

durch termingerechte Beschaffung tiefgefrorenen Spermias in größeren Mengen ohne lange Lagerung im Betrieb oder durch Haltung einzelner weniger Vartiere in klimatisierten Ställen bei Frischspermaverwendung erreichen.

Ogleich die endokrinologischen Forschungen bei den landwirtschaftlichen Nutztieren noch jung sind, ist schon heute für den praktischen Tierzüchter in den Tropen und Subtropen ein interessantes Anwendungsspektrum zu erkennen.

## Summary

This paper deals with the possibilities of using sexual hormones in tropical and subtropical cattle breeding. It shows the advantages and problems of feeding sexual hormones to cattle. Furthermore it deals with the possibilities of using sexual hormones in connection with artificial insemination. The use of sexual hormones has its limitations and is not a substitute for better feeding and disease prevention and control as a means of obtaining a higher fertility rate and increased production. Also adequate and well trained technical staff are necessary.

## Die Kaffeekirschen-Krankheit (*Colletotrichum coffeanum* Noack)

### Coffee Berry Disease (*Colletotrichum coffeanum* Noack)

Von Jürgen Kranz \*)

#### 1. Einführung

Seit Anfang der fünfziger Jahre ist die Kaffeekirschenkrankheit in Kenia zu einer ernsten wirtschaftlichen Belastung für den Anbau von Arabica-Kaffee geworden. Erstmals 1921 beobachtet (12), blieb die als „coffee berry disease“ (CBD) bezeichnete Krankheit zunächst auf ihr Areal im Kaffeeanbau des westlichen Kenias beschränkt. Vor zwanzig Jahren trat die Krankheit dann östlich des ostafrikanischen Grabens in Höhenlagen über 1700 m epidemisch auf. Zehn Jahre später (1962) griff sie auch auf die Pflanzungen in den tieferen Lagen über. Als Ursache dafür werden

\*) Dr. Jürgen Kranz, Univ.-Doz., Abt. Phytopathologie und angew. Entomologie des Tropeninstitutes der Universität Gießen.

*Anschrift:* 6300 Gießen, Schottstr. 2—4.

ein kühleres, feuchteres Klima und der Übergang von ein auf zwei Ernten pro Jahr angesehen (18). Heute ist die Krankheit in fast allen Kaffeepflanzungen Kenias und darüber hinaus auch in Uganda (2), Tansania (22), in der Zentralafrikanischen Republik (21), im Kongo (9), in Kamerun (16), Angola (13), Rwanda (4) und möglicherweise sogar in Indien (1) anzutreffen. Bemerkenswert ist, daß in Kenia einige Pflanzungen, in denen nie Kupfermittel verspritzt wurden, praktisch befallsfrei geblieben sind. In befallenen Anlagen sind Verluste von über 80 % der Kaffeekirschen keine Seltenheit. Besonders schlimm war es im regnerischen Jahr 1967, nachdem die Kaffeesträucher im Vorjahr durch Trockenheit möglicherweise geschwächt worden sind. Kaum ein Pflanzler blieb verschont, viele von ihnen haben die ganze Ernte verloren. Die Gesamtverluste werden auf mindestens 30 % (6) oder 10—40 % (21) geschätzt. Der Schaden entsteht im wesentlichen dadurch, daß die erkrankten Kirschen abfallen oder am Baum vertrocknen. Manche Kaffeepflanzler Kenias kamen nach einer Serie von feuchten und befallstarken Jahren erst im trockenen Jahr 1969 wieder aus den roten Zahlen heraus. Die Zahl der Pflanzungen, die auf Tee übergehen, nimmt in den letzten Jahren zu.

## 2. Symptome

Typische Symptome der Kaffeekirschen-Krankheit an grünen Kirschen zeigt die Abbildung 1. Solche hell- bis schwarzbraune Flecken, von denen es mehrere auf einer Kirsche geben kann, führen je nach Umweltbedingungen zu einem mehr oder weniger schnellen Absterben der Kirschen.



Abb. 1. Typische Symptome der Kaffeekirschen-Krankheit an grünen Kaffeekirschen (Aufnahme: M. Mogk).

