Securing Livelihoods through Yams

Proceedings of a technical workshop on progress in yam research for development in West and Central Africa held in Accra, Ghana, 11–13 September 2007

B. Nkamleu, D. Annang, and N.M. Bacco, Editors



Securing Livelihoods through Yams

Proceedings of a technical workshop on progress in yam research for development in West and Central Africa held in Accra, Ghana, 11–13 September 2007

B. Nkamleu, D. Annang, and N.M. Bacco, Editors

© International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 2009
Ibadan, Nigeria

To Headquarters from outside Nigeria:
IITA, Carolyn House
26 Dingwall Road, Croydon CR9 3EE, UK

Within Nigeria:
PMB 5320, Oyo Road
Ibadan, Oyo State

ISBN 978-131-345-5

Printed in Nigeria by IITA

Correct citation: Securing livelihoods through yams. 2009. Proceedings of a technical workshop on progress in ram research for development in West and Central Africa held in Accra, Ghana, 11–13 September 2007, edited by B. Nkamleu, D. Annang, and N.M. Bacco. IFAD TAG 704, IITA, Nigeria. 329 pp.

Cover photo: Photo by IITA.

Contents

Preface vi
Opening address vii

The West African Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD) Address
Dr Ernest Asiedu x

Nigeria: Root and Tuber Expansion Programme (RTEP), IFAD/WECARD/IITA Subregional Project on Yams (TAG 704)
Nigerian Root and Tuber Expansion Program xi

Yam Research and Development Efforts by PNDRT in Cameroon
T. Ngue-Bissa and A. Mbairanodji xiv

1. Productivity Enhancement

Evaluation of Legume Cover crops for *Imperata* Weed Suppression, Soil Fertility Improvement, and Yam Production in Southeastern Nigeria
J.G. Ikeorgu, D.A. Okpara, and M.C. Ogbonna 3

Yam Production in Nigeria: A Policy Analysis Matrix
S.O. Akande and O.O. Ogundele 10

Production Rapide de Semences Saines de Variétés Améliorées D'igname par la Technique des Mini-fragments dans Quatre Régions au Centre de la Côte D'Ivoire
J-B Ettien, L. Diby et A. Tschannen 26

Facteurs Determinant L'adoption de Nouvelles Varietes D'ignames *(Dioscorea Sp.)* dans la Region Centre de la Côte D'ivoire
A.M. Kouakou S. Doumbia, J.B. Ettien , G.P. Zohouri V. and Gnaoré –Yapi 33

GGE Biplot Analysis of Tuber Yield of *Dioscorea Rotundata* in Ghana
Emmanuel Otoo 43

2. Yam Marketing

An Analysis of the Demand and Supply of Seed Yams in Major Yam Producing Areas of Nigeria
Asumugha, G.N. , M.E. Njoku, B.C. Okoye, O.C. Aniedu, O.A. Akinpelu, M.C. Ogbonna, H.N. Anyaegbunam, O. Ibeagi, A. Amaefula and K.I. Nwosu 55

An Analysis of The Marketing Channels and Efficiency of the Marketing System for Yams in Nigeria
G.N. Asumugha, D. Lemka, M. Ogbonna, B.C. Okoye, E. Dung, M.E. Njoku, K.I. Nwosu 71

Analyse diagnostique des circuits de commercialisation de l'igname au cameroun : atouts et contraintes
S.B. Ngassam, D.K. Malaa, T.P. Ngome, A.B. Aighewi 79

Effets de la Libéralisation sur les Incitations et la Compétitivité de la Filière Igname en Côte D'ivoire
K. Sylla, S.D. Diallo, Y. Ouattara et C.M. Kablan 95

Analyses Économiques Comparées des Techniques de Stockages et Variabilité des Prix de L'Igname dans les Régions du Zanzan, des Lacs, et des Savanes de Côte D'Ivoire
Kouadio Koffi Eric, Gbongue Mamadou, Comoe Daisy 111

3. Yam Consumption and Indigenous Knowledge

Patterns and Determinants of Yam Consumption in a Ghanaian Urban Center: Household Demographics, Income and Gender Perspectives
R. Aidoo, K. Ohene-Yankyera, K. Marfo, and N.G. Blaise 129

Perception of Food Quality in Yams Among Nigerian Farmers
B.O. Otegbayo, A.L. Kehinde, T.E. Sangoyomi, F.O. Samuel, and C.C. Okonkwo 147

How to Validate and Promote the Use of D. Alata for Yam Chips and Derived Products *(Amala and Wassa-wassa)*
A. Hounhouigan, N. Akissoe, and J. Hounhouigan 157

Production of Couscous and French Fries from *Dioscorea Alata* (Water Yam)
D.D. Opata, J. Asiedu-Larbi, W.O. Ellis, and I. Oduro 165

Consumption Patterns for Yam Products Among Urban Households Nigeria
G.N. Asumugha, M.E. Njoku, V.U. Asumugha, M. Tokula, I. Nwosu 179

Consommation et Préférence des Produits D'Igname par les Ménages Urbains de Cotonou et de Porto-Novo, au Bénin
Epiphane Sodjinou, Charles Agli et Patrice Y. Adegbola 194

Déterminants de L'adoption des Technologies de Transformation de L'Igname: Cas de la Transformation en Cossettes et en Farine au Nord de la Cote D'ivoire
R.F. Monney S. Coulibaly K. Sylla Souleymane S. Diallo B. N'Kamleu 208

4. Rapid Propagation Technologies

Farmer Participatory Evaluation of Four Hybrid Water Yam Clones in the Yam Belt of Nigeria
J.G. Ikeorgu, H. Oselebe, J. Oluwatayo, K. Ugwuoke, U. Ukpabi, and R. Asiedu 225

Adoption of Minisett Technology in the Agroecological Zones of High Guinea Savanna and Western Highlands of Cameroon
V.P. Nchinda,. D.K. Njualem, S.B. Ngassam M.A. Che, and S.P. Nkwate 230

Promotion of the Yam Minisett Technique in the Yam Belt of Nigeria
Ikeorgu, J.G., Ekwe, K.C. and M.H. Tokula 241

Farmer Participatory Evaluation of Local Landraces of Yams *(Dioscorea spp.)* in Cameroon: A Year's Experience
D.K. Njualem, F. Ntam, A. Mbairanodji, W.N. Leke, V. Nchinda, and D.L. Mapiemfu 244

Sélection Variétale Participative de Clones D'Igname *(Dioscorea Rotundata)* pour leur Performances Agronomiques et Organoleptiques
N'Kpenu K.E., N. Gnofam, S. Dodzi, D.A. Amouzou 250

Collecte et Documentation des Informations sur la Distribution Géographique des Différents Cultivars D'Igname et Leur Utilisation dans les Régions Maritime, des Plateaux et Centrale au Togo
Z. Kokou, A. Koumah, S. Koffi 259

5. Technology for Storage and Seed Sector

Variation in Pasting and Functional Properties of Flours and Starches from Water Yam *(Dioscorea Alata)*
M.O. Oke, S.O. Awonorin, R. Asiedu, B. Maziya-Dixon, L.O. Sanni, and B.A. Akinwande 269

Efficacite du Vin De Palme sur les Champignons Responsables de Pourritures D'Igname *(Dioscorea Spp.)* en Côte D'Ivoire
K. Assiri, A. H. Diallo, A. Tschannen, S. Ake 279

Utilisation D'extraits de Plantes à Effet Pesticide Pour Améliorer la Qualité des Tubercules D'Igname en Stockage
K.E. Kpemoua 293

Analyse de L'adoption des Nouvelles Technologies de Production de Cossettes et Farine D'Igname Preconisees par le Projet
K.A. Djake, K. Zoukpoya, K. Koudjega 301

Participants 309

Preface

Yam is a major staple and a primary source of income in West and Central Africa. Most of the world's production comes from West Africa, representing 94%, with Nigeria alone producing 71%, equaling more than 37 million tons.

The rate of increase in yam production is declining in most producing areas in the sub-region due to high labor and material requirements as well as deterioration in soil structure and fertility. Smallholder farmers therefore need access to innovations to reduce labor, improve productivity and expand options for marketing and utilization. Researchers have been working on yam improvement and seeking ways of addressing these challenges.

This book summarizes some of the progress made in research as reported during the IFAD/IITA yam technical workshop held from 11 to 13 September 2007 in Accra, Ghana. It is divided into the following sections: Productivity enhancement, Yam marketing, Yam conservation and indigenous knowledge, and Rapid propagation technologies.

Opening Address

Honorable Deputy Minister (Crops)
Ministry of Food and Agriculture (MOFA), Ghana

The production of yams has been very important to the welfare of many generations of people in Ghana and other countries of West and Central Africa. Yams certainly continue to be very important for food security, income generation, and several socio-cultural events. In order to further enhance their contribution to the economic and social development of the subregion we need to address the constraints to productivity and marketing, and to develop more effective postharvest technologies.

In Ghana, the Root and Tuber Improvement and Marketing Programme (RTIMP) is an excellent example of our serious commitment to the root and tuber crop sector. Through this program, staff of my ministry work together with colleagues in our universities and research institutes to address the challenges and opportunities of that sector. I am glad to note that there are similar programs in Benin, Cameroon, and Nigeria and that there is interchange of experiences among them.

I am informed that during this technical meeting, several experts will review ongoing research and development activities on yams in our subregion to assess achievements and highlight the challenges and opportunities still ahead. This regional collaboration in research to ensure efficiency of resource use is commendable. It also makes a lot of sense considering the similarities in agroecologies in our subregion and the limited resources available for research.

Please remember during your deliberations that, as a major crop in the subregion, the yam sector has to contribute to achieving the 6% annual growth in agricultural productivity by 2015, in line with the objective of the Comprehensive Africa Agricultural Development Program (CAADP). It is also important to remember that the timely delivery of accurate and convincing technical information to policy makers is essential to the development of sound and supportive science-based policies that could in turn facilitate your research.

I hope that as you generate new technologies you remain mindful of the capacities and circumstances of the target users and beneficiaries who adopt them. The farmers also have a wealth of indigenous knowledge that could help you a lot in your research. In developing new, high yielding, and pest-resistant varieties, do not forget to retain or incorporate the distinct flavors that have made traditional varieties like *puna* and *labreko* highly preferred for several years.

I would also like to draw your attention to the apparent decline in production of specific traditional varieties through lack of attention or improvement. One example in Ghana that comes to mind is the relatively shade tolerant group of white yam varieties that grow very well in the cocoa growing areas and are appropriately called *kokoase bayere.*

I wish you all the best in your deliberations.

The West African Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD) Address

Dr Ernest Asiedu

The West African Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD), with its secretariat in Dakar, is a subregional agricultural organization coordinating agricultural research in West and Central Africa (WCA). It comprises 22 National agricultural research systems (NARS) and partners include the private sector, farmers' organizations, agricultural extension, NGOs, National agricultural research institutes (NARIs), International agricultural research centers (IARCs), universities, base centers, Economic Community of West African States (ECOWAS), Union Economique et Monétaire Ouest Africaine/West African Economic and Monetary Union (UEMOA), Communaute Economique des Etats de l'Afrique Centrale/ Economic Community of Central African States (CEEAC), Forum for Agricultural Research in Africa *(*FARA), New Partnership for Africa's Development (NEPAD), decision makers, development partners, civil society, as well as local, international and other constituents.

The subregion is a home to about 320 million inhabitants, whose livelihoods principally depend on agriculture. In this subregion, the agricultural systems are diversely characterized as smallholder, rain fed, and stress prone, with low use of improved technologies and innovations, poor market access, poor infrastructure, insufficient policy support, etc. As a result, and sometimes complicated by conflicts, agricultural productivity has been very low. It is sad to note that per-capita agricultural growth has remained stagnant in West Africa and negative in Central Africa over the past 30 years. Even with the recent 2.5% growth observed, agricultural growth still lagged behind the population growth rate of 3.1%, rendering the majority of the people who depend on it, food insecure, poor, and unemployed. It is worth noting that agricultural growth in Asia and Latin America is already reaching about the 8% growth mark.

In view of the continued poor performance of the agricultural sector and the opportunities that exist today in terms of policy framework of the African Union New Partnership for Africa's Development (AU-NEPAD), Framework for African Agricultural Productivity (FAAP), Regional Economic Communities (RECs), and partners, CORAF/WECARD reviewed and revised the 1999–2014 Strategic Plan to address the current challenges. The revised plan of 2007–2016 seeks to prioritize and rank key areas of investment in agricultural research and development, capable of driving growth to attain the Comprehensive Africa Agriculture Development Programme (CAADP) target of 6% agricultural growth and the MDG1 by 2015. In addition, it seeks to coordinate and harmonize the fragmented support across West and Central Africa for agricultural research involving a wider range of stakeholders, as mentioned earlier.

In this vein, the potentials of important agricultural commodities, that would propel the economic growth of WCA during the next 10 years have been carefully analyzed and projections given. Roots and tubers rank first among the eight most important agricultural commodities and would contribute 17% to the projected WCA total agricultural growth. Specifically, contribution of roots and tubers to total agricultural growth in nine countries (share in country's AgGDP growth) is as follows: Togo 34.1%, DRC 30.4%, Benin 28.1%, Congo Republic 27.0%, Ghana 22.1%, Nigeria 21.1%, Gabon 17.9%, CAR 16.7%, and Cameroon 9.7%.

Contribution of agriculture to AgGDP in WCA

- Roots and tubers—ranking first in WCA and contributing 17% to agricultural growth.
- Livestock—ranking second in WCA and contributing 10.5% to agricultural growth.
- Rice—ranking third and contributing 17% to agricultural growth.
- Fruits and Vegetables—ranking fourth in WCA and contributing 10.5% to agricultural growth and fruits.
- Pulses and oilseeds—ranking fifth in WCA and fourth in the Sahel and contributing 8.7% to agricultural growth.
- Traditional grains (maize, sorghum and millet, ranking third in the Sahel, and sixth in WCA) and contributing 5.8% to agricultural growth.
- Cocoa—contributing 2.8% to WCA growth and 2% to Coastal and Central African countries.
- Cotton—contributing 2.1% to WCA and 4.8% to the Sahel.

To harness the enormous potential of agriculture, CORAF/WECARD's strategic plan of 2007–2016 calls for the shift to a program-based approach in the context of Integrated Agricultural Research-for-Development (IAR4D). The eight core programs in the CORAF/WECARD's new strategic plan are based on the priorities identified for the subregion in the International Food Policy Research Institute (IFPRI) study and extensive consultative process with stakeholders. These are (1) livestock, fisheries, and aquaculture; (2) staple crops; (3) non-staple crops; (4) natural resource management, (5) biotechnology and biosafety; (6) policy, markets, and trade; (7) knowledge management; and (8) capacity strengthening and coordination. Through these, the CORAF/WECARD strategy of 2007–2016 seeks to achieve its mission of sustainable improvements to the competitiveness, productivity, and markets of the agricultural system in West and Central Africa by meeting the key demands of the subregional research system as expressed by target groups. CORAF/WECARD's first 5-year *Operational Plan* 2007–2011 is delivering four mutually reinforcing results which constitute the heart of the paradigm shift as follows: (1) appropriate technologies and innovations developed; (2) strategic decision-making options for policy, institutions, and markets developed; (3) subregional agricultural research system strengthened and coordinated; and (4) demand for agricultural knowledge from target clients facilitated and met.

We commend the Yam Project for significant achievements made in the subregion in addressing food security and poverty reduction challenges. Nevertheless with new challenges and expectations ahead in achieving the AU–NEPAD target of 6% annual agricultural growth by 2016, we may have to put celebrations behind us. The challenge, urgency, and moral responsibility of achieving the new target within the next nine years requires great focus, creativity, expanded partnership, and resources in our drive towards the development, transfer, and adoption of technologies and innovations to relieve our people of poverty and misery.

Through the collective efforts of programs, projects, and networks, such as the yam project, it is expected that the subregional strategy and operations would contribute significantly to the realization of the subregional vision of achieving a sustainable reduction in poverty and food insecurity in WCA through an increase in agricultural-led economic growth and sustainable improvement of key aspects of the agricultural research system.

Thank you for your attention.

How can a Network, such as the Yam Network, Impact Policy and Influence Decision Makers?

Prof Bamba N'galadjo Lambert
Commissioner Macroeconomic Policy, ECOWAS Commission, Abuja

Introduction

In the context of globalization, with the global effect and national policy being inefficient, regionalization is the key to development. In West Africa, yam plays a great role in regionalization with trade from coastal countries to Sahelian countries. There is a lack of information on yam in the regionalization process. There is therefore a real need of information to implement policy in relation to the priority of yam in Africa. Research, in this respect, has a ground to influence and impact policy makers especially on issued raised in this presentation.

Why does research fail to influence policy makers? How can this network overcome this constraint? What is the kind of cooperation that can exist between IITA/IFAD and the ECOWAS commission?

Why partnership between research and policy makers doesn't work

The policy maker is a "short-term lover' while the researcher is a "long-term lover". There is an absence of research on key issues that have a large political impact on welfare. The Economic Partnership Agreement (EPA) with the EU and World Trade Organization (WTO) talks (sanitary norms, impact of these negotiations on agriculture structure) are important.

There is also little political dialog with policy makers, as well as poor communication between the two partners.

How can this network link research to policy makers?

The second phase of the project involves policy makers and producer organizations in the preparation of the project. It is necessary to:

- Create a discussion forum of exchange with policy makers, choosing the best way to communicate with policy briefs rather than scientific papers.
- Tackle issues which currently have large political attention (WTO, EPA).
- Identify channels to reach policy makers: There is an observatory of roots and tubers for West and Central Africa based at Bangui. It can be used as the main beneficiary of research results.
- Link research with some well-established political institutions.

ECOWAS–IITA/IFAD way forward

- Involve IITA/IFAD in the ECOWAS Community Economic Program which is in progress.
- ECOWAS can offer a policy dialog forum.
- Involve IITA/IFAD in the ECOWAS Research Organization which is in progress.
- Involve in publication organization at ECOWAS level.
- Formal invitation to ECOWAS Headquarters to identify joint concerns.

Nigeria: Root and Tuber Expansion Programme (RTEP), IFAD/WECARD/IITA Subregional Project on Yams (TAG 704)

Nigerian Root and Tuber Expansion Program

Introduction

This is a follow-on project to the IFAD-assisted Cassava Multiplication Project (CMP) 1987–1997. The multiplication project was implemented to achieve a sustainable increase in the production of cassava. The strategy adopted was rapid multiplication and speedy distribution of improved planting materials to farmers to replace established cassava farms ravaged by mealy bugs and Green spider mites.

CMP contributed significantly to increased cassava production. Nigeria became the number one cassava producer in the world from less than 10 million tonnes in 1986 to 31.5 million tonnes in 1997.

Despite the achievement in production expansion, there was little increase in the income of farmers as there were few markets for roots due to the absence of diversification of processing options. In order to address the shortcoming of CMP, RTEP was formulated to include processing of cassava roots into various product options. In addition, other roots and tuber crops, such as yam, cocoyam, and potatoes were included in the program.

Objectives

- To promote sustainable increase in the production of root and tuber crops.
- To contribute to national food security.
- To promote diversification of processing options of root and tuber crops.
- To enhance the income of farmers, processors etc.

Components of RTEP

There are five main components namely:

1. Development of improved root and tuber technologies (National Root Crops Research Institute [NRCRI], Nigeria Store Product Research Institute [NSPRI], Institute of Agricultural Research and Training [IAR&T], and the National Cereals Research Institute [NCRI]).
2. Multiplication of improved planting materials.
3. Improved adaptive research and extension.
4. Diversification of processing options and markets.
5. Program management and evaluation.

Yam programme in RTEP

Challenges

- High cost of production generally and, in particular, the high cost of seed yam limiting production expansion.
- Production of yam is labor intensive. Apart from the common agronomic practices involving most crops, labor is required for mulching and staking.
- Yam storage is still done in traditional ways. Between 25 and 30% losses occur

due to inadequate storage facilities.
- Yam utilization is mainly in food forms, there are little or no industrial uses unlike cassava.
- Good (fertile) land for yam is reducing due to population increase.

RTEP intervention

RTEP is addressing the challenges listed above through research institutes (NRCRI, IAR &T, NCRI, NSPRI, the National Centre for Agricultural Mechanization (NCAM), and 26 State Agricultural Development Projects.

NRCRI is funded to develop improved technologies of root and tuber crops. In particular funds have been provided to breed non-staking, high yielding varieties. In addition the institute has been supported to embark on refinement of minisett techniques. Study is also ongoing on the economic evaluation of minisett and milking techniques. Appropriate fertilizer recommendation for yam production as well as a soil improvement program is being encouraged.

Storage

RTEP has also encouraged and funded the National Stored Product Research Institute (NSPRI) to:
- Conduct research on efficient and effective means of storing yam tubers and improving existing storage methods.
- Compile and publish documentation of existing indigenous technologies.

A new yam storage technology developed by NSPRI is currently being tested in 26 states.

Product diversification

Yam is the most relished of all root and tuber crops in Nigeria. It is not only important as food but plays a major role in the sociocultural life of the people. Despite its traditional importance, there are very few product options from tubers. Yam is yet to attain industrial use unlike cassava, which has various industrial uses. Its contribution to export trade is also very small.

RTEP is addressing the challenges of limited opportunity for industrial uses in yam as well as export. Funds have been provided to mandated national research institutes to develop various product options. RTEP is ready to fund any individual or institution ready to conduct research on development of product options from yam.

Seed production

To promote sustainable increase in yam production, seed yam must be available and affordable. RTEP has funded state agric projects in 26 states to increase seed yam production using community seed programs. Communities were mobilized and trained on minisett techniques. Seed yam enterprises were developed and support in cash and kind provided to seed yam farmers to the tune of 75% of the production cost. The incentive provided by the program has engendered enlisting more yam farmers to the program.

A total of 750 farmers were mobilized and trained compared to 105 farmers in 2006, while a total of 150 hectares of land have been established in 2007 compared to 52 hectares in 2006. It is expected that 1,500,000 seed yams will be generated in 2007 compared to 80,000 in 2006.

Prospect

In 2008, RTEP is going to make research activities participatory. Research proposals are welcome especially in the area of development of product options. There is an urgent need to bring yam to the same developmental level as cassava as yam development is still far behind. It is our desire, that in 2008, there will be an increase in the tempo of yam activities to such a degree that the funds allocated to it will be expended.

Yam Research and Development Efforts by PNDRT in Cameroon

T. Ngue-Bissa and A. Mbairanodji

Introduction

The Roots and Tubers Market-Driven Development Programme (PNDRT) is a program the Cameroon government put in place with the support of the International Fund for Agricultural Development (IFAD) to permit the poor, rural population, mainly women, to carry out sustainable, income generating activities and participate efficiently in development efforts.

The aim of PNDRT is to alleviate poverty and bring about growth in the rural areas through the subsector approach by involving farmers organizations (FO) at the base with all the other actors of the Roots and tubers (R&T) subsector.

PNDRT is market oriented. The program focuses on the following priority crops: cassava, cocoyam, yams, sweetpotatoes, and Irish potatoes.

PNDRT at a glance

PNDRT's main goal is to contribute to the sustainable improvement of food self sufficiency and in the livelihoods of the rural population especially women.

To achieve this goal, PNDRT has as objectives to:

- Reinforce the structuring of the R&T subsector.
- Improve the access of producers and/or processors to local, national, and subregional channels for the marketing of R&T.
- Improve the quantitative and qualitative response of producers and processors to market demand.
- Contribute to the sustainable intensification of R&T production.

Preliminary result

Five thousand households from about 250 villages involved in the R&T sector are being programmed as members of organizations to increase their capacities to ensure sustainable development of R&T. It is expected that their income from the R&T subsector would increase at the end by at least 50%.

Area

This project will be nation wide and will cover five key regional areas: Bamenda, Bertoua, Douala, Ebolowa, and Ngaoundéré.

Main beneficiaries

All persons, mainly women, involved in the production and processing of R&T including the most vulnerable groups made up of the poorest rural householders.

Program components

- Reinforcement of capacities and support to farmers' organizations.
- Support of marketing and management of micro-enterprises.
- Support of processing/postharvest and production.
- Coordination and management of the program.

Strategy of the program

Ensure the sustainable development of the R&T subsector through the market-driven approach, contractualization of services, and professionalization of actors.

The tools of intervention include the Fund for Development of R&T (FDRT), the Competitive Fund for Research-Development (FCRD), and the Risk Fund (FR).

The executive organ is the Ministry of Agriculture and Rural Development (MINADER).

The steering committee of the program is presided over by the SG of MINADER and this is made up of representatives of ministries concerned, farmers' organizations (FOs), NGOs, interprofessional organizations, etc. The management unit of the program is autonomous and functioning.

Partners

These include the following ministries: MINADER, MINEFI, MINCOF, MINCOM, MINEPIA, MINPAT, MINRESI, MINSANTE, MINTP; and the Community Development Support Project (PADC), the National Agricultural Extension and Research Programme Sustainable (PNVRA), the Agro-Pastoral and Land Management Promotion (PNDP), the International Service for National Agricultural Research (ISNAR), the Food and Agriculture Organization (FAO), Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Institut de Recherche Agricole pour le Developpement (IRAD), the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), the International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF), NGOs, and universities.

Time frame for program

The programme will last for eight years (2004–2012). At the end of the program, the interprofessional organization of R&T ought to appropriate the program and replace the Management Unit. The total funds allocated to this activity is US$21.7m.

PNDRT contribution to the development of the yam subsector in Cameroon

This includes :

- A baseline study on roots and tubers, a national forum on yams.
- A technical guide on yam production and storage.
- A workshop on the minisett technology/support of farmers (distribution of sets and agric tools) as well as support of IFAD TAG 704 activities.
- In 2006, six activites were cofinanced by PNDRT and IFAD TAG 704. The expected financial contribution of PNDRT is US$36,700 (17,616,000 FCFA). During the workshop on the minisett technology, 48 producers were trained (50% were female), while 4800 setts were distributed to the participants, and 48 contracts were signed between producers, IRAD Bambui, and PNDRT.

Baseline output

These include an estimation of production of R&T, the constraints/potentials linked to transformation/postharvest of R&T, identification of structures of microfinance likely to support the subsector, and the annual average incomes of producers/transformers and marketers of R&T are known.

The expected financial support of PNDRT to IFAD TAG activities in 2007 is US$69,800.

Conclusion

PNDRT is slowly but surely developing the yam subsector in Cameroon by providing beneficiairies with technical, material, and financial support.

The collaboration with IITA, IRAD, universities, ministries, NGOs, associations, and farmers' organizations is laudable. The government is called upon to increase its financial assistance to PNDRT so that the program would cover a larger number of villages involved in the yam subsector.

Way forward

- Distribution of 15,000 yam setts produced by farmers who signed a contract with PNDRT and IRAD Bambui.
- Acquisition and distribution of 200,000 yam setts to farmer organizations.
- Setting up of farmer field schools.
- Distribution of the technical guide on Yam production and conservation.
- Establishment of a market information system on R&T (yams).
- Construction of stalls/shade for the sale of yams.
- Construction of structures for yam storage.
- Identification of bad spots/points critical for rehabilitation.
- Follow-up of IFAD TAG activities.
- Follow-up of farmers.
- Preparation of IFAD TAG 704 Monitoring tour and Steering Committee.
- Funding of year 2006 activities continuing in 2007.
- Funding of new activities selected for year 2007.

Acknowledgement

Government of Cameroon
IITA
IRAD
Universities
Team Leaders
NGOs
Farmers

Section 1

Productivity Enhancement

Evaluation of Legume Cover crops for *Imperata* Weed Suppression, Soil Fertility Improvement, and Yam Production in Southeastern Nigeria

J.G. Ikeorgu[1], D.A. Okpara[2] , and M.C. Ogbonna[1]
[1]National Root Crops Research Institute, Umudike, Abia State, Nigeria
[2]College of Crop and Soil Sciences, Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, Umuahia, Abia State, Nigeria

Abstract
Field experiments were conducted between 2003 and 2006 at Umudike, southeastern Nigeria to evaluate ten legume cover crops for biomass production, Speargrass (*Imperata cylindrica*) weed suppression, soil fertility improvement, and yam production. There were twelve treatments and they consisted of ten legume species (*Mucuna georgia, Mucuna pruriens utilis*, *Mucuna pruriens* IRZ, *Mucuna veracruz, Pueraria phaseoloides, Stylosanthes capitata, Aeschynomene histrix, Chamacrista rotundifolia*, *Centrosema pubescens*, and *Crotolaria ochroleuca*) in comparison with natural fallow (grass cover) and natural fallow plus inorganic fertilizer NPK Mg. The experiment had a randomized complete block design with three replicates. On average, biomass production reached peak values at 4 months after planting (MAP) in *Mucuna georgia*, *Mucuna pruriens* IRZ, *Mucuna veracruz, Centrosema pubescens*, and *Crotolaria ochroleuca* and 6 MAP in *Aeschynomene histrix, Pueraria phaseoloides*, *Chamaecrista rotundifolia*, and *Stylosanthes capitata*. Weeding significantly enhanced legume biomass production by 1407% in *Aeschynomene histrix*, 458% in *Centrosema pubescens,* 237% in *Pueraria phaseoloides*, and 274% in *Chamacrista rotundifolia*. With hoe weeding at 4 weeks after planting, weed dry matter was significantly lowest in *Chamacrista rotundifolia* and *Pueraria phaseoloides* at 4 MAP while at 12 MAP, weed dry matter was lowest in the *Aeschynomene histrix* plot. Soil nutrient status generally increased after one year of fallow but dropped in the second year except K. Soil organic matter content was, on average, significantly higher with *Aeschynomene histrix* than with other cover crop fallows except *Pueraria phaseoloides, Crotolaria ochroleuca*, and *Mucuna georgia*. Tuber yield obtained after *Aeschynomene histrix* fallow was significantly higher than the yield values with grass cover, inorganic fertilizer, and other legume cover crop fallows except *Crotolaria ochroleuca, Pueraria phaseoloides, Chamacrista rotundifolia*, and *Mucuna pruriens* IRZ. Perennial fallow species appear to be more suitable for soil fertility regeneration for yam production than annual cover crop species.

Résumé
Des expériences sur le terrain ont été conduites pendant trois ans-2003 et 2006 àUmudike, sud-est du Nigeria pour évaluer dix espèces des plantes de couvertures pour la production de la biomasse, Spear grass (*Imperata cylindrica*), la suppression des mauvaises herbes, l'amélioration de fertilité du sol et la production d'igname. Les traitements étaient douze et composé dix espèces légumineuse (*Mucuna georgia, Mucuna pruriens utilis, Mucuna pruriens IRZ, Mucuna veracruz, Pueraria phaseoloides, Stylostanthes capitata, Aeschynomene histrix, Chamacrista rotundifolia, Centrosema pubescens* et *Crotalaria ochroleuca*) en comparaison à la jachère naturelle (couverture d'herbe) et la jachère naturelle plus l'engrais inorganique (Azote, Phosphore Potassium) NPK magnésium. L'expérience était conduite sur la Conception de bloc complet randomisée avec trois répliques. En moyenne, la production de biomasse a atteint des valeurs crêtes à 4 mois après plantation (MAP) avec *Mucuna georgia, Mucuna pruriens* IRZ, *Mucuna veracruz, Centrosema pubescens* et *Crotolaria ochroleuca* et 6 MAP avec *Aeschynomene histrix, Puereria phaseoloides, Chamaecrista rotundifolia* et *Stylosanthes capitata*. Le désherbage de manière significative a augmenté la production de biomasse légumineuse par 1407%

dans *Aeschynomene histrix*, 458% dans *Centrosema pubescens*, 237% dans *Pueraria phaseoloides* et de 274% dans *Chamacrista rotundifolia*. Avec le sarclage à 4 semaines après plantation, sarclez la matière sèche de mauvaises herbes le plus bas chez le *Chamacrista rotundifolia* et *Pueraria phaseoloides* à 4 MAP cependant à 12 MAP la matière sèche de mauvaises herbes le plus bas sur le champ d'*Aeschynomene histrix*. L'état d'éléments nutritifs du sol est renforcé après un an de jachère mais affaiblir pendant la deuxième année sauf le potassium. Matières organiques du sol était élevé avec *Aeschynomene histrix* plus qu'avec d'autres jachères des plantes de couvertures excepter *Pueraria phaseoloides, Crotolaria ochroleuca* et *Mucuna georgia*. Rendement de tubercule obtenu après la jachère d'*Aeschynomene histrix* était remarquablement plus élevé que les valeurs de rendement avec la couverture d'herbe, l'engrais inorganique et d'autres jachères des plantes de couverture légumineuse sauf *Crotolaria ochroleuca, Pueraria phaseoloides*, *Chamacrista rotundifolia* et *Mucuna pruriens* IRZ. Les espèces de jachère pérennes semblent être plus appropriées à la régénération de fertilité du sol pour la production d'igname que des espèces de plantes de couverture annuelle.

Introduction

Smallholder farming systems in southeastern Nigeria are characterized by reduced fallow periods (about three years) and crop intensification on a small area due to high human population (Asadu 1989). This has led to the current low fertility of soils in SE Nigeria where agricultural practice has remained at the subsistence level. Yam is traditionally planted in virgin lands that have been under long-term fallow and was therefore chosen as a test crop in this trial that sought to identify which cover crop can control noxious weeds such as *Imperata cylindrica* and regenerate soil fertility within a three-year fallow period. Identification of leguminous cover crops that will persist and regenerate soil fertility within a short time and increase crop productivity, comparable to that obtained with use of inorganic fertilizers, will benefit resource-poor farmers especially now that fertilizer subsidies have been removed. Green manure cover crop technology has the potential to improve the sustainability and productivity of smallholder farming systems through biological nitrogen fixation and the supply of other nutrients (Carsky et al. 1998; Okpara et al. 2004). This study seeks therefore to determine the various contributions of selected leguminous cover crops to regeneration of soil fertility and weed control under low yam production systems in SE Nigeria.

Materials and Methods

The trial was conducted on the NRCRI Umudike Research farm. A three-year fallow of 12 cover crops established in 2003 and repeated in 2004 were evaluated for their persistence, soil cover, contribution to soil nitrogen and soil organic matter, and their effect on yam production. The plot size was 9 m × 6 m. One third of each plot will be opened up each year and planted to the test the crop (yam) to assess the effect of the cover crops on soil fertility. The experiment was laid out in a randomized complete block design. The cover crops were *Mucuna Georgia*, *M.deeringana*, *M. veracruz*, *Chamaecrista rotundifolia*, *Pueraria phaseoloides*, *Aeschynomene histrix*, *Centrosema paschorum*, *Stylosanthes capitata*, *Crotolaria rotundifolia*, and *Centrosema brasilensis*, while plots of natural grass fallow without NPK and natural fallow with NPK (12-12-17-2) fertilizer at 400 kg/ha were used as checks. Composite soil samples from three locations/plot were taken from a depth of 20 cm at the beginning of the trial and at the end of each fallow year before yams were planted. Seed yams of *D. rotundata* (cv. Nwopoko) of about 100–150 g were planted on the crest of manually made ridges spaced 1 m apart.

In 2005, the second ⅓ of the two-year fallow was opened, prepared and planted up following the procedure used in 2004. Data taken include weed biomass, soil pH, %N, available P, organic matter, plant vigor and canopy cover, number and size of tubers, tuber weight (kg/plant), and total tuber yield (t/ha). Analysis of variance was used to assess the treatment effects and standard errors of differences between means were computed for comparison of means.

Results and Discussion

Weed biomass

The result presented in Table 1 represents above ground biomass of the leguminous cover crops.

Biomass production reached peak values at 4 months after planting (MAP) in *Mucuna georgia*, *Mucuna pruriens* IRZ, *Mucuna veracruz*, *Centrosema pubescens*, and *Crotolaria ochroleuca* and 6 MAP in *Aeschynomene histrix*, *Pueraria phaseoloides*, *Chamaecrista rotundifolia*, and *Stylosanthes capitata*, and 12 MAP in grass cover (natural fallow), *S. capitata*, and *Chamaecrista rotundifolia.*

Soil nutrient content

Initial soil nutrient status

The soil physical and chemical characteristics at the beginning of the experiment is presented in Table 2.

The location of the fallow trial is described to be a sandy clay loam soil with moderate soil acidity and is relatively low to moderately low in most soil macronutrients. The land had been cropped to cassava/maize intercrop before this trial was sited on it.

Contribution of the legume cover crops to soil nutrients after one and two years fallow

The soil organic matter (SOM) content under the different leguminous cover crop fallows is presented in Table 3.

Table 1. Above ground biomass (t/ha) of the cover crops.

	Growth period (Months after planting)			
	3	4	6	12
Mucuna georgia	3.07	6.58	5.41	0.01
Mucuna pruriens utilis	3.84	4.27	6.75	0.19
Mucuna pruriens IRZ	2.67	5.55	5.71	0.50
Mucuna veracruz	2.96	5.82	5.21	0.10
Pueraria phaseoloides	0.26.	1.49	1.77	0.39
Stylosanthes capitata	1.35	2.99	4.05	5.99
Aeschynomene histrix	0.14	0.48	0.58	0.32
Chamaecrista rotundifolia	0.33	0.92	0.85	0.94
Centrosema pubescens	0.33	0.84	0.31	0.09
Crotolaria ochroleuca	2.56	4.93	3.30	–
Natural fallow (grass/weed)3.20	5.06	3.93	7.81	
LSD (0.05)	0.02	0.03	0.02	0.03

Table 2. Soil physical and chemical characteristics for 2003 established trial.

Physical characteristics	2003
% Sand	67.0
% Silt	5.0
% Clay	28.0
Texture	Sandy clay loam
Chemical characteristics	
pH (H_20)	5.2
% N	0.104
% Organic matter	1.43
K (Cmol/kg)	0.082
Na (Cmol/kg)	0.08
Ca (Cmol/kg)	1.83
Mg (Cmol/kg)	1.54
Available P (mg/kg)	12.5

Table 3. Organic matter content of soil under different leguminous fallows after one and two year fallows.

Fallow vegetation	% Organic matter		% Increase/ decrease
	One-year fallow	Two-year fallow	
Mucuna georgia	1.85	1.82	–1.7
Mucuna pruriens var. *IRZ*	1.68	1.72	2.3
Mucuna pruriens var. *utilis*	1.63	1.55	–5.2
Mucuna veracruz	2.19	1.90	–15.3
Pueraria phaseoloides	2.06	1.70	–21.2
Stylosanthes capitata	1.73	1.57	–10.2
Aeschynomene histrix	2.28	1.53	–49.0
Chamaecrista rotundifolia	1.51	1.74	13.2
Centrosema pubescens	1.49	1.67	10.8
Crotolaria ochroleuca	1.91	1.74	–9.8
Natural fallow	1.41	1.81	22.1
LSD (0.05)	0.54	0.34	14.1

Soil organic matter (SOM) content after one year fallow was significantly higher than SOM status at the beginning of the experiment except under the natural fallow. This indicates that the leguminous cover crops could significantly raise the SOM status of soils within a year of fallow. SOM was higher with *A. histrix* (2.28) than with other cover crops except *M. veracruz* (2.19), *P. phaseoloides* (2.04), *C. ochroleuca* (1.91), and *M. georgia*. SOM status significantly dropped from a mean of 1.79 in 2003 to 1.70 in 2004. Percent change in SOM after two years of fallow (2004) was negative in 7 out of 11 treatments, being lowest in *A. histrix* (–49.1%). However, percent change in SOM in soil under the natural fallow (22.1) was higher than the others except *C. rotundifolia* (13.2), *C. pubescens* (10.8), and *M. pruriens IRZ* (2.3).

The percent soil N content of soil under the different leguminous cover crop fallows is presented in Table 4.

Percent change in soil N after one year of fallow was significantly higher under *Mucuna veracruz* (0.17%) than in other treatments except *C. pubescens* (0.16 %), *C. rotundifolia (*0.15%), *A. histrix* (0.14%), *M utilis, P. phaseoloides*, and *C.ochroleuca*

Table 4. Percent soil N content of soil under different leguminous fallows after one and two year fallows.

Fallow vegetation	% Soil nitrogen		% Increase/ decrease
	One-year fallow	Two-year fallow	
Mucuna georgia	0.09	0.05	–80.0
Mucuna pruriens var. *IRZ*	0.09	0.04	–125
Mucuna pruriens var. *utilis*	0.11	0.05	–120
Mucuna veracruz	0.17	0.07	– 143
Pueraria phaseoloides	0.11	0.08	–37.5
Stylosanthes capitata	0.09	0.05	–80.0
Aeschynomene histrix	0.14	0.06	–133.3
Chamaecrista rotundifolia	0.15	0.06	–150.0
Centrosema pubescens	0.16	0.05	–220.0
Crotolaria ochroleuca	0.11	0.06	–83.3
Natural fallow	0.07	0.06	–16.7
LSD (0.05)	0.07	NS	24.1

(0.11% each). Soil N was lowest under natural fallow (0.07%) after one year. Percent N generally dropped after the second year of fallow from a mean of 0.117% in 2003 to 0.05% in 2004, representing a drop of 51.3%. This drop was lowest under *C. pubescens* (–220%) and *C. rotundifolia* (–150%) but only –16.7% under natural fallow. This result indicates that nutrient build up after one year fallow may not persist till the following year. A similar observation was made for *egusi* melon by Ikeorgu (1984) and indicates that non-perennial cover crops lack the ability to build up soil nutrients capable of supporting crops for one cropping season. This implies that they need to be established afresh every year.

Soil available P

Soil phosphorus was higher in seven out of 11 treatments after one year fallow than the initial soil P before planting (Table 5).

Available P was higher in soil under *M. pruriens IRZ* (22.4 mg/kg), *C. ochroleuca* (22.2 mg/kg), *P. phaseoloides (*20.6 mg/kg), *C. pubescens* (14.5 mg/kg), *M. utilis* (13.7 mg/kg), and *S. capitata* (12.8 mg/kg) than the initial soil P (12.5 mg/kg) before fallow establishment indicating that these fallow species contributed available P after one year of fallow. However, available P under these established crops did not differ significantly from the value under one-year natural fallow. Available P status after two years of fallow showed a 25% drop from 15.47 mg/kg in 2003 to 12.42 mg/kg in 2004. Available P was higher under C. *rotundifolia* (18.6 mg/kg) than other fallow species except in *C. rochroleuca* (16.1 mg/kg), *P. utilis* (15.1 mg/kg), *S. capitata* (13.4 mg/kg), and *M. georgia* (13.0 mg/kg). The lowest drop occurred in *M. pruriens IRZ* (–138.8%) but P in *C. rotundifolia, M. georgia*, and *M. utilis* did not drop but rather increased after two years of fallow.

Soil exchangeable K status

The exchangeable K status in soil under the various cover crop fallows after one and two years is presented in Table 6.

Unlike the other soil nutrients, soil exchangeable K status significantly rose above initial soil K status (0.082 Cmol/kg) under all the fallow species except in *M. georgia*

Table 5. Available P content of soil under different leguminous fallows after one and two year fallows.

Fallow vegetation	Available P (mg/kg)		% Increase/ decrease
	One-year fallow	Two-year fallow	
Mucuna georgia	10.7	13.0	17.7
Mucuna pruriens var. *IRZ*	22.4	9.4	–138.3
Mucuna pruriens var. *utilis*	13.7	15.1	9.3
Mucuna veracruz	11.3	9.5	18.0
Pueraria phaseoloides	20.6	10.5	–96.2
Stylosanthes capitata	12.8	13.4	4.48
Aeschynomene histrix	10.7	8.2	–30.5
Chamaecrista rotundifolia	10.2	18.6	45.2
Centrosema pubescens	14.5	11.2	–29.5
Crotolaria ochroleuca	22.2	16.1	–37.9
Natural fallow	21.1	11.6	–81.9
LSD (0.05)	7.2	5.7	24.0

Table 6. Exchangeable K status in soil under different leguminous fallows after one and two year fallows.

Fallow vegetation	Exchangeable K (Cmol/kg)		% increase/ decrease
	One-year fallow	Two-year fallow	
Mucuna georgia	0.08	0.12	33.3
Mucuna pruriens var. *IRZ*	0.10	0.15	33.3
Mucuna pruriens var. *utilis*	0.09	0.11	18.2
Mucuna veracruz	0.12	0.13	7.7
Pueraria phaseoloides	0.09	0.09	0
Stylosanthes capitata	0.09	0.11	18.2
Aeschynomene histrix	0.09	0.11	18.2
Chamaecrista rotundifolia	0.09	0.10	10.0
Centrosema pubescens	0.10	0.14	28.6
Crotolaria ochroleuca	0.10	0.13	23.1
Natural fallow	0.08	0.12	33.3
LSD (0.05)	NS	0.06	11.5

and natural fallow. Highest increase was achieved under *P. phaseoloides* (0.12 Cmol/kg). In the second fallow year, K status generally increased by 21% from a mean of 0.094 Cmol/kg to 0.119 Cmol/kg. Highest increase was under *Mucuna pruriens IRZ* (0.15 Cmol/kg) though this did not differ from K status under the other fallow species except for *P. phaseoloides*. However, K status under natural fallow and the other fallow species did not differ.

Fresh yam tuber yield

Fresh tuber yield of yams (t/ha) harvested after 1 and 2 years of fallow are presented in Table 7.

In the first year, the cover crop treatments gave as much fresh tuber yield as the natural fallow, an indication that one year does not appear to be long enough to restore soil fertility that could support one crop of yam. In the second year of fallow, four cover crops—*A. histrix* (5.3 t/ha), *C. ochroleuca* (5.0 t/ha), *Pueraria phaseoloides*

Table 7. Tuber yield of yam harvested from land under leguminous cover crop fallow from 2004 and 2005 in a trial to evaluate their contribution to soil fertility.

	Fresh tuber yield (t/ha)		
Cover crop species	2004	2005	Mean
Mucuna georgia	4.3	3.9	4.1
Mucuna pruriens utilis	4.7	2.2	3.5
Mucuna pruriens IRZ	5.1	3.8	4.5
Mucuna veracruz	4.0	3.4	3.7
Pueraria phaseoloides	6.4	4.1	5.3
Stylosanthes capitata	5.6	3.8	4.7
Aeschynomene histrix	5.7	5.3	5.5
Chamaecrista rotundifolia	5.8	4.1	5.0
Centrosema pubescens	3.6	3.3	3.5
Crotolaria ochroleuca	4.6	5.0	4.8
Natural fallow (grass/weed)	4.8	2.3	3.6
NPK Mg (fertilizer)	5.1	3.2	4.2
LSD(0.05)	1.5	1.6	1.68

(4.1 t/ha), and *C. rotundifolia* (4.1 t/ha) gave higher yam tuber yield than the control. The indication therefore is that *A.histrix*, a shrubby cover crop that can persist in the plot as a perennial, appears to be most suitable for soil regeneration for yam production after two years of fallow. The third year data, now being assembled, will confirm these observations which will appear in the final report.

Conclusion

This two year fallow trial result has indicated that one year fallow may not be sufficient to sustainably support high yam yields. At least two years are required for *A.histrix, C. ochroleuca, P. phaseoloides*, and *Chamaecrista rotundifolia* to give significantly higher tuber yields than the natural fallow.

References

Asadu, C.L.A. 1989. A comparative study and evaluation of yam zone soils and the performance of six cultivars of white yams (*D. rotundata*) in southeast Nigeria. PhD thesis. University of Nigeria, Nsukka, Nigeria. 309 pp.

Carsky, R.J., S.A. Tarawali, M. Becker, D. Chikoye, G. Tian , and N. Sanginga. 1998. *Mucuna* herbacious cover legume with potential for multiple uses. RCMD Monograph No. 25. IITA, Ibadan, Nigeria.

Ikeorgu, J.E.G. 1984. Micro-environmental changes under cassava/maize intercrop grown with okra and egusi-melon. PhD thesis. Department of Agronomy, University of Ibadan, Nigeria. 260 pp.

Okpara, D.A., J.C. Njoku, and J.E. Asiegbu. 2004. Response of two sweetpotato varieties to four green manure sources and inorganic fertilizer in a humid tropical ultisol. Biological Agriculture and Horticulture 22: 81–90.

Yam Production in Nigeria: A Policy Analysis Matrix

S.O. Akande and O.O. Ogundele
Nigerian Institute of Social and Economic Research, Ibadan

Abstract
This study adopts the Policy analysis matrix (PAM) as an analytical tool to examine the effects of trade and market liberalization on the incentive structure for technology adoption and increasing productivity in the yam sector. Three yam production systems were identified and examined in three yam production regions of Nigeria. Results show that yam production is profitable to producers (private prices) and profitable to the economy (social prices). Nigeria also has a comparative advantage in yam production in the three production systems examined. The incentive structure shows that yam producers are fairly protected as economic agents under the existing macroeconomic and sectoral policy regimes.

Résume
Cette recherche adopte une analyse de politique matrice (APM) comme outil analytique pour examiner les effets du commerce et de la libéralisation du marché sur la structure encourageante pour l'adoption de technologie et de la productivité croissante dans le secteur d'igname. Trois systèmes de production ont été identifiés et examinés dans trois régions de production du Nigeria. Les résultats prouvent que la production d'igname est rentable pour les fermiers (prix privés) et rentable aussi pour les consommateurs et l'économie du secteur agricole (prix publique). Le Nigeria a aussi l'avantage dans la production d'igname dans les trois systèmes de production examinés. La structure encourageante prouve que les producteurs d'igname sont assez protégés en tant qu'agents économiques sous les régimes politiques macro-économiques et sectoriels existants.

Introduction
Root and tuber crops collectively provide the largest single source of calories for the peoples in the humid and subhumid regions of West and Central Africa. Although cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is the most important of these crops in terms of total production in Africa, yam (*Dioscorea* spp.) tends to be dominant in some regions (Dorosh 1988).

While yam is grown throughout Africa, present day production is largely confined to the "yam zone" comprising Cameroon, Nigeria, Benin, Togo, Ghana, and Côte d'Ivoire. This zone produces more than 90 percent of the total world production of yam, estimated at over 25 million tonnes per annum. Nigeria alone produces about 70 percent of the total world production (Hahn 1995). The major yam producing states in Nigeria are Adamawa, Benue, Cross River, Delta, Edo, Ekiti, Imo, Kaduna, Kwara, Ogun, Ondo, Osun, Oyo, and Plateau (FOS 1997).

Yam is very important in food security and poverty reduction in Nigeria, as it is consumed in a variety of ways. The most common in southern and central parts of the country is boiled or pounded yam. It can be cut into chips, dried, and ground into yam flour and prepared as *amala* which is another delicacy in the Nigerian diet, particularly among the Yoruba of southwestern Nigeria.

Yam production serves as a source of income generation to peasant farmers and the laborers who work on yam farms as well as for those that engage in its sale, the itinerant traders who assemble the crop from village to village, and the urban center marketers who retail the commodity. Peelings and waste from yam are often used for feeding poultry and livestock. According to Komolafe et al. (1983), the various uses to

which yam is put tends to indicate that the crop is a famine fighter. Unlike cassava, for instance, yam can be stored for a considerable length of time before being used for food purposes. Asiedu (1989) reported that yam plays an important role in social and religious festivals as it constitutes an integral part of the cultural heritage for many people in the yam growing areas of Nigeria.

This paper adopts the Policy analysis matrix (PAM) framework to examine the competitiveness of yam production in Nigeria. The PAM analytical framework permits the determination of the efficiency and profitability of producing a particular commodity within the existing policy environment. In this study we attempt to answer a number of interrelated questions. For instance, is yam being efficiently produced by farmers in Nigeria under the various production techniques? That is, at household or farm level, are yam producers, irrespective of production techniques adopted, efficient in the application of limited production resources available to them? Are they competitive? Are farmers making profit producing the commodity? What is the degree of efficiency and profitability across agroecological zones of Nigeria where yam is produced? What production and trade policies are needed to support and sustain competitive production of yam in the country? If Nigeria nurses the ambition of expanding the production of yam for international trade and export which of its agroecological producing zones is best suited to achieve this goal at the competitive level?

From the above it becomes obvious that PAM offers a one-window analytical procedure to answer several questions and thus determines the impact of policies on farming activities. We have selected to use PAM because of its simplicity and adaptability to issues of policy concerns in agricultural production, particularly the determination of the incentive structure. However, PAM has its limitations, the most important being that its reliability depends on the quality of the underlying data used.

The remaining parts of the paper are organized as follows. Part II considers the various agriculture-related policies and programs which affect food crop production in general and yam production in particular. In Part III, the theoretical framework of PAM is explained, while Part IV deals with the data collection and modeling assumptions. The results of the various analyses conducted constitute the kernel of discussion in Part V. The summary of findings, recommendations, and conclusion are contained in the final part of the paper.

Review of agricultural policies and programs

Elements of Nigeria's agricultural policies

Nigeria's trade policies in the post-independence period were those of inward looking, domestic-oriented, import-substitution strategies. The policies were designed to shield the domestic industries from international competition, encourage the expansion and capacity of local production, and encourage increased production of agricultural commodities. Later it was discovered that outward orientation is a desirable option for economic growth and development; consequently, trade liberalization became the policy stance from 1986. This particular period was marked by two important policy developments: the flexible exchange rate mechanism and the adoption of a comprehensive tariff system, especially for agricultural-related products. Most agricultural products such as rice, soybean, palm oil and its products, and animal and vegetable fat witnessed an increase in import duties. This was to discourage the importation of these commodities and induce domestic production. The heavy tariff on rice in 2002, which stood at 100 percent, was further increased to 150 percent in

2003. Because of the country's goal to achieve food security a ban was imposed on the importation of cassava products and also on the exportation of maize to neighboring countries. But in 1998 an export promotion incentive scheme was initiated. Under the scheme, some staple food crops such as yam, maize, cassava, and beans were de-listed from the export prohibition list. In a determined effort to further boost domestic production and expand exports, an export subsidy of 10 percent on agricultural commodities was introduced in 2003 and this still remains in operation presently.

Fertilizer policies

The major input of great importance in the Nigerian agricultural production system is fertilizer. Consequently, the Nigerian input policies are mostly fertilizer oriented. Fertilizer policy in Nigeria has been oscillatory, characterized by subsidy removal today and its return tomorrow. The adoption of the structural adjustment policy in 1986 ushered in the reduction of subsidies on notable agricultural inputs such as fertilizer, agrochemicals, and agricultural production equipment. Grain production in Nigeria is known to be highly fertilizer intensive and the removal of fertilizer subsidy could significantly affect the utilization of the input, leading to a reduction in grain output. However, due to the instability in the policy environment, the removed fertilizer subsidy of 1997 was re-introduced at the inauguration of the democratic government in May 1999, to the tune of 25 percent. The following year the procurement and distribution of agricultural inputs, especially of fertilizer was completely liberalized following the withdrawal of government from the function. The activities were transferred to individuals and firms. In 2001, fertilizer subsidy was re-introduced to the tune of 25 percent.

The inconsistent input supply had endangered general scarcity and the attendant high price of fertilizer. According to a CBN report (2002), only about 120 000 tonnes of fertilizer was available in 2001, as against the 300 000 tons in 2000. This fell far short of the estimated 1.2 million tonnes required nationwide. Similarly, out of the 163 700 metric tonnes of fertilizer approved for procurement for wet season farming in 2002 only 104 024 tonnes, representing 63.5 percent, were delivered. The implication of this was a general inaccessibility of the commodity to the majority of small farmers. The good intention of the subsidy was thus eroded as the expected beneficiaries did not get the commodity at reasonable prices as and when due. Those who were fortunate enough to get the commodity bought it at unofficial prices. For instance in 2000 and 2001, a 50 kg bag of fertilizer was sold at N2000 and N2500, respectively, as against the subsidized price of N900 and N1000, respectively.

Although yam production in Nigeria is not fertilizer intensive, the inconsistent policy on fertilizer could undoubtedly have had an adverse effect on the production and expansion of area cultivated to yam and other crops, particularly crops planted in mixtures. The input subsidy is expected to have a positive influence on yam production, since apart from fertilizer, chemicals are important ingredients in the preservation of harvested yam. Should the cost of these inputs decline, it would mean a reduction in the total cost of yam production, which would encourage more output.

Tractor, farm machines, and equipment

Mechanized agriculture has been the major ambition of successive Nigerian governments. This has been vigorously pursued with the intention of transforming subsistence, small-scale farming to commercial, large-scale farming. To effectively do this, a major capital input required is the tractor. Strategically, the Federal Government in 2002 provided 71 tractors which were distributed to the state government to boost

food production. Some states also supported this with the purchase of additional tractors and equipment. For instance, the Oyo State Government purchased 39 tractors costing N84 million. The state distributed 33 of the tractors among its 33 local government areas. The remaining six tractors were allocated to farm settlements in the state for the use of farm settlers as well as cooperative groups. In 2004, the sum of about N21.6 million was spent to refurbish 31 tractors and provide full complements of appropriate implements. The tractors were stationed at strategic agroservice centers for the use of farmers. Similarly, the Osun State Government procured 300 tractors in its desire to pursue agricultural mechanization and enhance productivity of farmers (National Agriculture Focus 2004).

The importance of these initiatives in the production of yam cannot be overemphasized. Availability of tractors would mean a great reduction in the human drudgery associated with land clearing and mound preparation. It has been shown that yam production is highly labor intensive and accounts for over 70 percent of all farm operations associated with yam production. The major source of farm labor supply is the family. Akanji et al. (2003) found that family labor constitutes, on average, about 62 percent of total farm labor used in seven farm settlements across the country in 2000. The cost of hired labor often constitutes more than 60 percent of the total cash costs of production. An average labor wage across the country varies from N200 to N450 with a national average of N400 for male hired labor, N300 for female, and N250 for child hired labor (Akanji et al. 2003). This signifies a high labor cost of production for yam, with an average of 69 man-days for clearing and soil preparation alone. This could be highly reduced with adequate mechanization of yam production.

Credit

One of the constraints to agricultural production and development in Nigeria is the lack of adequate credit for production and expansion. Most farmers carry out their operation with a very limited capital base. This has led to a kind of vicious circle of poverty within the agricultural sector. Poor capital base leads to poor savings and poor investment, and ultimately poor expansion. To arrest this situation and enhance the performance of the agricultural sector, credit-related policies were introduced.

Financial policies were designed to bring stability to the financial system and engender sustainable flow of development credit to all production sectors especially agriculture. Among the financial institutions established were the Nigerian Agricultural and Cooperative Bank (NACB), the Peoples Bank of Nigeria (PBN), and the Community Banks. These banks were recreated into one single bank in 2000 to form the Nigerian Agricultural Cooperative and Rural Development Bank (NACRDB). It was reported that as at 2003, NACRDB had disbursed about N40 billion to farmers across the country (NISER 2004).

The Agricultural Development Fund was established by the Federal Government in 2004. With a capital grant of N10 billion, the fund focused exclusively on the development of agriculture. In a similar vein, the share capital of the Agricultural Credit Guarantee Scheme Fund (ACGSF), which was established in 1977 to guarantee 75 percent of any default in bank loans granted to the agricultural sector, was increased from an initial N100 million to N1 billion in 1999 and N3 billion in 2001. The amount of loan small-scale farmers could borrow under the scheme was raised from N5000 to N20,000. Similarly, individual large-scale farmers could get loans of 0.5 million instead of N100,000 which was the original peg (NISER 2004).

Research

The role of research is appreciated and as a result, some priority was accorded the 20 or so research institutions in Nigeria under the supervision of the Federal Ministry of Agriculture and Rural Development. A number of breakthroughs have been achieved by the research institutions. Notable among these in relation to yam production is the development of the modern method of yam propagation through the minisett technique. Prior to this development, about 20 percent of the annual yam harvest (by weight) is used as seed, and seed usually accounts for over 90 percent of the non-labor cost of yam production (Dorosh 1988).

Agricultural programs

Many programs were initiated to raise productivity of staple crop production. Some of these are:

- The National Accelerated Food Production Programme (NAFPP) introduced in 1972. Its main objective was to achieve an effective and rapid increase in the production of the major and essential food crops consumed in Nigeria. Yam was one of these. NAFPP was essentially a cooperative program jointly coordinated by both the federal and the state governments with a view to empowering farmers to grow more food crops. It also encompassed specialized programs for seed multiplication in the agroservice centers in the states and the training of extension staff to assist the farmers in technology transfer process and adoption. The program facilitated farmers' access to improved varieties and the techniques of growing food crops successfully.
- The Agricultural Development Project (ADP) was initiated in the 1975/1976 planting period. The project involved a comprehensive package of mutually supporting services including extension, input supply, on-farm research. and seed multiplication. Activities also included the construction of feeder roads, farm service centers, and the provision of water supply.
- The River Basin Development Authorities (RBDAs) established in 1976.
- Operation Feed the Nation (OFN 1976)
- The Green Revolution Programme (1980). This was a food production plan to make the country self-sufficient in major foods including yam. It was also envisaged that Nigeria could become a net exporter of the staples within five years. The strategy was to produce "miracle seed" of the targeted crops, using a package of complementary inputs supply.
- The Directorate of Food, Roads and Rural Infrastructure (DFRRI) started in 1986.
- The National Agricultural Land Development Authority (NALDA) initiated in 1991.

The Policy Analysis Matrix (PAM)

Concept and purpose of PAM

PAM is a computational framework developed by Monke and Pearson (1989) and augmented by Masters and Winter-Nelson (1995). The framework is used to measure efficiency in production, comparative advantage, and the degree of government intervention in commodity production. The PAM methodology provides information which assists policy makers to address three major issues in agricultural policy analyses. The first issue is to ascertain whether particular agricultural systems are

competitive under existing technologies and ruling prices. That is, the methodology allows one to know whether farmers, traders, processors, and other participants in the commodity chain earn profits as determined by market prices they face. The policy maker can use this information to affect prospective price policies such that the value of output or the cost of inputs or both are affected, resulting subsequently in changes in the configuration of private profitability of the production system.

The second issue relates to ascertaining the impact of new public investment in infrastructure on the efficiency of the agricultural system. Efficiency in this regard is measured in social profitability, that is, the valuation of profit in efficiency prices. Thus, successful public investments (irrigation, storage, or transportation) would be expected to raise the value of output or lower the costs of inputs. Social profits can then be compared on a "before and after" perspective in order to determine the increase or otherwise of social profit from a particular investment.

The third issue is a variant of the second one discussed above. Here, the focus is on ascertaining the impact of new public investment in agricultural research or technology as the efficiency of the agricultural system. This is the main interest in this study on yam production in Nigeria. The principal argument is that successful public investment in planting materials (seed yam), farming techniques or processing technologies would enhance farming, with the result that accruing revenues would increase or would cause costs to decrease. Again, a comparison of social benefit before and after the investment in research is undertaken would indicate the gain in social profitability.

From the above consideration, we can identify three main purposes for which PAM methodology helps to achieve, particularly in evolving pertinent information which policy makers require to design appropriate agricultural policy measures. The construction of a PAM for a particular agricultural system (in this case yam production system) allows one to calculate private profitability, which is a measure of the competitiveness of the system at actual market prices. Analyses of other systems of production permit ranking the degree of competitiveness of the various systems at actual market prices.

Secondly, the PAM approach helps one to estimate the agricultural system's social profitability, if products produced and input used are valued in efficiency prices (social opportunity costs). Similar analyses for several agricultural systems allow a ranking of the efficiency of the agricultural systems.

Finally, PAM analysis shows the transfer effects of policy. By comparing resources and costs before and after imposition of a policy, one is able to determine the impact of that policy. The PAM method thus captures the effects of policies influencing both products and factors of production (land, labor, and capital).

Analytical framework of PAM

Economic profits are the fundamental component of the Policy Analysis Matrix (PAM) approach. Profits are defined as the difference between the value of outputs (revenues) and the costs of all inputs (costs). Producers are motivated principally by the profits they could make. Profit thus acts as a signal for the optimal allocation of resources in the production decisions. There are two types of profits—private profits and social profits. While the former are evaluated at market prices, the latter are evaluated at social or efficiency prices. If there are no market distortions, the two are often the same. If market failures or distortions exist, the two would diverge, which would act as a signal for policy intervention.

The basic framework of the PAM is depicted in Table 1, as a two-way accounting identity. Basically, it contains three rows and four columns, each showing specific identities.

The following relationships are then defined:

(i) Private profits (D) D = A – B–C
(ii) Social profits (H) H = E – F–G
(iii) Output transfers (I) I = A–E
(iv) Input transfers (J) J = B–F
(v) Factor transfers (K) K = C–G
(vi) Net transfers (L) L = D–H or L = I–J–K

The data in the first row of the PAM table provide a measure of private profitability; this is the difference between observed revenue and costs. The private profitability demonstrates the competitiveness of the agricultural system, given current technologies, prices of input and output and policy. In the table, private profits are defined in the first row as D = A–B–C. The letter A is used to define the private revenues (the revenues at the prevailing market prices). Costs are divided into two components—costs of tradable inputs (inputs traded on world market) such as fertilizers, pesticides, and seeds. The value of these tradable inputs at the prevailing market prices is denoted by the letter B. Tradable inputs can be imported from or exported to other countries. The third column of the matrix includes domestic factors—land, water, labor, and capital. Domestic factors are also called non-tradable inputs because there is generally no international market for these inputs. Costs of domestic factors in private prices are denoted by the letter C.

Column four in the matrix is labeled as profits, denoted as D in the matrix and included in the first row of the fourth column. Profits are defined as total revenues less total costs. A positive value for profits at prevailing market prices confirms the profitability of the business and serves as a stimulus for existing firms to increase output and for other firms to enter the business. Expansion of existing firms as well as entry of new firms in the market stimulates economic growth. When the market prices of inputs or outputs are distorted by either market failure or by taxes or subsidies, then private profits alone could provide misleading signals.

The second row of the PAM is used to calculate social profits, H = E–F–G. Social profits are those profits calculated at efficiency (shadow) prices. The letter E portrays

Table 1. The policy analysis matrix.

Item	Revenues	Costs of tradable inputs	Domestic factors	Profits
Private prices	A	B	C	D
Social prices	E	F	G	H
Effects of policy and other divergences	I	J	K	L

Key
A = Revenues in private prices (market prices, also called accounting prices).
B = Costs of tradable inputs (such as fertilizers, seeds, plastic mulch, etc.) in private prices.
C = Costs of domestic factors (such as land, labor, and capital) in private prices.
D = Private profits.
E = Revenues in social prices (economic efficiency prices or shadow prices).
F = Costs of tradable inputs (fertilizers, seeds, plastic mulch, etc.) in social prices.
G = Costs of domestic factor (labor, capital, land) in social prices.
H = Social profits.

the revenues valued at efficiency prices (social prices) and F and G indicate the efficiency values of tradable inputs and domestic factors, respectively. Positive social profits (H) indicate that there is a positive social valuation of output and is an incentive for the expansion of the activities under consideration.

The third row of the matrix shows the divergences or differences between the first row (private valuation) and second row (social valuation). If market failures do not exist, then distorting policies cause all divergences that are observed between private and social prices of tradable outputs and inputs. Policies which may cause divergences include subsidies, taxes, and quantitative controls applied to domestic production or trade of the commodity. Price policies may also cause distortions.

From the third row, if the value of I, defined as output transfer, is positive then private revenues exceed social revenues. This indicates that the government is subsidizing output prices or in the absence of a subsidy, there is room for a tax to eliminate this divergence and to scale the output back to where the social and private valuations are equal. If the government is subsidizing the output, then the government and/or consumers are purchasing the commodity at prices greater than international market prices or those that would equate social and private valuations. The value of the difference is theoretically a transfer from the treasury to the producers of that commodity.

If the value of I is negative, then social revenues are greater than the private revenues. This means that the government is taxing instead of subsidizing the producers. In other words, the government and/or consumers are purchasing products at prices lower than those prevailing in international markets or those that equate private and social valuations. The actual or implicit tax, in this case, is a transfer from producers to the treasury.

The letter J represents the differences between the private costs and social costs of tradable inputs. If J is negative, the private costs of tradable inputs are lower than the social costs. This means that the government is actually or implicitly subsidizing the costs of inputs as these inputs are sold at prices lower than those prevailing in the international markets. There is a need to curtail the use of these inputs for the sake of efficiency and management of the treasury. On the other hand, if J is positive, then the private costs of inputs are greater than the social costs. This indicates that the government is probably taxing the price of inputs used by farmers. The net effect is that prices paid by farmers are greater than the world market prices and efficiency can be served by expanding the use of these inputs.

The letter K portrays the divergences in domestic factors. The government can affect the prices of domestic factors such as capital or land. When any factor of production is subsidized, the private cost of a domestic factor will be less than the social costs and K will have a negative value. But if the government taxes domestic factors, which rarely is the case in developing countries, K will have a positive value. Again, we need to eliminate the difference between the two valuations. This divergence can be affected by realignment of the taxes and subsidies or by adjusting the prices of the domestic factors.

Taxes and subsidies are commodity-specific policies. They directly affect the prices of outputs or inputs. Governments may use indirect policies such as the manipulation of the exchange rate of the country's currency to affect commodity prices. Since in PAM accounting is done in domestic currency and world prices are reported in international currencies, there is need for an exchange rate to express international

prices in their domestic equivalents. The effect of exchange rate manipulation depends upon whether the policy results in over- or undervaluation. An overvalued exchange rate occurs if there is an excess demand for foreign currencies, which results in extra foreign borrowing, excessive drawing down of exchange reserves, or rationing of foreign exchange among domestic users. These occurred in Nigeria necessitating the Structural Adjustment Programme (SAP) of the mid-1980s. An undervalued exchange rate tends to reflect an excess supply of foreign exchange that is accumulating as excessive reserves and reducing potential income, a situation that is rarely the case in developing economies. Presently, Nigeria has shored up her foreign reserves to the tune of over $43 billion. Given the parlous nature of the Nigerian economy the present size of reserve should not be considered as excessive.

An overvalued exchange rate inflicts an implicit tax on producers of tradable exportable goods. Overvaluation reduces the competitiveness of the local producers in international markets because they are practically being taxed. An undervalued exchange rate exerts the opposite effects.

The social exchange rate may differ from the official exchange rate or even an artificially supported exchange rate. In the PAM approach, this distortion in the exchange rate is actually corrected once border prices are converted to domestic prices at the social exchange rate (equilibrium exchange rate) rather than at the official rate. In this particular study, the parallel market exchange rates prevailing at the Bureau de Change in Nigeria are applied.

The letter L denotes the net effect of all policies on the commodity system. If the overall effect of all policies and/or market failures on input and output prices is in favor of the producers (in the short run), L will have a positive value. However, L will have a negative value if the policies and/or market failures are working to the detriment of the producers.

Measures of protection

A number of protection coefficients could be calculated in a standard PAM. The most commonly used protection coefficients are Nominal protection coefficient (NPC) and Effective protection coefficient (EPC).

The NPC is calculated by dividing the revenue in private prices (A) by the revenue in social prices (E). The objective of calculating NPC is to measure the actual divergences or distortions between domestic prices and international or border prices of output. If NPC is less than one, it confirms the presence of taxes (tariffs) on outputs. An NPC greater than one, shows the presence of subsidies. An NPC equal to one (in the absence of market failures) reveals the absence of intervention.

The EPC is defined as the ratio of value added in private prices (A–B) to value added in social prices (E–F). It is another measure of incentives to farmers. This coefficient indicates the combined effects of policies on tradable commodities (inputs and outputs). The EPC is a useful indicator that measures the whole structure of incentives/disincentives which may exist with respect to a given production process. An EPC less than one indicates negative effects of policy (a tax), whereas an EPC greater than one indicates positive effects of policy (a subsidy).

Measures of comparative advantage

Comparative advantage could be measured by the Domestic resource cost (DRC) ratio. DRC determines whether the production of a specific crop makes efficient use of the domestic resources. The same set of data used to estimate the protection

coefficients could also be used to estimate the comparative advantage of a specific crop in a particular region. The DRC, as a measure of efficiency or comparative advantage, is calculated by dividing the factor cost in social prices (G) by the value added in social prices (E–F). A DRC greater than one indicates that the cost of domestic resources used to produce the commodity is greater than the contribution of its value added at social prices meaning a comparative advantage. A DRC less than one, indicates that the country has a comparative advantage in producing that commodity, or that the commodity is making efficient use of domestic resources.

Research methodology and modeling assumptions

The data requirements for constructing a PAM include yields, input requirements, and market prices for inputs and outputs. Additional data such as transportation costs, port charges, storage costs, production subsidy, import/ export tariffs, and exchange rate are also required to calculate social prices. In this study, PAM budgets were compiled for yam and its competing crops in three of the major yam producing states/ centers of Nigeria—Edo, and FCT, and Oyo.

Ordinarily, the data needs may be obtained in two ways, namely secondary data from previous agricultural surveys or primary data obtained from a fresh survey of yam farmers in survey-designated areas. Although the latter is very tedious and costly, we elected to a conduct primary survey simply because there were no secondary data from the study areas detailed enough to satisfy the database suitable for PAM construction.

The sampling procedure adopted was both purposive and stratified. The design of survey is a three-stage, stratified, random sampling design with yam producing states as the first stage unit, village/cluster of villages as the second stage unit, and a holding as the third and ultimate stage unit. In respect of holdings, yam production technologies being practices by farmers were first identified. They included the following:

- *Manual production technology* Here, land preparation, ridging, planting, farm maintenance practices, and harvesting make use of manual labor. Yam setts are the planting materials. Transportation and storage of harvested yam are manually conducted. Yam is planted in a mixed cropping practice, sometimes with yam, maize, cassava, or sorghum.
- *Improved technology* Here most activities are manual but farmers in addition make use some fertilizer. Planting is sole cropping and stakes are used.
- *Semi-mechanized technology* Initial land clearing and preparation is by tractor and ploughing, although ridges are manually constructed. Some fertilizer is applied and storage chemicals are applied to yams stored in constructed barns. Planting is by yam setts and as a sole crop.
- *Minisett technology* This makes use of a unique propagation technique involving just a small portion of yam tuber being used as the seed plant.

In the survey villages, 5–10 farmers under each of the technologies enumerated above were randomly selected and data collection format was applied through interview. However, the minisett technology was not observed among yam farmers in the survey areas and so was not included in the sample.

The data from a particular technology was aggregated and the average farm data was then derived. This represents a typical farm management and production data set under the identified production technology.

The most difficult tasks for constructing a PAM concern estimating social prices for outputs and inputs and disaggregate inputs into their tradable and non-tradable components (Yao 1997). For computing social prices for various commodities including both outputs and inputs, world prices are generally used as the reference prices in PAM studies. The problem is that yam is not an internationally traded commodity, although interborder transfers and some export to Europe and other parts of the world do take place. Because data on freight and such cost items are not available, transportation costs form the farm gate to the port and marketing costs are added to the farm gate prices to obtain social prices for yam. Other costs of variable inputs like fertilizer are assumed to remain the same since yam production rarely involves use of fertilizer. Another important component of this analysis is the disaggregation of non-traded and traded inputs, based on Monke and Pearson (1989), who suggested that disaggregate all inputs such as land, labor, farm capital depreciation, animal power, and manure (for yam farms in Gwangwalada area) are assumed to be totally non-tradable. Following this, PAMs were constructed for different production technologies in each of the three locations in the survey. (The data for Gwangwalada are not yet available and, therefore, not included presently).

Main findings

For the two groups of farms (manual technology and improved technology) in the Oke-Ogun area of Oyo State the PAM tables are as shown in Tables 2 and 3. Table 4 is the farm budget for partially mechanized farms at Uzebba near Sabongida-Ora in Edo State. The PAM matrices for the farms are as shown in corresponding Tables 2a, 3a, and 4a. The summary of the indicators of performance and incentive structure under the identified systems is presented in Table 5.

From the summary, it is obvious that yam production is profitable in all the systems and in all the production areas. Private profitability is not just positive under each system or technology but significantly so. For instance, the profit recorded under manual production technology is N120,100 per ha. Similarly, the improved technology and partially mechanized technology recorded profits to the tune of N233,425 and N228,250, respectively. It would seem that of all the production systems the improved systems have an edge over other systems in the generation of private profits, since it produces the highest profit.

Social profitability is also positive in all the systems studied. This means that the domestic resources are being efficiently utilized in the production of yam. In a similar vein, private and social value added is positive; output, input and factor transfers are positive. The domestic resource cost calculated under each of the systems is positive and below unity in value. This clearly shows that Nigeria has a comparative advantage in the production of yam in the three systems studied. In terms of ranking manual technology, improved technology and partially mechanized technology show strong comparative advantage in that order.

The measures of incentives, the nominal production coefficient for output and input as well as the effective production coefficient are greater than unity, showing that there are some elements of government support for yam producers. This may be associated with subsidy on fertilizer, use of tractors for land preparation, diesel, and pesticides. It should, however, be mentioned that yam producers make little use of these subsidized inputs.

Effects of government policies on profitability of yam production in Nigeria

The net effects of government policies on profitability of yam production in Nigeria can be examined by expressing net transfer as a percentage of private profit. This can be calculated and compared across the various production systems. Deriving from Table 5 therefore, profitability effects can be expressed as (D–H/D) * 100 or (L/D) * 100. The result obtained is presented in Table 6.

The net effect on profit displayed in Table 6 reveals the proportion by which private profit will decline if government withdraws its support for yam production in the country. The results show that private profitability will decline in all the three production systems. However, farmers using manual technology in Uzebba (Edo State) will be

Table 2. Farm budget for yam under manual production technology (Basi, Oke-Ogun).

Items	Private prices	Social prices
Labor		
Land clearing	4000	3000
Burning and rubble	1000	500
Heaping/ridging	7500	4000
Planting of seed yam	1000	500
Mulching	800	400
Staking	1000	500
Weeding	10 000	7000
Harvesting	10 000	7000
Transportation	5000	3000
Storage	500	500
Total llabor	40,800	26,400
Other inputs		
Seed yam	8000	8000
Fertilizer	0	0
Herbicides	0	0
Pesticides	0	0
Baskets	500	500
Calabash	500	800
Sacks	800	0
Extension	0	0
Total variable costs	9800	9300
Fixed costs		
Hoe	200	250
Cutlass	200	250
Wheel barrow	250	400
Head pan	150	200
Barn	500	300
Interest on capital	500	500
Land rent	1500	1000
Total fixed costs	3300	2900
Output value		
Gross output price (N/tuber)	N30	N30
Gross output (tubers)	5800	4000
Gross output value (N)	N174,000	120,000
Gross margin	N123,400	84,300

Source*:* Survey data.

Table 2a. The policy analysis matrix (manual yam production system) at Bassi, Oke Ogun.

Item	Revenue	Cost of tradable inputs	Costs of domestic inputs	Profits
Private prices	A	B	C	D
	174,000	9800	44,100	120,100
Social prices	E	F	G	H
	120,000	93,000	29,300	81,400
Effects of policies and other divergencies	I	J	K	L
	54,000	500	14,800	38,700

Source: Derived from Table 2.

Table 3. Farm budget for yam under improved manual technology (Agunrere, Oke-Ogun).

Items	Private prices	Social prices
Labor		
Land clearing	11,700	11,000
Burning and rubble	0	0
Heaping/ridging	9950	3000
Planting of seed yam	7000	4500
Mulching	7000	3000
Staking	5000	4000
Weeding	14 700	11 700
Harvesting	28 300	23 790
Transportation	15 560	16 000
Storage	7500	5000
Total labor	116,710	81,990
Other inputs		
Seed yam	5000	3000
Fertilizer	0	0
Herbicides	0	0
Pesticides	2000	2000
Baskets	0	0
Calabash	0	0
Sacks	0	0
Extension	500	500
Total variable costs	7500	5500
Fixed costs		
Hoe	2120	2000
Cutlass	1200	1200
Wheel barrow	0	0
Head pan	565	560
Barn	2000	1400
Interest on capital	2500	2000
Land rent	4000	2800
Total fixed costs	17,365	18,960
Output value		
Gross output price (N/tuber)	N75	N60
Gross output (tubers)	5000	5000
Gross output value (N)	375,000	300,000
Gross margin	250,790	208,510

Source: Survey data.

Table 3a. The policy analysis matrix (improved manual yam production system) at Agunrere, Oke Ogun, Oyo State.

Item	Revenue	Cost of Tradable Inputs	Costs of domestic inputs	Profits
Private prices	A	B	C	D
	375,000	7500	134,075	232,425
Social prices	E	F	G	H
	300,000	5500	100,950	193,550
Effects of policies and other divergencies	I	J	K	L
	75,000	2000	33,125	39,875

Source: Derived from Table 3.

Table 4. Farm budget for yam under partial mechanization (Uzebba, Sabongida-Ora, Edo State).

Items	Private prices	Social prices
Labor		
Land clearing	15,000	13,000
Burning and rubble	0	0
Heaping/ridging	15,000	12,000
Planting of seed yam	6000	5000
Mulching	6000	5000
Staking	7000	4500
Weeding	15,000	11,000
Harvesting	32,000	23,000
Transportation	19,000	18,000
Storage	5500	0
Total labor	115,500	91,500
Other inputs		
Seed yam	8500	5000
Fertilizer	20,000	15,000
Herbicides	0	0
Pesticides	3750	3750
Baskets	0	0
Calabash	0	0
Sacks	0	0
Extension	1000	1000
Total variable costs	33,250	24,750
Fixed costs		
Hoe	2000	1000
Cutlass	1500	1500
Wheel barrow	4000	0
Head pan	1000	1000
Barn	4500	0
Interest on capital	7500	7500
Land rent	2500	2500
Total fixed costs	23,000	13,500
Output value		
Gross output price (N/tuber)	N100	N60
Gross output (tubers)	N4000	N4000
Gross output value (N)	N400,000	N240,000
Gross margin	251,250	N123,750

Source: Survey data.

Table 4a. The policy analysis matrix (partial mechanization yam production system) at Uzebba.

Item	Revenue	Cost of tradable inputs	Costs of domestic inputs	Profits
Private prices	A	B	C	D
	400,000	33,250	138,500	228,250
Social prices	E	F	G	H
	240,000	24,750	105,000	110,250
Effects of policies and	I	J	K	L
other divergencies	160,000	8500	33,500	118,000

Source: Derived from Table 4.

Table 5. Summary of policy indicators for the manual, improved manual, and partial mechanized yam production systems.

Item	Manual technology (Oke-Ogun)	Improved technology (Oke-Ogun)	Manual technology (Uzebba)
Private profit (D = A–B–C)	120,100	233,425	228,250
Social profit (H = E–F–G)	81,400	193,550	1,102,250
Private value added (A–B)	164,200	367,500	366,750
Social value added (E–F)	110,700	294,500	215,250
Output transfer (I = A–E)	54,000	75,000	160,000
Input transfer (J = B–F)	500	2000	85,000
Factor transfer (K = C–G)	148,000	33,125	33,500
Net transfer (L = D–H)	38,700	39,875	118,000
DRC (G/(E–F)	0.26	0.34	0.49
NPCo (A/E)	1.45	1.25	1.67
NPCi (B/F)	1.05	1.36	1.34
EPC (A–B)/(E–F)	1.48	1.25	1.70

Source: Calculated from Tables 2a, 3a, and 4a.

mostly affected. Thus, yam farmers in Uzebba will have their profit reduced by at least half (51.70 percent) while those using the same technology in Oke-Ogun (Oyo State) will have their own profit reduced by at least one-third (32.22 percent). In fact, farmers using improved technology in Oke-Ogun (Oyo State) are also going to suffer profit loss of 17.08 percent. On the average, the withdrawal of government support to yam production in Nigeria will reduce the profitability of the enterprise by 33.67 percent.

Conclusion

This study has shown that yam production is profitable in major areas where the crop is cultivated in Nigeria. It is profitable under the various systems or technologies of production. The incentive structure indicates that government through its

Table 6. Effects of government policies on profitability of yam production.

Item	Manual technology (Oke-Ogun)	Improved technology (Oke-Ogun)	Manual technology (Uzebba)	National average
Private profit (N)	120,100	233,425	228,250	193,925
Social profit (N)	81,400	193,550	110,225	128,391
Net transfer (N)	38,700	39,875	118,000	65,525
Profitability effects (percent)	32.22	17.08	51.70	33.67

Source: Computed from Table 5.

macroeconomic and sectoral policies tend to protect local producers and enhance output. The results also show that Nigeria has a comparative advantage in the production of yam. The country can explore this production advantage to become the major exporter of yam to other parts of the world. Since the income derived from yam is substantial as seen by the results under the production systems, it is obvious that yam is a crop that should enjoy attention in the effort to alleviate poverty among farming communities.

References

Akanji, B.O., G. Akpokodje, and O.O. Ogundele. 2003. Labour use pattern on farms. Pages 34–46 *in* NISER Annual Survey of Crop Production Condition in Nigeria, 2000. NISER, Ibadan, Nigeria.

Asiedu, J.J. 1989. Processing tropical crops: a technological approach. Macmillan Publishers Ltd., London, UK. 272 pp.

Central Bank of Nigeria .2002. Annual Report and Statement of Accounts.

Dorosh, P. 1988. The economics of root and tuber crops in Africa. Resource and Crop Management Programme. RCMD. Research Monograph No. 1, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria.

Hahn, S.K., D.S.O. Osiru, M.O. Akoroda, and J.A. Otoo. 1995. Production of yam: Present role and future prospects. Research guide 46. IITA, Ibadan. 34 pp.

Komolafe, M.F., A.A. Adegbola, L.A. Are, and T.L. Asheye. 1983. Agricultural science for West African schools and colleges. 2nd Edition, University Press Limited, Ibadan. 185 pp.

Nigerian Institute of Social and Economic Research (NISER). 2004. Review of Nigerian development, 2003/2004: public private partnership in Nigerian development.

Masters, W.A. AND a. Winter-Nelson. 1995. Measuring the comparative advantage of agricultural activities: Domeatic resource costs and the social cost-benfit ratio. American Journal of Agricultural Economics 77(May): 243–250.

Yao, S. 1997. Coparative advantages and crop diversification: a policy anlysis matrix for Thai agriculture. Journal of Agricultural Economics 48: 211–222.

Production Rapide de Semences Saines de Variétés Améliorées D'igname par la Technique des Mini-fragments dans Quatre Régions au Centre de la Côte D'Ivoire

J-B Ettien, L. Diby et A. Tschannen
Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, 01 BP 1303 Abidjan 01 Côte d'Ivoire

Résumé
Quatre variétés d'igname améliorées appartenant à deux espèces économiquement rentables sont évaluées dans onze localités au centre de la Côte d'Ivoire avec la participation des groupements, particulièrement de femmes rurales. Les deux espèces sont : *Dioscorea alata* et *D. rotundata*. Les essais ont pour but d'améliorer la productivité des ignames à travers de nouvelles variétés en milieu paysan. Cette étude vise aussi à améliorer durablement les techniques culturales par la méthode des mini-fragments appliquées sur des billons. Une méthode unique de plantation des semenceaux a été recommandée pour tous les groupements de productrices. Les ignames sont plantées à haute densité. Les rendements ont varié entre 5 et 50 t/ha pour les *D. alata* et entre 2 et 17 t/ha pour les *D. rotundata*. Quant aux FM, ils ont oscillé entre 1 et 10, entre 3 et 13 respectivement pour *D. rotundata* 89/02475 et. 89/02565. Chez *D. alata*, les FM ont oscillé entre 7 et 17 pour une seule variété 98/01176.

Abstract
Four improved yam varieties from two economically viable species were evaluated in eleven locations in the central region of Côte d'Ivoire with the participation of farmers' groups, particularly of rural women's associations. The two yam species involved in the study were: *Dioscorea alata* and *D. rotundata*. The objective of the trials was two-fold: to increase on-farm yam productivity using newly developped varieties and improve cropping techniques on a lasting basis through the minisett technology on ridges. High planting density of seed yam was the only planting method recommended to all the women farmer groupings. Yields varied between 5 and 50 t/ha for *D. alata* and between 2 and 17 t/ha for *D. rotundata*. MF were 1-10 and 3-13 respectively for *D. rotundata* 89/02475 and 89/02565. With *D. alata*, MF were 7-17 for a single variety 98/01176.

Introduction
L'igname constitue l'alimentation de base de plus 300 millions de personnes en zone tropicale et à travers le monde (FAO, 2002). Plus de 90% de la production mondiale est concentrée dans six pays de l'Afrique de l'Ouest dont les plus importants sont le Nigeria, le Ghana, la Côte d'Ivoire. Les rendements sont bas à cause du système de culture caractérisé par le brûlis, la faible densité de plantation, les vieilles variétés peu performantes (Ettien *et al.*, 2003). Les attaques de maladies fongiques, bactériennes, et de viroses, ainsi que des nématodes et insectes constituent également des obstacles majeurs à l'amélioration des rendements (Asiedu *et al.*, 1992). Pour cela, la sélection de variétés résistantes a été faite à l'IITA (Asiedu, 1994) sur la base des croisements sexuels entre les races traditionnelles et leurs descendants. En vue de lutter contre la pauvreté en milieu rural, et contribuer à la sécurité alimentaire, l'IITA apporte son appui aux programmes de recherche agronomique des instituts nationaux d'Afrique de

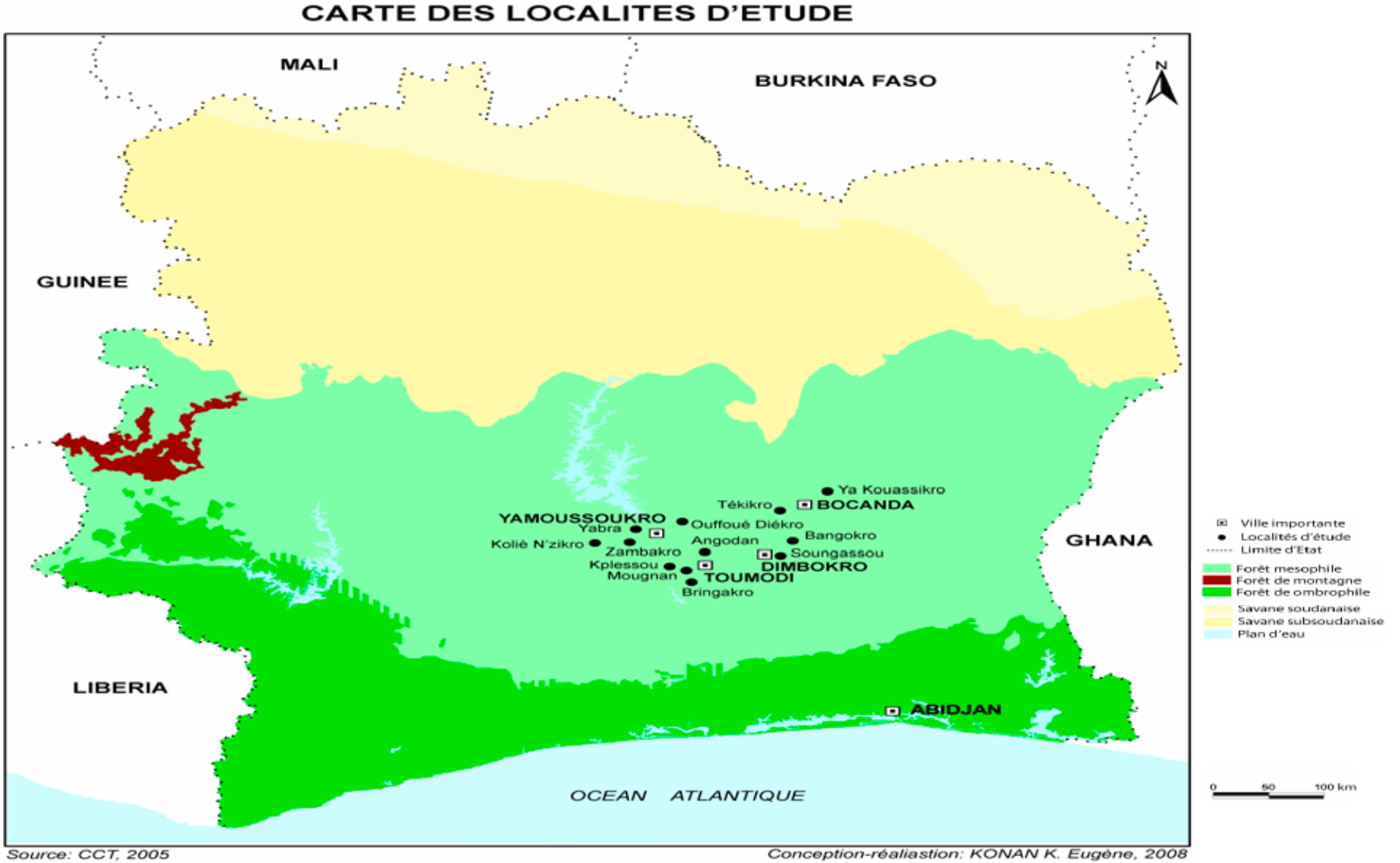


Figure 1. Localisation des sites d'étude

l'Ouest. C'est ainsi que le Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) a reçu au niveau de la Côte d'Ivoire plusieurs mini projets dont la promotion de la technique des minisett pour la multiplication rapide et pour la production de semences saines de *Dioscorea rotundata* et *Dioscorea cayenensis*. L'objectif de cette étude est d'améliorer la productivité (augmentation des rendements et des facteurs de multiplication) des ignames à travers l'introduction de nouvelles variétés par la technique des mini-fragments sur des sols généralement pauvres en matière organique.

Zone d'étude

La localisation des quatre régions étudiées est indiquée dans la figure 1 ci-dessous :

Matériel et méthodes

L'étude a été menée sur deux variétés améliorées de *Dioscorea-rotundata* (TDr 89/02475 et TDr 89/02565) et deux variétés de l'espèce *D. alata* (TDa 98/01177 et TDa 98/01176). Les variétés ont été plantées sur des billons à la densité de 40 000 p/ha. Les plants n'ont pas été tuteurés. La mise en place des parcelles a été faite par les paysans. Quant aux maladies, l'attention a été portée sur la mosaïque de l'igname et les champignons (anthracnose) en phase de végétation. Une épuration systématique a été recommandée en cours de végétation lorsqu'une variété présentait des symptômes importants de mosaïque. A la récolte, les tubercules ont été triés et calibrés. Les observations ont porté sur les nématodes. Les paysans ont été formés à la reconnaissance des maladies et des agents pathogènes tels que les viroses, l'anthracnose, les nématodes, et les cochenilles.

Les expérimentations ont été conduites dans onze villages répartis dans quatre localités : Yamoussoukro, Toumodi, Dimbokro et Bocanda dont les coordonnées sont 05° 30 W et 6°85 N (Yamoussoukro), 05°01 W et 6°5 N (Toumodi), 04° 7 W et 6° 6 N (Dimbokro), 04° 5 W et 07° 1 N (Bocanda). Certaines données jugées insuffisantes n'ont pu être intégrées dans ce rapport.

Les résultats ont porté sur les rendements des variétés en 2006 en milieu paysan, les facteurs de multiplication et les attaques de virose.

- Données de rendements
- Pour l'estimation des rendements, les tubercules frais récoltés d'une variété ont été mis dans un sac et pesés à l'aide d'une balance électronique de précision 0,1g.
- Facteurs de multiplication
- Le facteur de multiplication de chaque variété a été déterminé en relevant la quantité de tubercules mère plantés (S) par variété et la masse de tubercules récoltés pour la même variété (R) sur la parcelle cultivée.

Facteur de multiplication = R / S

Une analyse de variance a été faite sur les données pour déterminer les rendements des variétés. Un test de Duncan a permis de mettre en évidence les différences significatives entre les moyennes au seuil α=0,05. Ce test a été également faite sur les données de facteurs de multiplication pour déterminer les différences significatives entre les moyennes. Sur la variété 98/01176 (*D. alata*), aucune analyse n'a été faite car les données n'étaient pas complètes

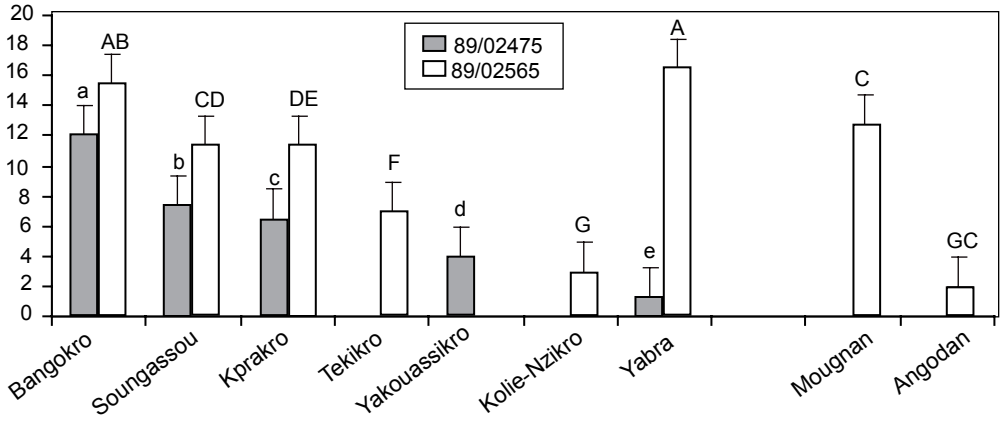


Figure 2. Rendements comparés de deux variétés améliorées de *Disocorea rotundata* dans neuf localités en milieu paysan en 2006.

Résultats et Discussion

Les rendements ont varié entre 2 t/ha (TDr 89/02565 à Angodan) à 17 t/ha (TDr 89/02565 à Bangokro) (figure 2).

La TDr 89/02475 a enregistré les rendements les plus bas dans toutes les localités comparativement au TDr 89/02565 dans les zones de production. Ces faibles rendements pourraient être dus aux conditions pédoclimatiques et aussi aux plantations tardives des variétés intervenues en juin alors que la grande saison pluvieuse dans ces zones couvre la période avril à juillet. Some (1995) recommande une pluviométrie régulière sur une période de cinq mois en raison du long cycle de l'igname. Les plantations se font dans ces zones au début du mois d'avril pour les *D. rotundata* tandis que la plantation des *D. alata* est étalée sur les mois d'avril à juin. Aucune raison scientifique n'a pu justifier jusque-là ces observations sur la plantation tardive des *D. alata*. Quant aux conditions pédologiques, les productrices ont été parfois confrontées dans certaines localités à la disponibilité des terres cultivables et appropriées à l'igname. La plupart des rendements obtenus en deçà de 10 t/ha sont issus des pratiques sous sols pierreux ou compactés (observation de terrain). Des recommandations ont été faites en vue d'éviter de tels sols pour les prochaines plantations.

Concernant les variétés de l'espèce *Dioscorea alata*, les rendements obtenus ont été plus élevés au niveau de TDa 98/01176 avec 30 t/ha, 43 t/ha et 51 t/ha respectivement dans les villages de Bangokro et Soungassou dans le département de Dimbokro et Tékikro dans le département de Bocanda (figure 3).

Les variétés de l'espèce *D. alata* sont plus résistantes à la sécheresse et se développent plus vite que l'espèce *D. cayenensis-rotundata*. Les rendements de TDa 98/01176 sont nettement supérieurs à ceux de TDa 98/01177 (figure 3).

En effet, malgré les plantations tardives et les poches de sécheresse observées, les rendements sont très élevés avec les variétés de *D. alata* contrairement aux *D. rotundata*. Une plantation en début du calendrier culturale permettrait de mieux cerner les performances des variétés améliorées dans les différents milieux agro-écologiques selon les conditions du milieu.

Les facteurs de multiplication (FM) ont été également calculés pour les variétés produites (Figures 4 et 5). Ils permettent de suivre et d'estimer la propagation des variétés dans le milieu. Les FM les plus élevés ont été obtenus chez TDr 89/02565

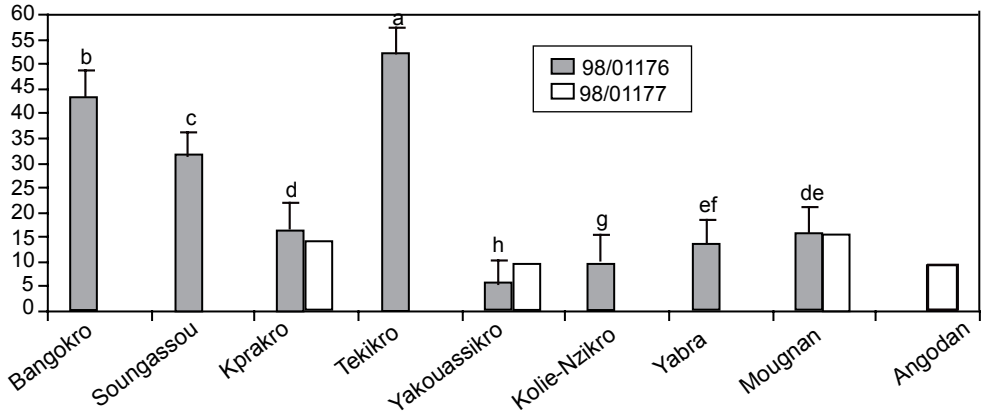


Figure 3. Rendements comparés de deux variétés améliorées de Disocorea alata dans neuf localités en milieu paysan en 2006.

(13,4) comparativement à TDr 89/02475 (10,5). Quant aux TDa, les FM ont oscillé entre 7 et 17. Le FM le plus élevé (17) a été obtenu chez TDa 98/01176 et le plus faible (7) chez TDa 98/01177. Ces facteurs concordent avec l'évolution des rendements des variétés. Le calcul des FM n'a pas intégré les paramètres de pertes observées pendant la phase végétative. Or, dans l'estimation des quantités de tubercules d'igname à propager dans un milieu, de façon durable, il serait important de prendre en compte ce paramètre. Il permet d'avoir une idée plus réaliste des semences disponibles ou à produire sur une période donnée. Jusque-là les chercheurs n'ont pas véritablement intégré les pertes enregistrées dans la détermination des facteurs de multiplication qui constitue un paramètre très important dans le transfert de technologies de production agricole.

Dans l'ensemble, les variétés n'ont pas été infestées par la mosaïque pendant la croissance. Cela pourrait être attribué à l'effet de l'insecticide et du fongicide appliqués avant plantation ainsi qu'au potentiel des clones à résister à la mosaïque. A la récolte, il a été observé des nématodes, particulièrement les nématodes à galles : *Méloïdogyne spp.* et *Scutellonema bradys* sur certaines variétés particulièrement TDr 89/02475 dans la localité de Yabra.

La méthode des mini-fragments, la haute densité de plantation et l'adoption des billons n'ont pas été positivement perçus par les productrices au début du projet. Cependant, en cours de végétation, les paysans ont pu apprécier à travers la bonne couverture des plantes, leur bon état sanitaire. La technologie a, en fin de première année, été bien appréciée par les productrices et producteurs. La technique des mini-fragments a déjà fait ses preuves dans l'amélioration des systèmes de production durable à base d'igname en Afrique de l'Ouest (Otoo *et al.*, 1987). La technique a montré ses performances dans l'amélioration des plantes à racines et tubercules (Hahn *et al.*, 1987; Segnou 1999). Cette technique a été reconduite par les producteurs lors de la deuxième campagne agricole.

Conclusion et recommandations

Les résultats de la première année méritent d'être poursuivis et améliorés. La variété TDr 89/02565 se comporte mieux que TDr 89/02475 surtout au niveau des rendements en milieu paysan. Il en a été de même des FM obtenus dans toutes les localités où cette variété a été plantée. Quant au *Dioscorea alata*, les rendements

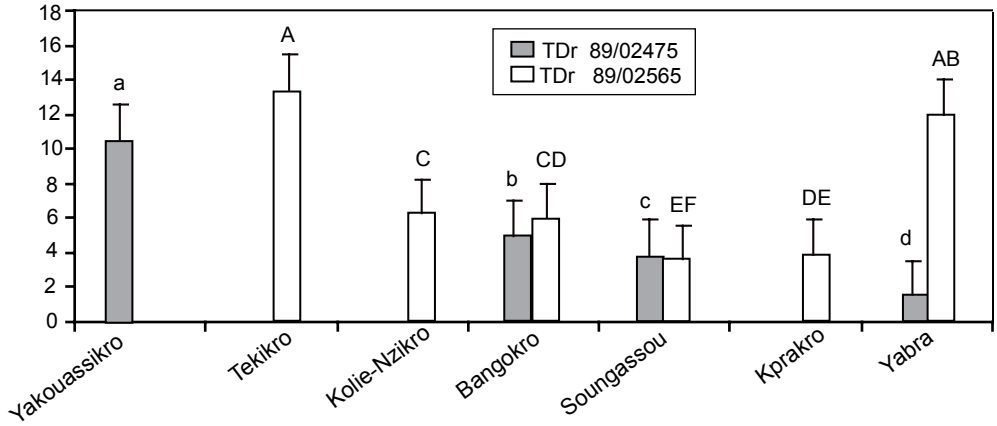


Figure 4. Facteurs multiplicatifs de deux variétés de *D. rotundata* dans neuf localités en milieu paysan en 2006.

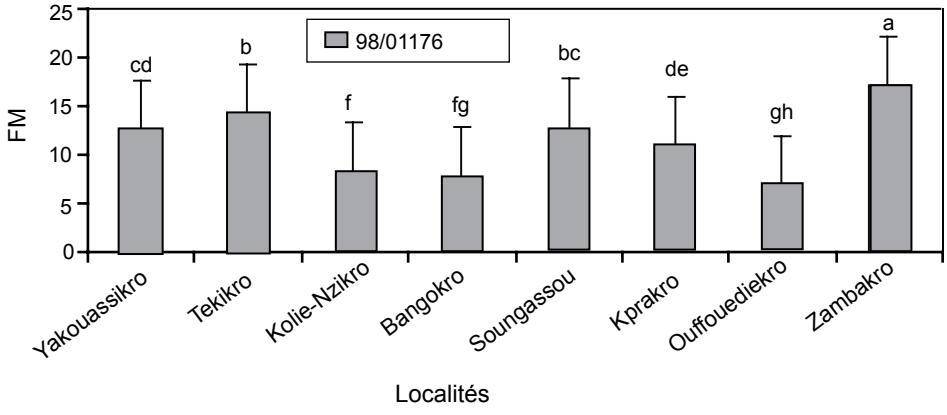


Figure 5. Facteurs multiplicatifs d'une variété améliorée de *D. alata* dans neuf localités en milieu paysan en 2006.

et les FM ont été meilleurs dans toutes les localités. Ce qui a démontré les hautes potentialités des variétés qui sont bien appréciées par les productrices. Les variétés ont montré une résistance à la mosaïque de l'igname. La méthode de plantation pour la production de semences de qualité (la technique des mini-fragments, les billons et la haute densité) a été également bien appréciée par les paysans au terme de la première année. Ainsi les méthodes ont été reconduites par les productrices et ls producteurs pour les deux années à venir.

Références bibliographiques

Asiedu, R. 1994. Towards genetic improvement of yams (*Dioscorea* spp.) Africa Tropical Root and Tuber Crops Bulletin 8[1], 8-10.

Asiedu, R., Ng, S. Y. C., Vuylsteke, D., Terauchi, R. & Hahn, S. K. 1992. Analysis of the need for biotechnology research on cassava, yam, and plantain. In Thottappilly, G., Monti, L. M., Mohan Raj, D. R. & Moore, A. W. (Eds) Biotechnology: enhancing research on tropical crops in Africa (pp. 27-32). Wageningen, Netherlands.

Ettien, J. B., Tschannen, A. T., Nindjin, C., Asiedu, R., Assa, A. & Girardin, O. 2003. Evaluation de nouvelles variétés d'igname en Côte d'Ivoire: bilan de trois ans d'expérience

avec des génotypes améliorés par l'IITA. Agronomie Africaine Numéro spécial: Atelier national sur l'igname, octobre 2001: 109-116
FAO. 2002. FAO statistical databases.
Hahn, S. K., Osiru, D. S. O., Akoroda, M. O. & Otoo, J. A. 1987. Yam production and its future prospects. Outlook on Agriculture 16 (3): 105-110.
Otoo, J. A., Osiru, D. S. O., Ng, N. Q. & Hahn, S. K. 1987. Improved Technology for Seed Yam Production. Ibadan, Nigeria.
Segnou, M. 1999. Improvement of production technology for seed yams (Dioscorea rotundata Poir.). Cahiers Agricultures 8: 405-408
Some, M. 1995. Contraintes à la production de l'igname au Burkina Faso. Vol. 4, p. 163-169.» Cahiers Agricultures, 4:163-169.

Facteurs Determinant L'adoption de Nouvelles Varietes D'ignames (*Dioscorea Sp.*) dans la Region Centre de la Côte D'ivoire

A.M. Kouakou[(1)] S. Doumbia[(1)], J.B. Ettien[(2] , G.P. Zohouri[(1)] V. and Gnaoré – Yapi[(1)].
(1) : Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) 01 BP 1740 Abidjan 01, (2) : Centre Suisse de Recherche Scientifique, Abidjan

Résumé
L'igname est la première culture vivrière de Côte. La diversité génétique du genre est en forte régression et la diffusion des nouvelles variétés est lente. Une étude participative a été conduite dans la région de Toumodi en Côte d'Ivoire en vue de déterminer les facteurs favorisant l'adoption des nouvelles variétés. Il en ressort que la population pratiquant cette culture est constituée à 87 % d'hommes et 23 % de femmes. Parmi ces personnes, il y a 58 % de jeunes ayant entre 21 et 40 ans et 68 % d'elles ont une expérience de la pratique de la culture de l'igname comprise entre 21 et 40 ans. Les clones TDa 00/0010, TDa 00/00128 et TDa 00/01166 pour les *D. alata* et TDr 96/00614 et TDr 89/2672 pour les *D. rotundata* ont été les plus appréciés. Les choix des producteurs correspondent bien aux clones ayant les meilleures performances agronomiques. Les génotypes choisis sont caractérisés par une bonne levée, une bonne couverture du sol et une bonne vigueur de la plante en végétation. A la récolte, ils produisent plus de 2 tubercules par pied.

Abstract
Yam is the first food crop in Côte d'Ivoire. Its genetic diversity is decreasing and new varieties are disseminated slowly. A participative study has been conducted at Toumodi in the center of Côte d'Ivoire to determinate the factors which improves the adoption of new varieties. Among the yam producers, 87% are men, 58% are young people between 21 and 40 years old and 68% of all have yam cropping experience comprised between 21 to 40 years**.** TDa 00/0010, TDa 00/00128 and TDa 00/01166 for *D. alata* and TDr 96/00614 and TDr 89/2672 have been identified as the best clones by farmers. Those choices were confirmed by the agronomic performances. These clones have a good rate of sprouting, a high canopy and a strong vigour of the plant.

Introduction
L'igname, *Dioscorea spp*. constitue une importante source d'énergie pour les populations des Caraïbes et de l'Afrique. En Côte d'Ivoire, elle occupe la première place des productions vivrières avec 4,8 millions de tonnes en 2006 (FAOSTAT, 2008). Elle est l'aliment de base des populations du Centre de ce pays.

La diversité génétique de l'espèce est en forte régression à cause des changements climatiques et des maladies et ravageurs. Des variétés traditionnelles ont disparu, d'autres sont délaissées à cause des maladies. C'est le cas de la variété bêtê-bêtê dont les qualités culinaires sont dépréciées par la présence des points noirs dans la chair du tubercule. Pour celles qui résitent, les rendements sont faibles (moins de 10 t/ha en général). En Côte d'Ivoire, la vulgarisation de variétés améliorées d'igname est très rare. Après plus de soixante ans de recherche, seulement deux cas sont connus. Il s'agit de la variété Florido vers les années quatre-vingts et de la variété C18 actuellement en cours d'expansion.

