak forest

różne litery oznaczają istotną różnicę między średnimi dla $p < 0,05$
 different letters indicate significant difference between means for $p < 0,05$

Tabela.

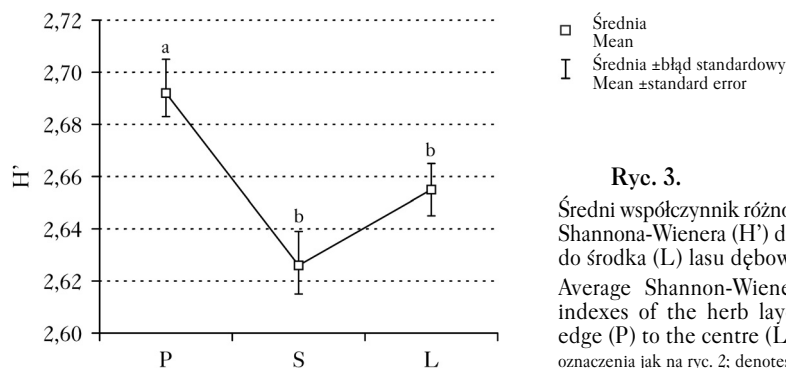
Bogactwo i różnorodność gatunkowa runa i glebowego banku nasion w trzech strefach odległości od granicy lasu (P, S i L)

Species richness and diversity of herb layer and soil seed bank in three zones of distance from the forest border (P, S, L)

		P	S	L
LGr/pow		114	110	108
LGr	M ±SD	15,7 ±3,42	14,8 ±3,47	15,1 ±3,29
	V%	21,7	23,5	21,8
H' _r	M ±SD	2,69 ±0,22	2,62 ±0,25	2,65 ±0,23
	V%	8,3	9,6	8,6
	Σ	38	31	26
LGbn	M ±SD	3,2 ±2,27	2,7 ±2,23	2,3 ±1,94
	V%	70,9	83,0	83,9
	Σ	1125	849	846
LN	M ±SD	13,1 ±14,6	9,9 ±11,8	9,6 ±10,9
	V%	111,3	118,8	113,5
H' _{bn}	M ±SD	0,68 ±0,55	0,63 ±0,62	0,51 ±0,55
	V%	80,1	97,6	107,6

LGr/pow – liczba gatunków runa powierzchni badawczej (400 m²), LGr – liczba gatunków runa [szt./m²], H'_r – współczynniki różnorodności Shannona-Wienera dla runa, LGbn – liczba gatunków w banku nasion, LN – liczba nasion, H'_{bn} – współczynniki różnorodności Shannona-Wienera dla banku nasion; M ±SD – średnia ±odchylenie standardowe, V% – współczynnik zmienności, Σ – suma

LGr/pow – number of herb layer species per plot (400 m²), LGr – number of herb layer species [species/m²], H'_r – Shannon-Wiener diversity coefficient for herb layer species, LGbn – number of species in the seed bank, LN – number of seeds in seed bank, H'_{bn} – Shannon-Wiener diversity coefficient for seed bank species; M ±SD – mean ±standard deviation, V% – coefficient of variability, Σ – sum



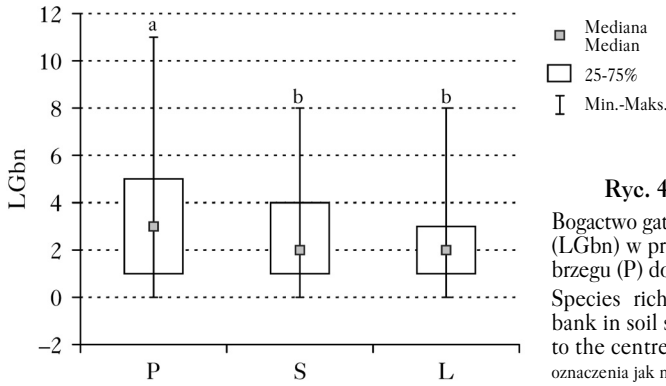
Ryc. 3.

