

## 高度不飽和脂肪酸對黑鯛種魚之產卵量與卵質的影響

周昱翰·劉擎華·吳純衡

### Effects of Highly Unsaturated Fatty Acid of Broodstock Diets on Fecundity and Egg Quality of Black Porgy (*Acanthopagrus schlegeli*)

Yu-Han Chou, Chyng-Hwa Liou and Chwen-Herng Wu

A feeding experiment was conducted to find out the effects of feed quality on spawning or quality of eggs produced by black porgy (*Acanthopagrus schlegeli*) broodstock various diets containing different amounts of n-3 highly unsaturated fatty acid (HUFA).

In the broodstock fed the control diet the average amount of eggs produced during the spawning period of about 2 months was  $67.85 \times 10^4$  eggs per kg per fish, 70.43% of these eggs were buoyant. The total amount of eggs and proportion of buoyant eggs produced by female fish given the HUFA-deficient diet were the lowest. The values were  $45.37 \times 10^4$  eggs and 59.69%. Values were highest in the group receiving the diet containing 2.97% HUFA. Moreover, these eggs were mostly normal and showed a high hatch rate, leading to a high productivity of larvae.

Thus the present results demonstrated that the reproduction of black porgy is greatly affected by broodstock diets containing some amounts of n-3 HUFA.

關鍵字：種魚飼料、高度不飽和脂肪酸、卵質

Key words: Broodstock diet, HUFA., Egg quality.

#### 前 言

種魚的營養會影響繁殖期間種魚的產卵量、卵徑、卵之化學組成和孵化率<sup>(1)</sup>。而卵質的優劣也關係初期仔魚育成之活存率<sup>(2)</sup>。因此良質卵的取得是種苗大量生產的基礎。

n-3 高度不飽和脂肪酸（以下簡稱 HUFA）是海水魚類生長的必須脂肪酸<sup>(3)(4)</sup>。Watanabe et al. (1984)<sup>(5)</sup> 發現飼料不含 HUFA 會造成嘉臘 (*Pagrus major*) 種魚之產卵量下降及卵質惡化的結果。而在產卵之前改投飼含有 HUFA 的飼料可明顯達到卵質改善的效果<sup>(6)</sup>。而 Millamena et al. (1986)<sup>(7)</sup> 及 Millamena (1989)<sup>(8)</sup> 也發現 HUFA 含量較高的食物可使草蝦 (*Penaeus monodon*)

所產下的卵有較高的受精率及孵化率。上述研究證明 HUFA 在食物中含量的多寡對卵質的優劣有很大的影響。但卻沒有論及 HUFA 在種魚飼料之最適含量。

本試驗之目的在於研究 HUFA 對黑鯛卵質之影響並進一步探討對黑鯛種魚飼料之最適 HUFA 含量。

## 材料與方法

試驗飼料以不同比例之魚油和玉米油添加於飼料，配製成四種試驗飼料 (Diet 1~Diet 4)，HUFA 含量分別為 1.36%、2.97%、5.87% 及 0.00%。各組飼料之組成詳列於表 1。Diet 1 是魚粉添加玉米油作為對照組，Diet 2 & Diet 3 則添加不同比例之 EPA 油作為試驗組而 Diet 4 為 HUFA 缺乏飼料組。而飼料脂質之脂肪酸組成分析表示於表 2。

在 78 年 7 月到 10 月期間，向三條崙漁港之漁家陸續收購 2~4 齡的野生黑鯛，共計 52 尾。蓄養於繁殖室內 100 t 之圓型水泥池，並以市售鰻料馴餌。由於鯛類沒有明顯特徵作為雌雄之判別，所以先於 11 月 1 日將種魚逢機分成四組，每組 13 尾飼養於 12 t 的方型水泥池 (4 × 2 × 1.5 cm)，開始投飼試驗飼料，投餌量以種魚飽食不再攝食為主，投餌時間為每日的 17:00，並測水溫及鹽度。於

表 1 種魚飼料之組成

Table 1 Compositions of the experimental diets for parent black porgy.

