

*Sonderdruck aus „Der Züchter“, 5. Jahrgang 1933, Heft 8.*

(Verlag von Julius Springer, Berlin.)

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

## Die Züchtung von wohlschmeckenden Tomaten.

### Die züchterische Bedeutung des Zucker- und Säuregehaltes.

Von **R. v. Sengbusch** und **J. Weißflog**.

Die Züchtung auf Wohlgeschmack wird am Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg in enger Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen Baumobst (Dr. RUDLOFF), Beerenobst (Dr. GRUBER, Dr. OBERMAIER), Reben (Dr. HUSFELD, Dr. SCHERZ) und Tomaten (Dr. v. SENGBUSCH) durchgeführt.

Der Wohlgeschmack von Früchten hängt von einer ganzen Reihe von Einzelfaktoren und ihrem gegenseitigen Verhältnis zueinander ab. Neben dem Zucker- und Säuregehalt spielen die aromatischen Stoffe, die unerwünschten Geschmacksstoffe, die Konsistenz und die Art der Schale eine große Rolle. Bei der Züchtung auf guten Geschmack verläßt der Züchter im allgemeinen sich auf seine Zunge. Um jedoch eine systematische züchterische Arbeit auf diesem Gebiet durchführen zu können, ist es notwendig, die einzelnen Geschmacksfaktoren getrennt voneinander zu studieren und ihr Zusammenwirken zu erkennen. Vorläufig fehlen uns züchterisch brauchbare Methoden, um die einzelnen Geschmacksfaktoren bei einer größeren Individuenzahl zu bestimmen. Eine planmäßige Züchtung in dieser Richtung wird aber erst möglich sein, wenn der Züchter die einzelnen Geschmacksfaktoren quantitativ erfassen kann.

Wir befinden uns bei der Züchtung auf Wohlgeschmack in vielen Fällen noch am Anfang der Entwicklung. Nicht einmal zur Bestimmung des Zucker- und Säuregehaltes stehen uns Schnellmethoden zur Verfügung. Wir können wohl den Gesamtzucker und die Gesamtsäure bestimmen, da jedoch die einzelnen Zucker- und Säurearten untereinander geschmacklich nicht gleichwertig sind, besitzen diese Methoden nur beschränkten Wert. Die Süßwerte der einzelnen Zuckerarten (Glukose, Fruktose und Saccharose) differieren im Extrem um 100%. Auch bei den Säuren sind z. B. Zitronen-, Apfel- und Weinsäure verschieden zu werten.

Noch viel schwieriger ist es, die aromatischen Stoffe zu erfassen. Auch hier werden Methoden ausgearbeitet werden müssen, die es erlauben, die wichtigsten aromatischen Stoffe zu be-

stimmen. Genau das Gleiche gilt für die unerwünschten Geschmacksstoffe.

Zur Prüfung der Konsistenz von Früchten reichen rein mechanische Methoden aus, und es dürfte wohl keine Schwierigkeiten machen, z. B. vollfleischige Tomaten von wässrigen Tomaten zu unterscheiden.

Über das optimale Verhältnis der einzelnen Geschmacksfaktoren zueinander wissen wir noch sehr wenig. Am besten studiert ist vielleicht der Zucker- und Säuregehalt der einzelnen Obstarten. Für Tomaten liegen vergleichende Sortenuntersuchungen noch nicht vor.

Es ist natürlich unmöglich, 20—30000 Tomatenpflanzen durch Kostproben auf ihren Geschmack hin zu bonitieren. Wir haben daher versucht, mit relativ groben Methoden bei Tomaten die Züchtung auf Wohlgeschmack in Angriff zu nehmen und zwar aus Mangel an brauchbaren Methoden zur Bestimmung der aromatischen und anderen Geschmacksfaktoren vorläufig nur auf den Gesamt-Zucker- und Säuregehalt hin. Wir sind uns dabei bewußt, daß wir gewisse Fehler in Kauf nehmen müssen. Die Ausarbeitung von Methoden, mit denen die einzelnen Geschmacksfaktoren getrennt bestimmt werden können, ist vorgesehen.

