

Jan Łukaszewicz

## ROLA I UDZIAŁ BRZOZY W ZALESIENIACH GRUNTÓW POROLNYCH

### Wstęp

Jedna trzecia polskich lasów to pierwsze pokolenie drzewostanów rosnące na gruntach porolnych. Urbanizacja, rozdrobnienie kompleksów leśnych, rozwój przemysłu, zanieczyszczenia przemysłowe i inne czynniki pochodzenia antropogenicznego osłabiają stabilność i naturalną odporność ekosystemów leśnych. W takich przypadkach brzoza ale również i osika są gatunkami zwiększającymi różnorodność gatunkową lasów i stanowią naturalny element wypełniający przestrzenie pokłeskowe, bezleśne. Brzoza jest też naturalnym wypełniaczem luk powstałych w drzewostanach z powodu występowania klęsk pochodzenia naturalnego powodowanych przez czynniki abiotyczne i biotyczne, takie jak: wiatr, okiść i lód, susze, powodzie, pożary oraz zwierzyzna, gradacje owadów i rozwój grzybów patogenicznych. Przez leśników zwana jest „pielęgniarką lasu”. Zabliznia wszystkie rany. Brzoza na gruntach porolnych jest gwarantem powolnego powrotu ekosystemu leśnego i pozwala w różnych perspektywach czasowych na wkraczanie innych gatunków, o węższych spektrach ekologicznych [Łukaszewicz 2010; 2014; 2015; 2016].

Znane są powiedzenia, że „brzoza i osika kryją błędy leśnika” lub „brzoza i osika ratują leśnika” [Bojnowski 2005], co potwierdza rolę tych gatunków w regeneracji ekosystemów leśnych zniekształconych przez naturę lub człowieka.

Brzoza powinna odgrywać ważną rolę na gruntach porolnych z następujących powodów:

- jest gatunkiem pionierskim i stanowi zawsze „forpocztę lasu”;
- należy do podstawowych gatunków drzewiastych decydujących o kierunkach sukcesji pierwotnej i wtórnej;
- jest drzewem szybko rosnącym, o dużym tempie wzrostu, zwłaszcza w młodości,
- jest światłożądna;
- odznacza się większą wytrzymałością na mrozy i upały niż inne leśne gatunki drzewiaste;

- jest krótkowieczna (charakteryzują się krótkim okresem życia);
- osiąga dojrzałość rębnią w stosunkowo niskim wieku;
- jest ekspansywna, wyprzedza we wzroście gatunki wolniej rosnące.

Dobierając odpowiednie metody inżynierii ekologicznej, zawarte w zabiegach hodowlanych wykonywanych w lasach, można gatunek ten wykorzystać do wypracowania optymalnych ekonomicznie procesów hodowli brzozy brodawkowatej w krótkich i średnich kolejach rębni na gruntach porolnych. Jest to uzasadnione ekonomicznie, gdyż w wielu przypadkach uzyskuje się dwukrotną, a nawet trzykrotną rotację cyklu produkcyjnego w porównaniu z rotacjami drzewostanów gatunków długowiecznych [Łukaszewicz 2016].

### **Występowanie brzozy w lasach Polski i w Lasach Państwowych na gruntach porolnych**

Lesistość Polski zgodnie z danymi GUS [Leśnictwo 2017] wynosiła w 1946 roku – 20,8%, a w 2016 roku – 29,5% i w przedziale tych 70. lat wzrosła o 8,7%. W tym samym okresie powierzchnia leśna Polski zwiększyła się z 6470 tys. ha do 9239 tys. ha, czyli o prawie 30%. Jednocześnie drzewostany sosnowe i modrzewiowe w 1946 roku występowały na 75,5 % powierzchni leśnej Polski (4885 tys. ha), a w 2016 roku sosna zajmowała już tylko 58,2 % powierzchni leśnej (5355 tys. ha). Udział sosny w Polsce w powierzchni leśnej według stanu gatunkowego w okresie 1946 do 2016 zmniejszył się o 17,3%, ale powierzchnia drzewostanów sosnowych w wyniku zalesień wzrosła o około 470 tys. ha. W tym samym okresie drzewostany brzozy i z robinią akacjową zwiększyły powierzchnię ze 143 tys. ha do 669 tys. ha. W roku 1946 powierzchnia leśna drzewostanów brzozy stanowiła 2,2% powierzchni lasów Polski, a w 2016 roku już 7,3% [Leśnictwo 2017].

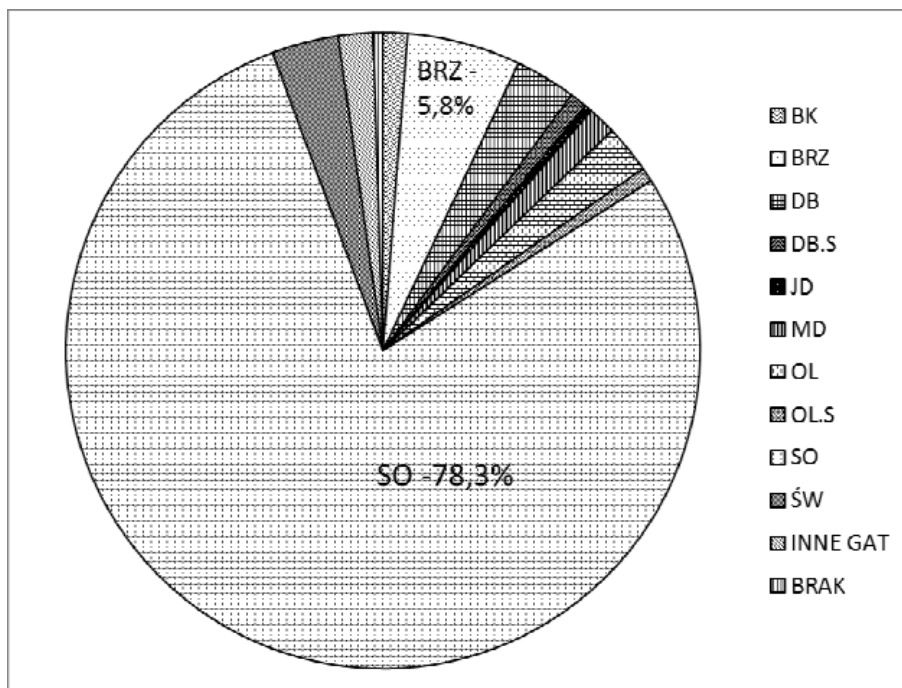
Powierzchnia lasów będąca pod zarządem Lasów Państwowych wynosi 7104664,75 ha, w tym 1613826,74 ha zostało zarejestrowane w planach urządzania lasu nadleśnictw, jako lasy położone na gruntach porolnych [Bank Danych o Lasach, stan na 1 stycznia 2017 r.]. Zgodnie z danymi SILP, lasy położone na gruntach porolnych stanowią 22,72% powierzchni leśnej LP. Zdecydowana większość zalesień po II Wojnie Światowej, a zwłaszcza w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku była prowadzona w LP. Dla przykładu w latach 1959 do 1967 zalesiano corocznie ponad 20 tys. ha na gruntach Skarbu Państwa, a w roku 1960 rekordowo 34,9 tys. ha. Można przypuszczać, że niestety nie wszystkie lasy, które posadzono na gruntach nieleśnych są zaewidencjonowane jako lasy rosnące na gruntach porolnych. Przyczyn takiego stanu rzeczy należy poszukiwać na różnych płaszczyznach. W wielu przypadkach trudno jest odtworzyć historię obiektów leśnych zale-

