

selbst erheblich besserer Fruchtbarkeit hervorgehen. Dies führt aber zu der Folgerung, daß das naheliegende *Ausleseprinzip* der *Fertilität* unter den besonderen Bedingungen dieses Bastards oder dieser Polyploidiestufe *versagen* muß. Vielmehr erfordert eine zielbewußte züchterische Verfolgung der sich anknüpfenden Fragen eine ständige cytologische Kontrolle, wenn Mißerfolge ausgeschaltet werden sollen, die das Vorankommen erheblich verlangsamten müßten.

8. Zusammenfassung.

1. In der Arbeit werden 3 *neue amphidiploide Weizen-Roggen-Bastardstämme*, die in *Müncheberg* im Laufe der Jahre aufgetreten sind, in ihrer Herkunft, ihrem morphologischen und cytologischen Verhalten und ihren Ansatzverhältnissen beschrieben.

2. Es werden ferner Mitteilungen über den Erfolg von *Rückkreuzungen primärer Weizen-Roggen-F₁-Bastarde* mit *amphidiploiden Triticale-Stämmen* gemacht und Angaben zur Morphologie, Cytologie und Fertilität der erzielten Pflanzen gegeben.

3. Ein auffällig großer Teil dieser Pflanzen ist aneuploid, mit somatischen Chromosomenzahlen zwischen $2n = 51$ und 55. Aneuploide unter 54 Chromosomen sind in der Regel infolge geschlossen blühender Antheren selbststeril; darüber sind sie mehr—minder fertil. Auch euploide Pflanzen können hochgradige Sterilität aufweisen.

4. Besondere Beachtung wird den *meiotischen Teilungen* bei den verschiedenen Kategorien amphidiploider Pflanzen zuteil. Durch konstitutionelle und äußere Umstände kann *troz vollständiger Homologie* der beteiligten Chromosomen ein erheblicher *Konjugationsausfall* eintreten. Dieser wieder dürfte für die unbefriedigende Fertilität der amphidiploiden Stämme sowie das Erscheinen aneuploider Pflanzen in ihrer Nachkommenschaft verantwortlich sein.

5. Da Aneuploide in der Regel kaum zur Euploidie zurückzukehren vermögen, müssen sie die Population der amphidiploiden Stämme mit atypischen, mehr—minder sterilen zu Chromosomenabbau neigenden Pflanzen durchsetzen.

6. Da die geschilderten Fertilitätsverhältnisse eine Auslese nach der Fruchtbarkeit ausschließen, weil sie zu Fehlbeurteilungen Anlaß geben können, braucht eine zielbewußte Arbeit, welche auf Erweiterung unseres Formenbestandes zum umfassenden Studium der Eigenschaften und Möglichkeiten dieses Formenkreises abzielt, eine ständige cytologische Kontrolle.

Literatur.

DORSEY, E.: Induced polyploidy in wheat and rye, chromosome doubling in *Triticum*, *Secale* and *Triticum-Secale*-hybrids produced by temperature changes. J. Hered. 27, 155—160 (1936).

FLORELL, V. H.: Chromosome differences in a wheat-rye amphidiploid. J. agr. res. 52, 199—204 (1936).

KATAYAMA, Y.: Karyological comparisons of haploid plants from octoploid *Aegilotriticum* and diploid wheat. Jap. J. of Bot. 7, 349—380 (1935).

KATTERMANN, G.: Entstehung und Züchtung intermediär-konstanter Weizen-Roggen-Bastarde. Züchter 6, 145—146 (1934).

KATTERMANN, G.: Die Chromosomenverhältnisse bei Weizen-Roggen-Bastarden der zweiten Generation mit besonderer Berücksichtigung der Homologiebeziehungen. Z. Abstammungslehre 70, 265—308 (1935).

KATTERMANN, G.: Chromosomenuntersuchungen an halmbehaarten Stämmen aus Weizen-Roggen-Bastardierung. Z. Abstammungslehre 73, 1—48 (1937).

KATTERMANN, G.: Über die Ergebnisse der Versuche mit doppelter Befruchtung bei *F₁*-Weizen-Roggen-Bastarden. Züchter 9, 1—3 (1937).

LEDINGHAM, G. F., and W. P. THOMPSON: The cytogenetics of nonamphidiploid derivatives of wheat-rye hybrids. Cytologia 8, 377—397 (1938).

LEWITZKY, G. A., and G. K. BENETZKAJA: Cytology of the wheat-rye amphidiploids. Bull. appl. bot. 27, 241—264 (1932).

LINDSCHAU, M., u. E. OEHLER: Untersuchungen am konstant intermediären additiven RIMPAUSCHEN Weizen-Roggenbastard. Züchter 7, 228—233 (1935).

MÜNTZING, A.: Über die Entstehung 56chromosomiger Weizen-Roggen-Bastarde. Züchter 8, 188 bis 191 (1936).

OEHLKERS, F.: Neue Versuche über cytologisch-genetische Probleme (Physiologie der Meiosis). Biol. Zbl. 57, 126—149 (1937).

ROSENSTIEL, K. v.: Über Weizen-Roggen-Bastarde. Forschungsdienst, Sonderheft 10, 63 bis 76 (1938).

TAYLOR, J. W., and K. S. QUISENBERRY: Inheritance of rye crossability in wheat hybrids. J. amer. Soc. Agron. 27, 149—153 (1935).

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Erwin Baur-Institut, Müncheberg/Mark.)

Keimstimmung und Photoperiode in ihrer Bedeutung für die Kälteresistenz.

Von **W. Rudolf.**

(1. Mitteilung.)

