

Zur Problematik der züchterischen Veränderung des Amylose: Amylopektin-Verhältnisses der Kartoffelstärke

D. ROTHACKER und B. EFFMERT

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

On the Problem of Change in the Proportions of Amylose/Amylopectin in Potato Starch Through Breeding

Summary. 85 wild and cultivated potato species of 6120 genotypes from 2818 different sources were investigated in order to find out whether breeding of potato varieties with changed proportions of amylose: amylopectin were possible. The main purpose was to raise the amylose portion of the starch.

While the best varieties have proportions of about 28% amylose to 72% amylopectin, clones with 30–33% amylose could be found among cultivated potatoes.

A positive correlation between amylose content of the parents and their progeny after selfing, crosses between sibs, and of the mentioned amylose-rich clones with 2 x or 4 x *S. tuberosum* could be ascertained.

A weak negative correlation between the amount of starch content and amylose content was found which, however, need not be a deterrent to successful breeding.

Preliminary results from hybrid progeny indicate the possibility of breeding varieties with increased amylose content. The necessary breeding steps are given.

Durch die in letzter Zeit eingeführte getrennte technische Erzeugung von Amylose resp. Amylopektin wird von der Stärkeindustrie die Forderung nach Kartoffelsorten mit extrem hohen Gehalten an jeweils einer der beiden Stärkekomponten erhoben.

Besonders das Amylose: Amylopektin-Verhältnis ist zu einem wesentlichen qualitätsbestimmenden Faktor geworden.

Über den Amylose-Amylopektingehalt von Kartoffelsorten sowie in Abhängigkeit von Standort und anderen Umweltverhältnissen berichten u. a. DE WILLIGEN und DE GROOT, 1947; DIEMAIR u. HUCK, 1962; GÖRLITZ u. WILBERG, 1961; GÖRLITZ, 1963; LUKOWNIKOWA u. SSAMORODOWA-BIANKI, 1962 u. 1964; EFFMERT u. VOGEL, 1965; SODMANENKO, 1966. Im allgemeinen weisen die Untersuchungen auf das Vorhandensein von genetischen Sortenunterschieden hin, die insgesamt jedoch gering sind und durch Umweltfaktoren in begrenztem Maße modifiziert werden können. Die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse hängt von der angewendeten Methodik und der als Bezugsgröße gewählten Eichkurve ab.

In unseren Untersuchungen wurde der Amylosegehalt nach der Blauwertmethode ermittelt in der Modifikation von EFFMERT (1967). Als Standardsorten waren Ora mit durchschnittlich 24% „mittel“ und Schwalbe mit 28% „hoch“ Amylose vertreten.

Über mittel- und südamerikanische Kartoffeln liegen bisher nur Untersuchungsergebnisse von LUKOWNIKOWA und SSAMORODOWA-BIANKI (1964) vor. Unter Berücksichtigung, daß in diesen Untersuchungen die Amylosewerte etwa um 2% niedriger liegen, sind die Relationen mit den in Groß-Lüsewitz gewonnenen Werten zu vereinbaren.

Umfang der untersuchten Arten und Herkünfte

Als Grundlage für diese Untersuchungen diente eine Auswahl von Knollenmustern des Sortimentes wilder und kultivierter Kartoffelspecies des Institutes

für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz (G-LKS). Einen Überblick über die untersuchten Arten und Herkünfte gibt Teil II (Untersuchungsergebnisse) des Kataloges über das G-LKS (ROTHACKER, 1968).

Dort wurden die Muster entsprechend den vorliegenden Untersuchungsergebnissen in die Bonitierungsklassen „hoch“ > 27,5%, „mittel bis niedrig“ 20,5–27,4% und „sehr niedrig“ < 20,4% eingruppiert.

