

BOLESŁAW SUSZKA

## 6. ROZMNAŻANIE GENERATYWNE

Grab zwyczajny rosnący w zwarciu zaczyna obradzać nasiona około trzydziestego roku życia, drzewa rosnące samotnie jeszcze wcześniej, bo około roku dwudziestego. Obfitsze urodzaje powtarzają się co 2-3 lata, drzewa dobrze naświetlone mogą obradzać corocznie (Tyszkiewicz 1949).

Owocki (orzyszki) grabu są płaskie, jajowate, wypukło-żeberkowane, 5-10 mm długie, jednonasienne. Ich owocnia jest silnie zdrewniała. Z zewnątrz pokrywa ją cienka, przylegająca skórkowata osłonka, rozchylająca się na szczycie i odsłaniająca ostro zakończony wierzchołek orzeszka. Osłonka ta powstaje przez nasunięcie się szczątkowego okwiatu (*perigonium*, Hegi 1957) na formujący się orzeszek. Zdrewniała owocnia nie jest przeszkodą w wymianie wody pomiędzy zarodkiem a otoczeniem orzeszka (Jahnel 1959).

Barwa orzeszków, początkowo seledynowoszara, przechodzi później w oliwkowobrazową. Każdy orzeszek jest jednostronnie osłonięty trójklapową, pergaminową okrywą, formującą się ze zrosniętych przysadek, kłapa środkowa jest 2-3 razy dłuższa od bocznych i może osiągać długość do 5 cm. Okrywa spełnia rolę skrzydełka i umożliwia roznoszenie orzeszków przez wiatr.

### 6.1. ROZSIEWANIE SIĘ PYŁKU I ZAPYLANIE

Z pękających na wiosnę pylników uwalniane są ziarna pyłku, kuliste lub szeroko-elipsoidalne, o śr. wysokości 26,9  $\mu$  i średnicy 35-40  $\mu$  (Eisenhut 1961; Križo 1966), z 3-4 (niekiedy nawet 6) porami i prawie gładką egzyną

(Hegi 1957). Pyłek najobficiej rozsiewa się w ciepłe dni (Scamoni 1955). Grab nie należy do bardzo wydajnych producentów pyłku, jednakże w 120-letnim drzewostanie tego gatunku na siedlisku bonitacji I stwierdzono, że liczba uwolnionych w jednym sezonie wiosennym ziarn pyłku dochodzi do 5 906 064 448 szt./ha (Križo 1966). Prędkość opadania pyłku grabu dochodzi zdaniem jednych autorów do 2,2-2,9 cm/s (Bodmer 1932), według innych – do 4,2-6,8 cm/s (Dyakowska 1936; Eisenhut 1961). Rozsiew pyłku grabu pod wpływem prądów powietrznych jest 4-5 razy większy niż pyłku dębu (Rampe 1937), co zapewnia mu średni zasięg lotu 122,1 km (Križo 1966), zbliżony do zasięgu lotu pyłku brzozy (117,7 km), a dwukrotnie większy od zasięgu lotu pyłku dębu (64,9 km).

Stwierdzany w spektrach pyłkowych udział pyłku grabu nie odpowiada zazwyczaj udziałowi tego gatunku w składzie drzewostanu, a nawet rzeczywistej obecności tegoż pyłku w powietrzu. Mogą na to wpływać zarówno lokalne niedobory opadu pyłku, jak i jego znaczna ruchliwość oraz stosunkowo szybki transport poza obszar produkcji (Križo 1966; Hoffmann 1968). Stwierdzano także udział pyłku w spektrum przewyższający rzeczywisty udział grabu w drzewostanie. Obfitość pyłku zależy też od stosunków świetlnych w drzewostanie (Borse 1939).

Odporność pyłku grabu na oddziaływanie czynników zewnętrznych nie jest wysoka. Przechowywany traci łatwo żywotność, przy dostępie powietrza szybko ulega zepsuciu (Borse 1939; Firbas 1949).

Urodzaj nasion nie jest, jak się wydaje, skorelowany z obfitością pyłku w powietrzu otaczającym drzewa grabu w drzewostanie (Hyde 1963). Niekiedy, choć rzadko, trafiają się partie orzeszków w większości pustych (Tyszkiewicz 1949). Może z tego wynikać, że zapłodnienie zalążków zależy u tego gatunku od czynników innych niż sama tylko dostępność pyłku w otoczeniu kwiatów żeńskich.

## 6.2. FORMOWANIE SIĘ, DOJRZEWANIE I ROZSIEWANIE OWOCÓW

Po zapłodnieniu zalążków, począwszy od połowy maja, rozwój nasion ulega przyspieszeniu. Masa orzeszków wzrasta początkowo szybko, zwłaszcza w ciągu pierwszych 3 tygodni, potem wolniej, aż do początków września. W tym samym czasie wzrasta zawartość azotu w orzeszkach z 2 do

15 g/100 g orzeszków (Hoffmann 1968). W połowie lipca orzeszki osiągną swoje ostateczne rozmiary, owocnia jest jednak jeszcze miękka i można ją łatwo przekroić nożem. Znajdujące się wewnątrz orzeszków dwa zawiązki nasion, otoczone tkanką o dużych, silnie uwodnionych komórkach, nie różnią się wielkością. Nieco później, w sierpniu, jeden z nich kontynuuje wzrost, a drugi zanika (Hegi 1957). Zarodek osiąga ostateczne rozmiary we wrześniu (Jahnel 1956). W efekcie powstają jednonasienne, bezbielmo-we (Messer 1959) owocki, zwane potocznie orzeszkami.

Wielooowockowe owocostany grabu tworzą luźne kiście o długości 5-15 cm i zewnętrznej średnicy 5-7 cm (Tyszkiewicz 1949; Hegi 1957; Bugała 1979).

Znajdujące się wewnątrz orzeszka nasienie jest pokryte cienką, prawie bezbarwną łupiną nasienną. Skorupa orzeszka jest silnie zdrewniała i twarda (Tyszkiewicz 1949), lecz nie stanowi przeszkody w przenikaniu wody z otoczenia do zarodka. Zagadnieniem tym zajmował się Zentsch (1961), który moczył orzeszki w roztworach chlorku tetrazoliowego (TTC) i doszedł do wniosku, że drogą wnikania wody do wnętrza nasion jest kanalik chalazy. Dawniej sądzono, że twarda skorupa orzeszka stwarza też mechaniczny opór, utrudniający korzeniowi zarodkowemu jej penetrację w okresie kiełkowania. I to przypuszczenie nie sprawdziło się w świetle badań Zentscha, gdyż zarodki grabu wyizolowane z nasienia nie podejmowały kiełkowania. Kiełkowanie stawało się możliwe dopiero po stratyfikacji, dzięki której ustępował spoczynek nasion.

W pierwszej połowie października okrywa znacznej części orzeszków jest jeszcze zielona. Bardziej dojrzałe, silnie odwodnione orzeszki są już wtedy brązowe. W miarę upływu czasu wszystkie owocostany przebarwiają się kolejno na kolor zielonkawożółty, potem żółtawobrązowy, w końcu na kolor brązowy; ciemnieją również orzeszki. Okrywy i orzeszki podsychają na drzewach, zwłaszcza gdy jesień jest sucha i ciepła.

Proces dojrzewania owocostanów przebiega w zasadzie w październiku, lecz dojrzałe owocostany wiszą jeszcze przez jakiś czas w koronach drzew, niektóre nawet przez zimę. Większość orzeszków z przylegającą do nich, wtedy już jasnobrązową okrywą, oddziela się jednak już po pierwszych przymrozkach (Tyszkiewicz 1949). Część owocostanów pozostaje w koronach drzew aż do początku zimy, silny opad owoców następuje wtedy najczęściej po silniejszych przymrozkach lub mrozach, gdy wszystkie lub

prawie wszystkie liście już opadły. Niektóre owoce opadają dopiero na wiosnę (Tyszkiewicz 1949; Hegi 1957).

Owoce oddzielające się od osi owocostanu opadają pojedynczo i stosunkowo wolno, dzięki ruchowi obrotowemu, w który wprawiane są przez obecność okrywy owocowej (Hegi 1957). Sprawia to, że wiatr może przenosić uskrzydłone orzeszki na pewną, niezbyt wielką odległość od drzewa macierzystego (patrz także rozdz. 10).

Pewną rolę w rozsiewie orzeszków grabu odgrywają ptaki żywiące się jego nasionami, zwłaszcza grubodziób. W Arboretum Kórnickim obserwowano stada grubodzioba nie tylko w okresie dojrzewania owoców grabu (Bartkowiak 1965), lecz także zimą. Pod drzewami grabu widać było wtedy ślady żerowania: strącone owoce, niektóre z rozłupanymi orzeszkami. Z Niemiec pochodzą obserwacje o spożywaniu nasion grabu przez gila, krzyżodzioba świerkowego i bardzo w Polsce rzadkiego krzyżodzioba sosnowego (Bartkowiak 1970). Podczas jesienno-żerowania tych ptaków pewna część orzeszków opada na ziemię jeszcze przed masowym ich opadem. Nasiona z orzeszków opadłych wczesną jesienią, przemieszczone natychmiast płytko w wilgotną glebę, mają szansę skiełkowania i wzejścia na najbliższą wiosnę. Nasiona z późnego lub zimowego opadu mogą skiełkować dopiero na wiosnę następną.

Wczesne i wyprzedzające pełną dojrzałość owoców opadnięcie orzeszków w wilgotne podłoże ma duże znaczenie dla procesu ustępowania spoczynku nasion. Możliwe staje się wtedy – jeszcze bardzo późnym latem lub wczesną jesienią – przejście przez okres oddziaływania temperatur podwyższonych. Otwiera to drogę efektywnemu oddziaływaniu chłodu w okresie późniejszym i to dopiero decyduje o ustąpieniu spoczynku nasion.

### 6.3. OWOCOWANIE

W latach 1967-1969 badania nad produkcją nasion (Falińska 1971) prowadzono w Puszczy Białowieskiej w grądzie (*Tilio-Carpinetum*), w którym liczbowo dominowały grab, lipa i świerk, a nieznaczną domieszkę stanowił klon, dąb, wiąz i jesion (168 drzew grabu na łączną liczbę 367 drzew wszystkich gatunków na 1 ha). Produkcja nasion grabu w tym drzewostanie podlegała z roku na rok zmianom i wynosiła w kolejnych latach 26 292 000,

320 000 i 1 172 000 szt./ha. Przyjęto więc, że grab owocuje obficie raz na trzy lata, w pozostałych latach średnio lub słabo, podobną częstotliwość lat urodzaju podawał Tyszkiewicz (1949).

W opisanym powyżej drzewostanie, ze względu na wysoki stopień zwarcia (80-90%), drzewa obrodziły nasiona tylko w lepiej oświetlonych górnych partiach koron. Wyciągnięto stąd wniosek, że produkcję nasion można by znacznie wzmóc przez zmniejszenie zwarcia. Dla drzewostanów nasiennych przyjęto jako liczbę optymalną 200 szt. drzew/ha.

W Niemczech dość obfity urodzaj orzeszków grabu może przypadać prawie co drugi rok (Winkler 1955).

#### 6.4. ODNOWIENIE NATURALNE

Tyszkiewicz i Obmiński (1963) uważają grab za cenny gatunek domieszkowy, zwłaszcza na północno-wschodnich i wschodnich obszarach Polski. Wytwarzając gęsto ulistnioną koronę i dobrze znosząc ocienienie, grab tworzy w lesie drugą, niższą warstwę drzew, przyspiesza oczyszczanie się pni drzew gatunków głównych, utrzymuje glebę w sprawności i wzbogaca ją w szybko rozkładającą się ściółkę, w czym nie znajduje równego sobie gatunku. Najbardziej odpowiednie warunki znajduje w typach siedliskowych lasu świeżego i lasu wilgotnego. W grądzie wysokim i niskim nadaje drzewostanom swoiste piętno i stwarza innym gatunkom (dębowi, jesionowi i innym) środowisko sprzyjające ich rozwojowi. Na siedliskach uboższych, np. w borze mieszanym, nie współprodukuje już masy drewna, lecz jest cennym gatunkiem domieszkowym.

Na żyzniejszych i wilgotniejszych siedliskach, pod osłoną drzew światłolubnych, grab obsiewa się obficie i łatwo opanowuje znaczne powierzchnie. Jego prawidłowe odnowienie jest wtedy możliwe tylko przy energicznym poskramianiu, w przeciwnym razie grab uniemożliwi odnawianie się gatunków głównych. Na powierzchniach pozbawionych grabu wprowadza się go przez podsiewy pod osłoną drzewostanu bądź przez sadzenie. Na siedliskach borowych, przeważnie suchszych, należy dawać pierwszeństwo sadzeniu (Tyszkiewicz i Obmiński 1963).