Des progrès ont été réalisés dans le domaine de la création variétale dans la sous région. Ainsi, l'Institut International d'Agriculture Tropical (IITA) a créé de nouveaux clones hybrides de *D. alata* et de *D. rotundata* issus des croisements intra spécifiques (Asiedu et *al.*, 1998). Toutefois, le fait que ce travail de recherche ait été mené essentiellement en station a fortement limité le taux d'adoption des nouvelles variétés (Byerlee et *al.*, 1982). Or selon Sperling and Ashby (1999), les paysans peuvent contribuer efficacement à la conduite des activités de recherche. En plus, l'igname est une plante séculaire en Afrique et sa culture est bien maîtrisée par les paysans africains chez qui, il y aurait une civilisation dite « civilisation de l'igname » (Miège, 1952). Dumont et *al.*, (2005), notent la nécessité pour les améliorateurs de l'igname de capitaliser le savoir – faire paysan en vue d'en tirer le maximum de profit. Ces différents constats imposent désormais d'initier de nouvelles méthodes qui prennent en compte dans le processus de sélection le point de vue des paysans. Une démarche similaire a été adoptée par Doumbia *et al*., (2005) pour le riz.

L'objectif global de cette étude est de promouvoir les approches qui impliquent davantage les paysans dans la définition des critères de sélection grâce à leur participation effective dans l'évaluation des nouvelles variétés d'igname. C'est la méthode dite participative (Sperling *et al*., 2001). De manière spécifique, il s'agit de définir les facteurs qui favorisent l'adoption de nouvelles variétés d'igname par les producteurs baoulé du Centre de la Côte d'Ivoire.

Materiel et methodes

Zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans le village de Bringakro, dans la sous-préfecture de Djékanou (Toumodi), 06° 09' 05 N 005° 48' 19 W ; altitude : 246 m sur le site expérimental du Centre Suisse de Recherche Scientifique (CSRS). Les paysans ayant participé à la sélection sont issus des villages de Bringakro, Alluiminankro, Tafissou et N'Dakouassikro.

Nombre de variétés

Deux espèces ont été retenues pour l'étude: *Dioscorea alata* et *Dioscorea rotundata*, 10 génotypes de *Dioscorea alata* : TDa 00/00168, TDa 00/00145, TDa 98/01166, TDa 00/00171, TDa 00/00128, TDa 00/0010, TDa 98/01176, TDa 00/00174, TDa 00/00036, TDa 99/00116CSEJ et C18. Florido a servi de témoin.
10 variétés de *Dioscorea rotundata* : TDr 95/18544, TDr 95/19177, TDr 96/00614, TDr 89/02672, TDr 89/02565, TDr 96/00295, TDr 96/00664, TDr 95/18894, TDr 96/00594, TDr 95/18944. La variété traditionnelle Gnan a servi de témoin.

Dispositif expérimental

Les variétés des deux espèces sont plantées séparément. Pour chaque espèce, un dispositif en blocs de Fisher avec 4 répétitions a été mis en place avec comme unique facteur la variété. La parcelle élémentaire comprenait 20 pieds.

Techniques culturales

La taille des boutures était d'environ 250g. La plantation a été faite sur des buttes à une densité de 10000 buttes à l'hectare. Il y a eu un apport de fientes de volailles 2 semaines avant la plantation. Il n'y a pas eu de tuteurage.

Choix des paysans

Le choix a été basé sur la décision des producteurs eux-mêmes de participer au test. Il a été demandé dans chaque village les personnes produisant de l'igname et volontaires pour participer à ce travail. Ont donc été retenues celles qui se sont désignées. Au total 38 paysans ont participé aux travaux.

Données collectées

L'âge, le sexe et l'expérience dans le domaine de la culture de l'igname ont été notés.

Pour l'âge et l'expérience, différentes classes ont été définies : 1 an à 20 ans : 1; 21 ans à 40 ans : 2 ; 41 ans à 60 ans : 3; 61ans à 80ans : 4. Cette division par paliers de 20 ans tient compte de la vigueur à travailler au champ.

Les observations faites au champ sont :

1. En cours de végétation

1.1 Taux de levée à 8 semaines après plantation

1.2 Vigueur de la plante à 8 semaines après plantation (SAP)

1.3 Sévérité de la virose à 6 mois après plantation

1.4 Maladie des feuilles 12 SAP

1.5 Couverture du sol (canopy) 6 SAP.

Les notations ont été faites par les chercheurs. Il a aussi été demandé aux paysans de faire leurs appréciations sur les caractères définis et sur d'autres caractères qu'ils ont définis eux-mêmes.

2. A la récolte :

2.1 Nombre de pieds productifs

2.2 Nombre total de tubercules,

2.3 Nombre de gros tubercules (tubercules dont le poids est supérieur à 1000 g)

2.4 Nombre de petits tubercules (inférieur ou égal à 1 000 g)

2.5 poids de gros tubercules

2.6 Poids de petits tubercules.

Pour la vigueur de la plante, la couverture du sol, la sévérité de la virose (% de la surface du plant affecté) et la sévérité de l'anthracnose ((% de la surface du plant affecté) les modalités de notations sont consignées dans le tableau 1.

Les données collectées ont été analysées avec le logiciel SAS 9.1. Ainsi, avons-nous calculé les fréquences pour les différentes tranches d'âge, pour le sexe et pour le nombre d'années d'expérience dans la pratique de la culture de l'igname. Pour les données agronomiques, nous avons procédé à l'analyse des variances et à la comparaison des moyennes.

Résultats

Typologie de la population

Le groupe de 38 agriculteurs est composé de 33 hommes et 5 femmes. Parmi ces agriculteurs, 22 ont entre 21 et 40 ans et 26 ont entre 21 et 40 ans d'expérience dans la culture de l'igname (tableau 2).

Evaluation des variétés

Les valeurs correspondant à la description des *D. rotundata* sont consignées dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 1. Modalités de notation de la vigueur de la plante, de la couverture du sol, de la sévérité de la virose et de la sévérité de l'anthracnose.

Caractère	Modalités
Vigueur de la plante	1: Faible ; 2: moyenne ; 3:Forte
Couverture du sol (canopy)	1: Faible ; 2: moyenne ; 3:Forte
Sévérité de la virose (% de la surface du plant affecté par les viroses)	1:0 à 2 % ; 2: 3 à 25 % ; 3: 25 à 50 % ; 4: > 50 % ; 5: Plant mort
Sévérité de l'anthracnose ((% de la surface du plant affecté par l'anthracnose)	1:0 à 2 % ; 2: 3 à 25 % ; 3: 25 à 50 % ; 4: > 50 % ; 5: Plant mort

Tableau 2. Répartition de la population de producteurs d'igname par tranche d'âge.

Tranches d'âge	1an à 20 ans	21ansà 40 ans	41ansà 60 ans	61ansà80 ans
Effectif de la population en %	0	57,89	31,58	10,53

Tableau 3. Répartition de la population de producteurs d'igname en fonction de leur expérience dans la pratique de la culture.

Expérience dans la culture de l'igname	1 an à 20 ans	21 ans à 40 ans	41 ans à 60 ans	61 ans à 80 ans
Effectif de la population en %	68,42	23,68	7,89	0

D. rotundata *:*

Taux de levée

Les 10 génotypes sont reparties en 3 catégories de levée : bonne (95 % de pieds levés), moyenne (entre 70 et 85 % de levée) et mauvaise (moins de 50 % de levée).

Vigueur de la plante

Tous les génotypes ont une vigueur moyenne du plant (valeur comprise entre 1 et 2).

Couverture du sol (canopy)

La couverture du sol est faible pour l'ensemble des génotypes (1 pour tous les génotypes).

Sévérité de la virose

Elle est globalement faible (comprise entre 1 et 3). Deux génotypes ont la valeur de la sévérité comprise entre 2 et 3 (2 pour TDr96 / 00295 et 2,67 pour Gnan).

Sévérité de l'anthracnose

Elle est égale à 1 pour tous les génotypes. Cette valeur est faible et montre que la surface des plants où il y a présence de symptômes de la maladie est inférieure à 2 %.

Tableau 4. Caractéristiques des *D. rotundata* en végétation et à la récolte.

Variété	Tauxde levée 8 SAP	Vigueur de la plante	Couver-tured u sol	Sévérité de la virose	Sévérité de l'anthrac-nose	Nomb de petits tuber-cules/butte	Nombre de gros tuber-cules/butte	Rende-ments (kg/ha)
TDa 00/00145	20	2	1	1	1	1,5	0,2	7884
TDa 00/00010	20	2	2,3	1	1	2,03	0,4	13900
TDa 98/01166	20	1,7	2,3	1	1	1,7	0,03	5682
TDa 00/00128	20	2,3	1,3	1	1	1	0,5	12462
TDa 00/00174	20	1,7	1,7	1	1	1,6	1,03	4433
TDa 98/01176	19,7	2	1,3	1	1	1 ,6	0,1	6266
TDa 99/00116 CSEJ	19,67	2	2 ,3	1	1	2,1	0,2	9573
Florido	19,7	2	2	1	1	2,7	0,1	7263
TDa 00/00168	19,33	2,3	1,3	1	1	1,6	0,5	11734
TDa 00/00171	18,7	2	2	1	1	3	0,03	7467
C18	17	2	1	1	1	1,23	0	2176
Erreur standard	0,2	0,2	0,1	0	0	0,05	0,1	584

Légende : SAP: Nombre de semaines après la plantation

Tableau 5. Caractéristiques des *D. alata* en végétation et à la récolte.

Variété	Taux de levée 8 SAP	Vigueur de la plante	Couver-ture du sol	Sévérité de la virose	Sévérité de l'anthrac-nose	Nombre de petits tuber-cules/butte	Nombre de gros tuber-cules/butte	Rende-ment (kg /ha)
TDr 96/00614	19	1,7	1,3	1	1	2	0,2	8424
TDr 89/2672	19	1	1,3	1	1	3,3	0,1	7089
TDr 96/00295	19	1,7	1	2	1	1,7	0,2	6314
TDr 95/18894	17,3	1,7	1,3	1	1	1,7	0,2	8072
TDr 96/00664	17	1,3	1	1	1	2	0,1	5664
TDr 95/18944	15	1	1	1	1	2,3	0,1	5994
TDr 95/18544	15	1	1	1	1	3,3	0,1	5479
TDr 96/00594	14,3	1,7	1	1	1	1,7	0,1	5590
TDr 89/02565	14	1,3	1	1,7	1	1,7	0,03	3602
Gnan	6	1	1	2,7	1	1,3	0,1	3250
Erreur standard	2,2	0,5	0,3	0,8	0	0,5	0,1	1909

Nombre de petits tubercules par butte

Tous les génotypes produisent plus d'un petit tubercule par butte. Les valeurs les plus élevées sont 3,33 pour TDr 89/2672 et TDr 95/18544).

Nombre de gros tubercules par butte

Il est faible et compris entre 0 et 1 pour tous les clones.

Rendement

Le rendement le plus faible est fourni par le clone temoin Gnan qui donne 3250 kg/ ha, alors que TDr 96/00614) avec 8424 kg / ha a la valeur la plus élevée.

Dioscorea alata

Taux de levée
Tous les 10 génotypes ont une bonne levée à l'exception de la C18 qui a moins de 90 % de levée.

Vigueur de la plante
Les vigueurs vont de 1,67 pour TDa 98/01166 et TDa 00/00174 à 2,33 pour TDa 00/00128, et TDa 00/00128. Ces deux derniers clones ont une forte vigueur.

Couverture du sol (canopy)
La couverture du sol est faible pour le génotype C18 (1) et forte pour TDa 00/00010, TDa 99/00166 et TDa 98/01166 (2,33). Sévérité de la virose
Elle est faible (1) pour l'ensemble des clones.

Sévérité de l'anthracnose
Elle est égale à 1 pour tous les génotypes.

Nombre de petits tubercules par butte
Ce nombre varie de 1 (TDa 00/00128) à 3 (TDa 00/00171), avec 2 comme valeur modale.

Nombre de gros tubercules par butte
Il est compris entre 0 pour C18 et 1 pour TDa 00/00174, la valeur modale étant 0..

Rendement
Il est compris entre 2176 kg/ha pour C18 et 13900 kg/ha pour TDa 00/00010, la moyenne étant 8000 kg / ha.

Classement des génotypes
Pour les *D. rotundata* le classement a été fait par les paysans seulement pendant la phase végétative (Tableau 6)

Les *D. rotundata* les plus appréciés sont TDr 89/02672 avec 32,14 % des appréciations pour le premier rang, TDr 96/00295 et TDr 96/00664 avec 28,57 % des appréciations pour le deuxième rang.

Quant aux *D. alata*, les observations des producteurs ont porté aussi bien sur la phase végétative que sur la récolte (tableau 7)

Les pourcentages d'opinions favorables exprimés par les paysans montrent que les clones

TDa 00/00010 qui a 32,14 % des appréciations pour le premier rang en phase végétative et 39,13 % à la récolte, TDa00/00168, ayant recueilli 28,57 % des appréciations pour le deuxième rang en cours de végétation, TDa 98 /01166 meilleur troisième pendant les deux phases 21,43 % et 21,74 % sont les clones les plus appréciés pour les *D. alata*.

Discussion

Typologie de la population
La majorité des personnes ayant participé à nos travaux sont des hommes (87 %). Ce taux montre que la culture de l'igname est essentiellement le fait des hommes pour les villages visités. Touré et *al*., (2002), ont obtenu les mêmes informations dans

Tableau 6. Pourcentage d'opinions favorables par génotype selon le classement des *D. rotundata* par les paysans en phase végétative (%).

Génotype	Premier	Deuxième	Troisième
TDr 96/00614	7,1	0	17,9
TDr 89/02672	32,1	25	10,7
TDr 96/00295	14,3	28,6	7,1
TDr 95/18894	3,6	3,6	14,3
TDr 96/00664	21,4	28,6	14,3
TDr 95/18944	0	0	3,6
TDr 95/18544	0	0	3,6
TDr 96/00594	10,7	10,7	17,9
TDr 89/02565	0	0	0
TDr 95/19177	3,6	3,6	7,1
Gnan	7,1	0	3,6

Tableau 7. Pourcentage d'opinions favorables par génotype selon les classements des paysans pour *D. alata.*

	Rang					
	En cours de végétation			A la récolte		
Génotype	Premier	Deuxième	Troisième	Premier	Deuxième	Troisième
TDa 00/00145	3,6	3,6	3,6	0	0	4,3
TDa 00/00010	32,1	14,3	10,7	39,1	21,7	8,7
TDa 98/01166	7,1	21,4	21,4	4,3	8,7	21,7
TDa 00/00128	14,3	7,1	10,7	13,04	26,1	8,7
TDa 00/00174	10,7	3,6	3,6	4,3	8,7	4,3
TDa 98/01176	14,3	3,6	0	17,4	17,4	17,4
TDa 99/00116 CSEJ	3,6	3,6	17,9	0	0	4,3
Florido	3,6	7,1	14,3	0	8,7	13,04
TDa 00/00168	3,6	28,6	7,1	13,04	8,7	4,3
TDa 00/00171	3,6	3,6	7,1	0	0	4,3
C18	3,6	3,6	3,6	8,7	0	8,7

les régions de Tanda, Dikodougou et Dabakala.Les femmes interviennent seulement comme main-d'œuvre familiale. Les paysans de la région sont relativement jeunes, avec plus de la moitié (58 %), dans la force de l'âge . Seulement 11 % des producteurs ont plus de 60 ans. L'igname étant l'aliment de base de cette population, sa culture est pratiquée par les jeunes générations, ce qui contribue à la perpétuation de la tradition de la civilisation de cette culture.

Caractérisation des génotypes d'igname

D. rotundata

Le taux de levée est supérieur à 70 % pour cette espèce à l'exception de la variété locale Gnan qui servait de témoin et n'avait que 30 %. Ce faible taux de levée du témoin est dû à la destruction des boutures occasionnée par les oiseaux. En effet cette variété était particulièrement appréciée par les perdrix qui ont détruit les

semenceaux. Cette forte attaque a réduit les performances de cette variété. En plus des attaques d'oiseaux, les viroses sont plus importantes sur la variété locale.

Le rendement et ses composantes sont faibles. En effet, la plupart des tubercules produits sont petits (moins d'un kg) et le rendement lui-même varie de 3250 kg / ha à 8424 kg / ha. Ces rendements sont très proches et même en deçà de ceux habituellement observés avec les variétés traditionnelles dans la région. Tous les génotypes améliorés ont de meilleures performances par rapport au clone local Gnan. Les clones TDr 96/00614 et TDr 95/18894 avec des un rendements de 8424 et 8072 kg / ha kg sont les plus productifs et sont aussi peu sensibles aux viroses.

D. alata

Contrairement aux *D. rotundata*, le taux de levée est bon chez cette espèce. La vigueur du plant et le taux de couverture sont bons. Les clones sélectionnés sont peu sensibles à l'anthracnose et aux viroses. Le nombre de tubercules produits par butte est supérieur à 1. Cependant la plupart des tubercules produits sont petits et le rendement est moyen, le maximum étant de 13900 kg à l'hectare. Ces mêmes génotypes testés les années antérieurs avaient tous des rendements supérieurs à 20 t / ha. Cinq clones (TDa 00/00145, TDa 00/00010, TDa 00/00128, TDa 99/00116 CSEJ et TDa 00/00168) ont un rendement supérieur au témoin Florido. Trois parmi les 5 (TDa 00/00010, TDa 99/00116 CSEJ et

TDa 98/01166) ont une meilleure couverture du sol par rapport à Florido.

Les rendements observés sont faibles en général. Cela pouurait s'expliquer par le retard de la mise en place et la rareté des pluies au cours de cette campagne. Les clones sélectionnés ont cependant eu des comportements satisfaisants par rapport aux temoins.

Relations entre les caractéristiques des génotypes et les choix des paysans

Les paysans ont eu comme premier et deuxième choix pour les *D. rotundata* les clones TDr 89/2672 et TDr 96 00/664. Ces génotypes sont caractérisés par une bonne levée pour les deux clones, une bonne couverture du sol pour le premier et une bonne vigueur du plant pour le second. Quant aux *D. alata*, leurs choix ont porté sur TDa 00/00010, TDa 00/00128 et

TDa 00/01166. Ces choix, bien qu'indépendant sont les mêmes en végétation qu'à la récolte après les classements. Ces génotypes sont caractérisés par une bonne levée, une bonne couverture du sol et une bonne vigueur de la plante en végétation. A la récolte, ils produisent plus de 2 tubercules par pied. Les deux premiers ont un rendement relativement élevé, tandis que le troisième a un faible rendement. Les choix des paysans en végétation correspondent bien aux meilleurs clones à la récolte. Cette coïncidence confirme la bonne connaissance de la culture de l'igname par les producteurs comme annoncé par Dumont et *al.*, (2005).

Touré et *al.*, (2002), dans l'étude d'adoption ex-ante des variétés améliorées d'igname ont mis en évidence la prépondérance de la quantité de tubercule produits et le rendement dans le choix des paysans pour la « bonne variété d'igname ». En effet comme premiers critères de choix d'une nouvelle variété, les producteurs des régions Est et Centre de la Côte d'Ivoire ont cité la production de plusieurs tubercules et le rendement élevé. Un nombre élevé de tubercules produits par butte est le signe d'un bon rendement, surtout lorsque ces tubercules sont gros. Le rendement est un facteur essentiel qui motive la décision du producteur à adopter une nouvelle variété (Kormawa et *al.*, 2003).

Le troisième choix de *D. alata* pour lequel le rendement est faible fait intervenir des critères comme la forme et la taille du tubercule et la coloration de la couche sous-épidermique du tubercule que nous n'avons pas mesurés. En effet, selon les paysans que nous avons interrogés, ils préfèrent les ignames *D. alata* dont la chair du tubercule est blanche. Les tubercules anthocyanés sont peu appréciés. La préférence des populations ivoiriennes pour les ignames à chair blanche est une préoccupation à prendre en compte par la recherche. En effet, chez la patate douce, les tubercules à chair jaune contiennent du ß-carotène et peuvent lutter contre la malnutrition chez les enfants (Kapinga et *al*., 2003). De même, les ignames à chair jaune peuvent constituer des aliments riches en vitamines dont la consommation doit être conseillée.

Le taux de levée, la bonne vigueur du plant et la bonne couverture du sol sont les critères qui prédisent pour le paysan un bon rendement. Ils concourent en plus à réduire la pénibilité du travail en diminuant l'enherbement grâce à une bonne couverture du sol.

Conclusion

Au cours de la campagne 2006, nous avons procédé à la recherche participative en station sur 20 clones améliorés d'igname. Les informations recueillies sont très utiles pour la conduite des sélections futures. Les hommes constituent la majorité de la population d'étude et leur âge moyen varie de 21 à 40 ans.

L'appréciation des agriculteurs prédit avec beaucoup de précision les performances agronomiques des ignames. Les clones choisis par eux sont ceux qui donnent les meilleures performances agronomiques.

Les génotypes testés sont nettement supérieurs aux variétés locales les plus cultivées. Ils sont donc très prometteurs et leur diffusion pourrait s'effectuer rapidement.

Cette étude a porté sur un nombre limité d'exploitants. Elle doit être étendue pour que les résultats soient mieux apprécier les facteurs déterminant dans le processus d'adoption de nouvelles variétés d'igname.

References biliographiques

Asiedu, R., S.Y.C. NG, K.V. Bai, I.J. Ekanayake, and. N.M. Wanyera. 1998: Genetic Improvement. Pages 63–104 *in* Food Yams, Advances in research, edited by Orkwor et al. IITA and NRCRI, Nigeria.

Byerlee D., L. Harrington, and D.L. Winckelmann. 1982. Farming system research : Issues in research strategy and technology design. American Journal of Agricultural Economics 64(5): 897–904.

Doumbia S., Z. Kéli Z. JU. Et M.E. Depieu. 2005. Perception paysanne de l'innovation à travers l'évaluation participative en riziculture : Intérêt et limite pour la recherche. Agronomie Africaine, N° Spécial (5) année internationale du riz. P 105-113.

Dumont R., A. Dansi, P. Vernier, and J. Zoundjihékpon. 2005. Biodiversité et domestication des ignames en Afrique de l'Ouest. Pratiques traditionnelles conduisant à Dioscorea rotundata. Edition CIRAD–IPGRI. 119 pp.

FAOSTAT. 2008. faostat.fao.org/site/567.

Kapinga R., P.T. Ewell, V. Hagenimana, . Collins, and D. Zhang. 2003. Promotion of orange-flesh sweetpotato as a dietary source of pro-vitamin A: Lessons and strategies in Eastern and Southern Africa. Pages 19–25 *in* Proceedings of the Eighth Triennal Symposium of the ISTRC-AB, edited by M. O. Akoroda. IITA, Ibadan.

Kormawa P., M. Tshiunza, A. Dixon, E. Udoh, and V. Okoruwa. 2003. Varietal characteristics of cassava: farmers' perceptions and preferences in the semi arid zone of Africa. Pages 61–58 *in* Proceedings of the Eighth Triennal Symposium of the ISTRC-AB, edited by M. O. Akoroda. IITA, Ibadan.

Miège J. 1952. Contribution à l'étude systématique des *Dioscorea* d'Afrique occidentale. Thèse doct. Faculté des sci. Paris, France. 266 pp.

Sperling, L. and J.A. Ashby. 1999. Moving participatory breeding forward: the next steps. Pages *in* History of farming systems research, edited by M. Collinson. CABI, Oxon. 15 pp.

Sperling L., A. Ashby, M.E. Smith, E. Weltzien, and S. McGuire 2001. A framework for analyzing participatory plant breeding approaches and results. Euphytica 122(3): 439–450.

Touré M., A.M. Kouakou, and G.P. Zohouri. 2002. Étude d'Adoption ex-ante des variétés améliorées d'igname; Projet FIDA/IITA/CORAF «Allégement de la pauvreté et renforcement de la disponibilité alimentaire en Afrique occidentale grâce aux technologies améliorées de l'igname». Rapport final. 52 pp.

GGE Biplot Analysis of Tuber Yield of *Dioscorea Rotundata* in Ghana

Emmanuel Otoo
Crops Research Institute, PO Box 3785, Kumasi, Ghana

Abstract
Yield data on 20 genotypes of *D. rotundata* that were tested in 15 rain-fed environments (three locations over five years) were subjected to GGE (genotype plus genotype x environment) biplot analysis. The aim of the study was to (i) estimate stability of yield, and (ii) identify genotypes that combine high yields with stability across environments. Environment (E) explained 36.5% of the total (G + E + GE) variation, whereas Genotype (G) and genotype x environment interaction (GE) explained 36.1% and 27.4%, respectively. The first two principal components (PC1 and PC2) were used to create a two-dimensional GGE-biplot and explained 64.0% and 12.0% of GGE sum of squares (SS), respectively. Genotypes Ge28, Ge1, Ge13, and Ge2 were the highest yielding and most stable genotypes. Bodwease in the coastal savanna agroecological zone was identified as the most representative and discriminating environment.

Résumé
Des données de rendement de 20 génotypes de *D. rotundata* testés dans trois écologies pluviales (trois localités sur une période de cinq ans), ont été soumises à une analyse bi-parcellaire GGE (génotype plus génotype x environnement). L'étude a été réalisée dans le but (i) d'estimer la stabilité du rendement, et (ii) d'identifier les génotypes combinant hauts rendements et stabilité quel que soit l'environnement. L'environnement (E) était à l'origine de 36,5% de la variation totale (G+E+GE), tandis que l'interaction Génotype (G) et génotype x environnement (GE) était responsable respectivement de 36,1% et 27,4% de la variation. Les deux premières composantes principales (PC1 et PC2) ont servi à créer l'effet bi-parcellaire GGE à deux dimensions et ont généré des sommes de carrés (SC) respectifs de 64,0% et 12,0%. Les génotypes Ge28, Ge1, Ge13 et Ge2 se sont avérés les plus productifs et les plus stables. Bodwease en zone agroécologique de savane côtière a été identifié comme l'environnement le plus représentatif et le plus discriminatoire.

Introduction
Yam (*Dioscorea* spp.) is an important multi-species crop in West Africa. *Dioscorea rotundata* is the main cultivated species in Ghana. Many cultivated varieties of yams produce seeds, yet no direct use of these seeds by farmers has ever been reported. *Dioscorea rotundata* cultivar Dente is very important in Ghana, being the best for length of tuber storage and second only to cultivars Pona and Lareboko in tuber quality. Its tubers can be stored for up to six months, long after Pona and Larbako are no longer available in the market, and its texture makes it excellent for pounding. This cultivar produces female flowers profusely and sets numerous seeds but very little to no attempt has been made to improve upon this. Since the year 2000, research efforts at the Crops Research Institute of Ghana, have been geared towards improving yam in general and *D. rotundata* cv Dente, in particular. In Ghana Dente cultivation is limited mainly to the Forest-savanna transition and Guinea savanna zones. It would be useful to evaluate the performance of its progenies in these and other yam growing agroecologies of the country. Mega-environment identification is one of the important objectives of multi-environment trials (MET) (Dehghania et. al.

2006). A mega environment is defined as a broad, not necessarily contiguous area, occurring in more than one country and frequently transcontinental, defined by similar biotic and abiotic stresses, cropping system requirements, consumer preferences, and, for convenience, by volume of production (Braun et al. 1996).

There are several analytical procedures for analyzing MET and identifying high and stable genotypes. The GGE biplot methodology of analyzing multi-environment trial (MET) data has been well documented (Yan et al. 2000; Yan and Hunt 2002; Yan and Kang 2003; Bhan et. al. 2005). GGE biplots graphically display G plus GE of a MET in a way that facilitates visual genotype evaluation and mega-environment identification. It also has a unique merit of graphically showing the which-won-where patterns of the data (Yan et. al. 2000). The GGE procedure has been employed successfully in determining relationships among genotypes and environments and the identification of high and stable genotypes of *D. cayenensis* in Ghana (Otoo and Asiedu 2006).

The objectives of this study were to identify the most representative, discriminating, and unique environments and superior (high yielding and stable) progenies derived from *D. rotundata* cv. Dente in Ghana.

Materials and Methods

Seventeen F_1 progenies (produced through open pollination) of the female flowering cultivar Dente, and three check cultivars were evaluated at three locations (Bodwease, Fumesua, and Wenchi) over five years, 2000 to 2004 (total of 15 environments; Table 1). Bodwease is in the coastal savanna agroecological zone, Fumesua in the forest zone, and Wenchi in the forest/savanna transition zone. Each trial was laid out in an Augmented randomized complete block design (RCBD) with three blocks.

Ten setts of each genotype, each weighing 300 g, were planted in mounds at a spacing of 1 m x 1 m in each plot at the onset of rains (March–April) each year. A

Table 1. Environments.

Code	Environment
FUM00	Fumesua 2000
FUM01	Fumesua 2001
FUM02	Fumesua 2002
FUM03	Fumesua 2003
FUM04	Fumesua 2004
BOD00	Bodwease 2000
BOD01	Bodwease 2001
BOD02	Bodwease 2002
BOD03	Bodwease 2003
BOD04	Bodwease 2004
WEN00	Wenchi 2000
WEN01	Wenchi 2001
WEN02	Wenchi 2002
WEN03	Wenchi 2003
WEN04	Wenchi 2004

bamboo stake, 2 to 3 m tall, was installed beside each mound for climbing of vines after shoot emergence. Each plot consisted of 10 stands and data were taken from all plants in a plot. Tubers harvested from each plot were weighed and expressed as fresh tuber yields on a hectare basis (t/ha). The trials were conducted under rain-fed conditions with no application of fertilizer or other agrochemicals. The experimental fields were weeded manually three to five times in a season and harvesting was done at 10 months after planting (MAP).

Statistical analysis

The yield data were analyzed using Proc Mixed procedures of SAS version 9.1 for Windows software considering environment and block as random and genotype as a fixed factor. The mean yield data were subjected to the Model 1 biplot procedure of the GGE computer software. This model generates biplots based on singular value decomposition of tester-centered data. The GGE biplot method (Yan et. al. 2000) was employed to study the genotype by environment interaction for yield. It is based on the formula:

$$Y_{ij} - \overline{y}_j = \lambda_1 \xi_{i1} \eta j_1 + \lambda_2 \xi_{i2} \eta_{j2} + \epsilon_{ij}$$

where Y_{ij} is the average yield of genotype i in environment j; $\overline{y}_j$ is the average yield over all genotypes in environment j; and $\lambda_1 \xi_{i1} \eta_{j1}$ and $\lambda_2 \xi_{i2} \eta_{j2}$ are collectively called the first principal component (PC1) and the second principal component (PC2), respectively; λ_1 and λ_2 are the singular values for the first and second principal components, PC1 and PC2 respectively; ξ_{i1} and ξ_{i2} are the PC1 and PC2 scores, respectively, for genotype i; η_{j1} and η_{j2} are the PC1 and PC2 scores, respectively, for environment j; and ξ_{ij} is the residual of the model associated with the genotype i in environment j. To display the PC1 and PC2 in a biplot, the λ values are absorbed into the genotype and environment scores so that the equation is written as:

$$Y_{ij} - \overline{y}_j = \xi^*_{i1} \eta^*_{j1} + \xi^*_{i2} \eta^*_{j2} + \epsilon_{ij}$$

where $\xi^*_{in} = \lambda^{1/2}_n \xi_{in}$ and $n^*_{jn} = \lambda^{1/2}_n \eta_{jn} = n\eta_{jn}$, with n = 1, 2. This scaling method has the advantage that PC1 and PC2 have the same unit (square root of original unit Mg ha^{-1} in terms of yield), although other methods of scaling are equally valid.

A GGE biplot is generated by plotting ξ^*_{i1} and ξ^*_{i2} against η^*_{j1} and η^*_{j2}, respectively, so that each genotype or environment is represented by a marker in the biplot.

Table 2. Analysis of variance (ANOVA) of fresh tuber yields of 20 genotypes of *D. rotundata* in 15 environments.

		Dente	
Source		DF	SS	%
Genotype (G)		19	5359	36.3
Environment (E)		14	5379	36.4
G x E		266	4039	27.4
PCLambda			% of total SS	
1	77.33		64	
2	33.50		12	
3	29.83		9	
4	24.56		6	
5	14.43		2	
6	12.85		2	

Results and Discussion

The combined analysis of variance of the fresh tuber yields of 20 genotypes of *D. rotundata* in 15 environments showed a significant effect of environment (Table 2). Environment (E) explained 36.5% of the total (G + E + GE) variation, whereas G and GE captured 36.1% and 27.4%, respectively. The first two principal components (PC1 and PC2) were used to create a two-dimensional GGE-biplot and these explained 64.0% and 12.0% of GGE sum of squares (SS), respectively.

Different genotypes produced the highest tuber yield in different environments (Table 3). Genotypes Ge1 and Ge28 won in six environments each. Ge 1 had the highest tuber yield in environments E1, E2, E3, E12, E14, and E15 whilst genotype Ge 28 had its highest tuber yields in environments E6, E8, E9, E10, E11, and E13. Ge 2 won in environments E2 and E5 and genotype Ge21 won in E7.

Relationships among environments

Figure 1 shows the GGE biplot for yield data of the 20 genotypes of *D. rotundata* evaluated in the 15 environments. The GGE biplot explained 76% of the G plus GE data. When the biplot explains a greater portion of the total variation, for example > 50%, (76% in this case) the angles exactly reflect the correlations among the testers. Two environments are positively correlated if the angle between their vectors is < 90; two environments are negatively correlated if the angle between their vectors is > 90; two environments are independent if the angle between them is 90. Zero means regression coefficient (r) = 1, 180 means r = –1 and environment with longer vectors are more discriminative of the entries; those with short vectors are less discriminative; those located at the biplot origin are not discriminative at all. The cosine of the angle between the vectors of two environments therefore approximates the correlation between them. For example, all the Bodwease environments (BOD00–BOD04) were positively correlated to each other. Similarly all the Wenchi environments (WEN00–WEN04), and Fumesua environments (FUM00–FUM04) were all positively correlated to each other. Even the cosine of angles between vectors of Bodwease and Wenchi was still less than 90. This means that there were no negative correlations among test environments, hence no strong crossover GE. Generally if two test environments were closely correlated consistently across years, removing one of them would not lead to any loss of information. The distance between two environments measures their similarity in discriminating the genotypes. Thus the 15 environments fell into two apparent groups: BOD00 and BOD02 were similar whereas the other environments were similar.

Discriminativeness of test environments

The lengths of the environment vectors (lines connecting the test environments to the biplot origin approximates the standard deviation within the respective environments, which is a measure of the discriminating ability of the environments (Yan 2005). Bodwease was therefore the best (most discriminative) (Fig. 1) environment.

Representativeness of the test environments

The “Average-Environment Axis” (AEA, or average-tester-axis,) (Yan 2001) is the line that passes through the average environment (with average coordinates of all test environments) and the biplot origin. A test environment that has a smaller angle with the AEA is more representative of the target environment. Results from Figure 2, the average environment coordinate (AEC) view of the GGE biplot based on

Table 3. Mean yield of 20 genotypes of *D. rotundata* in 15 environments in Ghana.

CODE	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	MEAN
Ge1	**22.8**	23.5	**24.9**	**28.3**	22.4	19.1	17	16.9	17.8	19.8	35.3	**30.7**	32.4	**30.8**	**33.1**	25.0
Ge2	22.3	**25.1**	23.7	25.1	**23.9**	15.1	13	14	14.2	15.9	28.5	28.9	27.6	29.1	28.7	22.3
Ge3	18.8	11.6	13.8	13.9	17.6	15.6	7.1	5.4	4.7	8.8	24.9	25.7	25	20.5	26.8	16.0
Ge15	20.3	21.6	22.5	22.1	23.1	10.3	15.5	12.2	7.6	11	19.1	22.7	16.8	20.1	26.5	18.1
Ge17	19.9	18.9	22.7	22.9	23.6	11.1	13.2	13.2	11.7	18.1	36.1	19.9	16.3	22.7	23.3	19.6
Ge13	16.9	19.3	18.9	19.3	18.9	17.6	16.8	16.8	16.8	14.5	31.1	27.8	28.3	28.6	27.8	21.3
Ge22	14.2	12	10.1	13.2	13.8	16.2	17.8	12.6	17.8	15.9	27.9	27.9	22.3	29.5	24.8	18.4
Ge28	21.2	22.6	23.2	24.8	22.8	**17.7**	18.2	**19.3**	**18.3**	**19.9**	**39.7**	30.2	**36.5**	30.2	30.1	25.0
Ge21	11.3	15.8	11.5	14.5	18	13	**19.4**	15.3	13.6	11.2	21.6	25.2	23.8	27.2	22.4	17.6
Ge30	14.2	13.4	12.8	10.5	10.1	7.4	13.8	11.6	8.7	10.9	18.6	22.4	23	22.1	24.5	14.9
Ge27	11.8	16.3	13.1	8.6	12.6	6.7	6.3	15.4	6.9	17.3	36	22.2	25.7	28.7	26.9	17.0
Ge32	12.8	13.6	12.7	14.4	18.2	12.9	15.4	16.1	13.2	14.3	19.8	25.3	23.8	22.7	23.4	17.2
Ge18	14.6	14.4	13.8	16.8	19.4	15.3	17.6	13.9	17.4	16.4	11.6	24.3	20.7	22.1	22.7	17.4
Ge34	11.8	11.7	10	9.6	9.6	16.9	9.1	9.6	5.4	16.6	9.8	30.2	28.3	27.6	25.7	15.5
Ge5	11.1	16.4	10.7	7.3	15	9.9	7.7	6.6	7.6	8.7	9.4	22.2	21.7	23.8	26.2	13.6
Ge36	17.8	19.2	18.7	18.7	17.3	13.8	18.8	18.4	18.2	14.6	22.8	26.8	22.6	20	26.7	19.6
Ge14	8.9	9.1	8.7	6.2	8.6	8.9	9.2	8.8	5.9	9.5	8.4	9.6	9.3	9.9	6.9	8.5
Ge38	14.6	16.4	12.7	11	12.2	19	15.2	15.3	18.4	12.5	19.6	22.7	21.5	22.3	23	17.1
Ge39	18.9	19.2	17.6	17.1	15.7	14.8	14.1	15.7	16.3	15.4	11.2	22.3	22.2	25.5	26.3	18.2
Ge40	8.2	8.6	10.5	7.2	7.9	8.2	9	7.2	6.9	9.2	7.8	9.2	9.3	7.4	6.8	8.2
Mean	15.6	16.4	15.6	15.6	16.5	13.5	13.7	13.2	12.4	14.0	22.0	23.8	22.9	23.5	24.1	17.5

NB: Winning genotype in each environment is in bold

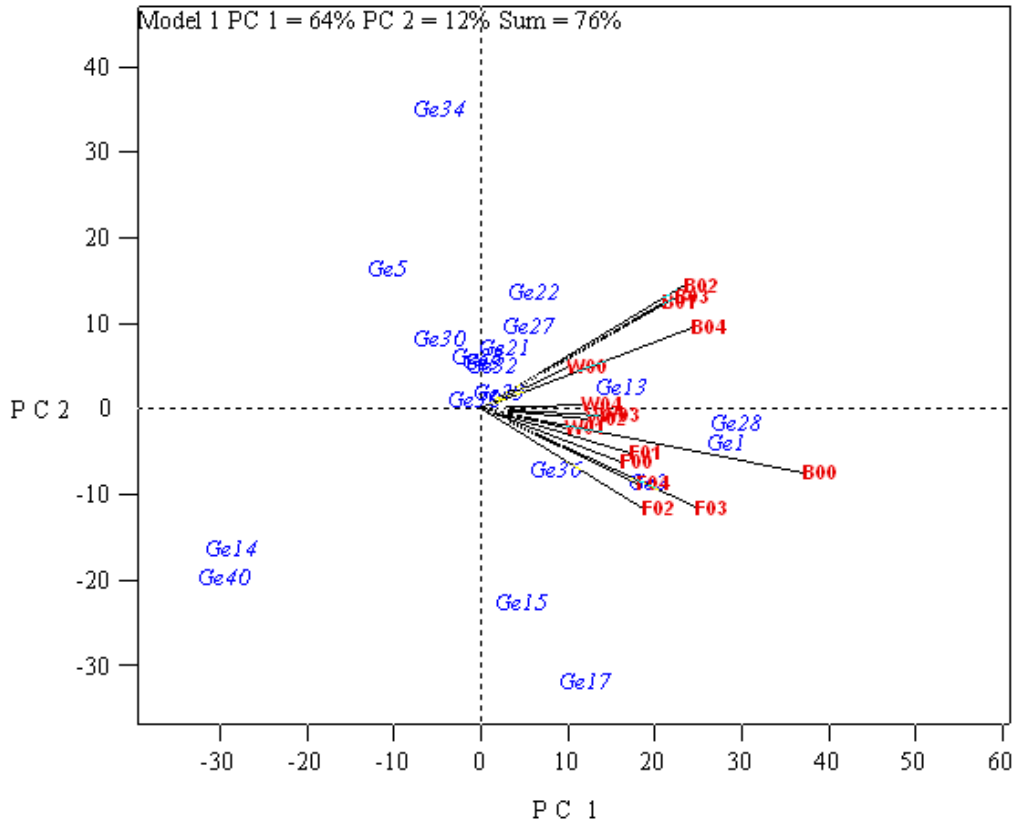


Figure 1. Biplot of relationships of 15 environments based on 20 genotypes of *D. rotundata.*

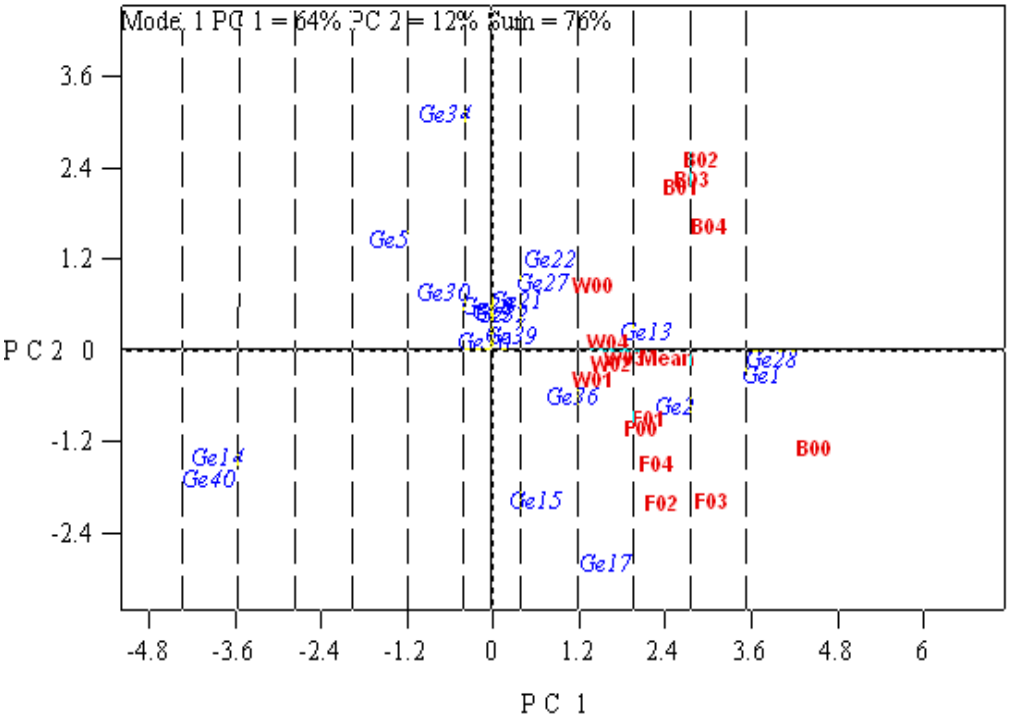


Figure 2. The average environment coordinate (AEC) view of the GGE biplot based on the genotype focused scaling, showing the mean yield and stability of 20 genotypes of *D. rotundata* in 15 environments.

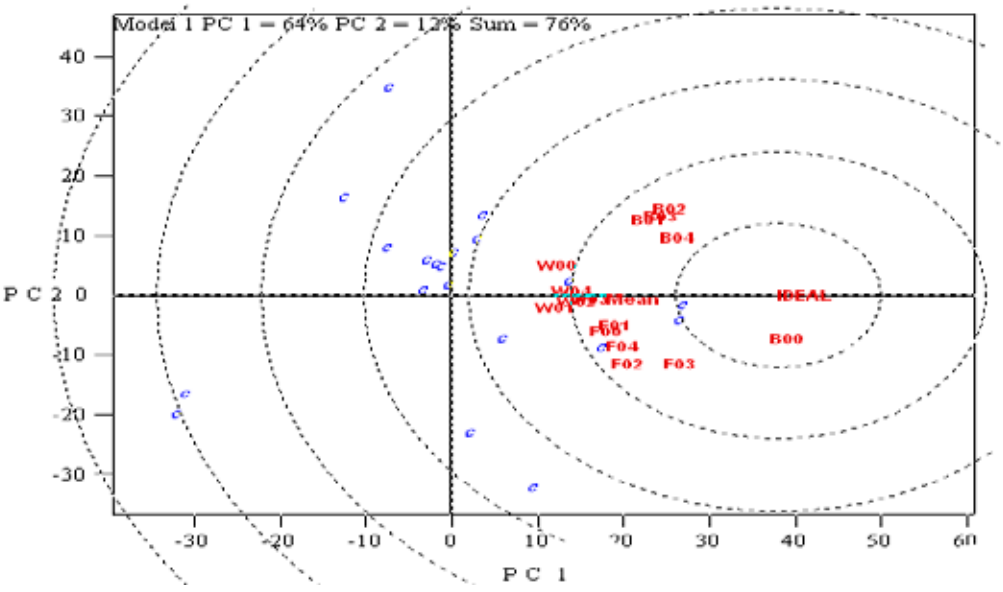


Figure 3. Biplot of rankings of 15 environments using 20 genotypes of *D. rotundata* based on both discriminating ability and representativeness.

the genotype-focused scaling, shows that the Fumesua environments and BOD04 were more representative than the other Bodwease and Wenchi environments. Discriminating and representative test environments are good test environments for selecting generally adapted genotypes. Hence BOD04, which was discriminating and representative is ideal for selecting genotypes with wide adaptation. Discriminating but non-representative test environments (e.g., BOD00, BOD01, BOD02, and BOD03) are useful for selecting specifically adapted genotypes if the target environments can be divided into mega-environments and also useful for culling unstable genotypes if the target environment is a single mega-environment. Non-discriminating test environments such as the Fumesua ones can be considered not useful.

Ideal test environments for selecting high mean performance genotypes

The ideal test environment should be most discriminating (informative) and most representative. Figure 3 defines an “ideal test environment” for the 20 *D. rotundata* genotypes, as the center of the concentric circles. Bodwease environments were closest to the ideal environment, whereas Wenchi were least ideal, among all test environments, for selecting cultivars adapted to the whole region. A test location or environment can be considered as “ideal” only if it is so across years. BOD00 was the most representative and discriminating for evaluation of the *D. rotundata* genotypes.

Similarity among genotypes

The length of the genotype vectors, which are lines connecting the genotypes to the biplot origin, measures the differences of the genotype from the grand mean (Yan 2005). Genotypes with long vectors are either the best in one or more environments (Fig. 4); genotypes located near the biplot origin are close to average in all environments.

The cosine of the angle between the vectors of two genotypes also measures their similarity in response to (interaction with) the environments, i.e., in specific adaptation.

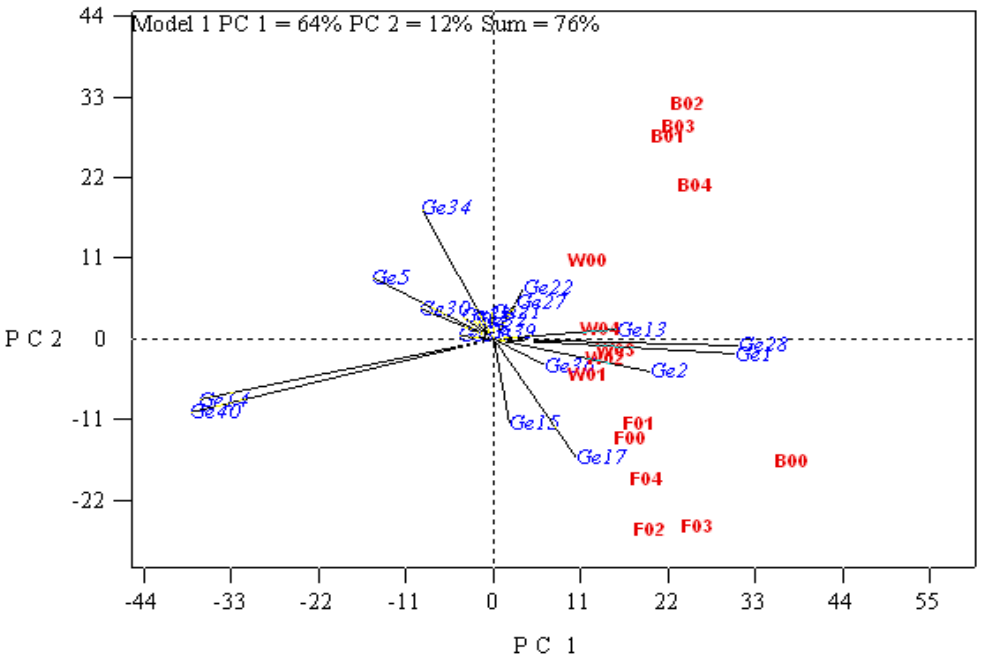


Figure 4. Biplot of rankings (relationships) of 20 genotypes of *D. rotundata* in 15 environments based on both mean and stability.

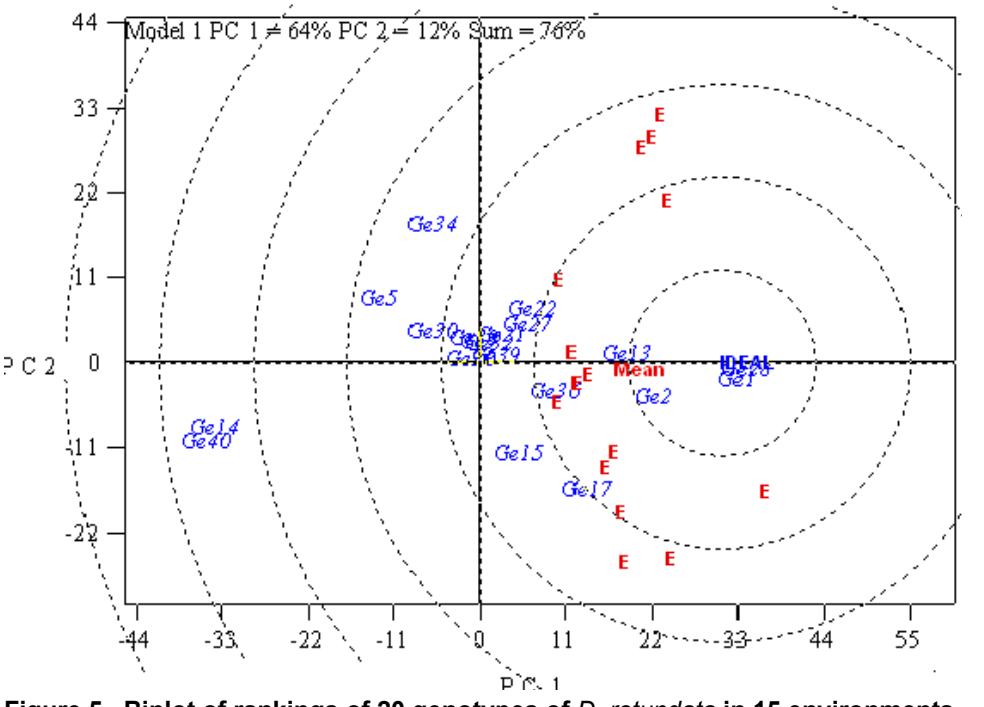


Figure 5. Biplot of rankings of 20 genotypes of *D. rotundata* in 15 environments with reference to an "ideal genotype" based on both mean and stability.

The distance between two genotypes also measures their dissimilarity. Therefore, Ge40 and Ge28 (Fig. 4) were the poorest and the best genotypes, respectively.

Mean performance and stability of the genotypes

Genotype Ge28 was the highest yielding genotype and genotype Ge40 was the lowest(Fig. 5). Genotype Ge6 was the most stable and Ge34 the most unstable.
An ideal genotype should have both high mean performance and high stability. Figure

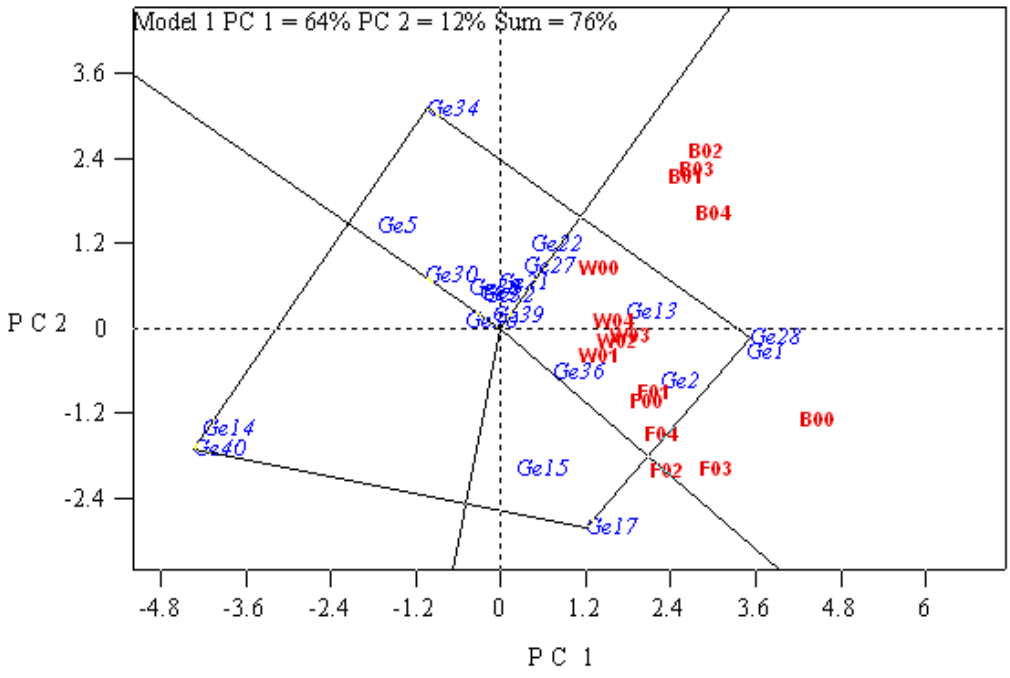


Figure 6. Biplot of winning genotype of 20 *D. rotundata* genotypes in 15 environments using the "which wins where or which is best for what" approach.

5 defines an "deal" genotype (the center of the concentric circles), which has the highest yield in all environments. So genotypes located closer to it (e.g., Ge28, Ge1, Ge13 and Ge2) are better than others.

Which-won-where Analysis

In the GGE biplot analysis, a polygon is first drawn on genotypes that are located away from the biplot origin so that all other genotypes are contained in the polygon. Perpendicular lines are then drawn, starting from the biplot origin, to each side of the polygon (Figure 6). These perpendicular lines divide the biplot into sectors, and the wining genotype for each sector is the one located on the respective vertex. Ge17 was the winning genotype in FUM02 and Ge28 and Ge1 were the winners in the rest of the environments.

Conclusion

The GGE biplot model effectively interpreted variation in this dataset and provided an-easy-to-do means of studying the interrelationships among the genotypes and environments.

References

Bhan, M.K., S. Pal, B.L. Rao, A.K. Dhar, and M.S. Kang. 2005. GGE biplot analysis of oil yield in lemongrass (*Cymbopogon* spp.). Journal of New Seeds 7(2): 127–139.

Braun H.-J., S. Rajaram, and M. Van Ginkel. 1996. CIMMYT's approach to breeding for wide adaptation. Euphytica 92: 175–183.

Dehghania, H., A. Ebadia, and A. Yousefib.. 2006. Biplot analysis of genotype by environment interaction for barley yield in Iran. Agronomy Journal 98: 388–393.

Otoo, E and R. Asiedu. 2006. Cultivar evaluation and mega-environment investigation of *D. cayenensis* cultivars in Ghana based on the GGE biplot analysis. Journal of Food, Agriculture & Environment 4 (3&4): 162–166.

Yan, W. 2001. TGGE biplot—a Windows application for graphical analysis of multienvironment trial data and other types of two-way data. Agronomy Journal 93(5): 1111–1118.

Yan, W. 2005. Use of biplot analysis in crop breeding. Proceedings of the Eastern Wheat Workers and Southern Small Grain Workers Conference, 9–12 May 2005, Bowling Green, KY. Pages 7–30.

Yan, W. and L.A. Hunt. 2002. Biplot analysis of diallel data. Crop Science 42(1): 21–30.

Yan, W. and M.S. Kang. 2003. GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Yan, W., L.A. Hunt, Q. Sheng, and Z. Szlavnics. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE Biplot. Crop Science 40: 597–605.

Section 2

Yam Marketing

An Analysis of the Demand and Supply of Seed Yams in Major Yam Producing Areas of Nigeria

Asumugha, G.N.[1] , M.E. Njoku[2], B.C. Okoye[1], O.C. Aniedu[1], O.A. Akinpelu[1], M.C. Ogbonna[1], H.N. Anyaegbunam[1], O. Ibeagi[1], A. Amaefula[1] and K.I. Nwosu[1]
[1]National Root Crops Research Institute, Umudike, Abia State, Nigeria.
[2]Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, Abia State, Nigeria

Abstract
This study was conducted to assess the influence of economic variables on the value of seed yam demanded and supplied in Nigeria using demand and supply function analyses. Cross sectional data was collected from 300 seed yam farmers and 120 traders spread across three major yam producing states in 2006 using multi-stage random sampling. Results show that education and income were negatively related to value of seed yam demanded in Ebonyi State. Price of seed yams had a negative relationship at 5.0% while farm size and fertilizer were directly related to value of seed yam demanded at 1.0% level. In Delta State, education and farmer experience were negatively related to seed yam demand and these were significant at 1.0%. Variable inputs were negatively related at 5.0% level while income and farm size were directly related to value of seed yam demanded at 1.0% and 10.0% levels, respectively. In Cross River State, age, education, labor and farm size had a direct relationship with seed yam demand at 1.0% level. Fertilizer and variable inputs were negatively related to seed yam demand at 5.0% level of probability. On the supply side, results indicate that price of seed yam and age of household heads have a positive and significant relationship with value of seedyams supplied at the 1% level. Disposable income was significant at the 5% level, while labor cost and suppliers' experience were negatively related with value of seed yams supplied. Price of substitutes and credit had a negative relationship with value of seed yam supplied. Result of the field work showed that there were no commercial structures for supply of seed yam in Nigeria. Farmer's only sell seed yams after satisfying own requirements. Own-price elasticities ranged from –0.170 for Delta and –0.440 for Ebonyi. The cross price elasticities for seed yams with respect to the price of major substitutes in all the states are all positive, indicating that the products are substitutes. The income elasticities of demand for seed yams are positive but for Ebonyi suggesting that seed yams in these states are normal goods whose production will increase with increasing total disposable income.

Résumé
Cette étude a été entreprise pour évaluer l'influence des variables économiques sur la valeur de graine de l'igname demandée et offert au Nigéria utilisant des analyses de fonction d'offre et demande. Des données transversales ont été rassemblées de 300 fermiers de graine de l'igname et de 120 commerçants à travers 3 régions principales produisant l'igname en 2006 utilisant plusieurs échantillonnages. Les résultats prouvent que l'éducation et le revenu ont été négativement liés à la valeur de graine d'igname demandée dans l'état d'Ebonyi. Le prix des graines de l'igname a eu un rapport négatif à 5.0% tandis que la dimension du champ et l'engrais étaient directement liés à la valeur de graine d'igname demandée à 1.0%. À d'autre région, Delta, l'expérience de fermier et son niveau d'éducation ont été négativement liées à la valeur de graine d'igname demandé et c'étaient significatives à 1.0%. Les entrées variables étaient négativement connexes à 5.0% tandis que le revenu et la taille du champ étaient directement liés à la valeur de graine d'igname demandé à 1.0% et 10.0% niveaux respectivement. Dans Cross River, l'âge, l'éducation, main d'œuvre et la taille de ferme a eu un rapport direct avec la demande de graine d'igname à 1.0%. L'engrais et des entrées variables ont été négativement liés à la demande de graine d'igname à 5.0% de la probabilité. Du côté d'Offre, les résultats indiquent que le prix de graine d'igname et l'âge des chefs de ménage ont le rapport positif et significatif avec la valeur des graines d'igname offert au niveau de 1%. Le revenu disponible

était significatif au niveau de 5%, alors que le coût de la main-d'œuvre et l'expérience de fournisseurs étaient négativement rapportés avec la valeur des graines d'ignames offertes. Le prix des produits alternatif et le crédit ont eu un rapport négatif avec la valeur de graine d'igname fournit. Le résultat des travaux sur le terrain a prouvé qu'il n'y avait aucune méthode marketing pour l'approvisionnement de graine d'igname au Nigeria. Les fermiers vendent les graines d'ignames seulement après avoir satisfait leurs besoins. Les élasticités de Propre-prix se sont étendues de -0.170 pour l'État Delta et de -0.440 pour Ebonyi. Les élasticités-prix croisée de la demande pour des graines d'igname en ce qui concerne le prix des produits de remplacement/alternatif importants dans tous les États étudiés sont positifs, indiquant que les produits sont des produits de remplacement. Les élasticités- revenu de la demande pour les graines d'igname sont positives mais pour Ebonyi suggérant que les graines d'igname dans ces Etats soient des marchandises habituels dont la production augmentera avec l'augmentation du revenu disponible.

Introduction

Background and justification

Yam (*Discorea* spp) is an important tuber crop in Nigeria, where it is produced both as a food and cash crop. Annual production of yam in the country is estimated at 36,720 million tonnes (FAO 2006). Yam is also a sociocultural crop.

Yam plays very significant roles in the diets of Nigerians. On the demand side, yam acts as an important energy source, while on the supply side, the entire production and marketing chain offers vast employment opportunities. In particular, the supply of yam offers prospects for higher income jobs because of the number of people involved and the value attached to it. Yam in Nigeria is becoming expensive and relatively unaffordable in urban areas as production has not kept pace with population growth leading to demand exceeding supply (Kushwaha and Polycarp 2001).

Although yam production in Nigeria is quite high (Nigeria is known to be the largest producer of yam in the world), there is still a need for increased production of yam to satisfy domestic and possibly export demand. Increased production of yam in Nigeria is believed to be constrained mostly by the high cost of seed yam (NRCRI 1985). A large quantity of the edible yam, up to 30% (3–5 t/ha) of the previous year's harvest may be used to plant a new crop (Okoli and Akoroda 1995). This makes seed yams account for over 40% of the yam production cost (Ugwu 1990, Nweke et al. 1991).

The three major inputs in yam production are seed yams, labor, and staking materials. According to Ezeh (1991), these inputs account for 45%, 21%, and 16% of yam production costs, respectively.

The high labor requirement (300–400 man days per hectare) for various production operations such as land preparation, weeding, training the vines, fertilizer application, harvesting, barn preparation, postharvest handling, transportation, and control of pests and diseases in the field and in storage have been variously reported as constraints (Lyonga 1980; Orkwor et al. 1992).

The minisett technique (involving the use of about 25 gramme cut setts to produce whole tubers which serve as "seed" of yam (Okoli and Akoroda 1995) was developed to address the problem of the high cost of seed yam. Attempts at reducing the high labor requirement led to the development and selection of bunchy types of yams that may not require stakes and staking even in the forest zone (Orkwor 1997).

Seed yam producers have several objectives for investing in seed yam production, although most of them produced seed yam essentially for the production of their

own ware yams (Asumugha et al. 2004). This largely explains why over 85% of the producers source their seed yams from the previous year's harvest.

Three types of seed yams were identified in Nigeria ((Asumugha et al. 2004). These are milked seed yam, cut setts (minisetts), and small whole tubers. The use of small whole tubers and milked setts was more widespread among producers than the minisett technique. This is probably due to the fact that small whole tubers and milked setts are often "bi-products" of ware yam production activity and this further reduces the burden of having a separate plot for seed yam production. Producers who had separate plots for seed and ware yam had a higher likelihood of adopting the minisett technique than those who produced the two yam types on the same plot.

Farmers may produce seed yams mostly for sale, for their own production, or both. Most farmers will sell seed yams only after meeting their own production needs, suggesting limited specialization in seed yam production. Seed yam is a major item of cost in yam production. The minisett technique of seed yam production holds a lot of prospects for reducing the cost of seed yam. It is therefore necessary to understand the demand for seed yam to help producers and other entrepreneurs to better participate in the yam subsector.

Literature exists on the empirical specification of demand functions. Deaton and Muellbauer (1980a), and Adepoju (2006) employed the almost ideal demand system's (AIDS) technique via a cross-sectional model. The AIDS technique, which is an econometric estimation, is linear.

The basic model of demand states that the amount demanded of any good depends on the good's own price, consumers' income, the prices of substitutes and complements, consumers' preferences, and perhaps, other factors. Some researchers have expressed the need to consider a wider range of explanatory variables than the price and consumer income variables suggested by economic theory (Effiong and Njoku 2001).

Objectives of the study

The objective of this study is to analyze the demand and supply of seed yams in major yam producing areas of Nigeria.

Specifically, the study aims at:

- Identifying and describing characteristics of the various participants in the seed yam subsector.
- Estimating and analyzing the demand and supply functions for seed yams in the major producing areas.
- Examining the relative demand and supply elasticities for yam.
- Making policy recommendations for increasing the demand and supply of seed yams.

The study aims to provide a basis for achieving the twin goals of food security and job creation. It is believed that more investment in this sector will generate new job opportunities and improve incomes for farmers through better price/returns and reduced out-migration.

Methodology

The study area

The study was conducted in the major yam producing northern and southern zones of Nigeria: Benue, Nasarawa, and FCT in the North and Delta, Ebonyi, and Enugu states in the south.

Sampling procedure for data collection

A multistage random sampling procedure was adopted in the choice of site, seed yam producers, and traders. Subsequently, an agricultural zone was chosen from the list of agricultural development project (ADP) zones in each of the selected states. For each zone, 50 seed yam producers and 20 seed yam traders were studied making a total of 300 yam producers and 120 yam traders.

Data collection

Both primary and secondary data were used in the study. Primary data were generated through the administration of a set of questionnaires on the target respondents. Farmers were visited at home as well as in their farms.

Data collected generally were household characteristics and employment, household expenditure on seed yams, inputs, complements, and substitutes.

On the demand side, data collected included the quantity and value of seed yams demanded, price of seed yam and close substitute, disposable income, household size and experience in seed yam production. Others included age and education of the household head, major and minor occupation, gender of the household head, farm sizes, labor, fixed inputs, and value of credit.

On the supply side, additional data collected included storage and value of losses during storage, membership of association or cooperative society, value of credit, income level, and transportation means. Secondary data were sourced from available literature and relevant research works in the area.

Data analysis

Conventional demand and supply function analyses via a cross-sectional model were employed to assess the influence of explanatory variables on the value of seed yam demanded and supplied.

Both descriptive statistics (frequencies, tables, means, and percentages) as well as linear regression models were applied to estimate the effect of the above variables on the value of seed yams demanded. Partial derivatives of the various elasticity formulae were estimated.

The demand function for seed yams is implicitly specified in equations (1) while equation (4) specifies the supply function

$Y = f(age, edn, i, L, Fs, Exp, Ps, P, Fertkg, Vi, e)$` (1)

$Y = y_P + y_B$, (2)

$i = G_i - G_0$ (3)

Where:

$Y =$ value of seed yams demanded in (₦)

$y_P =$ value of own produced seed yam

$y_B =$ expenditure on seed yam purchase by growers

age = age of household head (years)
edn = level of education of household head (years of schooling)
i = disposable income of household head (₦)
G_i = gross income of household
G_0 = income given away.
L = labor availability (mandays)
Fs = farm size (ha)
Exp = experience (Years)
Ps = price of close substitute (₦/kg)
P = price of seed yams (₦/kg)
Fertkg = quantity of fertilizer used in kg
Vi = other variable inputs (₦), (amount spent on pesticides and herbicide).
e = error term
The supply function is given as
SS = f (GD, ED, I, HHS, P, PS, C42, LAB, AGE, EXP, e) … … … (4)

Where:
SS = value of seed yams supplied (₦)
GD = gender of the supplier
ED = educational level of the household head (years of schooling)
I = disposable income (₦) (as described above)
HHS= household size
P = price of seed yams (as described above)
PS = price of substitute (as described above)
C42= value of credit (₦)
LAB = labor availability (mandays)
EXP = experience (years)
AGE = age of the trader (years)
e = error term

Demand elasticity for seed yam
Demand elasticity is defined as the responsiveness of demand to change in price. For linear functions, price elasticity of demand can be written as,

$$E_d = \frac{d_q}{d_P} \times \frac{p}{q}$$
$$= b. P_i/q_i$$

Where;
E_d = elasticity of demand
d_q = change in quantity demanded
d_P = change in price
P_i = mean value of the explanatory variables
q_i = mean value of the dependent variable
b_i = coefficient of the variables

Own price, cross price as well as income elasticities were determined.

Results and Discussion

Yam production systems

In each of the states studied, three LGAs in the major yam zones were covered. Field experience showed that households are headed mostly by males. Most seed yam growers grow white and water yams in the south and apply input such as fertilizer and agrochemicals sparingly. They also intercrop with cassava (a major substitute), maize, and *egusi*. Labor is provided by the household and also hired. Seed yam is available for planting in early April and May mainly from own production and sometimes from purchases from other farmers. The system of production however varies across the zones. They practiced the minisett, milked seed yam, and whole tuber systems of seed yam production. The use of small whole tubers and milked setts was more widespread among producers than the minisett technique as earlier observed (Asumugha et al. 2005). This was due to the fact that small whole tubers and milked setts are often "bi-products" of ware yam production activity; the producer does not necessarily need a separate plot for seed yam production. Seed yams are usually produced from ware yams and separated for next season planting.

In the northern part of Cross Rivers State (Bekwara and Ogoja LGAs), heaps are made in October, mulched, and the yam planted in January**.** A farmer can purchase about 2500 seed yams to complement their own production.

In Nasarawa State and generally in the north, substitutes to yam include cassava, guinea corn, maize, and sometimes sweetpotato. Planting is done at the beginning of each farming season, January to March. The farmers practice the three reported systems. The majority grow white yam. The buyers mainly come from the south and demand is highest in the planting season.

As observed in an earlier study, seed yams are usually stored on top of sticks laid on the ground. In southern Nigeria, yams are stored in open traditional barns tied to vertical wooden racks with twines for 5–6 months at a temperature of 34^{o}C and 60% relative humidity.

In the middlebelt, especially Benue State–Katsina-Ala, harvested seed yams are first stored on the ground covered with grasses on homesteads in November and later moved to the thatched house in January for storage (Asumugha et al. 2005).

Mean values of variables and socioeconomic characteristics of respondents

Tables 1 and 2 show the mean values of variables as well as socioeconomic characteristics of seed yam growers across the northern and southern states. Most of the seed yam growers were middle aged. This is the active farming group. However, it could be said that for Delta, Benue, and Abuja where the mean ages range between 50 and 58 years, the farming household heads are aging and may not be very active for a long time. The mean number of years of schooling of the seed yam growers was about six years which implies primary school leavers. Most of them grow seed yam as a major occupation with a mean farm size of between 1 and 2 ha. The average disposable income is however below N200,000 per annum.

Table 1 shows the mean values of variables used in the demand function analyses.

Table 1. Mean values of variables for the demand function in the six states of Nigeria.

	Abuja	Benue	Nasarawa	Ebonyi	Cross River	Delta
Demand N) (Y)	21,640.99	58,200.00	19,634.90	40,704.72	22,944.00	54,375.00
Age (yrs)	50.14	51.50	40.34	49.20	44.14	58.06
Education (yrs)	6.30	6.88	5.88	5.56	8.10	6.04
Major occupation	0.86	.9600	0.78	.90	0.74	.92
Income (₦)	281,510	135,240.00	115,754.00	250,960.00	175,170.41	245,451.22
*Labor (Mandays)	200.73	149.76	225.00	158.44	1100.21	371.66
Farm size	4.69	.9314	1.86	3.86	2.22	2.01
Experience (yrs)	30.98	27.82	21.72	30.61	20.38	26.28
Price of substitute	179.87	112.84	177.90	200.95	232.20	263.22
Price of seed yam	26.26	50.24	45.08	23.96	17.45	27.71
Fixed Input (₦)	4075.58	404.44	1980.68	3942.40	7822.47	5050.60
Fertilizer (kg)	22.00	225.00	359.76	473.26	172.22	87.22
Other variable inputs	23,797.55	6207.20	1.72	6.94	8.25	129.46

Source: Derived from survey data 2006.

Demand for seed yams

This section analyses the influence of specified economic variables on the demand for seed yams in northern and southern Nigeria. Results of the parameter estimates in the linear regression analysis are shown in Table 3. Value of seed yams demanded (in ₦) was the dependent variable (Y), and the independent variables were as shown in the table. The regression model explained 62–84% of the total variation in the states studied. The F-ratio shows that the regression was statistically significant at the 1.0% level.

The coefficients of own price of seed yam (P) are generally negative and significant across the states except for Cross River State which had a positive sign and was not significant. This result generally conforms to *a priori* expectation as price increases are expected to lead to a reduction in quantities demanded of normal goods. Thus, farmers will demand for additional seed yams only when the price is low otherwise they make do with reserves from last years' harvest. The result for Cross River State showed that demand for yam increased with increase in its price.

This indicates that farmers in Cross River will continue to demand for seed yam, increases in prices notwithstanding. This may be due to the fact that cassava, the closest substitute for yam in this area cannot match the position of yam as the "king crop".

The own price elasticity of demand for seed yam in Ebonyi State was –0.44, Delta State –0.17, Benue State –0.14, and Abuja (FCT) –0.069 and inelastic. This implies that increases in the price of seed yam will in the long run bring about a less than proportionate decrease in the demand for seed yam and vice versa. For Nasarawa and Cross River states, the own price elasticity of demand were 0.149 and 0.054, respectively, indicating that the elasticity of demand is inelastic but positive. This implies that increases in own price will bring about a less than proportionate increase in seed yam demand.

The results of the analyses also suggest that age exerts a positive and significant effect on seed yam demand by household heads in FCT and Cross Rivers State. Thus, the elderly are engaged more in seed yam production.

Table 2. Distribution of farmers according to socioeconomic characteristics.

Variables	Abuja Freq	%	Nasarawa Freq	%	Cross-river Freq	%	Beune Freq	%	Delta Freq	%	Ebonyi Freq	%
Age of producers (yrs)												
20–39	10	20	23	46	17	34	15	30	16	32	10	20
40–59	25	50	20	40	27	54	17	34	14	28	28	56
60–79	15	30	7	14	6	12	14	28	16	32	12	24
80–99	0	0	0	0	0	0	4	8	4	8	0	0
Total	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
Education(yrs)												
0–6	35	70	34	68	24	48	24	48	35	70	37	74
7–12	7	14	12	24	14	28	19	38	12	24	9	18
> 12	8	16	4	8	12	24	7	14	3	6	4	8
Total	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
Major occupation												
Farming	43	86	39	78	37	74	48	96	46	92	45	90
Others	7	14	11	22	13	26	2	4	4	8	5	10
Total	50	100	50	100	50	100	50	100	50	1	50	100
Disposable income (₦)												
< 200 000	37	74	44	88	35	71.4	42	84	22	53.70	39	78
200 001–400 000	5	10	4	8	12	24.5	3	6	11	26.80	4	8
400 001–600 000	3	6	0	0	1	2.1	3	6	5	12.20	3	6
600 001–800 000	3	6	2	4	0	0	2	4	2	4.90	3	6
800 001–1,000,000	1	2	0	0	1	2.1	0	0	1	2.40	1	2
> 1,000,000	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	50	100	50	100	49	100	50	100	41	100	50	100
Farm size												
0.01–2.00	24	48	33	66	30	60	50	100	33	66	20	40.80
2.01–4.00	9	18	13	26	18	36	0	0	13	26	11	22.50
4.01–6.00	10	20	3	6	7	14	0	0	2	4	13	26.50
6.01–8.00	2	4	1	2	0	0	0	0	2	4	2	4.10
8.01–10.00	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.00
> 10	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4.10
Total	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	49	100
Experience (yrs)												
0–9	0	0	10	20	5	10	1	2	7	14	1	2
10–19	9	18	12	24	19	38	16	32	10	20	9	18.40
20–29	11	22	12	24	19	38	12	24	8	16	10	20.40
30–39	16	32	12	24	16	32	8	16	13	26	17	34.00
40–49	11	22	9	18	8	16	6	12	7	14	9	18.00
50–59	1	2	6	12	2	4	3	6	4	8	1	2
60–69	2	4	0	0	0	0	4	8	1	2	2	4.10
70–79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	49	100

Source: Derived from survey data 2006.

Table 3. Demand functions for seed yams in southern and northern Nigeria.

	Southern Nigeria			Northern Nigeria		
Variable	Ebonyi regression coefficient	Delta coefficient	Cross River regression coefficient	Benue coefficient	Abuja regression coefficient	Nasarawa regression coefficient
Constant	78 444.394**	190,857***	–52,337.05***	–55,136.44	–26,193.51	–14,012.07
	(2.227)	(3.721)	(–3.347)	(–0.724)	(–1.639)	(–1.114)
Age of household	–455.373	–104.675	1296.972***	617.024	1033.179**	282.774
head (age)	(–0.755)	(–0.630	(3.449)	(0.428)	(2.097)	(0.628)
Educational level	–2988.160***	–10 689.43***	2218.958***	106.741	2028.503**	935.626**
(edn)	(–3.407)	(–3.884)	(3.468)	(0.038)	(2.369)	(2.073)
Disposable income (I)	–4.341E-02***	0252***	7.365E-02**	0.231**	–9.890E-06	2.915E-02**
	(–5.068)	(4.003)	(2.212)	(2.499)	(–0.002)	(2.093)
Labour availability (L)	–85.002	12.367	2.760***	1163.527***	59.753***	–56.380*
	(–2.267)	(0.571)	(4.317)	(3.106)	(4.973)	(–1.929)
Farm size (Fs)	10 633.429***	11,286.506*	8280.294***	–191,294.3**	3487.766***	15,982.92***
	(5.647)	(1.912)	(4.125)	(–2.081)	(7.382)	(3.822)
Experience (Exp)	756.938	–2759.257***	–390.378	–138.588	–1186.110**	–449.689
	(1.067)	(–3.804)	(–1.007)	(–0.101	(–2.212)	(–0.998)
Price of substitute (Ps)	13.221	17.340	7.572	242.417	111.318*	–11.323
	(0.273)	(0.374)	(0.542)	(1.046)	(1.737)	(0.483)
Price of seed yams (P)	–754.437**	–332.573	71.517	–162.970	–56.409	64.891
	(–2.664)	(–0.509)	(0.334)	(–0.231)	(–1.458)	(0.855)
Fertilizer in kg (Fertkg)	1.070***	–1.199	–53.255**	194.745*	20.276	17.160**
	(2.959)	(–0.779)	(–2.489)	(1.885)	(0.681)	(2.394)
Variable inputs (Vi)	–4018.494	–8823.990**	–2380.780**	–0.908	–0.102	–1064.374
	(–1.019)	(–2.240)	(–2674)	(–0.430)	(–1.297)	(–1.089)
R^2	0.760	0.738	0.844	0.622	0.821	0.792
Adjusted R^2	0.644	0.629	0.725	0.525	0.768	0.701
F–values	7.929***	6.775***	7.053***	6.407***	15.574***	8.750***

Source: Derived from survey data 2006.
Note: *** is significant at 1%, ** is significant at 5%, and * is significant at 10%.
Values in parenthesis are the t-values.

Farm size was significant and positive for all the states except Benue where the relationship is negative. This implies that higher farm sizes urge farmers to demand for more seed yam in all the states except in Benue. Benue farmers generate enough seed yams for own production.

The elasticity of demand for seed yam with respect to farm size was positive and elastic for Nasarawa and Ebonyi states but inelastic for Abuja, Cross River, and Delta. This implies that increases in farm sizes will bring about a more than proportionate increase in seed yam demand in Nasarawa and Ebonyi states and a less than proportionate increase for Abuja, Cross River, and Delta.

Availability of fertilizer encourages demand for seed yams by farmers in Ebonyi, Benue, and Nasarawa states. This is because findings indicate that there is a positive and significant relationship between quantity of fertilizer available and seed yam demand. Ebonyi State has a fertilizer blending plant unlike other states in the southeast. The fertilizer blending plant is adequately supplied with raw materials such as lime within the state. The plant has capacity to produce 40 t of NPK fertilizer per hour. Apart from this fertilizer blending plant, there are other dealers around the state that procure fertilizer from Lagos for sale to farmers. Fertilizer in the state is distributed through wholesalers, retailers, local government areas, and farmers' associations. The state ADP plays a very key role in getting these to the farmers.

Education was positive and significant for Cross River, Abuja, and Nasarawa states, indicating that increases in education level will bring about increases in seed yam demand in these states. The elasticity with respect to education for the three states are 0.78, 0.6, and 0.28, respectively. This implies that increases in the educational level of respondents will bring about a less than proportionate increase in quantity of seed yam demanded in the three states. For Ebonyi and Delta states in the south, education was found to be a significant determinant of demand for seed yam but has a negative and significant influence at the 1% level. This implies that education exposes farmers in these later states to other sources of income, employment, and livelihood hence, the higher the educational level, the lower their demand for seed yam. This is expected *a priori*, because Ebonyi State is one of the educationally disadvantaged states in Nigeria.

For Delta State, the elasticity of demand for seed yam with respect to education was 1.20 indicating that increases in education will lead to a more than proportionate increase in seed yam demand. The elasticity of demand for seed yam in Ebonyi State with respect to education was found to be –0.41. This indicates that elasticity is inelastic implying that increases in the level of education will in the long run bring about a less than proportionate decrease in the demand for seed yam. For the three northern states, with respect to education, the demand was inelastic and positive. Thus increases in education will lead to a less than proportionate increase in seed yam purchase.

Disposable income was found to be a significant determinant of the quantity of seed yams demanded in all the states except Abuja. The relationship is negative for Ebonyi State indicating that increases in income will bring about decreases in quantity of seed yam demanded. The elasticity is –0.03 which is less than one and therefore inelastic. This implies that increases in education will bring about a less than proportionate decrease in seed yam demand.

For Delta and Cross River states in southern Nigeria and Benue and Nasarawa in the north, coefficient of income was positive and significant at the 5% level, implying

Table 4. Demand elasticities for seed yam.

Elasticity	Abuja	Nasarawa	Benue	Cross River	Delta	Ebonyi
Own price	–0.069	0.149	–0.141	0.054	–0.17	–0.44
Cross price	0.925	–0.103	107.9	0.077	1.83	1.6
Income	$1.29E^{-4}$	0.172	0.54	0.562	0.13	–0.03

Source: Derived from survey data 2006.

that increases in income in these states will bring about an increase in seed yam demand. The elasticities were found to be 0.13, 0.56 for Delta and Cross River, respectively, and 0.54 and 0.17 for Benue and Nasarawa, respectively. This implies that a 1% increase in income will bring about less than proportionate increase in quantity of seed yams demanded.

Availability of labor in mandays was found to be a positive and significant determinant of seed yam demanded at the 1% level for Cross River in the south and Benue and Abuja in the north. For Nasarawa, it was only significant at the 10% level. These imply that increases in labor availability will bring about increases in seed yam demand in these states.

The elasticity with respect to labour in Benue was found to be elastic at 3.0 implying that increases in labor availability will bring about a more than proportionate increase in seed yam demand. This conforms to expectation because closer examination of respondents revealed that yam mounds in Benue State are usually prepared by November and left to be planted up by February to take advantage of cheap labor to ensure that a large area is prepared before planting starts.

For Cross River, Abuja, and Nasarawa, the elasticities with respect to labor were 0.13, 0.55, and –0.64, respectively implying that demand is inelastic for the three states, but elastic for Benue. This implies that increases in labor availability will bring about a less than proportionate increase in seed yam demand in Cross River and Abuja; but a less than proportionate decrease in demand in Nasarawa.

Cross price and income elasticities of seed yam demand

Price elasticities

Table 4 presents the respective computed price, cross price, and income elasticities of demand for seed yam. In accordance with utility theory, the own-price elasticities are negative for two states each from northern and southern Nigeria. Demand is price inelastic for the four states of Abuja, Benue, Delta, and Ebonyi with respect to their own price. Own-price elasticities ranged from –0.069 for Abuja, –0.141 for Benue, to –0.170 for Delta, and –0.440 for Ebonyi. The positive own-price elasticities of demand for seed yams in Nasarawa and Cross River may either be accounted for by the fact that there is not much variability in the price of seed yams in those states.

The cross price elasticities for seed yams with respect to the price of major substitutes are all positive except for Nasarawa, indicating that the products are substitutes and demand is inelastic, indicating that increases in the price of seed yam will bring about a less than proportionate increase in the demand for the substitutes. The cross price elasticity for Benue was elastic indicating that increases in the price of seed yam will result in more than a proportionate increase in the substitute demanded.

Estimated elasticities of explanatory variables on demand for seed yams.

Variables	Abuja	Benue	Nasarawa	Cross River	Delta	Ebonyi
Age	2.4	0.60	0.58	2.49	—0.11	–0.60
Education	0.60	0.01	0.28	0.78	1.20	–0.41
Labor	0.55	3.00	–0.64	0.13	0.10	–0.33
Farm size	0.75	–3.10	1.51	0.80	0.42	1.01
Experience	–1.70	0.10	–0.49	–0.35	–1.30	0.60
Fertilizer(kg)	–0.02	0.00	0.31	–0.39	–0.00	0.01
Variable Inputs (VI)	–0.11	0.10	–0.09	–0.86	–21.01	–0.70
Total	2.40	1.11	1.78	3.22	–20.74	–0.89

Source: Derived from survey data 2006.

Income elasticities

As shown in Table 4, the income elasticities of demand for seed yams are all positive but less than one except for Ebonyi suggesting that seed yams in these states are normal goods whose production will increase with increasing total disposable income on seed yams. Income elasticities of demand for seed yams in the country are less than unity in FCT ($1.29E^{-4)}$, Nasarawa (0.172), Cross River (0.562), Benue (0.54), and Ebonyi (–0.03). This indicates that demand for seed yams is, therefore, inelastic with respect to income.

Supply analysis for seed yams

Table 5 shows the supply function analysis for seed yams. The regression model explained 98% of the total variation. The estimated slope coefficient was significantly different from one at the 95% confidence level. Disposable income of the supplier, price of seed yams, labor cost, age, and experience of the supplier all exert a significant effect on the supply of seed yams in the country. Cost of labor has an inverse relationship with the supply of seed yams indicating that resources that should have helped enhance seed yam supplies may be diverted to take care of labor costs. Experienced growers are now diversifying to other farm enterprises as alternative sources of income as indicated by the negative sign of the coefficient.

Table 5 indicates that elasticity of supply of seed yam with respect to income is positive but inelastic. Thus increases in income will lead to a less than proportionate increase in seed yam supply.

The elasticity of supply with respect to years of experience and labor are negative and elastic. This implies that increases in these variables will lead to a more than proportionate decrease in seed yam supply. For labor, the reduction in supply may be as a result of channelling of funds to labor costs as against increased supply. Experienced farmers may want to diversify into the supply of other crops.

Table 6 gives the descriptive statistics and socioeconomic profile for seed yam suppliers in Nigeria.

The average age was about 47 years. These indicate that most of the seed yam suppliers were middle aged. This is the active farming and trading group.

The mean number of years of schooling was about 13 years, Experience influences decision making in relation to risk aversion. The mean number of years in seed yam supply was about 20 years. The suppliers are mostly male. About N98,254 worth of seed yams are supplied by an average seed yam producer with a mean price of about N34 per seed yam. Other variables are quantified as shown in the table.

Table 5. Determinants of supply of seed yam in Nigeria.

Variable	Regression coefficients
Constant	206 107.794**
	(–3.314)
Gender (GD)	20 701.232
	(0.773)
Educational level (ED)	3714.797
	(1.431)
Income (1)	0.186**
	(3.338)
Household size (HHS)	1093.220
	(0.712)
Price of seed yam (P)	1694.292***
	(10.836)
Price of substitute (PS)	–89.434
	(–1.035)
Credit (C42)	–0.323
	(–1.283)
Labor cost (LAB)	–89.943*
	(–2.351)
Age	6633.791***
	(6.134)
Experience (Exp)	–6385.584***
	(–4.946)
R^2	0.978
Adjusted R^2	0.941
F - value	26.507***

Source: Derived from survey data 2006.

Note: *** is significant at 1%, ** is significant at 5%, * is significant at 10%.

Values in parentheses = t–values.

Estimated elasticities of supply of seed yams in Nigeria.

Variables	Elasticity
Gender	0.194
Age (years)	3.170
Education (yrs)	0.527
Experience (yrs)	–1.299
Income (₦)	0.323
Price of seed yam (₦)	0.600
Price of substitute (₦)	–0.150
Credit	–0.00
Labor	,–2.34
Age	3.17

Source: Derived from survey data 2006.

It was reported that the northern states of Nigeria contributed 67.97% of the total yams supplied to southeastern Nigeria (Anuebunwa 2002) confirming an earlier report by Eluagu et al. (1990). These are mainly ware yams meant for consumption, and the movement is mostly north to south. According to the report, the southern states contribute about 32.03%. Seed yam supply, from the result of this study, is localized.

Conclusion

The study indicated that seed yam farmers in Nigeria are predominantly middle aged, except in Delta State, with a low level of literacy. Farmers sell seed yams only after satisfying their own requirements. Supply of seed yams in Nigeria is localized. Relevant economic variables influencing demand and supply of seed yams in Nigeria include age, farm size, education level, and the disposable income of the farmers. Others

Table 6. Mean values of descriptive statistics for supply of seed yam.

Variables	Mean values
Gender	0.92
Age	46.93
Education (Ed)	13.93
Experience (Exp)	19.98
Income (i)	17,0610.62
Price of seed yam (P)	33.89
Price of substitute (Ps)	161.18
Variable inputs (Vi)	2455.86
Fixed inputs (Fi)	0.0193
Access to credit (C41)	0.234
Amount of credit (C42)	15,798.61
Loss of seed yam (loss)	1167.86
Value of supply (ss)	98,254.12
Storage (St)	0.4242
Variety of seed yam used (va)	3.09
Labor cost (lab)	2559.86
Cooperatives (coop)	0.3661

Source: Derived from survey data 2006.

are experience in seed yam production and labor availability. The relevant economic variables influencing supply of seed yams in Nigeria include income, price of seed yam, and the age of the farmers. Others are experience in seed yam production and labor costs. These results call for policies aimed at encouraging farmers to increase cultivation of seed yams, and improving farmers' access to fertilizer and other inputs. Thus, for the commercialization of the seed yam sector, farmers should be educated through extension services on the benefit of seed yam enterprise. Credit facilities should be extended to the farmers to enable them to cultivate more farms.

In accordance with utility theory, the own-price elasticities are negative for Ebonyi and Delta states. Demand is price inelastic for these states with respect to their own price. Own-price elasticities ranged from –0.170 for Delta and –0.440 for Ebonyi. The positive own price elasticities of demand for seed yams in Cross River may either be accounted for by the fact that there is not much variability in the price of seed yams in this state. The cross-price elasticities for seed yams with respect to the price of major substitutes in all the states are all positive, indicating that the products are substitutes.

The income elasticities of demand for seed yams are positive except for Ebonyi suggesting that seed yams in these states are normal goods whose production will increase with increasing total disposable income or credit facilities. These findings indicate that policies should be made to encourage increased seed yam production and marketing, otherwise, farmers would reallocate their resources into the production of other substitutes. It is noteworthy at this point to state there is already an expanded program on cassava production in Nigeria. If nothing is done for seed yam, yam production and marketing may be relegated and Nigeria may lose her position as the highest producer of yam in the world.

Thus, for the commercialization of the seed yam sector, farmers should be educated especially through extension services on the benefit of seed yam enterprise. These of farmers can be assisted with soft loans to address the capital deficiency to increase farm sizes for seed yam production and access farm inputs.

Acknowledgement

The authors wish to acknowledge NRCRI Umudike for providing vehicles, computer services, support staff, and logistics for this study. NRCRI together with Michael Okpara University of Agriculture, Umudike provided the scientists for the study. IFAD-TAG and IITA are also acknowledged for providing the funds for the work.

References

Adepoju, S.O. 2006. An analysis of industrial demand for maize in three selected states of Nigeria using Almost ideal demand system (AIDS). Pages 62–69 *in* Proceedings of 2006 Nigerian Association of Agricultural Economists (NAAE) Conference, 27–30 November, Lagoke Akintola University of Technology, Ogbomoso, Nigeria.

Anuebunwa, F. O.2002. A structural analysis of yam trade flows into Abia State of Nigeria. Nigerian Agriculture Journal 33: 17–22.

Asumugha, G.N., B.O. Ugwu, O.C. Aniedu, G.C. Orkwor, and K. Amegbeto. 2004. Minisett technique of seed yam production in two major yam producing states of Nigeria: a function of input availability and production objective. Paper presented at the 9th Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops–African Branch (ISTRC-AB), 31October–5 November, 2004, Mombassa, Kenya.

Asumugha, G.N., O.C. Aniedu, M.C. Ogbonna, B.C. Okoye, O.A. Akinpelu, H.N. Anyaegbunam, J.E.G. Ikeorgu, G.C. Orkwor, K.I. Nwosu, and M.C. Okwusi 2005. Comparative economic analysis of seed yam production techniques in Nigeria. Annual Report 2005, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigeria.

Deaton, A.S. and J. Muellbauer. 1980a. An almost ideal demand system. American Economic Review 70: 312–326.

Effiong, E.O. and M.E. Njoku. 2001. Empirical estimation of demand functions and elasticities for goat meat product in Cross River State, Nigeria Journal of Sustainable Agriculture and the Environment Vol.3(1): ??

Eluagu, L.S., M.O. Ijere, O.Okereke, and F.I. Nweke. 1990. Inter state trade on yams in south-eastern Nigeria. Nigeria Journal of Agricultural Science 5(1): 187–214.

Ezeh, N.O.A. 1992. Economics of seed yam production from minisetts at Umudike, south eastern Nigeria: implications for commercial growers. Pages 378–387 *in* Tropical root crops in a developing economy, edited by F. Ofori and S.K.Hahn. Proceedings of 9th International Symposium of International Society for Tropical Root Crops, 20–29 October 1991, Accra, Ghana. IITA, Ibadan.

FAO. 2006. Food and Agricultural Organization 2006. Databases.

JKoutsoyiannis, A. 1979. Modern micro economics. Macmillan Education Limited, 2nd Edition, London. ?? pp.

Kushwaha. S. and I.M. Polycarp 2001. Economics of small scale yam production in Qua'an Pau LGA of Plateau. Pages 69–74 *in* The role of agriculture in poverty alleviation, edited by M.M. Abubakar, T.A. Adegbola, and I.S.R. Butswat. Proceedings 34th Annual Conference of Agriculture Society of Nigeria, held 15–19 October, 2001, Abubakar Tafawa Balewa University (ATBU), Bauchi, Nigeria.

Lyonga. S. N. 1980. The Economics of Yam *(Dioscorea spp*) Cultivation in the Cameroon. Pages 208– 213 *in* Proceedings of the First Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops -African Branch. Ibadan, Nigeria.

NRCRI. 1985. Yam: science and technology briefing. 20–22 February, National Root Crops Research Institute, Umudike and National Stored Products Research Institute, Lagos, Nigeria. 16 pp.

Nweke, F.I., B.O. Ugwu, C.L.A. Asadu, and P. Ay. 1991. Production costs in the yam-based cropping systems of southeastern Nigeria. RCMP Research Monograph

No. 6, 11TA. Ibadan, Nigeria.
Okoli, O.O. and M.O. Akoroda. 1995. Providing seed tubers for the production of food yams. African Journal of Root and Tuber crops 1(1): 1–6.
Orkwor, G.C., O.U. Okereke, F.O.C. Ezedinma, and H.C. Ezumah. 1992. Critical period of weed interference in maize intercropping with yam (*Dioscroea rotundata* Poir), okra (*Abelmoschus esculentus* I. Moench), and sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam.). Nigerian Journal of Agriculture 26(20): 61–70.
Orkwor, G.C. and C.L.A. Asadu. 1996. Yam Agronomy. Pages 107–1142 *in* Food yam: advances in research, edited by G.C. Orkwor, R. Asiedu, and I.J. Ekanayake. NRCRI/IITA, Ibadan, Nigeria.
Ugwu, B.O. 1990. Resource use and productivity in food crop production in major yam producing areas of southeastern Nigeria. PhD. dissertation, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

An Analysis of The Marketing Channels and Efficiency of the Marketing System for Yams in Nigeria

[1]G.N. Asumugha, [1]D. Lemka, [1]M. Ogbonna, [1]B.C. Okoye, [1]E. Dung, [2]M.E. Njoku, [1]K.I. Nwosu
[1]National Root Crops Research Institute, Umudike, Abia State, Nigeria.
[2]Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, Abia State, Nigeria.

Abstract
This study deals with an analysis of the level of pricing efficiency of a yam marketing system in order to provide data for appropriate improvement policies for increased production and export. The broad objective is to determine the channels and level of efficiency of the marketing system for yam in Nigeria. Data were collected through farm and market level surveys conducted in 2007. A combination of analytical tools involving econometric and descriptive techniques was used. This includes the bivariate correlation coefficients in the estimation of yam prices in pairs of yam markets to determine how spatially integrated the yam markets were. The result shows that the yam market participants include the producers, rural assemblers, commissioned agents, urban and semi-urban wholesalers as well as retailers who abound mostly in urban areas. There is a low degree of spatial market integration for yam in Nigeria as indicated by 80 out of 171 pairs of markets. This implies therefore a low level of market integration for yam throughout the country. The marketing system of yam in Nigeria is less competitive and therefore less efficient.

Resumé
Cette étude est une analyse du niveau de prix d'efficacité (tarification efficacité) du système de commercialisation d'igname afin de fournir des données pour l'amélioration des politiques appropriées pour la production et l'exportation renforcées. La grande orientation est de déterminer les canaux et le niveau de l'efficacité du système de commercialisation d'igname au Nigeria. Des données ont été rassemblées par des enquêtes de niveau de ferme et de marché menées en 2007. Une combinaison des outils analytiques comprenant des analyses économétriques et descriptives ont été employée. Ceci inclut le coefficient de corrélation d'analyse bivariant (à deux variables) dans l'estimation des prix d'igname dans les deux marchés d'igname comparé pour déterminer comment les espaces intégrés de marchés d'igname étaient. Le résultat prouve que les participants de marché d'igname incluent les producteurs, les monteurs ruraux, les agents commissionnés, grossistes urbains et semi-urbains aussi les détaillants qui sont nombreux la plupart du temps en zones urbaines. Il y a un faible d'intégration spatiale du marché pour l'igname au Nigeria indiqué par 80 sur 171 marchés étudié en paires. Ceci implique donc un faible niveau de l'intégration de commercialisation pour l'igname dans tout le pays. Le réseau de commercialisation de l'igname au Nigeria est moins compétitif et donc moins efficace.

Introduction

Background and justification
Nigeria is the largest producer of yam in the world producing an average of 26.9 million tonnes per annum (FAO 2002). In 1997 alone, Nigeria accounted for 75% of world production (Manyong et al. 2001). The annual growth rate for the same period was 6% for the yield and 10% for the area planted. Although Nigeria is the largest producer of yam in the world, the need arises for increasing production to satisfy domestic and export demand for yams. The major yam growing areas of Nigeria extend from the rain forest zone to the southern limit of the northern Guinea savanna.

However, the marketing and export of yam has not received adequate attention in Nigeria. There is insufficient knowledge as to the efficiency of the yam marketing system.

Inefficiency in the yam marketing system may arise from the high cost of transporting yam between producing and consuming areas or points of sale. Transport costs may be high because of poor feeder road networks between producing and consuming areas leading to such high transport costs that they may exceed price differences between markets.

Storage may pose a problem during the peak harvest period, since it is a tuber crop. The difficulty in storage raises the problems of farmers benefiting from the incidence of seasonal price increases for yam.

If the efficiency of the marketing system for yam is to be improved so as to facilitate its contribution to increased marketing and export, there is the need for better understanding of the level of pricing efficiency and the integration of the yam marketing system and the constraints to efficient marketing of the crop.

In this respect, certain questions are necessary. First, how highly organized is the marketing system for yam in Nigeria? What are the channels through which yam moves from producers to consumers? What is the relationship between prices of yam in different markets? What is the level of market integration in the yam trade? What are the major constraints to efficient marketing of yam? This study is designed to provide answers to the above questions.

Available information on yam marketing in Nigeria was one study conducted in southeastern Nigeria (Eluagu et al. 1990). Eluagu et al. described the yam marketing channel as long, consisting of the farmers, agents/wholesalers, wholesaler–retailers, itinerant assemblers, and retailers and consumers. In this case, the wholesaler–retailer controlled 75% of the yams flowing through the yam marketing channel. According to the authors, the flow of yam trade was in the north–south direction.

A structural analysis of yam trade flow into Abia State using total value of purchases as an index of measurement of the market share was conducted in Abia State in Eastern Nigeria (Anuebunwa 2002). According to the result, the northern states of Nigeria contributed 67.97% of all yams supplied to Abia State while the southern states contributed 32.03%, of which Abia accounted for 2.7%. Correct decision making and planning in trade also depend on reliable information on market conditions (Shepherd 2000). The above two studies were done in eastern Nigeria. There is therefore a need for comprehensive information on yam flow nationally. Comprehensive data on the volume of yam flow will guide policies on marketing and export in Nigeria.

Objectives of the study

The broad objective of this study is to determine the channels and level of efficiency of the marketing system for yam in Nigeria. The specific objectives are to:

- Describe the marketing system for yam.
- Determine the relationship between yam prices in different markets.
- Isolate the major constraints to efficient marketing of yam.
- Derive policy implications for improving the efficiency of the marketing system.

Methodology

Study location

The primary study locations were three major yam producing and marketing states of Benue, Nasarawa, and Southern Plateau (in the north), and four states in the south (Abia, Delta, Ebonyi, and Ondo). The choice of the study locations was based on some criteria. First the areas were major yam producing and marketing areas. The second was that the markets chosen in these locations were markets where yam is traded (both bulking and bulk breaking markets).

Sample selection

Urban and rural markets in the selected states were studied. Four spatially separated markets in each state as mentioned above were selected purposively to permit spatial pricing efficiency analysis. With respect to traders, five yam traders were randomly selected from each of the study markets giving a total of 140 traders (wholesalers and retailers) in the spatially separated markets in Nigeria. Also 140 rural producers who sell the commodity either by themselves or through members of their families were interviewed in the study areas. In addition, some yam transporters responsible for the movement of yam between the different states were interviewed.

Data collection

There were two major sources of data. These were primary and secondary data. Primary data were collected from yam traders, yam farmers, key informants, and yam transporters. Structured questionnaires were used to undertake personal interview of the respondents. Before data collection began, questionnaires were pre-tested in a major market using randomly selected respondents. Interviews were conducted by the investigators themselves. In addition to questionnaire interviews, observations of marketing activities were made.

Data collected from traders include sources of yam supply, yam varieties purchased, quantity bought and frequency of visits to source markets, mode of transportation, distance covered, markets and market prices, number of markets covered and distributional channels, and other disposal outlets. Also elicited were the costs of transportation and handling, source of market information, trading experience, and marketing problems. Others included levies/taxes paid.

From the farmers, information was elicited on frequency and quantity of yams sold in the different village markets, means of transportation used and the transportation cost, agent used for the disposal of yam, marketing function performed, other locations where yams were sold, and membership of social organizations.

The transporters were interviewed on the cost of transportation and factors affecting it, regular markets visited, origin and destination of goods carried, membership of transporters union, and influence of the unions on the transporters.

Data collected also include nature of roads, market distribution, bulking and type of competition, availability of marketing facilities, seasonal pattern of yam supplies from different areas, major supply areas to consumer preferences for different varieties, and problems of yam marketing.

Data collection from the traders was approached from three perspectives:

1. The purchase transactions.
2. The sales transactions.
3. The cost structure.

Analysis of data

Econometric and statistical techniques were used in data analysis.

Specification of the empirical model

In testing pricing efficiency, the bivariate correlation coefficients between yam prices for the spatially separated markets were computed following the pattern of Trotter (1992), Mendoza and Rosegrant (1995) and Diakosavvas (1995). Bivariate correlation still remains a useful starting point for testing integration of spatially integrated markets and remains the most commonly used approach in agricultural marketing (Dahlgran and Blank 1992).

This model is specified generally as:

Pij, Pik . . . . . Pim
P2j, P2k P2m
.
.
.
Pnj, Pnk . . . . . Pnm (1)

where

Pi = average price in period I

J = 1 ....m = location of the market.

A more simplified form of the above equation can be re-written as:

Pij = bo + bi Pik + e where

Pij = price series of market j;

Pik = price series of market k;

bo,bi = coefficients, e = error term.

This equation is estimated for pairs of yam markets. The closer bi to unity, the more spatially integrated the yam markets. The size of this coefficient and its significance shows the level of the intermarket dependence.

Testing hypothesized pricing behavior:

Based on equation (1), three behavioral pricing relationships were tested:

Hypothesis 1: Market Independence

$H_o : B_o = O$

Hypothesis II: Perfect and Cooperative Pricing

$H_o : B_o = +0.99$

In the first hypothesis, prices in market j do not affect prices in market k. Accepting this hypothesis suggests that yam traders exercise a form of spatial price discrimination. The alternative hypothesis is that some -ve or +ve correlation exists. Hypothesis II indicates an organized, collusive pricing arrangement between yam marketing agents. Such collusive pricing behavior has been reported to be an effective marketing strategy in maintaining a secured share in the market (Mendoza and Rosegrant 1993).

It is customary, following other studies, to use a level of greater than +0.9 as evidence of strong association and by implication the region of acceptance of spatial integration.

Results and Discussion

Market chains and distribution channels

With respect to yam, the identified categories of market participants include the farmer, rural assemblers and commission agents, urban and semi-urban wholesalers, and retailers as shown in Figure 1. There are eight possible flow channels for yam. These are numbered as distribution channels in Figure 1. The movement of yam gets through these distribution channels to complete the marketing chain. In the northern study areas, it was observed that yams move from the Middle Belt to urban markets in the north, east, and south.

The producer usually retains some seed yam for planting in the next season. The rest is supplied to the markets or sold through one of the intermediaries. The quantity exchanged here is usually substantial. It is either sold to the rural assembler at the farm gate or in the rural village market.

The marketing system for yam in Nigeria

Yam could also be sold by the producer to a commission agent at the farmgate or village market. This commissioned agent is usually paid by the semi-urban-based wholesaler to purchase yam. The commission fee ranged from N50 to N100. Sometimes, the agent may operate under the rural assembler or the urban market wholesalers. The latter are based in towns. Some of the urban wholesalers from Lagos, Ibadan, Abia, Uyo, and Port Hacourt are known to go to the village markets to purchase yam. The wholesalers usually have better access to price information in terms of normal or expected price of yam at any time. At the village markets, therefore, they fix the price level below the expected price, while at the wholesale/ retail levels they force prices above the expected levels. This is the point where the efficiency of the price mechanism is undermined.

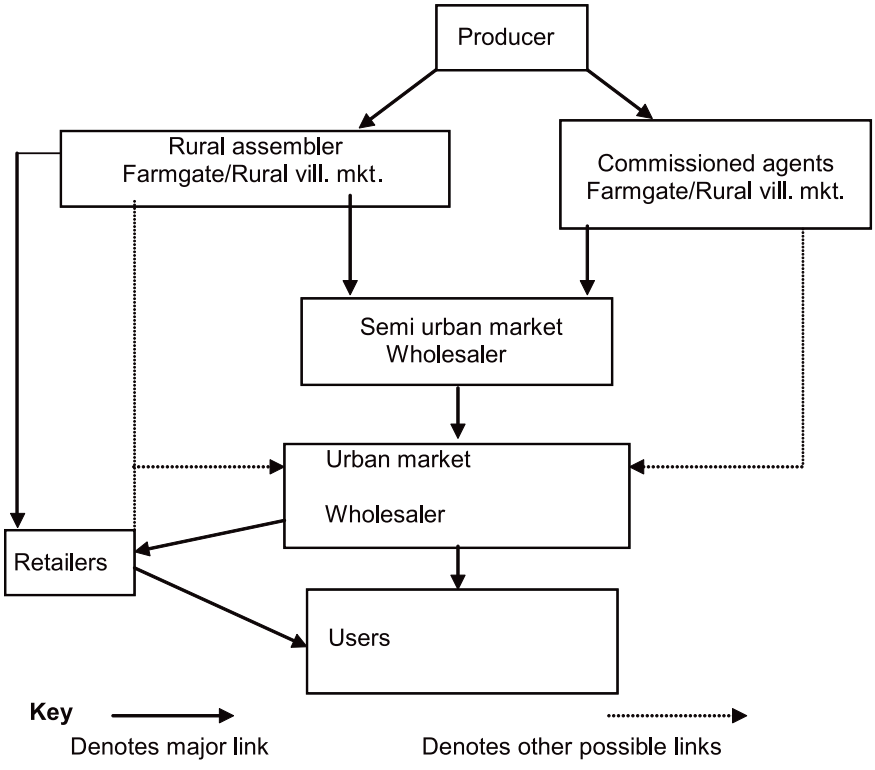


Figure 1. Marketing channels for yam in Nigeria.

In all the markets visited in the northern states, yams were sold in heaps of 100 tubers and prices were fixed based on tuber sizes. The tuber sizes were classified into small (≤ 1.5 kg) (sometimes seed tuber), medium (≤ 3.2k g), and large (≤ 5.9 kg). The survey coincided with the lean period in the markets.

The urban wholesalers transport yam purchased using hired vehicles to their different locations and sell to retailers as is the case in most of the southern states of the country. Whether the producer markets straight to wholesalers or relies on the assemblers sometimes depends on how far the producer is located from the market and whether he has means of transportation. Sometimes, the middlemen especially the semi-urban wholesalers go from village to village to buy yam using pickups. This is prevalent in the major producing areas of the nothern states.

The rural–urban link for yam

The yam rural assembler

The rural assembler is an individual residing either in a rural or urban area who moves around the rural areas purchasing a commodity from village retailers at rural markets and occasionally directly from farmers. In the case of yam, the rural assembler limits his purchases to accessible rural markets and transports yam purchased using pick-up vans. In other instances, the rural assembler at the rural village market buys from the farmer on the spot and sells to available semi-urban and urban market wholesalers at a mark-up on buying price. The rural assembler is characterized by a large geographical area covered, as well as the size of his purchase. Also an average of about 20 km is covered. The capital for this business is sometimes provided by the wholesaler. The assembler rarely stores before disposal.

The yam wholesaler

The yam wholesaler handles bulky quantities of yam. These wholesalers come to the village markets weekly or every market day and meet the assemblers for supply of yam. The wholesalers come mostly between October and February—the period of harvest and hence peak period of sale for yam. They either come with trucks (trailers and lorries) or hire one to convey their purchases. Each wholesaler has about five or more assemblers supplying yam to him. There is a Sarki Kazua (Chief of Market) in the northern markets at the helm of affairs in these markets.

The yam retailer

The yam retailers comprise individuals based and selling in the urban markets in small quantities to the consumers. The retailer normally purchases from the wholesaler who travels to these village markets. Sometimes, the retailers have direct supply from the more adventurous rural assemblers.

These retailers display the yam and sell to the consumers. The peak period of sale is usually during the harvest time during the dry season.

For market information on yam prices, the wholesalers have a fair knowledge of yam prices in other markets. Their source of information about prices in these markets was mainly due to the fact that they sometimes travel to these markets to purchase yam, or their colleagues (other traders) kept them abreast of prices.

