



GLEBOWY BANK NASION ZBIOROWISK LEŚNYCH WIELKOPOLSKIEGO PARKU NARODOWEGO – BADANIA WSTĘPNE

SOIL BANK OF SEEDS OF FOREST COMMUNITIES OF THE WIELKOPOLSKA NATIONAL PARK – PRELIMINARY RESEARCH

RENATA NOWIŃSKA, JUSTYNA DUBKIEWICZ

R. Nowińska, Katedra Botaniki, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wojska Polskiego 71 C,
60-625 Poznań, Poland, e-mail: renata.nowinska@up.poznan.pl

ABSTRACT. The aim of this study is to examine the soil seed banks of the following plant communities: the complex of lakeside plant communities (*Carici elongate-Alnetum*, *Fraxino-Alnetum*); the Central European oak-hornbeam forest (*Galio sylvatici-Carpinetum*); the thermophilous oak forest (*Potentillo albae-Quercetum*), in the course of transformation into the oak-hornbeam forest; the fresh coniferous mixed forest (*Quercus roboris-Pinetum*) and the subcontinental pine forest (*Leucobryo-Pinetum*). All of these plant communities are located in protected areas of the Wielkopolska National Park. The soil seed banks of an individual communities are compared according to the species richness and species diversity as well as species similarity between the herb-layer and the seed bank.

The soil seed banks are mainly composed of autochthonous species. The studied communities differ in size and species richness of the soil seed bank as well as in its species diversity. The indicated parameters decrease along with the decrease in the fertility and humidity of the communities. A statistically significant, moderate, positive correlation of species richness between the herb layer and the soil seed bank is observed. Nevertheless, the species similarity between the herb layer and the seed bank is relatively low, which can be attributed to the following: 1) the dominance of single species is greater in soil seed banks than in herb layer; 2) woody species whose seedlings were not recorded in the herb layer or were recorded very rarely, have a large share in seed banks; 3) seeds of some clonal plants were not recorded in seed banks as these species invest only small resources in generative reproduction.

KEY WORDS: soil seed bank, forests, herb layer, species richness, species diversity

WSTĘP

Glebowy bank nasion to zapas wszystkich żywych nasion, które występują zarówno na powierzchni gleby, jak i w jej głębi (HARPER 1977), formujący się zazwyczaj w długim czasie. Jego zasobność zależy od liczby zdeponowanych nasion (tzw. deszczu nasion), a także od intensywności zjadania nasion przez zwierzęta oraz od biologicznych właściwości diaspor (FALIŃSKA i in. 1994, CZARNECKA 1998b). Szczególnie predysponowane do długiego trwania w glebie są nasiona gatunków wczesnosukcesyjnych: o małych rozmiarach i kulistym kształcie, które zazwyczaj transportowane są na większe odległości (FALIŃSKA 1996), łatwiej

wnikają w głąb gleby (PEART 1984) i są mniej narażone na konsumpcję przez bezkręgowce (JANKOWSKA-BŁASZCZUK 2008). Kiełkowanie drobnych nasion zależy również od spełnienia wygórowanych wymogów świetlnych (DEVLAEMINCK i in. 2005); chroni to nasiona przed wczesnym kiełkowaniem na zbyt dużej głębokości (JANKOWSKA-BŁASZCZUK & DAWS 2007). Gatunki późnosukcesyjne charakteryzują się większymi rozmiarami nasion i krótszym spoczynkiem, ponadto częściej pozostają w płytszych warstwach gleby (JANKOWSKA-BŁASZCZUK 2008), przez co są bardziej narażone na zjedanie lub uszkodzenie przez drobne ssaki (YORKS i in. 2000).

Rozpraszanie nasion i ich przechowywanie w glebie odgrywa zasadniczą rolę w dynamice populacji poszczególnych gatunków oraz całych zbiorowisk roślinnych (TRAVESET i in. 2014, SHIFERAW i in. 2018). Skład gatunkowy glebowych banków nasion jest względnie stabilny w czasie (BOSSUYT & HERMY 2004); tworzą go diaspory gatunków aktualnie obecnych w danym zbiorowisku roślinnym, a także gatunki z wcześniejszych stadiów sukcesyjnych oraz gatunki, których diaspory są transportowane spoza zbiorowiska (FALIŃSKA 1998). Stabilne ekosystemy leśne – na tle ekosystemów otwartych i poddanych działaniu czynników zaburzających – charakteryzują się stosunkowo nielicznym i ubogim w gatunki bankiem nasion (FALIŃSKA i in. 1994, CZARNECKA 1998a, JANKOWSKA-BŁASZCZUK 2002), odznaczającym się małym stopniem podobieństwa składu gatunkowego do warstwy nadziemnej (LECKIE i in. 2000, OLANO i in. 2002, GODEFROID i in. 2006, HOPFENSBERGER 2007, SCHMIDT i in. 2009). Proporcja nasion gatunków autochtonicznych do nasion gatunków allochtonicznych w ekosystemach leśnych może być w znacznym stopniu zróżnicowana, o czym decydują między innymi wielkość ekosystemu, jego naturalność, a także specyfika terenów przyległych (KONCZ i in. 2011, HAŁATKIEWICZ i in. 2019, GASPERINI i in. 2022).

Celem niniejszego opracowania była analiza banków nasion pięciu ekosystemów leśnych reprezentujących siedliskową zmienność lasów Wielkopolskiego Parku Narodowego.

MATERIAŁ I METODY

TEREN BADAŃ

Lasy zajmują ponad 60% powierzchni Wielkopolskiego Parku Narodowego. Wykształcają się tu niemal wszystkie zbiorowiska leśne właściwe dla Pojezierza Wielkopolskiego (BALCERKIEWICZ & PAWLAK 2001). Fitocenozy występujące w granicach parku są w znacznym stopniu antropogenicznie przekształcone, głównie w wyniku dawnych zabiegów gospodarki leśnej i wprowadzania sosny na żyzne i umiarkowanie żyzne siedliska, ale także na skutek postępującego rozprzestrzeniania się gatunków obcych i antropopresji związanej z bliskością zabudowy, rekreacją i ruchem turystycznym.

