

**INCORPORATION DU COLZA 00 SOUS FORME DE TOURTEAU
OU D'AMANDE DANS LES ALIMENTS DE LA TRUITE ARC-EN-CIEL
(*ONCORHYNCHUS MYKISS*) :
PERFORMANCE ZOOTECHNIQUE ET DIGESTIBILITÉ**

B. ABDOU DADE, P. AGUIRRE, Denise BLANC et S.J. KAUSHIK
Laboratoire de Nutrition des Poissons, INRA, Station d'Hydrobiologie,
64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France

Reçu le 7 mars 1990
Accepté le 22 août 1990

Received 7 March, 1990
Accepted 22 August, 1990

RÉSUMÉ

Huit lots de 100 truites arc-en-ciel ont été nourris pendant 12 semaines avec quatre aliments différents. Deux aliments contenant une proportion de 20 % de colza "00" dépelliculé à faible teneur en glucosinolates, soit sous forme de tourteau (TC), soit sous forme de graine entière (TG), ont été comparés à un aliment à base de farine de poisson (NS) et à un autre aliment d'origine commerciale (COM). Les performances zootechniques, les compositions corporelles des poissons et les coefficients d'utilisation protéique et énergétique ont été suivis. La digestibilité des nutriments des deux matières premières testées (tourteau de colza et amande de colza) a été déterminée.

Les résultats obtenus nous indiquent que, même si la vitesse de croissance est semblable dans tous les lots, les meilleures performances zootechniques sont celles des poissons nourris avec l'aliment uniquement à base de farine de poisson, et que celles des poissons nourris avec les aliments contenant du colza (TC et TG) sont aussi bonnes que celles des poissons nourris avec l'aliment commercial. L'incorporation du tourteau de colza n'induit pas une modification de la composition corporelle des poissons ; l'utilisation de l'amande de colza à un taux de 20 % entraîne une accumulation de la graisse périviscérale des poissons. Les coefficients d'utilisation digestive (CUD) de la matière sèche, des protéines, des lipides et de l'énergie du tourteau de colza sont supérieurs à ceux notés pour l'amande de colza.

A l'issue de cette étude, il apparaît que la digestibilité du tourteau de colza "00" est très bonne chez la truite arc-en-ciel et que l'on peut incorporer jusqu'à 20 % de ce tourteau dans leurs aliments sans réduire la croissance, ni modifier la composition corporelle des poissons ; tandis que l'utilisation des graines entières au même taux (20 % de l'aliment) provoque une baisse du rendement en carcasse des poissons.

**INCORPORATION OF RAPESEED MEAL OR FULL FAT RAPESEED (COLZA 00)
IN RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) DIETS :
GROWTH PERFORMANCE AND DIGESTIBILITY**

ABSTRACT

Eight groups of hundred rainbow trout were fed four different diets during 12 weeks. Two diets having either 20 % rapeseed meal (TC) or dehulled full fat rapeseed (TG) were compared to a diet containing fish meal as the sole protein source (NS), and to a commercial diet (COM). Growth rate, feed : gain ratio, body composition of fish fed the different diets were compared. Nutrient digestibilities were also measured. Growth rates were comparable in all groups. The best feed efficiencies were observed in fish fed the fishmeal based diet (NS). There was no modification of fish body composition due to the incorporation of rapeseed meal. However, the utilization of whole rapeseed at a level of 20 % led to increased visceral fat. Nutrient digestibilities (dry matter, protein, fat and energy) were better with rapeseed meal than with whole rapeseed almonds.

These results show that the digestibility coefficients of low glucosinolate containing rapeseed meal (Colza 00) are high and that this ingredient can be included at a level of 20 %

in rainbow trout diets without any decrease in growth or change in body composition of fish. On the other hand, the utilization of 20 % of full fat dehulled whole seeds leads to a decrease in the carcass yield of trout.