Efficiency of the marketing system for yam in Nigeria

Bivariate correlation coefficients for prices of yam between different yam markets in Nigeria were estimated.

Table 1. Bivariate Correlation Coefficients for Prices of Yam between different Yam Markets in Nigeria

	Camp	Orome	Tsekighi	Tor–donga	Zakibiam	Wukari	Namu	Lafia	Igboho	Kishi	Dawanua	Iziogo	Iboko	Mile 12	Boni	Jalingo	Niger	Zaria	Ikwim
Camp, Delta	1																		
Orome	–0.965	1																	
Tsekighi	0.798	–0.613	1																
Tor donga	–0.420	0.642	0.212	1															
Zakibiam	0.824	–0.998	0.667	–0.587	1														
Wukari	–0.937	0.898	–0.898	0.239	–0.928	1													
Namu	1.000	–0.970	0.785	–0.438	0.985	–0.978	1												
Lafia	0.451	–0.308	0.941	0.531	0.184	–0.43	0.529	1											
Igboho	–0.940	0.818	–0.956	0.085	–0.857	0.988	–0.933	–0.799	1										
Kishi	–0.391	0.128	–0.862	–0.678	–0.294	0.491	–0.364	–0.928	0.675	1									
Dawanua	0.730	–0.875	0.153	–0.933	0.116	–0.350	0.732	–0.197	–0.438	–0.039	1								
Iziogo	–0.117	0.497	0.381	0.984	–0.084	0.031	–0.273	0.428	–0.092	–0.682	–0.176	1							
Iboko	–0.513	0.998	–0.568	0.684	–0.534	0.520	–0.955	–0.020	0.785	0.078	–0.544	0.633	1						
Mile 12	0.934	–0.849	0.938	–0.141	–0.258	0.238	0.952	0.194	–0.998	–0.116	–0.202	0.321	0.822	1					
Boni	0.454	–0.562	0.998	0.273	–0.075	–0.295	0.745	0.904	–0.935	–0.717	–0.263	0.188	–0.661	0.378	1				
Jalingo	–0.277	0.518	0.359	0.988	–0.457	0.088	–0.296	0.654	–0.064	–0.782	–0.867	1.000	0.565	0.012	0.416	1			
Niger	–0.550	0.442	–0.980	–0.404	–0.849	0.805	–0.646	–0.231	0.877	0.468	–0.570	–0.517	–0.434	–0.791	0.119	0.539	1		
Zaria	0.630	–0.405	0.971	0.441	0.468	–0.766	0.614	0.995	–0.857	–0.959	–0.089	0.592	–0.353	0.837	0.984	0.573	0.999	1	
Ikwim	0.180	0.208	0.645	0.883	0.247	–0.424	0.034	0.705	–0.392	–0.896	–0.198	0.956	0.440	0.484	0.337	0.945	-0.663	0.810	1

Source: Field survey 2007.

R > 0.8 = strong correlation

R 0.6–0.8 = moderate correlation

R < 0.6 = weak correlation

Table 1 shows a matrix of correlation coefficients for yam prices in markets in Nigeria. The essence is to determine how well information on prices is communicated among these markets and how freely the traders move between the markets (Asumugha 1999).

The results indicated that only 54 pairs of yam markets out of 171 yam pairs showed a strong correlation with r-values ranging from 0.805 to 1.000 while 26 market pairs showed a moderate correlation with r-values of 0.613–0.799 (Table 1.). This implies that only 80 market pairs were integrated out of 171 pairs. There is therefore a low level of market integration.

Most yam markets pairs had very weak correlation with r-values ranging from 0.012 to 0.592. It could be deduced from this analysis that the marketing system of yam in Nigeria is less competitive and therefore less efficient.

Constraints in yam marketing

Transportation and lack of good motorable road networks constitute the major problem. The traders complained of too many checkpoints and extortion as yam is moved from one market to the other.

Acknowledgement

NRCRI provided vehicles, computer services and support staff for this study. It also provided other research facilities, scientists as well as logistical support to further the objectives of the project. We are grateful to IITA/IFAD TAG for providing the funds for the study.

References

Anuebunwa, F.O. 2002. A structural analysis of yam trade flows into Abia State of Nigeria. Nigerian Agriculture Journal 33: 17–22.

Asumugha, G.N. 1999. Efficiency of the marketing system for Ginger in Nigeria. PhD Thesis, Federal University of Technology, Owerri. ?? pp.

Diakosavvas, D. 1995. How integrated are world beef markets? The case of Australian and US beef markets. Agricultural Economics 12: 37–53.

Dahlgran, R.A. and S.C. Blank. 1992. Evaluating the integration of contiguous discontinuous markets. American Journal of Agricultural Economics 74(2): 469–479.

Eluagu, L.S., M.O. Ijere, O. Okereke, and F.I. Nweke. 1990. Inter state trade on yams in southeastern Nigeria Nigerian Journal of Agricultural Science 5(1): 187–214.

FAO/ 2002. FAOStat. FAO, Rome.

Manyong, V.M., R. Asiedu, and G.O. Olaniyan, 2001. Farmers' perception of and actions on resource management constraints in the yam based systems of western Nigeria. Pages 156–167 *in* Root crops in the 21st century, edited by M.O. Akoroda and J.M. Ngeve, Proceedings of 7th Triennial Symposium ISTRC-AB, 11–17 October 1998, Cotonou, Benin Republic.

Mendoza, M.S. and M.W. Rosegrant. 1995. Pricing conduct of spatially differentiated markets. Pages 343–357 *in* Prices, products and people: analyzing agricultural markets in developing countries, edited by G.J. Scott. International Food Policy Research Institute, Washington DC.

Shepherd, A.W. 2000. Understanding and using market information. Marketing Extension Guide No.2. FAO, Rome. 85 pp.

Trotter, B.W. 1992. Applying price analysis to marketing systems: methods and examples from the Indonesian rice market. Marketing Series 3. Natural Resources Institute, ODA, Chatham, UK. 60 pp.

Analyse diagnostique des circuits de commercialisation de l'igname au cameroun : atouts et contraintes

S.B. Ngassam, D.K. Malaa, T.P. Ngome, A.B. Aighewi
University Dschang-Cameroon

Résumé
Ce papier présente les résultats du diagnostique du système de commercialisation de l'igname au Cameroun en vue d'identifier les contraintes et les moyens d'améliorer l'efficience des marchés. Pour atteindre cet objectif, les données secondaires et primaires ont été mobilisées. Les résultats montrent que l'igname est commercialisée sur les marchés de gros (terminaux et secondaires) et sur les marchés de détail. Cinq principales variétés d'igname y sont commercialisées. On y retrouve les acteurs directs (les producteurs, les grossistes, les semi grossistes et les détaillants) et les acteurs indirects (collecteurs, manutentionnaires, les transporteurs, les agents communaux, etc.) qui jouent le rôle de facilitateurs. L'analyse des circuits de commercialisation révèle que les bassins de production sont fortement cloisonnés à cause des contraintes infrastructurelles notamment les routes et les infrastructures de stockage aussi bien sur les marches que sur les unités de production. Les transactions s'organisent autour des marchés spot et des contrats relationnels. La principale recommandation appelle à une nécessité d'investissement en infrastructures de commercialisation et à une organisation du système de commercialisation afin de le rendre plus performant.

Abstract
This paper presents results of a diagnosis of the yam marketing system in Cameroon. The main objective is to identify constraints and ways to improve marketing efficiency. The study has mobilized secondary and primary data. Results show that yams are sold at wholesale markets (terminal or secondary) and at retail markets. Five varieties are currently sold. Direct actors (producers, wholesalers, semi-whole sellers, retailers) and indirect actors (collectors, transporters, council agents) are also found at the market and play the role of facilitators. The analysis of marketing channels reveals that production zones are very disconnected because of infrastructural constraints, namely roads, storage facilities at the market as well as at production units. Transactions are based on markets and on relational contracts. The recommendation from the study is that investment in infrastructure should be made to improve marketing efficiency.

Contexte et justification
Les racines et tubercules, précisément l'igname jouent un rôle important en tant que source de revenu et d'alimentation des communautés rurales camerounaises. L'igname est produite dans toutes les quatre zones agro écologiques du pays. D'après les études de base du Programme National de Développement des Racines et Tubercules (PNDRT 2005), la province de l'Adamaoua est la première productrice suivie du Sud-Ouest, du Littoral, du Centre, de l'Ouest et de l'Est. Ces études ont estimé à plus de 700 mille tonnes la production nationale en 2005. Les résultats des recherches antérieures relèvent que la production de l'igname est contrainte par la rareté de semences de bonne qualité, leur coût élevé, la vulnérabilité des tubercules aux attaques et maladies, ainsi que les difficultés de conservation (PNDRT 2005). Les recherches au Cameroun sur les racines et tubercules se sont concentrées pour l'essentiel sur le manioc, précisément en leur aspect production. Les aspects transformation, consommation et surtout commercialisation des racines et tubercules, plus particulièrement de l'igname ont été marginalisés.

Pourtant le problème de sécurité alimentaire se pose de plus en plus et surtout en terme d'accessibilité que de disponibilité alimentaire. Dans ces conditions, l'amélioration et la maîtrise des circuits de commercialisation peuvent être un moyen efficace de lutte contre l'insécurité alimentaire.

L'absence d'un système de commercialisation dynamique, ordonné et efficient a pour effet de maintenir un *statu quo* avec un niveau production à petite échelle, une compétition déséquilibrée, dominée par le pouvoir monopsone dans les relations entre acheteurs et producteurs, des niveaux bas de productivité (Tollens, 1996) et par conséquent la pauvreté et la faim Minvielle (1997). Les marchés sont souvent perçus comme étant la force motrice du développement économique. Malheureusement, leur étude, leur analyse en vue d'une amélioration a été ignorée (Kaynack, 1986). Le marché rempli plusieurs fonctions importantes dans le processus de développement. Il connecte les zones rurales au reste du pays, et particulièrement les zones urbaines. Les marchés des produits alimentaires jouent par exemple un rôle clé dans la survie des populations rurales, dans l'approvisionnement rural et urbain dans la promotion du développement économique et social.

Dans un contexte où le gouvernement et la communauté internationale encouragent la diversification, l'analyse des systèmes d'approvisionnement en igname semble déterminante. C'est pour satisfaire à cette exigence que cette étude a été initiée. Elle a cherché à :

- identifier les principaux marchés de commercialisation de l'igname au Cameroun,
- Connaître les variétés d'igname les plus commercialisées sur les marchés camerounais,
- identifier les acteurs du système de commercialisation de l'igname et analyser leurs fonctions économiques,
- analyser les circuits de commercialisation de l'igname
- Dégager les forces et faiblesses de la commercialisation de l'igname et proposer des stratégies pour son efficacité.

Méthodologie

La zone de l'étude, les données et l'échantillonnage

L'étude a couvert toutes les zones agro écologiques du Cameroun et au sein desquelles on a sélectionné plusieurs départements en fonction de leur niveau de production. C'est ainsi que dans les hautes de l'Ouest on a retenu les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest), dans les basses terres côtières les provinces du Littoral et du Sud-Ouest), dans la zone de foret tropicale, la province du Centre avec les bassins de Yaoundé et Bafia, et la province de l'Est avec Bertoua, la zone soudano sahélienne la province de l'Adamaoua avec Ngaoundéré et Mbé. Les différents bassins de production ont été mobilisés en fonction de leur niveau de production.

Pour réaliser les différents objectifs, on a mobilisé les sources d'informations secondaires qui proviennent des bases sur les prix et la production mobilisées par l'observatoire de l'Institut National de la Statistique (INS) sur les marchés de consommation de Douala, le Programme National de Développement des Racines et Tubercules (PNDRT).

Les données primaires ont été collectées lors de l'enquête d'identification et de reconnaissance des marchés[1], conduite entre mars et août 2007 sur un échantillon

de 60 acteurs de la commercialisation. Les données primaires obtenues à l'aide d'un guide d'entretien semi directifs auprès des différents acteurs de la filière. Les informations portaient sur : les principales zones de production, les variétés d'igname commercialisées, les principales utilisations de l'igname, les catégories d'acteurs, les principales destinations de l'igname, les circuits de commercialisation, les marchés, etc.

Les membres de l'équipe ont effectué des entretiens de l'amont à l'aval du réseau commercial de l'igname avec l'ensemble de acteurs de la filière qui étaient identifiés par observation directe et informelle sur les marchés. Le choix des personnes à interroger s'est opère comme suit : Sur la base des informations fournies par les responsables d'antennes PNDRT, les principaux marchés de l'igname étaient identifiés par bassin. Une fois ces marchés identifiés, le membre de l'équipe s'est rendu sur ces marchés, il identifie de façon informelle tout d'abord les acteurs qu'il réparti selon leur fonction (grossiste, semi grossiste, détaillant, transporteur, manutentionnaire, etc.) Après identification et catégorisation, deux vendeurs de chaque catégorie sont interrogés.

Techniques d'analyse

Pour réaliser les différents objectifs, on a mobilisé le référentiel méthodologique de l'analyse filière. Pour identifier les variétés, on s'est intéressé aux variétés citées par les acteurs ou observées sur les marchés et dont 20% au moins de la production est commercialisée et qui ont été répertoriées déjà à Douala, Yaoundé et dans d'autres bassins de production et échangeables dans les marchés intérieurs et de la sous région.

L'identification des acteurs et leur analyse s'est faite à l'issu de la visite d'investigation aussi bien dans les bassins de production répertoriés par le PNDRT en 2005 que dans les centres de commercialisation et les marchés frontaliers, ce l'aide d'un guide d'entretien structuré Ces acteurs ont été identifiés par observation directe de leur fonction au sein des marchés et du niveau de l'exercice de cette fonction sur le marché.

L'identification et l'analyse des circuits se sont faite sur la base des informations collectées auprès des différents acteurs de la commercialisation identifiés à différents niveaux du marché. Les informations collectées portent sur l'origine des produits, les modes de transport, les destinations des produits (marchés locaux, sous régionaux).

Cette identification faite, les contraintes à l'efficience ont été identifiées et analysées par circuit. Une typologie des contraintes a été élaborée en s'appuyant sur les contraintes infrastructurelles. S'agissant des contraintes infrastructurelles on a insisté sur la disponibilité et l'état des infrastructures routières, de communication, transport, stockage, manutention, espaces au niveau des marchés, disponibilité et accès au marché du crédit, ou etc.

Résultats et discussion

Les lieux de transaction

Les marchés dans le cadre (attention, ici je fais la précision pour attirer l'attention sur le fait qu'il existe plusieurs définitions du marché)de cette étude sont des emplacements,

[1]Il s'agit des enquêtes menées dans le cadre de l'activité 4.3 du projet IFAD finance par l'IITA et le PNDRT.

des infrastructures physiques et des règles de fonctionnement du système de commercialisation. Ils rassemblent des opérateurs (producteurs, grossistes, demi-grossistes, détaillants, etc.) qui sont en liaison, d'une part vers l'amont du circuit, c'est-à-dire la production, d'autre part vers l'aval, avec leurs acheteurs (détaillants), eux-mêmes en rapport avec le consommateur final du produit.

Le processus d'approvisionnement des zones urbaines en ignames se fait sur une diversité d'espaces qu'on appelle lieux de transaction. Ces lieux de transaction sont soit le bord champs, soit la bordure des axes routiers reliant les bassins de production aux grands centres de consommation ou les marchés. Les échanges de l'igname se font sur plusieurs lieux de transaction au Cameroun. On n'a tenu à ne représenter que les principaux, c'est-à-dire ceux qui jouent un rôle important dans le processus des échanges et ont été plus cités par les personnes que nous avons rencontrées lors des enquêtes préliminaires. On a dénombré environ 53 marchés de vente de l'igname. Les lieux de transaction ont été repartis en trois grandes catégories et présentés à la figure 1. Cette figure montre que l'essentiel des transactions de fait sur les marchés. Une part importante des échanges, 21% se fait en champ quand les marchés n'existent pas et quand l'état défectueux des routes couplé à l'incertitude des transactions ne permet pas aux producteurs de mobiliser leur production vers le marché. Qui plus est, le nombre réduit et l'absence des marchés dans les zones rurales, les longues distances qui séparent les marchés ruraux des marchés urbains (en moyenne 50,35 km), le manque de véhicules de transport ajouté au poids important des tubercules ne permet pas aux producteurs de facilement mobiliser leur production vers les marchés. Des proportions de la production (jusqu'à 50%) peuvent être vendues en champ, non récoltée à des prix très bas, décourageant même parfois les producteurs.

La vente en bordure des grands axes routiers joue un rôle non négligeable avec 11% des transactions. C'est le cas principalement des axes routiers Ekondo titi-Kumba-Buéa-Douala dans la zone des basses terres côtières, des axes Ngaoundéré-Mbé-Garoua dans la zone semi-aride, des axes Mbangassina-Bafia-Ombessa-Obala-Yaoundé dans la zone de forêt tropicale.

Les transaction de gros ou détail se font sur tous les marchés, de manière à ce que la classification d'un marché suivant le type ne tient compte que de la forme sus la quelle se fait le plus régulièrement la transaction sur ce marché.

Les jours de marchés sont fixés de façon conventionnelle et désignent le jours où un grand nombre de vendeurs et acheteurs se retrouvent pour échanger le produit.

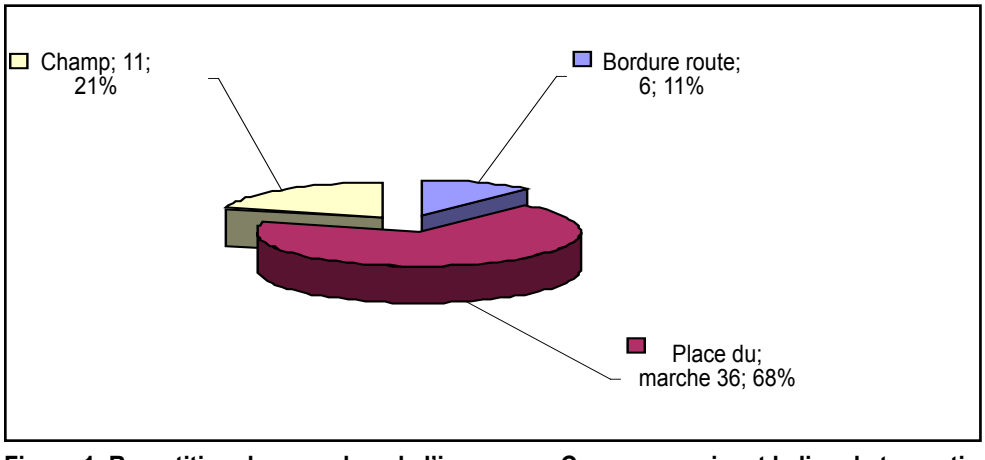


Figure 1. Repartition des marches de l'igname au Cameroun suivant le lieu de transation.

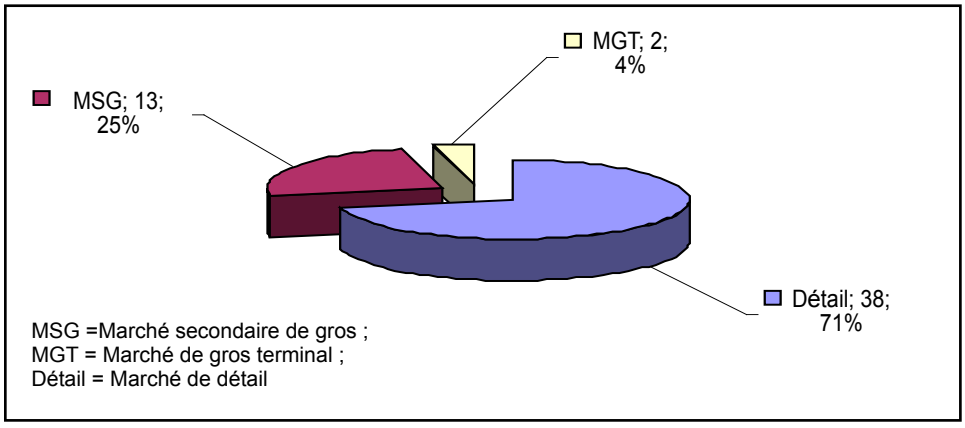


Figure 2. Repartition des marches de l'igname au Cameroun par types.

Les marchés sont organisés autour d'une unité de lieu et de temps qui peut journalier, hebdomadaire ou de façon rotative.

Il existe plusieurs critères de classification des marchés, mais il est important de souligner que nous avons distingué entre marchés de gros et marchés de détail. Les marchés de gros pouvant être repartis en marchés secondaires (lorsque basés en milieu rural) et en marchés terminaux (lorsque situés dans les grandes villes).

Des 53 principaux marchés identifiés, 38 (figure 2) sont ceux de détail, 13 sont des marchés secondaires de gros et 02 sont des marchés de gros terminaux.

La relative mobilité des acheteurs qui font le porte à porte à la recherche des ignames permet à ces derniers d'avoir une meilleure information sur les prix et les disponibilités, ce qui les place en position de force lors de la transaction où ils se comportent comme fixateur de prix (Price maker). Pour résoudre les problèmes ponctuels les agriculteurs se sentent souvent obligés de vendre leur produit à bas prix.

Les varietes d'ignames commercialisees

Au Cameroun on dénombre plus de 20 variétés d'ignames produites (PNDRT, 2005). Seules cinq variétés font l'objet d'un véritable échange commercial (au moins 20% de la production est vendue). Les variétés les plus commercialisées varient en fonction des zones agro écologiques.

La zone agro écologique des hauts plateaux est celle qui présente le plus de variétés commercialisées (05) avec notamment les variétés D. *Alata* (igname blanche ou white yam), D. *cayenensis (Igname jaune kalabar ou Klabar yellow)*, D. *bulbifera* (Aerial yam ou Danas), D. *dumentorum* (igname sucrée à poils et lisse ou encore sweet yams), et D. *rotundata*. Dans la zone agro écologique des basses terres côtières, quatre variétés y sont commercialisées avec en tête le D. *rotundata*, suivi du D. *alata*, ensuite le D. *dumentorum* lisse et accessoirement le D. *cayenensis*. On retrouve sur les marchés de Douala et de façon saisonnière le D. *dumentorum* à poil et lisse qui provient essentiellement du Sud-Ouest et de la zone agro écologique des hauts plateaux ou une filière de vente de cette variété à l'état bouilli sur les marchés de Douala, de Yaoundé et même sous régionaux s'est très rapidement développée depuis quelques années principalement à partir des marchés de Mbouda et accessoirement de Bafoussam.

Les acteurs du systeme de commercialisation, les differents modes de coordination des transactions

Les acteurs du système de commercialisation

On peut distinguer dans l'ensemble les acteurs directs des acteurs indirects. Les acteurs directs sont dans le processus de distribution détenteurs et propriétaires à un certain moment du produit. Les acteurs indirects par contre jouent le rôle de facilitateur du processus de l'échange dans la mesure où ils mettent à la disposition des acteurs directs les informations, la logistique et leur main d'oeuvre nécessaires au déroulement des transactions.

Les acteurs directs

Les acteurs directs identifiés, sont entre autres les producteurs, les semi grossistes, les grossistes, les détaillants (majoritairement les femmes).

Les producteurs comme le nom l'indique sont chargés de produire les ignames et de les vendre aux directement aux demi grossistes, aux grossistes ou aux détaillants dans les opérations de premières ou deuxième mise en marché. Les unités de vente sont variables selon la quantité mais, les tas (gros, petits ou petits) sont les plus utilisés.

Ils peuvent stocker l'igname juste pour quelques jours en raison du caractère hautement périssable lié à sa teneur en eau et de la non maîtrise des techniques de stockage. Pratiquement pas regroupés au sein des organisations de vente pour améliorer leur pouvoir de négociation et partant les prix reçus des grossistes, ils tentent dans le bassin des basses terres côtières et en période des récoltes de réduire l'offre par des arrangements communautaires qui consistent à attribuer à chaque groupe ethnique son jour de marche. De tels arrangements son inefficaces dans la mesure ou en l'absence des marchés de crédit, ils n'ont d'alternatives autres que de vendre les produits sur le marché indépendamment du calendrier communautaire établi afin de résoudre les problèmes urgents tels que la scolarisation des enfants, les dépenses de santé, etc. En outre, les pénalités pécuniaires de la communauté vis avis de ceux qui enfreignent à ces règles sont généralement inférieurs aux gains tirés de leur comportement opportuniste (non respect de ces arrangements).

Les demi grossistes, courtiers, collecteurs, en moyenne 15 par marché sont situés à l'interface producteur-grossiste. Ils ont pour rôle de collecter des quantités relativement petites d'ignames aux petits producteurs éparpillés dans les zones de production pour les revendre lorsqu'ils sont indépendants aux grossistes sur les marchés de gros terminaux ou secondaires.

Les courtiers travaillent conjointement pour le compte des grossistes et des producteurs ou des grossistes et des transporteurs de qui ils reçoivent une certaine rémunération. Ils résident à proximité des marchés dans les bassins de production et par conséquent mieux informés sur les prix, les quantités disponibles et même les lieux de résidence des producteurs qu'ils peuvent facilement joindre.

Les collecteurs travaillent en étroite collaboration avec les grossistes qui leur confie argent et emballage pour l'achat des produits qu'ils peuvent en fonction du degré de confiance transporter eux même ou se faire livrer.

Les grossistes**,** en nombre très restreint réalisent leurs achats et leurs ventes en tas d'au moins cent tubercules. Leurs opérations d'achat se font généralement au point de première mise en marché (période d'abondance) situés généralement sur

les marchés de gros secondaires des villages de production. En période de pénurie, ces grossistes effectuent aussi régulièrement leurs achats directement auprès des producteurs.

Les détaillants en nombre assez important composés pour l'essentiel de femmes, plus de 75% effectuent leurs achats en petits lots (parfois moins d'un tas) auprès des grossisses, des demi grossistes en période de pénurie, soit directement auprès des producteurs en période d'abondance de l'offre et les revendent aux consommateurs. Leur effectif varie de en fonction des périodes dans une fourchette allant de 8 à 30.

Ils vendent généralement plus d'un produit à la fois, ce qui leur permet de faire face à des éventuelles instabilités de revenus liées à la saisonnalité de la production.

Toutefois, tout acteur peut à tout moment assurer les fonctions de vente en gros, de demi gros ou de détail. Dans l'ensemble, aucun acteur n'est spécialisé dans la vente d'un seul produit.

Les stratégies des collecteurs, assembleurs, grossistes sont toutes orientées vers la maximisation des profits, dans la limite de leurs liens de fidélité avec leurs partenaires. En plus les détaillants pour la plus part les femmes trouvent en ce commerce un moyen de prolonger les activités de l'économie domestique (Lançon 1990), de maintenir une activité génératrice de revenu et assurer la sécurité alimentaire du foyer par la consommation à coût réduit d'une portion des stocks.

Les acteurs indirects

Aux cotés des acteurs directs, on retrouve les acteurs indirects. Parmi les acteurs indirects on peut citer les transporteurs, les chargeurs, les agents communaux, les collecteurs.

Les activités de transport sont assez flexibles pour s'adapter à la diversité de contraintes. Ainsi, Les transporteurs sont de trois catégories :

Ceux de première catégorie transportent les tubercules récoltés du champ au lieu de rassemblement du produit indiqué par le collecteur ou le demi-grossiste. Ce lieu est en général la place du marché local. Les moyens de transport utilisés ici sont le porte tout et la corbeille. Ils sont rémunérés à 2000 francs CFA pour un porte tout plein pour une distance allant de 500 à 2000 m.

La deuxième catégorie de transporteurs se charge de transporter les tubercules des marchés du village aux marchés de gros secondaires plus accessibles aux grossistes ou aux détaillants des marchés de la ville de Douala. Le moyen de transport utilisé ici est le véhicule pick-up à 04 roues motrices de charge utile maximale de 02 tonnes. Les transporteurs procèdent par un compartimentage de leur véhicule de manière à permettre à tout acteur de transporter son produit à coût unitaire égal. Plusieurs types de produits peuvent être transportés à la fois et dans le même véhicule afin de maximiser les recettes. Ces transporteurs sont rémunérés à des taux variant de 3000 à 4000 francs CFA pour 1000 têtes transportées sur des distances variant de 20 à 30 km du marché de gros rural.

La troisième catégorie de transporteurs regroupe ceux qui sont chargés de transporter les tubercules des marchés de gros et/ou de détail secondaires des zones rurales vers les marchés de gros des villes de Douala. Les véhicules utilisés sont de capacités relativement plus grandes, allant de 03 à 12 tonnes. Ces transporteurs sont rémunérés à des taux variant de 240 mille à 280 mille francs CFA pour un camion de 12 tonnes (4800 à 6000 têtes) sur des distances variant d'environ 180 km du marché de gros.

Les chargeurs ont pour rôle ranger les tubercules achetés en tas dans les différents véhicules ou de les décharger à leur arrivée sur les marchés. Réunis au sein des associations de chargeurs dont le but est entre autres de fixer le prix de leurs services, ils interviennent majoritairement dans les marchés de gros (secondaires et terminaux). Ils sont rémunérés à 10 FCFA par tubercule chargé ou déchargé. Quelques fois, les chargeurs jouent conjointement le rôle de collecteur ou même de courtiers : Ils mettent en contact les grossistes avec les transporteurs d'une part et les grossistes avec les producteurs d'autres part, constituant de ce fait des vecteurs importants dans la circulation de l'information.

Les rapports commerciaux entre acteurs

On distingue dans l'ensemble trois modes de coordination des échanges au sein de la filière igname au Cameroun : les coordinations par le marché ou marché spot, les contrats relationnels ou une combinaison des deux.

Les coordinations marchandes sont de loin les plus dominantes et se font par le mécanisme de prix qui est l'élément central qui commande le mouvement des produits entre les différents maillons de la filière. Ces coordinations marchandes reposent sur des contrats de court terme et ne semblent pas adaptées comme on le verra plus loin au commerce de l'igname.

Aux cotés de la coordination par les prix on relève des contrats relationnels bâtis sur la confiance, la réputation, les liens ethniques et familiaux et la contre partie des services rendus repose sur des assistances multiformes que les grossistes apportent aux acteurs indirects qui les accompagnent dans leur fonction et avec qui ils entretiennent les rapports familiaux, ethniques et amicaux. Ces contrats relationnels sont très effectifs dans les bassins de production de l'Adamaoua et du Littoral.

On observe en retour pratiquement pas d'échanges dans le cadre des arrangements contractuels formels ou alors des organisation entièrement intégrées pour au moins deux raisons a savoir l'atomicité des unités de production et l'individualisme des acteurs.

Organisation et performances du systemes d'approvisionnement

La finalité d'un système de commercialisation est de permettre aux consommateurs d'accéder au lieu, au moment et en quantités voulus. Un élément qui permet d'apprécier l'efficacité avec laquelle cette fonction est accomplie est le niveau de consommation par habitant et son évolution. Toutefois, le niveau de consommation d'un bien peut dépendre de celui de la production ou alors de la qualité du système de commercialisation. Ainsi, après avoir présenté l'organisation du système de commercialisation nous allons évaluer ses performances en essayant de voir en quoi ce système de commercialisation expliquerait le niveau e consommation.

Organisation du système d'approvisionnement

Les approvisionnements des centres urbains se font essentiellement à partir des marchés ruraux ou locaux et des marchés de gros.

Les marchés locaux

Toute la production d'ignames au Cameroun provient d'un grand nombre de petites unités de production, maximum deux hectares situés en zones rurales. Elle est produite avant tout pour l'autoconsommation, mais le surplus est mis prioritairement en vente sur les marchés locaux (Chefs lieu de département, d'arrondissement ou

de province) lorsqu'il y a des acheteurs. Au sud Ouest dans la zone agro écologique de basses terres côtières et dans l'arrondissement de Mbé, zone agro écologique de savane centrale, la tendance à la commercialisation de cette denrée est plus marquée car l'alimentation repose sur les céréales.

Ils se servent des services des transporteurs pour les acheminer directement vers les marchés de gros secondaires ou terminaux où la revente est souvent faite aux demi-grossistes, aux détaillants et même aux consommateurs dans les différents marchés.

Les unités de mesures sont les tas d'au moins 100 ignames pour les transactions de gros, le porte tout, le sac, les cuvettes pour les ventes de détail. Les ignames ainsi assemblées et transportées sont peu protégées de la chaleur tropicale et de la pluie. Les produits sont d'ordinairement transportés en vrac ou en sacs selon les zones.

Il y a peu de classement standard pour promouvoir la confiance de l'acheteur. Chaque article reçu est contrôlé à l'œil nu et compté par l'acheteur. De cette manière, les tubercules attaqués ou blessés peuvent passer inaperçus. Le mouvement des produits des fermes aux points de commercialisation en ville, est un processus coûteux à cause de la manutention inefficace, des taux de perte élevés lors du transport et le gaspillage, surtout pour un produit périssable comme l'igname.

Des marchés ruraux (espace physique de transaction) se rencontrent dans plusieurs villages (exception faite de la province de l'Est, zone de foret tropicale où ils n'existent peu ou presque pas) et sont organisés 2 ou 3 fois par semaine. Ces marchés contribuent chacun à leur niveau à satisfaire les demandes locales respectives.

Plusieurs commerçants (grossistes, exportateurs et détaillants) achètent dans ces marchés. Ils peuvent se rendre en champ quand le marché ne se tient pas le jour prévu.

La plus grande quantité d'ignames vendues en ville, est achetée par les commerçants grossistes dans des marchés de production (gros et détail) ruraux ou dans des fermes situées dans les bassins de

Marché de gros

La fonction de vente en gros est un élément critique pour la bonne performance de tout système de commercialisation de vivres (Tollens 1996). La plupart des grandes villes Camerounaises ne possèdent pas un réel marché de gros. La fonction de vente en gros existe mais il est souvent difficile de distinguer les opérations de vente en gros de celles au détail (figure 3).

Les approvisionnements des différentes villes du pays s'organisent majoritairement à partir des marchés de gros secondaires d'où partent les ignames pour les marchés de gros terminaux. C'est ainsi que dans la zone agro écologique du basses terres côtières, les marchés de gros secondaires de Penda Mboko, à 50 km de Douala en allant vers Bafoussam jouent un rôle déterminant dans l'approvisionnement de la ville de Douala, de Yaoundé, de Bafoussam, de Bamenda et des marchés de la sous région Afrique Centrale (Gabon Guinée équatoriale) en ignames notamment des espèces D. *rotundata* et D. *cayenensis* et D. *alata*. Il en est de même pour tous les marchés secondaires de gros du Sud-Ouest (Muea, Muyuka, Mile 20, Mbonge, etc.).

L'approvisionnement de la zone agro écologique des hauts plateaux en D. *dumentorum* à partir des marchés Penda Mboko et de ceux du Sud Ouest ne se fait qu'entre mars et août quand celle de l'Ouest est encore en production.

Dans la zone agro écologique de la forêt tropicale, les marchés de gros secondaires de Mbangassina et d'Ombessa (aux environs de Bafia), d'Okola, de Ntui, de Pouma et de Mbankomo sont les principales sources d'approvisionnements de la ville de Yaoundé principalement sur les marchés du Mfoundi et de Mokolo en espèces D. *rotundata* et D. *cayenensis*.

La zone agro écologique des hauts plateaux, vu son faible niveau de production ne bénéficie pas d'une autosuffisance en igname d'espèce D. *rotundata* et D. *cayenensis* et D. *alata*. Elle fait généralement recours aux importations en provenance de la zone agro écologique des basses terres côtières (Sud-Ouest) et accessoirement de celle des forêts tropicales notamment à partir du Mbam et la Lékié. En revanche cette zone agro écologique des hauts plateaux a développé depuis plus d'une décennie une filière d'approvisionnement des villes de Yaoundé Douala en D. *dumentorum* à partir du Bamboutos à Mbouda et de Bafoussam.

Les zones agro écologiques de foret précisément le Bassin de production de l'Est, en dépit de leur énorme potentiel de production d'igname évoluent en autarcie. Une infirme partie de la production de ces zones est vendue sur les autres marchés du territoire national et vers les pays tels que le République Centrafricaine (RCA) avec qui elle est frontalière. Les principales contraintes qu'ils ont relevées semblaient être l'enclavement, le manque de capital, le manque des moyens de transport et les coûts élevés de ceux-ci.

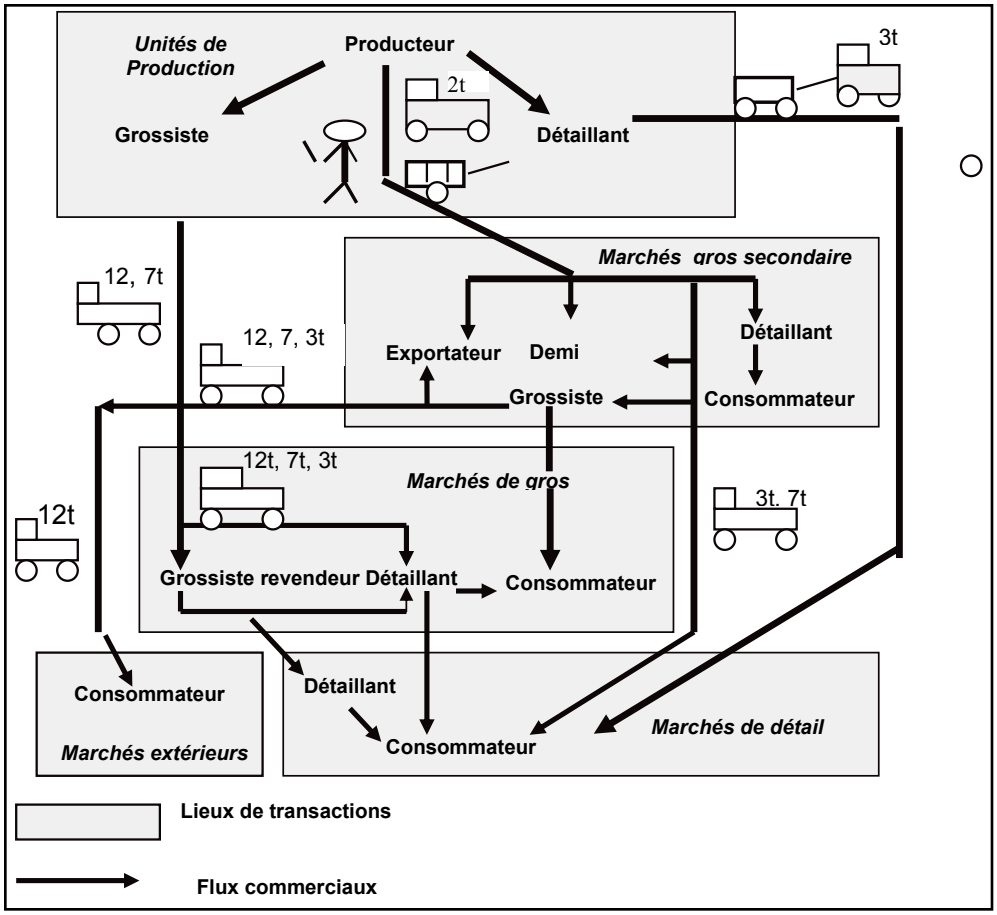


Figure 3. Représentation des fonctions de groupages et de transport de l'igname pour l'approvisionnement des centres urbains (Douala, Yaoundé, Bafoussam, Bamenda, etc.)

Source : Données d'enquêtes, 2007.

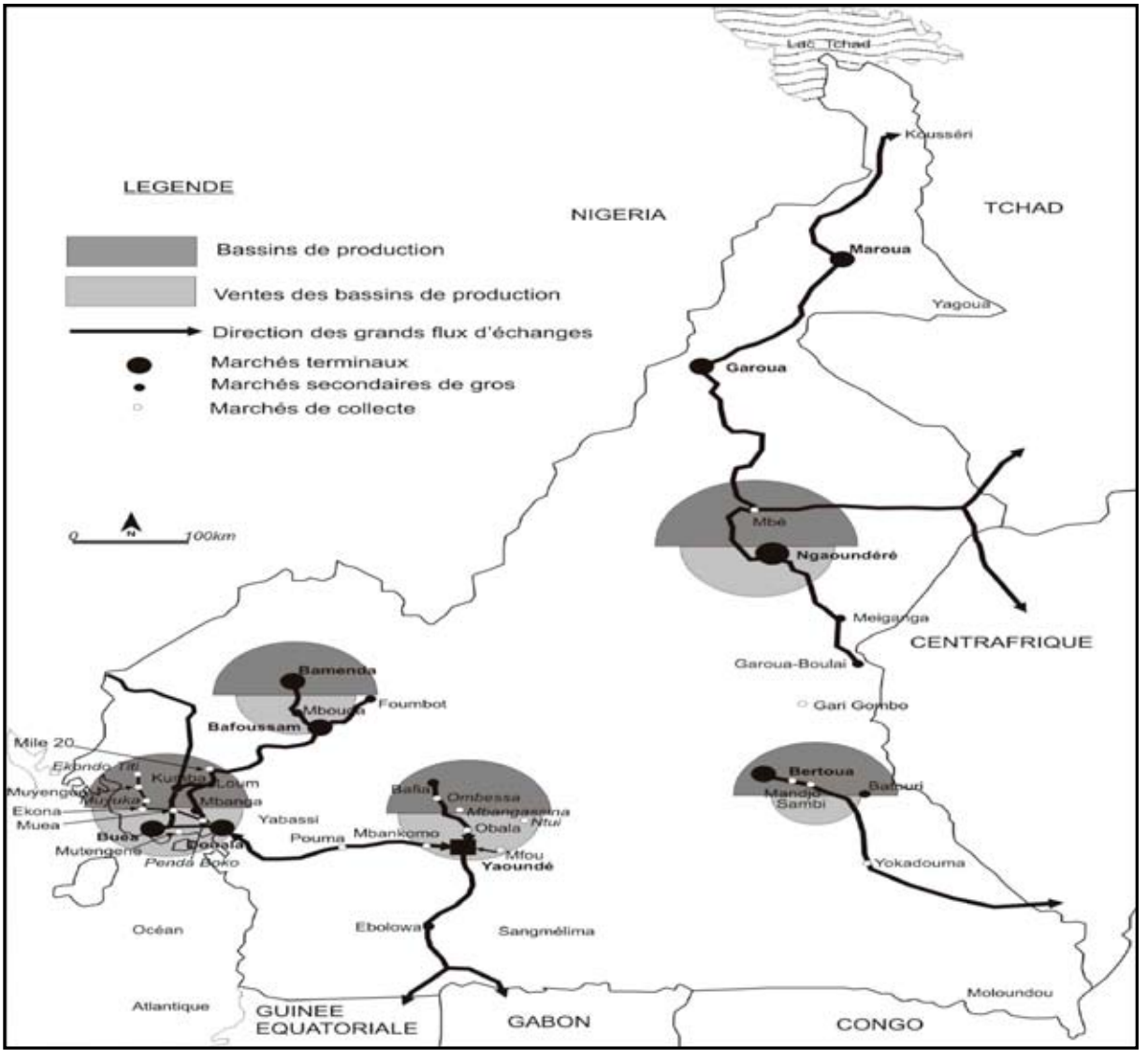


Figure 4. Schéma des flux commerciaux de l'igname.
Source : Données d'enquêtes, 2007.

La zone agroécologique de savane centrale dont le principal bassin se trouve dans l'arrondissement de Mbé situé à 80 km de Ngaoundéré, les marchés secondaires de gros tels que Ngaounyanga, Sassa Mbersi, Karna Manga, Wack se chargent de l'approvisionnement en ignames des villes de Ngaoundéré, Garoua, Maroua, de Kousseri du Tchad et de la République Centrafricaine. Les localités telles que Mann, Sir, Deyna, Toubaga ne disposant pas de marchés sont des lieux où les grossistes en provenance des pays voisins et de Garoua et Maroua viennent directement s'approvisionner en champ.

La localisation des bassins de production et l'organisation des flux telles qu'elle vient d'être décrite permet de constater que l'ensemble du territoire national et des pays de la sous région peuvent être approvisionnés en ignames, ce qui constitue un atout. Malheureusement, ces bassins de production échangent très peu entre eux, ce qui rend impossible le processus d'arbitrage et justifie en partie l'existence des monopoles locaux des grossistes et des situations localisées de surproduction et de pénurie.

Tableau 1. Quelques performances productives de l'ignames.

Années	Production* (en tonnes)	Superficie* (en ha)	Rdt/ha	Prod/hbt	Cons./hbt
2000	261650	28038	9,3	128,2	17,1
2001	262610 (0,37)	35175 (25)	7,5	120,é	16,7
2002	311353 (18,56)	35877 (2)	8,7	130,7	19,3
2003	280330 (-9,96)	36595 (2)	7,7	110,&	16,9
2004	286494 (2,20)	37327 (2)	7,7	104,6	16,8
2005	292796 (2,20)	38059 (1,96)	7,7	99,3	16,7

Sources : Les auteurs à partir des données Agristat 2006, et d'enquêtes PNDRT 2005.

Les performances du système d'approvisionnement en igname

Les statistiques mobilisables révèlent au niveau national (tableau 1) que si la production est passée de 261.000 tonnes en 2000, à 292.000 tonnes en 2005, soit un taux de croissance annuel moyen de 2,7 %.

En revanche le taux de croissance moyen de la population nationale estime à 2,8 % reste légèrement supérieur à celui de la production, ce qui justifie la tendance à la baisse de la production par habitant qui a chuté, passant de 128 kg par habitant en 2000 a 99 kg par habitant en 2005 traduisant ainsi l'insuffisance de l'offre. Cette insuffisance de l'offre serait en partie due au caractère extensif des systèmes de production.

En effet, les superficies cultivées d'igname sont passées de 28.000 ha en 2000, à 38.000 ha en 2005, soit un taux de croissance annuel moyen de 6,6%. Ce taux de croissance des surfaces supérieur à celui de la production. En d'autres termes la hausse de la production observée est beaucoup plus la conséquence de l'accroissement des surfaces cultivées. Ce résultat témoigne donc du caractère extensif des systèmes de production de l'igname. Au sein de ce système extensif, on observe une stabilisation des rendements autour de 7 tonnes à l'hectare.

Les données du tableau 1 montrent un écart important entre la production par habitant (bien qu'en baisse et la consommation. Cet écart est révélateur du dysfonctionnement des circuits de commercialisation qui se solderait par la cœxistence des stocks importants de produit dans les bassins de production et de l'insuffisance de l'offre dans les zones de consommation, notamment les centres urbains.

Les données du tableau 1 ne sont que des moyennes nationales qui ne permettent pas de régionaliser les tendances. Toutefois l'observation de ces indicateurs au niveau du bassin des basses terres côtières (tableau 2) qui approvisionne majoritairement la ville de Douala capitale économique du pays et principal débouche permet de confirmer cette hypothèse du dysfonctionnement des circuits de commercialisation. A titre d'exemple la consommation de l'igname par habitant au niveau de Douala se chiffrait à 7kg environ contre 20 kg, 32 kg, 113 kg et 16 kg respectivement dans la Meme, le Moungo, le Nkam (bassins de productions proches les uns des autres) et au niveau national.

Les pertes post récolte sont également importantes comme on peut le constater. Elles sont de l'ordre de 500 tonnes et 825 tonnes respectivement dans le Nkam et la Meme, ceci à cause de l'enclavement de ces zones qui engendre les coûts de transports élevés qui se greffent sur le coût production, augmentant considérablement le prix de revient, rendant ainsi hors de porte du consommateur moyen l'accès à ce bien.

Tableau 2. Données sur la commercialisation de l'ignames dans le Littoral et le Sud-Ouest en 2005.

Provinces	Dpts.	Prix Fcfa /kg	Consommation/hbt (en kg)	Pertes (en tonnes)	ventes (en tonnes)
LITTORAL	Wouri	215-300	7,8	nd	15438
	Sanaga	100	4,8	122,3	183,4
	Mungo	170-250	32,9	Nd	2933,1
SUD OUEST	Nkam	100	113,01	497,6	1492,8
	Fako	nd	0,5	91,1	1504
	Manyu	nd	13,7	201,3	1107,4
	Meme	nd	20,3	852,5	9377,6
	Kupe M.	nd	1,01	17,2	189,7
	Lebialem	nd	5,1	102,7	1130,2
	Ndian	237-336	1,7	31	341

a =estimations à partir de l'enquête ECAM 1996.

Sources : Les auteurs à partir des données Agristat 2006, et d'enquêtes PNDRT 2005.

Les coûts de commercialisation sont également importants et valent 53 FCFA environ par kg (tableau 3). Dans ce coût unitaire de commercialisation, les coûts de transport représentent 43,5%, le stockage 16,43%, les taxes 20,16%. Ces données confirment en partie le dysfonctionnement des circuits commercialisation du fait de la défaillance des infrastructures. Toutefois les taxes représentent aussi un poids important.

Les contraintes de la commercialisation de l'igname.

La première série de contraintes est analysée en tenant compte de leur éventuelle incidence sur l'efficience des opérations. Il s'agira donc d'un diagnostic général des systèmes actuels de commercialisation de l'igname dans les marchés.

On a pu ainsi identifier plusieurs catégories de contraintes. Ces contraintes sont liées : à l'implantation du ou des marchés, aux caractéristiques techniques des marché, aux acteurs du marché et à l'organisation de la distribution.

Le caractéristiques propres des acteurs et du produit

Les acteurs du système de commercialisation tels que décrits par Tilburg et al (2007) et qui cadre bien avec la réalité camerounaise se caractérisent par : une quasi absence des organisations de vente (de type coopérative, GIC, ONG ou organisation paysanne) , une multitude de petits exploitants géographiquement dispersés, l'irrégularité de l'offre due aux facteurs climatiques, une forte variabilité de la qualité du produits, des opportunités de marchés réduites du fait de l'enclavement et de la structure oligoposonique de la demande sur les marchés ruraux et oligopolistique sur les marchés urbains, des coûts de transaction et de manutention élevés à cause des longues distances séparant les zones de production et de consommation, l'absence de regroupement des producteurs au sein des organisations de vente, la défaillance ou absence de régulation publique, un faible niveau d'instruction des acteurs, un manque de professionnalisme, une capacité financière réduite dans un contexte de défaillance des marchés de crédit.

L'ensemble de ces caractéristiques nécessite un mode d'organisation et des investissements spécifiques, notamment les infrastructures de stockage, de conditionnement et même de transport qui n'existent pas jusqu'à nos jours. Quand bien même ces infrastructures existent, elles ne sont pas adaptées au commerce de l'igname

Tableau 3. Structure et évolution des coûts de commercialisation par kg.

Dépenses	Montants (En FCFA)	%
Transport	23,3	43,8
Manutention	2,1	4,03
Stockage	8,6	16,1
Nettoyage	0,3	0,5
Taxes ticket quai	8,6	20.2
Pertes	8,1	15,3
Total	53,1	100

Sources : Les auteurs à partir données Agristat 2006, et d'enquêtes PNDRT 2005.

et encore moins ne permettent pas de s'arrimer à un processus de normalisation, condition nécessaire à l'insertion de ces produits sur les marchés extérieurs.

Les activités de transport se font avec ce qu'il convient d'appeler « véhicules de troisième main» qui ont la caractéristique particulière de tomber régulièrement en panne, ce qui accentue ainsi l'irrégularité des flux et par conséquent affecte négativement la compétitivité de la filière qui de nos jours dépendrait davantage de la capacité des unités de production à placer le produit au lieu voulu, en quantité voulue et au moment voulu. Le transport influence donc considérablement la compétitivité d'une filière à travers ses effets sur la régularité des flux, la qualité des produits. Malgré l'existence d'un chemin de fer le transport routier reste le seul moyen pour acheminer l'igname des principaux bassins de production vers les grands centres de consommation du pays.

Les contraintes liées à la gouvernance de filières de la distribution

Gereffi (2003), distingue en plus des marchés spots trois autres modes de coordination des échanges, notamment :

La coordination verticale qui a le potentiel de réaliser des changements technologiques, managériaux, de synchroniser les offres, de les adapter aux demandes et de réaliser les investissements spécifiques nécessaires à la réduction des coûts de transaction et de commercialisation. Ces coordinations verticales existent sous plusieurs variantes à savoir les coopérations volontaires, les coopérations sur la base contractuelle, etc.

Les formes hybrides de gouvernance,

Les acteurs organisés en réseaux, ces réseaux étant bâtis sur la confiance, la réputation, les relations familiales et ethniques.

Les coordinations verticales ou hiérarchisées (contrats de vente entre groupes de producteurs et grossistes) sont en vertu de la théorie des coûts de transaction le moyen idoine de connecter les bassins de production excédentaires des provinces de l'Est et de l'Adamaoua vers les marches déficitaires des grandes villes du pays. En d'autres termes, plus les produits sont périssables, les distances longues, plus les risques et l'incertitude sont élevés, plus les coordinations doivent être hiérarchisées ou centralisées et plus le système de commercialisation sera efficace (Tilburg et al. 2007). En observant le système de commercialisation de l'igname on constate que les marchés spots restent la seule alternative et le principal mode de gouvernance des transaction dans l'écoulement de la production. Or les transactions sur les marchés spot particulièrement pour une denrée hautement périssable comme l'igname présentent un certain nombre d'inconvénients : Les coûts de transactions élevés, les difficultés à vendre des produits répondant aux normes de qualité, homogènes et

standardisés et même de réaliser les économies d'échelle. On n'observe pratiquement pas des modes alternatifs tels qu'ils viennent d'être présentés, si ce n'est les contrats relationnels et informels. Ces contrats relationnels sont également coûteux en termes de transaction comme le relèvent Eaton et al (2007). En effet en cas de non respect d'un engagement, il serait difficile de rompre la relation car le coût de recherche d'un nouveau partenaire serait élevé. Qui plus est, il n'est même pas évident que ce nouveau partenaire paye un prix plus élevé. Les grossistes qui sont price maker ont tendance à baisser les prix quand ils sont en face d'un partenaire nouveau ou inexpérimenté.

Contraintes liées à l'existence et à l'implantation du ou des marchés.

La plupart des grandes villes Camerounaises ne possèdent pas un réel marché de gros qui est pourtant un élément critique pour la bonne performance de tout système de commercialisation de vivres (Tollens 1996). Les ventes de produits agricoles par les grandes surfaces qui constituent une des grandes innovations du système de commercialisation des deux dernières décennies sont encore loin d'être pratiquées au Cameroun pourtant elles deviennent un déterminant clé de la compétitivité.

Les équipements de raccordement du marché aux voies diverses d'approvisionnement ou de désapprovisionnement du marché ne correspondent plus aux nécessités d'un trafic plus intense et d'une population urbaine en forte croissance.

Les caractéristiques techniques des marchés.

L'espace qui tient conjointement lieu de marchés de gros des fruits, légumes et tubercules dans la ville de Douala où converge l'essentiel de ces produits est une excroissance du marché central de Douala. C'est une ancienne gare de chemin de fer (Ancienne Gare de New Bell) qui couvre moins de 2000 m^2 de superficie. Il se caractérise comme la plupart des autres marchés par une absence de viabilisation qui crée d'importantes nuisances : les marchés sont en fonction des saisons de véritables pataugeoires qui nuisent à la qualité sanitaires des produits, décourageant parfois une frange importante de potentiels consommateurs. Les bâtiments sont mal adaptés aux conditions hygiéniques requises pour le commerce de l'igname. Ces infrastructures ne correspondent pas aux méthodes de transactions modernes et n'assurent pas une circulation aisée des hommes et des produits. Les stockage de l'igname si sensible aux intempéries se fait en plein air, subissant ainsi une alternance de soleil et de pluie, ce qui contribue à raccourcir la durée de conservation, à accélérer le processus de pourriture et à réduire la qualité du produit même et par conséquent son coût.

On relève, une quasi absence des quais de déchargement, de dégroupage, de réexpédition ou de livraison, de parking pour les véhicules d'approvisionnement, d'entrepôts à température contrôlée ou non, et très peu d'innovations en termes d'activités complémentaires à celles actuellement pratiquées et concourant à une amélioration de la qualité du produit.

Conclusion

Au terme de cette étude partielle, il a été mis en évidence que la vente de l'igname se fait sur plusieurs types marchés, notamment de gros et détail qui tant bien que mal à la satisfaction de la demande urbaine. Aux cotés de ces marchés, on a pu constater que les transactions s'opèrent également à partir des points de vente situés en bordure des axes routiers liant les bassins de production aux grandes villes du pays.

Les principaux modes de coordination des échanges restent majoritairement marchands et accessoirement basés sur des contrats relationnels. Ces modes de coordination restent peu adaptés au commerce de l'igname qui est un produit très périssable et dont les principaux bassins de production restent très éloignés des grands centres de production. Une réforme des mécanismes de coordination dans le sens d'une plus grande intégration semble nécessaire pour assurer à faible coût des centres urbains à partir des bassins de production de l'Est et de l'Adamaoua qui produisent l'igname de qualité et en quantité suffisantes, mais restent faiblement connectés aux marchés nationaux et sous régionaux.

Seules cinq variétés d'ignames sur plus de 20 ont été identifiées comme faisant l'objets des échanges sur les marches. Il s'agit du D*. alata*, D*. cayenensis,* D*. bulbifera,* D. *dumentorum* et D*. rotundata.*

Les échanges font intervenir plusieurs catégories d'acteurs, notamment directs à savoir les producteurs, les grossistes, les demi grossistes et les détaillants et indirects (transporteurs, manutentionnaires, agents communaux, collecteurs, etc.).

Chacun des bassins de production identifiés restent très cloisonné, c'est ainsi qu'on observe très peu d'échanges entre eux, même lorsqu'il existe des situations localisées de surproduction et de pénurie. Dans l'ensemble les infrastructures de commercialisations en l'état où elles se trouvent ne sont pas de nature à faciliter le déroulement des transactions. En effet, le mauvais état des infrastructures de commercialisation et routières, la congestion excessive des marchés, des pertes excessives lors du transport en rapport avec l'état des routes et la manutention inefficace, la vente par dénombrement, l'emballage dans de rares conteneurs, le manque d'information fiable sur les prix au marché ainsi que l'instabilité et les incertitudes gonflent anormalement les coûts de distribution. Ces coûts ajoutés se reflètent dans les prix élevés de l'igname et/ou la baisse de la qualité des produits, ajoutant ainsi des charges additionnelles aux budgets alimentaires, qui, pour la plupart des consommateurs urbains, sont déjà à la limite du possible, (Tollens, 1996).

Bibliographie

Eaton, D., G. Meijerinka, J. Bijmanb, and J. Beltc. 2007 Pro-poor development in low income countries: Food, agriculture, trade, and environment, Paper prepared for presentation at the 106th seminar of the EAAE, 25–27 October, Montpellier, France.

Gereffi, G. 2003. The international competitiveness of Asian economies in the global apparel commodity chain. International Journal of Business and Society 4: 71–110.

Lançon F. 1990. Circuits Commerciaux, marchés et politique d'approvisionnement_des villes en Afrique de l'Ouest : L'exemple des produits vivriers au Togo. Thèse en Sciences Economiques, Universite de paris X.

Minvielle J.P., 1997, *La Sécurité Alimentaire Durable: Une Approche Holistique pour la Recherche* In Chronique du Sud N° 199.

PNDRT ; 2005 ; Document de Synthèse de l'étude de Base sur les Racines et Tubercules ; MINADER.

van Tilburg, A., Jacques Trienekens, Ruerd Ruben and Martinus van Boeke, 2007, Governance for quality management in smallholder-based tropical food chain, Paper prepared for presentation at the 106th seminar of the EAAE, 25–27 October 2007, Montpellier, France.

Tollens, E. 1996**.** *Les Marchés de Gros dans les Grandes Villes Africaines Diagnostic, Avantages et Eléments d'Etude et de Développement***,** in Approvisionnement et Distribution Alimentaires des Villes de l'Afrique Francophone.

Effets de la Libéralisation sur les Incitations et la Compétitivité de la Filière Igname en Côte D'ivoire

K. Sylla, S.D. Diallo, Y. Ouattara et C.M. Kablan
Centre Ivoirien de Recherches Economiques et Sociales (CIRES)

Résumé
Cet article a pour objectif global d'analyser l'impact de la libéralisation sur la compétitivité dans le sous-secteur de l'igname en Côte d'Ivoire. Après avoir présenté la filière igname dans l'économie ivoirienne, il utilise une matrice d'analyse des politiques (MAP) pour dégager les indicateurs de performance et de compétitivité du sous secteur et procède à quelques simulations en vue de dégager des actions prioritaires. Il ressort des résultats obtenus que la libéralisation du secteur agricole ivoirien s'est traduite par une baisse de la rentabilité économique et de la compétitivité de la filière igname contrairement aux effets attendus. Par contre, grâce à la suppression de certaines taxes implicites la libéralisation a induit une plus grande rentabilité financière au profit des acteurs de la filière. Les simulations effectuées indiquent que la conciliation de l'équité sociale (rentabilité économique) et de l'intérêt privé (rentabilité financière) et l'amélioration de la compétitivité de la filière nécessite une amélioration des rendements au niveau de la ferme. A cela, il conviendrait d'ajouter une politique adéquate d'accès au financement au profit des acteurs de la filière.

Abstract
The main objective of this paper is to analyze the impact of liberalization on competitiveness of the yam sector in Cote d'Ivoire. After presenting the yam subsector in the Ivorian economy, it uses the Policy Analysis Matrix (PAM) to give some performance and competitiveness indicators of the sector and carries out some simulations in order to identify priority actions. Liberalization is expected to improve competitiveness and social and private profitability. However, the main results indicate that agricultural liberalization induces a fall of the economic profitability and competitiveness of the yam sector in the Ivorian context. Furthermore, by suppressing some implicit taxes, liberalization induced a greater financial profitability. Simulations carried out indicate that the conciliation of social equity (economic profitability) and of the private interest (financial profitability) and the improvement of the sector's competitiveness requires an improvement of the farm yield. With that, it would be advisable to apply appropriate agricultural policy and financial access for producers and other actors of the yam sector.

Introduction
Depuis le début des années 1980, la Côte d'Ivoire a entrepris, à l'instar de la plupart des pays africains, des réformes économiques visant à la stabilisation macroéconomique et à l'ajustement des structures de son économie. Ces réformes qui avaient pour objectif principal le rétablissement des équilibres macroéconomiques et la relance de la croissance économique, se sont traduites par la libéralisation de l'économie et le désengagement de l'Etat de tous les secteurs productifs y compris le secteur agricole, principal secteur d'activité de l'économie ivoirienne.

La mise en œuvre de ces politiques reposait entre autres, sur l'hypothèse que la libéralisation peut exercer une forte influence sur les perspectives de développement du secteur agricole. En particulier, elle est sensée influer sur les termes de l'échange intersectoriels, ou prix relatifs intersectoriels et modifier de ce fait les structures d'incitation et la compétitivité relatives des secteurs d'activité. En fait, vu sous l'angle de l'analyse économique et empirique, deux raisons au moins peuvent justifier les

politiques libérales menées en direction du secteur agricole (Norton, 2005). Tout d'abord, l'expérience internationale de ces dernières décennies a confirmé que la stabilité économique influe fortement sur la croissance à travers la stimulation de l'épargne et de l'investissement induite par la réduction de l'incertitude. Ensuite, il apparaît clairement que les fonds publics injectés dans le secteur agricole ont rarement réussi à atteindre leurs objectifs. Souvent, ils ne ciblaient pas les groupes les plus pauvres des zones rurales et le stimulus à la production était faible eu égard au volume des dépenses consenties.

Ainsi, en se basant sur le caractère rural de la pauvreté et la nécessité de redonner la priorité à l'agriculture vivrière, aux petits exploitants et aux coopératives, les organismes multilatéraux ont recommandé aux Etats de se retirer du secteur agricole, de mettre fin aux systèmes de stabilisation des prix, de supprimer les offices publics de commercialisation et les subventions à l'achat d'intrants.

De nombreuses études ont été consacrées à l'impact de ces politiques de libéralisation sur le secteur agricole en Afrique (Sylla et al. 2005 ; Sylla, Diallo, Ouattara, Keita et N'Diaye, 2006). Deux constats se dégagent des résultats de ces études et des observations sur le terrain. Le premier indique qu'après plusieurs années de pratique les effets de la libéralisation restent mitigés. Le deuxième constat tient au fait que pour la plupart, les études qui ont été réalisées se sont limitées aux cultures industrielles et d'exportation. Hormis le secteur céréalier en général et la filière rizicole en particulier (Fradet, 1995 ; Coulibaly, 1996 ; Sylla, 2003), très peu d'études ont analysé l'impact des politiques de libéralisation sur le secteur vivrier.

En se focalisant sur le cas spécifique de l'igname en Côte d'Ivoire, cette étude tente de combler ce déficit. Son objectif global est d'analyser l'impact de la libéralisation sur la compétitivité dans le sous secteur de l'igname en Côte d'Ivoire. De façon spécifique, il s'agit de :

1. Analyser l'importance de l'igname dans l'économie ivoirienne ainsi que la politique agricole mise en œuvre dans la filière,
2. Analyser les effets de la libéralisation sur la rentabilité et la compétitivité de la filière ;
3. Identifier les actions prioritaires à mettre en œuvre pour accroître la compétitivité de la filière igname dans ce nouvel environnement.

Place de l'igname en Côte d'Ivoire et politiques économiques dans la filière

L'igname occupe une place prépondérante en Afrique centrale et de l'ouest, tant au niveau de la réduction de la pauvreté qu'au niveau de l'alimentation des populations pauvres. En Côte d'Ivoire, l'igname est la première culture vivrière par son tonnage et contribue fortement à la lutte contre la pauvreté dans les régions du Centre et du Nord Est. En volume, elle représente plus de 35% de la production vivrière nationale. Le tableau 1 présente la répartition des principales productions vivrières entre 1995 et 2004.

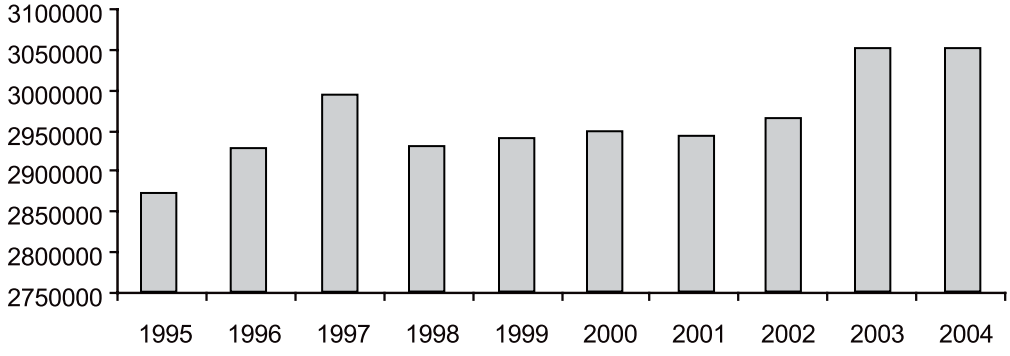
Elle varie de 39,80% en 1995 à 37,70% en 2004 contre 22,31% et 18,54% pour le manioc en 1995 et 2004 respectivement.

La Côte d'Ivoire est le troisième producteur d'ignames en Afrique avec un tonnage qui oscille autour de 2,5 millions de tonnes entre 1992 et 1995. Actuellement, la culture de l'igname occupe environ 2,9 millions d'hectares. Le graphique 1 présente l'évolution de la production d'igname en Côte d'Ivoire de 1995 à 2004.

Tableau 1. Importance relative de l'igname dans la production vivrière en Côte d'Ivoire.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Igname	39,8	37,9	36,9	36,8	37,3	37	37,02	38,8	40,5	37,7
Plantain	18,5	17,6	17,8	17,8	17,8	17,8	17,8	18,2	17,6	16,7
Manioc	22,3	21,4	21,02	21,3	21,3	21,2	21,3	19,8	20,02	18,5
Riz	10,6	14,8	15,9	15,1	15,3	15,4	15,3	14,1	12,6	14,2
Maïs	7,7	7,4	7,2	7,8	7,2	7,2	7,4	7,7	8	11,2
Mil	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,6	0,7
Sorgho	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,6	0,9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Source : Calcul des auteurs à partir des données de FAOSTAT, 15 janvier 2007.



Graphique 1. Evolution de la production d'Igname en Côte d'Ivoire.

Source : FAOSTAT, janvier 2007.

Le constat qui se dégage est que la production d'igname a connu une augmentation durant toute la période. Après un recul de la production entre 1997 et 1998 et une période de stagnation entre 1998 et 2001, on a observé une augmentation relativement forte à partir de 2001, ce malgré le déclenchement de la crise politico-militaire de 2002.

Selon les estimations de la FAO, la production d'igname a connu un taux de croissance moyen annuel de 10% sur la période 1995 – 2004, passant de 2 869 000 tonnes à 3 050 000 tonnes. Cette performance est nettement plus importante que celle enregistrée par les autres principales cultures vivrières. En effet, sur la même période, la production rizicole a enregistré un taux de croissance moyen annuel de 4,65% alors qu'on observait une baisse de la production de manioc (-0,12%) et de plantain (-0,77%).

Deux types de variétés d'igname sont essentiellement cultivés en Côte d'Ivoire. Ce sont les variétés précoces à deux récoltes dont les plus représentatives sont le kponan, l'assawa (30% de la production) et les variétés tardives à une seule récolte représentées par le bètè-bètè et le florido (70% de la production). Les plus grandes zones de production sont le Centre, le Centre – Ouest, le Nord - Est et le Nord (BNETD, op.cit).

Malgré la hausse continue de la production observée, la culture de l'igname reste largement en deçà de son potentiel. Pratiquée sur de petites exploitations traditionnelles, la production d'igname souffre de la faiblesse des rendements qui se situent autour de 8 tonnes à l'hectare avec une superficie moyenne de 0,7 hectare par exploitation.

Tableau 2. Evolution de la consommation par tête de 1995 à 2004.

Consommation (kg / habitant)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ignames tardives	184,07	172,10	171,22	184,07	172,10	171,22	169,92	169,05	168,27	167,38
Ignames précoces	108,11	101,07	100,56	108,11	101,07	100,56	99,8	99,3	98,8	98,3
Total	292,2	273,2	271,8	292,2	273,2	271,8	269,7	268,3	267,1	265,7

Source : Estimation des auteurs.

Le principal objectif de production reste l'autoconsommation. En effet, environ 80% de la production est destinée à la satisfaction des besoins de consommation des producteurs.

Bien qu'elle constitue l'un des aliments de base d'une bonne partie de la population ivoirienne et malgré la croissance démographique et l'accélération de l'urbanisation, la consommation d'igname connaît une évolution relativement stable (tableau 2).

Selon ces chiffres, les ignames tardives constituent plus de 60% de la consommation totale annuelle par tête. La consommation totale par tête reste au dessus de 260 kg par an sur la période 1995 – 2004. Elle passe de 292 kg / tête en 1995 à 265 kg/ tête en 2004, soit une baisse de 9% sur l'ensemble de la période. Cette baisse peut s'expliquer en partie par la substitution des céréales, notamment le riz importé à la consommation d'igname.

Malgré son importance dans la production agricole et dans l'alimentation de la population, l'igname n'a pas bénéficié d'une politique agricole spécifique comme le riz (Sylla, 2003). La culture de l'igname n'a bénéficié ni de subventions, ni d'encadrement spécifique, ni de structures spécialisées de commercialisation. Cependant, comme la plupart des cultures vivrières, elle a pu être affectée par les reformes du secteur agricole entreprises dans le cadre du Crédit d'Ajustement Sectoriel Agricole (CASA) initié au début des années 1990. Cette politique a, entre autres, mis fin à la subvention du secteur agricole, réduit les taxes dans le secteur agricole (notamment la TVA) et *in fine* induit une meilleure rationalisation des dépenses du secteur agricole.

Cet environnement de libéralisation interne accentué par les négociations multilatérales au sein de l'OMC et les mesures d'harmonisation des politiques tarifaires initiées par l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) peut avoir une forte influence sur les prix relatifs, l'allocation des facteurs de production et la compétitivité des filières agricoles.

Par ailleurs, pour relever le niveau de la production, de nombreuses technologies ont été développées au sein des centres de recherches, notamment au niveau du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) et au Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS). Les innovations technologiques ainsi développées et diffusées auprès des paysans couvrent les domaines de l'amélioration variétale, de la vulgarisation des nouvelles technologies, de la conservation, de la gestion de la fertilité du sol.

Libéralisation et compétitivité agricole : revisiter la littérature

Si théoriquement l'explication néolibérale d'une nécessité de promotion de la compétition économique est fondée, dans les faits, il apparaît que la voie de la spécialisation et de l'ouverture sans garde-fous n'est pas toujours réaliste. En effet, l'expérience montre qu'en Asie de l'Est et du Sud-Est, l'existence d'agricultures bénéficiant de bons dispositifs de coordination, développées à l'abri d'une protection

minimisant les risques pour les producteurs et avec un État interventionniste explique une bonne partie des succès. Ainsi, des protections *ad hoc* peuvent être justifiées afin de réduire l'impact négatif de l'instabilité structurelle des marchés agricoles sur la capacité d'initiative et d'investissement des producteurs du fait de leur aversion au risque.

Elles peuvent également permettre le maintien d'une production nationale minimale, y compris lorsque les produits locaux ne sont pas compétitifs, car la variabilité des prix agricoles et des taux de change rendent l'approvisionnement alimentaire sur le marché mondial périlleux (risque de coûts élevés avec des conséquences sociales importantes). Enfin le rôle d'entraînement de l'agriculture dans la croissance économique, y compris en l'absence de performance internationale, reste déterminant. Ainsi, dans le contexte de l'Afrique de l'Ouest, et à contre-courant de nombreuses idées reçues, la croissance de l'emploi agricole et la hausse des revenus tirés de l'agriculture resteront encore longtemps le principal instrument de lutte contre la pauvreté (Bosc et Losch, 2002). Il importe de ce fait d'évaluer les conséquences socioéconomiques des politiques de libéralisation, ce d'autant plus que les preuves empiriques disponibles indiquent que l'impact de ces mesures est fortement tributaire des caractéristiques spécifiques des pays qui les mettent en œuvre (Diallo, Koné et Kamagaté, 2006).

Beaucoup d'études appliquées ont essayé d'évaluer l'impact des politiques de libéralisation ces dernières années aussi bien en Asie (Kuiper et Van Tongeren, 2005 ; Annabi, Raihan, Cockburn et Décaluwé, 2005), qu'en Amérique Latine (Bussolo, Lay et van der Mensbrugghe, 2005) et qu'en Afrique. Si ces auteurs ont mis l'accent sur l'impact des politiques de libéralisation commerciales du cycle Doha au niveau national, il existe de nombreux travaux sur l'impact des accords de libéralisation multilatérale au niveau mondial (Hertel et Ivanic, 2005). Il ressort de la plupart des simulations effectuées à l'aide de modèles appliqués d'équilibre général que la libéralisation du commerce mondial, notamment la mise en œuvre du cycle de Doha, se traduirait par des gains notables pour les pays en développement. Il y a, selon Bouët, Bureau, Decreux et Jean (2004), plusieurs facteurs qui expliquent ces résultats optimistes. Il s'agit entre autres des éléments suivants : (i) le fait que les protections ne sont pas toujours correctement mesurées (non prise en compte des préférences commerciales, des accords régionaux, etc.), (ii) l'absence d'une modélisation explicite des politiques de soutien interne et (iii) la non prise en compte de l'hétérogénéité des pays en développement.

Les études empiriques réalisées en Afrique indique la libéralisation a eu souvent des effets mitigés. Elle s'est traduite par l'amélioration du revenu dans certains cas et dans d'autres, elle a appauvri les paysans. Les simulations effectuées par Koné au Mali, à partir du modèle MATTA, sur le coton ont montré que la libéralisation améliore le revenu des paysans. A partir d'une simulation sur le modèle MAP, Sylla (1999) a montré que la libéralisation réduit les protections effective et nominale et accroît la performance des filières. Cependant, ces résultats ont été infirmés par Dibakala.

Par ailleurs, comme l'ont montré le bilan réalisé par Toulmin et Guèye (2003) et les cas traités par Bélières *et al*. (2002), l'analyse des effets de la libéralisation sur les producteurs en Afrique de l'Ouest révèle globalement une forte capacité d'adaptation des agricultures familiales. Ce constat s'accompagne toutefois de fortes interrogations sur la pérennité d'un tel résultat du fait des écarts marqués entre exploitations agricoles et de l'impact sur la gestion des ressources. En Côte d'Ivoire (Losch et *al*.,

2003), la dérégulation a eu un impact direct sur la variabilité intra-annuelle des prix avec une transmission directe différenciée selon les zones de production et les types d'acteurs (en fonction de l'organisation des réseaux), ce qui constitue un facteur de croissance des inégalités régionales.

Au niveau du secteur céréalier, cette denrée étant la base de l'alimentation des populations tant rurales qu'urbaines dans la plupart des pays africains, notamment en Afrique de l'Ouest, «*le marché céréalier a de tout temps été au centre des préoccupations en matière de politique agricole* » (Kébé *et al*., 1999). Au Mali, le programme de restructuration du marché céréalier à compter de 1981, correspondait aux réformes d'ajustement structurel et au début de la libéralisation. Les filières céréalières sont complètement libéralisées depuis le début des années 1990 avec pour conséquence le développement de circuits de commercialisation en évolution constante. Le bilan des réformes est, là aussi, contrasté. Alors que la production globale de céréales a fortement augmenté - à un rythme d'environ 6,5 % par an entre 1984 et 1999 – le prix au producteur en termes nominal et réel montre une tendance globale à la baisse et a induit un effet dépressif sur les revenus. Même si les producteurs les plus pauvres privilégient l'autofourniture, leur revenu dégagé des ventes de céréales sèches a diminué, ce qui est contraire à l'objectif de croissance des revenus des catégories les plus fragiles. Cette tendance à la baisse des prix est liée à la conjonction d'une augmentation de l'offre dans les meilleures zones au cours des dernières années de la décennie 1990, en réponse à une augmentation de la demande interne et sous-régionale (croissance démographique et dévaluation du FCFA), et d'un risque climatique qui reste fort, (une évolution inverse des prix et des productions). Le phénomène est renforcé par les imperfections de marché (absence de crédit adapté), les difficultés d'anticipation des producteurs (incertitudes sur les débouchés) et l'asymétrie d'information entre producteurs et commerçants, la faiblesse des marchés national et régional, des évolutions climatiques (et des productions) souvent semblables dans les pays de la zone soudano-sahélienne et, enfin, l'insuffisance des capacités de stockage, de conservation et de transformation (Kébé *et al*. 2003).

Globalement, les contraintes liées à l'offre font partie des contraintes qui ne permettent pas de bénéficier de la libéralisation. C'est la raison pour laquelle l'adoption de nouvelles technologies peut constituer une alternative pour accroître la compétitivité. En outre, les problèmes liés à la qualité constituent une entrave à l'accès au marché que l'adoption de technologies permet de lever. La levée de cette contrainte est indispensable pour accroître la compétitivité. Shuh précise cependant que l'adoption de technologies seule ne suffit pas car elle est conditionnée par l'environnement économique global par le biais du taux de change réel.

Méthodologie

La méthodologie présentera (i) la méthode d'analyse et (ii) les données de l'étude.

Méthode d'analyse

Pour atteindre l'objectif de cette étude, les modèles CHAC, SAM et le modèle multi marchés pouvaient être utilisés. Mais compte tenu, du fait que ces modèles sont exigeants en données et aussi du fait que ces modèles ne permettent pas d'élaborer autant d'indicateurs de politiques agricoles que la MAP, ce dernier a été choisi. En outre, la MAP a été le principal instrument d'analyse de la politique agricole en Côte d'Ivoire dans le cadre du Projet National d'Appui aux Services Agricoles (PNASA).

La MAP (tableau 3) permet d'analyser l'impact des politiques économiques sur la compétitivité, le revenu des opérateurs de la filière, d'évaluer l'impact des politiques d'investissement sur l'efficacité économique (Monke et al., 1989).

Les variables A, B, C, E, F et G sont fondamentales dans la MAP (Sylla, 2003). Elles permettent de calculer tous les indicateurs de la MAP.

Il est important de savoir que la MAP d'une filière est un ensemble de budgets de quatre types opérateurs (paysans (1), collecteurs (2), transformateurs (3) et commerçants (4)) intervenants dans la filière. Les variables fondamentales sont obtenues de la façon suivante :

Le bénéfice brut financier ou A dans la MAP filière

C'est le bénéfice brut financier des commerçants (quatrième (4) opérateur de la filière). C'est ce bénéfice brut qui sert à financer toutes les autres opérations (achat de produits au niveau des transformateurs, achat de produits au niveau de la collecte et achat de produits aux paysans). Ce bénéfice brut constitue donc celui de la filière.

Le bénéfice brut financier de la filière est :

$$A_4 = X_4^C P_4^{CF}$$

où X_4^C représente la quantité d'igname vendue et P_4^{CF} désigne le prix financier de vente de l'igname.

Les coûts financiers des intrants échangeables (B) dans la filière sont :

$$B_j = \sum_{j=1}^{4} \sum_{i=1}^{a} X_{ij}^E \; P_{ij}^{EF} - \sum_{j=1}^{3} X_j^C \, P_j^{CF}$$

Avec X_{ij}^E qui désigne la quantité d'intrants échangeables i nécessaire pour l'activité j,

P_{ij}^{EF} , le prix financier d'achat de l'intrant échangeable concerné

i = 1...a éléments échangeables de la filière

j = 1...3 activités de la filière (paysans (1), collecteurs (2) et vendeurs (3))

X_j^C, la quantité d'igname achetée pendant l'activité j

P_j^{CF} représente le prix financier de l'igname achetée pendant l'activité j

Cette soustraction est effectuée pour éviter les doubles emplois dans la filière.

- Les coûts financiers domestiques (C) de la filière sont déterminés comme suit :

$$C_j = \sum_{j=1}^{4} \sum_{i=1}^{b} X_{ij}^D \; P_{ij}^{DF}$$

où X_{ij}^D = quantité d'intrants domestiques i nécessaire pour l'activité j,

P_{ij}^{DF} = prix financier d'achat de l'intrant domestique concerné

Le bénéfice brut économique de la filière E ou E4 (ou bénéfice économique du quatrième opérateur) :

Tableau 3. Une MAP simplifiée.

	Recette (FCFA/ tonne)	Coûts		Bénéfice (FCFA/ tonne)
		Intrants échangeables (F CFA / tonne)	Facteurs domestiques (F CFA / tonne)	
Prix de marché	A	B	C	D
Prix de référence	E	F	G	H
Divergence	I	J	K	L

Source : Monke et al. (op.cit.).

Tableau 4. Indicateurs de la MAP.

Indicateurs	Formules	Interprétation ou signification
A	Voir ci-dessous	bénéfice brut financier des commerçants
B	Voir ci-dessous	coûts financiers des intrants échangeables ;
C	Voir ci-dessous	coûts privés des facteurs domestiques
Profits privés (Rentabilité financière)	D= A-B-C	Si D>0 le secteur est rentable. Il est compétitif et peut se développer avec les politiques actuellement mises en place Si D<0 le secteur n'est pas compétitif
Ratio coût-benefice (RCB)	RCB= C/(A-B)	Si RCB>1 rentabilité financière négative, le secteur n'est donc pas compétitif Si RCB<1 secteur rentable financièrement
profit social (Rentabilité économique)	H=E-F-G	Si H>0 le secteur a un avantage comparatif Si H<0 gaspillage de ressources
coût en ressources intérieures (CRI)	CRI=G/(E-F)	Si CRI>0 gaspillage de ressources qui ne sont pas payées par l'activité
transfert des politiques	L=I-J-K	Si L>0 Les politiques mises en place favorisent les producteurs Si L<0 les politiques pénalisent les producteurs
Coefficient de protection nominal (CPN)	CPN= A/E	Si CPN>1 le secteur est protégé
Coefficient de protection effectif	CPE= (A/B)/(E-F)	Si CPE>1 les producteurs sont protégés
Protection globale (PG)	PG= D/H	Si PG>1 les producteurs sont favorisés

Source : les auteurs.

Le tableau 4 ci-dessous donne une interprétation des éléments fondamentaux de la MAP.

$$E_4 = X_4^C \quad P_4^{EE}$$

Où P_4^{EE} = prix économique de vente de l'igname.

Les coûts économiques des intrants échangeables de la filière (F):

$$F_j = \sum_{j=1}^{4} \sum_{i=1}^{a} X_{ij}^E P_{ij}^{EE} - \sum_{j=1}^{3} X_j^C P_j^{EE}$$

avec P_{ij}^{EE} = prix économique de vente de l'intrant échangeable concerné

P_{j}^{EE} = prix économique de vente de l'igname pendant l'activité j

Les coûts domestiques économiques (G) sont :

$$G_j = \sum_{j=1}^{4} \sum_{i=1}^{b} X_{ij}^{D} P_{ij}^{DE}$$

où P_{ij}^{DE} = prix économique d'achat de l'intrant domestique concerné par les opérateurs de la filière.

A part les variables A et E, les autres variables fondamentales sont des sommations des coûts au niveau de chaque étape de la filière. Les prix financiers sont les prix observés sur les marchés. Par contre, les prix sociaux sont des prix sans distorsions, c'est-à-dire qui ne tiennent pas compte des taxes et subventions.

Connaissant les variables fondamentales, une dizaine d'indicateurs peut être calculée, à partir de la MAP (Monke et al, op. cit.). Cependant, compte tenu de l'objectif de l'étude, ils ne seront pas tous utilisés.

Pour les cultures différentes, le ratio coût bénéfice financier (CBF) est utilisé pour comparer les profits financiers. Le coût en ressource intérieure (CRI) et le ratio coût bénéfice économique (CBE) sont utilisés pour l'avantage comparatif. Cette distinction est faite dans la mesure où l'intensité capitalistique est différente d'une filière à une autre. En outre, Masters *et al.* (1995) montrent que le CBE est le meilleur indicateur que le CRI pour la mesure de l'avantage comparatif en ce sens que le CBE est compatible avec la maximisation du profit et n'a pas une tendance à sous estimer les activités peu intensives en intrants échangeables comme le CRI.

Cette étude utilisera le CRI pour mesurer l'avantage comparatif. Toutefois lorsqu'il y aura une ambiguïté entre le CBE et le CRI dans la prise de décision, le CBE sera privilégié.

Pour simuler l'impact de la libéralisation, l'étude utilisera l'analyse avant et après libéralisation utilisée par Sylla (2003). Il est à préciser que la MAP après libéralisation concerne l'année 2002. Enfin, une simulation sera faite pour tenir compte de l'impact sur la compétitivité de l'adoption de nouvelles technologies…

Données de l'étude

La collecte des données s'est focalisée sur la filière partant de la production dans la zone de Bouaké vers Bamako. Précisément, l'étude a considéré une filière où les producteurs sont dans la zone de Bouaké, les collecteurs exportateurs du marché de gros de Bouaké qui mettent à disposition l'igname au marché de Médine à Bamako. Les données collectées le long de cette filière proviennent essentiellement des données secondaires du CSRS (Stessens, 2002 et Dao, 2003) et du CIRES en ce qui concernent la production et la collecte. Cependant, des données primaires ont été collectées auprès des membres du point focal de l'observatoire régional des racines et tubercules à Abidjan pour les données sur les coûts liés à l'activité d'exportation de l'igname.

Les données collectées l'ont été auprès des commerçants de l'observatoire intervenant sur le marché de Bouaké et/ou exportant à Bamako.

Résultats de l'analyse

Dans cette partie nous allons exposer successivement la performance de la filière avant et après libéralisation et les analyses de sensibilités, en vue d'identifier les actions susceptibles d'améliorer la compétitivité de la production ivoirienne.

Avant libéralisation

Le tableau 5 présente la rentabilité économique et financière de la filière avant la libéralisation.

Les résultats indiquent que la filière igname était économiquement est financièrement rentable avant la libéralisation du secteur agricole ivoirien. Ainsi, le tableau ci-dessus fait ressortir un bénéfice financier et un bénéfice économique positifs de 34308 FCFA / tonne et 84205 FCFA / tonne respectivement. Ce résultat indique que les interventions de l'Etat dans le secteur agricole avaient pour effet, dans le cas de la filière igname, de favoriser un prélèvement des ressources générées par les activités de celles-ci au profit du reste de l'économie. Ainsi, les transferts de la filière igname vers le reste de l'économie est de 50000 FCFA / tonne et le transfert net dû aux politiques agricoles de l'Etat est de 49897 FCFA / tonne. Ces deux résultats peuvent respectivement être interprétés comme la taxe payée par les producteurs et celle payée par l'ensemble des intervenants le long de la filière.

Le tableau 6 présente les indicateurs d'analyse des résultats de la MAP.

La MAP permet de calculer plusieurs indicateurs qui sont utilisés pour comparer l'efficience relative ou l'avantage comparatif. Entre autres indicateurs, on peut citer le coût en ressources intérieures qui indique si l'utilisation des ressources domestiques est socialement profitable ou non. Nos résultats indiquent que le coût en ressources intérieures avant la libéralisation est de 0,324. Il est inférieur à l'unité. Cela veut dire que la filière igname était compétitive avant la libéralisation. Le marché malien étant la seule destination des exportations ivoiriennes d'igname, ces résultats indiquent que les ignames ivoiriennes sont compétitives sur ce marché.

Le deuxième indicateur souvent utilisé dans l'analyse des résultats de la MAP est le ratio coût – bénéfice. Contrairement au coût en ressources intérieures qui est fortement influencé par les seuls facteurs domestiques non échangeable, le ratio coût – bénéfice prend en compte tous les facteurs de production et réduit ainsi l'influence des erreurs éventuelles sur la décomposition des facteurs de production en intrants échangeables et non échangeables. Plus le ratio est élevé, plus l'activité est compétitive.

On peut également s'intéresser au coefficient de protection nominale et au coefficient de protection effective. Ces indicateurs renseignent sur le degré de protection des acteurs de la filière. Avant la libéralisation ces coefficients étaient respectivement de 0,750 et 0,598.

Au total, l'igname de Côte d'Ivoire était compétitive sur le marché malien malgré une faible protection liée à l'absence de politiques spécifiques pour cette spéculation et une forte taxation indirecte de la filière à cause, entre autres, du fort taux de TVA et de la subvention des filières telles que le cacao, le café et le coton. En effet, du fait de la subvention au transport dans ces filières, le coût du transport était à la hausse pour les autres filières. Les transporteurs refusaient de contracter avec les acteurs des filières vivrières notamment l'igname pendant les campagnes de cacao, café et coton.

Après libéralisation

Le tableau 7 présente les résultats de la MAP après la libéralisation. Il apparaît que la filière igname reste financièrement et économiquement rentable après la libéralisation

Tableau 5. Rentabilité économique et financière de la filière igname avant la libéralisation.

	Recettes	Couts intrants échangeables	Facteurs interieurs	Benefice
	A	B	C	D
Prix Du Marche	150 000	75 477	40 215	34 308
	E	F	G	H
Prix De Reference	200 000	75 477	40 318	84 205
	I	J	K	L
Divergences	-50 000	0	-103	-49 897

Source : Résultats de la MAP.

Tableau 6. Indicateurs d'analyse des résultats de la MAP avant la libéralisation.

Indicateur	Formulation	Valeur
1. Rentabilité financiere	[D = A - B - C]	34 308
2. Ratio cout-benefice financier	[C / (A - B)]	0,540
3. Rentabilité economique	[H = E - F - G]	84 205
4. Cout en ressources interieures	[G / (E - F)]	0,324
5. Ratio cout-benefice economique	[(F + G) / E]	0,579
6. Transferts	[L = I + J + K]	-49 897
7. Coefficient protection nominal	[A / E]	0,750
7a. Coefficient protection nominal	[A* / E*]	0,750
8. Coefficient protection effective	[(A - B) / (E - F)]	0,598
9. Coefficient de rent abilité	[D / H]	0,407
10. Taux subvention producteur	[L / E]	-0,249
11. Equiv. subvention producteur	[L / A]	-0,333

Source : Résultats de la MAP.

du secteur agricole. Ainsi, nos résultats indiquent que le bénéfice financier de la filière est de 43190 FCFA / tonne alors que le bénéfice économique se situe à 76711 FCFA / tonne après la libéralisation. Malgré cette libéralisation, les acteurs de la filière continuent de supporter une taxe relativement importante. Le montant du transfert des producteurs vers le reste de l'économie est de 50000 FCFA / tonne et l'effet net des politiques publiques en direction du secteur agricole se traduit par un transfert de 33522 FCFA / tonne des acteurs de la filière vers le reste de la collectivité. Ainsi, les acteurs de la filière igname supportent une taxe implicite de 33522 FCFA/tonnes, même après la libéralisation du secteur agricole qui a été justifiée par le souci de supprimer la taxation des producteurs.

Après la libéralisation, le coût en ressources intérieures est de 0,675. Il reste inférieur à 1, indiquant ainsi que les exportations ivoiriennes restent compétitives sur le marché malien.

Comparativement aux résultats avant libéralisation, l'analyse des résultats post-libéralisation indique que les politiques de désengagement de l'Etat et la suppression des subventions du secteur agricole ont eu pour effet une amélioration de la rentabilité financière et une réduction des taxes implicites représentées par les transferts de la filière vers le reste de l'économie. Par contre, la rentabilité économique a connu une

baisse.

La libéralisation a induit une amélioration du ratio coût – bénéfice financier et coût – bénéfice économique. Ce résultat confirme l'amélioration de la rentabilité financière de la filière. Ce résultat se justifie par le fait qu'avec la libéralisation, la taxe implicite supportée par l'igname du fait de la subvention du transport du café, du cacao et du coton est supprimée. En outre, la TVA sur le matériel agricole est réduite et les subventions aux cultures telles que le café, le cacao, le riz et le coton sont supprimées. Cette reforme a contribué à accroître l'incitation à la production.

Cependant, elle n'a pas permis d'accroître la compétitivité de l'igname sur le marché malien à cause de l'impact que l'ensemble des reformes a eu sur le taux de change réel qui est un peu surévalué.

Ainsi, le coût en ressources intérieures passe de 0,324 avant la libéralisation à 0,675 après. Cela veut dire que la production ivoirienne est rendue moins compétitive du fait notamment des difficultés que connaît la Côte d'Ivoire ces dernières années. En effet, la crise actuelle a eu pour effet, l'accroissement des coûts de transport entre le Mali et la Côte d'Ivoire de sorte que les ignames ivoiriennes deviennent relativement plus chères sur le marché malien. En outre, le retrait des organisations d'encadrement et la faiblesse du suivi des activités de production ont amplifié l'effet des difficultés de transports et réduit l'efficacité des producteurs et la compétitivité de la filière. A ces raisons, il convient d'ajouter la suppression de la subvention au riz importé qui a accru la compétitivité du riz local induisant une réallocation des ressources en faveur de ce produit.

Etant donnée la situation actuelle et dans la perspective de la période de reconstruction post-crise, il convient d'identifier des actions prioritaires en vue de relancer la filière igname en Côte d'Ivoire.

Analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité est l'un des aspects importants de la Matrice d'Analyse des Politiques. Plusieurs études l'on utilisé pour évaluer l'impact d'un changement quelconque sur les résultats de la filière. Par exemple, Tinprapha (1995) a conduit une analyse de sensibilité sur le Coût en Ressource Intérieur (CRI) pour savoir quel sera l'impact sur l'efficience de la production. L'un des paramètres qu'il a choisi dans son étude est le prix international. Ses résultats montrent que si le prix du riz baisse de 10%, la Thaïlande perdrait son avantage comparatif à produire le riz.

Les simulations qui ont été faites pour la filière igname concernent une variation des rendements, du taux d'intérêt, du prix FOB et des taxes.

Tableau 7. Rentabilité économique et financière de la filière igname après la libéralisation.

	Recettes	Couts intrants Échangeables	Facteurs interieurs	Benefice
	A	B	C	D
Prix du marche	221000	35 124	142 686	43 190
	E	F	G	H
Prix de Reference	271 000	35 124	159 164	76 711
	I	J	K	L
Divergences	-50 000	0	-16 478	-33 522

Source : Résultats de la MAP.

Tableau 8. Indicateurs d'analyse des résultats de la MAP avant la libéralisation.

1. Rentabilité Financiere	[D = A - B - C]	43 190
2. Ratio Cout-Benefice Financier	[C / (A - B)]	0,768
3. Rentabilité Economique	[H = E - F - G]	76 711
4. Cout En Ressources Interieures	[G / (E - F)]	0,675
5. Ratio Cout-Benefice Economique	[(F + G) / E]	0,717
6. Transferts	[L = I + J + K]	-33 522
7. Coefficient Protection Nominal	[A / E]	0,815
7a. Coefficient Protection Nominal	[A* / E*]	0,815
8. Coefficient Protection Effective	[(A - B) / (E - F)]	0,788
9. Coefficient De Rentabilité	[D / H]	0,563
10. Taux SUbvention Producteur	[L / E]	-0,124
11. Equiv. Subvention Producteur	[L / A]	-0,152

Source : Résultats de la MAP.

Une amélioration de la productivité et donc des rendements a un effet positif sur les coûts en ressources intérieures. Plus l'augmentation est importance, mieux les ressources intérieures sont allouées et rapportent plus de devises au pays.

Une amélioration des rendements influe positivement sur la rentabilité économique et la rentabilité financière.

Effets d'une hausse de rendement

A partir de ces résultats, les politiques à mettre en place devraient permettre d'accroître les rendements actuels des paysans qui se situent entre 8 et 9 tonnes. La recherche agronomique nationale peut être mise à contribution à cet effet. Il est également possible de vulgariser les nouvelles variétés dont certaines ont un rendement de 13 tonnes soit 50% du rendement actuel.

Les politiques de prix sur la filière devraient donc viser les prix intérieurs qui inciteront la production. Il s'agit par exemple de mener des actions pour réduire les faux frais engendrés par les rackets routiers qui grèvent les coûts de commercialisation de l'igname.

Effet d'une baisse des taxes

En ce qui concerne les taxes sur la filière, elles n'ont quasiment pas d'effet ni sur la rentabilité économique ni sur la rentabilité financière. Le seul changement observé concerne le CRI qui s'améliore mais indépendamment de l'ampleur de la hausse.

Effet d'une baisse du taux d'intérêt

Le dernier facteur examiné est relatif au taux d'intérêt. Les résultats montrent qu'une baisse des taux d'intérêt améliore la rentabilité financière de même que le coût en ressources intérieures.

Au total, le rendement semble être le principal facteur sur lequel il faut mener des politiques pour améliorer la compétitivité de la filière nationale.

Conclusions et recommandations

En conclusion, la politique de libéralisation qui devait permettre d'accroître la compétitivité de la filière igname en supprimant les avantages des filières dites importantes, n'a pas pu se traduire dans les faits. La politique de libéralisation a plutôt produit l'effet inverse

Tableau 9. Scénario 1 : hausse du rendement l'hectare.

Amplitude du rendement	Coût ressources intérieures (CRI)	Rentabilité économique	Rentabilité financière
10%	-1,5906	3,3046	5,8525
30%	-3,9618	8,3887	14,8562
50%	-5,6961	12,1170	21,4590

Source : les auteurs.

Tableau 10. Effets d'une baisse des taxes.

	Amplitude de la hausse		
Indicateurs	Coût ressources intérieures (CRI)	Rentabilité économique	Rentabilité financière
10%	-0,0454	0,0000	0,0000
30%	-0,0454	0,0000	0,0000
50%	-0,0454	0,0000	0,0000

Source : les auteurs.

pour la filière igname en donnant plus davantage à la filière riz qui a concurrencé l'igname. Malgré cette concurrence, la filière igname est restée compétitive. Mais, le conflit induit une érosion complémentaire de cette compétitivité.

L'étude recommande de (i) mettre en place des politiques en vue d'accroître les rendements à l'hectare par le biais de la recherche agronomique et par une vulgarisation des nouvelles variétés. En effet, le développement de la recherche et la généralisation de la vulgarisation agricole sont indispensables pour améliorer les rendements et favoriser la compétitivité des exploitations d'igname. En plus de ces actions, il est indispensable de (ii) réduire les faux frais engendrés par les rackets et les tracasseries routiers qui grèvent les coûts de commercialisation de l'igname.

Références bibliographiques

Annabi, N.; Raihan, S.; Cockburn, J. and Decaluwé, B. 2005. "Implications of WTO Agreements and Domestic Trade Policy Reforms for Poverty in Bangladesh: Short vs. Long Run Impacts. In Putting Development Back into the Doha Agenda: Poverty Impacts of a WTO Agreement, Thomas W. Hertel and L. Alan Winters (eds.) forthcoming from the World Bank, Washington, DC.

Bélières J.-F., Bosc P.-M., Faure G., Fournier S., Losch B., 2002. "What future for West Africa's family farms in a world market economy?" IIED, Issue Paper n° 113, London, 36 p

Bosc P.-M. Losch B., 2002, « Les agricultures africaines face à la mondialisation. Le défi d'une autre transition ». OCL, vol. 9, n°6, pp. 402-407.

Bouët, A.; Bureau, J.-C.; Decreux, Y. and Jean, S., 2004. Multilateral Agricultural trade liberalization: The contrasting fortunes of developing countries in the Doha Round. CEPII Working Paper, N° 2004 – 18.

Bussolo, M.; Lay, J. and van der Mensbrugghe, 2005. "Structural Change and Poverty Reduction in Brazil: The Impact of the Doha Round". In Putting Development Back into the Doha Agenda: Poverty Impacts of a WTO Agreement, Thomas W. Hertel and L. Alan Winters (eds.) forthcoming from the World Bank, Washington, DC.

Coulibaly, M. 1996. L'autosuffisance alimentaire et la politique rizicole en Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat nouvau régime, Faculté des sciences économiques et de gestion, Université d'Auvergne, Clermont – Ferrand I.

Tableau 11. Effets d'une baisse du taux d'intérêt.

	Indicateurs		
Amplitude de la baisse	Coût ressources intérieures (CRI)	Rentabilité économique	Rentabilité financière
10%	-0,046	0,00	1,59
30%	-0,046	0,00	4,73
50%	-0,046	0,00	7,81

Source : les auteurs.

Dao, D. 2003. Transfert de technologie de conservation en milieu rural et étude économique de la filière igname dans un bassin de production au nord de la Côte d'Ivoire. Thèse Unique de Doctorat. UFR des Sciences Economiques et de Gestion, Université d'Abidjan – Cocody.

Diallo, S. S.; Koné, S. et Kamagaté, M. 2006. Ouverture Commerciale et distribution des revenus en Côte d'Ivoire : Simulation à l'aide d'un modèle d'équilibre général calculable dynamique. Rapport final, PEP Network, Université Laval, Canada.

Fradet, P. 1995. Compétitivité du riz ivoirien : impact de la dévaluation du franc CFA. DEA Economie internationale. Faculté des sciences économiques, Université Pierre Mendès, France, Grenoble 2.

Hertel, T. W. and Ivanic, M. 2005. "World Market Impacts of the Doha Development Agenda". In Putting Development Back into the Doha Agenda: Poverty Impacts of a WTO Agreement, Thomas W. Hertel and L. Alan Winters (eds.) forthcoming from the World Bank, Washington, DC.

Kébé D., Bélières J.-F. Sanogo O., 2003, Impact de la globalisation et de l'ajustement structurel sur les petits producteurs au Mali. Version provisoire. IER - FAO/Banque mondiale, Bamako, 122 p.

Kébé D., Sanogo O., Soulé B.G., 1999, Etude Impact de la Libéralisation sur le fonctionnement des filières céréalières au Mali. Module 5 : Revenus et stratégies des producteurs. IER/ECOFIL, PRMC Bamako

Kuiper, M. and van Tongeren, F. 2005. "Growing Together or Growing Apart? A Village Level Study of the Impact of the Doha Round on Rural China". In Putting Development Back into the Doha Agenda: Poverty Impacts of a WTO Agreement, Thomas W. Hertel and L. Alan Winters (eds.) forthcoming from the World Bank, Washington, DC.

Losch Bruno, Jean-François Bélières, Pierre-Marie Bosc, Françoise Gérard, 2003, Ménages et marchés agricoles dans une Afrique de l'Ouest libéralisée. Eclairages contextuels, méthodologiques et politiques Forum mondial de l'OCDE sur l'agriculture, Elaborer et mettre en œuvre des politiques agricoles favorables aux pauvres, OCDE, Paris 10-11 décembre 2003.

Masters, W.A. AND a. Winter-Nelson. 1995. Measuring the comparative advantage of agricultural activities: Domeatic resource costs and the social cost-benfit ratio. American Journal of Agricultural Economics 77(May): 243–250.

Monke, A.E. and S.R., Pearson. 1989. The policy matrix for agricultural development. Cornell University Press, Ithaca, New York.

Norton, R. D. 2005. Politiques de développement agricole : Concepts et expériences. Matériel conceptuel et technique, Renforcement des capacités en politiques agricoles et alimentaires 2, FAO, Rome.

Stessens, J. 2002. Analyse technique et économique des systèmes de production au nord de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat No. 530 à la Faculté des Sciences Biologiques Appliquées de la KULeuven.

Sylla, K. 2003. Impact de la dévaluation du franc CFA sur la performance des cultures café, cacao et riz en Côte d'Ivoire. In Ben Hamouda H. et Kassé M. (eds). L'avenir du franc CFA : perspective africaine. Harmattan.

Sylla K. 1999. "Simulation de la libéralisation des filières café et cacao en Côte d'Ivoire : une approche par la MAP . In Recherche et développement économique, N°1. CIRES.

Sylla, K. ; Diallo, S. S. ; Ouattara, Y.; Keita, M. S. et N'Diaye, M. B. (2006). Identification des politiques d'accroissement de la performance des sous filières cotonnières dans un contexte mondial de concurrence déloyale : cas de la Côte d'Ivoire, du Mali et du *Sénégal.* Rapport final, ROCAPE

Sylla, K.; Sobia, A.; Diagne, A..; Droubly, M.. ; Ouattara, Y. ; Diallo, S.; Koné, K.; Binaté, N. et Touré, M. (2005). Impact des politiques d'ajustement structurel sur la filière rizicole en Côte d'Ivoire. In *Agronomie Africaine*, Numero spécial (5), Décembre 2005.

Tinprapha, Chatree, (1995). Policy Matrix Analysis: Case Study on Crop Diversification in the North of Thailand University, Kasetsart, Bangkok, Thailand.

Toulmin C., Guèye B., 2003, Transformations in West African agriculture and the role of family farms. IIED, Sahel and West Africa Club–OECD, Paris, 142 p.

Analyses Économiques Comparées des Techniques de Stockages et Variabilité des Prix de L'Igname dans les Régions du Zanzan, des Lacs, et des Savanes de Côte D'Ivoire

Kouadio Koffi Eric[1], Gbongue Mamadou[2], Comoe Daisy[3]
[1]Spécialiste Economie Rurale CIRES; [2]Spécialiste Economie Rurale CIRES; [3]Ingénieur Agronome

Résumé
Cette étude vise à aider les producteurs dans le choix des techniques de stockage (modernes ou traditionnelles) améliorant leur profit sur la base des coûts liés à leur choix. Dans ce cadre, trois localités ont été choisies, pour évaluer les aspects socio-économiques de la détention d'un stock d'igname par les producteurs. Les résultats ont montré que les conditions et la durée de conservation de l'igname influencent la qualité de l'igname et la variabilité des prix. A cet effet, la méthode de coûts bénéfices nous avons pu établir la logique économique et sociale, adoptée par le producteur dans la mesure où de façon empirique, il a des comportements qui lui permettent d'inter-agir avec le marché de proximité de façon efficace, à travers les flux échangés et ses méthodes de stockage. Ainsi, les bénéfices arrivent à couvrir les coûts de stockage de l'igname sur la période. Les gains sur la période de 6 mois sont les plus importants que ceux des 3 mois et sans stockage. Lorsque le système de stockage atteint les 6 mois, période à partir de laquelle en général toutes les ignames perdent leurs caractéristiques organoleptiques. Le prix de vente moyen d'un kilogramme d'igname à six mois est égal à 2,01 fois le prix moyen du kilogramme à trois mois et 1,74 fois le prix moyen du kilogramme de vente de l'igname sans système de stockage.

Abstract
This study was conducted to assist the farmers in the selection of modern or traditional storage techniques likely to help them raise their profit margin. To this effect, three locations were selected in order to assess the socio-economic aspects of a yam storage facility held by the yam growers. The results have shown that yam storage conditions and length influence the quality of yam and price variabilty. Using cost-benefit analysis, we were able to determine the socio-economic logic adopted by the growers who, in a quite empirical fashion, efficiently interact with neighbouring markets thanks to the storage methods used. The profits generated could cover yam storage costs over the study period. The gains for a six-month storage period were higher than for a three month storage period and for yams freshly harvested for sale. With storage period reaching six months when yams generally start losing their organelptic properties, the mean sale price for a kilogramme of yam was 2.01 times the mean price of a Kg of yam at three month-storage and 1.74 time the mean price of a Kg for direct sale (without storage).

Contexte et problématique

Etat des lieux de la production de l'igname

Les ignames sont cultivées dans plusieurs régions du monde, avec plus de 95% de la production mondiale récoltée en Afrique. Pour une quantité mondiale d'environ 39 millions de tonnes en 2005 (FAO, 2007), 37 millions sont récoltés en Afrique. Le Nigeria produit à lui seul près de 34 millions de tonnes soit environ 74% du total en Afrique de l'Ouest. Hormis ce volume considérable dans cette zone, l'igname joue non seulement un rôle important au plan économique et nutritionnel, mais également dans les rites socioculturels. La production mondiale d'igname est essentiellement concentrée dans la zone Ouest-africaine, région qui fournit 93% de l'offre mondiale.

Tableau 1. Production d'igname en Afrique de l'Ouest entre 1998–2005 (en tonnes).

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Igname	4.489.820	4.336.170	4.456.280	4.579.720	4.706.590	4.836.960	4.970.950	4.991.240
Manioc	1.692.000	1.681.000	2.100.350	2.086.900	2.073.540	2.060.260	2.128.010	2.197.990
Banane plantain	1.410.000	1.402.000	1.418.000	1.410.000	1.539.200	1.497.640	1.519.720	1.350.000
Riz	653.860	609.630	621.810	634.230	646.900	659.820	512.840	700.000
Maïs	619.900	569.380	576.910	584.550	592.270	600.100	910.000	582.980
Arachides	145.000	145.000	144.000	145.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Mil	70.000	65.000	75.800	73.000	70.000	45.000	60.000	60.000
Soja	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000

Source : FAO, Mai 2007.

Tableau 2. Evolution de certaines productions vivrières principales en Côte d'Ivoire sur la période (1998-2005).

Pays	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Nigeria	24.768.000	25.873.000	26.201.00	26.232.000	27.911.000	29.697.000	31.776.000	34.000.000
Côte d'Ivoire	4.489.820	4.336.170	4.456.28	4.579.720	4.706.590	4.836.960	4.970.950	4.991.240
Ghana	2.702.900	3.249.040	3.362.90	3.546.740	3.900.000	3.812.800	3.892.260	3.892.260
Benin	1.583.710	1.647.010	1.742.00	1.700.980	1.875.010	2.010.700	2.257.250	2.083.790
Togo	696.150	665.630	563.29	549.070	574.890	568.900	570.000	570.000
Guinea	88.640	90.000	88.00	90.000	44.510	40.000	40.000	40.000
Burkina Faso	45.530	43.000	54.97	70.670	25.190	35.490	89.700	85.450
Liberia	20.000	20.000	20.00	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Mali	14.800	48.820	15.41	36.790	47.780	31.020	12.430	47.750

Source : FAO, Mai 2007.

Cette offre est essentiellement assurée par quatre pays: le Nigéria (74%), la Côte d'Ivoire (11%), le Ghana, et Bénin pour 7%, voir le Tableau 1 ci-dessous.

