

schiede gegenüber den alkaloidhaltigen. In der Mutante Weiko ist eine Form gefunden worden, die es ermöglicht, in Korn- und Feldbeständen sortenfremde Beimengungen ohne besondere Hilfsmaßnahmen herauszufinden. Für die Anerkennung von Feldbeständen von alkaloidfreien *Lupinus luteus* sind die sortentypischen morphologischen Merkmale der Weiko besonders wichtig. Die durch dasselbe Gen wie die morphologischen Eigenschaften veränderten physiologischen geben der Mutante besondere wirtschaftliche Bedeutung. Ähnliche Fälle, in denen die Mutation eines Gens außer positiven morphologischen Eigenschaften auch eine Reihe solcher physiologischer Art auslöst, sind zumindest als äußerst selten anzusehen. Nach den in diesem Fall gemachten Erfahrungen ist es nicht überflüssig, solche oder ähnliche, zuweilen als Farbspielereien bezeichnete Mutationen auf ihre sonstigen Eigenschaften hin genauestens zu prüfen. Dies dürfte nicht nur für Kornfarbmutanten, sondern auch für solche der Blüten- und Blattfarbe Gültigkeit haben.

Der Beweis für die pleiotrope Wirkung des Gens *niv* wird auch durch Kreuzungen zu erbringen sein, in denen es mit anderen Wertfaktoren, wie Weichschaligkeit und Platzfestigkeit, verbunden wurde. Die genaue Auswertung dieser Kreuzungen wird noch erfolgen.

Darüber hinaus ist die hier behandelte Mutation auch für die allgemeine Genetik und Mutationsforschung von Interesse. Es dürfte nur wenig Fälle geben, in denen ein einziges recessives Gen so verschiedene Eigenschaften morphologischer wie physiologischer Art kontrolliert wie das Gen *niveus* bei *Lupinus luteus*. Insofern können die mitgeteilten Ergebnisse einen Beitrag zur Theorie der Genwirkung überhaupt darstellen.

Zusammenfassung.

Im Jahr 1932 wurde von H. J. TROLL im Stamm 8 ein weißes Korn gefunden, dessen Ent-

stehung nur der Mutation eines Gens zugeschrieben werden kann, das die Bezeichnung *niveus* (*niv*) erhielt und dessen Vererbung untersucht wurde. Die Mutation von der gesprenkelten zur weißen Kornfarbe war mit einer Reihe weiterer Merkmalsänderungen gegenüber der Ausgangsform verbunden.

Die wichtigsten morphologischen Änderungen sind die hellgrünere Blatt- und Stengelfarbe, der fehlende Farbstoff in den Blütenhüll- und Deckblättern und die gelbe Schiffchenspitze sowie die ungefärbte Bauchnaht der Hülsen, ferner das geringere Tausendkorngewicht.

Deutliche physiologische Änderungen waren festzustellen in der geringeren Empfindlichkeit gegen den Kalkgehalt des Bodens, der größeren Empfindlichkeit gegen stauende Nässe, dem späteren Blühbeginn, der erhöhten Kornertragsfähigkeit und der besseren Verdaulichkeit der Nährstoffkomponenten.

Die Bedeutung der Mutante Weiko für die praktische Züchtung, das Anerkennungswesen und die allgemeine Genetik wurde besprochen.

Literatur.

1. HACKBARTH, J., u. R. V. SENGBUSCH: Die Vererbung der Alkaloidfreiheit bei *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*. Züchter 1934, 249 bis 255.
2. MANGOLD, E., u. A. COLUMBUS: Verdaulichkeit und biologische Eiweißwertigkeit der Samenkörner einer neuen gelben Süßlupine „Weiko“ beim Schwein. Landw. Versuchsstat. 129, 110 bis 123 (1938).
3. MANGOLD, E., u. W. LINTZEL: Die Verdaulichkeit der Nährstoffe im Süßlupinenschrot bei Schweinen. Tierernährung 7, 84 (1935).
4. SCHANDER, H.: Untersuchungen über die Abhängigkeit der Jugendchlorose von *Lupinus luteus* von Außenfaktoren während ausschließlicher Ernährung durch die Keimblätter in Wasserkultur. I. Die Wirkung einzelner Salze und der Reaktion. Bodenkunde u. Pflanzenernährg. 9, Im Druck. (1938).
5. Reichsnährstand. Bericht über die Ergebnisse der Stammesprüfungen mit Lupinen 1937 (unveröffentlicht).

