

im April gefunden werden. Es scheint Verff. aussichtsreich zu sein, durch Kreuzung dieser Formen mit *S. tuberosum* den AS-Gehalt in künftigen Speisekartoffelsorten zu erhöhen.

Die Auswertung der günstigen AS-Gehalte in der Series *Longipedicellata* durch die Züchtung ist bereits von sowjetischen Forschern in Angriff genommen worden. In einigen, jedoch seltenen Fällen konnte auch in *S. tuberosum* × *S. stoloniferum* (*S. antipoviczii*)-Hybriden ein erhöhter Vitamin-C-Gehalt nachgewiesen werden (PROKOSEV und KAMERAZ 1940).

### Zusammenfassung

In vorstehenden Untersuchungen sollte geprüft werden, ob unter den Species des Sortiments wilder und kultivierter Kartoffeln des Instituts für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz geeignetes Ausgangsmaterial für eine Züchtung von Kartoffelsorten mit einem hohen Ascorbinsäure-Gehalt vorhanden ist.

Es wurden insgesamt von den wilden Species 102 und von den kultivierten Species 325 verschiedene Arten und Herkünfte auf ihren AS-Gehalt untersucht. Die chemische Analyse umfaßte eine Herbst/Winteruntersuchung (Untersuchung I) für das gesamte Material und eine Frühjahrsuntersuchung (Untersuchung II) als Wiederholung nach einer längeren Lagerungsperiode für einen Teil der Muster. Für einerichtige Bewertung der Analysenwerte wurden die Ergebnisse in Ascorbinsäuregehalt in der Frischsubstanz umgerechnet auf 23% Trockensubstanz relativ mit Kulturkartoffelsorten (rel. 100) verglichen.

Die Variationsbreite der analysierten Muster lag zwischen relativ 18 und 160. Bei den ssp. *andigenum-tuberosum*-Formen haben 7% und bei den 2n = 24-chromosomigen kultivierten Arten 11% der untersuchten Muster (Untersuchung I) einen mehr als 10% höheren AS-Gehalt als der Standard.

Sämtliche in der April-Untersuchung (Untersuchung II) über rel. 110 zum Standard liegenden Muster hatten bei den 48-chromosomigen kultivierten Formen im Mittel rel. 122 (max. 150) und bei den 2n = 24-chromosomigen kultivierten Arten im Mittel rel. 134 (max. 180) des AS-Gehaltes des Standards bei 23% Tr.S. Verff. glauben, in diesen Formen ein geeignetes Ausgangsmaterial für die Züchtung auf hohen AS-Gehalt gefunden zu haben.

