

299 B 13

VEREDELING VAN TARWE EN GERST
OP WINTERHARDHEID

BIBLIOTHEEK
DER
LANDBOUW-SCHOOL
WAGENINGEN.

G. DANTUMA

NN08201.243

VEREDELING VAN TARWE EN GERST
OP WINTERHARDHEID

BREEDING WHEAT AND BARLEY FOR WINTERHARDINESS

WITH A SUMMARY

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD
VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS IR. W. DE JONG,
HOGLERAAR IN DE VEETEELTWETENSCHAP,
TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN
VAN EEN COMMISSIE UIT DE SENAAAT
DER LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP VRIJDAG 6 JUNI 1958 TE 16 UUR

DOOR

G. DANTUMA



H. VEENMAN & ZONEN - WAGENINGEN - 1958

STELLINGEN

I

Bij het kweken op resistentie tegen roest- en meeldauwziekten bij granen in West-Europa, dient meer aandacht te worden geschonken aan soortskruisingen.

II

Overheidsbemoeiingen mogen het in het verkeer brengen van „multiline varieties” niet belemmeren, terwijl bovendien de kweker vrij moet zijn, binnen zekere grenzen, de samenstelling ervan te wijzigen.

III

De genetische analyse van eigenschappen als kouderesistentie en winter- en zomertype van tarwe (*Triticum aestivum*), die tot dusverre onbevredigende resultaten heeft opgeleverd, verkrijgt door het gebruik maken van aneuploide vormen nieuwe mogelijkheden.

IV

Toetssortimenten ter determinatie van physiologische rassen dienen aangepast te worden aan zich wijzigende omstandigheden.

V

Bij het zoeken van nieuwe gewassen en mogelijkheden voor de lichte zandgronden, dient meer aandacht te worden geschonken aan wintervormen dan aan droogte-tolerante zomervormen.

VI

Ondanks mogelijkheden tot bekalking van zure gronden, is onderzoek naar tolerantie tegen lage pH bij rassen van landbouwgewassen gewenst.

VII

Het proevenmateriaal van Åslander pleit niet zozeer tegen het gebruik van kalk, als wel voor het gebruik van organische stof ter verhoging van de productiviteit van zure gronden.

VIII

Degenen, die op grond van ervaringen in de plantenveredeling, pleiten voor het kruisen van veeslagen ter verkrijging van een gunstig heterosis-effect, houden te weinig rekening met de grote variabiliteit binnen deze veeslagen en de technische en economische problemen, welke een dergelijke werkwijze met zich mee zou brengen.

VOORWOORD

Dat ik het hier gepubliceerde onderzoek onder de leiding van U, Hooggeleerde DORST, heb mogen verrichten, is voor mijn wetenschappelijke ontwikkeling van groot belang geweest. Voor het feit, dat U als Directeur van de Stichting voor Plantenveredeling, mij bij het bestuderen van dit onderwerp niet alleen een grote vrijheid hebt gegeven, doch dit onderzoek ten volle hebt gesteund, ben ik U veel dank verschuldigd. De grote en critische belangstelling voor de hier behandelde onderwerpen die ik van U, als mijn leermeester in de plantenveredeling, in veelvuldige gesprekken heb mogen ondervinden, is voor mij van zeer veel waarde geweest.

Zeergeleerde FEEKES, veel heb ik aan U te danken. Uw enthousiasme voor – en grote kennis van de problemen van de teelt en veredeling van granen, de tarwe in het bijzonder, zijn voor mij een grote stimulans geweest. De door U geboden gelegenheid, de „West-Europa-reis” in 1953 mee te maken, waarbij ik kon profiteren van de grote ervaringen van U, Dr. LEIN en Dr. BROEKHUIZEN, is van groot belang geweest bij mijn onderzoek naar de winterhardheid en het groeirhythme van granen. Dat dit onderzoek in het kader van het „10-jaren plan voor graanonderzoek” van de Stichting Nederlands Graancentrum op ruime schaal mogelijk is gemaakt, is ook voor een belangrijk deel aan U te danken.

Het Bestuur en de Directie van de Stichting voor Plantenveredeling ben ik zeer erkentelijk voor de mij geschapen werkmogelijkheden. Vooral de geboden gelegenheid, kennis te nemen van het veredelingsonderzoek in diverse landen en contacten te verkrijgen met de buitenlandse collegae, heb ik op hoge prijs gesteld.

Zonder de hulp van de medewerkers van mijn afdeling zou dit proefschrift niet zijn geschreven. Hierbij denk ik niet alleen aan de vele werkzaamheden, welke verricht dienden te worden ter verkrijging van de nodige gegevens, doch ook aan de extra medewerking welke nodig was tijdens het tot stand komen van deze dissertatie. In het bijzonder de dames J. W. DE VISSER en M. JANSEN en de heren die het onderzoek vrijwel vanaf het begin hebben medegemaakt, te weten J. F. BENTHEM en A. VAN ESSEN, ben ik dan ook veel dank verschuldigd.

Zeer erkentelijk ben ik voor de geboden hulp en gastvrijheid van verschillende kweekbedrijven in ons land. Zonder namen te noemen, spreek ik hier de wens uit, dat deze prettige en voor mij zo waardevolle contacten bestendig blijven.

Tenslotte een woord van dank aan hen van wie ik verder hulp bij het verschijnen van dit proefschrift heb mogen ondervinden. Van hen wil ik noemen de heren Dr. MORRISON en UILENBURG voor de Engelse vertaling van de samenvatting en de heren POST SR. en POST JR. respectievelijk voor de vervaardiging van de foto's en tekeningen. De N.V. Koelvries te Den Haag, en in het bijzonder de Heer MEIJER, dank ik voor het beschikbaar stellen van enkele technische gegevens van de vriesinstallaties.

INHOUD

HOOFDSTUK I

INLEIDING	1
---------------------	---

HOOFDSTUK II

ANALYSE VAN HET BEGRIP WINTERHARDHEID	5
Verband koudebehoefte en winterhardheid	8
Verband snelheid van voorjaarsontwikkeling en winterhardheid	8
Bladstand en winterhardheid	9
Diepteligging van de uitstoelingszone en het vegetatiepunt	10
Indirecte methoden ter bepaling van de kouderesistentie	10

HOOFDSTUK III

DE DIRECTE BEPALING VAN DE KOUDERESISTENTIE	12
Harding	14
Ontharding	15
Invloed van groeistadium	20

HOOFDSTUK IV

HET BESTUDEREN VAN WINTERHARDHEID DOOR MIDDEL VAN ZAAITIJDENPROEVEN	26
---	----

HOOFDSTUK V

DE OVERERVING VAN DE WINTER- EN ZOMERVORM EN DIE VAN DE KOUDERESISTENTIE	35
Enkele onderzoeken naar de overerving van kouderesistentie	42

HOOFDSTUK VI

OVERERVING VAN WINTERHARDHEID IN KRUISINGSMATERIAAL VAN TARWE EN GERST	48
Wintergerst	48
Wintertarwe	52

HOOFDSTUK VII

WINTERHARDHEID IN HET VEREDELINGSPROGRAMMA VAN TARWE EN GERST . . .	58
SUMMARY	61
LITERATUUR	67

**Deze dissertatie verschijnt tevens als Mededeling No. 18 van de Stichting voor Plantenveredeling
te Wageningen**

HOOFDSTUK I

INLEIDING

In vele landen wordt in sommige jaren grote schade ondervonden door het uitwinteren van granen. Vooral bij tarwe en gerst komt dit verschijnsel veelvuldig voor. De praktijk heeft sedert lang de ervaring opgedaan, dat schade het sterkst optreedt na strenge winters, doch tevens is reeds lang bekend, dat het aantal graden vorst geen nauwkeurige maatstaf vormt voor de mate van uitwintering. Hoewel lage temperaturen wel de voornaamste oorzaak voor schade vormen, zijn er nog tal van andere omstandigheden die hun invloed kunnen doen gelden.

Een tweede reeds oude praktijkervaring is, dat er tussen de diverse rassen grote verschillen bestaan. Van tarwe zijn rassen bekend, die vrijwel zonder risico van uitwintering geteeld kunnen worden, terwijl er ook tal van rassen zijn, waarvan het gewas na ongunstige winters geheel of grotendeels verloren gaat. Op het eerste gezicht moge het vreemd lijken dat men dergelijke rassen nog steeds in cultuur houdt, doch bij nadere beschouwing is dit toch zeer begrijpelijk. In vele landen doet zich het feit voor, dat winterharde rassen in opbrengst achterblijven bij de minder winterharde rassen; reden waarom men het gevaar van uitwinteren op de koop toeneemt. Lange jaren heeft men b.v. in Nederland op grote schaal de winterzwakke Wilhelmina- en Julianatarwe verbouwd, terwijl winterharde rassen als Mendel en Carsten V maar een klein areaal in beslag namen. Alleen na winters met strenge vorst zag men tijdelijk weer enige uitbreiding van deze rassen, doch na minder strenge winters werden zij grotendeels weer verdrongen door meer produktieve.

Men is meer of minder bewust uitgegaan van de volgende gedachte: winterhardheid gaat gepaard met grote koudebehoefte en late voorjaarsontwikkeling; deze late voorjaarsontwikkeling is tevens oorzaak, dat de rassen niet de grootste produktiviteit kunnen bereiken. Duidelijk komt dit ook tot uiting in de stelling, voorkomende in het proefschrift van J. DOEKSEN (1941), welke luidt: „Bij het kweken van tarwerassen, waarbij gebruik wordt gemaakt van de thans in cultuur zijnde vormen van *Triticum vulgare* zal men er op moeten rekenen, dat grotere winterhardheid steeds gepaard gaat met lagere opbrengst.” Indien deze opvatting juist is, zou dit tevens betekenen dat voor dit probleem geen afdoende oplossing zou zijn te vinden. De tarweteler zou dan steeds voor de keuze blijven staan:

of winterhard met derving van enige procenten opbrengst,
of minder winterharde rassen met hoge produktie, doch de zekerheid dat na een kortere of langere reeks van jaren uitwintering optreedt.

Verschillende kwekers en onderzoekers hebben zich echter bij deze gedachte moeilijk kunnen neerleggen. Zij hebben op theoretische gronden beweerd, dat grote winterhardheid, late voorjaarsontwikkeling en minder hoge opbrengst niet onverbreekelijk verbonden zijn. Het ras Heine VII, dat enige jaren geleden in korte tijd een groot deel van het Nederlandse tarwe-areaal in beslag nam, levert het bewijs, dat een behoorlijke winterhardheid wel degelijk is te combineren met een vrij snelle voorjaarsontwikkeling en goede opbrengst. In hoeverre snelle voorjaarsontwikkeling van invloed is op hoge produktiviteit, is moeilijk proefondervindelijk vast te stellen, doch gegevens van

FEBKES (26) wijzen erop, dat de betekenis van deze eigenschap niet mag worden onderschat.

Ten dele kan het probleem waarschijnlijk tot een eenvoudige vraag worden teruggebracht; namelijk of grote winterhardheid gepaard kan gaan met snelle jeugdontwikkeling. Met andere woorden, kan de correlatie grote winterhardheid en trage jeugdontwikkeling, die men in het Westeuropese tarwesortiment aantreft worden doorbroken? Deze vraag, die in haar korthed erg eenvoudig lijkt, is toch van een ingewikkeld karakter. Het woord winterhardheid omvat meer dan kouderesistentie¹ en deze laatste eigenschap kan al naar de omstandigheden sterk variëren en is dus in wezen een zeer relatief begrip.

Bij de wintergerst is de situatie ten aanzien van de genoemde problemen sterk verschillend van die bij de tarwe. In het Westeuropese sortiment komen geen rassen voor, die zeer strenge winters kunnen doorstaan, tenzij het gewas wordt beschermd door een sneeuwlaag. Onder minder rigoureuze omstandigheden komen echter tussen de praktijkrassen nog wel degelijk verschillen in winterhardheid naar voren. Een grote mate van koudebehoefte, zoals vele wintertarwerassen bezitten, wordt bij wintergerst niet gevonden.

Gezien de bovengenoemde problemen, behoeft het geen verwondering te wekken, dat sedert lang de uitwintering van granen bij velen een onderwerp van intensieve bestudering is geweest. Vooral bij hen, die direct of indirect bij de veredeling van wintergewassen zijn betrokken, is dit het geval. Vele publikaties, die verschillende facetten van uitwinteringsoorzaken belichten, getuigen hiervan. Wat Europa betreft, zijn vooral in Zweden (ÅKERMAN en medewerkers), Duitsland (verschillende medewerkers van Instituten te Halle en Müncheberg) en Rusland (o.a. TUMANOV) uitvoerige studies verricht over tal van factoren, die van belang zijn voor de winterhardheid van graan- en wintergewassen.

Ondanks de uit deze onderzoeken verkregen resultaten, zijn er verschillende redenen aan te voeren voor het feit, dat de aandacht voor problemen, samenhangende met winterhardheid, niet is verminderd. In vele landen leeft deze belangstelling onverflauwd voort of is zelfs versterkt.

Een van de redenen is, dat uit tot nu toe verkregen resultaten duidelijk is gebleken, dat het te bestuderen onderwerp een zeer complexe structuur heeft, zodat vele onderdelen ervan niet, of nog onvoldoende zijn onderzocht.

Een andere is wel, dat de kweker wegens diverse oorzaken, o.a. de veredeling op resistentie tegen ziekten, steeds meer gedwongen wordt een zeer gevarieerd materiaal voor zijn kruisingsprogramma's te benutten. Dit feit maakt kennis van de gevaren of de mogelijkheden, die de te gebruiken kruisingsouders ten aanzien van winterhardheid bieden, noodzakelijk. Het gevolg van de vermelde complexe structuur van het winterhardheidsprobleem en de wensen, die de kwekers en de praktijk stellen, maken het onderwerp dusdanig uitgebreid, dat het voor een onderzoeker vrijwel onmogelijk is, het in al zijn veelzijdigheid uitvoerig te bestuderen.

Daar het winterhardheidsonderzoek slechts een onderdeel van de mij toevertrouwde taak vormt, diende ik een keuze te maken uit het geheel. Deze studie is dan ook voornamelijk gericht op het verzamelen van gegevens, welke van belang zijn voor de ver-

¹) In deze publikatie is het algemeen gebruikelijke woord kouderesistentie gebezigd, ook in gevallen, waarin het woord koudetolerantie misschien de voorkeur zou verdienen.

edeling. Het terrein van de studie naar de oorzaken van de resistente toestand werd slechts dan betreden, als dit noodzakelijk werd geacht.

Wat de praktische gevolgen van het uitwinteren van tarwe en gerst betreft, kan het volgende korte overzicht worden gegeven: in Noord-West Europa treedt gemiddeld eens in de vijf jaren belangrijke uitwintering op. Volgens FEEKES (26) bedraagt de gemiddelde schade voor Nederland f 1.700.000 per jaar, hetgeen bijna het drievoudige zou zijn van de verliezen, die tezamen door gele, bruine en zwarte roest worden veroorzaakt. WASSENAAR, KORTEWEG en VOS (106) schatten de uitgewinterde oppervlakte van tarwe na de winter 1953/54 in ons land op ongeveer 27000 ha en die van gerst op ongeveer 13400 ha. Daar per ha de schade, veroorzaakt door verlies aan zaaizaad, nieuwe grondbewerkingen en opbrengstderiving, op zeker f 200 kan worden getaxeerd, bedraagt de totale schade voor genoemde winter minstens f 8.000.000. Hierbij is dan nog geen rekening gehouden met de schade, aangebracht aan gewassen, die onvoldoende hadden geleden om ondergeploegd te worden, doch geen normale opbrengst konden geven. De oogstdepressies, die vrijwel jaarlijks, vooral aan de minder winterharde rassen van tarwe en gerst door de winter worden toegebracht, zijn moeilijk te schatten.

AUFHAMMER (9) geeft voor West-Duitsland de volgende schade, veroorzaakt door uitwintering in de winters 1946/47 en 1953/54:

uitwintering in % bij	tarwe	gerst
1946/47	19	34
1953/54	25	67

In totaal schat hij, dat in West-Duitsland gemiddeld per jaar ongeveer 10 % opbrengstverlies door winterschade optreedt. Dit verlies zou door verbouw van meer winterharde rassen niet geheel te vermijden zijn, doch volgens AUFHAMMER zeker tot de helft kunnen worden teruggebracht.

ÅKERMAN (3) vermeldt voor Zweden, na enkele strenge winters, de uitwintering (1940, 1941, 1942 en 1947 met als schade resp. 17, 23, 14 en 22 %) en berekent verder de gemiddelde oogst na zachte winters op ongeveer 3200 kg/ha en na strenge winters op 2100 kg/ha.

Duidelijk blijkt uit deze gegevens de grote verliezen die nog steeds door uitwintering wordt veroorzaakt en het mag dan ook alleszins verantwoord heten, dat in diverse landen het kweken van meer winterharde rassen op grote schaal wordt nagestreefd.

Bij het opstellen van het werkprogramma voor tarwe en gerst van de Stichting voor Plantenveredeling, werd de factor winterhardheid als een belangrijk onderdeel opgenomen. Hierop werd extra de nadruk gelegd, toen het Bestuur en de Directie in 1951 besloten tot aanschaffing van een vriesinstallatie, teneinde kunstmatig de kouderesistentie van diverse gewassen te kunnen bepalen. Het directe doel van de aanschaffing van de vriesinstallatie, namelijk het aan de Nederlandse kwekers ter beschikking stellen van kweekmateriaal met een goede kouderesistentie en de mogelijkheid voor kwekers hun jonge lijnen op deze eigenschap te laten toetsen, kon niet worden bereikt zonder een deel van het onderzoek te besteden aan de problematiek van de winterhardheid.

In het volgende zal een overzicht worden gegeven van de resultaten van het kouderesistentieonderzoek in de jaren 1950 tot 1956. Het was voor mij een gelukkige omstan-

digheid dat de strenge winters 1953/54 en 1955/56 de gelegenheid boden, laboratorium-uitkomsten te vergelijken en aan te vullen met veldwaarnemingen.

Enkele voorlopige verkregen resultaten werden door mij in het kader van de Werkgroepen kouderesistentieonderzoek en klimaatresistentieonderzoek van de Stichting Cocobro (later Stichting Nederlands Graancentrum) gepubliceerd. Nadat in het voorjaar 1954 een zeer goede overeenkomst tussen de resultaten, verkregen in de vriesinstallatie en de veldwaarnemingen was gebleken werd uit de fondsen van het 10-jarenplan voor graanonderzoek een tweede vriesinstallatie aangeschaft. Hierdoor is het mogelijk geworden voldoende aandacht te blijven besteden aan de factor kouderesistentie in de sinds 1954 sterk uitgebreide kruisingsprogramma's voor wintertarwe en -gerst. Hierin worden vele kruisingsouders met een geringe winterhardheid gebruikt, b.v. zomervormen met resistentie tegen diverse ziekten en Zuidelijke rassen ter verkrijging van een vlotte voorjaarsontwikkeling en kort en stevig stro. Het gebruik van dergelijke geniteurs kan gevaren opleveren voor de winterhardheid, reden waarom aan de noodzaak van selectie op deze eigenschap nog eens extra aandacht moet worden geschonken.

HOOFDSTUK II

ANALYSE VAN HET BEGRIIP WINTERHARDHEID

Uitwintingschade kan door vele verschillende factoren worden veroorzaakt. Voor bestudering van dit verschijnsel is een analyse van het begrip winterhardheid dringend noodzakelijk. Volgens BECKER, FUCHS en JAPHA (13) kan de optredende schade op de volgende wijze worden verdeeld:

I. directe vorstschade en wel door:

- a. directe afkoeling van de plant,
- b. gecombineerde uitwerking van koude en uitdroging (bij „kale” vorst en sterke wind),
- c. afwisselend optreden van vorst- en dooiperiodes.

II. indirecte vorstschade, die voornamelijk aan de plant wordt toegebracht via inwerking van vorst op de grond:

a. mechanische beschadigingen van wortel- en bladgedeelten:

1. het z.g. opvriezen, waarbij door veranderde bodemtoestand beschadigingen aan het wortelstelsel ontstaan. Dit verschijnsel kan optreden bij afwisseling van vorst en dooi. Tevens is het mogelijk, dat de plant wordt blootgelegd, zonder belangrijke beschadigingen aan het wortelstelsel, waarna uitdroging kan optreden.
 2. beschadigingen van het bladgedeelte door gronddeeltjes, die tijdens droog weer door sterke wind worden meegevoerd.
 3. wortelbeschadiging door vorstscheuren in de grond.
- b. vorming van een ijskorst op de grond en om de plant, b.v. door regenval op bevroren bodem of bevrozing van sneeuwwater, dat door de bevroren grond niet kan wegzakken.

III. sneeuw schade; hoewel een sneeuwlaag een beschermende werking kan uitoefenen (geringere temperatuurschommelingen en gemiddeld hogere temperatuur), kan in vele gevallen sneeuw schadelijk zijn. Directe sneeuw schade kan vooral optreden bij een zeer compacte pakking van de sneeuw. Een dikke sneeuwlaag kan door luchtafsluiting verstikkingsverschijnselen veroorzaken, waardoor de plant wordt verzwakt en door diverse parasieten (sneeuwschimmels) kan worden aangetast.

De mate, waarin schade optreedt, is verder afhankelijk van een samenspel van vele factoren. Het verloop van de weersomstandigheden, waarbij de temperatuur een belangrijke rol speelt, is van grote invloed. Naast de zaaidatum bepaalt grotendeels de temperatuur het groeistadium, dat de plant in het najaar kan bereiken en zoals later zal worden aangetoond, is dit van groot belang voor de winterhardheid. Behalve de temperatuurminima en hun tijdstip van optreden, zijn de temperatuurschommelingen van belang. Vooral de temperatuur gedurende de periode, direct voor het optreden van de vorst is belangrijk voor het afharden van de planten. Verder kunnen o.a. van betekenis zijn: de structuur en de vochtigheidstoestand van de grond. Door middel van de bemesting kan de winterhardheid soms in zekere mate worden beïnvloed, waarbij een eenzijdige N-bemesting over het algemeen nadelig werkt en een goede K en P voor-

ziening gunstig. Daar alleen een gezonde plant zich het beste kan verweren tegen diverse ongunstige omstandigheden, is het vanzelfsprekend, dat de zaaizaadkwaliteit niet uit het oog mag worden verloren.

Het ingewikkelde karakter van de uitwintering en het onregelmatig optreden van strenge winters, bemoeilijken de selectiewerkzaamheden door middel van normale proefvelden. Bovendien wordt bij een strenge winter de waarde van een beoordeling op winterhardheid in sterke mate bepaald door het verloop van de weersomstandigheden, een vroeg intredende vorst zal geheel andere gevolgen hebben, dan een koude periode in het voorjaar, sneeuwval kan als storende factor optreden, enz. Het is dus verklaarbaar, dat vele pogingen zijn aangewend om methoden of verschijnselen te vinden, welke het mogelijk maken conclusies te trekken omtrent de te verwachten winterhardheid van rassen en selectiemateriaal. Zonder meer is duidelijk, dat dergelijke methoden, willen zij bruikbaar zijn voor het gestelde doel, hun basis moeten vinden in één of meer factoren van het complex winterhardheid.

Afgezien van gebieden, waar de uitwintering voornamelijk wordt veroorzaakt door indirecte vorstschade, vertonen resultaten van kouderesistentiebepalingen een goede overeenkomst met de uitkomsten in het veld. In vele landen zijn of worden dan ook vriesinstallaties gebouwd ter bepaling van de kouderesistentie van wintergewassen. In hoofdstuk III zal deze methode uitvoerig worden besproken en zal een overzicht worden gegeven van factoren, die van invloed zijn op de kouderesistentie. Om het kunstmatige karakter van de kouderesistentiebepaling zo veel mogelijk te vermijden, biedt het voordelen de planten op hun natuurlijke standplaats, dus in het veld te „vriezen”.¹ Aan dit idee is enkele malen praktische uitvoering gegeven en wel door het construeren van transportabele vriesinstallaties zonder bodem, die over de planten worden geplaatst. LOEWEL en KARNATZ (66) gebruikten een dergelijke installatie ter bepaling van de vorstresistentie van jonge vruchtbomen. Deze installatie heeft een inhoud van $2 \times 2 \times 2$ meter en een gewicht van 3500 kg! JOHANNSON en TORSSELL werkten met een vriesinrichting, die een afmeting heeft van $1 \times 1 \times 1$ meter en een gewicht van 200 kg. De methode lijkt kostbaar en de toepassing ervan is afhankelijk van weer en bodemtoestanden.

Zoals reeds is opgemerkt, spelen bij uitwintering in vele gevallen andere oorzaken dan de directe vorstschade een rol. Zo delen HAYES en IMMER (39) mede, dat na uitvoerige proeven in Minnesota, weinig overeenkomst bleek te bestaan tussen uitwintering en de resultaten van vriesproeven. Afwisselend dooi en vorst na de winter en in het bijzonder opvriezen beschouwen zij als de voornaamste oorzaken van uitwintering. In Midden- en Noord-Europa worden wintergewassen dikwijls voldoende beschermd door een sneeuwlaag, zodat de weersomstandigheden in het vroege voorjaar meer beslissend voor de „overwintering” zijn. Volgens JAPHA (49) veroorzaakte de extreem koude en sneeuwrijke winter 1928/29 betrekkelijk weinig uitwinteringsschade, doch na zachte winters, gevolgd door een ongunstig voorjaar kan grote schade voorkomen.

Zoals bij „sneeuwschade” is vermeld, kan de plant door een sneeuwlaag worden beschermd, doch in dat milieu wordt de plant gemakkelijk aangetast door schimmels als

¹) Korthedshalve zal in het vervolg over het vriezen van planten worden gesproken, ter vermindering van een uitdrukking als „het blootstellen aan lage temperaturen”.

Fusarium, *Typhula* en *Sclerotinia*. De mate van resistentie tegen deze schimmels is dan ook vaak de bepalende factor voor overwintering.

In Midden- en Oost Finland is volgens JAMALAINEN (48) de grond van november tot eind april met sneeuw bedekt en in Noord Finland is dit het geval van oktober tot in mei. In deze gebieden worden de wintergranen zelden door de aldaar optredende lage temperaturen beschadigd. Van de tarwerassen Olympia en Varma wordt vermeld, dat ze een zekere resistentie tegen *Fusarium nivale* bezitten. In Noord Zweden is volgens EKSTRAND (24) *Fusarium nivale* één van de belangrijkste oorzaken van uitwintering, vooral bij een sneeuwdek op onbevoren grond.

In Japan treedt *Typhula* vooral op in gebieden met zware sneeuwval en *Sclerotinia* meer in streken met betrekkelijk weinig sneeuw. TOMIYAMA (100) vermeldt resistentie tegen *Typhula* en *Sclerotinia* bij de tarwerassen Akasabishirazu no. 1, Norin no. 8, en Dawson no. 1.

Van enkele ziekten is bekend, dat ze de kans op uitwintering verhogen. Een hevige meeldauwaantasting doet de plant verzwakt de winter ingaan. Te Versailles werd bij infectieproeven met *Cercospora herpotrichoides* bij wintertarwe geconstateerd, dat aantasting door deze schimmels de uitwintering bevordert. *Ustilago muda* heeft eveneens een verzwakkende invloed op de kouderesistentie, terwijl dit ook geconstateerd kon worden bij tarwe na een herfst aantasting door *Septoria nodorum*.

Daar het opvriezen in vele gevallen een belangrijke oorzaak van uitwinteringsschade is (o.a. 12, 53, 60), hebben vele onderzoekers getracht een verband te vinden tussen de gevoeligheid voor opvriezen enerzijds en eigenschappen als spreiding, aantal kiemwortels, anatomische bouw, dikte en rekbaarheid van de wortels anderzijds.

HESS (40) stelde bij enkele wintergerstrassen een verband vast tussen de winterhardheid en de wortelspreiding. De rassen, die weinig bestand tegen opvriezen bleken te zijn, vertoonden een verticaal gerichte wortelontwikkeling en de rassen die weinig leden, een meer horizontaal gespreide wortelontwikkeling.

Volgens JAPHA (49) en LAMB (60) bestaat er geen samenhang tussen resistentie tegen opvriezen en eigenschappen van de wortels. KINBACHER en LAUDE (52) vermelden een laboratoriummethode ter bepaling van de gevoeligheid voor opvriezen.

Naast het bovengenoemde is verder veelvuldig gezocht naar morfologische kenmerken of andere eenvoudig vast te stellen eigenschappen, die een betrouwbare maatstaf voor de beoordeling van de winterhardheid vormen. Een dergelijk verband zou voor de kwekers van wintergranen van grote betekenis zijn. Tot nu toe staat hen echter een dergelijk en algemeen geldend hulpmiddel bij de selectie niet ter beschikking en het moet zeer worden betwijfeld, of dat ooit gevonden zal worden. Dit neemt niet weg, dat bij vele rassen en groepen van rassen van wintergranen een verband bestaat tussen winterhardheid en andere gemakkelijk vast te stellen eigenschappen; hiervan kunnen worden vermeld:

1. koudebehoefte,
2. snelheid van de voorjaarsontwikkeling,
3. bladstand,
4. diepteligging van de uitstoelingszone.

