

BOLESŁAW SUSZKA

## ROZMNAŻANIE GENERATYWNE

### WSTĘP

Olsze krajowe — olsza czarna (*Alnus glutinosa* Gaertn.) i olsza szara (*A. incana* Moench) — zaczynają owocować w zwarciu przed 30 rokiem życia, pojedynczo stojące drzewa o kilkanaście lat wcześniej. Nasiona olch można pozyskiwać prawie co roku, obfitszy urodzaj nasion przypada raz na 2-3 lata (T y s z k i e w i c z 1949).

Olsze są jednopienne i rozdzielнопłciowe. Kwiaty są zebrane w kwiatostany, przy czym krótkie kotki żeńskie ukazują się u olszy czarnej i szarej jesienią, a u olszy zielonej (*Alnus viridis* DC.) wiosną, choć u wszystkich tych gatunków zakładane są latem roku poprzedzającego kwitnienie. Kotki męskie powstające również w roku poprzedzającym kwitnienie zimują nieosłonięte, jedynie u olszy zielonej pokrywa je zestalona, podobna do żywicy, biaława wydzielina chroniąca je od wysuszających wiatrów (H e g i 1957).

Olsze są roślinami wiatropylnymi i kwitną przed rozwojem liści, co w Polsce przypada u olszy czarnej na marzec lub kwiecień, u olszy szarej na okres nieco wcześniejszy. Późnym kwitnieniem wyróżnia się olsza zielona, występująca w Polsce w stanie naturalnym jedynie w Bieszczadach. Kwitnienie tej olszy przypada tam na maj—czerwiec (S z a f e r i inni 1953).

Kotki męskie olsz wydłużają się znacznie wiosną i zwisają w dół w okresie kwitnienia. Pyłek wysypuje się z pylników na łuski kwiatów bezpośrednio niżej położonych w kotce, skąd wlatuje przy najmniejszym poruszeniu. Pyłek ten nie zapyla więc kwiatostanów żeńskich wyrastających pionowo w górę na

tej samej gałęzce. Innym zabezpieczeniem przed samozapyleniem jest wyprzedzanie stanu gotowości kwiatów żeńskich do przyjęcia pyłku przez pylenie kwiatów męskich na tym samym krzewie lub drzewie (protandria), dochodzące według Hegiego (1957) u olszy czarnej do 2 dni. U olszy szarej obserwowano pylenie na 2 dni przed kwitnieniem lub po kwitnieniu kwiatów żeńskich, niekiedy jednak pylenie i gotowość kwiatów żeńskich do zapylenia zbiegają się w czasie. W Anglii (McVean 1955a) na 40 zbadanych drzew olszy czarnej kwiatostany żeńskie zakwitły wprawdzie u 68% drzew, kwiatostany męskie u 12%.

Dość często występują u olsz anomalie w budowie kwiatów. Zdarzają się u nich nieraz kwiatostany obojnackie, w zasadzie męskie z kwiatami żeńskimi u podstawy kotki, nie tworzą one jednak nasion, gdyż wcześniej opadają. Kwiatostany żeńskie z kwiatami męskimi rozwijają się w szyszeczki (Schulz 1892, według Hegiego 1957).

W zapyłonych wczesną wiosną kwiatkach żeńskich olszy czarnej dochodzi do zapłodnienia komórek jajowych dopiero latem. Kwiaty olszy czarnej, zapyłone w Anglii (McVean 1955a) w lutym—marchu, zapładniane były dopiero w końcu lipca lub na początku sierpnia, a dopiero w sierpniu zaczynał się wzrost zarodków, które osiągały dojrzałość we wrześniu, a gotowość do kiełkowania w końcu tego miesiąca.

W Polsce owocostany olsz dojrzewają we wrześniu—październiku, w tym samym czasie osiągają swą dojrzałość nasiona. Owoceostany przekształcają się w zdrewniałe szyszeczki, które nie rozpadają się i długo wiszą w koronie drzew (Tyszkiewicz 1949).

#### PYLEK, JEGO ROZSIEWANIE SIĘ I ŻYWOTNOŚĆ

Z badań przeprowadzonych w NRD przez Scamoniego (1955) wynika, że największe znaczenie mają dla pylenia temperatury ostatnich 10 dni poprzedzających jego początek. Pyleniu sprzyja ciepła i sucha pogoda, utrudnia je wysoka wilgotność

względna powietrza i pogoda deszczowa. W porównaniu z innymi gatunkami drzew wiatropylnych pylenie olsz jest stosunkowo mało zależne od pogody, stwierdzano je bowiem w Rumunii również w okresach z obfitymi opadami deszczu (Pop 1965). Szczytowe nasilenie pylenia olszy (*Alnus rubra* Bong.) stwierdzono w Ameryce Północnej w stanie Washington w dniach z najniższą wilgotnością względną powietrza (Hard 1971). Obfite pylenie olszy obserwowano w Danii w drzewostanie mieszanym w latach 1967 - 1972 co 2 lata (Andersen 1974).

Pyłek olsz jest przenoszony na znaczne odległości, co stwierdzono między innymi w Japonii (Hibino 1968) i w Indiach (Lakhanpal, Nair 1958), gdzie znajdowano go w rejonach dość dalekich od najbliższych stanowisk lub też gdzie opad tego pyłku przekraczał znacznie możliwości lokalnych populacji olszowych. W Lucknow (płn. Indie) znajdowano pyłek pochodzący z Himalajów, odległych o około 180 km. W górach obecność pyłku olszowego stwierdzano w Indiach (Almora, wzgórze Kumaru) w miejscach położonych o 200 - 500 m poniżej lokalnych stanowisk olch (Lakhanpal, Nair 1960). Możliwy jest również transport pyłku olsz na dalekie, a nawet bardzo dalekie odległości. Na Atlantyku w odległości 250 - 450 km od wybrzeży Ameryki Północnej stwierdzał Erdtmann (1954) na pokładzie statku, że w 100 m<sup>3</sup> powietrza znajduje się 328 ziarn pyłku olszy, a tylko 28 ziarn pyłku sosny. Skuteczność zapylenia zależy jednakże nie tylko od ilości pyłku przenieszonego na dalekie odległości, ale i od zachowania przezeń zdolności zapładniania.

Ziarno pyłku olsz krajowych jest znacznie mniejsze od ziarna pyłku drzew iglastych. Objętość 1 ziarna pyłku olszy czarnej wynosi  $4 \cdot 10^{-9}$  cm<sup>3</sup>, olszy szarej  $7 \cdot 10^{-9}$  cm<sup>3</sup>, gdy np. dla sosny zwyczajnej i świerka pospolitego objętości te wynoszą odpowiednio  $35,5 \cdot 10^{-9}$  cm<sup>3</sup> i  $82 \cdot 10^{-9}$  cm<sup>3</sup>. Szybkość opadania pyłku obydwu wymienionych powyżej gatunków olszy wynosi odpowiednio 2,0 i 2,1 cm · s<sup>-1</sup>, wobec 3,4 i 5,6 cm · s<sup>-1</sup> dla sosny i świerka (Eisenhut 1961).

W zapyłaniu biorą udział głównie drzewa rosnące w niewielkiej odległości od drzewa zapylanego. Według Rampego

(1937) maksymalna ilość pyłku olszy przypada na odległość 90 m od drzewa — producenta pyłku. Po przekroczeniu tej odległości prawdopodobieństwo efektywnego zapylenia maleje coraz bardziej.

Z badań przeprowadzonych we wschodniej Anglii (McVean 1955a) wynika, że drzewa olszy czarnej są całkowicie samosterylne, co przyczynia się na stanowiskach eksponowanych i w wyższych położeniach do słabego obradzania nasion bardziej, niż okresowe spadki temperatury w okresie kwitnienia. Nawet w latach z pomyślnymi warunkami pogody zarodki nie formują się tam w orzeszkach na stanowiskach położonych wyżej niż 300 m n.p.m. Górna granica występowania olszy czarnej na Wyspach Brytyjskich przebiega nieco tylko wyżej, bo przy 490 m n.p.m. (Clapham i inni 1962). Z drugiej jednak strony wykazano (Woodworth 1930) na przykładzie północno-amerykańskiego gatunku *Alnus rugosa* Du Roi, że możliwe jest powstawanie nasion zdolnych do kiełkowania na drodze apomiktycznej.

Poznanie warunków przedłużania żywotności pyłku ma wielkie znaczenie dla badań nad krzyżowaniem się różnych gatunków olsz, a także dla prac teoretycznych i praktycznych, w których konieczne są duże ilości pyłku wiadomego pochodzenia, z konieczności przechowywane przez różne okresy.

W Finlandii (Saarnjoki 1941) stwierdzono, że kotki męskie należy w celu pozyskania z nich pyłku zrywać jak najpóźniej przed otwarciem się. Pyłek przechowywany w kotkach w temperaturze pokojowej psuje się szybko, a gdy sam pyłek przechowywano w takiej temperaturze przez 2-3 tygodnie, to dla uzyskania udanych zapyleń konieczne były bardzo wielkie jego ilości zarówno w wypadku olszy czarnej, jak i szarej.

Metoda pozyskania dużych ilości pyłku olsz została opracowana przez Barnera i Christiansena (1958). Pozyskiwali oni pyłek z odciętych gałązek ustawionych w stojach z wodą zarówno w laboratorium, jak i w specjalnie w tym celu zbudowanej szklarni-pyłkowni. Optymalne warunki podpędzania gałązek z kwiatostanami stwarza według tych autorów temperatura 10-16°C przy wilgotności względnej powietrza na pozio-

mie 60 - 80%, co w laboratorium osiągnąć można przez osłonięcie gałązek folią polietylenową. Pylenie przebiega natomiast najbardziej wydajnie w 15 - 18°C przy wilgotności względnej powietrza niższej niż podczas podęzania, bo na poziomie 40 - 60%. W szklarni-pyłkowni osłanianie gałązek folią okazało się zbędne. Ilość pozyskanego pyłku olszy szarej dochodziła tam do 4-6 ml ze 100 kotek.

Woorsley (1959) podęzał w Anglii gałązki olszy czarnej ścinane na 4-5 dni przed spodziewanym pyleniem. Świeżo przecięte dolne końce tych gałązek umieszczano w wodzie lub w słabym roztworze pożywki mineralnej, po czym okrywano je torbami z folii polietylenowej aż do czasu dojrzewania kotek. Podęzanie przebiegało w szklarni przy silnym doświetlaniu żarówkami 600 W z odległości 1 m przy dniu wydłużonym do 18-22 godzin i w temperaturze dochodzącej maksymalnie do 27°C. W takich warunkach w okresie podęzania wilgotność względna powietrza wynosiła w pobliżu kotek 80-100%, natomiast podczas pylenia kotek na gałązkach lub kotek odciętych obniżano tę wilgotność do 60-70%. Osiągano to przez rozluźnienie wiązań uszczelniających worki foliowe wokół gałązek. Przy tym sposobie postępowania osiągnąć można również obfite pylenie.

Zachowanie żywotności przez pyłek olsz zależy w warunkach naturalnych od oświetlenia, zwłaszcza od jego jakości i czasu oddziaływania. Po 8-godzinnej ekspozycji na działanie światła słonecznego obserwowano (Werfft 1951) u olszy czarnej szybki spadek żywotności, w porównaniu z pyłkiem przechowywanym w ciemności, zwłaszcza wtedy, gdy pyłek naświetlano w kilka dni po osypaniu się. Pyłek tracił żywotność w 60-90% po 3-godzinnym napromieniowaniu światłem UV. Można przyjąć, że podobnie oddziałuje w warunkach naturalnych promieniowanie UV, obecne w widmie światła słonecznego.

Żywotność pyłku olsz można utrzymać przez dłuższe okresy przechowując go w odpowiednich warunkach. Sato i Muto (1955) przechowywali pyłek *Alnus hirsuta* w temperaturze -8°C w próżni w zamkniętych szczelnie butelkach i w obecności preparatu osuszającego przez 600 dni; w temperaturze nieznacznie

wyższej od  $0^{\circ}\text{C}$  ( $3 - 5^{\circ}\text{C}$ ) udało się im utrzymać żywotność pyłku przez okres jeszcze nieco dłuższy. Pyłek olszy czarnej, przechowywany w temperaturze jeszcze wyższej, bo w  $15^{\circ}\text{C}$  (Pfundt 1910, Lichte 1957) w szczelnie zamkniętych pojemnikach, pomimo bardzo niskiej wilgotności względnej powietrza ( $3 - 5\%$ ) tracił żywotność szybko, gdyż spadała ona w ciągu 50 - 116 dni do  $0,1 - 1,0\%$ .

W Japonii (Ichikawa, Shidei 1971) przechowywano silnie podsuszony pyłek *Alnus sieboldiana* w bardzo niskich temperaturach. Po szybkim schłodzeniu do  $-35^{\circ}\text{C}$  można było pyłek olszy przechowywać w szczelnym pojemniku bez obawy o przedwczesny spadek żywotności. Bardzo dobre wyniki uzyskano w  $-196^{\circ}\text{C}$  po 100 dniach przechowywania, jednakże warunkiem sukcesu było wstępne przemrożenie pyłku w  $-30^{\circ}\text{C}$ , trwające 4 - 5 godzin.

Z przedstawionych powyżej danych wynika, że pozyskanie większych ilości pyłku olsz nie przedstawia większych trudności, jeżeli uda się zapewnić odpowiednie warunki wilgotności powietrza i temperatury w okresie podpejdzenia odciętych gałązek, a potem podczas pylenia kotek. Pyłek olsz można po dobrym podsuszeniu przechowywać w niskiej temperaturze przez dłuższy czas.

