

참전복 사료의 해조류 및 *spirulina* 첨가 효과

이상민 · 임영수* · 문영봉* · 유성규** · 노 섬***

강릉대학교 해양생명공학부, *국립수산진흥원
부경대학교 양식학과, *제주대학교 증식학과

Effects of Supplemental Macroalgae and *Spirulina* in the Diets on Growth Performance in Juvenile Abalone (*Haliotis discus hannai*)

Sang-Min Lee, Yong-Su Lim*, Young Bong Moo*, Sung Kyoo Yoo**
and Sum Rho***

Faculty of Marine Bioscience & Technology, Kangnung National University,
Kangnung 210-702, Korea

*National Fisheries Research and Development Institute, Pusan, 619-900 Korea

**Aquaculture Division, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

***Dept. of Aquaculture, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

A 20-week growth trial was conducted in flow-through aquarium system to investigate the effects of supplemental macroalgae and *spirulina* in the diets on growth and body composition in juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). Four replicate groups of the abalone averaging 65 mg were fed one of ten isonitrogenous (34%) and isolipidic (7.5%) diets containing 8.1% *Ulva*, 7.5% *Undaria*, 11% *Laminaria*, 11% *Sargassum*, *spirulina* (5, 10 and 15%), or dried *Undaria* powder (10 and 20%). In addition, these formulated diets were compared with natural food (dried *Undaria*).

Survival rate of abalone were not significantly affected by the different dietary macroalgae sources, *spirulina* or dried *Undaria* powder levels ($P > 0.05$). Weight gain and soft body weight of abalone fed the diet containing *Sargassum* was significantly higher ($P < 0.05$) than those of abalone fed diets containing *Laminaria*, 20% dried *Undaria* powder and natural food. Survival rate, weight gain, soft body weight and shell length of abalone fed natural food were lowest ($P < 0.05$) among all diet. Moisture, protein and lipid contents of soft body were not influenced by experimental diets except natural food. Lipid content of abalones fed natural food was significantly lower than those of abalone fed other diets ($P < 0.05$). These data indicate that abalone can more efficiently utilize *Sargassum* than *Ulva*, *Undaria*, *Laminaria* or *spirulina*.

Key words : Abalone, Formulated diet, Macroalgae (*Ulva*, *Undaria*, *Laminaria*, *Sargassum*), *Spirulina*.

서 론

참전복은 부착기 이후부터 부착규조류를 먹이

로 섭취하면서 성장하기 때문에 많은 연구자들이 규조류의 이용성에 관한 연구(Ioriya and Suzuki, 1987; Mai et al., 1994; Norman-

본 연구는 농림부 현장애로기술개발사업의 연구비로 수행되었음.

Boudrean et al., 1986 ; Ohgai et al., 1991 ; Yamada and Takano, 1987 ; 김, 1992 ; 김 등, 1993 ; 한, 1994)를 수행하여 왔다. 이들 전복이 점차 성장함에 따라 부착규조류만으로 양성하기 어렵기 때문에 각장 1cm 전후가 되면 미역, 다시마, 파래와 같은 해조류가 풍부한 지역의 암반 지대에 방류하여 해조류를 주 먹이로 하여 양성시킨다. 하지만 전복은 이동속도가 늦기 때문에 해적생물에 의해 쉽게 공격당할 수 있을 뿐 아니라 더욱이 어린 시기에는 환경에 대한 적응력이 그리 강하지 못하다. 아직까지 구체적인 자료가 제시되지 않는지만 양어가들의 경험과 몇 가지 자료(김 · 송, 1993 ; 조 · 방, 1993)들을 검토하여 보면, 전복종묘를 바다에 방류하여 다시 수확하는 것보다 채룡이나 수조에서 고밀도로 양식하는 것이 성장이 빠르고 생존률이 높아지기 때문에, 최근에는 각장이 1cm가 되기 전부터 육상수조에서 양성되고 있다. 육상수조 양성시 양어가들은 자연에서 전복의 주 먹이인 미역이나 다시마 같은 천연먹이를 공급하다가 이들 천연먹이의 공급이 부족할 때는 건조된 미역이나 다시마 등을 공급하고 있는 실정이다. 하지만 이러한 천연 먹이는 성장과 생존률이 배합사료보다 저조하고(Mai et al., 1995 ; Viana et al., 1993 ; 이 등, 1998a,b), 공급이 불안정하기 때문에 배합사료를 사용하는 곳이 현저히 증가되고 있다. 이와 더불어 경제적인 전복용 배합사료를 개발하기 위한 연구(이 등, 1997 ; 이 등, 1998a,b ; 정 등, 1994 ; Harada and Akishima, 1985 ; Ogino and Kato, 1964 ; Ogino and Ohta, 1963 ; Uki et al., 1985

