

Geographische Herkunft und Anpassung beim Apfel

I. Die Frostresistenz als klimatisch bedingte Eigenschaft

Von PÁL TAMÁS, Balsgård, Fjälkestad, Schweden

Einleitung

Zwischen der geographischen Herkunft der Pflanze und ihrer Anpassung besteht ein enger Zusammenhang. Die Organismen speichern im Laufe ihrer Phylogenese einen Bedürfniskomplex in sich auf. Der Rhythmus der Entwicklungsvorgänge wird durch die „biologischen Reaktionsnormen“, d. h. die Summe der ererbten und erworbenen Fähigkeiten bestimmt, auf Grund deren die Pflanze auf die Umweltbedingungen reagiert. Optimale Entwicklung und damit verbunden höchste Leistungsfähigkeit ist nur dann möglich, wenn die Pflanze im Verlaufe ihrer Ontogenese eben diejenigen Faktoren ausnutzt, die am Anbauort speziell gegeben sind. Vom züchterischen Gesichtspunkt aus sind daher Grundlagen und Methoden erwünscht, die eine Analyse der Vegetationstypen ermöglichen.

In einer Arbeit (TAMÁS 1962) wurde gezeigt, daß die Temperaturempfindlichkeit der Entwicklungsvorgänge gemessen und numerisch ausgedrückt werden kann. Die Temperaturschwellenwerte, der Temperatursummenbedarf und die Steilheit der Temperaturoptimumkurven in den aufeinanderfolgenden Entwicklungsphasen sind sortencharakteristisch, sie bestimmen die Anpassung der wechselwarmen Organismen. Weiterhin ist die Entwicklungsgeschwindigkeit eine Funktion der genetisch bedingten biologischen Reaktionsnormen und des gegebenen Temperaturverlaufes. Der Entwicklungsrhythmus der untersuchten Pflanze läßt sich nicht nur auf Grund methodischer Treibversuche, sondern mit Hilfe einfacherer Methoden, wie z. B. durch Untersuchung der relativen Verschiebungen von Blühbeginn und Reife in den einzelnen Jahren, bestimmen. Die Organismen der verschiedenen Klimaprovinzen¹ verfügen über charakteristisch abweichende biologische, insbesondere thermische Reaktionsnormen. (Diese Tatsache kann auch mit Hilfe der Berechnung von Korrelationen nachgewiesen werden.)

Auf Grund der erwähnten theoretischen Erwägungen wurde mit der Untersuchung der Zusammenhänge zwischen der Temperaturempfindlichkeit der Entwicklungsvorgänge und den damit verbundenen Anpassungsproblemen begonnen. Als erstes sollen die Zusammenhänge zwischen der geographischen Herkunft der Pflanze und der Ausbildung der Frostresistenz analysiert werden.

¹ Der Begriff „Klimaprovinz“ wird nach HAURWITZ und AUSTIN (1944) für die Aufteilung der KÖPPENSchen Klimazonen in kleinere pflanzengeographische Einheiten angewandt.

Die Zielsetzung des Versuches und die Begründung der Themenwahl

Die Frostresistenz kann als ein physiologischer Zustand der Zellen betrachtet werden. Ihre Ausbildung hängt u. a. von dem Lebensrhythmus des gesamten Organismus und der jeweiligen Gestaltung der Außentemperatur ab. Die Frostresistenz variiert deshalb laufend und erreicht in den einzelnen Pflanzenteilen und -geweben verschiedene Grade (vgl. LARCHER u. EGGARTER 1960, PISEK 1958).

Nach TUMANOW u. KRASAWZEW (1959) überstehen selbst abgehärtete Zellen nur eine relativ langsame Abkühlung ohne Schaden. In solchen Fällen tritt das Wasser aus den Zellen aus und gefriert in den Interzellularen. Das Eis bildet sich nur außerhalb der Zelle, wobei der Protoplast stark Wasser abgibt und der Rauminhalt der Zelle sich schnell verringert. Nach weiterer Senkung der Temperatur wird der Protoplast immer größeren mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt. Bei Annäherung an kritische Temperaturen vollzieht sich kein weiteres Schrumpfen der Zellen. Im mikroskopischen Bild wirken sie dunkel, was die Bildung von Eis im Inneren des Protoplasten anzeigt. Nach dem Auftauen zeigen solche Zellen keine Plasmolyse.

