

ANDRZEJ CHRZANOWSKI, ZBIGNIEW SIEROTA

## Wpływ przechowywania sadzonek sosny w chłodni na ich zdrowotność oraz udatność w uprawie

Влияние хранения саженцев сосны  
в охладительной камере  
на здоровосостояние  
и приживаемость в культуре

The influence of the storage of pine seedlings  
in cooler upon their health status  
and success after planting

### WSTĘP

**W**zględy ekonomiczne zmuszają do tworzenia wielkoobszarowych szkółek leśnych. Jednym z niekorzystnych tego następstw jest znaczna koncentracja materiału sadzeniowego w końcu okresu wegetacyjnego. W związku z tym wzrosło w ostatnich latach zainteresowanie długoterminowym przechowywaniem sadzonek w chłodniach.

W literaturze (1, 2, 3, 4) spotyka się przede wszystkim doświadczenia z dwu- lub trzyletnimi sadzonkami drzew liściastych, rzadziej iglastych. Brak jest natomiast doniesień dotyczących jednorocznej sosny, stanowiącej u nas podstawowy materiał produkcji szkółkarskiej.

Istotny wpływ na skuteczność przechowywania ma temperatura panująca w chłodni. Większość gatunków drzew rozpoczyna wegetację gdy średnia dzienna temperatura powietrza podniesie się powyżej 5°C (2). Wartość ta może więc być uznana za temperaturę krytyczną, do której nie można dopuścić w czasie przechowywania sadzonek. Niektórzy autorzy (1, 2, 3) sugerują stosowanie zmiennych temperatur w przedziale od -2° do +2°C. Dušek (4), Hafemann i Spatzier (6) uważają, że temperatura podczas przechowywania powinna być stała; szkodliwe są zwłaszcza częste zmiany między temperaturami plusowymi a minusowymi.

Utrzymanie stałej temperatury w czasie przechowywania jest bardzo ważne, ponieważ istnieje ścisła zależność między temperaturą przechowywania a procesami metabolicznymi rośliny. Intensywność tych procesów mierzona jest ilością wydalanego przez roślinę dwutlenku węgla. Im mniejsza jest intensywność wydalanania CO<sub>2</sub>, tym słabsze są procesy oddychania, tym mniejszy jest ubytek rezerw pokarmowych. Ilość rezerw pokarmowych z kolei w znacznym stopniu decyduje o prawdopodobień-

**Ocena zdrowotności sadzonek  
w poszczególnych okresach przechowywania**  
(W tabeli wykazano procent sadzonek z objawami chorobowymi  
w poszczególnych próbkach po 50 sztuk sadzonek)

Temperatura przechowywania	Długość okresu przechowywania w tyg.)					
	4	8	12	16	20	24
	sadzonki umieszczone w chłodni 1.XII.1976					
+2°	8	26	50	85	100	100
-2°	7	16	15	15	15	50
-4°	8	0	0	0	8	15
	sadzonki umieszczone w chłodni 1.III.1976					
+2°	10	30	60			
-2°	0	0	0			
-4°	0	0	0			

stwie przeżycia sadzonek po wysadzeniu w uprawie. Intensywność wydalenia CO<sub>2</sub> osiąga małe wartości po obniżeniu temperatury od zakresu od +1° do -2°C; dalsze obniżanie temperatury (do minus 6°C) powoduje nieznaczny już spadek intensywności wydalania CO<sub>2</sub>.

Feiler i wsp. (5) na podstawie wyników badań wpływu przechowywania sadzonek sosny w różnych temperaturach (+2° i +6°C) na zawartość węglowodanów (cukrów i skrobi), wody i intensywności wymiany gazowej stwierdzili niekorzystny wpływ temperatury +6° na badane reakcje fizjologiczne związane z długoterminowym przechowywaniem.

Prawidłowe przechowywanie sadzonek wymaga układu temperatur zapewniających nie tylko pełną ich przeżywalność i udatność po wysadzeniu, lecz również i ograniczających rozwój grzybów pasożytniczych i saprofitycznych, rozwijających się na osłabionym wskutek zmienionych warunków materiale sadzeniowym.