sianych przed II Wojną Światową i w części przypadków drzewostany te nie są rejestrowane jako położone na gruntach porolnych. Często powierzchnie zalesione w XX wieku i utracone np. w wyniku zamierania oraz zjawisk klęskowych w kolejnych klasach wieku, są powtórnie klasyfikowane jako grunty leśne. Tracona jest informacja o porolności danego gruntu i dalsze postępowanie hodowlane jest prowadzone tak, jak na klasycznym gruncie leśnym. Takie działania mogą prowadzić do podejmowania decyzji obniżających stabilność tych niewykształconych ekosystemów, dopiero w jakiejś części tylko leśnych. Jak wskazuje praktyka i badania naukowe, cechy porolności wykazują również grunty, które są w drugim a nawet trzecim pokoleniu użytkowane przez leśnictwo, jeżeli wcześniej nawet od wczesnego średniowiecza przez okres kilkuset lat były gruntami rolnymi i w wielu przypadkach zdegradowanymi intensywną gospodarką rolną. Na takich powierzchniach ważny jest dobór składu gatunkowego, w tym większy udział gatunków lekkonasiennych, szczególnie brzozy, w celu zapewnienia stabilności tych labilnych ekosystemów przejściowych i zapewnienie możliwości powrotu właściwych zespołów leśnych w długiej perspektywie czasowej.

Brzoza brodawkowata jako gatunek panujący na powierzchniach leśnych w Lasach Państwowych zajmuje 5,8% gruntów porolnych (93359 ha), podczas gdy sosna zwyczajna jako gatunek panujący występuje na powierzchni 1263761 ha, co stanowi 78,3% powierzchni gruntów porolnych (ryc. 1). Kolejnymi gatunkami panującymi na gruntach porolnych w LP są: dąb rodzimy i dąb szypułkowy – 4,0% (64191 ha), świerk pospolity – 3,4% (54847 ha), olsza czarna – 2,1% (39772 ha), modrzew europejski – 1,4% (23187 ha) i buk zwyczajny – 1,2% (20100 ha). Pozostałe gatunki panujące na gruntach porolnych w LP zajmują powierzchnie nie przekraczające 1% całkowitej powierzchni tych gruntów [Bank Danych o Lasach, stan na 1 stycznia 2017 r.].

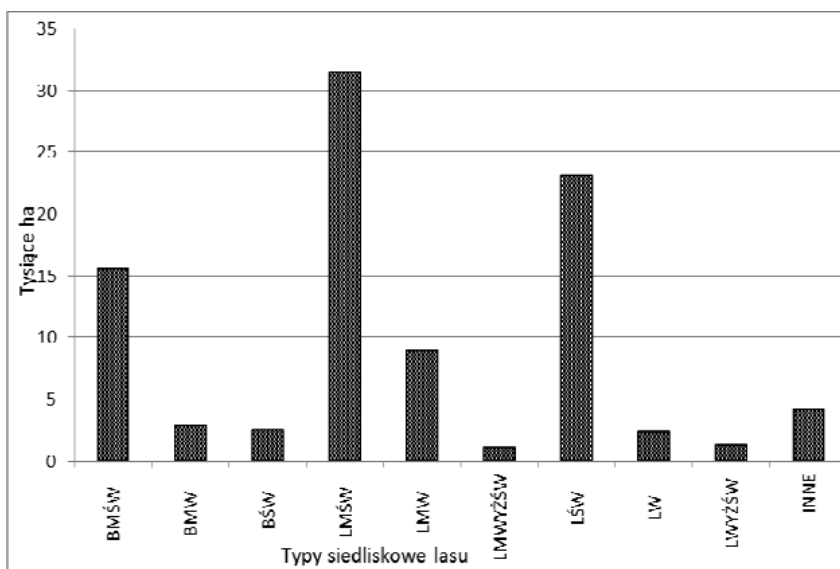
Drzewostany sosnowe na gruntach porolnych są narażone na zamieranie w związku z występowaniem patogena – huby korzeniowej [Sierota 1996, 2001]. Nie stwierdzono jednak znaczących problemów ochroniarskich w drzewostanach brzozowych na gruntach porolnych. Powierzchnia drzewostanów z gatunkiem panującym brzozą jest jednocześnie ponad 13,5 razy mniejsza niż drzewostanów sosnowych. Można jednocześnie przypuszczać, że sosna w większości przypadków była sadzona na glebach skrajnie zdegradowanych przez rolnicze użytkowanie o zdeformowanym składzie fizycznym i chemicznym. Procesy degradacyjne gleb trwały często setki lat. Nasadzenia drzew na takich powierzchniach są szczególnie narażone na szkody ze strony różnych czynników biotycznych

Występowanie brzozy brodawkowatej jako gatunku panującego w Lasach Państwowych na gruntach porolnych na powierzchni ponad tysiąca hektarów

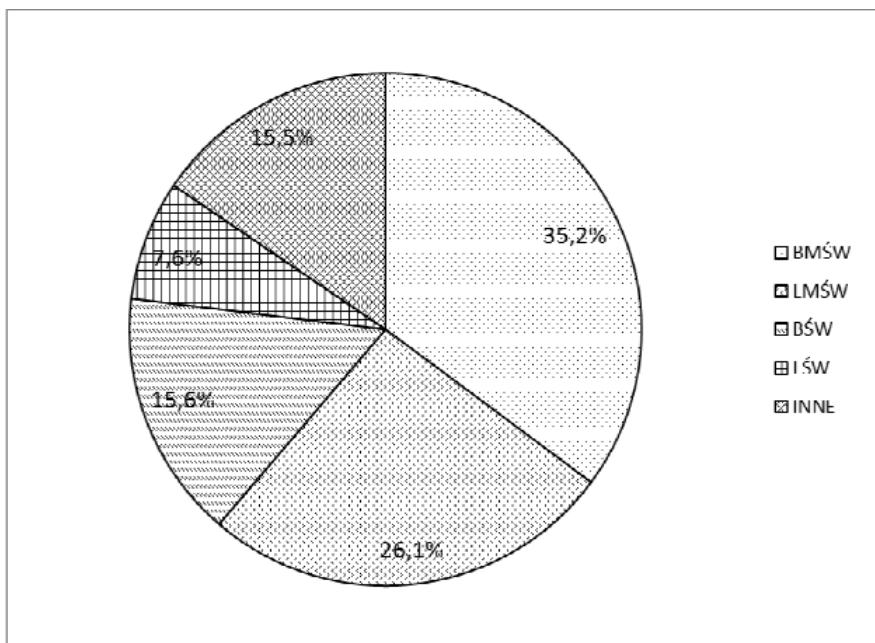


Ryc. 1. Procentowy udział powierzchni drzewostanów według gatunków panujących na gruntach porolnych w Lasach Państwowych (opracowano na podstawie Banku Danych o Lasach, stan na 1 stycznia 2017 r.).

ograniczone jest tylko do dziewięciu siedlisk leśnych (ryc. 2): LMśw – 31532 tys. ha, Lśw – 23112 tys. ha, BMśw – 15593 tys. ha, LMw – 8978 tys. ha, BMw – 2852 tys. ha, Bśw – 2505 tys. ha, Lw – 2325 tys. ha i Lwyżśw – 1291 tys. ha. Na pozostałych 24. siedliskach leśnych brzoza jako gatunek panujący występuje na powierzchni 4156 tys. ha [Bank Danych o Lasach, stan na 1 stycznia 2017 r.] (ryc. 2). Głównymi siedliskami występującymi na gruntach porolnych w lasach Państwowych są: BMśw – 35,2% (567596 ha), LMśw – 26,1% (421159 ha), Bśw – 15,6% (252512 ha) i Lśw – 7,6% (122317 ha). Pozostałe siedliska zajmują 15,5% powierzchni gruntów porolnych to jest 250243 ha [Bank Danych o Lasach, stan na 1 stycznia 2017 r.] (ryc. 3). Brzoza jako gatunek panujący na gruntach porolnych w LP występuje najczęściej na siedliskach: Lśw zajmując 18,9% powierzchni tego siedliska, LMśw – 7,5%, BMśw – 2,7%, a na Bśw – 1% powierzchni tego siedliska. Nierównomierny jest również rozkład powierzchni lasów z brzozą jako gatunkiem panującym według podklas wieku na gruntach porolnych w Lasach Państwowych [Bank Danych o Lasach, stan na 1 stycznia 2017 r.]