Grab z naturalnego obsiewu staje się na zaniedbanych powierzchniach konkurentem innych gatunków drzew i uniemożliwia ich odnowienie. Na

Białorusi w drzewostanach z dominującym dębem odnawia się wraz z kłosem najobficiej i uniemożliwia odnowienie naturalne dębu, którego siewki giną masowo jeszcze przed następnym rokiem nasiennym (Mišnev 1958). Na Ukrainie, na zaniedbanych czystych zrębach dębowych lub dębowo-jesionowych grab tworzy wtórne drzewostany wraz z jesionem. Na powierzchni gleby i w ściółce znajdowano w nich ogromne ilości orzeszków grabu, które zanim skiełkują przelegują tam przez 3-4 lata (Nakonečný 1969). W Banacie (Rumunia), w drzewostanach liściastych z przewagą dębu, gdzie ani dąb, ani lipa nie odnawiają się naturalnie, na stanowiskach oświetlonych przeważa jesion, na ocienionych – grab (Badea 1967; Badea i in. 1968). Na Kaukazie stwierdzono jego masowe rozprzestrzenianie się na czystych zrębach buka (Naumenko 1958). Na Węgrzech w drzewostanach z przewagą dębu bezszypułkowego, który obradza rzadko, grab oponowuje ocienione dno lasu i jego dolne piętro, uniemożliwiając odnawianie się gatunku głównego (Szappanos 1966) lub też, w miarę wzrostu udziału dębu, osiąga z nim stan równowagi, zapewniając najszybsze uzyskanie najwyższej masy drewna w najkrótszym czasie (Borsos 1953).

Z dotychczasowych rozważań wynika, że naturalne odnowienie grabu wymaga współistnienia szeregu czynników, warunkowanych tak przez klimat jak i przez inne, żywe elementy biotopu, w którym grab występuje. Na pierwszy plan wysuwają się warunki sprzyjające pyleniu i zapyłaniu kwiatów żeńskich (sucha i ciepła pogoda, przenoszenie pyłku przez wiatr w okresie kwitnienia), gubienie nasion przez żerujące jesienią w koronach drzew ptaki, silne porywy wiatru w okresie po pierwszych przymrozkach. Nie mniejszą rolę odgrywają odpowiednie warunki cieplne klimatu glebowego w okresie od opadnięcia pierwszych orzeszków na ziemię aż do wiosny, a nawet dłużej.

## 6.5. JAKOŚĆ NASION I JEJ OKREŚLANIE

Nasiona różnych proveniencji grabu, a nawet nasiona tych samych drzew, zebrane w różnych latach mogą znacznie różnić się pod względem jakości. Z tej też przyczyny, przed natychmiastowym siewem (zbiór „na zielono”) czy przysposabianiem do siewu wiosennego lub przed przechowywaniem, powinny być poddane rutynowej ocenie w stacji oceny nasion. Wyniki ta-

kiej oceny umożliwiającą podjęcie decyzji o sposobie dalszego postępowania. W przypadkach nie cierpiących zwłoki, o jakości zebranych nasion można wnioskować na podstawie wyników próby krojenia orzeszków. W przeciwnym razie może zdarzyć się, że czasochłonnym zabiegom zostaną poddane partie orzeszków pustych lub pustych w znacznym procencie.

W poszczególnych krajach o sposobie przeprowadzania oceny nasion decydują normy lokalne, do handlu międzynarodowego dopuszczone są partie nasion zaopatrzone w atest zgodny z przepisami ISTA (International Seed Testing Association, Anonim 1985). Próbkę reprezentującą poszczególne partie nasion, powinny być pobierane w sposób zgodny z opracowaną procedurą, mają bowiem wiernie oddawać stosunki jakościowe i to w ich aspekcie ilościowym. Według zasad obowiązujących w Lasach Państwowych w Polsce (Antosiewicz i Kocięcki 1976), wielkość zapasu wyjściowego (orzeszki bez okrywy), reprezentowanego przez próbkę jednorodną pod względem pochodzenia, terminu zbioru i dotychczasowego traktowania, nie może przekraczać 100 kg. W myśl przepisów ISTA (Anonim 1985) partia reprezentowana przez jedną próbkę może dochodzić do 1000 kg. Próbka średnia pobrana z takiej partii powinna ważyć, w myśl polskich norm, 50 g (500 g według przepisów ISTA), a pobrana z niej próbka ścisła 20 g (250 g według przepisów ISTA). Partii orzeszków i próbkom z niej pochodzącym powinno towarzyszyć świadectwo pochodzenia nasion (Antosiewicz i Kocięcki 1976).

#### 6.5.1. CZYSTOŚĆ

Próbki ścisłe przeznacza się do przeprowadzenia próby czystości. W trakcie tej próby na podstawie zewnętrznych oględzin wydziela się orzeszki dobrze wykształcone, które zalicza się do kategorii „czystych”. Według przepisów polskich muszą one być całe, wolne od uszkodzeń mechanicznych i śladów żerowania owadów, gryzoni czy ptaków. Według przepisów ISTA (Anonim 1985) do nasion „czystych” zalicza się też części orzeszków i kawałki nasion większe niż połowa pierwotnej wielkości, częściowo lub całkowicie pozbawione zdrewniałej owocni. W skład kategorii nasion „czystych” wchodzi też orzeszki puste i opanowane przez owady, nie ma bowiem sposobu ich wydzielenia tylko na podstawie zewnętrznych oględzin. W pró-

bie czystości określa się w procentach wagowy udział orzeszków „czystych” w masie całej próbki ściślej. Poza nimi określa się w myśl norm polskich udział następujących kategorii nasion i zanieczyszczeń:

- nasiona uszkodzone mechanicznie (pęknięcia, ubytki),
- nasiona uszkodzone w sposób widoczny przez owady,
- nasiona uszkodzone przez gryzonie i ptaki,
- orzeszki puste (jeśli można je wydzielić),
- nasiona obce,
- zanieczyszczenia z badanego gatunku (grabu)
- zanieczyszczenia mineralne,
- zanieczyszczenia obce.

Wspomniano już, że pewnych kategorii nasion (w orzeszkach) nie można wyróżnić wizualnie. Dotyczy to zwłaszcza orzeszków pustych, które można wydzielić przez splawianie w cieczach o specyficznej gęstości.

Wymienione wyżej kategorie nasion i zanieczyszczeń waży się z dokładnością do 0,1 g, a ich udział w całości próbki określa się w procentach wagowych.

W przypadku nasion już poddanych przysposabianiu do kiełkowania przez stratyfikację, do kategorii nasion „czystych” zalicza się według norm polskich (Antosiewicz i Kocięcki 1976) również nasiona skiełkowane z kiełkiem świeżym lub przyschniętym, o długości nie przekraczającej długości orzeszków, trzeba jednak podać wtedy procent nasion skiełkowanych oraz dolną i górną granicę długości ich kiełków.

W myśl norm polskich orzeszki zalicza się do jednego z trzech poziomów czystości: wysoki obejmuje partie o czystości 95-100%, średniemu (normalnemu) i dopuszczalnemu odpowiada czystość 90-94% i 85-89%. Wynika stąd, że najniższym, dozwolonym jeszcze poziomem czystości nasion tego gatunku jest 85%.

#### 6.5.2. WILGOTNOŚĆ I MASA 1000 ORZESZKÓW

Do określenia poziomu wilgotności badanej partii korzysta się z orzeszków próbki średniej, natychmiast po jej nadejściu do stacji oceny i otwarcia opakowania. Pobieranie próbki powinno przebiegać w taki sposób, by orzeszki nie były narażone na oddziaływanie czynników zewnętrznych dłużej niż przez 30 sekund (2 próbki po 4-5 g). Ma to uchronić próbki przed



zmianą wilgotności w powietrzu laboratorium (Anonim 1985). Według normy polskiej do oceny wilgotności potrzebne są 3 porcje orzeszków grabu po 25 g, przy czym powinny być z nich usunięte grubsze zanieczyszczenia nie należące do badanego gatunku. Nasiona przeznaczone do określenia wilgotności przesyła się zresztą do stacji oceny nasion w szczelnym opakowaniu, np. w zalakowanej butelce lub w pudełku blaszanym albo plastikowym, szczelnie oklejonym taśmą samoprzylepną lub izolacyjną.

Wilgotność orzeszków określa się metodą suszarkową, susząc je w 105°C przez 24 godziny (Antosiewicz i Kocięcki 1976). Zalecane w normach rozdrobnienie orzeszków przed ważeniem poprzedzającym próbę suszenia jest praktycznie niewykonalne, jeżeli nie ma się do dyspozycji specjalnych młynków do szybkiego rozdrabiania twardych nasion. Z różnicy pomiędzy masą orzeszków świeżych i suchych wylicza się ilość wody w nasionach, którą podaje się jako średnią wartość procentową (wyliczoną z powtórzeń), odniesioną do świeżej masy orzeszków.

W pracach doświadczalnych, w których występuje zazwyczaj znaczna liczba wariantów o niskiej liczebności, do określania wilgotności orzeszków metodą suszarkową pobiera się losowo po 3 powtórzenia pobrane z danej partii lub próbki, po 30 orzeszków bez okrywy każde. Należy zdawać sobie sprawę, że wilgotność określona tą metodą dotyczy całych orzeszków, a nie wyjętych z nich nasion, stąd używanie terminu „wilgotność nasion” jest nieprecyzyjne.

Wilgotność świeżo zebranych z drzew, w pełni dojrzałych orzeszków może podlegać znacznemu zróżnicowaniu, zależnie od warunków cieplnych i wilgotności powietrza w okresie poprzedzającym zbiór. W latach wyjątkowo suchych i ciepłych obserwowano orzeszki o średniej wilgotności 7-8% (Suszka, niepubl.), w latach o przeciętnym przebiegu układów pogody ich wilgotność wynosiła 14-19% (Vincent 1948; Suszka 1968). Orzeszki zebrane przed pełną dojrzałością cechuje wilgotność wyższa, niż po osiągnięciu przez nie dojrzałości, podobnie ma się rzecz z orzeszkami dojrzałymi, zbieranymi z ziemi.

Masa 1000 orzeszków zależy między innymi od stopnia dojrzałości nasion i zdrewnienia okryw. Sucha masa orzeszków jest najwyższa w okresie pełnej dojrzałości, choć poziom ich uwodnienia jest wtedy znacznie niższy niż w okresie poprzedzającym ostateczne przebarwienie się okryw i samych

orzesków. Stosunki te ilustrują w pewnym stopniu dane z Polski (Tyszkiewicz i Dąbrowska 1953) dla grabu pochodzącego z rejonu Warszawy i Rogowa pod Skierniewicami. Masa 1000 szt. dla orzeszków zielonych wynosiła tam na początku października 65,0 g, w tym samym czasie dla orzeszków już brązowych 60,0 g. W orzeszkach zebranych później, bo w połowie października, masa 1000 szt. spadła już do 50,0 g (20 000 szt. w 1 kg). Z danych wcześniejszych (Tyszkiewicz 1933) wynika, że średnia masa 1000 orzeszków grabu proveniencji polskich wynosi 47,9 g. Natomiast śr. masa 1000 orzeszków w Danii w latach 1887-1912 wynosiła 41,2 g (Rafn, cyt. Tyszkiewicz 1933), a w Polsce według Stacji Botaniczno-Rolniczej we Lwowie (lata 1926/1927) 46,0 g oraz według Zakładu Doświadczalnego Lasów Państwowych w Warszawie (lata 1931/32) 47,9 g według Tyszkiewicza (1933). Danym tym nie towarzyszą informacje o stopniu dojrzałości nasion. Z dużym prawdopodobieństwem można jednak przyjąć, że dane z firmy Rafn, zajmującej się handlem nasiennym, odnoszą się do nasion w pełni dojrzałych i być może już podsuszonych, ponieważ tylko takie są przedmiotem obrotu handlowego. To samo może dotyczyć danych dla Niemiec (Rohmeder 1972), w myśl których masa 1000 orzeszków grabu wynosi 33,3 g (30 000 szt. w 1 kg). Znaczna rozpiętość cechuje dane podawane dla Włoch (Gradi 1980) na 30-60 g (od 33 330 do 16 000 szt. w 1 kg). Masa 1000 orzeszków w miarę ich podsychania po zbiorze maleje, co jest zresztą głównym warunkiem ich przydatności do przechowywania. Tyszkiewicz (1949) podaje dla dojrzałych orzeszków grabu z Polski 45,0 g jako średnią masę 1000 szt., co odpowiada liczbie 22 200 orzeszków w 1 kg.

