

# シロザケ稚魚の大豆ミール利用率に及ぼすメタノール処理及び必須アミノ酸の補足効果

誌名	養殖研究所研究報告 = Bulletin of National Research Institute of Aquaculture
ISSN	03895858
著者	村井, 武四 尾形, 博 Kosutarak, P. 新井, 茂
巻/号	12号
掲載ページ	p. 37-41
発行年月	1987年12月

## シロザケ稚魚の大豆ミール利用率に及ぼすメタノール処理 及び必須アミノ酸の補足効果

村井武四・尾形 博・パイラート コスタラク・新井 茂

(1987年 8月25日受理)

### Effects of Methanol Treatment and Amino Acid Supplementation on Utilization of Soy Flour by Chum Salmon Fingerlings

Takeshi Murai\*<sup>1</sup>), Hiroshi Ogata\*<sup>1</sup>), Pairat Kosutarak\*<sup>2</sup>), and Shigeru Arai\*<sup>1</sup>)

A 4-week feeding study was conducted using chum salmon *Oncorhynchus keta* fingerlings to test effects of methanol treatment and amino acid supplementation on utilization of soy flour. Isonitrogenous replacement of 77% of fish meal with the methanol treated or untreated soy flour resulted in weight gain of less than 1/3 of control group fed a fish meal-torula yeast diet, even though they consumed more feed than the control group. Methanol treatment slightly but significantly improved the growth rate only when the essential amino acids were also supplemented but failed to show any significant effects on food consumption, feed efficiency, the whole body composition and % protein deposition. Supplementation of the essential amino acid improved efficiency and % protein deposition, in addition to the growth enhancement.

*Key words:* soy flour utilization · methanol treatment · amino acid · chum salmon

コイ稚魚は食用として市販されている大豆ミールで飼料中の魚粉を75%代替しても、必須アミノ酸さえ補足すれば魚粉飼料区の9割近い成長と飼料効率を示す (Murai *et al.* 1986)。一方、サケ・マス類の大豆利用率については研究者間にまだ異論があり、統一見解には至っていない (Lovell 1984)。新井ら (1983a) は脱脂大豆ミールからアルコール可溶性成分を除去することにより、その利用率が向上すると報告している。さらに、このアルコール抽出物を魚粉を主体とした飼料に添加するとサクラマスおよびギンザケ稚魚の摂餌率が低下し、成長率も鈍下することを認めている (新井ら 1983b)。しかし、Tacon *et al.* (1983) は比較的大型のニジマスを用いて飼育試験を行い、魚粉を大豆ミールで代替しても、アルコール処理の有無に関わらず魚粉飼料区と遜色のない結果を得ている。さらに、大豆ミールに補足すべき必須アミノ酸の種類についても、研究者によって同じニジマスを使用した場合でも異なった結果 (Rumsey and Ketola 1975 vs Dabrowska and Wojno 1977) が報告されている。この様に、サケ・マス類では大豆ミールそのものの利用率ばかりでなく、そのアルコール処理及びアミノ酸の補足効果についても研究者間の結果にかなりの相違がある。そこで、我々は大豆ミールのアルコール処理及び必須アミノ酸の補足効果について検討するため、シロザケ稚魚の飼育試験を行った。

\*<sup>1</sup>) 養殖研究所玉城庁舎 (Inland Station, National Research Institute of Aquaculture, Tamaki, Mie 519-04, Japan)

\*<sup>2</sup>) タイ沿岸養殖研究所 (National Institute of Coastal Aquaculture, Songkhla 90000, Thailand)

## 材料および方法

### 試験飼料

試験飼料の組成と一般分析値は Table 1 の通りである。対照飼料区 (1 区) は北洋魚粉と脱核トール酵母で粗タンパク質含量を約45%に調整した。2 区と 3 区は市販の大豆ミール (*n*-ヘキサンで脱脂後 105°C で30分間加熱処理した製品) で 4 区と 5 区はメタノール処理大豆ミール (同じロットの製品を95%メタノールを用いて可溶性成分を除去後乾燥した製品, 新井ら 1983b) で各々約77%魚粉を代替した。更に, 2 区と 4 区は必須アミノ酸組成が対照飼料区とほぼ等しくなるよう (Table 2), 必須アミノ酸混合を補足した。一方, 3 区と 4 区は不必須アミノ酸混合を用いて窒素含量が対照区とほぼ等しくなるよう調整した。また, 各飼料の脂肪酸組成も考慮して, フィードオイルと大豆油を適量添加することにより粗脂肪含量として約8%に調整した。

