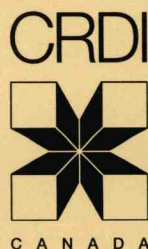


Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe:

une technologie
à la portée des ménages

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

Actes



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 du 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)

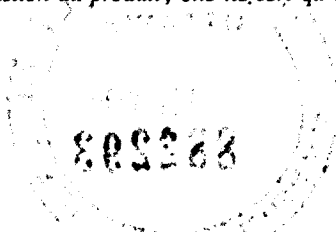
ISBN: 0-88936-518-0

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 África 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 África 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 África, 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. Ayebo 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 composition et la sécurité microbiologique des produits de sevrage à base de céréales

M.J.R. Nout¹, J.G.A.J. Hautvast², F. van der Haar³,
W.E.W. Marks¹ et F.M. Rombouts¹

¹Department of Food Science and ²Department of Human Nutrition, Agricultural University, De Dreijen 12, 6703 BC Wageningen, Pays-Bas; ³International Courses in Food Science and Nutrition, International Agricultural Centre, Lawickse Allee 11, 6701 AN Wageningen, Pays-Bas.

Résumé La pertinence d'un produit de sevrage complexe peut être déterminée par l'étude des facteurs suivants : le groupe cible — ses besoins énergétiques et protéiques, et sa capacité de consommation alimentaire quotidienne ; l'usage et la composition chimique des ingrédients locaux ; l'acceptabilité du produit, sur le plan de sa saveur et de sa consistance. Certains exemples sont fournis de la composition des mélanges de farine de sorgho blanc, de farine de pois de pigeon et de farine d'arachides avec de l'huile végétale ou du malt de sorgho ajoutés pour améliorer la viscosité. Le présent document présente les propriétés microbiologiques de la bouillie de sorgho et de mélanges complexes à base de sorgho. Il examine notamment l'effet de la fermentation contrôlée de l'acide lactique sur la stabilité microbiologique des produits finals cuits. La fermentation contrôlée de l'acide lactique d'une base de sorgho a donné un pH de 3,80 au bout de 12 heures à 30°C et produit des bouillies où la *Salmonella typhimurium* ajoutée a été détruite lors d'expériences d'entreposage à 30°C pendant 24 h. Des effets similaires pourraient être obtenus dans les mélanges composés à base de sorgho et de farines d'arachides et de pois de pigeon. Il a été conclu que la fermentation lactique pouvait être un excellent moyen de protéger de la contamination les aliments complexes à base de céréales.

Le Fonds des Nations-Unies pour l'enfance a récemment estimé que plus de quatorze millions de nourrissons et d'enfants de moins de cinq ans meurent chaque année dans les régions tropicales du monde entier (UNICEF 1987). L'une des principales causes de cette mortalité est la diarrhée aqueuse — induite par l'infection provoquée par des micro-organismes pathogènes. Bien que d'autres infections comme l'*Ascaris* nuisent également à l'état nutritionnel (Stephenson et al. 1980), l'incidence de la diarrhée aqueuse aiguë est une des principales causes de déshydratation et de mauvaise assimilation des éléments nutritifs du régime alimentaire (NRC 1985); selon Evans, elle cause annuelle-

ment la mort de cinq millions de nourrissons et d'enfants (1986). Nous devons également inclure l'apport inadéquat des macro-nutriments et éléments énergétiques qui entraîne la malnutrition protéocalorique (MPC) et une mortalité estimée à trois millions par an (Evans 1986).

Les micro-organismes associés aux maladies diarrhéiques font partie de trois familles bactériennes, notamment: les *Enterobacteriaceae* parmi lesquelles les genres *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella* et *Yersinia* qui sont bien connus pour provoquer la gastroentérite d'origine alimentaire; les *Vibrionaceae*, associés au choléra, et les *Spirillaceae*, parmi lesquels le genre *Campylobacter* est de plus en plus considéré comme une bactérie pouvant causer une infection d'origine alimentaire. Bien que tous les êtres humains puissent contracter une infection à la suite de la consommation d'aliments ou d'eau contaminés, les preuves épidémiologiques montrent que les personnes qui présentent des risques élevés sont celles qui sont affaiblies ou qui ont un mauvais état nutritionnel (Chen 1983). Il s'agit surtout de nourrissons, de jeunes enfants, de malades et de personnes âgées. Pour combattre la malnutrition, nous devrions donc concentrer nos efforts pour combiner une consommation accrue d'éléments nutritifs indispensables et une protection contre les micro-organismes potentiellement nocifs.

Dans le présent document, nous nous efforçons de traiter ces deux aspects, avec à l'esprit l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants, notamment pendant la période de sevrage. Nous discuterons du concept d'un produit de sevrage complexe à base de céréale. Ce sujet présente un intérêt particulier pour le Department of Human Nutrition de l'Université agricole de Wageningen, Pays-Bas, ainsi que pour les International Courses in Food Science and Nutrition de l'International Agricultural Centre, Wageningen, Pays-Bas, où ce concept a été mis à l'épreuve dans les travaux pratiques de plusieurs groupes de projet de participants aux cours pour les étrangers. Nous discuterons ensuite des propriétés microbiologiques des mélanges complexes à base de céréales, en donnant une idée de certaines recherches effectuées au Department of Food Science de l'Université agricole. Récemment, Alnwick (1986) a souligné le besoin d'avoir des données sur la conservation réalisée au moyen de la fermentation de bouillies à base de sorgho ou d'autres céréales. Le présent document a pour but de fournir un aperçu de l'effet de la fermentation lactique sur la sécurité microbiologique de ces produits.

Les produits de sevrage en Afrique

Les bouillies à base de céréales («uji», «ogi», etc.) sont couramment utilisées comme produits de sevrage. Il est possible de préparer ces bouillies de trois différentes manières: a) farine fraîchement préparée + eau — faire bouillir — consommer (bouillie «douce»); b) farine fraîchement préparée + eau — laisser fermenter pendant la nuit — faire bouillir — consommer (bouillie sure); et c) farine fraîchement préparée + eau — faire bouillir — laisser fermenter — consommer (bouillie sure). Les méthodes a) et b) sont les plus couramment

utilisées et la méthode c) n'est utilisée que de temps en temps. La méthode de fermentation b) est surtout une méthode non contrôlée et mixte. Les bactéries productrices d'acide lactique sont responsables de la fermentation.

