

HOFFMANN, W., MUDRA, A., PLARRE, W.:

Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen

Band 1: Allgemeiner Teil.

Unter Mitarbeit von G. ECKHOFF und H. HÖPNER.

295 S. mit 66 Abb. und 28 Tab. — Verlag Paul Parey, Berlin, 1971. — Ganzleinen DM 52,—.

Nachdem der vorher erschienene Band 2 die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturen Mitteleuropas darstellte, liegt nun der 1. Band mit den allgemeinen Grundlagen der Pflanzenzüchtung vor. Botanische und genetische Grundkenntnisse, angewendet auf die Pflanzenzüchtung, werden in den Kapiteln A bis G gebracht. Sie behandeln im einzelnen: Formenmannigfaltigkeit der Kulturpflanzen; Fortpflanzung; Ausgangsmaterial für die Züchtung; Auslesezüchtung; Kreuzungzüchtung; Polyploidiezüchtung; Mutationszüchtung. Danach folgt ein umfangreiches Kapitel über die Züchtungstechnik, welches die Zuchtgartentechnik, die Zuchtbuchführung und Prüfungsmöglichkeiten für Umweltresistenz, Krankheiten und Schädlinge schildert. Das letzte Kapitel schildert den Sortenschutz und die Erzeugung von Saat- und Pflanzengut.

Das Buch ist ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk, welches dem Benutzer eine Fülle von Informationen bringt. Die Sprache ist klar und verständlich und die einzelnen Kapitel sind übersichtlich gegliedert und aufgebaut. Jedem Kapitel ist ein ausführliches, bis zum Erscheinen des Buches reichendes Literaturverzeichnis angefügt. Nur ist nicht ganz verständlich, warum im Text häufiger unbedeutende Literaturarbeiten zitiert werden, während wichtige Arbeiten nicht erwähnt sind. Bei einem Lehrbuch sollte man ruhig nur am Schluß des Kapitels alle wichtigen Arbeiten aufführen. Als Lehrbuch ist das vorliegende Buch ausgezeichnet zu verwenden. Selbstverständlich wird es für den sich spezialisierenden Pflanzenzüchter notwendig sein, bei der einen oder anderen auftauchenden Frage sein Wissen anderweitig zu vertiefen.

Rommel, Witzenhausen

Brasilien

Für den Betriebsleiter einer 5000 ha großen Landwirtschaft (tropische Früchte, Viehzucht) wird ein

Landwirtschaftlicher Betriebsassistent

gesucht, der dem deutschen Betriebsleiter mit Rat und Tat zur Seite steht.

Der Bewerber soll jung und tatkräftig, initiativ und gewissenhaft sein. Er soll eine solide landwirtschaftliche Grundausbildung haben, wegen des Umgangs mit Maschinen auch technisches Geschick besitzen, auch an wissenschaftlich-technischen Problemen wie Pflanzenschutz und Düngung, interessiert sein und vor allem auch ein untrügliches Geschick im Umgang und in der Führung und Anleitung von viel Personal jeglicher Schattierung und Bereitschaft, schnell die portugiesische Sprache zu erlernen. Gutes Betriebsklima, deutsche Kollegen, angenehme Gegend.

Bewerbungen unter Chiffre TL/1-72 an den Verlag

Junge Tropenlandwirte

(Ing. grad.)

suchen interessanten Wirkungskreis in der
Landwirtschaft der Tropen und Subtropen.

Auslandserfahrung.

Sprachkenntnisse in Englisch, Französisch
oder Spanisch vorhanden.

Angebote erbeten unter 72/2
an Selbstverlag
des Verbandes der Tropenlandwirte aus

343 Witzenhausen, Steinstraße 19,
Telefon (0 55 42) 32 03.

Die Anwendung biosystematischer Untersuchungsmethoden bei *Theobroma cacao* L.

The application of biosystematical research methods in *Theobroma cacao* L.

