

Kann das geotrope Verhalten von Kaffeeseitenzweigen geändert werden?

Is it possible to change the geotropic behaviour of coffee twigs?

Von S. Rehm*), E. A. Zayed**) und G. Espig*)

1. Einleitung

Die an sich leichte vegetative Vermehrung aller Arten von *Coffea* durch Stecklinge, Okulierung oder Pfropfung wird dadurch erschwert, daß in den plagiotropen Seitenzweigen das diageotrope Verhalten so fest induziert ist, daß sie zur vegetativen Vermehrung unbrauchbar sind. Sie liefern flach am Boden wachsende Büsche, denn auch alle neu gebildeten Seitentriebe bleiben strikt plagiotrop. Vereinzelt wird jedoch in der Literatur von gelegentlichen Umstimmungen berichtet (NARASIMHASWAMY 1946, ANDRÉ 1973, RAJU 1975). Da manche Wachstumsregulatoren, besonders Morphaktin und TIBA (KRELLE 1970), das geotrope Verhalten nachhaltig beeinflussen, schien es sinnvoll, erneut zu prüfen, ob nicht doch eine Änderung der Geotropie in Stecklingen aus plagiotropen Seitenzweigen zu erreichen ist. Zur Anwendung kamen verschiedene Wachstumsregulatoren, Temperaturschocks und der horizontale Klinostat.

2. Material und Methoden

Von den Seitentrieben der cv. Bourbon von *Coffea arabica* wurden Stecklinge geschnitten und in Sprühnebelkammern bei 25° C unter Dauerlicht (HQL 400 Watt) bewurzelt. Nach drei Monaten wurden die Pflanzen im Gewächshaus bei etwa 23° C bis zur Behandlung kultiviert. Nach den jeweiligen Behandlungen blieben die Pflanzen für 3 Monate zur Beobachtung im

*) Prof. Dr. S. Rehm und Dipl.-Ing. agr. G. Espig, Institut für Tropischen und Subtropischen Pflanzenbau der Universität Göttingen.

**) E. A. Zayed, B. Sc. agr., Assistent an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Kafr El-Sheikh, Ägypten.

Anschrift: Grisebachstraße 6, D-3400 Göttingen

Gewächshaus. Die bei REHM et al. (1977) angegebenen Wachstumsregulatoren wurden auch in diesen Versuchen eingesetzt (Tab. 1). Außer bei den Klinostatversuchen umfaßte jede Behandlung 5 Wiederholungen.

2.1. Versuche mit Wachstumsregulatoren

Die Blätter der Stecklinge mit und ohne Sproßspitze wurden jeweils 6 Monate nach dem Stecken mit 10 ml Wuchstoffsolution/Pflanze unter Zusatz des Benetzungsmittels „Tween 20“ (2 ml/l) mit einem Glaszerstäuber vollständig besprüht. Diese Behandlung wurde 2 Wochen später wiederholt. Bei Kombinationen von Hemmstoffen mit Gibberellinsäure (GS) wurde die GS jeweils zwei Tage vor den Hemmstoffen gegeben.

2.2. Versuche mit Temperaturen

Hohe und niedrige Temperaturen wurden für unterschiedliche Perioden angewendet (Tab. 3). In einem weiteren Versuch sollte auch die Einfluß der Wachstumsregulatoren in Kombination mit hoher Temperatur (33° C/28° C) in Klimaschränken geprüft werden. Die Wachstumsbedingungen in den Klimaschränken sind bei ZAYED (1977) beschrieben.

