

Effets de la réfrigération et de la durée de conservation sur les caractéristiques sensorielles et la transformation des racines de manioc

Georges Tiky Mpondo

La production et la transformation des racines de manioc sont en plein essor au Cameroun. En 1998, la production a été estimée à 1,8 million de tonnes [1]. Après la récolte, les racines de manioc passent souvent 1 à 3 jours à l'air libre, entre le champ et l'unité de transformation. En outre, dans cette dernière, la transformation n'est pas immédiate : des pertes surviennent alors et sont parfois de l'ordre 50 % dans les zones humides. La conservation des racines avant usage dans les unités de transformation est dès lors d'une importance capitale. En 1988, une enquête sur la conservation, la transformation et l'utilisation du manioc dans quatre provinces du Cameroun (Littoral, Ouest, Sud-Ouest, Nord-Ouest) avait montré que les principaux produits d'importance commerciale dérivés du manioc sont ceux obtenus après rouissage : le *foufou* (farine de manioc roui), le *gari*, le *miondo*, le *bobolo* et le *mintoumba*, ainsi que les produits non rouis tels que racines fraîches ou cuites à l'étouffée [2, 3]. Certains de ces produits (racines fraîches, *gari*, *foufou*, *bobolo*) font aussi l'objet d'une forte activité d'exportation dans la sous-région d'Afrique centrale

[3]. Malgré cette importance commerciale, il n'existe toujours pas de mode de conservation économiquement rentable au Cameroun.

La majeure partie, voire la totalité des racines est blessée pendant la récolte. Après 2 à 3 jours de maintien dans les conditions ambiantes (forte humidité et haute température), d'importantes modifications physiologiques et biochimiques se produisent qui rendent les racines impropres à la transformation. Cette difficulté de conservation limite le transport et l'utilisation industrielle du manioc. Afin de lutter contre ces difficultés, plusieurs méthodes de stockage ont été utilisées ou développées : enfouissement dans le sol, entassement et arrosage, entreposage dans des caisses de bois garnies de sciure ou de plastique [4]. Ces procédés permettent, certes, de conserver les racines de manioc de quelques jours à quelques semaines, mais ils sont très contraignants (caisse, trou, etc.) du point de vue économique.

La conservation par réfrigération a été testée [5]. La température optimale de conservation des racines fraîches est de 3 °C, les pertes de poids enregistrées sont de 14 % au bout de 14 jours et de 23 % après 4 semaines ; aux températures supérieures à 3 °C, une moisissure bleuâtre apparaît à la surface de la racine, tandis que la chair se décolore et prend une teinte brunâtre [5]. La méthode d'enrobage des racines de manioc avec de la cire a été développée et est utilisée en Amérique [5]. Cependant, il est à noter que les racines de manioc préalablement congelées ou enrobées perdent

leur aptitude au ramollissement, propriété indispensable pour la fabrication des *miondo*, *bobolo*, *mintoumba* et *gari*.

La conservation des racines de manioc n'a d'intérêt que si celles-ci peuvent être transformées en produits appréciés par les consommateurs (*water-fufu*, *foufou*, *gari*, *miondo*, *bobolo*, *mintoumba*) après conservation. En vue de promouvoir des unités de conservation par réfrigération, cette étude a été conçue pour déterminer, d'une part, les effets de la réfrigération sur l'aptitude à la transformation des racines de manioc et, d'autre part, les conditions de réfrigération qui garantissent l'aptitude des racines à la cuisson et au ramollissement après rouissage.

Matériel et méthode

L'expérimentation a été conduite en blocs aléatoires avec distribution factorielle, avec trois températures de réfrigération (12 °C, 9 °C et 6 °C) [5, 6], quatre durées de conservation (0, 7, 14 et 21 jours) et deux répétitions. Les caractéristiques des racines juste après réfrigération, les qualités organoleptiques des racines réfrigérées après cuisson et la qualité des racines réfrigérées après le rouissage de trois jours ont été analysées. Les racines de manioc ont été fournies par la station IRAD de Njombé. Un réfrigérateur à température réglable a été utilisé pour la conservation.

Une variété locale de manioc et une variété améliorée (CV 8034), parmi les plus commercialisées, ont été utilisées. Après la récolte, les racines ont été

G. Tiky Mpondo : Institut de la Recherche agricole pour le développement (IRAD), Station de Njombé, BP 13 Njombé, Cameroun.
<crbp@camnet.cm>

Thèmes : Biotechnologie ; Génétique et amélioration des plantes.

