

WSTĘPNE BADANIA NAD JAKOŚCIĄ PYŁKU, NASION  
I PRZEŻYWALNOŚCIĄ SIEWEK BRZOZY BRODAWKOWATEJ  
(*BETULA PENDULA* ROTH.) POCHODZĄCYCH Z DRZEW  
ROSNĄCYCH NA ZWAŁOWISKU POCYNKOWYM

IZABELLA FRANIEL

Uniwersytet Śląski, Katedra Ekologii, ul. Bankowa 9, 40-007 Katowice

Keywords: *Betula pendula*, zinc dump, pollen capacity, seeds germination.

THE PRELIMINARY RESULTS OF THE RESEARCH ON THE QUALITY  
OF POLLEN GRAINS, SEEDS AND SEEDLINGS OF *BETULA PENDULA*  
TREES GROWING ON ZINC-LEAD DUMPING GROUNDS

The paper presents the results of the research whose aim was to establish the sensitivity degree of *Betula pendula* pollen, seeds and seedlings in the adverse conditions of the zinc-lead waste from "Silesia" Steelworks in Katowice. The pollen and the seeds of the birch (from the dump and unpolluted region – Mirów) were tested by taking into condition: pollen capacity and seeds germination capacity. For the pot cultures metallurgical wastes and the soil from Mirów were placed in plastic boxes. For each kind of seeds a different soil variant was applied:

Dump soil,

Soil from Mirów,

Garden soil (control group),

8 seeds were put into each box (total number of seeds for each variant was 96).

The seeds of *Betula pendula* growing on smelter waste dumps had been collected in the vicinity of the dumps. The results of the experiment showed that the soil pollution has a significant impact on generative phase of *Betula pendula*.

S t r e s z c z e n i e

Celem pracy było określenie jakości pyłku i orzeszków brzozy brodawkowej oraz możliwości przeżycia jej siewek na materiale pochodzącym z dwóch stanowisk: hałdy pocynkowej i powierzchni kontrolnej nie narażonej na długotrwałe negatywne oddziaływanie czynników antropogenicznych. Materiał badawczy pochodził z hałdy pocynkowej ZM „Silesia” w Katowicach i z powierzchni kontrolnej zlokalizowanej w Mirowie.

Badania dotyczyły:

- żywotności pyłku na pożywce sacharozowo-agarowej,
- zdolności kiełkowania nasion w warunkach laboratoryjnych na płytkach Petriego,
- przeżywalności siewek w doświadczeniu wazonowym na glebie z hałdy pocynkowej i z Mirowa oraz na glebie inspektowej (w każdym wariantcie użyto po 96 orzeszków po 8 sztuk na wazon)

Można sądzić, że skumulowane w podłożu zanieczyszczenia wyraźnie zakłócają zawiązywanie się orzeszków brzozy brodawkowej oraz wpływają na obniżenie wartości siewnej nasion.

## WSTĘP

Odpady przemysłowe są szczególnie uciążliwe dla otoczenia i bardzo trudne do zagospodarowania. Próby zahamowania dewastacji gruntów zmirzają równolegle w dwóch kierunkach: użytkowania odpadów do celów gospodarczych oraz biologicznego zagospodarowania nieużytków [2]. Celem rekultywacji biologicznej jest wprowadzenie roślinności na teren rekultywowany i wytworzenie warstwy gleby na jego powierzchni [4]. Jednym z takich przykładów jest wzbogacanie się środowiska na skutek siedliskotwórczej roli drzew. Istotnym procesem określającym wzrost i wielkość populacji jest rozrodczość. O tym, jaka jest i jaka będzie rozrodczość decyduje przede wszystkim płodność osobnicza oraz żywotność potomstwa, aż do osiągnięcia fazy reprodukcji. Zmienność ta uwarunkowana jest zarówno przez czynniki genetyczne jak i środowiskowe. Wybrano do tego celu populację brzozy brodawkowatej, ponieważ posiada ona szeroką skalę możliwości adaptacyjnych [6]. Brzoza brodawkowata jest zaliczana do gatunków pionierskich, dzięki lekkim, obficie produkowanym nasionom, skromnym wymaganiom glebowym, szybkiemu wzrostowi oraz dużej światłożądności [6]. Jest gatunkiem o małych wymaganiach cieplnych, odpornym na przymrozki, a także mało wrażliwym na susze w okresie letnim, przekształcającym podłoże i wpływającym na tworzenie się struktury gleb [1].

