

먹이생물로써의 섬모충 6종의 평가와 *Euplotes* sp.의 배양 환경

유진형 · 허성범*
부경대학교 양식학과

Evaluation of Six Species Ciliates as a Live Food and Culture Environment for *Euplotes* sp.

Jin Hyung YOO and Sung Bum HUR*[†]

Department of Aquaculture, Pukyong University, Busan 608-737, Korea

Ciliates have the possibility of a new live food in marine finfish culture because of their wide range of body size, thin cell wall, slow motility, and fast reproduction rate. In this research, six species of ciliates were isolated from south coast and salt pond in Korea. The fitness of these species as a live food was evaluated in terms of size, motility, suspensibility and cell density. As the result, *Euplotes* sp. (K-1) was found suitable to be a new live food which might substitute rotifers, *Brachionus plicatilis* and *B. rotundiformis* in fish larvae culture. The modified Føyn's Erdschreiberd media, MErds-II with the addition of glycine, glucose and yeast extract increased six times higher growth rate of *Euplotes* sp. (K-1) than the basic Føyn's Erdschreiberd media. The optimum water temperature, pH and light intensity for this ciliates were 22.5°C, 8 and 2,000 lux, respectively, and its culture environmental range was relatively wide. On the other hand, this ciliate fed baker's yeast, *Saccharomyces cerevisiae* grew up to 1,240 inds./mL with the inocula of 100 inds./mL within 7 days. The results of the study showed that *Euplotes* sp. (K-1) has a potential to be utilized as a new live food in fish larvae culture.

Key words: Fish larvae culture, Live food, Ciliates, *Euplotes*

서 론

근년 해산어류의 중요생산이 본격화되면서 생산량의 급성장에 비해 생산 어종의 다양화가 이루어지지 못하고 있다. 중요생산에 이용되는 초기 먹이생물로써는 윤충류 (*Brachionus plicatilis*)가 널리 이용되고 있으나, 능성어와 독가시치와 같은 일부 어류에서는 윤충류를 먹이로 섭취하기에 입의 구경이 작아 먹이생물로써의 적합하지 못한 근본적인 문제점이 있다 (代田, 1970; 萱野, 1988).

최근에는 초기먹이생물을 대체하기 위해 미립자 사료의 개발이 시도되고 있으나, 자어의 소화장애, 체내 호르몬 발달의 미숙 및 수질관리의 어려움 등으로 아직까지는 부분적인 사용만이 이루어지고 있을 뿐 초기 먹이생물을 완전히 대체하고 있지는 못하다 (Kanazawa et al., 1982).

해양에서의 섬모충은 일차 생산자인 미세조류와 박테리아를 포식하고, 중형 동물플랑크톤에 포식됨으로써 해양생태계의 에너지 전달 과정에 중요한 역할을 하며, 저영양 단계 먹이연쇄의 중심적인 역할을 담당하고 있다 (Porter et al., 1979; Sheldon et al., 1986). 부유성 섬모충은 체장 200 μm 이하의 미소동물플랑크톤군의 주요 구성생물로써 *Euplotes*나 *Uronema* 등은 윤충류 배양수조나 중요생산 수조 중에 흔히 출현하며 자유유영능력을 가지고 있다 (Maeda and Garey, 1985).

섬모충은 다양한 크기, 고밀도 배양, 느린 운동성, 부드러운 세포벽, 배양의 용이성 등의 조건으로 먹이생물로써의 가치에 대해

오래 전부터 관심의 대상이 되었다 (Winter et al., 1975). 섬모충은 용존대 유기물을 이용해서 번식하거나, 체내 공생조류로부터 영양을 섭취하는 종류도 있지만, 대부분의 종류는 미생물이 부족한 유기물과 미세조류 등을 포식하는 영양섭취 형태를 취한다 (Porter et al., 1985).

笠原 等 (1960)과 Seki (1966)는 섬모충을 먹이생물로써 이용하여 돌돔자어, *Artemia* 및 *Daphnia* 등의 소형동물을 사육한 결과를 보고하였으며, Berk et al. (1977)은 요각류 *Eurytemora*에 의해 *Uronema* sp.가 포식되는 것을 보고하였으며, Porter et al. (1979)은 *Daphnia*에 의한 *Paramecium caudatum*과 *Cyclidium glaucoma*의 포식에 대해 보고하였다.

木谷 (1989)은 구경이 작은 열대관상어 자어사육을 위해 윤충류 대체 먹이로써 채소의 잎과 어분을 이용하여 섬모충을 자연 발생시켜 먹이로 공급하였으며, Lee et al. (1987)은 섬모충을 해산어 중요생산에 위한 먹이생물로써 배양하여 먹이생물로써의 타당성에 대해 보고하였다. 또 Kim et al. (2000)은 염전에서 *Fabrea salina*의 분포상에 대해 보고하였으며, Park and Hur (2001)은 염전에서 *F. salina*를 분리하고 대량배양하여 먹이생물로써의 가치에 대해 보고하였다.

