

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

Tageslänge, Temperatur und andere Umweltfaktoren in ihrem Einfluß auf die Knollenbildung der Kartoffel.

Von **G. Stelzner** und **M. Torka**.

Viele Aufgaben der Kartoffelzüchtung lassen sich nur durch Kreuzung von Primitiv- und Wildkartoffeln mit unseren Kultursorten lösen. Neben wenigen wertvollen werden dabei sehr viel nachteilige Eigenschaften auf die Bastarde mit übernommen. So besitzen die meisten dieser Formen eine für unsere Breiten ungünstige photoperiodische Reaktion.

Bei der Einteilung der Kartoffeln nach ihrer

Versuchsanordnung.

Die Versuche zu vorliegender Arbeit erstreckten sich auf die Sommerhalbjahre 1937 und 1938. Im ersten Versuchsjahr wurden möglichst viele Arten der Kartoffeln auf ihre Tageslängenreaktion geprüft. Wir beobachteten dabei neben der Wirkung auf die Knollenbildung den Blühverlauf, die Ausbildung von Wurzeln, Stolonen und Grünmasse und versuchten morphologisch-



Abb. 1. Einfluß der Tageslänge auf die Knollenbildung von *S. chaucha*, links: 10-Std.-Tag, rechts: normale Tageslänge.

Tageslängenreaktion benutzten GARNER und ALLARD (3) in Abweichung von den Samenpflanzen die Knollenleistung. Kurztag-Kartoffeln bringen höhere Erträge unter kurzem Tag, weniger als 12 Stunden; Langtag-Kartoffeln unter längerer Belichtung. Nach früheren Untersuchungen entspricht im allgemeinen die photoperiodische Reaktion der Tuberarien den Bedingungen ihres Herkunftsgebietes, wonach bei den meisten Kurztag die Knollenleistung erhöht. Diese genetisch bedingte Eigenschaft ist züchterisch wichtig, da sie die Schaffung leistungsfähiger Typen aus Artbastarden erschwert.

Der Züchter, 12. Jahrg.

anatomische und qualitative Unterschiede zu erfassen. Alle Arten wurden in dreifacher, vier von ihnen außerdem in 15facher Wiederholung in das Freiland und in Kästen gepflanzt, die lichtdicht zugedeckt werden konnten. Die Versuche begannen Ende Mai. Die Serie in den Kästen erhielt einen 10-Stundentag, von 7 bis 17 Uhr. Die Temperaturunterschiede zwischen den zugedeckten Kästen und dem Freiland erwiesen sich im Laufe des Versuches als bedeutungslos.

Im Sommer 1938 wurden sämtliche Pflanzen in Töpfen angezogen, damit Wurzel- und Knollenbildung laufend verfolgt werden konn-

Tabelle 1.
Knollenleistung von Wildkartoffeln unter verschiedener Tageslänge im Freiland.

Art	Kurztag				Langtag				Größeres Gewicht unter ²	Größere Zahl unter ²
	1937 Ø Ge- wicht g	Ø Zahl	1938 Ø Ge- wicht g	Ø Zahl	1937 Ø Ge- wicht g	Ø Zahl	1938 Ø Ge- wicht g	Ø Zahl		
<i>S. acaule</i> F ¹	6	3—4	10	12	—	—	3,4	3	K	K
<i>S. ajuscoense</i> Ph . .	12	10	—	—	—	1 kl.	—	—	K	K
<i>S. antipoviczii</i> Ph .	9	4—5	10	9	0,5	1	3,4	3—4	K	K
<i>S. chacoense</i> Sch, K	2	3	7	14	3	5	7	15	LK	LK
<i>S. demissum</i> Ph, K	5	4	12	12	—	—	2,6	2	K	K
<i>S. henryi</i> K	6	7	5,4	4	7	7	5	3	LK	LK
<i>S. jamesii</i> K	0,8	2	2,6	4	3	7	5	6	L	L
<i>S. maglia</i>	49	6	—	—	41	4	—	—	LK	LK
<i>S. polyadenium</i> Ph, K	1	1—2	6	8	—	—	0,4	1	K	K
<i>S. verrucosum</i> Ph, K	3,5	3—4	10	16	—	—	3,5	9	K	K

¹ F = Frostresistenz, Sch = Schorfres., Ph = Phytophthorares, K = Koloradkäferres.

