

## Utilisation par *Chrysichthys nigrodigitatus* (Bagridae) d'ensilage chimique ou biologique de poisson

Adou Cissé, Pierre Luquet et Assoi Etchian

Centre de Recherches Océanologiques, BP VI8, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Accepté le 12 avril 1995.

Cissé A., P. Luquet, A. Etchian. *Aquat. Living Resour.*, 1995, 8, 373-377.

*Use of chemical or biological fish silage as feed for Chrysichthys nigrodigitatus (Bagridae).*

### Abstract

These studies were undertaken to test the nutritional value of marine fish offal products preserved by different silage methods and used as an ingredient in african catfish (*Chrysichthys nigrodigitatus*) feeds. The first experiment concerned cooked tuna waste silage prepared by addition of 3% formic acid. After incubation for 16 days, a desirable and stable pH of 4.03 was obtained. The hydrolysate, containing 66.7% of crude protein ( $N \times 6.25$ ) on a dry matter (DM) basis, was incorporated with a basal mixture to formulate feeds containing 38% crude protein which were fed to *Chrysichthys nigrodigitatus*. A commercial fish meal was used as control on an iso-nitrogenous basis. Diets were distributed to 6 groups of 50 catfish of an initial weight of 34 g for 56 days at 3% (dry) of fish body weight. The zootechnical performances obtained with fish fed with the experimental diet (CNE) were better in terms of the daily weight gain ( $0.86 \text{ g.d}^{-1}$ ), food conversion ratio (FCR: 1.79) and protein efficiency ratio (PER: 1.46), compared to those of the control diet (no significant difference). During the second experiment, fish silage was prepared by fermentation with 65% (wet weight, w/w) cooked and ground small sardines, 25% (w/w) corn flour, 5% sugar and 5% (w/w) fermented cassava used as fermentation starter. After 35 days, a stable pH of 4.18 was attained and the source of fermentation substrate did not affect the nitrogen content of the hydrolysate after 15 days storage. The liquid silage (cosilage) containing 35.65% crude protein (DM) was also added to a mixture and tested against control fish meal on an iso-nitrogenous basis in experimental conditions identical to those described above. The incorporation of cosilage in the diet (CE) resulted in an increase in the daily weight gain ( $0.94 \text{ g.d}^{-1}$ ), FCR (1.77) and PER (1.61) compared to control diet.

In both experiments, the increase in growth rate and the presence of greater amount of lipids in the body of fishes receiving silage are partially due to greater food ingestion, owing probably to a different texture of the pellets or the possible presence of food attractants. The acceptability of fish silage as an ingredient in catfish feed, as shown in these studies, constitutes an alternative to fish meal in utilizing marine fish waste or low value fish.

**Keywords:** *Chrysichthys nigrodigitatus*, catfish, feeding, growth rate, tropical aquaculture, Côte d'Ivoire.

### Résumé

Deux expériences ont été réalisées pour tester la valeur alimentaire, pour le mâchoiron (*Chrysichthys nigrodigitatus*), de dérivés de poissons de mer conservés par la méthode de l'ensilage. Le premier essai a concerné des déchets de conserveries de thons conservés par la méthode de l'ensilage acide (3% d'acide formique). L'hydrolysate, renfermant 66,7% de protéines brutes ( $N \times 6,25$ ) sur la base de la matière sèche (MS) a été incorporé dans un aliment expérimental en substitution à la farine de poisson sur une base iso-azotée. Les aliments ont été distribués à 6 lots de 50 mâchoirons, d'un poids initial de 34 g, pendant 56 jours à raison de 3% (sec) du poids vif. Les performances zootechniques procurées par cet aliment sont meilleures, pour ce qui concerne le gain de poids ( $0,86 \text{ g.j}^{-1}$ ) et l'indice de consommation (IC: 1,79) et le coefficient d'efficacité protéique (CEP: 1,46), par rapport à celles obtenues avec l'aliment témoin (pas de différence significative). Lors du deuxième essai il a été réalisé un complexe hydrocarboné à base de maïs pour conserver des sardinelles broyées par fermentation lactique. Ce mélange (coensilage), à pH



05 FEV. 1995

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N°: 43017

Date: B ex 1 M p23

stabilisé à 4,18, et renfermant 35,65 % de protéines brutes ( $N \times 6,25$ ) en matière sèche (MS), a également été testé contre un témoin farine de poisson dans des conditions expérimentales identiques à celles décrites plus haut. L'aliment à base de coensilage a procuré de meilleurs gains de poids ( $0,94 \text{ g} \cdot \text{j}^{-1}$ , IC (1,77) et CEP (1,61) que l'aliment témoin.

