MINISTERE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNOLOGIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT

CONCENTRE PROTEIQUE D'ORIGINE MARINE ACCELERATION DE LA MACERATION

PAR

RIVONJAKA RANDRIAMANAMISA

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES

DOCUMENT n° 10 - 1984

REPOBLIKA DEMOKRATIKA MALAGASY
Tanindrazana-Tolompiavotana-Fahafahana

MINISTERE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE POUR
LE DEVELOPPEMENT

SECRETARIAT GENERAL

Centre National de Recherches
Océanographiques
B.P. 68 NOSY-BE
MADAGASCAR

MARS 1985

CONCENTRE PROTEIQUE D'ORIGINE MARINE - ACCELERATION DE LA MACERATION

Par

RIVONJAKA RANDRIAMANAMISA*

Publié au :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES NOSY-BE

(*) Ingénieur chimiste au C.N.R.O. B.P. 68 Nosy-Be (207) Madagascar

ont collaboré à la préparation de ce travail :

- KADERBAY Batoul (1)
- FAZLEABASSE Moula F. (2)
- ADOUHOURI (3)
- ANJARA Jean Réné (4)

(1) : Technicienne de laboratoire au C.N.R.O. Nosy-Be
(2) : Technicien de laboratoire au C.N.R.O. Nosy-Be
(3) : Secrétaire dactylographe
(4) : Préparateur de laboratoire

S O M M A I R E

I.- INTRODUCTION

Dans la plupart des pays en voie de développement on constate un déficit protéique et même si l'on augmente la production totale d'aliment, la consommation par habitant ne cesse de diminuer en raison de l'accroissement démographique. Comme il y a nécessité immédiate d'augmenter l'apport en aliment protéique dans ces régions, il faudrait étudier de très près toute méthode de conservation simple et peu coûteuse.

Depuis des années, des procédés de conservation ont été utilisés pour les aliments en vue d'une part de garder les excédents et d'autre part de les utiliser en période de pénurie. Ces procédés se basaient surtout sur le séchage, le fumage, ou la salaison qui est une extraction des liquides tissulaires par osmose au contact du sel.

Vu la situation actuelle de Madagascar caractérisée par une démographie galopante (2,5%/année), comptant 10 millions d'habitants en 1980 et 16 millions en l'an 2000, l'augmentation du prix de la viande bovine et l'intérêt insuffisant que porte le pays aux ressources marines, une étude a été effectuée sur la fabrication du nuoc-mam (jus de poisson ou concentré protéique) afin de compléter la base de la nourriture malgache.

Les objectifs étaient d'améliorer la qualité du nuoc-mam et surtout d'accélerer la phase de la macération.

Par définition, le nuoc-mam est le jus provenant d'une macération prolongée du poisson dans du sel. Et scientifiquement on peut le définir comme une solution salée de matières protéiques composées en grande proportion d'acides aminés résultant d'une autolyse avec fermentation du poisson en présence de sel marin.

Dans ce fascicule, préparé par le département d'océanographie physique et chimique (D.O.P.C.) du Centre National de Recherches Océanographiques (C.N.R.O.), nous n'avons utilisé que les techniques d'analyse les plus courantes, étant donné que les matériels nécessaires pour d'autres analyses nous font défaut actuellement (four à moufle, centrifugeuse).

Cependant, les techniques d'analyse dont nous disposons permettent de déterminer la composition chimique globale d'un échantillon (teneur en eau, azote, acides aminés...).

II.- METHODOLOGIE

La méthode de fabrication consiste en gros à mélanger les poissons non éviscérés avec du sel dans un bac ou une cuve. C'est la salaison des poissons.

II.1.- Matières premières

II.1.1.- Poissons frais

D'une manière générale, les poissons de mer sont les plus appropriés pour la fabrication du nuoc-mam. Mais en principe, il est possible d'utiliser toutes sortes de poissons aussi bien d'eau de mer (poissons côtiers) que d'eau douce.

Pour des raisons d'ordre pratique, les poissons de mer de petite taille sont les plus adéquats pour obtenir une bonne macération et une autolyse accélérée. Ils pèsent approximativement de 5 à 30 grammes selon l'espèce et la taille, et appartiennent aux familles des Clupéidés et des Carangidés. Ce sont :

- les anchois (Stolephorus commersoni) : poissons minuscules à chair transparente pesant de 2 à 5 grammes avec une taille de 4 à 7 centimètres de long. Ils sont très juteux ;

- les sardinelles (Sardinella gibbosa, Dussumieria acuta, Sardinella albella) : poissons voisins du hareng au dos bleu-vert et au ventre argenté, qui se déplacent en surface et par bancs pendant les bonnes saisons. On les pêche pour les consommer frais, les conserver dans l'huile et pour la fabrication du nuoc-mam.

II.1.2.- Crustacés : utilisation du céphalothorax de crevette

Après l'étêtage de crevettes, les têtes qui sont d'habitude jetées à la mer, sont récupérées pour extraire les protéines qui en restent.

II.1.3.- Le sel

Traditionnellement et même à présent, dans de nombreuses régions du monde, le sel utilisé pour les produits à base de poissons fermentés, de poissons salés et de nuoc-mam,est obtenu par évaporation de l'eau de mer ; il est relativement impur, à moins que les opérations ne soient soigneusement surveillées. Le sel peut en particulier contenir des proportions relatives d'ions calcium, magnésium et sulfate. La présence successive de ces ions donne à la saumure une saveur amère. De même, le sel rouge ou jaune ne doit jamais être utilisé pour la préparation de la saumure à cause de ses impuretés ; il devrait être sec, blanc et non chargé de matières étrangères.

II.2.- Fabrication du nuoc-mam

Il existe plusieurs techniques de fabrication du nuoc-mam, mais généralement elles ont le même principe qui consiste à mélanger les poissons frais et le sel (quatre kilogrammes de poissons pour un kilogramme de sel). Au fur et à mesure que le sel deshydrate les cellules dès les premières heures, des réactions biochimiques se produisent jusqu'à la maturation complète.

Macération : le délai est très long lors de la fabrication. Pendant cette période, le tas du macérat s'affaisse légèrement et le jus surnageant dégage au début une forte odeur.
Notons qu'au Viet-Nam (NGO-BA-THANH, 1953) des saumuriers peuvent savoir par l'examen de l'odeur, du goût et de l'aspect physique du jus si le point de maturité est atteint ou non.

