

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

Topinambur als Ersatz für Zuckerrüben.

Von **S. Wagner.**

In neuerer Zeit, wo die Rentabilität im Zuckerrübenbau immer geringer wird, wendet sich das Interesse einer Zuckerart zu, die als pflanzlicher Reservestoff besonders bei den Kompositen häufig anzutreffen ist: es ist das Inulin. Inulin baut sich leicht und vollständig zu Fruchtzucker ab, der gegenüber dem Rohrzucker, wie ihn die Rübe liefert, einige Vorteile, wie größere Süßkraft, bessere Verwertung durch den menschlichen Organismus (z. B. wird er von Diabetikern noch aufgenommen, während die anderen Zuckerarten schon ausgeschieden werden) besitzt. Den Amerikanern ist es kürzlich auch gelungen, Fruchtzucker zu kristallisieren und so einen wesentlichen Nachteil zu beheben.

Das Inulin wurde 1804 von ROSE im Rhizom von *Inula helenium* entdeckt. Von älteren Forschern befaßten sich hauptsächlich BRACONNOT, SACHS, BIOT und PERSOZ, MEYEN, PARNELL, DUBRUNFAUT, DRAGENDORFF und KILIANI mit den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Inulins. Auf Grund neuerer Forschungen von FISCHER, IRVIN und STEELE, LESCOEUR und MORELL, PRINGSHEIM u. a. weiß man über Inulin ungefähr folgendes: Inulin ist ein weißes, geruch- und geschmackfreies Pulver vom spezifischen Gewicht 1,35—1,36. Der qualitative Nachweis in den Pflanzen geschieht durch Bildung der Inulin-Sphärite beim Einlegen des zu untersuchenden pflanzlichen Gewebes in absoluten Alkohol. Inulin kommt in der Pflanze nur gelöst vor und ist in Wasser von über 60° C sehr leicht löslich. Das trockene Pulver ist stark hygroskopisch; die wäßrige Lösung reduziert ammoniakalisches Silbernitrat. Die spezifische Drehung ist für Topinambur-Inulin $[\alpha]_D = -36,57$. Das Molekulargewicht wird von FISCHER als das etwa 300fache von Fruchtzucker angenommen, während IRVIN und STEELE glauben, daß dies viel zu hoch sei. Inulin ist chemisch eine polymerisierte Anhydrofructose von der Formel $[C_6H_{10}O_5]_x$ und zerfällt bei Anwendung verdünnter Mineralsäuren leicht und vollständig in Fruchtzucker. In der Pflanze spielt Inulin die Rolle eines Reservestoffes wie die Stärke. Es tritt hauptsächlich in unterirdischen Pflanzenteilen auf. Neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, daß es auch im Stengel und bei *Cichorium intybus* sogar im Samen anzutreffen ist. Das Inulin wird

durch Überführung in Zucker für die Pflanze nutzbar gemacht. Diese Umwandlung geschieht durch das Enzym Inulase, das ungefähr der Diastase der Stärke gleichzusetzen ist. Wegen dieser Umwandlung in Fruchtzucker wechselt der Inulingehalt ein und derselben Pflanze im Verlauf des Jahres. Er ist nach Untersuchungen von WALTJ und LIEBIG, WIDNMANN, OVERBECK und FRICKINGER, WOLFF und GROTHOWSKI im Herbst am höchsten und im Frühjahr am geringsten. Man wird aus diesem Grunde auch bei der Gehaltsbestimmung nicht auf Inulin prüfen, sondern dieses zuerst in Fruchtzucker überführen und dann diesen bestimmen.

Bald nach der Entdeckung des Inulins wurde es in den verschiedensten Pflanzen aufgefunden, und es zeigte sich dann im Verlauf der Untersuchungen, daß es viel häufiger vorkommt, als man allgemein annimmt. Wenn man aber den prozentischen Gehalt an Inulin in Betracht zieht, kommt man zu der Einsicht, daß für eine praktische Ausbeute nur die Kompositen in Frage kommen, und auch bei diesen nur einige wenige Spezies. In folgender Tabelle sind die wichtigsten Inulinpflanzen zusammengestellt; die Prozentzahlen beziehen sich auf die Trockensubstanz.

