

BOLESŁAW SUSZKA

ROZMNAŻANIE WEGETATYWNE

WSTĘP

Modrzewie można rozmnażać wegetatywnie przez szczeplenie lub przez ukorzenianie pędów. W pierwszym przypadku powstają szczepy — rośliny składające się z podkładki i z naszczepu, w drugim odcinki pędu oddzielone od rośliny matecznej wytwarzają własny system korzeniowy.

Możliwość wegetatywnego rozmnażania modrzewi była dawniej wykorzystywana wyłącznie w szkółkarstwie ozdobnym, obecnie otwiera ona nowe perspektywy przed genetyką leśną i przed praktycznym gospodarstwem leśnym. Przez wegetatywne rozmnażanie można więc podtrzymywać istnienie raz uzyskanych mieszańców, mutantów barwnych, form piramidalnych, zwisłych czy kulistych. Z jednego okazu wyjściowego (ortetu) można uzyskać klony (ramety) o dowolnej liczebności, ograniczonej jedynie wydajnością aktualnie stosowanego sposobu mnożenia. Z klonów można tworzyć kolekcje porównawcze czy zachowawcze (zwane archiwami klonowymi) lub też po selekcji produkować na skalę masową materiał wyjściowy do zakładania drzewostanów. Do tego ostatniego celu nadają się wyłącznie rośliny własnokorzeniowe. Można się wtedy nie obawiać modyfikującego oddziaływania podkładek, które mogą wpływać niekorzystnie na wzrost naszczepów lub ograniczać długość ich życia. Z drugiej jednak strony, głównie przez szczeplenie można przygotować rośliny dla plantacji nasiennych, których jedynym ce-

lem jest produkcja nasion o wysokiej wartości genetycznej. Szczepienie może też być pierwszym krokiem, poprzedzającym rozmnażanie przez ukorzenianie sadzonek, gdy ortetem jest stare drzewo o małej zdolności ukorzeniania. Pierwsze sadzonki przeznaczone do ukorzeniania pozyskuje się wtedy ze szczepów.

SZCZEPIENIE

W warunkach naturalnych można niekiedy obserwować zrastanie się korzeni drzew modrzewia w drzewostanie, a zrosty te utrzymują się przez cały okres życia drzew. W Związku Radzieckim obserwowano takie zrosty w 60 - 100-letnich drzewostanach modrzewia syberyjskiego, a w wieku 25 - 30 lat już 30% drzew było połączonych korzeniami z drzewami sąsiednimi. Transport materiałów pokarmowych z drzew rosnących do pniaków po drzewach ściętych przyczyniał się jeszcze w 22 lata po ścięciu do dalszego ich przyrostu na grubość średnio o 3,4 mm rocznie (Junovidov 1952). Zarastanie powierzchni pniaków modrzewia syberyjskiego, połączonych przez zrosty korzeniowe z pozostawionymi wokół drzewami, obserwował też Čeremskoj (1962).

W przypadku szczepienia modrzewia połączeniu podlegają jednak pędy, a nie korzenie, ponieważ zraz naszczepiany jest zawsze na pędzie. Proces zrastania się zrazu i podkładki w szczepach modrzewia europejskiego był przedmiotem badań Hejnowiczowej (1970).

Szczepić można modrzewie zimą w szklarni na podkładkach posadzonych wcześniej w doniczki, podpędzonych przed samym szczepieniem. Można je również szczepić wiosną lub latem na podkładkach rosnących w gruncie (ryc. 1). Do szczepień zimowych i wiosennych używa się zrazów pozyskanych z drzew matczyńskich w okresie spoczynku pędów, a więc zimą lub bardzo wczesną wiosną i przechowywanych do wiosny, jeżeli szczepienie nie następuje bezpośrednio po pozyskaniu zrazów. Do szczepień letnich używa się zrazów pozyskanych bezpośrednio przed



Ryc. 1. Plantacja nasienna modrzewia polskiego w Bronowicach k. Brzeziny, założona z 37 klonów rozmnożonych wegetatywnie przez szczepienie (Fot. R. Olaczek)

szczepieniem, przechowywanych co najwyżej przez 1 dobę w chłodni. Okres zimowego pozyskiwania zrazów może się rozciągać w Szwecji od stycznia do końca marca lub początku kwietnia (Stefansson 1952), w Polsce trzeba się liczyć z możliwością wcześniejszego początku wegetacji modrzewia. Zrazy lub pędy do wycinania z nich zrazów przechowywać można w lodowni przesypane śniegiem lub zakopane w lodzie lub mchu w temperaturze niskiej od -5° do -15°C . Stefansson uzyskał 94% przyjęć po szczepieniu modrzewia po takim przechowywaniu zrazów, gdy szczepy były podczas zrastania osłaniane folią polietylenową.

Efektywność szczepienia modrzewia można podwyższyć (Šul'gin 1970) przez stosowanie uchwytów metalowych, przytrzymujących zraz, skraca to czas potrzebny do założenia zrazu z około 70 sekund przy korzystaniu z wiązadeł do 10 - 20 sekund. Zdejmowanie uchwytów nie zajmuje więcej czasu niż 3 - 4 sekundy.

Na przykładzie modrzewia Sukaczewa stwierdził Šul'gin (1970), że wzrost zawartości wody w zrazach, świadczący o zrastaniu się obydwu komponentów szczepu, rozpoczyna się po około 14 dniach, a wzrasta w 9 - 17 dni później. Dotyczy to szczepienia wiosennego przy użyciu zrazów pozyskanych zimą. W warunkach republiki Komi, w której prowadzono te badania, termin tego szczepienia przypadał na początek czerwca. Wiązadła można było zdjąć w 40 - 50 dni po szczepieniu, gdy rozpoczynał się wzrost nowych pędów.

Dobrym wiązadłem jest folia polietylenowa pocięta na wąskie paski. Rękawy z takiej folii mogą również znaleźć zastosowanie do osłaniania miejsca szczepienia wykonanego wysoko (1,20 - 1,30 m) na przewodniku podkładki po naszczepieniu zrazów form o pokroju kulistym (informacja ustna od szkółkarzy w Kórniku). Stosowanie osłon z folii poleca również Gusev (1968), który w Związku Radzieckim przygotował w osłonach z folii 2000 szczepów modrzewia syberyjskiego dla plantacji nasiennych. Perforowane torebki z folii polietylenowej nakładano również na 2 miesiące po szczepieniu wiosennym (Lightly,

Faulkner 1963) na szczepy modrzewia europejskiego i japońskiego.

Modrzew jest w niektórych krajach szczepiony na wielką skalę, z przeznaczeniem szczepów do plantacji nasiennych i archiwów klonowych czy do pozyskiwania pyłku. Tak dzieje się zwłaszcza w Związku Radzieckim i w niektórych krajach skandynawskich. W Finlandii (Anonim 1973) przygotowano w latach 1962-1968 dla plantacji nasiennych i archiwów klonowych 62 860 szczepów, z których przeżyło 46 635, tj. 74⁰%. Do 1969 r. założono w tym kraju (Tyystjärvi, Kärki 1969) 53 plantacje nasienne modrzewia o łącznej powierzchni 87 ha, na których rosło 48 000 szczepów. W roku 1979 zaplanowano w Finlandii założenie dwu plantacji po 10 ha dla produkcji nasion mieszańcowych (*L. sibirica* × *L. leptolepis* i *L. sibirica* × *L. decidua*). Do tego celu przygotowano 5000 szczepów ze zrązów licznych wyselekcjonowanych klonów modrzewia syberyjskiego, cechujących się dobrą produkcją nasion i aż 1000 szczepów jednego tylko klonu modrzewia japońskiego (zapylacza). W roku następnym (1972) naszczepiano zrazy modrzewia europejskiego (Anonim 1972). Podane powyżej przykłady uprzytomniają nam znaczenie szczepienia jako sposobu rozmnażania modrzewia i ukazują specyficzne przeznaczenie szczepów do genetycznego „ulepszania” drzew dla celów gospodarki leśnej różnych krajów.