Soutirage : pratiquement le système de soutirage est assez facile car il suffit de filtrer et de purifier le jus surnageant du macérat. NGO-BA-THANH (1953) a signalé que les saumuriers Viet-Namiens utilisent le panier-tube pour le soutirage. C'est un panier en bambou tressé en forme de doigtier, de longueur égale à la hauteur du récipient. On l'enveloppe d'un sac de toile avant de le planter dans la masse de pâte, le fond touchant celui du récipient. Le nuoc-mam infiltré à l'intérieur du panier est recueilli au fur et à mesure à

II.1.3.- Le sel

Traditionnellement et même à présent, dans de nombreuses régions du monde, le sel utilisé pour les produits à base de poissons fermentés, de poissons salés et de nuoc-mam,est obtenu par évaporation de l'eau de mer ; il est relativement impur, à moins que les opérations ne soient soigneusement surveillées. Le sel peut en particulier contenir des proportions relatives d'ions calcium, magnésium et sulfate. La présence successive de ces ions donne à la saumure une saveur amère. De même, le sel rouge ou jaune ne doit jamais être utilisé pour la préparation de la saumure à cause de ses impuretés ; il devrait être sec, blanc et non chargé de matières étrangères.

II.2.- Fabrication du nuoc-mam

Il existe plusieurs techniques de fabrication du nuoc-mam, mais généralement elles ont le même principe qui consiste à mélanger les poissons frais et le sel (quatre kilogrammes de poissons pour un kilogramme de sel). Au fur et à mesure que le sel deshydrate les cellules dès les premières heures, des réactions biochimiques se produisent jusqu'à la maturation complète.

Macération : le délai est très long lors de la fabrication. Pendant cette période, le tas du macérat s'affaisse légèrement et le jus surnageant dégage au début une forte odeur.
Notons qu'au Viet-Nam (NGO-BA-THANH, 1953) des saumuriers peuvent savoir par l'examen de l'odeur, du goût et de l'aspect physique du jus si le point de maturité est atteint ou non.

Soutirage : pratiquement le système de soutirage est assez facile car il suffit de filtrer et de purifier le jus surnageant du macérat. NGO-BA-THANH (1953) a signalé que les saumuriers Viet-Namiens utilisent le panier-tube pour le soutirage. C'est un panier en bambou tressé en forme de doigtier, de longueur égale à la hauteur du récipient. On l'enveloppe d'un sac de toile avant de le planter dans la masse de pâte, le fond touchant celui du récipient. Le nuoc-mam infiltré à l'intérieur du panier est recueilli au fur et à mesure à

l'aide d'un "litre" à long manche.

On peut également utiliser un tissu assez épais et un entonnoir pour filtrer.

Au laboratoire, des expérimentations ont été menées dans le but de raccourcir le temps de fabrication et d'observer l'évolution de la teneur (g/l) d'azote total et de protéine dans le jus. Notons que les matériels sont très rudimentaires et ne nécessitent pas un investissement énorme. Les matières premières (Céphalothorax de crevettes, petits poissons, sel, ananas et papaye) sont rangées indifféremment par couche dans un bac en plastique avec couvercle.

L'ananas et la papaye sont utilisés comme catalyseurs lors de l'expérience ; coupé en morceau, la pulpe est mélangée avec les matières premières dès le début de la fabrication. L'ensemble est exposé au soleil pendant la journée. Le sel doit être entièrement dissous dans le jus, sinon après quelques jours d'incubation les mouches y parviennent et c'est un des indices de putréfaction. Des analyses périodiques (N-total, protéine, pH, ...) sont nécessaires jusqu'à l'obtention du point de maturation. Une fois la maturation atteinte, on procède au soutirage qui est la dernière opération de fabrication.

III.- EXPERIMENTATIONS, RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III.1.- Expérimentation avec les anchois

Dans un récipient en plastique, 8 kilogrammes d'anchois frais ont été mis en macération avec du sel fin et blanc (cf. § II.2) à une température ambiante de 27°C. Au cours de l'autolyse, l'analyse de l'azote-total par la méthode de KJELDAHL (FRONTIER-ABOU, 1972) a été effectuée périodiquement pour suivre l'évolution du taux en protéine du jus de poissons. Les résultats sont représentés ci-dessous :