La fermentation des céréales peut avoir les avantages suivants :

- **organoleptiques** : en raison de la production des acides butyrique, acétique et lactique (Banigo et Muller 1972) et d'autres métabolites, une saveur acceptable est développée;
- **viscosité** : les bouillies fermentées se cuisent plus facilement et leur viscosité est plus faible (Mbugua 1987); on peut donc obtenir une plus grande concentration en matière sèche ainsi qu'une viscosité acceptable dans le produit final;
- **nutritionnels** : pendant les 24 heures de fermentation, certaines vitamines, comme la thiamine, la riboflavine et la niacine, sont synthétisées (El Tinay 1978); le fractionnement des protéines entraîne l'augmentation des acides aminés libres, dont la lysine, la méthionine (Fernandes et al. 1987) et le tryptophane (Mbugua 1987); la fermentation pourrait aussi réduire la teneur en éléments antinutritionnels comme les tanins et l'acide phytique (Muller 1981) et probablement des inhibiteurs de trypsine; il est intéressant de noter que dans du sorgho contaminé par l'aflatoxine, il a été constaté que 63 % de l'aflatoxine B1 étaient éliminés pendant la fermentation de l'«ogi» (Dada et Muller 1983);
- **effets de conservation** : en raison de l'acidité et de la présence d'acides organiques dans la fermentation lactique, le développement de plusieurs bactéries pathogènes et bactéries provoquant l'avarie est inhibé.

Ce dernier aspect peut présenter un intérêt particulier, vu que la bouillie entre facilement en contact avec des micro-organismes pathogènes de l'eau ou du matériel utilisé, ou pendant la manipulation, même dans de bonnes conditions d'hygiène. L'habitude de conserver les restes présente aussi un intérêt particulier; les durées d'entreposage peuvent se prolonger sur six à huit heures à la température ambiante (25 à 30 °C). En Gambie, il a été constaté que les aliments de sevrage traditionnels non fermentés contenaient un grand pourcentage d'agents pathogènes au bout d'une telle durée d'entreposage (Rowland et al. 1978).

Les avantages potentiels de la fermentation lactique ont été rapportés par Alnwick (1986). Notre propre recherche a été en partie inspirée par ses recommandations à la recherche sur la capacité des bouillies fermentées à protéger le consommateur contre les micro-organismes pathogènes. Bien que la fermentation offre de nombreux avantages intéressants sur le plan nutritionnel et de la sécurité alimentaire, il nous faut reconnaître que, pour être actifs, les micro-organismes ont besoin d'énergie et d'éléments nutritifs; par conséquent, la fermentation va réduire, dans une certaine mesure, la quantité totale des éléments énergétiques des aliments (Muller 1981); des pertes protéiques et

vitaminiques s'ensuivront également (El Tinay 1978). Il est donc nécessaire de trouver des moyens de réduire autant que possible de telles pertes.

Les produits de sevrage complexes

Au cours de la période de sevrage, le nourrisson passe progressivement de l'alimentation au sein exclusive à un régime alimentaire adulte complet. La pertinence d'un produit de sevrage peut être déterminée en considérant les facteurs suivants: groupe cible — ses besoins nutritifs particuliers et sa capacité de consommation; les ingrédients et leur valeur nutritionnelle; l'acceptabilité physique, organoleptique et culturelle des aliments préparés.

Les nourrissons ont besoin d'une supplémentation alimentaire vers quatre à six mois (Waterlow 1981). Une administration progressive d'une supplémentation alimentaire entraîne une réduction concomitante de la dépendance de l'enfant à l'égard du lait maternel; cette réduction se poursuit jusqu'à ce que l'enfant puisse satisfaire tous ses besoins nutritionnels au moyen d'un régime alimentaire adulte. En dehors des préoccupations d'ordre nutritionnel, le développement de certaines capacités physiques (mastication et déglutition de quantités relativement grandes d'aliments solides) détermine le type d'aliments convenant à un âge particulier; l'âge maximal problématique est neuf à 12 mois, lorsque des besoins nutritionnels déjà considérables coïncident avec une capacité de mastication et de déglutition encore limitée ainsi qu'une capacité gastrique réduite (Waterlow et Payne 1975). Des études ont été faites pour établir les normes des besoins protéocaloriques (Klaver 1985); lorsqu'un produit ou un repas a une teneur protéique nette de 7,8 % de la valeur calorique totale, ce produit ou ce repas répondra aux besoins protéiques de presque tous les enfants de neuf à 12 mois, à condition qu'ils en mangent une quantité suffisante pour répondre à leurs besoins énergétiques. L'apport énergétique tient donc une place prédominante; ce qui coïncide avec le courant actuel de pensée sur l'étiologie et la prévention de la MPC.

Le principal constituant calorique des produits et des régimes de sevrage est l'amidon provenant des céréales ou des tubercules qui sont les produits de base culturellement acceptables. Le gonflement de l'amidon pendant la cuisson provoque une importante augmentation du volume du produit; compte tenu du fait que la fréquence de l'alimentation et la capacité gastrique sont limitées, il est donc peu pratique de dépendre de ces produits pour couvrir tous les besoins énergétiques de l'enfant (Nicol 1971). Augmenter la teneur en matière sèche augmentera la consistance et donnera ainsi un produit inacceptable pour l'enfant qui ne consomme pas encore d'aliments solides. Voici deux méthodes plus simples pour résoudre ce problème: premièrement, ajouter une huile ou une matière grasse comestible (Dearden et al. 1980); deuxièmement, utiliser un malt de céréale (Brandtzaeg et al. 1981). Ces deux techniques donnent une viscosité plus faible et permettent donc de faire un repas de meilleure valeur nutritionnelle par unité de volume. En raison de l'impossibilité de fournir une alimentation fréquente, de plus grands apports énergétiques sont ainsi réalisés.

