

M. Mafwila ¹K. Budiongo ¹M. Bavanda ¹

Effets du mode de préparation et de la durée de stockage sur les teneurs en protéines et en matières grasses de la farine du fruit de l'arbre à pain (*Artocarpus incisus* (Thunb.) L.f.)

MAFWILA (M.), BUDIONGO (K.), BAVANDA (M.). Effets du mode de préparation et de la durée de stockage sur les teneurs en protéines et en matières grasses de la farine du fruit de l'arbre à pain (*Artocarpus incisus* (Thunb.) L. f.). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (4) : 463-468

Des fruits de l'arbre à pain ont été découpés et séchés sur une claie, avec ou sans leur peau, sous l'action du feu et du soleil. Le séchage a eu lieu soit directement après la récolte, soit un à cinq jours plus tard. Les tranches de fruit sèches ont servi à produire des farines qui ont été entreposées et analysées sur la base de leur teneur en protéines et en matières grasses, le jour de leur préparation puis 2, 4, 6 et 8 semaines après leur entreposage. Les résultats ont permis de constater : une diminution sensible de la teneur en protéines (1,9 à 1,3 p. 100 de la matière sèche) et en matières grasses (5,2 à 2,2 p. 100) au cours du stockage, surtout à partir de la 4^e semaine ; la durée de conservation des fruits a une incidence sur la teneur en protéines des farines, il faudrait donc sécher ceux-ci le plus tôt possible après la récolte ; les fruits non épluchés produisent des farines significativement plus riches en protéines que les fruits épluchés, mais la différence est très faible (1,6 et 1,5 p. 100, respectivement). *Mots clés* : Fruit - Arbre à pain - *Artocarpus incisus* - Farine - Stockage - Matière grasse - Protéine - Zaïre.

INTRODUCTION

La préparation de la farine du fruit de l'arbre à pain (*Artocarpus incisus* (Thunb.) L. f.) est connue en milieu tropical (9), notamment au Zaïre (10). Cependant, le fruit à pain est souvent négligé malgré ses caractéristiques communes avec le manioc (5, 9 10) auquel il peut se substituer dans l'alimentation animale. L'intérêt qu'on lui porte provient de son importance dans l'alimentation et de sa possibilité de remplacer les céréales et les tubercules (10, 15, 21).

Dans les pays en développement, l'élevage connaît souvent des pénuries en aliments énergétiques de base tels que les farines de maïs et de manioc. Cette situation est due à l'insuffisance de la production agricole et à une demande élevée pour la nutrition humaine. L'éleveur doit donc être capable de substituer les composants énergétiques conventionnels par d'autres, telle que la farine de

fruit à pain qui peut même, après un certain temps, constituer un ingrédient à part entière des rations animales.

Le fruit à pain mûrit rapidement, se conserve mal et doit être consommé rapidement après la récolte (16). Son séchage et sa transformation en farine est une pratique difficile à maîtriser en milieu tropical où les moisissures se développent facilement (10).

La farine de fruit de l'arbre à pain contient des quantités faibles de protéines et de matières grasses (9) qui peuvent, néanmoins, compléter celles d'ingrédients plus riches mélangés avec elle dans la ration. Toute diminution éventuelle des teneurs en protéines et en matières grasses de la farine du fruit à pain pendant le stockage, devra entraîner une incorporation plus élevée en aliments protéiques et énergétiques pour satisfaire les besoins des animaux ; le coût des rations s'en trouvera augmenté.

De plus, certaines farines végétales, de tubercules par exemple, bien que pauvres en lipides, sont très sensibles à l'oxydation, du fait de proportions assez élevées d'acides gras insaturés sous forme de phospholipides. Le cas est connu pour les farines déshydratées de pomme de terre qui contiennent moins de 1 p. 100 de lipides (3).

Les produits issus de l'oxydation des lipides, outre des goûts et des odeurs désagréables, entraînent une perte d'activité vitaminique et une diminution de la valeur nutritionnelle de l'aliment. Ces réactions conduisent à l'obtention de composés carboxylés qui réagissent avec les protéines et favorisent le brunissement non enzymatique (réaction de Maillard) (2, 13, 18). Pour un produit riche en composés carboxylés, ces réactions sont importantes et le dosage des protéines permet d'évaluer les conditions de conservation.

Il s'avère donc utile d'étudier quelques aspects liés à la production de la farine de fruit à pain, depuis la conservation des fruits, jusqu'à l'entreposage de la farine obtenue. La variation des teneurs en protéines et en matières grasses de ces farines permettra d'évaluer l'importance des pertes au stockage.