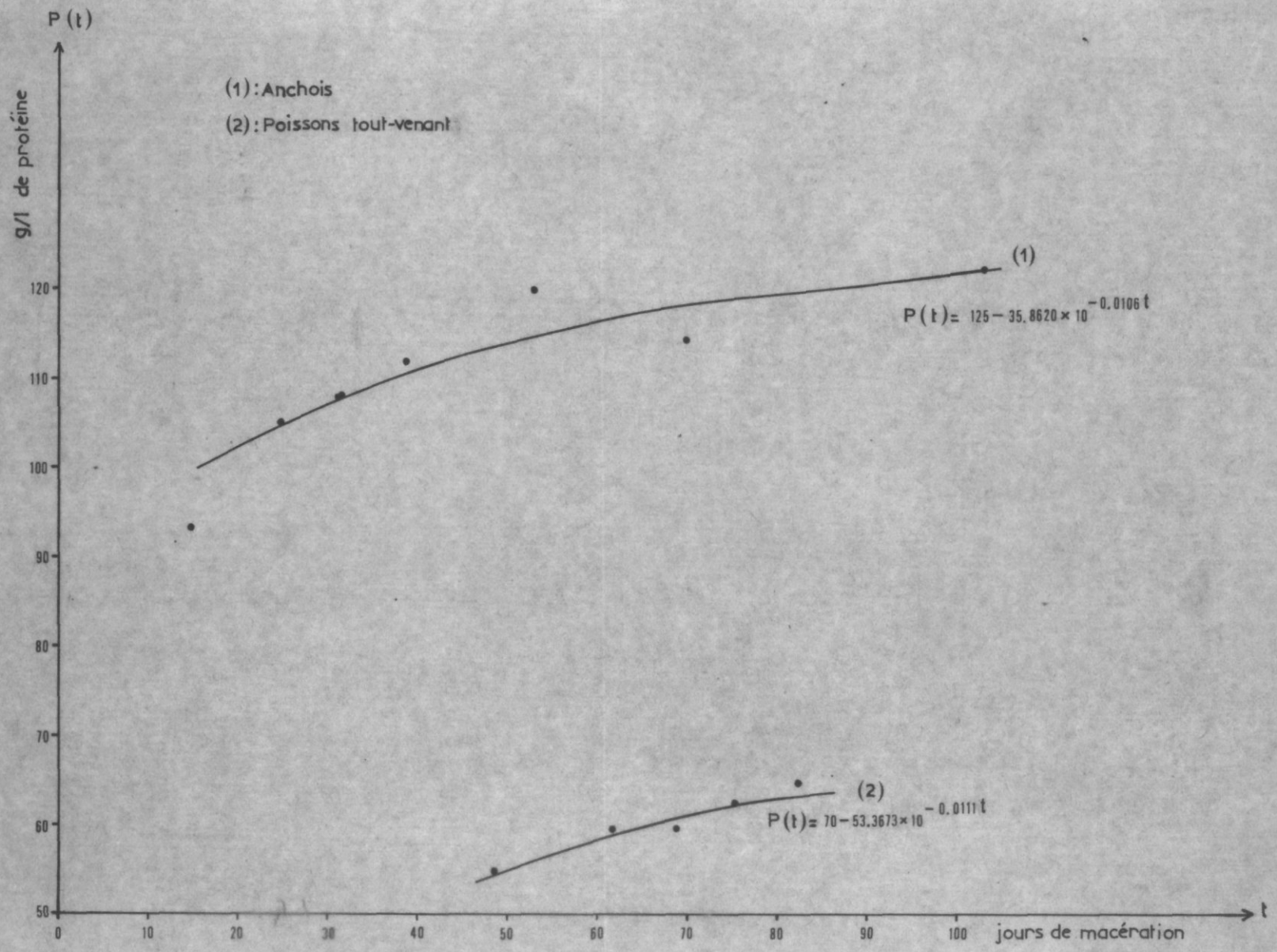

Fig : 1 - Teneur en protéine

Tableau 1 : Evolution des concentrations en azote-total et protéine (g/l) du jus en cours d'autolyse (anchois)

Nombre de jours de macération	16 j	25 j	32 j	39 j	52 j	70 j	103 j
N-total (g/l)	14.92	16.80	17.40	18.03	18.37	18.20	19.54
Protéine (g/l)	93.25	105.00	108.75	112.69	119.69	113.75	122.12

Nous avons soutiré et filtré le jus surnageant après 103 jours de macération.

III.2.- Expérimentation avec les poissons tout-venant

Ce sont des petits poissons de différentes espèces dont les tailles varient de 5 à 10 centimètres de long. Le tableau suivant nous montre les résultats obtenus pendant 83 jours de macération :

Tableau 2 : Evolution des taux (g/l) en azote-total et protéine du jus de macération (poissons tout-venant)

Nombre de jours de macération	49 j	62 j	69 j	76 j	83 j
N-total (g/l)	8,88	9,44	9,52	9,97	10,25
Protéine (g/l)	55,50	59,00	59,50	62,31	64,06

III.3.- Interprétations des résultats

Anchois et poissons tout-venant : si nous comparons la teneur en protéine du nuoc-mam d'anchois et celle du poisson tout-venant (fig. 1) il en résulte que pour un même temps de macération (90 jours), le premier est plus protéique avec 122 g/l, tandis que le nuoc-mam du poisson tout-venant contient 64,5 g/l de protéine.

Les anchois sont des miniscules poissons ; de ce fait, la destruction des tissus s'effectue très vite lors de la macération. Quant aux poissons tout-venant, il est plus difficile de donner des observations particulières car ce sont des poissons de différentes espèces, de différentes tailles. A mesure que la taille du

poisson augmente, la vitesse d'osmose est moins véloce, autrement dit la saumure pénètre dans les tissus avec plus de difficulté. Pourtant le nuoc-mam de poissons tout-venant est un des plus riches en acides aminés qui sont nécessaires à l'organisme humain.

III.4.- Expérimentations avec les sardines entières

Avec les mêmes conditions de fabrication que les expérimentations antérieures, nous avons utilisé 7 kilogrammes de sardines entières (non éviscerées). On a obtenu les résultats suivants :

Tableau 3 : Evolution des taux (g/l) d'azote-total et de protéine dans le jus de macération (sardines entières)

Nombre de jours de macération	6 j	19 j	36 j	72 j	87 j
N-total (g/l)	4.87	9.55	12.88	15.26	15.50
Protéine (g/l)	49.19	59.69	80.50	95.38	96.87

III.5.- Expérimentation avec les sardines coupées

A une température de 27°C, 5 kilogrammes de sardines coupées* non éviscérées et 1250 grammes de sel fin ont été mis en macération pendant 86 jours. Les résultats obtenus sont représentés ci-après :

Tableau 4 : Evolution des taux (g/l) d'azote-total et de protéine dans le jus de macération (sardines coupées)

Nombre de jours de macération	6 j	19 j	36 j	71 j	86 j
N-total (g/l)	8.93	12.68	14.76	15.46	15.59
Protéine (g/l)	55.81	79.25	92.25	96.62	97.44

III.6.- Interprétations des résultats

Deux expérimentations ont été menées à bien dont la première

(*) Sardines coupées transversalement.

