

(Aus der Allgemeinen Proefstation voor den Landbouw, Buitenzorg, Java.)

Die Züchtung von Unterlagen für *Citrus sinensis* OSB.¹ immun gegen *Phytophthora parasitica*, die Ursache der „gum-disease“ in Java.

Von H. J. Toxopeus.

Einleitung.

Wie überall in der Welt, wo Apfelsinen wachsen, werden auch in Java die Bäume von dem im Boden lebenden Schimmelpilz *Phytophthora parasitica* befallen. Die durch diesen Pilz verursachte Krankheit trägt nach dem Austreten von harzartigem Gummi den Namen „mal di gomma“ oder „gumdisease“ und auf javanisch „lärå blendoh“ (lärå = Krankheit, blendoh = Harz).

Die Infektion findet mittels Schwärmer vom Boden aus statt. Diese werden während eines Regengusses in Regentropfen bis zu 30—50 cm hoch auf den Bast gespritzt. Gelingt eine Infektion, so wird im Laufe von zwei oder drei Monaten ein großes Baststück bis auf das Kambium ganz vernichtet. Öfters ist der Befall so stark, daß der Baum innerhalb weniger Monate eingeht. Abb. 1 gibt ein Bild solch eines schweren Falles.

Da die Javaner seit etwa 15 Jahren in ihren Gärten unter den Bäumen Blumen und Gemüse bauen, und aus diesem Grunde der Boden auch während des sehr trockenen Ostmonsuns feucht gehalten wird, hat sich der Pilz im Boden stark vermehrt. Von den Einheimischen werden jetzt fast gar keine jungen Bäume des sehr anfälligen djeruk manis mehr gepflanzt, da sie erfahrungsgemäß der Krankheit innerhalb einiger Jahre zum Opfer fallen. Sogar die von der Bevölkerung zur Vermehrung gebrauchten Markotten sind meistens schon am Mutterbaum von *Phytophthora*, die sich in der zum Markottieren gebrauchten Erde befindet, befallen.

In den Kulturzentren von *Citrus sinensis*, in Spanien, Californien und Florida, wird das Problem der Bekämpfung dieser Krankheit restlos durch den Gebrauch von *Citrus Aurantium* (Seville Orange, Sour Orange, Bigaradier) als Unterlage gelöst. Bis zu etwa 50 cm über dem Bodenniveau ist der Baum dann immun, höher hinauf jedoch nicht, doch da ist dann keine Infektion mehr möglich.

¹ In der malaiischen Sprache werden alle Citrusfrüchte mit djeruk bezeichnet; *C. sinensis* = djeruk manis. Für die Beschreibung dieser und anderer in dieser Publikation genannten einheimischen Citrusarten und -varietäten siehe OCHSE 1931.

Sofort, nachdem der sehr große Schaden, der durch *Phytophthora* verursacht wird, bekannt wurde, ist auf Java für djeruk manis, die einheimische Varietät von *Citrus sinensis* und für die importierten Klone, wie Washington, Naval



Abb. 1. Stark befallener Baum.

Orange, Valencia Orange, Hamlin und Norris Orange, *Citrus Aurantium* als Unterlage ausprobiert worden. Die Augen gingen gut an und anfänglich wuchs das Reis auch sehr erfreulich. Als jedoch die ersten Blätter ausgewachsen waren, ging die ganze Pflanze allmählich ein. Dies war der Fall von 0—1000 m Meereshöhe und auf sehr verschiedenen Böden. Viele Tausende von *Citrus Aurantium*-Sämlingen sehr verschiedener Herkunft (Florida, Californien, Suriname, Algier und Palästina) wurden ausprobiert, weil die Möglichkeit bestand, daß es

doch vielleicht unter ihnen vereinzelte, als Unterlagen geeignete Genotypen geben könnte. Einige Veredelungen haben bestimmt länger ausgehalten als die meisten anderen, sie sind jedoch nach Verlauf einer gewissen Zeit auch eingegangen.

Außer *Citrus Aurantium* sind auch die vielen Varietäten von *Citrus nobilis* immun. Die Sämlinge dieser Formen wachsen jedoch sehr langsam und können erst zwei Jahre nach der Aussaat veredelt werden, während die bis jetzt gebrauchten anfälligen Unterlagen, der „rough lemon“ und die japanische Zitrone schon im Alter von 1 bis 1 $\frac{1}{4}$ Jahr so weit entwickelt sind. Auch das Wachstum der Veredelung mit *Citrus nobilis* als Unterlage ist nur langsam und oft krankhaft.

Als daher 1928 die ersten Veredelungen auf *Citrus Aurantium* fehlschlagen, ist sofort mit der Züchtung einer immunen, für *Citrus sinensis* geeigneten Unterlage begonnen worden, deren Sämlinge schon nach 1—1 $\frac{1}{2}$ Jahr veredelbar sein sollen. Im nachfolgenden wird über den Gang dieser Arbeit berichtet, die wegen der Polyembryonie von *Citrus* und wegen der Unbrauchbarkeit vieler Bastarde als Unterlage manche interessante Schwierigkeiten bot, und die noch durchaus nicht zum Ziele geführt hat.

Material und Methodik der Kreuzung.

Wie schon erwähnt, gibt es einige immune Arten und Varietäten, die jedoch als Unterlage für *Citrus sinensis* nicht geeignet sind. Auf der anderen Seite gibt es viele anfällige, schnell wachsende Formen, von denen nur wenige als Unterlage gebraucht werden, die meisten jedoch noch nicht ausprobiert worden sind. Es lag also nahe, besonders Vertreter dieser beiden Gruppen zu kreuzen. Da jedoch über die Vererbung der Immunität nichts bekannt war, und ich schon frühzeitig und, wie sich nachher herausgestellt hat, mit Recht vermutete, daß die meisten *Citrus*-Pflanzen stark heterozygot sind, sind auch Kreuzungen zwischen den Vertretern einer Gruppe gemacht worden.

Die meisten *Citrus*-Bäume blühen auf Java ungefähr drei bis vier Wochen, nachdem es nach dem trockenen Monsun zum ersten Male wieder tüchtig regnet. Meistens fängt die Blüte im Oktober an, durch Bewässerung Mitte August kann sie jedoch schon im September ausgelöst werden, was für die Kreuzungsarbeit oft sehr bequem ist.