Le but de l'expérimentation est de déterminer le moment propice du séchage des fruits après la récolte pour obtenir une farine stable sur le plan des teneurs en protéines et en matières grasses, et de fixer la durée maximale du stockage de celle-ci.

1. Institut facultaire des sciences agronomiques (IFA), Département de zootechnie, BP 28, Yangambi, Zaïre.

Reçu le 23.8.1990, accepté le 5.11.1991.

GÉNÉRALITÉS

Usages et valeur nutritive du fruit à pain

Le fruit à pain est constitué d'une masse charnue, spongieuse et blanchâtre. Sa maturité coïncide avec l'apparition de gouttelettes blanches de latex à sa surface. On cueille les fruits destinés à la préparation de la farine avant la maturité totale, quand ils sont riches en fécule. A Éala, au Zaïre, la dessiccation des fruits sur un séchoir à air chaud a donné un rendement de 28 p. 100 en produit sec calculé sur fruit frais (10).

L'arbre à pain possède des usages multiples. Ses fruits sont consommés par les porcs après cuisson et les feuilles sont données aux moutons et aux chèvres (4, 15). En alimentation humaine, on cuit à l'eau le fruit épluché, comme les autres féculents, ou le fruit entier non épluché dans la cendre ardente du feu de bois. La pulpe peut servir également à préparer des frites. La valeur nutritive de deux produits de l'arbre à pain est donnée au tableau I.

La farine de fruit à pain, avec une teneur en protéines brutes comprise entre 2 et 3 p. 100 (selon les auteurs), est proche de celle du manioc (1,5 p. 100) (21) et très inférieure à celle du maïs (9,6 p. 100) (5).

TABLEAU I Composition de deux produits de l'arbre à pain.

	Eau (p. cent)	Cendres (en p. cent de matière sèche)	PB	MG	CB	ENA	Source
Fruit	70,2	6,8	5,7	1,0	4,9	81,6	(9)
Farine	15,1	3,1	3,2	0,9	5,5	87,3	(9)

PB : protéines brutes ; MG : matières grasses ; CB : cellulose brute ; ENA : extractif non azoté.

Effet nutritionnel des matières grasses et des protéines et leur comportement durant le stockage des aliments

Les matières grasses des aliments possèdent une valeur énergétique supérieure à celle des glucides. Elles améliorent l'absorption des vitamines liposolubles et participent au bon fonctionnement de l'organisme (1, 13). Le poulet de chair est capable de valoriser une grande quantité de graisse suite à la fonction du jabot qui permet une digestion des matières grasses étalée dans le temps, donc sans surcharge (20).

Pendant le stockage, les matières grasses des aliments et celles qui sont ajoutées aux mélanges sont soumises à l'oxydation (14). C'est un ensemble de réactions spontanées des graisses et des acides gras avec l'oxygène de l'air, sous l'action d'enzymes (12). L'oxydation est à la

base du rancissement des graisses et est accompagnée d'une perte d'énergie. Ce processus dépend de plusieurs facteurs, notamment de la composition des acides gras, des conditions de stockage (température, lumière...) et de l'action de l'enzyme lipoxydase (ou lipoxygénase) présent dans tous les aliments d'origine végétale (12, 13).

Lors de l'oxydation des graisses, les acides gras insaturés aboutissent à la formation des peroxydes et des produits secondaires d'oxydation tels que les aldéhydes et les cétones ; ceux-ci occasionnent un changement organoleptique des graisses (13, 20) et peuvent causer des troubles à l'organisme (22) qui sont dus (2) :

- à un effet direct des peroxydes sur les protéines (1, 6, 7, 8, 23) et les enzymes sensibles à l'oxydation. Ainsi, des radicaux libres causent la rupture des chaînes polypeptidiques (2), des réactions de polymérisation et des changements chimiques sur chacun des acides aminés (19) ;
- aux produits secondaires d'oxydation qui conduisent à des interférences dans le métabolisme ;
- à des lésions tissulaires et à la dislocation des membranes tant cellulaires que subcellulaires ; ceci favorise l'apparition des maladies nutritionnelles telle que l'encéphalomalacie (avitaminose E).

En plus de la vitamine E, les peroxydes détruisent les autres vitamines de l'aliment qui sont sensibles à l'oxydation, notamment les vitamines A, C et B6 (1, 14).