### 供試魚および飼育法

シロザケ供試魚は北海道さけ・ますふ化場千歳支場にて採卵され, 養殖研究所でふ化・育成した平均体重約 0.9 g のものであった。実験条件及び飼育方法は前報 (村井ら, 1981) と同様であり,

Table 1. Composition of the experimental diets

Ingredient & Nutrient content	Diet No.				
	1	2	3	4	5
Fish meal	57.4	13.4	13.4	13.4	13.4
Torula yeast	18.6	17.3	17.3	17.3	17.3
Soy flour U* <sup>1</sup>		52.4	52.4		
Soy flour T* <sup>2</sup>				46.2	46.2
EAA mix * <sup>3</sup>		3.42		3.42	
DAA mix * <sup>4</sup>			3.42		3.42
Alpha-starch	11.2	0	0	0	0
Pollack viscera oil	3.97	6.27	6.27	6.27	6.27
Soy bean oil	0.56	0	0	0.45	0.45
Vitamin mix * <sup>5</sup>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Mineral mix * <sup>5</sup>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Carboxymethylcellulose	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Cellulose powder	1.27	0	0.21	5.75	5.96
Crude protein	44.17	44.45	44.71	44.80	44.78
Crude fat	8.45	7.85	7.97	7.80	7.58
Ash	12.17	7.96	8.06	7.79	7.73
Moisture	7.75	11.09	10.18	9.20	9.03

\*<sup>1</sup> Untreated commercial soy flour

\*<sup>2</sup> Commercial soy flour treated with 95% methanol

\*<sup>3</sup> Essential amino acid mix containing the followings (%);  
Arg, 0.22; His, 0.11; Ile, 0.32; Leu, 0.54; Lys·HCl, 1.04;  
Met, 0.29; Phe, 0.22; Thr, 0.26; Trp, 0.17; Val, 0.46

\*<sup>4</sup> Dispensable amino acid mix containing the followings (%); Ala, 1.20; Asp, 0.51; Gly, 1.26; Ser, 0.45

\*<sup>5</sup> After Murai *et al.* (1981)

**Table 2.** Calculated levels (g/100 g diet) of essential amino acids in the experimental diet\*<sup>1</sup>

Amino acid	Diet No.				
	1	2	3	4	5
Arg	2.87	2.84	2.62	2.84	2.62
His	1.09	1.08	0.97	1.08	0.97
Ile	2.17	2.12	1.80	2.12	1.80
Leu	3.72	3.63	3.09	3.63	3.09
Lys	3.80	3.66	2.83	3.66	2.83
Met+Cys	1.68	1.63	1.34	1.63	1.34
Phe+Tyr	3.61	3.57	3.35	3.57	3.35
Thr	2.16	2.12	1.86	2.12	1.86
Trp	0.46	0.43	0.26	0.43	0.26
Val	2.41	2.33	1.87	2.33	1.87

\*<sup>1</sup> Calculated from the analyzed amino acid composition of the ingredients taking into consideration of supplemental crystalline amino acids.

4週間の飼育試験を行った。飼育水温は15°C±0.5°Cであった。実験魚を各20尾ずつ、飼育試験開始時及び終了後に採取し全魚体の一般分析に供した。

#### 分析および測定法

飼料と全魚体の一般分析及びこれらの分析値に基づいたタンパク質蓄積率とエネルギー蓄積率の算定は各々 Akiyama *et al.* (1984) 及び Murai *et al.* (1985) の報告と同様に行った。さらに、平均体重約5gの魚を用いて消化管内のトリプシン様酵素の活性を下記のように測定した。まず、対照飼料を給餌してから5時間後に消化管を採取してこれに水を加えてホモジナイズし、30分間遠沈(16,000 rpm, 5°C)して、上澄液を得た(Kawai and Ikeda 1972)。この上澄液0.5mlと5mlの4M NH<sub>3</sub>-NH<sub>4</sub>Cl バッファー (pH 9.0, 吉村ら 1964) に懸濁した一定量の北洋魚粉、メタノール処理及び無処理の大豆ミールと混合し、40°Cでインキュベートして1時間に生成されたフォーリンチオカルト試薬反応生成物量からトリプシン様酵素の活性を定量(北御門・立野 1960, 萩原 1966)した。実験結果の統計処理は Duncan (1955) の方法に従って行った。