## CEL PRACY

Celem pracy było określenie jakości pyłku i orzeszków brzozy brodawkowatej oraz możliwości przeżycia jej siewek na materiale pochodzącym z dwóch stanowisk: hałdy pocynkowej i powierzchni kontrolnej w Mirowie.

## MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań był pyłek brzozy, jej orzeszki i wyhodowane z nich siewki. Materiał pozyskano z dziesięciu drzew, rosnących na zwałowisku pocynkowym i odpowiednio dziesięciu z terenu kontrolnego. Do badań wybrano drzewa w tej samej II klasie wieku, pochodzące z samosiewu. Na zwałowisku wyznaczono egzemplarze, które nie tworzyły form odroślowych ani krzaczastych i zajmowały otwartą przestrzeń.

Zwałowisko odpadów pocynkowych znajduje się w północnej części Rowu Wełnowieckiego, po wschodniej stronie Zakładów Metalurgicznych „Silesia”, na terenie miast Katowice i Siemianowice w województwie śląskim. Nieuzytek będący zwałowiskiem odpadów hutniczych jest zwałem nadpoziomowym, dominującym odpadem jest żużel z pieców muflowych oraz wypałki z pieców destylacyjnych i prażalniczych. Średnie zawartości cynku, ołowiu i kadmu na zwałowisku są bardzo wysokie i wynoszą odpowiednio 1790, 769 i 20 mg/kg gleby [9].

Teren kontrolny zlokalizowany został w Mirowie (gmina Niegowa) i należy do makroregionu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, oddalony jest o ok. 60 km od miasta Katowice i administracyjnie należy do województwa śląskiego. Wyznaczone osobniki brzozy występują w zespole *Quercus roborboris*-*Pinetum* na siedlisku boru mieszanego [11].

Wiosną 2000 roku przeprowadzono badania jakości pyłku brzozy. Kwiatostany męskie po przywiezieniu do laboratorium otrząpywano na szkiełka podstawowe pokryte

pożywką agarowo-sacharozową, w skład której wchodziło 0,75 g agaru „Difco” i 11 g sacharozy. Ziarna pyłku kiełkowały w komorze szklanej o wilgotności powyżej 90% i temperaturze 27°C. Po 1, 3, 24 godzinach obserwowano wzrost łagiewki pyłkowej. W polu widzenia mikroskopu optycznego liczono ilość kiełkujących ziaren na 50 ziaren pyłku. Wyniki przedstawiono w procentach.

Do badania zdolności kiełkowania nasion, użyto orzeszków brzozy brodawkowej zebranych w sierpniu 2000 roku. Orzeszki umieszczono po 25 sztuk na bibule filtracyjnej w szalkach Petriego. Szalki ustawiono w termostacie w temperaturze 25°C, nie ograniczając dostępu światła. Orzeszki podlewano wodą destylowaną. Doświadczenie przeprowadzono w trzech powtórzenia po 100 orzeszków w próbie, osobno dla dwóch terenów badawczych. Wyniki przedstawiono w procentach.

Przeżywalność siewek oceniano w doświadczeniu, w którym orzeszki wysiewano do plastikowych pudełek o wymiarach 8 × 6 × 6 cm. Dla zapewnienia równomiernego dostępu do wody, pudełka umieszczono w dużych kuwetach. Siewki hodowano w warunkach pełnego oświetlenia 2200 luxów, utrzymując 12-godzinny rytm dobowy. Dla obydwu grup nasion przygotowano następujące warianty podłoża:

- podłoże ze zwałowiska (h),
- gleba pochodząca z Mirowa (m),
- gleba inspektowa, którą potraktowano jako wariant kontrolny (kh i km).