Osobnym zagadnieniem jest ocena żywotności pyłku. Warunki prób kiełkowania łagiewek pyłkowych *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *A. fruticosa* i *A. hirsuta* opracowane przez różnych badaczy zestawili Snyder i Clausen (1974). Próby te przeprowadza się w roztworze sacharozy 10 - 30% bez dodatku lub z dodatkiem agaru (0,5 - 1,0%); pH środowiska kiełkowania obniża się za pomocą kwasu cytrynowego (0,01%). Inkubacja pyłku na sterylizowanym podłożu trwa w  $20^{\circ}\text{C}$  24 godziny.

#### POWSTAWANIE, DOJRZEWANIE I ROZSIEWANIE SIĘ NASION

Olsze — czarna i szara występujące w tym samym siedlisku zapylają się wzajemnie i wydają nasiona mieszańcowego pochodzenia. Zwraca na to uwagę Tyszkiewicz (1949), który

zaleca przy zbiorze skrupulatne odróżnianie gatunków, ostrzega przed zbiorem szyszeczek w terenie, na którym obydwie te gatunki występują razem, i przed mieszaniem nasion.

Szyszeczki olsz zbiera się w grudniu, najlepiej z drzew ściętych, a orzeszki uwalnia się z nich przez wysuszenie w ciepłym pomieszczeniu lub w wyluszcarni cieplnej. W szyszeczkach zebranych z kępy drzew dobrze owocujących w danym roku znajdują się nasiona o zdolności kiełkowania wyższej niż 80% (Tyszkiewicz, Obmiński 1963).

Rozwojowi szyszeczek i formujących się w nich i dojrzewających nasion towarzyszą charakterystyczne zmiany poziomu uwodnienia. Najwyższy poziom zawartości wody, bo około 65-70%, osiągany jest w szyszeczkach późnym latem. W Rumunii Enescu (1964) stwierdziła, że w tamtejszych warunkach następuje to w końcu sierpnia, po czym nastaje okres stabilizacji tego szczytowego poziomu uwodnienia szyszeczek trwający 1-4 tygodni (w zależności od drzewa), a po nim jego gwałtowny spadek do 10-20% w ciągu około 2 tygodni. Począwszy od połowy października poziom zawartości wody w szyszeczkach pozostaje niski, jednakże w zależności od roku i wilgotności względnej powietrza możliwe są jego dość znaczne przejściowe zmiany.

Nasiona dojrzewają wcześniej, jeszcze przed zapoczątkowaniem procesu gwałtownego odwadniania się szyszeczek. W Rumunii pierwsze nasiona zdolne do kiełkowania pozyskiwano (Enescu 1964) w ostatniej dekadzie sierpnia. W tym okresie narasta w ciągu 2-6 tygodni (w zależności od roku i drzewa) bardzo szybko, bo aż do 80-100% udział procentowy nasion zdolnych do kiełkowania. Najwyższy poziom zdolności kiełkowania ustala się w grudniu.

W Związku Radzieckim (Čerstvin 1963, Pavlenko 1964) stwierdzono, że najwyższą jakością odznaczają się nasiona z szyszeczek zebranych w połowie października. Potem w miarę opóźniania zbioru w następnych 5 miesiącach jakość nasion spada, a ich ilość jest coraz mniejsza. Spadek liczby orzeszków jest następstwem ich uwalniania się z szyszeczek w ciągu zimy — spadają one na śnieg i lód i dopiero podczas odwilży zawarte

w nich nasiona pęczniają i kielkują po zetknięciu się z wilgotnym, nagrzewającym się podłożem. Pierwsze wypadają z szyszek orzeszki najlepiej wykształcone.

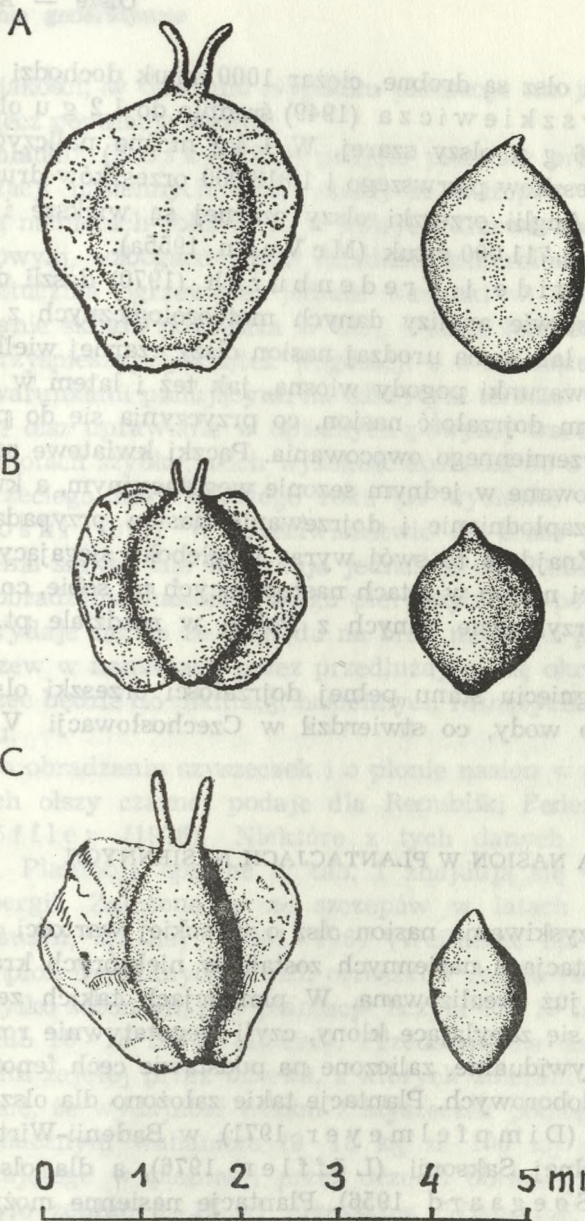
Orzeszki olsz, zwane potocznie nasionami, są w rzeczywistości owocami, umieszczonymi po dwa na łusce, uwalniają się one dzięki stopniowemu rozchylaniu się łusek. Orzeszki olszy czarnej są barwy czekoladowobrązowej, u olszy szarej wyraźnie jaśniejsze; jedno i drugie w zarysie przypominają pięciokąt.

Orzeszki olsz zawierają po jednym nasieniu, otoczonym pozostałościami bielma (McVean 1955a), pomimo to zalicza się je do nasion tzw. bezbielmowych ze względu na zarodki wypełniające prawie całkowicie wnętrze nasienia. Obrzeża owocni olszy czarnej są wyciągnięte w wąski rąbek dość grubych nibyskrzydełek, a właściwie pływaków wypełnionych tkanką korkową, dzięki czemu powierzchnia ich ulega powiększeniu, a ciężar właściwy całych orzeszków zmniejszeniu. Te nibyskrzydełka są bardziej wydatne u olszy szarej, a jeszcze bardziej — u olszy zielonej. U olszy czarnej rąbek ten jest bardzo wąski, niekiedy brak go zupełnie (Tyszkiewicz 1949, Mądalski 1959, McVean 1955b). Nasiona krajowych gatunków olsz przedstawiono na ryc. 1.

Szybkość opadania orzeszków olszowych w powietrzu wynosi 0,71 - 1,0 m/s, co sprawia, że odległość do której dociera pod wpływem wiatru już tylko 1% nasion danego drzewa wynosi zazwyczaj 30 - 60 m (Schmidt-Geiger według McVean 1955b).

Nie mniej ważną rolę niż wiatr odgrywa przenoszenie orzeszków przez wodę. W Anglii (McVean 1955a) stwierdzono, że orzeszki olszy czarnej są roznoszone wzdłuż potoków, strumieni i rzek głównie przez wodę oraz przez wiatr sypchający orzeszki dryfujące na powierzchni wód stojących. Tym też można wytłumaczyć fakt zajmowania przez olszę czarną na nizinach, a w okolicach podgórskich także przez olszę szarą, przede wszystkim siedlisk nadwodnych. Według McVean (1955a) orzeszki olszy czarnej pływające na powierzchni wody przez 12 miesięcy nie traciły jeszcze żywotności.





Ryc. 1. Owoce i nasiona olszy czarnej (A), olszy szarej (B) i olszy zielonej (C) (wg Mądalskiego 1959)

Orzeszki olsz są drobne, ciężar 1000 sztuk dochodzi w Polsce według Tyszkiewicza (1949) średnio do 1,2 g u olszy czarnej i do 0,6 g u olszy szarej. W 1 kg można naliczyć średnio 909 000 orzeszków pierwszego i 1 818 000 orzeszków drugiego gatunku. W Anglii orzeszki olszy czarnej są większe i w 1 kg mieści się ich 711 000 sztuk (McVean 1955a).

La Bastide i Vredenburg (1970) doszli do wniosku na podstawie analizy danych meteorologicznych z Holandii za okres 38 lat, że na urodzaj nasion olszy czarnej wielki wpływ wywierają warunki pogody wiosną, jak też i latem w roku poprzedzającym dojrzałość nasion, co przyczynia się do powstania zjawiska przemennego owocowania. Pączki kwiatowe są bowiem u olsz inicjowane w jednym sezonie wegetacyjnym, a kwitnienie, zapylanie, zapłodnienie i dojrzewanie nasion przypada na rok następny. Znajduje to swój wyraz w głęboko sięgających zmianach jakości nasion w latach następujących po sobie, co zilustrujemy na przykładzie danych z Polski w rozdziale pt. „Jakość nasion”.

Po osiągnięciu stanu pełnej dojrzałości orzeszki olsz zawierają 8-9% wody, co stwierdził w Czechosłowacji Vincent (1948).

#### PRODUKCJA NASION W PLANTACJACH NASIENNYCH

Idea pozyskiwania nasion olsz o wysokiej wartości genetycznej w plantacjach nasiennych została w niektórych krajach europejskich już zrealizowana. W plantacjach takich zebrane są wzajemnie się zapylające klony, czyli wegetatywnie rozmnożone drzewa indywidualne, zaliczone na podstawie cech fenotypowych do drzew doborowych. Plantacje takie założono dla olszy czarnej w Bawarii (Dimpfelmeyer 1971), w Badenii-Wirtembergii, Hesji i Dolnej Saksonii (Löffler 1976), a dla olszy szarej w Danii (Søgaard 1956). Plantacje nasienne można zakładać zarówno ze szczepów, jak i z siewek uzyskanych z nasion drzew doborowych lub z drzew rosnących w drzewostanach naj-

wyższej jakości; w ostatnim wypadku plantacja nie jest zbiorem klonów, lecz populacją siewek.

W Finlandii (Koski 1975) podjęto pierwsze próby tworzenia plantacji nasiennych olszy szarej ze szczepów lub siewek w dużych namiotach foliowych, w których drzewa rosną na podłożu torfowym, wzbogaconym w składniki mineralne. Namioty te nie są sztucznie ogrzewane, jednak warunki w nich panujące (wzbogacanie składu powietrza w CO<sub>2</sub>, wyższa temperatura, zraszanie) przyspieszają początek wegetacji o 2 miesiące w porównaniu z warunkami panującymi na odkrytym terenie.

Siewki olsz uprawiane w opisanych powyżej warunkach rosną w namiotach szybko, a ich wysokość dochodzi do 6 - 7,5 m pod koniec trzeciego lub czwartego roku po wysiewie (Anonim 1970, Koski 1975). W przeciwieństwie do brzoź taki sposób prowadzenia siewek nie wywołuje jednak u olszy obfitego kwitnienia i obradzania nasion w ciągu pierwszych lat pobytu w namiocie. Wydaje się, że ze względu na brak możliwości przetrzymywania drzew w namiotach przez przedłużające się okresy przyszłość należeć będzie do plantacji nasiennych rosnących na wolnym powietrzu.

Dane o obradzaniu szyszeczek i o plonie nasion w plantacjach nasiennych olszy czarnej podaje dla Republiki Federalnej Niemiec Löffler (1976). Niektóre z tych danych zestawiono w tab. 1. Plantacje opisane w tab. 1 znajdują się w Badenii-Wirtembergii. Założono je ze szczepów w latach 1958 - 1961 (Ochsenhausen, 3,2 ha) i 1961 - 1964 (Weilheim, 5,5 ha). Zbiór szyszek i plon uzyskanych z nich orzeszków rejestrowano w niektórych tylko sezonach, gdy plantacja liczyła 11 - 19 lat (Ochsenhausen) lub 10 - 16 lat (Weilheim). Przedstawione dane dotyczą powierzchni zajętej przez drzewa, z których zbierano szyszeczek. Okazuje się, że wydajność nasion z szyszeczek podlegała z roku na rok znacznym wahaniom (9 - 18 kg ze 100 kg szyszeczek). Z 1 ha zajętego w plantacji przez drzewa obradzające nasiona można było zebrać 3 - 18 kg orzeszków. Wydajność orzeszków z szyszeczek zebranych w drzewostanie leśnym w tych samych sezonach mieściła się w zakresie 4 - 13 kg. Wartość użytkowa

Tabela 1

Obrodzenie szyszek i plon nasion na szczeпах w plantacjach nasiennych olszy czarnej w Ochsenhausen (O) i Weilheim (W) w Badonii – Wirtembergii (wg Löfflera 1976)

	Plan-tacja	Wiek szczeপów w latach									
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Powierzchnia zbioru w ha	O		1,8		1,6			1,0	2,2		2,6
	W	5,5		5,5	5,5	4,4	4,4	1,1			
Ciężar pozyskanych na- sion w kg	O		14,0		18,0			17,0	7,0		8,0
	W	5,0		26,0	39,0	80,0	52,0	14,0			
Wydajność nasion w kg ze 100 kg szyszek	O		18,0		18,0			12,0	16,0		9,0
	W	14,0		18,0	12,0	18,0	13,0	17,0			
Plon nasion z 1 ha po- wierzchni zbioru w kg	O		8,0		11,0			17,0	3,0		3,0
	W	1,0		5,0	7,0	18,0	12,0	13,0			

nasion wyrażona przez iloczyn zdolności ich kiełkowania i czystości była dla 7 na 11 zbiorów z obydwu plantacji nasiennych niższa aniżeli nasion z drzewostanu, w jednym wypadku poziomy wartości użytkowej były równe, a tylko w 3 wypadkach nasiona z plantacji nasiennej górowały swą wartością użytkową nad nasionami z drzewostanu.

