

넙치 種苗生産을 위한 Rotifer와 *Artemia* nauplius의 營養強化效果

林映秀 · 許聖範*

國立水産振興院 南濟州水産種苗培養場

*釜山水産大學 養殖學科

Efficiency of Enriched Rotifer and *Artemia* nauplius for the Seedling Production of Flounder, *Paralichthys olivaceus*

Young Soo LIM and Sung Bum HUR*

Keoje Hatchery, National Fisheries Research and Development Agency, Keoje 656-840, Korea

*Dept. of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

ABSTRACT

Survival and growth rates of flounder larvae fed rotifers and *Artemia* nauplii enriched by various bio-enrichment techniques were investigated. Enriched materials used in the study were 12 ω -yeast, 2 commercial emulsified oil and microparticulated products.

ω -yeast were added with one kinds of oils (cuttlefish liver oil, sardine oil, Alaska pollock liver oil, linseed oil) at the level of 5%, 15% and 25%.

The results are as follows:

1. The growth rate of rotifers cultured with ω -yeast added 15% cuttlefish liver oil was the best among 12 kinds of ω -yeast and this performance was almost the same with that of rotifers fed on *Chlorella*.

2. Survival and growth rates of flounder larvae fed on rotifers and *Artemia* nauplii enriched with ω -yeast and the other commercial products were higher than that those of larvae cultured with only *Chlorella* and non-enriched *Artemia*. The optimum contents of the cuttlefish liver oil in ω -yeast for rotifers and *Artemia* enrichment were 15% and 25%, respectively.

3. Optimum enrichment time and supply amount of ω -yeast for *Artemia* nauplii were 6 hr., 1.5 g/g cyst, respectively.

序 論

Rotifer의 培養은 다른 種類에 비해 高密度 飼育이 가능하며 培養이 쉬운 *Chlorella* sp.를 먹이로

많이 이용한다. 그러나 이것을 大量으로 培養할 경우 使用 容積이나 그에 따른 經費등의 問題가 對頭된다. 따라서 *Chlorella*를 對替할 수 있는 먹이로서 빵효모(baker's yeast)를 사용한 적도 있었으나, 빵효모의 營養的 缺陷에 의해 魚類 仔魚의 높은 폐사율을 나타내는 경우가 많았다(Hirayama and Funamoto 1983).

또, *Artemia*도 產地나 年度에 따라 營養的인 質의 차이가 많다고 알려져 있으며, 이에 따라 *Artemia* nauplius만을 魚類 仔魚에 供給했을 때 仔魚의 生存率이 顯著한 差異를 보인다(Watanabe et al. 1978b; Klein et al. 1980).

이런 현상에 대한 여러 研究에 의하면, 海産 魚類는 그들의 적절한 成長과 生存을 위해 필수 脂肪酸을 필요로 하기 때문에(Fujita 1979; Scott and Middleton 1979) - 특히 eicosapentaenoic (20:5 ω 3)과 decosahexaenoic (22:6 ω 3)산등의 ω 3高度 不飽和 脂肪酸(ω 3 HUFA, ω 3 Highly unsaturated fatty acids) - 이 ω 3 HUFA의 양에 의해서 나타나는 먹이 生物의 營養的인 質에 따른 結果라고 설명하고 있다(Bell et al. 1985).

脂肪은 魚類의 먹이에 있어서 중요한 營養素 중의 하나로서, 에너지원으로 중요한 역할을 한다. 그러나. 그중에서 ω 3 HUFA는 魚類에 의해 합성되어질 수 없는 脂肪 成分이므로 먹이에 의해서 提 供되어져야 한다(Bautista et al. 1988).

Rotifer의 脂肪酸 造成은 그것의 먹이에 따라 크게 좌우되고(Watanabe et al. 1978a; Howell 1979; Rainuzzo et al. 1989), 반면에 *Artemia* 는 產地나 年度에 따라 脂肪酸 造成이 다르며 nauplius에는 22:6 ω 3 脂肪酸이 없거나 극히 微量이다(Schauer et al. 1980). 그래서, 최근에는 rotifer와 *Artemia*의 營養的 價値를 향상시키기 위해 ω 3 HUFA를 많이 함유한 魚油(fish oil)를 빵효모에 첨가하여 만든 油脂酵母(ω -yeast)를 製作(Imada et al. 1979)하여 營養 強化를 시도하고 있다(Van Ballaere et al. 1985). 또, 海産 魚類를 위한 營養素와 脂肪酸을 添加시킨 미립자와 microencapsulated diets로 *Artemia* nauplius에 營養 強化를 하거나(Gatesoupe and Luquet 1981; Bautista et al. 1988), ω 3 HUFA가 많은 海産 *Chlorella*나 *Isochrysis galbana* (Wickins 1972)와 같은 미세조류를 使用한 경우도 있다.

本 實驗은, 現在 우리나라 전역에서 넙치 養殖이 廣範圍하게 進行되고 있음에 따라 이 種을 對象으로 rotifer와 *Artemia* nauplius에 첨가오일의 종류와 양을 각각 다르게한 유지효모 및 각종 영양 강화제로 營養 強化를 시켜서 넙치 仔魚의 成長 및 生存率을 향상시킴으로, 보다 效率的인 種苗 生産을 하기 위해 시행되었으며 아울러 rotifer의 培養을 위해 *Chlorella*를 사용하는 대신에 油脂酵母로서 완전히 代替할 수 있는 지의 可能性을 알아 보는데 그 目的이 있다.