In den Flecken selbst erkennt man mit bloßem Auge die Konidienlager als kleine Punkte. Reifende Kirschen werden von *C. coffeanum* und möglicherweise noch anderen *Colletotrichum*-Arten befallen. Diese Krankheit wird als Braunfäule („brown blight“) bezeichnet. Werden diese Kirschen nicht geerntet, dann vertrocknen sie am Baum zu schwarzen Mumien. Allein auf *C. coffeanum* geht offenbar die Entstehung sog. ‚scab lesions‘ zurück. Es sind dies flache, schorfige, graue bis bräunliche Partien der Kirsche, in denen der Pilz zunächst vom Wirt oder durch ungünstige Witterung an einer weiteren Ausbreitung gehindert wird und absterben kann. Bei reifenden Kirschen scheinen diese Schorfflecke u. U. wieder aktiv zu werden, um dann die Braunfäule auszulösen.

### 3. Der Erreger

Die Kaffeekirschen-Krankheit wird durch *Colletotrichum coffeanum* Noack hervorgerufen, ein Pilz, der sich von *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., der Nebenfruchtform des Ascomyceten *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld. et Schrenk, nur in der Farbe der Kolonien auf Malzagar (20, 5) und gewissen geringfügigen morphologischen Abweichungen (10) unterscheidet. *G. cingulata* ist auf abgeschnittenen Zweigteilen des Kaffeestrauches sehr häufig zu finden, besonders auf solchen Proben, die von Kupfer-behandelten Sträuchern stammen (25). Bisher gelang kein Nachweis, daß *C. coffeanum* auch Perithezien der Hauptfruchtform bilden. Deshalb ist die eindeutige Zuordnung von *C. coffeanum* zu *G. cingulata* noch nicht möglich. Auf jeden Fall gehört *C. coffeanum* in die unmittelbare Nähe dieses in den Tropen an einer Vielzahl von Kulturpflanzen (u. a. Citrus, Mango, Avocado) vorkommenden Erregers von Anthraknosen. *C. coffeanum* befällt ausschließlich *Coffea arabica*, *C. canephora* (Robustakaffee) und *C. excelsa* (21). Wie diese spezifische Form entstanden ist, weiß man nicht. Nutman und Roberts (19) halten *C. coffeanum* für eine Mutante. Hocking et al. (11) isolierten aus Perithezien von *G. cingulata*, die von erkrankten grünen Kaffeekirschen, und in seltenen Fällen auch von der Rinde (25) stammten, für grüne Kirschen pathogene Konidien, die auf Malzagar mit morphologisch von *C. coffeanum* abweichenden Kolonien wachsen (10, 25). Die Ascosporen sind dagegen anscheinend nicht in der Lage, grüne Kaffeekirschen zu infizieren (25). Aus diesem Ergebnis könnte man auch auf eine, offenbar seltene, genetische Rekombination schließen, die dann zu einer sich asexuell mit Konidien vermehrenden Art (= *C. coffeanum*) führt. Bei einem genetisch so plastischen Pilz wie *G. cingulata* wäre das nicht verwunderlich.

### 4. Epidemiologie

Die Fruchtkörper (Acervuli) der pathogenen (= *C. coffeanum*) und der apathogenen Form (= *C. gloeosporioides*) des Pilzes bilden sich auf der Rinde (s. u.), die von *C. coffeanum* auch auf den erkrankten Kirschen. Bei

Vorhandensein von Feuchtigkeit wird eine rötliche Masse schleimiger Konidien ausgestoßen. Zu ihrer Verbreitung sind sie weitgehend auf Regenspritzer angewiesen. Dies gewährleistet nur eine horizontale Ausbreitung über kurze Entfernungen, vielleicht von Baum zu Baum. In einem Falle gelang es dem Pilz z. B. bisher nicht, über einen 6 m breiten Weg hinweg eine befallsfreie Pflanzung zu besiedeln. Die Verschleppung des Pilzes über weitere Entfernungen dürfte vor allem der Mensch (als Pflücker, mit Pflanzenmaterial etc.) besorgen. Zum Keimen der Konidien und für den Befall der Kaffeekirschen sind ein Wasserfilm und Temperaturen zwischen 15° C und 30° C, mit einem Optimum bei etwa 22° C, erforderlich. Unter günstigen Bedingungen können Keimung und Infektion innerhalb von 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden ablaufen, im allgemeinen sind aber 5 Stunden erforderlich (19). Die Inkubationszeit, die Zeit von der Infektion bis zum Erscheinen der Flecke auf den Kirschen, schwankt erheblich, liegt aber meistens zwischen 1—3 Wochen.