Uważa się, że temperatury minimalne dla większości grzybów zawarte są w granicach -1° do +5°C (7) i w tym zakresie następuje całkowite ograniczenie rozwoju grzybów. Niektórzy badacze (8, 9) stwierdzili, że dopiero temperatury w granicach -1° do -6°C skutecznie zabezpieczają sadzonki przed porażeniem. Stwierdzili także, że większość gatunków drzew iglastych dobrze znosi przechowywanie w tych temperaturach, pod warunkiem, że sadzonki znajdują się w pełni uśpienia zimowego. Badania Aldhousa (1) natomiast nie wykazały istotnych różnic między zdrowotnością sadzonek przechowywanych w temperaturze +2° a zdrowotnością sadzonek, które znajdowały się w temp. -5°C.

Ważną rolę w prawidłowym przechowywaniu sadzonek odgrywa również sposób ich zabezpieczania przed wysuszeniem. Osiąga się to przez wytworzenie bardzo wysokiej wilgotności względnej w bezpośrednim oto-

czeniu sadzonek. Według Duška (4), przy długoterminowym przechowywaniu sadzonek wilgotność względna nie powinna spadać poniżej 98%, natomiast przy krótkoterminowym (do 1 miesiąca) wartość ta może obniżyć się do 96%. Najpewniejszym sposobem zapewnienia tak wysokiej wilgotności względnej powietrza jest umieszczenie sadzonek w workach polietylenowych. Wewnątrz nich, wskutek transpiracji sadzonek, szybko wytwarza się wilgotność 100%, z kolei sprzyjająca rozwojowi grzybów powodujących pleśnienie sadzonek i prowadzących do ich osłabienia lub zamarcia.

Sadzonki zaatakowane przez grzyby podczas przechowywania po wysadzeniu na uprawie szybko zamierają, co zmusza do wprowadzania poprawek i tym samym powiększa koszty produkcji. Istnieją wprawdzie wzmianki w literaturze (1, 2), że sadzonki nawet zaatakowane przez niektóre grzyby przeżywają i rozwijają się normalnie, jednak z praktycznego punktu widzenia należy dążyć do zachowania pełnej żywotności sadzonek i wyeliminowania grzybów, potencjalnych czynników chorobotwórczych w tych warunkach.

W pracy przedstawiono wyniki doświadczenia, którego celem było ustalenie wartości hodowlanej sadzonek sosny przechowywanych w chłodni w różnych temperaturach.

#### MATERIAŁ I METODYKA

Materiał doświadczalny stanowiły sadzonki sosny pospolitej I klasy jakości, wyjmowane ze szkółki w Lasach Doświadczalnych IBL w Janowie Lubelskim w terminach 30.XI.1975 r. i 28.II.1976 r., a następnie wiązane w pęczki po 50 sztuk. Do przechowywania używano woreczków polietylenowych o wymiarach 50 × 40 cm. Do każdego woreczka wkładano dwa pęczki sadzonek tak, aby systemy korzeniowe nakładały się na siebie. Woreczki wiązano z pozostawieniem niewielkiego otworu umożliwiającego wymianę powietrza i nie dopuszczającego do nadmiernej koncentracji pary wodnej. Następnego dnia po przewiezieniu woreczków z sadzonkami do chłodni ułożono je na regałach w pomieszczeniach chłodniczych o temperaturach: +2°, -2° i -4°C. Wilgotność względna powietrza w chłodni w okresie przechowywania wahała się w granicach 91—96%. Sadzonki umieszczone w chłodni 1.XII przechowywano 16, 20 i 24 tygodnie, zaś 1.III — przechowywano przez 4, 8 i 12 tygodni.

Z każdego wariantu wyjmowano 24 dnia każdego miesiąca po 50 sadzonek do ilościowej i jakościowej oceny zdrowotności. W każdej próbie oznaczano procentowo liczbę sadzonek wykazujących objawy chorobowe (przebarwienie igliwia, ślady grzybni lub owocowania grzybów na igliwiu i korzeniach itp.) oraz pobierano do szczegółowych oznaczeń po 10 losowo wybranych sadzonek z każdej próbki. Sadzonki dezynfekowano powierzchniowo 96% alkoholem etylowym i przepłukiwano wielokrotnie jałową wodą destylowaną, a następnie umieszczano w wilgotnych kamerach w celu uzyskania wzrostu grzybów zasiedlających sadzonki. W wypadku braku makroskopowych objawów świadczących o występowaniu grzybów fragmenty sadzonek wyszczepiano na pożywkę standardową.