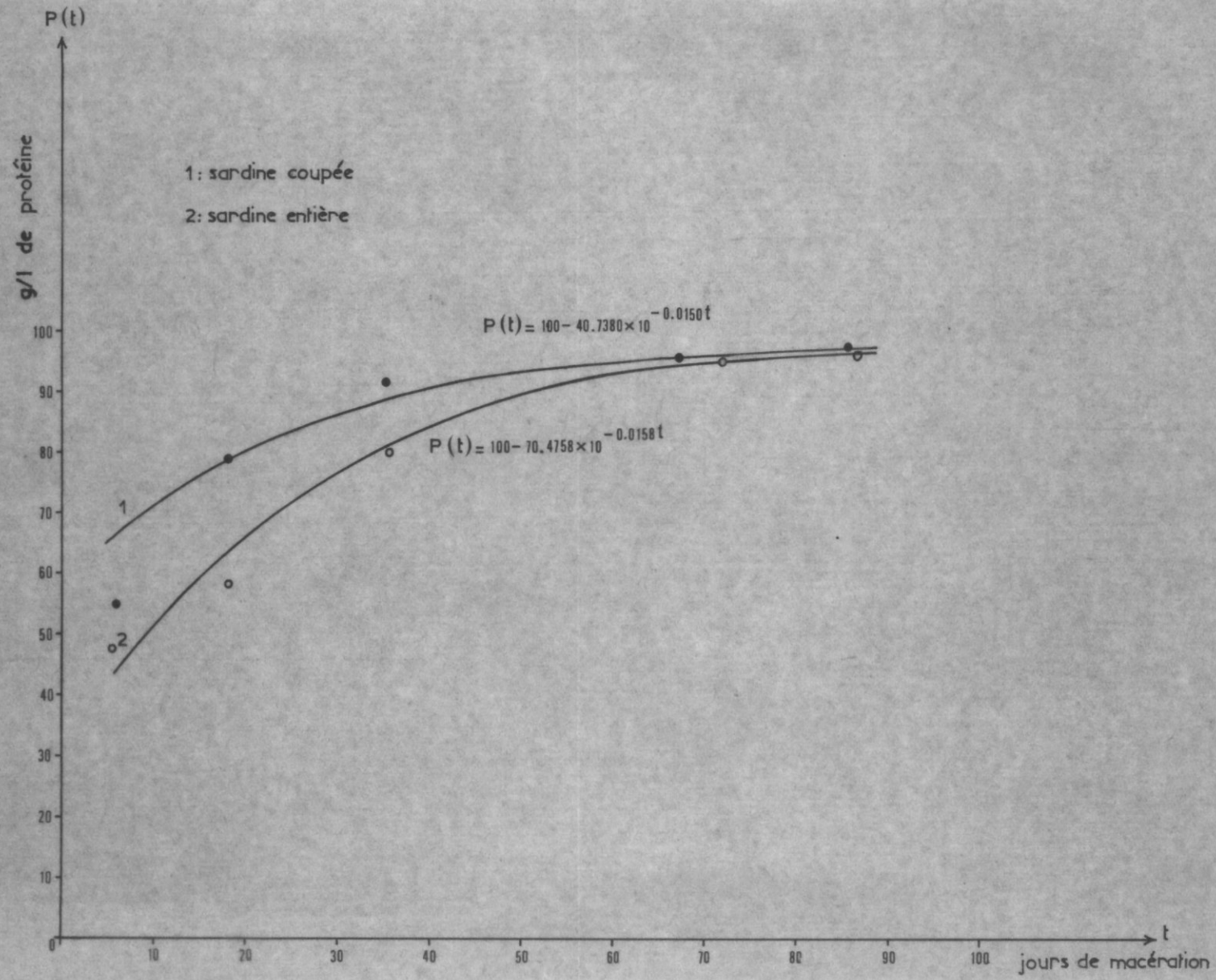

Fig:2 Teneur en protéine

utilisait des sardines entières (courbe 2 fig. 2) et la deuxième des sardines coupées (courbe 1 fig. 2). Au début de la macération, il existe une différence appréciable entre les deux courbes. Le nuoc-mam de sardines coupées contient plus de protéine dû au contact direct du viscère du poisson avec la saumure. En premier lieu, ce sont les enzymes de leur tube digestif qui démarrent l'autolyse et accélèrent le phénomène de dissociation de la protéine et de sa diffusion sous forme d'acides aminés dans le jus.

Quant aux sardines entières, la paroi abdominale enveloppe les viscères et empêche la pénétration directe de la saumure vers l'intérieur du poisson. De ce fait, il faudrait une vingtaine de jours pour que le sel détruise complètement cette paroi. A partir de ce moment, nous remarquons que la protéolyse est plus accélérée pendant un certain temps puis se stabilise. A la fin de macération, les courbes (1) et (2) de la même figure se rapprochent et tendent vers la même valeur finale. Ceci montre que quelle que soit la préparation des sardines (entières ou coupées), le résultat obtenu à la sortie de l'expérimentation est le même.

III.7.- Expérimentation avec les céphalothorax de crevettes

III.7.1.- Céphalothorax de crevettes avec ananas à température élevée

L'ananas, coupé en forme de dés, constituait l'un des adjuvants utilisés lors de notre observation sur la variation de la vitesse de macération. La composition du macérat a été établie de la manière suivante :

75% de céphalothorax de crevettes
20% de sel
5% d'adjuvant

La température de macération est gardée à 35°C.
Le tableau suivant nous indique les résultats obtenus :

Tableau 5 : Taux d'azote-total et de protéine du jus de macération avec ananas (céphalothorax de crevettes) à 35°C

Nombre de jours de macération	8 j	15 j	22 j	30 j
N-total (g/l)	13.30	14.92	13.76	14.57
Protéine (g/l)	83.12	93.25	86.00	91.66

III.7.2.- Céphalothorax de crevettes avec papaye à température élevée

Suivant la même proportionnalité antérieure, 24 kilogrammes de céphalothorax de crevettes, 6,4 kilogrammes de sel fin et 2 kilogrammes de papaye coupée en morceaux sont mélangés dans un bac en plastique de 50 litres et gardés à la température de 32°C.

On a obtenu les résultats suivants :

Tableau 6 : Taux d'azote-total et de protéine du jus de macération avec papaye (céphalothorax de crevettes) à 32°C

Nombre de jours de macération	10 j	19 j	26 j	33 j	46 j	64 j	95 j
N-total (g/l)	8.36	10.42	10.92	11.10	11.30	11.23	11.37
Protéine (g/l)	52.25	65.12	68.25	69.37	70.62	70.18	71.06

III.7.3.- Céphalothorax de crevettes avec ananas à basse température

L'expérimentation du § III.5.1. a été refaite mais à la température de 20°C (dans un cagibi à air conditionné) dont le tableau ci-après montre les résultats d'analyses :

Tableau 7 : Taux d'azote-total et de protéine du jus de macération avec ananas (céphalothorax de crevettes) à 20°C

Nombre de jours de macération	8 j	15 j	22 j	30 j
N-total (g/l)	9.10	8.48	9.83	10.64
Protéine (g/l)	56.87	53.00	61.44	66.50