SZCZEPIENIE W SZKLARNI

Bartels (1982) opisuje znany od dawna szkółkarzom-ogrodnikom sposób szczepienia modrzewia w szklarni na posadzonych wcześniej w doniczki, dobrze zakorzenionych i podpędzonych podkładkach. Zimą przed szczepieniem, podkładki przetrzymuje się w inspekcje zabezpieczone przed mrozem. Na 3 tygodnie przed szczepieniem, które przypada na kwiecień, przenosi się podkładki do szklarni w celu pobudzenia ich rozwoju. Modrzew europejski i japoński można szczepić na podkładkach obydwu

tych gatunków. Stosuje się przy tym metodę szczepienia w szparę boczną lub na przystawkę boczną, a nawet przez stosowanie lub w klin, przy czym pierwsza z tych metod jest najbardziej zalecana. Zrastanie przebiega w szklarni w množarce nakrytej oknami, gdzie szczepy ustawia się skośnie w wilgotnym torfie, miejscu szczepienia ku górze. Po pierwszych objawach zrastania się zrazów z podkładkami przystępuje się do bardziej intensywnego wietrzenia množarki przez około 4 tygodnie, po czym przenosi się szczepy do inspektu w celu dalszego hartowania. Zrazy do tych szczepień tnie się przed okresem nabrzmiewania pąków i przechowuje w chłodni np. w temperaturze 1°C. Wiązadła powinny być trwałe, np. nawoskowana bawełna, taśmy gumowe lub foliowe, maści można nie stosować. Bärtels wspomina również o wysokiej, nieraz wyższej niż w szklarni, udatności szczepienia modrzewia w inspekcje zimnym w kwietniu. Obecnie poza szkółkami ozdobnymi, szczepi się modrzewia w szklarni rzadko, co najwyżej traktuje się takie szczepienia jako pierwszą fazę rozmnażania wegetatywnego starych, wyselekcjonowanych drzew, których pędy bezpośrednio pobrane z ortetu cechuje zwykle niska zdolność do ukorzeniania się. Na sadzonki nadają się dopiero młode pędy wyrastające z takich szczepów.

Szczepienia w szklarni z zamiarem przygotowania szczepów dla plantacji nasiennych wykonywano m. in. na Węgrzech (Bánó 1952). Podkładki sadzono tam do doniczek w roku poprzedzającym szczepienie, a w szklarni umieszczano je w grudniu lub w styczniu. Podkładki zaczęły pędzić po 4-5 tygodniach w końcu lutego, co umożliwiała przystąpienie do szczepień. Przyjmowało się 40% zrazów. Zrazy przechowywane w lodowni przyjmowały się tak samo jak zrazy cięte na krótko przed szczepieniem.

Obecnie stosuje się powszechnie przechowywanie zrazów w chłodni w temperaturze bliskiej 0°C w workach foliowych, w których znajduje się niewielka ilość wilgotnego torfu, mchu lub trocin (ustna informacja od szkółkarzy w Kórniku). Przechowywane zrazy mogą być również z powodzeniem użyte do

szczepień w szkółce nawet w czerwcu (Lightly, Faulkner 1963).

Za najbardziej odpowiednią porę przystępowania do szczepień pod szkłem przyjmuje się okres nabrzmiewania pąków podkładki trwający co najwyżej tydzień, poprzedzający bezpośrednio pęknięcie pąków i pojawienie się szpilek. Gdy do dyspozycji jest chłodnia do przechowywania zrazów można, przez odpowiednio przesuwane w czasie podpędzanie w szklarniach w 16°C kolejnych partii podkładek rosnących w doniczkach, rozciągnąć okres ich wchodzenia w odpowiednią fazę rozwojową na czas od stycznia do końca marca lub do początku kwietnia. Lightly i Faulkner zalecają szczenie modrzewia na przystawkę wierzchołkową, co sprzyja pionowemu wzrostowi nowych pędów. Pędy te trzeba jednak zabezpieczyć przed zawsze możliwym plagiotropowym wzrostem przez podwiązywanie do pręta. Szczepy można wynieść ze szklarni i wysadzić z doniczek do gruntu w czerwcu w ciepłą i wilgotną glebę. W drugim sezonie wegetacji nowy pęd dorasta zwykle do 90 cm. W następnym roku na wiosnę można wysadzać szczepy wprost na plantację nasienną.

SZCZEPNIENIE WCZESNO-WIOSENNE W GRUNCIE

Szczenia modrzewia na podkładkach rosnących w gruncie, w tym przypadku w drzewostanie, przeprowadził już w latach 1895 - 1900 prof. H. Mayr (Dimpfelmeier 1954) w Niemczech, uzyskując 70% przyjęć dla modrzewia japońskiego naszczepianego na modrzewiu europejskim. Szczepił on wysoko, 1,8 - 2,2 m nad ziemią na przystawkę boczną lub w szparę boczną na silnych podkładkach. Szczepy te wyrosły w drzewa, których wzrost i pokrój nie odbiegał po 55 - 60 latach od drzew powstałych z nasion. Na szczególną uwagę zasługuje tu stwierdzenie Dimpfelmeiera, że poza okresem początkowym, kiedy to zaznaczał się jeszcze silny wpływ drzew matecznych z których pobrano zrazy, szczenie nie podwyższyło częstotliwości i obfitości kwitnienia, wytwarzania szyszek i obradzania nasion.

Zalety szczepienia podkładek rosnących w gruncie podnosił również H a g m a n (1950), który doradzał przeprowadzenie pierwszych szczepień przy użyciu zrazów ze starych ortetów w szklarni, a następnych szczepień już na podkładkach rosnących w gruncie, przy użyciu zrazów pozyskanych ze szczepów szklarniowych.

H o f f m a n (1957) stwierdził w NRD, że najlepsze wyniki szczepienia w gruncie zapewniało użycie zrazów świeżo pozyskanych i nie przechowywanych. Nie miał on większych trudności przy szczepieniu modrzewia, przy czym pierwszeństwo wśród metod przyznawał on szczepieniu na przystawkę z jęczmikiem, co zapewniało 80% przyjęć, wobec 50% i 10% przy szczepieniu w szparę boczną i w szparę.

Wpływ pory szczepienia wiosennego w gruncie na wzrost i przeżywanie szczepów modrzewia europejskiego był w Jugosławii przedmiotem badań Jurkowića i Vidakovića (1963). Okazało się, że udatność szczepień na 2-letnich podkładkach przy użyciu 1- i 2-letnich zrazów malała w miarę przesuwania terminu szczepienia w okresie od 21 marca do 10 kwietnia. Jednoroczne zrazy przyjmowały się lepiej, gdy podkładki nie ścinano natychmiast po naszczepieniu zrazów, lecz usuwano ją stopniowo później, natomiast zrazy 2-letnie zrastały się lepiej (97%), gdy górną część podkładki ścinano natychmiast po szczepieniu. Wzrost naszczepów był lepszy, gdy tej części podkładki nie usuwano zbyt wcześnie.

Z a v a d i l (1968) uzyskał w Czechosłowacji wysoki procent przyjęć zrazów modrzewia europejskiego na rosnących w gruncie podkładkach tego samego gatunku. Szczepił on wiosną na przystawkę boczną i w szparę boczną przy użyciu zrazów przejściowo przechowywanych w lodowni. Wyniki szczepienia na podkładkach rosnących w szkółce w doniczkach były gorsze. Zrazy modrzewia japońskiego i modrzewia daurskiego przyjmowały się na podkładkach modrzewia europejskiego rosnących w gruncie w 80 - 90%. Ten sam autor (Z a v a d i l 1967) stwierdził wcześniej, że wiek zrazów w przedziale czasowym 2 - 8 lat był bez znaczenia dla wyniku szczepienia.

Znane są próby szczepień heteroplastycznych modrzewia, niektóre z nich przebiegały pomyślnie nawet w przypadku istnienia bariery rodzajowej między zrazem i podkładką. A v r o v (1971) obserwował jednak stopniowe zamieranie naszczepów modrzewia na sośnie zwyczajnej w okresie pomiędzy 4 a 6 rokiem po szczepieniu. Zjawisko to mogło być następstwem różnic w inicjowaniu podziałów komórkowych w kambium obydwu komponentów szczepienia. Zawartość N, P i K była w szpilkach takich szczepów również inna niż u szczepów z modrzewiem jako podkładką. Rozległe badania nad zgodnością zrazu i podkładki w szczepach drzew szpilkowych prowadziła w Związku Radzieckim J a k o v l e v a (1970). Wykonywała ona bardzo wiele szczepień na podkładkach rosnących pod gołym niebem, korzystając z metody Prokazina (rdzeń do kambium). Były to szczepienia w obrębie gatunku, szczepienia międzygatunkowe w obrębie rodzaju, szczepienia międzyrodzajowe w obrębie rodziny, a nawet szczepienia międzyrodzinowe. Na podkładkach modrzewia syberyjskiego naszczepiane były zrazy sosny, jodły, modrzewia i daglezi, które w dwa lata po szczepieniu przyjęły się w 0, 20, 64 i 100%. Modrzew syberyjski szczepiony na świerku, sośnie i na modrzewiu syberyjskim przyjął się w 47 i 45%. Uzyskano więc początkowo pomyślne wyniki wewnątrzgatunkowego i międzyrodzajowego szczepienia z modrzewiem jako jednym z komponentów szczepów.