材料 및 方法

本 實驗은 釜山 海藝臺 동백섬 海洋科學 研究所 먹이 生物 實驗室에서 培養中인 *Brachionus plicatilis* L-type rotifer와 *Chlorella ellipsoidea* (NFUP-27)를 使用했고, *Artemia* cyst 는 San-Francisco Bay strain (Argent Gold label)을 使用했으며, 넙치 受精卵은 1989년 3월 10일 國立 水産 振興院 여천 및 거제 種苗培養場에서 입수하여 使用하였다.

1. 營養強化製

가. 油脂酵母

實驗에 使用된 油脂酵母는 이화유지 공업사의 製品으로 baker's yeast (*Sacchromyces cervisiae*)의 배양배지에 세가지 魚油(오징어 간유, 북양명태 간유, 정어리유)와 植物性인 亞麻仁油(Linseed

oil)를 각각 5%, 15%, 25%, 그리고, 유화제(Emulsifier) 약 2%, Vitamin A 약 500 IU/g를 각각 添加하여 제작되었다.

나. 유화 오일 및 미립자

實驗에 使用된 일반 營養強化製品은 'Atemia system사'의 유화 오일('SELCO와 MARILA'), 미립자('TOPAL')과 'Fripack사'의 'BOOSTER'였다.

'TOPAL'은 일반적으로 갑각류 larvae나 rotifer의 培養에 使用되는 algae代用으로 使用되는 것으로, 크기는 1 gram TOPAL = 2.9×10^{10} cells이며, 'BOOSTER'의 크기는 약 7 μm 정도이다.

2. 油脂酵母 種類에 따른 Rotifer 培養

Rotifer는 2 l vinyl sac에서 12종의 油脂酵母와 대조구인 *Chlorella ellipsoidea* (NFUP 27)로 培養되었고, rotifer의 개체수는 매일 한번씩 計測하였다. 溫度와 鹽分度는 各各 $24 \pm 0.3^\circ\text{C}$, 33‰로 유지하였고 油脂酵母는 매일 rotifer 백만 개체당 0.2 g씩 주었다.

Rotifer의 specific growth rate (S.G.R.)는 Stein (1973)의 방법을 이용하였다.

$$\text{S.G.R.} = \frac{2.3026}{0.6931} \times \frac{\log(N_2/N_1)}{t_2 - t_1}$$

t_1, t_2 : 접종후 일수

N_1, N_2 : 접종후 t_1, t_2 일때의 밀도

3. Rotifer의 營養強化

자어는 수정난을 500 l FRP 수조, 수온 약 15°C 에서 부화시켜서 사용했으며, 실험수조는 200 l FRP수조(수량 약 100 l)였고, 각 500마리씩 수용하여 20일간 사육하였다. 환수는 매일 약 10 l였고, 사육수온은 $15.1 \sim 17.2^\circ\text{C}$ 였다.

油脂酵母의 영양강화(오징어간유 15%, 아미노유 15%)로 大量培養된 rotifer를 약 하루동안 *Chlorella*로 2차 培養하여 넙치 仔魚 먹이로 使用하였다.

또, *Chlorella*로 培養된 rotifer를 40 μm sieve로 收穫하여 백만 개체당 各 營養強化製 0.6 g을 海水에 녹여 하루에 두번에 나누어 供給하였으며, 이렇게 하루를 지난 후 rotifer를 收穫하여 仔魚의 먹이로 供給하였고, 수조마다 매일 ml당 약 10개체 정도로 유지하였다.

4. *Artemia* nauplius의 營養強化

海水를 채운 vinyl sac (약 25°C , 3,000 lux)에 *Artemia* cyst를 넣고 12시간 후, 24시간 후에 各各 오징어 간유 5%, 15%, 25%의 油脂酵母를 0.3 g/g cyst를 添加하여 약 2시간 후 nauplius를 收穫하여 넙치 仔魚에 供給하였고, 營養強化製(1참고)에 의해서도 같은 方法으로 하였다.

또, 油脂酵母의 適定 營養強化 時間을 알아보기 위해 오징어 간유 25%의 油脂酵母를 使用하여 *Artemia* cyst incubation 후 12시간, 24시간에 各各 營養強化한 것과 孵化된 nauplius를 收穫한 뒤 各各 2시간, 6시간동안 營養強化한 것을 比較하였으며 0.5 g, 1.5 g, 2.5 g의 油脂酵母로 各各 營養強化하여 그 適定 濃度를 조사하였다.

실험은 200 l FRP 수조를 사용하였고, 부화 후 약 25일된 자어는 500마리씩 수용하여 사육하였

다. 수온은 17.5~18.5℃로 유지되었다.

結 果

1. 油脂酵母 種類에 따른 rotifer 培養

오일의 種類와 含量이 서로 다른 12가지 油脂酵母로 10일 동안 rotifer를 培養한 結果는 Fig. 1과 같다.

오징어 간유 15%의 유지효모에서 rotifer가 8일째 ml당 140개체(S.G.R. 0.476)였고, 5%, 25%의 境遇에는 S.G.R.이 각각 0.412, 0.418이었다. 또, 대조구인 *Chlorella ellipsoidea*의 경우는 9일째 ml당 141개체(S.G.R. 0.424)를 나타냈다. 아미닌유의 경우는 5%, 15%, 25%의 S.G.R.이 각각 0.370, 0.396, 0.310으로 다른것 보다는 다소 낮았고 정어리유와 명태 간유의 경우는 오징어 간유와 아미닌유의 중간치를 보였다. 즉 정어리유의 경우 5%, 15%, 25%에서 각각 S.G.R.이 0.396, 0.396, 0.417이었고, 명태 간유의 경우는 각각 0.386, 0.413, 0.350이었다.