Bei *C. arabica* werden von *C. coffeanum* Blüten, grüne und reifende Kirschen, die Stiele, die Rinde der Zweige und vereinzelt auch Blätter (Blattflecken) befallen. Auch eine Spitzendürre, das „Elgon die-back“, wird diesem Pilz zugeschrieben. Einmal befallene Blüten werden schnell zerstört, doch ist ein Befall dieses Stadiums bisher bedeutungslos. Etwa 6 bis 14 Wochen nach der Blüte, wenn die Kaffeekirschen eine Phase rascher Größenzunahme durchlaufen, sind sie besonders anfällig (14, 15). Die Fruchtprimordien vor diesem Entwicklungsstadium werden nicht befallen, und die sich danach verhärtenden Kirschen werden dann wieder zunehmend resistent — bis mit Eintritt der Reife die Kirschen erneut anfällig sind (14).

Die Regenzeit ist für den epidemischen Ablauf und die Heftigkeit der Kaffeekirschen-Krankheit ein entscheidender Faktor. Sie beeinflusst die Sporenbildung und -verbreitung, die Infektion und außerdem auch Blütezeiten und Erntetermine des Kaffees. In dem Hauptanbaugebiet Kenias gibt es zwei Hauptregenzeiten, eine lange von Ende März bis Ende Mai und eine kurze im November. Dazwischen liegen Trockenzeiten. Dieser Niederschlagsverteilung entsprechen mindestens zwei Blütezeiten. Ihre Dauer ist ebenso variabel, wie der genaue Zeitpunkt ihres Beginns. Von der Blüte bis zur Fruchtreife verstreichen etwa 7—9 Monate. Aus diesem Grunde überlagern sich jeweils zwei Zyklen mit mehr oder weniger anfälligen Kirschen auf ein und demselben Zweig. Der Pilz kann so von einem Fruchtzyklus auf den nachfolgenden übergehen. Nur in der Trockenzeit zwischen November und Ende März, und wenn alle Kirschen abgeerntet sind, überdauert der Pilz für einige Wochen in der Rinde der Zweige. *C. coffeanum* bildet sich hauptsächlich in jenen Rindenpartien, die gerade braun geworden, aber noch glatt sind. In den älteren Rindenteilen nimmt der Anteil von *C. gloeosporioides* stets zu, wobei die pathogene Art schließlich ganz verdrängt wird. Von der jungen braunen Rinde kommt nach Einsetzen der Regenzeiten das Inokulum für die Primärinfektionen an den Kirschen. Im weiteren epidemischen Verlauf der Krankheit tritt nach neueren Ergebnissen dieses Inokulum gegenüber dem von

Kirschen mehr und mehr in den Hintergrund. Die Menge der auf Zweigen und Kirschen gebildeten Konidien ist jahreszeitlich erheblichen Schwankungen unterworfen. Dies gilt auch für das Verhältnis von *C. coffeanum* zu *C. gloeosporioides*. So ist im Februar, am Ende der Trockenzeit, die absolute Konidienmenge am höchsten, der Anteil von *C. coffeanum* jedoch minimal. Umgekehrt nimmt während der Regenzeit in der absolut geringeren Konidienmenge *C. coffeanum* stark zu. Morphologisch sind die Konidien kaum voneinander zu unterscheiden. Erst mit Hilfe von Platten- und Infektionstests an grünen Kirschen kann man den wirklichen Anteil von *C. coffeanum* im Labor bestimmen.