Bei schneller Abkühlung erfrieren die Zellen auf andere Weise. Unter diesen Bedingungen bildet sich bei Temperaturen von -15°C und darunter Eis innerhalb der Zellen. Die Zellen sterben schnell ab, ihr Volumen verkleinert sich dabei nicht.

Frostresistenz zeigt also einen physikalisch-chemischen Zustand des Cytoplasmas an, wobei ein rechtzeitiger Abtransport des Wassers und sein Gefrieren in den Interzellularen als ein grundlegendes Charakteristikum anzusehen ist.

Die Ausbildung der Frostresistenz hängt im phylogenetischen Sinne hauptsächlich von den tages- und jahreszeitlichen Schwankungen des Großklimas ab. Die Temperaturschwankungen bedeuten potentiell eine intensivere Lebenstätigkeit und gleichzeitig eine größere Belastung für die wechselwarmen Organismen. Darum sind die „Resistenzgene“ in solchen Ökotypen zu suchen, die aus Gebieten mit großen Temperaturschwankungen stammen.

Die Zusammenhänge zwischen Standort und Frostresistenz wurden bezüglich wildwachsender Pflanzen oder gebräuchlicher Landsorten in der Fachliteratur oft behandelt. Über den klimatisch-bedingten Resistenzgrad unserer Obstgehölze weiß man jedoch wenig. Darum scheint es wichtig, das Problem zu untersuchen.

Tabelle 1. Frostresistenz von Apfelsorten mit unterschiedlicher geographischer Herkunft.

Sorte	Herkunft	Härtegrad					
		KEMMER u. SCHULZ Deutschland (A—C)	im Freiland NILSSON u. LUNDIN Schweden (A—C)	nach		nach künstlicher Frostung	
				BRAZE USA (A—C)	GRANHALL u. OLDÉN Serie I II (A—E)	Exosmose RLF 1961	RLF 1962
Antonowka	UdSSR					128	118
Kamenitschka	UdSSR					123	116
Antonowka	UdSSR					105	105
Poltorafontova	UdSSR					130	124
Antonowka	UdSSR					116	132
Shafrannaya	Schweder		A	A	B C	116	132
Astrachan,	Kanada					116	107
roter	Schweden		A		A A	117	118
Astrachan,	USA			C	D	140	124
Gyllenkroks						122	127
Atlas						140	132
Akerö	USA			B		119	120
Baldwin	Baltikum					152	148
Bellefleur	Großbritannien	C	C		C D	140	134
Kitaika	Deutschland	B	C		C C	141	141
Ben Davis	Großbritannien		D		D E	142	126
Birnenapfel	UdSSR		B	A	A B	128	113
aus Tallin	USA			A		112	113
Blenheim						144	158
Boikenapfel						112	122
Bramley's	Großbritannien	C	C		C/E D/E	168	172
Seedling	Großbritannien		B		C	137	114
Cellini	Deutschland	A				124	121
Charlamowsky	o. Polen					126	130
Columbia Crab	USA			B		111	113
Cortland						152	141
Coulon Kitaika	Großbritannien				C C	133	140
Cox' Orangen	Großbritannien			A	B C	153	170
Cox' Pomona	Großbritannien		B		D E	134	142
Danziger	Deutschland					125	116
Kantapfel	o. Polen					148	135
Delicious	USA			B		150	
Dolgo Crab						125	129
Dumelow	Großbritannien				C C	120	112
(Wellington)						157	142
Early McIntosh	USA			A	B C	131	154
Ecklinville	Großbritannien				D E	158	136
Seedling						146	140
Edgar	Kanada					159	156
Fameuse	Kanada (?)			A		140	127
Filippa	Dänemark		B		C C	168	166
Geheimrat	Deutschland	C				101	111
Dr. Oldenburg						146	133
Gelber Richard	Deutschland				C D	168	169
Geneva						137	143
Golden Delicious	USA			B	C C	144	158
Goldparmäne	Großbritannien	B	C		D D	108	115
Graue Herbstrenette	Frankreich	B			E E	152	162
Graue Kanadarenette	Frankreich					152	147
Gravensteiner	Dänemark	C	C	C B	C D	117	115
Grimes Golden	USA					138	148
Hausmutter	Deutschland (?)		D			128	119
Hibernal	UdSSR			A	C D	150	146
Ingrid Marie	Dänemark					178	169
Jakob Lebel	Frankreich	C				136	135
James Grieve	Großbritannien	A	C			104	108
Jonathan	USA	B		B		117	123
Kaikuvuori	Finnland					120	118
Kanada-Renette	Großbritannien					132	134
	(?)					150	132
Kasseler Renette	Deutschland (?)					117	115
Kola Crab						132	134
Lanes Prince Albert	Großbritannien	A				117	109
Lawfam	Kanada					115	132
Laxton's Exquisite	Großbritannien					115	132
Laxton's Fortune	Großbritannien					115	132
Laxton's Superb	Großbritannien	B	B			115	132
Lepaan Meloni	Finnland					115	132
Linda	Kanada					115	132
Lobo	Kanada					115	132
Lodi	USA					115	132
Maglemer	Dänemark		B			115	132
Majo Crab						115	132
Makamik Crab						115	132

