

Original article

Agronomy

Incidence de l'enfouissement dans les buttes sur le comportement du macabo (*Xanthosoma sagittifolium* L.) blessé ou traumatisé et entreposé

René BIKOMO MBONOMO¹ et AMOUGOU AKOA²¹Département d'Agriculture, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang.BP 222 Dschang, Cameroun. Tel (237) 77 65 29 69. E-mail : r_bikomo@yahoo.fr²Chef de Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté de Sciences, Université de Yaoundé I

BP. 812 Yaoundé

Résumé

Les tubercules de deux variétés de macabo (*Xanthosoma sagittifolium*), le rouge et le blanc, étaient, à travers un dispositif expérimental factoriel, blessés et meurtris en simulation de dégâts mécaniques après récolte et enfouis dans des buttes avant stockage, en vue d'améliorer leur qualité pendant l'entreposage. Après 3 mois, les tubercules blessés ou meurtris puis enfouis dans les buttes avant entreposage ont préservé une qualité visuelle globale appréciable comparable aux produits témoins. Ceux blessés ou meurtris et non placés dans les buttes, indépendamment de la variété, ont développé des défauts considérables. L'enfouissement dans les buttes a significativement ($P < 0,05$) atténué la réduction de poids du macabo blanc, en comparaison avec son impact moins prononcé sur ce paramètre sur le macabo rouge. Contrairement à l'effet attendu, l'enfouissement n'a pas de manière significative ($P > 0,05$) favorisé la cicatrisation effective ou complète des blessures des tubercules, ni empêché la pourriture de ceux-ci. Par contre, ce traitement a contribué à la diminution de 10% et 14% de la réduction de la teneur en eau sur le macabo blanc et rouge respectivement mais il s'est révélé sans effet significatif ($P > 0,05$) sur le bourgeonnement.

Mots clés : Macabo, blessures, meurtrissures, enfouissement, entreposage, qualité.

ABSTRACT

The tubers from two varieties of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*), the red and the white fleshed, were under a simulated damaging source wounded or bruised and clamped in soil mounds before storage, for testing for shelflife quality improvement through a factorial trial. The tubers that were wounded or bruised and clamped prior to storage maintained an appreciable over all visual quality similar to that of the control products. Tubers from both varieties that were not clamped after wound and bruise infliction developed considerable defects. Clamping significantly ($P < 0,05$) attenuated weight loss of white cocoyam as compared to its lesser impact recorded on on red cocoyam. Unexpectedly, clamping produced no significant effect ($P > 0,05$) favoring an effective or a complete healing of wounds on tubers and failed to prevent rotting on those products. However, clamping contributed to a 10% and 14% drop in water loss in white and red cocoyam respectively, but had no significant incidence ($P > 0,05$) on sprouting of tubers.

Key words: Cocoyam, wounding, bruising, clamping, shelflife, quality.

INTRODUCTION

La cause première des pertes post récolte et de réduction de la capacité potentielle à l'entreposage des tubercules de macabo est surtout constituée par la pourriture microbienne. Des résultats d'étude sur l'entreposage du macabo ont signalé que cette pourriture est causée par un large spectrum d'organismes pathogènes provenant du sol et que les blessures survenant durant la récolte ou pendant la phase post-récolte constituent leurs points de pénétration essentiels [1-9]. La perte de poids, même en absence de pourriture, est due à la

perte d'eau et à la transpiration [8] ou au stade immature des tissus des tubercules. Cependant il a été démontré que la subérisation des tubercules de macabo favorise une réduction de perte de poids de 12 %, sous des conditions de température de 35°C et d'humidité relative de 95 % [8, 10]. La température recommandée pour la subérisation de la pomme de terre se situe entre 16 et 30°C associée à une humidité relative de 60 % à 100 % [11]. L'incidence de la pourriture enregistrée au cours de cette étude s'est révélée minimale à 100 %, intermédiaire à 60 % et élevée à d'autres niveaux entre 60 et 100 % d'humidité

relative. L'igname se prête à une subérisation satisfaisante dans des conditions de température de 30 à 32°C, et d'humidité relative de 90 à 95 %, pendant une durée de 7 à 8 jours [11]. L'influence bénéfique de l'enfouissement dans les buttes des pommes de terre et de l'entreposage souterrain ventilé du macabo est signalée [12]. Il a par ailleurs été observé que l'activité de respiration connaît une atténuation de 13 à 14 fois pour les tubercules de macabo subérisés à une température de 25°C et une humidité relative de 75 à 80%, contre 8 à 13 fois pour les produits témoins, pendant la période d'entreposage [13]. L'objectif de cette étude est de faire une évaluation de l'incidence de l'enfouissement du macabo sous des buttes sur la promotion de la cicatrisation et la résistance à l'impact des blessures et des meurtrissures de récolte et de transport des tubercules, en vue de l'extension de leur qualité en entreposage.

