

BOLESŁAW SUSZKA

## ROZMNAŻANIE GENERATYWNE

### WSTĘP

Buk zwyczajny rosnący w zwarciu zaczyna obradzać nasiona późno, po 60—70 latach (Tyszkiewicz 1949, Gorczyński 1953). Gdy rośnie samotnie następuje to wcześniej, bo około 40 roku życia. Obfite urodzaje nasion zdarzają się w Polsce co 8—10 lat (Tyszkiewicz 1949). W innych latach buk w danym drzewostanie nie obradza nasion w ogóle, co najwyżej owocują w niektórych latach pojedyncze drzewa, rodząc przeważnie bukiew płoną. Nader silnie owocują stare buki po klęskach żywiołowych, wywołujących zmiany o charakterze patologicznym, obniżających stan żywotności drzew. Owoców może być wtedy tak wiele, że prawie nie widać liści, niezbyt wtedy już licznych (Gorczyński 1953).

Kwiaty buka są jednopienne i rozdzielнопłciowe, wiatropylne. Pąki kwiatowe rozwijają się w maju, równocześnie z liśćmi lub kilka dni wcześniej.

Kwiatostan żeński jest klasyfikowany jako podwójna wierzchotka. Kwiaty żeńskie są osadzone na sztywnych, sterczących w górę szypułkach. Są one drobne, występują zwykle po 2 obok siebie (czasem po 1—4). Otacza je wspólna, czterodzielna miseczka-okrywa, pokryta małymi zaostrzonymi listkami, które przekształcają się później w szczeciniaste lub listkowate miękkie wyrostki (Gorczyński 1953, Hegi 1957, Bugała 1979). Okrywa kwiatu żeńskiego w miarę rozwoju nasion rozrasta się, drewnieje, a po dojrzeniu pęka. Kłapy okrywy rozchylają się, uwalniając najczęściej w końcu września lub w październiku po dwa zazwyczaj

owocki, zwane potocznie nasionami, po czym okrywa rychło odpada. Kwiaty męskie są liczniejsze niż żeńskie. Są one zebrane w kulistawę główki, które zwisają na wiotkich szypułkach długości około 5 cm. Kwiatostany żeńskie rozmieszczone są bliżej wierzchołka pędu tegorocznego, kwiaty męskie bliżej jego podstawy.

Owocki (orzyszki) buka są trójgraniaste, ostro zakończone, u podstawy okrągławe. Okrywa je brązowa, błyszcząca, dość cienka, elastyczna i niełamiwa łupina. Wewnątrz orzeszka znajduje się zazwyczaj pojedyncze, bezbielmowe nasiono, otoczone białawą, błoniastą, z zewnątrz brązową łupiną nasienną. Łupina ta otacza zarodek, składający się z wyraźnie widocznej, pękatej osi zarodkowej i z pofałdowanych liścieni (G o r c z y ń s k i 1953).

Każde drzewo buka wydaje owocki o jednolitym kształcie, swoiste dla każdego drzewa cechy mają też szypułki, kłapy okryw, wyrostki na klapach. Długość orzeszków mieści się najczęściej w zakresie 1,4—2,2 cm, szerokość jest zbliżona do 0,9 cm (H e g i 1957).

Orzeszki buka zwane bukwią, spadając z drzew mogą być przynoszone przez wiatr na niewielkie odległości (H e g i 1957). Do ich roznoszenia przyczyniają się też zwierzęta, zwłaszcza niektóre gryzonie (wiewiórki, myszy) i ptaki (dzikie gołębie, sójki, zięby) (H e g i 1957).

#### POWSTAWANIE KWIATÓW

Pąki kwiatowe buka zwyczajnego formują się w roku poprzedzającym kwitnienie. W Danii (H o l m s g a a r d, O l s e n 1960) na podstawie analizy danych meteorologicznych i informacji o urodzajach buka w okresie 110-letnim stwierdzono, że istnieje współzależność pomiędzy urodzajem nasion buka a małymi opadami w czerwcu i wyższą od przeciętnej temperaturą powietrza w lipcu roku poprzedzającego kwitnienie i obradanie nasion. Stwierdzenie to zostało poparte przez W a c h t e r a (1964) na podstawie danych z terenu Niemiec. W Anglii łączono efekt wysokiej temperatury w lipcu z nasłonecznieniem (M a t t h e w s

1955). Okazało się to niesłuszne, gdyż czynnikiem istotnym dla inicjacji pąków kwiatowych jest w tym okresie nie tyle łączny czas oddziaływania światła słonecznego co susza, co w Danii potwierdził eksperymentalnie Holmsgaard (1972). Najbardziej efektywnym okresem oddziaływania suszy okazało się 8 tygodni w czasie od 17 czerwca do 12 sierpnia.

Na Węgrzech stwierdzono, że optymalne warunki dla kwitnienia buka stwarza temperatura pomiędzy 15° a 25°C i niska wilgotność względna powietrza w granicach 41—47% (Mátyás 1965). Czynnikiem wpływającym pozytywnie na produkcję nasion okazały się w Anglii (Matthews 1955) obfite opady w kwietniu, a więc na krótko przed kwitnieniem.

#### ROZSIEWANIE SIĘ PYŁKU I EFEKTYWNOŚĆ ZAPYLENIA

Ziarna pyłku buka są według Eisenhuta (1961) szeroko-eliptyczne, w rzucie prawie okrągłe. Długość przeciętna ziarna pyłku wynosi 55,1  $\mu\text{m}$ , szerokość 40,5—41,1  $\mu\text{m}$ . Masa jednego ziarna wynosi średnio  $26 \cdot 10^{-9}$  g, a jego objętość  $50 \cdot 10^{-9}$   $\text{cm}^3$ . Szybkość opadania pyłku buka wynosi w spokojnym powietrzu 5,5-6,0  $\text{cm s}^{-1}$  (Knull 1932, Dyakowska 1936, wg Eisenhuta 1961). Ciężki pyłek buka opada szybciej niż pyłek olsz, brzoź, osiki, jesionu, dębów, lip, wiązów, a wolniej lub z tą samą prędkością co pyłek graba. Pyłek buka zaliczany jest więc do grupy pyłków o słabej mobilności, co wynika z masy i kształtu ziarna.

Buk zwyczajny jest gatunkiem w zasadzie obcopylnym, co w populacjach drzew zależy jednak od właściwości poszczególnych drzew i od roku. Larsen (1937) uzyskał 6% nasion z samozapylenia kwiatów żeńskich pojedynczego drzewa buka. Nielsen (1950) na 1432 kwiaty żeńskie na 5 drzewach uzyskał po zapyleniu własnym pyłkiem zaledwie 2 nasiona pełne i 487 nasion płonnych, przy 24—25% pełnych nasion z wolnego zapylenienia kwiatów żeńskich tych samych drzew. Nielsen i Schaffalitzky de Muckadell (1954) uzyskali na niektórych drzewach po

zapyleniu pyłkiem własnym zróżnicowane ilości pełnych nasion. Udział udanych samozapyeń rzadko przekraczał 10% kwiatów danego drzewa, w jednym tylko przypadku udział nasion z samozapylenia doszedł do 40%. Blinkenberg (1958) sformułował ogólny wniosek z wyników badań nad samopylnością stwierdzając, że samopłonność buka jest zasadą, a wyjątki od tej zasady choć możliwe, są bardzo rzadkie. Efektywność zapylenia za pośrednictwem wiatru jest wysoka (tab. 1), niska wydajność zapylenia jest nieraz następstwem generalnie zbyt wczesnego kwitnienia, może być ona jednak związana również z późnym kwitnieniem niektórych drzew w drzewostanie (Nielsen, Schaffalitzky de Muckadell 1954).

Tabela 1

Efektywność wolnego zapylenia buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w latach 1948—1952 w Arboretum w Hørsholm w Danii (Nielsen, Schaffalitzky de Muckadell 1954)

Rok	Liczba drzew	Efektywność wolnego zapylenia	
		średnio %	od — do %
1948	3	59,3	53—70
1949	4	36,5	26—42
1950	5	71,0	43—92
1951	4	63,8	44—81
1952	7	64,3	37—92

Na produkcję nasion buka nie jest bez wpływu pora zakwitania kwiatów męskich i żeńskich. W zasadzie kwiaty żeńskie rozwijają się wkrótce po rozpoczęciu pędzenia, a kwiaty męskie później (metandria), co zapewnia zapylenie większości kwiatów żeńskich (Nielsen, Schaffalitzky de Muckadell 1954). Znajdowano jednak również drzewa, na których wpierw pojawiały się kwiaty męskie (protandria). Nasilenie się metandrii nie jest niezmiennie i zależy m.in. od warunków pogody. Niezapyłone kwiaty

żeńskie zdolne są jednak do przyjęcia pyłku jeszcze w 10—14 dni po zakwitnięciu, a nawet później.

Pojedyncze drzewa w drzewostanie różnią się porą zakwitania kwiatów, a w obrębie tych samych drzew często kwitnienie w północnej części korony zaczyna się później niż w dobrze nasłonecznionej części południowej. W drzewostanie większość kwiatów żeńskich ma wysokie szanse zapylenia pyłkiem obcym.

Czynnikiem mogącym pomimo obfitego kwitnienia ograniczyć w dużym stopniu urodzaj nasion są przymrozki lub mrozy wiosenne. Częstotliwość lat urodzaju nasion buka jest w znacznym stopniu regulowana przez ten czynnik, co stwierdził w Anglii Matthews (1955).

Z myślą o wypracowaniu zasad zakładania plantacji nasiennych obserwowano w Anglii (Matthews 1959) szczepy bukowe pod kątem wchodzenia w okres kwitnienia i obfitości tego kwitnienia. Szczepy powstały przez szczepienie na młodych podkładkach zrazów z drzew dojrzałych. Na 13 obserwowanych klonów 3 nie kwitły w ogóle przez 8 sezonów po szczepieniu. Jeden klon zakwitł w trzecim sezonie, 4 klony kwitły od czwartego sezonu począwszy. Większość tych szczepów kwitła co 2 lata, jeden z nich wydawał nieliczne kwiaty corocznie. Na 9 szczepach jednego klonu obserwowano w 1958 r. ponad 1500 kwiatów żeńskich. Liczne kwiaty męskie i żeńskie powstawały na pędach krótkich w dolnej i środkowej strefie koron.

Kwitnienie szczepów buka nie jest jednoznaczne z obradaniem nasion, dlatego też celowość zakładania plantacji nasiennych tego gatunku jest nadal wątpliwa.

#### POWSTAWANIE I ROZSIEWANIE NASION

Po zapyleniu kwiatów żeńskich mijają około 3 tygodnie, nim zostaną zapłodnione zalążki (Thiébaud, Vernet 1981), po czym rozpoczyna się początkowo powolny, potem szybszy proces formowania się i wzrostu nasion. Po około 4 miesiącach pękają i rozchylają się klapy okryw-misceczek, a orzeszki zaczynają wypadać.

Dojrzewanie nasion określone na podstawie ich świeżej, suchej masy i zawartości tłuszczów zaczyna się w sierpniu, jak to stwierdzono w Dolnej Saksonii i w Palatynacie w RFN (R ö h r i g 1978), a kończy w 6—8 tygodni później.

Większość orzeszków wypada z okryw w październiku, ostatnie opadają jeszcze na początku grudnia. Przed orzeszkami pełnymi zaczynają wypadać uszkodzone przez owady i puste. We Francji (O s w a l d 1981) stwierdzono, że opadanie tych ostatnich rozpoczyna się już w końcu czerwca i powoli narasta, by w końcu września i w październiku osiągnąć największe natężenie, równocześnie z opadem orzeszków pełnych. Od tej pory orzeszki puste i uszkodzone opadają z malejącą częstotliwością aż do początku grudnia, tak jak orzeszki z nasionami zdrowymi. Nie można więc liczyć na to, że od pewnego okresu począwszy, opadać będą wyłącznie orzeszki pełne i że późny opad, np. na wielkie płachty, arkusze folii czy odmiecione drogi będzie się składał wyłącznie z nasion dobrych.

Nasiona buka zalicza się do nasion ciężkich, masa 1000 poduszonych nasion waha się wokół 250 g (T y s z k i e w i c z 1949). Ze względu na dużą masę orzeszki opadają w zasadzie pod drzewa macierzyste z pewnym rozrzutem poza pionowy obrys korony. Można to obserwować zwłaszcza w przypadku drzew samotnie stojących lub tworzących krawędź drzewostanu. W jego głębi orzeszki są rozrzucone w roku urodzaju dość regularnie. W Rumunii (B a d e a, M i h a l a c h e 1962) stwierdzono, że zasięg równomiernego rozrzutu orzeszków nie przekracza odległości 3—5 m od rzutu korony na powierzchnię gruntu. W miarę oddalenia się od brzegu lasu liczba orzeszków pełnych, przypadających na 1 m<sup>2</sup> maleje, począwszy na przykład od 234 sztuk w odległości 0,5 m do 84 sztuk w odległości 45,5 m, co obserwowano w roku urodzaju we Francji (M á r k u s 1959, wg O s w a l d a 1981). Orzeszki pełne i puste, a wśród nich te najlżejsze, są przez silniejsze wiatry przenoszone na odległość przekraczającą niekiedy 2-krotnie wysokość drzewostanu. Masa 1000 orzeszków pełnych malała w obrębie podanych powyżej odległości od 279 g do 266 g. Wiatr jest więc czynnikiem sortującym w pewnym stopniu orzesz-

ki pod względem masy, gdyż najbardziej dorodne z nich opadają blisko drzew macierzystych.

Na Węgrzech (Márkus 1959) stwierdzono na podstawie rozległych badań o charakterze porównawczym, że drzewa buka na obrzeżu drzewostanu obradzają orzeszki w ilościach większych niż drzewa rosnące w jego wnętrzu. Nasiona takie są też cięższe i więcej jest nasion żywotnych. Efekt brzeżny zanika jednak w odległości równej około 1,5-krotnej wysokości drzew w kierunku od brzegu lasu do jego wnętrza.

Obfitość opadu orzeszków obserwowano też w RFN (Burschel 1966), gdzie znajdowano pod drzewostanem 269 i 342 pełnych orzeszków na 1 m<sup>2</sup>. W Dolnej Saksonii w roku urodzaju średniego (Huss, Ripken 1970) liczono około 130 zdrowych nasion na 1 m<sup>2</sup>. W Belgii w Ardenach (Weissen 1978) obserwowano w latach urodzaju opad 200—600 orzeszków na 1 m<sup>2</sup>.

Według danych francuskich (Oswald 1981) w łącznym opadzie biomasy związanej z powstawaniem i obradzaniem nasion w roku urodzaju wysokiego, jak i średniego proporcje poszczególnych składników tego opadu układały się podobnie (w procentach wagowych):

kwiaty męskie	9,7—13,0
orzeszki puste i pełne	24,7—30,0
okrywy—miseczki	57,0—65,6

W przypadku bardzo wysokiego urodzaju nasion, gdy można się spodziewać opadnięcia na każdy m<sup>2</sup> powierzchni dna lasu około 500 orzeszków pełnych i 250 pustych, opada według Oswalda (w przeliczeniu na suchą masę) 3,91 t biomasy na 1 ha, co przewyższa o 30% suchą masę liści w takim roku. Odpowiada to 70% rocznego przyrostu masy drewna w drzewostanie 100—120-letnim na siedlisku bonitacji I. W RFN stwierdził Burschel (1966), że w 200-letnim drzewostanie lata nasienne występowały w latach 1958-1964 aż 4-krotnie. Łączny opad orzeszków doszedł w tych latach do 659 sztuk na 1 m<sup>2</sup> (254 g), w roku najwyższego urodzaju wyniósł on 269 sztuk na 1 m<sup>2</sup> (107,2 g). Odpowiadałoby to 2,54 t orzeszków na 1 ha w tym całym okresie, a pod względem kalorycznym (wraz z orzeszkami pustymi i okrywami) byłoby to

równoważnikiem co najmniej 4,2 m<sup>3</sup> drewna. Nie powinno więc dziwić, że w roku urodzaju maleje szerokość pierścieni rocznych, a powierzchnia przyrostu może zmniejszyć się nawet o połowę. Osłabienie wzrostu drzew można według Oswalda obserwować po roku tak wysokiego urodzaju nawet przez dwa lata. Na tym tle zrozumiałe staje się też wysokie zużycie zasobów składników mineralnych gleby przez obradzające drzewa w strefie zasięgu ich systemów korzeniowych, dotyczy to również zasobów mikroelementów. Nie pozostaje to w efekcie bez wpływu na częstość obradzania pojedynczych drzew czy większości drzew w drzewostanie.

W opadłych orzeszkach i okrywach znajdują się według danych z RFN i NRD (Burschel 1966, Hoffmann 1968) pokaźne ilości N, P, K, Ca i Mg. Dlatego też udawało się nieraz, i to z wynikiem pomyślnym, wpłynąć na wielkość urodzaju nasion i częstość ich obradzania przez nawożenie gleby pod koronami dojrziałych drzew buka. We Francji (Le Tacon, Oswald 1977) nawożono drzewostany w wieku 90 i 120—140 lat nawozami mineralnymi zawierającymi N, P, K i Ca i stwierdzono, przynajmniej na siedliskach z glebą kwaśną, wzrost liczby kwiatów męskich o 69% i kwiatów żeńskich o 270%, a samych orzeszków o 340%. Najbardziej efektywne było w tych warunkach nawożenie N i P, gdyż po nawiezieniu N, P, K i Ca liczba nasion wzrosła niewiele więcej, bo o 360%. W USA (Chandler 1938) nawożenie azotowe przyczyniło się do poważnego wzrostu łącznej masy nasion buka, wzrosła też ich sucha masa (czego w zasadzie nie obserwowali Le Tacon z Oswaldem) i wyższy był udział orzeszków pełnych w ogólnej ich masie. W ówczesnych warunkach uznał Chandler nawożenie buka za zabieg zbyt kosztowny, który należałoby stosować tylko w przypadku konieczności uzyskania większej ilości nasion uznanych za cenne z genetycznego punktu widzenia. W Czechosłowacji Němec (1956) doszedł do wniosku, że wraz ze spadkiem zawartości składników mineralnych w górnych warstwach gleby i z towarzyszącym temu spadkowi zakwaszaniu się poszczególnych warstw profilu glebowego, drzewa przestają obradzać nasiona lub obradzają je w niewielkiej



ilości. Nawożąc glebę pod koroną izolowanego drzewa buka mączką bazaltową (8 kg/m<sup>2</sup>) zawierającą 8,8% CaO, 9,1% MgO, 1,1% K<sub>2</sub>O i 1,4% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uzyskał Němec wzrost plonu nasion i częstsze ich obradanie. Dużą rolę przypisuje on pierwiastkom śladowym obecnym w mączce bazaltowej (Cu, Ni i inne metale) i przechodzącym po nawiezieniu gleby do drzewa. W liściach nawożonego drzewa wyższa też była zawartość P, Ca i Mg, ponadto stwierdzono w nich wyższy udział węglowodanów i cukrów redukujących niż w liściach niedaleko rosnącego drzewa nie nawożonego.

#### ZBIÓR I OCZYSZCZANIE ORZESZKÓW

Orzeszki buka zbiera się najczęściej z ziemi pod drzewami. Zmiata się je lub zgrabia, nieraz wraz z ściółką. Pociąga to za sobą konieczność oczyszczenia plonu, najlepiej już na miejscu zbioru przy użyciu sit lub wialni. W e n d e l (1952) opisuje proste urządzenie składające się z ramy z dwoma sitami. Sito górne ma oczka większe od rozmiarów bukwi, która przelatuje przez oczka, natomiast zatrzymuje zanieczyszczenia większe od orzeszków. Na sicie dolnym, o oczkach mniejszych, orzeszki się zatrzymują, a przelatują przez nie zanieczyszczenia drobniejsze, zwłaszcza mineralne (piasek, drobny żwir). S c h e b n i t z (1956) opisuje inne urządzenie do oczyszczania bukwi, składające się z wspomaganego przez dmuchawę zestawu 4 sit o coraz mniejszych oczkach. W Polsce dobrą wydajność oddzielania bukwi od zanieczyszczeń podczas zbioru w drzewostanie uzyskuje się przez stosowanie wialni napędzanej ręcznie lub przez ciągnik.

Niekiedy bukiew zbiera się ręcznie wybierając orzeszki pojedynczo z ziemi na miejscach uprzednio odmiecionych lub o ubitej glebie, co umożliwiła wstępną selekcję nasion już w trakcie zbioru. Taki sposób postępowania jest jednak bardzo pracochłonny i kosztowny.

W Czechosłowacji najwcześniej (K a l á b 1955) skonstruowano urządzenie do zbioru bukwi z ziemi, działające na zasadzie od-

kurzacza, zmontowano je na ramie dwukołowego ciągnika typu „Motorobot”. We Francji (Mineau 1973, Buffet 1981) znalazło zastosowanie urządzenie oparte na tej samej zasadzie, zmontowane na ciągniku i wyposażone w duży zbiornik. Obsługuje je 3 robotników, każdy zbiera orzeszki za pomocą oddzielnego elastycznego węża o dużej średnicy (ok. 10 cm), kilkumetrowej długości. Dzięki takiej konstrukcji konieczność manewrowania ciągnikiem pomiędzy drzewami została znacznie ograniczona. Również we Francji (Buffet 1981) skonstruowano podobne urządzenie plecakowe z własnym silniczkiem i z 20-litrowym workiem. W materiale gromadzącym się w zbiornikach (workach) opisanych powyżej „odkurzaczy” bukiew pełna zajmuje około 33% całej masy wessanej. Konieczne jest więc wydzielenie nasion z całości zbioru za pomocą sit i wialni.

W Anglii (Kellison 1975) wykorzystano do zbioru bukwi z powodzeniem mechaniczny otrząsacz wibracyjny, co pozwoliło na odzyskanie 95% plonu bukwi. Otrząśniętą bukiew trzeba i wtedy pozbierać z ziemi, najlepiej za pomocą opisanego powyżej „odkurzacza”. Otrząsacze wykorzystuje się do zbioru bukwi najczęściej w Danii (Buffet 1981).

Wstępnie przesortowane orzeszki powinny być dodatkowo jeszcze oczyszczone. Udział orzeszków pustych w plonie może w roku pozornego urodzaju dojść nawet do 80%. Na możliwość ich oddzielenia przez spławianie w wodzie zwrócił w Polsce uwagę Miller (1955). W trakcie spławiania nasiona bezwartościowe i puste wypływają na powierzchnię wody, nasiona pełne toną i zatrzymują się na sicie. Miller zaleca wyznaczenie drzew rokujących dobry plon jeszcze przed opadem nasion i oczyszczenie miejsca pod nimi przez zdarcie ściółki aż do gleby mineralnej. Ma to na celu uchronienie zbieraczy przed żmudnym wybieraniem nasion z trawy. Zbiór bukwi można jednak znakomicie uprościć i ułatwić przez rozłożenie na ziemi, pod koronami drzew dobrze obradzających, szerokich pasów folii lub siatki plastikowej o drobnych oczkach.

Do ostatecznego doczyszczenia bukwi nadaje się doskonale czyszczalnia do nasion typu Petkus.

## URODZAJ NASION

W niektórych latach buk nie obradza nasion na rozległych obszarach, co nie oznacza wcale, że w roku takim nie było kwitnienia. Całkowity nieurodzaj buka może nastąpić nawet po obfitym kwitnieniu. Susza i niskie temperatury mogą uszkodzić lub całkowicie zniszczyć wszystkie lub tylko męskie lub żeńskie kwiaty buka. W tym samym drzewostanie i roku, występowanie uszkodzeń kwiatów może być też zróżnicowane, w zależności od mikroklimatu, stanowiska i wystawy na działanie mroźnych prądów powietrza itp.

Zdarza się też, że warunki sprzyjają w jednym roku zawiązywaniu się pąków kwiatowych, a w drugim samemu kwitnieniu. Przy takim układzie warunków zewnętrznych może wystąpić po kwitnieniu urodzaj nasion. Powtórzenie się urodzaju w dwu kolejnych latach jest mało prawdopodobne, bardziej możliwe jest w pewnych układach warunków zewnętrznych przemienne obradzanie nasion, kiedy to dwa lata urodzaju są przedzielone rokiem nieurodzaju, w którym mogą powstać pąki kwiatowe.

Częstsze niż lata wysokiego urodzaju są lata z plonem pośrednim. Lata takie cechuje duże zróżnicowanie obradzania nasion na poszczególnych obszarach, a w ich obrębie między poszczególnymi drzewostanami lub drzewami, również tymi które rosną w głębi lub na obrzeżu drzewostanów. Możliwe są też różnice w obradzaniu nasion pomiędzy poszczególnymi częściami korony drzew, a i w tym przypadku umiejscowienie drzewa w drzewostanie nie jest bez znaczenia. Wypadkową tych wszystkich sytuacji jest duże zróżnicowanie urodzaju nasion na dużych lub mniejszych obszarach, przy czym lata wysokiego i bardzo wysokiego urodzaju są stosunkowo rzadkie.

Zróżnicowanie obradzania nasion buka zwyczajnego na terenie całych Węgier próbował ustalić M á t y á s (1960). Okazało się, że rzeczywisty plon nasion w poszczególnych drzewostanach podlegał dużej zmienności i wahał się pomiędzy 100 a 2000 kg orzeszków z 1 ha.

W obrębie drzewostanu obradzanie nasion okazało się też za-

leżne od aktualnego zwarcia koron. M á r k u s (1959) stwierdził na Węgrzech, że w zwarciu luźnym (50—60%) obradzanie jest lepsze niż w zwarciu umiarkowanym (80—90%).

B o r c h e r s (1958) zestawił dla Dolnej Saksonii wykaz lat z urodzajem nasion buka w latach 1850—1958. Za podstawę klasyfikacji tych lat przyjął on wielkość urodzaju lub zastępczo obfitość kwitnienia, gdy do obradzania nasion nie doszło z różnych przyczyn, głównie ze względu na wiosenne przymrozki. Wychoząc z tego założenia Borchers wyróżnił lata kwitnienia ze zrealizowanym lub zapowiadającym się urodzajem dobrym na wielkich obszarach oraz lata urodzaju średniego na wielkich obszarach, dochodzącego do 25—50% urodzaju dobrego. Do lat urodzaju słabego zakwalifikowano sezony z urodzajem ograniczonym do niewielkich obszarów lub gdy na większych obszarach kwitły czy owocowały nieliczne drzewa w sposób nie wystarczający dla naturalnego odnowienia na większej powierzchni. W opracowanym przez Borchersa 109-leciu rozkład poszczególnych typów rzeczywistego lub spodziewanego urodzaju przedstawiał się następująco:

lata z urodzajem dobrym	5
lata z urodzajem średnim	19
lata z urodzajem słabym	31
lata głuche	53

Po podziale lat 1850—1958 na dekady okazało się, że do roku 1909 przeważały dekady z 2—4 latami typu dobrego i średniego, ze szczytem w dekadzie 1900—1909, w której obserwowano następujące lata urodzaju buka:

lata z urodzajem dobrym	1
lata z urodzajem średnim	4
lata z urodzajem słabym	2
lata głuche	3

Od tego czasu liczba lat z jakimkolwiek urodzajem systematycznie malała, w okresie 1950-1958 były już tylko dwa takie lata i to z urodzajem słabym. Borchers wiąże te fakty z postępującą od lat dwudziestych XX wieku aż po lata pięćdziesiąte kontynentalizacją klimatu w Europie. Wyrażała się ona spadkiem

średniego dobowego opadu w okresie maj—wrzesień oraz wzrostem różnicy pomiędzy średnią temperaturą najcieplejszego i najchłodniejszego miesiąca w roku. W analizowanym okresie na lata o klimacie zbliżonym do atlantyckiego, a więc bardziej wilgotne (1850—1890, 1898—1924, 1949—1958) przypadało o 70% więcej sezonów sprzyjających produkcji nasion buka niż w latach pozostałych.

W Dolnej Frankonii (Maurer 1964) lata wysokiego urodzaju zdarzały się średnio co 9—10 lat, najkrótszy przedział pomiędzy nimi wynosił 2 lata, najdłuższy 21 lat. Lata z urodzajem wystarczającym dla zaspokojenia wszystkich potrzeb przypadały tam raz na 3—4 lata.

Na szczególną uwagę zasługuje stwierdzenie (Müller 1952, wg Borchersa 1961), że w stuleciu 1800—1900 w rejonach występowania buka w Brunzwiku lat urodzaju dobrego było 3—7, natomiast w Niemczech południowo-zachodnich aż 15. Okazuje się, że częstotliwość występowania lat urodzaju zależy nie tylko od warunków makroklimatycznych, charakteryzujących wielkie połacie naszego kontynentu czy choćby pewne krainy geograficzne, ale podlega też modyfikacjom związanym ze zróżnicowanymi warunkami lokalnymi mniejszych jednostek geograficznych.

Zróżnicowanie urodzaju można przedstawić wyraźnie również na przykładzie naszego kraju. W tabeli 2 zestawiono (Tyszkiewicz, nie opubl.) dane o rzeczywistym zbiorze bukwi na terenie przedwojennych Dyrekcji Lasów Państwowych, obejmujących swym obszarem rejony naturalnego występowania buka. Za miarę urodzaju przyjęto ocenę aktualnego obradzenia nasion w procentach maksymalnego plonu (plonu pełnego). Z danych tych wynika, że lata 1934 i 1937 były latami nieurodzaju względnie urodzaju bardzo słabego na terenie całego kraju. W roku 1935 urodzaj bukwi (50%) wystąpił jedynie na terenie stosunkowo niewielkiej dyrekcji poznańskiej, natomiast rok 1936 był rokiem wysokiego lub bardzo wysokiego urodzaju na terenie wszystkich wymienionych dyrekcji z maksimum urodzaju w dyrekcji warszawskiej, rozciągającej się wówczas na bardzo wielkim obszarze, bo w czworoboku Cieszyn — Zamość — Suwałki — Włocławek.

Tabela 2

Urodzaj nasion buka pospolitego w Polsce w latach 1934—1937, wyrażony w procentach urodzaju pełnego przyjętego za 100% (wg Tyszkiewicza, dane nie publikowane)

Dyrekcja Lasów Państwowych	Urodzaj nasion buka w procentach urodzaju pełnego			
	rok 1934 %	rok 1935 %	rok 1936 %	rok 1937 %
Toruń	5	8	46	8
Poznań	5	50	10	8
Warszawa	6	4	92	6
Radom	5	6	85	16
Lwów	3	3	65	6

Jedynym wyjątkiem była w owym roku dyrekcja poznańska z bardzo niskim urodzajem bukwi (10%), co było następstwem urodzaju w roku poprzednim. Urodzaj nasion buka w roku 1936 był wypadkową korzystnych warunków dla kwitnienia i owocowania w tym sezonie oraz zawiązania się pąków kwiatowych w sezonie poprzednim.

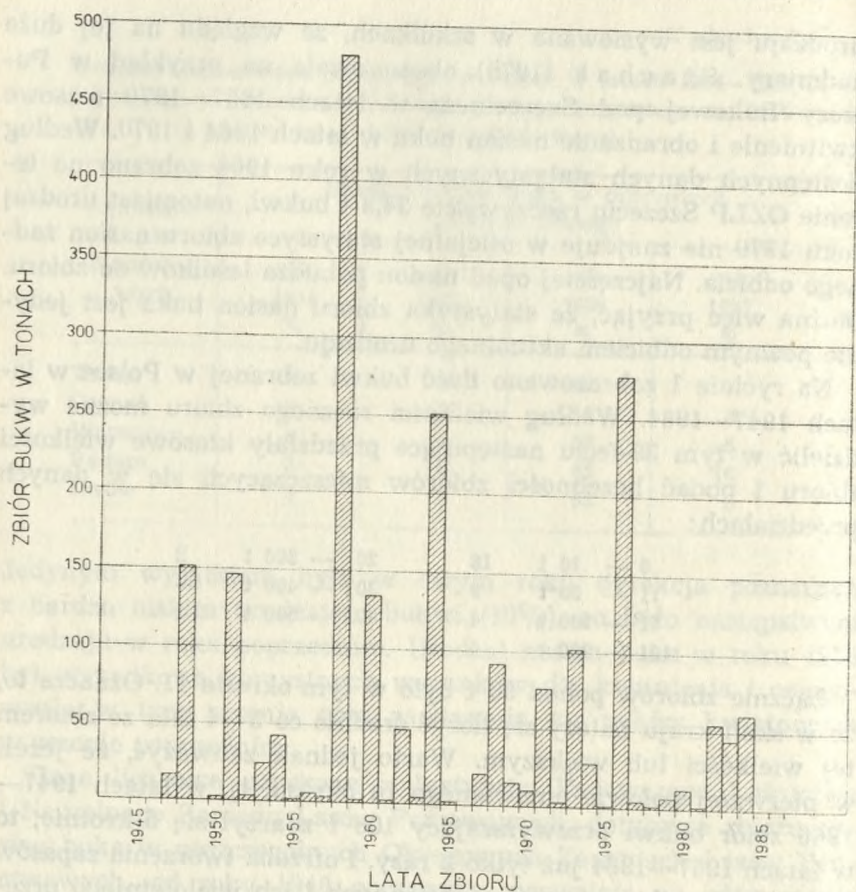
Dane liczbowe uzyskane z Instytutu Badawczego Leśnictwa i Naczelnego Zarządu Lasów Państwowych, dotyczące zbioru nasion buka w poszczególnych Okręgowych Zarządach Lasów Państwowych, od roku 1948 począwszy, pozwalają na odtworzenie z pewnym przybliżeniem obrazu obradzenia buka w całym kraju i jego poszczególnych rejonach. Zbioru nasion nie można wprawdzie utożsamiać wprost z ich urodzajem, gdyż zawsze tylko część urodzaju jest wykorzystywana do zbioru. Sam zbiór zależy również między innymi od lokalnego zapotrzebowania nasion i od podaży siły roboczej. W rok po zbiorze całość zebranych nasion jest zwykle reprezentowana przez sadzonki w szkółkach, gdyż bukień nie jest zazwyczaj gromadzona na okres dłuższy niż rok, ze względu na brak urządzeń umożliwiających utrzymanie jej żywotności. Nie zawsze też cała ilość nasion zebranych w sezonie

urodzaju jest wysiewana w szkółkach, ze względu na jej duże nadmiary. Stachak (1975) obserwowala na przykład w Puszczy Bukowej pod Szczecinem w latach 1957—1970 masowe kwitnienie i obradzanie nasion buka w latach 1964 i 1970. Według dostępnych danych statystycznych w roku 1964 zebrano na terenie OZLP Szczecin rzeczywiście 34,3 t bukwi, natomiast urodzaj roku 1970 nie znajduje w oficjalnej statystyce zbioru nasion żadnego odbicia. Najczęściej opad nasion pobudza leśników do zbioru. Można więc przyjąć, że statystyka zbioru nasion buka jest jedynie pewnym odbiciem aktualnego urodzaju.

Na rycinie 1 zobrazowano ilość bukwi zebranej w Polsce w latach 1947—1984. Według wielkości rocznego zbioru można wydzielić w tym 38-leciu następujące przedziały klasowe wielkości zbioru i podać liczebności zbiorów mieszczących się w danych przedziałach:

0 — 10 t	18	201 — 300 t	2
11 — 50 t	9	301 — 400 t	—
51 — 100 t	4	401 — 500 t	1
101 — 200 t	4		

Łącznie zbiorów ponad 50 t było w tym okresie 11. Oznacza to, że w skali kraju należy się liczyć średnio co 3—4 lata ze zbiorem tej wielkości lub większym. Warto jednak zauważyć, że jeżeli w pierwszej połowie omawianego tu okresu, tj. w latach 1947—1966 zbiór bukwi przewyższający 100 t zdarzył się 5-krotnie, to w latach 1967—1984 już tylko 2 razy. Potrzeba tworzenia zapasów nasion o charakterze rezerw nasiennych i ich wieloletniego przechowywania staje się więc obecnie absolutną koniecznością, tak jak potrzeba bardziej intensywnego zbioru w latach urodzaju. Istotne jest, by nawet mały lokalny urodzaj wykorzystać do maksimum, jeżeli jakość nasion jest wysoka. Okazało się na przykład, że w roku 1979, który był rokiem urodzaju bardzo niskiego, cały krajowy zapas zebranej bukwi wyniósł 1527 kg, 73% tego zapasu pochodziło z OZLP Szczecin, a reszta z pozostałych OZLP na północy kraju. Pomimo słabego urodzaju całość tego zapasu została przez stacje oceny nasion zaliczona do I klasy jakości (Anonim 1981). Wiadomo zaś skądinąd, że do wieloletniego przechowywa-



Ryc. 1. Zbiór bukwi w Lasach Państwowych w Polsce w latach 1947—1984 (oryg., na podstawie danych IBL)

nia w chłodni nadaje się bukiew wysokiej jakości. W niektórych latach (Anonim 1984), tak jak np. w 1979 r., bukiew zebrana na terenie OZLP Katowice, Kraków i Krosno, skąd pochodziło 68% bukwi zebranej w całej Polsce w ilości 54,5 t, należała prawie bez wyjątków do I klasy jakości nasion. W tym samym czasie z 0,9 t bukwi pochodzącej z OZLP Poznań aż 94,6% zaliczono do II klasy jakości. Dane te są ilustracją faktu zróżnicowania plonu nasion buka nie tylko pod względem ilości, lecz także jakości

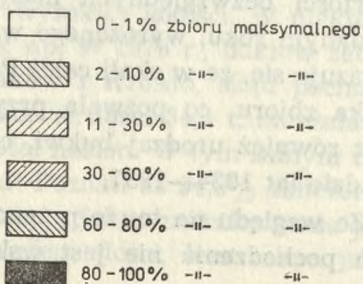


w poszczególnych rejonach kraju. Bukwi niskiej jakości nie warto przechowywać, lepiej ją wykorzystać w całości do siewu na najbliższą wiosnę po zbiorze.