Der *Zuckergehalt* wurde mittels Refraktometer bestimmt, der *Säuregehalt* durch Titration mit  $n/10$  Natronlauge. Als Indikator wurde Thymolphthalein benutzt.

Wenn wir im Laufe der Arbeit vom „Zuckergehalt“ sprechen, so ist hiermit der Refraktometerwert gemeint. Der Säuregehalt ist in  $ccm\ n/10$  ausgedrückt.

Die Versuche der letzten Jahre haben gezeigt, daß der Zuckergehalt der Tomaten wesentlich von den Witterungsverhältnissen abhängt, unter denen sie zur Reife kommen. Bei starker Sonneneinwirkung und hohen Temperaturen steigt der Zuckergehalt an. Die Unterschiede können bis zu 25% betragen.

Vergleichende Untersuchungen über den Zuckergehalt sind daher nur dann brauchbar, wenn sie zur gleichen Zeit unter denselben Be-

dingungen durchgeführt werden. Dasselbe gilt für den Säuregehalt: auch dieser steigt mit zunehmender Temperatur und Belichtung. Für vergleichende Untersuchungen dürfen nur Früchte des gleichen Reifestadiums benutzt werden.

Tabelle I.

<i>Solanum lycopersicum</i> Kultursorten	Zucker 1931	Zucker 1932	Säure 1932
Abundance . . . . .	5,0	4,8	1,07
Ailsa Craig . . . . .	4,4	4,6	1,11
Alice Roosevelt . . . . .	4,6	4,4	1,24
Allerfrüheste Freiland . . . . .	4,6	4,5	1,16
Bonner Beste . . . . .	5,2	5,2	1,24
Challenger . . . . .	5,2	5,3	1,29
Chemin . . . . .	5,0	4,7	1,40
Condine Red . . . . .	4,6	4,8	1,23
Dänischer Export . . . . .	5,5	5,3	1,27
Erste Ernte . . . . .	5,4	5,3	1,08
Essex Wonder . . . . .	5,6	5,3	1,45
Excelsior . . . . .	4,4	4,7	0,96
Express . . . . .	—	5,2	1,18
Ficarazzi . . . . .	4,7	4,8	1,61
Gelbe Eier Dahmsdorf . . . . .	6,6	6,3	1,08
Goldball . . . . .	4,5	5,1	1,80
Golden Queen . . . . .	—	4,7	1,15
Groot's Dudaine . . . . .	5,7	5,2	1,08
Johannisfeuer . . . . .	4,5	4,8	1,71
Julimatador . . . . .	5,1	5,3	1,45
Kamfiolen . . . . .	4,6	5,0	1,17
Königin der Frühen . . . . .	4,9	4,9	1,46
König Humbert . . . . .	5,0	5,1	1,24
Luise . . . . .	4,7	5,1	1,07
Lukullus . . . . .	4,8	4,9	1,43
Magnum bonum . . . . .	4,8	4,6	1,09
Mikado . . . . .	—	5,1	1,17
Merville des Marchés . . . . .	—	5,1	1,20
Purpurkönig . . . . .	4,5	4,7	1,02
Präsident Garfield . . . . .	5,4	5,3	1,30
San Marzano . . . . .	5,3	5,4	1,21
Schöne von Lothringen . . . . .	4,8	4,9	1,11
Stirling Castle . . . . .	6,4	6,5	1,54
Sunrise . . . . .	5,8	5,3	1,50
Triumph . . . . .	4,8	5,3	1,53
Tuckstir . . . . .	5,6	5,2	1,42
Tuckswood . . . . .	5,2	5,4	1,41
Westlandia . . . . .	4,8	5,3	1,27
Sorten-Durchschnitt . . . . .	4,9	5,0	1,28
<i>Solanum lycopersicum</i>			
<i>Sol. lyc.</i> aus Ocumare la Costa . . . . .	8,0	7,0	1,72
<i>Sol. lyc.</i> aus Tarma . . . . .	5,7	5,4	1,67
<i>Sol. lyc.</i> Großer Zwerg . . . . .	4,6	4,9	1,02
<i>Sol. lyc. cerasiforme</i> . . . . .	7,0	6,6	1,69
<i>Sol. lyc. pruniforme</i> . . . . .	6,7	5,9	1,83
<i>Solanum racemigerum</i> . . . . .	7,3	7,4	1,61

Der Zuckergehalt steigt an mit zunehmender Reife. In einem Fall konnten wir feststellen, daß unreife Früchte 4,78%, halbreife 5,04% und vollreife 5,57% Zucker enthielten. Die Differenz zwischen vollreif und unreif betrug demnach

uß sich aber darüber klar sein, unter welchen Bedingungen die Differenzen kleiner oder größer sein können.

