

Caractérisation de l'ensilage des déchets de poisson utilisé comme ingrédient pour l'alimentation de rats

Wafaa LOURHZAL¹, El Hassan TAHRI¹ & Mohamed FAID²

(Reçu le 15/11/2001 ; Révisé le 23/04/2002 ; Accepté le 18/06/2002)

اختبار القيمة الغذائية الكامنة في نفايات السمك كمكون في تغذية الجردان

حضرت النفايات المحولة بإضافة البكتيريا اللبنية *Lactobacillus plantarum* والميلاص بنسبة 20% كمصدر سكري. تغلب المواد السائلة على تركيبة نفايات السمك المحولة التي تحتوي على 11,02% من البروتينات و 5,7% من الدهون و 7,71% من الرماد. وقد قمنا بإضافة النفايات المحولة بنسب متفاوتة إلى طحين الشعير ثم قمنا بمقارنتها مع غذاء يباع في السوق حتى نتأكد من تحديد أي النسب تحقق أفضل نمو ثم تتبعنا تطور الوزن و نسب الوفيات لمدة 31 يوماً. لقد بينت الاختبارات بأن الجردان التي تمت تغذيتها ب 30% من نفايات السمك المحولة كانت مماثلة من حيث الأداء لأفضل أنواع الغذاء المطروح في الأسواق بل و أعطت نتائج أفضل بكثير من باقي الصيغ الجريبة. فقد زاد وزن الحيوانات بينما أظهرت الاختبارات بأن إضافة 30% من نفايات السمك المحولة إلى غذاء حيوانات المختبر يعوض بشكل جيد الغذاء المسوق.

الكلمات المفتاحية : تحويل السمك - سردين - الجردان - التغذية - نمو

Caractérisation de l'ensilage des déchets de poisson utilisé comme ingrédient pour l'alimentation de rats

Les déchets de poisson ensilés ont été préparés par addition de *Lactobacillus plantarum* comme inoculum et de la mélasse (20%) comme source de carbone. Le produit d'ensilage est un liquide contenant 11,02% de protéines brutes, 5,7% de lipides et 7,71% de cendres. Il a été ajouté à la farine d'orge à différentes proportions (30, 40, 50 et 70%) et a été testé contre un aliment commercial pour établir le produit ensilé pouvant donner la meilleure croissance. Le gain de poids et la mortalité ont été suivis pendant 31 jours. Le poids des animaux a augmenté et le test de consommation a montré l'avantage d'inclusion de 30% d'ensilage du poisson dans l'alimentation des animaux traités. L'acceptabilité de l'ensilage du poisson comme ingrédient dans l'alimentation des animaux de laboratoire constitue une alternative pour l'alimentation commerciale.

Mots clés : Ensilage de poisson - Sardine - Aliment - Rat - Performances zootechniques - Nutrition

Characterization of fish waste silage utilized as ingredient for feeding rats

The fish waste silage was prepared by addition of *Lactobacillus plantarum* as inoculum and molasses (20%) as source of carbone. The liquid silage containing 11.02% crude protein, 5.7% lipids and 7.71% ash was added to barley and tested against commercial diet to establish whether diet of differing proportion of silage product could give the best growth. Weight gain and mortality were followed up 31 days. Biological tests of acceptability indicated that the zootechnical performances obtained with rats fed 30% fish silage were the same as commercial diet which showed the best growth and nutrient utilization criteria and was better than the other formula. Rats's weight increased and food consumption tests showed the advantage of inclusion of 30% fish silage in diets of experimental animals. The acceptability of fish silage as an ingredient in rats feed constitutes an alternative to commercial diet.

Key words : Fish silage - Sardina - Feed - Rats - Biological tests - Nutrition

¹ Laboratoire de Microbiologie, Département de Biologie, Faculté des Sciences Ben M'sik, B.P. 7955, Casablanca, Maroc

² Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202-Instituts, 10101 Rabat, Maroc

[□] Auteure correspondante

INTRODUCTION

Les captures maritimes au Maroc génèrent de grandes quantités de déchets de poisson, la sardine (*Sardina pilchardus*) étant l'espèce la plus importante. Selon une enquête menée par Chabbar (1996), la quantité disponible de ces déchets de poisson ainsi que celle des poissons non usinables et non transformés sont estimées à 411 200 tonnes. Cette charge est lourde surtout dans les grandes villes où elle pose non seulement le problème de transport, mais aussi les problèmes de pollution. En effet, les grandes quantités de matières organiques, en se décomposant, dégagent énormément de gaz dans l'atmosphère, ce qui exige une évacuation rapide.