<i>Dahlia variabilis</i>	61 %
<i>Helianthus tuberosus</i>	58 %
<i>Arctium lappa</i>	46—58 %
<i>Cichorium Intybus</i>	57 %
<i>Anacyclus officinarum</i>	bis 57 %
<i>Inula Helenium</i>	35—44 %
<i>Taraxacum officinalis</i>	24—39 %
<i>Anacyclus pyretum</i>	35 %
<i>Scorzonera hispanica</i>	31 %

Zieht man noch die Roherträge in Betracht, so kommen für einen Anbau nur *Dahlia variabilis*, *Helianthus tuberosus*, *Cichorium Intybus* und *Scorzonera hispanica* in Frage. Diese Spezies sind auch schon züchterisch bearbeitet, während die anderen höchstens als Medizinal- und Zierpflanzen angebaut werden. Von den erwähnten Pflanzen verdient wohl Topinambur (*Helianthus tuberosus*) wegen seiner vielseitigen Verwendungsmöglichkeit am meisten Beachtung.

Bei uns werden die Topinamburknollen vor allem zur Wildfütterung benutzt; während man sie in Frankreich und Amerika hauptsächlich als Viehfutter verwendet. In Frankreich und besonders in Brasilien liefern die Knollen auch einen

Teil des Rohmaterials für die Brennerei. Vor allem aber läßt sich aus ihnen durch Abbau des Inulins zu Fruchtzucker ein hochwertiges menschliches Nahrungsmittel gewinnen. In Amerika wurden 1925 120 verschiedene Proben von Topinambur auf ihren Zuckergehalt geprüft. Dabei ergab sich ein mittlerer Gehalt an Gesamtzucker von 15,5%. Die beste Probe enthielt 21,9% Gesamtzucker. Proben über 20% waren 4. Das sind Zahlen, die sich neben den Gehaltszahlen der Zuckerrübe sehen lassen können, besonders wenn man bedenkt, daß Topinambur züchterisch beinahe noch gar nicht bearbeitet wurde. Die Knollenerträge gehen in Frankreich auf guten Böden bei geeigneter Pflege auf 230 bis 300 dz je Hektar. In Amerika erntete man auf einer Versuchsfarm etwa 290 dz je Hektar.

Neben den Knollen fällt noch Grünmasse bis zu 150 dz je Hektar an, die im Werte ungefähr der Maissilage gleichzusetzen ist. Zu erwähnen wäre noch, daß Topinambur eine gute Arbeitsverteilung ermöglicht, da die Knollen frostwiderstandsfähig sind und während des ganzen Winters geerntet werden können.

Topinambur ist heimisch in der Gegend von New York bis zum Mississippi und südlich bis Georgia und Arkansas. Die Pflanze wurde zuerst von CHAMPLAIN im Jahre 1605 anlässlich seiner Reise nach Nordamerika erwähnt. 1612 wurde sie von LESCARBOT zuerst in Europa, und zwar in Frankreich eingeführt. Die erste Abbildung stammt aus dem Jahr 1616 von COLONNA, der die Pflanze im Garten des Kardinals FARNESE fand. Im gleichen Jahr bürgerte sich Topinambur auch in England ein. Von dort kam er nach Deutschland und wurde infolge des 30jährigen Krieges rasch verbreitet. 1889 trat dann die erste Varietät auf, von der nachher noch die Rede sein wird.

Heute ist Topinambur wohl auf der ganzen Welt verbreitet. Er wird erwähnt in Schriften aus ganz Europa, Island, Indien, Afghanistan, China, Neu-Seeland, Australien, Ägypten, Südafrika, Argentinien, Chile, U. S. A. und Alaska.

Als wissenschaftliches Objekt wurde der Topinambur schon öfter benutzt. Er diente vor allem dazu, die Beziehungen zwischen Unterlage und Edelreis bei Pfropfungen zu studieren. Als Unterlage dient gewöhnlich *Helianthus annuus*, als Reis *Helianthus tuberosus*. *Helianthus annuus* führt kein Inulin, *Helianthus tuberosus* dagegen ziemlich viel. Da sich Inulin gut nachweisen läßt, ist damit ein Mittel gegeben, die Stoffwanderung vom Edelreis in die Unterlage zu studieren. Bei diesen Versuchen machte man die Beobachtung, daß in vielen Fällen durch

Pfropfung die Bildung von Samen bei *Helianthus tuberosus* stark begünstigt wird.

Versuche anderer Art wurden 1925 in Amerika durchgeführt. Dort studierte man den Zusammenhang zwischen Tageslänge und Ausbildung der Knollen. Dabei zeigte es sich, daß Pflanzen, die sonst erst gegen Winter blühten und Knollen bildeten, bei künstlich verkürzten Tagen schon Mitte Sommer blühten und Samen ansetzten. Hier ist also ein weiterer Punkt, um die Blütenbildung zu beeinflussen.



Abb. 1. Pfropfung von *Helianthus tuberosus* auf *Helianthus annuus*. Typisch ist die starke Wulstbildung infolge der Stauung der abwärts wandernden Reservestoffe an der Pfropfstelle.