Eingehende Versuche haben gezeigt, daß man die Untersuchungen auch entweder mit halbreifen oder mit unreifen Früchten durchführen kann. Einem hohen Zuckergehalt in der reifen Frucht entspricht auch ein solcher in der halbreifen oder unreifen Frucht. Die besten Erfahrungen haben wir jedoch mit vollreifen Früchten gemacht.

1931 wurde ein umfangreiches Tomatensortiment erstmalig auf Zucker untersucht. 1932 wurden neben Zucker- auch Säurebestimmungen durchgeführt. Das Sortiment enthielt 38 Kultursorten und 6 Wildformen von *Sol. lycopersicum* sowie *Sol. racemigerum*. Der Durchschnitt der Kultursorten betrug 1931 4,9%, 1932 5% Zucker. Berücksichtigt wurden bei der Berechnung des Sortendurchschnitts alle Sorten, die unter 5,9% Zucker enthielten. 4,4 und 5,8% waren hierbei die beiden Extreme (siehe Tabelle I).

Wesentlich über dem Sortendurchschnitt lagen die Sorten „Gelbe Eier, Dahmsdorf“ mit 6,6% (1931) und 6,3% (1932) und „Stirling Castle“ mit 6,4% (1931) und 6,5% (1932). Diese beiden Sorten sind daher bei der Berechnung des Sortendurchschnitts ausgeschaltet worden.

Von den Wildformen erwiesen sich als besonders zuckerreich *Sol. lycopersicum* aus Ocumare la Costa mit 8% (1931) und 7% (1932), *Sol. lycopersicum cerasiforme* mit 7% (1931) und 6,6% (1932) und *Sol. lycopersicum pruniforme* mit 6,7% (1931) und 5,9% (1932). Einen sehr hohen Zuckergehalt wies auch *Sol. racemigerum* auf: 1931 7,3% und 1932 7,4%.

Der durchschnittliche Säuregehalt der Sorten betrug 1932 1,28. Das Minimum lag bei 0,96, das Maximum bei 1,80. Einen niedrigen Säuregehalt hatten die Sorten: Abundance, Erste Ernte, Excelsior, gelbe Eier Dahmsdorf, Groot's Dudaine, Luise, Magnum bonum und Purpurkönig. Hohen Säuregehalt hatten Gildball, Johannisfeuer und Triumph. Niedrigen Säuregehalt hatten *Sol. lycopersicum* „großer Zwerg“, hohen Säuregehalt *Sol. lycopersicum* aus Ocumare la Costa, *Sol. lycopersicum* aus Tarma, *Sol. lycopersicum cerasiforme* und *pruniforme* und *Sol. racemigerum*.

Nach dem gegenseitigen Verhältnis des Zucker- und Säuregehaltes kann man vier „Extremgruppen bilden:

1. Gruppe: niedriger Zucker- u. niedr. Säuregehalt;
2. Gruppe: hoher Zucker- u. niedriger Säuregehalt;
3. Gruppe: niedriger Zucker- u. hoher Säuregehalt;
4. Gruppe: hoher Zucker- u. hoher Säuregehalt.

Zu Gruppe 1 gehören (siehe Tabelle 1) Abundance, Ailsa Craig, Allerfrüheste Freiland, Excelsior und Purpurkönig, zur zweiten Gruppe gelbe Eier Dahmsdorf, zur dritten Gruppe Ficarazzi, Goldball und Johanniseuer, zur vierten Gruppe Stirling Castle, *Sol lycopersicum* aus Ocumare la Costa, *Sol. lycopersicum cerasiforme* und *pruniforme* und *Sol. racemigerum*.