Das untersuchte Material hatte zusammengefaßt folgenden Umfang:

Serien	Anzahl untersuchte		
	Species	Herkünfte	Genotypen
<i>Bulbocastana</i>	1	10	40
<i>Pinnatisecta</i>	9	44	179
<i>Commersoniana</i>	4	61	207
<i>Conicibaccata</i>	3	3	4
<i>Acaulia</i>	3	18	44
<i>Demissa</i>	4	48	100
<i>Longipedicellata</i>	6	81	217
<i>Polyadenia</i>	1	3	9
<i>Cuneolata</i>	1	1	3
<i>Megistacroloba</i>	4	9	23
<i>Tuberosa</i> — wild	21	70	280
<i>S. tuberosum</i> 2 x	11	270	724
ssp. <i>andigenum</i>	1	861	1648
<i>S. tuberosum</i> 4 x	1	102	104
Wildkartoffeln insgesamt	70	1581	3582
<i>Tuberosa</i> — kultiviert	15	1237	2538
Sämtliche Arten	85	2818	6120

1. Züchtungsziel: Hoher Amylose- bzw. geringer Amylopektingehalt

Die bisherigen Kenntnisse und die bestehende ökonomische Notwendigkeit lassen es sinnvoll erscheinen, die Möglichkeiten zur Züchtung von Kartoffelsorten mit hohen Amylose- bzw. Amylopektingehalten zu prüfen.

1.1. Für die Züchtung als geeignet befundenes Ausgangsmaterial

Bei einer systematischen Überprüfung eines repräsentativen Querschnittes des G-LKS konnte eine spezifische Gruppe von Arten und Herkünften gefunden werden, die für die Züchtung auf hohen Amylosegehalt geeignet erscheinen. Insbesondere kommen in dieser Hinsicht $2x = 2n$ 24chromosomige und $4x = 2n$ 48chromosomige kultivierte Kartoffeln vorwiegend aus dem peruanisch-bolivianischen Verbreitungsgebiet und $4x = 2n$ 48chromosomige ssp. *andigenum*-Muster insbesondere aus Argentinien als mögliches Ausgangsmaterial in Betracht. Während auch einige Genotypen bestimmter Wildkartoffelarten mit höherem Amylosegehalt (bis 29%) ermittelt werden konnten, waren in den höchsten Gehaltsklassen $> 30\%$ nur kultivierte Species vertreten (ROTHACKER, 1968).

Eine eigentliche Züchtung hat bisher nicht eingesetzt. Unsere Arbeiten befinden sich noch in einem Stadium der Auslese von Ausgangsmaterial und der Erarbeitung von Grundlagen über die wahrscheinliche Vererbungsweise sowie der Klärung der anzuwendenden Züchtungsmethodik.

1.2. Erste Erkenntnisse über die erbliche Veranlagung

Selbstungen und Geschwisterkreuzungen bei $2x = 2n$ 24chromosomigen kultivierten Species (7 Herkünfte) und $4x = 2n$ 48chromosomigen andinen Kulturkartoffeln haben ergeben, daß eine Be-

genetischen Heterogenität unter den knollentragenden Solanaceen ausgewählt. Es ist nämlich anzunehmen, daß die hier ermittelten Beziehungen für die Gesamtheit der Kartoffelarten einschließlich der europäischen Kulturkartoffeln zutreffen und maßgebend sind.

In den verschiedenen taxonomischen wie auch das gesamte Material zusammenfassenden Gruppierungen deutet sich durchweg eine schwach negative Korrelation zwischen Stärke- und Amylosegehalt an (Tab. 1).

Der errechnete Bestimmtheitswert von 14,4% für die zusammengefaßten Werte wilder und kultivierter Species gibt an, daß im Zuge der züchterischen Bemühungen die Schaffung von gleichzeitig stärke- und amyloserreichen Klonen vom Ausgangsmaterial her durchaus im Rahmen des Möglichen zu liegen scheint.