Dans l'ensemble, l'igname est une culture ancestrale à laquelle les paysans portent un attachement particulier et qui revêt un caractère déterminant dans leurs capacités à assurer leurs sécurités alimentaires. L'igname dans son processus de production est une plante moins sensible aux aléas climatiques par rapport aux céréales cultivées dans les mêmes zones. Ainsi, l'une des contraintes et non des moindres auxquelles les producteurs et consommateurs de ces régions font face au cours de l'année est liée à la saisonnalité de la production d'igname.Cependant, d'après son extension géographique, sa production et les superficies allouées, l'igname occupe en Côte d'Ivoire la première place parmi les cultures vivrières avec une production annuelle estimée à plus 4 millions de tonnes en 2005 (tableau 2).

Alors que le cacao et le café constituent les principales cultures pourvoyeuses de ressources pour l'économie ivoirienne il en est de même pour l'igname pour l'agriculture vivrière en terme de volume de production et de diversification variétale. L'économie de la Côte d'Ivoire dont l'essentiel des ressources est tiré de l'agriculture d'exportation, notamment cacao et café, et des autres cultures d'exportation telles

que, le palmier à huile, l'hévéa, l'ananas, la canne à sucre, le coton, la banane, etc, est dominée au niveau des productions vivrières par la production de plusieurs variétés d'igname dont les volumes de productions d'igname. Sur les huit dernières années la production représente en moyenne 49% du volume de production vivrières (tableau 2). Ainsi, la disponibilité potentielle de la production d'igname annuelle dépasse plus de 200 kg par habitant, ce qui la place en tête des cultures vivrières en terme de consommation potentielle. Dans ces conditions, les pertes de conservation constituent à la fois un sérieux manque à gagner pour les producteurs et en apport caloriques pour les consommateurs.

Evaluation des besoins de consommation

La consommation d'igname contribue dans les zones de production à plus du tiers des apports caloriques nécessaires aux besoins alimentaires. La consommation d'igname est plus significative en milieu urbain, malgré la concurrence d'autres produits (manioc, maïs, riz, blé). L'igname continue d'être particulièrement appréciée par les citadins mais conserve toujours un prestige certain en zone rurale. Elle participe de ce fait à la diversification de l'alimentation, et à l'amélioration de la composition alimentaire de l'ensemble de la population, notamment pour les populations non originaires des zones traditionnelles de production.

Selon Dummont et Vernier (1997), le système traditionnel de stockage de l'igname en milieu paysan est inefficace. Il occasionne des pertes allant de 30 à 50 % sur l'igname récoltée, pertes liées à une mauvaise technique de récolte de l'igname (des tubercules sont blessés), au manque de tri rigoureux qui fait que les tubercules blessés et non blessés sont stockés ensemble.

Concernant les méthodes traditionnelles de conservation utilisées en Côte d'Ivoire, elles ont été décrites et répertoriées par différents auteurs. Ces techniques dépendent de la variété et de la durée de conservation espérée, des quantités et du temps disponible pour la mise en stock, ainsi que des habitudes régionales. Les méthodes les plus fréquentes sont: la conservation en buttes, en fosses, en tas, sur plates- formes, sur claies et en paillotes.

Cependant les différentes techniques de stockage ne mettent pas les tubercules à l'abri des ravageurs, en particulier des cochenilles.

Etehere et Bhat, (1986) relèvent que le système utilisé pour la conservation de petites quantités, consiste à suspendre les tubercules séparément à des branches qui les protègent des rayons du soleil. Quant aux méthodes améliorées, la ventilation forcée pourrait réduire considérablement les pertes de matière fraîche, même lorsqu'elle est appliquée au stockage traditionnel. Après une conservation de 44 semaines les pertes sur claie ou en enclos ombragé étaient de 90 % alors qu'avec une ventilation forcée continue ou intermittente elles n'étaient que de 18,5 et 15,7 %. Cette dernière méthode pourrait s'avérer intéressante pour les planteurs et les grossistes qui ont accès à l'électricité. La conservation dans une fosse bien ventilée a permis de limiter les pertes de matière fraîche, qui étaient comprises entre 15 et 25 % après 5 mois de conservation; comparativement les tubercules stockées sur claies ont enregistré des pertes s'élevant à 60%, durant la même période de conservation.

Selon (Hahn et al 1987). pour tous les systèmes de conservation, une bonne ventilation devrait être garantie, ce qui nécessite un lieu ouvert et exposé aux courants d'air, ensuite un ombrage satisfaisant (habituellement des arbres), qui assure que seule une lumière diffuse atteigne les tubercules. Pour être protégées contre la pluie, afin d'éviter la dispersion des spores de champignons et des bactéries.

En Côte d'Ivoire les pertes dues aux insectes sont importantes, ainsi lors d'une enquête qui a porté sur 105 exploitations de la zone centre, 60 % des agriculteurs estimaient subir des pertes importantes sur les stocks et 33 % attribuaient celles-ci aux insectes.

Selon Doumbia et al. (2006) malgré les quantités produites, les prix de l'igname sont assez élevés en début de campagne. Cette situation s'explique notamment par l'effet primeur dont jouissent les ignames précoces en début de campagne de commercialisation.

La variation saisonnière de l'offre et des prix de l'igname en Côte d'ivoire et une différenciation en terme de valeur peut-être établie entre les variétés d'igname dans les trois localités les prix plafonds atteints par l'espèce D.alata sont presque identiques au prix plancher de la variété kponan, ce qui confirme la valeur onéreuse du kponan.

Pour des questions de préférence alimentaire les consommateurs privilégient telle variétés par rapport a une telle autre variété; il n'en demeure pas moins que les prix souvent prohibitifs des bonnes ignames obligent la plupart des ménages a se rabattrent vers les variétés de second choix dont les qualités culinaires se bonifient au fil du stockage. Le stockage permet de réduire les quantités en eau dans le tubercule et bonifie ses qualités culinaires. Les recherches sur l'igname dépassent le cadre agronomique, aussi les analyses socio-économiques sont nécessaires pour identifier les contraintes et élaborer des stratégies en vue de leur résolution.

Cette étude est conduite en vue d'aider les producteurs dans le choix de techniques de stockage améliorant leur profit en connaissances des coûts liées à la décision dans le choix des techniques de stockage (moderne ou traditionnelles). Dans ce cadre, trois localités ont été choisies, pour évaluer les aspects socio-économiques de la détention d'un stock d'igname par les producteurs, a savoir les conditions de conservation et la durée de conservation de l'igname qui prend en compte, les rendements élevés et les opportunités commerciales offertes sur la période. En outre, nous analyserons les facteurs qui poussent les producteurs à la détention ou non d'un stock d'igname et l'implication économique de cette décision. Dans le cadre de ce travail nous nous limiterons aux techniques de stockage des producteurs dans les principales zones d'étude.

Méthodologie

Zone de l'étude : choix et présentation

Trois zones ont été sélectionnées dans le cadre de cette étude. Il s'agit de Dikodougou au nord, de Toumodi au centre et de Bondoukou au Nord Est.

L'igname produite est essentiellement commercialisée par des grossistes des différentes zones de l'etude (Bondoukou, Dikodougou, toumodi) qui disposent d'importants moyens financiers et logistiques, et d'intermédiaires multiples dans les villages et chefs lieux de sous-préfecture.

Les zones de production ont été sélectionnées sur la base de leurs capacités productives, et avec le concours des agents des services de vulgarisation de l'ANADER

Echantillonnage

La base de donnés pour ce type d'analyse ne nécessitant pas un effectif important d'enquêtés, les enquêtés doivent véritablement posséder les informations

recherchées. Ainsi, un total de 122 producteurs ont été interrogés dans les trois zones d'étude. Soit un effectif de 45 producteurs pour Toumodi et 45 producteurs pour Korhogo et 32 pour Bondoukou.

Méthode d'analyse

Description de la budgétisation partielle

Le concept de budgétisation partielle est une méthode d'organisation des résultats expérimentaux et d'autres informations sur les coûts et revenus relatifs aux différentes options techniques susceptibles d'intéresser les producteurs (conservation et de stockage) (CIMMYT 1976).

C'est l'une des nombreuses approches utilisées dans l'analyse des choix alternatifs d'activités dans un processus de prise de décision au sein de l'exploitation agricole.

Par la budgétisation partielle, nous arrivons à :

Estimer les coûts de détention du stock sur une période donnée ;

Analyser les coûts bénéfices de la détention du stock ;

Prendre en compte le risque dans l'analyse de la décision ;

Lier les coûts de détention au prix du marché.

La ligne finale du budget partiel montre les avantages nets. Il est calculé en soustrayant tous les coûts variables des avantages bruts de champ pour chaque traitement (CIMMYT 1976).

Cadre théorique pour la comparaison des méthodes de stockage

La méthode de la budgétisation partielle peut être utilisée dans la comparaison des coûts et des rendements économiques et physiques pour la même culture avec des techniques différentes. En émettant des hypothèses sur la variation des prix et sur la prise en compte des différents coûts d'opportunité supportés avec l'adoption de la technologie de stockage, la méthode gagne en robustesse. Si toutes ces précautions sont prises, l'approche de la budgétisation partielle permet de choisir la technique la plus rentable parmi plusieurs alternatives compte tenu des implications possibles du revenu, des coûts et de la main-d'oeuvre additionnelle et faire des conseils aux agriculteurs (Stessens et al. 1998a).

Pour une bonne compréhension des choix économiques des techniques de stockage nous allons procéder à une revue des techniques de stockage.

Caractéristiques des productions et méthodes de stockages

Caractéristiques de la production

Les méthodes de stockages utilisées par les producteurs, sont fonction de la connaissance de l'environnement général, de la capacité de production, et de la connaissance du marché par le producteur. Ainsi, les informations recueillies au cours de notre étude, ont permis de montrer que les producteurs ont de petites superficies soit en moyenne un hectare par producteur. Néanmoins une analyse spatiale montre que les producteurs de la région du Zanzan (Bondoukou et Bouna) présentent les superficies moyennes par producteur de 2,5 hectares. Les grandes superficies enregistrées dans cette zone s'expliquent par le fait que la production d'igname est la principale activité et la principale source de revenu des les producteurs de Zanzan, alors que dans les autres villages, l'activité principale est secondaire et obéit plus à des besoins de consommation.

Tableau 3. Répartition des superficies moyennes par producteur selon les zones d'études.

Zones	Superficies moyennes (en ha)
Bondoukou-bouna	2,45
Toumodi	0,61
Dikodougou	0,51
Ensemble	1,05

A partir de ces différentes zones de production, sont associés des variétés d'igname qui font le plus l'objet de production et de conservation. Ce sont respectivement le « Florido » et « le Bête-bête », « le Wacrou », « le Krenglé » et le « Kponan ». Dans les zones productrices d'igname que sont le Zanzan, Région des lacs, des savanes ; on rencontre d'autres variétés telles que, « le bana » et « le lokpa » qui sont spécifiques à ces zones.

Il ressort des enquêtes réalisées que sur la base des connaissances empiriques des producteurs que les deux dernières années de production et de commercialisation se présente de la façon suivante, voir le tableau 6 de rareté et d'abondance d'igname en fonction des variétés (tableau 6).

Sur la base du tableau 6, construit nous avons constaté que les périodes de rareté ou de manque, et les périodes intermédiaires sont plus importants que les périodes d'abondance. En plus de cela aucune variété d'igname n'est en permanence disponible toute l'année. Ainsi, en mettant en relation la fluctuation des quantités produites qui oscillent en moyenne pour l'ensemble des producteurs de notre l'échantillon autour de

8 514 kg/ha et une indisponibilité de toutes les variétés sur douze mois. Les prix de vente et d'achat des ignames connaissent de grandes fluctuations comme le montre le graphique 2 (national et par zone). Ainsi en moyenne, on constate au niveau national une nette distinction entre le prix de vente bord champ et le prix de vente sur le marché local du producteur. Le prix est plus élevé sur le marché local du producteur mais celui-ci doit prendre en compte les coûts de transport sur le marché de petites quantités dans la mesure où il ne dispose pas sur place d'espace de vente et de stockage pour sa production. Une fois sur le marché il vend sa production auprès de grossistes et rarement auprès des consommateurs. Il faut noter que le nombre de producteurs qui pratiquent cette option de commercialisation représente 2% de notre échantillon et reconnaissent dans l'ensemble que celle-ci est épuisante et ne garantie pas toujours une rémunération satisfaisant. Cependant, il a aussi l'obligation de brader a bas prix la quantité déplacée pour réaliser des achats avant de retourner à la maison. La presque totalité des producteurs vendent leur production bord champ avant ou après stockage pour éviter les frais de transport (83,5% des producteurs disposent de système de stockage dans les champs à l'opposé des lieux d'habitation). Nombreux sont les grossistes qui se rendent dans les champs pour acquérir les productions. Concernant les périodes de vente les écarts de prix entre les périodes de rareté ou de manque et d'abondance sont très marquées au cours de l'année, soit une différence entre les deux moyennes de prix qui s'évalue à 76,6 F.cfa par Kg d'igname (voir graphique 2).

Les producteurs mettent en œuvre les systèmes de stockage à la mesure de leur capacité de stockage disponible, de leurs besoins pour l'autoconsommation et pour les prochaines productions d'igname. Ainsi les systèmes de stockage essaient d'améliorer la rémunération des producteurs en modifiant la disponibilité des

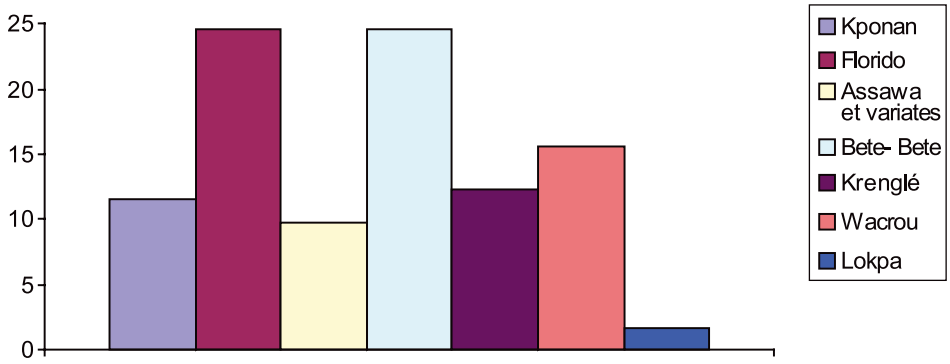


Figure 1. Importance relative des variétés d'ignames produites dans les zones d'étude.

Tableau 4. Présentation des périodes de rareté et d'abondance d'igname en fonction des variétés sur l'année.

	janvier	Février	Mars	Avril	Mai	juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
florido												
Bete-bete												
Krenglé												
Wacrou												
Assawa												
Kponan												

Période de rareté
Période intermédiaire
Période d'abondance

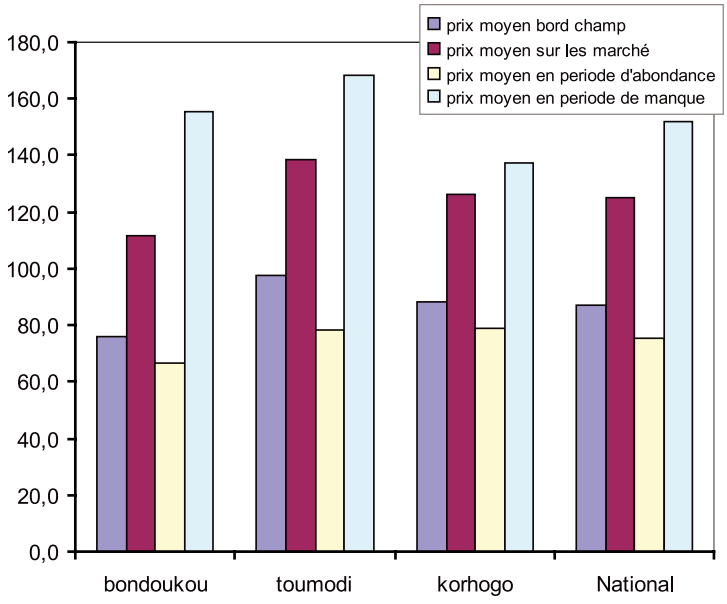
productions sur l'année (tableau 6) pour profiter des prix rémunérateurs. En effet pour 93,8 % des producteurs enquêtés l'utilisation d'un système de stockages améliore le prix de vente de l'igname (tableau 5).

Les techniques de stockages dépendent de la variété d'igname, de l'objet de la détention du stock d'igname et du coût du dispositif. Il ressort de notre étude que les systèmes de conservation, peuvent se regrouper en trois grandes méthodes dominantes à savoir les paillotes, les claies, la mise en tas et autres systèmes, cependant il existe d'autres systèmes (tableau 8). Ainsi, en moyenne 60% au moins des quantités d'igname produites font l'objet de stockage selon la répartition ci-desssous.

Analyse des systèmes de stockage

La conservation en tas :

est généralement pratiquée avant le stockage définitif. Les tubercules sont disposés à des endroits protégés du soleil et des inondations. La taille des tas est réduite afin de permettre une bonne ventilation. En revanche, ce procèdé ne met pas les tubercules à l'abri des ravageurs, en particulier des cochenilles. Au nord et à l'Est du pays, les variétés à une récolte de l'espèce D. cayenensis rotundata, qui sont récoltées d'octobre à novembre restent en tas jusqu'à fin janvier. Cette technique de stockage présente deux variantes. La première est celle qui est réalisée dans les champs autour d'un arbuste et recouvert par des feuilles et lianes (fortement pratiquée par les lobi dans la région du zanzan). La seconde est celle pratiquée



Graphique 2. Comparaison des prix moyen par kilogramme d'igname vendu en fonction des périodes et des régions (en F.CFA/Kg).

Tableau 5. Avis de producteurs d'igname sur l'effet de la détention d'un système de stockage sur le prix de l'igname.

Avis des producteurs	Fréquence	Pourcentage
Oui	76	93,8
Non	4	4,9
Sans avis	1	1,2
Total	81	100,0

au village ou au marché avec comme système de couverture des sacs en jute ou en plastique. Cette méthode est très souvent utilisée pour la commercialisation de l'igname bord champ, ou au marché. Seuls quelques rares paysans (environ 1%) pratiquent cette méthode. Cette methode est facile à mettre en œuvre et ne nécessite aucun investissement particulier hormis la main d'oeuvre, et l'utilisation d'éléments (feuilles, lianes, arbustes) disponibles dans l'environnement immédiat du producteur. La methode de stockage est aussi utilisée dans les marchés avec comme système de conservation avec des sachets en guise de couverture.

La conservation en fosse

Le système des fosses permet de réduire l'amplitude journalière de la température et de maintenir en même temps une humidité relativement élevée. Cette méthode permet une protection plus efficace contre les rayons du soleil et les précipitations. Cette fosse est un trou de un (1) mètre de profondeur dont les dimensions (longueur et largeur) varient en fonction des quantités d'igname à stocker. Creusé dans le champ, il est de forme rectangulaire, où à l'aspect d'un quasi-cercle. Il est généralement tapissé de feuilles et de lianes avant d'introduire les ignames, après chaque couche d'igname rangé les unes à côté des autres, on remet une nouvelle couche de lianes jusqu'à atteindre le bord de la fosse. Une fois la fosse pleine, on la recouvre de feuillages d'abord et ensuite de terre. La taille des fosses est fonction du nombre d'igname nécessaire pour la prochaine culture. Les ignames conservées selon cette méthode sont principalement destinées à la production.

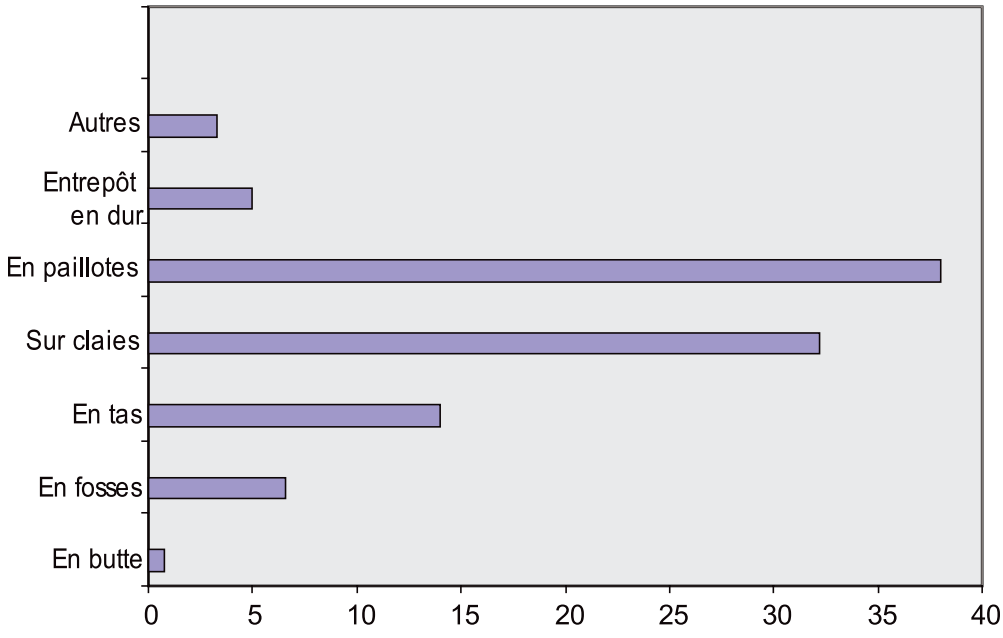


Figure 3. Répartition des systèmes de conservations (en pourcentages).

La claie verticale

Elle est la méthode de conservation la plus répandue en Côte d'Ivoire. Il s'agit d'une haie d'environ deux mètres de haut qui est constituée de branches plantées verticalement dans le sol et reliées entre elles par trois traverses, une en haut, une au milieu et une au bas du bâti; le tout est fixé à plusieurs poteaux verticaux. Les ignames sont attachées aux bois verticaux et légèrement recouvertes de feuilles de palme, qui avec l'orientation Est-Ouest évitent une trop forte insolation. C'est le second système le plus utilisé dans notre échantillon, 32,2% de producteurs utilisent cette technique. Cela s'explique par le fait que ce système favorise une bonne aération qui permet de conserver plus longtemps les qualités organoleptiques de l'igname. Les ignames conservées par le système de claie sont prioritairement destinées à l'autoconsommation. Mais il arrive, dans des situations exceptionnelles, que certaines ignames issues de ce système soient destinées à la commercialisation. Ce système nécessite plus d'effort que le premier et ne doit sa persistance qu'aux habitudes culturelles de certains groupes ethniques tels que les Koulango à l'Est et les baoulé au centre.

La conservation en paillote

est une méthode spécifique au Nord de la Côte d'Ivoire, mais tend à se généraliser dans toute la Côte d'Ivoire. Les tubercules sont entassés à même le sol, sous un abri sommaire. La saison sèche plus longue au nord qu'au centre et au sud du pays peut laisser supposer qu'elle y soit mieux adaptée. C'est le premier système de conservation utilisé par les producteurs certains les établissent dans leur champ et d'autres dans leur villages en fonction des usages pour lesquels ils les conçoivent. 38 % de paysans utilisent ce système de conservation. Ce système est préféré aux claies parce qu'il n'est pas exigeant en matériels et en temps pour la construction. La paillote est construite au moyen de quelques branches, qui sont ensuite couvertes de tiges de mil, de sorgho ou à défaut de paille. De façon générale, elle est plus spacieuse et est constituée par des murs de terre, de bois ou de briques, le toit est recouvert de palmes, de chaume où de tôle.

De façon spécifique, dans les régions de forêt, la paillote est ronde, solide et spacieuse d'environ (20 m^3). En revanche, la forme carrée et basse (15 m^3) se rencontre au nord où les matériaux nécessaires à sa construction sont rares et les surfaces de productions importantes.

Les magasin en dur (brique, banco + tôles)

Ce système de conservation se retrouve dans toutes les zones de la Côte d'Ivoire ; et tant a se développer. Le dispositif est coûteux d'où l'existence d'entrepôts collectif surtout dans la zone du zanzan avec une généralisation de l'usage alternatif des magasins existants de stockage de produit de rente. Seul 5% des personnes enquêtées utilisent ce système de conservation. Les producteurs des cultures de rente (anacarde, café, cacao, igname) utilisent à tour de rôle, selon les périodes de traites des différents produits, le magasin existant.

Sur la base des expériences des producteurs nous avons constatés que les ignames perdent leurs saveurs à partir de six mois quelques soit la variété et le système de conservation utilisé. Ainsi, pour tenir compte de cette spécificité notre analyse portera sur un horizon de 3 à 6 mois pour prendre en compte ce paramètre.

Voir annexe tableau A1.

L'estimation des marges, des coûts et gains liés aux techniques de stockages

L'analyse débute par un schéma assez simple, C'est à dire un cas de figure ou le producteur parvient à écouler sa production ou une partie bord champ. Les grossistes se déplacent vers le champ du producteur, de ce fait, les frais d'enlèvement et de transport sont à la charge des acheteurs. L'unité d'analyse retenue est le kilogramme dans la mesure où il permet de réduire les hypothèses de travail et la variabilité de paramètres d'analyse à leur strict minimum. Ainsi la méthode du coût unitaire permet une comparaison intrinsèque des méthodes de stockage retenues. Nous constatons sur la base des résultats de notre enquête de terrain que les coûts de production peuvent être scindés en deux groupes les coûts fixes, (engrais, herbicides et divers,…), les outils et les coûts variables (les charges de main d'œuvre familial ou contractuelles, …). Pendant la période de récolte des ignames, les prix sont relativement plus élève que pendant la période d'abondance d'igname, (voir graphique 2).

Le producteur dans cette phase ne supporte aucune charge de stockage comme le montre le tableau ci-dessus quelle que soit la technique de stockage qu'il compte utiliser. Ainsi, le bénéficie est maximum, car le producteur ne supporte que ces coûts de production et les charges de groupage de la production au champ. Ensuite, c'est la phase après récolte; elle dure trois (3) mois, cette phase correspond à une période d'abondance. Toutes les productions de la même variété d'igname sont récoltées, stockées et pour certaines quantités, déjà disponibles sur le marché.

Parallèlement à cette abondance d'igname sur le marché une baisse conséquente des prix moyen bords champ proposés aux producteurs est constatée comme le montre la figure 3.

Cette période d'abondance de trois mois est prise comme période de référence pour notre analyse Durant cette période les ignames abondent sur le marché et les prix baissent de 87 à 75 F.CFA/kg en moyenne. Dans certaines zones de forte production comme Bouna et Bondoukou, ils atteignent quelque fois 30 F.CFA/kg.

Le choix du système de stockage influence fortement les gains que retire le producteur dans le processus de commercialisation. Sur la période de référence

Tableau 6. Tableau de détermination de la marge brute du producteur sans stockage.

	Lieu de vente Bord champ Sans frais de stockage
Total coût	22,88
Prix de vente moyen (bord champ) F.CFA/KG	87,01
Bénéfice sans stockage F.CFA/KG	64,13
Ratio Coûts /Bénéfices	0,36

Source: Calculs des auteurs, 2007

(trois mois) les coûts de stockages sont calculés sur la base du kilogramme d'igname stocké. Les coûts de production évalués dans la phase (sans stockage) sont statiques quel que soit le système de stockage). Seuls les systèmes de stockages font l'objet d'une variation sur les trois mois. Les coûts liés au système de stockage sont spécifiques à chaque système. On distingue ceux qui sont intensifs en main d'œuvre (ex : la mise des ignames en tas, les claies) et ceux qui sont intensif en capital (les paillotes, magasin en dur). Selon les résultats du tableau 9, les systèmes de conservation les plus coûteux sont les paillotes car elles sont dans la majorité des cas individuels et nécessitent des coûts de construction du dispositif et de main d'œuvre pour leur élaboration et entretien. Elles sont suivies par la méthode des tas et des claies qui elles nécessitent moins d'efforts pour leur mise en place et entretien. Le faible montant constaté au niveau du magasin en dur ou entrepôt, vient du fait qu'il est assigné à un usage collectif et qu'il sert cocommittament ou alternativement à des stockages d'ignames et autres spéculations d'exportation.

Pour prendre en compte les pertes liées à la pourriture et à l'évaporation de l'eau on s'appuiera sur les résultats de notre enquête qui a donné un taux moyen de perte d'environ 19,90%, soit 20% sur trois mois et de 39,76 soit 40% en 6 mois, ce qui confirme les résultats de la littérature. L'analyse, des résultats pour trois mois de stockage montrent que les systèmes les plus avantagieux sont, d'abord les magasins en dur, ensuite la mise en tas, et enfin les fosses. Ces systèmes sont les plus adaptés à la commercialisation et l'autoconsommation est moindre. Dans l'ensemble, sur les trois mois les résultats montrent que la mise en œuvre des systèmes de stockage est bénéfique aux producteurs d'igname des trois régions. Cependant, l'utilisation des magasins en dur collectif, permet d'obtenir des gains plus intéressant que les autres systèmes. L'ensemble des ratios bénéfices-coûts obtenus sont inférieurs à un (1) sauf pour le stockage en magasin en dur. On peut affirmer que la technologie économiquement viable, pour la conservation sur trois mois est le magasin en dur.

Les bénéfices après trois et six mois de stockage au cas, où la détention de stock se prolonge sont toujours positifs. Néanmoins la situation de vente à 6 mois après est la plus profitable pour le producteur. Les prix sont plus attractifs, mais les quantités disponibles faibles.

L'importance des gains est fonction de la nature du système de stockage.

1. Les faibles profits tirés des ventes totales par producteurs s'expliquent en trois points :Après six mois de nombreuses personnes constatent que les variétés commencent à perdre leur saveur selon les consommateurs;
2. Le producteur fait un arbitrage entre le profit tiré de la commercialisation et son autoconsommation surtout au niveau des systèmes de claie;

Tableau 7. Présentation des résultats en fonction des techniques de stockages à 3 mois (abondance d'igname sur le marché).

	3 Mois				
	Tas	Fosses	Paillote	Magasin en dur	Claies
Prix de Marché F.CFA/KG	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3
coût de stockage + coût de production	38,58	42,68	54,21	29,74	54,22
Bénéfice F.CFA/KG	36,72	32,62	21,09	45,56	21,08
Ratio Bénéfice – Coût	0,95	0,76	0,39	1,53	0,39

3. les quantités détenues par les producteurs sont faibles et ont connues de fortes pertes de poids (les ignames ont perdu beaucoup de poids à cause de leur grande teneur en eau à savoir 60% à 80% de leur poids);

Les bénéfices arrivent à couvrir les coûts de stockage de l'igname sur la période. Les gains sur la période de 6 mois sont les plus importants que celles des 3 mois et sans stockage. Lorsque le système de stockage est mise en œuvre pendant les 6 mois, période à partir de laquelle en général toutes les ignames perdent leurs caractéristiques organoleptiques. Le prix de vente moyen d'un kilogramme d'igname à six mois est égal à 2,01 fois le prix moyen du kilogramme à trois mois et 1,74 fois le prix moyen du kilogramme de vente de l'igname sans système de stockage.

Les résultats obtenus sur les six mois montrent que le nombre de systèmes de stockage génère des bénéfices qui sont plus importants que ceux des trois derniers mois. Ainsi, nous passons d'une technique efficace à quatre à savoir (le tas, la fosse, les claies) en plus du magasin en dur. Les alternatives identifiées sont techniquement et économiquement efficace avec par ordre d'importance, les magasins en dur, le tas, la claie, la fosse.

On constate avec le tableau 10, que malgré une augmentation des coûts liés aux stockages et l'application d'une perte de poids de 40%, après les six mois de stockage qui induisent des coûts complémentaires, les bénéfices sont toujours positifs. L'analyse des ratios montre que à 3 ou à 6 mois les systèmes de stockage en tas et l'utilisation de magasin en dur sont les investissements les plus rentables.

Conclusion

Nous pouvons, suite aux résultats obtenus affirmer, qu'il existe un lien étroit entre le système de stockage et le bénéfice lié à la commercialisation de l'igname par le producteur. Dans cette perspective nous pouvons indiquer que lorsque le producteur décide de stocker, il cherche dans un premier temps à se protéger du marché qui offre des prix bas et dans un second temps, attendre le moment opportun pour céder sa production à un prix intéressant. Pour établir sa logique économique et sociale, le producteur a adopté de façon empirique des comportements qui lui permettent d'interagir avec le marché à travers les flux d'échange et le stockage de sa production. Dans ce contexte pour les producteurs dont l'igname est une activité principale et que la commercialisation constitue la principale source de revenu, les systèmes de magasins en dur collectif donnent les meilleurs résultats dans la période de trois mois ou de six mois suivie de la méthode des tas et des paillotes dans les champs qui demeurent les plus utilisés. En revanche, lorsque l'objectif de la production est l'autoconsommation et la commercialisation on utilisera les claies est les fosses. Les systèmes de conservation traditionnel en tas des ignames sont les plus adaptés à la

Tableau 8. Evaluation du bénéfice du producteur après 6 mois de stockage.

	Sur 6 Mois				
	Tas	Fosse	Paillote	Magasin en dur	Claies
Prix du marché F.CFA/KG	151,86	151,86	151,86	151,86	151,86
Coût de stockage+coût de production	61,59	71,09	82,89	38,09	67,99
Bénéfice F.CFA/KG	90,27	80,77	68,97	113,77	83,87
Ratio Bénéfice-Coût	1,5	1,1	0,8	3,0	1,2

commercialisation et les bénéfices sont intéressants pour une période de conservation n'excédant pas 6 mois. La méthode de stockage en magasin en dur est intéressante mais très coûteuse lorsqu'il s'agit de producteur individuel. En revanche lorsqu'il s'agit de magasins collectifs ou à usages multiples comme s'est le cas dans notre étude, les producteurs qui bénéficient de cette technologie profitent des magasins de stockage des productions de rentes où des magasins de stockage collectifs qui du reste ne sont pas toujours disponibles sur les six mois. Ce qui amoindrie les coûts supportés par les producteurs utilisant ce système. On peut retenir que la mise en place de magasins de stockage collectifs destinés spécifiquement aux producteurs d'igname et autres tubercules permettra d'améliorer fortement la marge des producteurs et tirer profit de la variation des prix sur une période minimale de 6 mois.

La variabilité des prix a conduit les producteurs à intégrer dans leur comportements des méthodes de stockage et donc d'apprécier les contours économiques empiriques liés aux coûts de la détention d'un stock d'igname.

L'une des plus belle manifestation de cette interaction se trouve entre les commerçants (grossistes) et les producteurs. Ainsi, les producteurs pour diverses raisons (besoins d'aliment, autoconsommation, ventes complète des productions d'igname) se retrouvent sans igname au moment des travaux de buttes pour les prochaines ignames. Pour nourrir les ouvriers, ou les membres des associations de main d'œuvre. Le Producteur se rend au marché pour acheter des ignames qui y sont stockés, depuis plus de 8 mois (les stock d'invendus des commerçantes qui ont perdu les qualités organoleptique et pour les elles ne pratiquent pas l'égermage). Les paysans à leur tour profitent de la faiblesse des prix des ignames sur le marché pour en acheter de grandes quantités pour nourrir leur famille et leurs ouvriers ou le groupe d'entraide. Il en achète de grandes quantité à vil prix, les commerçants sont heureux de se débarrasser de ces ignames pour avoir de la place pour recevoir la nouvelle igname de dans trois mois. Tout se passe comme si les producteurs avaient confier aux commerçantes des ignames qu ils viennent récupérer. Implications et dispositions à prendre suite à une pareille étude. En guise de perspective, il semble opportun de vulgariser l'utilisation des magasins collectifs en dur.

Références

CIMMYT 1976. Economics Program manual. From Agronomic Data to Farmer Recommendations: An Economics Training Manual.

Konan,A.G. (2003) Qualité des produits d'igname: Approche sensorielle et instrumentale. in: Post-récolte et consommation des ignames: Réduction des pertes et amélioration de la qualité des produits pour les marchés africains. Séminaire International du 17 au 19 juin 2003: IITA-Bénin. pp.28-29.

Konan,G., Nindjin,C., Agbo,G.N., Otokoré,D. (2002) Paramètres de qualité de produits de consommation de l'igname en milieu urbain de la Côte d'Ivoire. Agronomie Africaine (spécial n° 4), pp. 15628, IDESSA - K.U.Leuven. 48 pp.

Stessens Johan, Charlemagne Nindjin, Dao Daouda, Olivier Girardin (1998) : « Amélioration du stockage de l'igname au Nord et au Centre-Sud de la Côte d'Ivoire », Novembre 1998 ; Document de travail N° 13. Projet 'Renforcement des études agro-économiques à l'IDESSA'.

Annexe

Tableau A1. Durée moyenne de conservation de l'igname avant la perte de saveur.

Méthode de conservation	Variétés	Durée moyenne de conservation (en Mois) Avant la perte de saveurs
En Buttes	kponan	**6**
En Fosses	kponan	**6**
En Fosses	assawa et variétés	**6**
En Tas	kponan	**5**
En Tas	florido	**5**
En Tas	assawa et variétés	**5**
En Tas	bete-bete	**5**
Sur Claies	florido	**8**
Sur Claies	bete-bete	**8**
Sur Claies	lokpa	**8**
En Paillotes	florido	**6**
En Paillotes	assawa et variétés	**6**
En Paillotes	bete-bete	**6**
En Paillotes	krenglé	**6**
En Paillotes	wacrou	**6**
Magasin en dur	florido	**6**
Autres	Bête-bête	**6**

Tableau A2. Présentation des durées de conservation de l'igname en fonction des variétés et systèmes de production.

Système de stockage	Variétés	Durée de conservation (en mois) minimum	maximum
en butte	kponan	,5	6
en fosses	kponan	1	6
	Assawa et varietes	2	10
en tas	Kponan	7	10
	Florido	5	7
	Assawa et varietes	1	10
	Bete- Bete	8	12
sur claies	Florido	2	12
	Bete- Bete	2	10
	Lokpa	6	12
en paillotes	Florido	1	6
	Assawa et varietes	1	9
	Bete- Bete	2	6
	Krenglé	1	6
	Wacrou	1	4
Magasin en dur	Florido	1	5
autres	Bete- Bete	4	8
	Florido	4	6

Section 3

Yam Consumption and Indigenous Knowledge

Patterns and Determinants of Yam Consumption in a Ghanaian Urban Center: Household Demographics, Income and Gender Perspectives

R. Aidoo[1], K. Ohene-Yankyera[1], K. Marfo[2], and N.G. Blaise[3]
[1]Department of Agric. Economics, Agribusiness and Extension, Faculty of Agriculture, Kwame Nkrumah University of Science & Technology, Kumasi, Ghana
[2]Crops Research Institute, Kumasi, Center for Scientific and Industrial Research (CSIR), Ghana
[3]International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria

Abstract
The objective of this research was to conduct econometric analyses to identify the principal determinants of yam consumption patterns in a typical Ghanaian urban community. The study paid special attention to the question of whether household income allocation between males and females has a significant effect on household food budget allocated to yam. The question of whether yam is gradually becoming a luxury food commodity in Ghanaian urban communities, due to its high price relative to other roots and tubers, was also investigated. We used cross-sectional household data to conduct a complete demand system analyses by employing the Almost Ideal Demand system (AIDS) and Quadratic Almost Ideal Demand System (QUAIDS) models. The study found that increases in women's share of household income are likely to result in increases in household food budget share allocated to yam, suggesting that income redistribution from men to women or women's active involvement in the labor market to earn income would increase yam consumption in urban communities. Empirical results also show that expenditure elasticity of yam is positive (0.97) and close to unity, suggesting that yam is not yet a luxury food commodity in Ghanaian urban communities though it is close to becoming one. Age of household head, tribal affiliation, household size, number of income earners in household, and number of active females in household were also found to have significant influence on the share of household food budget spent on yam.

Résumé
L'objectif de cette recherche était d'analyser les modèles de consommation et de conduire une analyse économétrique pour identifier les principales causes déterminantes des modèles de consommation d'igname dans une communauté urbaine typique ghanéenne. L'étude a fait l'attention particulière à la question de si l'attribution de revenu domestique entre les hommes et les femmes exerce un conséquence significatif sur le budget d'alimentation du ménage assigné à l'igname. Une enquête a été faite si l'igname devient graduellement un produit alimentaire de luxe dans les communautés urbaines ghanéennes, dues à son prix élevé en comparaison à d'autres racines et tubercules. Dans cette étude, nous attachons une attention particulière aux questions sur les ménages- des données transversales des ménages différents pour réaliser des analyses fonctionnelles en utilisant des estimations pour un système d'équations de demande. L'étude a constaté que les augmentations du revenu chez les femmes sont susceptibles d'avoir comme conséquence les augmentations sur le budget de nourriture de ménage assigné à l'igname, suggérant que la redistribution de revenu des hommes aux femmes ou le fait que les femmes aussi travaillent et ont leurs revenus augmente la consommation d'igname dans les communautés urbaines. Les résultats empiriques prouvent également que l'élasticité de dépense de l'igname est positive (0.97) et proche de l'unité, suggérant que l'igname n'est pas un aliment de luxe dans les communautés urbaines ghanéennes, cependant l'igname est sur le point de devenir un produit de luxe. L'âge du chef de famille, son ethnie, combien des personnes dans le ménage, combien des personnes qui gagnent le revenu dans le ménage, et le nombre de femmes actives dans le ménage se sont découverts d'avoir l'influence significative sur la façon le budget de nourriture dans le ménage est dépensé pour l'igname.

Mot clés : La consommation d'igname, Les communautés urbains ghanéennes, Kumasi, L'élasticité de dépense, Presque un système de demande (PSD/AIDS), Système de Demande d'équation Quadratique (QUAIDS)

Introduction

Roots and tubers belong to the class of foods that provide energy in the human diet in the form of carbohydrates. The terms refer to any growing plant that stores edible material in subterranean root, corm, or tuber. Historically, policy makers and researchers have paid very little attention to root crops, as most of their efforts have been concentrated on cash crops or the more familiar grains. Root crops were regarded as food mainly for the poor, and have played a very minor role in international trade. This misconception has lingered for so long because of lack of appreciation of the number of people who depend on these root crops, and the number of lives that have been saved during famine or disasters by root crops. Root crops are consumed as a basic source of calories or as a supplement to cereals. The tendency to treat roots and tubers as undifferentiated commodities has obscured their varying uses and performances and has hindered the analysis of their roles in the global food system. It has also clouded understanding of the future prospects of the individual roots and tubers; and handicapped formulation of appropriate policies to exploit their unrealized potentials. It is therefore imperative to isolate the various roots and tubers as individual food crops for critical analysis. This study focuses on yam, one of the most important staples in Ghana. Currently, yam ranks second after pineapple in terms of volume and value of non-traditional export crops in Ghana (Asuming-Brempong 1994). Because of its importance on the international market as an export crop, yam has increasingly become expensive on the domestic market. Low income households therefore find it relatively unaffordable compared to other roots and tubers like cassava, cocoyam, and taro. The cost of calories from cassava is low as compared to the cost of calories from yam, which is considerably expensive. This study will provide evidence on whether or not yam has become a luxury commodity in a typical Ghanaian urban community. The research will help us understand the important factors affecting urban yam consumption patterns. These econometric results should be useful for assessing the future trend of yam consumption pattern in Ghana and other sub-Saharan African countries. Hopefully, this study would motivate and generate more analyses on food demand estimation in Ghana and perhaps, more debate on the key demand elasticities for yam and other related food commodities.

It is generally hypothesized that income, proportion of household income under the control of women, household characteristics, and sociocultural factors influence food consumption patterns. However, this general hypothesis has never been tested and corroborated from micro data in Ghana. The purpose of this study was to advance current understanding of yam consumption patterns in Kumasi by quantitatively analyzing the expenditure elasticity and the extent to which household and sociocultural factors affect yam consumption patterns in a typical Ghanaian urban community.

Research objectives

Specifically, the study addresses the following objectives:

- To investigate the effects of income, household characteristics, and sociocultural factors on household yam consumption in Kumasi.
- To examine the effect of female share of household income on household yam consumption in Kumasi.

Hypotheses

The major hypotheses tested in this study include:

- Food budget shares for yam are different across different income groups. Since yam is relatively expensive, compared to other root and tuber crops, high income households are expected to spend a smaller proportion of their food budgets on yam products than low income households.
- Women's share of household income is positively related to yam consumption in urban communities. Thus, income redistribution from men to women would increase household food budget allocated to yam and yam products in Ghanaian urban communities. Female-headed households (and/or households with many females) spend more of their food budget on yam products at home due to the time demanding nature of yam meal preparation.
- Households in urban centers enjoy economies of size in respect of yam budget shares. Larger households will therefore allocate a relatively smaller proportion of their food budget to yam as compared to smaller households.

Theoretical framework

The analysis in this research work was approached from the point of view of a cooperative bargaining household model. There are two general classes of household models namely: income pooling and bargaining models. The income pooling models assume that household demand (or expenditure share) is not affected by the identity of the individual that earns the income. The effective constraint on the household welfare function is the pooled household income. On the other hand, the bargaining model throws away the income pooling assumption and allows for the explicit effect of distributional factors on demand or expenditure share (Adebayo 2004).

Income pooling models are of two types—unitary/common preference models and collective/individual preference models of the household. The unitary model (which is a restricted form of income pooling model) assumes that the preferences of household members are uniform or that the preference of just one household member (the household head or dictator) is imposed on all other members. The unitary household model thus maximizes a welfare function whose only component is the utility function of the dictator or household head. On the other hand, the collective model allows for a more general formulation of the household welfare function while still accommodating income as the pooling restriction. Unlike the unitary model, the collective model allows for differences in preferences between actors within the household.

In the set of collective preference models, household welfare function is defined as:

$$U^h = \sum_{i=1}^{I} \phi_i U_i ; \qquad \text{where } i = 1 \ldots\ldots I, \text{ and } \phi_i = K;$$

where: U^h is the household welfare function, Ui is individual *i*'s utility function in a household with I individuals, ϕ_i is the welfare or Pareto weight attached to the utility function of each individual *i*, and K is a vector of constants with *i* elements whose values range between 0 and 1.

By characterization of this model, ϕ_i is fixed and does not change with changes in factors that affect resource control power (also called distributional factors) within the household such as individual income, assets, and schooling. Thus, changes in distributional factors do not affect the relative expenditure share on goods in a collective model. It is assumed that ϕ_i is set from marriage and does not change throughout the lifetime of the household. So the collective model results in a demand system derived from a Pareto optimal allocation with a fixed ϕ_i vector. There is no movement along the utility possibility frontier of the household, since only one point on the contract curve (the contract curve is a locus of Pareto optimal allocations for the household) is relevant. The prediction of the collective model is that income changes only affect household demand directly through the Slutsky income effect and not through the power sharing factor in the household welfare function. The unitary model is a special case of the collective model where ϕ_i = [1, 0], given that i = 2.

The second broad class of household model is the non-income pooling or bargaining model. This is the model that is assumed for the analysis carried out in this study. The bargaining model throws away the income pooling assumption of the collective model and allows for the explicit effect of distributional factors on household demand or expenditure levels. The model specifically assumes that $\phi_i \neq$ [1, 0] and that $\phi_i \neq$ K. Thus, the whole range of utility possibility frontier is the set of feasible Pareto optimal allocations for the decision making environment characterized by bargaining. In this model, changes in power sharing or distributional factors are expected to lead to changes in ϕ_i and the changes in ϕ_i are in turn expected to result in changing demand pattern or expenditure shares. Thus, the bargaining model predicts that income changes affect demand both directly (through the Slutsky income effect) and indirectly (through the power sharing factor, ϕ_i).

Methodology

Data

Primary data was used for the household yam consumption analysis. Cross-sectional micro data on yam consumption were obtained from household heads or people, who are in charge of home management, especially wives in various suburbs of Kumasi. Data on quantities of the various yam products and substitute products (e.g., cassava, *gari*, cocoyam, plantain, rice, maize, among others) consumed by households and the amount spent on them for a period of one week and one month were collected. Monthly incomes of household members were obtained together with information on the sociocultural factors of interest in the study (i.e., educational background, age, gender, religious and ethnic affiliation of the household head). Information on household characteristics such as household size, number of wage earners in the household, proportion of household income controlled by women, and number of dependants (i.e., people under 15 years and over 65 years) in the household were also obtained. Apart from the yam products and their substitutes, an attempt was also made to gather information on other recurrent household expenditure items including food products and non-food products/services like education, healthcare, funerals, travel, and clothing.

A combination of stratified, systematic random, and simple random sampling techniques was used to select respondent households. The study area (Kumasi) was

stratified into three income groups (low, middle, and high income groups). Within each income stratum, a systematic random sampling technique was employed to select respondent houses. The houses selected through the systematic procedure were then visited to make a list of the number of households. One household was chosen by a simple random sampling procedure if more than one household dwelt in a selected housing unit. This was based on the general assumption that households living in the same house are likely to have similar living standards. In all, 107 out of the selected 120 household heads responded to the questions. Data from the 107 households was therefore used for the analysis. The data was collected through personal interview with the use of a structured questionnaire. The recall interview method, whereby an enumerator asked one or more household members to recall expenditure made during a week and a month, was used to collect the data.

The econometric model for the study

The first person to apply theory consistently to define and modify demand equations was Stone (1954), who estimated price and income elasticities for 48 categories of food consumption from British data. Further attempts to impose structure on demand equations were made by Stone, who developed the linear expenditure system, and by Theil (1965) and Barten (1969), who developed the Rotterdam model, which could be used to test the theory. In the 1970s and 1980s, more emphasis was placed on flexible functional forms, developed from utility or cost functions. The Translog model was developed by Christensen et al. (1975) and the Almost Ideal Demand System (AIDS) was developed by Deaton and Muellbauer (1980). During the 1980s and 1990s these models, with extensions, were used to estimate demand for food products, and more complex flexible forms were also developed. The Quadratic Almost Ideal Demand System (QUAIDS) was developed by Banks et al. (1997) and using both parametric and nonparametric tests, they empirically showed that quadratic logarithmic utility appears to be the best rank three functional form for modeling demands. Recently, several demand studies have emerged that confirm the appropriateness of QUAIDS in modeling preferences. Examples using developed country data include Abdulai (2002) who applied QUAIDS to the food expenditure data from Switzerland, Moro and Sckokai (2000) who used Italian food expenditure data, Banks et al. (1997) and Blundell and Robin (1999) who both used expenditure data on broad consumption goods from the UK, and Fisher et al. (2001) who applied QUAIDS to the US aggregate consumption data. A number of studies in developing countries also support QUAIDS. However, these studies are fewer compared to those from developed countries. Apart from Bopape's (2006) study in South Africa, other examples include Abdulai and Aubert (2004) using Tanzanian food expenditure data, Meenkashi and Ray (1999) using Indian food expenditure data, Gould and Villarreal (2006) using food expenditure data from urban China, and Molina and Gil (2005) using aggregate consumption data from Peru.

On the basis of the overwhelming support AIDS and QUAIDS enjoy over other functional forms among economists in the area of consumer behavior analysis, this study adopted both functional forms to analyze household yam consumption patterns in Kumasi.

The AIDS model is based on the consumer's expenditure function and it expresses the budget share of a given commodity as a function of expenditure (total or per capita), prices, and household variables. In this study the AIDS model is specified

without the price variable. Since cross-sectional data from consumers in Kumasi were used for the study, major price differentials among consumers were not expected as consumers buy from the same market and face the same prices. The model was expressed as:

$$w_i = \alpha_i + \beta_i \ln X + \sum_i \gamma_i Z_i + \varepsilon_i$$

where w_i is the share of total food budget spent on yam, X is per capita household expenditure (used as a proxy for household income), Z is a vector of household variables, α_i, β_i, γ_i, are coefficients to be estimated, and ε_i is the random/disturbance term.

The Quadratic Almost Ideal Demand function (QUAIDS) was estimated by replacing the per capita expenditure term in the AIDS model with a quadratic expenditure term (i.e., per capital expenditure squared).

From these models, expenditure elasticity of yam (η) was estimated with the formula:

$$\eta = 1 + (\beta_i / w_i)$$

where w_i is the budget share of yam, and β_i is the coefficient of per capita expenditure.

Results and Discussions

Household characteristics

Table 1 provides a summary of the characteristics of the households considered in this study. Average household size was found to be six persons, compared with two dependants in a household. This implies that many household members were very active (16–65 years) and thus could also earn income to supplement household income. However, the table shows that the average number of income earners in the household was only two. The implication is that even though there may be many active people in the household, many are either unemployed or are engaged in unpaid or non-income generating jobs. The average number of fully employed males and females in the household was found to be one person in each case. Here, a person who spends at least six hours a day in the labor market for at least three continuous months and receives remuneration for his services is considered an active participant in the labor market and thus fully employed.

Table 1 also shows that on the average, 36% of household income was under the control of females/women and the remaining 64% was under the control of males. On the average, the income under the control of women in the household was estimated at $39.26 per month. It is also evident from Table 1 that the average per capita expenditure on recurrent items was found to be $29.47 per month. Here, recurrent expenditure items refer to items on which the household makes day-to-day expenses for survival and satisfaction. Apart from food commodities, other expenditure items that make up the recurrent expenses include utilities, child education (not including fees, books, and clothing), medical care/drugs, communication, transport, alcoholic beverages, and tobacco/cigarette. Others include contributions at funerals and church/mosque, lottery, rent, and gifts/alms.

Table 1. Household characteristics.

Statistic	N	Min.	Max.	Mean	Std. Deviation
Household size	106	1	12	5.66	2.37
No. of dependants (< 15 and > 65 year old)	107	0	6	1.60	1.46
Income earners in household	107	0	4	2.18	9.51
Active females in household (15–65yrs)	107	0	5	1.93	1.09
Fully employed females in household	107	0	4	0.53	0.66
Active males in household	107	0	10	1.80	1.94
Fully employed males in household	107	0	4	0.78	0.72
Non-yam consumers in household	107	0	3	0.17	0.68
Total monthly income of other household income earners (US$)	106	0	543.48	87.54	120.43
Total female income in household (US$)	107	0	326.09	39.26	65.33
Proportion of household income under the control of females	67	0	1.00	0.36	0.36
Per capita monthly household expenditure (US$)	106	0	114.13	29.47	21.47
Per capita monthly expenses on yam ($)	107	0	15.23	9.65	9.78

Source: Field survey, 2006.

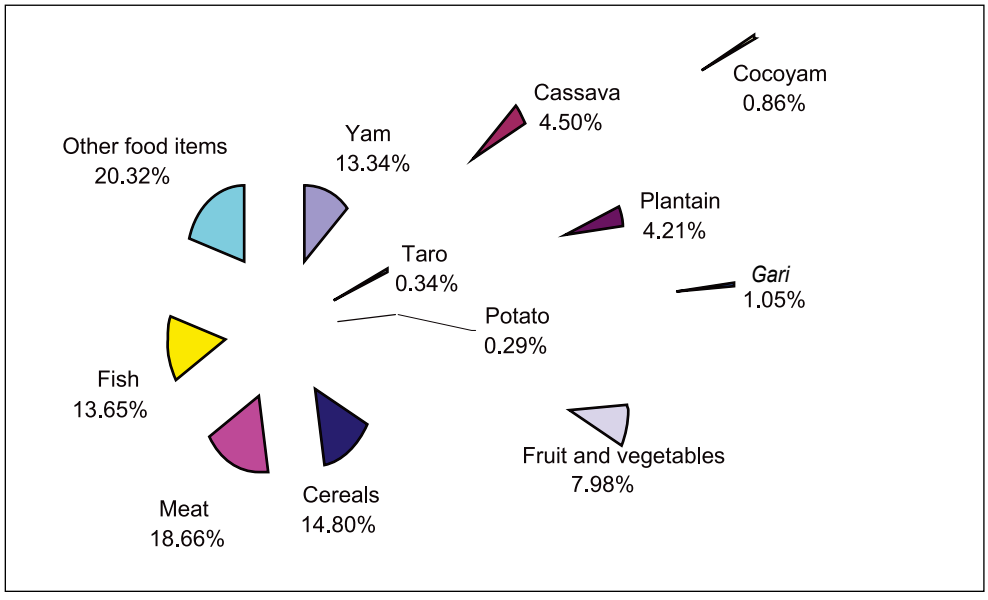
Yam consumption expenditure and budget share analysis

Figure 1 shows the share of household food budget spent on various food products in the Kumasi metropolis. Households in Kumasi spend more of their food budget (13.34%) on yam than any other root and tuber crop. This could be as a result of the fact that yam is more expensive than all other roots and tubers on the Kumasi market. Thus, high expenditure on yam does not necessarily mean that more is consumed of yam in terms of quantities as compared to other root and tuber crops. Potato, taro, and cocoyam are the least important root and tuber crops in the food budgets of households in Kumasi. Households in Kumasi spend less than 1% of their food budgets on these food products. About 20% of household food budget is spent on other food items which include bread and flour-based products, groundnut and beans, dairy products and confectionery, eggs and cooking oils. It may be evident from Figure 1 that apart from meat, cereals, and fish, yam is the next most important food item in the monthly food budgets of households in Kumasi. Cassava and plantain are the next most important root and tuber crops in Kumasi in terms of household budget shares. This is not surprising since many households take *fufu* (prepared from cassava and plantain) as supper in Kumasi.

Figure 2 shows that yam forms 6.41% of total household recurrent budget. Food constitutes about 48% of total household recurrent expenditure.

Appendix II gives the budget shares of yam and other food commodities according to sex, educational level, income group, and age of household head. Generally, it is evident from Table *a* in Appendix I that female-headed households spend a high proportion (54.5%) of their recurrent budget on food as compared to male-headed households which spend 41.5% of their recurrent budget on food. This finding is not surprising since females are more concerned about household food security issues and thus spend more on food when they are in control of household resources. However, with respect to yam the study shows that male-headed households spend more (15.3%) of their food budget on yam as compared to female-headed households

Figure 1. Food budget shares.



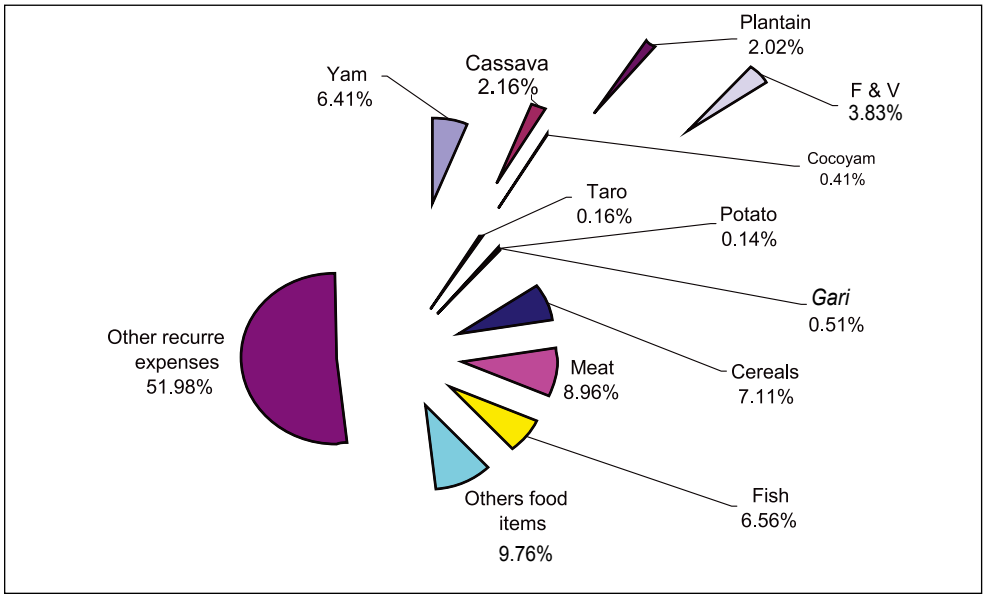
Source: Field survey 2006.

which spend 11.4% of their food budget on yam. This could possibly be due to the fact that many male-headed households have females whose incomes augment total household income. This implies that number of females in the household might be important in explaining household expenditure on yam, and for that matter food, rather than the sex of the household head. Ruel et al. (2005) revealed that female-headed households spend a larger share of their budget on fruit and vegetables than male-headed households. Their finding supports the idea that men and women may have different spending priorities, with women giving a higher priority to diet quality. They further argued that diet quality is improved when women have more control over household decisions (also see Smith et al. 2003).

Households with middle-aged heads (between 30 and 65 years) spent more (10.8%) of their food budget on yam than households headed by younger (< 30 year olds) and aged (> 65 year olds) people. The study revealed that total household recurrent budget spent on food declines with income level. This finding is consistent with economic theory which posits that people in the higher income bracket spend a relatively small fraction of their expenditure budget on food as compared to low income earners. They rather spend more on durable and luxury goods, and in a typical Ghanaian urban center they spent a lot on social activities like funerals, church fund raising, and travel. The poor or low income earners spend a higher proportion of total household recurrent budget on food since they are more concerned about survival. From Table *b* in Appendix I, high income earners spend more on yam in absolute terms. However, in terms of budget shares, low income earners spend a larger share of their food budget on yam than high income earners. This might be due to the expensive nature of yam on the market.

Households headed by highly educated people were found to spend a lesser proportion (9.5%) of their food budget on yam products as compared to households headed by less educated consumers who spend 11% of their food budget on yam products. Ruel et al. (2005) also found that having at least one household member with secondary education was negatively associated with the household budget allocated

Figure 2. Recurrent budget shares.



Source: Field survey 2006.

to fruit and vegetables in five developing countries including Ghana. However, for the remaining five developing countries on which the same analysis was done, higher education was found to be positively related to food budget share allocated to fruit and vegetables.

Tables *a* to *d* in Appendix I give the monthly household expenses on yam and other food products according to personal characteristics of household heads.

Determinants of yam consumption

To identify the principal determinants of yam consumption in Kumasi, the budget shares of yam in total household food expenditure was used as the dependent variable to build two nonlinear models (AIDS and QUAIDS). Table 2 gives the Almost Ideal Demand (AIDS) model estimates.

The most important factors which determine the proportion of household budget spent on yam include: per capita expenditure (used as a proxy for income), the proportion of household income under the control of women, age and tribe of household head, household size, number of income earners in the household, and number of active females (15 to 65 year olds) in the household.

Income level, which was proxied with per capita household expenditure, was found to significantly influence household food budget share spent on yam at the 5% level. The coefficient had a negative sign indicating a negative relationship. Implication is that as income increases, the proportion of food budget spent on yam declines. This is in conformity with economic theory as households in the higher income brackets reduce their expenditure on energy-rich basic staples and rather switch to spend a greater proportion of their food budgets on protein-rich food products such as meat, fish, and dairy products. The magnitude of the income coefficient indicates that a 10% increase in the logarithm of per capita household expenditure would result in a 3% reduction in the household food budget spent on yam products. Household resource allocation between the male and female sexes was found to have a significant effect on yam consumption expenditure at the 5% level. The higher the proportion of household income under

Table 2. AIDS model estimates.

Variable	Coefficients	t	Significance
(Constant)	0.405***	1.798	0.083
ln per capita household expenditure	–0.309**	–2.159	0.040
Proportion of income under the control of females	0.306**	2.321	0.028
Gender (0 = male, 1 = female)	–0.169	–1.359	0.185
Actual number of years spent in school	0.041	0.311	0.758
Age of household head	0.300**	2.467	0.020
Occupation of household head	0.078	0.736	0.468
Religion of household head	–0.076	–0.523	0.605
Tribe of household head	–0.440*	–3.534	0.001
Household size	–0.858*	–4.861	0.000
No. of income earners in the household	0.642*	3.478	0.002
No. of fully employed females in the household	0.191	1.584	0.124
Active females in the household (15–65yrs)	0.762*	4.572	0.000
No. of fully employed males in the household	0.473**	2.453	0.021
ln expenses on all food products away from home	0.167	1.487	0.148
ln total expenditure on all yam substitutes	0.035	0.286	0.777
R = 0859;			
R^2*= 0.739; Std. Error = 0.0518;* F = 5.275 (d.f:43, significant at 1%)			

Dependent variable: yam budget share of total household food expenditure.
*Significant at 1%; **Significant at 5%; ***Significant at 10%.

the control of women, the higher the proportion of household food budget spent on yam products. This finding is consistent with a priori expectation and findings in other studies. Hopkins et al. (1994) revealed that, in Niger, changes in female annual income, while controlling for male income, impacted positively on household food expenditures. Hoddinott and Haddad (1995) also found a positive marginal effect of women's income share on household food budget share in Côte D'Ivoire. They revealed that a doubling of the proportion of household cash income received by wives would lead to a 1.9% rise in budget share of food eaten within the household. In other studies however, a negative relationship between women's share of household income and food budget share has been established. Thomas (1997), using Brazilian data, found out that the marginal effect of increasing women's income on food expenditure share was negative. Using data from southwestern Nigeria, Adebayo (2004) also found that increases in women's share of household income are likely to result in marginal declines in per capita food intake; suggesting that income redistribution from men to women would not increase per capita food energy intake in southwestern Nigeria.

The number of income earners in the household and the number of fully employed males in the household were found to have significant positive relationship with household expenditure on yam. However, household size had a significant negative effect on household expenditure on yam. This is probably due to the expensive nature of yam as compared to other roots and tubers. For larger households that need to spend more on staple foods to ensure satisfaction of every household member, the choice of low cost roots and tubers as well as other close but cheap substitutes over yam is quite obvious. Such households are, therefore, expected to spend more on cassava and other low cost roots and tubers as well as cereals which serve as substitutes to yam. Age of household head had a positive significant effect on yam expenditure. The aged (> 30 year olds) were found to spend a larger proportion of their household food budget on yam as compared to households headed by under 30 year olds. In their analysis of Norwegian household demand for food and beverages,

Rickertsen and Vale (1998) also found that age has a significant positive effect on the demand for food products. On tribal lines, the study revealed that Akan consumers in Kumasi spend more on yam than non-Akan consumers.

Another significant finding from the study is that the number of active females in the household was found to be positively related to the food budget devoted to yam products. This is consistent with a priori expectation. Preparation of yam meals like *fufu,* roasted yam, and fried yam may be time consuming as compared to cereals like rice; households with many males are likely to spend more on easy to prepare foods (the so-called convenience foods) and thus reduce the food budget share spent on yam. If a household has many active females (even though some may be fully employed) there would most often be a lady in the house to prepare yam meals whilst those who are constrained by work get time to prepare for work.

Table 3 provides the model estimates for the quadratic specification. Here, yam budget share was expressed as a function of the square of per capita expenditure (the quadratic expenditure term).

All the variables found to be significant in the AIDS model were significant here as well and they all maintained their signs or directions of influence. The quadratic expenditure term was found to be significant at the 1% level. The sign was negative showing a reduction in household food budget share on yam at higher income levels. Blundell et al. (1993) and Rickertsen and Vale (1998) also found the quadratic expenditure term to be significant determinant of food consumption in their separate studies. This model (QUAIDS) shows that, in addition to all the factors identified in the AIDS model, expenditure on food away from home is also an important determinant of the proportion of household food budget allocated to yam. Contrary to a prori expectation, expenditure on food away from home was found to be positively related to yam budget shares in Kumasi. This can only be so when household members spend on food products that are not closely related to yam (e.g., dairy products and confectionery, soft drinks, fruit and vegetables) while they are away from home. This may suggest that in Kumasi, the majority of consumers prefer to eat yam at home. They would rather prefer to take foods like *fufu* (from cassava and plantain), *konkonte, banku*, rice, dairy products, fruit and vegetables, and soft drinks whilst they are away from home.

Number of females in employment has a positive effect on yam budget share at the 10% significant level. The results show that for every additional woman who becomes fully employed in the household, food budget share on yam would increase by 0.2%. This is so because when women participate fully in labor market activities and earn money, the resources under their control increase, and since they are more concerned about household food security issues (at least in Africa), expenditure on basic staples like yam is expected to increase.

Yam expenditure elasticity (η) from these models was estimated with the formula:

$$\eta = 1 + (\beta / w);$$

where *w* is the yam budget share of household food expenditure, and β is the coefficient of per capita household expenditure.

From Tables 2 and 3, yam expenditure elasticity was estimated to be 0.97. This implies that when household expenditure increases by 10%, household food budget share for yam will increase by 9.7%. This elasticity figure indicates that as far as

Table 3. QUAIDS model estimates.

Variable	Standardized coefficients	t	Significane
(Constant)	–0.165	–1.035	0.310
Proportion of income under the control of females	0.345*	2.823	0.009
Gender (0 = male, 1 = female)	–0.166	–1.431	0.164
Actual number of years spent in school	0.079	0.632	0.532
Age of household head	0.285*	2.497	0.019
Occupation of household head	0.118	1.176	0.249
Religion of household head	–0.060	–0.456	0.652
Tribe of household head	–0.500*	–4.286	0.000
Household size	–0.867*	–5.239	0.000
No. of income earners in the household	0.629*	3.722	0.001
No. of females in full time employment	0.200***	1.769	0.088
Active female in the household (15–65yrs)	0.799*	5.276	0.000
No. of males in full time employment	0.500*	2.867	0.008
ln expenses on all food products away from home	0.215**	1.994	0.056
ln total expenditure on all yam substitutes	0.070	0.598	0.555
Per capita expenditure square	–0.392*	–3.025	0.005
R = 0.*878*; R^2 = 0.770; Std. Error = 0.0486; F = 6.257 (d.f:43, significant at 1%)			

Dependent variable: yam budget share of household food expenditure.

*Significant at 1%; **Significant at 5%; ***Significant at 10%.

consumers in Kumasi are concerned yam is a basic necessity and a normal food commodity. Though still a normal good, the magnitude of the elasticity in this study appears to suggest that yam is probably gradually becoming a luxury food commodity with the passage of time for the average urban dweller. Estimates from earlier extant literature suggest that yam expenditure elasticity has been increasing with time from 0.78 in the 1960s (Kaneda and Johnson 1961; Ord, 1965) through 0.91 in the 1970s (Haessel 1976).

Table 4 provides the expenditure elasticities estimated for the three income groups. Whereas yam is a normal food commodity among the middle-income and high-income consumers, it is a luxury food commodity for the low-income class. This finding is consistent with economic theory which posits that a well known normal commodity may be a luxury product to low-income households due to the expensive nature of the product relative to its substitutes. The implication is that when income levels are increased by 10%, low-income households (the urban poor) in Kumasi would increase their yam budget share by 11%, *ceteris paribus*. Tsegai and Kormawa (2002) also revealed that yam is a luxury food commodity in Nigerian urban communities where yam expenditure elasticity was estimated to be at least 1.21.

Findings, conclusion, and recommendations

Findings

- The share of household recurrent budget allocated to yam was estimated to be 6.41% whilst the food budget share for yam among Kumasi households was found to be 13.34%.
- The study failed to reject the null hypothesis that high-income households spend a smaller proportion of their food budgets on yam as compared to low-income households. It was revealed that, just like household food budget share, yam budget share declines with income level. This finding does not imply that low-income

households spend more on yam products than high-income households in absolute terms; since 1% of the food budget of a high-income household might be higher than even 5% of the food budget of a low-income household in absolute monetary terms.

- Yam expenditure elasticity was found to be positive (0.97) and significantly different from zero. Though still a normal good, the magnitude of the elasticity in this study appears to suggest that yam is probably becoming a luxury food commodity with the passage of time for the average urban dweller. Our study found yam to be a luxury food commodity for low-income households. Income growth would therefore contribute to greater consumption of yam products in the long run.
- The study affirmed the null hypothesis that women's share of household income is positively related to household yam consumption. This suggests that income redistribution from men to women or women's involvement in the labor market to earn income would increase household yam budget share in Ghanaian urban communities.
- The study showed that the higher the number of active females in a household, the higher the proportion of food budget allocated to yam. However, the study rejected the null hypothesis that female-headed households spend a higher proportion of their food budget on yam than male-headed households.
- Household size has a significant negative effect on household yam budget share; larger households spend less on yam and rather increase the consumption of low cost roots and tubers, and other substitutes like cereals.
- Other determinants of household yam consumption patterns were identified to include; age of household head, number of income earners in household, tribe of household head, and total expenditure on food away from home (FAFH).

Conclusions and recommendations

Generally, the study concludes that low-income households in Ghanaian urban centers are more responsive to changes in income level compared to their high income counterparts as far as household yam budget share is concerned. An increase in the proportion of household income under the control of women is associated with increased household food budget allocated to yam in Ghanaian urban centers. In a typical urban center, there are economies of size as far as yam budget shares are concerned; large households spend a relatively smaller proportion of their food budget on yam compared to small households. Therefore any improvement in job opportunities in urban areas especially for women and low-income households will enhance their nutrition through higher consumption of the crop.

High income elasticity implies that with increasing income the consumption of yam will increase in urban centers. Policy should therefore focus on measures to improve the production of yam at the producing areas and its distribution at the consuming centers to forestall the possibility of any escalation in yam prices as consumers' incomes improve. Such a situation could have negative nutritional effects especially on poorer and female-headed households.

The study looked at consumption of yam as a tuber crop even though yam is consumed in different forms. Therefore it is recommended that research should focus on the various forms in which yam is consumed and the relationship between these forms and the determinants identified in this study. This is important for any policy that aims at adding value to the crop.

References

Abdulai, A. 2002. Household demand for food in Switzerland, A Quadratic Almost Ideal Demand System. Swiss Journal of Economics and Statistics 138 (1): 1–18.

Abdulai, A. and D. Aubert. 2004. A cross section analysis of household demand for food and nutrients in Tanzania. Agricultural Economics 31: 67–79.

Adebayo, B.A. 2004. Intra-household redistribution of income and calorie consumption in southwestern Nigeria. Economic Growth Center, Yale University, Center Discussion Paper, No. 890, July 2004.

Asuming-Brempong, S. 1994. Yam for foreign exchange: potentials and prospects in Ghana; ISHS Acta Horticulture 380, Symposium on Tropical Root Crops in a Developing Economy, November 1994. edited by F. Ofori and S.K Hahn.

Banks, J., R. Blundell, and A. Lewbel. 1997. Quadratic Engel curves and consumer demand. Review of Economics and Statistics 79: 527–539.

Barten, A.P. 1969. Maximum likelihood estimation of a complete system of demand equations. European Economic Review 1: 7–73.

Blundell, R.W. and J.M Robin. 1999. Estimation in large and disaggregated demand systems, an estimator for conditionally linear systems. Journal of Applied Econometrics 14: 209–232.

Blundell, R., P. Pashardes, and G. Weber. 1993. What do we learn about consumer demand patterns from micro data? The American Economic Review 83(3): 570–597.

Bopape, L.E. 2006. The influence of demand model selection on household welfare estimates: an application to South African food expenditures. Unpublished PhD Dissertation, Department of Agricultural Economics, Michigan State University, USA.

Christensen, L.R., D.W. Jorgenson, and L.J. Lau. 1975. Transcendental logarithmic utility functions. American Economic Review 65: 367–383.

Deaton, A. and J. Muellbauer. 1980. An Almost Ideal Demand system. American Economic Review 70(3): 312–326.

Fisher, D., A.R. Fleissig, and A. Serletis. 2001. An empirical comparison of flexible demand system functional forms. Journal of Applied Econometrics 16: 59–80.

Gould, W. and H.J. Villarreal. 2006. An assessment of the current structure of food demand in urban China. Agricultural Economics 34: 1–16.

Haessel, W. 1976. The demand for agricultural commodities in Ghana: an application of nonlinear two-stage least squares with prior information. American Journal of Agricultural Economics. 58(2): 341–345.

Hoddinott, J. and L. Haddad. 1995. Does female income share influence household
expenditures? Evidence from Côte d'Ivoire. Oxford Bulletin of Economics and Statistics 57(1): 77–96.

Hopkins, J., C. Levin, and L. Haddad. 1994. Women's income and household expenditure patterns: gender or flow? Evidence from Niger. American Journal of Agricultural Economic 76(5): 1220–1225.

Kaneda, H. and B.F. Johnson. 1961. Urban food expenditures in tropical Africa. Food Research Institute Studies 2: 229–75.

Meenakshi, J.V. and R. Ray. 1999. Regional differences in India's food and expenditure pattern: a complete demand systems approach. Journal of International Development 11(Jan/Feb): 47–74.

Molina, J.A. and A.I. Gil. 2005. The demand behavior of consumers in Peru: a demographic analysis using the QUAIDS. Journal of Developing Areas 39(1): 191–206.

Moro, D. and P. Sckokai. 2000. Heterogeneous preferences in household food consumption in Italy. European Review of Agricultural Economics 27(3): 305–323.

Ord, H.W. 1965. Agricultural commodities projections in Ghana. Economic Bulletin of Ghana 9: 15–19.

Rickertsen, K. and P.H. Vale. 1998. Norwegian household demand for food and beverages. Discussion paper No. D-03/1998, Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway, Norway.

Ruel, M.T., N. Minot, and L. Smith. 2005. Patterns and determinants of fruit and vegetable consumption. Background paper for the joint FAO/WHO workshop on fruit and vegetables for health, 1–3 Sept. 2004, Kobe –Japan. WHO electronic Publication, NLM Classification WB 430.

Smith, L.C., M.T. Ruel, and A. Ndiaye. 2003. Why is child malnutrition lower in urban than rural areas? Evidence from 36 developing countries. Food Consumption Division Discussion Paper, International Food Policy Research, Washington DC, USA.

Stone, R. 1954. Linear expenditure systems and demand analysis: An application to the pattern of British Dpdemand. The Economic Journal 64 (225): 511–527.

Theil, H. 1965. The information approach to demand analysis. Econometrica 33: 67–87.

Thomas, D. 1997. Incomes, expenditures, and health outcomes: Evidence on Intrahousehold resource allocation. Pages 142–164 *in* Intra-household resource allocation in developing countries: models, methods and policy, edited by H. Lawrence, J. Hoddinnott, and H. Alderman. IFPRI. John Hopkins University Press, Baltimore, USA.

Tsegai, D. and P. Kormawa. 2002. Determinants of demand for cassava by Nigerian urban dwellers: the case of Kaduna. Conference paper, Deutscher Tropentag—Challenges to organic farming and sustainable land use in the tropics and subtropics, 9–11 October, 2002, University of Kassel, Witzenhausen.

Appendix I. Household expenditures on food commodities.

Table a. Monthly household expenditure (US$) on roots and tubers according to sex of household head.

Expenditure item	Male Mean	Std. dev.	Female Mean	Std. dev.	Total Mean	Std. dev.
Yam	11.22	10.81	6.85	6.87	9.65	9.78
Cassava	2.91	3.68	3.88	5.92	3.26	4.61
Cocoyam	0.71	1.65	0.45	1.11	0.62	1.48
Taro	0.02	0.84	0.30	1.03	0.24	0.91
Plantain	3.09	4.40	2.97	2.42	3.05	3.80
Potato	0.22	0.81	0.18	0.64	0.21	0.75
Gari	0.63	0.94	0.99	1.07	0.76	1.00
All roots& tubers	18.20	14.99	15.29	12.81	17.17	14.26
All food	74.74	47.92	68.01	39.30	72.35	44.97
Recurrent expenses	168.00	128.45	119.19	78.01	150.66	115.15
Per capita expenses	29.82		28.84		29.47	

Table b. Monthly household expenditure (US$) on roots and tubers according to income level.

	Monthly income ($'000)						
Expenditure item	< 200	200–500	501–1 m	1.1 m–2 m	2.1 m–5 m	> 5 m	Total
Yam	5.07	6.36	7.18	12.23	12.96	2.17	9.65
Cassava	0.54	2.16	3.40	3.71	3.23	0.00	3.26
Cocoyam	0.00	0.59	0.31	1.00	0.53	0.00	0.62
Taro	0.00	0.40	0.26	0.22	0.21	0.00	0.24
Plantain	0.80	2.84	2.45	3.84	3.15	0.43	3.05
Potato	0.00	0.00	0.13	0.10	1.01	0.00	0.21
Gari	1.45	0.95	0.70	0.65	1.04	0.00	0.76
All roots & tubers	7.86	13.20	14.22	20.37	21.84	2.61	17.17
All food	61.23	46.09	66.16	86.86	68.95	58.48	72.35
Recurrent expenses	129.49	83.31	116.59	169.35	251.97	113.59	150.66
Per capita expenses	54.28	25.28	25.17	27.72	44.23	37.86	29.47

Table c. Monthly household expenditure (US$) on roots and tubers according to educational level.

	Educational level			
Expenditure item	Illiterate/basic	Pre-tertiary	Tertiary	Total
Yam	8.01	14.48	8.37	9.65
Cassava	2.59	4.59	3.19	3.26
Cocoyam	0.48	1.21	0.37	0.62
Taro	0.33	0.22	0.14	0.24
Plantain	2.65	3.87	2.99	3.05
Potato	0.01	0.35	3.71	0.21
Gari	0.66	0.58	1.04	0.76
All roots & tubers	14.67	24.47	15.32	17.17
All food	70.45	87.69	63.95	72.35
Recurrent expenses	111.26	194.81	172.04	150.66
Per capita expenses	20.35	34.37	37.96	29.47

Table d. Monthly household expenditure (US$) on roots and tubers according to age of household head.

Expenditure item	Age group (years)			Total
	< 30	31–65	> 65	
Yam	4.17	10.69	7.61	9.65
Cassava	1.26	3.60	4.35	3.26
Cocoyam	0.03	0.74	0.00	0.62
Taro	0.00	0.29	0.00	0.24
Plantain	1.23	3.40	1.96	3.05
Potato	0.20	0.21	0.00	0.21
Gari	0.65	0.79	0.16	0.76
All roots & tubers	6.94	19.22	13.91	17.17
All food	43.25	77.67	85.54	72.35
Recurrent expenses	91.45	163.51	88.56	150.66
Per capita expenses	37.10	28.28	20.62	29.47

Appendix II. Food budget shares.

Table a. Gender and food budget shares.

Food item	Male Food (w_f)	Recurrent Exp. (w_{rexp})	Female Food (w_f)	Recurrent Exp. (w_{rexp})	Total Food (w_f)	Recurrent Exp. (w_{rexp})
Yam	0.153	0.069	0.114	0.059	0.133	0.0641
Cassava	0.011	0.045	0.037	0.059	0.045	0.0216
Gari	0.012	0.0050	0.020	0.0099	0.0105	0.0051
Cocoyam	0.0097	0.0066	0.0060	0.0036	0.0086	0.0041
Taro	0.0028	0.0020	0.0054	0.0029	0.0034	0.0016
Plantain	0.043	0.018	0.047	0.026	0.0421	0.0202
Potato	0.0027	0.0012	0.0031	0.0016	0.0029	0.0014
All roots & tubers	0.256	0.120	0.232	0.116	0.246	0.118
Fruit & vegetables	0.079	0.037	0.081	0.039	0.080	0.038
Cereals	0.138	0.060	0.158	0.082	0.148	0.071
Meat	0.197	0.088	0.176	0.091	0.187	0.090
Fish	0.125	0.060	0.148	0.071	0.137	0.0656
Total food	–	41.49	–	0.545	–	0.480

Table b. Educational level and food budget shares.

Food item	Illiterate/basic Food (w_f)	Recurrent exp. (w_{rexp})	Pre-tertiary Food (w_f)	Recurrent exp. (w_{rexp})	Tertiary Food (w_f)	Recurrent exp. (w_{rexp})
Yam	0.110	0.070	0.108	0.058	0.095	0.036
Cassava	0.041	0.025	0.048	0.027	0.064	0.029
Gari	0.012	0.0063	0.0115	0.0056	0.0203	0.0081
Cocoyam	0.0076	0.0066	0.011	0.0071	0.0078	0.0029
Taro	0.0055	0.0036	0.0040	0.0019	0.0012	0.0011
Plantain	0.0414	0.0235	0.0485	0.0227	0.0460	0.0165
Potato	0.0002	0.0002	0.0058	0.0022	0.0076	0.0029
All roots & tubers	0.240	0.146	0.280	0.143	0.277	0.109
Fruit & vegetables	0.089	0.070	0.091	0.054	0.086	0.030
Cereals	0.177	0.139	0.135	0.054	0.070	0.027
Meat	0.157	0.123	0.182	0.099	0.156	0.071
Fish	0.108	0.078	0.137	0.074	0.151	0.063
Total food	–	0.730	–	0.527	–	0.399

Table c. Income level and food budget shares.

Food item	< 200 000		201 000–500 000		501 000–1 m		1.1 m–2 m		2.1 m–5 m		>5 m	
	w_f	w_{rexp}	w_f	w_{rexp}	w_f	w_{rexp}	w_f	w_{rexp}	w_f	w_{rexp}	w_f	w_{rexp}
Yam	0.096	0.088	0.137	0.060	0.111	0.0716	0.084	0.045	0.136	0.043	0.037	0.019
Cassava	0.0047	0.0018	0.060	0.028	0.058	0.037	0.047	0.0244	0.044	0.013	0.000	0.000
Gari	0.044	0.031	0.0233	0.0104	0.014	0.0072	0.010	0.0042	0.018	0.0068	0.000	0.000
Cocoyam	0.000	0.000	0.0105	0.0057	0.0056	0.0062	0.0113	0.0062	0.0081	0.0031	0.000	0.000
Taro	0.000	0.000	0.010	0.0055	0.0044	0.0031	0.0023	0.0015	0.0023	0.0010	0.000	0.000
Plantain	0.0151	0.0077	0.032	0.069	0.040	0.023	0.044	0.0197	0.048	0.0158	0.0074	0.0038
Potato	0.000	0.00	0.000	0.000	0.0026	0.0014	0.0008	0.0006	0.022	0.0065	0.000	0.000
All roots & tubers	0.165	0.1316	0.377	0.166	0.230	0.150	0.253	0.124	0.3023	0.095	0.045	0.023
Fruits & Vegetables	0.179	0.135	0.088	0.0426	0.098	0.068	0.079	0.048	0.076	0.023	0.000	0.000
Cereals	0.128	0.077	0.104	0.068	0.151	0.101	0.134	0.111	0.114	0.037	0.000	0.000
Meat	0.155	0.128	0.129	0.085	0.147	0.112	0.189	0.112	0.144	0.038	0.260	0.134
Fish	0.097	0.077	0.100	0.058	0.1183	0.0797	0.143	0.0786	0.135	0.036	0.260	0.134
Total Food	–	0.712	–	0.566	–	0.520	–	0.499		0.298	–	0.415

Table d. Age of household head and food budget shares.

Food item	< 30 years		31–65 years		> 65 years	
	Food (w_f)	Recurrent exp. (w_{rexp})	Food (w_f)	Recurrent exp. (w_{rexp})	Food (w_f)	Recurrent exp. (w_{rexp})
Yam	0.096	0.045	0.108	0.059	0.039	0.037
Cassava	0.043	0.018	0.051	0.028	0.075	0.054
Gari	0.021	0.0095	0.014	0.0063	0.0044	0.0028
Cocoyam	0.0012	0.0006	0.0099	0.0065	0.000	0.000
Taro	0.000	0.000	0.0045	0.0029	0.000	0.000
Plantain	0.037	0.017	0.046	0.022	0.036	0.025
Potato	0.0074	0.0032	0.0034	0.0013	0.000	0.000
All roots & tubers	0.255	0.108	0.262	0.137	0.253	0.179
Fruit & vegetables	0.109	0.061	0.087	0.053	0.000	0.000
Cereals	0.104	0.090	0.140	0.089	0.103	0.090
Meat	0.112	0.067	0.169	0.104	0.290	0.238
Fish	0.097	0.047	0.135	0.0761	0.116	0.101
Total food	–	0.460	–	0.483	–	0.781

Perception of Food Quality in Yams Among Nigerian Farmers

***B.O. Otegbayo[1], A.L. Kehinde[2], T.E. Sangoyomi[3], F.O. Samuel[4], and C.C. Okonkwo[5]**

[1]Department of Food Science and Technology, Bowen University, Iwo, Osun State, Nigeria
[2]Department of Agricultural Economics and Extension, Bowen University, Iwo, Osun State, Nigeria
[3]Department of Crop, Soil and Environmental Management, Bowen University, Iwo, Osun State, Nigeria
[4]Department of Human Nutrition, University of Ibadan Ibadan, Oyo State, Nigeria
[5]International institute of Tropical Agriculture, Oyo Road, Ibadan, Nigeria

Abstract

This study is a qualitative investigation on the perception of food quality in yams by farmers from two yam growing communities with different cultural backgrounds but located in the savanna agroecological zone of Nigeria (Federal Capital Territory (FCT), Abuja and Okeogun area of Oyo State). Focus group discussion (FGD) was used to collect data from respondents who were mainly yam farmers and traders. Results showed that the food quality of yam food products by the farmers is based mainly on sustainable, derivable income from cultivating the species and the varieties of yam and on the sensorial quality of the yam product. The most important food product from yam in both areas studied was pounded yam while textural quality was the most important food quality attribute considered. Farmers do not have a means of predicting or perceiving or knowing the food quality of yam food products before processing but they use indigenous knowledge such as pattern of leaf foliage, and smoothness and shape of the tuber to identify species and varieties rather than predict food quality. In view of these findings extension work is needed in order to enlighten or encourage the farmers on what food quality is, and the need to gear their production towards planting for food quality (nutritional, commercial, industrial, and utilization) rather for subsistence use only.

Résumé

Cette étude est une recherche qualitative sur la perception de la qualité des produits alimentaires d'ignames par des fermiers dans deux communautés qui cultivent igname avec deux cultures différent mais situées dans la zone savane agro écologique du Nigeria (Territoire capital Fédéral, Abuja et Okeogun d' Etat Oyo). Le groupe de discussion ciblé (FGD) a été employé pour rassembler des données des répondants qui sont principalement des fermiers et des commerçants d'igname. Les résultats ont prouvé que la qualité des produits alimentaires d'igname par les fermiers est basée principalement sur le revenu durable qui est gagné en cultivant une espèces ou une variété d'igname et sur la qualité sensorielle du produit de cette variété d'igname. Le produit alimentaire d'igname qui est le plus important dans les deux communautés est igname pilée était étudié, l'aspect méthodologique de la mesure sensorielle d'une caractéristique de texture était l'attribut le plus important de la qualité des produits alimentaires considérée. Les fermiers n'ont pas des moyens de deviner ou de discerner ou de savoir la qualité des produits alimentaires d'igname avant la transformation mais ils emploient la connaissance indigène telle que la quantité de feuillage et sa distribution, de l'aspect lisse et la forme de tubercule pour identifier des espèces et des variétés plutôt que de discerner la qualité des produits alimentaires. En raison de ces résultats la vulgarisation est nécessaire de sensibiliser les fermiers sur le sujet de la qualité des produits alimentaires, et la nécessité de viser leur production vers cultiver pour la qualité des produits alimentaires (santé, commercial, industriel, et utilisation) plutôt pour l'usage subsistance seulement.

Mots-clés : Qualité des produits alimentaires, igname, fermiers.

Introduction

Yam is an integral part of food systems, estimated to provide more than 200 dietary calories each day for over 60 million people (FAO 2002). Yam is also important in household food security, diet diversification, employment and income generation as well as alleviation of rural poverty. Yams are of major importance in the diet and economic welfare of people in West Africa (Nigeria, Ivory Coast Ghana, Republic of Benin, Togo, the Caribbean Islands, Asia, and Oceania where they constitute a nutritious, high carbohydrate, and high fiber food source. Farmers in all yam growing communities base their yam selection and acceptability on certain agronomic and quality attributes of the yams variety.

Food quality is the combination of attributes or characteristics of a product that are significant in determining the degree of acceptability (this may include consumer beliefs about the production process) of the product to the user. These can be nutritional value (both actual, nutrients and antinutritional factors and non-actual, that is, those perceived by the consumer), microbiological safety, convenience, stability, cost, and sensorial (texture, appearance, flavor, and aroma) (Waldron et al. 2003). Food quality in yam are those quality attributes such as physicochemical composition (granule morphology, pasting properties, swelling, water binding capacity of yam starch, proximate composition), and nutrients (micronutrients, vitamins, antinutritional factors such as phytic acid, tannin, oxalate etc.) in the yam tuber which are significant in determining its utilization (both at subsistence and industrial level) and the degree of acceptability of yam's food product by all stakeholders (farmers, processors, and consumers) to ensure sustainable food security. Food quality often means different things to different stakeholders throughout the food chain. Farmers are the primary producers of yam and a very important component in the food chain. In order to promote breeding of yam for good food quality, it is important to know how and what farmers regard as food quality in yam. This is necessary since food quality studies are aimed at effectively improving quality at all levels. This will expand the utilization (from subsistence to commercial and industrial) of yam products and improve its market value (both national and international trade). This will mean an increase in income for all the key players (farmers [as producers], processors and consumers) hence, all key players must be involved. Thus, this study focused on knowing what farmers regard as food quality in yams and how they determine or perceive it. This information acted as a baseline on which yam germplasm, that was needed for characterization of yam landraces in terms of their food quality in Nigeria, was selected in order to efficiently select varieties with variable food quality.

Materials and Methods

Survey area

The study was carried out in two major yam growing communities of Nigeria: FCT, Abuja representing the southern guinea savanna ecological zone (selected farming villages were Paikonkore and Dobi in Gwaldalada Local Government Area) and Okeogun representing the transition between the forest and the savanna zone (selected towns of Igboho, Igbeti, Kisi, Saki). Farming villages and towns where the surveys were carried out are shown in Figure 1.These two areas were selected based on their widespread yam farming and marketing activities.

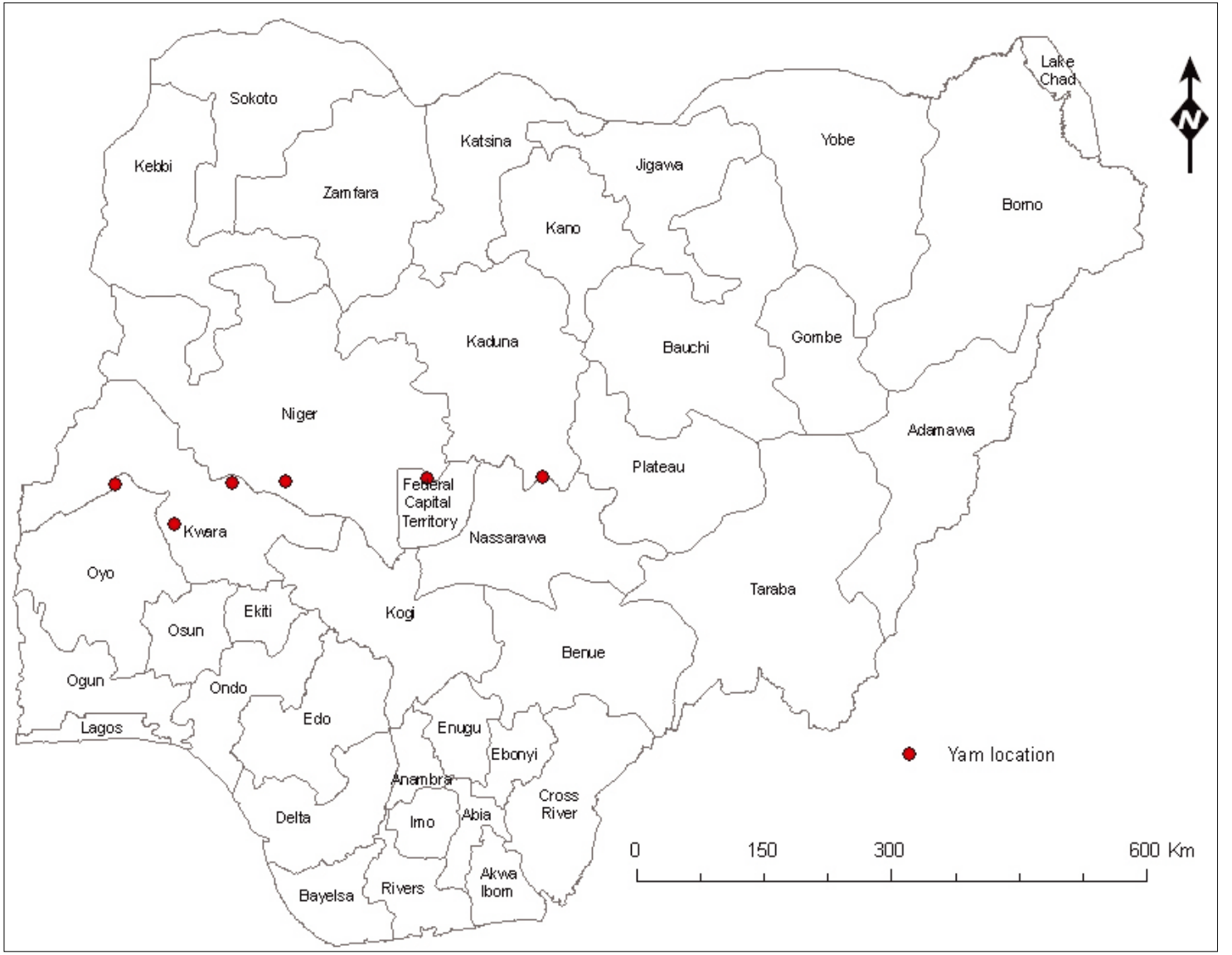


Figure 1. A map of Nigeria showing the sites of yam collection.

Survey method

Focus group discussion (FGD)

Focus group discussion (FGD**)** and key informants were used to collect qualitative information for the study. FGDs are a form of evaluation in which groups of people with similar backgrounds or experience are assembled to discuss and share impressions about the topic of interest to the researcher (Rubin and Rubin 1995). FGD provides insight into what the group thinks about an issue, about the range of opinions and ideas. It explores people's beliefs, attitudes, and options. In constituting the group, participants are to share common characteristics and be related in social background which has something directly to do with the topic. About 50 respondents were interviewed in the two study areas. They were mainly male farmers and marketers. In this study, FGD was used to probe the following issues of interest:

- The various species and varieties of yam that are being cultivated in the area and why they are cultivated.
- The food products that they produce from these species.
- Why are they using particular specie for a particular product (i.e., reason for their preference for the species and the product)?
- What is their perception of food quality in yams?
- How do they identify food quality in the yam tuber?
- Do they look for a particular property or attribute in the fresh yam tuber in order to prepare the product, e.g., skin color, shape, smoothness or roughness of the skin, surface of the tuber, and tubers with strands etc. in order to predict its food quality?

Four focus group discussion sessions were held in the study areas. Two were held at Paikonkore and Dobi in Gwagwalada Local Government Area of FCT, while the remaining two were held in Oyo North (Kisi) in Irepodun Local Government Area of Oyo State. The number of participants in each session of the FGDs was restricted to between eight and ten to ensure copious discussion of the issues and matters arising from them. Also, the effective management and coordination of each session were better ensured by conducting the FGD in natural environments that allowed participants to freely express themselves and also to ensure uninterrupted tape recordings. FDGs in Paikonkore and Dobi were held at the central marketer's yam barn while those of Kisi were held at a popular farmer's relaxation joint in the evening time and the one in Budo Bani was held in the village square. Distribution of the FGDs in each area was as follows:

- FCT farmer's group—Paikokonre and Dobi.
- Oyo North farmers' group.

The discussions were held in Hausa and broken English at FCT area. This was translated to the researcher into English by an interpreter while for the discussion in Oyo North, the one in Kisi was held in Yoruba, the language of the area, while that of Budo bani was in Tiv language and interpreted into Yoruba to the researcher. Each session lasted between thirty and forty-five minutes.

For data analysis, questionnaires were administered and recorded discussions were played. Transcriptions were then examined, and themes of discussion extracted and arranged accordingly.

Table 1. Distribution of famers by their personal and educational characteristics.

Characteristics	Frequency	Percentage
Age		
19–30 years	7	14
31–39 years	10	20
40–45 years	15	30
45–55 years	20	20
56 years	8	16
Education		
No formal education	24	48
Primary	12	24
Arabic	10	20
Secondary	3	6
Tertiary	1	2
Marital status		
Married	45	90
Single	5	10
Farming experience		
Ten years	11	22
Five years	15	30
Four years	11	22
Less than three years	13	26

Results and Discussion

The farmers' group

Personal and educational background of the farmers

In both areas about 14% of respondents were between 19 and 30 years, 20% between 31 and 39 years, 30% were between 40 and 45 years, 20% were between 45 and 55 years, while 16% were 56 years and above. All the farmers were males. About 60% of the farmers had no formal education, 24% primary education, 6% had secondary education, 2% tertiary education, and 20% went to Arabic school. The data in Table 1 shows the distribution of the respondents' personal and educational characteristics.

Socioeconomic characteristics of the farmers

A total of 90% of the farmers were married while 10% were single. The farming experience of the farmers varied; 22% of the farmers have been cultivating yams for about 10 years, 30% for five years, 22% for four years, and 26% for less than three years. Farmers in both areas reported that the source of capital for their farm was from personal savings. There was a general consensus that the size of their farm depended on the amount of capital they have; this in turn determined the quantity of species and varieties of yam that they cultivated. However all the farmers cultivated other crops such as rice, maize, cassava, and sorghum in addition to yam. Generally the farmers classified the size of their farm in terms of the number of heaps they can make from the land. In Oyo North, the size is classified in terms financial yield from the crops. They use local terms such as: "Igba" (200 heaps), "Ofa" (1200 heaps), "Sile" (4000) and "Naira" (40,000). From the FGD discussion it was seen that the farmers' farming experience in yam cultivation really affected the perception of food quality in yams. This is because most of them determine the food quality in yam food product based on the type of experience they have had with the specie or variety over the years. In all the areas the farmers reported that they are not benefiting from

government extension services (no loan facility, fertilizers, herbicides, and extension visits etc.).

Types of species and varieties of yam being cultivated

The species, varieties, and characteristics of the yams collected in the two areas are described in Tables 2 and 3. In FCT area, the major specie is *D. rotundata* and to a small extent *D. alata,* but in Oyo North *D. rotundata*, *D. alata, D. dumetorum,* and *D. bulbifera* are cultivated. In the two areas, what determines the type of yam cultivated is commercial value, suitability of the variety for the best yam food product from it, and lastly, yield of the variety.

What does "food quality" mean to the farmers or what is their perception of "food quality"?

All the farmers' groups were unanimous in what they believe as food quality in yams. The farmers believed that:

- The varieties within the species are suitable to produce the chief food product from the yam.
- The farmers in all the FGDs agreed that the chief product from yam is pounded yam. The farmers were then asked the attributes of pounded yam which determine if the yam is of good food quality? The farmers agreed that pounded yam should have a good textural quality (smoothness, stretchability, cohesiveness, moderately adhesive, and moderately soft). The color of the pounded yam was secondary to them in making it appealing. For instance in Oyo North, the farmers generally believe that if a variety of yam is not good for pounded yam, it should be good for yam flour (*elubo*), If it does not fit into any of these products then it does not have good food quality.
- The yam is of good food quality if varieties within the species have good commercial value, that is, it can generate sustainable derivable income to them. The farmers believe that if the yam is good for the best food product derived from it, the demand for that particular variety will be very high and hence it will generate more income (i.e., it has high commercial value) for them if they cultivate it. This is seen in Tables 2 and 3 where the farmers described the characteristics of the yam that they plant and they rated the yams in terms of their food quality based on this.
- If the yam can has good storability. The yam tubers are stored principally to ensure availability of yam tubers during the hunger period of the year (November to June) and to provide seed for the next planting season. The farmers reported that stored yam tubers also usually command higher prices in the market than fresh tubers. In addition, most consumers of pounded yam usually prefer it to be made from stored yam tubers because they prefer the textural quality of pounded yam from stored yam tubers to that made from fresh yam tubers. Hence if they cannot store the yams for a long time, the income they will derive from it will not be as profitable as the one they will derive from another variety that can be stored, hence they will rate the yam to be of a slightly lower food quality.
- The farmers in Oyo North where they cultivate a lot of other species, especially *D. alata*, believe that for *D. alata* to have good food quality, it should be a good substitute for *D. rotundata*, hence it should be good for boiled yam, pounded yam

Table 2. Species, varieties and *characteristics of yam cultivated in FCT area (Paikonkore and Dobi).

Species	Characteristics	Source	Best food product	Food quality rating
D. rotundata				
Danacha	High commercial yield because it is good for pounded yam.	Paikonkore/Dobi	Pounded yam, boiled yam	Very good
Ameh	High yielding, high commercial yield, good for pounded yam when stored because it is waxy when freshly harvested.	Paikonkore/Dobi	Boiled, pounded yam	Good
Akwuki	Not high yielding.	Paikonkore/Dobi	Pounded yam	Fair
Pepa	It is called paper because of the color (According to the farmers "it is white as paper"). Big tubers, high yielding, smooth body, mealy, when boiled but not good for pounded yam.	Paikonkore/Dobi	*Elubo*, boiled yam, fried yam	Fair
Gwari	High commercial value, good for pounded yam, color white like pepa hence it is used for *elubo*.	Paikonkore/Dobi-FCT	Pounded yam, *elubo*	Good
Lagos	High yielding, not good for pounded yam (good for pounded yam only if the water used to cook it is used), not sweet, little commercial value, high yield.	Paikonkore/Dobi	Pounded yam	Poor
Suba	Early maturing, high commercial value, hard tubers, very good for pounded yam.	Paikonkore/Dobi	Pounded yam	Very good (next in good food quality rating to yangode)
Yangbede	Early maturing, high commercial value, high yielding, excellent for pounded yam (in the farmer's word: "the pounded yam swell well well"), hard tubers (low moisture content).	Paikonkore/Dobi	Pounded yam	Excellent (regarded as Best yam for pounded yam in this area)
Godiya	High commercial value, good for pounded yam.	Paikonkore/Dobi	Pounded yam	Good
Coach	High commercial value, good for pounded yam.	Paikonkore/Dobi	Pounded yam	Good
Maillemu	Good for pounded yam, body of the tuber is very smooth that is why it is called *Mailemu* (body smooth like orange) good market value.	Paikonkore/Dobi	Pounded yam, boiled yam, fried yam	Very good
Meccakwsa	Very high commercial value, high yielding, big tubers (*Mecckwsa* means that your pilgrimage to Mecca is assured because you'll have enough money to embark on the pilgrim through the sale of this variety), good for pounded yam.	Paikonkore/Dobi	Pounded yam	Very good
Ogini	High commercial value, good for pounded yam (*ogini* means what is it?) originated from the eastern part of Nigeria.	Paikonkore/Dobi	Pounded yam	Good
Mumuyi	High commercial value, good for pounded yam.	Paikonkore/Dobi	Pounded yam	Good
D. alata		Paikonkore/Dobi		
Sharma bulu	Big flat tubers, smooth, cream, good for boiled yam.	Paikonkore/Dobi	Boiled yam	Good
Sharma gadagba	Big flat tubers with large fingers, smooth, cream, good for boiled yam.	Paikonkore/Dobi	Boiled yam	Good

* The characteristics were described by the farmers.

Table 3. Species, varieties, and *characteristics of yam cultivated in Oyo North area (Kisi, Budo bani, Budo Gawe).

Species	Characteristics	Source	Best food product	Food quality rating
D. rotundata				
Early maturing				
Ofegi	Extra-early maturing, the tubers are slim with cream color.	Kisi	Pounded yam	Good
Kuna	Tuber is white in color, good for pounded yam.	Kisi	Pounded yam	Good
Ajinlaja		Kisi	Pounded yam	Good
Lasinrin	High commercial value, high yielding, very good for pounded yam, color is yellow.	Kisi	Pounded yam	*Excellent (rated to have the best food quality among the early maturing yams.
Aro	High commercial value, high yielding, very good for pounded yam, color is white.	Kisi	Pounded yam	Good
Ehuru	High commercial value, high yielding, very good for pounded yam, color is white.	Kisi	Pounded yam	Very good
		Kisi		
		Kisi		
Boki	High commercial value, high yielding, very good for pounded yam, good storability.	Kisi	Pounded yam, boiled yam,	Good
Intermediate maturing yams		Kisi		
Ajelanwa	High commercial value	Kisi	Pounded yam, boiled yam, and fried yam.	
Kokuno	High commercial value	Kisi	Pounded yam, boiled yam, and fried yam.	
Agbawobe	Very big tubers, very high commercial value, high yielding, needs big heaps, boiled tubers are very mealy.	Kisi		*Very good (rated next to lasinrin to have the best food quality among the intermediate maturing yams.
Dariboko	High commercial value, high yielding, very good for pounded yam, color is white.	Kisi		
Late maturing yams		Kisi		
Amula	Very high commercial value, high storability, white tubers.	Kisi	Pounded yam	Excellent
Agunmoga	Big tubers, good commercial value	Kisi		
Omi -efun	Good commercial value, cream colored tubers.	Kisi	Pounded yam, Yam flour (*elubo*)	Good
Gbebukari	Good commercial value	Kisi		
Danacha	Big tubers, very high commercial yield because it is good for pounded yam.	Kisi	Pounded yam	Excellent
Zaria	Big tubers, high commercial yield because it is good for pounded yam.	Kisi	Pounded yam	Very good

Table 3. Contd.

Species	Characteristics	Source	Best food product	Food quality rating
Jibo	Good commercial value, slim tubers.	Kisi	Pounded yam	
Gbongi	Big tubers, high commercial value, good storability.	Kisi	Pounded yam Boiled yam	
Ihobia family Kangan, Gbinra, Monrin, Korondo.	High commercial value, multiple tubering, small size, harder tubers than the varieties used for pounded yam.	Kisi	Yam flour (excellent varieties for *elubo*)	Very good
D. alata				
Ogun awatan	High yielding long tubers, color is cream, late maturing yam, good commercial value.	Kisi	Boiled yam, yam flour (*elubo*), pounded yam (after storage)	Good
Olesunle	Sweet mealy tubers, color is cream, good commercial value.	Kisi	Yam flour (*elubo*), boiled yam, pounded yam (after storage)	Fair
Emi	Hard tubers, good commercial value.	Kisi	Yam flour (*elubo*)	Fair
Keso funfun, and keso pupa.	Hard tubers not good for eating.	Kisi	Yam flour (*elubo*)	Fair
Babalaseje	Color is cream, good for boiled yam.	Kisi	Boiled yam	Fair
D. cayenensis		Kisi		
Alakisa	Yellow tubers (*alakisa* means as dirty as a rag it is called alakisa because of the color) good commercial value.	Kisi	Pounded yam	Good
Saja		Kisi	Pounded yam	Good
Igangan	Hard tubers, yellow in color, high commercial value very good for pounded yam.	Kisi	Pounded yam	Very good
D. dumetorum		Kisi		
Esuru pupa	Brown tubers, multiple tubering.	Kisi	Boiled yam	
Esuro funfun	White flesh tubers, multiple tubering.	Kisi	Boiled yam	

* The characteristics were described by the farmers.

when stored, and for yam flour (*elubo*) and should sustain them during the hunger period of the year (November to June).

A very interesting discovery from this study is that even if the yam has high agronomical yield, and low commercial value, the farmers do not regard it as a good food quality index. For instance in FCT, “Lagos” is a variety of *D. rotundata* that has high yield but is rated poorly in terms of its food quality because it does not have good commercial value and is not good for pounded yam.

The farmers were asked if they have food quality indicators that can predict the quality of yam food product before processing.

The farmers reported that they do not predict the food quality of the yam variety before harvest. They only base their prediction on experience that they have had over the years with a particular variety. The farmers unanimously agreed that factors like skin color depends on the soil on which the yam is planted and so cannot predict food quality. Shape of the tuber, hair strands, smoothness or roughness of the tuber, and design and shape of the leaves are only used to identify a particular variety. Canopy cover can indicate the agronomical yield of the yam.

Conclusion

From this study it is seen that farmers perceive food quality in terms of the commercial value of yam and suitability of yam for its best food product (pounded yam). Farmers do not place a premium on industrial utilization or nutritional value of yam. Efforts should be geared on characterization of yam landraces in Nigeria in terms of their end use suitability. This will lead to identification of various raw materials that can be used to produce value-added products and in turn, expand the commercial utilization of yam.