Po podsumowaniu masy bukwi zebranej w całym 36-leciu okazało się, że podstawową bazą nasienną buka są pod względem ilościowym dwa rejon: pierwszy ciągnący się szerokim pasem od dolnego biegu Odry po dolny bieg Wisły (28,5% dotychczasowego zbioru) i drugi na południu Polski w pasie Podkarpacia i Karpat rozciągający się od Opolszczyzny po górny bieg Sanu (47,6% zbioru). Łącznie zebrano w tych dwu obszarach 76,1% bukwi zebranej na terenie całego kraju. Mylne byłoby jednak wyciągnięcie z tego faktu wniosku o możliwości korzystania z tych rejonów jako z bazy nasiennej w celu zaspokajania potrzeb rejonów mniej zasobnych w buka czy o niskim w danym tylko roku urodzaju bukwi. Wyniki doświadczeń proveniencyjnych na terenie różnych krajów Europy (G i e r t y c h 1988), ukazały wyjątkowy brak plastyczności buka po przeniesieniu poza obszar swego pochodzenia. Należy więc wystrzegać się przenoszenia buka w inne rejon klimatyczno-przyrodnicze i na inne siedliska. Jedynie słuszną byłaby więc zasada powrotu każdej partii nasion na teren tego samego nadleśnictwa, z którego pochodzi i przenoszenia nasion i sadzonek co najwyżej na teren nadleśnictw sąsiednich i na podobne siedliska.

Na rycinie 2 ukazano rozmiary zbioru bukwi w Polsce w niektórych latach w rejonach nasiennych wyróżnionych na podstawie kryteriów geograficzno-klimatycznych. Klasyfikacja zbioru według skali 6-stopniowej nie odnosi się w danym rejonie do wartości bezwzględnych masy zebranej bukwi, lecz do zbioru w danym roku, wyrażonego w % najwyższego zbioru w 36-leciu. Okazuje się, że w skali całej Polski zjawiskiem typowym jest mozaika zbioru, co pozwala przypuścić, że podobnie zróżnicowany jest również urodzaj bukwi, co uwidocznilo się już raz na przykładzie lat 1934—1937.

Ze względu na to, że przenoszenie buka na tereny inne niż rejon pochodzenia nie jest wskazane, należałoby wykorzystać do



tworzenia rezerw nasiennych w chłodniach urodzaj zlokalizowany nawet na małych obszarach, jeżeli jakość opadającej bukwi jest wysoka, a zapotrzebowanie na nasiona duże.

#### NATURALNE ODNOWIENIE BUKA

Obfity urodzaj nasion można wykorzystać do naturalnego odnowienia, sposób ten nie pozwala jednak na rozszerzenie kurczącego się obecnie areалу uprawy buka. Naturalne odnowienie wymaga przeprowadzenia odpowiednich cięć w dojrzałych drzewostanach w ramach zrębowo-przerębowej metody gospodarowania (Schöber 1971). Chodzi tu o cięcie przygotowawcze, po nim o cięcie obsiewne, a w 2 lata po odnowieniu o pierwsze, a potem o kolejne dalsze 2—3 cięcia odsłaniające, wreszcie o cięcie uprzątające. Według Tyszkiewicza i Obmińskiego (1963) te dalsze cięcia odsłaniające wraz z uprzątającym powinny się mieścić w okresie 10—20 lat. Gdy udział buka jest zbyt mały lub gdy brak go zupełnie, konieczne staje się sztuczne odnowienie. Zakłada się wtedy uprawy podokapowe przez sadzenie, rzadziej przez siew. Zalecana jest wtedy więźba stosunkowo gęsta, np. 1×1 m. Sadzonki powinny być 1- lub 2-letnie, w razie potrzeby i starsze, przetrzymywane w szkółce. Na powierzchniach całkowicie odkrytych zachodzi potrzeba uprzedniego założenia przedplonu, a sadzonki powinny być wyhodowane w szkółce odkrytej.

#### PRZYGOTOWANIE GLEBY

W europejskiej literaturze leśnej prac o naturalnym odnawianiu buka jest bardzo wiele. We wszystkich nowszych publikacjach

←

Ryc. 2. Zbiór bukwi w różnych rejonach Polski w latach 1949, 1951, 1958, 1960, 1964 i 1966. Z obszaru różnych Okręgowych Zarządów Lasów Państwowych wydzielono rejony (I—VI) o zbliżonych warunkach geograficzno-klimatycznych, pod uwagę brano tylko obszary w zasięgu naturalnego występowania buka. Zbiór sklasyfikowano wg skali sześciostopniowej w % maksymalnego zbioru w danym rejonie w latach 1947—1984 (oryg.)

zaleca się z naciskiem to, co od dawna było zwyczajną praktyką w lasach francuskich, a co uległo tam zapomnieniu w wieku XX. Chodzi o uprawę gleby w roku spodziewanego urodzaju, mającą na celu odsłonięcie mineralnego podłoża i prowadzącą do mineralizacji próchnicy. Przeszkodą dla zakorzeniania się siewek w glebie może być w drzewostanie bukowym ściółka (Bourne 1945), zwłaszcza wtedy, gdy jest sucha, a pod nią leży mata zbitych wilgotnych liści. Bourne obserwował w Anglii częste przypadki niezakorzeniania się w glebie mineralnej nasion z kielkami długości 2—3 cm, gdy mata taka odgradzała kielkujące nasiona od gleby. Usunięcie ściółki i roślin zielnych umożliwi po naturalnym obsiewie przemieszanie bukwi z glebą, w celu stworzenia prawidłowych warunków dla ustąpienia spoczynku i zabezpieczenia napęczniałych nasion przed mrozem. We Francji stosowano w tym celu w XIX wieku pługi konne do odsłaniania mineralnego podłoża lub do skaryfikacji gleby (Le Pont 1949, Silvy-Leligois 1949). Opadłe z drzew orzeszki buka wgrabiano ręcznie w glebę lub mieszano je z nią przez motyczkowanie. Skaryfikacja była zabiegiem mniej efektywnym. W Belgii (Weissen, Sacre 1968) stwierdzono, że gdy gleba była pokryta obfitą roślinnością zielną to efekt tego zabiegu nie był odczuwalny dłużej niż przez 1 rok, a ponad 90% nalotu ginęło do końca 4 sezonu po roku urodzaju. W przypadku powstawania luk w odnowieniu naturalnym miejsca takie uzupełniano przez siew lub sadzenie.

Obecnie można do odsłaniania podłoża używać różnych narzędzi mechanicznych, zawieszanych na ramie ciągnika. Z powodzeniem stosuje się do tego celu spsychacze lub globogryzarki. Taki sposób wykorzystania nasion w roku urodzaju jest obecnie możliwy również na zboczach i w rejonach górskich przy umiarkowanym skłonie odnawianej powierzchni. W przypadku zgarniania przed obsiewem górnej warstwy gleby wraz ze ściółką za pomocą spsychacza duże usługi oddają wielorzędowe kultywatory ciągnikowe lub samobieżne urządzenia rotacyjne, wzruszające glebę w jednym lub w dwu przejściach i mieszające z nią nasiona (Von Haaren 1958 według Rybczyńskiego 1960, Mager 1960).

Odsłanianie gleby pod samosiew buka i mieszanie nasion z glebą zapewniło dobre rezultaty w krajach tak odległych i odmiennych pod względem klimatycznym jak RFN (Burschel 1962, Truschel 1962, Jungbluth 1976, Huss i Burschel 1972, Huss i in. 1972) i Turcja (Saatçioğlu 1970).

Wzruszanie gleby okazało się konieczne i z tego względu, że ruch ciężkich pojazdów w starych drzewostanach bukowych (zrywka, prace transportowe) prowadzi do zbijania się gleby, co uniemożliwia dostęp powietrza do korzeni kiełkujących nasion i utrudnia powstawanie przybyszowych korzeni siewek (Hildebrandt 1983). W efekcie naloty się nie pojawiają lub po pojawieniu się szybko giną.

Zasady naturalnego odnowienia buka sformułowane swego czasu przez Schobera (1971) skomentował na przykładzie buczyn wschodniopomorskich Chodnik (1978, 1980). Stwierdził on, że w tym rejonie przy należytym zagospodarowaniu buczyn przygotowanie gleby może okazać się zbędne, a w przypadku jego konieczności najlepsze efekty zapewnia wyoranie płytkich bruzd pługiem lub zastosowanie brony talerzowej na krzyż, co wystarcza dla odsłonięcia gleby mineralnej. Gorsze wyniki uzyskuje się przy stosowaniu kultywatorów, najmniej efektywne są glebogryzarki, jeże leśne i brony. Najlepsze odnowienie naturalne zapewnia według Chodnika rębniacze częściowa wielkoobszarowa, wymaga ona jednak takich modyfikacji, które nie dopuszczałyby do powstawania jednogatunkowych drzewostanów bukowych, co jest błędem gospodarowania. Najmniejsze ryzyko zachwaszczenia i zdziczenia gleby zapewniają tu umiarkowane cięcia obsiewne. Zabezpiecza to drzewostany w przypadku nieudanego obsiewu. W gospodarowaniu w drzewostanach bukowych chodziłoby więc według Chodnika o manewrowanie rzadką potrzebą cięć obsiewnych i stałą potrzebą cięć odsłaniających i uprzętających, co byłoby w zgodzie z postulatami Tyszkiewicza i Obmińskiego (1963) przytoczonymi powyżej. Konieczne byłoby też popieranie domieszek dębu, lipy, jesionu, klonu, modrzewia, świerka i sosny, a usuwanie już w I klasie wieku lekkonasiennych gatunków domieszkowych.

## CZYNNIKI OGRANICZAJĄCE UDATNOŚĆ NATURALNEGO ODNOWIENIA

Udatność samosiewów buka jest zagrożona przez oddziaływanie różnych czynników zewnętrznych. W badaniach przeprowadzonych w RFN (Burschel i in. 1964) okazało się, że najlepszy w roku urodzaju sposób przygotowania gleby (spychacz lub orka pasmowa, po obsiewie zmieszanie nasion z glebą) zabezpieczał dobrze siewki od chorób grzybowych, zwłaszcza od zgorzeli, a pomimo to po opadzie 269 i 342 orzeszków na 1 m<sup>2</sup> pozostawało po 2 latach 2—46 siewek. Przyczyną strat był grad i różne drobne gryzonie. O niszczeniu nasion w znacznych ilościach przez myszy wiadomo powszechnie, natomiast młode naloty są w niektórych krajach drastycznie zredukowane przez dzikie króliki (James 1948, 1960 Brown). Z ptaków największe szkody wyrządzają tak w samosiewach jak i w szkółkach sójki i orzechówki (Huss i inni 1972), inni autorzy wymieniają tu przede wszystkim dzikie gołębie i mniej szkodliwe zięby (Tecombe i in. 1976, Le Tacon i in. 1976, Ostermann 1961). Skuteczną ochronę przed gołębiami zapewniają wtedy siatki druciane, maty trzcinowe i inne osłony (Ostermann 1961).

Miarą szkód dokonywanych w samosiewach przez ptaki i gryzonie może być doświadczenie, które we Francji przeprowadził Le Tacon (1980) w drzewostanie bukowym. Na skaryfikowanej powierzchni wysiał on nasiona buka w liczbie 60 nasion żywotnych na każdym m<sup>2</sup>. Po 2 latach na powierzchni niczym nie chronionej pozostało średnio 1,2 siewki na 1 m<sup>2</sup>, na powierzchni chronionej siecią przed ptakami 8,1 siewek, na powierzchni zabezpieczonej drucianą siatką przed gryzoniami 2,6 siewek, a na powierzchni chronionej przed ptakami i gryzoniami 17,2 siewek. Po wyeliminowaniu ptaków i gryzoni średnio przeżywała w tym okresie co trzecia siewka.

Dziki (Briedermann 1968) zjadają w latach licznego występowania pokaźną liczbę myszy i owadów żerujących w glebie, jednak ryjąc wzruszają i mieszają górne warstwy gleby, niszcząc przy tym roślinność dna lasu. Dla nieopłotowanych samosiewów i zasiewów buka dziki są szkodliwe, a ich aktywność życiowa nie jest dla naturalnego odnowienia buka korzystna.

Dziki przygotowują jednak doskonale glebę pod samosiew buka. Warunkiem jest jednak wykluczenie obecności dzików po obsiewie nasion co najmniej w roku następnym (Bjerke 1959).

Warunki naturalnego odnowienia w Jugosławii w górskich drzewostanach bukowo-jodłowych z mniejszą lub większą domieszką świerka porównano z analogicznymi warunkami w podobnych drzewostanach, często w rezerwatach, w Austrii, Czechosłowacji i Szwajcarii (Mayer i in. 1972, Mayer 1975). W Słowenii (rejon Plitvice) naturalne odnowienie było zapewnione przez samosiew i podrosty zaskakująco nieliczne, a to dzięki ograniczonemu (mimo zakazu polowania) pogłowiu zwierzyny płowej. Wpływały na to surowe zimy, charakterystyczne dla tego rejonu, i obecność wielkich drapieżników. W pozostałych rezerwatach odnowienie naturalne było bardzo słabe lub brak go było zupełnie, ze względu na nadmiar zwierzyny płowej. W trudnych warunkach górskich naturalne odnowienie buka jest więc możliwe pod warunkiem opanowania liczebności zwierzyny, innym wyjściem może być grodzenie drzewostanów, co przy grubej pokrywie śnieżnej nie zawsze zapewnia właściwe efekty. W Karpatach rumuńskich (Haralambe 1947) buk odnawiał się nawet przy górnej granicy występowania starych drzewostanów bukowych, gdy został z nich wyeliminowany wypas owiec.

Na przeżywanie nalotu wpływa w wysokim stopniu samo siedlisko. Polacsek (1954) obserwował w Wiedeńskim Lesie następujący przebieg rozrzedzania się samosiewów buka:

	Najwyższa klasa siedliska	Średnia klasa siedliska	Najniższa klasa siedliska
Średnia liczba siewek 1-rocznych na 1 m <sup>2</sup>	1116	250	36
Średnia liczba siewek 4-letnich na 1 m <sup>2</sup>	171	52	13

W RFN w warunkach górskich uzyskano doskonałe odnowienie naturalne w przejrzalym, 200-letnim drzewostanie bukowym, w którym po jednorazowym cięciu pozostawiono nasienniki w odległości 9—12 m od siebie w przekonaniu, że naturalne odnowienie nie jest już w tych warunkach możliwe (Reinhardt 1954). W drzewostanach bukowo-jodłowych w Jugosławii (Šafar 1957) zbyt silne otwarcie okapu osuszało glebę i przyczyniało się do spadku wilgotności powietrza, co sprzyjało ekspansji nalotów bukowych i wypierało jodłowe. Celowe w interesie obydwu gatunków okazało się tam utrzymywanie wilgotności gleby na odpowiednim poziomie i pewne zagęszczenie okapu. Również w Bawarii (Attenberger 1957) stwierdzono wypieranie przez buk nie tylko jodły, ale i świerka w niewłaściwie prowadzonych drzewostanach górskich. Przykłady te ilustrują zależność losów samosiewów bukowych od takich czynników, jak oświetlenie i poziom wilgotności gleby.

Na skielkowanie nasion z naturalnego obsiewu decydujący wpływ wywiera czynnik wilgotności we współdziałaniu z czynnikiem cieplnym (Burschel i in. 1964). Podczas wilgotnej i ciepłej zimy kiełkowanie nasion rozpoczynało się już w styczniu przy 2°C, korzenie znosiły bez strat temperaturę do -8°C, bardziej za to były wrażliwe na nasłonecznienie i niską wilgotność powietrza. Według Badea i Mihalache (1962) i Marcu i in. (1965) w Rumunii naloty bukowe nie powstawały nawet po obfitym opadzie nasion, gdy oddziaływanie temperatury -16°C lub niższej przez czas dłuższy zbiegało się z brakiem okrywy śnieżnej.

Jeszcze innym czynnikiem redukującym liczbę siewek jest nadmierna kwasowość górnych warstw gleby (Röhrig i in. 1978). Ewentualne wapnowanie powinno tu wyprzedzać cięcie obsiewne i opad nasion o 10—30 lat, jego zastosowanie na krótko przed lub po opadzie nasion pozostaje bez efektu (Wedel 1969).

Do strat w siewkach buka przyczyniają się też przymrozki wiosenne, konkurencja ze strony chwastów i roślinności zielnej oraz zbytne ocienienie (Mišnev 1971).

Czynnikami niszczącym znaczną część samosiewu bukowego są pasożytnicze grzyby wywołujące zgorzel siewek. W Belgii (Weis-



sen 1978) pomimo opadu nasion dochodzącego w 10-leciu 1968—1978 do 200—600 nasion na 1 m<sup>2</sup> liczba siewek przeżywających jest znikoma. Poza takimi czynnikami jak mróz i szkodliwe owady (np. *Geometra boreata*) niszczącymi już ustabilizowane wschody i bardzo młode siewki, samosiewy padały w znacznej liczbie (do 65%) ofiarą zgorzeli wywoływanej przez grzyb *Rhizoctonia solani*. Siewki były niszczone również przez owady (*Tortrix grossana*, do 32%), ponadto też przez drobne gryzonie (*Apodemus sylvatica* i *Clethrionofys glareolus*).

Pomyślność odnowienia jest więc zależna od wielu czynników. Oswald (1981) stwierdził jednak na podstawie wielu doświadczeń i obserwacji istnienie pewnych prawidłowości, które można by przedstawić w liczbach, chociaż mają one znaczenie jedynie porównawcze i demonstracyjne. Okazało się bowiem, że w dobrych warunkach ekologicznych i technicznych, tj. przy braku silnych mrozów i przedłużających się okresów suszy, przy niewielkiej liczbie szkodników, przy prawidłowym przygotowaniu i pielęgnacji gleby oraz słabej konkurencji ze strony chwastów przeżywanie siewek można przedstawić w postaci następującego ciągu liczb:

Lata po obfitym obsiewie:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Przeżywanie siewek w %:	74	59	48	38	31	25	20	16	13	10

W ciągu pierwszych trzech lat ginie więc w tych warunkach więcej niż połowa siewek, a po 10 latach utrzymuje się przy życiu już tylko co dziesiąta siewka. Z tych też powodów nieprzydatne dla naturalnego odnowienia są samosiewy w latach urodzaju niepełnego, nawet gdy urodzaj taki powtarza się co 2 lub 3 lata. Potwierdza to tezę znaną od dawna praktykom, a sformułowaną przez Husa i Burschela (1972), że naturalne odnowienie buka powinno się uzyskać z jednego, ale obfitego samosiewu.

Borchers (1954) sformułował następującą zasadę, potwierdzoną według Oswalda (1981) przez wyniki licznych doświadczeń: w warunkach przeciętnych trzeba około 20 siewek na 1 m<sup>2</sup>, rozmieszczonych z taką gęstością w całym drzewostanie, aby uzyskać naturalne odnowienie buka. Biorąc pod uwagę straty

w nasionach, powodowane przez warunki pierwszej zimy po obsiewie i przez spadek żywotności nasion, konieczny byłby jesienny rozsiew około 70—100 nasion pełnych na każdy m<sup>2</sup>, aby do jesieni roku następnego przetrwało na takiej powierzchni 20 żywych siewek.

Nawet wysoki urodzaj nasion nie zapewni jednak naturalnego odnowienia, jeżeli w okresie od ich opadu aż do drugiej czy trzeciej wiosny po obsiewie nie będą panowały warunki sprzyjające ustąpieniu spoczynku nasion i ich kiełkowaniu oraz wzrostowi siewek. Pomyślny wynik naturalnego odnowienia jest więc wysoce prawdopodobny, gdy począwszy od lata poprzedzającego kwitnienie zajdzie kolejno po sobie następujący ciąg wydarzeń lub sytuacji: ciepły lipiec, sprzyjający zawiązaniu pąków kwiatowych, w roku następnym pogoda bez przymrozków i bezdeszczowa w okresie kwitnienia, a ciepła i wilgotna latem, gleba przed jesiennym opadem nasion dobrze przygotowana, a nasionom nie będą zagrażać na ziemi lub w glebie jesienią ptaki, a zimą myszy, zima nie będzie zbyt łagodna, sprzyjająca rozwojowi pleśni, wiosna natomiast będzie na tyle wilgotna, by kiełkujące nasiona i siewki nie zasychały, nie wystąpią spóźnione przymrozki i nic nie zagrazi istnieniu i wzrostowi siewek latem (Burschel 1961). Za warunek niezbędny uważa Burschel usunięcie przed obsiewem ściółki aż do gleby mineralnej i umieszczenie nasion w górnej warstwie gleby. Los odnowienia rozstrzyga się według tego autora po obsiewie w okresie między lutym a majem.

Inną koncepcję, opartą na swych obserwacjach w Hannowerze południowym, rozwinął Hamann (1961). Zauważył on, że nawet po roku obfitego urodzaju odnowienie naturalne może w ogóle nie nastąpić, ze względu na niesprzyjające warunki. Jednakże nawet w takich latach można obserwować liczne siewki w koleinach wozów czy w bruzdach po zrywce. Hamann doszedł do wniosku, że idealne warunki zapewniają nasionom buka bruzdy głębokie do 10 cm na glebach zimnych i do 20 cm na glebach ciepłych, biegnące z zachodu na wschód (osłona przed słońcem) z ostrą krawędzią od strony południowej. W bruzdach zatrzymują się orzeszki padające na dno lub tam się zsuwające ze stromych

zbczy, znajdując tam stale podsiąkającą wilgoć, cień i chłód. Warunki te przyczyniają się do przesunięcia okresu wschodów na czas po spóźnionych przymrozkach, a pokrycie nasion śniegiem zimą przed wschodami sprzyja ustępowaniu spoczynku. W wyniku tych obserwacji proponuje Hamann zastosowanie urządzeń mechanicznych, takich jak pługi z odpowiednim krojem i lemieszem, kultywatory z silnymi łapami lub (po spulchnieniu gleby przez glebogryzarkę) obciążone koła, a na zboczach narzędzia ręczne do wyciągania bruzd. Zakłada on, że powierzchni pomiędzy bruzdami nie trzeba uprawiać. Można by więc wyobrazić sobie również sztuczne odnawianie buka oparte na systemie proponowanym przez Hamanna.

#### WYKORZYSTANIE SIEWEK Z NALOTÓW

Mając do dyspozycji większe ilości nasion buka można je wykorzystać do siewu w szkółce czy w drzewostanie, w miejscach pozabawionych nasion z samosiewu lub w lukach po nieudanym samosiewie. Warunkiem powodzenia jest jednak wykonanie cięć przygotowawczych i przystosowanie gleby w taki sam sposób jak w drzewostanach przygotowywanych do naturalnego odnowienia. Jeszcze inną możliwość stwarza wykorzystanie obfitych nalotów z lat wysokiego urodzaju. Próbę taką podjęto w Polsce (A n o n i m 1974a) w nadleśnictwie Głusko w OZLP Szczecin. Spod okapu dorodnego drzewostanu nasiennego wyjmowano tam w maju siewki buka w 3 terminach w łącznej liczbie 40 000 sztuk i sadzono niezwłocznie w szkółce na powierzchni 7-arowej. Pod koniec czerwca sprawdzono udatność sadzenia i wzrost siewek. Siewki wyjęte w kolejnych terminach przyjmowały się w odpowiednio 95, 90 i 80%, średnia wysokość części nadliścieniowej pędu wynosiła odpowiednio 3,1, 3,3 i 3,5 cm. Siewki wyjmowane w terminie I miały wykształcone liście i rozwijający się pąk szczytowy, siewki z terminu II miały pierwszą parę liści długości do 2,5 cm, a na siewkach z terminu III pierwsza para liści była już dobrze rozwinięta. Siewki wyjęte najwcześniej przyjmowały się najlepiej. Koszt wyjęcia siewek i sadzenia wyniósł na 1 ar

szkółki 73,2% kosztów pozyskania nasion i siewu na analogicznej powierzchni, przy udatności 4800 sadzonek na 1 ar.

Zaniedbania w wykorzystaniu naturalnego odnowienia doprowadziły w niektórych krajach Europy do zmniejszania się powierzchni drzewostanów bukowych (RFN, NRD, Polska). Schrotter (1976) przestrzega przed tym niekorzystnym zjawiskiem i postuluje powrót do naturalnego odnawiania w drzewostanach starych, sadzenie buka na zrębach zupełnych po starych drzewostanach lub podsadzanie bukiem starych drzewostanów bukowych, liściastych pozbawionych buka i sosnowych niskiej jakości. Słuszny, bez żadnej wątpliwości, jest postulat Schrottera wykorzystania buka do przebudowy drzewostanów wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione i możliwe. Dotyczy to również Polski, gdzie w jednogatunkowych plantacjach sosny i świerka sztucznie wprowadzonych doszło w ostatnich latach do dotkliwych szkód i strat od suszy, szkodników owadzych i chorób, co obniżyło odporność drzew na oddziaływanie szkodliwych pyłów i gazów.

#### JAKOŚĆ NASION I JEJ OCENA

Nasiona przeznaczone do przechowywania lub siewu powinny być wkrótce po zbiorze poddane ocenie w stacji oceny nasion. Na podstawie wyników oceny można podejmować decyzje o dalszych losach nasion, można też skorygować normy wysiewu.

Zasady oceny nasion są w poszczególnych krajach regulowane przez normy lokalne, w handlu międzynarodowym nasionami obowiązują przepisy ISTA (International Seed Testing Association 1976, 1981, 1985).

Próbki nasion poddawanych ocenie powinny być pobrane w sposób zapewniający reprezentatywność z partii (zapasu) jednolitego pochodzenia, zebranej w tym samym terminie i w całości tak samo traktowanej. Wielkość zapasu nie może według przepisów obowiązujących w polskiej gospodarce leśnej (Antosiewicz, Kocięcki 1976, Norma branżowa BN-76/9211-02) przekraczać w przypadku nasion buka 500 kg, według przepisów ISTA 5000 kg.

Pobrana z partii jednorodnej próbka średnia powinna ważyć 200 g (1000 g według przepisów ISTA), a pozyskana z niej próbka ściśła poddawana bezpośrednio ocenie ma ważyć  $100 \pm 0,1$  g (500 g według przepisów ISTA).

#### CZYSTOŚĆ

W próbie czystości z próbki ściślej wydziela się na podstawie zewnętrznych oględzin orzeszki pełne, dobrze wykształcone i bez ubytków. Wypełnienie orzeszków buka sprawdza się bezpośrednio dotykami. Orzeszki takie zalicza się do kategorii „czystych”. Nasiona „czyste” muszą według przepisów polskich być wolne od uszkodzeń mechanicznych czy śladów żerowania owadów lub gryzoni. Według przepisów ISTA (1981, 1985) do nasion „czystych” zalicza się również:

- kawałki orzeszków pełnych większe niż połowa pierwotnej wielkości,
- kawałki nasion większe niż połowa pierwotnej wielkości, częściowo lub całkowicie pozbawione cienkiej łupiny nasiennej,
- nasiona całe całkowicie lub częściowo pozbawione owocni.

Próbki orzeszków przeznaczone do oceny wilgotności pobiera się z próbki ściślej natychmiast po otwarciu opakowania w taki sposób, by próbka nie była poddana na działanie zewnętrznego powietrza dłużej niż 30 sekund (2 próbki po 4—5 g). Ma to uchronić próbki przed zmianą wilgotności w powietrzu laboratorium (ISTA 1976). Według normy polskiej do oceny wilgotności potrzebne są 3 próbki orzeszków po 25 g każda, z których usuwa się uprzednio grubsze zanieczyszczenia, nie należące do gatunku.

Z nasion „czystych” pobiera się próbki do określania masy 1000 nasion, do próby kiełkowania lub do zastępczej próby oceny żywotności nasion: do próby barwienia zarodków indygokarminem czy do próby tetrazolowej, w ostatecznych przypadkach próby te zastępuje się próbą krojenia. Według przepisów polskich wszystkie te próby przeprowadza się na 3 setkach nasion. Przepisy ISTA przewidują użycie 400 nasion w powtórzeniach po 100, 50 lub 25 nasion. W pracach badawczych nad nasionami buka pro-

wadzonych w Instytucie Dendrologii PAN do oceny wilgotności pobiera się szybko 3 próbki po 30 orzeszków „czystych”, natomiast wszystkie inne próby dokonywane na orzeszkach „czystych” wymagają 4 powtórzeń po 50 orzeszków każde, co zapewnia wystarczającą dokładność wyników.

Czystość, wyrażona przez procentowy udział w masie próbki poddawanej ocenie orzeszków „czystych”, a więc określonych jako dobrze wykształcone i pełne jedynie na podstawie oględzin, może się mieścić w szerokich granicach. Proporcja liczbowa zachodząca pomiędzy masą orzeszków pustych i pełnych odzwierciedla z dużym przybliżeniem stosunki panujące w okresie zapyłania kwiatów. Orzeszki puste uważa się za owoce pochodzenia partenokarpicznego. Dix i Skrentny (1965) okryli izolatorami 150 kwiatów żeńskich buka amerykańskiego (*F. grandifolia*) i uzyskali 47 zdeformowanych orzeszków nie zawierających nasion, co uznali za dowód przemawiający za możliwością partenokarpii.

W przypadku nasion czyszczonych po zbiorze jakimkolwiek sposobem czystość może być traktowana jako sprawdzian skuteczności i poprawności zabiegu czyszczenia, niezależnie od tego, że z wielkości i stanu frakcji nasion innych niż „czyste” można wysnuwać wnioski o losach danej partii w okresie od zbioru do pobrania próbki do oceny i o poprawności ich traktowania w tym okresie.

Dane o czystości próbek bukwi w Polsce podał dla lat 1931/32 — 1938/39 Tyszkiewicz (1939). Średnia czystość próbek bukwi badanej w tym okresie w Stacji Oceny Nasion ówczesnego IBLP kształtowała się na poziomie 94,70% przy wartościach ekstremalnych 70,8 i 100,00%. Taki poziom średniej czystości jest dowodem wysokiego poziomu techniki czyszczenia nasion w ostatnich latach przed II wojną światową, co osiągnano niewątpliwie za pomocą prostych sposobów i urządzeń.

W roku 1983 w Instytucie Dendrologii PAN (S u s z k a, nieopubl.) dokonano oceny nasion 8 partii bukwi z różnych nadleśnictw OZLP Gdańsk. Średnia czystość tych partii wynosiła 81,90% przy wartościach krańcowych 72,1 i 91,40%. Najlepiej oczyszczona partia nasion (czystość 91,40%) z nadleśnictwa Kolbudy była jako

jedyna poddana splawianiu w wodzie. Żywotność nasion „czystych” tej partii oznaczona za pomocą indygokarminu osiągała 95%, a ich rzeczywista zdolność kiełkowania w 3°C 87,0%. Po przechowaniu do lutego 1985 r. w chłodni zdolność kiełkowania nasion „czystych” wynosiła nadal 85,0%. Sposób czyszczenia przez splawianie nie wpłynął więc ujemnie na jakość tych nasion. Na przykładzie bukwi z roku 1983 można jednakże stwierdzić, że poziom techniki czyszczenia uległ w Polsce znacznemu obniżeniu, w porównaniu z latami poprzedzającymi II wojnę światową.

Nasiona buka są poddawane często ocenie żywotności przez próbę barwienia (próba zastępcza), a niekiedy i przez próbę kiełkowania w niskiej temperaturze (3°C), która jest z konieczności długotrwała. W przypadku poddawania nasion kilku różnym próbom jednocześnie, wielkość próbki ściślej nasion buka przewidziana przez normy polskie jest zbyt mała i należy ją, tak jak i wielkość próbki średniej podwoić do odpowiednio 200 i 400 g. Przy masie 1000 podsuszonych orzeszków rzędu 250 g próbki podwojone zawierają odpowiednio około 800 i 1600 orzeszków, zamiast 400 i 800 orzeszków, liczba cięższych orzeszków świeżych i niepodsuszonych jest w takich próbkach odpowiednio mniejsza.

W próbie czystości określa się udział procentowy orzeszków „czystych” w masie całej próbki ściślej. Według przepisów polskich nie jest przeszkodą w zaliczaniu do kategorii „czystej” występowanie na okrywkach orzeszków podłużnych pęknięć, powstających w trakcie podsychania. Poza orzeszkami „czystymi” wydziela się z próbki ściślej i określa wizualnie udział procentowy w masie całej próbki ściślej następujących jeszcze kategorii nasion lub zanieczyszczeń:

- nasiona uszkodzone mechanicznie (pęknięcia, ubytki),
- nasiona uszkodzone przez owady lub ich larwy,
- nasiona uszkodzone przez gryzonie,
- orzeszki puste,
- nasiona obce,
- zanieczyszczenia z badanego gatunku (buka),
- zanieczyszczenia mineralne,
- zanieczyszczenia obce.

Do nasion „czystych” zalicza się według norm polskich też nasiona skielkowane z kielkiem świeżym lub przyschniętym o długości nie przekraczającej długości orzeszków, trzeba jednak wtedy podać odsetek nasion skielkowanych i górną i dolną granicę długości kielków. Wszystkie wymienione powyżej kategorie nasion i zanieczyszczeń waży się z dokładnością do 0,1 g.

#### WILGOTNOŚĆ I MASA 1000 ORZESZKÓW

Ze względu na znaczną zawartość kwasów tłuszczowych lotnych w podwyższonej temperaturze, polskie przepisy nie przewidują oznaczania wilgotności nasion buka metodą suszenia. Przepisy ISTA (1976) nakazywały z tego względu oznaczanie wilgotności bukwi metodą destylacji zmielonych 2 próbek po 4—5 g z łatwo parującym rozpuszczalnikiem (ksylen, toluen). Metoda oznaczania wilgotności nasion przez destylację z ksylenem była stosowana przed II wojną światową w praktyce polskiej oceny nasion w celach doświadczalnych (T y s z k i e w i c z 1939).

Przepisy ISTA zrewidowane na kongresie w 1980 r. (ISTA 1981) uchyliły to zalecenie, gdyż ostatnio nie było ono nigdzie przestrzegane. W tej sytuacji wilgotność orzeszków buka należałoby w myśl przepisów ISTA określać metodą suszenia w 103°C przez  $17 \pm 1$  godz., podobnie jak to się czyni w przypadku nasion innych gatunków drzew liściastych. Należy tu wspomnieć, że nasiona buka reprezentowały jedyny dotąd gatunek spośród drzew liściastych, oprócz objętych dotąd zaleceniami stosowania metody destylacyjnej nasion drzew iglastych (jodły, cedry, świerki, sosny i choiny). W Instytucie Dendrologii PAN w pracach badawczych i dla celów praktycznych stosowana jest metoda suszenia w 105°C przez 24 godziny. Metodę tę porównano z zalecaną przez przepisy ISTA (1976) szybką metodą oznaczania wilgotności nasion przez suszenie w wysokiej temperaturze (130°C). Dla nasion innych niż nasiona kukurydzy i zbóż przewidziane jest w myśl tej metody suszenie przez 1 godzinę. W badaniach naszych (S u s z k a, nieopublikowane) zastosowano 1, 2, 3 i 4 godziny suszenia w tej temperaturze. Okazało się, że wyniki najbardziej zbliżone do suszenia



przez dobę w 105°C zapewniało suszenie w 130°C przez 4 godziny. Dotyczyło to jednak tylko orzeszków buka o wilgotności mieszczącej się w granicach 9,0—25,0%. W miarę wzrostu wilgotności wyjściowej narastała też różnica między oznaczeniami obydwoma sposobami w zależności od czasu suszenia. Przy 35% zawartości wody nawet po 4-godzinnym suszeniu w 130°C stwierdzony poziom wilgotności był o 1,1% niższy od ustalonego po 24-godzinnym suszeniu w 105°C. Metody przyśpieszonego oznaczania wilgotności orzeszków buka nie można więc stosować w przypadku bukwi świeżej, jeszcze nie podsuszonej.

Masa 1000 orzeszków zależy od ich wilgotności i od zawartości suchej masy nasion i okrywy (owocni). W Czechosłowacji (Š m e l k o v a 1971) stwierdzono, że orzeszki z drzew starych są lżejsze od orzeszków drzew młodych, wiek drzew wpływa zatem na masę 1000 orzeszków buka.

Orzeszki przeznaczone do przechowywania w chłodni podsusza się do 8—10% zawartości wody, orzeszki przeznaczone do chłodzenia w stanie napęczniałym w celu likwidacji ich spoczynku (stratyfikacja bez podłoża) doprowadza się przedtem do wilgotności 31—34%.

W pełni dojrzałe, spadające z drzew orzeszki buka zawierały w Wolfgang w RFN (M e s s e r 1968) w trzech różnych latach (1954, 1956 i 1958) 24—30% wody, w latach o pogodzie zdecydowanie odbiegającej od przeciętnej wilgotności dojrzałych orzeszków może być wyższa lub niższa od poziomu podanego powyżej. Bukiew leżąca na ziemi pod drzewostanem szybko pobiera lub oddaje wodę, w zależności od wilgotności powierzchni gruntu i powietrza. W Kórniku wilgotność orzeszków zbieranych rychło po opadnięciu wynosiła w 1976 r. 32,3—34,8%, po kilku dniach bez opadu deszczu na miejscach nieosłoniętych roślinnością zieloną zmalała do 27,8% (S u s z k a, nieopubl.). W 1984 r. w podobnej sytuacji zmalała z początkowych 33,1 do 25,1%. M e s s e r (1960) obserwował w 1958 r. w Wolfgang, że bukiew, która opadła z drzew w październiku przy bardzo wilgotnej pogodzie zawierała w połowie listopada 32—37% wody, natomiast w 1949 r., po bardzo suchym lecie i jeszcze suchszej jesieni wilgotność bukwi

zbieranej z ziemi była niższa niż 20%. Zewnętrznym wskaźnikiem spadku wilgotności orzeszków jest zmiana barwy ich okryw z początkowo ciemnobrązowej na jasnobrązową.