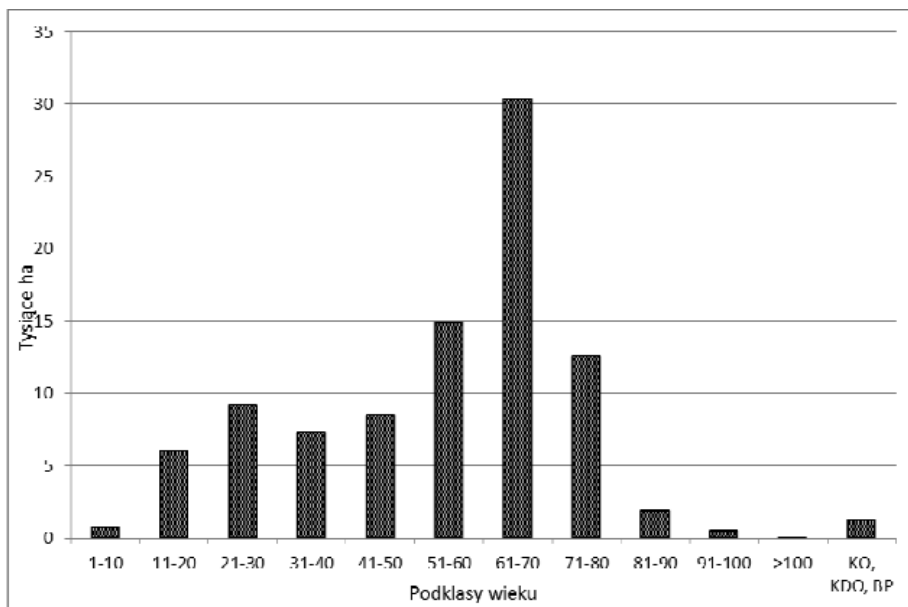


Ryc. 2. Powierzchnia lasów z brzozą jako gatunkiem panującym według typów siedliskowych lasu na gruntach porolnych w Lasach Państwowych (opracowano na podstawie Banku Danych o Lasach, stan na 1 stycznia 2017 r.).



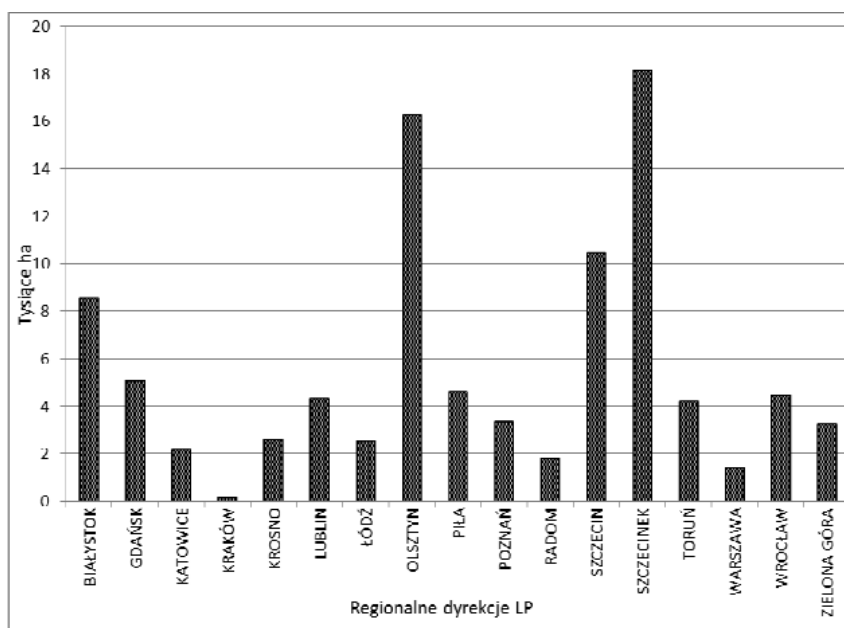
Ryc. 3. Powierzchnia lasów według typów siedliskowych lasu na gruntach porolnych w Lasach Państwowych (opracowano na podstawie Banku Danych o Lasach, stan na 1 stycznia 2017 r.).

(ryc. 4). Dane wskazują na zmniejszenie się powierzchni drzewostanów z udziałem brzozy w okresie ostatnich 50 lat. W Ia klasie wieku jest tylko 0,8 tys. ha, w Ib – 6,0 tys. ha, w IIa – 9,2 tys. ha, w IIb – 7,3 tys. ha, w IIIa – 8,5 tys. ha, w IIIb – 14,9 tys. ha, a w IVa nawet 30,4 tys. ha. Wynika to z faktu, że w okresie powojennym powstawały zalesienia brzożowe z samosiewu na porzucanych gruntach porolnych.



Ryc. 4. Powierzchnia lasów z brzożą jako gatunkiem panującym według podklas wieku na gruntach porolnych w Lasach Państwowych (opracowano na podstawie Banku Danych o Lasach, stan na 1 stycznia 2017r.).

Powierzchnia lasów z brzożą jako gatunkiem panującym na terenach zarządzanych przez poszczególne regionalne dyrekcje LP (ryc. 5) odzwierciedla historię zalesień gruntów porolnych w Polsce w okresie po II Wojnie Światowej. Brzoża była wówczas częściej wprowadzana na grunty porolne i wkraczała naturalnie na tereny zalesiane i porzucane przez rolnictwo. Najwięcej powierzchni lasów z gatunkiem panującym brzożą na gruntach porolnych znajduje się na terenie następujących regionalnych dyrekcji LP: Szczecinek – 18,2 tys. ha, Olsztyn – 16,3 tys. ha, Szczecin, – 10,5 tys. ha, Białystok – 8,5 tys. ha, Gdańsk – 5,1 tys. ha.



Ryc. 5. Powierzchnia lasów z brzozą jako gatunkiem panującym na gruntach porolnych według regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych (opracowano na podstawie Banku Danych o Lasach, stan na 1 stycznia 2017 r.).

## Rola brzozy w przywracaniu ekosystemu leśnego na gruntach porolnych

Zalesianie jest inicjowaniem procesu lasotwórczego i odtwarzaniem ekosystemu leśnego, który z różnych przyczyn i w różnym czasie został zmieniony na inny sposób zagospodarowania ziemi. Wprowadzanie gatunków drzewiastych na teren zajmowany dotychczas przez rolnictwo lub inną formę użytkowania ziemi, nie zawsze prowadzi do odtwarzania ekosystemu leśnego. Wylesienie wpływa na chemizm i stan fizyczny gleby na dziesięciolecia, a czasami na setki lat. Trwałe, szybkie przywrócenie stabilnego ekosystemu leśnego na grunty porolne w wielu przypadkach nie jest możliwe w ciągu trwania jednego pokolenia życia drzew.