W badaniach Prokazina (1960, 1962) modrzew syberyjski szczepiony na świerku, sośnie i modrzewiu syberyjskim przyjął się w odpowiednio 80, 60 i 100%, a zrazy sosny zwyczajnej przyjęły się na podkładkach modrzewia syberyjskiego w 66%, co stwierdzono w 2 lata po szczepieniu. Ani Jakovleva ani Prokazina nie podali jednak żadnych danych o dalszym losie tych szczepów.

Zagadnienie wyboru właściwej metody szczepienia w gruncie i odpowiednich podkładek było przedmiotem uwagi wielu badaczy.

L a r s e n i M a g i u s (1944) zmierzali do udoskonalenia metod szczepienia modrzewia w celu produkcji szczepów dla plan-

tacji nasiennych. Stwierdzili oni, że w Danii można z jednakowym powodzeniem szczepić w szklarni i w gruncie na młodych podkładkach, oraz w lesie na starszych drzewach, których średnica w miejscu szczepienia nie powinna przekraczać 5 cm. Próby wykorzystania modrzewia europejskiego, japońskiego i syberyjskiego na podkładki dla różnych gatunków modrzewia z zamiarem zbadania wpływu podkładki na kwitnienie naszczepu podjął w Szwecji Sylvén (1947). W Czechosłowacji (Vincent i in. 1960) stwierdzono wyższość zrazów pozyskanych z górnych partii koron drzew matecznych nad zrazami pochodzącymi z partii dolnych. Dobrymi podkładkami do szczepień w gruncie okazały się 3-4-letnie siewki, posadzone do doniczek na rok przed szczepieniem. Najlepszą porą szczepienia była wczesna wiosna, potem późne lato, a najbardziej przydatne okazało się szczepienie na stosunek i w szparę boczną.

W Anglii szczepienia heteroplastyczne modrzewia w obrębie rodzaju uznano za równorzędne ze szczepieniem na podkładce tego samego gatunku (Matthews i in. 1963). Stwierdzenie to oparto na ostrzejszym kryterium oceny niż we wspomnianych wyżej pracach autorów radzieckich. Trwałość zrostu obu komponentów szczepienia obserwowano bowiem jeszcze w 10 lat po szczepieniu. Okazało się przy tym, że modrzew europejski i japoński mogą być dla siebie nawzajem podkładką lub zrazem, a na modrzewiu japońskim można szczepić też niektóre modrzewie spoza Europy (*L. occidentalis*, *L. gmelinii*).

O możliwości rozmnażania wybranych pojedynczych drzew (ortetów) w klony (ramety) decyduje zdolność młodych podkładek do zrastania się ze zrazami pozyskanymi ze starych drzew. W Estonii (Paves 1965) wykazano, że pomyślny wynik szczepienia nie zależał ani od pory szczepienia, ani od wieku drzewa matecznego. Zrazy ze 144-letniego drzewa modrzewia europejskiego przyjmowały się na 5-6-letnich podkładkach modrzewia syberyjskiego w 70-100%, z drzew 34-letnich *L. lubarskii*, *L. olgensis* var. *komarovii* w 60-70%, natomiast z równowiecznego drzewa *L. gmelinii* var. *japonica* tylko w 13,7%. W znacznie silniejszym stopniu wynik szczepienia zależał od wieku podkładki:

na 2-letnich siewkach i na 3-letnich raz przesadzanych podkładkach zrazy przyjmowały się w 90 - 100%.

Wiek podkładki i zraza nie pozostaje jednak całkowicie bez wpływu na fenofazy kwitnienia naszczepu. Robinson i Wareing (1969) szczepili zrazy z młodocianych, jeszcze nie kwitnących siewek modrzewia japońskiego i europejskiego na dojrzałych drzewach, co tylko nieznacznie wpłynęło na pojawianie się szyszeczek. Gdy zrazy pochodziły z młodych drzew bliskich pełnej dojrzałości, to na podkładkach generatywnie dojrzałych szyszeczek formowały się u większości naszczepów. Zmianę fazy rozwojowej z młodocianej na dojrzałą obserwowano dopiero wtedy, gdy merystemy wierzchołków pędów miały już za sobą pewną określoną liczbę podziałów. Byłoby to wyrazem nie tyle determinacji, co korelacji tych zjawisk po osiągnięciu przez drzewo określonych rozmiarów.

Najbardziej rozległe badania nad zależnością pomiędzy szczepieniem heteroplastycznym modrzewia a wzrostem naszczepów przeprowadził w Związku Radzieckim Avrov (1977). Naszczepiał on zrazy 9 gatunków modrzewia z Europy i Azji na modrzewiu syberyjskim jako podkładce. Ogółem użył Avrov do swych szczepień 307 klonów z 111 proveniencji, a ocenę wzrostu naszczepów przeprowadził w 4 - 10 lat po szczepieniu. Tym sposobem ustalił on przydatność poszczególnych klonów dla zakładania plantacji nasiennych modrzewia na Syberii.

SZCZEPIENIE LETNIE W GRUNCIE

Modrzewie szczepi się w gruncie z zasady wiosną, przy użyciu zrazów znajdujących się w stanie spoczynku. W warunkach środkowej Syberii (Avrov 1969) optymalną porą szczepienia modrzewia syberyjskiego w gruncie jest okres od początku maja do końca czerwca. Do takich szczepień używa się zrazów pozyskanych zimą i przechowywanych w lodowni. Najbardziej przydatny jest sposób szczepienia opracowany przez Prokazina: „rdzeń do kambium”. Modrzewie można jednak szczepić również

późnym latem (Schröck, Hoffmann 1957) na 2-3-letnich podkładach rosnących w szkółce. Naszczepiano bez zwłoki na podkładkach w pobliskiej szkółce ulistnione zrazy, ścinane wczesnym rankiem w koronach 90-letnich drzew. Miało to duże znaczenie dla udatności szczepienia, gdyż pozwalało na uniknięcie strat związanych z transportem materiału roślinnego. Wynik tych prób zależał w wysokim stopniu od warunków pogody i od zastosowanego sposobu szczepienia. Szczepienie kończyło się sukcesem, gdy wykonano je w dniu bez deszczu, z deszczem w dniu poprzedzającym dzień szczepienia i następującym po nim. Wilgotność względna powietrza przed szczepieniem i po szczepieniu powinna być bowiem wysoka. Sprzyja też zrastaniu podwyższona temperatura (do 25°C). W takich warunkach po szczepieniu przeprowadzonym 1 września i po zastosowaniu sposobów szczepienia na przystawkę boczną z języczkiem, w szparę boczną i w szparę przyjęło się odpowiednio 80, 50 i 10% zrazów. Nie można przy tym wykluczyć wpływu indywidualnej przydatności drzew matecznych do szczepienia, zwłaszcza drzew starych.

Wysoki stopień uzależnienia udatności szczepienia letniego od warunków zewnętrznych stawia pod znakiem zapytania celowość dokonywania szczepień w tym terminie. Gdy Schröck i Hoffmann prowadzili swe badania nie były jeszcze znane namioty foliowe. Można by sobie wyobrazić dokonywanie szczepień letnich pod folią, gdyż tu możliwości regulowania warunków cieplnych i wilgotnościowych są znacznie większe niż w szkółce. Wpływ pochodzenia zrazów był w badaniach Hoffmanna (1957) tak duży, że zrazy indywidualnych drzew przyjmowały się w bardzo szerokim zakresie 2-67%, pomimo że warunki zewnętrzne były identyczne, a szczepienia wykonał ten sam szczipiarz.

Avrov (1969) za najbardziej korzystną porę szczepienia modrzewia syberyjskiego w gruncie w warunkach środkowej Syberii uważa okres od połowy sierpnia do początku września. Zrazy można wtedy (po zakończeniu wzrostu) naszczepiać natychmiast lub po przechowaniu w lodowni przez 3-5 dni.

SZCZEPIENIE PRZEZ ZBLIŻENIE

Metodę tę, połączoną z zaopatrywaniem zrazu w wodę przez zanurzenie dolnego końca w butelce z wodą aż do całkowitego zrośnięcia się obu komponentów (szczepienie „z mamką”), a wypróbowaną na topoli, stosowano z pełnym powodzeniem we wczesnym okresie badań genetycznych nad modrzewiem, głównie w krajach skandynawskich (Anonim 1943). Produkcja szczepów tym sposobem umożliwiła wówczas przeprowadzanie kontrolowanych krzyżówek na wolnym powietrzu. Do tego samego celu zastosowano tę metodę przy szczepieniu modrzewia japońskiego w Japonii (Yanagikawa, Tochiaki 1959), przy czym na gałązkach-zrazach musiały występować szyszczyki żeńskie. Po naszczepieniu 12 gałązek z 22 pąkami żeńskimi z drzew 12-13-letnich uzyskano po zapyleniu 9 szyszek, które zawierały 550 nasion kiełkujących w 22⁰/₀.