1.4. Untersuchungen an Kreuzungsnachkommenschaften

Nur in geringem Umfang war es in einigen Testversuchen bisher möglich, F_2 -Kreuzungsnachkommenschaften auf ihren Amylosegehalt hin zu untersuchen. Sowohl auf diploider als auch auf tetraploider Stufe deuten die Ergebnisse darauf hin, daß der Amylosegehalt auch auf einen Teil der Nachkommenschaften vererbt wird. Nachfolgend sind die Ergebnisse der Korrelationsrechnungen zwischen dem Amylosegehalt des Wild- bzw. Primitivkartoffel- elters und dem Mittelwert des Amylosegehaltes der Kreuzungsnachkommenschaft aufgeführt:

Valenzstufe	Kombination	n^1	r^2	B^3
(1) $2x$	dihaploid S. tbr. — Ha 60.2871 (Apta) × versch. Wildspecies	14	0,108	1,44
(2) $2x$	dihaploid S. tbr. — Ha 60.2871 (Apta) × $2x$ S. <i>tuberosum</i> (Indianerkartoffel)	6	0,705	49,70
(3) $4x$	S. <i>tuberosum</i> $4x$ — Schwalbe u. Lüs. 58.480/9 × ssp. <i>andigenum</i>	7	0,440	19,36

¹ Anzahl geprüfte Kombinationen

² Korrelationen nicht signifikant

³ Bestimmtheitswert in Prozent

ziehung zwischen dem Amylosegehalt der Eltern und dem Mittelwert der Nachkommen besteht (Abb. 1). Sowohl die geprüften diploiden als auch die tetraploiden Ausgangsformen sind heterozygot veranlagt. Es hat den Anschein, daß mehrere Faktoren den Amylosegehalt bestimmen.

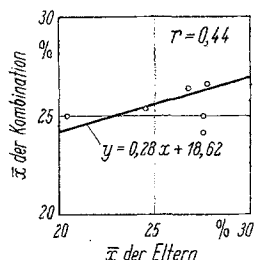


Abb. 1. Regression des Amylosegehaltes zwischen verschiedenen ssp. *andigenum*-Formen und den Mittelwerten ihrer Selektionsnachkommen

1.3. Beziehungen zwischen der Höhe des Stärkegehaltes und der Höhe des Amylosegehaltes

Für diese Ermittlungen wurden die bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse wilder und kultivierter Species des G-LKS herangezogen. Bewußt wurde dabei ein Material mit einer größtmöglichen

Die Kreuzungskombinationen mit verschiedenen Wildkartoffelspecies (1) lassen im Gegensatz zu den Kreuzungen mit kultivierten Formen keine Andeutungen eines korrelativen Zusammenhanges zwischen dem Amylosegehalt eines Elters und dem der Nachkommen erkennen. Eine absolut stichhaltige Erklärung läßt sich dafür nicht finden. Es ist jedoch zu bedenken, daß die Stärkegewinnung einem relativ hohen Fehler unterlag, weil teilweise, insbesondere bei den reinen Arten oder auch bei den Bastarden, für die Stärkeisolierung nur sehr geringe Knollenmassen zur Verfügung standen. Auch die späte Reifezeit und dadurch bedingte Ernte der meisten Genotypen im unreifen Stadium wirken sich möglicherweise negativ auf die Untersuchungsergebnisse aus. Außerdem können die genomatischen Unterschiede zwischen wilden und kultivierten Species zu cytogenetischen Unregelmäßigkeiten und damit zu unkontrollierbaren Vererbungsverhältnissen führen.