1. VERBAND KOUDEBEHOEFTE EN WINTERHARDHEID

Het is gebleken, dat er bij vele rassen een verband bestaat tussen de mate van koudebehoefte en de graad van winterhardheid, en wel in die zin, dat een grote koudebehoefte gepaard gaat met een goede winterhardheid. Het uitzaaien van winterrassen in het voorjaar, waarmee een indruk kan worden verkregen omtrent de koudebehoefte, is dan ook wel aangewend als middel ter bepaling van de vermoedelijke winterhardheid. Na onderzoek van grote rassencollecties, zoals o.a. uitgevoerd door STRAIB (95) en de werkgroep Kouderesistentieonderzoek van de Stichting Cocobro (19), is echter gebleken dat genoemd verband voor vele rassen, zowel van tarwe als van gerst, niet aanwezig is. Naast zuivere zomertarwerassen met een vrij goede tot goede winterhardheid (o.a. enkele Canadese zomertarwerassen) werden wintertarwerassen gevonden, die de combinatie grote koudebehoefte en geringe winterhardheid bezaten.

In grote lijnen kunnen de wintertarwerassen ten aanzien van de eigenschappen winterhardheid en koudebehoefte in groepen worden verdeeld. Zo vertonen de meeste Noordepese wintertarwerassen naast een grote koudebehoefte een goede winterhardheid. De Russische en daarmee nauw verwante Amerikaanse wintertarwerassen zijn voor een groot deel zeer winterhard, doch bezitten veelal een geringere koudebehoefte. Vele Westeuropese wintertarwerassen worden daarentegen gekenmerkt door een in verhouding tot de geringere of matige winterhardheid, grote koudebehoefte. Hoever deze eigenschappen bij tarwerassen uiteenlopen, blijkt duidelijk uit de volgende tabel, waar een aantal rassen zijn ingedeeld volgens de methode FEEKES (25), nl. van herfst- tot apriltarwe, terwijl tevens de kouderesistentie wordt vermeld:

TABEL 1 (TABLE 1).

Koudebehoefte <i>Low temperature requirement</i>	Rassen <i>Varieties</i>	Kouderesistentie <i>Cold-resistance</i>
Herfsttarwe	Heine VII	7
Januari-I-tarwe	Panter	6
	Juliana	5
Januari-II-tarwe	Mado	5
	Staring	5
Februari-I-tarwe	Ministre	4
	Ukrainka 0246	7
	Cappelle	4
Februari-II-tarwe	Nord	3/4
	Novokrumka 0102	7
Maart-I-tarwe	Etoile de Choisy	4/5
	Stepnjatschka	7
	Novokrumka 0258	7
Maart-II-tarwe	Yga	3/4
April-I-tarwe	Bersce	3
	Can. 3842	6/7
	Peko	3

2. VERBAND SNELHEID VAN VOORJAARSONTWIKKELING EN WINTERHARDHEID

Parallel met het zojuist behandelde, blijkt een verband tussen trage voorjaarsontwikkeling en goede winterhardheid, slechts aanwezig te zijn in bepaalde groepen van rassen (19, 108).

Vele Noordepartopese wintertarwerassen bezitten de combinatie goede winterhardheid en trage voorjaarsontwikkeling en een groot aantal Franse rassen is gekenmerkt door een vlotte ontwikkeling en een geringe winterhardheid.

Daarentegen zijn er onder de Zuid-Oosteuropese en Noordamerikaanse wintertarwerassen vele te vinden, die naast een vlotte voorjaarsontwikkeling beschikken over een goede winterhardheid. Bij onderzoek van grote rassencollecties kunnen verscheidene dergelijke typen gevonden worden. Zo vertoonden na de strenge winter 1953/54 enkele Finse rassen, die zeer winterhard bleken te zijn, een vlotte voorjaarsontwikkeling. Dit laatste verschijnsel hebben deze Finse rassen waarschijnlijk te danken aan enkele Zuid-russische tarwerassen, die in Finland in combinatie met Finse landrassen als kruisingsouders zijn benut.

JAPHA (49) constateerde, dat in Oost-Pruisen vele wintertarwerassen ondanks een goede overwintering dikwijls in het vroege voorjaar door laat optredende vorst sterk werden beschadigd. Deze geringe „voorjaarsresistentie” werd vooral gevonden bij Hongaarse rassen. De conclusie wordt getrokken, dat rassen met vroege ontwikkeling gevaren inhouden voor laat optredende vorst. WIENHUES (108) waarschuwt tegen een generaliserende opvatting in deze. In 1951, toen te Voldagsen uitwintering in het vroege voorjaar optrad waren winterharde vroeg ontwikkelende rassen hiervoor niet gevoeliger dan de late. Alleen onvoldoende winterharde Westeuropese rassen leden toen sterk onder de laat optredende vorst.

KRETSCHMER (56) ziet de voorjaarsresistentie meer als een vorm van droogteresistentie en is van mening, dat de eigenlijke kouderesistentie hierbij geen belangrijke rol speelt.

Dat droogte in het vroege voorjaar dikwijls van invloed is op de uiteindelijke overwintering kan in de praktijk veelvuldig worden waargenomen. In de herfst 1953 zaaiden we te Wageningen een aantal wintergerstlijnen, zowel op kleigrond, als op droge zandgrond. Direct na de koude winter werd op beide grondsoorten een vrijwel gelijke overwintering geconstateerd. Tijdens een paar weken met schraal, droog weer, dat direct op de vorstperiode volgde, verminderde het aantal planten op kleigrond vrijwel niet, terwijl het overgebleven aantal op zandgrond tot 10 à 20 % terugliep. Alle overgebleven planten bleken nieuwe wortels te vormen; de lengte hiervan was op kleigrond meestal aanzienlijk groter dan op zandgrond. De meeste planten, die tijdens genoemde periode op zandgrond afstierven, bleken wel nieuwe wortels te hebben gevormd, doch de lengte was tot een paar mm beperkt gebleven. Op iets lagere plaatsen, waar de grond minder was uitgedroogd, en de planten meer beschut stonden, waren deze nieuwe wortels goed ontwikkeld en ongeveer even lang als die op kleigrond.

3. BLADSTAND EN WINTERHARDHEID

Tussen de bladstand van jonge planten (zoals duidelijk te zien is tegen het einde van de winter) en de winterhardheid, blijkt volgens diverse onderzoekingen (o.a. 13, 110) geen betrouwbare relatie te bestaan. Bij bestudering van een Noord- en Westeuropese rassensortiment wordt een globaal verband gevonden en wel in die zin, dat een goede kouderesistentie in het algemeen samengaat met een liggende bladstand, terwijl een geringe resistentie gepaard gaat met een opgerichte stand; de spreiding is echter vrij groot. Vele wintertarwerassen uit andere gebieden, o.a. Rusland, Z.O. Europa en Amerika, vertonen evenwel de combinatie van erecte bladstand en goede winterhardheid.

4. DIEPTELIGGING VAN DE UITSTOELINGSZONE EN HET VEGETATIEPUNT

Volgens TAVČAR (97) heeft de diepteligging van het vegetatiepunt een grote invloed op de winterhardheid en wel dusdanig, dat een diepere ligging gepaard gaat met een grotere winterhardheid. Er zijn rassen van wintergranen waarbij zich, onder normale groeiomstandigheden, het vegetatiepunt boven de grondoppervlakte bevindt. Volgens TAVČAR zou bij selectie op winterhardheid de ligging van het vegetatiepunt een goed te gebruiken kenmerk vormen. Hierbij dient echter wel te worden bedacht, zoals o.a. ook KLEIN (54) mededeelt, dat de ligging van de uitstoelingszone en het vegetatiepunt wel in zekere mate specifiek voor een ras zijn, doch tevens zeer sterk modificeerbaar; licht, temperatuursomstandigheden, zaaidiepte, korrelgrootte en snelheid van ontwikkeling na het zaaien zouden hierbij van invloed zijn.

Uit het bovenvermelde blijkt, dat er geen absoluut verband bestaat tussen de winterhardheid en de vier genoemde eigenschappen. Bij het Noord- en Westeuropese sortiment van tarwerassen bestaan veelal globale relaties tussen goede winterhardheid enerzijds en late voorjaarsontwikkeling anderzijds.

Daar een vlotte ontwikkeling gewenst is in verband met de productiecapaciteit en vroege grondbedekking, heeft de vermelde ongunstige combinatie van eigenschappen de tarweverbouwers in Noord-West Europa tot voor kort altijd voor een moeilijke keuze geplaatst. Een beter inzicht in de mogelijkheden, die de natuur in deze biedt, zal ongetwijfeld leiden tot het creëren van praktijkrassen, die de door de landbouwer gewenste eigenschappen, namelijk vlugge voorjaarsontwikkeling, hoog opbrengend vermogen en een goede winterhardheid bezitten. Het genoemde ras Heine VII levert het voorbeeld dat deze combinatie te verwezenlijken is.

INDIRECTE METHODEN TER BEPALING VAN DE KOUDERESISTENTIE

Volledigheidshalve, al zullen ze niet nader worden besproken, dienen nog een aantal methoden te worden genoemd, volgens welke op indirecte wijze een inzicht in de kouderesistentie kan worden verkregen. De belangrijkste bepalingen zijn:

1. SUIKERGEHALTE VAN DE PLANT

Het suikergehalte van de plant geeft een goede indruk van de mate van kouderesistentie (o.a. 2, 5, 29, 55, 79). Deze methode geeft betere resultaten bij tarwe dan bij gerst (15, 16). Tijdens de fotofase is er volgens SHESTAKOV en SERGEEV (94) geen verband meer tussen het suikergehalte en de kouderesistentie.

2. DROGE-STOFGEHALTE VAN DE PLANT (o.a. 29)

3. OSMOTISCHE WAARDE VAN HET CELVOCHT (o.a. 17)

4. ELEKTRISCH GELEIDINGSVERMOGEN VAN HET CELVOCHT (o.a. 16, 17, 21)

De indirecte methoden bezitten het voordeel, dat ze eenvoudiger uit te voeren zijn dan de directe bepaling van de kouderesistentie. Met deze laatste methode wordt echter een meer volledig beeld van de kouderesistentie verkregen, dan met één van de indirecte methoden. Een ander bezwaar is, dat zij niet kunnen worden gebruikt om op eenvoudige wijze, ongewenste planten uit een populatie te verwijderen. Dit in tegenstelling tot de directe methode, die voor dit doel zeer goed als selectiemiddel kan worden gebruikt.

Tenslotte dient nog een methode te worden genoemd, die alleen in streken kan worden toegepast waar ieder jaar voldoende strenge vorst voorkomt om een zekere uitwintering te kunnen veroorzaken, doch waar een sneeuwlaag de planten beschermt. Door de planten vrij te houden van sneeuw worden ze direct aan de vorst blootgesteld. Deze werkwijze wordt in de laatste jaren in verschillende landen toegepast, o.a. Zuid Duitsland (42), Zwitserland en Oostenrijk.

Hoewel er dus talrijke factoren zijn, welke het al of niet uitwinteren beïnvloeden, mag nimmer uit het oog worden verloren, dat de in het genotype aanwezige aanleg voor een grote mate van kouderesistentie niet kan worden gemist om een goede winterhardheid te verkrijgen.

HOOFDSTUK III

DE DIRECTE BEPALING VAN DE KOUDERESISTENTIE

Het onderzoek naar de kouderesistentie, door de planten in een vriescel aan lage temperaturen bloot te stellen, wordt tegenwoordig, zoals in hoofdstuk I is vermeld, in vele landen toegepast. De methode is echter kostbaar, daar alleen betrouwbare resultaten worden verkregen als de vriescel aan hoge eisen voldoet. Binnen de vriesruimte mogen geen of slechts zeer geringe verschillen in temperatuur voorkomen. Om deze redenen is bij de bouw van de vriescellen van de Stichting voor Plantenveredeling de voorkeur gegeven aan een vriescel met geringe hoogte. De ruimten, waarin de planten aan lage temperaturen worden blootgesteld, zijn 50 cm hoog, 40 cm breed en 2,15 m

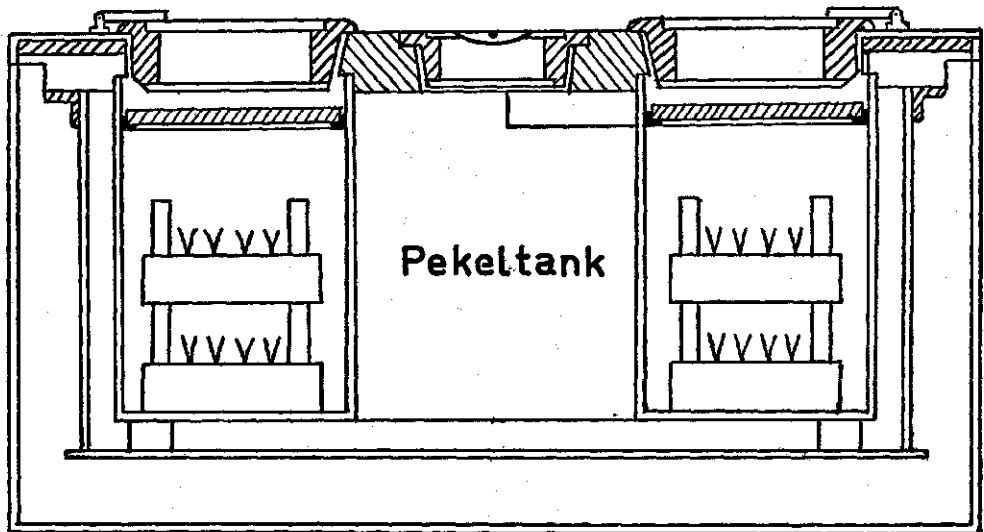
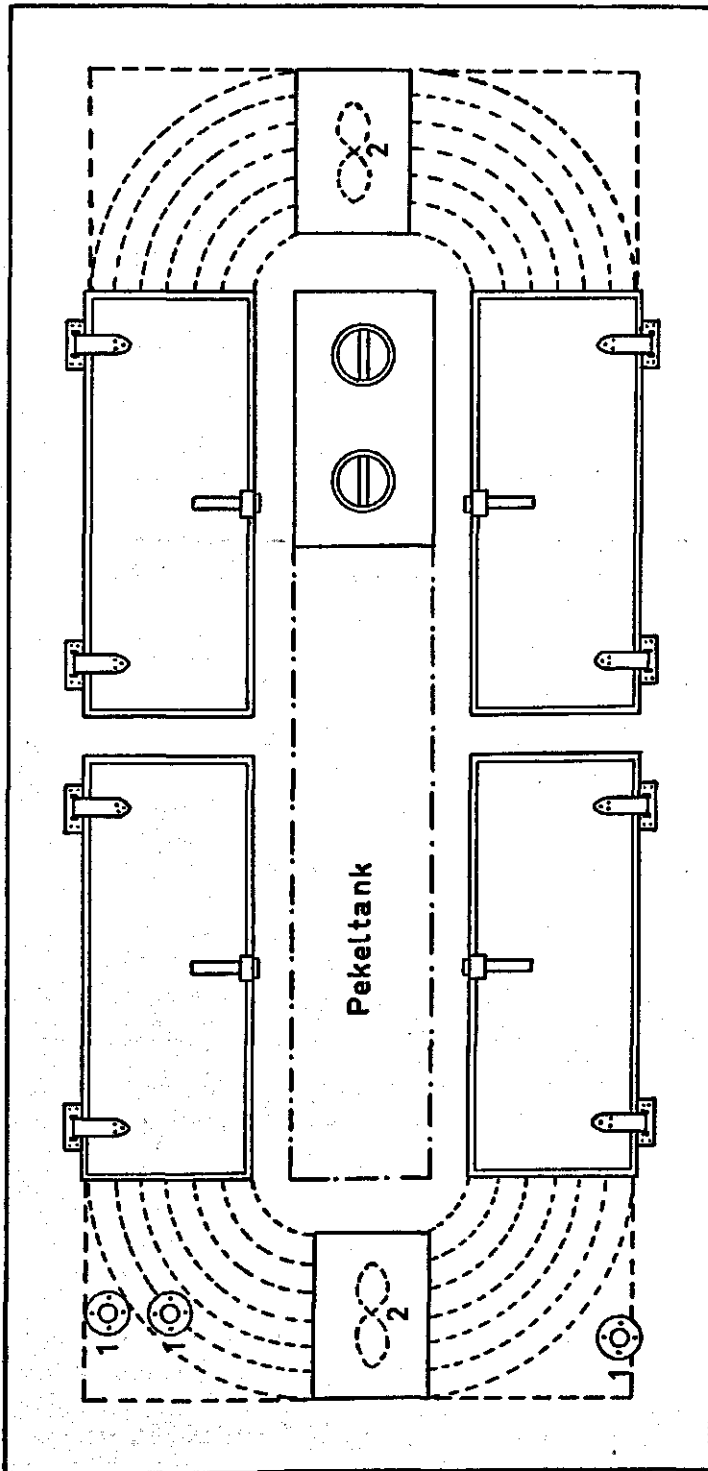


Fig. 1. Dwarsdoorsnede van de vriescel (schaal 1:20)
(Cross section of the freezing compartment)

lang. Ventilatoren zorgen voor een goede luchtcirculatie, zonder welke een gelijkmatige temperatuur niet mogelijk is.

De planten kunnen voor het vriesproces uit de grond worden genomen, hetgeen als voordeel heeft, dat veel plantenmateriaal in een kleine ruimte kan worden gevoren. Het nadeel hiervan is, dat zowel de beschermende als de schadelijke werking van de grond buiten beschouwing worden gelaten. De kouderesistentie van de wortels is in vele gevallen geringer dan die van het bladgedeelte. Om de natuurlijke toestand zoveel mogelijk na te bootsen, worden de planten bij onze werkwijze niet uit de grond gehaald. Ze worden gevoren in de kistjes waarin ze zijn opgekweekt en waarin de overgebleven planten voorlopig kunnen blijven. In de kistjes, waarvan de afmetingen binnenwerks $43 \times 27 \times 10$ cm bedragen, worden zeven rijen van 20 planten gekweekt. In de vriescel kunnen 16 kistjes, in twee verdiepingen van 8, met een tussenruimte van 12 cm worden geplaatst, zodat per serie 112 rijtjes van 20 planten kunnen worden gevoren.



- 1. Thermometers
- 2. Ventilatoren

Fig. 2. Bovenaanzicht van de vriescel (schaal 1:20)
 (Upper side of the freezing compartment)

Het verloop van de vriesproef geschiedt in de volgende fasen:

Fase	Tijdsduur	Temperatuur
1	24 uren	tot - 2° C
2	24 uren	van - 2° C tot - 6° C
3	ca. 16 uren	van - 6° C tot -14° C
4	3-4 uren	ca. -14° C
5	24 uren	van -14° C tot 0° C

Daarna worden de planten in een koele ruimte geplaatst; gestreefd wordt naar een temperatuur van 5-10° C. De temperatuur van deze ruimte is zeer belangrijk, daar de uiteindelijke resultaten hierdoor sterk worden beïnvloed, in het bijzonder als de koude-resistentie wordt uitgedrukt in het percentage overlevende planten.

De kouderesistentie kan ook worden bepaald door het schatten van de mate, waarin de planten door de koudebehandeling zijn beschadigd. Hierbij wordt gelet op:

1. het optreden van dode punten of zones in de jonge bladeren.
2. de mate van infiltratie; beschadigde bladdelen worden donkergroen doorschijnend, daar de intercellulaire ruimten met vocht zijn gevuld.
3. de ontwikkeling van nieuwe blaadjes; deze kan eerst enkele dagen na de beëindiging van de vriesproef worden vastgesteld.

Het schatten van de bovengenoemde kenmerken dient enige malen te geschieden. De eerste schatting kan vrijwel direct na de beëindiging van de vriesproef plaats hebben, terwijl verder b.v. nog na 6-7 en 12-14 dagen voor de tweede resp. derde keer kan worden beoordeeld. Het is noodzakelijk in iedere vriesproef enkele bekende standaardrassen op te nemen, bij voorkeur variërende van weinig tot goed kouderesistent. Wordt nl. bij de vriesproef een zeer lage temperatuur gekozen, dan worden bij de beoordeling van 0-10 (0 = alle planten dood, 10 = alle planten onbeschadigd) de nummers met een geringere kouderesistentie in een te smal traject, b.v. van 0-2, samengedrongen. In de weinig tot middelmatig kouderesistente groep treedt dan te weinig differentiatie op. Wordt daarentegen een minder lage temperatuur gebruikt, dan vindt men weinig differentiatie in de meer kouderesistente rassen en een grote spreiding in de minder kouderesistente vormen.

Bij een vriesproef dient grote aandacht te worden geschonken aan de omstandigheden, waaronder de planten, alvorens aan de koude behandeling te worden blootgesteld, hebben verkeerd. De belangrijkste zijn wel:

1. temperatuur,
2. daglengte.

HARDING

De uitslag van de kouderesistentieproef is in sterke mate afhankelijk van de harding, die de plant heeft kunnen verkrijgen. De hardingstoestand wordt vooral bepaald door de temperatuur, die geheerst heeft in de periode voor het vriezen. De harding verloopt het meest gunstig bij lage temperatuur en hoge lichtintensiteit. TUMANOV (102) vond, dat de gunstigste omstandigheden voor harding worden verkregen bij zonnig weer en een temperatuur om het vriespunt.

Aangezien de weersomstandigheden gedurende de winter niet constant zijn, volgt hieruit, dat de hardingstoestand van de te onderzoeken planten eveneens aan variatie onderhevig is. Dit levert moeilijkheden voor het onderzoek op, daar men bij de toe te passen behandeling rekening dient te houden met de hardingstoestand. Na een periode met zacht weer dienen de planten bij minder lage temperaturen te worden gevoren dan na een koude periode.

Teneinde deze moeilijkheden te vermijden en voor de kouderesistentiebepaling altijd te kunnen beschikken over planten in zoveel mogelijk gelijke hardingstoestand, is bij de vriesinstallatie van de Stichting voor Plantenveredeling tevens een hardingsruimte gebouwd. Alvorens de planten aan de vorst bloot te stellen worden ze in deze hardingsruimte gebracht. Hierin (zie afb. 1) kunnen drie series van 16 kistjes worden geplaatst en wel bij een temperatuur van $+ 2^{\circ}\text{C}$. Als verlichting zijn TL-buizen van 25 Watt op 40 cm hoogte boven de kistjes aangebracht. Boven twee kistjes bevinden zich twee TL-buizen, waarmede een daglengte van 12 uren wordt gegeven. Volgens KNEEN en BLISH (55) is de daglengte bij deze lage temperatuur waarschijnlijk niet belangrijk voor de hardingstoestand. In proeven van ANDERSSON (5) werd door vermindering van daglengte een geringere afhardingssnelheid verkregen. Uit eigen proeven is gebleken, dat de planten onder de genoemde omstandigheden na drie weken een gunstige hardingstoestand verkrijgen.

Over het hardingsproces als zodanig is zeer veel gepubliceerd (o.a. 3, 5, 101); ik zal hierop niet nader ingaan. Wel dient nog te worden gewezen op het onderzoek van ANDERSSON (5) volgens hetwelk tussen de rassen aanzienlijke verschillen in hardingsnelheid en uiteindelijk te bereiken hardingsgraad bestaan.

Behalve de harding bij licht en temperaturen juist boven 0°C , onderscheidt TUMANOV (102) een tweede hardingsproces, dat plaats zou vinden in het donker en bij temperaturen beneden 0°C ; deze harding zou geen effect hebben indien de planten gearowiseerd zijn. Hieruit zou dan tevens volgen, dat deze wijze van harding voor Westeuropese omstandigheden in vele gevallen van weinig belang zal zijn. Gewassen, die op normale tijd zijn gezaaid beëindigen namelijk vrijwel geheel of geheel hun thermofase voor het intreden van de koudeperiode.

Volledigheidshalve dient verder nog te worden opgemerkt, dat de hardingstoestand begunstigd wordt door een beperkte watervoorziening van de plant.

ONTHARDING

Ontharding, hetgeen gepaard gaat met verlies van kouderesistentie, kan op twee verschillende manieren plaats vinden. Bij de ene vorm geschiedt het tegengestelde van het hardingsproces (vgl. 13, stoffwechselbedingte Enthärtung), de andere is gebonden aan de ontwikkelingstoestand van de plant (entwicklungsbedingte Enthärtung). Tijdens het hardingsproces, dus bij lage temperaturen, wordt de assimilatie minder sterk gereduceerd dan de ademhaling, waardoor een overschot aan assimilaten ontstaat, dat de hardingstoestand bevordert. Bij hogere temperaturen neemt de ademhalingsintensiteit sterker toe, dan die van de assimilatie (5) en ontharding treedt op. In de natuur kan dit verschijnsel optreden gedurende zeer zachte winterperioden en na beëindiging van de winter. Deze vorm van ontharding kan weer ongedaan worden gemaakt door een nieuwe periode van harding.

De tweede wijze van ontharding heeft in tegenstelling tot de eerste een onherroeppe-

lijk karakter, daar de teruggang in hardingstoestand hier is gebonden aan de ontwikkelingstoestand van de plant. Gedurende de thermofase neemt, al naar mate de jarowisatiegraad wordt verhoogd, de kouderesistentie af. Jarowisatie resulteert in verlies van hardingsmogelijkheid (13, 44, 59, 81, 102). TUMANOV (102) vond de volgende verschillen in overwintering tussen planten van ongejarowiseerd en gejarowiseerd zaad opgekweekt.

Ras	Zaaitijd	% overlevende planten	
		gejarowiseerd	ongejarowiseerd
Ukrainka	vroeg	16	92
Ukrainka	laat	12	94
Moskov 02411	vroeg	7	93
Moskov 02411	laat	0	96

Dit aspect nu is van grote betekenis, daar praktisch al onze wintergerst- en winter-tarwerassen, na normale zaaitijd, in een bijna of geheel volledig gejarowiseerd stadium aan de winter worden blootgesteld (zie hoofdstuk IV).

Teneinde de invloed van de jarowisatiegraad op de kouderesistentie van een aantal Noord- en Westeuropese wintertarwerassen te leren kennen, werden in de herfst van 1952 de volgende proeven uitgevoerd.

PROEF I

wijze van jarowisatie: juist gekiemd zaad bij +2°C,
 opkweken der planten: van half oktober tot half november temperatuur ca. 10-15°C,
 harding: 2 weken bij 2°C, daglengte 12 uren,
 vriezen: 4 uren bij -15°C,
 beoordeling kouderesistentie: 0 tot 10, 0 = alle planten dood
 10 = alle planten onbeschadigd.

Van ieder ras waren acht rijtjes van 20 planten opgenomen.

TABEL 2 (TABLE 2)

Ras (variety)	Kouderesistentie na jarowisatie gedurende <i>Coldresistance after vernalization for</i>	
	6 weken (weeks)	3 weken (weeks)
1. Juliana	2	1-2
2. Ministre	2	2-3
3. Alba	2	2-3
4. Staring	2-3	3
5. Bersee	1-2	1-2
6. Pèvèle	2	6
7. Nord	1-2	2-3
8. Maximum	2	2
9. Renfort	5	6
10. Prima	7	7
11. Eroica	8	8
12. Heine VII	6-7	7
13. Carsten V	7	7-8
14. Heine 476	8	8-9

PROEF II

Voorbehandeling zie proef I, opkweken der planten van eind oktober tot begin december.

harding: 2 weken bij 2°C,

vriezen: 4 uren bij -14°C (Tabel 3).

Een dergelijke, in het voorjaar van 1954 uitgevoerde proef, vertoont het volgende effect van de jarowisatie op de kouderesistentie.

PROEF III

Zaaidatum 18 februari.

harding: vanaf 22 maart bij 2°C,

vriezen: van 5 t/m 9 april, vier uren bij -13,4°C (Tabel 4).

Uit de resultaten van de drie proeven blijkt, dat bij de genoemde tarwerassen de kouderesistentie slechts in enkele gevallen door de jarowisatiegraad in sterke mate wordt beïnvloed. Te dien opzichte vallen het sterkst op de tarwerassen Pèvèle en Etoile de Choisy en de beide wintergerstrassen.

TABEL 3 (TABLE 3)

Ras (<i>variety</i>)	Kouderesistentie na jarowisatie gedurende: (<i>Coldresistance after vernalization for:</i>)			
	8 weken (<i>weeks</i>)	6 weken (<i>weeks</i>)	4 weken (<i>weeks</i>)	2 weken (<i>weeks</i>)
1. Staring	3	3-4	4	4
2. Alba	3	3-4	4	4
3. Juliana	3	3	3-4	4
4. Ministre	2	3-4	4	4
5. Carsten V	7	7-8	8	7-8
6. Heine VII	7	7	7	7
7. Heine 476	8	8-9	9	9
8. Prima	5	6-7	7	7
9. Nord Desprez	3	4	4	4
10. Maximum	3-4	4	4-5	4
11. Magdalena	1-2	2	3	3
12. Renfort	5	6	7	6-7
13. Etoile de Ch.	3	4-5	5-6	5-6
14. Eroica	8	8-9	9	9
15. Ergo	8	8	9	9
16. Lassers Dickkopf	8	8	8	7-8
17. M.C. 245	4-5	6	6	6
18. M.C. 268	6	5-6	6	6

TABEL 4 (TABLE 4)

Ras (variety)	Kouderesistentie na jarowisatie gedurende: <i>Coldresistance after vernalization for:</i>	
	8 weken (weeks)	2 weken (weeks)
1. Carsten V	7	7-8
2. Heine VII	7	7
3. Heine 476	7	8
4. Staring	4	5
5. Ministre	4	5
6. Pèvele	3-4	6-7
7. Nord	3	4
8. Can. 3842	6	7
9. Can. 3847	6	7
10. Austro Bankut	7	7-8
11. Novi Sad Banatka	6-7	7
12. Etoile de Choisy	4	6
13. Vinesco (wintergerst)	4	7
14. Atlas (wintergerst)	4-5	7

HOFFMANN (44) concludeert uit resultaten van soortgelijke proeven met wintergerst, dat herfstuitzaai van gearowiseerd zaad een goede methode is om in zachte winters toch de winterhardheid te kunnen bestuderen. Deze methode wordt in het volgende hoofdstuk uitvoerig besproken.