본 연구에서는 섬모충을 새로운 먹이생물로 개발하기 위하여 가장 가능성이 있다고 판단되는 *Euplotes* sp.의 배양을 위한 배지 조성, 온도, pH, 조도 등의 환경조건과 배양모를 이용한 대량배양의 가능성을 조사하여 보고한다.

[†]Corresponding author: hurs@pknu.ac.kr

Jin Hyung Yoo Present address: Aquaculture Research Center, Yosu University, Yosu 556-901, Korea

재료 및 방법

1. 섬모충의 분리·배양 및 동정

섬모충의 채집은 부산의 수영만, 전남의 광양만 및 서해 경기만 소래 염전 3개 지점에서 식물플랑크톤 네트 (Φ20 μm)를 이용하여 채집한 후, 실험실에서 미세조류 분리방법 (Hoshaw and Rosowski, 1973)에 의해 섬모충을 분리하였다. 분리된 종은 20℃의 저온배양기에서 배양되었다.

종의 동정은 외부형태와 크기, 구강과 대핵의 형태 그리고 수축포의 위치와 kinetosome의 배열에 기준을 둔 (Jahn et al., 1979) 형태학적 관찰로써 현미경상에서 동정하였으며, 종의 최종 확인은 일본양식연구소 (日本國 三重縣)에 의뢰하여 동정하였다.

2. 배양배지의 조성

섬모충의 배양을 위한 기초배지로써 MErds (Føyn's Erdschreiber) 배지를 사용하였으며 (Thompson et al., 1988)(Table 1), 섬모충의 효율적인 번식을 위하여 MErds 배지에 유기영양성분을 첨가하여 배양하였다.

Table 1. The composition of MErds and modified MErds-II medium (Thompson et al., 1988)

MErds medium	
Stock Solution (per 50 mL):	
1. NaNO ₃	10.0 g
2. Na ₂ HPO ₄	0.6 g
Final Solution:	
Filtered Seawater	950.0 mL
Soil Extract Stock	50.0 mL (pH=8.0)
Stock Solution 1	1.0 mL
Stock Solution 2	1.0 mL
MErds-II medium	
MErds medium	1,000 mL
Yeast Extract	0.1 g
Glucose	0.1 g
Glycine	0.1 g

대조구로써 MErds 배지구와 MErds에 glycine 0.1g 첨가구, glucose 0.1g 첨가구, yeast extract 0.1g 첨가구 및 3가지 성분을 복합한 MErds-II 배지구로 5개 시험구로 구분하여 실험하였다. 배양실험에 사용된 모든 배지는 고온고압 멸균기 (121℃/15 lb/in²/20 min)에서 멸균하여 사용하였으며, 20℃의 저온배양기를 이용하여 10일간 2반복으로 배양하였다.

3. 먹이생물로써의 섬모충의 선발

분리된 종은 먹이생물로써의 가치를 평가하기 위하여 크기, 배양밀도, 운동성 및 부유성의 항목을 두었으며, 평가기준은 최적 “++”, 보통 “+” 및 부적합 “-”의 3단계로 구분하여 평가하였다.

크기기준은 초기먹이생물로 사용되는 윤충류의 크기가 100~200 μm인 점을 감안하여 50~200 μm를 “최적”, 20~50 μm까지를 “보통”, 그 이하 또는 그 이상을 “부적합”으로 판정하였다. 배양

밀도는 MErds 배지상에서 접종 후 5일 이내에 지수적 성장을 나타낼 때 “최적”, 10일 이내일 경우 “보통”, 그 이상일 경우는 “부적합”으로 판정하였다. 운동성은 윤충류의 운동력을 기준하여 윤충류와 비슷하거나 느린 경우는 “최적”, 윤충류보다 빠른 운동력을 가졌을 경우 “보통”, 자어의 먹이포식이 불가능할 정도로 매우 빠른 경우는 “부적합”으로 판정하였다. 부유능력은 100 L 원형배양수조에서 공기포기를 중단하고 1시간이 경과한 후에, 배양수조에 전체적으로 분포하면 “최적”, 중층 이하에 분포하면 “보통”, 바닥에 분포할 경우는 “부적합”으로 판정하였다.

4. *Euplotes* sp.의 최적 배양 환경

앞실험에서 먹이생물로써 가장 유리하다고 판단된 섬모충 *Euplotes* sp. (K-1)의 최적 배양 환경을 조사하였다. 온도 실험구간은 20.0, 22.5, 25.0, 27.5, 30.0℃, pH는 tris buffer제를 이용하여 5, 6, 7, 8, 9, 조도는 연속조명으로 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000 lux로 구분하였다.

