

## ROLNICTWO ZAGRANICĄ

CZESŁAW MUŚNICKI

### METODYKA BADAŃ MROZODPORNOŚCI ROŚLIN UPRAWNYCH W INSTYTUCIE HODOWLI ROŚLIN NIEMIECKIEJ AKADEMII NAUK ROLNICZYCH W BERNBURGU (SAALE)

Instytut Hodowli Roślin Niemieckiej Akademii Nauk Rolniczych w Bernburgu, kierowany przez prof. dr F. Oberdorfa, zajmuje się, między innymi, badaniami nad odpornością roślin uprawnych na niskie temperatury. Badania te rozpoczęto w 1953 r. Ich celem było poznanie mrozoodporności rozmaitych gatunków, odmian i biotypów roślin uprawnych. Obecnie bada się, we współpracy z Niemiecką Centralną Stacją Oceny Odmian, co rok wszystkie odmiany zarejestrowane i zgłaszane do rejestru, a ponadto rody rozmaitych roślin uprawnych przesyłane przez hodowców. W pierwszych latach ograniczono się do badania ozimych form jęczmienia, pszenicy i żyta. Od 1960 r. objęto badaniami rzepak ozimy. Pracuje się również na poznaniem odporności kukurydzy na chłody w początkowym okresie wzrostu. Poza badaniami służącymi bezpośrednio ocenie odmian, oraz hodowli nowych odmian, prowadzone są także badania podstawowe w dziedzinie odporności roślin na niskie temperatury. W badaniach tych uczestniczą również Zakłady Fizjologii Roślin Uniwersytetów w Jenie i w Halle.

W badaniach mrozoodporności roślin Instytut Hodowli Roślin w Bernburgu posługuje się halą niskich temperatur, halą klimatyzowaną i zimnymi inspektami. W inspektach przygotowany jest materiał roślinny do testów odpornościowych na niskie temperatury. Inspekty nie różnią się od użytkowanych w ogrodnictwie.

#### I. WYPOSAŻENIE HALI NISKICH TEMPERATUR I HALI KLIMATYZOWANEJ

##### 1. Hala niskich temperatur

W hali niskich temperatur poddaje się rośliny testowaniu mrozem. Składa się ona z kabiny do prac wstępnych, którą nazywać będziemy przedkabiną i 3 kabin do stosowania niskich temperatur. W każdej kabinie i przedkabinie można regulować temperatury niezależnie od pozostałych kabin. Kabin i przedkabiną chłodzone są przy pomocy urządzenia chłodniczego, składającego się z:

1) agregatu chłodniczego WD 870C o wydajności 7000 kcal/godz. z kondensatorem chłodzonym wodą (zapotrzebowanie wody 1050 l/godz., zapotrzebowanie mocy 4 KW, silnik na prąd trójfazowy 380/660 V). Agregat wyposażony jest w wentyl magnetyczny i w manometry kontrolujące ssanie i tłoczenie;

2) czteroczęściowego parownika o łącznej powierzchni 140 m<sup>2</sup>, umieszczonego w komorze. Pobierana w czasie 1 godz. ilość ciepła wynosi 7 kcal/m<sup>2</sup>;

- 3) urządzenia ogrzewającego w komorze parownika służącego do odmrażania parnika w wypadku znacznego oblodzenia (zapotrzebowanie mocy 3 KW);
- 4) wentylatora w komorze parownika o średnicy 250 mm i wydajności 300 m<sup>3</sup>/godz. (zapotrzebowanie mocy 0,4 KW, silnik na prąd trójfazowy 220/380 V);
- 5) 2 wentylatorów w każdej kabinie i przedkabinie o średnicy 150 mm i wydajności 100 m<sup>3</sup>/godz. (zapotrzebowanie mocy 0,05 KW, silnik na prąd zmienny 220 V);
- 6) urządzenia ogrzewającego w każdej kabinie i przedkabinie (zapotrzebowanie mocy 1,2 KW);
- 7) 2 termometrów kontaktowych w każdej kabinie i przedkabinie z urządzeniem termostatycznym dla utrzymywania niskich temperatur;
- 8) termometru kontaktowego w każdej kabinie i w przedkabinie z urządzeniem termostatycznym dla utrzymywania wyższych temperatur;
- 9) termometru kontaktowego w każdej kabinie i w przedkabinie z urządzeniem termostatycznym dla regulowania wentylacji kabin, bądź przedkabin;
- 10) przewodów rurowych łączących agregat chłodniczy z parownikiem;
- 11) izolowanych kanałów powietrznych pomiędzy komorą parownika a kabinami niskich temperatur, bądź przedkabiną;
- 12) tablicy rozdzielczej.

Dla uniezależnienia temperatury w kabinach i w przedkabinie od warunków atmosferycznych, murowane ściany wzmacniające oraz podłogi izolowane są warstwą korkową. Dach i pozostałe ściany są poczwórnice oszklone. Celem przeciwdziałania nagrzewaniu się wnętrza kabin i przedkabin przez bezpośrednie promieniowanie słoneczne, hala ma wystawę północną, a ponadto szklany dach może być zacieniony drewnianymi żaluzjami. Wnikającą pomiędzy szyby parę wodną pochłania chlorek wapnia (CaCl<sub>2</sub>) umieszczony w zbiornikach zamontowanych na murowanych cokółach wspierających oszklone ściany kabin.

Kabiny chłodzi się za pomocą powietrza krążącego pomiędzy komorami parowników a kabinami niskich temperatur, bądź przedkabiną (chłodzenie pośrednie).

Schemat działania urządzeń chłodniczych jest następujący: kompresor (pompa ssąco-tłocząca) tłoczy ze zbiornika płynny chlorek metylu (CH<sub>3</sub>Cl) do dyszy rozpylającej parownika. W parowniku chlorek metylu rozpręża się i wyparowując odbiera otaczającemu parownikowi powietrzu ciepło. Pary chlorku metylu są zasysane przez kompresor, zagęszczane i tłoczone pod ciśnieniem przez kondensator chłodzony wodą. Środek chłodzący ulega tu skropleniu, w postaci płynu wtłoczony zostaje do zbiornika i jego obieg rozpoczyna się od nowa. Ochłodzone w komorach parowników powietrze kierowane jest przez wentylatory izolowanymi kanałami powietrznymi do kabin mrozowych, gdzie chłodne powietrze z parownika miesza się z powietrzem kabin, obniżając stopniowo jego temperaturę.

Ciepłe powietrze zostaje zassane z kabin do komory parnika i ponownie ochłodzone. Cyrkulacja powietrza pomiędzy kabinami mrozowymi a komorami parowników trwa do chwili uzyskania w kabinach żądanej temperatury. Umieszczone w kabinach i w przedkabinie termometry kontaktowe mierzą aktualną temperaturę powietrza i regulują pracę agregatów chłodniczych, uruchamiając lub zatrzymując je w zależności od temperatury, jaką zamierza się osiągnąć. Zimą osiąga się w kabinach temperatury do -20°C, latem zaś można obniżyć temperaturę w kabinach tylko o 30°C w stosunku do temperatury zewnętrznej.

Kabiny niskich temperatur i przedkabiną zaopatrzone są w grzejniki elektryczne, przy pomocy których można w krótkim czasie podnieść temperaturę w kabinach. Grzejniki stosuje się np. wówczas, gdy po zakończeniu testu mrozo-

wego odmraża się rośliny, względnie gdy następny przeprowadzany test wymaga wyższych temperatur od poprzedniego. Jednakową temperaturę w całej objętości kabiny uzyskuje się dzięki dwóm wentylatorom, sterowanym termometrem kontaktowym umieszczonym w najchłodniejszym miejscu kabiny.

## 2. Hala klimatyzowana

W hali klimatyzowanej materiał roślinny po teście mrozowym pobudzony zostaje do wegetacji. Hala służy również przygotowaniu roślin do badań podstawowych w dziedzinie odporności roślin na niskie temperatury.

Hala klimatyzowana składa się ze szklarni podzielonej na 8 kabin doświadczalnych i urządzeń klimatyzujących. W porównaniu z halą niskich temperatur, hala klimatyzowana jest gorzej zabezpieczona przed wpływem temperatury zewnętrznej (jednowarstwowe oszklenie, nieizolowane ściany i podłogi), dlatego możliwości regulowania temperatury i wilgotności są ograniczone. Latem można uzyskać najniższe stałe temperatury w granicach ok.  $+15^{\circ}\text{C}$  w dzień. W wypadku bezpośredniego promieniowania słonecznego szklany dach hali musi być zaciemniony. Osiąga się wtedy 15-stopniową różnicę temperatur między kabiną a temperaturą zewnętrzną. Przy pomocy urządzenia chłodzącego nie można obniżyć temperatury poniżej punktu zamarzania. Podczas ostrych zim halę ogrzewa się dodatkowo ciepłym powietrzem. Urządzenia klimatyzacyjne składają się z: 1) urządzenia chłodzącego (środkiem chłodzącym jest tu amoniak, który chłodzi wodę); 2) urządzenia ogrzewającego; 3) urządzenia nawilgacającego powietrze; 4) systemu urządzeń regulujących.