Enkele onderzoekers o.a. HOFFMANN (44) en RUDORF (81) betrokken in dit onderzoek ook enkele rassen van zomergranen en vonden hierbij eveneens een vermindering van de kouderesistentie na jarowisatie. Daar de planten in dit geval geen, of een geringe koudebehoefte hebben, wil HÄNSEL (34) deze vermindering van kouderesistentie zoeken in beschadiging van de kiemwortels tijdens de jarowisatie en niet in de invloed van de jarowisatietoestand op de kouderesistentie. Tevens vraagt hij zich af, of de door hem na jarowisatie geconstateerde beschadigingen aan kiemwortels wellicht eveneens bij wintergranen ten dele verantwoordelijk zijn voor de vermindering van kouderesistentie. Hiertegen kan worden aangevoerd, dat het zeer goed mogelijk is, planten volledig te jarowiseren, zonder dat de door HÄNSEL geconstateerde beschadigingen van kiemwortels optreden. Bovendien bezitten vele zomervormen van granen een zekere, zij het meest geringe, koudebehoefte, hetgeen b.v. het geval is met het door RUDORF (81) onderzochte ras Heines Kolben. GRAHL (32) is van mening dat de jarowisatietoestand geen invloed op de kouderesistentie kan hebben. De vermindering van kouderesistentie berust volgens hem louter op beschadiging van de plant, welke veroorzaakt wordt door de lage temperaturen tijdens de jarowisatiebehandeling.

Gezien de resultaten van diverse onderzoekers (o.a. 44, 81, 102) en die verkregen uit de hierboven vermelde proefnemingen, lijken de verklaringen van GRAHL wel erg simplistisch. Dit vooral, daar zijn kouderesistentiebepalingen gebaseerd zijn op proeven, uitgevoerd met planten in het coleoptielstadium. Uit het navolgende zal blijken, dat de kouderesistentie in dit jonge stadium slechts in bepaalde gevallen overeenkomst vertoont met die in verdere stadia.

Na beëindiging van de thermofase kan de plant, indien aan eisen van voldoende lange dag en hogere temperatuur wordt voldaan, tot de fotofase overgaan. Deze

fase is gekenmerkt door een veel geringere hardingsmogelijkheid. Het minimum aan kouderesistentie tijdens het begin van de fotofase kan echter soms nog aanzienlijk zijn, hetgeen b.v. volgt uit resultaten van de in Hoofdstuk IV besproken zaaitijdenproeven.

Ten aanzien van ontharding bestaan grote rasverschillen, hetgeen al volgt uit de besproken proeven, waarbij het ras Pèvele tijdens het voortschrijden van de thermofase snel aan hardingsmogelijkheid verliest. LAUDE (62) vond bij de bestudering van ontharding bij zes tarwerassen verschillen in snelheid van ontharding. Het ras Harvest Queen viel hierbij op door een geringere snelheid van ontharding en het behouden van een betrekkelijk hoge graad van kouderesistentie. Het zeer winterharde ras Minturki verloor daarentegen in dezelfde proef zeer snel zijn kouderesistentie.

Bij een in 1953 uitgevoerde proef, om de ontharding bij een aantal tarwerassen na te gaan, werden de volgende resultaten verkregen. De kisten met planten stonden gedurende de winter buiten in het veld. Tot 18 februari was het koud weer gebleven met nachtelijke minimumtemperaturen tot -10°C en dagelijkse maxima tot $+5^{\circ}\text{C}$, zodat aangenomen kan worden, dat de planten in een goede hardingstoestand verkeerden. De helft van de serie werd om deze toestand zo goed mogelijk te bewaren op 20 februari in de hardingscel geplaatst, de andere helft bleef buiten, tijdens welke periode enige groei plaatsvond. De gemiddelde dagelijkse maximum temperatuur gedurende deze periode was $11,9^{\circ}\text{C}$, de gemiddelde dagelijkse minimumtemperatuur $+2,8^{\circ}\text{C}$. Op 3 maart werden de beide series in de vriescel geplaatst en gedurende drie uren bij $-13,8^{\circ}\text{C}$ gevoren.

TABEL 5 (TABLE 5)

Ras (<i>varieties</i>)	Kouderesistentie (<i>coldresistance</i>)	
	planten uit de hardingscel (<i>plants from the hardening room</i>)	planten van het veld (<i>plants from the field</i>)
1. Staring	4	2
2. Alba	4	1
3. Juliana	4-5	1
4. Ministre	4	1
5. Carsten V	7-8	4
6. Heine VII	6-7	4
7. Bersée	2-3	0
8. Werla	8	6
9. Silber	8	6
10. Heine 476	8-9	6
11. Prima	6	4-5
12. Dir, Journee	6-	3
13. Nord	3	0
14. Maximum	3	0
15. Magdalena	3	0
16. Renfort	5	3
17. Etoile de Choisy	5	4
18. Immendorfer Kolben	8	7-8
19. Lassers Dickkopf	7	6-7
20. Eroica	8	7
21. Ergo	8	8

Uit deze resultaten blijkt, dat vooral de groep van de minder winterharde rassen in sterke mate zijn onthard. De vier winterharde Oostenrijkse en Zweedse rassen hebben hun kouderesistentie grotendeels behouden. In deze proef spelen waarschijnlijk de beide voornaamste vormen van ontharding een rol, namelijk ontharding door hogere temperaturen en ontharding door verder voortgeschreden ontwikkelingstoestand. Tegen dit laatste proces van ontharding zijn b.v. de Zweedse rassen, die uitgesproken langedag-typen zijn, beter bestand (92).

SCHMALZ (92) concludeert uit zijn onderzoek dat de daglengtebehoefte van een ras kan worden gebruikt om winterharde vormen te vinden, die zo lang mogelijk hun kouderesistentie behouden. Door in het voorjaar de daglengte kunstmatig te vergroten, kunnen rassen worden uitgezocht, die hierop weinig of niet reageren of m.a.w. niet of slechts langzaam in de fotofase overgaan. De consequentie van een dergelijke selectie is echter, dat extreem lange-dag-typen worden uitgezocht, die een trage voorjaarsontwikkeling hebben.

Aangezien temperatuur en daglengte samenwerken en beide al naar de streek sterk kunnen uiteenlopen, draagt de kouderesistentie en vooral de voorjaarsresistentie een sterk regionaal karakter. In Zweden en Oosteuropa b.v., blijft het in het voorjaar lang koud en zodra de temperatuur zo hoog wordt, dat groei kan optreden, is de daglengte ook zodanig, dat zelfs bij de extreem lange-dag-typen de ontwikkeling verder kan voortschrijden. Tot deze tijd is de kouderesistentie verzekerd gebleven door de rusttoestand, waarin de plant moest blijven. Voor ons land is een dergelijke langdurige voorjaarsresistentie niet nodig. Tevens hebben de meeste Noordelijke rassen het nadeel, dat ze in ons land in het voorjaar lang een kruipend groeitype bezitten. Hetzelfde geldt voor onze Nederlandse tarwerassen, indien deze naar Zuidelijke landen worden gebracht. Omgekeerd vertonen in het algemeen rassen uit Zuidelijke landen een vlottere voorjaarsontwikkeling dan de in Noordelijke landen inheemse rassen. Vele Franse rassen, die de voor ons land gewenste combinatie van vlotte ontwikkeling en hoge produktiviteit hebben, beschikken echter niet over een voldoende winterhardheid.

Vele tarwerassen, waarbij wel in de eerste plaats Zuid-oosteuropese en Amerikaanse genoemd kunnen worden, bezitten de combinatie goede kouderesistentie en snelle voorjaarsontwikkeling. Bovendien is de koudebehoefte van deze rassen aanzienlijk geringer dan van de huidige Noord-Westeuropese rassen met gelijke winterhardheid (20). De meest extreme vorm van dit type, hetwelk wij hebben gevonden is het Canadese zomertarweras Can. 3842, dat in de winter 1953/54 op onze proefvelden een winterhardheid vertoonde, gelijkwaardig aan die van rassen als Heine VII en Carsten V en daarnaast een goede ontwikkeling in het voorjaar.

Naast de reeds genoemde factoren wordt de kouderesistentie beïnvloed door het groeistadium van de plant, hetgeen o.a. blijkt uit de resultaten van de volgende proef.

Een 14-tal tarwerassen werd in 1954 op de volgende data uitgezaaid: 17 sept., 27 sept., 7 okt. en 18 okt. De zaaidiepte voor alle zaaisels bedroeg 2 cm. Op 23 oktober werden alle series in de hardingscel gezet bij 2°C. De verschillende zaaisels hadden toen de volgende groeistadia bereikt:

gezaaid 17 september: 3 blad-stadium,
 „ 27 september: jong 3 blad-stadium,
 „ 7 oktober: 2 blad-stadium,
 „ 18 oktober: van de meeste rassen enkele coleoptielen juist boven de grond.

Gevroren werd van 8 t/m 12 november en wel bij -13.2°C , gedurende 4 uren. De resultaten waren als volgt:

TABEL 6 (TABLE 6)

Rassen (<i>varieties</i>)	Herkomst (<i>origin</i>)	Zaaidata (<i>sowing time</i>)			
		17-IX	27-IX	7-X	18-X
1. Novi Sad 1439 . .	Jugoslavia	7+	6	6-7	3
2. Jugoslav Bankut .	„	7	6-	5	4
3. Novi Sad 2778 . .	„	7-8	7-	4	8
4. C 33	Finland	9	8	7-	2
5. Panter	België	6+	3	2	1
6. Silber	Duitsland	7	7	6-7	1
7. Heine 51	„	8	6+	6	2
8. Can. 3842	Canada	6+	6-	5-6	5
9. Can. 3843	„	6-7	5	4	6
10. Reliance	„	5	4	3	3
11. Magdalena	Frankrijk	5	3	3	3
12. Etoile de Ch. . . .	„	6-	3	2	2
13. Berzataka	Rusland	8	8	8	6
14. Ukrainka 0246 . .	„	8	8	8-	5

Duidelijk blijken uit deze gegevens de aanzienlijke verschillen in kouderesistentie tussen de verschillende groeistadia. Sommige rassen reageren hier sterk op, andere daarentegen minder. In het algemeen neemt de kouderesistentie van het jongere naar het oudere stadium toe. In het coleoptielstadium blijken verschillende rassen, die in een ouder stadium gunstige resultaten geven, zeer weinig kouderesistentie te hebben.

SUNESON en PELTIER (96) geven resultaten van soortgelijke proeven met de Amerikaanse tarwerassen Blackhull, Minturki, Nebraska 60 en Kawvale. De kieming en groei vonden bij temperaturen van 60 en 77°F plaats.

Aantal dagen van opkomst tot harding	Gemiddeld % overlevende planten				
	Temp.	Blackhull	Minturki	Nebr. 60	Kawvale
1- 5	60	91	95	93	88
1- 5	77	74	82	83	69
7-12	60	25	49	39	37
7-12	77	37	63	64	58
14-19	60	33	36	52	43
14-19	77	22	50	48	58
21-26	60	34	53	76	60
21-26	77	51	65	78	63

De resultaten van deze proef wijken in zoverre van de vorige af, dat hier het jongste stadium is gekenmerkt door de grootste kouderesistentie. De andere groepen vertonen

dezelfde tendens als die van onze proef, nl. een toename van kouderesistentie bij oudere groeistadia. Hoewel SUNESON en PELTIER geen omschrijving van groeistadia geven, kan worden aangenomen, dat de groep 7-12 dagen overeenkomt met het één- tot jong twee-bladstadium. Naar de oudere groeistadia en wel tot en met het drie-bladstadium neemt de hardingsmogelijkheid toe. Het grote verschil tussen de resultaten van beide proeven ligt in de kouderesistentie in het coleoptielstadium.

Enkele later door mij genomen proeven ter bepaling van de kouderesistentie in het coleoptielstadium geven de volgende resultaten.

voorbehandeling: vanaf zaaien enkele dagen bij 12-15°C en vervolgens twee weken in de hardingscel bij 2°C.

Tijdens het vriezen bevonden de meeste coleoptielen zich juist enige millimeters boven de grond.

PROEF I

zaaidatum 17 oktober 1954,

van 23 oktober tot 3 november bij 2°C,

vriezen: drie uren bij -13,8°C,

beoordeling der kouderesistentie geschiedde 10-12 dagen na het vriezen, na plaatsing bij ca. 10°C (0 = alle planten dood, 10 = alle planten onbeschadigd) (Tabel 7).

PROEF II

zaaidatum 16 december 1954,

van 24 december '54 tot 7 januari '55 bij 2°C,

vriezen: vier uren bij -13,5°C (Tabel 8).

TABEL 7 (TABLE 7)

Rassen (<i>varieties</i>)	Herkomst (<i>origin</i>)	Kouderesistentie in het coleoptielstadium (<i>coldresistance in the coleoptile stage</i>)	Gem. kouderesistentie in ouder stadium (<i>average cold resistance in older stage</i>)
1. Heine 51	Duitsland	2	8
2. Silber	"	1	7-8
3. Panter	België	1	6
4. C 33	Finland	2	8
5. Novi Sad 2778 . .	Joegoslavië	8	7
6. Jugoslav Bankut .	"	4	6-7
7. Novi Sad 1439 . .	"	3	6
8. Can. 3842	Canada	5	6-7
9. Can. 3843	"	6	7
10. Reliance	"	3	5
11. Magdalena	Frankrijk	3	4
12. Etoile de Ch. . . .	"	2	5
13. Berzataka	Rusland	6	7
14. Ukrainka 0246 . .	"	5	7

TABEL 8 (TABLE 8)

Rassen (<i>varieties</i>)	Herkomst (<i>origin</i>)	Kouderesistentie in het coleoptielstadium (<i>coldresistance in the coleoptile stage</i>)	Gem. kouderesistentie in ouder stadium (<i>average cold resistance in older stage</i>)
1. Heine VII	Duitsland	1	7
2. Staring	Nederland	2	4
3. Mado	"	1	4
4. Taverio	"	1	4
5. Olympia	Finland	6	8
6. Varma	"	6	8
7. Novi Sad 2778 . .	Joegoslavië	7	7
8. Can. 3845	Canada	6	6
9. Can. 3847	"	5	6
10. Austro Bankut . .	Oostenrijk	7	7-8
11. Cappelle	Frankrijk	1	3
12. Voldagsen 29/53 .	Duitsland	2	-
13. Stepnjatschka . .	Rusland	6	7
14. Novokrumka 0258	"	8	7

Terwijl de onderzochte Noord-westeuropese rassen, ongeacht of zij in ouder stadium over een goede of geringe kouderesistentie beschikken, zeer weinig resistent zijn in het coleoptielstadium, blijken diverse Zuid-oosteuropese rassen zowel resistent in zeer jonge als in oudere groeistadia. De Noord-amerikaanse tarwerassen vertonen in het algemeen hetzelfde beeld, hetgeen niet te verwonderen is, daar deze rassen een nauwe verwantschap met de Zuid-oosteuropese vertonen en voor een deel zelfs direct daaruit afkomstig zijn. Hieruit kan dan ook het verschil tussen de resultaten van SUNESON en PELTIER en de onze worden verklaard. ANDREWS (6) vond een behoorlijke correlatie tussen kouderesistentie in het coleoptielstadium en de winterhardheid, doch er wordt niet vermeld voor welke tarwerassen dit is geconstateerd. Een dergelijke goede overeenstemming zou voor een resistentiemethodiek goede perspectieven bieden, daar het veel eenvoudiger is, enkele dagen gekiemde zaden te vriezen, dan oudere planten. Tevens zouden dan factoren die dit laatste onderzoek bemoeilijken, vermeden kunnen worden. De mededeling van GRAHL (32), dat er in zijn proeven een zeer goede overeenstemming werd gevonden tussen de kouderesistentie van tarwe in het coleoptielstadium en de winterhardheid, vormde dan ook voor ons een aanleiding om de door hem beschreven proeven nauwkeurig te bestuderen.

De door GRAHL toegepaste methodiek is in het kort als volgt: 100 onbeschadigde korrels van ca. gelijke grootte worden twee uren in het donker en bij kamertemperatuur in leidingwater bevochtigd. Vervolgens worden ze op vochtig kwartszand (op 1 kg zand 110 cc water) in petrischalen uitgelegd. Na drie dagen (bij kamertemperatuur) worden 30 kiemplanten met 5 ± 1 mm lange coleoptielen uitgezocht. Vervolgens vindt afharding plaats bij 0°C en een belichting met TL-buizen van 16 uren per dag, „daar onder deze omstandigheden een optimale kouderesistentie wordt verkregen”. Na drie dagen worden 25 kiemplanten met 5 ± 1 mm lange coleoptielen uitgezocht, die vervolgens gedurende vier uren in het donker bij $-5,7^{\circ}\text{C}$ worden gevrozen. Vervolgens langzaam dooien en één dag bij ca. 0°C . Na deze behandeling kan de kouderesistentie worden bepaald, nadat de planten in grond zijn gelegd en veertien dagen bij ca. 20°C hebben gestaan.

Van 21 tarwe- en gerstrassen werd door ons volgens deze methode de kouderesistentie bepaald. Alleen werd de harding op twee verschillende manieren uitgevoerd, nl. bij 0°C met belichting en bij 0°C in het donker, om na te gaan of de door GRAHL genoemde belichting inderdaad van invloed is. Daar de temperatuur van -5,7°C door ons te hoog werd geacht, is bovendien deze serie bij -10°C behandeld. De volgende resultaten werden verkregen, waarbij de door GRAHL gebruikte schaal van 1-6 omgerekend werd in de door ons regelmatig gebruikte schaal van 1-10 (Tabel 9).

TABEL 9 (TABLE 9)

Rassen (<i>varieties</i>)	Kouderesistentie na harding en vriezen bij: (<i>coldresistance after hardening and freezing in</i>)		
	licht (<i>light</i>)	donker (<i>dark</i>)	donker (<i>dark</i>)
	-5,7°	-5,7°	-10°
1. Capelle	9	7	2
2. Staring	8	8	5
3. Heine VII	9	9	5
4. Banco	9	8	3
5. Novokrumka 0258	8	7	3
6. Moskou 2453	6	6	4
7. Stepnjatschka	8	8	3
8. Ukrainka 0246	9	10	3
9. Blackhawk	9	9	5
10. Purdue 7	9	8	6
11. Can. 3842	9	10	5
12. Can. 3845	8	8	4
13. Peko	7	7	4
14. Carpo	7	7	1
15. Saunders	6	7	6
16. Regent	7	5	0
17. Reliance	8	9	4
18. Lee	8	8	0
19. Herta	7	9	1
20. Minerva	6	6	0
21. Vinesco	9	2	0

Bij -5,7°C werd vrijwel geen onderscheid gevonden in de onderzochte rassen, die in ouder stadium een variatie in kouderesistentie vertonen van 0-9. De kouderesistentie na vriezen bij -10°C vertoont eveneens weinig overeenkomst met de winterhardheid van de rassen.

Volgens HÄNSEL (34) zijn de kiemwortels minder kouderesistent dan het coleoptiel, terwijl tevens de kouderesistentie van de kiemwortels sterk afhankelijk is van hun groeistadium. Hij concludeert hieruit, dat het praktisch niet mogelijk zal zijn, een betrouwbare kouderesistentiemethodiek voor juist gekiemde zaden te ontwerpen, daar het onmogelijk is, alle jonge kiemplanten in hetzelfde groeistadium te vriezen. In de resultaten van een dergelijke proef zou waarschijnlijk een grotere variatie ontstaan door verschil in kiemings- of groeistadium, dan genetisch in dat materiaal mogelijk is. Helaas zijn deze proeven door HÄNSEL slechts met een beperkt aantal rassen uitgevoerd, terwijl verder over de correlatie van de kouderesistentie van de kiemwortels en die van de spruit weinig bekend is. Wel kan worden aangenomen, gezien het verschil in

uitkomst tussen de kouderesistentieresultaten tussen de proeven met jonge kiemplanten in grond en die volgens de methode GRAHL, waarbij ze op vochtig zand liggen, dat de grond de wortels bescherming verleent.

Met de door ons gevolgde methode konden behoorlijk reproduceerbare resultaten worden verkregen, die verder binnen een bepaalde groep van rassen een zekere overeenkomst vertoonden met de winterhardheidsgegevens. Met de methode GRAHL konden we een dergelijk verband niet vaststellen. In hoeverre de hier vermelde resultaten over de kouderesistentie in het coleoptielstadium in tegenspraak zijn met de in de praktijk geldende opvatting over goede winterhardheid tijdens het „op korrel staan” is niet na te gaan. Een goede omschrijving van dit stadium bestaat niet en bovendien zijn de meningen in de praktijk hierover niet geheel onverdeeld. Volgens JONARD (51) is in het kiemingsstadium de resistentie tegen koude het geringst en het coleoptiel het meest gevoelige orgaan van de plant. In een door FEEKES in de herfst van 1953 aangelegde zaaitijdenproef met tarwerassen in de N.O.P. winterden de meeste decemberzaaisels uit, waaronder goed winterharde Duitse en Zweedse. Een aantal rassen, behorende tot de Zuid-oosteuropese of daarmee verwante groepen, vertoonde een goede winterhardheid. Deze ervaring komt dus overeen met de resultaten van onze zojuist beschreven vriesproeven met tarweplanten in jong stadium.

Volgens SEYFARTH (93) kan laat in het jaar gezaaide zomertarwe goed vorst verdragen, mits de ontwikkeling niet verder dan het kiemingsstadium gaat. De jonge kiemen zijn volgens hem goed winterhard en zeer resistent tegen laat in het voorjaar optredende vorst. Bij enkele rassen van zomertarwe, zomergerst en haver stelden PELTIER en KIESSELBACH (76) vast, dat de jonge kiemplanten die juist uit de grond komen of in het één blad-stadium verkeerden, meer resistent tegen koude waren dan planten in het 2- en 3 blad-stadium. Het 4 blad-stadium vertoonde weer een grotere resistentie. Tenslotte kan nog vermeld worden, dat, naar mondelinge mededeling van dr. K. SCHRIMPF te Hohenheim, destijds in Hongarije werd gevonden, dat de Noordwesteuropese tarwerassen, in tegenstelling tot de Hongaarse, bij late najaarszaai slecht overwinterden.

Uit het bovenstaande blijkt, dat er in de literatuur vele tegenstrijdigheden zijn te vinden. De verklaring hiervan zal gezocht moeten worden in de verschillende rassen die zijn onderzocht, in de wijze van proefopzet, b.v. geen nauwkeurige omschrijving van stadia, verschillen in hardingstoestand, enz. Vooral de beperkte rassenkeuze leidt dikwijls tot conclusies, die voor een bepaalde groep van rassen wel juist zijn, doch niet gelden voor vele andere rassen.

HOOFDSTUK IV

HET BESTUDEREN VAN WINTERHARDHEID DOOR MIDDEL VAN ZAAITIJDENPROEVEN

Naar aanleiding van de in het voorafgaande beschreven vriesproeven en de hieruit verkregen resultaten, werden in de herfst van de jaren 1953, 1954 en 1955 zaaitijdenproeven aangelegd. Door middel van verschillende zaaitijden, kunstmatig gejarowiseerde en ongejarowiseerde zaaisels en verschillende daglengten door bijbelichting, is het mogelijk planten in velerlei ontwikkelingstoestanden aan de winter bloot te stellen.

Bij de opzet van deze proeven is niet alleen gedacht aan een onderzoek naar de winterhardheid bij verschillende ontwikkelingsstadia, doch tevens aan de mogelijkheid, een niet te kostbare toets- en selectiemethode voor de kweker van wintergranen te vinden.

ZAAITIJDENPROEF HERFST 1953

In deze proef werd een 19-tal rassen uitgezaaid, nl. 2 zomergerst, 2 wintergerst, 3 zomertarwe en 12 wintertarwe. De zaidata waren als volgt:

- 24 september: ongejarowiseerd,
 - 8 oktober: ongejarowiseerd en 2 weken gejarowiseerd,
 - 22 oktober: ongejarowiseerd en 4 weken gejarowiseerd,
 - 5 november: ongejarowiseerd en 4 weken gejarowiseerd.
- (Jarowisatie vond plaats door juist gekiemde korrels bij 2°C te bewaren.)

Alle zaaisels groeiden op bij twee daglengten, nl. de natuurlijke en één van 12 uren. Deze laatste werd verkregen door de planten van opkomst tot de intrede van de vorstperiode (30 december) na zonsondergang een extra belichting te geven tot een totale daglengte van 12 uren. Hiervoor werden gloeilampen op ca. 1 meter hoogte gebruikt en wel 1 lamp van 200 Watt per 4 m².

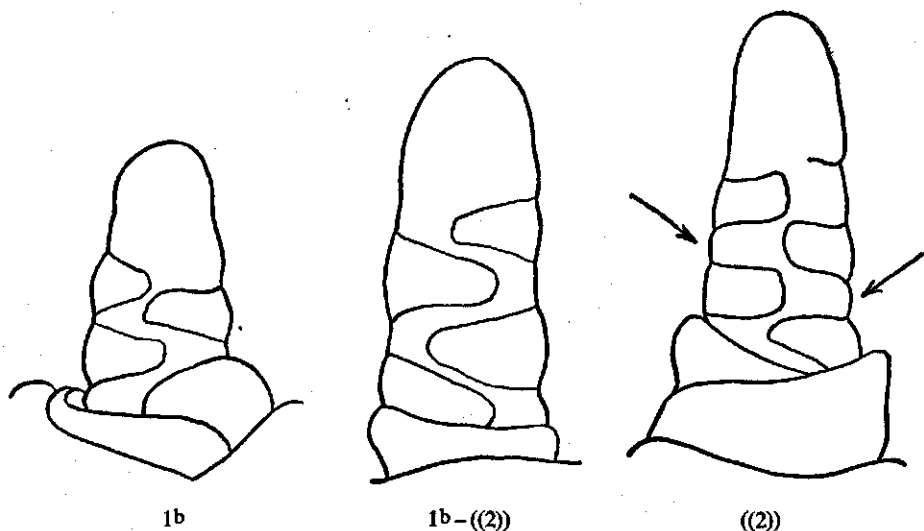
Om de ontwikkelingsstadia aan te geven werd de methode gebruikt v. D. SANDE BAKHUYZEN (11). Hierbij worden de volgende stadia onderscheiden:

vegetatief stadium:

- 1^a – jongste stadium
- 1^b – later stadium

generatief stadium:

- ((2)) – eerste zwakke opzwellings van de interbracteale ruimten
- (2) – verdere opzwellings van de interbracteale ruimten
- 2 – „double ridge” stadium, de opgezwollen interbracteale ruimten (de aartjesprimordia) zijn even groot als de bracteeën
- 2+ – de aartjesprimordia steken uit
- 3 – differentiatie van de kafjes
- 4, 5, 6, enz. – differentiatie van het primordium van de 1e, 2e, 3e, enz. bloem.



In tabel 10 zijn het percentage overwintering en gedeeltelijk de ontwikkelingsstadia vermeld voor 2 zaaitijden en 2 data van onderzoek, voor normale daglengte en een daglengte van 12 uren. Verder is voor iedere groep het overwinteringspercentage vermeld. Uit de resultaten blijkt, dat bij de onderzochte tarwerassen, behoudens bij Reliance, bij deze strenge winter geen overwintering voorkwam, indien de ontwikkeling het vegetatieve stadium was gepasseerd.

Voor iedere bepaling van het ontwikkelingsstadium van de vegetatiekegel werden enige planten, meestal 5 stuks, onderzocht. Hetzelfde geldt voor verdere dergelijke onderzoeken. Daar het onderzoek van de vegetatiekegels zeer tijdrovend is, was het niet mogelijk om alle zaaisels binnen een korte tijd te onderzoeken. De leemten in de tabellen zijn hiervan het gevolg.

De wintergerstrassen blijken ook in het begin van het generatieve stadium nog een zekere winterhardheid te bezitten.

Wel dient te worden gewezen op het feit, dat deze overwinteringscijfers gelden voor de winter 1953/54, tijdens welke, na een korte vorstperiode in begin januari, van 27 januari tot 7 februari minimumtemperaturen beneden 10°C voorkwamen, zonder sneeuwbedekking. De laagste temperatuur ($-14,8^{\circ}\text{C}$, gemeten op 10 cm. hoogte) werd op 2 februari waargenomen.

Tabel 11 vertoont van dezelfde zaaitijdenproef de overwinteringspercentages van drie zaaitijden bij verschillende jarowisatietoestanden en twee daglengten. De rassen die bij alle zaaitijden geheel of vrijwel geheel uitwinterden zijn hierin niet vermeld.

Vanwege het geringe aantal planten (40) kan aan de hier gegeven percentages niet een te grote waarde worden gehecht, doch voldoende duidelijk blijkt de invloed van de jarowisatietoestand en de grotere daglengte op de winterhardheid. Opvallend is de overeenkomst van hetgeen in deze veldproeven wordt gevonden, met de resultaten van de op blz. 17 en 19 genoemde laboratoriumproeven, waarbij de nadelige werking van jarowisatie en langere dag ook duidelijk blijkt.