a,b ; Uki et al., 1986a,b,c)가 진행되었다. 하지만 배합사료를 사용함에 따라 패각의 색깔이나 어체의 품질이 천연먹이와 차이가 생길 수 있다는 의문이 제기되고 있다. 현재까지 이에 대한 연구가 구체적으로 이루어지지 못했기 때문에 본 연구는 참전복의 천연먹이가 되는 해조류와 색소를 풍부하게 함유한 *spirulina*를 사료에 첨가하여 참전복의 성장, 체성분 및 패각의 색에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 사료 원료

본 실험에서 사용한 원료인 북양어분(간접식 건조 : steam dry, 고려원양 개척호), 대두박(탈지, 탈피, 분쇄입자 : 0.25 mm) 및 소맥분은 사료 회사에서 사용하고 있는 상품화된 것을 구입하였고, 천연먹이인 해조류는 남해안에서 수확된 것을 구입하여 냉동하였다가 습식분쇄기로 분쇄하여 사료에 첨가하였다. 이들의 일반성분 및 아미노산 조성을 분석하여 Table 1과 2에 나타내었다.

2. 실험사료

북양어분, 대두박, 소맥분을 주 단백질원으로서 실험사료(Con)에 생파래(M-1), 생미역(M-2), 다시마(M-3) 및 모자반(M-4)을 냉동 분쇄하여 첨가하였고, *spirulina* (S5, S10 및 S15) 및 건조된 미역분(U10과 U20)을 첨가하여 모든 배합 사료의 단백질과 지질 함량이 각각 34% 및 7.5% 전후가 되도록 설계하였다(Table 3). 점착제로는

Table 1. Chemical composition (%) of the ingredients used for experimental diet

Ingredient	Moisture	Protein	Lipid	Ash
White fish meal	5.1	69.5	6.71	16.1
Soybean meal	9.5	48.5	1.80	6.21
Raw <i>Ulva</i> powder	94.6	2.05	0.16	1.65
Raw <i>Undaria</i> powder	95.2	0.95	0.06	1.84
Raw <i>Laminaria</i> powder	88.7	1.91	0.20	3.08
Raw <i>Sargassum</i> powder	88.5	2.34	0.18	2.93
<i>Spirulina</i>	5.8	52.8	1.26	10.6
Dried <i>Undaria</i> powder	12.4	19.7	1.68	26.4

Table 2. Amino acids composition (% in protein) of the macroalgae and *spirulina*

Amino acids	White fish meal	Soybean meal	<i>Ulva</i>	<i>Undaria</i>	<i>Laminaria</i>	<i>Sargassum</i>	<i>Spirulina</i>
Arginine	7.1	7.8	7.1	4.2	2.0	4.0	6.5
Histidine	1.7	1.9	1.2	1.8	1.1	1.5	0.3
Isoleucine	3.7	3.7	3.8	4.0	2.8	4.4	6.5
Leucine	8.1	8.1	6.5	7.2	5.5	7.3	9.4
Lysine	4.9	4.1	4.0	5.2	3.6	5.3	2.9
Methionine + Cystine	4.3	2.6	3.5	3.6	3.8	4.9	5.0
Phenylalanine + Tyrosine	7.9	8.8	8.3	7.7	5.8	8.3	6.4
Threonine	4.9	4.4	6.2	4.8	4.6	4.7	2.2
Tryptophan	1.3	0.6	1.6	1.6	1.6	1.4	ND
Valine	4.1	3.7	5.9	5.1	3.5	5.0	8.0
Total	48.0	45.7	48.1	45.2	34.3	46.8	47.2

ND : not determined.