II. Untersuchung von Samen und Früchten

II. Investigations on fruits and seeds

Von Mechtild Rommel, Matthias E. Zweigert
und Richard W. Muttscheller^{*)}

I. Einleitung

Für die Wertbestimmung eines Kakaobaumes erscheint zunächst neben seiner systematischen Einordnung nur die Zahl und Größe der insgesamt produzierten Früchte ausschlaggebend. Da aber nicht die ganze Frucht, sondern nur die darin enthaltenen Samen den eigentlichen Gegenstand der Kakaoproduktion bilden, bestimmen diese durch ihre Anzahl, Form, Größe und auch Farbe den Produktionswert eines Baumes. Frucht und Samen stellen wiederum von einander abhängige Faktoren dar. So kann zu einer Bewertung der Produktionseigenschaften und des züchterischen Wertes eines Baumes oder einer Gesamtpopulation nur eine Untersuchung von Früchten und Samen herangezogen werden, die diese Abhängigkeit berücksichtigt. Seit langem wird versucht, hierfür zuverlässige Methoden zu entwickeln, die es dem Anbauer und Züchter erlauben, sein Material entsprechend zu bewerten. Ausführliche Literaturangaben über die Grundlagen der Vererbung von Frucht- und Samenzahl finden sich in den Veröffentlichungen von Enriquez and Soria (1968) und Jacob, Atanda and Opeke ((1971).

Unter dem Pflanzenmaterial des Tropengewächshauses der Organisationseinheit Internationale Agrarwirtschaft in Witzenhausen befindet sich eine kleine Population von Kakaobäumen, die für die Einübung von verschiedenen biosystematischen Untersuchungsmethoden geeignet ist. Gleichzeitig mit einer cyto-

^{*)} Dr. Mechtild Rommel, Diplomlandwirt, Hochschullehrer für Botanik, Genetik und speziellen Pflanzenbau der OE Internationale Agrarwirtschaft der Gesamthochschule Kassel in Witzenhausen.

Anschrift: 343 Witzenhausen, Steinstr. 19.

Matthias E. Zweigert, Ing. (grad.) agr. trop.
Dr. Richard W. Muttscheller, Diplomlandwirt, Ing. agr. trop.

logischen Untersuchung (Rommel und Zweigert 1972) wurden auch solche Untersuchungen an Früchten und Samen durchgeführt, mit deren Hilfe eine Einordnung in die Systematik und vielleicht auch eine Beurteilung des Produktionswertes von Früchten und Samen vorgenommen werden könnte.

2. Material und Methode

Die Population (*Theobroma cacao* L.) des Tropengewächshauses stammt von einer Frucht eines — vermutlich — einzeln stehenden Baumes eines Botanischen Gartens ab. Bei den Nachkommen dieser Frucht wird auch unter Gewächshausbedingungen nach 2—3 Generationen jedes Jahr ein hoher Fruchtansatz erzielt. So konnten im März 1972 von 6 Bäumen insgesamt 33 ausgereifte Früchte geerntet werden.

Von diesen Früchten wurden ähnlich wie in dem von Muttscheller (1972) angegebenen Bonitierungsschema folgende Merkmale festgehalten:

- (2.1.) Allgemeine Beschreibung der Früchte:
 - Zahl und Ausbildung der Furchen
 - Farbe
 - Beschaffenheit der Schalenoberfläche
 - Ausbildung der Fruchtspitze
 - Ausbildung des Fruchtansatzes am Stielende
 - Ausbildung des „Flaschenhalses“
- (2.2.) Allgemeine Beschreibung der Samen:
 - Samenform
 - Farbe der Kotyledonen
- (2.3.) Metrische Daten der Früchte
 - Fruchtlänge
 - Fruchtdurchmesser
 - Gesamtgewicht der Frucht
 - Schalendicke
- (2.4.) Metrische Daten der Samen:
 - Gewicht der Samen mit Pulpe ohne Zentralstrang
 - Anzahl der Samen insgesamt
 - leere Samen
 - bereits in der Frucht gekeimte Samen
 - Länge der Samen

