

Caractéristiques microbiologiques et organoleptiques du nétéu du commerce

Babacar N'Dir, Rokhaya D. Gningue,
N'deye G. Keita, Moussa Souane, Luc Laurent,
Colette Cornelius, Philippe Thonart

Les graines de caroubier africain (*Parkia biglobosa*) sont transformées par fermentation en nétéu, un condiment de grande valeur alimentaire (appelé aussi « dawa-dawa » ou « soumbala ») [1] qui fait l'objet d'importantes transactions commerciales entre différents pays africains et que l'on trouve sur tous les marchés traditionnels. Sur les marchés de Dakar, les trois principaux nétéu, ceux de Casamance (Sénégal), de Guinée et du Mali, varient en qualité comme en prix. Ces différents nétéu sont fabriqués et vendus dans des conditions qui favorisent leur contamination par les micro-organismes ; en effet, on ne connaît ni ne maîtrise leur filière de la production à la vente sur le marché. La fabrication du nétéu présente trois étapes essentielles (figure 1) : une première cuisson de 15 à 24 heures des graines entières sèches, une seconde cuisson d'environ 1 heure des graines décortiquées et lavées et, enfin, une fermentation des cotylédons cuits durant trois à quatre jours. Après la fermentation, le séchage se fait au soleil pendant un jour au moins. Au Sénégal, les cotylédons fer-

mentés sont salés et parfois saupoudrés de cendres tamisées avant d'être séchés. Au Mali, ils sont préséchés pendant un jour, moulus, traités à la vapeur puis séchés une seconde fois.

La flore des graines de caroube fermentées est constituée essentiellement de germes du genre *Bacillus* [1-5], mais on connaît mal la microflore d'accompagnement, la qualité hygiénique et organoleptique du nétéu ainsi que sa conservabilité. Peu de données existent concernant la flore responsable des altérations et des mauvaises odeurs souvent relevées par les consommateurs et dont la prévention représenterait un grand intérêt économique.

Notre étude a pour but d'évaluer les caractéristiques microbiologiques, biochimiques et organoleptiques des nétéu du commerce afin d'identifier et de contrôler les microorganismes et de pouvoir, par une fermentation contrôlée utilisant des starters, contrôler la saveur et l'arôme de ce condiment apprécié dans la cuisine traditionnelle africaine.

Matériel et méthodes

Analyses

Trois échantillons de nétéu originaires de Casamance (notés de 1 à 3), trois de Guinée (notés de 4 à 6) et trois du Mali (notés de 7 à 9) ont été prélevés dans des sachets stériles sur le marché de Dakar. Les analyses ont été effectuées sur 10 grammes de produit homogénéisé,

additionnés de 90 millilitres d'eau peptonée tamponnée stérile. Ensuite, une série de dilutions a été réalisée de 10^{-2} à 10^{-8} en utilisant du tryptone sel comme diluant. Les indices de qualité hygiénique ont été déterminés par le dénombrement de la flore totale, des streptocoques D, des *Clostridium* sulfitoréducteurs et des staphylocoques pathogènes. La conservation ou l'altération a été évaluée par le dénombrement de la flore productrice de sulfure d'hydrogène (H_2S), des staphylocoques non pathogènes, des microcoques, des levures et des moisissures. Les dénombrements microbiens ont été effectués en utilisant les milieux de culture classiquement recommandés :

- flore totale et flore productrice de sulfure d'hydrogène (flore H_2S^+) : milieu Iron Agar (MIA) dont le pH est ajusté à 7,4 avec du NaOH 2N. Au moment de l'emploi, 0,04 % de L. cystéine a été ajouté, l'ensemencement se faisant en double couche [6] ;
- streptocoques D (gélose Bile Esculine Azide) ;
- staphylocoques et microcoques (gélose Baird Parker au jaune d'œuf et au tellurite de potassium) ;
- staphylocoques pathogènes (recherche de la coagulase sur plasma de lapin) ;
- *Clostridium* sulfitoréducteurs (gélose tryptone sulfite et néomycine) ;
- levures et moisissures osmophiles : gélose à l'extrait de malt, à l'extrait de levure et à 5 % NaCl [7] ;
- levures et moisissures non osmophiles : gélose à l'extrait de malt et à l'extrait de levure [7].

