

35. Friedrich und Gertrud Tobler: Farb- und Speicherstoffe in reifenden Ölpalmenfrüchten.

(Mit 4 Abbildungen im Text)¹⁾.

(Eingegangen am 17. März 1921. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Vor einer Reihe von Jahren zeigten wir²⁾ die Beziehungen zwischen Farbstoffbildung und Speicherstoffen in verschiedenen Reifezuständen gewisser Früchte. Als Beispiel diente u. a. *Momordica Balsamina* L. und *M. Charantia* L. Wir wiesen nach, daß sowohl durch Hemmung der Atmung (Abschluß des Lichts), wie durch mechanische Hemmung das Wachstum und der Reifeprozess der Früchte aufgehalten werden.

Hierzu bieten Beobachtungen an den Früchten der Ölpalme eine ganz interessante Ergänzung. Was bei *Momordica* auf Grund von Versuchen eintrat, ist hier im Bau des Fruchtstandes und seiner Entwicklung bedingte Folge natürlicher Verhältnisse. Die Beobachtungen wurden 1913 im Biologisch-Landwirtschaftlichen Institut Amani (D. O. A.) ausgeführt.

Der Fruchtstand der Ölpalme wird 40—50 cm lang und besitzt einen Durchmesser von etwa 20 cm. Er besteht aus vielen dicht nebeneinander stehenden Fruchtstielen von etwa 15 cm Länge, an denen je 12—20 Früchte verschiedener Größe sitzen. Am Gesamtfruchtstand finden sich die größten Früchte am untersten Teil. Sie sind etwa 5 cm lang, die kleinen durchschnittlich 2,5 cm. Im Innern des Fruchtstandes sind oft kleine Scheinfrüchte enthalten, die aus unbefruchteten Blüten entstehen und kernlos sind. Form, Farbe und Größe der Früchte sind stark verschieden bei den verschiedenen Sorten. BÜCHER und FICKENDEY trennen in ihrer Monographie der Ölpalme³⁾ eine „Breitform“, die mit der Eigenschaft „Dickschaligkeit“ Hand in Hand zu gehen pflegt, von

1) Zu der Mitteilung lag seit 1914 eine mehrfarbige Tafel, in Wasserfarben nach der Natur, bereit, von deren Veröffentlichung auch heute die Zeit noch abzusehen zwingt. Wir versuchen das Nötigste — natürlich nicht die Farberscheinungen selbst — anderweitig wiederzugeben.

2) F. und G. TOBLER, Untersuchungen über Natur und Auftreten von Carotinen. 2. Über den Vorgang der Carotinbildung bei der Fruchtreife. (Ber. d. D. Bot. Ges. 1910.)

3) H. BÜCHER und E. FICKENDEY, Die Ölpalme (Berlin 1919).

einer „Langform“, die meist bei dünnchaligen und stets bei schalenlosen Früchten auftritt. Nach BECCARI¹⁾ kommt ferner noch eine ausgebauchte „Krugform“ vor.

Die Größe der gut entwickelten Außenfrüchte (diese als Durchschnitt genommen) ist offenbar ein recht veränderliches Merkmal und abhängig von Standort, Alter der Palme u. a. Unter den sonstigen Sorten bestimmenden Merkmalen, die im Anschluß an CHEVALIER²⁾ und BECCARI von BÜCHER und FICKENDEY übersichtlich zusammengestellt werden, ist eines der wichtigsten die Farbentwicklung. Hinsichtlich dieser werden dort im wesentlichen drei Gruppen unterschieden: 1. Frucht zuerst farblos, später Violett- bis Schwarzfärbung, die während der Reife wieder ganz oder fast ganz durch eine Gelb-Orange-Färbung verdrängt wird; 2. in der zunächst grünen Frucht kein oder nur wenig und schnell wieder verschwindendes Violett, bei der Reife Gelb- bis Ziegelrotfärbung; 3. (sehr selten) Farblosigkeit bis auf eine oberflächlich violett gefärbte Spitze.