Rotifer 최대 密度에서는 *Chlorella*의 경우보다 다소 떨어지지만, 모든 油脂酵母 實驗區에서 오일의 種類나 含量에 상관없이 培養 初期 약 4~5일 동안에는 *Chlorella*보다 Rotifer의 成長이 다소 높았다. 또, 정어리유 25%외의 다른 實驗區에서는 각 오일의 含量이 15%일때가 가장 좋았다.

2. 넙치 자어에 대한 rotifer의 營養強化 效果

2-1. 油脂酵母에 의한 營養強化

油脂酵母(오징어간유 15%, 아미닌유 15%)로 培養된 rotifer와 이것을 *Chlorella*로 24時間 동안 2次 培養한 것, 또 *Chlorella*만으로 培養한 것을 넙치 仔魚에 供給하여 약 20일동안 사육하였을 때 成長과 生存率의 差異는 Table 1에서 보는 바와 같다. 오징어간유 15% 油脂酵母(I)의 경우가 最終平均 生存率이 78.8%, 전장이 6.45 mm로 가장 좋았으며, *Chlorella* (III)의 경우는 각각 65.1%, 6.23 mm였고, 아미닌유 15% 油脂酵母(II)에서는 5.2%, 5.51 mm로 生存率이 극히 낮았다. 또, 2차 培養한 경우는 오징어 간유(IV)가 각각 52.6%, 6.14 mm였고, 아미닌유(V)는 23.9%, 5.96 mm였다.

2-2. 營養強化製에 의한 營養強化

*Chlorella ellipsoidea*로 培養된 rotifer를 유화오일(Marila, Selco)과 미립자(Topal, Booster) 그리고 油脂酵母(오징어 간유 15%)로 24시간동안 營養強化 시킨 후 넙치 仔魚에 供給해서 약 20일 동안 사육하여 각 먹이 效率를 비교해 본 結果는 Table 2와 같다.

油脂酵母구(V)에서 仔魚의 平均全長 및 生存率은 각각 6.56 mm, 89.2%로 가장 높았고, Marila (III), Selco (IV)구에서는 각각 6.05 mm, 79.4%와 5.96 mm, 78.6%로 비슷하게 나타났고, Topal (I), Booster (II)구에서는 각각 5.62 mm, 72.0%와 5.44 mm, 70.5%였다. 이 營養強化시킨 모든 실험구의 結果는 *Chlorella* (IV)의 경우보다 높았다.

3. 넙치 仔魚에 대한 *Artemia nauplius*의 營養強化 效果

3-1. 油脂酵母로 營養強化

*Artemia nauplius*에 오징어간유 5%, 15%, 25% 油脂酵母로 營養強化 시킨 것과 營養強化를 하지 않은 nauplius를 넙치 仔魚에 供給하여 20일 동안 仔魚의 成長과 生存率을 比較해 본 結果, 油脂酵