Produkcja nasion olszy czarnej pochodzącej z Dolnej Bawarii w plantacji nasiennej o powierzchni 2 ha, znajdującej się w Gahrenberg w Hesji (Anonim 1979), doszła w roku 1977 do 31 kg/ha. Najwyższy plon nasion motowany w tej plantacji w latach wcześniejszych doszedł do 21 kg w roku 1975. Gorsza często wartość użytkowa nasion z plantacji nasiennych, wynikająca zazwyczaj z ich niższej zdolności kiełkowania, nie może przesłaniać korzyści związanych z ich wyższą od przeciętnej wartością genetyczną. Löffler (1976) stwierdza, że w Republice Federalnej Niemiec popyt na nasiona olsz pochodzące z plantacji nasiennych jest ciągle jeszcze niski, chociaż np. w Bawarii i w Hesji plantacje produkują już obecnie tyle nasion, że całe zapotrzebowanie tych krajów może być już w pełni pokryte.

## POZYSKIWANIE NASION

Szyszeczek olszy czarnej i szarej, dojrzewające w Polsce we wrześniu—październiku, najlepiej zrywać z drzew dopiero co ściętych lub stojących w listopadzie—grudniu. Szyszeczek zaczyna się wtedy otwierać i uwalniają nasiona. Ze 100 kg szyszeczek pozyskuje się około 5 kg orzeszków, co oznacza, że dla uzyskania 1 kg orzeszków trzeba zebrać około 20 kg szyszeczek (Tyszkiewicz 1949). Dla Ukrainy podaje Pavlenko (1964) wydajność orzeszków ze 100 kg szyszeczek rzędu 5 - 12 kg.

Po umieszczeniu w dobrze przewietrzanym pomieszczeniu, w normalnej temperaturze, na półkach w cienkiej warstwie, szyszeczek otwierają się w ciągu kilku tygodni. Proces ten można przyspieszyć przez umieszczenie szyszeczek w wyluszcarni w 27 - 38°C, przy czym większość orzeszków wypada w trakcie wyluszczenia. Pozostałe nasiona można uwolnić przez wytrząsanie otwartych szyszeczek na sitach lub w wytrząsaczach bębnowych (Schopmeyer 1974). Według Pavlenki (1964) w 40 - 45°C orzeszki wysypują się w ciągu 1 - 2 dni, w 20°C trwa to 20 - 25 dni. Dojrzałe orzeszki olsz zawierające, jak już wspomniano, 8 - 9% wody, nadają się do przechowywania.

## JAKOŚĆ NASION I JEJ OCENA

Ocena nasion ma na celu scharakteryzowanie poziomu doczyszczania partii nasion, reprezentowanej przez pobraną z niej próbę losową. W tym celu określa się w próbie czystości wagowej (w %) udział nasion dobrze wykształconych na podstawie zewnętrznych oględzin, czyli tzw. nasion czystych i udział zanieczyszczeń różnego pochodzenia: nasion niedokształconych, uszkodzonych mechanicznie lub przez owady, nasion obcych, szczątków badanego gatunku innych niż nasiona i gatunków obcych, zanieczyszczeń nieorganicznych itp. Nasiona „czyste” są określane bliżej przez ciężar 1000 sztuk, a ich żywotność rzeczywista jest oznaczana za pomocą próby kiełkowania lub przez próbę

zastępczą za pomocą testu krojenia, barwienia, testu wzrostu zarodków lub przez ocenę rentgenograficzną.

W Polsce nasiona olsz są zaliczane do odpowiednich klas jakości w zależności od poziomu energii i zdolności kiełkowania (Anonim 1976). Kryteria podziału nasion olszy czarnej i szarej na klasy jakości przedstawiono poniżej.

Gatunek	Klasa jakości	Zdolność kiełkowania w %	Energia kiełkowania w %
Olsza czarna	I	61 - 100	46 - 100
	II	41 - 60	21 - 45
	III	20 - 40	10 - 20
Olsza szara	I	41 - 100	31 - 100
	II	26 - 40	14 - 30
	III	10 - 25	5 - 13

Jeżeli energia i zdolność kiełkowania odpowiadają różnym klasom, to nasiona są zaliczane do klasy niższej. Nasiona poniżej III klasy nie są dopuszczane do wysiewu, z wyjątkiem sytuacji, w których o takim zakwalifikowaniu decydowały właściwości biologiczne, np. niski udział nasion pełnych w badanej próbie.

Czystość plonu można przez odsianie na sitach i odwianie na wialni doprowadzić do 80 - 90% (Tyszkiewicz 1949, Schopmeyer 1974), obniża ją bowiem zazwyczaj obecność pokruszonych, zdrewniałych łusek — części szyszeczek oraz niekiedy obecność znacznie większych od normalnych, czarnych orzeszków porażonych przez grzyby, zwłaszcza przez *Sclerotinia alni* (Tyszkiewicz 1939, 1949). Orzeszki puste nie zawsze dają się oddzielić od pełnych, co wpływa na obniżenie jakości plonu.

Na trudność oddzielenia nasion czystych i zarazem zdrowych od opianowanych przez grzyba w próbie czystości zwraca uwagę Rohmeder (1951). W doświadczeniach porównawczych przeprowadzonych, przy użyciu 3 partii nasion olszy czarnej pochodzących z Polski, w 4 stacjach oceny nasion: w Monachium, Tharandt, Eberswalde i w Warszawie ujawniły się duże różnice

w wynikach prób czystości i prób kiełkowania, wywołane między innymi przez różne kielkowniki używane w poszczególnych stacjach, ale też przez stosowane tam odmienne kryteria zaliczania orzeszków do kategorii „czystych”. Z tego też powodu proponował Rohmeder rezygnację z oceny czystości nasion olsz i przyjęcia w próbach kiełkowania kryterium wagowego, a nie ilościowego. Propozycja ta znalazła odbicie w obowiązujących obecnie międzynarodowych przepisach oceny nasion (ISTA 1976), lecz w praktyce oceny nasion sposób ten nie jest w ogóle stosowany.

W Republice Federalnej Niemiec czystość nasion handlowych olszy czarnej osiąga zazwyczaj poziom 60% przy zdolności kiełkowania 40%, odpowiednie wartości dla olszy szarej wynoszą 40 i 30%.

W Polsce partie nasion olsz są klasyfikowane według 3 kategorii poziomu czystości: wysoką, średnią (normalną) i dopuszczalną. Kryteria tego podziału zestawiono poniżej.

Gatunek	Czystość wysoka w %	Czystość średnia w %	Czystość dopuszczalna w %
Olsza czarna	85 i więcej	70 - 84	50 - 69
Olsza szara	70 i więcej	50 - 69	20 - 49

Blizsze światło na zmiany jakości nasion w poszczególnych latach dostarczają sprawozdania Stacji Oceny Nasion w Instytucie Badawczym Leśnictwa (Anonim 1956, 1957, 1968, 1978). Niektóre dane z tych sprawozdań dotyczące olszy czarnej przedstawiono w tab. 2, a olszy szarej w tab. 3.

Liczby zestawione w tab. 2 i 3 są wartościami średnimi. Dane uzyskane dla indywidualnych próbek nasion mogą się jednak bardzo różnić, nawet w tym samym sezonie. W roku 1977, który był dla olszy czarnej rokiem bardzo dobrego urodzaju nasion wysokiej jakości, krańcowe wartości ciężaru 1000 orzeszków wynosiły dla całej Polski 0,7 i 2,0 g, czystości 13 i 99%, a zdolności kiełkowania 0 i 99%.

Tabela 2

Jakość nasion olszy czarnej w Polsce w niektórych latach — wartości średnie ogólnokrajowe (wg Anonima 1958, 1968, 1978)

		1956	1957	1968	1977
Liczba próbek badanych	szt.	150	286	351	346
Ciężar 1000 orzeszków	g	1,03	1,2	1,2	1,2
Czystość	%	63,9	75,2	75,9	81,3
Zdolność kiełkowania	%	34,8	52,1	52,1	66,1
Energia kiełkowania	%	32,1	47,8	49,4	62,1
Klasy jakości w %	I	8,9	40,3	41,8	81,3
	II	42,1	43,3	37,8	14,7
	III	31,7	12,5	14,4	2,2
	poniżej III	17,3	3,9	6,0	1,8

Zmiany jakości nasion olszy czarnej w kolejno po sobie następujących latach przedstawiono w tab. 4.

Duże różnice mogą zachodzić również pod względem urodzaju nasion i ich jakości w różnych rejonach kraju, nie tylko w różnych latach, ale i w tym samym roku. Różnice te mogą być drastyczne w latach urodzaju słabego, mniejsze są one zazwyczaj w latach dobrego urodzaju. W tab. 5 ukazano zróżnicowanie jakości nasion olszy czarnej w różnych Okręgowych Zarządach Lasów Państwowych w Polsce w roku 1977, w którym jakość nasion była w skali ogólnokrajowej wyjątkowo wysoka. Z danych tab. 5 wynika, że nawet w takim roku jakość nasion w niektórych rejonach Polski (Kraków, Lublin) była znacznie niższa od jakości nasion stwierdzanej na pozostałym obszarze Polski.

Tabela 3

Jakość nasion olszy szarej w Polsce w niektórych latach — wartości średnie ogólnokrajowe (wg Anonima 1958, 1968, 1977)

		1956	1957	1968	1977
Liczba próbek badanych	szt.	56	68	100	17
Ciężar 1000 orzeszków	g	0,5	0,5	0,7	0,7
Czystość	%	67,8	65,5	61,2	63,4
Zdolność kiełkowania	%	32,7	33,1	26,2	42,4



Tabela 4

Jakość nasion łąsży czarnej w Polsce w kolejno po sobie następujących latach w okresie 1953 - 1957 (wg Anonima 1958)

Rok	Liczba próbek badanych szt.	Wielkość zapasu kg	Śr. zdolność kiełkowania %	Udział I klasy jakości nasion w zapasach %
1953	139	1156	49	52,3
1954	122	962	40	7,4
1955	164	1349	42	23,4
1956	150	1497	35	8,9
1957	286	2591	52	40,3

Podstawowym sposobem oceny żywotności nasion łąsż jest aktualnie próba kiełkowania (Tyszkiewicz 1952, Anonim 1976, ISTA 1976), jednakże zarówno w oficjalnej ocenie nasion, jak i w pracach badawczych stosowano dla nasion łąsż zastępcze sposoby oznaczania potencjalnej, a nie rzeczywistej zdolności kiełkowania. We Francji (Holmes 1951) wprowadzono

Tabela 5

Jakość nasion łąsży czarnej zebranej w roku 1977 w różnych regionach Polski (wg Anonima 1978)

Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych	Liczba próbek szt.	Wielkość zapasu kg	Udział klas jakości I, II i III w % zapasu		
			klasa I	klasa II	klasa III
Białystok	37	447	90,4	9,2	—
Katowice	34	236	90,7	5,9	3,4
Kraków	24	158	39,8	52,6	6,3
Lublin	40	183	48,6	47,0	3,8
Łódź	26	456	93,0	3,7	2,2
Olsztyn	58	780	80,9	14,5	3,8
Poznań	46	374	84,7	13,1	1,4
Szczecinek	30	498	74,9	19,3	0,4
Toruń	28	309	89,0	10,0	1,0
Wrocław	23	341	85,1	5,4	2,1
Ogółem	346	3682	81,3	14,7	2,2

dzono w roku 1950 próbę krojenia połączoną z obserwacją zabarwienia zarodka, a nieco później, bo w roku 1952, ocenę żywotności nasion olsz za pomocą chlorku tetrazolu. Ta ostatnia metoda została dla nasion różnych gatunków z rodziny *Betulaceae*, do której należy olsza, opracowana metodycznie przez Lakona i Bulat (1956). We Włoszech stosowano (Natlacen 1938) próbę barwienia zarodków selenianem sodu ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ). Stosując tę zarzuconą już obecnie metodę uzyskał Žabka (1946) w Czechosłowacji wyniki oceny żywotności zbieżne z wynikami prób kiełkowania. Wszystkie te sposoby miały na celu wyeliminowanie czasochłonnej próby kiełkowania i wymaganych dla niej urządzeń, zwłaszcza kiełkowników typu Jacobsena.

Warunki próby kiełkowania nasion olsz zalecane przez przepisy międzynarodowe (ISTA 1976) i zasady oceny nasion obowiązujące w poszczególnych krajach mogą się różnić, porównanie warunków tych prób według zasad ISTA i przepisów obowiązujących w ocenie nasion w Polsce (Anonim 1976) ukazano w tab. 6.