MATERIELS ET METHODES

Les tubercules des deux variétés de macabo (*Xanthosoma sagittifolium* L.) produits à Mekamvom, près d'Ebolowa au Sud du Cameroun, la variété à chair rouge et celle à chair blanche, étaient, acheminées à Dschang en provenance du lieu de production. Elles étaient par la suite triées sur la base d'absence de défauts (fragmentation, lésions de pellicule, meurtrissures et pourriture), calibrées et organisées de manière aléatoire en échantillons de 10 produits. L'endommagement artificiel des tubercules consistait à blesser chaque produit par un coup de couteau, simulant ainsi un type de blessure courante infligée par le matériel et les conditions de récolte ou de transport. L'enfouissement des tubercules sous des buttes était effectué en couvrant les tas de produits frais et artificiellement endommagés tel que décrit plus haut, avec de la terre en couches alternant avec de la paille et de feuilles plastiques, pour une période de deux semaines. Ces tas étaient recouverts par une couche de terre d'environ 20 cm. L'infliction de meurtrissures était réalisée en frappant d'un coup sec chaque tubercule, au moyen d'un gourdin en bois, sans aspérités saillantes susceptibles d'occasionner de blessures ouvertes; ce gourdin était enveloppé d'un tissu simulant la présence d'emballage.

Les tubercules étaient par la suite placés dans des sacs en film plastique perforé [13], puis disposés en entreposage dans des conditions

ambiantes moyennes de température de 21°C et d'humidité relative de 76,8% prédominant à Dschang, pour une durée de 3 mois.

La qualité de présentation globale des tubercules entreposés a été appréciée. Cette appréciation était basée sur la cicatrisation, la perte de poids, la pourriture et le bourgeonnement. De plus, la variation de la teneur en eau des tubercules était suivie par une prise de mesure mensuelle. Les facteurs étudiés (variété du macabo, incidence des blessures, incidence des meurtrissures, influence de la subérisation), étaient testés à travers un dispositif expérimental complètement randomisé avec 3 répétitions. La mesure du poids au gramme près des échantillons était effectuée au moyen d'une balance électronique Fischer Scientific, Model XT-3000 DR. L'évaluation du bourgeonnement était faite par la mesure de la longueur totale des bourgeons développés sur les tubercules. La teneur en eau était quantifiée par la méthode de double-pesées des échantillons avec une balance analytique Mettler, Model AE 200. Celles-ci étaient effectuées respectivement avant et après le séjour des produits pendant 24 heures à 75°C, dans une étuve Fisher Scientific, Model 785F, à circulation d'air chaud [14].

L'apparence physique globale et l'incidence de pourriture étaient évaluées avec référence à la méthode d'analyse descriptive [15, 16, 13] soulignant notamment l'effectivité de cicatrisation et comportant les seuils de qualité suivants : cicatrisation et très satisfaisante, absence de défauts (pourriture, bourgeons, durcissement, flétrissement, état sain) = 9 ; cicatrisation effective, très bon état, défauts légers = 8 ; cicatrisation assez effective, bon état, défauts déjà visibles = 7 ; cicatrisation acceptable, assez bon état, devenant indésirables = 6 ; cicatrisation incomplète, défauts indésirables, compromettant la qualité commerciale = 5 ; cicatrisation assez mauvaise, seuil minimum de qualité commercialisable = 4 ; cicatrisation mauvaise, mauvais état, non commercialisable, = 3 ; cicatrisation très mauvaise, très mauvais état, nécessité d'élimination des parties détériorées avant utilisation = 2 ; absence de cicatrisation, mauvais état extrême, non utilisable = 1.

Une transformation angulaire des données originales, exprimées en pourcentages, était effectuée. L'analyse statistique des données ainsi transformées était assurée selon la méthode MSTAT, avec le test Fisher à 5 % et la méthode

de Duncan pour la séparation des moyennes lorsque les différences significatives étaient détectées entre les effets des traitements.