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Sorte	Herkunft	Härtegrad						
		im Freiland		nach			nach künstlicher Frostung	
		KEMMER u. SCHULZ Deutschland (A—C)	NILSSON u. LUNDIN Schweden (A—C)	BRAZE USA (A—C)	OLDÉN Serie I (A—E)	II	Exosmose RLF 1962	RLF 1962
Manitoba Spy	Kanada						111	119
McIntosh	Kanada			A			127	126
Melon	Deutschland (?)				C	E	126	146
Morden 352							100	105
Ontario	Kanada	C	D		E	E	158	156
Oranie	Finnland o. UdSSR		A		B/C	C	122	129
Orleans Renette	Frankreich (?)						154	155
Pepping Shafranny							100	113
Rekord Mitschurin	UdSSR						109	132
Rescue							102	101
Rhode Island	USA			C			144	168
Greening								
Ribston Pepping	Großbritannien		B		C	C	114	127
Rome Beauty	USA						147	137
Rosen Crab							118	113
Ruby	USA						123	132
Säfstaholm	Schweden		A		B	B	114	127
Schöner aus Bath	Großbritannien				E	E	187	178
Schöner aus Boskoop	Holland	C	D		D	E	163	155
Schöner aus Nordhausen	Deutschland	A					134	128
Shafran Kitaika								
Signe Tillisch	Dänemark		B		B	C	123	127
Slava Petersburga	UdSSR				A	A	122	124
Socker Miron	Baltikum						132	123
Stark Red Gold	USA			B			104	111
Stayman	USA			B			123	136
Stenkyrke	Schweden (?)		B		B	C	126	130
Transparente de Croncels	Frankreich	A					122	124
Wealthy	USA			A			171	130
Weißer Klarapfel	Baltikum	A	A	A	A	B	112	120
Weißer Winterkalvill	Frankreich						110	113
Wiikari	Finnland						151	151
Williams Favourite	USA						110	107
Winesap	USA						129	130
Winter Banana	USA			B			124	130
Worcesterparmanäe	Großbritannien				C		150	175
Zuccalmaglio's Renette	Deutschland						128	120
							149	158

Die vorliegende Arbeit bezieht sich nur auf die klimatisch bedingte Frostresistenz. Die „Winterresistenz“, d. h. die Veränderung der Frostresistenz als Funktion der Entwicklungsvorgänge in der unbelebten Phase, steht mit dem Vegetationstypus in engstem Zusammenhang. Über die Untersuchung dieser Zusammenhänge soll in einer anderen Arbeit berichtet werden.

Material und Methoden

Es wurden nahezu 100 Apfelsorten des Balsgärder Sortiments aus klimatisch verschiedenen Ursprungsgebieten untersucht. Die Bestimmung ihrer Frostresistenz erfolgte durch die sog. Exosmose-Methode. Bei den Untersuchungen hat Verf. dasselbe Verfahren angewandt, das schon früher (TAMÁS 1960, BERGEN-DAL, OLDÉN, NYBOM u. TAMÁS 1962) beschrieben wurde. Ein Unterschied besteht nur insofern, als das Gesamtgewicht der Proben im Jahre 1961 1,5 g und im Jahre 1962 0,9 g betrug. Die Proben wurden je mit 40 ml entionisiertem Wasser aufgefüllt. Weiterhin war die Kältebehandlung in den beiden Jahren verschieden, nämlich 24 Stunden bei -35°C im Jahre 1961 bzw. 12 Stunden bei -12°C und 24 Stunden bei -30°C im Jahre 1962. Die Untersuchungen

wurden in der Zeit vom 1.—4. 2. 1961 bzw. 16.—19. 2. 1962 durchgeführt.