Schemat działania urządzeń chłodzących i ogrzewających jest następujący: schłodzona woda tłoczona jest do specjalnej komory, gdzie zostaje rozpryskana za pomocą dysz, ochładzając powietrze przetłaczane przez komorę. Schłodzone powietrze tłoczone jest z kolei centralnym kanałem powietrznym do hali. Temperatura powietrza w centralnym kanale nie może być wyższa od temperatury, jaką zamierza się uzyskać w kabinie o najniższej temperaturze. W hali kanał rozgałęzia się na wszystkie kabiny. W częściach wlotowych rozgałęzień kanału umieszczone są elektryczne grzejniki, sterowane termometrem opornikowym. Grzejniki te podnoszą w miarę potrzeby temperaturę powietrza wchodzącego do poszczególnych kabin doświadczalnych. Zimą urządzenie chłodzące zostaje wyłączone, a regulacja temperatury w centralnym kanale następuje za pomocą elektrycznego grzejnika, umieszczonego w komorze urządzenia chłodniczego. Powietrze w kabinach doświadczalnych, osiągnąwszy zbyt wysoką lub zbyt niską temperaturę, zasysane zostaje z kabin do centralnego kanału odpowietrzającego i zależnie od swej wilgotności wypchnięte na zewnątrz lub skierowane do ponownego obiegu. Temperaturę w poszczególnych kabinach można podnieść za pomocą grzejników elektrycznych maksymalnie o około  $25^{\circ}\text{C}$  ponad poziom temperatury w centralnym kanale.

Żadaną wilgotność względną powietrza uzyskuje się przy pomocy regulatora wilgotności sprzężonego z hydrografem i połączonego z kanałem doprowadzającym schłodzone lub ogrzane powietrze do każdej kabiny. Przy niedoborze wilgoci, wentyl regulujący otwiera w kanale dopływ wody, która przechodząc przez urządzenie dozujące, zostaje rozpryskana w postaci mgły. Wtłaczane do kabin powietrze porywa drobne kropelki wody, które wyparowując zwiększają jego wilgotność.

## II. METODYKA BADAŃ

## 1. Przygotowanie roślin do badań

Nasiona roślin przeznaczonych do badań na mrozoodporność wysiewa się w optymalnym dla danego gatunku terminie w gliniane doniczki różnej średnicy (dla pszenicy — 14 cm, dla jęczmienia i żyta — 14 i 16 cm, dla rzepaku i rzepiku — 20 cm) lub w skrzynki. Doniczki napelnia się mieszaniną gleby, w której skład wchodzi: 9 części gleby z pola, 3 części ziemi kompostowej, 3 części piasku i 1 część torfu z torfów niskich. Torf i piasek nadają mieszaninie dobrą strukturę i teksturę, zapobiegając jej zaskorupieniu wskutek podlewania doniczek; ziemia kompostowa wprowadza potrzebne roślinom mineralne substancje pokarmowe. Mieszanki nie nawozi się nawozami mineralnymi, lecz dla orientacji oznacza się w niej zawartość przyswajalnego  $P_2O_5$  i  $K_2O$  oraz kwasowość hydrolityczną. Do czasu testowania, doniczki pozostają w odkrytych zimnych inspektach. W wypadku silniejszych opadów inspekty nakrywa się oknami. Zimą temperatura w inspektach nie powinna spadać poniżej  $-6$  do  $-7^{\circ}C$ , aby nie dopuścić do powstawania niekontrolowanych uszkodzeń mrozowych. W wypadku spadku temperatury zewnętrznej poniżej dopuszczalnej, inspekty przykrywa się oknami i słomianymi matami. W celu zabezpieczenia systemu korzeniowego przed wnikaniem mrozu z boków doniczek, zagłębia się je w ziemi. Dzięki umieszczeniu roślin w inspektach, można je testować w dowolnym okresie zimy, z wykluczeniem modyfikujących czynników ubocznych, jak np. silne opady, wiatry itp. Przez cały okres przygotowania roślin kontroluje się w inspektach temperaturę za pomocą termografów.

Dla niektórych badań podstawowych z zakresu fizjologii wymarzenia i mrozoodporności, rośliny przygotowuje się w hali klimatyzowanej.

Testy mrozowe w hali niskich temperatur przeprowadza się od późnej jesieni do końca zimy. Rośliny testowane w jesieni oraz przygotowane w hali klimatyzowanej hartuje się w przedkabinie. Również rośliny wysiewane w inspektach i testowane zimą dohartowuje się sztucznie. W Bernburgu dohartowuje się rośliny w dwóch fazach. W pierwszej fazie stosuje się temperaturę  $\pm 0^{\circ}C$  do  $+ 1^{\circ}C$  przez 5 dni. Natomiast gdy hartowanie roślin przebiega w całości w warunkach sztucznych, pierwsza faza hartowania trwa około 12 dni. W drugiej fazie, tak przy dohartowywaniu, jak i hartowaniu roślin, stosuje się temperaturę  $-2^{\circ}C$  przez 24 godz. i  $-4^{\circ}C$  przez dalsze 24 godziny. Rośliny poddaje się testom mrozowym bezpośrednio po zakończeniu hartowania.

## 2. Przeprowadzanie testu mrozowego

W każdej kabinie mrozowej skrzynie z doniczkami umieszczone są na dwóch poziomach. Gdy wyłączą się wentylatory znajdujące się w kabinach, temperatura w skrzyni górnej jest o  $\pm 2^{\circ}C$  wyższa niż w skrzyni dolnej. Taki rozkład temperatur umożliwia jednoczesne przeprowadzenie testów mrozowych o dwóch temperaturach, różniących się o około  $2^{\circ}C$ . Przez włączenie wentylatorów można wyrównać temperatury na obu poziomach.

Dla ochrony korzeni roślin przed wnikaniem mrozu przez ściany doniczek, doniczki są izolowane torfem. W ten sposób oddziaływanie niskich temperatur ogranicza się tylko do odkrytej warstwy gleby w doniczce. Oddziaływanie mrozu jest zatem podobne, jak w warunkach polowych. Gdy zamierza się badać rośliny w wa-

runkach zaostrzonych, usuwa się izolację torfową. Warunki takie stosuje się w badaniach rodów lub biotypów w selekcji na mrozoodporność. Dla wyeliminowania wpływu zlokalizowania doniczek, doświadczenie zakłada się metodą łacińskiego kwadratu, układów kratowych lub losowanych bloków, co najmniej w 6 powtórzeniach.

Przy prowadzeniu badań na mrozoodporność uzyskiwanie przekonywujących wyników zależy od wyboru odpowiedniej temperatury testowania oraz czasu jej oddziaływania. W Bernburgu przy testowaniu nieznanego materiału stosuje się 2—3 zakresy temperatur. Zakresy niskich temperatur są ustalone oddzielnie dla różnych gatunków badanych roślin; np. dla pszenicy ozimej wynoszą one od  $-13^{\circ}\text{C}$  do  $-17^{\circ}\text{C}$ , dla żyta ozimego od  $-15^{\circ}\text{C}$  do  $-20^{\circ}\text{C}$ , dla jęczmienia ozimego od  $-10^{\circ}\text{C}$  do  $-15^{\circ}\text{C}$ . Okres testowania trwa zwykle 28 godzin. W wypadku gdy temperatura zewnętrzna jest zbyt wysoka i nie pozwala na uzyskanie w kabinach żądanych temperatur — przedłuża się odpowiednio okres testowania.

Odmrażanie roślin po zakończeniu testu powinno odbyć się powoli, ponieważ nagła zmiana temperatur może wywołać dodatkowe uszkodzenia roślin. W Bernburgu odmrażanie przeprowadza się kolejno w temperaturze  $-5^{\circ}\text{C}$  przez 12 godzin, w temperaturze  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  przez następnych 12 godzin. Po zakończeniu odtajania przenosi się rośliny do hali klimatyzowanej, pozostawiając je przez pierwszych 6 dni w temperaturze: w dzień  $+10^{\circ}\text{C}$  i w nocy  $+5^{\circ}\text{C}$  i następnych 10 dni w temperaturze: w dzień  $+15^{\circ}\text{C}$ , nocą  $+10^{\circ}\text{C}$ .

W okresie pierwszych 6 dni od chwili przeniesienia roślin do hali klimatyzowanej występują w pierwszej kolejności objawy uszkodzeń mrozowych na organach nadziemnych rośliny, a następnie obserwuje się również obumieranie organów nadziemnych, spowodowane przemarzeniem korzeni. W ciągu dalszych około 10 dni rośliny regenerują uszkodzone organy lub giną. Okres ten, w zależności od stopnia uszkodzeń mrozowych i rośliny, może być krótszy lub dłuższy.

Schemat stosowania temperatur od chwili przeniesienia roślin do hali niskich temperatur do chwili ostatecznej wyceny szkód mrozowych przedstawia tabela 1.