Eines der größten Probleme für die Pflanzenzüchtung in nördlichen Klimaten besteht in der Schaffung frostresistenter Rassen bei allen

Winter- und mehrjährigen Formen unserer Kulturpflanzen. Es sind auch bereits große Erfolge erzielt worden, insbesondere in der Winter-

weizenzüchtung. Wir erinnern nur an die Leistungen der schwedischen (16), der nordamerikanischen (3) und der deutschen Pflanzenzüchter auf diesem Gebiet. Die Ausbildung von Methoden zur Prüfung von Sorten und Zuchtstämmen in Winterfestigkeitsversuchen im Freiland und der Bestimmung der Frostresistenz im Laboratorium erlaubte die Ermittlung winterfester Ausgangssorten und die Auslese von frostharten Kombinationstypen aus Kreuzungsnachkommenschaften. Bei der Durchsicht der einschlägigen Literatur ergibt sich, daß in allen Ländern, einschließlich Rußland, in denen Züchtung auf Frostresistenz betrieben wird, die Forscher sich am meisten der *direkten Gefriermethode* im Kälteschrank bedienen. Daneben spielen eine Reihe von indirekten Methoden zur Bestimmung von gewissen Eigenschaften der Pflanzen eine Rolle, die nach Ansicht verschiedener Forscher die Kälteresistenz verursachen oder ihr doch wenigstens korrelativ zugeordnet sein sollen, wie Zuckergehalt, osmotischer Wert, Viskosität des Plasmas, Gehalt an lichtbrechenden Bestandteilen im Preßsaft, Menge des gebundenen Wassers und Trockensubstanzgehalt im gehärteten Zustand. Für die Untersuchungen über die Ursachen der Kälteresistenz wird an dieser Stelle auf die Arbeiten von J. H. MARTIN (12), A. ÅKERMAN (1), H. FUCHS (4) und W. KESSLER und W. RUHLAND (9) verwiesen. Insbesondere die beiden letzten Arbeiten zeigen den Fortschritt der Erforschung der physiologischen Ursachen der Kälteresistenz auf. Es kann jedoch nicht behauptet werden, daß die komplexe Eigenschaft „Kälteresistenz“ schon restlos in ihren Ursachen und in ihrem Verhalten erfaßt ist. Noch weniger kann das von der noch viel mehr Teileigenschaften umfassenden „Winterfestigkeit“ festgestellt werden. Bei den einzelnen Arten zeigt sich das Phänomen der Frosthärte auch in verschiedener Weise, denken wir nur an die Kälteresistenz der Wintergetreidesaaten und die Frosthärte von Stamm, Ästen und jüngsten Zweigtrieben sowie der Blütenknospen von Obstbäumen. Ja, in vollstem Sinne wäre eine Obstsorte erst als frostresistent zu bezeichnen, wenn auch der Blüh- und Befruchtungsvorgang nicht durch Fröste gestört werden könnte.

Der Gefrierversuch läßt bei aller Vorsicht in der Anzucht jeweils nur die Kälteresistenz in einem *bestimmten Entwicklungszustand* erkennen. Da aber für die Prüfung von fast allen Forschern junge Pflanzen im 3—4-Blatt-Stadium ohne Berücksichtigung des „inneren Zustandes“ (KLEBS) benutzt wurden, konnte man mit diesen Versuchen nicht dem *Entwicklungszustand* und

seiner Bedeutung für die Kälteresistenz gerecht werden. Man verkannte, daß es eine „Dynamik“ der Frosthärte gibt. Schon 1935 (19) habe ich in einem Vortrag auf die Bedeutung der *Keimstimmung* mit niederen Temperaturen für die Prüfung der Kälteresistenz bei Wintergetreide hingewiesen und eine Versuchsanordnung gegeben. Erst nach Errichtung der eigenen Forschungsabteilung im Müncheberger Institut im Jahre 1937 standen mir die notwendigen Einrichtungen (Gefrieranlage und bewetterbare Gewächshäuser) zur Durchführung der geplanten Versuche zur Verfügung. Der Versuch, schon 1935 durch Aussaat von verschieden lange Zeit keimgestimmtem Saatgut mehrerer Weizensorten den Einfluß dieser Maßnahmen auf die Kälteresistenz zu prüfen, blieb wegen des milden Winters 1935/36 in Leipzig-Probstheida ohne Erfolg. Inzwischen hat HOFFMANN (7) über ähnliche Versuche mit Gerste berichtet.

Durch die im folgenden mitgeteilten Versuche sollte Pflanzenmaterial von mehreren Weizen- und Gerstensorten auf seine Kälteresistenz im Gefrierversuch geprüft werden, das vorher in einer planmäßigen Weise verschiedenen Temperatur- und photoperiodischen Behandlungen unterworfen war. Bevor weitere Untersuchungen über die physiologische Verursachung angestellt werden, sollte durch kontrollierte Einwirkungen von Temperatur und Licht ein Untersuchungsmaterial geschaffen werden, das laboratoriumsmäßig immer wieder hergestellt werden kann. Zeigen derartig vorbereitete Pflanzen ein bestimmtes Verhalten gegenüber der Kälte, so lassen sich, wie das in weiteren Versuchen beabsichtigt ist, erst dann sichere Ergebnisse über die physiologischen Ursachen der Kälteresistenz erzielen.

Folgende Fragestellungen wurden bearbeitet:

1. Einfluß einer stufenweise durchgeführten Keimstimmung auf die Kälteresistenz bei Weizen- und Gerstensorten mit verschiedener Schoßphysiologie: Ausgeprägte Winterformen, Wechsel- und Sommerformen.

2. Einfluß der Photoperiode auf die Kälteresistenz in Verbindung mit der Keimstimmung.

Wir folgten dabei der Vorstellung, daß die Wintergetreidesaaten bei kürzer werdendem Tag und fallenden Temperaturen in die *Winterruhe* eintreten, wobei sie gleichzeitig gehärtet werden und ihre größte sorteneigentümliche Kälteresistenz erlangen. Je nach dem Grade der Schoßhemmung der Winter- und Wechselformen (6,23) wird während der Wintermonate die Ruheperiode später oder früher beendet, die Temperaturphase wird durchlaufen. Nur der

kurze Wintertag und die niederen Temperaturen verhindern eine weitere Entwicklung der Pflanzen. Sie befinden sich in einem latenten Zustand.

Kurze Angaben über die benutzten Sorten.