실험은 300 mL 삼각플라스크에 100 mL의 배양액을 넣어 100 inds./mL로 접종하였고, 일일 2회 플라스크를 흔들어 줌으로써 산소의 공급을 유지하였다. 각 실험구에 대해서는 2반복으로 온도실험은 10일간, pH와 조도실험은 7일간 배양하였다.

5. *Euplotes* sp.의 대량 배양

앞의 최적배양실험결과를 이용하여 *Euplotes* sp. (K-1)의 대량 배양을 위해 MErds-II 배지와 빵효모를 영양원으로서 실험을 실시하였다. 빵효모는 여과해수에 0.1 g, 0.5 g, 1.0 g, 1.5 g, 2.0 g/L로 첨가하였고 100 inds./mL로 접종하여 번식률을 측정하였다. 배양은 100 L 원형배양수조를 이용하였으며, 수온은 22.5℃, 조명은 1,500 lux 연속조명하고, 중앙바닥에서 공기를 공급하여 10일간 배양하였다.

6. 번식률 측정

섬모충의 번식률 측정을 위하여 배양액에서 매일 1 mL 씩 취하여 Lugol 용액에 고정한 후 4회 반복 계수하여 번식률을 측정하였다. 번식률은 Guillard (1973)가 제안한 Specific Growth Rate (SGR)로 표시하였으며, 실험결과를 통계처리하여 평균치로 계산하였으며, 각 실험구간의 유의성 검정은 Tukey 다중검정으로 실시하였다.

$$SGR = 3.322 \times (\log N_2/N_1) / (t_2 - t_1)$$

t₁ = 최초접종일, t₂ = 접종후의 경과일수

N₁ = t₁ 접종시의 개체밀도, N₂ = t₂ 경과 일의 개체밀도

결 과

1. 배양배지의 조성

MErds배지를 기본배지로 각 유기영양성분을 첨가하여 *Euplotes* sp.의 번식률을 측정된 결과는 Fig. 1에 나타내었다. MErds 배지구는 6일째 310 inds./mL (SGR 0.27), glycine 첨가구는 6일째 520

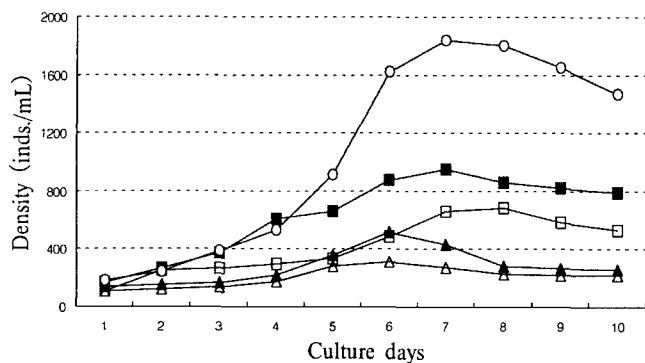


Fig. 1. Population densities of *Euplotes* sp. (K-1) in five different media matters to MERds medium. (△, MERds medium; ▲, MERds+glycine; □, MERds+glucose; ■, MERds+yeast extract; ○, MERds-II medium).

inds./mL (SGR 0.38), glucose 첨가구는 7일째 685 inds./mL (SGR 0.35), yeast extract 첨가구는 7일째 950 inds./mL (SGR 0.59)로써 6일에서 7일 사이에 최대 번식밀도를 나타내었으며, 이 가운데 yeast extract 첨가가 가장 높은 번식밀도를 나타내었다. 한편, 이들 3가지 성분을 혼합하여 조성한 MERds-II 배지에서의 번식률은 7일째 1,840 inds./mL (SGR 0.60)로써 영양성분이 혼합된 배지에서 월등히 높아 MERds 배지구에 비해 약 6배의 높은 번식률을 보였으며, 3가지 유기물의 복합첨가가 *Euplotes* sp.의 번식에 보다 효과적이었다.

2. 섬모충의 분리·배양 및 먹이생물 평가

세 지점에서 채집된 섬모충은 수영만에서 *Euplotes* sp.와 *Oxyrrhis* sp., 광양만에서는 *Euplotes* sp. 2종, 소래염전에서는 *Euplotes* sp.와 *F. salina*로 각각 분리되고 동정되었다 (Table 2). 분리된 4종의 *Euplotes*는 크기가 다른 동일한 속으로 동정되었다.

분리된 종의 크기는 수영만에서 채집된 *Euplotes* sp. (S-1)가 27 μm로 최소였으며, *F. salina*가 172 μm로써 최장의 크기였으며, 다양한 크기의 먹이생물 가운데 광양만에서 분리된 *Euplotes* sp. 2종 (K-1 및 K-2)과 소래에서 분리된 *F. salina*가 최적의 크기로 판정되었다.