Nasiona olsz pochodzące z Polski nie zapadają w stan spoczynku i dlatego przed próbą kiełkowania zbędne jest jakiegokolwiek przedsięwzięcie ich traktowanie. Dla nasion olszy czarnej i szarej pochodzenia fińskiego korzystne okazało się jednakże stosowanie długotrwałej stratyfikacji chłodnej w  $5^\circ\text{C}$ , zwłaszcza w połączeniu z następującym po tym przemrażaniem (Schalin 1968), co omówimy w rozdziale „Kiełkowanie nasion”.

Ocenę nasion poprzedza pobranie próbki, która ma być reprezentatywna dla całego zapasu danej partii nasiennej. Wielkość takiego jednorodnego zapasu nie może w Polsce w myśl normy branżowej (Anonim 1976) przekraczać 30 kg w wypadku olszy czarnej i szarej. Z posiadanego zapasu pobiera się próbkę zwaną „średnią” wielkości 10 g, z której w laboratorium pobierana jest próbka „ściśła” o ciężarze 1 g (olsza czarna) lub 0,5 g (olsza szara). Przepisy międzynarodowe (ISTA 1976) zezwalają na maksymalną wielkość jednorodnej partii nasion olsz (*Alnus cordata*, *A. glutinosa*, *A. incana* i *A. rubra*) rzędu

Tabela 6

Warunki prób kiełkowania nasion olszy czarnej i szarej według przepisów ISTA i przepisów polskiej normy branżowej

Norma	Podłoże	Temperatura °C	Oświetlenie	Czas trwania	
				energia kiełkowania (I liczenie) po dniach	zdolność kiełkowania po dniach
Międzynarodowa (ISTA 1976)	wilgotna bibuła	20~30 16+8 godz.	8 godzin na dobę w fa- zie ciepłej- szej 750 - 1250 lx min. 250 lx	7	21
Polska norma branżowa (Anonim 1976)	wilgotna bibuła	23~27 temperatura wyższa 3 godz.	naturalne	7	14

1000 kg, a ciężar próbki średniej powinien wynosić 25 g (*A. cordata* i *A. glutinosa*) lub 15 g (*A. incana* i *A. rubra*), przy czym wielkość próbki ściślej powinna dla wymienionych powyżej gatunków wynosić odpowiednio: 6, 4, 2 i 2 g. Z próbki ściślej wydzielane są podczas próby czystości nasiona „czyste”, a więc wizualnie dobrze wykształcone i pełne, ponadto różne zanieczyszczenia. Po wagowym określeniu udziału nasion czystych i poszczególnych grup zanieczyszczeń w badanej próbce, z nasion czystych pobiera się 4 setki do próby kiełkowania.

Przepisy międzynarodowe (ISTA 1976) zezwalają dotychczas na przeprowadzenie prób kiełkowania nasion olsz na 4 wagowych powtórzeniach nasion czystych nie liczonych, przy czym ciężar orzeszków jednego powtórzenia powinien wynosić dla *Alnus cordata*, *A. glutinosa*, *A. incana* i *A. rubra* odpowiednio: 0,25, 0,20, 0,10 i 0,10 g. W metodzie tej podaje się po przeprowadzeniu próby kiełkowania średnią liczbę nasion kiełkujących w jednostce wagowej nasion czystych. Sposób ten stosowany jest jednakże

niezwykle rzadko i nie jest wykluczone, że na najbliższym kongresie ISTA w roku 1980 zostanie on usunięty z przepisów oceny nasion.

#### PODSUSZANIE I PRZECHOWYWANIE NASION

Oczyszczone i podsuszone nasiona olsz można przechowywać. Według Tyszkiewicza (1949) żywotność nasion olszy czarnej, przechowywanych w szczelnie zamkniętych pojemnikach, np. w butlach, udaje się zachować w chłodnych pomieszczeniach przez 2-3 lata. Wyjątek stanowią orzeszki zbierane z powierzchni wody, nie nadające się do przechowywania. Nasion olszy szarej nie należy według Tyszkiewicza przechowywać dłużej niż przez 1 $\frac{1}{2}$  roku, gdyż spadek żywotności przebiega w nich w podanych powyżej warunkach szybciej.

Warunkiem długoterminowego przechowywania nasion olsz jest odpowiednie podsuszenie, chociaż orzeszki wysypujące się z szyszeczek olszy czarnej zawierają według Vincenta (1948) już tylko 8-9% wody. Nasiona olsz przechowywane przy znacznej wilgotności otaczającego je powietrza tracą według Vincenta bardzo szybko zdolność kiełkowania.

Gruntowne badania nad podsuszaniem nasion olsz przeprowadził w Monachium Schönborn (1964). Suszył on orzeszki olszy czarnej w prądzie całkowicie odwodnionego powietrza i ustalał dla różnych poziomów zawartości wody procent nasion kiełkujących na kielkowniku Jacobsena po 7 i 21 dniach, natychmiast po podsuszeniu i po półrocznym przechowywaniu przy danym poziomie uwodnienia. Okazało się, że orzeszki olszy czarnej można bez jakichkolwiek ujemnych następstw dla zawartych w nich nasion całkowicie odwodnić, co ilustrują dane zestawione w tab. 7. Stwierdzono, że orzeszki olszy oddają powoli swą wodę w suchym prądzie powietrza, jednakże już w ciągu kilku dni można je odwodnić całkowicie. Podsuszone raz orzeszki pobierają wodę z otaczającego je powietrza znacznie trudniej niż orzeszki brzoź.

Możliwość względnie silnego podsuszenia orzeszków olszy czarnej stwierdził już przed Schönbornem w Czechosło-

Tabela 7

Kielkowanie nasion olszy czarnej podsuszonych do różnych poziomów uwodnienia (wg Schönborna 1964)

Zawartość wody w orzeszkach po podsuszeniu	Kielkowanie nasion			
	po podsuszeniu		po podsuszeniu i 6 mies. prze- chowywania	
	po 7 dniach	po 21 dniach	po 7 dniach	po 21 dniach
%			%	
7,1	85	87	84	80
5,9	81	82	80	82
5,1	82	83	81	82
4,0	84	86	89	90
3,2	81	83	80	82
2,0	80	81	80	82
0,5	78	82	84	84
0,0	83	85	78	82

wacji Vincent (1957), który uznał 5-7% za optymalny poziom zawartości wody dla 5-letniego przechowywania. Ten sam autor (Vincent 1960) ustalił, że do podanego powyżej poziomu uwodnienia można orzeszki olszy czarnej podsuszyć w 30°C w ciągu 48 godzin. Po podsuszeniu należy orzeszki olsz wsypać natychmiast do pojemników, te zaś szczelnie zamknąć, aby w ten sposób chronić zawarte w nich nasiona przed zmianami poziomu uwodnienia. W tab. 8 zestawiono dane różnych autorów, dotyczące okresu zachowywania żywotności przez nasiona olsz przechowywane przy różnych poziomach zawartości wody.

Na fakt powolnego spadku energii kiełkowania nasion olszy czarnej, zachowujących podczas przechowywania niezmiennie wysoką zdolność kiełkowania (ok. 90%), zwrócił uwagę Vincent (1958). Zjawisko to wiąże się z wysoką intensywnością oddychania nasion olsz, co w swych badaniach porównawczych nad nasionami różnych gatunków drzew liściastych i iglastych, przechowywanych przy 10% zawartości wody stwierdził Schönborn (1969).

Przechowywanie orzeszków olsz w szczelnie zamkniętych pojemnikach w niskiej temperaturze powinno być oparte na znajo-

Tabela 8

Przechowywanie podsuszonych orzeszków olch w szczelnie zamkniętych pojemnikach

Gatunek	Zawartość wody %	Temperatura przechowywania °C	Czas trwania przechowywania miesiące	Zdolność kiełkowania %	Źródło
<i>A. glutinosa</i>	?	5	16	spadek z początkowo 36% do 28%	Woody Plant Seed Manual 1948
<i>A. glutinosa</i>	powietrznie suche	1,1 - 3,3	24		Holmes i Buszewicz 1958
<i>A. glutinosa</i>	5 - 7	2 - 4	36	90% bez zmian	Vincent 1960
<i>A. glutinosa</i>	9	-3	24	bez zmian	Schönborn 1964
	17	-3	24	znaczny spadek	
<i>A. rugosa</i>	powietrznie suche	1,1 - 3,3	120		Heit 1967

mości granic wrażliwości nasion na uszkodzenia mrozowe. Schönborn (1964) przeprowadził badania w tym kierunku stwierdzając, że odporność mrozowa nasion olsz jest bardzo wysoka, chociaż nie dorównuje ona odporności nasion brzoź. Orzeszki olszy czarnej i szarej zawierające 10% wody nie ponoszą według Schönborna żadnych szkód w  $-70^{\circ}\text{C}$ , przy 15% zawartości wody należy się liczyć z uszkodzeniami mrozowymi w temperaturze  $-30^{\circ}\text{C}$  i niższej. Dla obydwu gatunków ustalił Schönborn następujące granice odporności mrozowej:

3,0 - 10,8%	zawartości wody	przy $-70^{\circ}\text{C}$	brak uszkodzeń
15,0%	"	"	$-28^{\circ}\text{C}$
22,0%	"	"	$-16^{\circ}\text{C}$
35,0%	"	"	$-1^{\circ}\text{C}$ do $-2^{\circ}\text{C}$

Wyniki tych badań zostały potwierdzone przez próby kiełkowania, gdyż zdolność kiełkowania nasion zawierających mniej niż 10% wody nie ulegała po pobycie w  $-70^{\circ}\text{C}$  żadnemu obniżeniu.

niu, gdy tymczasem nasiona z orzeszków o zawartości wody wyższej niż 20% były w tej temperaturze całkowicie niszczone. Schönborn zaleca więc podsuszanie orzeszków olszy czarnej i szarej do 7% zawartości wody, natomiast gdy zamierzone jest przechowywanie długoterminowe radzi on orzeszki podsuszać do 3%. Do przechowywania nadają się według tego autora najbardziej pojemniki szklane lub polistyrenowe, szczelnie zamykane. Temperatura przechowywania powinna mieścić się w zakresie od  $-4$  do  $-10^{\circ}\text{C}$ . Gospodarka leśna powinna według Schönborna dysponować zapasami nasion olsz, przechowywanymi w opisanych powyżej warunkach.

#### KIELKOWANIE NASION

Kielkowanie nasion zależy w pierwszym rzędzie od ich żywotności, przy czym do nasion żywotnych zaliczane są nasiona prawidłowo wykształcone z żywym, zdrowym i dobrze rozwiniętym zarodkiem, zdolnym do skielkowania i wykształcenia prawidłowo rosnącej siewki. Według McVeana (1955b) przyczyną wielkiej zmienności żywotności różnych partii nasion olchy czarnej jest obecność orzeszków pustych. Brak zarodków w niektórych nasionach jest według tego autora konsekwencją braku obcego pyłku w okresie kwitnienia kwiatów żeńskich.

Niezależnie od cech jakościowych samych nasion kielkowanie zależy w wysokim stopniu od szeregu warunków zewnętrznych, które muszą być spełnione, aby procesy wzrostowe mogły być w indywidualnych nasionach zainicjowane i aby zarodki mogły wyrosnąć w siewki zdolne do autotroficznego wzrostu. Niektóre z tych warunków omawiamy poniżej.

#### CZYNNIKI OBECNE W ŚRODOWISKU NATURALNYM

##### Wilgotność podłoża

Podsuszone orzeszki olszy czarnej chłoną na wilgotnym podłożu wodę bardzo szybko. Według Eneacu (1964) początkowa zawartość wody rzędu 8 - 12% wzrasta w takich warunkach do

37-44% w ciągu 72-108 godzin, przy czym różnice te związane są z poszczególnymi partiami nasion.

Na wystarczająco wilgotnym podłożu kiełkowanie rozpoczyna się bardzo wcześnie i trwa bardzo krótko, bowiem większość nasion kiełkuje w korzystnych warunkach cieplnych w ciągu pierwszych 6 dni próby kiełkowania (E n e s c u 1964). Obniżenie wilgotności podłoża sprawia, że kiełkowanie ulega zahamowaniu, taki sam wpływ wywiera temperatura zbyt wysoka lub zbyt niska w stosunku do optymalnej. Również umieszczenie orzeszków w ciemności hamuje rozpoczęte już kiełkowanie pomimo odpowiedniej wilgotności podłoża. Jeżeli natężenie wymienionych czynników lub czas ich oddziaływania przekracza pewne granice, nasiona tracą żywotność.

### Temperatura

Nasiona olsz krajowych kiełkują w odpowiednich warunkach cieplnych energicznie i bez opóźnień. R o h m e d e r (1951) porównywał przy dostępie światła kiełkowanie nasion olszy czarnej na kiełkownikach Jacobsena i Rodewalda w temperaturze stałej 25°C i cyklicznie zmiennej 20~25°C (kiełkownik Jacobsena) lub 20~35°C (kiełkownik Rodewalda) w układzie czasowym 18+6 godzin na dobę. Nasiona każdej z badanych 7 partii kiełkowały w ciągu 21 dni w podobnym procencie i bez względu na to czy temperatura była stała, czy zmienna; jedynie na kiełkowniku Rodewalda energia kiełkowania po 7 dniach była w temperaturze stałej znacznie wyższa niż w zmiennej.