Die Varietäten von *Citrus nobilis* (Mandarinen) *C. decumana* (Pompelmusen), *Citrus sinensis* (Apfelsinen), *C. grandis* („grapefruit“), *C. Aurantium* und *C. mitis* haben nur hermaphrodite Blüten; die Formen von *Citrus medica* (Zitronen und Zedraten), *C. aurantifolia* („lime“) und *C. histrix*, der „rough lemon“ und die japanische

Zitrone haben neben hermaphroditen eine wechselnde Anzahl männlicher Blüten. Pollen und Narbe sind meistens gleichzeitig, kurz vor oder nach dem Öffnen der Blüte reif; bei künstlicher Kreuzung ist also Kastration notwendig. In der Regel wird ein Tag vor dem Aufblühen die Blüte kastriert, danach werden die kastrierten Blüten in Pergamintüten eingehüllt und zwei Tage später bestäubt. Von der Vaterpflanze werden beinahe geöffnete Blüten gesammelt und über Kalk im Exsiccator aufbewahrt; am nächsten Tage sind dann die Staubbeutel aufgesprungen, und der Pollen steht zur Verfügung. Im Exsiccator über Kalk kann Pollen mehrere Tage lang aufbewahrt werden, ohne daß er die Keimkraft verliert. Es ist dann jedoch notwendig, sofort nach dem Sammeln der Knospen den Griffel zu beseitigen, damit die Antheren sich nicht, wie das nach der Bestäubung der Narbe der Fall ist, vom Blütenboden lösen.

Alle Kastrationen und Kreuzungen sind von javanischen Assistenten ausgeführt worden, dabei wurden — wie nachher an der F_1 -Generation sehr gut kontrolliert werden konnte — nur sehr wenige Fehler gemacht. Da, wie aus dem folgenden ersichtlich, oft sehr viele Kreuzungen gemacht werden müssen, um Bastarde zu bekommen, ist es wohl interessant, anzugeben, wie viele Kreuzungen täglich gemacht werden können (Tabelle 1).

Tabelle I. Zahl der täglich von drei javanischen Assistenten ausgeführten Kreuzungen und Kastrationen.

Datum	Anzahl der Blüten	
	gekreuzt	kastriert
26. 8. 1929	320	161
28. 8. 1929	160	304
29. 8. 1929	260	130
11. 9. 1929	86	233
12. 9. 1929	306	99
13. 9. 1929	232	80

Bedeutung der Polyembryonie für die Kreuzungsarbeit.

Wie bekannt, wächst bei den meisten *Citrus*-Arten und -Varietäten aus den Samen oft mehr als eine Pflanze heraus. Nach den Untersuchungen von STRASBURGER (1878) und OSAWA (1912), und wie ich auch selbst immer wieder feststellen konnte, entstehen nach der Befruchtung im Embryosack außer dem Eizellembryo noch mehrere Nucellusembryonen. Schon die reine Beobachtung, daß es meistens je Same nur eine Keimpflanze gibt, und aus den Samen immer viele große und kleine Embryonen herauspräpariert werden können, gibt zu der Vermutung Anlaß, daß es zwischen dem einzelnen Eizell-

embryo und den vielen Nucellusembryonen einen Kampf ums Dasein geben muß. Unter den Sämlingen einer polyembryonalen Art gibt es demgemäß neben Pflanzen des mütterlichen Typus, die offenbar von den vegetativ entstandenen Nucellusembryonen stammen, mehr oder weniger von diesem Typus abweichende Individuen, die aus den befruchteten Eizellen entstanden sind.

Die F_1 einer Kreuzung besteht also aus Bastarden und vegetativen Nachkommen der Mutterpflanze. Das Erkennen der Bastarde bietet meist keine unüberwindbaren Schwierigkeiten, vorausgesetzt jedoch, daß man das Material intensiv durchgearbeitet hat. Sehr leicht ist die Unterscheidung, wenn die Vaterpflanze ein auffallendes dominantes Merkmal besitzt, wie z. B. im Falle einer Kreuzung zwischen *Citrus medica* oder *Citrus nobilis* und *Citrus decumana*. Alle Bastarde haben dann wie die Vaterpflanze einen stark ausgeprägten Blattfuß, den die vegetativ entstandenen Sämlinge von *Citrus medica* und *Citrus nobilis* nicht besitzen. Meistens jedoch hat die Vaterpflanze kein so brauchbares dominantes Merkmal, und man muß die Bastarde daran erkennen, daß sie in der einen oder anderen Richtung vom vegetativen Typus abweichen. In derartigen Fällen kann die Selektion

natürlich nur von einer Person durchgeführt werden, die sehr mit *Citrus* vertraut ist.

Das Ausselektionieren der Bastarde kann meistens an ungefähr sechs Monate alten Sämlingen vorgenommen werden. Wünscht man jedoch Bastarde herzustellen zwischen Varietäten von z. B. *Citrus nobilis*, die nur Unterschiede zwischen den Früchten aufweisen, so muß man mit der Selektion bis zur Fruchtracht (in diesem Falle mindestens 6 Jahre) warten.

Von WEBBER (1900), FROST (1926) und TOXOPEUS (1930) ist eine große Zahl von Bäumen von verschiedenen *Citrus*-Arten mittels Kreuzung auf ihren Prozentsatz vegetativ und generativ entstandener Sämlinge untersucht worden. Die sämtlichen Daten sind in Tabelle 2 zusammengestellt worden. Die von mir gegebenen Zahlen sind meistens aus den Resultaten vieler Kreuzungskombinationen berechnet worden, die meisten Zahlen von FROST und WEBBER vermutlich nur aus einer Kreuzung.

Je nach der Vaterpflanze ist die Zahl der Bastarde einer Mutterpflanze öfters verschieden. Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Kreuzungen mit der japanischen Zitrone. Wie aus der Tabelle 4 ersichtlich ist, besteht eine deutliche negative Korrelation zwischen der Keimpflanzen-

Tabelle 2. Zahl der generativen Nachkommen (Bastarde) von verschiedenen *Citrus*-Arten und -Varietäten.