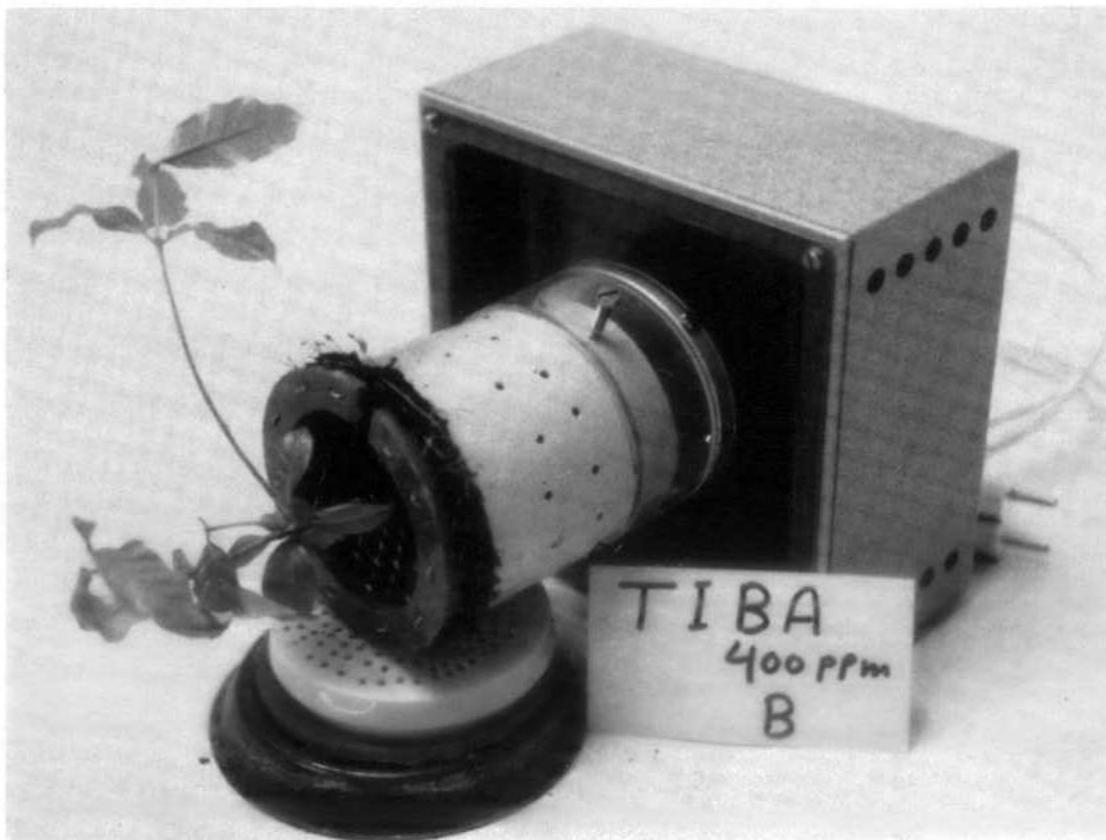


Abbildung 1: Mit 400 mg/l TIBA behandelter plagiotroper Steckling auf dem horizontalen Klinostaten

2.3. Versuche mit Klinostaten

Die zu untersuchenden Pflanzen blieben drei Monate lang in waagerechter Stellung am Klinostaten mit 12 Umdrehungen/Std. (Abb. 1). Der Versuch wurde mit drei Wiederholungen unter normalen Gewächshausbedingungen durchgeführt.

3. Ergebnisse

3.1. Verschiedene Wachstumsregulatoren

Die verwendeten Wachstumsregulatoren und ihre Konzentrationen sind in Tab. 1 zusammengestellt. Die Versuche wurden an Pflanzen mit und ohne Sproßspitze durchgeführt.

Keiner der Wachstumsregulatoren veränderte das plagiotrope Verhalten der wachsenden Triebe. Zwischen den Pflanzen mit und ohne Sproßspitze zeigten sich keine Unterschiede. Auffallend war, daß auch keine nennenswerte vorübergehende Änderung in der diageotropen Wachstumsrichtung der Sprosse eintrat.

Tabelle 1: Zur Umstimmung des geotropen Verhaltens verwendete Wachstumsregulatoren

Verbindung	Konzentrationen (mg/l)		
2,3,5-Trijodbenzoesäure (TIBA)	100	200	400
Naphthylphthalaminsäure (Naptalam als Alanap-3)	5	25	50
Morphaktin CME 73 170 P	5	25	50
2-Chloräthylphosphonsäure (Ethephon)	1000	2000	3000
2-Methoxy-3,6-dichlorbenzoesäure (Dicamba)	1	5	10
Benzyladenin (BA)	50	100	200
2-Chloräthyl-trimethylammoniumchlorid (CCC)	250	500	1000
Bernsteinsäure-2,2-dimethylhydrazid (B-9)	250	500	1000
Naphthylelessigsäure (NES)	100	200	400

3.2. Kombination von Hemmstoffen und GS

Vorversuche an normalen Sämlingen hatten gezeigt, daß nach einer GS-Behandlung die Seitenzweige nicht horizontal, sondern schräg nach oben

wuchsen. Auch bei plagiotropen Stecklingen erzielte GS denselben Effekt. Die Pflanzen hatten aber sehr lange, dünne und schlaffe Internodien; deshalb wurden Versuche mit einer Kombination von GS und den Hemmstoffen CCC und B-9 durchgeführt, um eine größere Standfestigkeit zu erreichen.