² K = gr. Erträge unt. Kurztag, L = unter Langtag, KL = Erträge unter beiden Bedingungen gleich.

ten. Die Belichtungsdauer betrug 12 Stunden. Gleichzeitig wurden einige Arten in einem kühlen (durchschnittlich 16°C) und einem warmen (durchschnittlich 23°C) Gewächshaus angezogen, um dadurch den Einfluß der Temperatur auf die Knollenbildung zu erfassen.

Einfluß der Tageslänge auf die Knollenbildung.

Die meisten Wildformen setzten, wie zu erwarten war, unter Kurztag bedeutend mehr Knollen an als unter Langtag. Die Erträge der züchterisch wichtigsten Arten bei Aufzucht unter verschiedener Tageslänge aus beiden Versuchsjahren sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Der Grad der Reaktion ist bei den Kartoffeln verschieden stark ausgebildet. So sind z. B. die Ertragsunterschiede bei *Solanum demissum* unter Kurz- und Langtag größer als bei *S. henryi*, das unter beiden Bedingungen fast gleiche Knollengewichte brachte. Nur bei einer einzigen Form, *S. jamesii*, wurden in beiden Jahren unter nor-

maler Tageslänge die höchsten Erträge erzielt. Knollenzahl und -gewicht werden in gleicher Richtung beeinflußt. Das Gesamtgewicht wird demnach in erster Linie durch die Knollenzahl und nicht durch die Größe der Einzelknollen bedingt (Abb. 1).

Zum Vergleich wurde das Verhalten von Kulturkartoffeln der Indianer und von Europäersorten in derselben Weise geprüft. Die Ergebnisse bei den Primitivformen stimmen mit denen von SCHICK (5), HACKBARTH (4) u. a. überein. Die meisten Formen bringen unter kurzem Tag größere Erträge. Die europäischen Sorten reagieren hingegen in ihrer Knollenleistung auf die Tageslänge verhältnismäßig wenig. Bei der Züchtung dieser Sorten wurde auf Leistungsfähigkeit selektioniert. Die Reaktion auf die Tageslänge ist dabei gleichzeitig unbewußt berücksichtigt worden.

Für die Züchtung ist wichtig, ob zwischen Blühbeginn, Knollenansatz und Vegetationslänge Beziehungen bestehen, und ob diese

Tabelle 2. Abhängigkeit von Blüte, Knollenansatz und Vegetationsdauer von der Tageslänge bei Wildkartoffeln.

Art	Kurztag			Langtag		
	Blüte am	Knollenansatz am	Vegetationsende am	Blüte am	Knollenansatz am	Vegetationsende am
<i>S. acaule</i>	—	11. Juli	25. Juli	18. Juni	4. Aug.	20. Aug.
<i>S. ajuscoense</i>	—	18. Juli	10. Aug.	14. Juli	22. Juli	1. Sept.
<i>S. antipoviczii</i> . . .	—	11. Juli	5. Aug.	10. Juli	22. Juli	20. Aug.
<i>S. chacoense</i>	9. Juli	16. Juli	10. Aug.	15. Juli	16. Juli	20. Aug.
<i>S. demissum</i>	—	5. Juli	5. Aug.	28. Juni	—	5. Sept.
<i>S. henryi</i>	16. Sept.	11. Juli	1. Aug.	—	15. Juli	1. Aug.
<i>S. jamesii</i>	—	11. Juli	23. Aug.	29. Juli	4. Aug.	10. Sept.
<i>S. maglia</i>	—	17. Juli	1. Aug.	19. Juli	15. Aug.	20. Aug.
<i>S. polyadenium</i> . . .	—	15. Juli	10. Aug.	26. Juli	1. Sept.	1. Sept.
<i>S. verrucosum</i>	—	5. Juli	25. Juli	1. Juli	24. Juli	1. Sept.