B. N'Dir, R.D. Gningue, N.G. Keita, M. Souane, L. Laurent : Institut de technologie alimentaire, BP 2765 Dakar, Sénégal.
C. Cornelius, P. Thonart : Centre wallon de biologie industrielle, Service de Technologie microbienne, ULg, B40, 4000 Liège, Belgique.
P. Thonart : Centre wallon de Biologie industrielle, Unité de Bio-industries, FSAGx, 5030 Gembloux, Belgique.

Tirés à part : B. N'Dir

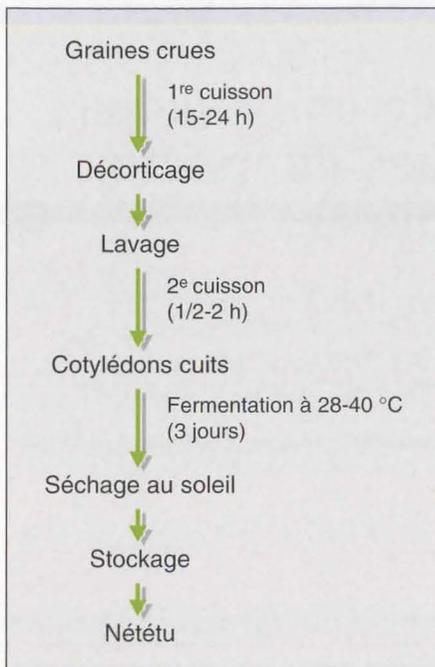


Figure 1. Schéma général de la fabrication traditionnelle du nététu.

Figure 1. Diagram of a traditional netetu manufacturing process.

Pour évaluer la flore d'accompagnement, un traitement thermique de 100 °C pendant 5 minutes a été réalisé systématiquement avant les dénombrements microbiens (flore totale et flore H_2S^+ , à 30 et 45 °C) se rapprochant ainsi des conditions subies par les cotylédons lors de leur transformation en milieu traditionnel [8]. En plus du dénombrement de la flore productrice de H_2S , la production de sulfure d'hydrogène (H_2S) à partir du nététu brut (2,5 g de nététu par tube) a été évaluée à l'aide d'une bandelette de papier imbibée d'acétate de plomb (3 g d'acétate de plomb pour 15 ml d'eau distillée stérile) puis séchée à 37 °C. La flore H_2S^+ a provoqué une dégradation des protéines avec formation de H_2S malodorant. Après incubation du tube (nététu brut) à 37 °C pendant 48 heures, la production de H_2S se perçoit par un noircissement plus ou moins intense du papier. La composition chimique des nététu a été déterminée selon les méthodes standard AOAC et exprimée en grammes pour 100 grammes de produit sec pour les dosages de fibre brute [9], cendres, protéines, matières grasses et NaCl [10]; en milligrammes pour 100 grammes de produit sec pour le calcium [10]; en % par rapport au poids humide pour la teneur en eau.

Appréciation organoleptique

À l'issue des premières analyses, des échantillons de nététu différents par leur profil chimique et microbiologique ont été simultanément présentés dans un ordre variable à un jury entraîné de onze membres. L'évaluation de leurs qualités organoleptiques a été effectuée à l'aide d'un système de notation établi sur une échelle de 1 à 9. Au préalable, les principales caractéristiques d'appréciation de la qualité d'un nététu vendu sur le marché avaient été définies par une enquête préliminaire auprès de cent consommateurs. Il s'agissait de la présentation, de la couleur, de la texture, de la propreté et de l'odeur. L'évaluation, par chaque membre du jury, de chacune de ces caractéristiques a été faite sans tenir compte de leur importance vis-à-vis de la qualité globale, par attribution d'une note (un nombre entier) s'échelonnant de 1 à 9. Un coefficient de pondération, variant de 1 à 3, a été attribué à chaque caractéristique afin qu'un défaut secondaire n'ait pas le même poids, dans la décision finale, qu'un défaut important. Un coefficient égal à 1 a été donné à la présentation, à la couleur et à la texture. Des coefficients de valeurs 2 et 3 ont été attribués respectivement à la propreté et à l'odeur. En conséquence, la note globale minimale sera 8, la note globale maximale 72 et la note globale moyenne 40.