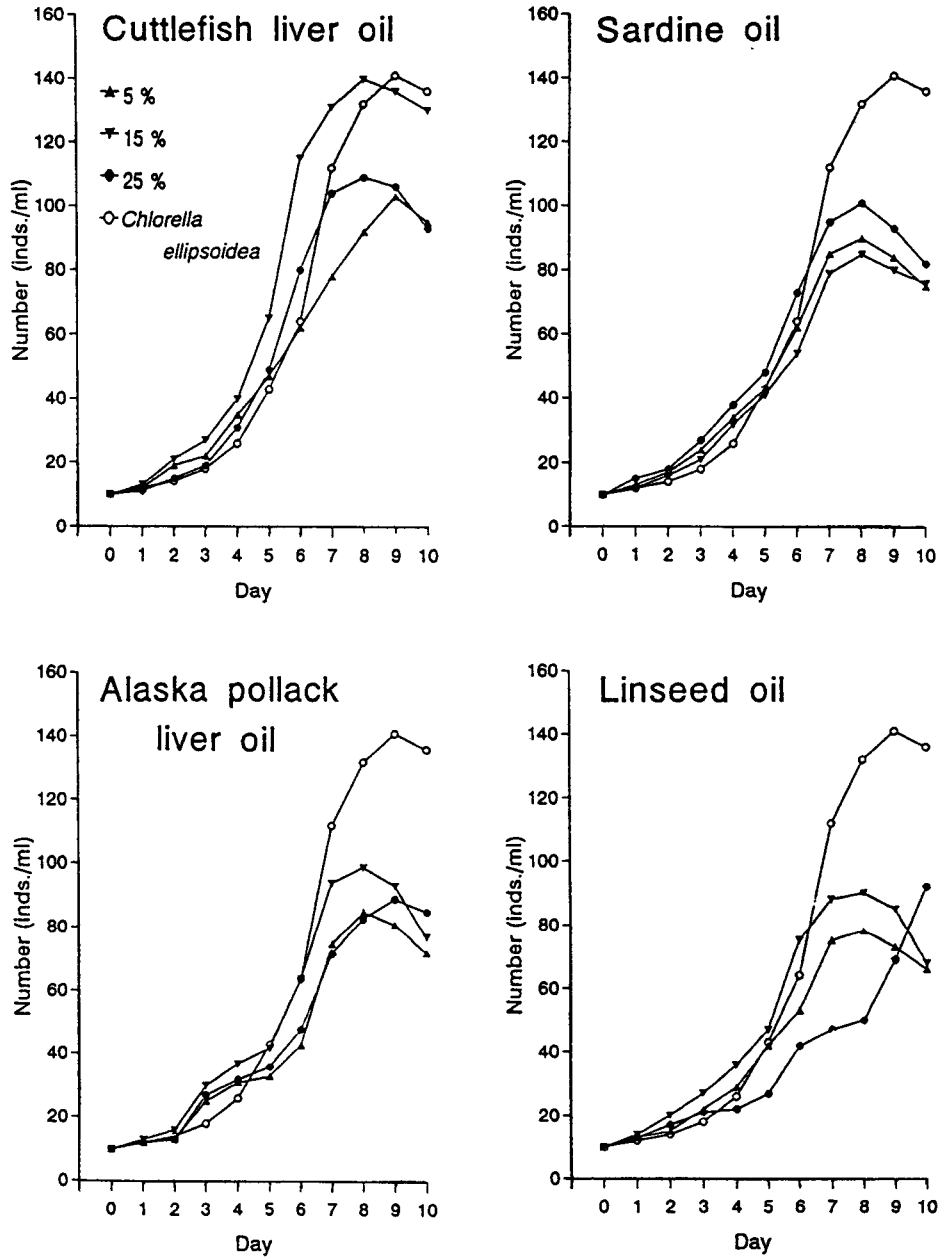


Fig. 1. Growth of rotifers fed on *Chlorella ellipsoidea* and 12 kinds of ω -yeast added with cuttlefish liver oil, sardine oil, alaska pollack oil and linseed oil at the level of 5%, 15% and 25%, respectively.

Table 1. Comparison of growth and survival rates of flounder larvae, *Paralichthys olivaceus* fed rotifers enriched with various ω -yeast for 20 days (stocking density: 500 inds., initial body length : 2.82 ± 0.188 mm)

Exp. group	Feeding regime of rotifer	Final body length (mm \pm S.D.)	Survival rate (%)
I	1	6.39 \pm 0.652	77.4
	2	6.50 \pm 0.652	80.2
	mean	6.45 \pm 0.703	78.8
II	2	5.58 \pm 0.717	2.0
	2-1	5.44 \pm 0.870	8.4
	mean	5.51 \pm 0.794	5.2
III	3	6.25 \pm 0.595	61.8
	3-1	6.20 \pm 0.491	68.4
	mean	6.23 \pm 0.542	65.1
IV	4	6.11 \pm 0.595	47.0
	4-1	6.16 \pm 0.466	58.2
	mean	6.14 \pm 0.506	52.6
V	5	5.65 \pm 0.819	21.4
	5-1	5.72 \pm 0.766	26.4
	mean	5.69 \pm 0.788	23.9

Table 2. Comparison of growth and survival rates of flounder larvae, *Paralichthys olivaceus* fed rotifers enriched with ω -yeast, emulsified oil and microparticulated products for 20 days (stocking density : 1,000 inds., initial body length: 2.62 ± 0.218 mm)

Exp. group	Products of enrichment	Final body length (mm \pm S.D.)	Survival rate (%)
I	1	5.75 \pm 0.619	74.1
	2	5.50 \pm 0.626	73.2
	mean	5.62 \pm 0.632	73.7
II	1	5.53 \pm 0.521	72.0
	2	5.44 \pm 0.870	68.4
	mean	5.51 \pm 0.794	70.5
III	1	6.08 \pm 0.603	80.6
	2	6.03 \pm 0.594	78.1
	mean	6.05 \pm 0.599	79.4
IV	1	6.07 \pm 0.534	80.9
	2	5.85 \pm 0.414	76.2
	mean	5.96 \pm 0.490	78.6
V	1	6.64 \pm 0.819	90.8
	2	6.50 \pm 0.589	87.6
	mean	6.56 \pm 0.761	89.2
VI	1	5.36 \pm 0.412	65.2
	2	5.23 \pm 0.506	62.7
	mean	5.29 \pm 0.474	64.0

* added 15% cuttlefish liver oil, ** cultured with *Chlorella ellipsoidea* only.

母로 營養強化를 한 세개의 실험구 모두 營養強化를 하지않은 구보다 仔魚의 成長과 生存率이 높았다. 營養強化를 하지 않은 구(IV)에서 平均成長은, 처음 仔魚의 全長이 7.03 mm, 全重이 0.006 g에서 實驗 終了時에는 10.8 mm, 0.024 g이었고, 最終平均 生存率은 62%였다. 가장 좋은 結果를 보인 오징어 간유 25%구(III)에서는 平均全長과 全重이 各各 14.5 mm, 0.035 g이었고, 生存率은 84.1%였다. 그 다음으로 15% (II), 5% (I)의 순으로 各各의 成長과 生存率은 13.7 mm, 0.032 g, 77.0 % ; 1.31 mm, 0.028 g, 71.6%였다.