Es soll noch einmal darauf hingewiesen werden, daß eine Zunahme von elektrolytisch wirksamen Stoffen durch Exosmose (ausgedrückt in höheren RLF-Werten, d. h. als Proportion des elektrolytischen Widerstandes zwischen den Kontrollen und den kältebehandelten Pflanzenteilen) immer eine größere Frostempfindlichkeit bedeutet.

Versuchsdaten und Zuverlässigkeit der Versuche

Um sich über die Zuverlässigkeit der Leitfähigkeitsuntersuchungen informieren zu können, wird auch auf andere Versuche bzw. Beobachtungen hingewiesen. GRANHALL u. OLDÉN (1949) haben Gefrierversuche in Gefrierkammern durchgeführt, wobei die Frosthärte der Sorten nach dem anschließenden Austrieb bestimmt wurde. Es stehen von BRAZE (1953) aus den USA, KEMMER u. SCHULZ (1955) aus Deutschland und NILSSON u. LUNDIN (1942) aus Schweden Bonitierungsangaben über die „Winterfestigkeit“ einiger auch von mir untersuchter Sorten im Freilandbestand zur Verfügung. Tab. 1 stellt die Ergebnisse der verschiedenen Härtebeurteilungen zusammen. Im Interesse einer besseren Übersicht

lichkeit werden die „Noten“ der Parallel-Untersuchungen mit großen Buchstaben bezeichnet, wobei A immer die höchste Winterfestigkeit bzw. Frosthärte bedeutet.

Untersucht man die angegebenen RLF-Werte der verschiedenen Sorten in den zwei aufeinanderfolgenden Versuchsjahren für sich, dann ergeben sich absolute wie auch relative Unterschiede. Eine Berechnung der RLF-Jahresmittelwerte der beiden untersuchten Jahre ergibt jedoch fast den gleichen Wert, d. h. 133,5 bzw. 133,6. Eine solche „Übereinstimmung“ ist bei den Leitfähigkeitsuntersuchungen keine notwendige Voraussetzung und sagt praktisch

zahl beruht aber in beiden Fällen nur auf je ein oder zwei Sorten, die sich unter den verschiedenartigen Versuchsbedingungen nicht gleichmäßig verhielten.

Aus solchen Berechnungen darf man nicht ohne weiteres auf eine „Unsicherheit“ der einen oder der anderen Methode schließen. Die Belastungen treten nämlich in den verschiedenen Klimagebieten, ja auch am einzelnen Standort in jedem Jahr bei unterschiedlichem Abhärtungs- bzw. Entwicklungszustand ein. Dann weisen die verschiedenen Pflanzenteile bzw. -gewebe unterschiedliche Frostepfindlichkeit auf, die durch die Sorten-Unterlagen-Kombination noch kompliziert werden kann. Die an mehreren Orten in

Tabelle 2. Korrelationsberechnungen über die Zuverlässigkeit verschiedener Frostresistenzprüfungen.

Die analysierten Versuchsmethoden		Versuchsdaten nach *		Anzahl der Sorten	Korrelation		
a	b	b	a		r	t	P
Bonitierung im Freiland	— Künstliche Frostung	NL	GO	27	+0,7944	8,50	<0,001
Bonitierung im Freiland	— Exosmosis	B	RLF 1961	16	+0,6297	3,04	<0,01
Bonitierung im Freiland	— Exosmosis	B	RLF 1962	16	+0,5899	2,73	<0,02
Bonitierung im Freiland	— Exosmosis	KS	RLF 1961	19	+0,6180	3,24	<0,01
Bonitierung im Freiland	— Exosmosis	KS	RLF 1962	18	+0,8002	5,34	<0,001
Künstliche Frostung	— Exosmosis	GO	RLF 1961	43	+0,7563	7,40	<0,001
Künstliche Frostung	— Exosmosis	GO	RLF 1962	42	+0,7628	7,46	<0,001
Künstliche Frostung	— Künstliche Frostung	GO	GO	39	+0,8609	10,29	<0,001
Exosmosis	— Exosmosis	Serie I RLF 1961	Serie II RLF 1962	95	+0,8212	13,90	<0,001

