

WOJCIECH CIURZYCKI, KATARZYNA MARCISZEWSKA, PIOTR T. ZANIEWSKI

Kształtowanie się składu gatunkowego runa w lasach brzozowych na gruntach porolnych na wczesnym etapie spontanicznej sukcesji wtórnej*

Formation of undergrowth species composition in birch forests on former farmland in the early stage of spontaneous secondary succession

ABSTRACT



Ciurzycki W., Marciszewska K., Zaniewski P. T. 2021. Kształtowanie się składu gatunkowego runa w lasach brzozowych na gruntach porolnych na wczesnym etapie spontanicznej sukcesji wtórnej. Sylwan 165 (5): 392-401. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2021055>.

The encroachment of woody vegetation on abandoned agricultural lands and the processes shaping forests on former farmland are very topical issues in recent years. The aim of this study was to determine the influence of selected environmental variables on the vegetation diversity of birch stands at the early stages of succession. The research was conducted in 2012 in central Poland, at 10 locations consisting of 4 areas of various age (chronosequence). On each plot, one phytosociological releve was made on an area of 100 m² in accordance with the standard methodology. Within a radius of up to 100 m from each site, a list of the main forms of land management were noted. In order to determine the relationship between the species composition of the analyzed communities and the age of the stand deriving from natural succession, selected soil properties and landscape parameters, canonical correlations analysis (CCA) was performed. Species with a specific diagnostic value in syntaxonomy were assigned to appropriate classes of vegetation. The collective shares were calculated for each of the distinguished groups, and then a second CCA analysis was performed, aimed at checking the differentiation of the total occurrence of species from individual classes against the background of the analyzed variables. The conducted analyzes show that the examined age groups represent the initial stages of succession. None of the plots is a fully developed forest community representing a specific plant phytocenosis towards which the succession is heading to. They all represent the early stage of succession. With little differentiation of the developmental stages of individual groups of plots, age was not the most important factor in shaping the undergrowth flora. The most important variables significantly related to the differentiation of vegetation in young birch stands in both CCA analyzes turned out to be some landscape parameters, e.g. the presence of wetlands, overgrown meadows, and then the age of the oldest trees, which turned out to be more important than the ground properties. The availability of seeds related to the presence of non-forest habitats in the vicinity and the high availability of ecological niches in the studied plots at the early stages of succession may in this case be of greater importance than the properties of the substrate.

KEY WORDS

Betula pendula, ecological succession, age of the stand, environmental factors, soil properties

*Badania zrealizowano ze środków grantu N N305 400238 „Ekologiczne konsekwencje sukcesji wtórnej brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth) na gruntach porolnych” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

ADDRESSES

Wojciech Ciużycki – e-mail: wojciech_ciuzycki@sggw.edu.pl

Katarzyna Marciszewska, Piotr T. Zaniewski

Samodzielny Zakład Botaniki Leśnej, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa

Wstęp

Lasy na gruntach porolnych pojawiały się w historii cywilizacji już od bardzo dawna. Często w wyniku różnych zdarzeń historycznych na znacznych obszarach Europy, w tym na ziemiach polskich, wielokrotnie występowały wylesienia terenu i powrót lasu [Broda 1985]. Współcześnie znacząco większa jest rola człowieka zarówno w tworzeniu antropogenicznych siedlisk, jak też w inicjowaniu samego procesu wkraczania roślinności leśnej na porzucone uprawy rolne. Przebieg tego zjawiska oraz struktura nowo powstających lasów to zagadnienia interesujące zarówno naukowców, jak i praktyków [Szwagrzyk 1997, 2004].

Proces spontanicznej sukcesji wtórnej jest szeroko rozpowszechniony na półkuli północnej. Stosunkowo dobrze rozpoznany na terenie Ameryki Północnej, badany jest także w Europie Środkowej [Szwagrzyk 2004]. W Polsce podstawy teoretyczne tego procesu na gruntach porolnych opisali Faliński [1986a, b] oraz Faliński i in. [1993]. Zagadnienie powstawania, kształtowania się i charakterystyki warstwy runa w lasach na gruntach porolnych było przedmiotem wielu badań. W Polsce zajmowano się florą tych zbiorowisk w różnych aspektach [Dzwonko 1993; Dzwonko, Loster 1997; Woziwoda 2010]. Badania geobotaniczne dotyczące składu gatunkowego runa częścię dotyczą powszechnych na gruntach porolnych drzewostanów sosnowych. Zrozumienie dynamiki flory w obrębie zbiorowisk z sosną na gruntach porolnych jest coraz lepsze [Orczewska, Ferens 2011; Matuszkiewicz i in. 2013; 2015, Woziwoda i in. 2014; Zaniewski i in. 2015]. W takich drzewostanach badane są również zależności składu gatunkowego runa i pochodzenia lasów oraz charakterystyka drewna sosny [Ciużycki, Marciszewska 2016a, b; Kozakiewicz i in. 2020].