Table 3. Comparison of growth and survival rates of flounder larvae, *Paralichthys olivaceus* fed *Artemia* nauplii enriched ω -yeast added with 5%, 15% and 25% cuttlefish liver oil (stocking density: 500 inds., initial body length: 7.03 ± 0.597 mm, initial body weight: 0.006 ± 0.0018 g)

Exp. group	Enrichment	Final body length (mm \pm S.D.)	Final body weight (g \pm S.D.)	Survival rate (%)
1	cuttlefish	12.9 \pm 1.820	0.027 \pm 0.009	72.6
I 1-1	liver oil	13.2 \pm 1.860	0.029 \pm 0.010	70.6
mean	5%	13.1 \pm 1.830	0.032 \pm 0.014	71.6
2	cuttlefish	13.8 \pm 1.865	0.030 \pm 0.016	77.2
II 2-1	liver oil	13.6 \pm 1.969	0.033 \pm 0.011	77.0
mean	15%	13.7 \pm 1.903	0.032 \pm 0.014	77.1
3	cuttlefish	14.8 \pm 1.264	0.037 \pm 0.012	83.2
III 3-1	liver oil	14.2 \pm 1.562	0.033 \pm 0.011	85.0
mean	25%	14.5 \pm 1.445	0.035 \pm 0.010	84.1
4		11.0 \pm 1.111	0.024 \pm 0.006	68.3
IV 4-1	Intact*	10.6 \pm 1.128	0.024 \pm 0.005	60.2
mean		10.8 \pm 1.133	0.024 \pm 0.005	62.0

* Nauplii just after hatching.

3-2. 油脂酵母의 最適 營養強化 時間 및 濃度

Artemia nauplius를 供給한 넙치 仔魚의 平均 生存率은 nauplius를 收穫한 뒤 6時間 동안 營養強化 시켰을 때(II)가 64.4%로 가장 높았고, cyst incubation 후 12時間 동안 營養強化 시킨 것(III)은 58%, 收穫後 2時間동안 한 것(I)은 47.7%였다. 仔魚의 平均成長 및 全重에서도 1.91 cm, 0.086 g은 1.78 mm, 0.075 g은 1.61 cm, 0.957 g으로 生存率과 같은 傾向이었다(Table 4).

Table 4. Comparison of growth and survival rates of flounder larvae, *Paralichthys olivaceus* fed *Artemia* nauplii enriched ω -yeast added with 25% cuttlefish liver oil for 2hr., 6hr. and 12 hr., respectively

Exp. group	Enrichment time	Final		Survival rate (%)
		Body length (cm±S.D.)	Body weight (g±S.D.)	
I	1	1.64 ± 0.292	0.060 ± 0.026	46.7
	2	1.60 ± 0.301	0.056 ± 0.028	48.7
	mean	1.61 ± 0.307	0.057 ± 0.027	47.7
II	1	1.92 ± 0.282	0.086 ± 0.030	65.7
	2	1.91 ± 0.317	0.085 ± 0.031	63.0
	mean	1.92 ± 0.300	0.086 ± 0.031	64.4
III	1	1.83 ± 0.399	0.080 ± 0.034	58.0
	2	1.74 ± 0.340	0.071 ± 0.032	58.0
	mean	1.78 ± 0.373	0.075 ± 0.033	58.0

또, 最適 營養強化량을 알아보기 위해 油脂酵母(오징어 간유 25%)를 각각 0.5 g, 1.5 g, 2.5 g씩 營養強化 시켰을 때를 比較하였다.

1.5 g을 營養強化 시켰을 때(II) 仔魚의 生存率이 56.2%였고, 2.5 g (III), 0.5 g (I)의 境遇는 各 各 52.8%, 39.2%였다. 平均全長과 全重에서도(II)가 1.92 cm, 0.096 g으로 가장 좋았고, (III)과 (I)은 各 各 1.90 cm, 0.087 g과 1.64 cm, 0.057 g이었다(Table 5).

Table 5. Comparison of growth and survival rates of flounder larvae, *Paralichthys olivaceus* fed *Artemia* nauplii enriched ω -yeast added with 25% cuttlefish liver oil of 0.5 g, 1.5 g and 2.5 g, respectively (stocking density : 300 inds., initial body length, weight: 0.86 ± 0.191 cm, 0.014 ± 0.0049 g)

Exp. group	Enrichment amount /g cyst	Final		Survival rate (%)
		Body length (cm±S.D.)	Body weight (g±S.D.)	
I	1	1.65 ± 0.250	0.061 ± 0.023	42.0
	2	1.62 ± 0.223	0.053 ± 0.022	36.3
	mean	1.64 ± 0.237	0.057 ± 0.023	38.2
II	1	1.93 ± 0.337	0.095 ± 0.043	58.0
	2	1.91 ± 0.338	0.096 ± 0.046	54.3
	mean	1.92 ± 0.358	0.096 ± 0.045	56.2
III	1	1.92 ± 0.314	0.086 ± 0.030	54.3
	2	1.87 ± 0.359	0.087 ± 0.037	51.3
	mean	1.90 ± 0.338	0.087 ± 0.034	52.8

3-3. 營養強化製에 의한 營養強化

Topal, Booster, Marila, Selco 등의 營養強化製와 오징어 간유 5%, 15%, 25%가 添加된 油脂酵母로 *Artemia* nauplius를 營養強化시켜서 營養強化하지 않은 것과, 넙치 仔魚에 供給하여 各各의 먹이 效果를 比較했다.

營養強化된 nauplius를 먹은 넙치 仔魚의 平均 生存率은 오징어 간유 25%의 油脂酵母(VII)가 80.3%로 가장 높았고, 15% 油脂酵母(VI)와 Marila (III), Selco (IV)가 各各 69.8%, 68.8%, 66.0%로 비슷하였고, Topal (I), Booster (II)는 各各 62.3%, 60.8%였다. 또 營養強化를 하지 않은 경우(VIII)에서는 48.3%로 가장 낮았다. 成長은 生存率과 같은 傾向을 보였는데 實驗 시작시 仔魚의 全長 0.86 cm, 全重 0.014 g에서 實驗終了時에는 全長이 1.57~1.91 cm, 全重이 0.048~0.084 g의 範圍였다 (Table 6).