Tabelle 2: Behandlung mit GS und den Hemmstoffen B-9 und CCC. Durchschnittlicher Winkel zwischen plagiotropem Sproß und der Senkrechten

Behandlung	GS-Konzentrationen (mg/l)				
	0	250	500	750	1000
GS allein	85 °	72 °	61 °	50 °	82 °
GS und 3000 mg/l B-9	79 °	54 °	52 °	46 °	62 °
GS und 3000 mg/l CCC	84 °	57 °	55 °	48 °	76 °

Bei GS allein wuchsen die Stecklinge bis zu einer Konzentration von 750 mg/l schräg nach oben (Abb. 2). Gegenüber der Kontrolle war der Winkel zwischen der Senkrechten und dem ersten Austrieb bei 750 mg/l um 40 % spitzer geworden (Tab. 2). Alle Unterschiede in der Wachstumsrichtung waren hoch signifikant. Bei 1000 mg/l GS aber wuchsen die Sprosse fast horizontal, wohl als Folge ihrer geringen Festigkeit.

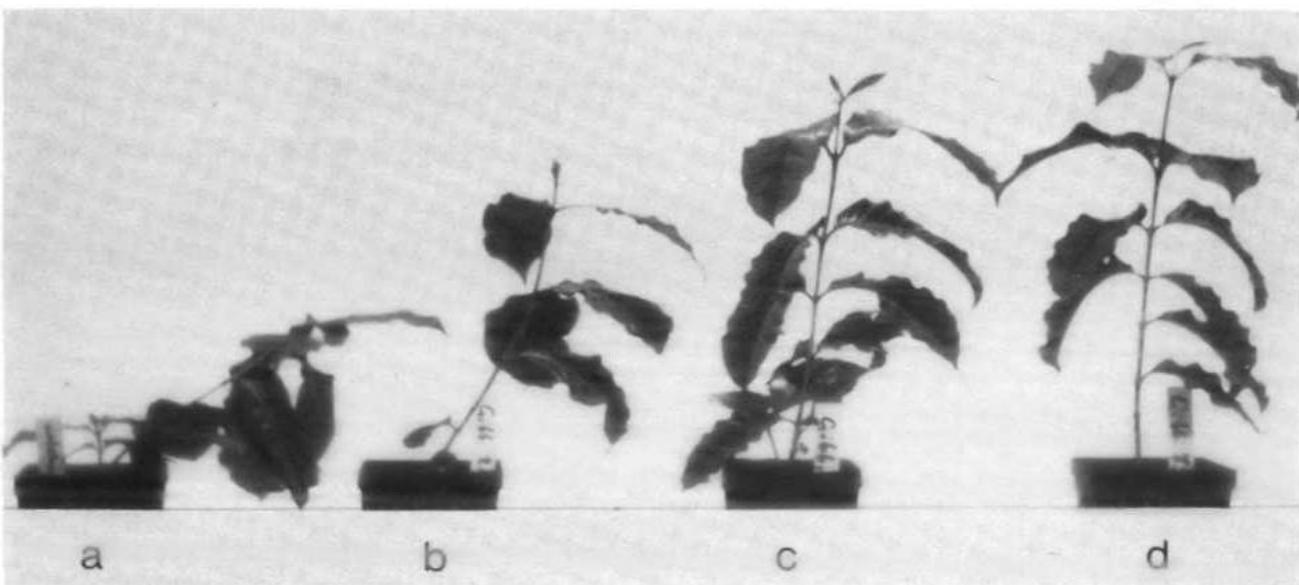


Abbildung 2: Reaktion plagiotroper Stecklinge auf GS; (a) unbehandelt, (b) 250 mg/l GS, (c) 500 mg/l GS, (d) 750 mg/l GS

Hemmstoffe allein führten zu keiner signifikanten Änderung des plagiotropen Verhaltens. Die Verlängerung der Internodien durch GS wurde durch die Hemmstoffe weitgehend aufgehoben, außer bei der höchsten GS-Konzentration. Die Wirkung von GS auf das geotrope Verhalten setzte sich trotzdem vollkommen durch. Wahrscheinlich durch die größere Festigkeit der Sprosse in den kombinierten Behandlungen war der Winkel zwischen den Sprossen und der Senkrechten sogar noch spitzer als bei Behandlung mit GS allein.