Art	Varietät	% Bastarde	Pflanzen je 100 Samen	Zahl der F_1 -Pflanzen	gefunden von
<i>C. decumana</i> MURRAY .	10 Varietäten	100	100	± 3000	TOXOPEUS
	sweet orange	11	—	228	WEBBER
<i>C. sinensis</i> OSB.	„ „	58	110	105	FROST
	ruby orange	40	119	42	„
	Valencia orange	21	135	57	„
	Navel orange	0,4	136	55	„
	djeruk manis	5	124	119	TOXOPEUS
	tangerine	13	—	298	WEBBER
<i>C. nobilis</i> LOUR.	Dancy tangerine	15	126	54	FROST
	King mandarin	89	100,6	332	„
	Willowleaf mandarin	15	127	714	„
	Owari Satsuma	16	139	193	„
	djeruk keprok	0,9	181	117	TOXOPEUS
	djeruk eter	6	—	98	„
<i>C. medica</i> L.	djeruk pegon	8	150	111	„
	sweet lemon	100	100	22	FROST
	lisbon lemon	89	106	62	„
	eureka lemon	68	108	119	„
	djeruk sucade (Zedrate)	100	100	126	TOXOPEUS
<i>C. aurantifolia</i> SWINGLE	djeruk citroen (Zitrone)	54	120	306	„
	West-Indian lime	14	—	15	WEBBER
<i>C. Aurantium</i> L.	djeruk nipis	19	—	409	TOXOPEUS
	saramaca (= sour orange)	41	—	83	„
<i>C. mitis</i> BLANKO	djeruk kastoeri	0,7	166	272	„
<i>C. hybridus</i>	japanische Zitrone	45	119	4178	„
	„rough lemon“	5,4	179	2632	„

Tabelle 3. Zahl der Bastarde in Kreuzungen der japanischen Zitrone als Mutterbaum mit verschiedenen Vaterpflanzen.

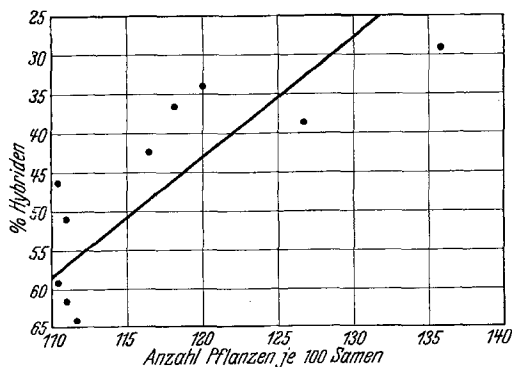
Vaterpflanze	Jahr der Kreuzung	Pflanzen je 100 Samen	Vegetative Nachkommen	Bastarde	% Bastarde
<i>C. decumana</i> (dj. bali)	1928	136	123	50	29 ± 3,4
(dj. bali)	1929	117	108	64	37 ± 3,7
<i>C. nobilis</i> (dj. djepoen)	1929	111	61	64	51 ± 4,5
(dj. eter)	1929	112	128	231	64 ± 2,5
(dj. keprok)	1928	116	47	34	42 ± 5,5
(dj. keprok)	1931	120	1689	879	34 ± 0,9
<i>C. sinensis</i> (dj. manis)	1929	109	153	209	58 ± 3,0
<i>C. Aurantium</i> (saramaca)	1931	127	578	339	37 ± 1,6
<i>C. medica</i> (dj. sucade)	1928	109	111	95	46 ± 3,5
<i>C. hybridus</i> („rough lemon“)	1929	111	72	120	62 ± 3,5

zahl je Same und dem Prozentsatz der Bastarde. Am wahrscheinlichsten erscheint es also, daß die Vaterpflanze einen Einfluß auf die Ausbildung von Nucellusembryonen ausübt; jedoch muß dabei auch die Möglichkeit berücksichtigt werden, daß die Eizell-embryonen der einen Kreuzungskombination kräftiger veranlagt sein können als die einer anderen.

Auch die Variation im Prozentsatz der Bastarde verschiedener Kreuzungen mit dem „rough lemon“ als Mutterbaum ist relativ ziemlich groß, absolut jedoch nur gering (4—8% Bastarde).

Von einigen Bäumen konnten auch die generativen Nachkommen der Selbstung gut ausge-

Tabelle 4. Zusammenhang zwischen Prozentsatz der Bastarde und Anzahl Pflanzen pro 100 Samen bei der japanischen Zitrone (s. Tabelle 3).



zählt werden, weil sie sich sehr heterozygot zeigten. Bei der japanischen Zitrone wurden 35%, beim „rough lemon“ 4%, bei djeruk manis und djeruk keprok etwa 2% gefunden. Diese Zahlen stimmen ziemlich gut mit denen aus Tabelle 2 überein.

Die Zahl der Nucellusembryonen, welche in den Embryosack hineinwachsen, ist an Mikrotomschnitten studiert worden (Tabelle 5).

Eine merkwürdige Tatsache ist wohl, daß der „rough lemon“ und djeruk keprok, welche ungefähr denselben Prozentsatz Bastarde aufweisen, sich in der Zahl der Embryonen so stark unterscheiden.

Wenn vorausgesetzt wird, daß der Eizell-embryo dieselbe Entwicklungschancen hat wie die Nucellusembryonen, so ist es möglich, den Prozentsatz generativer Nachkommen zu berechnen, wenn die Zahl der Pflanzen je Same und die Anzahl der Embryonen bekannt sind. In Tabelle 6 sind diese Berechnungen angestellt worden, und wenn sie auch nur annähernd sind, so gibt es doch in den meisten Fällen derartige Unterschiede zwischen gefundenen und berechneten Zahlen, daß es dafür eine bestimmte Ursache geben muß, und daß zweifelsohne die Eizell-embryonen geringere Entwicklungsmöglichkeiten haben müssen als die Nucellusembryonen.

Wie das Studium der Präparate zeigt, beginnt die befruchtete Eizelle erst mit der Teilung, wenn die meisten Nucellusembryonen schon mehrzellig sind. Weiterhin ist auch die Lage des Eizell-embryos weniger günstig; die Entwicklung im Embryosack wird durch die günstiger liegenden Nucellusembryonen verhindert (Abb. 2). Auch liegen die Nucellusembryonen wahrscheinlich in nährungsphysiologisch günstigerer Lage, da sie sich in kürzerer Entfernung von den Gefäßbündeln befinden.

Sehr wahrscheinlich ist es weiterhin, daß die Zygote oft schwächer veranlagt ist als die Nucellusembryonen. Unter den generativ entstandenen Nachkommen der meisten *Citrus*-Arten treten viele Kümmerlinge auf, fast alle sind schwachwüchsiger als die vegetativen Sämlinge. So liegt die Vermutung nahe, daß die Veranlagung der Zygoten, die nicht zu Keimpflanzen anwachsen, noch schwächer sein wird und für das Fehlen vieler Keimlinge generativer Herkunft verantwortlich zu machen ist.

Tabelle 5. Anzahl der in den Embryosack hineinwachsenden Embryonen.