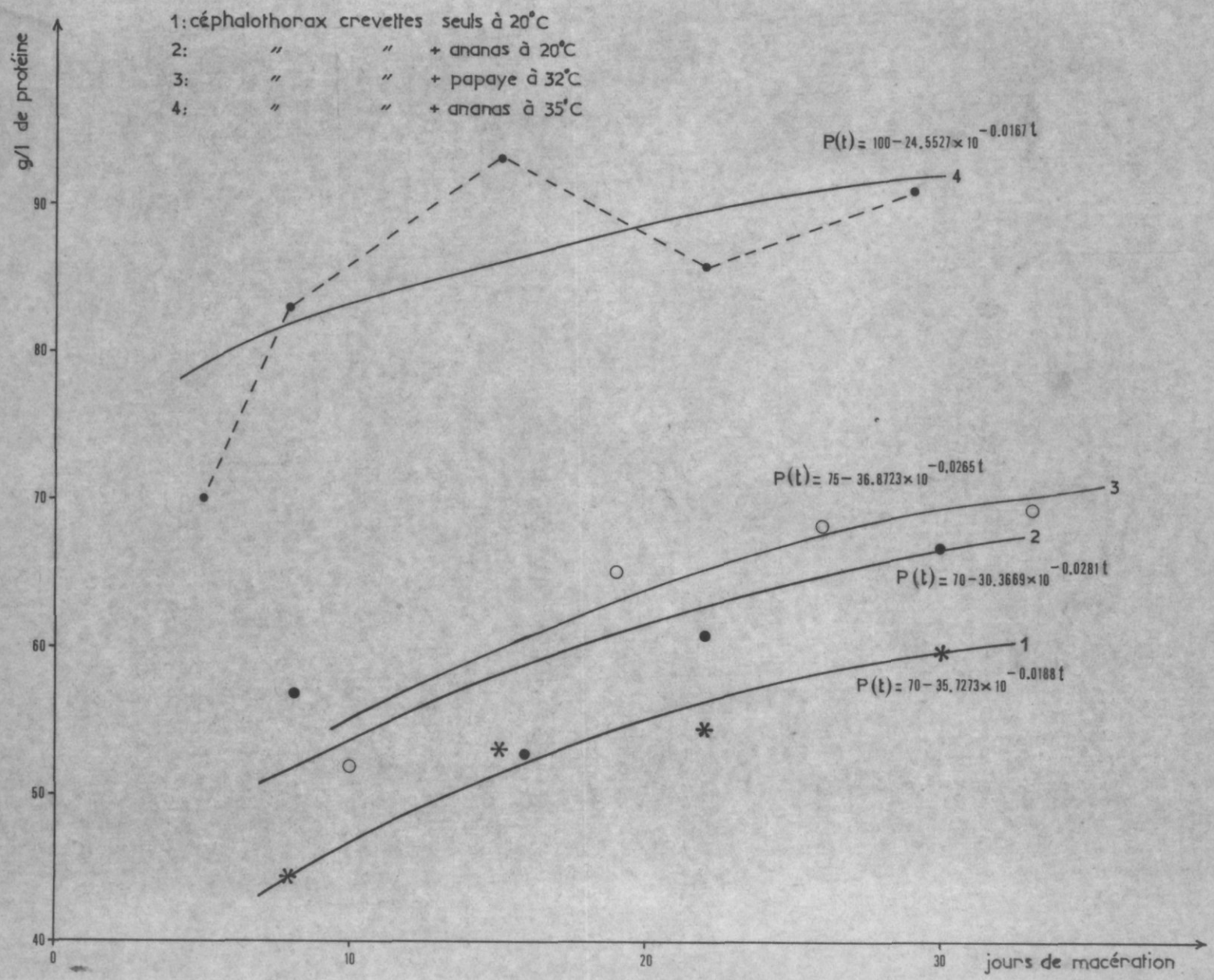

Fig: 3 Teneur en protéine

III.7.4.- Céphalothorax de crevettes sans adjuvant à basse température

Résultats obtenus à 20° C :

Tableau 8 : taux d'azote-total et de protéine du jus de macération (céphalothorax de crevettes) à 20°C

Nombre de jours de macération	8 j	15 j	22 j	30 j
N-total (g/l)	7.06	8.46	8.79	9.69
Protéine (g/l)	44.12	52.87	54.94	60.56

III.7.5.- Interprétations des résultats

Pour mettre en évidence l'activation des fruits pourvoyeurs d'enzymes protéolytiques et de la température, 4 expérimentations ont été élaborées utilisant les têtes de crevettes comme matières premières soumises à des conditions différentes. La figure 3 donne les variations de la teneur en protéine en fonction du temps de macération. La courbe (1) correspond au nuoc-mam de têtes de crevettes à 20° C, la courbe (2) au nuoc-mam de têtes de crevettes additionnées d'ananas à 20° C, la courbe (3) au nuoc-mam de têtes de crevettes additionnées de papaye à 32° C et la courbe (4) au nuoc-mam de têtes de crevettes additionnées d'ananas à 35° C.

Un des objectifs de ce travail est la réduction du temps de macération lors de la fabrication du nuoc-mam dans laquelle l'ananas et la papaye constituent les adjuvants principaux. Il va de soi que la température de travail est à considérer comme un des facteurs primordiaux.

Parmi les 4 courbes, la (1) représente le jus le moins protéique. Il s'agit du nuoc-mam sans adjuvant à la température de 20° C. A basse température, les matières azotées des céphalothorax de crevettes sont lentement digérées.

D'autant plus, l'absence du catalyseur approprié défavorise les phénomènes biochimiques. De ce fait, le temps de macération sera

plus long car la vitesse cinétique de la réaction est faible.

Dans un autre cas (courbe 2), nous avons obtenu un rendement supérieur par rapport au cas précédent car en utilisant l'ananas comme adjuvant toujours à la température de 20°C, il en résulte qu'il est possible d'augmenter la teneur en protéine du jus. La bromélaïne de l'ananas facilite la dissociation de ladite protéine même à basse température et la différence relative entre les deux courbes (1) et (2) est assez significative.

Le cas suivant (courbe 3) montre l'apport de la papaïne à la température adéquate (plus de 30°C). L'expérience de la vie quotidienne* nous a conduit à réaliser cet essai expérimental dans lequel ont été mélangées les pulpes de papaye mûre et les têtes de crevette.

Au début de la macération, notons que la diastase contenue dans la pulpe favorise le démarrage de l'autolyse, et accélère la protéolyse. De l'autre côté, la température élevée est favorable au développement des réactions biochimiques.

La courbe (4) montre les caractéristiques du nuoc-mam de têtes de crevettes avec l'ananas à la température de 35°C permettant de juger l'importance de la bromélaïne. Tel qu'il avait été mentionné plus haut au regard des observations faites concernant la courbe (2), on s'aperçoit que quelle que soit la valeur de la température, la bromélaïne active légèrement la vitesse cinétique de réactions.