W badaniach przeprowadzonych w Anglii (M c V e a n 1955b) stwierdzono, że optymalne warunki stwarza dla kiełkowania nasion olszy czarnej temperatura stała w zakresie 20-28°C, wysokie ciśnienie tlenu w atmosferze otaczającej nasiona i wysoka wilgotność powietrza. Dotyczy to zarówno nasion przechowywanych w stanie podsuszonym, jak i nasion uprzednio chłodzonych w stanie napeężniałym. Minimalnym poziomem temperatury kiełkowania okazał się w tych badaniach zakres 14-18°C, jednakże poziom ten można było znacznie, bo do 4-10°C obniżyć, gdy



napełniające nasiona poddano przed próbą kiełkowania w tej temperaturze działaniu chłodu w 2-4°C przez co najmniej 6 tygodni. McVean twierdzi, że w warunkach optymalnych pod względem ciepłym ani oświetlenie, ani odczyn podłoża nie są czynnikami ograniczającymi kiełkowanie nasion olśy czarnej.

#### Temperatura obniżona, oddziałująca na napełniające nasiona

Na szczególną uwagę zasługują wyniki badań Schalina (1968), przeprowadzonych w Finlandii przy użyciu nasion rodzimych pochodzeń olśy czarnej i szarej. Nasiona te poddano po zbiorze rentgenograficznej ocenie, która ujawniła fakt występowania nasion z dobrze wykształconym bielmem i zarodkiem prawie wyrosniętym, nasion z zarodkiem wyrosniętym tylko częściowo i orzeszków pustych. Nasiona obydwu gatunków kiełkowały po zbiorze w ciągu 7 dni w około 30%, co odpowiadało udziałowi nasion dobrze wykształconych. Po podsuszeniu orzeszków poniżej 10% zawartości wody i po ich 6-miesięcznym przechowywaniu zdolność kiełkowania obniżyła się do około 15% u obydwu gatunków. Część podsuszonych orzeszków poddano 6-miesięcznej stratyfikacji chłodnej w 5°C na powierzchni wilgotnego Vermiculitu. Okres ten odpowiada mniej więcej okresowi z temperaturą poniżej 5°C w rejonie naturalnego występowania badanych ekotypów olśy. W czasie jego trwania powinien być dokończony rozwój zarodków w nasionach, które jak to często bywa w strefie subarktycznej, nie dojrzewają w pełni na roślinie macierzystej w czasie zbyt krótkiego okresu wegetacji. Po zastosowaniu tego zabiegu zdolność kiełkowania nasion na wodnym roztworze agaru wzrosła nieznacznie, bo do 35%, jednakże przemrożenie uprzednio stratyfikowanych w chłodzie orzeszków w -20°C przyczyniło się w obydwu gatunkach do wzrostu zdolności kiełkowania do 45%, gdy trwało ono 3 dni. W miarę skracania lub wydłużania okresu przemrażania (do 30 dni) zdolność kiełkowania nasion malała aż do całkowitego zniknięcia. Zdolność kiełkowania nasion stratyfikowanych i przemraża-

nych w układzie optymalnym (6 miesięcy w 5°C i 3 dni w -20°C) odpowiadała łącznemu udziałowi procentowemu nasion z zarodkami wykształconymi prawie całkowicie i z zarodkami uformowanymi w sposób niepełny. Wzrost zdolności kiełkowania nasion po tych zabiegach można uznać za dowód kontynuacji wzrostu zarodków i dojrzewania nasion w orzeszkach podczas stratyfikacji chłodnej. Nie wyjaśniony pozostaje jednakże wpływ krótkotrwałego przemrażania na wzrost zdolności kiełkowania. Nie wiadomo czy chodzi tu o silny bodziec wpływający na przerwanie spoczynku pewnej części nasion wyposażonych w specyficznych warunkach Północy w mechanizm spoczynkowy, czy też o inne nie wyjaśnione dotychczas procesy.

Skuteczny wpływ przedsięwziętej chłodnej stratyfikacji stwierdzono również w Japonii (Asakawa, Nago 1963) w badaniach nad kiełkowaniem nasion *Alnus hirsuta* var. *microphylla*. Stwierdzono tam, że zdolność kiełkowania wzrastała znacznie po chłodzeniu napęczniałych nasion przez 10-20 dni. Podobną stymulację kiełkowania obserwował Goo (1962) w wypadku nasion *Alnus maximowiczii*, które w 25°C kiełkowały w najwyższym procencie po stratyfikacji w 1°C.

We Włoszech (Paiero, Piussi 1964) stwierdzono, że chłodzenie napęczniałych orzeszków *Alnus cordata* w 2-5°C przed siewem wywierało korzystny wpływ na kiełkowanie i wydajność siewek w pierwszym okresie wegetacji. W Rumunii (Purcean 1956) oddziaływanie obniżonej temperatury na nasiona olszy szarej zapewniono przez moczenie orzeszków przez 2 doby w wodzie z topniejącego śniegu, po czym jeszcze w marcu wysiewano orzeszki w szkółce w rowki lub rzutowo i przykrywano je pięciocentymetrową warstwą śniegu. W Związku Radzieckim (Pavlenko 1964) pomyślne rezultaty zapewnia 30-dniowa stratyfikacja orzeszków olszy czarnej w płóciennych woreczkach w śniegu lub chłodna stratyfikacja w piasku lub torfie o tym samym czasie trwania. Podobne efekty zapewnia wysiew zimowy na śnieg.

Wydaje się, że w wypadku nasion dobrze wykształconych pozytywne efekty oddziaływania obniżonej temperatury na na-

pęczniałe nasiona polegają na wyrównaniu poziomu ich uwodnienia i zainicjowaniu pierwszych, ukrytych faz kiełkowania, przy powstrzymywaniu przez obniżoną temperaturę procesów wzrostowych, mogących ujawnić się z całą siłą dopiero po jej podwyższeniu. Przypomina to efekty zabiegu osmokondycjonowania, czyli regulacji poziomu zawartości wody w nasionach przez roztwory o określonym ciśnieniu osmotycznym, przeprowadzanego zazwyczaj przy użyciu glikolu polietylenowego. W wypadku nasion niezupełnie jeszcze wykształconych przebiega w obniżonej temperaturze zarówno dorastanie zarodków do ostatecznych rozmiarów i osiąganie przez nie pełnej dojrzałości, jak też ustępowanie spoczynku tam, gdzie może dochodzić do jego pojawienia się w nasionach formujących się w specyficznym trudnych warunkach ekologicznych. Za kontynuacją dojrzewania zarodków przemawiają wyniki badań McVeana (1955b), który w Anglii stwierdził, że dopiero nasiona olszy czarnej pozyskiwane z szyszeczek późno, bo w końcu grudnia i w styczniu kiełkowały tak energicznie jak stratyfikowane nasiona. Świadczyłoby to o ich niepełnej dojrzałości w okresie wcześniejszym, z tym zastrzeżeniem, że stopień dojrzałości nasion w październiku—listopadzie mógł być w Anglii na badanych stanowiskach różny w różnych latach. Za możliwością ustępowania niegłęбоkiego spoczynku przemawiała inna obserwacja McVeana, który stwierdził, że nasiona olszy czarnej stratyfikowane w 4-10°C na wilgotnym podłożu zaczynały kiełkować po tygodniu takiego traktowania, podczas gdy niestratyfikowane nasiona zaczynały kiełkować dopiero po 40 dniach. Ten sam autor stwierdził zresztą fakt przelegiwania pewnego procentu nasion w glebie w stanie nadal żywotnym, po skiełkowaniu większości nasion po wiosennym wysiewie.

## Światło

Wpływ światła na kiełkowanie nasion olszy czarnej badał w Czechosłowacji Richtar (1958). W cyklicznie zmiennym układzie cieplnym 17~22°C stosował on następujące układy

świetlne: oświetlenie ciągłe, długość dnia normalną w grudniu i marcu oraz nieprzerwaną ciemność. Kielkowanie nasion przebiegało pomyślnie przy oświetleniu ciągłym, najslabiej natomiast w ciemności. Różnica pod względem energii kiełkowania była większa między nasionami kiełkującymi przy oświetleniu ciągłym i przy dniu naturalnym, niż przy dniu naturalnym i w ciemności. Z badań E n e s c u (1963) przeprowadzonych w Rumunii wynika, że nasiona olszy czarnej nie kiełkują w ciemności, a po 45 - 50 dniach pobytu w tych warunkach następuje zanik żywotności. Brak światła można jednak w pewnym nieznacznym stopniu zastąpić oddziaływaniem temperatury cyklicznie zmiennej, co wyjaśnia fakt kiełkowania nasion w ciemności w badaniach Richtara.

W Ameryce Północnej stwierdzono (M c D e r m o t t 1953), że kiełkowanie nasion *Alnus rugosa* jest mniej zależne od warunków świetlnych niż kiełkowanie nasion innych gatunków lekoniasiennych, kiełkujących na powierzchni gleby, jak np. *Betula nigra*, *Platanus occidentalis* i *Ulmus americana*, które na świetle, podobnie jak olsze, kiełkują zawsze szybciej niż w ciemności.

Kiełkowanie nasion olsz zależy od składu spektralnego światła. Fakt ten został wykryty przez Hashimoto i Shinara (1954) w Japonii. Autorzy ci przeprowadzali próby kiełkowania nasion japońskich gatunków *Alnus hirsuta* i *A. firma* na agarze w świetle ciągłym przepuszczanym przez filtry celofanowe o różnych barwach. W ciągu 2 tygodni nasiona kiełkowały lepiej przy świetle nie filtrowanym oraz w świetle czerwonym i żółtym, nie kiełkowały natomiast w świetle zielonym, niebieskim i w ciemności. Fakty te wskazują, być może, na istnienie w nasionach badanych olsz mechanizmu fitochromowego. Wymagałoby to jednak dalszych badań, w których nasiona powinny być wyłuszczone z szyszeczek w ciemności i chronione przed jakimkolwiek światłem w okresie poprzedzającym umieszczenie ich w świetle o wiadomym składzie spektralnym.

## Odczyn podłoża kiełkowania

W badaniach nad kiełkowaniem pochodzących z Finlandii nasion olszy czarnej i szarej uwzględnił Schalin (1968) oprócz oddziaływań cieplnych również odczyn podłoża — wodnego roztworu agaru. Podłoże to doprowadzono przy użyciu buforów (fosforan sodu i kwas cytrynowy) do pH 3, 4, 5, 6 i 7. Po 6-miesięcznej chłodnej stratyfikacji i 3-dobowym przemrożeniu w  $-20^{\circ}\text{C}$  nasiona olszy czarnej kiełkowały w najwyższym procencie przy  $\text{pH}=4$ , nasiona olszy szarej przy  $\text{pH}=5$ . Bardziej wrażliwe na zmianę odczynu podłoża okazały się nasiona olszy czarnej.

Na kiełkowanie nasion poza odczynem podłoża mogą pewien wpływ wywierać obecne w nim aniony, dlatego też przy użyciu buforów o innym zestawie składników liczba nasion kiełkujących i przebieg kiełkowania mogłyby być inne. Wyniki uzyskane w badaniach laboratoryjnych nie zawsze też muszą być analogicznie odtwarzane w warunkach naturalnych na podłożu glebowym, gdzie przebieg procesu kiełkowania może być modyfikowany przez inne czynniki środowiska niż sam tylko jego odczyn.

## Mikroorganizmy glebowe

Zdolność kiełkowania nasion olsz może być silnie zredukowana przez aktywność mikroorganizmów, znajdujących się na powierzchni orzeszka lub obecnych w glebie.

Doskonały sposób sterylizacji powierzchni orzeszków olszowych został opracowany w Stanach Zjednoczonych (Neal i inni 1967) na nasionach *Alnus rubra* ze stanu Oregon. Szeroko stosowane środki, takie jak chlorek rtęci lub podchloryn wapnia nie są do tego celu przydatne. Ich oddziaływanie jest dla nasion olsz zabójcze, gdyż nie są one dostatecznie chronione przez okrywy zewnętrzne. Dobrym środkiem sterylizującym okazał się kwas octowy, jednak jego stosowanie okazało się zbyt czasochłonne, a czas oddziaływania wymagał dokładnego ustalenia. Znako-

mitym sposobem powierzchniowej sterylizacji okazało się natomiast moczenie orzeszków w 35%  $H_2O_2$  przez 10 min w stanie odpowietrzonym, co redukowało udział zakażonych orzeszków ze 100% do 0%, a zdolność kiełkowania nasion w agarze wzrastała z 3% do 52%. Siewki uzyskane ze sterylizowanych orzeszków przesadzone do gleby rosły zupełnie normalnie.

#### CZYNNIKI ODDZIAŁUJĄCE NA NASIONA W WYNIKU ŚWIADOMEJ INGERENCJI CZŁOWIEKA

##### Bardzo niskie temperatury

Nasiona olszy czarnej podsuszone bardziej niż do 10% zawartości wody (w świeżej masie) znoszą bez żadnych uszkodzeń temperatury dochodzące do  $-70^{\circ}C$  (Schönborn 1964). Jeszcze niższą temperaturą oddziaływał na nasiona tego gatunku Zentsch (1967) w Niemieckiej Republice Demokratycznej, który orzeszki przechowywane po zbiorze przez 15 miesięcy zanurzał w ciekłym azocie ( $-196^{\circ}C$ ) wpierw na 30 s aż do ustania wrzenia, czyli aż do przyjęcia przez orzeszki temperatury azotu, a potem na dalsze 5 min. Po odtajaniu poddano nasiona bez zwłoki próbie kiełkowania na kiełkowniku Jacobsena. Orzeszki użyte do tych badań były przechowywane przez podany powyżej czas przy niskiej zawartości wody (3,3-4,7%) w 20, 10, 4 i  $-20^{\circ}C$  oraz przy wyższej zawartości wody w temperaturze  $10^{\circ}C$  (15,3%) i  $-20^{\circ}C$  (25,8%). Okazało się, że zdolność kiełkowania nasion silniej odwodnionych nie ulegała żadnej redukcji, podobnie jak energia kiełkowania, której pewien spadek obserwowano jedynie w wypadku nasion przechowywanych w  $20^{\circ}C$ . Nieznaczny był również, w porównaniu z nietraktowaną kontrolą, spadek energii i zdolności kiełkowania nasion przemrażanych w azocie po przechowaniu przy najwyższej zawartości wody (25,8%) w temperaturze najniższej ( $-20^{\circ}C$ ). Zentsch przyjmuje, że silniej podsuszone nasiona zostały przez przechowywanie w temperaturze obniżonej zahartowane i przygotowane do znoszenia warunków krytycznie trudnych, które stwarza temperatura ciekłego azotu.

