

ANDRZEJ CHRZANOWSKI, KONRAD TOMASZEWSKI

## Zastosowanie chłodni dla przechowywania sadzonek drzew leśnych

Применение охладительных камер для хранения саженцев лесных деревьев

Use of a cool store for storage of forest tree seedlings

**T**worzenie szkółek wielkoobszarowych powoduje dużą koncentrację materiału sadzeniowego. Klasyczne metody dołowania nie gwarantują całkowitej skuteczności przechowywania. Z tego względu w ostatnim czasie w wielu krajach (kraje skandynawskie, W. Brytania, USA) dużą wagę przywiązuje się do przechowywania sadzonek w chłodniach.

Dzięki utrzymaniu niskich temperatur powietrza sadzonki w chłodniach przez cały okres przechowywania pozostają w stanie spoczynku. Unie możliwiony jest także rozwój grzybów patogenicznych. Wydłużony zostaje okres, w którym dokonywane mogą być odnowienia i zalesienia.

Chłodnie wykorzystywane dla potrzeb leśnictwa podzielić można na dwie grupy:

chłodnie proste — z bezpośrednim systemem chłodzenia,  
chłodnie pośrednie — z płaszczowym systemem chłodzenia.

W chłodniach z bezpośrednim systemem chłodzenia urządzenia chłodzące znajdują się wewnątrz magazynu do przechowywania sadzonek.

W chłodniach prostych niezbędne jest stałe kontrolowanie temperatury oraz wilgotności. W chłodniach tych spirale urządzenia chłodzącego mają wprawdzie znaczne rozmiary, powierzchnia ich jednak jest mała w porównaniu z objętością przechowalni. Dla zapewnienia wyrównanej temperatury, za układem chłodzenia montuje się „wachlarze”, których celem jest wywołanie cyrkulacji powietrza. Różnice temperatur między spiralami urządzenia chłodzącego a różnymi punktami przechowalni dochodzić mogą do 5°C, a nawet do 15°C. W związku z tym zachodzi zjawisko skraplania się i zamarzania pary wodnej na spiralach. W celu zachowania wymaganej wydajności urządzenia chłodzącego ze spirali należy systematycznie usuwać lód. Operacja ta wiąże się oczywiście z okresowym spadkiem wilgotności względnej powietrza wewnątrz chłodni podniesieniem temperatury, a tym samym z niebezpieczeństwem przesuszenia przechowywanego materiału. Wielu autorów (3, 4, 5) uważa, że utrzymanie w chłodniach pro-

stych wilgotności względnej równej 98% może być osiągnięte tylko przy temperaturze  $+1^{\circ}\text{C}$  i przy zastosowaniu nawilżaczy. Utrzymanie stałej, wysokiej wilgotności względnej bez pomocy sztucznych nawilżaczy jest możliwe przy użyciu bardzo dużych spirali chłodzących, które byłyby w stanie zapewnić małe zróżnicowanie temperatur wewnątrz przechowalni. Powietrze natomiast powinno przepływać najpierw przez spirale chłodzące, a następnie przez urządzenia nawilżające i dopiero wtedy — wokół przechowywanych sadzonek. Konstrukcja takich chłodni jest bardzo kosztowna.

W chłodniach z płaszczowym systemem chłodzenia układ chłodzący znajduje się w oddzielnym pomieszczeniu. Ochłodzone powietrze przepływa między dwoma ściankami otaczającymi pomieszczenie do przechowywania sadzonek. Zewnętrzna ściana chłodni wykonana jest z izolatora ciepła, natomiast wewnętrzna — z dobrego przewodnika ciepła.

W chłodniach z pośrednim systemem chłodzenia temperatura, dzięki dużej powierzchni styku płaszcza zimnego powietrza z przechowalnią, szybko osiąga wymagany poziom i nie wykazuje wyraźnego zróżnicowania wartości. Utrzymanie odpowiednio wysokiej wilgotności jest tu łatwe, ponieważ powietrze w przechowalni nie ma bezpośredniego kontaktu z układem chłodzącym. W wypełnionej sadzonkami przechowalni para z transpiracji roślin szybko podnosi wilgotność względną powietrza do 95%, a nawet do 100%. Kiedy przechowalnia jest tylko częściowo wypełniona sadzonkami, wilgotność względną powietrza należy podnieść sztucznie, polewając podłogę wodą lub wstawiając naczynia z wodą.

O skuteczności przechowywania decydują nie tylko warunki panujące w chłodni, lecz również termin wyjęcia sadzonek ze szkółki i ich stan fizjologiczny, a także warunki panujące w czasie wysadzania i w pierwszych dniach po wysadzeniu.

