

**ARCHIV
MOSES
41728**

IDRC-265f

Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe:

une technologie
à la portée des ménages

Compte rendu d'un atelier
tenu à Nairobi, Kenya
du 12 au 16 octobre 1987

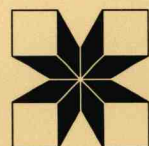
Actes



unicef



CRDI



CANADA

Le Centre de recherches pour le développement international, société publique créée en 1970 par une loi du Parlement canadien, a pour mission d'appuyer des recherches visant à adapter la science et la technologie aux besoins des pays en développement; il concentre son activité dans six secteurs: agriculture, alimentation et nutrition; information; santé; sciences sociales; sciences de la terre et du génie; communications. Le CRDI est financé entièrement par le Parlement canadien, mais c'est un Conseil des gouverneurs international qui en détermine l'orientation et les politiques. Établi à Ottawa (Canada), il a des bureaux régionaux en Afrique, en Asie, en Amérique latine et au Moyen-Orient.

This publication is also available in English.

Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe:

une technologie
à la portée des ménages

Compte rendu d'un atelier
tenu à Nairobi, Kenya
du 12 au 16 octobre 1987

Rédacteurs: D. Alnwick, S. Moses
et O.G. Schmidt



Sous les auspices du
Centre de recherches pour le développement international,
du Fonds des Nations-Unies pour l'enfance
et de l'Agence de développement international de Suède



ARCHIV
Mose.
no. LF

Titre original de l'ouvrage: *Improving Young Child Feeding in Eastern and Southern Africa — Household-Level Food Technology. Proceedings of a workshop held in Nairobi, Kenya, 12-16 October 1987*

© International Development Research Centre 1988

© Centre de recherches pour le développement international 1989

Adresse postale: BP 8500, Ottawa (Ontario) Canada K1G 3H9

Alnwick, D.

Moses, S.

Schmidt, O.G.

CRDI. Bureau régional pour l'Afrique orientale et australe Nairobi, KE

UNICEF, New York, NY US

Office suédois d'aide au développement international Stockholm, SE

IDRC-265f

Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe: une technologie à la portée des ménages; compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya, du 12 au 16 octobre 1987. Ottawa, Ont., CRDI, 1989. xxii + 430 p. : ill. (Actes / CRDI)

/Alimentation/, /aliments de sevrage/, /technologie alimentaire/, /ménage/, /Afrique orientale/, /Afrique australe/ — /régime alimentaire/, /valeur nutritive/, /malnutrition/, /préparation des aliments/, /hygiène alimentaire/, /allaitement naturel/, /fermentation/, /céréales/, /rapports de réunion/, /recommandations/.

CDU: 613.22(6)

ISBN: 0-88936-518-0

Traduction: Bureau des traductions, Secrétariat d'État

Révision: Marie Saumure

Édition microfiche offerte sur demande

Les opinions émises dans ce texte sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles des organismes commanditaires. La mention d'une marque déposée ne constitue pas une sanction du produit; elle ne sert qu'à informer le lecteur.



Résumé

Le sevrage, c'est-à-dire la période où l'on commence à donner des aliments solides à un jeune enfant en complément du lait maternel, présente de graves risques nutritionnels pour les enfants des pays en développement. Dès la fin de leur deuxième année, le tiers des enfants en Afrique orientale et australe souffrent de malnutrition chronique. Les facteurs suivants contribuent au retard de croissance que l'on observe couramment chez les enfants en âge d'être sevrés : carence nutritionnelle, forte prévalence des maladies diarrhéiques (qui s'expliquent souvent par la contamination des aliments de sevrage) et récente diminution de la durée et de l'intensité de l'allaitement maternel.

Des spécialistes des sciences de l'alimentation, des nutritionnistes et des planificateurs de la santé travaillant en Afrique et en Asie du Sud se sont réunis dans le cadre d'un atelier international afin d'examiner des techniques alimentaires applicables au niveau des ménages qui semblent prometteuses pour améliorer la nutrition des nourrissons et des jeunes enfants. Après avoir examiné les connaissances actuelles en matière d'allaitement maternel et de pratiques de sevrage en Afrique orientale et australe, les participants ont discuté de l'utilisation, au cours du sevrage, d'aliments fermentés et de farine germée, tant pour améliorer l'apport nutritionnel chez les jeunes enfants que pour diminuer les risques de contamination des aliments. Ils ont également discuté des recherches qu'il y aurait lieu d'entreprendre sur l'efficacité des techniques alimentaires et sur leur diffusion dans la collectivité.

Cette publication fait le compte rendu des discussions de l'atelier et présente ses conclusions et recommandations. Elle s'adresse aux scientifiques et aux planificateurs de la santé qui participent à des recherches en matière de nutrition et à l'élaboration de programmes visant à améliorer l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants dans les pays en développement.

Abstract

The weaning period, that is the period in a young child's life when supplementary foods are introduced to complement breast milk, poses great nutritional risk to children in developing countries. By the end of the second year of life, one-third of children in eastern and southern Africa are chronically malnourished. The following factors contribute to the growth faltering commonly observed in weaning-age children: low nutrient intake, high incidence of diarrhoeal disease (often caused by contaminated weaning foods), and recent declines in duration and intensity of breastfeeding.