Tabela 1

L. p.	Temperatura	Czas	Miejsce	Uwagi
1	$\pm 0$ do $+1^{\circ}\text{C}$	120 godz. lub ok. 288 godz.	przedkabina	pierwsza faza hartowania
2	$-2^{\circ}\text{C}$	24 godz.	kabina mrozowa	} druga faza hartowania
3	$-4^{\circ}\text{C}$	24 godz.	kabina mrozowa	
4	różna np. $-12^{\circ}\text{C}$ $-14^{\circ}\text{C}$ , $-16^{\circ}\text{C}$	28 godz. lub dłużej	kabina mrozowa	test mrozowy
5	$-5^{\circ}\text{C}$	12 godz.	kabina mrozowa	} odmrażanie
6	$\pm 0^{\circ}\text{C}$	12 godz.	kabina mrozowa	
7	$+5^{\circ}\text{C}$	12 godz.	kabina mrozowa	
8	dzień $+10^{\circ}\text{C}$ noc $+5^{\circ}\text{C}$	144 godz.	hala klimatyz.	pobudzenie wegetacji
9	dzień $+15^{\circ}\text{C}$ noc $+10^{\circ}\text{C}$	240 godz.	hala klimatyz.	początek wegetacji

### 3. Ocena mrozoodporności

Ocenę testowanego materiału przeprowadza się bonitując dwukrotnie szkody mrozowe na częściach nadziemnych roślin i jednokrotnie uszkodzenia systemu korzeniowego. Pierwszą bonitację części nadziemnych przeprowadza się po 2 dniach przebywania roślin w hali klimatyzowanej. Bonitacja ta ma na celu stwierdzenie bezpośrednich szkód wywołanych mrozem, objawiających się charakterystycznym ściemnieniem zielonych części roślin i utratą turgoru. Drugą bonitację części nadziemnych przeprowadza się po 16 dniach przebywania roślin w hali klimatyzowanej. Uszkodzenia mrozowe systemu korzeniowego ujawniają się wtedy na liściach, rośliny giną, bądź też zaczynają regenerować uszkodzone organy. Jednocześnie szacuje się szkody mrozowe na korzeniach. W Bernburgu stosuje się 11-stopniową skalę bonitacyjną uszkodzeń części nadziemnych i 5-stopniową bonitację uszkodzeń korzeni.

Nota „0” odpowiada roślinom bez uszkodzeń, zdolnym do dalszej wegetacji, bez żadnych zakłóceń. Notami „1—6” obejmuje się rośliny uszkodzone w różnym, lecz niewielkim stopniu. Nota „7” obejmuje rośliny silnie uszkodzone, których regeneracja jest jednakże możliwa. Tworzą one nowe liście i korzenie. Nota „8—9” obejmuje rośliny prawie totalnie uszkodzone, regeneracja ich nie jest już możliwa, jednakże w niektórych tkankach rośliny utrzymują jeszcze turgor (np. w łodydze, węźle krzewienia lub szyjce korzeniowej). Części roślin zachowują jeszcze kolor zielony. Totalnym uszkodzeniom odpowiada nota „10”; rośliny są martwe.

Dla przykładu podajemy szczegółową wycenę szkód na pszenicy i rzepaku.

#### Pszenica ozima

##### *Bonitacja wstępna, liczba liści 3,2 — 3,6*

- 0 — rośliny bez uszkodzeń.
- 1 — słabe uszkodzenia na końcach starszych liści.
- 2 — starsze liście uszkodzone do  $\frac{1}{3}$  długości.
- 3 — starsze liście uszkodzone do  $\frac{1}{2}$  długości lub tylko młodszy liść (trzeci) uszkodzony.
- 4 — starsze liście uszkodzone do  $\frac{2}{3}$  długości albo młodszy liść silniej uszkodzony, a starsze jak pod 1.
- 5 — starsze liście uszkodzone na całej długości lub młodszy liść martwy, a starsze uszkodzone do  $\frac{1}{3}$  długości.
- 6 — tylko najmłodszy liść (w początku rozwoju) nieuszkodzony lub tylko  $\frac{1}{3}$  blaszki liściowej starszych liści nieuszkodzona.
- 7 — wszystkie liście uszkodzone, ale źdźbło wykazuje jeszcze objawy życia.
- 8 — źdźbło tylko częściowo jeszcze zielone.
- 9 — tylko podstawa źdźbła ma jeszcze turgor.
- 10 — uszkodzone całe rośliny, brak turgoru w organach nadziemnych.

##### *Bonitacja ostateczna*

- 0 — rośliny bez uszkodzeń.
- 1 — słabe uszkodzenia na końcach starszych liści.
- 2 — silniejsze uszkodzenia mrozowe na końcach starszych liści.

- 3 — starsze liście do  $\frac{1}{2}$  uszkodzone lub młodszy liść (trzeci) zupełnie uszkodzony.
- 4 — około  $\frac{1}{2}$  liści na roślinie totalnie uszkodzonych.
- 5 — 2 starsze liście totalnie uszkodzone albo najmłodszy liść martwy.
- 6 — starsze liście totalnie uszkodzone, regeneracja objawia się odrastaniem najmłodszego liścia.
- 7 — liście i pędy totalnie uszkodzone, jednakże regenerowanie korzeni wskazuje na objawy życia rośliny.
- 8 — wszystkie organy rośliny martwe, niektóre części liści lub źdźbła jeszcze zielone. Źdźbło ma jeszcze turgor. Brak objawów regeneracji.
- 9 — tylko węzeł krzewienia ma jeszcze turgor, brak objawów regeneracji.
- 10 — uszkodzone całe rośliny, brak turgoru w organach wegetatywnych.

### R z e p a k o z i m y

#### *Bonitacja wstępna, liczba liści na roślinie 4,3*

- 0 — rośliny bez uszkodzeń.
- 1 — na brzegach starszych liści lekkie uszkodzenia mrozowe.
- 2 — silniejsze uszkodzenia dwóch najstarszych liści.
- 3 — jeden z najstarszych liści martwy.
- 4 — oba najstarsze liście totalnie uszkodzone.
- 5 — dwa najstarsze liście totalnie uszkodzone, na następnym liściu częściowe uszkodzenia.
- 6 — tylko najmłodszy (czwarty) liść nieuszkodzony.
- 7 — tylko liść sercowy nie uszkodzony lub z lekkimi uszkodzeniami mrozowymi.
- 8 — tylko niektóre części tkanek jeszcze zielone.
- 9 — nadziemna część rośliny totalnie uszkodzona, roślina zachowuje turgor tylko w szyjce korzeniowej.
- 10 — uszkodzone całe rośliny, brak turgoru w organach nadziemnych.

#### *Bonitacja ostateczna, liczba liści na roślinie 4,8*

- 0 — rośliny bez uszkodzeń.
- 1 — słabe uszkodzenia na brzegach najstarszych liści.
- 2 — silniejsze uszkodzenia na najstarszych liściach.
- 3 — najstarszy liść martwy.
- 4 — oba najstarsze liście martwe.
- 5 — najstarsza para liści martwa, następne liście częściowo uszkodzone.
- 6 — tylko najmłodszy liść nieuszkodzony.
- 7 — roślina regeneruje uszkodzenia najmłodszych liści.
- 8 — tylko niektóre części tkanek zielone, liść sercowy jeszcze zielony, ale zwiędnięty. Brak objawów regeneracji.
- 9 — liście zwiędnięte, lodyga utrzymuje turgor tylko w szyjce korzeniowej.
- 10 — totalne szkody mrozowe na pędzie i korzeniach, całkowity brak turgoru w nadziemnych organach rośliny.

#### *Bonitacja korzeni*

- 1 — korzeń główny i boczne nieuszkodzone.
- 2 — uszkodzone zakończenie korzenia głównego, korzenie boczne w pełni witalne.

3 — zakończenie korzenia głównego silniej uszkodzone, uszkodzone korzenie boczne.

4 — korzenie boczne zniszczone, korzeń główny wykazuje jeszcze objawy życia.

5 — system korzeniowy całkowicie zniszczony.

Ostateczną bonitację po 16 dniach przeprowadza się na wyjętych z ziemi roślinach. Równocześnie z bonitacją części nadziemnych bonituje się uszkodzenia korzeni. Rośliny nieuszkodzone i regenerujące się, objęte klasami bonitacyjnymi 0—7, sumuje się i wyraża w stosunku procentowym do liczby roślin poddanych badaniom. Podstawą do wyceny mrozoodporności są średnie noty z bonitacji ostatecznej.

Analogiczne podstawy dla oszacowania odporności roślin na mróz przyjmowali Ackerman (1927), Lueg (1929), Fuchs (1934), Granhall (1943), Zislavsky (1954). Noty z bonitacji wstępnej oraz liczba nieuszkodzonych i regenerujących roślin mają jedynie wartość orientacyjną i pomocniczą. Liczba nieuszkodzonych i regenerujących roślin ma większą wartość porównawczą, gdy liczebność osobników jest duża. Zwykle jednak liczebność osobników jest ograniczona możliwościami technicznymi metody.

Obiektywnym miernikiem porównywalności wyników jest analiza wariacji i przedział ufności. Przez wprowadzenie do doświadczeń odmian wzorcowych o znanej z doświadczeń laboratoryjnych i obserwacji polowych mrozoodporności (odmiany o dużej, średniej i małej odporności na wymarzenie) można wycenić wartość badanych obiektów. Ponieważ obserwacje polowe są najpewniejszą metodą oceny zimotrwałości, na co zwracali uwagę liczni badacze, np. Maksimow, Ackerman, Tumanow, doświadczenia przeprowadzane w laboratorium zaleca się powtarzać w polu na mikroparcelach. Wiosną oblicza się procent przezimowanych roślin, a uzyskane wyniki porównuje się z wynikami doświadczeń laboratoryjnych.

### III. NIEKTÓRE BADANIA NAD MROZOODPORNOCIĄ, PRZEPROWADZONE W BERNBURGU

Dla zilustrowania metodyki badań oraz jej zastosowania, służyć mogą doświadczenia przeprowadzone w Bernburgu przez H. D. Kocha pod kierownictwem prof. dr F. Oberdorfa oraz badania nad mrozoodpornością polskich odmian rzepaku, rzepiku i lnianki ozimej, które przeprowadziłem w Bernburgu w 1962 r.