Résultats

Le *tableau 1* résume la composition chimique des trois types de nététu du commerce.

La teneur en eau de tous les échantillons est inférieure à 50 %, assurant ainsi une bonne conservation. Le nététu du Sénégal (Casamance) est salé (22,6 à 23,2 % de NaCl), contrairement aux nététu guinéens et maliens qui sont nettement plus secs (avec des teneurs en eau respectivement de 11,8 à 17,4 % et 10,8 à 20,1 % contre 38,3 à 49 % pour ceux de Casamance). Les trois types de nététu présentent également des teneurs sensiblement différentes en cendres, protéines, matières grasses, cellulose et calcium. Les nététu guinéen et malien sont riches en matières grasses (23,2 à 34,5 % et 29,6 à 38,6 % respectivement contre 8,6 à 12,1 % pour le nététu casamançais). Ils présentent également des concentrations de calcium plus élevées : 98,6 à 313,6 et 90,9 à 594,2 mg/100 g pour les nététu de Guinée et du Mali, contre 66,1 à 153,2 mg/100 g pour le nététu sénégalais.

Les *tableaux 2 et 3* rendent compte des caractéristiques microbiologiques en rapport avec les indices de qualité hygiénique, organoleptiques et de conservation des trois types de nététu.

Les résultats montrent la prédominance des germes sporulés résistants au traite-

Tableau 1

Composition chimique des trois types de nététu du commerce

Origine du nététu	Sénégal			Guinée			Mali		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Échantillons									
Teneur en eau* (%)	43,3	49,0	38,3	11,8	17,4	17,3	10,8	20,1	18,1
Cendres** sans NaCl (g)	2,1	1,6	1,1	3,9	3,8	4,2	4,7	4,9	4,6
Protéines** (N x 6,25) (g)	30,5	41,4	35,9	32,8	36,6	44,5	39,3	38,3	41,3
Matières grasses** (g)	8,6	10,2	12,1	28,9	34,5	23,2	38,6	29,6	37,2
Fibre brute** (g)	10,3	9,5	11,0	8,2	6,6	4,9	13,1	13,2	17,9
NaCl** (%)	22,6	23,2	22,7	9,3	4,2	5,6	2,6	4,3	11,0
Calcium** (mg)	66,1	153,2	109,6	221,6	313,6	98,6	594,2	90,9	192,9

* Pour 100 g de produit brut.
** Pour 100 g de produit sec.

Chemical characteristics of three commercial types of netetu

ment thermique de 100 °C pendant 5 minutes (spores à 30 et 45 °C). Il s'agit de représentants du genre *Bacillus* : de $1,3.10^7$ à $8,1.10^7$ spores de *Bacillus* sont dénombrées à 30 °C par gramme de nété-tu de Casamance contre $1,0.10^5$ à $1,6.10^8$ spores pour celui de Guinée et seulement $6,0.10^5$ à $1,6.10^6$ spores pour le nété-tu malien. Ce dernier avait subi, après fermentation et mouture, un traitement thermique complémentaire par cuisson à la vapeur suivi d'un séchage au soleil.

Concernant les indicateurs de qualité hygiénique, six échantillons de nété-tu (notés 2, 4, 5, 6, 8, 9) présentent un grand nombre des streptocoques D ($> 10^3$ unités formant colonies – UFC/g). Les *Clostridium* sulfitoréducteurs à 45 °C sont dénombrés à plus de 10 UFC/g dans sept échantillons (notés 1 à 7). En revanche, les staphylocoques pathogènes sont présents à raison de moins de 100 UFC/g dans tous les échantillons de nété-tu.