Food scientists, nutritionists, and health planners working in Africa and South Asia met in an international workshop to examine household-level food technologies that hold promise for improving nutrition of infants and young children. After reviewing current knowledge of breastfeeding and weaning practices in eastern and southern Africa, participants discussed the use in weaning diets of fermented foods and germinated flour, for both improved nutrient intake by young children and decreased risk of food contamination. Research that should be conducted into the effectiveness of the food technology was identified and its diffusion at the community level discussed.

This publication contains the proceedings, conclusions, and recommendations of the workshop. It is directed at scientists and health planners who are involved in nutrition research and developing programs to improve feeding of infants and young children in developing countries.

Resumen

El período de destete, es decir, aquel período en la vida de un niño en que se introducen en su dieta alimentos suplementarios para complementar la leche materna, representa un gran riesgo nutricional para los niños de países en vías de desarrollo. Hacia el final de su segundo año de vida, un tercio de los niños en Africa oriental y del sur muestran señales de malnutrición crónica. Los siguientes factores contribuyen al crecimiento vacilante que se observa comúnmente en los niños que se encuentran en edad de dejar la lactancia materna: baja ingestión de nutrientes, alta incidencia de diarrea (a menudo causada por alimentos para el destete contaminados), y nuevas disminuciones en la duración e intensidad de la alimentación proveniente del pecho de la madre.

Científicos del campo de los alimentos, especialistas en nutrición y planificadores de la salud que trabajan en Africa y en el Sur de Asia se reunieron en un taller internacional para examinar las tecnologías de alimentos que se utilizan en el hogar y que prometen buenos resultados en el mejoramiento de la nutrición de lactantes y niños pequeños. Después de analizar el conocimiento que existe actualmente sobre la alimentación recibida a través del pecho de la madre y las prácticas que se utilizan para el destete en el oriente y sur de Africa, los participantes discutieron el uso en dietas para el destete de alimentos fermentados y harina germinada para que los niños pudan ingerir nutrientes mejorados y haya una disminución en el riesgo causado por la contaminación de los alimentos. Se identificó la investigación que se debe realizar sobre la efectividad de las tecnologías de alimentos y se discutió su difusión en el seno de la comunidad.

Esta publicación contiene las actas, conclusiones y recomendaciones del taller. Está dirigida a científicos y planificadores de la salud que participan en la investigación nutricional y en programas de desarrollo para mejorar la alimentación de lactantes y niños en los países en desarrollo.

Table des matières

Préface	viii
Avant-propos	ix
Remerciements	xi
Résumé des communications	xii
Séance I — Comment améliorer l'alimentation de l'enfant	1
Avons-nous aujourd'hui des solutions véritables au problème de la malnutrition des jeunes enfants? T. Greiner	2
L'allaitement maternel, ressource alimentaire négligée pour le sevrage J. Bradley, S. Baldwin et H. Armstrong	8
Les problèmes associés aux suppléments alimentaires T. Greiner	39
Le sorgho et le millet en Afrique orientale et leur utilisation comme aliments de sevrage M. Seenappa	44
La prestation d'aliments de sevrage dans le cas des réfugiés M.K. Serdula, N.J. Binkin, P. Nieburg et A. Berry	62
Résumé des discussions	73
Séance II — Pratiques de sevrage et procédés de changement	77
Les pratiques traditionnelles de sevrage en Éthiopie G. Abate et C. Yohannes	78
Les aliments de sevrage au Kenya: traditions et tendances R. Oniang'o et D.J. Alnwick	85
Le conditionnement des denrées alimentaires en Ouganda en ce qui a trait à l'alimentation des nourrissons L. Sserunjogi	91
Les produits de sevrage au Rwanda et les possibilités du sorgho germé M. Ramakavelo	102
Observations sur la croissance et le sevrage des enfants au Zimbabwe J.R. Mutamba	110

L'usage des produits fermentés dans l'alimentation des enfants au Botswana C. Mokwena	115
Les modes de sevrage au Swaziland et le marketing social en vue du changement J.M. Aphane et L.K. Nilsson	119
Une méthode visant à améliorer les pratiques de sevrage au Mozambique A. Lechtig et A. Srivastava	129
Le marketing social pour la réintroduction des produits de sevrage traditionnels L. Hendrata	146
Résumé des discussions	150
Séance III — Les produits fermentés dans l'alimentation de l'enfant	155
L'emploi des produits fermentés pour améliorer l'alimentation des enfants d'Afrique australe et orientale A. Tomkins, D. Alnwick et P. Haggerty	156
L'«uji» fermenté — un excellent aliment de sevrage S.K. Mbugua	193
La fermentation du «mahewu» à base de maïs A.D. Ayobo et M.P. Mutasa	200
La consommation de produits de sevrage à base de céréales fermentées dans l'État de Kwara, Nigeria K.H. Brown, K.L. Dickin, M.E. Bentley, G.A. Oni, V.T. Obasaju, S.A. Esrey, S. Mebrahtu, I. Alade et R.Y. Stallings	208
La fermentation des produits de sevrage à base de céréales et de légumineuses M.M. Keregero et R.L.N. Kurwijila	228
La réduction du volume des aliments de sevrage à base de manioc par la fermentation N.L.V. Mlingi	239
Les produits à base de manioc fermenté en Tanzanie M. Hakimjee et S. Lindgren	252
Résumé des discussions	261
Séance IV — Contamination des aliments et fermentation lactique	267
La salubrité des produits de sevrage à Kiambu, au Kenya A.M. Pertet, E. Van Praag, S.N. Kinoti et P. Waiyaki	268