### Literatur

1. BUKASOV, S. M., und A. J. KAMERAZ: (Grundlagen der Kartoffelzüchtung). Gosudarstvennoe izdatel'stvo sel' skochozjajstvennoj Literatury Moskva/Leningrad (russisch). 528 S. (1959). — 2. DOVE, W. P., E. F. MURPHY and R. V. AKELEY: Varietal differences and inheritance of vitamins C and A in potatoes. *Genetics* **28**, 72—73 (1943). — 3. EICHHOLTZ, F.: Lehrbuch der Pharmakologie im Rahmen einer allgemeinen Krankheitslehre. Springer-Verlag Berlin (1957). — 4. FRANKE, W.: Ascorbinsäure. — In PAECH-TRACEY: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse Bd. II, Seite 95 (1955). — 5. FRANKE, W.: Der Vitamin-C-Gehalt von Pflanzen in Abhängigkeit von der Temperatur und das Verhältnis Ascorbinsäure zu Dehydroascorbinsäure unter besonderer Berücksichtigung gelagerter Kartoffeln. *Planta* **49**, 345—388 (1957). 6. GRONAU, H.: Zur Vitamin C-Bestimmung in der Praxis. *Z. ärztliche Fortbildung* **53**, 702—703 (1959). — 7. HOGEN ESCH, J. A., en H. ZINGSTRA: Geniteurslijst voor aardappelrassen. 128 S. Wageningen (1954). — 8. KARRIKA, K. G., L. T. DUDGEON and H. M. HATCK: Influence of variety, location, fertilizer and storage on the ascorbic acid content of potatoes grown in New York State. *J. Agric. Res.* **68**, 49—63 (1944). — 9. KELLY, W. C., and G. F. SOMMERS: The effect of time of harvest, variety and storage on the ascorbic acid content of potato tubers. *Amer. Pot. J.* **26**, 47—53 (1949). — 10. KELLY, W. C.: Ascorbic acid content of potatoes. *The Nat. Pot. Breed. Progr.* 130—134 (1954). — 11. KRÖNER, W., und W. VÖLKSEN: Die Kartoffel. Leipzig (1950). — 12. LEICHSENRING, J. M.: Factors influencing the nutritive value of potatoes. *Univ. of Minnesota, Agric. Exp. Stat. Techn. Bull.* **196**, S. 96 (1951). — 13. MURPHY, E. F., W. F. DOVE and R. V. AKELEY: Observations on genetic, physiological and environmental factors affecting the vitamin C-content of maine-grown potatoes. *Amer. Pot. J.* **22**, 62—63 (1945). — 14. PROKOSEV, S. M. und A. J. KAMERAZ: (Die Vererbung der chemischen Zusammensetzung von Knollen in unterspezifischen Kartoffelkreuzungen). *Vestnik socialisticeskogo rastenie vodstva (Soviet Plant Industry Record) No 4*, 51—60 (russisch) (1940). — 15. PROKOSEV, S. M., und V. L. MATTISON: Biochemische Eigenschaften neuer Kartoffelspecies. *Soviet Plant Industry Record No. 4*, 61—74 (1940). — 16. PROKOSEV, S. M.: (Die Biochemie der Kartoffel). *Akademija Nauk SSSR (Akad. Wiss. UdSSR)*. 224 S. Moskau (russisch) (1947). — 17. SCHEUNERT, C. A.: Die Bedeutung der Qualität für die Ernährung von Mensch und Tier. *Berichte und Vorträge der DAL zu Berlin II/1955*, Berlin (1955). — 18. SCHREIBER, K.: Chemie und Biochemie (unter besonderer Berücksichtigung qualitätsbestimmender Faktoren). in: *Die Kartoffel — ein Handbuch*, herausg. von R. SCHICK und M. KLINKOWSKI, Berlin, Bauernverlag (1961, im Druck). — 19. STROHECKER, R., und F. MATT: Über die Oxydation der Ascorbinsäure. *Z. analyt. Chemie* **133**, 342—346 (1951).

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

## Über die Beziehungen von Volumen und Oberfläche bei Kartoffelknollen

Von G. MEINL unter Mitwirkung von H. GÖSSLER

Mit 1 Abbildung

In der Kartoffelzüchtung spielen u. a. die Knollenform und -größe aus vielerlei Gründen eine wichtige Rolle. Einer dieser Gründe, und dies ist sicher nicht der wichtigste, ist das unterschiedliche Atmungsverhalten kleiner und großer Knollen. Wie wir bereits zeigten (MEINL 1960), kann der Atmungsverlauf während der Winterlagerung zur Beurteilung der Lagerqualität herangezogen werden. Sorten, die im Winter wenig atmen, jedoch zum Zeitpunkt des Pflanzens durch Atmungsstimulation eine er-

höhte Keimbereitschaft anzeigen, wie etwa die Sorte Mira, sind wünschenswert. Nun liegen jedoch kleine Knollen wesentlich über, große unter dem Atmungswert „durchschnittlicher“ 85 g schwerer Knollen.

In einer Reihe von Untersuchungen über die Atmung von Kartoffelknollen ist daher die Frage aufgeworfen worden, wodurch der Unterschied in der Atmungsintensität kleiner und großer Knollen bedingt sein kann. Einige Autoren, u. a. HOFFMANN (1916), versuchen, die unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Abgabe

durch das veränderte Verhältnis von Oberfläche zu Volumen zu erklären.

Wir hatten uns die Aufgabe gestellt, die Richtigkeit dieser Vermutung experimentell nachzuprüfen, stießen jedoch anfangs auf die Schwierigkeit, ohne größeren Zeitaufwand die Oberfläche umfangreicher Knollenpartien festzustellen. Auf dem im folgenden geschilderten rechnerischen Wege versuchten wir, dieser Schwierigkeit auszuweichen.

Als Grundlage der Berechnungen sei unterstellt, daß die Oberfläche einer Knolle auf Grund der nach Elimination der Achsen erhaltenen Funktion des Volumens einer Kugel angenähert sei:

$$O \approx \sqrt[3]{36 \pi V^2} \quad (1)$$

Die Bestimmung des Volumens kann einmal über die Verrechnung der durch Messungen erhaltenen Achsenlängen, zum anderen durch Verrechnung des Gewichtes erfolgen. Vergleichende Messungen haben ergeben, daß die Fehlerfortpflanzung der Achsenlängenungenauigkeit (Oberflächendeformation) größer ist als die Fehlerfortpflanzung spezifischer Gewichtsunterschiede (Stärkeprozentenschwankungen).