#### 1. Badania nad mrozoodpornością zbóż w zależności od zaawansowania wzrostu (wg H. D. Kocha)

Wyniki zebrane w tabeli 2 wskazują, że mrozoodporność różnych odmian hodowlanych tego samego gatunku kształtuje się różnie w zależności od zaawansowania wzrostu. Mrozoodporność odmian jęczmienia ozimego Mittelfrühe II i Kleinwanzlebener Rekord była we wcześniejszych okresach wzrostu (1—3 liście) podobna, natomiast po wykształceniu 4 liści jęczmień Kleinwanzlebener Rekord był istotnie bardziej mrozoodporny.

Z porównania dwóch odmian żyta: Tetraroggen Bernburg i Petkuser Normalroggen wynika, że we wcześniejszym okresie wzrostu (1 liść) odmiana Tetraroggen Bernburg była istotnie bardziej mrozoodporna od odmiany Petkuser Normalroggen. Natomiast w późniejszych fazach wzrostu mrozoodporność odmiany Petkuser Normalroggen była większa.



Tabela 2

Mrozoodporność niektórych odmian jęczmienia ozimego i żyta  
w zależności od zaawansowania wzrostu (wg H. D. Kocha)

Ga- tunki	Odmiany	Bonitacja uszkodzeń*				Przedział ufności dla $P=0,05$
		Ilość liści na roślinie				
		1,1—1,2	1,8—2,0	3,0	3,9—4,3	
Jęczmień ozimy	1) Kleinwanzlebener Rekord	7,9	6,7	5,8	4,5	
	2) Mittelfrühe II	7,7	7,2	6,2	6,1	
	Różnica pomiędzy odmianami 2. a 1.	-0,2	+0,5	+0,4	+1,6	0,9
		1,1—1,4	2,0—2,2	3,0—3,2	4,3—4,8	
Żyto ozime	1) Petkuser Normalroggen	7,3	5,9	4,1	4,4	
	2) Tetraroggen Bernburg	5,8	6,4	4,9	5,2	
	Różnica między odmianami 2. a 1.	-1,5	+0,5	+0,8	+0,8	0,78

\* Bonitację uszkodzeń mrozowych przeprowadzono w skali 10-stopniowej, oznaczając liczbą 1 rośliny bez uszkodzeń, a liczbą 10 rośliny totalnie uszkodzone.

Dla uzyskania miary porównawczej odmian należy zatem wysiewać każdą z odmian w optymalnym dla niej terminie. Gdy poszukuje się odporności roślin na opóźniony zasiew, wysiewa się badane odmiany w kilku terminach.

## 2. Mrozoodporność zbóż w zależności od długości dnia podczas wegetacji jesiennej (wg H. D. Kocha)

W doświadczeniach badano po dwie odmiany jęczmienia ozimego, pszenicy i żyta. Wyniki zebrano w tabeli 3. Wskazują one na tendencję do mniejszej mrozoodporności przy skróconym dniu podczas jesiennej wegetacji roślin. Różnice te jednak w większości wypadków nie były udowodnione przy poziomie ufności 5%. I tak np. dla jęczmienia „Mittelfrühe II” różnice można udowodnić przy poziomie ufności  $p = 9,1\%$ , a dla pszenicy „Derenburger Silber” dopiero przy  $p = 43,4\%$ . Jęczmień ozimy Kleinwanzlebener Rekord najsilniej zareagował na długość dnia. Pszenica jara Peko, która rosła w warunkach długiego dnia, została przez mróz silniej uszkodzona, niż gdy przygotowywano ją w warunkach dnia krótkiego. Odmiana ta jako jara w warunkach długiego dnia uległa prawdopodobnie indukcji fotoperiodycznej. Pobudzona do dalszego rozwoju obniżyła jednocześnie swą mrozoodporność. Dodatni wpływ długiego dnia na mrozoodporność odmian ozimych można tłumaczyć intensywniejszym przebiegiem procesów asymilacji, który prowadzi do większego nagromadzenia cukrów w roślinie.

Doświadczenie wykazało, że prowadząc rośliny, przeznaczone do badań nad mrozoodpornością, zimą w hali klimatyzowanej, należy przedłużyć dzień, gdyż w warunkach krótkiego dnia mrozoodporność roślin jest mniejsza niż przy wysiewie w jesieni w warunkach naturalnego dnia.

Tabela 3

Porównanie uszkodzeń mrozowych na zbożach w zależności od długości dnia w czasie wegetacji jesiennej (wg H. D. Kocha)

Lp.	Odmiany	Bonitacja uszkodzeń*		Różnica 2—1	Istotność różnic przy poziomie p =
		dzień normalny** (1)	dzień krótki*** (2)		
Jęczmień ozimy					
1	Kleinwanzlebener Rekord	4,0	5,2	+1,2	0,1
2	Mittelfrühe II	5,4	6,1	+0,7	9,1
Żyto ozime					
1	Petkuser Normalroggen	5,8	6,5	+0,7	9,1
2	Tettraroggen Bernburg	6,6	7,3	+0,7	5,3
Pszenica					
1	Derenburger Silber (pszenica ozima)	3,9	4,3	+0,4	43,4
2	Peko (pszenica jara)	8,9	8,3	—0,6	1,1

\* Bonitacja uszkodzeń w skali 10-stopniowej.

\*\* dzień normalny — normalny dzień we wrześniu i październiku = 14—12 godzin.

\*\*\* dzień krótki — sztucznie skrócony do 8 godzin.

Tabela 4

Porównanie uszkodzeń mrozowych na pszenicy testowanej w różnych okresach zimy trzema zakresami temperatur (wg H. D. Kocha)

Daty kalendarzowe testowania	Odmiany	Bonitacja uszkodzeń*		
		—12°C	—14°C	—16°C
26—28. XI. 57	Minhardi	1,6	2,5	5,8
	Derenburger Silber	2,2	4,9	8,7
	Peko (pszenica jara)	8,2	9,6	10,0
8—10. I. 58	Minhardi	2,4	2,9	5,2
	Derenburger Silber	3,2	3,9	7,3
	Peko (pszenica jara)	8,0	9,9	10,0
25—27. II. 58	Minhardi	3,0	4,7	8,3
	Derenburger Silber	6,1	7,2	10,0
	Peko (pszenica jara)	9,2	10,0	10,0
18—20. IV. 58	Minhardi	4,8	8,7	9,0
	Derenburger Silber	6,4	9,8	9,9
	Peko (pszenica jara)	7,0	10,0	10,0

\* Bonitacja uszkodzeń w skali 10-stopniowej.

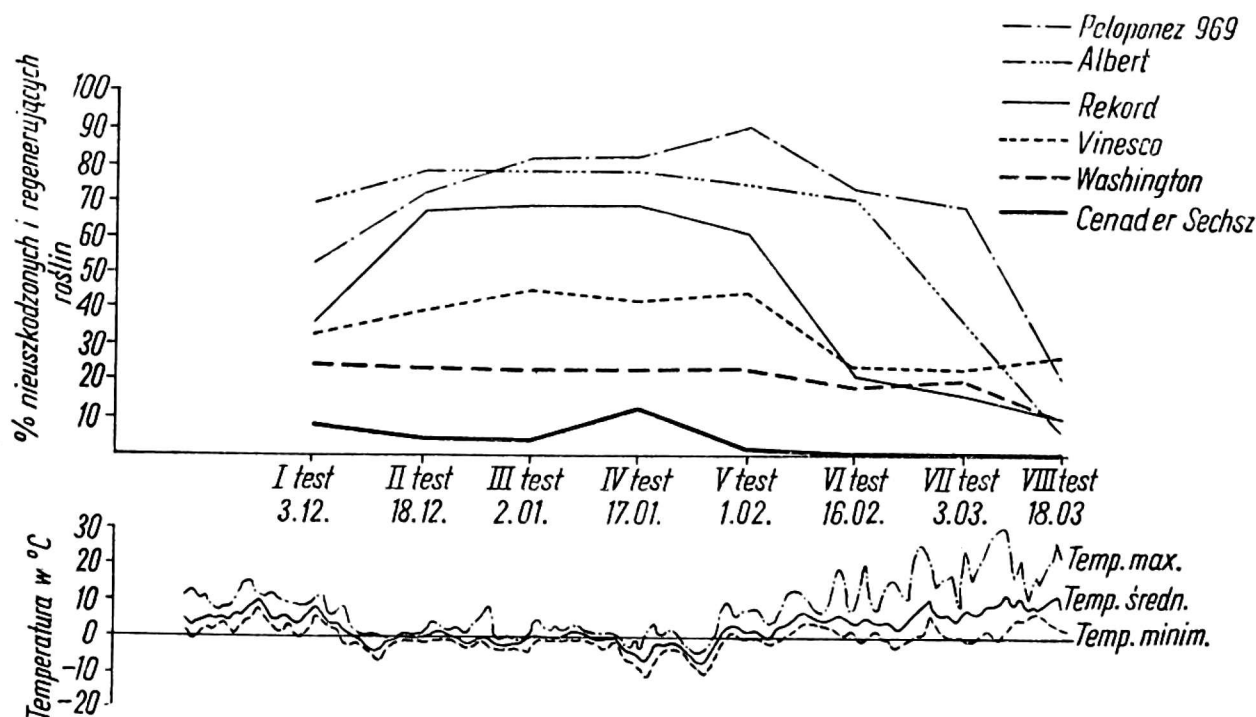
### 3. Mrozoodporność jęczmienia i pszenicy w różnych okresach zimy (wg H. D. Kocha)

W tabeli 4 i na rys. 1 przedstawiono wyniki 2 doświadczeń, w których badano mrozoodporność odmian pszenicy ozimej i jęczmienia ozimego w różnych okresach zimy.