OKULIZACJA

W Japonii (Hamaya i in. 1968) zastosowano z powodzeniem okulizację całkowicie dojrzałych pąków modrzewia daurskiego i japońskiego na pędach koron młodych i dojrzałych drzew obydwu gatunków i młodych drzew modrzewia amerykańskiego. Zmierzano przy tym do przyspieszenia kwitnienia naszczepów. Okulizację wykonywano, gdy pąki podkładek zaczynały się rozwijać, ponadto jeszcze w drugim terminie, gdy pędy zaczynały już rosnać. Pąki modrzewia japońskiego przyjęły się w 80-100⁰/₀. Nieco gorsze były wyniki okulizacji przy użyciu pąków modrzewia daurskiego, gdy podkładkami były dojrzałe okazy tego samego gatunku lub młode drzewka modrzewia amerykańskiego, zwłaszcza gdy okulizowano we wcześniejszym terminie. Przyczyną różnic było nierównoczesne rozpoczęcie wzrostu przez podkładki i naszczepione pąki.

UKORZENIANIE SADZONEK

Termin „sadzonka” jest tu używany w swym pierwotnym, ogrodniczym znaczeniu i oznacza odcięty od rośliny matecznej odcinek pędu, przeznaczony do ukorzenia (ryc. 2).

Sadzonki modrzewia można pozyskiwać do ukorzenia w okresie wegetacji (ulistnione sadzonki nie w pełni zdrewnia-



łe) lub po jego zakończeniu (bezlistne sadzonki całkowicie zdrewniałe). Pierwszy z tych sposobów znany jest w odniesieniu do modrzewia od wielu dziesięcioleci, lecz dzięki wprowadzeniu nowych technik (folia, regulatory wzrostu, zamglawianie) ulega on stałemu ulepszaniu, drugi jest prawie nieznan, a badano go tylko sporadycznie.

W Finlandii (Andtfolk 1963) wypróbowano z powodzeniem kompleksową metodę wegetatywnego rozmnażania modrzewia mieszańcowego (*L. sibirica* × *L. decidua*) łączącą w sobie dwa podstawowe sposoby: szczepienie i ukorzenie sadzonek. Ze szczepów (na-

Ryc. 2. Ukorzona sadzonka modrzewia (Fot. S. Kasprzyk)

wet 6-letnich) pozyskuje się pędy na sadzonki, które ukorzeniają się pod zamglawiaczami w namiocie foliowym.

ULISTNIONE SADZONKI NIE W PEŁNI ZDREWNIAŁE

Kurdiani (1908) uzyskał już przed 75 laty ukorzenie 56 - 76% niezdrewniałych sadzonek modrzewia europejskiego w ciągu 2 - 3 miesięcy od daty wysadzenia (18 maja) w podłożu z piasku w cieniowanym, nakrytym oknami, nieogrzewanym inspekcje. Dokučajeva (1962) zmodyfikowała ten sposób o tyle, że zastosowała inspekty przenośne, usuwane znad sadzonek już jesienią. Sadzonki były cięte późnym latem, przed zakończeniem wzrostu pędów. Usuwanie skrzyń inspektowych umożliwiło pozostawienie sadzonek w podłożu do następnego roku bez żadnej osłony.

Rozległe badania nad ukorzeniem sadzonek letnich 8 gatunków modrzewia, w tym modrzewia europejskiego, przeprowadzono w latach 1948 - 1963 w Instytucie Boyce Thompsona w USA (Chandler 1959, 1967). Nowością było tu wprowadzenie w roku 1956 zamglawiania szklarni z sadzonkami (na 6 sekund co 6 minut) i zastosowanie różnych regulatorów wzrostu. W konkluzji tych badań Chandler stwierdził, że na drzewa mateczne nadają się najbardziej okazy młode. Gdy nie przewiduje się użycia regulatorów wzrostu, jako substancji wspomagających powstawanie korzeni, sadzonki powinno się pozyskiwać z siewek 2 - 4-letnich. Zastosowanie stymulatorów wzrostu umożliwiło w latach 1960 - 1963 ukorzenie łącznie 25% sadzonek. Poszczególne gatunki różniły się znacznie zdolnością do wytwarzania korzeni przybyszowych i ukorzeniały się generalnie w następującym procencie:

<i>L. decidua</i>	21%	(67%) *
<i>L. leptolepis</i>	48%	(77%)

* W nawiasach podano najwyższy procent ukorzenia sadzonek uzyskany dla drzew indywidualnych.

<i>L. ×eurolepis</i>	53 ⁰ /o	(79 ⁰ /o)
<i>L. dahurica</i>	80 ⁰ /o	(92 ⁰ /o)
<i>L. occidentalis</i>	6 ⁰ /o	(16 ⁰ /o)
<i>L. olgensis</i>	6 ⁰ /o	(38 ⁰ /o)
mieszance	56 ⁰ /o	(100 ⁰ /o)

O ukorzeniu się sadzonek decydował w sposób istotny wiek drzew matecznych:

drzewa 21 - 32-letnie	—	1 ⁰ /o	ukorzenionych sadzonek
„ 13 - 15 „	—	41 ⁰ /o	„ „
„ 3 - 12 „	—	60 ⁰ /o	„ „

Drzewa mateczne powinny być więc co najwyżej 12-letnie, w tym wieku różnicowanie drzew w populacjach jest już bardzo wyraźne. Pozwala to na wybór do rozmnażania wyłącznie osobników najszybciej przyrastających, te zaś zaczynają się ujawniać już w drugim roku życia siewek. Rozmieszczenie pędów w koronie drzewa było bez wpływu na ukorzenianie uzyskanych z nich sadzonek, lepiej jednak ukorzeniały się niejednokrotnie sadzonki ze szczytowych odcinków aktualnego przyrostu rocznego, niż sadzonki z podstawy tych pędów.

Generalnym wnioskiem do którego doszedł Chandler było stwierdzenie, że ukorzeniać należy sadzonki modrzewiowe w piasku pod zamglawiaczami o cyklicznym działaniu, po traktowaniu dolnych końców sadzonek preparatem talkowym, zawierającym 0,8⁰/o IBA (kwas β -indolilomasłowy). Na ogół ukorzeniało się po sadzonkowaniu w czerwcu, lipcu i sierpniu odpowiednio 44, 22 i 36⁰/o sadzonek. Nie należy sadzonkować ani wcześniej, ani później.

Po 10 latach stwierdził Chandler (1967), że szybkość wzrostu drzew uzyskanych z ukorzenionych sadzonek była taka sama jak drzew wyrosłych z nasion. Wchodzenie w fazę kwitnienia i obradzania szyszek było wcześniejsze niż u drzew-siewek, co przypomina sytuacje obserwowane u szczepów.

Pionierem stosowania regulatorów wzrostu do stymulacji ukorzeniania się sadzonek modrzewia był radziecki badacz K o m i s a r o v (1938 a, b). Sadzonki ciął on z górnej części pędów 3-let-

nich roślin mączeknych w okresie wegetacji, a pierścieniowanie tych pędów na 14 dni przed ścięciem sadzonek i potraktowaniem stymulatorem wzrostu (0,01% IAA czyli kwasem β -indoliloctowym, 24 godz.) przyczyniało się do wzmożenia ukorzenia. Metoda ta zapewniała ukorzenie się w piasku w ciepłym inspekie do 70% sadzonek.

W ślad za Komissarowem badania nad ukorzeniem sadzonek modrzewia podjął Larsen (1946) w latach 1940 - 1944, korzystając z chłodnych i z podgrzewanych inspektów. Podwyższona temperatura podłoża okazała się ważnym czynnikiem sprzyjającym tworzeniu korzeni przybyszowych. Innymi korzystnie oddziałującymi czynnikami były: żwirek jako podłoże ukorzenia i młody wiek siewek mączeknych. Procent sadzonek ukorzenionych i liczba korzeni przypadających na jedną sadzonkę wzrastały po zastosowaniu roztworu IAA o stężeniu 50 - 100 ppm do moczenia sadzonek przed ich wysadzeniem. Larsen stwierdzał jednak, że metoda zastosowana w jego pracach wymaga udoskonalenia, przed jej wprowadzeniem do praktyki rozmnażania.