Il existe donc une influence des graisses oxydées sur l'organisme animal et un effet sur les autres matières nutritives de l'aliment, en l'occurrence les protéines et les vitamines.

Les poulets de chair qui ingèrent des graisses oxydées à l'extrême réagissent par un ralentissement de leur croissance et une détérioration de leur indice de consommation (18). Les produits de la polymérisation, formés simultanément pendant l'oxydation des graisses des aliments, seraient aussi responsables de cette dépression de croissance (18).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Fruits

Les fruits utilisés ont été cueillis au début de la maturité et provenaient du verger de la Division des plantes vivrières de Yangambi.

Séchoirs

Ce sont des séchoirs à feu de bois indirect constitués d'une aire de 1,5 m², haute de 1,20 m et garnie de rameaux de palmier laissant passer la chaleur prove-

nant du foyer placé en dessous de l'aire. Les séchoirs étaient installés à l'air libre pour que le produit subisse à la fois l'action du soleil et de la chaleur du feu (séchoirs mixtes).

Découpage des fruits

Les fruits étaient soit épluchés au préalable, soit découpés directement avec leur peau en tranches de 1 cm autour de l'axe central qui était écarté. Ce découpage, avec un couteau inoxydable, correspondait au début du séchage des morceaux de fruits.

Conservation et séchage des fruits

La récolte d'un lot de fruits est subdivisée le même jour en six sous-lots. Chaque sous-lot comprend deux groupes d'échantillons : le premier servira à préparer les tranches de fruit épluchés, et le second celles des fruits non épluchés. Dès le jour de la récolte, le premier sous-lot est mis à sécher, le deuxième le sera un jour après la récolte, et ainsi de suite jusqu'au cinquième jour qui suit la récolte où, enfin, le sixième sous-lot sera mis à sécher (tabl. II).

Le séchage était effectué pendant la saison sèche. Une température moyenne de 55 °C était enregistrée sur la claie des séchoirs. Les échantillons épluchés et non épluchés étaient secs après, respectivement, un jour et demi et deux jours de traitement interrompu la nuit.

Préparation et entreposage des farines

Les tranches des échantillons secs étaient réduites en poudre à l'aide d'un mortier en bois. Après tamisage, cette poudre était introduite dans un sachet en polyéthylène et entreposée au laboratoire à la température ambiante pendant deux, quatre, six et huit semaines. On obtenait donc pour chaque sous-lot deux farines issues, l'une des fruits épluchés, l'autre des fruits non épluchés.

Analyse chimique des farines

Les analyses étaient effectuées directement après l'obtention des farines et répétées après deux, quatre, six et huit semaines d'entreposage. Les teneurs en protéines et en matières grasses ont été déterminées, respectivement, dans six et cinq sous-lots selon la méthode Kjeldahl ($N \times 6,25$) et la méthode Soxhlet décrites par GROEGAERT (11). L'hexane a servi de solvant.

TABLEAU II Variations des teneurs en protéines des farines de fruit à pain pendant l'entreposage suivant la durée de conservation avant séchage et le mode de préparation des fruits.

Conservation des fruits	Type de fruits	Entreposage des farines					\bar{X}
		E ₀	E ₂	E ₄	E ₆	E ₈	
P ₀	T ₁	2,06	1,49	1,27	1,10	1,10	1,47
	T ₂	2,15	1,71	1,45	1,44	0,96	
P ₁	T ₁	1,92	1,57	1,45	1,22	1,18	1,53
	T ₂	2,06	1,80	1,53	1,31	1,31	
P ₂	T ₁	1,75	1,80	1,49	1,05	1,10	1,49
	T ₂	1,88	1,81	1,57	1,23	1,23	
P ₃	T ₁	1,71	1,66	1,53	1,27	1,40	1,54
	T ₂	1,88	1,62	1,58	1,31	1,40	
P ₄	T ₁	1,75	1,62	1,66	1,31	1,40	1,57
	T ₂	1,80	1,71	1,66	1,31	1,45	
P ₅	T ₁	1,80	1,66	1,58	1,49	1,36	1,59
	T ₂	1,84	1,71	1,58	1,62	1,31	
	\bar{X} (p. 100)	1,88 (100)	1,68 (89)	1,53 (81)	1,30 (69)	1,26 (67)	

P₀ : fruits séchés le jour de la récolte ; P₁ : fruits séchés 1 jour après la récolte ; ... P₅ : fruits séchés 5 jours après la récolte.

