

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

## Versuche über Photoperiodismus IV.

Über das Verhalten einiger Klone von Topinambur (*Helianthus tuberosus*).

Von J. Hackbarth.

Die Einreihung des Topinamburs (*Helianthus tuberosus*) in den Kreis der Kulturpflanzen ist in den letzten 100 Jahren verschiedentlich versucht worden, nachdem man seine Vorteile durch den Anbau in Amerika kennengelernt hatte. Die ersten Versuche beschränkten sich in der Hauptsache auf die wahllose Einführung von Knollenmaterial und dessen Nachbau. Jedoch begann auch bald die bekannte französische Züchterfirma Vilmorin & Andrieux mit einer gewissen züchterischen Auslese, und in Südfrankreich konnte sich der Anbau dieser neuen Knollenpflanze auch ausdehnen. In neuerer Zeit ist es das Verdienst von E. BAUR gewesen, auf die vorteilhaften Eigenschaften des Topinamburs erneut hinzuweisen und in Müncheberg seine züchterische Bearbeitung in größerem Umfange durchführen zu lassen.

Dem Anbau und besonders der Ertragsfähigkeit steht als ein großes Hindernis der erst sehr spät im Jahre beginnende Knollenansatz entgegen. Bei früh eintretendem Frost kann die Ausbildung der Knollen erst so gering sein, daß von einem nennenswerten Ertrag nicht gesprochen werden kann. Eine früher im Jahr beginnende Knollenausbildung wäre auch deshalb erwünscht, als dann der Schnitt des Krautes früher erfolgen könnte und es nicht in dem Maße der Gefahr der Frühfröste ausgesetzt zu werden brauchte.

Im Gegensatz zu der späten Knollenausbildung zeigt das Kraut den ganzen Sommer hindurch ein intensives Wachstum, allerdings nach zögernder Entwicklung im Frühjahr. Ein wesentliches Hindernis für die Züchtung des Topinamburs ist seine Eigenschaft, in unserem Klima erst Ende September mit der Blüte zu beginnen. Aus diesem Grunde läßt sich nur selten eine Samenernte erzielen, wodurch die für die Züchtung notwendige Anzucht von Sämlingen verhindert wird. Bisher ließ sich diese Schwierigkeit nur durch Anbau in anderen Gegenden beheben.

Alle eben erwähnten Eigenschaften legen, wenn man sie mit den Erscheinungen bei anderen

Pflanzen vergleicht, den Gedanken nahe, daß sie durch die in unseren Breiten zu große Tageslänge verursacht werden. Eine künstliche Verkürzung des Tages müßte diese Erscheinungen demnach aufheben bzw. sie in das Gegenteil umkehren.

Die ersten Ergebnisse photoperiodischer Versuche mit *Helianthus*-Arten wurden von GARNER und ALLARD (1923) veröffentlicht. *Helianthus giganteus*, der im Oktober im Gewächshaus ausgepflanzt wurde, blühte im April und Mai, während künstlich zusätzlich beleuchtete Pflanzen erst im Juli mit der Blütenbildung begannen. In der gleichen Versuchsserie wurde *Helianthus angustifolius* im Januar ausgepflanzt. Die Pflanzen wurden bis 2 m hoch, ohne während des ganzen Jahres zur Blütenbildung überzugehen. Einige von ihnen wurden vom 2. September ab auf einen Zehnstudentag verdunkelt, welche Maßnahme dazu führte, daß sie am 4. Oktober zu blühen begannen. In einer späteren Veröffentlichung (1931) teilen dieselben Verfasser mit, daß gegenüber Normaltag durch die Verabreichung von nur 10 Stunden Licht der Blühbeginn um 75 Tage und von 8 Stunden Licht um 81 Tage vorverlegt wurde.