Actuellement, on s'efforce d'éviter le gaspillage de cette biomasse en utilisant une méthode intéressante qui consiste à ne pas se contenter d'extraire du produit naturel et raffiné la composante dominante, mais à en extraire toutes les composantes qui peuvent intéresser la fabrication des produits alimentaires ou tout simplement la fabrication des produits entrant dans l'alimentation animale.

Plusieurs études collaboratrices étaient nécessaires pour évaluer le problème des déchets de poisson et pour trouver des méthodes alternatives qui n'auraient aucun impact sur l'environnement et qui seraient économiquement exploitables (Raa, 1980 ; Raa & Gildberg, 1982 ; Raa *et al.*, 1983 ; Faid *et al.*, 1994, 1995, 1997 ; Hammoumi *et al.*, 1998 ; 1999).

L'objectif de ce présent travail est de tester l'effet de l'incorporation de l'ensilage des déchets de poisson, disponibles en grande quantité, dans les aliments destinés aux animaux de laboratoire en croissance.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Préparation du mélange de fermentation

Une quantité de 30 kg de déchets de sardines (*Sardina pilchardus*) a été collectée du Marché de poisson frais de Rabat. Ces déchets ont été broyés, additionnés de 20% de mélasse comme source de carbone et inoculés par une souche de *Lactobacillus plantarum* à une charge de 10^6 UFC/g. Le mélange est ensuite incubé à la température ambiante ($26 \pm 2^\circ\text{C}$) pendant deux semaines.

2. Analyses chimiques

Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre type Crison Micro-pH 2000. La matière sèche a été déterminée par étuvage d'une masse de produit à 105°C jusqu'à poids constant. Les protéines ont été dosées suivant la méthode Kjeldahl (Apha, 1989), la matière grasse selon la méthode Soxhlet avec l'hexane comme solvant. Les cendres ont été déterminées par incinération de l'échantillon dans un four à moufle à 600°C pendant une nuit.

3. Analyses microbiologiques

Les entérobactéries ont été dénombrées sur milieu DCL (Désoxycholate lactose) et incubés à 37°C pendant 48 h. Les levures ont été déterminées sur milieu PDA (Potato Dextrose Agar) alors que la flore mésophile aérobie totale (FMAT) a été dénombrée sur gélose nutritive. Le dénombrement des bactéries lactiques a été réalisé sur milieu gélosé MRS (De Man Rogosa et Sharpe) incubé à 30°C pendant 48 h. Les clostridies sulfito-réductrices ont été dénombrées sur le milieu VL (Viande Levure) et avant l'ensemencement de ce milieu, on a procédé par un chauffage de l'échantillon à une température de 80°C pour détruire toutes les formes végétatives et pour activer les spores de *Clostridium*.

4. Caractérisation de l'aliment

À partir d'un ensilage fermenté des déchets de poisson (EP), quatre mélanges ont été préparés avec différentes proportions de farine d'orge (FO). Le témoin est un aliment commercial (AC) (Tableau 1).

Tableau 1. Les trois ingrédients utilisés pour élaborer les différentes formules alimentaires destinées aux différents lots de rats

Ingrédients	F ₃₀	F ₅₀	F ₆₀	F ₇₀	F ₁₀₀	Témoin
EP (%)	30	50	60	70	100	0
FO (%)	70	50	40	30	0	0
AC (%)	0	0	0	0	0	100

EP : Ensilage des déchets de poisson

FO : Farine d'orge

AC : Aliment Commercial

F₃₀ : 30% Ensilage de poisson + 70% Farine d'orge

F₅₀ : 50% Ensilage de poisson + 50% Farine d'orge

F₆₀ : 60% Ensilage de poisson + 40% Farine d'orge

F₇₀ : 70% Ensilage de poisson + 30% Farine d'orge

F₁₀₀ : 100% Ensilage de poisson + 0% Farine d'orge

La formule commerciale destinée à l'élevage des animaux de laboratoire présente la composition suivante :

Matières protéiques brutes	13%
Matière grasse	2%
Matières minérales	9%
Humidité	13%
Minéraux	Ca (1%), P (0.35%)
Vitamine A	1 000 000 UI/100 kg
Vitamine D	150 000 UI/100 kg
Vitamine E	2 000 UI/100 kg

L'objectif de la formulation était d'obtenir un aliment ferme et non visqueux, mais aussi d'obtenir des formules à teneurs équivalentes en fibres, énergie et protéines afin d'éviter d'éventuels effets d'interactions entre les constituants de l'adjuvant (FO) et la nature de la matière première (déchets de poisson), surtout qu'aucune addition de minéraux ni de vitamines n'a été faite.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Analyses microbiologiques

Cette étude avait pour objectif la caractérisation du produit dès son élaboration et après sa fermentation pendant 15 jours. Les résultats de l'analyse microbiologique sont regroupés dans le tableau 2.

