

Andrzej ZAŁĘSKI

Instytut Badawczy Leśnictwa
Zakład Genetyki i
Fizjologii Drzew Leśnych
Sękocin Las, 05-090 Raszków
e-mail: A.Zaleski@ibles.waw.pl

WPŁYW RÓŻNYCH METOD POZYSKANIA NASION ŚWIERKA POSPOLITEGO (*PICEA ABIES* L. KARST.) NA ICH ŻYWOTNOŚĆ I PREDYSPOZYCJE DO PRZECHOWYWANIA DŁUGOTERMINOWEGO

THE EFFECT OF DIFFERENT METHODS OF NORWAY SPRUCE SEED
EXTRACTION ON THEIR VITALITY AND PREDISPOSITION TO LONG-TERM
STORAGE

***Abstract.** Vitality of Norway spruce seeds harvested using four methods and their resistance to accelerated ageing test was compared. Seeds were extracted from 18 cone samples collected in winter season 1998/1999 in the Sudety Mountains. The results of investigation showed that seed extraction by drying cones and mechanical seed dewinging did not influence on their vitality, just the opposite, germination ability of seeds manually extracted from fresh cones was 5% lower. High temperature during seed extraction (60 °C) decreased seed resistance to stress condition of accelerated ageing.*

***Key words:** temperature of cone drying, seed dewinging, germination, seed accelerated ageing test.*

1. WSTĘP

Długoterminowe przechowywanie nasion świerka pospolitego w bankach genów przyczynia się do obniżenia ich żywotności, spowodowanego m.in. niewłaściwym sposobem ich pozyskania. Stosowane w wyluszczeniach termiczne wyluszczenie nasion drzew iglastych w wysokich temperaturach oraz mechaniczne ich odskrzydlenie nie powodują wprawdzie obniżenia zdolności kiełkowania, ale mogą wpływać na zmniejszenie odporności nasion na warunki stresowe i przyspieszać ich starzenie się w trakcie przechowywania.

Istotą termicznego wyluszczenia nasion jest działanie na szyszki strumieniem ciepłego powietrza o odpowiedniej temperaturze i wilgotności, co powoduje ich otwarcie się (rozchylenie łusek). Nasiona z otwartych szyszek wypadają wtedy samoczynnie albo są wytrząsane za pomocą specjalnych urządzeń mechanicznych (ruchomych sit lub bębnow). Warunki termiczno-wilgotnościowe łuszczenia szyszek muszą być tak dobrane, aby wszystkie zawarte w nich nasiona zachowały pełną żywotność (TYSZKIEWICZ 1938, 1951; ANTOSIEWICZ 1978).

Tradycje wyluszczenia w Europie są dość długie i rozwiązano już większość problemów związanych z pozyskaniem nasion gatunków iglastych na bieżące potrzeby gospodarstw leśnych. Wzmianki o wyluszczeniu nasion drzew iglastych można znaleźć już w czternastowiecznej literaturze niemieckiej, a pierwsze instrukcje z tego zakresu ukazały się w XVI w. (TYSZKIEWICZ 1938). Największy rozkwit badań nad warunkami wyluszczenia nasion sosny i świerka nastąpił jednak w XIX i na początku XX w., kiedy zaczęto budować duże wyluszczenie o charakterze zakładów przemysłowych, łuszczące bardzo duże partie szyszek. Dla przyspieszenia procesu otwierania się szyszek zaczęto stosować nowe technologie z wysokimi temperaturami w komorach wyluszczeniowych.

W początkowym okresie do charakteryzowania warunków wyluszczenia nasion używano tylko jednego parametru – temperatury suszącego powietrza. Za optymalny zakres temperatury łuszczenia szyszek sosny i świerka uznawano na ogół przedział 40–60 °C. Istniały natomiast dość duże rozbieżności poglądów co do maksymalnej wartości temperatury, która nie powoduje osłabienia żywotności nasion. Według ówczesnych autorów próg ten przybierał wartości od 50 do 75 °C (TYSZKIEWICZ 1938). Niektórzy z nich zaczęli również zwracać uwagę na potrzebę uwzględniania początkowego stopnia wilgotności szyszek, jak również na korzyści wynikające ze stopniowego podwyższania temperatury w trakcie łuszczenia. Suchecki np. w warunkach doświadczalnych pozyskał nasiona sosny o wysokiej żywotności, stosując w pierwszym etapie łuszczenia temperaturę 30–40 °C, a w późniejszym nawet 72–75 °C (TYSZKIEWICZ 1938).

Nowy okres w wyluszczeniu zapoczątkował w 1905 r. Haack (TYSZKIEWICZ 1938), który zwrócił uwagę na ścisły związek pomiędzy temperaturą suszącego powietrza w wyluszczeniu a jego wilgotnością. Stwierdził on, że dopóki ilość wody zawarta w 1 m³ powietrza otaczającego nasiona nie przekracza wy-

rażnie 70–90 g, to nie ulegają one uszkodzeniom. Maksymalne nasycenie powietrza taką ilością pary wodnej następuje w przedziale temperatury 45–50 °C (TYSZKIEWICZ i TOMANEK 1946). W związku z tym, stosując intensywną wentylację (usuwa się część pary wodnej przez usunięcie wilgotnego a doprowadzenie suchego powietrza) nasiona można przetrzymywać w komorze wyluszcarskiej w temperaturze wyższej od tego progu.