La contamination fécale des aliments de sevrage au Zimbabwe C. Simango	275
La composition et la sécurité microbiologique des produits de sevrage à base de céréales M.J.R. Nout, J.G.A.J. Hautvast, F. van der Haar, W.E.W. Marks et F.M. Rombouts	280
Les propriétés bactériologiques des bouillies sures traditionnelles du Lesotho A.L. Sakoane et A. Walsh	298
Résumé des discussions	304
Séance V — Expériences de l'Afrique orientale et de l'Asie	309
Le gros volume alimentaire des produits de sevrage et son effet sur l'apport énergétique et nutritionnel U. Svanberg	310
Les produits de sevrage à forte teneur nutritive faits de céréales germées A.C. Mosha et W.S.M. Lorri	327
Les modes d'alimentation des enfants en Tanzanie : fréquence des repas et volume alimentaire Zohra Lukmanji, Bjorn Ljungqvist, Fred Hedqvist et Charles Elisonguo	341
L'effet de la consistance des aliments sur l'apport nutritif chez les jeunes enfants R.P. Kingamkono	354
La mise au point d'aliments de sevrage de haute valeur calorique et de faible volume en Zambie F. Luhila et P. Chipulu	365
La réduction du volume des gruaux de sevrage traditionnels en Inde T. Gopaldas, P. Mehta et C. John	375
Les produits de sevrage maltés en Inde N.G. Malleshi et B.L. Amla	386
Les aliments de sevrage au Népal Y. Vaidya	395
La teneur en cyanure des céréales germées et l'effet des techniques de conditionnement L.O. Dada et D.A.V. Dendy	407
L'absorption ferrique améliorée des produits de sevrage grâce à la germination et à la fermentation U. Svanberg et A.S. Sandberg	415
Résumé des discussions	424
Liste des participants	427

La fermentation des produits de sevrage à base de céréales et de légumineuses

M.M. Keregero¹ et R.L.N. Kurwijila²

¹Department of Food Science and Technology, Sokoine University of Agriculture, BP 3006, Morogoro, Tanzanie; et ²Department of Animal Science and Production, Sokoine University of Agriculture, BP 3004, Morogoro, Tanzanie

Résumé Le présent document étudie certaines méthodes traditionnelles courantes de préparation des produits de sevrage à base de céréales et de tubercules en Tanzanie. L'observation courante est que la plupart de ces aliments ont une consistance aqueuse et claire ainsi qu'une faible valeur nutritive. Par conséquent, pour satisfaire leurs besoins nutritionnels, les enfants en croissance doivent en consommer une grande quantité. Les légumineuses sont rarement utilisées. Le besoin d'introduire des techniques ménagères afin d'améliorer la valeur nutritive des aliments de sevrage est évalué; les méthodes permettant d'atteindre cet objectif sont examinées. Les résultats des études préliminaires sur la préparation et l'usage de produits à base de céréales, de légumineuses, ou des deux, pour les enfants d'âge préscolaire, sont fournis. L'information disponible indique qu'il est possible d'améliorer la qualité des produits de sevrage à base de céréales et de légumineuses au moyen d'une simple fermentation spontanée.

Dans la plupart des pays africains, y compris la Tanzanie, les nourrissons sont exclusivement nourris de lait maternel, de succédanés du lait maternel, ou des deux, jusqu'à quatre à six mois. À partir de cet âge et jusqu'à deux à trois ans, diverses formes d'aliments, semi-liquides à solides, sont introduits. À un certain moment de cette période, les enfants seront sevrés du lait liquide d'un coup et ils dépendront des aliments à base de plantes-racines (manioc, patates douces, ignames) ou de céréales (maïs, sorgho, millet, riz) – rarement de légumineuses comme les haricots, les pois chiches ou le soja.

Ces aliments sont généralement donnés sous forme de gruaux ou de préparations bouillies, semi-liquides. Pour obtenir les consistances désirées d'écoulement libre, des bouillons contenant environ 10% de farine sont utilisés dans la préparation des gruaux (Mosha et Svanberg 1983). Les concentrations énergétiques et nutritives de ces préparations sont généralement trop faibles; des efforts ont été faits pour réduire la viscosité des gruaux et augmenter leur concentration en matière sèche. Mosha et Svanberg (1983) ont développé une simple technique de prégermination des grains de sorgho pour produire une enzyme, l'amylase, qui hydrolyse l'amidon du grain. Cette technique réduit la

capacité de la farine à se fixer à l'eau, rendant possible la préparation de gruaux de consistance convenable à partir de bouillons contenant jusqu'à 25 % de farine. D'autres techniques destinées à améliorer la valeur nutritive des gruaux dans l'alimentation des enfants comprennent l'usage des farines de graines de légumineuses mélangées à des farines de céréales. D'autres améliorations de la consistance, de la saveur et de la valeur nutritive peuvent être réalisées au moyen de simples techniques de fermentation spontanée. De telles techniques sont employées depuis longtemps en Asie (Herseltine et Wang 1972). En prenant pour cadre la Tanzanie, cet article cherche à examiner autant les possibilités que les limites de la technique ménagère de fermentation des aliments de sevrage.