Lasy na gruntach porolnych – zarówno powstające spontanicznie w wyniku sukcesji wtórnej, jak też sadzone na zalesianych terenach – w zależności od typu siedliska mogą być zdominowane przez różne gatunki panujące w drzewostanie. W procesie sukcesji wtórnej na niżu, na ubogich siedliskach, gatunkiem najbardziej pionierskim, lekkonasiennym i przystosowanym do zajmowania nowych terenów oraz tworzenia pierwszego pokolenia jest brzoza brodawkowata [Bernadzki, Kowalski 1983]. Była ona ostatnio przedmiotem wieloaspektowych badań dotyczących ekologicznych konsekwencji sukcesji wtórnej na gruntach porolnych. Stwierdzono m.in., że na początkowych etapach rozwoju brzoza gromadzi biomasę przede wszystkim w korzeniach [Bijak i in. 2013], a następnie w pniu [Zasada i in. 2014]. Duże zagęszczenie drzew może wpływać na ich wydzielanie się [Socha, Zasada 2014], jednak na początkowych etapach zasiedlania gruntów porolnych nie obserwuje się wpływu cech siedliska na ten proces [Bijak i in. 2014]. Żyzność podłoża wpływa natomiast na grubość pni brzozowych [Tomusiak i in. 2014]. Pomimo odnotowania pewnych zależności młode drzewostany brzozowe mogą mieć bardzo zróżnicowany rozkład pierśnic [Zasada 2013]. Stężenie niektórych biogenów osiąga w liściach względnie dużą wartość [Gawęda i in. 2014]. Ich opad, wraz z procesem wydzielania się drzew (dostarczającym pierwszych ilości martwego drewna), może już na wczesnych etapach sukcesji przyczynić się w znacznym stopniu do powstawania na gruntach porolnych zbiorowisk leśnych. Drzewostany brzozowe w ostatnim czasie są również przedmiotem badań dotyczących charakterystyki cech drewna [Lachowicz i in. 2019], a także patogenów związanych z tym gatunkiem i rozkładających drewno brzozowe [Szczepkowski i in. 2013a, b].

Niewiele jednak wiadomo o dynamice składu gatunkowego runa w nowo powstających lasach brzozowych. Na kształtowanie się runa młodych lasów mogą wpływać nie tylko skład gatunkowy, wiek i zagęszczenie drzewostanu, ale również właściwości podłoża i krajobrazu. Celem niniejszych badań było określenie wpływu wybranych zmiennych środowiskowych na zróżnicowanie składu gatunkowego runa w lasach brzozowych na wczesnych etapach sukcesji.

Materiał i metody

Badania zostały zrealizowane w ramach tematu dotyczącego sukcesji wtórnej brzozy brodawkowatej na gruntach porolnych, obejmującego różne aspekty, a przede wszystkim dotyczące cech wzrostu samych drzewostanów [Bijak i in. 2013, 2014; Zasada 2013; Gawęda i in. 2014; Socha, Zasada 2014; Tomusiak i in. 2014, Zasada i in. 2014].

Prace botaniczne przeprowadzono latem 2012 roku w 10 wybranych lokalizacjach w województwie mazowieckim: Dobieszyn 1, Dobieszyn 2, Siedlce, Ostrołęka 1, Ostrołęka 2, Kozienice 1, Kozienice 2, Łochów 1, Łochów 2 oraz Mińsk Mazowiecki. W poszczególnych lokalizacjach zbadane zostały po 4 powierzchnie reprezentujące grupy wiekowe brzozy: I – od 1 do 4 lat, II – od 5 do 8 lat, III – od 9 do 12 lat i IV – od 13 do 17 lat. Na każdej powierzchni, charakteryzującej się przebiegiem spontanicznej sukcesji wtórnej z udziałem brzozy w tworzącym się nowym drzewostanie, wykonano zdjęcie fitosocjologiczne na powierzchni 100 m² zgodnie ze standardową metodyką [Barkmann 1964].

Uwzględnione w pracy dane glebowe obejmują wyniki analiz laboratoryjnych próbek glebowych pobranych z głębokości 0-20 cm, w których określono pH oraz zawartość węgla organicznego (analizatorem równoczesnym LECO CNS 2000). W bezpośrednim sąsiedztwie każdego stanowiska (w promieniu do 100 m) dokonano kartowania głównych form zagospodarowania terenu. Określono również lokalizację najbliższych szlaków komunikacyjnych, lasów oraz zabudowy. Uzyskane dane przestrzenne opracowano z wykorzystaniem Systemu Informacji Geograficznej (oprogramowanie ArcGIS 10), uzyskując informacje o udziale procentowym poszczególnych form zagospodarowania terenu w bezpośrednim sąsiedztwie stanowisk oraz ich odległości od szlaków komunikacyjnych, lasu i zabudowy. Dane o pokryciu gatunków poddano transformacji arytmetycznej [Tüxen, Ellenberg 1937].