Tableau 2. Caractérisation microbiologique de la matière première brute et de l'ensilage fermenté des déchets de poisson

Micro-organismes	Produit initial (UFC/g MF)	Produit final (UFC/g MF)
Bactéries lactiques	55.10 ³	34.10 ⁸
Levures	77.10 ²	45.10 ⁵
FMAT	7,6.10 ⁵	30.10 ⁶
Coliformes	6,2.10 ²	< 1
<i>Clostridium</i>	10	< 1

FMAT : Flore Mésophile Aérobie Totale

UFC/g MF : Unité Formant Colonie par gramme de matière fraîche

La population des bactéries lactiques est la plus abondante à la fin de la fermentation. Elle est présente dans le produit fermenté à une charge élevée de 34.10⁸ UFC/g MF, ce qui peut être expliqué d'une part par la charge initiale des déchets de poisson en ces micro-organismes (55.10³ UFC/g MF) et, d'autre part, par l'apport de l'inoculum sous forme de bactéries lactiques (10⁶ UFC/g MF).

Au cours de la fermentation, ces micro-organismes se multiplient rapidement en dégradant les sucres, apportés sous forme de mélasse, pour produire l'acide lactique conduisant à une chute de pH. Vibeke (1993) et Trammer (1996) ont rapporté que si la quantité de sucre était suffisante pour faire diminuer le pH à 4, les bactéries lactiques deviennent prédominantes et les coliformes ainsi que les spores de *Clostridium* sont détruites.

L'élimination quasi-totale des coliformes et des clostridies est observée après une semaine de fermentation. Le pH faible est probablement la première raison de l'inhibition de la croissance de ces micro-organismes, mais d'autres facteurs peuvent aussi intervenir comme les substances antibiotiques produites par les bactéries lactiques (Lindgren & Clestrom, 1978 ; Hall & Dasilva, 1994). En effet, l'absence des coliformes dans l'ensilage d'une matière première contenant initialement 6,2.10² UFC/g MF de ces germes témoigne d'un bon déroulement de la fermentation.

Les bactéries lactiques, par la production d'acides, favorisent la croissance des levures qui se développent à pH acide. Le taux des levures passe de 77.10² UFC/g MF dans le produit initial à 45.10⁵ UFC/g MF dans le produit final, ce qui influence aussi l'augmentation de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) qui atteint, elle aussi, une charge de 30.10⁶ UFC/g MF. Les clostridies étaient présentes en faible valeur dès le broyage de l'ensilage, ce qui veut dire que le produit est bon pour l'alimentation.

2. Analyses physico-chimiques

Les déchets de poisson utilisés dans cet essai étaient bruts et préparés sans aucun traitement au préalable. Les résultats des analyses physico-chimiques sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 3. Composition physico-chimique de l'ensilage des déchets de poisson après deux semaines de fermentation

Paramètres	Produit initial	Produit final
pH	6,42	4,52
Matière sèche (%)	38,91	36,33
Protéines (%)	13,20	11,02
Matière grasse (%)	5,80	5,70
Sucres (%)	9,65	7,85
Cendres (%)	6,95	7,71

Le pH des déchets de poisson, qui est initialement proche de la neutralité (pH = 6,42), se stabilise à une valeur de 4,52 vers la fin de la fermentation. Cette chute de pH est attribuée à la flore lactique, qui en consommant les sucres fermentescibles apportés sous forme de mélasse, produisent des acides organiques (acides lactique et/ou acétique) responsables de l'abaissement du pH et contribuant ainsi à la préservation des déchets de poisson (Vibeke, 1993). La fermentation lactique des déchets de poisson pourrait être contrôlée par le pH.

La matière sèche a diminué d'une valeur initiale de 38,91% à 36,33% pour le produit fermenté. Ceci peut être dû à la diminution du taux des sucres et des protéines suite à leur consommation par les bactéries lactiques. Des résultats opposés sont rapportés par Haaland *et al.* (1990) qui ont supposé que l'augmentation de la matière sèche peut être due à la perte d'eau par évaporation ou à la liaison d'eau durant l'autolyse des protéines et probablement aussi des triglycérides. Une troisième hypothèse suggère que l'augmentation de la matière sèche soit attribuée à une perte de dioxyde de carbone et d'éthanol (par évaporation) lors de la fermentation.