Tableau 1**Effet de la température de réfrigération sur certaines caractéristiques des racines de manioc**

Température de réfrigération (°C)	Fraîches		Cuites à l'étouffée Goût	Rouies Tendreté
	Bleu	Épluchage		
6-8	4,38 ^a	3,58 ^a	4,04 ^a	4,04 ^a
9-11	4,45 ^a	3,66 ^a	4,05 ^a	4,38 ^a
12-14	3,75 ^b	4,33 ^a	4,31 ^a	4,04 ^a

Les valeurs moyennes d'une même colonne indexées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

Effect of chilling temperature on some characteristics of cassava roots

débranchées de leurs tiges et soigneusement lavées.

Conditions de réfrigération au laboratoire

Les racines de manioc ont été stockées au laboratoire dans un réfrigérateur (marque Électrolux, capacité de 300 litres) maintenu à la gamme de température désirée (6, 9 ou 12 °C). Les échantillons ont été prélevés après 0, 7, 14 et 21 jours de réfrigération.

Évaluation des racines de manioc**• Racines entières**

Les caractéristiques suivantes ont été évaluées à l'aide de la méthode de notation à 5 points [7] : facilité d'épluchage (5 = très facile à éplucher, 4 = facile, 3 = ni

facile ni difficile, 2 = difficile, 1 = très difficile) ; bleuissement (5 = absence de stries bleues sur racines épluchées, 4 = léger bleu, 3 = avancé, 2 = très avancé, 1 = extrêmement avancé).

La perte en poids (PP) a été déterminée en pesant les racines avant (P_0) et après le stockage (P_1). Elle a été exprimée en pourcentage (matière brute/matière brute) = $[(P_0 - P_1)/P_0] \times 100$.

• Racines cuites à l'étouffée

Les racines ont été découpées (1 kg), puis cuites à l'étouffée pendant 30 minutes. Les caractéristiques suivantes ont été déterminées à l'aide de la méthode de notation de 5 points : goût (5 = très doux, 4 = doux, 3 = ni doux ni amer, 2 = amer, 1 = très amer) ; aspect vitreux (5 = très farineux, 4 = farineux, 3 = ni farineux ni vitreux, 2 = vitreux, 1 = très vitreux).

Pour ce qui est du rouissage, les racines (1 kg) ont été trempées dans l'eau (1,5 litre) pendant trois jours dans une

salle à température de 30 °C environ. Les caractéristiques suivantes ont été déterminées à l'aide de la méthode de notation de 5 points : odeur du roui (5 = très forte odeur de roui, 4 = forte, 3 = faible, 2 = très faible, 1 = absence d'odeur) ; tendreté des racines (5 = très tendre, 4 = tendre, 3 = ni tendre ni dur, 2 = dur, 1 = très dur).

Analyses statistiques

Les données ont été soumises à l'analyse de la variance suivant le dispositif expérimental, par le logiciel d'analyse statistique SAS [9]. Lorsque les effets étaient significatifs, les moyennes ont été comparées à l'aide de la méthode de Student-Newman-Keuls au niveau de signification 0,05.

Résultats et discussion**Racines de manioc entières**

La température de réfrigération a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur la facilité d'épluchage et le bleuissement des racines (tableau 1). Les racines conservées à 12-14 °C ont été plus faciles à éplucher (note moyenne de 4,33) que celles conservées aux températures inférieures ; les notes étaient de 3,66 pour la gamme de 9-11 °C et 3,58 pour la gamme de 6-8 °C (tableau 1). À la température de 12-14 °C, les racines étaient légèrement plus bleuâtres, ce qui confirme les résultats de Richard et Coursey

Tableau 2**Effet de la durée de conservation par réfrigération sur les caractéristiques des racines de manioc**

Durée de conservation (jours)	Fraîches		Cuites à l'étouffée		Rouies	
	Bleu	Facilité d'épluchage	Brun	Vitreux	Odeur	Tendreté
0	5 ^a	5 ^a	4,94 ^a	2,22 ^a	4,88 ^a	4,83 ^a
7	4,11 ^b	3,88 ^b	4,93 ^a	2,46 ^a	4,38 ^b	4,44 ^a
14	3,94 ^b	3,44 ^c	4,61 ^{ab}	2,00 ^{ab}	4,11 ^b	3,78 ^c
21	3,72 ^b	3,11 ^b	4,38 ^b	1,78 ^b	3,94 ^b	3,52 ^c

Les valeurs moyennes d'une même colonne indexées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

Effect of chilling duration on the characteristics of cassava roots

[5], mais cette coloration reste légère (note moyenne de 4,19).

