

Diss. ETH Nr. 15473

**Optimierung der fermentativen Verarbeitung von Maniok zu
Attiéké durch den Einsatz von Starterkulturen in einem
standardisierten Herstellungsverfahren**

Abhandlung zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Pierre Coulin
Dipl. Ing.-Agr. ETH
geboren am 03. Mai 1974
von Vevey (VD) und Couvet (NE)

angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. Felix Escher, Referent
Prof. em. Dr. Zdenko Puhan, Korreferent
Dr. Zakaria Farah, Korreferent
Dr. Hans Spillmann, Korreferent

Zürich 2004

II Zusammenfassung

Attiéké ist ein stärkereiches und milchsäurefermentiertes Maniokprodukt, das vorwiegend an der Côte d'Ivoire (Elfenbeinküste) als Grundnahrungsmittel dient. Die Verarbeitung von Maniok zum leicht sauren und Couscous-ähnlichen Attiéké ist zeit- und arbeitsintensiv, jedoch für eine sichere Entgiftung der im Rohmaterial vorhandenen blausäurebildenden Glucosiden unerlässlich. In der Côte d'Ivoire sind vor allem die drei Ethnien Ebrié, Adiokrou und Alladian für die Attiékéherstellung zuständig. Trotz kleiner Unterschiede in der Verarbeitung wird das Attiéké dieser drei Ethnien von der Bevölkerung als einheitliches und qualitativ gutes Produkt geschätzt.

Attiéké ist eines der wenigen fermentierten Maniokprodukte, für dessen Herstellung ein traditionelles Spontaninokulum verwendet wird. Dieses setzt sich zusammen aus einer vielfältigen Mikroflora mit Dominanz von Milchsäurebakterien, Bazillen, Enterobakterien sowie Hefen und übernimmt eine wichtige Doppelfunktion für den Fermentationsprozess:

- Einleitung der Milchsäuregärung
- Enzymlieferant für die Texturveränderung des Maniokbreis

Untersuchungen des traditionellen Fermentationsprozesses zeigten, dass die Enterobakterien und Hefen für die zeitlich kurze Fermentation nicht von entscheidender Bedeutung waren. Die Milchsäurebakterien hingegen dominierten schon nach wenigen Stunden den Fermentationsprozess und säuerten den Maniokbrei innert 15 Stunden von pH 7 auf unter pH 4,4 an, wobei vorwiegend Milchsäure (0,6%) und wenig Essigsäure (0,2%) gebildet wurden. Am Ende der Fermentation dominierten die obligat heterofermentativen- (*Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fermentum* und *Lactobacillus confusus*) und obligat homofermentativen Milchsäurebakterien (*Lactobacillus delbrueckii subsp. delbrueckii* und *Lactobacillus salivarius*). Zudem war *Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides* ebenfalls stark vertreten. Die Säuerung gab dem Endprodukt den typischen Geschmack und trug zudem zu einer Verlängerung der Haltbarkeit von Attiéké bei. Verantwortlich für die Bildung von zellwandabbauenden Enzymen, hauptsächlich Polygalacturonase (35 U/g), waren vor allem die im Inokulum vorhandenen Bazillen. Dieses Enzym bewirkte ein Weichwerden des fermentierenden Maniokbreis, was der entscheidende Faktor für die

Bildung von gleichmässig runden Attiékékörnern ist. Eine dreitägige Bebrütung bei der Herstellung des traditionellen Inokulums war für ein qualitativ gutes Attiéké notwendig. Während die Milchsäurebakterien schon nach zweitägiger Bebrütung in ausreichender Zahl im Inokulum vorhanden waren, brauchte es sämtliche drei Tage für die Bildung der erforderlichen Konzentration an Polygalacturonase.