Table 3. Composition and nutrient content of experimental diet

Ingredient	Dietary additive sources										
	Con	Macroalgae				<i>Spirulina</i>			<i>Undaria</i>		Dried <i>Undaria</i>
		M-1	M-2	M-3	M-4	S5	S10	S15	U10	U20	
White fish meal	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	22.0	19.0	16.0	22.0	19.0	
Soybean meal	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	20.0	17.0	14.0	20.0	17.0	
Raw <i>Ulva</i> power (as dry wt.)		150 (8.1)									
Raw <i>Undaria</i> power (as dry wt.)			150 (7.5)								
Raw <i>Laminaria</i> power (as dry wt.)				100 (11.0)							
Raw <i>Sargassum</i> powder (as dry wt.)					100 (11.0)						
Wheat flour	15.5	7.4	8.0	4.5	4.5	16.5	17.5	18.5	11.5	7.5	
<i>Spirulina</i>						5.0	10.0	15.0			
Dried <i>Undaria</i> powder									10.0	20.0	
Dextrin	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
Squid liver oil	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
Soybean oil	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
Vitamin premix ¹	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
Mineral premix ²	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
Sodium alginate	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	
Proximate analysis (% in dry weight basis)											
Protein	34.1	34.9	34.6	34.1	34.3	33.1	32.1	31.1	31.3	29.7	12.8
Lipid	8.9	7.9	7.6	7.1	7.7	7.2	7.3	7.4	7.2	7.2	1.0
Ash	12.8	15.2	15.8	15.0	16.2	12.9	12.6	12.7	15.2	17.2	36.2
Fiber	2.7	2.5	2.8	3.4	3.7	2.6	2.5	2.5	2.5	3.0	

¹Vitamin mix contained the following amount which were diluted in cellulose (g/kg mix) : ascorbic acid, 200 ; α -tocopheryl acetate, 20 ; thiamin, 5 ; riboflavin, 8 ; pyridoxine, 2 ; nicin, 40 ; Ca-D-pantothenate, 12 ; myo-inositol, 200 ; D-biotin, 0.4 ; folic acid, 1.5 ; p-amino benjoic acid, 20 ; K₃, 4 ; A, 1.5 ; D₃, 0.003 ; choline chloride, 200 ; cyanocobalamin, 0.003.

²Mineral mix contained the following ingredients (g/kg mix) : NaCl, 10, MgSO₄ · 7H₂O, 150 ; NaH₂PO₄ · 2H₂O, 250 ; KH₂PO₄, 320 ; CaH₄(PO₄)₂ · H₂O, 200 ; Ferric citrate, 25 ; ZnSO₄ · 7H₂O, 4 ; Ca-lactate, 38.5 ; CuCl, 0.3 ; AlCl₃ · 6H₂O, 0.15 ; KIO₃, 0.03 ; Na₂Se₂O₃, 0.01 ; MnSO₄ · H₂O, 2 ; CoCl₂ · 6H₂O, 0.1.

알긴산나트륨을 23% 첨가하였으며, 사료성형 및 제조는 각 원료를 잘 혼합한 후 이 등(1998a)이 사용한 방법에 따랐다. 사료는 두께 0.15 cm에 1 cm 사각이 되도록 칼로 절단하여 건조시킨 후 냉동고에 보관하면서 사료 공급시마다 사용하였다. 또한, 건조 미역을 천연먹이구로 선정하여 배합사료구와 비교하였다.

3. 실험어 및 사육관리

실험용으로 중간 크기의 건강한 치패(평균체중 : 65 mg, 평균각장 : 0.8 cm)를 100마리씩 20ℓ plastic tank × 11 diet × 4 replication으로 임의 배치하여 10~15℃의 수온에서 20주간 사육 실험하였다. 약 5 주 간격으로 실험수조에 수용된 치패 전체 무게를 측정하였으며, 먹이는 2일 1회 각 실험수조마다 2~3 g씩 충분히 섭취할 수 있도록 공급하였고, 먹고 남은 잔량은 먹이 공급전에 수거하였다. 각 수조마다 약하게 폭기시켜 산소를 공급하였으며, 주수량은 3ℓ/min/tank으로 조정하였고, 수온은 매일 오전 10시에 측정하였다. 실험 시작시에는 500마리 이상, 실험 종료시에는 각 수조에 수용된 실험치패 전체를 sample로 취하여 냉동 보관(-75℃)하다가 각 무게, 각장, 각폭 등을 측정한 후, 가식부를 분리하여 성분 분석하였다.