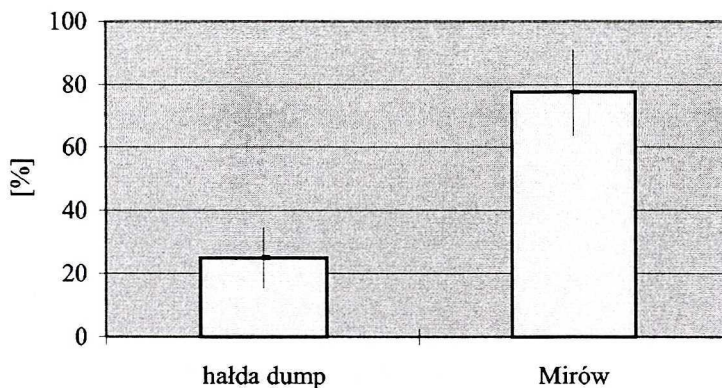
Orzeszki wysiewano na podłoża po 8 sztuk do każdego pudełka, po 96 orzeszków na każdy wariant. Obserwacje prowadzono co tydzień, przez okres 150 dni. Użyte wyniki poddano analizie statystycznej używając programu Statistica for Windows wersja 5.1 `97 StatSoft Inc. Istotność różnic przy  $p < 0,05$  sprawdzano wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji i test Tukeya.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Siła kiełkowania pyłku brzozy ze zwałowiska była bardzo niska i średnio wynosiła 26%. Wysoka żywotność pyłku (90%) jest miarą większej ilości zapłodnionych zalążków, a więc indukuje wykształcenie większej liczby pełnowartościowych nasion. Niska siła kiełkowania pyłku może wynikać z faktu dużej wrażliwości fazy generatywnej na zanieczyszczenia, które charakteryzuje teren zwałowisk. Zaburzenia prawidłowego procesu dojrzewania pyłku mogą być spowodowane zmianami biochemicznymi na poziomie komórkowym, co potwierdzałyby opinię Woźnego [12] na temat wpływu nadmiernej koncentracji metali ciężkich na komórki generatywne roślin (Rys. 1).

Mniejszą żywotność pyłku brzozy pochodzących ze zwałowiska można tłumaczyć brakiem odpowiedniej wilgotności w okresie poprzedzającym kwitnienie, co wpływa bardzo ujemnie na tworzenie się ziaren pyłku. Traci on swoją aktywność fizjologiczną nie doprowadzając do skutecznego zapłodnienia zmniejszając tym samym liczbę wytworzonych nasion. Niski procent kiełkującego pyłku brzozy na hałdzie pocynkowej może wynikać ze słabej kondycji drzew spowodowanej trudnymi warunkami siedliskowymi, oraz z dużego uszkodzenia kwiatostanów męskich przez owady na zwałowisku pocynkowym. Według Holma [5], jeżeli występuje obfite pylenie może tak się zdarzyć, że ziarna pyłku kiełkujące na znamieniu są dużo liczniejsze od zalążków w zaląźni. Między rosnącymi łagiewkami musi wtedy dojść do konkurencji, w której tylko najbardziej żywotne łagiewki przeniosą geny do genotypu potomstwa [8]. Szybciej rosnące łagiewki będą przekazywały geny potomstwu, niż łagiewki rosnące wol-