L'impossibilité d'alimenter l'enfant fréquemment est déterminée par la culture, du moins en partie. Si les possibilités de conservation des aliments ne sont pas envisagées, il sera le plus souvent irréaliste de conseiller une alimentation plus fréquente. Dans le présent document, nous considérons l'utilité de simples techniques de fermentation pour la préparation de produits de sevrage nutritionnellement satisfaisants, pouvant être conservés en toute sécurité et, par conséquent, permettant une alimentation plus fréquente.

La composition des formules

Les ingrédients utilisés aux fins de cette étude étaient la farine de sorgho blanc, les pois de pigeon moulus, la farine d'arachides, l'huile d'arachide et le malt de grain de sorgho blanc. La composition approximative de ces ingrédients a été calculée au moyen de tableaux alimentaires (Platt 1962; FAO 1970, 1986); les calories, les protéines et les matières sèches ont été déterminées au moyen de méthodes de laboratoire. Les teneurs caloriques ont été calculées en tenant compte de la digestibilité dans la détermination de l'énergie métabolisable. Les proportions optimales d'ingrédients ont été déterminées par des principes de complémentarité en jeu dans l'organisation des acides aminés (Klaver 1985). Les quantités souhaitables d'ingrédients ont été calculées à partir des recommandations relatives aux apports énergétiques. De l'huile d'arachide et du malt de sorgho ont été ajoutés aux mélanges selon une quantité pouvant provoquer un dispersement de cinq à six centimètres de diamètre à une température de 45°C en une minute à partir d'une position de départ cylindrique (2,5 cm de diamètre; 7 cm de hauteur), au moyen d'un consistomètre Adams (Szczesniak 1972).

Les compositions des mélanges sont données au Tableau 1, tout comme leurs valeurs protéocaloriques. La densité énergétique est d'environ 80 kcal/100 mL. Un nourrisson de neuf mois a une capacité gastrique d'environ 275 mL (Tomkins 1986); un repas permet donc un apport énergétique de 220 kcal, et un apport protéique utilisable de 4,3 g.

Tableau 1. Composition et valeur nutritive des mélanges à base de sorgho.

Ingrédient	S-PP-H-M ^a	S-PP-M ^a	S-A-H ^a	S-A-M ^a
Farine de sorgho (%)	11,6	16,9	6,6	10,0
Farine de pois de pigeon (%)	4,3	2,8	—	—
Farine d'arachide (%)	—	—	8,0	7,7
Huile d'arachide (%)	2,4	—	0,8	—
Malt de sorgho (%)	0,2	1,2	—	0,2
Eau (%)	81,5	79,1	84,6	82,1
Énergie (kcal/100 mL)	83,0	79,0	77,0	82,0
Protéines utilisables nettes (g/100 mL)	1,6	1,5	1,5	1,6

^a S, sorgho; PP, pois de pigeon; A, arachide; H, huile d'arachide; M, malt de sorgho.

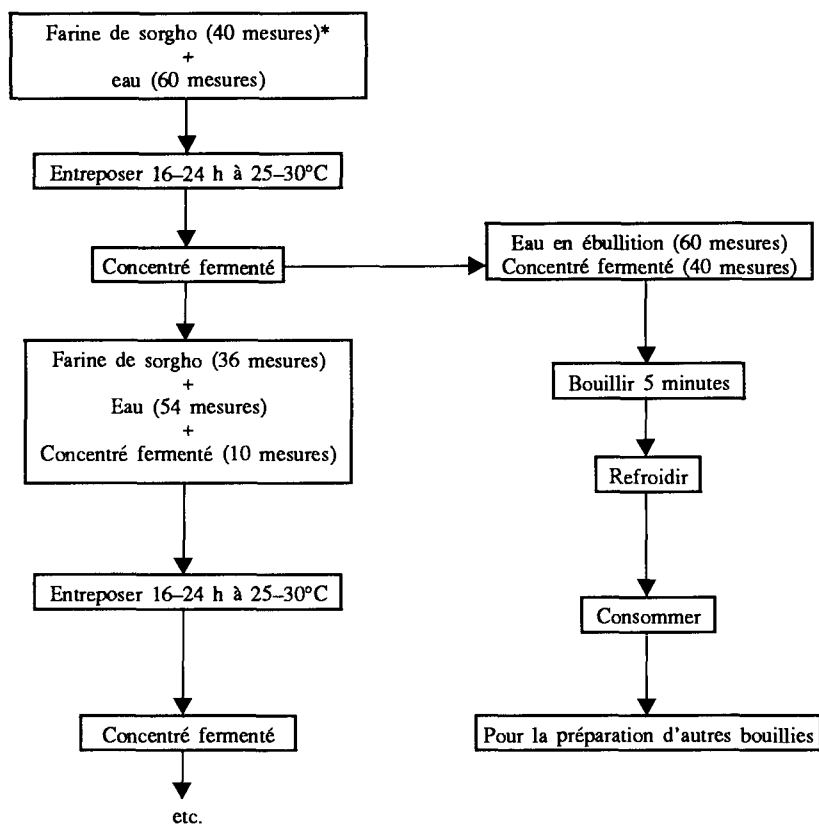


Fig. 1. Fermentation de la farine de sorgho et préparation de bouillie.

* Mesures en fonction du poids.

La fermentation lactique contrôlée de la farine de sorgho

La Figure 1 présente une technique de contrôle de la fermentation lactique bien simple, qui peut être employée au foyer. Chaque jour, une petite quantité du concentré fermenté est utilisée comme catalyseur de la prochaine fermentation. Le reste sert à préparer la bouillie. Il s'agit d'une méthode traditionnelle de fermentation appelée repiquage. En continuant ainsi d'utiliser environ 3 à 10 % du lot précédent comme catalyseur de la prochaine fermentation, une sélection progressive des micro-organismes s'imposera, favorisant les micro-organismes qui se développent mieux dans un milieu de faible pH et des conditions proches de l'anaérobiose.

L'effet de ce procédé de fermentation sur l'acidité est résumé au Tableau 2. Après trois répétitions de repiquage, nous voyons que le pH est considérablement inférieur (3,8 à 4) à celui d'une farine fraîchement préparée ou d'un mélange fermenté seulement une fois; l'acidité (provoquée principalement par les acides lactique et acétique) est plus élevée (environ 0,85 %, calculée comme étant celle de l'acide lactique).