En ce qui concerne les indicateurs de conservation ou d'altération, on note, pour les trois types de nété-tu, la présence de staphylocoques et de microcoques ($> 10^3$ UFC/g) ainsi que des germes producteurs de H_2S ($> 10^3$ UFC/g) qui sont à l'origine des odeurs désagréables de certains nété-tu. Les germes H_2S^+ paraissent sensibles au traitement thermique (100 °C pendant 5 minutes) car leur nombre diminue quelle que soit la température d'incubation (30 ou 45 °C).

Le tableau 4 présente l'évaluation, par le jury, des caractéristiques organoleptiques d'échantillons de nété-tu (notés 3, 6, 8) du Sénégal, de Guinée et du Mali. Ces trois échantillons ont été sélectionnés sur la base de leurs profils chimiques et microbiologiques différents. Les notes globales sont légèrement supérieures à la moyenne de 40 (42, 51 et 49 respectivement pour les nété-tu de Guinée, Mali et Sénégal). Une correspondance est observée entre l'importance de la microflore H_2S^+ et l'intensité de la production de sulfure d'hydrogène (H_2S). Ainsi, le nété-tu de Casamance, le plus humide (38,3 % de teneur en eau) et le plus salé (22,7 % de NaCl) est le moins contaminé par les germes H_2S^+ ($4,5.10^2$ UFC/g à 30 °C et $5,0.10^3$ UFC/g à 45 °C). Il libère aussi comparativement moins de H_2S que le nété-tu de Guinée qui présente par ailleurs une contamination plus importante par des germes H_2S^+ ($2,8.10^3$ UFC/g à 30 °C et $2,0.10^6$ UFC/g à 45 °C). Parallèlement, la cotation, du point de vue de l'odeur, est moins bonne

Summary

Microbiological and organoleptic characteristics of commercial netetu

B. N'Dir, R.D. Gningue, N.G. Keita, M. Souane, L. Laurent, C. Cornelius, P. Thonart

Netetu is a fermented product from African locust beans (Parkia biglobosa). It is the most important food condiment in many African countries. Traditional netetu manufacturing procedures vary between regions. In this study, beans were boiled for 15-24 h until soft; cooked beans were pounded and then washed to remove tough fibrous testa from the seeds. The cotyledons obtained were then cooked for 30 min, and drained and cooled 1 h later. Cotyledons were left to ferment for 72 h in a warm room in order to obtain netetu. After fermentation, they were salted and sun-dried for 1 day (in Senegal) or sun-dried for 1 day prior to pounding, moulded into balls, cooked and then sun dried (Mali). Three batches of netetu, produced in Guinea, Mali and Senegal, were purchased from a local market in Dakar to compare their microbiological and organoleptic characteristics. Differences were noted in their biochemical, microbiological and organoleptic characteristics. In Casamance (Senegal), the netetu drying process (38.3-49.1% moisture content) includes the addition of salt (22.6-23.2% NaCl), and the final product differs from netetus produced in Guinea and Mali, which are less moist (11.8-17.2% and 10.8-20.1% moisture content, respectively). There are also differences with respect to other parameters, e.g. protein, ash, lipid, crude fiber and calcium contents (Table 1). The microflora of all types of netetu mainly contains Bacillus species (involved in the fermentation process), in addition to microflora that cause spoilage: Staphylococcus and Micrococcus ($> 10^3$ CFU/g), Clostridia sulfide reducers at 46° C ($> 10^3$ CFU/g) for 7 samples out of 9, Streptococci D ($> 10^3$ CFU/g) in 6 samples out of 9, and hydrogen sulfide-forming flora at 45° C ($> 10^3$ CFU/g) in all samples. Counts in 1 g of wet product were $1.3.10^7$ - $3.5.10^7$ Bacillus spores at 30° C for netetu from Casamance, whereas the results in Guinean and Malian products were $1.0.10^5$ - $1.6.10^8$ and $6.0.10^5$ - $1.6.10^6$ (Tables 2 and 3). In organoleptic terms, the most serious microbiological spoilage is due to hydrogen sulfide (H_2S) production by H_2S^+ germs, which has a negative impact on netetu aroma (i.e. products from Guinea). After evaluation, all three types of netetu showed higher than mean (40) sensorial grades, i.e. around 42, 51 and 49 for products from Guinea, Mali and Senegal, respectively (range 8-42; Table 4). Commercial netetu purchased in a local market of Dakar was found to mainly contain sporulated Bacillus and other microflora that spoil the hygienic and organoleptic qualities of the product. This mixture of different flora is responsible for the complex metabolic chemistry of netetu, and for the sensorial qualities of this product as perceived by consumers. It is essential to define the optimal microbiological quality, critical points, and organoleptic criteria concerning netetu in order to improve this product. Further biotechnology studies are required to find a suitable starter so that the quality of the final product and its marketing can be fully controlled.