La durée de réfrigération a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur la facilité d'épluchage et le bleuissement des racines entières (photo, tableau 2). La difficulté d'épluchage a augmenté en fonction de la durée du séjour dans le réfrigérateur. La note moyenne de facilité d'épluchage a été de 3,4 pour les durées de 7, 14 et 21 jours, alors qu'elle a été de 5 pour 0 j (témoin) de réfrigération (tableau 2). Pour ce qui est du bleuissement, il y a eu apparition de bleu sur toutes les racines conservées au-delà de 7 jours. La note moyenne pour le bleuissement a été de 3,92 alors qu'elle a été de 5 pour 0 j (témoin). Les racines ont toutefois gardé une apparence acceptable (photo). La perte de poids a augmenté avec la durée de conservation. Après 0 (témoin), 7, 14 et 21 jours de conservation, les pertes de poids moyennes ont été de 0, 5, 9 et 12 %, respectivement (figure).

Racines de manioc cuites à l'étouffée

La coloration bleue des racines disparaît après cuisson à l'étouffée dans tous les cas de figure, mais les racines cuites à l'étouffée avaient un aspect vitreux (note moyenne de 2,04). Leur odeur et leur goût étaient bons (note moyenne comprise entre 4 et 5) et leur consistance moyenne (3,20) (tableau 1). La durée de conservation a eu des effets ($p < 0,05$) sur la couleur des racines cuites à l'étouffée (tableau 2). Bien que blanchâtre dans l'ensemble (note moyenne supérieure à 4 pour toutes les durées), la couleur était légèrement brunâtre après 14 et 21 jours de conservation ; les notes correspondantes étaient de 4,61 et 4,38 comparées à 4,94 après 7 jours et pour le témoin.

Racines de manioc rouies

Il n'y a pas eu d'effets significatifs ($p > 0,05$) de la température de réfrigération sur l'odeur de roui et sur la tendreté des racines (tableau 1) ; en revanche, ces deux caractéristiques ont été fortement influencées ($p < 0,01$) par la durée de réfrigération. Forte jusqu'à 14 jours, l'odeur de roui a baissé légèrement le 21^e jour (tableau 2). La tendreté des racines après rouissage a été bonne (note supérieure à 4) pour les échantillons prélevés après 0 et 7 jours de réfrigération,

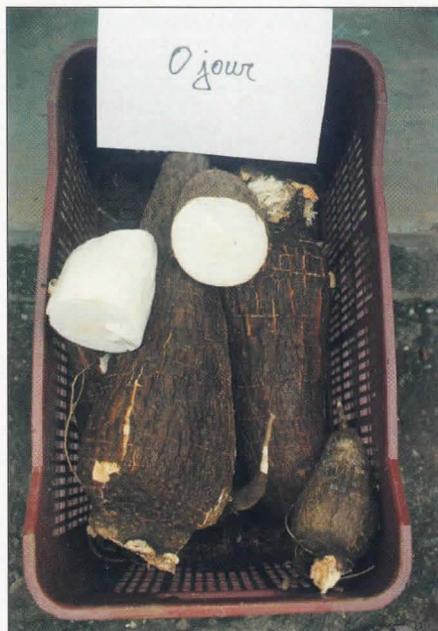


Photo. Racines de manioc après réfrigération de 0, 7, 14 et 21 jours à une gamme de température de 12-14 °C.

Photo. Cassava roots after chilling preservation of 0, 7, 14, and 21 days under a temperature range of 12-14°C.

et moyenne (note supérieure à 3,5) pour les échantillons prélevés après 14 et 21 jours de réfrigération. L'augmentation de la durée de conservation se traduit par une baisse de rendement en pulpe.

Conclusion

L'étude des effets de la température et de la durée de réfrigération sur l'aptitude à la transformation des racines de manioc

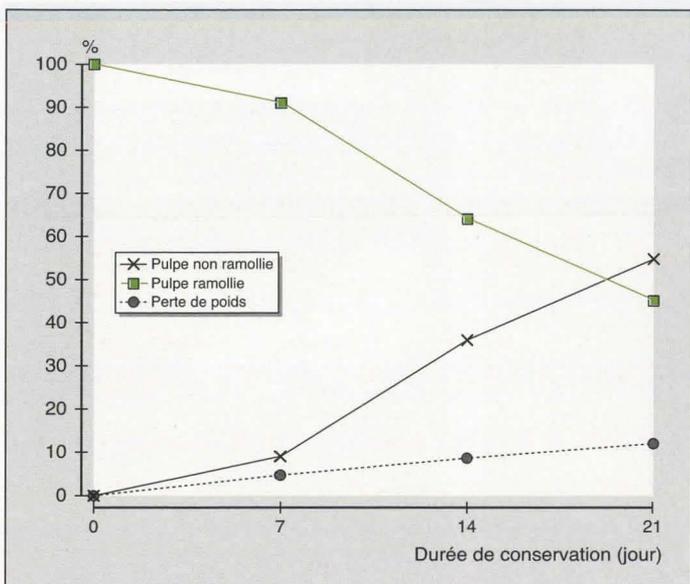


Figure. Effets de la durée de conservation par réfrigération sur certaines caractéristiques des racines de manioc.