4. 성분분석 및 통계처리

실험사료 및 어체의 일반성분은 AOAC 방법(1990)에 따라 분석하였는데, 조단백질(N×6.25)은 Automatic analyzer (Vapodest 5/6, Gerhardt)를 사용하여 분석하였고, 조지방은 ether를 사용하여 추출하였으며, 수분은 105℃의 dry oven에서 4 시간 동안 건조 후 측정하였다. 또한, 조섬유는 Automatic analyzer (Fibertec, Tecator)를 이용하였고, 조회분은 550℃의 회화로에서 4 시간 동안 태운 후 정량하였다. 사료의 아미노산은 이 등(1996)이 사용한 방법으로 분석하였다. 결과는 SPSS for Window (SPSS Inc., 1993) program으로 ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 19

55)로 처리 평균간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

20주간 사육한 후의 생존률(Fig. 1)은 천연먹인 건미역 공급구가 73%로 가장 낮았지만 다른 실험구들의 77~87%와는 유의차가 없었다($P > 0.05$). 최종평균체중(Fig. 2와 Table 4)은 모자반 첨가구(M-4)가 370mg으로 가장 높았으며, 건조 미역 공급구가 117mg으로 가장 저조한 값을 보였고, 다음으로 생다시마 첨가구(M-3), 미역분말 20% 첨가구(U20)가 저조한 값을 나타내었다($P < 0.05$). 이러한 경향은 증체율, 가식부 중량 및 평균각장의 변화에서도 같은 경향을 보였다. 반면에 각장에 대한 체중의 비와 체중에 대한 가식부 중량의 비는 모든 실험구에서 서로 차이가 없었다($P > 0.05$). 각 원료별로 성장효과를 살펴보면 다음과 같다.

냉동분쇄된 파래, 미역, 다시마 및 모자반을 건물로 환산하여 각각 8.1%, 7.5%, 11% 및 11% 첨가한 배합사료로 사육한 결과, 다시마 첨가구(M-3)가 평균체중, 증체율, 가식부 중량 및 평

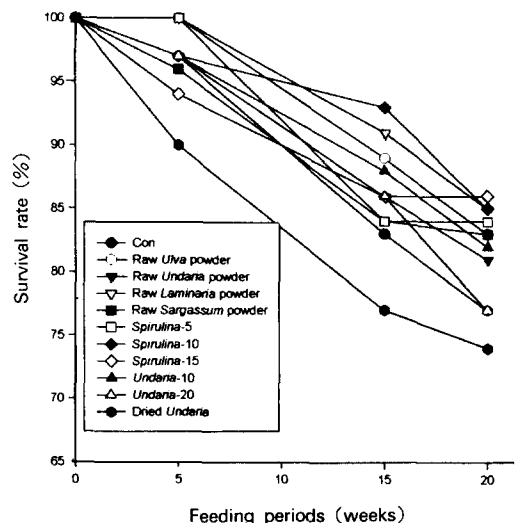


Fig. 1. Survival of abalone fed the diets containing macroalgae and spirulina for 20 weeks.

Table 4. Growth performance of abalone fed the diets containing macroalgae and *spirulina* for 20 weeks¹

Diets	Final mean wt.(mg)	Weight gain (%) ²	Soft body wt.(mg)	Shell length (mm)	Body wt.(g)/shell length (cm)	Soft body wt.(g)/body wt. (g)
Con	331±23.7 ^{bc}	411±28.1 ^{bcd}	155±20.8 ^{bcd}	14.1±0.37 ^{bc}	0.21±0.02	0.50±0.01
M-1	331±16.4 ^{bc}	408±43.2 ^{bcd}	150±14.1 ^{bcd}	14.1±0.34 ^{bc}	0.23±0.03	0.44±0.04
M-2	331±25.7 ^{bc}	404±54.3 ^{bcd}	150±14.1 ^{bcd}	14.1±0.36 ^{bc}	0.20±0.01	0.49±0.02
M-3	297±32.7 ^b	341±52.5 ^b	132±17.0 ^b	13.6±0.18 ^b	0.18±0.01	0.49±0.02
M-4	370±16.0 ^d	472±44.8 ^d	172± 9.5 ^d	14.7±0.51 ^d	0.21±0.01	0.52±0.03
S5	339±16.3 ^{cd}	439±41.3 ^{cd}	162± 5.0 ^{cd}	14.3±0.21 ^{cd}	0.22±0.02	0.49±0.06
S10	320±10.7 ^{bc}	416±13.4 ^{cd}	147± 9.5 ^{bc}	13.9±0.12 ^{bc}	0.21±0.02	0.47±0.07
S15	327±28.3 ^{bc}	413±43.8 ^{bcd}	152±17.0 ^{bcd}	14.0±0.46 ^{bc}	0.21±0.01	0.49±0.06
U10	331±23.3 ^{bc}	425±45.7 ^{cd}	150±14.1 ^{bcd}	13.9±0.39 ^{bc}	0.21±0.01	0.51±0.02
U20	309±34.3 ^{bc}	370±66.8 ^{bc}	135±12.9 ^b	13.7±0.53 ^{bc}	0.21±0.04	0.46±0.07
Dried <i>Undaria</i>	117± 8.2 ^a	70±14.1 ^a	47± 5.0 ^a	10.1±0.25 ^a	0.29±0.40	0.48±0.06