Für die erste Möglichkeit ergab sich im Mittel die Abweichung der Knollenoberflächen von der Oberfläche einer Rotationsellipsoidnäherung nach unseren Messungen:

$$\Delta O\% = 100 \cdot 2/3 \frac{\Delta(a b c)}{\sqrt[3]{a b c}} \approx + 25\% \quad (2)$$

Auch nach Reduktion der vorgetäuschten größeren Oberfläche durch Einführen eines Proportionalitätsfaktors  $[K \cdot 4 \pi (a b c)^{2/3}]$  verbleiben als Fehler immerhin noch

$$\Delta O\% \approx \pm 8\% .$$

Für die zweite Möglichkeit, die Verrechnung des Gewichtes, ergibt sich die Fehlerfortpflanzung der Gewichtsungenauigkeit durch Stärkeprozentenschwankungen der Knollen:

$$\Delta O\% = 100 \cdot 2/3 \frac{\Delta \gamma}{\bar{\gamma}} \approx \pm 1,5\% \quad (3)$$

wobei  $\bar{\gamma} = 1,086 = 15\%$  Stärke  
 $\Delta \gamma = 0,025 = \pm 5\%$  Stärkeschwankung betragen.

Wir setzen daher in Formel 1 anstelle von  $V$  die Beziehung

$$\frac{G}{\bar{\gamma}} = \frac{\text{Gewicht}}{\text{durchschnittl. spezifisches Gewicht}}$$

ein.

$$O \approx \sqrt[3]{36 \pi \left(\frac{G}{\bar{\gamma}}\right)^2} \quad (4)$$

Im Verlauf der bisherigen Betrachtungen haben wir die spezifische Knollenform (lang, flach, rund) nicht mit einbezogen. Es war daher notwendig zu prüfen, wie groß die spezifische Unrichtigkeit der Näherung für unterschiedliche Knollenformen ist.

Dazu bestimmten wir die Oberfläche von 100 typischen Knollen der 3 Kategorien rund, lang, flach wie folgt.

Die einzelnen gewogenen Knollen wurden in Richtung der Längsachse halbiert und die Hälften bis auf die Schale ausgehöhlt. Dann versahen wir die Schalenpartie mit 4—6 Einschnitten, so daß sie flach auf Millimeterpapier aufgelegt und abgezeichnet werden konnte. Durch Auszählen der Kästchen ließ sich nun die Oberfläche leicht bestimmen. So er-

hielten wir einmal über das Gewicht mittels der Formel (4) und zum zweiten durch die oben beschriebene Bestimmung 2 Oberflächenwerte, deren Korrelation in Abb. 1 wiedergegeben ist.

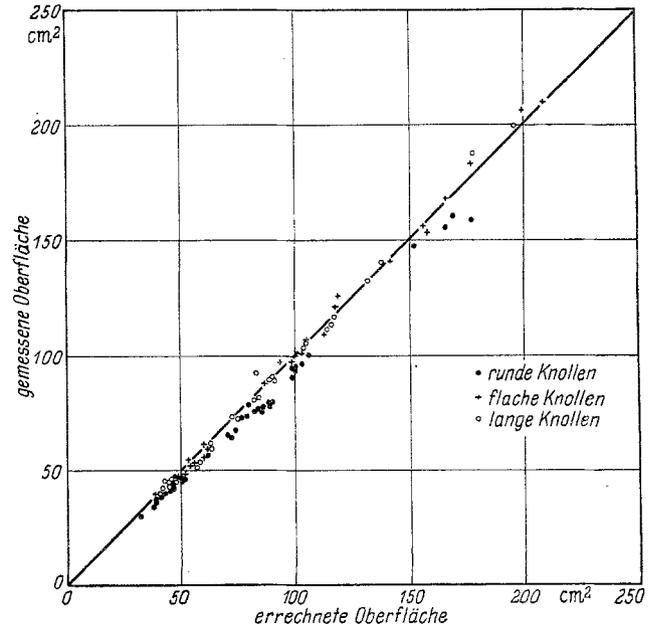


Abb. 1. Korrelationen der gemessenen und errechneten Knollenoberflächen.