|                               | Diet No. |       |       |       |
|-------------------------------|----------|-------|-------|-------|
|                               | 1        | 2     | 3     | 4     |
| White fish meal <sup>1</sup>  | 62       | 62    | 62    | —     |
| Casein                        | —        | —     | —     | 36    |
| Geletin                       | —        | —     | —     | 9     |
| Corn oil                      | 12       | 8     | —     | 18    |
| EPA oil                       | —        | 4     | 12    | —     |
| $\alpha$ -starch              | 17       | 17    | 17    | 17    |
| Cellulose                     | —        | —     | —     | 11    |
| Mineral mix <sup>2</sup>      | 5        | 5     | 5     | 5     |
| Vitamin mix <sup>3</sup>      | 3        | 3     | 3     | 3     |
| Alaline                       | 0.1      | 0.1   | 0.1   | 0.1   |
| Glycine                       | 0.1      | 0.1   | 0.1   | 0.1   |
| Choline chloride              | 0.8      | 0.8   | 0.8   | 0.8   |
| Crude orotein                 | 40.3     | 40.3  | 40.3  | 41.0  |
| Crude lipid                   | 17.4     | 17.4  | 17.2  | 18.2  |
| Gross enery ( kcal / 100 mg ) | 385.8    | 385.8 | 384.9 | 395.8 |
| HUFA (%)                      | 1.36     | 2.97  | 5.87  | 0.00  |

1. Crude protein : 65% Crude lipid : 10%  $\Sigma$  n 3 HUFA : 7.94%.

2. Sakamoto Salt

3. Halver vitamin mix.

表 2 四種試驗飼料脂質之脂肪酸組成

Table 2 Fatty acid composition of the four experimental diets.

| Fatty acid            | Diet No. |       |       |       |
|-----------------------|----------|-------|-------|-------|
|                       | 1        | 2     | 3     | 4     |
| 14 : 0                | 1.93     | 3.01  | 7.07  | 0.24  |
| 16 : 0                | 12.97    | 12.89 | 19.04 | 9.75  |
| 16 : 1                | 1.68     | 3.07  | 6.67  | 0.00  |
| 18 : 0                | 2.76     | 2.71  | 2.27  | 3.21  |
| 18 : 1 n 9            | 22.67    | 20.11 | 16.18 | 25.62 |
| 18 : 2 n 6            | 45.04    | 32.66 | 3.65  | 60.27 |
| 18 : 3 n 6            | 0.00     | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| 18 : 3 n 3            | 0.32     | 0.54  | 0.80  | 0.53  |
| 20 : 0                | 0.37     | 0.86  | 1.77  | 0.24  |
| 20 : 1 n 9            | 3.82     | 3.92  | 7.74  | 0.14  |
| 20 : 2                | 0.00     | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| 20 : 3                | 0.00     | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| 20 : 4 n 6            | 0.14     | 0.46  | 0.46  | 0.00  |
| 22 : 0                | 0.25     | 0.45  | 0.00  | 0.00  |
| 20 : 5 n 3            | 4.07     | 10.76 | 20.24 | 0.00  |
| 22 : 5 n 3            | 0.28     | 1.26  | 2.46  | 0.00  |
| 22 : 6 n 3            | 3.51     | 6.01  | 11.27 | 0.00  |
| Unknown               | 0.19     | 1.28  | 0.40  | 0.01  |
| $\Sigma$ n 3-HUFA (%) | 7.85     | 18.03 | 33.96 | 0.00  |

79年1月1日種魚生殖腺已發育，雌雄能夠判別後，將各飼料組的種魚分為4雌6雄共計10尾，種魚之體重記錄於表3。

種魚在2月19日開始產卵到4月25日產卵結束共計65天，其中2月27日因寒流來襲水溫降至19°C以下而停止產卵，Diet 2、3及4於3月12日恢復產卵，而Diet 1則延至3月30日才恢復產卵(圖1)。在產卵期間，每天早上8點到12點以60目的浮游生物網收集受精卵以計算產卵量及浮卵量。取浮性卵50粒於萬能投影機測定卵徑及油球數，另取100粒浮性卵放入裝有1升海水的燒杯中，於19~21°C的水溫下靜置孵化，在笠日19:00時測定孵化率及在顯微鏡測定仔魚畸型率<sup>(9)</sup>。