Table 6. Comparison of growth and survival rates of flounder, *Paralichthys olivaceus* larvae fed +on *Artemia* nauplii enriched with various products of enrichment (stocking density : 200 inds., initial body length, weight: 0.86±0.191 (cm±S.D.), 0.014±0.0049 (g±S.D.))

Exp. group	Products of enrichment	Final		Survival rate (%)	
		Body length (cm±S.D.)	Body weight (g±S.D.)		
I	Topal	1	1.72 ± 0.278	0.060 ± 0.023	61.0
		2	1.76 ± 0.320	0.062 ± 0.032	63.5
		mean	1.74 ± 0.301	0.061 ± 0.028	62.3
II	Booster	1	1.70 ± 0.176	0.052 ± 0.014	62.5
		2	1.67 ± 0.304	0.058 ± 0.024	58.0
		mean	1.68 ± 0.249	0.055 ± 0.021	60.8
III	Marila	1	1.73 ± 0.307	0.067 ± 0.028	68.5
		2	1.75 ± 0.228	0.068 ± 0.025	69.0
		mean	1.74 ± 0.270	0.067 ± 0.027	68.8
IV	Selco	1	1.70 ± 0.292	0.089 ± 0.015	64.5
		2	1.75 ± 0.272	0.066 ± 0.025	67.5
		mean	1.73 ± 0.283	0.078 ± 0.011	66.0
V	ω -yeast (5%)	1	1.67 ± 0.237	0.058 ± 0.020	57.5
		2	1.64 ± 0.297	0.057 ± 0.023	58.0
		mean	1.66 ± 0.269	0.057 ± 0.023	57.8
VI	ω -yeast (15%)	1	1.83 ± 0.344	0.086 ± 0.035	69.0
		2	1.82 ± 0.344	0.087 ± 0.034	70.5
		mean	1.83 ± 0.344	0.087 ± 0.035	69.8
VII	ω -yeast (25%)	1	1.83 ± 0.280	0.077 ± 0.026	80.2
		2	1.95 ± 0.317	0.088 ± 0.030	78.5
		mean	1.91 ± 0.320	0.084 ± 0.030	80.3
VIII	Intact*	1	1.54 ± 0.336	0.046 ± 0.027	48.5
		2	1.60 ± 0.324	0.049 ± 0.024	50.0
		mean	1.57 ± 0.328	0.048 ± 0.026	48.3

* nauplii just after hatching.

考 察

海産 魚類의 種苗 생산시 初期 동물먹이 生物인 rotifer, *Brachionus plicatilis* 培養은 일반적으로 *Chlorella*를 많이 이용하고 있으나, *Chlorella* 대신에 啤酒酵母, *Saccharomyces cerevisiae*로도 培養을 해 왔다(Hirata 1980; Seikai *et al.* 1980). 그러나 啤酒酵母를 사용시 海産 魚類에 필요한 필수 脂肪酸 등의 여러 營養素들이 缺乏되므로 최근에는 高度 不飽和 脂肪酸을 많이 함유한 魚油와 Vitamin등을 보충해 준 油脂酵母를 사용해서 rotifer를 培養한 결과 먹이 가치를 增大시킬 수 있었다고 한다(Fujita 1979; Kitajima *et al.* 1980a & b; Hirayama *et al.* 1983).

本 研究에서 여러가지 魚油(오징어 肝油, 정어리油, 명태 肝油)와 亞麻仁油를 각각 含量을 다르게 (5%, 15%, 25%) 添加한 油脂 酵母로 rotifer를 培養했을 때, 오징어 肝油의 경우가 다른 oil보다 rotifer 成長이 다소 높았으며 오징어 肝油 15%의 경우는 *Chlorella* 培養된 rotifer의 成長과 비슷하였던 結果는 오징어 肝油의 高度 不飽和 脂肪酸(20:5, 22:6등)含量이 다른 魚類에 비해 현저히 높고 亞麻仁油는 거의 없으므로 rotifer의 成長이 高度 不飽和 脂肪酸의 含量에 影響을 받는것으로 생각된다.

또, 여러가지 油脂酵母로 rotifer를 培養해본 結果에서, 정어리油를 제외하고는 대부분 15%의 含量이 5%, 25%보다 좋은 結果를 보였는데 이는 過多한 脂肪의 添加가 水質惡化를 유발하는 등 오히려 成長에 阻害를 가져다 주는 要因으로 생각되며, 油脂酵母의 실험구에서는 rotifer 培養初期에 *Chlorella*의 경우보다 rotifer 成長이 더 높았으나 初期에는 낮아진것도 이에 起因한 것으로 보인다. 이상을 고려해 볼때 適定 脂肪의 添加와 rotifer의 培養技術이 더 향상된다면 油脂酵母만으로 *Chlorella*를 완전히 代替할 수 있을 것으로 思慮된다.