Biorąc pod uwagę doświadczenia poprzedników, jak również wyniki badań własnych, TYSZKIEWICZ (1951) opracował w Polsce nowy system wyluszczenia nasion sosny i świerka, opierający się na dwóch zasadach. Pierwszą zasadą było założenie, że zawartość wody w 1 m³ powietrza suszącego w komorze wyluszcarskiej (wilgotność bezwzględna) nie może przekraczać 40 g. Próg ten nigdy nie jest przekraczany, nawet w warunkach uniemożliwiających intensywne przewietrzanie komory wyluszcarskiej, jeśli stosuje się niskie temperatury suszenia szyszek – do 35 °C. Drugą zasadą tego systemu było dwuetapowe suszenie szyszek. W pierwszym etapie wstępnego luszczzenia w podsuszarni, kiedy szyszki były jeszcze wilgotne, a ich łuski ściśle przylegały do siebie, stosowano suszenie przez 24-48 godzin w temperaturze 25–35 °C. Dzięki temu zapobiegano zaparzeniu, czyli termicznemu uszkodzeniu nawet najbardziej wrażliwych nasion, które początkowo znajdują się wewnątrz świeżych i zamkniętych szyszek, w atmosferze o podwyższonej wilgotności, niezależnej od wilgotności otaczającego te szyszki powietrza w komorze wyluszcarskiej. W drugim etapie, już po odebraniu znacznej ilości wody, szyszki umieszczano w wentylowanej komorze wyluszcarskiej, gdzie w zależności od wilgotności powietrza można było podwyższyć temperaturę do 60 °C.

Doświadczenia Tyszkiewicza z zakresu wyluszczarstwa kontynuował w Polsce ANTOSIEWICZ (1978), który dysponując bardziej nowoczesnymi urządzeniami mógł stworzyć kontrolowane warunki luszczzenia szyszek sosny i świerka w ściśle określonych kombinacjach temperatury i wilgotności suszącego powietrza. Stwierdził on, że jakość nasion sosny i świerka w dużej mierze zależy od ich właściwości biologicznych związanych z rokiem pozyskania oraz od początkowej wilgotności szyszek, a nie tylko od warunków wyluszczenia. Wilgotność początkowa szyszek często bardziej decyduje o żywotności pozyskiwanych nasion niż prężność pary wodnej zawartej w powietrzu komory wyluszcarskiej. Jeśli jednak stosuje się temperaturę nie przekraczającą 55 °C, to nawet przy wilgotności szyszek sosny powyżej 20% i zawartości wody w suszącym powietrzu 60–70 g można uzyskać nasiona o wysokiej żywotności. Szyszki świerka mogą być luszczzone w mniej korzystnych warunkach niż szyszki sosny. Łuszczenie szyszek świerka o wilgotności 20% w temperaturze 70 °C i powietrzu o zawartości 80 g wody/m³ nie powoduje zmniejszenia żywotności nasion. Podsuszone w magazynie szyszki świerka (do ok. 12% wilgotności) można luszczyć w temperaturze 70 °C, nawet przy zawartości wody do 120 g/m³ w suszącym powietrzu. Przy obecnym rozwoju techniki intensywna wymiana powietrza w komorach wyluszcarskich i odprowadzanie z nich nadmiaru pary wodnej (stosowanie suchego powietrza) nie

nastęcza takich trudności, jakie miało miejsce w czasach, gdy stosowano tylko przepływ powietrza na zasadzie grawitacji (ciepłe powietrze przemieszcza się samoczynnie w górę).

Pewne wątpliwości nasuwają się również w odniesieniu do odskrzydlania nasion metodą ocierania się ich o siebie. Metoda ta wykorzystywana jest w wielu powszechnie stosowanych odskrzydlaczach mechanicznych. Wprawdzie prawidłowo skonstruowane i eksploatowane odskrzydlacze tylko minimalnie uszkadzają nasiona i nie powodują istotnego zmniejszenia aktualnej zdolności ich kiełkowania, ale nie ma pewności, czy otarcie nalotu z okryw nasiennych nie powoduje zmniejszenia odporności nasion na warunki długoterminowego przechowania. Na przykład, w badaniach wykonanych w IBL i w wyluszcarni w Jarocinie (ZAŁĘSKI i MUSIELA 1998) wykazano, że nasiona sosny odskrzydlone metodą przecierania były mniej odporne na test przyspieszonego postarzenia niż nasiona pozbawione skrzydełek w wyniku zastosowania odskrzydlacza wodnego (na skutek naprężeń) lub w laboratorium, przez delikatne usunięcie ich pęsetą (wariant kontrolny).

Badacze zajmujący się dotychczas wyluszczeniem brali na ogół pod uwagę tylko jedną miarę żywotności nasion – początkową energię i zdolność kiełkowania wkrótce po wyluszczeniu. W Instytucie Badawczym Leśnictwa postanowiono powtórzyć doświadczenie z zakresu łuszczenia szyszek świerka, stosując w ocenie żywotności również inne testy świadczące o predyspozycji nasion do ich długoterminowego przechowywania. Celem tych badań było ustalenie wpływu, jaki wywiera:

- wyluszczenie termiczne,
- wysoka temperatura łuszczenia szyszek,
- odskrzydlanie nasion metodą przecierania w płóciennym woreczku.

Na zasadzie przecierania nasion oparta jest większość odskrzydlaczy mechanicznych (kołkowych, szczotkowych, ślimakowych, bębnowych itp.). W doświadczeniu, ze względu na niewielkie ilości nasion w próbkach, zastosowano przecieranie ręczne w woreczkach, ponieważ nie można było zastosować dużych urządzeń odskrzydlających.

2. MATERIAŁY I METODY

Do doświadczenia pobrano próbki szyszek świerka zebranych z pojedynczych drzew w 3 drzewostanach wytypowanych przez Zakład Genetyki i Fizjologii Drzew Leśnych IBL do oceny zróżnicowania genetycznego zasobów genowych w Sudetach (tab. 1). Z każdego drzewostanu pobrano jednakową liczbę próbek szyszek – oddzielnie z 6 drzew, które w 1998 r. obrodziły najobficiej.