Niedojrzałą bukiew cechuje wilgotność bardzo wysoka, której poziom opada stopniowo w miarę zbliżania się do pełnej dojrzałości nasion. Messer (1960) podaje następujące dane liczbowe, obrazujące ten proces (w procentach):

1 lipca	79,7	1 września	49,3
10 lipca	77,0	10 września	41,6
1 sierpnia	77,1	1 października	31,3
10 sierpnia	61,8	10 października	27,8

Opisane powyżej zmiany wilgotności sprawiają, że dane dotyczące masy 1000 orzeszków buka powinny być uzupełniane informacją o poziomie wilgotności tych orzeszków. Przydatność obydwu informacji podanych łącznie można ukazać na przykładzie nasion ze zbioru dokonanego w 1983 r. na terenie różnych nadleśnictw OZLP Gdańsk, które przed przechowaniem w chłodni poddano podsuszeniu z poleceniem obniżenia wilgotności całych orzeszków do  $10 \pm 1\%$ . Po podsuszeniu sprawdzono zawartość wody w orzeszkach metodą suszenia w  $105^{\circ}\text{C}$ . Dane liczbowe zestawiono w tabeli 3.

Z danych tych wynika, że na podstawie masy 1000 orzeszków nie można by wydzielić partii nasion nie podsuszonych właściwie, tj. przesuszonych lub niedosuszonych.

Masę 1000 orzeszków podsuszanych w Kórniku w 1984 r. do  $10 \pm 1\%$  zawartości wody, a zbieranych w 2 różnych, choć bliskich terminach cechowała duża zmienność, co ilustrują dane z tabeli 4.

Łączne podawanie informacji o masie 1000 orzeszków buka i o ich wilgotności jest więc sprawą istotną. W przeciwnym razie masa 1000 orzeszków traci wartość wskaźnika charakteryzującego nasiona danej partii w sposób jednoznaczny. Tyszkiewicz (1939) podaje np., że w sezonach gospodarczych 1931/1932 — 1938/1939 przebadano w Stacji Oceny Nasion IBLP 214 próbek bukwi, a masa 1000 orzeszków wynosiła średnio 257 g, przy rozpiętości od 180 g do 327 g. Brak danych o wilgotności tych próbek

Tabela 3

Masa 1000 orzeszków buka i ich wilgotność (w stosunku do świeżej masy) po poleceniu podsuszenia do 10% zawartości wody. Orzeszki zebrane jesienią 1984 r. na terenie różnych nadleśnictw OZLP Gdańsk

Nadleśnictwo	Masa 1000 orzeszków czystych g	Wilgotność orzeszków czystych po podsuszeniu %	Uwagi
Elbląg	265,3	11,0	* orzeszki przesuszone
Gdańsk-Wejherowo	244,5	6,4*	
Kartuzy	247,6	10,1	
Lębork	258,9	9,5	* orzeszki niedosuszone
Strzebielino-Wejherowo	245,4	9,0	
Starogard Gdański	258,1	8,6	
Kolbudy	243,6	9,6	
Lubichowo-Kaliska	271,8	16,2*	

Tabela 4

Świeża i sucha masa 1000 orzeszków buka i ich wilgotność po zbiorze w Arboretum Kórnickim w dniu 10 i 15 października 1984 r., przeprowadzonym pod dwiema różnymi grupami drzew

Data zbioru bukwi	Data początku i końca poduszania bukwi do wilg. 10±1%	Świeża masa 1000 orzeszków g	Sucha masa 1000 orzeszków g	Wilgotność orzeszków %
10 paźdz. 1984 r.	10 paźdz. 1984 r.	346,4*	231,9*	33,1*
	14 paźdz. 1984 r.	249,2	225,3	9,6
15 paźdz. 1984 r.	15 paźdz. 1984 r.	244,5*	186,7*	25,1*
	18 paźdz. 1984 r.	207,8	187,5	9,8

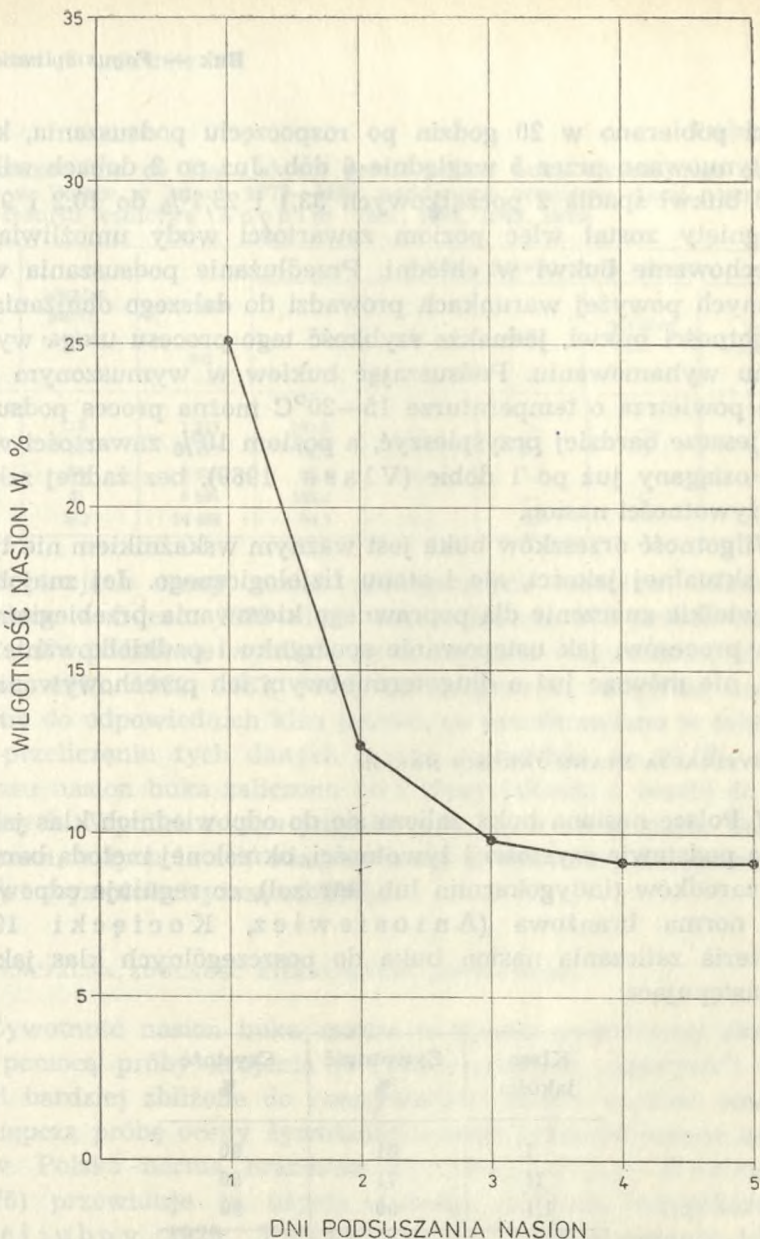
\* Wilgotność nasion oznaczona po 20 godzinach wstępnego poduszania po spławieniu w wodzie.

Oznaczenia wykonano w trakcie poduszania nasion w temperaturze pokojowej 20–21°C do wilgotności 10±1%. Po zbiorze nasiona spławiano we wodzie, a do pierwszego oznaczenia wilgotności pobierano orzeszki po 20 godzinach wstępnego poduszania

uniemożliwia wypowiedzenie się czy ta wielka rozpiętość wyników nie była następstwem użycia do ocen próbek o silnie zróżnicowanej wilgotności.

Według Messera (1960) orzeszki buka zbierane w połowie listopada ze ściółki pod drzewostanem zawierały już 32—37% wody. Jesień 1958 r. była w rejonie zbioru dokonanego przez Messera bogata w opady, a nasyconych wodą orzeszków nie można było w bardzo wówczas wilgotnym powietrzu podsuszyć aż do wczesnej zimy, pomimo temperatury nieprzeciętnie wysokiej, pomimo prawidłowego składowania w suchych i przewiewnych magazynach i przy częstym szufłowaniu. Dochodziło do pleśnienia, bukwi, a gdy składowano ją w zbyt grubej warstwie — nasiona kiełkowały już jesienią, co jest zjawiskiem rzadko spotykanym. Podczas suchej jesieni 1949 r., która nastąpiła po bardzo suchym lecie, wilgotność większości partii nie przekraczała w dotkniętych suszą rejonach 20%, a po składowaniu była jeszcze niższa. W efekcie notowano wtedy wiele niepowodzeń po siewie w szkółkach i drzewostanach wiosną 1950 r.

Wilgotność orzeszków buka rozrzuconych w cienkiej warstwie w przewiewnym miejscu obniża się bardzo szybko, gdy wilgotność względna powietrza nie jest wysoka a temperatura jest zbliżona do 20°C. Warunków takich nie można zapewnić w składach gospodarczych ze względu na późną już porę roku (październik-listopad). Temperatura powietrza jest wtedy, zwłaszcza nocą, coraz niższa, a jego wilgotność nieraz bardzo wysoka, szczególnie w okresie opadów deszczu lub podczas mgieł. W pomieszczeniach ogrzewanych i wentylowanych można jednak stworzyć odpowiednie warunki i wtedy należy się liczyć z szybką utratą wody przez bukiew. Warunkiem sukcesu jest wtedy powtarzane co jakiś czas mieszanie (szufłowanie), co zapewnia względną równomierność przebiegu podsychania nasion. Na rycinie 3 przedstawiono przebieg podsychania bukwi, scharakteryzowanej bliżej w tabeli 4. Podsuszanie przeprowadzano w pomieszczeniu ogrzewanym do 20—21°C po spławieniu świeżo zebranej bukwi w wodzie. Ze względu na konieczność powierzchniowego osuszenia bukwi mokrej po spławieniu pierwszą próbkę do oceny wilgot-



Ryc. 3. Przebieg podsuszania orzeszków buka w temperaturze pokojowej (20—21°C) po zbiorze w październiku 1984 r., dokonanym bezpośrednio po opadnięciu z drzew. Orzeszki soplawiano natychmiast we wodzie i przed przystąpieniem do podsuszania poddano wstępnemu podeschnięciu przez 20 godzin (oryg.)

ności pobierano w 20 godzin po rozpoczęciu podsuszania, które kontynuowano przez 5 względnie 6 dób. Już po 2 dobach wilgotność bukwi spadła z początkowych 33,1 i 25,1% do 10,2 i 9,5%, osiągnięty został więc poziom zawartości wody umożliwiający przechowanie bukwi w chłodni. Przedłużanie podsuszania w opisanych powyżej warunkach prowadzi do dalszego obniżania się wilgotności bukwi, jednakże szybkość tego procesu ulega wyraźnemu wyhamowaniu. Podsuszając bukiew w wymuszonym prądzie powietrza o temperaturze 15–20°C można proces podsuszania jeszcze bardziej przyspieszyć, a poziom 10% zawartości wody jest osiągnięty już po 1 dobie (Vlase 1969), bez żadnej szkody dla żywotności nasion.

Wilgotność orzeszków buka jest ważnym wskaźnikiem nie tylko ich aktualnej jakości, ale i stanu fizjologicznego. Jej znajomość ma wielkie znaczenie dla poprawnego kierowania przebiegiem takich procesów, jak ustępowanie spoczynku i podkiełkowanie nasion, nie mówiąc już o długoterminowym ich przechowywaniu.

#### KLASYFIKACJA STANU JAKOŚCI NASION

W Polsce nasiona buka zalicza się do odpowiednich klas jakości na podstawie czystości i żywotności, określonej metodą barwienia zarodków (indygokarmin lub tetrazol), co reguluje odpowiednia norma branżowa (Antosiewicz, Kocięcki 1976). Kryteria zaliczania nasion buka do poszczególnych klas jakości są następujące:

Klasa jakości	Zywotność %	Czystość %
I	81	90
II	71	90
III	50	90

Poziom czystości w granicach 90–95% jest w Polsce uznawany za poziom średni, powyżej 95% znajduje się poziom wysoki, poniżej 85% niski.

Tabela 5

Zaszeregowanie do klas jakości partii nasion buka zwyczajnego zebranych w Polsce w latach 1979—1983, poddanych ocenie w stacji oceny nasion resortu leśnictwa (A n o n i m 1981, 1982, 1983, 1984)

Rok	Liczba partii nasion	Zapas kg	Klasa jakości (w % zapasu)				
			I	II	III	poniżej III	bez wartości
1979	13	1 527	100,0	—	—	—	—
1980	68	6 629	85,9	7,5	6,4	—	0,2
1981	86	8 830	91,3	6,2	1,7	—	0,8
1982	81	6 901	100,0	—	—	—	—
1983	312	54 454	94,7	3,3	2,0	—	—

W stacjach oceny nasion podlegających resortowi leśnictwa poddano w 5-leciu 1979—1983 ocenie łącznie 560 próbek nasion buka. Na podstawie wyników ocen czystości i żywotności (A n o n i m 1981, 1982, 1983, 1984) zaszeregowano wszystkie badane partie do odpowiednich klas jakości, co przedstawiono w tabeli 5. Po przeliczeniu tych danych można stwierdzić, że 93,5% masy zapasu nasion buka zaliczono do I klasy jakości, a resztę do klas niższych. Wynika z tego jedynie tyle, że w swej masie bukiew zebrana w tych latach odznaczała się żywotnością nie gorszą niż 80% i czystością wyższą od 90%.

#### POTENCJALNA ZDOLNOŚĆ KIEŁKOWANIA (ŻYWOTNOŚĆ)

Żywotność nasion buka można w sposób przybliżony określić za pomocą próby krojenia ( $3 \times 100$  orzeszków „czystych”). Wyniki bardziej zbliżone do rzeczywistości można uzyskać stosując zastępczą próbę oceny żywotności nasion przez barwienie zarodków. Polska norma branżowa (Antosiewicz, Kocięcki 1976) przewiduje tu użycie wodnego roztworu indygokarminu (Neljubov 1925, Tyszkiewicz 1939) o stężeniu 1:2000. Z nasion wyjętych z orzeszków, moczonych następnie przez 24 godziny w temperaturze pokojowej w wodzie destylowanej wyjmuje się zarodki, które zanurza się na 2 godziny w roztworze

barwnika, po czym poddaje się je ocenie. W tym czasie martwe tkanki zarodków lub całkowicie martwe zarodki przybierają barwę niebieską. W zależności od rozległości stref zabarwionych i ich umiejscowienia pozwala to na ostateczne uznanie poszczególnych nasion za zdrowe, nadpsute lub zepsute, oprócz nasion uszkodzonych przez larwy owadów, pustych i widocznie zepsutych. Te ostatnie wydziela się na podstawie ich wyglądu podczas wyjmowania z okryw lub pozbawiania zarodków łupiny nasiennej przed próbą barwienia.

Międzynarodowe przepisy oceny nasion (ISTA 1976, 1981) przewidują ocenę żywotności nasion buka przy zastosowaniu próby tetrazolowej. Aby pozyskać zarodki moczy się w wodzie w pierw całe orzeszki przez 18—20 godzin, po czym wyjmuje się z okryw same nasiona i moczy ponownie przez co najmniej 6 godzin. Wyjęte z nasion zarodki umieszcza się potem na 24 godziny w 1% roztworze chlorku tetrazolowego w buforze fosforanowym w ciemności, w temperaturze 30°C. W tym czasie tkanki zdrowe barwią się na kolor żywo czerwony, zaś tkanki martwe pozostają niezabarwione, przybierają barwę brudnoczerwonawą lub pośrednią. Za zdrowe uznaje się zarodki całkowicie zabarwione, zarodki z niezabarwionym końcem korzenia na co najwyżej 1/3 jego długości, zarodki z plamkami niezabarwionymi na górnych połowach liścieni i zarodki z kombinacjami wymienionych powyżej stref czy plam niezabarwionych.

Metoda indygo karminowa została dla oceny nasion buka wprowadzona w Polsce przez Tyszkiewicza (1939). Znajduje ona zastosowanie w ocenie nasion buka w ZSRR, w Polsce i w Rumunii (E n e s c u i in. 1971), swego czasu stosowano ją też w Czechosłowacji. Obrazy uszkodzeń ujawnione za pomocą indygo karminu i tetrazolu powinny sobie odpowiadać jak pozytyw i negatyw fotograficzny. W Rumunii (E n e s c u i in. 1971) stwierdzono dla 27 partii nasion buka zwyczajnego, ocenianych równocześnie obydwoma metodami, średnie poziomy żywotności 75,00% (indygo karmin) i 73,90% (tetrazol). Ze względu na taniość i nietoksyczność Roztovtsev i Lyubich (1978) i Suszka (1979 b, nieopubl.) postulowali włączenie metody indygo karmino-



wej do przepisów ISTA. W związku z tym pod patronatem ISTA (komitet „Forest Tree Seed”) zostały przeprowadzone w różnych placówkach badawczych i stacjach oceny nasion badania o charakterze porównawczym przy użyciu różnych metod oceny żywotności nasion buka, w tym również metody indygokarminowej i tetrazolowej (E n e s c u 1981). W konkluzji stwierdzono, że duża zgodność uzyskiwana w przypadku stosowania różnych metod oceny nasion buka o wysokiej żywotności podlega rozchwianiu, gdy jakość nasion jest niska. Za bardziej wiarygodną uznano metodę tetrazolową z zastrzeżeniem, że za nasiona żywotne uznawane będą odtąd tylko te, których zarodki barwią się całkowicie (bez plam).

#### RZECZYWISTA ZDOLNOŚĆ KIEŁKOWANIA

W polskich przepisach oceny nasion próba kiełkowania nie jest dla nasion buka w ogóle zalecana, lecz proponował ją swego czasu T y s z k i e w i c z (1939, 1949) zalecając przeprowadzanie jej w piasku w temperaturze 18—20°C przy umiarkowanym oświetleniu przez 28 dni. Chodziło tu więc raczej o próbę wschodzenia niż kiełkowania, a nadawała się ona tylko dla nasion już przysposobionych do kiełkowania.

W przepisach ISTA (1966) zalecano początkowo próby kiełkowania na bibule lub w piasku (próba wschodzenia) przy użyciu nasion pozbawionych twardej owocni (okrywy). Próby te należało przeprowadzać wprawdzie w temperaturze 3—5°C aż do podjęcia kiełkowania przez większość nasion (na co przewidywano 42 dni chłodzenia), po czym należało kiełkowniki przenieść do 20°C.

N y h o l m (1954, 1965) zauważył w Danii już wcześniej, że w temperaturze 0° i 5°C nasiona buka kiełkują lepiej i szybciej niż po przeniesieniu do wyższej temperatury np. do 25°C. Również w Anglii (H o l m e s, B u s z e w i c z 1957) stwierdzono, że w 1,7—4,4°C kiełkowanie nasion przebiega lepiej niż w 21—28°C. Z drugiej strony w Woody-Plant Seed Manual (A n o n i m 1948) zalecano dla prób kiełkowania nasion buka temperaturę cyklicznie zmienną 20°~30°C (12+12 godz.), która może sprzyjać

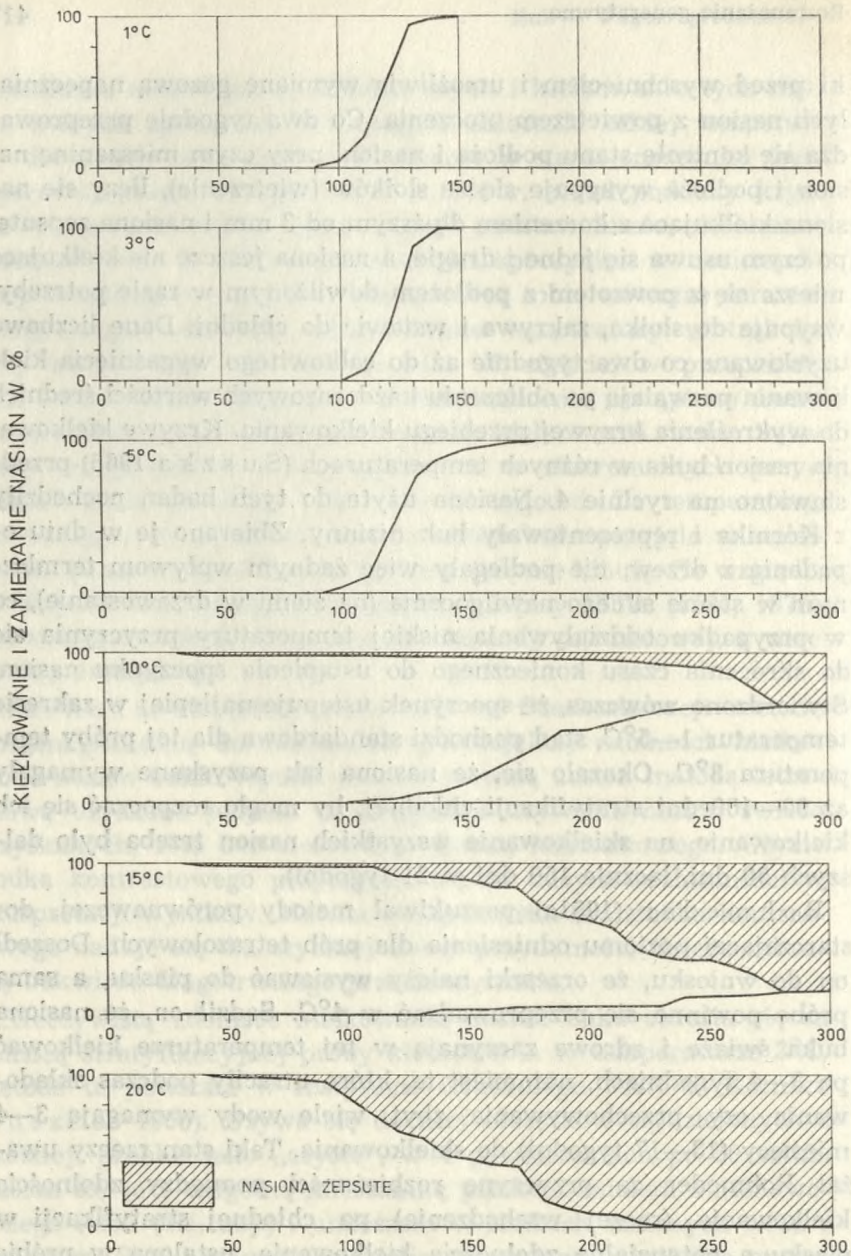
wschodzeniu nasion już podkiełkowanych i kiełkowaniu tych nasion, których spoczynek już ustąpił. Zalecanie takiej temperatury dla nasion znajdujących się jeszcze w stanie spoczynku jest nieporozumieniem. Przepis ISTA z 1966 r. został poddany krytyce (Suszka 1966), gdyż u jego podstaw leżało niesłuszne przeświadczenie o zbliżonej głębokości spoczynku w nasionach różnych badanych partii, nie zdawano też sobie wówczas sprawy z negatywnych skutków podwyższania temperatury w trakcie próby kiełkowania lub wschodzenia. W efekcie, w przepisach ISTA z roku 1976, wspomniane wyżej zalecenie zastąpiono uwagą stwierdzającą, że czas trwania próby kiełkowania nasion buka zależy od głębokości ich spoczynku, a w ekstremalnych przypadkach może dochodzić nawet do 24 tygodni. Za temperaturę obowiązującą dla prób kiełkowania nasion buka przyjęto w zmienionym przepisie 3—5°C, a za podłoże jedynie bibułę. Ze względu na długotrwałość próby kiełkowania przepisy ISTA (1966, 1976) przewidują możliwość korzystania z metody tetrazolowej, a więc z próby zastępczej.

Machaniček (1980) zastosował w Czechosłowacji metodę rentgenograficzną do określania potencjalnej zdolności kiełkowania nasion buka. Wyniki zbieżne z oceną nasion metodą tetrazolową uzyskano jedynie w przypadku używania nasion świeżo pozyskanych, i to bez stosowania środka kontrastowego. Użycie środka kontrastowego przyczyniło się do dużych rozbieżności w interpretacji wyników. Metoda rentgenowska bez środka kontrastowego nadaje się dla szybkiej oceny przydatności świeżo zebranej bukwi do długotrwałego przechowywania.

Rzeczywistą zdolność kiełkowania nasion buka określa się za pomocą stratyfikacyjnej próby kiełkowania w temperaturze 3°C. Metoda ta powstała w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku (Suszka 1966). Używa się do niej orzeszków wydzielonych z badanej próbki jako „czyste”, w 4 powtórzeniach po 50 sztuk. Miesza się je z wilgotną mieszaniną piasku z miałem z nienawożonego torfu (1:1, obj.) i umieszcza w słoikach szklanych wraz z podłożem. Słoiki nakrywa się folią aluminiową z kilkoma otworami wentylacyjnymi. Chroni to podłoże stratyfikacyjne i orzesz-

ki przed wyschnięciem i umożliwia wymianę gazową napęczniałych nasion z powietrzem otoczenia. Co dwa tygodnie przeprowadza się kontrolę stanu podłoża i nasion, przy czym mieszaninę nasion i podłoża wysypuje się ze słoików (wietrzenie), liczy się nasiona kiełkujące z korzeniem dłuższym od 3 mm i nasiona zepsute, po czym usuwa się jedne i drugie, a nasiona jeszcze nie kiełkujące miesza się z powrotem z podłożem dowilżonym w razie potrzeby, wysypuje do słoika, zakrywa i wstawia do chłodni. Dane liczbowe uzyskiwane co dwa tygodnie aż do całkowitego wygaśnięcia kiełkowania pozwalają po obliczeniu każdorazowych wartości średnich do wykreślenia krzywej przebiegu kiełkowania. Krzywe kiełkowania nasion buka w różnych temperaturach (S u s z k a 1966) przedstawiono na rycinie 4. Nasiona użyte do tych badań pochodziły z Kórnika i reprezentowały buk nizinny. Zbierano je w dniu opadania z drzew, nie podlegały więc żadnym wpływom termicznym w stanie silnego nawilgocenia (na ziemi w drzewostanie), co w przypadku oddziaływania niskiej temperatury przyczynia się do skrócenia czasu koniecznego do ustąpienia spoczynku nasion. Stwierdzono wówczas, że spoczynek ustępuje najlepiej w zakresie temperatur 1—5°C, stąd pochodzi standardowa dla tej próby temperatura 3°C. Okazało się, że nasiona tak pozyskane wymagały aż 90—100 dni stratyfikacji chłodnej, by mogło rozpocząć się ich kiełkowanie, na skiełkowanie wszystkich nasion trzeba było dalszych 50 dni, łącznie 150 dni = 21 tygodni).

R o h m e d e r (1951a) poszukiwał metody porównawczej, dostarczającej poziomu odniesienia dla prób tetrazolowych. Doszedł on do wniosku, że orzeszki należy wysiewać do piasku, a samą próbę powinno się przeprowadzać w 4°C. Sądził on, że nasiona buka świeże i zdrowe zaczynają w tej temperaturze kiełkować po 3—4 tygodniach, natomiast te, które utraciły podczas składowania czy przechowywania zbyt wiele wody wymagają 3—4 miesięcy (13—17 tygodni) do skiełkowania. Taki stan rzeczy uważał Rohmeder za przyczynę rozbieżności pomiędzy zdolnością kiełkowania (raczej wschodzenia) po chłodnej stratyfikacji w piasku a potencjalną zdolnością kiełkowania, ustaloną w próbie tetrazolowej. Wyrażała to w jego przekonaniu znaczna nieraz lic-



DNI STRATYFIKACJI

<http://rcin.org.pl>

ba zarodków nie w pełni przebarwionych w tetrazolu („mato-  
wych”). Z tego też powodu Rohmeder przestrzegał przed obni-  
żaniem na czas dłuższy wilgotności bukwi składowanej zimą po-  
niżej 17<sup>0</sup>/. Opinia ta nie odpowiada rzeczywistości, ponieważ wil-  
gotność bukwi przeznaczonej do przechowywania, zwłaszcza dłu-  
goterminowego w chłodni, musi być doprowadzona do poziomu  
8—10<sup>0</sup>/. Suszka (1966) wykazał na przykładzie bukwi pod-  
suszonej zaraz po zbiorze do 9,1, 9,5 i 10,0<sup>0</sup>/, że zdolność kiełko-  
wania w 3°C, bardzo wysoka bezpośrednio po zbiorze, nie uległa  
najmniejszemu obniżeniu ani po podsuszeniu, ani po przechowa-  
niu w stanie podsuszonym w 3° czy w —10°C przez 98 dni. Pod-  
suszenie nadmierne, bo do 5,7<sup>0</sup>/ zawartości wody przyczyniało się  
jednak po podsuszeniu do natychmiastowego obniżenia zdolności  
kiełkowania. Rohmeder sugerował się tym, że bukiew podsuszona  
poniżej 17<sup>0</sup>/ pozostawała na tym etapie ustępowania spoczynku,  
który ją charakteryzował w dniu przystąpienia do podsuszania.  
Tymczasem w bukwi jeszcze nie podsuszanej spoczynek ustępuje  
samorzutnie podczas składowania w chłodnych pomieszczeniach  
(szopy, stodoły, strychy), w których się ją umieszcza po zbiorze  
z zamiarem jej podsuszenia. Nie powinno więc dziwić szybkie po-  
dejmowanie kiełkowania przez partie nasion buka poddane stra-  
tyfikacji po dłuższym, kilku-, a nawet kilkunastotygodniowym  
składowaniu w chłodzie przy ciągle jeszcze wysokiej i zimą bar-  
dzo powoli obniżającej się wilgotności. Przekonanie specjalistów  
o krótkim czasie koniecznej chłodnej stratyfikacji nasion buka  
wzięło się stąd, że wszyscy uzyskiwali nasiona do badań od leś-  
ników, którzy bukiew tę składowali przez późną jesień, a nieraz  
i przez pierwsze miesiące zimowe lub całą zimę w piasku lub lu-  
zem. Używano więc nasion, których spoczynek już w części lub  
w znacznym stopniu ustąpił, gdyż prawidłowy przebieg tego pro-  
cesu jest zapewniony, gdy wilgotność bukwi nie spada poniżej po-  
ziomu 17<sup>0</sup>/, a temperatura jest niska. Niewłaściwa interpretacja

---

←  
Ryc. 4. Wpływ temperatury stratyfikacji na przebieg kiełkowania nasion  
buka. Orzeszki zebrano i poddano stratyfikacji w dniu opadnięcia z drzew  
(wg Suszki 1966)

tych faktów utrudniała przez szereg lat prawidłowy rozwój dalszych badań nad ustępowaniem spoczynku nasion buka, a w efekcie i nad ich przechowywaniem.

#### SKŁAD CHEMICZNY NASION BUKA

Cennym składnikiem nasion buka są tłuszcze. Wysoka ich zawartość sprawia, że w czasach niedostatku tłuszczów bukwią żywili się ludzie, nie mówiąc już o zwierzętach, których niektóre gatunki traktują ją jako poszukiwany składnik pożywienia. Z tego też powodu bukiew przechowywana w składach i wysiewana w szkółce powinna być chroniona i zabezpieczona przed gryzoniami i ptakami, w szkółkach również przed dzikami. Gruntowne wybieranie bukwi w lasach w okresach głodu przez ludzi odbijało się ujemnie na naturalnym odnowieniu.

Bukiew jest dla zdrowia człowieka szkodliwa, gdy spożywa się ją w stanie surowym w większej ilości czy wykorzystuje w gospodarstwie domowym w całości lub po zmieleniu jako dodatkowe źródło tłuszczu nieprzetworzonego (H o t o v y 1947, E e k e l e n i in. 1945). Olej bukowy jest wolny od szkodliwych składników.

R o h m e d e r (1951b) opisuje sytuację w Niemczech po niezwykle wysokim urodzaju nasion buka w latach 1888 i 1946. Zbiórka bukwi miała wtedy charakter zorganizowany, a las stał się dzięki temu dodatkowym źródłem tłuszczu w odżywianiu ludności. W Bawarii zebrano co najmniej 4000 t nasion, do urzędowych zbiornic dostarczono tam 400 t.

R o h m e d e r (1951b) zajął się w tej sytuacji zagadnieniem zmian, zachodzących w nasionach buka pod względem zawartości tłuszczu. Nastąpiło to na zlecenie administracji leśnej, która w celu uratowania naturalnego odnowienia zmierzała do uchronienia reszty bukwi przed wybieraniem. W trakcie badań przeprowadzonych w latach 1946 i 1947 okazało się, że zawartość tłuszczu surowego (ekstrahowanego eterem) i białka jest zależna od stanu fizjologicznego nasion i od etapu rozwoju powstających z nich siewek (tab. 6).

Tabela 6

Zawartość tłuszczu surowego i białka w suchej masie orzeszków i siewek buka (Rohmeder 1951b)

Stan nasion lub siewek	Tłuszcz %	Białko %
Bukiew przechowywana w stanie podsuchonym	48,5	29,1
Bukiew z korzeniem długości 1 cm	46,3	29,3
Bukiew z korzeniem długości 1—5 cm	45,2	27,8
Bukiew z korzeniem ponad 5 cm	42,4	29,5
Siewki z zazielenionymi liścieniami	21,8	31,0
Siewki z pierwszymi liśćmi (stadium I)	5,1	30,9
Siewki z pierwszymi liśćmi (stadium II)	4,3	13,3

Zawartość tłuszczów utrzymywała się na prawie niezmiennym poziomie aż do czasu przekroczenia przez rosnący korzeń długości 5 cm, po czym w miarę dalszego wzrostu korzenia i rozwoju siewek spadała tak szybko, że zbiór bukwi dla celów spożywczych tracił sens i przestawał być opłacalny. Wykształcone już siewki zawierają ciągle jeszcze 5% tłuszczów, co sprawia, że wschody i bardzo młode naloty bukowe są stale zagrożone przez zwierzynę. Zawartość białka utrzymuje się w nasionach na niezmiennym poziomie aż do rozwinięcia się na siewkach pierwszych prawdziwych liści, po czym gwałtownie spada.

W podobnych badaniach przeprowadzonych przy użyciu nasion buka pochodzących z rejonu Czerniowiec w USRR (M a h m e t, E m e c 1981) stwierdzono równie wysoki poziom zawartości tłuszczów (52,5%), znacznie niższy poziom zawartości białek (7,8%), niską zawartość cukrów i skrobi (odpowiednio 1,0 i 0,8%) i brak garbników. We Włoszech (M a r a s c h i n i 1948) suche nasiona zawierały 40—42% tłuszczów. W oleju ze świeżych orzeszków nienasyconych kwasów tłuszczowych (oleinowy, linolowy i lino-  
lenowy) było łącznie 82,9%, a kwasów nasyconych łącznie 11,4%;

wolnych kwasów tłuszczowych było mniej niż 1%. Sprawia to, że olej wytłaczany na zimno lub w temperaturze nie wyższej niż 75°C dobrze się przechowuje.

W orzeszkach stwierdzono też obecność różnych związków fenolowych (Beckmann, Manz 1959) takich jak kwas kumaryny, p-hydroksybenzoesowy, waniliowy, p-hydroksycynamonowy i ferulowy.

Bukiew jest, jak się okazuje, surowcem roślinnym bogatym nie tylko w tłuszcze, ale i w białko. Jej wartość kaloryczna jest bardzo wysoka (Grodziński, Sawicka-Kapusta 1970), równa wartości nasion gatunków szpilkowych i leszczyny (6,0—6,8 kcal/g suchej masy), a więc wyższa niż analogiczna wartość nasion większości gatunków liściastych (5,0—5,3 kcal/g suchej masy).

#### PRZECHOWYWANIE BUKWI SILNIE UWODNIONEJ W WARUNKACH GOSPODARCZYCH

Do niedawna jeszcze sądzono, że orzeszków buka nie należy podsuszać po zbiorze. Było to zrozumiałe w rzeczywistości, w której nie umiano ich przechowywać dłużej niż przez jedną zimę, a jej składowanie musiało być z konieczności połączone z przysposabianiem nasion do siewu na najbliższą wiosnę.

Najbardziej odpowiednim sposobem wykorzystania bukwi w prymitywnych warunkach gospodarczych jest jej wysiew przed zimą (Tyszkiewicz 1949). Masa 1000 orzeszków przekracza wtedy 250 g, a zdrowotność ustalona w próbie krojenia jest zwykle bardzo wysoka i w materiale dobrze presortowanym dochodzi do 100%. Spoczynek tych nasion ustępuje w glebie, jeżeli warunki są sprzyjające. W przypadku siewu wiosennego trzeba bukiew przechować do wiosny, a podczas przechowywania (składowania) trzeba umożliwić ustąpienie spoczynku nasion. Zdolność kiełkowania poprawnie składowanych nasion dochodzi do około 60% i zależy od zastosowanego sposobu przechowywania. Tyszkiewicz opisuje kilka sposobów mogących znaleźć zastosowanie w takich



warunkach. Najprostsze jest przechowywanie pod drzewostanem. Bukiew poddaje się po zbiorze wstępnemu podsuszeniu, po czym rozsypuje się ją w cienkiej warstwie na oczyszczonej do gleby mineralnej powierzchni, po czym przykrywa się ją słomą, suchą ściółką i śniegiem. Niezbędne jest wtedy zabezpieczenie bukwi przed gryzoniami. W tak przechowywanych stosunkowo wilgotnych nasionach, zwilżanych dodatkowo jeszcze przez wodę z opadów czy topniejącego śniegu spoczynek ustępuje przed wiosną, a bukiew nadaje się do siewu, o ile przedwcześnie nie skiełkuje.