	Dauer der Temperaturphase	Allgemeine Angaben über Kälteresistenz
A. Winterformen.		
Weizen:		
Carstens V	lang, etwa 60 Tage	gut
Salzmünder Standard	lang, etwa 60 Tage	gut
Strubes Dickkopf	mittellang, nicht genau bekannt	geringer
Gerste:		
Friedrichsw. Berg	lang, etwa 50 Tage	gut
Peragis	?	gut
Eckendorfer Mammuth	kürzer, nicht genau bekannt	geringer
Carstens zweizeilige	?	geringer
Kalkreuther Frühe	kurz	geringer
B. Wechselformen.		
Weizen:		
Strubes roter Schlanstedter	kurz, schießt schlecht bei Spätsaat	?
Lin Calel	sehr kurz, schießt auch bei Spätsaat gut	zeigt gewisse Kälteresistenz
Gerste:		
H 13	kurz	gering
C. Sommerformen.		
Weizen:		
Heines Kolben	kein Bedürfnis nach niederer Temperatur	?
38 MA	schießt bei extremer Spätsaat schlecht	sehr gering
Gerste:		
Isaria	kein Bedürfnis nach niederer Temperatur	?
H 10	zeigt nach sehr kurzer Einwirkung v. niederer Temperatur doch Entwicklungsbeschleunigung	sehr gering

Es ist wichtig, die Kälteresistenz für dieses Stadium zu ermitteln, in dem sich normalerweise die Saaten bei uns meist schon vom Januar

ab befinden. Schließlich mußte versucht werden, die Frosthärte von Pflanzen festzustellen, die nach stufenweiser Keimstimmung bei verschiedener Photoperiode, Kurz- und Langtag, angezogen wurden.

Allgemeine Versuchsbedingungen.

Die Keimstimmung des Saatgutes erfolgte nach schon früher gemachten Angaben (6). Die Pflanzen wurden in Pikierkästen mit der üblichen Erdmischung angezogen; normale, eher reichliche Feuchtigkeit, gleichmäßig für alle Serien. Zum Einbringen in den Gefrierschrank fand ein Umpflanzen in ein aus gleichen Teilen Erde, Sand und Torfmull bestehendes Gemisch statt. Anordnung in Reihen, dicht gestellt. In der Regel 40 Pflanzen je Behandlungsart in einer Reihe der Pikierkästen vom Format 32 × 50 cm. Nach dem Umpflanzen standen die Serien gewöhnlich 3 Tage bis zur Einbringung in den Kälteschrank bei Temperaturen von etwa 5° C.

Obwohl ein Ventilator eingebaut und für eine möglichst günstige Luftführung zum Erreichen gleichmäßiger Temperaturen gesorgt wurde, sind in der Regel in einem Kälteschrank nur die zwei mittleren Etagen für je zwei Kästen benutzt worden. Die Temperaturdifferenzen in horizontaler Richtung in den beiden Fächern und zwischen diesen waren sehr gering und schwankten zwischen 0,2 und 0,5° C. Fast bei allen Prüfungen wurde in jedes der beiden Fächer ein Minimumthermometer eingelegt, so daß die in ihnen erreichten minimalen Temperaturen abgelesen werden konnten. Außerdem gab das Kontaktthermometer des Kälteschranks die Temperatur an. Leider war keine Registrierapparatur zur Aufzeichnung des *Verlaufs* der Temperaturen vorhanden, so daß nicht angegeben werden kann, wie lange die Pflanzen den niedrigsten Temperaturen ausgesetzt waren.

Die Auswertung erfolgte nach mehrfacher Beobachtung der aufgetretenen Kälteschäden. In den Tabellen sind nur die Prozentsätze der überlebenden, voll entwicklungsfähigen Pflanzen angegeben. Die letzte Auszählung wurde in der Regel nach mindestens 30—35 Tagen vorgenommen.

1. Beziehung zwischen Frosthärte und der Dauer der Keimstimmung. Bestimmung der Kälteresistenz nach verschieden langer Härtung bei 3—5° C (Tabelle 1).

Keimstimmungsdauer 0, 20, 40 und 60 Tage bei 2—4° C. Aussaat 14. Februar 1938, Aufgang 19.—21. Februar. Anzucht bei natürlicher Tageslänge (10—11 Stunden) im bewetterten Gewächshaus bei Temperaturen von etwa 10° C. Ab 13. März im Tiefkühlgewächshaus mit 7—10° C, vom 21. März ab Senkung der Temperaturen auf 3—5° C. Am gleichen Tage Umpflanzen, am 25. März erste Prüfung. Wiederholung in Abständen von 5—7 Tagen.

Ergebnisse: Bei Carstens V, Strubes Dickkopf und Friedrichswerther Berg, auch bei Lin Calel, nimmt die Kälteresistenz nach Keimstimmung ab. Bei den Winterformen ist die Minderung der

Tabelle 1. Die Kälteresistenz verschiedener Weizensorten und einer Wintergerstensorte nach stufenweiser Keimstimmung und das Härungsvermögen nach derselben Behandlung. Prozentsatz überlebender Pflanzen.

Sorten	Keimstimmung Tage	A		B		C		D		E		F		Mittel A—F
		Min.-Temp. °C	25.—27.3.	Min.-Temp. °C	1.—4.	Min.-Temp. °C	4.—6.4.	Min.-Temp. °C	11.—12.4.	Min.-Temp. °C	15.—17.4.	Min.-Temp. °C	23.—25.4.	
Weizen Carstens V	0		78		98		80		87		98		93	89,0
	20	—9,5	72	—12,0	93	—11,8	87	—12,8	80	—13,0	100	—11,5	100	88,6
	40		23		72		80		63		93		52	63,83
	60		3		38		18		3		15		20	16,16
	Mittel		44,0		75,25		66,25		58,25		76,5		66,25	64,40
Strubes Dickkopf	0		55		98		83		87		90		90	83,83
	20	—9,5	20	—12,0	87	—11,8	63	—12,6	80	—13,0	85	—11,5	83	69,66
	40		5		18		3		8		8		10	8,66
	60		0		13		0		10		3		15	6,83
	Mittel		20,0		54,0		37,25		46,25		46,5		49,5	42,24
Lin Calel	0		83		95		75		90		70		100	85,5
	20	—9,6	43	—11,4	63	—11,4	52	—12,5	75	—13,0	55	—11,4	70	59,66
	40		6		35		0		5		0		3	8,16
	60		26		8		28		30		38		30	26,66
	Mittel		39,5		50,25		38,75		50,0		40,75		50,75	44,99
Wintergerste Friedrichsw. Berg	0		98		98		87		81		100		87	91,83
	20	—10,4	96	—11,4	87	—11,4	72	—12,5	78	—13,0	75	—11,4	45	75,5
	40		52		58		55		63		48		40	52,66
	60		8		65		35		33		28		25	32,32
	Mittel		63,5		77,0		62,25		63,75		62,75		49,25	63,08