¹Values (mean±s.d. of four replications) in the same column not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05).

²(Final weight - initial weight) × 100/Initial weight.

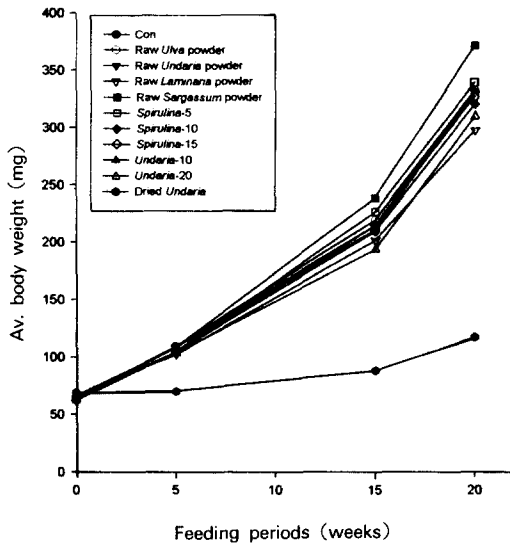


Fig. 2. Growth of abalone fed the diets containing macroalgae and *spirulina* for 20 weeks.

균 각장이 저조한 값을 보여 가장 성적이 좋은 모자반 첨가구(M-4)와 유의한 차이를 보였다(P<0.05). 그 외 파래(M-1) 및 미역(M-2) 첨가구의 증체율과 가식부 중량은 생모자반 첨가구와 유의한 차이를 보이지 않았지만(P>0.05), 최종평균

체중과 각장은 모자반 첨가구와 유의한 차이를 보였다(P<0.05). 위의 결과로 보아 참전복용 배합사료에 천연해조류의 첨가는 다시마보다 모자반을 첨가하는 것이 더 성장을 개선시킬 수 있을 것으로 생각된다.

다시마를 첨가하는 것보다 모자반을 첨가하였을 때 성장효과가 좋아지는 것에 대해서는 아직까지 확실히 그 원인을 구명하기 어렵지만, 첨가된 원료의 필수아미노산 조성의 측면에서 살펴보면, 단백질에 대한 필수 아미노산의 총량이 다시마가 가장 낮았고(Table 2), Mai et al.(1994)과 이 등(1998a)의 연구에서 성장과 관련성이 높다고 지적된 필수아미노산인 Arg, His, Ile, Lys 및 Met의 함량이 다시마에서 낮은 값을 나타낸 것으로 보아 다시마의 아미노산 균형이 다른 해조류에 비해 전복에 부적합한 것으로 판단된다. 천연 먹이 공급구에서도 이를 뒷받침할 수 있는 결과가 보고되었는데, 이 등(1998b)은 천연 먹이로 미역과 다시마를 20주간 참전복에 공급한 결과, 미역 공급구가 다시마 공급구보다 좋은 성적을 보였다.

*Spirulina*를 5~15% 첨가한 실험구의 생존률, 평균체중, 증체율, 가식부 중량 및 평균 각장은

spirulina 첨가 함량에 영향을 받지 않았으며, 대조구와도 차이를 보이지 않았지만($P>0.05$), 모자반 첨가구와는 유의차를 보였다($P<0.05$). 따라서 값비싼 *spirulina*를 성장개선 목적으로는 첨가할 필요가 없을 것으로 판단된다. 하지만 다음에 언급하겠지만 전복의 패각 색깔을 내기 위한 첨가제 등 특수한 목적으로 사용할 필요는 있을 것으로 기대된다.