Bez stosowania regulatorów wzrostu ukorzenia w Czechosłowacji sadzonki modrzewia Pajchl (1951) w ciepłym inspekie w gliniastym piasku, przy wykorzystaniu sadzonek długości 4 - 5 cm, pozyskanych z pędów bocznych 1 1/2-letnich siewek modrzewia. Wysadzano je płytko (0,5 - 1,0 cm) i gęsto (2×2 cm) w lipcu i w połowie sierpnia. Wszystkie sadzonki ukorzeniały się i przeżywały.

W badaniach przeprowadzonych w Szwajcarii (Kobert 1979) nad ukorzeniem sadzonek modrzewia europejskiego wysoki procent ukorzenia notowano tylko przy rozmnażaniu młodych drzew wyjściowych (ortetów), przyczyną pewnych niepowodzeń były nieodpowiednie warunki zimowania ukorzenionych już sadzonek.

Prace nad sadzonkowaniem modrzewia prowadzono też na Dalekim Wschodzie: w Korei, a zwłaszcza w Japonii. Satoo (1955, 1956) stwierdził, że korzenie przybyszowe powstają zwłaszcza

cza z zaczątków pąków lub na śladach liściowych i raczej z tkanek pierwotnych niż wtórnych.

Duże znaczenie dla praktyki w określonych warunkach klimatycznych mają wyniki prac nad ukorzeniem w sezonie letnim sadzonek modrzewia japońskiego, które prowadził w Japonii Isikawa (1968). Doskonale ukorzeniały się sadzonki długości 3 cm, pozyskane w końcu lipca lub w pierwszych dniach września z wierzchołków rosnących jeszcze pędów, traktowane przez 2 - 3 sekundy 1% roztworem IAA w 50% etanolu. Sadzono je w czerwoną glebę laterytową (optymalne podłoże) w doniczki pokryte kołpaczkami z folii wspartej kabłąkiem z drutu, zaopatrzonymi góra w otwórki wentylacyjne i niżej w otworek do podlewania podłoża. Doniczki ustawiano na otwartej przestrzeni. Jeszcze lepsze wyniki uzyskał Isikawa, gdy kołpaczki były całkowicie szczelne, nawilżanie podłoża było podsiąkowe a doniczki ustawiano w komorze klimatyzowanej w 23°C. Zapewniało to całkowite wysycenie powietrza wokół sadzonek parą wodną. W komorze zapewniano 12-godzinne oświetlenie sadzonek na dobę (7000 lx). Okazało się, że sadzonki wierzchołkowe (3 cm) ukorzeniały się lepiej niż sadzonki tej samej długości ucięte z dolnej części rosnących pędów. Gdy pędy takie dzielono na 3 sadzonki po 3 cm każda, ukorzeniały się one w kolejności od sadzonki wierzchołkowej do podstawowej w 93, 55 i 5%, a liczba korzeni na 1 sadzonkę wynosiła odpowiednio 12,3, 2,7 i 1,5 szt. Usunięcie rosnącego wierzchołka obniżało liczbę sadzonek ukorzonych z 93 do 83%, a liczbę korzeni na 1 sadzonkę z 12,3 do 4,3 szt. W ten sposób Isikawa udowodnił, że po sadzonkowaniu letnim najłatwiej i najlepiej ukorzeniały się sadzonki najślabiej zdrewniałe. W badaniach tych uwidoczniła się wyraźnie zależność pomiędzy wiekiem ortetu a ukorzeniem się pożytkanych zeń sadzonek:

drzewo 6-letnie	—	92,5%	ukorzonych sadzonek
„ 33 „	—	30,0%	„ „
„ 35 „	—	10,0%	„ „
„ 70 „	—	0%	„ „

Intensywne badania nad ukorzeniem sadzonek modrzewia szkockiego (*Larix × eurolepis*) prowadzono w Wielkiej Brytanii, zwłaszcza w Szkocji. Matthews i Mitchell (1957) wysadzali sadzonki w lipcu w inspekcji z podsiąkowym systemem nawadniania i elektrycznym podgrzewaniem podłoża, przy czym sadzonki pochodziły z drzew 11 - 16-letnich. Ze względu na możliwość pojawienia się szarej pleśni usuwali oni wierzchołki sadzonek. Maksymalny procent sadzonek ukorzenionych (48%) uzyskali ci autorzy w podłożu piaskowo-torfowym (1 : 1) po usunięciu co najwyżej 1,25 cm pędu licząc od wierzchołka. W kilka lat później Biggin (1977) wykazał, że letnie sadzonkowanie przyczyniło się do ukorzenia się 90% sadzonek modrzewia szkockiego, pod warunkiem takiego ich rozstawienia w podłożu, które by uniemożliwiałoby opanowanie przez szarą pleśń.

John (1977, 1979) badał również w Szkocji ukorzenie sadzonek ciętych latem. Sadzonki miały 10 cm długości, wycinano je z pędów bocznych I rzędu w okresie od 8 sierpnia do 12 września z 1 1/2-rocznych siewek modrzewia szkockiego. Najwcześniej cięte sadzonki były u podstawy zielonkawobrazowe, późniejsze bardziej brązowe i lepiej zdrewniałe, a w przeciwieństwie do sadzonek wcześniejszych nie rosły już i były zakończone pąkiem szczytowym. Transportowano je w dużych workach foliowych. Sadzonki traktowano roztworami IBA (kwas β -indolilomasłowy), po czym wysadzano na 3 cm głęboko w pudełka wypełnione mieszaniną żwirku z torfem (1 : 1) w odstępach 3,5 cm na 98 dni. Wilgotność podłoża sadzonek oraz otaczającego je powietrza zapewniały zamglawiacze sterowane „liściem elektronowym”. Długość dnia w razie potrzeby uzupełniano do 18 godzin lampami rtęciowymi. Temperatura powietrza nie przekraczała 18 - 24°C, temperatura podłoża wynosiła 17 - 20°C. Okazało się, że 90% sadzonek ukorzeniało się gdy cięto je w sierpniu (22 VIII) i traktowano wodnym roztworem IBA (100 ppm, 2 godziny) przed sadzonkowaniem. Korzystny wpływ IBA polegał na przyspieszeniu procesu tworzenia się korzeni przybyszowych. Sadzonki kontrolne moczone w wodzie ukorzeniały się maksymalnie po 12 - 14 tygodniach, podczas gdy sadzonki poddane od-

<http://rcin.org.pl>

działywaniu IBA już po 10 tygodniach, a różnice były przy poziomie ufnosci 0,01 widoczne już po 4 tygodniach.

W RFN w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Dolnej Saksonii w Escherode podjęto prace nad rozmnażaniem modrzewia na skalę masową przez ukorzenianie sadzonek nie w pełni zdrewniałych (Kleinschmidt 1972). Osiągnięto rychło doskonałe wyniki, oparte na badaniach prowadzonych tam nad sadzonkowaniem świerka (Kocięcki 1973, Müller 1973 wg Bärtelsa 1982). Efektem tych prac jest wysoce już udoskonalony system rozmnażania modrzewia, którego zasady są ściśle określone. Do rozmnażania służą wyłącznie namioty foliowe wyposażone w urządzenia zamgławiające, ogrzewane palnikami propanowymi. Sadzonki tnie się z 3-5-letnich roślin matecznych (siewek) w końcu lipca lub na początku sierpnia, gdy pędy są do połowy zdrewniałe, a pąki szczytowe zaczynają się formować. Sadzonki oddziela się od zeszłorocznego przyrostu lub przycina sekatorem. Są one bądź krótkie, długości 6-8 cm (Kocięcki 1973), co pozwala na wycięcie do 3 sadzonek z jednorocznego przyrostu, bądź długie na 15-20 cm, co jest uzależnione od aktualnej długości tych przyrostów (Müller 1973 wg Bärtelsa 1982). Podłożem sadzonkowania jest przemyty żwirek (ziarnistość 2-8 mm) wypełniający grzędy wykopane wzdłuż namiotu na głębokość 25-30 cm. Dolne końce sadzonek oczyszcza się z igieł do wysokości 2-3 cm, po czym zanurza się je w roztworze fungicydu Orthocid (0,3%), a następnie traktuje 0,5% IAA w preparacie talkowym i wysadza w wytłoczone uprzednio otworki o głębokości 2-3 cm, przy odległości rzędków 4 cm od siebie. Namioty wietrzy się, gdy temperatura powietrza wzrasta powyżej 30°C, zimą utrzymuje się temperaturę powyżej 0°C za pomocą palnika z dmuchawą. Wilgotność względna powietrza w namiocie w okresie ukorzeniania nie powinna spadać poniżej 70%, przed czym zabezpiecza automatyczne sterowanie systemem zamgławiania. Sadzonki nawozi się dolistnie wiosną po ukorzenieniu poprzez system zamgławiaczy słabymi roztworami

nawozów mineralnych początkowo co 2 tygodnie, potem co tydzień. W sezonie 1970/1971 ukorzeniało się w nieogrzewanej szklarni około 30% sadzonek, w sezonie następnym w szklarni ogrzewanej około 50% (Kocięcki 1973), obecnie po wprowadzeniu namiotów foliowych ukorzenia się średnio 60% sadzonek (Müller 1973 według Bärtelsa 1978), co zależy jednak również od właściwości fizjologicznych rozmnażanych klonów. Sadzonki przygotowane w początkach sierpnia można ze szklarni nieogrzewanej szkółkować w końcu lata roku następnego, zaś ze szklarni ogrzewanej wysadza się je w szkółce już w maju, a nieraz i w końcu kwietnia.

