

Eine Viruskrankheit bedroht die Nahrungs- grundlage Ostafrikas

F. J. Zeller*

Keywords: Cassava, production, processing, cassava mosaic virus, biotechnology

1 Einleitung

Eine für die Ernährung vieler Menschen in den Tropen unentbehrliche Pflanze ist Cassava. Diese stärkereiche Wurzelfrucht, auch Maniok (botanisch: *Manihot esculenta*) genannt, wächst im tropischen Südamerika, in Afrika südlich der Sahara und in Südostasien. Aufgrund biochemisch-phylogeographischer Untersuchungen wird angenommen, daß die Cassava- Pflanze von Populationen der Unterart *Cassava flabellifolia* abstammt und entlang der südlichen Grenze des brasilianischen Amazonasbeckens entstanden ist (OLSEN & SCHAAL, 1999). Die strauchartigen Pflanzen werden bis 3 Meter hoch. Die zylindrischen Knollen sind verdickte Wurzeln, die bis zu 1.30 m lang und 15 cm breit werden können. Die Knollen enthalten bis zu 30% Stärke, aber nur etwa 1 bis 2% Protein. Maniokwurzeln sind für mehr als 500 Millionen Menschen der tropischen Klimazone Nahrungsgrundlage.

Der Anbau der Pflanze erfolgt fast ausschließlich mittels Stecklingen. Stengel etwa zwölf Monate alter Pflanzen werden in 15 bis 30 cm lange Abschnitte geschnitten und im Abstand von bis zu 1.50 m in vorbereitete Erdfurchen gelegt. Cassava ist äußerst anspruchslos bezüglich Bodenfruchtbarkeit, Niederschlägen und Pflegemaßnahmen. Nach 7 bis 18 Monaten kann man 6 bis 20 Knollen je Pflanze ernten. In Abhängigkeit von der Sorte, Düngung und Kulturmaßnahmen schwanken die Erträge zwischen 20 und 400 Dezitonnen pro Hektar. Weltweit werden mehr als 160 Mio. Tonnen pro Jahr geerntet. Wichtigste Cassava-produzierende Länder sind Nigeria, Brasilien, Kongo, Indonesien und Thailand (FAO, 1998; Tabelle 1).

2 Verarbeitung der Cassava- Wurzelknollen

Wegen des raschen Verderbs müssen die Cassava- Wurzeln gleich nach der Ernte verzehrt oder innerhalb weniger Tage vermarktet werden. Cassava gehört zu den Wolfsmilchgewächsen. Die Pflanzen sondern bei Verletzung einen rasch ausfließenden, weißen

* Prof. Dr. F.J. Zeller, Technische Universität München, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
D-85350 Freising-Weißenstephan, Germany

Milchsaft ab, der bitter schmeckt (, Wolfsmilch'). Die Cassava- Milch enthält die giftige cyanogene Verbindung Linamarin, welche die Wurzeln in ungekochtem Zustand ungenießbar macht. Durch ein in der Pflanze enthaltenes Enzym wird Linamarin in Zyanid, eine Blausäureverbindung, umgesetzt, welche die Zellatmung hemmt und deshalb extrem giftig ist. Erst nach Erhitzen werden die cyanogenen Verbindungen gespalten und können entweichen. Der Verzehr stark linamarin-haltiger Wurzeln, die nicht oder nur ungenügend entgiftet worden sind, kann zu Nervenschädigungen (spastische Paraparese) führen. Die Lähmung führt zu Fehlstellungen der Beine und Füße, die einen scherenartigen Gang auf den Fußinnenkanten zur Folge haben. Diese in ländlichen Gebieten des Kongos, Mozambiques, der Zentralafrikanischen Republik und in Tansania beobachtete sogenannte Konzo- Krankheit tritt vor allem bei Kindern und jungen Frauen immer dann auf, wenn in kriegsbedingten Notzeiten oder in Dürreperioden Blätter als Gemüse oder vor dem Verzehr ungenügend entgiftete Wurzelknollen stark-linamarin-haltiger Cassava- Pflanzen, meist in Zusammenhang mit niedriger Proteinzufuhr, gegessen werden.