Tabela 1

Table 1

Pochodzenie szyszek świerka zebranych w grudniu 1998 r. z 18 drzew w trzech drzewostanach w Sudetach

The origin of spruce cones collected from 18 trees in 3 stands in the Sudety Mts. on December 1998

Nadleśnictwo, oddział Forest District, compartment	Wys. n.p.m. (m) Altitude (m)	Wiek drzew (lata) Tree age (year)	Nr drzewostanu Stand no.	Nr drzewa Tree no.
Śnieżka, 93 a	520–560	100	1	7, 20, 21, 26, 30, 32
Szklarska Poręba, 116 c	640–700	130	2	1, 6, 8, 13, 14, 28
Jugów, 72 d	450	120	3	5, 15, 16, 18, 24, 25

Łuszczenie szyszek świerka (próbki szyszek z pojedynczych drzew o masie ok. 0,5 kg) przeprowadzono w czterech następujących wariantach:

- 1 – wyłuszczenie i odskrzydlanie ręczne (wariant kontrolny),
- 2 – wyłuszczenie w temperaturze 40 °C i odskrzydlanie ręczne,
- 3 – wyłuszczenie w temperaturze 40 °C i odskrzydlanie metodą przecierania (mechaniczne),

4 – wyłuszczenie w temperaturze 60 °C i odskrzydlanie metodą przecierania (mechaniczne).

W wariantcie 1 nasiona wydobywano ręcznie przez rozrywanie wzdłuż trzpieni świeżych, wilgotnych i zamkniętych jeszcze szyszek, a następnie przez delikatne oddzielanie łusek i nasion. Skrzydełka oddzielano również ręcznie, wyjmując nasiona pęsetą. Ponieważ wydobywanie tym sposobem wszystkich partii nasion trwało ponad 1 miesiąc, oczekujące na łuszczenie szyszki przechowywano w chłodni w temperaturze +3 °C, zapobiegając ich nadmiernemu wysychaniu.

Łuszczenie szyszek w wariantcie 2 i 3 prowadzono przez długi okres w dwóch etapach. W pierwszym etapie szyszki łuszczone były przez 3 tygodnie, w temperaturze ok. 15 °C, w pomieszczeniu o intensywnym przepływie powietrza. Ponieważ powietrze zasysane było z zewnątrz, gdzie panowały temperatury ujemne, to po podgrzaniu do +15 °C odznaczało się dużym niedosytem wilgotności, pomimo stosunkowo niskiej temperatury. Intensywny przepływ suchego powietrza spowodował znaczne otwarcie się szyszek. W drugim etapie szyszki łuszczone przez 6 godzin w temperaturze 40 °C w szafie wyłuszczeniowej L-78, również w warunkach intensywnego przepływu powietrza. Spowodowało to całkowite otwarcie szyszek i umożliwiło wytrząśnięcie wszystkich nasion. Wariant 2 różnił się od 3 tylko sposobem odskrzydlania. Skrzydełka w wariantcie 2 usunięto ręcznie, podobnie jak w wariantcie 1, natomiast w wariantcie 3 zastosowano delikatne, ręczne przecieranie nasion w płóciennych woreczkach.

W wariantcie 4 zastosowano szybkie łuszczenie szyszek w 3 zakresach temperatur, po wstępnym 2-dniowym podsuszeniu ich w temperaturze 15 °C. Łuszczenie

zasadnicze prowadzono w szafie wyluszcarskiej L-78 przez 12 godzin, w podwyższonej stopniowo temperaturze: najpierw w 40 °C (4 godz.), później w 50 °C (4 godz.) i ostatecznie w 60 °C (4 godz.). Nasiona w wariantach 4 odskrzydlano podobnie jak w 3, przecierając je delikatnie w woreczkach płóciennych.

Nasiona wyluszczone we wszystkich 4 wariantach oczyszczono z zanieczyszczeń na przesiewaczu laboratoryjnym i przy użyciu dmuchawy laboratoryjnej. Za pomocą dmuchawy oddzielono również nasiona pełne od pustych. Badanie żywotności przeprowadzono wyłącznie w odniesieniu do nasion pełnych.

Z każdej próbki ściślej, przeznaczonych do badań pobierano 4×100 nasion i każdą setkę ważono osobno na wadze laboratoryjnej z dokładnością do 0,1 g. Średnią masę 1000 sztuk M obliczano według wzoru:

$$M = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}{4} \times 10$$

gdzie m_1, m_2, m_3, m_4 oznacza masę każdej setki nasion.

W celu określenia predyspozycji do przechowywania długoterminowego, żywotność nasion określono trzema metodami, ustalając:

- energię i zdolność kiełkowania,
- współczynnik wypływu elektrolitu na podstawie metody konduktometrycznej,
- odporność na warunki stresowe testu przyspieszonego postarzenia.

Na podstawie oceny zdolności i energii kiełkowania można określić procentowy udział nasion, z których wyrosną prawidłowo wykształcone siewki. Współczynnik wypływu elektrolitu jest miarą częściowej destrukcji błon komórkowych, która może mieć wpływ nie tylko na jakość nasion (HAMPTON 1995), ale może również przyspieszyć spadek ich żywotności w najbliższym czasie. Odporność na warunki testu przyspieszonego postarzenia może być skorelowana z odpornością na stresowe warunki w trakcie długoterminowego przechowywania nasion w chłodni (MACHANIČEK 1981).

Próbę kiełkowania nasion prowadzono na podłożu z bibuły, w stałej temperaturze 24 ± 1 °C, na kiełkownikach Liebenberga umieszczonych w termostacie (w świetle rozproszonym). Ocena energii i zdolności kiełkowania dokonywano dla 4 powtórzeń po 100 nasion. Do określenia energii liczone prawidłowo skiełkowane nasiona po 7 dniach, a zdolności – po 14 dniach.