Tabelle 3. Einfluß von Temperatur und Tageslänge auf die Knollenleistung der Kartoffel.

Art	Standort	Kurztag		Langtag		Größeres Gewicht unter	Größere Zahl unter
		Ø Gewicht g	Zahl	Ø Gewicht g	Zahl		
<i>S. antipoviczii</i> . . .	Freiland	9	6	8	3	K	K
	Gewächsh. + 23° C . .	6	5	—	—	K	K
	Gewächsh. + 16° C . .	16	9	5	6	K	K
<i>S. chacoense</i> Parag.	Freiland	7,3	15	18,5	27	L	L
	Gewächsh. + 23° C . .	33	23	22	16	K	K
	Gewächsh. + 16° C . .	16	12	27	22	L	L
<i>S. kesselbrenneri</i>	Freiland	26	14	21	10	K	K
	Gewächsh. + 23° C . .	5	6	—	—	K	K
	Gewächsh. + 16° C . .	30	9	19	9	K	LK

von der Belichtungsdauer beeinflusst werden (Tabelle 2).

Einfluß der Tageslänge auf den Blühverlauf und Vegetationslänge.

Alle Formen, mit Ausnahme von *S. henryi*, kamen unter Langtag zur Blüte, während Kurztag diese unterdrückte. Ungefähr zum gleichen Zeitpunkt, bei dem unter Langtag das Blühen begann, setzte die gleiche Art unter Kurztag die ersten Knollen an. Damit trat gleichzeitig in der Entwicklung der Pflanzen ein Stillstand ein, der nach verhältnismäßig kurzer Zeit zum Absterben führte. Die unter Langtag gehaltenen Pflanzen wuchsen hingegen bis in den Spätherbst hinein.

Einfluß der Temperatur auf die Knollenbildung.

Im Sommer 1938 haben wir die Arten *S. antipoviczii*, *S. chacoense* und *S. kesselbrenneri* nochmals auf ihre Knollenbildung bei verschiedener Tageslänge untersucht und gleichzeitig verschiedenen Temperaturen ausgesetzt. Uns standen hierfür ein Gewächshaus mit verhältnismäßig hoher und gleichbleibender Temperatur, durchschnittlich +23° C, zur Verfügung und ein zweites kühleres mit der durchschnittlichen Temperatur von +16° C. Der Einfluß auf die Knollenbildung bei den drei Arten ist aus Tabelle 3 zu ersehen.

Der Kurztag begünstigt unter der höheren Temperatur bei allen drei Formen den Knollenansatz. *S. antipoviczii* brachte unter Langtag bei den gleichen Temperaturbedingungen über-

haupt keine Knollen hervor, *S. kesselbrenneri* verhielt sich ähnlich. Die Erträge von *S. chacoense* lagen zwar höher als im Freiland, aber niedriger als im Gewächshaus unter Kurztag. Dagegen wurde bei der gleichen Art im kühlen Gewächshaus der höchste Ertrag unter Langtag erzielt. Die Gewichtsangaben



Abb. 2. Einfluß von Tageslänge und Temperatur auf *S. chacoense* Parag.
Knollengewichte: 18 g 7 g 31 g 35 g 35 g 22 g
Fr. L Fr. K + 25° L + 25° K + 15° L + 15° K