W dawnych czasach uważano, że samo posadzenie drzew leśnych, w warunkach Polski głównie sosny, wystarczy do utworzenia ekosystemu leśnego. Podejście takie okazało się mylne [Smykała 1990, Rozwałka i Fonder 1996]. Drzewostany, założone na gruntach porolnych okazały się mało produkty-



wne i labilne, w wielu przypadkach podatne na choroby systemów korzeniowych [Sobczak 1990]. Skutkiem długotrwałej uprawy rolniczej gleby o pierwotnych cechach gleb leśnych uległy przekształceniom. Zmieniły się ich właściwości fizykochemiczne i biologiczne [Tuszyński 1990]. Podstawowe różnice między glebami rolnymi a leśnymi związane są z wyższym pH gleb rolniczych (pH 5–8), niż leśnych (pH 2–6). Dlatego w glebach rolnych optimum swego rozwoju znajdują bakterie, promieniowce, sinice, zielenice i okrzemki, a nie grupa grzybów leśnych, dla których najważniejszy odczyn gleb zawiera się w przedziale pH 3–6. W glebach rolnych i leśnych odmiennie kształtuje się ilość i struktura mezofauny.

Na porzuconych gruntach porolnych obserwuje się spontaniczny rozwój roślinności rozpoczynający odtworzenie zbiorowiska leśnego, czyli tzw. sukcesja regeneracyjna lub sukcesja wtórna rekreacyjna, czyli odtwarzająca [Faliński 1986]. Podsumowania wieloletnich badań Falińskiego nad sukcesją rekreacyjną na nieużytkach porolnych dokonała Falińska [1996]. O trwałym zadomowieniu gatunków drzewiastych na nieużytkach porolnych można mówić wówczas, gdy osiągnąwszy fazę reprodukcji zapewnią w krótkim czasie dostateczną produkcję nasion i wytworzy się drugie pokolenie, autochtoniczne. Spontaniczna restytucja lasu na opuszczonych gruntach rolnych we wschodniej Polsce trwa ok. 140–150 lat.

Odtworzenie i tworzenie ekosystemów jest, wedle Szujeckiego [1990] zadaniem inżynierii ekologicznej. Wyróżnia się tu następujące poziomy: nietrwała regeneracja bez ochrony, nietrwała regeneracja naturalna, popierana naturalna regeneracja, rehabilitacja, pasywna restytucja, aktywna restytucja [Szujecki 1989]. Odtworzenie ekosystemów leśnych polegające tylko na zalesieniu ma charakter restytucji pasywnej, z założeniem ekstensywnej regeneracji całego układu. Taki sposób regeneracji napotyka na wielkie trudności i często nie jest osiągnięty oczekiwany skutek [Szujecki 1990]. Bioindykacja fauny glebowej wskazuje, że dopiero w drzewostanach 60–100 letnich stabilizuje się skład gatunkowy i struktura makrofauny.

Analiza zalesień na obszarze RDLP Szczecinek, wykonana przez Nizińskiego [1990] wskazuje, że mimo niekorzystnych warunków dla wzrostu drzew leśnych i tworzenia się ekosystemów leśnych występuje zróżnicowany stan lasów:

- drzewostany, powstałe z zalesień gruntów porolnych, które nie różnią się pod względem składu gatunkowego, zdrowotności, przyrostu i cech hodowlanych od drzewostanów na gruntach leśnych stanowią 40% powierzchni,
- drzewostany różniące się pod względem powyższych cech od rosnących na gruntach leśnych (ogółem 60% powierzchni).



Na zróżnicowanie stanu lasu mogły mieć wpływ: zakładanie dużych powierzchniowo upraw sosnowych z symboliczną domieszką brzozy lub innych gatunków liściastych, niewłaściwe wykorzystanie zmienności i żyzności siedliska, wzorowanie się na istniejących zalesieniach porolnych, brak właściwych poprawek i pielęgnacji oraz nie sprecyzowanie koncepcji docelowego wykorzystania przyszłych drzewostanów. Naniezadowalające wyniki mogła mieć wpływ niestaranność prac zalesieniowych [Smykała 1990, Niziński 1990]. Do szczególnych braków w zakresie koncepcji można, zdaniem Szujckiego [1990], zaliczyć: ograniczenie planu działań do momentu zalesienia gruntu, niedostrzeganie innych organizmów, poza drzewami, które powinny być uwzględnione w procesie odtworzenia ekosystemu leśnego oraz nie uwzględnienie dynamiki zmian edaficznych w przebiegu rozwoju zalesień.

Ogólne ramy postępowania w zalesieniach przedstawia Bernadzki [1990]. Uważa, że celem prac zalesieniowych jest ukształtowanie zbiorowisk przejściowych, przy zachowaniu zasad ograniczających rozprzestrzenianie się patogenów grzybowych. Wprowadzanie dużej ilości sosny i świerka jest obciążone dużym ryzykiem gospodarczym, zwłaszcza w miejscach, gdzie pierwsza generacja drzew jest zniszczona przez hubę korzeni. Odmiennie, niż Szujcki [1990], wskazuje, że dobrym rozwiązaniem może być przejściowa uprawa plantacyjna leśnych drzew szybkorosnących. Zwraca uwagę na konieczność kształtowania zbiorowisk przejściowych, złożonych głównie z brzozy. Ważne jest również kształtowanie dolnych warstw lasu: podszytów, a na siedliskach żyzniejszych również dolnych pięter drzewostanu niezbędnych do szybszego ukształtowania gleby leśnej. Jednak na skrajnie suchych siedliskach, w drzewostanach brzozowych, wprowadzenie i utrzymanie podszytów jest bardzo trudne, gdyż brzoza powoduje silne przesuszenie wierzchnich warstw gleby. Sobczak [1990] podkreśla jednak, że brzoza ma większe wymagania odnośnie do gleby, niż sosna. W zakresie wyboru gatunków do zalesień Sobczak [1990] wskazuje na potrzebę wprowadzania gatunków liściastych. Podkreśla jednak, że ze względu na warunki glebowe, będzie to zadanie bardzo trudne. Szczególną rolę na gruntach porolnych powinny spełniać drzewostany brzozowe, które należy zakładać w luźnej więźbie przy równoczesnym wprowadzaniu gatunków domieszkowych, takich jak: jarzab popolity i tawlina jarzębolistna. Należy je sadzić pomiędzy rzędami brzozy i pomiędzy sadzonkami brzozy w rzędzie. Tak założona uprawa powinna wyrosnąć w drzewostan bardziej stabilny, z brzozą i domieszkami pełniącymi rolę pielęgnacyjną i środowiskowotwórczą. Ze względu na luźne zwarście górnego piętra drzewostan w zasadzie nie wymaga cięć pielęgnacyjnych.