INTRODUCTION

L'une des principales causes de l'élévation du coût de production des poissons est l'utilisation de la farine de poisson, matière première coûteuse, comme principale source protéique dans les aliments. Afin d'améliorer cette situation, de nombreux travaux ont été effectués notamment pour la substitution au moins partielle de la farine de poisson par des protéines végétales.

Parmi les matières premières d'origine végétale, le tourteau de colza a retenu l'attention des chercheurs depuis une dizaine d'années en raison de l'importance de la teneur en protéine de son tourteau et de la relative disponibilité de cette matière première. Un des problèmes liés à l'incorporation de cette matière première est la présence de facteurs anti-nutritionnels tels que l'acide érucique ou les glucosinolates. Les progrès réalisés dans le domaine de l'amélioration génétique du colza ont cependant permis d'obtenir des variétés à faible teneur en ces composés. C'est ainsi que le colza de printemps produit au Canada (et communément appelé Canola) a fait l'objet de nombreuses études.

Cependant, les résultats obtenus font l'objet de controverses. Ainsi YURKOWSKI *et al.* (1978) affirment que la farine de colza (Canola) peut remplacer partiellement la farine de poisson (et totalement la farine de soja) dans les aliments destinés aux truites arc-en-ciel. HARDY et SULLIVAN (1983) arrivent aux mêmes conclusions. D'autres études effectuées par HIGGS *et al.* (1982) sur des juvéniles de saumon (*Oncorhynchus tshawytscha*) ont également montré que le colza peut être utilisé comme source protéique jusqu'à un taux de 16 à 20 % de l'aliment. Par contre, HILTON et SLINGER (1986) indiquent que le colza ne peut pas remplacer même 10 % de tourteau de soja et encore moins la farine de poisson dans les aliments de jeunes truites (2 à 40 g). Une des raisons évoquées est la faible digestibilité due essentiellement au fort taux de fibre dans la matière première utilisée par ces auteurs.

En France, la création de nouvelles variétés de colza à faibles teneurs en glucosinolates (contenant entre 3 et 49 $\mu\text{M/g}$, appelé colza double zéro), conjointement aux efforts entrepris dans le domaine des traitements technologiques, ont permis d'avoir une matière première d'origine végétale intéressante. L'incorporation du colza "00" fait l'objet de nombreuses études également dans diverses filières de la production animale (voir BOURDON, 1989 ; LECLERCQ *et al.*, 1989). Au cours de cette étude, nous nous sommes intéressés à l'évaluation de cette matière première comme ingrédient dans les aliments pour Truite arc-en-ciel.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude préliminaire a porté sur :

1) l'effet d'incorporation de 20 % de colza "00" soit sous forme de tourteau soit sous forme d'amande dans les aliments de la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), sur les performances zootechniques en comparaison avec un aliment ne contenant qu'une farine de poisson de très bonne qualité (Norseamink) comme source unique de protéines.

2) la détermination de la digestibilité de ces deux matières premières.

Essai zootechnique

Huit lots de 100 truites arc-en-ciel d'un poids moyen de 47 ± 1 g sont constitués et placés au hasard dans 8 bassins à fond de sable (1,70 x 1,50 x 0,50 m) alimentés par une eau de source avec un débit de 160 l/min et à une température constante de 17 ± 1 °C (pisciculture expérimentale de l'I.N.R.A., Donzacq, Landes). Trois aliments expérimentaux contenant a) uniquement la farine Norseamink (NS), b) le tourteau de colza à 20 % (TC) et c) le colza entier à 20 % (TG) ont été fabriqués sous forme de granulés secs de 2,5 mm de diamètre à l'aide d'une presse Simon-Heese. Ces aliments ont été formulés de façon à ce qu'ils soient isoprotéiques et isoénergétiques. Chaque aliment expérimental a été distribué à deux lots de poissons. Deux autres lots de poissons ont reçu un aliment commercial (COM) afin de contrôler les performances générales des conditions expérimentales de la pisciculture. Les caractéristiques chimiques des matières premières et les compositions centésimales des aliments sont rapportées dans les Tableaux I et II.

