J. Kor. Fish. Soc. 36(5), 454-457 한수지, 36(5), 454-457, 2003

다양한 형태의 곳체다슬기 (*Semisulcospira gottschei*) 치패용 배합사료에 대두박과 소맥분 이용성

황규덕 · 김이오 · 박종호 · 방인철[1] · 김경덕[2] · 장현석[3] · 이상민[3,*]
충청북도 내수면연구소, [1]순천향대학교 해양생명공학과, [2]국립수산과학원 포항수산종묘시험장,
[3]강릉대학교 해양생명공학부

Utilization of Soybean Meal and Wheat Flour in Different Types of Diets for Juvenile Snail (*Semisulcospira gottschei*)

Gyu-Deok HWANG, Lee-Oh KIM, Jong-Ho PARK, In Chul BANG[1]
Kyoung-Duck KIM[2], Hyun-Suk JANG[3] and Sang-Min LEE[3,*]
Department of Inland Fisheries Research Institute, Chung Cheong Buk-Do, Chungju 380-250, Korea
[1]Department of Marine Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea
[2]National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea
[3]Faculty of Marine Bioscience and Technology, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea

A feeding trial was carried out to investigate the utilization of dietary soybean meal and wheat flour as substitutes for fish meal and alginate in different dietary types (powder, pellet and flake) for juvenile snail (*Semisulcospira gottschei*). After 10 weeks feeding trial, survival was not affected by formulation and type of diets ($P>0.05$), but weight gain was significantly affected by dietary formulation ($P<0.001$) and type ($P<0.05$). In the same dietary formulation, weight gain of the snail fed the flake type of diets was lower than that of the snail fed the powder or pellet types. However, the type of diet did not affect weight gain when snail fed diets containing 37% soybean meal and 18% alginate. The weight gain was lower in the snail fed diets containing 25% fish meal compared with that of the snail fed diets containing 33-37% soybean meal at the same dietary type. When soybean meal was used as main protein source in diets, weight gain was not affected by dietary alginate (0 and 18%) and wheat flour (36 and 58%) contents. Crude protein and ash contents of whole body of the snail was not affected either by formulation or by type of diet. Moisture and crude lipid contents of the whole body were significantly affected by dietary formulation, but not by the type. These results indicate that 25% fish meal could be replaced by 37% soybean meal as dietary protein source, and pellet and powder could be desirable dietary type for the optimum growth of the snail.

Key words: Snail, *Semisulcospira gottschei*, Dietary types, Powder, Pellet, Flake

서 론

배합사료 개발에 있어서 사료 단백질의 품질과 단백질 함량은 매우 중요하게 고려되어야 하는데, Lim (2002)은 사료 단백질원으로 카제인을 사용하여 곳체다슬기를 사육한 결과, 곳체다슬기의 성장은 사료 단백질 함량이 23-52%에서 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 하지만 카제인은 가격이 비싸기 때문에 경제적인 배합사료 원료로서는 부적합한 것으로 생각되며, 양식사료의 단백질원으로 널리 사용되고 있는 어분 역시 가격이 비싸고 어획량 변동이 심해 공급이 불안정한 실정이다. 따라서 경제적인 양식사료의 개발을 위해서는 값비싼 카제인이나 어분을 대신할 수 있는 값이 싸고 공급이 안정적인 단백질원을 사용하는 것이 시급하다. 대두박은 단백질 함량과 아미노산 조성 등 영양성분이 비교적 잘 갖추어져 있을 뿐만 아니라 (NRC, 1993), 상대적으로 가격이 저렴하고 공급이 안정적이어서 대체 단백질원으로 활발히 연구되어왔다 (Lee and Jeon, 1996; Kim et al., 2000).

곳체다슬기 (*Semisulcospira gottschei*)는 어류와 달리 움직임이 느리고 먹이를 서서히 조금씩 갉아먹는 습성을 가지므로 먹이를 섭취하는데 충분한 시간이 필요하기 때문에 먹이 섭취 전까지 사료의 영양소가 수중으로 유출되는 것을 최소화하여야 한다. 사료의 수중 안정성은 사료성분이나 제조조건에 따라 달라지는데, 다슬기와 먹이섭취방법이 유사한 전복의 경우, 사료 제조시 사료의 풀림이나 영양소 유출을 방지하기 위하여 알긴산을 염화칼슘 수용액에 침적시켜 불용성인 칼슘염으로 치환시키는 방법이 사용되고 있다 (Uki et al., 1985; Mai et al., 1995; Lee et al., 1997). 그러나 알긴산은 고가의 원료이므로 사료의 알긴산 함량을 낮추거나 가격이 저렴한 원료로 대체하는 것은 경제적인 배합사료의 개발을 위해 대단히 중요할 것이다. 또한 배합사료의 물성이나 가공 형태는 제조공정, 사료단가, 유통 및 수질오염 등에 영향을 미치는 중요한 요인이며, 이들 배합사료의 형태가 각각의 양식생물의