La teneur en protéines de l'ensilage (11,02%) est inférieure à celle de la matière première (13,2%). Ceci peut être dû à l'hydrolyse poussée des protéines par des enzymes protéolytiques d'origine tissulaire ou microbienne. La consommation de l'azote sous forme d'ammoniac par les micro-organismes au cours de la fermentation est aussi une des causes de la diminution de la teneur en azote total dans le produit final (Tableau 3).

Les résultats des caractères chimiques de différentes formules sont regroupés dans le tableau 4.

Cette caractérisation a montré que l'aliment commercial, séché artificiellement et ne contenant pas d'ensilage de poisson, présente le taux le plus élevé en MS (87%), alors que le produit final (F₁₀₀) résultant de l'ensilage est trop humide et présente une forte teneur en eau (63,67%). Sa valeur faible en MS (36,33%) peut être expliquée par le fait qu'il n'a subi aucun traitement au préalable (Tableau 3). Le taux en MS passe avec l'incorporation de la farine d'orge de 53,25% pour F₇₀, 59,75% pour F₆₀, 77,16% pour F₅₀ à 81,78% pour F₃₀. Il est évident que la substitution de l'ensilage de poisson (produit humide) par la farine d'orge (produit sec) modifie le taux de MS par une diminution d'eau

proportionnelle à l'apport de la farine d'orge dans différentes formules.

L'augmentation du taux d'incorporation de l'ensilage de poisson (EP) dans les différentes formules se traduit par l'élévation du pourcentage des constituants protéiques (Tableau 4).

Tableau 4. Composition chimique de l'aliment commercial et des différentes formules expérimentales

Paramètres	F ₃₀	F ₅₀	F ₆₀	F ₇₀	Témoin
Matière sèche (%)	81,78	77,16	59,75	53,25	87,00
Matière minérale (%)	4,91	6,84	8,49	10,72	10,00
Matière organique (%)	95,09	93,16	91,51	89,28	90,00
Protéines (%)	12,31	14,00	25,25	34,49	16,50
Matière grasse (%)	11,40	7,39	18,58	15,98	3,99

On note 12,31% pour F₃₀, 14,0% pour F₅₀, 25,25% pour F₆₀ et 34,49% pour F₇₀. De même, la matière grasse retrouve un taux élevé avec une incorporation en EP élevée. Ceci semble être normal puisque les déchets de poisson et surtout ceux de la sardine marocaine sont riches en lipides. Donc, la réduction du pourcentage de la farine d'orge et l'augmentation de celui de EP conduiront à l'enrichissement des formules en matière grasse. Le taux des cendres s'est élevé de 6,95% à 7,71% à la fin de fermentation. Ceci est en relation avec la diminution de la fraction organique y compris les protéines (11,02%) et les glucides (7,85%) qui ont été utilisés par les bactéries lactiques (Tableau 3).

L'incorporation de EP à des taux plus élevés fait augmenter la teneur en cendres des différentes formules. Cette teneur passe de 4,91% pour F₃₀, 6,84% pour F₅₀, 8,49% pour F₆₀ à 10,72% pour F₇₀ (Tableau 4). On retrouve à ce niveau la relation inverse existant entre le taux de la matière organique et celle de la matière minérale.

3. Performances zootechniques

Les résultats des performances zootechniques des rats soumis à différents régimes alimentaires sont notés (Tableau 5). La croissance des cinq lots de rats (F₃₀, F₅₀, F₆₀, F₇₀ et T) est significativement différente. Tout au long de cet essai le lot F₃₀ présente une croissance se rapprochant de celle du lot témoin (T). Les rats ayant pratiquement le même poids corporel initial ont montré une évolution différente pour les cinq lots. En effet, pour le gain du poids les lots F₃₀ avec 2,44 g/j et T avec 2,11 g/j sont classés premiers. Ces valeurs

sont supérieures à celles des lots F₅₀ avec 1,39 g/j, F₆₀ avec 1,11 g/j et F₇₀ avec 1,03 g/j. Ceci donne une idée sur l'effet du taux d'incorporation de l'ensilage des déchets de poisson sur la croissance et sur la consommation alimentaire.