#### a. Pszenica ozima (tabela 4).

W doświadczeniu badano 3 odmiany pszenicy w czterech okresach zimy przy zastosowaniu trzech zakresów temperatur. Rośliny przeznaczone do badań rosły w polu, a na 5 dni przed rozpoczęciem testów mrozowych przeniesiono je do hali niskich temperatur, gdzie poddano je dohartowaniu w temperaturze  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  do  $+1^{\circ}\text{C}$ . Wyniki zebrano w tabeli 4. Kształtowanie się temperatury zewnętrznej ilustruje rys. 1. Z danych zamieszczonych w tabeli 4 wynika, że najbardziej mrozoodporną odmianą była Minhardi, natomiast najmniej — pszenica jara Peko. Uszkodzenia mrozowe wzrastały w miarę obniżania temperatur. Szkody mrozowe w badaniach w dniach 25—27. II. i 18—20. IV były u odmian ozimych Minhardi i Derenburger Silber wyraźnie większe przy wszystkich zakresach temperatur, niż w badaniach w okresach wcześniejszych 26—28. XI i 8—10. I. Odmiana Peko w temperaturze  $-16^{\circ}\text{C}$  wymarzała zupełnie, niezależnie od okresu zimy, w którym przeprowadzono badania. Również w temperaturze  $-14^{\circ}\text{C}$  rośliny we wszystkich terminach wyginęły prawie całkowicie.

#### b. Jęczmień ozimy (rys. 1).



Rys. 1. Mrozoodporność jęczmienia w różnych okresach zimy (według H. D. Kocha)

Podczas zimy 1960/61 r. przeprowadzono badania mrozoodporności sześciu odmian jęczmienia ozimego. W okresie tym zastosowano 8 testów mrozowych w odstępach 15-dniowych pomiędzy 3. XII. 1960 a 18. III. 1961 r. Przed badaniem mrozoodporności rośliny rosły w polu i nie były sztucznie dohartowywane. Temperatura testowania  $-15^{\circ}\text{C}$ . Ocenę mrozoodporności przeprowadzono, licząc liczbę regenerujących i nieuszkodzonych roślin. Wyniki doświadczeń oraz temperaturę zewnętrzną ilustruje rys. 1. Wyniki badań wskazują, że reakcja odmian na działanie niską temperaturą w różnych okresach zimy była niejednakowa.

Odmiana Albert w pierwszym teście 13. II wykazała największą mrozoodporność. Nie wymarzło 70% roślin. Stan ten utrzymywał się w następnych 5 testach bez większych zmian. W ostatnich 2 testach liczba niewymarzniętych roślin wyraźnie zmniejszyła się, a w dniu 18. III pozostało mniej niż 10% roślin.

Odmiana Peloponez 969 — ilość niewymarzniętych roślin wzrosła z około 50% w teście pierwszym, do 90% w teście przeprowadzonym w dniu 1. II. W testach z 16. II i 3. III ilość niewymarzniętych roślin była nieco mniejsza, a w teście ostatnim spadła gwałtownie do 23%.

Odmiana Rekord charakteryzowała się wyraźnym wzrostem mrozoodporności w okresie pomiędzy testem I a II oraz gwałtownym spadkiem mrozoodporności pomiędzy testem V a VI.

Różnice w mrozoodporności w różnych terminach testowania u pozostałych 3 odmian: Vinesco, Washington i Cenader Sechszeil były dużo mniejsze. Szczególnie małymi różnicami w mrozoodporności odznaczała się odmiana Washington.

Na zmniejszenie się mrozoodporności niektórych odmian jęczmienia w końcu zimy wpłynął prawdopodobnie wzrost temperatury zewnętrznej, co mogło spowodować częściowe rozhartowanie się roślin rosnących w polu.

Wyniki omówionych doświadczeń wskazują, że mrozoodporność różnych odmian zmienia się w okresie zimy w różnym stopniu. Z tego względu dla oceny zdolności roślin do przezimowania należy przeprowadzić w okresie zimy kilka testów mrozowych.

#### 4. Mrozoodporność zbóż w zależności od temperatury i długości dnia w pierwszej fazie hartowania (wg H. D. Kocha)

W tabeli 5 zestawiono wyniki badań nad wpływem różnych temperatur i długości dnia w pierwszej fazie hartowania na mrozoodporność niektórych odmian jęczmienia ozimego, pszenicy i żyta. Wskazuje ona, że hartowanie w niższych temperaturach zwiększyło mrozoodporność. Stosowanie zmiennych temperatur dawało podobne lub nieco gorsze efekty hartowania, jak stałe temperatury w granicach  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  do  $+1^{\circ}\text{C}$ . Skrócony dzień w czasie hartowania powodował we wszystkich wypadkach obniżenie mrozoodporności.

#### 5. Mrozoodporność różnych odmian pszenicy ozimej w zależności od temperatury testowania (wg H. D. Kocha)

W tabeli 6 zestawiono wartości określające rozmiar szkód mrozowych u 20 odmian pszenicy testowanej trzema temperaturami:  $-13^{\circ}$ ,  $-15,5^{\circ}$  i  $-17^{\circ}\text{C}$ . Na podstawie uzyskanych wyników przy temperaturze  $-13^{\circ}\text{C}$ , badane odmiany można było podzielić na 2 grupy. Odmiany grupy pierwszej nr 1—10 uległy stosunkowo niewielkim uszkodzeniom, a zróżnicowanie wewnątrz tej grupy było małe. Grupa 2 obejmuje pozostałe odmiany. Uszkodzenia mrozowe tych odmian były znacznie większe, większe były również różnice w mrozoodporności tych odmian. O ile w grupie I rozpiętość między notami bonitacyjnymi wynosiła od 1,4 do 1,9, to w grupie II mieściła się w granicach 2,4—8,3. Odmiennie zachowały się badane odmiany przy temperaturze  $-15,5^{\circ}$  i  $-17,0^{\circ}\text{C}$ . Różnice w mrozoodporności między odmianami grupy I powiększyły się znacznie, natomiast w grupie II różnice międzyodmianowe w dużym stopniu uległy zatarciu. Zwłaszcza przy temperaturze

Tabela 5

Porównanie mrozoodporności różnych odmian zbóż ozimych w zależności od temperatury i długości dnia w pierwszej fazie hartowania (wg H. D. Kocha)

Obiekty	Dzień	Bonitacja uszkodzeń					
		jęczmień		pszenica		żyto	
		Kleinwanzleb. Rekord	Mittelfrühe II	Derenburger Silber	Peko (jara)	Petkuser Normalroggen	Tetraroggen Bernburg
±0 do 1°C	normalny*	2,8	2,4	1,9	4,1	2,6	2,8
±0 do 1°C	krótki**	5,4	6,1	5,9	9,3	6,7	7,3
3° do 5°C	normalny	3,1	3,4	2,6	6,5	4,1	4,8
3° do 5°C	krótki	4,9	5,9	6,1	9,9	6,5	7,6
Zmienne***	normalny	2,4	2,3	2,4	5,1	3,0	3,5
Zmienne	krótki	5,9	6,5	6,9	9,6	7,5	8,2
Kontrolna 10°C (±2°C)	normalny	8,2	8,7	8,2	9,7	9,4	9,6

Przedział ufności

przy  $P = 0,05$

0,6

0,9

0,8

\* normalna długość dnia we wrześniu i październiku = 14—12 godzin.

\*\* dzień sztucznie skrócony do 8 godzin.

\*\*\* za dnia +7° do +8°C; w nocy -1° do -2°C.

Bonitacja uszkodzeń w skali 10-stopniowej.

—17°C wszystkie odmiany grupy II uległy prawie całkowitemu zniszczeniu, a różnice w ich ocenie bonitacyjnej nie miały już większego, praktycznego znaczenia.

Omówione wyniki wskazują, że przy badaniu zestawu odmian o nieznannej mrozoodporności przeprowadzenie testu mrozowego przy jednym zakresie temperatury jest niewystarczające. Należy przeprowadzić co najmniej 2—3 testy przy różnych zakresach temperatur, aby można było wycenić odmiany o mniejszej i większej mrozoodporności.