Versuche mit *Helianthus tub.* wurden von TINKER angestellt. Er verglich die Wirkung eines auf 12, 9 und 6 Stunden verkürzten Tages auf die vegetative Entwicklung mit der des Normaltages (1925 und 1928). Es ergab sich, daß die bei verkürztem Tag gewachsenen Pflanzen Anfang August etwa nur zwei Drittel so hoch waren wie die der Kontrolle. Die 12- und 9-Stunden-Pflanzen begannen von diesem Zeitpunkt an abzureifen, während die Kontrollen und die 6-Stunden-Pflanzen bis zum Herbst grün blieben. Die am 28. August durchgeführte Knollenernte ergab einen deutlichen Mehrertrag der 12- und 9-Stunden-Pflanzen, während die 6-Stunden-Pflanzen schon wieder etwas zurückblieben. Der Reifegrad war ein viel besserer als bei Normaltag. Die chemische Untersuchung ergab einen höheren Gehalt an Protein und Fett in den Stengeln der Kurztagpflanzen, dagegen

enthielten sie weniger Inulin. Der Inulingehalt der Knollen war bei beiden Serien gleich. Über den Blühbeginn werden von diesem Autor keine Angaben gemacht. Ausgehend von den Versuchen von GARNER und ALLARD bei anderen *Helianthus*-Arten wurde diese Frage von WAGNER (1932) untersucht. Die im Gewächshaus gehaltenen Pflanzen wurden mit Zylindern aus teerfreier Pappe verdunkelt. Sie blieben zwar im Wachstum stark zurück, der Blühbeginn wurde aber nicht beschleunigt. Allerdings

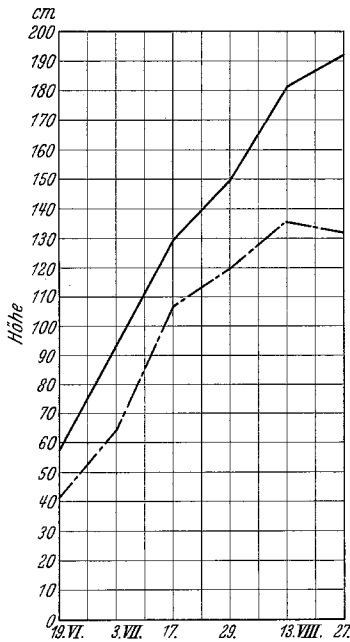


Abb. 1. Durchschnittliche Höhe der Topinamburpflanzen bei Normal- und Kurztag an den verschiedenen Meßtagen.  
 — = Normaltag; - - - = Kurztag.

konnte auch dieser Autor durch frühzeitiges Auslegen der Knollen im Gewächshaus bei einigen Pflanzen im Juni Blüten erzielen.

Die *Helianthus*-Arten und damit auch *Helianthus tub.* sind demnach in die Gruppe der Kurztagpflanzen einzureihen, wenn auch der Einfluß des verkürzten Tages auf den Eintritt der reproduktiven Phase bei *Hel. tub.* zunächst noch nicht in der gleichen Richtung zu liegen scheint. Die vorliegenden Untersuchungen sollten deshalb diese Fragen weiter klären und durch Beobachtung einer Reihe von verschiedenen Klonen Anhaltspunkte dafür liefern, ob evtl. zwischen den letzteren Unterschiede in der Reaktionsweise bestehen, die sich züchterisch ausnutzen lassen.

Kleinere Vorversuche wurden bereits in den Jahren 1934 und 1935 durchgeführt, die auch schon, im Gegensatz zu denen von WAGNER

durchgeführten, einen deutlichen Einfluß der Tageslänge auf den Blühbeginn erkennen ließen. Aus diesem Grunde wurde dann 1936 ein größerer Versuch mit 9 möglichst verschiedenen Klonen durchgeführt<sup>1</sup>. Die Knollen wurden am 2. April ausgelegt. Sowie die Keimung einsetzte, wurde mit der Verdunkelung der Hälfte der Pflanzen — 6 je Klon — auf 12 Stunden begonnen. Die Verdunkelung wurde während der ganzen Vegetationszeit fortgesetzt und geschah mittels 2 m hoher fahrbarer Kästen. Um die Temperatur möglichst gleich hoch zu halten, war in die Kästen ein Ventilator eingebaut worden. Die Feuchtigkeit wurde durch künstliche Wassergabe ebenfalls möglichst auszugleichen versucht. Alle 14 Tage wurde die Höhe der Pflanzen gemessen, sowie die Anzahl der in Blüte befindlichen Pflanzen gezählt. Am 10. Oktober wurden die Knollen geerntet und ihr Gewicht festgestellt.