*Corresponding author: smlee@kangnung.ac.kr

성장에 영향을 미칠 수 있으므로 양식 대상종에 가장 적합한 형태로 사료를 제조하여 사용해야 할 것이다.

본 연구는 곳체다슬기 치패의 배합사료의 어분 대체원으로 대두박을, 알긴산 대체원으로 소맥분의 이용가능성을 조사함과 동시에, 곳체다슬기 배합사료로 가장 적합한 사료의 형태를 연구하였다.

재료 및 방법

실험사료

실험사료 (Table 1)의 영양성분은 기존에 수행된 연구 결과 (Lim, 2002; Lee et al., 2002)들을 기초로 하여 조단백질과 조지질 함량이 각각 27% 및 5% 전후가 되도록 설계되었다. 실험사료 1 (FMA)에는 단백질원과 점착제로 북양어분 및 알긴산나트륨을, 실험사료 2 (SMA)에는 대두박과 알긴산나트륨을 각각 사용하였으며, 실험사료 3 (SMW)에는 단백질원으로 대두박을 사용하였으며 알긴산나트륨 대신 소맥분을 첨가하였다. 이렇게 설계된 원료를 잘 혼합한 후, 각각의 사료를 분말, 펠렛 및 플레이크의 형태로 제조하였다. 펠렛사료는 소형 쵸파를 사용하여 압출 성형하였고, 분말 사료는 펠렛사료를 분쇄하여 분말 형태로 제조하였다. 플레이크사료의 경우, 실험사료 1과 2는 염화칼슘 수용액에 1분간 침적하여 알긴산나트륨을 칼슘염으로 치환시킨 다음, 두께 1 mm에 가로, 세로 약 5 mm 정도의 사각형이 되도록 절단하였으며, 실험사료 3은 염화칼슘 수용액에 침적과정을 생략하였다. 제조된 실험사료는 24시간 건조 후, -25℃의 냉동고에 밀봉하여 보관하면서 사용하였다.

Table 1. Composition of the experimental diets for *Semisulcospira gottschei*

	Diets		
	FMA	SMA	SMW
Ingredient (%)			
White fish meal[1]	25.0	-	-
Soybean meal[1]	-	37.0	33.0
Wheat flour[1]	49.5	35.5	57.5
Sodium alginate[1]	18.0	18.0	-
Squid liver oil[1]	2.0	4.0	4.0
Vitamin mix[2]	2.0	2.0	2.0
Mineral mix[2]	3.0	3.0	3.0
Choline salt	0.5	0.5	0.5
Nutrients content (% of dry matter basis)			
Crude protein	28.8	26.1	26.9
Crude lipid	4.6	4.7	5.7
Ash	9.4	8.7	4.1

[1]Provided by E-wha Oil & Fat Ind. Co., Busan, Korea.
[2]Same as Lee et al. (2002).

실험다슬기 및 사육관리

사육실험에 사용된 곳체다슬기 (*Semisulcospira gottschei*)는 "푸른농원" (강원도, 평창)에서 종묘생산되어 사육된 치패를 충청북도내수면연구소로 운반하여 1주일 동안 예비 사육한 후, 160±0.6 mg (평균±표준오차)의 치패를 사료조성별 및 사료형태별로 각각 3반복으로 27개 수조 (16 L)에 3 (사료조성)×3 (사료형태)×3 (반복) factorial design으로 수용하여 10주간 실시하였다. 사료는 1일 1회 (10:00) 만복 공급하였으며, 분말사료는 공급 전에 미리 물을 가하여 반죽의 형태로 수조에 공급하였다. 매일 사료공급 전에 먹고 남은 잔량을 제거하였으며, 사육수로는 하천수를 각 수조당 0.5 L/min이 되도록 조절하여 흘려주었으며, 사육기간 동안의 수온은 16.0-19.0℃이었다.