La préparation des gruaux de céréales

En Tanzanie, les diversités sur le plan écologique et culturel ont donné lieu à une grande variété d'aliments de sevrage; ceux-ci peuvent être classés dans quatre groupes :

- le « mélange unique » est un aliment de sevrage composé d'une seule denrée, en général une farine de céréale, transformée en bouillie ou gruaux;
- le « double mélange » est composé soit d'une céréale, soit de farine de plantes-racines ou de bananes, en purée avec un peu de lait ou de graisse animale;
- le « mélange triple » contient des sources d'amidon, des fruits et de la purée de légumes;
- le « multimélange » comprend les variétés déjà mentionnées, avec l'addition de tout autre aliment que la mère juge acceptable et présentable.

Les techniques traditionnelles de conditionnement de l'« uji » de céréales

« Uji » est le mot kiswahili utilisé pour décrire une préparation liquide de bouillie de farine de céréale. En Tanzanie, il est d'usage de faire bouillir de la farine de maïs, de sorgho, de millet ou de manioc pour obtenir une bouillie. Du sucre et du citron sont souvent ajoutés pour en améliorer la saveur. Lorsqu'il est destiné aux mères qui viennent juste d'accoucher, on lui ajoute souvent du lait fermenté ou du beurre pour en améliorer la saveur et la valeur nutritive. Dans certaines régions du pays, notamment dans le district de Tarime en bordure du Kenya, il est d'usage de préparer l'« uji » à partir d'une bouillie de farine de millet, de sorgho ou de maïs fermentée. Au Kenya, cette pratique est très courante (Mlingi 1988). En ce qui concerne l'alimentation des nourrissons de quatre à six mois, les cliniques d'hygiène maternelle et infantile

recommandent aux mères de préparer l'«uji» à partir de céréales et d'arachides, selon une proportion de 1:1 (Semoka, communication personnelle).

L'usage d'additifs comme le beurre, le lait, les arachides, le jus de citron ou le lait fermenté indique clairement que la pratique traditionnelle tient compte du besoin d'améliorer la valeur nutritive et la saveur de l'«uji» à base de céréales ou de tubercules. Nous allons maintenant voir si la fermentation peut ou non contribuer à cette amélioration.

La fermentation des céréales et des aliments féculents

La préparation du «gari», un aliment nigérian à base de manioc, sert d'exemple d'application ménagère de la technique de fermentation dans les pays de l'Afrique subsaharienne (Ketiku et Omololu 1988). En Tanzanie, le manioc est fermenté à la maison suivant l'une de deux méthodes: ou il est mis à tremper dans de l'eau pendant trois à six jours, ou il est haché et recouvert de paille pendant la même période de temps. Il est ensuite séché et moulu en farine (Mlingi 1988). Dans certaines régions, on préfère le recouvrir de feuilles de bananes ou d'herbe fraîchement coupée, car l'on croit que cela accélère la fermentation qui ne prendra alors que trois jours, surtout si le manioc n'est pas resté trop longtemps au soleil après avoir été pelé.

Une fermentation naturelle et spontanée est également employée dans la préparation du gâteau féculent «ogi» à base de maïs et d'une boisson de maïs acide appelée «mahewu» en Afrique australe et «uji» en Afrique orientale (Schweigart et Fellingham 1963; Akinrele 1970; Mbugua 1984). En Afrique occidentale, la transformation du maïs en «ogi» au Nigeria, ou en «akasa/koko» au Ghana, comporte la fermentation du grain selon la méthode suivante: le maïs est mis à tremper dans de l'eau pendant la nuit, puis broyé humide; la pâte résultante est ensuite mélangée avec de l'eau; suivent la filtration et la décantation. La pâte restante, qui est surtout de l'amidon, contient les matières premières utilisées dans la cuisson finale de l'«ogi» ou «akasa» (Ketiku et Omololu 1988; Orraca-Tetteh 1988). Une transformation semblable du maïs est courante dans la plupart des régions urbaines de Tanzanie. Ce type de farine (très blanche et amylacée) n'a pas de nom commun en swahili, par opposition aux «sembe» et «dona», préparés respectivement à partir du maïs décortiqué et du grain de maïs entier. Lorsque cette pratique est employée, la farine destinée aux repas familiaux serait normalement utilisée pour préparer l'«uji» destiné aux nourrissons.

Selon Mbugua (1984), au Kenya, l'«ugi» est surtout préparé à base de farine de maïs; toutefois, un mélange de farines de maïs et de millet ou de sorgho est parfois préféré. Le mélange de farines est réduit en bouillie avec l'addition d'eau et mis à fermenter à la température ambiante pendant un à trois jours, après quoi il est dilué jusqu'à l'obtention de la consistance désirée, puis bouilli et édulcoré avec du sucre. Le pH final de la plupart des préparations «uji» de Nairobi est supérieur à 4,5. Les échantillons «d'uji» typiques ont été préparés en mélangeant 30 % de bouillie de farines composée de 80 %

de maïs et 20 % de sorgho ou de millet avec de l'eau du robinet et en laissant fermenter le tout à 25°C (Mbugua 1984). Pour obtenir une consistance convenant à l'alimentation des enfants à la température d'environ 40°C, la dilution finale avant l'ébullition devrait amener la teneur finale en farine de la bouillie à 8 à 10 % (Moshia et Svanberg 1983; Mlingi 1988).

