

22 Le durcissement de *Dioscorea dumetorum* au Cameroun

S. TRÈCHE et F. DELPEUCH

Résumé

Au Cameroun, les tubercules de *Dioscorea dumetorum* subissent après la récolte un durcissement qui les rend impropres à la consommation humaine; la nature et l'importance de ce phénomène ont été étudiées.

Après un mois de conservation 50 pour cent des tubercules sont durs. L'observation histologique montre d'importants épaisissements membranaires qui se traduisent au niveau de la composition chimique des tubercules par une augmentation des teneurs en cellulose, lignine, et pentosanes.

Le durcissement varie en fonction des variétés cultivées et des dates de récolte. Plusieurs traitements et modes de conservation ont été essayés. Ceux qui limitent les échanges des tubercules avec le milieu extérieur ralentissent l'apparition du durcissement.

L'ensemble des observations a permis d'élaborer une hypothèse quant au mécanisme du durcissement. Des solutions pratiques sont envisagées.

Summary

In Cameroon, *Dioscorea dumetorum* tubers become hard after harvesting and consequently cannot be used for human consumption; the nature and importance of this phenomenon have been studied.

After one month's storage, 50 per cent of the tubers are hard. Histological observations have shown an important thickening of the membranes, which leads to the modification of the chemical composition of the tubers, i.e. an increase in the cellulose, lignin, and pentosan contents.

The hardening varies according to the varieties cultivated and the date of harvest. Several treatments and storage methods have been tested. Those which limit the contact of the tubers with the external environment have been found to slow down the hardening process.

Based on the observations made, a hypothesis of the hardening mechanism has been elaborated. Practical solutions are considered.

Introduction

La culture de *D. dumetorum* en Afrique de l'Ouest est surtout répandue au Nigéria où Coursey (1967) signale son importance, et dans l'Ouest Cameroun (Lyonga, Fayemi, et Agboola 1973).

Les rendements obtenus avec les variétés camerounaises sont très intéressants; ils sont à la fois supérieurs à ceux enregistrés en Nigéria sur la même espèce (IITA 1972) et à ceux observés au Cameroun chez d'autres espèces

d'ignames (Lyonga 1973).

La culture de *D. dumetorum* présente, par ailleurs, l'avantage de pouvoir se faire sans tuteurage et d'être probablement facilement mécanisable compte-tenu de la forme et de l'homogénéité des tubercules.

Sur le plan nutritionnel, il ne semble pas que sa consommation après cuisson soit entravée par la présence d'alcaloïdes toxiques dont l'existence a été signalée chez certaines variétés par Bevan et Hirst (1958); de plus son goût est très apprécié par les populations locales et sa teneur en protéines est relativement forte (8 à 10 pour cent de la matière sèche).

Cependant les variétés de *D. dumetorum* rencontrées au Cameroun posent un problème particulier de conservation déjà signalé par Lyonga *et al.* (1973) mais non encore étudié: après la récolte une forte proportion de tubercules durcissent et, présentant une résistance à la mastication qui persiste après cuisson, deviennent impropres à la consommation humaine.

Toute possibilité de stockage ou de commercialisation hors de la zone de production est donc interdite; les populations locales ont coutume de faire cuire les tubercules aussitôt après l'arrachage et de les consommer rapidement.

L'objectif de notre travail est double:

1. Il s'agit, d'une part, de définir le phénomène de durcissement en le quantifiant et en étudiant les changements qui interviennent au niveau de l'histologie et de la composition chimique des tubercules.
2. Il s'agit, d'autre part, de rechercher des facteurs qui influencent le durcissement de manière à mettre en oeuvre des pratiques culturelles et/ou des traitements susceptibles de le bloquer ou de le restreindre.

Matériels et méthodes

Tous les tubercules utilisés pour cette étude ont été cultivés au cours de trois campagnes consécutives (1975 à 1977) à la station expérimentale de l'IRAF à Bambui (Ouest Cameroun) dans la zone de culture traditionnelle de *D. dumetorum*.

La variété utilisée sauf dans l'essai intervariétal a toujours été Ex Jakiri.

Les tubercules ne présentant aucun signe extérieur permettant de détecter l'apparition du phénomène de durcissement, son appréciation nécessite une coupure nette des tubercules: l'aspect rugueux et pelucheux de la section des tubercules durcis contraste avec l'aspect lisse et humide des sections de tubercules non durcis.

Compte-tenu du caractère qualitatif de ce phénomène (on considère un tubercule comme durci ou non durci sans pouvoir nuancer ou établir une échelle de durcissement), nous avons choisi comme unité de comparaison statistique des parcelles de 30 pieds représentant plus de 200 tubercules.

Les champs expérimentaux étaient donc composés de parcelles de 30 pieds formées de deux billons de 10 mètres de long espacés d'un mètre (soit une densité de 15.000 pieds par hectare). Ces parcelles étaient réparties en 4

27 OCT. 1986

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 20.472
Cpte : B

ou 6 blocs de Fischer selon les essais.

Les observations histologiques ont été effectuées sur du matériel frais non fixé et coupé à la main: les coupes ont été colorées au vert d'iode et carmin aluné après passage dans une solution diluée d'hypochlorite de sodium et mordantage.

La détermination de la teneur en matière sèche s'est faite par dessiccation entre 104 et 107 °C jusqu'à poids constant.