Der allgemeine Eindruck des Versuches war ganz der einer typischen Kurztagpflanze. Die 12-Stunden-Pflanzen blieben von Anfang an im Wachstum hinter den Normaltagpflanzen zurück, und zwar um so stärker, je weiter die Vegetation fortschritt (Abb. 1). Am 13. August waren die ersteren im Durchschnitt 136 cm, die letzteren 181 cm hoch. Zu diesem Zeitpunkt begannen die Kurztagpflanzen abzureifen, wodurch die Verminderung der Pflanzenhöhe am letzten Meßtag, dem 27. August, zu erklären ist. Die Langtagpflanzen setzten ihr Wachstum weiter fort und hatten am 27. August eine Höhe von 192 cm erreicht. Diese begannen erst Anfang Oktober einige Blütenknospen auszubilden, während ein großer Teil der Kurztagpflanzen bereits am 27. August in Blüte stand. (Zum Vergleich sei die Abb. 2, die aus dem Jahre 1935 stammt, eingefügt.) Besonders deutlich war der Einfluß der Tagesverkürzung bei der Knollenbildung. Während die Knollenernte der Normaltagpflanzen nur 209 g je Pflanze betrug, ergaben die Kurztagpflanzen einen durchschnittlichen Ertrag von 318 g (Abb. 3). Die Zahl der Knollen war bei Langtag größer, demnach muß das Gewicht der Einzelknolle durch den Kurztag um ein beträchtliches zugenommen haben. Das gleiche gilt für den Grad der Ausreifung der Knollen (s. die Abb. weiter unten).

Durch die Untersuchungen der letzten Jahre ist die Annahme bestätigt worden, daß die Arten in ihrem Verhalten nicht immer einheitlich sind.

<sup>1</sup> Das Knollenmaterial wurde mir dankenswerterweise von Herrn Dr. W. v. WETTSTEIN zur Verfügung gestellt.

Häufig ist eine Beziehung zwischen der geographischen Breite des Herkunftsortes einer Rasse und ihrem lichtperiodischen Verhalten festzustellen, aber auch hier gibt es Ausnahmen.

große Abweichungen in der Pflanzenhöhe. Am interessantesten ist das Verhalten des Klones Nr. 5, bei dem die Kurztagpflanzen zu gewissen Zeiten sogar höher waren als die Langtag-



Abb. 2. Topinamburpflanzen desselben Klons, links bei Normaltag, rechts bei Kurztag gewachsen.

Schließlich hat sich gezeigt, daß die Eigenschaften, die für die Beurteilung der photoperiodischen Reaktion im allgemeinen herangezogen werden, wie vegetatives Wachstum, Eintritt der Blüte usw. durchaus nicht immer gleichsinnig bei allen Pflanzenarten durch die Tageslänge beeinflusst werden. All diese Dinge sind für den Züchter äußerst wichtig, denn sie geben ihm Mittel an die Hand, durch Kreuzung und Auslese die durch längeren Tag verursachten Nachteile bei Kurztagpflanzen zu beseitigen. Die folgenden Ausführungen sollen zeigen, daß diese Möglichkeit auch beim Topinambur gegeben ist.

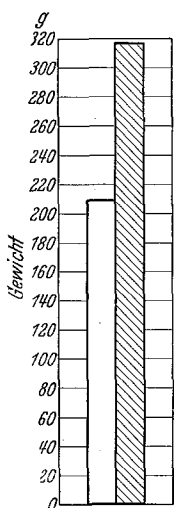


Abb. 3. Durchschnittlicher Knollenertrag je Einzelpflanze.  
□ = Normaltag;  
▨ = Kurztag.

Zunächst sei der Verlauf des vegetativen Wachstums der einzelnen Klone bei Normaltag und bei Zwölfstundentag betrachtet, der an Stelle der Zahlen auf Abb. 4 graphisch dargestellt ist. Die Klonnummern 38, 39, 01, 61, 348 und 12 zeigen ausgeprägte Kurztageigenschaft in dieser Beziehung, d. h. das vegetative Wachstum ist bei Normaltag bedeutend stärker als bei Zwölfstundentag. Die Klone 0 und 832 zeigen bei beiden Behandlungsweisen nicht mehr ganz so

pflanzen. Man kann ihn in bezug auf das vegetative Wachstum deshalb als tagneutral bezeichnen.