油脂酵母로 培養된 rotifer로 넙치 仔魚에 대한 먹이 效果를 보았을 때도, *Chlorella*로 培養된 경우보다 자어의 成長과 生存率이 높게 나타난 점은 rotifer와 마찬가지로, 오징어 肝油에 함유된 脂肪酸이 rotifer의 먹이인 油脂酵母를 통해 rotifer 자체의 脂肪酸 含量은 높여 넙치 仔魚의 成長에 影響을 준 것으로 判斷된다. 또한 이러한 結果는 rotifer는 脂肪酸 造成이 그 먹이 生物에 따라 달라진다는 다른 研究 結果와도 부합된다(Watanabe *et al.* 1983; Howell 1979). 즉, *Chlorella*에 대한 지방산의 일반적 분석치를 볼때(Imada *et al.* 1979; Lubens *et al.* 1985) $\omega 3$ HUFA인 22:6 $\omega 3$ 이 거의 없다. 그러나 오징어 肝油의 경우는 20:5 $\omega 3$ 이 *Chlorella*보다 多少 낮으나 *Chlorella*에는 거의 없는 22:6 $\omega 3$ 이 많이 있는데, 이것이 本 實驗 結果와 같은 成長差에 影響을 주었을 것으로 생각되며, 이러한 觀點에서 볼때 20:5 $\omega 3$ 單獨보다는 22:6 $\omega 3$ 과 함께 存在할 때 魚類의 成長에 더 適合한 것으로 보인다. Kitajima (1980a & b)에 의하면 오징어 肝油가 添加된 油脂酵母와 *Chlorella minutissima*로 培養된 rotifer를 참돔에 供給했을 때 참돔의 生存率이 各各 74.2%, 12.5%라고 하였고, 여러 다른 實驗 結果(Oka *et al.* 1980; Walford and Lam 1987)에서도 비슷한 傾向을 나타내면서 $\omega 3$ HUFA의 重要性을 強調하고 있다.

Watanabe (1983)에 의하면 유화 oil로 *Artemia* nauplius를 營養強化 시켰을때 6~12시간 사이가 가장 nauplius의 脂肪酸 含量을 높였다고 報告했다. 또, microcapsule을 사용한 Walford and Lam (1987)의 結果에서도 6시간 이상의 營養強化가 仔魚의 成長에 가장 좋은 影響을 준 것으로 報告했다. 本 實驗의 結果(Table 4)에서도 6시간 營養強化 하였을때 仔魚의 成長 및 生存率이 가장 좋았다. 또, 油脂酵母를 사용한 適定 營養強化 濃도에 대한 구체적인 研究는 別로 없으나, 本 實驗 (Table 5)에서는 *Artemia* cyst 1 g당 油脂酵母 1.5 g 정도가 適當한 것으로 나타났다.

앞의 結果들로 볼때 rotifer 實驗에서는 오징어 肝油가 15%含量이 좋았던 반면 *Artemia*의 경우는 25%含量이 좋기 때문에 *Artemia* nauplius 自體의 脂肪酸 含量이 rotifer보다는 낮다고 認定되어진다. 그러므로 實驗 種苗生産段階에서 初期 먹이 生物의 營養強化時 rotifer보다 *Artemia*에는 좀더 높

은 脂肪酸 含量이 營養強化 되어져야 할 것으로 보이나 魚類의 成長에 미치는 ω 3 HUFA의 影響은 脂肪酸의 세부적인 分析등에 의한 더 구체적이고 폭넓은 研究가 이루어져야 할 것이다.

要 約

海産 魚類나 甲殼類의 幼生 飼育시 初期 動物 먹이 生物인 rotifer, *Brachionus plicatilis*를 oil의 種類와 含量을 서로 다르게 添加한 油脂酵母로 培養한 結果와, 이 rotifer와 *Artemia* nauplius에 위에 각 油脂酵母와 다른 여러 營養強化製로 營養強化한 後 넙치 仔魚에 供給하여 仔魚의 成長과 生存을 比較해 본 結果, 다음과 같이 要約할 수 있다.

1. 12種의 油脂酵母로 rotifer를 培養했을 때 오징어 肝油 15%가 添加된 油脂酵母의 境遇가 가장 좋았다.
2. 오징어 肝油 15%의 油脂酵母로 rotifer를 培養했을 때, rotifer의 最大成長이 *Chlorella ellipsoidea*의 境遇와 비슷하였고(140 inds./ml) 나머지 油脂酵母는 현저히 낮았다.
3. 그러나, 오징어 肝油 15%의 油脂酵母로 培養된 rotifer를 넙치 仔魚에 供給했을 때 仔魚의 成長과 生存率은 *Chlorella*의 境遇보다 좋았다.
4. 또 營養強化製로 營養強化된 rotifer와 오징어 肝油 15% 油脂酵母로 培養된 것을 넙치 仔魚에 供給하여 仔魚의 成長과 生存率을 比較했을 때도 오징어 肝油 15%의 油脂酵母가 가장 좋았다.
5. 오징어 肝油 5%, 15%, 25%가 添加된 油脂酵母로 營養強化된 *Artemia* nauplius를 넙치 仔魚에 供給했을 때 intact nauplius의 境遇보다 仔魚의 높은 成長과 生存率을 나타냈고, 그 중에서 25% 含量의 油脂酵母가 가장 좋았다.
6. *Artemia* nauplius에 대한 油脂酵母의 適定 營養強化 時間과 濃度は 各各 6시간과, 1.5 g/g cyst였으며, 油脂酵母(오징어 肝油 5%, 15%, 25%)와 여러 營養強化製를 比較했을 때도 오징어 肝油 25%의 境遇가 仔魚의 가장 높은 成長과 生存率을 나타냈다.