TABEL 10 (TABLE 10)

Zaaddata (sowing dates)	24 september						8 oktober					
	12 uren			normaal			12 uren			normaal		
	15-XII 16-XII	20-I 21-I	%	15-XII 16-XII	20-I 21-I	%	15-XII 16-XII	20-I 21-I	%	15-XII 16-XII	20-I 21	%
<i>Daglengthe (daylength)</i>												
<i>Ontwikkelingsstadia (stages of development)</i>	15-XII 16-XII	20-I 21-I	%	15-XII 16-XII	20-I 21-I	%	15-XII 16-XII	20-I 21-I	%	15-XII 16-XII	20-I 21	%
RASSEN (varieties)												
<i>Zomergerst</i>												
Piroline	13-14		0	12		0	11		0	2-3		0
Herta	10-11		0			0	3		0	2+		0
<i>Wintergerst</i>												
Bordia	2+		0	2+		5			0	2-2+		0
Atlas	2-2+		0			25			5	(2)-2-		0
<i>Wintertarwe</i>												
Austro Bankut	1 ^b -(2))	2-2	0		(2)-2-	10		(2)	0	1 ^b		50
Cappelle	((2)-(2)	2	0		2	0	1 ^b	((2))-2	0	1 ^b -(2))		0
Etoile de Choisy	(2)-2-	2-2+	0		2	0	1 ^b		0			5
Magdalena	(2)-2-		0			0			0			0
Bersee	2-2+	2+	0	2	2+	0	(2)	2-2	0	(2)		0
Probus	1 ^b -(2)	2-2	0		2-	0		(2)-((2))	0	1 ^b -(2))		0
Heine VII	1 ^b -(2))		0		(2)-2-	25			25	1 ^b		40
Carsten V	1 ^b -(2))		0		((2))-2	20		((2))-1 ^b	20			80
Staring	(2)	2-2	0		(2)	0			0	1 ^b		0
<i>Zomertarwe</i>												
Noorwega	2+		0			0	(2)-2-		0			0
Blanka	(2)-2-		0	(2)		0		2-	0	1 ^b		0
Reliance	2	2+3	0		2-2+	5	((2))	2+3	0	(2))		10
Mentana	11-12		0			0	2+3		0	(2)-2-		0
Funo	12		0	3		0	2+		0	(2)		0
Mara	12		0			0	2+		0	((2))-2-		0

% = overwinteringspercentage

TABEL 11 (TABLE 11)

Zaaaitijd (<i>sowing dates</i>)	8 oktober				22 oktober				5 november			
	12 uren		normaal		12 uren		normaal		12 uren		normaal	
Daglength (<i>daylength</i>)												
Jarowisatie (<i>vernalization</i>)	2 w		2 w		4 w		4 w		4 w		4 w	
<i>Wintergerst</i>												
Bordia	0	0	25	10	0	0	60	0	0	0	50	5
Atlas	5	0	75	40	0	0	80	35	10	0	60	5
<i>Wintertarwe</i>												
Austro Bankut . . .	0	5	50	35	75	5	80	35	75	5	75	65
Etoile de Choisy . . .	0	0	5	0	0	0	20	0	5	0	50	0
Heine VII	25	0	50	40	25	10	65	65	35	0	75	50
Carsten V	20	10	80	75	75	10	90	90	50	20	90	80
<i>Zomertarwe</i>												
Reliance	0	0	10	5	0	0	50	20	0	0	80	70

De invloed van de jarowisatietoestand op de winterhardheid is vooral zeer duidelijk bij de wintergerstrassen en het tarweras Etoile de Choisy. Bij de tarwerassen Heine VII en Carsten V werd in het algemeen eerst bij langere dag de invloed van de jarowisatietoestand duidelijk.

Een dergelijke tendens is waar te nemen bij het zomertarweras Reliance, waarbij vanwege het zomer karakter geen sterke reactie op de jarowisatietoestand was te verwachten, doch waarbij de daglength in de uiteindelijke winterhardheid een belangrijke rol speelt.

Uit de winter 1953/54 kunnen we ook nog het ontwikkelingsstadium en het overwinteringspercentage van een viertal andere Canadese zomertarwerassen geven:

Zaadatum 30-IX	Ontwikkelingsstadium 21-I	Overwinteringspercentage
Can. 3842	(2)-2-	70
Can. 3843	1 ^b -(2)-(2)	95
Can. 3845	2 ⁺ -7	5
Can. 3847	2	7

Indien we de beide laatste rassen vanwege hun lage overwinteringspercentage buiten beschouwing laten, blijkt uit de resultaten met de andere twee, dat, ondanks het begin van het generatieve stadium, een aanzienlijke kouderesistentie kan blijven bestaan. Dit opent wijde perspectieven voor de tarweverdeling in Nederland en omliggende landen, omdat hierdoor een geniteurskeuze voor wintertarwe in de richting van minder koudebehoefte en meer korte-dag-tolerante vormen, mogelijk wordt.

ZAAITIJDENPROEF HERFST 1954

Uitgezaaid werden een 52-tal rassen, nl. 3 zomergerst, 10 wintergerst en 39 tarwe.

De zaadata waren:

24 september - ongejarowiseerd,

25 oktober - ongejarowiseerd en 4 weken gejarowiseerd,

en alleen voor tarwe tevens nog:

25 november - ongejarowiseerd en 4 weken gejarowiseerd.

De verdere behandeling was gelijk aan die van de proef van het vorige jaar. Zeer slechte weersomstandigheden gedurende de herfst van 1954 en een plotseling optredende muizenplaag deden de zaaisels van de beide laatste data voor een groot deel mislukken, zodat alleen die van 24 september bruikbare resultaten konden opleveren.

Op 3, 4 en 5 januari werd het ontwikkelingsstadium van de vegetatiekegels bepaald. Tijdens de winter trad bijna geen uitwintering op, hetgeen blijkt uit de volgende resultaten.

TABEL 12 (TABLE 12)

		daglengte 12 uren (<i>daylength 12 hours</i>)			daglengte normaal (<i>normal daylength</i>)		
		ontwikk. stadium <i>dev. stages</i>	winterhardheid <i>winterhardness</i>	% overl. planten % surv. pl.	ontwikk. stadium <i>dev. stages</i>	winterhardheid <i>winterhardness</i>	% overl. planten % surv. pl.
<i>Zomergerst</i>							
Frisia	Duitsland	14-16	0	0	10-14	0	0
Minerva	Nederland	11-12	0	0	2-2+	1	7
<i>Wintergerst</i>							
Mo B 575	U.S.A.	2-	6	>90		6	>90
Mo B 699	"	(2)	4	>90	1 ^b -(2)	5	>90
Purdue	"	(2)	6	>90	((2))-2	7	>90
Kentucky	"	2-2	7/8	>90	(2)	8	>90
Vinesco	Nederland	2-2+	6	>90	2	6/7	>90
Atlas	Duitsland	2-	6	>90	(2)	7	>90
<i>Zomertarwe</i>							
Can. 3842	Canada	2	2	35	(2)-2	6	96
Can. 3843	"	2	1	12	(2)-2	6-	87
Reliance	"	(2)-2	0	7	((2))	7-	92
Hindi	Egypte	2+-6	0	0	(2)	0	0
<i>Winterstarwe</i>							
Funo	Italië	11-12	0	0	2+	0	0
Florio	"	7-8	0	0	2-2+	1	14
Autonomia B	Italië	2+-3	0	0	((2))-2	3	45
Magdalena	Frankrijk	1 ^b -(2)	1	14		5	>90
Etoile de Choisy	"	((2))-2	4	>90	((2))	6	>90
Bormans 339	"	1 ^a	7	>90		8	>90
Cappelle	"	(2)	4	>90	((2))	5	>90
Staring	Nederland	((2))-2	4	>90	((2))	5	>90
Heine VII	Duitsland	((2))	7	>90	1 ^b	7-	>90
Heine 51	"	((2))	8	>90		8	>90
Carsten 2-21	"	((2))-2	8	>90		8/9	>90
Eroica	Zweden	1 ^a -1 ^b	8	>90		8	>90
Sammetsvete	"	1 ^a	9	>90		9	>90
Banco	"	1 ^a -1 ^b	9	>90		8	>90
Sukkula	"	1 ^b	9	>90	1 ^b	9	>90
Olympia	"	1 ^b -(2)	8	>90	1 ^b	9	>90
Varma	"	1 ^b	7	>90	1 ^b	8	>90
Novi Sad 1439	Joegoslavië	((2))-2-	5	>90		6	>90
" " 1910	"	1 ^b -(2)	6	>90		7	>90
" " 2778	"	1 ^b -(2)	6/7	>90		7/8	>90
" " Ban.	"	((2))	5/6	>90		7	>90

		daglengte 12 uren (<i>daylength 12 hours</i>)			daglengte normaal (<i>normal daylength</i>)		
		ontwikk. stadium <i>dev. stages</i>	winterhardheid <i>winterhardness</i>	% overl. planten <i>% surv. pl.</i>	ontwikk. stadium <i>dev. stages</i>	winterhardheid <i>winterhardness</i>	% overl. planten <i>% surv. pl.</i>
Novi Sad 3145	Joegoslavië	((2))	6	>90		7	>90
Balajacerkov	Rusland	1 ^b	7	>90		6/7	>90
Berzataka	"	((2))-1 ^b	6	>90		7	>90
Moskou 2453	"	((2))	6	>90		8	>90
Moskovskaja	"	1 ^b -(2))	7/8	>90		9	>90
Ukrainka 0246	"	(2)	7	>90	1 ^b -(2))	7	>90
Novokr. 0102	"	((2))	6	>90	1 ^a -1 ^b	7	>90
" 0258	"	(2)-2-	6	>90	1 ^b	6	>90
Stepnj. 0496	"	((2))-(2)	6	>90	1 ^b -(2))	7	>90
Purdue 7	U.S.A.	((2))-(2)	8	>90	((2))-(2)	8	>90
Austro Bankut	Oostenrijk	((2))	7	>90		7/8	>90

Behalve dat het % overlevende planten werd vastgesteld, is ook het voorkomen van de planten beoordeeld en wel enkele dagen na beëindiging van de vorst. Hierbij werd vooral gelet op dode bladpunten en verkleuringen (10 = alle planten onbeschadigd; 0 = alle planten dood). Duidelijk is het verschil tussen de invloed van een strenge winter (53/54) en deze zachte winter. Verschillende rassen blijken nu in generatief stadium de winter te kunnen overleven.

Uit de gegevens blijkt, dat slechts in enkele gevallen verschillen in uitwintering bij de beide daglengten werd gevonden. Tussen 14 en 27 februari 1955 daalde de temperatuur gedurende drie nachten iets beneden -10°C , doch gedurende deze periode werden de planten door een dunne sneeuwlaag bedekt. Het belangrijkste resultaat van deze proef wordt dan ook alleen gevormd door het vaststellen van de ontwikkelingsstadia die de rassen voor het begin van de vorst hadden bereikt. Helaas kon, door het mislukken van de latere zaaisels, niet worden nagegaan in hoeverre de winterhardheid in zachte winters wordt beïnvloed door kunstmatige jarowisatie van herfstzaaisels. HOFFMANN (43) beveelt deze methode aan voor wintergerst, om zodoende ook in zachte winters te kunnen selecteren op winterhardheid.

ZAAITIJDENPROEF HERFST 1955 .

Een 36-tal rassen, nl. 2 zomergerst, 8 wintergerst, 9 zomertarwe en 17 wintertarwe werden uitgezaaid op de volgende data:

10 september: ongejarowiseerd,

10 oktober: ongejarowiseerd en 4 weken gejarowiseerd.

De verdere behandeling was weer gelijk aan die van de vorige proef. De uitwintering werd voornamelijk veroorzaakt door een plotseling optredende strenge vorst. Na een zachte januarimaand, daalde de temperatuur op 31 januari tot iets beneden -10°C . Daarna volgden drie dagen met minimumtemperaturen van ca. -18°C zonder sneeuwdek. Tussen 13 en 24 februari kwamen voortdurend temperaturen beneden -15°C voor, tot zelfs bijna -26°C op 16 februari. Gedurende deze zeer koude periode werden de planten echter beschermd door een dikke sneeuwlaag.

In de volgende tabellen worden naast de percentages overlevende planten, de ontwikkelingsstadia vermeld, die werden bepaald op 14, 15 en 16 januari.

TABEL 13 (TABLE 13)

Daglengthe (daylength)	Zaaitijd 10-IX (sowing time)				Zaaitijd 10-X (sowing time)			
	* ongejarowiseerd (non-vernalized)		gejarowiseerd (vernalized)		ongejarowiseerd (non-vernalized)		gejarowiseerd (vernalized)	
	12 uren	%	normaal	%	12 uren	%	normaal	%
RAS								
<i>Zomergerst</i>								
Minerva	dood 16-18	0	15-16	0	2+-3	0	2+	0
Herta		0	9-10	0	2	0	2	0
<i>Wintergerst</i>								
Purdue	2	20	(2)-2	60	(2)-(2)	0	1b-(2)	5
Kentucky	2	0	(2)	30	(2)	0	1b	0
Mo B 699	2+-2+	5	2	20	2	0	(2)	0
Bulgarije 196	8-12	0	2+-3	0	2	0	(2)	0
Bulgarije 347	3-10	0	2	20	(2)-2+	0	1b	15
G.F. 2349/41	517 40/55	0	2+	0	2+	0	(2)	0
Atlas	2-2+	0	2	80	(2)-2	0	(2)	10
<i>Zomertrave</i>								
Flor. x Aureole	dood	0	10-11	0	2+	0	1b-(2)	0
Mara	11-12	0	12	0	2-2+	0	(2)	0
Autonomia B	3	0	(2)-(2)	0	2+	0	1b	0
Can. 3845	6-10	0	2+	5	2-2+	0	1b	0
Peko	2+-3	0	(2)	0	1b	0	1b	0
Heine 13161	8-11	0	2	0	(2)	0	1a-1b	0
Blanka	(2)-(2)	0	(2)	0	1a	0	1a	0
Anniversario	3-6	0	(2)-2	0	1b	0	1a	0
Orquello	3	0	(2)	0		0		0
<i>Wintertrave</i>								
Novi S. 1446	1b	0	1a-1b	0	1a-1b	0	1a	0
Bersce	2	0	(2)	0	(2)	0	1b	0
Magdalena	(2)	0	1b	0	1b	0	1a-1b	0
Reichersb. 39	(2)	60	1b	60	1a	5	25	70
Novi S. 1910	1b	5	1b	10	1a	0	0	15
Etoile de Choisy	(2)-2+	0	1b-(2)	0	(2)-2+	0	1b	0
Austro B.	(2)-(2)	0	1b	0	1a-1b	0	1a	0
Silber	1b	25	1b	50	1a	5	5	60
Banco	1b	85	(2)	90	1a	10	10	90
Cappelle	(2)	0	(2)	0	1a	0	1a-1b	0
Fanter	1b-(2)	0	1b	5	1a	0	0	0
Yeoman	1b-(2)	0	1a-1b	0	1a	0	0	0
Probus	(2)-(2)	0	1b-(2)	0	1b	0	1b	0
Eroica I	1b	75	1a	90	1a	5	30	80
Carsten VIII	(2)	80	1a-1b	95	1a	15	25	100
Varna	(2)	100	1b	100	1a	100	100	100
Concho	1b-(2)	40	1a-1b	40	1b	0	1a	40

% = percentage overlevende planten.

Evenals uit de proef in de winter 1953/54 blijkt ook nu weer, dat in de meeste gevallen bij tarwe totale uitwintering is opgetreden, indien de planten het generatieve stadium hadden bereikt. Uitzonderingen worden gevormd door de rassen Varma, Reichersberg 39, Concho en Carsten VIII. Eveneens in overeenstemming met de resultaten van '53/54, is de kouderesistentie die sommige wintergerstrassen in de jongste generatieve stadia bezitten. Verder blijkt dat het ontwikkelingsstadium niet alleen beslissend is voor de winterhardheid. Wel komt geen overwintering meer voor, als het ontwikkelingsstadium verder is voortgeschreden dan 2-2⁺.

Dikwijls zien we bij een ras geheel verschillende resultaten in de overwintering bij vrijwel of geheel gelijke ontwikkelingsstadia. Zo vertoont het wintergerstras Purdue bij zaaidatum 10-IX onbelicht en bij 10-X gejarowiseerd belicht, respectievelijk overwinteringspercentages van 60 en 0 % bij gelijke ontwikkelingsstadia. Wellicht speelt in sommige gevallen het groeistadium van de planten hierin een rol. Het is bij gerst b.v. een bekende praktijkervaring, dat de beste kansen op overwintering bestaan, als de planten goed uitgestoeld de winter ingaan. Een vroegtijdige zaai geeft bij gerst meestal de beste overwintering en oogstresultaten (8).

De kunstmatige jarowisatie heeft weer een versterkte uitwintering ten gevolge gehad. De 10-oktoberzaai met kunstmatige jarowisatie vertoont in het algemeen een sterkere uitwintering dan de 10-septemberzaai, die deze behandeling niet had ondergaan. De bijbelichting heeft de sterkste invloed uitgeoefend bij de zaaitijd van 10 september, vooral bij de wintergerst, doch heeft in het algemeen de resultaten minder beïnvloed dan in de winter 1953/54.

Welke conclusies kunnen nu uit deze zaaitijden-belichtingsproeven worden getrokken?

1. Voor het toetsen en selecteren op winterhardheid van tarwe en gerst is de door HOFFMANN (43) aanbevolen methode, om het zaad voor de herfstzaai kunstmatig te jarowiseren, zeer bruikbaar gebleken. Vooral in streken waar de meeste winters onvoldoende streng zijn om een goede selectie mogelijk te maken, biedt deze methode gunstige perspectieven.

Het vergroten van de daglengte door bijbelichting heeft eveneens in vele gevallen een reducerend vermogen op de winterhardheid gehad. Wel dient hierbij te worden opgemerkt dat late zaaitijden voor dergelijke proeven ongeschikt zijn. Bij late zaaitijden blijft de plant voor de winter in een te jong ontwikkelingsstadium.

2. Bij een normale zaaitijd bereiken alle onderzochte wintergerstrassen voor het invallen van de winterperiode het generatieve stadium. Hetzelfde geldt voor vele onderzochte wintertarwerassen, indien eind september-begin oktober wordt gezaaid, al gaat hierbij de ontwikkeling minder ver. Alleen diverse Noordepese tarwerassen als Sammetsvete, Eroica en Banco blijven tot in januari in het vegetatieve stadium. De meeste onderzochte rassen van tarwe en gerst kunnen dus in het najaar, bij korte dagen, in het generatieve stadium overgaan. Een juiste vergelijking tussen de ontwikkelingsstadia, die een aantal rassen in de drie winters konden bereiken, is slechts in enkele gevallen te maken, daar het niet mogelijk was ieder jaar op dezelfde data te zaaien en de ontwikkelingsstadia te bepalen. Uit de enkele gevallen waarbij dit wel mogelijk is (b.v. de rassen Atlas, Cappelle en Austro Bankut in de jaren 1953 en 1955 bij de zaai-data 8-X resp. 10-X), blijkt wel, dat in de herfst 1953 een verder gevorderd ontwikkelingsstadium werd bereikt dan in de herfst 1955.

3. De zaaitijden-belichtingsproeven, met wel en niet gejarowiseerde zaaisels zijn zeer instructief, daar gedurende de winter het gedrag van de planten, bij diverse ontwikkelingsstadia kan worden bestudeerd. Deze weinig kostbare proeven, stellen een kweker in staat, in enkele jaren een aantal belangrijke eigenschappen van geniteurs, lijnen en selectiemateriaal te leren kennen.

HOOFDSTUK V

DE OVERERVING VAN DE WINTER- EN ZOMERVORM EN DIE VAN DE KOUDERESISTENTIE

Vele publikaties zijn verschenen over onderzoekingen naar de overerving van het winter- en zomertype, het verband tussen wintertype en winterhardheid en de overerving van de winterhardheid. Het merendeel ervan vermeldt echter òf de resultaten aan de hand van zeer beperkt materiaal uit een bepaald gebied, òf, zoals bij de oudere publikaties het geval is, wordt er bij de conclusies geen of onvoldoende rekening gehouden met de factorencomplexen koudebehoefte en fotoperiodiciteit. Deze beide complexen spelen bij het gehele probleem een grote rol, hetgeen wel uit de voorgaande hoofdstukken is gebleken.

HOFFMANN (45) verdeelt de gerstrassen in de volgende groepen:

1. Wintervormen; deze zijn gekenmerkt door een zekere koudebehoefte. Na voldoen- de jarowisatie en bij lange dag, komen deze vormen in aar, terwijl de ontwikkeling door korte dag, ook na volledige jarowisatie, wordt geremd.
2. Overgangsvormen; welke zonder jarowisatie bij lange dag in aar komen, terwijl de ontwikkeling door korte dag meer of minder wordt geremd.
3. Zomervormen; deze komen zonder jarowisatie en ook bij kortere dag in aar.

Een nadeel van deze indeling is, dat er bij onderzoek van grote rassencollecties, geen scherpe grenzen tussen deze drie groepen blijken te bestaan.

ROEMER (80a) geeft een enigszins andere en meer praktische omschrijving van het begrip overgangsvorm en wel de volgende: echte overgangsvormen zijn òf wintervormen, die winterhardheid verbinden met de mogelijkheid na voorjaarszaai een normaal gewas te geven en op tijd te rijpen, òf zomervormen, die in staat zijn de voor een bepaald gebied normale winterkoude te doorstaan. Zodoende kan een bepaald ras in West-Europa een overgangsvorm, doch in de koude gebieden van Noord- en Oosteuropa een zuivere zomervorm zijn. ROEMER gaat zelfs zover, dat hij beweert: „Wechselgetreide ist kein genetischer sondern ein phänotypischer Begriff”. Hierbij dient dan wel te worden opgemerkt, dat het begrip overgangsvorm, zoals dit tot nu toe in de praktijk wordt gebruikt, een geheel andere betekenis heeft. Volgens de hier gebruikte indeling is een ras als b.v. Bersee zowel een ongunstige winter- als een ongunstige zomervorm. Tevens bestaat er geen scherpe begrenzing tussen winter- en zomervormen, daar praktisch alle combinaties van koudebehoefte en kouderesistentie in de natuur voorkomen.

Hieruit blijkt dus wel dat een juiste bestudering van de overerving van winter- en zomervorm, kouderesistentie en winterhardheid niet mogelijk is, als niet voldoende acht wordt geslagen op de factoren koudebehoefte en fotoperiodiciteit, die bepalend zijn voor de genoemde vormen en eigenschappen.

DE OVERERVING VAN DE WINTER- EN ZOMERVORM

Bij voorjaarsuitzaai van de F_1 -generaties van kruisingen tussen winter- en zomerrassen van tarwe en gerst, wordt vrijwel altijd in de literatuur dominantie van de zomervorm vermeld. Slechts in enkele gevallen werd dominantie van de wintervorm of inter-

mediaire overerving geconstateerd. Zonder uitzondering konden wij in de afgelopen zes jaren vaststellen, dat van ongeveer 200 kruisingen tussen een groot aantal zomer- en wintertarwe- en zomer- en wintergerstrassen, de F_1 -generaties zich bij voorjaarszaai als zomervormen gedroegen. Bij nadere beschouwing blijkt het in diverse gevallen geen dominantie doch prevalentie van de zomervorm te zijn. De F_1 -generatie vertoont dan in het voorjaar een sterkere en langer durende kruipende groei dan de zomerouder. Tevens heeft de bloei en de rijping dan meestal enkele dagen later plaats dan die van het in de kruising gebruikte zomerras. Onder natuurlijke omstandigheden is het vrijwel onmogelijk dergelijke resultaten ten aanzien van de invloed van jarowisatie en foto-periodiciteit voldoende nauwkeurig te ontleiden. Ten behoeve van een genetisch onderzoek dienen de factoren licht en temperatuur controleerbaar te zijn en zo reproduceerbaar mogelijk.

HOFFMANN (45) bestudeerde de overerving van de winter- en zomervorm van gerst bij verschillende daglengten door middel van onderzoek van de vegetatiekegels van jonge planten. Enkele weken na het zaaien kon, volgens deze methode, reeds worden vastgesteld of een plant tot het zomer- of wintertype behoorde. HOFFMANN komt na dit onderzoek tot de volgende conclusie: het verschil tussen de zomervormen en de vormen met koudebehoefte en uitgesproken reactie op korte dag, wordt door alle factoren bepaald. Waarschijnlijk bezitten de rassen allelen van verschillende sterkte. Een kwantitatieve reactie wordt waarschijnlijk veroorzaakt door samenwerking van deze allele „Grundfaktoren” met factoren voor bloeiremning. In 1954 en 1955 werden door mij soortgelijke proeven uitgevoerd. Hierbij werden van een bepaalde kruising de beide ouders, de F_1 - (plantenaantal 5-10) en de F_2 - (100 planten) generatie onderzocht.

Het onderzoek vond plaats bij twee daglengten, nl. 12 en 16 uren. De temperatuur was voor beide series gelijk en varieerde van een nachtelijk minimum van 12°C tot een maximum van 20°C overdag. De stadia van de onderzochte vegetatiekegels werden volgens VAN DE SANDE BAKHUYZEN bepaald, dit in tegenstelling met HOFFMANN, die alleen onderscheid maakt tussen zomertype en wintertype.

Wanneer we fig. 3 beschouwen, blijkt het zomergerstras Heine 4808 zich bij beide daglengten als zomertype te gedragen en het wintergerstras Engelen II blijft in beide gevallen in het jongste vegetatieve stadium. De F_1 -generatie blijkt onder deze omstandigheden vrijwel intermediair te zijn, met een prevalentie tot de wintervorm. De planten der F_2 -generatie vertonen een beeld, dat ons weinig aanknopingspunten biedt om een verantwoord overervingsschema op te stellen. Immers bij korte dag zien we dat 14 % der planten in hetzelfde stadium verkeert als het winterras, doch bij lange dag is dit slechts 4 %.

Wanneer we het stadium 1^b, als het andere vegetatieve stadium ook nog als overeenkomende met de wintervorm rekenen, dan worden deze percentages respectievelijk 14 % en 31 %. Opmerkelijk is verder dat bij lange dag een belangrijk deel der F_2 -planten een verder ontwikkelingsstadium heeft bereikt dan de zomervorm, terwijl bij korte dag slechts 2 % der planten dit ontwikkelingsstadium bereikt.

HOFFMANN vindt in kruisingen zomer- × wintervorm onder constante belichting: F_1 zomervorm en in de F_2 een 3 : 1 splitsing zomervorm : wintervorm.

Bij een andere kruising zomer- × wintergerstras (D 79 × Urania) werden onder dezelfde omstandigheden als bij de vorige proef de volgende resultaten verkregen:

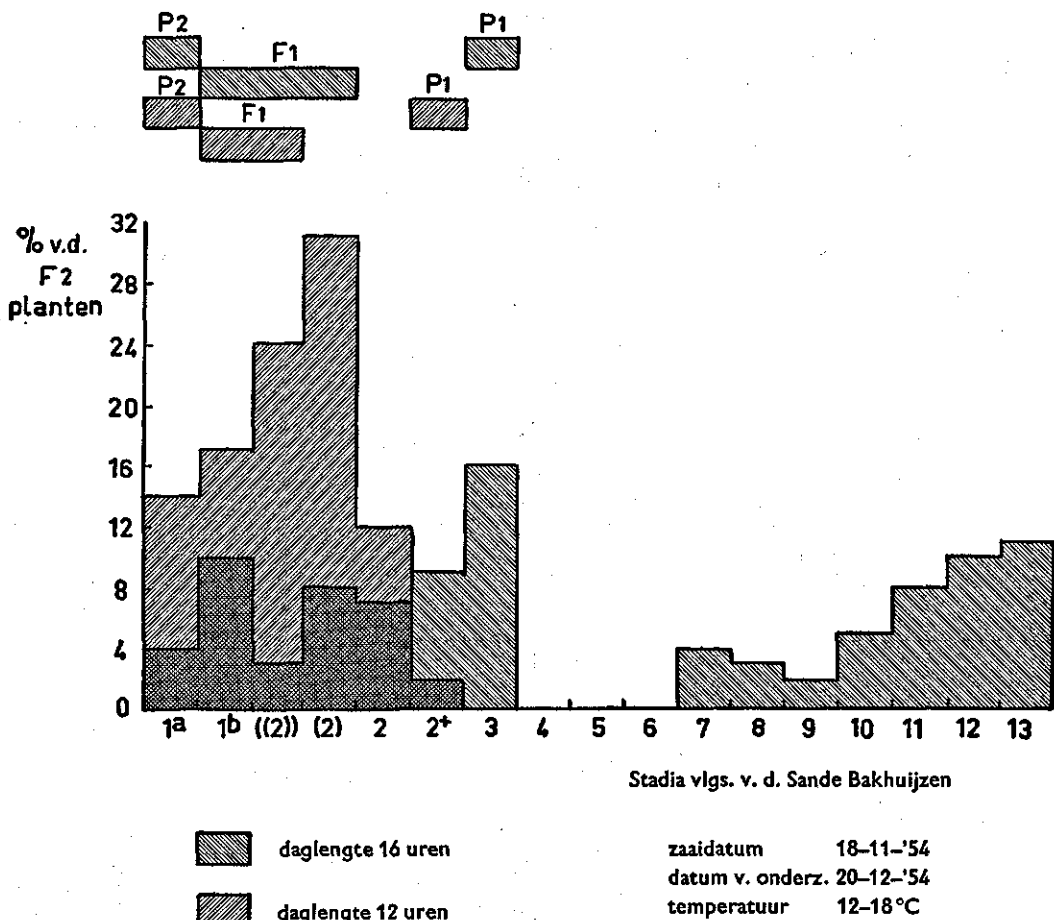


Fig. 3.
 Kruising: Heine 4808 × Engelen II
 zomertype × wintertype

D 79 – 2-3 bij lange dag, Urania – 1^b.

D 79 – (2) bij korte dag, Urania – 1^a.

F₁ bij lange dag (2) en bij korte dag 1^b.

In de F₂ verkeerden bij korte dag 34 % in het vegetatieve stadium (1^a en 1^b) en 16 % bij lange dag.

Bij de volgende kruising, D 37 × Agio, een overgangs- × een zomervorm, zien we dat bij lange dag de beide ouderrassen zich als zomervorm gedragen. Bij korte dag blijft D 37 in het jongste vegetatieve stadium, terwijl Agio het stadium ((2)) bereikt (zie fig 4).