Badania konduktometryczne przeprowadzono według zmodyfikowanej metody LEINONENA (1998). Za miarę uszkodzeń błon komórkowych przyjęto współczynnik wypływu elektrolitu z nasion P wyrażany w procentach według wzoru:

$$P = \frac{P_1}{P_2} \times 100\%$$

gdzie:

P_1 – przewodność roztworu wodnego po 24 godzinach moczenia nasion, wyrażona w $\mu\text{S cm}^{-1}/\text{g}^{-1}$,

P_2 – przewodność roztworu wodnego po całkowitym zniszczeniu błon komórkowych nasion, wyrażona w $\mu\text{S cm}^{-1}/\text{g}^{-1}$.

Próbki nasion świerka o masie 1 g zalano 150 ml wody dejonizowanej i umieszczono w termostacie w temperaturze 24 ± 1 °C. Po 24 godzinach inkubacji dokonano pomiaru przewodności roztworu P_1 za pomocą standardowego konduktometru laboratoryjnego firmy HANNA HI 8733. Następnie dokonano całkowitej destrukcji błon komórkowych w nasionach, homogenizując je w zlewkach przez 1–2 min i gotując w kuchence mikrofalowej przez 5 min. Po całkowitym zniszczeniu struktur komórkowych dokonano powtórnego pomiaru przewodności roztworu P_2 . Badania przewodności prowadzono w 2 powtórzeniach, ustalając dla każdej próbki nasion przeciętny współczynnik wypływu elektrolitu, jako średnią arytmetyczną z pomiaru 2 próbek.

W celu porównania odporności na warunki przyspieszonego starzenia nasion świerka pozyskanych różnymi sposobami, zastosowano podobny test, jaki wypróbował MACHANIČEK (1981) w Czechach. Polega on na inkubacji nasion przez 95 godzin w temperaturze 40–41 °C, przy wilgotności powietrza 90–100%. Nasiona poddane takim warunkom stresowym wysiewano następnie w 4 powtórzeniach (4×100 szt.) w kiełkownikach Liebenberga obok nasion nie poddanych inkubacji. Za miarę wrażliwości na warunki stresowe przyjęto różnicę pomiędzy porównywanymi próbkami w procencie skielkowanych po 14 dniach nasion.

Istotność różnic w zdolności kiełkowania, współczynnika wypływu elektrolitu i spadku zdolności kiełkowania nasion po teście przyspieszonego postarzenia badano za pomocą trzyczynnikowej analizy wariancyjnej i testu Tukey'a (przy poziomie ufności $p_\alpha = 0,05$). Za pierwsze źródło zmienności przyjęto różne sposoby pozyskania nasion, za drugie – proveniencję, a za trzecie – drzewa mateczne. W analizach statystycznych zastosowano przekształcenia wartości procentowych za pomocą wzoru:

$$y = \arcsin \sqrt{\%}$$

3. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Różnice pomiędzy średnią masą 1000 nasion z pojedynczych drzew pozyskanych różnymi sposobami były statystycznie istotne (tab. 2), co oznacza, że doświadczenie przeprowadzono na nasionach o zbliżonej masie. Duże różnice masy 1000 nasion wystąpiły natomiast pomiędzy nasionami pozyskanymi z różnych drzew i drzewostanów. Masa 1000 nasion w zależności od drzewa wahała się w granicach od 6 do 11 g, a współczynnik zmienności wynosił ok. 12%.

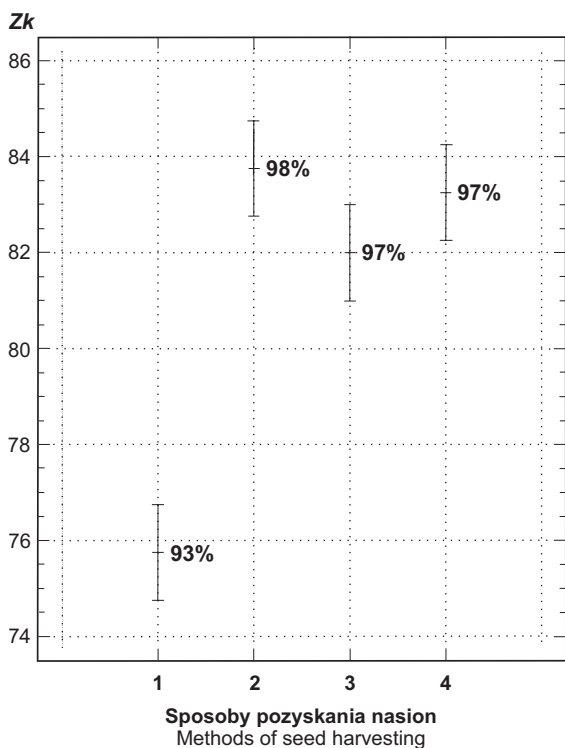
Nasiona, niezależnie od sposobu ich pozyskania, odznaczały się wysoką zdolnością i energią kiełkowania, odpowiadającą przeciętnie I klasie (tab. 2). Współczynnik zmienności zdolności kiełkowania wahał się od 2 do 5%, a energii kiełkowania – od 4 do 7%.

Nieco niższą zdolnością i energią kiełkowania od pozostałych charakteryzowały się nasiona pozyskane ręcznie. Aż w czterech próbkach nasion (z 4 drzew) pozyskanych tym sposobem stwierdzono żywotność na poziomie II klasy, podczas gdy w wariantach 2 i 3 próbki takie występowały pojedynczo. Różnice przeciętnej zdolności kiełkowania (ok. 5%) pomiędzy wariantem 1 (kontrolnym) a pozostałymi wariantami (z termicznym wyłuszczeniem nasion) okazały się istotne statystycznie (ryc. 1).