W wielu pracach zwraca się uwagę na ujemne wyniki przechowywania spowodowane zbyt wczesnym wyjęciem sadzonek jesienią, gdy ich fizjologiczna aktywność jeszcze nie uległa zahamowaniu. R. Mullin i W. Bunting (8) oraz E. Stoue i G. Schubert (15) stwierdzili, że sadzonki wyjęte późną jesienią, po zakończonym procesie drewnienia, mniej cierpiały od uszkodzeń podczas wyjmowania i od niskich temperatur w czasie przechowywania, a także miały większą przeżywalność po wysadzeniu niż sadzonki wyjęte zbyt wcześnie.

Stwierdzenie, czy roślina znajduje się w stanie spoczynku jest trudne (10), gdyż brak jest pewnych wskaźników morfologicznych świadczących o stopniu „uśpienia” roślin. W jesieni głównym wskaźnikiem informującym o możliwości wyjmowania sadzonek jest wykształcenie pączków szczytowych. Podczas wyjmowania wczesną wiosną istnieje pewne ryzyko, gdyż sadzonki są metabolicznie aktywne na długo przed tym, nim pędy wykażą wizualne symptomy rozwoju, co może być przyczyną niezadowalających efektów przechowywania. Dlatego też badacze skandynawscy (12, 13) termin wyjmowania sadzonek łączą z momentem stopnienia śniegu w szkółce. Wyniki badań Aldhousa (1) wykazały, że przeżywalność sadzonek wyjętych zimą i później przechowywanych w chłodni jest większa niż sadzonek wyjętych wczesną wiosną i przechowywanych w ten sam sposób.

Większość gatunków drzew rozpoczyna wegetację, gdy temperatura powietrza podniesie się powyżej  $5^{\circ}\text{C}$  (1, 3, 4, 10). Wartość ta może więc

być uznana za temperaturę krytyczną, do której nie można dopuścić w czasie przechowywania. Jako optymalne do przechowania sadzonek w chłodni sugeruje się temperatury wahające się w granicach od  $-2^{\circ}\text{C}$  do  $+2^{\circ}\text{C}$  (1, 3, 4, 8). Z badań Zakładu Hodowli Lasu IBL wynika, że temperatura ta nie może być stała, lecz powinna się wahać w wyżej wymienionych granicach.

Intensywność procesów metabolicznych mierzy się ilością wydalanego przez roślinę dwutlenku węgla. Im mniejsze wydalenie  $\text{CO}_2$ , tym są słabsze procesy oddychania, tym mniejszy ubytek rezerw pokarmowych. Ilość rezerw pokarmowych z kolei w znacznym stopniu decyduje o prawdopodobieństwie przeżycia sadzonek po wysadzeniu w uprawie. Intensywność wydalenia  $\text{CO}_2$  osiąga wystarczająco małe wartości przy temperaturze od  $+1^{\circ}\text{C}$  do  $-2^{\circ}\text{C}$ . Dalsze obniżenie temperatury (np. do  $-6^{\circ}\text{C}$ ) powoduje już tylko nieznaczny spadek intensywności wydalenia  $\text{CO}_2$ .

Istnieje także zależność między temperaturą przechowywania a rozwojem szkodliwych grzybów pleśniowych. Zdania na ten temat są podzielone. Venn (16) i Yli-Vakkuri (17) stwierdzają, że dopiero temperatury w granicach  $-1^{\circ}\text{C}$  do  $-6^{\circ}\text{C}$  skutecznie zabezpieczają sadzonki przed atakami pleśni. Stwierdzają oni także, że większość gatunków drzew iglastych dobrze znosi przechowywanie w tych temperaturach, pod warunkiem, że sadzonki znajdują się w pełni „uśpienia” zimowego. Natomiast badania Aldhousa (1) nie wykazały istotnych różnic między zdrowotnością partii sadzonek przechowywanych w temperaturach  $+2^{\circ}\text{C}$  oraz  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Ważnym czynnikiem decydującym o powodzeniu przechowywania jest utrzymanie w roślinach odpowiedniego zapasu wilgoci. Osiąga się to przez wytworzenie wysokiej wilgotności względnej powietrza w bezpośrednim otoczeniu sadzonek. W większości publikacji (2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 17) podaje się wilgotność względną w granicach 90—95%.