Średni współczynnik różnorodności gatunkowej Shannona-Wienera (H') dla runa od brzegu (P) do środka (L) lasu dębowego
Average Shannon-Wiener (H') biodiversity indexes of the herb layer species from the edge (P) to the centre (L) of the oak forest
oznaczenia jak na ryc. 2; denotes as in figure 2

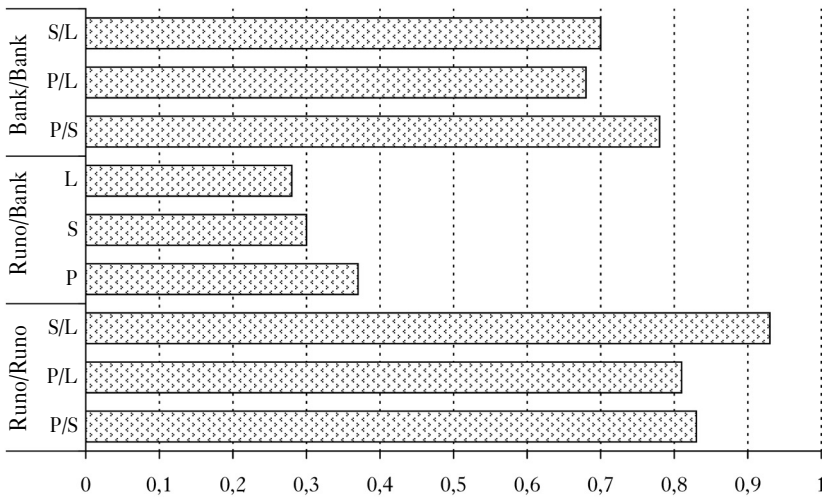
L (tab.). Stwierdzono istotne zróżnicowanie między strefą P a strefami S i L ($p=0,0375$; ryc. 4). Pod względem wskaźników różnorodności banki nasion nie różniły się istotnie między sobą.

PODOBIEŃSTWO STRUKTURY GATUNKOWEJ RUNA, BANKÓW NASION ORAZ RELACJE MIĘDZY BANKIEM NASION A RUNEM. Stwierdzono wysokie podobieństwo w kompozycji gatunkowej runa badanych powierzchni. Najbardziej podobne do siebie pod względem kompozycji gatunkowej runa okazały się strefy S i L – wskaźnik podobieństwa wyniósł tu 0,93 (ryc. 5). Wskaźniki podobieństwa Sørensen'a między strefą P i L oraz P i S kształtują się na zbliżonym poziomie i wynoszą odpowiednio: P-L=0,81 oraz P-S=0,83.

Wzorec podobieństw między bankami nasion stref P, S i L nie odzwierciedla wzorca podobieństw między runem tych stref. Wyraźnie najbardziej podobne do siebie pod względem kompozycji gatunkowej są banki nasion z powierzchni sąsiadujących P i S, natomiast na zbliżonym poziomie banki P i L oraz S i L (ryc. 5).



Ryc. 4.
 Bogactwo gatunkowe glebowego banku nasion (LGbn) w próbach glebowych pobieranych od brzegu (P) do środka (L) lasu dębowego
 Species richness (LGbn) of the soil seed bank in soil samples taken from the edge (P) to the centre (L) of the oak forest
 oznaczenia jak na ryc. 2; denotes as in figure 2



Ryc. 5.