Z namiotów foliowych wyjmuje się sadzonki w końcu czerwca lub na początku lipca i po posortowaniu wysadza na zagony w szkółce. Przed wysadzeniem, hartuje się je przez 2 tygodnie podnosząc folię wzdłuż boków namiotu. Dopóki sadzonki znajdują się w namiocie należy zwracać baczną uwagę na możliwość rozprzestrzenienia się pleśni, której skuteczne zwalczanie wymaga regularnie powtarzanego traktowania fungicydami (Benomyl i Orthocid). Koszt produkcji przeliczony na 1 sadzonkę jest w RFN ciągle jeszcze wyższy od kosztu 1 siewki, lecz wartość genetyczna i gospodarcza ukorzenionych sadzonek może być wielokrotnie większa.

W Badeńsko-Wirtemberskim Leśnym Zakładzie Doświadczalno-Badawczym we Fryburgu (Wunder 1974) badano ukorzenie się sadzonek modrzewia japońskiego. Sadzonki ukorzeniały w szklarni, wyposażonej w system półautomatycznie sterowanego zamgławiania. Sadzonki cięto wiosną z zeszłorocznych przyrostów i z przyrostu bieżącego. Uzyskano ukorzenie 100%, gdy podłożem był czysty żwir o ziarnistości 5 mm, a podłoże to było podgrzewane do 22°C. Nie obserwowano żadnego pozytywnego wpływu różnych stymulatorów ukorzenia, włączając w to preparaty powszechnie stosowane i dostępne w handlu. Podstawowym warunkiem sukcesu było stosowanie właściwego podłoża ukorzenia i utrzymanie wilgotności na poziomie niższym od wilgotności „optymalnej”, przez co Wunder rozumie wilgotność,

przy której sadzonki pozostają w pełni żywotne, lecz się nie ukorzeniają. Przekroczenie poziomu „optymalnego” przyczyniało się do zaniku zdolności ukorzenia się sadzonek. Sadzonki z pędów zeszłorocznych (o długości 15 cm) powinny być cięte, gdy nowe pędy przyrastają do długości 5 cm. Sadzonki z aktualnych przyrostów (12 - 15 cm) ukorzeniają się najlepiej, gdy zaczynają drewnieć u podstawy. Sadzonki cięte od podstawy i od wierzchołka pędów ukorzeniają się w jednakowym procencie, sadzonki wierzchołkowe wytwarzają jednak masę korzeniową o nieco większej objętości.

BEZLISTNE SADZONKI W PEŁNI ZDREWNIĄŁE

Badania nad ukorzeniem sadzonek całkowicie zdrewniałych (nazywanych przez leśników zrzesami) prowadzono do tej pory nad: modrzewiem europejskim w NRD (Achterberg 1959), modrzewiem japońskim w Korei (Huy n 1956) i w Japonii (Isikawa 1962) i modrzewiem szkockim (*L. × eurolepis*) w Szkocji (John 1979).

Huy n (1956) podejmował próby wiosennego ukorzenia sadzonek modrzewia japońskiego pozyskiwanych w końcu marca z 10-letnich drzew. Stosował on mieszaniny IAA, IBA, NAA (kwas α -naftalenoctowy) i witaminy B₆ z dodatkiem sacharozy i glukozy, uzyskując w najlepszym przypadku ukorzenie 16% sadzonek. Isikawa (1962) ciął sadzonki również w końcu marca ze starych drzew, gdy pąki były jeszcze zupełnie nierozwinięte i twarde. Wyszczano je w nieosłonięte i nie cieniowane doniczki wypełnione odpowiednim podłożem. Zanurzenie na 2 - 3 sekundy w 1% roztworze IAA w wodzie lub 50% etanolu przyczyniło się do ukorzenia do 80% sadzonek pod warunkiem, by ich długość nie przekraczała 5 cm, a podłożem był nie piasek czy sproszkowany wermukulit, lecz czerwona gleba laterytowa.

Achterberg (1959) sadzonkował krótkopędy modrzewia europejskiego, cięte wiosną przed rozpoczęciem wegetacji w in-

spekcie w mieszaninie piasku i mchu torfowca. Sadzonki uko-
rzały się w stopniu zadowalającym gdy pozyskiwano je z mło-
dych drzew i traktowano 0,0005% roztworem soli potasowej IAA
z dodatkiem preparatu witaminowego Betabion. Tworzenie ko-
rzeni przybyszowych wzmagало się, gdy po rocznym okresie
przebywania sadzonek w inspekcie, przesadzano je następnie
w nowe podłoże na dalsze 1/2 roku. Pewne straty notowano po
przesadzeniu ukorzenionych już sadzonek do gruntu.

John (1979) używał do rozmnażania pędy siewek modrzewia
szkockiego cięte w listopadzie po zakończeniu drugiego
okresu wegetacji. Wyszadzano je natychmiast, po przygotowaniu
lub po przechowaniu w workach foliowych z odrobiną wilgot-
nego mchu w chłodni w 2°C, w 25°C lub w cyklicznym układzie
cieplnym 2°C~25°C o zróżnicowanym czasie trwania poszczegól-
nych faz. Przed wysadzeniem, a w przypadku przechowywania,
jeszcze przed jego rozpoczęciem, traktowano sadzonki wodnym
roztworem IBA o stężeniu 50 ppm przez 6 godzin lub przez 1 se-
kundę roztworem IBA w alkoholu absolutnym o stężeniu 1000
ppm. Sadzonki umieszczano w szklarni w podłożu torfowo-pias-
kowym 3 cm głęboko, stosowano zamgławianie, a długość dnia
dopełniano w razie potrzeby do 18 godzin światłem lamp rtę-
ciowych. Temperatura powietrza nie przekraczała 18 - 24°C, tem-
peratura podłoża 17 - 20°C. Okazało się, że sadzonki nie przecho-
wywane w ogóle ukorzeniały się najslabiej (36 - 41%), zaś prze-
chowywanie w cieple przez 3 tygodnie przyczyniało się do wi-
docznego wzrostu zdolności ukorzenia się sadzonek (57 - 76%),
podobnie jak przechowywanie w 2°C przez ten sam okres
(63 - 73%). Przedłużenie przechowywania wyłącznie chłodnego
do 9 tygodni podwyższało jeszcze bardziej liczbę sadzonek uko-
rzenionych, bo aż do 82 - 90%, co dotyczy zarówno sadzonek nie
traktowanych IBA jak i traktowanych dawką 50 i 1000 ppm.
Pąki sadzonek rozwijały się dopiero po ich wysadzeniu. Wyniki
badań Johna są wysoce obiecujące, aczkolwiek nie wykorzy-
stano ich do tej pory do opracowania metody ukorzenia bez-
listnych sadzonek modrzewia na skalę masową.

ODKŁADY

W warunkach naturalnych obserwowano ukorzenianie się gałęzi modrzewia pozostających w kontakcie z wilgotną glebą, co prowadziło do powstawania naturalnych odkładów. W lasotundrze Kamczatki (E f r e m o v 1965) opad popiołów wulkanicznych przyczyniający się do narastania miąższości górnego poziomu gleby sprawia, że dolne gałęzie rosnącej tam odmiany modrzewia (*L. gmelinii* var. *japonica*) ukorzeniają się, gdy zapewniona jest stała wilgotność takiego podłoża. Również nad Zatoką Hudsona w Kanadzie, piasek nawiewany na śnieg wiosną przez wiejące wiatry, a na powierzchnię gleby jesienią, przygniata do ziemi najniżej rosnące gałęzie modrzewia amerykańskiego. W przypadku młodych drzewek prowadzi to niekiedy również do ich ukorzeniania się i powstawania naturalnych odkładów (P a y e t t e, B o u d r e a u 1972). W praktyce szkółkarskiej zdolność gałęzi młodych modrzewi do tworzenia odkładów nie została do tej pory nigdzie wykorzystana.