De F₁ gedraagt zich bij lange dag, evenals de ouderrassen, als een zomervorm, terwijl bij korte dag een intermediaire positie wordt ingenomen. In de F₂ verkeerden bij

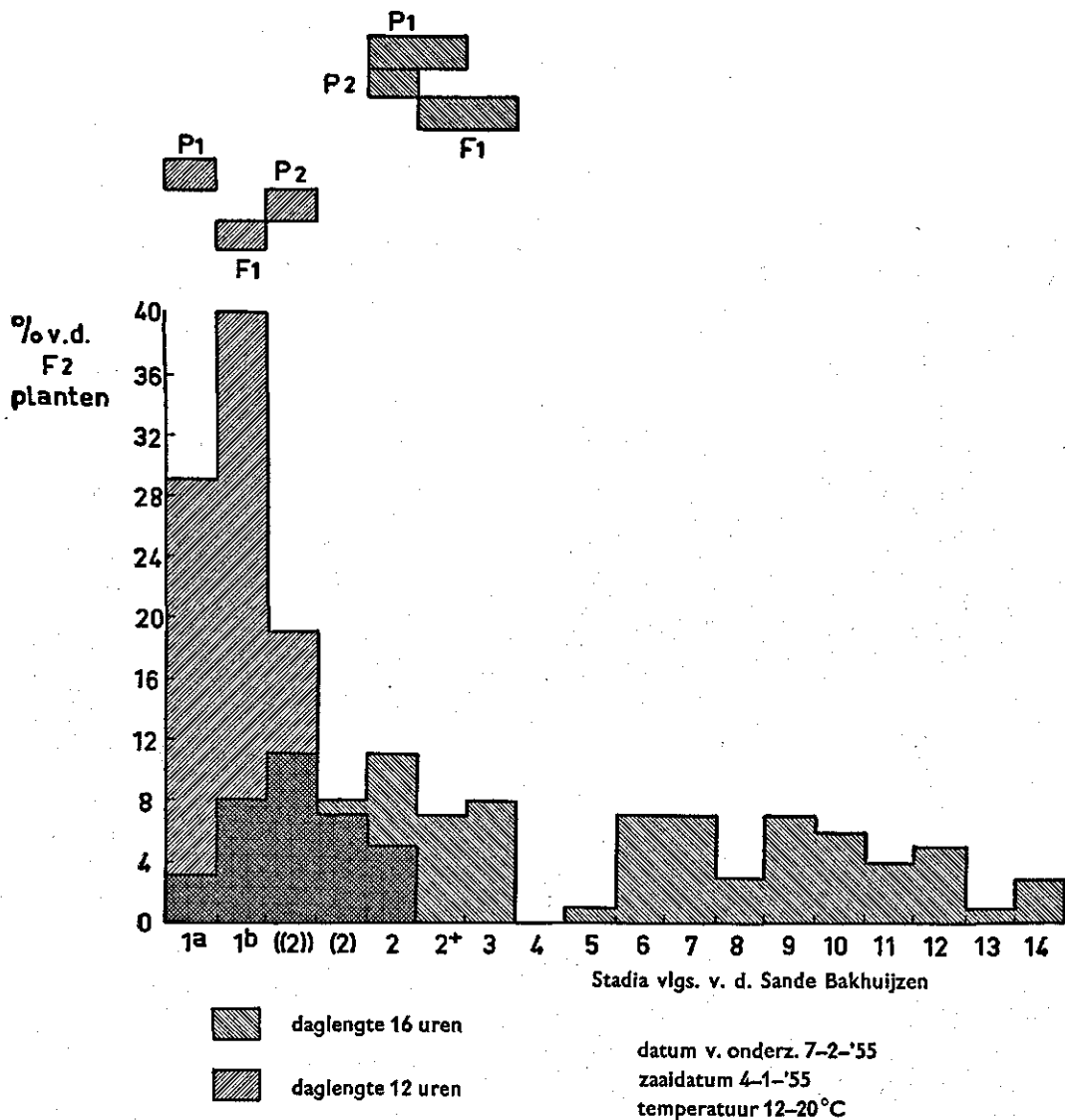
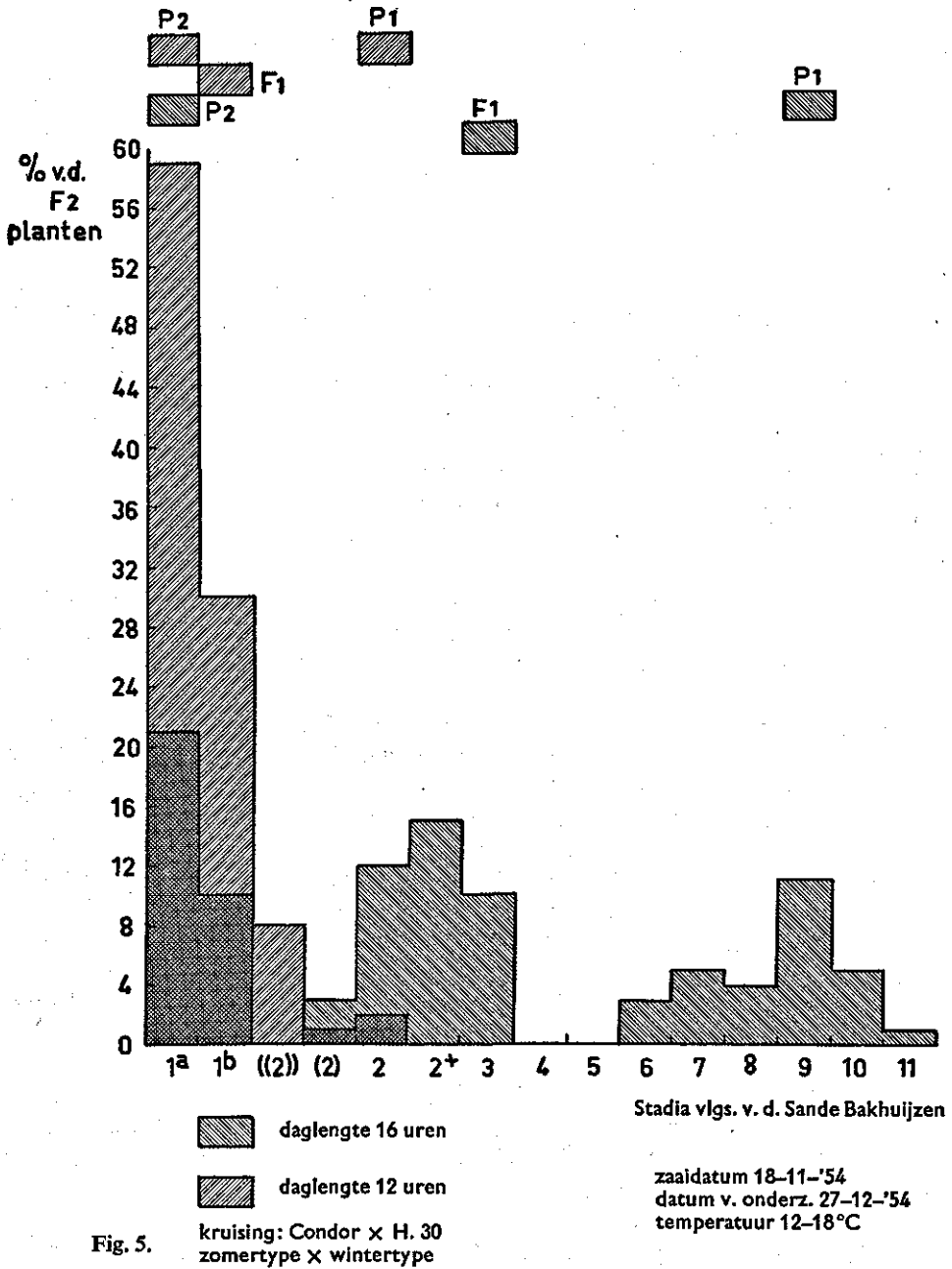


Fig. 4. kruising: D 37 × Agio
overgangstype × zomertype

lange dag 11 % van de planten in het vegetatieve stadium (wintervorm) en bij korte dag 69 %. Ook in dit geval zien we, dat vooral bij lange dag vele F_2 -planten zich verder hebben kunnen ontwikkelen dan de beide ouderrassen.

Van de kruising D 36 × Herta, eveneens een overgangsvorm × zomervorm, waren deze percentages in de F_2 4 % bij lange dag en 48 % bij korte dag. Bij lange dag werden voor D 36, Herta en de F_1 respectievelijk de stadia ((2))- (2), 3 en 11 gevonden en bij korte dag 1^a-1^b , 2 en $1^b-((2))$. In deze gevallen wordt eveneens een minder eenvoudige splitsing verkregen, dan in de proeven van HOFFMANN.



Behalve diverse gerstkruisingen werden ook een aantal kruisingen tussen winter- en zomervormen van tarwe onderzocht.

De kruising Condor (zomertarweras) x H 30 (wintertarweras met grote koudebehoefte en goede winterhardheid) gedraagt zich in de F₁-generatie bij lange dag als een

zomertype en bij korte dag als een wintertype. In geen van beide gevallen is er een volkomen dominantie van één van de oudervormen (zie fig. 5).

In de F_2 valt, in vergelijking met de resultaten bij gerst, het hoge percentage planten in vegetatief stadium op; vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door de grotere koudebehoefte van wintertarwe tegenover die van wintergerst. Bij korte dag vinden we 89 % van de planten in vegetatief stadium en bij lange dag 31 %. Deze kruising vertoonde in de F_1 bij uitzaai in het veld in het voorjaar een erect groeitype en vrijwel volkomen dominantie van de zomervorm.

De kruising Orguello \times H 8, eveneens zomertarwe- \times wintertarweras, vertoonde daarentegen in de F_1 in het voorjaar eerst een kruipend groeitype en bleef gedurende de gehele groeiperiode aanzienlijk later dan de zomervorm. Bij het vegetatiekegelonderzoek van deze laatste kruising, na een groeiperiode van negen weken, bleek in de F_2 bij korte dag het percentage planten in vegetatief stadium 86 en bij lange dag 52 te bedragen.

De F_1 van de kruising Can. 3842 \times Rouvillers vertoont onder beide omstandigheden een wintertype. Het zomertarweras Can. 3842 dat na herfstzaai een goede winterhardheid bezit, blijkt een overgangsvorm te zijn (zie fig. 6).

Bij korte dag vertoont de F_2 86 % planten in het vegetatieve stadium en bij lange dag 34 %. In een met de vorige vergelijkbare kruising, nl. Can. 3847 \times Cappelle, bleken deze percentages, na een vijf dagen kortere groeiperiode, respectievelijk te zijn 100 en 51.

Mede in verband met het navolgende en hetgeen in het volgende hoofdstuk wordt besproken, is het nog interessant, de gegevens van de kruising Mara \times H 38 in deze proeven te vergelijken met die van de kruising Can. 3842 \times Rouvillers en Can. 3847 \times Cappelle. Mara, een Italiaanse wintertarwe, die in ons land na herfstzaai vrijwel altijd uitvriest, vertoont praktisch dezelfde ontwikkelingsstadia als Can. 3842, nl. 1^b bij korte dag en 2⁺-3 bij lange dag. H 38, een goed winterhard en zeer koudebehoefstig tarweras, is vanzelfsprekend in beide gevallen in stadium 1^a en hetzelfde is het geval met de F_1 generatie. Van de F_2 bevindt zich bij korte dag 84 % van de planten in vegetatief stadium en bij lange dag 88 %.

In de strenge winter 1955/56 vrozen de Franse tarwerassen Cappelle en Rouvillers en het ras Mara totaal uit. Van de Canadese zomertarwerassen vertoonde Can. 3842 \pm 20 % overwintering, van Can. 3847 bleven slechts enkele planten over. De lijn H 38 doorstond de winter zeer goed. In de F_3 generaties van de bovengenoemde kruisingen bleek tijdens deze strenge winter een groot verschil in winterhardheid te bestaan. Terwijl de kruising Mara \times H 38 vrijwel geheel uitwinterde, overtroffen de beide andere kruisingen de gebruikte ouderrassen in winterhardheid.

Uit de bovenvermelde resultaten blijkt duidelijk, dat noch bij gerst, noch bij tarwe in de F_2 eenvoudige splitsingsverhoudingen worden gevonden. Gezien het feit, dat er tussen winter- en zomervormen geleidelijke overgangen bestaan, is dit ook nauwelijks te verwachten. Typisch is verder, dat in de F_2 van de meeste kruisingen diverse planten worden gevonden, die een verder gevorderd ontwikkelingsstadium vertonen dan de ouders. In de gerstkruisingen, die zowel in de winter- als in de zomerrichting werden

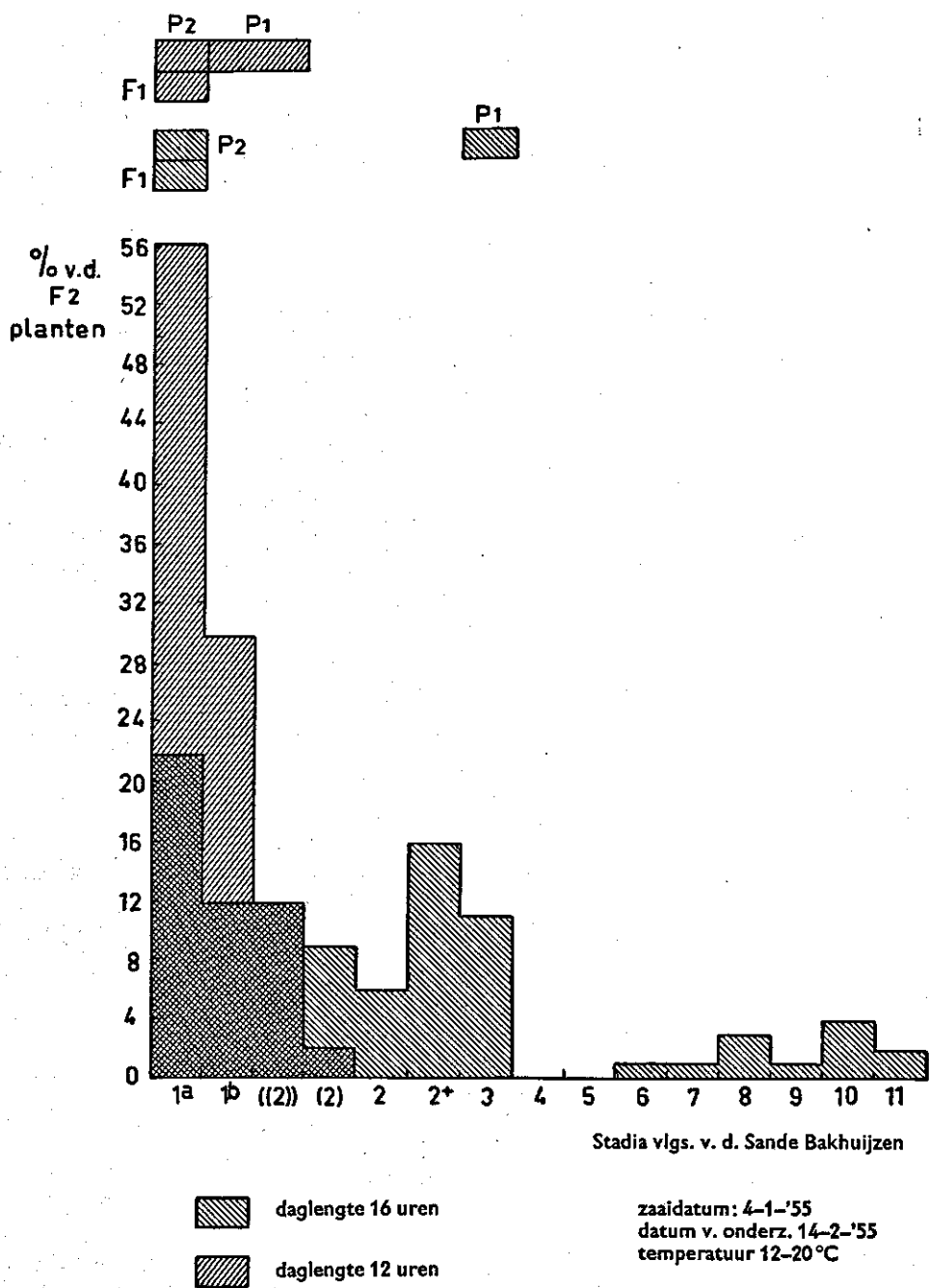


Fig. 6. kruising: Can. 3842 × Rouvillers
 overgangstype × wintertype

geselecteerd, konden zomergerstselecties met transgressies in vroegheid van ontwikkeling worden gevonden. Daarentegen konden in de meeste kruisingen, zoals later meer uitvoerig zal worden behandeld, geen typen worden gevonden, die de winterouder in winterhardheid evenaarden of overtroffen.

Bij het in dit hoofdstuk besproken onderzoek blijken behalve het wintergerstras Urania, alle wintervormen onder de gegeven omstandigheden in het jongste vegetatieve stadium 1^a te blijven. Urania bereikte bij een daglengte van 16 uren het stadium 1^b. Ter vergelijking met werk van andere onderzoekers zijn bij de besprekingen van de proeven de vegetatieve stadia 1^a en 1^b dikwijls samengevat als wintervorm.

ENKELE ONDERZOEKINGEN NAAR DE OVERERVING VAN KOUDERESISTENTIE

Enige vriesproeven met de F₂- en F₃-generaties van een aantal kruisingen tussen zomer- en wintergerstrassen, gaven de volgende resultaten:

gegevens: Zaaidata: 14 en 15 januari 1954,

harding: twee weken bij 2°C,

vriezen: serie I 8-13 maart min. temp. -12,8°C (4 uren),

serie II 15-20 maart min. temp. -13,0°C (4 uren),

serie III 22-27 maart min. temp. -13,4°C (4 uren).

opkweken der planten: groeiplaats zowel voor als na de vriesproef in een kas bij een temp. van 10-12°C, natuurlijke daglengte.

resultaten der vriesproeven:

	Aantal planten	Kruising	% overl. planten	Vriesserie
F ₂ -generatie	280	D 36 × Agio	28,2	I
	240	D 38 × Agio	28,5	I
	320	D 38 × Herta	24,5	I
F ₃ -generatie	420	Erika × Vinesco	21,7	II
	680	Haisa MR II × Vinesco	26,6	II
	680	Haisa MR II × D 36	24,8	III
	680	Müller 61/223 × Urania	21,8	III

Ouderrassen:

Wintergerst	%	Serie	Zomergerst	%	Serie
D 36 (overgangsvorm)	100	I	Agio	0	I
D 38	100	I	Herta	18	I
Vinesco	98	II	Erika	0	II
Urania	86	III	Haisa MR II	0	II
			Müller 61/223	0	III

De wintergerstrassen overleefden deze vriesproeven vrijwel volledig en van de zomergerstrassen vertoonde alleen Herta een zeker percentage overblijvende planten. Gemiddeld genomen doorstonden ca. 25 % van de planten, zowel van de F₂ als de F₃ generaties van de genoemde kruisingen de vriesproeven.

Uit later onderzoek bleek, dat aan deze resultaten slechts een beperkte waarde kan worden toegekend, daar deze worden bepaald door de omstandigheden waaronder wordt gewerkt. Waren de planten in een iets verder gevorderd ontwikkelingsstadium geweest, dan was een lager aantal overlevende planten gevonden. In de herfst van 1955 werden ca. 2000 F₄ en F₅ areselecties, afkomstig van de overgebleven planten op het veld, uitgezaaid. Na de winter bleek, dat geen van deze selecties de winterhardheid van de gebruikte winterouders had kunnen bereiken.

Gelijktijdig met de vorige proeven werden de F₁-generaties van vier kruisingen uitgezaaid. Het betrof hier de volgende kruisingen:

zomergerst × wintergerst
 Heine 4808 × Engelen II
 D 79 × Vinesco
 zomertarwe × wintertarwe
 Mara × H 38
 Orguello × H 8

De planten groeiden eveneens op bij een temperatuur van 10–12°C, doch door bijbelichting werd de daglengte vergroot tot 16 uren. Van elk der ouderrassen en van elke F₁-generatie der vier kruisingen werden in de juist genoemde serie II (15–20 maart, min. temp. –13°C) 40 planten gevoren. Na de vriesproef werd naar de plantenbeschadigingen de kouderesistentie bepaald en later werd het percentage overlevende planten vastgesteld. Direct voor het begin der harding in eind februari, werden de ontwikkelingsstadia van de vegetatiekegels van enkele planten, van de ouderrassen van de F₁-generaties bepaald. De verkregen resultaten zijn samengevat in de volgende tabel:

TABEL 14 (TABLE 14)

	Kouderesistentie* (coldresistance)	% overl. planten** (% surv. plants)	V.K. ontw. stadium (developmental stages)
Heine 4808	4	12,5	2–2+
F ₁ : Heine 4808 × Engelen II	7	80,–	1 ^b –((2))
Engelen II	7	97,5	1 ^b
D 79	3	0,–	2+
F ₁ : D 79 × Vinesco	6/7	80,–	((2))
Vinesco	7	100,–	1 ^b –((2))
Mara	3	0,–	6–9
F ₁ : Mara × H 38	7	70,–	1 ^a –1 ^b
H 38	8	85,–	1 ^a
Orguello	3	0,–	2+–3
F ₁ : Orguello × H 8	7	90,–	1 ^a –1 ^b
H 8	7/8	92,5	1 ^a

* kouderesistentie bepaald enkele dagen na behandeling.

** overlevende planten vier weken na vriesproef.

Zowel het ontwikkelingsstadium als de kouderesistentie van elk der F₁-generaties

blijken, onder de gegeven omstandigheden, een grote overeenkomst te vertonen met genoemde eigenschappen van de betreffende wintervorm.

In 1955 werd van enige F_1 -generaties van tarwe- en gerstkruisingen de kouderesistentie in vergelijking met de ouderrassen bepaald. Wederom werd begin januari gezaaid, doch de harding vond ca. drie weken later plaats dan in 1954. De planten werden dus in een verder ontwikkeld stadium gevoren. Het opkweken der planten vond plaats onder vrijwel gelijke omstandigheden als die van de proeven in 1954. Er werd in twee series gevoren en wel als volgt:

I 4-10 april, min. temp. $-12,2^{\circ}\text{C}$,

II 12-17 april, min. temp. $-12,4^{\circ}\text{C}$.

Daar in april niet meer over een voldoende koude ruimte kon worden beschikt is alleen de kouderesistentie bepaald op grond van de beschadigingen, die de planten kort na de vriesproeven vertoonden. De resultaten zijn vermeld in de volgende tabel.

TABEL 15 (TABLE 15)

	P_1		P_2		F_1	
	I	II	I	II	I	II
Tarwekruisingen (wheat crosses)						
1. H 37 × Nord . .	7	8	4	3	4	4
2. Can. 3842 × Florio .	5	4	2	2	3	3
3. Moskau 2453 × Florio .	8	7	2	2	5	4
4. H 38 × Nord . .	7	7	4	3	5	4
5. Reliance × Florio .	4	3	2	2	3	2
6. Exito × H 37 . .	1	1	7	7	3	2
Gerstkruisingen (barley crosses)						
1. Purdue × Dea . .	8	7	4	4	6	5
2. Frisia × D 37 . .	2	3	6	5	2	2
3. Heine 4808 × Herfordia	1	1	6	5	2	1
4. Herta × Vinesco .	3	2	6	6	3	3
5. Piroline × Vinesco .	2	1	6	6	3	1
6. Heine 4808 × Vinesco .	1	1	6	6	3	2

In tegenstelling tot de vorige proef, blijkt in dit geval in de F_1 -generatie van de meeste kruisingen de kouderesistentie van het winterzwakke ouderras te prevaleren. In enkele andere gevallen is de kouderesistentie van de F_1 meer intermediair tussen die van de ouderrassen. Alle kruisingen van winter- × zomerrassen, te weten de tarwekruisingen 2, 3, 5 en 6 en de gerstkruisingen 2 t/m 6, gedroegen zich bij voorjaarszaai op het veld als zomervormen.

Op 7 oktober 1955 werd een aantal F_2 -populaties van kruisingen tussen zomer- en wintergerst en zomer- en wintertarwe met de kruisingsouders in duplo in kistjes uitgezaaid. Alle planten werden buiten in het veld geplaatst, doch van alle duplo's werd één kistje belicht tot een daglengte van 16 uren en wel door middel van gloeilampen op 1 m hoogte en 1 lamp van 200 Watt per 4 m². Op 14 november werden de kisten met planten in de hardingscel geplaatst. Door middel van vegetatiekegelonderzoek werden van de gerstkruisingen het ontwikkelingsstadium van de ouderrassen en de F_1 -generaties

vastgesteld, terwijl bovendien van de kruising Piroline × Engelen II van 40 F₂-planten dit stadium werd bepaald.

Het materiaal werd gevrozen in drie series en wel als volgt:

serie I gerst: 28-11 tot 5-12, min. temp. -11,0°C gedurende 4 uren,
 serie II gerst: 5-12 tot 10-12, min. temp. -11,5°C gedurende 4 uren,
 serie III tarwe: 5-12 tot 10-12, min. temp. -11,5°C gedurende 4 uren.

De series werden na het vriezen enige dagen bij +2°C en vervolgens bij 10-15°C geplaatst. Na vier weken werd het percentage overlevende planten vastgesteld. Zowel de zomertarwe- als de zomergerstrassen waren bij beide daglengten totaal doodgevroren, uitgezonderd het zomergerstras Herta, dat bij „normale” dag 20 % overlevende planten vertoonde. Bij de winterassen, zowel van wintertarwe als van wintergerst, lagen deze percentages alle boven 90 %. In de volgende tabel zijn van zeven F₁-generaties van zomer- en wintergerstkruisingen de ontwikkelingsstadia en de percentages overlevende planten vastgesteld.

TABEL 16 (TABLE 16)

		P ₁		P ₂		F ₁		% overl. pl. % surv. pl. F ₁		No. vries- serie
		norm.	16 uur	norm.	16 uur	norm.	16 uur	norm.	16 uur	
D 79	× Herfordia	2 ⁻ -2	2 ⁺	1 ^a	1 ^b	((2))	3-6	34	12	I
Herta	× Vinesco	2 ⁻	3	1 ^b	1 ^b	((2))	3	64	20	I
Piroline	× Vinesco	2 ⁻	3	1 ^b	1 ^b	(2)	2 ⁺	58	16	I
Piroline	× Vinesco							34	7	II
Heine 4808	× Vinesco	2 ⁻	3	1 ^b	1 ^b	((2))	2 ⁺ -3	62	8	I
Piroline	× Schladener	2 ⁻	3	1 ^a	1 ^b	1 ^b -(2))	3	58	0	II
Piroline	× Engelen II	2 ⁻	3	1 ^a	1 ^a -1 ^b	((2))	2 ⁺	8	0	II
D 79	× Vinesco	2 ⁻ -2	2 ⁺	1 ^b	1 ^b	(2)	3	31	0	II

Ten aanzien van de ontwikkelingsstadia van de F₁-generatie blijkt, dat deze bij de lange dag die van de zomerrassen sterk benaderen, dus prevalentie van de zomervorm. Bij de normale dag blijkt de F₁ meer intermediair te zijn tussen de beide oudervormen. Wat de kouderesistentie betreft, zien we bij de F₁ onder lange dag in het algemeen een benadering van de zomervorm en in enkele gevallen een volledige overeenkomst. Bij de normale dag blijkt de F₁ een min of meer intermediaire kouderesistentie te vertonen. Hieruit volgt dus wel hoe voorzichtig men dient te zijn met het trekken van conclusies bij dergelijk erfelijkheidsonderzoek.

Bij een aantal F₂-generaties werden de volgende resultaten verkregen (Tabel 17).

De wintertarwerassen H 8, 30 en 37 bezitten een goede winterhardheid, grote koudebehoefte en een trage tot matig snelle voorjaarsontwikkeling. Het zomergerstras D 79 is van een type overeenkomstig met rassen als Piroline en Heine 4808.

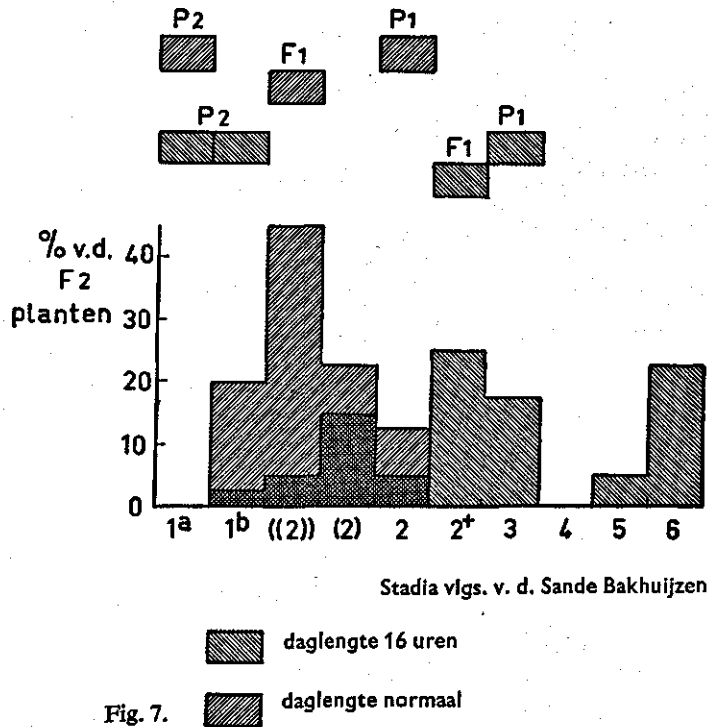
Ondanks de korte groeiperiode (van 7-10 tot 14-11) blijkt ook hier weer duidelijk, welk een belangrijk reducerende invloed de gegeven extrabelichting op de kouderesistentie heeft gehad.

