

Załącznik do Ramowej Instrukcji gromadzenia i przechowywania zasobów genowych.

DYREKCJA GENERALNA LASÓW PAŃSTWOWYCH
INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA

WYTYCZNE

SUSZENIA NASION WYBRANYCH GATUNKÓW DRZEW LEŚNYCH,
PRZEZNACZONYCH DO PRZECHOWYWANIA

Zatwierdzam
do użytku służbowego

Sękocin Stary 2006

Autorzy:
dr inż. Andrzej Załęski
mgr inż. Ewa Aniśko

SPIS TREŚCI

1. Wstęp.....	4
2. Progi tolerancji nasion na wysuszenie i działanie wysokich temperatur.....	5
3. Wilgotność suszącego powietrza.....	5
4. Proces suszenia nasion.....	6
5. Tabele.....	10

1. Wstęp

Obniżenie zawartości wody w nasionach umożliwia przechowywanie ich w niskich temperaturach, co jest warunkiem zachowania przez nie pełnej żywotności przez okres dłuższy niż 1 zimę. Okres ten może trwać od kilku do kilkudziesięciu lat, w zależności od właściwości biologicznych gatunku i tolerancji nasion na odwodnienie.

Prezentowane wytyczne dotyczą suszenia przeznaczonych do przechowywania nasion, następujących gatunków drzew:

• jedlicy Douglasa	–	<i>Pseudotsuga douglasii</i> CARR.
• modrzewia europejskiego	–	<i>Larix decidua</i> MILL.
• sosny górskiej	–	<i>Pinus mugo</i> TURRA
• buka zwyczajnego	–	<i>Fagus sylvatica</i> L.
• dębu szypułkowego	–	<i>Quercus robur</i> L.
• dębu bezszypułkowego	–	<i>Quercus petraea</i> LIEBL.
• klonu zwyczajnego	–	<i>Acer platanoides</i> L.
• wiązu górskiego	–	<i>Ulmus glabra</i> HUDS.
• wiązu pospolitego (w. polnego)	–	<i>Ulmus minor</i> MILL.
• wiązu szypułkowego	–	<i>Ulmus laevis</i> PALL.

Wytyczne dotyczą powszechnie stosowanej w leśnictwie metody konwekcyjnego suszenia w strumieniu ogrzanego powietrza. Właściwości suszące tego powietrza mogą być w niektórych urządzeniach również zwiększane przez częściowe wykroplenie z niego wody w chłodziarce przed podgrzaniem (np. szafa susząca firmy BCC).

Tolerancja nasion na odwodnienie w bardzo dużym stopniu związana jest z ich stanem fizjologicznym i składem biochemicznym, który zależy z kolei od stadium dojrzałości oraz od warunków panujących w czasie zawiązywania i wykształcania się nasion. Dlatego jednoznaczne określenie progu zawartości wody, do którego można wysuszyć wszystkie nasiona danego gatunku drzewa bez obniżenia ich żywotności, nie jest możliwe. Na obniżenie żywotności nasion drzew leśnych w trakcie suszenia duży wpływ wywierają zarówno wysoka temperatura i sposób prowadzenia zabiegu, jak i nadmierne odwodnienie tkanek. Dla wszystkich dużych i cennych partii materiału siewnego, przeznaczonych do przechowywania długoterminowego, powinno się zatem przeprowadzać próbne suszenie nasion w pobranych reprezentatywnie próbkach, w celu dokładnego określenia progu ich odporności na odwodnienie. W praktyce gospodarczej jest to zazwyczaj niemożliwe ze względu na długi czas trwania analiz i potrzebę zastosowania wiarygodnych testów, które umożliwiłyby określenie reakcji nasion po wysuszeniu na przechowanie długoterminowe

(np. testy przyspieszonego postarzenia). Dlatego w niniejszych wytycznych podano takie progi tolerancji nasion na odwodnienie i działanie podwyższonych temperatur, które wytrzymywane są nawet przez wrażliwe partie materiału siewnego.