Frosthärte der Dauer der Keimstimmung im allgemeinen völlig gleichsinnig. Bei Strubes Dickkopf ist bei allen Behandlungsarten geringere Kälteresistenz als bei Carstens V und stärkere Herabsetzung der Frosthärte schon durch Keimstimmung von 20 Tagen erkennbar, die sich bei weiterer Dauer verstärkt. Lin Calel nimmt Sonderstellung insofern ein, als die geringste Kälteresistenz nach 40 Tagen Keimstimmung, nach 60 Tagen jedoch wieder ein deutlicher Anstieg festgestellt wird. In den weiteren Prüfungen, insbesondere in der zweiten vom 1.—4. April, zeigt sich der Einfluß der Härting bei 3—5 °C. Es scheint, daß unter den Bedingungen des Versuchs die größte Härting schon am 1. April, also nach 10 Tagen, im allgemeinen erreicht war. Das größte Härtingvermögen zeigen die nicht keimgestimmten Serien bei allen Sorten, das geringste diejenigen mit längster Keimstimmungsdauer. Bei Strubes Dickkopf ist schon die Reihe „40 Tage keimgestimmt“ nicht wieder härtingfähig. Eine Sonderstellung nimmt auch wieder Lin Calel ein. Abgesehen von der zweiten Prüfung ist die Resistenz der 60-Tage-Reihen größer als die der 40-Tage-Reihen. Sie ist allerdings immer geringer als die der Reihen mit 0 und 20 Tagen Keimstimmung.

Schlußfolgerung: Die Kälteresistenz ist wesentlich durch den Zustand der Pflanzen in der Ruheperiode vor Durchlaufen der Temperaturphase bedingt. Je mehr dieser innere Zustand durch Keimstimmung (analog der Einwirkung winterlicher Temperaturen um 0 °C) abgebaut wird, um so geringer wird die Kälteresistenz. In diesem Verhalten zeigen sich sortentypische Unterschiede. Bei Sorten mit einer Schoßphysiologie vom Typ des Lin Calel ist bei 60 Tagen Keimstimmung ein Umschlagen in der Reaktion zu erkennen. Es bleibt nachzuprüfen, ob bei ausgeprägten Winterformen bei längerer Keimstimmung als 60 Tagen auch ein solcher Wendepunkt festgestellt werden kann. Nach teilweisem Durchlaufen der Temperaturphase ist das Härtingvermögen in einem der Länge der Keimstimmung proportionalen Grade aufgehoben. Das verschiedene Härtingvermögen nach stufenweiser Keimstimmung scheint ein weiteres gutes Merkmal zur Bewertung der Winterfestigkeit zu sein.

2. Einfluß der Photoperiode auf die Kälteresistenz.

Zu den Untersuchungen wurden Wechsel- und Sommerformen von Weizen und Gerste benutzt.

Tabelle 2. Einfluß der Photoperiode auf die Kälteresistenz bei Weizen- und Gerstensorten vom Sommer- und Wechseltyp nach stufenweiser Keimstimmung.

Sorte	Keimstimmung Tage	Pflanzenhöhe am 19. Febr. 1938	Prozentsatz überlebender Pflanzen			
			Prüfung A -13,5°C	Prüfung B -13°C	Prüfung C -10°C	
Lin-Calel	0	a 10 cm	28	20	8	
		b 17 "	23	5	0	
	5	a 10 "	20	5	3	
		b 18 "	23	5	0	
	10	a 9 "	3	0	15	
		b 18 "	0	0	0	
	15	a 8 "	3	3	13	
		b 18 "	5	3	0	
20	a 8 "	0	0	0		
	b 19 "	0	0	0		
38 MA	0	a 12 "	16	—	—	
		b 23 "	0	—	—	
	5	a 12 "	5	—	—	
		b 21 "	3	—	—	
	10	a 12 "	3	—	—	
		b 21 "	0	—	—	
	15	a 13 "	0	—	—	
		b 22 "	0	—	—	
20	a 12 "	0	—	—		
	b 19 "	0	—	—		
HeinesKolben	0	a 13 "	74	65	85	
		b 23 "	35	86	38	
	5	a 17 "	90	45	88	
		b 28 "	45	5	60	
	10	a 18 "	85	47	100	
		b 25 "	63	0	100	
	15	a 13 "	65	58	98	
		b 27 "	38	0	35	
	20	a 17 "	55	31	93	
		b 28 "	5	0	33	
	H 10	0	a 19 "	0	10	22
			b 28 "	0	5	0
5		a 18 "	0	73	31	
		b 28 "	0	3	0	
10		a 18 "	0	43	11	
		b 28 "	0	2	14	
15	a 17 "	0	45	66		
	b 29 "	0	3	3		
20	a 17 "	0	48	86		
	b 27 "	0	0	0		
H 13	0	a 15 "	0	78	66	
		b 25 "	0	0	6	
	5	a 15 "	0	50	54	
		b 24 "	0	0	3	
	10	a 14 "	0	45	60	
		b 27 "	0	0	0	
	15	a 14 "	0	35	29	
		b 22 "	0	0	3	
20	a 12 "	0	28	54		
	b 24 "	0	0	0		