Der Arbeitsgang zur Festlegung der von 1—4 genannten Merkmale und Daten war folgender: Bei der Ernte wurde jede Frucht auf der Schale mit Baum- und Frucht Nummer gekennzeichnet. Dann wurde (2.1. u. 2.3.) die allgemeine äußere Beschreibung der einzelnen Früchte vorgenommen und mit einer Schublehre auf einen Millimeter genau die Länge und der Durchmesser festgestellt. Nach der Feststellung des Gesamtgewichtes (auf ein Gramm auf- oder abgerundet) wurde die Frucht an der dicksten Stelle quer zum Zentralstrang durchgeschnitten.

Hierzu wurde die Schale mit dem Messer angeritzt, ohne dabei aber einen Samen zu verletzen oder zu durchschneiden. Nun konnte an einer der beiden Fruchthälften die Schalendicke an der Schnittfläche ebenfalls mit der Schublehre gemessen werden. Anschließend (2.4.) wurden die Samen mit der Pulpe aus der Frucht genommen und ohne den Zentralstrang auf ein Gramm genau gewogen. Die Differenz zwischen dem Gesamtgewicht der einzelnen Frucht und dem Gewicht der Samen mit Pulpe ergab dann zusätzlich das Gewicht der Schale mit Zentralstrang. Bei der Auszählung der Samen wurde die Gesamtzahl der in einer Frucht enthaltenen Samen festgestellt, gleichzeitig aber auch die Zahl der leeren oder unvollständig ausgebildeten Samen und die Zahl der gekeimten Samen. Je Frucht wurden 10 voll ausgebildete Samen gewogen. Bei der Messung der Samen wurden jeweils fünf Samen vom Stielende, aus der Fruchtmitte und vom Fruchttende mit einer Schublehre auf einen Millimeter genau gemessen. Bei der Beschreibung der Samen wurde festgehalten, ob diese im Längsschnitt länglich oder rund, im Querschnitt flach, oval oder rund und insgesamt voll und normal ausgebildet waren. Anschließend wurden noch vier beliebige Samen einer Frucht der Länge nach durchgeteilt und untereinander verglichen, um die Farbe der Kotyledonen so genau wie möglich zu beschreiben. Alle Früchte wurden ohne Zeitverlust geerntet und sofort verarbeitet.

3. Ergebnisse

Die (1.) allgemeine Beschreibung der Früchte ist in der Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1. Allgemeine Beschreibung der untersuchten Früchte

Baum Nr.	Anzahl Früchte	Farbe	Schalenoberfläche	Fruchtspitze	Fruchtansatz mit Flaschenhalsausbildung
1	4	gelb	leicht warzig	stumpf	wenig ausgebildet
2	3	gelb	glatt	kleine Spitze	voll ausgebildet
4	5	gelb-orange	leicht warzig	kleine Spitze	ausgebildet
6	6	gelb	glatt	stumpf	ausgebildet
7	10	gelb	glatt	kleine Spitze	wenig ausgebildet
10	5	hellgelb	leicht warzig	Spitze	wenig ausgebildet

Alle 33 Früchte besaßen 10 mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Längsfurchen.

Die allgemeine Beschaffenheit der Samen wurde in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. Allgemeine Beschaffenheit der untersuchten Samen

Baum Nr.	S a m e n f o r m		Farbe der Kotyledonen
	Längsschnitt	Querschnitt	
1	länglich	oval bis flach	hellviolett
2	länglich-oval	rund bis oval	violett
4	länglich-oval	oval bis flach	hellviolett
6	länglich	rund	violett
7	länglich	oval	hellviolett bis violett
10	länglich	oval	hell bis dunkelviolett

Die Samen aller Früchte waren bis auf wenige Ausnahmen voll und normal ausgebildet.

Die bei den Messungen und Wägungen erhaltenen Metrischen Daten der Früchte gibt die Tabelle 3 wieder.