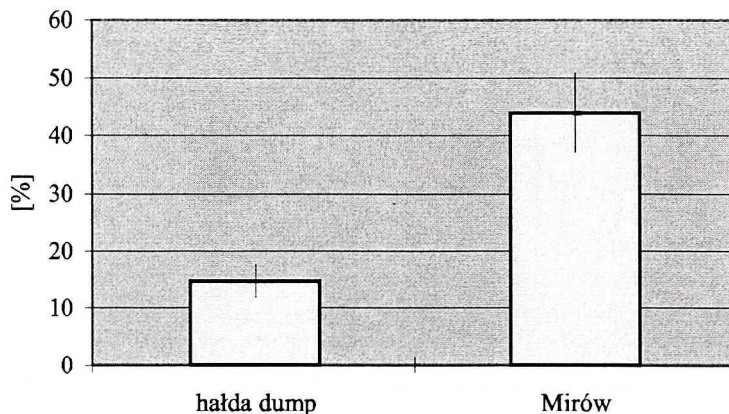




Rys. 1. Żywotność pyłku brzozy brodawkowatej dla dwóch powierzchni badawczych (średnia i odchylenie standardowe)  
Pollen capacity of *Betula pendula* Roth. Data displayed are mean and standard deviation

niej. Aby mogło dojść do konkurencji łagiewek kwiaty muszą być zapyłone w nadmiarze, a na stigmatie musi być więcej ziaren pyłku niż zalążków w zalążni. Jeżeli w wyniku słabej kondycji drzewa produkcja pyłku jest niewystarczająca, a ilość ziaren pyłku mała to nie może dojść do konkurencji łagiewek.

Zdolność kiełkowania nasion określają tkwiące w nasieniu potencjalnie fizjologiczne możliwości niezbędne do utrzymania życia przez możliwie najdłuższy czas, oznacza także ich zdolność do życia zarówno utajonego jak i aktywnego, czyli do kiełkowania w sprzyjających warunkach [10]. Stwierdzono istotnie statystyczne różnice w zdolności kiełkowania nasion pomiędzy zwałowiskiem a terenem kontrolnym (Rys. 2). Przyczyną niskiej zdolności kiełkowania nasion ze zwałowiska mogą być zaburzenia



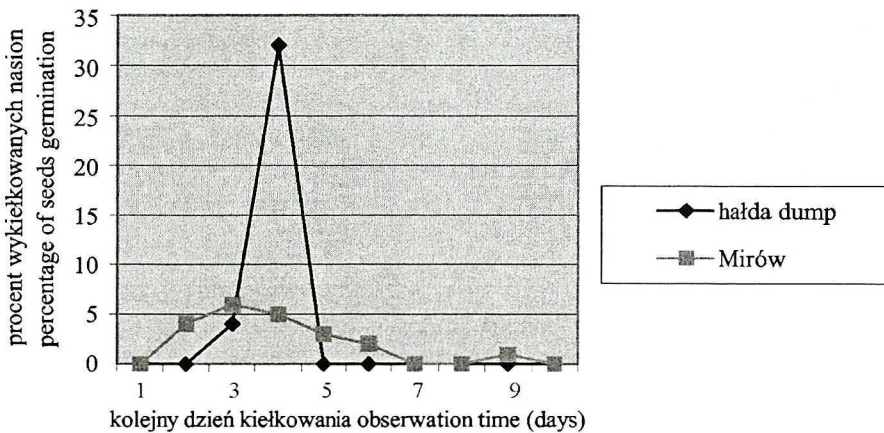
Rys. 2. Zdolność kiełkowania nasion brzozy brodawkowatej dla dwóch powierzchni badawczych (średnia i odchylenie standardowe)  
Germination capacity of *Betula pendula* Roth. (mean and standard deviation)

fazy generatywnej spowodowane stresem siedliskowym, co w konsekwencji prowadzi do powstawania dużej ilości nasion pustych [3]. Specyficzne warunki siedliskowe

zwałowiska takie jak: deficyt wody, duże wahania temperatur, duże zanieczyszczenie metalami ciężkimi, znacznie osłabiają kondycję drzew. Strategia życiowa brzozy polega przede wszystkim na utrzymaniu podstawowych procesów życiowych. Drzewa te kierują niewiele produktów asymilacji do budowy części generatywnych, większość energii przeznaczana jest na produkcję organów wegetatywnych.