Les poissons ont été nourris à satiété deux fois par jour (matin et soir), ceci tous les jours de la semaine y compris les week-ends sauf les veilles de pesées. L'essai a duré 12 semaines pendant lesquelles les poissons ont été pesés et comptés toutes les trois semaines. Des analyses de la composition corporelle ont été effectuées en début et en fin d'expérience sur un échantillon de 10 poissons.

Tableau I : Caractéristiques chimiques des matières premières (en % de la matière sèche).

Table I : Chemical composition of feedstuffs (% of dry matter).

	TOURTEAU DE COLZA	AMANDE DE COLZA	FARINE DE POISSON (Norseamink)
Matière sèche	90,9	93,7	92,9
Protéine (1)	42,6	20,8	74,9
Matières grasses	1,6	40,6	10,2
Cendres brutes	8,0	3,6	12,1
Cellulose brute*	6,6	3,0	0
Lignine*	9,0	6,0	0
A.D.F. (2)*	18,0	14,0	0
N.D.F.(3)*	26,0	21,0	0
Glucosinolates* (μ M /g MS)	48,3	16,6	0

(1) N kjeldahl x 6,25

(2) A.D.F. : Acid detergent fiber (lignocellulose)

(3) N.D.F. : Neutral detergent fiber (membranes totales)

* données fournies par le CETIOM.

Tableau II : Composition centésimale des aliments expérimentaux (essai zootechnique).

Table II : Proximate composition of experimental diets (feeding trial).

	TC	TG	NS	COM
Farine de poisson (Norseamink)	47	52	58	(1)
Tourteau de colza	20	-	-	
Amande de colza	-	20	-	
Huile de poisson	8	-	8	
Amidon cru	20	23	29	
Mélange vitaminique (2)	2	2	2	
Mélange minéral (3)	2	2	2	
Liant (Alginate de Na)	1	1	1	
Matière sèche	87,3	88,9	87,5	90,5
Protéine % MS (N x 6,25)	44,5	43,2	45,0	52,0
Énergie (kJ/g MS)	20,7	21,4	20,6	20,9
Cendres brutes	10,3	10,0	10,3	12,0

(1) Aliment commercial ; formule fermée.

(2) EIFAC, 1973.

(3) LUQUET, 1971.

Évaluation de la digestibilité des matières premières

A partir d'un aliment de base (AP1, voir Tableau III), deux autres aliments expérimentaux ont été constitués d'une proportion de AP1 (70 %) et d'une proportion (30 %) soit de tourteau de colza (AP2) soit d'amande de colza (AP3). Les digestibilités des aliments ont été mesurées

par la méthode indirecte, avec comme traceur inerte l'oxyde de chrome (1 % dans l'aliment), et la collecte des fèces grâce à un appareil de récolte en continu mis au point au laboratoire de Nutrition des Poissons de Saint-Pée-sur-Nivelle par CHOUBERT et al. (1979). Trois lots de quinze truites d'un poids moyen de 100 g ont été placés chacun dans un bac cylindro-conique (volume : 60 litres ; débit : 4 l/min ; température de 17 ± 1 °C). Les poissons ont été nourris deux fois par jour. Après une période d'adaptation aux régimes expérimentaux de quinze jours, les fèces des poissons ont été récupérées tous les matins à 9 heures, durant une semaine et conservées au congélateur jusqu'aux analyses.

Tableau III : Composition centésimale de l'aliment de base AP1 utilisé pour l'évaluation de la digestibilité des matières premières.

Table III : Proximate composition of basal diet (AP1) used for the trials on digestibility of raw materials.

INGREDIENTS	p. 100
Farine de poisson (chili copresca)	40
Tourteau de soja (50)	31,6
Huile de poisson	6
Amidon gélatinisé (Roquette)	17,4
Mélange vitaminique (1)	2
Mélange minéral (2)	2
Liant (Alginate de Na)	1
Composition chimique	
Protéines (% MS)	45,9
Matières grasses (% MS)	12,5
Énergie (kJ/g MS)	20,4

(1) et (2) voir Tableau II.