L'analyse chimique a été effectuée sur des échantillons séchés sous vide à une température inférieure à 60 °C. On a déterminé:

- (1) la teneur en azote total par la microméthode de Kjeldahl et conversion en protéines brutes à l'aide du coefficient 6.25;
- (2) la teneur en matières minérales par calcination à 550 °C pendant huit heures;
- (3) la teneur en amidon par polarimétrie selon la méthode Ewers (1972);
- (4) la teneur en lipides par extraction au soxhlet à l'éther de pétrole;
- (5) la teneur en glucides alcool-solubles après extraction à chaud par l'éthanol à 85° GL par la méthode colorimétrique à l'antrone de Loewus (1952);
- (6) la teneur en fructose, après transformation en dérivés furfuriques par l'acide sulfurique concentré à 50 °C, par la méthode colorimétrique à l'antrone de Johnson, Lambert, Johnson, et Sunderwirth (1964);
- (7) la teneur en glucose par la méthode enzymatique à la glucose oxydase de Huggett et Nixon (1957);
- (8) les teneurs en hémicelluloses, cellulose, et lignine en appliquant les méthodes de dosage de Van Soest (1963) et Van Soest et Wine (1967);
- (9) la teneur en pentosanes par la méthode colorimétrique à l'acétate d'aniline après transformation en furfural par l'acide chlorhydrique (Cerning et Guilbot 1973);
- (10) la teneur en insoluble formique par la méthode de Guillemet et Jacquot (1943).

Sur les amidons extraits on a déterminé:

- (1) la teneur en amylose par la méthode de titrage ampérométrique de Bemiller (1964);
- (2) la sensibilité à l'alpha-amylase bactérienne par la méthode de Thollier et Guilbot (1971).

Le gonflement et la solubilité dans l'eau en fonction de la température par la méthode de Leach, McCowen, and Schoch (1959) modifiée par Mercier (1968).

L'activité alpha-amylasique des tubercules a été mesurée par la méthode de Perten (1966).

Les essais de 'curing' ont été réalisés à 36-37 °C sous atmosphère saturée en eau dans des conditions un peu différentes de celles préconisées par Gonzalez et Collazo de Rivera (1972).

Résultats et discussions

Description du phénomène

IMPORTANTANCE QUANTITATIVE Six parcelles de 30 pieds récoltés à maturité, soit environ 1200 tubercules, sont sacrifiées après 3, 7, 13, et 28 jours de conservation sur clayettes.

L'évolution du durcissement est donnée par la figure 22.1. Il apparaît que 93 pour cent des pieds sont affectés par le durcissement après 13 jours mais que seulement 3 pour cent des pieds sont entièrement durcis au bout d'un mois; l'unité de durcissement n'est donc pas le pied mais le tubercule.

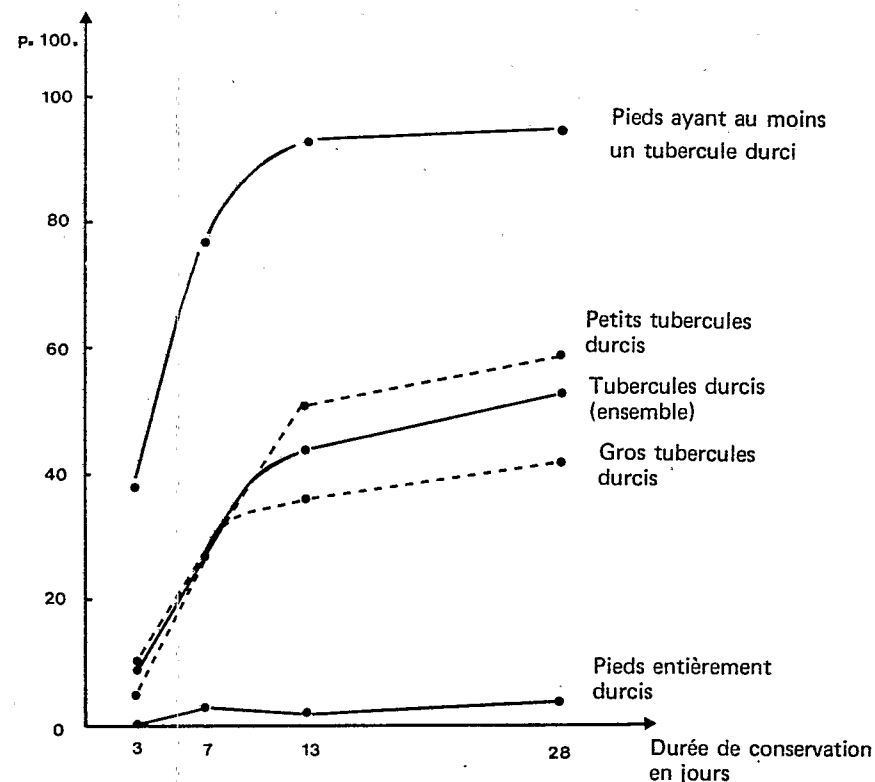


Fig. 22.1. Evolution du durcissement pendant le premier mois de conservation.

Le pourcentage de tubercules durcis augmente significativement avec le temps de conservation mais, après deux semaines, cette augmentation ralentit considérablement; après un mois la moitié environ des tubercules est dure.

On note que les tubercules de grande taille semblent durcir moins vite que ceux de petite taille.

Par ailleurs, le sacrifice de deux parcelles après 8, 14, et 20 semaines de conservation a donné respectivement 79, 88, et 99 pour cent de tubercules durcis. Il semble donc que tous les tubercules finissent par durcir après un temps plus ou moins long.

RELATION ENTRE LE DURCISSEMENT ET CERTAINES CARACTÉRISTIQUES AGRONOMIQUES *Perte de poids au cours de la conservation.* Sur des tubercules récoltés à maturité, on a mis en évidence qu'après un mois de conservation les pieds présentant plus de la moitié de leurs tubercules durcis avaient perdu significativement ($P < 0.05$) plus de poids que ceux durcis à moins de 50 pour cent (9.1 pour cent du poids initial contre 8.3 pour cent).