Badania prowadzono w ekosystemach zlokalizowanych w obszarach ochrony ścisłej:

1. Kompleks zbiorowisk przyjeziornych OŁ – usytuowany na południowym krańcu Jeziora Góreckiego, w obszarze ochrony ścisłej „Rezerwat Grabina”, obejmuje kompleks olsów i łęgów jesionowo-olszowych (*Carici elongate-Alnetum*, *Fraxino-Alnetum*).
2. Las dębowo-grabowy (*Galio sylvatici-Carpinetum*) GR – próby pobierano w północnej części obszaru ochrony ścisłej „Rezerwat Grabina”, gdzie

znajdują się najlepiej wykształcone i dobrze zachowane płaty tego zespołu.

3. Świetlista dąbrowa (*Potentillo albae-Quercetum*, postać silnie zniekształcona) SD – badane zbiorowisko jest usytuowane w obszarze ochrony ścisłej „Świetlista Dąbrowa na Wysoczyźnie”. Na skutek zaprzestania użytkowania fitocenoza znajduje się w recesji i spontanicznie przekształca się w ąród.
4. Kontynentalny bór mieszany (*Quercus roboris-Pinetum*) BM – próby pobierano w obszarze ochrony ścisłej „Bór Mieszany”. Fitocenoza wykazuje tendencję do przekształcania się w zespół kwaśnej dąbrowy.
5. Subatlantycki bór sosnowy świeży (*Leucobryo-Pinetum*) BS – zlokalizowany w obszarze ochrony ścisłej „Nadwarciański Bór Sosnowy”.

Szczegółową charakterystykę badanych zbiorowisk zawierają opracowania BALCERKIEWICZA i in. (1990, 1991, 1992, 1994).

SPOSÓB POBORU PRÓB

W każdym zbiorowisku wytyczono losowo po 10 kwadratowych powierzchni obserwacyjnych o długości boków wynoszącej 1 m. Powierzchnie oznakowano i ponumerowano. W kwietniu (przed deszczem nasion gatunków wiosennych) ze środka każdej powierzchni stałej, z warstwy 0–5 cm, pobrano próbki gleby za pomocą metalowego cylindra o średnicy 98 mm (objętość pojedynczej próbki gleby wynosiła 377 cm³). Materiał glebowy przesiano przez sita, uzyskując pięć frakcji granulometrycznych. Diaspory generatywne wyszukiwano, przeglądając poszczególne frakcje gleby z użyciem mikroskopu stereoskopowego. Owoce i nasiona zidentyfikowano za pomocą klucza (BOJŃANSKÝ & FARGAŠOVÁ 2007) oraz kolekcji nasion Katedry Botaniki Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

W kwietniu i lipcu w obrębie powierzchni wykonano spisy florystyczne runa. Określono procentowe pokrycie łączne roślin oraz procentowe pokrycie każdego gatunku.

ANALIZA DANYCH

W analizie banku nasion próbę podstawową stanowiły nasiona pochodzące z pojedynczej próbki gleby o objętości 377 cm³. W analizie runa próbę podstawową stanowił pojedynczy spis gatunków z powierzchni 1 m².

Dla każdej próby podstawowej określono bogactwo gatunkowe oraz zróżnicowanie gatunkowe wyrażone za pomocą wskaźnika Shannona (TUOMISTO 2010). Podobieństwo gatunkowe między bankiem nasion a runem obliczono łącznie dla wszystkich prób podstawowych z danego zbiorowiska leśnego, wykorzystując współczynnik Sørensen-Dice (DICE 1945, SØRENSEN 1948).

Posługując się korelacją Pearsona, sprawdzono, czy istnieje związek między bogactwem gatunkowym glebowego banku nasion i runa, a także związek między liczbą nasion a łącznym pokryciem roślin w runie. Analizy te miały charakter orientacyjny i przeprowadzono je łącznie dla wszystkich zbiorowisk leśnych.

Za pomocą testu Manna-Whitneya określono, czy w obrębie danego zbiorowiska leśnego występują istotne różnice między bogactwem gatunkowym banku nasion i runa, a także czy są różnice między różnorodnością gatunkową banku nasion i runa.

Analiza wariancji (ANOVA) oraz ANOVA rang Kruskala-Wallisa posłużyły do testowania różnic między zbiorowiskami. Test Kruskala-Wallisa zastosowano, aby ocenić, czy badane zbiorowiska różnią się od siebie bogactwem i różnorodnością gatunkową banku nasion i runa. Analizę wariancji zastosowano dla oceny różnic w podobieństwie gatunkowym.

WYNIKI

CHARAKTERYSTYKA GLEBOWEGO BANKU NASION W OBRĘBIE POWIERZCHNI BADAWCZYCH

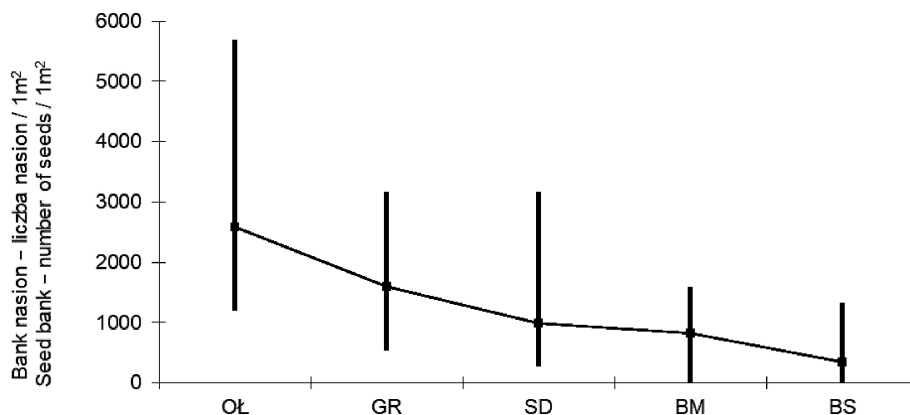
W pobranych próbach podstawowych gleby odszukano łącznie 489 nasion. Najlichnieszy zapas żywych nasion wystąpił w glebie zbiorowisk przyjeziornych, gdzie odszukano od 9 do 43 nasion w próbce (ok. 1200–5700 nasion m^{-2}). W grądzie oraz silnie zniekształconej świetlistej dąbrowie odszukano odpowiednio od 4 do 24 nasion (530,6–3183,4 m^{-2}) oraz od 2 do 24 nasion (265,3–3183,4 m^{-2}). W borze mieszanym i borze sosnowym w części prób glebowych nie było nasion w ogóle, a ich maksymalna liczba wynosiła odpowiednio 12 i 10 (1591,7 m^{-2})

i 1326,4 m^{-2}). Uzyskane wyniki zaprezentowano na rycinie 1. Różnice między zbiorowiskami były statystycznie istotne (tab. 1, ANOVA rang, $p < 0,001$). Zbiorowiska różniły się także pod względem różnorodności gatunkowej wyrażonej wskaźnikiem Shannona (tab. 1, ANOVA rang, $p < 0,001$). Największą różnorodnością cechował się glebowy bank nasion w zbiorowiskach przyjeziornych (średni wskaźnik $H' = 1,21$), najmniejszą – bank nasion w borze sosnowym (średni wskaźnik $H' = 0,13$).