La fermentation des mélanges de céréales et de légumineuses

L'enrichissement des aliments de sevrage à base de céréales avec des légumineuses est une méthode pratiquée en Tanzanie et largement recommandée. Comme il a été mentionné plus tôt, le mélange d'arachides et de farine de céréales en proportions de 1:1 à 1:2 est courant (Semoka, communication personnelle). En Tanzanie, la prestation d'au moins un repas de céréale «uji» mélangée avec une légumineuse ou du lait est une pratique courante dans presque toutes les écoles maternelles pour les enfants de trois à six ans. Au Livestock Training Institute de Morogoro, l'«uji» donné aux enfants d'âge préscolaire contient trois mesures de farine de maïs pour une mesure de farine de soja, ainsi qu'un peu de sucre.

Nous avons enquêté sur les caractéristiques de la fermentation de la farine de maïs supplémentée avec des quantités croissantes de farine de soja. Les mélanges de farines ont été réduits en bouillie dans de l'eau potable au taux de 10 %, puis mis à fermenter à la température ambiante. Le développement du pH à double détermination pendant une période de 48 heures est indiqué dans le Tableau 1. Ce tableau indique également la stabilité des gruaux chauffés, et donne l'opinion d'une personne quant à leur consistance et leur saveur. L'inclusion de farine de soja dans le maïs ralentit considérablement le développement du pH; l'acidification est affaiblie par l'inclusion de plus de 50 % de soja; à de tels niveaux, l'eau va se séparer pendant le chauffage et le refroidissement des gruaux. Ces résultats préliminaires montrent que pour produire en 48 heures un produit fermenté acceptable, la quantité de farine de soja dans le mélange ne doit pas dépasser 40 %; avec 20 à 30 % on obtient un produit ayant une saveur et une consistance optimales. Il a été rapporté qu'un mélange de 70/30 % de maïs/soja augmentait au maximum la qualité protéique des produits de sevrage (Mitzer et al. 1984).

Les fermentations de produits légumineux

Les légumineuses, qui sont largement disponibles et contiennent beaucoup de protéines et de vitamine B, sont extrêmement importantes sur le plan nutritionnel. En Tanzanie, elles fournissent une excellente supplémentation aux produits de sevrage qui sont le plus souvent à base de céréales et de plantes-racines. Un mélange de céréales et de légumes secs fournit les protéines qui contiennent des quantités convenables de tous les acides aminés et possède donc une grande valeur nutritive (Latham 1965). On a également constaté que la densité nutritive du manioc fermenté est accrue par l'addition de légumineuses (Mlingi 1988). Toutefois, certaines légumineuses de grande valeur protéique

**Tableau 1. Caractéristiques de fermentation des mélanges de farine de maïs/soja
(10 % de farine mélangée dans de l'eau).**

	% de farine de soja										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
pH à 0 h	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,7	5,8	6,2
pH à 24 h	5,4	5,2	5,1	5,1	4,8	4,4	4,5	4,3	4,2	4,1	4,1
pH à 48 h	4,6	4,6	4,5	4,4	4,3	4,1	4,1	4,0	3,9	3,7	3,5
Stabilité sous l'effet de la chaleur ^a	---	---	--	-	+	+	++	+++	+++	+++	+++
Viscosité à 40°C ^b	TTT	TTT	TT	TA	TA	A	AA	AAA	AAA	AAA	AAA
Saveur ^c	PPP	PPP	PPP	G	G	G	GG	GG	GGG	GGG	GGG

a --- séparation de l'eau à 40°C, très élevé; --, séparation de l'eau à 40°C, élevé; -, séparation de l'eau à 40°C, moyen; +, pas de séparation de l'eau à 40°C; ++, gruau stable à 40°C; +++, gruau normal à 40°C.

b TTT, trop clair; TT, clair; TA, clair mais acceptable; A, acceptable; AA, bon; AAA très bon.

c PPP, très mauvais; G, acceptable; GG, bon; GGG, très bon.

comme le soja (*Glycine max*) et le haricot ailé (*Psophocarpus tetragonolobus*) ne sont pas encore très populaires en Tanzanie : la forte odeur et le goût amer sont parmi les caractéristiques qui ont gêné leur acceptabilité par le consommateur.

En Orient, les grains de soja sont consommés depuis des siècles. Les produits préparés à partir d'eux peuvent être répartis dans deux catégories – les produits fermentés et les produits non fermentés. Dans les pays orientaux, la préparation du soja fermenté est peut-être l'application la plus courante de la technique ménagère de fermentation. Les principaux produits non fermentés sont le lait de soja, le «tofu» ou lait caillé de soja, le yuba, les germes de kinako et les graines de soja vertes. De nombreux types de produits et assaisonnements fermentés sont préparés ; certains exemples sont le «sufu», le «natto», la sauce soja et le «tempeh». Harris et Karmas (1975) entre autres ont donné la description générale de ces produits. En Indonésie, le «tempeh» pulvérisé combiné avec de la bouillie à base de céréale, de sel, de poisson ou de «tofu» est largement utilisé comme produit de sevrage.