미역 가공시 생기는 부산물을 분말로 만든 건조 미역분을 10%와 20%씩 첨가한 배합사료로 참전복을 사육한 결과, 생존률, 평균체중, 증체율, 가식부 중량 및 평균 각장은 서로 차이가 없었으며, 대조구나 분쇄된 생미역 첨가구(M-2)와도 차이가 없었다($P>0.05$). 하지만 수치상으로 미역분의 첨가비가 높은 20% 첨가구의 성장(체중, 증체율과 가식부 중량)은 10% 첨가구보다 그 효과가 약 10% 정도, 생존률은 5%가 저조한 결과를 나타내었다. 따라서 미역분을 배합사료에 첨가할 때에는 10% 이하로 첨가하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 사료의 단백질과 지질 함량이 타 실험사료와 동일함에도 불구하고 이처럼 미역분의 첨가비가 높아질수록 성장효과가 약간 낮아지는 것은 Ile 및 Met 등과 같은 필수아미노산 함량이 낮은 등 여러 가지 원인에 의한 것으로 간주된다. 하지만 이 등(1998a)의 연구에서 단백질원으로 어분 10%와 미역분말 55%가 첨가된 배합사료의 경우는 성장이 어분이나 카제인위주의 사료만큼 좋은 결과를 보였다. 이러한 차이에 대해서는 차후 계속 연구되어야 할 과제이다. 또한 천연 먹이인 건조미역 공급구의 성장효과는 타 배합사료구보다 월등히 낮은 값을 보였으며, 이러한 결과들은 이미 이 등(1998a,b)이 여러 차례 언급한 바 있다.

Table 5에 나타낸 바와 같이 실험 종료시 전복 가식부의 수분은 78.5% 전후로 시작시의 73.4%에 비해 모든 배합사료구에서 증가되었으며, 실험 구간에 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 단백질의 경우 실험 시작시 17.3%에서 실험 종료시에는 14% 전후로 모든 실험구에서 감소하였고, 실험사료간에는 차이가 없었다($P>0.05$). 배합사

Table 5. Chemical compositions (%) of the soft whole body¹

Diets	Moisture	Protein	Lipid
Initial	73.4	17.3	1.0
Final :			
Con	79.0±0.44	13.6±0.61	1.6±0.14 ^b
M-1	78.0±0.49	14.2±0.87	1.5±0.15 ^b
M-2	78.5±0.84	14.4±0.88	1.5±0.20 ^b
M-3	78.8±0.53	14.0±0.38	1.7±0.11 ^b
M-4	78.2±0.46	14.7±0.86	1.6±0.10 ^b
S5	78.5±0.16	13.7±0.27	1.6±0.15 ^b
S10	78.2±0.87	13.9±0.48	1.7±0.21 ^b
S15	78.3±0.57	14.2±0.96	1.6±0.11 ^b
U10	78.6±0.41	14.1±0.44	1.6±0.13 ^b
U20	78.5±1.11	14.1±0.94	1.5±0.13 ^b
Dried	—	—	0.7±0.17 ^a
<i>Undaria</i>			

¹Values (mean±s.d. of four replications) in the same column not sharing a common superscript are significantly different ($P<0.05$).

료를 섭취한 전복의 지질 함량은 실험시작시의 1%에 비해 증가하여 1.5% 수준을 유지하였으나, 천연먹이인 건조미역 공급구는 오히려 0.7%로 감소하여 배합사료구들 보다 훨씬 낮은 값을 보였다($P<0.05$). 이처럼 천연먹이구의 지질 함량이 낮은 것은 이 등(1997, 1998a,b)이 지적하였듯이 천연먹이인 미역에는 단백질이나 지질과 같은 영양성분이 배합사료보다 훨씬 낮아 전복의 성장을 제대로 증진시키지 못할 만큼 부족한 것 때문으로 판단된다.

본문에 사진으로 나타내지는 않았지만 실험 종료시의 해조류, *spirulina* 및 미역분말 첨가구의 패각 색깔은 각각 첨가된 원료의 색을 그대로 반영하였다. 따라서 전복 먹이로 천연먹이를 이용하고자 할 때는 패각의 색을 조절하는 배합사료 첨가제로서의 유용성과 함께 영양소 균형을 고려하면서 그 첨가 범위가 연구되어야 할 것이다.