Zmienność roślinności analizowanych zbiorowisk była stosunkowo wysoka (całkowita zmienność CA=6,38). Celem określenia zależności pomiędzy składem gatunkowym analizowanych zbiorowisk a wiekiem drzewostanu pochodzącego z naturalnej sukcesji, wybranymi właściwościami gleb oraz parametrami krajobrazowymi (tab.) wykonano analizę korelacji kanonicznych (CCA) w oprogramowaniu Canoco 5 [ter Braak, Šmilauer 2002]. Gatunki mające określoną wartość diagnostyczną w syntaksonomii przydzielono do odpowiednich klas roślinności [Matuszkiewicz 2001; Zarzycki i in. 2002], ponadto wyróżniono grupę gatunków „ogólnoleśnych” (występujących w obrębie co najmniej dwóch klas zbiorowisk leśnych) oraz gatunków pozostałych (towarzyszących). Obliczono udziały zbiorowe dla każdej z wyróżnionych grup w ujęciu Tüxena i Ellenberga [1937]. Następnie wykonano drugą analizę CCA, mającą na celu sprawdzenie różnicowania się łącznego występowania gatunków z poszczególnych klas na tle rozpatrywanych zmiennych. W obydwu analizach CCA nie wykonywano preselekcji zmiennych. Wykorzystano automatyczny dobór zmiennych w budowie modelu w oparciu o istotność ich dopasowania sprawdzoną testem Monte Carlo (999 powtórzeń). Zmienność wyjaśnioną obliczono przy założeniu uwarunkowania efektów zmiennych w modelu.

Nazwy łacińskie i przynależność gatunków do antropofitów przyjęto za Mirkiem i in. [2002], a przynależność do grupy gatunków wskaźnikowych starych lasów za Dzwonko i Loster [2001].

Tabela.

Najmniejsza (Min), największa (Max), średnia (M) oraz odchylenie standardowe (SD) wartości zmiennych wykorzystanych do określenia powiązań ze zróżnicowaniem roślinności analizowanych zbiorowisk oraz ich dopasowanie [%] w pierwszej (CCA1) i drugiej (CCA2) analizie

Minimum (Min), maximum (Max), mean (M) and standard deviation (SD) of the variables used to determine the relationships with the vegetation diversity of the analyzed communities and their matching [%] in the first (CCA1) and second (CCA2) analysis

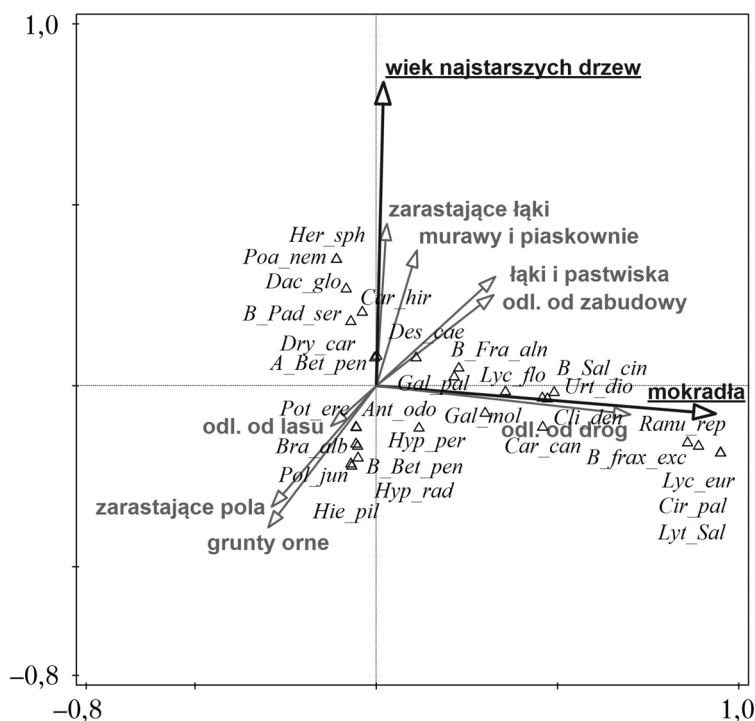
	Min	Max	M	SD	CCA1	CCA2
Mokradła [%] Wetlands	0,0	74,1	3,9	6,6	8,5*	12,1*
Wiek najstarszych drzew [lata] Age of the oldest trees [years]	2	23	11,3	4,3	5,4*	4,5*
Zarastające łąki [%] Overgrown meadows	0,0	53,8	7,7	10,8	3,4	4,9*
Odległość od lasu [m] Distance from the forest	0	93	29,1	23,0	2,7	4,4*
Odległość od zabudowy [m] Distance from buildings	21	909	372,5	204,8	2,6	4,3*
Murawy i piaskownie [%] Grasslands and sands	0,0	15,4	0,8	1,4	3,6	4,1
Odległość od szlaku komunikacyjnego [m] Distance from the communication route	10	376	71,7	48,2	2,5	3,7
Łąki [%] Meadows	0,0	49,6	7,3	9,8	3,2	2,3
Odłogi i zarastające pola [%] Fallow and overgrown fields	0,0	74,4	26,3	16,1	2,7	2,6
Lasy i zarośla [%] Forests and thickets	1,0	95,2	31,5	17,7	2,7	2,6
Pola i ugory [%] Fields and fallow lands	0,0	69,4	23,1	16,3	2,4	2,6
pH gleby Soil pH	4,0	6,0	4,8	0,4	2,1	2,1
Zawartość węgla w glebie [%] Soil carbon content	0,5	6,5	2,7	1,5	3,0	2,0
Suma zmienności dopasowanej [%] Sum of adjusted volatility					13,9	30,2