La technique de fermentation a également été utilisée à Morogoro comme moyen d'augmenter l'acceptabilité du haricot ailé et de ses produits. La purée de haricots ailés a été fermentée séparément suivant diverses proportions de farines de céréales, comme celles de riz, de blé, de maïs et de manioc. Les levures et le *Pediococcus* étaient les ferments prédominants. On a constaté que les produits frits dans l'huile, semblables à la «dosa» indienne faite à partir de ces ferments, étaient préférés aux haricots ailés seuls ; les haricots ailés et de la farine de riz, suivant une proportion de un pour trois, produisaient la «dosa», un produit fort prisé (M. Seenappa et al., non publié).

Effet de la fermentation sur la consistance de l'«uji»

On devrait s'attendre à ce que la présence de micro-organismes qui provoquent l'hydrolyse de l'amidon réduise la capacité de fixation de l'eau des bouillies ; un «uji» moins visqueux peut donc être obtenu avec une plus grande quantité de matière sèche. Toutefois, les études de la flore microbienne de la céréale «uji» obtenue par fermentation spontanée ou de produits semblables à l'«uji» montrent que les micro-organismes amylolytiques ne représentaient qu'une faible proportion de la flore totale (Akinrele 1970 ; Mbugua 1984 ; Mlingi 1988). Pour que l'amidon soit suffisamment hydrolysé, l'activité des enzymes doit avoir lieu dans des conditions optimales. Le Tableau 2 montre les principales enzymes en jeu dans l'hydrolyse de l'amidon ainsi que leurs conditions de culture optimales.

L'amylase alpha et l'amylase bêta ont toutes deux un pH optimal de 4,5 (Van Veen et Steinkraus 1970) ; avec un pH inférieur à 4, leur activité est grandement réduite (Mlingi 1988). Selon notre propre expérimentation en laboratoire, le pH de 10 à 30% d'une bouillie de maïs baisse de six à environ quatre en 24 heures d'incubation à la température ambiante (24 à 28°C). Les amylases des céréales germées (le malt) semblent déployer une activité intense

à des températures allant de 20 à 70°C. Au-delà de 70°C, leur activité est grandement réduite (Mitzer et al. 1984). La durée de l'action ne semble pas avoir une importance capitale.

Une réduction importante de la viscosité des gruaux a été réalisée dans les cinq minutes suivant l'addition d'alpha-amylase ou de farine germée aux gruaux féculents (Karlson et Svanberg 1982; Mosha et Svanberg 1983). Si le type de fermentation spontanée décrit par Mbugua (1984) produisait des quantités suffisantes d'amylases, ni le pH, ni la température d'incubation et ni la durée ne seraient des facteurs limitants dans la réduction des viscosités de ces gruaux. Certains résultats disponibles (Tableau 3) indiquent que la fermentation induite par un trempage dans l'eau ne favorise pas suffisamment les micro-organismes producteurs d'amylases pour réduire notablement la viscosité.

D'autre part, la fermentation du manioc par séchage à l'air semble produire une activité amylolytique marquée: on suppose que cela est dû à la présence d'un plus grand nombre de levures et de champignons que n'en produirait la fermentation humide (Mlingi 1988). Il serait intéressant d'explorer la possibilité de stimuler l'hydrolyse de l'amidon au moyen de la fermentation de pâtes humides de farines de céréales; les conditions devraient être favorables à la croissance des moisissures, des champignons, ou des deux, et l'on devrait prêter une attention spéciale à la possibilité de croissance de champignons producteurs de toxines ainsi que des moisissures noires qui pourraient décolorer les farines. En se fondant sur l'information disponible, il semble raisonnable de conclure que la fermentation de gruaux de céréales par trempage n'est pas un moyen efficace d'en réduire le volume.

L'effet de la fermentation sur la valeur nutritionnelle des céréales et des légumineuses

Il est nécessaire d'interpréter attentivement les études sur la fermentation et la valeur nutritive des céréales; des résultats contradictoires peuvent être dus aux différentes méthodes d'essai employées et aux micro-organismes concernés. Van Veen et Steinkraus (1970), en se fondant sur diverses études effectuées dans leur laboratoire, ont conclu que la fermentation ne semble pas augmenter la valeur nutritive des protéines; les résultats d'Akinrele (1970) ont cependant montré de légères augmentations de 8 et 25% de l'azote total et de l'azote aminé, respectivement, pendant la fermentation traditionnelle de l'«ogi». Des études précédentes (Rajalakshmi et Vanaja 1967; Akinrele 1970; Van Veen et Steinkraus 1970) et de plus récentes (Hamad et Fields 1979; Aliya et Geervani 1981; Kazanas et Fields 1981; Murdock et Fields 1984; Nanson et Fields 1984; Dhankar et Chauhan 1987) semblent toutes s'accorder sur le fait que la fermentation augmente la teneur en certaines vitamines, notamment la thiamine, la riboflavine et, dans une moindre mesure, la niacine. En même temps, une réduction de certaines vitamines, notamment l'acide pantothénique, a été observée (Akinrele 1970; Van Veen et Steinkraus 1970).

Tableau 2. Conditions optimales des enzymes amylolytiques.