RESULTATS

Au terme de trois mois d'entreposage, les observations effectuées sur les tubercules de macabo stockés ont révélé des différences statistiquement significatives sur l'influence de la variété du macabo, de la présence des blessures, des meurtrissures et de l'enfouissement des tubercules dans des buttes sur la présentation physique globale des produits, la perte de poids, la pourriture et le bourgeonnement de ceux-ci. L'interférence des effets combinés de ces facteurs sur les aspects de qualité des tubercules était également manifeste de manière significative (Tableau 1).

Les tubercules comportant des blessures ont significativement ($P < 0,05$) développé des défauts graves et sont devenus dans certains cas indésirables et inutilisables, en particulier si ces produits blessés n'avaient pas été enfouis dans des buttes avant leur entreposage (Tableau 1). La détérioration des tubercules a atteint une envergure sévère dans les cas où l'infliction des meurtrissures a suivi l'enfouissement des produits initialement blessés. Le macabo blanc blessé a pu préserver une bonne qualité de présentation, exception faite pour les tubercules meurtris avant l'entreposage. Le macabo blanc était moins susceptible aux impacts des meurtrissures infligées avant ou après l'enfouissement.

Le macabo rouge est apparu moins appréciable en termes d'aspect global de présentation, du fait qu'il a de manière significative ($P < 0,05$) subi des flétrissements, des dessèchements et des craquelures profondes. La perte de la qualité ainsi enregistrée était aggravée avec la présence des blessures, bien que l'envergure de ce processus néfaste ait été atténuée par l'effet d'enfouissement des tubercules. L'infliction de meurtrissures s'était accompagnée, pour cette variété de macabo, d'une désorganisation

conséquente très accentuée des tissus de ce produit.

Un effet significatif de la variété du macabo a été détecté sur la réduction du poids des tubercules stockés (Tableau 2). Le macabo rouge a accusé la perte de poids la plus élevée tandis que la plupart des tubercules de macabo blanc se présentaient avec une perte de poids moindre. La chute remarquable de poids enregistrée sur le macabo rouge s'accompagnait d'un dessèchement et d'un durcissement extrêmes à l'origine de l'aspect caillouteux des produits ainsi affectés et rendus de ce fait inutilisables.

Le macabo blanc était de façon évidente et significative moins susceptible à la pourriture que le macabo rouge (Tableau 2). Dans certains cas, l'enfouissement a été inefficace à neutraliser les attaques de pourriture sur le macabo, ce qui a en conséquence entraîné une réduction de la période d'entreposage de ce produit. Contrairement à ces observations sur le macabo blanc, celui à chair rouge a développé, à la suite du conditionnement dans les buttes, une résistance remarquable contre les agents pathogènes de pourriture.

Le développement des bourgeons sur les tubercules, obtenu au terme de la période d'entreposage (Tableau 1) est apparu significativement ($P < 0,05$) influencé par la variété du macabo, et dans une moindre mesure, par la stimulation résultant de l'infliction de meurtrissures. Un bourgeonnement plutôt abondant et développé a foisonné par séquence, surtout sur le macabo blanc, mais ces expansions ont par la suite flétri progressivement. La formation de bourgeons était tout à fait absente sur le macabo rouge et, lorsque ce phénomène s'y amorçait, son avortement rapide était observé. Les meurtrissures provoquées sur les tubercules avant l'entreposage ont de façon significative ($P < 0,05$), accentué la tendance naturelle à bourgeonner du macabo blanc, en présence de conditions favorables par rapport à l'effet observé sur les produits témoins (Tableau 1).

Tableau 1. Résumé de l'analyse des variances des effets de la variété (Var), des blessures (Ble), des buttes (But) et des meurtrissures (Meu) sur la perte de poids (Pp), l'incidence de la pourriture (Ip), le bourgeonnement (Bo) et la présentation globale visible (Pgv) du macabo entreposé.