## Egzogenne regulatory wzrostu

Oddziałując na nasiona olszy szarej wodnymi roztworami auksyny (IAA) w stężeniach nie większych od 10 p.p.m. przez maksymalnie 48 godz. uzyskał Jura (1968) przyspieszenie wschodów i powiększenie długości korzeni i średnicy szyi korzeniowej siewek. Traktowanie takie nie wywarło żadnego wpływu na wysokość siewek. Negatywnym następstwem oddziaływania auksyny było obniżenie zdolności kiełkowania nasion i wydajności siewek.

## Promieniowanie jonizujące

Dawki promieniowania przenikającego nasiona podczas oceny metodą rentgenograficzną (Ehrenberg i inni 1955) nie uszkadzają zarodków i nasion. Możliwość ukazania stopnia rozwoju morfologicznego zarodków i bielma ma duże znaczenie w badaniach nad efektami zapylenia kwiatów olch pyłkiem własnym i obcym. Możliwe staje się również wysegregowanie nasion, których skielkowanie jest wysoce prawdopodobne i odrzucenie nasion pustych i niedokształconych czy uszkodzonych. Metodyka oceny nasion olsz metodą rentgenograficzną została opracowana w Szwecji (Simak, Gustafsson 1953), gdzie stwierdzono, że za pomocą stosowanego w tej metodzie promieniowania „miękkiego” można odróżnić u olszy czarnej i szarej różne typy ukształtowania zarodków, ustalić procent nasion pustych i opanowanych przez owady, można wydzielić nasiona pozbawione zarodków i ujawnić anomalie rozwojowe tychże, można wreszcie ustalić proporcję długości zarodka i całego nasienia. Zdjęcia rentgenowskie wykonywali autorzy aparaturą o następujących parametrach roboczych: 12 kV, 10 mA, długość ogniskowej 25 cm, 4-8 s ekspozycji. Możliwość identyfikacji każdego fotografowanego nasienia z osobna umożliwia, przy nieniszczącym sposobie ich traktowania, uzyskanie siewek z nasion indywidualnie zbadanych, zaliczonych do odpowiedniej klasy jakości.

Simak i Gustafsson (1953) poddawali próbie kiełkowania nasiona olszy czarnej, które przed wysiewem otrzymały

dawkę promieniowania rentgenowskiego rzędu 200, 1000, 5000, 15 000 i 25 000 R, przy czym czas trwania prób kiełkowania wynosił 60 dni. Okazało się, że po dawce 5000 R nasiona kiełkowały jeszcze w 70%, jednakże kumulatywna krzywa kiełkowania przebiegała znacznie poniżej krzywej nasion kontrolnych i poniżej krzywych kiełkowania dla nasion napromieniowanych dawką 200 i 1000 R, które kiełkowały podobnie, bo w 75-84%. Siewki z nasion które otrzymały 5000 R były słabe i w wielu wypadkach niezdolne do dalszego rozwoju. Po dawkach 15 000 i 25 000 R kiełkowały tylko nieliczne nasiona. Dawka najniższa (200 R) stymulowała kiełkowanie o około 10% w stosunku do nasion kontrolnych. Za dolną granicę szkodliwości uznano więc dla nasion olsz dawkę promieniowania rentgenowskiego rzędu 1000 R (Simak, Gustafsson 1957).

W Finlandii (Lehtiniemi 1976) poddano pochodzące z tego kraju nasiona olszy czarnej i szarej promieniowaniu gamma. Nasiona po przechowaniu w stanie podsuszonym moczo przez 24 godz. w wodzie, a następnie wraz z nasionami niemoczonymi poddano działaniu promieni gamma o intensywności  $12\,000\text{ R}\cdot\text{h}^{-1}$ . Dawki tego promieniowania wynosiły 1000, 2000, 4000, 6000, 8000 i 10 000 R. Źródłem promieniowania był  $^{60}\text{Co}$ , temperatura wynosiła  $21^{\circ}\text{C}$ . Nasiona poddawano następnie próbie kiełkowania na piasku w temperaturze cyklicznej zmiennej  $15\sim 25^{\circ}\text{C}$  (8+16 godz.) przy oświetleniu 3300 lx w cieplej fazie cyklu termicznego. W wyniku tych badań stwierdzono, że po niskich dawkach promieniowania gamma nasiona uprzednio napęczniałe kiełkowały lepiej niż nasiona napromieniowane „na sucho”. Ze wzrostem dawki sytuacja ulegała odwróceniu. Ustalono przy tym jako zasadę generalną spadek zdolności kiełkowania w miarę narastania dawki przy równoczesnym wzroście liczby mutantów fenotypowych i różnych uszkodzeń siewek. Dawkę letalną ( $\text{LD}_{50}$ ), ustaloną po 28 dniach próby kiełkowania, okazało się 1000 R dla nasion traktowanych w stanie podsuszonym i 8500 - 9000 R dla nasion napromieniowanych w stanie napęczniałym. Nasiona olsz są więc na ten typ promieniowania jo-



nizującego kilkakrotnie bardziej odporne niż nasiona gatunków iglastych, np. sosny zwyczajnej czy świerka pospolitego, a pod względem wrażliwości odpowiadają nasionom brzozy gruczołkowatej i omszonej.

Niekiedy wysokie dawki promieniowania jonizującego są celowo stosowane. Dawką promieniowania gamma rzędu 16 000 R napromieniowano w Holden Arboretum w stanie Ohio (Lipp 1961) w roku 1957 wiele tysięcy nasion olszy czarnej w stanie spoczynku wymuszonego, w celu wywołania mutacji w kierunku nabycia odporności na żerowanie owadów minujących liście. W efekcie tego zabiegu nasiona przeważnie nie kiełkowały, a nieliczne siewki miały chlorotyczne liście i żyły krótko z wyjątkiem jednej, która w roku 1960, w wieku 3 lat, osiągnęła wysokość 180 cm (rzeczywista wysokość nie była możliwa do ustalenia ze względu na pobieranie z tej siewki pędów do wegetatywnego rozmnażania). Siewka ta wyróżniała się odmiennym, nietypowym wyglądem: liście miała skórzaste, ciemnozielone, lśniące, o wklęsłej zakrzywionej powierzchni, była ona przy tym wyraźnie odporna na owady minujące. Klon ten po rozmnożeniu wyjściowego okazu nazwano *Alnus glutinosa* cv. 'Holden'.

#### WYSIEW NASION I PIELEGNACJA SIEWEK

Samosiew olszy daje nadspodziewanie dobre wyniki, gdy nasiona spadają na odśloniętą glebę mineralną lub próchniczą wolną od konkurencyjnej roślinności i nasion chwastów, o dobrych przy tym właściwościach wodnych i wystarczającym dostępie światła. Udatność samosiewu olszy czarnej można według Tysszkiewicza i Obmińskiego (1963) silnie podwyższyć raniąc glebę i silnie naświetlając dno lasu przez usunięcie podszytu i drzewostanu podrzędnego. Płaty słabiej obsiane wymagają niezwłocznego sztucznego odnowienia przez sadzenie, a w wyjątkowo korzystnych warunkach — przez siew. Sadzonek z nalotu nie powinno się używać do podsadzania.

## WYSIEWY W SZKÓLCE I ICH PRZYGOTOWANIE

Orzeszki olszy czarnej i szarej należy wysiewać wiosną w odpowiednio przygotowanej szkółce, najlepiej w kwietniu (Tyszkiewicz 1952). Norma wysiewu wynosi obecnie 0,5 - 1,0 kg orzeszków na 1 ar szkółki-rozsadnika. Jest ona zbyt wysoka, mimo że jest niższa od obowiązującej dawniej normy 1,5 - 3,0 kg/ar, która może być uzasadniona tylko w wypadku nasion o niskiej wartości użytkowej i w szkółkarstwie ekstensywnym.

Sposoby osiągnięcia wysokiej wydajności siewu nasion olsz w szkółce siewnej podaje Tyszkiewicz i Obmiński (1963). Przy podanym przez tych autorów sposobie postępowania już z 100 - 150 g orzeszków o wysokiej wartości użytkowej można otrzymać 20 000 siewek z 1 ara.

Zalecane dotychczas normy wysiewu są przyczyną zbyt gęstych wschodów, a siewki są niskie i wymagają przerywania lub szkółkowania. Przy siewie rzadszym siewki rosną w odpowiednich warunkach szybko, mogą być użyte do sadzenia już jako jednolatki. Do sadzenia nadają się również dwulatki, które w dobrych warunkach dorastają do wysokości 1 m.

Wiosną można wysiewać nasiona stratyfikowane. Dla olszy czarnej zaleca Pavlenko (1964) 30-dniową chłodną ich stratyfikację w śniegu, piasku lub torfie. Dla nasion *Alnus rugosa* i *A. crispa* zalecana jest też (Anonim 1941) stratyfikacja w temperaturze 1,1 - 5,0°C, trwająca 30 - 60 dni.

Bardzo wczesny wysiew nasion olszy czarnej i szarej zaleca Pavlenko (1964) i Krüssmann (1978) na zagonach przygotowanych już jesienią. Orzeszki należy według obydwu autorów wysiewać natychmiast po rozmarznieniu gleby, jeszcze lepszy jest wysiew na topniejący śnieg lub, w ostatecznym wypadku, wczesną wiosną. W następstwie wczesnych wysiewów osiągany jest wysoki procent wschodów, ale niestety większa jest też obfitość chwastów do zwalczania już wkrótce po wysiewie. Wysiane orzeszki należy według Krüssmanna jedynie lekko zagrabić, przyklepać łopatą lub przydusić do gleby lekkim wałkiem. Nasiona większości gatunków olsz wschodzą w ta-

kich warunkach po 3 - 4 tygodniach; korzystne jest lekkie cieniowanie wysiewów.

Na bardzo powolny wzrost siewek olszy czarnej w pierwszych dwu miesiącach zwraca uwagę E n e s c u (1960). Stwierdziła ona, że w Rumunii maksimum wzrostu pędu przypada u tej olszy dopiero na początek października, po czym wzrost ten bardzo szybko ustaje, korzenie rosną natomiast aktywnie nie tylko w tym miesiącu, ale i w następnym.

Potrzebę dobrego zaopatrzenia siewek w wodę w drugim sezonie wegetacji ilustrują dobrze wyniki doświadczeń wazonowych przeprowadzonych w USA przez M i n o r e (1970) na siewkach *Alnus rubra*. Spośród 3 poziomów wody w wazonach na głębokości 7,5, 35,5 i 66 cm pierwszy okazał się najbardziej korzystny.

Odporność siewek kilku japońskich gatunków olszy na suszę była przedmiotem badań M o r i s h i t y i M a n a b e (1956). Badania te uwidoczniły pewne różnice zachodzące pod tym względem pomiędzy gatunkami. W badaniach prowadzonych nad olszą czarną w Anglii M c V e a n (1956) stwierdził, że w rejonach z opadem deszczu poniżej 500 - 650 mm wysoka przeżywalność siewek jest zapewniona, gdy powierzchniowe warstwy gleby znajdują się w zasięgu wody gruntowej w ciągu 20 - 30 dni wiosennych w okresie marzec-kwiecień. Siewki olszy czarnej znoszą znacznie lepiej niż siewki brzoź glebę bardzo wilgotną, a okresowe zalanie znoszą dobrze na wszystkich etapach swego rozwoju. Optymalny okazał się dla młodych siewek poziom wody gruntowej na głębokości 10 - 30 cm, późniejszy ich wzrost jest lepszy, gdy gleba jest bardziej sucha.

Przyczyną giniecia siewek olszowych jest w warunkach naturalnych zbyt niska intensywność światła związana z rozwojem roślin oceniających. Siewki giną też po zbyt długo trwających zalewach.

Czynnikiem, który ujawnia się wyraźnie w krajach położonych bardziej na północ od Polski jest wpływ długości dnia. W tym zakresie prowadził swe badania V a a r t a j a (1951) w kontrolowanych warunkach cieplnych i świetlnych. Stwier-

dził on, że siewki olszy czarnej i szarej pochodzenia fińskiego reagują bardzo wyraźnie na czynnik długości dnia. Przy dniu trwającym 8 lub 14 godz. siewki pozostawały niskie, bo ryciło formowały się na nich pączki spoczynkowe, liście brązowiły po przeniesieniu w warunki nieprzerwanego dnia. Przy świetle ciągłym siewki rosły powoli, lecz bez przerwy, również w okresie zimowym, a więc wbrew naturalnemu rytmowi okresów wzrostu i spoczynku. W dalszych swych badaniach użył Vaartaja (1954) nasion olszy szarej z Finlandii południowej i północnej. Nasiona obydwu pochodzeń wschodziły, a siewki rosły potem przy dniu 10-godzinnym i przy silnym oświetleniu (75 350 lx) oraz przy oświetleniu ciągłym, które uzyskano przez doświetlanie światłem niskiej intensywności (540 lx). Przy dniu krótkim rosły dobrze siewki z południa Finlandii, natomiast wzrost siewek z nasion północnego pochodzenia był słaby. Na oświetlenie ciągle reagowały lepiej siewki z nasion ekotypów północnych. Na podstawie tych wyników postawił Vaartaja hipotezę o istnieniu u olsz ekotypów fotoperiodycznych, które w trakcie naturalnej selekcji dostosowały się do fotoklimatu środowiska.