Z corocznych sprawozdań Zakładu Nasiennictwa i Szkółkarstwa IBL za lata 1987-1991 wynika, że w skali ogólnopolskiej śr. masa 1000 orzeszków podlega pewnym zmianom, bowiem w kolejnych latach osiągała następujące wartości:

1987 r. – 42,1 g

1988 r. – 44,7 g

1989 r. – 49,5 g

1990 r. – 47,1 g

1991 r. – 47,3 g

### 6.5.3. POTENCJALNA ZDOLNOŚĆ KIEŁKOWANIA NASION (ŻYWOTNOŚĆ)

Ze względu na stan głębokiego spoczynku, w którym znajdują się nasiona świeżo pozyskane i nie poddane przysposabianiu, zdolności kiełkowania nasion grabu nie można określić żadnym sposobem szybkim, np. takim jak próba kiełkowania na kiełkowniku Jacobsena. Nie przysposobione nasiona grabu (w orzeszkach) umieszczone w takim kiełkowniku na wilgotnej bibule w temperaturze stałej lub cyklicznej, nie niższej z reguły od 23°C, nie kiełkują nigdy.

Można więc jedynie określić potencjalną zdolność kiełkowania, czyli zdolność kiełkowania możliwą do osiągnięcia w sytuacji, gdyby wszystkie żywotne nasiona danej partii lub próbki skiełkowały po likwidacji stanu ich spoczynku. Celowi temu służą próby zastępcze, takie jak próba krojenia, próba barwienia lub próba rentgenograficzna. Do prób tych pobiera się trzy lub cztery powtórzenia po 100 orzeszków z kategorii orzeszków „czystych”.

#### 6.5.3.1. PRÓBA KROJENIA NASION

Używając odpowiednich szczypec lub dziadka do orzechów o małym rozstawie szcęk rozłupuje się twardą owocnię orzeszków, uzyskując nasiona pokryte cienką łupiną nasienną. Zdrowotność nasion określa się po rozchyleniu obydwu liścieni ze zwróceniem szczególnej uwagi na oś zarodkową. Na podstawie wyglądu przekroju dokonanoego wzdłuż osi podłużnej liścieni wydziela się nasiona zdrowe, nadpsute, zepsute, uszkodzone przez larwy owadów i puste. Z powtórzeń oblicza się średni procent występowania każdej z tych kategorii nasion w próbce. Podczas rozłupywania orzeszków grabu dochodzi nieraz do uszkodzania nasion, warto więc mieć w zapasie pewną liczbę orzeszków nadliczbowych, pobranych w taki sam sposób jak orzeszki odliczone do kolejnych powtórzeń. W przypadku uszkodzenia zniszczone nasiona są zastępowane przez nasiona uzyskane losowo z orzeszków rezerwowych.

W przypadku nasion z orzeszków świeżo pozyskanych można mieć pewność, że nasiona o prawidłowym wyglądzie przekroju są nasionami zdrowymi i żywotnymi. W przypadku nasion podsuszonych i przechowywanych tej pewności nie ma, gdyż nasiona już nieżywotne mogą być zbliżone wyglądem do nasion zdrowych. W takich przypadkach uzyskuje się jedynie pewność co do udziału w próbce nasion dobrze wykształconych, prawdopodobnie żywotnych.

## 6.5.3.2. PRÓBA BARWIENIA ZARODKÓW

Informację o żywotności nasion można uzyskać dzięki próbie barwienia zarodków, w której znajduje zastosowanie chlorek lub bromek tetrazoliowy, zwany skrótowo tetrazolem. W żywych tkankach powstaje z niego przez redukcję barwnik czerwony zwany formazanem, świadczący o żywotności całego nasienia, jeżeli nie ma w nim w miejscach istotnych (oś zarodkowa, połowy liścieni bliższe osi zarodkowej) stref nie zabarwionych lub przebarwionych niewłaściwie. Do prób barwienia używa się 1% roztworu tetrazolu w buforze fosforanowym, zapewniającym stałość odczynu na poziomie pH 6,5-7,5 (Anonim 1985). W myśl przepisów ISTA (Anonim 1985) orzeszki moczy się w wodzie przez 18 godzin, po czym przecina się je w odległości 1/3 od zaokrąglonego końca i zanurza w roztworze tetrazolu na 20-24 godz. Po tym czasie należy wydobyć zarodki z orzeszków i poddać je oględzinom. Za żywotne uznaje się tylko te, które są całkowicie zabarwione na kolor czerwony (Anonim 1985), co jest zastrzeżeniem bardziej tolerancyjnych, wcześniejszych przepisów (Anonim 1966). Podczas preparowania orzeszków ujawniają się nasiona opanowane przez owady i nasiona puste, które po wydzieleniu i zliczeniu są usuwane z próbki. Vincent (1959) również odcinał 1/3 część orzeszka na zaokrąglonym końcu, następnie moczył je przez 24 godziny w wodzie w temperaturze pokojowej. Z napęczniałych orzeszków pozyskiwał zarodki, które natychmiast po wyjęciu wkładał do wody destylowanej, a po uzyskaniu każdej pełnej setki zanurzał w 1% roztworze tetrazolu (jak wyżej), gdzie pozostawały przez 5 godzin w ciemności w temperaturze pokojowej. Za żywotne uznawał Vincent zarodki całkowicie zabarwione na czerwono i zarodki zabarwione podobnie, lecz z nieprzebarwionym wierzchołkiem korzenia (czapeczką).

Sposób proponowany w przepisach ISTA nie jest łatwy do wykonania, często zdarzają się też uszkodzenia przy przecinaniu orzeszków czy preparacji nasion. W Rumunii (Enescu i in. 1971) porównano wyniki prób żywotności dokonanych przez krojenie i metodą tetrazolową (w myśl zasad ISTA). Stwierdzono, w przypadku nasion starszych, zróżnicowanie wyników ocen większe niż dla nasion świeżo zebranych. Barwienie tetrazolem daje zazwyczaj wyniki niższe od wyników prób krojenia. Świadczy to o tym, że w próbie krojenia część nasion nieżywotnych jest zaliczana do nasion zdrowych, należy więc preferować próbę tetrazolową. W efekcie zaproponowano zastrzeżenie kryteriów oceny nasion starszych przez

wydłużenie czasu ich moczenia w wodzie i czasu przebywania w roztworze tetrazolu do 48 godzin.

#### 6.5.3.3. PRÓBA RENTGENOGRAFICZNA

Machaniček (1969) porównał wyniki prób krojenia i barwienia tetrazolem nasion grabu i stwierdził, że w próbie rentgenograficznej przyjęcie określonych kryteriów oceny zapewnia uzyskanie wyników nie różniących się istotnie od wyników obydwu prób. W myśl tych kryteriów za żywotne uznaje się nasiona dobrze rozwinięte, które całkowicie lub co najmniej w  $\frac{2}{3}$  wypełniają wnętrze orzeszka. Z kategorii tak rozumianych nasion żywotnych należy więc wykluczyć nasiona puste i niedokształcone. Zaletą metody rentgenowskiej, w której korzysta się z tzw. promieni miękkich, jest znacznie mniejsza pracochłonność i czasochłonność, możliwość uniknięcia błędów, wynikających z uszkodzenia nasion podczas ich preparacji, możliwość wydzielenia różnych kategorii nasion, w tym też nasion pustych i zaatakowanych przez owady bez uszkodzenia orzeszków. Wadą natomiast, zwłaszcza w odniesieniu do nasion starszych i przechowywanych, jest trudność wykluczenia z kategorii nasion pełnych nasion prawidłowo wykształconych, lecz już martwych.

#### 6.5.4. RZECZYWISTA ZDOLNOŚĆ KIEŁKOWANIA NASION

Rzeczywistą zdolność kiełkowania nasion można określić tylko przez próbę kiełkowania, poprzedzoną likwidacją stanu spoczynku nasion. Do prób takich korzysta się z 4 powtórzeń po 50 orzeszków, pobranych z frakcji orzeszków „czystych”. Poddaje się je stratyfikacji w mieszaninie czystego piasku z przetartym miałem torfowym (1:1, obj.), w słoikach 250 ml, przykrytych kapslem aluminiowym z trzema otworami wentylacyjnymi. Co tydzień przeprowadza się kontrolę stanu wilgotności podłoża stratyfikacyjnego. Stratyfikacja powinna przebiegać wprawdzie przez 4 tygodnie w  $20^{\circ}\text{C}$ , a następnie przez kilkanaście tygodni w  $3^{\circ}\text{C}$ , aż do czasu pojawienia się pierwszych kiełków. Wtedy to należy przenieść słoiki z zastryfikowanymi w nich nasionami ponownie do  $20^{\circ}\text{C}$  na 6-8 tygodni, w celu przeprowadzenia próby kiełkowania, nie zmieniając sposobu postępowania (Suszka 1968). W terminach kontrolnych (co tydzień) należy wtedy liczyć i usuwać

nasiona kiełkujące. Sumowanie cotygodniowych wyników i obliczenie wartości średnich z powtórzeń (w %) umożliwia wykreślenie sumarycznej krzywej kiełkowania, średnia suma wszystkich nasion skielkowanych (w %) jest równoznaczna ze zdolnością kiełkowania.

Znaczną niedogodnością, obciążającą stratyfikacyjną próbę kiełkowania jest jej długotrwałość. W porównaniu z próbami zastępczymi uzyskane wyniki są jednak wysoce wiarygodne, choć odzwierciedlają stan jakości nasion, odpowiadający dacie rozpoczynania próby. Próby takie mogą mieć znaczenie w przypadku nasion (orzesków) przechowywanych w kontrolowanych warunkach, gdyż zdolność kiełkowania nasion grabu przechowywanych w stanie podsuszonym w temperaturach niższych od 0°C nie ulega zmianie przez co najmniej kilka lat.

#### 6.5.5. KLASYFIKACJA STANU JAKOŚCI NASION

W zależności od czystości i żywotności ustalonej za pomocą którejkolwiek z metod zastępczych lub przez próbę kiełkowania po stratyfikacji, zalicza się w Polsce nasiona grabu do odpowiedniej klasy jakości (Antosiewicz i Kocięcki 1976). Wymogiem pierwszym jest przynależność danej partii nasion do poziomu czystości wysokiego (czystość 95% i wyższa) lub co najmniej średniego (90-94%). Nasiona o takiej czystości i o żywotności,

Tabela 1

Udział poszczególnych klas jakości w % zapasu nasion grabu, zebranych w Polsce w latach 1980-1991

Rok	Zapas w kg	Udział klas jakości w całości zapasu w %					Wskaźnik klas jakości	
		I	II	III	>III	bez wartości		
1980	1254	57,0	28,4	8,3	4,2	2,1	1,66	
1981	659	25,4	38,7	14,6	14,6	6,7	2,38	
1982	1131	56,6	28,9	1,9	6,9	5,7	1,76	
1983	2708	46,6	28,3	17,8	4,5	2,8	1,89	
1984	1634	41,3	29,5	17,2	11,4	0,6	2,00	
1985	1474	31,3	12,0	33,7	13,0	10,0	2,58	
1986		brak danych						
1987	956	77,4	16,4	4,2	1,6	0,3	1,30	
1988	1217	22,9	55,4	13,8	5,1	2,8	2,10	
1989	1275	76,6	6,3	9,8	6,9	0,4	1,50	
1990	2198	59,8	35,8	4,7	0,5	0,0	1,50	
1991	826	51,9	17,5	11,2	10,7	8,7	2,10	

zdrowotności lub zdolności kiełkowania w 71-100% zalicza się do klasy jakości I, gdy wartości te mieszczą się w 51-70 lub 30-50%, partie takie zaliczamy odpowiednio do II i III klasy jakości (Antosiewicz i Kocięcki 1976).

W skali ogólnopolskiej procentowy udział poszczególnych klas jakości w zebranych zapasie (w kg) w latach 1987-1991 według danych IBL (roczne sprawozdania ze stacji oceny nasion) podlega z roku na rok zmianom, co przedstawiono w tabeli 1.

We wszystkich tych latach do I klasy jakości nasion należało w zależności od roku od 22,9 do 77,4%, do klasy II od 12,0 do 55,4%, do klasy I i II łącznie od 64,2% (1982 r.) do 95,6% (1990 r.). Stosunki te wyraża w pewnym stopniu wskaźnik klas jakości, który najniższy, a więc odpowiadający wysokiej jakości nasion był w 1987 r. (urodzaj słaby), w 1989 r. (urodzaj średni) i w 1990 r. (urodzaj wysoki). Wielkość urodzaju (wyrażona przez zebrany zapas) nie wydaje się więc związana z jakością samych nasion.

## 6.6. ZBIÓR OWOCÓW

Orzeszki zrywa się nieraz przed osiągnięciem ostatecznej dojrzałości, jeszcze nie w pełni przebarwione, już w końcu sierpnia lub na początku września, by wysiać je do gruntu wraz z okrywami niezwłocznie i bez podsuszania. Zielone wtedy jeszcze okrywy trudno oddzielają się od orzeszków (Tyszkiewicz 1949). Postępowanie takie nosi nazwę zbioru i siewu „na zielono”, umożliwia ono wzejście nasion na najbliższą wiosnę (Tyszkiewicz i Dąbrowska 1953; Krüssmann 1964; Bärtels 1982). Orzeszki zebrane w tym terminie nie nadają się jednak do przechowywania.