Source de variation	Carrés moyens			
	Pp	Ip	Bo	Pgv
Var	795,12**	3640,26**	28,68**	271,08
Ble	163,84**	53,94	1,58	406,53
Var x Ble	88,35**	70,11	1,44	14,20
But	30,02	1051,97**	3,36	199,39
Var x But	123,39**	984,37**	11,31	37,37
Ble x But	5,96	41,65	3,69	37,37
Var x Ble x But	17,52	0,50	2,95	12,07
Meu	22,01	322,56	0,002	124,13
Var x Meu	28,55	48,46	14,63**	2,42
Ble x Meu	33,50	483,93	4,63	82,66
Var x Ble x Meu	1,51	438,94	4,03	124,13
But x Meu	2,10	105,94	0,59	45,53
Var x But x Meu	2,64	85,25	11,12	3,42
Ble x But x Meu	2,93	70,11	0,54	582,3**
Var x Ble x But x Meu	44,48	199,39	0,04	487,62**
Erreur	14,60	153,33	2,96	79,44

** = différence significative à $\alpha = 0,05$ entre les moyennes des performances observées pour les traitements testés

Tableau 2. Résumé des moyennes des performances en présentation physique globale (PPG), pourriture (P), bourgeonnement (Bo), et perte de poids (PP) du macabo, après 3 mois d'entreposage, sous l'influence de la variété, des blessures, des meurtrissures et de l'enfouissement.

Facteurs Expérimentaux	Variables observées			
	PPG (% de tubercules sains)	P (% de tubercules sains)	Bo (longueur totale en mm)	PP (%)
Variété				
- Rouge	6,25 a	6,24 a	1,21 a	33,28 a ^y
- Blanche	2,96 b	25,00 b	4,08 b	20,63 b
Blessures				
- Tubercules				
Blessés	2,92 a	13,75 a	2,04 a	29,21 a
- Témoins	6,30 a	14,58 a	2,88 a	24,00 b
Meurtrissures				
- Tubercules				
Meurtris	2,80 a	13,33 a	2,43 a	25,89 a
- Témoins	5,89 a	14,99 a	3,86 a	28,02 a
Enfouissement				
- Tubercules				
Enfouis	3,37 a	12,08 a	2,04 a	27,92 a
- Témoins	5,83 a	17,50 a	3,25 a	25,98 a

y = les moyennes sur la même colonne pour chaque traitement testé suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan ($p = 0,05$)

Une réduction rapide et croissante d'environ 14 % de teneur en eau était enregistrée sur le macabo rouge (Fig. 1-a), au cours de la période d'entreposage, et surtout pendant le dernier mois. Le macabo blanc a quant à lui maintenu une baisse constante de teneur en eau (10 %) tout au long du séjour en entreposage et la plupart des tubercules de ce lot étaient sans signes de flétrissement. Les tubercules blessés ont fait l'objet, à partir du second mois de stockage, d'une réduction remarquable de leur teneur en eau atteignant 17 % (Fig. 1-b), accompagnée d'un flétrissement sévère à l'origine de la baisse de qualité des produits. La teneur en eau des tubercules placées sous les buttes a accusé une baisse constante comparable à celle enregistrée par les tubercules témoins (Fig. 2-a). Ces structures de conditionnement se sont par conséquent avérées sans effet favorable pour la prévention ou la diminution de la perte d'eau du macabo. L'effet des meurtrissures était presque imperceptible en rapport avec la teneur en eau constante et stable enregistrée pendant la trentaine de jours en début de la période d'entreposage (Fig. 2-b). De même, une réduction continue de ce paramètre a été observée sur les produits non meurtris pendant cette période. Par la suite, seuls les tubercules meurtris ont accusé une diminution en eau.

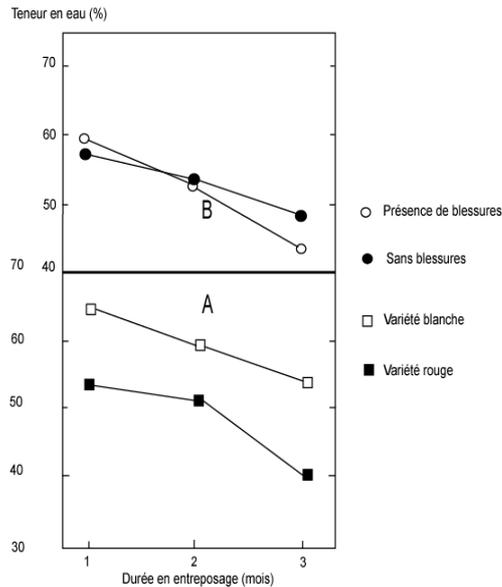


Figure 1. Influence de la variété (A) et des blessures (B) sur la teneur en eau des tubercules du macabo entreposés