Bukiew można też składować po wstępnym podsuszeniu w szopie Alemanna tak jak żołądzie, a więc początkowo w warstwie nie grubszej niż 30 cm, samą szopę należy zabezpieczyć przed gryzoniami. Bukiew należy w szopie szuflować aż do nastania mrozów, początkowo częściej, potem rzadziej. Bukiew wstępnie nie podsuszona szufduje się nawet dwa razy dziennie w cienkiej warstwie. Podczas mrozów należy zabezpieczyć szczyty szopy przez obstawienie snopami słomy, w przypadku silnych mrozów słomą lub suchą ściółką (do grubości 25 cm) nakrywa się bukiew, a na dach szopy, przynajmniej na jej boki, narzuca się warstwę śniegu (Tyszkiewicz 1949). W czasie odwilży bukiew w szopie należy szuflować, a szopę wietrzyć przez otwarcie drzwiczek i przewietrzników. W szopie Alemanna łatwo bukiew przesuszyć. W naszym klimacie taki sposób przechowywania połączonego z równoczesnym przysposabianiem bukwi do siewu może być zawodny. W warunkach Anglii (Faulkner, Aldhous 1959) wysiew bukwi składowanej przez zimę w odpowiednich warunkach zapewnia uzyskanie lepszych wyników niż bardziej ryzykowny siew jesienny.

Schönborn (1964) dowiódł, że odporność mrozowa nasion buka zależy od ich wilgotności i wzrasta w miarę jej podsychania. Zewnętrznym wskaźnikiem spadku wilgotności bukwi jest zmiana barwy okryw orzeszków (owocni) z brązowej, niekiedy ciemnobrązowej na jaśniejszą. W takich przypadkach zaleca Tyszkiewicz spryskiwanie wodą i częste szuflowanie, w celu wyrównania wilgotności w całej masie nasion. Zbytne jej przesuszenie prowadzi do spadku wartości siewnej (w przypadku siewu za-

mierzonego na wiosnę). Wyjaśnił to już Rohmeder (1951a) stwierdzając, że powyżej pewnego progu wilgotności, ustalonego przez niego na 17<sup>0</sup>/<sub>0</sub> w stosunku do świeżej masy, proces ustępowania spoczynku ulega w składowanych nasionach wyraźnemu zahamowaniu. Nie oznacza to wcale, że spada żywotność nasion, gdyż przy niedopuszczeniu do przemarznięcia pozostaje ona nadal wysoka.

Wyniki obserwacji Rohmedera znalazły potwierdzenie w kilku innych krajach, przy czym najczęściej opierano się nie tyle na systematycznie prowadzonych pracach badawczych, co na doświadczeniu praktycznym. Do wniosku o konieczności zachowania odpowiedniej wilgotności nasion buka podczas przechowywania przez pierwszą zimę po zbiorze doszedł w NRD Zentisch (1957), w RFN oprócz Rohmedera również Messer (1960), a w Czechosłowacji Machaniček (1964). W Polsce już wcześniej pisał o tym Tyszkiewicz (1949). Podobne doniesienia pochodzą z ZSRR, z Karpat (Molotkov i in. 1959) i Anglii (Holmes, Buszewicz 1958), jeszcze wcześniej sformułowano ten postulat w podręczniku Woody-Plant Seed Manual (Anonim 1948). Praktycy w różnych krajach zdawali sobie sprawę z konieczności niedopuszczania do nadmiernego przesuszenia orzeszków buka, w trakcie przechowywania przez zimę, jeszcze dawniej.

Rohmeder (1951a) doszedł do wniosku, że przejściowe poddeschnięcie bukwi poniżej 17<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nie powstrzymuje nasion od wiosennego kiełkowania, jeżeli po kilku dniach przywróci się bezpieczny poziom wilgotności. W przypadku nadmiernego spadku zawartości wody w okresie pomiędzy zbiorem a siewem Rohmeder zaleca zmieszanie orzeszków na pewien czas przed siewem z wilgotnym piaskiem w piwnicy o temperaturze 4—6°C lub w chłodni, co jest równoznaczne z uzupełniającą stratyfikacją chłodną. Podaje on przykład bukwi pochodzącej z zakupu, która wysiana wprost 24 kwietnia do gruntu weszła bez żadnego przysposobienia tylko w 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Część tej bukwi umieszczono na 4 tygodnie w lodówce w 4°C w warunkach wilgotnych, a po wysiewie podkiełkowanego materiału w dniu 22 maja uzyskano wydajność

42<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Przystosowanie do siewu podwyższyło więc wydajność siewek aż 7-krotnie tylko dlatego, że umożliwiono likwidację stanu spoczynku w znacznej części nasion.

Bukiew silnie przesuszona może według Rohmedera wymagać stratyfikacji 2—3-miesięcznej, co zostało wyjaśnione w badaniach przeprowadzonych w Polsce (S u s z k a 1966). Okazało się bowiem, że szybko zebrane nasiona buka proveniencji nizinnej wymagają znacznego czasu oddziaływania obniżonej temperatury, by ich spoczynek mógł ustąpić.

Podczas długotrwałej stratyfikacji może się zdarzyć, że nastąpi przedwczesne kiełkowanie. W takim przypadku jedynym wyjściem jest natychmiastowy siew, gdy warunki na to pozwalają. Szkółka siewna nie może się wtedy znajdować w kotlinie zmrozowiskowej, gdyż siewki buka są wyjątkowo wrażliwe na działanie spóźnionych przymrozków. Przedwcześnie mogą również skiełkować nasiona buka przechowywane w zmieszaniu z piaskiem w kopcach ziemnych, nie chronionych przed opadami (M e s s e r 1960). Autor ten zaleca składowanie samej bukwi nie zmieszanej z piaskiem przez zimę w równomiernie chłodnych, przewiewnych i niezbyt wilgotnych piwnicach wprost na ziemi czy posadzce. W razie potrzeby radzi on taką bukiew skrapiać i szuflować, a przed siewem zaleca stratyfikację, by w ten sposób wpłynąć na początek kiełkowania. W rzeczywistości mamy tu do czynienia z chłodną stratyfikacją począwszy od czasu silniejszego nawilżenia nasion i od spadku temperatury do odpowiednio niskiego poziomu, bez względu na to czy bukiew jest, czy nie jest zmieszana z piaskiem.

T y s z k i e w i c z (1949) zaleca przystąpienie do podkiełkowania bukwi w pierwszej połowie maja, co radzi osiągnąć przez obfite zlanie wodą i częste szuflowanie, aż do dnia wysiewu. Najlepsze wschody zapewnia siew bukwi podkiełkowanej na tyle, że kiełki są małe, zaledwie ukazujące się.

Żaden z opisanych powyżej sposobów składowania i przystosowania bukwi do siewu nie pozwala na przekroczenie progu pierwszej wiosny po zbiorze. Istota każdego z tych sposobów polega bowiem na likwidacji stanu spoczynku nasion podczas pierw-

szej zimy, co pociąga za sobą nieuchronne ich skielkowanie, czyli nieodwracalne przejście w fazę rozwojową siewki. Przechowywanie nasion buka do drugiej jesieni po zbiorze lub jeszcze dłuższe nie jest więc przy zastosowaniu opisanych powyżej metod możliwe.

## PRZECHOWYWANIE BUKWI W WARUNKACH KONTROLOWANYCH

### PODSUSZANIE BUKWI

Bukiew pozostawiona sama sobie traci wodę, intensywność tego procesu zależy jednakże od temperatury i wilgotności otaczającego ją powietrza, a także od szybkości jego przepływu. Bukiew składowana luzem wymaga przegarniania, dla zapobieżenia odstawania wody powietrzu jedynie przez górne warstwy orzeszków i w celu uniknięcia ich przegrzania i spleśnienia.

W okresie zbioru i wstępnego gromadzenia bukwi, a więc w październiku-listopadzie, niekiedy też jeszcze w grudniu, temperatura powietrza spada stopniowo lub skokowo do poziomu niższego od 0°C. W tym okresie trzeba się też liczyć z przejściowymi jej wahaniami, z dużymi różnicami temperatury dnia i nocy i stosunkowo wysoką wilgotnością względną powietrza, zwłaszcza w godzinach porannych, wieczornych i nocą. Wszystko to sprawia, że zdolność susząca powietrza w tych miesiącach stopniowo maleje. Z podobnym, choć nieco złagodzoną układem warunków należy się liczyć w nieogrzewanych wprawdzie, lecz znajdujących się wewnątrz budynków miejscach składowania bukwi po zbiorze. Po zbiorze późnym, nasiona buka leżące w lesie na ziemi przez kilka już tygodni wchłaniają wodę i w chłodzie cechującym okres późnej jesieni przechodzą pierwsze etapy procesu ustępowania spoczynku. Proces ten jest kontynuowany w trakcie składowania pod dachem, jeżeli tylko wilgotność nasion nie spadnie poniżej poziomu krytycznego dla jego przebiegu.

Walkenhorst (1976) śledził w naturalnych warunkach w Hesji zmiany wilgotności bukwi zbieranej w 3 terminach, tj.

10 i 30 listopada i 15 grudnia, jej wilgotność spadała z 38,9% do odpowiednio 36,3% i 31,8% wody. Bukiew ta była składowana w śpichrzu i do połowy grudnia szuflowano ją codziennie, potem dwa razy tygodniowo. W styczniu w okresie krótkotrwałych mrozów nakryto ją przejściowo workami i słomą. W końcu stycznia wilgotność tej bukwi była już wyrównana i wynosiła 23,9—23,6%, by do pierwszych dni marca spaść do 16,9—18,5%, co uniemożliwiało jej skielkowanie. Przy początkowo wysokim poziomie uwodnienia składowanie bukwi w niskiej temperaturze było przez długi czas równoznaczne z ich chłodną stratyfikacją, tyle że bez podłoża, a proces ustępowania spoczynku mógł przebiegać bez przeszkód.

Bukiew przeniesiona do ogrzanych pomieszczeń traci wodę w powietrzu o niewysokiej wilgotności względnej bardzo szybko, w 20—21°C na podsuszenie z 34 do 10% wilgotności potrzebne są 3 doby, a z 25 do 10% zaledwie 2 doby (S u s z k a nieopubl.).

Szybkość podsuszania można wydatnie przyspieszyć przez zastosowanie wymuszonego przepływu powietrza bądź to ponad bukwią rozrzuconą cienką, stale przegarnianą warstwą na podłożu czy posadzce, bądź poprzez niezbyt grubą i przegarnianą warstwę bukwi rozłożonej na powierzchni stołów suszarniczych. W tym ostatnim przypadku powierzchnia stołu jest przenikliwa dla powietrza tłoczonego przez nią od dołu (blacha perforowana, siatka metalowa). W Polsce suszarnię podłogową zbudowano w Bukowcu w nadleśnictwie Baligród w Bieszczadach przy wykorzystaniu dmuchawy do siana do tłoczenia powietrza podgrzewanego elektrycznie (S u s z k a nieopubl.). W suszarni stołowej w Koszalinie (OZLP Szczecinek) do tłoczenia powietrza i jego podgrzewania użyto dmuchaw do osuszania tynków. (S u s z k a nieopubl.). Oba urządzenia działały sprawnie i wydajnie, do 10% wilgotności podsuszano w nich bukiew przez 1—2 doby.

Temperatura powietrza suszącego ma wielkie znaczenie, zbyt wysoka może przyczynić się do pęknięcia okryw (owocni) orzeszków i spadku żywotności nasion, w temperaturze zbyt niskiej podsuszanie do wymaganego poziomu trwa zbyt długo. Zagadnienie to było przedmiotem szczegółowych badań w Rumunii

(Vlase 1969). Vlase doszedł do wniosku, że temperatura powietrza suszącego nie powinna przekraczać granic zakresu od 15 do 20°C. Bukiew podsuszona w wymuszonym prądzie powietrza o temperaturze 15°C dochodziła do wilgotności 9,8‰ z początkowych 22,0‰ przez 18 godzin, do 7,4‰ przez 36 godzin. Wilgotność względna powietrza o tej temperaturze wynosiła 33—44‰. W trakcie suszenia nie ulegała najmniejszej zmianie zdolność kiełkowania nasion. Po suszeniu w temperaturze 20°C zdolność kiełkowania była nieznacznie niższa, w 25° i 30°C uwidaczniały się już szkodliwe efekty oddziaływania temperatury zbyt wysokiej. W niekontrolowanych warunkach w temperaturze wahającej się w zakresie od -3° do 8°C (śr. 3,6°C) wilgotność bukwi okresowo przegarnianej spadła w okresie od 11 stycznia do 6 marca po przechowaniu w warstwie grubości 10 cm z 23,6 do 9,5‰, przy czym zdolność kiełkowania obniżyła się z 78‰ do 67‰.

W suszarniach zbudowanych w Polsce w Bukowcu i Koszalinie, opartych na osiągnięciach Vlase, temperatura była regulowana automatycznie przez termometry kontaktowe włączające i wyłączające nagrzewnicę. W urządzeniach suszących należy też zapewnić odprowadzenie części powietrza nawilżonego poza pomieszczenie przy stałym jego poborze z zewnątrz, co jest równoznaczne z umiarkowaną recyrkulacją.

Konieczność silnego podsuszenia bukwi przed przechowywaniem w chłodni sprawia, że bez wydajnych urządzeń nie uszkadzających nasion, suszących wymuszonym strumieniem powietrza o temperaturze nie wyższej od 20°C, nie sposób sobie wyobrazić przechowywania bukwi w chłodni w zamkniętych pojemnikach.

#### POJEMNIKI I OPAKOWANIA DO PRZECHOWYWANIA BUKWI

Uzyskaną przez podsuszenie obniżoną zawartość wody należy utrzymać bez zmian, co jest warunkiem prawidłowego przechowywania bukwi. W przeciwnym przypadku podsuszanie miałyby się z celem, którym jest trwałe obniżenie aktywności życiowej nasion przez częściowe odwodnienie żywych tkanek i obniżenie

temperatury. Aktywność oddechowa nasion spada w tej sytuacji do minimum, co sprawia, że proces starzenia się ulega silnemu zahamowaniu, a przeżywanie bukwi w zamkniętych pojemnikach staje się możliwe. Schönborn (1964) zwraca szczególną uwagę na wymóg szczelności pojemników. Zdarza się niekiedy, że ściany pojemników są w pewnym, choć nieznacznym stopniu przenikliwe dla gazów. Najpewniejsze są według Schönborna pojemniki szklane odpowiednio zamknięte.

W trakcie badań prowadzonych w Instytucie Dendrologii PAN lub pod kontrolą jego pracowników w chłodniach podległych Lasom Państwowym, użyto z dobrymi wynikami butli szklanych zakorkowanych i zalakowanych (dla małych ilości nasion buka), kanistrów 10 l z tworzyw sztucznych i beczek 60 i 110 l z polistyrenu z dużym otworem zamykanym dokręcanym wiekiem z gumową uszczelką. W dużych pojemnikach umieszczano worki z folii polietylenowej, które po napełnieniu bukwią zawiązywano szczelnie sznurkiem, po czym nakładano wieko i dokręcano je przed umieszczeniem w chłodni, a po schłodzeniu powtarzano to dzień później. Jest to konieczne, ze względu na możliwość powstania nieszczelności po schłodzeniu nasion i samych pojemników w temperaturze niskiej, np. w  $-10^{\circ}\text{C}$ . Taki podwójny sposób pakowania nasion został zaadaptowany dla przechowywania nasion buka w Polsce, a z najlepszymi wynikami został on wypróbowany w chłodniach w Leśnej Stacji Badawczej w Alice Holt Lodge (Anglia) przez Buszewicza (1962a, 1967) dla nasion gatunków iglastych, jeszcze silniej podsuszonych niż orzeszki buka. Folia ma zabezpieczyć nasiona przed zmianą wilgotności w przypadku nieszczelności wieka czy istnienia niedostrzegalnych gołym okiem otworków od rdzy w blaszanych ścianach pojemników stosowanych przez Buszewicza. Pojemniki są czworograniaste ( $24 \times 24 \times 36 \text{ cm} = 19,7 \text{ l}$ ) i mają wieko o średnicy 16 cm, wciskane jak w puszkach do lakierów. Wszystko przemawia za tym, żeby dla przechowywania bukwi stosować taki właśnie typ pojemnika. W przeciwieństwie do pojemników o walcowatym kształcie (butle, butelki, konwie do mleka, beczki itp.) taki kształt umożliwia wykorzystanie przestrzeni w chłodni w sposób jak najbardziej

ekonomiczny. Pojemniki takie można bowiem na odpowiednich, wielokondygnacyjnych regałach układać w pozycji leżącej (jak szuflady) w taki sposób, by ułożenie ich w jednakowej odległości od siebie (np. co 5 cm w każdym kierunku) pozwalało na dobry opływ schłodzonego powietrza wokół każdego pojemnika. Ustawienie beczek w kilkukondygnacyjnych półkach nie jest możliwe, ze względu na znaczny ich ciężar po napełnieniu bukwią, natomiast zdejmowanie i wkładanie 20 l, lekkich pojemników blaszanych wypełnionych bukwią (9—10 kg) nie sprawia żadnych trudności.

Messer (1960) przechował znaczne ilości bukwi przez okres od pierwszej zimy po zbiorze do następnej wiosny (przez 2 zimy) w chłodni w  $-4^{\circ}\text{C}$  w szczelnie zaspawanych workach z folii polietylenowej, mieszczących, jak można przyjąć na podstawie fotografii, około 50 l (25—30 kg) bukwi, o wilgotności 25—27%. Worki układano swobodnie obok siebie na kilkupiętrowych regałach. Bukiew ta przed umieszczeniem w chłodni była przysposabiana do siewu przez składowanie luzem w niezbyt grubej warstwie przy  $4-6^{\circ}\text{C}$  aż do stycznia-lutego przy takiej zawartości wody, przy której ustąpienie spoczynku jest możliwe. Korzystano przy tym z osiągnięć Rohmedera (krytyczny poziom wilgotności 17%) i Schönborna (w  $-4^{\circ}\text{C}$  wilgotność dopuszczalna 29%). Messer wspomina o pomyślnym przechowywaniu podobnie traktowanej bukwi przy  $-7^{\circ}\text{C}$  w jednym z północnoniemieckich zakładów szkółkarskich.

Walkenhorst (1984), kontynuując w Wolfgang w RFN prace Messera, sprowadza w styczniu po przysposobieniu nasion do kiełkowania opisaną wyżej metodą poziom wilgotności orzeszków do 20—25%. Tak przygotowane orzeszki miesza się z suchym lub słabo wilgotnym torfem (1:1), a po wsypaniu do perforowanych worków foliowych zamraża w temperaturze  $-5^{\circ}\text{C}$ . Na 8 tygodni przed planowanym siewem wyjmuje się bukiew z chłodni, moczy wraz z torfem przez 24 godziny, a potem przysposabia do siewu w  $0-2^{\circ}\text{C}$  luzem, w drewnianych skrzyniach, aż do dnia siewu w szkółce.



DŁUGOTERMINOWE PRZECHOWYWANIE PODSUSZONEJ BUKWI  
W CHŁODNI

W poprzednich rozdziałach przedstawiono wyniki badań i prób o charakterze empirycznym, w których nasiona przysposabiano wpieryw do kiełkowania likwidując ich spoczynek przez powolne podsuszanie w chłodnych warunkach późnej jesieni i wczesnej zimy. Poziom uwodnienia był ciągle na tyle jeszcze wysoki, że prawidłowy przebieg tych procesów był zapewniony. Tak przygotowane nasiona umieszczano w mniej lub bardziej szczelnych pojemnikach czy opakowaniach, by je przechowywać w chłodni w temperaturze ujemnej przez pierwszą, a nieraz i przez drugą zimę. Przyjmowano też, że po zakończeniu przechowywania wystarczy napęcznienie nasion i przetrzymywanie ich przez pewien czas w chłodzie, by wywołać kiełkowanie (podkiełkowanie) przed samym ich siewem. Takie przechowywanie nazywane jest powszechnie przechowywaniem krótkoterminowym.

Za przechowanie długoterminowe można w przypadku bukwi uważać takie, które umożliwiał siew przynajmniej na trzecią wiosnę po zbiorze. Wysiłki badaczy z różnych krajów Europy zmierzały w tym kierunku od pierwszych lat po zakończeniu II wojny światowej. Zagadnieniami wymagającymi rozeznania i zbadania były w tych pracach sprawy takie, jak wilgotność przechowywanej bukwi, temperatura przechowywania i sposób pakowania. Reakcja nasion wyrażana przez stałość lub zmiany żywotności i zdolności kiełkowania (i wschodzenia) była tu zawsze miarą ostateczną prawidłowości i skuteczności poszczególnych elementów systemu przechowywania i ich współdziałania ze sobą. Zagadnieniem kluczowym było też rozwiązanie zagadnienia przewycięzania spoczynku nasion. Nie znano wtedy skutecznej metody przysposabiania nasion do kiełkowania, mogącej znaleźć zastosowanie dla nasion silnie podsuszonych, nie zdawano sobie zresztą wówczas sprawy z możliwości podsuszania bukwi poniżej poziomu 17%, uznanego za wilgotność krytyczną (Rohmeder 1951a).

Holmes i Buszewicz (1958) zebrali całość dostępnej w tym czasie wiedzy o wynikach badań nad przechowywaniem

nasion buka. Okazało się, że najdłuższe okresy przechowywania dochodzące do 18 miesięcy uzyskano w Danii (Johannsen 1921), podczas przechowywania bukwi w workach w 1—2°C, co zapewniło skielkowanie 45% nasion. Podobnie w Anglii (Holmes, Buszewicz 1954, 1956) po przechowaniu przez 22 miesiące w 2°C orzeszków buka podsuszonych do 9% zawartości wody kiełkowało 76% nasion. Metody te nie nadawały się jednak do długoterminowego przechowywania bukwi. Okazało się też wtedy, że ponad rok przechowywał bukiew pomyślnie w Danii Nyholm (1951, 1954), początkowo w 1—5°C po podsuszeniu do 16% wilgotności, a następnie w —5°C po podsuszeniu do 11%. Te wszystkie wyniki zwróciły uwagę badaczy na możliwość silnego odwodnienia bukwi i stosowania temperatur niższych od 0°C. Badania nad przechowywaniem były w Danii kontynuowane (Nyholm 1960, 1965), podobne prace prowadzono nadal w Anglii (Buszewicz 1961, 1962b, Holmes, Buszewicz 1960) i w RFN (Schönborn 1958, 1964). Wynikało z nich co następuje:

— przez jedną zimę po zbiorze można bukiew o wilgotności 20—30% przechować w przewiewnych workach jutowych w temperaturze —4°C do —5°C,

— zachowanie pełnej żywotności nasion buka przez okres co najmniej 3 i 1/2 roku po zbiorze jest możliwe,

— przed przechowaniem w okresie od zbioru do stycznia-lutego bukiew powinna być składowana przy wilgotności nie niższej niż 18—20% luzem w temperaturze 1—10°C przy wilgotności względnej powietrza nie niższej niż 75% w celu przełamania spożyciu tych nasion,

— bukiew można podsuszyć nawet do 2% zawartości wody całkowicie odwodnionym powietrzem, o temperaturze nie wyższej niż 20°C,

— w miarę obniżania wilgotności bukwi można bez szkody dla jej żywotności obniżać temperaturę późniejszego przechowywania,

— bukiew świeżo zebraną można z łatwością podsuszyć do 8—10% wilgotności składając ją w cienkiej warstwie i często przegarniając, w temperaturze bliskiej 20°C,

— niską wilgotność uzyskaną przez podsuszenie można zachować stosując szczelne opakowania lub szczelnie zamykane pojemniki (torby papierowe w workach z folii polietylenowej 0,2 mm, butle, pojemniki z polistyrenu lub z blachy nierdzewnej),

— optymalne warunki dla wieloletniego przechowywania bukwi zapewnia (po składowaniu do stycznia-lutego) obniżenie wilgotności do 8—10% i przechowywanie w temperaturze  $-5^{\circ}\text{C}$  do  $-15^{\circ}\text{C}$ , zwłaszcza jednak w  $-10^{\circ}\text{C}$  do  $-15^{\circ}\text{C}$ ,

— rozmrażanie bukwi po zakończeniu przechowywania powinno przebiegać w chłodnym i zacienionym miejscu w zamkniętych jeszcze pojemnikach,

— przed siewem konieczna jest krótkotrwała, chłodna stratyfikacja nasion, w celu pobudzenia ich do kiełkowania w wysokim procencie.

W nawiązaniu do tych sugestii prowadzono podobne badania również w Czechosłowacji i w Polsce.

W Czechosłowacji Machaniček (1965) uzyskał najlepsze wyniki w przypadku bukwi podsuszonych do wilgotności 9—12%, przechowywanej w szczelnie zamkniętych pojemnikach w temperaturze  $-8^{\circ}\text{C}$  (w porównaniu z przechowywaniem w 0 i  $8^{\circ}\text{C}$ ). W tych warunkach zdolność kiełkowania nasion (przysposobionych przed przechowywaniem przez składowanie przez 2—3 miesiące w chłodni przy stopniowo malejącym poziomie uwodnienia) obniżała się wolniej niż w temperaturach wyższych i w ciągu 29 miesięcy spadała z początkowych 72 do 44%. W latach 1968—1970 Machaniček i Vrabc (1973) przechowywali duże ilości rumuńskiej bukwi, którą wprawdzie składowano przez miesiąc w  $5^{\circ}\text{C}$  przy 23—25% wilgotności w celu przewyciężenia stanu spoczynku, a następnie podsuszano w temperaturze  $10-14^{\circ}\text{C}$  w suszarniach do chmielu w wymuszonym prądzie powietrza 9—11% zawartości wody, co trwało łącznie 8—12 godzin. Tak przygotowaną bukiew przechowywano w  $-17^{\circ}\text{C}$  w szczelnie zapawanych workach z folii polietylenowej, włożonych dla lepszej ochrony przed uszkodzeniami do drewnianych skrzynek na owoce. Po 25 miesiącach przechowywania wilgotność orzeszków różniła się o  $\pm 2\%$  od wilgotności wyjściowej, a żywotność spadała

z początkowych 79 do 64<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Po rocznym przechowaniu wysiano 10,5 t tej bukwi (żywołność 71<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) w 8 szkółkach leśnych jeszcze przed zimą. Wynik zależał w wysokim stopniu od warunków atmosferycznych i temperatury w okresie siewu i podczas zimy oraz od przygotowania gleby. Bukiew przezimowała najlepiej na glebie piaszczystej, lecz była narażona na duże szkody powodowane przez myszy. Po wschodach siewki były niszczone przez myszy, ptaki i przez choroby grzybowe (pleśń). W najlepszym przypadku uzyskano 905 siewek z 1 kg orzeszków. Przed następną zimą 1205 kg bukwi (żywołność 71<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) stratyfikowano w wilgotnym piasku, a w marcu i kwietniu wysiano w szkółkach, uzyskując w najlepszym przypadku 727 siewek z 1 kg. Gorsze wyniki uzyskane po siewie wiosennym wiąże Machaniček z trudnościami w utrzymaniu odpowiednich warunków stratyfikacji. Resztę bukwi wysiano przed zimą po dwuletnim przechowywaniu w chłodni, gdy ich żywołność spadła do 64<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Nasiona wschodziły na wiosnę nierównomiernie, a 75<sup>0</sup>/<sub>0</sub> siewek zniszczyła po wzejściu pleśń.

Doświadczeniom Machanička można zarzucić, że materiał nasienny pochodzący z Rumunii niewątpliwie z wielu źródeł, został potraktowany jako materiał jednorodny. Przy wewnętrznym zróżnicowaniu poszczególnych partii i jednolitym ich traktowaniu podczas przysposabiania w 5°C przyczyniło się to nawet w obrębie poszczególnych pochodzeń, do pogłębienia różnic pod względem zaawansowania w procesie ustępowania spoczynku. Uwidoczniło się też znaczenie warunków panujących w glebie wokół orzeszków po siewie wiosennym i jesiennym. Bukiew o nienajwyższej początkowej jakości (72<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) niewiele ucierpiała w bardzo niskiej temperaturze przechowywania (—17°C), co jest dowodem, że temperatury od niej wyższe będą tym bardziej bezpieczne. W wyniku tych badań po urodzaju w roku 1982 (Machaniček 1984) przeznaczono w Czechosłowacji do przechowywania w chłodniach 10 t bukwi o wilgotności 9—11<sup>0</sup>/<sub>0</sub> w temperaturze —10 do —15°C.

W Polsce szczegółowe badania nad długoterminowym przechowywaniem bukwi przeprowadzono w latach 1964—1973. W badaniach nad nasionami buka nizinnego (Suszka 1966, 1974) użyto bukwi zbieranej natychmiast po opadnięciu z drzew. Oka-

zało się, że w różnych stałych temperaturach zakresu 1—5°C kiełkowanie rozpoczęło się podczas stratyfikacji dopiero po 90 dniach, a kończyło po następnych 50—70 dniach. Stwierdzono więc, że bukiew, która nie była poddana oddziaływaniu chłodu w stanie napęczniałym na powierzchni gleby i nie przeszła w tych warunkach choć części procesu ustępowania spoczynku, wymaga 150—160 dni do skiełkowania wszystkich żywotnych nasion w niskiej temperaturze. Taka bukiew podsuszona w 15—20°C z początkowych 23,4 do 9,1, 9,5 i 10,0% zawartości wody (co trwało 25—36 dni) nie różniła się podczas stratyfikacji chłodnej niczym od bukwi świeżej niepodsuszonej, a czas potrzebny dla ustąpienia spoczynku nie uległ zmianie. Jedynie samo podsuszanie stosunkowo rozwickle obniżyło zdolność kiełkowania tych nasion o co najwyżej 10%. Podsuszenie tej bukwi do 5,7% pociągnęło za sobą spadek zdolności kiełkowania do poziomu 30%, co nastąpiło na skutek zaniku żywotności we wszystkich pozostałych nasionach. Bukiew podsuszoną do podanych powyżej poziomów wilgotności stratyfikowano w 1, 3 i w 5°C po przechowaniu przez 1 zimę (100 dni) w 3° lub w —10°C w szczelnie zamkniętych butlach. We wszystkich przypadkach nasiona podsuszone do wilgotności 9—10% kiełkowały w 3°C w ponad 90%, jedynie czas potrzebny do zainicjowania kiełkowania i jego zakończenia podczas chłodnej stratyfikacji uległ skróceniu do 70—80 dni (początek) i 120—140 dni (koniec). Okazało się więc, że w trakcie przechowywania w —10°C nastąpiło pewne skrócenie czasu koniecznego oddziaływania chłodu na nasiona stratyfikowane.

Bukiew pochodzenia nizinnego, podsuszoną do podanych powyżej poziomów wilgotności, przechowywano przez kolejne 1, 2, 3 i 4 zimy w osobnych, nigdy nie otwieranych butlach w —10°C, a po przechowaniu stratyfikowano oddzielnie w 1, 3 i 5°C. Bukiew podsuszona do wilgotności 9—10% kiełkowała podczas stratyfikacji chłodnej po kolejnych zimach w odpowiednio 94—97, 97—98, 99 i 68—74%, podobnie kiełkowała bukiew przechowywana przez 1 i 2 zimy w 3°C, przy zachowaniu pozostałych warunków. Silne podsuszenie (do 5,7%) obniżyło zdolność kiełkowania po kolejnych zimach w 3°C do 66, 48, 60 i 62%. Nasiona kiełkowa-

ły więc w wyższym procencie niż podczas stratyfikacji rozpoczętej bezpośrednio po podsuszeniu (31%), spadek zdolności kiełkowania był pomimo to znaczny, chociaż żywotność tych nasion była stale bliska 100%.

W latach 1968—1972 (S u s z k a 1974) przechowywano bukiew pochodzenia karpackiego niskiej jakości, pochodzącą z wysokości 700 m n.p.m., zebraną w końcu października w jakiś czas po opadnięciu na ziemię. Można przypuścić, że już na ziemi zostały w niej zainicjowane przemiany zdążające do ustąpienia spoczynku. Bukiew ta wymagała zaledwie 40 dni stratyfikacji do pojawienia się pierwszych kiełków, pozostałe nasiona potrzebowały jeszcze 50 dni do zakończenia kiełkowania. Bukiew tę podsuszano jak bukiew nizinną w 15—20°C, obniżając jej wilgotność z początkowych 31,4 do 10,0%, co trwało 45 dni. Bukiew karpacka po podsuszeniu kiełkowała w 3°C w 63%, a po przechowaniu przez 2, 3, 4 i 5 zim odpowiednio w 59, 60, 42 i 46%. Nawet po przechowaniu przez 5 zim osiągnięta została zdolność kiełkowania dochodząca do 92% zdolności cechującej nasiona świeżo podsuszone. Czas potrzebny w 3°C dla skiełkowania pierwszych nasion i rozciągłość okresu kiełkowania nie zmieniły się w porównaniu z nasionami świeżo pozyskanymi i podsuszonymi. W pracach przedstawionych powyżej (S u s z k a 1966, 1973, 1974) ukazano po raz pierwszy na przykładzie rodzimego materiału nasiennego poprawność zasady podsuszania orzeszków buka do 9—10% wilgotności i zalety ich przechowywania w szczelnie zamkniętych pojemnikach w —10°C do 5 zimy po zbiorze. Optymalna dla stratyfikacji nasion okazała się temperatura 3°C, chociaż spoczynek ustępuje pomysłnie w całym zakresie 1—5°C.

Badania nad przechowywaniem bukwi prowadzone są również we Francji. W badaniach początkowych (B o n n e t-M a s i m b e r t, M u l l e r 1973) korzystano z bukwi zebranej w 1968 r., pochodzącej z dwu źródeł. Zastosowano dwa poziomy wilgotności (8—9% i 13—14%) i 4 temperatury przechowywania (18, 4, —4 i —15°C), orzeszki przechowywano w szczelnie zamkniętych słojach szklanych i równocześnie w zaspawanych workach z folii polietylenowej na wolnym powietrzu. Zdolność kiełkowania na-

sion sprawdzano corocznie. Nasiona jednej z obydwu partii o wilgotności 9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, przechowywane przez 4 lata w słoju w —5°C kiełkowały w 65<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, co było najlepszym wynikiem osiągniętym w tej serii badań.

Nawiązanie współpracy naukowej w zakresie nasiennictwa leśnego pomiędzy Instytutem Dendrologii PAN w Kórniku a INRA — Station d'Amélioration des Arbres Forestiers w Ardon koło Orleanu we Francji w początkach lat siedemdziesiątych przyczyniło się do znacznego ożywienia badań nad przechowywaniem nasion buka i przewyciężaniem ich spoczynku. Cytowane poniżej prace zespołu badawczego w Champenoux (Nancy) przebiegały w znacznej mierze w ramach tej współpracy, w której wyniki uzyskane przez jedną stronę były sprawdzane przez drugą, przy równoczesnych próbach rozwiązywania różnych otwartych kwestii przez obydwie strony.

Należy tu zaznaczyć, że problemów przechowywania i ustępowania spoczynku nasion buka nie można oddzielać od siebie, toteż zarówno w Kórniku jak i w Champenoux (Nancy) badania poszły w dwu zasadniczych kierunkach:

— wpieryw przysposobienie, potem przechowywanie i wysiew nasion,

— wpieryw przechowywanie, potem przysposobienie i wysiew nasion.

Ze względów czysto praktycznych ograniczyć się trzeba na razie do omówienia wyników badań przeprowadzonych nad wieloletnim przechowywaniem bukwi we Francji.

W roku 1972 rozpoczęto tam nową serię badań (B o n n e t-M a s i m b e r t, M u l l e r 1975, P e r r i n i i n. 1978) z zamiarem przechowywania bukwi przez okres 3—4 lat i oddzielnie — jej przechowywania krótkoterminowego. Rezygnując z wstępnego przysposobiania nasion podsuszono tę bukiew o wilgotności 33,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> na raty do 8—9<sup>0</sup>/<sub>0</sub> wkrótce po zbiorze i oczyszczeniu, co w wentylowanej, nieogrzewanej suszarni dla zboża trwało łącznie 18 godzin (7+7+4 godz.). Oddzielnie podsuszano bukiew również w pomieszczeniu ogrzanym do 19°C w warstwie grubości 2 cm, co trwało 6 dni. Podsuszoną bukiew przechowywano potem w szczel-

nie zamkniętych pojemnikach plastikowych 30 l w  $-5^{\circ}\text{C}$  i w  $-15^{\circ}\text{C}$ , przy czym w pojemniku znajdowało się po 5 partii po 12 kg pakowanych w oddzielne worki, co miało umożliwić przechowanie przez 1—5 lat. Po 19 miesiącach stwierdzono, że zdolność kiełkowania nasion w  $4^{\circ}\text{C}$ , która przez samo podsuszenie w  $19^{\circ}\text{C}$  została obniżona z początkowych 81 do 75% nie uległa już żadnemu dalszemu spadkowi podczas przechowywania w  $-5^{\circ}\text{C}$  i  $-15^{\circ}\text{C}$ . W szkółce nasiona podsuszane w suszarni i w pokoju traktowane łącznie wschodziły po 19-miesięcznym przechowywaniu w 72%. Potwierdzona została więc ustalona już przez Vlase (1969) nieszkodliwość szybkiego suszenia bukwi w temperaturze nie wyższej niż  $20^{\circ}\text{C}$ , ukazano też możliwość przechowywania bukwi podsuszonej do wilgotności 8—9% w temperaturze dochodzącej do  $-15^{\circ}\text{C}$ . Równocześnie stwierdzono na przykładzie nasion podsuszonych do wilgotności 20—25%, przechowywanych w  $4^{\circ}\text{C}$  w suchym piasku czy wermikulicie, że wilgotność ich nie podlegała żadnym zmianom, a spoczynek ustępował, w przeciwieństwie do nasion silnie podsuszonych, przechowywanych w chłodni. W ten sposób uzyskano wyniki zbieżne z dotychczasowymi osiągnięciami innych ośrodków badawczych. Badania te kontynuowano, a w latach następnych założono szereg podobnych doświadczeń przy użyciu nasion z innych regionów Francji. Z wyników tych prac (Perrin i in. 1978) można wyciągnąć wniosek następujący: bukiew podsuszona szybko (suszarnia wentylowana, nieogrzewana) jak i wolniej w pokoju ( $19^{\circ}\text{C}$ ) zachowywała niezmienną wilgotność i zdolność kiełkowania w  $4^{\circ}\text{C}$  nie tylko po 4, ale i po 6 latach przechowywania w chłodni. Laboratoryjna zdolność kiełkowania utrzymywała się wciąż na poziomie 83—89%, zdolność wschodzenia w szkółce po kilkutygodniowej stratyfikacji chłodnej po 4 latach przechowywania pozostawała ciągle na poziomie 79%. Bukiew przechowywana od 1974 r. zachowała się po 2 i 3 latach przechowywania w podobnych warunkach dokładnie tak samo. Opierając się na tych wynikach po zbiorze w latach 1974 i 1976 przystąpiono do przechowywania dla Lasów Państwowych (Office National des Forêts) 17 t bukwi, reprezentowanej przez 51 partii i po 3 i 5 latach nie obserwowano żadnego spadku zdol-



ności kiełkowania. W rok później nieużyte jeszcze przez szkółkarzy 8 partii bukwi (łącznie 1815 kg) przechowywanej przez 6 lat kiełkowało średnio w 82,6%, a 4 partie (łącznie 4420 kg) przechowywane przez 4 lata kiełkowały w średnio 86% (Muller, Bonnet-Masimbert 1982). Nasiona buka z wcześniejszych doświadczeń przechowywane przez 7 i 5 lat kiełkowały ciągle jeszcze w odpowiednio 78—91% i 76—85% (Muller, Bonnet-Masimbert 1981, 1982).