어체측정 및 성분분석

실험 개시시와 종료시에 측정 전일 절식시킨 후 각 실험수조에 수용된 치패 전체 무게를 측정하였다. 최초 성분분석용으로 300마리를 무작위로 표본하였으며, 실험 종료시에는 24시간 절식시킨 후에 각 실험수조의 모든 치패를 취하여 냉동보관 (-75℃)하였다. 사육실험 종료 후, 증중율 및 생존율을 조사하였으며, 실험사료와 치패의 일반 성분은 AOAC (1990)의 방법에 따라, 조단백질 (N×6.25)은 Auto Kjeldahl System (Buchi B-324/435/412, Switzerland)을 사용하여 분석하였고, 조지방은 ether를 사용하여 추출하였으며, 수분은 105℃의 dry oven에서 6시간 동안 건조 후, 조회분은 550℃의 회화로 에서 4시간 동안 태운 후 측정하였다.

통계 처리

결과의 통계 처리는 ANOVA-test를 실시하여, Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 처리 평균간의 유의성을 SPSS Version 10 (SPSS, Michigan Avenue, Chicago, IL, USA) program을 사용하여 유의수준 5%에서 검정하였고, two-way ANOVA-test로 사료조성과 형태에 대한 상관요인을 분석하였다.

결과 및 고찰

10주간 곳체다슬기 치패를 사육한 결과를 Table 2에 나타내었다. 생존율은 사료조성과 사료형태에 유의한 영향을 받지 않았다 ($P>0.05$). 증중량은 사료조성 ($P<0.001$)과 사료형태 ($P<0.05$)에 유의한 영향을 받았지만, 사료조성과 사료형태의 상호작용은 인정되지 않았다. 사료조성에 따른 증중량은 펠렛사료와 플레이크사료에서 단백질원으로 대두박을 사용한 실험구가 어분을 사용한 실험구보다 유의하게 높았고 ($P<0.05$), 단백질원으로 대두박을 사용한 경우에는 사료 점착제에 따른 차이는 없었다 ($P>0.05$). 또한, 분말사료에서는 사료의 단백질원과 점착제에 유의한 영향을 받지 않았다 ($P>0.05$). 사료형태에 따른 증중량은 단백질원과 점착제로 어분과 알긴산을 사용한 사료에서 분말사료가 플레이크사료 실험구에 비해 유의하게 높았지만 ($P<0.05$), 펠렛사료와는 유의한 차이가 없었다 ($P>0.05$). 그리고 단백질원과 점착제로 대두박과 알긴산을 사용한 사료에서의 증중량은 사료형태에 따른 차이가 없었으며 ($P>0.05$), 대두박과 소맥분을 사용한 사료에서는 펠렛사료가 플레이크사료에 비해 유의하게 높았지만 ($P<0.05$) 분말사

Table 2. Survival and growth of snail fed the experimental diets for 10 weeks. Values (mean±SEM of three replications) in the same column not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05)

Diets	Diet types	Initial weight (mg/snail)	Survival (%)	Weight gain (mg/snail)
FMA	Powder	157±2.0	57.9±0.02	53±4.7^{bc}
	Pellet	161±2.3	57.5±0.03	38±2.6^{ab}
	Flake	158±1.9	54.2±0.04	26±6.5^{a}
SMA	Powder	159±1.2	60.0±0.04	78±10.1^{cd}
	Pellet	163±3.2	55.8±0.08	69±13.1^{cd}
	Flake	160±2.3	57.5±0.09	63±2.9^{bcd}
SMW	Powder	159±1.2	50.8±0.03	69±7.3^{cd}
	Pellet	159±1.2	53.8±0.07	83±11.0^{d}
	Flake	158±0.6	50.4±0.11	55±4.3^{bc}
Two-way ANOVA				
Diet formulation		-	P<0.2	P<0.001
Diet type		-	P<0.8	P<0.05
Interaction		-	P<0.9	P<0.4

료와는 유의한 차이가 없었다 (P>0.05).

사육실험 시작시와 종료시, 곳체다슬기의 전어체의 조성분 분석결과를 Table 3에 나타내었다. 조단백질과 회분 함량은 모든 실험구간에 유의한 차이가 없었지만 (P>0.05), 수분 (P<0.05)과 조지질 (P<0.01) 함량은 사료조성에 유의한 영향을 받았다.