Tabelle 3. Metrische Daten der untersuchten Früchte

Baum- und Frucht Nr.	Fruchtlänge	Frucht- durchmesser	Gesamtgewicht der Frucht	Schalendicke
	mm	mm	g	mm
1/1	135	77	278	10
1/2	157	90	476	14
1/3	145	82	358	12
1/4	160	85	427	12
2/1	127	78	253	11
2/2	122	73	217	10
2/3	150	81	357	11
4/1	129	75	296	11
4/2	139	76	275	10
4/3	118	76	198	12
4/4	161	83	382	13
4/5	158	82	381	12
6/1	127	75	224	9
6/2	157	82	398	12
6/3	138	74	230	10

Fortsetzung Tabelle 3

Baum- und Frucht Nr.	Fruchtlänge mm	Fruchtdurchmesser mm	Gesamtgewicht der Frucht g	Schalendicke mm
6/4	134	74	289	12
6/5	142	81	323	11
6/6	127	77	261	11
7/1	122	71	222	10
7/2	141	86	387	12
7/3	106	67	149	9
7/4	101	65	145	9
7/5	142	81	329	11
7/6	125	75	236	10
7/7	112	71	205	10
7/8	127	74	234	10
7/9	136	77	283	11
7/10	141	82	342	12
10/1	154	82	426	12
10/2	152	83	385	12
10/3	155	80	362	12
10/4	131	80	298	10
10/5	132	80	305	12

Bei der Feststellung der Metrischen Daten der Samen stellte sich heraus, daß in einigen Früchten schon ausgekeimte Samen vorhanden waren. Dies erscheint unter den Bedingungen des Gewächshauses besonders häufig vorzukommen. Vollständige Meßdaten konnten von 20 Früchten ermittelt werden. Die Ergebnisse zeigt die Tabelle 4. (Siehe Seite 210)

4. Diskussion der Ergebnisse

4.1. Die systematische Einordnung der Population

Die heutige Nomenklatur von *Theobroma cacao* richtet sich weitgehend nach der von *Cheesman* (1944) vorgeschlagenen Einteilung, wonach botanisch zwei Typengruppen, nämlich „Criollo“ und „Forastero“ existieren. Die dritte Gruppe, als „Trinitario“ bezeichnet, kann heute einwandfrei als ein Kreuzungsprodukt der beiden erstgenannten Typen aufgefaßt werden (*Toxopeus* 1964), da auch die Bildung von neuen aufspaltenden Populationen laufend weiter beobachtet wird (*Muttscheller* 1972). Um eine systematische Zuordnung

Tabelle 4. Meßdaten von 20 der untersuchten Früchte

Lfd. Nr.	Gewicht	Anzahl der Samen		Länge
	ϕ von 10 Samen g	insges.	leer	ϕ von 15 Samen mm
1/1	1.301	49		19.5
1/3	1.602	45	2	21.8
2/1	1.646	27		21.0
2/2	1.523	27		20.4
2/3	1.699	45		21.8
6/1	1.383	29		20.8
6/3	1.456	33		19.4
6/4	1.620	29		21.8
7/1	1.266	33		19.8
7/5	1.534	40		21.1
7/6	1.415	27		20.5
7/7	1.472	34		19.4
7/8	1.222	40		21.4
7/9	1.467	27		21.4
10/2	1.680	47		23.3
10/3	1.567	47		21.7
10/4	—	41		21.5
10/5	—	39		21.5

zu den botanischen Typen Criollo, Forastero oder Trinitario vornehmen zu können, genügen für praktische Zwecke nach Toxopeus (1969) folgende Merkmale: bei Früchten die Farbe, die Beschaffenheit der Schalenoberfläche, die Ausbildung der Fruchtspitze (apex oder point) und die Ausbildung des „Flaschenhalses“ (bottle neck) am Fruchtansatz, bei den Samen die Form der „Bohnen“ und die Farbe der Kötyledonen.