* B = BRAZE 1953

NL = NILSSON u. LUNDIN 1942

KS = KEMMER u. SCHULZ 1955

GO = GRANHALL u. OLDÉN 1949

nichts über die Zuverlässigkeit der Versuche aus. Die unmittelbaren Meßdaten der Leitfähigkeitsuntersuchungen werden nicht nur von der unterschiedlichen Reife der Triebe, dem Temperaturverlauf vor Beginn der Versuche, der Schnelligkeit der Abkühlung, der Dauer der Kältewirkung und der Probenentnahme bestimmt, sondern auch von Dauer und Temperaturgrad der „Abhärtung“ vor und während der Versuche. Eine Gegenüberstellung von Meßdaten zweier Jahre oder Versuchsserien mit unterschiedlichen Untersuchungsmethoden ist deshalb nicht möglich. Auch die RLF-Werte selbst geben nur dann über die „Frostresistenz“ Auskunft, wenn die Untersuchungen an größeren Serien mit peinlicher Genauigkeit durchgeführt werden und die Variabilität der RLF-Werte im Rahmen der einzelnen Versuchsserien untersucht wird. Zur Orientierung über die Zuverlässigkeit der Versuche soll eine statistische Analyse der Parallel-Untersuchungen durchgeführt werden.

Die berechneten Korrelationskoeffizienten (s. Tab. 2) zeigen zwischen den verschiedenen Härtebeurteilungsmethoden Werte von $r = > +0,750$ mit einer statistischen Sicherheit von $P = < 0,001$. Es zeigt sich eine schlechtere Übereinstimmung nur zwischen den deutschen und amerikanischen Bonitierungsangaben einerseits und den Leitfähigkeitsuntersuchungen andererseits. Die kleinere statistische Maß-

verschiedenen Jahren durchgeführten Bonitierungen können daher nicht als Wiederholungen im statistischen Sinne aufgefaßt werden. Die Bonitierungergebnisse bezüglich Frostresistenz von den einzelnen Jahren sind grundsätzlich nicht zu vergleichen. Ihre Ergebnisse dürfen nur zu Mittelwerten zusammengefaßt werden, wenn eine möglichst eingehende Kausalanalyse der Belastungsbedingungen die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erwiesen hat (vgl. FUCHS u. v. ROSENSTIEL 1958).

So ist es auch allgemein bekannt, daß es Sorten gibt, die unter den verschiedenen Klimagegebenheiten über unterschiedliche Frosthärte verfügen.

Zusammenhänge zwischen der geographischen Herkunft und der Frostresistenz

Bei der Untersuchung der Zusammenhänge zwischen der Frostresistenz der Sorten und ihrer geographischen Herkunft ergibt sich eine gute Korrelation mit den Leitfähigkeitsmessungen. Auf Grund der erhaltenen RLF-Werte gehören die französischen Sorten ausnahmslos zu der „frostepfindlichen“ oder aber „sehr frostepfindlichen“ Sortengruppe. Die Einteilung und Rangordnung der verschiedenen Klimagebiete für die Ausbildung der Frostresistenz erfolgte nach der geographischen Lage (s. Tab. 3). Bezeichnet man die verschiedenen Ursprungsgebiete mit den Zahlenwerten 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6 und 7 (d. h.

Tabelle 3. Die Variation der RLF-Werte von Sorten aus verschiedenen Klimagebieten.

Herkunft	Anzahl der Sorten		RLF-Werte					
	1961	1962	1961			1962		
			min.	max.	$\bar{x} \pm m$	min.	max.	$\bar{x} \pm m$
Baltikum, Finnland	7	7	104	12	$111 \pm 2,64$	107	129	$115 \pm 2,90$
UdSSR	8	7	101	132	$119 \pm 4,40$	105	132	$118 \pm 4,22$
Kanada	9	9	111	158	$126 \pm 4,62$	107	156	$125 \pm 4,97$
Dänemark, Schweden, Ostseeküstengebiete	10	10	114	159	$129 \pm 5,06$	118	156	$130 \pm 3,32$
USA	18	18	112	157	$135 \pm 2,75$	120	175	$139 \pm 3,63$
Belgien, Deutschland, Holland	9	8	125	168	$145 \pm 5,07$	128	166	$145 \pm 4,96$
Großbritannien	17	17	114	187	$147 \pm 4,41$	114	178	$147 \pm 4,60$
Frankreich	6	6	146	171	$158 \pm 3,99$	130	169	$147 \pm 5,84$
Arthybriden	13	13	100	122	$113 \pm 2,62$	101	127	$116 \pm 2,31$