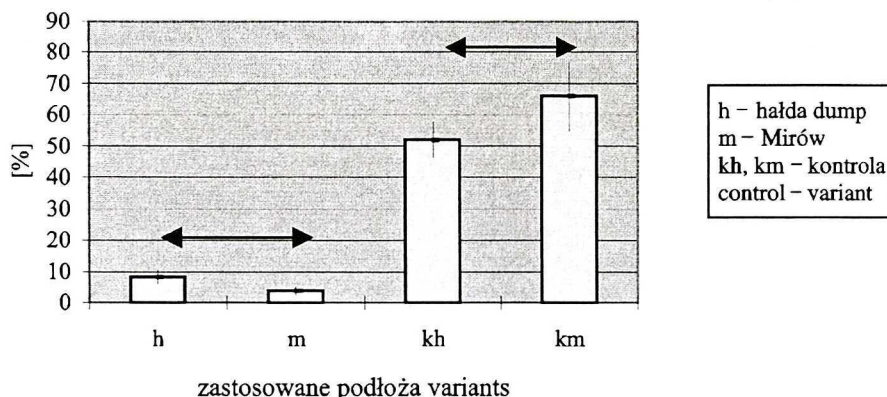
Wschodzenie i utrzymywanie się przy życiu siewek wykazało dla obydwu typów orzeszków (ze zwałowiska i Mirowa) pewne prawidłowości. Zarówno początek jak i kulminacja kiełkowania występowały w różnych terminach i wydaje się to mocno zależne od podłoża. Okres utrzymywania się przy życiu maksymalnej liczby siewek dla obu typów orzeszków na podłożu w wariancie z ziemią inspektową był najdłuższy (4–5 miesięcy), dla siewek pochodzących z orzeszków z Mirowa hodowanych na glebie z tego samego miejsca był krótszy (2 miesiące), a najkrótszy dla siewek pochodzących z orzeszków ze zwałowiska (1–2 tygodnie).

Na rysunku 3 przedstawiono wykres kiełkowania nasion brzozy brodawkowatej dla dwóch typów nasion: pochodzących z brzoź ze zwałowiska i z Mirowa. Interesującym wydaje się, że szczyt kiełkowania nasion ze zwałowiska przypada na czwarty dzień próby i przyjmuje formę wyraźnego piku, natomiast nasiona z Mirowa kiełkują przez kilka dni bez znaczącego maksimum. Podobny wynik zanotowano w doświadczeniu wazonowym, gdzie maksymalna liczba siewek pochodzących z nasion drzew ze zwałowiska hodowanych na podłożu ze zwałowiska utrzymywała się tylko przez dwa tygodnie. Później ich liczba się stabilizuje. Przeżywalność siewek ze zwałowiska hodowanych na ziemi inspektowej była niższa w stosunku do siewek z terenu kontrolnego w tym samym wariancie gleby. Może to świadczyć o tym, że nasiona pochodzą z drzew dobrze przystosowanych do panujących tam warunków (Rys. 4). Według Krebsa [7] rośliny występujące na podłożu skażonym metalami ciężkimi przystosowują się do takich warunków i słabiej rosną na podłożu nieskażonym. Na zwałowisku mamy do czynienia z niedoborem azotu i fosforu oraz przyswajalnych składników mineralnych [9], co powoduje zahamowanie wzrostu roślin. Mimo, iż nie ma statystycznie istotnych różnic między liczbą siewek z dwóch typów nasion wyhodowanymi na podłożu skąd pochodziły, to wzrost siewek ze zwałowiska był wyraźnie zahamowany.



Rys. 3. Procent wykiełkowanych nasion w kolejnych dniach  
Seeds germination of *Betula pendula* Roth





Rys. 4. Stosunek procentowej liczby siewek po zakończeniu doświadczenia do ich maksymalnej liczby.