Badania statystyczne wykazały też, że istotne różnice pomiędzy zdolnością kiełkowania nasion pozyskanych w wariacie kontrolnym (1) a pozostałymi trzema wariantami z wyłuszczeniem termicznym wystąpiły na poziomie wszystkich trzech proveniencji. W analizie wariancji udowodniono również występowanie istotnej różnicy (przy $p_{\alpha} = 0,001$) pomiędzy zdolnością kiełkowania nasion ze Szklarskiej Poręby (niższa) a zdolnością kiełkowania nasion ze Śnieżki i Jugowa (wyższa).

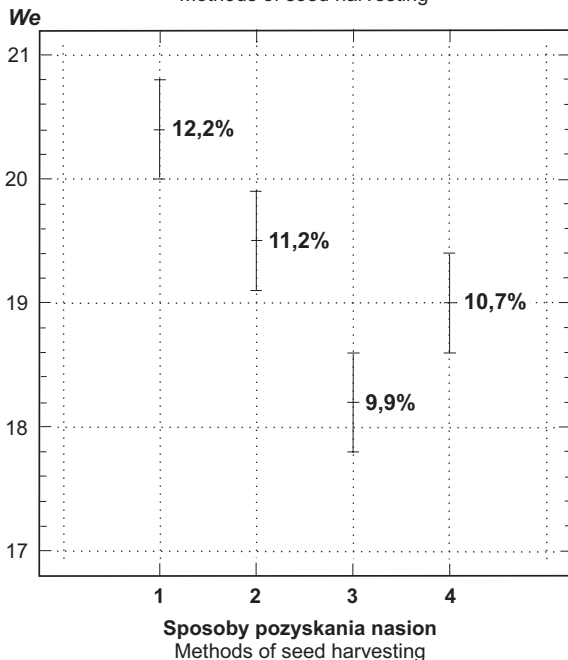
Współczynnik wpływu elektrolitu z nasion w zależności od wariantu wynosił przeciętnie od 10 do 12% (tab. 3). Największym współczynnikiem wpływu elektrolitu, czyli największą destrukcją struktur komórkowych, odznaczały się nasiona pozyskane według wariantu 1 (manualne pozyskanie), a najmniejszym – nasiona pozyskane podczas wyłuszczenia w temp. 40 °C i z odskrzydleniem mechanicznym (wariant 3). U nasion pozyskanych w wariacie 2 (z wyłuszczeniem w temp. 40 °C i odskrzydleniem ręcznym) i pozyskanych w wariacie 4 (z wyłuszczeniem w temp. 60 °C i odskrzydleniem mechanicznym) współczynnik ten miał wartość pośrednią. Różnice wielkości współczynnika wpływu elektrolitu między różnymi wariantami pozyskania nasion były istotne statystycznie (ryc. 2).

Chociaż uszeregowanie wielkości współczynnika wpływu elektrolitu z nasion pozyskanych różnymi metodami było podobne we wszystkich trzech pochodzeniach, to dla każdego pochodzenia osobno istotność tych różnic nie została udowodniona statystycznie. Nie udowodniono również istotnej różnicy pomiędzy przeciętnymi wartościami współczynnika wpływu elektrolitu z nasion pochodzących z trzech różnych drzewostanów, natomiast stwierdzono istotne różnice pomiędzy nasionami z pojedynczych drzew.



Ryc. 1. Badanie istotności różnic zdolności kiełkowania nasion świerka pospolitego pozyskanych różnymi metodami (najmniejsze istotne różnice udowodniono z prawdopodobieństwem 95%). Sposoby pozyskania: 1 – ręczne, 2 – wyluszczenie w 40 °C i odskrzydlenie ręczne, 3 – wyluszczenie w 40 °C i odskrzydlenie mechaniczne, 4 – wyluszczenie w 60 °C i odskrzydlenie mechaniczne; *Zk* – zdolność kiełkowania po przekształceniu przez $\text{arc sin}^\circ/\%$

Fig. 1. The study of significance differences of germination ability of the Norway spruce seeds harvested using different methods (the lowest significant differences were proved at the 95% probability). Methods of seed extraction: 1 – manual, 2 – extraction in 40 °C, manual dewinging, 3 – extraction in 40 °C, mechanical dewinging, 4 – extraction in 60 °C, mechanical dewinging; *Zk* – germination ability (after $\text{arc sin}^\circ/\%$ transformation)



Ryc. 2. Badanie istotności różnic we współczynniku wypływu elektrolitu z nasion świerka pospolitego pozyskanych różnymi metodami (najmniejsze istotne różnice udowodniono z prawdopodobieństwem 95%). *We* – współczynnik wypływu elektrolitu po przekształceniu przez $\text{arc sin}^\circ/\%$, pozostałe oznaczenia jak na ryc. 1

Fig. 2. The study of significance differences of the index of electrolyte leakage from the Norway spruce seeds harvested using different methods (the lowest significant differences were proved at the 95% probability). *We* – index of electrolyte leakage after $\text{arc sin}^\circ/\%$ transformation; the other description as in Fig. 1.