Germination. Sur des lots de tubercules récoltés un mois après la maturité et conservés pendant 4, 8, et 12 semaines, on a montré, au moyen d'un test non paramétrique de Mann-Whitney, qu'il n'y avait pas de liaison significative entre l'importance de la germination et le pourcentage de parties durcies d'un pied.

ASPECTS HISTOLOGIQUES (FIGS 22.2-22.4) Les cellules des coupes pratiquées dans des tubercules non durcis sont celles d'un parenchyme amylicifère banal. Par contre, les cellules des tubercules durcis présentent d'importants épaissements membranaires au milieu desquels sont enchâssés des nodules de nature et de structure non déterminées.

Ces épaissements membranaires pourraient expliquer le durcissement et notamment la résistance à la mastication.

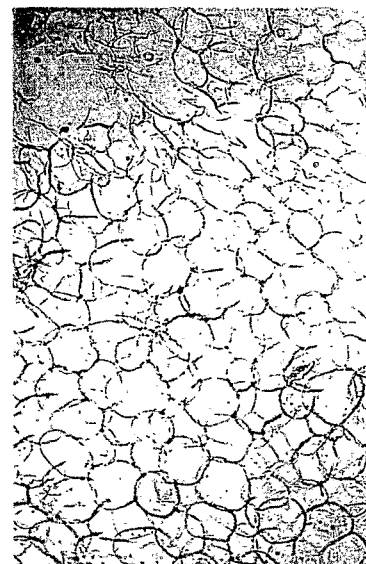
Le phénomène du durcissement semble s'installer progressivement mais dans des délais assez courts puisque, après de nombreuses observations, nous n'avons réussi à trouver qu'une coupe où figurent à la fois des cellules de type durci et non durci.

En ce qui concerne la nature des épaissements, le traitement au carmin-vert d'iode a donné une coloration rose-rouge caractéristique des tissus cellulotiques.

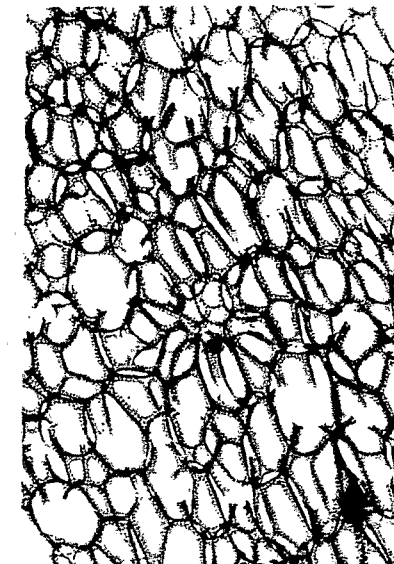
L'examen des tissus de tubercules de *Dioscorea dumetorum* a été effectué sur le microscope électronique à balayage du Conservatoire botanique de Genève.* Divers grossissements et divers traitements ont été appliqués. Les observations faites appellent quelques remarques (Figs. 22.3 et 22.4).

Des différences sensibles se remarquent entre tubercules durcis et non durcis comme l'observation des photographies le fait ressortir. La section d'un tubercule frais, non durci, après traitement à l'hypochlorite de sodium et aux ultrasons qui débarrasse les tissus de leur contenu cellulaire, en particulier de l'amidon, montre à un grossissement de 500, des cellules aux parois minces et souples.

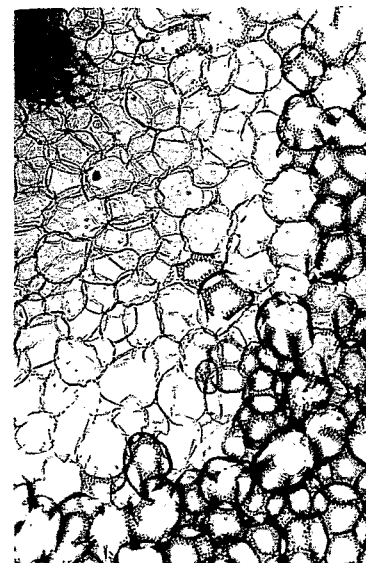
*Nous remercions le Professeur J. Miège et le Docteur J. Wüest pour leur aimable collaboration et les observations effectuées au microscope électronique à balayage.



Tubercule non durci
× 125



Tubercule durci
× 125



Parenchyme avec cellules
de type durci et non durci
× 125

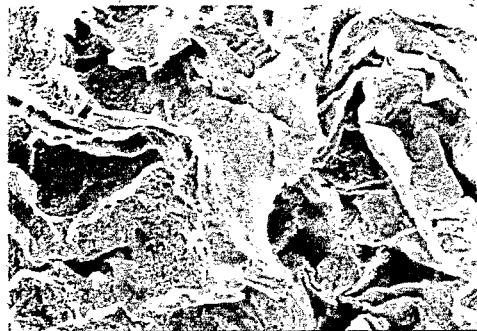


Parenchyme durci
× 312

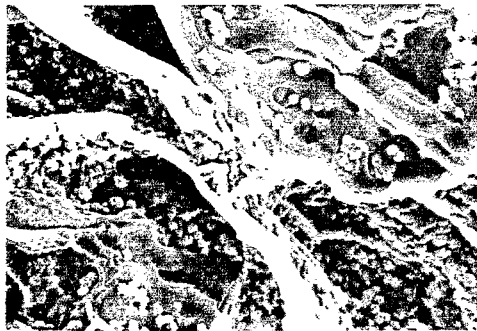
Fig. 22.2. Observations au microscope optique du parenchyme de *Dioscorea dumetorum* (Ex Jakiri).