6. Mrozoodporność 3 odmian pszenicy ozimej w zależności od temperatury testowania i czasu jej oddziaływania (wg H. D. Kocha)

W doświadczeniu badano 3 odmiany pszenicy ozimej o znanej z obserwacji polowej i doświadczeń laboratoryjnych mrozoodporności: 1. K o r s z o w (ZSRR) o dużej mrozoodporności, 2. D e r e n b u r g e r S i l b e r (NRD) o średniej mrozoodporności i 3. H a d m e r s l e b e n e r I I (NRD) o małej mrozoodporności. Stosowano 2 temperatury testowania: -13° i -15°C przez: 24, 36, 48, 60 i 72 godziny. Wyniki doświadczenia przedstawiono na rys. 2. Kształtowanie się temperatury w miejscu przygotowywania roślin ilustruje rys. 3. W miarę przedłużania okresu działania temperaturą -13°C do 60 godzin, różnice między odmianami były coraz większe. Działając tą temperaturą przez 72 godz., różnica między odmianami Korszow i Derenburger Silber zmniejszyła się. Działając temperaturą -15°C, największe różnice uwidoczniły się po 36 godz. Przy dłuższym okresie działania tą tempera-

Tabela 6

Porównanie mrozoodporności różnych odmian pszenicy ozimej w zależności od temperatury testowania (wg H. D. Kocha)

Lp.	Odmiany	Bonitacja uszkodzeń mrozowych* zakres temperatur		
		-13,0°C	-15,5°C	-17,0°C
1	Minhardi (USA)	1,4	1,3	3,2
2	Anna Migliori (Włochy)	1,4	2,2	4,4
3	Carsten VIII (NRF)	1,4	3,7	6,6
4	Kleinwanzlebener W. Weizen (NRD)	1,7	3,1	5,4
5	Crievener 192 (NRD)	1,7	2,9	7,3
6	Bastard II (NRD)	1,8	5,3	8,3
7	Handmerslebener IV (NRD)	1,8	6,1	8,0
8	Werla (NRF)	1,9	4,0	6,9
9	Derenburger Silber (NRD)	1,9	5,1	7,5
10	Carsten V (NRF)	1,9	5,4	8,0
11	Triumpf (NRF)	2,4	7,0	8,6
12	Tschermaks begr. Marchfelder (Austria)	2,5	6,5	8,8
13	Hages Basald (NRF)	3,3	7,6	9,0
14	Kadolzer (Austria)	3,4	7,3	8,7
15	Firlbeck I (NRF)	3,5	8,4	8,7
16	Etoile de Choisy (Francja)	4,9	7,9	9,6
17	Probstdorfer Rekord (Austria)	5,3	7,8	9,1
18	Walthari (NRF)	5,4	8,8	8,8
19	Peko (jara) (NRD)	5,8	8,6	9,8
20	Lichtifrüh (jara) (NRF)	8,3	9,4	9,9

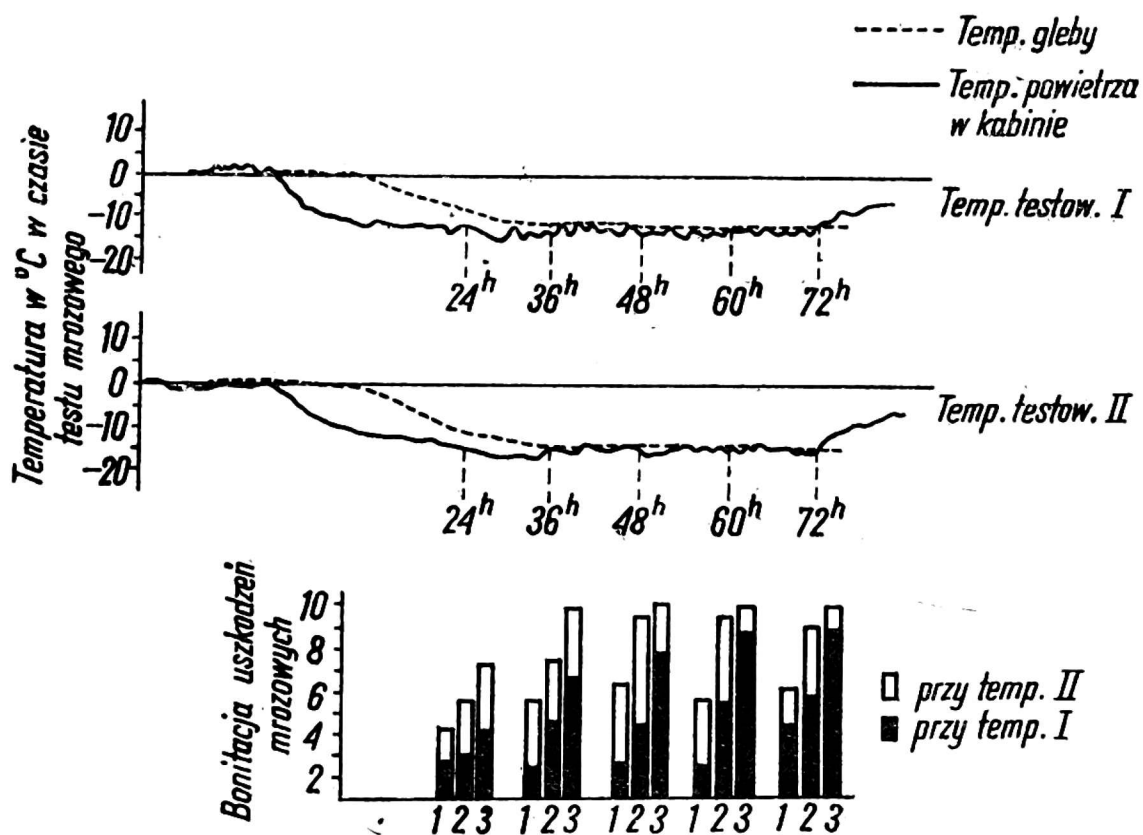
\* Bonitacja uszkodzeń w skali 10-stopniowej.

turą odmiany Derenburger Silber i Hadmerslebener II uległy prawie całkowitemu zniszczeniu, a niewielkie różnice pomiędzy nimi nie były istotne.

Oddziałując niższą temperaturą w krótszym czasie, można uzyskać podobne zróżnicowanie badanych obiektów, jak działając wyższą temperaturą przez dłuższy czas. Zbyt długie oddziaływanie niższą temperaturą powodowało całkowite zniszczenie odmian mniej mrozoodpornych i nie pozwoliło na wykazanie różnic między tymi odmianami.

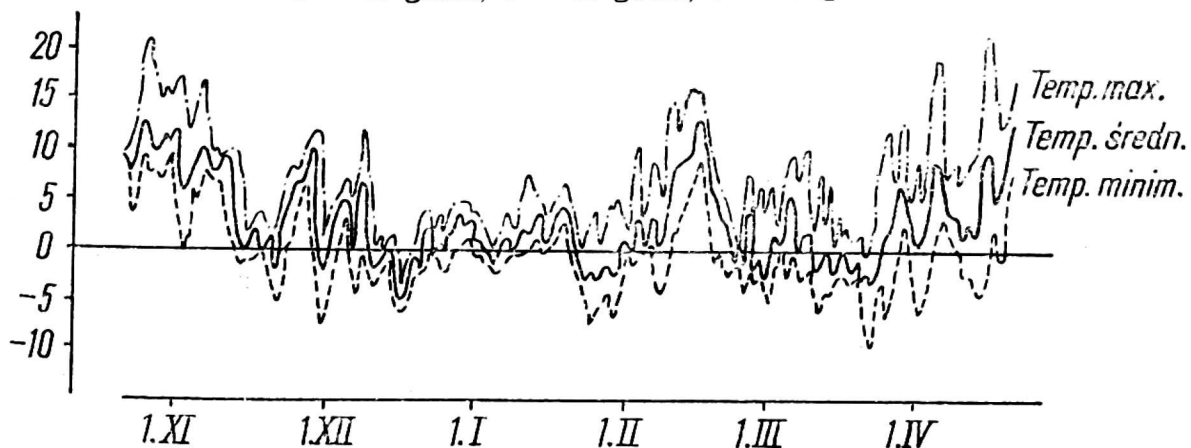
#### 7. Mrozoodporność różnych odmian rzepaku ozimego

Mrozoodporność polskich odmian rzepaku ozimego badano wraz z odmianami niemieckimi. Niemiecka służba odmianoznawcza corocznie zaszyfrowuje przesłane do badań odmiany i rody. W ten sposób unika się subiektywności w ocenie. Przy omawianiu doświadczeń będę się posługiwał nierozszyfrowaną numeracją odmian i rodów niemieckich, dla polskich odmian podaję ich nazwy. Wysiewu nasion dokonano 20 września 1961 r. w doniczki gliniane o średnicy 20 cm, które umieszczono w zimnych inspektach. Po wschodach w każdej doniczce pozostawiono 12 roślin. Doniczki rozmieszczono w kabinach w układzie kratowym. Liczba powtórzeń = 12. Liczba obiektów = 16. Bonitacja uszkodzeń części nadziemnych w 11-stopniowej skali bonitacyjnej (0—10). Testy wykonano w ciągu zimy w dwóch



Rys. 2. Porównanie mrozoodporności 3 odmian pszenicy ozimej w zależności od temperatury testowania i czasu jej oddziaływania (według H. D. Kocha):

Odmiany: 1. Korszow (ZSRR), 2. Derenburger Silber (NRD), 3. Hadmerslebener II (NRD). Zakres temperatur: 1. temp. testowania I  $-13^{\circ}\text{C}$ , 2. temp. testowania II  $-15^{\circ}\text{C}$ . Czas oddziaływania: 1 — 24 godz., 2 — 36 godz., 3 — 48 godz., 4 — 60 godz., 5 — 72 godz.