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

Künstliche Selektionsmethoden zur Züchtung frostharter Kartoffeln.

Von G. Stelzner.

Die Vegetationslänge der Kartoffel ist in unserem Klima vorwiegend durch ihre Frostempfindlichkeit festgelegt. Im Frühjahr sinken die Temperaturen gelegentlich bis Mitte Mai unter den Nullpunkt, im Herbst ist Ende September mit Frühfrösten zu rechnen. In manchen Gebieten, vor allem auf Moorböden und in

Gebirgslagen, kann auch während der übrigen Sommermonate das Kraut der Kartoffeln erfrieren. Diese klimatischen Bedingungen haben zur Folge, daß es nicht möglich ist, deutsche Frühkartoffeln vor Mitte Juni auf den Markt zu bringen. Auf der anderen Seite kann bei Spätkartoffeln das Wachstum durch Frostschädi-

gung vorzeitig zum Stillstand gebracht werden. In Moorgegenden wird der Anbauwert der Kartoffel durch die ständige Frostgefahr fraglich, obgleich hier in anderer Hinsicht optimale Bedingungen vorliegen. Diese Nachteile würden hinfällig, wenn uns Sorten mit geringerer Frostempfindlichkeit zur Verfügung ständen. Die Verlängerung der Vegetationsperiode könnte außerdem nach Erfahrungen an anderen Kulturpflanzen eine Steigerung des Ertrages zur Folge haben (5). Gleichzeitig würde eine frostharte Sorte dem Kartoffelbau neue Gebiete erschließen, was für unsere Gebirgslagen wichtig ist.

Der Versuch, frostharte Kartoffelsorten zu züchten, wurde erstmalig Mitte des vorigen Jahrhunderts von KLOTZSCH unternommen (13, 14). Er beobachtete im Freiland die Frosthärte von *Sol. utile*, einer mexikanischen Wildkartoffel, der wahrscheinlich unser heutiges *Solanum demissum utile* entspricht. Sein Bastard zwischen dieser Wildform und damaligen Kulturkartoffeln wurde jahrzehntelang von der Samenhandlung Metz & Co., Berlin, geführt, ohne größere Bedeutung zu erlangen (19). Ob diese im Handel befindlichen Bastarde frosthart waren, ist nicht bekannt. Weitere Nachrichten über das Vorkommen frostharter Kartoffeln liegen in den Reiseberichten von Andenforschern vor. In neuer Zeit hat BAUR das Problem der Züchtung frostharter Kartoffeln mit Hilfe von Wildformen aufgeworfen (3). Seine planmäßige Bearbeitung erfolgte jedoch erst, nachdem russische, deutsche, amerikanische und schwedische Sammelexpeditionen ein umfangreiches Ausgangsmaterial für die Züchtung zusammengetragen hatten (5, 6, 23). Im Herbst 1930 und 1931 teilten russische Forscher nach dem Grad der Frostschädigung auf dem Felde die *Solanum*-Arten in Gruppen ein (15, 21). Als besonders widerstandsfähig hoben sich dabei folgende Wildarten heraus: *S. acaule*, einige Herkünfte von *Sol. demissum*, *Sol. Bukasovii*, unter den Kulturformen *S. Juzepczukii*, *S. ajanhuiri*, *S. curtilobum*. Für die Resistenzzüchtung kommt in erster Linie *S. acaule* in Frage, da es sich durch besonders große Frosthärte auszeichnet (2).

In Müncheberg gelang es erstmalig 1934, Bastarde zwischen *S. acaule* und *S. tuberosum* herzustellen (7). Da eine direkte Vereinigung dieser beiden Arten bis dahin nicht glückte, kreuzte SCHICK eine hochwüchsige mit einer niedrigen Rasse und bestäubte die Nachkommen mit Pollen von *S. tuberosum*. Dieser Tripelbastard wurde zur Leistungssteigerung mit Kul-

tursorten rückgekreuzt. Im folgenden Jahr gelang dem gleichen Forscher die Bastardierung dieser beiden Arten auf direktem Wege.