Les produits de la pêche ou leurs dérivés conservés par la méthode de l'ensilage acide ou du coensilage biologique apparaissent ainsi constituer une bonne source azotée pour l'alimentation du mâchoiron.

**Mots-clés :** *Chrysichthys nigrodigitatus*, alimentation, croissance, aquaculture tropicale, Côte d'Ivoire.

## INTRODUCTION

La farine de poisson, constitue la principale source protéique dans les aliments composés utilisés en Côte d'Ivoire pour la pisciculture des siluriformes (*Chrysichthys nigrodigitatus* et *Heterobranchus longifilis*). La Côte d'Ivoire est autosuffisante en cette matière première qui s'avère satisfaisante sur le plan du stockage et de l'acceptation par le poisson. L'utilisation de cette matière première souffre cependant du prix local élevé de l'énergie nécessaire à la déshydratation des abondants déchets de conserveries de thons disponibles. L'utilisation de la méthode de conservation par l'ensilage acide ou biologique permet d'épargner la fraction des coûts liés à la déshydratation.

L'utilisation de l'ensilage de poisson dans l'alimentation animale n'est pas une pratique récente. En effet, de nombreux travaux ont été effectués notamment sur la volaille et le porc (Windsor, 1974; Wignall et Tatterson, 1976; Raa et Gildberg, 1982). Sa valeur potentielle dans l'alimentation du poisson a été reconnue et rapportée par plusieurs auteurs (Tatterson et Windsor, 1974; Djajasewaka et Djajadiredja, 1979; Jackson et al., 1984a; Jackson et al., 1984b; Asgard et Austreng, 1985; Wood et al., 1985; Wee et al., 1986). Deux revues récentes (Lall, 1991; Jangaard, 1991) font ainsi un point sur la valeur nutritionnelle des ensilages pour les salmonidés, et un état des lieux de son utilisation effective en Norvège.

Bien que l'ensilage de poisson soit recommandé pour les zones tropicales, son utilisation n'est pas effective sur le continent africain. C'est la raison pour laquelle a été entrepris, depuis quelques années un programme relatif à l'utilisation de dérivés de poissons de mer non déshydratés, mais conservés par la technique de l'ensilage.

Les résultats présentés ci-dessous concernent l'évaluation des qualités nutritionnelles de cette matière première comme protéine de substitution à la farine de poisson dans les aliments pour mâchoiron (*Chrysichthys nigrodigitatus*).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux expériences ont été réalisées à la station expérimentale de pisciculture du Centre de Recherches Océanologiques (CRO), sise à Layo à environ 40 km à l'ouest d'Abidjan, afin de tester la valeur alimentaire, pour le mâchoiron (*Chrysichthys nigrodigitatus*), de deux types d'ensilage: acide et biologique.

### Expérience 1

L'essai a concerné la valorisation des déchets cuits de conserverie de thon conservés par la méthode de l'ensilage acide (3 % d'acide formique). L'hydrolysate, renfermant 66,7 % de  $N \times 6,25$  (MS) stabilisé à pH 4,03 a été préalablement filtré sur une grille de 8 mm, avec un taux de récupération de pâte de 84 % de la quantité initiale. Cet ensilage est incorporé dans un aliment expérimental en substitution totale à la farine de poisson.

Deux aliments, dont l'un à base d'ensilage (CNE) et l'autre contenant la farine de poisson commerciale (MA3) servant de référence, ont été fabriqués sous forme de granulés de 3,5 mm de diamètre à l'aide d'une presse PROMILL (type B-360E). Ces aliments ont été formulés de façon à ce qu'ils soient isoprotéiques. Les analyses chimiques des matières premières et les compositions centésimales des régimes ainsi que leurs caractéristiques analytiques sont rapportées dans les tableaux 1 et 2.