Die Regressionsgeraden (Abb. 2 und 3) für die Kombinationen auf diploider wie auch auf tetraploider Stufe verlaufen zwar auf einem unterschiedlichen Niveau, jedoch sonst etwa gleichmäßig und

Tabelle 1. Korrelationsberechnungen verschiedener Gruppierungen wilder und kultivierter Kartoffeln zwischen Amylose- und Stärkegehalt

Gruppierungen	Anzahl Herkünfte (n)	Korrelations- koeffizient (r)	Bestimmtheit (%)
Series			
Σ <i>Pinnatisecta</i> , <i>Commersoniana</i> , <i>Demissa</i> , <i>Longipedicellata</i> , <i>Tuberosa</i> -Wild	41	-0,237°	7,45
Σ kultivierter Species	266	-0,290***	8,41
ssp. <i>andigenum</i>	163	-0,079°	0,62
<i>S. tuberosum</i> 4 x	17	-0,403°	16,24
<i>S. tuberosum</i> 2 x	62	-0,070°	0,49
Σ wilder und kultivierter Species	307	-0,380***	14,44

Anmerkung: ° statistisch nicht gesicherter Zusammenhang

*** statistisch gesicherter Zusammenhang mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1%

deuten auf einen Zusammenhang zwischen dem Amylosegehalt der Eltern und dem der Nachkommen hin.

In diesem Zusammenhang sei noch bemerkt, daß die Genotypenanzahl je Kombination (10—30) einen repräsentativen Durchschnitt der jeweiligen Kreuzungen, von dem zu fordern ist, daß er der gesamten möglichen Vielfalt des Materials entspricht, nicht darstellen kann.

Dennoch scheinen diese Ergebnisse geeignet zu sein, als positiver Hinweis für die Möglichkeit der Erhöhung des Amylosegehaltes durch gezielte Züchtung gewertet zu werden.

Es bedarf aber noch eingehender weiterer Untersuchungen, um die Richtigkeit der sich andeutenden Tendenzen zu bestätigen.

1.5. Erreichbarer Amylosegehalt durch Züchtung

Es ist verständlich, daß die mittels Züchtung erreichbare Höhe des Amylosegehaltes nur dem entsprechen kann, was an Erbanlagen im Gen-Pool vorhanden ist.

Unabhängig von anderen für Stärkekartoffelsorten geforderten Eigenschaften ist in dem Ausgangsmaterial einiger Klone kultivierter diploider wie auch tetraploider Kartoffelarten die Potenz zur Erzielung von 32—33% Amylose in der Stärke vorhanden. Durch geeignete Kombination der Erbanlagen müßte es aller Voraussicht nach möglich sein, dieses Ziel zu erreichen. Wie weit darüber hinaus durch die Ausnutzung von Transgressionen und Heterosiswirkungen noch eine weitere Steigerungsmöglichkeit im Amylosegehalt besteht, bleibt abzuwarten.

1.6. Erforderliche Maßnahmen mit dem Ziel der Züchtung von Kartoffelsorten mit hohem Amylosegehalt

Es ist anzunehmen, daß mit den durchgeführten Untersuchungen des G-LKS etwa die gesamte mögliche Formenmannigfaltigkeit im Hinblick auf veränderte Verhältnisse im Amylose-Amylopektinegehalt erfaßt worden ist (ROTHACKER, 1968).

Auf der Basis der bisher ausgelesenen Muster mit hohem Amylosegehalt soll versucht werden, die Züchtung amylosereicher Kartoffelsorten in Angriff zu nehmen.

Nach den bisherigen Kenntnissen und Vorstellungen ergeben sich u. a. folgende aufeinander abgestimmte Maßnahmen:

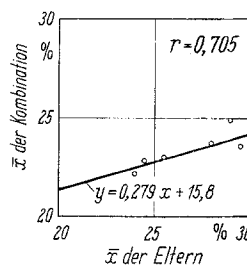


Abb. 2

Abb. 2. Regression des Amylosegehaltes zwischen verschiedenen ssp. *andigenum*-Eltern und den Mittelwerten der Kreuzungspopulationen mit *S. tuberosum* (4 x) — Schwalbe und Lüs. 58.480/9