* istotne przy $p < 0,05$; significant at $p < 0,05$

Wyniki

Na badanych powierzchniach w stwierdzono występowanie 9 gatunków w warstwie drzew, 24 gatunki w warstwie krzewów oraz 140 gatunków w warstwie zielnej. W warstwie mszystej odnotowano 20 gatunków mchów oraz 1 gatunek wątrobowca i 1 gatunek porostu. Wśród odnotowanych gatunków 9 ma status antropofitów, natomiast 11 jest uznawanych za wskaźnikowe dla starych lasów. Charakterystykę środowiskową otoczenia badanych powierzchni i rozkłady uzyskanych wartości dla rozpatrywanych zmiennych przedstawiono w tabeli. Wskaźniki inflacji dla rozpatrywanych zmiennych w obydwu analizach CCA były niższe niż 20, co oznacza, że są one niezależne od siebie.

Głównej osi (poziomej) różnicowania się składu gatunkowego analizowanych zbiorowisk odpowiada gradient powierzchni mokradeł (ryc. 1). Z prawej strony wykresu zlokalizowane są gatunki wilgociolubne (*Lycopus europaeus*, *Cirsium palustre*, *Lythrum salicaria*), z lewej natomiast



Ryc. 1.

Różnicowanie się składu gatunkowego w młodych lasach brzoźowych powstających wskutek przebiegu spontanicznej sukcesji wtórnej

Differentiation of the species composition in young birch stands formed as a result of the spontaneous secondary succession

Zmienne mające istotny wpływ na różnicowanie się składu gatunkowego podkreślono, zmienne z wpływem bliskim istotnemu pozostawiono, pozostałe zaś pominięto. Przedstawiono jedynie gatunki o najwyższym wpływie na uzyskany model. A – warstwa drzew, B – warstwa krzewów, pozostałe – runo: rośliny zielne i mchy

Variables with significant impact on the differentiation of the species composition were underlined, variables with close-to-significant influence were left, while other ones were omitted. Only species with the highest influence on model are presented. A – tree layer, B – shrub layer, others – undergrowth: herbaceous plants and mosses

Ant odo – *Anthoxanthum odoratum*, *Bet pen* – *Betula pendula*, *Bra alb* – *Brachythecium albicans*, *Car can* – *Carex canescens*, *Car hir* – *Carex hirta*, *Cir pal* – *Cirsium palustre*, *Cli den* – *Climacium dendroides*, *Dac glo* – *Dactylis glomerata*, *Des cae* – *Deschampsia caespitosa*, *Dry car* – *Dryopteris carthusiana*, *Fra aln* – *Frangula alnus*, *Fra exc* – *Fraxinus excelsior*, *Gal mol* – *Galium mollugo*, *Gal pal* – *Galium palustre*, *Her sph* – *Heracleum sphondylium*, *Hie pil* – *Hieracium pilosella*, *Hyp per* – *Hypericum perforatum*, *Hyp rad* – *Hypochoeris radicata*, *Lyc eur* – *Lycopus europaeus*, *Lyc flo* – *Lichnis flos-cuculi*, *Lyt sal* – *Lythrum salicaria*, *Pad ser* – *Padus serotina*, *Poa nem* – *Poa nemoralis*, *Pol jun* – *Polytrichum juniperinum*, *Pot ere* – *Potentilla erecta*, *Ran rep* – *Ranunculus repens*, *Sal cin* – *Salix cinerea*, *Urt dio* – *Urtica dioica*

gatunki sucholubne (*Hieracium pilosella*, *Brachythecium albicans*, *Polytrichum juniperinum*). Drugi gradient reprezentowany jest przez czas, jaki upłynął od momentu wkroczenia drzew. W dolnej części wykresu znajdują się gatunki wczesnych faz sukcesyjnych (w tym murawowe i wrzosowiskowe, jak *Hypochoeris radicata* i *Hieracium pilosella*), w górnej części wykresu znajdują się gatunki leśne, zaroślowe i łąkowe, czyli ze zbiorowisk o bardziej zaawansowanej sukcesji (jak *Poa nemoralis*, *Heracleum sphondylium* czy *Dactylis glomerata*).