References

Rubin, H.J. and L.S. Rubin.1995. Qualitative interviewing: the art of hearing data. Sage Publications, USA.302 pp.

Waldron, K.W., M.L. Parker, and A.C. Smith. 2003. Plant cell walls and Food quality. Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety. 2: 101–119.

How to Validate and Promote the Use of *D. Alata* for Yam Chips and Derived Products (*Amala* and *Wassa-wassa*)

A. Hounhouigan, N. Akissoe, and J. Hounhouigan
Centre Régional de Nutrition et d'Alimentation Appliquées, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01BP526 Cotonou

Abstract
Dry yam tubers are mainly produced from Dioscorea rotundata species. In Benin, the use of cultivars of Dioscorea alata is limited. Experiments were conducted with a view to identifying pretreatment operations (slicing, blanching) and sun drying on platforms (areas) that optimize the use of D. alata. Dry yam chips of D. alata cultivars were obtained by using a slicing machine developed for cassava (disc format), cutting in a crosswise format, and peeling in a traditional format (whole tuber), then blanching at 70 °C for 20, 30 and 60 min, respectively. Each batch (blanched samples) was then dried on five types of drying area (oven dryer at 50 °C, traditional method using plant leaves, area fenced plane on pillars, tilted area painted in black, and tilted area fenced). Drying rate was followed by daily weighing samples up to constant weight. Physicochemical and sensorial analyses were performed on flours and amala produced from dried yam chips. Results showed that cultivars of Dioscorea alata can be processed into chips and used for dishes like amala by the means of mechanical slicing. The disc format gave the highest drying rate followed by the crosswise one. In addition, the chips in small discs had flour with a lower brown index than the flours of other sizes, 26 versus 27–28, whereas the drying platform tested gave chips flour with a similar brown index, except for the oven dryer. Disc format chips flour also gave low total phenol content and high viscosity parameters (e.g., V95f of 13.8 uRVA versus 8.5–8.9 uRVA for others). Then, viscosities of flours tend to decrease with the increase of the blanching time suggesting a set up gradient annealing phenomenon. Amala from the control (kokoro) was scored higher compared with the others, presumably because of its color.

Résumé
Des tubercules secs d'igname sont principalement à base des espèces de *Dioscera rotundata*. Au Bénin, l'utilisation des cultivars de *Dioscera rotundata* est limitée. Des expériences ont été entreprises en vue d'identifier les opérations de prétraitement (couper en tranche, blanchir) et le séchage au soleil sur les surfaces plates (espace) qui optimisent l'utilisation de *D. alata*. Les ignames puce sèches des cultivars de *D.alata*. ont été obtenus en utilisant un machine de découpage fabriqué pour le manioc (forme rondelle), coupe transversale et épluchage en manière traditionnel (tubercule entier), puis blanchir à 70°C pendant 20, 30 et 60 minutes respectivement. Chaque groupe (échantillons blanchis) a été a séché sur cinq types de plateformes séchage (four de séchage à 50°C, méthode traditionnelle utilisant les feuilles des plantes, une superficie plan clôturé sur des piliers, une superficie penchée peint en noir et une superficie penchée clôturé). La vitesse de séchage a été surveillée quotidiennement pesant des échantillons à un poids constant. Des analyses physico-chimiques et sensorielles ont été faites sur des farines et l'amala produits à partir des puces sèches d'igname. Les résultats ont prouvé que des cultivars de *Dioscorea alata* peuvent être transformés en puces de cuisinier des plats comme l'amala par les moyens du découpage en tranches mécanique. La forme rondelle a donné la vitesse de séchage le plus élevé suivi par la coupe transversale. En plus, les puces en petit rondelle ont eu la farine avec faible indice du couleur brun que les farines des tailles différentes, 26 contre 27-28 tandis que la plate-forme de séchage qui a été examinée a donné la farine avec le même indice du couleur brun, excepté celle de four de séchage. La farine obtenu de puces des forme rondelle ont aussi donné le résultat ayant une faible teneur en phénol et les paramètres élevés de viscosité (par exemple V95f de 13,8uRVA

contre 8,5 à 8,9uRVA pour d'autres). Puis, les viscosité des farines tendent de réduire avec la prolongation du temps de blanchiment suggérant un dispositif du phénomène de gradient de recuit. Amala d'expérience témoin (kokoro) ont été considères plus élevés en comparaison à d'autres, peut-être en raison de leur couleur.

Introduction

The technology of processing yam into chips is a traditional, well-known practice in West Africa (Nigeria, Benin). Due to the incidence of very high postharvest losses, processing of yam prior to storage is an alternative for reducing those postharvest losses (Okaka and Anakekwu 1990; Okaka et al.1991). Research works investigated some pre-drying treatments and drying conditions (Ajibola et al. 1988); Akissoe et al. 2004). They reported that quality of dried yam chips depends on pretreatment conditions (blanching, drying methods, and size), particularly on the drying conditions. The latter constitutes a constraint for making the processing of dried yam chips widespread. However, mechanical slicing can be a means to accelerate the drying, and in return, render processing independent of climatic conditions. Ajibola et al. (1998) reported the effect of yam piece size, blanching time, and drying temperature on the final moisture content, drying rate, and the drying time of precooked yam pieces. Those studies were generally restricted to *Dioscorea rotundata* species. When, in Nigeria, processors use any yam species for chips. In Benin, the practice is the use of a particular cultivar (kokoro) of *D. rotundata*. Thus yam chips from *Dioscorea alata* are not preferred because it exhibits particular behavior during processing. Consequently, appropriate techniques such as mechanical slicing or drying platform need to be developed to promote the use of *Dioscorea alata* into dry yam chips. This study investigated some pretreatments prior to drying and drying platforms that allow the processing of varieties of *Dioscorea alata* into chips with high acceptance.

Materials and Methods

Yam

Four yam cultivars of *Dioscorea alata* were obtained from Benin (Florido) and IITA-Ibadan (TDa 01/0081, TDa 98/01166, and TDa 99/00240). Yam cultivars used in this study were collected from two years' production (2006 and 2007) and referred to as samples of first and second trials, respectively. In the first trial (2006), Florido was collected soon after harvesting whereas the others, three months after harvesting. In the second trial, all cultivars were collected soon after harvesting. They were stored at an ambient temperature (2–28 °C) and relative humidity (65% relative humidity). Tubers were occasionally selected for each experiment.

Preparation of yam chips

Tubers (9 kg) of each cultivar were hand-peeled and divided into three parts of 2.5 kg. The first part (A) was sliced in a disc format of 30 mm thickness using a slicing machine developed for cassava (IITA-Ibadan). The second part (B) was cut in a crosswise format (cross section). The third part (C) was treated as a control referred to the traditional practice (whole tuber). Each batch was blanched at 70 °C for periods of 20, 30, and 60 min, respectively, for A, B and C. At the end of blanching period, each batch was divided into five parts and dried on platforms (oven dryer at 50°C, traditional method using plant leaves, area fenced plane on pillars, tilted area (3%) painted in black, and tilted area fenced). Drying rate was followed by daily weighing

samples from each batch up to constant weight. Experiments were done in 2006 and 2007 in two replicates each year.

Physicochemical analyses

A stainless steel, 3-point bending measuring system with a 10 mm bending platform and a probe (46.7 g) was performed on a fresh tuber using Stevens-LFR texture analyzer (Stevens-LFRA texture analyzer). A sample of 5 mm (depth) × 5 mm (height) × 10 mm (width) from each quarter (head, middle, and tail) was carefully designed, cut, and put on the platform for the 3-point bending-rectangle test. Dry matter content was determined according to AACC 44-15A (AACC 1984). Color parameters were measured using chromater Milnota. Pasting properties were determined using a *Rapid Visco Analyzer* (RVA, Newport Scientific, Narabeen, Australia) on an 8% (db) suspension heated from 35 to 95°C at a rate of 6 °C/min, maintained at 95 °C for 4 min, and then cooled to 50 °C at the same rate. Pasting temperature (PT), viscosity at the beginning of the 95°C plateau (Vb95), viscosity at the end of the 95°C plateau (Ve95), and end viscosity after cooling to 50°C (V50) were determined. The swelling power, solubility, soluble amylase, and soluble starch were determined on 4% suspensions (wb; about 1.2 g of dry matter dispersed in distilled water to give a total mass of 28 g) prepared in RVA. The suspension was heated from 35°C to 95°C at a rate of 6 °C/min and held at 95 °C for 1 min using an RVA. The suspension was then centrifuged at 3000 g for 15 min at ambient temperature. Swelling power was calculated from sediment fresh and dry weights whereas soluble amylose and starch were determined after iodine complexation by measuring optical density at 545 nm and 620 nm (Nago et al. 1997).

Sensorial analyses

Flours were obtained from processed chips and *kokoro* (purchased from the market) and prepared into *amala* using the laboratory procedure described by Akissoe et al. (2006). *Amala* types from each treatment were assed together with those from *kokoro* used as the control. Hence, three *amala* samples were simultaneously presented to panelists with one set in duplicate by altering duplication order. The panelists scored the intensity of their preference from 1 (lowest acceptance) to 5 (highest acceptance) by grading one of five numbered boxes.

Table 1. Dry matter content of raw yam tuber.

Cultivar	Tuber section	Dry matter (%, wb)
Florido	Head	33.84
	Middle	28.74
	Tail	27.87
TDa 98/01166	Head	33.28
	Middle	27.13
	Tail	26.10
TDa 01/0081	Head	29.02
	Middle	27.97
	Tail	25.88
TDa 99/00240	Head	20.66
	Middle	14.17
	Tail	12.69

Table 2. Effect of cultivar on mechanical behavior of tuber.

Cultivar	Hardness (Fmax) (N)	Energy to Fmax (J/cm)
Florido	1.33 b*	5.74 b
TDa 01/00081	1.09 b	5.36b
TDa 98/01166	1.08 b	6.52 b
TDa99/00240	1.92 a	8.29 a

*Data in the same column with different letter are significantly different *(P* < 0.05).

Results and Discussion

Physical characteristics of raw yam tuber

Irrespective of cultivar, there was positive gradient of dry matter content from the tail to the head. In addition, Tda 99 showed the least dry matter content. Tuber length and diameter ranged between 19.2 cm and 35.3 cm, and 6.4 and 14.3 cm, respectively. These observations were consistent with previous results (Akissoe et al. 2003).

Mechanical behavior of fresh tuber of Dioscorea spp.

Flexural modulus as a measure of the resistance of the sample to flexural deformation was determined for each cultivar and along yam tuber sectioned into three parts (head, middle, and tail). TDa 99/00240 gave the highest bending flexural modulus with value of 1.92 N versus 1.08–1.33 N for the others (Table 2). The same trend was observed for the energy required for fracturing the pieces, with 8.29 J/cm versus 5.36–5.74 J/cm. Similar bending modulus was observed along the tuber, with a mean value of 1.36 N, whereas energy required was significantly ($P < 0.05$) higher for the head section, 8.1 J/cm versus 4.5 and 6.1 for middle and tail, respectively.

Effect of format, cultivar, and drying platform on the kinetic of drying

Drying kinetics results were statistically analyzed for each trial since the period (year) of experiments and weather conditions differed. Format, cultivar, and drying platform were significant ($P < 0.05$) for the water evaporated during drying. Irrespective of the period, Florido exhibited the highest drying rate. In the first trial, chips from Florido dried more rapidly than those of TDa 99/00240, the latter more quickly than TDa 01/00081, with water loss of 310.2 g/kg, 242.9, and 136 g/kg, respectively. In the second trial, chips from Florido had a significantly higher rate of drying (102 g/kg) whereas those from Tda 99/00249 had the least (46 g/kg). In any case, cultivar effect was not the main objective of this experiment. Hence, data were statistically analyzed considering format and platform effect.

Table 3 showed the amount of water evaporated as a function of format and platform. The disc format dried more rapidly than the crosswise format, the latter more than traditional ones. In the first trial, the amount of water evaporated per kg of tuber during the first two days drying was 264.3 g for disc format, 252.1 g for crosswise format, and 172.6 g for traditional format. The same trends were observed in the second trial, with 269 g/kg for disc format versus 264 and 219 g/g for cross and traditional formats, respectively. These results could be explained considering that the disc format offers more contact surface with the environment (air). This result is

consistent with previous observations (Akissoe et al. 2006; Kayode et al. 2004) that sliced chips dried more rapidly than traditional chips.

Furthermore, the pillar platform was efficient for drying, with 235 g water lost per kg of tuber versus 224–229 g/kg for the others (first trial) and 126 g of water evaporated per kg of tuber versus 110 g (second trial). In addition, the platform in slope painted with black color showed a similar drying rate with the platform in slope non-painted, 229 g/kg and 224 g/kg, respectively in the first trial. Indeed tilted area design can allow good ventilation which reinforced the drying rate of chips. This can eliminate the rotting of chips from water rich yam tubers such as *D. alata*. The similarity of the drying rates between painted and non-painted tilted areas was contrary with the expected result since the black painted surface is expected to have a high drying rate (by capturing and retroceding energy). However, this result is probably related to the period of the experiment (rainy season which limited the efficiency of drying).

Effect of format, cultivar, and drying platform on the color of derived products

Cultivar and format effect were significant on color parameters of flours ($P < 0.05$). Florido and Tda 98/01166 in small discs showed the least brown index, with 23.3 and 22.2, respectively (Table 4). The red (a) and yellow (b) indices were dependant on both format and cultivar (Table 4): Florido in traditional format had a lower red index (2.7) than TDa 01/00081 in traditional format (3.3). In reverse, TDa 01/00081 in cross format had a lower red index (2.4) than Florido in cross format (3.0).

Anova evidenced a significant effect of format and cultivar on total phenol content. The latter was significantly lower in disc format than in the traditional format, with 4.15 µM/g, db versus 4.58 µM/g, db, respectively. There was significant and positive correlation (r = 0.57) between total phenol content and brown index (Figure 1) confirming previous work (Kayode et al. 2004; Akissoe et al. 2003). Furthermore, the oven dryer gave browner chip flour than the tilted area, with a brown index of 27.3 versus 11.6, respectively (Table 5).

Table 3. Effect of format and drying platform on water evaporation in two days drying.

Platform	Format disc	Cross	Whole
Pillar	262.86 a*	251.65 b	190.03 c
Tilted	266.03 a	255.56 b	152.93 c
Tilted painted	264.28 a	249. 30 b	174.89 c

*Data in the same line with different letter are significantly different ($P < 0.05$).

Table 4. Effect format and cultivar on brown (BI), red (a), and yellow (b) indices (second trial).

	Brown index			Yellow saturation			Red saturation		
Cultivar/format	Disc	Cross	Traditional	Disc	Cross	Traditional	Disc	Cross	Traditional
Florido	23.33	25.42	23.9	10.84	10.89	11.47	2.85	3.02	2.69
TDa 01/00081	29.01	28.61	30.59	11.06	11.39	11	2.89	2.44	3.25
TDa 99/00240	32.7	32.6	34.59	13.18	14.28	13.08	6.85	6.7	7.13
TDa 98/01166	22.16	28.79	23.57	9.52	10.25	11.22	2.82	3.27	3.34

Table 5. Effect of drying area on color parameters.

	Traditional	Tilted area	Tilted and painted	Pillar	Oven dryer
Brown index	22.7a	21.6a	25.3ab	25.8ab	27.3b
Yellow saturation	11.6a	11.5a	11.7a	12.1a	9.4b

Table 6. Effect of yam cultivar on the color parameters of *amala*.

	Color parameter of *amala*		
Cultivar	Brown index	Red saturation	Yellow saturation
Control (*kokoro*)	50.30cd	3.65e	5.62d
Tda 01/00081	50d	4.43d	7.31b
Tda 98/01166	52.12b	4.86c	6.60c
Florido	51.38bc	5.19b	7.13bc
Tda 99/00240	54..04a	9.19a	9.15a

As regards *amala*, Tda 99/00240 gave the brownest, red-yellowish *amala* with IB of 54 and red and yellow indices of 9.2 and 9.1, respectively (Table 6). Irrespective of format and drying area, *amala* exhibited similar color. This result is not expected because difference observed on color of flours (related to format and platform) is expected to be reproducible on *amala* derived.

Effect of drying area and format on pasting behavior

The oven dryer gave chip flour with higher pasting temperature than the other platforms, 89.6 °C versus 82.4–84.0 °C. In addition, it gave a product with the lowest viscosity at the beginning and the end of plateau at 95 °C (Table 7). Starch solubility was similar irrespective of drying platforms whereas disc format (with minimum blanching duration) showed significantly higher pasting viscosities than the other formats (Table 7) accordingly, with the observation that long exposition to heat showed low pasting viscosities due to the annealing phenomenon (Akissoe et al. 2003; 2004).

No significant difference was observed on soluble amylose with format. However, cultivar effect was observed with TDa 99/00240 and Florido showing the least soluble amylose (27.9% starch and 30.9, respectively) whereas TDa 01/00081 and TDa 98/01166 gave the highest values, 35.8 and 38.2% starch, respectively.

Sensory acceptance of derived amala

Amala from Florido and TDa 98/01166 were scored higher than those from the other cultivars (1.9 versus 1.3–1.6) whereas *amala* from TDa 99/00240 was poorly preferred according to the scale, with a score of 1.3. *Amala* from the disc format had a higher score than those of the others, with a score of 1.8 versus 1.6. Furthermore, *amala* from the control (kokoro from market) was highly preferred with a score of 4.4 versus 1.3–1.9 for the others. The latter correspond to *amala* of poor quality. It seemed that the judgment of panelists was based on the color parameters of *amala* tested since negative relationships were observed between the color parameters (BI, b and a indices) and the acceptance (score) of *amala* ($0.51 < r < 0.79$). Indeed, color is the major quality attribute of *amala*, people like it dark to brown (Akissoe 2001).

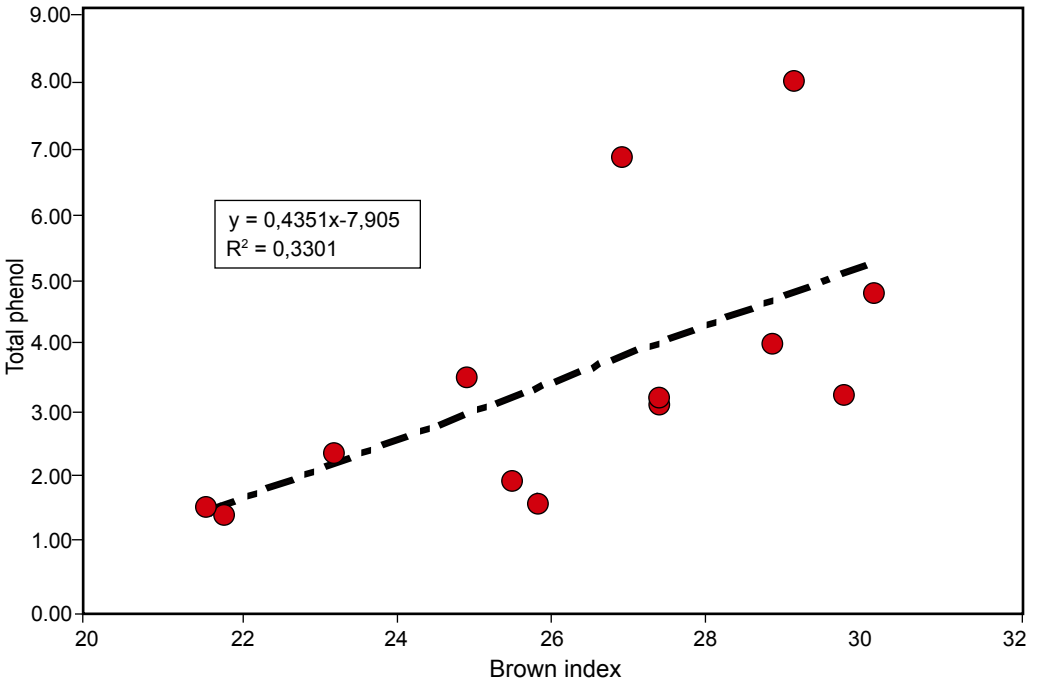


Figure 1. Relationship between total phenol content and brown index.

Table 7. Effect drying area on cooking parameters (second trial).

	Oven dryer	Traditional method	Pillars	Tilted area painted in black	Tilted area
PT (°C)	89.6[a]	83.7[b]	83.5[b]	82.4[b]	84.0[b]
Vb95 (URVA)	5.3 b	20.0 a	16.0 ab	15.6 ab	11.8 ab
Ve95 (URVA)	10.7 a	36.0 b	32.7 ab	31.1 ab	24.1 ab
Solubility (mg/mL, db)	0.13	0.15	0.15	0.23	0.16

PT (°C): pasting temperature.

Vb95 (URVA): Viscosity at the beginning of the plateau at 95 °C.

Ve95 (URVA): Viscosity at the end of the plateau at 95 °C.

Data in the same line with different letter are significantly different ($P < 0.05$).

This study revealed that the processing of dried yam into small formats, particularly small disc, is a way to promote varieties of *D. alata* for flour production. The disc format particularly accelerates the drying process. In addition, the plane pillar is an efficient platform for drying yam pieces. Although the processing of *D. alata* is technically possible (rooting is avoided), the acceptance of derived *amala* is still limited.

Acknowledgement

The authors thank IFAD for funding this research work. They also thank IITA for its assistance with the yam cultivar.

References

Ajibola, O.O., B.I. Abonyi, and O. Onayemi. 1988. The effect of some processing variables on the dehydration of pregelled yam pieces. Journal of Food Science and Technology 25: 117–120.

Akissoe, H.N., D.J. Hounhouigan, C. Mestres, and C.M. Nago. 2006. Prediction of the sensory texture of a thick yam paste *(amala*) using instrumental and physicochemical parameters. Journal of Texture Studies 37: 393–412.

Akissoe, H.N., D.J. Hounhouigan, C. Mestres, and C.M. Nago. 2004. Effect of tuber storage and pre- and post-blanching treatments on the physicochemical and pasting properties of dry yam flour. Food Chemistry 85: 141–149.

Akissoe, H.N., P. Vernier, and D. Cornet. 2006. Effect of mechanical slicing on yam chip quality. Poster presented at 14th Triennial Symposium of International Society for Trocal Root Crops, 20–26 November 2006, Kerala, India.

Akissoe, H.N., D.J. Hounhouigan, C. Mestres, and C.M. Nago. 2003. How parboiling and drying affect the colour and functional characteristics of yam (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) flours. Food Chemistry 82: 257–264.

Kayode, A.P.P., J.D. Hounhouigan, N. Akissoë, J-M Méot, and C. Mestres. 2004. Influence de différentes conditions de précuisson sur la qualité des farines et pâtes de cossettes d'igname (*Dioscorea cayenensis-rotundata*). Annales des Sciences Agronomiques du Bénin 6(2): 151–161.

Nago, M., N. Akissoë, F. Matencio, and C. Mestres.1997. End use quality of some African corn kernels. 1. Physico-chemical characteristics of kernels and their relationship with the quality of "lifin", a traditional whole dry-milled maize flour from Benin. Journal of Agricultural and Food Chemistry 45: 555–564.

Okaka, J.C. and B. Anajekwu. 1990. Preliminary studies on the production and quality evaluation of a dry yam snack. Tropical Science 30: 65–72.

Okaka, J.C., P.A. Okorie, and O.N. Ozo.1991. Quality evaluation of sun-dried yam chips. Tropical Science 30: 265–275.

Production of Couscous and French Fries from *Dioscorea Alata* (Water Yam)

D.D. Opata, J. Asiedu-Larbi, W.O. Ellis, and I. Oduro
Department of Biochemistry and Biotechnology, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana

Abstract
Water yam (*Dioscorea alata*) has been a lesser choice compared to white and yellow yams. Processing of the tubers into a more stable product will increase shelf life and availability, and enhance its usage. Minimal processing such as peeling, size reduction, and steam blanching of the tubers coupled with refrigeration, increases the shelf life of the tubers and makes them available for fried chip production. Grating and drying of steam blanched samples yielded couscous. Fries of two different sizes, large (5 cm long × 1.5 cm thick) and small (5 cm long × 0.5 cm thick) from each variety were steam-blanched under different time regimes (5, 10, and 15 minutes). The pasting temperature, peak viscosity, hot viscosity, cold viscosity, and set back viscosity were significantly different ($P < 0.05$). The peak viscosity was negatively correlated to the pasting temperature (r = –0.65). The serving temperature is very important to the eating qualities of couscous prepared from *Dioscorea alata*. The small size chips were the preferred choice of the consumers and there were no significant difference in the sensory attributes among the different blanching times. The varieties suitable for couscous processing were TDa 297, TDa 98/01176, TDa 291, TDa 99/00528, TDa 98/01168, and matches. TDa 98/01176, TDa 98/001168, TDa 291, and matches were also the most preferred varieties for French fries.

Resumé
L'igname, L'eau yam (*Dioscorea alata*) a été choix de deuxième catégorie comparé aux ignames blanches et jaunes. Transformation du tubercule en produit de la qualité durable ajoutera la valeur qui facilitera sa durée de conservation, disponibilité et renforcera son utilisation. La transformation de base tel que l'épluchage, la diminution de la taille, et le blanchiment a la vapeur des tubercules et la réfrigération, augmente la durée de conservation des tubercules et la rend disponible pour la production des frites. Râper et sécher des échantillons blanchis à la vapeur ont donné le couscous. Les frites de deux tailles différentes, grandes (5cm longue x 1,5cm d'épaisseur) et petites (5cm longue x 0,5cm d'épaisseur) de chaque variété étaient blanchies à la vapeur pendant les temps différents (5, 10, et 15 minutes). La température de collage, la viscosité de pointe, la viscosité à chaud, la viscosité à froid et la viscosité revers étaient évidemment différentes ($p<0,05$). La viscosité de pointe/ pic a été négativement corrélée à la température de collage (r = -0,65). La température de service (quand le repas est servi) est très importante pour les qualités consommables du couscous préparées à base de *Dioscorea alata*. Les petits morceaux étaient le choix préféré des consommateurs et il n'y avait aucune différence significative dans les attributs sensoriels pour les temps différents de blanchiment. Les variétés appropriées à transformation de couscous étaient TDa 297, TDa 98/01176, TDa 291, TDa 99/00528, TDa 98/01168 et les variétés allumettes (indigène). TDa 98/01176, TDa 98/001168, TDa 291. Les variétés allumettes étaient aussi les variétés les plus préférées pour des pommes frites.

Introduction
D. alata commonly referred to as "winged yam", "water yam", or "greater yam" usually possesses tubers that are white, brown, or brownish red in color. The tubers are generally large and measure up to two meters in length (Riley et al. 2006). The water content of the tuber is usually high hence the name "water yam". Tubers from the species *D. alata* are also known for their high nutritional content, with crude protein content of 7.4%, starch content of 75–84 %, and vitamin C content ranging from 13.0 to 24.7 mg/100

g (Osagie 1992). Due to the high starch content of the *D. alata* tubers they provide a good source of dietary carbohydrate in the tropics and subtropical regions (Osagie 1992). However, it is less regarded than the indigenous *D. rotundata/cayenensis* in terms of consumption in West Africa (Opara 1999; Brunnschweiler et al. 2004).

The bulky nature of yam tubers, like other root and tuber crops, and the fast rate of perishability due to high moisture content make them less convenient for transportation and storage compared to cereals, hence increasing their losses after harvest (NAS 1978; Akoroda and Hahn 1995). Due to these huge losses incurred by farmers during harvesting and storage, yam tubers are sold immediately after harvest at very uneconomical prices. Processing of yam tubers into more stable products which will meet the needs of urban consumers in terms of affordability and eating habits, will increase shelf life and availability, and enhance its usage.

Yam flour which is meant for reconstitution for consumption has been the major stable product produced from the yam tubers over the years (Iwuoha, 2004). In recent times, products such as couscous also referred to as *wassa-wassa* in Benin from both flour and cooked tubers have been exploited (Onwueme and Charles, 1994; Spore, 1998; Opara, 1999 and P*h*Action news, 2002). The flour does not make the yam available to be used in fried forms. Controlled Atmosphere Storage and irradiation has also proved to be a very efficient way of yam storage and these methods also makes the yam available for frying. But these methods are rather expensive to be operated in the subregion.

The combination of oil blanching with freezing has been used to preserve some roots and tubers such as Irish and sweet potatoes meant for French fries. Nowadays the health consciousness of consumers have made the use of water or steam blanching coupled with freezing an alternative choice of preserving French fries. The purpose of this study is to assess the suitability of *Dioscorea alata* (water yam) in the production of a French-fried type product and couscous (a rice-like product).

Materials and Methods

Water yam (*Dioscorea alata*) samples used for this study were obtained from both the Savanna Agriculture Research Institute (SARI) Nyankpala in the northern region (15 varieties) and Crop Research Institute (CRI) Fumesua in the Ashanti region (12 varieties). Samples from the two sources were sorted out and 15 cleaned and whole samples varieties, which included two local types, Matches and Red water yam, were selected for the study. The others were TDa 99/00208, TDa 98/01166, TDa 99/00528, TDa 297, TDa 291, TDa 98/01176, TDa 98/ 001168, TDa 99/00240, TDa 99/000480, TDa 99/00199, TDa 98/01174, TDa 99/00214, and TDa 99/00049.

Pasting properties

Pasting properties of crude starch extracted from the water yam samples were determined using the Brabender viscoamylograph. Ten percent (8%) slurry (on a dry matter basis) of each starch sample was analyzed. The samples were heated at a rate of 1.5 ˚C/min continuously from 30 ˚C to 95 ˚C, and held at this temperature for 30 minutes. The slurry was then cooled to 50 ˚C at the same rate. Duplicate determinations were done on all samples.

Granule size determination

Granular shape and size distribution of the different starches was performed by using an image analyzer system “Image-Pró-Plus” (Média Cybernetics) attached to a light microscope. A starch sample was sprinkled on a glass slide, 1–2 drops of 1:1 water-

glycerin solution were added and mixed with the starch, and the slide was then covered with a glass cover slip. The slides were observed under an optical microscope and images obtained under normal light were analyzed. The parameters evaluated were shape and diameter of large and small granules. Pictures of the image of the starch granules obtained under the microscope were taken using a digital camera.

Processing of minimally processed fries, couscous, and flour

Fifteen varieties of water yam samples selected from both sources were used in the production of minimally processed fries (Figure 1), couscous (Figure. 2), and flour (Figure 3). The fries were cut into large (5 cm long × 1.5 cm thick) and small (5 cm long × 0.5 cm thick) sizes and were steam-blanched under different time regimes (5, 10, and 15 minutes).

Chemical analysis of yam flour

The moisture, crude protein (N × 6.25), and ash content of the flour were determined by the Association of Official Analytical Chemists approved methods with values of 925.10, 920.87, and 923.03, respectively (AOAC 1990).

Sensory evaluation

Sensory evaluation of both fries and couscous were performed by thirty healthy (self claimed), untrained yam consumers. Processed dry couscous were moistened with water and steamed for twenty minutes prior to sensory evaluation. Minimally processed fries were also fried in hot oil (180 ºC for 5 minutes). Couscous was served both hot and cold to be assessed by selected panelists while the French-fried yams were served immediately after frying.

Assessment was based on the following quality attributes—color, texture, flavor, and overall acceptability. The seven point hedonic scale was used for the evaluation (1 = like very much; 7 = dislike very much).

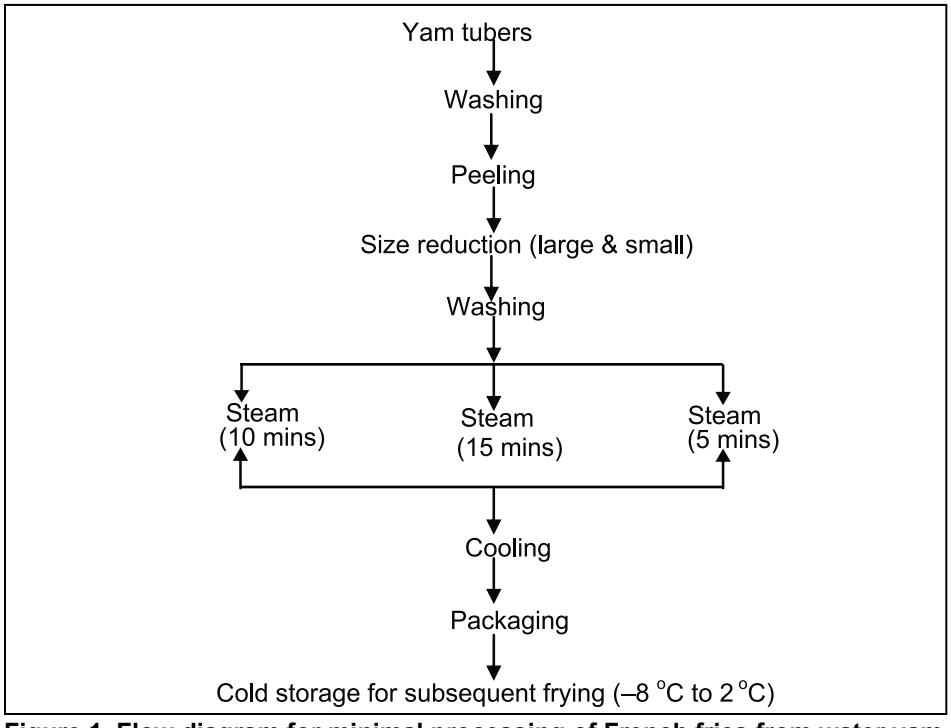


Figure 1. Flow diagram for minimal processing of French fries from water yam (*Dioscorea alata*).

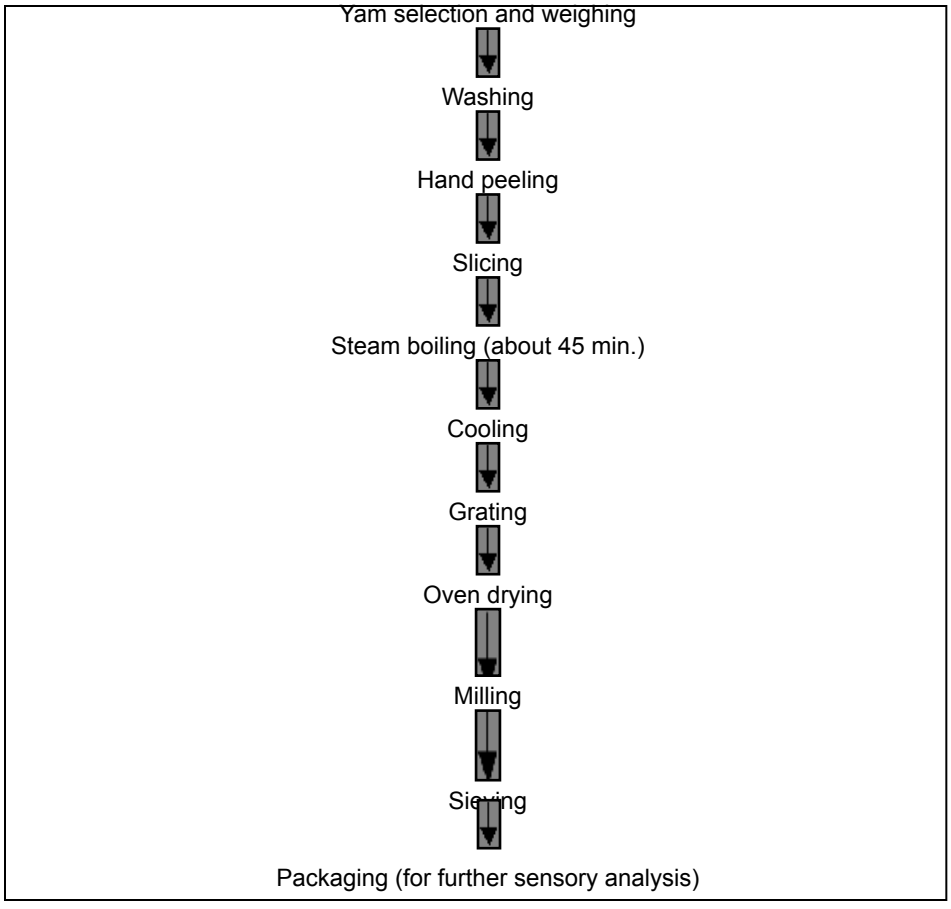


Figure 2. Flow diagram for *couscous* processing.

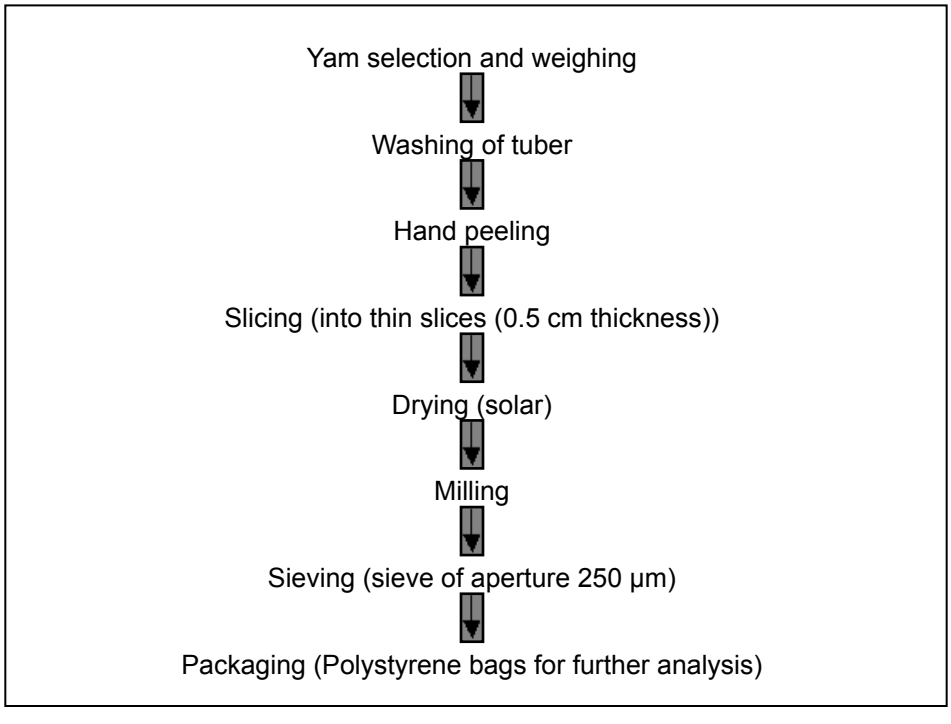


Figure 3. Flow diagram for yam flour processing from dried yam chips.

Table 1. Chemical analysis of *Dioscorea alata* varieties.

Sample	Moisture (%)	Protein (%)	Ash (%)	Fat (%)
TDa 99/00208	73.23^{ef}	6.49^{a}	2.17^{a}	0.10
TDa 98/01166	66.30^{bc}	9.60^{f}	2.32^{a}	0.10
Red water yam	71.41^{def}	7.66^{bc}	2.26^{a}	0.15
TDa 99/00049	67.71^{bc}	7.46^{b}	2.23^{a}	0.18
TDa 99/00528	70.98^{def}	7.86^{bcd}	3.18^{ab}	0.20
TDa 297	66.08^{b}	7.79^{bcd}	3.00^{ab}	0.12
TDa 291	71.25^{def}	6.20^{a}	2.67^{ab}	0.10
TDa 98/01176	74.25^{f}	6.20^{a}	2.50^{ab}	0.12
TDa 98/001168	69.43^{bcde}	8.97^{e}	3.50^{ab}	0.20
TDa 99/00240	80.37^{g}	7.45^{b}	2.73^{ab}	0.14
Matches	66.00^{b}	8.13^{cd}	2.47^{ab}	0.10
TDa 99/000480	72.00^{ef}	7.99^{bcd}	2.73^{ab}	0.10
TDa 99/00199	61.00^{a}	8.29^{d}	2.38^{ab}	0.09
TDa 98/01174	66.00^{b}	7.47^{b}	2.40^{ab}	0.09
TDa 99/00214	70.00^{cde}	9.51^{f}	2.60^{ab}	0.09

Values not statistically different at ($P > 0.05$) share the same letters.

Statistical analysis

Statistical analyses were carried out by one-way ANOVA with the application of Duncan's test ($P \leq 0.05$). Similarity measure two-tailed Pearson correlations were calculated with the statgraphics version 3.0.

Results and discussion

Chemical analysis

The average moisture content (Table1) of all the fresh tubers obtained were comparable to those reported by other researchers which ranged from 63% to 76% (Onwueme 1993; Asiedu et al. 1997, and Opara 1999) for *D. alata* and that reported for potatoes ranged from 50% to 81% (FAO 1987). TDa 99/00240 variety recorded the highest value of 80.37% whilst TDa 99/00199 recorded the lowest value of 66.00%.

The samples had a relatively high crude protein content which ranged from 6.20% for TDa 291 and TDa 98/01176 varieties to 9.6% for TDa TDa 98/01166 (Table1). Wanasundera and Ravindran (1994) reported an average crude protein content of 7.4 g/100 g when they assessed the nutritional composition of seven cultivars of *D. alata*. A study conducted by Trech and Agbor-Egbe (1995) reported the crude protein content of *D. alata* from 4.7 to 15.6 g/100 g. These values were comparable to values reported for sweetpotato (5.6 g/100 g, and whole wheat flour (12–16 g/100 g), but higher than that of cassava (1.7 g/100 g, Gomez and Valdivieso 1983).

Roots and tubers have been reported to be very low in fat. This was evident in the results obtained. The crude fat content ranged from 0.088% for TDa 99/00214 to 0.20% for TDa 99/00528 and TDa 98/001168. The variability of the fat content of the tubers was not significant ($P > 0.05$). The values recorded were comparable to that obtained by Lebot et al. (2005).

The ash content of the flour was between 2.17 and 3.50 g/100 g on a dry matter basis for TDa 99/00208 and TDa 98/001168 varieties, respectively (Table). The results obtained deviates from the 2.5–6.6 mg/100 g reported by Souci et al. (1994) and 21–44 mg/100 g reported by Treche and Agbor-Egbe (1995). However, Asiedu et

al. (1997) and Opara (1999) reported ash content of between 0.67 and 2.06 g/100 g for some cultivars of *D. alata* and these fall within the range of results obtained. The variation may be attributed to environmental factors and the nature of soil used in planting the different cultivars (Muller 1988).

Granule sizes

The starch of all the samples under study had a high proportion of fairly large granule size, ranging from 20 to 60 µm (Table 2). Values ranging from 5 to 50 µm have been reported by NRI (1987). Starch granules from *D. alata* and *D. rotundata–cayenensis* complex are described as having mononodal particle size with distribution centered between 31 and 35 µm (Farhat et al. 1999). The granule shape and size affect the functional properties of starches and may influence the industrial application.

According to Scott (1996) and Lindeboom et al. (2004), starch composition, gelatinization and pasting properties, enzyme susceptibility, crystallinity, swelling, and solubility are all affected by granule size. The larger the granule, the less molecular bonding, so they swell faster. Large starch granules tend to build higher viscosity, but the viscosity is unstable because the physical size of the granule makes it more sensitive to shear. Also, granule shape and size are very important characteristics for the starch extraction industry since they define mesh size for extraction and purification sieves (Leonel et al. 2003). Granule shapes are also indicators of the plant origin of the starch and could therefore be utilized as a quality parameter to identify adulterated starch (Niba et al. 2002)

Pasting properties

Pasting and thermal properties are affected by amylose, lipid and phosphorous content, and starch granule size (Peroni et al. 2006). There were significant differences ($P < 0.05$) in the pasting or onset gelatinization temperature of the starch from the different varieties of *Dioscorea. alata* assessed (Table 3). Among the starch samples, Red water yam had the lowest onset gelatinization temperature of 77.70 °C whereas TDa 99/00049 had the highest onset gelatinization temperature of 91.20 °C. According to Cooke and Gidley (1992), the higher temperature and larger total energy reflect stronger crystalline structures or more molecular orders. The highest gelatinization temperature of variety TDa 99/00049 may be related to the presence of stronger bonding forces within the granule interior. Starches that contain amylopectin molecules with a large proportion of

Table 2. Granule sizes of *Dioscorea alata* varieties.

Sample	Overall size	Average
TDa 99/00208	30–60	45
TDa 98/01166	30–50	40
Red water yam	20–30	25
TDa 99/00049	30–50	40
TDa 99/00528	30–50	40
TDa 297	20–40	30
TDa 291	30–50	40
TDa 98/01176	30–50	40
TDa 98/01168	30–50	40
TDa 99/00240	30–50	40
Matches	20–40	30
TDa 99/00480	30–50	40
TDa 99/00199	30–50	40
TDa 98/01174	20–40	30
TDa 99/00214	20–40	30

Long Branch chains are also reported to display higher gelatinization temperature (Jane et al. 1999; Kasemsuwan et al. 1995; Franco et al. 2002). Gelatinization temperature ranges of 69 ºC–88 ºC and 74.4 ºC have been reported. The temperatures obtained in the study are slightly higher than the 76–79 ºC reported for various *D. rotundata* and *D. esculenta* yam starches (Amani et al. 2005). This implies that *D. alata* starch will take a longer time to gelatinize during processing than *D. rotundata* and *D. esculenta*.

Peak viscosity is linked to the ease of cooking of the sample analyzed. Thus peak viscosity is indicative of the strength of pastes, which are formed from gelatinization during processing in food applications. It is measured as the highest value of viscosity attained by the paste during the heating cycle (25–95 ºC).The peak gelatinization temperature of the starches were significantly different ($P < 0.05$) and ranged from 80.50 BU for TDa 99/00049 variety to 763.00 BU for TDa 99/00199 variety. The observation of a low peak viscosity for TDa 99/00049 might be due to the action of fat and protein as stabilizers, preventing water from getting access to the granules, resulting in a decrease in starch granule swelling. Eliasson (1985) found that formation of starch-lipid complexes makes water inaccessible to the starch, and reduces the swelling of starch granules by decreasing the water binding capacity of the starch. The peak viscosity correlated negatively (r = -–0.65) with the pasting or gelatinization temperature.

The set back viscosity ranged from 0.00 BU for TDa 99/00208, TDa 99/00049, and TDa 98/01176 varieties to 75.50 BU for TDa 297 variety (Table 4). The rest of the varieties recorded set back viscosity of between 1 BU and 3 BU (Table 4). Setback viscosity indicates gel stability and potential for retrogradation and syneresis. Varieties that had lower set backs may possess low values of amylose of high molecular weight (Peroni et al. 2006).

The hot paste viscosity at 95 ºC indicates the additional break down of granules due to stirring, reflecting the stability of the hot paste. The viscosity at the beginning and end of the plateau (V95 ºC) ranged from 21 to 708 BU and 80 to 765 BU, whereby TDa 99/00049 recorded the lowest values and TDa 99/00199 recorded the highest value. The cold paste viscosity (viscosity at 50 ºC) ranged from 190 BU to 1219 BU. It is an indicator of the stability of the cold paste. The increase in the cold paste viscosity

Table 3. Pasting temperature of *Dioscorea alata* varieties.

Sample	Onset temperature (T °C)
TDa 99/00208	84.60 ± 0.0^{i}
TDa 98/01166	?
Red water yam	77.70 ± 0.0^{a}
TDa 99/00049	91.20 ± 0.0^{j}
TDa 99/00528	81.95 ± 0.71^{f}
TDa 297	79.40 ±0.71^{b}
TDa 291	?
TDa 98/01176	80.90 ± 0.0^{d}
TDa 98/001168	79.85 ± 0.71^{c}
TDa 99/00240	82.30 ± 0.0^{g}
Matches	79.85 ± 0.71^{c}
TDa 99/000480	83.05 ± .35^{h}
TDa 99/00199	81.20 ± 0.0^{e}
TDa 98/01174	83.20 ± 0.0^{h}
TDa 99/00214	?
Mean	82.10 ± 3.36^{g}

Values not statistically different at ($P > 0.05$) share the same letters.

Table 4. Pasting viscosities of *Dioscorea alata* varieties.

Sample	Peak	Viscosity (BU) Hot paste	Cold paste	Setback
TDa 99/00208	412.0 ± 0.0^{b}	207.0 ± 0.0^{b}	618.0 ± 0.0^{b}	0.0 ± 0.0^{a}
Red water yam	472.0 ± 0.0^{c}	437.0 ± 0.0^{cd}	620.0 ± 0.0^{b}	3.0 ± 0.0^{a}
TDa 99/00049	80.5 ± 0.0^{a}	21 ± 0.0^{a}	190.0 ± 0.0^{a}	0.0 ± 0.0^{a}
TDa 99/00528	725.0 ± 5.7^{fg}	640 ± 5.7^{g}	1093 ± 8.5^{e}	1.5 ± 0.7^{a}
TDa 297	644.0 ± 18.4^{e}	513 ± 15.7^{fg}	739.50 ± 0.7b^{c}	75.5±7.8b
TDa 98/01176	724.0 ± 0.0^{fg}	672.0 ± 0.0^{j}	1116.0 ± 0.0^{ef}	0.0±0.0^{a}
TDa 98/001168	538.5 ± 7.8^{d}	527.0 ± 5.7^{e}	798.00 ± 1.4^{c}	1.0 ± 0.0^{a}
TDa 99/00240	683.0 ± 65.1^{ef}	629.0 ± 21.2^{g}	969.0^{d}	1.0 ± 0.0^{a}
Matches	485.5 ± 12.0^{c}	457 ± 9.2^{c}	781.5 ± 27.6^{c}	1.5 ± 0.0^{a}
TDa 99/000480	647.0 ± 9.9^{e}	600.0 ± 29.7^{f}	821.00 ± 22.63^{c}	7.0 ± 0.0^{a}
TDa 99/00199	765.0 ± 0.0^{f}	708.0 ± 0.0^{i}	1219.0 ± 0.0^{f}	2.0 ± 0.0^{a}
TDa 98/01174	536.0 ± 0.0^{d}	480.0 ± 0.0^{d}	756.0 ± .00^{c}	1.0 ± 0.0^{a}

Values not statistically different at ($P > 0.05$) share the same letters.

indicates the association of the elements present in the paste as the temperature of the paste decreases (Carnali and Zhou 1996).

Sensory evaluation

Chip size and steam blanching time selection for minimally processed fries

The varieties, Matches which is a local type and TDa 291, were used for this type of study. There was significant difference in the consumer acceptability of the size of the chips. From the results, the small size chips (5 cm long × 0.5 cm thick) were their preferred choice for size. On the hedonic scale of 1 (like extremely) to 7 (dislike extremely), the average score for the acceptability of the small size chip was 1.85 and that for the large size was 5.70 (Table 5). This could be because the consumers found the small size chips more attractive than the large ones.

From the results, the three blanching times (5 min, 10 min, and 15 min) did not have any significant effect ($P < 0.05$) on the sensory attributes (color, flavor, texture, mouth feel. and overall acceptability) of the fried chips as shown in Tables 6, 7, 8, and 9.

Sensory evaluation of fries from different varieties of *D. alata*

Sensory evaluation results showed significant differences ($P < 0.05$) in the color, flavor, mouth feel, and overall acceptability of the fried yam chips among the panelists. With reference to color acceptability, the trend in a decreasing order was TDa 98/ 01176, TDa 98/001168, TDa 291, and Matches to be best varieties for fried chips (Table 10). Varietal differences could have accounted for the differences in color of the fried sample. The light-colored samples were preferred to the dark-colored ones. Darkening of the tubers could be due to the increase in levels of polyphenolic substances and anthocyanins (Akossie et al. 2003).

The assessment of flavor was done by the combination of taste and smell. Even though frying contributes to the texture and flavor of foods, the difference in flavor could not have been attributed to the oil used, time of frying, and temperature of oil.

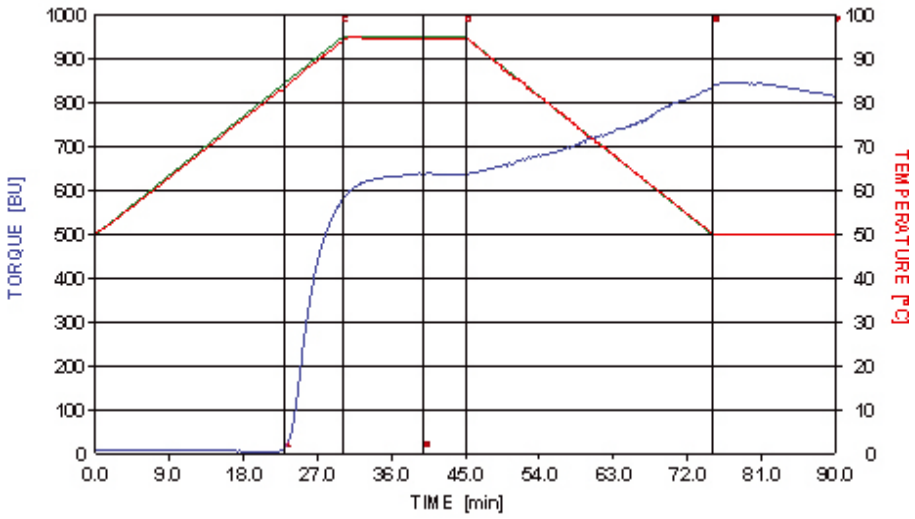


Figure 4. Representative pasting profiles of starch for variety TDa 99/ 000480.

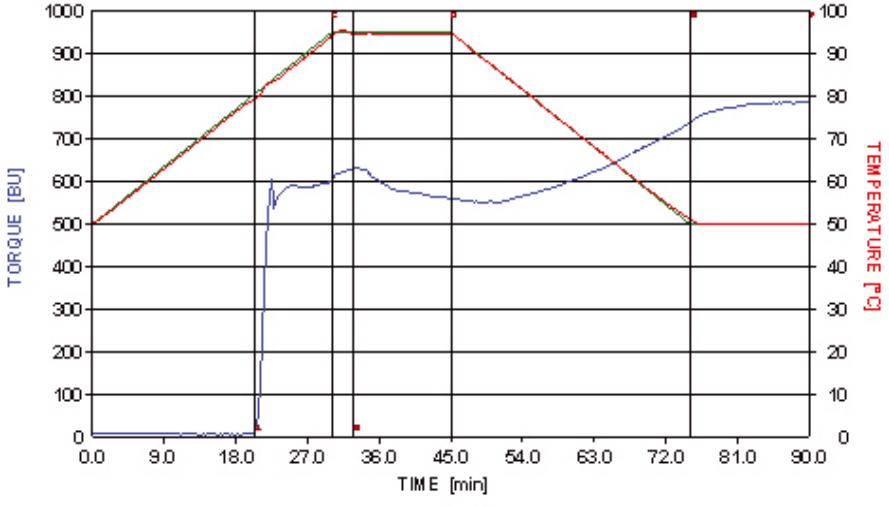


Figure 5. Representative pasting profiles of starch for variety TDa 297 starch.

This is because fresh soybean oil was used in frying the different samples at the same temperature (180 ºC) and fried for the same number of minutes. This was to prevent variations due to frying oil and frying temperature and duration used. The differences in the flavor of the samples may be due to varietal differences and differences in sugar levels of the samples. The flavor of TDa 98/001168, TDa 291, and TDa 98/ 01176 cultivars were the preferred choice of the panelists, whilst the flavor of TDa 99/00049 and TDa 99/00199 were unacceptable to the panelists (Table 10).

The mouth feel of a food sample shows how the food feels in the mouth. Samples TDa 291, TDa 98/ 01176, TDa 98/001168, and Matches were preferred to the other samples.

Table 5. Consumer preference of size of fried chips.

Sample	Mean
Small size	1.85[a]
Large size	5.70[b]

Values not statistically different ($P < 0.05$) have different letters.

Table 6. Consumer preference for color of blanched fried chips.

	Mean		
Sample	5 min	10 min	15 min
Matches	1.53[a]	1.52[a]	1.50[a]
TDa 291	1.33[b]	1.32[b]	1.30[b]

Values not statistically different at ($P > 0.05$) share the same letters.

Table 7. Consumer preference for flavor of blanched fried chips.

	Mean		
Sample	5 min	10 min	15 min
Matches	2.56[a]	2.50[a]	2.50[a]
TDa 291	1.76[b]	1.80[b]	1.74[b]

Values not statistically different at ($P > 0.05$) share the same letters.

Table 8. Consumer preference for mouth feel of blanched fried chips.

	Mean		
Sample	5 min	10 min	15 min
Matches	2.65[a]	2.60[a]	2.59[a]
TDa 291	1.93[b]	1.93[b]	1.90[b]

Values not statistically different at ($P > 0.05$) share the same letters.

Table 9. Consumer preference for overall acceptability of blanched fried chips.

	Mean		
Sample	5 min	10 min	15 min
Matches	2.43[a]	2.45[a]	2.45[a]
TDa 291	1.90[b]	1.92[b]	1.90[b]

Values not statistically different at ($P > 0.05$) share the same letters.

The overall acceptability of the samples was assessed with tomato ketchup. Generally the light colored samples were preferred in terms of flavor and mouth feel. The overall acceptability of the fried chips correlated positively to color (r = 0.72; $P < 0.05$), flavor (r = 0.72; $P < 0.05$), and mouth feel (r = 0.90; $P < 0.05$). This implied that the color, flavor, and mouth feel of the fried chips influenced the consumer ranking on the overall acceptability of the product.

Sensory evaluation of couscous

Apart from color and stickiness of the samples, significant differences existed ($P < 0.05$) in all the other attributes between the hot and cold samples of couscous (Table 11??). From the study, the lighter the color, the more the sample was preferred. The correlation between consumer color preference and the couscous instrumental color measurement was very weak (r = –0.26). The color of samples TDa 291, TDa 98/01176, Matches, TDa 98/001168, and TDa 99/00528 was most preferred choice of the panelists without any significant difference ($P > 0.05$). The color of TDa 99/00208 was the least preferred choice (Table 12).

Generally, hardness of the hot sample served immediately after preparation was preferred to the cold samples. The samples became hard on cooling. Significant differences ($P < 0.05$) existed in the hardness of samples even in the same state; be it hot or cold. This could be due to the nature of the yam starch. There was not strong correlation between the hardness of the couscous samples and the hot (r = –0.24) and cold (r = –0.32) viscosity of their starches

Table 10. Scores of sensory attributes for French fries.

Sample	Color	Flavor	Mouth feel	Overall acceptability
TDa 291	1.67[a]	1.70[a]	1.93[a]	1.93[ab]
Matches	1.97[ab]	2.50[b]	2.47[ab]	2.43[b]
TDa 98/ 001168	2.33 [b]	1.67 [a]	2.20[a]	1.80[ab]
TDa 98/ 01176	2.37[b]	1.77[a]	2.00[a]	1.77[a]
TDa 98/01166	–	3.00[b]	3.20[c]	3.50[c]
TDa 99/ 00214	3.70 [c]	3.60[cd]	3.03[bc]	3.77[c]
TDa 98/ 01174	3.97[d]	4.20[de]	4.63[e]	3.77[c]
TDa 99/ 00049	4.10 [d]	5.50[hi]	4.60[e]	5.50[e]
Red water yam	4.27 [d]	3.30[c]	3.37[cd]	3.53[c]
TDa 99/ 000480	4.47 [e]	3.23[c]	3.23[c]	3.67[c]
TDa 99/ 00528	4.47 [e]	3.23[c]	3.23[c]	3.67[c]
TDa 297	4.93[f]	4.93[fg]	4.53[e]	4.77[d]
TDa 99/ 00199	5.43[g]	5.80[i]	4.00[de]	5.83[ef]
TDa 99/ 00240	5.43[g]	4.37[ef]	4.13[e0]	4.50[d]
TDa 99/ 00208	5.83[h]	5.23[gh]	5.70[f]	6.23[f]

Values not statistically different at ($P > 0.05$) share the same letters.

Table 11. Sensory score for hot and cold couscous samples.

State	Hardness	Flavor	Overall acceptability
Hot	2.62[a]	2.53 [a]	2.20 [a]
Cold	3.37[b]	2.90[b]	3.08[b]

The flavor of the hot samples was preferred to the cold ones. The samples with the most preferred flavor was TDa 99/00528, followed by TDa 98/001168, 297, 01176, and Matches cultivars. The flavor of TDa 99/00049 was the least preferred.

Generally, the stickiness of the samples was not acceptable by the judgment of the panelists. Stickiness is said to be one of the sensory attributes of couscous. A good quality couscous should not be sticky (Aboubacara and Hamaker 1999). Couscous from the yam samples was a little sticky and it may be due to the nature of starch in the samples. This could be rectified by reducing the volume of water used in steaming. The stickiness of the couscous samples was not also strongly correlated to the hot (r = –0.36) and cold (0.03) paste viscosity. The poor correlation may be because the panelists were not trained.

The overall acceptability of the couscous samples was assessed with vegetable stew. Results indicated that the least preferred sample was rated at approximately 3.67 (Table 12). This indicates that all the varieties of the D. *alata* samples were suitable for couscous processing.

Effect of pasting properties of Dioscorea alata *tubers on the textural characteristics of couscous*

The higher pasting temperature recorded for the starch and flour pastes of the tubers would imply that couscous from these tubers would need higher energy enthalpies to cook.

The peak viscosities of the tubers are indicators of the stickiness of the couscous products. Samples which were very viscous may have a higher swelling power of their starches and hence their high peak viscosities. The increased viscosity translates into the expected stickiness of the product. Unlike pounded yam that needs high peak

Table 12. Scores for sensory attributes for couscous.

Sample	Color	Hardness	Flavor	Stickiness	Overall acceptability
TDa 291	1.33^{a}	3.42^{fgh}	2.50^{bcd}	4.43^{b}	2.12^{a}
TDa 98/ 01176	1.50^{a}	2.70^{abcd}	2.37^{bc}	4.12^{b}	2.10^{a}
Matches	1.53^{a}	2.68^{abc}	2.42^{bc}	4.27^{b}	2.60^{b}
TDa 98/001168	1.53^{a}	2.63^{ab}	2.32^{b}	4.38^{b}	2.53^{b}
TDa 99/00528	1.57^{a}	2.37^{a}	1.82^{a}	5.62^{e}	2.12^{a}
TDa 297	2.17^{b}	2.83^{bcd}	2.32^{b}	6.57^{f}	1.80^{a}
TDa 98/01166	2.33^{bc}	3.07^{def}	3.05^{efg}	5.05^{cd}	2.77^{bc}
TDa 99/00199	2.57^{cd}	2.78^{bcd}	2.67^{bcd}	4.93^{c}	2.78^{bcd}
TDa 98/01174	2.60^{cd}	2.77^{bcd}	3.07^{fg}	5.37^{de}	3.67^{f}
TDa 99/00049	2.77^{de}	3.02^{cde}	3.33^{g}	4.97^{c}	3.07^{e}
TDa 99/000480	2.80^{de}	3.32^{efgh}	2.83^{def}	5.53^{e}	2.63^{b}
TDa 99/00214	2.83^{de}	2.98^{bcde}	3.03^{efg}	4.80c	3.02^{cd}
TDa 99/00240	2.97^{e}	3.62^{h}	3.13^{fg}	4.23^{b}	2.67^{b}
Red water yam	2.97^{e}	3.22^{efg}	3.15^{fg}	3.55^{a}	3.07^{e}
TDa 99/00208	5.50^{f}	3.53^{gh}	2.70^{cde}	5.50^{e}	2.67^{b}

Values statistically different ($P < 0.05$) have different letters.

viscosities for a good texture, a low peak viscosity is expected to contribute to the stickiness of couscous (Otegbayo et al. 2006).

The changes in the viscosities of the pastes at 50 ºC and upon holding for 15 minutes at 50 ºC determine stability of the paste. The general increase in cold paste viscosity (viscosity at 50 ºC) could imply firm gel formation after cooking (Otegbayo et al. 2006). The hardness of the couscous on cooling could be attributed to the increase in viscosity on cooling resulting in the firm gel formation.

Conclusion

Some varieties of *Dioscorea alata* yielded very good French fries and couscous according to the judgment of the consumer panelists. The small size chips were the preferred choice of the consumers and there were no significant differences in the sensory attributes among the different blanching times. From the results the varieties TDa 98/ 01176, TDa 98/001168, TDa 291, and Matches were the most preferred varieties for French fries. There was no strong correlation between the pasting attributes (hot and cold viscosity) of the starch to the consumer preference of the hardness, or stickiness of the couscous. The varieties that made the best couscous in term of color and appearance, flavor, texture, and overall acceptability were TDa 297, TDa 98/01176, TDa 291, TDa 99/00528, TDa 98/001168, and Matches even though the product must preferably be served hot.

References

Aboubacar, A. and B.R. Hamaker. 1999. Physicochemical properties of flours that relate to sorghum couscous quality. Cereal Chemistry 76(2): 308–313.

Akissoe, H.N., D.J. Hounhouigan, C. Mestres, and C.M. Nago. 2003. How parboiling and drying affect the colour and functional chateristics of yam (Discorea cayenesis-rotundata) flours. Food Chemistry 82: 257–264.

Akoroda, M.O. and S.K. Hahn. 1995.Yams in Nigeria: status and trends. African Journal of Root and Tuber Crops 1(1): 38–41.

Amani, N.G., A. Kamenan, A. Rolland-Sabaté, and P. Colonna. 2005. Stability of yam gels during processing. African Journal of Biotechnology 4(1): 94–101.

AOAC. 1990. Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists. 15th Edition, Washington DC, USA.

Asiedu, R., N.M. Wanyera, S.Y.C. Ng, and N.Q. Ng. 1997. Yams. Pages 57–66 *in* Biodiversity in trust, edited by D. Fuccillo, L. Sears, and P. Stapleton. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Brunnschweiler, J., D. Luethi, F. Escher, and B. Conde-Petit. 2004. Isolation and characterization of yam starch (*Dioscorea alata* and *Dioscorea cayenensis-rotundata*) from the Ivory Coast in comparison to other tuber starches. Starch/Stärke.

Carnali, J.O. and Y. Zhou. 1996. An examination of the composite model for starch gels. Journal of Rheology 40(2): 221–234.

Cooke, D. and M.J. Gidley. 1992. Loss of crystalline and molecular order during starch gelatinization. Origin of the enthalpy transition. Carbohydrate Research 227: 103–112.

Eliasson, A.C. 1985. Starch gelatination in the presence of emulsifier. A morphological study of wheat starch. Starch/Starke 37: 411–415.

FAO. 1987. Strategies and requirements for improved production of roots, tubers and plantains. Committee on Agriculture, 9th Session. 23 March–1 April 1987.

Farhat, I.A., T. Oguntona, R.J. Neale. 1999. Characterization of starches from West African yams. Journal of the Science of Food and Agriculture 79: 2105–2112.

Franco, C.M.L., K.S. Wong, S. Yoo, and J. 2002. Structural and functional characteristics of selected soft wheat starches. Cereal Chemistry 79: 243–248.

Gomez, and Valdivieso. 1983. The effect of variety and plant age on cyanide content, chemical composition and quality of cassava roots. Nutrition Research International 27: 857–865.

Hahn, S.K., D.S.O. Osiru, M.O. Akoroda,. and J.A. Otoo.1995. Production of yam: Present role and future prospects. Research Guide 46, IITA, Nigeria. 34 pp.

Iwuoha, C.I. 2004. Comparative evaluation of physicochemical qualities of flour from steam-processed yam tubers. Food Chemistry 85: 541–551

Jane J., Y.Y. Chen, L.F. Lee, A.E. McPherson, K.S. Wong, M. Radosavljevic, and T. Kasemsuwan. 1999. Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starches. Cereal Chemistry 76: 629–637.

Kasemsuwan T., J. Jane, P. Schnable, P. Stinard, and D. Robertson. 1995. Characterization of the dominant mutant amylose-extender (*Ae1–5180*) maize starch. Cereal Chemistry 72: 457–464.

Leonel M., S.B.S. Sarmento, and M.P. Cereda. 2003. New starches for the food industry: *Curcuma longa* and *Curcuma zedoaria*. Carbohydrate Polymers 54: 385–388.

Lindeboom N., P.R. Chang, and R.T. Tyler. 2004. Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: a review. Starch/Stärke 56: 89–99.

Muller, G.H. 1988. An Introduction to Tropical Food Science. Cambridge University Press. Pp 121–123.

National Academy of Sciences. 1978. Post-harvest food losses in developing countries, U.S. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA.

Niba, L.I., M.M. Bokanga, F.L. Jackson, D.S. Schimme, and B.W. Li. 2002. Physiochemical properties and starch granule characteristics of flour from various *Manihot esculenta* (cassava) genotypes. Journal of Food Science 67(5): 1700–1705.

Otegbayo, B., J. Aina, R. Asiedu, and M. Bokanga. 2006. Pasting characteristics of fresh yams (*Dioscorea* spp.) as indicator of textural quality in a major food product—'pounded yam'. Food Chemistry 99: 663–669.

Onwueme, I.C. and W.B Charles. 1994. Tropical root and tuber crops: production, perspectives and future prospects. FAO, Rome, Italy. 228 pp.

Opara, L.U. 1999. Yam storage. Pages 182–214 *in* CIGAR Handbook of agricultural engineering, volume IV agro processing, edited by Bakker-Arkema et al. The American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI. USA.

Osagie A.U. 1992. The yam tuber in storage. Post harvest Research Unit, Benin City, Nigeria. 247 pp.

Peroni, F.H.G., T.S. Rocha, and C.M.L. Franco. 2006. Some structural and physicochemical characteristics of tuber and root starches. Food Science and Technology International 12: 505–510.

P*h*Action news, 2002. Yam chip processing for urban markets: enhancing the value of food crops. The newsletter of Global Postharvest Forum, International Institute of Tropical Agriculture. No. 5.

Riley, C.K., A.O. Wheatley, and H.N. Asemota. 2006. Isolation and characterization of starches from eight *Dioscorea alata* cultivars grown in Jamaica. African Journal of Biotechnology 5 (17): 1528–1536.

Scott H. (Ed.). 1996. Understanding starch functionality. food product design. www.foodproductdesign.com. Retrieved 25 April 2007.

Spore Journal. 1998. Turning yam into couscous. CTA. No. 73. www.oneworld.org. Retrieved on 24 October 2006.

Souci, S.W., W. Fachmann, and H. Kraut. 1994. Food composition and nutrition tables. CRC Press, Boca Raton, USA.

Trèche, S. and T. Agbor-Egbe. 1995.. Evaluation of the chemical composition of Cameroonian yam germplast. Journal of Food Composition and Analysis 8: 274–283.

Wanasundera, J.P.D. and G. Ravindran. 1994. Effects of cooking on the nutrient and antinutrient content of yam tubers (*Dioscorea alata and Dioscorea esculenta*). Food Chemistry 45(4): 247–250.

Consumption Patterns for Yam Products Among Urban Households Nigeria

[1]G.N. Asumugha, [2]M.E. Njoku, [2]V.U. Asumugha, [1]M. Tokula, [1]I. Nwosu
[1]National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigeria
[2]Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, Nigeria

Abstract
The research study focused on the consumption pattern for yam among urban households in Nigeria. Panel data were collected on a cross-sectional basis at two weekly intervals on relevant data using a combination of systematic random sampling and purposive sampling techniques. Data were analyzed with the use of descriptive statistics and the Linear Expenditure System (LES) model. Households were divided into low, medium, and high-income levels and analyses were based on those income levels. Results indicate that yam is a preferred tuber relative to other roots and tubers by all the income levels. The mean per capita expenditure of households on yam was higher than their expenditure on other roots and tubers. Yam was found to be a close substitute to cereals (rice) for the medium- and high-income households while *gari* was revealed to be a close substitute to yam for the low-income level households. Food generally was found to be taking a larger share of household budget on consumption goods especially for low-income households and medium-income households, indicating level of poverty. Evidence of widespread poverty was portrayed by the fact that housing and clothing were luxuries to low-income households. Mean income and expenditure were generally low for all the income levels. Yam flour was not consumed widely probably because the supply of tubers was inadequate to accommodate processing into chips and flours. In all cases, expenditure elasticity was less than unity, indicating that food is still a necessity mostly to the low-income group. Recommendations were made on measures to reduce the budget share of yam and food generally so as to accommodate other foods and commodities' consumption by households.

Resumé
Cette étude de recherche s'est concentrée sur le modèle de consommation d'igname parmi les ménages urbains au Nigeria. Les données ont été prises sur les bases divers à intervalles bi- hebdomadaires sur des données appropriées utilisant la technique d'une combinaison d'échantillonnage représentatif et d'échantillonnage utile systématique. Des données ont été analysées utilisant des statistiques descriptives et du modèle système de dépense linéaire (SDL). Les ménages ont été classés par catégorie de revenus de bas, moyen et élevées et les analyses ont été basées sur ces niveaux de revenu. Les résultats montrent que l'igname est un tubercule préféré à d'autres racines et tubercules par tous les niveaux de revenu. La dépense de moyen par habitant des ménages sur igname était plus élevée que leur dépense pour d'autres racines et tubercules. L'igname est incontestable un produit alternatif aux céréales (riz) pour les ménages de revenu moyen et les ménages de revenus élevés tandis que le garri est un produit de remplacement à l'igname pour les ménages de revenu faible. La nourriture généralement prend un grand pourcentage de budget de ménage sur les marchandises de consommation particulièrement pour les ménages de revenu faible et les ménages de revenu moyen, exposant le niveau de la pauvreté. L'évidence de la pauvreté répandue a été dépeinte par le fait que le logement et l'habillement sont des luxes aux ménages de revenu faible. Les revenus et les dépenses moyens étaient généralement bas pour tous les niveaux de revenu. La farine d'igname n'a pas été consommée peut-être parce que l'approvisionnement des tubercules était insuffisant pour adapter la transformation en frites et farine. Dans tous les circonstances, l'élasticité de dépense était moins que l'unité, indiquant que la nourriture est toujours une nécessité la plupart du temps pour les ménages de revenu faible. Des recommandations ont été émises sur des mesures de réduire la dépense pour igname et la nourriture généralement afin d'adapter à d'autres nourritures et à consommation d'autres produits par des ménages.

Background and Justification

Yam (*Dioscorea* spp.) is an important tuber crop in Nigeria, where it is produced both as a food security crop and as a cash crop. Annual yam production in Nigeria is estimated at above 25 million tonnes (CAYS 1996). Although yam production is high in Nigeria, almost all yam output is consumed internally, since the country's export of yams to other countries remains relatively unimportant.

In Nigeria, fresh tubers have to be stored to supply consumers all year round. As a result, as much as 30–60% losses are estimated in storage (Orkwor 2001). Further, yam contains 70–75% moisture and this poses economic problem in transportation and storage. The need therefore arises to process yam into other food forms such as chips and flours.

Yam is consumed in different forms in Nigeria. These include boiling, roasting, as pounded yam, and fried (Ikwelle et al. 2003). In Nigeria, food consumption studies are limited, highly irregular, and localized, thus creating a dearth of food consumption data needed in estimating demand elasticities and planning food production and nutritional programs. This is the case with yam as a single commodity. Njoku, (1989) in his study on food consumption and expenditure in the Owerri urban area in southeastern Nigeria reported that per capita consumption for yam was 170 gm, per capita monthly consumption was higher, and expenditure elasticity was greater than unity (1.25). Urban households with relatively higher incomes consume more yam than other starchy foods such as *akpu* or *gari*. Also in the urban areas, most low-income households cannot afford yam because of its high cost. The demand for yam was elastic with respect to its own price. Njoku (1989) also reported that the major determinants of yam consumption, in addition to income were the sex of the household head, the number of adult male members of the household, and seasonality.

The question is: What is the relationship between household incomes and expenditure on yam in the urban areas in Nigeria? How do changes in income and prices affect demand for yam? How does a change in price of yam affect the quantity demanded of other substitutes? Despite the efforts of government to reverse rural–urban migration, this has become the bane of the Nigerian economy leading to an increased population in Nigerian cities.

It is necessary to understand the demand structure for seed yams to help producers and other entrepreneurs in that subsector. The usefulness of collecting consumer expenditure data and quantifying the implied parameters cannot be overemphasized. Information about likely future demand for goods such as yams by population is useful for efficient allocation of resources.

Household budgetary data is also useful for evaluating social welfare with poverty and nutritional status measurements.

Demand parameters in association with knowledge about producers' behavior can also enhance our understanding of how markets work. This in turn helps to evaluate the effects of changes in technology, economic policies, and many other exogenous variables.

A thorough understanding of the socioeconomic environment of the regions and people especially those areas where yams are produced and consumed as well as the consumption decision of household is very relevant for government planners and policy makers to succeed in their effort to make polices that would help in crop and technology development. It will also bring about increased agricultural productivity and consequently increased overall output of yam for the benefit of the households.

Growth in incomes brings about changes in economic structure and consumption patterns. Changes in economic structure and consumption patterns in turn affect trade patterns. As per capita incomes increase consumption patterns change. Information on consumption pattern for yams as well as other agricultural products will help advise both producers and marketers on resource allocation away from goods with less expected demand to those whose consumption are expected to increase with increased per capita incomes.

It will also advise traders, even at international levels, to begin to make or change trade polices. Thus accurate estimates of demand elasticities are useful for trade impact analysis.

Objectives of the study

The aim of this research work is to examine the consumption pattern for yam among urban households in Nigeria. Specifically, the objectives include to:

- Describe households' consumption pattern for yam in Nigeria.
- Estimate the budget share of yam on the basis of income classified as high, medium and low.
- Estimate the expenditure and price elasticity of demand for yam.
- Estimate the cross elasticity of demand for yam with other starchy commodities.
- Make policy recommendations based on findings.

Methodology

The study area

The study was done in six states of Nigeria: The Federal Capital Territory (FCT), Benue, Delta, Ebonyi, Enugu, and Imo states. Major cities in these states such as Abuja, Makurdi, Asaba, Abakiliki, Enugu, and Owerri were purposively selected since they constitute about the biggest cities in the states.

Sampling for location and respondents

The stratified random sampling technique was adopted in sampling for respondent households. The purposive sampling technique was used, on the other hand, to select Abuja, Makurdi, Asaba, Abakiliki, Enugu, and Owerri for the study. In each of these selected cities, the major urban areas were identified and stratified. Stratification was based on the class or category of people living in the different areas of the city. The researchers tried to ensure that all classes of respondent households were represented. The classification was on the basis of low, middle, and high-income (in Naira) households. About 12 respondents were selected from each stratum in each state making 36 respondents in each city. About 216 respondents were randomly sampled and used for the study.

Data

For the study, data collected included information on consumer expenditure on seven commodities and nine food groups. This is in accordance with Deaton (1975), Radhakrishna and Murty (1980), de Haen et al. (1982), and Murty (1983) who estimated the Linear Expenditure System (LES) demand system first for aggregate commodity groups and later separated some of the commodity groups into individual items and estimated them again at the second stage. The commodity groups included food (TEF),

health (TVM), housing (TVMR), education (TVEE), durable goods (TVDG), clothing (TVCW), and fuel (TVNFE). The food group was divided further into yam, cassava (*gari*), potatoes, cocoyam, legumes (mostly beans), cereals (rice), vegetables, spices and condiments (including palm oil and vegetable oils), and expenditure on animal protein (consisting of all forms of meat and fish). In this study, a seven commodity aggregate model was first estimated and in the second stage, the food commodity group involving yam products, other tubers, and other food types was estimated. Data was collected on quantities, costs, and number of times of consumption on a weekly basis. Other information collected included the socioeconomic characteristics of the respondents, such as age in years, sex, marital status, occupation, educational attainment in years, household size, income (in Naira), and number of adult males in the household; information on the quantity of yam products bought, quantity given away, quantity eaten at each meal, quantity received, yam products eaten away from home; and other food items and their quantities, number of times consumed, and their costs.

In order to overcome the unattractive property of linear income effects implied by the LES model, the respondents were stratified into three expenditure groups and analysis done separately for each group.

Sampling for data

To be able to get all the data required for the study, both primary and secondary sources of data were used. Primary data were generated in the course of surveys carried out in a panel manner. Panel data were collected on cross-sectional bases in two weekly intervals from April to May 2007. The data were pooled and used for analysis. Respondents were interviewed using structured questionnaires which were administered using an interview schedule and observation. Subsequently interviews deemphasized the socioeconomic characteristics of the respondents but concentrated on their consumption behavior, since the same respondents were used. Secondary data were collected to make up for data, which could not be generated in the course of the surveys. Such data were collected from relevant literature, journals, etc.

Method of data analysis

Traditional demand theories indicate that consumption of food by an individual is dependent on his income, hence, the implicit representation of the demand function as C = F (Y), where: c = quantity of a commodity consumed, f = functional relationship, and y = income of the consumer. However, explicitly the consumption function includes the fact that an individual must consume whether he earns income or not, which is explained by the b_o otherwise known as autonomous consumption in the explicit demand equation, $C = b_o + b (Y)$. The slope of the demand curve is depicted by b_o in the consumption equation. This traditional approach to study of consumer behavior has focused on the confirmation of the Engel function for one or more commodities based on household budget data.

Such an approach undermines the importance of relative prices in the decision making process of the consumer and also leads to inconsistencies in budget allocation. Interdependence among consumption of various items is also ignored. Systems of demand equation can rectify the above limitations and serve several useful purposes (Murty 1983).

When estimating a complete system of demand equations, a common problem is that there are too many variables relative to the number of observations available

for estimation. One solution to this problem is the two-stage budgeting procedure (Fan et al. 1995). This procedure assumes that the consumer's utility maximization decision can be divided into two separate steps. In the first stage total expenditure is allocated over broad groups of commodities. In the second stage group expenditures are allocated over individual commodities.

Earlier studies (Radhakrishna et al. 1979; Radhakrishna and Murty 1980) on consumption patterns revealed that the linear expenditure system (LES) model provides a reasonable fit when the range of income variation is small. Further, in analysis where a large number of consumer items with varying budget shares are involved, it is observed that relatively more structural products like the LES or its variants are preferable to more flexible alternatives even in the case of developed countries (Deaton 1975; De Haen et al. 1982).

In view of the paucity of reliable information on consumer expenditure data and the problem of estimating large-scale models, hierarchical estimation procedures are adopted, which in turn demand simple model specifications for reasons of theoretical consistency. All these considerations weighed against the well-known limitations of LES, i.e., linear Engel curves and additive utility specifications tend to support the choice of LES for the present purpose.

Generally, descriptive statistics and the linear expenditure system (LES) model were used in data analyses. The first two objectives were analyzed using simple descriptive statistical tools such as means, percentages, charts, tables, etc. These were used to show the consumption pattern of the food groups including yam products and the share of each commodity/food group from the budget of the respondents/ households, for each income group.

The third objective was achieved with the use of the LES model. The ordinary least squares (OLS) simple linear regression analysis was fitted for the various commodities and food groups consumed. The analyses were done on the basis of income levels/expenditure classes of respondent households categorized as low, medium, and high.

Model specification

The model was stated as follows:

$$P_iQ_i = P_iR_i + \beta_i(E - \Sigma_j P_jR_j) \quad \ldots(1)$$

Where:

P_iQ_i = expenditure on the ith food by household.

P_i = quality adjusted price (QAP) of the ith food form.

R_i = subsistence quantity of the ith commodity/food.

P_iR_i = subsistence expenditure level on all food forms.

E = total weekly food expenditure on all food forms by the household.

$E - \Sigma_j P_jR_j)$ = supernumerary income or budget remaining after subsistence expenditure for the household.

β_i = marginal share of supernumerary income for the ith food form.

R_i and β_i are parameters to be estimated.

The expenditure function (equation 1) can be interpreted as follows:

The consumer initially spends part of the budget for consumer goods on his subsistence requirements of all types of goods. This is represented by P_iR_i (i.e., price multiplied by the quantity of the commodities bought. Then, the remaining part of the budget for expenditure on consumption goods ($E - \Sigma_j P_jR_j$) is allocated to all the various groups of consumer goods in fixed proportions. β_i is the marginal budget share by commodity group i. Thus P_iR_i and ($E - \Sigma_j P_jR_j$) are the subsistence and supernumerary expenditures, respectively.

For the third objective, parameter estimates obtained from the regression analyses were used to calculate the price and expenditure elasticities of demand for each of the commodity/food groups. The formulae are as follows:

$$E_{exp} = \frac{\beta_i E}{P_i Q_i} \quad \ldots(2)$$

$$E_p = \frac{(1- \beta_i) P_j R_j}{(P_i Q_i)_{-1}} \quad \ldots(3)$$

Where:

E_{exp} = expenditure elasticity.

E_p = price elasticity.

The fourth objective was achieved by calculating the cross elasticity of demand between commodities within the food groups. The equation is given as follows:

$$\eta_{xy} = -\frac{\beta_L (P_j R_j)}{P_i Q_i} \quad \ldots(4)$$

Where:

η_{xy} = cross price elasticity

Data used for the analysis of the fifth objective was derived from the results obtained from the analysis of the first three objectives.

Results and Discussion

Household consumption pattern for yam products and other substitutes

Tables 1.1, 1.2, and 1.3 contain the per capita consumption of yam tubers, flour, and some substitutes of note (as observed during the survey) for the three income levels. The estimates suggest certain patterns.

For the high-income households, the mean per capita consumption of yam was 1.85 kg while for *gari* and potatoes they were 0.94 kg and 0.73 kg, respectively. For potatoes and *gari*, the percentage of consumers whose mean per capita consumption fell within the range 1.51 kg and 3.0 kg were 10.2% and 10.8%, respectively. Within that same range about 24.3% of high-income consumers consumed yam. For per capita consumption of the commodities in the range of 3.01 kg to 4.50 kg, yam also had a higher percentage of consumers than potatoes and *gari*. Yam had 16.2% while potatoes and *gari* had 5.2% and 2.7%, respectively. These indicate that high-income households prefer yam to potatoes and *gari*; so yam can be seen to be a superior food to potatoes and *gari*.

For medium-income households, the mean per capita consumption of yam was 1.76 kg while for potatoes and *gari* they were 0.87% and 0.77 kg, respectively. The

percentage of consumers who consumed yams within the range 1.51 kg and 3.0 kg was 33.4% while for potatoes and *gari*, they were 6.7% and 11.5%, respectively. For per capita consumption of the commodities in the range of 3.01 kg to 4.50 kg, yam also has a higher percentage of consumers than potatoes and *gari*. Yam had 13.3% while potatoes and *gari* had 4.4% and 0%, respectively. This pattern conforms to what obtained for the high-income households indicating that for medium-income earners too, yam is preferred to potatoes and *gari*.

For low-income households the mean per capita consumption for yam, potatoes, and *gari* were 1.72 kg, 1.39 kg, and 0.57kg, respectively. For yam flour, it was 0.084 kg. For the consumption of quantities within the ranges 1.51 kg and 3.0 kg, about 38.5% of low=income earners consumed yam, 6.3% and 19.8% of low-income households consumed quantities of potatoes and *gari* within that range, respcectively. For the range between 3.01 kg and 4.50 kg about 8%, 3%, and 4.5% of low-income consumers went for yam, potatoes, and *gari,* respectively.

The pattern observed for high and medium-income consumers still obtained for low income consumers indicating that yam is a normal (superior) good and is preferred to potatoes and *gari*.

Table 1.1. Households mean per capita consumption of yam and other relevant foods for high-income group.

Quantity consumed/ week (kg)	Yam		Potatoes		*Gari*	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%
0.01–0.50	1	2.7	30	76.9	21	56.8
0.51–1.00	8	21.6	1	2.6	7	18.5
1.01–1.50	11	29.8	0	0	2	5.4
1.51–2.00	5	13.5	1	2.6	3	8.1
2.01–2.50	3	8.1	0	0	1	2.7
2.51–3.00	1	2.7	3	7.6	0	0
3.01–3.50	3	8.1	1	2.6	1	2.7
3.51–4.00	2	2.7	1	2.6	0	0
4.01–4.50	2	5.4	0	0	0	0
4.51 and above	1	5.4	2	5.1	2	5
Total	37	100	39	100	37	100
Mean	1.85 kg		0.73 kg		0.94 kg	

Source: Derived from survey data 2007.

Table 1.2. Households mean per capita consumption of yam and other relevant foods for medium-income group.

Quantity consumed/ week (kg)	Yam		Potatoes		*Gari*	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
0.01–0.50	4	8.9	36	80	17	39.5
0.51–1.00	11	24.4	1	2.2	16	37.2
1.01–1.50	9	20.0	0	0	5	11.7
1.5–2.00	8	17.8	0	0	2	4.6
2.01–2.50	5	11.1	0	0	2	4.6
2.51–3.00	2	4.5	3	6.7	1	2.3
3.01–3.50	4	8.9	0	0	0	0
3.51–4.00	2	4.4	0	0	0	0
4.01–4.50	0	0	2	4.4	0	0
4.51 and above	0	0	3	6.7	0	0
Total	45	100	45	100	38	100
Means	1.76kg		0.87kg		0.77kg	

Source: Derived from survey data, 2007.

Table 1.4 contains information on the per capita consumption of yam flours. The survey revealed that the mean per capita consumption of the commodity was 0.08 for low-income households. The percentage of households' consumption in the range between 1.51 kg and 3.0 kg was found to be zero (0) while for the range between 3.01 and 4.5 it was found to be only 4.4%. On the other hand, the majority of the consumption was within the range 0.01 kg and 0.5 kg. This clearly reveals the fact that households were not really consuming the product. This could be as a result of the fact that yam tubers are not sufficient in supply. Thus, the need to process into flour and chips may not be there.

Budget share of food was achieved by calculating the proportion of expenditure on commodity groups devoted to food consumption by the various income levels. (Tables 2.1–2.4)

Budget shares

Tables 2.1 and 2.2 contain average budget share of all commodity groups for the different income levels. The result indicates that consumers belonging to lower and middle-income levels spend the major share of their budget on food items reaching up to 63% and 45%, respectively while those in the highest income level devote only about 36% of their budget share to food. Although this conforms to a priori expectation, it suggests the existence of poverty in the low and medium households. The budget share of education is the next most important in terms of total expenditure.

Table 1.3. Households mean per capita consumption of yam and other relevant foods for low-income group.

Quantity consumed/ week (kg)	Yam		Potatoes		Cassava/*Gari*	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%
0.01–0.50	14	12.5	91	81.2	43	38.4
0.51–1.00	16	14.3	3	2.7	24	21.4
1.01–1.50	29	26.0	4	3.6	11	9.8
1.51–2.00	20	17.9	3	2.7	11	9.8
2.01–2.50	19	17.0	1	0.9	6	5.4
2.51–3.00	4	3.6	3	2.7	4	3.6
3.01–3.50	1	0.01	0	0	3	2.7
3.51 - 4.00	4	3.6	2	1.8	0	0
4.01–4.50	5	4.3	1	0.9	2	1.8
4.51 and above	5	4.3	4	3.6	8	7.1
Total	112	100	112	100	112	100
Means	1.72 kg		1.39 kg		0.57 kg	

Source: Derived from survey data 2007.

Table 1.4. Per capita consumption of yam flour.

Weekly consumption (kg)	Frequency	Percentage
0.01– 0.050	42	93.3
0.51–1.0	1	2.3
1.01–1.50	0	0
1.51–2.00	0	0
2.01–2.50	0	0
2.51–3.00	0	0
3.01–3.50	1	2.2
3.51–4.00	1	2.2
4.01–4.50	0	0
4.51 above	0	0
Total	45	100

Source: Derived from survey data 2007.

Table 2.1. Mean value of expenditure on commodity groups, per capita expenditure and income.

Income levels	Health	Housing	Education	Assets	Clothing	Fuel	Food/	Total Expenditure	Income
	(TVM)	(TVMR)	(TVEE)	(TVDG)	(TVCW)	(TVNFE)	(TEF)	(E)	(Y)
LOW	300.68	294.89	2618.09	677.77	55.56	354.13	7906.14	12669.82	11319.55
MEDIUM	492.95	1795.25	5125.09	2290.44	2337.56	354.13	10327.77	23053.64	41114.38
HIGH	995.13	3448.72	11462.44	1599.06	2615.45	417.28	11963.36	3305.52	108634.9

Source: Derived from survey data 2007.

Table 2.2. Proportion of expenditure on commodity groups to total expenditure.

Income levels	Health	Housing	Education	Assets	Clothing	Fuel	Food	Total expenditure
Low	0.02	0.02	0.21	0.05	0.04	0.02	0.63	100
Medium	0.2	0.08	0.22	0.10	0.10	0.02	0.45	100
High	0.03	0.11	0.35	0.05	0.08	0.01	0.36	100

Source: Derived from survey data 2007.

Table 2.3. Mean value of food expenditure for low, medium, and high income groups.

Income levels	Cassava/ *gari*	Yam	Pota-toes	Cocoyam	Total tubers	Legumes	Cereals	Vegeta-bles.	Animal Protein	Spices/ condi-ments	Food/TEF
Low	584.6	765.61	92.17	62.25	1467.99	616.89	804.33	1071.85	1906.79	1137.24	7906.14
Medium	523.3	916.00	90.56	47.56	1641.22	686.32	1018.78	1343.33	875.31	1542.70	10322.70
High	594.49	706.15	102.56	25.13	1590.14	713.59	903.84	1400	1776.03	1452.45	11963.36

Source: Derived from survey data 2007.

Table 2.4. Proportion of expenditure on food types to total expenditure on food.

Income levels	Food/TEF	Cassava /gari	Yam	Potatoes	Cocoyam	Total tubers	Legumes	Cereals	Vegetables	Animal Protein	Spices/condiments
Low	100.	0.07	0.10	0.01	0.01	0.19	0.09	0.10	0.14	0.24	0.14
Medium	100	0.05	0.09	0.01	0.005	0.16	0.07	0.10	0.13	0.09	0.15
High	100	0.05	0.06	0.01	0.002	0.13	0.06	0.08	0.12	0.15	0.12

Source: Derived from survey data 2007.

For low, medium, and high-income households, the values were 21%, 22%, and 35%, respectively.

Among the food items (Tables 2.3 and 2.4), expenditure on tubers constitutes the largest share of up to 19%, 16%, and 13% for the low, medium, and high-income levels, respectively. For low-income households, expenditure on yam products constitutes about 53% of total expenditure on tubers; for medium households 56%, and high-income households 53%. This indicates that yam consumption takes a significant share of all households' budget for roots and tubers.

For low-income households, the budget share of animal protein (which included expenditure on all forms of meat, eggs, and fish) was the highest taking about 24%. This was followed by tubers (19%), spices and condiments (including palm oil, groundnut oil) (14%), and vegetables (including tomatoes, onions, all forms of edible greens leaves)(14%).

For medium-income households, expenditure on food was devoted mostly to tubers (16%), spices and condiments (15%), cereals (including rice and other cereals like millet, wheat) (10%), and vegetables (13%).

For high-income households, expenditure on animal protein was 15%. This is followed by expenditure on tubers (13%) and on vegetables and spices and condiments which took about 12% each.

Expenditure and own price elasticities

Expenditure and own price elasticities for commodity groups

The estimated mean price and expenditure elasticities of commodity groups for the three income levels are presented in Tables 3.1, 3.2, and 3.3, respectively.

The expenditure elasticity of food for low-income households (Table 3.1) approximating unity at 0.69 and 0.60 for both housing and clothing indicates widespread poverty in this consumer group. This reinforces the pattern observed in the budget share of food. The magnitude changes as incomes increases. Thus, for middle-income earners (Table 3.2) it decreased to 0.34 for food, but unexpectedly increased for high income earners to 0.56. However, in all cases, expenditure elasticity was inelastic, i.e., less than unity indicating that food is still a necessity mostly for the low-income group. For low-income households, health education, housing, clothing, and fuel (which includes kerosene) were found to be necessities while durable goods were indicated to be a luxury, with an expenditure elasticity of 5.51.

For medium-income households, food, health, education, and fuel were found to be normal goods or necessities while durable goods and clothing were luxuries with expenditure elasticities being elastic. However, with respect to the degree of elasticity, durable goods (assets) were more expenditure elastic for low-income households than it is for medium-income households. This conforms to a priori expectation.

The high-income households' expenditure elasticity presents a different picture. Food, health, and fuel were indicated as being inelastic meaning that they are necessities. However, housing, education, durable goods, and clothing were found to be elastic indicating that they are luxuries.

Estimated expenditure elasticities for foods

The magnitude of the expenditure elasticity for the majority of the foods approximating unity for the low and medium-income groups generally indicate poverty. For the high-income group, the magnitudes are less except for potatoes which is high. Thus it

Table 3.1. Expenditure and own price elasticities for commodity groups (low income).

Commodity groups	Parameter	Estimate	Price elasticity	Expenditure elasticity
	R_i	B_i	E_p	E_{exp}
Food (TEF)	2452.92 (3.985)	0.431*** (10.479)	0. 17	0.69
Health/medication (TVM)	158.815 (1.561)	1.28E-02* (1.895)	0.51	0.54
Housing (TVMR)	126.715 (0.556)	1.393E-02 (0.915)	0.42	0.60
Education (TVEE)	–42.135 (0.213)	–0.111*** (8.396)	–0.01	0.54
Durable assets (TVDG)	–3037.716 (–5.787)	0.295*** (8.42)	3.16	5.51
Clothing (TVCW)	232.445 (1.396)	2.649 E-02** (2.381)	0.41	0.60
Fuel (TVNFE)	113.96 (3.263)	7.723E03 (3.311)	0.55	0.47

Source: Derived from survey data 2007.

could be said that the magnitude reduces with increase in income. The elasticities are generally less than unity for all income levels except for protein for medium-income households. This indicates that consumption has not necessarily shifted from the necessities which are mainly staples.

Estimated price elasticities for foods

Most of the direct price elasticities are numerically low, especially for low and medium-income levels, with potatoes having negative value for low and high-income consumers, and animal protein for medium-income consumers. This implies that consumers do not react so much to changes in relative prices and allocate their resources, although the extent is different for the different income levels. Low and medium-income consumers may have little or no choice than to continue the consumption of the original commodities because they may still not be able to afford substitutes which may still be relatively more expensive, despite the price change. The situation is relatively different for high-income consumers whose price elasticity values are relatively higher, with some approximating unity (yam and cocoyam).

High-income consumers have better opportunities to react to price changes since their incomes may accommodate such reactions. Potatoes may be considered a normal food since price increases would lead to a more than proportionate reduction in quantity demanded. The commodities with higher price elasticities may have substitutes.

Cross price elasticity of yam and some relevant foods

The cross price elasticity of yam to *gari*, cereals, and potatoes are all positive indicating that they are substitutes. (The majority of them are inelastic indicating that a 10% increase in the price of yam will bring about a less than proportionate increase

Table 3.2. Expenditure and own price elasticities for commodity groups (medium income)

Commodity groups	Parameter R_i	Estimate B_i	Price Elasticity E_p	Expenditure Elasticity E_{exp}
Food (TEF)	6883.53 (6.498)	0.153*** (4.259)	0. 65	0.34
Health/medication (TVM)	380.35 (11.633)	4.961E-03 (0.627)	–3..71	0.23
Housing (TVMR)	–2945.242 (–1.926)	0.206*** (3.959)	0.42	5.97
Education (TVEE)	2458.212 (1.704)	0.120** (2.444)	0.21	0.54
Durable assets (TVDG)	–3601.746 (–2.900)	0.258*** (6.114)	–1.57	2.60
Clothing (TVCW)	–3379.34 (–3.069)	0.251*** (6. 72)	-1.45	2.48
Fuel (TVNFE)	199.231 (2.095)	7.049E-03 (2.182)	0.56	0.46

Source: Derived from survey data 2007.

Table 3.3. Expenditure and own price elasticities for commodity groups for high income.

Commodity groups	Parameter R_i	Estimate B_i	Price Elasticity E_p	Expenditure elasticity E_{exp}
Food (TEF)	5279.14 (2.394)	0.204*** (3.791)	0.35	0.56
Health/medication (TVM)	1123.677 (1.516)	-1.28E-03 (-0.071)	1.13	0.04
Housing (TVMR)	–2841.52 (–1.004)	0.205*** (2.907)	0.82	1.96
Education (TVEE)	–2414 (–0.754)	0.403*** (5.167)	0.21	1.16
Durable assets (TVDG)	–379.68 (0.374)	6.301 E-02** (2.541)	0.23	1.30
Clothing (TVCW)	–803.909 (–0.931)	0.114*** (5.407)	0.31	1.44
Fuel (TVNFE)	36.369 (0.243)	1.164E-02 (3.183)	0.09	0.92

Source: Derived from survey data 2007.

in quantities bought of those substitutes except for cereals for the medium-income households and *gari* for high-income households, where the effect is elastic). This is applicable to all the income levels. However, cereals (rice) are a closer substitute to yam for the medium and high-income households while *gari* is the closest substitute to yam for low-income households. Thus for the medium-income households, a 10% increase in the price of yam will bring about a more than 100% and about 90%

increase in quantity of cereals consumed. This result conforms to practical experience as some households forego the consumption of yams entirely at certain seasons especially when the price is relatively very high. For the low-income households, *gari* is the closest substitute to yam because as the result indicates, a 10% increase in the price of yam would bring about a close to 400% increase in the quantity of *gari* consumed.

Conclusion and policy implications

A two-stage LES budgeting system was used to estimate demand parameters for urban households in Nigeria with special emphasis on yam consumption. Panel data was collected in the relatively yam scarce months of April and May and used for the analyses. Households were divided into low, medium, and high income levels and analysis based on those levels. Yam was found to be a preferred food to other tubers by all the income levels. Thus the percentage of consumers from the three income levels consuming yam of per capita mean consumption within the ranges 1.51 kg and 4.5 kg were found to be highest for yam than they were for potatoes and *gari*.

Results also indicate that consumers belonging to lower and middle income levels spend the major share of their budget on food items reaching up to 63% and 45%, respectively, while those in the highest income level devote only about 36% of their budget share to food. This indicates poverty at the low and medium income levels.

For low-income households, expenditure on yam products constitutes about 53% of total expenditure on roots and tubers; for medium and high-income households

Table 3.4. Estimated mean expenditure elasticity for food groups.

		Income levels	
Food types	Low	Medium	High
Yam	0.62	0.90	0.48
Gari	0.68	–0.65	0.10
Potatoes	2.14	0.69	0.93
Cocoyam	0.51	0.66	0.01
Legumes	0.64	0.88	0.50
Cereals	0.90	0.75	0.46
Vegetables	0.6	0.91	–0.24
Protein	0.7	1.08	0.52
Spices and condiments		0.93	0.10

Source: Derived from survey data 2007.

Table 3.5. Estimated mean price elasticity for food groups.

		Income levels	
Food types	Low	Medium	High
Yam	0.33	0.06	0.94
Gari	0.28	0.33	0.56
Potatoes	–1.11	0.29	–0.64
Cocoyam	0.41	0.46	0.81
Legumes	0.33	0.18	0.10
Cereals	0.28	0.08	0.48
Vegetables	0.29	0.16	0.65
Protein	0.26	–0.05	0.42
Spices & condiments		0.04	–0.23

Source: Derived from survey data 2007.

Table 3.6. Estimated cross price elasticity of yam and some relevant foods.

	Income levels		
Food types	Low	Medium	High
Cereals	0.57	1.01	0.90
Gari	3.95	0.37	0.69
Potatoes	0.14	0.06	0.34

Source: Derived from survey data 2007

also expenditure on yam constitutes about 56% and 53%, respectively. This indicates that yam consumption takes a significant share of all household budgets for roots and tubers. Yam flour was not consumed by most households in all the levels.

The expenditure elasticity of food for low-income households approximated unity at 0.69 and 0.60 for both housing and clothing reinforcing widespread poverty in this consumer group. The magnitude of the expenditure elasticity for the majority of the foods approximating unity for the low and medium-income groups generally indicates poverty. For the high-income group, the magnitudes are less except for potatoes which is high. Thus it could be said that the magnitude reduces with increases in income. This implies that incomes need to be enhanced. For medium-income households, food, health, education, and fuel were found to be normal goods or necessities.

The cross price elasticity of yam to *gari*, cereals, and potatoes are all positive indicating that they are substitutes. This implies that any one that is relatively cheaper would be consumed mostly while the relatively expensive one would suffer relegation and may eventually be deleted from the household budget.

Yams should be adequately supplied to enable consumers to consume them as much as they want. Incomes should be enhanced to reduce the high share of yam and food from the total expenditure on food and total consumption budget, respectively. Cassava, a close substitute to yam for the low-income households has received a boost in terms of government policy to increase production and export. Such attention should be accorded to yam

The second biweekly panel data collection is targeted later in the year during the surplus period for yam.

Research gap

This study utilized data collected between April and May, a slim period in terms of yam availability. Data collection has further been programmed for November and December a period when yams are abundant in supply to see if there would be shifts in the expenditure pattern of households.

Acknowledgement

The authors wish to acknowledge the National Root Crops Research Institute, (NRCRI), Umudike for providing vehicles, computer services, support staff, and logistics for this study. NRCRI together with Michael Okpara University of Agriculture, Umudike provided the scientists for the study. IITA/IFAD-TAG are also acknowledged for providing the funds for the work. The regional coordinator, Dr Guy Blaise Nkamleu as well as Dr Robert Asiedu are specially acknowledged for their assistance.

References

CAYS. 1996. Cropped area and yield survey (CAYS). Annual Statistical Report, Federal Office of Statistics, Lagos, Nigeria.

Deaton, A.S. 1975. Models and projections of demand in post-war Britain. Chapman and Hall, London. 271 pp.

De Haen, H., K.N. Murty, and S. Tangermann. 1982. Kunftiger. Nahrungsmittelver brauch in der Europaischen Gemeinschaft-Ergebrisse eines Simultanen Nachfragesystems.

Fan, S., G.L. Cramer, and E.J. Wiles. 1995. Food demand in rural China: evidence from rural household survey. Journal of Agricultural Economics 2: 61–69.

Ikwelle, M.C., T.O. Ezulike, and O.N. Eke-Okoro. 2003. The contribution of root and tuber crops to the Nigerian economy. Pages 13–18 *in* Proceedings of 8th ISTRC-AB Triennial Symposium, edited by M.O. Akoroda, IITA, Ibadan, Nigeria.

Murty, K.N. 1983. Consumption and nutritional patterns of ICRISAT mandate crops in Indias Economic Program Progress Report 53. ICRISAT, India. 27 pp.

Njoku, J.E. 1989. Demand elasticities for food in the minor food producing areas of Southeastern Nigeria. Final PhD Seminar, Department of Agricicultural Economics, University of Nigeria, Nsukka, February 1989.

Orkwor, G.C. 2001, INCO-Yam Project Annual Report. NRCRI Umudike, Nigeria.

Radhakrishna, R. and K.N. Murty. 1990. Models of consumer expenditure systems for India. Working paper 80–98, International Insitiute for Applied System Anlysis (IIASA), Austria.

Radhakrishna, R., G.V.S.N Murty, and N.C. Shah. 1979. Models of consumer behaviour for the Indian economy. sardia Patel Institute of Economic and Social Research, India. Mimeo.

Consommation et Préférence des Produits D'Igname par les Ménages Urbains de Cotonou et de Porto-Novo, au Bénin

Epiphane Sodjinou[1,1,2], Charles Agli[2] et Patrice Y. Adegbola[2]
[1]Pour toute correspondance, (2) Programme Analyse de la Politique Agricole (PAPA), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. 01BP 128 Porto-Novo, République du Bénin.

Résumé
Le présent article analyse les dépenses des ménages urbains pour les produits d'igname et leurs préférences et déterminants de cette préférence pour l'igname et ses dérivés. L'étude a été réalisée dans Cotonou et Porto-Novo, les deux plus grandes villes du Bénin. Les données ont été collectées auprès de 160 ménages sélectionnés par l'approche systémique, et l'analyse est faite en fonction du niveau de prospérité des ménages. Au plan statistique, des statistiques descriptives et des tests non paramétriques ont été réalisés. Les principaux résultats obtenus montrent que sept types de produits d'igname sont consommés dans les ménages urbains étudiés : igname bouillie, frite, igname pilée, *amala* (pâte de cossette d'igname), wassa-wassa (couscous à base d'igname) et igname braisée/grillée. Le riz et l'igname qui étaient considérés comme des produits de diversification du régime alimentaire deviennent de plus en plus des aliments assez fréquemment consommés. Les ménages pauvres ont une forte préférence pour l'igname bouillie alors qu'au niveau des ménages moyens c'est l'igname pilée qui est plus prisée. Pour les ménages riches, l'igname frite est le produit le plus prisé, suivi du *amala* et de l'igname pilée. Le *amala* occupe la deuxième place au niveau des ménages moyens et riches alors qu'au niveau des pauvres, il occupe la quatrième place. Pour ce qui est des facteurs privilégiés lors de l'achat d'igname, les ménages pauvres s'intéressent au prix, à la taille des tubercules et à la variété. Pour les ménages moyens, c'est plutôt la variété qui constitue le facteur le plus important, suivie du goût et de la taille des tubercules. Les ménages riches s'intéressent plus à la taille des tubercules, la variété et le prix. Parmi les variétés les plus préférées ont retrouve le *laboko* (pour l'igname pilée) et le *ala* (pour l'igname bouillie). Les variétés traditionnellement reconnues pour la fabrication de cossettes d'igname (notamment le *D. cayenensis-rotundata*, connu sous le nom de *kokoro*) se retrouvent de plus en plus appréciées par les ménages urbains pour la consommation notamment sous forme bouillie. Les ménages les plus riches sont plus exigeants en matière de qualité et d'hygiène. Enfin, il existe une relation positive entre le niveau de prospérité et le niveau de consommation des différents produits d'igname.

Abstract
This article analyzes the urban households' expenditures, their preferences and the determinants of theses preferences for yam products. The study was carried out in Cotonou and Porto-Novo, the two biggest towns of Benin Republic. The data was collected in 160 households selected using a systematic approach. The analysis was done according to the households' welfare level, and by using descriptive statistics and Kendall's non-parametric concordance test. The results obtained showed that seven types of yam products are consumed in urban areas: boiled yam, pounded yam, *amala*, fried yam, yam stew, grilled/braised yam and *wassa-wassa* (yam-based couscous). These products seem to have acquired an important place in the urban households' food consumptions, like rice and maize. The poor households have a strong preference for boiled yam whereas middle-income households have a high preference for pounded yam. Rich households prefer mainly the French fried yam, but also like *amala* and pounded yam. For poor households, the price, the tuber size, and the variety are the most important factors that determine the type of yam to purchase. For middle-income households, the variety constitutes the most important factor, followed by the taste and the tuber size. And for rich households, the tuber size, the variety, and the price are the most important factors. Among the varieties,

households' preference is mainly for *Laboko* (for pounded yam) and *ala* (for boiled yam). The varieties (notably *D. cayenensis-rotundata*, named *kokoro* in local language) traditionally used for chip production is now appreciated by urban households for boiled yam. Yam products are consumed because of their taste. Especially, *amala* and pounded yam are preferred because of their dietetic aspects (recommended for diabetics), and boiled yam is preferred because it is easy to prepare. There is a positive relationship between the welfare level and the level of expenditure on yam products in urban households.

Introduction

Dans les pays en développement, un phénomène d'urbanisation rapide s'observe depuis quelques années. Ce phénomène n'épargne pas le Bénin où la population urbaine ne cesse de croître de façon galopante. Par exemple, la ville de Cotonou concentre, à elle seule, près de 11% de la population béninoise. Dans les autres villes du pays, l'accroissement de la population est très notable : 1,5% pour Bohicon, 10,3% pour Parakou et 2,2% pour Porto-Novo (INSAE, 2003). Cet accroissement de la population urbaine entraîne des changements au niveau de la structure sociale et engendre des problèmes socio-économiques qui méritent d'importantes attentions. Le niveau de pauvreté extrême est plus grand dans les villes béninoises (PADAP, 2003), avec pour corollaire l'insécurité alimentaire.