Stwierdzone w banku glebowym nasiona należały do 22 taksonów. Najlichniej reprezentowane były diaspory drzew, mniej licznie diaspory gatunków zielnych wieloletnich i krótkotrwałych (ryc. 2). W kompleksie przyjeziornym stwierdzono nasiona 17 gatunków roślin, gatunkiem dominującym była *Alnus glutinosa*. W lesie dębowo-grabowym bank nasion tworzyło siedem gatunków, najczęściej występowały nasiona *Carpinus betulus* i *Viola reichenbachiana*. W banku nasion silnie zniekształconej świetlistej dąbrowy, pośród 12 stwierdzonych taksonów, gatunkiem częstym była *Fallopia dumetorum*, natomiast w borach mieszanym i sosnowym dominowały nasiona *Pinus sylvestris*. Kosmopolitycznymi gatunkami w banku nasion lasów Wielkopolskiego Parku Narodowego były *Betula pendula* – gatunek występował we wszystkich badanych zbiorowiskach – oraz *Pinus sylvestris* i *Impatiens parviflora* – obydwa występowały w czterech badanych zbiorowiskach (ryc. 3).

ZWIĄZKI MIĘDZY BANKIEM NASION A KOMPOZYCJĄ GATUNKOWĄ RUNA W POSZCZEGÓLNYCH ZBIOROWISKACH

W analizie ogólnej nie uwzględniającej podziału na poszczególne zbiorowiska stwierdzono występowanie istotnej statystycznie, lecz umiarkowanej

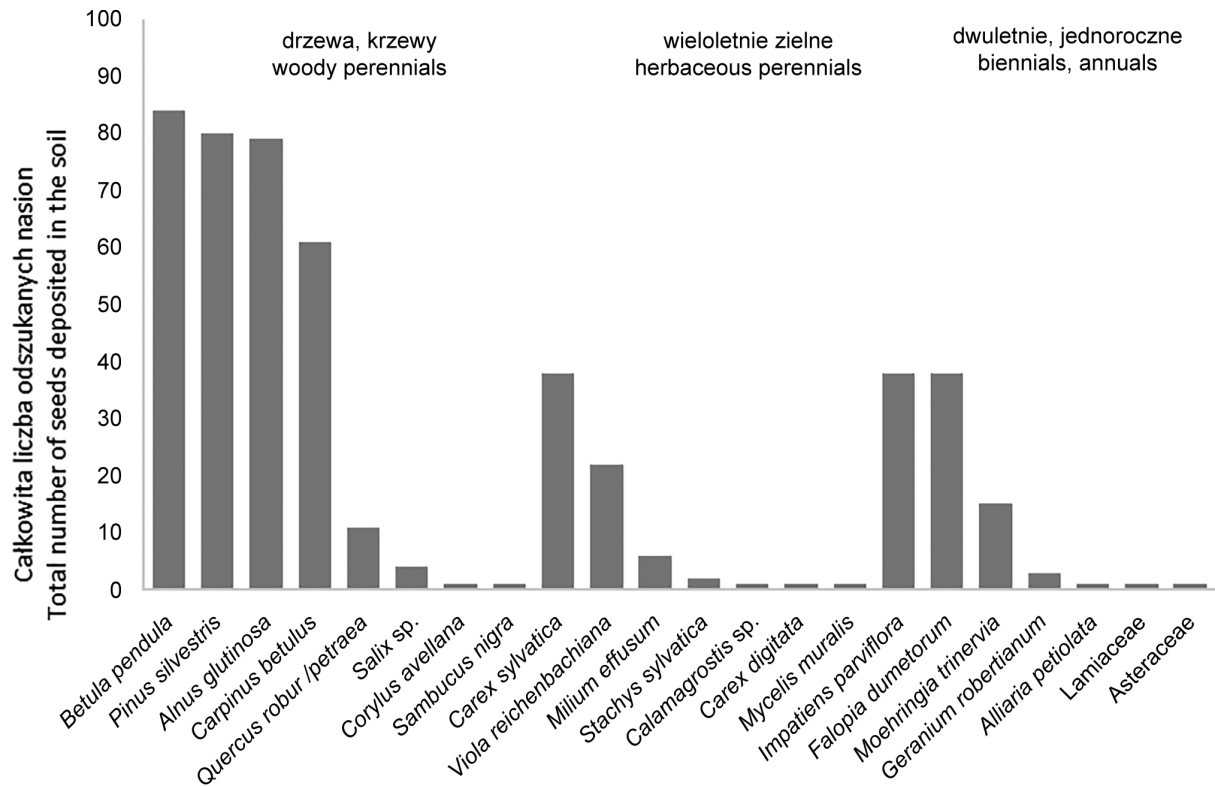


Ryc. 1. Liczba nasion przypadająca na powierzchnię 1 m^2 gleby. Linie pionowe wskazują różnice między wartościami maksymalnymi i minimalnymi; linia pozioma łączy średnie arytmetyczne uzyskane w badanych zbiorowiskach