Die Korrelation beträgt für alle 3 Formgruppen annähernd  $r \sim 1$ . Wie aus der Abbildung ferner zu ersehen ist, gruppieren sich alle Werte gut um die Regressionslinie, wobei jedoch auffällt, daß die errechnete Fläche der runden Knollen durchweg größer ausfällt als die durch Messung ermittelte. Offensichtlich erfährt die Schalenpartie der runden Knollen trotz der Einschnitte beim Ausbreiten eine stärkere Stauchung als die der anderen Knollen, wodurch eine kleinere Oberfläche vorgetäuscht wird.

In Tabelle 1 sind die Regressionen der 3 Knollentypen zusammengestellt.

Tabelle 1. Regressionen der Oberflächen der 3 Knollenformen.

Knollenform	b
rund	0,919
flach	0,998
lang	0,997

Auf Grund dieser Werte waren wir der Ansicht, daß keine spezifische Korrektur notwendig ist und lassen daher die Näherung ohne Proportionalitätsfaktor gelten,  $b \approx 1$ .

Als nächstes mußte der Restfehler berücksichtigt werden, der durch nichtkorrigierbare Deformationen der Knollen verursacht wird.

Tabelle 2. Restfehler (nach Regressionsverrechnung).

$$\sigma\% = \pm \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{\Delta O}{O} \cdot 100\right)^2}{n}}$$

Knollenform	$\sigma\%$
rund	$\pm 3,03\%$
flach	$\pm 3,93\%$
lang	$\pm 4,95\%$
$\emptyset$	$\approx \pm 4,00\%$

Aus Tabelle 2 ergibt sich die Möglichkeit, die Näherung generell mit einer durchschnittlichen Unsicherheit von  $\sigma\% \approx 4\%$  zu verwenden.

Die Oberflächendifferenzen einzelner Knollen sind mit Hilfe der Näherung gesichert bestimmt, sofern ihre Grenzdifferenz

$$G D_0 = \frac{\sigma\% \cdot \sqrt{2} \cdot t_{tab.}}{\sqrt{100}} \approx 7,5\% \quad (5)$$

nicht unterschreitet.

Das entspricht einem Gewichtsunterschied der einzelnen Knollen von

$$G D_G = 3/2^*) G D_0 \approx 11\% \quad (6)$$

Die Oberflächensumme von Stichproben ermittelt sich aus den Einzelflächen wie folgt:

$$\Sigma O \approx O_1 + O_2 + \dots + O_n \quad (7)$$

Hierbei ist mit einer durchschnittlichen Unsicherheit von

$$\sigma\% \Sigma \approx \frac{4\%}{\sqrt{n}}$$

zu rechnen.

$$*) \frac{\Delta V}{\Delta O} = \frac{f'v(r) \cdot f_0(r)}{f'_0(r) \cdot f_v(r)} = \frac{3 r^2 \cdot r^2}{2 r \cdot r^3} = 3/2.$$

Die erforderliche Grenzdifferenz beträgt

$$G D_{\Sigma O} \approx 0,4 \sqrt{n} \cdot t_{tab.} \quad (8)$$

Für die Differenz von 2 Stichproben zu je 20 Knollen ergibt sich daher

$$G D_{\Sigma O} \approx 5\%.$$

Anstelle der Einzelknollenwägung wird zweckmäßigerweise das mittlere Knollengewicht der Stichprobe verwendet:

$$\Sigma O \approx n \sqrt[3]{36 \pi \left(\frac{\Sigma G}{n \bar{v}}\right)^2} = \sqrt[3]{36 \pi n \left(\frac{\Sigma G}{\bar{v}}\right)^2} \quad (9)$$

Der Fehler des mittleren Knollengewichtes kann bei sortiertem Material mit einer Gewichtsstreuung bis zu 30% vernachlässigt werden. Auch dann gilt noch die obige Unsicherheit von

$$\sigma\% \approx \frac{4\%}{\sqrt{n}}.$$

#### Literatur

1. HOFFMANN, J.: Atmung verschieden großer Kartoffelknollen. Jb. Landwirtschaft 64, 289—300 (1916).
2. MEINL, G.: Atmungs- und Keimverluste von Kartoffelknollen bei unterschiedlichen Lagertemperaturen. DDL 11, 600—601 (1960).
3. WEBER-DAHLMANN, M.: Beiträge zur Einwirkung organisch-chemischer Substanzen auf die Lagerfähigkeit von Kartoffeln. Z. f. Bot. 45, 395—420 (1957).