T₁ : fruits séchés sans peau ; T₂ : fruits séchés avec peau.

E₀ : dosage le jour même de l'obtention de la farine ; E₂ : dosage après 2 semaines d'entreposage de la farine ; ... E₈ : dosage après 8 semaines d'entreposage de la farine.

Analyse statistique des données

L'effet de la durée de conservation des fruits, de leur mode de préparation (épluchés ou non) ainsi que de la durée d'entreposage des farines sur la teneur en protéines et en matières grasses de celles-ci, a été testé à l'aide de l'analyse de variance (17). Les données correspondent à un plan factoriel composé de cinq ou six niveaux (cinq pour les matières grasses et six pour les protéines) de facteur A (durée de conservation des fruits), cinq niveaux de facteur B (durée d'entreposage des farines) et deux niveaux de facteur C (mode de préparation du fruit).

RÉSULTATS

Obtention de la farine

Le séchage mixte des morceaux de fruits à pain a donné un résultat satisfaisant. Au terme du séchage, le produit sec épluché représentait 24,8 p. 100 du poids frais contre 26,1 p. 100 pour le produit non épluché. A Éala (Zaïre), GOOSSENS (10) avait obtenu 28 p. 100 pour un produit similaire à notre échantillon non épluché. Toutes les tranches ne résistaient pas à la cassure et *a fortiori* s'apprêtaient bien à la mouture qui a fourni une farine blanchâtre.

Teneurs en protéines et en matières grasses des farines

Ces teneurs sont données dans les tableaux II et III où les dernières colonne et ligne indiquent, respectivement, les teneurs moyennes en fonction de la durée de conservation des fruits et de l'entreposage des farines.

L'analyse statistique pour les protéines et les matières grasses est donnée dans le tableau IV.

TABLEAU III Variations des teneurs en matières grasses des farines de fruit à pain pendant l'entreposage suivant la durée de conservation avant séchage et le mode de préparation des fruits.

Conservation des fruits	Type de fruits	Entreposage des farines					\bar{X}
		E ₀	E ₂	E ₄	E ₆	E ₈	
P ₀	T ₁	6,00	4,87	4,33	3,53	2,87	4,53
	T ₂	6,67	5,13	5,05	3,93	2,87	
P ₁	T ₁	4,95	4,73	5,27	3,60	2,00	3,94
	T ₂	5,47	4,87	4,27	2,53	1,73	
P ₂	T ₁	4,53	4,87	4,53	2,67	1,20	3,57
	T ₂	4,80	5,07	3,13	3,27	1,60	
P ₃	T ₁	4,53	5,00	4,53	2,27	2,73	3,96
	T ₂	4,67	5,06	4,07	5,26	1,53	
P ₄	T ₁	4,80	5,80	4,16	3,00	2,60	4,20
	T ₂	5,33	4,93	5,20	3,06	3,13	
	\bar{X} (p. 100)	5,18 (100)	5,03 (97)	4,45 (86)	3,31 (64)	2,23 (43)	

Légende : voir tableau II.

TABLEAU IV Résumé de l'analyse de variance pour les teneurs en protéines (PB) et en matières grasses (MG).

Source de variation	Décision	
	PB	MG
Conservation des fruits (A)	**	NS
Entreposage des farines (B)	**	**
Type de fruits (C)	**	NS
Interaction		
A × B	**	NS
A × C	NS	NS
B × C	NS	NS
A × B × C	NS	NS

** : hautement significatif ($P \leq 0,01$) ; NS : non significatif au seuil de 5 p. 100.

DISCUSSION

Teneurs en protéines des farines

L'analyse de variance des résultats (tabl. IV) révèle que la conservation des fruits, l'entreposage des farines, le type de fruit (mode de préparation) et l'interaction conservation des fruits/entreposage des farines, ont une influence hautement significative ($P \leq 0,01$) sur l'évolution des teneurs en protéines des farines. Cependant, l'effet de la durée de conservation de fruits est plus important, variable et difficile à interpréter (tabl. II). En revanche, les teneurs en protéines diminuent sensiblement avec la durée d'entreposage des farines (tabl. II).

A quatre semaines, les farines entreposées gardent encore 81 p. 100 de leur teneur protéique initiale. Après cette période, la chute de la teneur en protéines est remarquable. Au vu de cette variation, l'utilisation dans la ration des farines entreposées très longtemps devra tenir compte des pertes protéiques subies.