2. Progi tolerancji nasion na wysuszenie i działanie wysokich temperatur.

2.1. Dopuszczalne progi zawartości wody, do których można wysuszyć nasiona wybranych gatunków bez obniżenia ich żywotności, i maksymalne temperatury suszenia nie uszkadzające nasion, podane zostały w **tabeli 1**.

2.2. Zbliżanie się do podanych w wytycznych progów tolerancji na odwodnienie i działanie podwyższonych temperatur podczas suszenia, jest uzasadnione tylko w przypadku przygotowywania nasion do przechowania w niskich temperaturach, które w zależności od gatunku będzie trwało co najmniej:

- jedlica, modrzew, kosodrzewina – 6 lat,
- buk, dęby, klon zwyczajny, wiązy – 2 lata.

W przypadku krótszego przechowywania maksymalne odwodnienie nasion przy zastosowaniu wysokich temperatur nie jest konieczne. O ile wilgotność nasion przeznaczonych do przechowania długo - i średnioterminowego nie powinna być dużo większa (najwyżej o 1,0 – 1,5%) od podanych w **tabeli 1** progów tolerancji na odwodnienie, to w przypadku nasion przeznaczonych do przechowania krótkoterminowego, za wyjątkiem wiązu, może je przewyższać o wartość 2 – 3%. Nasiona wiązu przeznaczone nawet do krótkiego przechowywania (przez 2-3 lata), powinny być podsuszone do ściśle określonego, bardzo wąskiego przedziału zawartości wody (tab. 1).

3. Wilgotność suszącego powietrza

3.1. Suszenie nasion w strumieniu powietrza o ściśle określonej, stałej wilgotności względnej, prowadzi w końcowym etapie do ustabilizowania się wilgotności nasion. Po osiągnięciu takiego etapu (wilgotności równoważnej), dalsze suszenie tym samym strumieniem powietrza nie powoduje już jej istotnych zmian. Uzyskany poziom wilgotności równoważnej nasion w dużej mierze zależy od ich właściwości

biologicznych, związanych z gatunkiem drzewa. Dla większości omawianych gatunków zależność tę można wystarczająco dokładnie opisać za pomocą wzorów matematycznych, ustalonych empirycznie.

- 3.2. Empirycznie opracowane wzory regresji pomiędzy wilgotnością względną suszącego powietrza a ustabilizowaną wilgotnością nasion jedlicy, modrzewia, kosodrzewiny, buka, klonu i wiązów podano w **tabeli 2**. Za pomocą tych wzorów można dokładnie określić wilgotność suszącego powietrza niezbędną do uzyskania pożądanego poziomu wilgotności nasion. W **tabeli 3** podano pomocnicze wartości tych parametrów, obliczone według powyższych wzorów dla celów gospodarczych.
- 3.3. Nasiona dębów szypułkowego i bezszypułkowego należą do kategorii „recalcitrant” (znoszących niewielkie odwodnienie), i dlatego pożądaną dla nich poziom wilgotności (nie niższy niż 42%) uzyskuje się przez suszenie powietrzem o dużej wilgotności względnej najlepiej większej od 35%, w temperaturze nie wyższej niż 17 – 18°C. W tym przypadku osiągnięcie pożądanego poziomu wilgotności równoważnej jest wyjątkowo trudne i poziom dopuszczalnego wysuszenia nasion najczęściej musi być uzyskiwany przez odpowiednie regulowanie czasem zabiegu. Konieczne jest zatem częste kontrolowanie postępów suszenia, aby nie doprowadzić do nadmiernego odwodnienia nasion.