Sadzonki umieszczone w chłodni 1.XII, po 16, 20 i 24 tygodniach przechowywania transportowano w tych samych woreczkach wprost

Częstość występowania grzybów na badanych sadzonkach  
w zależności od temperatur przechowywania

Nazwa grzyba	Temperatury			Miejsce występowania	
	+2°	-2°	-4°	iglawie	korzenie
<i>Alternaria tenuis</i> Nees	++	+	+	+	
<i>Arthrotrrys superba</i> Corda	+	+	+		+
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Fr.	++	+		+	
<i>Chaetomium funiculum</i> Cooke	+	+	+		+
<i>Cylindrocarpon didymum</i> Wollenw.	+	+			+
<i>C. radicumicola</i> Wollenw.	++	++	+		+
<i>Fusarium</i> sp.	++	+	+		+
<i>Gliocladium roseum</i> Bainier		+			+
<i>Lophodermium pinastri</i> (Schrad.) Chev.	+++	++	+	+	
<i>Mortierella polycephala</i> Coemans	+				+
<i>Penicillium</i> sp.	+	+		+	
<i>Pullularia pullulans</i> (De Bary) Berkh.	+			+	
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> Bain.	+		+		+
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Fr.	++	+	+	+	+
<i>Trichothecium roseum</i> Link	++			+	
<i>Verticillium alboatrum</i> Reinke et Berthold	+	+			+
<i>V. tenerum</i> (Nees) Lind		+			+
Ogółem gatunków	15	13	8	7	11

Częstość występowania w poszczególnych temperaturach oceniano wg skali:

- + występowanie sporadyczne
- ++ występowanie liczne
- +++ występowanie obfite

z chłodni na uprawę i wysadzano w czterech powtórzeniach po 50 sztuk w układzie bloków losowanych, w więźbie 25 × 10 cm, na powierzchni przygotowanej pełną orką. W podobny sposób wysadzono sadzonki umieszczone w chłodni 1.III, przechowywane 4, 8 i 12 tygodni. Sadzonki przechowywane przez 4 i 16 tygodni wysadzono 1.IV.1976 r., następne partie materiału wysadzono w odstępach czterotygodniowych. Sadzonki po wyjęciu z chłodni (oprócz wysadzonych 1.IV), w zależności od wariantu temperatury, przechodziły cykl adaptacyjny w temperaturach: -4°, -2°, +2° i 6°C. Ponieważ po posadzeniu panowała sucha pogoda, uprawę deszczowano dwa razy w tygodniu, do końca sierpnia.

Po zakończeniu okresu wegetacyjnego (20.X.1976 r.) wykonano ocenę udatności uprawy na podstawie liczby sadzonek o prawidłowym wzroście, nie wykazujących objawów chorobowych lub objawów świadczących o zakłóceniach w rozwoju, oraz pomierzono przyrosty wysokości.

Okresowe kontrole stanu zdrowotnego w czasie przechowywania wykazały stopniowy wzrost liczby sadzonek o cechach osłabienia lub porażenia. Objawiało się to głównie żółknięciem i brunatnieniem igliwia oraz zamieraniem systemów korzeniowych, na których obserwowano skupiska grzybni lub owocowanie wielu grzybów pasożytniczych i saprofitycznych.

W porównaniu z innymi wariantami, najczęstsze występowanie grzybów stwierdzono na sadzonkach przechowywanych w temperaturze  $+2^{\circ}\text{C}$ . Już po 2 miesiącach przechowywania, 26—30% badanych sadzonek wykazywało objawy chorobowe (tab. 1). Przedłużanie okresu przechowywania w tych warunkach spowodowało dalsze zmniejszenie liczby egzemplarzy zdrowych, zaś po 6 miesiącach na wszystkich sadzonkach wystąpiły zmiany chorobowe dyskwalifikujące ich wartość hodowlaną.

Temperatury minusowe wyraźnie ograniczały rozwój grzybów na badanym materiale. Sadzonki przechowywane w temp.  $-4^{\circ}\text{C}$  w niewielkim tylko stopniu wykazywały cechy porażenia, a po 6 miesiącach przechowywania stwierdzono objawy chorobowe zaledwie na 15% sadzonek.