Cette stabilisation de l'acidification au moyen du repiquage est présentée dans la Figure 2. Nos premières expériences d'acidification stabilisée des graines de soja (Nout et al. 1987) ont montré que la méthode de repiquage est fiable au cours de longues périodes de temps, et que des interruptions occasionnelles (au moment, par exemple, des congés civils) n'influencent pas nécessairement sur sa fiabilité. Le Tableau 3 montre qu'après quelques répétitions de repiquage, la composition de la microflore subit un déplacement considérable du côté des bactéries productrices d'acide lactique; certaines levures resteront également présentes. En revanche, les *Enterobacteriaceae* disparaissent progressivement, tout comme la flore épiphyte aérobie du sorgho (cette dernière comprend, par exemple, les moisissures et les bactéries du genre *Bacillus*, qui peuvent provoquer l'avarie ou l'intoxication alimentaire, ou les deux).

La méthode de repiquage décrite permet une fermentation lactique rapide et prévisible et elle peut être employée dans de simples conditions ménagères. Même si nous faisons mention ici de « fermentation lactique contrôlée », le maintien et la manipulation de pures cultures microbiennes ne sont pas exigés; c'est plutôt le principe de la sélection naturelle qui est appliqué. Une autre méthode de fermentation lactique est l'usage de ferments de culture pure dans des conditions aseptiques; cette méthode est illustrée par la fermentation lactique du maïs « uji » au moyen de cultures pures de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus*, qu'a effectuée avec succès Mbugua (1987); cette technique conviendrait bien au cadre des conditions contrôlées des opérations industrielles d'envergure.

Tableau 2. Effet de la fermentation lactique sur le pH et l'acidité du sorgho (40 % de farine, 30°C, 24 h d'intervalle, repiquage 3 %).

	pH	Acidité (% pds humide) (exprimé en acide lactique)
Farine fraîchement préparée	6,52	0,17
Fermentée une fois	4,15	0,60
Repiquée trois fois	3,90	0,85

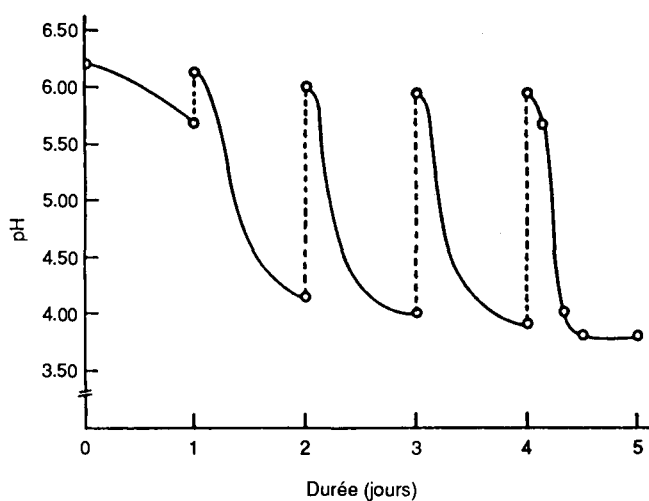


Fig. 2. Fermentation lactique du sorgho (repiquage 3 % ; 30°C).

Tableau 3. Sélection de la microflore pendant la fermentation lactique du sorgho par repiquage à 30°C (40 % de farine dans le mélange) (unités formatrices de colonie ; numération exprimée en log N/g).

Microflore ^a	Farine de sorgho fraîchement préparée	Nombre de cycles de fermentation			
		1	2	3	4
Bactéries aérobies totales (PCA)	4,7	>7,0	>7,0	10,0	9,6
<i>Enterobacteriaceae</i> (VRBG)	3,0	6,5	<1,7	<1,7	<1,7
Levures et champignons (OYEG)	2,7	6,5	7,5	7,7	7,7
Bactéries d'acide lactique (MRS)	4,2	>8,0	9,1	9,7	9,7
<i>Lactobacillus</i> (Rogosa)	3,4	>8,0	9,0	9,5	9,5

^a PCA, Plate Count Agar (Culture en tube à essai sur milieu gélosé); VRBG, Violet Red Bile Glucose Agar (Bacille rouge violet en milieu glucosique); OYEG, Oxytetracyclin Yeast Extract Glucose Agar (Extrait de levure productrice d'oxytétracycline cultivé en milieu glucosique); MRS, de Man, Rogosa et Sharpe agar.

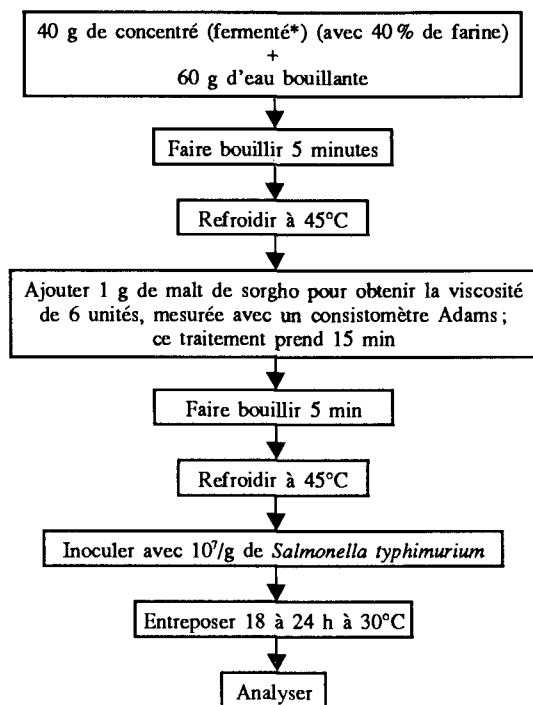


Fig. 3. Méthode expérimentale employée pour faire la bouillie et épreuve de stabilité. * Traitement facultatif.