Die uns in Amani zur Verfügung stehenden Früchte stammten von der Pflanzung Derema; es lag dabei die von CHEVALIER und BECCARI als Varietät betrachtete Form *Elais guinensis*, var. *sempernigra* A. CHEVALIER vor, die von BÜCHER und FICKENDEY zu „*dura, nigrescens*“ gestellt wird, und in oben genannter Einteilung zur ersten Gruppe gehört. Die Fruchtstände dieser Form erscheinen längere Zeit schwarz, weil die dem Licht ausgesetzten Teile der Früchte stark anthozyanhaltig sind (vgl. Abb. 2). An allen Stellen, die noch von den Kelchblättern bedeckt sind oder da (vgl. Abb. 2b u. 3), wo die Flächen zweier Früchte sich im Fruchtstand fest aneinanderpressen, ist die Färbung gelb bis rotgelb. Sie geht im allgemeinen zurück auf einen Gehalt an Fett und Carotin, das übrigens auch in dem anthozyanhaltigen Teil sich in der Epidermis reichlich vorfindet. Eine helle gelbe Farbe, etwa am Grunde der Früchte geht aber nicht auf Carotin zurück, sondern wird nur durch das gelbliche fette Öl (nicht etwa auch ein helleres Carotin) hervorgerufen. Die violette bis schwarze Färbung ist bei dieser Qualität zwar schon der Ausdruck der Reife, die an der Spitze dunkel werdenden Früchte sind aber an Stellen ungehinderter Entwicklung nicht die vollreifen. Die Färbung geht vielmehr vorüber, um einem reinen Orange Platz zu machen.

1) J. BECCARI, Contributo alla conoscenza della Palma a olio (Agricoltura coloniale 1914).

2) A. CHEVALIER, Documents sur le Palmier a l'huile (Paris 1910).

Die Aufgabe war auch hier wiederum die, aus dem Gehalt der verschiedenartig gefärbten Fruchtteile zunächst sich ein Bild von der Aufeinanderfolge der verschiedenen Farb- und Speicherstoffe zu machen. Aus den Möglichkeiten des für einander Eintretens gewisser Stoffe ergibt sich dann ein Rückschluß auf die Entwicklungsfolge und den stofflichen Zusammenhang. Als Ausgangspunkt dient dabei die äußerlich erkennbare, oben beschriebene Stufe der Reife, wie sie bei dieser Form in der Violett-färbung der dem Licht ausgesetzten Teile vorliegt. Die Tatsache, daß

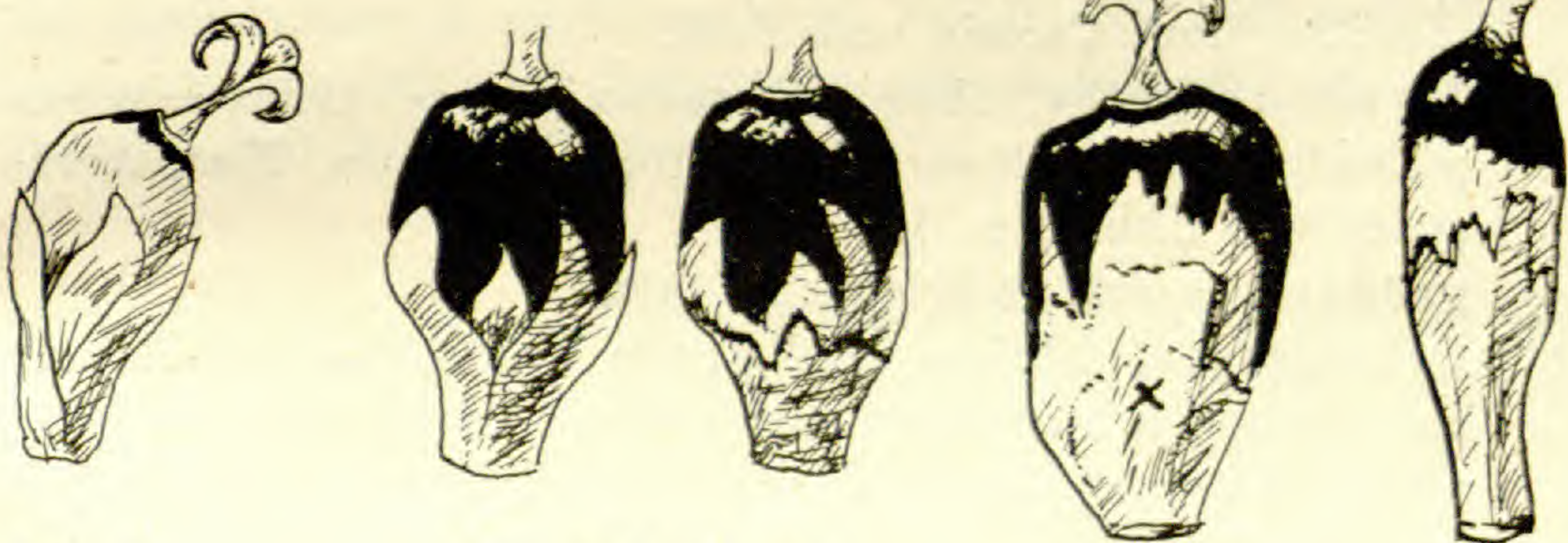


Abb. 1. (a) Abb. 2. (b) Abb. 3. Abb. 4.

Abb. 1. Frucht im Beginn der Reife: über dem Kelch gelbbrot (Carotin), unter dem Griffel schwarzviolett (Anthozyan). Nat. Gr.