Außer den *acaule*-Kreuzungen wurden solche zwischen *S. curtilobum* und *S. tuberosum* hergestellt. *S. curtilobum* — auch „Luqui“ genannt — ist weniger frosthart, besitzt aber als Kulturkartoffel auch unter unseren Anbauverhältnissen relativ guten Knollenansatz, so daß verhältnismäßig schnell leistungsfähige Stämme erhalten werden. Beide Arten lassen sich leicht miteinander kreuzen.

Die Bastarde von *S. demissum* und *S. tuberosum*, die für die Phytophthora-Resistenzzüchtung hergestellt wurden, können ebenfalls auf Frosthärte ausgelesen werden (23).

Die Anzucht einer genügend großen Zahl von Bastarden und die Auslese leistungsfähiger Formen aus Kreuzungen der drei genannten Arten mit *S. tuberosum* läßt sich durch planmäßige Arbeit erzielen (5, 7). Außerdem ist es einwandfrei nachgewiesen, daß sich die Frostresistenz auf einen Teil dieser Bastarde vererbt (8). Die größte Schwierigkeit bereitet die Auslese auf Frosthärte. Das Nächstliegende ist eine Prüfung der Pflanzen im Freiland. Die Kartoffeln werden zu diesem Zweck zeitig im Frühjahr an einem Ort ausgepflanzt, an dem regelmäßig Spätfröste auftreten. „Frostlöcher“ an Seen oder Mooren sind hierfür besonders günstig. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Stecklinge der zu prüfenden Sämlinge im Herbst vor Kälte zu schützen und bei Gelegenheit einem mäßigen Nachtfrost auszusetzen. Beide Prüfungsmethoden haben den Vorteil, daß mit natürlichem Frost gearbeitet wird, der aber andererseits nicht regulierbar ist und zu stark oder zu schwach sein kann. Infolge der unterschiedlichen meteorologischen Verhältnisse lassen sich die Ergebnisse verschiedener Frostnächte nur in beschränktem Maße miteinander vergleichen, so daß sich die graduellen Unterschiede der einzelnen Sämlinge in der Frostresistenz kaum erfassen lassen. Außerdem ist seitens der Pflanze unter anderem das Alter, der Habitus und die davon abhängende Bodenbedeckung von Einfluß auf den Grad der Schädigung, der somit keinen eindeutigen Schluß auf die Frosthärte zuläßt. In Anbetracht dieser Mängel ist eine andere Selektionsmethode anzustreben mit regulierbaren physikalischen Bedingungen, die auch feinere Unterschiede in der Frostempfindlichkeit erkennen läßt (9).

Wie bei anderen Kulturpflanzen wurde bei der Kartoffel der Versuch unternommen, die Ursache der Frosthärte zu finden und diese mit

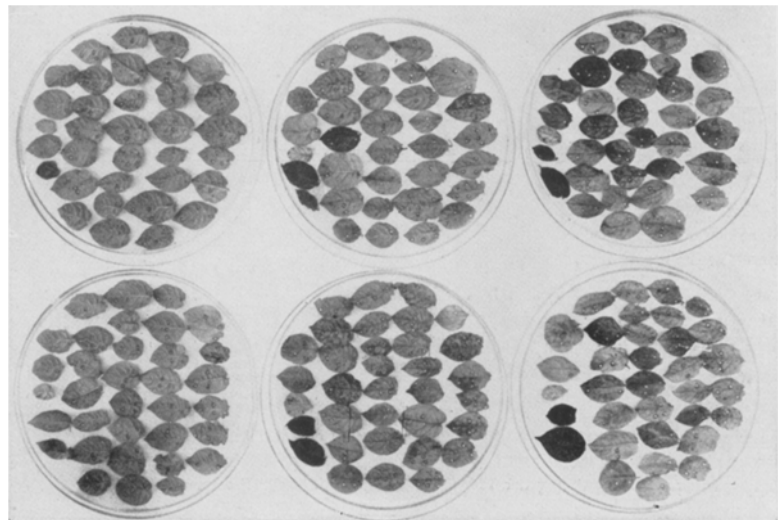
leicht meßbaren Zustandsgrößen des Gewebes in Beziehung zu setzen. So wurde eingehend der Refraktometerwert untersucht (21, 22). Nach russischen Angaben läßt sich vom Refraktometerwert auf den Resistenzgrad der Solanaceen schließen, ausgenommen bei *S. acaule*. Bei unserer Nachprüfung konnte dieser Zusammenhang nicht bestätigt werden, da die täglichen Schwankungen die Sortenunterschiede verwischen. Ebenso wenig brauchbar erwies sich der osmotische Wert, der Säuregrad und die Bestimmung des gebundenen Wassers; auch die Änderung der Leitfähigkeit des Gewebes durch das Erfrieren ist für eine Massenselektion ungeeignet (24).