Selon Bricas et Vernier (1997), en zone de savane soudanienne ainsi qu'en zone tropicale humide, l'igname en tant que plante et produit alimentaire dispose d'un important potentiel pour relever ce défi. Elle occupe déjà une place importante dans l'alimentation de certaines populations et est considérée comme l'aliment de base de près de la moitié de la population du Bénin (Djoï et *al*., 2003). Elle est consommée sous diverses formes : pilée, pâte préparée à base de la farine de cossettes, frite ou bouillie, accompagnée des beignets de haricot ou toutes sortes de friture de viande ou de poisson.

La consommation d'igname est importante dans les zones de production où elle peut fournir plus du tiers des apports caloriques (Bricas et *al.*, 1997). Cette consommation serait également significative en milieu urbain, malgré la concurrence d'autres produits (manioc, maïs, riz, blé). L'igname continue d'être particulièrement appréciée par les citadins et conserve un prestige certain. Elle participe à la diversification de l'alimentation, tendance lourde de l'évolution des styles de consommation urbains, notamment pour les populations non originaires des zones traditionnelles de production. Pour Adanguidi (2001), la consommation de l'igname a augmenté dans les villes du sud du Bénin au cours de ces dernières années. Dans les quelques décennies à venir, si l'urbanisation se poursuit, il est très probable que la demande en igname continue de s'accroître (Dansi et *al*., 2003).

Malheureusement, très peu d'études ont été effectuées sur la consommation des produits d'igname en milieu urbain au Bénin. Parmi les plus récentes on peut citer FSA/UAC (1997) et Bricas et Vernier (1997). Au Bénin, FSA/UAC (1997) et Bricas et *al.* (1997) se sont limités uniquement à la ville de Cotonou. Il en découle donc qu'aucune étude approfondie n'est disponible sur la consommation de l'igname et de ses produits dérivés dans les autres villes du Bénin. Pour le cas de la ville de Cotonou, FSA/UAC (1997) et Bricas et *al.* (1997) ont montré essentiellement l'importance de la consommation de l'igname pilée et de «*Amala*». Le tableau 1 présente une partie des résultats obtenus par les auteurs. Ces derniers ont conclu que le *amala* a réellement pénétré les habitudes alimentaires

Tableau 1. Part (en %) de consommateurs prenant plus d'une fois par semaine le *amala* et l'igname pilée à Cotonou.

Avril –Mai 1996		Septembre 1996		Janvier 1997	
Amala	Igname pilée	Amala	Igname pilée	Amala	Igname pilée
20,5%	7,6%	17,2%	10,5%	15,3%	9,6%

Source : Extrait du tableau 2 de FSA/UAC (1997).

citadines. Cependant, les personnes interrogées considèrent que les produits à base d'igname sont plus coûteux que d'autres amylacées de base comme le maïs ou le manioc. Cela réduirait leur consommation de ce produit.

Au total, la plupart des études disponibles actuellement mettent en exergue l'augmentation de la consommation de l'igname et de ses dérivés en milieu urbain. Cependant, en dehors du amala et de l'igname pilée qui semblent avoir reçu assez d'attention, on dispose de peu d'information sur les autres dérivés d'igname (nombre et préférence des consommateurs pour ces dérivés). Ce sont d'ailleurs ces constats qui ont amené Djoï et *al.* (2003) à signaler que, pour bien cerner la consommation des produits d'igname dans les centres urbains, il est indispensable de mener une enquête de consommation spécifique et bien approfondie. Cela favoriserait une offensive de conquête des consommateurs urbains en qui on sent déjà des prédispositions à la consommation du produit.

Au vu de tout ce qui précède, il apparaît nécessaire voire indispensable d'évaluer et d'analyser la consommation urbaine des produits d'igname au Bénin. Cette étude trouve aussi son importance dans le fait que la consommation constitue un facteur d'incitation pour la production (en ce sens que c'est la consommation qui crée la production) et donc, la connaissance des formes de consommation serait très utile dans l'orientation de la production (voire la commercialisation, la transformation) et de la planification des recherches sur l'igname et ses dérivés.

L'objectif de cet article est d'analyser les dépenses des ménages urbains pour les produits d'igname, leur préférence et déterminants de cette préférence pour les produits d'igname, en fonction du niveau de prospérité. L'article est tiré des résultats de l'activité 4.1 du projet igname FIDA/INRAB/IITA phase II (cf. Sodjinou et Agli, 2007).

Methodologie

Echantillonnage

Les enquêtes ont été réalisées dans les deux plus grandes villes du Bénin à savoir Cotonou et Porto-Novo (situées au Sud du Bénin). Dans ces villes, les travaux ont commencé par des interviews avec les institutions et personnes ressources. Ces entretiens ont permis de mieux structurer les critères d'échantillonnage. Lors des entretiens, il a été demandé aux personnes ressources de classifier les différents quartiers des deux villes en fonction de leur niveau de prospérité. Au total trois classes ont été distinguées à savoir, les quartiers pauvres, les quartiers moyens et les quartiers riches. Cependant, il est à noter que cette classification reste quelque peu grossière et se base essentiellement sur des aspects visibles tels que le nombre d'immeuble, le niveau d'aménagement des rues/routes du quartier, etc. Cela permet toutefois d'avoir un point d'entrée dans les villes et de faciliter la sélection des quartiers d'enquêtes.

Le choix des quartiers devant faire l'objet d'enquêtes a été réalisé par tirage au sort dans les trois catégories de quartiers, en considérant uniquement les quartiers

qui ont été bien classés (sans ambiguïté) dans l'une ou l'autre des classes. Ainsi, à Cotonou, deux quartiers ont été choisis dans chaque catégorie. Il s'agit de Donaten et Fidjrossè Centre (riches), Abokicodji Lagune et Vossa (pauvres), Guincomè et Ségbéya Nord (moyens). A Porto-Novo, trois quartiers ont été retenus : Agbokou II (riche), Zèbou Itatig (pauvre) et Akonaboè (moyen). La différence de nombre de quartiers entre Porto-Novo et Cotonou se justifie principalement par la taille de la population qui est trois fois plus élevée à Cotonou qu'à Porto-Novo.

Dans chaque quartier, 18 à 20 ménages ont été sélectionnés pour les enquêtes quantitatives. Le choix de ces ménages a été effectué en utilisant l'échantillonnage systémique. Ainsi, arrivée dans chaque quartier, les enquêteurs accompagnés d'un des membres de l'équipe de recherche choisissent le carrefour le plus central du quartier. Sur ce carrefour, le chercheur tourne une bouteille. La direction sur laquelle s'oriente le bout de la bouteille correspond à celle que doit emprunter le premier enquêteur. Le même processus est repris pour chacun des autres enquêteurs (2 à Porto-Novo et 4 à Cotonou). Dans chaque direction, les enquêteurs comptent 4 maisons à partir du carrefour puis commencent son travail à partir de la cinquième maison. Dans chaque maison, l'enquêteur interviewe un seul ménage (en effet, dans les maisons de location, il existe parfois plusieurs ménages), jusqu'à l'obtention du nombre total de ménages à interviewer. Au total, 160 ménages (100 dans Cotonou et 60 pour Porto-Novo) sont pris en compte dans le présent article.

Enfin à l'issue des enquêtes dans chaque quartier, les ménages étudiés ont été soumis à une classification par niveau de prospérité selon l'approche de Grandin (1988)[2(3)]. Cette approche privilégie la perception des populations des différences entre ménages. Dans chaque quartier, la classification a été faite par 5 personnes-ressources (le choix des personnes-ressources est fait sur la base de leur âge, leur ancienneté dans le quartier, la connaissance des ménages du quartier, etc.). Avant la classification, il a été demandé à chaque personne-ressource de définir la notion de richesse telle que perçue dans le quartier (parmi les critères de classification on retrouve : propriété et type d'habitat, possession et type de moyens de déplacement, lieu d'instruction des enfants (école privée ou publique), activité principale du chef de ménage, niveau d'équipement de l'habitat, etc.). Chacune d'elles hiérarchise ensuite les critères déterminant la prospérité qui se dégagent de sa définition. Elles établissent aussi séparément la typologie des ménages étudiés en tenant compte des critères précédemment définis. En outre, ces personnes-ressources décrivent chaque classe en donnant ses caractéristiques. A l'issue de cet exercice, toutes les cinq personnes-ressources (de chaque quartier) ont été mises en commun afin de s'entendre sur les différents critères de classification et la classe définitive à attribuer aux différents ménages étudiés. Au total, 3 classes ont été constituées par quartier (pauvre, moyen et riche). La répartition des ménages par niveau de prospérité et par ville est donnée dans le tableau 2. Ce tableau montre que les ménages pauvres constituent 51% de l'échantillon, contre 40% pour les ménages moyens et 9% pour les ménages riches. A Porto-Novo, la proportion des ménages pauvres est un peu plus élevée que celle des ménages moyens ou riches. D'une manière globale, le pourcentage de pauvres observés est relativement plus élevé que la valeur fournie par SCRP (2007). En effet, selon SCRP (Stratégie de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté), 22,1% des populations urbaines sont pauvres en 2006 contre 42%

2 [(3)]L'intérêt de l'utilisation de la classification par niveau de prospérité, dans cette étude, est d'arriver à identifier facilement les ménages pauvres, sans avoir recours à des méthodes de typologie assez coûteuses.

Tableau 2. Répartition des ménages en fonction du niveau de prospérité et par ville.

	Niveau de prospérité							
	Pauvre		Moyen		Riche		Total	
Ville	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Cotonou	44	44,0	49	49,0	7	7,0	100	100
Porto-Novo	37	61,7	15	25,0	8	13,3	60	100
Ensemble	81	50,6	64	40,0	15	9,4	160	100

Source : Résultats d'enquêtes 2006–2007.

de riches (ces résultats se basent plus sur les valeurs monétaires). Les résultats du tableau 2 sont cependant en concordance avec la tendance observée par OCS-Banque Mondiale-PNUD (2007), selon qui les pauvres constituent le poids le plus important en milieu urbain (soit environ 60% des ménages étudiés, résultats basés sur la classification par niveau de prospérité). Les auteurs avaient aussi indiqué que cette situation montre que la pauvreté n'est pas que monétaire. En d'autres termes, un ménage peut avoir des revenus élevés et être perçu comme pauvre sur la base d'autres facteurs de bien-être qui sont pris en compte par la population (par exemple, les relations sociales, le nombre de femmes que possède le chef de ménage, la capacité à instruire les enfants). C'est ce qui pourrait expliquer la différence entre le pourcentage de pauvre obtenu dans cette étude et celui fournit par SCRP (2007).

Données et outils de collecte

Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire qui a été testé dans deux ménages. Les données collectées portent, entre autres, sur les caractéristiques sociodémographiques du chef de ménage (âge, niveau d'éducation, religion, sexe, situation matrimoniale, etc.) et du ménage (taille, niveau de revenu, revenu consacré à chaque catégorie d'aliment, dépenses, sexe et âge des membres du ménage), l'appréciation sur la consommation d'igname, types de produits d'igname consommés, leurs préférences pour les différents produits d'igname et les facteurs déterminant ces préférences, etc. Par ailleurs, des données temporelles ont été également collectées notamment sur l'évolution des dépenses des ménages au cours de l'année. Ces données temporelles ont été collectées en quatre passages. La périodicité de ces passages a été définie à l'issue des enquêtes exploratoires. Il s'agit de : septembre 2006 pour le premier passage, décembre 2006 pour le second passage, février 2007 pour le troisième passage et avril 2007 pour le quatrième passage. A chaque passage, les données sont la consommation de produits amylacés sont collectées sur les quatre semaines ayant précédées l'arrivée des agents de collecte.

Méthodes statistiques d'analyse des données

Des statistiques descriptives (moyennes, écarts-types et fréquences) ont été estimées. Pour la hiérarchisation des préférences et des facteurs déterminant la préférence des ménages pour les différents produits d'igname, c'est le test non paramétrique de Kendall qui a été utilisé. Ce test a permis de tester la concordance dans les divers classements effectués par les enquêtés.

Au plan théorique, le test de concordance de Kendall se présente de la manière suivante. Supposons qu'il y ait *q* experts ayant effectué des classements. On calcule

pour chaque couple d'expert, le coefficient de concordance de Spearman (Dagnelie, 1998). On obtiendra alors $\frac{q(q-1)}{2}$ coefficients de corrélation de Spearman. Si l'on désigne par $\bar{r}_S$ la moyenne arithmétique simple des $\frac{q(q-1)}{2}$ coefficients de corrélation de Spearman, le coefficient de concordance (*W*) de Kendall est alors donné par la formule suivante (Dagnelie, 1998) :

$$W = [1 + (q-1)\bar{r}_S]/q \qquad (2)$$

Ce paramètre varie entre 0 et 1, les valeurs proches de 0 étant le reflet de discordances importantes entre les classements, et les valeurs proches de 1, le reflet d'une grande concordance entre les classements. Le coefficient de concordance de Kendall permet de chiffrer le degré de concordance qui existe entre les classements établis sous forme de rang par deux ou plusieurs enquêtés, et d'en tester la signification.

Résultats et discussions

Caractéristiques sociodémographiques des ménages

Le tableau 3 montre que les ménages pauvres sont caractérisés par un niveau d'instruction relativement plus faible comparativement aux autres types de ménages. De même, l'âge du chef de ménage (CM) et l'âge moyen du ménage sont relativement plus faibles pour les ménages pauvres. En d'autres termes, les ménages pauvres sont un peu plus jeunes que les autres types de ménages. Ils sont, pour la plupart, soit en location (23% des cas) soit dans des maisons de parents/tierces personnes (41% des cas). Certains sont propriétaires de maisons parfois en état de dégradation ou en bambou. Leur niveau de revenu mensuel est inférieur à 50 000 Fcfa dans 54% des cas et compris entre 50 000 et 100 000 Fcfa dans 41% des cas. Outre ces différents éléments, les ménages pauvres sont également caractérisés par la scolarisation des enfants dans des écoles publiques, parfois grâce au soutien de parents plus aisés. Ils ne disposent pas souvent de moyens de déplacement. Certains pratiquent le taxi-moto grâce à des motos de tierces personnes.

Les ménages riches sont caractérisés par un niveau d'instruction plus élevé, et sont un peu plus vieux. Leur niveau de revenu est supérieur à 100 000 Fcfa dans la plupart des cas. Leurs maisons sont souvent des standings (40% des cas) ou des médiums (53% des cas). Ces maisons sont, dans 93% des cas, des propriétés personnelles du CM. La taille moyenne des ménages riches est d'environ 6 personnes contre 5 pour les ménages pauvres. Les ménages riches sont aussi caractérisés par la possession de voiture, et d'enfants scolarisés dans des écoles privées. On y retrouve essentiellement des cadres/fonctionnaires de haut niveau.

Les ménages moyens se situent à l'intermédiaire de ces deux catégories de ménages. Ils sont aussi caractérisés par la possession des biens matériels comme un poste téléviseur, des moyens de déplacement (notamment des motos) et l'instruction des enfants dans des écoles privées ou publiques sans assistance financière.

En conclusion à ce paragraphe, on peut retenir que l'âge du CM augmente lorsqu'on passe des ménages pauvres aux ménages riches. De même, les ménages les plus riches présente le niveau d'instruction le plus élevé, de même qu'un niveau élevé de revenu mensuel pour le CM.

Tableau 3. Quelques caractéristiques sociodémographiques des ménages.

Caractéristiques		Type de ménage			Ensemble
		Pauvres	Moyens	Riches	
Age du CM		38,9 (12,5)	42,4 (15,0)	49,9 (10,4)	41,3 (13,7)
Age moyen du ménage		24,9 (9,9)	27,9 (8,8)	31,2 (12,0)	26,7 (9,9)
Taille du ménage		5,3 (2,5)	5,8 (2,9)	6,2 (3,3)	5,6 (2,8)
Niveau d'instruction du CM		5,3 (4,5)	8,8 (5,0)	13,3 (7,0)	7,4 (5,5)
Niveau d'instruction moyen du ménage		4,6 (2,9)	7,4 (3,5)	9,5 (3,7)	6,2 (3,7)
Sexe du chef de ménage	Féminin	25,9	26,6	20,0	25,6
	Masculin	74,1	73,4	80,0	74,4
Niveau de revenu moyen mensuel du CM (Fcfa)	≤ 50.000	54,3	7,8		30,6
	]50 000, 100 000]	40,7	45,3	6,7	39,4
	]100 000, 200 000]	4,9	37,5	33,3	20,6
	]200 000, 400 000]		6,3	46,7	6,9
	> 400 000 Fcfa		3,1	13,3	2,5
Propriété du logement	Location	22,5	18,8		18,9
	Propriété personnelle	36,3	67,2	93,3	54,1
	Propriété de parent/ tierce personne	41,3	14,1	6,7	25,2
Type d'habitat *	Standing	2,5	3,1	40,0	6,3
	Médium	39,5	82,8	53,3	58,1
	Sommaire	58,0	14,1	6,7	35,6

Les chiffres entre parenthèses sont des écart-types
Source : Résultats d'enquêtes 2006–2007.

Types d'amylacés consommés, fréquences de consommation et dépenses pour les amylacés

Dans l'ensemble, plus de 80% des ménages étudiés consomment le maïs, le riz, le gari, le pain et les tubercules d'igname (tableau 4). L'analyse par niveau de prospérité montre que tous les ménages moyens et riches consomment du riz alors qu'au niveau des ménages pauvres, 3% n'en achètent guère. Les cossettes de manioc ne sont consommées par aucun des ménages riches. Il en est de même pour la farine des cossettes de manioc qui n'est consommée par aucun des ménages moyens.

En ce qui concerne les produits d'igname, le tableau 4 indique que parmi les pauvres, la proportion de ménages achetant la farine de cossettes d'igname est un peu plus élevée que celle achetant les cossettes d'igname. Par contre, au niveau des deux autres catégories de ménages la proportion achetant des cossettes est plus élevée que celle achetant de la farine de cossette d'igname.

Concernant la fréquence de consommation, le maïs (et par conséquent ses dérivés notamment la pâte) constitue le produit le plus fréquemment consommé dans les ménages étudiés, avec 16 à 24 fois mois (tableau 4). On retrouve en deuxième position le pain suivi du gari dont la fréquence de consommation est plus élevée au niveau des ménages pauvres que dans les deux autres types de ménages. En ce qui concerne les tubercules d'igname et ses dérivés, le tableau 4 montre que la fréquence de consommation varie de 2 à 8 fois par mois. En clair, la fréquence de consommation des tubercules d'igname est d'environ 7 fois dans les ménages moyens et riches et 8 fois dans les ménages pauvres.

Lorsqu'on s'intéresse aux dépenses annuelles pour les différents produits amylacés, on obtient les résultats du tableau 5. Il se dégage de l'analyse de ce tableau que d'une manière globale, le niveau de dépenses pour les produits amylacés augment avec le niveau de prospérité des ménages. Les dépenses des ménages riches et moyens

Tableau 4. Proportion de ménages consommant différents d'amylacé et fréquence de consommation.

	Niveau de prospérité											
	Pauvre			Moyen			Riche			Ensemble		
Amylacés	% M	—Fréq.—		% M	—Fréq.—		% M	—Fréq.—		% M	—Fréq.—	
Maïs	98,7	24,2	(17,4)	95,3	20,6	(12,2)	93,3	15,8	(6,7)	96,8	22,1	(15,0)
Riz	97,5	9,9	(5,6)	100,0	11,3	(5,4)	100,0	9,8	(2,1)	98,7	10,4	(5,3)
Gari	98,7	11,1	(7,8)	81,3	10,4	(6,1)	66,7	7,6	(4,6)	88,6	10,5	(7,0)
Haricot/niébé	69,6	4,4	(3,8)	70,3	5,0	(4,6)	73,3	5,9	(5,1)	70,3	4,8	(4,3)
Pain	84,8	12,4	(8,1)	92,2	14,2	(7,8)	93,3	13,1	(8,6)	88,6	13,1	(8,0)
Cossette de manioc	7,6	2,0	(4,2)	14,1	0,9	(2,6)	0,0	0,0		9,5	1,3	(3,4)
Tapioca	19,0	4,1	(4,3)	23,4	2,9	(3,9)	33,3	3,5	(1,7)	22,2	3,5	(4,0)
Farine de cossette de manioc	10,1	1,4	(3,1)	0,0	0,0		26,7	1,0	(2,4)	7,6	1,0	(2,6)
Cossette d'igname	12,7	5,6	(7,0)	45,3	4,8	(5,4)	46,7	1,7	(2,2)	29,1	5,0	(6,2)
Farine de cossette d'igname	39,2	2,7	(3,1)	35,9	3,1	(3,5)	26,7	2,9	(3,1)	36,7	2,9	(3,2)
Tubercule d'igname	91,1	7,6	(5,1)	92,2	6,8	(4,8)	93,3	7,3	(3,9)	91,8	7,3	(4,9)

% M = Proportion (en %) de ménages consommant le produit.
( ) = Les chiffres entre parenthèses sont des écart-type
Fréq. = Fréquence de consommation du produit (nombre de fois par mois)
Source : Résultats d'enquêtes 2006–2007.

sont pratiquement le double de celles des ménages pauvres. Les dépenses pour le riz, le pain, le maïs et le haricot/niébé augmentent avec le niveau de prospérité des ménages. Pour les produits d'igname, les ménages moyens semblent dépensés plus comparativement aux autres catégories de ménages.

Cependant, une analyse de l'évolution des dépenses des ménages (entre août 2006 et juillet 2007) pour l'ensemble des produits d'igname (figure 1) indique que des tendances différentes suivant la catégorie de ménages considérés. En effet, les dépenses des ménages pauvres pour les produits d'igname sont plus élevées entre février et avril et plus faibles entre août et octobre. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'au cours de cette période le maïs est relativement cher et donc les produits d'igname constituent une alternative abordable pour les ménages pauvres entre février et avril. Les ménages riches, quant à eux, dépenses plus pour les produits d'igname entre mai et juillet, voire août et octobre. La valeur la plus faible se situe entre novembre et janvier. Pour les ménages moyens, les dépenses varient peut au cours de l'année et oscillent autour de 8 000 FCFA pour chaque période. En outre, la figure 1 montre que les dépenses des ménages riches et moyens pour les produits d'igname sont supérieurs à la moyenne quelle que soit la période de la l'année. Les dépenses des ménages moyens pour les produits d'igname sont supérieures à celle des ménages riches entre novembre et avril.

Pour ce qui est des parts des dépenses consacrées à chaque type d'amylacés, on remarque (tableau 5) que les ménages riches et moyens investissent plus dans l'achat du riz alors que les ménages pauvres préfèrent plus le maïs. La part que les ménages riches et moyens allouent aux produits d'igname est plus élevée que

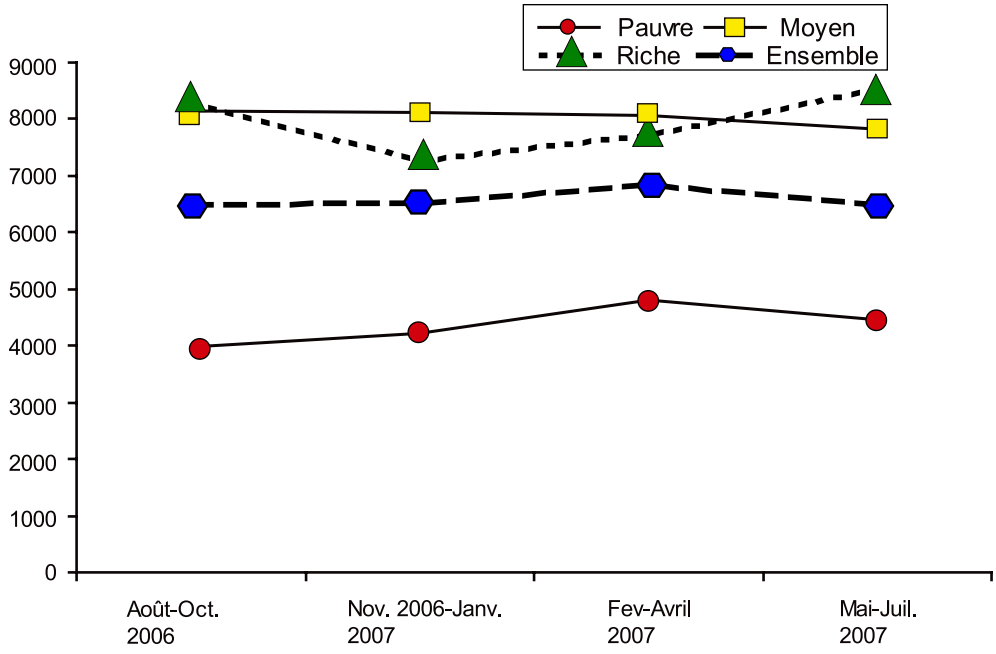


Figure 1. Evolution des dépenses pour l'igname entre août 2006 et juillet 2007.

Source : Résultats d'enquêtes 2006–2007.

celle allouée par les ménages pauvres. On note, en outre, que les ménages pauvres investissent plus dans l'achat de farine d'igname que dans l'achat de cossettes d'igname. Par contre, les ménages riches semblent investir plus dans les cossettes que dans l'achat de farine de cossettes. En fait, selon la plupart des personnes interviewées, la qualité hygiénique de la farine d'igname est médiocre par rapport à celle des cossettes, ceci pourrait expliquer la préférence des ménages riches pour les cossettes. De plus, les ménages riches estiment qu'en achetant directement les cossettes d'igname, ils pourront faire le tri et ainsi limiter les impuretés, de même que celles moisies ou impropres à la consommation. Ce qui n'est pas le cas des ménages pauvres qui privilégient plus le prix que la qualité.

En somme, on peut retenir que divers types d'amylacés sont consommés dans les ménages urbains. Cependant, le riz et le maïs représentent de loin les amylacés les plus consommés. Ce résultat confirme celui de Bricas et Vernier (1997), selon qui le maïs est de loin l'amylacé le plus consommé à Lomé et à Cotonou. Toutefois, les résultats indiquent également que le riz prend de plus en plus d'ampleur au point de rivaliser avec le maïs. Il en est de même des produits d'igname (cossettes, farine de cossettes, tubercules) qui occupent aussi une position non négligeable (14 à 30% des dépenses). En d'autres termes, le riz et l'igname qui étaient considérés comme des produits de diversification du régime alimentaire deviennent de plus en plus des aliments assez fréquemment consommés dans les ménages urbains.

Préférences des ménages pour les différents produits d'igname

Afin de mettre en exergue les produits d'igname les plus prisés par les ménages urbains, une liste préétablie a été soumise à leur appréciation. C'est la méthode de classification par paire qui a été utilisée à cet effet. Les résultats du test de concordance de Kendall (tableau 6) indiquent que d'une manière globale, l'igname bouillie, l'igname pilée et le *amala* sont les trois produits les plus prisés par les ménages. L'analyse par

Tableau 5. Dépenses totales annuelles consacrée à chaque type d'amylacé (en Fcfa et en %).

	Niveau de prospérité							
	Pauvre		Moyen		Riche		Ensemble	
Types d'amylacés	Fcfa	%	Fcfa	%	Fcfa	%	Fcfa	%
Maïs	22793,2	30,8	25513,9	18,7	27196,7	19,1	24313,3	23,0
Riz	17215,3	23,2	33994,5	24,9	42692,7	30,0	26430,7	25,0
Haricot/niébé	4888,5	6,6	8466,8	6,2	9105,0	6,4	6738,3	6,4
Pain	6591,8	8,9	12466,8	9,1	16016,0	11,2	9866,3	9,3
Gari	8981,3	12,1	10900,9	8,0	9681,7	6,8	9825,3	9,3
Cossette de manioc	1148,7	1,6	2292,2	1,7	0,0	0,0	1502,8	1,4
Tapioca	1511,1	2,0	921,8	0,7	5530,0	3,9	1653,9	1,6
Farine de cossette de manioc	256,3	0,3	0,0	0,0	3160,0	2,2	428,2	0,4
Cossette d'igname	796,2	1,1	9685,2	7,1	8196,7	5,7	5099,4	4,8
Farine de cossette d'igname	2064,8	2,8	12523,8	9,2	5146,7	3,6	6593,9	6,2
Tubercule d'igname	7821,3	10,6	19624,1	14,4	15769,3	11,1	13356,7	12,6
Dépenses totales pour les amylacés (Fcfa/an)	74068,5	100	136389,9	100	142494,7	100	105808,8	100

Source : Résultats d'enquêtes 2006–2007.

catégorie sociale montre qu'au niveau des ménages pauvres, c'est l'igname bouillie qui est plus prisée alors qu'au niveau des ménages moyens c'est l'igname pilée. Pour les ménages riches, l'igname frite est le produit le plus prisé, suivi du *amala* et de l'igname pilée. Le *amala* occupe la deuxième place au niveau des ménages moyens et riches alors qu'au niveau des pauvres, il occupe la quatrième place.

Amala est généralement préparé soit en mélange avec la farine de maïs (7% des cas), soit seul (91% des cas), soit en mélange avec autres choses. En effet, seul 10% des ménages achète du *amala* préparé hors du ménage. En outre, 52% des ménages achètent de la farine de cossette et 38% achètent des cossettes qu'ils transforment en farine.

En substance, on peut retenir que l'igname pilée, l'igname frite, l'igname bouillie et le amala sont les produits d'igname les plus prisés. L'igname pilée occupe une très bonne position quel que soit le niveau de prospérité du ménage considéré. Le amala vient globalement en troisième position après l'igname bouillie et l'igname pilée. Ce résultat semble légèrement infirmé celui de FSA/UAC (1997) pour qui la préférence des consommateurs béninois est en faveur de amala. Ceci indique une légère modification des préférences des consommateurs urbains. Cette préférence semble concordée avec les observations faites par le même auteur à Lomé où la préférence des consommateurs togolais est en faveur de l'igname pilée.

Malgré ce changement de position de amala par rapport à l'igname pilée (changement de position probablement dû au goût relativement amère du amala), il reste toujours un produit assez fréquemment consommé dans les ménages (et à domicile) notamment à cause de la facilité de préparation, ses qualités organoleptiques et diététiques (les personnes interviewées estiment que la consommation de amala est plus indiquée pour le diabétique), la facilité d'approvisionnement et la facilité de stockage des cossettes. Ce qui n'est pas le cas de l'igname pilée que la plupart des ménages étudiés achète hors du ménage. Ceux qui préparent l'igname pilée à domicile sont dans 70% des cas des ménages provenant des zones traditionnelles

Tableau 6. Préférence des ménages : résultats de la classification par paire.

Produits*	Niveau de prospérité			
	Pauvre	Moyen	Riche	Ensemble
Igname bouillie	1 (2,40)	3 (2,94)	4 (3,10)	1 (2,68)
Igname pilée	2 (3,19)	1 (2,35)	3 (2,80)	2 (2,82)
Amala (télibo-wo)	4 (3,33)	2 (2,52)	2 (2,77)	3 (2,96)
Igname frite	3 (3,31)	4 (3,33)	1 (2,60)	4 (3,25)
Ragoût d'igname	5 (3,74)	5 (4,43)	5 (4,23)	5 (4,06)
Igname braisée/grillée	6 (5,69)	6 (6,01)	6 (6,20)	6 (5,87)
Wassa-wassa	7 (6,34)	7 (6,42)	7 (6,30)	7 (6,37)
W de Kendall**	0,461 (p=0,000)	0,608 (p=0,000)	0,588 (p=0,000)	0,510 (p=0,000)
Khi-deux	223,89	233,35	52,92	489,81
N	81	64	15	160

* Les chiffres entre parenthèses sont les rangs moyens. ** p= probabilité
Source : Résultats d'enquêtes 2006–2007.

de production d'igname (Centre et Nord du Bénin notamment).

Facteurs privilégiés par les ménages lors de l'achat des tubercules d'igname

Divers facteurs sont pris en compte par les consommateurs lors de l'achat des tubercules d'igname. Parmi ceux-ci on retrouve le prix, la variété, la taille des tubercules, le goût, la couleur de la peau et de la chair, l'utilisation à en faire, la texture de la chair et la provenance. L'importance accordée à ces différents facteurs dépend du niveau de prospérité des ménages considérés. Ainsi, comme le montrent les résultats de la hiérarchisation présentés au tableau 7, le prix représente le facteur le plus important au niveau des ménages pauvres. On retrouve en deuxième et troisième position la taille des tubercules et la variété. Au niveau des ménages moyens, c'est plutôt la variété qui constitue le facteur le plus important. Le goût et la taille viennent en deuxième et troisième positions. Pour les ménages riches, la taille des tubercules est l'élément le plus privilégié, suivie de la variété et du prix. D'une manière générale, les facteurs tels que la texture de la chair et la provenance sont très peu pris en compte.

Pour ce qui est particulièrement du facteur « variété », on remarque qu'il arrive soit en première, deuxième ou troisième position dans les facteurs privilégiés lors de l'achat des tubercules. Les variétés les plus appréciées sont présentées dans le tableau 8 en fonction du niveau de prospérité des ménages étudiés. On remarque que la variété *laboko* est la plus prisée par 73 à 85% des ménages étudiés. On retrouve ensuite les variétés *ala* et *kokoro*.

Deux résultats importants sont à retenir de ce paragraphe. D'abord, les variétés traditionnellement reconnues pour la fabrication de cossettes d'igname (notamment le *D. cayenensis-rotundata*, connu sous le nom de *kokoro*) se retrouvent de plus en plus appréciées par les ménages urbains pour la consommation notamment sous forme bouillie. On peut donc supposer que la demande de cette variété devient de plus en plus importante au point que les paysans sont obligés de la commercialiser en tubercules sans transformation en cossettes.

Le deuxième élément qu'il importe de retenir est le fait que le prix soit un critère assez important pour les ménages pauvres. Ceci concorde avec les résultats du paragraphe précédent où les pauvres ont une forme préférence pour l'igname bouille. En effet, les variétés (comme *ala*, *gangni*, *gnidou*) utilisées pour l'igname bouillie sont

Tableau 7. Facteurs privilégiés par les consommateurs lors de l'achat de tubercules d'igname.

Facteurs*	Niveau de prospérité			Ensemble
	Pauvre	Moyen	Riche	
Variété	3 (3,65)	1 (3,00)	2 (3,73)	1 (3,40)
Prix	1 (3,19)	4 (4,88)	3 (3,90)	2 (3,93)
Taille	2 (3,63)	3 (4,68)	1 (3,20)	3 (4,01)
Goût	4 (5,21)	2 (4,59)	6 (5,33)	4 (4,97)
Couleur de la peau	5 (5,75)	5 (5,54)	4 (5,13)	5 (5,61)
Utilisation à en faire	7 (6,14)	6 (5,61)	7 (6,40)	6 (5,95)
Couleur de la chair	6 (6,01)	7 (6,25)	5 (5,20)	7 (6,03)
Texture de la chair	8 (6,82)	8 (6,63)	8 (7,10)	8 (6,77)
Provenance	9 (7,17)	9 (6,76)	9 (7,10)	9 (7,00)
Autres	10 (7,43)	10 (7,06)	10 (7,90)	10 (7,32)
W de Kendall**	0,350 (p=0,000)	0,275 (p=0,000)	0,344 (p=0,000)	0,297 (p=0,000)
Khi-deux	254,93	158,34	46,42	427,33
N	81	64	15	160

* Les chiffres entre parenthèses sont les rangs moyens. ** p= probabilité
Source : Résultats d'enquêtes 2006–2007.

souvent celles qui coûtent relativement moins chers et constituent donc les plus à la portée des ménages à faible revenu. Ce qui n'est pas le cas des ménages riches qui préfèrent plus l'igname pilée dont la fabrication demande des variétés plus chères notamment le *laboko*. Cette dernière variété est aussi utilisée sous forme bouillie.

Facteurs déterminants la préférence des ménages pour les différents produits d'igname

Plusieurs facteurs déterminent la préférence des ménages pour les produits d'igname. Ces facteurs (tableau 9) ont été hiérarchisés en fonction des quatre principaux types de produits d'igname (igname pilée, amala, igname bouillie et igname frite). Les résultats du tableau 9 montre que le facteur « me plaît, a bon goût » est le plus important quel que soit le type de produit considéré. En deuxième position, on retrouve le facteur « bon pour la santé » au niveau de l'igname pilée et du amala. La facilité de préparation est le deuxième facteur déterminant la préférence des consommateurs pour l'igname bouille. Pour l'igname frite, la facilité d'obtention et de préparation constituent les deux autres facteurs les plus importants.

Conclusions

L'igname et ses produits dérivés (notamment l'igname pilée, l'igname frite et le amala) apparaissent avoir acquis une place importante dans l'alimentation des ménages urbains pratiquement au même titre que le maïs et le riz. En d'autres termes, le riz et l'igname qui étaient considérés comme des produits de diversification du régime alimentaire pour les ménages urbains deviennent de plus en plus des aliments assez fréquemment consommés. L'igname pilée et le amala sont globalement les produits d'igname les plus prisés dans les ménages urbains étudiés. Les variétés traditionnellement reconnues pour la fabrication de cossettes d'igname (notamment le *D. cayenensis-rotundata*, connu sous le nom de *kokoro*) se retrouvent de plus en plus appréciées par les ménages urbains pour la consommation notamment sous forme bouillie.

Tableau 8. Répartition des enquêtés suivant les variétés préférées.

Variétés préférées	Niveau de prospérité		
	Pauvre	Moyen	Riche
Ala	43 (53,1)	30 (46,9)	10 (66,7)
Gangni	4 (4,9)	1 (1,6)	1 (6,7)
Gnidou	6 (7,4)	3 (4,7)	2 (13,3)
Kokoro	29 (35,8)	33 (51,6)	10 (66,7)
Laboko	63 (77,8)	55 (85,9)	11 (73,3)
Autres *(Balè, Anago, Nago té, Agatou, Molokoro, etc.)*	8 (9,9)	14 (21,9)	2 (13,3)

* Les chiffres entre parenthèses sont des pourcentages
Source : Résultats d'enquêtes 2006–2007.

Tableau 9. Raisons pour lesquelles les ménages consomment les différents produits d'igname.

Raisons*	Igname pilée	Amala (télibo-wo)	Igname bouillie	Igname frite
Me plaît, a bon goût	1 (1,48)	1 (1,88)	1 (2,00)	1 (1,85)
Bon pour la santé	2 (3,24)	2 (3,11)	3 (3,92)	5 (4,45)
Par habitude ou tradition	3 (3,89)	3 (4,21)	5 (4,67)	6 (4,60)
Autres (diversifier les mets, etc.)	4 (4,77)	6 (4,82)	7 (5,20)	7 (5,35)
Se trouve facilement	5 (4,80)	7 (4,84)	6 (5,11)	2 (3,71)
Facile à préparer	6 (4,89)	4 (4,45)	2 (2,84)	3 (3,74)
Pas cher	7 (4,94)	5 (4,70)	4 (4,26)	4 (4,31)
W de Kendall**	0,581	0,437	0,436	0,363
	(p=0,000)	(p=0,000)	(p=0,000)	(p=0,000)
Khi-deux	320,57	335,26	381,91	282,91
N	92	128	146	130

* Les chiffres entre parenthèses sont les rangs moyens. ** p= probabilité
Source : Résultats d'enquêtes 2006–2007.

La principale implication de ces résultats est qu'il est indispensable d'inciter l'offre (et par conséquent la production) des variétés traditionnellement reconnues pour la fabrication de cossettes d'igname (notamment le *D. cayenensis-rotundata*). L'autre implication est faut améliorer l'offre et la qualité des produits dérivés notamment la farine de cossette nécessaire à la fabrication du amala.

References

Adanguidi, J. 2001. Réseaux, marchés et courtage. La filière igname au Bénin 1990-1997.

Bricas N. et Vernier P. 1997. Le développement de la filière cossettes d'igname en Afrique de l'Ouest. In *les cahiers de la Recherche développement,* n°44, 1997.

Dagnelie, P. 1998. *Statistique théorique et appliquée: Tome 1 : statistique descriptive et bases de l'inférence statistique*. Paris et Bruxelles, De Boeck & Larcier, 508 p.

Dansi A. et *al*. 2003. Les variétés d'igname cultivées: savoir-faire paysan au Bénin, FAO, Rome.

Djoï D., Monhouanou J.D., et al. 2003. Etude de marché national sur les racines et tubercules et produits dérives, Volume I : Rapport Principal. MAEP/PDRT.

FSA/UAC 1997. Projet : «Valorisation de l'igname pour les marchés urbains», Cotonou, Bénin.

INSAE 2003. Recensement général de la population et des habitats de février 2002, Cotonou, Bénin.

OCS-Banque Mondiale-PNUD 2007. Projet étude d'impacts des réformes foncières sur la pauvreté et la situation sociale au Bénin (PSIA BENIN 2005-2006). Observatoire du Changement Social/Ministère du Développement, de l'Economie et des Finances, 134 p.

PADAP 2003. Etude de faisabilité. Tome 2 : Diagnostic : demande, offre et marchés et systèmes de production. Rapport définitif, Programme d'appui au développement agricole périurbain, Sud Bénin. PADAP/MAEP, Cotonou, 158 p.

SCRP 2007. *Strategie de Croissance pour la Reduction de la Pauvrete*, version finale. 117 p.

Déterminants de L'adoption des Technologies de Transformation de L'Igname: Cas de la Transformation en Cossettes et en Farine au Nord de la Cote D'ivoire

R. F. Monney[1], S. Coulibaly[2], K. Sylla[3], Souleymane S. Diallo[4], B. N'Kamleu[5]
[1]Ingénieur Agroéconomiste, 02 B.P. 813 Abidjan 02
[2] Centre National de Recherches Agronomiques, 01 BP 1740 Abidjan 01
[3]Université d'Abidjan Cocody, 08 BP 1295 Abidjan 08
[4]Université d'Abidjan Cocody, 08 BP 1295 Abidjan 08
[5] IITA PMB 5320, Oyo Road/ Nigeria

Résumé
Cet article propose une analyse empirique de l'adoption des technologies de transformation de l'igname. L'étude, qui est l'une des rares analyse dans le domaine de l'igname à s'intéresser à l'adoption des procédés de transformation, explore les liens entre les caractéristiques sociales, culturelles et professionnelles des paysans et l'adoption des technologies de transformation. Son objectif principal est d'identifier les déterminants de l'adoption de la technologie de transformation de l'igname en cossettes et en farine dans la zone nord de la Côte d'Ivoire. De façon spécifique, l'étude a concerné les ménages de la zone couverte par le projet « Valorisation de l'Igname : Système Cossette » exécuté de 1998 à 2001. L'identification des déterminants a été faite à partir d'une analyse par régression logistique. Les facteurs d'influence de la décision d'adoption sont l'encadrement des paysans, l'âge et l'appartenance à la caste des cultivateurs. L'encadrement offert aux producteurs d'igname influence positivement et de façon significative la probabilité d'adoption. De même l'âge et la caste sont significatifs et améliorent la probabilité d'adoption.

Abstract
Yam processing technology adoption : the case of yam chip flour production in northern of Côte d'Ivoire. This article provides an empirical analysis of yam processing technology adoption. The study, one of the few in the field of yams which analyses the processing technology adoption, explores the links between social, cultural, and professional farmers and adoption of processing technologies. Its main objective is to identify factors that influence yam chip and flour production and the processing technology adoption in the north of Cote d'Ivoire. More specifically, the study involved households in the area covered by the project "Enhancement of yam: yam chip system" executed from 1998 to 2001. A Logit regression model was used to identify the adoption's reasons. Factors influencing the decision to adopt are extension service, age and belonging to the caste of farmers. The guidance offered to producers of yam influences significantly and positively the likelihood of adoption. In the same case, age and caste are significant and improve the likelihood of adoption.

Introduction
Malgré son importance pour l'alimentation des populations africaines où l'on consomme jusqu'à 250 kg/habitant/an, l'intérêt de la recherche scientifique pour l'igname a été très limité jusque dans les années 70. A partir de cette période, des travaux de recherches ont donné des résultats remarquables, concernant d'une part la productivité dont l'accroissement peut atteindre 79%, la création de nouveaux cultivars (Degras 1993), et d'autre part la transformation à des fins alimentaires. Dans ce dernier domaine, les résultats les plus significatifs sont entre autres, la mise au point de granulés d'igname, des flocons et de la farine d'igname. Certains de ces produits pouvaient servir à la préparation de foutou et de purée. Malheureusement

ils n'ont pas eu auprès des consommateurs le succès escompté. Cependant depuis une vingtaine d'année au Nigeria et au Bénin, l'Amalla et le Wassa-wassa, des mets à base de farine d'igame, sont très prisés par les populations urbaines. Cette farine est obtenue après broyage et concassage d'ignames épluchées et séchées appelées cossettes. La transformation des ignames en cossettes, à l'origine procédé traditionnel de récupération des tubercules abîmés, s'est largement développée, au delà même des frontières des pays d'origine. En Côte d'Ivoire, le procédé de transformation a été proposé et diffusé aux producteurs dans trois régions de la zone des savanes par le Cirad, l'Université de Bouaké et le Geprenaf. Cette action s'inscrivait dans le projet « valorisation de l'igname : système cossette » (Projet CIRAD/IITA). Le but de cette diffusion était de favoriser la diversification alimentaire, tant en milieu rural qu'urbain en valorisant un produit local à fort potentiel. Cependant le constat est que très peu de ménages, en Côte d'ivoire, intègrent des plats à base de farine dans leurs habitudes alimentaires. De même, les cossettes et la farine d'igname ne sont pas très souvent rencontrées sur les marchés. Dans un tel contexte on est tenté de s'interroger sur le niveau d'adoption réelle du système cossette qui devait servir à approvisionner les marchés en cossette et en farine.

La présente étude contribue à apporter une réponse à cette interrogation. Elle a pour objectif de déterminer le niveau d'adoption de ces nouvelles technologies parmi les populations qui ont été les premières à bénéficier de cette diffusion. Aussi se propose-t-elle d'identifier les déterminants de l'adoption, en d'autres termes les facteurs qui influencent de façon significative la décision des agents économiques. Elle tire son importance du fait qu'elle prend en compte l'ensemble des populations de la zone rurale concernée par le projet valorisation du système cossette du Cirad (1998-2001). En outre, elle servira d'aide à la décision pour orienter la promotion de l'igname et de ses produits dérivés.

Cadre théorique

L'igname en Côte d'Ivoire

L'igname constitue la première production vivrière de la Côte d'Ivoire en termes de tonnage et de répartition spatiale (Doumbia, 1995). En effet, les systèmes de cultures à base d'igname se retrouvent sur l'ensemble du territoire ivoirien. Il existe une grande aire de production couvrant la zone allant de l'est à l'ouest, en passant par le nord et le centre (Stessens *et al*, 1998). Cependant, toutes les régions n'accordent pas la même importance à l'igname malgré son omniprésence dans les systèmes de culture. Au nord du pays, l'igname occupe la 4ème place par ordre d'importance (mobilisant 40% de la population) derrière le maïs, l'arachide et le riz au niveau des cultures vivrières pratiquées (PAM, 2006). Alors qu'au centre elle occupe la première place (mobilisant 96% de la population) devant le manioc, la banane plantain et le riz (PAM, 2006). A propos des variétés cultivées, il en existe deux grandes espèces : les précoces (*Dioscorea cayenensis*) et les tardives (*Dioscorea alata*). Les ignames précoces sont les plus appréciées, de façon générale, sur le plan alimentaire. Toutefois quelle que soit l'espèce, l'igname est consommée au moins deux (2) fois par semaine par les populations du centre et du nord, pauvres ou non (PAM, 2006).

Au sujet du matériel de plantation, bien qu'il existe, en Côte d'Ivoire, une collection d'igname les appuis institutionnels en faveur de la production et de la distribution de semence sont faibles. Contrairement au manioc et à certaines céréales, l'igname ne bénéficie pas d'un plan de production et de distribution de

semences. Toutefois à la faveur du projet « FIDA igname », des chercheurs se penchent sur la production de semenceaux sains par la technique des mini fragments (minisets). Leurs travaux permettront de combler certaines insuffisances dans le secteur.

En ce qui concerne la commercialisation de l'igname, les acteurs et les circuits fonctionnent par saisons. En effet, les ignames précoces (de l'espèce *Dioscorea cayenensis*) sont présentes sur les marchés sur la période d'août à décembre. Les ignames tardives (de l'espèce *Dioscorea alata*) quant à elles prennent le relais dès le début des récoltes qui se situe en Octobre. Cependant toute la production paysanne n'est pas immédiatement consommée ou vendue ; des stocks alimentaires sont constitués pour prévenir les moments de soudure entre mai et août (Voevodsky, 1999). Cependant les paysans sont amenés, très souvent, à faire des prélèvements sur ces stocks pour subvenir à des besoins financiers malgré le risque d'insécurité alimentaire. A propos de la distribution, les grands centres de regroupement de l'igname se situent au nord (Ferkessédougou), au centre (Bouaké) et à l'est (Bouna). De ces centres, l'igname est acheminée vers Abidjan (la plus grande zone de consommation) et vers les pays sahéliens (Mali, Burkina Faso, Niger).

Technologie agro-alimentaire et Cossette d'igname

Les cossettes d'igname sont des tubercules d'igname séchés entiers ou en morceaux. La technique de transformation des tubercules frais en cossettes consiste à les éplucher, les précuire pendant une heure dans de l'eau chaude (environ 70°). A cette eau de cuisson est ajoutée des substances naturelles qui ont un rôle antifongique et insectifuge. Après précuisson, les tubercules sont séchés au soleil pendant 2 à 4 jours environ (BRICAS *et* Vernier 2000).

Cette technologie agroalimentaire a suscité l'intérêt des populations et des agents de développement à cause de la forte urbanisation couplée à une hausse de la démographie, de la stagnation de la productivité agricole et de la hausse des prix des produits alimentaires. Cependant en Côte d'Ivoire, contrairement à des pays tels que le Bénin (Hounhouigan et al. 1998), les populations s'adonnent très peu à la transformation agro-alimentaire. Les initiatives artisanales souvent rencontrées concernent la transformation des céréales et du manioc. L'igname, quant à elle, connait une transformation artisanale marginale car elle est davantage consommée à l'état frais. Une étude financée par le PAM (Stessens, 2006) sur la sécurité alimentaire indique que la transformation de produits agricoles est pratiquée par 13% et 2% de la population respectivement du centre et du nord.

Par ailleurs c'est dans cette zone qu'a été mis en œuvre le projet intitulé « valorisation de l'igname pour les marchés urbains : diffusion régionale du système cossette » de 1998 à 2001 (Projet CIRAD/IITA). L'objectif général du projet était de favoriser la diversification de l'alimentation en milieu urbain en valorisant un produit local à fort potentiel (l'igname) par la diffusion de la technologie de transformation en cossette. Il concernait cinq pays : le Bénin, le Burkina, le Cameroun, le Togo et la Côte d'Ivoire. En Côte d'Ivoire, il s'agissait dans un premier temps de former les paysans à la technologie des cossettes et de la farine d'igname. Pour cela des formations ont été organisées au Bénin et en Côte d'Ivoire. Dans un second temps, le projet devait par des campagnes de sensibilisation et un appui à la commercialisation favoriser l'introduction des cossettes et de la farine d'igname dans les habitudes de consommation des populations rurales et surtout urbaines (Touré, 1999). L'exécution des activités a favorisé la collaboration entre trois (3)

structures : le CIRAD, le Geprenaf et l'Université de Bouaké. Cependant la fin du financement du projet a coïncidé avec les troubles liés à la crise militaro-politique qui a causé la suspension des activités des structures locales (chargées de la pérennisation du projet).

Fondements théoriques de l'adoption des technologies

La littérature, concernant les analyses sur l'adoption, présente des méthodes issues de champs divers : la psychosociologie, la sociologie, les sciences économiques et de gestion, les sciences de l'information et de la communication, etc.

Les théories basées sur la psychosociologie sont souvent associées à d'autres champs (sociologie, sciences de l'information, etc.) pour tenter d'expliquer les comportements d'adoption. Dans ce domaine, sont développées les théories de la diffusion (Rogers, 1983 ; 1995) et de la résistance (Ram, 1987 ; Bashshur *et al*, 1997)**.** Ces auteurs propose des modèles théoriques pour l'étude de la diffusion (ou l'absence de diffusion) sociale des innovations techniques dans la société et les organisations. Ils sont, également, applicables à des études sur le comportement d'adoption au niveau individuel (Moore *et* Bebasat 1991). A propos de la théorie de la diffusion, elle est envisagée dans le temps selon un processus en cinq étapes (processus linéaire). Utilisant cette approche, des travaux (Herbert *et* Benbasat 1994 ; More *et* Benbasat 1991 ; 1995 ; Agarwal *et* Prasad 1997) ont montré que les déterminants proviennent de trois sources : (i) la perception des utilisateurs potentiels sur l'innovation ; (ii) les caractéristiques de l'innovation ; (iii) les caractéristiques des utilisateurs eux-mêmes. Cependant l'une des principales limites est la représentation d'un processus de diffusion linéaire qui ne prend pas en compte les interactions entre innovateurs, innovation et utilisateurs. La théorie de la résistance, pour sa part, soutient que la réussite de l'adoption dépend de la capacité d'évolution de l'innovation selon les résistances et les besoins des consommateurs. De ce fait trois déterminants ont été identifiés : (i) les caractéristiques perçues de l'innovation, (ii) les caractéristiques des consommateurs, (iii) les caractéristiques des mécanismes de propagation.

D'autres approches telles que celles de l'action raisonnée (Fishbein *et* Ajzen1975 ; Moore *et* Benbasat 1995), des comportements interpersonnels (Triandis, 1980 ; 1989), du comportement raisonnée (Ajzen, 1985 ; 1991), de l'acceptabilité sociale (Mallein, 1990), de l'acceptation de la technologie (Davis, 1989 ; Chau et Hu 2002) et de l'apprentissage vicariant et autoéfficacité (Bandura, 1997 ; 2003) visent, également à expliquer et à prédire l'adoption des comportements individuels. Les travaux de ces auteurs ont montré que l'intention d'adoption, l'attitude de l'individu (perception individuelle des conséquences du comportement/l'innovation), la norme subjective (perception du groupe sociale ou de la communauté), l'impact de l'innovation sur le statut social, les variables hors contrôle de l'individu (ressources, opportunités, etc.) sont des facteurs qui influencent directement l'adoption.

Dans le domaine de l'agriculture, certaines méthodes utilisant des applications statistiques basées sur des fondements économiques ont été largement développées et utilisées. On peut citer à cet effet l'analyse des fréquences ou des moyennes qui permet une comparaison des caractéristiques des paysans (adoptants ou non) (CIMMYT, 1993.), et les méthodes non paramétriques (méthodes de Chi-deux, analyse des tableaux de contingence, analyse des corrélations,…). Utilisant la méthode du Chi-deux, Smale *et al* (1991) ont mis en évidence l'importance de la superficie dans l'adoption des technologies liées au maïs hybride au Malawi.

Cependant ces méthodes, suscitées, ne permettent pas de déterminer le poids de chaque variable dans la décision d'adoption. A cet effet, l'utilisation de l'analyse discriminante apparait comme une alternative à cette limite. Yoli (1999) dans son étude sur la micro-finance en Côte d'ivoire, a identifié, à l'aide de l'analyse discriminante, les facteurs explicatifs (et leur poids respectifs) de la demande de micro-crédits. De même des modèles de probabilité linéaire ont été utilisés. Cette méthode a été utilisée par Nweke (1996) pour estimer les coefficients des variables explicatives de la proportion de champs de manioc destiné à la commercialisation.

A côté des méthodes, ci-dessus développées, se trouvent des méthodes économétriques, plus raffinées. Celles-ci emploient des modèles à choix discret et modélisent la décision d'adoption du paysan ou du ménage (Maddala, 1981 ; Gourieroux, 1989). La littérature, concernant les études économétriques sur l'adoption des technologies agricoles en Afrique, est relativement peu abondante. Néanmoins, durant ces dernières décennies, des auteurs se sont penchés sur la modélisation de la décision d'adoption des innovations dans le secteur de l'agriculture (Njoku, 1990 ; Kumar, 1994 ; Nkamleu, 1996 ; Croppenstedt et Demeke 1996 ; Fagbemissi *et al*, 2002 ; Gillespie et al. 2007, Diagne et Demont 2007). Njoku (1990), pour sa part, a orienté ses travaux sur les innovations en matière de technologies de production de l'huile de palme. Il a montré que la tenure foncière, l'accès au crédit, le contact avec les services de vulgarisation et l'appartenance à une coopérative sont des déterminants de l'adoption. Les travaux de Feder et al. (1985), mettent l'accent sur les modèles Probit et Logit ; pour eux ceux-ci semblent être les plus appropriés pour ce type d'analyse. Suivant leur recommandation, Croppenstedt (1996), a partir du probit, a examiné l'adoption des fertilisants dans la culture des céréales en Ethiopie. Au Cameroun, N'Kamleu (1996); N'Kamleu et Coulibaly (2000) et Sotamenou et Parrot (2005) ont utilisé le logit dichotomique. Gillespie *et al* (2007), quant à eux, ont utilisé le logit multinomial pour analyser les facteurs influençant l'adoption de bonnes pratiques de gestion chez des fermiers aux USA.

En résumé le cadre théorique offre une gamme variée de théorie et de modèles d'analyse dans tous les secteurs et notamment le secteur agricole. Notre choix se porte sur le modèle Logit à l'instar des travaux de Sotamenou *et al* (2005), de N'Kamleu (1996); N'Kamleu et Coulibaly (2000), de Croppenstedt et Demeke (1996) parce que les estimateurs obtenus, dans ce cas, sont plus robustes. De plus, les variables explicatives ne suivent pas nécessairement la loi normale.

Méthodologie

Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude est constitué par les localités couvertes par le projet « valorisation de l'igname pour les marchés urbains : diffusion régionale du système cossette » 1998-2001 (projet CIRAD/IITA). Il s'agit des départements de Dabakala, de Ferkéssedougou et de Korhogo, situés au nord de la Côte d'Ivoire. Ces départements sont localisés dans une région caractérisée par un climat de type tropical humide où la pluviométrie est de type monomodal. La végétation présente une cohabitation entre la savane arborée, la forêt claire et les galeries forestières (le long des cours d'eau). Cette zone depuis Septembre 2002 est sous l'administration de l'ex-rébellion[1].

1 Depuis Septembre 2002, une crise militaro-politique a favorisé l'occupation de certaines localités de la Côte d'Ivoire par les « Forces Nouvelles » désormais appelées l'« ex-rébellion ». Les départements de la zone d'étude font partie des localités occupées par l'« ex-rébellion ».

L'igname constitue, dans la zone d'étude, la base de l'alimentation. Mais sa production est limitée par des contraintes. Des problèmes liés à la fertilité des sols, à la disponibilité de la main d'œuvre et la liquidité financière se posent aux producteurs. De même, les changements environnementaux et la destruction des ressources naturelles représentent un défi surtout dans un contexte de pression foncière. Au sujet de la conservation de l'igname, elle est systématiquement pratiquée par les agriculteurs qui trouvent ainsi (i) une possibilité de commercialisation plus rentable pendant la période de pénurie et (ii) une amélioration de l'autoconsommation. Quant à la transformation, elle représente une activité marginale ; ainsi celle relative à la fabrication des cossettes et de la farine d'igname semble ne pas être assez connue.

Par ailleurs, dès le déclenchement de la crise, d'importants mouvements de personnes ont été constatés pour cause de sécurité. Mais depuis 2004, on assiste à une relative normalisation de la situation militaro-politique ; les mouvements de population, certes réduits, sont encore observés avec pour première cause la recherche d'opportunités d'emploi (PAM, 2006).

Echantillonnage

Se référant aux travaux de certains auteurs (Jacquart, 1988 ; Blaizeau et Dubois 1989 ; Clairin et Brion, 1997 ; Grais, 1998), le type d'échantillonnage choisi est un sondage à deux degrés. Dans ce cas des unités primaires puis des unités secondaires sont identifiées et tirés au sort.

Les unités primaires sont constituées par les villages. L'échantillonnage au premier degré a consisté à tirer, au hasard sans remise et proportionnellement à la taille de la population, dix (10) villages parmi les quarante deux (42) concernés.

Les unités secondaires sont constituées par les ménages vivants dans les villages retenus après le tirage au 1er degré. De façon pratique, quinze (15) ménages ont été tirés par village, de façon aléatoire et sans remise. La taille de l'échantillon ainsi obtenue est égale à 150 ménages.

Données collectées

La collecte de données s'est déroulée en deux étapes sur la période de Juin à Août 2007. A cet effet, les données collectées sont relatives à la connaissance et à l'utilisation de la technologie de transformation en cossette et en farine d'igname, aux caractéristiques sociales (l'âge, le genre, l'éducation, l'appartenance à une caste, la taille du ménage, etc.), aux caractéristiques techniques de la technologie de transformation et des systèmes de culture, et à l'appui institutionnel.

Régression Logistique

Se référant aux travaux de Sotamenou et Parrot (2005), de N'Kamleu (1996) ; N'Kamleu et Coulibaly (2000) et de Croppenstedt et Demeke (1996), nous optons pour le modèle Logit. Les résultats permettent d'obtenir dans ce cas des estimateurs plus robustes ; en outre les variables explicatives ne suivent pas nécessairement la loi normale (Press et al, 1978).

La forme générale des modèles à choix discrets est la suivante :

$$P(Y=1)=F(\beta Z_i)$$

P est la probabilité associée à Y=1 ; Y est la variable dépendante qui peut prendre deux valeurs discrètes (0 ou 1) ; Zi est le vecteur des caractéristiques (sociales, économiques, techniques et institutionnels); β est le vecteur de paramètres à

estimer ; F est la fonction de distribution cumulative, le choix du modèle logit suppose que F suit une loi Logistique.
Pour cette étude, deux modèles ont été estimés. Les formes explicites sont les suivantes :
Modèle 1 : Y1 = F (Age, sexe, Educ, taille, Sup, Caste, encad)
Modèle 2 : Y3 = F (Age, sexe, Educ, taille, Sup, Caste, encad)
F est la fonction de distribution cumulative, elle suit une loi Logistique.
Les variables du modèle sont définies dans le tableau n°1.

Le tableau n°2, ci-après, représente la variabilité des facteurs Zi introduits dans le modèle. L'analyse de la variabilité des facteurs permet d'éliminer de la régression les variables qui présentent un pourcentage très fort pour une modalité donnée. C'est pour cette raison que des variables telles que marché et activité ont été écartées du modèle.

Odds Ratio

L'odds ratio est une statistique qui permet d'apprécier le risque de réalisation d'un événement en présence d'un facteur donné.
Lorsque OR =1 : pour une variable donnée, l'influence de la modalité notée 1 sur la variable dépendante est la même que celle de la modalité notée 0.
Lorsque OR $>$ 1 : pour une variable donnée, l'influence de la modalité notée 1 sur la variable dépendante est plus élevée que celle de la modalité notée 0.
Lorsque OR $<$ 1 : pour une variable donnée, l'influence de la modalité notée 1 sur la variable dépendante est plus faible que celle de la modalité notée 0.

Résultats et discussion

Caractérisation de la population étudiée

Les caractéristiques des paysans de l'échantillon sont résumées dans les tableaux 3 et 4. Ces statistiques montrent que 68,5% des paysans n'ont reçu aucune éducation scolaire, religieuse ou initiatique. Cette situation touche à la fois les hommes et les femmes qui représentent respectivement 71% et 29% de l'échantillon. En outre, c'est une population jeune comme le montre la distribution de l'âge : la moitié des individus a moins de 38 ans. De ce fait elle constitue un important capital travail. Celui-ci est essentiellement employé dans l'agriculture car 88% de l'échantillon exerce principalement dans ce secteur. Ici l'importance de l'agriculture relève de sa double fonction. En effet, elle permet de couvrir les besoins alimentaires d'une part et procure des revenus (par la vente des produits de rente ou des surplus de production vivrière) pour faire face aux dépenses du ménage d'autre part.

Ces agriculteurs possèdent pour la plupart des parcelles d'igname dont les superficies varient entre 0,25 ha et 7 ha, avec une moyenne d'environ 1,50 ha. A ce propos, il faut noter que depuis 2005, très peu de paysans s'adonnent aux cultures de rente ; de plus sur cinq (5) cultures pratiquées quatre (4) sont consacrées à la culture des vivriers. Parmi celles-ci, les plus cultivées sont les céréales (riz, maïs, mil, sorgho), les maraîchers et surtout les racines et tubercules en l'occurrence l'igname. La culture de ce produit sert prioritairement à l'alimentation du ménage dont la taille est en moyenne de 9 à 10 personnes. Toutefois, le surplus est commercialisé. A côté de ces deux principales finalités de l'igname, on peut également citer la transformation. Mais celle-ci n'a pas un but commercial, elle est plutôt destinée à l'autoconsommation et concerne une part négligeable de la récolte.

Tableau 1. Définition des variables.

Variables	Définition
Y1	C'est l'utilisation de la technique de transformation des ignames en cossettes. Cette variable indique le fait que le producteur ait au moins une fois produit des cossettes ou de la farine d'igname. Elle prend la valeur 1 si le producteur a utilisé la technique au moins une fois ; et 0 sinon.
Y2	Cette variable indique la production récente de cossettes ou de farine d'igname par le producteur. Elle prend la valeur 1 si il y a eu production de cossettes ou de farine au cours de l'année de l'enquête (2007) ; et 0 sinon.
Y3	Cette variable indique la connaissance du processus de transformation. Elle prend la valeur 1 si le producteur connaît les étapes de la production des cossettes et de la farine ; et 0 sinon.
Age	C'est l'âge du répondant. Nous pensons que l'influence de l'âge sera négative. Les jeunes en général ont moins d'expérience et de ressources que les plus âgées. De ce fait, ils sont moins prompts à suivre les innovations qui ne leur procurent pas de revenus satisfaisants. La variable prend la valeur 1 si l'âge du producteur est entre 17 et 32 ans et 0 de 33[2] ans et plus.
sexe	Le sexe du répondant : 1= féminin, 0= masculin. Nous attendons une influence positive sur la décision d'adoption. En effet la transformation de produits agricoles en denrées alimentaires est le plus souvent du ressort des femmes.
Educ	C'est le niveau d'éducation du répondant. Cette variable prend en compte l'instruction scolaire (primaire, secondaire), l'éducation religieuse (école coranique) et les rites initiatiques propres à certaines cultures (le pôrô chez le Senoufo). Elle prend la valeur 1 si le producteur n'a reçu aucune des formes d'éducation suscitées et 0 sinon. Nous espérons qu'il influence négativement la probabilité d'adoption.
taille	C'est le nombre de personnes dans le ménage. Nous pensons que plus, la taille est grande plus, elle a une influence positive. Cette variable est une proxy de la main d'œuvre qui est surtout sollicitée pour les opérations d'épluchage et de broyage. Elle prend la valeur 1 lorsque la taille est comprise entre 1 et 6 personnes ; et 0 si plus de 6[3] personnes.
Sup	Cette variable indique la superficie d'igname. Elle prend la valeur 1 si la superficie est comprise entre 0,25ha et 1ha ; et 0 si plus de 1 ha[4] . Nous attendons une influence négative sur la décision d'adoption. En effet les paysans possédant de grandes superficies sont plus enclins à accepter la technologie de transformation pour réduire les pertes post récoltes.
Caste	C'est l'identification de la caste du répondant. Elle prend la valeur 1 lorsque le producteur appartient à la caste des cultivateurs ; et 0 s'il appartient à une autre caste. Nous espérons une influence positive sur la probabilité d'adoption.
encad	Cette variable représente l'encadrement agricole reçu par le producteur. Elle prend la valeur 1 si le producteur a reçu des services d'encadrement (au niveau de la production, de la commercialisation, de la transformation ou de l'organisation professionnelle) ; et 0 sinon. Nous attendons un signe positif avec la décision d'adoption.

2 . L'échantillon est rangé par ordre croissant de l'âge et reparti en quatre (4) intervalles réguliers. Le 1er quartile (32) a été choisi parce que représentant la majorité des jeunes, Ainsi les personnes dont l'âge se situe entre 17 (âge minimum) et 32 sont considérés comme jeunes. Celles ayant plus de 32 ans sont considérées comme personnes âgées.

3 Même justification que précédemment avec le 1er quartile se situant à 6. Ainsi lorsque la taille du ménage est inférieure à 6 personnes, le ménage est considéré de petite taille ; et de grande taille, si c'est le contraire.

4 Même justification que précédemment avec le 1er quartile se situant à 1 ha. Ainsi la parcelle de moins de 1 ha est considérée de petite taille ; et de grande taille, si c'est le contraire.

Tableau 2. Variabilité des différentes variables du modèle Logit.

Variable	Codification	Pourcentage	Variable	Codification	Pourcentage
Y1	1	67,9%	Caste	1	19,6%
	0	32,1%		0	80,4%
Y2	1	89,3%	Sup	1	40,7%
	0	10,7%		0	59,3%
Y3	1	71,1%	sexe	1	28,9%
	0	28,9%		0	71,1%
Age	1	73,0%	taille	1	79,2%
	0	27,0%		0	20,8%
Educ	1	31,4%	encad	1	54,7%
	0	68,6%		0	45,3%

La transformation de l'igname en cossettes et en farine se fait avec les variétés locales précoces ou le kokoro (*Dioscorea rotundata*) introduit dans la zone depuis le Bénin. La production des cossettes et de la farine d'igname est très peu répandue, seul 32% de l'échantillon affirme l'avoir pratiquée au moins une fois. Par contre, moins de 11% continue la production (Tableau 4) ; ceci suggère que les paysans, dans leur majorité, ne s'adonnent pas à la fabrication des cossettes et de la farine d'igname.

Par ailleurs, la transformation se fait selon deux procédés : le procédé traditionnel et le procédé moderne. Le plus utilisé est le procédé moderne dérivant de la technologie diffusée par le projet IITA/CIRAD dans la zone d'étude. A ce sujet, certains paysans ont été conduits au Bénin pour un apprentissage selon la méthode du transfert direct de technologie. Cependant seuls 28,9% de l'échantillon ont encore une maîtrise des différentes étapes du procédé moderne de transformation. Ces statistiques renforcent l'idée d'une baisse de l'intérêt accordé à la production des cossettes. Cette situation pourrait être expliquée par le fait que le produit ne s'échange pas dans le milieu. Les paysans, ont reconnu à 91,8% qu'il n'existe pas réellement de marché de cossettes ou de farine d'igname. Ces produits ne s'achètent, ni se vendent dans le milieu du fait que les mets à base de farine d'igname ne font pas partie des habitudes alimentaires de la plupart des communautés de la zone. Pour palier cela et introduire la farine d'igname dans les habitudes alimentaires des consommateurs ivoiriens, le projet IITA/CIRAD a initié certaines études. Les conclusions de ces études ont insisté sur la réalisation d'une campagne intense d'information auprès des consommateurs.

Les premières actions ont consisté à créer une demande en cossettes et en farine d'igname auprès des restaurateurs, des commerçants et des ménages urbains. Malgré ces actions, le nombre de consommateurs des cossettes et de la farine d'igname ne semble pas avoir significativement augmenté, surtout dans la zone d'étude.

Par ailleurs, s'agissant de l'encadrement agricole, il est pratiqué par les structures publiques de vulgarisation, les ONGs locales et les organismes internationaux. Les paysans reçoivent des services d'encadrement tant dans le domaine de la production, que dans ceux de la commercialisation, de l'organisation professionnelle et de la transformation. Cependant ce sont moins de 50% de l'échantillon qui sont concernés par ces services (tableau 4). Pourtant le projet, pour la diffusion du procédé de transformation de l'igname en cossette, s'est appuyé sur les structures d'encadrement qui existaient dans le milieu. Cette méthode permettait d'inclure les structures locales

Tableau 3. Distribution des variables quantitatives du modèle Logit.

	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Ecart-type
Âge	17	77	37,9	38	10,5
Taille du ménage	1	17	9,5	9	5, 3
Superficie de la parcelle d'igname	0,2	7	1,5	1	1,2

Tableau 4. Statistiques des variables qualitatives du modèle Logit.

Variables	Pourcentage	Variables	Pourcentage
Production des cossettes		Sexe	
Non	67,9%	Non	28,9%
Oui	32,1%	Oui	71,1%
Utilisation actuelle de la technique		existence d'un marché	
Non	89,3%	Non	91,8%
Oui	10,7%	Oui	8,2%
Connaissance du mécanisme de transformation		Encadrement agricole	
Non	71,1%	Non	54,7%
Oui	28,9%	Oui	45,3%
Education		Appartenance à une caste	
aucun	68,5%	forgeron	13,2%
primaire	14,4%	griots	0,6%
secondaire	1,8%	cultivateurs	80,5%
coranique	3,1%	autres	5,6%
Poro	11,9%		
Activité principale			
agriculteur	88,1%		
ménagère	6,9%		
autres	5,0%		

dans le projet mais surtout était une stratégie d'appropriation de la technologie par les acteurs du milieu. Ceci garantissait, également, la pérennisation des acquis. De ces structures locales, certains paysans ont reçu des formations et des services d'accompagnement; mais ceux-ci ont été interrompus à cause des troubles militaires et politiques qui ont secoués le pays durant l'année 2002. Cette interruption n'a pas permis de réaliser une diffusion intense des technologies à tous les niveaux. Cette situation pourrait expliquer le taux d'encadrement obtenu.

Caractérisation de la technologie de production des cossettes et de la farine d'igname

Le système de production des cossettes en Côte d'Ivoire est un système de transformation agroalimentaire qui fait passer les tubercules d'ignames à l'état frais à des morceaux séchés. Ce processus débute, en général, par l'épluchage des tubercules pour s'achever avec le séchage au soleil. Cependant des spécificités sont observées à certaines étapes du processus qui amènent à différencier deux systèmes de production : le système traditionnel et le système moderne. Le système traditionnel représente le processus de fabrication utilisé avant l'introduction et la diffusion du modèle béninois[2]. Le système moderne, quant à lui, représente le

2 La technologie introduite et diffusée par le projet « valorisation de l'igname pour les marchés urbains : diffusion régionale du système cossette » provient du Bénin.

processus comportant un ou plusieurs éléments tirés de la technologie béninoise apprise lors des formations dans le cadre du projet CIRAD/IITA.

Le tableau n°5 décrit les différentes opérations regroupées en trois (3) principales étapes : épluchage, blanchiment et séchage. A l'analyse du tableau, le système traditionnel ne procède pas à une phase de blanchiment ; les tubercules épluchés et découpés en rondelles fines sont directement mis à sécher au soleil. Par contre dans le système moderne, les tubercules passent par une phase de blanchiment au cours de laquelle des feuilles de teck (*Tectona grandis*) sont ajoutées à l'eau de précuisson. Ces feuilles ont un rôle antifongique et insectifuge qui préserve les cossettes contre la pourriture.

Le processus de production en Côte d'Ivoire est caractérisé par une féminisation de la main d'œuvre. En effet, hormis les activités préalables de récolte et de tri des tubercules destinés à la transformation, les hommes n'interviennent presque pas dans la fabrication des cossettes. Toutes les opérations de transformation du tubercule frais en cossettes puis en farine, sont essentiellement du ressort des femmes. Elles exercent avec du matériel rudimentaire provenant de l'artisanat local (couteau, marmite, mortier, tamis, etc.) et qui ne contribue pas toujours à réduire la pénibilité du travail (en l'occurrence le concassage et le pilage au mortier). Ce matériel est utilisé pour de multiples travaux (agriculture, cuisine, etc.) ; ce qui n'impose pas de dépenses supplémentaires aux transformateurs/trices. De même, il n'existe pas de dépenses liées à l'achat de la matière première (tubercules d'igname à l'état frais) ; celle-ci est directement prélevée sur les récoltes.

Les ignames ainsi transformées sont uniquement destinées à l'autoconsommation des ménages. La farine sert à faire des beignets ou les plats de couscous d'igname (wassa wassa).

Sources d'influence du comportement d'adoption

L'analyse descriptive a montré que l'inexistence d'un marché pouvait être une cause à la faible adoption du procédé de production des cossettes. Cependant la variable représentant le marché n'a pu être introduite dans le modèle du fait de sa faible variabilité.

Le tableau 6 présente les résultats de la régression selon deux modèles. Le modèle 1 a pour variable dépendante la probabilité d'adoption du procédé de transformation. Le modèle 2, quant à lui, a pour variable dépendante la probabilité de maîtrise du procédé de transformation.

Parmi, les variables traditionnelles telles que l'âge, l'éducation, la taille du ménage et le sexe, seul l'âge est significatif. Son degré de significatif est de 10% et 5% respectivement pour les modèles 1 et 2. Le signe négatif du coefficient associé à la variable âge n'est pas surprenant. En effet, le fait d'avoir moins de 32 ans influence négativement la probabilité d'adoption car les jeunes s'intéressent aux activités qui leur rapportent de l'argent. Le fait que les cossettes et la farine ne soient pas commercialisées ne suscite pas l'intérêt de ceux-ci. En revanche, leur intérêt est davantage tourné vers la transformation de l'anacarde ou des céréales qui sont des activités assez lucratives.

Au niveau de l'encadrement, son effet positif sur la probabilité d'adoption est confirmé par l'analyse logistique effectuée. L'encadrement améliore de façon significative la probabilité d'adoption de la technologie de transformation. De même, il améliore significativement la probabilité de maîtrise de la technologie. La valeur de l'odds ratios associée à l'encadrement est la plus élevée dans les deux modèles.

Tableau 5. Différentes opérations entrant dans la fabrication des cossettes et de la farine d'igname au nord de la Côte d'Ivoire.

		Différentes opérations du système de fabrication	
		Système traditionnel	Système moderne
Cossettes d'igname	Etape préliminaire	- Récolter et trier des tubercules destinés à la fabrication des cossettes	
	1ère étape : épluchage	- Eplucher les tubercules à l'état frais, - Découper en rondelle fine	- Eplucher des tubercules à l'état frais, - Découper en morceaux, ou en bâtonnets, ou en rondelle
	2ème étape : blanchiment		- Faire bouillir quelques minutes avec des feuilles de teck placées au fond de la marmite
			- Laisser refroidir
	3ème étape : séchage	- Faire sécher au soleil les tubercules découpés	
Farine d'igname	4ème étape : concassage et mouture	- Concasser et piler au mortier traditionnel	
	5ème étape : tamisage	- Tamiser au tamis	

Source : auteurs.

Ceci témoigne de l'importance du lien entre l'encadrement et la probabilité d'adoption en particulier.

Concernant la variable caste, elle a un effet positif et significatif sur la probabilité d'adoption et la maîtrise du procédé de transformation. Cela signifie que l'appartenance à la caste des cultivateurs améliore la probabilité d'adoption. Par conséquent, les autres castes (forgerons, griots) l'influence négativement.

Conclusion

L'igname capte depuis quelques années l'intérêt des bailleurs de fonds et de la recherche africaine en tant que produit stratégique dans la politique d'approvisionnement des zones urbaines. A cet effet, des actions sous régionales ont été conçues et exécutées. En Côte d'Ivoire, il s'agissait, entre autres, d'améliorer la consommation de l'igname par l'offre d'une gamme diversifiée de produits dérivés dans un contexte où les considérations culturelles et sociales limitent les formes d'utilisation au traditionnel « foutou pilé ». Une des stratégies utilisées a été la promotion des cossettes et de la farine d'igname auprès des populations. Cette stratégie a nécessité l'introduction et la diffusion de la technologie de transformation dans les zones rurales à travers l'approche projet. Afin d'évaluer les effets de ces projets sur les comportements individuels, cette étude a été initiée avec pour objectif principal d'analyser les déterminants de l'adoption de la technologie de transformation en cossettes et en farine d'igname dans le nord de la Côte d'Ivoire.

Elle s'est appuyée sur les données collectées auprès des ménages ruraux de la zone du projet réalisé durant la période 1998-2001 et intitulé « Valorisation de l'Igname : Système Cossette ». Ces données ont été soumises à une analyse

Tableau 6. Résultats de l'estimation du modèle Logit sur les déterminants de l'adoption.

	Modèle 1				Modèle 2			
	Prob > Chi2 = 0,0000				Prob > Chi2 = 0,0000			
Variables explicatives	Coef.	O.R.	I.C.	Ef. Marg.	Coef.	O.R.	I.C.	Ef. Marg.
Encad	2,886***	17,924	(6,161 - 52,146)	0,502	2,996***	20,010	(6,041 - 66,289)	0,471
Age	-1,730**	0,177	(0,405 - 0,775)	-0,224	-1,370*	0,254	(0,056 - 1,152)	-0,155
Caste	1,661**	5,265	(1,292 - 21,446)	0,202	1,424*	4,152	(1,039 - 16,586)	0,149
Educ	-0,221	0,802	(0,255 - 2,516)	-0,036	0,457	1,579	(0,479 - 5,203)	0,059
Sup	0,184	1,202	(0,394 - 3,667)	0,029	-0,045	0,956	(0,304 - 3,000)	-0,006
Taille	0,753	2,123	(0,544 - 8,280)	0,137	0,868	2,381	(0,582 - 9,738)	0,139
Sexe	-0,662	0,515	(0,168 - 1,584)	-0,118	-0,519	0,595	(0,176 - 2,009)	-0,078

Coef. : Coefficient ; O.R. : Odds Ratio ; I.C. : Intervalle de Confiance à 95% ; Ef. Marg. : Effets marginaux
*** : significatif à 1% ; ** : significatif à 5% ; * : significatif à 10%.

par régression logistique et ont permis d'estimer le taux d'adoption d'une part et d'identifier un certain nombre de déterminants de la probabilité d'adoption d'autre part. Ainsi au terme de l'analyse, il ressort qu'il existe un faible intérêt pour la fabrication et la consommation des cossettes et de la farine d'igname. Seulement 11% des personnes enquêtées s'adonnent à cette transformation. En outre, les facteurs qui influencent significativement cette faible proportion sont l'encadrement agricole, l'âge et la caste à laquelle appartient le paysan. En effet l'appui institutionnel à travers l'encadrement agricole a été faible et de courte durée (relativement) pour influencer de façon significative les comportements. Aussi, l'intérêt des jeunes n'a pas été capté car l'activité de transformation de l'igname revêt en ce moment un caractère non lucratif. Ceci permet de recommander une intensification des services d'encadrement (renforcement de l'appui institutionnel) dans le domaine de la transformation de l'igname, soutenue par des campagnes de sensibilisation et de promotion. Ces campagnes contribueraient à susciter la demande de ces nouveaux produits et à rendre ainsi l'activité rentable pour davantage intéresser les jeunes qui sont à la recherche d'activités lucratives.

Ces mesures favoriseraient l'adoption par les populations de la Côte d'Ivoire des diverses formes alimentaires à base de ce produit.

Références

Ajzen I. 1985. From intentions to actions: A theory of planned behavior. In J. Kulh & J. Beckman (Eds): Action-control: From cogniton to behavior. Heidelberg: Springer. 11-39.

Ajzen I. 1991. the theory of planned behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes 50: 179-211.

Bandura A. 2003. Auto-efficacité. Le sentiment d'efficacité personnelle. Bruxelles, De Boeck.

Bandura A. 1997. Self efficacity. New York : W.H. Freeman and Company.

Bashshur R., Sanders J., Shannon G. 1997. Telemedicine : Theory and practice . Springfield : Charles Thomas.

Blaizeau D., Dubois J-l. 1989. Connaître les conditions de vie des ménages dans les

pays en développement. Paris, Ministère de la Coopération et du développement. 3 vol., 175p.
Bricas N., Vernier P. 2000. Perspectives pour la filière igname : Le système cossettes lève plusieurs contraintes. Technologie et partenariat agroalimentaire. Pp 8–12.
Chau P., Hu P. 2002. Examining a model of information technology acceptance by individual professionals : An exploratory study. Journal of Management Information Systems, 18 (4), 191-229.
CIMMYT (1993), The Adoption of Agricultural Technology. A Guide Survey Design. Mexico, D. F. : Cimmyt, Economics Program.
Clairin R., Brion P. 1997. Manuel de sondages : applications aux pays en développement. 2ème édition, Ceped, Insee. 108p.
Croppenstedt A., Demeke M. 1996. Determinants of adoption and levels of demand for Fertiliser for Cereal Growing Farmers in Ethiopia. Centre for the study of African Economies, working paper series 96-3. C.S.A.E. publishing University of Oxford, England. 23p.
Davis F. 1989. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13 (2), 319-339.
Degras L. 1993. Le courier de l'environnment de l'INRA. No 6-7.
Diagne A., Demont M. 2007. Taking a new look at empirical models of adoption: average treatment effect estimation of adoption rates and their determinants. Agricultural Economics 37: 201-210.
Doumbia S. 1995. Les déterminants agro-écologiques et socio-économiques de la production et de l'offre de l'igname en Côte d'Ivoire. Document de travail n°4. IDESSA, KU Leuven. 14p.
Fagbemissi R., Coulibaly O., Hanna R. Endamana D. 2002. Adoption de variétés de manioc et efficacité durable de la lutte biologique contre l'acarien vert du manioc au Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, n°38. 16p.
Feder G., Just R., Zilberman D. 1985. Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey. Economic Development and Cultural Change. n° 33(2). Pp. 255–295.
Gillespie J., Kim S-a., Paudel K. 2007. Why don't producers adopt best management practices? An analysis of the beef cattle industry. Agricultural Economics 36: 89-102.
Gourieroux C. 1989. Econométrie des Variables Qualitatives. 2ème édition, Economica, Paris. 372p.
Grais B.1998. Méthodes statistiques. Manuel, 3ème édition, Dunod. 401p.
Herbert M., Benbasat I. 1994. Adopting information technology in hospitals : The relation between attitudes/expectations and behavior. Hospital & Health Services Administration 39: 369-383.
Hounhouigan D., Akissoe N., Bricas N., Vernier P. 1998. Diagnostic des systèmes techniques de transformation de l'igname en cossettes séchées au Bénin. Cirad, Iita, Université Nationale du Bénin, Faculté des sciences agronomiques. 4p.
Jacquart H. 1988. Qui ? Quoi ? Comment ? ou la pratique des sondages. Paris, Editions Eyrolles. 307p.
Kumar S. 1994. Adoption of hybrid maize in Zambia: effects on gender role, food consumption, and nutrition. Ifpri research report, n°100. International Food Policy Research Institue, Washington D.C., 126p.
Maddala G. 1981. Limited-dependant and qualitative variables in econometrics. Cambridge University Press, Cambridge.
Moore G., Benbasat I. 1991. Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. Information Systems Research , 2 (3), 192-222.

Moore G., Benbasat I. .1995. Integrating diffusion of innovations and theory of reasoned action models to predict the utilization of information technology by end users. Proceedings of the Ifip Working Group, Oslo.

Njoku J. Determinants of adoption of improved oil-palm production technologies in Imo State, Nigeria. African rural Social Science Series, research report n°10. Winrock International, Institute for Agricultural Development, USA.17p.

Nkamleu B. 1996. Analyse de l'adoption des déchets urbains dans les exploitations agricoles péri-urbaines : cas des ordures ménagères de Yaoundé et de Bafoussam (Cameroun). Thèse de Doctorat de 3ème cycle en sciences économiques, option Economie Rurale. 165 p.

Nkamleu B., Coulibaly O. 2000. Le choix des méthodes de lutte contre les pestes dans les plantations de cacao et de café au Cameroun. Economie Rurale, N° 259. Pp. 75-85.

Nweke F. 1996.Cassava : A cash crop in Africa, COSCA Working Paper n°14.

PAM. 2006. Côte d'Ivoire : rapport de suivi sur la sécurité alimentaire dans les départements de Bouaké et de Korhogo. PAM Côte d'Ivoire, Service de l'analyse et de la cartographie de la vulnérabilité à Rome. 58p.

Ram S. 1987. A model of innovation resistance. Advances in Consumer Research 14(1): 208-212.

Rogers E. 1983. Diffusion of innovations. New York, Free Press.

Rogers E. 1995. Diffusion of innovation. New York, Free press: 4ème Edition.

Smale M., Kaunda Z., Makina H., Mkandawire M., Msowoya M., Mwale D., Heisey P. 1991. Chimanga Cha Makolo, hybrids, and composits : An analysis of Farmer's Adoption of maize Technology in Malawi,1989-1991. Cimmyt Economics Working Paper 91/04. Mexico,D.F.:CIMMYT. 62p.

Sotamenou J., Parrot L. (2005), Les déterminants de la récupération et du recyclage des déchets ménagers dans les bas-fonds de Yaoundé au Cameroun. Université de yaoundé. 18p.

Stessens J., Dao D. (2006), Côte d'Ivoire : profil des marchés pour les évaluations d'urgence de la sécurité alimentaire. PAM, Katholieke Universiteit Leuven. 78p.

Stessens J., Nindjin C., Daouda D., Girardin O. (1998), Amélioration du stockage de l'igname au Nord et au centre de la Côte d'Ivoire. Centre Suisse de Recherches Scientifiques, Centre National de Recherches Agronomiques, Katholieke Universiteit Leuven. 49p.

Toure M. 1999. Problématique de l'introduction d'innovations alimentaires en milieu urbain : le cas des cossettes d'igname à Bouaké. Université de Bouaké, mémoire de DEA. 58p.

Triandis H. 1980. Values, attitudes and interpersonal behavior. In M.M. Page (Ed.) : Nebraska Symposium on Motivation, 1979 : Beliefs, attitudes and values. Lincoln : University of Nebraska Press.

Triandis H. 1989. The self and social behavior in differing cultural contexts. Psychological Review , 96, 506-520.

Voevodsky I. 1999. Etude des conditions d'acceptabilité des cossettes d'igname et produits dérivés à Abidjan (Côte d'Ivoire). CIRAD–AMIS, programme Agro-alimentaire ; Université de Bouaké ; Université Paris I. 93p.

Yoli B..1999. Analyse de la performance des CREP/COOPEC dans la Mobilisation de l'Epargne Rurale et le Financement de l'Agriculture : le Cas du Centre de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat 3ème cycle en Sciences Economiques, CIRES, Abidjan.

Section 4

Rapid Propagation Technologies

Farmer Participatory Evaluation of Four Hybrid Water Yam Clones in the Yam Belt of Nigeria

J.G. Ikeorgu[1], H. Oselebe[2], J. Oluwatayo[3], K. Ugwuoke[4], U. Ukpabi[1], and R. Asiedu[5]
NRCRI Umudike[1]; Ebonyi State Univ., Abakaliki[2]; Univ., of Agric. Makurdi[3]; Univ. of Nigeria Nsukka[4], and International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan[5]

Abstract
Four hybrid water yam (*Dioscorea alata*) genotypes (TDa 00/00194, TDa 00/00103, TDa 00/00104, TDa 00/00363) with two superior landraces (TDa 92-2 and UM 680) were evaluated for high and stable yields, pest and disease resistance, and acceptable food and market qualities in 2006 using the farmer participatory (FP) approach. This researcher managed trial was carried out in Umudike (humid forest), Abakaliki and Nsukka (derived savanna), and Makurdi (southern Guinea savanna). Farmers participated in evaluating the genotypes for physiological attributes, yield, and eating qualities during mid-season (August/September) and at harvest. The hybrid yams gave almost twice the tuber yield of the landraces. Also the landraces were scored higher than the landraces in terms of pest and disease resistance, plant canopy, leaf litter, etc. In terms of food quality, TDa 00/00194 (4.0) was rated a little higher than the local best UM 680 (3.9) though this did not differ from TDa 00/00104 (3.5). Results from sensory evaluation and palatability tests showed that TDa 00/00194 and TDa 00/00364 had the highest rating in food quality for *amala* preparation. In selecting water yams therefore, consideration should be based on sensory acceptance, high dry matter, and low peel loss.

Résumé
Quatre hybrides génotypes d'igname, l'eau yam (Dioscorea alata) (TDa 00/00194, TDa 00/00103, TDa 00/00104, TDa 00/00363 avec deux variétés supérieurs de races- une variété qui tolère l'effort biotique et abiotique ayant pour le résultat la stabilité élevée de rendement (TDa 92-2 et UM 680) ont été évalués pour les rendements élevés et durable, la résistance aux ravageurs et de la maladie et les qualités acceptables de nourritures et du marché en 2006 utilisant l'approche participatives de fermier et vulgarisation (FPE). Cette chercheurs gérés essais a été effectuée dans Umudike (forêt humide), Abakaliki et Nsukka (la savane dérivée) et Makurdi (Sud de la Guinée de Savane). Les fermiers ont participé à évaluer les génotypes pour les attributs physiologiques, le rendement et les qualités consommables pendant la demi saison (août/septembre) et à la récolte. Les hybrides d'igname ont donné presque deux fois le rendement de tubercule des variétés locales. Également les hybrides ont été marqués plus élevées que des variétés locales en termes des résistances aux ravageurs et de la maladie, plante abris et les feuilles mortes etc. Sur le plan de qualité des produits alimentaires, TDa 00/00194 (4.0) ont été évaluées d'avoir une meilleure qualité en comparaison du meilleure de variété locale UM680 (3.9) bien que ceci n'ait pas différé de TDa 00/00104 (3.5). Le résultat d'évaluation sensorielle et l'acceptation de goût ont prouvé que TDa 00/00194 et TDa 00/00364 ont eu l'estimation la plus élevée de la qualité des produits alimentaires pour la préparation d'amala. En choisissant l'eau yam donc, la considération devrait être basée sur l'acceptation sensorielle, la matière sèche élevée et une perte réduite d'épluchure.

Introduction
There have been a number of cases where some improved varieties of crops are rejected by farmers despite their superiority over local landraces. The reason for this has been partly attributed to the inability of these superior hybrids to meet farmers' and consumers' preferences. This concern has been discussed by breeders and agronomists who agreed that farmers should be brought in at the early stages of the

breeding process to select clones based on their preferences. A number of promising white and water yam clones are being continuously developed by breeders both in the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan and the National Root Crops Research Institute (NRCRI), Umudike. Since 1997, NRCRI and IITA have been conducting Farmer Participatory Evaluation (FPE) of new yam hybrids to hasten the selection of farmer preferred genotypes (Olojede et al. 2000). Four such water yam clones, still at their Uniform Yield Trial (UYT) stage were collected from IITA as part of a regional yam evaluation project, and are being evaluated in different ecologies in the yam belt of Nigeria: Umudike (humid forest); Abakaliki and Nsukka (derived savanna), and Makurdi (Guinea savanna) and are being repeated in 2007. The purpose of this study is to assess the performance of the four hybrid water yam (*D. alata)* clones: (TDa 00/00194, TDa 00/00103, TDa 00/00104, and TDa 00/00364 (with TDa 92-2 and UM 680 as checks) for high and stable yields, pest and disease resistance, and acceptable food and market qualities for fresh tuber and yam flour.

Materials and Methods

First year trials were carried out at Umudike, Abakaliki, Nsukka, and Makurdi. Four promising water yam clones selected from the UYT stage at IITA Ibadan and two landraces used as checks (Table 1) were established in Umudike, Abakaliki, Nsukka, and Makurdi in 2006. These were laid out in randomized complete block designs and replicated three times in each location.

Land was prepared using the conventional method of plough, harrow, and ridge at 1 m row spacing. Plot size was 7 m × 6 m and the yams were spaced 1 m apart on the crest of the ridges. Compound fertilizer (NPK) at 400 kg/ha was applied as side-band 5–6 weeks after planting (WAP). The plots were hoe weeded at 4 + 8 + 12 WAP and the yams were staked between 5 and 7 WAP as recommended. Mini-field days were carried out at Umudike for collaborating farmers from Abia, Enugu, and Imo states and at Abakaliki for Abakaliki farmers at mid-season and at harvest to capture farmers preferences for growth habit and eating quality of each clone. Data were also taken on yam pest and disease severity.

Results and Discussion

Mean fresh tuber yield of the four hybrid clones compared with two local checks, are presented in Tables 1.

This first year result shows that the four hybrid water clones gave significantly higher fresh tuber yields; almost twice those of the landraces. The tuber yields by the landraces did not differ. Mean physical assessment of the hybrids 4 months

Table 1. Mean fresh tuber yield (t/.ha) of four hybrid clones compared with two local best landraces in FPE trial at four locations in the yam belt of Nigeria in 2006.

Water yam cultivar	Fresh tuber yield (t/ha)				
	Umudike	Abakaliki	Nsukka	Makurdi	Mean
TDa 00/00194	16.86	14.64	9.16	14.48	13.78
TDa 00/00103	20.63	10.80	12.27	11.62	13.83
TDa 00/00104	22.54	10.97	10.95	17.24	15.43
TDa 00/00364	19.42	12.76	11.82	15.88	14.97
TDa 92-2	13.85	4.44	4.31	–	7.53
UM 680	15.41	11.48	3.03	.06	7.75
LSD (0.05)	6.12	7.92	5.52	5.30	5.37
CV (%)		21.17	27.56	35.52	27.69

Table 2. Evaluation of some physical attributes of four hybrid clones compared with two local best landraces by farmers drawn from Abia, Ebonyi, Enugu, and Imo states in 2006.

	Physical attributes					
Water yam cultivar	Canopy	Leaf color	No. vines per plant	Disease resistance	Litter size	Mean
TDa 00/00194	3	2	2	3	2	2.40
TDa 00/00103	3	4	2	3	2	3.00
TDa 00/00104	4	4	4	4	4	4.00
TDa 00/00364	3	4	2	3	2	2.80
TDa 92-2	2	1	2	1	2	1.60
UM 680	2	3	1	2	1	1.80

Key: 1 = Not liked ; 2 = Slightly liked ; 3 = Just liked ; 4 = Very much liked;
5 = Extremely liked.

Table 3. Food quality and palatability assessment of four *D. alata* hybrids and two landraces at harvest by farmers from Abia, Ebonyi, Enugu, and Imo states in 2006.

Water yam cultivar	Taste	Color	Texture	Poundability	Consistency	Mean
TDa 00/00194	4.5	4.5	3.5	4	4.0	4.0
TDa 00/00103	2	1.5	1.5	3	2.5	2.1
TDa 00/00104	3	3.5	2.5	3.5	3.5	3.5
TDa 00/00364	2	1	2	3	2.5	2.1
TDa 92-2	2	1.5	2	1.5	2.0	1.8
UM 680	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	3.9
LSD (0.05)	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	

Key: 1= Not liked; 2 = Slightly liked; 3 = Just liked; 4 = Very much liked;
5 = Extremely liked.

after planting by participating farmers from Abia, Ebonyi, Enugu, and Imo states is presented in Table 2.

The physical attributes evaluated by farmers were those of plant canopy (dense or sparse), leaf color, number of vines/plant, disease resistance, and leaf litter. From their visual evaluation, the order of preference by farmers is TDa 00104 > TDa 00/00103 > TDa 00/ 00364 > TDa 00/00194. The hybrid water yams were preferred over the landraces as shown from their rating in Table 2. At harvest, the same group of farmers evaluated the eating qualities of water yams and the result of their evaluation is shown in Table 3.

Some characteristics of the hybrid *D.alata* genotypes evaluated by the food scientists at NRCRI Umudike are shown in Tables 4, 5, and 6.

The tubers of the genotypes were seen to have varied shapes, and these shapes seemed to have affected their percentage peel losses (Table 4). The tuber flesh color also varied extensively with some of them having purple/variegated color. None of the tubers had white flesh color. In food processing, low peel loss and high dry matter content tend to increase the product yield of tuberous crops.

Table 5 shows that all the water yam genotypes had dry matter content of above 25%. The dry matter content of their dried *elubo* (fermented yam flour) was also found to be high (90.50– 91.70) with values from oven-dried samples higher than those that were sun dried. It was observed that the color of the oven-dried and sun-dried secondary products (dried chips and *elubo*) looked alike. The *elubo* samples had a pH of 5–6. Only the *amala* made from TDa 00/00/03 and TDa 00/00104 were black in color (Table 6). The color of the *elubo* made from water yam genotypes ranged from cream (Ominelu) to dark brown (TDa00/00364).

Table 4. Tuber characteristics of some hybrid water yam genotypes being evaluated under the FPE trials in the yam belt of Nigeria.

Genotype	Tuber shape	Skin color		Flesh color	Peel loss (%)
		Outer	Inner		
TDa92-2	Palmitate	Brown	Purple	Purple/cream	24.33[c]
TDa00/00364	Branched	Brown	Yellowish	Cream	25.41[c]
TDa00/00194	Oblong	Brown	Light Yellow	Cream	19.45[c]
TDa00/00103	Branched	Brown	Yellowish	Cream	27.07[bc]
TDa00/00/104	Branched	Brown	Purple	Cream/ scanty purple	26.41[c]
Um680	Oblong/ branched	Brown	Purple	Purple/cream	22.33c

Numbers with same letter are not significantly different (P = 0.05) using DMRT.

Table 5. Dry matter content of the fresh tubers and the fermented flour (*elubo*).

Genotype	Dry matter (%)		
	Fresh tuber	Oven dried	Sun dried
Tda92-2	26.97	91.50	91.00
Tda00/00364	28.10	91.10	91.60
Tda00/00194	26.77	91.70	91.00
Tda00/00103	29.37	90.20	89.30
Tda00/00/104	34.03	91.30	90.70
UM680	33.07	90.40	90.20
Ominelu	39.90	90.70	90.80

Table 6. Color of the experimental dried chips, *elubo*, and *amala*.

Genotype	Dried chips	*Elubo*	*Amala*
TDa92-2	Dark brown	Brown	Brown
TDa00/00364	Tan	Dark brown	Dark brown
TDa00/00194	25% grey	Cream	Light brown
TDa00/00103	Brown	Brown	Dark brown
TDa00/00/104	Light brown	Tan	Black
99/00240	Brown	Brown	Light brown
98/01176	Brown	Brown	Brown
98/01166	Light brown	Cream	Light brown
UM680	Light purple	25% grey	25% grey
Ominelu	25% grey	Cream	Light brown

Table 7. Sensory evaluation scores* of the experimental *amala*.

Genotype	Color	Handfeel	General acceptability
Tda92-2	4.05a,b	4.35b	3.90a,b
Tda00/00364	3.95a,b	4.65a	4.00a,b
Tda00/00194	4.15a,b	4.35a,b	4.20a
Tda00/00103	2.65c	2.90d	2.65c
Tda00/00104	3.85a,b	3.60a,b,c,d	3.75a,b
99/00240	3.60a,b,c	3.50b,c,d	3.45a,b
98/01176	3.00b,c	2.95c,d	2.95b,c
98/01166	4.00a,b	3.95b,c,d	3.80a,b
UM680	3.80a,b,c	4.05b,c,d	4.05a,b
Ominelu	4.55a	4.40b	3.85a,b,c

*0 = Dislike extremely; 3 = Neither like nor dislike; 6 = Like extremely.
Numbers with same letter are not significantly different (P 0.05) using DMRT.
Source: Ukpabi et al. 2007.

In the sensory evaluation of the non-whitish *amala* samples (Table 7), the samples made with TDa00/00103 were rated low by the panelists. The panelists on the other hand, highly rated the *amala* from TDa 00/00194 and TDa 00/00364 (in combined scoring for color, handfeel, and general acceptability). The rest of the genotypes in the opinion of the panelists could also be used in the production of *elubo* that is used in the preparation of *amala*. This first year investigation indicates that these new water yam genotypes could be used in the preparation of *amala* meal. However, in selecting the genotypes, consideration should be based on the sensory acceptance, high dry matter content, and low peel loss.

References

Olojede, A.O, J.E.G. Ikeorgu, and K.C. Ekwe. 2000. Farmer participatory evaluation of IITA's hybrid yam clones in southeast agroecological zone of Nigeria. Pages 105–110 *in* SUSAN-IBS proceedings, IITA, Ibadan, Nigeria.

Ukpabi, U.J., R.M. Omodamiro, and J.G. Ikeorgu. 2007. Screening of water yam genotypes for the preparation of *amala*. Pages 19–24 *in* Annual Report for 2006 and 2007 proposals. Tuber Crops Division, NRCRI, Umudike.

Adoption of Minisett Technology in the Agroecological Zones of High Guinea Savanna and Western Highlands of Cameroon

[1]V.P. Nchinda,. [2]D.K. Njualem, [3]S.B. Ngassam [4]M.A. Che, and [4]S.P. Nkwate
[1]Socioeconomics Program and [3]Breeder, Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), Regional Centre for the Western Highlands. Bambui, North-West Province of Cameroon
[3]Faculty of Economics, University of Dschang, Cameroon
[4]Extensionists, Development Engineering Service Cameroon (DESCAM)

Abstract
The objective of this study was to identify the factors influencing the adoption of yam minisett technology by farmers. A survey of the yam seed sector using structured questionnaires and analysis using descriptive statistics shows that a very low proportion (15.5%) of respondents of the Western Highlands use sets derived through the minisett technology as opposed to 0% in high Guinea savanna agroecological zone. This was due to limited knowledge in minisett technology as expressed by 31.80% of the abandoners, time consuming technology and activity (29,5 %), lack of capital (26.82%), low success rate (22.70%), high input/chemical cost (11.40%) and the fact that it is labor intensive (2,30%). A probit analysis using intercooled stata 9 at $P < 0.05$ revealed that the major determinants of the adoption of minisett technology in the western highlands of Cameroon were sex, market outlets, family labor, scale of production, experience of farmer in yam production and the age class of respondents.

Résumé
L'objectif de cette étude était d'identifier les facteurs influençant l'adoption des techniques de multiplication rapide des ignames par des fermiers. Un sondage du secteur des semences d'igname utilisant les questionnaires structurés et d'analyse utilisant des statistiques descriptives prouve qu'une proportion très basse (15,5%) de répondants des hauts plateaux de l'Ouest utilisent les cultivars d'ignames obtenu par les techniques de multiplication rapide en contraste à 0% dans la zone agro-écologique de savane de Guinée. C'était dû à la connaissance limitée dans les techniques de multiplication rapide (minisett) exprimé par 31,80 % des gens qui ont abandoné la techologie ; une technogie qui prends beaucoup du temps et trops d'activité (29,5 %), manque de capital (26,82%) une réussite faible (22,70%), coût élevée des entrées/ coût élevée des produits chimique (11,40%) et du fait que le main-d'oeuvre est difficile (2,30%). Une analyse probit- méthode d'analyse des observations par tout ou rien utilisant le logiciel Stata Intercooled 9 à P<0,05 indiqué que les causes déterminantes principales de l'adoption de la technologie de technique de multiplication dans les hauts montagnes de l'Ouest du Cameroun étaient sexe, les débouchés de vente, main-d'oeuvre de famille, degre de la production, expérience de fermier dans la production d'igname et la tranche d'âge des répondants.

Introduction
Yam is the third major root and tuber crop produced in eight of the ten provinces of Cameroon. The National Programme for Roots and Tubers Development (NPRTD) in 2006 estimated the national production at 722,509 t with an average national yield of 6.08 t/ha. This was far below the yield of 11 t/ha obtained in southwestern Nigeria in 1995 as reported by the Monitoring and Evaluation Unit of the Federal Ministry of Agriculture in 2001. In Cameroon, the average yields vary from one agroecological zone to the other with the highest (13.72 t/ha) recorded in the humid forest agroecological zone with bimodal rainfall (NPRTD 2006). Planting materials and high labor require-

ments were identified as the major constraints to increased yam production (Acquah and Evange 1991; Alvarez and Hahn 1983; Nweke et al.1991; Robin et al. 1984).

To address some of the problems hindering the improvement of yam production in Cameroon, the government through research and the national agricultural extension program, introduced the minisett technology (developed in the early 1970s) to farmers in the yam producing zones of Cameroon as far back as the early 1980s. This technology consisted of using healthy ware yams to produce clean seeds within a gestation period of 6–7 months. The choice of introducing this technology to yam farmers in Cameroon stems from the fact that it generates large quantities of high quality planting materials at an economically viable rate (Ezeh 1992), hence the increased yield.

Despite the introduction of minisetts in Cameroon, the increase in yam production is still below expectation. This low level of production is attributed to the fact that farmers were still using traditional methods of seed production (Ngeve and Nolte 2001). During a national yam forum (November 2006) organized by the Government of Cameroon through NPRTD a conclusion was drawn that, despite the effort made by the State, the minisett technology was not adopted in Cameroon. The forum that brought together all the stakeholders, including farmers, highlighted the need to ensure the appropriation of this technology by small-scale farmers as the way to scale up yam production and also cut down the cost of planting materials that is estimated to be one-third the cost of yam production (Acquah and Evange 1991).

While researchers, extension services, and the rural development agencies are gearing up for the enhancement of the dissemination of the minisett technology, it is crucial to define an efficient and effective strategy. In order to do so, it is important to capitalize on the relative importance farmers attach to the minisett technology in Cameroon based on their physical, socioeconomic, and technical environment. Such knowledge will be useful in targeting farmers in the dissemination of the minisett technology as well as taking appropriate policies to ensure appropriation and improvement on livelihoods in the country. The objective of this paper is therefore to identify factors encouraging the adoption of the minisett technology in the agroecological zones of the high Guinea savanna and Western Highlands of Cameroon. This is expected to enhance the dissemination and adoption of the minisett technology in the country.

Methodology

The study area

The study was carried out in two agroecological zones of Cameroon where at least one of the following yam varieties is grown: *D. rotundata* and *D. cayenensis*. The first agroecological zone is called the high Guinea savanna covering Mbe division in Adamaoua province of Cameroon, situated 1100 m above sea level. The climate is tropical, characterized by a monomodal rainfall pattern (1200–1500 mm/year). Two major seasons are prevalent. The wet season lasts for 7–8 months per year with maximum rainfall in July, August, and September and runs from April (mean precipitation of 128.8 mm) to October. The dry season lasts for 4–5 months from November to March (with mean precipitation of 107.2 mm). The maximum monthly rainfall ever recorded was 325.6 mm and occurred in July.

The second agroecological zone is the Western Highlands covering Momo and Mezam divisions in the northwest province of Cameroon and is located in the mid and high altitude zone of the country which lies between latitudes 5°20' and 7° North and longitude 9°40' and 11°10' East of the equator. The surface area of the zone is 17,910 km^2 covering $^1/_6$ of the country's land area. Altitudes range from 300 to 3000 m above sea level. The climate is marked by a dry season from November to mid-March and a rainy season from mid-March to October. Rainfall ranges between 1300 and 3000 mm with a mean of 2000 mm. Minimum and maximum temperatures have means of 15.50 °C and 24.5° C, respectively; although temperatures can go above 30 °C. There are three types of soils: volcanic, hydromorphic, and ferralitic. The human population is estimated at 1.82 million inhabitants, one of the highest population densities in the country, with at least 79 inhabitants per km^2 and a population growth rate of 3.1%.

Data collection

Primary data were collected from 150 respondents using structured questionnaires. Data collected include socioeconomic characteristics of respondents such as sex, occupation, age, family labor, perception of profitability of set production, experience in yam production, and educational level. The other data collected include number of adopters of minisett technology, seed yam/yam farm sizes, adoption rate and constraints to the minisett technology, seed type, and scale of production.

The field survey was carried out between May and June 2007. Random sampling technique was employed to select interviewers. In the first stage, two agroecological zones out of five were chosen based on the disparity of yam varieties grown and scale of production. Three divisions (Momo, Mezam, and Mbe) in the two zones were retained based on the fact that at least one of the yam varieties was predominantly grown in the area. A minimum of four villages were selected in each of the divisions for the study. From the list of selected communities, respondents not aware of the minisett technology were chosen randomly whereas those aware of the minisett technology where selected purposively. A total of 150 questionnaires were administered but only 114 are used to determine factors influencing the adoption of the minisett technology.

Analytical approach

Descriptive statistics, namely frequencies, are used to look at the household distribution of yam seed use. From the result of surveys we first of all distinguished farmers that were aware or informed about the minisett technology from those that were not. Amongst those who were aware about minisetts we once again distinguished between those who adopted the technology from those who did not adopt it and we obtained the real rate of adoption of technology. From those who were informed and did not adopt, we then identified the reasons. We also identified the constraints those who adopted face in the use of the minisetts.