TABEL 17 (TABLE 17)

% overl. planten bij tarwe (% <i>surv. plants of wheat</i>)	Vriesserie	Daglengte (<i>daylength</i>)		Aantal planten per serie
		norm.	16 uur	
Orguello × H 8	III	35	22	280
Condor × H 30	III	26	15	280
Exito × H 37	III	41	30	280
% overl. planten bij gerst (% <i>surv. plants of barley</i>)				
D 79 × Herfordia	I	32	14	160
D 79 × Herfordia	II	34	12	160
Piroline × Vinesco	I	41	15	160
Piroline × Vinesco	II	58	16	160
Herta × Vinesco	I	64	20	160
Heine 4808 × Vinesco	I	62	8	160
Piroline × Schladener	II	18	12	160
Piroline × Engelen II	II	39	7	160

* = % overlevende planten van Herta = 20%.

De bepaling van de ontwikkelingsstadia van een 40-tal F₂-planten, 5 F₁-planten en de ouderrassen van de kruising Piroline × Engelen II, leverde de volgende resultaten op, welke grafisch zijn uitgezet (zie fig. 7).



Van de 50 F_1 -planten van deze kruising, opgegroeid bij normale dag (ontwikkelingsstadium ((2)), heeft 8 % van de planten de vriesproeven overleefd; de F_1 opgegroeid bij lange dag is totaal doodgevroren. Van de F_2 bij lange dag verkeerden 7,5 % van de planten in de ontwikkelingsstadia 1^b en ((2)), terwijl na de vriesproef 7 % van de planten overbleven. Voor de F_2 opgegroeid bij normale dag, waren deze percentages resp. 65 en 39. De stadia 1^b en ((2)) zijn in tegenstelling tot het voorafgaande, bijeengevoegd, daar een aantal van de in het stadium ((2)) verkerende F_1 -planten de vriesproef overleefde. Aangenomen kan worden, dat de kouderesistentie van de planten in deze kruising en onder de gegeven omstandigheden verloren gaat bij het bereiken van ontwikkelingsstadium (2).

HOOFDSTUK VI

OVERERVING VAN WINTERHARDHEID IN KRUISINGSMATERIAAL VAN TARWE EN GERST

„Problematisch ist für den Züchter nicht so sehr der Charakter einer Eigenschaft als vielmehr die Methoden der Beeinflussung einer Eigenschaft.“ Deze uitspraak van BECKER (12a) geldt ook zeker voor de hier behandelde onderwerpen. Voor vele van de in het voorafgaande besproken problemen zijn nog geen volledige verklaringen gevonden. Doch het constateren van diverse feiten uit eigen onderzoek en de hulp van nieuwe literatuurgegevens, vormden voldoende aanleiding, de verworven kennis te verwerken in een uitgebreid kruisingsprogramma van tarwe en gerst.

Daar de kouderesistentie een onderdeel vormt van het complex winterhardheid, kan, gezien het voorgaande, zonder meer worden aangenomen, dat de winterhardheid een polyfactoriële overerving zal vertonen. Een nauwkeurige bestudering van deze overerving is een moeilijk probleem. Allereerst is de eigenschap van vele factoren afhankelijk en bovendien zijn de door de natuur gegeven omstandigheden, i.c. de strengheid van de winter, zelden ideaal voor een nauwkeurige ontleding van de splitsingsresultaten.

In het volgende zullen afzonderlijk de gewassen tarwe en gerst worden besproken en wel voor ieder gewas eigen kruisingsresultaten en vergelijkingen hiervan met elders verkregen gegevens, die voor Nederlandse omstandigheden belangrijk zijn. De voorkeur aan een gescheiden behandeling van tarwe en gerst berust o.m. op de volgende overwegingen: Van tarwe zijn talrijke rassen bekend, die onder onze klimaatsomstandigheden over ruim voldoende winterhardheid beschikken. Ten aanzien van deze factor is voor de veredeling een ruime keuze aan geniteurs aanwezig. Geheel anders is de situatie bij wintergerst. Van dit gewas zijn tot nu toe geen practijkrassen bekend, die aan te stellen winterhardheid kunnen voldoen. De geniteurskeuze is hier veel minder eenvoudig, aangezien bij gebruik van de bekende rassen alleen door middel van transgressie, het gestelde doel kan worden bereikt.

WINTERGERST

Ondanks het feit, dat verschillende Nederlandse kwekers zich bezig hebben gehouden met de veredeling van wintergerst, is het uitgangsmateriaal tot voor kort zeer beperkt gebleven. Tot 1949 werd het overgrote gedeelte van het wintergerstareaal ingenomen door rassen die rechtstreeks waren geselecteerd uit het landras „Groninger wintergerst“. In 1949 kwam als eerste Nederlandse kruisingsprodukt het ras Urania in de Rassenlijst. Dit ras is afkomstig uit de kruising Vindicat \times Escourgeon 185/79. Vindicat is geselecteerd uit het Groninger landras en Escourgeon 185/79 is een Belgisch ras. Uit dezelfde kruising is het ras Vinesco ontstaan. Van een aantal kruisingen van selecties uit het Groninger landras met enkele Duitse wintergerstrassen, leverde de kruising Vindicat \times Breustedt 75/29 het ras Trias op. Met dat al heeft de Nederlandse landbouw geen ras ter beschikking gekregen, dat een voldoende winterhardheid bezit, terwijl het ontbreken van resistentie tegen meeldauw een ander nadeel is.

Ook buitenlandse rassen kunnen tot nu toe deze leemte niet opvullen, daar er geen voor Nederland bruikbare rassen zijn, die bekende en relatief winterharde rassen (als b.v. het Duitse ras Friedrichswerther Berg) wezenlijk overtreffen. Tot voor kort leek het er ook niet op, dat een belangrijke verhoging van winterhardheid van wintergerst binnen afzienbare tijd zou kunnen worden bereikt. Wel werden door verschillende onderzoekers in kruisingen transgressies van winterhardheid gevonden.

De winterhardheid van Roemeense overgangserst, die in de herfst gezaaid, een goede winterhardheid vertoont, doch in het voorjaar zich als zomergest gedraagt, deed reeds NILSSON EHLE vermoeden, dat deze vorm van winterhardheid op andere factoren zou berusten, dan die van de Westeuropese rassen. In 1929 werd de kruising Mansholts Groninger \times Roemeense landgerst uitgevoerd. ANDERSSON (4) vond in deze kruising, door middel van vriesproeven transgressies in kouderesistentie, doch deze waren niet van zoveel betekenis, dat van een grote vooruitgang kon worden gesproken. Eerst in 1954 publiceerde WIENHUES (108) gegevens, waaruit bleek, dat veel verder gaande resultaten bereikt konden worden. In de hiertussen gelegen jaren werd het onderzoek naar de winterhardheid van wintergerst in vele landen voortgezet.

In Duitsland bleek dat in het Zuid-Oosteuropese wintergerstmateriaal belangrijke kruisingsouders voorkomen. Naast zuivere overgangsvormen komen eveneens goed winterharde rassen voor, die in het algemeen tussen de zuivere winter- en overgangsvormen in staan. De Roemeense rassen Ot B 11 en Ot F 46 bleken in de strenge winter 1955/56 te Wageningen tot de meest winterharde vormen te behoren. KUCKUCK (58) stelde vast, dat het niet mogelijk was door selectie uit Roemeense landrassen, voor Oost Duitsland voldoende winterharde rassen te vinden. Geen enkele vorm vertoonde een winterhardheid, die superieur was aan die van het beste Duitse ras. SAULESCU daarentegen vond in Roemenië dat de daar inheemse rassen een betere winterhardheid hadden dan de Duitse rassen. KUCKUCK acht de Roemeense vormen belangrijk voor kruisingsdoeleinden.

Volgens HOFFMANN is het niet mogelijk de korte-dag-reactie met een grote koudebehoefte te combineren, „da die beiden Eigenschaft en durch alle Grundfaktoren bedingt sind”. Door combinatie van deze beide eigenschappen zou een diepe rusttoestand in de winter worden veroorzaakt en daarmee een grote winterhardheid. WIENHUES (108) kon vaststellen, dat de grote mate van transgressie ten aanzien van winterhardheid, door hem in enkele lijnen in 1954 geconstateerd, niet aan een versterkte winterrust mag worden toegeschreven. Deze lijnen stammen uit kruisingen, waarin naast Duitse en Roemeense wintergerstrassen, de wilde gerstvorm *Hordeum spontaneum nigrum* voorkomt. WIENHUES komt tot de conclusie dat naast de meeldauwresistentie, om welke eigenschap de wilde gerst als kruisingsouder werd gekozen, deze gerstvorm een wezenlijke resistentiefactor tegen koude in de nieuwe lijnen heeft overgedragen. Dit kwekmateriaal vertoonde tevens een vroege ontwikkeling en rijping.

In Weihenstephan werd vooral aandacht geschonken aan het kweken van tweerijige winter-brouwgerst en aan ziekteresistentie. Door middel van vele kruisingen, waarin diverse zomergeststrassen werden gebruikt, kon het eerste doel tot nu toe niet worden bereikt. Wel ontstonden uit dit kruisingsmateriaal enkele produktieve vierrijige wintergerstrassen met een zekere resistentie tegen meeldauw en roest, o.a. de rassen Hauter, Dea en Firlbeck, welke echter alle een onvoldoende winterhardheid bezitten.

Tijdens de beide laatste strenge winters (1953/54 en 1955/56) bleek te Wageningen,

dat in het Amerikaanse wintergerstmateriaal goed winterharde rassen voorkomen, die belangrijk voor de veredeling kunnen zijn. Met de reeds eerder genoemde Roemeense rassen Ot B 11 en Ot F 46 bleken de Amerikaanse rassen Kentucky en Purdue tijdens de winter 1955/56 het meest winterhard van een rassencollectie van 154 rassen.

Volgens POEHLMAN (78) vindt het meest winterharde uitgangsmateriaal voor de wintergerstveredeling in the U.S.A. zijn oorsprong waarschijnlijk in de Balkan. Evenals met tarwe het geval is geweest, zullen de Zuid-Oosteuropese emigranten hun eigen gerstrassen meegenomen hebben. De wintergerstverbouw in de U.S.A. beperkt zich voornamelijk tot de Zuidelijke en Zuid-Oostelijke staten. Een uitbreiding naar het Noorden kan niet plaats hebben door het gebrek aan voldoende winterharde rassen. De oudere winterharde rassen waaronder Reno en Kentucky, zijn de laatste jaren grotendeels verdrongen door nieuwe winterharde rassen zoals Hudson, Kenbar, Kearney en Dicktoo. Vele van deze nieuwe rassen konden eerst in 1956 in de rassencollectie van de Stichting voor Plantenveredeling worden opgenomen, zodat nog niets medegedeeld kan worden omtrent de winterhardheid onder Nederlandse omstandigheden. Enkele andere, o.a. de Mo B nummers 575 en 699 bleken een interessante combinatie van winterhardheid en vroege ontwikkeling en afrijping te hebben. Het ras Mo B 575 vertoonde daarnaast resistentie tegen stuifbrand en een goede tolerantie tegen een lage pH van de grond.

Toen in 1951 bij de Stichting voor Plantenveredeling een aanvang werd gemaakt met de veredeling voor wintergerst, werden als voornaamste doelstellingen gekozen: winterhardheid, resistentie tegen roest en meeldauw en geschiktheid tot verbouw op zandgronden.

In 1951 en 1952 werd een 40-tal kruisingen tussen zomer- en wintergerstrassen gemaakt. Als wintergerstrassen werden o.a. gebruikt Urania en Vinesco, enkele Duitse rassen en lijnen en het Amerikaanse ras Purdue. Als zomergerstrassen werd voornamelijk een aantal Duitse rassen gekozen en wel die rassen met resistentie tegen meeldauw en/of gele roest, o.a. Pirolina, Erika, Haisa MR II, Frisia, Agio. Met deze kruisingen werd beoogd de ziekteresistentie van de zomervormen in wintervormen te brengen, terwijl tevens werd gehoopt op het voorkomen van transgressieve uitsplitsingen ten aanzien van de winterhardheid. Van de in 1951 gemaakte kruisingen werden in de herfst 1953 ca. 2000 F_2 -areselecties uitgezaaid. Na de strenge winter bleek, dat van het merendeel van de kruisingen geen enkele selectie de winterhardheid van het gebruikte wintergerstras had kunnen bereiken. Slechts twee kruisingen boden uitzonderingen, en wel de kruisingen Frisia \times Purdue en Frisia \times D 36.

Het percentage overgebleven planten van deze kruisingsouders was na de winter als volgt: Purdue ca. 90, D 36 ca. 65 en Frisia o. Ter vergelijking diene, dat van de Nederlandse rassen Vinesco en Urania resp. 65 % en 30 % overbleven.

De selecties werden volgens de overwintering in de volgende vijf groepen verdeeld: 0 %, 0-25 %, 26-50 %, 51-75 % en 76-100 % overlevende planten. De verdeling van de percentages van de selecties behorende bij deze groepen, wordt in de volgende tabel gegeven. Tevens worden hierbij de resultaten van de reciproke kruisingen Frisia \times Urania en Urania \times Frisia gegeven.

Een meer nauwkeurige indeling kon, vanwege het geringe aantal planten per selectie, niet worden gemaakt.

Kruising	Aantal selecties	0%	0-25%	26-50%	51-75%	76-100%
Frisia × Purdue	112	57,1	12,5	9,7	9,1	11,6
Frisia × D 36	180	70,5	13,9	8,4	7,2	
Frisia × Urania	174	73,6	19,5	6,9		
Urania × Frisia	175	74,3	20,6	5,1		

De uitwinteringsresultaten van de beide reciproke kruisingen blijken een zeer grote overeenkomst te vertonen.

Uit elk der winterharde selecties werd een aantal aren gekozen. In 1954/55 kwam geen uitwintering voor, zodat geen toetsing op winterhardheid kon plaats vinden. In deze vierde generatie werden uit een groot aantal selecties wederom aren gekozen, die afzonderlijk in groepen van F_4 -families werden uitgezaaid. Ondanks het feit, dat al dit materiaal van goed winterharde F_2 -families afkomstig was, bleek van de kruising Frisia × Purdue in 1956 slechts één F_4 -familie van tien areselecties, in zijn geheel winterhard te zijn. Vele families vertoonden in hun selecties een zeer grote variatie in winterhardheid. Slechts van een gering aantal waren alle selecties doodgevroren. Opge-merkt dient te worden, dat de winter 1955/56 veel strenger was dan die van 1953/54, zoals in hoofdstuk IV is vermeld. Echter blijkt ook duidelijk, dat de overerving van winterhardheid niet eenvoudig plaats vindt, en op meer dan één factor berust. In beide kruisingen konden ten aanzien van winterhardheid transgressieve vormen worden vastgesteld. Enkele van de meest winterharde selecties van deze kruising behoren tevens tot de vroegst in aar komende van al het huidige kruisingsmateriaal van de Stichting voor Plantenveredeling.

Het kruisingsprogramma in 1954 werd enerzijds voor een groot gedeelte gebaseerd op rassen als Kentucky, Purdue en Mo B 575, enkele selecties van de kruising Frisia × Purdue en, gezien de resultaten van WIENHUES (108), een aantal kruisingen van de wilde gerstvorm *Hordeum spontaneum nigrum* met enkele zomergerstrassen.

Anderzijds werd een aantal bekende wintergerstrassen en enkele produktieve zomergerstrassen met resistentie tegen meeldauw en gele roest uitgekozen. Tevens werd *Hordeum spontaneum nigrum* met een aantal wintergerstrassen gekruist.

In 1955 werd op dit programma verder voortgebouwd, terwijl er tevens een aantal Zuid-Oosteuropese gerstrassen in werden opgenomen. De F_2 -generaties van de in 1954 verrichte kruisingen werden blootgesteld aan de strenge winter 1955/56, waarbij de volgende resultaten werden verkregen. De kruisingen van de genoemde Amerikaanse rassen en de selecties van Frisia × Purdue met enkele Nederlandse en Duitse wintergerstrassen bleken merendeels goed winterhard te zijn, doch bereikten meestal niet geheel de winterhardheid van het beste ouderras. Van een groot aantal kruisingen van zomergerstrassen als Herta, Piroline, Heine 4808 en Agio e.a. met verschillende wintergerstrassen (o.a. Vinesco, Engelen II, Schladener) winterden de meesten totaal uit. Dit resultaat is geheel overeenkomstig met dat in de winter 1953/54 van soortgelijke kruisingen. Van een aantal combinaties met *Hordeum spontaneum nigrum*, o.a. (Piroline × Hord. spont. nigrum) × Vinesco, leverden enkele F_1 -nakomelingschappen gunstige resultaten op. Hoewel dit materiaal nog zeer jong is, lijken de voorlopig verkregen resultaten bemoedigend.

In 1956 werden de kruisingen voor een groot deel zodanig gekozen, dat combinaties werden gevormd, waarin naast een produktief zomergerst- en wintergerstras, een winterhard Roemeens en/of Amerikaans ras voorkomt, terwijl verder kruisingsmateriaal met *Hordeum spont. nigrum* veelvuldig werd benut.

De laatste twee jaren zijn op deze wijze bijna 300 kruisingen uitgevoerd. Het onderzoek hiervan zal grotendeels op zandgrond plaatsvinden. Bij de selectie op winterhardheid zal eventueel gebruik worden gemaakt van de beschreven methoden, van herfstuitzaai van gearowiseerd zaad, vergroting van de daglengte in de herfst en koude-resistentiebepalingen in de vriescellen.

Resumerende kan worden opgemerkt, dat het mogelijk moet zijn om de winterhardheid van wintergerst aanzienlijk te verhogen. Aan een juiste kennis omtrent de meest geschikte kruisingsouders ontbreekt echter nog veel. Het moet dan ook als een interessante en belangrijke taak beschouwd worden, een onderzoek in te stellen naar in gerst voorkomende „resistentiefactoren”, waarbij de zomergerstvormen niet mogen worden vergeten. De meer korte-dag-tolerante rassen vormen in het algemeen, zoals uit de meeste kruisingen van wintergerst- met zomergerstrassen blijkt, een gevaar voor de winterhardheid. In hoeverre de kruisingsprodukten hieruit, die min of meer een overgangskarakter vertonen, voor verdere kruisingen waardevol zijn, kon nog niet voldoende worden vastgesteld. Tegen een generalisering dient echter te worden gewaakt, gezien de genoemde kruisingen met het zomergerstras Frisia. Uit de herfstzaaitijdenproeven blijkt wel, dat Frisia een zuivere, en dus meer korte-dag-tolerante zomervorm is. Misschien dient in dit geval aan (een) hypostatische „resistentiefactor(en)” te worden gedacht.

Waarschijnlijk van meer direct belang voor de wintergerstveredeling zijn de meer of minder uitgesproken lange-dag-vormen, zonder of met een zeer geringe koudebehoefte. Door middel van zaaitijdenproeven in de herfst kan op vrij eenvoudige wijze worden bepaald, welk ontwikkelingsstadium de rassen in de winter kunnen bereiken. Met behulp van de door FEEKES (25) beschreven zaaitijdenproeven in het voorjaar, kan een indruk omtrent de koudebehoefte worden verkregen. In deze proeven spelen de temperatuur en de daglengte echter een belangrijke rol, hetgeen vooral bij wintergerst, welke een geringere koudebehoefte heeft dan de meeste wintertarwerassen, een bezwaar vormt.

Zoals uit de in hoofdstuk IV beschreven proeven blijkt, overwinteren alle onderzochte wintergerstrassen in volledig gearowiseerd stadium. Een onderzoek naar de kouderesistentie van een groot aantal rassen van verschillende herkomst, in de jongste generatieve stadia en naar de factoren waarop deze resistentie berust, is verder voor de naaste toekomst nog een belangrijke taak.

WINTERTARWE

In tegenstelling tot hetgeen bij wintergerst het geval is, heeft de Nederlandse praktijk reeds sinds lang over goed winterharde tarwerassen kunnen beschikken. In hoofdstuk I werd er reeds op gewezen, dat niettegenstaande dit feit, het grootste gedeelte van het wintertarweareaal wordt ingenomen door weinig tot matig winterharde rassen. Het verschil in produktiviteit tussen de meer Zuidelijke, winterzwakke vormen en de Noordelijke, winterharde vormen heeft tot voor kort de keuze voornamelijk op de eerste groep doen vallen.

In deze situatie voltrok zich een wijziging bij de opname van het Duitse ras Heine VII in de Rassenlijst. Dit ras bezit naast een goede produktiviteit en een vlotte voorjaarsontwikkeling, een vrij goede tot goede winterhardheid.

Met deze laatste opsomming van eigenschappen is tegelijkertijd een belangrijk probleem gesteld. De winterharde groep van praktijkrassen van voornamelijk Zweedse en Duitse herkomst vertoont een trage ontwikkeling in het voorjaar en de weinig winterharde groep van Franse rassen muntte uit door een vlotte voorjaarsontwikkeling en hogere produktiviteit. De meeste Nederlandse en Belgische rassen kunnen als tussenvormen worden beschouwd. Uit verschillende onderzoeken aan grote rassencollecties zoals uitgevoerd door STRAIB (95), FEEKES (25), SCHMALZ (92) de Werkgroep Kouderesistentie-Onderzoek van de Stichting Cocobro (20) en anderen, blijkt dat de Westeuropese tarwerassen de volgende karakteristieke eigenschappen vertonen. Als het ene uiterste kunnen wij de Scandinavische winterharde tarwerassen beschouwen, die gekenmerkt zijn door een grote koudebehoefte en een uitgesproken lange-dag-karakter. De winterharde Duitse rassen vertonen met deze groep een grote overeenkomst. Als het andere uiterste staan hiertegenover vele Italiaanse tarwerassen, die zeer weinig tot weinig winterhard zijn, een geringe koudebehoefte hebben en min of meer korte-dag-tolerant zijn. Vele van deze rassen, die in Italië als wintertarwe worden benut, (o.a. Mara, Funo, e.d.) zijn in Nederland na voorjaarszaai, zeer vroegrijpende rassen. De groep van Franse wintertarwerassen bezit in het algemeen een geringe tot matige winterhardheid, een vooral in verhouding tot deze hardheid matig tot grote koudebehoefte en een minder sterk lange-dag-karakter dan de Noordelijke vormen.

Sterk hiervan afwijkende eigenschappen vertoont het merendeel der Zuid-Oosteuropeese en Amerikaanse wintertarwerassen. Bij een goede winterhardheid bezitten deze vormen een geringere koudebehoefte dan de Westeuropese vormen. De vlotte voorjaarsontwikkeling van vele, tot deze groep behorende rassen, is te danken aan een minder sterk lange-dag-karakter.

Door kruising van rassen van verschillende herkomst zijn typen ontstaan, die meer of minder gunstige combinaties tussen de genoemde eigenschappen vertonen. In Finland zijn b.v. door gebruikmaking van Zuidrussische rassen, verscheidene wintertarwerassen gekweekt, die evenals de inheemse rassen zeer winterhard zijn en een grote koudebehoefte hebben, doch in ons land een veel vlottere voorjaarsontwikkeling vertonen dan de Scandinavische rassen. Door de opname van o.a. Russische, Amerikaanse en Hongaarse rassen in de kruisingsprogramma's in Westeuropese landen zijn enkele gunstige genotypen ontstaan. Tussen de zomer- en wintervormen van tarwe worden t.a.v. de factorencomplexen kouderesistentie, daglengtereactie en koudebehoefte, allerlei combinaties aangetroffen.

Wat de z.g. overgangsvormen betreft, zoals die bij gerst werden besproken, kan worden opgemerkt, dat deze ook bij tarwe gevonden worden. SCHMALZ (92) kon bij zijn onderzoek geen ideale overgangsvorm bij tarwe vinden. Van de door hem onderzochte rassen wist het zomertarweras Peko deze vorm enigszins te benaderen. Zuivere overgangsvormen werden bij onze onderzoeken gevonden in Canadese zomertarwerassen, waarbij Can. 3842 uitmunt. Deze lijn, die volgens de indeling naar koudebehoefte volgens FEEKES (25) een april-tarwe is, bezit na vroege herfstzaai een winterhardheid overeenkomende met die van rassen als Heine VII en Carsten V.

De vormenrijkdom ten aanzien van winterhardheid en de hiervoor zo belangrijke

factorencomplexen koudebehoefte en daglengtereactie, doen een gecompliceerde overerving van deze eigenschap verwachten. T.a.v. de winterhardheid in de F_1 zijn in de literatuur zeer tegenstrijdige gegevens te vinden. Zowel gevallen van recessieve, intermediaire als dominante overerving worden vermeld. SAULESCU (91) constateerde na de strenge winter 1928/29 bij een vrij groot aantal F_1 -generaties in enkele gevallen een recessieve, doch in de meeste een intermediaire of prevalentie tot dominante overerving. Bij recente onderzoeken aan uitgebreid kruisingsmateriaal werd o.a. door BONDARENKO (14) en WIENHUES (108) voornamelijk prevalentie tot dominantie van winterhardheid gevonden. In enkele gevallen overtroffen de bastaarden het meest winterharde ouderras. Een aantal van deze ogenschijnlijke tegenstrijdigheden kunnen naar mijn mening worden verklaard met hetgeen vermeld is bij de overerving van kouderesistentie.

In verschillende kruisingen tussen winter- en zomerrassen bleek t.a.v. kouderesistentie onder korte-dag omstandigheden de winterouder te prevaleren en onder lange-dag omstandigheden de zomervorm. Aangenomen kan worden, dat in deze kruisingen een vroege herfstzaai andere resultaten zal geven dan een late najaarszaai. In het eerste geval zal de F_1 meer neigen naar de zomervorm en in het laatste geval meer naar de wintervorm. Deze reactie van de F_1 op temperatuur en daglengte zal sterk afhankelijk zijn van de gebruikte kruisingsouders.

Vrijwel alle onderzoekers komen tot de conclusie, dat de overerving van de winterhardheid op enige factoren moet berusten (o.a. 3, 23, 71, 75, 91, 108, 109, 111). In het algemeen overwegen min of meer de winterzwakkere vormen (o.a. 3, 75) en wel des te sterker, naarmate de uitwintering heviger is (79).

In vele onderzoeken is geen of onvoldoende aandacht besteed aan de omstandigheden, die bepalend zijn voor het ontwikkelingsrhythme. De beide factorencomplexen, ontwikkelingsrhythme, zoals dat wordt bepaald door de eerste- en tweede-phasefactoren temperatuur en daglengte, en kouderesistentie vererven onafhankelijk van elkaar (71, 85 t/m 89).

Aangenomen moet worden, dat ten aanzien van kouderesistentie, koudebehoefte en daglengtereactie gunstiger combinaties realiseerbaar zijn, dan in de thans bestaande rassen worden aangetroffen. Hierbij blijft vanzelfsprekend gelden, hetgeen in hoofdstuk III is behandeld, of m.a.w. de kouderesistentie kan slechts dan tot uiting komen, indien de omstandigheden dit mogelijk maken (o.a. harding). Verder zal een grote korte-dag-tolerantie in zoverre beperkend zijn voor de kouderesistentie, dat de plant onder natuurlijke omstandigheden slechts gedurende korte tijd mogelijkheden tot voldoende kouderesistentie zal kunnen bewaren. Wat de directe praktische resultaten van kruisingsmateriaal betreft, is reeds vermeld, dat in het algemeen in tegenstelling tot de F_1 in latere generaties de winterzwakke vormen overheersen. In een kruising wordt de winterhardheid van het meest resistente ouderras zeldzamer bereikt, naarmate dit ras een grotere hardheid bezit. In Zweden gelukte het volgens ÅKERMAN (3) tot nu toe niet, rassen te kweken, die de winterhardheid vertonen van het landras Sammetsvete. In kruisingen van minder winterharde vormen, wordt dikwijls transgressie aangetroffen. BONDARENKO (14) kruiste onderling rassen uit drie verschillende groepen, nl. een zeer winterharde, een middelmatig winterharde en een winterzwakke groep. Bij de uitsplitsing kon worden vastgesteld, dat des te minder winterharde vormen voorkwamen, naarmate één der ouderrassen minder winterhard was. De winterhardheid ver-

toont dus in zijn overerving een sterk quantitatief karakter. Het door BONDARENKO gevonden geldt echter niet absoluut, daar uitzonderingen voorkomen door transgressieve uitsplitsingen.

PANSE (75) onderscheidt in zijn bespreking van de Hallenser wintertarwekruisingen in het bijzonder twee groepen. De eerste groep bestaat uit kruisingen van Franse met winterharde Duitse rassen. De hiermede na te streven combinatie van het Franse type, met kort en stevig stro en de goede winterhardheid van de Duitse rassen, kon niet worden bereikt. Volgens PANSE zouden door de Franse rassen, de in de Duitse rassen aanwezige genen voor winterhardheid bijna volledig zijn verdrongen. De andere groep van kruisingen van Duitse met Amerikaanse wintertarwerassen bleek zeer belangrijk te zijn voor het verkrijgen van goede winterharde selecties. In enkele kruisingen met Amerikaanse zomertarwerassen werden aanzienlijke transgressies in winterhardheid gevonden. SALTYKOVSKY en SAPRYGUINA (84 t/m 89) kwamen via kruisingen van tarwerassen, die grote onderlinge variaties in kouderesistentie, koudebehoefte en daglengtereactie vertonen, tot een „methode” voor het verkrijgen van transgressieve vormen. In hun „synthese van de winterharde tarwerassen” stellen zij, dat kruisingen van tarwerassen met een vrijwel gelijke kouderesistentie, doch met grote verschillen in daglengtereactie en/of koudebehoefte, de beste kansen op transgressies in winterhardheid leveren. Waarschijnlijk kan deze conclusie, die sterk is gebaseerd op de fasen-leer van LYSSENKO, ook als volgt worden gesteld: een grote kans op transgressies wordt verkregen, door rassen te kruisen waarvan de winterhardheid op zo verschillend mogelijke genen berust.