**Tableau 1.** – Analyses chimiques des matières premières (en % de la matière sèche).

*Proximate analysis of ingredients (% of dry matter).*

Éléments nutritifs	Ensilage acide	Ensilage biologique	Farine de poisson	Tourteau de coton	Tourteau de coprah	Son de blé	Refus de manioc
Protéine ( $N \times 6,25$ )	66,7	35,7	64,7	51,2	28,0	18,2	2,9
Matières grasses	20,8	8,9	8,3	2,3	1,5	3,9	0,4
Produit non azoté	3,4	28,9	4,8	31,6	40,5	66,2	90,4
Cellulose brute	–	–	–	6,4	9,7	6,2	4,7
Cendre	16,0	26,7	22,2	8,6	9,7	5,6	1,6

**Tableau 2.** – Composition centésimale des régimes alimentaires (en % de la matière sèche).

Composition of diets (% of dry matter).

Ingrédients	Régimes		
	MA3	CNE	CE
Ensilage acide		33,90	
Ensilage biologique			77,5
Farine de poisson <sup>1</sup>	35,00		
Tourteau de coton	10,00	10,00	10,00
Tourteau de coprah	15,00	15,00	15,00
Son de blé	31,50	32,60	
Refus de manioc	5,00	5,00	
Huile	3,00		
Mélange vitaminique <sup>2</sup>	0,25	0,25	0,25
Mélange minéral <sup>3</sup>	0,25	0,25	0,25
	Caractéristiques analytiques (% de la matière sèche)		
Matière sèche	89,6	59,6	68,5
Protéine (N × 6,25)	40,6	38,1	41,8
Lipide	7,8	5,0	4,6
Cendre	12,9	16,7	16,9

<sup>1</sup> Provenant principalement de déchets de conserverie de thon produits par la Société REAL (Recherche et Expansion de l'Alimentation animale).

<sup>2</sup> Composition pour 1 kg de prémix: Vitamine A 1 760 000 UI; Vitamine D3 880 000 UI; Vitamine E 22 000 mg; Vitamine B1 4 400 mg; Vitamine B2 5 280 mg; Vitamine B6 4 400 mg; Acide D-Pantothénique 14 080 mg; Vitamine C 151 000 mg; Ménadione Sod. Bis. (Vitamine K) 4 400 mg; Vitamine PP 35 200 mg; Vitamine B12 36 mg; Acide folique 880 mg; Chlorure de choline 220 000 mg.

<sup>3</sup> Composition pour 1 kg de prémix: Cobalt 20 mg; Fer 17 600 mg; Iode 2 000 mg; Manganèse 10 000 mg; Cuivre 1 600 mg; Zinc 60 000 mg; Sélénium 40 mg.

L'expérience a été réalisée dans des cages-enclos d'un volume de 4 m<sup>3</sup> chacune implantées en milieu lagunaire à environ 100 mètres du rivage. La durée totale de l'essai a été de 56 jours. Pendant cette période, la température de l'eau a varié entre 26,7 et 28,8°C, la concentration en oxygène dissous était en moyenne de 4,5 mg.l<sup>-1</sup>, et la salinité de l'eau n'a pas dépassé 3‰.

Les mâchoirons utilisés, d'un poids initial de 34 g, ont été répartis au hasard en 6 lots de 50 individus dans les cages-enclos. Une période d'observation de 2 jours a été respectée avant le début de l'expérience. Les poissons ont été nourris sur la base journalière de 3% (sec) du poids vif. La distribution s'est effectuée en 2 repas par jour, tous les jours de la semaine y compris les jours fériés. Les pesées de contrôles sont faites toutes les 2 semaines par pesée globale. Le réajustement de la ration pour la quinzaine à venir est effectué sur la base de cette pesée de contrôle. Une pesée individuelle des poissons a été réalisée au début et en fin d'expérience. Des analyses de la composition corporelle ont été également effectuées au début et en fin d'essai sur un lot de 10 poissons.

Aquat. Living Resour., Vol. 8, n° 4 - 1995

Toutes les analyses chimiques ont été réalisées par le Laboratoire Central de Nutrition Animale d'Abidjan (LACENA).

Les résultats ont été analysés par analyse de variance hiérarchisée (traitement, replicat) à un seuil de signification de 95%.