Cahiers Agricultures 1997 ; 6 : 299-304.

Tableau 2

Indices de qualité hygiénique des trois types de nétéu du commerce (unités formant colonies/g de poids humide)

Origine du nétéu	Sénégal			Guinée			Mali		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Échantillons									
Flore totale à 30 °C	2,2.10 ⁷	7,3.10 ⁷	2,0.10 ⁷	4,8.10 ⁷	2,5.10 ⁷	3,9.10 ⁴	9,0.10 ⁵	8,1.10 ⁵	5,0.10 ⁴
Flore totale à 45 °C	6,3.10 ⁶	7,1.10 ⁷	4,9.10 ⁷	1,1.10 ⁶	7,9.10 ⁶	3,2.10 ⁷	1,2.10 ⁶	9,0.10 ⁵	2,0.10 ⁶
Streptocoques D	< 10	1,4.10 ⁶	4,6.10 ²	9,5.10 ⁴	2,3.10 ⁵	1,1.10 ⁴	1,2.10 ²	5,5.10 ³	4,0.10 ³
Staphylocoques pathogènes <i>Clostridium</i>	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
sulfitoréducteurs à 46 °C	1,7.10 ²	2,0.10 ²	> 10	> 10	5,0.10 ¹	2,0.10 ¹	1,4.10 ²	3	4
Spores poussant à 30 °C (100 °C/5 min)	3,5.10 ⁷	1,3.10 ⁷	8,1.10 ⁷	1,3.10 ⁸	1,6.10 ⁸	1,0.10 ⁵	1,6.10 ⁶	6,1.10 ⁵	6,0.10 ⁵
Spores poussant à 45 °C (100 °C/5 min)	4,8.10 ⁸	4,0.10 ⁸	1,7.10 ⁸	9,4.10 ⁸	6,4.10 ⁸	6,8.10 ⁶	1,5.10 ⁵	2,5.10 ⁶	5,0.10 ⁵

Sanitary quality indices for three commercial types of netetu (CFU/g, wet weight)

Tableau 3

Indices d'altération et de conservation des trois types de nétéu du commerce (unités formant colonies/g de poids humide)

Origine du nétéu	Sénégal			Guinée			Mali		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Échantillons									
Flore H ₂ S ⁺ à 30 °C	1,8.10 ²	2,0.10 ⁴	4,5.10 ²	3,2.10 ³	1,4.10 ⁵	2,8.10 ³	7,6.10 ⁴	5,7.10 ²	2,4.10 ⁴
Flore H ₂ S ⁺ à 30 °C (100 °C/5 min)	< 10	8,3.10 ¹	< 10	< 10	3,0.10 ¹	7,3.10 ¹	4,1.10 ¹	3,8.10 ¹	7,6.10 ¹
Flore H ₂ S ⁺ à 45 °C	1,2.10 ⁵	2,1.10 ⁴	5,0.10 ³	5,6.10 ³	7,3.10 ³	2,6.10 ⁶	1,4.10 ³	1,3.10 ⁴	7,5.10 ³
Flore H ₂ S ⁺ à 45 °C (100 °C/5 min)	< 10	6,6.10 ²	< 10	< 10	< 10	< 10	4,4.10 ¹	5,6.10 ¹	1,9.10 ¹
Levures et moisissures non osmophiles	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Levures et moisissures osmophiles	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Staphylocoques et microcoques	6,9.10 ²	5,3.10 ⁵	9,0.10 ³	7,4.10 ³	1,5.10 ⁴	1,6.10 ³	1,6.10 ³	2,1.10 ³	9,4.10 ²