Współczynnik podobieństwa gatunkowego Sörensena między runem i bankiem nasion płatów P, S i L
 Sørensen species similarity coefficients between herb layer (Runo) and soil seed bank (Bank) of P, S, L plots

Ogółem w bankach nasion i runie badanych powierzchni stwierdzono łącznie 140 gatunków, z czego tylko 6 stwierdzono wyłącznie w banku nasion (grupa B), 39 gatunków wspólnych dla banku nasion i runa (grupa BR) oraz 95 gatunków notowanych wyłącznie w runie (grupa R). Współczynnik podobieństwa gatunkowego Sörensena między runem a bankiem nasion dla całego lasu wyniósł 0,43. Najwyższy był w strefie P (0,37) i spadł do poziomu 0,28 w strefie L (ryc. 5).

Chociaż prawie 90% nasion całego banku należało do gatunków obecnych w runie (BR), to struktura gatunkowa runa wyraźnie różniła się od notowanej w banku. Wiele gatunków o wysokiej frekwencji w runie pojawiało się sporadycznie w banku nasion lub w ogóle nie było obecnych. Stwierdzono, że ponad 66% wszystkich nasion w banku należało do jednego gatunku *Poa nemoralis*, licznie reprezentowane w banku były gatunki takie jak *Moehringia trinervia*, *Milium effusum*, *Carex sylvatica*, *Geum urbanum* i *Luzula pilosa*. Nasiona gatunków typu (B) stanowiły jedynie niewielki udział w całym banku.

STRUKTURA EKOLOGICZNA RUNA I BANKU NASION, UDZIAŁ GATUNKÓW STARYCH LASÓW. Spośród wszystkich gatunków zanotowanych w banku nasion i runie dąbrowy ponad połowa to gatunki leśne (LE). W banku nasion również wyraźnie dominują diaspory z tej grupy – stanowią one ponad 90%. Warto podkreślić, że zanotowano aż 41 gatunków starych lasów. Ponad połowa z nich występowała wyłącznie w runie (24 gatunki R), natomiast 17 to gatunki typu BR. Zanotowano jedynie kilka gatunków starych lasów licznie występujących zarówno w banku nasion, jak i w runie. Były to *Poa nemoralis*, *Milium effusum* i *Moehringia trinervia*. Znalazły się tu również gatunki wyraźnie dominujące w runie, a występujące nielicznie z niską frekwencją w banku nasion, jak *Convallaria majalis*, *Lathyrus vernus* czy *Pulmonaria obscura*. Liczebność banków nasion gatunków starych lasów wyniosła dla P 995, dla S 772, a dla L 742 nasiona. Większy zapas nasion w strefie brzegowej lasu wynikał z wyższej liczby nasion *Poa nemoralis*. Frekwencja tych gatunków w runie była wyrównana w każdej ze stref. Jedynie *Asarum europaeum* występował wyraźnie częściej w strefie L, najdalej odsuniętej od brzegu lasu. Większość gatunków starych lasów notowanych w runie nie tworzyła banków nasion.

Wśród gatunków ciepłolubnych zarośli (ZA) wyróżniono 18 obecnych w runie (R + BR), z których jedynie 5 obecnych było w glebowym banku. Ogółem bank nasion gatunków ciepłolubnych zarośli liczył 145 nasion, z których aż 90% stanowiły nasiona *Astragalus glycyphyllos*. Frekwencja tych gatunków w runie poszczególnych stref (P, S, L) nie różniła się od siebie znacznie. Natomiast liczba nasion w banku była dwukrotnie niższa w strefie S niż w pozostałych strefach.

W runie lasu stwierdzono 8 gatunków murawowych, z których żaden nie znalazł się w glebowym banku nasion. Suma wystąpień tych gatunków była o 50% wyższa w strefie brzegowej P w porównaniu do stref S i L. Najczęściej w tej grupie notowano *Vincetoxicum hirundinaria* oraz *Allium vineale*. Wśród 7 gatunków łąkowych, podobnie jak w przypadku gatunków murawowych, nie stwierdzono występowania banku nasion. Prawie 80% wszystkich wystąpień gatunków tej grupy to *Veronica chamaedrys*.