Baltikum, Finnland = 1 und Frankreich = 7) und analysiert die Beziehungen anhand der einzelnen Sorten, dann ergeben sich Korrelationskoeffizienten zwischen $r = > +0,540$ und $< +0,660$ mit $P = < 0,001$ (Tab. 4). Der enge Zusammenhang zwischen der geographischen Herkunft und der Ausbildung der Frostresistenz ist also augenfällig. Es soll jedoch untersucht werden, warum die Korrelation in der Tab. 4 schwächer ist als die der Tab. 2.

Tabelle 4. Korrelation zwischen der geographischen Herkunft und der Frostresistenz (RLF-Werte).

Im Jahre	Anzahl der Sorten	r	t	P
1961	84	+0,5459	5,90	<0,001
1962	82	+0,6514	10,54	<0,001

In der angeführten Zusammenstellung wurden bei der Gruppierung der Ursprungsgebiete keine Klimaprovinzen, sondern im wesentlichen nur Landesgrenzen berücksichtigt. Außerdem sind die untersuchten Sorten ihrer Entstehung nach sehr unterschiedlich. Theoretisch könnte mit einer vollkommenen Übereinstimmung zwischen geographischer Herkunft und Frostresistenz nur dann gerechnet werden, wenn der Klimaverlauf der verschiedenen Klimaprovinzen in Beziehung zu den biologischen Reaktionsnormen des Apfels analysiert werden könnte und wenn außerdem auch die Vorfahren der untersuchten Sorten in derselben Klimaprovinz beheimatet sind.

In den Versuchen wurden nicht nur Landsorten, sondern auch Zuchtsorten mit sehr verschiedenen Erbanlagen berücksichtigt. Die nordamerikanischen „Crab“-Äpfel, weiterhin die Sorten 'Geneva', 'Morden 352' und 'Rescue', wie auch die aus der UdSSR stammenden „Kitaika“-Sorten und 'Peping Shafranny' sind Arthybriden und verdanken ihre hochgradige Frostresistenz dieser Entstehung. Sie wurden bei den Korrelationsberechnungen außer acht gelassen (das Fehlen einer Herkunftsangabe für diese Sorten in Tab. 1 weist hierauf hin). In den verschiedenen Versuchsstationen konnten Sorten gezüchtet werden, die entweder über einen „klimafremden“ Vegetationstypus verfügen, oder aber die gute spezifische Frostresistenz nördlicher und kontinentaler Vegetationstypen mit einem in den milderen Klimagebieten gewünschten Vegetationsrhythmus vereinigen. Über die Vererbung dieser vielseitig zusammengesetzten Eigenschaften steht z. Z. kein hinreichendes Tatsachenmaterial zur Verfügung. Man weiß, daß es beim Apfel schwer ist, hochgradige

Frostresistenz mit später Genußreife zu kombinieren. Es ist jedoch möglich, daß durch Umgruppierung gekoppelter Eigenschaften wünschenswerte Kombinationen geschaffen werden können. Hierfür kann Tab. 1 von Nutzen sein, um die Sorten auszuwählen, die von der durch das Klima des Ursprungsgebietes bedingten Frostresistenz wesentlich abweichen. Hierzu gehören: 'Transparente de Croncels' (Frankreich), 'Wealthy' (USA), 'Cox' Pomona' und 'Ribston' (Großbritannien). Über eine wesentlich schlechtere Resistenz, als sie auf Grund des Ursprungsgebietes zu erwarten war, verfügt die kanadische Sorte 'Ontario'.