Vincent (1959) wyróżniał w przypadku grabu 3 terminy zbioru: zbiór wczesny, normalny i późny. Wczesny zbiór przypada według niego na okres, gdy same nasiona są już twarde (dojrzałość pełna), owoce są jeszcze szarozielone, a owocostany trzeba z drzew zrywać. Podczas zbioru normalnego owocnie są już szare lub szarobrazowe, a orzeszki można zrywać z łatwością. Zbiór późny rozpoczyna się dopiero wtedy, gdy orzeszki można z drzew otrząsać.

Podczas zbioru obrywa się całe grona. Dotyczy to zwłaszcza owocostanów jeszcze nie w pełni dojrzałych lub już dojrzałych, lecz wiszących je-

szcze w koronach drzew. Najłatwiej zbiera się je po pierwszych przymrozkach, gdy większość liści już opadła, a owocostany są w koronach drzew w pełni odświeżone i wyraźnie widoczne. Owoce całkowicie dojrzałe otrząsa się (Tyszkiewicz 1949) na podłożone pod drzewami płachty lub siatki o drobnych oczkach. Nawet w tym okresie część owocostanów zachowuje jeszcze zielonkawą barwę.

Próby mechanizacji zbioru owoców różnych gatunków drzew, m.i. owoców czy owocostanów grabu z ziemi, za pomocą aspiratora („odkurzacza”) przeprowadzano w Słowacji (Kaláb 1955). Urządzenie to zamontowano na ogrodniczym traktorku typu „Motorobot”, a do zasysania powietrza użyto turbokompresora samolotowego. Urządzenie takie napędzane za pomocą silniczka benzynowego na stelażu plecakovym, noszonym przez zbieracza, znalazło później zastosowanie do zbioru nasion, zwłaszcza orzeszków buka z ziemi we Francji (Buffet 1981), podobnie jak znacznie większe urządzenie z dwiema rurami zasysającymi, zamontowane na ciągniku.

Nasiona zebrane później, bo w stanie pełnej dojrzałości, zastratyfikowane lub wysiane do gruntu z konieczności późną jesienią, nie kiełkują już ani nie wschodzą na najbliższą wiosnę (Tyszkiewicz 1949; Tyszkiewicz i Dąbrowska 1953).

O zbiorze orzeszków grabu w skali ogólnopolskiej w poszczególnych latach można wnioskować na podstawie liczby próbek przesłanych do oceny w stacjach oceny nasion i na podstawie wielkości zapasu nasion (orzeszków) przez nie reprezentowanych. Dotyczące tego zestawienie oparto na corocznych sprawozdaniach Zakładu Nasiennictwa i Selekcji IBL w Warszawie (tab. 2).

Wielkość zgromadzonych zapasów jest w pewnym stopniu odbiciem urodzaju nasion grabu. Z danych przedstawionych powyżej wynikałoby więc, że na całe 11-lecie (1980-1991, z wyjątkiem 1986 r.) przypadły tylko 2 lata wysokiego urodzaju, ponadto było w tym okresie 6 lat urodzaju średniego i tylko 3 lata urodzaju niskiego. Znaczna część nasion zebranych w tych latach prawdopodobnie nie uległa ujawnieniu i nie została objęta statystyką próbek i zapasów, gdy owoce zbierano „na zielono” i natychmiast wysiewano. Należy jednak pamiętać o tym, że urodzaj czy nieurodzaj grabu jest zjawiskiem zróżnicowanym w danym roku terytorialnie. Nawet w latach wysokiego urodzaju wielkość zbioru w poszczególnych Dyrekcjach Regionalnych może być bardzo zróżnicowana. W 1983 r., gdy



Tabela 2

Liczba próbek nasion grabu przesłanych do oceny w stacjach oceny nasion w Polsce w latach 1980-1991 i wielkość łącznej sumy zapasów orzeszków w Lasach Państwowych

Rok	Liczba próbek	Wielkość zapasu
1980	81	1254 kg
1981	70	659 kg
1982	75	1131 kg
1983	151	2708 kg
1984	130	1634 kg
1985	98	1474 kg
1986	brak danych	
1987	100	956 kg
1988	91	1217 kg
1989	95	1275 kg
1990	112	2198 kg
1991	99	826 kg

w całej Polsce zgromadzono łącznie 2708 kg orzeszków grabu, w dyrekcjach takich jak Gdańsk, Kraków, Poznań, Radom i Toruń zgromadzono jedynie po 15-41 kg orzeszków. W najbardziej nieurodzajnym 1981 r. aż w 10 dyrekcjach zebrano jedynie po 3,5 do 14 kg orzeszków.

## 6.7. OCZYSZCZANIE ORZESZKÓW

Owocostany świeżo zerwane, nie w pełni jeszcze dojrzałe (zbiór „na zielono”) rozrywa się na poszczególne owocki, które wysiewa się wraz z trudno wtedy jeszcze oddzielającymi się okrywami, nie podsuszając ich w ogóle. Owoce otrząśnięte z drzew w stanie dojrzałym, przeznaczone do stratyfikacji i wysiewu na najbliższą wiosnę lub do przechowywania, można podsuszyć, jeżeli ich wilgotność nie spadła już na drzewach do około 10%.

Dojrzałe orzeszki pozbawia się okryw przez młócenie lub deptanie w zawiązanym worku, po czym pozostałości pokruszonych okryw można odwiać na wialni. Orzeszki z nadal przylegającymi okrywami można wtedy oddzielić na sicie i przecierając je w rękach lub w worku, pozbawić ostatecznie okryw lub ich pozostałości. Ponowne przewianie na wialni lub na czyszczalni sitowo-pneumatycznej pozwala oddzielić orzeszki dobrze

rozwinęte od niedorozwinętych, jednakże odseparowanie nasion pełnych od pustych może przy użyciu tych urządzeń okazać się niewykonalne.

Sposób oddzielania orzeszków pełnych od pustych opracował dr. T. Tytkowski z Instytutu Dendrologii PAN w Kórniku. Orzeszki splawia się w mieszaninie alkoholu etylowego (etanolu) i wody (1:1 obj.). Po wrzuceniu do tej cieczy orzeszki pełne natychmiast toną, orzeszki puste pozostają na powierzchni, z której można z łatwością zebrać je sitem. Tonące orzeszki pełne należy natychmiast wydobyć z roztworu, przepłukać wodą w celu pozbycia się pozostałości alkoholu i podsuszyć w strumieniu powietrza. Rozdział tą metodą jest całkowity, tzn. że we frakcji pełnych nie pozostają w ogóle orzeszki puste i na odwrót. Podsuszone orzeszki można przeznaczyć do krótkotrwałego lub wieloletniego przechowywania.

## 6.8. PODSUSZANIE I PRZECHOWYWANIE ORZESZKÓW

Nasiona grabu należą do kategorii „orthodox”, obejmującej nasiona różnorodnych gatunków, znoszące bez utraty żywotności znaczne, niekiedy nawet całkowite odwodnienie (Roberts 1973). Właściwość ta pozwala na wieloletnie przechowywanie ich w stanie częściowo podsuszonym i w obniżonej temperaturze.

W okresie dojrzewania wilgotność orzeszków i okryw maleje, zwłaszcza gdy jesień jest sucha i ciepła. W przypadku zbioru wczesnego („na zielono”) wilgotność orzeszków jest na tyle wysoka, że podczas natychmiast rozpoczynanej stratyfikacji w wilgotnym podłożu lub po natychmiastowym wysiewie w wilgotną glebę, wzrasta do poziomu zdeterminowanego stanem fizjologicznym nasion i temperaturą otoczenia. Nie zachodzi wtedy zwłoka wywoływana podsychaniem i ponownym nawilżaniem, co pozwala nasionom wykorzystać okres stosunkowo ciepły w naturalnych warunkach późnego lata i wczesnej jesieni zarówno w piwnicach, dołach stratyfikacyjnych, jak i w glebie szkółki. Okres ten ma wielkie znaczenie dla prawidłowego przebiegu procesu ustępowania spoczynku.

W przypadku zbioru orzeszków w pełni dojrzałych z drzew ich wilgotność może już być stosunkowo niska, mogą one jednak wymagać dalszego podsuszenia, gdy poziom ich naturalnej wilgotności jest wyższy od 10%, a więc od górnej granicy wilgotności wymaganej dla przechowywania orze-

szków grabu w obniżonej temperaturze. W Kórniku, wilgotność orzeszków grabu z owoców zebranych z drzew w pierwszych 10 dniach listopada w stanie w pełni dojrzałym (barwa orzeszków i okryw – brązowa) osiągała poziom 17-19% (Suszka 1968) w Czechosłowacji 14-15% (Vincent 1948). W roku 1992, z okresem letnio-jesiennym ekstremalnie ciepłym i suchym, wilgotność orzeszków grabu była bezpośrednio po zbiorze z drzew w Arboretum Kórnickim bardzo niska, wynosiła bowiem w dniu zbioru 7,3-7,8%.

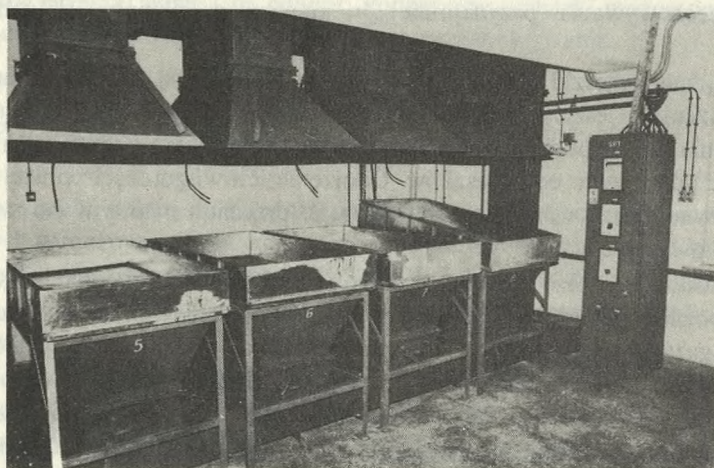
Po zbiorze z ziemi może się okazać, że wilgotność orzeszków wzrosła ponownie, dzięki kontaktowi z wilgotną nieraz glebą czy ściółką. W takim przypadku zachodzi konieczność podsuszenia orzeszków przeznaczonych do przechowywania, przynajmniej do granicznego poziomu wilgotności 10%.

Dojrzałe orzeszki grabu, jeszcze nie oddzielone od okryw, wymagają podsuszenia z jeszcze jednego powodu, chodzi bowiem o ułatwienie pokruszenia okryw podczas młócenia, przecierania, deptania itp. i o ich późniejsze oddzielenie od orzeszków. Obniżenie ich wilgotności poniżej 10% jest równocześnie warunkiem ich dalszego przechowywania w warunkach kontrolowanych.

Podsuszanie może przebiegać powoli, tak jak to się dzieje podczas prowizorycznego składowania zebranego plonu owoców np. na strychu czy w magazynie przejściowym. Owoce rozruca się wtedy (najlepiej na podłodze z desek) warstwą tym cieńszą, im wyższa była ich wilgotność wyjściowa. Dzięki codziennemu przegarnianiu proces podsychania przebiega wtedy równomiernie w całej masie owoców, a ich wilgotność osiąga w końcu poziom równoważny, odpowiadający temperaturze i wilgotności powietrza. Zmiany parametrów tego stanu powodują zmianę poziomu wilgotności owoców. Tak dzieje się, gdy w pełni dojrzałe owoce składowane są w wyżej opisanych warunkach przez całą zimę, z zamiarem ich zastratyfikowania późną wiosną w warunkach niekontrolowanych. Owoce podsuszone zgarnia się w grubsze warstwy, nie grozi im wtedy już zapleśnienie czy przegrzanie, nie trzeba ich też tak często przegarniać.

Proces podsuszania przebiega szybko w wymuszonym strumieniu podgrzanego powietrza, tak jak to się dzieje w różnego typu suszarniach. Temperatura powietrza przepływającego przez owoce nie powinna przekraczać 20°C, nie chodzi bowiem o zbyt pospieszny przebieg procesu suszenia, typowy dla temperatur wysokich. Korzystne dla suszenia temperatury niż-

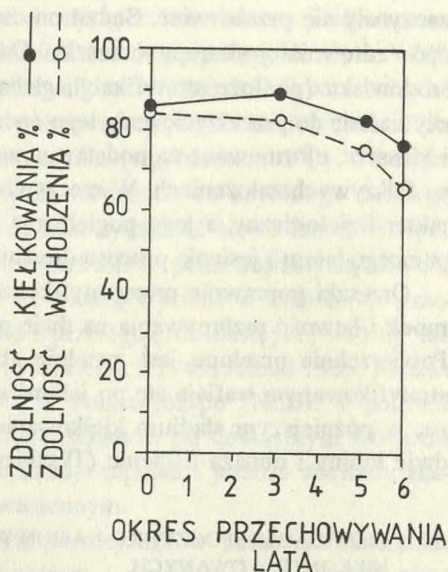
sze (15-20°C) zachowają swą efektywność, jeżeli obniżona przez schłodzenie chłonność powietrza dla pary wodnej zostanie ponownie podwyższona przez jego osuszenie. Stacje nasiennictwa leśnego Lasów Państwowych w Dukli i Białogardzie są wyposażone w suszarnie stołowe, przez które przepływa powietrze, tłoczone przez wentylatory w kierunku od dołu ku górze poprzez warstwę orzeszków, osuszane przez kondensację pary wodnej pobranej z nasion i podgrzewane przez nagrzewnice (ryc. 1). Kondensacja pary wodnej następuje na oziębianych przez agregat chłodniczy chłodnicach, umiejscowionych w strumieniu powietrza suszącego.