Wyniki izolacji przeprowadzonych z materiału sadzeniowego sterylizowanego powierzchniowo są dowodem obecności grzybów zasiedlających żywe lub zmarłe tkanki roślinne. Nie powinny być one bezpośrednio odnoszone do stanu rzeczywistego, ponieważ wskutek sterylizacji zredukowano potencjalne możliwości rozwoju innych grzybów, np. glebowych, które w warunkach przechowywania mogłyby w istotny sposób wpływać na zmniejszenie odporności sadzonek.

Ogółem uzyskano wzrost 17 gatunków grzybów różnych klas systematycznych, wśród nich 5 gatunków o charakterze pasożytniczym — *Lophodermium pinastri*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp., *Cylindrocarpon* sp., *Verticillium* sp. Większość stwierdzonych gatunków to występujące powszechnie grzyby glebowe, wzrastające na martwych częściach organicznych w glebie (tab. 2).

Wśród grzybów rozwijających się na igliwii najczęściej notowano osutkę sosny — *Lophodermium pinastri*, która w warunkach zwiększonej wilgotności przerastała igliwie grzybnią i obficie owocowała. Znacznie rzadziej notowano występowanie *Trichothecium roseum*, *Alternaria tenuis*, *Gliocladium roseum*, *Aureobasidium pullulans* oraz *Trichoderma viride*, które w tych warunkach zasiedliły osłabione tkanki aparatu asymilacyjnego.

Na systemach korzeniowych stwierdzono liczne występowanie *Fusarium* sp., *Cylindrocarpon radiclecola*, rzadziej *Verticillium* sp., *Arthrobotrys superba*.

Wraz z obniżaniem temperatury stwierdzono zmniejszanie się liczby gatunków zasiedlających sadzonki oraz częstości ich występowania. Na sadzonkach przechowywanych w temp.  $-4^{\circ}\text{C}$  obserwowano nie tylko dwukrotnie mniej gatunków grzybów, lecz również ograniczone ich występowanie. Z punktu widzenia zdrowotności sadzonek temperatura  $+2^{\circ}$  okazała się najmniej korzystna i nie powinna być stosowana przy przechowywaniu jednorocznych sadzonek sosny.

Wyniki przeprowadzonej 20.X.1976 r. kontroli udatności sadzonek na powierzchniach doświadczalnych założonych 1.IV, 1.V i 4.VI.1976 r. (średni procent z czterech powtórzeń) przedstawiono w tabeli 3. Dla wariantu

**Udatność jednorocznych sadzonek sosny  
w zależności od temperatury  
i długości okresu przechowywania**

Temperatura	Okres przechowywania w tygodniach					
	od 1 grudnia			od 1 marca		
	4	8	12	16	20	24
+2°	66,5	37,5	0	0	0	0
-2°	72,8	71,5	71,0	44,8	39,5	42,0
-4°	—	72,0	77,3	—	74,5	42,0

o temperaturze +2° największą udatność (66,5%) stwierdzono przy przechowywaniu sadzonek do 4 tygodni. Ponieważ przyjęto za zadowalającą udatność upraw 70%, wynika stąd, że jest to maksymalny dopuszczalny okres przechowywania sadzonek sosny w tej temperaturze. Przy temperaturze -2° okres ten wydłuża się do 12 tygodni (udatność 71%), zaś przy -4° nawet do 20 tygodni (udatność 74,5%).

W celu dokładniejszego określenia zależności między temperaturami a okresem przechowywania pomierzono przyrosty wysokości sadzonek w tych powtórzeniach, w których udatność wynosiła powyżej 70%. Wyniki przedstawia tabela 4. Największe przyrosty wysokości stwierdzono u sadzonek przechowywanych przez 8 tygodni w obydwu temperaturach minusowych (odpowiednio 37,3 i 39,0 mm), najmniejsze u sadzonek przechowywanych przez 4 tygodnie w -2°C.

Należy podkreślić, iż prezentowane wyniki dotyczą doświadczeń rozpoznawczych, które były prowadzone na niewielkim materiale badawczym i wymagają kontynuacji.