In bezug auf die Blütenbiologie ist wesentlich, daß Topinambur bei uns nur in warmen Jahren im Spätherbst blüht und Samenbildung nur ab und zu in den warmen Mittelmeergebieten vorkommt. Eine andere blütenbiologische Eigenschaft erschwert die Züchtung. Der Pollen reift sehr früh, und die Antheren öffnen sich lange bevor die Blüte sich öffnet. Es ist technisch also beinahe unmöglich, die kleinen Blüten so früh zu kastrieren, daß kein reifer Pollen auf den Griffel fällt. Man wird also eine Methode suchen müssen, den Pollen wieder vom Griffel zu entfernen.

Über Selbststerilität und Selbstfertilität liegen bei Topinambur keine Beobachtungen vor. Dagegen wurden die Befruchtungsverhältnisse bei *Helianthus annuus* von DE VRIES, FRUWIRTH, SHULL und SAZYPEROW studiert. Wenn ein Analogieschluß erlaubt ist, wird man bei Topinambur eine vorzugsweise Fremdbefruchtung erwarten können, ohne daß dabei Selbstbefruchtung ausgeschlossen ist.

Cytologische und genetische Arbeiten über Topinambur wurden bis jetzt nicht veröffentlicht. Die Chromosomenzahl ist nur bei *Helianthus annuus* festgestellt und beträgt $n = 17$.

Bei der Zucht des Topinamburs interessiert es besonders, was für Formen und Sorten bereits existieren.

Die erste, vom rotknolligen Typus abweichende Form tauchte 1889 bei Sutton in Reading auf. Es ist die gleiche Varietät, die man heute bei der Firma VILMORIN als *Topinambour blanc amélioré* kauft.

Man versuchte dann vor allem in Frankreich, aus Samen neue Formen zu gewinnen. MICHON pflanzte Topinambur in Korsika und erhielt 1886 30 Samen und daraus drei neue Typen. Am großzügigsten faßte VILMORIN die Sache an. Schon 1809 gelang es PHILIPPE ANDRÉ DE VILMORIN, die ersten Samen zu erhalten. 1831 und 1857 stellte die Firma eine Kollektion neuer Formen aus. Im Laufe der Jahre gelang es ihr, einige gute Sorten zu erhalten, die MEUNISIER 1922 in einer Arbeit beschreibt. Neben *Trop. commun*, *Top. d'Égypte*, *Top. blanc amélioré*, *Top. rose*, *Top. rouge-long*, *Top. pyri-forme* verdienen besonders *Top. Patate* und *Top. fuseau* Beachtung. Ersterer entstand aus einem Sämling des Jahres 1889 und besitzt eine große, gelbe, glatte, längliche Knolle. *Top. fuseau* entstand 1913 aus Samen, die in Ägypten gesammelt wurden. Die Knollen sind gelbrosa, langgezogen, spindelförmig, regelmäßig. Diese Sorte wird als ein Bastard zwischen *Helianthus tuberosus* und *Helianthus doronicoides* angesehen. Dafür sprechen die intermediäre Knollenform und der hohe Inulingehalt von etwa 20%, der auf die Einkreuzung mit *doronicoides* zurückzuführen ist, da dies bedeutend mehr Inulin führt als *tuberosus*.

Da sogar in Frankreich die Gewinnung von Samen große Schwierigkeiten bereitet, bearbeitet die Firma VILMORIN seit einigen Jahren Topinambur in Marokko, wo sie eine größer angelegte Sämlingszucht betreibt.

Eine andere Beschreibung von Topinambur-Varietäten stammt von COCKERELL aus dem Jahre 1919. Er behandelt 7 Varietäten, worunter

2 Wildformen: Var. *Nebrascensis*, die wild in Nebraska gefunden wurde, und var. *Alexandri*, die aus Michigan stammt.

Damit ist nun freilich die Zahl der Formen und Varietäten des Topinambur nicht erschöpft. Seit 1925 schenken die Amerikaner dem Topinambur vermehrte Aufmerksamkeit. Sie gehen aber prinzipiell einen anderen Weg als die Franzosen, die mit Sämlingen arbeiten. In ganz Amerika werden die wild auftretenden abweichenden Formen gesammelt. Dieses reiche Material wird dann in einer eigenen Station: Arlington Experiment Farm Rosslyn, geprüft und verarbeitet. 1925 waren schon 160 verschiedene Nummern vorhanden, bei denen sich zwar einige Doppel befanden. Inzwischen haben aber die Amerikaner auch die Sämlingszucht angefangen. Nach einer Angabe hatte die Station schon vor 3 Jahren 1300 eigene Sämlinge.