## 5. Bekämpfung

Die bisher angebauten Sorten von *Coffea arabica* sind gegenüber der Krankheit zwar unterschiedlich anfällig, keine Sorte erwies sich jedoch als immun. Ziemlich resistent sind die Sorten Blue Mountain, Rume Sudan, Timor, Geisha 10 (3) und K 7. Sie haben aber unerwünschte agronomische Eigenschaften. Der größte Teil der Anbaufläche Kenias ist mit den ertragreichen, aber sehr anfälligen Sorten SL 34 und SL 28 oder mit der nur etwas weniger anfälligen „French Mission“ bepflanzt. Großangelegte Sortenprüfungen auf Resistenz waren bisher ohne Erfolg.

Aus diesem Grunde konzentrieren sich die Bemühungen darauf, geeignete Mittel und Verfahren zur chemischen Bekämpfung der Krankheit zu finden. In den Jahren 1955—1960 empfahl man in Kenia drei- bis vier Spritzungen von Kupferfungiziden vor Beginn der Regenzeit im Februar/März, die die Sporenbildung auf der Rinde reduzieren. Man schloß daraus, daß es auf eine Verminderung des Inokulums und nicht auf den Schutz der Kirschen ankommt. Nach 1962 erwiesen sich diese Spritzungen vor dem Regen als verfehlt. In Kamerun war man dagegen mit Kupfermitteln weiterhin erfolgreich, die während der Regenzeit gespritzt wurden. Insgesamt werden 7 Spritzungen mit 0,5 % Kupfermittel (50 % Cu) empfohlen, die gerade vor dem Fruchtansatz beginnen und sich etwa über 5 Monate erstrecken sollen (17). Auch in der Zentralafrikanischen Republik ist Kupfer wirksam (21). In Uganda kombinierte man in einer bestimmten Reihenfolge Kupfer und Tuzet mit Erfolg (2). Auch hier wurde während der Regenzeit behandelt. Aus Angola kamen Berichte über günstige Nebenwirkungen von Superphosphat gegen die Krankheit (13). Das Versagen der Empfehlungen in Kenia wurde einer ungenügenden Wirkung des Kupfers zugeschrieben. Deshalb ging man dazu über, eine große Zahl von Fungiziden in ihrer Wirkung gegen *C. coffeanum* zu testen. Von den Fungiziden, die keine nachteiligen Eigenschaften hatten, erwies sich dabei allein das Orthodifolatan (Captofal) (23, 24) Kupfer überlegen, zu dem später noch das Benomyl trat. Schließlich nahm man 1966 neue Versuche über Spritzfolge und Aufwandmenge auf. Dabei zeigte sich, daß ein längeres, über die Regenzeit verteiltes Spritzprogramm erforderlich war. Dies wurde 1968 mit folgendem Programm bei Verwendung von Kupfer (50 %

Cu; 7,9 kg/ha) und Captafol (80 % Wirkstoff; 4,4 kg/ha) als Fungizide näher untersucht (8):

(a) nicht gesprüht; (b) viermalige, „frühe“ Spritzungen — am 6. Februar, 28. Februar, 20. März und 10. April; (c) siebenmalige Spritzungen — am 6. Februar, 28. Februar, 20. März, 10. April, 6. Mai, 4. Juni und 2. Juli und (d) fünfmalige Spritzungen — am 20. März, 10. April, 6. Mai, 4. Juni und 2. Juli.

Als Schlußfolgerungen ergaben sich daraus: (1) die beste Behandlung war c; (2) die Behandlung b verzögerte zwar den Befallslauf, doch unterschied sich der Befall zur Erntezeit kaum von den ungespritzten Kontrollparzellen; (3) bei Behandlung d wurde erstmals nach zwei Wochen nach der Blüte und fünf Wochen nach Einsetzen der Regenzeit gespritzt; nach anfänglichem Befall konnte die weitere Entwicklung der Krankheit durch diese Spritzfolge jedoch aufgehalten werden; (4) in all diesen Versuchen war Captafol dem Kupfer überlegen, obwohl die publizierten Ergebnisse sich statistisch nicht signifikant unterscheiden. Die Aufwandmenge von Captafol kann zu Beginn bei geringem Befall auch bis auf etwa 2,5 kg/ha herabgesetzt werden. Hiermit lassen sich die hohen Kosten für dieses Mittel absolut — und im Vergleich zum billigeren Kupfer — herabsetzen. Aufwandmengen über 4 lbs/acre Captafol (= 4,4 kg/ha) werden in jedem Falle als unwirtschaftlich angesehen (7).