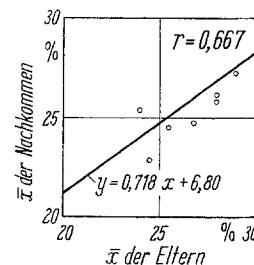


Abb. 3

Abb. 3. Regression des Amylosegehaltes zwischen verschiedenen 2 x *tuberosum*-Eltern (Primitivkartoffeln) und den Mittelwerten der Kreuzungspopulationen mit dihaploiden *S. tuberosum* — Ha. 60.2871 (Apta)

1. Erzielung einer weitgehenden Homozygotie in den 2 x- und 4 x-Ausgangsklonen durch Selbstung bzw. Geschwisterkreuzung.

2. Analyse des Erbganges über das Verhältnis Amylose: Amylopektin an Selbstungen und Kreuzungen.

3. Auslese von Klonen mit rel. hohem Amylosegehalt unter *S. tuberosum*-Sorten und -Stämmen, die als eventuelle Kreuzungspartner mit hohem Stärkegehalt und sonstigen züchterisch wertvollen Merkmalen in Frage kommen.

4. Auslese von Klonen mit rel. hohem Amylosegehalt unter den bisher hergestellten dihaploiden Klonen. Schaffung neuer dihaploider Klone aus den unter 3. analysierten Klonen, die sich hinsichtlich des Amylosegehaltes und anderer Eigenschaften besonders positiv auszeichnen.

5. Herstellung von F_1 -Bastarden zwischen den ausgelesenen G-LKS-Klonen und *S. tuberosum*-Sorten:

5.1. Im weiteren Züchtungsgang beim Vorliegen eines weitgehend dominanten, durch ein oder nur wenige Gene gesteuerten Erbganges nach der Selektion auf amylosereiche Typen erfolgen weitere *S. tuberosum*-Rückkreuzungen.

5.2. Beim Vorherrschen von polygenen und intermediären Erbgängen, Rückkreuzung unter Einschaltung von Geschwisterkreuzungen bzw. Selbstung bei ständiger Selektion in jeder Generation.

5.3. Bei komplizierten Erbgängen grundsätzlich in den ersten Generationen Züchtung auf dihaploider Basis.

5.4. Diploides Ausgangsmaterial wird mit dihaploiden *S. tuberosum*-Klonen, die auf einen rel. hohen Amylosegehalt hin ausgelesen wurden, gekreuzt. Je nach dem vorherrschenden Erbgang erfolgen ausschließlich 2–3malige Rückkreuzungen, oder es werden Geschwisterkreuzungen bzw. Selbstungen dazwischengeschaltet. Sobald auf der tetraploiden Stufe Bastarde mit Sortenwert erwartet werden können, erfolgt Resynthese zur $4x = 2n$ 48chromosomigen Valenzstufe.

5.5. Durch Testkreuzungen Prüfung von Klonen auf ihre Eignung, Heterosiseffekte zu bewirken.

1.7. Abschätzung des erreichbaren Ziels

Diese und weitere hier nicht angeführte eigene Untersuchungen lassen den Schluß zu, daß im Ausgangsmaterial wilder und kultivierter Kartoffeln nur Genotypen mit höchstens 4–5% höherem Amylosegehalt in der Stärke im Vergleich zu den besten *S. tuberosum*-Sorten (Schwalbe u. a.) vorhanden bzw. zu erwarten sind. Es müßte deshalb züchterisch möglich sein, in Zukunft Sorten mit ca. 30–32% Amyloseanteil zu züchten.

Die Forderung von BEKASIAK (1966) jedoch, den bisherigen Anteil beider Stärke-Komponenten umzukehren, ist auf Grund unserer Untersuchungen nicht zu realisieren.