Zusammenfassung

In den Jahren 1961 und 1962 wurden Untersuchungen mit Hilfe der Exosmose-Methode durchgeführt, um sich über die Frostresistenz von nahezu 100 Apfelsorten zu orientieren. Die Versuchsergebnisse (ausgedrückt in RLF-Werten, d. h. als Proportion des elektrolytischen Widerstandes zwischen den Kontrollen und den kältebehandelten Pflanzenteilen) zeigen gute Übereinstimmung mit den Resultaten anderer Härtebeurteilungsmethoden, z. B. mit den Gefrierversuchen in Gefrierkammern und mit den amerikanischen, deutschen und schwedischen Freilandbeobachtungen. Die berechneten Korrelationskoeffizienten gaben Werte von $r = > +0,750$ mit einer statistischen Sicherheit von $P = < 0,001$. Es gibt jedoch Sorten, welche sich unter den verschiedenen Versuchsbedingungen nicht gleichartig verhielten. In diese Gruppe gehören die Sorten 'Goldparmäne', 'James Grieve', 'Lanes Prince Albert', 'Schöner aus Nordhausen', 'Slava Petersburga' und 'Transparente de Croncels'.

Der Zusammenhang zwischen der geographischen Herkunft und der Frostresistenz ist augenfällig. Die durchschnittlichen RLF-Werte der „frostempfindlichen“ oder „sehr frostempfindlichen“ französischen Sorten liegen bei ungefähr 150, die der finnischen und baltischen „frostharten“ Sorten dagegen unter 110. Die Rangordnung der verschiedenen Klimagebiete erfolgte entsprechend der geographischen Lage. Es gab Sorten, die der allgemeinen Tendenz nicht folgten und sich abweichend verhielten. Hierzu gehören: 'Transparente de Croncels', (Frankreich), 'Wealthy' (USA), 'Cox' Pomona' und 'Ribston' (Großbritannien). Über eine wesentlich schlechtere Resistenz, als auf Grund des Ursprungsgebietes zu erwarten war, verfügt 'Ontario' (Kanada).

Literatur

1. BERGENDAL, P. O., N. NYBOM, J. E. OLDÉN and P. TAMÁS: On the cold resistance of apples. Inst. Vered. Tuinbouw. Wageningen. Meded. 182, 66—73 (1962). — 2. BRAZE, K. D. (1953), zit. nach KEMMER u. SCHULZ, 1955. — 3. FUCHS, u. v. ROSENSTIEL: Ertragssicherheit. In: H. KAPPERT u. W. RUDOLF: Handb. d. Pflanzenz. 1, 365—442. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg 1958. — 4. GRANHALL, I., u. E. J. OLDÉN: Orienterade frysningsförsök med fruktträdsgrenar vid Balsgård vintern 1948—49. Sv. Pom. Fören. Årsskr. 137—157 (1949). — 5. HAURWITZ, B. and J. M. AUSTIN: Climatology. McGraw-Hill Book Comp., New York-London 1944. — 6. KEMMER, E., u. F. SCHULZ: Das Frostproblem im Obstbau. Bayerischer Landw. Verl. München 1955. — 7. LARCHER, W., u. H. EGGARTER: Anwendung des Triphenyltetrazoliumchlorids zur Beurteilung von

Frostschäden in verschiedenen Achsengeweiben bei *Pinus*-Arten, und Jahresgang der Resistenz. Protoplasma 51, 595—619 (1960). — 8. NILSSON, F., u. Y. LUNDIN: Fruktträdens hårdighet vintern 1941—42. Sv. Pom. Fören. Årsskr. 131—148 (1942). — 9. PISEK, A.: Versuche zur Resistenzprüfung von Rinde, Winterknospen und Blüten einiger Arten von Obstgehölzen. Gartenbauwiss. 23, 54—74 (1958). — 10. TAMÁS, P.: Untersuchungen zur Charakterisierung der Winterresistenz der Schwarzen und Roten Johannisbeere. Züchter 30, 242—247 (1960). — 11. TAMÁS, P.: Temperaturklima — Temperaturempfindlichkeit — Anpassung. Prinzipien und Methoden im Dienste der Akklimatisationszüchtung (Manuskript), 1962. — 12. TUMANOW, J. J., u. O. A. KRASAWZEW: Die Abhärtung nördlicher Holzgewächse durch negative Temperaturen (russisch). Akad. d. Wiss. d. UdSSR, Pflanzenphysiologie 6, 654—667 (1959).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Vergleichende Untersuchungen über Auslesemöglichkeiten von im Freiland und in Töpfen kultivierten Kartoffelsämlingen