Der Abschluß des vegetativen Wachstums, d. h. der Beginn der *Pflanzenreife* tritt bei Normaltag in unserem Klima überhaupt nicht ein, denn die Pflanzen werden vorher durch den Frost vernichtet. Durch Abkürzung der Tageslänge kann ein völliges Ausreifen und dadurch bedingtes Absterben der oberirdischen Pflanzenteile hervorgerufen werden. Wenigstens gilt dies für die meisten Klone. Ausnahmen kamen jedoch auch hier vor. So waren z. B. die Kurztagpflanzen des Klones 61 nicht in demselben Maße abgereift wie die der übrigen Klone und der Klon Nr. 5 erwies sich auch in dieser Hinsicht als tagneutral.

Tabelle 1.

Klon Nr.	Knollenertrag je Pflanze in g bei		Photoperiodischer Index
	Normaltag	Kurztag	
38	32,35	50,00	154,3
39	24,84	45,29	182,7
01	17,83	29,60	166,3
61	24,67	41,53	168,0
0	28,69	56,50	196,9
348	30,63	58,55	191,5
12	29,48	34,61	117,3
832	24,33	70,98	292,2
5	32,67	128,18	391,7

Einer der am meisten benutzten Anhaltspunkte für die Beurteilung des lichtperiodischen Verhaltens ist der *Beginn der Blüte*. Auf Abb. 5 sind die diesbezüglichen Daten graphisch dar-

Der Ertrag der einzelnen Klone an Knollen ist aus Tabelle 1 zu ersehen.

Bis auf einen haben alle Klone bei Kurztag einen erheblich höheren Knollenertrag geliefert als bei Normaltag. Der Grad der Ertragserhöhung ist am besten aus dem photoperiodischen Index zu ersehen, der den Ertrag der Kurztagpflanzen in Prozent desjenigen der Normaltagpflanzen angibt. Auffällig hoch ist der Index bei den Klonen 832 und 5. Dagegen ist der Ertrag des Klones Nr. 12 nur unwesentlich durch die Tagesverkürzung erhöht worden, er dürfte in dieser Hinsicht als tagneutral zu bezeichnen sein.

Der Grad der Reife läßt sich messend oder wägend nur schwer erfassen und kann deshalb nur subjektiv beurteilt werden. Im allgemeinen hatten die bei Kurztag gewachsenen Pflanzen schön rund oder länglich geformte, glatte Knollen mit wenig Wurzeln, und ließen sich leicht vom Stengel trennen. In manchen Fällen lagen die Knollen schon lose in der Erde. Die bei Normaltag gewachsenen Kontrollpflanzen dagegen hatten zwar ebensoviel Knollen angesetzt, es war aber deutlich zu sehen, daß sie sich erst im Anfang ihrer Entwicklung befanden. Die Ernte wurde durch ihr festes Anhaften am Stengel sehr erschwert. Als Beispiel dieses typischen Verhaltens sei die Abb. 6 eingefügt, die die Knollen des Klons 348 darstellt. Weniger ausgeprägt waren die Unterschiede bei den Klonen 832 und 5 (vgl. Abb. 7). Bei ihnen zeigten auch die bei Normaltag gewachsenen Pflanzen eine

besser abgeschlossene Ausbildung der Knollen mit wenig Wurzeln.

Wenn man die Ergebnisse der einzelnen Beurteilungspunkte bei den verschiedenen Klonen überblickt (Tabelle 2), so ergibt sich das für den