Versuchsdurchführung: Keimstimmung in verschiedenen Stufen von 0, 5, 10, 15 und 20 Tagen bei 2—4°C, Anzucht der Pflanzen wie im Versuch 1 bei Temperaturen um 10°C. Ein Teil der Pflanzen (Reihe a) erhielt 8-Stunden-Tag, der andere Teil (Reihe b) Langtag von 16 Stunden. Das natürliche Tageslicht wurde durch 200-Watt-Lampen in 85 cm Höhe über den Pflanzen auf die genannte Photoperiode ergänzt. Aussaat am 18. Januar 1938, Aufgang 20.—23. Januar. Lichtbehandlung vom 24. Januar bis 12. Februar (20 Tage). Gefrierprüfungen in 3 Serien: A (24. bis

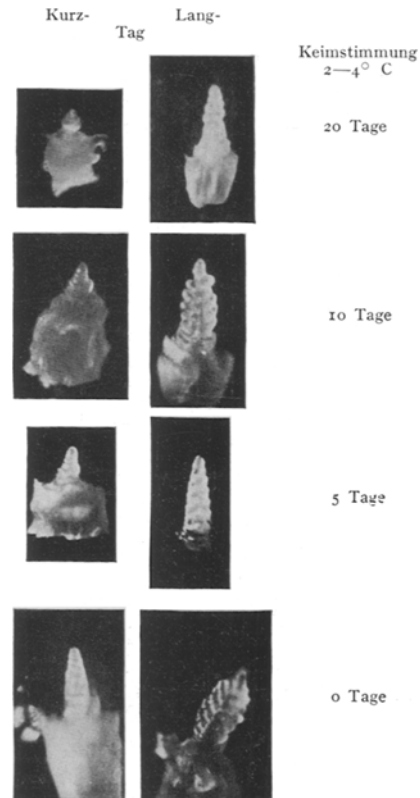


Abb. 1. Entwicklung der Ährenanlage von Heines Kolben unter dem Einfluß von Keimstimmung in Verbindung mit Kurz- und Langtag. Präparation und Photographie: Dr. HARTISCH.

26. Februar), B (2.—4. März), C (6.—8. März). Die Pflanzen der ersten Serie hatten das Zweiblattstadium erreicht. Die Serien B und C standen bis zur Prüfung im bewetterten Haus bei etwa 10°C (Tabelle 2).

Ergebnisse: Die Keimstimmung setzt in den Prüfungen A und B die Kälteresistenz im allgemeinen herab. In der Prüfung C zeigen Heines Kolben und H 10 allerdings Störungen in der Wirkung der Keimstimmung insofern, als die Pflanzen nach der Keimstimmung eine nicht erwartete Kälteresistenz aufwiesen. Ja, H 10 zeigt in den Prüfungen B und C geradezu eine Umkehrung im Einfluß der Keimstimmung. Der Prozentsatz überlebender Pflanzen ist nach

der Prüfung C größer als nach den Prüfungen A und B. Die Prüfungstemperaturen erreichten auch nur -10°C gegenüber $-13,5$ und -13°C in der A- und B-Prüfung. Eine Erklärung für dieses Verhalten kann zunächst nicht sicher gegeben werden. Es kann allerdings daran gedacht werden, daß diese beiden Sommerformen schon bei geringer Keimstimmung von 10 bis 20 Tagen den Umschlag in der Reaktion auf die

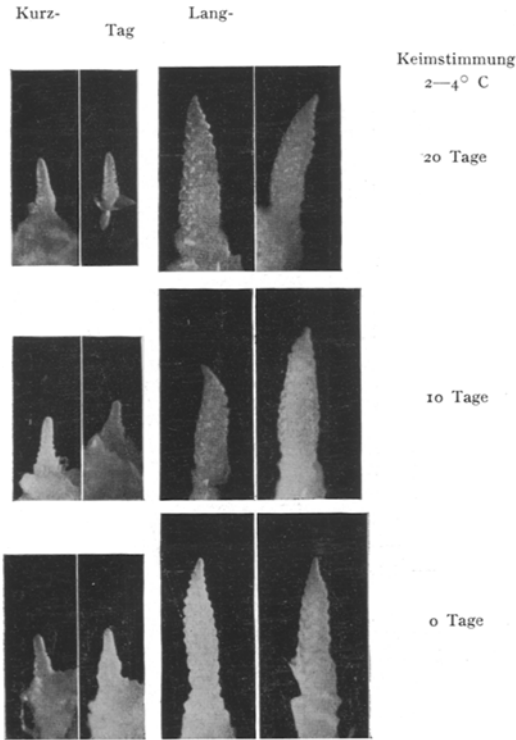


Abb. 2. Entwicklung der Ährenanlage von H 13 unter dem Einfluß von Keimstimmung in Verbindung mit Kurz- und Langtag. Präparation und Photographie: Dr. HARTISCH.

Kälteresistenz zeigen, der bei Lin Cael nach 60tägiger Behandlung erkenntlich wurde.

Der Einfluß der *Photoperiode* auf die Kälteresistenz ist in allen Prüfungsreihen einheitlich. Nach Anzucht bei 16-Stunden-Tag ist die Frosthärte gegenüber der Behandlung mit Kurztag stark herabgesetzt. Eine besonders starke Empfindlichkeit zeigen in diesem Sinne die Gerstenstämme H 10 und H 13. Die Angaben über die Höhe der Pflanzen lassen deutlich den Unterschied in der Entwicklung zwischen den bei Langtag und Kurztag angezogenen Reihen erkennen. Noch deutlicher wird der Unterschied im Entwicklungsstadium, wenn wir nach MAXIMOW und POJARKOWA (13) das Wachstum der embryonalen Ährenanlage als Kennzeichen wählen. In den Abb. 1 u. 2 sind Lichtbilder der