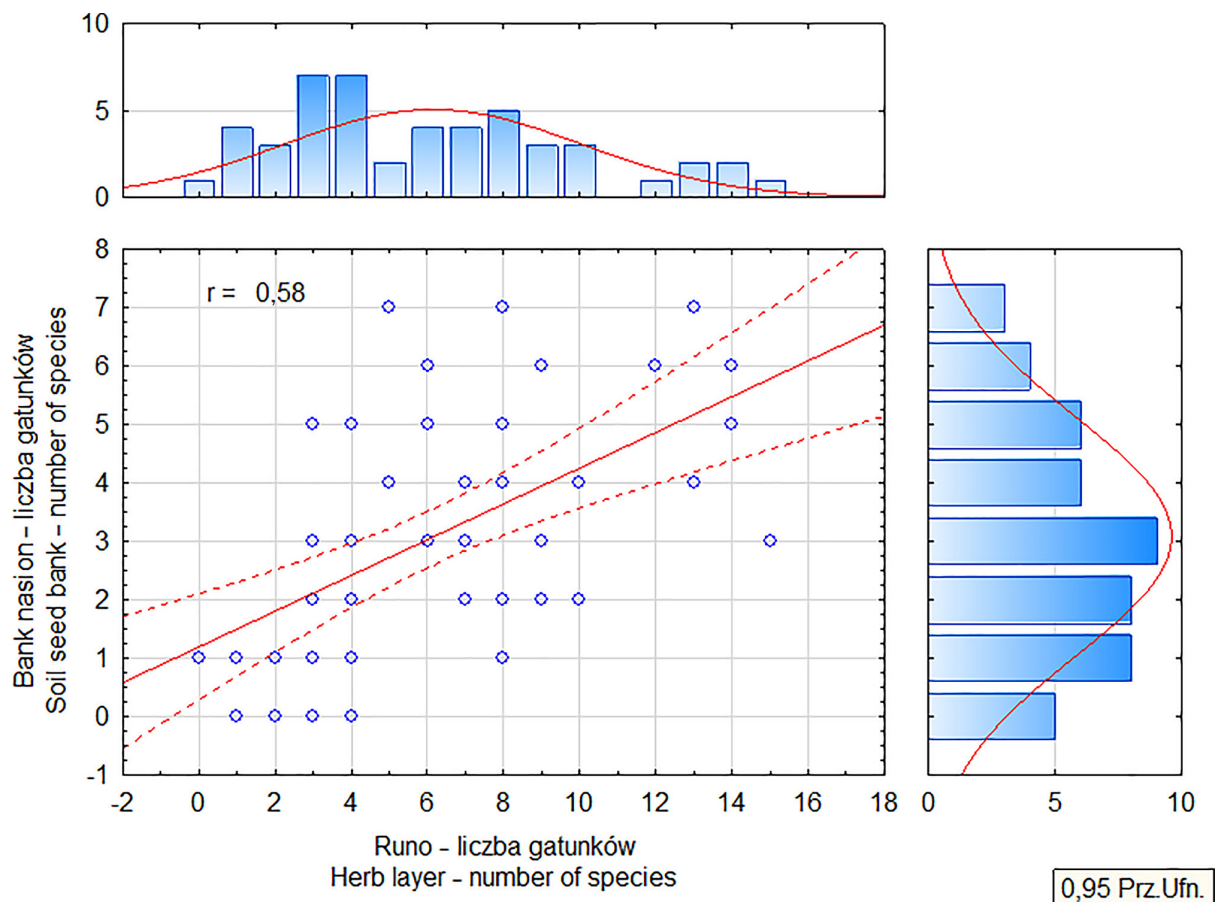
Fig. 1. The number of seeds per 1 m^2 of soil. The vertical lines indicate the differences between the maximum and minimum values; the horizontal line connects the arithmetic means obtained in the studied communities

Skróty: OŁ – kompleks zbiorowisk przyjeziornych, GR – grąd środkowoeuropejski, SD – świetlista dąbrowa, BM – bór mieszany, BS – bór sosnowy.

Abbreviations: OŁ – complex of lakeside communities, GR – Central European oak-hornbeam forest, SD – thermophilous oak forest, BM – mixed coniferous forest, BS – pine forest.



Ryc. 2. Wielkość glebowego banku nasion u gatunków reprezentujących różne formy życiowe
 Fig. 2. The size of the soil seed bank in species representing various life forms