MERds-II 배지상에서는 광양과 소래에서 분리된 *Euplotes* sp.

(K-1, P-1)가 접종 후 5일 이내에 지수성장을 보여 최적의 배양 밀도를 나타내었으며, *F. salina*의 경우 초기접종 후 4일이 경과하였을 때 완전 폐사하여 MERds-II 배지에 의한 배양은 적합하지 않은 것으로 나타났다.

운동성은 수영만과 소래의 *Euplotes* sp. 2종 (S-1 및 P-2)과 *F. salina*가 최적이었으며, 부유능력에 있어서는 *F. salina*가 최적으로 각각 평가되었다.

먹이생물로써의 크기, 배양밀도, 운동성 및 부유능력 등을 종합적으로 평가한 결과, 광양만 채집의 *Euplotes* sp. (K-1)와 *F. salina*가 판정 “6”으로써 먹이생물로써의 가능성이 높은 것으로 나타났다.

한편, MERds-II 배지에 각 섬모충을 초기 접종밀도 100 inds./mL로 한 번식을 실험 결과 (Fig. 2)를 보면, 광양만 채집의 *Euplotes* sp. (K-1)은 가장 높은 초기 번식을 보이며, 접종 후 7일째 1,800 inds./mL까지 번식되었으며, 광양만의 *Euplotes* sp. (K-2)는 접종 후 5일째 530 inds./mL의 번식을 보인 후 점차 감소하였다. 수영만 채집의 *Oxyrrhis* sp. (S-1)는 접종 후 5일째 630 inds./mL의 번식을 보였으며, *Euplotes* sp. (S-2)는 접종 후 8일째에 665 inds./mL의 번식을 나타내었다. 소래 염전의 *Euplotes* sp. (P-1)은 접종 후 8일째에 550 inds./mL의 번식을 보였으며, *F. salina* (P-2)는 접종 후 점차 감소하면서 4일째에는 폐사하였다.

분리 배양된 6종의 섬모충 가운데 *Euplotes* sp. (K-1)가 최고의 번식률을 보여 먹이생물로써의 개발 가능성이 가장 높게 평가되었다.

3. *Euplotes* sp. (K-1)의 최적 배양 조건

3-1) 배양온도

Euplotes sp. (K-1)의 최적 배양온도 실험결과는 Fig. 3에 나타내었다. 최고밀도를 보면 배양온도 20.0°C에서는 접종 후 8일째 1,410 inds./mL (SGR 0.48), 22.5°C에서 접종 후 7일째 2,485 inds./mL (SGR 0.66), 25.0°C에서는 접종 후 7일째 1,860 inds./mL (SGR 0.60), 27.5°C에서 접종 후 6일째 930 inds./mL (SGR 0.54)이었으며, 30.0°C에서 접종 후 3일째 205 inds./mL (SGR 0.35)로 성장이 가장 낮았다. 배양온도 22.5°C에서 가장 높은 밀도를 나타내었으며, 온도가 높을수록 성장이 감소하는 경향이 뚜렷하였다.

Table 2. Suitability of six marine ciliates species as food organisms for potential use in mariculture

Sampling area	Suyong Bay		Kwangyang Bay		Salt pond at Sorea	
	<i>Euplotes</i> sp. (S-1)	<i>Oxyrrhis</i> sp. (S-2)	<i>Euplotes</i> sp. (K-1)	<i>Euplotes</i> sp. (K-2)	<i>Euplotes</i> sp. (P-1)	<i>Fabrea salina</i> (P-2)
Length (μm)	26.8 ± 4.7	47.6 ± 6.3	68.0 ± 7.3	58.6 ± 6.2	32.5 ± 4.5	172.3 ± 23.5
Width (μm)	18.4 ± 2.3	27.6 ± 4.5	38.2 ± 5.8	22.5 ± 4.8	23.2 ± 3.0	120.3 ± 17.6
Size	+	+	++	++	+	++
Culture density	+	-	++	-	+	-
Motility	++	+	+	+	++	++
Suspensibility	-	+	+	+	-	++
Final fidelity	4	3	6	4	4	6

*Each value represents mean ± S.D. from 30 individuals.