Kolumny, pokrywające poziome strzałki nie są statystycznie istotne (Tukey's HDS,  $p < 0,05$ )

Objaśnienie: h – podłoże ze zwałowiska, m – gleba pochodząca z Mirowa, kh, km – wariant kontrolny (gleba inspektowa)

Percentage ratios of the numbers of seedlings surviving on the date of the experiment termination to their maximum numbers throughout the observation time. Columns covered by the same horizontal bar are not statistically different (Tukey's HDS,  $p < 0,05$ )

Abbreviations: h – dump soil, m – soil from Mirów, kh km – control group (garden soil)

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Niska siła kiełkowania pyłku (26%) brzozy brodawkowatej ze zwałowiska może wynikać z faktu dużej wrażliwości fazy generatywnej na zanieczyszczenia, które charakteryzują teren zwałowiska. Strategia życiowa brzozy rosnącej na zwałowisku polega przede wszystkim na utrzymywaniu podstawowych procesów życiowych.
2. Szczyt kiełkowania nasion ze zwałowiska przypada na czwarty dzień próby i przyjmuje formę wyraźnego piku, natomiast nasiona z terenu kontrolnego kiełkują przez kilka dni bez znaczącego maksimum. Taka sama zależność występuje w doświadczeniu wazonowym. Przeżywalność siewek ze zwałowiska hodowanych na ziemi inspektowej była niższa w stosunku do siewek z terenu kontrolnego w tym samym wariancie gleby. Może to świadczyć o tym, że nasiona pochodzą z drzew dobrze przystosowanych do panujących tam warunków.
3. Mimo, iż nie ma statystycznie istotnych różnic między liczbą siewek z dwóch typów nasion wyhodowanymi na podłożu skąd pochodziły, to wzrost siewek ze zwałowiska był wyraźnie zahamowany.

## LITERATURA

- [1] Bernadzki E., M. Kowalski: *Brzoza na gruntach porolnych*, Sylwan, **12**, 33–41 (1983).
- [2] Dwucet K., W. Krajewski, J. Wach: *Rekultywacja i rewitalizacja środowiska przyrodniczego*, Skrypty Uniwersytetu Śląskiego: nr 478, Katowice 1992.
- [3] Godbold D. L.: *Stress concepts and forest trees*, Chemosphere, **36** (3–4), 859–864 (1998).
- [4] Greszta J., S. Morawski: *Rekultywacja nieużytków przemysłowych*, PWR i L, Warszawa 1972.
- [5] Holm S.: *Reproductive variability and pollen limitation in tree Betula taxa in northern Sweden*, Ecography, **17**, 73–81 (1994).

- [6] Jentys-Szaferowa J.: *Morfologia, systematyka i zmienność*, [w:] Brzozy, Nasze Drzewa Leśne, red. S. Białobok, PWN, Warszawa–Poznań 1979, 25–65.
- [7] Krebs Ch.: *Ekologia*, PWN, Warszawa 1996.
- [8] Pasonen H-L.: *Do pollen donors with fastest-growing pollen tubes sire the best offspring in anemophilous tree, Betula pendula?*, American Journal of Botany, **88** (5), 854–860 (2001).
- [9] *Projekt techniczny rekultywacji przejściowej zwałowiska nr 44 odpadów polutnicznych ZM "Silesia" w Katowicach*, Katowice 1988, (maszynopis) s. 6.
- [10] Suszka B, Muller C, Bonnet-Masimbert M.: *Nasiona leśnych drzew liściastych. Od zbioru do siewu*, PWN, Warszawa–Poznań 2000.
- [11] Wika S.: *Zbiorowiska borowe środkowej części Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej*, Acta Biologica Silesiana, **12**, 49–64 (1983).
- [12] Woźny A.: *Olów w komórkach roślinnych*, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Poznań (1995).

Wpłynęło: 26 lipca 2002, zaakceptowano do druku: 18 lutego 2003.