## 結 果

各飼料組之種魚在試驗期間的攝食量表示於圖2。由圖上可明顯看出HUFA缺乏飼料組(Diet 4)的種魚在各月份的攝食量遠比其他三組低。這是因為Diet 4用Casein作為主要蛋白源，飼料之適口性差而造成攝食量偏低的結果。

圖1是產卵期間以每七天為一間隔，來顯示各組種魚之產卵分布的情形。由於寒流的關係使得種魚在2月27日到3月11日期間停止產卵，但對照組卻延至3月30日才恢復產卵。而各飼料組的總產卵量以Diet 2最多，總產卵量為1,571.1萬粒是對照組Diet 1總產卵量(507.5萬粒)的三倍。

表3 各試驗組種魚開始試驗時之體重

Table 3 Weight of broodstock in each experimental diets.

|          |   | Diet No. |          |       |         |
|----------|---|----------|----------|-------|---------|
|          |   | 1        | 2        | 3     | 4       |
| 雌魚體重 (g) | 1 | 2,708    | 2,143    | 2,394 | 1,719   |
|          | 2 | 1,785    | 1,771    | 682   | 1,682   |
|          | 3 | 1,572    | 1,403    | 675   | 1,373   |
|          | 4 | 1,412    | 1,012    | 493   | 924     |
| 平均體重 (g) |   | 1,870    | 1,582.25 | 1,061 | 1,424.5 |
| 雄魚體重 (g) | 1 | 1,148    | 715      | 1,775 | 1,045   |
|          | 2 | 892      | 650      | 1,493 | 718     |
|          | 3 | 793      | 643      | 679   | 596     |
|          | 4 | 633      | 543      | 528   | 592     |
|          | 5 | 659      | 527      | 539   | 489     |
|          | 6 | 640      | 519      | 537   | 477     |
| 平均體重 (g) |   | 794.2    | 599.5    | 925.2 | 652.8   |

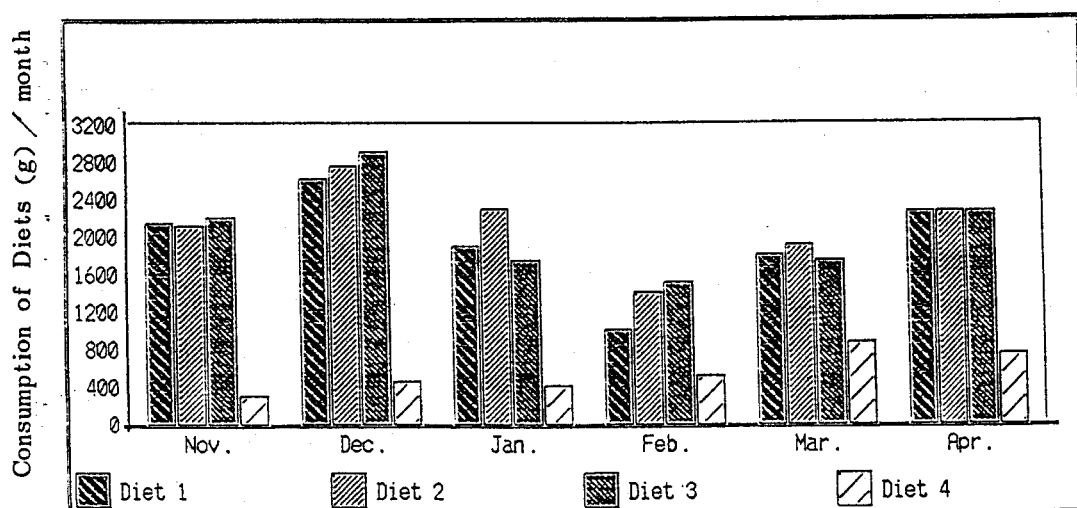


圖1 各飼料組種魚在試驗期間之攝食量(克/組)

Fig.1 The amount of diets given to parent black porgy of each group during the experimental period (g/group).