Cross tab analysis, Khi2 tests, are made to understand the determinants of minisett technology adoption in relation to some socioeconomic characteristics of farmers. A comprehensive econometric analysis of factors affecting the minisett technology adoption by households is presented using the probit model which is a binary response model. Respondents who adopted the minisett technology were given the value 1 and non-adopters 0.

However, in modeling adoption, one needs to use consistent and asymptotically efficient models that account for simultaneity. Restricting analysis to a single crop or technology model would not account for such interdependence, and will produce biased and inefficient parameter estimates. But given the limited budget and the quality of information at our disposal, we limited ourselves to a single crop model.

The probit model for the adoption of minisett technology is presented as follows:

$Y = F(X)$

Where, Y is the dependent variable representing the decision to adopt or not to adopt the minisett technology.

Y = 1 if the respondent use minisett technology

Y = 0 if not

X is the vector of dependant variables that influence the decision to adopt or not the technology. The vector is composed of the following variables:

- Sex stands for sex of respondents and takes the value 1 if the respondent is a male and 0 if he is a female,
- School for last level of education and is given the value 1 for respondents that reached high school and above and 0 for those that did not.
- Classage: for the age class of respondents. Classage = 1 for any respondent who is more than 41 years and 0 for respondents whose age is less than or equal 41 years.
- Maininc: major income generating crop grown. Maininc = 1 for yam and 0 for other crops.
- Market = main market outlet. This takes the value 1 if yam sets are sold mostly in the same community where they are grown or 0 where the market is out of the community.
- Perception of profitability: perception of respondents that yam seed production is more profitable than ware yam production. Respondents who think yam seed production is more profitable than ware yam production took the value (1) and those that think otherwise were given the value (0).
- flab.. family labor used. This takes a value 1 for households that have a labor force of more than three people and 0 if household labor force is less than three people.
- sqtty: Scale of production of sets from technologies other than minisett. 1 for large scale and 0 for small scale.
- yexp.. experience in yam production. yexp = 1 for experience of more the 10 years and 0 if it is equal or less than 10 years.

The final model to estimate is

$Y = \beta_1 sex + \beta_2 school + \beta_3 classage + \beta_4 Maininc + \beta_5 market + \beta_6 profit + \beta_7 flab + \beta_8 sqtty + \beta_9 yexp.$

Where βi i = 1,2,3, ….9 are parameters associated to dependent variables to estimate.

Results and Discussion

Type of seed yam used by households and origin of knowledge on minisett technology

Type of seed yam used by households

Most of the planting materials (83.6%) used by respondents come from owned farms, both market and owned farms (13.7%), and only 2.1% from the market. Sets from minisett technology account for the second major kind of planting materials mostly used by yam producers in the Western Highlands of Cameroon. This corresponds to a proportion of 15.5% of respondents of the agroecological zone that have adopted the use of sets from minisett technology as opposed to 0% recorded in the high Guinea savanna (Fig. 1).

The adopters of this technology grow only *D. cayenensis* from the Western Highlands agroecological zone. A vast majority of respondents (42.2%) use small tubers from ware yam (traditional method) followed by sets from milking/tapping (37.4%) as is the case in the high Guinea savanna. Only 9.5 % of the respondents

Table 1. Proportion of seed yam type mostly used by respondents.

Origin of seeds	High Guinea savanna	Western Highlands	Total
Traditional method	1 (2%)	62 (63.9%)	63 (42.9%)
Sets from minisett	0 (0%)	15 (15.5%)	15 (10.20%)
Fragment ware yam	0 (0%)	14 (14.40%)	14 (09.50%)
Milking/tapping	49 (98%)	6 (6.2%)	55 (37.5%)
Total	50 (100%)	97 (100%)	147 (100%)

Source: Survey data 2007.

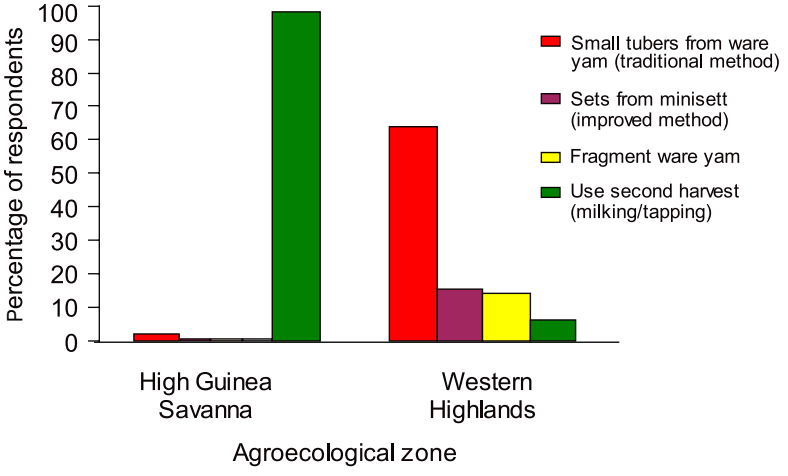


Figure 1. Proportion of seed yam type mostly used by respondents.

Table 2. Origin of knowledge of minisett technology by households.

Origin of knowledge	Number	Percentage
Extension service MINADER	33	58.90
Other farmers and friends	16	28.60
NGOs	3	5.40
Parents	2	3.6
IITA	1	1.8
IRAD	1	1.8
Total	56	100

Source: Survey data 2007.

use yam fragments as the major kind of planting material. Meanwhile, vines are not used at all in both zones.

Origin of knowledge on minisett technology

The knowledge on minisett technology was disseminated to adopters essentially by the extension services (58.90%) and other farmers and friends (28.60%). Local nongovernmental organizations (NGOs) account for 5.4% of the knowledge disseminated. Parents also contribute to the dissemination of the technology as indicated by 3.6% of the respondents. Research institutions, notably IITA and IRAD, disseminated the minisett technology to 1.8% of the respondents each. On a general note, most of the respondents received the support and advisory services of extension agencies and technical structures. The support of extension services has been shown to be one of the factors favoring the adoption of minisett technology (Agbaje et al. 2005).

According to one of the conclusions of a yam forum held in Bamenda 2006, NGOs that can be an important and efficient relay in the process of diffusion of innovation are not sufficiently involved. Serious efforts should be made to improve the situation.

Factors of minisett technology adoption

Factors of minisett technology adoption or non-adoption have been identified from the point of view of farmers using descriptive statistics (frequencies) and cross tab analysis. These have been completed by probit econometric analysis.

Factors responsible for the non-adoption of minisett technology

In identifying factors influencing the adoption of a technology, it is important to distinguish those who are aware about the technology from those who are not. The distinction is necessary because one can not know the behavior of a non-informed farmer once he receives information. It also helps to distinguish problems related to the diffusion of information from those relative to some specific characteristics of farmers. These different analyses are presented in the Table 3 and in the Figure 2 showing the decision tree of minisett adoption.

From Figure 2 or Table 3, one can observe that only 71 (48%) of farmers interviewed are aware of the technology. Therefore, the low rate of adoption of the minisett technology is attributed to the fact that the popularization of the minisett technology is not yet sufficiently done. Efforts should be made by extension services of MINADER in the dissemination of the technology. From the 71 farmers informed about the technology, 29 (41.4%) adopted the technology while 41 (58.60%) adopted the technology but dropped it later.

Table 3. Reasons of non-adoption of minisett technology.

Reasons	Frequencies	Percentages	Numbers
Aware of minisett technology	71	48	148
Adoption of minisett technology	29	41.40	70
Reasons for non-adoption of minisett technology by those aware			
Knowledge on minisett technology	10	31.80	
Cost of inputs	5	11.40	
Lack of capital	11	26.82	41
Low success rate	10	22.70	
Consumes time	12	29.54	
Labor intensive	1	2.3	
Lack of pesticides	1	2.3	
Deterioration in storage	2	4.9	

Source: Survey data 2007.

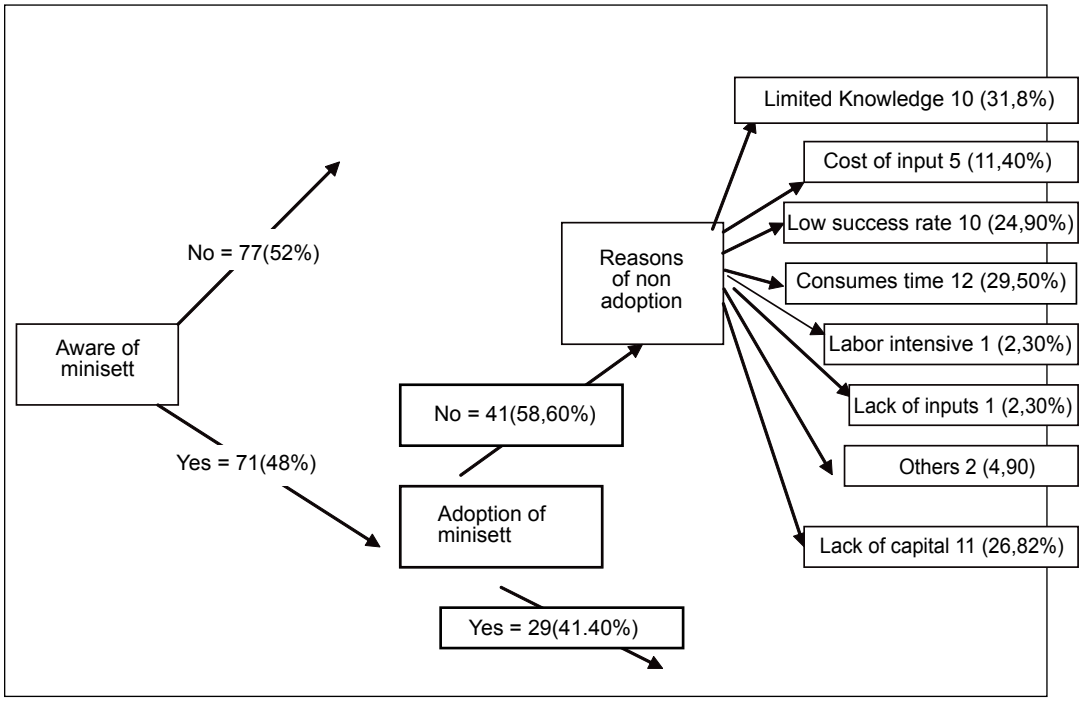


Figure 2. Decision tree of the minisett technology adoption.

The different reasons given, in order of importance, are: limited knowledge on the use of the minisett technology as expressed by 31.80 % of the abandoners, but, 93.9% of those who do not have the knowledge on the technology are willing to learn. Training of farmers is therefore necessary to facilitate the total adoption of the technology. On the other hand, the respondents who acquired the technology dropped it because of time consuming technology and activity (29.5 %), lack of capital (26.82%), low success rate (22.70%), high input/chemical cost (11.40%), and the fact that it is labor intensive (2.30%).

Descriptive statistics and cross tabulation analysis of minisett technology adoption

Descriptive statistics results show that age of farmers is correlated with minisett

Table 4. Determinants of minisett technology adoption using cross tab and mean comparison.

Adoption decision of farmer	Variables and values			Khi-2 /F
	Age of respondent			
	21–41 years	More than 41years	Total	17,88***
Produce sets through minisetts	26 (78.80%)	7 (21.20%)	33 (100%)	
Dropped from producing sets through minisetts	17 (38.60%)	27 (61.4%)	44 (100%)	
	Sex of respondent			
	Female	Male	Total	5.74***
Produce sets through minisetts	24 (72.70%)	9 (27.30%)	33 (100%)	
Dropped from producing sets through minisetts	21 (45.70%)	25 (54.3%)	46 (100%)	
	Origin of the knowledge			
	MINDER/ farmers	Research institutes/ NGOs	Total	11.58***
Produce sets through minisetts	28 (90.40%)	3 (9.60%)	31 (100%)	
Dropped from producing sets through minisetts	21 (84.00%)	4 (16.00%)	25 (100%)	
	Experience in yam production (in years) (1)			11.58***
Produce sets through minisetts	31 (100%)			
Dropped from producing sets through minisetts	25 (100%)			

*** = significant at 1%. (1) Comparison of means analysis.
Source: Survey data 2007.

technology adoption. A total of 26 (78.8%) farmers that still produce sets through minisetts are less than 41 years old, while 7 (21%) are more than 41 years old.

As we can also observe, 27 (61%) of respondents who dropped the minisett technology are above 41 years old. The Khi-2 coefficient is high enough and significant at 1%.

Sex of farmer is also an important factor of minisett adoption. In fact, 72% of farmers that adopt minisett technology are women while only 27% are men. The proportion of men who dropped minisett technology (54%) is higher than the proportion of women (45%) who dropped it. The Khi-2 is also highly significant.

Young female farmers are therefore more receptive to the technology than old male farmers. The diffusion process of this innovation should focus essentially on that category of farmers. The origin of knowledge of the technology is also important as we can see from Table 2. Farmers who received training from MINADER/other farmers are better prepared to produce sets from minisett technology. One of the reasons is that extension agents from MINADER and farmers are very close to their farmer counterparts through permanent visits and contact on the field. Experience in yam production is also an important determinant factor of minisett adoption. Farmers producing sets are more experienced than those who dropped it. As far as Khi-2 coefficients go, they don't inform us about the sign of correlation, so it is a serious limitation of such analysis. In order to confirm these tendencies and detect the sense of correlation, we introduced these preceding variables into an econometric model. The results are presented in the next paragraph.

Probit regression for the adoption of minisett technology

The probit analysis results have identified a set of factors explaining minisett technology adoption in yam-based production systems by farmers. Based on the

Table 5. Probit analysis of determinants of minisett adoption.

Variables	Coefficient	Std. Err.	Z	P > |z|
Sex of respondent	–.7571411	.3777815	–2.00	0.045*
Last level of education	.504581	.7864037	0.64	0.521
Age class	–1.084238	.3875199	–2.80	0.005*
Main market outlet	–.9607674	.3760678	–2.55	0.011*
Perception of profitability	–.1208088	.4180258	–0.29	0.773
Family labor	.8467994	.3572563	2.37	0.018*
Scale of production	–1.339875	.3431357	–3.90	0.000*
Experience	–.707268	.3493182	–2.02	0.043*
Constant	1.234172	.5494597	2.25	0.025*

LR chi2(8) = 44.93; Prob > chi2 = 0.0000; *significant at $P < 0.05$.
Log likelihood = –39.938416; Pseudo R2 = 0.3600; N = 114.
Source: Survey data 2007.

results, successful diffusion of minisetts should be designed carefully in order to reach young women producers of yams who have been likely adopters of existing technologies. In contrast with the Nigerian case presented in an IITA report (2006), targeting educated farmers should not be necessary in introducing minisett yam seed varieties in production systems.

According to the data from the concerned sample, the conclusion is that the following variables are some of the major determinants of the adoption of minisett technology in the Western Highlands of Cameroon. These are sex of farmer, market outlets, family labor, scale of production, experience of farmer in yam production, and the age class of respondents.

We found that:

- Women have a higher propensity to adopt minisett technology than men in the Western Highlands (WHL). It may be due to the fact that yam growers are mostly women or because in the zone yam is not the main source of income for men. This is contrary to the findings of Agbaje and Oyegbami in southern Nigeria (2005) where men are the dominant adopters of minisett technology. Yam in the WHL is mostly grown by women hence these findings,
- The farmers will be willing to adopt the technology if there are market outlets outside the community where sets can easily be sold,
- Households with a family labor force of more than three have a higher propensity to adopt the technology than those with less than three.
- The adoption is negatively linked to the scale of production of sets derived from other traditional technologies of set production. Farmers producing sets greater than 25 buckets had a lesser propensity to adopt the minisett technology than those producing less than 25 buckets per season.
- Adoption of minisett technology is negatively linked to the experience of farmers in yam production. The farmers with more than ten years experience will tend not to adopt the technology than the ones with less than or equal to 10 years of experience.
- Farmers less than 41 years old are more likely to adopt the minisett technology than the ones above 41 years old. This may be due to the fact that the activity is labor intensive as declared by some of the respondents.

Conclusion and Recommendations

The objective of this study was to identify the factors influencing the adoption of yam minisett technology by yam farmers. The assessment of the seed yam sector in the Western Highlands and Guinea savanna agroecological zones revealed that 41% of respondents aware of the minisett technology adopted it as opposed to 58.60% non-adopters. The respondents dropped the technology because of several reasons: time consuming (29.5 %), lack of capital (26.82%), low success rate (22.70%), high input/ chemical cost (11.40%), and the fact that it is labor intensive (2.30%).

One important conclusion that is drawn from this study is that the low level of minisett technology adoption is due to poor access to information on the existence of the technology by farmers, and training. The training can encourage farmers who are scared of failure to sustainably adopt the innovation.

A probit regression analysis of data from 114 respondents using Intercooled Stata 9 confirmed that the major determinants of the adoption of minisett technology in the Western Highlands of Cameroon are sex, market outlets, family labor, scale of production, experience of farmer in yam production, and the age of respondents.

However, the minisett technology is not adopted in the high Guinea savanna agroecological zone where sets from milking/tapping are the main source of seeds for 98% of respondents. The disparity in adoption is as a result of the lack of knowledge on the technology, the fact that it consumes time, its low success rate, high input/ chemicals cost, lack of capital, and the fact that it is labor intensive.

In order to enhance the production of yams through the use of sets derived from the minisett technology, it will be necessary to capitalize on the socioeconomic factors that account for the adoption. Appropriate solutions are equally required to address the problems hindering the adoption of the minisett technology. These measures among others should include:

- The full involvement of the extension services in the dissemination of adequately packaged minisett technology at two levels: diffusion of information concerning the existence of the technology and training of farmers.
- The setting up of new farmer field schools and follow up over a period of at least two years to set the pace for adoption and appropriation by small-scale farmers.
- The institution of a market-orientated system to the production and marketing of sets through the minisett technology.
- The dissemination of the minisett technology should be gender sensitive thereby focusing on women in the Western Highlands and men in high Guinea savanna agroecological zones.
- The promotion of an appropriate savings and credit scheme is also an important aspect to spur up the adoption of the innovation.
- Carry out similar surveys in other agroecological zones of Cameroon as well as characterize the agronomic practices and farmer preferences to minisett technology. This will be very useful in putting out an adequate extension strategy.

References

Acquah, T.E. and W.N. Evange. 1991. An economic examination of constraints and opportunities in yam (*Dioscorea* spp.) production in Fako Division, Cameroon. Pages 67–372 *in* Tropical root crops in a developing economy, edited by F. Ofori and S.K. Hahn. Proceedings of the 9th Symposium of the International Society for Tropical Roots Crops (ISTRC-AB), 20–26 October, 1991, Accra Ghana.

Agbaje G.O. and A. Oyegbami. 2005. Survey on the adoption of yam minisett technology in southwestern Nigeria. Journal of Food, Agriculture and Environment 3(2): 134–137.

Agbaje, G.O., L.O. Ogunsumi, J.A. Oluokun, and T.A. Akinlosotu. 2005. Survey of yam production system and the impact of government policies in southern Nigeria. Journal of Food, Agriculture and Environment 3: 222–229.

Alvarez, M.N. and S.K. Hahn. 1983. Seed yam production. Pages 129–132 Tropical root crops: production and uses in Africa. Proceedings 2nd Triennial Symposium, International Society for Tropical Roots Crops Africa Branch (ISTRC-AB), 14–19 August, 1983, Douala, Cameroon. IDRC, Ottawa, Ontario, Canada.

Ezeh, N.O.A.1992. Economics of seed production from minisett in Umudike, southwestern Nigeria: implications for commercial growers. Pages 378–387*in* Tropical root crops in a developing economy, edited by F. Ofori and S.K. Hahn. Proceedings of the 9th Symposium of the International Society for Tropical Roots Crops (ISTRC)-AB, 20–26 October, 1991, Accra Ghana.

Ngeve, J. M. and C. Nolte. 2001. Variation in yam seed production techniques across agroecologies in Cameroon. Pages 381–386 *in* Proceedings of conference of International Society for Tropical Roots Crops Africa Branch (ISTRC-AB), 12–16 November, 2001, Ibadan Nigeria.

NPRTD (National Programme for Roots and Tubers Development). 2006. Document de Synthèse de l'Etude de Base sur les Racines et Tubercules aux Cameroun. Department des OPA et de l'Appui aux Exploitations Agricoles Ministère de l'Agriculture et du Developpement Rural.

Nweke, F.I., B.O. Ugwe, C.L.A. Asadu, and P. Ay. 1991. Production costs in yam based cropping systems of southeastern Nigeria. RCMP Research Monograph No 6. Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. 29 pp.

Robin, G., B.C. Clarke, H. Adams, S. Bello, and M. Genthon. 1984. Introduction of clean *Dioscorea alata* planting materials into small farm systems of Dominica. Pages 254–258 *in* 20th Proceedings of Caribbean Food Crops Society, 21–26 October, 1984, St Croix, U.S Virgin Islands.

Acknowledgements

This work was jointly financed by the International Fund for Agricultural Development via IITA Ibadan and the Cameroon Government through the Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), Cameroon. The Development Engineering Service Cameroon facilitated the data collection process.

Promotion of the Yam Minisett Technique in the Yam Belt of Nigeria

Ikeorgu, J.G., Ekwe, K.C. and M.H. Tokula
National Root Crops Research Institute Umudike, Abia State, Nigeria

Abstract
Yam minisett promotional activities were carried out in six states of the yam belt of Nigeria (Abia, Bayelsa, Benue, Enugu, Imo, and Kogi states) to popularize the yam minisett technology which still records below 40% adoption about two decades after it was developed. Two locations were randomly selected in each state and three farmers/state. Each farmer constituted a replicate. Two improved yam varieties (TDr 89/02677 and 89/02665) and a popular local cultivar, Obioturugo as well as the farmers' local best were planted in 5 m × 4 m plots. Treated and cured 25 g minisetts were planted on 1 m ridges and spaced 1 m apart on the crest of the ridge. Tuber yield of the minisetts did not differ significantly among the cultivars tested, Farmers were however excited that setts as small as 25 g could sprout.

Résumé
Des activités promotionnelles ont été effectuées dans 6 zones produisant igname au Nigéria (Abia, Bayelsa, Benue, Enugu, Imo et Kogi) pour vulgariser la technologie de multiplication rapides d'igname (technologie minisett) qui enregistre toujours une faible adoption de 40 % pendant 3 décennies après qu'elle a été développée. Deux endroits ont été choisis au hasard dans chaque État et 3 fermiers/état. Chaque fermier s'est concentré sur une réplique. Deux variétés améliorés d'igname (TDr 89/02677 et TDr 89/02665) et un cultivar natif, Obioturugo et aussi la meilleure variété pour les fermiers ont été plantés sur le terrain de 5 m × 4 m. Les minisetts pesant 25 g et traités ont été plantés sur des buttes de 1 m avec l'espace 1m à part sur la crête de butte. Le rendement de tubercule des minisetts et celles des cultivars examinés était presque la même quantité. Les fermiers étaient contents parce que les minisetts de 25 g peuvent germer.

Introduction
To address the problem of high cost and scarcity of seed yams, the National Root Crops Research Institute, Umudike developed the yam minisetts technique over two decades ago. Reports (Ogbodu, 1995, Anuebunwa *et al*. 1998) showed that adoption rate of this technology was still below 40% and that farmers showed only partial adoption. Among the reasons advanced by farmers for the low adoption is that the size of the minisetts (25 g) is too small and that the technology was developed under monoculture while most farmer practice intercropping.

The yam minisett technique has now been modified such that farmers who wish to produce seed yams of 500 g and above could use setts of 35 g–45 g (Ikeorgu et al, 2000). It is unfortunate that many farmers in the yam belt of Nigeria still do not practice this technology for seed yam production due to poor extension services. In 2000, NRCRI developed the yam minituber technique that uses 6–10 g minisetts to produce minitubers of 30–200 g such that farmers merely sow the small whole tubers in their fields without cutting.

Table 1. Mean fresh tuber yield of seed yams produced from yam minisett promotion trials in Enugu, Imo, Benue and Kogi states of Nigeria in 2006.

Variety	Enugu	Imo	Benue	Kogi	Mean
TDr 89/02665	7.15	2.35	3.00	2.42	3.73
TDr 89/02677	5.00	2.05	1.05	1.35	2.49
Obioturugo	8.00	2.35	1.05	1.35	3.19
Local best	6.50	1.25	0.60	3.57	2.98
Mean yields	6.66	2.00	1.02	2.90	
LSD (0.05)					NS

SED[1] for comparing among Enugu, Imo and Benue = 1.38 ; SED for comparing each of Enugu, Imo and Benue with Kogi = 1.13

We received funds from Root and Tuber Expansion Programme (RTEP) and International Fund for Agricultural Development (IFAD) Yam project to popularize the yam minisetts and minituber techniques to boost seed yam production in the yam belt of Nigeria. This activity has been carried out for only one year and will be concluded in 2007. This report is therefore from a one-year trial in six states of the Nigerian yam belt.

Materials and Method

This promotion activity was carried out on farmers' fields in six states of the yam belt of Nigeria (Abia, Bayelsa, Imo, Enugu, Kogi, and Benue states). The various state Agricultural Development Programmes (ADPs) provided extension agents (Eas) who did both site and farmer selection. In each state, two sites (villages) were selected and in each village, three farmers were selected. Thus in each state there were 6 locations and each location constituted a farmer. Two improved yam varieties (TDr 89/02665 and TDr 89/02677) and a local best DRN 010 (Obioturugo) plus the farmer's local best were selected as the test yam cultivars for this promotional exercise.

Land preparation and planting

This promotional activity was silent on farmers' land preparation methods. Some farmers made 1m ridges while others made approximately 1 m mounds. Plot size was 5 m × 5 m and each farmer constituted a replicate. In 2006, the selected yam cultivars were cut into minisett sizes at NRCRI Umudike and treated with a mixture of Mancozeb and Basudin at recommended rates before sending them to the farmers who were supposed to have prepared the seedbeds before the arrival of the planting materials. The treated setts were planted on top of the ridges/mounds approximately 25 cm apart to achieve a plant population of 40,000 plants/ha as recommended.

Cultural practices

The plots were weeded at 4, 8 ,and 12 weeks after planting and fertilizer (NPK) at the rate of 400 kg/ha were applied at 10–12 weeks when the minisetts had all sprouted. Some farmers staked the vines with split bamboos while others (especially in the southern Guinea savanna) did minimum staking where some stakes were less than 1 m high.

[1]SED means Standard Error of Difference

We monitored the activities in each of the locations at mid season and at harvest. The seed yams in each of the locations were harvested between December 2006 and January 2007. Total plot yields were harvested and used to compute yield of seed yam in that location. Each state was taken as a block in computing the tuber yields.

Results and discussion

The seed yam yields are presented in Table 1. Highest seed yam yields were achieved from farmers at Isu Awaa in Enugu State. These farmers are familiar with the minisett technique. One of the farmers even told us that he pre-sprouted the setts before planting so as to achieve optimum plant population. He was advised to teach his fellow farmers this method that made him get high seed yam yield.

Observation

We observed that some of the farmers did not plant the treated setts even a week after we had sent them to the farmers. This resulted in crop failure, low sprouting and low yields in some locations. We also observed that many of the farmers who did not believe that the small setts could germinate, were thrilled to see the resulting seed yam yields from such plots and many promised to try the technology. We could however not provide them enough improved yam cultivars since these were in short supply. The promotional trials are being repeated in 2007 at the same locations as in 2006.

References

Anuebunwa, F.O., B.O. Ugwu, A.W. Iloka, J.E.G. Ikeorgu, and A. Udealor. 1998. Extent of adoption of improved yam minisetts technology by farmers in the major yam growingareas of Nigeria. A Research Report submitted to NARP Abuja by NRCRI Umudike,August 1998. 29 pp.

Ikeorgu. J.E.G. H.N. Nwokocha, and M.C. Ikwelle. 2000. Seed yam production through the yam minisetts technique: recent modifications to enhance farmers' adoption. Pages 372–475 *in* Proc.12th Triennial Symposium ISTRC , Tsukuba, Japan. 10–16 September 2000.

Ogbodu, B.C. 1995. Report on extension activities in Enugu State of Nigeria. Proc. 10thAnnual Farming Systems Research and Extension Workshop, Umudike. Dec. 4–8,1995.

Okoli, O.O., L.S.O. Ene, and J.U. Nwaokoye. 1982. Rapid multiplication of yam by minisetts technique. Research Bulletin No. 2 NRCRI Umudike. 12 pp.

Farmer Participatory Evaluation of Local Landraces of Yams (*Dioscorea* spp.) in Cameroon: A Year's Experience

D.K. Njualem[1], F. Ntam[1], A. Mbairanodji[2], W.N. Leke[1], V. Nchinda[1], and D.L. Mapiemfu[1]
[1]Institute of Agronomic Research for Development (IRAD) Bambui Regional Center
[2]National Roots and Tubers Programme Yaounde, Cameroon PO Box 80 Bamenda, Cameroon

Abstract
A multidisciplinary team of researchers conducted a trial involving a total 53 genotypes of *Dioscorea alata, Dioscorea cayenensis, Dioscorea dumetorum*, and *Dioscorea rotundata* at Mfonta in 2006. The experimental units were not replicated and were established in a block with 13 genotypes of *D. alata*, 14 genotypes of *D. cayenensis*, 16 genotypes of *D. dumetorum*, and 10 genotypes of *D. rotundata*. There were 12 stands per row. Harvesting was on 1 December 2006. The objective of the study was to (1) identify genotypes with disease resistance and high yield and (2) identify genotypes with good culinary and breeding potential with end-user participation. At the vegetative stage, farmers selected establishment, vine thickness, leaf size, diseases, and leaf color in that order of importance. Yield, tuber size, tuber shape, tuber numbers, sprouting, and skin thickness were the order of importance selected at the harvesting stage. Ex-Maka-Logbako with a mean value of 18.7 t/ha, Ex-Mbam with 16.4 t/ha, and Ex-Baleng and Ex-Nguaya with mean values of 16.4 t/ha were the four top D*. alata* genotypes selected by farmers. Ex-Foumbot with a mean value of 14.6 t/ha, Ex-Batcham with 14.2 t/ha, and Ex-Bambui with 14.2 t/ha were the three top *D. cayenensis* genotypes selected. Ex-Jakiri (white) with a mean value of 27.3 t/ha, Ex-Jakiri (yellow) with 25.7 t/ha, and Ex-Dschang with 25.9 t/ha were the three top D*. dumetorum* genotypes. Ex-Mome with a mean value of 20.4 t/ha, Ex-Bonakanda with 19.5 t/ha, and Ex-Ata with 19.0 t/ha were the three top *D. rotundata* genotypes selected. All the selection was by farmers and researchers.

Résumé
Evaluation participative des variétés locales d'ignames (*Dioscorea* spp.) par les paysans au Cameroun: une année d'expérience. Une équipe pluridisciplinaire de chercheurs a conduit un essai avec un total de cinquante-trois (53) génotypes de *Dioscorea alata*, *D. cayenensis*, *D. dumetorum* et *D. rotundata* à Mfonta en 2006. Le dispositif expérimental est celui des blocs constitués de 13 génotypes de *D. alata*, 14 génotypes de *D. cayenensis*, 16 génotypes de *D. dumetorum* et 10 génotypes de *D. rotundata*, sans répétition. Douze (12) plants ont été semés par ligne. La récolte s'est faite le 1er décembre 2006. L'objectif de cette étude est (1) identifier les génotypes tolérants aux maladies avec des rendements élevés, (2) identifier les génotypes qui ont un bon potentiel génétique et appréciés pour la consommation. Au cours du stage végétatif, les paysans ont évalué la canopée, l'épaisseur de la tige, la taille, les maladies et la couleur des feuilles, dans cet ordre d'importance. Le rendement, la taille, la forme, le nombre, le germe et l'épaisseur des tubercules ont été évalués à la récolte par les paysans. Ex- Maka-Logbako, Ex-Mbam, Ex-Baleng et Ex-Nguaya ont été les

4 meilleurs génotypes de *D. alata* sélectionnés, avec en moyenne les rendements respectifs 18,7, 16,4 et 14,6 t/ha. Ex-Foumbot, Ex-Batcham et Ex- Bambui étaient les meilleurs génotypes de *D. cayenensis* sélectionnés par les paysans avec comme rendement moyens 14,6, 14,2 et 14,2 t/ha respectivement. Ex-Jakiri (blanc) Ex-Jakiri (jaune) et Ex-Dschang ont été classés meilleurs génotypes de *D. dumetorum*, avec comme rendements moyens 27,3, 25,7 et 25,9 t/ha respectivement. Enfin, Ex-Momé, Ex-Bonakanda et Ex-Ata ont les 3 meilleurs génotypes avec en moyenne les rendements respectifs 20,4, 19,5 et 19,0 t/ha. La sélection a été faite par les paysans et les chercheurs.

Introduction

Yams (*Dioscorea* spp.) constitute an important starchy staple in Cameroon, where food security is a problem for a growing population. Their introduction to cultivation was purely an African enterprise based on indigenous genetic material, and the initial stages of domestication took place many years ago. Yam is a crop that has suffered a lot from institutional neglect.

Conventional breeding of yams takes 6–7 years with farmers' participation at the concluding stages. Several genotypes may have been discarded and hence excluded from the alternative prototypes that the farmers must choose from (Otoo 2003). Farmers have been experimenters since the beginning of agriculture (Conway 1997). If asked, farmers can identify attributes, compare positive and negative features, and rank varieties placed in front of them (Conway 1997).

Yam is indigenous to West Africa so there is a wide variety of yam types of different qualities and usage (Ashby 1990). Yam cultivation spans over several years and farmers have thus accumulated a wealth of information on the production and utilization of the numerous yam varieties. Involving farmers in evaluation will not only shorten the period of selecting new varieties but will also incorporate farmers' knowledge and experience in the search for "ideal" yam genotypes for farmers (Ashby et al. 1987).

Materials and Methods

A trial was carried out at Mfonta located at an altitude of 1330 masl, situated at 10° 17' E and 6° 02' N, with an annual rainfall of 2300 mm.

The experimental units were unreplicated and were established in a block with 13 genotypes of *D. alata*, 14 genotypes of *D. cayenensis*, 16 genotypes of *D. domentorum*, and 10 genotypes of *D. rotundata*. There were 12 stands per row/genotype. The genotypes were evaluated at vegetative and harvesting stages with 20 farmers and two agricultural extension agents of the Ministry of Agricultural and Rural Development, Tubah Subdivision. Farmers were selected for evaluation from yam growing areas in the Tubah Subdivision and were used for both vegetative and harvesting stages. Rating of the parameters evaluated was done using a scale of 1 to 5, 1 = good and 5 = poor. At the vegetative stage, farmers ranked establishment, vine thickness, leaf size, leaf color, and diseases. At harvesting stage farmers ranked tuber size, skin thickness, tuber shape sprouting, and high yields. The researchers evaluated the local landraces in terms of performance. Data were collected 4 weeks and 8 weeks after planting for establishment, diseases status, number of plants harvested, and total yield. These parameters were used to rank the local landraces of yams.

Table 1. Farmers' and researchers' evaluation and selection of yam landraces at the vegetative stage.

Parameters	Researchers		Farmers		%
	Usage	Rank	Usage	Rank	Parameters
Establishment	+	1	+	1	100
Vine thickness	+	3	+	2	78
Leaf size					
Diseases	+	4	+	3	61.8
Leaf color	+	2	+	4	82.0
	+	5	+	5	100

Table 2. Farmers and researchers evaluation and selection of yam landraces after harvest.

Parameters	Researchers		Farmers		%
	Usage	Rank	Usage	Rank	
Yield	+	2	+	1	76.8
Tuber size	+	1	+	2	83.2
Tuber shape	+	3	+	3	100
Tuber number	+	4	+	4	100
Sprouting	–	5	–	5	100
Skin thickness	+	6	–	6	100

Results and Discussion

Of the 20 farmers who participated in the evaluation, 60% were female and 40% male. All were full-time farmers. All associate yam with maize, beans, and cassava. Five percent of the farmers have < 10 year of yam cultivation experience, 82% had 10–20 years, 10% had 21–30% years, and 3% had over 30 years. Establishment, vine thickness, leaf size, diseases, and leaf color were criteria considered by farmers for the selection of the yam landraces in decreasing order of importance. Farmers ranking of parameters were the same for *D. alata*, *D. cayenensis*, *D. dumetorum*, and *D. rotundata*. Researchers ranking differed with farmers in vine thickness, leaf size, and diseases (Table 1).

This may be due to farmers' lack of knowledge of the contributions of those factors to yield. Disease and leaf color were less important parameters to farmers. This apparently shows the lack of farmers' perception of the relation between diseases and yield losses. Farmers ranked yield as the most important parameter (Table 2).

They argued that high yield will fetch them more income. Tuber size, tuber shape, and tuber number were important to the farmers in that order. Sprouting and skin thickness were of no importance to the farmers.

Table 3 presents the mean values of *D. alata* selected by farmers and researchers at the vegetative stage and after harvest. Establishment, anthracnose severity, yam mosaic virus, and number of plants harvested were recorded by the researchers. The farmers ranked *D. alata* in the order presented on Table 3. The farmers' and researchers' selection was apparently the same for the first seven landraces of *D. alata* in terms of yields. This indicates that farmers have good experience in the selection of their yam varieties. Similarly, the seven landraces selected were less susceptible to yam mosaic attack with a rating ranging from 1 to 2.

Farmers' selection differed with researchers' selection in anthracnose disease in

Table 3. Mean values of *D. alata* selected by farmer at the vegetative stage and after harvest.

Landrace	Emergence 8 WAP	Anthracnose severity	YMV	No of plants harvested	Yield t/ha	Farmers (%)
Ex-Maka-logbako	10	2	1	10	18.7	86.2
Ex-Mbam	12	4	1	12	16.4	76,5
Ex-Nguaya	2	4	2	12	14.6	91,3
Ex-Baleng	12	4	2	12	13.8	98.4
Ex-pendamboko 2	12	2	1	12	11.8	67,4
Ex-Batoum	12	3	2	12	11.7	73.8
Ex-Bamessingue	12	1	2	12	11.1	69.2
Ex-Mbot	12	5	1	12	6.8	98.4
Ex-Njinikom	12	1	3	12	9.1	98.4
Ex-Badjoun	12	4	1	12	7.5	58.7
Ex-Muyuka	12	3	1	11	6.3	76,8
Ex-Pendamboko 1	11	2	2	11	9.6	83,4
Ex-Bafoussam	12	3	1	12	9.6	88.3

WAP = Weeks after planting.

YMV = Yam mosaic virus.

% = percentage of farmers involved in the selection.

the ranking of *D. alata*. This may be attributed to the lack of knowledge by farmers of the disease or the severity of the disease reflected in the yield. Ex-make-Logbako with a mean value of 18.7 t/ha, Ex-Mbam with 16.4 t/ha, and Ex-Nguaya with 14.6 t/ha were the top three *D. alata* landraces selected by farmers.

Table 4 presents the mean values of *D. cayenensis* selected by farmers and researchers at the vegetative stage and after harvest. The researchers recorded establishment 8 WAP, yam mosaic virus, and yield components. The farmers and researchers were in agreement in the three top local landraces in terms of yields. Thereafter, the ranking of farmers and researchers was different (Table 4). The same trend is also observed in yam mosaic virus severity. However, the contribution of farmers in the selection process was quite close to that of researchers. Ex-Foumbot with a mean value of 14.6 t/ha, Ex- Batcham with 14.2 t/ha, and Ex-Bambui with 14/2 t/ha were the three top *D. cayenensis* landraces selected by farmers.

Table 5 presents the mean values of *D. dumetorum* selected by farmers and researchers at the vegetative stage and after harvest. Researchers recorded establishment, anthracnose, yam mosaic virus, and yield components.

Farmers ranked *D. dumetorum* as presented in Table 5. There was no difference in the ranking from top to bottom, in terms of yields. Yam mosaic virus severity was the same between farmers and researchers. The local landraces of *D. dumetorum* had almost the same level of resistance to YMV except in Ex-Bamendjida 1 that had a score of 2 (Table 5). The local landraces of *D. dumetorum* reacted differently to anthracnose attack with severity ranging from 1 to 3. Ex-Jakiri (white) with a mean value of 27.3 t/ha, Ex-yellow with 25.7 t/ha, and Ex-Dschang with 25.9 t/ha were the three top *D. dumetorum* landraces selected by farmers.

Table 6 presents the mean values of *D. rotundata* selected by farmers and researchers at the vegetative stage and after harvest. The same trend of selection between farmers and researchers observed in selection of local landraces of *D.*

Table 4. Mean values of *D. cayenensis* selected by farmers at the vegetative stage and after harvest.

Landrace	Emergence 8 WAP	YMV	No. of plants harvested	Yield t/ha	Farmers (%)
Ex-Foumbot	12	2	12	14.6	91.0
Ex-Batcham	12	3	12	14.2	76.4
Ex-Bambui	12	3	12	14.2	87.5
Ex-Bali	11	2	11	9.6	98.2
Ex-Bamendjou 2	12	2	12	11.7	67.9
Ex-Bamendjou 2	12	2	12	9.2	73.5
Ex-Balessin	12	2	12	8.3	96.0
Ex-Ndu	12	2	12	6.3	89.4
Ex-Batibo	8	2	11	5.5	69.8
Ex-Nkondjock	10	1	12	5.0	87.1
Ex-Muyuka	3	2	11	2.3	86.7
Ex-Penja	8	1	9	3.3	89.6
Ex-Ombessa	9	3	11	4.8	79.8
Ex-Bangante	9	2	10	5.5	93.5

WAP = Week after planting.

YMV = Yam mosaic virus.

% = percentage of farmers involved in the selection.

Table 5. Mean values of *D. dumetorum* selected by farmers at the vegetative stage and after harvest.

Landrace	Emergence 8 WAP	Anthracnose	YMV	No of plants harvested	Yield t/ha	Farmers (%)
Ex-Jakiri (white)	12	2	1	12	27.3	100.0
Ex-Jakiri (yellol)	12	2	1	12	25.7	100.0
Ex-Dschang	12	2	1	12	25.9	92.3
Ex-Bambui yellow	12	2	1	12	21.3	85.1
Ex-Befang	12	1	1	12	21.2	86.4
Ex-Bamendjida 2	12	3	1	12	21.3	97.3
Ex-Bafut	12	2	1	12	20.0	93.6
Ex-Bamendjida 1	12	2	2	12	16.7	100.0
Ex-Ngaline	12	1	1	12	15.6	92.3
Ex-Bamenjou	12	1	1	12	13.6	83.6
Ex-Bakou	11	1	1	11	13.5	100.0
Ex-Bangou	11	3	1	11	12.6	100.0
Ex-Buea	9	2	1	9	10.5	74.6
Ex-Bamock	12	2	1	12	10.4	87.4
Ex-Muyuka	5	1	1	8	5.9	91,6
Ex-Pendamboko	4	1	1	9	2.8	94.7

WAP = Week after planting.

YMV = Yam mosaic virus.

% = percentage of farmers involved in the selection.

Table 6. Mean values of *D. rotundata* selected by farmers at the vegetative stage and after harvest.

Landrace	Emergence 8 WAP	YMV	No. of plants harvested	Yield t/ha	Farmers (%)
Ex-Mome	06	1	12	20.4	100.0
Ex-Bonakunda	12	1	12	19.5	100.0
Ex-Ata	1	2	2	19.0	100.0
Ex-Ombessa	3	1	3	18.0	93.2
Ex-Makone	3	1	6	11.8	91.6
Ex-Pendamboko	4	1	4	8.8	100.0
Ex-Muyuka	9	2	12	8.3	87.7
Ex-Ekona	11	2	12	7.5	93.6
Ex-Kongtock	6	2	6	6.0	100.0
Ex-Oshey (white)	7	1	7	2.7	87.3

WAP = Week after planting, YMV = Yam mosaic virus, Plt = plant, % = percentage of farmers involved in the selection.

dumetorum also occurred in the selection of local landraces of *D. rotundata*. This indicates that as the selection procedures proceed from one group of the local landraces to the other, farmers were in agreement with the researchers in the selection. Ex-Mome with a mean value of 20.4 t/ha, Ex-Bonakanda with 19.5 t/ha, and Ex-Ata 19/0 t/ha were the three top *D. rotundata* landraces selected by farmers.

Conclusion

Preliminary evaluation was successful in short listing three genotypes in each group of the local landraces of yams which were acceptable by both farmers and researchers. Farmers were happy in their participation in the selection and their participation in the selection and the exercise was useful in obtaining information on parameters that should be included in yam breeding programs.

Acknowledgements

This research is being funded by IFAD/TAG 704 and National Root and Tuber Programme of Cameroon. The authors are highly indebted to the two institutions. The Institute of Agronomy Research for Development of Cameroon is providing the infrastructure and human resources.

References

Ashby, J.A., C.A. Quiros, and Y.M. Riveria. 1987. Farmer participation in on-farm trial: Agricultural Administration (Research and Extension) Network. Overseas Development Institute, London. 30 pp.

J.A. Ashby, 1990. Evaluating technology with farmers. A handbook. IPRA Project, CIAT, Cali, Colombia. 95 pp.

Conway, G. 1997. Practical innovation: partnership between scientists and farmers. Pages 249–263 *in* Feeding a world population of more than eighty million peoples: challenge to science, edited by J.C. Waterlow, D.G. Armstrong, L. Fowden, and R. Riley. Oxford University Press, Oxford, UK..

Otoo, E. 2003. Farmers participatory breeding. A waste or a must: the case of yam breeding in Ghana. Pages 9–15 A paper presented at 13th Symposium of International Society of Tropical Root Crops (ISTRC), Arusha, Tanzania, November 2003.

Sélection Variétale Participative de Clones D'Igname (*Dioscorea Rotundata*) pour leur Performances Agronomiques et Organoleptiques

N'Kpenu K.E., N. Gnofam, S. Dodzi, D.A. Amouzou
Institut Togolais de Recherches Agronmiques, Togo

Résumé

Les variétés traditionnelles d'igname ne donnent plus les rendements qu'il faut pour que les producteurs tirent le minimum de profit de leur travail. C'est à cause de leur bonne qualité organoleptique que la plupart est encore cultivée. Les causes de la faiblesse des rendements sont le changement climatique et la pression parasitaire. L'utilisation des produits phytosanitaires pour le traitement des maladies fongiques s'avère coûteux et hors de portée pour les paysans. Quant aux maladies virales aucun traitement n'est possible pour le moment. La seule solution est la sélection de variétés résistantes ou tolérantes. Malheureusement, le temps mis pour la sélection classique est trop long et c'est dans le but de le raccourcir qu'il a été nécessaire d'associer les paysans plus tôt au lieu de le faire à la fin de la sélection. L'objectif de ce travail est de sélectionner en Station des clones d'igname avec la participation des paysans au stade des essais de rendement pour l'évaluation de la végétation et des tubercules**.** Une expérimentation a été conduite à Kazaboua à 30 km au Sud Est de Sotouboua dans la Région Centrale du Togo sur sol ferrugineux tropical lessivé. C'est une zone à une saison des pluies dont la moyenne annuelle est de 1200 mm. Vingt quatre (24) variétés d'igname de l'IITA ont été testées parmi lesquelles deux cultivars locaux. Le dispositif expérimental utilisé est les blocs de Fisher à 4 répétitions avec randomisation complète. En tenant compte des critères de sélection à savoir, la qualité de l'igname pilée, les rendements en tubercules totaux et commercialisables, la sensibilité aux maladies , les clones TDr 97/00907, TDr 96/01817, TDr 96/00629, TDr 96/01750, TDr 97/00793, TDr 97/00903 ont été retenus à partir des 22 génotypes testés. Les rendements en tubercules totaux et commercialisables ont fluctué respectivement de 14,77 à 26,17 tonnes/ha et de 7,12 à 18,45 tonnes/ha. Il y a eu une convergence de vue entre l'évaluation des paysans et celle des chercheurs avec quelques légères différences. Pour les paysans, les critères de sélection ont été par ordre d'importance, la qualité organoleptique, l'état phytosanitaire, le rendement.

Abstract

Traditional yam landraces no longer yield high enough to enable yam growers to draw the minimum of profit from their labor. Most of those yams are still cultivated because of their organoleptic properties. Their low yields can be attributed to climate change and desease pressure. The application of phytosanitary products against fungal deseases is costly and out the reach of yam growers. As for viral desases, no treatment is available at present. The only remedy lies in the selection of resistant and tolerant varieties. Unfortunately, conventional breeding methods take too much time, hence the need to reduce the lenth of the selection process by involving the farmers earlier rather than at the end of the process. The objective of this study was to select yam clones on station with farmers' participation at the yield trial stage for tuber and vegetation evaluation. An experiment was conducted on leached tropical ferralitic soils in Kazaboua, at 30Km South-East of Sotouboua in the Central region of Togo. The region is characcterized by a single raining season with a mean annual rainfall of 1200 mm. Twenty-four (24) varieties from IITA were tested including two local cultivars. For the experiment, a completely randomized block design with

four replicates was used. The selection was based on the following criteria: quality of pounded yam, total marketable tuber yields and suscetibility to deseases. TDr 97/00907, TDr 96/01817, TDr 96/00629, TDr 96/01750, TDr 97/00793, TDr 97/00903 where the most outstanding clones among the 22 genotypes tested. Total marketable yam tuber yields ranged respectively between 14.77 and 26.17 tonnes/ha and 7.12-18.45 tonnes/ha. With some slight differences, the farmers' assessment corresponded with researchers's own evaluation. Selection criteria were ranked by the farmers in the following order of importance: organoleptic quality, plant health and yield.

Introduction

L'igname est l'une des principales cultures vivrières à la base de l'alimentation en Afrique de l'Ouest en général et de la population Togolaise en particulier.

Les variétés cultivées au Togo sont locales et ont de faibles rendements, 9 à 10 tonnes/ha (DSID, 2000) contre un potentiel de 60 à 75 tonnes/ha (MARTIN, 1972). Ceci est dû à la dégradation des conditions climatiques et édaphiques et à la sensibilité de ces variétés aux maladies et aux ravageurs.

Les paysans, devant cette situation, recherchent de nouvelles variétés pouvant s'adapter aux conditions changeantes.

Pour répondre à leurs attentes, des variétés améliorées ont été introduites pour leur évaluation en Station. La sélection classique associe les paysans seulement à la fin de la sélection et le constat est que la plupart des variétés proposées aux producteurs ne sont souvent pas acceptées.

C'est pourquoi les paysans ont été associés à ce travail à partir des essais de rendement.

Cette méthode permettra de raccourcir le temps de sélection qui est souvent long.

L'objectif de cet essai est de sélectionner des clones d'igname performants avec la méthode participative en associant les producteurs à toutes les étapes de la sélection afin d'identifier des variétés performantes pouvant s'adapter aux nouvelles conditions de culture.

Matériel et Méthodes

Localisation de l'essai : Kazaboua/ Sotouboua

Le site de l'essai est situé à une latitude de 8° 25' 47 '' Nord , 1° 05' 36'' longitude Est, et à 313 m d'altitude. Le climat est subéquatorial à une saison des pluies ayant une hauteur moyenne annuelle de 1200 mm. La végétation est une savane arborée avec un sol ferrugineux tropical lessivé.

Matériel végétal

Vingt quatre (24) variétés dont 21 clones de l'IITA, 1 clone sélectionné en passe d'être vulgarisé et 2 cultivars locaux ont été mis en comparaison.

Méthodes

Dispositif expérimental

Les blocs de Fisher avec randomisation complète à 4 répétitions ont été utilisés. Les dimensions de la parcelle élémentaire brute ont été de 5 m x 4 m tandis que celles de la parcelle élémentaire nette ont été de 5 m x 2 m.

Les répétitions ont été séparées par des allées de 1 m et les traitements des allées de 0,5 m.

Les dimensions de l'essai ont été de 107,50 m x 23 m.

Trente producteurs et productrices dont 73 % d'hommes et 27 % de femmes ont procédé aux évaluations au champ et au test de dégustation. L'âge moyen est égale à 40 ans et le nombre d'années d'expérience dans la culture de l'igname est en moyenne de 20 ans.

Conditions de réalisation

Les semenceaux d' une taille de 300 à 350 g ont été traités dans une suspension de 50 g de calthio (25 % de thirame et 20 % de lindane) , de 150 g de cendre et 8 litres d'eau.

La plantation a été faite sur billons de 40 cm de haut confectionnés manuellement (4 billons de 5m de long par parcelle élémentaire) à une profondeur de 10 à 15 cm. Les plants ont été tuteurés avec des branches d'arbre de 1, 70 m de haut.

Données collectées

Le taux de levée, les maladies foliaires, les ravageurs des tubercules, le rendement et les composantes de rendements, le test de dégustation.

Traitement des données

Le logiciel MSTAT-C a été utilisé pour l'analyse de la variance et la comparaison des moyennes des données prises par les techniciens, le SAS pour l'analyse des données d'évaluation de la végétation et des tubercules par les paysans.

Résultats et Discussion

Evaluation du taux de levée par les chercheurs

L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative entre les variétés. Le taux de levée moyen a été de 90% variant entre 80 à 100%. La variété TDr 96/00428 a le pus faible taux de levée de 58%. (Tableau 1).

Evaluation de la végétation par les paysans

L'évaluation des paysans a montré que les variétés TDr 96/00428 et TDr 96/01395 ont eu une levée médiocre (notes = 3,26 et 2,80) alors que les autres variétés ont eu une bonne ou très bonne levée (notes1ou 2) (Tableau 1).

La vigueur a été faible pour Kratsi (note = 3,4) tandis qu'elle a été élevée pour TDr 97/00903,

TDr 89/02665 et TDr 96/ 00629 (notes 5,86 à 6,73) (Tableau 1).

La couverture foliaire a été faible pour Kratsi (note = 3,3) et alors qu'elle a été élevée pour TDr 97/02665 (6,80) (Tableau 1).

Il a été demandé aux producteurs d'évaluer l'ensemble des maladies foliaires parce qu'il ne leur a pas été facile de le faire séparément.

La variété Kratsi a été sévèrement attaqué par les maladies foliaires(3,76), TDr 96/00428 et la variété Hè-abalou ont été moyennement sensibles (2,60 à 2,63) (Tableau 1).

Les clonesTDr 89/02665 et TDr 96/ 00629 ont été faiblement sensibles aux maladies (1,76) (Tableau 1).

Les clones TDr 96/00428, Hè-abalou et Kratsi qui ont des notes de 3 à 3,8 n'ont pas été appréciés tandis que l'aspect général de la végétation des clones TDr 97/00903, TDr 96/ 00629 et clonesTDr 89/02665 ont étés apprécié par les producteurs (1,76 à 2,23) (Tableau 1).

Formule de l'importance (I) d'un caractère qui conduit au choix d'une variété :

I = ftc x Pt (fc = fréquence du caractère c)

ftc = Somme des fréquences d'un caractère qui conduit au choix d'une variété par les paysans.

ftc = fR_1 + fR_2 + fR_3 + R_4 + fR_5 (R = raison)

Pour une variété donnée, chaque producteur indique les 5 premières raisons qui ont poussé à son choix. Des coefficients ont été attribués à chaque raison par ordre décroissant de la 1ère à la 5 è raison ;

5 pour la raison 1, 4 pour la raison 2, 3 pour la raison 3, 2 pour la raison 4, 1 pour la raison 5.

Un producteur peut considérer un caractère comme raison 1 du choix d'une variété tandis qu'un autre producteur peut considérer le même caractère de la même variété à un autre niveau de raison

Pt = Somme des fréquences pondérées d'une raison

Pt = 5 fcR_1 + 4 fcR_2 + 3 fcR_3 + 2 fcR_4 + 1fcR_5

La formule ci-dessus permet de calculer l'importance d'un caractère dans le choix d'une variété.

Dans le tableau 2, la bonne levée est le critère le plus important qui conduit les paysans à choisir une variété.

Les critères de choix pendant la période végétative ont été par ordre d'importance la bonne levée, le bon recouvrement, la bonne vigueur et la tolérance aux maladies (Tableau 2).

Tableau 1. Evaluation du taux de levée par les chercheurs et Moyenne des notes d'évaluation de la végétation de 7 variétés d'igname (*Dioscorea rotundata*) par 30 producteurs à 3 mois et demie après plantation.

Clones	Taux de levée en %	Levée**α**	Vigueur**β**	Couverture **β** foliaire	Maladies foliaires **γ**	Appréciation Générale **δ**
TDr 97/00903	100 a	1,10	5,86	6,24	1,86	2,23
TDr 89/02665	100 a	1,10	6,53	6,80	1,76	1,73
TDr 96/00629	100 a	1,03	6,73	6,26	1,76	2,13
Hè-abalou	80,00 ab	2,06	5,06	4,73	2,63	3,10
TDr 96/01395	72,50 bc	2,80	5,53	5,70	2,33	2,50
Kratsi	90,00 ab	1,86	3,40	3,33	3,76	3,83
TDr 96/00428	57,50 c	3,26	3,91	3,90	2,60	3,07
Moyenne de 24 clones	89,58	1,49	5,71	5,85	2,29	2,43
Signification	HS	HS	HS	HS	HS	HS
PPDS (1%)	1,86	0,19	0,55	0,56	0,33	0,35
CV (%)	12.21	19,26	14,29	14,43	21,64	21,28

α Levée : 1= très bon , 2= bon, 3= médiocre, 4= faible
β Vigueur et Couverture foliaire : 7 =élevé, 5= moyen, 3= faible
γ Maladies foliaires : 1= très sain, 2= sain, 3= sale, 4= très sale
δ Appréciation générale 1= très bon , 2= bon, 3= médiocre, 4= mauvais

L'attaque des maladies est un critère important pour l'appréciation de l'apparence générale de la végétation tandis que Otoo et al (2003) ont rapporté que ce critère a été classé en 5è position par les producteurs ghanéens.

Evaluation des maladies foliaires par les chercheurs

Maladies virales

La variété Hè-abalou qui a obtenu une note d'appréciation de 2,27 a été faiblement infectée.

Elle est suivie des clones TDr 97/00907 (note=2,60) tandis que le clone TDr 96/01393 a été sévèrement infecté (4,16) (Tableau 3).

Taches anguleuses

Les clones ont été faiblement attaqués comme l'indique la moyenne de la note d'appréciation (2,22) (Tableau 3).

Evaluation des ravageurs des tubercules par les chercheurs

Cochenilles à carapace

L'infestation des tubercules à été faible sur toutes les variétés (tableau 3).

Nématodes à lésions

Les tubercules de tous les clones ont été faiblement infestés par les nématodes à lésions.(tableau 3).

Evaluation des composantes du rendement et du rendement par les chercheurs

Rendements des tubercules totaux

Il existe une différence significative entre les rendements des variétés. Les clones TDr 97/00903, TDr 97/00793, TDr 97/00205 et TDr 96/01799 ont donné de hauts rendements en tubercules totaux qui ont été respectivement de 26,17 , 21,50 , 19,98, et 17,95 tonnes/ ha.

Cinq variétés ont eu des rendements qui ont varié de 13,98 à 15,77 tonnes/ha qui ne sont statistiquement différents entre eux . La variété locale Hè-abalou a donné un rendement de 13,98 tonnes/ha proche de la moyenne qui est égale à 14,12 tonnes/ha.

Les variétés TDr 96/00428, TDr 96/01393 et la locale Kratsi, ont donné les plus faibles rendements qui varient de 6,92 à 7,35 tonnes/ha (Tableau 4).a la page suivante.

Tableau 2. Critères de choix des clones d'igname (*Dioscorea rotundata*) par 30 paysans par ordre d'importance à base de la végétation.

Critères	Importance	Pourcentage	Classement
Bonne levée	926 442	47 %	1er
Bon recouvrement	580 780	30 %	2 ème
Bonne vigueur	186 973	10,50 %	3 ème
Etat sanitaire	169 584	9%	4 ème
Apparence générale	99 740	5%	5 ème
Total	1 963 519		

Tableau 3. Notes d'évaluation des maladies foliaires et ravageurs des tubercules de 9 variétés d'igname (Dioscorea rotundata) par les chercheurs.

Variétés	Sévérité maladies virales à 20 SAP$^{\beta}$	Sévérité tâches anguleuses à 20 SAP$^{\beta}$	Sévérité cochenilles à carapaces	Sévérité nématodes à lésions
TDr 96/01393	4,16 a	2,10 cd	1,50 ab	1,75 ab
TDr 96/00629	3,30 abcd	2,12 bcd	1,00 b	1,50 ab
TDr 96/01750	3,25 abcd	2,25 abcd	1,00 b	2,00 ab
Kratsi (témoin)	2,95 bcde	2,28 abcd	2,00 a	1,50 ab
TDr 97/00903	2,85 bcde	1,97 cd	1,25 b	1,25 b
TDr 97/00793	2,80 bcde	2,12 bcd	1,00 b	1,50 ab
TDr 89/02665	2,64 cde	2,25 abcd	1,50 ab	2,00 ab
TDr 97/ 00907	2,60 de	2,13 bcd	1,25 b	1,75 ab
Hè-abalou (témoin)	2,27 e	1,87 d	1,25 b	2,25 ab
Moyenne de 24 variétés	3,12	2,22	1,29	1,76
Signification	HS	HS	HS	HS
PPDS (1%)	0,80	0,43	0,63	0,89
CV %	13,63	12,22	26,50	26,82

1= plant sain, note 2 = faible attaque, note 3 = attaque moyenne, note 4 = attaque sévère, note 5 = attaque très sévère, β : SAP = Semaine après plantation.
Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents

Poids moyen d'un tubercule

Les clones TDr 97/00205, TDr 96/01750, TDr 97/00903, TDr 89/02665, TDr 97/00793 ont un poids moyen de plus d'un kilogramme respectivement 1,39, 1,30, 1,25 et 1,01 (Tableau 4).

Rendements des tubercules commercialisables

Les tubercules commercialisables sont ceux dont le poids moyen est supérieur à 1 kg.

Les variétés TDr 97/00903, TDr 97/00793, TDr 97/00205, TDr 89/02665, Hè-abalou ont eu les meilleurs rendements qui s'échelonnent entre 9,20 et 18,45 tonnes/ha.

Les plus faibles rendements en tubercules commercialisables ont été donnés par les variétés TDr 96/01393 (0,47 tonnes /ha), Kratsi (0,60 tonnes /ha), TDr 96/00428 (3,57 tonnes /ha) (Tableau 4).

Evaluation des tubercules par les paysans

Les critères de choix sont par ordre d'importance la grosseur du tubercule, la qualité sanitaire, la forme du tubercule, le bon rendement le nombre élevé de tubercules etc. (Tableau 5)

Le mode de calcul de l'importance est le même que celui de l'évaluation des variétés sur la base de la végétation (cf explication sous le tableau 2)

D'après le tableau 5, le premier critère de choix d'une variété d'igname par les producteurs est la taille (grosseur et longueur) du tubercule. Ceci confirme le résultat d'une étude qui a montré qu'au Togo, le prix des tubercules d'igname augmente avec la taille et la forme cylindrique (EDJOSSAN-SOSSOU, 2004). Ce dernier critère vient au troisième rang dans le choix des paysans.(Tableau 5).

Tableau 4 : Composantes du rendement et rendement de 12 variétés d'igname (*Dioscorea rotundata*).

Variétés	Rendement total en tubercules frais en tonnes/ha	Rendement des tubercules commercialisables en t/ha	Poids moyen d'un tubercule en kg
TDr 97/00903	26,17 a	18,45 a	1,23 bcdef
TDr 97/00793	21,50 ab	17,80 a	1,01 defghi
TDr 97/00205	19,98 abc	16,68 ab	1,39 abcd
TDr 96/01799	17,95 abcdef	13,48 abcdef	0,92 efghij
TDr 89/02665	15,77 bcdefgh	10,70 abcdefg	1,10 cdefg
TDr 96/01817	14,88 bcdefgh	7,12 bcdefg	0,81 fghij
TDr 96/01750	14,88 bcdefgh	7,55 bcdefg	1,30 abcde
TDr 96/00629	14,77 bcdefgh	6,75 bcdefg	0,32 kl
Hè-abalou	13,98 bcdefgh	9,20 abcdefg	0,29 l
Kratsi	7,35 gh	0,60 g	0,49 jkl
TDr 96/01393	7,00 h	0,47 g	0,67 ghijkl
TDr 96/00428	6,92 h	3,57 efg	0,86 fghij
Moyenne de 24 variétés	14,12	8,85	0,91
Signification	HS	HS	S
PPDS (1%)	8,73	8,75	0,36
CV %	33,11	52,70	28,25

Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

Coefficient de multiplication

Le clone TDr 97/00793 a donné le coefficient de multiplication le plus élevé (10,63). Les variétés locales Kratsi et Hè-abalou ont donné les plus faibles taux qui ont été respectivement de 2,46 et 2,60 (Tableau 6).

Il a été constaté que les rendements sont plus élevés pour les clones dont le coefficient de multiplication est élevé (N'KPENU, 2003). Les résultats de cet essai ont montré que les clones qui ont un coefficient de multiplication égal à 5 ont donné un rendement supérieur à 15 tonnes/ha (Tableau 4 et 6)

Néanmoins, il a été constaté que des clones qui ont un coefficient de multiplication élevé ont un faible rendement à cause de la pression parasitaire ; c'est le cas de TDr 96/18555 dont le coefficient de multiplication a été de 7 mais qui a donné un rendement de 8 tonnes /ha.

Taux de matière sèche

Le clone TDr 89/02665 (34 %) et les variétés locales Kratsi et Hè-abalou (32,75 et 33 % viennent en tête de liste pour leur taux de matière sèche élevé. Le clone TDr 97/00907 a donné un faible taux de matière sèche (23,75 %) (Tableau 6).

Qualité culinaire

** Igname bouillie*

En tenant compte du goût, de l'arôme et de la texture, les variétés Kratsi, TDr 95/18555, TDr 96/01817, TDr 97/00907, Hè-abalou, TDr 96/01750 ont été appréciées pour la bonne qualité d'igname bouillie (notes variant de 2,84 à 3,52) (tableau 6).

Le clone TDr 97/00205 (2,15) n'a pas donné une bonne qualité d'igname bouillie.

Tableau 5 : Critères de choix des clones d'igname (*Dioscorea rotundata*) par 30 paysans par ordre d'importance sur la base des tubercules.

Critères	Importance	Pourcentage	Classement
Taille (tubercule gros et long)	323 665	50 %	1er
Etat sanitaire	122 453	19 %	2 ème
Forme (cylindrique)	95 362	15 %	3 ème
Rendement	65 364	9,81 %	4 ème
Nombre	34 459	5 %	5 ème
Total	641 303	100 %	

Tableau 6. Coefficient de multiplication, taux de matière sèche, qualité d'igname bouilie et pilée appréciation d'amala de 12 variétés d'igname (*Dioscorea rotundata).*

Variétés	Coefficient de multiplication	Taux de matière sèche en %	Qualité igname bouillie**	Qualité igname pilée**	Appréciation d'amala **Φ**
TDr 95/18555	7,07 b	28,00 abcde	3,26 ab	2,57 cd	5,000 a
TDr 97/00205	4,89 bcde	26,00 bcde	2,15 hi	1,78 ef	4,400 abc
TDr 96/01750	7,45 b	27,50 abcde	2,78 bcdef	3,10 abc	3,800 bcdef
TDr 97/00903	7,18 b	25,00 cde	2,84 bcdef	2,52 cd	4,400 abc
TDr 89/02665	3,32 de	34,00 a	2,78 bcdef	3,57 a	2,000 g
TDr 97/00793	10,63 a	26,75 abcde	2,42 efghi	3,00 abc	3,400 cdef
TDr 96/01817	4,66 bcde	27,25 abcde	3,15 abc	3,42 ab	2,800 fg
TDr 97/00907	4,97 bcde	23,75 e	3,05 abcd	3,47 ab	3,800 bcdef
Kratsi	2,46 e	32,75 abc	3,52 a	3,42 ab	4,600 ab
TDr 96/00609	7,20 b	28,00 abcde	2,63 cdefgh	2,84 bcd	3,800 bcdef
TDr 96/00629	2,87 de	32,25 abcd	2,21 ghi	3,36 ab	3,800 bcdef
Hè-abalou	2,6 e	33,00 ab	2,94 bcde	3,36 ab	4,400 abc
Moyenne de 24 variétés	5,27	27,46	2,65	2,82	3,917
Signification	HS	HS	HS	HS	S
PPDS (1%)	2,46	6,67	0,48	0,54	
CV %	33,11	13,07	21,91	23,11	28,57

** Notes d'appréciation igname bouillie et pilée : 1 = mauvais, 2 = médiocre, 3 = bon , 4 = très bon

Φ Notes d'appréciation de la pâte d'igname ou amala :1= n'aime pas;3= indifférent 5= aime beaucoup

Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

** Igname pilée*

Les clones TDr 89/02665, TDr 97/00907, Kratsi, TDr 96/01817, Hè-abalou, TDr 96/00629, TDr 96/01750 et TDr 97/00793 ont donné de l'igname pilée de bonne qualité en tenant compte de l'élasticité, la consistance et la texture (Notes d'appréciation variant de 2,94 à 3,57) (Tableau 6).

Le clone TDr 96/00205 a donné du mauvais foufou (Note d'appréciation 1,78)

Aussi bien les chercheurs que les producteurs ont retenu l'aptitude au pilage comme 1er critère de sélection. C'est ainsi que des variétés à hauts rendements ont été rejetées pour leur mauvaise qualité au pilage. La même situation a été observée au Ghana (Otoo et al, 2003).

Pâte d'igname ou amala

L'analyse de variance au seuil de 5% a montré qu'il existe une différence statistiquement significative entre les types d'amala obtenus à partir des cossettes non précuites des variétés d'igname.

Il ressort de l'analyse que :

Les clones TDr 95/18555, TDr 96/00609, TDr 97/00903, TDr 97/00205, Hè-abalou, ont été les plus préférés par les dégustateurs. Les clones TDr 96/01817 et TDr 89/02665 n'ont pas été aimés par les dégustateurs. Ils ont été indifférents à tous les autres clones.

Conclusion

En tenant compte des critères de sélection à savoir, la qualité de l'igname pilée, les rendements en tubercules totaux et commercialisables, la sensibilité aux maladies , les clones TDr 97/00907, TDr 96/01817, TDr 96/00629, TDr 96/01750, TDr 97/00793, TDr 97/00903 ont été retenus à partir des 22 génotypes testés. Les notes d'appréciation de la qualité organoleptique ont varié de 2,52 à 3,57, les rendements en tubercules totaux et commercialisables ont fluctué respectivement de 14,77 à 26,17 tonnes/ha et de 7,12 à 18,45 tonnes/ha. Les notes d'évaluation de la sévérité des maladies virales ont varié de 2,60 à 3,42.

Il y a eu une convergence de vue entre l'évaluation des paysans et celle des chercheurs.

Pour les paysans, la végétation des clones retenus a été saine à moyennement attaquée par les maladies foliaires (notes d'évaluation entre 1,63 et 2,73) ; l'appréciation générale de la végétation se situe entre bonne et moyenne (notes 1,50 à 2,70) ; la taille des tubercules a été moyenne à grosse (notes 2,12 à 2,75) et l'état des tubercules vis-à-vis des nématodes a été sain (notes de 1,50 à 1,92).

La seule différence est que la note 1,75 a été donnée aux tubercules du clone TDr 97/00907 par les chercheurs quant à la sensibilité aux nématodes alors que l'appréciation des paysans a correspondu à la note 2,87.

Pour les paysans, les critères de sélection d'un clone sur la base de la végétation ont été par ordre d'importance la bonne levée, le bon recouvrement, la bonne vigueur et l'état sanitaire tandis que

les critères de sélection d'un clone sur la base des tubercules ont été par ordre d'importance la qualité organoleptique, la taille, l'état phytosanitaire, la forme, le rendement et le nombre.

Références

DSID, 2000 : Production des principales cultures vivrières au Togo ; Campagne 2000-2003 p.49

Edjossan-sossou. M. A 2004 : Déterminants de la formation du prix de l'igname et du niébé au Togo: Une approche hédonique ; Mémoire de fin d'études agronomiques Option Agroéconomie (ESA), UL pp 4-69

Martin .F.W., 1972: Yam production, Methods. Department of Agriculture, Production Research Report, Washington USA n° 174, p.17

N'Kpenu. K.E. 2003 : Evaluation des caractéristiques morphologiques, agronomiques et organoleptiques de clones d'igname améliorés (*D.cayenensis-rotundata*) dans 2 zones agro écologiques du Togo ; Mémoire de fin d'études agronomiques (ESA), UL p.119

Otoo . E , E. Moses, J.n.l.lamptey And J. Adu-mensah, 2003 : Farmer participatory evaluation of *Dioscorea*.species in Ghana; Pages 358-353 *in* : Actes du Symposium de la Société Internationale des Plantes à Racines et Tubercules Branche Africaine : Transformation à petite échelle et développement des Industries alimentaires pour une économie de marché ; Eds M . Akoroda .

Collecte et Documentation des Informations sur la Distribution Géographique des Différents Cultivars D'Igname et Leur Utilisation dans les Régions Maritime, des Plateaux et Centrale au Togo

Z. Kokou[1], A. Koumah[1], S. Koffi[2]
[1]Institut Togolais de Recherches Agronmiques, Togo
[2]Les Chefs d'Agences ICAT des Régions Maritime Plateaux et Centrale

Résumé
La présente étude vise mettre à disposition des informations sur la distribution géographique des cultivars d'igname dans l'agriculture togolaise. A travers trois types de questionnaire, les cultivars d'igname cultivés ont été recensés et leur utilisation identifiée dans les régions maritime, plateaux et centrale. Les cultivars ainsi recensés appartiennent à 5 espèces : *Dioscorea cayenensis rotundata, Dioscorea alata, Dioscorea dumetorum, Dioscorea bulbifera et Dioscorea esculenta*. Leur nombre varie de 8 à 52 par village. La moyenne par village est de 24 dans la région maritime, 20 dans la région des plateaux et 30 dans la région centrale. La moyenne de cultivar cultivé par producteur varie entre 6 et 7 suivant les régions. Concernant leur utilisation, en dehors de leur utilisation pour la consommation dont les formes les plus courantes sont **:** igname pilée, igname bouillie, igname braisée, igname frite, ragoût d'igname, wassa-wassa, amala et pâte de farine de cossettes d'igname mélangées au maïs, les ignames rentrent dans les sources de revenus des producteurs et des femmes qui assurent leur commercialisation et leur transformation. Aussi l'igname est dédiée dans les zones de culture aux divinités au moment des premières récoltes.

Abstract
The aim of this study was to generate information on the geographical distribution of yam cultivars in agriculture in Togo. Using three types of questionnaire, the inventory of yam cultivars under cultivation was taken and their uses identified in the Maritime, the Plateaux and the Central regions. The cultivars identified belonged to 5 species, namely: *Dioscorea cayenensis-rotundata*, *Dioscorea alata*, *Dioscorea dumetorum*, *Dioscorea bulbifera* and *Dioscorea esculenta*. Their number varied from 8 to 52 per village. The average number per village was 24 for the Maritime region, 20 for the Plateaux region and 30 for the Central region. The average number of cultivar per farmer was 6 or 7 depending on the region. With respect to utilisation, apart from the most common forms in which they are found : pounded, boiled, roasted, fried, stewed, wassa-wassa, amala and paste from yam chips/maize flour, yams are also a source of income for farmers and women engaged in trade and processing activities. Besides, yams from the first harvests are dedicated to divinities in the cropping areas.

Introduction
Les ignames appartiennent au genre *Dioscorea* dont seules 10 espèces sont cultivées (DEGRAS, 1986) surtout dans les régions tropicales. Elles ont intégré les moeurs et les traditions de plusieurs peuples d'Afrique de l'Ouest.

En Afrique de l'Ouest, cinq espèces sont cultivées; ce sont *Dioscorea alata, Dioscorea dumetorum, Dioscorea bulbifera, Dioscorea esculenta* ainsi que *Dioscorea cayenensis rotundata* qui sont prédominant.

Au Togo l'igname est cultivée et consommée dans toutes les 5 régions économiques.

La production a été estimée à 614.960 tonnes en 2003 (DSID, 2004). Cependant les informations sur la distribution géographique des différentes variétés et les différentes formes d'utilisation sont moins connues. Les différents acteurs de la filière igname (décideurs, développeurs, producteurs, commerçants, transformateurs/ transformatrices et consommateurs) n'ont pas d'information précise en matière de localisation des différentes variétés de cette culture. En effet les producteurs à la recherche des variétés plus performantes en rendement comme en qualité organoleptique que les leurs éprouvent beaucoup de difficultés alors que celles-ci peuvent exister dans une autre localité du pays. Les nouveaux producteurs, les femmes revendeuses d'igname et les femmes transformatrices d'igname en de différent mets ont également des difficultés pour trouver certaines variétés qu'elles désirent. Les décideurs et les développeurs ont également besoin des informations précises afférentes à la localisation de cette culture pour planifier et exécuter de façon plus efficace des projets pour la promouvoir de cette dernière

C'est dans cet ordre d'idée que la présente étude vise à mettre à la disposition des décideurs et pour la bonne promotion de cette culture une base de données sur les différents cultivars d'igname pratiqués et les différentes formes d'utilisation de ces cultivars suivant les zones en les incorporant dans un système d'information géographique.

Ojectif

Cette étude dont l'objectif est de documenter les informations sur la distribution géographique des cultivars produits dans l'agriculture togolaise en vue d'une création de banque de données sur l'igname au Togo vise spécifiquement à :

– identifier les différents cultivars d'igname en fonction des zones de production de l'igname,
– connaître les formes d'utilisation des différents cultivars d'igname par zone géographique,
– élaborer des cartes géographiques de répartition des variétés et de leur utilisation.

Methodologie

Zone d'étude

L'étude a été menée au Togo, dans les principales zones de production de l'igname

Le Togo couvre une superficie de 56 600 km². Il est limité au Sud par l'Océan atlantique au Nord par le Burkina Faso à l'Ouest par la République du Ghana et à l'Est par la République du Bénin. Il est divisé en cinq (5) régions administratives et économiques, trente (30) préfectures et trois (3) sous préfectures avec une population estimée à plus de 5 Millions d'habitants en 2006.

Le climat est de type subéquatorial bimodale dans la partie méridionale du pays et monomodale dans la partie septentrionale. La pluviométrie varie entre 800 à 1800 mm de pluies par an. Les principaux sols sont : Sols minéraux bruts, sols peu évolués, vertisols et paravertisols, sols brunifiés, sols ferrallitiques, sols hydromorphes, sols ferrugineux tropicaux et sols halomorphes. La végétation va de forêt à savane arborée puis à savane sèche.

Démarche méthodologique

Elle a porté sur la collecte d'informations secondaires et d'informations primaires.

Les informations secondaires telles que : la recherche bibliographique, les rencontres et les entretiens avec des personnes ressources sont toujours en cours de réalisation.

Cinq (5) étapes ont marqué la collecte d'informations primaires : Il s'agit des visites de prospection et de sensibilisation, l'élaboration des fiches d'enquête, la formation des enquêteurs, l'administration des fiches d'enquête auprès des producteurs et la prise des coordonnées géographiques des villages retenus.

** Visites de prospection et de sensibilisation*

Des visites de prospection et de sensibilisation basées sur des rencontres avec les personnes ayant une bonne connaissance des milieux de production d'igname devant permettre la préparation des producteurs et des utilisateurs d'igname à l'enquête, le recueil des éléments facilitateurs à l'élaboration et à l'administration du questionnaire et le choix des villages où devront se réaliser les enquêtes ont été effectuées dans 18 Préfectures se trouvant sur trois (3) régions : à savoir la région maritime, la région des plateaux et la région centrale. Ces 18 préfectures correspondent à 19 Agences d'encadrement de l'ICAT (Institut de Conseil et d'Appui Technique). Au cours de ces visites les villages ont été retenus avec les Chefs d'Agence et les Techniciens Supérieurs de l'ICAT pour la collecte des informations. Les conseillers agricoles de ces villages ont été invités à dresser la liste des producteurs pour l'échantillonnage des producteurs et utilisateurs d'igname.

** Elaboration des fiches d'enquête*

Des fiches d'entretien de groupe et d'enquêtes structurées (questionnaire auprès des producteurs et des utilisateurs) ont été élaborées. Les questionnaires s'articulent autour des grandes lignes comme cultivars d'igname cultivés dans le village et par chaque producteur enquêté. La provenance des variétés cultivées, les superficies cultivées et leur évolution, l'utilisation réservée aux variétés d'igname cultivées ou achetées, les différentes formes de transformation et de consommation des ignames etc …

** La formation des enquêteurs*

Soixante deux (62) Conseillers Agricoles et quinze (22) TSPV (Techniciens Supérieurs de Production Végétale) de l'ICAT ont été formés pour l'administration des questionnaires auprès des producteurs et utilisateurs d'igname dans les trois régions.

** La prise de coordonnées géographiques à l'aide d'un GPS*

Les coordonnées géographiques ont été prises dans les 90 localités où les données étaient collectées.

****** *Administration des questionnaires*

Trois types de fiches sont administrées auprès 150 groupes de producteurs de 330 producteurs et 200 utilisateurs (consommateurs et transformatrices) d'igname dans 90 localités.

** Traitement et analyse des données*

Les logiciels CSTAT et MAP INFO sont à utiliser pour des analyses statistiques avec calcul de fréquence relevant les principales tendances fournies par les données recueillies et pour l'élaboration des cartes de répartition géographique

Resultats

Les cultivars les plus repérés dans les trois régions enquêtées

Les cultivars d'igname et leur utilisation ont été recensés et leur utilisation identifiée à l'aide d'un guide d'entretien de groupe et de fiches d'enquête auprès des producteurs et des utilisateurs (consommateurs et transformateurs). Nous attendons ici par cultivars les variétés locales d'igname cultivées.

Plus de deux cents (200) cultivars ont été enregistrés. Les cultivars Laboco, Kratsi, Héabalo/Sotouboua/Katala/Foudoubalo, Sonka/Sonko, Gnalabo, Modji, Kéké, Yomblè, Kagni/Témakouka/Makouka, Bayéré/Avété/Hlo, Gnidou/Gnédou, et Koukou/Alassora/Kpédévité de l'espèce Dioscorea cayenensis rotundata sont repérés pratiquement dans les trois régions même s'ils ne sont pas tous cultivés dans tous les villages enquêtés.

Les cultivars Godossou, Lotossou, Akpoka, Awla, Matchessikpa/Florido de l'espèce Dioscorea alata sont répertoriés au niveau des régions maritime et des plateaux.

Les cultivars Nkafo/Agbota/Yéma/Gnéma de l'espèce Dioscorea dumetorum sont identifiés dans les trois régions.

Les cultivars Ato/Atidjité/Katé de l'espèce Dioscorea bulbilfera sont répertoriés seulement dans la région des plateaux tandis que ceux de l'espèce Dioscorea esculenta (Anséhè/Yovoté) sont recensés dans les régions des plateaux et centrale.

En attendant la finition de la collecte de données sur les cultivars présents dans l'agriculture togolaise et leur utilisation, nous présentons le nombre de cultivars identifiés dans les villages enquêtés dans les trois régions (cf. tableaux 1 ci-dessous et les tableaux 2, 3 et 4 en annexe)

Les différentes formes d'utilisation des cultivars identifiés

L'igname tient, en dehors de l'alimentation de la population togolaise, une place importante dans le commerce et la culture.

L'igname pilée, l'igname bouillie, l'igname braisée, l'igname frite, le ragoût d'igname, le wassa-wassa, l'amala, la pâte de la farine de cossettes d'igname mélangées au maïs constituent les différentes formes d'utilisation les plus courantes.

Les cultivars de l'espèce Dioscorea cayenensis rotundata sont consommés généralement sous forme d'igname pilée, d'igname bouillie, d'igname braisée, d'igname frite et de ragoût d'igname dans les trois régions.

Toutefois certains d'entre eux sont consommés sous forme d'amala, de pâte (cossette d'igname mélangée avec la farine de maïs) et de wassa wassa dans la région des plateaux et en plus de kpèkpè et de hètéou (bouillie d'igname) dans la région centrale.

Les cultivars de l'espèce Dioscorea alata sont consommés sous forme d'igname bouillie d'igname frite, d'igname braisée et de ragoût d'igname et rarement sous forme d'igname pilée (Florido et Akpoka) dans les trois régions puis de galette ou beignet et de hètéou (bouillie d'igname) dans la région centrale.

Les cultivars de l'espèce Dioscorea dumetorum (N'kafo/Agbota/Yéma/Gnéma) sont consommés dans les trois régions uniquement seulement sous forme d'igname bouillie.

Les cultivars de l'espèce Dioscorea bulbifera (Ato/Atité/Katé) sont consommés, à l'instar des cultivars de l'espèce Dioscorea dumetorum, uniquement sous forme d'igname bouillie.

Les cultivars de l'espèce Dioscorea esculenta (Ansehè/Yovoté) sont consommés sous forme d'igname bouillie, de purée et d'igname frite dans la région centrale surtout.

Tableau 1. Nombre de cultivars par région et par village.

Régions	Nombre de cultivars	Nombre de cultivars moyens par village	Nombre de cultivars moyens par paysans
Maritime	110	24	6
Plateaux	175	20	7
Centrale	188	29	6

Source : Données d'enquête

Sur le plan socio-culturel, l'igname (en occurrence les cultivars précoces de l'espèce Dioscorea cayenensis rotundata) est dédiée dans les zones de culture aux divinités au moment des premières récoltes. Avant cette cérémonie toute consommation d'igname est interdite. Une fête spéciale des ignames est célébrée chez les Ana-Ifê (Odontsu) dans la région des plateaux et chez les Kabyè (Kiéna) dans la région centrale.

L'igname est passée de la culture de subsistance à une culture commerciale. En effet en dehors des producteurs qui la produisent pour vendre, l'igname constitue une importante source de revenue aux femmes qui s'occupent de sa commercialisation ou de sa transformation.

Conclusion

Il est ressorti de ces premières analyses que plus de 200 cultivars d'igname existent dans l'agriculture togolaise et sont diversement utilisés.

Les cultivars Laboco, Kratsi, Héabalo/Sotouboua/Katala/Foudoubalo, Sonka/Sonko, Gnalabo, Modji, Kéké, Yomblè, Kagni/Témakouka/Makouka, Bayéré/Avété/Hlo, Gnidou/Gnédou, et Koukou/Alassora/Kpédévité de l'espèce *Dioscorea cayenensis rotundata* et les ultivars Nkafo/Agbota/Yéma/Gnéma de l'espèce *Dioscorea dumetorum* constituent des variétés locales populaires car ils sont recensés pratiquement dans tous les villages enquêtés des trois régions.

Sur le plan alimentaire ils sont utilisés sous différentes formes dont igname pilée, igname bouillie, igname braisée, igname frite, ragoût d'igname, wassa-wassa, amala et pâte de la farine de cossettes d'igname mélangées au maïs constituent les différentes formes d'utilisation les plus courantes.

Les cultivars de l'espèce *Dioscorea cayenensis-rotundata* sont consommés sous toutes ces différentes formes précitées tandis que les cultivars des espèces *Dioscorea alata*, *dumetorum, bulbuféra* et *esculenta* sont consommés généralement sous forme d'igname bouillie.

Aussi l'igname constitue des sources de revenus pour les producteurs, les commerçants et les transformateurs et rentre dans la vie socio-culturelle de la population des zones de production en occurrence les cultivars de l'espèce *Dioscorea cayenensis-rotundata.*

References

Akododa M O. et Ngeve J. M. 2001. Root Crops : Compte rendu du Septième Symposium Trienal de la société internationale pour les plantes tropicale à racines et tubercules. Direction Africaine (ISTRC).

Degras L. 1986. L'Igname plante à tubercules tropicales in Techniques Agricoles et Productions Tropicales. No 36 Maisonneuve et Larose. Paris, France.

DSID ex-DESA. 2004. Evolution des Superficies, de la production et des Rendements des principales cultures vivrières de 1982 à 2003. Ministère du Développement Rural.

Annexe

Tableau 2. Nombre de cultivars d'igname identifié par village dans la Région Maritime.

Région	Préfecture/ Agence	Village enquêté	Coordonnées géographiques		Nombre de cultivars
			Latitude	Longitude	
Maritime	Avé	Atinoufoè	06°29.63 N	000°53.94 E	25
		Tovégan	06°34.04 N	000°53.68 E	23
		Bakakopé	06°39.47 N	000°53.89 E	14
	Golfe	Noépé	06°15.69 N	001°02.19 E	12
		Ziovounou	06°23.81 N	001°0670 E	10
		Mission Tové	06.20.43 N	001°06.61 E	9
	Yoto	Gboto	06°40.34 N	001°30.02 E	39
		Kouvé	06°39.78 N	001°24.89 E	44
		Yotokopé	06°44.35 N	001°18.87 E	33
		Zafi	06°54.56 N	001°22.53 E	40
	Zio Nord	Agbélouvé	06°40.35 N	001°10.00 E	21
		Gamé	06°44.30 N	001°10.43 E	26
		Gapé	06°36.13 N	001°06.21 E	30
	Zio Sud	Alokoègbé	06°26.52 N	001°05.28 E	14
		Gbatopé	06°26.93 N	001°15.65 E	30
		Kolo	06°31.78 N	001°11.37 E	10

Source : Données d'enquête.

Tableau 3. Nombre de cultivars d'igname répertorié par villages dans la Région des Plateaux.

Région	Préfecture/ Agence	Village enquêté	Cordonnées géographiques		Nombre de cultivars
			Latitude	Longitude	
Plateaux	Agou	Agou Akploloé	06°53.37 N	000°46.24 E	21
		Amoussoukopé	06°39.73 N	000°50.78 E	17
		Kati	06°54.44 N	000°50.97 E	31
	Amou	Amoutchi	07°25.59 N	000°58.02 E	13
		Assogbakopé	07°21.29 N	000°55.16 E	13
		Djatowui	07°23.59 N	000°52.40 E	10
		Onè	07°25.19 N	000°54.15 E	11
		Yaokopé	07°30.47 N	001°02.12 E	24
		Glélou	07°26.58 N	001°04.03 E	31
	Est Mono	Gbadjahè	07°50.52 N	001°18.13 E	22
		Effoufami	07°59.02 N	001°19.46 E	33
		Morétan	08°06.17 N	001°21.05 E	20
		Agan	08°07.13 N	001°24.55 E	20
		Issati	08°20 26 N	001°21.47 E	16
	Dayes	Badinkopé	08°09.27 N	001°31.86 E	27
		Morokouté	08°15.01 N	001°33.01 E	24
		Elavagnon	07°16.35 N	000°42.33 E	19
		N'djigbé	07°08.20 N	000°40.35 E	16
		Niamégbé	07°04.42 N	000°38.40 E	29
	Haho	Agotové	06°52.55 N	001°08.51 E	19
		Kpégadjé	07°00.33 N	000°57.17 E	19
		Dokpowoé	07°12.27 N	001°14.10 E	10
	Kloto	Yokélé	06°56.19 N	000°39.46 E	22
		Akata Adamé	07°02.53 N	000°42.33 E	44
		Tchito Agavé	07°13.23 N	000°48.42 E	22
	Moyen Mono	Kpékplémé	07°19.39 N	001°37.34 E	23
		Tado	07°08 35 N	001°35.43 E	19
		Ahassomé	07°14.08 N	001°30.07 E	19
	Ogou	Adanka	07°14.28 N	001°09.57 E	13
		Kpakpo	07°24.16 N	001°14.56 E	22
		Okéadogbénou	07°44.06 N	001°21.55 E	20
	Wawa	Agodjololo	07°51.91 N	001°11.33 E	8
		Kougnowou	07°39.21 N	000°47.36 E	9
		Ekéto-élavagnon	07°26.20 N	000°49.41 E	12
		Ewawa	07°31.49 N	000°41.19 E	13

Source : Données d'enquête.

Tableau 4. Nombre de cultivars d'igname répertorié par village dans la Région Centrale.

Région	Préfecture/ Agence	Village enquêté	Coordonnées géographiques		Nombre de cultivars
			Latitude	Longitude	
Centrale	Blita	Doufouli/Kpawa	08°21.28 N	000°57.05 E	36
		Tchaloutè	08°15.03 N	001°07.15 E	17
		Tchifama	08°11.23 N	000°48.34 E	14
		Waragni	08°16.03 N	001°02.12 E	23
		Aouda	08°43.44 N	001°02.55 E	28
	Sotouboua	Kériadè	08°40.49 N	000°56.06 E	29
		Sotouboua	08°33.42 N	000°58.44 E	28
		Sessaro	08°38.11 N	000°10.32 E	21
	Tchamba	Soumieda	08°30.00 N	001°11.32 E	30
		Lamawéré	08°25.46 N	000°59.31 E	35
		Affosalakopé	08°26.30 N	001°17.15 E	41
		Affem	09°07.44 N	001°30.43 E	43
		Alibi 1	08°56.25 N	001°25.10 E	45
		Kamboli	08°44.50 N	001°35.48 E	52
		Koussountou	08°50.02 N	001°31.04 E	30
	Tchaoudjo	Bouzalo	09°09.57 N	001°08.15 E	18
		Kasséna	08°53.05 N	001°05.05 E	19
		Sada	08°48.01 N	001°18.24 E	14
		Tawédéda	08°48.01 N	001°11.01 E	26
		Solaou	08°46.21 N	001°07.55 E	18

Source : Données d'enquête.

Section 5

Technology for Storage and Seed Sector

Variation in Pasting and Functional Properties of Flours and Starches from Water Yam (*Dioscorea Alata*)

M.O. Oke[1]*, S.O. Awonorin[2], R. Asiedu[3], B. Maziya-Dixon[3], L.O. Sanni[2], and B.A. Akinwande[1]

[1]Department of Food Science and Engineering, LAUTECH, Nigeria.
[2]Department of Food Science and Technology, UNAAB, Nigeria.
[3]International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Oyo Road, PMB 5320 Ibadan, Nigeria.
*Corresponding Author

Abstract

This study was carried out in order to compare pasting behavior and functional characteristics of flours and starches from ten varieties of water yam (*D. alata)*. Differences were established among the varieties in the functional and physical properties of the starches and flours, including swelling power, solubility index, and water absorption capacity. The swelling power of the water yam flour and starch put them in the category of highly restricted swelling starch. This characteristic is desirable for the manufacture of value-added products such as noodles and composite blends with cereals. The uses of starch from improved yam varieties to impart viscosity to locally processed foods have remarkable potential in Africa.

Résumé

Cette étude a été effectuée afin de comparer le comportement de coller et les caractéristiques fonctionnelles des farines et des amidons de dix variétés d'igname (D. alata). Des différences ont été établies parmi les variétés examinées dans les propriétés fonctionnelles et physiques de leurs amidons et leurs farines, y compris le pouvoir de gonflement, l'indice de solubilité et la capacité d'absorption d'eau. La pouvoir de gonflement de la farine de l'eau yam et l'amidon les a mis dans la catégorie d'amidon d'un gonflement restreint très élevée. Cette caractéristique est un atout pour la fabrication des produits à valeur ajoutée tels que les nouilles et les composites à base de mélange de céréales. Les utilisations de l'amidon obtenu de variétés améliorées d'igname peuvent donner la viscosité aux nourritures localement transformées auront le potentiel immense en Afrique.

Introduction

Water yam (*Dioscorea alata L.*) is grown widely in tropical and subtropical regions of the world. The plant yields tubers that contain between 70 and 80% starch on a dry matter basis (Kim et al. 1995; Zhang and Oates 1999). The edible tubers of various species of the genus *Dioscorea* are important staple foods and a potential source of ingredients for processed foods in many tropical countries due to their high starch content. Starches are the major storage of polysaccharides in root and tuber crops and have a semi-crystalline structure. Root and tuber starches have unique physicochemical properties mostly due to their amylose and amylopectin ratio (Sievert and Wuesch 1993; Jenkins and Donald 1995). Cheetham and Tao (1997) reported that crystallinity decreased with increasing amylase content in maize starches. Virtually all production of yam is used as food. Tubers are processed into different types of food including yam slices, yam balls, mashed yams, yam chips, yam flakes, and yam starches. Dried chips are also used for flour, food colorants, and couscous production (Osagie 1992). Nevertheless, attempts have been made to apply modern technology to the processing and utilization of yam as a wheat flour substitute (Akinwande et al. 2004).

Despite the high levels of yam production in the yam zone of West Africa (91% of world production) (FAO 2002) and the high starch content of yam (70–80%) on a dry basis (Muthukumarasamy and Panneerselvam 2000), this starch resource is not used on an industrial level. Yam starch has received little attention from researchers in terms of industrial potential. *D. alata*, which is the most widely cultivated yam species globally (Abang et al. 2003) and of lower commercial value in terms of consumption might find an applicable use in this direction. However, studies on food products based on root crops are of interest to many developing countries because such crops bring food security to 300 million people in the low-income, food-deficit countries (LIFDCs) of the tropics, providing them with about 200 dietary calories daily (Oke 1990; Egesi et al. 2003).

Physicochemical properties provide an effective method for characterizing changes in the material during extrusion and may indicate time, temperature, and shear history effects. Some researchers have measured the effects of process parameters on the molecular changes seen in the structure of the starch granule (Linko 1992). Grossmann et al. (1988) demonstrated the feasibility of using roots and tubers as main extrusion feed ingredients. Others have proposed physical and chemical property changes in the starch granule during extrusion (Linko et al. 1980; Linko et al. 1984). Starch characteristics such as swelling power and solubility pattern, pasting behavior, and physicochemical and functional properties are important for improved quality of food products. However, little has been done on the variation of water yam with respect to the functional and pasting properties of flour and starch.

Materials and Methods

Sources of D. alata *and sample preparation*

Ten varieties of *D. alata* (TDa 98/01176, TDa 99/01169, TDa 297, TDa 98/01183, TDa 92-2, TDa 01/00081, TDa 93-36, TDa 98/01174, TDa 00/00104, and TDa 00/00194), were planted at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan and harvested at full senescence of leaves. Flour preparation and starch extraction were done according to the modified method of Moorthy (1991) and Walter et al. (2000), respectively. The dried flour and starch were milled to a very fine particle size by a micro mill, and kept in zip-lock bags in closed plastic containers till they were used for analyses.

Pasting profiles

The pasting properties of flour and starch extract are very important for characterization and their applications. A Rapid Visco Analyzer (Model: RVA-4, Newport Scientific Pty. Ltd., Sydney, Australia, 1995) with Thermocline for windows software was used to evaluate the pasting properties of the flour and starch extracts from water yam. Pasting curves show the relationship between time, viscosity, and temperature during cooking processes. Starch gelatinization (pasting) curves were recorded on RVA and viscosity was expressed in terms of Rapid Visco Units (RVU) (RVU is equivalent to 10 centipoises) (Paredes-Lopes et al. 1994; Changi et al. 1998).

Functional properties

Swelling power and solubility index

The swelling power and solubility of flour and starch were determined according to the methods described by AACC (1983). Swelling power is a measure of the hydration capacity of starch and is expressed as the weight of centrifuged swollen granules, divided by the weight of the original dry starch used to make the paste. About 1.0 g

ground samples (< 60 mesh) was suspended in 10 mL of water and incubated in a thermostatically controlled water bath at 95 ^{o}C in a tarred screw cap tube of 15 mL. The suspension was stirred intermittently over 30 min periods to keep the starch granules suspended. The tubes were then rapidly cooled to 20 ^{o}C. The cool paste was centrifuged, at 2200 × g for 15 min to separate the gell and supernatant. Then, the aqueous supernatant was removed and poured into a dish for subsequent analysis of solubility index. After this, the weight of the swollen sediment was determined.

Supernatant liquid (dissolved starch) was poured into a tarred evaporating dish and placed in an air oven at 100 ^{o}C for 4 h. Water solubility index was determined from the amount of dried solids recovered by evaporating the supernatant, and was expressed as gram dried solids per gram of sample.

$$\text{Solubility (\%)} = \frac{W_1 \times 100}{W_s(1\text{-MC})} \quad (1)$$

$$\text{Swelling power} = \frac{W_2 \times 100}{W_{dm}\,(100 - \text{solubility})} \quad (2)$$

$$\text{Dry matter weight} = Ws\,(1\text{-MC}) \quad (3)$$

Where: W_1, W_2 = Weight of supernatant and centrifuged swollen granules

W_s = Weight of sample

MC = Moisture content of sample, dry basis (decimal)

W_{dm} = Weight of dry matter

Water absorption/binding capacity

The Linko et al. (1980) method was used to determine the water absorption capacity of the water yam starches and flours. About one gram of sample was mixed with 10 mL distilled water/oil (Thermolyne, type 37600 mixer, Maxi mix II, Iowa, U.S.A) for 30 sec. The samples were then allowed to stand at 21 ^{o}C for 30 min, centrifuged at 5000 × g for 30 min, and the volume of the supernatant was noted in a 10 mL graduated cylinder. The density of distilled water was assumed to be 1 g/mL. The results were expressed on a dry weight basis.

Amylose and amylopectin ratio

One milliliter of 99.7–100% (v/v) ethanol and 1- sodium hydroxide (NaOH) was carefully added to 0.1 g of the water. Yam flour and starch each was weighed in a 100 mL volumetric flask. The mouth of the flask was covered with parafilm or foil and the content was mixed well. The flask was heated for 10 min in a boiling water bath to gelatinize the starch (the timing was started when boiling began). It was then removed and allowed to cool. The content of the flask was topped up to the mark with distilled water and shaken well. Five milliliters of the content was pipetted into another 100 mL volumetric flask and 1.0 mL of 1 N acetic acid and 2.0 mL of iodine solution were added. It was then topped up to the mark with distilled water. Absorbance (A) was read using Spectrophotometer (Milton Roy, USA) at 620 nm wavelength. The blank contained 1 mL of ethanol and 9 ml of sodium hydroxide, then was boiled and topped up to the mark with distilled water. Five milliliters of the content was then

pipetted into a 100 mL volumetric flask and 1 mL of 1 N acetic acid and 2 mL of iodine solution was added and then topped up to the mark. This was used to standardize the Spectrophotometer at 620 nm. The amylose content was calculated as:

$$\text{Amylose content (\%)} = \frac{\text{\% amylose of standard} \times \text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of standard}} \quad (4)$$

Amylopectin (%) = 100–Amylose content

Statistical analysis

The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) using the general linear models (GLM) procedure of Statistical Analysis System Institute (SAS 1999). Means were separated using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a significance level $P < 0.05$ as described by Steel and Torrie (1980).

Results and Discussion

Pasting properties

The pasting properties are presented in Tables 1 and 2. Several changes may occur upon heating a starch–water system, including enormous swelling, increased viscosity, translucency and solubility, and loss of anisotropy (birefringence). These changes are defined as gelatinization. The gelatinization temperature ranges of the *D. alata* flours and starches were 78.05 to 86.125 °C and 80.375 to 86.15 °C, respectively. The gelatinization temperature obtained was considerably higher than for wheat starch 55.6 to 63.0 °C (Lineback and Ke 1975).

The high initial gelatinization temperature of TDa 297 flour indicated that the granules resisted swelling (Table 4). The pasting temperature is one of the pasting properties which provide an indication of the minimum temperature required for sample cooking, energy costs involved, and other components' stability. The peak viscosity also indicates the water binding capacity of starch. Final viscosity is used to define the particular quality of starch and indicate the stability of the cooked paste in actual use; it also indicates the ability to form a paste or gel after cooling and low stability of starch paste is commonly accompanied by high value of breakdown.

RVA results indicated that starch and flour from water yam had distinct pasting properties compared to each other. Flour from TDa 01/00081 had higher final viscosity (503.96 RVU) compared to other flours and starches. Classification of viscosity pattern is important to categorize the starch for end product recommendation.

According to the viscosity pattern taxonomy of "thick-boiling" starches of Shimelis and Rakshit (2005), the swelling power of 9.493 (TDa 98/01183) to 13.796% (TDa 00/00194) obtained in this study classifies them as highly restricted swelling starches. The cross-linkages in their granules reduce swelling and stabilize them against shearing during cooking in water. A restricted type of swelling is mostly desired of the starch extracts for the manufacture of value-added products such as noodles. Composite blends with cereals importantly require that the starch granules swell sufficiently and remain intact and stable against shearing during the process (Galvez and Resurreccion 1993). The factors which influence this property may include the size and shape of the starch granules, ionic charge on the starch, kind and degree of crystallinity within the granules, presence or absence of fat and protein, and perhaps, molecular size and degree of branching of the starch fractions (Shimelis and Rakshit 2005).

Table 1. Pasting properties of flour from different varieties of water yam.

Variety name	Peak1 (RVU)	Trough1 (RVU)	Breakdown (RVU)	FinalVisc (RVU)	Setback (RVU)	PeakTime RVU)	PastingTemp (RVU)
TDa 98/01176	317.665^{a}	284.96^{a}	32.705^{d}	359.46^{a}	74.5^{b}	5.17^{a}	86.05^{a}
TDa 99/01169	177.415^{ef}	144.915^{bc}	32.5^{d}	179.25^{d}	34.33^{ef}	4.9^{ab}	85.7^{ab}
TDa 297	167.79^{f}	104.205^{c}	63.585^{bcd}	132.125^{d}	27.915^{ef}	4.835^{abc}	84.9^{abc}
TDa 98/01183	284.89^{b}	155.56^{bc}	129.335^{abc}	304.725^{ab}	149.165^{a}	4.65^{bcd}	83.625^{bc}
TDa 92-2	179.75^{ef}	126.75^{c}	53^{cd}	159.5^{d}	32.75^{ef}	4.735^{bcd}	85.175^{ab}
TDa 01/00081	188.205^{def}	153.955^{bc}	34.25^{d}	196.21^{cd}	42.25^{de}	4.965^{ab}	84.075^{abc}
TDa 93-36	252.04^{c}	207.205^{b}	44.835^{d}	261.29^{bc}	54.085^{cd}	5.135^{a}	86.125^{a}
TDa 98/01174	219.045^{d}	35.71^{d}	183.335^{a}	56.335^{e}	20.625^{f}	4.47^{cd}	81.25^{d}
TDa 00/00104	257.75^{bc}	121.915^{c}	135.83^{ab}	184^{d}	62.085^{bc}	4.435^{d}	78.05^{e}
TDa 00/00194	203.625^{de}	94.835^{cd}	108.79^{abcd}	126.27^{de}	31.44^{ef}	4.72^{bcd}	82.665^{cd}
SE	10.133225	21.077529	24.845241	23.247322	5.66351	0.11710038	0.720571
R^2	0.957977	0.901371	0.807212	0.931078	0.975572	0.804087	0.917995

All values are means of duplicates.
a–f: means not sharing a common superscript letter within a column are significantly different ($P < 0.05$).

Table 2. Pasting properties of starch from different varieties of water yam.

Variety name	Peak1 (RVU)	Trough1 (RVU)	Breakdown (RVU)	FinalVisc (RVU)	Setback (RVU)	PeakTime (RVU)
TDa 98/01176	364^{b}	186.04^{cd}	177.96^{a}	301.125^{c}	115.08^{b}	4.6^{c}
TDa 99/01169	306.75^{def}	166.295^{d}	140.46^{abc}	307.625^{bc}	141.33^{ab}	4.8^{bc}
TDa 297	283.625^{f}	166.96^{d}	116.665^{abcd}	274.795^{c}	107.835^{b}	4.63^{c}
TDa 98/01183	272.375^{f}	183.75^{cd}	88.625^{cd}	300.125^{c}	116.375^{b}	4.835^{abc}
TDa 92-2	344.92^{bc}	181.335^{cd}	163.585^{ab}	285.83^{c}	104.5^{b}	4.6^{c}
TDa 01/00081	354.25^{bc}	299.795^{a}	54.455^{d}	503.96^{a}	204.165^{a}	5.1^{ab}
TDa 93-36	326.955^{cde}	212.79^{bcd}	114.165^{abcd}	312.46^{bc}	99.665^{b}	5.165^{a}
TDa 98/01174	301.79^{ef}	190.625^{cd}	111.165^{bcd}	320.46^{bc}	129.835^{b}	5.1^{ab}
TDa 00/00104	400.79^{a}	234.125^{bc}	166.665^{ab}	326.25^{bc}	92.125^{b}	4.53^{c}
TDa 00/00194	340.605^{bcd}	256.29^{ab}	84.315^{cd}	408.21^{ab}	151.92^{ab}	5.135^{ab}
SE	11.279569	20.24786	20.456632	33.950405	22.345026	0.11111931
R^2	0.916176	0.805421	0.776032	0.791856	0.664193	0.825464

All values are means of duplicates.

a–f: Means not sharing a common superscript letter within a column are significantly different ($P < 0.05$).

Functional properties

The amylose content of starch and flour from water yam in this study ranged from 27.473 (TDa 297) to 41.901% (TDa 93-36) and 24.288 (TDa 98/01176) to 35.089% (TDa 00/00194) (Table 3). There were significant differences ($P < 0.05$) in amylose content among the ten varieties. The amylose portion of the starch affects its swelling and hot-paste viscosities. Shimelis and Rakshit (2005) stated that as the amylose content increases, the swelling tends to be restricted and the hot paste viscosity stabilizes. Moreover, high amylose content is desired in starches that are to be used for the manufacture of noodles (Lii and Chang 1981).

The swelling power of flour and starch from water yam varities at 95 ^{o}C is shown in Table 3. Values for their water solubility index are shown in Table 4. The low value of solubility and swelling power of flour and starch extracted from water yam might be due to the protein-amylose complex formation. According to Pomeranz (1991), formation of protein-amylose complex in native starches and flours may be the cause of a decrease in swelling power. Thus, swelling power and solubility patterns of starches have been used to provide evidence for associative binding force within the granules (Leach et al. 1959). When an aqueous suspension of starch granules is heated, these structures are hydrated and swelling takes place. According to Shimelis et al. (2006), starches have been classified as high swelling, moderate swelling, restricted swelling, or highly restricted swelling. High swelling starches have swelling power of approximately 30 or higher at 95 ^{o}C. Their granules swell enormously and the internal bonds become fragile toward shear when the starch is cooked in water. The high value of water binding capacity could be attributed to the loose association of starch polymer, amylose, and amylopectin in the native granules (Soni et al. 1985; Biliaderis et al. 1993).

Conclusions

The pasting and functional properties of the flour and starch from different varieties of water yam had significant variance. The swelling power of flour and starch from varieties studied fall in the group of highly restricted swelling starches. This characteristic is desirable for starch extracts to be used for the manufacture of value-added products

Table 3. Functional properties of flour from different varieties of water yam.

Variety name	DM (%)	MC (%db)	Amylose (%)	WSI (%)	SP (%)	WBC (%)
TDa 98/01176	87.2265934^{c}	12.7734067^{d}	24.2878446^{c}	15.4465906^{b}	9.9305502^{abc}	131.156946^{a}
TDa 99/01169	86.7737995^{d}	13.2262005^{c}	26.1433584^{bc}	20.4680796^{a}	11.0293787^{b}	121.861661^{ab}
TDa 297	87.1189294^{c}	12.8810706^{d}	27.1126566^{bc}	8.262773^{c}	9.2088707^{c}	96.163903^{b}
TDa 98/01183	85.2352458^{f}	14.7647542^{a}	27.1957393^{bc}	13.9262722^{b}	10.2763868^{abc}	123.647649^{ab}
TDa 92-2	85.9688788^{e}	14.0311212^{b}	33.8700501^{a}	15.1698377^{b}	10.5156487^{ab}	131.905128^{a}
TDa 01/00081	88.2297274^{a}	11.7702726^{f}	33.9254386^{a}	13.289311^{b}	10.438938^{abc}	138.92122^{a}
TDa 93-36	88.060962^{ab}	11.939038^{ef}	28.3035088^{bc}	13.2352854^{b}	9.9682651^{abc}	126.347435^{ab}
TDa 98/01174	86.1597874^{e}	13.8402126^{b}	29.0512531^{b}	15.7734242^{b}	9.7334122^{bc}	133.565019^{a}
TDa 00/00104	87.971183^{b}	12.028817^{e}	29.4943609^{b}	9.0155894^{c}	9.7189851^{bc}	124.729177^{ab}
TDa 00/00194	88.0164849^{b}	11.9835151^{e}	35.0885965^{a}	6.8327366^{c}	9.3240435^{bc}	121.534761^{ab}
SE	0.0631268	0.0631268	1.2479933	1.2305463	0.3518225	9.074672
R^2	0.995847	0.995847	0.885929	0.909026	0.695796	0.595003

All values are means of duplicates.

a–f:Means not sharing a common superscript letter within a column are significantly different ($P < 0.05$).