La stabilité microbiologique de la bouillie à base de sorgho

Pour étudier l'effet de la fermentation lactique sur la conservation microbiologique, de la bouillie à base de sorgho contenant environ 15 % de matière solide a été préparée selon le diagramme de la Figure 3. Pendant ce processus de fabrication, du malt de sorgho a été ajouté pour liquéfier l'épaisse pâte gélatineuse, ce qui a donné la consistance désirée de six unités, mesurée avec un consistomètre Adams. Cette bouillie diluée a ensuite été mise à bouillir de nouveau pour arrêter la liquéfaction enzymatique et faire cuire le malt.

Les numérations microbiologiques pertinentes de la bouillie fraîchement préparée sont présentées au Tableau 4 ; elles indiquent de très faibles quantités de micro-organismes vivants, représentant seulement certaines spores bactériennes survivantes résistantes à la chaleur. Par conséquent, sur le plan de la salubrité, l'alimentation au moyen de bouillies fraîchement cuites est recommandée. Toutefois, en raison de la possibilité d'avarie, garder des restes ne

Tableau 4. Composition microbiologique de la bouillie de sorgho fraîchement cuite et refroidie (numération exprimée en log N/g).

Microflore ^a	Avec de la farine de sorgho fraîchement préparée	À l'aide de concentré de sorgho fermenté par l'acide lactique
Bactéries aérobies totales (PCA)	1,8	moins de 1,7
<i>Enterobacteriaceae</i> (VRBG)	moins de 1,7	moins de 1,7
Levures et moisissures (OYEG)	moins de 1,7	moins de 1,7
Bactéries de l'acide lactique (MRS)	moins de 1,7	moins de 1,7

^a PCA, Plate Count Agar (Culture en tube à essai sur milieu gélosé); VRBG, Violet Red Bile Glucose Agar (Bacille rouge violet cultivé en milieu glucosique); OYEB, Oxytetracyclin Yeast Extract Glucose Agar (Extrait de levure productrice d'oxytétracycline cultivé en milieu glucosique); MRS, de Man, Rogosa et Sharpe agar.

l'est pas. Nous devons donc tenir compte des situations où les vivres sont précieux, par conséquent, où il est difficile d'éliminer les restes.

Il est donc important de mieux connaître le comportement des micro-organismes dans la bouillie entreposée. Pour tester la stabilité microbiologique des bouillies, nous les avons placées dans les pires conditions possibles — à 30°C pendant 24 heures. Toutefois, bien que ces conditions soient exagérées, elles n'en fournissent pas moins un certain facteur de sécurité et leur utilisation est valable dans les climats tropicaux.

Dans des conditions domestiques, il sera difficile d'éviter la contamination microbienne de la bouillie pendant la consommation d'aliments. Heureusement, la présence d'un ou deux micro-organismes vivants dans la bouillie au moment du repas n'est généralement pas inquiétante. Par contre, lorsque les installations d'entreposage sont insatisfaisantes et que la bouillie a séjourné pendant un certain temps à la température ambiante, les micro-organismes d'abord peu nombreux se développent rapidement, provoquant la contamination de la bouillie ou des risques pour la santé, ou les deux. Pour tester les produits entreposés dans de mauvaises conditions, nous avons simulé une manipulation non hygiénique en introduisant la *Salmonella typhimurium* (lysotypie II 505 ex RIVM (Institut national de la Santé publique, Pays-Bas), isolée des selles de malades et rendue résistante à 200 ppm d'acide nalidixique) dans la bouillie au début de l'entreposage.

Le Tableau 5 montre que le pH élevé (6,35 après la préparation) de la bouillie de sorgho à base de farine de sorgho fraîchement préparée permettait la germination et la croissance de spores résistant à la chaleur des bactéries provoquant l'avarie (voir PCA), même lorsque la bouillie n'était pas inoculée et même lorsqu'elle était conservée dans des conditions aseptiques. Lorsque la *S. typhimurium* était ajoutée après la préparation, elles proliféraient rapidement pendant l'entreposage (voir PCA + NA, VRBG + NA).

**Tableau 5. Stabilité microbiologique des bouillies de sorgho
(numération au bout de 24 h d'entreposage à 30°C, exprimée en log N3g).**

	À l'aide de farine de sorgho fraîchement préparée		À l'aide de concentré de sorgho fermenté par l'acide lactique	
	Pas inoculée	10 ⁷ /mL <i>S. typhimurium</i> ajouté	Pas inoculée	10 ⁷ /mL <i>S. typhimurium</i> ajouté
Bactéries totales aérobies				
PCA	6,7		<1,7	
PCA + NA		8,8		<1,7
<i>Enterobacteriaceae</i>				
VRBG	<1,7		<1,7	
VRBG + NA		8,8		<1,7
Bactéries d'acide lactique				
Rogosa	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
pH après ébullition	6,35	6,35	4,25	4,29

Remarque : NA, 100 ppm d'acide nalidixique ; PCA, Plate Count Agar (Numération de bactéries cultivées sur milieu gélosé) ; VRBG, Violet Red Bile Glucose Agar (Bacille rouge violet cultivé en milieu glucosique).

L'examen de produits de sevrage traditionnels de Gambie, non fermentés et entreposés, a permis de constater des numérations bactériennes élevées comme celles de l'*Escherichia coli* et du *Bacillus cereus* (Rowland et al. 1978). La forte contamination des aliments des enfants du Kenya par les *Enterobacteriaceae* et *Staphylococcus aureus* a également été rapportée (Van Steenberg et al. 1983). Malheureusement, aucun de ces rapports n'a fourni de données sur le pH des échantillons testés ; il est donc impossible d'en analyser l'effet.

Par contraste, le pH de la bouillie à base de sorgho fermenté sous l'action de l'acide lactique était de 4,25 après la préparation. Dans ces conditions, les spores résistant à la chaleur ne peuvent pas germer (une telle quantité de *S. Typhimurium* ajoutée (10⁷/g) a été détruite qu'il a été impossible d'en détecter la présence pendant l'entreposage (voir VRBG + NA).