## Expérience 2

Au cours de cet essai, il a été réalisé un complexe hydrocarboné à base de maïs pour conserver des sardinelles par fermentation lactique. Ce mélange est constitué de 65% de sardinelles préalablement broyées et précuites, de 25% de farine de maïs et de 5% de sucre ajouté comme glucide aisément fermentescible. Du manioc préfermenté pendant 3 jours a été utilisé à une dose de 5% comme starter de fermentation. Ce mélange, appelé coensilage, s'est stabilisé à pH 4,18, très homogène il a permis un taux de récupération de pâte de 96%. Renfermant 35,65% de protéines brutes (N × 6,25) en matière sèche (MS), il a également été incorporé à un aliment expérimental (CE) et testé contre l'aliment témoin MA3 (tabl. 2) dans des conditions expérimentales identiques à celles décrites plus haut.

## RÉSULTATS

### Expérience 1

Les résultats sur la survie, la croissance, le coefficient d'efficacité protéique et sur la composition corporelle sont présentés dans les tableaux 3 et 4. Ils nous indiquent que même si la survie est élevée dans tous les cas (97 à 100%), les poids moyens finaux sont influencés par la qualité de l'aliment utilisé. Concernant les gains de poids journaliers et les taux de croissance spécifiques, aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'est observée entre les différents traitements. Les Indices de Consommation (IC) varient de 1,79 à 1,87, sans qu'aucune différence significative soit mise en évidence. On note toutefois que le meilleur indice (1,79) est observé dans le lot nourri d'aliment à base d'ensilage. Les coefficients d'efficacité protéique (CEP) suivent la même tendance; ils sont meilleurs chez les mâchoirons ayant reçu l'aliment à base d'ensilage (1,46) que chez ceux nourris avec l'aliment à base de farine de poisson (1,31). Les analyses de carcasses sur des poissons entiers montrent que la teneur en eau, initialement de 78,70%, tend à décroître en fonction du temps. La teneur en eau est la plus faible (73,7%) pour le lot recevant l'aliment à base d'ensilage; par contre la concentration en lipides (7,14%) est plus importante pour ce même lot de poissons. La teneur en protéines varie entre 15,38% et 16,26% et est plus élevée pour le lot nourri avec l'ensilage acide (CNE). La teneur en cendres peu variable, se situe entre 2,07 et 3,09%.

**Tableau 3.** – Expérience 1, utilisation de l'ensilage acide: performances zootechniques des poissons après 56 jours d'alimentation.*Experiment 1, use of acid silage: zootechnical performances of fish after 56 days of feeding.*

	Aliment témoin (MA3)	Aliment expérimental (CNE)
Poids moyen initial (g)	34,24	34,24
Poids moyen final (g)	77,45	82,43
Gain de poids (g)	43,21	48,19
Taux de survie (%)	97,30	100,00
Taux de croissance spécifique (%·jour <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	1,44 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>
Croissance journalière (g·jour <sup>-1</sup> ) <sup>(2)</sup>	0,77 <sup>a</sup>	0,86 <sup>a</sup>
Indice de consommation <sup>(3)</sup>	1,87 <sup>a</sup>	1,79 <sup>a</sup>
Coefficient d'efficacité protéique <sup>(4)</sup>	1,31 <sup>a</sup>	1,46 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> 100 × (Ln Poids final - Ln Poids initial) / durée d'élevage (jours).<sup>2</sup> Poids final - Poids initial / durée d'élevage.<sup>3</sup> Quantité d'aliment sec ingérée / gain de poids absolu.<sup>4</sup> Gain de poids absolu / quantité de protéines ingérées.**Tableau 4.** – Expérience 1, utilisation de l'ensilage acide: composition corporelle des poissons en début et en fin d'expérience (en % du poids frais).*Experiment 1, use of acid silage: initial and final body composition of fish (% of wet weight).*

	Composition corporelle initiale	Aliment témoin (MA3)	Aliment expérimental (CNE)
Eau (%)	78,70	75,84	73,73
Protéine (%)	14,47	15,38	16,26
Cendre (%)	3,33	2,07	3,09
Lipide (%)	1,33	6,81	7,14