Sprawdzianem poprawności przechowywania nasion jest zachowanie nie tylko zdolności kiełkowania, ale i zdolności wschodzenia, chodzi więc tu o gotowość hipokotylu do wydłużania się i podejmowania wzrostu przez epikotyl. Próby kiełkowania należy więc uzupełniać laboratoryjnymi próbami wschodzenia w odpowiednim podłożu przy zastosowaniu podwyższonej lub cyklicznie zmiennej temperatury, albo też wysiewami w szkółce, w której dobowe zmiany temperatury są zapewnione przez warunki naturalne. W temperaturze wyłącznie niskiej, odpowiedniej dla prób kiełkowania, nie wydłużają się epikotyle i hipokotyle, rosną tylko korzenie. Zarówno w badaniach polskich (Suszka 1974), jak i francuskich (Perrin i in. 1978) próby kiełkowania uzupełniano próbami wschodzenia w warunkach laboratoryjnych i w szkółce. Ma to duże znaczenie, bo na podstawie wyników samych tylko prób kiełkowania nie można przewidzieć wyników prób wschodzenia w gruncie.

#### CHŁODNIE DO PRZECHOWYWANIA BUKWI

Bez względu na sposób przechowywania bukwi temperatura w chłodni powinna być utrzymywana na stałym poziomie poniżej 0°C zwłaszcza wtedy, gdy planowane jest jej długoterminowe przechowywanie. Istotne jest, by niska temperatura nie obniżała żywotności nasion, niszcząc nieodwracalnie żywe ich tkanki. Schönborn (1964) stwierdził, że odporność mrozowa nasion buka zależy od ich wilgotności. Wraz ze spadkiem wilgotności orzeszków coraz niższa jest temperatura krytyczna, w której występują pierwsze uszkodzenia mrozowe:

wilgotność bukwi w %	temperatura krytyczna
33	—2°C
30	—8° do —10°C
25	—12°C do —14°C
18	—21°C
13	—35° do —36°C
7,5	—35° do —36°C

Bukiew o wilgotności 20% traciła żywotność w —30°C, przy wilgotności 30% utrata zdolności kiełkowania następowała w —7°C. W innych badaniach Schönborna bukiew o wilgotności 13%, przechowywana w —16°C utraciła w pełni zdolność kiełkowania, a partie bukwi o poziomach wilgotności niższych od 26% znosiły bez szkód temperaturę —10°C.

Z wyników uzyskanych przez Schönborna można wyciągnąć wniosek, że bukiew podsuszona słabo, np. do 20—25% (Walckenhorst 1984) czy silnie, bo 8—10% (Suszka 1966, Bonnet-Masimbert, Muller 1975) może być bez szkody dla żywotności i zdolności kiełkowania przechowywana w dość szerokich granicach zakresu temperatury ujemnej, byle wyższej niż —12°C. Przy najniższym poziomie wilgotności (8—10%) temperatura dochodząca do —36°C nie powinna powodować jeszcze żadnych szkód. Tym bardziej bezpieczna jest jakakolwiek temperatura w zakresie od —4°C do —10°C, stosowana najczęściej w badaniach nad przechowywaniem i w praktycznym przechowywaniu na większą skalę.

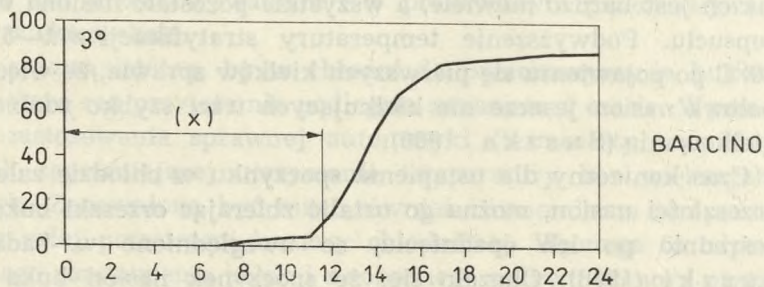
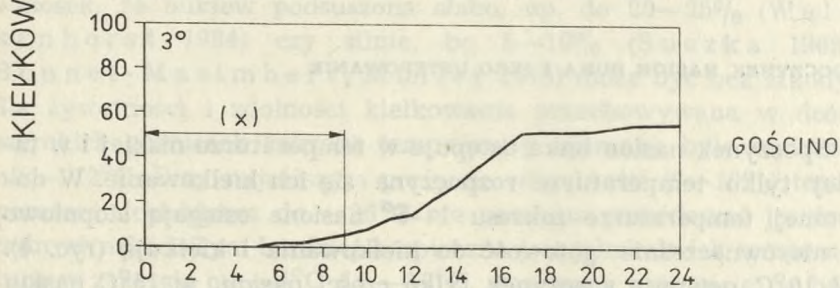
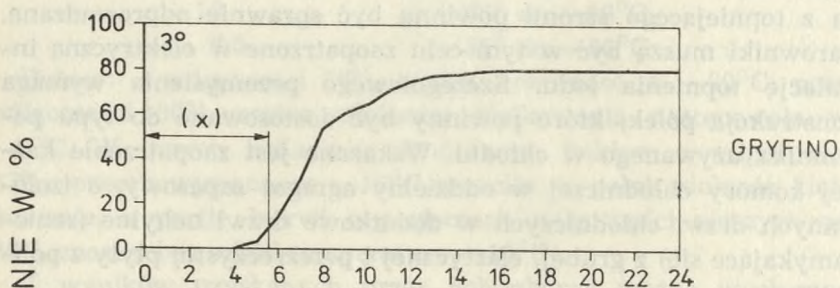
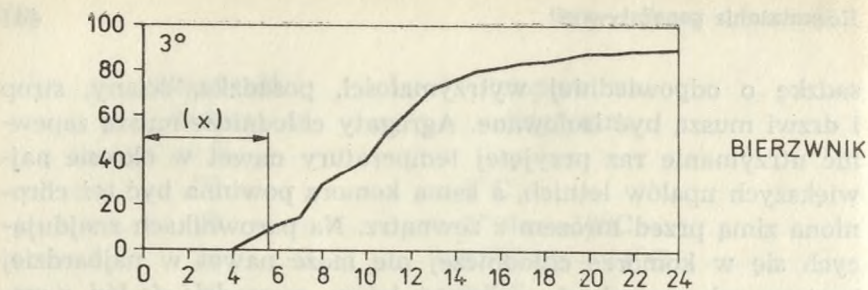
Jest sprawą istotną, by w chłodni do przechowywania bukwi temperatura raz przyjęta nie podlegała zmianom w czasie. Wymaga to zastosowania sprawnej automatyki (termostaty wysokiej jakości), zapewniającej utrzymanie temperatury bez większych odchyłek. Zapewniona być musi również równomierna temperatura w całej przestrzeni komory chłodniczej. Wymaga to odpowiedniego rozstawienia półek i swobodnego opływu komory przez schładzane powietrze, które powinno krążyć po komorze dzięki stale czynnym wentylatorom. Komory chłodnicze muszą mieć po-

sadzkę o odpowiedniej wytrzymałości, posadzka, ściany, strop i drzwi muszą być izolowane. Agregaty chłodnicze muszą zapewnić utrzymanie raz przyjętej temperatury nawet w okresie największych upałów letnich, a sama komora powinna być też chroniona zimą przed mrozem z zewnątrz. Na parownikach znajdujących się w komorze chłodniczej nie może nawet w najbardziej krytycznych warunkach, zwłaszcza latem, gromadzić się lód, a woda z topniejącego szronu powinna być sprawnie odprowadzana. Parowniki muszą być w tym celu zaopatrzone w elektryczną instalację topnienia lodu. Szczegółowego przemyślenia wymaga konstrukcja półek, które powinny być dostosowane do typu pojemnika używanego w chłodni. Wskazane jest zaopatrzenie każdej komory chłodniczej w oddzielny agregat zapasowy, a izolowanych drzwi chłodniczych w dodatkowe drzwi uchylne (samozamykające się) z grubej, elastycznej i przezroczystej płyty z polietylenu.

#### SPOCZYNEK NASION BUKA I JEGO USTĘPOWANIE

Spoczynek nasion buka ustępuje w temperaturze niskiej i w takiej tylko temperaturze rozpoczyna się ich kiełkowanie. W dowolnej temperaturze zakresu 1—5° nasiona osiągają stopniowo i nierównocześnie gotowość do kiełkowania i kiełkują (ryc. 4). W 10°C ustępuje spoczynek tylko części nasion, w 15°C nasion takich jest bardzo niewiele, a wszystkie pozostałe nasiona ulegają zepsuciu. Podwyższenie temperatury stratyfikacji z 1—5°C do 20°C po pojawieniu się pierwszych kiełków sprawia, że więcej niż połowa nasion jeszcze nie kiełkujących traci szybko zdolność do kiełkowania (S u s z k a 1966).

Czas konieczny dla ustąpienia spoczynku w chłodzie zależy od przeszłości nasion, można go ustalić zbierając orzeszki buka bezpośrednio po ich opadnięciu, co uwzględniono w badaniach S u s z k i (1966). Okazało się, że spoczynek nasion buka ustępuje w chłodzie po napęcznieniu zarówno na ziemi w lesie, jak i podczas składowania po zbiorze, podczas którego nasiona pod-



TYGODNIE STRATYFIKACJI

szychają, jednakże w stopniu niewystarczającym dla powstrzymania procesu ustępowania spoczynku.

Zróznicowana przeszłość termiczna poszczególnych partii nasion sprawia, że każda z nich może wymagać odmiennego czasu uzupełniającej chłodnej stratyfikacji do podjęcia, kontynuacji i zakończenia kiełkowania. Z tego też powodu próbkę dobrze reprezentującą każdą partię nasion należy poddać oddzielnie stratyfikacji próbnej w 3°C, by móc na podstawie regularnych obserwacji wykreślić krzywą kiełkowania, która oprócz innych wskaźników jakości powinna być uznana za podstawowy element zespołu cech charakteryzujących daną partię (ryc. 5). Dopiero na podstawie przebiegu krzywej kiełkowania można oznaczyć wartość  $x$ , niezbędną dla przeprowadzenia stratyfikacji bez podłoża (Suszka 1979a). Również w Bułgarii (Kostov, Najdenova-Janeva 1973, Nikolova 1979) stwierdzono, że okres ustępowania spoczynku świeżo zebranych nasion buka jest dłuższy niż dotąd przypuszczano. W temperaturze bliskiej 0°C (do 2°C) trzeba było przetrzymywać orzeszki buka przez 4 miesiące w stanie półwilgotnym, tj. przy zawartości wody wyższej niż 17% lub w wilgotnym piasku, by uzyskać maksymalną zdolność kiełkowania i wschodzenia i by siewki rosły najsilniej.

Rohmeder (1951a) zdawał sobie sprawę z tych faktów, nie był jednak w stanie określić rzeczywistej długości okresu ustępowania spoczynku nasion, podając jedynie ogólnie okres od kilku tygodni do kilku miesięcy.

Ustępowanie spoczynku nasion buka może przebiegać w warunkach kontrolowanych, jego właściwy przebieg zapewnia wtedy stratyfikacja w wilgotnym podłożu (piasek, torf, piasek z torfem itp.), w chłodzie np. w 3°C. Suszka (1975) opracował jednak metodę stratyfikacji bukwi bez podłoża przy kontrolowanym po-

←

Ryc. 5. Różnice w przebiegu kiełkowania nasion buka pozyskanych w tym samym roku, wynikające z długości okresu upływającego pomiędzy opadnięciem z drzew i zbiorem oraz zbiorem a podsuszeniem. Wszystkie partie nasion pochodziły ze zbioru na terenie OZLP Szczecinek w r. 1976 (wg Suszki i Kluczyńskiej 1980)

ziomie uwodnienia (początkowo przy 28%). Metoda ta została uznana za najbardziej efektywny sposób likwidacji spoczynku nasion buka również we Francji.

#### STRATYFIKACJA NASION BEZ PODŁOŻA

Metodę tę opracowano w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku (Suszka 1975). W trakcie tych badań trzeba było wyjaśnić szereg kwestii o charakterze pomocniczym, dotyczyły one takich zagadnień jak:

- nawilżanie bukwi przed stratyfikacją do pożądanego poziomu,
- utrzymywanie stałego poziomu nawilżenia bukwi podczas stratyfikacji,
- czasu trwania stratyfikacji,
- postępowania z nasionami po stratyfikacji, a przed ich siewem.

Niektóre z rozwiązań uzyskanych w Polsce zostały poddane badaniom sprawdzającym i uzupełniającym we Francji w Champenoux (Nancy).

#### NAWILŻANIE BUKWI

Wilgotność bukwi świeżo opadłej czy zbieranej po pewnym czasie z ziemi może się wahać w dość szerokich granicach. Największa różnica pomiędzy wilgotnością początkową a ostateczną (po nawilżeniu) występuje w przypadku bukwi poddanej stratyfikacji bez podłoża po przechowaniu w stanie silnie podsuszonym. Orzeszki nie są wtedy w stanie wchłonąć szybko znacznych ilości wody. Próby nawilżania nasion buka przez zanurzenie w wodzie prowadziły do obniżenia ich żywotności, umieszczano je bowiem w warunkach beztlenowych (Muller 1977). Z tego samego powodu przyjęty został (Suszka, Zięta 1976, 1977, Suszka 1978b) sposób powolnego nawilżania w warunkach tlenowych, polegający na tym, że orzeszki buka znajdujące się w komorze

chłodniczej w 3°C pryskano codziennie wodą i mieszano gruntownie, powtarzając te czynności przez kilka dni. Bukiew nawilża się w plastikowych pudłach, nakrywanych wiekiem z otworami lub szczelinami wentylacyjnymi, co z jednej strony chroni ją przed przesychnaniem, a z drugiej umożliwia wymianę gazową z powietrzem otoczenia. Nawilżanie przerywa się, gdy osiągnięta jest masa pudła wraz z bukwią (waga brutto, przy wiadomej wadze netto) odpowiadająca zaprogramowanej wilgotności np. 28%, na podstawie wyliczenia opartego na znajomości suchej masy bukwi. Orzeszki po spryskaniu początkowo mokre wchłaniają szybko wodę i stają się wkrótce powierzchownie suche. Zwykle wystarcza 5–6 dni takiego traktowania, by z początkowych 10% zawartości wody dojść do 28%. W miarę rozwoju badań zdecydowano się na coraz wyższy poziom uwodnienia orzeszków podczas stratyfikacji, dochodzący aż do 37% (S u s z k a, nieopubl.), dlatego też przyjęto w końcu zasadę 2-krotnego w ciągu dnia pryskania bukwi wodą. Dzięki temu wilgotność rzędu np. 28% jest osiągnięta w ciągu 4 dni, a 34% w ciągu 5 dni (S u s z k a 1979a). W ten sposób włączono okres nawilżania w czas stratyfikacji, gdyż po przekroczeniu poziomu krytycznego 17–18% (wg Rohmedera) w niskiej temperaturze nawilżania (3°C) uruchamiany jest proces ustępowania spoczynku. Czasu nawilżania nie dolicza się jednak do podstawowego okresu  $x$ . Badacze francuscy przyjęli obecnie za regułę nawilżanie bukwi do 28 i 30% (M u l l e r, B o n n e t - M a s i m b e r t 1983). Tendencja uwidaczniająca się w badaniach polskich i w próbach tu prowadzonych na skalę gospodarczą pod nadzorem Instytutu Dendrologii PAN polega na zaniechaniu nawilżania do 28%, ze względu na nie zawsze pewny prawidłowy przebieg procesu ustępowania spoczynku przy tej wilgotności. Okazało się bowiem (S u s z k a 1979a), że przy wilgotności 27,7% zaznaczała się jeszcze duża zwłoka w ustępowaniu spoczynku, natomiast nasiona chłodzone w 3°C przy 29,6% kiełkowały po umieszczeniu w wilgotnym podłożu w 3°C bez zwłoki. Z tego względu przyjęto w Polsce poziomy 31 i 34% (S u s z k a 1978b, 1979a, 1982, S u s z k a, K l u c z y Ń s k a 1980) za wystarczająco bezpieczne.

## UTRZYMYWANIE STAŁEGO POZIOMU UWODNIENIA NASION PODCZAS STRATYFIKACJI BEZ PODŁOŻA

Podwyższając wilgotność bukwi do 31% wykazano (S u s z k a , K l u c z y ń s k a 1980), że taki poziom uwodnienia zapewnia wyniki lepsze, niż pierwotnie przyjęty poziom 28%. Efektywność wyższej wilgotności podczas stratyfikacji chłodnej bez podłoża uwidoczniła się w trakcie prób kiełkowania i wschodzenia nasion, przeprowadzonych po zakończeniu przysposabiania nasion. Okazało się bowiem, że nasiona przysposabiane przy wilgotności 31% kiełkowały szybko i energicznie zarówno w temperaturze podwyższonej (20°C), niskiej (3°C) jak i zmiennej w cyklu dobowym (3~20°C) (16+8 godz./dobę). Można przyjąć, że nasiona tak reagujące są wystarczająco zabezpieczone przed kaprysmi pogody w szkółce po siewie wiosennym. Temperatura gleby może być wtedy przez okresy różnej długości niska lub wysoka, najczęściej jest cyklicznie zmienna, zwłaszcza w okresach dużego nasłonecznienia, czemu towarzyszą wiosną często chłodne noce.

W pracach prowadzonych później (S u s z k a 1982) za jeszcze bardziej pewny poziom wilgotności uznano 34% zawartości wody. Okazało się bowiem, że nawet przy wilgotności 37% nasiona były zabezpieczone przed kiełkowaniem przez długi czas stratyfikacji bez podłoża. Wilgotność 34% przyjęto za standard w próbach o charakterze gospodarczym, przeprowadzonych w 1985 r. w OZLP Gdańsk przy wykorzystaniu bukwi (2200 kg, 8 partii) przechowywanej w chłodni od roku 1983.

Bukiew nawilżona znajduje się podczas stratyfikacji nadal w tych samych pojemnikach, w których ją nawilżano. Napęczniałym nasionom umożliwia się wymianę gazową z powietrzem otoczenia bądź przez nakrycie pudeł-pojemników wiekiem z otworami wentylacyjnymi, bądź przez wyłożenie każdego pudła arkuszem folii polietylenowej, którego brzegi zakłada się luźno nad bukwią. Podczas stratyfikacji wystarcza jednorazowe w tygodniu i dokonywane tylko w razie potrzeby dowlżenie bukwi wodą do ustalonej masy (wagi), po czym powinno nastąpić dokładne wymieszanie zawartości pudła, w celu przewietrzenia nasion i wyrównania ich wilgotności. Ewentualne ubytki wody uzupełnia się



aż do zakończenia okresu stratyfikacji bez podłoża. W celu ustalenia potrzeby dowilżania nasion stawia się pudło z nasionami na wadze i sprawdza zgodność aktualnej masy z masą wyliczoną (zapisaną na ścianie pudła jako jego waga brutto). Ewentualną różnicę masy uzupełnia się wodą, w pudle stojącym na wadze.

#### CZAS TRWANIA STRATYFIKACJI BEZ PODŁOŻA

Ze względu na możliwość przedłużenia czasu trwania stratyfikacji bez podłoża poza czas, który podczas stratyfikacji klasycznej, tj. w wilgotnym podłożu jest wymagany do pojawienia się pierwszych kielków, można zapewnić wystarczająco długi okres oddziaływania chłodu wszystkim lub prawie wszystkim nasionom danej partii. W ten sposób partia nasion, której poszczególne nasiona cechuje pod tym względem duża zmienność, osiąga w całej swej masie gotowość do kiełkowania. Umożliwia to szybkie i równomierne skielkowanie już przysposobionych nasion.

Na podstawie obserwacji empirycznych sądzono początkowo, że czas konieczny do skielkowania 10% nasion podczas stratyfikacji próbnej (wykonanej wcześniej) powinien zaspokoić wymagania danej partii pod względem długości okresu oddziaływania chłodu (Suszka 1975, Suszka, Zięta 1976, 1977). Po eksperymentalnym sprawdzeniu (Suszka 1979a) za optymalny okres chłodzenia nawilżonych orzeszków buka przyjęto czas  $x+2$  tygodnie, gdzie  $x$  odpowiada długości chłodzenia koniecznej dla pojawienia się nasion kiełkujących w ilości odpowiadającej 10% liczby nasion zdolnych do kiełkowania podczas stratyfikacji próbnej w 3°C przeprowadzonej sposobem klasycznym, tj. w podłożu piaskowo-torfowym. W trakcie dalszych badań (Suszka, Kluczyńska 1980, Suszka 1982) sprawdzono skuteczność chłodzenia przez  $x+2$  i  $x+4$  tygodnie. Okresem optymalnie skutecznym okazały się  $x+2$  tygodnie.

W 1985 r. w próbach na skalę gospodarczą (2200 kg bukwi reprezentowanej przez 8 partii nasion) przyjęto okres chłodzenia  $x+2$  tygodnie jako przydatny dla partii nasion, których krzywa przebiegu kiełkowania podczas stratyfikacji próbnej ma przebieg

stromy, natomiast  $x+4$  tygodnie za najbardziej przydatny dla partii o bardziej pochyłym (rozwlekłym) przebiegu krzywej kiełkowania, co cechuje zwykle partie mieszane, niejednorodne. Opisany powyżej sposób ustalania czasu  $x$  umożliwi zindywidualizowane traktowanie każdej partii nasion buka i dobranie dla niej najbardziej odpowiadającego jej okresu stratyfikacji bez podłoża.

Badacze francuscy przyjęli za standard początkowo okres konieczny do skielkowania 20—30% nasion podczas stratyfikacji próbnej (Muller, Bonnet-Masimbert 1981), obecnie, po zbadaniu układów  $x+2$ ,  $x+4$  i  $x+6$  tygodni przyjęli jako stałą zasadę okres  $x+2$  tygodnie dla buki nawilżonej do 30% zawartości wody (Muller, Bonnet-Masimbert 1983).

#### POSTĘPOWANIE Z BUKWIĄ PO ZAKOŃCZENIU STRATYFIKACJI BEZ PODŁOŻA

W końcowej fazie badań nad stratyfikacją bez podłoża przez  $x$  i  $x+2$  tygodnie orzeszków nawilżonych do 28 i 31% zawartości wody (Suszka 1979, Suszka, Kluczyńska 1980) poddawano nasiona laboratoryjnej próbie wschodzenia w wilgotnym podłożu piaskowo-torfowym, w które wysiewano nasiona po stratyfikacji na głębokość 2 cm. Pudełka z wysiewami umieszczano w 3°C na okres 10 tygodni, nie ograniczając już dostępu wody do nasion, które jednak w tej temperaturze nie wschodziły, a jedynie kiełkowały, co ze względu na przykrycie zasiewów nie było widoczne. Po tym okresie stwierdzono po odkryciu 83—92% nasion z wyrosniętymi już kiełkami, bez względu na to czy stratyfikacja bez podłoża trwała  $x$  czy  $x+2$  tygodnie. Nie miało to większego znaczenia, ponieważ umieszczenie zasiewów w 3°C było równoznaczne z dalszym przedłużeniem czasu stratyfikacji chłodnej o 10 tygodni. Nasiona takie wschodziły bardzo energicznie po podwyższeniu temperatury do 20°C.

W tej sytuacji powstała kwestia minimalnego czasu trwania pobytu nasion już przestratyfikowanych bez podłoża, w środowisku zapewniającym niczym nie ograniczone pęcznienie i w e-

fekcie podkiełkowanie nasion, ciągle jeszcze w niskiej temperaturze. Okazało się (S u s z k a , K l u c z y ń s k a 1980), że umieszczenie nasion po stratyfikacji na 2 tygodnie w wilgotnym podłożu wystarczyło, by po zmianie temperatury na wyższą uzyskać maksymalny poziom wschodów. Ze względów praktycznych odstąpiono od wysiewu nasion w wilgotne podłoże, a dostęp swobodny wody do nasion uzyskano przez to, że nasiona znajdujące się w pojemniku-pudle, po upływie okresu przeznaczonego na stratyfikację nawilżano wodą obficie, bez żadnych już ograniczeń tak, by powierzchnia orzeszków była stale wilgotna. Wszystkie inne warunki stratyfikacji bez podłoża zachowywano nadal, tj. temperaturę 3°C i sposób zabezpieczenia nasion w pudle przed parowaniem wody. W ten sposób stratyfikacja bez podłoża ulega przedłużeniu o 1 tydzień, niekiedy o 2 tygodnie, o czym decyduje liczba nasion podkiełkowanych z krótkimi kielkami, nie stanowiącymi przeszkody dla siewu w szkółce (S u s z k a , nieopubl., S u s z k a 1982).

#### WNIOSEK GENERALNY

Na podstawie dużej serii doświadczeń opracowano metodę przedsewnego przysposabiania do siewu nasion buka w jednej tylko temperaturze 3°C. Polega ona na tym, że bukiew świeżą lub przechowywaną w chłodni przy 9—10% wilgotności nawilża się stopniowo w 3°C do 31—34% zawartości wody, po czym poddaje się ją stratyfikacji bez podłoża przez czas  $x+2$  lub  $x+4$  tygodnie przy stałym już poziomie wilgotności i dodatkowo jeszcze podkiełkuje w tej samej temperaturze przez 1—2 tygodnie bez ograniczeń dostępu wody, po czym można wysiać ją w szkółce. Czas  $x$  oznacza się dla każdej partii nasion oddzielnie, co umożliwia jej traktowanie w sposób zgodny z potrzebami nasion na nią się składających.

Stratyfikację bez podłoża można stosować również przed przechowywaniem lub w trakcie przechowywania. W tych przypadkach bukwi nie podkiełkuje się, lecz bezpośrednio po stratyfikacji suszy się ją ponownie do 10% zawartości wody i przecho-

wuje w chłodni (Suszka 1975, Suszka, Zięta 1976). Gdy stratyfikację bez podłoża przeprowadza się po przechowaniu bukwi, konieczne jest jej dodatkowe podkiełkowanie przed siewem, co opisano powyżej.

#### STRATYFIKACJA BEZ PODŁOŻA POPRZEDZAJĄCA PRZECHOWYWANIE

W trakcie badań nad tą metodą, zainicjowanych w Instytucie Dendrologii PAN (Suszka 1975) okazało się, że czas trwania stratyfikacji bez podłoża można było bez obaw o przedwczesne skielkowanie nasion przedłużyć o 60 dni poza czas, po którym nasiona stratyfikowane w podłożu piaskowo-torfowym zaczynają kiełkować. Okazało się też, że orzeszki buka można było po stratyfikacji bez podłoża podsuszyć w 18—20°C do 10% wilgotności i przechowywać je przez następne 84 dni w szczelnie zamkniętych pojemnikach w —10°C. Po umieszczeniu takich nasion w warunkach chłodnej stratyfikacji, tj. w wilgotnym podłożu piaskowo-torfowym w 3°C kiełkowanie było podejmowane tym energiczniej, im dłużej trwała przed przechowywaniem stratyfikacja bez podłoża. Gdy po zakończeniu przechowywania nasiona umieszczano w warunkach stratyfikacji cieplej (20°C, w podłożu) kiełkowanie przebiegało w ciągu pierwszych 2 tygodni, jednakże liczba nasion kiełkujących w cieple była niższa niż w chłodzie. Przy omówionym tu sposobie traktowania chodzi więc o przechowywanie bukwi już przysposobionej.

Badania nad stratyfikacją w podłożu czy bez niego przed przechowywaniem są obecnie kontynuowane we Francji (Muller, Bonnet-Masimbert 1981, 1983, 1985). Okazało się, że po stratyfikacji świeżo zebranej bukwi w 3°C bez podłoża przy 28—30% zawartości wody przez czas odpowiednio długi i po podsuszeniu jej w temperaturze 15—18°C do wilgotności 8—9% i przechowaniu w tym stanie przez 24—30 miesięcy w —5°C nasiona kiełkowały bez żadnej utraty zdolności kiełkowania w porównaniu z nasionami podsuszonymi, lecz jeszcze nie przechowy-

wanymi. Warunkiem uzyskania tak wysokiej zdolności kiełkowania było zastosowanie podczas prób kiełkowania w wilgotnym podłożu (torf) temperatury cyklicznie zmiennej, w tym przypadku  $5^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{C}$  (14+10 godz.). Ostatnio (Muller 1988) sygnalizowane jest pomyślne kiełkowanie nasion licznych proveniencji buka po prawie 6 latach przechowywania bukwi, przysposobionej bez podłoża wkrótce po zbiorze.

Badacze francuscy (Muller, Bonnet-Masimbert 1985) uważają przechowywanie bukwi już przysposobionej za idealny sposób, który umożliwiałby dostarczenie szkółkarzom bukwi suchej (choć silnie uwodnionej), już pozbawionej spoczynku i gotowej do podjęcia kiełkowania. Pomimo to, ze względu na konieczność wyjaśnienia pewnych szczegółów nie przewidują na razie jeszcze wprowadzenia tej metody do praktyki szkółkarskiej na skalę gospodarczą.

#### STRATYFIKACJA BEZ PODŁOŻA W TRAKCIE PRZECHOWYWANIA

U podstaw takiego podejścia leży koncepcja przysposabiania nasion już przechowywanych, których nie można wysiać zaraz po przysposobieniu, gdyż pewne względy przemawiają za dalszym ich przechowywaniem. Chodziłoby więc i tu o dostarczanie szkółkarzom bukwi suchej, lecz już gotowej do kiełkowania, a zatem i do siewu.

Badania idące w tym kierunku zostały zainicjowane w Instytucie Dendrologii PAN. W badaniach wstępnych (Suszka, Zięta 1976) wykorzystano znaną już z wcześniejszych badań (Suszka 1975) możliwość podsuszania i przechowywania w chłodni bukwi już przysposobionej do kiełkowania. Tym razem nie użyto jednak bukwi świeżej, lecz skorzystano z bukwi przechowywanej po zbiorze przez 13 miesięcy w  $-3^{\circ}\text{C}$  w stanie podsuszonym w szczelnie zamkniętych pojemnikach. Po podwyższeniu wilgotności do 28,3% bukiew tę przysposabiano przez stratyfikację bez podłoża przez różne stresy, po czym podsuszano ją ponownie do wilgotności 10% w  $18-20^{\circ}\text{C}$  (przez 10 dni), a następnie ponownie

przechowywano, tym razem w  $-10^{\circ}\text{C}$  przez 94 dni. Gdy bukiew taką poddano stratyfikacyjnej próbie kiełkowania (w podłożu) w  $3^{\circ}\text{C}$  i  $20^{\circ}\text{C}$  uzyskano zdolność kiełkowania na poziomie odpowiednio 75—82% i 60—66%, gdy stratyfikacja bez podłoża trwała  $x+2$  tygodnie. Kiełkowanie w  $20^{\circ}\text{C}$  rozpoczynało się natychmiast po umieszczeniu nasion w wilgotnym podłożu, w  $3^{\circ}\text{C}$  w 2 tygodnie później.

Nieco później podjęto następną próbę i stratyfikacji bez podłoża poddano bukiew, przechowywaną uprzednio w stanie poduszonym przy wilgotności 10% w chłodni w  $-3^{\circ}\text{C}$  przez 14 miesięcy. Po stratyfikacji bez podłoża w  $3^{\circ}\text{C}$  przez  $x$  i  $x+2$  tygodnie i po szybkim podsuszeniu w prądzie powietrza w  $16^{\circ}\text{C}$  (2 dni) przechowywano tę bukiew w  $-10^{\circ}\text{C}$  w szczelnie zamkniętych pojemnikach ponownie przez 13—14 miesięcy. Wynik tych zabiegów był w wysokim stopniu ujemny, ponad 90% nasion utraciło bowiem żywotność. Na podstawie dotychczasowych badań należy więc wątpić w możliwość długotrwałego przechowywania bukwi już raz przechowywanej i przysposobionej do siewu przez stratyfikację bez podłoża. Wydaje się, że drugi okres przechowywania nie powinien przekraczać 3 miesięcy. Umożliwiłoby to rozłożenie zabiegów przysposabiania nasion z poszczególnych partii buka na okres dłuższy, w przypadku niewystarczającej pojemności komór chłodniczych służących przysposabianiu nasion. Badacze francuscy proponują poduszanie nasion już przysposobionych do wilgotności 8—15%, a nawet do 15—18% i ich dalsze przechowywanie przez 3—5 miesięcy w temperaturze wyższej niż zazwyczaj, bo mieszczącej się między  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $-5^{\circ}\text{C}$  (Muller, Bonnet-Masimbet 1983, 1985). Propozycje te mają jednak charakter spekulatywny i nie są wystarczająco uzasadnione przez dane eksperymentalne.

#### STRATYFIKACJA BEZ PODŁOŻA PO PRZECHOWYWANIU

Przysposabianie nasion buka do siewu po zakończeniu przechowywania, a bezpośrednio przed siewem jest sposobem postępo-

wania, który można by nazwać sposobem klasycznym. Został on szeroko omówiony już wcześniej, gdyż prace badawcze prowadzone w Polsce, a później i we Francji, koncentrowały się głównie wokół tego właśnie sposobu traktowania nasion buka. Odbiegało to od postępowania przyjętego w dawniejszych pracach w Danii, w Niemczech, w Anglii i gdzie indziej, w których do likwidacji stanu spoczynku przystępowano wkrótce po zbiorze, a więc przed przechowywaniem, przez składowanie w chłodnym miejscu przy wilgotności wyższej od krytycznego poziomu wilgotności (R o h m e d e r 1951a).

Zastosowanie zasady „wpierw przechowywanie, potem przysposabianie” stało się możliwe dzięki zastosowaniu techniki szybkiego suszenia i przechowywania nasion w warunkach całkowicie kontrolowanych (suszarnie, chłodnie). Przed opracowaniem metody stratyfikacji bez podłoża (S u s z k a 1975) zalecano dla nasion uprzednio przechowywanych w chłodni stratyfikację w wilgotnym podłożu w temperaturze dowolnej zakresu 1–5°C trwającą tak długo, dopóki nie skielkuje 10% nasion żywotnych, co odpowiada okresowi  $x$  (S u s z k a, Z i ę t a 1977). Dalsze przedłużanie takiej stratyfikacji przyczynia się do spadku zdolności wschodzenia nasion, gdyż wzrasta liczba nasion kiełkujących i wydłużają się ich korzenie, co czyni wysiew bezcelowym. Termin kończenia stratyfikacji w podłożu jest więc związany z nieuchronną koniecznością wykonania siewu, co nie zawsze jest możliwe, ze względu na warunki atmosferyczne i glebowe. Pomimo to taki właśnie sposób postępowania jest obecnie przyjęty tam, gdzie gospodarka leśna dysponuje już większymi zapasami bukwi w chłodniach. Sprawdzone go głównie w Polsce (S u s z k a 1974) i we Francji (B o n n e t-M a s i m b e r t, M u l l e r 1975) w warunkach laboratoryjnych i przez siew większych ilości nasion w szkółkach.

Jeszcze w trakcie przechowywania, a nawet znacznie wcześniej, bo bezpośrednio po zakończeniu podsuszania orzeszków, a przed przystąpieniem do ich przechowywania, należy z dobrze wymieszanej masy orzeszków każdej partii oddzielnie pobrać losowo próbkę, w celu przeprowadzenia stratyfikacji próbnej i ustalenia

rzeczywistej zdolności kiełkowania nasion i czasu  $x$  danej partii. Umożliwia to podjęcie we właściwym czasie decyzji o zakończeniu przechowywania i rozpoczęciu stratyfikacji nasion każdej partii oddzielnie, przy uwzględnieniu z góry przyjętej daty siewu.

Niedogodności związane z koniecznością siewu po skiełkowaniu pierwszych nasion stratyfikowanych sposobem klasycznym znikają po przejściu na system stratyfikacji bez podłoża. Przyjęcie jako czasu trwania stratyfikacji okresu  $x+2$  tygodnie przy wilgotności 31—34% sprawia, że po zakończeniu przysposabiania nasiona jeszcze nie kiełkują. W przypadku niesprzyjających warunków w szkółce można stratyfikację taką jeszcze przedłużyć o kilka czy kilkanaście dni bez obaw o spadek zdolności kiełkowania nasion.