Rys. 3

terminach. Daty kalendarzowe testowania w I. terminie: od 20. XII. 1961, godz. 16.00 do 21. XII. 1961, godz. 20.00. Temperatura testowania w kabinach: zamierzona  $-15^{\circ}\text{C}$ , rzeczywista  $-14^{\circ}$  do  $-16^{\circ}\text{C}$ . Daty kalendarzowe testowania w drugim terminie: od 19. I. 1962, godz. 16.00 do 20. I. 1962 r., godz. 20.00. Temperatura w kabinach: zamierzona  $-15^{\circ}\text{C}$ , rzeczywista  $-14^{\circ}$  do  $-15,5^{\circ}\text{C}$ . Jako podstawę do wyceny mrozoodporności porównywanych odmian przyjęto bonitację ostateczną. Wyniki zebrano w tabeli 7. Podaną w tabeli 7 liczbę par liści kalkulowano w ten sposób, że na każdej roślinie obliczano liczbę par liści w pełni wykształconych oraz określono szacunkowo wielkość liści nie rozwiniętych, przyjmując wielkość liścia w pełni wykształconego za 1. Np. gdy pierwsza para liści była w pełni wykształcona i następna para miała połowę normalnej wielkości, zaawansowanie

Tabela 7

Mrozoodporność różnych odmian rzepaku ozimego Bernburg 1962

Nr doświadczenia	Odmiany	Liczba par liści na jednej roślinie		Wartość liczbowa bonitacji ostatecznej			% nieuszkodzonych i regenerujących roślin			Wartość liczbowa bonitacji wstępnej		
		I test	II test	I test	II test	średnio	I test	II test	średnio	I test	II test	średnio
101	Odmiany i rody niemieckie	1,4	1,3	8,8	7,9	8,4	18,3	34,8	26,5	6,0	6,6	6,3
102		1,6	1,5	8,5	7,5	8,0	23,2	33,5	28,3	5,6	6,3	6,0
103		1,5	1,5	8,3	8,4	8,3	27,3	20,5	23,9	5,1	6,5	5,8
104		1,4	1,5	8,0	6,4	7,2	36,2	49,1	42,6	5,1	5,6	5,3
105		1,5	1,4	8,5	8,4	8,4	26,4	21,0	23,7	5,5	6,7	6,1
106		1,5	1,3	8,6	7,8	8,2	22,5	33,2	27,9	5,5	6,0	5,7
107		1,7	1,6	8,2	7,4	7,8	29,9	37,6	33,8	5,3	5,8	5,5
108		1,4	1,4	9,0	7,5	8,2	12,6	33,8	23,2	5,3	5,7	5,5
109		1,6	1,5	8,9	8,4	8,7	18,6	31,4	25,0	6,9	7,0	6,9
110		1,5	1,4	8,1	8,1	8,1	22,5	30,4	26,5	5,4	6,6	6,0
111		1,3	1,4	9,1	8,9	9,0	8,3	18,6	13,5	7,4	7,8	7,6
112	1,7	1,6	8,4	8,0	8,2	20,0	25,4	23,2	5,4	6,4	5,9	
113	Warszawski	1,4	1,5	8,3	7,8	8,0	29,5	33,1	31,3	5,4	6,5	6,0
114	Skrzeszowicki	1,6	1,5	7,5	7,2	7,3	39,0	40,5	39,7	5,3	6,5	5,9
115	Górczański	1,7	1,6	8,2	8,3	8,2	26,1	25,3	25,8	6,5	7,1	6,8
116	Lembkes Malchower (kontrolna)	1,4	1,5	9,2	8,0	8,6	10,2	30,2	20,2	6,2	6,5	6,3

Przedział ufności

przy  $P = 0,05$

0,67 0,86 0,65 8,56 10,02 7,86

wzrostu określono liczbą 1,5. Z zestawienia liczby par liści wynika, że wszystkie odmiany rzepaku były podobnie zaawansowane we wzroście. Przeglądając natomiast średnie noty ostatecznej bonitacji, można stwierdzić, że rzepak Skrzeszowicki był bardziej mrozoodporny od Warszawskiego i Górczańskiego w obu testach, jednak w drugim teście, wykonanym w dniu 19—20. II, różnicy pomiędzy Skrzeszowickim i Warszawskim nie można udowodnić statystycznie. Gdy oprze się ocenę na średnich wartościach bonitacyjnych z obu testów, można stwierdzić, że rzepak Skrzeszowicki był istotnie bardziej mrozoodporny od Warszawskiego i Górczańskiego.

Celem wyraźniejszego uwypuklenia różnic między odmianami, w tabeli 7 zestawiono również procentowy udział roślin nieuszkodzonych i regenerujących. Dane te ułożyły się dla odmian analogicznie, jak średnie noty bonitacyjne, potwierdzając większą mrozoodporność rzepaku Skrzeszowickiego, w porównaniu do obu pozostałych odmian polskich.

Natomiast w mrozoodporności rzepaku Warszawskiego i Górczańskiego nie zachodzą istotne różnice ani w wartościach bonitacyjnych z pierwszego i drugiego testu, ani w średnich wartościach bonitacyjnych z obu testów. Nie ma również udowodnionych różnic w liczbie nieuszkodzonych i regenerujących roślin. Można



się tylko dopatrzeć statystycznie nieudowodnionej tendencji do większej mrozoodporności u rzepaku Warszawskiego, na co wskazuje również wynik z bonitacji wstępnej.

W porównaniu z odmianą kontrolną Lembkes Malchower, rzepak Skrzyszowicki był istotnie bardziej mrozoodporny. Natomiast rzepak Górczański i Warszawski wykazują tylko tendencję do większej mrozoodporności od odmiany Lembkes Malchower. Wśród odmian i rodów niemieckich znajdują się odmiany o znacznie mniejszej mrozoodporności od Skrzyszowickiego, jak np. nr 111, lecz jest również odmiana lub ród nr 104 o jeszcze nieco lepszej, jakkolwiek nie udowodnionej mrozoodporności niż Skrzyszowicki.

8. Mrozoodporność różnych odmian lniarki ozimej i jarej w porównaniu z rzepakiem i rzepikiem ozimym, w zależności od zaawansowania wzrostu roślin.

Zimą 1962 r. przeprowadzono 2 doświadczenia z wpływem zaawansowania wzrostu na mrozoodporność niektórych odmian lniarki ozimej i jarej, w porównaniu do rzepaku i rzepiku ozimego. W obu doświadczeniach wykonano zasiew w czterech jednakowych terminach siewu, w doświadczeniu drugim dodano jeszcze piąty termin siewu. Daty siewu były następujące: I — 20. II., II — 28. II., III — 8. III., IV — 16. III. i V (tylko w drugim doświadczeniu) — 24. III. 1962 r. W doświadczeniach badano 3 odmiany lniarki ozimej: Przybrodzka, Borowska i radziecka lniarka ozima o nieznanym pochodzeniu, 1 odmianę lniarki jarej: Bernburg (wprowadzona do doświadczeń dla kontrastu), jedną odmianę rzepaku ozimego: Skrzyszowicki i jedną odmianę rzepiku ozimego: Ludowy. Nasiona wysiewano w doniczki o średnicy 20 cm w szklarni. Po wschodach przerwano rośliny, pozostawiając 12 roślin w doniczce. Na 10 dni przed poddaniem roślin działaniu mrozu, przeniesiono doniczki do przedkabin, gdzie hartowano je przez 8 dni w temperaturze  $\pm 0^\circ$  do  $1^\circ\text{C}$ . Następnie przeniesiono je do kabiny, rozmieszczając w skrzyniach metodą losowanych bloków w układzie zależnym w 6 powtórzeniach. Podbloki I rzędu tworzyły terminy siewu, a w nich rozlosowano odmiany. W kabinie poddano rośliny hartowaniu przez 24 godziny w temperaturze  $-2^\circ\text{C}$  oraz przez dalsze 24 godziny w temperaturze  $-4^\circ\text{C}$ . W doświadczeniu pierwszym poddano rośliny działaniu temperatury  $-13^\circ$  do  $-14^\circ\text{C}$  przez 28 godzin, poczynając od 21. IV godz. 16.00 (test I). Zamierzona temperatura w kabinach miała wynosić  $-14^\circ\text{C}$ . W doświadczeniu drugim działano na rośliny temperaturą  $-15^\circ$  do  $-16^\circ\text{C}$  przez 30 godzin od 26. IV godz. 16.00 (test II). Zamierzona temperatura w kabinie miała wynosić  $-16^\circ\text{C}$ . Uszkodzenia części nadziemnych roślin bonitowano w skali 11-stopniowej (patrz str. 138—140). Dane dotyczące zaawansowania wzrostu w chwili rozpoczęcia testu mrozowego podano w tabeli 8.

Określenie zaawansowania wzrostu przeprowadzono w taki sam sposób, jak w doświadczeniu z porównaniem mrozoodporności różnych odmian rzepaku ozimego (patrz str. 147—148). Analiza zmienności uszkodzeń mrozowych dla obu testów wykazała silne współdziałanie odmian z terminami siewu i terminami testowania. Z tego powodu omówiono oddzielnie wyniki poszczególnych doświadczeń.