## Expérience 2

Les résultats des paramètres étudiés sont consignés dans les *tableaux* 5 et 6. Cette expérience confirme les résultats obtenus de l'expérience 1. En effet, les performances zootechniques procurées par l'aliment à base de coensilage sont meilleures pour ce qui concerne le gain de poids (0,94 g·j<sup>-1</sup>), l'indice de consommation (IC=1,77) et le coefficient d'efficacité protéique (CEP=1,61) par rapport à celles obtenues avec l'aliment témoin (pas de différence significative). Les analyses de carcasse sur les poissons en fin d'expérience indiquent que la teneur en eau est pratiquement la même dans les deux traitements, cependant, nous observons une concentration plus élevée en lipides (9,30%) pour les poissons nourris d'aliment à base de coensilage.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Si la présente étude montre qu'il n'y a aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les différents

**Tableau 5.** – Expérience 2, utilisation d'ensilage biologique: performances zootechniques des poissons après 56 jours d'alimentation.*Experiment 2, use of biological silage: fish performances of after 56 days of feeding.*

	Aliment témoin (MA3)	Aliment expérimental (CE)
Poids moyen initial (g)	37,30	37,90
Poids moyen final (g)	81,99	90,69
Gain de poids (g)	44,69	52,79
Taux de survie (%)	100,00	98,66
Taux de croissance spécifique (%·jour <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	1,41 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>
Croissance journalière (g·jour <sup>-1</sup> ) <sup>(2)</sup>	0,79 <sup>a</sup>	0,94 <sup>a</sup>
Indice de consommation <sup>(3)</sup>	1,97 <sup>a</sup>	1,77 <sup>a</sup>
Coefficient d'efficacité protéique <sup>(4)</sup>	1,38 <sup>a</sup>	1,61 <sup>a</sup>

**Tableau 6.** – Expérience 2, utilisation d'ensilage biologique: composition corporelle des poissons en début et en fin d'expérience (en % du poids frais).*Experiment 2, use of biological silage: initial and final body composition of fish (% of wet weight).*

	Composition corporelle initiale	Aliment témoin (MA3)	Aliment expérimental (CE)
Eau (%)	79,71	73,72	73,65
Protéine (%)	14,08	14,39	15,70
Cendre (%)	5,04	3,20	2,96
Lipide (%)	1,17	7,38	9,30

lots dans les deux essais en ce qui concerne la croissance, les meilleurs indices de consommation et coefficients d'efficacité protéique sont obtenus chez les poissons nourris avec les aliments à base d'ensilage CNE et CE.

Selon Ackman (1976), et Jackson *et al.* (1984a), l'utilisation d'ensilage dans l'alimentation des poissons nécessite une attention particulière à cause des altérations possibles des longues chaînes des acides gras polyinsaturés. Bien que la température moyenne de l'air se soit élevée à 28°C tout au long de ces expériences, aucune attention particulière n'a été accordée à ce problème, et aucun antioxydant n'a été incorporé ni dans les ensilages ni dans les aliments, sans effet négatif apparent.

Par ailleurs, Raa et Gilberg (1982) signalent la rémanence de thiaminases dans les tissus des poissons ensilés ce qui pourrait être un facteur limitant de croissance. Dans nos expériences, ce type de problèmes n'était pas à redouter, compte tenu du caractère thermolabile de cette antivitamine, les déchets utilisés, thon et sardinelle ayant subi une cuisson soit au cours de leur traitement commercial, soit par précaution expérimentale.

Les résultats de nos essais sont comparables avec ceux de Jackson *et al.* (1984b), Asgard et Austreng (1985) sur les Salmonidés; Dean *et al.*

(1992) sur le poisson-chat américain (*Ictalurus punctatus*); Djajasewaka et Djajadiredja (1979); Wood *et al.* (1985) sur la carpe commune; Wee *et al.* (1986) sur le *Clarias bratrachus*; Gonçalves *et al.* (1989) sur l'anguille. Ces auteurs ont observé une meilleure croissance des poissons due à l'incorporation d'ensilage en substitution totale ou partielle de la farine de poisson dans les aliments. Par contre Wilson *et al.* (1984) indiquent qu'il y a une diminution de la croissance des alevins de *Ictalurus punctatus* nourris d'aliments à base d'ensilage par rapport au témoin. La faible performance de ces poissons serait causée par la carence en certains acides aminés. Toutefois ces auteurs ignorent le facteur inhibiteur dans l'ensilage.