Abb. 2. Fast reife Frucht mit Kelch (a) und ohne (b). Oben schwarzviolett, unter dem Kelch purpurn (Abdruck der Kelchblattzipfel), unten hellgelb (die schwarze Linie ist eingetragen!). Nat. Gr.

Abb. 3. Ähnlich 2b. Farbfolge von oben nach unten: Schwarzviolett-purpurn-orange-hellgelb (bei \times Druckstelle! Zwei Linien sind eingetragen). Nat. Gr.

Abb. 4. Stark gedrückte Frucht, vom Kelch befreit. Farbfolge: Schwarzviolett-gelb (unterhalb der eingetragenen schwarzen Linie Druckzone!). Nat. Gr.

Abschluß vom Licht und mechanische Hemmung wie in unseren früheren Versuchen hier durch den Zusammenbau des Fruchtstandes die volle Reife verhindern, bedarf dabei keiner weiteren Untersuchung.

Es wurden eine große Anzahl von Einzelfrüchten von verschiedenen Stellen der Fruchtstände, verschiedener Größe und verschiedenem Alter vergleichend untersucht in je drei Regionen (Grund, Mitte, Spitze), auf deren Gehalt an Stärke, Fett und Carotin und Anthozyan. Die Früchte waren äußerlich vollkommen ungleich nach der Art ihres Herkommens usw. Es wurde an ihnen

untersucht, ob sie gewisse übereinstimmende Wertigkeitsverhältnisse hinsichtlich der genannten Faktoren erkennen ließen. Es wird dabei selbstverständlich die relative Stoffmenge in verschiedener Höhe an einer Frucht bewertet, und das schon deshalb, weil die Unterschiede an Größe, Alter usw. innerhalb eines Fruchtstandes erheblich schwanken.

Zunächst lassen sich am Stande folgende Einzeltypen der Früchte unterscheiden:

- a) Gelbe, kleinere = unreife verschiedenen Alters und verschiedener Stellung (Farbfaktoren: Fett und Carotin), gelbe, größere = reifere, aber vielfach schlecht belichtete (Farbfaktoren: Carotin und Fett).
- b) Unten rotgelbe, oben schwarzviolette, kleine = normal reifende, gut belichtete (Farbfaktoren: Carotin, Fett, Anthozyan) vgl. Abb. 2 u. 3, größere = fast reife gleicher Art.
- c) Orangerote, kleine und große Früchte = normal reife, aus Gruppe b hervorgegangene oder, wo schlecht belichtet, unter Überspringung dieser Stufe aus a (Farbfaktoren: Carotin und Fett).

Die Stärke findet sich vor der Reife reichlicher als mit und nach ihr. Sie verschwindet im Laufe der Fruchtentwicklung zuerst an der Spitze, sie hält sich in der breiten Mitte am längsten, während sie in der eingengten Basis von vornherein geringer auftritt. Die Früchte mit Anthozyanbildung haben oben schon keine Stärke mehr, die kleineren (d. h. weniger günstig stehenden) verlieren sie noch früher als die großen. Die großen, rotgelben (normal reifen) Früchte haben nur noch in der Mitte wenig und am Grunde etwas Stärke.

Das fette Öl erscheint mit der fortschreitenden Reife von oben her und tritt stets wesentlich erst an den Stellen auf, wo die Stärke abnimmt. Es erscheint vor der Anthozyanbildung, ohne von ihr gefolgt werden zu müssen. Wo es schon einigermaßen vorhanden ist, ehe dort die Carotinbildung einsetzt, tritt es als äußerlich wirksamer Farbfaktor auf.

Das Carotin macht sich mit dem Fortschreiten der Reife von unten her aufsteigend bemerkbar, wobei es im allgemeinen gleichfalls an die Stelle der Stärke tritt. Es ist unabhängig vom Auftreten des Anthozyans; wo dieses aber vorübergehend erscheint, da wird es mit seiner Abnahme erst von der lebhaften, vorher nur schwachen Carotinbildung abgelöst. Stärke und Carotin begegnen sich beim Reifeprozess in der Mitte der Frucht.

Das Anthozyan findet sich nur an dem Licht ausgesetzten Früchten und Teilen solcher, wo es dann zuerst oben und weiter abwärts mit der im Laufe des Wachstums eintretenden Entblößung der Frucht sichtbar wird (vgl. Abb. 1—4). Es ergibt sich scheinbar ein Parallele mit dem Auftreten des Fettes, insofern als die Fettmengen in den auf der Anthozyanstufe stehenden Früchten größer sind als in gleich großen gelben. Tatsächlich findet sich aber die Fettbildung bei den sämtlichen Früchten in einer unleugbaren Beziehung zu der stärksten Carotinbildung, also auch da, wo die Anthozyanstufe fehlt. Die Carotinbildung wird aber von der Anthozyanstufe vorübergehend aufgehalten, die Zunahme des Carotins tritt mit dem Schwinden des Anthozyans in eine auffallende Periode der Steigerung.