D. dumetorum frais X 300
(traitement hypochlorite de sodium et ultrasons)

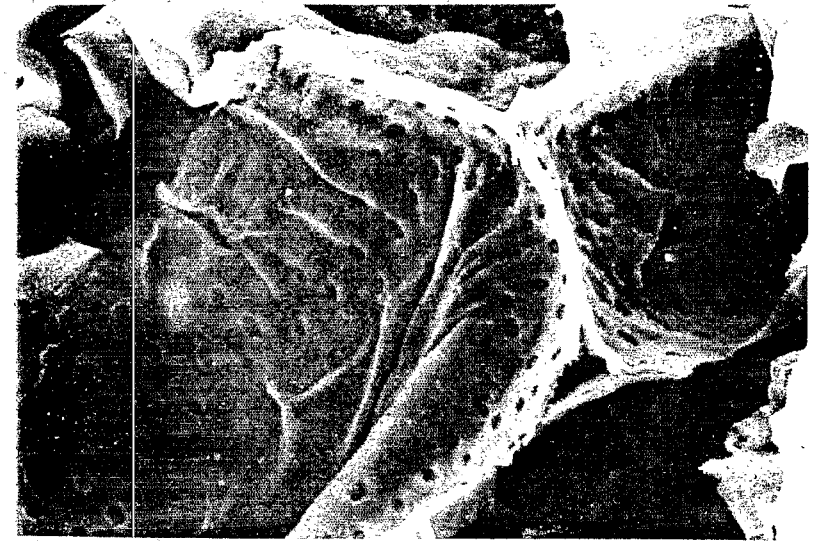


D. dumetorum dur X 360

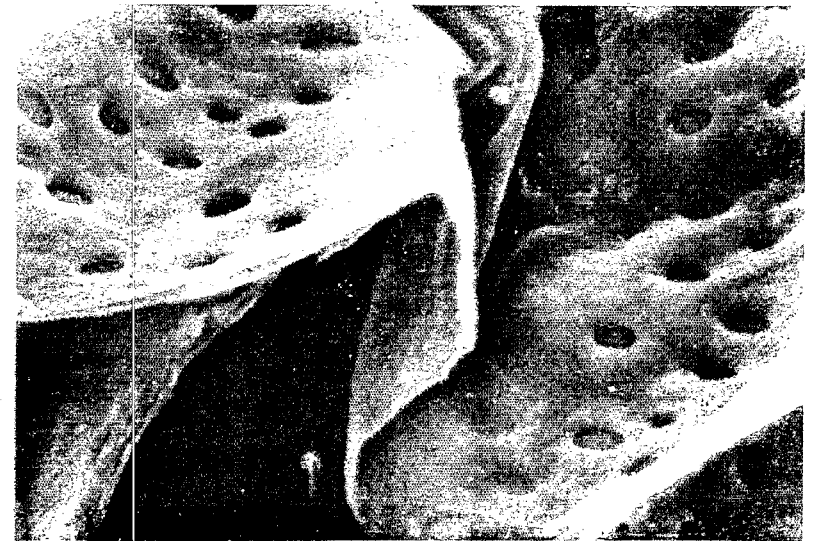


D. dumetorum dur X 900

Fig. 22.3. Observations au microscope électronique à balayage du parenchyme de *Dioscorea dumetorum*.



D. dumetorum dur X 1000



D. dumetorum dur X 2500

Fig. 22.4. Observations au microscope électronique à balayage du parenchyme de *Dioscorea dumetorum* (traitement hypochlorite de sodium et ultrasons).

Les tubercules durcis ont été considérés avec et sans traitement et à divers grossissements. Au grossissement 600, les détails sont assez indistincts, ce qui tient, sans doute, à la présence de grains d'amidon. Néanmoins, un épaissement, une rigidité des parois sont visibles. Des perforations existent. Au grossissement 1500 ces modifications se remarquent mieux.

Après traitement à l'hypochlorite de sodium et aux ultrasons, les transformations sont encore mieux mises en évidence (grossissements 1000 et 2500). Les perforations dans des parois plus épaisses et plus rigides sont des signes d'une forte sclérisation, donc de durcissement qui explique leur impropriété à être consommées.

Les échantillons examinés étaient insuffisants pour déterminer les caractéristiques des stades intermédiaires du processus de durcissement. Néanmoins, les figures sont expressives et font ressortir les profondes transformations subies par les tubercules.

DIFFÉRENCE DE TENEUR EN MATIÈRE SÈCHE La mise en évidence d'une éventuelle liaison entre la teneur en matière sèche et l'état de durcissement doit tenir compte de l'existence de nombreux facteurs de variation difficilement dissociables: taille, forme des pieds ou des tubercules, localisation du prélèvement de l'échantillon dans le tubercule; d'autre part, il faut distinguer les déterminations effectuées sur les pieds et sur les tubercules.

Au niveau des pieds on constate (Tableau 22.1) que la matière sèche ne varie pas significativement pendant le premier mois de conservation. Elle est cependant corrélée significativement ($P < 0.05$, test de corrélation des rangs), au moins pendant les deux premières semaines de conservation, avec le pourcentage de parties durcies d'un pied.

Tableau 22.1. Relation entre la teneur en matière sèche des pieds et leur durcissement

	Durée de conservation			
	3 jours	7 jours	13 jours	28 jours
Matière sèche des pieds*	21.1 ± 0.3	22.1 ± 0.4	22.3 ± 0.3	22.0 ± 0.3
Coefficient de corrélation avec % parties durcies	+ 0.39 P < 0.05	+ 0.39 P < 0.05	+ 0.27 N.S.	+ 0.33 N.S.

* en g/100 g de matière brute comestible. Moyennes de 36 déterminations ± erreur standard. Différences non significatives au niveau 5%.

Par ailleurs, sur 14 tubercules durcis et 14 tubercules non durcis après 13 jours de conservation, nous avons prélevé des échantillons dans la partie centrale, dans la zone directement située sous le suber et dans une position intermédiaire. Les résultats (Tableau 22.2), outre l'existence d'un gradient

positif de teneur en matière sèche du centre vers l'extérieur, montrent que la teneur en matière sèche est significativement plus forte chez les tubercules durcis.