Ryc. 1. Suszarnie stołowe do suszenia nasion w przepływającym przez nie strumieniu podsuszanego powietrza o kontrolowanej temperaturze (np. 20°C) w Stacji Nasiennictwa Leśnego w Białogardzie (RDLP Szczecinek) (fot. E. Szubert)

Należy sobie zdawać sprawę z tego, że wilgotność suszonych owoców czy samych orzeszków, ustalona dla danej partii, jest wartością średnią. Indywidualne orzeszki danej partii cechuje wilgotność zróżnicowana, mieszcząca się w pewnym zakresie zmienności. Schönborn (1964) podaje przykład orzeszków grabu o średniej wilgotności 9,6%. W rzeczywistości, po zbadaniu 100 indywidualnych orzeszków tej partii okazało się, że wilgotność ich mieściła się pomiędzy 7,6 a 11,6%. Korzystna jest zawsze taka

sytuacja, gdy wilgotność pojedynczych nasion danej partii jest jak najbardziej zbliżona do poziomu jej wilgotności średniej.



Ryc. 2. Zdolność kiełkowania i wschodzenia nasion grabu bezpośrednio po podsuszeniu po zbiorze do wilgotności 9,5, a następnie, po przechowywaniu przy tej wilgotności w  $-3^{\circ}\text{C}$  w szczelnie zamkniętych pojemnikach przez okres 1-6 lat (Suszka i in. 1993)

Podsuszone orzeszki należy przechowywać w szczelnie zamkniętych pojemnikach w temperaturze niższej od  $0^{\circ}\text{C}$ . Nasiona grabu przechowywano w takich warunkach przez 6 lat (ryc. 2) przy ciągle wysokiej zdolności kiełkowania i wschodzenia (Suszka i in. 1993).

## 6.9. SPOCZYNEK NASION I JEGO USTĘPOWANIE

Nasiona grabu, zebrane wcześniej czy późno, znajdują się w stanie głębokiego spoczynku, który ustępuje dopiero po upływie kilkunastotygodniowego okresu oddziaływania temperatur nieco tylko wyższych od  $0^{\circ}\text{C}$ . Tyszkiewicz (1949) i Jahnelt (1956) obserwowali intensywne kiełkowanie nasion grabu przysposabianych do siewu zimą w warunkach niekontrolowanych, po wczesnym zbiorze we wrześniu („na zielono”). Jahnelt sądził, że dalsze pozostawianie nasion na drzewie pogłębia stan spoczynku lub

przypiesza jego powstawanie. Messer (1959) potwierdził słuszność tych przypuszczeń, obserwując doskonale wschody nasion z orzeszków zebranych w okresie, gdy orzeszki i ich okrywy były jeszcze zielone, ale liście zaczynały się przebarwiać. Sądził on, że jedyną przyczyną spoczynku jest opór zdrewniałej skorupy orzeszka. Oddziaływanie chłodu w wilgotnym środowisku (podłoże stratyfikacji, gleba w szkółce) miałyby zatem przyczynić się do przewyciężenia tego oporu. Dziś wiemy, że poglądy Jahnela i Messera, uformowane na podstawie prawidłowych obserwacji były oparte na fałszywych założeniach. W rzeczywistości spoczynek nasion ma tu charakter fizjologiczny, a jego pogłębienie następuje jedynie na skutek postępującego latem i jesienią procesu drewnienia perykarpu (skorupy orzeszka).

Orzeszki poprawnie przestratyfikowane cechuje zciemniała barwa skorupki i łatwość rozłupywania na dwie płaskie, symetrycznie równe części. Powierzchnia przełupu jest zupełnie gładka, jakby szlifowana. W plonie stratyfikowanym trafiają się po jakimś czasie pierwsze skielkowane nasiona, w późniejszym stadium kiełkowania skorupa orzeszka rozpada się na dwie łupiny i obnaża liścienie (Tyszkiewicz 1949).

#### 6.9.1. LIKWIDACJA SPOCZYNKU NASION W WARUNKACH NIEKONTROLOWANYCH

Messer (1959) zaproponował sposób postępowania, w którym podobnie jak w zalecanym przez Tyszkiewicza (1949) natychmiastowym siewie wraz z okrywami orzeszków zebranych „na zielono”, chodziło o niedopuszczenie do przejściowego nawet spadku wilgotności nasion. W myśl wskazówek Messera orzeszki takie należy pod drzewostanem usypać w miejscu z przepuszczalną glebą w stosy wysokości ok. 50 cm, aby umożliwić oddziaływanie naturalnych czynników meteorologicznych. W okresach suchych niedobór wilgoci należy uzupełnić przez polewanie lub spryskiwanie stosów wodą. Orzeszki pozostają w ten sposób stale wilgotne, ich samozagrzewanie się nie jest szkodliwe. W takich warunkach gniją też i odpadają z czasem okrywy. Naturalne ciepło wydzielające się w trakcie gnicia okryw i oddychania silnie uwodnionych orzeszków w stosach jest tu równoznaczne ze wstępną stratyfikacją ciepła, z czego Messer nie zdawał sobie sprawy. Same orzeszki oddziela się w listopadzie od wszystkich pozostałości przez odsianie na sicie, po czym poddaje się je stratyfikacji,

trwającej do wiosny. W początkach lutego, a więc po ok. 12 tygodniach stratyfikacji, należy według Messera przenieść stratyfikowany materiał z piwnicy lub dołu stratyfikacyjnego w miejsce znacznie chłodniejsze, o temperaturze bliskiej  $0^{\circ}\text{C}$ , co ma zapobiec wczesnemu kiełkowaniu. W przypadku pozostawienia w dole kiełkowanie rozpoczynało się w Wolfgang w Hesji (gdzie Messer był kierownikiem wyłuszczeni) wcześnie, bo już w pierwszych dniach marca, gdy temperatura wokół nasion dochodziła do ciepłego optimum kiełkowania nasion (wg Messera  $7^{\circ}\text{C}$ ). Po kilku następnym dniach dochodziło w tych warunkach do szybkiego dalszego wzrostu i przerastania korzeni, co obniża wydajność siewu takich nasion.

Nasiona ze zbioru późnego, w orzeszkach w pełni dojrzałych, natychmiast po zbiorze stratyfikowane, a na wiosnę wysiane w szkółce, w przeważającej mierze nie kiełkują wcale i przelegują do następnej wiosny lub kiełkują w nieznacznym procencie (Tyszkiewicz 1949; Jahnel 1956; Messer 1959). Według Tyszkiewicza (1949) w Polsce już po zbiorze w połowie października zanika szansa uzyskania wschodów po dokonanych wówczas wysiewie, ale natychmiastowa stratyfikacja zapewnia jeszcze wschody znacznego odsetka nasion po siewie wiosennym.

Przelegiwania nasion zbieranych później niż w październiku można uniknąć, podsuszając orzeszki po zbiorze i przechowując je przez zimę luzem, a następnie stratyfikując je od maja–czerwca w warunkach niekontrolowanych, aż do wysiewu na drugą wiosnę po zbiorze, co zapewnia równomierne wschody. Messer (1959) twierdził, że do stratyfikacji takich orzeszków można przystąpić nawet w pierwszych dniach sierpnia.

Według Jahnela (1956) nasiona z orzeszków zebranych we wrześniu i natychmiast zastratyfikowanych w dole ziemnym, w piwnicy lub w kopcu w podłożu z wilgotnego piasku, mchu torfowca lub w próchnicznej ziemi liściowej, po siewie w początkach kwietnia (w Tharandt w Saksonii) wschodziły nawet w 90%, po zbiorze w październiku i podobnym traktowaniu już tylko w około 60%. W takich warunkach stratyfikacja przebiega tam aż do daty siewu przez 24–26 tygodni, z tym, że przez jej ostatnie 8 tygodni próbowano powstrzymać kiełkowanie schładzając temperaturę do prawie  $0^{\circ}\text{C}$ . Efektywnie współdziałało więc w likwidacji stanu spoczynku tylko 16–18 tygodni pobytu w temperaturze nieco wyższej, choć pierwsze tygodnie stratyfikacji przebiegały w dołach i w piwnicy w temperaturze  $9\text{--}10^{\circ}\text{C}$ .

W doświadczeniach Tyszkiewicza i Dąbrowskiej (1953) przeprowadzonych w Aninie pod Warszawą, orzeszki zebrano w dniu 8 października i natychmiast zastratyfikowano w wilgotnym, grubym piasku w skrzynkach zakopanych w ziemi na głębokość 50 cm. Niektóre skrzynki chroniono przed mrozem warstwą izolacyjną ze zbitej ściółki liściastej. Nasiona stratyfikowane w tych warunkach kiełkowały na wiosnę i po siewie wschodziły w prawie 50%, lecz tylko po stratyfikacji pod ściółką. Stratyfikacja trwała w tym przypadku od końca pierwszej dekady października do końca pierwszej dekady kwietnia, a więc około 27 tygodni.

Okresy stratyfikacji, znacznie przedłużone ponad rzeczywistą potrzebę (Tyszkiewicz i Dąbrowska 1953; Jahnel 1956; Messer 1959), wynikały z typowych dla warunków niekontrolowanych, naturalnych okresów z temperaturą niższą od 0°C. W takich okresach nawet pod okrywą izolującą glebę od mrozu wilgotne podłoże zmieszane z orzeszkami grabu zamarzało na jakiś czas, przez co ustępowanie spoczynku ulegało zawieszeniu do czasu roztajania. Po wczesnym zbiorze i natychmiastowej stratyfikacji w tych warunkach również początkowy jej okres przebiegał w temperaturach wyższych od 5°, a nawet 10°C, więc dla przebiegu ustępowania spoczynku nasion tego gatunku mniej efektywnych lub co najmniej opóźniających przebieg kiełkowania, co wynika z badań Suszki (1968).

#### 6.9.2. LIKWIDACJA SPOCZYNKU NASION W WARUNKACH KONTROLOWANYCH

Stratyfikację wyłącznie chłodną w temperaturach stałych -3, 1, 4 i 7°C zastosował Jahnel (1956) dla orzeszków grabu, zebranych w Saksonii na początku października i wkrótce po zbiorze zastratyfikowanych na okres do połowy maja roku następnego. Tak traktowane nasiona z reguły nie kiełkowały.

Vincent (1959) doszedł do wniosku, że stratyfikacja orzeszków grabu w piasku, której łączny czas trwania określał na 21-26 tygodni, powinna składać się z dwu faz: cieplej, a następnie chłodnej. Również Kocięcki (1964; 1965) stwierdził, że orzeszki zebrane w Polsce przed pełną dojrzałością, bo we wrześniu lub w pierwszych dniach października i moczone w wodzie przez 3 doby, powinny być stratyfikowane w 20°C przez 4 tygodnie, a następnie przez 21 tygodni w 5°C. Po wiosennym wysiewie zape-

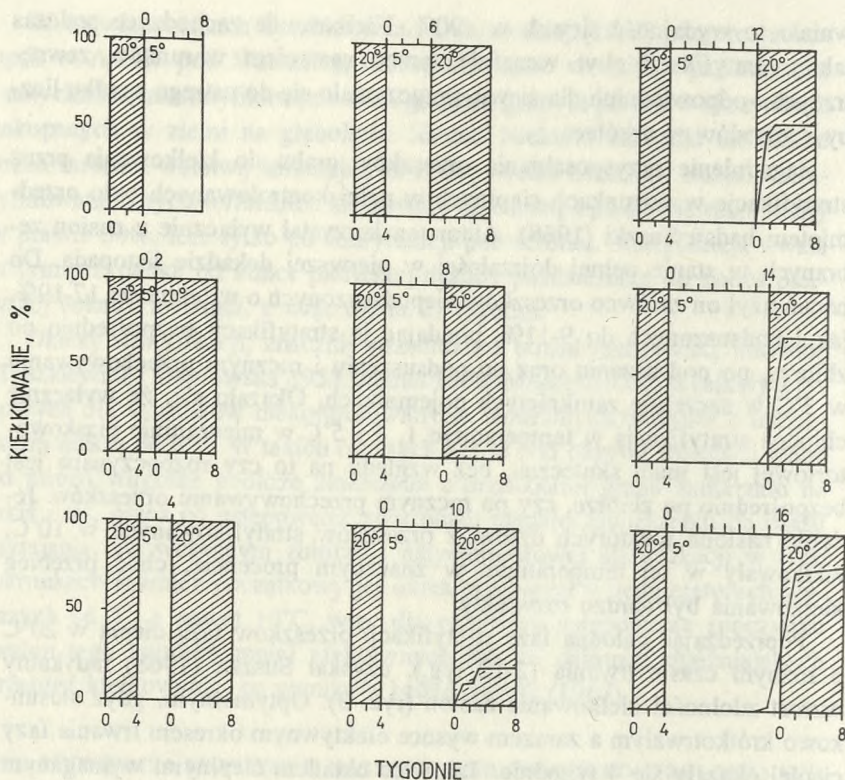


wniało to wydajność siewek w 90%. Kiełkowanie zachodzące podczas takiej stratyfikacji zbyt wcześnie, przed nastaniem warunków zewnętrznych, odpowiednich dla siewu, przyczyniało się do ostrego spadku liczby wschodów w szkółce.