La digestibilité apparente (CUDA) d'un nutriment A a été estimée comme suit :

$$\text{CUDA de A} = \left(1 - \frac{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ dans l'aliment} \times \% \text{A dans les fèces}}{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ dans les fèces} \times \% \text{A dans l'aliment}} \right) \times 100$$

Le CUDA d'une matière première (x) donnée a été calculé de la façon suivante :

$$\text{CUDA de l'aliment test} - (0,7 \times \text{CUDA de l'aliment de référence}/0,3)$$

où l'aliment test contient 70 % de l'aliment de référence et 30 % de la matière première (x).

Les analyses

La matière sèche a été déterminée par pesée avant et après passage des échantillons à l'étuve à 100 °C pendant 24 heures. Le dosage de l'azote a été effectué par la méthode de Kjeldahl et celui des lipides par la méthode de FOLCH *et al.* (1957). La détermination de l'énergie brute a été effectuée à l'aide d'une bombe calorimétrique (Gallenkamp CB-100). Le dosage de l'oxyde de chrome dans les aliments et dans les fèces (poolés) a été effectué par la méthode de BOLIN *et al.* (1952) après minéralisation des échantillons (Block digester, Technicon).

Les analyses statistiques (analyses de variance, suivies de comparaison de moyennes par le test de Duncan ; au seuil de 0,05) ont été effectuées grâce aux modules statistiques du programme SAS (version 6, S.A.S. Institute Inc., North Carolina, U.S.A.).

RÉSULTATS

Performances zootechniques

Les résultats sur la croissance, sur la composition corporelle et sur les efficacités de

réretention sont présentés dans les Tableaux IV et V. Quant aux gains de poids et à la vitesse de croissance, aucune différence significative ($P>0,05$) n'est observée entre les différents traitements. L'indice de consommation (aliment sec ingéré/gain de poids) et le coefficient d'efficacité protéique (gain de poids/protéine ingérée) sont par contre meilleurs chez les truites nourries d'aliment à base de farine de poisson comme source unique de protéine.

A la fin de l'expérience, il y a augmentation de la matière sèche et de la valeur énergétique des poissons par rapport aux valeurs initiales tandis que la teneur en protéine diminue (Tableau V). La valeur énergétique des poissons entiers est plus importante ($P<0,05$) chez les poissons nourris avec l'aliment TG (contenant 20 % de graine entière de colza) que chez ceux recevant le régime TC. Les efficacités de rétention protéique sont comparables entre les lots expérimentaux (Tableau VII) ; la rétention énergétique est par contre plus élevée chez le lot TG que chez le lot nourri avec l'aliment TC, compatible avec l'augmentation de la teneur énergétique de ces poissons (cf. plus haut). Le pourcentage de la carcasse chez les poissons en fin d'expérience, est pratiquement le même que celui des poissons au début de l'essai, sauf chez les poissons nourris avec l'aliment contenant de l'amande de colza où il y a une baisse significative ($P<0,05$) provoquée par une accumulation de la graisse périviscérale (Tableau V).

Tableau IV : Performances zootechniques des truites après 12 semaines d'alimentation.

Table IV : Growth and food efficiency of trout after 12 weeks of feeding.

	TC	TG	NS	COM
Poids moyen initial (g)	45,8	47,5	49,2	46,9 ^{NS}
Poids moyen final (g)	186,0 ^{ab}	174,4 ^b	200,6 ^a	192,3 ^{ab}
Gain de poids (% PMI)	306,3	267,1	306,0	298,1 ^{NS}
Taux de croissance (1)	1,75 ^a	1,63 ^a	1,76 ^a	1,77 ^a
Taux d'ingestion (2)	2,04 ^a	1,99 ^a	1,72 ^b	2,06 ^a
Indice de Consommation (3)	1,37 ^a	1,39 ^a	1,12 ^b	1,35 ^a
Coefficient d'efficacité protéique (4)	1,59 ^b	1,60 ^b	1,96 ^a	1,39 ^b

(1) Taux de croissance spécifique : $100 \times (1n \text{ pds final} + 1n \text{ pds initial}) / \text{nb de jours}$.