#### DYSKUSJA I WNIOSKI

Ocena udatności sadzonek sosny po 4 i 16 tygodniach przechowywania nie jest kompletna, gdyż nie uwzględniono wyników wariantu przechowywania sadzonek w temp. -4°C, ponieważ uzyskane wyniki udatności w poszczególnych powtórzeniach były bardzo rozbieżne i wahały się od 0 do 80%. Wbrew wskazaniom D u š k a (4) sadzonki wyjęto z chłodni bezpośrednio przed wysadzeniem na uprawie. „Szok temperaturowy” u sadzonek spowodowany tak nagłą zmianą przyczynił się prawdopodobnie do uzyskania negatywnych wyników. D u š e k proponuje, aby przed wysadzeniem stopniowo wyrównywać temperaturę przechowywania do temperatury otoczenia, podwyższając ją stopniowo o 2—3° tygodniowo. Miało to także wpływ na sadzonki z wariantu -2° po 4 tygodniach przechowywania, gdzie średni przyrost wysokości sadzonek był wyraźnie mniejszy od pozostałych średnich.

Oprócz badanych zmiennych, na wzrost podatności sadzonek na infekcję grzybową mógł również wpłynąć odmienny stan fizjologiczny poszczególnych partii materiału sadzeniowego. Teza o odmienności tego stanu wynika stąd, że poszczególne partie sadzonek wyjmowano w różnych

**Roczny przyrost wysokości sadzonek sosny  
w zależności od temperatury  
i długości okresu przechwywania**

Temperatura	Okres przechowywania w tygodniach					
	od 1 marca			od 1 grudnia		
	4	8	12	16	20	24
+2°	25,5					
—2°	21,8	37,3	23,5			
—4°	—	39,0	24,2	—	32,3	

miesiącach roku, choć z drugiej strony obydwaj terminy przypadły na okres zimowy, a więc na okres kiedy materiał sadzeniowy znajdował się w stanie uśpienia. Można wnioskować, że różnice w stanie fizjologicznym (obie partie sadzonek tego samego pochodzenia) były tak niewielkie, że przy analizie danych tabeli 3 można je pominąć.

Sadzonki, które wykazywały objawy chorobowe podczas okresowych kontroli, po wysadzeniu na uprawę szybko zamierały. Największe szkody notowano na skutek zniszczenia aparatu asymilacyjnego przez *Lophodermium pinastri* i *Trichothecium roseum* oraz porażenia systemów korzeniowych przez grzyby glebowe (*Cylindrocarpon* sp., *Fusarium* sp.), które w warunkach wysokiej wilgotności obficie owocowały na badanym materiale. Najmniejsze uszkodzenia wykazywały sadzonki przechowywane w obydwu temperaturach minusowych, zwłaszcza w  $-4^{\circ}\text{C}$ . Najmniejsza zdrowotność sadzonek przechowywanych w temp.  $+2^{\circ}$  może być tłumaczona ich intensywniejszym oddychaniem, co w konsekwencji prowadziło do nadmiernej kondensacji pary wodnej i sprzyjało rozwojowi grzybów.

Po wysadzeniu na uprawę stwierdzono dużą zależność udatności od długości okresu przechowywania w danej temperaturze. Sadzonki z temp.  $+2^{\circ}$  wykazywały zadowalającą udatność zaledwie po 4 tygodniach przechowywania, natomiast z temp.  $-4^{\circ}$  nawet po 20 tygodniach. Wydłużenie okresów „bezpiecznych” dla przechowywania sadzonek prowadziło w konsekwencji do osłabienia materiału i obniżenia udatności. Według Aldhousa (1) długość tego okresu zależy nie tylko od gatunku i jakości materiału sadzeniowego oraz temperatury przechowywania, lecz także od terminu wyjęcia sadzonek i terminu rozpoczęcia przechowywania.

Osobnym zagadnieniem przy tym sposobie przechowywania jest zapewnienie odpowiednich warunków mikroklimatycznych w chłodni przez kontrolowaną, sprawną pracę urządzeń chłodniczych i zapewnienie właściwego przewietrzania, nie dopuszczającego zarówno do przesuszenia, jak i nadmiernego zawilgocenia sadzonek.

Z praktycznego punktu widzenia, wydaje się również słuszne stosowanie w chłodniach dodatkowych komór z regulowaną temperaturą, w których można byłoby stopniowo doprowadzać do odpowiedniego stanu fizjologicznego poszczególne partie sadzonek przed rozpoczęciem przechowywania w najniższych temperaturach, jak i przed wysadzeniem na uprawę.