Bei diesen Versuchen trat das Erfrieren des Gewebes zu sehr verschiedenen Zeiten ein, bisweilen erfolgte die Eisbildung bereits beim Erreichen der Temperatur von $-1,7^{\circ}\text{C}$, in anderen Fällen blieb das Gewebe stundenlang bei -4°C unterkühlt, bis plötzlich die Thermonadel einen Anstieg der Temperatur bis zu ungefähr $-1,5^{\circ}\text{C}$ anzeigte, womit die Eisbildung im Gewebe einsetzte. Wir haben bei Versuchen mit Stecklingen von *S. tuberosum* Unterkühlungen bis zu -8°C mehrere Stunden lang beobachtet, danach die Temperatur langsam ansteigen lassen. Wir konnten an diesen Stecklingen keine Schädigung wahrnehmen. In Erde gepflanzt wuchsen sie normal. Frostschäden traten nur im Gefolge von Eisbildung auf. Das *Sol. acaule* zeigte, auch wenn es hart gefroren war, nach dem Auftauen keine Schädigung, so daß wir bei unserer Arbeit die Unterkühlung im Freiland nicht zu berücksichtigen brauchen, vorausgesetzt, daß sie hier eine Rolle spielt. Aus diesen Beobachtungen erklärt sich das unterschiedliche Verhalten von Stecklingen der gleichen Sorte. Bei den weiteren Arbeiten bemühten wir uns, die Unterkühlung auszuschalten, eine Maßnahme, die zu einer Grundlage unserer Selektionsmethode wurde.

Im Sommer 1937 ließen wir Blätter gefrieren. Die Fiederblättchen wurden auf angefeuchtetes Filtrierpapier in großen Petrischalen ausgebreitet, nachdem sie zuvor durch Löcher mit ver-

schiedener Zahl und Lage gekennzeichnet waren. Die Blätter lassen Frostschäden gut erkennen und sind deshalb zur Bestimmung der Frosthärte besonders geeignet. Der Vergleich von abgetrennten Fiederblättchen mit solchen, die an der Pflanze gefroren waren, zeigte keine Unterschiede, so daß von den einzelnen Teilen auf das Verhalten der ganzen Pflanze geschlossen werden kann (Abb. 1).

Nach den Beobachtungen auf dem Felde wird der Schaden nicht allein durch die Tiefe der Temperatur, sondern auch durch die Dauer ihrer Einwirkung hervorgerufen. Mäßiger aber



4 Std.

7³/₄ Std.11³/₄ Std.

Abb. 1. Frostprüfung verschiedener Solanum-Arten an Fiederblättchen bei $-2,2^{\circ}\text{C}$ (die geschädigten Blättchen sind dunkel).

langanhaltender Frost kann sich viel stärker auswirken als ein kurzer aber tieferer Temperaturabfall. Für unsere Laboratoriumsarbeiten ergab sich daraus die Möglichkeit, einmal nur die Temperatur, das andere Mal nur die Einwirkungsdauer zu variieren und doch zum gleichen Ergebnis zu kommen. Diese Tatsache wurde zur zweiten Grundlage unserer Selektionsmethode.