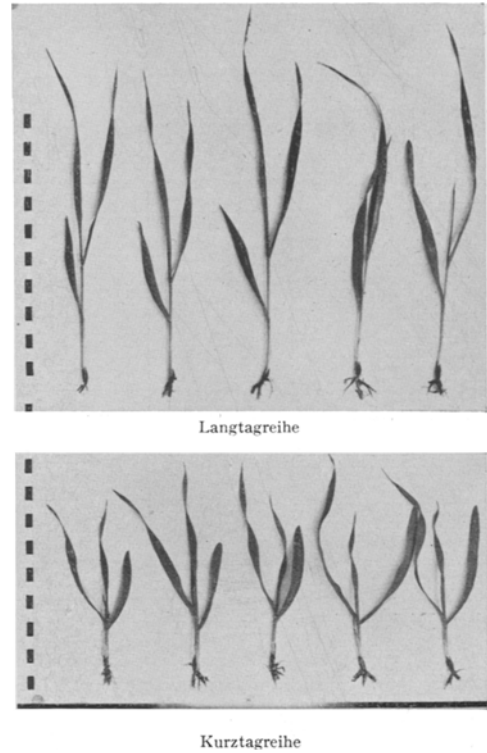


Abb. 3. Pflanzen des Gerstenstammes H 13 aus den verschiedenen Behandlungsreihen. Der Vorsprung der Langtagreihe gegenüber der Kurztagreihe ist besonders deutlich. Auch die Wirkungen der stufenweisen Keimstimmung sind an der Zahl der entwickelten und angelegten Blätter zu erkennen.

Vegetationspunkte der beiden Sorten Heines Kolben und H 13 nach stufenweiser Keimstimmung bei 8- und 16-Stunden-Tag wieder-

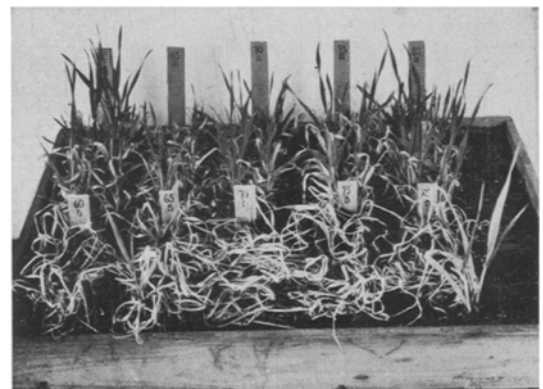


Abb. 4. Verhalten von H 13 im Gefrierversuch, Tabelle 2, Serie C.
 A = Kurztag- (hinten), B = Langtagreihe (vorn)
 60 = 20 Tage Keimstimmung
 65 = 15 „ „
 70 = 10 „ „
 75 = 5 „ „
 80 = 0 „ „

gegeben. Sehr deutlich ist zu erkennen, daß im Langtag die Ährenanlage bedeutend weiter

Tabelle 3. Einfluß der Photoperiode auf die Kälteresistenz bei Weizen- und Gerstensorten vom Winter- und Wechseltyp (Lin Calel) nach stufenweiser Keimstimmung und Härtung bei Wechseltemperaturen und dauernd niederen Temperaturen.

Sorte	Keim- stimmung Tage	Prozentsatz überlebender Pflanzen					
		Prüfung A		Prüfung B		Prüfung C	
		Min.-Temp.		Min.-Temp.		Min.-Temp.	
Carstens V	0	— 11,4	a 0	— 10,0	46	— 10,4	10
			b 0		77		40
	20	a 0	77	28			
		b 3	89	23			
	40	a 0	29	8			
		b 0	29	5			
60	a 0	37	0				
	b 0	9	0				
Salzmünder Standard	0	— 11,4	a 0	— 9,8	6	— 10,4	80
			b 0		34		35
	20	a 0	14	85			
		b 0	14	20			
	40	a 0	0	13			
		b 0	0	0			
60	a 0	0	13				
	b 0	0	0				
Strubes Dickkopf	0	— 11,4	a 0	— 10,0	57	— 10,8	80
			b 5		46		13
	20	a 0	49	25			
		b 0	34	13			
	40	a 0	6	0			
		b 0	0	0			
60	a 0	0	15				
	b 0	0	0				
Lin Calel	0	— 11,8	a 8	— 10,0	63	— 10,8	65
			b 28		34		0
	20	a 5	46	53			
		b 25	3	0			
	40	a 0	20	5			
		b 0	0	0			
60	a 0	29	23				
	b 0	0	0				
Friedrichsw. Berg	0	— 11,8	a 28	— 10,0	40	— 10,4	80
			b 80		57		76
	20	a 43	72	65			
		b 65	57	48			
	40	a 13	9	20			
		b 28	6	5			
60	a 18	9	20				
	b 20	0	3				

entwickelt ist als bei kurzem Tag. Innerhalb der beiden Photoperioden ist ein deutlicher Einfluß der stufenweisen Keimstimmung nicht zu erkennen. Abb. 3 zeigt Pflanzen der Sorte H 13 aus den einzelnen Versuchsreihen, Abb. 4 das Verhalten von H 13 in den verschiedenen Serien nach dem Gefrierversuch.

In der Prüfung B ist eine eindeutige Abweichung bei der Behandlung „0-Tage-Keimstimmung“ von den anderen Ergebnissen bei Heines Kolben festzustellen: In der Kurztagreihe

überlebten 65, in der Langtagreihe 86% der Pflanzen die Prüfung. Vergleichen wir hiermit die zugehörigen Lichtbilder, so kann festgestellt werden, daß bei 0 Tagen Keimstimmung die Ährenanlagen unter Langtaganzucht bedeutend weiter entwickelt sind als bei den unter Kurztag angezogenen Pflanzen. Es ist deshalb anzunehmen, daß die beiden Reihen im Kälteschrank nicht unter gleichen Temperaturbedingungen gestanden haben.

In einem weiteren Versuch wurde der kom-

binierter Einfluß von Keimstimmung und Photoperiode auch auf ausgesprochene Winterformen geprüft.