HUFA 缺乏的飼料組 (Diet 4) 的總產卵量最少只有 258.4 萬粒約為對照組的二分之一。HUFA 含量最高的 Diet 3 總產卵量為 622.8 萬粒。

各組卵質的測定結果顯示於表 4，總產卵量除以雌魚總體重後，各飼料組種魚每公斤的產卵量仍以 Diet 2 最高，為對照組的 3.66 倍。Diet 3 則為對照組的 2.16 倍。Diet 4 的產卵量則只有 Diet 1 的 0.67 倍。卵徑以 Diet 2 最大，Diet 3 最小。各組的平均油球數均在 2 以下，均為正常的油球數<sup>(10)</sup>。在浮卵率、孵化率及仔魚畸型率方面，Diet 2 均比對照組好，但相差不多。所以 Diet 2 所獲得正常仔魚率只比對照組多出 3.83%。而 Diet 3 由於浮卵率比對照組低 6.83%，雖然孵化率及畸型率與 Diet 1 沒有差別，但正常仔魚率則比對照組減少 6.28%。HUFA 缺乏組 (Diet 4) 是卵質最差的一組，使得正常仔魚率只有 42.08% 比對照組減少 17.92%。

而由圖 3 可以明顯看出各飼料組每公斤種魚所能產生的正常仔魚數。在對照組 (Diet 1) 為 40 萬尾，Diet 2 為 156 萬尾，Diet 3 為 77.4 萬尾而 HUFA 缺乏組 (Diet 4) 則只有 18.2 萬尾。

## 討 論

由於攝食量偏低使得 HUFA 缺乏組 (Diet 4) 的總產卵量比對照組減少 49% (圖 1)。在過去的報告也有類似的結果，Hislop et al. (1978)<sup>(11)</sup> 發現鱈魚 (*Melanogrammus aeglefinus*) 的攝食量與產卵量之間有正相關存在。Scott (1962)<sup>(12)</sup> 也表示減少食物量會降低虹鱒 (*Salmo gairdneri*) 的產卵量，但對受精卵的卵徑沒有影響。而 Begenal (1969)<sup>(13)</sup> 及 Springate et al. (1985)<sup>(14)</sup> 則認為食物量不足會導致產卵量的下降，同時也使卵徑變小。但是 Kato (1975)<sup>(14)</sup> 和 Ridelman et al. (1984)<sup>(15)</sup> 他們表示虹鱒在產卵前禁食 40 天或 4 個月對於產卵量及卵徑沒有影響。而在本試驗，

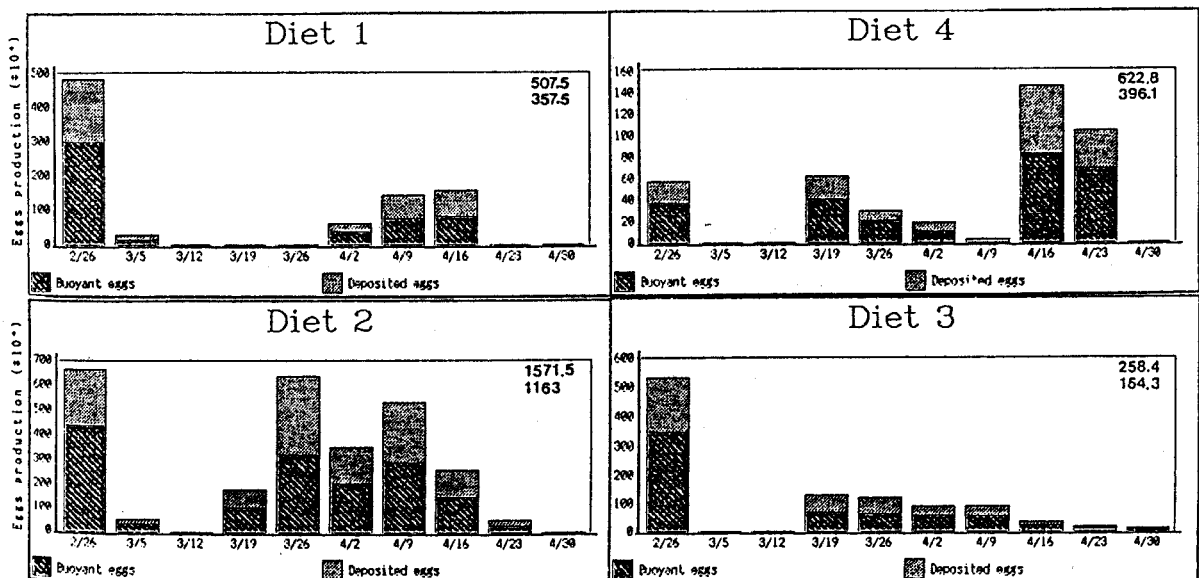


圖 2 種魚攝食不同試驗飼料在產卵期間之產卵結果，圖上數字代表產卵期間之總產卵量 (上值) 和浮卵量 (下值)

Fig.2 Results of spawning by parent black porgy fed the different diets. The values in the figure indicate the total of eggs production ( $\times 10^4$ ) during the spawning period (upper) and the amount of buoyant eggs ( $\times 10^4$ ) (lower).