2. Züchtungsziel:

Hoher Amylopektin- bzw. geringer Amylosegehalt

2.1. Ausgangsmaterial

In unseren Untersuchungen haben die Wildkartoffeln im Mittel signifikant geringere Amylosegehalte als die kultivierten Kartoffeln aufzuweisen. Auch die Häufigkeit des Auftretens der Bonitierungsklasse für geringen Amylosegehalt war bei den Wildkartoffeln deutlich größer. Mit besonders niedrigem Amylosegehalt wurden einzelne Genotypen bei folgenden Arten ermittelt:

<i>S. tarijense</i>	<i>S. stoloniferum</i>
<i>S. agrimonifolium</i>	<i>S. sanctae-rosae</i>
<i>S. iopetalum</i>	<i>S. sucrense</i>
<i>S. hjertingii</i>	ssp. <i>andigenum</i> .

Eine taxonomische Lokalisierung ist aus den Untersuchungsergebnissen nur soweit abzuleiten, als unter den Wildkartoffeln der Series *Longipedicellata* eine relativ große Anzahl Klone mit geringem Amylosegehalt ermittelt wurden, die in ihrer Häufigkeit sich signifikant von den anderen Wildkartoffel-Series unterscheiden.

Trotz einer allgemein geringeren Häufigkeit im Auftreten von Genotypen mit niedrigem Amylosegehalt unter den kultivierten Kartoffeln im Vergleich zu den Wildkartoffeln wurden in ssp. *andigenum*-Herkünften aus Ecuador, Peru und Argentinien einige Klone mit extrem niedrigem Amylosegehalt von 18–15%, ähnlich wie bei den Wildkartoffeln, ausgelesen.

Mit züchterischen Arbeiten ist noch nicht begonnen worden.

2.2. Schlußfolgerungen aus den bisherigen Arbeiten und erforderliche Maßnahmen

Die unter dem Aspekt der Züchtung auf hohen Amylosegehalt dargelegten Untersuchungsergebnisse sprechen durchaus auch für die Möglichkeit, auf geringeren Amylosegehalt zu züchten. Besonders die schwach negative Korrelation zwischen Stärke- und Amylosegehalt (Abb. 1) unterstreicht die Möglichkeit der Kombination von hohem Stärke- mit rel. hohem Amylopektinanteil.

Vor der Inangriffnahme von züchterischen Arbeiten auf der Basis wilder und primitiver Kartoffeln ist ernsthaft zu überprüfen, ob dieses Züchtungsziel einfacher auf der Grundlage des europäisch-nordamerikanischen Kulturkartoffelgenoms zu erreichen ist.

2.3. Abschätzung des erreichbaren Zieles

Durch die Tatsache bedingt, daß im *S. tuberosum*-Sortiment rel. niedrige Amylosegehalte bzw. rel. hohe Amylopektinanteile vorkommen, ist es wahrscheinlich durchaus möglich, durch eine bewußte Züchtung das Verhältnis dieser beiden Komponenten in der Stärke weiter zugunsten des Amylopektins zu verschieben.

Als höchste Gehalte wurden 83–85% Amylopektinanteil gefunden. Es müßte möglich sein, diesen eventuell auch auf der Basis des *S. tuberosum*-Sortimentes ohne Kreuzung mit Wildkartoffelarten zu erreichen. Vielleicht können hierbei auch Bastardierungen mit ssp. *andigenum* nützlich sein.

Zusammenfassung

Auf der Grundlage von Untersuchungen an 85 Species wilder und kultivierter Kartoffeln mit 2818 Herkünften und 6120 Genotypen wurde geprüft, ob eine Züchtung von Kartoffelsorten mit einem veränderten Verhältnis Amylose:Amylopektin möglich ist.

In erster Linie interessiert es, den Amyloseanteil in der Stärke zu erhöhen.

Während die besten Sorten etwa ein Verhältnis von 28% Amylose zu 72% Amylopektin besitzen, konnten Kartoffelklone kultivierter Kartoffeln mit 30–33% Amylose gefunden werden.