Tabelle II.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Sorten . . . . .	4,5	4,8	4,2
F <sub>1</sub> . . . . .	5,5	6,4	5,0
<i>Solanum racemigerum</i>	7,5	7,8	7,2

Geschmacklich ließen sich die vier Gruppen gut voneinander trennen. Die erste schmeckte fade, die zweite süß, die dritte sauer und die

gleichsinnig wirkende recessive Faktoren bedingt ist.

1931 wurden etwa 5000 F<sub>2</sub>-Pflanzen auf Zucker untersucht. Die zuckerreichsten Formen wurden ausgelesen. Die Prüfung von F<sub>3</sub>-Familien 1932 ergab, daß vier Familien einen Zuckergehalt von über 8% aufwiesen. Die Familie mit dem höchsten Zuckergehalt hatte 8,3%. *Sol. racemigerum* enthielt zur gleichen Zeit ebenfalls 8,3%. Die zuckerreichste Einzelpflanze der Auslesen hatte 9,6%, die von *Solanum racemigerum* 9,5%. Das Fruchtgewicht der Auslesen war gegenüber *Sol. racemigerum* verdoppelt.

Ferner wurde 1932 eine F<sub>2</sub> von 443 Pflanzen auf Zucker und Säure untersucht (siehe Abb. 2, 3, 4, 5 und Tabelle 3). Der Durchschnitt der F<sub>2</sub> liegt nicht wesentlich höher, als der der Sorten.

Der Säuregehalt der F<sub>2</sub> liegt im Durchschnitt über dem der Elterntypen. Wie dies zu er-

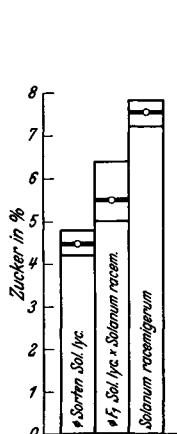


Abb. 1. Zuckergehalt der Eltern und der F<sub>1</sub>.

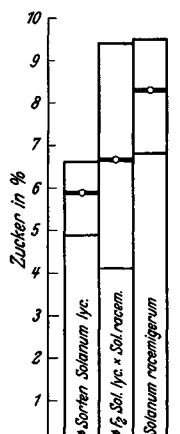


Abb. 2. Zuckergehalt der Eltern und der F<sub>2</sub>.

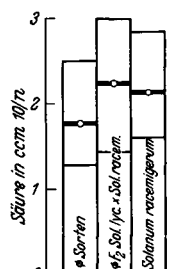


Abb. 3. Säuregehalt der Eltern und der F<sub>2</sub>.

vierte würzig, aromatisch. Welcher der letzten drei Gruppen der Vorzug zu geben ist, sei dahingestellt. Jedenfalls ist es auf Grund unserer Beobachtungen möglich, jede dieser Zuchtrichtungen planmäßig auszubauen und auch solche Formen herzustellen, die im Zucker- oder Säuregehalt oder in beiden die vorhandenen Sorten noch übertreffen.

1931 und 32 wurden außer am Sortiment Beobachtungen über den Zucker- und Säuregehalt an F<sub>1</sub>-, F<sub>2</sub>- und F<sub>3</sub>-Material aus der Kreuzung von Tomatensorten mit *Sol. racemigerum* durchgeführt.

Der Zuckergehalt der F<sub>1</sub> liegt in allen Fällen nur unwesentlich höher als der der zuckerarmen Eltern (siehe Abb. 1 u. Tab. 2). Dieses Ergebnis weist darauf hin, daß der hohe Zuckergehalt von *Sol. racemigerum* wahrscheinlich durch mehrere

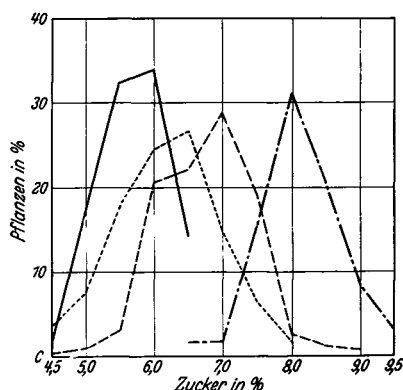


Abb. 4. Variationskurven für den Zuckergehalt.