Quant à la température plus élevée, on constate qu'il y a une tendance d'augmentation rapide et régulière de la protéine du jus. La courbe (4) tiretée (----) correspond à l'ensemble des valeurs réelles du résultat d'analyse. Une chute brusque de la courbe a été notée après une vingtaine de jours : il s'agit en fait de l'évaporation de l'eau due à la forte chaleur (35°C) et une certaine quantité de saumure a été additionnée au jus pour le diluer un peu. Tandis que la courbe (4) en ligne continue (——) représente son allure

(*) Traditionnellement et même à présent, quand la viande (bovine ou autres) est dure, on ajoute quelques morceaux de pulpe de papaye et on laisse reposer pendant quelques heures. La viande se ramollit.

théorique (cf. annexe).

IV.- COMPOSITION CHIMIQUE DU NUOC-MAM

Après le soutirage du nuoc-mam, des analyses simples ont été faites au laboratoire pour obtenir la composition chimique globale du jus. Pour ce faire, les dosages suivants ont été effectués :

- Dosage de l'eau et du poids sec : le nuoc-mam contient de l'eau qui s'évapore avec facilité sous une température de 100 à 105° C ;

- Dosage des lipides totaux : l'éther éthylique entraîne les lipides de l'échantillon sec à l'aide de l'extracteur de Soxhlet après l'hydrolyse préalable pour rompre la liaison entre lipide et protéine ;

- Dosage d'azote et de protéine : la minéralisation des matières organiques au moyen de H_2SO_4 concentré donne la molécule de sulfate d'ammoniaque. Cette opération sera facilitée par l'addition d'un catalyseur à une température assez élevée. Le catalyseur le plus approprié est le sélénium ; associé au sulfate de fer et au sulfate de potasse, il permet d'effectuer en 30 minutes la minéralisation. A défaut du sélénium, on peut utiliser le catalyseur de DUMAZERT et MARCELET qui demande 3 heures de minéralisation. Le dosage de l'azote est effectué par la méthode alcalimétrique, après déplacement de l'ammoniaque par un excès de soude à l'ébullition. La quantité d'azote obtenue sera transformée en matières albuminoïdes. En général, celles-ci renferment approximativement 16 % d'azote ;

- Dosage du chlorure de sodium : le chlorure de sodium précipite en présence du nitrate d'argent. L'excès de NO_3Ag est dosé par une solution de sulfocyanure titrée en présence d'alun de fer et d'ammonium en solution nitrique comme indicateur ;

- Dosage des acides aminés : dans une solution aqueuse, l'acide aminé est neutre, d'une part parce que le groupement ——NH_2 s'oppose au groupement ——COOH et d'autre part parce que les 2 groupements sont l'un et l'autre faiblement dissociés;

TABLEAU 9 : Composition chimique du nuoc-mam

Type du nuoc-mam	Adjuvants	T (°C)	Eau (%)	Poids sec(%)	Lipide (g/l)	N-total (g/l)	Protéine (g/l)	NaCl (g/l)	N-d'acides aminés (g/l)	Densité kg/l	pH	Acidité en H2SO4 (g/l)
Anchois	-	27	66.37	33.63	0.70	19.54	122.12	204.02	18.48	1.21	5.70	7.35
Sardine entière	-	27	67.20	32.80	1.90	15.26	96.87	242.02	14.56	1.20	5.85	6.12
Sardine coupée	-	27	67.01	32.99	1.32	15.46	97.44	216.89	13.44	1.21	5.60	7.35
Poisson tout-venant	-	27	70.15	29.85	0.11	10.25	64.06	491.06	17.36	1.20	6.36	6.86
Céphalothorax de crevettes	papaye	32	68.98	31.02	0.14	11.37	71.06	291.75	12.60	1.20	6.14	4.90
Céphalothorax de crevettes	ananas	35	63.86	36.14	0.03	14.57	91.66	379.40	12.09	1.19	7.13	5.39
Céphalothorax de crettes	ananas	20	74.75	25.25	0.06	10.64	66.50	374.14	14.11	1.16	7.06	6.61
Céphalothorax de crevettes	-	20	71.51	28.49	0.08	9.69	60.56	216.89	14.65	1.20	7.04	7.53

En général, dans les acides aminés le groupement acide n'est pas ionisé au-dessous de pH = 6.8. La solution devient acide après addition du formol. Celui-ci réagit sur le groupement aminé —NH_2 et donne de l'eau et un dérivé méthylénique ;

- Dosage de l'acidité en H_2SO_4 : l'acide peut être dosé par une base titrée ;

- Détermination du pH : on sait que les ions conduisent le courant. Ainsi on peut évaluer l'ionisation par la mesure de conductivité de ces ions.

IV.- DISCUSSION

En général, dans les pays à climat chaud, l'autolyse dure approximativement 3 à 8 mois, dépendant de l'espèce et de la taille de poissons. Par contre dans les pays froids, elle peut atteindre 6 à 12 mois pour que la maturation soit complète (NGO-BA-THANH, 1953). Dans l'optique de réduire ce temps d'incubation, des études ont été entreprises avec des différentes espèces de poissons avec ou sans catalyseurs. Au Viet-Nam et en Chine (NGO-BA-THANH, 1953), les saumuriers se servent d'autres adjuvants pour aromatiser la saumure (céréale torrefiée, caramel, piment, ...).

La région de Nosy-Be abonde en papaye et en ananas qui constituent les catalyseurs utilisés lors de nos expérimentations au laboratoire. Il en résulte que les enzymes protéolytiques des fruits raccourcissent considérablement le temps de macération. La norme établie par le "laboratoire de chimie et recherche des fraudes alimentaires", en ce qui concerne le taux d'azote total du nuoc-mam est de 3 à 5‰ soit 22,50 à 37,50 g/l de protéine, tandis que les valeurs obtenues au laboratoire oscillent entre 60 et 115 g/l qui sont très élevées par rapport à la norme établie. Deux cas sont à discuter à ce propos :

- premièrement, le soutirage du jus peut être effectué après une semaine de macération (cf. fig. 1, 2 et 3) pour que la teneur en protéine du nuoc-mam coïncide avec la norme établie pour un produit commercial ; ce serait rentable pour une production à grande échelle. Par contre pour une production artisanale, une semaine d'incubation rend l'opération moins bénéfique car 10 kilogrammes de matières premières donnent seulement 1 litre de jus qui n'atteint pas son point de maturation. D'autant plus, il existe une durée minimum d'incubation (2 mois d'après notre expérience) sinon la forte et mauvaise odeur du poisson cru persite. Il serait mieux donc de continuer davantage la macération ;

- deuxièmement, le soutirage peut être effectué après 2 à 4 mois de macération, ainsi l'opération est plus rentable (6 litres de jus extrait par 10 kilogrammes de matières premières) et l'odeur

désagréable du poisson disparait.