表 4 各試驗飼料對產卵量和卵質之影響

Table 4 Effect of broodstock diets on the spawning and egg quality of black porgy.

|  | Diet No.   |            |            |            |
|--|------------|------------|------------|------------|
|  | 1          | 2          | 3          | 4          |
| <b>Egg</b>                                     |            |            |            |            |
| Eggs produced /kg/ fish ( $\times 10^4$ )      | 67.85      | 248.24     | 146.75     | 45.37      |
| Buoyant egg (%)                                | 70.43      | 74.02      | 63.60      | 59.69      |
| Egg diameter (mm)                              | 0.87       | 0.885      | 0.855      | 0.87       |
|  | $\pm 0.03$ | $\pm 0.04$ | $\pm 0.04$ | $\pm 0.09$ |
| Av. number of oil globules                     | 1.01       | 1.08       | 1.09       | 1.00       |
|  | $\pm 0.02$ | $\pm 0.34$ | $\pm 0.19$ | $\pm 0.01$ |
| <b>Hatched larvae</b>                          |            |            |            |            |
| Hatch rate in buoyant egg (%)                  | 92.08      | 94.0       | 92.35      | 83.6       |
|  | $\pm 7.9$  | $\pm 6.5$  | $\pm 7.6$  | $\pm 22.7$ |
| Deformity (%)                                  | 8.33       | 9.12       | 9.46       | 13.10      |
|  | $\pm 7.39$ | $\pm 6.45$ | $\pm 7.90$ | $\pm 9.70$ |
| Normal larvae obtained from<br>buoyant egg (%) | 84.58      | 84.9       | 83.0       | 74.6       |
|  | $\pm 8.2$  | $\pm 9.3$  | $\pm 10.3$ | $\pm 17.2$ |
| Normal larvae obtained (%)                     | 59.00      | 62.83      | 52.72      | 42.08      |

Eggs or Larvae produced ( $\times 10^4$ )/kg of Fish

圖 3 種魚飼料之高度不飽和脂肪酸含量對黑鯛繁殖之影響

Fig.3 Effect of the broodstock diets containing n 3-HUFA on the spawning of black porgy.

我們發現攝食量降低會嚴重影響產卵量但對卵徑沒有影響(表4)。Diet 3的母魚比其他三組小,可能是造成Diet 3之受精卵卵徑較小的原因。山口(1978)<sup>(2)</sup>也已報告嘉臘低齡種魚之受精卵卵徑比高齡種魚小。Millamena et al. (1989)<sup>(6)</sup>表示在草蝦食物添加高量的HUFA可以提高受精率及孵化率。Watanabe et al. (1984)<sup>(16)</sup>也發現即使在產卵前於嘉臘食物加入HUFA也可以達到改善卵質的效果。而山口(1978)<sup>(2)</sup>也發現低齡的嘉臘種魚之浮卵率比高齡種魚好。但是高HUFA含量組(Diet 3)的卵質卻比對照組差(表4),這可能是飼料HUFA含量過高所造成。同樣地,食物缺乏HUFA也會發生卵質惡化的現象(Diet 4),Watanabe et al. (1984a,b)<sup>(10)(17)</sup>表示嘉臘的飼料缺乏HUFA或虹鱒的飼料缺乏必須脂肪酸會造成卵質惡化。而Diet 1與Diet 2兩者之卵質相差不多,可見飼料含有1.36%的HUFA就可達到提升卵質的效果(Diet 1)。但是以產卵量而言,Diet 2與Diet 3每公斤種魚的產卵量均比對照組高出許多,由圖3,可明顯看出Diet 2每公斤種魚比對照組可多生產126萬尾正常仔魚。因此為達到種苗大量生產的目的,黑鯛種魚飼料的HUFA含量應在2.97%。