參 考 文 獻

- Bautista, M. N. and M. C. Delacruz. 1988. Linoleic (ω 6) and linolenic (ω 3) acids in the diet of fingerling milkfish (*Chanos chanos* Forsskal). *Aquaculture* 71 : 347~358.
- Bell, M. V., K. J. Menderson, B. J. S. Pirie and J. R. Sargent. 1985. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid deficiencies on mortality, growth and gill structure in the turbot, *Scophthalmus maximus*. *J. Fish Biol.* 26 : 181~191.
- Fujita, S. 1979. Culture of red sea bream, *Pagrus major*, and its food. In: E. stycynska-Jurewicz, T. Backiel, E. Jaspers and G. Persoone (Editors), *Cultivation of fish fry and live food*. European Mariculture Society Special Publication No. 4, Bredene, Belgium: 183~197.
- Gatesoupe, F. J. and P. Luquet. 1981. Practical diet for mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* ; application to larval rearing of sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 22 : 149~163.
- Hirata, H. 1980. Culture methods of the marine rotifer *Brachionus plicatilis*. *Min. Rev. Data. File Fish. Res.* 1 : 27~46.
- Hirayama, K. and H. Funamoto. 1983. Supplementary effect of several nutrients on nutritive deficiency of baker's yeast for population growth of the rotifer, *Brachionus plicatilis*.

- Bull. Jap Soc. Sci. Fish. 49 : 505~510.
- Howell, B. R. 1979. Experiments on the rearing of larval turbot *Scophthalmus maximus* L. Aquaculture 18 : 215~225.
- Imada, O., Y. Kageyama, T. Watanabe, C. Kitajima, S. Fujita and Y. Yone. 1979. Development of a new yeast as a culture medium for living feeds used in the production of fish seed. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 45 : 955~959.
- Kitajima, C., T. Arakawa, F. Oowa, S. Fujita, O. Imada, T. Watanabe and Y. Yone. 1980a. Dietary value for red sea bream larvae of rotifer *Brachionus plicatilis* culture with a new type of yeast. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 46 : 43~46.
- Kitajima, C., M. Yosida and T. Watanabe. 1980b. Dietary value for Ayu *Plecoglossus altivelis* of rotifer *Brachionus plicatilis* cultured with baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae* supplement with cuttlefish liver oil. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 46: 47~50.
- Klein, M. G., W. H. Howell and A. D. Beck. 1980. International study on *Artemia* VII. Nutritional value of five geographical strains of *Artemia* to Winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* larvae. The brine shrimp *Artemia* Vol. 3 : 305~312.
- Lubens, E., A. Marko and A. Tietz. 1985. De novo synthesis of fatty acids in the rotifer, *Brachionus plicatilis*. Aquaculture 47 : 27~37.
- Oka, A., N. Suzuki and T. Watanabe. 1980. Effect of fatty acids in rotifer on growth and fatty acid composition of larval Ayu *Plecoglossus altivelis*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 46 : 1413~1418.
- Rainuzzo, J. R., Y. Olsen and G. Rosenlund. 1989. The effect of enrichment diets on the fatty acid composition of the rotifer *Brachionus plicatilis*. Aquaculture 79 : 151~161.
- Schauer, P. S., D. M. Johns, L. E. Olney and K. L. Simpson. 1980. International study on *Artemia* IX. Lipid level, energy content and fatty acids composition of the cysts and newly hatched nauplii from five geographical strains of *Artemia*. In: The brine shrimp *Artemia*, Vol. 3 ; Ecology, Culturing, Use in Aquaculture, eds G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers, Universa Press, Wetteren Belgium.
- Scott, A. P. and C. Middleton. 1979. Unicellular algae as a food for turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae the importance of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids. Aquaculture 14 : 227~240.
- Seikai, T., K. Fukusho, H. Nishinaka, H. Murata and T. Watanabe. 1980. Effects of *Chlorella* water supplement on the rotifer *Brachionus plicatilis* production with a new kind of yeast. Aquaculture 28: 115~121.
- Stein, J. R. 1973. Handbook of phycological methods. Culture methods and growth measurement. Cambridge University Press : 303~306.
- Van Ballaere, F. Amat, F. Hontoria, Ph. Leger and P. Sorgeloos. 1985. Preliminary results on the nutritional evolution of ω 3-HUFA enriched *Artemia* nauplii for larvae of the sea bass *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture 49 : 223~229.
- Walford, J. and T. J. Lam. 1987. Effect of feeding with microcapsules on the content of essential fatty acids in live foods for the larvae of marine fishes. Aquaculture 61: 219~229.
- Watanabe, T., C. Kitajima, T. Arakawa, K. Fukusho and S. Fujita. 1978a. Nutritional quality of

- rotifer *Brachionus plicatilis* as a living feed from the viewpoint of essential fatty acids for fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44. : 1109~1114.
- Watanabe T., F. Oowa, C. Kitajima and S. Fujita. 1978b. Nutritional quality of brine shrimp, *Artemia salina*, as a living feed from the viewpoint of essential fatty acids for fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44 : 1115~1121.
- Watanabe, T., C. Kitajima and S. Fujita. 1983. Nutritional value of live organisms used in Japan for mass propagation of fish ; a review. Aquaculture 34 : 115~143.
- Wickins, J. F. 1972. The food value of brine shrimp *Artemia salina* L., to larvae of the prawn, *Palaemon serratus* Pennant. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 10: 151~170.