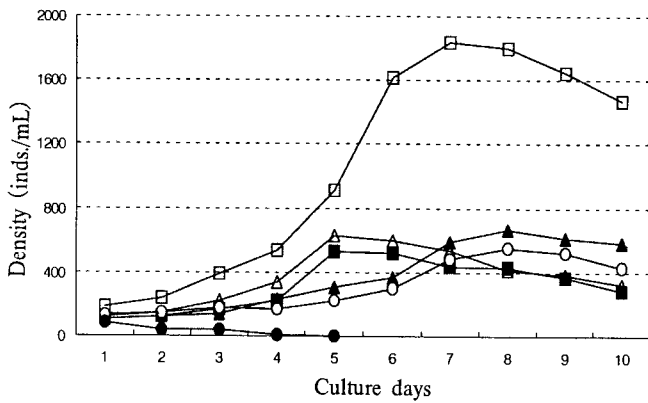


Fig. 2. Population densities of six species of ciliates cultured in MERds-II medium. \triangle , *Euplotes* sp. (S-1); \blacktriangle , *Oxyrrhis* sp. (S-2); \square , *Euplotes* sp. (K-1); \blacksquare , *Euplotes* sp. (K-2); \circ , *Euplotes* sp. (P-1); \bullet , *Fabrea salina* (P-1).

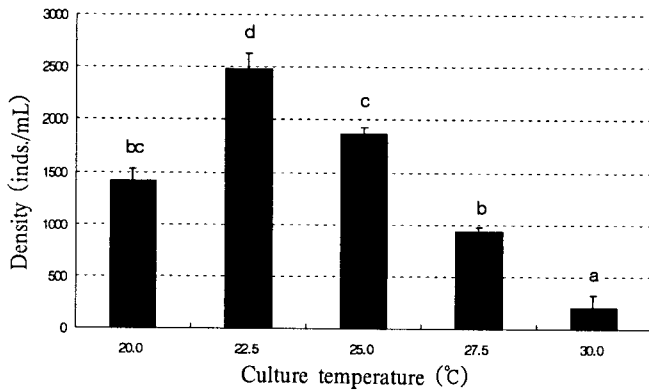


Fig. 3. Maximum densities of *Euplotes* sp. (K-1) cultured at different temperatures for ten days. Letters indicate significant difference, $p < 0.01$. Vertical bars indicate standard deviation.

3-2) pH

최적 pH를 관찰하기 위하여 배양수는 22.5°C에서 초기 접종밀도 100 inds./mL로 *Euplotes* sp. (K-1)를 7일간 배양한 결과는 Fig. 4와 같다. pH 5에서는 340 inds./mL, pH 6에서는 1,080 inds./mL, pH 7에서는 1,230 inds./mL, pH 8에서는 2,610 inds./mL, pH 9에서는 2,290 inds./mL로써 pH 8에서 최대 번식밀도를 나타내었으며, 약 알칼리성의 영역대인 pH 8과 9에서 통계적으로 유의하게 ($p < 0.01$) 높은 배양밀도를 나타내었다. 또한 pH 8까지는 pH가 높을수록 성장이 증가하는 경향이었다.

3-3) 조도

조도에 대한 *Euplotes* sp. (K-1)의 성장을 조사하기 위하여 22.5°C에서 초기 접종밀도 100 inds./mL로 7일간의 배양결과는 Fig. 5와 같다.

1,000 lux부터 2,500 lux까지는 1,620 inds./mL부터 2,010 inds./mL로 비슷한 성장수준이었다. 그러나 빛이 가장 밝은 3,000 lux에서는 730 inds./mL로 나타났다.

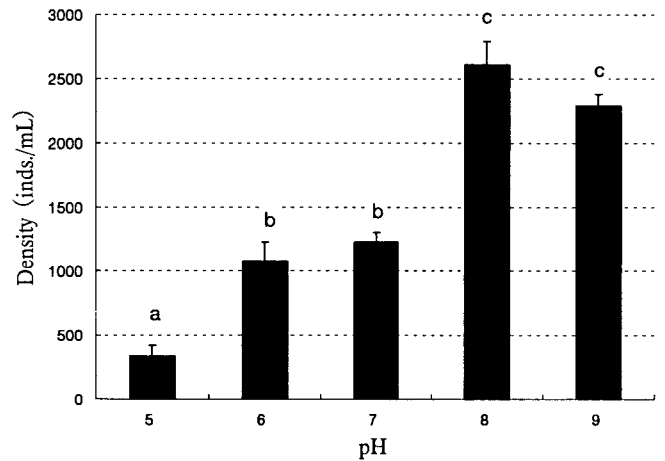


Fig. 4. Maximum density of *Euplotes* sp. (K-1) cultured at different pH for seven days. Letters indicate significant difference, $p < 0.01$. Vertical bars indicate standard deviation.