Spoilage index and shelf-life of three commercial types of netetu (CFU/g, wet weight)

pour le nétéu de Guinée, avec 15,8 contre 21,0 et 20,2 pour les nétéu maliens et sénégalais. C'est aussi le nétéu de Guinée qui présente la moins bonne appréciation globale (42,4 sur 72). Le nétéu de Casamance qui contient moins de germes H₂S⁺ est cependant moins bien coté que celui du Mali du point de vue de l'odeur.

Discussion

La teneur en sel élevée des nétéu de Casamance peut expliquer en partie leur plus grande teneur en eau que les nétéu

guinéens et maliens. La pénétration et la diffusion du sel dans les nétéu de Casamance sont favorisées par la faible teneur en matières grasses des cotylédons qui est, pour ce type de nétéu, de 8,6 à 12,0 % contre 23,2 à 34,5 % et 27,2 à 29,6 % respectivement pour les nétéu de Guinée et du Mali [11, 12]. Le sel apparaît comme un ingrédient essentiel dans la fabrication du nétéu de Casamance car il abaisse l'activité de l'eau (Aw). En effet, les altérations du nétéu sont dues à des réactions chimiques ou enzymatiques pour lesquelles l'eau est nécessaire, de sorte que la réduction de l'activité de l'Aw les ralentit. Par ailleurs, la richesse en calcium des nétéu de Guinée (98,6 à

313,6) et du Mali (90,9 à 594,2) contre seulement 66,1 à 153,2 mg/100 g pour le nétéu de Casamance influencerait négativement la lipolyse. Les ions Ca⁺⁺ agiraient, au moins partiellement, en éliminant les acides gras résultant de la lipolyse sous forme de savons de calcium insolubles [13]. Les résultats montrent, pour tous les nétéu, une importante microflore d'altérations à côté de la microflore principale représentée par des *Bacillus* et impliquée dans la fermentation [1-5]. La présence en grand nombre de streptocoques D et de *Clostridium* sulfitoréducteurs pose des problèmes d'hygiène. Les *Clostridium* sulfitoréducteurs sont des germes sporulés anaérobies,

Tableau 4**Évaluation sensorielle des trois types de nététu du commerce**

Origine du nététu	Sénégal	Guinée	Mali
Échantillons	3	6	8
Présentation (1*) 1 : inacceptable, 5 : acceptable, 9 : excellent	5,9 ± 1,1	5,4 ± 0,7	6,1 ± 1,2
Couleur (1*) 1 : hétérogène, 5 : normale, 9 : parfaite	6,0 ± 1,3	5,3 ± 0,6	6,1 ± 1,3
Texture (1*) 1 : très molle, 5 : acceptable, 9 : parfaite	5,8 ± 1,2	5,2 ± 0,6	6,2 ± 1,2
Propreté (2*) 1 : très mauvaise, 5 : acceptable, 9 : parfaite	11,4 ± 1,8	10,7 ± 1,3	12,0 ± 2,0
Odeur (3*) 1 : très mauvaise, 5 : franche, 9 : très bonne	20,2 ± 2,7	15,7 ± 1,4	21,0 ± 3,3
Appréciation globale 8 : minimale, 40 : moyenne, 72 : maximale	49,1 ± 7,0	42,4 ± 2,8	51,4 ± 5,4
Production de H ₂ S	Faible	Très forte	Moyenne

* Coefficient de pondération.