Figure. Effects of chilling-storage duration on some characteristics of cassava roots.

a montré que les différentes températures de réfrigération considérées (6 °C, 9 °C et 12 °C) ont eu un effet significatif sur le bleuissement des racines, mais non sur la facilité d'épluchage, le goût et le ramollissement après rouissage. L'épluchage est toutefois légèrement plus difficile aux températures inférieures à 10 °C. L'aptitude au ramollissement des racines

est maintenue mais baisse en fonction de la durée de réfrigération, et de manière importante après 7 jours de réfrigération. On en conclut que les racines peuvent être conservées par réfrigération pendant 7 à 10 jours et que leur aptitude à la transformation est maintenue, ce qui peut être la base de la promotion des entrepôts réfrigérés ■

Références

1. Base de données internet de la FAO. <http://www.fao.org>
2. Onuma Okezie B, Proctor CH, Numfor F. *Tropical root and tuber crops storage, processing and utilization in Cameroon. A diagnostic Survey report, Tropical Roots and Tubers Research Project.* Cameroon/USAID 1988 ; contract N° 631-0058.
3. Rassas B, Carroll R, Johnson A, Ngalani J. *The marketing system and demand for root and tuber crops in Cameroon. Draft report for the Tropical Roots and Tubers Research Project.* Cameroon/USAID 1991 ; contract N° 631-0058.
4. Richard JE, Coursey DG. Cassava storage, part 1 : Storage of fresh cassava roots. *Tropical Science* 1981 ; 23 : 32-5.
5. Knoth J. *Le stockage traditionnel de l'igname et du manioc et son amélioration.* GTZ-Postharvest project, Pickhuben, D-20457 Hamburg, 1993 ; 95 p.
6. Fennema OR. Preservation of food by storage at chilling temperatures. In : Fennema OR, ed. *Physical principles of food preservation.* New York : Marcel Dekker, Inc, 1975 : 133-71.
7. Fennema OR. 1975. Freezing preservation. In : Fennema OR, ed. *Physical principles of food preservation.* New York : Marcel Dekker, Inc, 1975 : 173-215.
8. Larmond E. *Laboratory methods for sensory evaluation of food.* Ottawa, Canada : Department of agriculture, Publication 1637, 1977 ; 73 p.
9. SAS. *Statistical Analysis System. User's guide :* Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC, 1987.

Summary

Effects of temperature and chilling on the processing of cassava roots

G. Tiky Mpondo

The production and processing of fresh cassava roots are making great strides in Cameroon. In 1998, the production was estimated at 1.8 million tons. Usually, the time that elapses between the harvest and the transformation into miondo, bobolo, mintumba or gari is 1 to 3 days. Cassava roots undergo a rapid deterioration after 2-3 days. This deterioration accounts for about 50% of post-harvest losses. Appropriate preservation of fresh cassava roots after harvest is necessary. The preservation method of cassava roots is appropriate only if the roots can be processed into products that are appreciated by consumers (water-fufu, foufou, gari, miondo, bobolo, mintoumba).

In order to determine the possibility for chilling cassava roots, the effects of 3 chilling temperatures (6°C, 9°C, and 12°C) on the aptitude for processing two commercial varieties of cassava roots (improved CV 8034 or local) were assessed after four storage durations (0, 7, 14, and 21 days). Weight loss, easiness of peeling, steam-cooking of whole cassava roots underwent sensory evaluation after chilling. The odour and softness of the roots after retting also underwent sensory evaluation. Results showed no difference of behaviour between the 2 cassava varieties as far as chilling temperature and storage duration were concerned. The most significant effects on the cassava roots were a loss of weight, a blue coloration, and the loss of retting properties. After 7, 14 or 21 days of storage, the weight loss averaged 4.6%, 8.6% and 12.2%, respectively, for all 3 temperatures. A blue coloration developed for all 3 temperatures and increased as storage time increased, but vanished after steam-cooking. Under all conditions, the softening of roots during steeping decreased as storage time increased; parts of the cassava roots remained hard at the rate of 9% after 7 days, 36% after 14 days and 55% after 21 days. In conclusion, cassava roots can be preserved by chilling during 7 to 10 days and still maintain their aptitude for processing.

Cahiers Agricultures 2001 ; 10 : 401-4.