Über die Art der Auslese wäre kurz zu erwähnen, daß bis jetzt nur VILMORIN und in neuerer Zeit die Arlington Farm nach Gehalt ausgelesen haben. Auslese nach Knollenform suchte AMMANN vorzunehmen. Zehnjährige Selektion hatte aber geringen Erfolg und erklärt sich daraus, daß AMMANN sehr wahrscheinlich von Anfang an innerhalb eines Klons arbeitete.

Aus dem Gesagten ergeben sich außer den rein wissenschaftlichen Problemen für eine züchterische Bearbeitung des Topinambur etwa folgende nächstliegende Aufgaben:

Die bis jetzt bekannten Formen genügen noch nicht allen Anforderungen. Um neue Formen zu erhalten, kommt für uns das Vorgehen der Amerikaner sehr wahrscheinlich nicht in Frage, und es wird nichts anderes übrigbleiben, als zur Sämlingszucht überzugehen. Es ist anzunehmen, daß die Pflanzen bei der bevorzugten Fremdbefruchtung stark heterozygot sind, also aufspalten, und da sich Topinambur vegetativ vermehrt, ist jeder Sämling eine neue Sorte, genau wie bei der Kartoffel. Sobald man aber mit Sämlingen arbeitet, muß man die Befruchtungsverhältnisse kennen. Diese erfordern zu ihrem Studium wieder eine Methode, um die Pflanzen zu kastrieren und mit Sicherheit eine Selbst- oder Fremdbefruchtung herbeizuführen. Zu diesem Zweck werden die bis jetzt bekannten Kastrationsmethoden für Kompositen miteinander verglichen.

Die Heranzucht von Samen selbst bietet hier die größten Schwierigkeiten. Alle Vorversuche laufen darauf hinaus, die Blütenbildung und den Fruchtsatz zu beschleunigen. Dabei werden besonders die Pfropfversuche, sowie die Kurz- und Langtagversuche mit herangezogen.

Es soll auch versucht werden, ob nicht Nährstoffmangel die Blütenbildung fördert.

Bei den zu isolierenden Klonen wird man hauptsächlich nach 4 Gesichtspunkten auslesen:



Abb. 2. Einfluß des Nährstoffmangels auf die Blütenbildung. In der Mitte die Hungerpflanzen, rechts und links die normal ernährten Kontrollpflanzen. Die Kontrollpflanzen haben schon stark fortgeschrittene Knospen, während die Hungerpflanzen noch keine Knospenbildung zeigen.

einige knollentragende Spezies. Wenn auch die einzelne Art für sich den Anbau nicht lohnt, so entstehen durch Kreuzungen sicher Formen mit neuen wertvollen Eigenschaften.

In klimatisch günstig gelegenen Gebieten läßt sich mit einer groß angelegten Sämlingszucht



Abb. 3. Blühende *Helianthus tuberosus*. Die Knollen wurden am 6. 2. 29 ausgelegt und im Warmhaus angetrieben. Erste Blüte am 8. 6. 1929.

Knollenform, Ertrag, Gehalt, frühe Blütezeit. Sind die genannten Eigenschaften einzeln in verschiedenen Klonen vertreten, so wird man durch Kombinationskreuzung sie in einer neuen Sorte zu vereinigen suchen.

Zum Schluß wäre noch auf die Spezieskreuzungen bei *Helianthus* hinzuweisen. Es existieren neben *Helianthus tuberosus* noch

unter Heranziehung der jetzt schon wild vorkommenden Varietäten aus Topinambur sicher viel herausholen. Es besteht aber doch berechnete Hoffnung, auch hier, wo die Verhältnisse viel ungünstiger liegen, eine neue Hackfrucht zu erzeugen, die im Notfall auch imstande ist, einen Rohstoff zu liefern, der den Rohrzucker ersetzt.

(Aus dem Institut für Zucker-Industrie, Berlin.)

Die Nichtzuckerstoffe der Rübe¹.

Von O. Spengler.

Die Zuckerrübe, deren Bedeutung für die Volkswirtschaft und Landwirtschaft außer Frage steht, ist gleichzeitig der Rohstoff einer unserer

wichtigsten landwirtschaftlichen Industrien. Bei der Züchtung der Rübe mußte daher auf die besonderen Anforderungen der Zuckerindustrie Rücksicht genommen werden. Ein möglichst hoher Zuckergehalt wurde deshalb angestrebt und ist im Verlauf der Weiterzüchtung auch erzielt worden. Nun ist es eine lange bekannte

¹ Vorgetragen auf der gemeinsamen Tagung der „Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht“ und der „Vereinigung für angewandte Botanik“ in Königsberg i. Pr., Juni 1929.