Evaluation of organoleptic parameters of three commercial types of netetu

probablement originaires du sol, qui réduisent les sulfites avec production de H₂S [14]. Les streptocoques D ou streptocoques fécaux (d'origine animale ou humaine) indiquent plus précisément soit un défaut d'hygiène de fabrication, soit des conditions de conservation et/ou de distribution défectueuses. Étant acido-protéolytiques et fortement lipolytiques, ils peuvent participer à une dégradation des protéines et des lipides du nététu et contribuer ainsi négativement à sa saveur et à son arôme au même titre que les staphylocoques, les microcoques et les germes producteurs de H₂S.

Par ailleurs, l'hydrogène sulfuré provient en partie de la dégradation microbienne des acides aminés soufrés (cystéine, cystine et méthionine), composés limitants dans les cotylédons de caroube africaine comme dans la plupart des légumineuses [15]. Le mécanisme de la libération du H₂S à partir de la cystéine n'est pas certain. La cystéine serait métabolisée en NH₃, H₂S et pyruvate. Le nététu de Casamance qui est traité au sel contient moins de H₂S, ce qui est intéressant du point de vue organoleptique. Le sel aurait une action inhibitrice vis-à-vis des germes producteurs de

H₂S. En outre, la volatilité des substances augmenterait en présence de sels. Ce phénomène de *salting out* est dû à la mobilisation d'une partie de l'eau de solvatation par les molécules de sel, ce qui entraîne la répulsion des molécules d'arôme et augmente ainsi leur volatilité par rapport au milieu non traité au sel. L'importance de ce relargage est fonction du composé aromatique, de sa nature et de la teneur en sel dans le milieu [16, 17].

Les staphylocoques et microcoques sont des germes généralement manutransportés. Ils sont signalés sur les cotylédons fermentés de caroube africaine par plusieurs auteurs [3, 4, 18-20]. Les microcoques se développent à la faveur de la remontée du pH pendant la fermentation par les *Bacillus* [4]. Ils sont dotés d'une certaine activité protéolytique et sont aptes à dégrader les acides aminés. Leur rôle dans la maturation du nététu et dans le développement de son arôme est encore très mal connu. Il en va de même pour la spécificité des germes producteurs de H₂S qui confèrent au nététu une odeur désagréable. Ces germes sont sensibles au traitement thermique à 100 °C pendant 5 minutes et peuvent

être considérés comme des accidents de fabrication.

Les résultats d'enquêtes préliminaires auprès de cent consommateurs ont montré que les trois facteurs déterminant la qualité organoleptique d'un nététu sont l'odeur (arôme), la saveur et accessoirement la couleur. On ne dispose pas encore de données expérimentales concernant la saveur. Les trois types de nététu, éloignés du point de vue de leurs profils microbiologique et biochimique, présentent également des caractéristiques organoleptiques différentes. Leurs notes globales, légèrement supérieures à la moyenne, sont en rapport avec les conditions de fabrication et de distribution.

Conclusion

La microflore des nététu commercialisés sur le marché local de Dakar est composée d'une flore principale sporulée dominante du genre *Bacillus* ainsi que d'une flore d'accompagnement qui participe à l'altération de la qualité hygiénique et organoleptique du produit. Cette flore mixte détermine l'importance relative de diverses activités métaboliques ayant lieu dans le nététu et par là même, les profils sensoriels tels que perçus par le consommateur. Parmi les altérations d'origine microbienne, la plus spectaculaire est la production de sulfure d'hydrogène (H₂S) par les germes H₂S⁺ conférant ainsi au produit une odeur désagréable. Ces germes sont sensibles au sel (exemple du nététu de Casamance) et au traitement thermique. Ce sont des contaminants secondaires qui peuvent intervenir à tous les stades de fabrication et de distribution du nététu. La valorisation du nététu passe nécessairement par la définition de la qualité microbiologique à atteindre, des points critiques à contrôler et de la stabilité des paramètres organoleptiques à respecter. En matière de biotechnologie, il serait utile de mettre en œuvre une culture « starter » sélectionnée afin de maîtriser la qualité du produit fini et d'en contrôler la commercialisation ■

Remerciements

M. N'Dir a bénéficié d'une bourse de la Communauté française de Belgique. Les auteurs remercient également la Région Wallonne et l'ACCT pour les subventions accordées au CWBI et à l'ITA.