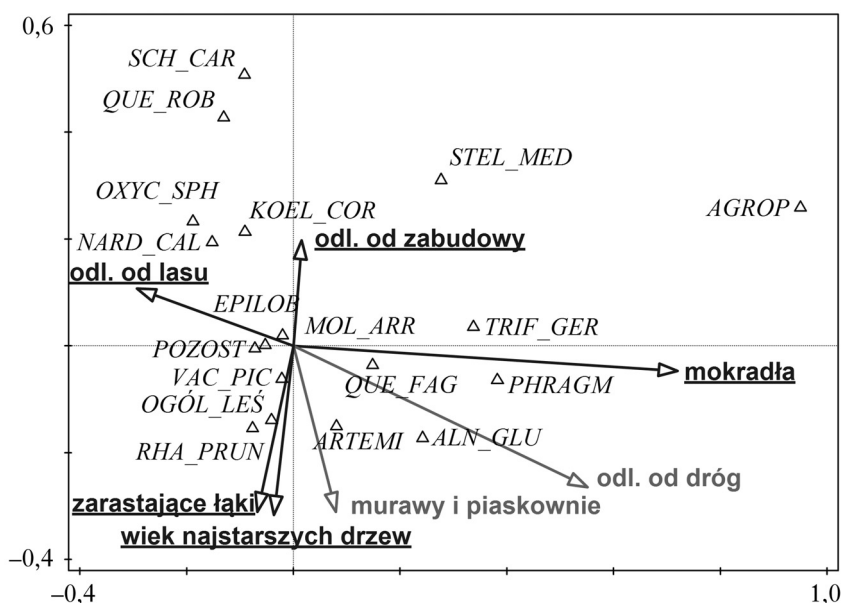
Wynikiem pierwszej analizy CCA (ryc. 1) było stwierdzenie istnienia istotnych powiązań ($p < 0,05$) pomiędzy zmiennymi wieku drzewostanu oraz obecności mokradła w najbliższej okolicy a różnicowaniem się składu gatunkowego badanych zbiorowisk roślinnych (tab.). Wyjaśniona zmienność była niewielka i wyniosła 13,9%.

Wynikiem drugiej analizy CCA, wykonanej dla łącznego pokrycia wyróżnionych grup gatunków, jest uzyskanie istotnych ($p < 0,05$) korelacji pomiędzy większą liczbą zmiennych a róż-

nicowaniem się pokrycia gatunków z wyróżnionych grup (ryc. 2). W najwyższym stopniu zmienność tę, podobnie jak w przypadku pierwszej analizy, wyjaśnia obecność mokradel w krajobrazie okolicy. Kolejnymi istotnymi czynnikami wyjaśniającymi najwięcej zmienności są: „zarastające łąki”, „odległość od lasu”, „wiek najstarszych drzew” oraz „odległość od zabudowy” (tab.). Nieistotne okazały się 2 uwzględnione czynniki glebowe, tzn. pH i zawartość węgla w glebie. Suma zmienności wyjaśnionej przez istotne statystycznie czynniki była większa niż w pierwszej analizie i wyniosła 30,2%.

Dyskusja

Porzucone użytki rolne są miejscami, w których ustąpiło działanie najważniejszego czynnika zaburzającego. W uwolnionych spod presji człowieka płatach zachodzi proces sukcesji wtórnej [Faliński 1986a, b; Faliński i in. 1993]. Kolonizacja miejsc zaburzonych jest ograniczona przede wszystkim przez możliwości rozprzestrzenienia się nasion [Mudrąk i in. 2021]. Zróżnicowanie wielkości nasion ma duże znaczenie w rozprzestrzenianiu się roślin w pofragmentowanym krajobrazie [Eriksson 2000]. Ponadto jego fragmentacja i degeneracja negatywnie wpływają na możliwości rozprzestrzeniania nasion przez zwierzęta [Fontúrbel i in. 2015]. W badaniach zniekształconych lasów miejskich na terenie Warszawy stwierdzono, że ich historia i sposób użytkowania



Ryc. 2.

Różnicowanie się występowania gatunków z wyróżnionych grup roślinności na tle analizowanych zmiennych środowiskowych

Differentiation of the occurrence of species from the distinguished groups of vegetation against the analyzed environmental variables

Zmienne mające istotny wpływ na różnicowanie się składu gatunkowego podkreślono, zmienne z wpływem bliskim istotnemu pozostawiono, pozostałe zaś pominięto

Variables with significant impact on the differentiation of the species composition were underlined, variables with close-to-significant influence were left, while other ones were omitted

AGROP – *Agropyreteae*, ARTEMI – *Artemisieteae*, EPILOB – *Epilobietae*, KOEL COR – *Koelerio-Corynephoreteae*, MOL ARR – *Molinio-Arrhenathereteae*, NARD CAL – *Nardo-Calluneteae*, OXYC SPH – *Oxycocco-Sphagneteteae*, PHRAGM – *Phragmiteteae*, QUE FAG – *Querceto-Fageteae*, QUE ROB – *Quercetea robori-petraeae*, RHA PRUN – *Rhamno-Pruneteae*, SCH CAR – *Scheuchzerio-Cariceteae*, STEL MED – *Stellarietea mediae*, TRIF GER – *Trifolio-Geranieteae*; OGÓL LEŚ – gatunki ogólnoleśne, POZOST – pozostałe, OGÓL LEŚ – general forest species, POZOST – others

mają dominujący wpływ na kształtowanie flory i roślinności [Obidziński i in. 2016; Ciużycki, Marciszewska 2018]. Struktura krajobrazu również wywiera silny wpływ na strukturę zbiorowisk roślinnych w podlegającym sukcesji wtórnej krajobrazie [Cook i in. 2005]. W niniejszych badaniach najważniejszymi zmiennymi istotnie związanymi ze zróżnicowaniem roślinności były także zmienne krajobrazowe (tab.). Zarówno pH, jak i zawartość węgla nie wiązały się istotnie ze zróżnicowaniem roślinności, co wskazuje na mniejszą rolę tych cech gleby w początkowych stadiach sukcesji wtórnej w obrębie drzewostanów brzoźowych.