Enzyme	Source principale	pH optimal	Température (°C)	Effet sur l'amidon
α -amylase	Pancréas, micro-organismes du malt (<i>Candida tropicalis</i>)	4,5-7	60-70	Décompose l'amidon en oligosaccharide avec 6 ou 7 résidus glucosiques. Réduction rapide de la viscosité de la féculé.
β -amylase	Plantes plus hautes, céréales, malt, soja	4,5	50-60	Décompose l'amidon en maltose. Réduction lente de la viscosité de la féculé.
Amyloglucosidase	Bactéries, levures, moisissures (<i>Aspergillus niger</i>)	2,5-4,4	60	Décompose l'amidon en glucose. Production industrielle de glucose à partir de l'amidon.

Source : Solms (1978)

Tableau 3. Effet des techniques de fermentation sur la viscosité des gruaux.

Traitement	Effet sur la viscosité	Source
Trempage de la farine de sorgho pendant la nuit	Pas de réduction de la viscosité	Mosha et Svanberg (1983)
Trempage de morceaux de manioc dans l'eau	Pas de réduction de la viscosité pendant 3 à 6 jours	Mlingi (1988)
Morceaux de manioc séchés à l'air pendant 3 à 6 jours	22 à 50 % de réduction de la viscosité	Mlingi (1988)

L'augmentation de la valeur nutritive a également été observée pendant la fermentation de produits légumineux ; un exemple est fourni par le « tempeh », fait de graines de soja fermentées (Gyorgy 1962). Ces améliorations ont été attribuées à une digestibilité accrue, induite par la protéolyse des protéines complexes en peptides de diverses longueurs et en acides aminés (Smith et Circle 1972). Des changements similaires ont été observés pendant la fermentation de l'« idli », un produit indien fabriqué en mélangeant des pois chiches noirs (*Phaseolus mungii*) et du riz (Gyorgy 1962). Il existe donc des preuves scientifiques satisfaisantes pour démontrer que les changements chimiques qui se produisent pendant la fermentation des légumineuses améliorent leur qualité nutritionnelle. De même, les méthodes de transformation

employées pour préparer les farines influencent considérablement la valeur nutritive des céréales produites. La méthode employée dans l'ouest africain pour préparer les farines «ogi» ou «akasa» entraîne une perte des éléments nutritifs et il a été démontré qu'elle réduisait la teneur protéique de 50 % et la teneur de matières grasses de 27 % (Ketiku et Omololu 1988). Sur le plan nutritionnel, les meilleurs produits sont ceux à base de farines de grain entier. Il ne fait aucun doute que la fermentation augmente un peu plus la valeur nutritionnelle. Cette augmentation, quoique faible, devrait être pleinement exploitée dans l'intérêt de l'alimentation infantile. D'autres avantages des produits fermentés de la manière traditionnelle sont la facilité de digestion, une meilleure capacité d'entreposage, une saveur améliorée et la réduction de la durée de cuisson (Van Veen 1970; Harris et Karmas 1975).

Acceptabilité des céréales et des légumineuses fermentées

Quels que soient les avantages nutritionnels d'un produit, les facteurs suivants détermineront son niveau de consommation par un groupe de consommateurs cible : le coût relatif, la disponibilité et l'acceptabilité organoleptique (acceptabilité de la saveur). Sous ce dernier aspect, les produits fermentés ont, en règle générale, une meilleure saveur que les produits non fermentés (Herseltine et Wang 1972); cette amélioration a été attribuée à la production d'acide lactique, de gaz carbonique, d'alcool et de divers composés aromatiques, ainsi que des changements de texture, pendant la fermentation (Pederson 1971).

On a décidé de mettre à l'épreuve l'acceptabilité des gruaux fermentés auprès des enfants de trois à sept ans d'une école maternelle. Quarante-cinq enfants de la maternelle de l'université Sokoine ont participé à l'essai. De la farine de maïs préparée pour un usage domestique (fabrication de bouillie dure) a été mélangée avec de l'eau au taux de 10 %. Environ 5 L du mélange ont été incubés à la température ambiante pendant 48 heures, période pendant laquelle le pH est tombé à 4. À titre de témoin, 5 L de gruau de farine non fermentée ont été préparés le jour de l'essai. Du sucre a été ajouté aux deux échantillons à raison de 4 %. Les échantillons ont été présentés aux enfants dans un test de préférences appariées. La même expérience a été répétée avec le gruau non fermenté, acidifié au même pH que l'échantillon témoin fermenté. Quarante-huit enfants ont participé à cet essai.

Les résultats ont montré que lorsque l'«uji» fermenté au pH de 4 est offert de pair avec un «uji» non fermenté, 58 % des enfants ont préféré le premier; toutefois, cette préférence n'était pas significative à $P \leq 0,05$. Dans le second essai, on a demandé aux enfants de choisir entre l'«uji» acidifié avec du jus de citron, de même pH que l'«uji» fermenté; 60 % des enfants ont préféré le premier. En s'appuyant sur ces résultats, on peut conclure que les enfants n'ont pas témoigné de préférence particulière pour l'un ou l'autre produit. Bien que ces résultats ne soient que préliminaires, ils montrent qu'en raison de la qualité nutritionnelle et de la saveur améliorées de l'«uji» fermenté, l'administration de ce produit aux enfants d'âge préscolaire devrait être encouragée.