Charakterystyka jakości nasion świerka pochodzących z różnych drzew w Sudetach i pozyskanych
 Quality characteristic of spruce seeds collected from different trees in the Sudety Mts. and harvested using

Pochodzenie Origin		Pozyskanie ręczne Manual harvesting			Wyluszczenie nasion w 40 °C, odskrzydlanie ręczne Seed extraction at 40°C, manual dewinging		
Nadleśnictwo, oddział Forest District, Compartment	Nr drzewa Tree No.	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)	Energia kielkowania Germination energy (%)	Zdolność kielkowania Germination ability (%)	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seed (g)	Energia kielkowania Germination energy (%)	Zdolność kielkowania Germination ability (%)
Śnieżka 93 a	7	8,3	82,3	93,3	8,0	94,3	99,3
	20	7,7	86,3	91,3	7,6	88,3	98,3
	21	8,9	93,8	95,3	8,4	90,5	93,0
	26	7,7	93,0	94,5	7,3	98,8	99,3
	30	9,0	91,0	94,5	8,7	98,3	99,3
	32	7,9	84,8	95,5	7,6	80,0	97,8
	\bar{x}	8,2	88,5	94,0	7,9	91,7	97,8
Szkłarska Poręba 116 c	1	9,9	89,3	93,5	9,7	92,5	94,8
	6	7,9	82,5	82,8	7,6	98,5	98,5
	8	8,7	94,8	95,8	8,8	96,3	99,5
	13	9,4	93,3	95,3	9,3	96,5	99,8
	14	8,1	94,8	97,0	8,3	92,8	94,8
	28	9,4	87,0	89,0	9,5	95,3	97,0
	\bar{x}	8,9	90,3	92,2	8,9	95,3	97,4
Jugów 72 d	5	8,0	91,5	95,3	7,5	97,3	98,3
	15	10,7	95,3	96,3	10,5	99,0	99,3
	16	7,7	94,5	95,3	7,5	97,3	99,3
	18	9,4	91,0	95,5	8,9	91,0	99,3
	24	9,8	93,8	94,3	9,4	98,0	98,5
	25	6,4	72,0	85,5	6,7	97,0	99,3
	\bar{x}	8,6	89,7	93,7	8,4	96,6	99,0
\bar{x}_w		8,6	89,5	93,3	93,3	94,5	98,0

\bar{x}_w – średnia dla wariantów pozyskania nasion mean for variants of seed harvesting

W warunkach stresowych (warunki testu przyspieszonego postarzania) utrata zdolności kielkowania nasion pozyskanych przez wyluszczenie w wysokiej temperaturze do 60 °C była kilkakrotnie większa (tab. 3) niż nasion pozyskanych trzema pozostałymi sposobami (wyluszczenie manualne lub w niskiej temperaturze do 40 °C) i jej istotność została udowodniona statystycznie (ryc. 3).

Opisana powyżej prawidłowość dotyczy średniej odporności nasion na stresowe warunki testu postarzania z trzech drzewostanów, natomiast nie zawsze

Tabela 2
Table 2

różnymi metodami
different methods

Wyluszczenie nasion w 40 °C, odskrzydlenie mechaniczne Seed extraction in 40°C, mechanical dewinging			Wyluszczenie nasion w 60 °C, odskrzydlenie mechaniczne Seed extraction at 60°C, mechanical dewinging		
Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)	Energia kiełkowania Germination energy (%)	Zdolność kiełkowania Germination ability (%)	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)	Energia kiełkowania Germination energy (%)	Zdolność kiełkowania Germination ability (%)
8,2	89,5	96,0	7,9	95,5	99,0
7,5	93,3	98,3	7,4	93,0	99,3
8,4	96,3	98,5	8,8	99,0	99,5
7,4	98,5	99,0	7,3	97,0	98,5
8,7	97,3	98,8	8,3	98,5	99,3
7,7	92,0	98,8	7,6	91,5	97,3
8,0	94,5	98,2	7,9	95,8	98,8
9,7	93,3	96,0	9,8	78,3	82,5
7,7	96,3	96,8	8,3	98,0	98,5
8,4	94,0	95,5	8,5	98,8	99,0
9,2	97,3	99,8	9,0	98,0	98,8
8,1	97,0	98,0	7,9	98,3	99,5
9,3	84,3	87,8	9,5	86,3	89,8
8,7	93,7	95,6	8,8	92,9	94,7
7,3	97,3	98,8	7,4	98,0	99,0
10,3	98,0	99,0	10,3	98,8	99,5
7,3	95,3	96,8	7,6	98,3	99,3
9,1	97,8	99,0	8,8	98,0	99,8
9,5	97,3	97,5	9,2	91,3	92,3
6,7	95,0	98,3	6,2	97,5	99,8
8,4	96,8	98,2	8,3	97,0	98,3
8,4	95,0	97,4	8,3	95,2	97,2

miała ona miejsce przy rozpatrywaniu każdego drzewostanu osobno. Istotna różnica pomiędzy wariantem 4 a pozostałymi została udowodniona tylko w przypadku nasion z Nadleśnictwa Śnieżka. U nasion pochodzących z nadleśnictw Jugów i Szklarska Poręba istotna różnica w spadku zdolności kiełkowania po teście przyspieszonego postarzenia pomiędzy czterema wariantami pozyskania nie została udowodniona. W tym doświadczeniu nie udowodniono również istotnej różnicy w odporności na warunki stresowe testu przyspieszonego postarzenia po-

Porównanie współczynnika wypływu elektrolitu i spadku zdolności kiełkowania po teście przyspieszonego
 Comparison of electrolyte leakage index and the decrease in germination ability after the accelerated ageing test of

Pochodzenie Origin		Współczynnik wypływu elektrolitu z nasion Index of electrolyte leakage from seeds (%)			
Nadleśnictwo, oddział Forest District, Compartment	Nr drzewa Tree No.	pozyskanych ręczne manually harvested	wyluszczonech w 40 °C i odskrzydlonych ręcznie Extracted at 40°C and manually dewinged	wyluszczonech w 40 °C i odskrzydlonych mechanicznie Extracted at 40°C and mechanically dewinged	wyluszczonech w 60 °C i odskrzydlonych mechanicznie Extracted at 60°C and manually dewinged
Śnieżka 93 a	7	11,0	10,6	9,8	9,6
	20	12,3	12,3	10,9	11,4
	21	11,7	10,9	9,5	11,0
	26	11,5	12,1	11,1	11,0
	30	12,2	11,7	11,8	11,7
	32	9,8	9,2	8,6	9,1
	\bar{x}	11,4	11,1	10,2	10,6
Szklarska Poręba 116 c	1	12,9	13,2	9,5	13,9
	6	17,7	11,5	10,6	10,6
	8	11,6	10,6	9,4	10,2
	13	12,1	10,3	9,1	9,5
	14	10,3	8,4	6,9	8,7
	28	13,9	13,1	12,0	12,8
	\bar{x}	13,1	11,2	9,6	10,9
Jugów 72 d	5	11,0	8,9	8,6	9,2
	15	9,2	8,4	6,6	6,9
	16	9,3	8,5	6,6	7,9
	18	16,0	16,1	11,7	13,1
	24	12,2	12,3	11,9	11,9
	25	14,9	14,4	13,6	14,1
	\bar{x}	12,1	11,4	9,8	10,5
Średnie Means		12,2	11,2	9,9	10,7