Do przechowywania należy używać materiału I klasy jakości bez objawów osłabienia czy porażenia. W warunkach przechowywania, sadzonki chore stanowią potencjalne źródło rozprzestrzeniania się chorób pochodzenia grzybowego, a tym samym obniżania jakości hodowlanej materiału sadzeniowego.

Wydaje się również celowe stosowanie do torebek foliowych fungicydów z grupy karbaminianów (maneb, zineb), niszczących najczęściej spotykane w tych warunkach grzyby pasożytnicze.

#### LITERATURA

1. Aldhous J. R. — Cold Storage of Forest Nursery Plants. An account of Experiments and Trials 1958—1963. „Forestry” 1964, nr 1.
2. Brown R. M. — Cold Storage of Forest Plants. „Forestry Comm. Forest Record” 1973, nr 88.
3. Chrzanowski A., Tomaszewski K. — Zastosowanie chłodni do przechowywania sadzonek drzew leśnych. „Sylwan” 1976, nr 7.
4. Dušek V., Kotyza F. — Moderni lesni školharstvi — SZN Praha 1970.
5. Feiler S., Bellmann Ch., Michael G., Tesche M. — Pflanzenphysiologische Untersuchungen für die Über-Winterlagerung von Kiefersämlingen. „Beitr. Forstwirtsch.” 1974, nr 4.
6. Hafemann E., Spatzier B. Ergebnisse der Über-Winterlagerung von Kiefersämlingen im Kühlhaus. „Beitr. Forstwirtsch.” 1974, nr 4.
7. Lilly V. G., Barnett H. L. — Fizjologia grzybów. PWRiL, Warszawa 1959.
8. Venn K. — A Preliminary Study of Spraying Spruce Plant to Control Fungus Attack During Cold Storage. Norsk Skogbr 13/2 w „For. Abstr.” 1967, nr 29.
9. Yli-Vakkuri P. — Overwinter Cold Storage and Its Effect on the Field Survival and Growth of Planted Scots Pine. „Acta For. Fennica” 1968, nr 88.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 7 grudnia 1976 r.

#### Краткое содержание

В работе представлены результаты предварительных исследований здоровья и приживаемости однолетних саженцев сосны хранимых в мешочках с пленки в охладительных камерах. Саженцы находились на хранении в температурах  $+2^{\circ}$ ,  $-2^{\circ}$ ,  $-4^{\circ}\text{C}$  в течении с 4 до 24 недель. Периодические контроли здоровья показали наличие многих видов грибов; чаще всего выделенным оказывался *Lophodermium pinastri*, *Trichothecium roseum*, *Fusarium* sp., *Cylindrocarpon* sp. Самым хорошим состоянием здоровья в период хранения отличились саженцы находящиеся на хранении в температуре  $-4^{\circ}$ .

В соответствующее время саженцы были высажены в культуру и после окончания вегетационного периода была проведена оценка их приживаемости. Установлено, что при отрицательных температурах приживаемость является максимальной; принимая приживаемость в 70% удовлетворительной, установлено для отдельных температур допускаемые пределы хранения: 4 недели для температуры  $+2^{\circ}$ , 12 недель для  $-2^{\circ}$  и 20 недель для  $-4^{\circ}\text{C}$ .



## Summary

The paper presents results of preliminary studies on the health status and success of one-year old pine seedlings stored in foil bags in coolers. Seedlings were kept at the temperature of  $+2^{\circ}$ ,  $-2^{\circ}$ , and  $-4^{\circ}\text{C}$  during periods from 4 to 24 weeks. Periodical checks of the health status indicated the presence of numerous fungal species; *Lophodermium pinastri*, *Trichothecium roseum*, *Fusarium sp.*, and *Cylindrocarpum sp.* have been isolated most frequently. Seedlings kept in  $-4^{\circ}\text{C}$  indicated the best health status during the storage.

After an adequate time seedlings were planted in young plantation and following to the completion of vegetation season their success was appraised. Lowest mortality was found for both minus temperatures of storage. While accepting 70% success as satisfactory, following permissible periods of storage were identified for individual temperatures: 4 weeks for the temperature of  $+2^{\circ}$ , 12 weeks for  $-2^{\circ}$ , and 20 weeks for  $-4^{\circ}\text{C}$ .