Der Gehalt an Linamarin in der Pflanze ist sortenabhängig. Wurzeln von Süß- Cassava-Sorten mit Gehalten von weniger als 50 mg Zyanid pro Kilogramm Frischgewicht werden nach der Ernte geschält, geschnitten, gekocht und anschließend verzehrt. Auch geröstet, gedämpft oder fritiert sind Cassava- Wurzeln zum Verzehr geeignet. Stark linamarin-haltige, bittere Sorten werden nach Reinigung und Schälen geschnitzelt, fein zerrieben und als weiße Masse sonnengetrocknet. Nach dem Mahlen entsteht ein lang-haltbares, weitgehend zyanid-freies Mehl, das in Brasilien ,farinha', in Afrika ,gari' und in Indonesien ,tape' genannt wird. Nach feinem Raspeln der Knollen und Auskneten der Masse in Wasser wird eine milchige Flüssigkeit gewonnen, aus der sich Stärke absetzt. Nach Abgießen des Wassers und Trocknung an der Sonne kann man reine Stärke, sogenanntes Tapioka- Mehl, gewinnen. Tapioka wird als Billigstärke von Südostasien in die Industrieländer exportiert und hier vor allem in der Tierfütterung eingesetzt. Allein Thailand verkaufte 1998 etwa 3.2 Mio. t Tapioka ins Ausland. Davon wurden fast 2.8 Mio. t von Ländern der Europäischen Union importiert.

Tabelle 1:Wichtige Cassava-produzierende Länder (nach FAO, 1998)

Land	Produktion (Mt)	Anbaufläche (ha)
Nigeria	30.409	2.697.400
Brasilien	20.394	1.607.760
Kongo	16.500	2.200.000
Indonesien	16.052	1.233.550
Thailand	15.959	1.200.000
Welt	160.980	16.235.086

3 Cassava- Mosaik- Krankheit

Aufgrund seiner fast ausschließlich vegetativen Vermehrung können auch Krankheitskeime, die den Pflanzenteilen anhaften, über weite Strecken verbreitet werden. Solche Krankheitserreger sind das African Cassava Mosaik- Virus (ACMV) und das East African Cassava Mosaic Virus (EACMV, welche beide für die Cassava- Mosaik- Krankheit (CMD = Cassava Mosaic Disease) verantwortlich sind. Eine Variante der beiden Erreger ist das UgV, ein Virus, das zur Zeit in Uganda und Kenia verheerende Wirkungen zeigt (THRESH et al., 1998). Auch große Teile der Cassava- Pflanzungen in Nigeria, Ghana, Kamerun und Benin werden von der Cassava- Mosaik- Krankheit heimgesucht (OTIM-NAPE et al., 1998). Selbst in Indien bis nach Sri Lanka ist CMD weit verbreitet (THRESH et al., 1998). Der Knollenertrag kann durch den Virusbefall bis zu 90% reduziert werden. Die Ertragsverluste allein in Afrika werden auf mehr als 50% geschätzt (OTIM-NAPE et al., 1997; 1998). Der zunehmende Cassava- Anbau durch vegetative Vermehrung mittels Stecklingen ist aber nicht die einzige Ursache für die epidemieartige Ausbreitung der Viren. Die Cassava-Virus- Krankheit wird vor allem durch die Weiße Fliege (*Bemisia tabaci*), einer der gefährlichsten Schädlinge der Cassava- Pflanze, übertragen (FISHPOOL & BURBANK, 1994; THRESH et al., 1998). Die Weiße Fliege hat in den letzten Jahren Resistenz gegenüber Insektiziden entwickelt und ist daher mit der chemischen Keule nur noch ungenügend zu bekämpfen.