Stabilité après adjonction d'ingrédients supplémentaires

Les mélanges complexes à base de sorgho diffèrent des bouillies à base de sorgho sur le plan de leur composition chimique et de leurs propriétés physiques. Dans la présente étude, il ne sera tenu compte que des produits complexes suivants (présentés au Tableau 1) :

- S-PP-H-M: produit à base de sorgho, avec en supplément des pois de pigeon et de l'huile d'arachide, et liquéfié avec du malt de sorgho;
- S-PP-M: produit à base de sorgho, avec en supplément des pois de pigeon et liquéfié avec du malt de sorgho;
- S-A-H: produit à base de sorgho, avec en supplément des arachides et de l'huile d'arachide (pas d'autre liquéfaction exigée);
- S-A-M: produit à base de sorgho, avec en supplément des arachides et liquéfié avec du malt de sorgho.

Afin d'étudier les effets des pois de pigeon et des arachides, nous avons utilisé des mélanges à base de concentré de sorgho fermenté et des mélanges équivalents à base de farine de sorgho fraîchement préparée. La farine de pois de pigeon, la farine d'arachide ou l'huile d'arachide ont été ajoutées juste avant que la bouillie soit cuite. Au besoin, le produit était liquéfié au moyen d'une quantité prédéterminée de malt de sorgho. Enfin, le produit était chauffé de nouveau afin d'obtenir une bouillie bien cuite, comme l'indique la Figure 3.

Il faut s'attendre à ce que l'introduction d'ingrédients non fermentés fasse augmenter le pH de la bouillie résultante, notamment lorsqu'un concentré de sorgho fermenté est utilisé comme base. L'importance de cette augmentation du pH dépend de la quantité des ingrédients ajoutés et de leur pouvoir tampon. Dans nos mélanges contenant des arachides, le pH final était supérieur à celui des mélanges contenant des pois de pigeon; cela est dû au fait que les recettes utilisaient de plus grandes quantités d'arachides que de pois de pigeon.

Les données microbiologiques (Tableau 6) montrent que tous les produits à base de farine de sorgho fraîchement préparée stimulaient la croissance des spores bactériennes résistantes à la chaleur et du *S. typhimurium* ajouté. Toutefois, lorsque du sorgho fermenté par l'acide lactique était utilisé comme ingrédient de base, les spores bactériennes ne pouvaient se développer pendant l'entreposage, et les *S. typhimurium* ajoutés étaient, dans une certaine mesure, détruits. Sur ce plan, le mélange 2 était plus efficace pour lutter contre les *S. typhimurium* ajoutés. En raison de leurs valeurs pH initiales relativement élevées, les mélanges 3 et 4, contenant du sorgho fermenté à l'acide lactique, n'étaient pas efficaces pour lutter contre les *S. typhimurium*.

Ces expériences permettent de dégager une conclusion importante. Nous voyons qu'il est possible de maintenir la stabilité microbiologique de la bouillie de sorgho fermenté à l'acide lactique, même lorsque cette bouillie a reçu en supplément certains ingrédients frais à forte teneur protéique. Le choix des ingrédients supplémentaires est important; leur adjonction ne doit pas donner des valeurs pH finales (4,5) qui permettent la germination ou la croissance de micro-organismes indésirables.

Tableau 6. Stabilité microbiologique des mélanges complexes à base de sorgho additionnés d'ingrédients supplémentaires pendant la préparation de la bouillie (numération au bout de 24 h d'entreposage à 30°C, exprimée en log N3g).

		Pas inoculé		Inoculé <i>S. typhimurium</i>	
	pH après ébullition	Bactéries totales	<i>Entero-bactériaceae</i>	10 ⁷ /g après 24 h	10 ³ /g après 72 h
Avec farine de sorgho fraîche ^a					
S-PP-H-M	6,50	8,0	<1,7	9,2	9,4
S-PP-M	6,35	8,3	<1,7	8,9	8,9
S-A-H	6,65	8,4	<1,7	9,2	8,9
S-A-M	6,52	8,9	<1,7	9,0	8,8
Concentré ^a de sorgho fermenté à l'acide lactique					
S-PP-H-M	4,70	<1,7	<1,7	6,0	<1,7
S-PP-M	4,45	1,9	<1,7	3,2	<1,7
S-A-H	5,45	7,5	<1,7	8,9	6,9
S-A-M	5,12	1,8	<1,7	7,6	9,0

^a S, sorgho; PP, pois de pigeon; A, arachide; H, huile d'arachide; M, malt de sorgho.

La fermentation des mélanges complexes à base de sorgho

L'emballage et la distribution de mélanges prêts à utiliser comme celui de farine de sorgho et de farine de pois de pigeon ou de sorgho et d'arachide pourraient grandement encourager l'utilisation de produits de sevrage améliorés. De tels mélanges complexes pourraient être ensuite fermentés au foyer. Comme on l'a démontré, il est assez facile d'obtenir une fermentation lactique stable de farine de sorgho dans des conditions ménagères simples.

Nous avons enquêté sur l'usage de ces mélanges de sevrage. En suivant la simple méthode décrite plus tôt (Figure 1), nous avons obtenu les résultats présentés au Tableau 7; ces résultats indiquent qu'il est possible d'obtenir facilement une forte fermentation lactique dans des mélanges complexes. À une température de 30°C, les valeurs pH de 3,65 (S-PP) et 3,75 (S-A) sont atteintes au bout de 12 heures, avec le système stabilisé dont une portion de 10% était prélevée chaque jour pour le repiquage. Dans les farines complexes en fermentation, le développement de la microflore suivait la même tendance que celle qui a été montrée précédemment dans le Tableau 3 dans le cas de la farine de sorgho en fermentation. Les farines complexes fermentées ont aussi été utilisées dans les bouillies. La viscosité requise pour les bouillies a été obtenue en ajoutant des quantités prédéterminées de malt de sorgho.

Tableau 7. Fermentation lactique de farines complexes à base de sorgho par la méthode de repiquage à 30°C ; 10 % d'inoculum ; intervalles de 24 h (numérations exprimées en log N/g).