D'une manière générale, il semble donc que la teneur en matière sèche soit plus élevée chez les tubercules et les pieds durcis; cette différence est surtout détectable pendant les premiers jours de conservation; par la suite, les différences s'estompent: on peut penser que les mouvements d'eau liés au durcissement sont alors masqués par les pertes d'eau plus importantes qui surviennent normalement au cours d'une conservation prolongée.

En définitive, il semble que les pertes d'eau soient bien liées au durcissement, intervenant peut-être dans son déterminisme; toutefois les faibles variations enregistrées ne justifient pas la modification de consistance des tubercules. Le durcissement ne se résume pas à une simple déshydratation des tubercules.

Tableau 22.2. Variations de teneur en matière sèche avec l'état de durcissement et la localisation du prélèvement sur les tubercules

	Localisation du prélèvement				Ensemble
	Centrale	Médiane	Externe		
Tubercules non durcis*	20.2	21.2	23.7		21.7 a
Tubercules durcis*	23.4	23.2	26.0		24.2 b
Ensemble	21.8 p	22.2 p	24.8 q		P < 0.01 P < 0.05

* en g/100 g de matière brute. Moyennes de 14 déterminations. Sur une même ligne, ou dans une même colonne, les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au niveau indiqué.

COMPOSITION CHIMIQUE DES TUBERCULES L'ensemble des résultats d'analyse est reporté dans le Tableau 22.3

Deux échantillons de 45 tubercules durcis et non durcis après 17 jours de conservation ont été réalisés à partir des mêmes pieds; le seul facteur de variation entre les deux échantillons est donc le durcissement.

On n'observe pas de différences entre les teneurs en protéines, lipides, matières minérales, et glucides alcoolosolubles. La nature de ces derniers a été déterminée par chromatographie sur couche mince: on constate la présence de saccharose et de fructose accompagnés de faibles quantités de glucose; les dosages ont confirmé les résultats de la chromatographie.

Par contre, les teneurs en différents glucides membranaires sont plus fortes chez les tubercules durcis alors que la teneur en amidon y est plus faible.

La cellulose et les pentosanes sont, parmi les glucides membranaires, ceux

Tableau 22.3. Composition chimique des tubercules durcis et non durcis

Teneur en g/100 g de MS	Tubercules non durcis	Tubercules durcis
Matières minérales	3.8	3.7
Protéines brutes	8.5	8.5
Lipides	0.3	0.3
Amidon	74.0	71.4
<i>Glucides alcoolosolubles</i>		
Totaux	1.6	1.6
Fructose	0.63	0.63
Glucose	0.04	0.03
<i>Glucides membranaires</i>		
Hémicelluloses	6.6	7.5
Cellulose	4.4	6.8
Lignine	0.15	0.40
Pentosanes	0.5	1.3
Insoluble formique	2.9	5.1

qui augmentent le plus au cours du durcissement. La teneur en lignine est deux fois plus importante chez les tubercules durcis mais reste à un faible niveau.

Notons, par ailleurs, que les teneurs en glucides membranaires des tubercules non durcis sont déjà plus élevées que celles des autres espèces d'ignames.

PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DES AMIDONS EXTRAITS L'amidon de l'espèce *dumetorum* possède des propriétés très différentes de celles des amidons des autres espèces d'ignames: spectre de diffraction des rayons X de type A, faible teneur en amylose, sensibilité élevée à l'attaque alpha-amylasique.

Les amidons extraits de tubercules durcis et non durcis ne présentent pas de différences décelables dans les spectres de diffraction des rayons X et les teneurs en amylose (10 à 11%).

En revanche, les amidons de tubercules durcis ont, pour des températures allant de 70 à 95 °C, un gonflement dans l'eau plus faible et une solubilité plus forte que les amidons de tubercules non durcis (Tableau 22.4).

Certaines des caractéristiques d'alpha-amylolyse sont également modifiées au cours du durcissement (Tableau 22.4). Pour de courtes durées de conservation (7 et 13 jours) la fraction facilement hydrolysable des amidons de tubercules durcis semble plus faible que celle des amidons de tubercules non durcis: ceci pourrait résulter de la mobilisation d'une partie des glucides de réserve pour la synthèse des épaissements membranaires. Par contre, après 4 semaines de conservation, l'amidon des tubercules non durcis présente une fraction facilement hydrolysable plus faible: on peut penser que cet amidon, dans des cellules non protégées par les épaissements

Tableau 22.4. Caractéristiques physico-chimiques d'amidons extraits de tubercules durcis et non durcis pour différentes durées de conservation

	Durée de conservation					
	7 jours		13 jours		28 jours	
	Non durci	Durci	Non durci	Durci	Non durci	Durci
FH*	5.83	5.35	4.85	4.10	3.55	4.55
VI*	3.77	3.53	3.76	3.30	2.11	2.64
VF*	0.13	0.13	0.15	0.15	0.11	0.10
Solubilité à 90 °C en %	21.8	23.6	20.6	23.6	18.8	22.9
Gonflement à 90 °C†	40.1	35.9	37.3	34.7	41.5	36.4

* Caractéristiques d'alpha-amylolyse (FH = fraction facilement hydrolysable; VI = vitesse initiale; VF = vitesse finale).

† En gramme d'eau absorbée par gramme d'amidon non solubilisé.

membranaires, a subi une dégradation plus importante que celle subie par l'amidon des tubercules durcis.

Les résultats relatifs à la vitesse initiale vont dans le même sens.