Material	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	—30	
jap. Zitrone Selbstung	8	1	1																								—
jap. Zitrone × <i>C. sinensis</i> (Valencia-Orange)	3	10	5	1																							—
rough lemon Selbstung	1	2	7	4	2	1	2	1																			—
<i>C. aurantifolia</i> (dj. nipis) Selbstung	2	5	2	2	1	2																					—
<i>C. aurantifolia</i> (dj. nipis) × <i>C. Aurantium</i> (saramacca)	3	4	6	5	3	2	1	2																			—
<i>C. aurantifolia</i> (dj. nipis) × <i>C. medica</i> (dj. sucade)	3	5	9	7	0	2	3	0	1																		—
<i>C. aurantifolia</i> (dj. nipis) total	8	14	17	14	4	6	4	2	1																		—
<i>C. mitis</i> (dj. kastoeri) Selbstung				1	1	2	0	2	1	0	4	1								1					1		—
<i>C. sinensis</i> (Valencia orange) Selbstung				2	1	1	0	3	1	0	2	2	1	1	0	1											—
<i>C. nobilis</i> (dj. keprok) Selbstung																											14

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß in vielen Fällen die Polyembryonie ein schweres Hindernis für die Herstellung von Bastarden bildet. In Tabelle 7 ist von einigen Kombinationen angegeben worden, wieviel Kreuzungen gemacht werden müssen, um 1000 Bastarde zu bekommen.

Wenn es sich jedoch darum handelt, eine heterozygote Pflanze vegetativ zu vermehren, so bietet die Polyembryonie dazu eine sehr schöne Möglichkeit (TOXOPEUS 1932). Man hat nur die Sämlinge heranzuziehen und nach einem halben Jahr die vegetativen Typen herauszusuchen. Bei der Unterlagenzüchtung wird das meistens, wenn auch unbewußt, schon getan. Eine Aussaat vom „rough lemon“ enthält mindestens 96% vegetativ entstandener Pflanzen, und die generativen Nachkommen sind meistens so schwachwüchsig, daß man sie sowieso schon nicht verwendet. Die Sämlinge der japanischen Zitrone, die in Java viel als Unterlage gebraucht wird, sind ungefähr zu 60% vegetativer Herkunft. Die Selektion der vegetativen Typen läßt sich, wie es sich in der Praxis ergeben hat, von

geübten Arbeitern sehr gut durchführen. Die Selektion der „sour orange“-Sämlinge ist schwieriger, denn man erhält unter den 50% generativen Nachkommen recht viele Pflanzen, die

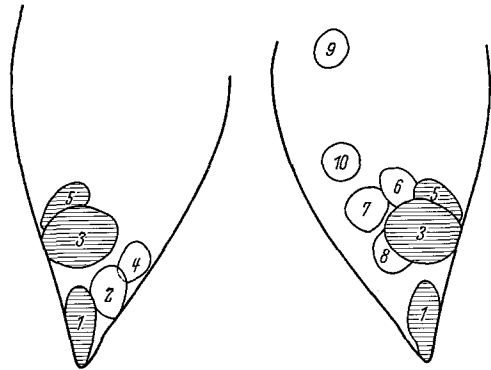


Abb. 2. Rekonstruktion der oberen Hälfte eines Embryosacks von *Citrus sinensis*. 1: Eizellembryo; 2—10: Nucellusembryonen zwölf Wochen nach der Bestäubung (Schnittfläche schraffiert).

dem vegetativen Typus sehr nahe kommen. Wie WEBBER (1932) nachgewiesen hat, bilden diese generativ entstandenen Pflanzen meistens sehr

Tabelle 6. Berechnung des Prozentsatzes generativer Nachkommen.

Mutterpflanze	Pflanzen je 100 Samen	Empryonen je Same	Prozentsatz Bastarde	
			berechnet	gefunden
dj. manis (<i>C. sinensis</i>)	124	9,5	13	5
dj. keprok (<i>C. nobilis</i>)	180	± 30	6	0,9
dj. nipis (<i>C. aurantifolia</i>)	130	3,6	36	19
dj. kastoeri (<i>C. mitis</i>)	166	9,5	18	0,7
jap. Zitrone (<i>C. hybr.</i>)	109	2,2	50	58
„rough lemon“ (<i>C. hybr.</i>)	179	4,0	45	4

Tabelle 7. Anzahl der benötigten Kreuzungen, um 1000 Bastarde zu bekommen.

Mutter	Vater	Bastarde je 100 Samen	Früchte je 100 Kreuzungen	Samen je Frucht	Anzahl Kreuzungen
dj. citroen (<i>C. med.</i> Zitrone)	dj. bali (<i>C. dec.</i>)	72	53	32	109
jap. Zitrone (<i>C. hybr.</i>)	„	48	24	10	867
„rough lemon“ (<i>C. hybr.</i>)	„	7	54	24	1121
dj. pegon (<i>C. nob.</i>)	„	12	7	21	5680

schlechte Unterlagen für *Citrus sinensis*, so daß es auch in diesem Falle sehr wichtig ist, so scharf wie nur irgend möglich zu selektionieren.

Daß *Citrus*-Unterlagen in oben angegebener Weise vegetativ vermehrt werden können, ist wohl besonders wichtig, da erstens *Citrus*-Pflanzen im allgemeinen sehr heterozygot sind, zweitens die Vermehrung durch Stecklinge, wenn auch hier in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht worden sind, für viele Formen noch immer sehr schwierig ist, drittens wenn es auch ginge, die Vermehrung durch Stecklinge viel kostspieliger sein wird, und viertens die vom vegetativen Typus abweichenden generativen Pflanzen zum allergrößten Teile als Unterlage nicht brauchbar sind. *Citrus* unterscheidet sich in dieser Hinsicht stark von den Obstbäumen der gemäßigten Zonen, wie Apfel, Birnen und Pflaumen, bei denen bis vor kurzem die Unterlagen nur generativ vermehrt wurden (Paradies, Quitte, Myrobolan usw.).

Die Kreuzungsergebnisse.

Wie schon frühzeitig von WEBBER (1900) gefunden wurde, können ohne irgendwelche Schwierigkeiten, abgesehen von der Polyembryonie, zwischen allen *Citrus*-Arten Bastarde hergestellt werden. Sogar gelingen Kreuzungen zwischen *Citrus*-Spezies und Arten der Gattungen *Poncirus* und *Fortunella* und mir selbst gelang es, wenn es auch Krüppelpflanzen waren, Bastarde der Kombination *Citrus aurantifolia* × *Murraya paniculata* herzustellen.

Tabelle 8 gibt eine Übersicht der von mir hergestellten Kreuzungskombinationen, während

Tabelle 8. Übersicht über die Kreuzungskombinationen.