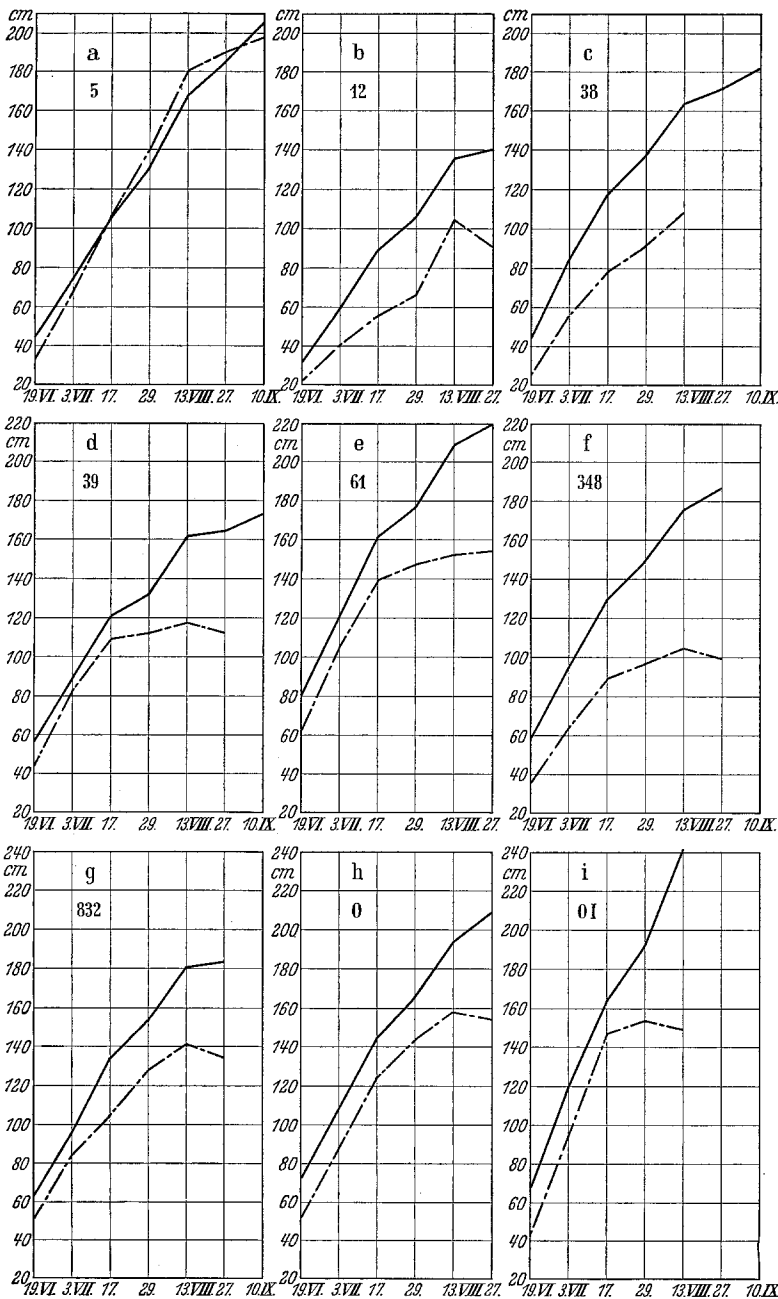


Abb. 4. Wachstumsverlauf der einzelnen Klone. Links oben die jeweilige Klon-Nummer.

gestellt. Es ist daraus zu ersehen, daß sich 6 Klone in der für Kurztagpflanzen typischen Weise verhielten, während drei (Nr. 348, 12 und 832) durch die Verkürzung des Tages in ihrer Blütenbildung nicht beeinflusst wurden.

Tabelle 2. Reaktion der einzelnen Klone. Beurteilung nach:

Nr. der Klone	Veget. Wachstum	Abschluß d. veget. Wachstums	Eintritt der Blüte	Knollen-ertrag	Knollen-reife
38	K	K	K	K	
39	K	K	K	K	
01	K	K	K	K	K
61	K	(N)	K	K	K
0	(N)	K	K	K	K
348	K	K	N	K	K
12	K	K	N	N	
832	(N)	K	N	K	(N)
5	N	N	K	K	(N)

K = Kurztag, **K** = Kurztag am ausgeprägtesten von allen Klonen, N = tagneutral, (N) = neigt etwas zu tagneutraler Reaktion.

Züchter erfreuliche Bild einer großen Variabilität. Nur 3 Klone zeigen in jeder Hinsicht die für Kurztagpflanzen typische Reaktions-

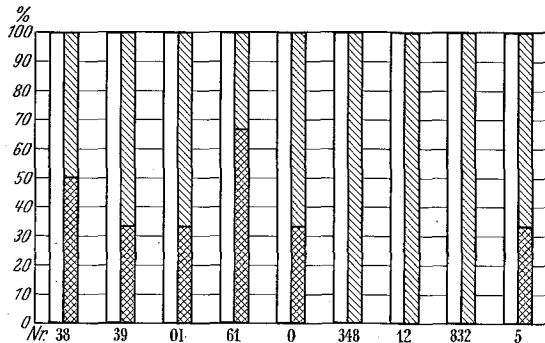


Abb. 5. Prozentzahl der blühenden Pflanzen bei Normal- und Kurztag am 13. 8. 1936. Links Normaltag.