Bei konstanter Temperatur von $-2,3^{\circ}\text{C}$ waren die Blätter von *S. tuberosum* nach 5 Stunden vollständig erfroren, die von *S. demissum utile* nach 8 Stunden, und die von *S. acaule* zeigten nach 16 Stunden nur geringe Schäden. Wurde bei konstanter Temperatur von $-3,8^{\circ}\text{C}$ gearbeitet, so lag der Totpunkt bei $1\frac{1}{2}$ und $3\frac{1}{2}$ Stunden, *S. acaule* blieb nach 8 Stunden noch lebensfähig. Für die Frostprüfung wurden drei Petrischalen vorbereitet. Zur Kontrolle lagen in jeder Schale

Blätter von *S. tuberosum*, *S. demissum utile* und *S. acaule*, deren Verhalten bekannt war. Bevor die Schalen in die Gefrierschränke gebracht wurden, kamen sie wenigstens 12 Stunden in einen Vorkühlraum von $+3^{\circ}\text{C}$. Alsdann nahmen wir die Deckel der Schalen ab, besprühten die Blätter mit Wasser und legten ein Stückchen Eis zur Verhinderung der Unterkühlung hinein. Die so vorbereiteten Blättchen kamen 4, $7\frac{1}{2}$ und $11\frac{3}{4}$ Stunden in den Gefrierschrank mit einer Temperatur von $-2,3^{\circ}\text{C}$ bis $-2,5^{\circ}\text{C}$. Danach wurden die Deckel aufgelegt und die Schalen zum langsamen Auftauen der Pflanzengewebe in den Vorkühlraum gestellt. Am folgenden Tage wurde die Schädigung in fünf Graden bonitiert, wobei mit 1 die unge-



Abb. 2. Anordnung der Kartoffel-Triebspitzen für die Frostprüfung.

schädigten, mit 5 die gänzlich erfrorenen Blätter bezeichnet wurden. Die durch die Lochung verletzte Stellen wurden dabei nicht berücksichtigt. Zum Schluß erfolgte ein Vergleich dieser Bonituren mit denen der drei Standards. Alle Formen mit gutem Verhalten, frosthärter als *S. demissum*, wurden ein zweites Mal bei tieferer Temperatur von $-3,5^{\circ}\text{C}$ geprüft.

Mit diesem Verfahren gelang es uns, im Sommer 1937 unser gesamtes Sortiment, unsere *Sol. acaule*- und *S. curtilobum*-Bastarde mehrfach durchzuprüfen.

Die Beurteilung der Frostresistenz auf Grund eines Fiederblattes befriedigt auf die Dauer nicht, da Zufälligkeiten eine zu große Rolle spielen. Aus diesem Grunde bemühten wir uns im folgenden Jahre, die Methode auf Triebspitzen umzustellen. Diese werden mit Anhängeschildchen, die sonst beim Kreuzen Verwendung finden, bezeichnet. Bei Klonen untersuchen wir bei jeder Prüfungszeit 3, bei Sämlingen von jeder Pflanze 2 Triebe. Gleichzeitig erfolgt die Eintragung der gekennzeichneten Stauden in eine Liste, die später durch die

Bonitur ergänzt wird. Die abgeschnittenen Stecklinge werden über Nacht in Wasser gestellt und bei $+7$ bis $+11^{\circ}\text{C}$ vorgekühlt. Am Morgen breiten wir sie auf einem mit doppelter Gaze bespannten Holzrahmen nebeneinander aus und feuchten sie von allen Seiten gut an. Gaze und Stecklinge müssen möglichst feucht sein, damit beim Gefrierbeginn in allen Stecklingen die Eisbildung gleichzeitig einsetzt (Abb. 2). Wie bei der Blattmethode werden auch hier zur Kontrolle Triebe von *S. tuberosum*, *S. demissum* und *S. acaule* geprüft. Die so vorbereiteten Stecklinge kommen in einen Gefrierkeller mit einer Temperatur um $-2,5^{\circ}\text{C}$. Damit die Kälte von allen Seiten herantreten kann, stellen wir die Rahmen in der Höhe von einem Meter auf. Nach ungefähr 15 Minuten tritt unter diesen Bedingungen die Eisbildung ein, und das Laub ist hart gefroren. Nach unseren Vorversuchen erfrieren bei dieser Temperatur die Triebe von *S. tuberosum* nach 3 Stunden, bei *S. demissum* Rio Frio beginnen die Schädigungen nach 5 Stunden, bei *S. acaule* bei 10—12 Stunden. Aus diesen Befunden wurden die Einwirkungszeiten für die Selektion frostharter Kartoffeln abgeleitet. Nach 5 oder 10 Stunden werden die Rahmen