(○ = nur vegetative Nachkommen; ● = Bastarde immun × kräftig; + = anfällig × anfällig.)

Mutter \ Vater								
	<i>C. decumana</i>	<i>C. nobilis</i>	<i>C. sinensis</i>	<i>C. Aurantium</i>	<i>C. mitis</i>	<i>C. aurantifolia</i>	<i>C. medica</i>	jap. Zitrone „rough lemon“
<i>C. decumana</i> .		●	+	●		+	+	+
<i>C. nobilis</i> . .	●		○	●		●	○	●
<i>C. sinensis</i> . .	○	○		○	○	○	+	+
<i>C. Aurantium</i>		●	●			●	●	●
<i>C. mitis</i> . . .	○			○			+	○
<i>C. aurantifolia</i>	+	●	+	●			+	+
<i>C. medica</i> . .	+	●	+	●		+		+
jap. Zitrone .	+	●	+	●		+	+	+
„rough lemon“	+	●	+	●		+	+	+

in Tabelle 9 von den wichtigsten 1929 ausgeführten Kreuzungen Ansatz und Samenzahl angegeben sind.

Die Kreuzungsarbeit wurde 1928 begonnen und 1929 auf Grund der vorjährigen Erfahrungen mit einer sehr großen Anzahl sehr verschiedenartiger Kombinationen weitergeführt. 1931 sind auf Grund der Erfahrungen mit der Veredlung der ersten Kreuzungsserie (1928) von ganz bestimmten Kombinationen sehr viele Bastarde hergestellt worden.

Im allgemeinen zeigte sich der Ansatz für den Mutterbaum charakteristisch. *Citrus decumana*, *sinensis*, *Aurantium* und *nobilis* blühen sehr üppig und können deshalb auf die Zahl der Blüten bezogen nur sehr wenig Früchte produzieren. Bei den anderen in Tabelle 9 genannten Arten, die oft nur sehr wenige hermaphrodite Blüten besitzen, ist der Fruchtansatz prozentual sehr hoch.

Der Ansatz und ebenso die Samenzahl je Frucht ist bei den Kreuzungen mit Pollen von *C. aurantifolia* und von der Citrone meistens sehr viel geringer als bei den Kreuzungen mit anderen Arten an derselben Mutterpflanze (Tabelle 9). Die reziproken Kreuzungen sind in dieser Hinsicht ganz normal und geben ungefähr dieselben Resultate wie die Selbstung der Mutterpflanze. Die reziproken Bastarde sind einander sehr ähnlich und nicht schwächer als die Bastarde irgendwelcher anderen Kreuzung, so daß vermutlich nichts Prinzipielles dahinter steckt. Nun sind die Griffel beider Arten sehr kurz, und es ist sehr gut möglich, daß ihre Pollenschläuche besonders viel Zeit zum Durchwachsen der viel längeren Griffel anderer Arten benötigen. Vielleicht haben die Schläuche den Fruchtknoten noch nicht erreicht, wenn der Griffel schon abgestoßen wird, oder es sind nur ganz wenige soweit gekommen. Die Folge eines derartig langsamen Wachstums kann natürlich ein geringer Ansatz als auch eine geringe Samenzahl sein.

Ein Fall von Verschiedenheit der reziproken Kreuzung fand sich bei der Kreuzung von *C. decumana* mit der Zedrate (*C. medica*). Die F_1 -Generation der Kreuzung *C. medica* × *decumana* war nur aus Kümmerlingen zusammengesetzt, während in der reziproken Kreuzung 50% solche Pflanzen auftraten. Einige dieser Kümmerlinge sind drei Jahre lang gezogen worden und nicht über 20 cm hinausgewachsen, während die normalen Bastarde zu dieser Zeit mindestens 2 m hoch waren. Die diploide Chromosomenzahl war 18, also ganz normal. Unter den Sämlingen beider Arten kommen derartige langsam wachsende Pflanzen durchaus nicht vor, so daß ihr Auftreten nicht auf einfach mendelstischer Basis erklärt werden kann. Leider sind

die Kümmerpflanzen nicht zur Blüte gekommen, und aus diesem Grunde konnte die Tatsache nicht weiter untersucht werden.

Von den Resultaten der vielen von mir gemachten „Art“-Kreuzungen ist das eben genannte das einzige, das eine Unterscheidung der Arten auf Grund von Kreuzungsergebnissen innerhalb der Gattung *Citrus* motiviert.

Die Veredelung der Bastarde mit djeruk manis (*C. sinensis*).

Auf Java werden die Unterlagen für *Citrus* fast ausschließlich in der trockenen Zeit (Mai bis Oktober) veredelt. Der Ansatz ist zu dieser Zeit meistens bis 100%, während in der Regenzeit (November — Mai) dieser Prozentsatz höchstens 40 ist. Wenn man jedoch den Boden mit Material belegt, das das Aufspritzen von Regentropfen verhindert, so kann der Ansatz in dem nassen Monsun stark gehoben werden.

Die Kreuzungssamen wurden von April bis August ausgelegt, und die üppigsten Pflanzen konnten schon in der trockenen Zeit des nächsten Jahres, also im Alter von 1—1 $\frac{1}{3}$ Jahren, veredelt werden. Die Pflanzen, die zu dieser Zeit noch zu klein waren, wurden nicht weiter benutzt, sie wuchsen zu langsam. Ausnahmsweise setzten einige Veredelungen nicht an; die Unterlagen wurden dann sobald wie nur möglich zum zweiten Male veredelt.

Die meisten F_1 -Generationen waren sehr heterogen und enthielten viele langsam wachsende Pflanzen. Nur die Hälfte der Bastarde und oft noch weniger konnten daher veredelt werden (Tabelle 10, Spalte 5).

Schon zwei bis drei Monate, nachdem die ersten Bastarde veredelt waren, zeigten viele Pflanzen

an den Blättern Krankheitssymptome, sie gingen allmählich ein. Außer den Veredelungen, die, wie oben angedeutet, schon sehr bald Krankheitssymptome aufwiesen, gab es noch viele, die anfänglich ziemlich gesund aussahen, jedoch sie wurden ein bis zwei Jahre nach Veredelung chlorotisch und wuchsen nur langsam und buschig weiter. Schließlich sind nur sehr wenige Unterlagen übriggeblieben, die in jeder Hinsicht den Anforderungen an das Wachstum des darauf veredelten Reises genügen (Tab. 10, Spalte 7 und 8).