Tableau 5. Performances zootechniques des rats soumis à différentes formules alimentaires pendant un mois

Paramètres	F ₃₀	F ₅₀	F ₆₀	F ₇₀	Témoin
Poids initial (g)	69,11	67,29	67,60	66,20	67,82
Poids final (g)	117,92	95,02	89,70	86,70	109,95
GMQ (g/j)	2,44	1,39	1,11	1,03	2,11
la	14,36	16,14	11,50	10,34	15,84
I.C	5,88	11,61	10,36	10,04	7,50
Mortalité	0/6	0/6	0/6	0/6	0/4

GMQ = Gain moyen quotidien = (P₂-P₁)/n

P₁ : Poids moyen des rats en début d'expérience

P₂ : Poids moyen des rats avant le sacrifice

n : Durée de l'expérience en jours

I.C : Indice de consommation = la/GMQ

la : Quantité d'aliment consommée/jours

Le lot F₇₀ présente la quantité d'aliment consommée et le gain de poids quotidien les plus faibles. La réduction du gain de poids corporel quotidien (1,03 g/j) chez F₇₀ est attribuée à la faible consommation alimentaire (10,34 g/j).

CONCLUSION

Selon les tests chimiques et microbiologiques, l'ensilage des déchets de poisson montre une bonne qualité hygiénique et une excellente source de protéines. Ces deux propriétés font de cet ensilage un ingrédient convenable pour être utilisé dans l'alimentation animale. Même si le produit est humide, le danger des micro-organismes indésirables est écarté par l'incorporation de la farine d'orge comme adjuvant.

L'utilisation de différentes formules à base d'ensilage de poisson mélangé avec différentes proportions de farine d'orge n'a provoqué aucun cas de mortalité, ni de symptômes de malnutrition chez les rats.

En effet, l'incorporation de l'ensilage des déchets de poisson à un taux de 30% s'est avérée plus rentable et plus importante que l'aliment témoin. En plus, les aliments contenant une proportion de l'ensilage de poisson reviennent moins chers que ceux commercialisés.

L'élimination de ces déchets solides par voie biotechnologique et leur incorporation dans les régimes alimentaires pour les animaux présente une incidence à la fois écologique et économique. C'est un point important pour la protection de la nature et de l'environnement. Son utilisation comme aliment alternatif du régime commercial pour la volaille serait une possibilité intéressante.

RÉFÉRENCES CITÉES

- APHA (American Public Health Association). Standard Methods for Examination of Water and Waste Water (19th). *APHA Publishers* (1989)
- Chabbar A.Z. (1996) Technologie de l'ensilage de poisson et disponibilité de la matière première au Maroc. Mémoire de 3^{ème} cycle, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat
- Faid M., Zouiten A., El Marrakchi A. & Achkari-Begdouri A. (1997) Biotransformation of fish waste into a stable feed ingredient. *Food Chemistry* 60 : 13-18
- Faid M., Achkari-Begdouri A & El Marrakchi A. (1995) Transformation des déchets de poisson par voie biotechnologique. *Cahiers Agric* 4 : 109-112
- Faid M., Karani H., El Marrakchi A & Achkari-Begdouri A. (1994) A biotechnological process for the valorization of fish waste. *Bioresource Technology* 49 : 237-241
- Haaland H., Espe M., Njaa L.R. & Myklestad H. (1990) Chemical composition and variation in some parameters during storage of 8 formic silages prepared from capelin. *Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernoering*. Vol III (2) : 59-74
- Hall G.M. & Dasilva S. (1994) Shrimps waste ensilation. *Info fish international* 2 : 27-30
- Hammoumi A., Faid M. & Amarouch H. (1999) Utilisation des déchets de poisson fermentés par voie biotechnologique en alimentation animale. *Cahiers Agric* 8 : 207-9
- Hammoumi A., Faid M., El Yachioui M. & Amarouch H. (1998) Characterization of fermented fish waste used in feeding trials with broilers. *Process Biochemistry* 33 : 423-427
- Lindgren S & Clestrom G. (1978) Antibacterial activity of lactic acid bacteria. *Resh* 8 : 61-63.
- Raa J. & Gildberg A. (1982) Fish silage. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 16 : 383-419
- Raa J. (1980) Biochemistry of microbial fish spoilage and preservation by lactic acid bacteria and added acid. *Global impacts of Applied Microbiology* (GIAM) VI : 3-16

Raa J., Gildberg A. & Strom T. (1983) Silage production. Theory and practice. *Upgrading waste for feeds and foods* pp. 217-227

Trammer J. (1996) Inhibitory effect of *Lactobacillus acidophilus*. *Nature* 211 : 204-205

Vibeke (1993) Biological preservation of sea food by lactic acid bacteria. *Info fish international* 5 : 29-34