Toutefois, l'activité alpha-amylasique des tubercules est très faible (0.10 Unités A) et identique chez les tubercules durcis et non durcis; elle ne rend donc pas compte du rôle joué par l'amidon dans le durcissement.

Facteurs de variation du durcissement

STADE DE MATURITÉ À LA RÉCOLTE Nous avons procédé à 4 récoltes espacées d'un mois de 4 parcelles de 30 pieds.

Le poids des pieds est significativement plus faible ($P < 0.05$) à la première récolte (Tableau 22.5), 7 mois après la plantation. Il est maximum entre le

Tableau 22.5. Variation du poids des pieds, de la teneur en matière sèche et du durcissement en fonction de la maturité à la récolte

	Durée du cycle végétatif			
	7 mois	8 mois	9 mois	10 mois
Poids d'un pied en g*	2085 ± 78 a	2605 ± 93 b	2625 ± 99 b	2540 ± 88 b
Teneur en matière sèche en g/100 g†	20.1 ± 0.7 ab	19.3 ± 0.3 a	21.5 ± 0.7 b	21.2 ± 0.7 b
% de tubercules durcis après un mois	97 a	65 b	56 c	67 b

* Moyenne de 120 pieds ± erreur standard.

† Moyenne de 12 déterminations ± erreur standard.

Sur une même ligne, les moyennes suivies d'aucune lettre commune sont significativement différentes au niveau 5%.

huitième et le neuvième mois et a une tendance à diminuer par la suite.

Cette évolution ainsi que celle de la teneur en matière sèche à la récolte, nous permet de situer le stade de maturité entre le huitième et le neuvième mois après la plantation.

Le pourcentage de tubercules durcis obtenus pour les différentes récoltes après un mois de conservation, indique que l'aptitude à la conservation est meilleure chez les tubercules récoltés au stade de maturité. On remarque la très grande sensibilité au durcissement des tubercules immatures.

CHOIX DE LA VARIÉTÉ Les principaux résultats d'un essai intervariétal portant sur 4 parcelles de chacune 4 variétés couramment rencontrées au Cameroun sont rassemblés dans le Tableau 22.6.

Sur le plan des rendements, c'est la variété Ex Jakiri qui semble de loin la meilleure.

Tableau 22.6. Caractéristiques agronomiques et durcissement de quatre variétés camerounaises de *D. dumetorum*

	Variétés			
	Ex Jakiri	Dschang 45.	Dschang 47.	Yellow smooth
Poids d'un pied en g*	2396 ± 97 a	2376 ± 116 a	2296 ± 159 a	2233 ± 154 a
Nombre de tubercules par pied	7.9 a	9.2 ab	7.7 a	11.7 b
Teneur en matière sèche en g/100 g†	21.4 ± 0.6 a	21.8 ± 0.8 a	19.3 ± 0.3 a	20.9 ± 1.0 a
Quantité de MS comestible en t/ha	6.0	4.4	4.3	3.8
% de tubercules durcis après 4 jours	6	62	88	90
% de tubercules durcis après un mois	93	100	98	99

* Moyenne sur 120 pieds.

† Moyenne de 8 déterminations ± erreur standard.

Sur une même ligne, les moyennes suivies d'aucune lettre commune sont significativement différentes au niveau 5%.

En ce qui concerne le durcissement, les pieds n'ayant pu être récoltés qu'en surmaturité, on obtient des pourcentages de tubercules durcis inhabituels après un mois de conservation pour la variété Ex Jakiri. Ces résultats ne permettent pas de différencier les aptitudes des différentes variétés.

Toutefois sur 8 pieds (environ 50 tubercules) de chaque variété, sacrifiés 4 jours après la récolte, on observe un pourcentage de tubercules durcis beaucoup plus faible avec la variété Ex Jakiri.

La meilleure résistance au durcissement de la variété Ex Jakiri est peut-être à rapprocher de la taille plus importante de ses tubercules.

LIEUX DE CONSERVATION Des tubercules ont été conservés pendant un mois sur des clayettes abritées et aérées à Yaoundé et à Bambui.

Au cours d'une première expérimentation, aucune différence significative n'est apparue dans l'évolution du pourcentage de tubercules durcis des 2 parcelles conservées à Yaoundé et des 4 parcelles stockées à Bambui.

En revanche, des différences très importantes ont été enregistrées l'année suivante puisque des tubercules de 4 parcelles récoltées à maturité, huit et neuf mois après la plantation, présentaient respectivement 79 et 71 pour cent de tubercules durcis à Yaoundé contre 51 à 41 pour cent à Bambui. Curieusement, ceux récoltés dix mois après la plantation, en surmaturité, n'étaient durcis après un mois qu'à 46 pour cent à Yaoundé contre 84 pour cent à Bambui.

Aucune explication à ces observations n'est satisfaisante. Notons toutefois, que, si les températures sont sensiblement les mêmes pendant la période de conservation à Yaoundé et à Bambui (de 19 à 30°C), l'hygrométrie présente des variations plus fortes à Bambui (42 à 92 pour cent) qu'à Yaoundé (60 à 98 pour cent).

On retiendra, en définitive, l'extrême sensibilité du phénomène aux conditions du milieu.

Tableau 22.7. Influence de différents traitements sur le durcissement après 13 jours de conservation

	Nature du traitement					
	Mise à l'obscurité	Mise en pleine lumière	Trempage dans du borax	Trempage dans de l'eau	Mise en silo	Témoin en clayette
% de pieds ayant au moins 1 tubercule durci	95	100	95	100	80	93
% de pieds entièrement durcis	10	20	25	30	5	3
Pourcentage de tubercules durcis*	54 a	70 b	74 b	79 b	29 c	43 ac

* Les valeurs suivies par une lettre différente sont significativement différentes au niveau 5%.