Die Keimstimmung erfolgte 0, 20, 40 und 60 Tage lang bei 1—3° C. Die Aussaat wurde am 14. Februar vorgenommen. Vom Aufgang (16.—18. Februar) ab wurden die Pflanzen dem 16- bzw. 8-Stunden-Tag vom 18. Februar bis 8. März, also 19 Tage lang ausgesetzt. Die Prüfung wurde in 3 Reihen durchgeführt: A (8.—9. März), B (18. bis 19. März) und C (30. März bis 1. April). Alle drei Serien wurden zunächst wie beim Versuch Nr. 2 bei etwa 10° C angezogen, Serie B erhielt ab 9. März tagsüber (8—18 Uhr) 10° C, nachts 3—5° C im Tiefkühlgewächshaus, Serie C wurde vom 9. März ab dauernd bei 3—5° C und normal langem Tage im Tiefkühlgewächshaus gehalten. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 3.

In der Prüfungsreihe A wurde nicht der differenzierende Temperaturgrad getroffen, der den Einfluß der verschiedenen Behandlungsarten auf die Kälteresistenz klar erkennen ließe. Überraschend ist, daß bei den Weizensorten die meisten Pflanzen bei Lin Calel überlebten, und ferner, daß Friedrichswerther Berg eine größere Kälteresistenz als Carstens V und Standard zeigt. Bei 0 und 20 Tagen Keimstimmung erweisen sich die Pflanzen der Langtagreihe frosthärter als die der Kurztagreihe.

In der Reihe B setzt die Keimstimmung bei Kurz- und Langtagbehandlung die Kälteresistenz, wie erwartet, herab. Der Einfluß der Photoperiode ist sortentypisch verschieden und hängt anscheinend von der Dauer der vorher erfolgten Keimstimmung ab. So überlebten nach 60-tägiger Keimstimmung bei Carstens V, Lin Calel und Friedrichswerther Berg mehr Kurztag- als Langtagpflanzen. Ohne Keimstimmung lassen allerdings Carstens V, Standard und Friedrichswerther Berg ein entgegengesetztes Verhalten erkennen, während nach 20-tägiger Keimstimmung das Verhalten dieser Sorten nicht einheitlich ist. Strubes Dickkopf und Lin Calel zeigen ganz eindeutig, daß auf allen Stufen der Keimstimmung die Frosthärte durch Langtag-Aufzucht stark gemindert wird.

Auch in der Reihe C ist zunächst wieder trotz der Härtung bei 3—5° C nach der Anzucht und der photoperiodischen Behandlung zu erkennen, daß mit zunehmender Dauer einer Keimstimmung die Frosthärte herabgesetzt wurde. *Ohne Ausnahme wird auch nach 40 und 60 Tagen Keimstimmung bei allen Sorten durch Langtagbehandlung die Kälteresistenz gemindert.* Dasselbe Verhalten trifft auch für die Keimstimmung von 0 und 20 Tagen bei allen Sorten mit Ausnahme von Carstens V zu. Die Ergebnisse der Prüfungsreihe C sind somit wesentlich klarer als die der Reihen A und B.

Keimstimmung und photoperiodische Behandlung wurden unter gleichen Bedingungen durchgeführt, B erhielt nur zusätzlich 10 Tage Wechseltemperaturen, C 20 Tage niedrige Temperaturen von 3—5° C. Die Ergebnisse zeigen deutlich, wie abhängig die Frosthärte von Umweltbedingungen und wie schwierig die einwandfreie Feststellung des Einflusses bestimmter Faktoren (Temperatur und Photoperiode) ist. Es kann aber nicht geleugnet werden, daß das Tag-Nachtlängenverhältnis von entscheidendem Einfluß auf die Kälteresistenz ist. Weitere Versuche sollen das Zusammenwirken von Keimstimmung und Photoperiode noch mehr klären. Hierbei wird zu berücksichtigen sein, daß nach Versuchen von PURVIS (18), MC KINNEY and SANDO (14) und VOSS (23) Kurztag (mit und ohne niedrige Temperaturen) im Jugendstadium entwicklungsfördernd auf die Winterformen einwirkt. Dieser Befund kann auch wahrscheinlich die zunächst widerspruchsvolle Wirkung der Photoperiode auf die Kälteresistenz in unseren Versuchen aufklären.

Nach Durchlaufen der Temperaturphase sind die Wintersaaten bei ansteigender Tageslänge im März-April bei Tage oft starker Einstrahlung, nachts dagegen der Ausstrahlung und den damit verbundenen Nachtfrosten ausgesetzt. Die Wintergetreidesaaten, welche um diese Zeit entwicklungsbereit sind, leiden bekanntlich gerade in der Übergangszeit besonders stark, da ihre Kälteresistenz gegenüber der Zeit ihrer Ruheperiode im tiefsten Winter sehr gemindert ist. Das konnte im Versuch 1 klar nachgewiesen werden. Auch für die Bedeutung des Tag-Nachtlängenverhältnisses konnten experimentelle Befunde beigebracht werden.

Nach Durchführung der schon lange geplanten Untersuchungen zeigte uns das Studium der Literatur, daß auch andere Forscher in den letzten Jahren an der Fortentwicklung der Methoden der Kälteresistenzprüfung gearbeitet haben. TIMOFEEWA (22) untersuchte die Frostresistenz verschiedener Weizen- und Roggensorten während des ganzen Winters und stellte mit Fortschreiten der winterlichen Jahreszeit ein allgemeines Nachlassen der Kälteresistenz fest. Sie ermittelte aber Sorten (*Lutescens* 434/154, *Hostianum* 237 und *Erythrosperrum* 917), welche zwar zu Beginn des Winters nicht die frosthärtesten, am Ausgang desselben aber kälteresistenter als andere winterfeste Sorten waren. ANDERSON und KIESSELBACH (2) stellten bei ihren Untersuchungen zur Methodik des Gefrierversuchs auch eine Minderung der Frosthärte der geprüften Winterweizensorten mit dem Fortschreiten des Winters fest. Minturki und Nebraska 60 zeigten diese Minderung in geringerem Grade als Blackhull. SUNESON und PELTIER (20) erhielten ähnliche Ergebnisse bei Untersuchungen über die Abhängigkeit des Härtegrades (Kälte-