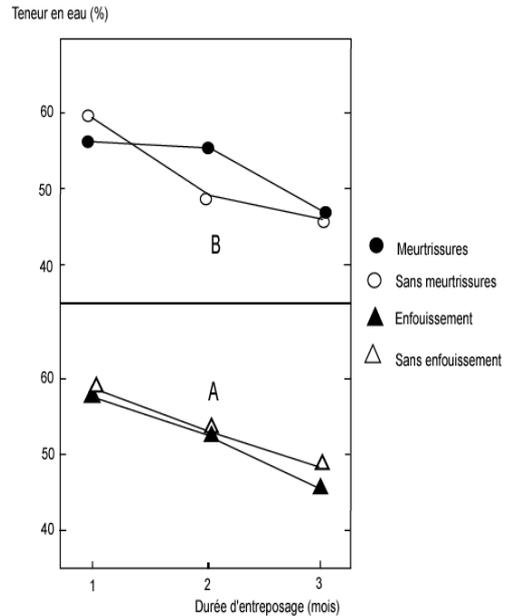


Figure 2. Influence de l'enfouissement (A) et des meurtrissures (B) sur la teneur en eau du macabo entreposé.

DISCUSSION

La technique d'enfouissement du macabo dans les buttes pourrait ne pas promouvoir la résistance recherchée et attendue sur ce point contre les effets néfastes des meurtrissures ou d'autres formes d'endommagement similaires. En dépit de l'effet stimulant de cette technique la formation de subérine et de périderme, essentielle dans la cicatrisation [12, 17], l'enfouissement dans les buttes apparaît sans influence favorable sur la préservation de la fraîcheur et de l'état sain des tubercules de macabo. Toutefois, le recours à cette pratique, préalablement à l'entreposage s'avère déterminant pour éviter ou retarder l'amorce et le développement de détérioration supplémentaire de ces produits.

La perte de poids préjudiciable caractéristique du macabo rouge stocké pourrait provenir d'une respiration et d'une transpiration accentuées naturelles de ce type de macabo, ou suscitées par les conditions de manutention du produit [18]. Par contre, la réduction de poids modérée obtenue sur le macabo blanc indique une activité métabolique plus réduite révélant un taux de respiration réduite et stable de ce macabo. La présence des blessures sur les tubercules avant l'entreposage a significativement contribué à l'augmentation du

taux de perte de poids sur les produits stockés, résultant de l'effet accélérateur de ces défauts sur ce phénomène. A l'opposé du macabo blanc, le macabo rouge suspecté d'avoir une respiration élevée a manifesté une augmentation de perte de poids remarquable et plus appuyé pour les tubercules blessés avant entreposage. Malgré son efficacité plus perceptible sur le macabo blanc que sur la variété rouge, l'enfouissement des tubercules a favorisé une atténuation relative de perte de poids.

L'effet bénéfique des buttes d'enfouissement est signalé dans des études précédentes, dans la réduction et la stabilisation de l'activité métabolique des produits végétaux récoltés et entreposés [12, 17]. Néanmoins, contrairement à l'effet attendu, les conditions d'utilisation des buttes d'enfouissement de notre étude n'ont pas contribué à la cicatrisation complète des blessures présentes sur les tubercules et parmi lesquelles, celles des points de coupe et de détachement des produits du rhizome de la plante mère, lors de la récolte. L'impact de l'enfouissement aurait probablement contribué à rompre la dormance des tubercules et activé ainsi les systèmes métaboliques de ces produits et conduit à la formation et développement des bourgeons [19].

Le macabo rouge, en dépit d'une absence de résistance naturelle vis-à-vis de la pourriture, pourrait s'accommoder de l'influence favorable de l'enfouissement dans les buttes, bénéfique dans la cicatrisation des blessures, points d'accès potentiels des bactéries et des moisissures, agents de la pourriture [12, 17].

L'effet néfaste des blessures et autres dégâts mécaniques similaires se révèle, tel que déjà signalé et établi, être cause d'induction d'augmentation de perte de teneur d'eau par accélération de la respiration et de la transpiration des tubercules endommagés [20, 13, 10]. La tendance d'accélération inattendue de la perte d'eau observée sur des produits enfouis dans les buttes pourrait être attribuée à l'effet absorbant d'eau de la paille disposée en contact direct des tubercules placés dans ces buttes. L'utilisation de ce type de matériau, présumé inerte, comme couche d'enveloppement des tubercules, devrait de ce fait être remise en cause. L'observation de réduction de la perte d'eau sur les produits non meurtris confirme l'effet favorable retardé, mais non absent, des meurtrissures sur la teneur en eau des produits entreposés [21, 22].