Brzoza jako gatunek pionierski, szybko rosnący, odporny na zanieczyszczenia przemysłowe, obradzający na wolnej przestrzeni już w 10. roku

życia, w zwarciu zaś w wieku ok. 25 lat, owocuje co roku, przy obfitszych latach nasiennych występujących co 2–3 lata naturalnie opanowuje tereny zniekształcone. Jej bardzo lekkie owoce rozsiewane są przez wiatr czasami na znaczne odległości. Wymagania ekologiczne brzozy brodawkowatej zbliżone są do wymagań sosny, jednak gatunek ten ma większe zapotrzebowanie na wodę i składniki odżywcze [Białobok 1979]. W „Zasadach hodowli lasu” [2012] w tab. 7, brzoza przewidziana jest jednak w przykładowych składach gatunkowych zalesień tylko na siedliskach borowych, a na lasowych już nie. Powstaje pytanie – czy tak powinno być? Jako gatunek pionierski występuje naturalnie na terenach zniekształconych na wszystkich siedliskach: ubogich i bogatych, suchych i wilgotnych. Tymczasem jako gatunek główny zalecana jest na: Bw, BMw, BMb, i LMw [Zasady hodowli lasu 2012]. Plastyczny i specyficzny system korzeniowy, silnie rozwinięty w powierzchniowych warstwach gleby, doskonale predestynuje brzozę na tereny zniekształcone. Korzenie innych drzew, w kolejnym pokoleniu, wykorzystują miejsca po obumarłych korzeniach brzozy do penetracji gleby [Jaworski 2011].

Pionierski charakter brzozy polega również na tym, że w młodym wieku może tworzyć również mikoryzy arbuscularne, z grzybami mikroskopijnymi z gromady Glomeromycota, które bytują w glebach porolnych, przy braku typowych ektomykoryz z grzybami kapeluszowymi, przy nieobecności w glebach porolnych ich zarodników i grzybni. Nie tylko lekkonasiennosc i stosunkowo małe wymagania siedliskowe, czynią z brzozy pionierski gatunek drzewa leśnego [Błaszowski 2012].

## **Hodowla lasu w drzewostanach brzozowych na gruntach porolnych**

W licznych opracowaniach Instytutu Badawczego Leśnictwa podejmowano zagadnienia wpływu patogenów korzeniowych na aspekty hodowlane w drzewostanach założonych na gruntach porolnych [Sierota 1982, 1996, 2001; Sierota, Sternak, Żółciak 1992; Duda 1996]. Jak podkreślają autorzy, biologia patogenów korzeniowych powoduje, że niewłaściwe zabiegi hodowlane mogą przyczynić się do inicjowania choroby w drzewostanach na gruntach porolnych.

Prawidłowe działanie na gruntach porolnych, jeżeli opiera się na regułach naturalnej sukcesji, pozwala osiągnąć nie tylko efekt przyrodniczy widoczny w przyspieszonym powrocie siedliska leśnego, ale i efekt hodowlano-ekonomiczny wyrażony w stabilnych i wydajnych drzewostanach. Przedstawione w opracowaniu działania hodowlane zaprezentowano na podstawie badań przeprowadzonych w Instytucie badawczym Leśnictwa w temacie „Opty-

malizacja stosowania różnych zabiegów hodowlanych w drzewostanach brzożowych w pierwszym pokoleniu na gruntach porolnych, w aspekcie produkcyjnym i naturalizacji zalesień” [Łukaszewicz i inni, 2009]. W badaniach stwierdzono wpływ różnych czynników zależnych i niezależnych od leśnika hodowcy, wpływających na zmiany w chemicznych i fizycznych właściwościach gleb i zmiany w roślinności runa w kierunku siedliska leśnego. Przy nieprawidłowo prowadzonych zabiegach hodowlanych brzoza nie przyspiesza powrotu siedliska leśnego i produkowane masy drewna nie są zadowalające z ekonomicznego punktu widzenia. Przy dopasowanych do wieku i siedliska cięciach pielęgnacyjnych miąższość grubizny drzewostanów brzożowych w wieku 60 lat na żyznych siedliskach może osiągać 500 m<sup>3</sup>/ha.

W litych drzewostanach brzożowych na gruntach porolnych położonych z dala od większych kompleksów leśnych i z dala od źródeł nasion gatunków drzewiastych (np. aleje przydrożne drzew, zadrzewienia, remizy itp.), nawet po pół wieku trudno jest dostrzec cechy siedlisk leśnych. Dominującą roślinność w warstwie runa stanowią na tych powierzchniach gatunki jednoliścienne – trawy. Gatunki zielne dwuliścienne charakterystyczne dla siedlisk leśnych występują sporadycznie. Dominacji traw sprzyja często zbyt niskie zadrzewienie wynoszące znacznie poniżej 1,0. W takich drzewostanach nie należy wykonywać zbyt silnych cięć (czyszczenia i trzebieże), tak aby nie potęgować wzrostu formacji trawiastej utrudniającej wschody nielicznych nasion drzew, krzewów i roślin runa przynoszonych przez wiatr i ptaki.

Lite drzewostany brzożowe na gruntach porolnych mogą już w średnim wieku ulegać rozpadowi i wtedy wyprzedzająco należy rozpoczynać ich przebudowę. Na powrót siedliska leśnego na dużych powierzchniach zalesianych gruntów porolnych zasadniczy wpływ ma sposób zakładania upraw leśnych (forma zmieszania i gatunki). W zależności od zastosowanych gatunków, więźb sadzenia widoczne są różnice w składzie gatunkowym runa i we właściwościach chemicznych i fizycznych gleb porolnych już w Ia klasie wieku. Duże zagęszczenie drzew w młodnikach i słabe czyszczenia wczesne w I klasie wieku wpływają na ograniczenie stopnia pokrycia roślinnością nieleśną, w tym szczególnie gatunkami jednoliściennymi, co ma szczególne znaczenie na dużych otwartych powierzchniach gruntów porolnych w pierwszych latach po zalesieniu. Chemizm gleby na zalesionych powierzchniach w pierwszych dziesięcioleciach wskazuje na duże podobieństwo do gruntów porolnych, charakterystyczne są zasadowość i niski stosunek C do N. Zwiększone wartości C/N obserwuje się w młodnikach sosnowych, pośrednie w modrzewiowych, a najmniejsze w brzożowych. Z badań wynika konieczność stosowania gęstych więźb sadzenia wszystkich gatunków na gruntach porolnych i prowadzenia słabych czyszczeń wczesnych, w celu ograniczenia

dostępu światła do gleby, co sprzyja pojawieniu się roślin runa charakterystycznych dla siedlisk leśnych.

Decydującą rolę w kształtowaniu tempa powrotu siedliska leśnego w drzewostanach brzozowych na gruntach porolnych odgrywa typ siedliskowy lasu – siedlisko, w powiązaniu z innymi czynnikami. Miąższość grubizny brzoź jest zazwyczaj na siedliskach borowych i borów mieszanych około dwukrotnie niższa, niż sosen rosnących w tych samych warunkach siedliskowych na tych samych powierzchniach. Na siedlisku Bśw po prawie 60-ciu latach od zalesienia uzyskuje się ponad trzykrotną miąższość grubizny drzewostanu w drzewostanach z dominacją sosny zwyczajnej, w porównaniu z powierzchniami z dominującą brzozą brodawkowatą. Brzoza brodawkowata na słabym siedlisku Bśw ogranicza bogactwo gatunków runa leśnego w porównaniu z powierzchniami, na których występuje sosna. Gleba spod drzewostanów brzozowych jest znacznie uboższa w składniki mineralne i o niższej gęstości objętościowej, niż gleba spod drzewostanów sosnowych, co świadczy o intensywnej penetracji podłoża przez system korzeniowy brzoź. Ubogie siedliska Bśw z litymi drzewostanami brzozowymi na gruntach porolnych, nawet pod koniec IIIb klasy wieku, nie są podobne do siedlisk leśnych w składzie gatunkowym runa i chemizmie gleby. W IIIb klasie wieku, na siedlisku LMśw na gruncie porolnym występuje już szerokie spektrum gatunków runa leśnego zarówno pod drzewostanem sosnowym jak i pod drzewostanem brzozowym. Na tym siedlisku brzoza brodawkowata wpływa na pojawienie się prawie dwukrotnie większej liczby gatunków, niż ma to miejsce pod okapem sosnowym. W tym przypadku stwierdzono, że po ponad 50-ciu latach runo zarówno pod sosną zwyczajną jak i pod brzozą brodawkowatą zawiera dużo gatunków leśnych. Gęstość objętościowa gleby pod brzozą, w wyniku przerobienia przez drobne korzenie, jest zdecydowanie mniejsza niż pod sosną. W glebie pod drzewostanami brzozowymi zwiększona jest również zawartość węgla i azotu w porównaniu z płatami sosnowymi, oraz większa zawartość innych podstawowych składników pokarmowych.