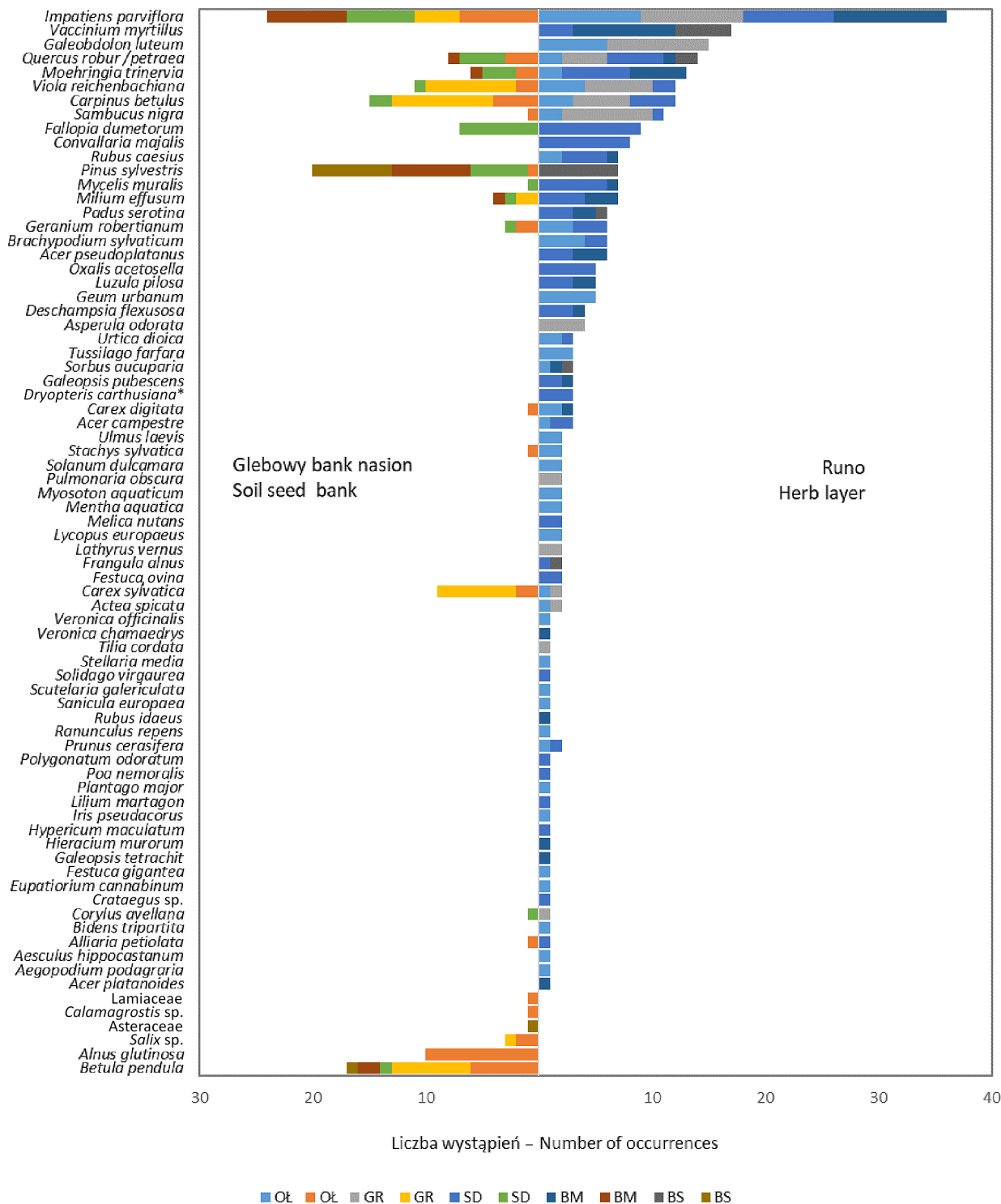


Ryc. 3. Korelacja między liczbą gatunków w runie i banku nasion
 Fig. 3. Correlation between the number of species in the herb layer and the seed bank

0,95 Prz.Ufn.

dotatniej korelacji ($r = 0,58$) między bogactwem gatunkowym runa i bogactwem gatunkowym banku nasion (ryc. 4). Nie stwierdzono natomiast istotnej zależności między bogactwem gatunków w banku nasion a zwarciem warstwy zielonej ($r = 0,2$).

Bogactwo gatunkowe banków nasion było znacząco niższe od bogactwa gatunkowego runa w grądzie (tab. 1, test U, $p < 0,05$) oraz w świetlistej dąbrowie i w borze mieszanym (tab. 1, test U, $p < 0,001$). W kompleksie zbiorowisk przyjeziornych i borze



Ryc. 4. Porównanie liczby wystąpień gatunków w glebowym banku nasion i runie
 Fig. 4. Comparison of the number of species occurrences in the soil seed bank and the herb layer
 Skróty: OŁ – kompleks zbiorowisk przyjeziornych, GR – grąd środkowoeuropejski, SD – świetlista dąbrowa, BM – bór mieszanym, BS – bór sosnowy, * – paproć.
 Abbreviations: OŁ – the complex of lakeside communities, GR – oak-hornbeam forest, SD – thermophilous oak forest, BM – coniferous mixed forest, BS – pine forest, * – fern.

Tabela 1. Liczba gatunków występujących w runie oraz obecnych w glebowym banku nasion i podobieństwo gatunkowe dla badanych zbiorowisk leśnych Wielkopolskiego Parku Narodowego
 Table 1. Number of species in the herb layer and in the soil seed bank and species similarity for the studied forest communities of the Wielkopolski National Park

Zbiorowisko	Liczba gatunków Number of species		test U	Wskaźnik Shannona Shannon index		test U	Współczynnik Sørensen-Dice Sørensen-Dice coefficient
	łączna (średnia ± SD) total (mean ± SD)			średnia ± SD mean ± SD			średnia (min-max) mean (min-max)
	bank nasion seed bank	runo herb layer		bank nasion seed bank	runo herb layer		
Kompleks zbiorowisk przyjeziornych Complex of lake-side communities	17 (6,00±1,00)	37 (8,89±3,76)	1,63 ⁿ	1,21±0,49	1,2 seed bank 9±0,34	0,31 ⁿ	0,19 (0–0,4)
Grąd środkowoeuropejski Oak-hornbeam forest	7 (3,70±1,1)	14 (5,30±1,8)	1,97*	1,10±0,33	1,06±0,22	0,49 ⁿ	0,29 (0–0,5)
Świetlista dąbrowa Thermophilous oak forest	12 (3,20±1,03)	35 (10,30±2,75)	3,74***	0,91±0,34	1,70±0,47	–3,02**	0,29 (0,1–0,4)
Bór mieszany Coniferous mixed forest	6 (1,90±1,52)	19 (4,60±1,78)	2,99***	0,45±0,52	0,85±0,40	–1,85 ⁿ	0,20 (0–0,4)
Bór sosnowy Pine forest	3 (0,80±0,63)	6 (1,70±1,16)	1,78 ⁿ	0,13±0,26	0,22±0,38	–0,02 ⁿ	0,30 (0–1,0)
ANOVA (F)	H = 35,01***			H = 24,91***	H = 28,84***		F = 0,65 ⁿ
ANOVA rang (H)							

*** p < 0,001; ** p < 0,01; * p < 0,05; n – nieistotne.

*** p < 0,001; ** p < 0,01; * p < 0,05; n – not significant.

sosnowym różnice nie były istotne. W świetlistej dąbrowie bank nasion cechował się ponadto znacząco niższym poziomem różnorodności gatunkowej (tab. 1, test U, p < 0,01); w pozostałych zbiorowiskach nie stwierdzono istotnych różnic.

Podobieństwo gatunkowe między runem a bankiem nasion wyrażone współczynnikiem Sorensena było stosunkowo niskie i zawierało się w przedziale między 0,19 a 0,30, w zależności od zbiorowiska (tab. 1).

Z ogółu 22 taksonów stwierdzonych w banku nasion badanych zbiorowisk leśnych, w runie obecnych było 13 gatunków (82%). Nieobecne w runie były zaledwie cztery taksony anemochoryczne, tj. *Alnus glutinosa*, *Betula pendula* oraz rodzaje *Salix* i *Calamagrostis*. Natomiast spośród 74 gatunków tworzących runo badanych lasów zaledwie 19 gatunków, czyli około 26%, zdeponowało swoje nasiona w glebie (ryc. 3). Stwierdzono, iż gatunki, które występują pospolicie w runie poszczególnych typów zbiorowisk nie cechują się jednakową zdolnością do tworzenia banku nasion. Większość gatunków, których nasiona odszukano w glebie, wyraźnie częściej występowała w runie niż w banku nasion (np. *Mycelis muralis*, *Carex digitata*, *Stachys sylvatica*). Roślinami, które występowały z podobną częstością w runie i w banku nasion były *Impatiens parviflora*, *Carpinus betulus* oraz *Viola reichenbachiana*. Były także gatunki częściej obecne w banku nasion niż w runie, np. *Pinus sylvestris* czy *Carex sylvatica*.