Ein halbes Jahr nach der Veredelung wurden die angeblich gesunden Pflanzen im Verband

Tabelle 9. Übersicht über die Resultate der wichtigsten Kreuzungen von 1929. (Oben: Anzahl der Kreuzungen, Mitte, kursiv: Ansatz in Prozenten, unten: mittlere Samenzahl je Frucht).

Mutter \ Vater	<i>Citrus decumana</i> djeruk bali	<i>Citrus nobilis</i> djeruk keprok	<i>Citrus sinensis</i> djeruk manis	<i>Citrus Aurantium</i> Saramaca (= „sour orange“)	<i>Citrus aurantifolia</i> djeruk nipis	<i>Citrus medica</i> djeruk sucade (Zedrate)	<i>Citrus medica</i> djeruk citroen (Zitrone)	<i>Citrus hybridus</i> japanische Zitrone	<i>Citrus hybridus</i> „rough lemon“
<i>Citrus decumana</i> djeruk bali		75 21 99	75 25 73	75 19 85	108 7 44	75 15 111	89 5 21	36 3 43	75 4 74
<i>Citrus nobilis</i> djeruk keprok	46 0		50 20 24	48 0	62 0	38 13 16	50 4 15	56 6 24	51 8 23
<i>Citrus sinensis</i> djeruk manis		74 8 22		53 2 21	39 0	86 3 8	50 2 3	50 4 24	
<i>Citrus aurantifolia</i> djeruk nipis	26 18 13	15 53 18	33 51 17	12 42 9			13 61 18	20 65 15	25 52 18
<i>Citrus medica</i> djeruk citroen (Zitrone)	15 40 32	5 80 36	33 46 26	1 100 40	17 47 20			12 92 32	
<i>Citrus hybridus</i> japanische Zitrone	90 24 10		100 40 14	71 30 19	139 7 4		138 4 8		49 39 13
<i>Citrus hybridus</i> „rough lemon“	23 54 24	44 55 36	24 38 23	39 54 33	25 36 13	81 26 21	50 0	51 35 20	

von 1 × 1 m ausgepflanzt. Das nächste Jahr sind von diesen jungen Bäumchen nur die gesunden Exemplare in einem Verband von 3,5 × 3,5 m verpflanzt worden. In beiden Fällen wurden bei der Selektion nur die ganz deutlich kranken Veredelungen ausgemerzt, damit keine Pflanzen, die durch irgendwelche Zufälligkeiten schlecht gewachsen waren, ausgeschieden wurden. Es ist also immer eine ziemlich große Zahl von verdächtig aussehenden Pflanzen mit ausgepflanzt worden, und bis jetzt hat sich gezeigt,

daß derartige Pflanzen fast immer unerfreulich weiterwachsen. Ebenso wie verdächtig aussehende Individuen, gibt es auch von Anfang an auffallend gesunde und gutwachsende Bäumchen. Von diesen Pflanzen brauchten bis jetzt keine ausgeschieden zu werden. Man bekommt wie jeder, der sich lange und intensiv mit einer Pflanze beschäftigt, einen Blick für das Objekt und kann dann schließlich, ohne es immer motivieren zu können, schon an der ganz jungen Veredlung aussagen, ob die Unterlage geeignet sein wird oder nicht.

genannten Arbeit von WEBBER (1932) hin. Er veredelte eine große Zahl von generativen Nachkommen der „sour orange“ (*C. Aurantium*) mit der Washington Navel Orange (*C. sinensis*); keine dieser Veredlungen wuchs auch nur annähernd so gut wie die auf den vegetativ entstandenen Sämlingen. Die meisten Pflanzen wuchsen sogar sehr kümmerlich.

Die Symptome des Fehlschlagens aller meiner Veredlungen mitsamt der auf *C. Aurantium* (Sour Orange, Bigaradier, Saramaca) sind dieselben. Die Augen wuchsen sehr gut an und

Tabelle 10.

Übersicht über die Resultate der Veredelung der Bastardserien 1928, 1929 und 1931.

Mutter	Vater	Ba- starde	Veredel- bare Ba- starde	Veredel- bare Ba- starde %	Ausge- pflanzte Verede- lungen	Üppig wachsende Ver- edlungen	Üppige Ver- edlungen von Bastarden %
jap. Zitrone (<i>C. hybr.</i>) (1928) (1929)	dj. keprok (<i>C. nob.</i>)	34	12	35	9	1 (2?)	3 (6?)
	dj. sucade (<i>C. med.</i>)	95	22	23	14	2	2
	dj. bali (<i>C. dec.</i>)	50	23	46	—	—	—
	„rough lemon“ (<i>C. hybr.</i>)	120	11	9	—	—	—
	dj. djepoen (<i>C. nob.</i>)	64	33	51	6	1	1,5
	dj. eter (<i>C. nob.</i>)	231	68	29	11	5	2,2
	dj. manis (<i>C. sin.</i>)	209	54	26	13	5	2,4
	dj. nipis (<i>C. aurantifolia</i>)	14	3	21	—	—	—
	Saramaca (<i>C. Aur.</i>)	54	20	39	1	1	1,9
	(1931)	dj. keprok (<i>C. nob.</i>)	1580	509	32	193	50
	Saramaca (<i>C. Aur.</i>)	339	111	33	31	3	0,9
„rough lemon“ (<i>C. hybr.</i>) (1929)	jap. Zitrone (<i>C. hybr.</i>)	26	3	12	—	—	—
	dj. keprok (<i>C. nob.</i>)	44	24	55	8	5	11,4
	Valencia or. (<i>C. sin.</i>)	5	4	80	2	—	—
	Saramaca (<i>C. Aur.</i>)	37	23	62	9	3	8,1
djeruk nipis (<i>C. aurantifolia</i>) (1929)	„rough lemon“ (<i>C. hybr.</i>)	23	7	30	—	—	—
	dj. keprok (<i>C. nob.</i>)	14	5	36	1	—	—
	Valencia or. (<i>C. sin.</i>)	6	6	100	—	—	—
	Saramaca (<i>C. Aur.</i>)	3	2	66	—	—	—
Saramaca (<i>C. Aur.</i>) (1929)	„rough lemon“ (<i>C. hybr.</i>)	11	10	91	—	—	—
	jap. Zitrone (<i>C. hybr.</i>)	23	8	35	—	—	—
Zitrone (<i>C. med.</i>) (1928)	dj. pandanwangi (<i>C. dec.</i>)	73	46	63	—	—	—
djeruk bali (<i>C. dec.</i>) (1928, 1929)	10 verschiedene Vater- pflanzen	—	1255	—	—	—	—

Wie oben schon erwähnt, gibt es nur ganz wenige Bastarde, die als Unterlage für djeruk manis geeignet sind. Weil unter den Bastarden wegen der kompliziert heterozygoten Natur der meisten Elternbäume fast keiner ganz gleich dem anderen sein wird, so kann man wohl schließen, daß djeruk manis und wahrscheinlich *Citrus sinensis* überhaupt besonders selektiv für Unterlagen ist. Das ist durchaus nicht mit allen *Citrus*-Arten der Fall. So sind zu bestimmten Zwecken sehr viele und sehr verschiedene Bastarde mit der japanischen Citrone veredelt worden, ohne daß es auch nur eine krankhafte Pflanze gegeben hat.