Tempo powrotu siedliska leśnego na gruntach porolnych jest znacznie przyspieszane poprzez wprowadzanie w nasadzenia brzozowe gatunków biocenotycznych. Wprowadzone gatunki biocenotyczne takie jak: dąb szypułkowy, grab zwyczajny, klon zwyczajny, olsza czarna, robinia biała w zależności od miejsca sadzenia tworzą wartościowy składnik drzewostanu osiągając czasami duże rozmiary i miąższość. Zdjęcia fitosocjologiczne pokazują bogactwo gatunków runa, w tym wielu leśnych, w drzewostanach brzozowych, na terenie wilgotnym i świeżym. Formacja trawiasta charakterystyczna dla monokultur brzozowych powoli zanika, a opad różnogatunkowych liści i mozaikowość cienia innych gatunków niż brzoza sprzyja gatunkom

dwuliściennym runa leśnego. Wprowadzanie podsadzeń dębowych i innych gatunków w drzewostanach brzozowych pochodzących z samosiewu na gruntach porolnych wymaga ograniczenia negatywnego wpływu zwierzyny i formacji trawiastej na jakość i liczebność podsadzeń dębowych pod okapem brzozowym.

Podstawowym zabiegiem w litych młodnikach brzozowych z samosiewu, przesądzającym o tempie powrotu siedliska leśnego i przyszłej jakości i zasobności drzewostanu brzozowego są zabiegi czyszczeń. Przegęszczone młodniki brzozowe z samosiewu bez właściwie prowadzonych czyszczeń wczesnych, a potem późnych, często są niszczone bezpowrotnie (łamane i wyginane) przez okiść. Czyszczenia wczesne w zależności od siedliska, żyzności gleby porolnej i gęstości samosiewów powinny zaczynać się w Ia klasie wieku, przy wysokości odnowień od 1,5 do 3 m. Stwierdzono istotny wpływ nasilenia czyszczeń wczesnych w Ia klasie wieku, w brzozie jako gatunku osłonowym, na wzrost i pokrój dębu szypułkowego. Na powierzchni z ogławianiem brzoż, ich przycinaniem, łamaniem poniżej wierzchołka dębu, średnia wysokość dębu była dwukrotnie wyższa, niż na powierzchni, gdzie dęby rosły pod okapem drzewostanu brzozowego. Czyszczenia wczesne w Ib klasie wieku, w drzewostanie brzozowym pochodzącym z samosiewu na siedlisku BMśw, powinny być tak prowadzone, aby osiągnąć optymalną liczebność od 3500 do 4500 sztuk drzew na hektarze. Niezbyt silne nasilenie cięć w brzozie ogranicza stopień pokrycia roślinnością do 75–90%, co sprzyja powrotowi gatunków dwuliściennych, w tym leśnych. Zbyt duża częstość i nasilenie czyszczeń wczesnych i późnych w drzewostanach brzozowych pochodzących z samosiewu sprzyja gatunkom jednoliściennym runa i powoduje 100% pokrycie roślinnością – trawami. Gatunki leśne runa, w tak pielęgnowanych drzewostanach praktycznie nie występują. Niski stosunek C/N poniżej 10 i inne parametry glebowe wskazują na brak zmian gleby porolnej w glebę leśną. Z punktu widzenia hodowlanego właściwe jest też początkowe przebudowywanie naturalnych odnowień brzozowych na gruntach porolnych. Do zmiany składu gatunkowego, w kierunku składu docelowego, szczególnie nadają się nierównomierne, naturalne odnowienia brzozowe na żyznych siedliskach. Brzożę z samosiewu, w czyszczeniach późnych należy pozostawić w więźbie np. 1 x 1 metr, a pozostałe gatunki sadzić w pasy wykorzystując luki i miejsca ze słabym obsiewem brzozy. Przebudowa drzewostanu brzozowego pochodzenia naturalnego na gruncie porolnym, ze sztucznym posadzeniem innych gatunków na płatach z niską udatnością brzozy, jest częstą metodą hodowlaną stosowaną w Lasach Państwowych. Po kilkunastu latach uzyskuje się zróżnicowany gatunkowo i wiekowo drzewostan.



Prowadzenie przebudowy drzewostanu brzozonego na gruncie porolnym możliwe jest również w średnim wieku np. poprzez podsadzenia świerkowe i bukowe.

W starszych drzewostanach brzozonych (III i IV klasa wieku) na żyznych gruntach porolnych możliwe jest prowadzenie przebudów szerokopasmowych, w celu uzyskania docelowego składu gatunkowego. Przebudowa obejmuje 50–70% powierzchni, poprzez wycięcie pasów o szerokości 20–60 m z pozostawieniem naprzemiennie pasów bez ingerencji o szerokości 20–30 m. Przedstawiona koncepcja pasowej przebudowy starszych drzewostanów brzozonych na gruntach porolnych jest warta polecenia w Lasach Państwowych.

Badania związane z sukcesją naturalną wtórną w litych drzewostanach brzozonych w pierwszym pokoleniu na gruntach porolnych dowodzą, że położenie powierzchni w pobliżu źródeł nasion gatunków drzewiastych i właściwie prowadzone zabiegi czyszczeń i trzebieży znacząco mogą przyspieszyć powrót siedliska leśnego na grunty porolne, wyrażony w składzie gatunkowym roślin runa i właściwościach fizycznych i chemicznych gleby. Odnowienia naturalne występują głównie w pobliżu starszych drzewostanów, alej śródpolnych, zadrzewień. Zabiegi cięć powinny regularnie kształtować stan sanitarny i hodowlany takich drzewostanów. Na powierzchniach z odnowieniem naturalnym stwierdzono większą zawartość: węgla, azotu, potasu, fosforu, wapna, magnezu i sodu w porównaniu z powierzchniami badawczymi, na których odnowienia naturalne występowały sporadycznie, a w runie dominowały rośliny jednoliścienne. Odnowienia naturalne i ich bogactwo gatunkowe wpływają też na obniżenie gęstości objętościowej gleb na poziomach (5 cm, 15 cm i 30 cm) w porównaniu z powierzchniami z litą brzozą bez odnowień naturalnych, co świadczy o zbliżeniu właściwości fizycznych gleb porolnych do gleb leśnych [Łukaszewicz i inni, 2009].

Brzoza powinna być wykorzystywana w znacznie szerszym zakresie na gruntach porolnych jako przedplon i podgon. Jak zaznacza Bergman [1993] przedplon brzozy jest szczególnie zalecany na takich gruntach porolnych w stosunku do których nie można przewidzieć wyników zalesienia. Na żyznych siedliskach brzoza z powodzeniem może być sadzona w jedną jamkę z dębem, jako gatunek osłonowy i podgon dla upraw dębowych na gruntach porolnych. Sposobem do uzyskania odpowiednich jakościowo odnowień dębowych jest zabieg złamania pędu brzozy poniżej 0,5 m wysokości dębu w wieku 5–7 lat.