między nasionami pochodzącymi z różnych drzewostanów. Różnice istotne wystąpiły jedynie pomiędzy nasionami z pojedynczych drzew.

Nie jest jasne, dlaczego nasiona ręcznie wydobyte z szyszek i delikatnie odskrzydlone za pomocą pęsety charakteryzowały się najniższą zdolnością kiełkowania i wykazywały oznaki największej destrukcji struktur komórkowych.

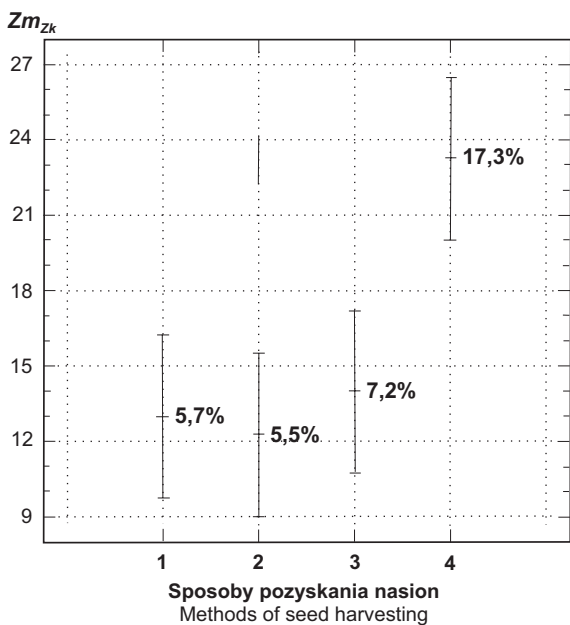
Tabela 3

Table 3

postarzenia nasion świerka pochodzących z różnych rejonów Sudetów, pozyskanych różnymi metodami
spruce seeds descended from different Sudety regions and harvested using different methods

Spadek zdolności kiełkowania po teście postarzenia (o %) nasion Decrease in seed germination ability after the accelerated ageing test			
pozyskanych ręcznie manually harvested	wyluszczonech w 40 °C i odskrzydlonych ręcznie extracted at 40°C and manually dewinged	wyluszczonech w 40 °C i odskrzydlonych mechaniczne extracted at 40°C and mechanically dewinged	wyluszczonech w 60 °C i odskrzydlonych mechaniczne extracted at 60°C and manually dewinged
7,0	3,5	1,3	55,0
1,8	11,0	2,5	2,3
5,5	3,8	4,0	16,3
5,8	3,0	3,3	43,3
6,0	3,0	5,0	6,8
8,3	4,0	4,0	19,5
5,7	4,7	3,4	23,9
7,0	10,0	13,8	17,8
11,5	2,5	5,3	22,8
1,5	4,0	0,5	11,5
0,5	2,5	9,3	11,3
2,0	2,8	2,5	7,0
12,8	20,0	30,5	25,5
5,9	7,0	10,3	16,0
2,8	2,5	11,8	29,0
3,8	1,5	10,8	4,3
6,5	1,5	6,8	3,3
2,8	0,3	1,8	0,3
8,8	3,3	12,8	6,8
7,0	20,0	2,5	46,3
5,3	4,9	7,8	15,0
5,6	5,5	7,1	18,3

Być może, ręczne pozyskanie nasion trwało zbyt długo i niektóre nasiona uległy uszkodzeniu w trakcie przechowywania wilgotnych szyszek w chłodni, w oczekiwaniu na odskrzydlenie pęsetą. Spadek ich żywotności był niewielki, bo wynosił zaledwie 5%. Z kolei bardzo wysoka (97–98%) zdolność kiełkowania nasion pozyskanych innymi metodami świadczy o tym, że prowadzone w odpowiednich wa-



Ryc. 3. Badanie istotności różnic zmniejszenia zdolności kiełkowania po teście postarzenia pomiędzy nasionami świerka pospolitego pozyskanymi różnymi metodami (najmniejsze istotne różnice udowodniono z prawdopodobieństwem 95%); Zm_{zk} – zmniejszenie zdolności kiełkowania po teście postarzenia (po przekształceniu przez $\arcsin\sqrt{\%}$), pozostałe oznaczenia jak na ryc. 1

Fig. 3. The study of significance differences of decrease in germination ability after the accelerated ageing test between the Norway spruce seeds harvested using different methods (the lowest significant differences were proved at the 95% probability); Zm_{zk} – decrease in germination ability after the accelerated ageing test (after $\arcsin\sqrt{\%}$ transformation), the other description as in Fig. 1.

runkach termiczne łuszczenie szyszek nie wpływa ujemnie na aktualną żywotność nasion. Uwalnianie się nasion z szyszek w warunkach naturalnych w koronach drzew następuje również wskutek ich nagrzewania promieniami słonecznymi i suszenia na wietrze i mrozie – zachodzi jednak w niezbyt wysokich temperaturach.