Z tabeli 9 i 10 wynika, że rzepak i rzepik ozimy oraz lniarka jara zostały, przy wszystkich terminach siewu, silniej uszkodzone przez mróz w teście II, gdzie stosowano w porównaniu do testu I temperatury o około  $2^\circ\text{C}$  niższe, a czas oddziaływania mrozem był o 2 godziny dłuższy. Lniarka ozima Przybrodzka i Borowska wykazały silniejsze uszkodzenia mrozowe w teście II, dopiero poczynając od trzeciego terminu siewu. Uszkodzenia radzieckiej lniarki ozimej były podobne

Tabela 8

## Przeciętna liczba par liści na 1 roślinie

Odmiany	Test I				Test II				
	terminy siewu								
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V
Lnianka ozima Przybrodzka	2,5	2,2	1,1	0,1	2,4	2,2	0,7	0,2	0,1
Lnianka ozima Borowska	2,7	2,2	1,1	0,2	2,4	2,3	1,4	0,3	0,2
Radziecka lnianka ozima	2,6	2,3	1,1	0,1	2,4	2,2	0,8	0,2	0,1
Lnianka jara Bernburg	2,7	2,3	1,1	0,2	2,6	2,5	1,4	0,3	0,2
Rzepak ozimy Skrzyszowicki	1,6	1,2	0,6	0,1	1,2	1,2	1,0	0,4	0,2
Rzepak ozimy Ludowy	1,7	1,3	1,1	0,2	1,5	1,2	1,5	0,4	0,4

Tabela 9

## Wartość liczbowa bonitacji ostatecznej w teście I i II

Odmiany	Test I				Test II				
	terminy siewu								
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V
Lnianka ozima Przybrodzka	1,3	0,5	1,3	0,5	1,0	1,1	3,5	3,2	6,3
Lnianka ozima Borowska	2,6	1,0	2,0	1,7	1,5	1,5	3,3	4,0	6,6
Radziecka lnianka ozima	0,3	0,4	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,8
Lnianka jara Bernburg	4,3	5,1	6,2	6,1	7,3	8,8	10,0	9,2	10,0
Rzepak ozimy Skrzyszowicki	2,5	2,1	5,1	6,5	5,0	4,5	7,9	9,8	9,8
Rzepak ozimy Ludowy	3,8	3,6	6,5	8,1	5,7	6,1	8,0	9,9	10,0

Przedział ufności dla odmian  
w poszczególnych terminach siewu = 1,74

1,79

Przedział ufności dla odmian  
w różnych terminach siewu = 1,89

1,91

w obu doświadczeniach. Wszystkie odmiany lnianki ozimej były bardziej mrozoodporne od lnianki jarej oraz rzepaku i rzepiku ozimego. Wynika to zarówno z wartości bonitacyjnych, jak i z ilości nieuszkodzonych i regenerujących roślin.

W teście I nie można było stwierdzić różnic w mrozoodporności badanych trzech odmian lnianki ozimej. Natomiast w teście II, przy ostrzejszych warunkach testowania, radziecka lnianka ozima w trzech ostatnich terminach siewu była bardziej mrozoodporna od odmian polskich. Różnice w mrozoodporności pomiędzy lnianką ozimą Borowską a lnianką ozimą Przybrodzką były nieistotne, jakkolwiek lnianka Przybrodzka wykazywała tendencję do nieco większej mrozoodporności.

Tabela 10  
Procent nieuszkodzonych i regenerujących roślin w teście I i II

Odmiany	Test I				Test II				
	terminy siewu								
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V
Lnianka ozima									
Przybrodzka	98,3	100,0	98,6	100,0	95,7	100,0	74,8	74,9	43,9
Lnianka ozima Borowska	93,8	100,0	98,6	94,3	95,6	98,6	78,5	67,8	45,4
Radziecka lnianka ozima	100,0	97,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,3
Lnianka jara Bernburg	84,3	72,5	60,0	56,3	37,8	15,3	0,0	8,3	0,0
Rzepak ozimy									
Skrzeszowicki	91,9	92,0	70,3	52,4	82,6	87,9	36,5	2,6	0,0
Rzepak ozimy Ludowy	86,8	88,1	54,3	35,8	77,8	67,2	35,0	2,8	0,0

Przedział ufności dla odmian

w poszczególnych terminach siewu = 21,73

24,22

Przedział ufności dla odmian

w różnych terminach siewu = 23,93

24,33

Rzepak ozimy Ludowy wykazał w obu doświadczeniach mniejszą mrozoodporność od rzepaku Skrzeszowickiego, lecz różnic tych w większości wypadków nie można udowodnić statystycznie. Schulz i Troll (6), porównując w Münchebergu rozmaite rody rzepaku i rzepiku ozimego, stwierdzili również, że mrozoodporność rzepiku ozimego nie była większa od mrozoodporności rzepaku ozimego. Torsell B. (7), na podstawie doświadczeń z zamrażaniem rzepaku i rzepiku ozimego w warunkach sztucznych, dochodzi do wniosku, że mrozoodporność rzepiku ozimego jest nawet mniejsza niż rzepaku. Jednakże w dalszej części swej pracy autor ten stwierdza w warunkach polowych większą zimotrwałość rzepiku niż rzepaku ozimego.

Mrozoodporność lnianki jarej oraz rzepaku i rzepiku ozimego malała w miarę opóźniania terminu siewu w obu doświadczeniach. Uszkodzenia mrozowe polskich odmian lnianki ozimej w teście I były podobne we wszystkich terminach siewu. W teście II uszkodzenia tych odmian były większe w późniejszych terminach siewu. Natomiast radziecka lnianka ozima w obu testach wykazała podobną mrozoodporność we wszystkich terminach siewu, co bardzo silnie podkreśla jej wybitną mrozoodporność.

Z doświadczeń, przeprowadzonych w hali niskich temperatur w Bernburgu nad mrozoodpornością niektórych polskich odmian rzepaku ozimego, rzepiku ozimego oraz lnianki ozimej, można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Z trzech odmian rzepaku ozimego, zarejestrowanych w polskim rejestrze odmian, rzepak Skrzeszowicki wykazał największą mrozoodporność. Rzepak Warszawski i Górczański nie różniły się istotnie pod względem odporności na mróz, jedynie można było zauważyć pewną tendencję do większej mrozoodporności rzepaku Warszawskiego niż Górczańskiego.

2. Pod względem mrozoodporności rzepak Skrzeszowicki nie ustępuje istotnie najbardziej mrozoodpornej odmianie niemieckiej.

3. Lnianka ozima odznacza się znacznie większą mrozoodpornością od rzepaku i rzepiku ozimego.

4. Z porównania trzech odmian lnianki ozimej, radziecka lnianka ozima wyróżniła się największą mrozoodpornością, a odporność jej na mróz nie zmniejszała się przy opóźnieniu terminu siewu. Obie polskie odmiany nie różniły się istotnie pod względem mrozoodporności, można było jedynie zauważyć tendencję do nieco większej mrozoodporności u lnianki ozimej Przybrodzkiej.

\*                      \*

\*

Na zakończenie poczuwam się do miłego obowiązku podziękować serdecznie Panu Profesorowi Dr F. Oberdorfowi, dyrektorowi Instytutu Hodowli Roślin w Bernburgu, za troskliwą opiekę w czasie mego pobytu w Bernburgu, co pozwoliło mi na zapoznanie się z całokształtem prac prowadzonych w Instytucie. Szczególnie chciałbym podziękować za umożliwienie mi przeprowadzenia badań nad mrozoodpornością polskich odmian rzepaku, rzepiku i lnianki ozimej.

Chciałbym również złożyć serdeczne podziękowanie Panu Mgr H. D. Kochowi, st. asystentowi Instytutu, za udzielenie mi wskazówek i pomocy w czasie prowadzenia doświadczeń w hali niskich temperatur oraz za udostępnienie materiałów z przeprowadzonych przez niego badań. Materiały te pozwoliły mi na poglądowe przedstawienie metod stosowanych w Bernburgu przy ocenie mrozoodporności roślin.

Dziękuję jednocześnie wszystkim pracownikom Instytutu za okazywaną życzliwość w czasie mego pobytu w Bernburgu.

#### LITERATURA

1. A c k e r m a n A., L i n d b e r g J. E.: Studien über den Kälteresistenz und Kältetod der Pflanzen nebst Untersuchungen über die Winterfestigkeit des Weizens. Lund, 1927.
2. F u c h s W. H.: Beiträge zur Züchtung kältefester Winterweizen. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, 19, 1934.
3. F u c h s W. H., R o s e n s t i e l K.: Rozdział „Ertragssicherheit” w Handbuch der Pflanzenzüchtung. Paul Parey. Berlin-Hamburg, 1956.
4. K o c h H. D.: Zur Methodik des künstliches Gefrierversuches als Hilfsmittel für die Züchtung winterfester Getreidesorten. Praca dyplomowa (w maszynopisie). Karl-Marx Universität. Leipzig, 1959.
5. L u e g H.: Die Bedeutung verschiedener Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der relativen Winterfestigkeit von Winterweizensorten. Wiss. Archiv für Landwirtschaft, 1, 1929.
6. S c h u l z K., T r o l l H. J.: Beobachtungen über Winterfestigkeit und Spätsaatverträglichkeit von Winterraps, Winterrüben und ihren Bastarden. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau. Dezember, 1959.
7. T o r s e l l B.: Hardiness and survival of winter rape and winter turnip rape. Uppsala, 1959.
8. T u m a n o w I. I.: Sowriemiennoje sostojanije problema zimostojkosti rastienij. Sielekcija i siemienowodstwo, 8, 1938.
9. Z i s l a v s k y W.: Die Auswertung von Frostresistenzversuchen in Kühl-schränken. Bodenkultur, Sonderheft, 4, Wien, 1953.
10. Z i s l a v s k y W.: Frostresistenzprüfung von Winterweizensorten. Bodenkultur, Sonderheft 5. Wien, 1954.