Ocena wpływu sadzenia rzędowego (korytarzowego) brzozy brodawkowatej i dębu szypułkowego na chemizm gleby, roślinność runa i wartości



cech biometrycznych dębu w młodnikach wskazuje na konieczność przestrzegania prawideł hodowlanych zakładania upraw na gruntach porolnych i właściwych terminów cięć, na uzyskiwane efekty gospodarcze i przyrodnicze. Przy prowadzeniu korytarzowej hodowli dębu zachodzi konieczność kontrolowania i znacznej redukcji brzozy, we właściwym czasie, w celu zapewnienia optymalnego wzrostu nasadzeniom dębowym, w przeciwnym razie nastąpi, zahamowanie wzrostu dębów na wysokość i grubość [Andrzejczyk 2008, 2011]. Koncepcja pasowego (korytarzowego) sadzenia brzozy i dębu na bogatych gruntach porolnych z uwzględnieniem właściwych metod hodowlanych jest warta polecenia w Lasach Państwowych i w znaczący sposób zwiększa tempo powrotu siedliska leśnego na grunty porolne.

### **Znaczenie brzozy w gospodarce leśnej i na gruntach porolnych**

Od kilku dziesięcioleci następuje zmiana poglądów na temat wykorzystania drewna brzozy w wielu dziedzinach działalności człowieka i duży wzrost zapotrzebowania na nie. Drewno to ma średnią masę w porównaniu do innych podstawowych gatunków drzew Polski, jest niezbyt twarde, mocne i elastyczne i znajduje głównie następujące zastosowania:

- celuloza, papier;
- drewno opałowe – pali się nawet mokre;
- okleina, okładzina, parkiet, płyty wiórowe i pilśniowe, sprzęt sportowy, elementy samolotów, skrzynki, kołki, uchwyty, drewno odpowiednie do toczenia i snyderki;
- materiał stolarski do wyrobu mebli i innych rzeczy codziennego użytku;
- sklejka;
- sucha destylacja (węgiel, ocet, alkohol metylowy itp.).

Inne pożytki z brzozy, często historyczne, mające dawniej duże znaczenie, to m.in.: czeczota; dziegieć z kory (smoła brzozowa) do impregnacji płótna i skóry, uszczelniania beczek, smarowania osi; ksylitol – substancja słodząca, zwana cukrem brzozowym, miotły, sok z brzozy – oskoła. Brzoza znana jest w sylwoterapii: leczy smutki, koi nerwy, łagodzi bóle, ogólnie wzmacnia, przyspiesza gojenie się ran, leczy wszelkie dolegliwości kobiece, dodaje pewności siebie, powoduje przyływ dobrych pomysłów i rozbudza intuicję.

Wegetatywne owocniki czyru brzozowego (włóknośzek ukośny) stosuje się w leczeniu chorych z zaawansowanymi stadiami choroby nowotworowej.

Praktyka leśna powinna zdecydowanie obniżyć wiek rębności brzozy na terenach porolnych, ponieważ przemawiają za tym przesłanki przyrodnicze, gospodarcze i ekonomiczne. Dojrzałość techniczną drzewa brzozy osiąga

w wieku 60–80 lat. W tym wieku udział fałszywej twardzieli w ogólnej masie drewna jest jeszcze stosunkowo mały [Poskrobko 2009]. Fałszywa twardziel znacznie ogranicza przydatność użytkową drewna brzozonego. W praktyce leśnej często brzoza wycinana jest w wieku wyższym, zwłaszcza w drzewostanach z sosną, której wiek rębności wynosi 100, a nawet więcej lat. Rozwój fałszywej twardzieli zapoczątkowuje biologiczną degradację drewna i prowadzi w następnych fazach do zgnilizny wczesnej, a następnie miękkiej, późnej.

Brzoza powinna być szerzej uwzględniana w składach gatunkowych w odnawianiu lasu i zalesianiu, a szczególnie na terenach pokłeskowych i zniekształconych porolnych w następujących przypadkach [Gil, Łukaszewicz 1998; Gorzelak 1999; Jakubowski, Sobczak 1999]:

- występowania naturalnych odnowień brzozonych na siedliskach zarówno borowych, jak i lasowych, które powinny być uznawane;
- jako przedplon na gruntach zalesianych (w określonych warunkach przyspiesza powrót siedliska leśnego);
- jako przedplon w odnawianiu lasu na małych i dużych powierzchniach pokłeskowych;
- jako podgon dla gatunków wolno rosnących.

Pytanie postawione przez prof. E. Bernadzkiego (1982, 1983) ponad ćwierć wieku temu – sosna czy brzoza na gruntach porolnych? – podzieliło naukowców i leśników na dwa dyskutujące ze sobą obozy. W dobie ekologizacji, naturalizacji leśnictwa, w czasie szczególnej dbałości o trwałość zagospodarowania powierzchni leśnych, nie tylko w skali przestrzennej, ale i czasowej, pytanie to powraca jak bumerang. Zniszczenia dotyczące drzewostany sosnowe w wieku 20–40 lat na gruntach porolnych powodowane przez patogeny korzeni, opisywane były w licznych publikacjach naukowych. W praktyce leśnej występują również drzewostany sosnowe na gruntach porolnych bez widocznych szkód ze strony huby korzeniowej. Badania naukowe dotyczące gatunku lekkonasienego, pionierskiego, jakim jest brzoza na gruntach porolnych są również szeroko omawiane w artykułach naukowych.

Stan występowania brzozy brodawkowatej, jako gatunku panującego, odzwierciedla bardzo niski stopień wykorzystania tego gatunku w składzie gatunkowym zakładanych upraw na gruntach porolnych. Brzoza przez ostatnie dziesięciolecia była wypierana i rugowana jako gatunek panujący z gruntów porolnych na korzyść sosny. W wielu przypadkach, przy nieprawidłowo prowadzonych zabiegach hodowlanych nie przyspieszała ona powrotu siedliska leśnego i produkowane masy drewna nie były zadawalające z ekonomicznego punktu widzenia.

Tempo powrotu siedliska leśnego na gruntach porolnych jest znacznie przyspieszane poprzez naturalny obsiew lub wprowadzanie w nasadzenia brzożowe gatunków biocenotycznych. Wprowadzone gatunki biocenotyczne takie jak: dąb szypułkowy, grab zwyczajny, klon zwyczajny, olsza czarna i inne, wkomponowują się w drzewostan brzożowy osiągając czasami duże rozmiary i masę [Łukaszewicz i inni 2009].