Auf eine starke Spezialisierung von *Citrus sinensis* weisen auch die Resultate einer schon

treiben alle schnell und kräftig aus, je dicker die Unterlage ist, desto kräftiger. Sobald jedoch die ersten Blätter des Schosses ausgewachsen sind, fängt die Pflanze an zu kränkeln. Die Blätter werden chlorotisch und fallen ab, die jungen Blätter der austreibenden Ästchen bleiben klein und sind von Anfang an chlorotisch, fallen ebenfalls ab und es treiben abermals Knospen aus (Abb. 3). Diese Prozesse können sich je nach der Üppigkeit des ersten Triebes noch wiederholen, aber am Ende geht doch immer die Pflanze ein. Es hat sich aus Versuchen, deren Resultate an anderer Stelle veröffentlicht werden sollen, ergeben, daß die Blätter des Edelreises Stoffe produzieren, die nach der Unterlage abgeführt werden und offenbar für diese sehr

schädlich sind. Zuerst stirbt denn auch immer die Unterlage ab und dann natürlich auch das Reis. Ein Austreiben der Unterlage, wie das beim Fehlschlagen von Veredelungen bei Äpfeln, Birnen, Pflaumen usw. vielfach beobachtet wird, kommt nicht vor.

Wenn auch der Prozeß des Absterbens meistens innerhalb von $\frac{1}{2}$ bis 1 Jahr verläuft, so gibt es auch Fälle, bei denen es sehr lange dauert, bevor die Pflanze abstirbt, z. B. wenn die Zedrate als Unterlage für *C. sinensis* oder *C. nobilis* benutzt wird. Wahrscheinlich sind auch die Veredelungen von *C. sinensis* auf dem „sour orange“ in Südafrika zuerst ziemlich gut gewachsen, daraufhin hat man ganze Plantagen mit diesem Material bepflanzt. Nach einigen Jahren scheinen jedoch die Bäumchen alle gestorben zu sein.

Die Prüfung der Resistenz.

Wie aus dem Obigen wohl deutlich hervorgeht, ist die Züchtung überhaupt einer neuen geeigneten Unterlage für *Citrus sinensis* keine leichte Aufgabe. Im Laufe der Züchtungsarbeit ist denn auch die Resistenzfrage vorläufig mehr oder weniger in den Hintergrund gerückt. Auch die Schwierigkeit der Prüfung ist daran schuld.

Anfangs ist versucht worden, durch Impfung mit Mycelstückchen in kleinen Löchern im Bast die Resistenz zu prüfen. Schon bald zeigte sich aber, daß *Phytophthora*-Mycel auch im Bast der immunen *Citrus nobilis*-Varietäten wächst, wenn auch nicht so schnell wie in den anfälligen Formen. Vielleicht wäre es also möglich, wie das KLOTZ und FAWCETT (1930) getan haben, durch Messungen Unterschiede in der Schnelligkeit des Fortschreitens festzustellen, die dann eine Schätzung der Resistenz gestatten; für die Bestimmung der Resistenz einer einzelnen Pflanze kann jedoch eine derartige Methode nicht benutzt werden.

Nachher ist eine Infektion mit Hilfe von Schwärmern ausprobiert worden. Unter natürlichen Umständen öffnen sich die Sporangien zu Beginn eines schweren Regengusses (TOXOPEUS 1934); deshalb wurden kurz vor einem Schauer Mycelstückchen mit vielen Sporangien an die Stammbasis geklebt, aus denen — wie nachher gefunden wurde — die Sporen während des Regens frei gekommen sind. Das Resultat derartiger unter natürlichen Umständen durchgeführter Versuche war, daß von den 100 infizierten anfälligen dreijährigen Bäumchen nur drei erkrankten. Auch diese Methode ist also zur Bestimmung der Resistenz einzelner Pflanzen nicht geeignet.

Schließlich ist versucht worden, durch Infektion des Bodens rings um die Stammbasis herum, die Zahl der unter natürlichen Um-

ständen auftretenden Infektionen zu steigern. Zur Infektion wurden Kulturen in sterilisierter Gartenerde benutzt. Ob diese Bodeninfektion Erfolg gehabt hat, ist nicht bekannt, da Kontrollparzellen fehlten. Auf den oberen Terrassen meines Versuchsgartens sind während vier Jahren dauernder Beobachtung trotz Bodeninfektion fast keine Krankheitsfälle aufgetreten; von den Bäumchen auf den unteren Terrassen sind jedoch in einer Periode von zwei Jahren schon viele der Krankheit zum Opfer gefallen. Als die Veredelungen auf den Bastarden der Serie 1931 in großem Verband ausgepflanzt wurden, war mir dieser Unterschied schon bekannt, und deshalb sind gerade die schönsten Pflanzen auf die verseuchten unteren Terrassen gepflanzt worden, damit von den Unterlagen sobald wie möglich die anfälligen erkranken sollten.

Von den Bäumen, die nach einigen Jahren nicht erkrankt sind, weiß man natürlich nicht absolut sicher, ob sie immun sind, zumal nicht, wenn sie auf den oberen Terrassen stehen. Bevor jedoch eine bestimmte Unterlage der Praxis übergeben werden kann, muß man das Wachstum des darauf veredelten

Reises 6—8 Jahre lang beobachtet haben, schon viel früher kann man jedoch vermuten, daß sie immun ist. Dann können 10—20 Veredelungen auf vegetativen Nachkommen des Unterlagenmutterbaumes gezogen werden, und wenn von diesen Pflanzen keine auf den verseuchten Terrassen erkrankt, darf man wohl mit Sicherheit auf Immunität schließen.

Bis jetzt sind von den Veredelungen auf den Bastarden der Kreuzungsserie 1929 die in Tabelle 11 angegebenen Pflanzen erkrankt.