Najwłaściwszym sposobem zabezpieczenia sadzonek przed wysuszeniem w chłodniach prostych jest zastosowanie worków foliowych wykonanych z polietylenu o grubości 0,05 mm. Wewnątrz worka foliowego wytwarza się wysoka wilgotność względna. Woda kondensuje na ściankach worka i spływa na dno, gdzie jest wchłaniana przez korzenie. Worki wiązane powinny być tak, by powstał mały otwór, średnicy palca, nie dopuszczający do nadmiernej kondensacji wody (1).

W chłodniach o płaszczowym systemie chłodzenia, w których przechowalnia jest odizolowana od systemu chłodzącego, łatwo jest wytworzyć i utrzymać wysoką wilgotność, w związku z czym sadzonki mogą być przechowywane bez zabezpieczenia (z odkrytym systemem korzeniowym) w różnego typu otwartych pojemnikach.

Jak wspomniano, sadzonki przechowywane w chłodniach narażone są na ataki różnego rodzaju grzybów pleśniowych. Próbuje się temu przeciwdziałać przez zabezpieczanie chemiczne (16). Ze stosowanych dotychczas środków pewną, niewielką skuteczność wykazał Thiram (dwusiarczek czterometylothiramu) w Polsce dostępny jako Sadoplone 75, który rozpylano bezpośrednio do torebek stosowanych do przechowywania sadzonek. Niepowodzenia chemicznych metod zabezpieczania sadzonek i zwalczania grzybni na uszkodzonych już sadzonkach zmuszają do zwrócenia baczniejszej uwagi na profilaktykę, która sprowadza się do przestrzegania następujących zasad:

- 1) przed umieszczeniem sadzonek w chłodni należy przeprowadzić kontrolę zdrowotności i usunąć sadzonki chore lub uszkodzone,
- 2) w czasie przechowywania należy przeprowadzać częste kontrole w celu wczesnego wykrycia oznak zaatakowania sadzonek przez grzyby,
- 3) w lecie, kiedy chłodnie są puste, należy dokładnie umyć regały, ściany, podłogi oraz sufit wodą zmieszaną ze środkami dezynfekującymi, np. Septyl. Wnętrze oczyszczonej przechowalni należy dokładnie wysuszyć i wywietrzyć.

Tendencje do wydłużenia zalesień i odnowień do pełni lata spowodowały znaczne wydłużenie okresu przechowywania. W związku z tym istnieje potrzeba zbadania, jak poszczególne gatunki drzew znoszą przechowywanie w niskich temperaturach, a także jak wpływa skrócenie okresu wegetacyjnego na rozwój wysadzonych sadzonek. Na pytania te próbował odpowiedzieć P o l l a r d (11). Materiał badawczy stanowiły sadzonki *Picea glauca*. Pierwszą partię sadzonek wysadzono z chwilą rozpoczęcia okresu wegetacyjnego, a następnie co 2 tygodnie — aż do początku lipca. Obserwacje wykazały, iż sadzonki, których rozwój opóźniono o mniej niż 6 tygodni, szybko doganiają w rozwoju sadzonki wysadzone bez opóźnienia. Natomiast sadzonki przetrzymywane w chłodni aż do czerwca—lipca mają słabe przyrosty nawet w 2 lata po wysadzeniu. A l d h o u s (1) stwierdził, że sadzonki wysadzone późnym latem (sierpień) wykazywały zwiększony stopień intensywnego rozwoju, który nie kończył się jednak wykształceniem pączków i zdrewnieniem przed nastaniem jesiennych przymrozków. Prace te wskazują, iż lepszym rozwiązaniem byłoby przetrzymywanie nadwyżek produkcyjnych do następnego sezonu wegetacyjnego. Dotychczas nie opracowano jednak zadowalającej techniki przechowywania sadzonek przez tak długi okres.

Decydujące znaczenie w przeciwdziałaniu rozwojowi grzybów pleśniowych ma składowanie sadzonek z suchą częścią nadziemną. Dlatego sadzonki przeznaczone do przechowywania w chłodni należy wyjmować podczas suchej, choć niezbyt ciepłej pogody. Warunki atmosferyczne w okresie późnej jesieni i wczesnej wiosny na ogół nie sprzyjają spełnieniu tego warunku. W związku z tym przy każdej chłodni powinna znajdować się suszarnia, aby uniezależnić termin wyjęcia sadzonek od panującej pogody. Niebezpieczeństwo suszenia polega na tym, iż sadzonki mogą stracić nie tylko wodę pokrywającą ich pędy, ale i część niezbędnego zapasu wilgoci. Dlatego do suszenia roślin powinien być użyty strumień powietrza zimnego, nie zaś ciepłego. Bezpieczniejszy sposób suszenia polega na zastosowaniu wirówek (3), w których sadzonki umieszcza się tak, by ich korzenie zwrócone były do osi bębna.