4. Proces suszenia nasion

- 4.1. Pożądaną wilgotność nasion można uzyskać poprzez regulację wilgotności względnej suszącego powietrza i czasu suszenia. Względna wilgotność suszącego powietrza w większości urządzeń suszarniczych, stosowanych powszechnie w gospodarce leśnej, zależy z kolei od wilgotności i temperatury powietrza pobieranego z otoczenia i od stopnia ogrzania tego powietrza.
- 4.2. Precyzyjne dobranie odpowiedniego poziomu wilgotności suszącego powietrza, w którym ustabilizuje się pożądaną wilgotność nasion jest metodą bezpieczniejszą i wymagającą rzadszej kontroli postępów suszenia, niż regulacja czasem zabiegu. Przy określonej wilgotności suszącego powietrza następuje po pewnym czasie stabilizacja poziomu odwodnienia nasion i dalsze przedłużanie zabiegu suszenia nie powoduje już istotnych zmian. Czas suszenia do momentu ustabilizowania się wilgotności nasion zależy od wielkości partii materiału siewnego

i stopnia wypełnienia nim komory suszarniczej. Im większa partia, tym dłuższy czas suszenia.

- 4.3. Stosując powietrze suszące o mniejszej wilgotności względnej, niż jest potrzebna do ustalenia się pożądanego poziomu odwodnienia nasion, należy odpowiednio skrócić czas trwania zabiegu. Metoda ta wymaga częstego kontrolowania postępów suszenia, aby przerwać zabieg w odpowiednim momencie i nie przekroczyć dopuszczalnego poziomu wysuszenia nasion.
- 4.4. Dobranie odpowiedniego poziomu wilgotności suszącego powietrza możliwe jest w przypadku nasion jedlicy, modrzewia, kosodrzewiny, buka, klonu i wiązów. Pomocne przy tym będą informacje podane w punktach 3.2 i 3.3 oraz **tabelach 2 i 3**. W przypadku nasion dębów, znoszących niewielki stopień odwodnienia, nawet powietrze atmosferyczne o temperaturze 17 – 18°C może okazać się zbyt suche i wtedy czas suszenia będzie musiał być skrócony, w zależności od postępów suszenia.
- 4.5. Wilgotność suszącego powietrza zależy od rozwiązań technicznych różnych suszarni. W wielu suszarniach wilgotność względna powietrza jest zmniejszana nie tylko przez jego podgrzewanie, ale również metodą wykraplania z niego wody w chłodziarkach przed podgrzaniem. Może być również stosowane dodatkowe osuszanie powietrza w kolumnach absorpcyjnych zawierających odpowiednie związki chemiczne (np. żel krzemionkowy). Wszystkie nowoczesne urządzenia suszarnicze (np. szafa BCC) dają możliwość odczytania wilgotności względnej suszącego powietrza przy pomocy zainstalowanych w nich czujników. Jeśli suszarnia nie posiada takich czujników, to do komory suszarniczej można wstawić przed rozpoczęciem suszenia elektryczny aparat pomiarowy i skorygować poziom wilgotności względnej suszącego powietrza. Obecnie rozpowszechnione są bardzo proste w obsłudze, niedrogie wilgotnościomierze zasilane bateriami.
- 4.6. Wilgotność względna suszącego powietrza w suszarniach gospodarczych obniżana jest głównie za pomocą jego podgrzewania. W dużej mierze zależy ona jednak od parametrów powietrza pobieranego przez urządzenie suszarnicze z otoczenia. Im powietrze atmosferyczne otaczające urządzenie suszarnicze jest suchsze, tym mniej musi być podgrzane, aby uzyskać pożądaną wilgotność względnej. W

chłodne i słoneczne dni zimowe efektywność suszenia będzie zatem znacznie większa niż w ciepłe i deszczowe dni letnie oraz wczesnojesienne.