Trotz der anfänglichen ausgeprägten Änderung der Wachstumsrichtung trat bei keiner der Behandlungen eine dauernde Umstimmung im geotropen Verhalten ein. Die Pflanzen behielten ihren plagiotropen Charakter und wuchsen nach einigen Monaten wieder horizontal.

3.3. Temperatur-Versuche

Die von ANDRÉ (1973) mitgeteilte Beobachtung, daß ein Kälteschock eine Umstimmung im geotropen Verhalten von Kaffeestecklingen bewirken kann, war der Anlaß, die Wirkung von Temperaturschocks zu überprüfen. Die Stecklinge wurden den in Tab. 3 angegebenen extrem niedrigen oder hohen Temperaturen für kurze Zeit ausgesetzt. Bei -5°C wurden die ganzen Pflanzen abgetötet. Die Temperaturen von -1°C und -3°C schädigten die Blätter, so daß sie nach einigen Tagen chlorotisch wurden und z. T. abfielen; die Stengel überlebten und trieben neue Sprosse. Bei den Behandlungen mit 0°C bis 5°C wurden keine Schäden beobachtet. Die Behand-

Tabelle 3: Temperaturbehandlung plagiotroper Stecklinge zur Umstimmung des geotropen Verhaltens

Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Dauer der Behandlung (Minuten)
- 5 $^{\circ}$	5
- 3 $^{\circ}$	5
- 1 $^{\circ}$	5
0 $^{\circ}$	10
1 $^{\circ}$	10
3 $^{\circ}$	10
5 $^{\circ}$	10
40 $^{\circ}$	5
45 $^{\circ}$	5
50 $^{\circ}$	5

lung mit 40° C löste das Austreiben mehrerer Seitenknospen aus; die Pflanzen behielten ihren plagiotropen Habitus, waren aber stärker verzweigt. 45° C wirkten schon deutlich schädigend, die Blattränder verfärbten sich braun, ein Teil der Blätter fiel ab. Von der Behandlung mit 50° C erholten sich die Pflanzen nicht mehr, alle starben im Lauf der folgenden Tage ab.

Keine der Behandlungen änderte das diageotrope Wachstum der Pflanzen, auch alle neu gebildeten Seitentriebe wuchsen horizontal weiter.

In einem weiteren Versuch wurden die plagiotropen Stecklingspflanzen zunächst mit Wachstumsregulatoren behandelt und unmittelbar danach in einen Klimaschrank bei 33° C/28° C gestellt, in dem sie 3 Monate blieben. Die Wuchsstoffe waren: 200 mg/l TIBA, 25 mg/l Naptalam, 25 mg/l Morphaktin, 1000 mg/l Ethephon, 5 mg/l Dicamba, 100 mg/l BA, 500 mg/l CCC, 500 mg/l B-9, 200 mg/l NES und 750 mg/l GS. Nur bei der GS-Behandlung wuchsen die Triebe, wie in Versuch 3.2., schräg nach oben, keiner der anderen Wuchsstoffe verursachte eine auch nur vorübergehende Änderung der Wachstumsrichtung. Im Endeffekt behielten alle Pflanzen den plagiotropen Habitus bei.

3.4. Klinostat-Versuche

Bei diesen Versuchen sollte geprüft werden, ob durch Ausschaltung der Schwerkraft ohne und mit Anwendung von Wachstumsregulatoren, die Umwandlung der plagiotropen Stecklinge zu orthotrop wachsenden Trieben erzielt werden kann. Verwendet wurden 400 mg/l TIBA, 50 mg/l Naptalam, 50 mg/l Morphaktin, 1000 mg/l Ethephon, 1 mg/l Dicamba, 100 mg/l BA, 500 mg/l CC und 200 mg/l NES. Die plagiotropen Stecklinge auf dem Klinostaten wuchsen wie üblich waagrecht bzw. zeigten unregelmäßige Krümmungen (Abb. 1). Nach der 3monatigen Behandlung auf dem Klinostaten wurden die Pflanzen in normaler Lage im Gewächshaus weiter kultiviert. Keine der Behandlungen erbrachte eine dauernde Umstimmung des diageotropen Verhaltens der Stecklingspflanzen.

4. Diskussion

Nur bei wenigen Pflanzen ist das diageotrope Verhalten von Seitenzweigen schon bei der Anlage so fest induziert, daß es nicht mehr umgestimmt werden kann. Die bekanntesten Beispiele sind *Araucaria excelsa* und *Coffea arabica*.