bei 16° C und 23° C sind keine Endwerte, da die Pflanzen bei der Ernte Mitte September noch nicht abgereift waren. Trotzdem ist ein allgemeines Ansteigen der Erträge, besonders bei *S. antipoviczii* und *S. kesselbrenneri*, bei der niedrigen Temperatur zu erkennen. So brachte *S. chacoense* unter Langtag mit 27 g den zweithöchsten Ertrag des Versuches. Die beiden anderen Arten waren in der Entwicklung zurück und blühten bei der Ernte. Die Knollenbildung kann somit bei der gleichen Art entweder durch Kurztag oder durch entsprechende Temperatur beeinflusst werden. Bei *S. chacoense* Paraguay trat sogar der Fall ein, daß das höchste Gewicht und die größte Knollenzahl bei hoher Temperatur unter Kurztag und bei niedriger Temperatur unter Langtag lag. Die photoperiodische Reaktion dieser Art ließ sich damit umkehren. Danach ist *S. chacoense* Paraguay im Hinblick auf Knollenbildung, je nach der Temperatur,

einmal als Kurztag-, das andere Mal als Langtagpflanze anzusprechen (Abb. 2).

Variabilität der Wildarten.

Die in den Tabellen 1 und 2 angegebenen Zahlen sind Durchschnittswerte. Die einzelnen Sämlinge der gleichen Art verhielten sich sehr unterschiedlich. So fanden wir bei *S. wittmackii* eine Pflanze, die im Gegensatz zu den anderen Sämlingen als einzige unter Kurztag reichlich blühte. Acht Pflanzen von *S. chacoense Paraguay* brachten unter Kurztag durchschnittlich 3,7 g Knollen. Ein einziger Sämling lieferte dabei 24,7 g, während die Erträge der übrigen weit unter dem angegebenen Mittel lagen. Zwölf Sämlinge der gleichen Herkunft wurden unter Langtag aufgezogen, von denen drei im Ertrag über dem Durchschnitt von 18,5 g lagen. Ähnliche Unterschiede traten bei Sämlingen von *S. demissum*, *S. antipoviczii*, *S. acaule* und der Kulturform *S. kesselbrenneri* auf. Die Pflanzen von *S. henryi* und *S. fendleri* verhielten sich hingegen einheitlich. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Sämlingen der gleichen Art können, von Modifikationen abgesehen, auf verschiedene Ursachen zurückgehen. 1. Die Reaktion der einzelnen Sämlinge auf das Tag-Nachtlängenverhältnis kann unterschiedlich sein, womit sich die erwähnte Abweichung in der Blütenbildung bei dem Sämling von *S. wittmackii* erklären lassen, d. h. die Sämlinge können in dieser Anlage aufspalten. 2. Die Ertragsunterschiede können auf verschiedene Erbanlagen für Knollenleistung zurückgeführt werden. Bei *S. chacoense* sind nicht nur große Abweichungen innerhalb einer einzelnen Herkunft, sondern auch zwischen den verschiedenen Rassen vorhanden. Jede Pflanze von *S. chacoense Buk.* hat im Freiland durchschnittlich 5 g gebracht, *S. chacoense Siambon* mit 11 g mehr als das Doppelte. Wir konnten außerhalb dieser Versuchsserien Sämlinge von *S. chacoense* beobachten, die unter den gleichen Bedingungen einen Knollenertrag von 45 g brachten, während ein Sämling aus der gleichen Herkunft überhaupt keine Knollen ansetzte. Diese Tatsache ist für die Züchtung wichtig. Zur Bastardierung müssen möglichst leistungsfähige Linien der resistenten Wildarten herangezogen werden. Ähnliche Verhältnisse sind auch hinsichtlich der Stolonenlänge bei den Wildformen vorhanden.

Neben der Knollen- und Blütenbildung wurde versucht, den Einfluß der Tageslänge auf die Gesamtentwicklung der Pflanze zu erfassen. Die Ausbildung der Stolonen und Wurzeln war meistens unter langem Tag stärker als unter

kurzem. Es läßt sich jedoch von der Ausbildung dieser Organe kein Rückschluß auf die Tageslängenreaktion der Pflanzen ziehen. Die Krautmasse wird durch lange Belichtung allgemein gesteigert, die Internodien sind länger, die Fläche der Blätter und die Anzahl der Fiederpaare sind größer. In zahlreichen Untersuchungen ließen sich in der Abänderung des Blattaufbaues, der Zellgröße und Wanddicke keine Gesetzmäßigkeiten nachweisen.