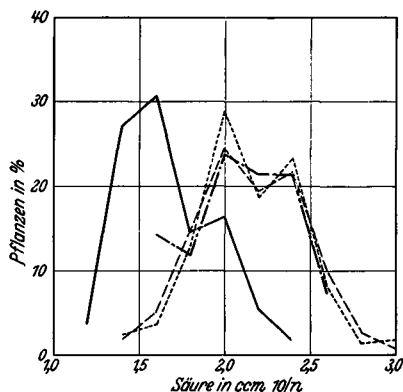


Abb. 5. Variationskurven für den Säuregehalt.

klären ist, steht noch offen. Die Beobachtung soll 1933 nachgeprüft werden.

Für die Züchtung auf Zucker- und Säuregehalt stehen uns, wie die Sortimentsbeobachtungen zei-

gen, die verschiedensten Typen zur Verfügung. Für die Züchtung auf Zucker- und Säurereichtum kommen als Ausgangsmaterial in der Hauptsache die kleinfrüchtigen Wildformen in Frage. In diesem Zusammenhang interessiert es, ob eine korrelative Bindung zwischen dem Zucker- und Säuregehalt einerseits und dem Fruchtgewicht andererseits besteht. An Hand des  $F_2$ -Materials aus der Kreuzung *Sol. lycopersicum* und *Sol. racemigerum* konnten wir feststellen, daß keine praktisch ins Gewicht fallende Korrelation besteht. Der Korrelationskoeffizient für Zucker-gehalt-Fruchtgewicht ist  $-0,1235 \pm 0,0662$ , der für Säuregehalt-Fruchtgewicht  $-0,0727 \pm 0,0668$ .

Allerdings zeigen die Untersuchungen der  $F_2$ , daß man eine sehr große Zahl von  $F_2$ -Pflanzen untersuchen muß, um großfrüchtige zuckerreiche Individuen aufzufinden.

Eine schwache korrelative Bindung besteht zwischen dem Zucker- und Säuregehalt:  $r = +0,3531 \pm 0,0586$ . Da man in den Fällen, in denen man den Zuckergehalt zu steigern beabsichtigt, auch gleichzeitig den Säuregehalt wird erhöhen wollen, ist diese schwache positive Korrelation züchterisch durchaus günstig.

Es müßte auf züchterischem Wege möglich sein, Tomaten herzustellen, die als Obstersatz dienen könnten. In Tabelle 4 haben wir einige Obstarten in Vergleich zu Tomaten gesetzt. Der durchschnittliche Zuckergehalt des Obstes (Birnen, Äpfel und Apfelsinen) ist etwa 2,5mal höher als der der Tomaten (s. Abb. 6 und 7). Die zuckerreichen Weintrauben enthalten dreimal soviel Zucker wie die Tomaten. In Spalte 2 der Tabelle 4 sind die niedrigsten beobachteten Zuckerwerte eingetragen. Bei Äpfeln und Apfelsinen sind es 9%. Wenn man diese Mindestzahlen mit den Höchstzahlen für Tomaten in Spalte 3 vergleicht, so sieht man, daß die Tomaten mit 10% Zucker das Minimum von Äpfeln und Birnen erreichen.

Der Säuregehalt liegt bei Tomaten etwa gleichhoch wie bei Äpfeln, Birnen und Apfelsinen.

Die Firma Carters, England, hat neuerdings eine Fruchttomate in den Handel gebracht. Diese Fruchttomate ist vollfleischig, rund und

etwa von der Größe wie Dänische Export. Der Zucker- und Säuregehalt sind noch nicht bestimmt, werden aber wahrscheinlich für Zucker bei 5%, für Säure bei 1,20 liegen.

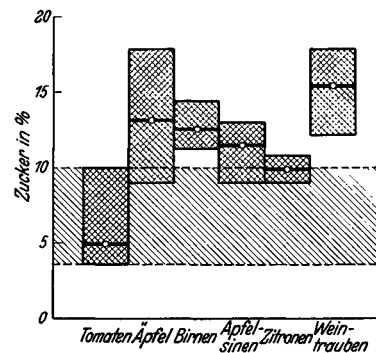


Abb. 6. Der Zuckergehalt verschiedener Früchte.