4 Bekämpfung der Cassava Mosaik- Krankheit

Kleinere Epidemien der Cassava Mosaik- Krankheit gab es schon Anfang der 20er und 30er Jahre in Ost- und Westafrika (COURS et al., 1997), über deren Auftreten erstmals 1894 in Tansania berichtet wurde. Die Ausbreitung des Virus in Uganda seit Ende der 80er Jahre stellte aber alles bisher Bekannte in den Schatten (OTIM-NAPE & THRESH, 1998; OTIM-NAPE et al., 1998). Der Erreger dringt unaufhaltsam vor. Etwa 15 bis 20 km im Jahr breitet sich das Virus weiter aus. CMD gilt in Afrika als die gefährlichste vektor-übertragene Pflanzenkrankheit (GEDDES, 1990). Sorten mit zum Teil aus der wilden Maniokpflanze *Manihot glazovii* eingekreuzten Resistenz (JENNINGS 1994) und andere virus-resistente Sorten (MAHUNGU et al., 1994; FARGETTE et al., 1996) stehen entweder nicht zur Verfügung oder die Resistenz ist nicht mehr wirksam. Große Hoffnungen werden daher in die Zellbiologie und Gentechnologie gesetzt (PUONTI-KAERLAS, 1998). Die Erstellung einer molekular-genetischen Karte erlaubt neue Einblicke in die Kopplungsgruppen, Chromosomenstruktur und Ploidieverhältnisse der Cassava- Pflanze (FREGENE et al., 1997), die einen Chromosomensatz von $2n = 36$ besitzt (MAGOON et al., 1969). Die Vermehrungsrate mittels Stecklingen beträgt je Pflanze nur etwa 10-20 Jungpflanzen (ROCA, 1984). Durch Vermehrung über Gewebekulturen können heute jedoch bis zu 300.000 und mehr neue Stecklinge je Pflanze und Jahr hergestellt werden (ROCA et al., 1980). Vor kurzem ist es gelungen, aus Cassava- Gewebezellen ganze Pflanzen zu regenerieren (RAEMAKERS et al., 1997; LI et al., 1998). Das ist die Grundlage für Möglichkeiten der Herstellung transgener Pflanzen wie zum Beispiel der Einbau

veränderten genetischen Materials des Cassava-Mosaik- Virus in das Genom der Cassava- Pflanze. Im Gegensatz zu den meisten anderen pflanzenpathogenen Viren besteht das genetische Material der Cassava- Mosaik- Viren aus einsträngiger Desoxyribonukleinsäure (DNA). An der Erstellung gentechnisch veränderter Pflanzen, in denen Teile des genetischen Materials der Virus- DNA in Cassava- Chromosomen integriert werden, wird zur Zeit intensiv gearbeitet (SANGARE et al., 1999). Landwirte, Züchter, Virologen und Molekulargenetiker aus mehr als 35 Ländern haben sich in einem Cassava Biotechnologie Netzwerk (CBN) zusammengeschlossen (THRO et al., 1998), um gemeinsam die Erreger der Cassava- Mosaik- Krankheit zu bekämpfen. Große Anstrengungen werden auch unternommen zu verhindern, daß virus-infizierte Cassava- Stecklinge unkontrolliert Landesgrenzen passieren. Es ist zu hoffen, daß es bald gelingen wird, virus-resistente Sorten zu schaffen, um die weitere Ausbreitung dieser gefährlichen Viruserkrankung zu stoppen.

5 Zusammenfassung

Die Knollen der Cassava- Pflanze (*Manihot esculenta* Crantz) sind Nahrungsgrundlage für mehr als 500 Mio. Menschen. Weltweit werden mehr als 160 Mio. Tonnen gecrntet. Durch das epidemieartige Auftreten von Viren, welche die Cassava- Mosaik- Krankheit auslösen, ist der Cassava- Anbau, insbesondere in Ostafrika, stark gefährdet, und die Erträge gehen zurück. Durch phytosanitäre Maßnahmen, pflanzenzüchterische und biotechnologische Methoden versucht man, die weitere Ausbreitung der Krankheit zu bekämpfen.

A Virus Disease Threatens the Food Reserve of Eastern Africa

Summary

The tuberous root of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a major food crop for over 500 million people. Annual production of cassava in 1998 was more than 160 million metric tonnes. The epidemic occurrence of very damaging viruses causing the Cassava Mosaic Disease threatens cassava production and leads to serious food shortages, mainly in Eastern Africa. Attempts are underway to combat the further spread of this disease by means of phytosanitary means, plant breeding and biotechnological methods

7 Literatur

- 1 COURTS, G., FARGETTE, D., OTIM-NAPE, G.W. & THRESH, J.M., 1997, The epidemic of cassava mosaic virus disease in Madagascar in the 1930-1940: lessons for the current situation in Uganda. *Trop. Sci.* 37, 238-248.
- 2 FAO, 1998, <http://apps.fao.org/>
- 3 Fargette, D., Colon, L.T., Bouveau, R. & Fauquet, C., 1996, Components of resistance of cassava to

African cassava mosaic virus. *Eur. J. Plant Pathol.* 102, 645-654.