Pod względem florystycznym należałoby oczekiwać wyraźnych kierunkowych zmian runa w gradiencie czasu. Z przeprowadzonych analiz (ryc. 1, 2) wynika, że wszystkie badane grupy wiekowe reprezentują początkowe etapy sukcesji. Na badanych powierzchniach we wszystkich przedziałach wiekowych nie tylko nie występują w pełni ukształtowane zbiorowiska leśne, reprezentujące konkretny zespół roślinny, do którego zmierza sukcesja, ale są one jeszcze od takiego stanu bardzo odległe. Wszystkie reprezentują pierwsze pokolenie drzew na gruncie porolnym gatunku lekkonasiennego i wczesną fazę sukcesji. Kompozycja florystyczna runa na wszystkich powierzchniach jest mocno zróżnicowana, jednak zaznacza się w niej udział różnych grup roślin: leśnych (w różnym stopniu) oraz nieleśnych, antropofitów i nielicznych gatunków starych lasów. Najliczniejsze jednak są pospolite gatunki, o szerokich amplitudach ekologicznych, często mogące być apofitami. Przy małym zróżnicowaniu stadiów rozwojowych poszczególnych grup powierzchni wiek nie był więc czynnikiem dominującym w kształtowaniu flory runa, jednak zauważalna jest tendencja, że grupy reprezentujące najstarsze drzewostany w większym stopniu zmierzają w kierunku roślinności typowo leśnej.

Zaniechanie użytkowania związane jest z umożliwieniem swobodnej kolonizacji przestrzeni przez rośliny. Najważniejszymi zmiennymi istotnie związanymi z różnicowaniem się roślinności młodych drzewostanów brzoźowych w obydwu analizach CCA były niektóre parametry krajobrazowe (np. obecność mokradeł, zarastających łąk), a następnie wiek najstarszych drzew, które okazały się ważniejsze niż uwzględnione w badaniach dwie cechy gleb (tab.). Właściwości podłoża na powierzchniach są zapewne ważne dla procesu sukcesji, jednak w tym przypadku wybrane dwie cechy, tzn. pH i zawartość węgla, mimo że należące do podstawowych parametrów gleb, okazały się nieistotne. Można przypuszczać, że inne cechy gleb, np. uwilgotnienie, okazałyby się bardziej istotne, gdyż obecność mokradeł w okolicy przekłada się na wyższe pokrycie przez gatunki z klas *Phragmitetea* oraz *Agropyretea*. Badania dotyczą pierwszej, wczesnej fazy sukcesji, więc być może w późniejszych fazach obserwowane obecnie relacje się zmieniają. Zarówno obecność zarastających łąk, jak i wyższy wiek najstarszych drzew związane były z większym pokryciem gatunków z klas *Rhamno-Prunetea*, *Artemisietea*, *Vaccinio-Piceetea* oraz grupy gatunków ogólnoleśnych. Niski wiek oraz mały udział zarastających łąk korelowały z wyższym pokryciem gatunków z klas *Scheuzerio-Caricetea nigrae*, *Stellarietea mediae* czy *Koelerio-Corynephoretea*, a także *Quercetea roboripetreae* (ryc. 1, 2). Gatunki z leśnej klasy *Quercetea roboripetreae* to w tym przypadku gatunki stosunkowo światłoządne, występujące również często na murawach (np. *Carex ovalis*, *Hypericum perforatum*, *Holcus mollis*), dlatego mogą występować raczej na początkowym etapie sukcesji. Obiekty zaburzone są miejscami o często podwyższonym bogactwie gatunkowym [Tracz i in. 2019]. Rozprzestrzeniają się w nich gatunki roślin z wielu grup syntaksonomicznych, często wręcz ruderalne czy segetalne [Zaniewski i in. 2019]. Taki udział jest charakterystyczny także dla początkowych etapów sukcesji w zbiorowiskach z dominującą sosną [Matuszkiewicz i in. 2013; Ciużycki, Marciszewska 2016a]. Na dalszych etapach sukcesji można oczekiwać ustępowania takich gatunków na korzyść flory charakterystycznej dla zbiorowisk leśnych.

Wnioski

- ✦ Na kształtowanie się składu gatunkowego runa w młodych lasach brzozowych na gruntach porolnych największy wpływ, wśród zbadanych czynników, miało zróżnicowanie form zagospodarowania terenu i cech środowiska w bezpośrednim sąsiedztwie powierzchni – głównie obecność mokradel.
- ✦ W kształtowaniu się zbiorowisk roślinnych na wczesnych etapach sukcesji istotny jest również czas, jednak zróżnicowanie badanych powierzchni pod tym względem jest niewielkie, a zaobserwowane wkraczanie gatunków zaroślowych i leśnych jest powolne i widoczne dopiero przy uwzględnieniu pokrycia całych grup gatunków.