- 4.7. Dla szafy suszarniczej BCC z wykraplaczem wody zależność pomiędzy wilgotnością otaczającego ją powietrza i wilgotnością względną powietrza suszącego przedstawiono w **tabeli 4**. I tak, aby uzyskać w niej powietrze suszące o tej samej wilgotności względnej np. 13%, przy powietrzu atmosferycznym o wilgotności 75%, należy zastosować temperaturę 45°C, a przy powietrzu atmosferycznym o wilgotności 25% – tylko 25°C. Wartości te odnoszą się tylko do wilgotności powietrza atmosferycznego pomierzonej w zakresie temperatur zbliżonym do temperatury pokojowej (21 – 23°C). Należy bowiem pamiętać, że w temperaturach niższych powietrze o takiej samej wilgotności bezwzględnej, czyli zawierające taką samą ilość pary wodnej, będzie miało większą wilgotność względną, ponieważ maleje jego pojemność. Dlatego zimne powietrze po podgrzaniu ma większe właściwości suszące.
- 4.8. Suszenie nasion powinno więc przebiegać według następującego schematu. Najpierw, posługując się wzorami podanymi w **tabeli 2** lub danymi zawartymi w **tabeli 3**, należy określić jaki poziom wilgotności powietrza musimy osiągnąć w urządzeniu suszarniczym, aby uzyskać poziom wilgotności nasion nieco wyższy niż progi tolerancji podane w **tabeli 1**. Potem należy dobrać odpowiednią temperaturę suszenia, aby uzyskać powietrze suszące o pożądanej wilgotności. W przypadku szafy suszącej BCC można się przy tym posłużyć orientacyjnymi danymi zawartymi w **tabeli 4**. Temperaturę suszącego powietrza należy potem korygować według wskazań czujników wilgotności zainstalowanych, lub umieszczonych w urządzeniu suszarniczym. Jeśli po pewnym czasie potrzebnym do ustabilizowania się wilgotności suszącego powietrza jest ona zbyt mała, to należy obniżyć temperaturę suszenia, a jeśli zbyt duża – podnieść temperaturę. Trzeba przy tym pamiętać, żeby nie przekroczyć progów tolerancji podanych w **tabeli 1**.
- 4.9. Dosuszanie dużych partii wilgotnych nasion jedlicy, modrzewia, kosodrzewiny i wiązów, wymagających suszenia w temperaturach wyższych od 35°C należy prowadzić 2-etapowo, aby nie dopuścić w pierwszej fazie podsuszania do nadmiernego zwiększenia się wilgotności wewnątrz grubej warstwy nasion. Pierwszy, kilkugodzinny etap suszenia w wypełnionej całkowicie nasionami

komorze suszarniczej powinien przebiegać w temperaturach nie wyższych niż 30 – 35°C, a dopiero później można je podwyższać do poziomu 40 lub 45°C.

Kontrolę postępów suszenia należy prowadzić przez etapowe określanie wilgotności nasion metodą suszarkowo-wagową. W tym celu z partii suszonego materiału siewnego należy pobierać próbki o wielkości co najmniej 5 g i prowadzić procedury badania wilgotności według wytycznych zawartych w polskiej normie PN-R-65700 „Nasiona drzew i krzewów leśnych i zadrzewieniowych” oraz w „Zasadach i metodyce oceny nasion w Lasach Państwowych”.

5. Tabele

Tabela 1. Progi tolerancji nasion na wysuszenie i działanie wysokich temperatur.

Gatunek	Najmniejszy dopuszczalny poziom wilgotności nasion (%)	Najwyższy poziom wilgotności nasion przeznaczonych do przechowywania *	Maksymalna temperatura suszenia (°C)
Jedlica Douglasa	4,0	-	45
Modrzew europejski	4,5	-	40
Sosna górską	4,0	-	35
Buk zwyczajny	7,5	10,0	20
Dąb szypułkowy	42,0	-	18
Dąb bezszypułkowy	42,0	-	18
Klon zwyczajny (całe skrzydłaki)	8,0	-	20
Wiąz górski	8,0	8,5	40
Wiąz pospolity	7,5	8,0	45
Wiąz szypułkowy	5,5	6,5	40

Uwaga: * Do tego poziomu powinny być co najmniej podsuszone nasiona buka i wiązów przeznaczone do przechowywania przez 2-3 lata.

Tabela 2. Wzory empiryczne do obliczania wilgotności nasion, możliwej do uzyskania po wysuszeniu powietrza o różnej wilgotności względnej.