weise. Drei weitere (Nr. 61, 0 und 348) lassen schon in je einer Hinsicht ein abweichendes Verhalten erkennen. Der Klon Nr. 12 ist sowohl hinsichtlich des Eintritts der Blüte als auch besonders des Knollenertrages als tagneutral zu bezeichnen. Bei dem Klon 832 wird der Eintritt der Blüte gar nicht, das vegetative Wachstum und die Knollenreife nur wenig von der Tagesverkürzung beeinflußt. In jeder Hinsicht am interessantesten ist zweifellos der Klon Nr. 5. Während man ihn nach dem oberirdischen vegetativen Wachstum zu urteilen zu dem tagneutralen Typ zählen muß, zeigt er in bezug auf den Blühbeginn und den Knollenertrag ganz ausgesprochene Kurztageigenschaften. Letztere ist sogar am ausgeprägtesten von allen Klonen. Der Grad der Knollenausreifung nähert sich wieder mehr dem tagneutralen Typ. Es muß also möglich sein, hinsichtlich der verschiedenen Werteigenschaften nach dem tagneutralen Typ hin zu selektionieren. Durch den bei den meisten Klonen durch Verdunklung früh-

zeitig zu erzielenden Blühbeginn ist die Möglichkeit der Samenerzeugung sowie der

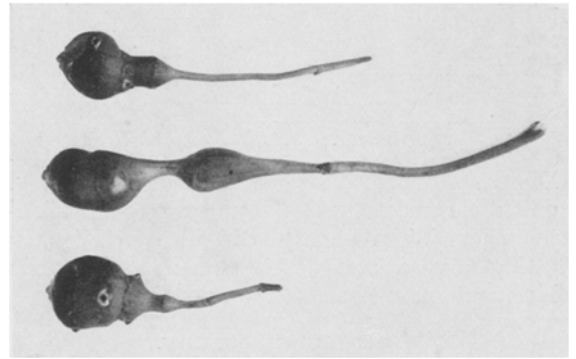
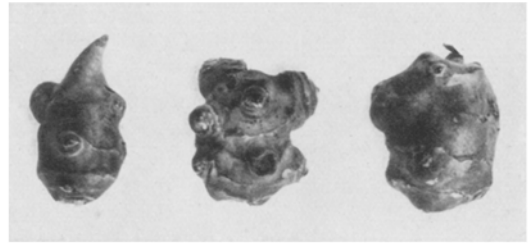


Abb. 6. Knollen von Klon Nr. 348, unten bei Normaltag, oben bei Kurztag gewachsen.

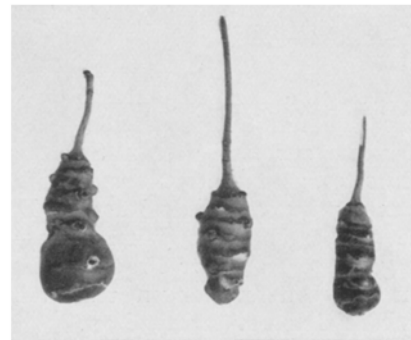


Abb. 7. Knollen von Klon Nr. 832, unten bei Normaltag, oben bei Kurztag gewachsen.

Kreuzung eine bessere geworden. Dadurch erscheint es auch möglich, durch Kreuzung die bei einigen Klonen vorhandenen tagneutralen

Reaktionen einzelner Eigenschaften miteinander zu vereinigen und auf diese Weise Zuchtstämme zu schaffen, die bei gutem vegetativen Wachstum einen hohen Ertrag gut ausgereifter Knollen liefern. Schließlich muß noch die Möglichkeit erwähnt werden, daß Pflanzen gefunden werden können, die hinsichtlich einzelner Eigenschaften Langtagreaktion aufweisen.