(2) Ingestion (matière sèche) en % de poids moyen (pds final + pds initial / 2).

(3) Quantité d'aliment sec ingérée / gain de poids.

(4) Gain de poids / quantité de protéines ingérées.

Les valeurs moyennes ayant les mêmes lettres en exposant ne sont pas significativement différentes entre elles ;

NS = différence non significative (seuil : $p<0,05$).

Tableau V : Composition des poissons entiers en début et en fin d'expérience d'alimentation (12 semaines).

Table V : Initial and final body composition of whole fish.

	Initial	TC	TG	NS	COM
Eau (%)	77,1	69,8 ^{ab}	67,6 ^a	69,2 ^{ab}	70,6 ^b
Protéine (% MS) (N x 6,25)	68,3	53,9 ^{ab}	49,7 ^b	52,0 ^{ab}	54,7 ^a
Énergie (kJ/g MS)	21,4	26,5 ^b	28,2 ^a	26,7 ^{ab}	26,5 ^b
Cendres (% MS)	16,4	8,5 ^a	7,2 ^b	8,7 ^a	8,8 ^a
Facteur de condition (1) (2)	1,1 ^a	1,4 ^c	1,3 ^c	1,3 ^b	1,3 ^c
Viscère (% poids vif) (2)	6,2 ^a	10,6 ^b	12,7 ^c	10,0 ^b	10,3 ^b
Foie (% poids vif) (2)	0,8 ^a	1,2 ^b	1,2 ^{bc}	1,3 ^c	1,2 ^b
Carcasse (% poids vif) (2)	86,3 ^a	86,1 ^a	84,1 ^b	85,9 ^{ab}	86,9 ^a

(1) Mesure d'embonpoint : $100 \times (\text{poids}/\text{longueur}^3)$. (2) Mesures effectuées sur 20 individus par traitement (10 pour le lot initial). Sur chaque ligne, les moyennes ayant les mêmes lettres en exposant ne sont pas significativement différentes entre elles ($p<0,05$).

La digestibilité

A partir des valeurs des coefficients d'utilisation digestive de l'aliment de référence (AP1 ; Tableau III) et des deux aliments expérimentaux contenant les matières premières testées, nous avons calculé la digestibilité de chacun de ces deux matières premières (Tableau VI). Ces résultats montrent que le tourteau de colza a une excellente digestibilité par rapport à l'amande de colza. Cette différence est surtout prononcée au niveau des protéines et des lipides.

Tableau VI : Coefficient d'utilisation digestive apparente (CUDa) des matières premières (%).

Table VI : Apparent nutrient digestibility (%) of rapeseed meal and whole rapeseed.

	Tourteau de colza	Amande de colza
MATIERE SECHE	74,9	68,0
PROTEINES	92,9	80,6
LIPIDES	90,0	60,3
ENERGIE	82,7	77,4

Tableau VII: Coefficients d'utilisation protéique (CUP) et énergétique (CUE) des Truites recevant les différents aliments.

Table VII : Protein and energy retention efficiencies in rainbow trout fed the different diets.