Gatunek	Równania regresji pomiędzy wilgotnością suszącego powietrza a wilgotnością nasion (y – wilgotność nasion w %, x – wilgotność powietrza w %)
Jedlica Douglasa	$y = -0,0184x^2 + 0,5196x + 2,0976$
Modrzew europejski	$y = -0,0049x^2 + 0,3636x + 1,4957$
Sosna górska	$y = 0,0006x^3 - 0,0245x^2 + 0,4732x + 1,4639$
Buk zwyczajny	$y = -0,0037x^2 + 0,3054x + 1,5529$
Klon zwyczajny (całe skrzydłaki)	$y = -0,0037x^2 + 0,4508x + 1,2056$
Wiąz górski	$y = -0,002x^2 + 0,2622x + 4,0475$
Wiąz pospolity	$y = -0,001x^2 + 0,2104x + 3,8698$
Wiąz szypułkowy	$y = 0,0006x^2 + 0,1426x + 3,286$

Tabela 3. Wilgotności nasion możliwe do uzyskania po wysuszeniu w szafie BCC, przy różnej wilgotności suszącego powietrza.

Wilgotność suszącego powietrza (%)	Wilgotność nasion po wysuszeniu (%)							
	Jedlica Douglasa	Modrzew europejski	Sosna góraska	Buk zwyczajny	Klon zwyczajny	Wiąz górski	Wiąz pospolity	Wiąz szypułkowy
1	2,6	1,9	1,9	1,9	1,7	4,3	4,1	3,4
3	3,5	2,5	2,7	2,4	2,5	4,8	4,5	3,7
5	4,2	3,2	3,3	3,0	3,4	5,3	4,9	4,0
7	4,8	3,8	3,8	3,5	4,2	5,8	5,3	4,3
9	5,3	4,4	4,2	4,0	5,0	6,2	5,7	4,6
11	5,6	4,9	4,5	4,5	5,7	6,7	6,1	4,9
13	5,7	5,4	4,8	4,9	6,4	7,1	6,4	5,2
15	-	-	-	5,3	7,1	7,5	6,8	5,6
17	-	-	-	5,7	7,8	7,9	7,2	5,9
19	-	-	-	6,0	8,4	8,3	7,5	6,2
21	-	-	-	6,3	9,0	8,7	7,8	6,5
23	-	-	-	6,6	9,6	9,0	8,2	6,9
25	-	-	-	6,9	10,2	9,4	8,5	7,2
27	-	-	-	7,1	10,7	9,7	8,8	7,6
29	-	-	-	7,3	11,2	10,0	9,1	7,9
31	-	-	-	7,5	11,6	10,3	9,4	8,3

Tabela 4. Warunki suszenia w szafie BCC w zależności od wilgotności względnej powietrza atmosferycznego, zmierzonej wewnątrz pomieszczenia o temperaturze 21-23°C, w którym jest zainstalowana szafa.

Temperatura suszenia (°C)	Wilgotność suszącego powietrza w szafie BCC (w %) przy wilgotności powietrza atmosferycznego wynoszącej:						
	15%	25%	35%	45%	55%	65%	75%
20	8	18	27	31	33	33	34
25	7	13	21	25	27	27	28
30	5	11	17	20	21	21	22
35	4	8	13	16	17	17	18
40	3	7	11	13	14	15	15
45	2	5	9	11	12	12	13
50	1,5	4	7	9	10	10	11
55	1	3	5	7	8	9	9
60	0,5	2	4	5	6	7	8

Aniśko E., Witowska O., Załęski A.: Wartości graniczne wilgotności nasion modrzewia, jedlicy, buka, dębu, wiązu, klonu zwyczajnego i sosny górskiej przeznaczonych do długookresowego przechowywania. Sprawozdanie końcowe z tematu BLP-249. IBL, Warszawa 2006.