Drugą ważną fazą przygotowywania sadzonek do przechowywania jest ich sortowanie i pakowanie. Stoły sortymentacyjne i regały z pojemnikami do układania mogą znajdować się w suszarni. Pojemniki stosowane do przechowywania sadzonek są różne, zależnie od typu chłodni. W chłodniach o bezpośrednim systemie chłodzenia do przechowywania sadzonek powinny być użyte worki polietylenowe, o takiej długości, aby folia nie wywierała nacisku na liście przechowywanych sadzonek. Worki ustawia się na regałach niezbyt ściśle, aby przepływało między nimi powietrze. W chłodniach o płaszczowym systemie chłodzenia najlepiej stosować pojemniki skrzynkowe o pojemności nie większej niż 2—3 tys. sadzonek

(wysokość: 30—45 cm). Zbytne zagęszczenie sadzonek doprowadzić może do nadmiernego wzrostu temperatury.

Najlepiej od tego celu nadają się pojemniki plastikowe. Stosowanie pojemników drewnianych może przyczynić się do rozprzestrzeniania pleśni (3, 4). Pojemniki zabezpiecza się preparatami grzybobójczymi np. 3% siarczanem miedzi.

Podstawowe zalety chłodni polegają na uniezależnieniu warunków i długości przechowywania od panującej pogody, maksymalnym wykorzystaniu sprzyjających warunków meteorologicznych do zalesień, możliwości międzyoperacyjnego składowania sadzonek i przetrzymywania nadwyżek produkcyjnych.

#### LITERATURA

1. Aldhous J. R. — Cold Storage of Forest Nursery Plants. An account of Experiments and Trials 1958—63. „Forestry” 1964, nr 1.
2. Aldhous J. R. — Cold Storage of Seedlings. Extract from Rep. Forest. Res., „For. Comm. Lond.” 1967.
3. Brown R. M. — Cold Storage of Forest Plants. „Forestry Comm. Forest Record” 1973, nr 88.
4. Davies E. J. M. — Scarce Resource. „Scott. For”. 1968, nr 4.
5. Davies F. G., Lawson D. — Glenorchy Cold Storage. „Scott. For”. 1971, nr 1.
6. Faulkner R., Aldhous J. R. — Nursery Investigations. Rep. Forest Res., „For. Comm. Lond.” 1957.
7. Jorgensen E., Stanek W. K. L. — Overwinter Storage of Coniferous Seedlings as a Means of Preventing Late Frost Damage. „For. Chron”. 1962, nr 2.
8. Mullin R., Bunting W. — Refrigerated Overwinter Storage of Nursery Stock. „J. of Forestry” 1972, nr 70.
9. Neugebauer W. O. — Forsttechnische Umschau. Rationalisierung in Forstbaumschulen durch Kühlhauslagerung. „Forstrachiv” 1966, nr 10.
10. Oldenkamp L., Elk B. C. M. — The Storage Period for Forest Plants. „For. Abstr.” 1967, nr 29.
11. Pollard D. F. — Growth of White Spruce Seedlings Following Cold Storage. „For. Chron.” 1973, nr 4.
12. Räsänen P. — No stoa Jankohdan Pakkoustavan varastointiajan, pituudenja kastelunvaikutuksesta männyn taimien kemitykseen. „Acta Forestalia Fennica” 1970, nr 112.
13. Räsänen P., Yli — Vakkuri P., Hilli A. — Taimien talvivarastoinnista ja sen vaikutuksesta männyn taimien istutusk elpoisuuteen. „Acta Forestalia Fennica” 1968, nr 88.
14. Simon C. L. — Effect of Lifting Date. Cold Storage and Grading on Survival of some Coniferous Stock. „J. of For.” 1961, nr 59.
15. Stone E. C., Schubert G. H. — The Physiological Condition of Ponderosa Pine (*Pinus ponderosa* Laws.). Planting Stock as it Effects Survival after Cold Storage. „J. of For.” 1959, nr 57.
16. Venn K. — A Preliminary Study of Spraying Spruce Plant to Control Fungus Attack during Cold Storage. Norsk Skogbr 13(2), „For. Abstr.” 1967, nr 29.
17. Yli — Vakkuri P. — Overwinter Cold — Storage and its Effect on the Field Survival and Growth of Planted Scots Pine. „Acta Forestalia Fennica” 1968, nr 88.

Z Zakładu Hodowli Lasu Instytutu Badawczego Leśnictwa  
Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 9 lutego 1976 r.