Czynnikiem decydującym w warunkach naturalnych o przeżywaniu siewek olszy jest również wpływ mrozu. Na Nowej Zelandii (McCracken 1970) stwierdzono, że na odsłoniętej mineralnej glebie siewki olszy zielonej ginęły w bardzo wysokim procencie na skutek odsłaniania szyj korzeniowych przez mróz. Stwierdzono też, że nalot olszy zielonej stabilizuje się pomyślnie pod okapem roślinności osłaniającej siewki, zwłaszcza pod równocześnie z olszą wysianym łubinem lub pod komonicą (*Lotus pedunculatus*).

#### WYSIEWY W BASENACH PODSIĄKOWYCH

Wysoce skutecznym sposobem produkcji siewek olsz okazały się w Szwajcarii (Surber 1957) wysiewy na powierzchnię gleby wypełniającej betonowe baseny, nawadniane sposobem pod-

siąkowym od dołu. Dzięki kapilarnemu podsiąkaniu powierzchnia gleby była stale wilgotna, a siewki nie były nigdy narażone na niebezpieczeństwo wyschnięcia.

#### KULTURY HYDROPONICZNE

Wilde i Spyridakis (1967) produkowali z powodzeniem siewki olszy czarnej w Stanach Zjednoczonych w stanie Wisconsin w kulturze hydroponicznej. Siewki wzrastały w przewietrzanych płynnych pożywkach przez 6 - 12 tygodni, potem przesadzano je na zagony i tam hartowano. Uzyskano w ten sposób w jednym sezonie wegetacyjnym rośliny osiągające rozmiary takie jak 3-letnie raz przesadzane (2 - 1) sadzonki w uprawie gruntowej. Rośliny z hodowli hydroponicznej były zdrowe, przycinanie korzeni nie sprawiało żadnych trudności. Wadą tego sposobu produkcji jest jej wysoki koszt.

#### WYSIEWY NA ŚCIOŁCE Z IGLIWIĄ LUB LIŚCI

Do produkcji siewek olsz próbowano wykorzystać metodę Dunemanna, polegającą na wysiewie nasion na powierzchni wolnej od nasion chwastów, częściowo rozłożonej ściółki z igliwia różnych gatunków drzew lub też z liści. W Rumunii wysiewała na takie podłoże nasiona olszy czarnej Enescu (1964). Okazało się, że ściółka spod świerka pospolitego i sosny zwyczajnej była bardziej odpowiednia niż ściółka spod dębów. Siewki uzyskane na takim podłożu przewyższyły w pierwszym sezonie wegetacyjnym wydatnie swym wzrostem rośliny kontrolne. Stosunek masy pędu do masy korzenia był wyższy, system korzeniowy był bardziej rozwinięty i bogatszy w cienkie korzenie. Wadą tego systemu produkcji jest wg Enescu niższa wydajność siewek (81% kontroli) zdolnych do wysadzenia po pierwszym sezonie wegetacyjnym i w efekcie wyższy koszt produkcji.

Z badań przeprowadzonych w Turcji (Selçuk 1957) wynika, że odczyn gleby leśnej pokrywającej ściółkę iglastą (pH 4,6 - 8,0) nie wpływa w ogóle na zdolność kiełkowania nasion

olszy czarnej. Selçuk i Rohrig (1958) stwierdzili w toku badań przeprowadzonych w Hannoversch-Münden, że na zagónach ze ściółki z igieł świerkowych kiełkowanie nasion olszy czarnej było wcześniejsze niż na glebie mineralnej, a tworzenie się pączków szczytowych ulegało pewnemu opóźnieniu. Na glebie mineralnej siewki 1-roczone były wyższe, wyższa była też wydajność siewek z jednostki powierzchni i ich sucha masa. Wysoki stopień zużycia zasobu składników mineralnych przez siewki rosnące na ściółce iglastej wskazuje na potrzebę jej wzbogacenia w te składniki.

#### PRODUKCJA SIEWEK W POJEMNIKACH

W Stanach Zjednoczonych (stan Iowa) został przez Dawsona (1975) wypróbowany z powodzeniem sposób produkcji siewek olszy czarnej w pojemnikach. Nasiona wysiewano do silnie pęczniejących po namoczeniu w wodzie doniczek o średnicy 7 cm (Jiffy 7 pellets), wykonanych z torfu z dodatkiem vermiculitu. Następnie przenoszono je w maju z siewkami do hali cieniowanej w wypełnione podłożem pojemniki o pojemności 7,6 l. Siewki osiągały w pierwszym sezonie wegetacyjnym przy odpowiednim zraszaniu wysokość ponad 75 cm, można je więc było używać do nasadzeń przydrożnych.

Doniczki torfowe pochodzenia norweskiego wykorzystano w Czechosłowacji (Lukač 1965) do produkcji siewek olszy szarej dla ubogich siedlisk. Po wysadzeniu na stałe miejsce siewki takie wyróżniały się bardzo wysoką przeżywalnością w porównaniu z siewkami sadzonymi z nagim korzeniem w podobnych warunkach.

W Japonii wykorzystano do produkcji siewek *Alnus inokumae* doniczki papierowe. W przeciwieństwie do wysiewanych równocześnie brzoź olsze rosły słabo, nie obserwowano też pojawienia się brodawek korzeniowych u siewek. Wskazuje to na brak mikroorganizmów przyczyniających się do rozwoju brodawek korzeniowych u siewek w zastosowanym podłożu (Toyoka, Ito 1964).

**PRODUKCJA SIEWEK POD FOLIA**

W Stanach Zjednoczonych Pellett (1971) wysiewał nasiona olszy czarnej jesienią na podwyższonych zagonach, z których niektóre usypano nad kablem grzejnym. Wiosną ustawiano nad niektórymi zagonami tunele z dykty i folii polietylenowej, podtrzymywane ciśnieniem powietrza tłoczonego przez wentylatory, w tym samym czasie włączano ogrzewanie. Zagony zraszano przez dysze zamglawiaczy, rozmieszczone w metrowych odstępach. Folie usuwano w końcu maja.

Temperatury gleby były znacznie wyższe w tunelach niż na zagonach odkrytych, efekt cieplny ogrzewania elektrycznego był nieznaczny. W tunelach nasiona kiełkowały jednakże wcześniej, a brak ogrzewania elektrycznego przyczynił się do wyginięcia siewek na skutek zgorzeli.

**GĘSTOŚĆ SIEWU W SZKÓLCE**

Prawidłowy wzrost siewek w szkółce siewnej zależy oprócz przygotowania, nawożenia i uprawy gleby oraz pielęgnacji roślin od liczby siewek przypadającej na jednostkę powierzchni po siewie rzutowym lub ich liczby w rzędzie po siewie w rowki. Liczba ta zależy od jakości nasion i wydajności siewu, ta zaś jest według Tyszkiewicza i Obmińskiego (1963) dla olszy niska i wynosi 5 - 15‰.

Na 1 m bieżący rowka powinno według Pavlenki (1964) przypadać nie więcej jak 60 jednorocznych siewek olszy czarnej. Novotný (1962) zaleca dla siewek tej olszy uprawianej przez dwa lata po wysiewie bez przesadzania (2 - 0) jako liczbę docelową 15 - 20 siewek, a przy siewie w wytłaczane rowki szerokości 7,5 cm 30 - 40 takich siewek na dobrym siedlisku.

**PRZECHOWYWANIE SIEWEK WYJĘTYCH ZE SZKÓŁKI**

W trakcie badań prowadzonych na Nowej Zelandii (McCracken 1971) stwierdzono, że siewki olszy zielonej można przechowywać w chłodzie (1,1 - 2,5°C) do 6 miesięcy w workach z nie-

przemakalnego papieru impregnowanego warstwą polietylenu. Posortowane siewki pakowano do worków zaraz po wykopaniu w lipcu (co odpowiada lutemu w Polsce), a sadzono w grudniu (u nas początek lata) natychmiast po wyjęciu z worków. Miało to na celu niedopuszczenie do przeschnięcia roślin i ograniczenia do minimum nakładu na robociznę.

Utrata wody z tkanek jest dla jednorocznych siewek olszy po wykopaniu szczególnie niebezpieczna. L a b e r (1963) stwierdził, że już 3-godzinne podsychanie siewek olszy czarnej obniża radykalnie procent przyjęć po przesadzeniu.

W Szwajcarii (F i s c h e r 1970) usiłowano zapobiec przesychnianiu dwuletnich siewek (1 - 1) olszy czarnej przez zanurzanie systemów korzeniowych lub całych roślin w roztworze antytranspirantu Agricol (1,25%). Rośliny traktowano tym środkiem natychmiast po wykopaniu w grudniu, po czym podsuszano je przez 48 godz. i sadzono do doniczek. Dobrą przeżywalność obserwowano tylko w przypadku niepodszuszonych siewek kontrolnych. W wypadku roślin zanurzonych w całości w Agricolu, a następnie podsuszanych przeżywalność była nieznaczna. Środek ten okazał się więc nieskuteczny, gdyż nie był w stanie zapobiec utracie wody przez tkanki siewek olszy.

Instytut Dendrologii PAN  
ul. Parkowa 5  
63-120 Kórnik

#### LITERATURA

- Andersen S. T. 1974. Wind conditions and pollen deposition in a mixed deciduous forest. I. Wind conditions and pollen dispersal. II. Seasonal and annual pollen deposition 1967-1972. *Grana* 14 (2/3): 57-77.
- Anonim. 1941. USDA Forest Service. Seed test data, 1968-1970. North Centr. Forest Exp. Station, Missoula, Minn.
- Anonim. 1958. Sprawozdanie Stacji Oceny Nasion IBL z wynikami oceny w latach 1957 i 1958. Zakład Nasiennictwa i Selekcji IBL, Warszawa (maszynopis).
- Anonim. 1968. Sprawozdanie Stacji Oceny Nasion z wyników oceny



- w roku gosp. 1967 - 1968. Zakład Nasiennictwa i Selekcji IBL, Warszawa (maszynopis).
- Anonim. 1970. Metsänjalostussäätiö. The activity of the foundation for Forest Tree Breeding in Finland in 1970. Helsinki.
- Anonim. 1976. Norma branżowa BN-76/9211-02. Materiał siewny. Nasiona drzew i krzewów leśnych i zadrzewieniowych. Warszawa.
- Anonim. 1978. Sprawozdanie Stacji Oceny Nasion IBL z wyników oceny w roku 1977. Zakład Nasiennictwa i Selekcji IBL. Warszawa, (maszynopis).
- Anonim. 1979. Hessische Forstliche Versuchsanstalt. Jahresbericht 1978. Hann. Münden Juni 1979.
- Asakawa S., Nago A. 1963. Germination behaviour of *Alnus inokumae* seeds. J. Jap. For. Soc. 45 (10): 331 - 334.
- Barner H., Christiansen H. 1958. On the extraction of forest-tree pollen from inflorescences forced in a specially designed house. *Silvae Genet.* 7/1: 19 - 24.
- Čerstvin V. A. 1963. [Dependance of *Alnus glutinosa* seed yield and quality on the time of „cone” collection]. *Lesn. Žurn., Archangel'sk* 6/1: 163 - 164 (For. Abstr. 1964, 25, nr 481).
- Clapham A. R., Tutin T. G., Warburg E. F. 1962. *Flora of the British Isles*. Cambridge, University Press.
- Dawson J. 1975. Containerized nursery stock for park and roadside planting. *Tree Planters Notes* 1974/1975, 26 (1): 14 - 15.
- Dimpfelmeyer R. 1971. [Tree seeds from seed orchards in Bavaria]. *Monte e Boschi* 22 (2): 13 - 20. (For. Abstr. 1971, 32, nr 5854).
- Ehrenberg C., Gustafsson A., Plym Forshell C., Simak M. 1955. Seed quality and the principles of forest genetics. *Hereditas*, Lund 4 (3/4): 292 - 365.
- Eisenhut G. 1961. Untersuchungen über die Morphologie und die Ökologie der Pollenkörner heimischer und fremdländischer Waldbäume. *Forstwiss. Forsch.* No. 15: 1 - 68.
- Enescu V. 1960. Vitalitatea și ritmul de creștere al puieților de anin negru în primul an de viață. *Rev. Pădurilor* 75 (11): 644 - 646.
- Enescu V. 1964. [The ripening, after-ripening and pretreatment of *Alnus glutinosa* seed]. *Stud. Cerc. Inst. Cerc. For., Bucuresti* 24: 51 - 63. (For. Abstr. 1965, 26, nr 491).
- Fischer F. 1970. [A new method of protecting planting stock against transpiration]. *Schweiz. Z. Forstw.* 121 (5): 379 - 382. (For. Abstr. 1971, 32, nr 658).
- Goo M. 1962. [Germination of *Alnus maximowiczii* Call. seed]. *J. Jap. For. Soc.* 44 (8) 217 - 218.
- Haard R. T. 1971. The periodicity of spore release from a conifer, a liverwort and a bracket fungus. *Northw. Sci.* 45 (3): 183 - 187.