ODKŁADY POWIETRZNE

Zdolność modrzewi do wytwarzania korzeni z kalusa po zaobrączkowaniu młodych gałęzi i ich otuleniu wilgotnym mchem nie jest wysoka. W przypadku modrzewia amerykańskiego obserwowano ukorzenianie się 30% względnie 70% odkładów powietrznych (C h o u i n a r d 1956, C h o u i n a r d, P a r r o t 1958). Zastosowanie regulatorów wzrostu (5, 10 lub 20 mg NAA/1 g talku) przyczyniło się do ukorzenienia 50 - 100% odkładów powietrznych na 10 - 14-letnich szczepach lub siewkach różnych gatunków modrzewia, pod warunkiem nacinania półobrączek, a nie pełnych obrączek, na otulanych pędach (S a k a m o t o 1972). Większość odkładów powietrznych (*L. koreana*, *L. leptolepis* i *L. gmelinii*) ginęła po odcięciu od roślin matecznych i posadzeniu.

PODSUMOWANIE

Okazuje się, że tylko dwa sposoby wegetatywnego rozmnażania modrzewia znajdują obecnie realne zastosowanie w praktyce szkółkarskiej ogrodniczej i leśnej: szczepienie wiosenne w gruncie i ukorzenianie sadzonek letnich. Szczepienie, choć niezbyt efektywne, jest niezbędne przy zakładaniu kolekcji klonowych i plantacji nasiennych, a więc tam, gdzie produkcja drewna nie odgrywa prawie żadnej roli, a chodzi najczęściej o możliwość pozyskiwania pyłku, przeprowadzania kontrolowanych krzyżówek i pozyskiwania materiału do rozmnażania przez sadzonki. Najczęściej stosowanym sposobem jest szczepienie w szparę boczną lub na przystawkę boczną z jęczyzkiem lub bez jęczyzka. Zrazy mogą być pozyskane zimą i przechowywane w lodowni w śniegu lub w chłodni w workach foliowych. Rozmnażanie z sadzonek pozwala na znacznie szybsze uzyskanie własnokorzeniowych rametów o dużej liczebności z pojedynczych ortetów lub ze sztucznych populacji, wywodzących się z wybranych drzew doborowych lub elitarnych. Materiał taki nadaje się do zakładania masowych upraw gospodarczych z preselekcjonowanego uprzednio materiału wyjściowego. W RFN (Kocięcki 1973) zaplanowano następujący program selekcji i rozmnażania wegetatywnego modrzewia: w latach 1968 - 1973 zamierzano spośród 1 000 000 siewek najlepszych pochodzeń wybrać 3000 ortetów, a po ich rozmnożeniu wegetatywnym pozostawić po kilkuetapowej ostrej selekcji po 25 latach 500 klonów najwyższej jakości, przy czym każdy z nich ma być reprezentowany przez 1000 młodych roślin. Z tego materiału wyjściowego będzie można pozyskać jednorazowo 260 000 000 ukorzenionych sadzonek, co pozwoli na założenie około 100 000 ha upraw gospodarczych.

W Wielkiej Brytanii (John 1979) zakłada się, że wychodząc z siewek pochodzenia mieszańcowego, wyhodowanych w szkółce, możliwe jest 10-krotne ich rozmnożenie wegetatywne w ciągu 4 lat. Przy intensywnym rozmnażaniu wegetatyw-

nym w szklarni możliwe jest w tym samym czasie 500-krotne rozmnożenie; wymaga to jednak stałego dopływu młodocianych klonów przeznaczonych na rośliny mateczne, gdyż klony (ramety) wyprowadzane z dojrzałych drzew (ortetów) cechuje wzrost silnie plagiotropowy. Wzrost ortotropowy może być zapewniony w wypadku wegetatywnego rozmnażania jedynie wtedy, gdy wiek roślin matecznych nie przekracza 4 lat.

Instytut Dendrologii PAN
ul. Parkowa 5
62-035 Kórnik

LITERATURA

- Achterberg H. H. 1959. Zur vegetativen Triebvermehrung einiger Forstgehölze. Forst u. Jagd 9 (2): 59 - 60.
- Andtfolk P. 1963. [First experiments on propagation by cuttings in the Foundation for Forest Tree Breeding]. Metsätaloudellinen Aikakauslehti, 1.
- Anonim 1943. Ärsberättelse över föreningen för växtförädling av skogs-träd verksamhet under år 1942. Svensk. Papp Tidn. 46, 451 - 458, 477 - 483, 501 - 506, 535 - 541, 572 - 577.
- Anonim. 1972. Metsänjalostussäätiö 1971 (The Foundation for Forest Tree Breeding in Finland 1971), Helsinki, 1 - 48.
- Anonim. 1974. Metsänjalostussäätiö 1973 (The Foundation for Forest Tree Breeding in Finland 1973), Helsinki, 1 - 31.
- Avrov F. D. 1969. Opyt sozdaniya privivočnykh lesosemennykh plantacij listvennicy v Sibiri. Lesn. Choz. 22 (7): 81 - 83.
- Avrov F. D. 1971. [Incompatibility of larch grafts on pine rootstocks]. Lesoved. (4): 37 - 42 (For. Abstr. 33, Nr 2484).
- Avrov F. D. 1977. Rost privočov listvennicy različnogo geografičeskogo proischoždenija. Zborn. Geografičeskie kultury i plantacii chvojnykh v Sibiri. Novosibirsk. Inst. Lesa i Drev. Sib. Otdel. AN USSR 124 - 153.
- Bánó I. Tapasztalataink a fenyőmegtermelő ültetvények létesítése terén. Erdő 1 (1): 57 - 65, 96, 99 - 100.
- Bärtels A. 1982. Rozmnażanie drzew i krzewów ozdobnych. PWN Warszawa.
- Biggin P. 1977. Vegetative propagation of hybrid larch. Res. Inform. Note, For. Commission, UK. No. 29, 1 - 2.

- Čeremskoj S. G. 1962. [Natural root grafting and stump-surface occlusion in a dense stand of *Larix sibirica*]. *Agrobiologija* 3: 450 - 451 (For. Abstr. 25, Nr 289).
- Chandler C. 1959. The propagation of *Larix* from softwood cuttings. *Contr. Boyce Thompson Inst.* 20 (3): 231 - 238.
- Chandler C. 1967. A progress report on the Larch improvement program at Boyce Thompson Institute. *Contr. Boyce Thompson Inst.* 23 (9): 316 - 326.
- Chouinard L. 1956. Essai de marcottage en l'air de *Betula papyrifera*, *Populus tremuloides*, *Larix laricina* et *Abies balsamea*. *Texte Conf. 36e Assembl. ann. Corp. Ingén. for Quebec*, 47 - 53.
- Chouinard L., Parrot L. 1958. The callusing and rooting of air-layers in *Betula papyrifera*, *Populus tremuloides*, *Larix laricina* and *Abies balsamea*. *Contr. Fonds Rech. for. Univ. Laval* No. 2, 16.
- Dimpflmeier R. 1954. Pflropfungen an Waldbäumen durch Professor Dr. Heinrich Mayr vor 55 bis 60 Jahren. *Zeitschr. Forstgenet.* 3 (6): 122 - 125.
- Dokučeva M. I. 1962. Čerenkowanie chvojnych porod v perenosnych parnikach. *Lesn. Choz.* 15 (11): 38 - 41.
- Efremov D. F. 1965. [Formation of an adventitious root system in Kurile Larch in central Kamchatka]. *Sborn. Trudov, Dal'nevost. Nauč.-Issledov. Inst. Lesn. Choz.* 7: 472 - 488 (For. Abstr. 29, Nr 1999).
- Gusev S. P. 1968. [The effectiveness of different methods of establishing *Larix sibirica* seed orchards by means of grafting]. *Lesn. Žurn., Archangel'sk* 11 (5): 154 - 155 (For. Abstr. 31, Nr 618).
- Hagman M. 1950. Metsäpuiden kasvullinen monistaminen (Vegetative propagation of forest trees). *Metsät.* (7/8): 240 - 244.
- Hamaya T., Sasaki C., Kurahashi A. 1968. Budding of larches at high position. *J. Jap. For. Soc.* 50 (12): 373 - 381.
- Hejnowicz A. 1970. Badania anatomiczne nad zrastaniem się szczepów limby (*Pinus cembra* L.) i szczepów modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.). *Arboretum Kórnickie* 15: 165 - 196.
- Hoffmann K. 1957. Freilandsommerpflropfungen mit Nadelhölzern. *Forst u. Jagd* 7 (5): 202 - 203.
- Huyn S. K. 1956. Forest tree breeding work in Korea. *Institute of Forest Genetics, Central For. Exp. Station, Suwon, Korea. Institute paper* No. 1: 1 - 16.
- Isikawa H. 1962. [The vegetative propagation of *Larix* by cuttings I.]. *Bull. For. Exp. Sta., Meguro* No. 135, 47 - 52. (For. Abstr. 24, Nr 455).
- Isikawa H. 1968. [Basic studies on the formation of adventitious roots in the cuttings of the species, mainly *Pinus* and *Larix*, that have difficulty in rooting. I. Studies on the internal conditions of cut-