Aliment	TC	TG	NS	Com
C.U.P. (%)	26,2 ^{ab}	26,1 ^{ab}	31,7 ^a	22,6 ^b
C.U.E. (%)	31,0 ^b	34,9 ^{ab}	39,8 ^a	30,6 ^b

DISCUSSION

Si l'on tient compte uniquement de la performance de croissance des différents lots, il apparaît qu'il n'y a aucune différence significative entre les différents lots (Tableau IV). Par contre, selon d'autres critères zootechniques comme l'indice de consommation ou le coefficient d'efficacité protéique, les meilleures performances zootechniques sont obtenues chez les poissons nourris avec l'aliment dont l'unique source protéique est une farine de poisson d'excellente qualité. Il est cependant intéressant de constater que les performances zootechniques des poissons nourris avec les aliments contenant 20 % de tourteau de colza (TC) ou 20 % d'amande de colza (TG) sont aussi bonnes que celles des poissons nourris avec l'aliment commercial, dont le taux protéique est nettement plus élevé. D'autres critères basés sur la composition corporelle (rétention protéique ou énergétique, Tableau VII) montrent que d'un point de vue d'utilisation des nutriments, les poissons élevés avec des aliments contenant le tourteau de colza ont un coefficient d'utilisation protéique comparable (différence non-significative à 0,05) avec ceux recevant le régime à base uniquement de la farine de poisson.

Nos résultats sur la croissance rejoignent ceux de YURKOWSKI *et al.* (1978), HARDY et SULLIVAN (1983) qui n'ont observé aucune dépression de la croissance des truites due à l'incorporation de Canola dans les aliments. Par contre, HILTON et SLINGER (1986) observent qu'il y a une diminution de la croissance des alevins (poids initial : 2 à 2,2 g) même à des taux d'incorporation de 13,5 % de canola dans les aliments ; ils n'observent cependant aucun effet significatif sur l'indice de consommation.

La divergence de nos résultats avec ceux de HILTON et SLINGER (1986) peut avoir entre autres raisons, la taille des animaux, le type de colza utilisé et le traitement subi par ce dernier d'où sa composition en fibre et en facteurs antinutritionnels qui peuvent influencer la disponibilité des nutriments, la digestibilité et l'appétence de l'aliment (CHO et SLINGER,

1979). En effet, la digestibilité de la matière sèche du colza Canola utilisé par HILTON et SLINGER (1986) était faible (56,2 à 60,4 %) et serait principalement due à la teneur élevée en fibre (11,1 %). Avec une basse teneur en fibre (6,6 %) la digestibilité du tourteau de colza "00" utilisé dans la présente étude est très bonne (74,97 %). Les basses valeurs de la digestibilité de l'amande de colza "00" pourraient être liées à la teneur en matière grasse de cette matière première.

Il est connu que la présence des dérivés des glucosinolates qui se forment au cours des processus de transformation des graines du colza, à savoir le VTO (5-vinyl-oxazolidine-2-thione), l'ITC (isothiocyanate aliphatique) et les nitrites aliphatiques, peut influencer la disponibilité des acides aminés, ou l'activité des enzymes digestives et par conséquent le métabolisme énergétique (VAN ET TEN, 1969 ; YOUNGS *et al.*, 1972). Cependant le colza "00", comme le colza Canola, présente de basses teneurs en glucosinolates. Par conséquent, l'influence des composés dérivés des glucosinolates devrait être négligeable.

Selon HILTON et SLINGER (1986), l'utilisation du colza chez les jeunes truites provoque une hyperplasie microfolliculaire diffuse de la thyroïde sans effet significatif sur les niveaux hormonaux circulants. Une modification éventuelle du métabolisme thyroïdien peut avoir des implications notamment à certains stades physiologiques chez les Salmonidés. Les données actuelles ne permettent pas de se prononcer très clairement sur ce sujet. Nous n'avons constaté aucune manifestation pathologique extérieure, ni de modification de la composition corporelle chez les poissons nourris avec les aliments contenant le tourteau du colza "00". Néanmoins on peut signaler l'augmentation de la graisse périsvécérale, en rapport avec la teneur en lipide alimentaire, chez les poissons nourris avec l'aliment contenant l'amande de colza, ce qui a pour conséquence la réduction du pourcentage de la carcasse des poissons.