Zagadnienie przysposabiania orzeszków grabu do kiełkowania przez stratyfikację w warunkach cieplnych w pełni kontrolowanych było przedmiotem badań Suszki (1968). Autor ten korzystał wyłącznie z nasion zebranych w stanie pełnej dojrzałości w pierwszej dekadzie listopada. Do badań użył on zarówno orzeszków niepodsuszonych o wilgotności 17-19%, jak i podsuszonych do 9-11%, poddając je stratyfikacji bezpośrednio po zbiorze, po podsuszeniu oraz po podsuszeniu i rocznym przechowywaniu w 3°C w szczelnie zamkniętych pojemnikach. Okazało się, że wyłącznie chłodna stratyfikacja w temperaturze 1, 3 i 5°C w mieszaninie piaskowo-torfowej jest mało skuteczna, bez względu na to czy rozpoczynana jest bezpośrednio po zbiorze, czy po rocznym przechowywaniu orzeszków. Jedynie nasiona niektórych drzew, z orzeszków stratyfikowanych w 10°C, kiełkowały w tej temperaturze w znacznym procencie, choć przebieg kiełkowania był bardzo rozwlekły.

Poprzedzając chłodną fazę stratyfikacji orzeszków fazą ciepłą w 20°C o różnym czasie trwania (2-12 tyg.), uzyskał Suszka (1968) radykalny wzrost zdolności kiełkowania nasion (ryc. 3). Optymalnym, gdyż stosunkowo krótkotrwałym a zarazem wysoce efektywnym okresem trwania fazy ciepłej okazały się 4 tygodnie. Tak więc układem cieplnym, wymaganym dla efektywnej likwidacji stanu spoczynku dojrzałych nasion grabu byłaby stratyfikacja ciepło-chłodna z 4-tygodniową fazą ciepłą, podobnie jak to dla nasion nie w pełni dojrzałych stwierdził wcześniej Kocięcki (1964; 1965). Jest wysoce prawdopodobne, że zabiegi, którym poddaje się przed siewem nie w pełni dojrzałe, jak i całkowicie dojrzałe orzeszki grabu, muszą mieć na celu wpięrowanie osłabienie oporu zdrewniałego perykarpu, a potem likwidację spoczynku samych nasion. Pierwszy efekt byłby zapewniany przez stratyfikację tzw. ciepłą (20°C), drugi przez następującą po niej stratyfikację chłodną (3-5°C).

Należy tu wspomnieć, że pozytywny efekt wstępnej fazy ciepłej nie ulega osłabieniu po jej przedłużeniu nawet do 12 tygodni. Pozwala to zrozumieć korzystny wpływ rozpoczynania stratyfikacji orzeszków grabu w warunkach niekontrolowanych, w piwnicach czy w dołach stratyfikacyjnych już na po-



Ryc. 3. Przebieg kiełkowania nasion grabu w 20°C po stratyfikacji orzeszków ciepło-chłodnej z 4-tygodniową fazą ciepłą (20°C) i stopniowo przedłużaną fazą chłodną (5°C). Próby kiełkowania przeprowadzano w 20°C przez 8 tygodni. Orzeszki po zbiorze poduszono do wilgotności 9,5% i natychmiast stratyfikowano (Suszka 1968)

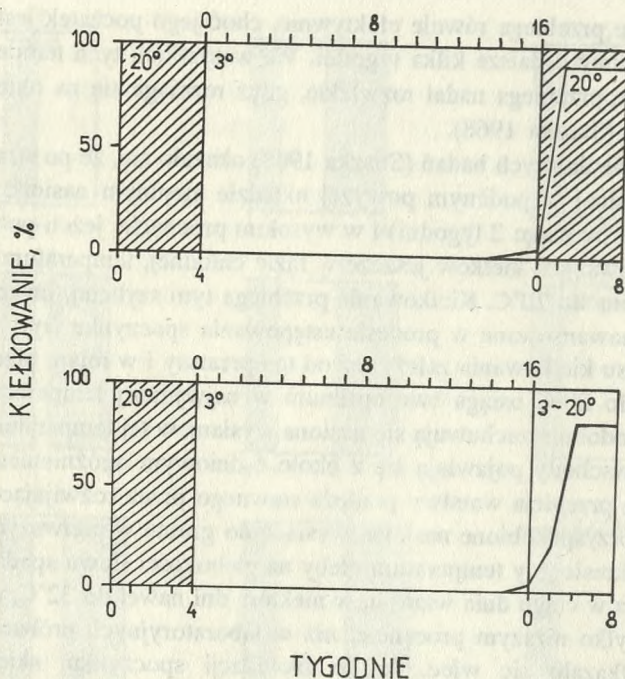
czątku lub w pełni lata (Tyszkiewicz 1949). Podobnie ma się rzecz z nie-stratyfikowanymi orzeszkami, wysianymi w tych samych terminach do gruntu.

W fazie chłodnej, w dowolnej temperaturze zakresu 1-10°C, kiełkowanie rozpoczyna się po 12-18 tygodniach, z wyraźnym optimum i największym przyspieszeniem w 3-5°C. W tych warunkach zdolność kiełkowania jest wysoka, gdyż przeważająca większość pełnych i żywotnych nasion podejmuje kiełkowanie. Gdy faza chłodna przebiega w 10°C,

kiełkowanie przebiega równie efektywnie, choć jego początek jest zazwyczaj opóźniony o dalsze kilka tygodni. We wszystkich tych temperaturach kiełkowanie przebiega nadal rozwlekle, gdyż rozciąga się na okres ponad 10 tygodni (Suszka 1968).

W trakcie dalszych badań (Suszka 1968) okazało się, że po stratyfikacji ciepło-chłodnej w podanym powyżej układzie cieplnym nasiona kiełkują energicznie (w ciągu 2 tygodni) i w wysokim procencie, jeżeli po pojawieniu się pierwszych kiełków jeszcze w fazie chłodnej, temperatura zostanie podwyższona do 20°C. Kiełkowanie przebiega tym szybciej, im nasiona są bardziej zaawansowane w procesie ustępowania spoczynku (ryc. 3). Przebieg procesu kiełkowania zależy też od temperatury i w miarę przesuwania się od 5 do 20°C osiąga swe optimum w najwyższej temperaturze tego zakresu. Podobnie zachowują się nasiona wysiane w tej temperaturze z tym tylko, że wschody pojawiają się z około 6-dniowym opóźnieniem, koniecznym dla przebiccia warstwy podłoża siewnego przez rozwijające się siewki. Tak przysposobione nasiona, wysiane do gruntu w pierwszych dniach maja, w okresie gdy temperatura gleby na głębokości siewu spada nocą do ok. 10°C, a w ciągu dnia wzrasta, w niektóre dni nawet do 32°C, wschodzą w nieco tylko niższym procencie, niż w laboratoryjnych próbach wschodzenia. Okazało się więc, że do likwidacji spoczynku, skiełkowania i wzejścia nasiona grabu wymagają określonej sekwencji trzech faz termicznych: ciepłej (opt. 4 tygodnie), chłodnej (kilkanaście tygodni) i ciepłej lub cyklicznie zmiennej (odpowiednio 2 lub 4 tygodnie).

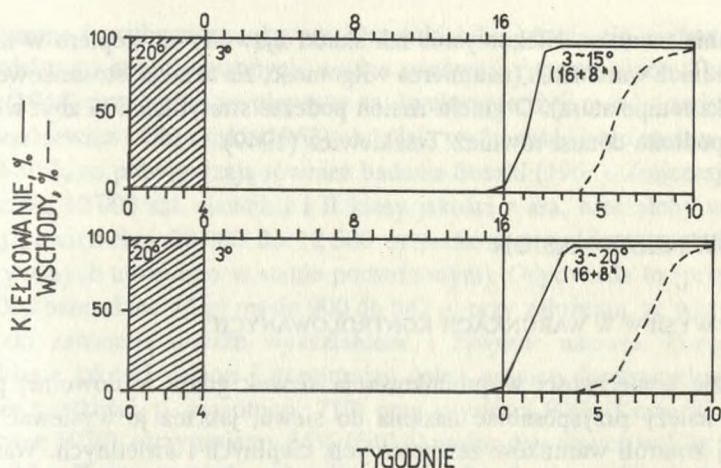
Kiełkowanie i wschodzenie uprzednio stratyfikowanych nasion w temperaturze stałej (20°C) oraz cyklicznie zmiennej (3~20°C) porównano na rycinie 4 (Suszki i in. 1993). Zdolność kiełkowania była wysoka, a większość nasion kiełkowała w ciągu 2-3 tygodni po wysiewie. Równocześnie (Suszka i in. 1993) z powodzeniem wypróbowano w fazie kiełkowania i wschodzenia układy cieplne 3~15°C i 3~20°C (16+8 godz./dobę), zbliżone do panujących w glebie w szkółce na głębokości siewu nasion (1-2 cm) w okresie wiosennym (np. w kwietniu), kiedy obserwuje się stosunkowo duże wahania temperatury pomiędzy dniem i nocą (ryc. 5) w górnych warstwach gleby. Wschodzenie nasion przebiegało z prawie taką samą szybkością, bo w ciągu 2-3 tygodni, choć z 1-2-tygodniową zwłoką na przebiccie przez kiełkujące nasiona warstwy gleby lub podłoża, przykry-



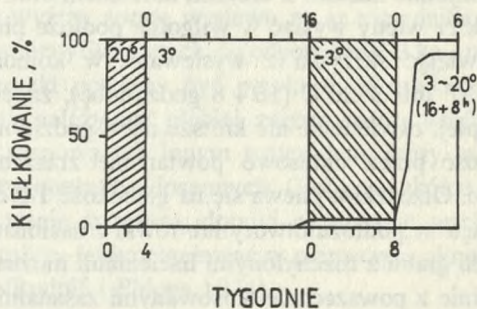
Ryc. 4. Przebieg kiełkowania nasion grabu po ciepło-chłodnej ( $20^{\circ}/3^{\circ}\text{C}$ , 4+16 tyg.) stratyfikacji orzeszków. Próby kiełkowania przeprowadzono w temperaturze stałej ( $20^{\circ}\text{C}$ ) i cyklicznie zmiennej ( $3\sim 20^{\circ}\text{C}$ , 16+8 godz./dobę). Przed stratyfikacją orzeszki podsuszone do wilgotności 9,5% przechowywano w  $-3^{\circ}\text{C}$  przez 3 miesiące (Suszka i in. 1993)

W sytuacji, w której wysiew w szkółce natrafiałby po stratyfikacji na trudności, można podłoże stratyfikacyjne wraz z zawartymi w nim orzeszkami zamrozić w  $-3^{\circ}\text{C}$  na okres do 8 tygodni, co skutecznie powstrzymuje kiełkowanie (ryc. 6). Po rozmrożeniu w odpowiednim terminie można przystąpić do siewu.

Nadmierna wilgotność podłoża stratyfikacyjnego sprzyja rozwojowi niektórych grzybów. Příhoda (1955) stwierdził, że w takiej sytuacji ponad 50% orzeszków zostało zaatakowanych przez grzyba *Verticillium* sp. Do infekcji dochodziło w większości przypadków jeszcze na drzewach, w okresie doj-



Ryc. 5. Przebieg kiełkowania i wschodzenia nasion grabu po ciepło-chłodnej ( $20^{\circ}/3^{\circ}\text{C}$ , 4+16 tyg.) stratyfikacji orzeszków, w temperaturze cyklicznie zmiennej 3-15 i 3-20°C (16+8 godz./dobę). Przed stratyfikacją orzeszki podsuszone do wilgotności 10,5% przechowywano w  $-3^{\circ}\text{C}$  przez 2 miesiące (Suszka i in. 1993)



Ryc. 6. Przebieg kiełkowania nasion grabu po ciepło-chłodnej ( $20^{\circ}/3^{\circ}\text{C}$ , 4+16 tyg.) stratyfikacji orzeszków. Próby kiełkowania przeprowadzano w temperaturze cyklicznie zmiennej ( $3\sim 20^{\circ}\text{C}$ , 16+8 godz./dobę). Po stratyfikacji, a przed próbą kiełkowania podłoże stratyfikacyjne wraz z zawartymi w nim orzeszkami zamrażano w  $-3^{\circ}\text{C}$  na okres 8 tygodni w celu powstrzymania kiełkowania. Przed stratyfikacją orzeszki podsuszone po zbiorze do wilgotności 9,5% przechowywano w  $-3^{\circ}\text{C}$  przez 3 miesiące (Suszka i in. 1993)

rzewania owoców. Niekorzystne ich skutki ujawniły się dopiero w nieodpowiednich warunkach (nadmierna wilgotność, zła aeracja, stosunkowo niewysoka temperatura). O gniciu nasion podczas stratyfikacji w zbyt wilgotnym podłożu donosi również Tyszkiewicz (1949).