RESULTATEN VAN EIGEN ONDERZOEK

Gegevens over de winterhardheid van F_1 -generaties staan niet ter beschikking, daar dit materiaal te kostbaar wordt geacht om aan de winter bloot te stellen. De F_1 -planten worden gedurende de winter onder platglas bewaard. Resultaten over de winterhardheid van F_2 -generaties konden in de periode 1950-1956 na twee winters worden verkregen en wel in 1954 (74 kruisingen) en 1956 (139 kruisingen). Naast intermediaire overerving en dominantie kon overwegend prevalentie van winterhardheid worden vastgesteld. Bij een aantal kruisingen bleek de F_2 de ouderrassen in genoemde eigenschap te overtreffen.

Een overzicht van de winterhardheid in oudere generaties van kruisingen kan het beste geschieden door de kruisingen in enkele groepen te verdelen. Evenals bij vele andere kweekbedrijven en veredelingsinstituten het geval is geweest, zijn zowel bij het Instituut voor de Veredeling van Landbouwgewassen als bij de Stichting voor Plantenveredeling vele kruisingen verricht tussen Franse rassen enerzijds en Duitse en enkele Zweedse rassen anderzijds. Hiermede werd de combinatie van vlotte voorjaarsontwikkeling, produktie-capaciteit en strotevigheid van Franse rassen met de winterhardheid van de Noordelijke rassen nagestreefd. In het algemeen kan worden gezegd, dat bij goede winterhardheid van het Noordelijke ouderras, deze hardheid in de selecties zelden of niet werd bereikt. In combinaties met een minder extreem winterhard ouderras blijkt, dat verschillende selecties het ouderras in deze eigenschap kunnen evenaren of overtreffen. De combinatie van de gewenste eigenschappen, nl. goede winterhardheid en vlotte voorjaars ontwikkeling, wordt zelden gevonden. Hoewel voor Nederlandse omstandigheden geen extreme winterhardheid wordt vereist, geeft het merendeel van

deze kruisingen niet de resultaten die ervan werden verwacht. Als voordeel heeft deze groep van kruisingen echter, dat in beide groepen van rassen een ruime keuze van produktieve ouderrassen ter beschikking staat. Een aantal kruisingen van goed tot zeer winterharde Duitse met enkele Italiaanse rassen, o.a. Mara, Funo, Florio e.a. uitgevoerd in de jaren 1953 en 1954, vertonen het beeld van de vorige groep van kruisingen in versterkte mate. De F_2 -generaties vertoonden merendeels een intermediaire winterhardheid tot een lichte prevalentie van de winterharde ouder. Enkele kruisingen met iets meer winterharde Italianen (o.a. Autonomia B) gaven eveneens een iets betere winterhardheid te zien. De resultaten van de F_3 -generaties geven weinig hoop op de mogelijkheid in deze kruisingen een combinatie van vroegheid en goede winterhardheid te vinden. In de jaren 1950 en 1953 werden een groot aantal kruisingen tussen zomer- en wintertarwerassen gemaakt. Naast enkele Duitse rassen o.a. Peko en Koga, een viertal Canadese kouderesistente lijnen, werden een aantal Noord- en Zuidamerikaanse zomertarwerassen als kruisingsouders uitgekozen. Als wintertarwerassen werden voornamelijk een aantal Franse, Duitse en enkele Belgische gebruikt.

In vrijwel alle combinaties met die zomertarwerassen, die min of meer het karakter van een overgangsvorm hebben, kwamen selecties voor die de ouderrassen in winterhardheid overtroffen. Tot deze zomertarwerassen behoren Peko, Reliance en de Canadese nummers 3842, 3843, 3845 en 3847. In verschillende kruisingen werden zeer belangrijke transgressies geconstateerd. Zo vertoonde b.v. een selectie uit de kruising Minister \times Peko een winterhardheid, overeenkomende met die van Carsten V. Terwijl Heine VII in de winter 1955/56 te Wageningen grotendeels uitwinterde, bleken diverse selecties uit de kruising Peko \times Heine VII zonder schade de winter te doorstaan. Een aantal kruisingen van de Canadese nummers met Franse rassen als Cappelle en Rouvillers bleken gunstige combinaties van winterhardheid en vlotte voorjaarsontwikkeling op te leveren.

De kruisingen met de zuivere zomervormen gaven, zoals te verwachten was, zeer verschillende resultaten in winterhardheid. De meer korte-dag-tolerante, vroegrijpe rassen blijken voor de winterhardheid in het algemeen ongunstige kruisingsouders te zijn. Vele van dergelijke kruisingen met goed winterharde rassen bleken in het voorjaar van 1956 totaal uitgevoren te zijn.

Onder de kruisingen van verschillende winterrassen met minder korte-dag-tolerante zomerrassen kwamen enkele combinaties voor die transgressieve winterharde selecties opleverden. Uit het merendeel van deze kruisingen lijkt echter de mogelijkheid tot het selecteren van vormen, met een winterhardheid, gelijkwaardig aan die van het winterouderras, niet groot. Na een herhaalde kruising of terugkruising met een winterras, konden echter in diverse gevallen betere resultaten worden gevonden.

Als laatste groep kunnen de kruisingen met Zuid-Oosteuropese en Amerikaanse winterharde rassen worden genoemd. De meeste van deze kruisingen werden uitgevoerd in 1954, zodat voornamelijk winterhardheidsgegevens van F_2 -generaties ter beschikking staan. De kruisingen van deze rassen met een aantal Duitse, Franse en Italiaanse rassen, vertonen met uitzondering van enkele kruisingen met rassen als Funo en Mara, een dominantie van de meest winterharde ouder; een enkele maal een overtreffen hiervan. Mede naar aanleiding van de door verschillende onderzoekers verkregen resultaten met dit type kruisingen, moeten deze zeer waardevol worden geacht voor het kweken van winterharde vormen met een vroege voorjaarsontwikkeling.

Tenslotte nog enkele opmerkingen over de correlatie tussen wintertype en winterhardheid, zoals die door verscheidene onderzoekers (o.a. 57, 79) is vastgesteld. Uit verschillende onderzoeken bleek, dat indien in kruisingen van zomervorm \times wintervorm de F_1 -dominantie van het zomertype vertoonde, deze tevens niet winterhard was. Het bestaan van overgangsvormen, die zich na voorjaarszaai als zomervorm gedragen en na herfstzaai in vele gevallen een goede winterhardheid kunnen hebben, is reeds een bewijs, dat bovengenoemd verband niet absoluut kan zijn. HAYES en AAMODT (38) selecteerden uit een zomer \times wintertarwekruising dergelijke vormen.

Bovendien blijkt uit eigen proeven, dat de F_1 van winter- en zomertarwe zich verschillend gedraagt al naar de omstandigheden. Het blijkt nl. in al deze gevallen, dat bij lage temperatuur en korte dag het wintertype en tevens daarmee de winterhardheid prevaleert tot domineert. Bij lange dag en hogere temperatuur zien we echter in deze kruisingen een dominantie of prevalentie van het zomertype. Zonder een juiste bestudering van het ontwikkelingsrhythme is het onmogelijk tot juiste conclusies omtrent overerving van zomer-, wintervorm en winterhardheid te komen.

Beoordelen we het type naar de ontwikkeling van de vegetatiekegel, dan zien we uit de resultaten van vriesproeven dat de kouderesistentie afneemt, zodra de plant de generatieve fase bereikt of in ieder geval na het beëindigen van de beginstadia van deze fase. Uit deze gegevens blijkt wel, dat in vele gevallen bij gerst en waarschijnlijk ook bij diverse tarwerassen in het begin van de generatieve fase een aanzienlijke kouderesistentie behouden kan blijven. Tussen de voorjaarsontwikkeling van de F_1 -planten van kruisingen van zomer- \times wintervorm na voorjaarszaai, en de winterhardheid in latere generaties kon geen verband worden gevonden. Een traagheid van ontwikkeling na voorjaarszaai bleek ook hier dus geen maatstaf voor winterhardheid te zijn.

HOOFDSTUK VII

WINTERHARDHEID IN HET VEREDELINGSPROGRAMMA VAN TARWE EN GERST

Bij het geven van een overzicht van het voorafgaande, kan allereerst worden geconstateerd, dat in de literatuur betreffende kouderesistentie, winterhardheid, de overerving van winter- en zomervorm en van winterhardheid vaak tegenstrijdige gegevens worden vermeld. In hoofdzaak zijn deze terug te voeren op de volgende feiten:

1. er is onvoldoende rekening gehouden met de invloed van de voorbehandeling van het materiaal, vooral ten aanzien van temperatuur en daglengte, op de uiteindelijke resultaten.
2. onvoldoende onderscheid is gemaakt tussen rassen van Westeuropese herkomst en die van Zuid-Oosteuropese oorsprong.
3. de in vele gevallen zeer beperkte keuze van proefmateriaal, waardoor conclusies werden getrokken, die niet algemeen geldend zijn.

Voor de beide hoofdproblemen, die werden gesteld, kan een oplossing worden gevonden, of is ten dele reeds gevonden. Dit wil zeggen dat:

- I. Voor wintertarwe blijkt het mogelijk te zijn, rassen te kweken, die voldoende winterhardheid, geringe koudebehoefte en vlotte voorjaarsontwikkeling in combinatie bezitten.
- II. Voor het gewas wintergerst is het mogelijk rassen te ontwikkelen met een betere winterhardheid.

Tot voor kort werden de Westeuropese wintertarwerassen, en met de meeste is dit nog het geval, gekenmerkt door een ongunstige combinatie van de eigenschappen koudebehoefte, voorjaarsontwikkeling en winterhardheid; een vlotte voorjaarsontwikkeling gaat gepaard met een geringe winterhardheid, terwijl winterharde rassen in het voorjaar een trage ontwikkeling vertonen. De ongunstigste combinatie wordt wel gevonden bij rassen als Yeoman, Squareheads Master e.d. welke een vrij grote tot grote koudebehoefte, een trage voorjaarsontwikkeling en hierbij slechts een geringe tot matige winterhardheid bezitten.

Aan de opvatting dat een grote mate van koudebehoefte nodig zou zijn voor het behoud van een goede kouderesistentie, moet, in ieder geval in Westeuropa, niet te veel waarde worden gehecht. Er blijken vele vormen van tarwe en gerst te zijn, die in gearowiseerde toestand over voldoende winterhardheid beschikken. Voor het toekomstige sortiment van wintertarwe mogen rassen worden verwacht, die naast een goede potentiële kouderesistentie, de eigenschappen vlotte voorjaarsontwikkeling en geringe koudebehoefte bezitten. Tevens gaat hiermede de waarde van de zaaitijdenproef ter beoordeling van de winterhardheid, die, zoals reeds eerder werd medegedeeld, dikwijls zeer gering is, geheel verloren. Hierbij dient nog wel op het regionale karakter van de eigenschap vlotte voorjaarsontwikkeling te worden gewezen.

Bovendien is het niet onwaarschijnlijk te achten, dat door gebruikmaking van rassen van het Zuid-Oosteuropese- en Noordamerikaanse type, een meer volledige kouderesis-

tentie kan worden verkregen; zoals uit het voorgaande is gebleken, kunnen deze rassen ook in het coleoptielstadium lage temperaturen verdragen.

Voor de wintergerstveredeling biedt de mogelijkheid tot het verhogen van de winterhardheid interessante perspectieven. Tot nu toe is het niet gelukt zonder te veel risico wintergerst op zandgrond te verbouwen, vanwege de grote kans op uitwintering. De uitbreiding van de verbouw van zomergerst in de diverse zandgrondgebieden bewijst wel, dat er belangstelling bestaat voor gerst als gewas op zandgrond. Gezien het voordeel, dat wintergewassen boven zomergewassen vooral op lichtere zandgronden hebben, lijkt het dus gewenst de nodige aandacht te besteden aan de veredeling van wintergerst voor deze gronden. Een daarop gericht programma opent mogelijkheden, nu voor de belangrijkste eigenschap, winterhardheid, een oplossing kan worden gevonden.

Ten aanzien van de bepaling van de kouderesistentie, als één der voornaamste factoren van de winterhardheid, dient gewaarschuwd te worden tegen een eenvoudige uniforme methode. Kouderesistentie blijkt dusdanig gecompliceerd en variabel te zijn, dat één juist inzicht alleen kan worden verkregen, als belangrijke factoren, met name jarowisatiegraad, groei- en ontwikkelingsstadium, harding e.d. in het onderzoek worden betrokken.

De kouderesistentie, zoals die kan worden bepaald door middel van een vriescel, blijkt, zoals ook in andere landen is gevonden, een sterk positief verband met de winterhardheid te vertonen. De aanschaffingskosten van een complete vriesinstallatie, waarmede van herfst tot voorjaar kan worden gewerkt, zijn voor vele kweekbedrijven te hoog. De toepassing van deze methode, die tevens goed bruikbaar is voor massaselectie op kouderesistentie, zal dan ook voornamelijk tot instituten beperkt blijven. Zelfs bij aanwezigheid van goede vriesinstallaties blijft de verwerking van veel kruisingsmateriaal op winterhardheid een moeilijk probleem en voor de kweker blijft de hulp van een strenge winter zeer waardevol.

Zaaitijdenproeven in de herfst, waarbij weinig kostbare hulpmiddelen zoals jarowisatie van het zaad en vergroting van daglengte kunnen worden toegepast, geven een waardevolle aanvulling bij het kouderesistentieonderzoek. Tevens wordt hiermede de mogelijkheid geschapen, het ontwikkelingsstadium te bepalen, dat de planten, bij verschillende zaaitijden en omstandigheden, in de winter kunnen bereiken. Uit dergelijke proeven bleek, door middel van onderzoek van de vegetatiekegel, dat alle rassen van wintergerst en eveneens de meeste van de onderzochte tarwerassen, na tijdige zaai, in het begin van januari het vegetatieve stadium hebben gepasseerd.

De methode, waarbij de rassen worden uitgezocht, die in het voorjaar zo lang mogelijk vegetatief blijven en daarbij lang hun kouderesistentie kunnen bewaren, is voor Westeuropese omstandigheden niet bruikbaar. Het resultaat hiervan zou zijn, dat rassen worden geselecteerd, die onder deze omstandigheden een te trage voorjaarsontwikkeling hebben.

Een belangrijke taak voor toekomstig onderzoek is een nauwkeurige bestudering van de kouderesistentie in de jongste generatieve stadia en van de erfactoren waarop de aanleg van deze resistentie berust. In het bijzonder bij gerst is een uitgebreid onderzoek naar waardevolle geniteurs voor het verkrijgen van meer winterharde rassen, zeer gewenst. Hierbij mogen de zomer- en overgangsvormen niet worden vergeten, daar is gebleken, dat in deze groepen belangrijke kruisingsouders voorkomen. Wellicht is het mogelijk, uit kruisingen van zomer- × winterrassen vormen te selecteren, die ondanks

de onvoldoende winterhardheid, waardevol kunnen zijn voor verder veredelingswerk.

Meer en meer dient tegenwoordig bij de veredeling gebruik te worden gemaakt van uitheems materiaal. Ten aanzien van de eigenschappen kouderesistentie, koudebehoefte en daglengtereactie van vele van deze vormen, is weinig of niets bekend. Het verrichten van onderzoek naar deze eigenschappen bij een beperkt aantal rassen heeft voor de veredeling waarschijnlijk weinig betekenis, daar gunstige geniteurs zeldzaam zijn. Deze laatste dienen opgespeurd te worden uit grote rassencollecties, waarna hun uiteindelijke waarde eerst in latere kruisingsgeneraties blijkt. Door middel van zaai-tijdenproeven kunnen op eenvoudige wijze reeds verschillende waardevolle inlichtingen worden verkregen. Voor een analyse van het gehele probleem, dienen de genoemde eigenschappen echter onder reproduceerbare omstandigheden te worden bepaald. Een dergelijk onderzoek zal langdurig en kostbaar zijn, doch onmisbaar voor een betere kennis van de kouderesistentie, winterhardheid, de overerving van de voor deze eigenschappen belangrijke factoren en het bereiken van het uiteindelijke doel, verbetering van het rassensortiment.

SUMMARY

CHAPTER I

Non-hardy wheat varieties, such as Wilhelmina and Juliana, were widely grown in the Netherlands for many years, while winterhardy varieties such as Mendel and Carsten V covered only small areas. Only after winters with severe frost were winterhardy varieties temporarily grown on a somewhat larger scale, at the expense of less winterhardy, more productive varieties. More or less unconsciously the following idea was premised: winterhardiness is correlated with a strong need for low temperatures and a late development in spring. This late spring-development should be the reason why varieties cannot reach their greatest productivity.

The variety Heine's VII which a few years ago covered a large part of the area under wheat in the Netherlands, is proof that a reasonable winterhardiness can indeed be combined with a fairly rapid spring development and a good yield. In winter barley the situation as regards these problems differs much from that in wheat. There are no West-European varieties that can withstand very severe winters, unless the crop is protected by a layer of snow. However, if tested under less rigorous circumstances there undoubtedly would be great differences in winterhardiness among commercial varieties. Winter barley does not need the extremes of low temperature that many winter wheat varieties need.

Considering the foregoing problems, it is not surprising that winterkilling in cereals has long been a subject of intensive study. In spite of the results obtained from these investigations, many arguments can be advanced for the fact that there is still a great attention given to problems connected with winterhardiness. One of the reasons is that the subject is of a very complex nature, so that many details have not, or have been insufficiently investigated. On account of various causes, among other things the breeding for disease resistance, breeders are more and more obliged to use extremely varied material in their programmes.

In 1951 the Foundation for Agricultural Plant Breeding, Wageningen, had a refrigerator and hardening equipment installed with the aim of providing private breeders with cold-resistant material and of testing their young lines for this character. This gave the author an opportunity of studying winterhardiness. The following chapters give a survey of the data gathered.

CHAPTER II

A survey is given of the different causes of damage by frost, mainly on the basis of literature. It is apparent that the degree of damage is dependent on a combination of many factors. The complicated nature of winterkilling and the irregular occurrence of severe winters hamper selection in normal trial fields. Many efforts have been made to find methods or symptoms which would render it possible to draw conclusions as regards winterhardiness of varieties and of hybrids. Apart from regions where winter-

killing is mainly caused by indirect frost damage (heaving), results of cold resistance measurements generally agree with winterhardiness in the field.

Search has been made for morphological characters or other characteristics which would be easily measurable and which would form a reliable standard for the indication of winterhardiness. In many varieties and groups of varieties winterhardiness is correlated with other properties such as low temperature requirement, rapid spring development, leaf position and depth of tillering. On examining large collections of varieties, however, there appears to be no relation between one of the properties mentioned and winterhardiness. In table I low temperature requirement and cold resistance are compared. In the wheat varieties of northern and western Europe good winterhardiness is roughly correlated with late spring development. In spite of the foregoing statements, it can be established that plants with a good winterhardiness should have a genotypical tendency for a good cold resistance.

CHAPTER III. THE DIRECT MEASUREMENT OF COLD RESISTANCE

The compartment used for freezing experiments was kept low in order to prevent differences in temperature as much as possible. The rooms in which the plants are exposed to low temperatures are 50 cm high, 40 cm wide and 215 cm long. The plants are frozen in the flats in which they were raised; they are not removed from the soil. The result of a freezing experiment is greatly dependent on the conditions prevailing before the treatment, the most important ones being the temperature and the daylength.

The plants reach optimal hardening at low temperatures and high light-intensity. In order to have available plants of equal stages of hardening, a special room has been installed for that purpose near to the freezing equipment. At a temperature of 2°C and under the light of TL-tubes the plants reach a favourable hardened condition in this room. De-hardening resulting in loss of cold resistance may be brought about in two different ways. In one of them the hardening process takes place at higher temperatures, the other one is dependent on the developmental stage of the plants. During the thermophase the cold resistance decreases according as the degree of vernalization is heightened. This is very important since nearly all winter barley and winter wheat varieties, after normal sowing, are exposed to winter temperatures in a nearly or entirely vernalized stage (see chapter IV).

The influence of vernalization on cold resistance is studied in a number of experiments (see the tables 2, 3 and 4). From the results it appears that in the wheat varieties investigated only in a few cases is the cold resistance strongly influenced by the vernalization condition. The wheat varieties Pèvele and Etoile de Choisy are most conspicuous in this respect, and the two winter barley varieties investigated also respond to a high degree. Considerable differences in cold resistance may exist between different stages of growth. The cold resistance generally increases from the earliest stage (coleoptile stage) until the 4-leaf-stage.

In the tables 7 and 8 the results are given of freezing experiments with wheat varieties in the coleoptile stage. While the Northwest European varieties are very little resistant in the coleoptile stage, no matter whether they possess a good or a slight cold resistance in an older stage, a number of South European and North American varieties which

are resistant in an older stage, are also resistant in the coleoptile stage. No consistent results could be obtained by using the method described by GRAHL (32) (table 9).

CHAPTER IV. THE STUDY OF WINTERHARDINESS BY MEANS OF SOWING TRIALS

In the autumns of the years 1953, 1954 and 1955 sowing trials were laid out. By means of different sowing times, artificially vernalized and non-vernalized material and different day-lengths obtained by artificial light, it is possible to expose plants to winter temperatures in various stages of development. When these experiments were set up, not only an investigation of winterhardiness in various stages of development was considered, but also an attempt was made to find an inexpensive testing and selecting method for the breeder of winter cereals. Day-length was extended by means of incandescent lamps of 200 W., placed at a height of 1 m above the plants, 1 lamp per 4 m². The developmental stages of the spike primordia were determined according to a method described by V. D. SANDE BAKHUYZEN (11).

Legend of stages:

Vegetative stage:

- 1a Youngest stage: primordia are leaves as soon as they can be distinguished clearly enough.
- 1b Later stage: the youngest primordia are bract-like similar to half rings, semi-embracing the growing-cone, but are closed afterwards.

Generative stage:

- ((2)), (2) First, slight swelling of the spaces left open between the ends of the half-rings, the interbracteal spaces.
- 2 The swollen interbracteal spaces (the spikelet primordia) are as large as the subtending bracts; „double ridge” stage, according to Purvis and Gregory.
- 2+ Spikelet primordia protruding.
- 3 Differentiation of the glumes.
- 4, 5, 6 etc. Differentiation of the primordia of the 1st, 2nd, 3rd etc. flower.

Sowing trial autumn 1953.

The developmental stages studied are mentioned in table 11, which also contains the percentage of overwintering. The figures refer to the winter of 1953/54, during which from the 27th of Jan. to the 7th of Feb. minimum temperatures of below -10°C occurred, without snow cover. The lowest temperature measured at the height of 10 cm was -14.8°C. Table 11 shows the overwintering percentages of three sowing times of the same experiment at different degrees of vernalization and two day-lengths.

CHAPTER V. THE INHERITANCE OF THE WINTER AND THE SPRING „FORM” OF CEREALS AND THAT OF COLD RESISTANCE

Many publications have been written on investigations of the inheritance of the winter and spring types of cereals, the relationship between wintertype and winterhardiness and the inheritance of winterhardiness. However, most of them give results on the basis of a limited amount of material or, as in many older publications, insufficient account is taken of the factor-complexes of low temperature requirement and photoperiodicity.

The inheritance of the winter and of the spring type was studied by examining

growing points of plants of several F_1 - and F_2 -generations of wheat or barley crosses that had grown under different day-lengths. Neither in barley, nor in wheat were simple segregation ratios found in the various F_2 -generations. Considering the fact that there are transitional types between winter and spring forms this could be hardly expected. In the F_2 -generations of most crosses of winter \times spring types various individuals were found that were advanced further than the parents.

In some investigations for the inheritance of cold resistance in a number of crosses of winter and spring forms of wheat and barley it appeared that in F_1 -generations exposed to long day treatment the spring forms are more prevalent; under short days, on the contrary, the F_1 's exhibited an intermediate cold resistance and sometimes showed a fairly strong prevalence to the winter form. Results obtained with F_2 -generations were variable, according to the pre-treatment. A longer day, created by additional light, reduced the cold resistance (table 17).

The varieties which were entirely or almost entirely killed by frost are not included here.

The influence of the condition of vernalization on winterhardiness is particularly clear in the winter barley varieties and in the wheat variety Etoile de Choisy (see also Chapter III). In the wheat varieties Heine's VII and Carsten's V an influence of the condition of vernalization in general did not become evident until the days lengthened. The winter barley varieties appeared to still possess some winterhardiness also at the beginning of the generative stage. No great response to the condition of vernalization could be observed in the spring wheat Reliance, but the day length plays an important role in the ultimate winterhardiness. The tables 12 and 13 give results of similar experiments, conducted in the winters of the years 1954/55 and 1955/56, respectively.

In summarizing, it may be stated that the method recommended by HOFFMANN (43) to vernalize the seed before sowing in autumn in order to test and select wheat and barley for winterhardiness, is very practicable. This holds for many varieties, in particular when the day length is extended by additional light.

CHAPTER VI. THE INHERITANCE OF WINTERHARDINESS IN HYBRID POPULATIONS OF WHEAT AND BARLEY

WINTERBARLEY: In spite of the fact that several Dutch breeders have been engaged in breeding work with winter barley, the initial material has been restricted until recently. Until 1949 practically the whole area under winter barley was covered with varieties selected from the local variety „Groninger wintergerst". Among them was the variety Vindicat. Since then the following Dutch varieties have been included in the List of Varieties: Urania and Vinesco from the cross Vindicat \times Escourgeon 185/79 and Trias from the cross Vindicat \times Breustedt 75/29. Even with the introduction of these varieties agriculture in the Netherlands has still no variety of sufficient winterhardiness, while the lack of resistance against mildew and rust is another disadvantage. And there are no foreign varieties to fill this gap.

It is known that in various hybrid populations forms occur that show a considerable transgression in regard to winterhardiness (WIENHUES 108). There are interesting parent varieties among the winter barleys from South-east Europe and the U.S.A. In the majority of a large number of crosses between winter and spring varieties, made mainly for the purpose of obtaining resistance against various diseases in winter barley,

no selections could be made that surpassed the winterhardiness of the winter varieties. In various crosses this winterhardiness could not be reached. Only in a few crosses with spring barley did transgressive segregation in regard to winterhardiness occur. These spring barleys are more or less long-day forms, or in other words, they have the nature of transitional types.

WINTERWHEAT: The West-European winter wheat varieties show definite responses in regard to winterhardiness, vernalization requirement and spring development, dependent upon the variety. The Scandinavian varieties can be considered the extremes on the one side. They are characterized by a great vernalization requirement, a good winterhardiness and they have a pronouncedly long-day character. The winter-hardy German varieties are very similar to this group. The extremes on the other side are represented by many Italian wheat varieties that are very little or slightly winter-hardy and more or less tolerant to short-day treatment. They have a slight vernalization requirement. Many of these varieties which in Italy are used as winter wheat, are very early in the Netherlands after spring sowing. The French winter wheat varieties generally show a slight to moderate winterhardiness, a moderate to great vernalization requirement, especially in consideration of their winterhardiness. They have a less definite long-day character as compared to the varieties from the North. Most South-east European and American winter wheat varieties are entirely different in their properties. They combine a slight vernalization requirement with a good winterhardiness and have a faster spring development than the West-European strains.

The diversity of forms in regard to winterhardiness and the complex of the factors vernalization requirement and day-length reaction, which are so important for winterhardiness, suggest a complicated inheritance of this characteristic.

WINTERHARDINESS IN THE HYBRID POPULATIONS

In 1954 and 1956 the winterhardiness of 74 and 139 F_2 -generations derived from wheat crosses were assessed. Besides intermediate inheritance and dominance it appeared that winterhardiness was predominant.

In older generations of a large number of crosses between French or Italian varieties on the one side and German or Swedish varieties on the other side, it turned out that the good winterhardiness of the latter group could not be reached. In a large number of crosses between spring and winter wheat varieties the following results were obtained. In nearly all combinations with spring wheat varieties which more or less have the character of transitional forms, genotypes occurred that surpassed the parent varieties in winterhardiness. Among these spring varieties are Peko, Reliance and the Canadian numbers 3842, 3843, 3845 and 3847. The early spring wheat varieties which are more tolerant to short-day treatment generally appear to be unfavourable parents for crossing purposes as concerns winterhardiness. The crosses of a number of West-European varieties with various South-east European and American winterhardy varieties appeared to be valuable for the creation of winterhardy forms with an early spring development.

CHAPTER VII. WINTERHARDINESS IN THE BREEDING PROGRAMMES OF WHEAT AND BARLEY

In the literature concerning cold resistance, winterhardiness, the inheritance of the winter and spring types and of winterhardiness, often contradictory data are mentioned. From the results of our experiments some of the difficulties may be explained by the following facts:

1. The influence of the pre-treatment of the material on the ultimate results has been insufficiently accounted for, especially in regard to temperature and daylength.
2. An insufficient distinction has been made between varieties of West-European and of South-east European origin.
3. The material used in the trials has been very restricted in many cases. This has led to conclusions that do not hold true in general.

The two main problems of the outset can be solved or have been partly solved already. That is:

- I. It is possible to develop winter wheat varieties with sufficient winterhardiness and slight vernalization requirement combined with a rapid spring development.
- II. It is possible to develop varieties of winter barley with a better winterhardiness.

The opinion that a high degree of vernalization requirement is necessary for the retention of good cold resistance is highly questionable, at any rate as far as Western Europe is concerned. There are many forms of wheat and barley that are sufficiently winterhardy in the vernalized condition.