W grupie chwastów i gatunków obcego pochodzenia (CH) stwierdzono 32 gatunki, z czego 14 gatunków R, 14 BR i 4 B. Pod względem rozmieszczenia w runie widać wyraźnie spadek liczby wystąpień od strefy P (492) do L (297). Podobnie wielkość banku nasion najwyższa jest w strefie brzegowej lasu (55 nasion), a najniższa w płacie najdalej odsuniętym od brzegu (31 nasion). W runie najczęstszym gatunkiem tej grupy było *Galium aparine*, którego nasion nie odnotowano w glebie, natomiast wśród gatunków obecnych w runie i w banku najliczniej występowały *Taraxacum officinale* i *Chenopodium album*.

Dyskusja

Dotychczasowe badania zmienności zagęszczenia banków nasion oraz struktury gatunkowej runa i banku świetlistej dąbrowy w Puszczy Białowieskiej wykazały, że bogactwo gatunkowe, jak również wskaźniki bioróżnorodności runa zależą przede wszystkim od składu gatunkowego drzewostanu i stopnia zwarcia okapu drzew lub krzewów, a zatem od dostępu światła do dna lasu [Kwiatkowska i in. 1997; Kwiatkowska-Falińska i in. 2011]. W najlepiej zachowanych płatach białowieskiej dąbrowy o dobrym dostępie światła (zwarcie koron nie przekraczało 50%) bogactwo gatunkowe runa wynosiło średnio 77-82 gatunki/100 m² [Kwiatkowska-Falińska i in. 2013]. W opisywanym w niniejszym opracowaniu dębowym lesie wtórnego pochodzenia o zwarciu koron 60% bogactwo gatunkowe 100 powierzchni o wielkości 1 m² wahało się średnio w zakresie 85-86 gatunków w strefie P i S oraz 80-81 w strefie L.

Analiza porównawcza bogactwa gatunkowego runa i banku nasion płatów dąbrowy białowieskiej pierwotnego pochodzenia oraz opisywanej w prezentowanym artykule wtórnej 60-letniej dąbrowy wskazuje na zbliżoną liczbę gatunków runa na 100 m². Trzeba jednak zaznaczyć, że w przypadku lasu badanego przez autorów niniejszego opracowania istotne znaczenie dla oceny bogactwa gatunkowego miało pojawianie się roślin ruderalnych i chwastów – dla powierzchni P i S stanowiły one między 7 a 8% wystąpień wszystkich gatunków runa, a w strefie L niecałe 5%. W badanym lesie stwierdzono zaskakująco wysoką liczbę gatunków starych lasów – w strefie brzegowej P była równa, a w pozostałych strefach wyższa od notowanej w najlepiej zachowanym płacie dąbrowy Puszczy Białowieskiej [Kwiatkowska-Falińska i in. 2013]. Z obserwacji autorów opracowania wynika, że wysoka liczba i frekwencja tzw. gatunków starych lasów może występować również w lasach wtórnego pochodzenia.

Bank nasion badanej wtórnej dąbrowy był mniej liczny i uboższy gatunkowo w porównaniu z bankiem nasion dąbrowy białowieskiej [Kwiatkowska-Falińska i in. 2013]. Z prezentowanych badań wynika również, że pomimo zbliżonej liczby gatunków starych lasów w runie niezaburzonej dąbrowy białowieskiej i wtórnego lasu dębowego na Poniidziu ich liczebność w banku nasion lasu wtórnego jest wyraźnie niższa. Przedstawione tu relacje potwierdzają zależności prezentowane przez Kwiatkowską-Falińską i in. [2011, 2013], których badania wskazują na istotnie wyższe bogactwo gatunkowe banku nasion w starych płatach dąbrowy w porównaniu z płacami dąbrowy wtórnego pochodzenia. Można stwierdzić, że wysokie bogactwo gatunkowe banku, jak również jego zagęszczenie i udział gatunków starych lasów są dobrymi wskaźnikami naturalności lasu dębowego. Wyniki prezentowanych badań wskazują również na kilkakrotnie niższą wartość wskaźników bioróżnorodności H' Shannona-Wienera runa i banku nasion w porównaniu z niezaburzonymi płacami białowieskiej dąbrowy.