Ainsi, le mâchoiron (*Chrysichthys nigrodigitatus*) valorise bien les complexes azotés obtenus par l'ensilage acide ou biologique de déchets de thon ou de sardinelle. Fagbenro (1994) a également trouvé que cette espèce valorise bien l'ensilage biologique

de tilapias en substitution partielle. La généralisation de ces résultats ne peut cependant pas être effectuée, en effet les tests préalables d'appétabilité, effectués au laboratoire, indiquent une bonne acceptabilité des ensilages acides par *Chrysichthys nigrodigitatus* et *Oreochromis niloticus*, mais une mauvaise prise de nourriture par *Heterobranchus longifilis* et *Sarotherodon melanotheron*.

Si les résultats des essais ainsi réalisés sont encourageants, car montrant que des produits de la pêche ou leurs dérivés conservés par la méthode de l'ensilage acide ou du coensilage biologique peuvent constituer une bonne source azotée pour l'alimentation du mâchoiron, des études ultérieures sont nécessaires afin de mieux préciser les facteurs jouant sur l'ingestion des aliments à base d'ensilage par les poissons et notamment en étudiant les effets de l'acidité résiduelle.

#### Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier MM. Oné Ernest Vabé, Abdoulaye Djiba et Attiéguou Kouassi pour leur assistance technique lors de la préparation de l'ensilage et du suivi des expériences.

#### RÉFÉRENCES

- Ackman R. G. 1976. Menhaden body lipids : details of fatty acids in lipids from an untapped food resource. *J. Sci. Food Agric.* **27**, 132-1136.
- Asgard T., E. Austreng 1985. Dogfish offal, ensiled or frozen, as feed for Salmonids. *Aquaculture* **49**, 289-305.
- Dean J. C., L. A. Nielsen, L. A. Helfrich, Jr. D. L. Garling 1992. Replacing fish mela with sea-food processing waste in channel catfish diets. *Progress. Fish Cult.* **54**, 7-13.
- Djajasewaka H., R. Djajadiredja 1979. Fish silage as a feed for freshwater fish. In : Fish Silage Production And its Use, J. G. Disney, D. James eds. FAO, Fish. Rep. **230**, 74-76.
- Gonçalves J. F., S. Santos, V.S. Pereira, I. Baptista, J. Coimbra 1989. The Use of fish silage as an ingredient for eel fingerling nutrition. *Aquaculture* **80**, 135-146.
- Jackson A. J., A. K. Kerr, C. B. Cowey 1984a. Fish silage as a dietary ingredient for Salmon, I. Nutritional and storage characteristics. *Aquaculture* **38**, 211-220.
- Jackson A. J., A. K. Kerr, A. M. Bullock 1984b. Fish silage as a dietary ingredient for Salmon, II. Preliminary growth feeding and nutritional pathology. *Aquaculture* **40**, 283-291.
- Jangaard P. M. 1991. Fish silage in Norway : current activities. *Bull. Aquac. Assoc. Can.*, March, 28-53.
- Lall S. P. 1991. Nutritional value of fish silage in salmonid diets. *Bull. Aquac. Assoc. Can.* March, 63-74.
- Raa J., A. Gildberg 1982. Fish silage : a review. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, April, 383-419.
- Tatterson I. N., M. L. Windsor 1974. Fish silage. *J. Sci. Food Agric.* **25**, 369-374.
- Wee K. L., N. Kerdchuen, P. Edwards 1986. Use of waste grown tilapia silage as feed for *Clarias bratrachus* L. *J. Aqua. Trop.* **1**, 127-137.
- Wignall J., I. Tatterson 1976. Fish silage. *Process. Biochemistry* **11**, 17-19.
- Wilson R. P., D. W. Freeman, W. E. Poe 1984. Three types of catfish offal meals for channel catfish fingerlings. *Progress. Fish. Cult.* **46**, 126-132.
- Windsor M. L., 1974. Production of liquid fish silage for animal feed. In : Fishery Products, R. Kreuzer ed. Fishing News Books, Surrey, 140-144.
- Wood J. F., B. S. Capper, L. Nicolaidis 1985. Preparation and Evaluation of diets containing fish silage, cooked fish preserved with formic acid and low temperature-dried fish meal as protein sources for mirror carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* **44**, 27-40.