## Wnioski

1. Brzoza brodawkowata jako gatunek panujący występuje tylko na powierzchni 5,8% gruntów porolnych w Lasach Państwowych, podczas gdy sosna zwyczajna na 78,3%.
2. Rola brzozy na gruntach porolnych powinna być większa wobec coraz większego zapotrzebowania na drewno tego gatunku (np. w produkcji papieru) oraz jej ekologicznej roli w odtwarzaniu ekosystemów leśnych na terenach zniekształconych.
3. Brzoza brodawkowata nie jest uwzględniana jako gatunek panujący w składach gatunkowych drzewostanów na siedliskach lasowych gruntów porolnych, a tylko tam charakteryzuje się ona szybkim tempem wzrostu, osiąga duże miąższości i może być hodowana w niskich wiekach rębności. W przypadku tego gatunku na siedliskach lasowych można uzyskać dwukrotną, a nawet trzykrotną rotację cyklu produkcyjnego w porównaniu z rotacjami drzewostanów złożonych z gatunków długowiecznych.
4. Należy obniżyć wiek rębności brzozy na żyznych gruntach porolnych, gdyż przemawiają za tym przesłanki przyrodnicze, gospodarcze i ekonomiczne.
5. Planowanie urzędzeniowo-hodowlane powinno racjonalnie kształtować udział procentowy brzozy na poszczególnych siedliskach gruntów porolnych w taki sposób, aby zachować różnorodność przyrodniczą lasu oraz wykorzystać ich potencjał przyrodniczy i wartość materialną.

## Literatura

1. Andrzejczyk T. 2008. Wpływ brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* L.) na wzrost i pokrój dębu szypułkowego (*Querus robur* L.) w uprawach na przykładzie Nadleśnictwa Krynki. Leś. Pr. Bad., Vol. 69, nr 3, s. 203–209.
2. Andrzejczyk T. 2011. Biologiczna racjonalizacja w hodowli dębu. W: Półnaturalna hodowla lasu – przeszłość, teraźniejszość i przyszłość red. nauk.: Rafał Paluch. Sękocin Stary, Instytut Badawczy Leśnictwa, s. 103–118.

3. Bank Danych o Lasach. Stan na 1 stycznia 2017 roku.  
<http://www.bdl.lasy.gov.pl/porta1/>
4. Bergmann J.H. 1993. Brzoza jako przedplon Las Pol. nr 16.
5. Bernadzki E, Kowalski M. 1982. Sosna czy Brzoza na gruntach porolnych. Las Polski. Nr 8, s. 16–17.
6. Bernadzki E. 1990. Koncepcje hodowli lasu na gruntach porolnych. Sylwan R. CXXXIV Nr 3–12 s.51–59.
7. Bernadzki E., Kowalski M. 1983. Brzoza na gruntach porolnych. Sylwan, R. 127, nr 12, s. 33–42.
8. Białobok S. (red), 1979. Brzozy *Betula L.*, Nasze drzewa leśne, Polska Akademia Nauk – Instytut Dendrologii, Kórnik, PWN Warszawa-Poznań.
9. Błaszowski J. 2012. The Glomeromycota. W. Szafer Institute of Botany Polish Academy of Science, Kraków, pp. 297.
10. Bojnowski A. 2005. Brzoza i osika ratuje leśnika – czyli krótka rozprawa o relatywizacji gospodarki leśnej. Przegląd Leśniczy, 5: 24–25.
11. Duda B. 1996. Choroby aparatu asymilacyjnego i pędów drzew w uprawach i młodnikach na gruntach porolnych Post. Tech. Leś. nr 58.
12. Falińska K. 1996. Ekologia roślin. PWN Warszawa.
13. Faliński J. B. 1986. Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. Wiad. Bot. 30 cz. I s 12–50, cz. II s. 115–126.
14. Gil W. Łukaszewicz J. 1998. Leśne zagospodarowanie nieużytkowanych gruntów rolniczych Biblioth. Fragm. Agron. T.5.
15. Gorzelak A. (redakcja) 1999. Zalesianie terenów porolnych. Podręcznik. Instytut Badawczy Leśnictwa.
16. Jakubowski G. Sobczak R. 1999. Możliwości intensywnej uprawy sosny i brzozy na gruntach porolnych Pr. IBL, Ser. A, nr 878/883.
17. Jaworski A., 2011. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. T. III, PWRiL, Warszawa.
18. Leśnictwo 2017. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa.
19. Łukaszewicz J. 2014. Odnawianie obszarów pokłęskowych i trudnych. Poradnik Leśniczego, 7–8: 11–19.
20. Łukaszewicz J. 2015. Zalesienia gruntów porolnych z wykorzystaniem wiedzy o przebiegu sukcesji. Poradnik Leśniczego, 3: 15–20.
21. Łukaszewicz J. 2016. Znaczenie brzozy i topól w planowaniu hodowlano-urządzeniowym na siedliskach zniekształconych. Rozdział w monografii „Siedliska leśne zmienione i zniekształcone”. Redakcja naukowa R. Zielony. Warszawa. Tom 2, s. 157–176.
22. Łukaszewicz J. i in. 2009. Optymalizacja stosowania różnych zabiegów hodowlanych w drzewostanach brzozowych w pierwszym pokoleniu na gruntach

- porolnych, w aspekcie produkcyjnym i naturalizacji zalesień. Dokumentacja naukowa. Sękocin Stary (maszynopis).
23. Łukaszewicz J., Krajewski Sz., Kopryk W. 2010. Hodowla lasu w drzewostanach brzozowych na gruntach porolnych. Notatnik naukowy Instytutu Badawczego Leśnictwa. 3(90)/2010(XVIII), s. 1–4.
  24. Niziński Z. 1990. Zagospodarowanie i produktywność drzewostanów na gruntach porolnych na przykładzie OZLP w Szczecinku. Sylwan R. CXXXIV. Nr 3–12 s. 89–96.
  25. Poskrobko W. 2009. Brzoza omszona kontra brodawkowata. Gazeta Przemysłu Drzewnego, styczeń 2009, s. 48.
  26. Rozwałka Z., Fonder W. 1996. zalesianie gruntów porolnych w ujęciu historycznym. Post. Techn. w Leśn. 58 s. 7–21.
  27. Sierota Z. 1982. Czynniki sprzyjające występowaniu huby korzeni w drzewostanach sosnowych na gruntach porolnych. Sylwan R. CXXXI nr 11–12 s. 69–82.
  28. Sierota Z. 1996. Choroby systemów korzeniowych drzew w pierwszej i drugiej generacji lasu na gruncie porolnym Post. Tech. Leś. nr 58.
  29. Sierota Z. 2001. Choroby lasu. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
  30. Sierota Z., Sternak A., Żółciak A. 1992. Doskonalenie metod ograniczania szkód powodowanych przez hubę korzeni w I i II pokoleniu drzewostanów na gruntach porolnych. Dokumentacja IBL. Maszynopis.
  31. Smykała J. 1990. Historia, rozmiar i rozmieszczenie zalesień gruntów porolnych w Polsce w latach 1945–1987. Sylwan R. CXXXIV Nr 3–12 s. 1–8.
  32. Sobczak R. 1990. Teoretyczne i praktyczne aspekty zakładania upraw i prowadzenia drzewostanów na gruntach porolnych. Sylwan R. CXXXIV Nr 3–12 s. 61–73.
  33. Szujecki A. 1989. Wstępna koncepcja leśnej inżynierii ekologicznej. Sylwan R. CXXXIII Nr 7 s. 1–20.
  34. Szujecki A. 1990. Ekologiczne aspekty odtwarzania ekosystemów leśnych na gruntach porolnych. Sylwan R. CXXXIV Nr 3–12 s. 23–40.
  35. Tuszyński M. 1990. Właściwości gleb porolnych a gospodarka leśna. Sylwan R. CXXXIV Nr 3–12 s. 41–50.
  36. Zasady hodowli lasu, 2012, CILP, Warszawa.

Dr inż. Jan Łukaszewicz  
Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych,  
Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary

*Referat z sesji naukowej nt.: "Gospodarka w lasach na gruntach porolnych" z okazji 118 Zjazdu Delegatów Polskiego Towarzystwa Leśnego w Supraślu, 14-16.06.2018 r.*