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen

## Über die Kreuzungsunverträglichkeit verschiedener *Brassica*-Arten als Folge eines gehemmten Pollenschlauchwachstums

Von GERHARD RÖBBELEN

Mit 10 Abbildungen

Zur Gattung *Brassica* gehört eine große Anzahl von Kulturpflanzen, die als Öl-, Gemüse-, Futter- oder Gewürzpflanzen weit verbreitet sind. Die morphologische Vielgestaltigkeit vor allem ihrer vegetativen Organe regte frühzeitig zu Kreuzungsversuchen an, bei denen nicht selten auch verschiedene Arten verwendet wurden.

SAGERET (zit. n. FOCKE 1881) beschrieb schon um 1830 erfolgreiche Artbastardierungen zwischen *B. napus* (sowie *B. rapa*) und *B. oleracea*. Sein Hinweis, daß sich *B. oleracea* als Mutterpflanze durch keine fremde Art befruchten läßt, sondern nur ihr Pollen andere *Brassica*-Arten, ja sogar *Raphanus*-Formen zu befruchten vermag, ist im vorliegenden Zusammenhang besonders bemerkenswert. DARWIN (1876) verwendete später verschiedene *Brassica*-Varietäten, um die Wirkungen von Kreuz- und Selbstbefruchtung zu studieren. SUTTON (1908) hingegen führte eine Reihe von Art- und Varietätenkreuzungen innerhalb dieser Gattung durch, weil er Zweifel an der Behauptung in einem der „derzeit führenden landwirtschaftlichen Journale“ hegte, daß sich bestimmte *Brassica*-Arten in der Natur nicht bastardieren und ihre Samenträger daher in unmittelbarer Nachbarschaft nebeneinander angebaut werden könnten. In den folgenden Jahren wurden zahlreiche Bastardierungsversuche zwischen verschiedenen *Brassica*-Arten in der Absicht unternommen, in neuen Kulturformen wirtschaftlich wertvolle Eigenschaften zu vereinigen. Diese Bemühungen erhielten in neuerer Zeit durch die cytotonomischen Befunde vor allem japanischer Forscher (MORINAGA 1928, 1929a, b, c, 1931, 1933, 1934; SASAOKA 1930) besonderen Auftrieb. Es ließ sich nämlich nachweisen, daß die höherchromosomigen *Brassica*-Arten *B. napus* L. (mit den

Genomen AACC,  $2n=38$ ), *B. juncea* Coss. (AABB,  $2n=36$ ) und *B. carinata* Braun (BBCC,  $2n=34$ ) als natürliche Amphidiploide zwischen den drei Grundformen *B. campestris* L. (AA,  $2n=20$ ), *B. oleracea* L. (CC,  $2n=18$ ) und *B. nigra* Koch (BB,  $2n=16$ ) entstanden sind. Wenn aber die Artbastardierung während der Evolution dieses Formenkreises eine derartig bedeutsame Rolle gespielt hat, war zu erwarten, daß in dieser Gattung auch die experimentelle Artkreuzung züchterische Vorteile bringt. Tatsächlich konnten durch entsprechende Auswahl der Elternformen z. B. TROLL (1947) und RUDORF (1951, 1958) die ersten praktischen Züchtungserfolge mit verschiedenen synthetischen Ölrapstämmen aufzeigen, OLSSON et al. (1955) aussichtsreiche Linien von experimentell erzeugten Kohlrüben entwickeln und HOSODA (1950) durch Kreuzung blattreicher Varietäten von *B. pekinensis*  $\times$  *B. oleracea* eine neue für Futterzwecke geeignete Rapssorte herstellen.

Die Möglichkeit, ein solches für die Züchtung völlig neues Ausgangsmaterial zu erhalten, findet in der unterschiedlichen Fruchtbarkeit der Kreuzungen ihre erste Begrenzung. Überschaute man die diesbezügliche Literatur, so fällt insbesondere auf, daß die Kreuzungsergebnisse der einzelnen Autoren stark voneinander abweichen. So erhielten z. B. bei ihren Versuchen zur Herstellung synthetischer *B. napus*-Formen aus der Kreuzung *B. campestris*  $\times$  *B. oleracea* je 100 bestäubte Blüten U (1935) und BRUNE (1949) etwa 0,6 Samen, HOFFMANN u. PETERS (1958) 0,25, OLSSON et al. (1955) 0,04 sowie SUTTON (1908), NELSON (1927), CALDER (1937) und BECKER