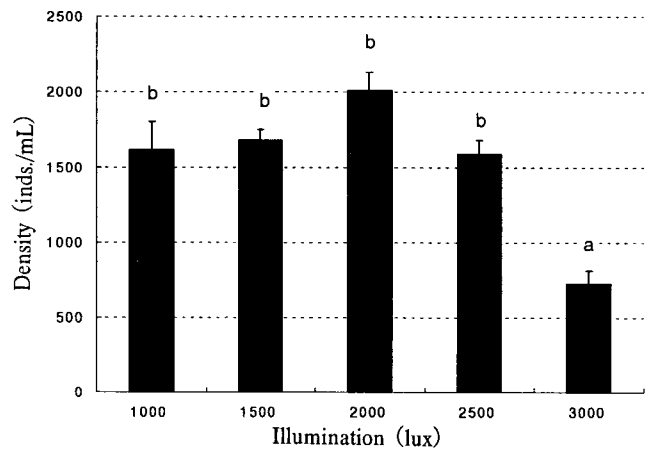


Fig. 5. Maximum density of *Euplotes* sp. (K-1) cultured at different light intensity for seven days. Letters indicate significant difference, $p < 0.01$. Vertical bars indicate standard deviation.

2,000 lux의 조도는 *Euplotes* sp. (K-1)이 높은 번식 결과를 나타내었으나, 1,000 lux에서 2,500 lux 사이에는 실험구간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 2,000 lux 이상에서는 성장이 다소 감소하는 경향을 보였다.

4. 빵효모에 의한 대량배양

Euplotes sp. (K-1)을 경제적으로 대량배양하기 위해 여과해수에 빵효모만을 첨가하여 배양한 결과를 MERds-II 배양배지에서의 결과와 비교하였다 (Fig. 6).

빵효모 0.1 g/L 첨가구에서는 6일째에 390 inds./mL이었으며, 0.5 g/L 첨가구에서는 8일째에 910 inds./mL, 1.0 g/L에서는 7일째에 1,240 inds./mL, 1.5 g/L에서는 6일째에 640 inds./mL, 2.0 g/L에서는 7일째에 400 inds./mL로 나타났다.

빵효모의 첨가는 1.0 g/L까지는 배양밀도가 증가하나, 그 이상의

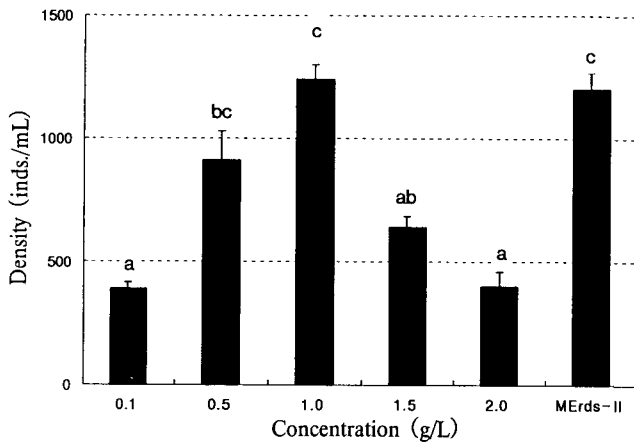


Fig. 6. Maximum density of *Euplotes sp. (K-1)* cultured with different concentration of baker's yeast and MERds-II media for seven days. Letters indicate significant difference, $p < 0.01$. Vertical bars indicate standard deviation.

농도에서는 감소하는 경향을 보였다. MERds-II 배지 실험구는 6 일째 1,200 inds./mL로 1.0 g/L의 결과와 비슷한 성장을 보였다. 한편 0.1 g/L나 2.0 g/L에서는 번식이 원활하지 못하였다.

고 찰

본 연구에서 채집되어 분리된 섬모충은 *Euplotes* 4종, *Oxyrrhis sp.*, *F. salina* 모두 6종으로써 해산어 종묘생산을 위한 초기먹이 생물로써의 개발가능성을 조사하였다. 먹이생물로써의 적합성에서 종의 크기, 배양밀도, 운동성, 부유능력 등을 평가한 결과 광양만에서 채집된 *Euplotes sp. (K-1)*가 6종 가운데 최적먹이 생물로써 평가되었다. 선발된 먹이생물 *Euplotes sp. (K-1)*의 특징은 장축 68 μm , 단축 38 μm 이며, 윤충류의 약 1/3 크기으로써 작은 구경의 자어 먹이로써 적합할 것으로 판단되었다. 또 유영능력을 가지고 있으며, 공기의 포기가 없는 상태에서도 수조내의 자체 부유능력을 가지고 있으며 배양밀도도 높아 다른 섬모충에 비해 먹이생물로써 잠재적 가치가 높은 것으로 판단되었다.