W literaturze ekologicznej można znaleźć wiele doniesień wskazujących na niski poziom podobieństwa składu gatunkowego banku nasion i runa w tzw. starych lasach liściastych (ancient forest) [Pickett, McDonnell 1989; Thompson 1992; Bossuyt, Hermy 2001]. Niemniej jednak liczne badania w dobrze zachowanych naturalnych lasach Puszczy Białowieskiej wskazują na wysokie, prawie 70-procentowe podobieństwo między bankami nasion a runem [Jankowska-Błaszczuk i in. 1998; Leckie i in. 2000; Panufnik-Mędrzycka, Kwiatkowska-Falińska 2001; Plue i in. 2009; Kwiatkowska-Falińska i in. 2011]. Porównanie struktury gatunkowej banków nasion zaciemionego lasu grądowego oraz świetlistej dąbrowy Puszczy Białowieskiej wskazało na obecność w grądzie dwóch grup: gatunków tolerujących zaciemnienie obecnych w runie oraz gatunków silnie światłolubnych, których kiełkowanie jest zdeterminowane wystąpieniem zaburzenia w warstwie drzewostanu i w efekcie luki świetlnej [Jankowska-Błaszczuk i in. 1998]. W banku nasion białowieskiej świetlistej dąbrowy stwierdzono wiele gatunków światłolubnych występujących w runie, jak również pewną liczbę gatunków nieleśnych charakterystycznych dla miejsc otwartych. Bank nasion wtórnej dąbrowy, której dotyczyły prezentowane badania, zdominowany jest bardzo silnie przez gatunki leśne, tolerujące zaciemnienie (*Poa nemoralis*, *Milium effusum* czy *Moehringia trinervia*), ale niecharakterystyczne ściśle dla świetlistych dąbrów.

Podsumowanie

Odtwarzany od 60 lat las dębowy charakteryzuje się wysokim bogactwem gatunkowym runa z dużym udziałem gatunków starych lasów. Glebowy bank nasion takiego lasu jest ubogi gatunkowo, zdominowany przez gatunki leśne, grądowe, o szerokim spektrum występowania i nie odzwierciedla struktury gatunkowej runa lasu dębowego. Badania wykazały, że nawet przy zbliżonym bogactwie gatunkowym banki nasion wtórnych dąbrów są istotnie mniejsze i uboższe gatunkowo w porównaniu do dąbrów białowieskich.