Von CH. PFEFFER

Mit 1 Abbildung und 2 Darstellungen

Der Anbau von Kartoffelsämlingen erfolgte bisher auf einem möglichst gleichmäßigen und fruchtbaren Ackerstück. Aus verschiedenen Gründen sind viele Züchter dazu übergegangen, die Sämlinge während der gesamten Vegetationszeit in Tontöpfen zu kultivieren (AKELEY und STEVENSON 1943, THIJS 1954, MÖLLER 1956, PERRY, AKELEY und COOK 1960). Die ständig steigende Anzahl der in den Zuchtbetrieben angezogenen Sämlinge erfordert eine scharfe und möglichst frühzeitige Auslese, da nur ein geringer Teil zur weiteren vegetativen Vermehrung übernommen werden kann. Ergebnisse über Auslesemöglichkeiten bei Topfkultur sind aber bisher kaum bekannt geworden. Es schien deswegen notwendig, vergleichende Untersuchungen über die Auslesemöglichkeiten bei der üblichen Freilandanzucht und der Anzucht in Töpfen unterschiedlicher Größe vorzunehmen.

Versuchsdurchführung

Um vergleichbare Werte für die Selektionsmöglichkeiten von Sämlingen im Freiland und im Topf zu gewinnen, mußte von einheitlichem genetischem Material ausgegangen werden. Für die Untersuchungen wurden deswegen Sproßstecklinge von Sämlingen benutzt, die sich ähnlich wie Kartoffelpflanzen aus Samen entwickeln. Es wurden 1957 je 100 Sämlinge der Kreuzungen Frühbote \times Drossel und Apta \times Li. 1005/47 und 1958 der Kreuzungen Apta \times Schwalbe, Apta \times Merkur und Apta \times Li. 1005/47 aufgezogen. Von diesen Sämlingen wurde 1957 je ein Steckling im Freiland in lehmigen Sand (BDW 30), im Freiland in einen 12 cm-Topf und im Treibhaus in einen 13 cm-Topf gepflanzt. Im Jahre 1958 wurde ein Steckling in einen 8 cm-Topf gepflanzt und im Freiland aufgestellt und auf die Anzucht im Gewächshaus verzichtet. Die 12 cm-Töpfe wurden auf einem frisch gepflügten Ackerstück leicht in den Boden eingedrückt und nach Bedarf beregnet. Im Gewächshaus wurden die 13 cm-Tontöpfe auf Holztabletten gestellt.

Für die Topfsämlinge wurde ein nährstoffreiches Kompostgemisch benutzt. Zusätzlich erhielten die Topfsämlinge eine in Wasser gelöste Stickstoffgabe.

Da durch Virusbefall und andere Krankheiten eine Anzahl von Sämlingen ausfiel, mußten die Kombinationen zur Auswertung zusammengefaßt werden. Die genetische Variationsbreite wurde dadurch zweifellos erhöht. Es ist zu erwarten, daß eine genügend große genetische Variationsbreite geschaffen wurde, um die unter unseren Verhältnissen bei der Freilandanzucht auftretende Modifikabilität der untersuchten Eigenschaften zu übertreffen. Die Zusammenfassung führte andererseits zu einer Einschränkung der Aussagekraft der Versuche.

Ergebnisse

Der Knollenertrag je Steckling betrug im Durchschnitt bei Freilandsämlingen etwa 300 g, während bei Topfanzucht wesentlich geringere Erträge ermittelt wurden. Die geringsten Durchschnittserträge wurden mit 8 g bei Topfsämlingen auf Holztabletten im Gewächshaus beobachtet. Die Bedingungen waren auf diesen Tabletten nicht besonders günstig. Die Sämlinge hatten nur den Topf als Standort zur Verfügung, während bei Töpfen auf Erdboden die Wurzeln durch das Bodenloch wachsen (Tab. 1).

Tabelle 1. Durchschnittlicher Knollenertrag je Steckling.

Jahr	Freiland Sämlinge g	12 cm-Topf Freiland g	13 cm-Topf Gewächshaus g	8 cm-Topf Freiland g
1957	294	36	8	—
1958	307	78	—	31

In der praktischen Kartoffelzüchtung wird die Sämlingsauslese nach folgenden Merkmalen vorgenommen:

A. Krautmerkmale

Während der Vegetationszeit werden Kümmerer, viruskranke und sehr späte Sämlinge entfernt.