Jost et al. (1973)은 담수산 섬모충인 *Tetrahymena pyriformis*의 배양을 위해 기본배지 (Prescott's & James's solution)에 glucose를 첨가하였을 때, 박테리아가 번식되고 박테리아는 *T. pyriformis*에 의해 포식되어 섬모충의 번식이 향상된다고 보고하였다. Fenchel and Harrison (1976)은 *Tetrahymena sp.*의 배양을 위해 세균만을 공급하였을 때보다 세균과 유기물질을 혼합하여 공급하였을 때 성장이 높았으며, 섬모충이 세균을 먹이로써 이용하여 성장하면서 일부 유기물을 동시에 이용한다고 보고하였다. 한편, Park and Hur (2001)은 곡류의 유기물을 이용하여 *F. salina*를 대량 배양하기도 하였다.

본 실험에서도 *Euplotes sp. (K-1)*가 MERds 기본배지에 glycine, glucose, yeast extract를 각각 0.1 g씩 복합 첨가하여 변형한 MERds-II 배지에서 1,840 inds./mL의 번식률을 보여 MERds 기본

배지에서의 310 inds./mL에 비해 약 6배의 높은 번식률을 나타내었다. 또 다른 섬모충에 대한 실험에서도 MERds-II 배지는 좋은 번식률을 나타내어 해양성 섬모충류의 배양에 유기물의 첨가는 효과적임을 알 수 있었다.

*Euplotes sp. (K-1)*의 번식은 접종 후 약 3일부터 지수적 성장을 보이며 7일에서 8일 사이에 최대 번식밀도를 나타낸 후 점차 감소하는 경향을 나타내었다.

*Euplotes sp. (K-1)*의 환경적응 실험에서는 배양온도 22.5°C에서 최적의 번식률을 보였으나, 20.0°C부터 27.5°C까지 폭넓은 온도 적응력을 나타내었고, pH도 8에서 최적의 번식률을 나타내었으나 pH 6~9 사이에서도 높은 번식을 보였고, 조도적응 면에서도 3,500 lux 이하에서는 유의적 차이가 없었던 점을 보아 비교적 폭넓은 배양환경 적응력을 보였다. 이러한 결과는 섬모충 *Saprophilus sp.*, *Uronema sp.*, *Cyclidium sp.* 등의 번식수온이 15~25°C로 보고한 杉田 等 (1987)의 연구결과와 *Tetrahymena sp.*의 pH 적응범위는 6에서 9까지로 보고한 Bamdad et al. (1993)의 연구와도 유사하였다.

한편, 섬모충이 해산어 종묘생산과정에서 먹이생물로 활용되기 위해서는 경제적이고 간단한 방법으로 대량생산이 이루어져야 하는데 이러한 관점에서, 본 실험에 사용한 팽효모는 섬모충 배양에 매우 편리하고 효과적인 먹이로 판단된다.

본 실험의 결과, 섬모충 *Euplotes sp. (K-1)*는 폭넓은 환경 적응력과 간단한 방법의 대량배양이 가능하여 먹이생물로써 개발될 수 있는 가능성을 제시하였다. 앞으로의 연구에서는 *Euplotes sp.*를 대량 배양하여 해산어 자어에 대한 실제의 먹이효율이 조사되어야 할 것이다. 만약 먹이효율이 양호할 경우 초기먹이생물의 다양화와 먹이생물의 배양을 위한 공간의 축소, 경제적 절감 및 노동력의 감소 등의 효과도 기대된다.

요 약

섬모충은 윤충류보다 다양한 크기를 가지고 있으며, 얇은 세포벽, 느린 운동성, 빠른 번식률로 새로운 동물성 먹이생물로써 개발 가능성을 가지고 있다.

한국 연안 수역인 수영만, 광양만 및 경기만 소래 염전지역에서 식물성 플랑크톤 네트를 이용하여 6종의 섬모충을 채집하였으며, capillary pipette로 분리·배양하였다.

먹이생물로써의 개발가능성을 파악하기 위하여 크기, 운동성, 배양밀도 및 부유능력을 평가하였으며, 채집된 섬모충류 가운데 광양만에서 채집된 *Euplotes sp. (K-1)*가 가장 적합한 것으로 평가되었다.

MERds 기본배지에 glycine, glucose, yeast extract를 각 0.1 g씩 첨가하여 변형한 MERds-II 배지는 기본배지보다도 약 6배의 번식률을 보여, *Euplotes sp.*를 비롯한 기타 섬모충 배양배지에도 유용하였다.

*Euplotes sp. (K-1)*은 수온 22.5°C, pH 8, 조도 2,000 lux에서 각각 최고의 번식률을 보였으며, 이들 환경조건에 대해 비교적 폭넓은 환경적응력을 나타내었다. 한편, 팽효모 1.0 g/L의 첨가에 의해

서도 대량배양이 가능하였다.