Il ressort du tableau V que les farines provenant des fruits non épluchés sont plus riches en protéines (1,57 p. 100) que celles issues des fruits épluchés (1,49 p. 100). Cela signifie que la peau du fruit à pain

TABLEAU V Teneurs en protéines des farines de fruits de l'arbre à pain selon le type de fruits et le temps d'entreposage des farines.

Type de fruits	Entreposage des farines					\bar{X}
	E ₀	E ₂	E ₄	E ₆	E ₈	
T ₁	1,83	1,63	1,49	1,24	1,25	1,49
T ₂	1,93	1,73	1,56	1,37	1,27	1,57
\bar{X}	1,88	1,68	1,53	1,30	1,26	

Légende : voir tableau II.

contient aussi des matières azotées. Pour les farines destinées aux animaux, ne pas éplucher les fruits avant le séchage pourrait également offrir un gain de temps et de main-d'œuvre.

Teneurs en matières grasses des farines

L'analyse statistique à ce sujet (tabl. IV) indique que seul le temps d'entreposage a une influence hautement significative, et confirme le phénomène d'oxydation déjà évoqué. Comme pour les protéines, les farines gardent encore 86 p. 100 de leur teneur initiale en matières grasses après quatre semaines de stockage. Après cette date la perte est importante. Sur cette base, une durée d'entreposage maximale de quatre semaines peut être recommandée.

La faible diminution observée pour les matières grasses des farines en fonction de la durée de conservation des fruits n'est pas confirmée par le test statistique (tabl. III). Cependant, l'effet de la durée de conservation des fruits sur la teneur en protéines des farines étant significatif (tabl. II) et le ramollissement de la masse du fruit étant certain (16), il est préférable de sécher le fruit le plus tôt possible après la récolte.

La variation des teneurs en protéines et en matières grasses de la farine de fruit à pain stockée à température ambiante, peut conduire à protéger ces matières nutritives contre les pertes dues au stockage au moyen d'un conditionnement approprié.

MAFWILA (M.), BUDIONGO (K.), BAVANDA (M.). Effects of preparation and length of storage on protein and fat contents of breadfruit flour (*Artocarpus incisus* (Thunb.) L. f.). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (4) : 463-468

Breadfruits were slashed and dried with or without their skin under the action of fire and sun on a latticed dryer. Drying took place directly after harvest or one to five days later. The dried slices were used to produce flour analysed for its protein and fat contents. The analyses were repeated after 2, 4, 6 and 8 weeks of storage. The following results were obtained : a marked decrease in protein (1.9 to 1.3 %) and fat (5.2 to 2.2 %) contents during the storage and especially after four weeks and more ; the length of fruit storage had an impact on flour protein content. Thus, it would be advisable to dry the fruit as soon as possible after harvest ; unpeeled fruits produced flour with higher protein contents (1.6 %) than peeled fruits (1.5 %). *Key words* : Breadfruit - *Artocarpus incisus* - Flour - Storage - Fat - Protein - Zaire.

CONCLUSION

Ce travail, consacré à quelques problèmes technologiques liés à la production de la farine de fruit à pain, a permis d'apprécier celle-ci en fonction de ses teneurs en protéines et en matières grasses pendant l'entreposage. Il a montré :

- qu'un séchoir mixte (à feu de bois indirect et exposé au soleil) peut servir pour la production de la farine ;

- que les fruits non épluchés peuvent être utilisés et produisent des farines plus riches en protéines que celles des fruits épluchés ; un gain de temps et de main-d'œuvre peut aussi être réalisé ;

- que la durée de conservation des fruits influence la teneur en protéines des farines, et qu'il faudrait mieux sécher les fruits à la récolte ou le plus tôt possible après celle-ci ;

- que les teneurs en protéines et en matières grasses des farines diminuent sensiblement durant l'entreposage, surtout à partir de la quatrième semaine. On s'efforcera donc de les utiliser dans le mois suivant la récolte.