Podziękowania

Autorzy dziękują Panu prof. dr. hab. Michałowi Zasadzie za umożliwienie realizacji badań, dr. hab. inż. Karolowi Broniszowi za udostępnienie danych dotyczących badanych powierzchni oraz dr. inż. Robertowi Tomusiakowi za pomoc w badaniach terenowych.

Literatura

- Barkmann J. J., Doing H., Segal S. 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta Bot. Neerl.* 13: 394-419.
- Bernadzki E., Kowalski M. 1983. Brzoza na gruntach porolnych. *Sylvan* 127 (12): 33-42.
- Bijak S., Bronisz K., Szydłowska P., Wojtan R. 2014. Wpływ jakości siedliska na dynamikę wydzielenia brzozy na gruntach porolnych. *Sylvan* 158 (6): 423-430. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2013140>.
- Bijak S., Zasada M., Bronisz A., Bronisz K., Czajkowski M., Ludwisiak Ł., Tomusiak R., Wojtan R. 2013. Estimating coarse roots biomass in young silver birch stands on post-agricultural lands in central Poland. *Silva Fennica* 47 (2): 1-14.
- ter Braak C. J. F., Šmilauer P. 2002. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for canonical community ordination. Version 4.5. Ithaca, New York, Microcomputer Power.
- Broda J. 1985. Proces wylesień na ziemiach polskich od czasów najdawniejszych. *Czas. Geogr.* 56 (2): 151-172.
- Ciurzycki W., Marciszewska K. 2016a. Flora of pine forests on former farmlands and in ancient forests in the Chojnów Forest District. *Ann. WULS-SGGW, For. and Wood Technol.* 93: 30-36.
- Ciurzycki W., Marciszewska K. 2016b. Vegetation of pine forests on former farmlands and in ancient forests in the Chojnów Forest District. *Ann. WULS-SGGW, For. and Wood Technol.* 93: 37-43.
- Ciurzycki W., Marciszewska K. 2018. Forest plant communities and their degeneration in the urban forests of Warsaw. *Folia For. Pol.* A 60 (4): 269-280.
- Cook W. M., Yao K., Foster B. L., Holt R. D., Patrick L. B. 2005. Secondary succession in an experimentally fragmented landscape: community patterns across space and time. *Ecology* 86 (5): DOI: <https://doi.org/10.1890/04-0320>.
- Dzwonko Z. 1993. Relations between the floristic composition of isolated young woods and their proximity to ancient woodland. *J. Veg. Sci.* 4: 693-698.
- Dzwonko Z., Loster S. 1997. Effects of dominant trees and anthropogenic disturbances on species richness and floristic composition of secondary communities in southern Poland. *J. App. Ecol.* 34: 861-870.
- Dzwonko Z., Loster S. 2001. Wskaźnikowe gatunki roślin starych lasów i ich znaczenie dla ochrony przyrody i kartografii roślinności. *Prace Geograficzne* 178: 119-132.
- Eriksson O. 2000. Seed dispersal and colonization ability of plants – assessment and implications for conservation. *Folia Geobotanica* 35: 115-123. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02803091>.
- Faliński J. B. 1986a. Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. Część I: Podstawy teoretyczne i prezentacja wybranej serii sukcesji wtórnej. *Wiad. Bot.* 30 (1): 25-50.
- Faliński J. B. 1986b. Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. Część II: Doświadczenia własne i postulaty do badań nad sukcesją na nieużytkach porolnych. *Wiad. Bot.* 30 (2): 115-126.
- Faliński J. B., Cieśliński S., Czyżewska K. 1993. Dynamic-Floristic Atlas of Jelonka Reserve and adjacent areas. *Phytocenosis* 5, Supplementum Cartographiae Geobotanicae 3: 1-139.