Es konnte ein korrelativer Zusammenhang zwischen dem Amylosegehalt der Eltern und dem der Nachkommen bei Selbstungen, Geschwisterkreuzungen und Kreuzungen zwischen den angegebenen amylosereichen Klonen und $2x$ oder $4x$ *S. tuberosum*-Partnern festgestellt werden.

Zwischen der Höhe des Stärkegehaltes und der Höhe des Amylosegehaltes besteht eine schwach negative Korrelation, die jedoch kein Hinderungsgrund für eine erfolgreiche Züchtung zu sein braucht.

Erste Angaben über Kreuzungsnachkommenschaften deuten auf die Möglichkeit einer Züchtung auf höheren Amylosegehalt hin. Es werden Angaben über die notwendigen züchterischen Maßnahmen gemacht.

Wir danken Frau L. GERATH und Frau W. HENNIGER für die gewissenhafte technische Durchführung der Untersuchungen.

Literatur

1. BEKASIAK, J.: Die Forderungen der Kartoffelindustrie bei der Züchtung neuer Kartoffelsorten. Vortrag anläßlich des 15. Jahrestages des IHAR in Radzikow am

13. 7. 1966. — 2. DIEMAIR, W., und H. HUCK: Das Verhalten der Stärke und Chlorogensäure bei der technologischen Bearbeitung und Lagerung von Kartoffeln. *Nahrung* 6, 675—687 (1962). — 3. EFFMERT, B.: Über den Einfluß der Düngung auf das Amylose:Amylopektin-Verhältnis der Kartoffelstärke. *Thaer-Archiv* 11, 755 bis 759 (1967). — 4. EFFMERT, B., und J. VOGEL: Über den Einfluß von Erbgut und Umwelt auf das Verhältnis von Amylose zu Amylopektin und den Phosphorsäuregehalt verschiedener Kartoffelstärken. *Der Züchter* 35, 123 bis 128 (1965). — 5. GÖRLITZ, H.: Über die Variabilität einiger Eigenschaften der Kartoffelstärke in Abhängigkeit von Witterung, Standort und Sorte. *Nahrung* 7, 453—462 (1963). — 6. GÖRLITZ, H., und E. WILBERG: Untersuchungen über den Amylosegehalt in der Stärke verschiedener Kartoffelsorten. *Z. Landw. Versuchs- und Untersuchungswesen* 7, 392—398 (1961). — 7. LUKOWNIKOWA, G., und G. B. SSAMORODOWA-BIANKI: Zur Untersuchung der Stärke von Kartoffelsorten und -arten an einigen Anbausorten der UdSSR. *Kohlenhydrate und Kohlenhydratstoffwechsel, Materialien d. II. Allunionskonferenz über das Problem „Chemie und Stoffwechsel der Kohlenhydrate“* 24.—27. 1. 1961 (russ.). Verl. Akad. Wiss. UdSSR, Moskau, 225—229 (1962). — 8. LUKOWNIKOWA, G. A., und G. B. SSAMORODOWA-BIANKI: Qualitative Zusammensetzung der Stärke von Wild- und Kulturkartoffeln (russ.). *Westnik Sselskoshosjaisstwennoi Nauki*. (Nachr. Landwirtsch. Wiss.) 9, Nr. 3, 40—44 (1964). — 9. ROTHACKER, D.: Sortiment wilder und kultivierter Kartoffelspecies des Institutes für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz — Teil II: Untersuchungsergebnisse. Herausg. DAL Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz 1968. — 10. SODMANENKO, G.: Einige die Qualität der Kartoffelstärke bestimmenden Werteigenschaften (russ.). *Schriften des Leningrader Landwirtschaftsinstitutes* Band 106. „Gemüse- und Kartoffelbau“, 54—58 (1966). — 11. DE WILLIGEN und P. W. DE GROOT: Das Verhältnis zwischen Amylose und Amylopektin in der Kartoffelstärke als Eigenart der Kartoffelsorte. *Ber. Proefstat. Aardappelverwerk*. Nr. 7, 1947.
-