Bei den Bäumen der Kakaopopulation des Gewächshauses können als Forastero-Merkmale die gelbe Farbe der reifen Früchte, die nur schwach ausgebildete Fruchtspitze, die flache Furchung, die glatt bis leicht warzig ausgebildete Schale und die länglich-ovale Form der Samen gelten (Tabelle 1 und 2). Die Gesamtform der länglich-gestreckten Früchte ist aber ein Criollo-Merkmal. Auch die hellviolette bis violette Farbe der Kötyledonen zeigt, daß es sich hier um einen Mischtyp handelt, der einmal aus einer Kreuzung von Forastero x Criollo entstanden sein muß.

Für die systematische Beschreibung der Population können weiterhin noch einige Daten wie Fruchtlänge, Fruchtdurchmesser, Schalendicke, Fruchtgewicht und Länge der Samen hinzugezogen werden. Zwar hat Cheesman (1944) in einer Zusammenstellung gezeigt, daß diese Daten sehr variabel sind, doch konnten Enríques und Soria (1968) zeigen, daß für die Beschreibung eines Klons diese Merkmale herangezogen werden können, wenn das Muster groß genug gehalten ist. Wenn man nun in Betracht zieht, daß die untersuchte Population durch Inzucht genetisch schon stark vereinheitlicht ist, so können die erhaltenen Durchschnittswerte zu einer Beschreibung benutzt werden. Bei der Berechnung des Durchschnitts werden drei Früchte nicht berücksichtigt, da zwei offensichtlich noch nicht ausgereift waren (7/3 und 7/4) und eine Frucht überreif war (1/2). Für ein Muster von 30 Früchten ergeben sich dann folgende Durchschnittswerte:

Fruchtlänge	135 mm
Fruchtdurchmesser	78 mm
Gesamtgewicht der Frucht	305 g

Da die für eine systematische Zuordnung als wesentlich bezeichneten Frucht- und Samenmerkmale von Baum zu Baum kaum variieren, kann die Population nicht als eine Trinitario-Population bezeichnet werden (deren Kennzeichen eine weitgehende Aufspaltung dieser Merkmale wäre), sondern muß als ein weitgehend stabilisierter Forastero-ähnlicher Typ bezeichnet werden. Zu der starken Vereinheitlichung der unter Isolationsbedingungen ingezüchteten Kakaopopulation hat sicher auch die offensichtlich vorhandene Selbstfertilität beigetragen.

4.2. Die Feststellung des Produktionswertes an Frucht- und Samenmerkmalen

In ausführlichen Studien haben Toxopeus und Wessel (1970) und Toxopeus und Jacob (1971) gezeigt, daß alle für eine Beurteilung des „pod value“ notwendigen Merkmale wie Zahl der Samen, Größe der Samen, Gewicht der Samen, Ausbildung der Früchte in weitestem Maße zwar genetisch fixiert, aber in ihrer Ausprägung umweltabhängig sind. Das bedeutet, daß diese Daten wohl für die Beschreibung eines einheitlichen genetischen Materials herangezogen werden können, wenn ein einheitliches Muster vorliegt, daß dieses aber andererseits nicht zur Produktionsbewertung herangezogen werden kann.

Da der entscheidende Faktor beim Produktionswert die Samenzahl pro Frucht ist, wurde diese als anscheinend einfach zu erfassendes Merkmal festgehalten. Gerade aber hier zeigt sich die größte Variabilität, eine Tatsache, die bei weiteren Überlegungen nicht erstaunlich ist. Die mögliche Zahl der Samen, die erzeugt werden kann, ist primär von der Zahl der angelegten Ovarien abhängig. Neueste cytologische Untersuchungen von Opeke und Jacob (1969), Rommel und Zweigert (1972) haben aber gezeigt, daß schon bei der Entstehung von Pollen und Eizellen mit cytologischen Unregelmäßigkeiten gerechnet werden muß. Der Befruchtungsprozeß ist ebenfalls ein Vorgang, der größeren Unregelmäßigkeiten, besonders beim freien Abblühen, unterliegen kann (Toxopeus und Jacob 1970). Diese Tatsachen beeinflussen die schließlich zur Entwicklung kommenden Samen. Es bestätigt sich, daß die Produktivität einer Kakaopopulation mit den hier angewendeten Methoden nicht erfaßt werden kann.