Anhand einer standardisierten Modellfabrikation konnte reproduzierbar in 50-g-Portionen qualitativ gutes Attiéké hergestellt werden. Die Optimierung und Anpassung der traditionellen Prozessschritte an die Laborbedingungen ermöglichten es, den gesamten Herstellungsvorgang zu kontrollieren und spezifisch zu verändern. Die beiden Prozessschritte Pressen und Trocknen waren wichtig für die Erhöhung der Trockenmasse des fermentierten Breis von 32% auf 56%, wodurch ein starkes Zusammenkleben der Attiékékörner nach dem Dämpfen verhindert wurde. Die Ölzugabe, die Granulation und die Faserentfernung prägten die Farbe und das körnige Erscheinungsbild des Produkts. Durch den Einsatz des definierten Inokulums, bestehend aus Einzelstamm-Starterkulturen mit *Lactobacillus fermentum* bzw. *Lactobacillus salivarius* bzw. *Lactobacillus delbrueckii subsp. delbrueckii* sowie definierter Konzentration von Polygalacturonase wurde während der 15-stündigen Fermentationszeit eine optimale Säuerung und ebenso ein optimales Weichwerden des Maniokbreis erreicht. Somit ist es möglich, bei gleich bleibender Qualität des Endprodukts das traditionelle Inokulum bei der Herstellung von Attiéké durch ein definiertes Inokulum zu ersetzen.

Die standardisierte Herstellung von Attiéké mit optimierten Prozessschritten und definiertem Inokulum bietet eine geeignete Grundlage für die gewerbliche und kleinindustrielle Attiékéfabrikation und zur Vereinheitlichung und Hebung der Produktequalität sowie zur Verbesserung der Rentabilität von Attiéké.

III Summary

Attiéké is a starchy and lactic acid fermented cassava product, mainly consumed as a basic food in Côte d'Ivoire. Fermentation is the favorite method for detoxification of cassava since the plant naturally contains cyanogenic glycosides, as well as for improvement and stabilisation of nutritional and organoleptic quality of the product. Processing of cassava to the lightly acid and couscous-like Attiéké is time consuming and labor intensive and is mainly carried out by the three ethnic groups Ebrié, Adioukrou and Alladian in the South of Côte d'Ivoire. Despite small differences in manufacture Attiéké, the product of the three ethnic groups is appreciated by the local population as a uniform and of high quality.

Attiéké is one of few cassava products prepared by means of a traditional inoculum for the fermentation. The inoculum mainly consists of lactic acid bacteria, bacilli species, enterobacteria and yeasts and is responsible for a double function during the fermentation process:

- Initiation of lactic acid fermentation
- Source of cell wall degradation enzymes

Different lactic acid bacteria and cell wall degrading enzymes were added to mashed cassava pieces by the three days old traditional inoculum (10%). Acidification (pH 7.0 to 4.2-4.4) and softening of the mash was analysed during 15 hours of fermentation. Obligate heterofermentative (especially *Lactobacillus fermentum*) and obligate homofermentative lactic acid bacteria (*Lactobacillus delbrueckii subsp. delbrueckii* and *Lactobacillus salivarius*) were found as the dominant species during fermentation and were responsible for the typical acid taste in the final product. The cell wall degrading enzyme polygalacturonase, particularly produced by bacilli in the inoculum, was found to be responsible for softening of the fermented mash and guaranteed the production of uniform round Attiéké grains. Good quality of Attiéké was only reached with a three days old traditional inoculum because of sufficient production of polygalacturonase.

Reproducibility of qualitatively good Attiéké in small quantities (50g) was obtained by a standardised model manufacture. Optimisation and adaptation of specific processing

steps allowed to control and modify the whole manufacturing process. By pressing and drying, the dry weight of Attiéké was increased from 32% to 56% and the agglutination of the grains during steaming could be prevented. The addition of palmoil and granulation the were important for the structure and colour of Attiéké. The development of single strain starter cultures (*Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. delbrueckii*), combined with a defined addition of commercial polygalacturonase, replaced the traditional inoculum and resulted in proper acidification and softening during fermentation. Optimisation of the Attiéké manufacturing process by use of a defined inoculum allowed to control the fermentation process and led to shortening of the entire manufacture.

Standardised manufacturing of Attiéké with optimised processing steps and a defined inoculum offers a good opportunity for small scale industries leading to increase in quality as well as profitability of the product.