#### 結果および考察

魚粉を大豆ミールで約77%代替するとシロザケ稚魚の成長率は1/3以下に低下した。しかし、新井ら(1983a)が報告しているように、大豆ミールをメタノール処理することにより、僅かながらも成長率は有意に改善され、必須アミノ酸の補足効果も認められた(Table 3)。摂餌率はいずれの大豆ミール添加区も対照区より明らかに高い値を示したが、メタノール処理による向上は認められず、飼料効率も必須アミノ酸の補足のみが有意な効果を示した。しかしながら、成長率同様必須アミノ酸の補足効果はコイの結果(Murai *et al.* 1985)に比べてそれほど顕著なものではなかった。この様に、サケ類の大豆ミール利用率はHardy (1982)も報告しているようにニジマス(Smith 1977, Tacon *et al.* 1983)に比較すると極めて悪いと考えられる。

魚体の分析値およびタンパク質とエネルギー蓄積率はTable 4に示した通りである。大豆ミール添加区のタンパク質含量は対照区より若干ではあるが有意に低い値を示し、メタノール処理区では

**Table 3.** Growth, food consumption and feed efficiency of chum salmon fingerlings fed the experimental diets for 4 weeks

Diet No.	Dietary treatment	Wt gain (%)	DFCR * <sup>1</sup>	FER * <sup>2</sup>
1	Control	186.7d	4.36a	79.2d
2	+EAA	48.4b	5.12b	27.2bc
3	+DAA	35.9a	5.06b	22.1a
4	MeOH+EAA	64.3c	5.43b	31.8c
5	MeOH+DAA	43.2ab	4.95ab	24.2ab
Pooled	SEM (df=5)	2.59	0.171	1.43

Values in the same column followed by a different letter are significantly different ( $P < 0.05$ ).

\*<sup>1</sup> Daily food consumption rate (% of wet biomass).

\*<sup>2</sup> Feed efficiency ratio (%).

**Table 4.** Effects of dietary treatments on the body composition, % protein deposition and % energy retention.

Diet No.	Dietary treatment	Protein	Fat	% protein * <sup>1</sup>	% energy * <sup>2</sup>
1	Control	14.4c	3.94b	27.8d	27.3c
2	+EAA	14.0b	1.20a	10.9c	7.8a
3	+DAA	14.0b	1.30a	9.0b	6.6a
4	MeOH+EAA	14.0b	1.81a	11.9c	10.1b
5	MeOH+DAA	13.7a	1.66a	6.8a	6.1a
Pooled	SEM (df=5)	0.07	0.194	0.32	0.51

Values in the same column followed by a different letter are significantly different ( $P < 0.05$ ).

\*<sup>1</sup> % protein deposition expressed as [(final total body protein-initial total body protein)/total diet fed  $\times$  digestible crude protein]  $\times$  100.

\*<sup>2</sup> % energy retention expressed as [(total protein gain  $\times$  5.65 Kcal/g + total fat gain  $\times$  9.40 Kcal/g)/total DE fed]  $\times$  100.

不必須アミノ酸添加でさらに低下した。また、粗脂肪含量は前報のコイ (Murai *et al.* 1985) 同様大豆ミール添加区で大幅に減少し、メタノール処理区で有意ではないが若干高い値を示した。タンパク質蓄積率はメタノール処理によりほとんど改善できず、また、不必須アミノ酸添加区で減少した。一方、エネルギー蓄積率はメタノール処理大豆ミールに必須アミノ酸を補足した場合にのみ上昇したものの、まだ対照区の約 1/3 の値であった。

シロザケのトリプシン様酵素活性値は北洋魚粉、メタノール処理及び無処理の大豆ミール添加区でそれぞれ  $55.35 \pm 0.13$ ,  $42.54 \pm 0.74$ ,  $41.74 \pm 1.85$  (ホモジネートの蛋白質 mg 当り 1 時間に放出されたチロシン量 mg) であった。シロザケの飼育成績とトリプシン様酵素活性の間には極めて高い相関関係 ( $r = 0.999$ ) が認められ、大豆ミール添加による成長率と飼料効率の低下は消化管内のトリプシン活性と密接な関係があると考えられる。堀井・宮崎 (1973) が報告しているように、 $105^{\circ}\text{C}$  30分の加熱処理ではトリプシンインヒビターの活性を充分不活化できず、また、メタノール処理をしても余り効果はなかったと考えられる。そして、シロザケはこのインヒビターに極めて鋭敏であると考えられる。