본 연구에서의 섬모충은 증보관이 용이하며 폭넓은 환경 적응력과 간단한 방법의 대량배양이 가능하여 초기 동물성 먹이생물로서의 높은 잠재력을 가지고 있는 것으로 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 우수공학연구센터인 부경대학교 해양산업개발 연구소의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

참 고 문 헌

- Bamdad, M., C.A. Groliere, J. Dupy-Blanc and L. David. 1993. Change in intracellular pH in *Tetrahymena pyriformis* GL in relation to the toxicity level of the ionophorous antibiotic nigericin. *European journal of protistology*, 29, 230~234.
- Berk, S.G., D.C. Brownlee, D.R. Heinle, H.J. Kling and R.R. Colwell. 1977. Ciliates as a food source for marine planktonic copepods. *Microb. Ecol.*, 4, 27~40.
- Fenchel, T. and P. Harrison. 1976. The significance of bacterial grazing and mineral cycling for the decomposition of particulate detritus. In *The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes*, J.M. Anderson, ed. Blackwell Scientific, Oxford, pp. 295~299.
- Guillard, R.R.L. 1973. Division rate. In *Handbook of phycological methods-culture method and growth measurements*, J.R. Stein, ed. Cambridge Univ. Press, London, pp. 289~311.
- Hoshaw, R.J. and J.R. Rosowski. 1973. Methods for microscopic algae. In *Handbook of phycological methods-culture method and growth measurements*, J.R. Stein, ed. Cambridge Univ. Press, London, pp. 53~68.
- Jahn, T.L., E.C. Bovee and F.F. Jahn. 1979. How to know the protozoa. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa, 279 pp.
- Jost, J.L., J.F. Prake, A.G. Fredrickson and H.M. Tsuchiya. 1973. Interactions of *Tetrahymena pyriformis*, *Escherichia coli*, *Azotobacter vinelandii* and glucose in a minimal medium. *J. Protozool.*, 20, 834~840.
- Kanazawa, A., J. Teshima, S. Inamori, S. Sumida and T. Iwashita. 1982. Rearing of larval red sea bream and ayu with artificial diets. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*, 31, 185~192.
- Kim, H.S., C.H. Park and S.B. Hur. 2000. Distribution of *Fabrea salina* at salt pond. *J. Fish. Sci. Tech.*, 3, 222~227.
- Lee, J.J., A.C. Douglas, M.E. Mcenery and D. Kahan. 1987. A baited-bloom approach to the isolation of protozoa and meiofauna for potential use in mariculture. 40th annual meeting of the society of protozoologists. 22pp.
- Maeda, M. and P.G. Garey. 1985. An illustrated guide to the species of the Families Halteriidae and Strobilidiidae (Oligotrichida, ciliophora), free swimming protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo*, 19, 68pp.
- Park, C.H. and S.B. Hur. 2001. Mass culture and dietary value of *Fabrea salina*. *J. Korean Fish. Soc.*, 34, 32~37 (in Korean).
- Porter, K.G., M.C. Pace and J.F. Battey. 1979. Ciliate protozoans as lines in freshwater planktonic food chains. *J. Protozool.*, 27, 114~125.
- Porter, K.G., M.B. Sherr, B.F. Sheer, M. Pace and R.W. Samolus. 1985. Protozoa in planktonic food webs. *J. Protozool.*, 32, 409~415.
- Seki, H. 1966. Studies on microbial participation to food cycle in the sea. III. Trial cultivation of brine shrimp to adult in a chemostat. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 22, 27~32.
- Sheldon, R.W., P. Nival and F. Rassouleadegan. 1986. An experimental investigation of a flagellate-ciliate-copepod food chain with some observation relevant to the linear biomass hypothesis. *Limol. Oecogr.*, 31, 184~188.
- Thompson, A.S., J.C. Phodes and I. Pettman. 1988. Culture collection of algae and protozoa. Natural Environment Research Council. Cumbria. U.K., 164pp.
- Winter, F., G. Persoone and C. Benijts-Claus. 1975. *Fabrea salina*, A promising live food for mariculture purpose. In *Progressing 6th annual workshop of the world mariculture*, pp. 429~438.
- 萱野泰久. 1988. 키지하타仔稚魚의口器의發達と攝餌. *岡山縣水試報*, 3, 55~60.
- 木谷甲子男. 1989. 纖毛原生動物의飼料生物化とその培養法. *水産増殖*, 89, 314~315.
- 笠原正五郎, 平野礼次郎, 大島泰雄. 1960. クロダイ人工孵化仔稚の飼育とその成長について. *日本水産學會誌*, 26, 184~193.
- 代田昭彦. 1970. 魚類稚仔魚期の口徑に關する研究. *日本水産學會誌*, 36, 353~368.
- 杉田治男, 岡本尚人, 奥島章兒, 出口吉昭. 1987. 沿岸水域から分離した原生動物の培養條件. *水産増殖*, 35, 125~131.

2002년 2월 22일 접수

2002년 6월 27일 수리