Table 4. Functional properties of starches from different varieties of water yam.

Variety name	DM (%)	MC (%db)	Amylose (%)	WSI (%)	SP (%)	WBC (%)
TDa 98/01176	86.0101851^{f}	13.9898149^{c}	38.7442356^{abc}	4.76049423^{ab}	11.5370632^{b}	81.785398^{cde}
TDa 99/01169	84.8270312^{h}	15.1729688^{a}	40.8489975^{a}	2.97687185^{b}	11.5775887^{b}	92.189109^{bc}
TDa 297	87.0125592^{d}	12.9874408^{e}	27.4726817^{d}	6.17232145^{ab}	13.3989391^{a}	77.700484^{e}
TDa 98/01183	84.9608815^{h}	15.0391185^{a}	34.5347118^{d}	6.35957674^{ab}	9.4926478^{d}	105.512^{a}
TDa 92-2	85.5444908^{g}	14.4555092^{b}	40.2674186^{ab}	6.6751298^{a}	12.9194433^{a}	80.10071^{de}
TDa 01/00081	86.3342488^{e}	13.6657512^{d}	34.9778196^{bc}	5.31649846^{ab}	11.5713786^{b}	83.748217^{bcde}
TDa 93-36	88.3572224^{a}	11.6427776^{h}	41.9013784^{a}	5.5399253^{ab}	11.2291949^{bc}	90.589514^{bcd}
TDa 98/01174	85.5960863^{g}	14.4039137^{b}	39.2427318^{abc}	6.27815843^{ab}	10.4730697^{c}	112.905652^{a}
TDa 00/00104	87.9356672^{b}	12.0643328^{g}	33.9254386^{c}	5.25867257^{ab}	13.5322483^{a}	94.41799^{b}
TDa 00/00194	87.3568614^{c}	12.6431386^{f}	38.8827068^{abc}	6.22725305^{ab}	13.7956958^{a}	91.368809^{bc}
SE	0.0728364	0.0728364	1.5757752	1.04263913	0.3070417	3.240738
R^2	0.996103	0.996103	0.873499	0.49559	0.9506	0.915442

All values are means of duplicates.

a–f:Means not sharing a common superscript letter within a column are significantly different ($P < 0.05$).

such as noodles and composite blends with cereals. The decrease in paste viscosities of water yam starch compared to flour obtained in this study are attributed to the interaction of starch with the protein, fat, etc. which depend on the varietal differences and play an important role in governing the pasting properties of starch.

Overall, the pasting and functional properties obtained indicate that flour and starch have useful technological properties for many applications. It can be used in the food processing industry and non-food applications of starch such as in paper and textile industries. The functionality and pasting curve data show that the water yam flour and starch can be used as a functional ingredient in food systems. Finally, in order to improve and promote water yam flour and starch and develop new market opportunities to stimulate economic growth, one would have to expand alternative utilization/processing techniques in agri-food systems.

References

AACC. 1983. Approved methods of the AACC. 18th edition. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Approved method Pages 26–30, 40–44.

Abang, M.A., S. Winter, H.D. Mignouna, K.R. Green, and R. Asiedu. 2003. Molecular taxonomic, epidemiological and population genetic approaches to understanding yam anthracnose disease. African Journal of Biotechnology 212): 486–496.

Akinwande, B.A., I.A. Adeyemi, E.O. Akande, and O.D. Ogundipe. 2004. Effect of substituting flour with yam starch and yam flour on pasting property of composite flour and sensory quality of noodle. NIFST Proceeding of the 28th Annual Conference, Ibadan. Pp. 257–258.

Biliaderis, C.G., G. Mazza, and R. Przybylski. 1993. Composition and physicochemical properties of starch from cow cockle (*Saponaria vaccaria* L.) seeds. Starch/Starke 45: 121– 127.

Changi, Y.K., F. Martinez- Bustos, and H. Larai. 1998. Effect of some extrusion variables on rheological properties and physicochemical changes of cornmeal extruded by twin screw extruder. Brazil Journal of Chemical Engineering 15(4): 796–801.

Cheetham, N.W.H. and L.P. Tao. 1997. The effects of amylose content on the molecular size of amylose, and on the distribution of amylopectin chain length in maizestarches. Carbohydrate Polymers 33: 251–261.

Egesi, C.N., S. Ogunyemi, R. Asiedu, J.K. Egunjobi, and M. Bokanga. 2003. Processing characteristics and sensory analysis of water yam. African Crop Science Conference Proceedings. Vol. 5: 513–517.

FAO 2002. FAOSTAT Agiculture data. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Galvez, F.C.F. and A.V.A. Resurreccion. 1993. The effects of decortication and method of extraction on the physical and chemical properties of starch from mung bean (*Vigna radiate* (L.) wilczec. Journal of Food Processing and Preservation 17: 93–107.

Grossmann, M.H.E., A.A. El-Dash, and J.F. Carvalho. 1988. Extrusion cooking effects on hydration properties of manioc starch. Brazilian Archives of Biology and Technology 31: 329–335.

Jenkins, P.J. and A.M. Donald. 1995. The influence of amylose on starch granule structure. International Journal of Biological Macromolecules 17: 315–321.

Kim, Y.S., D.P. Wiesenborn, P.H. Orr, and L.A. Grant. 1995. Screening potato starch for novel properties. Journal of Food Science 60: 1060–1065..

Leach, H.W., L.D. Mccowen, and T.J. Schoch. 1959. Structure of the starch granules. I. Swelling and solubility patterns of various starches. Cereal Chemistry 36: 534–541.

Lii, C.-Y. and S.-M Chang. 1981. Characterization of red bean (*Phaseolus radiatus* var.

aurea) starch and its noodle quality. Journal of Food Science 46: 78–81.
Lineback, D.R. and C.H. Ke.. 1975. Starches and low-molecular-weight carbohydrates from chick pea and horse bean flours. Cereal Chemistry 52: 334–347.
Linko, P. 1992. Twin screw extrusion cooking as bioreactor for starch processing. Pages 335–344 *in* Food extrusion science and technology, edited by J.L. Kokini, C. Ho, and M.V karwe. Marcel Dekker, New York.
Linko, Y-Y., V. Vourien, J. Olkku, and P.Linko. 1980. The effect of HTST- extrusion on retention of cereal a-amylase activity and on enzymatic hydrolysis of barley starch. Pages 210–223 *in* Food process engineering, Vol. 2, Enzyme engineering in food processing, edited by P. Linko, and J. Larinkari, Applied Science Publishers, London.
Linko, P., Y -Y Linko, and J. Olkku. 1984. Extrusion cooking and bioconversions. Pages 143–157 *in* Extrusion cooking technology, edited by R. Jowitt. Elsevier Applied Science Publishers, London.
Moorthy, S.N. 1991. Extraction of starches from tuber crops using ammonia. Carbohydrate Polymers 16: 391–398.
Muthukumarasamy, M. and R. Panneerselvan. 2000. Carbohydrate metabolism in yam tubers during storage and sprouting. Tropical Science 40: 63–66.
Oke, O.L. 1990. Food security in developing countries. *In* FAO. Roots, tubers, plantains and bananas in human nutrition. FAO food and nutrition series, No. 24.
Osagie, A.U. 1992. Post harvest Research Unit, university of Benin, AMBIK press. Pp 22–24.
Paredes-Lopes, O., L.A. Bello-Peres, and M.G. Lopes. 1994. Amylopectin: Structural, gelatinization and retrogradation studies. Food Chemistry. 50 (4): 411–417.
Pomeranz, Y. 1991. Functional properties of food components, second edition. Academic Press, New York. Pp.27–28,
SAS 1999. SAS/STAT user's guide. SAS Institute, Cary, USA.
Shimelis, A.E. and S.K. Rakshit. 2005. Proximate composition and physico-chemical properties of improved haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in Ethiopia. Journal of Food Science and Technology (LWT) 38: 331–338.
Shimelis, A.E., M. Meaza, and S. Rakshit. 2006. Physico-chemical properties, pasting behavior and functional characteristics of flours and starches from improved bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in East Africa. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript FP 05 015. 8: 18–36
Sievert, D. and P. Wuesch. 1993. Amylose chain association based on differential anning calorimetry. Journal of Food Science 58: 1332–1334.
Soni, P.L., H.W. Sharma, S.S. Dobhal, H.L. Bisen, H.C. Srivastava, and M.W. Gharra. 1985. The starch of *Dioscorea ballophyll* and *Amorphophalius companulalus*. Starch/ Starke 37: 6–9.
Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometric approach. 2nd edition. McGraw-Hill book Coy Inc., New York, USA. 631 pp.
Walter, W.M., V.D. Truong, D.P. Wiesenborn, and P. Carvajal. 2000. Rheological and physicochemical properties of starches from moist and dry-type sweet potatoes.
Journal of Agricultural Food Chemistry 48: 2937–2942.
Zhang, T. and C.G. Oates. 1999. Relationship between amylase degradation and physicochemical properties of sweet potato starches. Food Chemistry 65: 157–163.

Efficacite du Vin De Palme sur les Champignons Responsables de Pourritures D'Igname (*Dioscorea* Spp.) en Côte D'Ivoire

K. Assiri[1], A. H. Diallo[1*], A. Tschannen[2], S. Ake[3]
[1]Laboratoire de Biologie et Amélioration de la Production Végétale, Université d'Abobo-Adjamé 02 BP 801 Abidjan 02 Côte d'Ivoire
[2]Centre Suisse de Recherche Scientifique en Côte d'Ivoire, 01 BP 1303 Abidjan 01
[3]Laboratoire de Physiologie Végétale, Université de Cocody 22 BP 582 Abidjan 22 Côte d'Ivoire

Résumé
Les pourritures de l'igname (*Dioscorea* spp.) causées par les champignons pathogènes constituent l'une des causes importantes des pertes post-récolte rencontrées lors du stockage. Cette étude avait pour but de tester l'efficacité du vin de palme fermenté et non fermenté sur les champignons responsables de ces pourritures. Pour cela, plusieurs champignons ont été isolés des pourritures d'ignames provenant des stocks paysans ou du marché. Les champignons suivants ont été identifiés: *Fusarium*, *Sclerotium rolfsii*, *Curvularia*, *Penicillium oxalicum*, *Aspergillus* (*A. niger*, *A.* sp.2 et *A.* sp.3)*, Rhizoctonia, Mucor* et *Trichoderma*. Les tests de pathogénécité effectués sur des rondelles d'igname avec *Fusarium*, *Sclerotium rolfsii*, *Curvularia*, *Penicillium oxalicum*, *Aspergillus niger* et *Rhizoctonia* ont abouti à des pourritures. Les différents volumes des pourritures causées par les champignons ont été calculés et utilisés comme approximation de la virulence. Ainsi, *Penicillium oxalicum* apparaît comme le plus virulent, suivi de *Aspergillus niger*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* et *Curvularia*. L'effet des vins de palme fermenté et non fermenté, prélevé à différentes périodes, a été testé sur la croissance mycélienne de ces champignons aussi bien *in vitro* que sur des rondelles d'igname. Le vin de palme a montré une efficacité certaine sur la plupart des champignons, confirmant ainsi son activité antifongique contre certains champignons responsables des pourritures d'igname. Cette activité est plus remarquable pour le vin de palme fermenté que celui non fermenté. La semaine et la période de collecte du vin ont un effet. Cependant, celui de la période dépend du champignon. La méthode utilisée dans cette étude pour le test d'efficacité du vin de palme sur les champignons *in vivo* nécessitant un nombre réduit de tubercule d'ignames, est rapide et fiable.

Abstract
Yam (*Dioscorea* spp.) tuber rots caused by pathogenic fungi constitute one of the major causes of postharvest losses encountered during storage. The objective of this study was to test the effectiveness of fermented and non-fermented palm wines on yam rot fungi. Several fungi were first isolated from yam rots obtained from storage sites and markets. They included *Fusarium*, *Sclerotium rolfsii*, *Curvularia*, *Penicillium oxalicum*, *Aspergillus* (*A. niger*, *A.* sp.2 and *A.* sp.3)*, Rhizoctonia, Mucor,* and *Trichoderma*. The pathogenecity tests carried out on yam discs using *Fusarium*, *Sclerotium rolfsii*, *Curvularia*, *Penicillium oxalicum*, *Aspergillus niger,* and *Rhizoctonia* led to rots. The volumes of the rots caused by the different fungi were calculated and used as a proxy for virulence. Thus, *Penicillium oxalicum* was the most virulent, followed by *Aspergillus niger*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia*, *Fusarium,* and *Curvularia*. The effect of the palm wines fermented and not fermented, harvested at various periods, was tested on the mycelial growth of these fungi, in vitro as well as on yam discs. The palm wine did show effectiveness on the majority of fungi, thus confirming its anti-fungal activity against some yam tuber rot fungi. This activity was more remarkable for the fermented than for the not fermented palm wine. The palm wine collection period could have an effect, however, this varies depending on the fungi. The method used in this study to test the effectiveness of the palm wine on fungi *in vivo* requires a small quantity of yam, is rapid and reliable.

Introduction

L'igname (*Dioscorea* spp.) est une importante culture vivrière en Afrique de l'ouest où 90 % de la production mondiale est fournie par l'Afrique de l'ouest (F.A.O, 1990 dans Degras, 1993). En Côte d'Ivoire, l'igname est consommée par plus des deux tiers de la population. Cependant, la production de l'igname est limitée par des contraintes parasitaires surtout lors du stockage. En effet, pendant sa longue période de stockage, des pertes allant de 25 à 60 % sont enregistrées (Coursey et Booth, 1977), particulièrement après la fin de la période de dormance. Au Nigeria, ces pertes s'élèvent à plus de 50 % lors du stockage des tubercules d'igname (Amusa *et al*., 2003). En côte d'Ivoire, ce sont surtout les variétés du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* qui sont à haut risque pour les pourritures (Girardin, 1996 ; Tschannen, 2003). Selon Ikotun (1983) une trentaine de maladies cryptogamiques distinctes est associée aux pourritures d'igname. Amusa et Baiyewu (1999) ont identifié une dizaine de champignons associés aux pourritures de l'igname et ont testé leur pathogénécité. Baudin (1956) a recensé sept champignons sur les tubercules d'igname. Foua-bi *et al*. (1979) ont étudié la pathogénécité de *Penicillium oxalicum*, en isolant celui qui cause le plus de pourritures. Ces champignons pénètrent les tubercules à travers les blessures faites par les nématodes, les insectes et dégâts mécaniques causés pendant et après la récolte. Ils excrètent des enzymes spécifiques telles que les cutinases (*Penicillium* et *Fusarium*) et pectinases (*Aspergillus* et *Botryodiplodia*). Ces enzymes dégradent la paroi cellulaire, causent la macération puis la mort des cellules, tout en permettant l'action d'autres enzymes telles les cellulases. Ces substances désintègrent les tissus si aucune résistance biochimique n'est déployée par l'igname (Weerasinghe and Naqvi, 1985 ; Obi and Moneke, 1986).

Pour lutter contre les champignons des tubercules d'igname, différents traitements sont utilisés. L'utilisation de fongicides tels que le Bénomyl et le Captane (Ogundana, 1981) ainsi que le Thiabendazole (Foua-Bi *et al*., 1979) ont prouvée leur efficacité. Cependant, la lutte chimique présente de nombreux inconvenients que sont le coût élevé, la persistance des résidus sur les tubercules traités, l'apparition de souches résistantes aux fongicides utilisés et l'impact des traitements chimiques sur la santé et l'environnement. Si des résultats satisfaisants ont été obtenus avec l'utilisation de l'irradiation Gamma, ce n'est pas le cas pour la conservation à 15°C en chambre froide (Foua-Bi *et al*., 1979). Des extraits de plantes telles que *Xylopia aethiopica*, *Zingiber officinale*, *Ocimum gratissimum* et *Aframomum melegueta* (Okigbo et Nmeka, 2005 ; Okigbo et Ogbonnaya, 2006) ont été testées pour leur action antifongique contre les champignons des pourritures de l'igname. La lutte biologique utilisant également les micro-organismes non pathogènes pour lutter contre les maladies des plantes est une alternative prometteuse qui peut être utilisée en post-récolte (Weller *et al*., 2002).

Le vin de palme extrait du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) est couramment utilisé comme boisson. Il contient des levures et des bactéries (Assi , 2003). Mascher et Defago (2000) ont montré que le vin de palme possède une activité antifongique biologique et que cette activité serait due à des bactéries. Ils ont pu mettre en évidence trois types d'inhibition sur les champignons des pourritures d'igname. A savoir, une inhibition de la croissance, une inhibition de la sporulation et une inhibition des deux à la fois.

L'objectif de ce travail est de tester l'efficacité du vin de palme prélevé à différentes périodes et en fonction du degré de fermentation sur les champignons *in vitro* et *in*

vivo. Pour cela, les champignons responsables des pourritures sur les tubercules d'igname lors du stockage seront d'abord isolés puis leur pathogénécité sera testée.

Materiel et methodes

Matériel

Le matériel utilisé est constitué d'ignames (*Dioscorea* spp.) présentant des pourritures, provenant de Bringakro dans la sous-préfecture de Toumodi (180 km d'Abidjan, Côte d'Ivoire) et des marchés d'Abidjan ainsi que d'ignames saines (*D. cayenensis-rotundata* var. Krenglè) achetées également sur les marchés d'Abidjan. Les vins de palme fermenté et non fermenté utilisés ont été collectés dans la palmeraie de l'Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire) après extraction par un technicien expérimenté.

Methodes

Isolement des champignons des pourritures d'igname

Désinfection, ensemencement et purification

Des morceaux d'ignames, prélevés à la marge des pourritures, ont été désinfectés à l'eau de javel 10% pendant 3 min et rincés successivement trois fois dans de l'eau distillée stérile pendant 3 min. Apres élimination de l'excès d'eau sur du papier buvard stérile, les morceaux d'igname ont été ensemencés sur milieu pomme de terre enrichi au glucose (PDA) contenu dans des boîtes de Pétri. Les boîtes ont été incubées à température ambiante. Les colonies issues des isolements primaires ont été repiquées sur des milieux de culture neufs en vu d'obtenir des cultures pures.

Identification des champignons

Les différentes colonies de champignons obtenues ont été décrites macroscopiquement puis observées au microscope optique afin de les identifier. Les observations portent sur les caractéristiques tels que la coloration, la forme des spores, le cloisonnement et la ramification ou non du mycélium.

Pathogénécité des champignons isolés

Les ignames saines devant être inoculées avec les champignons ont été lavées puis désinfectées à l'alcool 90° et enfin coupées en rondelles de 4 cm d'épaisseur. Avec un emporte-pièce de 0,5 cm de diamètre, un trou de 1 cm de profondeur a été fait au centre de la rondelle d'igname. Un inoculum fongique de 0,5 cm provenant d'une culture âgée d'une semaine sur milieu Potato Dextrose Agar (PDA) a été introduit dans l'ouverture faite dans l'igname de telle sorte que la face portant le mycélium soit orientée vers le bas. Le trou a été refermé par le cylindre d'igname préalablement retiré. Les ignames ainsi traitées ont été conservées dans des bacs stériles en plastique contenant du papier buvard imbibé d'eau distillée stérile afin de maintenir une humidité relative élevée. Ces bacs ont été enfin conservés au laboratoire, à la température ambiante. Pour chacun des champignons choisis, trente rondelles d'igname ont été utilisées. Pour le témoin, un disque de milieu PDA stérile solidifié a été introduit dans l'ouverture faite dans l'igname.

Paramètres mesurés

La coloration interne et externe des pourritures après inoculation a été décrite de même que celle des champignons isolés des pourritures d'igname. Afin de déterminer le volume des pourritures, dix jours après inoculation, les rondelles d'igname ont été coupées en se servant d'un couteau stérile. La hauteur et le diamètre de chaque pourriture ont été mesurés puis le

volume calculé selon la formule suivante : volume de pourriture = $\pi r^2 \times h$

Collecte du vin de palme

Deux palmiers à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) ont été utilisés pour la production du vin de palme. Des collectes de vin ont été effectuées chaque jour, à différentes périodes de la journée : le matin (9h-10h), à midi (12h-13h) et le soir (16h-17h) pendant 4 semaines. Les collectes de la même semaine ont été mises ensembles en fonction du moment de la journée. Douze échantillons de vin de palme ont été ainsi obtenus par arbre. Les échantillons des deux palmiers à huile ont été par la suite combinés. Une partie a été laissée à température ambiante pendant 24 heures pour favoriser la fermentation avant d'être conservée au congélateur (-20 ˚C). L'autre partie a été directement conservée à -20°C.

Tests d'efficacité in vitro du vin de palme

La méthode de Amadioha et Obi (1999) a été utilisée pour évaluer l'effet du vin de palme sur la croissance mycélienne des champignons *in vitro*. Elle consiste à tracer deux droites perpendiculaires sur le revers de chaque boîte de Pétri avant de couler le milieu de culture, leur point d'intersection indiquant le centre de la boîte. Ainsi, dans une boîte de Pétri contenant le milieu PDA solidifié, 0,9 ml de la suspension de vin de palme pour une semaine donnée et une période donnée de la journée, a été introduit et reparti sur toute la surface du milieu de culture. Puis un disque de 0,5 cm de diamètre d'une culture de champignon a été déposé au centre de la boîte contenant le milieu de culture. Dans la boîte témoin, 0,9 ml d'eau distillée stérile a été introduit en lieu et place du vin de palme puis, le même champignon a été déposé à l'intersection des deux axes. Enfin, les boîtes de Pétri ont été scellées avec de la paraffine et incubée à température ambiante. Pour chaque période de collecte de vin, trois boîtes de Pétri ont été utilisées pour chacun des champignons. Ces tests ont été réalisés aussi bien avec le vin de palme non fermenté qu'avec le vin de palme fermenté.

Paramètres mesurés / observés

Croissance mycélienne

Des mesures de la croissance mycélienne des champignons ont été effectuées au niveau de chaque boîte à l'aide d'une règle graduée en cm, dès l'apparition du mycélium. Ces mesures ont été faites quotidiennement jusqu'à ce que le champignon colonise toute la surface du milieu de culture.

Aspect du mycélium

L'aspect de chaque colonie mycélienne a été observé et décrit.

Effet du vin de palme sur la croissance mycélienne des champignons sur les rondelles d'igname

La méthode de Amadioha et Obi (1999) a été également utilisée pour évaluer l'effet du vin de palme sur la croissance mycélienne des champignons sur les rondelles

d'igname. Ces tests ont été également réalisés en fonction de la semaine (1ere, 2eme, 3eme et 4eme) et de la période (matin, midi et soir) de récolte du vin de palme. Des rondelles d'igname d'environ 9 cm de diamètre et 4 cm d'épaisseur ont été trempées dans une suspension de vin de palme (selon la semaine et la période) pendant 3 minutes. La méthode d'inoculation avec les champignons, précédemment décrite, a été utilisée.

Paramètre mesurés / observés

Croissance mycélienne

Un jour après inoculation des rondelles d'igname, la croissance mycélienne du champignon est mesurée sur chaque rondelle jusqu'à ce que celui-ci colonise toute la surface de la rondelle d'igname.

Analyse statistique

Une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification a été effectuée pour évaluer d'abord la pathogénécité des champignons inoculés. Ensuite une autre ANOVA à trois critères de classification a été réalisée pour évaluer l'effet du type de vin de palme, la semaine et la période de collecte de ce vin ainsi que les différentes interactions entre ces facteurs, sur la croissance mycélienne des champignons isolés des pourritures d'ignames. En cas de différence significative le classement des moyennes a été fait selon le test de Newmann - Keuls au seuil de 5%. Le logiciel utilisé est Statistica 6.0.

Résultats

Champignons isolés

Au cours de cette étude, les champignons suivants ont été isolés des pourritures d'igname : *Trichoderma, Mucor, Sclerotium rolfsii, Rhizoctonia, Fusarium, Penicillium* (*P. oxalicum* et *P*. sp.2)*, Curvularia* et *Aspergillus* (*A. niger*, *A.* sp.2 et *A.* sp.3)*.* Les champignons *Sclerotium rolfsii, Rhizoctonia, Fusarium, Penicillium oxalicum, Curvularia* et *Aspergillus* (*A. niger*, *A.* sp.2) ont été utilisés pour la suite des travaux.

Test de pathogénécité

Les tests de pathogénécité effectués avec chacun des champignons suivants : *Sclerotium rolfsii, Rhizoctonia, Fusarium, Penicillium oxalicum, Curvularia* et *Aspergillus niger* ont montré la capacité de ces champignons à provoquer des pourritures. La coloration interne et externe de ces pourritures causées par ces champignons a été décrite puis les volumes calculés (tableau 1).

Les moyennes de la colonne affectées de lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls.

Les colorations varient en fonction des espèces fongiques et de leur localisation. Ainsi, *Fusarium* provoquent une coloration blanche à rose à l'extérieur mais marron à l'intérieur. Pour *Sclerotium rolfsii, Curvularia* et *Aspergillus niger*, ces colorations sont également différentes. Quant à *Penicillium oxalicum* et *Rhizoctonia*, les colorations internes et externes sont identiques.

Concernant l'inoculation des ignames, tous les champignons inoculés provoquent des pourritures. Cependant, le volume de ces pourritures varie de façon significative selon les champignons inoculés. En effet, les plus grands volumes sont causés par *Penicillium oxalicum* et *Aspergillus niger*. Ensuite, les volumes moyens de

Tableau 1. Coloration et volume des pourritures sur rondelles de d'igname (*Dioscorea cayenensis-rotundata* var. Krèglè) après inoculation artificielle avec des champignons.

Genre de champ gnons standard	Coloration externe	Coloration interne	Volume de pourriture	Erreur
Penicillium oxalicum	Vert	Vert	11,86 a	1,58
Aspergillus niger	Noir	Brun	8,42 b	2,17
Sclerotium rolfsii	Blanc	Brun	6,24 c	1,26
Rhizoctonia	Violet	Violet	4,75 d	0,85
Fusarium	Blanc à rose	Marron	2,34 e	2,36
Curvularia	Brun	Marron	1,63	1,13

Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

pourriture ont été causés par *Sclerotium rolfsii* et *Rhizoctonia*. Enfin, les plus faibles volumes ont été provoqués par *Fusarium* et *Curvularia*. Le témoin n'ayant provoqué aucune pourriture, l'analyse statistique des résultats relatifs à l'impact des champignons inoculés a révélé une différence significative entre le témoin et les autres traitements.

Efficacité du vin de palme sur les champignons in vitro

Les deux types de vin de palme utilisés ont généralement réduit la croissance mycélienne des différents champignons de façon significative. A l'exception de *Sclerotium rolfsii* dont la croissance n'était pas réduite par le vin non fermenté, un effet inhibiteur de ce vin a été observé sur la croissance mycélienne des autres champignons (tableau 2).

Les moyennes sur une même ligne affectées de lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls.

Pour *Penicillium oxalicum, Rhizoctonia*, *Fusarium* et *Curvularia*, *Aspergillus niger* et *Aspergillus* sp.2 le vin de palme non fermenté a réduit considérablement la croissance mycélienne. L'analyse de variance indique que la différence de la croissance mycélienne entre ces différents champignons et leurs témoins respectifs est significative.

Le vin de palme fermenté s'est par contre montré efficace sur tous les champignons. Ce vin a totalement inhibé la croissance des champignons *Aspergillus niger, Penicillium oxalicum, Sclerotium rolfsii, Rhizoctonia, Fusarium, Aspergillus* sp.2 et *Curvularia* (tableau 3). Seuls *Aspergillus niger* et *Penicillium oxalicum* ont développé des mycéliums dans les boîtes de Pétri.

Les moyennes sur une même ligne affectées de lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls.

En comparant les deux types de vin de palme, il apparaît donc que le vin de palme fermenté est plus efficace que le vin non fermenté (tableau 4). En effet, quelque soit le champignon testé, l'efficacité de ce vin est démontré. Même le champignon *Sclerotium rolfsii* sur lequel n'avait pas agit le vin de palme non fermenté est totalement inhibé par le vin fermenté.

Les moyennes sur une même ligne affectées de lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls.

Effet du type de vin de palme, de la semaine et de la période de collecte et leurs interactions sur la croissance mycélienne des champignons in vitro

Comme présenté dans les tableau précédents, l'effet type de vin de palme existe pour tous les champignons testés. Par contre, pour les autres facteurs tels que la

Tableau 2. Effet du vin de palme non fermenté sur la croissance mycélienne *in vitro* des champignons causant la pourriture de l'igname.

Pathogènes	Croissance mycélienne* (cm) Echantillon traité	Témoin
Aspergillus niger	3,49 ± 0,2 a	6,35 ± 1,73 b
Penicillium oxalicum	3,04 ± 0,14 a	6,07 ± 1,17 b
Sclerotium rolfsii	6,34 ± 0,23 a	6,20 ± 0,42 a
Rhizoctonia	2,3 ± 0,78 a	5,86 ± 1,32 b
Fusarium	2,48 ± 0,34 a	6,62 ± 1,42 b
Aspergillus sp.2	2,68 ± 0,87 a	6,06 ± 1,09 b
Curvularia	2,13 ± 0,56 a	6,09 ± 0,4 b

Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

Tableau 3. Effet du vin de palme fermenté sur la croissance mycélienne *in vitro* des champignons causant la pourriture de l'igname.

Pathogènes	Croissance mycélienne* (cm) Echantillon traité	Témoin
Aspergillus niger	1,08 ± 0,05 a	7,06 ± 1,16 b
Penicillium oxalicum	2,44 ± 0,4 a	7,22 ± 0,05 b
Sclerotium rolfsii	0,0 ± a	7,08 ± 1,74 b
Rhizoctonia	0,0 a	7,15 ± 1,83 b
Fusarium	0,0 a	6,46 ± 2,24 b
Aspergillus sp.2	0,0 a	7,00 ± 3,56 b
Curvularia	0,0 a	6,34 ± 1,36 b

Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

semaine, la période de collecte et les interactions type de vin de palme-semaine de collecte, type de vin de palme-période de collecte, semaine-période et type de vin-semaine-période, l'effet varie en fonction des champignons (tableau 5).

Ainsi, pour *Aspergillus niger*, l'analyse statistique a révélé que la semaine et la période de collecte du vin ont chacun un effet sur la croissance mycélienne du champignon. Pour ce champignon, il y a une interaction entre les différents facteurs.

Des résultats similaires ont été obtenus pour les champignons *Penicillium oxalicum* et *Rhizoctonia*.

Concernant *Sclerotium rolfsii* et *Fusarium*, pendant que la semaine de collecte a montré un effet significatif, celui de la période n'est pas significatif. Il y a seulement un effet type de vin-semaine de collecte, pour les autres interactions, il n'y a pas d'effets sur la croissance mycélienne du champignon.

Pour ce qui est de *Aspergillus* sp.2 et *Curvularia*, les résultats de l'analyse statistique ont montrés que la croissance mycélienne est influencée par la semaine de collecte mais pas pour la période de collecte, ainsi que par les interactions type de vin de palme-semaine, semaine-période et type de vin de palme-semaine-période. La semaine de collecte du vin et l'interaction type vin-période n'ont montré aucun effet significatif sur la croissance mycélienne de ce champignon.

Effet du vin de palme sur les champignons en croissance sur rondelles d'igname

Aussi bien les vins de palme fermenté que non fermenté utilisés ont réduit de manière significative la croissance mycélienne des 7 champignons inoculés chacun sur des rondelles d'igname (tableau 6 et 7).

Tableau 4. Effet des deux types de vin de palme sur la croissance mycélienne *in vitro* des champignons causant la pourriture de l'igname.

Pathogènes	Croissance mycélienne* (cm) Vin de palme fermenté	Vin de palme non fermenté
Aspergillus niger	1,08 ± 0,05 a	3,49 ± 0,2 b
Penicillium oxalicum	2,44 ± 0,4 a	3,04 ± 0,14 b
Sclerotium rolfsii	0,0 ± a	6,34 ± 0,23 b
Rhizoctonia	0,0 a	2,3 ± 0,78 b
Fusarium	0,0 a	2,48 ± 0,34 b
Aspergillus sp.2	0,0 a	2,68 ± 0,87 b
Curvularia	0,0 a	2,13 ± 0,56 b

Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

Tableau 5. Interaction entre le type de vin de palme, la semaine et la période de collecte sur la croissance mycélienne des différents champignons in vitro.

		Effet						
Pathogènes		Type de vin	Semaine	période	Type de vin x semaine	Type de vin x période	Semaine x période	Type de vin x semaine x période
Aspergillus niger	F	3444,69	118,67	61,79	160,33	99,35	126,21	101,38
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Penicillium oxalicum	F	11,58	21,58	17,34	51,52	15,41	16,51	11,41
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sclerotium rolfsii	F	668,25	4,22	2,37	3,72	0 ,50	0,80	1,02
	P	0,00	0,00	0,10	0,01	0,60	0,56	0,42
Aspergillus sp.2	F	4004,71	9,52	0,26	9,52	0,26	10,16	10,16
	P	0,00	0,00	0,77	0,00	0,77	0,00	0,00
Fusarium	F	1843,71	42,33	1,07	42,33	1,07	1,82	1,82
	P	0,00	0,00	0,35	0,00	0,35	0,11	0,11
Rhizoctonia	F	1300,33	16,57	12,28	16,57	12,28	7,59	7,59
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curvularia	F	1171,20	134,52	1,09	134,52	1,09	5,30	5,30
	P	0,00	0,00	0,34	0,00	0,32	0,00	0,00

Les moyennes sur une même ligne affectées de lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keul.

Le vin de palme fermenté a montré un effet inhibiteur de la croissance m Les moyennes sur une même ligne affectées de lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls. ycélienne, supérieur à celui du vin non fermenté quelque soit le champignon inoculé. En effet, l'analyse statistique a revelé une différence hautement significative entre ces deux types de vin de palme (tableau 8).

Les moyennes sur une même ligne affectées de lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls.

Tableau 6. Effet du vin de palme non fermenté sur la croissance mycélienne des champignons causant la pourriture de l'igname sur rondelles d'igname.

Pathogènes	Croissance mycélienne* (cm)	
	Echantillon traité	Témoin
Aspergillus niger	5,01 ± 0,2 a	6,69 ± 1,16 b
Penicillium oxalicum	4,82 ± 0,14 a	5,92 ± 0,05 b
Sclerotium rolfsii	5,16 ± 0,23 a	7,00 ± 1,74 b
Rhizoctonia	2,98 ± 0,78 a	4,30 ± 1,83 b
Fusarium	2,96 ± 0,34 a	5,05 ± 2,24 b
Aspergillus sp.2	4 ± 0,87 a	7,98 ± 3,56 b
Curvularia	3,11 ± 0,56 a	4,46 ± 1,36 b

Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

Tableau 7. Effet du vin de palme fermenté sur la croissance mycélienne des champignons causant la pourriture de l'igname sur rondelles d'igname.

Pathogènes	Croissance mycélienne* (cm)	
	Echantillon traité	Témoin
Aspergillus niger	2,82 ± 0,5 a	6,00 ± 0,37 b
Penicillium oxalicum	2,44 ± 0,41 a	5,70 ± 1,13 b
Sclerotium rolfsii	1,55 ± 0,43 a	6,85 ± 0,89 b
Rhizoctonia	2,69 ± 0,19 a	5,89 ± 1,07 b
Fusarium	2,31 ± 1,04 a	5,89 ± 0,93 b
Aspergillus sp.2	2,6 ± 0,76 a	6,39 ± 1,82 b
Curvularia	2,23 ± 0,45 a	5,88 ± 1,05 b

Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

Effet du type de vin de palme, de la semaine et de la période de collecte et leurs interactions sur la croissance des champignons sur rondelle d'igname

L'effet type de vin de palme existe également pour tous les champignons testés sur les rondelles d'igname. Par contre, les autres facteurs, tels que la période et la semaine de collecte varient en fonction de l'effet du champignon. Les différentes interactions entre ces facteurs existent pour certains champignons (tableau 9).

Concernant *Aspergillus niger*, à l'exception des interactions type de vin-période, semaine-période, type de vin-semaine-periode, sa croissance mycélienne sur rondelle d'igname est influencée par la semaine de collecte, la période de collecte de ce vin et l'interaction type de vin-semaine.

Pour *Penicillium oxalicum*, seuls les interactions semaine-période et type de vin-semaine-période ont un effet sur sa croissance.

Concernant *Sclerotium rolfsii,* l'analyse de la variance a révélé que seule l'interaction type de vin-période n'a aucun effet significatif sur sa croissance, sur rondelle d'igname (tableau 9). La période et la semaine de collecte ont un effet sur la croissance de ce champignon. Il en est de même pour les interactions semaine-période et type de vin-semaine-période.

Quant à *Aspergillus* sp.2, sa croissance mycélienne varie de manière significative avec les interactions semaine-période, type de vin-semaine-période d'une part et la période d'autre part. Par ailleurs, la semaine de collecte du vin et les interactions type de vin- semaine et type de vin–période n'ont aucun effet sur sa croissance mycélienne.

Concernant *Fusarium*, la semaine de collecte du vin, ainsi que l'interaction type de vin-semaine et type de vin-semaine-période ont un effet sur sa croissance mycélienne. Par contre, la période et l'interaction type de vin-période n'ont aucune influence sur la croissance mycélienne de ce champignon.

Tableau 8. Effet des deux types de vin de palme sur la croissance mycélienne des champignons causant la pourriture de l'igname, sur rondelle d'igname.

	Croissance mycélienne (cm)	
Pathogènes	Vin de palme fermenté	Vin de palme non fermenté
Aspergillus niger	2,82 ± 0,5 a	5,01 ± 0,2 b
Penicillium oxalicum	2,44 ± 0,41 a	4,82 ± 0,14 b
Sclerotium rolfsii	1,55 ± 0,43 a	5,16 ± 0,23 b
Rhizoctonia	2,69 ± 0,19 a	2,98 ± 0,78 b
Fusarium	2,31 ± 1,04 a	2,96 ± 0,34 b
Aspergillus sp.2	2,6 ± 0,76 a	4 ± 0,87 b
Curvularia	2,23 ± 0,45 a	3,11 ± 0,56 b

Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

Pour *Rhizoctonia,* à l'exception de la semaine, de la période de collecte du vin et de l'interaction type de vin-période, qui n'ont aucun effet sur sa croissance*,* les interactions type de vin-période, semaine-période, type de vin-semaine-période influencent significativement la croissance de ce champignon.

En ce qui concerne *Curvularia*, seule l'interaction type de vin-période n'a aucun effet sur sa croissance mycélienne.

Comparaison de l'effet du vin de palme sur la croissance des champignons in vitro et sur rondelles d'igname

La croissance mycélienne des champignons inoculés, aussi bien *in vitro* que sur les rondelles d'igname*,* varie en fonction du type de vin de palme, de la semaine et de la période de collecte. Mais, les interactions entre ces trois facteurs peuvent également avoir ou non un effet sur la croissance de ces champignons.

Que ce soit *in vitro* ou sur les rondelles d'igname, le type de vin a un effet sur la croissance mycélienne de tous les champignons inoculés. Au niveau de la semaine de collecte un effet est observé sur la croissance de tous les champignons inoculés sur les rondelles d'igname à l'exception de *Penicillium oxalicum* et *Rhizoctonia* tandis que *in vitro* la croissance de tous les champignons est influencée par le vin de palme. *in vitro,* l'effet période, est observé sur 3 champignons, à savoir *Aspergillus niger, Penicillium oxalicum, Rhizoctonia* alors que sur les rondelles d'igname, cet effet est observé sur tous les champignons à l'exception de *Penicillium oxalicum*, *Fusarium* et *Rhizoctonia et Aspergillus* sp.2*.*

Concernant les différentes interactions, celles impliquant le type de vin et la semaine de collecte, n'a montré aucun effet sur les champignons inoculés *in vitro*. Par contre, sur les rondelles d'igname, seul la croissance mycélienne de *Penicillium oxalicum* n'est pas influencée. A l'exception de *Aspergillus* sp.2, l'interaction type de vin-période n'existe pour tous les autres champignons inoculés sur rondelles d'igname. Quant à ceux inoculés *in vitro,* cette interaction existe seulement pour *Aspergillus niger*, *Penicillium oxalicum,* et *Rhizoctonia*. Pour les interactions, semaine-période et type de vin-semaine-période de collecte, un effet est observé sur tous les champignons à l'exception de *Sclerotium rolfsii* et *Fusarium, in vitro*. Alors que sur les rondelles d'igname, aucun effet n'est observé sur *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp.2 et *Fusarium*.

A la différence des autres champignons, que ce soit *in vitro* ou sur les rondelles d'igname, l'effet du vin de palme sur la croissance mycélienne de *Fusarium* est identique pour la période de collecte du vin ainsi que pour les interactions type de vin-période, semaine-période et type de vin-semaine-période.

Tableau 9. Interaction entre le type de vin de palme, la semaine et la période de collecte sur la croissance mycélienne des différents champignons sur rondelle d'igname.

		Effet						
Pathogènes		Type de vin	Semaine	Période	Type de vin x semaine	Type de vin x période	Semaine x période	Type de vin x semaine x période
Aspergillus niger	F	345,73	7,06	3,27	4 ,42	2,35	0,72	2,14
	P	0,00	0,00	0,04	0,04	0,10	0,63	0,06
Penicillium oxalicum	F	293,05	1,46	2,18	2,57	2,98	10,15	9,29
	P	0,00	0,23	0,12	0,06	0,05	0,00	0,00
Sclerotium rolfsii	F	2928,00	10,79	11,62	6,34	0,57	0,00	0,00
	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00
Aspergillus sp.2	F	101,58	3,70	3,10	6,09	3,45	1,55	1,63
	P	0,00	0,01	0,05	0,00	0,03	0,18	0,15
Fusarium	F	3,21	6,13	0,14	5,60	0,05	1,35	0,88
	P	0,04	0,00	0,88	0,00	0,94	0,25	0,51
Rhizoctonia	F	12,81	1,32	0,81	28,89	0,86	7,23	4,18
	P	0,00	0,27	0,45	0,00	0,42	0,00	0,00
Curvularia	F	115,76	10,18	3,89	27,17	0,03	4,29	9,62
	P	0,00	0,00	0,02	0,00	0,98	0,00	0,00

Discussion

Une douzaine de champignons a été isolée des pourritures d'igname au cours de cette étude. Il s'agit de champignons généralement associés aux pourritures d'igname en post-récolte. Ces résultats confirment ceux de plusieurs auteurs qui ont identifiés des champignons associés aux pourritures des tubercules d'igname (Ogundana *et al*. (1970) ; Ikotun (1989) ; Ogali *et al.* (1991); Okigbo (2002) ; Okigbo et Ikediugwu, (2001); Okigbo et Ikediugwu (2000)). Ces champignons pénètrent les tubercules à travers les blessures depuis le champ et lors du transport, puis poursuivent leur développement pendant le stockage. Certains de ces champignons sont les mêmes que ceux qui se retrouvent sur les feuilles et sur les semences d'igname en décomposition (Osagie, 1992).

Les résultats obtenus révèlent que *Penicillium oxalicum* a engendré le volume de pourriture le plus élevé. Le volume de pourriture ayant été utilisé comme mesure de la virulence, *P. oxalicum* s'est donc montré le plus virulent de tous les champignons inoculés, suivi de *Aspergillus niger*. Ces résultats corroborent ceux de Noon (1978), Ricci *et al.* (1979) et Foua-Bi *et al.* (1979). En effet, pour ces auteurs, les *Penicillium* sont les pathogènes qui causent les plus graves dégâts lors du stockage. Toujours selon Foua-Bi *et al.* (1979), *Penicillium oxalicum* est le champignon le plus fréquemment rencontré sur les tubercules en Côte d'Ivoire. Cependant, la fréquence d'apparition des champignons pourrait dépendre de la période d'observation. En effet, Okigbo et Ogbonnaya (2006) ont montré que *Aspergillus niger* qui se rencontre avec un pourcentage de 7,6 en novembre, se retrouve en février avec 62,5 %. Ces résultats montrent que *Aspergillus* constitue également un sérieux pathogène pour la conservation des ignames.

Cette étude a révélé une différence au niveau de la pathogénécité des différents champignons. Des résultats similaires ont été rapporté par Amusa et Baiyewu (1999). Dans cette étude, *Botryodipodia*, *Penicillium oxalicum* (et d'autres espèces de *Penicillium*), *Sclerotium rolfsii* et *Mucor* se sont révélés les plus pathogéniques comparés à *Aspergillus*, *Fusarium* et *Trichoderma*. Une autre étude a également montré que *Aspergillus niger* était plus virulent que *Fusarium*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Rhizoctonia* et les autres (Okigbo et Nmeka, 2005). Tous ces résultats montrent que la pathogénécité des champignons isolés pourrait dépendre aussi des souches de champignons utilisées

Les tests d'efficacité réalisés *in vitro* avec le vin de palme fermenté pendant 24 h ont montré de manière significative une inhibition de la croissance mycélienne des différents champignons inoculés, contrairement au vin de palme non fermenté qui s'est montré efficace sur tous les autres champignons à l'exception de *Sclerotium rolfsii*. Cela démontre que le vin de palme possède une activité antifongique certaine. En effet,Mascher et Défago en 2000, avaient trouvé des résultats similaires. Dans leurs travaux, ils ont montré la capacité du vin de palme non traité (fraîchement collecté) qui correspond à notre vin non fermenté, à inhiber la croissance et la sporulation des champignons de l'igname. Cependant, l'effet de la fermentation du vin n'a pas été mis en évidence.

Le fait que le vin de palme fermenté se soit montré plus efficace que celui n'ayant pas subi de fermentation pourrait s'expliquer par le fait que lors de la fermentation, l'activité des microorganismes est accrue. Combet *et al.* (1995) ont montré que la biotrypcase ou extrait de levure stimulait la croissance d'une bactérie (*Bacillus* sp.) présente dans le vin de palme pendant sa fermentation.

Les tests effectués sur les rondelles d'igname trempées dans le vin de palme et inoculées avec les différents champignons ont montré que quelque soit l'échantillon de vin de palme non fermenté utilisé, la croissance mycélienne de tous les champignons est significativement réduite. Cependant, *Sclerotium rolfsii* et *Aspergillus niger* ont montré une croissance mycélienne proche de celle du témoin. Quant au vin de palme fermenté, il s'est montré efficace sur la croissance de tous les champignons inoculés. Ces résultats prouvent que le vin de palme possède effectivement une activité antifongique contre certains champignons responsables de pourritures sur l'igname. Mascher et Défago (2000) ont montré que le vin de palme possède une activité antifongique qui serait due à des bactéries. Cependant notre étude a montré que l'activité antifongique du vin de palme dépendrait du champignon et du type de vin.

L'effet de la semaine et de la période de collecte du vin de palme sur la croissance mycélienne des différents champignons varie en fonction du champignon inoculé. La semaine de collecte du vin de palme a un effet inhibiteur supérieur à celui de la période. Ainsi, sur les rondelles d'igname, un effet inhibiteur de la semaine et de la période de collecte du vin de palme a été observé seulement sur la croissance mycélienne de *Aspergillus niger*, de *Sclerotium rolfsii* et de *Curvularia.* Pour les champignons en croissance *in vitro*, la semaine de collecte a eu un effet sur la plupart des ceux-ci. Par contre, *seuls Aspergillus niger*, *Penicillium oxalicum* et *Rhizoctonia* ont leur croissance influencée par la période. Le fait que l'effet du vin de palme varie considérablement en fonction de la semaine que de la période pourrait être dû à la modification de la composition du vin de palme au cours des différentes semaines.

Il existe des interactions entre le type de vin, la semaine et la période de collecte, qui agissent sur la croissance mycélienne de certains champignons inoculés aussi

bien *in vitro* que sur les rondelles d'igname. Cependant, l'effet l'efficacité de ces interactions sur les champignons est plus remarquable *in vitro* que sur les rondelles d'igname. Cela pourrait dépendre du substrat utilisé.

Le temps de trempage de 3 min a été suffisant pour mettre en évidence une activité antifongique du vin de palme. Cela pourrait s'expliquer par l'utilisation de rondelles d'igname dans notre étude à la place de tubercules entiers utilisés dans les autres études.

Conclusion

Au cours de cette étude, des champignons ont été isolés des pourritures d'igname et identifiés. Les tests de pathogénécité effectués ont montré que ces différents champignons causent des pourritures variables. Les échantillons de vin de palme (fermenté et non fermenté) testés sur les champignons *in vitro* et sur les rondelles d'igname ont montré leur efficacité sur la plupart des champignons inoculés. Ce qui indique une activité antifongique du vin de palme. Le vin de palme fermenté s'est montré plus efficace que celui n'ayant pas fermenté. Le vin de palme collecté aux différentes semaines s'est montré plus efficace que celui collecte pendant les différentes périodes de la journée. Les interactions entre les facteurs étudiés existent pour certains champignons.

La méthode décrite dans notre étude est simple, rapide et fiable. Le temps de trempage de 3 min a permis de détecter une efficacité du vin de palme à protéger les rondelles d'igname contre les champignons des pourritures. Cette méthode pourrait constituer une manière plus rapide, efficace et moins coûteuse de tester dans une première phase, de potentielles substances antifongiques avant les tests sur tubercules entiers. Il serait intéressant d'approfondir cette étude en investiguant sur le temps de trempage et des différents degrés de fermentation. Les résultats obtenus pourront être utilisés pour des tests sur des tubercules entiers et en milieu réel.

Bibliographie

Amadioha, A. C., Obi, V. I. (1999). Control of anthracnose disease of cowpea B *Cymbopogon oitratus* and *Ocimum gratissimum.* Acta. Phytopathol. et Entomol. Hungarica 34(1-2): 85-89.

Amusa, N. A., Adegbite, A. A., Muhammed, S., Baiyewu, R. A. (2003).Yam disease and its menagement in Nigeria. Afr. J. Biotechnol 2(12) : 497-502.

Amusa, N. A., Baiyewu, R. A. (1999). Storage and market disease of yam tubers in southwestern Nigeria. Ogun J. Agric. Res. (Nig) 11:211-225.

Assi, C. (2003). Etude socio- économique et caractérisation génomique des levures isolées du "vin" de palme (bangui). Memoire de DEA. Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire. 45p.

Baudin, P. (1956). Maladies parasitaires des ignames en Côte d'Ivoire. Rev. de Mycol. 21 (1): 87-111.

Combet-Blanc, Y., Garcia, J.-L. (1995). Caractérisation et étude physiologique d'une nouvelle bactérie lactique thermophile, *Bacillus thermoamylovorans*, isolée du vin de palme. INIST-CNRS, Cote INIST : T 104420

Coursey, D. G. et Booth, R. H. (1977). Post-harvest problems of non-grain staples. Acta Horticultureae, 53: 23-33.

Degras, L. (1993). The yams: a tropical root crop. London.

Foua-Bi, K., Babacauh, K. D., Demeaux, M. (1979). Pertes sur les ignames au cours du stockage causes et méthodes de lutte. *In* La conservation des denrées alimentaires cultivées en climat chaud et humide. Actes du premier colloque international de

technologie (CIT), Yaoundé 5-10 novembre 1979 Anonymouspp.395-412. AUPELF: Paris.

Girardin, O. (1996).Technologie après récolte de l'igname: étude de l'amélioration du stockage traditionnel en Côte d'Ivoire. Thèse N° 11710. Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich.

Ikoton, T. (1989). Diseases of yam tubers. Int. J. Trops. Plant Dis. 7: 1-21.

Ikotun, T. (1983). Post-harvest microbial root of yam tubers in Nigeria. Fitopathologia Brasileira, 8: 1-7.

Mascher, F., Defago, G. (2000). biocontrol of yam tuber post harvest rot in western Africa. Institut for plant sciences, ETA Zürich-zentrum, Zürich. Scientific report. 27p

Noon, P. A. (1978). Storage and market diseases of yams. Tropical Science, 20: 177-188.

Obi, S. K. et Moneke, A. N. (1986). Pectinolytic and cellulolytic enzyme complex of fungi associated with soft rot yams. International Biodeterioration. Vol.22, N° 4.

Ogali, E. L., Opadokun, J. S., Okobi, A. O. (1991). Effect of lime and local gin on post-harvest rot of yams. Trop. Agric. 31:365-370.

Ogundana, S. K. (1981). Assessment of fongicides for the prevention of storage rot of yam tubers. Pesticides Sci 12: 491-494.

Ogundana, S. K., Naqvi, S. H. Z., Ekundayo, J. A. (1970). Fungi associated with soft rot yam (*Dioscorea* spp.) in Nigeria. Trans. Br. Mycol. Soc. 54: 445-451.

Okigbo, R. N., (2002). Mycoflora of tuber surface of white yam (*Dioscorearotundata*) and post harvest control of pathogens with *Bacillus subtilis.* Mycopathologia. 156: 81-85.

Okigbo, R. N., Ikediugwu F. E. O. (2000). Studies on biological control of Postharvest rot of yams (*Dioscorea* spp.) with *Trichoderma viride.* J.Phytopathol. 148: 351-355.

Okigbo, R. N., Ikediugwu, F. E. O. (2001). Biological control of tuber surface mycoflora of yam (*Dioscorea rotundata*) Trop. Sci. 41: 85-89.

Okigbo, R. N., Ogbonnaya, U. O. (2006). Antifungal effects of two tropical plant leaf extracts (*Ocimum gratissimum* and *Aframomum melegueta*) on postharvest yam (*Dioscorea* spp.) rot. Afric. J. Biotechnol. 5 (9): 727-731.

Okigbo. R. N., Nmeka, I. A. (2005). Control of yam tuber rot with leaf extracts of *Xylopia aethiopica* and *Zingiber officinale*. African Journal of Biotechnology Vol. 4 (8): 804-807.

Osagie, A. U. (1992). The Yam tuber in Storage. Post harvest research unit, Department of Biochemistry, Univ. of Benin, Nigeria. p.247.

Ricci, P., Torregrossa, J.P., Arnolin, R. (1979). Storage problems in the Cush-Cush Yam. I.- Post-harvest decay. Tropical Agriculture, 56(1): 41-48.

Tschannen, A. T. (2003). Controlling post-harvest losses of yam (*Dioscorea* spp.) by application of gibberillic acid. Dissertation N° 14942, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich..

Weerasinghe, B., Naqvi, S.H.Z. (1985). Some comparative physiological studies on selected isolates of *Botryodiplodia theobromae* Pat. causing storage rot of yam cassava and sweet potato in Nigeria. International Biodeterioration Vol.21 N°.3.

Weller, D. M., Raaijmakers, J. M., McSpadden Gardener, B. B., Thomashow, L. S. (2002). Microbioal Populations Responsible for specific soil suppressiveness plant pathogens. Annu.Rev. Phytopathol. 40 : 309-48.

Utilisation D'extraits de Plantes à Effet Pesticide Pour Améliorer la Qualité des Tubercules D'Igname en Stockage

K.E. Kpemoua
ITRA/CRAL Lomé Togo

Résumé

La présente activité s'inscrit dans le cadre de la phase2 du Projet régional FIDA/IITA/ITRA/ Igname. Pour cette première année d'expérimentation, les tubercules d'igname Dioscorea rotundata (kratsi et laboko) ont été traités avec des extraits de plantes ayant des vertus pesticides et mis en conservation en station afin de déterminer l'efficacité de ces extraits en fonction de la durée de stockage. Le stockage a été fait d'avril à août 2006 dans des hutte-greniers de type paysan aussi bien à Sotouboua dans la région centrale en savane humide qu'à Ativémé dans la région maritime. Les résultats montrent que chez la variété kratsi, les lots de tubercules traités présentent moins de 30% de tubercules pourris contre plus de 50% chez le lot témoin non traité et que globalement les extraits de neem, de papayer et de néré présentent les meilleurs taux de tubercules sains. Le taux de pourriture est plus élevé chez la variété Laboko. L'attaque des tubercules par la cochenille est également plus forte sur les lots de tubercules. La reconduite des tests en 2007 permettra de confirmer ou non ces résultats.

Abstract

This activity was undertaken under the 2nd phase of the IFAD/IITA/ITRA Yam Project. During the first year of the experiment, yam tubers *Dioscorea rotundata* (*kratsi and laboko*) were treated with plant extracts with pesticidal effect and stored on-station in order to determine the efficacy of storage based on length of storage period. The tubers were stored from April to August 2006 in yam barns similar to storage structures used by the yam growers, in Sotoboua in the Central Region (humid savanna) and Ativémé in the Maritime region. The results showed that rot was 30% lower on treated *kratsi* variety tuber lots, compared to more than 50% for the untreated control lots and that, on the whole, neem, papaya and nere extracts produced the highest number of healthy tubers. *Laboko* variety tubers were more affected by rot. Severe mealybug attack was also observed on the tuber lots. A repeat in 2007 of the tests could help confirm or reject these results.

Introduction

L'igname occupe une place prépondérante dans l'alimentation des populations togolaises. Le tubercule est la partie la plus importante de l'igname du point de vue économique. Les pertes susceptibles de survenir au cours du stockage sont imputables à des facteurs endogènes, c'est à dire inhérents à la physiologie de la plante, puis et surtout, à des facteurs exogènes : insectes nuisibles, champignons pathogènes, nématodes, bactéries sporogènes, rongeur etc (Degras, 1986). En 1983, les pertes de tubercules d'igname en sockage dans les magasins à Abidjan en Côte d'Ivoire ont été évaluées à 50% en deux mois.

Au Togo des essais conduits sur les méthodes de conservation ont montré des pertes de 40% pour les cultivars précoces que l'on peut sevrer, de 30% pour les cuiltivars tardifs de *Dioscorea rotundata* et 20% pour les cultivars de *D. alata*. Les récentes investigations menées par notre équipe de l'ITRA en vue de l'identification

et de l'évaluation des dégâts causés par les principaux ravageurs et maladies sur l'igname (Projet FIDA/IITA/ITRA, phase I) ont montré que les dégâts observés sur les tubercules d'igname en stockage chez les paysans se situaient entre 20 et 90% (Kpémoua et *al* 2006). Face à ces problèmes, les paysans ont souvent exprimé le besoin d'avoir des solutions adaptées permettant de réduire ces dégâts et par conséquent les pertes qui en découlent. Les travaux de N'kpenu (1997) avaient montré que la méthode de conservation sur étagère sous abri en toit de pailles après traitement au curing avait permis de réduire de moitié les pertes par pourritures des tubercules de *D. rotoundata*.

La présente activité vise à contribuer à la mise au point et à la promotion de technologies à faible coût et réellement applicables par les petits producteurs d'igname par l'utilisation des produits d'origine végétale. Plus spécifiquement l'étude a cherché à :

déterminer l'efficacité de divers extraits végétaux à effet pesticide sur les ravageurs et agents pathogènes de stockage d'igname

créer une technologie peu coûteuse et applicable par les petits paysans

réduire les pertes dues aux insectes et maladies aux stocks d'igname

améliorer le pouvoir germinatif du matériel de plantation et la valeur commerciale des tubercules

Materiel et methodes

Localisation des sites

Les activités en station ont été menées dans deux régions agroécologiques suivantes du pays :

- *la région centrale caractérisée par une saison de pluie de mai à octobre de l'année et une saison sèche de novembre à avril. Le site choisi est la station de recherche de Sotouboua (préfecture de Sotouboua) situé à 300 km au nord de Lomé la capitale (fig).*
- *la région Maritime qui a régime bimodal avec deux saisons de pluie de mars à juillet puis de septembre à février, en alternance avec deux saisons sèches. Le site retenu est la station de recherche de l'ITRA d'Ativémé, (préfecture de Zio) situé à 50 km de Lomé (fig).*

Les observations plus détaillées ont été faites en laboratoires de Phytopathologie et d'Entomologie de l'ITRA/CRAL, localisés à Lomé- Cacavéli

Matériel

Extraits/produits de plantes:

Le choix des plantes retenues pour l'utilisation de leurs extraits a été guidé par les références bibliographiques, mais également par les pratiques traditionnelles locales. Pour le présent travail nous avons utilisé :

- les extraits des grains de neem (*Azadirachta indica*) car ils ont longtemps été utilisés dans la lutte contre les insectes ravageurs des cultures maraîchères et sur le caféier (Vinuela et al. 2003) et sur d'autres cultures:
- les extraits de feuilles de papayer (*Carica papaya*) à cause de leur effet antifongique conféré par la papaïne qu'elles contiennent
- les extraits de gousses de fruit de néré (*Parkia bigloboza*) car ils sont utilisés par les peuples du nord Togo pour préserver les sufaces en terre et en bois du développement de moisissures

- les cendres de Zanthoxylum (*Zanthoxylum zanthoxyloides*) qui sont très couramment utilisées pour la conservation en grenier de tubercules, de céréales, de légumineuses et même de la viande séchée.

Variétés d'igname utilisée pour les tests

Deux variétés d'igname d'igname ont été concernées par les présents tests. Il s'agit de *Dioscorea rotundata* variétés kratsi et laboko dont les tubercules ont été obtenus chez les paysans producteurs. La variété kratsi est l'une des meilleures variétés d'igname sur le plan culinaire dans le pays et qui est donc souvent stockée puis transportée en grandes quantités dans toutes les régions du pays. La variété laboko est une variété précoce très recherchée pour différentes transformations locales telles en foufou, colico, bouillie, etc. Elle est également vendue plus cher sur le marché par rapport aux autres variétés.

Deux raisons fondamentales expliquent le choix de Kratsi et Laboco pour ces expérimentations : d'abord ces deux variétés présentent de très bonnes caractéristiques alimentaires et sont donc recherchées par les consommateurs, ensuite la variété kratsi est tardive alors que Laboco est très précoce. Ces tubercules ont été obtenus chez des paysans producteurs.



Figure 1. Localisation des de Sotouboua et de Ativémé sur la carte du Togo.

Méthodes

Préparation des extraits végétaux

Extraits de graines de Neem : Ces extraits ont fait objet de test sur les insectes ravageurs des cultures (SPV-GTZ, 1990 ; Vinuela et al, 2003). La dose utilisée par l'ensemble de ces travaux est de 50 g/l. Pour ce travail, 500g de poudre ont été mis dans 10 litres d'eau de robinet puis laisser incuber 1 à 2 heures avant d'être filtrée.

Extraits de Gousses de Néré : cette technique est traditionnellement utilisée dans les régions Centrale de la Kara et des savanes du Togo. Les gousses séchées sont pilées dans le mortier et 1000 g de la poudre brute obtenue ont été délayés dans 10 litres d'eau. Le mélange a été incubé 24h avant d'être filtré pour obtenir la solution à utiliser pour le traitement.

Cendres de *Zanthoxylum* : ces cendres sont souvent utilisées dans la région de la Kara et des savanes pour la conservation de céréales. Un stère de bois sec de cette plante a été brûlée pour obtenir 6 Kg de cendres qui ont été utilisées pour traiter les tubercules d'igname.

Extraits de feuilles de papayer : la technique utilisée ici est la méthode de SPV-GTZ (1990) légèrement modifiée. Les feuilles vertes adultes ont été émiettées, pilées, macérées dans 10l d'eau. Le macérât est ensuite tamisé au bout de 2h d'incubation pour obtenir une solution aqueuse verte.

Traitement des tubercules avec les extraits avant stockage

Les tubercules de *D. rotundata* Kratsi et Laboko sont trempés dans la solution d'extrait aqueux pendant 10 à 15 minutes puis ils sont mis à sécher à l'ombre à l'air ambiant avant leur stockage. Dans le cas présent, trois (3) tas de 14 tubercules ont été traités par chacun des extraits végétaux.

Il y a eu six (6) traitements (T0 à T5) ci-après dont le traitement T0 correspondant au lot de tubercules non traités, servant ainsi de témoin. Le poids de chaque tubercule a été mesuré avant le traitement. Les six traitements sont ;

T0 : Témoin, tubercules non traités
T1 : Extraits aqueux de graines de neem
T2 : Cendres de *Xanthoxylum*
T3 : Extrait aqueux de feuilles de papayer
T4 : Trempage de tubercules dans l'eau chaude
T5 : Extraits aqueux de gousses du fruit de néré

Disposition des tubercules en stockage

Des greniers ou abris de type paysan fig.1 et fig. 2 ont été mis en place pour la conduite des différents tests dans chacune des 2 stations. Après leur traitement avec les extraits végétaux, les tubercules ont été disposés en tas sur des bois de façon que les tubercules ne soient pas en contact direct avec le sol. Tous les traitements ont été rigoureusement séparés les uns des autres pour éviter les interactions. Les tubercules ainsi traités ont été stockés dans ces greniers pendant quatre mois d'avril à d'août 2006.

Observations en laboratoires

Au laboratoire de phytopathologie, nous avons procédé à l'isolement, la purification et l'identification des agents microbiens responsables des pourritures observées au cours des tests. Au laboratoire d'entomologie, des observations et caractérisation des insectes nuisibles des stocks d'igname ont été effectuées.

***Collecte et traitement des données* :**

Les paramètres mesurés concernent :
les pourritures : nombre de tubercules pourris,
l'effet de ravageurs : nombre du tubercules portant les cochenilles et dégâts d'autres insectes

la variation du poids des tubercules au cours du stockage
le développement des germes
la qualité commerciale : nombre de tubercules sains
la qualité culinaire des tubercules
Les données mesurées ont été traitées par la séparation des moyennes par le test de STUDENT afin de comparer les effets des extraits utilisés sur chacune des deux variétés testées. Il s'est agi en particulier de connaître pour chacune des variétés, le niveau de pourriture des tubercules, le niveau d'attaque par la cochenille et la qualité commerciale des tubercules en fonction de la durée de stockage.



Figure 2. un grenier de stokage à Sotouboua.

Résultats et discussion

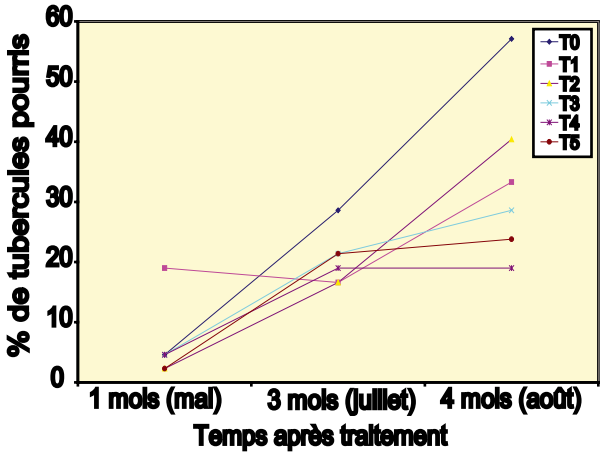
A chacune des évaluations au cours du stockage, les tubercules de chaque traitement ont été examinés pour déterminer l'ampleur des pourritures, les dégâts des insectes ravageurs ; puis le nombre et le poids des tubercules sains. Le poids des germes a également été déterminé. La qualité de tubercules à la cuisson a été déterminée à la fin de la période d'incubation au mois d'août.

Effet des extraits sur la pourriture

Chez les témoins non traités de Kratsi et de Laboko, les tubercules pourris représentent respectivement 52% et de 57% à la même période. Le taux de pourriture est de 12% pour le traitement de kratsi avec les extraits de graines de neem, de 16 % pour le traitement avec les cendres de *Zanthoxyllum* sp, puis de plus de 20% pour les autres traitements.

Chez la variété Laboko, le plus faible taux de pourriture (19%) a été observé avec le traitement à l'eau chaude ; les tubercules pourris du lot traité aux extraits de neem représentent 33% et ceux traités aux cendres, 40%.

Il y a une grande variabilité des résultats lorsqu'on considère les deux variétés. Dans l'ensemble le taux de pourriture est plus faible chez les tubercules traités avec les extraits de végétaux chez kratsi (fig 3a) que chez laboko (fig 3b). A un et trois mois de stockage la pourriture des tubercules permet déjà de discriminer l'effet des extraits végétaux chez la variété laboko alorsque chez kratsi les données sont proches les unes des autres et même du lot témoin. Ce confirme que la variété laboko est plus vulnérable et plus sensible aux ravageurs et aux parasites que la variété kratsi. Quatre mois après la mise en stockage, il apparaît que comparativement au lot témoin et aux autres extraits utilisés, les extraits de neem présentent le plus faible taux de pourriture chez kratsi tandis que



chez laboko les plus faibles taux ont été obtenus avec le traitement à l'eau chaude et avec les extraits de gousses de néré.

Les pourritures de tubercules sont provoquées par des agents fongiques provoquant des pourritures sèches et des pourritures molles. Certaines des pourritures sont consécutives à des blessures occasionnées par les rongeurs.

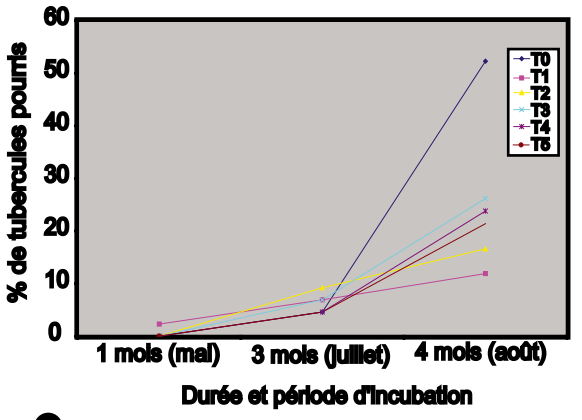
Le développement de la cochenille sur les tubercules montre que les lots traités avec les extraits utilisés sont les moins attaqués par rapport au témoin non traité. L'intensité de cette attaque est également variable selon les traitements et elle plus forte sur la variété Laboko (fig 4 (1) et fig 4 (2).

Les tubercules sains de la variété kratsi représentaient 33% au mois d'août dans le lot traité avec les extraits de feuilles de papayer et 24% dans celui traité avec les extraits de graines de neem. Chez Laboko le meilleur taux est de 14% avec les extraits de gousses de nérés. Il faut noter qu'en juillet, soit trois mois après le traitement, le nombre de tubercules sains a varié suivant le traitement de 64 à 75% chez Kratsi et de 57 à 71% chez Laboko (tableau 1). Le poids des tubercules sains a fortement baissé au cours du stockage quelque soit le traitement effectué. A l'issue de l'expérimentation, il ne reste plus de tubercules sains chez le témoin Laboko alors qu'il ne reste que trois chez le témoin Kratsi après 4 mois d'incubation.

Les observations faites sur la station d'Ativémé sur la variété kratsi dans la région maritime sont similaires à celles faites à Sotouboua.

Caractéristiques culinaires des tubercules testés

La dégustation a effectuée de façon sommaire avec 20 dégustateurs qui connaissent bien le goût de l'igname. Le test s'est limité à la dégustation des morceaux d'igname bouillie. Les résultats montrent que seule la durée de conservation réduit la qualité culinaire de l'igname. En effet aucun signe d'extrait de



a

Figure 3. Evolution de la pourriture des tubercules testés ; a = variété D. r. Kratsi ; b = variété D. r. laboko.

T0 (témoin sans extraits) ; T1 (extraits de gr. de neem) ; T2 (cendres de Zanthoxylum sp) ; T3 (extraits de feuilles de papayer) ; T4 (eau chaude) ; T5 (extraits de gousses de néré)

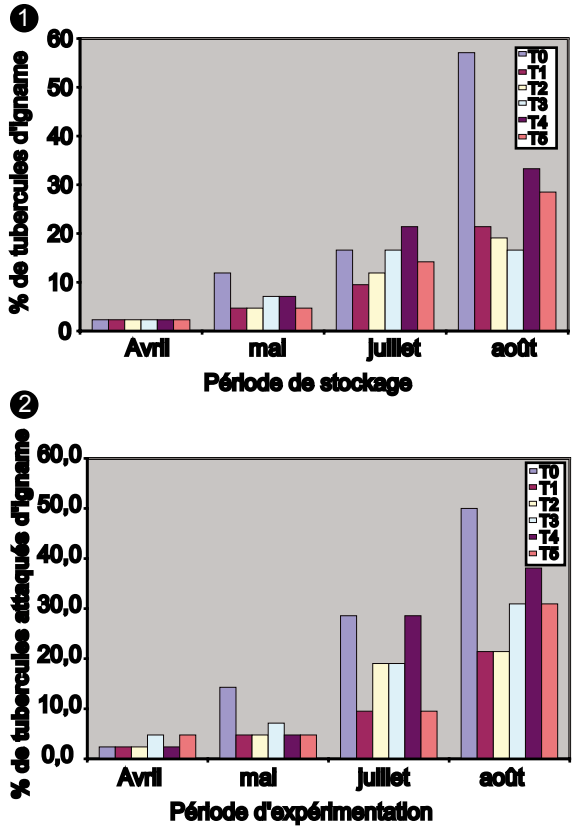


Figure 4. Intensité d'attaque de tubercules par la cochenille : (1) chez kratsi ; (2) chez laboko.

T0 (témoin sans extraits) ; T1 (extraits de gr. de neem) ; T2 (cendres de Znathoxylum sp) ; T3 (extraits de feuilles de papayer) ; T4 (eau chaude) ; T5 (extraits de gousses de néré)

Tableau 1. les tubercules sains d'igname suivant les traitements au cours du stockage.

	% de tubercules sains de kratsi			% de tubercules sains de Laboko		
Traitement	1 mois	3 mois	4 mois	1 mois	3 mois	4 mois
	(mai)	(juillet)	(août)	(mai)	(juillet)	(août)
T0	95,2a	50,5b	7,1c	82,9a	41,4c	0,0c
T1	97,6a	88,1a	23,8b	81,0a	64,3b	7,1b
T2	100,0a	64,3b	9,5c	97,6a	64,3b	4,8b
T3	100,0a	78,6ab	33,3a	95,2a	57,1bc	7,1b
T4	100,0a	75,2ab	21,4b	95,2a	71,4a	14,3a
T5	100,0a	75,2ab	21,4b	97,6a	69,0a	14,3a

Les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents T0 (lot sans extraits) ; T1 (extraits de gr. De neem) ; T2 (cendres de *Zanthoxyllum* sp) ; T3 (extraits de feuilles de papayer) ; T4 (eau chaude) ; T5 (extraits de gousses de néré).

Tableau 2. Appréciation du goût les tubercules bouillis de D.r. kratsi au mois d'août après 3 et 4 mois de stockage.

	Laboko		Kratsi	
Traitement	3 mois	4 mois	3 mois	4 mois
T0	2	1	3	2
T1	2	1	3	2
T2	2	1	3	2
T3	2	1	3	2
T4	2	1	3	2
T5	2	1	3	2

0 : médiocre ; 1= passable ; 2= bon ; 3 = très bon

plante utilisé n'a été signalé (tableau 2). Ce test confirme également que la qualité de laboko se dégrade plus rapidement que celle de kratsi.

Conclusion et perspectives

Le présent travail constitue le premier des trois (3) tests annuels prévus dans le cadre de cette étude. Les tests ont été effectués dans les mêmes conditions dans la région maritime et dans la région centrale du pays. Les observations faites sur l'effet des extraits sur les tubercules d'igname sont similaires sur les deux sites à la différence des périodes de levée de dormance et donc du développement des germes. La dégradation de la qualité de tubercules est évolutive avec la durée du stockage. L'un des objectifs poursuivi par cette activité est, en plus de la qualité des tubercules, de prolonger la durée de conservation. Ainsi il apparaît que certains des extraits végétaux utilisés comme ceux des grains de neem, des feuilles de papayer et de gousse de néré semblent mieux préserver les tubercules de la pourriture et de l'attaque de cochenille. Cependant des analyses plus détaillées sont nécessaires pour mieux faire ces comparaisons entre les différents extraits. A priori, aussi bien chez la variété Kratsi comme chez la variété Laboko, les lots témoins sont plus fortement affectés aux 3ème et 4ème de stockage (juillet août). Cependant pour confirmer le niveau de chacun des extraits utilisés, l'expérimentation réalisée va être reconduite en 2007 dans le but de donner plus de précisions sur les effets spécifiques de chacun des ces produits.

L'utilisation de la cendre de Xanthoxylum se montre trop pénible à cause de la rareté de l'espèce végétale et du processus d'obtention de la cendre. Elle ne pourra dont plus être retenue pour la suite de nos travaux. L'utilisation de l'eau chaude semble pose des problèmes d'applicabilité à cause de l'appréciation de la température. Cette technique est pourtant bonne dans le processus de lutte contre les nématodes des tubercules d'igname.

Les traitements ne semblent avoir d'effets sur la qualité culinaire du tubercule d'igname. Les prochaines expérimentations permettront de mieux appréhender les données et résultats en vue d'amélioration des technologies de conservation d'igname en direction des paysans et d'autres acteurs intéressés.

Références bibliographiques

DEGRAS L. 1986. L'igname, plante à tubercule tropicale. Edition Maisonneuve et Larose & ACCT, Paris 407p.

Kpémoua K.E., Gbakénou K., Akantétou P., Et B. Ayéva. 2006. Identification et Evaluation des contraintes phytosanitaires de la production de l'igname au Togo In : Journées scientifiques de l'Université de Lomé, édition 2006 (sous presse).

SPV-GTZ (Service de la Protection des Végétaux – Gesellschaft für technische Zusammenarbeit) 1990. Le traitement du chou et du gboma contre les ravageurs avec les extraits des graines de neem. Fiche technique de la Protection des Végétaux N°53. Togo. 22p.

Vinuela E., Medina P., Smagghe G., Budia F., 2003. Toxycity and absortion of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen and tebufenozide after tropical application in predatory larvae of Chrysoperla carnea (Neuroptera: Chrysopidae). Environ. Entomol. 32 (1), 196–203.

Analyse de L'adoption des Nouvelles Technologies de Production de Cossettes et Farine D'Igname Preconisees par le Projet

K. A. Djake, K. Zoukpoya, K. Koudjega
Institut Togolais de Recherches Agronmiques, Togo

Résumé

Cette étude s'est assignée comme objectif d'analyser le niveau d'adoption des nouvelles technologies de transformation de l'igname en cossettes et produits dérivés initiées en 1996 dans le cadre du projet ''Valorisation de l'igname pour les marchés urbains'' initié dans trois pays de la sous région Ouest-Africaine (Bénin, Nigéria et Togo).

Pour ce faire, au Togo une enquêtes par questionnaires a été menée en 2006 auprès des divers acteurs de la filière formés en 2000 sur ces nouvelles technologies dans la ville de Lomé et dans les villages de Issati et Moétan.

A l'issu de ces enquêtes, les résultats suivants ont été dégagés :

L'équipementier formé s'est approprié à 100% la technologie de fabrication de concasseur. 36% des meuniers ont adopté la technologie de concassage et 60% des transformateurs ont adopté la transformation améliorée de l'igname en cossette et produits dérivés.

Les taux moyens annuels de diffusion des technologies qui ont fait l'objet de la formation sont respectivement de 500%, 25% et 6% au niveau équipementier, meuniers et transformateurs.

Abstract

This study was to look at the level of adoption of the new technologies developped in 1996 for processing yam into chips and derived products, under the Project ''Valorisation de l'igname pour les marchés urbains'' (Enhancing yams for urban markets) implemented in three countries of West Africa, namely Benin, Nigeria and Togo. A questionnaire-based survey was conducted in 2006 among the various actors of the sector trained in 2000 on the new technologies in the city of Lome and in two villages, Issati and Moétan. The following results were obtained: The rate of adoption of the milling machine manufacturing technology by the trained entrepreneur was 100%. A total of 36% of millers adopted the milling technology and 60% of yam processors adopted the improved technology for processing yams into chips and derived products. The average annual rates of dissemination of the technologies which formed part of the training were 500%, 25% and 6%, respectively, for equipment manufacturers, millers and processors.

Introduction

L'igname est une importante plante à tubercule cultivée et consommée sous diverses formes. Une étude de la filière cossettes initiée en 1996, dans tous les pays du Golfe de Guinée (Bénin, Nigeria, et Togo) dans le cadre du projet "valorisation de l'igname" pour les marchés urbains a révélé que la production et le commerce des cossettes d'igname semblaient a priori revêtir une certaine ampleur. Elle a souligné que la filière cossettes d'igname apparaît de plusieurs points de vue très intéressante d'une part pour contribuer à la diversification de l'alimentation urbaine en valorisant une production locale et d'autre part pour adapter la culture de l'igname à l'évolution des systèmes agraires vers la sédentarisation. Elle a par contre souligné que la performance des techniques de transformation utilisées par les producteurs est limitée par le travail d'épluchage et les difficultés de séchage et de conservation des stocks.

Face à cette situation elle a préconisé des améliorations issues d'expériences d'autres pays. C'est ainsi qu'un paquet de technologies : fabrication de cossette (émincage, trempage, précuisson, séchage) et leurs conservations, préparation du wassa-wassa amélioré, incorporation de la farine de cossettes améliorées à certains gâteaux, beignets et biscuits (cakes, botokoin, atchomon, etc.) a été proposé à travers des formations de producteurs de cossettes et des produits dérivés.

Six ans après la formation des acteurs de la filière sur les nouvelles technologies, la présente étude se propose d´analyser l´adoption de ces technologies.

Objectifs

Objectif global

Globalement, il s´agit d´analyser l´adoption et les facteurs d´adoption des technologies de production de cossettes et farine d'igname vulgarisées par le projet "valorisation de l'igname" de 1998 à 1999.

Objectifs spécifiques

Etablir au niveau de chaque catégorie d'acteur impliqué dans ce projet, le taux d'adoption de la nouvelle technologie de fabrication et de transformation en produits culinaires ;

Identifier et analyser les raisons de l'adoption et de la non adoption des technologies préconisées,

Proposer les éléments à prendre en compte pour une adoption plus accrue des technologies.

Méthodologie

La zone de l'étude

L'étude a été réalisée dans deux préfectures : préfecture du Golfe (dans la ville de Lomé et ses environs) et de l'Est-Mono à peu près à 300 km de Lomé (dans les villages de Issati et de Morétan).

La ville de Lomé est localisée au Sud Est du Togo et se situe entre $1^0$10 et 1^0 20 de longitude Est et entre 6^0 00 et 6^0 10 de latitude Nord. Elle est une zone où convergent d'importants produits alimentaires en général et en particulier l'igname et ses produits dérivés. Elle constitue une ville d'importante consommation de denrées alimentaires.

Issati et Morétan sont situés dans la préfecture de l'Est-Mono à l'Est de la région des plateaux. Ils sont situés respectivement à 308m d'altitude entre 08^0 20.26 latitude Nord et 001^0 21.47 longitude Est ; et à 288m d'altitude entre $08^0$06.17 latitude Nord et 001^0 21.05 longitude Est. Les zones de Issati et Morétan constituent des zones de forte production d'igname et de cossettes d'igname. Les populations sont essentiellement agricoles. La figure suivante présente cette zone :

Démarche méthodologique

La méthodologie adoptée dans le cadre de la présente étude a porté sur quatre points majeurs : la documentation, la visite de prise de contact et de sensibilisation des acteurs du projet dans les deux zones ; la collecte de données par entretien individuel et par enquête par questionnaire; l'analyse et l'interprétation des données.

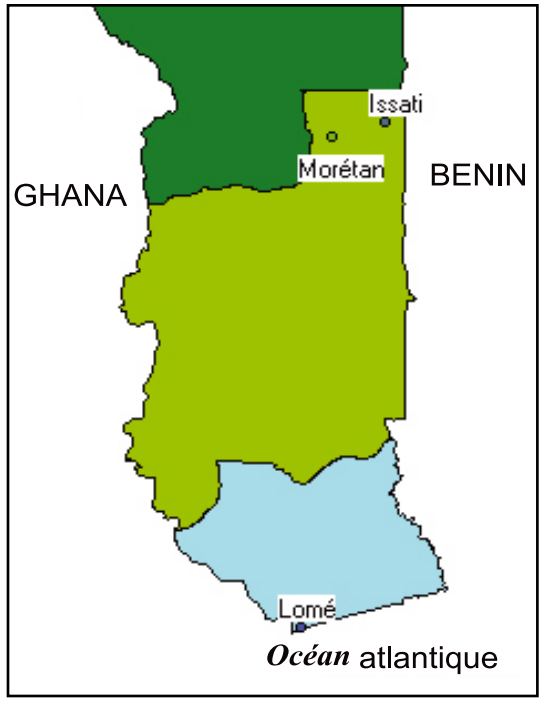
La collecte d'informations secondaires

Elle a permis de repérer la liste des bénéficiaires du projet (propriétaires de moulin, les meuniers, équipementiers, producteurs et transformateurs/ trices d'igname en cossettes et ses dérivées).

La collecte d'informations primaires

Les visites de contact et d'information

Ces visites ont permis de rencontrer les bénéficiaires du projet à Lomé dans la région Maritime et à l'Est-Mono dans la région des plateaux et les autres partenaires du projet afin de les informer sur l'enquête à mener.



L'élaboration des fiches d'enquête

Cinq jeux de fiches d'enquête ont été élaborés suivant les différentes catégories de bénéficiaires (équipementier, meuniers formés et non formés, transformateurs formés et non formés) pour collecter les données.

Formation des enquêteurs

Trois enquêteurs ont été recrutés et formés en 2 jours pour l'administration des questionnaires. Pendant cette formation les enquêteurs se sont imprégnés des objectifs de l'enquête et on maîtriser les contenus des fiches.

La pré-enquête

Elle a permis de tester les questionnaires sur le terrain afin de les amender suivant les réalités du terrain.

La collette de données proprement dites

Elle a consisté à l'administration des questionnaires en novembre et décembre 2006, auprès d'un équipementier (le seul qui a été formé en 2000), de 14 propriétaires de moulin et meuniers des 21 formés, de 7 meuniers non formés, de 22 transformateurs/ trices d'ignames et de cossettes d'igname formés et de 10 transformateurs/trices d'igname et de cossettes d'ignames non formés. Les informations fournies par les enquêtés sont enregistrés sur les fiches d'enquête.

Analyses des données

Les données d'enquête ont été dépouillées et les tableaux de fréquence sont élaborés à l'aide du logiciel SPSS version 9.0.

Résultat et discussions

Le niveau d'adoption des nouvelles technologies de production de cossettes d'igname et de ses produits dérivées :

Le taux d'adoption au niveau équipementier

Un seul équipementier a été concerné par la formation de quatre jours en technique de fabrication du concasseur à Cotonou en 2000. il est soudeur de métier.

Les entretiens avec celui-ci, six ans après, ont relevé qu'il s'est approprié à 100% l'activité et l'art de fabrication de concasseur. En effet, depuis sa formation en 2000, il a reçu la commande de 11 concasseurs qu'il a fabriqués et livrés. L'activité est occasionnelle car elle se fait sur commande, par un meunier ou un propriétaire de moulin. Malgré la rareté des commandes, il avoué avoir réalisé des gains allant de 500 000 à 1 000 000 par ans ce qui lui permet de réaliser ses besoins quotidiens au niveau familial.

Le taux d'adoption au niveau meuniers formés

Caractéristiques des enquêtés

Ils sont relativement jeunes ; 85% ont moins de 40 ans. La moyenne d'âge est de 32 ans. Tous de sexe masculin, ils sont à 57% maries. Parmi eux, 93% sont lettrés dont 57% ont fait le secondaire.

*Niveau d'adoption de la technologie de concassage et de mouture de cossettes d'igname***.**

La formation en 2000 a concerné 21 meuniers et propriétaires de moulin. En 2006 seulement 14 des 21 soit 67% ont été retrouvés et enquêtés. Les raisons de la diminution du nombre d'enquêtés par rapport au nombre de formés s'expliquent par le décès d'une personne et le déplacement de 6 autres vers de nouvelles destinations.

Après la formation, 36% des enquêtés soit 24% des formés ont pratiqué et continuent par pratiquer les technologies apprises.

Parmi les enquêtés 14% des enquêtés soit 60% des pratiquants le font en permanence tandis que 22% le font occasionnellement (période d'abondance de cossettes correspondant à la période de récolte qui va de décembre à mars).

Les adoptants qui exercent en permanence l'activité ont déclaré que la technologie leur rapporte mensuellement 23 000 à 100 000 FCFA tandis que pour les occasionnels, le gain varie entre 60 000 et 160 000 FCFA en période d'activité. La quasi-totalité des adoptants ont déclaré se servir des gains pour assurer les dépenses quotidiennes de leurs familles.

La technologie est jugée à 100% des adoptant bonne et rentable.

Le taux d'adoption des technologies au niveau transformateurs formés en 2000

Caractéristiques des enquêtés

Les enquêtés ont tous suivi la formation en 2000 à Morétan sur la fabrication des cossettes améliorées et de wassa-wassa amélioré, de l'incorporation de la farine de cossettes d'igname dans la fabrication de botokoin et de Atchomon.

Ils étaient des producteurs de cossettes d'igname, des fabricants de wassa-wassa et de atchomon. Ils sont en majorité jeunes. Avec une moyenne d'âge de 24 ans, 90% ont moins de 40 ans. Le sexe masculin prédomine et représente 75% des enquêtés (producteurs de cossettes d'igname) tandis que le sexe féminin représente 25% (fabricants de botokoin, wassa-wassa et atchomon). Tous mariés, 80% des enquêtés ont été à l'école dont 45% ont fait le secondaire et 35% le primaire.

Adoption des nouvelles technologies de transformation

Sur les 22 transformateurs formés en 2000, 20 ont été retrouvés et enquêtés ; deux sont décédés

Six (6) ans après la formation, l'enquête a relevé que 60% des formés continuent par appliquer les acquis de la formation tandis que 40% les ont abandonnés. Parmi les adoptants, 25% transforment les ignames en cossettes, 75% transforment les farines de cossettes en wassa-wassa, 50% en botokoin et 17% en atchomon.

Il est à noter que la technologie de la production de cossettes n'est pas entièrement adoptée. En effet les producteurs à défaut de s'acquérir des éminceurs, utilisent des couteaux pour trancher les ignames mais suivent le reste de la procédure d'innovation (trempage, précuisson et séchage). 42% des adoptants mettent en pratique la technologie toute l'année tandis que 58% le font occasionnellement. Les produits obtenus par la nouvelle technologie sont destinés à la consommation familiale et/ou à la vente.

Les enquêtés ont déclaré réaliser des gains hebdomadaires variant de 4 500 à 10 000 FCFA dont ils se servent pour résoudre des problèmes familiaux et le cas échéant, pour accroître leur chiffre d'affaire

Malgré que tous les enquêtés n'ont pas adopté les nouvelles technologies, ils ont reconnu à 100% qu'elles sont meilleures, 40% des adoptants ajoutent qu'ils les trouvent facile, moins coûteuses, et permettent d'obtenir des produits propres.

Diffusion des nouvelles technologies préconisées

A partir des différentes catégories d'acteurs formés en 2000, les nouvelles technologies préconisées dans la valorisation de l'igname se sont étendues à plusieurs autres acteurs :

L'équipementier constitue un véritable point focal de diffusion de la technologie de fabrication des concasseurs. C'est ainsi qu'en 6 ans, il a, à son tour formé 30 apprentis soudeurs en cette technologie lors de la fabrication de 11 concasseurs. Autrement dit, cinq nouveaux équipementiers en moyenne sont formés chaque année.

Au niveau meunier, partant des 14 formés en 2000, retrouvés et enquêtés, la diffusion de la technologie a permis d'atteindre 21 nouveaux meuniers en 2006. Ce qui correspond à un taux de diffusion de 150% en 6 ans soit un taux annuel de 25%.

Pour vérifier que la technologie est en diffusion, 7 meuniers ont été choisis au hasard et enquêtés. Les données de cette enquête ont relevé que 5 de ces enquêtés soit 71% de l'échantillon ont à leur tour reçu la formation n auprès des formés de 2000.

Au niveau des transformateurs, entre 2000 et 2006, le nombre de formés a passé dans les deux villages de Morétan et de Issati, de 20 à 27 ce qui donne un taux de diffusion de 35% en 6 ans soit un taux annuel d'environ 6%. Dans le but de vérifier cette diffusion de technologie, 10 producteurs de cossettes et transformatrices ont été choisis au hasard en dehors des formés et enquêtés. Les résultats ont montré que 50% de ces enquêtés ont été informés de l'innovation. De ces 50% informés, 40% se sont fait formés par les formés de 2000.

Malgré ces niveaux d'adoption et de diffusion des nouvelles technologies, les adoptants ont évoqué quelques problèmes dans leur mise en application.

Les problèmes rencontrés dans l'adoption des nouvelles technologies

Au niveau équipementier, les problèmes rencontrés dans l'exercice de cette activité sont essentiellement lies à l'approvisionnement en matériel de fabrication (pièces, tôles, barres de fer…). Il a donc recours à la commande de ces outils dans les pays voisins mais cela lui revient relativement cher.

Au niveau meunier, les problèmes évoqués concernent le bruit assourdissant du concasseur, la poussière qui instabilise leur santé, les pannes mécaniques successives du concasseur.

Les transformateurs ont évoqué le manque de suivi et d'appui technique après leur.

Causes d'adoption et de non adoption des nouvelles technologies de transformation

Causes d'adoption

Au niveau de l'équipementier

L'équipementier a déclaré que la technologie constitue pour lui une source supplémentaire de revenu ou des bénéfices importants sont réalises. En effet il est le seul au Togo à être formé en 2000 à Cotonou pour fabriquer des concasseurs. Cette situation lui donne l'occasion de monopole et d'un spécialiste du domaine. Le marché étant vierge, il va de soit qu'il s'adonne à l'activité afin d'accroître son revenu. Il arrive à obtenir par an et en moyenne, un bénéfice de 195 000FCFA après fabrication d'un concasseur

Au niveau des meuniers formés

Les enquêtés ont déclaré avoir adopté les nouvelles technologies pour les raisons suivantes:

une activité supplémentaire génératrice de revenu et rentable car le concassage n'était pas payant au paravent ; il se faisait par les clients eux même dans l'atelier à l'aide de mortier et pilons.

Un concassage rapide et moins pénible, réduisant considérablement le temps de travail par rapport au concassage traditionnel qui se fait à l'aide de mortiers et de pilons par les femmes.

une réduction des pertes : le concassage traditionnel est sujet à des pertes importantes de farine de cossettes.

L'adoption de la technologie de concassage permet ainsi de réduire les peines liées au pilage des cossettes.

Au niveau des transformateurs/transformatrices

Les adoptants ont évoqué les raisons suivantes :

Pour les producteurs de cossette, l'innovation de transformation de cossettes est meilleure car elle permet de réduire le temps de séchage et d'obtenir des produits de qualité. Même si les agriculteurs ont trouvé la technologie bonne et meilleure, l'adoption est partielle car ils n'utilisent pas des éminceurs. Néanmoins, ils essayent d'obtenir de fines tranches d'ignames avec des couteaux avant de continuer le reste de la procédure d'innovation. En effet, l'obtention de tranches fines leur confère un séchage très rapide et réduisent l'oxydation des tranches d'igname. Ils obtiennent alors des produits dérivés de couleurs appréciables.

Pour les transformateurs, elle permet la production du wassa-wassa de couleur appréciable, et des beignets à moindre coût. Cette couleur appréciable de wassa-wassa obtenue avec les cossettes améliorées pourra permettre l'extension de la consommation de ce met dans les zones urbaines.

L'innovation entraîne la réduction des coûts d'achat de farine de blé car, cette farine remplace à près de 10 à 50% celle de blé, dans la fabrication de beignets et autres produits.

Les causes de la non adoption

Au niveau des meuniers

La principale cause évoquée par les meuniers non adoptants est le manque de moyens financiers pour acquérir les concasseurs. Mais la précarité du métier en serait plutôt la première cause. En effet les enquêtés ont relevé que 6 ans après la formation, 64% des meuniers formés et enquêtés ont changé de métier. Aussi, les caractéristiques de ces meuniers ont indiqué qu'ils étaient à 85% jeunes. Ce changement de métier peut donc s'expliquer par le fait qu'ils soient jeunes et ils sont à la quête d'une meilleure vie.

Au niveau des transformateurs

Les raisons évoquées par les producteurs de cossettes et les fabricants de wassa-wassa et de beignets sont de deux ordres :

Pour les producteurs de cossettes, le manque de moyens financiers pour s'acheter l'éminceur.

Pour les fabricants de wassa-wassa et de beignets, le manque de moyens financiers pour s'acheter des cossettes en périodes d'abondance en vue d'une utilisation permanente toute l'année.

Au fait, la non adoption des technologies de transformation relève de la non motivation des acteurs formés car, à défaut des éminceurs, l'utilisation du couteau peut permettre aux producteurs de cossettes d'obtenir des tranches fines d'igname et continuer avec le reste du processus de la technologie.

Approches de solutions d'amélioration de la mise en pratique des acquis de formation

Les résultats des enquêtes d'évaluation ont montré que l'adoption des nouvelles technologies préconisées par le projet valorisation de l'igname est relativement faible.

Au niveau des meuniers, le taux d'adoption est de 36%. Ce faible taux et dû au fait que le choix des enquêtés n'a pas tenu compte de la professionnalisation de ces acteurs. Il serait souhaitable qu'une telle formation soit dispensée aux meuniers propriétaires de moulin ou à ceux qui ont vraiment opté pour le métier de meunier. Que ces genres de formation soient suivis d'action de motivation en l'occurrence, appui financier sous forme de prêt remboursable et suivi technique afin de permettre aux adoptant de mieux valoriser la formation reçue. Au niveau des producteurs de cossettes, vu les problèmes évoqués par les enquêtés, une redynamisation des activités par des actions d'appui financier et de suivi technique est nécessaire car aucun des producteurs formés n'a pu s'acheter un éminceur ce qui fait que, les adoptants partiels de la technologie continuent toujours par utiliser le couteaux pour trancher les ignames.

Au niveau des transformateur/trices, il a été constaté que ceux ou celles qui ont adopté la nouvelle technologie utilisent plus la farine de cossettes obtenue traditionnellement. Ainsi, à l'instar des producteurs de cossettes, une action de redynamisation s'avère également nécessaire pour la mise en valeur de leur formation.

Conclusion

L'évaluation des innovations introduites dans la sous région Ouest Africaine (Bénin, Nigeria et Togo) par le projet « valorisation de l'igname » s'est assigné comme objectifs d'établir le taux d'adoption par catégorie de bénéficiaires, de dégager les raisons de leur adoption ou de leur non adoption et de proposer des solutions d'amélioration et d'adoption de ces technologies au Togo.

Bien que des travaux complémentaires restent à réaliser dans le cadre de cette étude, il se dégage les conclusions provisoires suivantes : leur

L'équipementier s'est à 100% appropriés la technologie de fabrication de concasseur. Au niveau des meuniers, elle est faible (36%) due à la précarité du métier et à la cherté du concasseur. L'adoption est partielle et est à 60% au niveau des transformateurs/trices partenaires du projet. De ces adoptants, 25% transforment les ignames en cossettes, 75% les farines de cossettes en wassa-wassa, 50% en botokoin et 17% en atchomon.

Le taux de diffusion des nouvelles technologies en 6 ans est de 3000% au niveau équipementier, 150% au niveau meuniers et 35% au niveau des transformateurs, soit respectivement des taux annuels de 500%, 25% et 6%.

En ce qui concerne les causes de l'adoption des technologies, l'équipementier trouve qu'elles sont bonnes et rentables, pour les meuniers elles constituent une activité supplémentaire génératrice de revenu, et pour les transformateurs, elles leur permettent la réduction du temps de séchage et l'obtention des produits dérivés de qualité et a moindre coût.

Pour les non adoptants, les raisons sont liées au manque de moyen financier pour l'acquisition des matériels et de la démotivation liée au non octroie des équipements par le projet.

Une deuxième enquête est prévue dans les temps à venir (Octobre – Novembre 2007) auprès des équipementiers et meuniers formés secondaires pour identifier les formés du troisième niveau. Cette démarche permettra l'évaluation de la diffusion dans son ensemble.

Bibliographie

IITA Bénin, 2003. Post–récolte et consommation des ignames. Réduction des pertes et amélioration de la qualité des produits pour les marchés africains. Séminaire International-2003.

N'Kpenou E. et all, 1999. Valorisation de l'igname pour les marchés urbains, Phase II. Rapports techniques des activités

N'Kpenou E., Zoupoya K., 1997. Valorisation de l'igname pour les marchés urbains. Rapport d'activités.

Pissang T. et all, 2000. Valorisation de l'igname pour les marchés urbains, phase II. Rapports techniques des activités.

Participants

Name of Participant	Address	Telephone	Email address	Country
Adekambi, S.A.	BP 55 Sakete, Republic of Benin	(229) 93841609	adeksoul@yahoo.fr	Benin
	(299) 97577857	(229) 97575757		
Azonionde, R.	BP 128 Porto-Novo, Republic of Benin	(229) 20212773	azonrose@yahoo.com	Benin
		(229) 95956392		
Bodjrenou, D.	02 BP8033 Cotonou, Republic of	(299) 90905183	bmdelphine@yahoo.fr	Benin
	Benin	(299) 21040114	obepab@intnet.bj	
Dossou, R.A.	INRAB/CRA-Nord Ina. BP 03 N'dali,	(299) 23625817	radossou2002@yahoo.fr	Benin
	Republic of Benin	(299) 90010262		
Maboudou, A.G.	Assistant de Recherche PAPA/	(229) 90926731	guerguiss@yahoo.fr	Benin
	INRAB 01 BP 128 Porto-Novo, Republic of Benin	(229) 20212773		
Hinvi, J.	32 Natitingou, Republic of Benin	(229) 822234	cjhinvi@yahoo.fr	Benin
		(229) 90022853		
Hounhouigan, A.	01 BP 526 DNSA-FSA/ UAC, Republic of Benin	(229)93684494	hounhouigans@yahoo.fr	Benin
Kiki, C.	01 BP 223 Porto- Novo, Republic of Benin	(229) 95061851	celestinikiki@yahoo.com	Benin
	INRAB-Benin	(229) 20212773		
Sodjinou, E.	03 BP 412 Porto-Novo, Republic of Benin	(229) 95401556	esodjinou@yahoo.fr	Benin
		(229) 20212773		
Achidi, A.	Biochemistry and Microbiology Department, Faculty of Science, University of Buea, South West Province Cameroon	(237) 77665942	ufuan@yahoo.com	Cameroon
		(237) 33323101		
Mbairanodji, A.	PO Box 15308 Yaoundé, Cameroon	(237) 77099523	mbaira@netcourrier.com	Cameroon
		(237) 99319523	mbairano@yahoo.com	
Nchinda, V.	IRAD Bambui, Cameroon Box 80, Bamenda, Cameroon	(237) 77693655	petentsebe@yahoo.com	Cameroon
Ngassam, S.B.	Ngassam Sylvain Bertelet S/C FSEG,			Cameroon
	Universite de Dschang,	(237) 96832455		Cameroon
	Cameroon	(237) 34551686	ngasbertelet@yahoo.fr	Cameroon
Ngue-Bissa, T.	BP A5308 Yaoundé, Cameroon	(237) 22227416	nguebissafr@yahoo.fr	Cameroon
		(237) 99917395		
Njualem, D.	IRAD, Box 80 Bamenda, North, West Province, Cameroon	(237) 77665298	njualemdk@yahoo.com	Cameroon
Nsuh, K.C.	University of Buea South West	(237) 33009602	bikonje@yahoo.co.uk	Cameroon
	Province, PO Box 63 Buea, Cameroon	(237) 77387339		

Participants ***Contd.***

Name of Participant	Address	Telephone	Email address	Country
Coulibaly, S.	Centre National de Recherche Agronomique/Station de Recherche Technologique (CNRA/ SRT), 08 BP 881 Abidjan 08, Côte d' Ivoire	(225) 22442858	coulisouley@yahoo.fr	Côte d' Ivoire
Diallo, A.H.	Université B'Abobo-Adjanne, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d' Ivoire	(225) 07086566	attakyhortense@yahoo.com	Côte d' Ivoire
Diallo, S.S.	08 BP 1295 Abidjan 08, Côte d' Ivoire Economique et Sociales (CIRES)	(225) 22442847 (225) 05644933	ssadio_tr@yahoo.fr sadiodiallo@cires.ci	Côte d' Ivoire
Diby, N'guessan L.	01 BP 1303, CSRS Abidjan, Côte d' Ivoire	(225)05983736	lucien.diby@csrs.ci	Côte d' Ivoire
Ettien, J.B.	Centre Suisse de Recherches Scientifique en' Côte D' Ivoire (CSRS), 01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d' Ivoire	(225) 05983498 (225) 23472790	jb.ettien@csrs.ci	Côte d' Ivoire
Kouadio, K.E.	Centre Ivoirien de Recherches Economique et Sociales (CIRES), Côte d' Ivoire 08 BP 1295 Abidjan 08	(225) 22447742 (225) 22442847	kdioeck@yahoo.fr erickouadio@cires.ci sadiodiallo@cires.ci	Côte d' Ivoire
Kouakou, A.M.	01 BP 1740 Abidjan 01, CNRA LCB, Côte d' Ivoire	(225) 23472424 (225) 07825381	amkouakou@yahoo.fr	Côte d' Ivoire
Monney, F.	08 BP 881 Abidjan 08, CNRA-SRT, Côte d' Ivoire	(225) 07771511	monneyrodatine@yahoo.com	Côte d' Ivoire
Nemlin, G.	Centre National De Recherche Agronomique (CNRA) Station de Recherche Technologique (SRT), 08 BP 881 Abidjan 08, Côte d' Ivoire	(225) 22442858	nemlinjn@yahoo.fr	Côte d' Ivoire
Nindjin, C.	01 BP 1303 Abidjan 01 Côte d' Ivoire	(225) 05983844 (225) 23472796	charlemagne.nindjin@csrs.ci	Côte d' Ivoire
Soro, D.	01 BP 1303 Abidjan CI CSRS Centre Suisse de Recherches Scientifiques	(225) 05077846 (225) 23472790	dognimeton.soro@csrs.ci	Côte d' Ivoire
Abatania, L.	Agricultural Research Centre-Kpong Institute of Agricultural Research, College of Agricultural and Consumer Sciences, University of Ghana, Legon, Ghana	(233) 207202607 (233) 277172004	abat142002@ yahoo.co.uk abat14@excite.com	Ghana

Participants *Contd.*

Name of Participant	Address	Telephone	Email address	Country
Aidoo, R.	Dept of Agricultural Economics, Agri-Business and Extension, Faculty of Science andTechnolgy (KNUST), Kumasi Ghana	(233) 244544929	badubob@yahoo.co.uk	Ghana
Amagloh, F.	University for Development Studies Faculty of Applied Sciences, Department of Applied Chemisty and Biochemisty, Box 24, Navrongo Campus, UER Ghana	(233) 246456776 (233) 208249031	francisamagloh@yahoo.com	Ghana
Anang, B.	UDS, PO BOX TL 1882 Tamale, Ghana	(233) 242904290	abtben@yahoo.com	Ghana
Buah, S.S.	Savanna Agricultural Research Institute (SARI) Wa Station, PO Box 494, Wa Ghana	(233) 075622671 (233) 0244-714217	ssbuah@yahoo.com	Ghana
Oduro, I.	Biochemisty and Biotechnology Department, KNUST, Kumasi, Ghana	(233) 5160298 (233) 244288315	induro.sci.knust.edu.gh iquomma@yahoo.com	Ghana
Ohene-Yankyera, K.	Department of Agricultural Economics and Agric-Business, KNUST, Kumasi, Ghana	(233) 244465520	oheneyanky@yahoo.com	Ghana
Opata, D.	PO Box MD 58 Madina, Accra Ghana	(233) 244802044	tedreeno@yahoo.com	Ghana
Osei, C.	PO Box 7728 Kumasi, Ghana	(233) 244506933	cjosei@hotmail.com	Ghana
Otoo, E.	Crops Research Institute PO Box 3785, Kumasi, Ghana	(233) 244527425	otoo_emmanuel@yahoo.com	Ghana
Asiedu, R.	R4D Yam Breeding IITA PMB 5320, Oyo Road Ibadan, Nigeria	(234) 22412626 (ext) 2325	r.asiedu@cgiar.org	Nigeria
Asumugha, G.	National Root Crops, Research Institute, Umudike PMB 7006, Umuahia, Abia State, Nigeria	(234) 8035086533	gnasumugha@yahoo.com g.asumugha@cgiar.org	Nigeria
Ikeorgu, J.G.	National Root Crops Research Institute, Umudike PMB 7006 Umuahia, Abia State, Nigeria	(234) 08030960638 8056660534	jikeorgu@yahoo.com	Nigeria
Jimoh, O.M.	Root and Tuber Expansion Project (RTEP), Federal Department of Agriculture Ife, Ijebu-Ode	8056070884	om-jimoh@yahoo.com	Nigeria

Participants *Contd.*

Name of Participant	Address	Telephone	Email address	Country
Njoku, M.S.	Michael Okpara University of Agriculture, Umudike 7267 Umuahia, Nigeria	(234) 8027808319	njokumariastella@yahoo.co.uk	Nigeria
Nkamleu, G.B.	IITA PMB 5320, Oyo Road Ibadan, Nigeria R4D Yam Breeding	(234) 22412626	g.nkamleu@cgiar.org	Nigeria
Ogundele, O.	Nigerian Institute of Social and Economic Research (NISER) PMB 05 UI PO Ibadan, Nigeria	(234) 7030574305	olorunfemiogundele @ yahoo.com	Nigeria
Oke, M.O.	Food Science and Engineering Department, Ladoke Akintola University of Technolgy (Lautech) PMB 4000 Ogbomoso, Nigeria	(234) 8030758356 (234) 8076154599	ola4ade@yahoo.com moke@cgiar.org	Nigeria
Okonkwo, C.C.	IITA PMB 5320, Oyo Road Ibadan Nigeria	(234) 22412626 (ext) 2336	c.okonkwo@cgiar.org	Nigeria
Okpara, D.A.	College of Crop and Soil Sciences University of Agriculture Umudike, Umuahia, Abia State Nigeria	8054113066	daokpara@yahoo.com	Nigeria
Otegbayo, B.	Department of Food Science and Technology, Bowen University, Iwo, Osun State, Nigeria	(234) 48034727399	botegbayo@cgiar.org	Nigeria
Sylla, K.	ECOWAS Commission, Asokoro Disrict, Abuja, Nigeria	(234)7034013153 (ext) 2309	kalsylla@yahoo.f ksylla@ecowas.int	Nigeria
Asiedu, E.A.	7 Avenue Bourguitsa BP 48 Dakar RD-CP 18523	(221) 8259618	e.asiedu@coraf.org	Senegal
Amouzou, D.K.A.	ITRA, BP, 1163 Cacavelli-Lome, Togo	(228) 2254118	itra@cafe.tg	Togo
Kpemoua, K.	ITRA BP M63 Lome, Togo	(228) 9018757 2250043	kpemoua2001@yahoo.co.uk itna@cafe.tg	Togo
N'kpenu, K.E.	ITRA/CRASH BP 88 Sotouboua, Togo	(228) 5530032 (228) 9273578	eknkpenu@yahoo.fr	Togo
Tetevi, K.o	ITRA BD 1163 Lome Fax(228)2551559	(228) 2516761 (228) 9045031	itra@cafe.tg	Togo
Zoupoya, K,	ITRA BP 1163 Cacavel-Lome,Togo	(228) 9024856	ekozoupoya@yahoo.fr itra @cafe.tg	Togo