## 6.10. WYSIEW NASION

### 6.10.1. WYSIEW W WARUNKACH KONTROLOWANYCH

W razie konieczności wyprodukowania siewek grabu w dowolnej porze roku, należy przysposabiać nasiona do siewu, jak też je wysiewać przy pełnej kontroli warunków zewnętrznych, cieplnych i świetlnych. Warunki takie zapewniają tylko odpowiednio wyposażone laboratoria.

Korzysta się wtedy z orzeszków zebranych późną jesienią w stanie pełnej dojrzałości i po podsuszeniu do wilgotności 8-10% przechowywanych w szczelnie zamkniętym pojemniku, w temperaturze niższej od 0°C. W terminie poprzedzającym datę wyprodukowania siewek o ok. 20-22 tygodni przeprowadza się stratyfikację w układzie cieplnym 20°/3°C (4 + 14-16 tyg.), którą przerywa się po pojawieniu się nasion kiełkujących najwcześniej. Wszystkie nasiona z krótkim korzeniem oraz wszystkie orzeszki pęknięte należy wtedy wysiać w wilgotne podłoże piaskowo-torfowe (1:1, obj.), ustawiając skrzynki z wysiewami w komorze wzrostowej w temperaturze 20° lub 3~20°C (16 + 8 godz./dobę), zapewniając im, zawsze w fazie cieplej, oświetlenie nie krótsze niż 8 godzin na dobę i umiarkowaną wilgotność przez okresowo powtarzane zraszanie powierzchni podłoża siewnego. Orzeszki wysiewa się na głębokość 1-2 cm, przysypując piaskiem wyciśnięte w podłożu otwory lub rowki z nasionami. Pojawiające się wkrótce siewki grabu z rozchylonymi liścieniami można pikować w inne podłoże, zgodnie z powszechnie stosowanymi zasadami.

### 6.10.2. WYSIEW W SZKÓLCE

Norma wysiewu orzeszków grabu zależy od tego czy chodzi o orzeszki zebrane „na zielono”, z konieczności zaopatrzone jeszcze w okrywą i niepodsuszone (a więc stosunkowo ciężkie), czy też orzeszki dojrzałe, już

podsuszone i pozbawione okrywy. Orzeszki takie różnią się ciężarem od orzeszków już stratyfikowanych, a więc ponownie napęczniałych. Tyszkiewicz (1949) przyjmuje, że pierwsze są dwukrotnie lżejsze od drugich.

Tyszkiewicz i Obmiński (1963) określają wydajność siewu nasion grabu na 50-80%, co potwierdzają również badania Suszki (1968). Zmierząc do uzyskania 10 000 szt. siewek I i II klasy jakości z ara, należałoby wysiać na tej powierzchni 20 000 do 12 500 orzeszków stratyfikowanych (przechowywanych uprzednio w stanie podsuszonym). Odpowiada to (przy masie 1000 orzeszków 45 g) masie 900 do 562 g, przy założeniu, że wszystkie orzeszki zawierają dobrze wykształcone i żywotne nasiona. Pozostając w I klasie jakości nasion i przyjmując dolną granicę dopuszczalnych tu jeszcze wielkości, tj. żywotność 71% przy czystości 90% (Kocięcki i Antosiewicz 1976), otrzymujemy 64% (640 g) nasion żywotnych w 1 kg plonu orzeszków. Z tego względu należałoby podwyższyć normę siewną do 890-1410 g na ar. W „Zasadach hodowli lasu” przyjęto normę jeszcze wyższą – 2000 g – dla analogicznych, choć lżejszych (masa 1000 nasion 35 g) orzeszków (Anonim 1988). Jest mało prawdopodobne, by mogło to być spowodowane jedynie odrzuceniem siewek klasy jakości niższej od I i II, ponieważ podana powyżej norma dotyczy tylko siewek tych właśnie klas. Można więc przyjąć, że przyjęta została znacznie niższa wydajność siewek w szkółce niż ta, z której wyszli Tyszkiewicz i Obmiński. Tyszkiewicz (1949) przyjął znacznie wyższą normę wysiewu na ar roszadnika, określając ją na 4-6 kg orzeszków stratyfikowanych, co odpowiada 2-3 kg orzeszków suchych.

Wysiane orzeszki powinny być przykryte w rowkach glebą grubości 6-12 mm. Jesienią należy siać głębiej, zagony należy wtedy pokryć tkaniną jutową, ściółką sosnową lub innym materiałem, który usuwa się dopiero po ostatnich przymrozkach wiosennych. Glebę w szkółce należy utrzymywać wiosną w stanie świeżym, dopóki nie ustanie wschodzenie nasion, a same zagony należy lekko cieniować w pierwszym okresie wegetacji siewek w szkółce (Rudolf i Phipps 1974).

#### 6.10.2.1. WCZESNY WYSIEW ORZESZKÓW ZEBRANYCH „NA ZIELONO”

Orzeszki jeszcze zielone trudno oddzielają się od zielonej lub dopiero zaczynającej się przebarwiać okrywy, dlatego też wysiać je należy wraz z okrywami bez podsuszania w końcu sierpnia lub na początku września (Tyszkiewicz 1949). Wczesny wysiew zapewnia przejście niezbędną dla

masowego skielkowania ciepłej fazy przedsewnego przysposabiania w nagrzaną glebę w sierpniu i wrześniu, po czym następuje okres oddziaływania temperatur niższych. Jeśli w okresie od jesieni do wiosny wystarczająca jest liczba dni z glebą chłodną, lecz nie zamrożoną, koniecznych dla ustąpienia spoczynku nasion, to wschodzą one w znacznym procencie już na pierwszą wiosnę po siewie późnym latem.

Tyszkiewicz i Dąbrowska (1953) uzyskali na pierwszą wiosnę po zbiorze tylko 21% wschodów, gdy orzeszki zebrano później, bo 12 września, a wysiano w dniu 19 września. Data siewu była tu na tyle opóźniona, że pora ciepła z glebą w szkółce jeszcze nie schłodzoną dobiegała już końca i dla większości nasion tej partii orzeszków grabu nie była efektywna.

#### 6.10.2.2. WYSIEW ORZESZKÓW W PEŁNI DOJRZAŁYCH, NIE PRZYSPOBIONYCH PRZED SIEWEM

Orzeszki grabu w pełni dojrzałe, wysiewane w szkółce z konieczności już późno, bo w listopadzie, nie rokują nadziei na uzyskanie z nich wschodów na najbliższą wiosnę. Po zbiorze orzeszków o żywotności 86% (Tyszkiewicz i Dąbrowska 1953) na kilka tygodni wcześniej, bo 12 października, i wysiewie w tydzień po zbiorze, weszło do końca następnego okresu wegetacyjnego 21,1% siewek. Po zbiorze orzeszków w dniu 16 października (żywotność 68%) i siewie w szkółce tego samego dnia (Tyszkiewicz i Dąbrowska 1953), uzyskano na najbliższą wiosnę wydajność siewu 0,3%, natomiast obfite wschody pojawiły się na wiosnę roku następnego, a więc dopiero po rocznym przelegiwaniu w szkółce, po przejściu w glebie od wiosny do jesieni okresu z podwyższoną temperaturą. Jak wiadomo (Suszka 1968) okres oddziaływania takich temperatur nie musi obejmować całego lata, a jednakową efektywność zapewnia w warunkach kontrolowanych oddziaływanie ciepła (20°C) przez dowolny okres 4-12 tygodni. Jest to niezbędne dla wzmożenia efektywności następującego po nim oddziaływania chłodu, który jest nieodzownym warunkiem ustąpienia spoczynku nasion.

Orzeszki zebrane w październiku w Saksonii (Jahnel 1956) i natychmiast wysiane, na najbliższą wiosnę już nie kiełkowały. W świetle wyników badań polskich (Suszka 1968) łatwo to wyjaśnić tym, że przy tak późnym siewie nie natrafiają one w glebie już na żaden dłuższy okres wyraźnie ciepły, co odbiera skuteczność termicznym warunkom glebowym w okresie



jesień–wiosna. Nasiona późno wysiane przechodzą w glebie tylko naturalną stratyfikację chłodną z ewentualnymi przerwami, wywoływanymi w ziemie przez blokadę procesów fizjologicznych przez mróz.

#### 6.10.2.3. WYSIEW ORZESZKÓW W PEŁNI DOJRZAŁYCH, PRZYSPOBIONYCH DO KIELKOWANIA W WARUNKACH NIEKONTROLOWANYCH

Warunki nie kontrolowane to takie, na które szkółkarz ma wpływ tylko ograniczony. Może on wprawdzie zdecydować o wilgotności podłoża stratyfikacyjnego i nasion pośrednio, przez zraszanie wodą nasion stratyfikowanych luzem czy w pojemnikach w miejscach dostępnych, np. w piwnicach. W takich warunkach można dobrać pomieszczenia o temperaturze odpowiedniej dla mniej więcej prawidłowego przebiegu procesu ustępowania spoczynku nasion. Jednakże podczas stratyfikacji nasion wprost pod drzewostanem, w skrzynkach zakopanych w ziemi czy w dołach ziemnych lub betonowych, można warunki cieplne w ograniczony tylko sposób modyfikować przez odpowiedni dobór głębokości umieszczenia stratyfikowanych nasion w dole, czy skrzyni. Można też dodatkowo zabezpieczyć nasiona przed przemrożeniem w zimie, stosując izolację ze ściółki (Tyszkiewicz i Dąbrowska 1953). W przypadku przedwczesnego skielkowania nasion szkółkarz jest najczęściej bezradny, gdyż nasiona przerośnięte do siewu już się nie nadają. Może on co najwyżej po pojawieniu się pierwszych nasion kiełkujących przenieść podłoże wraz z nasionami do pomieszczenia z temperaturą, bliską 0°C lub nieco jeszcze niższą (Messer 1959). Pewnym wariantem poddania nasion działaniu warunków nie kontrolowanych jest wysiew orzeszków w szkółce bez stratyfikacji w nadziei, że naturalna sekwencja temperatur zewnętrznych zapewni nasionom wszystkie niezbędne warunki cieplne. Inny czynnik – odpowiednie uwodnienie nasion – można kontrolować przez wystarczająco obfite zraszanie zagonów siewnych wodą w okresach suszy glebowej.

Inną możliwość stwarza zbiór orzeszków dojrzałych późną jesienią, ich przetrzymanie w chłodnym, przewiewnym miejscu do późnej wiosny i wysiew w szkółce jeszcze przed lub bezpośrednio po nastaniu lata. Nasiona takie są poddane wpiery oddziaływaniu ciepła, po tym chłodu (ewentualnie przeplatane go mrozem) i wschodzą zazwyczaj obficie na drugą wiosnę po zbiorze (Tyszkiewicz 1949).

Jírotka (Jablonec nad Nisou, Czechy) wysiewał na skalę masową orzeszki grabu. Zebrano tam 1000 kg orzeszków w listopadzie, po czym oswobodzono je od okryw, czyszczono przez sflawianie w wodzie, a następnie moczo w wodzie przez kilka dni. Nawilżone orzeszki zmieszano z piaskiem i umieszczono w skrzyniach, kończąc te prace 17 grudnia. Ze względu na siew zaplanowany na marzec na najbliższą wiosnę po zbiorze, przystąpiono do przysposabiania nasion w oborze, co umożliwiało przewietrzanie nasion (przegarnianie co 14 dni) i sprzyjało zachowaniu odpowiedniej ich wilgotności (oddychanie bydła) i temperatury, wynoszącej powyżej 6°C. W razie potrzeby polewano też orzeszki wodą o temperaturze 30-40°C. Pierwsze kiełki obserwowano 18 lutego, nasiona kiełkowały w swej masie około 20 marca. Nasiona nieprzegarniane w tym czasie jeszcze w ogóle nie kiełkowały. Przysposobione nasiona wysiano w szkółce w kwietniu.