Dans ce cas, le taux (g/l) de rprotéine à la sortie de l'incubateur (60-115 g/l) est le double voire triple de ce qui avait été établi par le laboratoire de chimie et recherche des fraudes alimentaires. De ce fait, la production est le maximum possible et toutes les protéines retenues dans la chair du poisson sont quasiment récupérées. Il suffirait de diluer le jus avec de l'eau pour mener la concentration jusqu'à ce qu'elle réponde à la norme en vigueur. Il est donc nécessaire de déterminer le coefficient de dilution pour chaque type de nuoc-mam*.

Type de nuoc-mam	Anchois	Poissons tout venant	Sardines entières	Sardines coupées	Tête de crevettes à l'ananas T°C 35°C	Tête de crevettes à la papaye T°C 32°C	Tête de crevettes à l'ananas. T°C 20°C	Tête de crevettes sans adjuvant T°C 20°C
Coefficient de dilution	3.25	1.71	2.58	2.60	2.40	1.87	1.77	1.61

Un autre facteur qui joue un rôle important au cours de l'autolyse est la temperature. Si elle est assez basse, le temps de macération sera plus long. Une bonne macération doit ainsi s'effectuer à une température élevée. Le climat de Nosy-Be est favorable à la fabrication du nuoc-mam car l'énergie solaire emmagasinée dans la journée se révèle très adéquate et suffit pour la nuit. La température devrait être surveillée et maintenue entre 30 et 40°C ; car inférieur à 30°C, le temps de macération sera plus long tel qu'il avait été mentionné antérieurement et supérieur à 40°C l'évaporation de l'eau est très forte ce qui conduit à la déshydratation du jus. Dans les pays où la température n'arrive pas à dépasser 30°C, il serait possible d'augmenter le pourcentage des fruits enzymatiques au lieu d'installer un système de chauffage qui revient très

(*) Calculé à partir de la teneur en protéine et de la norme en vigueur (37,5 g/l de protéine).

cher.

Il est évident que les ananas et les papayes ne sont pas les seuls fruits pourvoyeurs d'enzyme protéolytique, il y en a d'autres comme les jaques. On peut éventuellement additionner du jus de citron filtré au nuoc-mam comme apport en vitamine C dont sont dépourvues les sauces du poisson et pour freiner l'oxydation. Ainsi, il appartient à tout un chacun de choisir les adjuvants à utiliser selon l'abondance ou la rareté de ces fruits enzymatiques.

Quant à la variété des poissons, il s'avère possible de fabriquer le nuoc-mam avec toutes les espèces de poissons de moins de 20 centimètres de long. Etant des poissons minuscules, les anchois sont très vite digérés même sans adjuvants. Après 65 jours d'incubation, le soutirage peut être effectué avec un taux assez élevé de protéine. Le nuoc-mam des poissons tout-venant montre une teneur en protéine faible, pourtant il a été jugé valable à la consommation publique. Les sardinelles sont très communes dans les eaux côtières malgaches et constituent l'une des meilleures matières premières pour la fabrication de ce condiment azoté. Il n'est pas nécessaire de les couper en deux car à la fin de la macération (3 mois environ), le jus de poissons extrait contient la même teneur en protéine que celui des sardinelles non coupées. Quant aux céphalothorax de crevettes, il est peut-être utile de signaler que tout le macérat doit être submergé entièrement dans la saumure dès les premières heures d'incubation pour éviter sa putréfaction.

En ce qui concerne la composition chimique globale, les différents types de nuoc-mam donnent une teneur faible en lipide dûe soit au phénomène d'adsorption par les résidus des poissons, soit à son caractère immiscible dans l'eau.

Pour ce qui est de la qualité, le nuoc-mam avec ananas ou papaye devient plus gouteux et la forte odeur des poissons est masquée par l'arôme agréable de l'adjuvant.

Lors de la fabrication de nuoc-mam, une incertitude sur la quantité d'enzyme protéolytique additionnée au macérat a été notée car, jusqu'à présent, les adjuvants sont utilisés sous forme de

fruits naturels. Il serait intéressant de compléter les données par la détermination de la quantité nécessaire et suffisante de cet enzyme afin de bien assurer la réduction du temps de macération.

V.- CONCLUSION

Dans les pays tropicaux, il est possible de conserver les poissons à fortes concentrations de sel pour inhiber la putréfaction. La fabrication de nuoc-mam est une des techniques les meilleures pour cette conservation. C'est un aliment azoté contenant des matières protéiques d'origine animale (poisson) ; il contient approximativement 10 à 19 g/l d'azote total soit 60 à 115 g/l de protéine.

Après le soutirage, il s'avère nécessaire de procéder à la deuxième macération car les éléments nutritifs lors de la première incubation ne sont pas totalement extraits.

Après le dernier soutirage, il reste dans le récipient de macération des résidus de poissons (arêtes, squelettes du poisson, débris de chair ou carapaces de crevettes) qui pourraient nous servir comme sous-produits. Ces déchets sont utiles à la fabrication d'engrais chimique d'une part, et à l'alimentation des bestiaux comme provende d'autre part.

En définitive, la fabrication artisanale ou semi-industrielle du nuoc-mam est possible à Nosy-Be grâce à la richesse en matières premières et au climat très favorable de la région, les matériels étant réalisables localement.

VI.- BIBLIOGRAPHIE

1) ALDRIN (J.F.), 1966. - Note sur quelques farines de poissons tropicaux. Rapport FAO sur les pêches n°32 : 198-205.

2) ANONYME, 1977. - Code d'usage international recommandé pour le poisson frais. Commission du codex alimentaire, Programme mixte FAO/OMS sur les normes alim.

3) BOURY (M.), 1950. - Evolution et progrès récents des procédés de fabrication des conserves de poisson en France. Offi. Sci. et Techn. des pêches marit., note et rapport n°10.