Références

1. N'Dir B, Hbid C, Cornélius C, *et al.* Propriétés antifongiques de la microflore sporulée du nététu. *Cahiers Agriculture* 1994 ; 3 : 23-30.
2. Odunfa SA, Oyewole OB. Identification of *Bacillus* species from iru a fermented African locust bean *Parkia biglobosa*. *Prod J Basic Microbiol* 1986 ; 26 : 101-8.
3. Ogbadu LJ, Okagbue RN. Fermentation of African locust bean *Parkia biglobosa* seeds. Involvement of different species of *Bacillus*. *Food Microbiol* 1988 ; 5 : 195-200.
4. Odunfa SA. Nutritional characteristics of *Staphylococcus* sp. from fermenting African locust bean (*Parkia biglobosa*). *Die Nahrung* 1989 ; 33 : 607-15.
5. Aderibigbe EY, Odunfa SA. Growth and extracellular enzyme production by strains of *Bacillus* sp. isolated from fermenting African locust bean, iru. *J Appl Bacteriol* 1990 ; 65 : 662-71.
6. Gram L, Trolle G, Huss HH. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0 °C) and high (20 °C) temperatures. *Int J Food Microbiol* 1987 ; 4 : 65-72.
7. Hervé M, Megard D. Maîtrise des contaminations par les levures et moisissures d'extraits végétaux concentrés. Exemple du rouge de betterave. *IAA* 1994 ; 4 : 192-9.
8. Mossel DA. Le contrôle microbiologique. In : Bourgeois CM, Leveau JY. *Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaires*, 3. Paris : Lavoisier-Tec & Doc Apria, 1991 ; 454 p.
9. AOAC. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington D. C. : William Horwitz, 12th ed, 1975 ; 1 094 p.
10. AOAC. *Official methods of analysis of the Association of official analytical chemists*. Virginia : Patricia Cunniff, 6th ed, 1995.
11. Labuza TP. Effect of dehydration and storage. *Food Techn* 1973 ; 27 : 20-6.
12. Godivan TK. Studies of salting and drying of fish with special reference to change in nitrogenous constituents. *Indian Food Parker* 1969 : 18-22.
13. Marcel Sainclivier. *L'industrie alimentaire halieutique. Vol I Le poisson matière première*. Bull Scient et Techn de l'École Nationale Supérieure Agronomique et du Centre de Recherche de Rennes. Éd. Sciences Agronomiques de Rennes 1983, 263 p.
14. Guiraud J, Galzy P. *L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires*. Paris : Editions de l'Usine nouvelle, collection Génie alimentaire, 1980 : 89-91.
15. Eka OU. Effect of fermentation on the nutrient status of locust bean. *Food Chemistry* 1980 ; 5 : 303-8.
16. Volley A, Simatos D, Locin M. Gas phase concentration of volatiles in equilibrium with a liquid aqueous phase. *Lebensm Wiss Techn* 1977 ; 10 : 45-9.
17. Poll L, Flink JM. Aroma analysis of apple juice ; influence of salt addition on headspace volatile composition as measured by gas chromatography and corresponding sensory evaluation. *Food Chem* 1984 ; 13 : 193-207.
18. Odunfa SA. Microorganisms associated with fermentation of African locust bean (*Parkia biglobosa*) during fermentation. *J Plant Foods* 1981 ; 3 : 245-50.
19. Antai SP, Ibrahim MH. Microorganisms associated with African locust bean (*Parkia filicoidea* Welw) fermentation for « dawa-dawa » production. *J Appl Bacteriol* 1986 ; 61 : 145-8.
20. Jideani IAO, Okeke CR. Comparative study of microorganisms and sensory attributes of condiments from the fermentation of different seeds. *Plant Foods Human Nutrition* 1991 ; 41 : 27-34.