#### 6.10.24. WYSIEW ORZESZKÓW W PEŁNI DOJRZAŁYCH, PRZYSPOSOBIONYCH DO KIEŁKOWANIA W WARUNKACH KONTROLOWANYCH

Wiosenny wysiew orzeszków musi poprzedzić przysposobienie nasion przez stratyfikację ciepło-chłodną, w podłożu piaskowo-torfowym. Stratyfikacja ta obejmuje 4-tygodniową fazę ciepłą w temperaturze 20°C i fazę chłodną w dowolnej temperaturze zakresu 3-5°C, trwającą zazwyczaj 14-16 tygodni, a przerywaną po pojawieniu się pierwszych kiełków (Suszka 1968). Łączny czas trwania stratyfikacji wynosi 18-20 tygodni, o taki też czas początek stratyfikacji powinien wyprzedzać datę siewu. Przykładowo można podać, że przy dacie siewu przyjętej na dzień 5 maja stratyfikację należałoby rozpocząć w dniu 15 grudnia. Do tego czasu orzeszki należy przechowywać w stanie podsuszonym (wilgotność 8-10%), w szczelnie zamkniętych i przez cały czas nie otwieranych pojemnikach. Mogą to być nasiona z późnojesiennego zbioru, a więc nasiona kilkutygodniowe lub nasiona przechowywane przez okres 1-5 lat w chłodni.

Instytut Dendrologii Pan  
ul. Parkowa 5  
62-035 Kórnik

## LITERATURA

- Anonim 1966. Internationale Vorschriften für die Prüfung von Saatgut. Proc. Intern. Seed Testing Assoc. 31(4): 521-690.
- Anonim 1985. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology 13(2): 299-513.
- Anonim 1988. Zasady hodowli lasu. Wyd. V. PWRiL Warszawa.
- Antosiewicz Z., Kocięcki S. 1976. Materiał siewny. Nasiona drzew i krzewów leśnych i zadrzewieniowych. Norma branżowa BN-76, 9211-02. Wydawnictwa Normalizacyjne, Warszawa, 103 s.
- Badea M. 1967. [The trend of succession of forest tree species as a basis for choosing the best treatment to apply to the riparian forests of the Banat region]. Revista Pădurilor 82(6): 288-291. [For. Abstr. 1968, 29, nr 337].
- Badea M., Constantinescu N., Danciu I. 1968. Contribuții la studiul regenerării șleaurilor de luncă din Banat. Institutul de Cercetări Forestiere, București. 63 s.
- Bartkowiak S. 1965. Ptaki Arboretum Kórnickiego. Acta Ornithologica 9(3): 137-142.
- Bartkowiak S. 1970. Ornithochoria rodzimych i obcych gatunków drzew i krzewów. Arbor. Kórnickie 15: 237-261.
- Bärtels A. 1982. Gehölzvermehrung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Bodmer H. 1932. Über den Windpollen. Natur u. Technik 3.
- Borse C. 1939. Über die Frage der Pollenproduktion, Pollenzerstörung und Pollenverbreitung in ostpreussischen Waldgebieten. Schr. d. Phys.-ökonom. Ges. zu Königsberg (Pr.) 71: 127-144.
- Borsos Z. 1953. Gyertyános tölgygazdálkodás különös tekintettel a természetes felúitásra. (Management of Hornbeam/Oak forest with special reference to natural regeneration). Erő 2(4): 307-321, 390-391, 394.
- Buffet M. 1981. Techniques de récolte des faines. W: Tessier du Cros E. (red.). Le Hêtre, 241-248. INRA, Paris.
- Bugała W. 1979. Drzewa i krzewy dla terenów zieleni. PWRiL, Warszawa.
- Dyakowska J. 1936. Recherches on the rapidity of the falling down of pollen of some trees. Bull. Acad. Polon. Sci. et L., Sc. Math.-Nat. B, Cracovie. 155-168.
- Eisenhut G. 1961. Untersuchungen über die Morphologie und die Ökologie der Pollenkörner heimischer und fremdländischer Waldbäume. Forstwiss. Forsch. 15: 1-68.
- Enescu V., Dobrescu Z., Voinescu I., Mihalache A., Badea N., Constantin A. 1971. Cercetări privind folosirea sărurilor de tetrazoliu la determinarea calității semințelor. Stud. Cerc. Inst. Cerc. Silvici (Ser. I, Silv.) 28(IV): 57-80.
- Falińska K. 1971. Produkcja nasion różnowiekowego i wielogatunkowego drzewostanu zbiorowiska grądu w Białowieskim Parku Narodowym. Sylwan 115(6): 17-23.
- Firbas F. 1949. Nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Fischer, Jena.
- Gradi A. 1980. Vivaistica Forestale. Edagricole, Bologna.
- Hegi G. 1957. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. 3, 1. Teil. Hanser Verlag, München.
- Hoffmann G. 1968. Veränderungen des Gewichtes und des Stickstoffgehaltes wachsender Zapfen und Früchte verschiedener Waldbäume. Archiv f. Forstwesen 17(6): 629-639.

- Holmes G. D., Buszewicz G. 1958. The storage of temperate forest tree species. For. Abstr. 19(4): 455-476.
- Hyde H. A. 1963. Pollen-fall as a means of seed prediction in certain trees. Grana Palynologica, Stockholm 4(2): 217-230.
- Jahnel H. 1956. Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut II. Angew. Bot. 30(6): 185-201.
- Jírotka J. 1954. Stratifikace habru a lípy. Lesnická Práce. 33(11): 519-520.
- Kaláb J. 1955. Mechanizácia zberu lesných semien. Les, Bratislava, 2(1/2):20-23.
- Kocięcki S. 1964. Stratyfikacja nasion jesionu, lipy i grabu. Informator o wynikach badań naukowych, Zesz.11, Leśnictwo, str. 47, PWRiL, Warszawa.
- Kocięcki S. 1965. Dołowanie i stratyfikacja nasion drzew leśnych. Instytut Badawczy Leśnictwa, Wyd. Popul. nr 13. PWRiL, Warszawa.
- Křižo M. 1966. Pollenniederschlag und Transport bei den Waldbäumen. III. Pollenniederschlag der Eiche (*Quercus* sp.), Birke (*Betula* sp.) und Hainbuche (*Carpinus betulus* L.). Sborn. Vysoké Školy Zeměd., Brno (Rada C) 35(4): 325-337.
- Krüßmann G. 1964. Die Baumschule. Paul Parey, Berlin-Hamburg.
- Machaniček J. 1969. Stanovení životnosti limbových a habrových oříšků rentgenovou metodou. Lesnictví 15(1): 57-62.
- Messer H. 1959. Über die Behandlung des Forstsamens vor der Aussaat. Forst u. Holzw. 14(3): 47-50.
- Mišnev V. G. 1958. Količestvonnaja ocenka vozobnovlenija pod pologom elovo-grabovych dubrav BSSR. Sbornik Naučnyh Rabot po Lesnemu Chozjajstvu. Institut Lesa BSSR. 7: 147-154.
- Nakonečnyj V. S. 1969. [The importance of the number of seed in the litter for regeneration of Oak/Hornbeam forests.] Lesoved., Moskva (4): 77-80. [For. Abstr. 31, 2326].
- Naumenko I. M., Bicin L. V., Karlin V. M. 1958. Sostojanie, vozrastnaja struktura i proizvoditel'nost' starovozrastnyh bukovych nasadženijsj Severnogo Kavkaza. Lesn. Choz. 11(1): 10-16.
- Pohl F. 1937. Die Pollenerzeugung einiger windblütiger Pflanzen. Untersuchungen zur Morphologie des Pollens. VI. Beih. Bot. Cbl. 56A: 112-172.
- Příhoda A. 1955. Poškození habrového semene při stratifikaci. Sborn., Čsl. Akad. zeměd. (Lesn.) 28(3): 385-392.
- Rampe H. 1937. Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubes durch die Luftströmungen. Planta 27: 93-147.
- Roberts E. H. 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed Sci. and Technol. 1(3): 499-514.
- Rohmeder E. 1972. Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin.
- Rudolf P. O., Phipps H. 1974. *Carpinus* L. Hornbeam. W: Seeds of woody plants in the United States. Str. 266-268. Forest Service, U.S. Dept. Agric., Agriculture Handbook No. 450. Washington, D.C.
- Scazioni A. 1955. Beobachtungen über den Pollenflug der Waldbäume in Eberswalde. Zeitschr. f. Forstgenetik 4 (4/5): 113-122.

- Schönborn A. 1964. Die Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume. BLV Verlagsges., München-Basel-Wien.
- Suszka B. 1968. Conditions for the breaking of dormancy and germination of hornbeam (*Carpinus betulus* L.) seeds. Arboretum Kórnickie 13: 147-172.
- Suszka B., Bonnet-Masimbert M., Muller C. 1993. Nasiona leśnych drzew liściastych – od zbioru do siewu. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa-Poznań.
- Szappanos A. 1966. [Economic aspects of natural regeneration of *Carex pilosa*/*Carpinus betulus*/*Quercus petraea* stands]. Erdész. Faipari Egyetem tud. Közl., Sopron (1/2): 19-34.
- Tyszkiewicz S. 1933. Wyniki oceny nasion drzew leśnych w 1931/32 r. Zakład Doświadczalny Lasów Państwowych w Warszawie, Seria A, 2, Warszawa.
- Tyszkiewicz S. 1949. Nasiennictwo Leśne. IBL, Seria D. Podręczniki.
- Tyszkiewicz S., Dąbrowska J. 1953. Stratyfikacja nasion drzew i krzewów leśnych. Roczniki Nauk Leśnych. Prace, 112, 155-221
- Tyszkiewicz S., Obmiński Z. 1963. Hodowla i uprawa lasu. PWRiL, Warszawa.
- Vincent G. 1948. Rozbory nestejně uskladněných šišek a semen lesních dřevin. Zpr. výzkum. Úst. lesn., ČSR. 2, 196-223.
- Vincent G. 1959. Předosevní příprava semen lipových a habrových. Prace Výzkumn. Úst. Lesn., ČSR 17:203-233.
- Winkler H. 1955. Das Saatgut unserer heimischen Nadel- und Laubhölzer. Neumann Verlag, Radebeul u. Berlin.
- Zentsch W. 1961. Zur Überwindung der Keimhemmung bei Hainbuche und Eberesche. Forst- u. Holzw. 16(12): 264-265.

## GENERATIVE REPRODUCTION

### Summary

On the average every 3 years hornbeam produces an abundant crop of single-seeded, endospermless nuts, furnished with a 3-lobed bract-like involucre facilitating wind dispersal.

The seeds are deep dormant, thus when they fall, in spite of being fully mature, they lie dormant in the soil, on its surface or in the litter. Germination and seedling emergence occur in such conditions during the second spring after seed fall, and only when seeds are subjected imbibed to a period of warmth (summer) and then cold (from autumn to spring). Nuts that have been collected earlier, when "green", and immediately (end of August or early September) sown into a soil where they can become immediately imbibed have a chance of germination the first spring after collection. This requires that they undergo in the soil, already in the autumn, a several weeks long period with warm temperatures, followed by winter temperatures of slightly above 0°C, acting jointly before soil freezing and after its thawing for a period of a dozen or so weeks.

The principles of evaluating hornbeam seed quality are discussed in detail. The mean weight of 1000 nuts, without the involucre, attains in Poland 42-49 g, depending on tree and crop year. In view of the deep dormancy it is a routine practice to determine in each seed lot the proportion of sound seeds by the cutting test (X-ray test is also possible) which

indirectly attests to the viability of full seeds. Directly the viability of seeds can be evaluated by the method of embryo staining (tetrazolium). The true germinative capacity can be determined by stratifying a sample in a warm-followed-by-cold system. The stratification tests are time consuming and are used only for stored seeds. The methods of classifying hornbeam seeds into quality classes based on purity and viability as normally used in Poland are described.

Various methods of fruit collection, their cleaning, partial drying and storage are described. Seeds in nuts partially dried to 8–10% moisture content can be stored in sealed containers at temperature of  $-3^{\circ}\text{C}$  for at least 5 years.

The problem of dormancy breaking in hornbeam seeds in natural conditions is presented on the basis of available literature on the subject. In the chapter on dormancy breaking in controlled condition results are presented on the basis of literature as well as on own investigations conducted in the Institute of Dendrology in Kórnik. It turned out that the highest germinative capacity and seedling emergence from hornbeam seeds collected when fully ripe were obtained when the nuts were subjected to a two phase warm-followed-by-cold stratification (4 weeks at  $20^{\circ}\text{C}$ , then 14–16 weeks at  $3-5^{\circ}\text{C}$  till first radicles appear). Seeds so prepared germinate and seedlings emerge energetically in high percentage, both at constant temperatures ( $20^{\circ}\text{C}$ ) and at a cyclically changing one ( $3-20^{\circ}\text{C}$ ,  $16+8\text{h/day}$ ). This indicates that appropriately conditioned hornbeam nutlets, first collected in the fully ripe state, partially dried and stored even for several years, or used immediately after collection without the partial drying, can be sown into warm soil already in the first spring after collection (e.g. in early May). In Kórnik it has been demonstrated that this assures high yield in the nursery.