Die Klone o, 348, 12, 832 und 5 sind solche, die ihre Entstehung einer mehr oder weniger ausgedehnten züchterischen Auslese verdanken. Daß diese Auslese nach gewissen Richtungen von Erfolg gewesen ist, zeigt nicht nur der praktische Wert dieser Zuchtstämme, sondern auch ihre photoperiodische Reaktion. Es ist bei ihnen im Gegensatz zu den unbearbeiteten Herkünften (38, 39, oI und 61) schon in mancher Hinsicht eine Anpassung an den langen Tag der geographischen Breite Mitteleuropas eingetreten. Diese Teilerfolge berechtigen zu der Hoffnung, daß die Anpassung des Topinamburs auf züchterischem Wege auch in den übrigen Punkten gelingen wird und damit eine neue wertvolle Kulturpflanze geschaffen werden kann.

#### Zusammenfassung.

Der Topinambur (*Helianthus tuberosus*) ist im allgemeinen zur Gruppe der Kurztagpflanzen zu zählen.

Die Untersuchung einer Reihe von verschiedenen Klonen ergab jedoch, daß das photoperiodische Verhalten nicht einheitlich ist.

Es gibt einzelne Klone, die in bezug auf das vegetative Wachstum, den Eintritt der Blüte und den Knollenertrag als tagneutral zu bezeichnen sind.

Es muß gelingen, die vorläufig noch auf die einzelnen Klone verteilten tagneutralen Eigenschaften durch Kreuzung und Auslese in einem Zuchtstamm zu vereinigen, wodurch die verschiedenen Anbauschwierigkeiten des Topinamburs behoben werden könnten.

Durch Verkürzung des Tages auf 12 Stunden gelingt es in den meisten Fällen, den Topinambur auch in Deutschland zur Blüte zu bringen, wodurch eine genügende Samenerzeugung sowie ein systematische Kreuzung ermöglicht wird.

#### Literatur.

GARNER, W. W., u. H. A. ALLARD: Further studies in photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night. J. Agricult. Res. 23, 871—920 (1923).

GARNER, W. W., u. H. A. ALLARD: Effect of abnormally long and short alternations of light and darkness on growth and development of plants. J. Agricult. Res. 42, 629—651 (1931).

TINKER, M. A. H.: The effect of length of day upon the growth and reproduction of some economic plants. Ann. of Bot. 39, 721—754 (1925).

TINKER, M. A. H.: The effect of length of day upon growth and chemical composition of tissues of certain economic plants. Ann. of Bot. 42, 101—140 (1928).

WAGNER, S.: Ein Beitrag zur Züchtung des Topinambur und zur Kastration bei *Helianthus*. Z. Züchtg A 17, 563—582 (1932).

(Aus der Zweigstelle Gliesmarode der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.)

## Die Untersuchungsergebnisse zur Frage der biologischen Spezialisierung des Gelbrostes (*Puccinia glumarum*) und ihre Bedeutung für die Pflanzenzüchtung.

Von W. Straib.

Mit den Ergebnissen des Jahres 1936 verfügen wir über eine fünfjährige geschlossene Untersuchungsreihe zur biologischen Spezialisierung des Gelbrostes, zum Auftreten und zur Verbreitung seiner physiologischen Rassen. Da auch für die vorhergehenden Jahre (1927—1931) Einzelergebnisse zu dieser Frage vorliegen, so knüpfen die Untersuchungen unmittelbar an das schwere Gelbrostjahr 1926 an.

Es soll deshalb nachfolgend für die Hauptergebnisse eine kurze zusammenfassende Darstellung gegeben werden, um vor allem dem Züchter, der ja an der Klärung der Spezialisierungsfrage am meisten interessiert ist, eine bessere Orientierung über das bisher Erreichte

zu ermöglichen. Bezüglich der allgemeinen Bedeutung der Getreiderost-Spezialisierung für die Pflanzenzüchtung verweisen wir auf die von SCHEIBE (26) sowie von ALLISON (1) in dieser Zeitschrift vorliegenden Ausführungen aus dem Jahre 1929.

Die Ergebnisse der Arbeiten des hiesigen Institutes über die biologische Spezialisierung des Gelbrostes, auf die wir uns nachfolgend in erster Linie stützen, sind größtenteils durch verschiedene Berichte in den „Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt“ niedergelegt. (GASSNER u. STRAIB 8—10, STRAIB 30, 33). An älteren Veröffentlichungen zu diesem Gegenstand liegen diejenigen von ALLISON u. ISENBECK (2),