DYSKUSJA

Prezentowane badania, pomimo swojego wstępnego charakteru, wyraźnie wykazują, że zbiorowiska leśne Wielkopolskiego Parku Narodowego zasadniczo różnią się liczebnością i bogactwem gatunkowym glebowego banku nasion, a także jego różnorodnością gatunkową. Wskazane parametry zmniejszają się wraz ze spadkiem żyzności i wilgotności zbiorowisk: OŁ > GR > SD > BM > BS.

Bezpośrednie porównanie bogactwa gatunkowego badanych ekosystemów do analogicznych zbiorowisk w innych obszarach może być obarczone niewielkim błędem, ze względu na zróżnicowanie metod badawczych stosowanych w ocenie glebowych banków nasion. Metoda wyszukiwania nasion (wykorzystana w niniejszych badaniach) pozwala wykryć 70–80% diaspor znajdujących się w glebie (JENSEN 1969), natomiast skuteczność innej, bardzo często używanej techniki, tj. wschodu siewek w warunkach laboratoryjnych, jest wyraźnie mniejsza (JENSEN 1969, BROWN 1992). Istotna dla uzyskiwanych wyników jest również głębokość pobierania prób glebowych, która najczęściej mieści się w przedziale od 0 do 3(10) cm. Zgodnie z danymi literaturowymi, w lasach liściastych strefy klimatu umiarkowanego średnia zasobność banków nasion zawiera się w bardzo szerokim zakresie, od kilkuset do ponad 8000 m⁻² (PIROŹNIKOW 1983, LECKIE i in. 2000, OLANO i in. 2002, KWIATKOWSKA-FALIŃSKA i in. 2013, HAŁATKIEWICZ i in. 2019).

Banki nasion w lasach liściastych Wielkopolskiego Parku Narodowego mieszczą się w dolnych i średnich granicach wskazanego zakresu (średnio ok. 1000 nasion m^{-2} w świetlistej dąbrowie; 1600 nasion m^{-2} w grądzie i 2600 nasion m^{-2} w kompleksie przyjeziornym), na co z pewnością wpływa nieduża liczebność analizowanych prób, ale prawdopodobnie także zmiany degeneracyjne, którymi naznaczone są ekosystemy Parku. Dla porównania, w bardzo dobrze zachowanych i bogatych gatunkowo lasach dębowo-grabowych w Puszczy Białowieskiej stwierdzono ok. 4000–8000 nasion m^{-2} gleby (PIROŹNIKOW 1983), czyli kilka razy więcej niż w grądzie Wielkopolskiego Parku Narodowego. Analogicznie, w najlepiej zachowanych płatach ciepłolubnych dąbrów w Puszczy Białowieskiej uśredniona liczba siewek wyniosła prawie 2300 m^{-2} (KWIATKOWSKA-FALIŃSKA i in. 2013), czyli wyraźnie więcej niż średnia w Wielkopolskim Parku Narodowym. Jeśli jednak porówna się zasobność banków nasion w przekształconych ciepłolubnych dąbrowach Puszczy Białowieskiej, charakteryzujących się nadmiernym rozwojem grabu lub dużym udziałem sosny, gdzie średnia liczebność siewek wynosi ok. 950–1500 (KWIATKOWSKA-FALIŃSKA i in. 2013), to wartości te są już porównywalne z danymi z Wielkopolski.

Niniejsze badania wykazały, że lasy mieszane i iglaste charakteryzują się wyraźnie mniejszą zasobnością glebowego banku nasion w porównaniu z lasami liściastymi, gdyż średnie wynoszą odpowiednio ok. 820 i 350 nasion m^{-2} . O ile pierwszy wynik jest dość zbliżony z wcześniejszymi danymi (np. 600–1100 nasion m^{-2} wg ZOBEL i in. 2007), wynik drugi ponownie wydaje się dość niski (średnie wartości w lasach iglastych mieszczą się w zakresie 100–3500 nasion m^{-2} – wg MCGEE & FELLER 1993, HARMON & FRANKLIN 1995; wyjątkowo osiągają zagęszczenie 7000 nasion m^{-2} – wg HALPERN i in. 1999).

Banki nasion badanych lasów Wielkopolskiego Parku Narodowego tworzą zasadniczo gatunki leśne, przy czym jedynie 26% taksonów obecnych w runie deponowało swoje diaspory w glebie. Skutkiem tego odnotowane bogactwo gatunkowe banków było znacząco niższe od bogactwa gatunkowego runa, a podobieństwo gatunkowe między bankiem i runem mierzone współczynnikiem Sorensena-Dice mieściło się w zakresie od 0,19 (OŁ) do 0,30 (BS), co odpowiada poziomowi 19–30%. Uzyskane wyniki wpisują się w dotychczasowe twierdzenie, iż banki nasion nie odtwarzają całego składu gatunkowego warstwy runa i wykazują niską zbieżność gatunkową z runem. HOPFENSBERGER (2007) na podstawie obszernych badań literaturowych wykazał, że w różnych typach lasów ujętych razem podobieństwo gatunkowe między runem a bankiem nasion kształtuje się na poziomie 31%. Zbliżone wyniki uzyskiwano w badaniach lokalnych, w lasach liściastych poddanych działaniom gospodarczym (np. GODEFROID i in. 2006 – 35%

gatunków obecnych w runie tworzyło bank nasion; KWIATKOWSKA-FALIŃSKA i in. 2013 – podobieństwo Sorensena-Dice na poziomie 0,30–0,35) i wtórnych lasach założonych na terenach porolnych (np. HAŁATKIEWICZ i in. 2019 – podobieństwo Sorensena-Dice 0,28–0,37). Z drugiej strony, w dobrze zachowanych i naturalnych lasach Puszczy Białowieskiej podobieństwo między runem i bankiem nasion było wyraźnie wyższe (np. HAŁATKIEWICZ i in. 2019 – podobieństwo Sorensena-Dice 0,55).