Durch keine der z. T. drastischen Behandlungen ist es uns gelungen, die auf einem frühen ontogenetischen Stadium festgelegte diageotrope Induktion der aus den „legitimen“ Achselknospen gebildeten Seitenzweige von *Coffea arabica* zu brechen. Von den Wachstumsregulatoren bewirkte nur GS zunächst eine Änderung zu aufrechterem Wachstum, die aber später verschwand.

Vergleichbare Beobachtungen über eine Änderung des geotropen Verhaltens durch GS wurden bei plagiotropen Sprossen anderer Pflanzen, bei denen aber keine feste Induktion des diageotropen Wuchses vorliegt, gemacht (DOSTAL 1959, BENDIXEN u. PETERSON 1962, BÜNSOW u. LORENZEN 1965, KRELLE 1970).

Die von NARASIMHASWAMY (1946), ANDRÉ (1973) und RAJU (1975) berichteten Umstimmungen des geotropen Verhaltens plagiotroper Seitenzweige des Kaffees konnten in unseren Versuchen nicht reproduziert werden. Zur Zeit bleibt die einzige sichere Methode, die Menge orthotropen Vermehrungsmaterials an jungen Pflanzen von *Coffea arabica* zu steigern, die von REHM et al. (1977) empfohlene Behandlung junger Kaffeepflanzen mit 400 mg/l TIBA.

5. Zusammenfassung

Die Versuche, das plagiotrope Verhalten von Kaffeestecklingen, die von plagiotropen Seitentrieben gewonnen wurden, durch verschiedene Behandlungen umzustimmen, verliefen alle negativ. Verwendet wurden verschiedene Wachstumsregulatoren (Tab. 1), Temperaturschocks (Tab. 3) und Ausschaltung der Schwerkraft durch den horizontalen Klinostaten.

Von den Wachstumsregulatoren hatte nur GS einen vorübergehenden Einfluss auf den Winkel zwischen der Senkrechten und dem Sproß; die Triebe wuchsen zunächst schräg nach oben, blieben aber grundsätzlich plagiotrop. Dieser GS-Effekt blieb auch bei kombinierter Applikation mit CCC oder B-9 erhalten, obwohl die Hemmstoffe die Internodienstreckung durch GS weitgehend aufhoben.

Summary

All the attempts to change the diageotropic growth habit of coffee plants raised from plagiotropic cuttings, failed. The treatments included the application of several growth regulators (Table 1), exposure to low and high temperatures (Table 3), and elimination of gravity by growing the plants for 3 months on the horizontal klinostat (Fig. 1). Only GA_3 temporarily changed the growth angle of the shoots to a more upright direction (Table 2, Fig. 2) without permanently altering the plagiotropic nature of the shoots. This effect of GA_3 persisted when the growth retardants CCC or B-9 were applied simultaneously, although they counteracted the internode elongations induced by GA_3 .

Literaturverzeichnis

1. ANDRÉ, M., 1973: Observations sur l'orthotropisme et le plagiotropisme des rameaux chez *Coffea arabica* L. — Café Cacao Thé 17, 125–128.

2. BENDIXEN, L. E., and M. L. PETERSON, 1962: Physiological nature of gene-controlled growth form in *Trifolium fragiferum* L. II. Auxin-gibberellin relationships to growth form. — *Plant Physiol.* 37, 245–250.
3. BÜNSOW, R., und H. LORENZEN, 1965: Wirkung der Gibberellinsäure auf Geotropismus und Amphicarpie bei *Cardamine chenopodifolia*. — *Flora, Abt. A*, 156, 367–368.
4. DOSTÁL, R., 1959: Gibberellic acid and growth correlations. — *Nature* 183, 1338.
5. KRELLE, E., 1970: Beiträge zur Physiologie der Morphaktinwirkung. II. Hemmung des Geotropismus sowie verschiedene Wechselwirkungen mit Auxin. — *Biol. Zentralblatt* 89, 659–702.
6. NARASIMHASWAMY, R. L., 1946: Vegetative propagation of *Coffea arabica* L. — Bud grafting. — *Planters' Chronicle* 41, 340.
7. RAJU, K. S., 1975: Dimorphism in coffee. — *Turrialba* 25, 88–89.
8. REHM, S., E. A. ZAYED und G. ESPIG, 1977: Stimulierung des Austreibens sekundärer Knospen bei Kaffeesämlingen durch Wachstumsregulatoren. — *Tropenlandwirt* 78, 7–19.
9. ZAYED, E. A., 1977: Wachstumsregulatoren zur Vermehrung von orthotropem Stecklingsmaterial bei *Coffea arabica*. — Diss. Göttingen.