- 4 FISITPOO, L.D.C. & BURBANK, C., 1994, *Bemisia tabaci*, the whitefly vector of African cassava mosaic geminivirus. *Tropical Sci.* 34, 5-72.
- 5 FREIGNE, M., ANGEL, F., GÓMEZ, R., RODRIGUEZ, F., CHAVARRIAGA, P., ROCA, W., THOME, J. & BONIERBALE, M., 1997, A molecular genetic map of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Theor. Appl. Genet.* 95, 431-441.
- 6 GUDDUS, A.M.V., 1990, The relative importance of crop pests in sub-Saharan Africa. *Natural Resources Institute Bull.* 36, 1986-1988.
- 7 JENNINGS, D.L., 1994, Breeding for resistance to African cassava mosaic geminivirus in East Africa. *Trop. Sci* 34, 110-122.
- 8 LI, H.-Q., GUD, J.-Y., HUANG, Y.-W., LIANG, C.-Y., LIU, H.-X., POTRYKUS, I. & PUONTI-KAERLAS, J., 1998, Regeneration of cassava plants via shoot organogenesis. *Plant Cell Reports* 17, 410-414.
- 9 MAGOON, M.L., KRISHNAN, R. & BAI, K.V., 1969, Morphology of the pachytene chromosomes and meiosis in *Manihot esculenta* Crantz. *Cytologia* 34, 612-626.
- 10 MAHUNGU, N.M., DIXON, A.G.O. & KUMBIRA, J.M., 1994, Breeding for multiple pest resistance in Africa. *African Crop Sci. J.* 2, 539-552.
- 11 OLSEN, K.M. & SCIALA, B.A., 1999, Evidence on the origin of cassava: phylogeography of *Manihot esculenta*. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 96, 5586-5591.
- 12 OTIM-NAPE, G.W. & THRESH, J.M., 1998, The current pandemic of cassava mosaic virus disease in Uganda. D. GARETH JONES (Hg.) *The Epidemiology of Plant Diseases*, Kluwer Publishers, Dordrecht, 423-443.
- 13 OTIM-NAPE, G.W., THRESH, J.M. & SILAW, M.W., 1997, The effects of cassava mosaic virus disease on yield and compensation in mixed stands of healthy and infected cassava. *Ann. appl. Biol.* 130, 503-521.
- 14 OTIM-NAPE, G.W., THRESH, J.M. & SILAW, M.W., 1998, The incidence and severity of cassava mosaic virus disease in Uganda: 1990-92. *Trop. Sci.* 38, 25-37.
- 15 PUONTI-KAERLAS, J., 1998, Cassava biotechnology. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews* 15, 329-364.
- 16 RAEMAKERS, C.J.J.M., SOFIARI, E., JACOBSEN, E. & VISSER, R.G.F., 1997, Regeneration and transformation of cassava. *Euphytica* 96, 153-161.
- 17 ROCA, W.M., 1984, CASSAVA, SHARP, W.R., EVANS, D.A., AMBRATO, P.V. & YAMADA, Y. (Hg.), *Handbook of Plant Cell Culture*, 269-301.
- 18 ROCA, W.M., RODRIGUEZ, A.A., PATENA, L.F., BARBA, R.C. & TORO, Y.C., 1980, Improvement of a propagation technique for cassava using leaf-budcuttings: a preliminary report. *Cassava Newsletter* 8, 4-5.
- 19 SANGARE, A., DENG, D., FAUQUET, C.M. & BEACHY, R.N., 1999, Resistance to African cassava mosaic virus conferred by a mutant of the putative NTP-binding domain of the REP gene (AC1) in *Nicotiana benthamiana*. *Molec. Biol. Reports* 5, 95-102.
- 20 THRESH, J.M., OTIM-NAPE, G.W., THANKAPPAN, M. & MUNIYAPP, V., 1998, The mosaic diseases of cassava in Africa and India caused by whitefly-borne geminiviruses. *Review of plant pathology* 77, 935-945
- 21 THRO, A.M., TAYLOR, N., RAEMAKERS, K., PUONTI-KAERLAS, J., SCHÖPKE, C., VISSER, R., IGLESIAS, C., SAMPAID, M.J., FAUQUET, C., ROCA, W. & POTRYKUS, I., 1998, Maintaining the cassava biotechnology network. *Nature Biotechnology* 16, 428-430.