Im Augenblick gelten in Kenia folgende Empfehlungen für die chemische Bekämpfung der Kaffeekirschen-Krankheit: Kupfer (50 % Cu mit 11 kg/ha in 3 wöchentlichen Abständen, Captafol 80 mit 4,4 kg/ha und Benomyl (50 %) mit 1,1 kg/ha, beide alle vier Wochen gespritzt. Alle drei Fungizide sollen in 1100 Liter Wasser/ha ausgebracht werden.

Die Möglichkeiten einer Bekämpfung der Kaffeekirschen-Krankheit durch zweckmäßige Kulturmaßnahmen sind bisher so gut wie gar nicht systematisch untersucht worden. Lediglich Muller u. Gestin (17) empfehlen, alle aus der kleinen Blüte hervorgegangenen Kirschen zu entfernen. In jüngster Zeit gibt es einige Hinweise auf Beeinflussung durch den Baumschnitt. Über die Wirkung der Düngung und anderer Faktoren auf die Disposition des Wirtes weiß man bisher noch nichts.

## 6. Zusammenfassung

Die Kaffeekirschen-Krankheit ist seit Anfang der fünfziger Jahre zu einem ersten wirtschaftlichen Problem der Kaffeepflanzungen Kenias geworden. Erstmals wurde die Krankheit 1921 registriert. Sie blieb zunächst auf das westliche Kenia beschränkt. Vor zwanzig Jahren trat sie dann östlich des ostafrikanischen Grabens auf, allerdings nur in Höhenlagen über 1700 m. Zehn Jahre später griff sie auch auf die Pflanzungen in tieferen Lagen über. Heute ist die Krankheit in allen Kaffeepflanzgebieten Kenias verbreitet. Darüber hinaus tritt sie auch in Uganda, Tansania, im Kongo, in Kamerun, Angola, Rwanda und möglicherweise sogar in Indien auf.

In der vorliegenden Arbeit werden die Symptome, der Erreger, die Epidemiologie und die Bekämpfungsmöglichkeiten dargestellt. Großangelegte Sortenprüfungen auf Resistenz blieben bisher ohne Erfolg. Sorten mit hinreichender Resistenz zeichnen sich durch unerwünschte agronomische Eigenschaften aus. Die chemischen Bekämpfungsmaßnahmen zeigen relativ gute Erfolge. Die Bekämpfung der Krankheit durch entsprechende Kulturmaßnahmen ist bisher noch nicht systematisch untersucht worden.

### Summary

The coffee berry disease has in recent years become Kenya's biggest problem. This disease was first recorded in Kenya in 1922. Twenty years ago the disease was confined to the West Rift. Later on outbreaks in Eastern Kenya were reported. Until ten years ago CBD normally only used to attack coffee at higher altitudes. Since 1962 CBD attacks have also been reported in Kenya at lower altitudes. Today CBD is known in all coffee growing districts of Kenya, also in many areas of Uganda, Tanzania, Congo, Cameroon, Angola, Rwanda and possibly also in India.

In this paper a description of the symptoms, the fungus, the epidemiology (etiology) and the control measures is given.