사료 단백질원 평가는 사료의 품질을 향상시키고, 사료단가를 낮추는데 기초적인 연구가 될 뿐 아니라 앞으로 계속될 영양연구에 자료를 제시할 수 있다. 다슬기와 식성이 비슷한 전복에 있어서는 카제인, 어분, 대두박이 좋은 단백질원으로 보고되어 있고 (Uki et al., 1985; Lee et al., 1998), 해산어류의 경우에는 어분이 양호한 단백질원으로 사용되고 있다. 이중에서 어분의 품질은 종류, 가공 방법, 생산 년도 등에 따라 다소 차이를 보이기는 하나, 대체로 조단백질 함량이 60% 이상으로 높고, 어류에 필요한 영양소, 특히 아미노산 조성이 고르게 갖추어져 있는 양질의 단백질원이지만 (NRC, 1993), 가격이 비싸고 공급이 불안정한 점 등 문제점이 잠재되어 있다. 따라서 값비싼 어분 대체원으로 값싼 단백원에 대한 연구가 수행되어 왔으며, 이중 식물성 단백질원으로 대두박이 가장 많이 연구되고 있다 (NRC, 1993). 하지만 대두박은 트립신 저해제와 같은 영양저해요소가 함유되어 있어 단백질 이용성을 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 메치오닌과 같은 필수아미노산이 어분에 비해 낮게 함유되어 있으며, 대두박 중의 인은 phytic acid에 결합되어 있어 그 이용성이 낮은 편이다. 그래서 많은 학자들이 대두박의 이용성을 높이기 위해서 아미노산을 보충 (Dabrowska and Wojno, 1977; Murai et al., 1982; Shiau et al., 1988)하거나 영양저해요소를 감소 (Viola et al., 1983; Wilson and Poe, 1985)시키는 방법을 사용하고 있다. 위와 같이 대두박을 사료 단백질원으로 사용하는데 몇 가지 문제점이 잠재되어 있음에도 불구하고 본 실험에서와 같이 곳체다슬기는 배합사료의 단백질 원료로 북양어분을 대두박으로 완전히 대체하여도 곳체다슬기의 생존, 성장 및 체성분에 역효과가 없을 뿐 아니라 성장은 오히려 더 개선되는 것으로 나타났다. 따라서 곳체다슬기는 어분보다 대두박을 잘 이용하는 것으로 보이며, 대두박은 곳체다슬기 사료의 좋은 단백질원이 될 수 있을 것으로 전망된다.

사료 영양소의 수중 유실을 줄이기 위해 대부분의 양어사료에 점착제를 첨가하고 있으며, 전복 사료의 경우는 값비싼 알긴산을 첨가하여 사료를 제조하여 왔다 (Uki et al., 1985; Lee et al., 1997). 하지만 본 연구에서 단백질원으로 대두박을 사용할 경우, 점착제로 알긴산을 첨가하지 않아도 성장에 영향이 없는 것으로 나타나, 알긴산 대신 값싼 소맥분을 사용하여도 좋을 것으로 보인다. 이러한 결과는 전복의 경우에도 성형에 문제가 없다면 알긴산의 첨가를 감소시킬 수 있음이 보고된 바 (Lee, 1998) 있어 본 연구 결과와 일치하였다.

현재 곳체다슬기는 주로 수조에서 양식되고 있다. 따라서

Table 3. Proximate analysis in the whole body of snail fed the experimental diets for 10 weeks. Values (mean±SEM of three replications) in the same column not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05)

Diets	Diet types	Moisture (%)	Crude protein (% DM)	Crude lipid (% DM)	Ash (% DM)
	Initial	56.1	13.5	1.5	73.8
FMA	Powder	57.5±1.90^{bc}	11.6±0.46	1.4±0.47^{ab}	74.5±0.70
	Pellet	56.6±0.63^{ab}	12.9±1.78	1.2±0.37^{a}	75.0±1.21
	Flake	53.4±1.27^{a}	11.6±1.02	1.0±0.16^{a}	75.9±1.50
SMA	Powder	55.5±0.96^{ab}	9.8±0.94	2.5±0.24^{b}	73.1±1.64
	Pellet	54.6±0.27^{ab}	10.8±0.18	2.4±0.53^{b}	74.7±1.25
	Flake	55.2±0.04^{ab}	11.2±0.78	1.6±0.60^{ab}	75.5±1.06
SMW	Powder	55.4±0.70^{ab}	11.7±1.19	1.8±0.16^{ab}	73.5±0.57
	Pellet	59.3±1.25^{c}	12.4±1.55	1.9±0.16^{ab}	72.7±1.05
	Flake	57.8±0.57^{bc}	13.5±1.54	2.1±0.40^{ab}	73.9±0.97
Two-way ANOVA					
Diet formulation		P<0.05	P<0.2	P<0.01	P<0.2
Diet type		P<0.3	P<0.5	P<0.5	P<0.4
Interaction		P<0.5	P<0.9	P<0.5	P<0.9