Wie eingangs erwähnt, bietet der Fruchtstand von *Elaeis* einzelnen der Früchte Bedingungen ungleichster Art, und zwar solche, die sich denen in früher von uns vorgenommenen Versuchen an andern Gegenständen leicht anschließen; es sei hier noch kurz darauf eingegangen. Im Fruchtstand entstehen vielfach Druckstellen (Abb. 3); ganze einzelne Früchte bleiben in der Entwicklung zurück, werden durch andere gehemmt. Daher erklärt sich zum Teil die verschiedenartige Form der Früchte. Lange, schmale, mehr rüben- als krugförmige Einzelfrüchte sind derartig ungünstiger gestellte (vgl. Abb. 4). An den gehemmt (Druck-) Stellen wird der Reifevorgang aufgehalten: Äußerlich erhält sich länger die hellgelbe Farbe, d. h. eine Färbung, die vom Öl, nicht vom Carotin hervorgerufen wird. Ebenso unterbleibt an diesen Stellen auch die Anthozyanbildung. Dagegen bleibt die Stärke länger erhalten. Erst sehr spät, wenn im übrigen die (meist ja nicht gerade gut entwickelte Frucht im übrigen vor der Vollreife steht, tritt auch an den vorher zurückgebliebenen Stellen die Carotinbildung (also unter Überspringung der Anthozyanstufe!) auf. Dies Verhalten ist eine ausgezeichnete Parallele zu dem von uns in den Versuchen an *Momordica* gefundenen Ergebnis (l. c. S. 503). Um hier noch zur Anthozyanbildung ein weiteres hinzuzufügen, sei erwähnt, daß an den anfangs ja fast völlig und später je nach dem Grad der Entwicklung (bez. Stellung) mehr oder weniger in die Kelchblätter eingehüllten Früchten sich nach Ablösung der Blättchen zwei Zonen erkennen lassen: in einer oberen, in der sich die Kelchblätter schon abheben, erstreckt sich eine Zone von Anthozyan, begleitet von Carotin, mit Purpurrot abwärts

von der schwarzvioletten Zone an; darauf folgt tiefer die nur von Öl (hellgelb) gefärbte Partie (vgl. Abb. 2 und 3).

Ist hiernach die Carotinbildung, wie früher gezeigt, im Reifenvorgang als ein mit Beendigung gewisser Wachstumsvorgänge auftretender Prozeß kenntlich, so fragt sich im Vergleich mit dem Früheren, an welchen Abbauvorgang sich die Bildung des Farbstoffs im engeren anschließt. Bei den anfangs grünen Früchten von *Momordica* ließ sich wie auch sonst glaubhaft machen, daß die Zersetzung des Chlorophylls (und daneben anderer Zellbestandteile) stets voranging, und daß auch die Bildung des Carotins an den Trägern des Chlorophylls erfolgte. Bei der *Elaeis* ist nun das Vikariieren des Carotins mit der Stärke ebenso deutlich, es konnte indessen bei der Kleinheit der einzelnen Farbstoffkörper nur vermutet, nicht nachgewiesen werden, daß die Ausscheidung des Carotins etwa auch an den Stärkebildnern vor sich geht.

Die Aufeinanderfolge der Zellinhaltsstoffe bei der Reife von Früchten ist ein Gebiet, das wertvolle Rückschlüsse auf stoffliche Zusammenhänge gestattet. Es kann freilich nur durch mikroskopische und mikrochemische Untersuchung aufgeklärt werden. Zur Erkennung der Mechanik, der Bedingungen und Bedeutung der Vorgänge dienen neben Versuchen, wie sie früher angestellt wurden, auch die Beobachtungen an den Fruchtständen, die ganz ähnliche Verhältnisse bieten. Bei *Elaeis* läßt sich im Einklang mit dem Verhalten an *Momordica* schließen, daß Stärke, die in der unreifen Frucht zum Abbau bereit liegt, sich dem Ende ihres Verbrauchs nähert, wenn (Anthozyan bez.) Carotin als Zeichen der Reife erscheinen. Mit diesen Hand in Hand tritt mehr und mehr der spätere Speicherstoff der Frucht, das Öl, auf. Es füllt die Zellen des Fruchtfleisches, in denen mit anderem Inhalt die Stärke sich zersetzt. Sie wird im Wachstum der Frucht verzehrt, während gleichzeitig ein anderer Reservestoff zunimmt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Tobler Friedrich, Tobler Gertrud

Artikel/Article: [Farb- und Speicherstoffe in reifenden Ölpalmenfrüchten. 213-218](#)