Niniejsze badania wskazują, że o wielkości banków nasion w lasach decydują nasiona zaledwie kilku gatunków. Jest to zgodne z wcześniejszymi badaniami prowadzonymi głównie w lasach liściastych (np. FALIŃSKA i in. 1994, OLANO i in. 2002, WÓDKIEWICZ & KWIATKOWSKA-FALIŃSKA 2010, HAŁATKIEWICZ i in. 2019), ale także mieszanych (ZOBEL i in. 2007) i iglastych (HARMON & FRANKLIN 1995). Ogółem, w glebach zbiorowisk leśnych Wielkopolskiego Parku Narodowego szczególnie często i licznie notowano diaspory drzew. Wśród nich wyróżniały się dwa gatunki – *Betula pendula* i *Pinus sylvestris* – ponieważ ich nasiona występowały w glebie wszystkich lub prawie wszystkich zbiorowisk. Skuteczność rozprzestrzeniania się *Betula pendula* – gatunku wybitnie anemochorycznego, którego owoce mogą przebyć dystans do 1 km (JAWORSKI 1995) – jest tak duża, że obecność dojrzałych okazów w drzewostanie nie jest konieczna dla formowania się glebowego banku nasion. Ponadto, ze względu na wybitną światłożądność i wygórowane wymagania nasion odnośnie do poziomu nasłonecznienia potrzebnego w trakcie kiełkowania, trwanie tego gatunku pod okapem drzew możliwe jest wyłącznie w formie wieloletniej depozycji zdolnych do kiełkowania nasion (TIEBEL i in. 2018). Na liczną obecność orzeszków brzozy w lasach, w których nie jest ona obecna w drzewostanie, wskazywano już wcześniej (FALIŃSKA i in. 1994, WÓDKIEWICZ & KWIATKOWSKA-FALIŃSKA 2010). Spośród roślin zielnych najzasobniejsze banki nasion tworzyły *Carex sylvatica* (OŁ, GR), *Impatiens parviflora* (OŁ, GR, SD, BM) i *Fallopia dumetorum* (SD). Wszystkie wskazane gatunki charakteryzują się dużą płodnością. Obecność niecierpka drobnokwiatowego w czterech badanych fitocenozach wskazuje niestety, że skala rozprzestrzeniania się tego azjatyckiego gatunku na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego jest znacząca. *Impatiens parviflora* tworzy krótkotrwały bank nasion, obecny w glebie tylko w jednym sezonie zimowym (Typ II wg klasyfikacji THOMPSON & GRIME 1979). Prawie wszystkie odnalezione diaspory zostały zatem zdeponowane w glebie w ciągu zaledwie jednego sezonu wegetacyjnego.

Wielu gatunków licznie obecnych w runie lasów Wielkopolskiego Parku Narodowego nie odnaleziono w glebowym banku nasion. Większość z nich to rośliny klonalne wybitnie ukierunkowane na pomnażanie wegetatywne (np. *Vaccinium myrtillus*, *Galeobdolon luteum*, *Convallaria majalis*, *Asperula odorata*). Jednak ze

względu na ograniczoną liczbę prób diaspyry niektórych gatunków mogły zostać w badaniach pominięte (np. *Oxalis acetosella*, *Luzula pilosa*).

PODSUMOWANIE

Zasobność banku nasion poszczególnych zbiorowisk leśnych Wielkopolskiego Parku Narodowego znacząco się różni. Banki nasion wszystkich zbiorowisk są tworzone przede wszystkim przez gatunki autochtoniczne, lecz nie zawsze obecne w runie (np. gatunki wyższych warstw strukturalnych lasu). Gatunki alochtoniczne to gatunki leśne pochodzące z sąsiednich zbiorowisk (np. *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Calamagrostis* sp.). Podobieństwo gatunkowe między runem a bankiem nasion jest stosunkowo małe, co wynika z następujących faktów: 1) duże znaczenie w tworzeniu banków nasion mają gatunki drzewiaste, których siewek nie odnotowywano w runie; 2) dominacja pojedynczych taksonów jest większa w glebowych bankach nasion niż w runie; 3) nasiona niektórych roślin klonalnych nie były odnotowywane w bankach nasion, ponieważ gatunki te inwestują w reprodukcję generatywną tylko niewielkie zasoby.