mit den gefrorenen Trieben aus dem Kälteraum in den Vorkühler zum Auftauen gestellt. Am folgenden Morgen wird der Frostschaden bonitiert und die Einteilung in die beschriebenen 5 Gruppen vorgenommen. Alle Pflanzen werden zuerst bei 5 Stunden geprüft und nur diejenigen mit einer Kälte-dauer von 10 Stunden behandelt, die besser als 3 beurteilt waren.

Mit diesem Verfahren konnten wir in einer Serie 720 Stecklinge prüfen, die 240 Klonen oder 360 Sämlingen entsprechen. Bei mehrfacher Nachprüfung stimmen die Ergebnisse wesentlich besser überein als bei der Blattmethode. Mit Hilfe dieser Frosthärtebestimmungen vermögen wir endlich, mit einer planmäßigen Frostresistenzzüchtung zu beginnen. Vordem stand uns wohl eine große Zahl von Bastarden zur Verfügung, aber wir konnten ihre Kältewiderstandsfähigkeit nicht bestimmen. In Zukunft werden alle frostanfälligen *acaule*-Kreuzungen usw. spätestens nach dem ersten Nachbau ausgeschieden, wodurch die Züchtung wesentlich beschleunigt wird.

Bei dem aufgezeigten Prüfungsverfahren müs-

sen alle Sämlinge aufgezogen werden, ehe von ihnen Stecklinge geschnitten werden können. Da für unser Zuchtziel alle frostempfindlichen Sämlinge von vornherein wertlos sind, und die Zahl der widerstandsfähigen groß genug ist, besteht der Wunsch, nur letztere auf das Feld zu bringen. Unsere Untersuchungen an verschiedenen alten Sämlingen ergaben, daß die Artunterschiede in der Frostresistenz in allen Stadien vorhanden sind. Die Selektion kann danach bereits beim Keimling oder nach Ausbildung der ersten Blättchen einsetzen. Wir besitzen damit die Möglichkeit, eine Vorselektion zu treffen, so daß wir hoffen, in Zukunft ein größeres Pflanzenmaterial verarbeiten zu können als bisher.

Zusammenfassung.

Bei der Züchtung frostfester Kartoffeln ist eine gute Selektionsmethode Voraussetzung. Da die Freilandfröste in der Regel den Ansprüchen nicht genügen, wurden entsprechende Laboratoriumsmethoden ausgearbeitet. Die Verfahren beruhen auf der Feststellung, daß die Frostdauer und der Frostgrad sich zu einem Teil ersetzen können. Frostschäden treten nur im Gefolge von Eisbildung ein, weshalb bei allen Versuchen Unterkühlung vermieden werden muß. Es ist möglich, die Frosthärte von Kartoffeln an Blättern, Trieben und Keimpflanzen zu bestimmen, indem diese bei mäßigem Frost ($-2,5^{\circ}\text{C}$) zum Gefrieren gebracht werden. Die Frostschädigung läßt sich nach verschiedenen Einwirkungszeiten ermitteln und in Vergleich zu dem Verhalten von *S. tuberosum*, *S. demissum* und *S. acaule* setzen. Für die praktische Frostresistenzzüchtung hat sich bislang die Selektion nach der Frosthärte von frisch-geschnittenen Stecklingen brauchbar erwiesen. In Zukunft soll eine Vorselektion an Keimpflanzen durchgeführt werden.

Literatur.