Streszczenie

Badania przeprowadzone w latach 2003 – 2006 przez Zakład Genetyki i Fizjologii Drzew Leśnych miały na celu określenie dopuszczalnych minimalnych progów zawartości wody w przeznaczonych do przechowywania nasionach 10 gatunków drzew, po przekroczeniu których partia materiału siewnego zaczyna tracić zdolność kiełkowania. Badaniom poddano nasiona zebrane w co najmniej 2 sezonach, a w każdym sezonie – co najmniej z 2 miejsc. Liczba poddanych suszeniu partii nasion (różnych zbiorów) wynosiła: jedlica – 5, modrzew – 16, sosna górska – 13, buk zwyczajny – 9, dąb szypułkowy – 9, dąb bezszypułkowy – 5, klon zwyczajny – 9, wiąz górski – 5, wiąz pospolity – 5, wiąz szypułkowy – 8. W zależności od gatunku zastosowano suszenie:

- w przewiewnym pomieszczeniu o wilgotności 38 – 40% i w temperaturze 17°C (dla dębów),
- częściowo odwodnionym powietrzem o temperaturach od 20 do 60°C, z zastosowaniem szafy suszarniczej firmy BCC (dla wszystkich gatunków poza dębami),
- w próżni w temperaturze 20°C zamrożonych uprzednio nasion, z zastosowaniem liofilizatora (dla jedlicy i sosny górskiej).

W celu określenia żywotności nasion po wysuszeniu do różnych poziomów wilgotności, w zależności od właściwości biologicznych różnych gatunków stosowano następujące metody: kiełkowania na bibule – przed i po 1; 2; 3; 3,5 letnim przechowaniu (sosna górska, modrzew, jedlica, wiązy), kiełkowania w piasku – przed oraz po 1, 2, 3 latach przechowania (dęby, klon, buk), a także testy przyspieszonego postarzania i pomiary współczynnika wpływu elektrolitu (metoda konduktometryczna) z nasion (sosna górska, modrzew, jedlica).

Badania wykazały, że jednoznaczne określenie progów wilgotności, do których można wysuszyć nasiona różnych gatunków bez obniżenia ich żywotności, nie jest możliwe, gdyż istnieje duża zmienność otrzymanych wyników i różna reakcja na odwodnienie nasion tego

samego gatunku, zbieranych w różnych latach i w różnych miejscach. Różna reakcja nasion związana jest niewątpliwie ze zmiennością warunków atmosferycznych, panujących w czasie ich zawiązywania i dojrzewania oraz z warunkami klimatycznymi i siedliskowymi, w których rosną drzewa mateczne. Wyniki badań upoważniają tylko do wyznaczenia dla celów praktyki orientacyjnych minimalnych progów zawartości wody, które jeśli nie zostaną przekroczone, to nawet wrażliwe partie materiału siewnego zachowują swoją żywotność. Progi te są następujące:

- jedlica Douglasa, sosna górską – 4,0%,
- modrzew europejski – 4,5%,
- wiąz szypułkowy – 5,5%,
- buk zwyczajny, wiąz pospolity – 7,5%,
- klon zwyczajny, wiąz górski – 8,0%,
- dąb szypułkowy, dąb bezszypułkowy – 42%.

Nasiona wymienionych gatunków powinny być suszone w określonych temperaturach, nie wyższych niż:

- dąb szypułkowy i bezszypułkowy - 18°C,
- buk i klon zwyczajny - 20°C,
- sosna górską - 35°C,
- modrzew, wiąz górski i szypułkowy - 40°C,
- jedlica i wiąz pospolity - 45°C.

Przeznaczone do 2-3 letniego przechowywania nasiona buka zwyczajnego powinny być podsuszane w temperaturze nie przekraczającej 20°C do wilgotności mieszczącej się w przedziale 7,5 – 10,0%, a nasiona wiązów: górskiego, pospolitego i szypułkowego – w temperaturze nie przekraczającej 40°C do wilgotności: wiąz górski – od 8,0 do 8,5%, wiąz pospolity – od 7,5 do 8,0% i wiąz szypułkowy – od 5,5 do 6,5%. W tych przedziałach wilgotności nasiona buka i wiązów zachowują najlepszą żywotność podczas przechowywania.