4) FOUILLOUZE (G.), 1951. - Chimie qualitative et quantitative appliquée. Essai des médicaments et des matières alimentaires courantes - Analyse des eaux - Tome I & II.719 p et 528 p.

5) FRONTIER-ABOU (D.), 1972. - Techniques d'études d'organismes marins et de farines de poissons : composition globale et lipides. Doc. Sci., Centre ORSTOM Nosy-Be n°13.

6) FRONTIER-ABOU (D.), 1973. - Note préliminaire sur un essai de fabrication artisanale de nuoc-mam. Doc. Sci., Centre ORSTOM Nosy-Be n°39.

7) LE ROY (A.M.), 1961. - Problèmes soulevés par l'utilisation des farines de poissons pour l'alimentation des animaux. Fish in Nutrition. 312-318.

8) MACKIE (I.M.) et al, 1971. - Poisson fermenté et produits dérivés. Rapport FAO sur les pêches n°100.

9) NGO-BA-THANH, 1953. - Un condiment azoté : le nuoc-mam. Thèse présentée à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon, 104 p.

10) SMILLIE (K.W.), 1966. - An introduction to regression and correlation. The Reyerson Press Toronto, Academic Press London and New York : 1 - 86 .

VII.- A N N E X E

TRACE DES COURBES :

Il existe deux types de régressions (SMILLIE, 1966) : régression linéaire et régression non linéaire. A simple vue, les résultats obtenus lors de nos expérimentations (protéine en fonction du temps P(t)) ne correspondent pas à une ligne droite car la protéine "P" ne varie pas proportionnellement avec le temps "t". La régression de la courbe est donc non linéaire. Au début de la macération P(t) varie très vite avec "t", mais par contre juste avant le point de maturation la variation s'affaiblit et même quand "t" tend vers l'infini, la limite de P(t) est une constante dénommée "l" par la suite. Ceci revient à dire que la courbe à une forme logarithmique qui peut être établie de la manière suivante (SMILLIE, 1966) :

$$\text{Soit } P'(t) = Po\ 10^{kt} \qquad (1)$$

où Po et k sont deux constantes à déterminer

étant donné que $\lim_{t \to \infty} P(t) = 1$

où "l" peut être estimé à partir des résultats d'analyse

$$P'(t) = 1 - P(t) \qquad (2)$$

Pour déterminer Po et k, travaillons sur le logarithme pour avoir une fonction linéaire :

$$\log (1 - P(t)) = \log Po + kt$$

$1 - P(t) > 0$ et $Po > 0$ (Intervalle de définition)

Supposons $y = \log (1 - P(t))$

et $bo = \log Po \qquad (3)$

d'où $y = bo + kt$

$$nbo + \sum_{i=1}^{n} ti\ k = \sum_{i=1}^{n} yi \qquad (4)$$

où n = nombre d'observations

$$\sum_{i=1}^{n} ti\ bo + \sum_{i=1}^{n} ti^2 k = \sum_{i=1}^{n} ti\ yi \qquad (5)$$

Solution de (4) et (5)

$$bo = \frac{\sum_{i=1}^{n} ti^2 \sum_{i=1}^{n} yi - \sum_{i=1}^{n} ti \sum_{i=1}^{n} ti\ yi}{n\sum_{i=1}^{n} ti^2 - \sum_{i=1}^{n} {}^2\ ti}$$

$$k = \frac{n\sum_{i=1}^{n} ti\ yi - \sum_{i=1}^{n} ti \sum_{i=1}^{n} yi}{n\sum_{i=1}^{n} ti^2 - \sum_{i=1}^{n} {}^2\ ti}$$

Une fois bo et k déterminées, remplaçons la valeur de bo sur l'équation (3)

$$Po = 10^{bo}$$

De (1) et (2) on a la formule générale :

$$\boxed{P(t) = 1 - Po\ 10^{kt}}$$

<u>Exemple</u> : prenons le cas du nuoc-mam d'anchois (tableau 1)

P(t) g/l	1 - P(t)	y = log(1-P(t))	t (jours)	t^2	yt
93.25	31.75	1.5017	16	256	24.0272
105.00	20.00	1.3010	25	625	32.5250
108.75	16.25	1.2108	32	1024	38.7456
112.69	12.31	1.0903	39	1521	42.5217
119.69	5.31	0.7259	52	2704	37.7468
113.75	11.25	1.0512	70	4900	73.5840
122.12	2.88	0.4594	103	10609	47.3172

Dans ce cas on peut estimer à 125 la valeur de "l" car même si on prolonge le temps de macération (plus de 103 jours), la teneur en protéine reste constante autour de 122-123 g/l. On estime donc que P(t) ne dépasse pas 125 g/l ;

$$\sum_{i=1}^{n} Y = 7.3403$$

$$\sum_{i=1}^{n} t = 337$$

$$\sum_{i=1}^{n} t^2 = 21.639$$

$$\sum_{i=1}^{n} Yt = 296.4685$$

d'où : $bo = 1.5546$

$Po = 10^{1.5546}$

$Po = 35.862$

$k = -0.0106$

$$P(t) = 125 - 35.862 \times 10^{-0.0106t}$$

<u>Tableau 10</u> : Valeurs de P(t) en fonction de t
$P(t) = 125 - 35.862 \times 10^{-0.0106t}$

t (jours)	16	25	32	39	52	70	103
P(t) théorique	100.73	105.52	108.58	111.16	114.92	118.50	122.10
P(t) pratique	93.25	105.00	108.75	112.69	119.69	113.75	122.12

La même méthode de calcul a été utilisée pour les autres expérimentations dont les différentes valeurs des constantes sont représentées sur le tableau ci-après :

Tableau 11 : Valeurs des constantes pour différents types de nuoc-mam

Type de nuoc-mam	l	bo	Po	k
Anchois	125	1.5546	35.8620	-0.0106
Poissons tout-venant	70	1.7289	53.3673	-0.0111
Sardines coupées	100	1.6100	40.7380	-0.0150
Sardines entières	100	1.8480	70.4693	-0.0158
Crevettes à l'ananas 35°C	100	1.3901	24.5527	-0.0167
Crevettes à la papaye 32° C	75	1.5667	36.8728	-0.0265
Crevettes à l'ananas 20° C	70	1.4824	30.3669	-0.0281
Crevettes seules 20° C	70	1.5527	35.7026	-0.0188

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research
Prinses Elisabethlaan 69
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059/80 37 15