Jours de repiquage	pH final	Bactéries totales (PCA)	<i>Enterobacteriaceae</i> (VRBG)	Levures (OYFG)	<i>Lactobacillus</i> (Rogosa)
S (85,8 %) – PP (14,2 %)					
0 (fraîche)	6,20	4,5	3,6	2,7	3,7
1	4,25	9,6	4,1	5,8	9,4
2	3,70	9,6	<1,7	7,1	9,5
3	3,70	9,8	<1,7	7,7	9,8
4	3,65	9,8	<1,7	7,2	9,7
5	3,65	10,0	<1,7	7,3	9,7
S (56,5 %) – A (43,5 %)					
0 (fraîche)	6,40	4,5	3,8	2,3	4,3
1	4,29	9,6	3,9	5,4	9,1
2	3,81	9,6	<1,7	7,3	9,3
3	3,75	10,0	<1,7	8,2	9,9
4	3,75	9,7	<1,7	7,9	9,8
5	3,75	10,0	<1,7	8,0	9,9

Remarque: PCA, Plate Count Agar (Numération de bactéries sur milieu gélosé); VCRG, Violet Red Bile Glucose Agar (Bacille rouge violet en milieu glucosique); OYEG, Oxytetracyclin Yeast Extract Glucose Agar (Extrait de levure productrice d'oxytétracycline cultivé en milieu glucosique); S, sorgho; PP, pois de pigeon; A, arachide.

Tableau 8. Stabilité microbiologique des mélanges complexes à base de sorgho de farines prêtes à l'emploi (numérations au bout de 24 h d'entreposage à 30°C, exprimées en log N/g).

		Non inoculé		Inoculé
	pH après ébullition	Bactéries totales	<i>Entero-bacteriaceae</i>	103/g <i>S.typhimurium</i>
À l'aide de farine complexe fraîche ^a				
S-PP-M	6,32	8,4	<1,7	9,3
S-A-M	6,50	8,7	<1,7	9,5
À l'aide de farine ^a complexe fermentée-acide lactique				
S-PP-M	3,75	3,6	<1,7	<1,7
S-A-M	3,85	3,8	<1,7	<1,7

^a S, sorgho; PP, pois de pigeon; M, malt de sorgho; A, arachide.

Le Tableau 8 montre qu'avec les deux types de farine complexe (S-PP et S-A), la fermentation lactique résulte en bouillies (S-PP-M et S-A-M, respectivement) qui provoquent la rapide destruction de la *Salmonella* ajoutée. Par conséquent, nous avons les résultats des deux procédés : selon l'un d'eux, les farines complexes prêtes à utiliser subissent une fermentation lactique avant la préparation de la bouillie ; selon l'autre, la base de sorgho fermenté à l'acide lactique reçoit un supplément d'ingrédients frais pendant la préparation de la bouillie. Les données indiquent que sur le plan microbiologique, on obtient de meilleurs résultats (des produits bien plus salubres) avec le premier de ces procédés.

Discussion

Nous avons effectué nos expériences en utilisant du sorgho blanc, des pois de pigeon et des arachides. Il s'agit d'aliments disponibles dans de nombreuses collectivités africaines ; nous pensons néanmoins que nous devons élargir notre champ de données en étudiant d'autres suppléments possibles et d'autres produits de base. Si l'application des données actuelles est limitée, nous pensons qu'elles ouvrent des perspectives intéressantes pour la production, autant au niveau ménager qu'à grande échelle, de bouillies microbiologiquement salubres, de grande qualité nutritionnelle.

L'effet positif de la fermentation lactique sur la valeur nutritionnelle des produits céréaliers a été mentionné ailleurs. Malheureusement, ces données se rapportent à des produits autres que les produits de sevrage. Il y a donc lieu d'adopter une approche de recherche plus intégrée.

- Il est nécessaire de procéder à des analyses chimiques complètes, sur les micro et les macro-nutriments, ainsi que sur les possibles conversions enzymatiques des éléments antinutritifs comme l'acide phytique ou les tanins, et l'élimination de la contamination (par exemple, aux aflatoxines).
- Il faudrait pratiquer des tests d'acceptabilité et déployer des efforts relativement à la mise au point du produit. La priorité devrait être évidemment accordée aux aspects opérationnels au niveau ménager. Toutefois, ces produits pourraient être également soumis à des essais de marché d'envergure, à l'aide de groupes témoins recevant des produits non fermentés de même composition. La surveillance de l'apport alimentaire, du gain de poids et de l'état nutritionnel, pendant les mois d'étude des groupes témoins et groupes d'expérience, devrait permettre une amélioration scientifique de la nutrition infantile.
- Il faudrait enquêter sur les effets thérapeutiques ou prophylactiques d'une consommation régulière de bouillies fermentées à l'acide lactique.

Dans le domaine de l'élevage des animaux, il a été rapporté que chez les cochons et les canards, la colonisation des intestins par la *Salmonella* sp. pathogène peut être réduite en utilisant des aliments fermentés à l'acide lacti-

que (Fuller 1986). On ne sait toutefois pas grand-chose sur la bactériologie de ces effets. De même, les aliments fermentés à l'acide lactique ont été associés à des effets bénéfiques chez les êtres humains, comme la guérison de la diarrhée, l'amélioration du métabolisme du lactose, ainsi qu'à des actions anticholestérolémiques et même anticancérigènes (Fernandes 1987). L'absence de solides données d'expérimentation rend toutefois impossible de prédire si l'on peut espérer obtenir ces avantages de la consommation régulière de bouillies de céréales fermentées à l'acide lactique. À notre avis, l'une des priorités de la recherche serait d'étudier l'effet des bouillies fermentées à l'acide lactique sur les éléments indispensables ainsi que les éléments indésirables de la microflore intestinale des êtres humains, sur le gain de poids et sur l'activité de certaines enzymes métaboliques importantes.

Conclusions et recommandations

- La fermentation lactique contrôlée des ingrédients composant les bouillies a permis d'obtenir une protection très efficace contre la contamination due au développement des *S. typhimurium* et contre la germination et la croissance des spores bactériennes résistant à la chaleur.
- Une enquête devrait être menée sur l'effet de cette fermentation sur d'autres genres d'*Enterobacteriaceae* ainsi que sur certaines bactéries toxigènes plus tolérantes à l'acide, comme les *Staphylococcus aureus*.
- Une recherche devrait aussi être entreprise sur l'influence de la fermentation à l'acide lactique sur la valeur nutritive des bouillies ainsi que sur l'effet de ces bouillies sur la composition de la microflore intestinale.
- Des demandes devraient être présentées aux agences subventionnaires appropriées afin de permettre l'exécution de programmes de recherche fondamentale et pragmatique. Sous ce rapport, les réseaux scientifiques peuvent être précieux : ils peuvent aider à promouvoir les échanges de découvertes, à établir des projets de coopération, à faciliter les échanges de personnel et à coordonner les essais sur le terrain.