## 摘要

本試驗以高度不飽和脂肪酸不同含量的飼料飼養黑鯛種魚,以瞭解高度不飽和脂肪酸對產卵量及卵質的影響。在長達2個月的產卵期間,對照組的種魚每公斤的產卵量為 $67.85 \times 10^4$ 粒卵,浮卵率為70.43%。攝食不含高度不飽和脂肪酸飼料的種魚產卵量及浮卵率為各組最低值分別為 $45.37 \times 10^4$ 粒卵及59.69%。而含有2.97%高度不飽和脂肪酸飼料組之產卵量及浮卵率均為各組最高值,更因高孵化率而產生大量的仔魚。因此上述的結果證明種魚飼料的高度不飽和脂肪酸含量對黑鯛繁殖有極大的影響。

## 參考文獻

1. Springate J.R.C., N.R. Bromage and P.R.T. Cumarantunga (1985). The effects of different ration on fecundity and egg quality in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Nutrition and Feeding in Fish*, pp.371-393, Academic Press, London.
2. 山口正男(1978). タイ養殖の基礎と實際, 恒星社厚生閣, 東京 133-245.
3. Castell J.D. (1979). Review of lipid requirements of finfish. *Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*, Vol. 1, 59-84.
4. Kanazawa Akio (1985). Essential fatty acid and lipid requirement of fish. *Nutrition and Feeding in Fish*, pp.281-298, Academic Press, London.
5. Watanabe T., S. Ohhashi, A. Itoh, C. Kitajima and S. Fujita (1984). Effect of nutrition composition of diets on *chemponents* of red sea bream broodstock and eggs produced. *Bull. Jap. Soc. Sci Fish.*, 50, 503-515.
6. Watanabe T., T. Koizumi, H. Suzuki, S. Satoh, T. Takeuchi, N. Yoshida, T. Kitada and Y. Tsukashima (1985). Improvement of quality of red sea bream eggs by feeding broodstock on a diet containing cuttlefish meal or on raw krill shortly before spawning. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 51, 1511-1521.
7. Millamena, O.M., J.H. Primavera, R.A. Pudadera and R.V. Caballero (1986). The effect of diet on the reproductive performance of pond-reared *Penaeus monodon* Fabricius broodstock

pp.593-596.

The First Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society Manila, Philippines.

8. Millamena O.M. (1989). Effect of fatty acid composition of broodstock diet on tissue fatty acid patterns and egg fertilization and hatching in pond-reared *Penaeus monodon*. Asian Fisheries Science, 2, 127-134.
9. 井上正昭、城条義興、武富正和 (1985). マダイ自然産出卵の卵質、水産増殖 33, 7-11.
10. Watanabe T., T. Arakawa, C. Kitajima and S. Fujita (1984). Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of red sea bream. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, 50, 495-501.
11. Hislop, J.R.G., A.P. Robb and J.A. Gauld (1978). Observations on effects of feeding level on growth and reproduction in haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.) in captivity. J. Fish Biol, 13, 85-98.
12. Scott, D.P. (1962). Effect of food quantity on fecundity of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. J. Fish. Res. Board Can., 19, 715-730.
13. Bagenal, T.B. (1969). The relationship between food supply fecundity in brown trout, *Salmo trutta* L. J. Fish Bio., 167-182.
14. Kato, T.B. (1969). The relation between the growth and reproductive characters of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Bull. Freshwat. Fish. Res. Lab., 25, 83-115.
15. Ridelman, J.M., Hardy, R.W. and Brannon, E.L. (1984). The effect of shortterm starvation on ovarian development and egg viability in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture, 37, 133-140.
16. Watanabe, T., A. Itoh, A. Murakami, Y. Tsukashinia, C. Kitajima and S. Fujita (1984). Effect of nutritional quality of diets given to broodstock on the verge of spawning on reproduction of red sea bream. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50, 1023-1028.
17. Watanabe, T., T. Takeuchi, M. Saito and K. Nishimura (1984). Effect of low protein high calorie or essential fatty acid deficiency diet on reproduction of rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, 50, 1207-1215.