Essais de traitements et de conservation en conditions contrôlées

UNE PREMIÈRE SÉRIE D'ESSAIS CONDUITE SUR LES LIEUX DE LA RÉCOLTE EST RAPPORTÉE DANS LE TABLEAU 22.7 Le trempage dans l'eau, dans une solution de borax et la conservation en pleine lumière augmentent significativement ($P < 0.05$) le taux de durcissement par rapport au lot témoin.

Il semble, par contre, que la conservation en silo ait un effet bénéfique.

D'AUTRES ESSAIS (TABLEAU 22.8) ONT ÉTÉ RÉALISÉS DANS NOTRE LABORATOIRE DE YAOUNDÉ. On remarque qu'en début de traitement, deux jours après la récolte (délai nécessaire pour ramener les tubercules du lieu de récolte à Yaoundé), un pourcentage important de tubercules a déjà durci.

Compte-tenu de cette observation, il apparaît que la conservation en sac plastique sous azote est très efficace puisque le durcissement semble avoir été bloqué au niveau atteint deux jours après la récolte.

Tableau 22.8. Pourcentage de tubercules durcis obtenus sur des lots de 50 à 150 tubercules ayant subi différents traitements ou modes de conservation

Nature des traitements	Tubercules récoltés à 9 mois	Tubercules récoltés à 10 mois
Témoin au champ	—	4
Témoin en début de traitement	—	29
Témoin*	69	91
Mise en silo bâché*	46	51
Sac hermétique + Azote*	25	29
Sac hermétique*	—	62
Armoire frigorifique*	83	72
'Curing'*	39	76

*Après 4 semaines de conservation.

Sur un plan pratique, la conservation sous silo bâché paraît relativement intéressante: on peut estimer que 20 pour cent seulement des tubercules non durcis à la mise en silo subissent le durcissement pendant le premier mois de conservation.

Par contre, les résultats relatifs à la conservation en armoire frigorifique ou après le traitement de 'curing' sont très irréguliers; en effet nous ne sommes pas parvenus à contrôler suffisamment les conditions de 'curing' pour parvenir à provoquer la synthèse d'une couche de suber protecteur qui, en isolant le tubercule du milieu extérieur, aurait ralenti ou bloqué le durcissement. Or, le fait que des tubercules paraffinés aussitôt après l'arrachage ne durcissent jamais, montre bien que l'on peut empêcher le durcissement en bloquant les échanges avec le milieu extérieur.

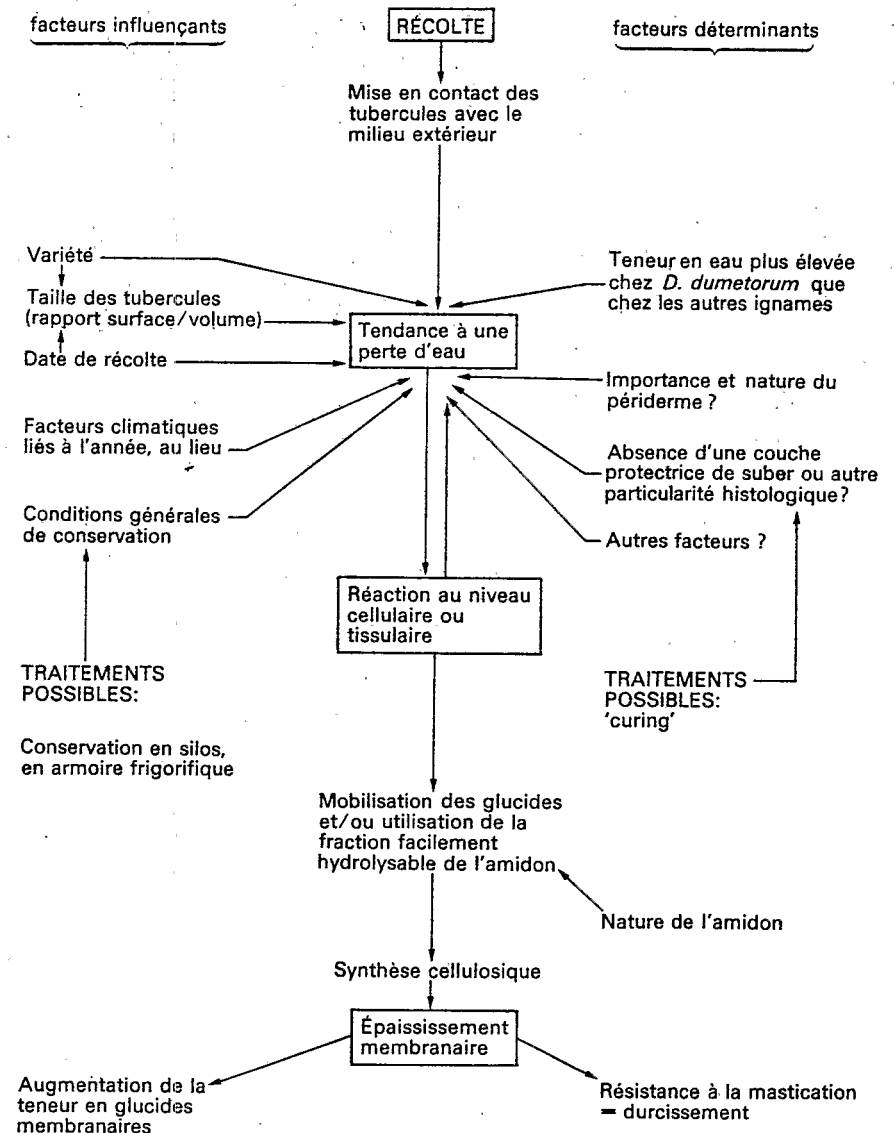


Fig. 22.5. Facteurs agissant sur le développement des tubercules de *Dioscorea dumetorum*.