resistenz im Gefrierversuch) vom Verlauf des Winters. Erwähnt seien auch die Versuche WORZELLA^s (24) zur Methodik des Gefrierversuchs und zur Frage der Vererbung der Faktoren für die Kälteresistenz. KESSLER (8) wies auf die Bedeutung der Ruheperiode und der Entwicklungsbereitschaft für das Härtingsvermögen und die Kälteresistenz hin. MÜLLER (15) berichtete — ohne Angabe experimenteller Befunde — über den Zusammenhang zwischen Kälteresistenz und dem Kältebedarf bei Winterformen und der Winterfestigkeit. GRÜNTUCH (5) untersuchte den Härtingsverlauf bei Weizen- und Roggensorten während des Winters und betonte die Notwendigkeit der Berücksichtigung der entwicklungsphysiologischen Zustände bei der Prüfung der Kälteresistenz. TALALAJEW (21) untersuchte die Abhängigkeit der Frostresistenz bei Winterweizen vom Aussaattermin und versuchte eine Erklärung auf der Grundlage der Theorien von LYSENKO von der phasischen Entwicklung. Er jarowisierte 36 Winterweizensorten 30 Tage lang und säte sie mit nichtbehandelten Kontrollen an 2 Herbstterminen (26. September und 10. Oktober) aus. Auf Grund der Prüfung im Gefrierversuch konnte er 4 Gruppen bilden: 1. Gruppe unempfindlich gegenüber der Aussaatzeit und der teilweisen Keimstimmung; 2. Gruppe sehr empfindlich gegenüber der Keimstimmung in der ersten Aussaat, weniger empfindlich in der unbehandelten Kontrolle derselben Aussaatzeit; 3. Gruppe sehr empfindlich in der Kontrolle wie in der keimgestimmten Saat in der ersten Aussaatzeit, unempfindlich in der zweiten Saatzeit; in der 4. Gruppe ist die keimgestimmte Saat in beiden Aussaatzeiten empfindlich, auch die Kontrolle der ersten Saatzeit, aber weniger ausgeprägt. Sehr wichtig sind ferner die Versuche von LAUDE (10) über Kälteresistenz von Winterweizen- und Roggensorten beim Übergang von der winterlichen Ruheperiode zur Frühjahrsentwicklung und über die Kälteresistenz von Winterweizensorten nach künstlicher Enthärtung (11).

Unsere eigenen Versuche sollen weitere Aufklärung über das Zusammenwirken von Keimstimmung und Photoperiode bezüglich der Kälteresistenz bei Wintergetreide bringen. Sie sollen weiterhin die Frage des *Wiederhärtingsvermögens nach Enthärtung* und den *zeitlichen Verlauf dieser Vorgänge* klären. Ferner soll auch die wichtige Frage der *Frosthärte im enthärteten Zustand* nach Durchlaufen der Temperaturphase bei Wintergetreide und die *Kälteresistenz der Sommerformen im gehärteten und enthärteten Zustand* untersucht werden. Das Ziel der Versuche ist 1. das Auffinden von Sorten, welche eine möglichst lange Temperaturphase und in ihr stärkste Kälteresistenz besitzen, 2. die Ermittlung von Sorten, welche nach Durchlaufen der Temperaturphase noch ein großes Härtingsvermögen aufweisen, 3. die Feststellung von Sommerformen mit erheblicher Frosthärte. Die Kom-

bination solcher Typen muß einen weiteren Fortschritt in der Züchtung winterfester Sorten bedeuten.

Bei der Durchführung der Versuche leistete Herr Dr. HARTISCH wertvolle Hilfe. Ich danke ihm an dieser Stelle verbindlichst dafür.

Literatur.

1. ÅKERMAN, A.: Sonderabdruck der „Annexe 29“ zu den Protokollen der Internat. Kommission für landwirtschaftl. Meteorologie. 1929.
2. ANDERSON, A., u. T. A. KIESSELBACH: J. of the Am. Soc. of Agronomy 26, 44—50 (1934).
3. CLARK, I. A.: Yearbook of Agriculture, U. S. Department of Agriculture 1936, 248—249.
4. FUCHS, W. H.: Kühn-Archiv 39, 1—40 (1935).
5. GRÜNTUCH, R.: Bull. of appl. Botany, Serie III, 6, 145—156 (1935).
6. HARTISCH, J., u. G. STELZNER: Angew. Bot. 20, 156—178 (1938).
7. HOFFMANN, W.: Züchter 9, 281—284 (1937).
8. KESSLER, W.: Planta (Berl.) 24, 312—352 (1935).
9. KESSLER, W., u. W. RUHLAND: Planta (Berl.) 28, 159—204 (1938).
10. LAUDE, H. H.: J. of Agric. Research 54, 899—917 (1937).
11. LAUDE, H. H.: J. of Agric. Research 54, 919—926 (1937).
12. MARTIN, J. H.: J. of Agric. Research 35, 493—535 (1927).
13. MAXIMOW, A., u. A. J. POJARKOWA: Jb. Bot. 64, 702—730 (1925).
14. Mc KINNEY, H. H., and W. J. SANDO: J. of Agric. Research 51, 621—641 (1935).
15. MÜLLER, K. O.: Angew. Bot. 18, 231—239 (1936).
16. NILSSON-EHLE, E.: Naturwiss. 23, 265—277 (1935).
17. PELTIER, G. L., u. T. A. KIESSELBACH: J. of the Am. Soc. of Agronomy 26, 50—58 (1934).
18. PURVIS, O. N.: Ann. of Bot. 48, 919—955 (1934).
19. RUDORF, W.: Züchter 7, 193—199 (1935).
20. SUNESON, C. A., u. G. L. PELTIER: J. of the Am. Soc. of Agronomy 26, 50—58 (1934).
21. TALALAJEW, E. W.: Bull. of appl. Bot. Serie A 20, 43—49 (1936).
22. TIMOFFEWA, M. T.: Bull. of appl. Bot. Serie III 3, 253—270 (1933).
23. VOSS, J.: Pflanzenbau 15, 1—35 und 50—79 (1938).
24. WORZELLA, W.: J. of Agric. Research 50, 625—635 (1935).