Na podstawie wyników badań nad stratyfikacją bez podłoża uzupełnioną dodatkowym podkiełkowaniem nasion (S u s z k a, K l u c z y ń s k a 1980) zmodyfikowano tę metodę przez uzupełnienie jej dodatkowym, 1—2-tygodniowym okresem pęcznienia przy swobodnym dostępie wody nadal w temperaturze niskiej (3°C). Sposób ten został sprawdzony również przez badaczy francuskich (M u l l e r, B o n n e t-M a s i m b e r t 1983), przy czym okazało się, że nasiona stratyfikowane bez podłoża przy wilgotności 28% przez  $x+1$  tygodni, a następnie nawilżane bez ograniczeń przez 1 tydzień wschodziły w szkółce (w przypadku 3 partii na 4 poddane badaniom) w wyższym lub znacznie wyższym procencie niż nasiona poddane stratyfikacji przez  $x+2$  tygodnie bez dodatkowego dowilżenia.

Stratyfikację bez podłoża przy wilgotności 34% na przykładzie bukwi przechowywanej uprzednio w chłodni w  $-3^{\circ}\text{C}$  przez 3 lata badał S u s z k a (1982). Bukiew tę stratyfikowano w  $3^{\circ}\text{C}$  przez  $x+4$  tygodnie, a następnie poddano ją dodatkowemu pęcznieniu przy swobodnym dostępie wody przez 2 tygodnie, co przyczyniło się do podkiełkowania części nasion (kiełki do 2 mm). Nasiona takie wschodziły po wysiewie w wysokim procencie zarówno w  $20^{\circ}\text{C}$  (w ciągu 2 tygodni) i w temperaturze zmiennej  $3\sim 20^{\circ}\text{C}$  (nieco wolniej) oraz w szkółce (w ciągu 3 tygodni). Na podstawie





Ryc. 6. Siewki buka w szkółce Jabłowo (OZLP Gdańsk) w dniu 12 lipca 1985 r., po siewie w kwietniu tego samego roku. Nasiona po zbiorze w 1983 r. podszuszono do  $8,6\%$  wilgotności i w szczelnie zamkniętych pojemnikach przechowywano w  $-6^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  w chłodni przez 2 zimy, po czym nawilżono je i przysposabiano do siewu przez stratyfikację bez podłoża w chłodni  $3^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$  przy stałym poziomie wilgotności. Wartość użytkowa nasion  $68,8\%$ , użyteczność siewna 2666 nasion w 1 kg zapasu, norma wysiewu 6 kg/ar, wydajność sadzonek w szkółce 5000—6200 szt./ar. Powierzchnia zasiewu 41 arów (fot. T. Tylkowski)

tych wyników, będących częścią rozległego doświadczenia (S u s z k a, nieopubl.) zmodyfikowaną metodę stratyfikacji bez podłoża, obejmującą nawilżenie, stratyfikację przy stałej wilgotności i dowilżenie nasion wypróbowano w 1985 r. w OZLP Gdańsk. Próby te wykonano z pomyślnymi wynikami, pomimo znacznych trudności, wynikających z niezadowalającej sprawności urządzeń do suszenia nasion i komór chłodniczych oraz z braku doświadczenia u personelu technicznego. Wykorzystano w tych próbach 8 partii nasion o łącznej masie 2200 kg, które przedtem przechowy-

wano w chłodni w stanie podsuszonym od grudnia 1933 r., tj. przez 2 zimy. W szkółkach wyniki zależały od jakości danej partii nasion, od zastosowanej normy wysiewu i od kwalifikacji samego szkółkarza. Przy zachowaniu zalecanej normy wysiewu 5—6 kg/ar uzyskano wydajność siewek (w sierpniu) rzędu 4500—9000 szt./ar (ryc. 6).

## KIEŁKOWANIE NASION

### TEMPERATURA

Temperatura jest czynnikiem podstawowym, decydującym o kiełkowaniu czy powstrzymywaniu się nasion buka od kiełkowania. Zagadnienie to poruszano już w rozdziale o warunkach ustępowania spoczynku nasion. Kiełkowanie nasion buka przebiega w temperaturze niskiej, tej samej, w której ustępuje ich spoczynek. Zależność między temperaturą, ustępowaniem spoczynku i kiełkowaniem nasion buka ukazał *Suszk a* (1966), choć i we wcześniejszych badaniach stopniowo narastała świadomość decydującej roli temperatury niskiej, nie wyższej od 5°C dla prawidłowego przebiegu tych procesów (*Nyholm* 1951, *Rohmeder* 1951a, *Holmes*, *Buszewicz* 1957). Dopóki nasiona buka nie są gotowe do podjęcia kiełkowania, dopóty powstrzymują się od niego po podwyższeniu temperatury chłodnej stratyfikacji (*Suszk a* 1966). Należy się tu liczyć zarówno z możliwością indukcji spoczynku wtórnego, jak i z osłabieniem, a w końcu z zanikiem żywotności nasion. Po pełnej stratyfikacji bez podłoża, uzupełnionej dowilżeniem w tej samej niskiej temperaturze, w której przebiegała stratyfikacja, nasiona nie znajdują się już w stanie spoczynku i zaczynają kiełkować. W temperaturach podwyższonych, możliwe staje się podjęcie szybkiego wzrostu przez powoli do tej pory wydłużający się korzeń. Reakcja nasion jest jednak nadal w pewnym stopniu zależna od warunków cieplnych:

— w temperaturze wyłącznie niskiej (np. w 3°C) dobiega końca proces ustępowania spoczynku nasion, które kiełkują w pro-

cencie najwyższym z możliwych. W przeciwieństwie do rosnących korzeni epikotyle i hipokotyle nie wydłużają się w tej temperaturze i po siewie nie obserwuje się wschodów; wyłącznie chłodna stratyfikacja jest wykorzystywana do oznaczania zdolności kiełkowania nasion bez względu na ich przeszłość cieplną, do ustalenia przebiegu krzywej kiełkowania i do ustalenia dla każdej partii oddzielnie wartości  $x$ , tj. czasu koniecznego do skielkowania 10% nasion żywotnych (potencjalnie zdolnych do kiełkowania),

— w temperaturze podwyższonej (np. w 20°C) nasiona indywidualne, jeszcze niedostatecznie przysposobione przez chłodną stratyfikację (w stanie spoczynku) powstrzymują się od kiełkowania, w efekcie spada zdolność kiełkowania tych partii nasion, których chłodna stratyfikacja została przedwcześnie przerwana przez podwyższenie temperatury; nasiona już przysposobione w chłodzie, kiełkują i wschodzą dzięki dalszemu wzrostowi korzenia i wydłużaniu się w cieple hipokotyli bardzo szybko i w wysokim procencie, nasiona nekrotyczne i osłabione giną zanim skielkują lub w trakcie kiełkowania,

— w temperaturze cyklicznie zmiennej nasiona już przysposobione przez chłodną stratyfikację kontynuują kiełkowanie i wschodzą w bardzo wysokim procencie, nieco jednak wolniej i później niż w temperaturze podwyższonej stałej, ich zdolność wschodzenia nie różni się za to od zdolności kiełkowania w temperaturze wyłącznie niskiej.

W badaniach polskich (S u s z k a 1979a, 1982) przyjęto za standard temperatury cyklicznie zmiennej w próbach kiełkowania i wschodzenia układ 3°~20°C (16+8 godz./dobę). Okazało się bowiem, że 16 godzin chłodu w ciągu doby przyczynia się do ustępowania spoczynku niedostratyfikowanych jeszcze nasion, a 8 godzin temperatury podwyższonej wystarcza do pobudzenia wydłużania się hipokotyli nasion już przysposobionych i podkiełkowanych w chłodzie, czyli do ich wzejścia. Oddziaływanie temperatury wyższej trwa zbyt krótko, by indukować spoczynek w nasionach, których kiełkowanie jeszcze się nie rozpoczęło.

W badaniach francuskich za standard układów cyklicznie zmien-

nych w próbach kiełkowania przyjęto  $5^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{C}$  (14+10 godz./dobę), również z dobrymi wynikami (Muller, Bonnet-Massimbert 1983, 1985).

Laboratoryjne układy temperatury cyklicznie zmiennej są zbliżone do układów cieplnych w glebie na głębokości siewu w szkółce w kwietniu lub na początku maja. W takich samych warunkach wschodzą też na wiosnę nasiona buka, które znajdują się w glebie leśnej po naturalnym obsiewie. W miejscach zacienionych wahania dobowe temperatury są mniejsze niż na otwartej powierzchni, gdzie łatwiej też o przesychnanie gleby i jej przegrzanie, zwłaszcza w godzinach południowych i popołudniowych.

#### ŚWIATŁO

Wpływ światła jako czynnika mogącego wpływać na kiełkowanie nasion buka nie był do tej pory badany. Dla prób wschodzenia przeprowadzonych w piasku zalecano swego czasu (Tyszkiewicz 1939) umiarkowane oświetlenie światłem dziennym. Zalecenie to nie dotyczy kiełkowania, które zarówno w próbach wschodzenia jak i w szkółce przebiega w podłożu siewnym lub w glebie, a więc w ciemności. Światło jest tu niezbędne jedynie dla prawidłowego rozwoju siewek, gdyż w ciemności lub przy niedostatecznym oświetleniu wydłużają się nadmiernie hipokotyle (ryc. 7).

#### CZYNNIKI ALLELOPATYCZNE

Pewien wpływ na kiełkowanie i wschody nasion wywierają substancje wypłukiwane przez wodę z liści i ściółki. Wyciągi wodne z liści buka, zbieranych z drzew w lutym, blokowały kiełkowanie i rozwój siewek świerka pospolitego, sosny zwyczajnej i niektórych roślin uprawnych jedno- i dwuliściennych. Wyciągi z liści zbieranych w tym samym czasie z ziemi raczej stymulowały wzrost korzeni i pędów tych roślin (Winter, Bublitz 1953). Wyciągi wodne z liści buka sporządzane przed opadnięciem lub bezpośrednio po ich opadnięciu obniżały zdolność kiełkowa-



Ryc. 7. Wschody nasion buka w 20°C po stratyfikacji bez podłoża w stanie napeczniałym w 3°C w 6 tygodni po siewie (50+50 orzeszków) w podłoże piaskowo-torfowe na głębokość 2 cm, przy słabym oświetleniu (1 żarówka 100W z odległości 1 m przez 8 godzin na dobę). Nasiona przed stratyfikacją przechowywano w chłodni w stanie podsuszonym (wilg. 10%) od grudnia 1976 r. do marca 1980 r. (fot. K. Jakusz)

nia sosny, opóźniały jedynie kiełkowanie nasion świerka, nie wpływając na zdolność ich kiełkowania. Wyciągi z liści poddanych przez 4 miesiące działaniu czynników atmosferycznych wpływały na kiełkowanie słabiej, niż wyciągi z liści zbieranych jesienią (Leibundgut 1976). Gdy do prób kiełkowania użyto jako podłoża próchnicznej warstwy gleby i oddzielnie ściółki spod buka, świerka i jodły, to na ściółce nasiona tych gatunków kiełkowały gorzej niż na glebie próchnicznej. Najlepszym podłożem kiełkowania nasion wszystkich 3 gatunków była próchnica bukowa (Brinar 1971). Można by więc mówić o co najwyżej słabym alelopatycznym oddziaływaniu wyciągów z liści bukowych

na nasiona świerka i sosny, natomiast odsłonięta warstwa próchniczna nie utrudnia kiełkowania nasion buka ani obydwu gatunków drzew iglastych.

#### GLEBA

Wpływ gleby na kiełkowanie nasion buka (przy skali rozpiętości od ubogiego piasku z surową próchnicą aż do piaszczystej gliny z próchnicą silnie rozłożoną o odczynie zasadowym lub słabo kwaśnym) był nieznaczny. Przeżywanie siewek wzrastało natomiast wyraźnie ze wzrostem żyzności gleby, podobnie kształtował się wzrost siewek. Wzruszenie powierzchni gleby wzmagało silnie przeżywalność siewek w pierwszym roku życia (Le Tacon, Malphettes 1974, 1976).

#### REGULATORY WZROSTU

Frankland i Wareing (1962) obserwowali podczas ustępowania spoczynku nasion buka zmiany aktywności endogennych giberelin i na tej podstawie przyjęli tezę o czynnej roli tych regulatorów wzrostu w likwidacji stanu spoczynku. Wychodząc z tego założenia oddziaływali oni (Frankland, Wareing 1966) na nasiona buka kwasem giberelinowym ( $GA_3$ ), uzyskując częściowy przynajmniej efekt w przypadku nasion wyjętych z owocni (okryw), oddziaływanie na nasiona pozostawione w orzeszkach nie było skuteczne. Obserwowany efekt wyrażał się w pewnym wzroście liczby nasion kiełkujących.

Na podstawie tych badań i wyników prac innych badaczy nad stymulacją kiełkowania nasion różnych gatunków drzew liściastych (Vogt 1970, 1974) została opracowana (Bonnet-Masimbert, Muller 1976) szybka metoda oznaczania zdolności kiełkowania nasion buka, która zapewniła wyższą zgodność z wynikami stratyfikacyjnych prób kiełkowania w 4°C (współcz. kor.  $r = 0,911$ ) niż tetrazolowa próba oznaczania potencjalnej zdolności kiełkowania ( $r = 0,844$ ). Test ten przeprowadza się w ciemności w 20°C przez 3—4 tygodnie, izolowane zarodki umieszcza się na

wacie zwilżonej roztworem  $GA_3$  o stężeniu 200 mg/l w sterylnych szalkach Petriego. Za zdolne do kiełkowania uznaje się zarodki z rosnącym korzeniem i wydłużającym się hipokotylem.

Metoda Bonnet-Masimberta i Muller została włączona do międzynarodowych prób porównawczych (E n e s c u 1981), przeprowadzonych pod patronatem ISTA, w których porównywano wyniki stratyfikacyjnych prób kiełkowania i testów tetrazolowych i indygokarminowych (bez chłodzenia i z wstępnym chłodzeniem po napełnieniu) z kilkoma innymi metodami oznaczania żywotności i zdolności kiełkowania i wschodzenia nasion buka. Wyniki uzyskane za pomocą opisywanej tu metody były zbieżne z wynikami stratyfikacyjnych prób kiełkowania tylko w przypadku nasion o wysokiej żywotności.

We Francji (M u l l e r , B o n n e t - M a s i m b e r t 1983, M u l l e r 1983) na podstawie zachęcających wyników wcześniejszych badań nad przyspieszeniem kiełkowania izolowanych zarodków buka pod wpływem roztworów  $GA_3$  podjęto dalsze próby, w których oddziałymano roztworem  $GA_3$  (200 mg/l) na orzeszki przechowywane w chłodni przez 5 lat, a następnie stratyfikowane w podłożu (wermikulit) przez  $x$ ,  $x-2$ ,  $x-4$  i  $x-6$  tygodni, a więc na nasiona stratyfikowane coraz krócej. Roztwór  $GA_3$  rozpylano na początku stratyfikacji 4-krotnie co drugi dzień nad mieszaniną podłoża i orzeszków. Po siewie w szkółce okazało się, że zdolność wschodzenia nasion wzrastała o 15—18% w porównaniu z kontrolą we wszystkich wariantach czasu  $x$ , skróceniu uległ też średni czas wschodzenia. W wariantach  $x$  i  $x-2$ , a zwłaszcza w pierwszym z nich przyczyniło się to do przedwczesnego kiełkowania aż 49% nasion, przy zdolności kiełkowania 86,7%. Traktowanie nasion stratyfikowanych w podłożu roztworem  $GA_3$  autorzy uznali za sposób nadający się do zastosowania w przypadku zbyt późno podjętej decyzji o siewie nasion buka, stwarza to szansę nadgonienia utraconego już czasu.

Roztwór  $GA_3$  o tym samym stężeniu został użyty do nawilżania orzeszków (przechowywanych przez rok w chłodni) do 28% zawartości wody, przy której to wilgotności stratyfikowano je potem przez  $x-2$ ,  $x$ ,  $x+2$  i  $x+4$  tygodnie przy  $x$  6-tygodnio-

wym, po czym poddawano je próbie kiełkowania w  $5^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{C}$ . Po takim traktowaniu różnica na korzyść metody gibberelinowej wystąpiła tylko przy czasie traktowania  $x-2$  tygodnie, który jest niewystarczający dla przewyciężenia spoczynku wszystkich nasion. Ze względu na szereg niejasności (słabo zaznaczony spoczynek badanej partii nasion, brak wariantów czasowych krótszych od  $x-2$ , graniczny poziom wilgotności 28% itp.) wyniki tego eksperymentu nie nadają się do uogólnienia. W przypadku przechowywania nasion już przysposobionych, gdzie problem czasu nie odgrywa roli, stosowanie tej metody miałyby się z celem.

#### SUBSTANCJE OSMOTYCZNIE CZYNNNE

W ostatnich latach, w badaniach nad nasionami roślin uprawnych, stało się możliwe powstrzymanie kiełkowania przez poddanie nasion działaniu substancji osmotycznie czynnych, limitujących poziom uwodnienia tkanek. Szczególnie częste zastosowanie znajduje tu glikol polietylenowy (najczęściej jako „Carbowax 6000”) (Parmar, Moore 1968, Kaufmann 1969, Kaufmann, Ross 1970, Heydecker 1977, Heydecker i in. 1973, 1975, MacDonough 1976). Glikol polietylenowy zastosowano też w przypadku nasion drzew szpilkowych (Sato, Goo 1954, Larson, Schubert 1969, Djavanshir, Reid 1975, Simak 1976). Przy znanym stężeniu roztworów glikolu polietylenowego (PEG), znanej temperaturze i określonym czasie trwania oddziaływania na nasiona tej nieczynnej chemicznie substancji następuje stabilizacja uwodnienia tkanek nasion na ograniczonym poziomie. Umożliwia to uruchomienie procesów zmierzających do kiełkowania, chociaż wydłużanie się korzenia nie jest przy ograniczonym uwodnieniu możliwe.

Suszka (1978a) przyrównał swoją metodę stratyfikacji bez podłoża do zaproponowanej przez Heydeckera dla nasion zielnych roślin uprawnych metody powstrzymywania kiełkowania za pomocą glikolu polietylenowego nazwanej „priming”. Obydwa sposoby nie różnią się z fizjologicznego punktu widzenia w ogóle, bo polegają na utrzymaniu, bez zmian określonego poziomu uwodnie-



nia nasion. Chodzi tu o przedłużenie okresu oddziaływania chłodu na wszystkie stratyfikowane nasiona przy równoczesnym powstrzymaniu ich od kiełkowania, które przebiega gwałtownie po umożliwieniu nieograniczonego dopływu wody do nasion.

Muller i Bonnet-Masimbart (1983) orzeszki buka przechowywane uprzednio w stanie podsuszonym umieszczali w szalkach Petriego w 3°C na bibule nasyconej wodą (kontrola) lub roztworami PEG o różnych stężeniach przez czas  $x$  i  $x+2$  tygodnie przy  $x$  odpowiadającym 6 tygodniom. Po zakończeniu traktowania orzeszki opłukano wodą i po powierzchniowym osuszeniu poddawano próbie kiełkowania w szalkach Petriego na wodzie w 5~15°C. Użycie roztworu PEG o stężeniu 208 g/kg przez  $x+2$  tygodnie (co odpowiadało ciśnieniu osmotycznemu 8 bar) (Williams, Shaykewich 1969) przyniosło szereg korzyści. Nasiona kiełkowały w bardzo wysokim procencie (80%), nie obserwowano żadnych przejawów przedwczesnego kiełkowania (co nastąpiło w roztworach o niższym stężeniu), średni czas kiełkowania uległ skróceniu o połowę w stosunku do kontroli, bo do 13,3 dni wobec 15,6 dni przy czasie  $x+2$  tyg. i 33,4 dni przy czasie  $x$  tyg. Wilgotność orzeszków znajdujących się w kontakcie z roztworem PEG o stężeniu 200 i 226 g/l osiągała poziom 28—31%, co odpowiada poziomowi wystarczającemu dla ustąpienia spoczynku nasion podczas stratyfikacji bez podłoża. Wilgotność ta, od końca pierwszego tygodnia począwszy, nie podlegała już żadnym zmianom w przeciwieństwie do wodnej kontroli, gdzie wzrosła do 40%. Po zastosowaniu roztworów PEG dla 5 partii nasion o wilgotności wyjściowej bardzo zróżnicowanej (11,2—30,0%) wilgotność stabilizowała się na poziomie 32,3—34,7%, co według Suszki (1982) jest poziomem optymalnym dla stratyfikacji nasion buka bez podłoża. Muller i Bonnet-Masimbart zastrzegają się jednak, że wyniki przez nich uzyskane nie pozwalają jeszcze na przeniesienie tej metody do praktyki gospodarstwa leśnego. Konieczne są, jak stwierdzają, dalsze badania przy użyciu wielu partii nasion w celu ustalenia optymalnego stężenia PEG i określenia najbardziej korzystnego okresu traktowania nasion. Sprawdzenia wymaga też możliwość wykorzystania tej metody w sy-

stemie „wpierw przysposobienie, potem przechowywanie” (Suszka 1975, Muller, Bonnet-Masimbert 1981). Wymaga to podsuszenia nasion uprzednio traktowanych PEG, co według Heydeckera (1977) nie zawsze jest możliwe. Należałoby też sprawdzić w szkółce wzrost i rozwój siewek z nasion traktowanych PEG i przejść od badań laboratoryjnych do prób na wielką skalę.

#### PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE

Promieniowanie jonizujące modyfikuje przebieg i zdolność kiełkowania nasion. Jovanović (1979) poddawał nasiona buka promieniowaniu gamma o natężeniu 500—32 000 R. Nasiona kontrolne kiełkowały w 21,1%, po napromieniowaniu dawką 500—16 000 R zdolność kiełkowania spadała z 18,3 do 14,9%, ostry spadek następował po dawkach wyższych, które okazały się letalne. Wraz ze wzrostem dawki promieniowania narastała też częstotliwość pojawiania się anomalii liściowych, lecz w roku następnym z nowych pędów wyrastały liście całkowicie normalne, a różnice między siewkami z nasion kontrolnych i napromieniowanych zanikały.

#### SIEW NASION BUKA

Orzeszki buka można wysiewać wprost w glebę leśną, jednakże powszechnie stosowany jest przede wszystkim siew w szkółkach. Po odpowiednim przysposobieniu w warunkach niekontrolowanych albo też po kontrolowanej chłodnej stratyfikacji w podłożu (sposób klasyczny) lub bez podłoża, uzupełnionej podkiełkowaniem nasion w niskiej temperaturze stratyfikacji, przeprowadza się najczęściej siew ręczny w wytłoczone rowki lub pasy. Najbardziej przydatne do siewu są nasiona podkiełkowane, z kiełkami jeszcze geotropicznie nie skrzywionymi. Barański (1953) badał w szkółkach w okolicy Bliżyna (OZLP Radom) w końcu pierwszej połowy maja wpływ głębokości siewu bukwi podkiełkowanej na glebach typu piasku słabogliniastego. Największą wydajność sie-

wiek i najlepszy wzrost obserwowano po siewie na głębokości 3 cm, najlepiej rozwinięte systemy korzeniowe miały siewki z nasion sianych na głębokość 1—3 cm.

W Niemczech (K r a h l - U r b a n 1951) stwierdzono w rejonie Hanoweru, że w zależności od typu gleby siew wiosenny powinien być dokonywany na następującą głębokość: na glebach lekkich 2—4 cm z optimum przy 3 cm, na glebach średnio zwięzłych na 2—3 cm, na glebach ciężkich na 1—2 cm. Na glebach ciężkich głębokość siewu powinna więc być odpowiednio mniejsza, jednakże pojawia się wtedy groźba wyschnięcia nasion w okresach suchej pogody. Wzrasta też zagrożenie siewek zgorzela, zwłaszcza po siewie na glebach zlewnych, mało przesiąkliwych dla wody z opadów.

W Rumunii (B a d e a i in. 1960, M i h a l a c h e 1965) siew wiosenny wykonuje się na podobną głębokość co w Polsce (2—3 cm), a siewy jesienne głębiej (4—6 cm). Po siewie jesiennym można zabezpieczyć znajdujące się w glebie nasiona buka przed myszami i mrozem stosując sposób proponowany przez N i x o n a (1951). Autor ten siał bukiew zaraz po zbiorze na pasy szerokości 18 cm, przy odległości 84 cm pomiędzy pasami. Na obsiane pasy narzucano glebę na wysokość 25 cm. Wiosną, po pojawieniu się pierwszych kiełków wałki ziemi rozgarniano, pozostawiając nad nasionami cienką warstwę gleby. W Anglii (F a u l k n e r, A l d h o u s 1957) wyniki nie gorsze niż po siewie wiosennym uzyskano postępując podobnie, lecz rzędy z wysianymi orzeszkami obredlano na wysokość 10—15 cm, wiosną nadmiar tej okrywy usuwano zawczasu. W obydwu sposobach chodzi niewątpliwie o utrudnienie dojścia do nasion gryzoniom i ptakom, lepsze są też pod przykryciem warunki dla ustępowania spoczynku nasion zimą.

Najczęściej dyskutowane zagadnienia związane z siewem to: pora i sposób siewu, wielkość normy siewnej, nawożenie szkółki siewnej, mikoryzacja, podcinanie i ocienianie siewek oraz zwalczanie chorób, zwłaszcza zgorzeli siewek.

Pora siewu powinna być kompromisem pomiędzy możliwością siewu na tyle wczesnego, by nasiona jeszcze nie w pełni przyspo-

sobione mogły w glebie przebywać przez jakiś dodatkowy okres czasu w temperaturze niskiej, i na tyle późnego, by po wschodach uniknąć szkód wynikających z oddziaływania spóźnionych przymrozków. Przed przymrozkami można siewki buka zabezpieczyć do pewnego stopnia przez zadymienie szkółki w sytuacji, w której wystąpienie przymrozku jest nieuniknione (spadek temperatury, bezchmurna pogoda). W szkółkach należy się zawsze liczyć z taką możliwością, stąd wraz z siewem należy nagromadzić opał i ściółkę iglastą, która rzucona na ogień produkuje wielkie ilości dymu (Schmidt 1964).

W RFN (Anonim 1977a) wypróbowano z powodzeniem sposób siewu bukwi, zapewniający siewkom osłonę przed przymrozkami dzięki temu, że orzeszki wysiewa się wiosną pomiędzy rzędami przesadek, sadzonych w więźbie  $10 \times 22$  cm. Pewną osłonę znajdują też siewki sadzone pod okapem drzewostanu. W Holandii (Geurken 1946) wypróbowano z powodzeniem następujący sposób siewu bezpośredniego nasion różnych gatunków drzew, w tym również buka, pod rzadkim drzewostanem: po orce lub przekopaniu gleby rozrzuca się na jej powierzchni zmieszane ze sobą żołądzie i orzeszki buka i wgrabia w głąb gleby, po czym sieje się na jej powierzchnię nasiona gatunków iglastych (np. sosna, modrzew) i już więcej gleby się nie wzrusza. Ponowne grabienie sprzyja w tamtejszych warunkach zaskorupieniu się powierzchni gleby i niepowodzenia są częstsze.

W przypadku stosowania współczesnych sposobów przysposobienia nasion buka do siewu, zwłaszcza przez stratyfikację bez podłoża, pora siewu przypada wyłącznie na wiosnę. W latach urodzaju część bukwi może być jednak wysiewana wkrótce po zbiorze jeszcze przed zimą. Aż do wiosny nasiona powinny mieć jednak w glebie zapewnione warunki dla ustępowania spoczynku i skielkowania, co jak wiadomo przebiega pomyślnie w  $1-5^{\circ}\text{C}$ .

Siew jesienny (Szwejd 1974) powinien być w Polsce poprzedzony odpowiednim składowaniem bukwi, chroniącym ją przed zbytym podsuszeniem. Siac należy na głębokość 5 cm, pokrywając zasiewy 5 cm warstwą ściółki liściastej, która już się zdążyła uleżeć. Jest sprawą istotną, by ściółką przykrywać glebę

jeszcze nie zamarzniętą, w przeciwnym przypadku obie warstwy nie zwiążą się ze sobą, a ściółka może być zwiata przez wiatr lub nie spełni swego zadania. Ściółka zabezpiecza glebę i nasiona przed mrozem, a pozostawiona wiosną opóźnia na pewien czas wschody. Ze względu na możliwość wystąpienia przymrozków jest to wysoce korzystne. Nie jest wykluczone, że wypowiedź Szweda jest wystąpieniem polemicznym w stosunku do wcześniejszego, krytycznego osądu siewów jesiennych dokonanego przez *Waleszyńskiego* (1972), który w okolicach Szczecina obserwował nieraz nieudane siewy jesiennie buka. Wynika to jego zdaniem ze znacznych trudności związanych z zabezpieczeniem zasiewów przed mrozami, w tym rejonie z bezśnieżną nieraz zimą. Niemożność przewidzenia losu siewu jesiennego zmusza szkółkarczy do podwyższania normy wysiewu, która zdaniem *Waleszyńskiego* jest i tak wygórowana. Autor ten uważał obowiązującą wówczas normę 6 kg/ar za zbyt wysoką, gdyż jego zdaniem wystarczy całkowicie wysiew 3 kg/ar w przypadku bukwi przechowywanej przez jedną zimę sposobem *Łotockiego*, przy założeniu wyprodukowania 7000 siewek z 1 ara, z zamiarem pozostawienia ich w szkółce na nie przesadzane wieloletki. Obowiązująca obecnie polska norma branżowa przewoduje siew taśmowy lub rzędowy przy zużyciu 5 kg bukwi na 1 ar (około 20 000 nasion). Taki siew powinien umożliwić uzyskanie 8 000 siewek I i II klasy o wysokości odpowiednio 15 i 10 cm, przy długości korzeni odpowiednio co najmniej 20 i 15 cm (*Hejmanowski i in.* 1976).

W nadleśnictwie Oliwa w OZLP Gdańsk *Kłoskowska* (1973) przeprowadziła próby z siewem rzutowym (pełnym) nasion buka w szkółce z sprawną glebą gliniasto-piaszczystą. Bukiew siano na powierzchnię gleby, po czym zagony pokrywano gruboziarnistym piaskiem piaskarką z zestawu „Egedal”. Po siewie wałowano obsiane powierzchnie gładkim wałem, nie stosując po tym nigdy deszczowania. Po takim siewie uzyskała *Kłoskowska* z 1 ara po 2 latach 34 000 sadzonek, w tym 30 000 sadzonek I i II klasy. Oznacza to, że każda sadzonka miała do dyspozycji średnio 29,3 cm<sup>2</sup>, a średnia odległość siewek od siebie wynosiła 5,4 cm. Przyjmując użycie do siewu nasion czystości

90% przy żywotności 81% i wydajność siewek na poziomie 75% nasion żywotnych łatwo wyliczyć, że przy takiej wydajności sadzonek trzeba by użyć do siewu 15,2 kg orzeszków o masie 1000 sztuk rzędu 250 g. Przy postulowanej przez Kłoskowską, możliwej do uzyskania ilości 40 000 dwulatek niesortowanych (2—0), trzeba by zużyć do siewu na każdy ar szkółki siewnej 18,3 kg nasion tej samej jakości, przy czym na 1 m<sup>2</sup> przypadająby 400 siewek. Każda z nich miałaby do dyspozycji średnio 25 cm<sup>2</sup>, a średnia odległość siewek od siebie wynosiłaby 5,0 cm. W tym też kierunku zmierza próba nowego sposobu określania normy wysiewu nasion drzew leśnych proponowana przez Burzyńskiego (1978). Jej istotą jest przyjęcie dla wyprodukowania 2-latek buka wysokiej liczby nasion zdolnych do kiełkowania, wysiewanych na 1 m<sup>2</sup>, w tym przypadku chodzi o 750 nasion na 1 m<sup>2</sup>. Przyjmując te same parametry co poprzednio trzeba by (według wzoru Burzyńskiego) wysiać 9,3 kg orzeszków buka na każdy ar. Przy wydajności siewek 50% dałoby to 375 siewek na 1 m<sup>2</sup>, czyli 37 500 siewek z 1 ara. Obecna norma, która sugeruje uzyskanie 8 000 siewek z 1 ara przy wysiewie 5 kg orzeszków przyjmuje 80 siewek na 1 m<sup>2</sup>, co jest liczbą wyjątkowo niską. Zagęszczenie siewek na jednostce powierzchni szkółki jest oczywiście wypadkową jakości nasion i wydajności siewek w konkretnych warunkach. Liczba siewek jest ponadto modyfikowana zwłaszcza przez choroby siewek, wielki wpływ na tę wydajność wywiera też sposób przedsięwzięcia przysposobienia nasion.

Masa 1000 nasion (orzeszków) buka jest po stratyfikacji wyższa od masy nasion podsuszonych i po wzroście wilgotności np. z 10% do 40% wzrasta z początkowych 250 g do 375 g, a więc o 50%. Z tego też powodu norma wysiewu nasion już stratyfikowanych powinna być w stosunku do normy dla nasion wyjętych z chłodni po przechowaniu o około 50% wyższa. Wyprodukowanie przez siew pełny (rzutowy) 40 000 2-latek niesortowanych wymagałoby więc wysiewu na 1 ar nie 18,3 kg, lecz 27,4 kg o podanych wyżej parametrach. Znacznego przyrostu masy nasion już przysposobionych do kiełkowania nie można pomijać przy obliczaniu norm wysiewu.

Z przedstawionych powyżej rozważań wynika, że kierując się obowiązującą obecnie normą wysiewu nasion buka 5 kg/ar, przy następujących parametrach: czystość 90%, żywotność 81%, wydajność siewek 75% i masa 1000 orzeszków jeszcze nie stratyfikowanych 250 g, można uzyskać 11 000 siewek, jednakże licząc się ze wzrostem masy nasion podczas stratyfikacji należy wysiać nie 5,0 kg, a 7,5 kg bukwi już napęczniałej, co zapewnia utrzymanie bez zmian liczby 18 000 orzeszków wysiewanych (po odrzuceniu 10% masy, którą stanowią zanieczyszczenia).

#### NAWOZENIE GLEBY W SZKÓLKACH SIEWNYCH

Według Le Tacona (1974, 1981) szkółki bukowe powinny być zakładane na glebach piaszczystych lub piaszczysto-gliniastych. Zapewnia to łatwość uprawy i pielęgnacji siewek, dobry rozwój systemu korzeniowego, łatwe podcinanie i wyjmowanie siewek. Zasoby próchniczne gleby można podwyższać przez wprowadzenie do niej torfu lub przez nawożenie organiczne. Dodatek gleby leśnej z poziomu próchnicznego sprzyja prawidłowemu rozwojowi mikoryzy. Optymalny jest dla kiełkowania nasion buka kwaśny odczyn gleby, zbliżony do pH 5,5. W szkółce siewnej lub w rozsadniku należy na każdy m<sup>2</sup> wprowadzać corocznie następujące dawki składników czystych: N — 30 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 15 g, K<sub>2</sub>O — 20 g. Nawozy fosforowe i potasowe w postaci superfosfatu i siarczanu potasu powinno się wysiać i zabronować na 5—6 tygodni przed siewem lub przesadzeniem siewek przed początkiem okresu wegetacji, azot należy dostarczyć pogłównie w ciągu okresu wegetacji jako azotan amonu, chroniąc liście siewek przed uszkodzeniem, o co łatwo po zroszeniu ich wodą.

#### CHEMICZNE ZWALCZANIE CHWASTÓW W SZKÓŁCE

Chwasty można w szkółkach bukowych zwalczać (poza tradycyjną metodą odchwaszczania ręcznego czy mechanicznego) również przy użyciu herbicydów doglebowych. Badania nad sku-

tecnością i ewentualną szkodliwością kilku takich środków (Simazine, Atrazine, H-40) prowadzono w NRD (Zentsch 1960, Schmidt i in. 1968) i w Polsce (Gorzela 1970). Obecnie (Bärtels 1982) do zwalczania w szkółkach bukowych traw i chwastów rozmnażających się z nasion zalecane są nadal takie preparaty doglebowe jak Simazine i Gesatop, którymi opryskuje się glebę po siewie, lecz jeszcze przed wschodami buka w ilości 2–3 kg w 600 l wody/ha. Czas oddziaływania w glebie dochodzi do 4–8 miesięcy, rozkład preparatu następuje tym szybciej im wyższa jest zawartość próchnicy w glebie.

#### PRODUKCJA SIEWEK NA WZBOGACONYM TORFIE POD FOLIA

Nawożenie podłoża torfowego używanego w namiotach lub tunelach foliowych może być znacznie bardziej intensywne. Torf nie zawiera bowiem żadnych składników pokarmowych, a intensywny wzrost siewek wymaga znacznego dopływu tych składników. Torf należy w betoniarnie wymieszać z nawozami na 15 dni przed rozłożeniem w namiocie i siewem. Według badaczy francuskich (Delran i in. 1975) proporcja procentowa pomiędzy masą głównych składników pokarmowych (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) powinna być następująca: 40:42:18. W 1 m<sup>3</sup> torfu powinno znajdować się odpowiednio 360, 378 i 162 g tych składników. Zapewni to zmieszanie każdego m<sup>3</sup> torfu z następującymi ilościami nawozów: 1 100 g 33% azotanu amonu, 840 g 45% superfosfatu potrójnego i 320 g 50% siarczanu potasu. Ponadto należy wprowadzić 40 g następującej mieszaniny związków zawierających mikroelementy:

- 20 g siarczanu żelazowego
- 10 g siarczanu miedzi
- 5 g molibdenianu amonu
- 0,5 g siarczanu cynku
- 1 g boraksu
- 3,5 g siarczanu manganu

Wapń i magnez wprowadza się do torfu w postaci dolomitu, zawierającego 18–22% MgO, w ilości 1 kg/m<sup>3</sup> torfu.