MAFWILA (M.), BUDIONGO (K.), BAVANDA (M.). Efecto del modo de preparación y del tiempo de almacenamiento de la harina del fruto de pan (*Artocarpus incisus* (Thunb.) L. f.), sobre su contenido en proteínas y grasas. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, 44 (4) : 463-468

Se cortaron frutos de pan y luego se secaron sobre una rejilla, pelados o no y bajo la acción del fuego o del sol. El secado se dió sea inmediatamente después de la colecta o uno a cinco días más tarde. Las lonjas de fruto secas se utilizaron para la producción de harinas, las cuales fueron almacenadas. Seguidamente se analizaron en cuanto al contenido protéico y de grasas, tanto el día de la preparación, como 2, 4, 6 y 8 semanas post almacenamiento. Los resultados fueron los siguientes : una disminución importante del contenido protéico (1,9 a 1,3 p. 100 de materia seca) y de las materias grasas (5,2 a 2,2 p. 100) durante el almacenamiento, principalmente a partir de la 4 semana. El tiempo de conservación de los frutos afecta la contenido en proteínas de la harina, siendo lo más indicado realizar el secado de los frutos inmediatamente después de la colecta. Los frutos con cáscara producen harinas ligeramente más ricas en proteínas que aquellos que fueron pelados (1,6 y 1,5, respectivamente). *Palabras claves* : Fruto - Arbol de pan - *Artocarpus incisus* - Harina - Almacenamiento - Materias grasas - Proteína - Zaire.

BIBLIOGRAPHIE

1. BERGNER (H.), Tierernährung. Wissenschaftliche Taschenbücher. Berlin, Akademie Verlag, 1967.
2. BUS (J.S.), GIBSON (J.E.). Lipidperoxidation and its role in toxicology. *In* : Reviews in biochemical toxicology. Amsterdam, Hodgson, Bernd, Philpat Ed., 1979.
3. CHEFTEL (J.C.), CHEFTEL (H.). *In* : Introduction à la biochimie et à la technologie et documentation. Paris, Lavoisier, 1984.
4. CURASSON (M.G.). Pâturage et aliments du bétail en régions tropicales et subtropicales. Paris, Vigot, 1958.
5. DEGROOTE (V.A.). Tables de composition alimentaire pour la République démocratique du Congo. Kinshasa, Concordia, 1966.
6. FRAPS (G.S.). Relation of protein, fat and energy of the rations to the composition of chickens. *Poultry Sci.*, 1943 (22) : 421-424.
7. FRENKEN (A.). Stickstoffverluste aus verschiedenen Stickstoffverbindungen des Legehennenkotes während der Lagerung in unterschiedlichen Haltungssystemen. Thèse, Université de Bonn, 1989.
8. GILLAIN (J.). Zootechnie générale, t.I. Bruxelles, Ministère des colonies, 1953.
9. GÖHL (B.). Tropical feeds. Rome, FAO, 1981.
10. GOOSSENS (V.). Contribution à l'étude des plantes économiques introduites au Congo belge : note sur l'arbre à pain (*Artocarpus incisa L.*). *Bull. inf. INEAC*, 1921, 12 (2) : 220.
11. GROEGAERT (J.). Recueil de mode opératoire en usage au laboratoire central d'analyse de l'INEAC, Yangambi, 1956.
12. GROSCH (W.). Ablauf und Analytik des oxydativen Fettverderbs. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 1975 (157) : 70-83.
13. GURR (M.I.), JAMES (A.T.). Lipid biochemistry : an introduction. 2nd ed., London, Chapman and Hall, 1975.
14. HARTFIEL (W.). Oxydativer Fettverderb und Futterqualität. *Wiss. Fortragstagung Fa.* Lohmann, Cuxhaven, 1982.
15. HARVARD-DUCLOS (B.). Les plantes fourragères tropicales. Paris, Maisonneuve et Larose, 1967.
16. LEROY (J.F.). Les fruits tropicaux et subtropicaux. Paris, Presses universitaires de France, 1968 (n° 237).
17. MONTGOMERY (D.C.). Design and analysis of experiments. New York, John Wiley, 1976.
18. NIESAR (K.H.). Die Qualitätsbeurteilung von Futterfett. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 1962 (64) : 525-530.
19. POLONOVSKI (M.), BOULANGER (P.), MACHEBOEUF (M.), ROCHE (R.). Biochimie médicale. Paris, Masson, 1952.
20. PRINZ (G.). Untersuchung über den Einfluss der Zufütterung verschiedener Fette und Fettersäure auf die Mastleistung und Fettsäuremuster des Abdominalfettes von Broiler. Thèse, Université de Bonn, 1989.
21. SHOLTO-DOUGLAS (J.). Tree crops for food, forage and cash. Part I. *World crops*, 1972 (1) : 15-19.
22. TAPPEL (A.L.). Free radical peroxidation of lipids. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1972 (203) : 12-28.
23. THORBEK (G.). Studies on energy utilisation in pig nutrition. Washington, US Feed Grains Council, 1969.