Conclusion

Le durcissement pourrait constituer une réaction de défense des tubercules contre une tendance à une perte d'eau trop rapide ou excessive. La cause de cette tendance à la déshydratation, supposée plus importante chez *D. dumetorum* que chez les autres espèces d'ignames, reste encore à trouver: teneur initiale en eau plus importante? Suber n'assurant pas une protection suffisante? Autres particularités physiologiques ou histologiques de *D. dumetorum*?

Le fait que les gros tubercules présentant un rapport surface/volume plus faible que les petits durcissent moins, le blocage du durcissement par paraffinage, l'extrême sensibilité du phénomène aux conditions de milieu montrent bien que le déterminisme du phénomène n'est pas seulement dépendant de la nature des tubercules.

Quoi qu'il en soit la manifestation principale du durcissement est un épaissement membranaire de nature cellulosique se traduisant par une augmentation des teneurs en glucides membranaires et, pour le consommateur, par une résistance des tubercules à la mastication.

Un modèle possible d'explication est proposé sur la Figure 22.5.

D'autre part, compte-tenu des essais déjà réalisés, nous sommes à même de proposer un certain nombre de mesures simples pour limiter le durcissement: choix de la variété Ex Jakiri, récolte à maturité, conservation sous silo bâché.

Si l'on parvenait à maintenir les pertes liées au durcissement à un niveau raisonnable, *D. dumetorum* qui présente par ailleurs d'assez bonnes aptitudes à la conservation (taux de pourriture faible, maintien de la valeur nutritionnelle) resterait très compétitive en raison de ses rendements 3 à 7 fois supérieurs à ceux des autres espèces cultivées dans les mêmes conditions (Trèche et Guion 1979).

De plus, il semble que le durcissement n'altère pas la valeur nutritionnelle de l'igname et que, dans une perspective de culture industrielle, on puisse envisager des traitements technologiques permettant d'utiliser les tubercules durcis sous forme de farine ou de féculé.

Enfin, l'amidon de *D. dumetorum* étant facilement dégradé à l'état cru, on pourrait envisager l'utilisation de tubercules durcis en alimentation animale.

Références bibliographiques

- Bemiller, J. N. (1964). Iodimetric determination of amylose - In *Methods in carbohydrate chemistry* (ed. R. L. Whistler) pp. 165-8. Academic Press, New-York.
- Bevan, C. W. L. et Hirst, J. (1958). A convulsant alkaloid of *Dioscorea dumetorum*. *Chem. Ind.* **4**, 103.

- Cerning, J. et Guilbot, A. (1973). A specific method for the determination of pentosans in cereals and cereal products. *Cereal Chem.* **50**, 176-84.
- Coursey, D. G. (1967). *Yams*. Longmans, London.
- Ewers (1972). Dosage de l'amidon, méthode polarimétrique. *J. O. C. E.*, **15**, 7-9.
- Gonzalez, M. A. et Collazo De Rivera, A. (1972). Storage of fresh yam (*Dioscorea alata* L.) under controlled conditions. *J. Agric. Univ. P. Rico* **56**, 46-56.
- Guillemet, R. et Jacquot, R. (1943). Essai de détermination de l'indigestible glucidique. *C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris*, **216**, 508-10.
- Hugget, A. S. O. and Nixon, D. A. (1957). Enzymatic determination of blood glucose. *Biochem. J.* **66**, 12.
- IITA (1972). Report: *Root tuber and vegetable improvement program*. Ibadan, Nigeria.
- Johnson, G., Lambert, C., Johnson, D. K., et Sunderwirth, J. G. (1964). Colorimetric determination of glucose, fructose and sucrose in plant material using a combination of enzymatic and chemical methods. *J. Agric. Fd Chem.* **12**, 216-19.
- Leach, H. W., McCowen, L. O. et Schoch, T. J. (1959). Structure of the starch granule. 1. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.* **36**, 534-44.
- Loewus, F. A. (1952). Improvement in anthrone method for the determination of carbohydrates. *Analyt. Chem.* **24**, 219.
- Lyonga, S. N. (1973). *Tubercules et plantes à racines*. Rapport synthétique, IRAT, Cameroun.
- Fayemi, A. A., et Agboola, A. A. (1973). Agronomic studies on edible yams in the grassland plateau region of the United Republic of Cameroon *Proc. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops*, IITA, Ibadan, Nigeria.
- Mercier, C. (1968). Contribution à l'étude de la structure du grain d'amidon au moyen de méthodes physiques et enzymatiques. Thèse Doctorat ès-Sciences, Paris. CNRS No A. O. 2413.
- Perten, H. (1966). A colorimetric method for the determination of alpha-amylase activity. *Cereal Chem.* **43**, 337-41.
- Thollier, M. T. et Guilbot, A. (1971). Caractéristiques de la fraction glucidique des échantillons de maïs grain. *Annls Zootech.* **20**, 633-40.
- Trèche, S. et Guion, P. (1979). Etude des potentialités nutritionnelles de quelques tubercules tropicaux au Cameroun. *Agron. Trop., Nogent.* **34**, 127-56.
- Van Soest, P. S. (1963). Use of detergents in the analyses of fibrous feeds. *J. Ass. off. analyt. Chem.* **46**, 829-35.
- et Wine, R. H. (1967). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 4. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Ass. off. analyt. Chem.* **50**, 50-5.

de 711
Yams

Ignames

Edited by
J.MIÈGE
and
S.N.LYONGA

27 OCT. 1986

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

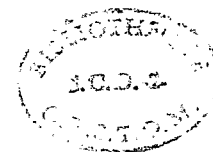
N° : 20.470 → 20.472

Cpte : B

18

CLARENDON PRESS OXFORD 1982

A4



14 OCT 1986