### Literaturverzeichnis

1. Agnihotrudu, V., 1969: Diseases of tea, coffee and rubber at the 1. Int. Congress of Plant Pathology. *Curr. Sci.* **38**, 127—130.
2. Butt, D. J. und B. Butters, 1966: The control of Coffee Berry Disease in Uganda. First Specialist Meeting on Coffee Research in East Africa, p. 103—114 (mimeographed).
3. Firman, I. D., 1964: Screening of coffee for resistance to Coffee Berry Disease. *E. Afr. Agric. For. J.* **29**, 192—194.
4. Foucart, G. und L. Brion, 1963: La lutte contre les ennemis du cafeier d'Arabie au Rwanda. *Bull. Inf. Inst. Nat. Etude Agron. Congo belge.* **12**, 141—152.
5. Gibbs, J. N., 1969: Inoculum sources for Coffee Berry Disease. *Ann. appl. Biol.* **64**, 515—522.
6. Griffiths, E., 1969: CBD: Kenya's biggest Problem. *SPAN* **12**, 92—95.
7. Griffiths, E. und G. H. Freeman, 1968: 1967 field trials on control of Coffee Berry Disease in Kenya. 5. General conclusions. *Kenya Coffee* **33**, 239.
8. Griffiths, E. und B. H. Vine, 1968: 1967 field trials on control of Coffee Berry Disease in Kenya. 4. Trials conducted by the C. B. D. Research Unit, Coffee Research Station. *Kenya Coffee* **33**, 233—239.
9. Hendrickx, F. L., 1943: Sur les fuctifications conidiennes de *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld. et v. Schr. (Sphaeriaceés). *Comm. Inst. Nat. Etude Agron. Congo belge. Recueil* **1**, 12—15.
10. Hindorf, H., 1970: *Colletotrichum* spp. isolated from *Coffea arabica* L. in Kenya. *Z. Pflanzenkr.* **77**, 328—331.

11. Hocking, D., J. C. Johans und H. Vermeulen, 1967: Ascospore production, discharge and infection by *Glomerella cingulata* causing CBD. *Nature* **214**, 1144—1145.
12. McDonald, J., 1926: A preliminary account of a disease of green coffee berries in Kenya Colony. *Trans. Brit. mycol. Soc.* **11**, 145—154.
13. Mendes da Ponte, A., 1966: Spraying Arabica coffee with Calcium Superphosphate for the control of Coffee Berry Disease, usually attributed to *Colletotrichum coffeanum* Noack. *Kenya Coffee* **31**, 21—22.
14. Mogk, M., 1970: The development of the coffee cherry and its susceptible stages to berry disease. Vortrag XVIII Int. Horticultural Congr. Tel Aviv.
15. Mulinge, S. K., 1970: Development of Coffee Berry Disease in relation to the stage of berry growth. *Ann. appl. Biol.* **65**, 269—276.
16. Muller, R. A., 1964: L'anthraxose des baies du caféier d'Arabie due à *Colletotrichum coffeanum* Noack. *Café, Cacao, Thé* **6**, 9—38. Le
17. Muller, R. A. und A. J. Gestin, 1967: Contribution à la mise au point des méthodes de lutte contre l'anthraxose des baies du caféier d'Arabie (*Coffea arabica*) due à une forme de *Colletotrichum coffeanum* Noack au Cameroun. *Café, Cacao, Thé* **11**, 157—178. La
18. Nutman, F. J., 1970: Coffee Berry Disease. *PANS* **16**, 277—286.
19. Nutman, F. J. und F. H. Roberts, 1960: Investigation on a disease of Coffee arabica caused by a form of *Colletotrichum coffeanum* Noack. I. Some factors affecting infection by the pathogen. *Trans. Brit. mycol. Soc.* **43**, 489 bis 505.
20. Rayner, R. W., 1952: Coffee Berry Disease. A survey of investigations carried out up to 1950. *E. Afr. agric. for. J.*, **17**, 130—156.
21. Saccas, A. M. und J. Charpentier, 1969: L'anthraxose des Caféiers robusta et excelsa due à *Colletotrichum coffeanum* Noack en république Central-africaine, *Café, Cacao, Thé* **13**, 221—230. 3 R
22. Tapley, R. G., 1964: Coffee Berry Disease in Tanganyika. *Tang. Coffee News*, p. 38—45.
23. Vermeulen, H., 1966: Screening of fungicides for the control of Coffee Berry Disease. First Specialist. Meeting on Coffee Research in East Africa, p. 22—27 (mimeographed).
24. Vermeulen, H., 1968: Screening fungicides for control of Coffee Berry Disease in Kenya. *Expl. Agr.* **4**, 255—261.
25. Vermeulen, H., 1970: Coffee Berry Disease in Kenya II. The role of *Glomerella cingulata* in the *Colletotrichum* population colonizing the bark of *Coffea arabica*. *Neth. J. Plant Path.* (im Druck).

Jahrgangs- bzw. Volume-Angaben sind fehl gedruckt.