위의 결과를 종합하여 보면 참전복용 배합사료에 천연해조류의 첨가는 다시마보다 모자반을 첨가하는 것이 성장을 더 개선시킬 수 있을 것으로 생각되며, *spirulina*를 성장 개선 목적으로는 첨가할 필요가 없을 것으로 판단된다. 미역분을 배

합사료에 첨가할 때에는 10% 이하로 첨가하는 것이 바람직 할 것으로 보인다. 또한 전복 패각의 색을 의도적으로 내고자 할 때를 대비하여 차후 각종 원료의 적정 첨가량을 경제적인 측면 등을 고려하여 연구되어야 할 것이다.

요 약

참전복의 천연먹이가 되는 해조류와 색소를 풍부하게 함유한 *spirulina*를 사료에 첨가하여 성장과 체성분에 미치는 영향을 조사하기 위해, 북양어분, 대두박, 소맥분을 주 단백질원으로 한 실험사료(대조구)에 파래, 미역, 다시마 및 모자반을 냉동 분쇄하여 첨가하였고, *spirulina* 및 건조된 미역분을 첨가하여 모든 배합사료의 단백질과 지질 함량이 각각 34% 및 7.5% 전후가 되도록 설계하였다. 또한, 천연 먹이인 건조 다시마를 선정하여 그 성장효과를 실험 배합사료와 비교하였다. 평균체중이 65 mg인 참전복 치패를 각 실험 수조마다 100마리씩 실험사료마다 각각 4 반복으로 수용하여 20주간 사육 실험한 결과는 다음과 같다.

1. 냉동분쇄된 파래, 미역, 다시마 및 모자반을 각각 첨가하여 사육한 결과, 다시마 첨가구의 평균체중, 증체율, 가식부 중량 및 평균 각장 값이 저조한 값을 보여 가장 성적이 좋은 모자반 첨가구와 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

2. *Spirulina*를 5~15% 첨가한 실험구의 생존률, 평균체중, 증체율, 가식부 중량 및 평균 각장은 *spirulina* 첨가 함량에 영향을 받지 않았고, 대조구와도 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

3. 건조 미역분을 10%와 20%씩 첨가한 실험구의 생존률, 평균체중, 증체율, 가식부 중량 및 평균 각장은 서로 차이가 없었으며, 대조구나 생미역 첨가구와도 차이가 없었다($P > 0.05$). 하지만 수치상으로 미역분의 첨가비가 높은 20% 첨가구의 성장은 10% 첨가구보다 그 효과가 다소 저조한 결과를 나타내어, 모자반 첨가구와 유의차를 보였다($P < 0.05$).

4. 천연먹이인 건미역 공급구의 생존률은 73%

로 가장 낮았지만 다른 배합사료구들의 77~87%와는 유의차가 없었으며($P > 0.05$), 최종평균체중, 증체율, 가식부 중량, 평균각장 및 가식부 지질함량은 가장 저조한 값을 보였다($P < 0.05$).

위의 결과로 보아 참전복용 배합사료에 천연 해조류로 다시마보다 모자반을 첨가하는 것이 성장을 더 개선시킬 수 있을 것으로 생각되며, *spirulina*를 성장 개선 목적으로는 첨가할 필요가 없을 것으로 판단된다. 또한, 미역분을 배합사료에 첨가할 때에는 10% 이하로 첨가하는 것이 바람직 할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia. 1298pp.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, 11 : 1-42.
- Harada K. and Akishima Y. 1985. Feeding attraction activities of proteins, amino acids, lipids and nitrogenous bases for abalone. *Bull. Jap. Soc. Sci. fish.*, 51 : 2051-2058.
- Ioriya, T. and H. Suzuke. 1987. Changes of diatom on plastic plates used for rearing abalone, *Nordotis discus*. *Suisanzoshoku*, 35 : 81-98.
- Mai, K., J. P. Mercer and J. Donlon. 1994. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L and *Haliotis discus hannai* Ino. II. Amino acid composition of abalone and six species of macroalgae with an assessment of their nutritional value. *Aquaculture*, 128 : 115-130.
- Mai, K., J. P. Mercer and J. Donlon. 1995. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L and *Haliotis discus hannai* Ino. IV. Optimum dietary protein level for growth. *Aquaculture*, 136 : 165-180.
- Norman-Boudreau, K., D. Burns, C.A. Cooke and A. Austin. 1986. A simple technique for detection of feeding in newly metamorphosed abalone. *Aquaculture*, 51 : 313-317.