Besprechung.

Nach älteren Angaben und den vorliegenden Versuchsergebnissen lassen sich bei der Kartoffel Formen unterscheiden, deren Knollenbildung durch Kurztag begünstigt wird, und solche, die sich gegenüber der Tageslänge neutral verhalten. Die beeinflussbaren Typen zeichnen sich unter unserem Klima durch langanhaltendes Wachsen des Krautes und lange Blühzeit aus. Unter kurzem Tag tritt bei ihnen hingegen verhältnismäßig schnell ein Stillstand in der Krautentwicklung ein. Der wesentliche Unterschied zwischen dem Einfluß von Kurz- und Langtag besteht in der verschiedenen Verwendung der Assimilate: unter Langtag überwiegt der Verbrauch zum Aufbau der Triebe, unter Kurztag die Anhäufung von Reservestoffen und Bildung von Knollen. Die Knollenbildung ist damit ein anderer Vorgang als der Eintritt einer Pflanze in die reproduktive Phase. Bei der Knollenbildung beschränkt sich der Einfluß der Tageslänge auf die Lenkung des Verbrauches der Assimilate. Die Kurztagreaktion der Sojabohne, Hirse u. a. ist demnach physiologisch grundsätzlich verschieden von der der Kartoffel.

In russischen Arbeiten wurde dem Photoperiodismus der Kartoffel eine zu große Bedeutung beigemessen und der Einfluß der Temperatur unterschätzt. Arbeiten von amerikanischen Forschern haben gezeigt, daß die Temperatur einen wesentlichen Faktor für die Knollenbildung bei Kulturkartoffeln darstellt. Z. B. beträgt nach BUSHNELL (1) die optimale Temperatur 17° C, bei 26°—29° C bleibt die Knollenbildung aus. Desgleichen konnte SMITH (6) für USA. eine enge Beziehung zwischen der durchschnittlichen Julitemperatur und den Hektarerträgen nachweisen. Die gleiche Temperaturabhängigkeit beobachtete EICHFELD (2) in Chibiny an Wildkartoffeln. Wir konnten experimentell bestätigen, daß sich höhere Temperatur und Kurztag wie niedrige Temperatur und Langtag bei der gleichen Art begünstigend auf die Knollenbildung auswirken. Die Temperatur

ist für die Knollenbildung ein mindestens ebenso wichtiger Faktor wie die Tageslänge. Diese Tatsache findet ihre Bestätigung in der Lage der Hauptanbauggebiete der Kartoffel, in der gemäßigten Zone und in den niedrigeren Breiten der Gebirge.

Zusammenfassung.

1. Die Blüten- und Knollenbildung der Kartoffel wird durch die Belichtungsdauer beeinflusst. Die einzelnen Arten antworten auf die Tageslänge verschieden.

2. Die meisten Wildkartoffeln setzen unter Kurztag, ohne vorher zu blühen, Knollen an; unter Langtag beginnt zum gleichen Zeitpunkt das Blühen. Die ersten Knollen werden unter Langtag erst nach der Blüte angesetzt.

3. Die Sämlinge mancher Wildkartoffeln ver-

halten sich im Einfluß der Tageslänge auf die Blüten- und Knollenbildung uneinheitlich.

4. Die Tageslängenreaktion im Freiland wird bei Aufzucht der Pflanzen unter höherer oder niedrigerer Temperatur abgeändert. Bei der Wildart *S. chacoense* gelang es, durch Temperaturänderungen die Tageslängenreaktion umzukehren.

5. Die Temperatur ist für die Knollenbildung mindestens ebenso wichtig wie die Tageslänge.

Literatur.