육상수조에 적합한 형태의 사료를 개발하는 것이 양식 현장에서는 매우 중요하게 고려되어야 한다. 본 실험 결과에서 사료의 형태는 사료 조성에 따라 다소 차이를 보이기는 하지만, 대체로 펠렛이나 분말형태의 사료가 성장에 양호한 것으로 나타나 양식 현장에서는 이 중 어떤 형태의 사료든 관계없이 적절히 선택하여 사용할 수 있을 것으로 보인다. 플레이크 형태의 사료에서 성장이 다소 낮은 것은 곳체다슬기가 먹이를 섭취하기가 분말이나 펠렛보다 플레이크 형태가 더 어려웠기 때문으로 생각된다. 하지만 이에 대한 상세한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

이상의 결과로부터, 곳체다슬기의 배합사료 단백질원으로 값싼 대두박을 사용할 수 있을 것으로 판단되며, 이러한 경우 점착제로 알긴산을 첨가하지 않아도 좋을 것으로 보인다. 또한 곳체다슬기 치패용 배합사료의 형태로는 펠렛이나 분말이 적합할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 강원도 평창군 농업기술센터와 평창군 "푸른농원" (대표 김영주)이 지원한 연구비로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Offcial Analytical Chemists. Arlingon, Virginia, pp. 1298.

Dabrowska, H. and T. Wojno. 1977. Studies on the utilization by rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) of feed mixture containing soybean meal and an addition of amino acid. Aquaculture, 10, 297-310.

Duncan, D.B. 1955. Multiple-range and multiple F tests. Biometrics, 11, 1-42.

Kim, Y.S., B.S. Kim, T.S. Moon and S.M. Lee. 2000. Utilization of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in the diet of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). J. Kor. Fish. Soc. 33, 469-474. (in Korean)

Lee, S.M. 1998. Evaluation of economical feed formulations for abalone (*Haliotis discus hannai*). J. Aquacult., 11, 159-166. (in Korean)

Lee, S.M. and I.G. Jeon. 1996. Evaluation of soybean meal as a partial substitute for fish meal in formulated diets for Korean rockfish, *Sebastes schlegeli*. J. Kor. Fish. Soc., 29, 586-594. (in Korean)

Lee, S.M., G.A. Lee, I.G. Jeon and S.K. Yoo. 1997. Effects of experimental formulated diets, commercial diet and natural diet on growth and body composition of abalone (*Haliotis discus hannai*). J. Aquacult., 10, 417-424. (in Korean)

Lee, S.M., S.Y. Yun and S.B. Hur. 1998. Evaluation of dietary protein sources for abalone (*Haliotis discus hannai*). J. Aaquacult., 11, 19-29. (in Korean)

Lee, S.M., K.D. Kim, T.J. Lim and I.C. Bang. 2002. Effects of dietary lipid sources on growth and body composition of snail (*Semisulcospira gottschei*). J. Fish. Sci. Tech., 5), 165-171.

Lim, T.J. 2002. Effects of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile snail, *Semisulcospira gottschei*. MS thesis, Kangnung Nat'l Univ., Korea, pp. 44.

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 for growth. Aquaculture, 134, 165-180.

Murai, T., H. Ogata and T. Nose. 1982. Methionine coated with various materials supplemented to soybean meal diet for fingerling carp *Cyprinus carpio* and channel catfish *Ictalurus punctatus*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 48, 85-88.

NRC (National Research Council). 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press, Washington D.C., pp. 114.

Shiau, S.Y., B.S. Pan, S. Chen, H.L. Yu and S.L. Lin. 1988. Successful use of soybean meal with a methionine supplement to replace fish meal in diets fed to milkfish *Chanos chanos* Forskal. J. World Aquacult. Soc., 19, 14-19.

Uki, N., A. Kemuyama and T. Watanabe. 1985. Nutrient evaluation of several sources in diets for abalone, *Haliotis discus hannai*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51, 1835-1839.

Viola, S., S. Mokady and Y. Arieli. 1983. Effects of soybean processing methods on the growth of carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture, 32, 27-28.

Wilson, R.P. and W.E. Poe. 1985. Effects of feeding soybean meal with varying trypsin inhibitor activities on growth of fingerling channel catfish. Aquaculture, 46, 19-25.

2003년 3월 7일 접수
2003년 10월 14일 수리