- Ogino, C. and E. Ohta. 1963. Studies on the nutrient of abalone, I. Feeding trials of abalone, *Haliotis discus* Reeve, with artificial diets. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 29 : 69-670.
- Ogino, C. and N. Kato. 1964. Studies on the nutrient of abalone, II. Protein requirements for growth of abalone, *Haliotis discus* Reeve, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 30 : 523-526.
- Ohgai, M., M. Wakano, and S. Nagai. 1991. Effect of attached microalgae on the settlement of larvae and growth of juvenile in abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. Suisanzoshoku, 39 : 263-266.
- SPSS for Window. 1993. Base System User's Guide, Release 6.0, SPSS Inc., 444N. Michigan Avenue, Chicago, IL, 60611.
- Uki, N., A. Kemuyama and T. Watanabe. 1985a. Development of semipurified test diets for abalone. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51 : 1825-1833.
- Uki, N., A. Kemuyama and T. Watanabe. 1985b. Nutrient evaluation of several sources in diets for abalone, *Haliotis discus hannai*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51 : 1835-1839.
- Uki, N., A. Kemuyama and T. Watanabe. 1986a. Optimum protein level in diets for abalone. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52 : 1005-1012.
- Uki, N., A. Kemuyama and T. Watanabe. 1986b. Effect of heat treatment of dietary protein source on their protein quality for abalone. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52 : 1190-1204.
- Uki, N., M. Sugiura and T. Watanabe. 1986c. Requirement of essential fatty acids in the abalone, *Haliotis discus hannai*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52 : 1013-1026.
- Viana, M.T., L.M. Lopez and A. Salas. 1993. Diet development for juvenile abalone *Haliotis fulgens*. Evaluation of two artificial diets and macroalgae. Aquaculture, 117 : 149-156.
- Yamada, O and H. Takano. 1987. Acceleration of the growth of benthic diatoms by using gelled agar. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 121 : 29-34.
- 김병균 · 고태승 · 이창규. 1993. 참전복 치패의 성장률 향상을 위한 부착규조 배양에 관한 연구. 양식 자료집, 21 : 95-102.
- 김용구. 1992. 참전복(*Haliotis discus hannai* Ino) 종묘생산을 위한 부착성 규조류의 배양 및 먹이 생물 효과. 부산수산대학 석사학위논문, 70 pp.
- 김상근 · 송천호. 1993. 전복치패 수송과 방류의 기술적 방법에 관하여. 양식자료집, 21 : 137-144.
- 노섭, 유성규. 1984. 전복의 증식에 관한 연구. (III). 전복먹이로서 육상식물의 이용에 관한 연구. 수진연보, 33 : 173-183.
- 이상민, 류진형, 이종윤. 1996. 조피볼락 사료의 어분 대체단백원으로서는 대두박, 콘글루텐 밀, 육골분, 육분 및 혈분의 이용성. 한국영양사료학회지, 20 : 21-30.
- 이상민 · 이계안 · 전민기 · 유성규. 1997. 실험 배합 사료, 외국 시판사료 및 생사료가 참전복의 성장 및 체성분에 미치는 효과. 한국양식학회지, 10 : 417-429.
- 이상민 · 윤성종 · 허성범. 1998a. 참전복 사료의 단백질원 평가. 한국양식학회지, 11 : 19-29.
- 이상민 · 윤성종 · 민광식 · 김대회 · 허영백 · 유성규. 1998b. 사료의 탄수화물원과 함량이 참전복의 성장 과 체성분에 미치는 영향. 한국양식학회지, 투고중.
- 정성채 · 지영주 · 손팔원. 1994. 참전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 육상사육수조에 관한 연구. II. 먹이 별 사육효과. 한국양식학회지, 7 : 77-87.
- 조은섭 · 방극순. 1993. 전복 중간양성 및 방류효과 분석의 기술적 고찰. 양식자료집, 21 : 145-159.
- 한형균. 1994. 참전복 치패의 성장과 생존을 재고를 위한 부착성 규조류의 먹이 효율. 부산수산대학 석사학위논문, 61 pp.