- tings in the formation of adventitious roots]. Bull. For. Exp. Sta., Meguro No. 314, 77 - 109.
- Jakovleva L. V. 1970. Vlijanje stepeni rodstva komponentov na priživaemost' privivok chvojnyh porod. Bjul. Gos. Nikit. Bot. Sada 1: 15 - 17.
- John A. 1977. Vegetative propagation of hybrid larch (*Larix* × *eurolepis* Henry) in Scotland. Symposium in Uppsala, Sweden, February 1977, 129 - 136.
- John A. 1979. Propagation of hybrid larch by summer and winter cuttings. *Silvae Genetica* 28 (5/6): 220 - 225.
- Junovidov A. P. 1952. K poznaniju vnutrividovych vzaimootnošenij v lesu. *Lesn. Choz.* 5 (8): 11 - 13.
- Jurković M., Vidaković M. 1963. Prilog izučavanju vegetativnog razmnožavanja europskog ariša. *Topola*, Beograd 7 (31/33): 27 - 34.
- Kleinschmidt J. 1972. [Selection of East European Scots Pine, Norway Spruce and European Larch plus-trees for cultivation in Lower Saxony]. *Forstarchiv* 43 (4/5): 75 - 83 (For. Abstr. 34, Nr 76).
- Kobert H. 1979. Vegetative Vermehrung von Waldbäumen durch Triebstecklinge. *Berichte, Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen* No. 201, 1 - 8.
- Kocięcki S. 1973. Rozmnażanie świerka i modrzewia przez zrzezy. *Sylwan* 117 (11): 16 - 24.
- Komissarov D. A. 1938a. [Effect of growth substances upon rooting response of cuttings from Pine and other woody species]. *C.R. Acad. Sci. URSS* 31: 453 - 456 (For. Abstr. 1 str. 136).
- Komissarov D. A. 1938b. [Applying of growth substances to increase in rooting capacity of cuttings of woody species and shrubs] *C.R. Acad. Sci. URSS* 18: 63 - 68.
- Kurdiani S. 1908. O sravnitel'noj sposobnosti našich lesnyh derev'ev k vegetativnomu razmnoženiju pri pomošči čerenkov. *Lesn. Žurn.* 38 (3): 306 - 315.
- Larsen C. M. 1946. Experiments with softwood (non-lignified) cuttings of forest trees. *Forstl. Forsøgsv. Danm.* 17 (2): 289 - 443.
- Larsen C. S., Magius E. 1944. Podning og Okulering af Skovtraeer. *Dansk Skovforen. Tidskr.* 29 (2): 25 - 48.
- Lightly A. A., Faulkner R. 1963. Grafting conifers at Grizedale nursery. *Quart. J. For.* 57 (4): 293 - 301.
- Matthews J. D., Faulkner R., Mitchell A. F. 1963. Forest genetics: vegetative propagation. *Rep. For. Res. For. Comm. London* 1961/62, 58.
- Matthews J. D., Mitchell A. F. 1957. Vegetative propagation of Japanese Larch. *Rep. For. Res. For. Comm., London* 1956/57, 64.

- Pajchl J. 1951. Zakořeňování zelených modřinových řízků. Csl. Les. 31 (8): 181 - 182.
- Paves H. 1965. [Grafting Larches]. Metsanduse Tead. Uurim. Lab. Metsandusl. Uurim., Tallinn No. 4, 111 - 120 (For Abstr. 28, Nr 2154).
- Payette S., Boudreau F. 1972. [Natural layering in *Picea glauca* and *Larix laricina* on the semi-Arctic coast of Hudson Bay, Nouveau Quebec]. Naturaliste Canadien 99 (2): 131 - 133 (For Abstr. 34, Nr 155).
- Prokazin E. P. 1960. Novyj metod privivki chvojnyh dlja sozdanija semennyh učastkov. Lesn. Choz. 12 (5): 22 - 28.
- Prokazin E. P. 1972. Metod massovogo polučeniya mežvidovyh i mežrodovyh privivok chvojnyh v polevyh uslovijach. Bot. Žurn. 47 (7): 987 - 990.
- Robinson L. W., Wareing P. F. 1969. Experiments on the juvenile-adult phase change in some woody species. New Phytol. 68 (1): 67 - 78.
- Sakamoto T. 1972. [Experiment on air-layerings and cuttings of *Larix* species]. Technical Note, Oji Institute for Forest Tree Improvement No. 118, 1 - 8 (For. Abstr. 36 Nr 2023).
- Sato S. 1955. [Origin and development of adventitious roots in seedling cuttings of conifers. II.]. Bull. Tokyo Univ. For. No. 48, 115 - 128 (For. Abstr. 17, Nr 3883).
- Sato S. 1956. [Anatomical studies on the rooting of cuttings in coniferous species]. Bull. Tokyo Univ. For. No. 51, 109 - 158 (For. Abstr. 19, Nr 1664).
- Schröck O., Hoffmann K. 1957. Sommerpfropfungen im Freiland für die Anlage von Samenplantagen. Züchter 27 (5): 246 - 250.
- Stefansson E. 1952. Ympning av barrträd på friland. Svenska Skogs-Fören. Tidskr. 50 (2): 194 - 220.
- Šul'gin V. 1970. Opyt privivki chvojnyh v Komi ASSR. Lesn. Choz. 6: 82 - 86.
- Sylvén N. 1947. Årsberättelse över Föreningens för växtförädling av skogsträd verksamhet under år 1946. Medd. Fören. Växtförädl. 1947, No 44, 1 - 38.
- Tyystjärvi P., Karki L. 1969. Mass production of grafted conifers. 2nd FAO-IUFRO World Consult. For. Tree Breed. Washington 1969, No FO-FTB-62-11/2, Vol 2, 1279 - 1288.
- Wunder W. G. 1974. Vegetative propagation of Japanese larch. New Zealand Journal of Forest Science 4 (2): 161 - 166.
- Vincent G., Horák K., Malina A. 1960. Roubování modřinu. Práce Vyskum. Úst. Lesn. ČSR 18: 57 - 87.
- Yanagihara T., Tochiaki K. [On a method of controlled pollination of branch of Japanese Larch, having female flowers, by water

- cutting-grafting]. J. Jap. For. Soc. 41 (9): 354 - 355 (For. Abstr. 23 Nr 119).
- Z a v a d i l Z. 1967. Evaluating of difference in grafting of some coniferous tree species. Proc. 14th Congr. Int. Union For. Res. Organ., München 1967, Pt. III, Sect. 22, 191 - 204.
- Z a v a d i l Z. 1968. [Spring grafting of Larch in the open]. Práce Výskum. Úst. Lesn. Hosp. Mysl. Zbraslav-Strnady No. 36, 77 - 99 (For. Abstr. 31, Nr 2458).

VEGETATIVE PROPAGATION

Summary

Larch can be propagated asexually by grafting and rooting of cuttings. It can be grafted in winter in the greenhouse and in spring and summer in the open. For winter and spring grafting dormant and leafless scions are used, which can be stored at low temperature. For summer grafting the scions should be cut just before and only very short storage is possible. In this latter case the result is strongly weather-dependent and humid conditions before and after grafting are necessary. The stock plants can belong to other species of larch, but they should not differ in their phenophases too much from the grafted scions.

Grafting is applied to produce planting stock for seed orchards and clone archives, it can also be regarded as the first step of the vegetative propagation of older selected trees, because cuttings originating from old ortets are difficult to root.

Rooting of leafy cuttings in summer can be performed easily but the results are seriously improved by such modern technical means as plastic greenhouses, temperature control of the rooting medium, mist-spraying, application of fungicides and growth regulators. A very important condition is to use as young mother plants as possible, because rooting ability is highest when they are not older than 3-4 years. Cuttings from young mother plants grow much better than when they originate from older trees, because the phenomenon of plagiotropy is not so arduous here. Because of plagiotropic growth also grafted plants should be staked to overcome this tendency.

Discussed are also propagation methods applied very rarely as budding, rooting of leafless dormant hardwood cuttings and air-layering. From the practical point of view only spring grafting in the open and rooting of leafy cuttings in summer can be recommended.