1. BUSHNELL, J.: Minnesota Sta. Techn. Bull. 34, 3—29 (1926). — 2. EICHFELD, I. G.: Lenin Acad. Agric. Sci., Inst. Pl. Ind., Leningrad 1933, 46. — 3. GARNER, W., u. ALLARD, H. A.: J. Agr. Res. 23, 871—920 (1923). — 4. HACKBARTH, J.: Züchter 7, 95—104 (1935). — 5. SCHICK, R.: Züchter 3, 365—369 (1931). — 6. SMITH, J. W.: Month. Weather Rev. 43, 222—236 (1915).

Die Anwendung des Zeißschen Handzuckerrefraktometers im Weinbau.

Von **L. Teichmann**, Wien-Klosterneuburg.

In der weinbaulichen Praxis und in der Rebenzüchtung ist die Feststellung des Reifestadiums einer Traubensorte unter Berücksichtigung der Umweltseinflüsse, unter welchen sie genutzt wird, von ausschlaggebender Bedeutung, da sich ihre Verwendbarkeit nach der Reife richtet. Zur Erreichung der Feststellung des Reifestadiums wurden verschiedene Methoden vorgeschlagen, die alle das Verhältnis des Zuckergehaltes zur Gesamtsäure auszudrücken versuchen.

Die Bestimmung des Zuckergehaltes im Traubensaft kann mit physikalischen und mit chemischen Mitteln ausgeführt werden, welche alle erprobt sind und eine mehr oder weniger große Sorgfalt bei ihrer Anwendung verlangen. Außerdem fehlt ihnen zumeist die rasche Handhabung, und bei geringen Mengen an Untersuchungsmaterial scheitert ebenfalls ihre Verwendbarkeit. Das Refraktometer hingegen ermöglicht ein Urteil über den physiologischen Zustand der vorhandenen Traubenreife durch Prüfung des vorhandenen Mostes aus den Beeren.

Verschiedentlich wurde die Verwendung des „Zeißschen Handzuckerrefraktometers für den Weinbau“ zur Beurteilung von Traubenmosten und Mosten aus Beerenobst im Schrifttum behandelt und hierbei festgestellt, daß eine gewisse Übereinstimmung der abzulesenden Schattengrenze mit den Angaben der gebräuchlichen Mostwaagen besteht.

Bekanntlich erfolgt die Beurteilung der Güte

eines Mostes zum guten Teil durch die Ermittlung des Zuckergehaltes im Most bzw. durch die Feststellung des Mostgewichtes. In der Praxis bedient man sich zu diesem Zwecke der Senkwaagen, so der *Öchslewaage*, welche angibt, wieviel Gramme Zucker je Liter Most enthalten sind; oder aber der *Klosterneuburger Mostwaage*, welche letztere *Gewichtsprocente*, also Gramme Zucker in 100 g Most anzeigt. Beide Bestimmungsarten des Zuckers stehen nun bei der Errechnung des Volumhundertsatzes (Vol.-%) an Alkohol, der bei der Vergärung aus dem betreffenden Traubenmost entstehen wird, zueinander in gewisser Wechselbeziehung.

Was nun das „Zeißsche Handzuckerrefraktometer für den Weinbau“ anlangt, so gibt dieses auf optischem Wege bei *reinen Zuckerlösungen* den gesamten *Trockensubstanzgehalt* an. Bei *Traubenmost* aber kann, da neben dem Zucker noch Säuren, Mineralstoffe und andere Extraktstoffe enthalten sind, nicht schlechthin von der Ermittlung des Hundertsatzes an Trockensubstanz, sondern richtiger vom Hundertsatz an Gesamtextrakt gesprochen werden.

Im allgemeinen stellen Refraktometer optische Instrumente dar, die das Prinzip der Lichtbrechung von Körpern direkt in Verbindung mit dem Schwingungsvermögen der Lichtstrahlen zur Bestimmung der Trockensubstanz (Gesamtextrakt) ausnützen. Da aber der Gesamtextrakt von Anfang an nicht stabil ist, so kann das Refraktometer auch als Mittel zur schnellen und einfachen Beobachtung des *all-*