- Fontúrbel F. E., Candia A. B., Malebrán J., Salazar D. A., González-Browne C., Medel R. 2015. Meta-analysis of anthropogenic habitat disturbance effects on animal-mediated seed dispersal. *Global Change Biology* 21: 3951-3960. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13025>.
- Gawęda T., Małek S., Zasada M., Jagodziński A. M. 2014. Allocation of elements in a chronosequence of silver birch afforested on former agricultural lands. *Drewno* 57 (192): 107-117.
- Kozakiewicz P., Jankowska A., Mamiński M., Marciszewska K., Ciurzycki W., Tulik M. 2020. The Wood of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) from Post-Agricultural Lands Has Suitable Properties for the Timber Industry. *Forests* 11 (10): 1-10, 1033. DOI: <https://doi.org/10.3390/f11101033>.
- Lachowicz H., Wróblewska H., Sajdak M., Komorowicz M., Wojtan R. 2019. The chemical composition of silver birch (*Betula pendula* Roth.) wood in Poland depending on forest stand location and forest habitat type. *Cellulose* 26 (5): 3047-3067. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10570-019-02306-2>.
- Matuszkiewicz J. M., Kowalska A., Kozłowska A., Roo-Zielińska E., Solon J. 2013. Differences in plant-species composition, richness and community structure in ancient and post-agricultural pine forests in central Poland. *Forest Ecology and Management* 310: 567-576.
- Matuszkiewicz J. M., Solon J., Kowalska A. 2015. Rekolonizacja borówki czernicy w borach sosnowych i mieszanych na gruntach porolnych. *Studia i Materiały CEPL* 42: 220-235.
- Matuszkiewicz W. 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Mirek Z., Piekos-Mirkowa H., Zajac A., Zajac M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland – a checklist. *Biodiversity of Poland*. Vol. 1. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Mudrák O., Řehouňková K., Vítovcová K., Tichý L., Prach K. 2021. Ability of plant species to colonise human-disturbed habitats: Role of phylogeny and functional traits. *Applied Vegetation Science* 24: e12528. DOI: <https://doi.org/10.1111/avsc.12528>.
- Obidziński A., Mędrzycki P., Kołaczowska E., Ciurzycki W., Marciszewska K. 2016. Do David and Goliath Play the Same Game? Explanation of the Abundance of Rare and Frequent Invasive Alien Plants in Urban Woodlands in Warsaw, Poland. *PLOS ONE* 11 (12): e0168365. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168365>.
- Orczewska A., Ferens M. 2011. Migration of herb layer species into the poorest post-agricultural pine woods adjacent to ancient pine forests. *Pol. J. Ecol.* 59 (1): 75-85.
- Socha J., Zasada M. 2014. Zagęszczenie i dynamika procesu wydzielenia drzew w młodocianych drzewostanach brzoźkowych na gruntach porolnych. *Sylwan* 158 (5): 340-351. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2013139>.
- Szczepkowski A., Piętka J., Grzywacz A. 2013a. Biologia i właściwości lecznicze błyskoporka podkorowego *Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát. *Sylwan* 157 (3): 223-233 DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2012050>.
- Szczepkowski A., Piętka J., Grzywacz A. 2013b. Występowanie i zasoby błyskoporka podkorowego *Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát w środkowej i wschodniej Polsce oraz problemy jego ochrony. *Sylwan* 157 (7): 483-494 DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2012051>.
- Szwagrzyk J. 1997. Znaczenie gruntów porolnych dla ochrony przyrody: analiza doświadczeń i wnioski na przyszłość. *Przegl. Przyr.* 8 (1-2): 33-42.
- Szwagrzyk J. 2004. Sukcesja leśna na gruntach porolnych; stan obecny, prognozy i wrażliwości. *Sylwan* 148 (4): 53-59. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2004091>.
- Tomusiak R., Ludwisiak Ł., Bronisz K., Baran E., Bronisz A., Wojtan R., Bijak S., Czajkowski M., Zasada M. 2014. Tabele wiekowe dla drzew z wczesnosukcesyjnych drzewostanów brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth) na gruntach porolnych. *Sylwan* 158 (8): 579-589. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2014035>.
- Tracz W., Ciurzycki W., Zaniewski P., Kwaśny Ł., Marciszewska K., Mozgawa J. 2019. Identification of zones with high potential for biological diversity on dormant forested landslides. *European Journal of Forest Research* 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01170-w>.
- Tüxen R., Ellenberg H. 1937. Der systematische und der ökologische Gruppenwert. Ein Beitrag zur Begriffsbildung und Methodik der Pflanzensoziologie. *Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem* 3: 171-184.
- Woziwoda B. 2010. Różnorodność gatunkowa flory roślin naczyniowych na gruntach porolnych na przykładzie traw. *Studia i Materiały CEPL* 25: 405-416.
- Woziwoda B., Parzych A., Kopeć D. 2014. Species diversity, biomass accumulation and carbon sequestration in the understorey of post-agricultural Scots pine forests. *Silva Fennica* 48 (4).
- Zaniewski P. T., Ciurzycki W., Marciszewska K. 2015. Kształtowanie się i charakterystyka borów chrobotkowych na gruntach porolnych w uroczysku Gutkowice. *Studia i Materiały CEPL* 42: 157-171.
- Zaniewski P. T., Zaniewska E., Matuszkiewicz J. M. 2019. Zastosowanie analizy skupień do rozróżnienia tendencji zmian roślinności na przykładzie dynamiki zbiorowisk po pożarze dolnym w zbiorowisku *Peucedano-Pinetum* w Kampinoskim Parku Narodowym. *Sylwan* 163 (11): 924-935. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2019063>.
- Zarzycki K., Trzcinińska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wolek J., Korzeniak U. 2002. Ecological indicator values of vascular plants of Poland. *Biodiversity of Poland*. Vol. 2. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

- Zasada M. 2013.** Modelowanie rozkładów pierśnic młodocianych drzewostanów brzozy brodawkowatej na gruntach porolnych za pomocą dwuparametrowego rozkładu Weibulla. *Sylvan* 157 (4): 268-277. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2013033>.
- Zasada M., Bijak S., Bronisz K., Bronisz A., Gawęda T. 2014.** Biomass dynamics in young silver birch stands on post-agricultural lands in central Poland. *Drewno* 57 (192): 29-39.