Résumé et conclusions

En s'appuyant sur la preuve scientifique citée dans cet article, et sur les observations faites sur les pratiques traditionnelles, il est clair qu'il existe plusieurs options permettant d'améliorer la valeur nutritionnelle des produits de sevrage à base de céréales. La supplémentation à l'aide de légumineuses est un moyen pratique d'augmenter la qualité protéique des gruaux de céréales et il s'agit d'une pratique à la fois recommandée et largement employée en Tanzanie. Les techniques de fermentation traditionnelles ne semblent pas permettre une hydrolyse suffisante de l'amidon pour influencer de manière significative sur le volume des gruaux; tel n'est pas le cas des farines germées. Certaines modifications qui favorisent la croissance des micro-organismes amylolytiques et des bactéries productrices d'acide lactique devraient être mises au point pour permettre la production de gruaux ayant une plus grande densité nutritive. Les résultats des enquêtes préliminaires ont montré que la fermentation ne gênait pas l'acceptabilité des gruaux auprès des enfants d'âge préscolaire testés. Il en est donc conclu que les gruaux fermentés peuvent, dans une certaine mesure, servir à améliorer l'alimentation infantile.

Bibliographie

- Aliya, S., Geervani, P. 1981. An assessment of the protein quality and vitamin B content of commonly used fermented products of legumes and millets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32, 837-842.
- Akinrele, I.A. 1970. Fermentation studies on maize during the preparation of a traditional African starch-cake food. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 21, 619-625.
- Dhankar, N., Chauhan, B.M. 1987. *International Journal of Food Science and Technology*, 22, 173-176.
- Gyorgy, P. 1962. The nutritive value of Tempeh. In *Progress in meeting protein needs of infants and pre-school children*. National Research Council, Washington, DC, É-U. p. 281-289.
- Hamad, A.M., Fields, M.L. 1979. Nutritional and sensory evaluation of bread made from fermented wheat meal and corn chips made from fermented corn meal. *Journal of Food Science*, 44(5), 1514-1516.
- Harris, R.S., Karmas, E. 1975. Nutritional evaluation of food processing. AVI Publishing Co., New York, NY, É-U. p. 337-342.
- Herseltine, C.W., Wang, H.L. 1972. Fermented soybean food products. In Smith, A.K., Circle, S.J., ed., *Soybeans: chemistry and technology*. Volume 1. Proteins. AVI Publishing Co., Westport, CT, É-U. 470 p.
- Karlson, A., Svanberg, U. 1982. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. IV. Effect of digestive enzymes on the viscosity of starch based weaning foods. *Journal of Tropical Pediatrics*, 28(5), 230-234.
- Kazanas, H., Fields, M.L. 1981. Nutritional improvement of sorghum by fermentation. *Journal of Food Science*, 46, 819-820.

- Ketiku, A.O., Omololu, A. 1988. Nutritional value of weaning foods in Nigeria. In Proceedings of the Workshop on Dietary Bulk in Weaning Foods for East, Southern, and Central Africa, Iringa, Tanzania, 11-16 September 1985. Sous presse.
- Latham, M.E. 1965. Human nutrition in tropical Africa. Organisation pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO), Rome, Italie.
- Mbugua, S.K. 1984. Microbial growth during spontaneous uji fermentation and its influence on the end product. *East African Agricultural and Forestry Journal*, 50(4), 101-110.
- Mlingi, N.L.V. 1988. Reducing dietary bulk in weaning foods by fermentation with special reference to cassava flours. In Proceedings of the Workshop on Dietary Bulk in Weaning Foods for East, Southern and Central Africa, Iringa, Tanzania, 11-16 September 1985. Sous presse.
- Mitzer, K., Scrimshaw, N., Morgan, R. 1984. Improving the nutritional status of children during the weaning period. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, É-U.
- Mosha, A.C., Svanberg, U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. *UNU Food and Nutrition Bulletin*, 5(2), 10-14.
- Murdock, F.A., Fields, M.L. 1984. B vitamins content of natural lactic acid fermented cornmeal. *Journal of Food Science*, 49(2), 373-375.
- Nanson, N.J., Fields, M.L. 1984. Influence of fermentation on the nutritive value of lactic acid fermented cornmeal. *Journal of Food Science*, 49(3), 958-959.
- Orraca-Tetteh, R. 1988. Weaning food preparation at the household level in Ghana. In Proceedings of the Workshop on Dietary Bulk in Weaning Foods for East, Southern, and Central Africa, Iringa, Tanzania, 11-16 September 1985. Sous presse.
- Pederson, C.S. 1971. Microbiology of food fermentation. AVI Publishing Co., New York, NY, É-U. 283 p.
- Rajalakshmi, R., Vanaja, K. 1967. Chemical and biological evaluation of the effects of fermentation on the nutritive value of foods prepared from rice and grains. *British Journal of Nutrition*, 21, 467-472.
- Schweigart, F., Fellingham, S.A. 1963. A study of fermentation in the production of mahewu, and indigenous sour maize beverage of Southern Africa. *Milchwissenschaft*, 18(50), 241.
- Smith, A.K., Circle, S.J., ed. 1972. Soybeans, chemistry and technology. Volume 1. Proteins. AVI Publishing Co., Westport, CT, É-U. 470 p.
- Solms, J. 1978. Vorlesung Lebensmittelchemie. ETH, Zurich, Suisse.
- Van Veen, A.G., Steinkraus, K.H. 1970. Nutritive value and wholesomeness of fermented foods. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 18, 576-578.