この様に、シロザケ稚魚の大豆利用率はコイに較べれば極めて劣り、大豆ミールをメタノール処理すれば、成長率は有意に向上するものの、飼料効率、タンパク質蓄積率にはそれほど顕著な効果を示さず、必須アミノ酸の補足効果もコイより低いと思われる。以上の結果から、大豆ミールにアルコール処理をし、アミノ酸を添加することは、経済性を考慮すればそれほど有効な手段ではなく、サケ科魚類の大豆ミールの利用率向上には熱処理の再検討等他の手段を考慮する必要があるであろう。

## 文 献

- Akiyama, T., T. Murai, Y. Hirasawa and T. Nose, 1984. Supplementation of various meals to fish meal diet for chum salmon. *Aquaculture* 37: 217-222.
- 新井 茂・尾形 博・川合秀樹・能勢健嗣 1983a. 脱脂大豆粕の有効利用-I. アルコール処理大豆粉の養魚飼料への利用 昭和58年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 p. 407.
- 新井 茂・尾形 博・能勢健嗣 1983b. 脱脂大豆粕の有効利用-II. アルコール抽出物のサクラマス及びギンザケに及ぼす影響 昭和58年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 p. 407.
- Dabrowska, H. and T. Wojno, 1977. Studies on the utilization by rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) of feed mixtures containing soy bean meal and an addition of amino acids. *Aquaculture* 10: 297-310.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests, *Biometrics* 11: 1-12.
- 萩原文二 1966, *Proteolytic enzyme*. pp. 237-247. 酵素研究 (赤堀四郎編) 朝倉書店, 東京.
- 堀井正治・宮崎基嘉 1973. 大豆のトリプシンインヒビター (第2報) 大豆の加熱, 脱脂, 照射処理とトリプシンインヒビターの減少. 食糧研報告 28: 59-62.
- Hardy, R. W. 1982. The use of soy bean meal in trout and salmon diet. NOAA Tech. Rep. NMFS Circular 447: 15-19.
- Kawai, S. and S. Ikeda, 1972. Studies on digestive enzymes of fishes-II. Effects of dietary changes on the activities of digestive enzymes in carp intestine. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 38: 265-270.
- 北御門学・立野新光 1960. ニジマス消化酵素の研究-II. Protease. 日水誌 26: 685-690.
- Lovell, R. T., 1984. Use of soybean products in diets for aquaculture species. *Animal Nutrition Research Highlight February*, pp. 1-6.
- Murai T., T. Akiyama, T. Takeuchi, T. Watanabe and T. Nose, 1985. Effects of dietary protein and lipid levels on performance and carcass composition of fingerling carp. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 51: 605-608.
- 村井武四・平澤康弘・能勢健嗣 1981. シロザケ稚魚飼料中へのビタミン混合至適添加量. 養殖研報 2: 43-48.
- Murai, T., H. Ogata, P. Kosutarak and S. Arai, 1986. Effects of amino acid supplementation and methanol treatment on utilization of soy flour by fingerling carp. *Aquaculture* 56: 197-206.
- 萩野珍吉・柿野 鈍・陳 茂松 1973. 魚類の蛋白質栄養に関する研究-II. コイの代謝性Nおよび内因性N排泄量について. 日水誌 39: 519-523.
- Rumsey, G. L. and A. G. Ketola 1975. Amino acid supplementation of casein in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry and of soybean meal for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fingerlings. *J. Fish. Res. Board Can.* 32: 422-426.
- Smith, R. R. 1977. Recent research involving full-fat soybean meal in salmonid diets. *Salmonid* 1: 8-18.
- Tacon, A. G. J., J. V. Haaster, P. B. Featherstone, K. Kerr and A. J. Jackson, 1983. Studies on the utilization of full-fat soybean and solvent extracted soybean meal in a complete diet for rainbow trout. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 49: 1437-1443.
- 吉村克二・柴田 猛・片山 寛 1964. サケ幽門垂蛋白分解酵素の研究 第1報 部分的精製とその性質, 北大水産彙報 14: 262-268.