1. Anonymus: The South American potatoes and their breeding value. I. A. B. Imperial Bureau of Plant Breedings and Genetics 6, 8—9 (1936).
2. Anonymus: Frost resisting South American potatoes. Science 85, Nr. 2196, 7 (1937).
3. BAUR, E.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Berlin 1924.
4. BENNET, I. P.: The effect of low temperature on the retention of solutes by potato tissues. Eleventh Meeting Am. Soc. Plant Physiol., Pittsb. 1934.
5. BUKASOV, S. M., u. H. V. RATHLEF: Die Frostempfindlichkeit der Kartoffel. Fortschr. Landw. 6, 643—644 (1931).
6. BUKASOV, S. M.: Frostresistance in the potato. Bull. appl. Bot. 2. Serie, Nr. 3, 287—297 (1932).
7. BUKASOV, S. M.: Principal achievements in potato breeding. Bull. appl. Bot. Ser. A (19), 83—85 (1936).
8. DREMLING, L. A.: A frost-resistant triple potato hybrid *Sol. acaule* × *Sol. tuberosum* (Fürstenskronen) × *Sol. tuberosum* (Centifolia). C. R. Acad. Sci. URSS. 16, 423—426 (1937).
9. FUCHS, W. H.: Die Bestimmung der physikalischen Resistenz. Forschungsdienst 2, 294—310 (1936).
10. GASSNER u. GOETZE: Zur Frage der Frosthärtebestimmung durch refraktometrische Untersuchungen von Pflanzenpreßsäften. Phytopathol. Z. 4, 387—413 (1932).
11. GESCHER, N. V.: Improvement of varieties of potatoes by means of indigenous South-American varieties. Internat. Rev. of Agric. 28, 117—121 (1937).
12. KESSLER, W.: Über die inneren Ursachen der Kälteresistenz der Pflanzen. Planta 24, 312 bis 352 (1935).
13. KLOTZSCH, I. F.: *Solanum utile* KLOTZSCH, eine neue, unserer Kartoffel ähnliche Art nebst ihren Verwandtschaften. Allg. Gartenztg 17, 313 bis 316 (1849).
14. KLOTZSCH, I. F.: Über *Solanum tuberoso-utile* KLOTZSCH (eine neue Bastardkartoffel). Ber. Königl. Preuß. Akad. Wiss. 1851, 674—676 (1852).
15. KOVALENKO, G. M.: Hardy frost-resistant potato varieties. Amer. Potato J. 9, 12 (1932) und Bull. appl. Bot. Ser. A 3, 127—131 (1932).
16. Krasnyi Pakhar, northern experimental base of the Institute of Plant Industry. Leningrad and Moscow 1935.
17. MAXIMOV, N. A.: Experimentelle und kritische Untersuchungen über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. Jb. Bot. 53, 325—418 (1914).
18. MAXIMOV, N. A.: L'état actuel de la question de la résistance des plantes au froid et les méthodes modernes de sa détermination. Bull. Assoc. Internat. Sélect. Plantes Grande Culture 1930, 95—106.
19. Berichte über neuere Nutzpflanzen um 1861. Berlin: Metz & Co.
20. NASANOV, V. A., u. H. H. JÄGER: Anatomische Eigentümlichkeiten von Stengel und Blättern der frostharten Kartoffeln. Bull. appl. Bot. Ser. A 7, 107—116 (1933).
21. PISSAREV, V.: Kartoffelselektion auf Kälteresistenz. Z. Pflanzenzüchtg 18, 582—594 (1933).
22. RAZUMOV, V.: Frost resistance of some potato species. Bull. appl. Bot. Serie 3, 153—161 (1935).
23. REDDICK, D.: Frost-tolerant and blight-resistant potatoes. Phytopathology 20, 987—992 (1930).
24. RZAVITUI, V. N.: Testing potatoes for frost resistance by laboratory methods. Bull. appl. Bot. Serie A (20), 107—114 (1936).
25. TUMANOV, H. I., u. J. N. BORODIN: Untersuchungen über die Kälteresistenz von Winterkulturen durch direktes Gefrieren und indirekte Methoden. Phytopath. Z. 1, 575—604 (1930).
26. WALTER, H.: Tabellen zur Berechnung des osmotischen Wertes von Pflanzenpreßsäften, Zuckertlösungen und einigen Salzlösungen. Ber. dtsh. bot. Ges. 54, 328—339 (1936).