REMERCIEMENTS

Le financement des travaux de ce projet de recherche a été assuré par la Fondation Internationale pour la Science (FIS).

BIBLIOGRAPHIE

1. Burton W.G. 1970. diseases of tropical vegetables on the Chicago market, *Trop. Agri. Trinidad* 47(4): 303-313.
2. Okeke G.C., 1982. Studies on the etiology and symptomatology of root storage of cocoyam in Nigeria. *Beitraege sur tropischem Landwirshaft und veterinaermedizin* 20(3): 287-293.
3. Praquin J.Y. et Miché J.C. 1971. *Essai de conservation de taro et macabo au Cameroun*. Rapport préliminaire 1. Station IRAD de Dschang, 21 p.
4. Gollifer D.E. and Booth R.H. 1973. Storage losses of taro corms in British Solomon Islands Protectorate. *Ann. of Appl. Biol.* 73: 349-356.
5. Ogundana S.K. 1977. The pathogenicity of the fungi causing rot in the corms of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*). *Inter. Biod. Bull.* 13(1): 5-8.
6. Booth R.H. 1978. Storage. In: L. Kasasian, (ed). *Pest control in Tropical root crops*. Centre for overseas Pest Research. Overseas Development Administration. London. 37-55.
7. Maduwesi J.N. and Onyike R.C.I. 1981. Fungal rotting of cocoyam in storage in Nigeria. In: Terry, E.R., Oduro et Cavaness, F. (eds) *Tropical Root Crops Research strategies for the 1980s*. 235-238.
8. Passam H.C. 1982. Experiments on the storage of eddoes and tannins (*Colocassia* and *Xanthosoma*) under tropical ambient conditions. *Trop. Sci.* 24 : 39-46.
9. Nzietchueng S. 1983. La pourriture racinaire du macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) au Cameroun. I Symptomatologie et étiologie de la maladie. *Agron. Trop.* 38(4) : 321-325.
10. Bikomo M.R. and Brecht J.K. 1991. Curing, wash water chlorination and packaging to improve the postharvest quality of *Xanthosoma* cormels. *Scientia Horticulturae.* 47: 1-13.
11. Ryall A.L. and Lipton W.J. 1979. *Handling, transportation and storage of fruits and vegetables*. Vol. 1. *Vegetables and melons*.

- Avi Publishing Company, Inc., Westport, Conn. 587p.
12. Booth R.H. and Shaw R.L. 1981. *Principles of potato storage*. International Potato Center. Lima, Peru, 105 p.
 13. Bikomo M.R. 1988. Postharvest handling and storage of *Xanthosoma* (*Xanthosoma* spp). M.Sc. Thesis. University of Florida, Gainesville, U.S.A. 153 p.
 14. Brainbridge, Z., Tomlins, K., Wellings, K. and Westby, A. 1996 (eds). *Methods for assessing quality characteristics of non-grain starch staples. Part 4. Advanced methods*. Chatman, UK : Natural Ressource Institute. Hampshire. 95 p.
 15. Kadel A.A., Lipton W.J. and Morris L.L. 1973. Systems for scoring quality of harvested lettuce. *Hortscience* 8(5): 408-409.
 16. Larmond E. 1977. *Laboratory methods for sensory evaluation of food*. Ottawa : Canada Department of Agriculture. Publication 1637. 73 p.
 17. Coursey D.G. 1983. Post harvest losses in perishable foods of the developing world. In: Lieberman, M. (ed). *Post harvest physiology and crop preservation*. Plenum Press. New-York and London. 492-493.
 18. Burton W.G. 1982. Postharvest physiology of food crops. Longman, London et New-York. 339 p.
 19. Agbor-Egbe T. and Rickard J.E. 1991. Study on the factors affecting storage of edible aroids. *Ann. of Appl. Biol.y.* 119: 121-130.
 20. O'Hair S.K. and Asokan M.P. 1986. Edible aroids. Botany and horticulture. *Horticultural reviews.* 8 : 43-49, Avi Publishing Company, Westport. Conn. 84-85.
 21. Wills R.B.H., Lee T.H., Graham D., McGlasson W.B. and Hall E.G. 1981. *Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables*. Avi Publishing Company, Inc., Westport, Conn. 161p.
 22. Wills R., McGlasson B., Graham D. and Joyce D. 1988. *Postharvest. An introduction to the physiology and handing of fruits, vegetables and ornamentals*. 4th edition. Sydney. 262 p.