Literatura

- Bossuyt B., Hermy M. 2001. Influence of land use history on seed banks in European temperate forest ecosystems: a review. *Ecography* 24: 225-238.
- Dzwonko Z., Loster S. 2001. Wskaźnikowe gatunki roślin starych lasów i ich znaczenie dla ochrony przyrody i kartografii roślinności. *Prace Geograficzne* 178: 119-132.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 1-9.
- Jakubowska-Gabara J. 1993. Recesja zespołu świetlistej dąbrowy *Potentillo albae-Quercetum* Libb. 1933 w Polsce. Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- Jakubowska-Gabara J. 1996. Decline of *Potentillo albae-Quercetum* Libb. 1933 phytocoenoses in Poland. *Vegetatio* 124: 45-59.
- Jakubowska-Gabara J., Kiedrzyński M. 2012. Dąbrowa świetlista (ciepłolubna) *Potentillo Albae-Quercetum* Libb. 1933. W: Olaczek R. [red.]. Czerwona księga roślin województwa łódzkiego. Zagrożone rośliny naczyniowe. Zagrożone zbiorowiska roślinne. Ogród Botaniczny w Łodzi. Uniwersytet Łódzki, Łódź. 228-229.
- Jankowska-Błaszczuk M., Kwiatkowska A. J., Panufnik D., Tanner E. 1998. The size and diversity of the soil seed banks and the light requirements of the species in sunny and shady natural communities of the Białowieża Primeval Forest. *Plant Ecol.* 136: 105-118.
- Kurowski J. K. 2009. Roślinność leśna. W: Kurowski J. K. [red.]. Szata roślinna Polski Środkowej. Wydawnictwo EKO-GRAF, Łódź. 103-123.
- Kwiatkowska A. J. 1996. Zmiana presji roślinożerców jako przyczyna regresji dąbrów świetlistych w Puszczy Białowieskiej. *Wiad. Ekol.* 42: 137-162.
- Kwiatkowska A. J., Solińska-Górnicka B. 1993. Changes in typological and spatial boundaries between neighbouring communities of *Potentillo albae-Quercetum* and *Tilio-Carpinetum*. *Acta Soc. Bot. Pol.* 62 (1-2): 59-66.
- Kwiatkowska A. J., Spalik K., Michalak E., Palińska A., Panufnik D. 1997. Influence of the size and density of *Carpinus betulus* on the spatial distribution and rate of deletion of forest-floor species in thermophilous oak forest. *Plant Ecology* 129: 1-10.
- Kwiatkowska A., Wyszomirski T. 1998. Decline of *Potentillo albae-Quercetum* phytocoenoses associated with the invasion of *Carpinus betulus*. *Vegetatio* 75: 49-55.
- Kwiatkowska-Falińska A. J. 2006. The pressure of dominant herbivores and the process of secondary succession of *Potentillo albae-Quercetum* in Białowieża Primeval Forest. *Coll. Phytosoc.* 2: 185-212.
- Kwiatkowska-Falińska A. J., Panufnik-Mędrzycka D., Wódkiewicz M., Sondej I., Jaroszewicz B. 2011. The effects of different types of woodland disturbance on the persistence of soil seed banks. *Acta Soc. Bot. Pol.* 80: 149-157.
- Kwiatkowska-Falińska A. J., Panufnik-Mędrzycka D., Wódkiewicz M., Sondej I., Jaroszewicz B. 2013. Ancient forest species and the diversity of vegetation and seed bank indicate the aptitude of transformed thermophilous oak wood patches for restoration. *Pol. J. Ecol.* 61 (1): 65-78.
- Leckie S., Vellend M., Bell G., Waterway M. J., Lechowicz M. J. 2000. The seed bank in an old-growth, temperate deciduous forest. *Can. J. Bot.* 78: 181-192.
- Matuszkiewicz J. M. 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
- Matuszkiewicz J. M. [red.]. 2007. Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w wybranych regionach Polski. Monografie IGIPZ PAN, Warszawa.
- Matuszkiewicz J. M., Kozłowska A. B. 1991. Przegląd fitosocjologiczny zbiorowisk leśnych Polski – ciepłolubne dąbrowy. *Fragm. Flor. Geobot.* 36 (1): 203-256.
- Panufnik-Mędrzycka D., Kwiatkowska-Falińska A. J. 2001. The realised and potential soil seed bank in the *Potentillo albae-Quercetum* community in the Białowieża Primeval Forest. *Acta Soc. Bot. Pol.* 70: 133-143.
- Pickett S. T. A., McDonnell M. J. 1989. Seed bank dynamics in temperate deciduous forest. W: Leck M. A., Parker V. T., Simpson R. L. [red.]. *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, San Diego. 123-147.
- Plue J., Dupouey J. L., Verheyen K., Hermy M. 2009. Forest seed banks along an intensity gradient of ancient agriculture. *Seed Sci. Res.* 19: 103-114.
- Thompson K. 1992. The Functional Ecology of Seed Banks. W: Fenner M. [red.]. *The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. CAB International Wallingford, Oxford. 231-258.