- Hashimoto N., Shihara I. 1954. [Effect of coloured light on the germination of forest tree seeds]. J. Jap. For. Soc. 36 (3): 63-65 For. Abstr. 1954, 15, nr 3473).
- Hegi G. 1957. Illustrierte Flora von Mittel-Europa III/1. Carl Hanser Verlag, München.
- Heit C. E. 1967. Propagation from seed. Pt. 11: Storage of deciduous tree and shrub seeds. Am. Nurseryman 126 (10): 12-13, 86-94.
- Hibino K. 1968. Fossil and air-borne pollen in relation to the living vegetation in Mt. Kakhôda (Honshu). Ecol. Rev., Sendai 17 (2): 103-108.
- Holmes G. D. 1951. Methods of testing the germination quality of forest tree seed, and the interpretation of results. For. Abstr. 13 (1): 5-15.
- Holmes G. D., Buszewicz G. 1958. The storage of seed of temperate forest tree species. Part II. For. Abstr. 19 (4): 455-476.
- Ichikawa S., Shidei T. 1971. [Fundamental studies on deep-freezing storage of tree pollen (1)]. Bull. Kyoto Univ. For. Nr. 42: 51-82.
- ISTA. 1976. International Rules for Seed Testing 1976. Seed Science and Technology 4 (1): 1-180.
- Jura V. 1968. [Stimulation of *Larix decidua* and *Alnus incana* seeds]. Acta Univ. Agric., Brno (Fac. Silv.) 37 (4): 305-322. (For. Abstr. 1965, 26, nr 1803).
- Koski V. 1975. Broadleaved seed orchards. Part A. Notes on temperate broadleaved species including intensive methods for small-seeded species. W: R. Faulkner. Seed Orchards. Forestry Commission Bulletin 54: 128-130.
- Krüssmann G. 1978. Die Baumschule. Paul Parey, Berlin i Hamburg.
- Laber B. 1963. [The water content and survival of plants with bare root]. Allg. Forstzeitschr. 18 (31): 491-492. (For. Abstr. 1964, 25, nr 584).
- La Bastide J. G. A., Vredenburch van C. L. H. 1970. The influence of weather conditions on the seed production of some forest trees in the Netherlands. Mededeling, Stichting Bosbouwproefstation „De Dorschkamp”, Wageningen, nr 102: 1-12.
- Lakhanpal R. N., Nair P. K. K. 1958. Survey of the atmosphere pollen at Lucknow. J. Sci. Industr. Res., India 17C (5): 80-87.
- Lakhanpal R. N., Nair P. K. K. 1960. Atmospheric pollen survey at Almora (Kumaon hills). J. Sci. Industr. Res., India 19C (2): 51-53.
- Lehtiniemi T. 1976. Ionisoivan säteilyn vaikutus varastokuivien ja liotettujen metsäpuiden siementen idäntään ja taimien alkukehitykseen. Silva Fennica 10 (1): 20-31.
- Lichte H. F. 1957. Über die Physiologie von Angiospermen-pollen und ihre Bedeutung für die Pflanzenzüchtung. Angew. Bot. 31: 1-28.

- Lipp L. F. 1961. The Holden alder. Arboretum Leaves. The Holden Arboretum Mentor, Ohio. Spring 1961, 3 (2): 8.
- Löffler J. 1976. Bisherige Erfahrungen mit Plantagen-Saatgut. Mitteilungen, Verein für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung. Nr 25: 53 - 58.
- Lukač J. 1965. [Experience with the use of peat pots for afforestation]. Les, Bratislava 21 (4): 114 - 116 (For. Abstr. 1967, 28, nr 2164).
- Mađalski J. 1959. Atlas flory polskiej i ziem ościennych. Tom VI. Zeszyt 1. *Betulaceae, Fagaceae, Myricaceae, Juglandaceae*. PWN, Warszawa—Wrocław.
- McCracken I. J. 1970. Establishment of Green Alder by direct sowing. Report of Forest Research Institute for 1969. New Zealand Forest Service (80).
- McCracken I. J. 1971. Preparation of planting stock. Report of Forest Research Institute for 1970. New Zealand Forest Service.
- McDermott R. E. 1953. Light as a factor in the germination of some bottomland hardwood seeds. J. For. 51 (3): 203 - 204.
- McVean D. N. 1955a. Ecology of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. I. Fruit formation. J. Ecol. 43 (1): 46 - 60.
- McVean D. N. 1955b. Ecology of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. II. Seed distribution and germination. J. Ecol. 43 (1): 61 - 71.
- McVean D. N. 1956. Ecology of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. III. Seedling establishment. J. Ecol. 44 (1): 195 - 218.
- Minore D. 1970. Seedling growth of eight northwestern tree species over three water tables. US For. Serv. Res. Note Pacif. Northwest. For. Range Exp. Sta. No. PNW-115: 1 - 5.
- Morishita Y., Manabe T. 1956. [Studies on the improvement of poor land (1). On drought and humidity resistance of fertiliser trees]. Bull. For. Exp. Sta., Meguro, Tokyo, nr 88: 37 - 64.
- Natlacen G. 1938. I più recenti progressi nella determinazione della germinabilità dei semi forestali. L'Alpe 25: 16 - 20.
- Neal J. L. Jr., Trappe J. M., Lu K. C. Bollen N. B. 1967. Sterilization of Red Alder seedcoats with hydrogen peroxide. For. Sci. 13 (1): 104 - 105.
- Novotný. [Standard sowing rates in nurseries]. Práce Výzkum. Úst. Lesn. CSSR Nr. 24: 191 - 271. (For. Abstr. 1963, 24, nr 440).
- Paiero P., Piussi P. 1964. [Tests of pretreatment of seed for use in forest nurseries]. Ital. for. mont. 19 (2): 67 - 72 (For. Abstr. 1965, 26, nr 486).
- Pavlenko F. A. 1964. Agrotechnika vyraščivaniya sejancev olchy černoj. Lesn. Choz. 17 (1): 46 - 47.
- Pellett H. 1971. Use of air-supported poly-tents in seeds propagation of woody plants. Plant Propagator, Rutgers 17 (1): 18 - 21.

- Pop E. et al. 1965. Effects of atmospheric precipitation on the pollen and spores concentration from the aeroplankton. Rev. roum. Biol. (Sér. bot.) 9 (5): 329 - 334.
- Purcelean S. 1956. Metodă de producere a puieților de anin negru (*Alnus glutinosa* Gaertn.) din sămință. Rev. Pădurilor 71 (5): 325 - 326.
- Rempe H. 1937. Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubes durch die Luftströmungen. Planta 27: 93 - 147.
- Richtar B. 1958. Vliv svetla na kličivost, růst a vývoj semenáčků. Sborn. čsl. Akad. zeměd. (Lesn.) 4 (10): 933 - 936.
- Rohmeder E. 1951. W: Beiträge zur Keimungsbiologie der Forstpflanzen. XV. Vergleichende Keimversuche mit Fichte, Kiefer, Lärche und Erle an verschiedenen Samenprüfanstalten. Bayerischer Landwirtschaftsverlag München, 122 - 140.
- Saarnijoki S. 1941. [Experiments on the germination of the pollen of forest trees]. Commun. Inst. for. Fenn. 29 (3): 1 - 15.
- Scamoni A. 1955. Beobachtungen über den Pollenflug der Waldbäume in Eberswalde. Z. Forstgenet. 4 (4/5): 113 - 122.
- Schalin J. 1967. Germination analysis of Grey alder (*Alnus incana*) and Black alder (*Alnus glutinosa*) seeds. W: Biology of alder. Proceedings of a Symposium held at Northwest Scientific Association. Fortieth Annual Meeting, Pullman, Washington, April 14 - 15, 1967.
- Schönborn von A. 1964. Die Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume. BLV Verlagsgesellschaft, München.
- Schönborn von A. 1965. Die Atmung der Samen. Allgemeine Forstzeitschrift 1/2: 1 - 4.
- Schopmeyer C. S. 1974. *Alnus* B. Ehrh. — Alder. W: Seeds of woody plants in the United States. Forest Service, USDA. Agric. Handbook No. 450.
- Schulz A. 1892. Beiträge zur Morphologie und Biologie der Blüten. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 10: 304 - 306.
- Selçuk H. 1957. İbre örtüsii ve mul toprağinin çimlenme üzerindeki tesirleri. Orm. Araşt. Derg. 3 (1): 14 - 18.
- Selçuk H., Rohrig E. 1958. Biologische Grundlagen der Anzucht von Forstpflanzen in Nadelstreubeeten. Forsch. u. Berat. (Forstw.) Landesaussch. landw. Forsch. Landes Nordrhein-Westfalen. Nr. 3: 40 - 60.
- Simak M., Gustafsson Å. 1953. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. Hereditas 39: 458 - 468.
- Simak M., Gustafsson Å. 1957. Die Röntgendiagnose in der Samenkontrolle. Proc. Inst. Seed Test. Assoc. 22 (1): 1 - 12.
- Snyder E. B., Clausen K. E. 1974. Pollen handling. W: Seeds of

- woody plants in the United States. Forest Service USDA, Agric. Handbook No. 450.
- Søegaard B. 1956. Selection of stands and single trees for seed production and breeding by means of general inventory in Denmark. 12th Congr. int. Union For. Res. Org., Oxford 1956. No. IUFRO (56/22) 19.
- Surber E. 1957. Über Technik und Organisation der Waldpflanzenanzucht. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 33 (4): 97 - 123.
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B. 1953. Rośliny polskie. PWN, Warszawa.
- Toyoka H., Ito K. 1964. The production of one-year seedlings for the planting of broad-leaved trees, III. The production of seedlings in paper pots. Ann. Rep. For. Exp. Sta., Hokkaido 1963: 44 - 64.
- Tyszkiewicz S. 1939. Ocena nasion drzew. Inst. Bad. Lasów Państw. Rozprawy i Sprawozdania 45.
- Tyszkiewicz S. 1949. Nasiennictwo leśne. Instytut Badawczy Leśnictwa. Seria D, Nr 2, Warszawa.
- Tyszkiewicz S. 1952. Nasiennictwo leśne z zarysem selekcji drzew. PWRiL, Warszawa.
- Tyszkiewicz S., Obmiński Z. 1963. Hodowla i uprawa lasu. PWRiL, Warszawa.
- Werfft R. 1951. Über die Lebensdauer der Pollenkörner in der freien Atmosphäre. Biol. Zbl. 70 (7/8): 354 - 367.
- Wilde S. A., Spyridakis D. E. 1967. Hydroponics as a medium for production of tree planting stock. Agronomy Journal, Madison 59 (3): 275 - 278.
- Woodworth R. H. 1930. Cytological studies in the *Betulaceae*. III. Parthenogenesis and polyembryony in *Alnus rugosa*. Bot. Gaz. 89 (4): 402 - 409.
- Woorsley R. G. F. 1959. The processing of pollen. *Silvae Genet.* 8: 143 - 148.
- Woody-plant seed manual. 1948. Forest Service USDA. Miscellaneous Publications No. 654. Washington D. C.
- Vaartaja O. 1951. Päivän pituuden vaikutuksesta puiden kasvuun. *Metsät. Aikak.* (4): 105 - 107 (For. Abstr. 1953, 14, nr 157).
- Vaartaja O. 1954. Photoperiodic responses of trees. *Canad. J. Bot.* 32 (3): 392 - 399.
- Vincent G. 1948. Rozbory nestejně uskladněných šišek a semen lesných dřevin. *Zpr. výzkum. Úst. lesn. ČSR*, nr 2: 196 - 233.
- Vincent G. 1958. Die Lagerung von Saatgut in geschlossenen Gefäßen. *Cbl. ges. Forstw.* 75 (3/5): 257 - 267.
- Vincent G. 1960. Skladování semen listnáčů v uzavřených lahvích. *Sborn. Čsl. Akad. Zeměd. Věd (Lesn.)* 6 (1): 31 - 46.

- Zentsch W. 1967. Über den Einfluss von flüssigem Stickstoff auf die Keimfähigkeit des Saatgutes von *Pinus silvestris* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Betula pendula* Roth und *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Arch. Forstw. 16 (6/9): 725 - 730.
- Żabka E. 1946. Lesn. Práce 25: 214 - 223.

## GENERATIVE PROPAGATION

### Summary

The formation and blooming of both male and female alder flowers are described. Pollen dispersal and transport in natural conditions as well as its collection, drying and long-term storage in controlled conditions are discussed.

The formation, ripening and dispersal of alder seed is described including seed production, extraction from strobiles, drying, cleaning and storage in controlled conditions. The quality of seed and its estimation is presented following the Polish and ISTA prescriptions. Discussed are also differences in seed crops and seed quality connected with the year of collection and region even within the same country. Production of seed of high genetic quality in seed orchards established in some countries is also mentioned, as well as the quality of such seeds and data on seed crops, available from such orchards.

A special chapter is devoted to a discussion of the problem of alder seed germination and the dependence of this process on the following factors: temperature, chilling of imbibed seed, light, pH of the medium and presence of microorganisms on the surface of nutlets, the latter being sometimes the cause of heavy losses in seedling populations. Attempt to elaborate methods of surface sterilization of nutlets are also discussed. Attention is given to artificially applied factors affecting germination: low and extremely low temperature during storage even that of  $-196^{\circ}\text{C}$ , growth stimulators exogenously applied and ionizing radiations.

Finally the following problems are discussed: sowing of seeds in the nursery in winter and in spring, with and without a presowing low-temperature treatment. Also other methods of seedling production are presented: sowing in beds with high but controlled water level, production of seedlings in hydroponic culture, as well as in beds filled with conifer litter, raising of seedlings in containers and in plastic tunnels. Also storage of one-year plants in refrigerated chambers is discussed, the latter procedure permitting an extension to some months of the period between lifting of seedlings and their planting.