Wyniki uzyskane w przeprowadzonym doświadczeniu częściowo pokrywają się z wynikami uzyskanymi przez ANTOSIEWICZA (1978), który stwierdził, że nasiona o wysokiej zdolności kiełkowania można pozyskać nawet ze świeżo zebranych (wilgotnych) szyszek świerka wyłuszczone w wysokiej temperaturze. W opisanym tu doświadczeniu uzyskano bowiem nasiona o wysokiej zdolności kiełkowania stosując temperaturę łuszczenia do 60 °C, przy jednoczesnym odprowadzaniu nadmiaru wilgoci z komory wyłuszczeniowej (intensywne przewietrzanie). Jednak wyłuszczenie nasion w wysokiej temperaturze zmniejszyło ich odporność na stresowe warunki panujące podczas testu przyspieszonego postarzenia. Z tego względu wydaje się, że nasiona przeznaczone do długoterminowego przechowywania, zwłaszcza w bankach genów, bezpieczniej jest wyłuszczać powoli w temperaturze nie przekraczającej 40 °C.

Również odskrzydlenie nasion świerka prowadzone metodą delikatnego przecierania w płóciennych woreczkach nie spowodowało większego niż u nasion odskrzydlonych pęsetą obniżenia ich żywotności. Wynika to z porównania wyników wariantów 2 i 3, w których nasiona wyłuszczone były w tych samych warunkach (w temperaturze do 40 °C), różniących się tylko sposobem odskrzydlenia. Nasiona odskrzydlone przez przecieranie charakteryzowały się mniejszym wpływem elektrolitu (mniejszą destrukcją struktur komórkowych) niż nasiona, z

których skrzydełka usunięto pęsetą. Należy tu zaznaczyć, że budowa okrywy nasion świerka jest nieco inna niż nasion sosny. W przeciwieństwie do nasion świerka, nasiona sosny mają delikatniejszą łupinę okrytą łatwo ścieralnym nalotem, i być może dlatego odskrzydlanie ich metodą ręcznego przecierania w woreczku może zmniejszyć ich odporność na stresowe warunki testu przyspieszonego postarzania (ZAŁĘSKI i MUSIELA 1998).

1. Nasiona świerka pospolitego o wysokiej energii i zdolności kiełkowania można pozyskać nawet przy zastosowaniu metody szybkiego łuszczenia szyszek – przez 12 godzin w stopniowo podwyższonej temperaturze od 40 do 60 °C – pod warunkiem zachowania intensywnego przepływu suchego powietrza.

2. Łuszczenie szyszek świerka pospolitego korzystniej jest wydłużyć do ponad 12 godzin i zastosować temperaturę nie przekraczającą 40 °C, w celu zachowania niezmięnionej odporności nasion na warunki stresowe. Tę metodę wyłuszczenia powinno się preferować w stosunku do nasion przeznaczonych do długoterminowego przechowywania – zwłaszcza w bankach genów.

3. Odskrzydlenie nasion świerka metodą delikatnego przecierania nie wpływa ujemnie na zachowanie ich żywotności.

Praca została złożona 8.05.2002 r. i przyjęta przez Komitet Redakcyjny 15.10.2002 r.

THE EFFECT OF DIFFERENT METHODS OF NORWAY SPRUCE SEED EXTRACTION ON THEIR VITALITY AND PREDISPOSITION TO LONG-TERM STORAGE

Summary

The investigation was carried out in the Department of Genetic and Tree Physiology in 1999. Eighteen samples of cones collected from individual trees (6 trees in each stands) in 3 permanent seed stands were used in the study. Vitality of seeds harvested using 4 methods (variants) was compared: 1) manual harvesting – without cones drying, wings were removed by tweezers, 2) cone drying at 40 °C temperature and manual seed dewinging, 3) cone drying at 40 °C temperature and mechanical seed dewinging by seed rubbing in sacks, 4) cone drying at 60 °C temperature and mechanical seed dewinging. Following three tests were used to investigate seed vitality: germination, electrolyte leakage from seeds and resistance to accelerated ageing test. The investigation showed that seed extraction by drying cones and mechanical seed extraction did not negatively influence on the vitality of spruce seeds, just the opposite, germination ability of seeds manually extracted from fresh cones was 5% lower. High temperature during seed extraction (60 °C) decreased seed resistance to stress condition of accelerated ageing test.

(transl. D. D.)

PIŚMIENNICTWO

- ANTOSIEWICZ Z. 1978: Doskonalenie procesów technologicznych wyluszczenia nasion sosny i świerka. Spraw. Nauk. Inst. Bad. Leś. (maszyn. w Zakładzie Genetyki i Fizjologii Drzew Leśnych): 1-24.
- HAMPTON J. G. 1995: Conductivity test. ISTA seed vigour testing seminar. ISTA, Copenhagen: 10-28.
- LEINONEN K. 1998: Effects of storage conditions on dormancy and vigor of *Picea abies* seeds. New Forests, 16: 231-249.
- MACHANIČEK J. 1981: Výzkum kritérií určujících vhodnost lesního osiva pro dlouhodobé skladování. Prace VÚLHM, 59: 49-64.
- TYSZKIEWICZ S. 1938: Wyluszczenie nasion sosny. Doświadczenie wykonane w wyluszczeni gospodarczej. Rozprawy i sprawozdania IBLP. Seria A, 35: 1-95.
- TYSZKIEWICZ S., 1951: Wyluszczenie nasion leśnych. PWRiL, Warszawa, 1-44.
- TYSZKIEWICZ S., TOMANEK J., 1946: Tablice psychometryczne do użytku w wyluszczeniach nasion sosny i świerka. Wydawnictwo pomocnicze i techniczno-gospodarcze IBL. B, 9: 1-20.
- ZALĘSKI A., MUSIELA G., 1998: Zalety odskrzydlenia nasion w środowisku wodnym. Las Pol., 13/14: 20-22.