W warunkach francuskich (Delran i in. 1975) można wyprodukować na wzbogaconym torfie w ciągu jednego sezonu siewki nadające się w 97% do sadzenia, przy czym rozkład klas wysokości i średnicy w szyi korzeniowej jest następujący (w procentach):

wys. 25—40 cm, średnica 5 mm 11,6% (w szkółce po 3 latach)

„ 40—55 cm,	„	6 mm	27,4	„	„	„	4	„
„ 55—70 cm,	„	7 mm	44,2	„	„	„	4	„
„ 70 i + cm,	„	9 mm	13,9	„	„	„	5	„

Systemy korzeniowe takich siewek są silnie rozwinięte, lecz przy tej technice produkcji nie dochodzi lub prawie nie dochodzi do rozwoju mikoryzy. Pędy są proste, dominacja wierzchołkowa jest bardzo wyrazista. Rośliny takie przyjmują się dobrze po posadzeniu na miejsce stałe, mikoryza rozwija się szybko, jeżeli wysadza się je w gleby leśne zawierające naturalne *inoculum*. Na glebach nieleśnych mikoryzacja postępuje z bardzo dużymi trudnościami, stąd na gleby porolne i inne nieleśne sadzonki buka wyprodukowane na torfie nie nadają się.

We Francji (Garbaye, Wilhelm 1985) opracowano ostatnio sposób mikoryzacji torfu wzbogaconego o składniki mineralne (makro- i mikroelementy), używanego jako podłoże dla siewek buka, które w takim podłożu wchodziły w symbiozę z grzybem. *Inoculum* którym zakażono podłoże torfowe stanowiła grzybnia *Hebeloma crustuliniforme*, wprowadzona do wermikulitu. Dobre wyniki uzyskano pod zamglawiaczami w wietrzonych tunelach (wys. i szer. 1 m) i w klimatyzowanych szklarniach, w których siewki przebywały (po siewie nasion w kwietniu) aż do początku sierpnia. Warunki sukcesu były następujące: pH 4, słaby poziom nawożenia — 1/4 dawki podstawowej po 75 g N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O, 200 g MgO i 40 g zestawu mikroelementów (z ewentualnym podwojeniem dawki P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, *inoculum* przemyte wodą w wermikulicie z torfem 99:1, obj.) dodane do podłoża torfowego w ilości nie mniejszej niż 10% obj., skupienie systemu korzeniowego siewek przez siew indywidualnych nasion do małych pojemników lub gęsty siew na warstwę torfu grubości co najwyżej 20 cm. Torf można użytko-

wać przez 3—4 kolejne sezony produkcji pod folią (Delran i in. 1975). Corocznie należy jednak wprowadzać do torfu nawozy mineralne rozrzucając je na powierzchni i dobrze mieszając z dolnymi warstwami torfu. Na powierzchnię starego torfu należy zawsze narzucić warstwę nowego wzbogaconego torfu grubości 5 cm, co zastępuje ubytki, wyniesione w systemach korzeniowych siewek. W tak użytkowanym torfie narasta jednak możliwość zakażenia siewek po 2—3 latach, wzrasta zwłaszcza ilość gatunków grzybów z rodzaju *Pythium* wywołujących zgorzel siewek, atakujących siewki poprzez ich system korzeniowy. Można temu przeciwdziałać zakładając grzędy torfowe na glebie leśnej, zawierającej mikroflorę antagonistyczną wobec *Pythium* lub dodając do torfu taką glebę w ilości 5—10% (obj.). Można również dezynfekować stary torf chemicznie, najbardziej efektywny jest bromek metylu.

Próby nad produkcją siewek buka na podłożu torfowym w namiotach foliowych przeprowadzono również w Polsce. Koraszewski (1975) prowadził swe próby w nadleśnictwie Brynek (OZLP Katowice) w namiotach 5×30 m wyposażonych w zraszacze i uzyskał w ciągu jednego sezonu siewki bardziej dorodne niż w szkółce i w inspekcji. Część tych siewek nadawała się do posadzenia na miejsce stałe, zwłaszcza na stanowiskach mniej zachwaszczonych. Sorokowski i Pokojowczyk (1976) w podobnych namiotach wysiewali w okresie marzec—kwiecień przysposobione nasiona zaprawione zaprawą „R”, w ilości 400 szt./1 m<sup>2</sup> powierzchni substratu torfowego, wzbogaconego wieloskładnikowymi mieszankami nawozowymi. Po wysiewie orzeszki pokrywano warstwą piasku grubości 0,5 cm. Folię zdejmowano w połowie sierpnia, aby umożliwić zahartowanie się siewek przed zimą i zakończenie wzrostu. Stosując mieszanki nawozowe MIS-3 lub MIS-4 uzyskano siewki 2—4 razy wyższe niż w szkółce otwartej. Systemy korzeniowe były silnie rozwinięte, wygląd i stan zdrowotności siewek był zadowalający. Pod folią uzyskano więc materiał roślinny, na którego wyprodukowanie trzeba by w szkółce 2—3 lat, niekiedy nawet 4 lat uprawy. Zmniejszeniu na jednostkę powierzchni uległo zużycie nasion, zmalała też powierzchnia po-

trzebna na wyprodukowanie tej samej liczby siewek w porównaniu ze szkółką, wyeliminowane zostały nakłady na odchwaszczanie i spulchnianie gleby. Ujemną stroną produkcji w tym systemie okazała się możliwość wystąpienia chorób typowych dla upraw szklarniowych. W kwietniu przy zewnętrznej temperaturze  $-7^{\circ}\text{C}$  wewnątrz namiotów temperatura spadła do  $-4^{\circ}\text{C}$ , w lipcu i sierpniu przy temperaturze nocnej  $18^{\circ}\text{C}$  i dziennej  $34^{\circ}\text{C}$  w namiocie było odpowiednio  $20^{\circ}$  i  $39^{\circ}\text{C}$ . Siewki osiągały w namiotach następujące średnie rozmiary: wysokość pędu  $54,2$  cm, średnica w szyi korzeniowej  $7,9$  mm, długość systemu korzeniowego  $21,2$  cm. Siewki wyprodukowane w tym czasie w szkółce osiągały średnią wysokość  $16,3$  cm.

Również Barzdajn (1981) porównywał wyniki siewu przysposobionych nasion buka o zdrowotności  $91\%$  w połowie marca w nawiezionej kompostem szkółce i na podłożu wzbogaconego torfu (grubość podłoża  $20$  cm) w namiocie wyposażonym w zraszacze i wietrzonym. Różnicowano przy tym ilość wysiewanych nasion: która wzrastała od  $180$  g do  $360$  g/m<sup>2</sup>, co odpowiadało  $729-1458$  szt./m<sup>2</sup>. Część siewek z namiotu i ze szkółki posadzono jako sadzonki jednoroczne w szkółce i po roku zmierzono jako sadzonki typu 1/1. W szkółce najwięcej, bo  $72\%$ , było siewek rocznych o wysokości  $9-15$  cm, w namiocie najliczniejsza kategoria, licząca  $71\%$  ogólnej ich liczby, obejmowała siewki o wysokości  $17-31$  cm. Pozostałe siewki były wyższe lub niższe, liczebność każdej z tych kategorii nie przekraczała  $12-16\%$ . Z wyników swych doświadczeń wyciągnął Barzdajn następujące wnioski:

— sadzonki wyprodukowane pod folią na wzbogaconym torfie są większe i cięższe, lecz proporcja między pędem a systemem korzeniowym nie jest korzystna,

— sadzonki spod folii rosną gorzej po przesadzeniu w szkółce niż siewki ze szkółki, są więc gorszym materiałem do sadzenia,

— wydajność siewek pod folią jest wyższa, lecz jedynie siewki najsilniejsze nadają się już po roku do sadzenia, siewki słabsze należy przesadzić,

— dotychczasowe normy wysiewu są dla produkcji siewek w namiotach nieprzydatne,

— uprawa pod folią wymaga udoskonaleń, należy zmniejszyć gęstość siewu.

G u n i a i S o b c z a k (1981) podają oprócz torfu inne jeszcze podłoża, na których można produkować siewki buka w namiotach foliowych: torf z piaskiem (1:1, lepiej 3:2 obj.), torf ze ściółką, ściółkę z piaskiem, według Matei). Liczba siewek przypadająca na 1 m<sup>2</sup> podłoża powinna wynosić 250 szt. (według Gorzelaka), pod folią wydajność siewek dochodzi do 90%.

R i e d a c k e r (1978) uważa małe tunele foliowe o wysokości 150 cm, za bardziej przydatne dla produkcji siewek na podłożu torfowym niż wielkie namioty, bo i tunele umożliwiają pewne uniezależnienie produkcji od warunków klimatu i pogody, a w porównaniu z produkcją w szkółce zapewniają znacznie lepszy wzrost siewek. W tunelach łatwo utrzymać wilgotność powietrza stale bliską 90%, co ma dla siewek buka duże znaczenie. Łatwiej też demontować tunele niż namioty latem lub po okresie wegetacji, można je wyposażyć w prosty i łatwy do zautomatyzowania system zraszania.

Siewki buka można na podłożu torfowym produkować również w zwojach foliowych Nisuli (G u n i a, S o b c z a k 1981), używając do tego celu siewek II klasy jakości. Gotowe zwoje można ustawiać w namiocie foliowym lub na wolnym powietrzu. Na powierzchni 1-arowej mieści się w zwojach 30 000 sadzonek. Okres produkcji trwa 1 rok lub 2 lata. Innym sposobem jest opracowana w Czechosłowacji produkcja sadzonek buka w torebkach foliowych (S k o u p ý 1965) o rozmiarach 10×20 cm. Torebki są perforowane (24—32 otworów) tuż poniżej linii środkowej, wypełnia się je podłożem będącym mieszaniną torfu, kompostu, piasku i próchnicy z lasu liściastego. Na 1 m<sup>2</sup> mieści się około 250 torebek, siewki mogą pozostawać w nich do 4 lat, najczęściej jednak nie przetrzymuje się ich w torebkach dłużej niż rok.

Zdarza się niekiedy, że do nasadzeń potrzebne są sadzonki buka dużych rozmiarów (wysokość 1 m lub wyższe). We Francji trzeba na ich wyprodukowanie 5 i więcej lat (L e T a c o n 1981). System korzeniowy takich sadzonek ulega dużej redukcji podczas wyjmowania ze szkółki i przyjmowanie się po posadzeniu nie jest

zadowalające. Sadzonki takie można produkować na podłożu torfowym jako materiał typu 2/0. Wymaga to ponowienia nawożenia przed podjęciem wzrostu w drugim sezonie wegetacji przez wymianę górnej warstwy podłoża. Siewki takie mają silnie rozgałęziony system korzeniowy, łatwo więc je wyjąć z podłoża, a po posadzeniu na miejsce stałe doskonale się przyjmują.

#### CIENIOZNOŚNOŚĆ SIEWEK

Buk należy do gatunków cienioznośnych, a w młodym wieku znosi ocienienie dłużej niż jakiegokolwiek inne drzewo liściaste (Tyszkiewicz, Obmiński 1963). Do tej pory wykonano w różnych krajach szereg doświadczeń w warunkach naturalnych i sztucznych nad młodymi, najczęściej 1-rocznymi siewkami buka, polegających na wzroście w zróżnicowanych warunkach oświetlenia. Okazało się (Stanescu, Florescu 1970, Dowell 1956, Gregori 1972), że w miarę wzrostu zacienienia maleje udział masy korzeni w masie całych siewek, najbardziej rozbudowane systemy korzeniowe mają siewki rosnące przy pełnym oświetleniu, najwyższa była też ich sucha masa. Według Stefánova i Najdenovej-Janevej (1974) masa korzeni takich siewek przewyższa u buka masę części nadziemnej, a wzajemny stosunek ich mas wynosi 1,76, podczas gdy u siewek sosny zwyczajnej dochodzi do 0,68, a u siewek świerka pospolitego do 1,02.

Okazało się też (Burschel, Huss 1964), że przy oświetleniu słabszym niż 25% oświetlenia pełnego żywotność siewek silnie maleje. Nadmiernie ocienione siewki buka wegetują pod zwartym okapem nieraz do 30 lat (Walcicki 1979), a do ich dobrego wzrostu konieczny jest wzmożony dostęp światła, o czym leśnicy wiedzą od dawna. Buk jest zdolny do przeżycia nawet przy oświetleniu względnym rzędu 10%, śmiertelność siewek jest jednak w takich warunkach wysoka, a wzrost niezwykle powolny.

Ocienianie zasiewów buka jest o tyle korzystne, że chroni glebę przed nadmierną utratą wilgoci, co ma znaczenie zwłaszcza w krajach o klimacie suchym, a latem ciepłym. Cieniówki utrudniają też wypromieniowanie ciepła z gleby, przez co chronią siewki

przed przymrozkami wiosennymi, co nie jest bez znaczenia w krajach o klimacie chłodniejszym. W takich krajach jak Rumunia (Mihalache 1965, Badea i in. 1960) zaleca się więc pokrywanie zasiewów gęstymi, nisko leżącymi cieniówkami. Po wzejściu nasion korzystne okazało się w krajach o tak różnym klimacie jak Dania, Rumunia czy Ukraińska SRR (Hvass 1950, Mihalache 1965, Badea i in. 1960, Molotkov i in. 1959) osłanianie siewek wysoko, poziomo lub skośnie zawieszonymi cieniówkami, przepuszczającymi 50% światła, pod którymi młode siewki rosną zadowolająco. Umożliwia to uprawę ręczną lub mechaniczną pod cieniówkami.

Z Polski znane są jednak przykłady (Faiks 1954) uzyskania w nadl. Kalwaria znakomitych wyników w produkcji siewek buka w szkółce w pełni nasłonecznionej na stoku południowym. W pierwszym roku średnia wysokość siewek wynosiła 15 cm, w drugim 35 cm. Pomimo zniszczenia do 30% siewek przez pędraki uzyskano tam 12 000 sadzonek dwuletnich z 1 ara, w tym 83% siewek I klasy jakości. Sadzonki roczne z tej szkółki posadzone pod okapem drzewostanu w talerzach przyjmowały się w 97%. W Mołdawii (Brega 1969) okazało się jednak, że w tamtejszym kontynentalnym klimacie nie udaje się produkcja siewek buka w miejscach całkowicie pozbawionych cienia.

We Francji w klimacie cechującym Basen Paryski siewki buka rosną najlepiej w pełnym świetle lub przy słabym ocienieniu. Jest to zrozumiałe, ze względu na stosunkowo wysokie opady w tym rejonie Europy zachodniej. Podobnie też, choć z innych względów, w Apeninach i na Sycylii (Giacobbe 1956) siewki buka rosną w drzewostanach lepiej w lukach lub pod bardzo rzadkim okapem. Susze letnie cechujące kraje południowe sprawiają bowiem, że tylko w lukach naloty bukowe otrzymują wystarczającą ilość wody z opadów, a konkurencja korzeniowa jest tam najmniejsza.

Aussenac i Ducrey (1978) proponują następującą interpretację wzrostu buka jako funkcji dostępu wody, oddziaływania światła i wpływu wieku: wydaje się, że siewki bardzo młode mogą doświadczać trudności w zdobywaniu wody ze względu na niewystarczająco rozwinięty system korzeniowy i konkurencję we-

wnątrz i międzygatunkową; optimum ich wzrostu jest więc związane z oświetleniem niepełnym, z wiekiem polepsza się zdolność pobierania wody i czynnikiem ograniczającym wzrost staje się światło.

#### WRAZLIWOŚĆ SIEWEK NA NISKIE TEMPERATURY

Według Rohmdera (1951 c) wrażliwość siewek na niskie temperatury zależy od ich fazy rozwojowej. Wiotkie i nierozwinięte jeszcze pierwsze liście giną po 1 godz. pobytu w  $-2^{\circ}\text{C}$ , liście rozwinięte o kilka dni starsze nie giną ani w tej temperaturze, ani po 45 minutach w  $-3^{\circ}\text{C}$ , nawet wtedy, gdy potem znajdą się w pełnym świetle słońca. Temperaturą krytyczną jest dla takich siewek  $-4^{\circ}\text{C}$ . Rośliny schłodzone poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ , lecz powyżej tej krytycznej temperatury dochodzą do siebie w cieniu i na słońcu jednakowo dobrze. Po spadku temperatury do  $-4^{\circ}\text{C}$  siewki pozostają przy życiu tylko wtedy, gdy wzrost temperatury jest powolny i następuje w cieniu. Może się więc zdarzyć, że późny przymrozek uszkodzi siewki późno pędzące bardziej niż pędzące wcześniej, jeżeli późne znajdą się w niskiej temperaturze w stanie wiotkim, silnie jeszcze uwodnionym.

#### PODCINANIE KORZENI SIEWEK

Stosunek masy korzeni do masy pędu prawidłowo rozwijających się 1—3-letnich siewek buka jest zbliżony do 1,76. Przy wyjmowaniu ze szkółki znaczna część systemu korzeniowego tych siewek pozostaje w glebie, co utrudnia ich przyjmowanie się po posadzeniu. Jakość systemu korzeniowego można polepszyć przez podcinanie korzeni w szkółce. W Czechosłowacji (Dušek 1967, 1969, 1974) korzystne okazało się podcinanie przeprowadzane w szkółce siewnej pod koniec drugiego okresu wegetacji. W Anglii (Faulkner, Aldhous 1956) jakość siewek uzyskanych z nieprzegęszczonych zasiewów wzrastała, gdy podcinanie wykonywano w sierpniu pierwszego roku lub w marcu—kwietniu roku drugiego w szkółce, a więc na krótko przed sadzeniem. Po posadzeniu

w lesie intensywność wzrostu sadzonek podcinanych była pośrednia pomiędzy wzrostem sadzonek niepodcinanych typu 1/1 a 2/0. We Flandrii (Le Tacon 1981), w warunkach nadmorskich, siewki przeznaczone na sadzonki typu 2/0 podcina się również przed początkiem drugiego roku na głębokości 20 cm.

#### ZGORZEL SIEWEK

Najgroźniejszą chorobą nasion i siewek buka jest zgorzel pasyżnicza. Można podać jako przykład, że w latach 1965 i 1969 zgorzel zniszczyła na Podkarpaciu 60—70% ogólnego arealów szkółek górskich, w roku 1972 obserwowano lokalne ogniska tej choroby (Rygier 1973). W roku 1983 obserwowano zgorzel siewek buka w OZLP Katowice, Kraków, Krosno, Łódź, Piła, Radom, Szczecin, Szczecinek i Wrocław, pojawiły się również sygnały zamierania siewek buka w namiotach foliowych (OZLP Wrocław), czemu sprzyjała nadmierna wilgotność powietrza w namiotach (Kozłowska 1985). Porażenie następuje często na całej powierzchni szkółki w ciągu 3—6 dni, zwykle w maju i czerwcu, co przyczynia się wtedy do pewnej niemocy i bezradności w opianowaniu kłęski.

Zwalczanie zgorzeli siewek buka jest dlatego trudne, że wywołują ją różne gatunki grzybów z klasy *Phycomycetes* (*Phytophthora* i *Pythium*) i klasy *Fungi imperfecti* (*Fusarium*, *Cercospora*, *Botrytis*, *Pestalozzia*, *Rhizoctonia*). Na czoło sprawców zgorzeli zdają się w Polsce wysuwać gatunki *Rhizoctonia solani* (obecnie *Thanatephorus cucumeris*) (Mańka 1981, Kozłowska 1985) i *Phytophthora cactorum* (Kozłowska 1985, Grzywacz 1986). Grzyb *Rhizoctonia solani* niszczył we Francji w warunkach naturalnych w 1974 r. 6—68% nasion buka (Perrin 1981). Do zakażenia tym grzybem dochodzi zwykle jesienią po opadzie orzeszków na ziemię podczas łagodnej, wilgotnej pogody. Za ważny zabieg profilaktyczny uznano we Francji przy odnowieniu naturalnym odpowiednie przygotowanie gleby przed opadem nasion, połączone z zagrzebaniem ściółki. W szkółkach sprzyja zgorzeli wapnowanie gleby, gdyż odczyn gleby przesuwają się wtedy w kie-



runku zasadowym (Perrin, Muller 1979), podobnie oddziałuje nadmiar substancji organicznej w glebie. Hohenaauer i Kulig (1974) największe nasilenie zgorzeli siewek buka obserwowali na glebie świeżo wapnowanej, szkód prawie nie było na glebie pokrytej kwaśnym torfem. Czynnikiem kwasowości gleby nie może więc być pomijany przy projektowaniu nawożenia w szkółkach przed siewem. Rygiel (1973) przestrzega również przed siewem nasion buka w szkółce, w której w roku poprzedzającym siew przyorano rośliny uprawiane na nawóz zielony.

Kozłowska (1985) zaleca w uprawie pod folią dezynfekcję podłoża, przedsiewne zaprawianie nasion i dobre przewietrzanie namiotów, zwłaszcza podczas upałów i przy silnej insolacji. Grzywacz (1977) zaleca stosowanie w tym celu zaprawy nasiennej „T” zawiesinowej, zawierającej 75% thiuramu jako szkodnika aktywnego i dodatki zwiększające przyczepność do nasion i zwilżalność. Zaprawa ta może być używana do dezynfekcji gleby przed siewem (na sucho w dawce 200 kg/ha lub w oprysku 200 kg w 1000 l wody/ha). Do suchego zaprawiania nasion przed siewem wystarczy 3—5 g na 1 kg nasion. Zaprawa ta działa kontaktowo i wgłębnie, tzn. niszczy grzyby na powierzchni orzeszków i pod okrywami. Pewną trudność może tu sprawiać wilgotność powierzchni bukwi poddanej zabiegowi podkiełkowania po stratyfikacji klasycznej w podłożu lub stratyfikacji bez podłoża. Obecnie do zwalczania zgorzeli siewek buka zalecany jest również (Kozłowska 1985) preparat Dithane M-45 (składnik aktywny mankozob, 80%), który znajduje zastosowanie do dezynfekcji gleby (200 kg/ha lub 200 kg w 1000 l wody/ha), do przedsiewnego zaprawiania nasion (3 g/kg orzeszków) i do zwalczania zgorzeli w szkółce (oprysk 0,4% zawiesiną wodną). Preparaty Dithane M-45 i Zaprawa nasienna „T” zawiesinowa są zaszeregowane do IV klasy toksyczności. Należy się też liczyć z tym, że zakażenie grzybami powodującymi zgorzel siewek może pochodzić też z samej bukwi, dlatego również bukiew przechowywaną, zwłaszcza w chłodni przez czas dłuższy, powinno się przed siewem obowiązkowo zaprawiać odpowiednim fungicydem (Grzywacz 1977).

We Francji (Perrin i in. 1978, Muller, Bonnet-Masimbert 1983) jako środek skuteczny w zwalczaniu grzyba *Rhizoctonia solani*, przyczyniającego się do gnicia nasion buka lub do wielkich szkód wśród młodych siewek w szkółkach stosuje się preparat PCNB (Quintozane — czynnik aktywny pentachloronitrobenzen) do zaprawiania orzeszków przed siewem. Środek ten chroni też przed zakażeniem bukiew zdrową, traktowaną nim po zbiorze. Próby zwalczania *Rhizoctonia solani* w nasionach buka przez termoterapię (Muller, Bonnet-Masimbert 1983, Perrin i in. 1978), polegającą na traktowaniu orzeszków buka temperaturą 37°C w powietrzu nasyconym parą wodną nie dały spodziewanych rezultatów ani po zbiorze, ani podczas przechowania i po przechowaniu.

#### PRZECHOWYWANIE SADZONEK

Siewki buka, wyjmowane w Anglii ze szkółki jesienią w stanie pełnego spoczynku, przechowano do końca maja roku następnego w workach foliowych w 2°C, po posadzeniu rosły tak samo dobrze, jak sadzonki sadzone wcześniej, a lepiej niż rośliny wysadzone wprost ze szkółki, również w końcu maja (Aldhous 1964). Bielaak (1975) wyjmował siewki roczne ze szkółki (nadm. Głogów, OZLP Przemyśl) w listopadzie i przechowywał je po 50 szt. w woreczkach foliowych w chłodnym, murowanym magazynie w temperaturze 0–5°C jesienią i wiosną, a 0° do –3°C zimą. Po posadzeniu siewek w maju na zrębie zupełnym przyjęło się 82% sadzonek, tak samo przyjęły się sadzonki wyjmowane ze szkółki bezpośrednio przed sadzeniem. Nie obserwowano różnic we wzroście, a przyrost w pierwszym sezonie po posadzeniu wynosił średnio 12 cm. Ostermann (1961) zalecał do przechowywania stałą temperaturę –2°C, w której nawet wilgotnym początkowo siewkom nie zagraża spleśnienie.

#### DRZEWOSTANY NASIENNE

W różnych krajach Europy wydzielono drzewostany nasienne, chroniąc je przed przedwczesnym wyrębem. Na Węgrzech (Men-

dlik 1967) obowiązujący tam okres rotacji 120-letniej w produkcyjnych drzewostanach bukowych uznano za niekorzystny dla drzewostanów nasiennych, gdyż zwarte drzewostany produkują pełne plony nasion rzadko. W związku z tym postulowano tam wydłużenie wieku rębności takich drzewostanów do 150–200 lat. W Polsce (Hejmanowski 1975) został przyjęty w 1975 r. do realizacji przez kierownictwo Lasów Państwowych plan wydzielania 7,5 tysięcy ha drzewostanów nasiennych buka. Drzewostany takie wydzielono we Włoszech (Giannini, Magini 1977) i na Węgrzech (Mátyás 1960). We Francji (Anonim 1977b) wydzielono 10 rejonów proveniencyjnych, a w nich 56 drzewostanów nasiennych, podobne drzewostany znajdują się w RFN, w Belgii i Holandii. W Jugosławii wyznaczono 44 takie drzewostany (Jovanović 1972), a ze względu na lepsze warunki dla kwitnienia i owocowania buka panujące na południu tegoż kraju zwrócono uwagę na konieczność zbadania reakcji fotoperiodycznych i reakcji na inne czynniki środowiska w miejscach introdukcji buka poza jego zasięgiem, zanim przystąpi się do zakładania plantacji nasiennych tego gatunku.

Giertych (1986) po rewizji wyników dotychczasowych doświadczeń proveniencyjnych nad bukiem doszedł do wniosku, że gatunek ten, jak rzadko który inny, nie znosi przenoszenia i najlepiej rośnie w miejscu i środowisku glebowym i klimatycznym swego pochodzenia.

#### WYSPECJALIZOWANE BUKOWE STACJE NASIENNE

Na podstawie osiągnięć szeregu badaczy z różnych krajów z zakresu długoterminowego przechowywania nasion buka i dzięki opracowanej w Polsce (Suszka, Zięta 1977, Suszka, Kluczyńska 1980, Suszka 1979, 1982) metodzie przysposabiania do siewu nasion tego gatunku przez stratyfikację orzeszków bez podłoża przy kontrolowanym poziomie uwodnienia, powstało w Polsce w latach osiemdziesiątych kilka koncepcji bukowej stacji nasiennej. Stacje takie przyjmowałyby bezpośrednio po zbiorze partie nasion buka, które poddawano by tam podsuszeniu, czysz-

czeniu, zapakowaniu w szczelne pojemniki, przechowywaniu przez 1—5 lat w chłodniach w temperaturze niższej od 0°C (—5° do —10°C). Przed każdorazowym terminem siewu nasiona byłyby przysposabiane przy podwyższonym poziomie uwodnienia, przy czym każda partia powinna być traktowana indywidualnie, w zależności od specyficznego dla niej zapotrzebowania na oddziaływanie chłodu. Po przysposobieniu i podkielkowaniu nasiona byłyby ze stacji wydawane indywidualnym odbiorcom, całkowicie przygotowane do natychmiastowego siewu. Dokumentacja takiej stacji (przeznaczonej również dla nasion innych gatunków) powstała w Polsce w 1977 r. w Biurze Studiów i Projektów Lasów Państwowych w Łodzi na zlecenie Naczelnego Zarządu Lasów Państwowych i na podstawie założeń koncepcyjnych opracowanych w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku. Idea takiej stacji została urzeczywistniona po raz pierwszy, choć w niepełnym zakresie w 1982 r. przez Lasy Państwowe Francji, dzięki budowie wielkiej przechowalni żołądzi i bukwi w Supt w Jurze Francuskiej na terenie Dyrekcji Lasów regionu Franche-Comte (Lacroix 1986). W Czechosłowacji Simančík (1981) przedstawił koncepcję zautomatyzowanej bukowej stacji nasiennej, natomiast w Polsce opracowano ponownie w latach 1984—1985 szczegółową studyjną dokumentację stacji dla 18—20 t bukwi, a w latach 1985/1988 dokumentację szczegółową dla dwu stacji: dla rejonu karpackiego w Dukli i dla rejonu nadmorskiego w Białogardzie. Budowa tych stacji jest w toku (1989 r.).

Instytut Dendrologii PAN  
ul. Parkowa 5  
62-035 Kórnik

#### LITERATURA

- Aldhous J.R. 1964. Cold storage of forest nursery plants. An account of experiments and trials; 1958—63. *Forestry* 37(1): 47—63.
- Anonim 1948. Woody-Plant Seed Manual. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. Misc. Public. No. 654, Washington D.C.
- Anonim 1974a. Próba pikowania buka z samosiewu. *Las Polski* 48(21): 10.

- Anonim 1974b. Behaviour of pricking out of Beech seedlings raised under different amount of shade. *Revue For. Franç.* 26(5) : 388—389. (For. Abstr. 1975, 36, nr 5484).
- Anonim 1977a. Zwischensaaten im Pflanzgarten. *Allgem. Forstzeitschr.* 32(39) : 979.
- Anonim 1977b. Semences forestières. Les régions de provenance de hêtre (*Fagus sylvatica*). Centre technique du genie rural, des eaux et des forêts. Note Technique, Groupement Technique Forestier 38, str. 38.
- Anonim 1981. Sprawozdanie z wyników oceny w 4-ech Stacjach Oceny Nasion za okres od 1 I do 31 XII 1979 i 1980 r. Instytut Badawczy Leśnictwa (maszynopis powielany). Str. 1—8 i 1—14.
- Anonim 1982. Sprawozdanie z wyników oceny nasion za okres od 1 I do 31 XII 1981 r. z 4-ch Stacji Oceny Nasion. Instytut Badawczy Leśnictwa (maszynopis powielany). Str. 1—8.
- Anonim 1983. Sprawozdanie z wyników oceny nasion za okres od 1 I do 31 XII 1982 r. Instytut Badawczy Leśnictwa (maszynopis powielany).
- Anonim 1984. Sprawozdanie z wyników oceny nasion za okres od 1 I do 31 XII 1983 r. z 5-ciu Stacji Oceny Nasion. Instytut Badawczy Leśnictwa (maszynopis powielany). Str. 1—11.
- Antosiewicz Z., Kocięcki S. 1976. Materiał siewny. Nasiona drzew i krzewów leśnych i zadrzewieniach. Norma branżowa BN-76, 9211-02. Wydawnictwa Normalizacyjne Warszawa. Str. 1—103.
- Attenberger J. 1957. Zur Problematik der waldbaulichen Behandlung von natürlichen Beständen, dargestellt an Beispielen aus dem Bayerischen Wald. *Mitt. St. Forstversuchsw. Bayerns* 29 : 125—134.
- Aussenac G., Ducrey M. 1978. Etude de la croissance de quelques espèces forestières cultivées à différents niveaux d'éclaircissement et d'alimentation en eau. *Congr. nat. soc. Ser.* 103<sup>e</sup>, 1978, Nancy, Fasc. 1, 105—117.
- Badea M., Constantinescu N., Mihalache V. 1960. Caracteristici ale regenerării făgetelor situate în condiții stationale extreme. *Rev. Pădurilor* 75(3) : 138—142.
- Badea M., Mihalache V. 1962. [Fruiting of Beech in Moldavia]. *Rev. Pădurilor* 77/7 : 385—388 (For. Abstr. 1963, 24, nr 1762).
- Barański S. 1953. Wpływ głębokości wysiewu nasion buka na ilość i wzrost sadzonek. *Las Polski* 27(2) : 6—9.
- Barzdajn W. 1981. Wpływ gęstości siewu buka pospolitego (*Fagus sylvatica* L.) w szkółce i w namiocie foliowym na morfologiczne cechy jednorocznych siewek oraz na udatność i wzrost uprawy. *Sylvan* 125(6) : 13—20.
- Bärtels A. 1982. Gehölzvermehrung. 2 wyd. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Beckmann S., Manz A. 1959. Über einige Inhaltsstoffe der Bucheckern. *Chem. Ber.* 92(1) : 161—163.

- Bielak Z. 1975. Przechowywanie sadzonek w woreczkach z folii. Las Polski 49(20): 13.
- Bjerke S. 1959. Om svin og skov. Dansk Skovforen. Tidsskr. 44(10): 529—540.
- Blinkenberg C. 1958. Controlled pollination in *Fagus*. *Silvae Genetica* 7(4): 116—122.
- Bonnet-Masimbert M., Muller C. 1973. La conservation des faînes et des glands. Recherches et perspectives. Bull. Techn. Office Nat. des Forêts, France 5: 13—19.
- Bonnet-Masimbert M., Muller C. 1975. La conservation des faînes est possible. *Rev. For. Franç.* 27(2): 129—138.
- Bonnet-Masimbert M., Muller C. 1976. Mise au point d'un test rapide de germination des faînes (*Fagus sylvatica*). *Canad. Journ. For. Res.* 6(3): 281—286.
- Borchers K. 1954. Zur Technik der Buchennaturverjüngung in Niedersachsen. *Forst- u. Holzwirt* 9: 416—421.
- Borchers K. 1958. Auswirkungen rezenter Klimaschwankungen auf die Häufigkeit von Buchen-Samenjahren in Niedersachsen. *Forst- u. Holzwirt* 13(17): 330—333.
- Borchers K. 1961. Zu Olsen: „Klimaschwankungen und Buchensamenjahre“. *Forst- u. Holzwirt* 16(12): 268—269.
- Bourne R. 1945. Neglect of natural regeneration. *Forestry* 19: 33—40.
- Brega P. 1969. [Raising Beech in the nursery.]. *Rev. Pădurilor* 84(8): 406—410 (For. Abstr. 1970, 30, nr 4363).
- Briedermann L. 1968. [The biological and forestry significance of wild boars in managed forests.]. *Arch. Forstw.* 17(9): 943—967 (For. Abstr. 1969, 30, nr 2623).
- Brinar M. 1971. [The effect of „kolins“ on seed germination, in connection with the alternation of certain forest tree species.]. *Gozd. Vestn.* 29(2/3): 65—83 (For. Abstr. 1971, 32, nr 5647).
- Brown J.M.B. 1960. Ecological aspects of regeneration in British beechwoods. *Bull. Inst. Agron. Gembloux Spec.* 75—92.
- Buffet M. 1981. Technique de récolte des faînes. W: Le Hêtre. I.N.R.A. Département des Recherches Forestières, Paris. Str. 241—248.
- Bugała W. 1979. Drzewa i krzewy dla terenów zieleni. PWRiL, Warszawa.
- Burschel P. 1961. Untersuchungen über die natürliche Verjüngung der Buche. *Allgem. Forstzeitschr.* 16(6): 108—113.
- Burschel P. 1962. [Exploitation of the Beech mast expected this autumn in some areas.]. *Allgem. Forstzeitschr.* 17(33): 493—495 (For. Abstr. 1963, 24, nr 1862).
- Burschel P. 1966. [Studies of Beech mast years.]. *Forstwiss. Cbl.* 85(7/8): 204—219 (For. Abstr. 1967, 28, nr 330).