LITERATURA

- BALCERKIEWICZ S., BRZEG A., KASPROWICZ M. (1990): Aktualny stan roślinności wybranych rezerwatów Wielkopolskiego Parku Narodowego. Rezerваты: „Grabina” i „Nadwarciański Bór Sosnowy”. Opracowanie na zlecenie zarządu WPN (mps).
- BALCERKIEWICZ S., BRZEG A., KASPROWICZ M. (1991): Aktualny stan roślinności wybranych rezerwatów Wielkopolskiego Parku Narodowego. Rezerваты: „Świetlista Dąbrowa na Wysoczyźnie” i „Pod Dziadem”. Opracowanie na zlecenie zarządu WPN (mps).
- BALCERKIEWICZ S., BRZEG A., KASPROWICZ M. (1992): Roślinność rezerwatów ścisłych Wielkopolskiego Parku Narodowego. W: Przyroda Wielkopolskiego Parku Narodowego. Materiały z konferencji naukowej UAM w Poznaniu – Stacja Ekologiczna w Jeziorach: 91–96.
- BALCERKIEWICZ S., BRZEG A., KASPROWICZ M. (1994): Szata roślinna rezerwatu „Nadwarciański Bór Sosnowy” w Wielkopolskim Parku Narodowym. Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, ser. B 43: 51–83.
- BALCERKIEWICZ S., PAWLAK G. (2001): Wielkopolski Park Narodowy – charakterystyka ogólna. W: M. Wojterska (red.). Szata roślinna Wielkopolski i Pojezierza Południowopomorskiego. Przewodnik sesji terenowych 52. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Botanicznego 24–28 września 2001. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 247–249.
- BOJŇANSKÝ V., FARGAŠOVÁ A. (2007): Atlas of seeds and fruits of Central and East-European flora. The Carpathian Mountains Region. Springer, Dordrecht.
- BOSSUYT B., HERMY M. (2004): Seed bank assembly follows vegetation succession in dune slacks. *Journal of Vegetation Science* 15(4): 449–456.
- BROWN D. (1992): Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. *Canadian Journal of Botany* 70: 1603–1612.
- CZARNECKA B. (1998a): The size and composition of seed banks in different communities. W: K. Falińska (red.). *Plant population biology and vegetation processes*. W: Szafer Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Kraków: 244–249.
- CZARNECKA B. (1998b): The influence of predators and pathogens on the size of seed rain and seed bank. W: K. Falińska (red.). *Plant population biology and vegetation processes*. W: Szafer Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Kraków: 249–252.
- DEVLAEINCK R., BOSSUYT B., HERMY M. (2005): Inflow of seeds through the forest edge: evidence from seed bank and vegetation patterns. *Plant Ecology* 176: 1–17.
- DICE L.R. (1945): Measures of the amount of ecological association between species. *Ecology* 26(3): 297–302.
- FALIŃSKA K. (1996): Mechanizmy sukcesu reprodukcyjnego. W: K. Falińska (red.). *Ekologia roślin. Podstawy teoretyczne, populacja, zbiorowisko, procesy*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 189–205.
- FALIŃSKA K. (1998): Seed bank patterns. W: K. Falińska (red.). *Plant population biology and vegetation processes*. W: Szafer Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Kraków: 230–244.
- FALIŃSKA K., JANKOWSKA-BŁASZCZUK M., SZYDŁOWSKA J. (1994): Bank nasion w glebie a dynamika roślinności. *Wiadomości Botaniczne* 37(1–2): 35–46.
- GASPERINI C., BOLLMANN K., BRUNET J., COUSINS S.A.O., DECOCQ G. i in. (2022): Soil seed bank responses to edge effects in temperate European forests. *Global Ecology and Biogeography* 31: 1877–1893.
- GODEFROID S., PHARTYAL S.S., KOEDAM N. (2006): Depth distribution and composition of seed banks under different tree layers in a managed temperate forest ecosystem. *Acta Oecologica* 29: 283–292.
- HALPERN C.B., EVANS S.A., NIELSON S. (1999): Soil seed banks in young, closed-canopy forests of the Olympic Peninsula, Washington: potential contributions to understory reinitiation. *Canadian Journal of Botany* 77: 922–935.
- 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.

- HARMON J.M., FRANKLIN J.F. (1995): Seed rain and seed bank of third- and fifth-order streams on the western slope of the Cascade Range. Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland.
- HARPER J.L. (1977): Population biology of plants. Academic Press, New York.
- HOPFENSBERGER K.N. (2007): A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos* 116: 1438–1448.
- JANKOWSKA-BŁASZCZUK M. (2002): Variability of soil seed banks in the natural deciduous forest. *Ecological Questions* 2: 209–221.
- JANKOWSKA-BŁASZCZUK M. (2008): Banki nasion w lasach liściastych strefy umiarkowanej ewolucyjne i ekologiczne aspekty badań. *Wiadomości Botaniczne* 52(3–4): 25–41.
- JANKOWSKA-BŁASZCZUK M., DAWS M.I. (2007): Impact of red: far red ratios on germination of temperate forest herbs in relation to shade tolerance, seed mass and persistence in the soil. *Functional Ecology* 21: 1055–1062.
- JAWORSKI A. (1995): Charakterystyka hodowlana drzew leśnych. Gutenberg, Kraków.
- JENSEN H.A. (1969): Content of buried seed in soil in Denmark and relation to the weed population. *Dansk Botanisk Arkiv* 27: 1–55.
- KONCZ G., TÖRÖK P., PAPP M., MATUS G., TÓTHMÉRÉSZ B. (2011): Penetration of weeds into the herbaceous understorey and soil seed bank of a Turkey oak-sessile oak forest in Hungary. *Community Ecology* 12: 227–233.
- 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. *Polish Journal of Ecology* 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. *Canadian Journal of Botany* 78: 181–192.
- MCGEE A., FELLER M.C. (1993): Seed banks of forested and disturbed soils in southwestern British Columbia. *Canadian Journal of Botany* 71: 1574–1583.
- OLANO J.M., CABALLERO I., LASKURAIN N.A., LOIDI J., ESCUDERO A. (2002): Seed bank spatial pattern in a temperate secondary forest. *Journal of Vegetation Science* 13: 775–784.
- PEART M.H. (1984): The effects of morphology, orientation and position of grass diaspores on seedling survival. *Journal of Ecology* 72(2): 437–453.
- PIROŹNIKOW E. (1983): Seed bank in the soil of the stabilized ecosystem of a deciduous forest (*Tilio-Carpinetum*) in the Białowieża National Park. *Ekologia Polska* 31(1): 145–172.
- SCHMIDT I., LEUSCHNER C., MOÖLDER A., SCHMIDT W. (2009): Structure and composition of the seed bank in monospecific and tree species-rich temperate broad-leaved forests. *Forest Ecology and Management* 257: 695–702.
- SHIFERAW W., DEMISSEW S., BEKELE T. (2018): Ecology of soil seed banks: Implications for conservation and restoration of natural vegetation: A review. *International Journal of Biodiversity and Conservation* 10(10): 380–393.
- SØRENSEN T. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab* 5(4): 1–34.
- THOMPSON K., GRIME J.P. (1979): Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in the contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67: 893–921.
- TIEBEL K., HUTH F., WAGNER S. (2018): Soil seed banks of pioneer tree species in European temperate forests: a review. *iForest – Biogeosciences and Forestry* 11(1): 48–57.
- TRAVESSET A., HELENO R., NOGALES M. (2014): The ecology of seed dispersal. W: R.S. Gallagher (red.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. R.S., CABI, Wallingford: 62–93.
- TUOMISTO H. (2010): A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography* 33: 2–22
- WÓDKIEWICZ M., KWIATKOWSKA-FALIŃSKA A.J. (2010): Similarity between seed bank and herb layer in a natural deciduous temperate lowland forest. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 79(2): 157–166.
- YORKS T.E., LEOPOLD D.J., RAYNAL D.J. (2000): Vascular plant propagule banks of six eastern hemlock stands in the Catskill Mountains of New York. *Journal of the Torrey Botanical Society* 127: 87–93.
- ZOBEL M., KALAMEES R., PÚSSA K., ROOSALUSTE E., MOORA M. (2007): Soil seed bank and vegetation in mixed coniferous forest stands with different disturbance regimes. *Forest Ecology and Management* 250: 71–76.