Von den Bastarden der Kombination immun \times anfällig gibt es also schon mehrere, die erkrankt sind. Es muß deshalb mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß es unter den F_1 -



Abb. 3. Absterbende Veredelung von *Citrus sinensis* auf *Citrus Aurantium*.

Tabelle 11. Anzahl befallener Veredelungen der Bastardserie 1929 bis zum April 1935.

Unterlage	noch gesund	schon erkrankt
jap. Zitrone (<i>C. hybr.</i>)		
× dj. manis (<i>C. sin.</i>)	12	1
× dj. djepoen (<i>C. nob.</i>)	5	1
× dj. eter (<i>C. nob.</i>)	9	2
× saramacca (<i>C. Aur.</i>)	1	0
„rough lemon“ (<i>C. hybr.</i>)		
× saramacca (<i>C. Aur.</i>)	6	3
× dj. keprok (<i>C. nob.</i>)	5	3
× Valencia or. (<i>C. sin.</i>)	1	1
dj. keprok (<i>C. nob.</i>)		
× dj. nipis (<i>C. aurantif.</i>)	1	0

Bastarden keine immunen Unterlagen gibt, und daß die Züchtung mit der F_2 -Generation weitergeführt werden muß. Zu diesem Zweck sind schon Samen des F_1 -Bastards jap. Zitrone × dj. keprok ausgesät worden.

Die Vermehrung der ausgelesenen Unterlagen.

Wenn am Ende eine oder hoffentlich einige dem Ziel dieser Arbeit entsprechende Unterlagen gefunden sind, dann müssen von ihnen sofort große Mengen vegetativer Nachkommen gezüchtet werden können.

Deshalb ist von jedem, als Unterlage brauchbarem Bastard eine Veredelung auf der jap. Zitrone gemacht worden. Anfangs wurde von dem Bastard vor dem Veredeln ein Auge geschnitten und erst als die Okulation gelungen war, der Bastard selbst mit djeruk manis veredelt. Ein Nachteil dieser Methode ist, daß man mit dem Veredeln des Bastards mindestens zwei Monate länger als nötig warten muß, denn die Bastwunde, welche durch das Schneiden eines Auges gemacht wird, muß genügend weit geheilt sein, will man ohne Gefahr eine zweite derartige Wunde zum Einsetzen eines Auges von dj. manis machen. Mit dem Veredeln der Bastarde der Serie 1931 bin ich deswegen auf andere Weise vorgegangen. Die Bastarde wurden sobald wie nur möglich okuliert, und das drei Wochen später über dem Auge abgeschnittene Holz zum Pfropfen oder Okulieren des Bastards auf der jap. Zitrone benutzt. Diese Methode hat den Vorteil, daß man die Bastarde sofort veredeln kann, den Nachteil aber, daß man das Mißlingen der Veredelung auf der jap. Zitrone riskiert. Dieses Risiko kann jedoch weitgehend verringert werden, indem je Bastard mehr als eine Veredelung gemacht wird.

Von den Unterlagen der 235 jetzt zwei Jahre alten Veredelungen auf den Bastarden von 1931, sind 40 nicht als Veredelung auf der jap. Zitrone gelungen. Von diesen 40 gehören 32 zu den schlechtesten Unterlagen.

Von den vielversprechenden Bäumchen, von denen die Unterlage nicht als Veredelung auf der jap. Zitrone gelungen ist, werden Wurzeltriebe gezogen, von denen sobald wie möglich Pfropfreiser oder Augen geschnitten werden sollen.

Weil das Endresultat der Züchtung, sei es eine F_1 - oder eine F_2 -Pflanze, eine komplizierte Heterozygote sein wird, so ist eine vegetative Vermehrung absolut notwendig. Im einfachsten Falle ist die Unterlage derartig polyembryonal, daß 90—100% der Sämlinge vegetativer Herkunft sind. Schwieriger wird es, wenn ein großer Prozentsatz generativer Herkunft ist; wenn der vegetative Typus genügend charakteristisch ist, so wird es jedoch auch in diesem Falle möglich sein, die Sämlinge zu benutzen. Ist schließlich die Zahl der vegetativen Nachkommen sehr gering, oder ist die Pflanze monoembryonal, und sind die Sämlinge nur generativer Herkunft, so müssen die üblichen Methoden der vegetativen Vermehrung ausprobiert werden. Soweit bekannt, sind jedoch die meisten *Citrus*-Bastarde sehr stark polyembryonal (SWINGLE 1931), und es ist also wahrscheinlich, daß die aus dieser Arbeit hervorkommenden neuen immunen Unterlagen ohne viel Mühe durch Sämlinge vegetativer Herkunft vermehrt werden können.

Literatur.

- FROST, H. B.: Polyembryony, Heterozygosis and chimeras in *Citrus*. *Hilgardia* 1, 365—402 (1926).
- KLOTZ, L. J., and H. S. FAWCETT: The relative resistance of varieties and species of *Citrus* to *Pythiacystis gummosis* and other bark diseases. *J. agricult. Res.* 41, 415—425 (1930).
- OCHSE, J. J.: Vruchten en Vruchtenteelt in Nederlandsch-Oost-Indie. Uitgave Kolff & Co. Batavia 1931, 1—181.
- OSAWA, J.: Cytological and experimental studies on *Citrus*. *J. Coll. Agr. Tokyo* 4 (1912).
- SWINGLE, W. T., R. T. ROBINSON and E. M., SAVAGE: *New Citrus Hybrids*. U. S. Dept. Agr. Circ. 181, 1—18 (1931).
- TOXOPEUS, H. J.: The polyembryony of *Citrus* and its significance for *Citrus* cultivation. *Korte Med. Alg. Proefst. Landb. No. 8*, 1—15 (1930) (Dutch with summary in English).
- TOXOPEUS, H. J.: Experiences and results in *Citrus* crossing. *Korte Med. Alg. Proefst. Landb. No. 9*, 1—13 (1931) (Dutch with summary in English).
- TOXOPEUS, H. J.: Selection of seedling stocks in *Citrus*. *Landbouw* 7 (1932) (Dutch with summary in English).
- TOXOPEUS, H. J.: On the influence of temperature and humidity on the life processes of *Phytophthora parasitica*, the cause of the gum-disease of *Citrus*. *Landbouw* 9, 385—421 (1934) (Dutch with summary in English).
- WEBBER, H. J.: Orange hybridisation. *Hybrid. Conf. Rep. J. Roy. Hort. Soc. XXIV* (1900).
- WEBBER, H. J.: Variations in *Citrus* seedlings and their relation to rootstock selection. *Hilgardia* 7, 1—79 (1932).