- Burschel P., Huss J. 1964. [The reaction of Beech seedlings to shade.]. Forstarchiv 35(11): 225—233 (For. Abstr. 1965, 26, nr 3411).
- Burschel P., Huss J., Kalbhenn R. 1964. [Natural regeneration of beech.]. SchrReihe Forstl. Fak. Univ. Göttingen, 1—34. (For. Abstr. 1966, 27, nr 437).
- Burzyński G. 1978. Nowy sposób określania normy wysiewu nasion drzew leśnych. Las Polski 52(11): 11—12.
- Buszewicz G. 1961. The longevity of beechnuts in relation to storage conditions. Proc. Intern. Seed Testing Assoc. 26: 504—515.
- Buszewicz G. 1962a. Seed supply and storage in Forestry Commission practice. World Refrigeration, April.
- Buszewicz G. 1962b. The longevity of beechnuts in relation to storage conditions. Rep. For. Res. Comm. Lond. 1960, 61: 117—126.
- Buszewicz G. 1967. Problems and rewards in processing and storing seed. Journ. Royal Scottish For. Soc. 22(2): 129—134.
- Chandler R. F. 1938. The influence of nitrogenous fertilizer application upon seed production of certain deciduous forest trees. Journ. For. 36: 761—766.
- Chodnik Z. 1978. Hodowlana ocena naturalnych odnowień buka we wschodniej części Pojezierza Pomorskiego. Sylwan 122(1): 53—61.
- Chodnik T. 1980. Przygotowanie gleby pod odnowienia naturalne buka w regionie nadbałtyckim. Sylwan 124(8): 11—17.
- Delran S., Garbaye J., Le Tacon F. 1975. Production rapide de plants feuillus sur tourbe fertilisée. Nouveaux résultats. Rev. For. Franç. 27(6): 436—448.
- Dix R.L., Skrentny R.F. Jr. 1965. Reproduction of *Fagus grandifolia* Ehrh. by seed in Wisconsin. Canad. Journ. Bot. 43(6): 757—763.
- Djavanshir K., Reid C.P.P. 1975. Effect of moisture stress on germination and radicle development of *Pinus eldarica* and *Pinus ponderosa*. Can. Journ. For. Res. 5: 80—83.
- Dowell M.H.D. 1956. The influence of shade on certain tree seedlings, with particular reference to the regeneration of Beech. Journ. Oxf. Univ. For. Soc., Ser. 4, No. 4, 32—42.
- Dušek V. 1967. Ausnützung der Methode des Wurzelschnittes bei verschulten Pflanzen von Buche (*Fagus sylvatica* L.), XIX I.U.F.R.O. Congress, sect. 23, 146—159.
- Dušek V. 1969. [The use of root-pruning methods in raising *Fagus sylvatica* seedlings.]. Práce Výzkum. Úst. Lesn. Hosp. Mysl. 38: 69—94 (For. Abstr. 1971, 32, nr 605).
- Dušek V. 1974. Regenerace vertikálních kořenů jedno- a dvouletých semenáčků *Fagus sylvatica* L. po poranění různé roční době. Časopis Slezského Muzea, C 23(2): 181—186.
- Eekelen M. Van, Laan P.J. Van Der. 1945. The toxicity of beech-

- nuts and beechnut flour. Voeding 4, str. 11 (Chem. Abstr. 1946, 40, nr 6179—6180).
- Eisenhut G. 1961. Untersuchungen über die Morphologie und die Ökologie der Pollenkörner heimischer und fremdländischer Waldbäume. Forstwiss. Forsch. 15, 1—68.
- Enescu V. 1981. Report of the Forest Tree Seed Committee working group on tetrazolium testing 1977—1980. Seed Science and Technology 9(1): 195—203.
- Enescu V., Dobrescu Z., Voinescu L., Mihalache A., Badea N., Constantin A. 1971. IV. Cercetări privind folosirea sărurilor de tetrazolium la determinarea calității semințelor. Studii și cercetări I. E.S., Ser. I. 28: 57—80.
- Faiks T. 1954. Wysiew buka w szkółce nasłonecznionej. Las Polski 7: 29.
- Faulkner R., Aldhous J.R. 1956. Nursery investigations. Rep. For. Res. For. Comm., Lond. 1954/55, 16—32.
- Faulkner R., Aldhous J.R. 1957. Nursery investigations. Rep. For. Res. For. Comm., London 1956/57, 19—36.
- Faulkner R., Aldhous J.R. 1959. Nursery investigations. Rep. For. Res. For. Comm., Lond. 1957/58, 20—37.
- Frankland B., Wareing P.F. 1962. Changes in endogenous gibberellins in relation to chilling of dormant seeds. Nature, Lond. 194 (4825): 313—314.
- Frankland B., Wareing P.F. 1966. Hormonal regulation of seed dormancy in Hazel (*Corylus avellana* L.) and Beech (*Fagus sylvatica* L.). Journ. Exp. Bot. 17(52): 596—611.
- Garbaye J., Wilhelm M.E. 1985. Factus limitants et aspects dynamiques de la mycorrhization contrôlée de *Fagus sylvatica* Lind. par *Hebeloma crustuliniforme* (Bull. ex Saint Amans) Qué. sur tourbe fertilisée. Ann. Sci. For. 42(1): 53—68.
- Geurken J. 1946. Als het gelij verloopt, verzette men de bakens. Nederl. Boschb.-Tijdschr. 18(10): 227—230.
- Giacobbe A. 1956. I lineamenti sinecologici fondamentali della foresta montana appenninica. Ann. Accad. Ital. Sci. For. 5: 233—247.
- Giannini R., Magini E. 1977. Sul trattamento dei boschi da seme. Italia Forestale e Montana 32(6): 229—240.
- Giertych M. 1986. Genetyka buka. W: Buk (*Fagus sylvatica* L.). Monografia popularnonaukowe „Nasze Drzewa Leśne” tom 10, PWN Poznań.
- Gorczyński T. 1953. Buk. PWRiL, Warszawa.
- Gorzalak A. 1970. Badania nad chemicznym zwalczaniem chwastów w szkółkach leśnych. Prace Inst. Bad. Leśn. 381/384: 101—128.
- Gregori P. 1972. [The influence of light intensity on early growth of tree seedlings.]. Annali, Acad. Ital. Scienze Forestali 21: 389—398. (For. Abstr. 1974, 35, nr 5028).



- Grodziński W., Sawicka-Kapusta K. 1970. Energy values of tree-seeds eaten by small mammals. *Oikos* 21(1): 52—58.
- Grzywacz A. 1977. Zaprawy nasienne do stosowania w szkółkach leśnych. *Las Polski* 51(7): 14—15.
- Grzywacz A. 1986. Ważniejsze choroby infekcyjne. W: Monografie Popularnonaukowe „Nasze Drzewa Leśne” tom. 10. (*Fagus sylvatica* L.) PWN, Poznań—Warszawa.
- Gunia S., Sobczak R. 1981. Metody intensywnej produkcji sadzonek drzew leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Hamann H. 1961. Zu „Untersuchungen über die natürliche Verjüngung der Buche”. *Allg. Forstzeitschr.* 16(12): 217.
- Haralamb A. 1947. Păsunatul și regenerarea pădurii la limita. *Rev. Pădurilor* 61(11/12): 196—202.
- Hegi G. 1957. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*, Band III/1 Teil. Carl Hauser Verlag, München.
- Hejmanowski S. 1975. Program nasienno-selekcyjny w Lasach Państwowych. *Las Polski* 49(22): 4—6.
- Heydecker W. 1977. Stress and seed germination: an agronomic view. W: *The Physiology and biochemistry of seed dormancy and germination*, 237—276. Wyd. A.A. Khan, Elsevier/North Holland Biomedical Press. Amsterdam.
- Heydecker W., Higgins J., Gulliver R.C. 1973. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature* 246: 42—43.
- Heydecker W., Higgins J., Turner Y.J. 1975. Invigoration of seeds? *Seed Sci. and Technol.* 3(3/4): 881—888.
- Hildebrandt E.E. 1983. Der Einfluss der Bodenverdichtung auf die Bodenfunktionen im forstlichen Standort. *Forstwiss. Cbl.* 102(2): 111—125.
- Hoffmann G. Veränderungen des Gewichtes und des Stickstoffgehaltes wachsender Zapfen und Früchte verschiedener Waldbäume. *Arch. Forstwes.* 17(6): 629—639.
- Höhenauer M., Kulig L. 1974. Wpływ nawożenia na rozwój siewek buka w szkółkach. *Las Polski* 48(13/14): 25—26.
- Holmes G.D., Buszewicz G. 1953. Forest tree seed investigations. *Rep. For. Res. For. Comm., Lond.* 1951/52, 12—14.
- Holmes G.D., Buszewicz G. 1954. Forest tree seed investigations. *Rep. For. Res. For. Comm., Lond.* 1952/53, 14—17.
- Holmes G.D., Buszewicz G. 1957. Forest tree seed investigations. *Rep. For. Res. For. Comm., Lond.* 1955/56, 15—19.
- Holmes G.D., Buszewicz G. 1958. The storage of seed of temperate forest tree species. *For. Abstr.* 19(3): 313—322 i (4): 455—476.
- Holmes G.D., Buszewicz G. 1960. Forest tree seed investigations. *Rep. For. Res. For. Comm., Lond.* 1958/59, 15—18.

- Holmsgaard E. 1972. Relations between climate and flowering, seed production and growth. W: Symposium on seed orchards in honour of C. Syrach-Larsen. Forest Tree Improvement, Arboretet Hørsholm 4: 53—66.
- Holmsgaard E., Olsen H.C. 1960. Vejrets indflydelse på bøgens frugtsætning. Forstl. Forsøgsv. Danm. 26(3): 345—370.
- Hotovy R. 1947. Zur Frage der Giftigkeit der Bucheckern oder Bucheln (Nüsse der Rotbuche, *Fagus sylvatica*). Klin. Wochenschr., Berlin 24/25 (39/40): 635—636.
- Huss J., Burschel P. 1972. [Promoting natural regeneration of Beech with various soil cultivation techniques. Results of prolonged observations.]. Forstarchiv 43(11): 233—239 (For. Abstr. 1973, 34, nr 3357).
- Huss J., Kratsch H.D., Röhrling E. 1972. [Reports on the results of measures to promote natural regeneration of Beech in 8 forest districts of southern Lower Saxony after the mast year of 1970.]. (Forst- u. Holzw. 27(17): 365—370).
- Huss J., Ripken H. 1970. [Promoting natural regeneration of Beech by intensive soil cultivation.]. Forst- u. Holzw. 25(21): 450—455 (For. Abstr. 1971, 32, nr 2355).
- Hvass J. 1950. Skyggehuse of persienner til doekning af frøbede. Dansk Skovforen. Tidsskr. 35(5): 266—270.
- I.S.T.A. 1966. Internationale Vorschriften für die Prüfung von Saatgut 1966. Proc. Intern. Seed Testing Assoc. 31(4): 523—690.
- I.S.T.A. 1976. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology 4(1): 1—177.
- I.S.T.A. 1981. Nineteenth International Seed Testing Congress 1980. Report of the rules committee 1977—1980. Seed Science and Technology 9(1): 299—345.
- I.S.T.A. 1985. International Rules for Seed Testing 1985. Seed Science and Technology 13(2): 299—513.
- James N.D.G. 1948. Natural regeneration (of Beech). J. Land Agents' Soc. 47(7): 167—169.
- Johannsen W. 1921. Orienterende forsøg opbevaring av agern og bølgeolden. Forstl. Forsøgsv. Danm. 5: 372—390.
- Jovanović M. 1972. Oplemenjivanje bukve — *Fagus moesiaca* (Domin, Maly) Czeczott — u S.R. Srbji. Praca doktorska, Uniwर्सytet w Belgradzie, Jugosławia.
- Jovanović M. 1979. Dejstvo gama-zračenja na klijavost plodova bukve i na neke fenotipske karakteristike sadnica proizvedenih iz ozračenih plodova. Zbornik radova. Coll. XV., 41—50.
- Jungbluth H.J. 1976. [The use of the Finnish TTS 25 and TTS 35 forest disc cultivators to aid natural regeneration of Beech on the

- occasion of the 1974 Beech mast. J. Forst- u. Holzwirt 31(5): 90—94 (For. Abstr. 1976, 37, nr 6070).
- Kaláb J. 1955. Mechanizácia zberu lesných semien. Les, Bratislava 2(1/2): 20—23.
- Kaufmann R.M. 1969. Effects of water potential on germination of lettuce, sunflower and citrus seeds. Can. Journ. Bot. 47: 1761—1764.
- Kaufmann M.R., Ross K.J. 1970. Water potential, temperature and kinetin effect on seed germination in soil and solute systems. Am. Journ. Bot. 57(4): 413—419.
- Kellison R.C. 1975. Cone and seed harvesting from seed orchards. W: R. Faulkner (red.) Seed Orchards. Forestry Commission Bulletin No. 54., 101—107.
- Kłoskowska A. 1973. Zagadnienie siewu pełnego w szkółkach. Sylwan 117(1): 71—74.
- Koraszewski J. 1975. Namioty foliowe w praktyce leśnej. Las Polski 49(8): 18.
- Kostov K.D., Najdenova-Janeva T. 1973. Vlijane na semennija pokoj v"rhu ponikvaneto na ž"l"дите i rasteža na ednogodni fidanki ot obiknoven buk (*Fagus sylvatica* L.). Gorskostapanska Nauka 10(4): 29—36.
- Kozłowska M. 1985. Choroby infekcyjne. Pasożytnicza zgorzel siewek. W: Ocena występowania ważniejszych szkodników leśnych i chorób infekcyjnych w Polsce w roku 1984 oraz prognoza ich pojawu w roku 1985 (praca zbiorowa, druk powielany) IBL, Warszawa, str. 164—167.
- Krahl-Urban J. 1951. Die Bedeckungstiefe bei Eicheln, Roteicheln und Bucheln. Forstarchiv 22(3/4): 57—58.
- Lacroix P. 1986. Conservation et levé de dormance des graines feuillues. Revue Forestière Française 38(3): 205—212.
- Larsen C.S. 1937. The employment of species types and individuals in forestry. Royal Vet. Agr. Coll. Yearbook (Copenhagen). 74—154.
- Larson M.M., Schubert G.H. 1969. Effect of osmotic water stress on germination and initial development of Ponderosa pine seedlings. For. Sci. 15: 30—36.
- Leibundgut H. 1976. Beitrag zur Erscheinung der Allelopathie. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw. 127(9): 621—635.
- Le Pont P. 1949. Un ancien appareil de crochetage. Rev. For. Franç. 9(10): 421—425.
- Le Tacon F. 1974. Recherche des meilleurs conditions de production de plants de hêtre. Rev. For. Franç. 26(4): 299—305.
- Le Tacon F. 1980. Influence des oiseaux et des rongeurs sur la régénération naturelle du hêtre. Note complémentaire concernant le dispositif de la forêt domaniale de Hez-Froidmont (Oise). Rev. For. Franç. 32(5): 457—460.

- Le Tacon F. 1981. Production de plants en pépinière. W: Le Hêtre. I.N.R.A. Département des Recherches Forestières, Paris. 258—263.
- Le Tacon F., Oswald H., Perrin P., Picard J.F., Vincent J.P. 1976. Les causes de l'échec de la régénération naturelle du hêtre à la suite de la fainée de 1974. Rev. For. Franç. 28(6): 427—446.
- Le Tacon F., Malphettes C.B. 1974. Germination et comportement de semis du hêtre sur six stations de la forêt domaniale de Villers-Cotterêts. Rev. For. Franc. 26(2): 111—123.
- Le Tacon F., Malphettes C.B. 1976. Nouveaux résultats concernant la germination et le comportement de semis de hêtre en forêt domaniale de Villiers-Cotterets (Aisne). Rev. For. Franç. 28(2): 427—446.
- Le Tacon F., Oswald H. 1977. Influence de la fertilisation minérale sur la fructification du hêtre (*Fagus sylvatica*). Ann. Sci. For. 34(2): 89—109.
- Mac Donough W.T. 1976. Water potential of seeds of *Bromus inermis* and *Medicago sativa* imbibed on media of various osmotic potentials. Canad. Journ. Bot. 54: 1997—1999.
- Machaniček J. 1964. Kratkodobé skladování bukových a jedlových semen. Lesn. Práce 43(11): 483—485.
- Machaniček J. 1965. Dlouhodobé skladování semen jedlových a bukvic. Práce Výzkumn. Ust. Lesn. ČSSR, 31: 69—100.
- Machaniček J. 1980. Die röntgenologische Bestimmung der Lebensfähigkeit von Bucheckern. Seed Science and Technology 8(2): 127—137.
- Machaniček J. 1984. K problematice skladování lesního osiva v provozu. Zprávy Lesnického Výzkumu 29(3): 1—2.
- Machaniček J., Vrabec O. 1973. Dlouhodobé skladování bukvic na PŘSL Toplice. Lesnictví 19(5): 409—416.
- Mahmet B.M., Emec G.P., 1981. Pitatel'nye kačestva semjan rastenij iz semejstva bukovyh. Bjul. Glavn. Bot. Sada 119: 22—25.
- Mager H. 1960. Erfahrungen bei der Bodenbearbeitung im Buchenmastjahr 1958. Forsttechn. Inform., Mainz. (10): 73—76.
- Mańka J. 1981. Fitopatologia leśna. PWRiL, Warszawa.
- Maraschini F. 1948. Sull' olio di semi di faggio. Rivista italiana, Essenze 30(3): 113.
- Marcu M., Tudor S., Negulescu E.G. 1965. [The conditions for natural regeneration of *Fagus sylvatica* in the Oituz Valley, Bretcu forest district.]. Lucr. ŝti. Inst. Polit. Braşov (Fac. Silv.) 7: 229—248.
- Márkus L. 1959. Bükkmakk területetteségi megfigyelések a Magasbakonyban Frdész. Kutatás., Budapest 6(3): 83—101.
- Matthews J.D. 1955. The influence of weather on the frequency of Beech mast years in England. Forestry 28(2): 107—116.
- Matthews J.D. 1959. The flowering of some clones of Beech (*Fagus sylvatica* L.). Abstr. w Proc. 9th Int. Bot. Congr., Montreal, 2: 255.

- Mátyás V. 1960. A bükk makktesmésének becslése. Erdész. Kutatás, Budapest 56(1/3): 211—231.
- Mátyás V. 1965. Ökológiai megjegyzések a tölgy és a bükk termésének időszakosságához. Erdész. Kutatás. Budapest 61(1/3): 99—121.
- Maurer E. 1964. [Seed years of Beech and Oak in Lower Franconia during the last 100 years.]. Allg. Forstzeitschr. 19(31): 469—470. (For. Abstr. 1965, 26, nr 472).
- Mayer H. 1975. [The effect of ungulate game on the regeneration and conservation of natural forest reserves.]. Forstwiss. Cbl. 54(4/5): 209—224 (For. Abstr. 1976, 37, nr 2406).
- Mayer H., Schenker S., Zukrigl K. 1972. [The remnant of virgin forest at Neuwald beim Lahnsattel, Lower Austria.]. Centralbl. f. das Ges. Forstw. 89(3): 147—190 (For. Abstr. 1973, 34, nr 1590).
- Mendlik G. 1967. Fatermesi vizsgálatok a zalai bükkösökben. Erdész. Kutatás. Budapest 63(1/3): 17—28.
- Messer H. 1960. Die Aufbewahrung und Pflege von Eicheln und Bucheln. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main.
- Messer H. 1968. Übersommerungsversuche mit Bucheckern. Allgem. Forstzeitschr. 23: 404—405.
- Mihalache A. 1965. [The technique of raising Beech seedlings in the nursery.]. Rev. Pădurilor 80(9): 467—473 (For. Abstr. 1966, 27, nr 5813).
- Miller S. 1955. Jak wykorzystaliśmy urodzaj bukwi. Las Polski 29(1): 10—12.
- Mineau R. 1973. Un nouveau matériel de ramassage de graines à terre: l'aspirateur à faines. Bull. Techn., Office National des Forêts, France 5: 21—23.
- Mišnev V.G. 1971. Zapovednye bukovye lesa Kryma, ih sostojanie i perspektivy. Lesoved. 1: 24—31.
- Molotkov P.I., Molotkova I.I., Poljakov A.F. 1959. Vyrasčivanie sejancev buka v uslovijah Karpat. Lesn. Hoz. 12(5): 32—35.
- Muller C. 1977. Dormance et germination des faines. Bilan des recherches menées en 1976. Ardon: I.N.R.A. Station Amélior. arbres for. (Doc. int. n° 77/1), 1—32.
- Muller C. 1983. Régulateurs de croissance pour une levée accélérée de la dormance des graines de certains feuillus forestiers: *Fagus sylvatica* et *Fraxinus excelsior*: Compte-rendu du colloque „Les substances de croissance et leur utilisations en agriculture. Tom 2, applications pratiques, 245—252. Paris, 2—3 février 1983. Columa.
- Muller C. 1988. Storage of non dormant hardwood seeds: new trends. INRA—IUFRO Intern. Symposium on Forest Tree Physiology. Nancy, France Sept. 25—30, 1988. Abstract Book 11.C8.
- Muller C., Bonnet-Masimbert M. 1981. Technologie de la con-

- servation des faines. W: Le Hêtre. I.N.R.A. Département des Recherches forestières, Paris. 248—258.
- Muller C., Bonnet-Masimbert M. 1982. Long term storage of beechnuts: results of large scale trials. I.U.F.R.O. Working party S2.01.06. „Seed problems”. Proc. Intern. Symposium on Forest Tree Seed Storage. Petawawa Nat. For. Inst. Chalk River. Ontario, Canada, Sept. 23—27, 1980. 178—183. (Can. For. Serv.).
- Muller C., Bonnet-Masimbert M. 1983. La dormance des faines. Quand et comment l'éliminer dans le processus de conservation. Bilan des recherches conduites de 1977 à 1982. Station Amélior. arbres for. (Doc. int. n° 83/1), 1—75.
- Muller C., Bonnet-Masimbert M. 1985. Levée de dormance des faines avant leur conservation: résultats préliminaires. Ann. Sci. For. (4) w druku.
- Nielsen P.C. 1950. Experiments with controlled pollination within the genus *Fagus*. Abstr. of Papers. 7th Intern. Bot. Congr., Stockholm 1950. 1.
- Nielsen P.C., Schaffalitzky de Muckadell M. 1954. Flower observations and controlled pollinations in *Fagus*. Z. Forstgenet. 3(1): 6—17.
- Neljubov D. 1925. Über die Methoden der Bestimmung der Keimfähigkeit ohne Keimprüfung. Jard. Bot. Inst. Essais Semences. Leningrad, Ann. Essais Semences (7): 31—35.
- Němec A. 1956. Zlepšování semenivosti buku meliorací půdy. Prace Vězk. Ust. Lesu. ČSR, 11: 5—25.
- Nikolova M. 1979. Osobnosti na d'lbokija pokoj pri žel'dite na buka i negotovo preodoljavane. Naučni Trudove, Visš. Lesotehn. Inst., Sofija (Gorsko Stopanstvo) 24: 49—54.
- Nixon W.A. 1951. Sowing of Beech and Oak seed. Quart. J. For. 45(1): 49.
- Nyholm I. 1951. Bøgeoldens spiringsforhold. Dansk Skovforen. Tidsskr. 36(12): 634—644.
- Nyholm I. 1954. Opbevaring af bøgeolden. Dansk Skovforen. Tidsskr. 39(3): 153—159.
- Nyholm I. 1960. Flerårig opbevaring av bøgeolden. Dansk Skovforen. Tidsskr. 45(10): 317—415.
- Nyholm I. 1965. Redegørelse for spiringen i laboratorium og i marken af bulgarsk bøgeolden importeret vinteren 1963—64. Dansk Skovforen. Tidsskr. 50: 127—139.
- Ostermann M. 1961. Verlängerung der Wachstumsruhe bei Baumschulpflanzen durch Unterkühlung. Allg. Forstzeitschr. 16(9): 162—165.
- Oswald H. 1981. Densité de semis nécessaire à la réussite d'une régénération naturelle. W: Le Hêtre. I.N.R.A. Département des Recherches forestières, Paris. 238—239.

- Parmar M.T., Moore R.P. 1968. Carbowax 6000, mannitol and sodium chloride for stimulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays*) of strong and weak vigor. *Agron. Journ.* 60: 192—195.
- Perrin R. 1981. Influence des champignons du sol. W: *Le Hêtre*. I.N.R.A. Département des Recherches forestières. Paris, 230—231.
- Perrin R., Muller C. 1979. La pourriture des faines causée par *Rhizoctonia solani* Kühn: incidence de cette maladie après les fainées de 1974 i 1976. Traitement curatif des faines en vue de la conservation. *Europ. Journ. For. Pathol.* 9(2): 89—103.
- Perrin R., Muller C., Bonnet-Masimbert M. 1978. Essai d'amélioration de la méthode de conservation des faines. Symposium Feuillus Precieux, Exposés. I.U.F.R.O. Division 1. Groupe sectoriel S1. 05—00 Nancy-Champenoux, France, 11 au 15 Sept. 1978. 41—56.
- Polaczek K. 1954. Die Entwicklung der Buchenverjüngung im Wienerwald nach dem Mastjahr 1946. *Zbl. ges. Forstw.* 73(1/2): 35—72.
- Reinhardt ?. 1954. Buchenverjüngung auf kalkarmen Gebirgsböden. *Forst- u. Holzw.* 9(21): 445.
- Riedacker A. 1978. Premiers essais d'élevage de plants de chêne et de hêtre sur tourbe et sous tunnel plastique. *Rev. For. Franç.* 30(6): 453—458.
- Rohmeder E. 1951a. Die Kaltwasservorbehandlung als Keimförderung der Bucheckern. W: *Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen.* 52—57. Bayer. Landwirtschaftsverlag, München.
- Rohmeder E. 1951b. Der Fettgehalt ruhender und keimender Bucheckern. W: *Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen.* 91—96. Bayer. Landwirtschaftsverlag, München.
- Rohmeder E. 1951c. Versuche über Frostschäden an Buchenkeimlingen. W: *Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen.* 96—100. Bayer. Landwirtschaftsverlag, München.
- Rostovtsev S.A., Lyubich E.S. 1978. Determination of the viability of tree and shrub seeds by staining with indigocarmine in the USSR. *Seed Science and Technology* 6(3): 869—875.
- Röhrig E., Bartels H., Gussone H.A., Ulrich B. 1978. Untersuchungen zur natürlichen Verjüngung der Buche (*F. sylvatica*). *Forstwiss. Cbl.* 97(3): 121—131.
- Rybczyński J. 1960. Mechanizacja na usługach naturalnego odnowienia buka. *Postępy techniki w leśnictwie za granicą. Część III.* 55—59. Wyd. Czas. Techn. NOT, Warszawa.
- Rygiel Z. 1973. Niebezpieczeństwo zgorzeli siewek bukowych w szkółce. *Las Polski* 47(21): 11—12.
- Saatçioğlu F. 1970. A study of natural regeneration of *Fagus orientalis* in Belgrade forest. *Istanbul Univ. Orm. Fak. Derg.* 20A(2): 1—67.
- Šafar J. 1957. Problem nadiranja i širenja bukve u arealu jele. *An. Inst. eksp. Šum. Zagreb*, 1: 147—189.

- Satoo T., Goo M. 1954. Seed germination as affected by suction force of soil and saccharose solution. Tokyo Univ. Forest Bull. 46: 159—168.
- Schebnitz H. 1956. Bucheckerngewinnung mit „Windsiebschüttler“. Allg. Forstzeitschr. 11(35/36): 461—462.
- Schmidt K. 1964. [Frost damage prevention in the forest through smoke fires.]. Allg. Forstzeitschr. 19(17): 255 (For. Abstr. 1964, 25: 5176).
- Schmidt G., Lottge W., Kramer W. 1968. Die Anwendung einiger Triazin-Herbizide in Saaten von Forstgehölzen. Sozial. Forstw., Berlin 18(4): 116—119.
- Schober R. 1971. Die Rotbuche. Frankfurt/Main 1972. Schriftenreihe Forstl. Fak. Univ. Göttingen u. Mitt. Niedersächs. Forstl. Versuchsanst. T 43/44. Recenzja: Bernadzki E. 1973. Sylwan 7: 79—81.
- Schönborn v. A. 1958. Keimkrafterhaltende Aufbewahrung von Bucheckern. Allg. Forstzeitschr. 13(40): 576—577, 580.
- Schönborn v. A. 1964. Die Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume. BLV Verlagsges., München.
- Schrotter H. 1976. Vorschläge für ein Modell zur waldbaulichen Behandlung von Buchenbetriebsklassen. Sozial. Forstw. 26(8): 245—248.
- Silvy-Leligois P. 1949. Les problèmes de la régénération dans les hêtraies normandes. Rev. For. Franç. 9/10: 426—434.
- Simak M. 1976. Germination improvement of Scots pine seeds from circumpolar regions using polyethylene glycol. Proc. 2nd Internat. Sympos. IUFRO S2.01.06, Japan 145—153.
- Simančík F. 1981. Centrálné skladovanie a predsejbová príprava semena buka. Zprávy Lesn. Výzk. 26(4): 15—18.
- Skoupý J. 1965. Pěstování balíčkových sazenic v polyetylénu. Lesn. Práce 44(6): 263—266.
- Šmelkova L. 1971. Rozmery a váha bukového semena v závislosti od niektorých znakov materského porastu. Zborn. Ved. Prác Lesn. Fak. Vys. Školy Lesn. a Drev. vo Zvolene 13(1): 93—109.
- Sorokowski R., Pokojowczyk K. 1976. Hodowla sadzonek leśnych pod folią. Las Polski 50(3): 15—16.
- Stachak A. 1975. Zestawienie wyników badań nad rytmiką sezonową wybranych fenofaz buka i towarzyszących gatunków drzew w bucznach Puszczy Bukowej pod Szczecinem na siedliskach eutroficznych i mezotroficznych (lata 1957—1970). Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, nr 50, Rolnictwo 13: 317—336.
- Stănescu V., Florescu I.I. 1970. [Studies on natural regeneration in Beech stands in the forest of Warthe-Brasov.]. Bul. Inst. Polit. Braşov (ser. B: Econ. for.), 12: 25—36 (For. Abstr. 1972, 33, nr 485).
- Stefanov B., Najdenova-Janeva C. 1974. V”rhu s”otnošenieto



- meżdu razmera na korenovata i st'lbovata sisteme pri njakoi d'rvesni vidove v mlada v'zrast. Gorskostop. Nauka 11(2): 3—8.
- Suszka B. 1966. Dormancy; storage and germination of *Fagus sylvatica* L. seeds. Arboretum Kórnickie 11: 221—240.
- Suszka B. 1973. Wieloletnie przechowywanie nasion buka. Las Polski 47(21): 8—10.
- Suszka B. 1974. Storage of beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds for up to 5 winters. Arboretum Kórnickie 19: 105—128.
- Suszka B. 1975. Cold storage of already after-ripened beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds. Arboretum Kórnickie 20: 299—315.
- Suszka B. 1978a. Germination of tree seed stored in a partially afterripened condition. Symposium on seed problems in horticulture: „The search for practical solutions”, Sutton Bonington, England. 26—30 Sept. 1977. Acta Horticult. 83, 181—187.
- Suszka B. 1978b. How to achieve simultaneous germination of after-ripened hardwood seed? Symposium Feuillus Precieux, Exposés. I.U.F.R.O. Division 1. Groupe sectoriel S1.05-00. Nancy-Champenoux, France, 11 au 15 Sept. 1978. 30—40.
- Suszka B. 1979a. Seedling emergence of beech (*Fagus sylvatica* L.) seed pretreated by chilling without any medium at controlled hydration levels. Arboretum Kórnickie 24: 111—135.
- Suszka B. 1979b. The indigocarmine test for viability of seeds of woody plants (nie opubl. maszynopis).
- Suszka B. 1982. Storage conditions for woody plant seed with a high water content. Proc. Intern. Symposium „Forest tree seed storage”. I.U.F.R.O. Working party S2.01.06. Petawawa National Forestry Institute Chalk River, Ontario, Canada, Canad. For. Service. Sept. 23—27, 1980, 161—177.
- Suszka B., Kluczyńska A. 1980. Seedling emergence of stored beech (*Fagus sylvatica* L.) seed chilled without medium at a controlled hydration level and pregerminated in cold-moist conditions. Arboretum Kórnickie 25: 231—255.
- Suszka B., Zięta L. 1976. Further studies on the germination of beech (*Fagus sylvatica* L.) seed stored in an already after-ripened condition. Arboretum Kórnickie 21: 279—296.
- Suszka B., Zięta L. 1977. A new presowing treatment for cold-stored beech (*Fagus sylvatica* L.) seed. Arboretum Kórnickie 23: 237—255.
- Szwed J. 1974. Kilka uwag o porze wysiewu dębu i buka. Las Polski 48(20): 10.
- Thiébaud B., Vernet P. 1981. Biologie de la reproduction sexuelle. W: Le Hêtre. I.N.R.A. Département des Recherches forestières. Paris. 198—205.

- Truschel W. 1962. [A soil cultivation method for exploiting Beech mast.]. Allg. Forstzeitschr. 17(42): 664—665 (For. Abstr. 1963, 24, nr 1863).
- Tyszkiewicz S. 1939. Ocena nasion drzew. Inst. Bad. Lasów Państw. Ser. A., Nr 45, Warszawa.
- Tyszkiewicz S. 1949. Nasiennictwo leśne. Inst. Bad. Leśn. Seria D, Nr 2, Warszawa.
- Tyszkiewicz S., Obmiński Z. 1963. Hodowla i uprawa lasu PWRiL Warszawa.
- Vlase I. 1969. Contribuții la stabilirea regimului de zviintare a jirului în vederea conservării. Rev. Pădurilor 84(12): 618—620.
- Vogt A.R. 1970. Effect of gibberellic acid on germination and initial seedling growth of northern red oak. For. Sci. 16(4): 453—459.
- Vogt A.R. 1974. Physiological importance of changes in endogenous hormones during red oak acorn stratification. For. Sci. 20(2): 187—191.
- Wachter H. 1964. The connections between weather and Beech mast years. Forstarchiv 35(4): 69—78 (For. Abstr. 1964, 25, nr 4800).
- Waleszyński T. 1972. Dyskusyjnie o porze siewu nasion dębu i buka w szkółkach. Las Polski 46(20): 15.
- Walkenhorst R. 1976. Die langfristige Aufbewahrung von Bucheckern. Forstschritte des forstliches Saatgutwesens III. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung, Band 14, 95—106.
- Walkenhorst R. 1984. Die Saatgutvorbehandlung. Allg. Forstzeitschr. 36: 1—3.
- Wałęcki M. 1979. Struktura wiekowa i rozwój podrostów bukowych pod okapem drzewostanu. Sylwan 123(7): 33—31.
- Wedel v. K. 1969. [Results of a limiting trial to promote natural regeneration of Beech in Medingen district.]. Forst- u. Holzw. 24(18): 366—369 (For. Abstr. 1970, 31, nr 2327).
- Weissen F. 1978. Dix années d'observations sur la régénération en hêtraie ardennaise. Symposium Feuillus Precieux, Exposés, I.U.F.R.O. Division 1. Groupe sectoriel S1.05-00. Nancy-Champenoux, France, 11 au 15 Sept. 1978. 60—70.
- Weissen F., Sacre F. 1968. [Observations on the yield of mast in 1964 and 1965 in two Beech woods of the Ardennes.]. Bull. Soc. For. Belg. 75(6): 273—291 (For. Abstr. 1969, 30, nr 440).
- Wendel 1952. Ein bewährtes Sammelgerät für Bucheckern. Forst- u. Holzw. 7(20): 281.
- Williams J., Shaykevich C.F. 1969. An evaluation of polyethylene glycol (P.E.G. 6000 and P.E.G. 20 000) in the osmotic control of soil water matric potential. Can. Journ. Soil. Sci. 49: 397—401.
- Winter A.G., Bublitz W. 1953. Über die keim- und entwicklungshemmende Wirkung der Buchenstreu. Naturwiss. 40(15): 416.

- Zentsch W. 1957. Erfahrungsaustausch 1957 über die Vorbehandlung von Forstsaatgut für die Aussaat in Tharandt. Forst u. Jagd 7(7): 323—325.
- Zentsch W. 1960. Über die Anwendung von Simazin in Forstpflanzgärten, Archiv f. Forstwesen 1049—1050.

## GENERATIVE PROPAGATION

### Summary

A review is given of the conditions favouring the initiation of flower buds, formation of flowers and flowering as well as for pollen shed and the pollination of female flowers in common beech. The question of seed formation and dispersal is discussed, including the frequency of seed years and variations in the size of the mast or in the collection of the crop. Information is given about the hand collection of the beech nuts and about mechanical picking procedures from the ground including methods of separation of nuts from litter and other impurities. Examples are given of the distribution of crop years for beech over long periods of time in various European countries. On the example of Poland the regional distribution of crop size in individual years is demonstrated and regions of seed collection are designated.

Conditions are described which favour natural regeneration of beech taking particular note of the need for appropriate preparation of the soil and placement of the nuts in its upper layers. Note is also given of the possible big losses to seeds caused by birds, rodents and later by seedling diseases.

Much stress is given to the possibilities of artificial regeneration of beech, which depends on the appropriate collection, cleaning, preparation for sowing and storage of adequate quantities of beechnuts or else on their storage in a partially dried state. The question of beech seed testing is discussed in detail, as well as the determination of 1000-seed weight and the moisture content. Changes in moisture content during seed maturation as well as during dispersal and collection from the ground are described. Note is taken of the methods of cleaning beechnuts, including methods of separating them from impurities by flotation in water. The methods of seed viability testing by cutting or staining with indigocarmine or tetrazolium salts are compared. The criteria of seed classification existing in Poland based on the qualitative traits are presented. The method of estimating true germinative capacity of beech seeds through a stratification test at 3°C is discussed. Also information is given on the chemical composition of seeds, taking particular note of fat content.

A presentation is given of the method of autumnal sowing of beech seeds and methods of storing over one winter coupled with simultaneous preparation of seeds for germination after a spring sowing. Results are presented from investigations conducted in recent years on the partial drying of beechnuts and their storage for many years in a partially dried state. Note is made of the type of securely locking containers to be used for the purpose. Technical storage conditions in refrigerated chambers needed for beech nuts are presented.

Conditions needed for the after-ripening of beechnuts are given together with the classical method of cold stratification in a medium and the new method of chilling without any medium but with a controlled level of moisture content, which can permit an extension of the after-ripening period compared to the classical method and also an improvement in germination causing the latter to become more energetic and better timed (prevention of premature germination). Special note is made of the importance of maintaining a controlled level of moisture content and of an appropriate duration of the action of low temperature.

Discussion is given of three possibilities of using stratification without medium: immediately after collection followed by partial drying and storage; after storage of partially dried seeds but before a second partial drying and storage; and after an uninterrupted storage in a partially dried state, i.e. immediately prior to sowing.

The question of beechnuts germination and seedling emergence following appropriate pretreatment of seeds for sowing is discussed taking note of the constantly low or raised temperature and of the diurnally alternating temperature. A description is also given of the influence of light on the early development of emerging seedlings, the allopathic influence of litter and beech humus and the influence of the soil on the germination and emergence of beech taking into consideration also the depth of sowing.

Results of attempts to hasten seed germination by treating the medium with stratified nuts with a solution of gibberellic acid is presented as well as a method depending on the moistening of the seeds with such a solution prior to stratification without medium. Also discussed are results of attempts to delay germination while simultaneously preparing them for germination in cold conditions through the provision of contact of the nuts with an osmotically active substance (PEG).

Note is given of the protection of seeds before sowing and after it as well as of some problems associated with the handling in a nursery of nuts that have been pretreated for sowing.