5. Summary

The population of 10 cocoa trees in the greenhouse of the Division of International Agriculture in Witzenhausen, University of Kassel, after at least two to three generations of inbreeding sets fruits and seeds every year. In the spring of 1972 records were taken from 33 pods according to the following scheme:

(5.1.) General description of fruits (pods):

colour
surface
apex (point)
crust with constriction (bottleneck)

(5.2.) General description of the seeds (beans):

shape
cotyledon colour

(5.3.) Metric data of fruits:

length
width
weight
perikarp

(5.4.) Metric data of seeds:

weight of seeds with pulpe
number of seeds
empty seeds
germinated seeds
length

The handling of the material has been described in details. Results were obtained from six different trees with 33 pods and their seeds. The results indicated that there was not much variation between fruits and trees concerning the general description of pods and beans. Obviously after several generations of inbreeding the population represents an almost uniform type. Therefore the data obtained can serve for a botanical description of the population. Shape and colour of the pods show that the trees reassemble more the forastero type although the colour of the cotyledons is more a characteristic of criollo cocoas. Metric data from pods and beans may also serve for botanical description because the sample was rather wide. For an estimation of productivity the number of beans per pod seems to be essential but found to be so variabel that further cytological studies are needed for estimation of bean values.

Literaturverzeichnis

1. Cheesman, E. E., 1944: Notes on the nomenclature, classification and possible relationship of cacao populations. — *Trop. Agr. Trin.* 21 (8), 144—159.
2. Enriquez G. and Soria, J., 1968: The variability of certain bean characteristics of cacao (*Theobroma cacao* L.). — *Euphytica* 17 (1), 114—120.

3. Glendenning, D. R., 1963: The inheritance of bean size, pod size and number of beans per pod in cocoa (*Theobroma cacao* L.), with a note on bean shape. — *Euphytica* 12 (3), 311—322.
4. Jacob, V. J., Atanda, O. A., and Opeke, L. K., 1971: Cacao Breeding in Nigeria. — In: *Progress in Tree Crop Research in Nigeria*. — Chapter 1, 9—22. Cocoa Institute of Nigeria.
5. Muttscheller, R. W., 1972: Selektion von Anpassungsformen von *Theobroma cacao* L., dargestellt an einem Versuch am KATRIN, Ifakara, Tansania. — *Der Tropenlandwirt* 73, 31—58.
6. Opeke, L. K., and Jacob, V. J., 1969: Cytological irregularities in *T. cacao* L. — *Proc. 2nd Int. Cacao Conf. Itabuna Bahia, Brasil (1967)* 114—115.
7. Rommel, M. und Zweigert, M. E., 1972: Die Anwendung biosystematischer Untersuchungsmethoden bei *Theobroma* L. I. Cytologische Untersuchungen von Chromosomenzahlen. — *Der Tropenlandwirt* 73, 97—100.
8. Toxopeus, H., 1964: In: Swarbrick, J. T. et al.: *Estate Cocoa in Fernando Po*. — *World Crops 1964*, 35—40.
9. Toxopeus, H., 1969: Cacao (*Theobroma cacao* L.). In: *Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics*. S. 79—109. — Agricultural University, Wageningen, the Netherlands.
10. Toxopeus, H., and Wessel, M., 1970: Studies on pod and bean values of *Theobroma cacao* L. in Nigeria. I. Environmental effects on West African Amelonado with particular attention to annual rainfall distribution. — *Neth. J. agric. Sci.* 18, 132—139.
11. Toxopeus, H., and Jacob, V. J., 1970: Studies on pod and bean values of *Theobroma cacao* L. in Nigeria. II. Number of beans per pod, with special reference to the natural pollination process. — *Neth. J. agric. Sci.* 18, 188—194.