Remerciements

Les auteurs désirent remercier le Dr W. Klaver de l'International Courses in Food Science and Nutrition, Wageningen, de sa contribution à la création des mélanges complexes testés.

Bibliographie

Alnwick, D. 1986. Sour sorghum porridges — are they good weaning foods? UNICEF Eastern and Southern Africa Regional Office, Nairobi, Kenya.

- Banigo, E.O.I., Muller, H.G. 1972. Carboxylic acid patterns in ogi fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 23, 101-111.
- Brandtzaeg, B., Malleshi, N.G., Svanberg, U., Desikachar, H.S.R., Mellander, O. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. III. Studies of malted flours from ragi, sorghum and green gram. *Journal of Tropical Pediatrics*, 27, 184-189.
- Chen, L.C. 1983. Interactions of diarrhoea and malnutrition. Mechanisms and interactions. In Chen, L.C., Scrimshaw, N.S., ed., *Diarrhoea and malnutrition*. Plenum Publishing Corp., New York, NY, É-U.
- Dada, L.O., Muller, H.G. 1983. The fate of aflatoxin B1 in the production of ogi, a Nigerian fermented sorghum porridge. *Journal of Cereal Science*, 1, 63-70.
- Dearden, C., Harman, P., Morley, D. 1980. Eating more fats and oils as a step towards overcoming malnutrition. *Tropical Doctor*, 10, 137-142.
- El Tinay, A.H. 1978. Biochemistry investigation on sorghum kisra fermentation. Mémoire présenté à l'atelier «Sorghum and Millet: Food Production and Use», tenu à Nairobi, Kenya, du 4 au 7 juillet 1978. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Canada.
- Evans, J.R. 1986. International health: a rationale. *ASM News*, 52, 460-464.
- FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'agriculture et l'alimentation). 1986. Food composition tables for Africa. FAO, Rome, Italie. p. 250.
- 1970. Amino acid contents of foods and biological data on proteins. FAO, Rome, Italie. p. 80.
- FAO/OMS/UNU (Organisation des Nations-Unies pour l'agriculture et l'alimentation/ Organisation mondiale de la santé/Université des Nations-Unies). 1985. Energy and protein requirements. *Rapports techniques de l'OMS*, 724, 30.
- Fernandes, C.F., Shahani, K.M., Amer, M.A. 1987. Therapeutic role of dietary lactobacilli and lactobacillic fermented dairy products. *FEMS Microbiological Review*, 46, 343-356.
- Fuller, R. 1986. Probiotics. *Journal of Applied Bacteriology. Symposium Supplement*, 15, 1S-7S.
- Klaver, W. 1985. Some considerations on the formulation of weaning mixtures. In Eeckels, R.E., Ransome-Kuti, O., Kroonenberg, C.C., ed., *Child health in the tropics*. Martinus Nijhoff, Boston, MA, É-U. p. 19-27.
- Mbugua, S.K. 1987. The nutritional and fermentation characteristics of uji produced from dry milled maize flour (unga baridi) and whole wet milled maize. *Chemical Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel*, 10, 154-161.
- Muller, H.G. 1981. Fermented cereal products of tropical Africa. In Moo-Young, M., Robinson, C.W., ed., *Advances in biotechnology. Volume II. Fuels, chemicals, foods and waste treatment*. Pergamon Press Ltd, Oxford, RU. p. 541-546.

- NRC (National Research Council). 1985. Subcommittee on nutrition and diarrhoeal diseases control. Nutritional management of acute diarrhoea in infants and children. National Academy Press, Washington, DC, É-U.
- Nicol, B.M. 1971. Protein and calorie concentration. *Nutrition Reviews*, 29, 83-88.
- Nout, M.J.R., de Dreu, M.A., Zuurbier, A.M., Bonants-van Laarhoven, T.M.G. 1987. Ecology of controlled soyabean acidification for tempe manufacture. *Food Microbiology*, 4, 165-172.
- Platt, B.S. 1962. Tables of representative values of food commonly used in tropical countries. Medical Research Council, London, RU. Special Report Series, 302, 60.
- Rowland, M.G.M., Barrell, R.A.E., Whitehead, R.G. 1978. Bacterial contamination in traditional Gambian weaning foods. *Lancet*, 1978, 136-138.
- Stephenson, L.S., Crompton, D.W.T., Latham, M.C., Schulpén, T.W.J., Nesheim, M.C., Jansen, A.A.J. 1980. Relationships between *Ascaris* infection and growth of malnourished pre-school children in Kenya. *American Journal of Clinical Nutrition*, 33, 1165-1172.
- Szczesniak, A.S. 1972. Instrumental methods of texture measurement. *Food Technology*, 26(1), 50-56, 63.
- Tomkins, A. 1986. Nutrition-related technologies. In *Primary health care technologies at the family and community levels*. Fonds des Nations-Unies pour l'enfance, New York, NY, É-U.
- UNICEF (Fonds des Nations-Unies pour l'enfance). 1986. State of the world's children 1987. UNICEF, New York, NY, É-U.
- van Steenbergén, W.M., Mossel, D.A.A., Kusin, J.A., Jansen, A.A.J. 1983. Machakos Project Studies. Agents affecting health of mother and child in a rural area of Kenya. XXIII. Bacterial contamination of foods commonly eaten by young children in Machakos, Kenya. *Tropical and Geographical Medicine*, 35, 193-197.
- Waterlow, J. 1981. Observations on the suckling's dilemma - a personal view. *Journal of Human Nutrition*, 35, 85-98.
- Waterlow, J., Payne, P.R. 1985. The protein gap. *Nature (London)*, 258, 113-117.