Eine solche Fruchttomate könnte, wenn sie zucker- und säurereich wäre, sicher als Obstersatz auf den Markt gebracht werden.

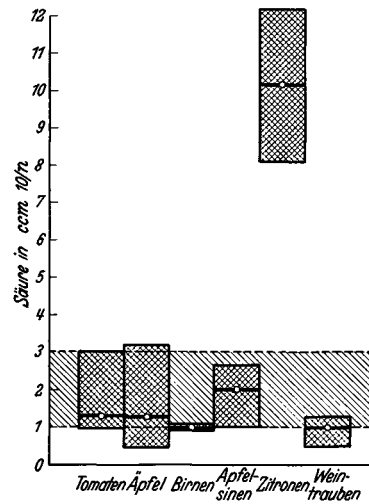


Abb. 7. Der Säuregehalt verschiedener Früchte. Zeichenklärung zu 4 u. 5

— ∅ Kultursorten — F<sub>2</sub> b — F<sub>2</sub> a — Solanum racemigerum.

Zusammenfassung.

Für den Geschmack von Früchten sind viele Einzelfaktoren verantwortlich zu machen: verschiedene Zuckerarten, verschiedene Säurearten,

Tabelle III.

	Refr. ∅	Minimum	Maximum	Säure ∅	Minimum	Maximum
Tomaten . . . . .	4,95	3,6	10,0	1,28	0,99	3,00
Äpfel . . . . .	13,10	9,0	17,8	1,26	0,44	3,20
Birnen, Kaiserkrone . .	12,50	11,2	14,3	0,99	0,93	1,08
Apfelsinen . . . . .	11,40	9,0	13,0	2,03	1,07	2,77
Zitronen . . . . .	9,90	9,0	10,8	10,22	8,14	12,10
Weintrauben . . . . .	15,40	12,2	17,8	1,07	0,88	1,34

aromatische Stoffe, unveränderte Geschmacksstoffe und die Konsistenz. Die Ausarbeitung von Spezialmethoden zur Bestimmung der Geschmacksfaktoren ist notwendig.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Zucker- und Säuregehalt der Tomaten. Die Bestimmung des Zuckergehaltes wurde mittels Refraktometer, die der Säure durch Titration vorgenommen.

Es wurden die Veränderungen des Zuckergehaltes beim Reifen und unter verschiedenen Witterungsbedingungen festgestellt.

Auf Grund von Sortimentsbeobachtungen konnten vier „Extremgruppen“ gebildet werden:

1. Zuckerarm, säurearm
2. Zuckerarm, säurereich
3. Zuckerreich, säurearm
4. Zuckerreich, säurereich.

Als besonders zucker- und säurereich erwiesen sich *Sol. racemigerum* und einige Wildformen von *Sol. lycopersicum*.

Der Zuckergehalt der  $F_1$  aus der Kreuzung

*Sol. lycopersicum* und *Sol. racemigerum* liegt nur unwesentlich über dem des zuckerarmen Elters.

Der Durchschnittszuckergehalt der  $F_2$  ist etwa ebenso hoch wie der der  $F_1$ . Es treten jedoch sehr zucker- und sehr säurereiche Formen auf, die bezüglich der beiden Eigenschaften die zucker- und säurereiche Elternform erreichen.

In einer  $F_2$  konnten vier sehr zuckerreiche Typen isoliert werden, die eine sehr ausgeglichene Nachkommenschaft lieferten.

Weder zwischen Zuckergehalt und Fruchtgewicht, noch zwischen Säuregehalt und Fruchtgewicht liegen züchterisch erschwerend ins Gewicht fallende Korrelationen vor.

Der Zucker- und Säuregehalt sind korrelativ schwach gebunden.

Im Anschluß an diese Ergebnisse wird die Frage diskutiert, ob es möglich ist, Tomaten zu züchten, die wie Obst Verwendung finden können.