It is desirable to pay attention to breeding work in winter barley for sandy soils. A breeding programme with such an objective in view seems possible now that it has been shown that winterhardiness can be raised considerably.

Cold resistance appears to be complicated and variable to such a degree, that a clear insight can be obtained only when important factors such as vernalization degree, stages of growth and development, hardening etc. are taken into account in the experiments.

Sowing time trials in the autumn with additional seed vernalization and lengthening of the day are valuable contributions to the research of cold resistance.

LITERATUUR

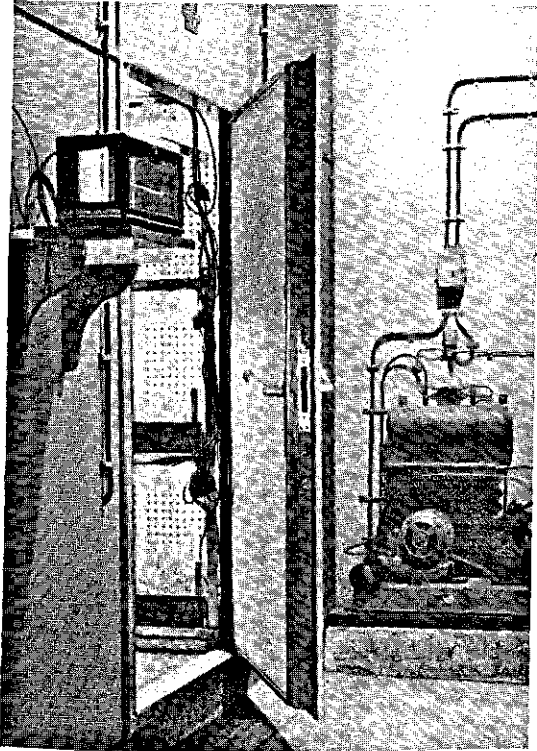
1. ÅKERMAN, Å., Studien über den Kältetod und die Kälteresistenz der Pflanzen. Lund, 1927.
2. ÅKERMAN, Å., Beiträge zu einer Analyse der Eigenschaft Winterfestigkeit beim Weizen. Beitr. z. Landw. Pfl. bau insb. Getr. bau, Festschrift 1924, Berlin.
3. ÅKERMAN, Å., Forsatta studier rörande höstvetets vinterhårdighet. Kungl. Lantbruksakad. Tidskr. 2 (1949): 157-187.
4. ANDERSSON, G., Auslese von winterfesten Transgressionen bei Wintergerste durch Gefrierversuche. Der Züchter 7 (1935): 254.
5. ANDERSSON, G., Gaschange and frosthardenig studies in wintercereals. Diss. Lund, 1944.
6. ANDREWS, J. E., Cereal news from Canada. 2 (1955): 16.
7. AUFHAMMER, G., Über Winterfestigkeit und Arbeitsverfahren zu ihrer Bestimmung. Landw. Jahrb. f. Bayern 30 (1953): 28-59.
8. AUFHAMMER, G., Anforderungen und Vorzüge der Wintergerste. Mitt. d. Deutschen Landw.-Gesellsch. 36 (1953).
9. AUFHAMMER, G., Über Methoden zur Bestimmung der Kälteresistenz und Winterfestigkeit. Zeitschr. f. Pflanzenz. 34 (1955): 85-96.
10. BAKHUYZEN, H. L. VAN DE SANDE, Bloei en bloeihormonen in het bijzonder bij tarwe. I Versl. Landbouwk. Onderz. 53.4.B (1947).
11. BAKHUYZEN, H. L. VAN DE SANDE, Verslag Centr. Inst. Landbouwk. Onderz. (1952), art. WITTENROOD, H. G.
12. BAYLES, B. B. and TAYLOR, J. W., Wheat improvement in the eastern United States. Cereal Chemistry 16 (1939): 208-223.
- 12a. BECKER, G., Problematik der Qualitätszüchtung. 1956. Deutsche Akad. Landw. Wissensch. Berlin. Berichte und Vorträge II/1955.
13. BECKER, J., FUCHS, W. H. und JAPHA, B., Grundlagen und Erfahrungen der Züchtung winterfesten Weizen. Der Züchter 17/18 (1946-1947): 235-240.
14. BONDARENKO, G. K., Vererbung der Winterfestigkeit bei der Bastardierung von Winterweizen (Russisch). Dokl. Akad. Nauk. U.S.S.R. 67 (1949): 153-155.
15. CHRISTOFF, M. A., Untersuchungen über die Kältefestigkeit der Wintergerste. Zeitsch. f. Pflanzenz. 23 (1941): 47-90.
16. CONSTANTINESCU, E., Weitere Beiträge zur Physiologie der Kälteresistenz bei Wintergetreide. Planta 21 (1933).
17. CONSTANTINESCU, E., Die Kältefestigkeit verschiedener Wintergersten. Zeitschr. f. Pflanzenz. 19 (1934): 439-453.
18. COOPER, H. P., The inheritance of the spring and wintergrowing habit in crosses between typical spring and typical winter wheats and the response of wheat plants to artificial light. Journ. Amer. Soc. Agron. 15 (1923): 15-25.
19. DANTUMA, G., Over het verband tussen kouderesistentie en koudebehoefte. Stichting Cocobro, Techn. Ber. 5 (1952): 27-30.
20. DANTUMA, G., Enkele aspecten van het kouderesistentie-onderzoek bij granen. Vijfde Cocobro-Jaarboekje 1955: 37-43.
21. DEXTER, S. T., Decreasing hardiness of winter wheat in relation to photosynthesis, defoliation and winter injury. Plant Physiology 8 (1933): 297-304.
22. DIEHL, R., Quelques aspects de la résistance au froid chez les céréales d'hiver. Ann. de l'I.N.R.A., B. Ann. Amél. Pl. 2 (1952): 257-303.
23. DUMON, A. G. en WONTERGHEM, J. VAN, Onderzoek in verband met de wintervastheid van tarwerassen in 1938-1939. Een nieuw wintervast bastaardras: Astra. Leuven - Agricultura (1939).
24. EKSTRAND, H., Overwintering of winter cereals and forage grasses. Summary of the results and program for continued investigations (Eng. summary). Statens Växtskyddsanstalt. Medd. 67 (1955).
25. FEEKES, W., De tarwe en haar milieu. Versl. techn. tarwe comm. XVII (1941).
26. FEEKES, W., Enkele aspecten van de tarweveredeling. Stichting Cocobro, Techn. Ber. 1 (1951).
27. FUCHS, W. H. and ROSENSTIEL, K. VON, Physiologische Resistenz. Handbuch der Pflanzenzüchtung (I, Grundlagen). (1941): 265-295.

28. FUCHS, W. H., Die Bestimmung der physiologischen Resistenz. *Forschungsdienst* 21 (1936): 294-310.
29. FUCHS, W. H., Beiträge zur Züchtung kältefester Winterweizen. *Zeitschr. f. Pflanzenz.* 19 (1934): 309-323.
30. FUCHS, W. H., Physiologische Methoden in der Pflanzenzüchtung. *Kühn-Archiv.* 60 (1943): 288-313.
31. GESLIN, H. et ROCHE, P., La récente période des gelées et ses conséquences sur les céréales. *Comptes Rendus Hebd. d. Ss. l'Acad. d'Agric. France.* 40 (1954): 211-214.
32. GRAHL, A., Kälteresistenz des Weizens im Koleoptilenstadium. *Landb. Forschung, Volkenrode.* 6 (1956): 20-22.
33. GRUENTUCH, R., A contribution to the question of hardening of winter cereals (Eng. summary). *Bull. appl. bot., genet. and plant breeding* III, 6 (1935): 11.
34. HÄNSEL, H., Beobachtungen über die Wirkung der Kälte auf die Keimwurzeln von Wintergetreide. *Bodenkultur* 6 (1952): 152-162.
35. HÄNSEL, H., Winterfestigkeit und die Methoden ihrer Überprüfung bei Getreide. Bericht Arbeitstagung 1954, (Verein österr. Saatgutzüchter), Admont.
36. HARRINGTON, J. B., The reaction of wheat hybrids to a spring frost. *Canad. Journ. Res.* 14 (1936): 185-189.
37. HARRINGTON, J. B., Varietal resistance of small grains to spring frost injury. *Journ. Amer. Soc. Agron.* 28 (1936): 374-388.
38. HAYES, H. K. and AAMODT, O. S., Inheritance of winter hardiness and growth habit in cross of Marquis with Minhardi and Minturki wheats. *Journ. Agric. Res.* 35 (1927): 223-236.
39. HAYES, H. K. and IMMER, F. R., *Methods of plant breeding.* New York, 1942.
40. HESS, N., Beobachtungen über das Wurzelsystem bei Wintergerste. *Bodenkultur* 3 (1949): 211-214.
41. HEUSER, W., Untersuchungen über den Einfluss verschieden später Saatzeiten auf die Erträge und den Entwicklungsrhythmus von Lupinen, Erbsen und Gerste im Lichte der Lehre des Photoperiodismus. *Pflanzenbau* 9 (1932): 241-249.
42. HOESER, K., Über die Prüfung von Winterweizen auf Winterfestigkeit in Auswinterungskästen. *Der Züchter* 24 (1954): 353-357.
43. HOFFMANN, W., Die Winterfestigkeit keimgestimmter Gersten. *Der Züchter* 9 (1937): 281-284.
44. HOFFMANN, W., Physiologische Untersuchungen an Gersten und Betrachtungen über Winterfestigkeit im Hinblick auf die Züchtung winterfester Gerstenformen. *Zeitschr. f. Pflanzenz.* 21 (1937): 277-293.
45. HOFFMANN, W., Die Vererbung der Winter-Sommer Form und der Winterfestigkeit der Gerste. *Zeitschr. f. Pflanzenz.* 26 (1944): 56-91.
46. HURD-KARRER, A. M., Comparative responses of a spring and a winter wheat to daylength and temperature. *Journ. Agric. Res.* 46 (1933): 867-888.
47. IAZAGI, A., Possibilités d'amélioration pour les formes changeantes d'orge. *Annales de l'Institut de recherches agronomiques de Roumanie* 19 (1947): 225-230.
48. JAMALAINEN, E. A., Overwintering of cultivated plants under snow. *F.A.O. Plant protection bulletin* 2 (1954): 102-105.
49. JAPHA, B., Studien über Frühjahrsschäden an Winterweizen. *Kühn-Archiv* 60 (1944): 429-439.
50. JOHANSSON, N. O. and TORSSELL, B., Field trials with a portable refrigerator. *Acta Agric. Scandinavica* 6 (1956): 81-99.
51. JONARD, P., *Les blés tendres cultivés en France (Résistance au froid).* Paris (I.N.R.A.), 1951.
52. KINBACHER, E. J. and LAUDE, H. M., Frost heaving of seedlings in the laboratory. *Agron. Journ.* 47 (1955): 415-418.
53. KINBACHER, E. J., Resistance of seedlings to frost heaving injury. *Agron. Journ.* 48 (1956): 166-170.
54. KLEIN, M., Morphologische Untersuchungen an jungem Wintergetreide unter besonderer Berücksichtigung von Jugendtypus, Art der Bestockung und Winterleistung. *Pflanzenbau* 7 (1930/31): 20-29; 47-49.
55. KNEEN, E. and BLISH, M. J., Carbohydrate metabolism and winterhardiness of wheat. *Journ. Agric. Res.* 62 (1941): 1-26.
56. KRETSCHMER, G., Berichte der Agrarmeteorologischen Station Aulendorf (Württemberg) über Winterhärteprüfungen an Getreide im Winter 1951/1952.

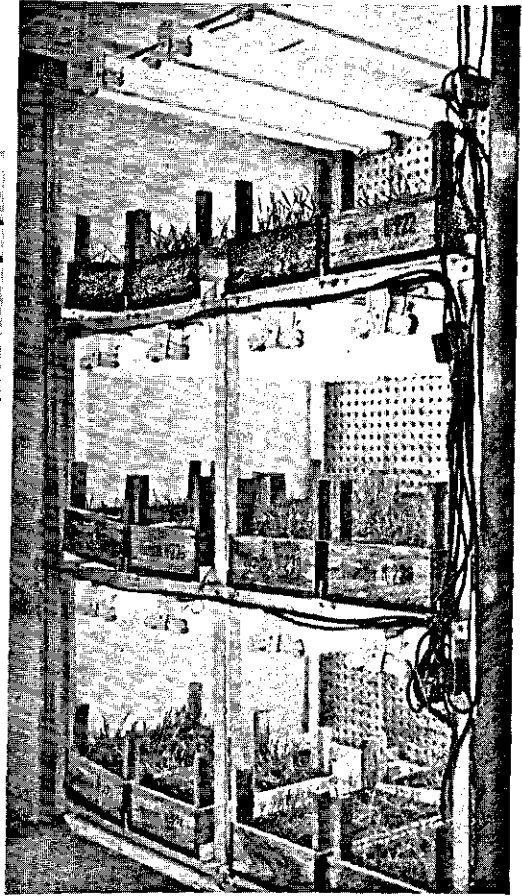
57. KUCKUCK, H., Über die Entstehung von Wintergersten aus Kreuzung von Sommergersten und über die Beziehungen der Winterfestigkeit zum Winter-Sommertyp. *Zeitschr. f. Pflanzenz.* 18 (1933): 259–290.
58. KUCKUCK, H., Züchterische Versuche mit Wintergerste. *Zeitschr. f. Pflanzenz.* 21 (1937): 271–276.
59. KUPERMANN, F. M. and ZADONTZEV, A. J., Investigation of the causes reducing the resistance of winter wheat (Eng. summary). *Bull. appl. bot., genet. and plant breeding III-6* (1935): 8–9.
60. LAMB, C. A., Tensile strength, extensibility and other characteristics of wheat roots in relation to winter injury. *Ohio Agr. Exp. Stat. Bull.* 568 (1936).
61. LAUDE, H. H., Cold resistance of winter wheat, rye, barley and oats in transition from dormancy to active growth. *Journ. Agric. Res.* 54 (1937): 899–917.
62. LAUDE, H. H., Comparison of the cold resistance of several varieties of winter wheat in transition from dormancy to active growth. *Journ. Agric. Res.* 54 (1937): 919–926.
63. LEBEDINCEV, E., BORODIN, I. and BROVCIN, V., Testing of frost resistance of wintercrops (Eng. summary). *Bull. appl. bot., genet. and plant breeding XXV* (1930–1931): 350.
64. LEVITT, J., Frostkilling and hardiness of plants. A critical review. Minneapolis (1945).
65. LEIN, A., Was verlangen wir von einem guten Winterweizen? *Mitt. Deutschen Landw. Ges.* 71 (1956): 992–993.
66. LOEWEL, E. L. und KARNATZ, H., Untersuchungen über die Frostresistenz der Obstgehölze im Baumschulstadium. *Der Züchter* 26 (1956): 117–120.
67. MARTIN, J. F., The cold resistance of Pacific Coast spring wheats at various stages of growth as determined by artificial refrigeration. *Journ. Amer. Soc. Agron.* 24 (1932): 871–880.
68. MEYERS, P. G., Enige aantekeningen over tarwe, die vlak voor de vorstperiode van 1939 gezaaid werd. *Gron. Landb. bl.* (1940): 180–181.
69. MEYLE, A. und ROSENSTIEL, K. VON, Die Winterfestigkeit der Wintergerste. *Mitt. f. d. Landw.* 52 (1937): 762.
70. MUDRA, A., Zur Physiologie der Kälteresistenz des Winterweizens. Diss. Halle-Wittenberg (1932).
71. MÜLLER, K. O., Zur Kenntnis des Sommer-Wintertypus bei *Triticum vulgare* Angew. Botanik 18 (1936): 231–239.
72. NEWTON, R., Colloidal properties of winter wheat plants in relation to frost resistance. *Journ. Agric. Sc.* 14 (1924): 178–191.
73. NICOLAISEN, W., Lassen sich die Winterfestigkeit und Frühreife unserer Wintergersten noch steigern? *Mitt. f. d. Landw.* 50 (1935): 1049–1051.
74. NILSSON-EHLE, H., Zur Kenntnis der Erblichkeitsverhältnisse der Eigenschaft Winterfestigkeit beim Weizen. *Zeitschr. f. Pflanzenz.* 1 (1913): 3–12.
75. PANSE, E., Die züchterischen Grundlagen zur Steigerung der Winterfestigkeit bei Weizen mit besonderer Berücksichtigung der Hallenser Züchtungsarbeiten. *Kühn-Archiv* 60 (1943): 402–428.
76. PELTIER, G. L. and KESSELBACH, T. A., The comparative cold resistance of spring small grains. *Journ. Amer. Soc. Agron.* 26 (1934): 681–687.
77. PLATT, A. W., The effect of soil moisture, hardening, endosperm condition and variety on the frost reaction of wheat, oat and barley seedlings. *Sci. Agric.* 17 (1937): 616–626.
78. POEHLMAN, J. M., Breeding winter barley for hardiness and disease resistance. *Econ. Botany* 6 (1952): 176–184.
79. QUISSENBERRY, K. S., Inheritance of winter hardiness, growth habit and stem-rust reaction in crosses between Minhardi winter and H 44 spring wheats. *U.S. Dep. Agric. Tech. Bull.* 218 (1931).
80. REID, D. A., Winter barley in the United States. Progress Report. Malting barley impr. ass. (1955): 47–57.
- 80a. ROEMER, TH., Handbuch der Pflanzenzüchtung; Die Züchtung der Hauptgetreidearten; Allgemeine Grundlagen (1950).
81. RUDORF, W., Keimstimmung und Photoperiode in ihrer Bedeutung für die Kälteresistenz. *Der Züchter* 10 (1938): 238–246.
82. RUDORF, W., Entwicklungsphysiologische Untersuchungen. *Forschungsdienst, Sonderheft* 16 (1942): 253–262.
83. SALTYSKOVSKY, M. I., Das Frühjahrsabsterben der Wintergetreide (Deutsche Zusammenfassung). *Zeitschr. landw. Vers. stat. im Mittel und Niederwolgagebiete* 6 (1928): 173–174.
84. SALTYSKOVSKY, M. I., A contribution to the question of winter resistance in winter cereals. *Proc. U.S.S.R. Congr. Genet. Plant and Animal Breeding. Leningrad* 4 (1930): 375–387.

85. SALTYSKOVSKY, M. I. and SAPRYGUINA, E. S., On selecting pairs in crossing and breeding winter-hardy wheat. *Comptes Rendus (Doklady) de l'Acad. Sc. U.S.S.R.* 25/9 (1939): 766.
86. SALTYSKOVSKY, M. I. and SAPRYGUINA, E. S., Synthesis of winterhardy wheats. *Comptes Rendus (Doklady)* 39/7 (1943): 280-283.
87. SALTYSKOVSKY, M. I. and SAPRYGUINA, E. S., Frequency of transgressions of winterhardiness in wheat hybrids. *Comptes Rendus (Doklady)* 44/5 (1944): 201-204.
88. SALTYSKOVSKY, M. I. and SAPRYGUINA, E. S., A method for increasing winterness in wheats. *Comptes Rendus (Doklady)* 45/8 (1944): 349-352.
89. SAPRYGUINA, E. S., Cold resistance of wheat F_2 hybrids with reference to phasic characteristics of their parents. *Comptes Rendus (Doklady)* 30/9 (1941): 840-843.
90. SARUBAILO, T. J. and KISLJUK, M. M., Die Jarowisation bei Minustemperaturen als Methode der Erziehung zur Winterfestigkeit. *Blick Sowjet. Landw.* 1 (1952): 96-107.
91. SAULESCU, N., Die Winterfestigkeit einiger F_1 Winterweizenbastarden. *Der Züchter* 3 (1931):
92. SCHMALZ, H., Entwicklungsphysiologische Untersuchungen am Saatweizen (*Triticum aestivum* L.) insbesondere über die Bedeutung der photoperiodischen Veranlagung für die Ausbildung der Sortencharaktere. *Zeitschr. f. Pflanzenz.* 32 (1953): 27-78.
93. SEYFARTH, W., Aussaat von Sommerweizen im Winter? *Deutsche Landw. Presse* 67 (1940): 451.
94. SHESTAKOV, N. E. and SERGEEV, L. J., Die Veränderung der Frostresistenz und der Protoplasma-Eigenschaften der Zellen im Verlauf der Photophase (Russisch). *Ref. Der Züchter* 11 (1939): 29.
95. STRAIB, W., Beiträge zur Kenntnis der Frosthärte des Weizens. *Der Züchter* 17/18 (1946-1947): 1-12.
96. SUNESON, C. A. and PELTIER, G. L., Effect of stage of seedling development upon the cold resistance of winter wheats. *Journ. Amer. Soc. Agron.* 26 (1934): 687-692.
97. TAVČAR, A., Winterfestigkeit und genetisch bedingte Tieflage der Vegetationspunkte an Getreidepflanzen. *Zeitschr. f. Pflanzenz.* 15 (1930): 63-74.
98. TIMOFEEVA, M. T., Causes of the winter killing of crops under northern conditions in connection with dates and methods of sowing, development and hardening of plants (Eng. summary). *Bull. appl. bot., genet. and plant breeding* III, 6 (1935): 4-7.
99. TOKHTUEV, A. V., Inheritance of the length of growing period in barley. *Comptes Rendus (Doklady)* 27 (1940): 147-150.
100. TOMIYAMA, K., On the snow blight disease of winter cereals. (Eng. summary: 225-234). *Hokkaido Nat. Agric. Exp. Stat. Report* 47 (1955).
101. TUMANOV, I. I., The hardening of winter plants to low temperatures. *Bull. appl. bot., genet. and plant breeding* XXV, 3 (1930-1931): 106-109.
102. TUMANOV, I. I., *Teoret. Osnovy. Selekt.* 1 (1935): 753-782. (Ref. Murneck and Whyte, Vernalisation and Photoperiodism, 1948.)
103. VASSILIEV, I. M., Growth of wheat of varying frost resistance during the hardening period. *Comptes Rendus (Doklady)* XXIV, 2 (1939): 195-198.
104. VETTEL, F., Die Ursachen der Auswinterung von Winterweizen 1953/54 und welche Schlüsse wir daraus ziehen müssen. *Deutsche Landw.* 5 (1954): 469-472.
105. VOSS, J., Weitere Untersuchungen über Entwicklungsbeschleunigung an Weizensorten, insbesondere an Winterweizen. *Pflanzenbau* 15 (1939): 1-79.
106. WASSENAAR, R., KORTEWEG, G. A. en Vos, H., Vorstschade aan de rassen van landbouwgewassen in de winter van 1953-1954. *Landbouwvoorlichting* 11 (1954): 413-423.
107. WEIBEL, R. O. and QUISSENBERRY, K. S., Field versus controlled freezing as a measure of cold resistance of winter wheat varieties. *Journ. Amer. Soc. Agron.* 33 (1941): 336-343.
108. WIENHUES, F., Fortschritte in der Züchtung auf Winterhärte bei Weizen und Gerste. *Zeitschr. f. Pflanzenz.* 33 (1954): 437-458.
109. WIENHUES, F., *Handbuch der Pflanzenz.* II Aufl. II (1956): 226-235.
110. WITTENROOD, H. G., Kouderesistentie en koudebehoefte in verband met de ontwikkeling van de tarweplant. *Stichting Cocobro, Techn. Ber.* 5 (1952): 30-40.
111. WORZELLA, W. W., Inheritance of cold resistance in winter wheat with preliminary studies on the technic of artificial freezing tests. *Journ. Agric. Res.* 50 (1935): 625-635.
112. WORZELLA, W. W. and CUTLER, G. H., Factors affecting cold resistance in winter wheat. *Journ. Amer. Soc. Agron.* 33 (1941): 221-230.

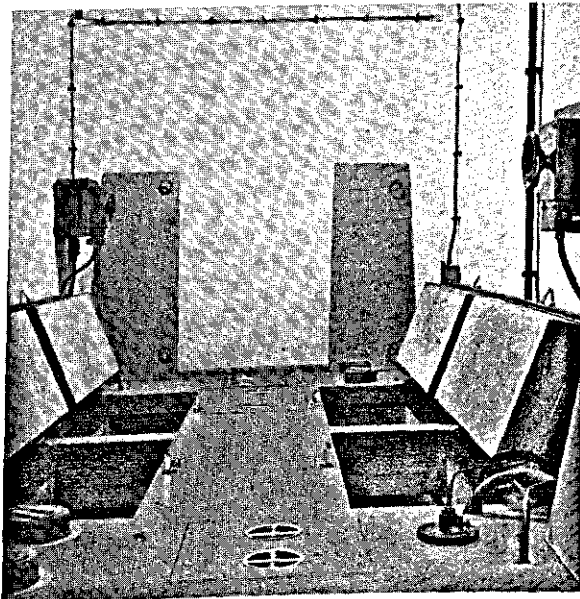
113. ZISLAVSKY, W., Die Auswertung von Frostresistenzversuchen in Kühlschranks. Bodenkultur, Sonderheft 4 (1953): 28-41.
114. ZISLAVSKY, W., Frostresistenzprüfung von Winterweizensorten. Bodenkultur, Sonderheft 5 (1954): 136-156.



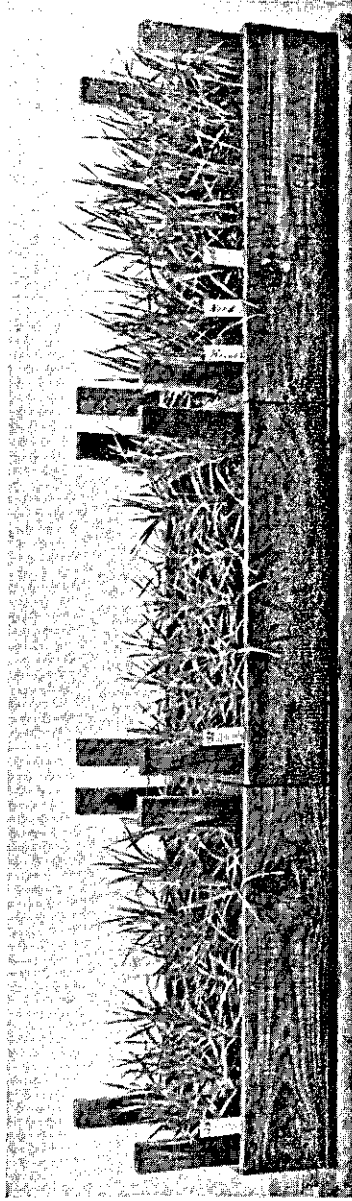
Afb. 1. Hardingscel
(Hardening room)



Afb. 2. Hardingscel
(Hardening room)



Afb. 3. Vriescel
(Freezing compartment)

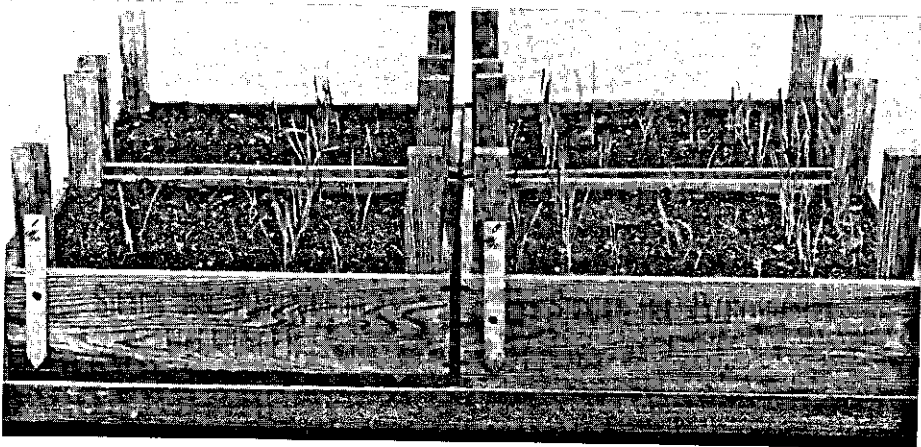


Afb. 4. Bladhouding en kouderesistentie
(Habit of the growth and coldresistance)
 Zaaidatum 23-10 - gefotografeerd 20-12

Rassen (*varieties*) v.l.n.r.

1e kistje *	2e kistje *	3e kistje *
125 -	132 Novi Sad 1439 6	Heine's VII 7
126 Flamingo 6	133 Novi Sad 1446 4	Nord 4
127 Can. 3842 7	134 Novi Sad 2778 7	146 Blanka 2
128 Can. 3843 7	135 Banatka 7	147 Peko 3
129 Can. 3845 5	136 Bankut 7	148 Frontana 1
130 Can. 3847 5	137 Flamingo 6	149 Cometa 1
131 Reliance 5	138 Mara 2	150 Condor 1

* = Kouderesistentie (*coldresistance*) bepaald 20-25 december; 4 uren bij -13,6°C.



Afb. 5. Kouderesistentie in het coleoptielstadium
(*Coldresistance in the coleoptile-stage*)

Zaaidatum (*sowing date*) 18-10-1954
van 18-10 tot 23-10 bij 10-15°C
van 23-10 tot 3-11 bij 2°C

Koudebehandeling (*cold treatment*): 3 uren bij -13,8°C

Rassen (*varieties*) v.l.n.r.:

1e kistje

1. Merlin
2. Silber
3. Panter
4. C 33
5. Novi Sad 2778
6. Jugoslav Bankut
7. Novi Sad 1439

2e kistje

8. Can. 3842
9. Can. 3843
10. Reliance
11. Magdalena
12. Etoile de Choisy
13. Berzataka
14. Ukrainka 0246



Afb. 6. Opzet van een proef om de invloed van dagverlenging op de winterhardheid na te gaan
(*Trial to demonstrate the influence of day-length on winterhardness of cereals*)