Nos résultats indiquent que l'on peut incorporer le tourteau de colza "00" jusqu'à un taux de 20 % dans les aliments de truites arc-en-ciel sans compromettre la croissance pondérale, ni modifier la composition corporelle. Par contre l'utilisation de la graine entière à un taux de 20 % entraîne une diminution de la digestibilité et une baisse significative du rendement en carcasse des poissons. Des études ultérieures devront permettre de préciser le taux optimal de l'incorporation de ces matières premières dans les aliments du type pratique (contenant d'autres sources protéiques que la farine de poisson). Il importera aussi d'évaluer l'influence éventuelle de l'incorporation du tourteau de colza sur la qualité de la chair. En effet, THOMASSEN et ROSJO (1989) ont montré chez le saumon atlantique que l'incorporation de l'huile de colza conduit à une amélioration de la qualité organoleptique de la chair.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec le concours financier du CETIOM (Centre Technique Interprofessionnel d'Oléagineux Métropolitain). Nous remercions MM. F. SANDRES, Y. HONTANG et R. CESCOSSE pour leur collaboration technique.

BIBLIOGRAPHIE

- BOLIN D.W., KING R.P. and KLOSTERMAN W.W., 1952. A simplified method for the determination of chromic oxide (Cr_2O_3) when used as an inert substance. *Science*, 16 (3023), 634-635.
- BOURDON D., 1989. Les nouveaux colzas à basse teneur en glucosinolates. *INRA Prod. Anim.*, 2 (4), 267-273.
- CHO C.Y. and SLINGER S.J., 1979. Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. In HALVER J.E. and TIEWS K. Ed. *Finfish nutrition and fish feed technology*. Vol. 2, 239-247.
- CHO C.Y., COWEY C.B. and WATANABE T., 1985. Methodological approaches to research and development. *Finfish Nutrition in Asia*. Ottawa, Ont., IDRC, ISBN. 154 p.
- CHOUBERT G., DE LA NOUE J. and LUQUET P., 1979. Continuous quantitative automatic collector for fish feces. *Prog. Fish Cult.*, 41, 64-67.
- EIFAC, 1973. Salmon and trout feeds and feeding, EIFAC Tech. pap., (12), 37 p.

- FOLCH J., LEES M. and SLOANE STANLEY G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- HARDY R.W. and SULLIVAN C.V., 1983. Canola meal in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) production diets. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40, 281-286.
- HIGGS A.D., MCBRIDE J.R., MARKERT J.R., DOSANJH B.S., PLOTNIKOFF M.D. and CLARKE W., 1982. Evaluation of tower and candle rapeseed (Canola) meal and bronowski rapeseed protein concentrate as protein supplements in practical dry diets for juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, 29, 1-31.
- HILTON J.W. and SLINGER S.J., 1986. Digestibility and utilization of Canola meal in practical type diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43, 1149-1155.
- LECLERCQ B., LESSIRE M., GUY G., HALLOUIS J.M., CONAN L., 1989. Utilisation de la graine de colza en aviculture. *INRA Prod. Anim.*, 2(2), 129-136.
- LUQUET P., 1971. Efficacité des protéines en relation avec leur taux d'incorporation dans l'alimentation de la truite arc-en-ciel. *Ann. Hydrobiol.*, 2, 175-186.
- THOMASSEN M.S., ROSJO C., 1989. Different fats in feed for salmon : Influence on sensory parameters, growth rate and fatty acids in muscle and heart. *Aquaculture*, 79, 129-135.
- VAN ETTEN G.H., 1969. Goitrogens in LIENER I.E. Ed. Toxic constituents of plants foodstuffs. Academic Press Inc., New York and London, 103.
- YOUNGS C.G., WETTER L.R. and BOULTER G.S., 1972. Processing of canadian rapeseed for high quality meal. Canadian rapeseed meal in poultry and animal feeding. *Rapeseed Assoc. Can.*, 16, 4-7.
- YURKOWSKI M., BAILEY J.K., EVANS R.E., TABACKEK J.L. and AYLES G.B., 1978. Acceptability of rapeseed proteins in diets of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 35, 951-962.