

사료 종류에 따른 뱀장어 성장 연구

김영훈, 김춘철, 김학배, 조동옥, 조우현, 박경대

전라남도 해양수산과학원 서부지부 민물고기연구소, 해양수산과학원 전문위원

연구의 배경 및 목적

뱀장어(*Anguilla japonica*)는 다른 어종에 비해서 단백질, 지방, 무기질, 비타민 등이 풍부하게 함유되어 있는 대표적인 담수 어종이다. 한국, 일본, 중국 등 동남아시아에서는 기호식품 및 건강·보양식품으로 이용되어왔다(Liao, 2002). 이러한 뱀장어는 자연 체포를 넘어서는 수요 때문에 일본과 대만을 시작으로 양식이 이루어졌으나, 점차 가격 경쟁력이 원인으로 중국이 주요 생산국으로 올라선 바 있고 현재도 일본, 대만, 우리나라 등지에서 주요 내수면 양식어종이 되고 있다. 하지만, 종묘의 자연 체포 의존에 따라 양식규모 확대의 한계, 치어 값 상승에 따른 생산비의 증가, 생산비 절감을 위한 밀식양식 및 급속 성장 목적의 인공 첨가제의 빈번한 사용 등 타 수산물에 비하여 상대적으로 어려운 양식 환경에 처해있다(Cho et al., 2011).

뱀장어는 영양가치가 높은 대표적인 담수어종으로 비타민 A, E 및 불포화지방산인 DHA, EPA 등을 특히 높게 함유하는 것으로 알려져 있다. 이들 성분은 뱀장어 품질을 평가하는 기준이 되지만 양식기간, 양식장별 공급 사료의 차이 등에 성분함량 변이가 상당한 것으로 조사된 바 있다(Seo et al., 2013). 한편, 국내 뱀장어 양식 현장에서는 생산비 상승의 대안으로 생산비 절감 및 양식 효율을 개선하기 위하여 지수식 양식에서 고밀도 순환여과식 양식방법으로 변경이 이루어지고 있다. 일반적으로 지수식 양식은 일정량의 물을 사육지에 채운 후 증발 등에 의해 감소되는 수량만을 보충해주거나 수질의 변화를 고려하여 필요시 새로운 물을 주수해주는 방식으로 초기 시설비가 적게 드는 장점과 적정한 온도를 년 중 유지하기가 어려워 생육기간이 길다는 단점을 갖는다. 하지만, 순환여과식은 좁은 면적

에 고밀도 양식을 위해 인위적으로 산소를 공급하고 대사노폐물을 여과하여 사용한 물을 버리지 않고 계속 사용하는 방식으로 초기 설비비는 높지만, 생육기간이 상대적으로 짧아 전체적으로는 뱀장어 생산비를 감소시키는 효과를 얻는다. 지금까지 뱀장어 관한 연구는 사료 증체율의 효율개선, 폐사율 감소를 위한 면역강화 목적의 기능성 사료 첨가제 개발 등을 비롯하여 고품질 브랜드 뱀장어의 개발로 부가가치를 향상시키려는 시도가 이루어지고 있다(Choi et al., 2002; Han, 2003; Bae et al, 2008).

이에 본 연구에서는 사료 종류에 따른 뱀장어 성장 및 생존에 미치는 영향에 대해 연구하고자 하였다.

재료 및 실험 방법

1. 뱀장어 양성관리 및 수질환경 조사

실험에 사용한 뱀장어는 전남 신안 지역에서 채집된 것으로 2020년 3월 4일에 연구소로 입식하여 실험뱀장어 양성과정(그림 1)을 통해 전장 $19.4 \pm 0.87\text{cm}$, 전중 $6.91 \pm 1.30\text{g}$ 으로 각 실험구에 1,000마리를 수용하였고, 실험구간은 EP사료구간(A), 배합사료구간(B), 배합사료에 기능성물질을 첨가(2%)한 구간(C)으로 배합사료 급이율 기준표(표 1)에 성장 실험을 추진하였다.

뱀장어 양성에 사용한 시험용수는 지하수를 사용하였다. 지하수를 저장 수조에 받은 후 냉온각기를 이용하여 30°C 까지 가온시켰다. 가온된 물을 수중펌프를 이용하여 급이 후 전량 환수를 시켰다. 링브로와 및 액화산소를 이용하여 용존산소를 공급하였다. 사료효율은 급이한 총 사료량에 따른 전중 변화량을 측정하였으며, 사육수 수질조사는 휴대용수질측정기 (YSI 556MPS, USA)하루 두 번 측정하여 수질을 모니터링 하였다.



그림 1. 실험장어 입식 및 양성관리

2. 뱀장어 성장 분석

양성기간 동안 뱀장어 성장은 30일 간격으로 실험수조 각각 30마리를 측정하여 성장 및 생존율 등을 조사하였다.

표 1. 사료 급이율 기준표

기준마리수 (마리/kg)	급이율(%)	기준마리수 (마리/kg)	급이율(%)	기준마리수 (마리/kg)	급이율(%)
5,000	6.00	400	3.25	50	1.60
4,000	5.70	350	3.15	45	1.55
3,000	5.35	300	3.05	40	1.45
2,500	5.15	250	2.85	35	1.40
2,000	4.90	200	2.65	30	1.30
1,500	4.60	175	2.55	25	1.20
1,000	4.30	150	2.45	20	1.15
950	4.20	125	2.30	17	1.05
900	4.10	100	2.15	15	1.00
850	4.00	95	2.10	12	0.90
800	3.90	90	2.05	10	0.85
750	3.85	85	2.00	9	0.80
700	3.80	80	1.95	8	0.75
650	3.70	75	1.90	7	0.70
600	3.65	70	1.85	6	0.65
550	3.55	65	1.75	5	0.60
500	3.45	60	1.70	4	0.55
450	3.35	55	1.65	3	0.50

결과 및 고찰

1. 수질 환경 조사

실험은 2020. 9. 21. ~ 12. 19일까지 90일 동안 추진하였고, 수온은 28.3 ~ 30.5℃, 용존산소는 6.5 ~ 8.2mg/L, pH는 6.8 ~ 8.5mg/L를 보였다. 사육수 환수는 먹이공급 2시간 이후 1일 1회 80%이상 환수를 실시하였다.

2. 뱀장어 성장 분석

양성기간 동안 실험A 구간은 전장은 $19.39 \pm 0.87\text{cm}$ 으로 30일 후 $21.96 \pm 0.94\text{cm}$, 60일에 $25.09 \pm 0.95\text{cm}$, 90일 종료시에는 $31.64 \pm 3.43\text{cm}$ 로 성장하였고, B구간에서는 전장 $19.39 \pm 0.87\text{cm}$ 으로 30일 후 $22.10 \pm 0.92\text{cm}$, 60일에 $25.44 \pm 1.09\text{cm}$, 90일 종료시에는 $32.53 \pm 4.18\text{cm}$ 로 성장하였으며, C구간에서는 최초 전장 $19.39 \pm 0.87\text{cm}$ 으로 30일 후 $22.14 \pm 0.89\text{cm}$, 60일에 $25.49 \pm 1.07\text{cm}$, 90일 종료시에는 $32.70 \pm 4.34\text{cm}$ 로 성장하여 가장 높은 결과를 보였다.

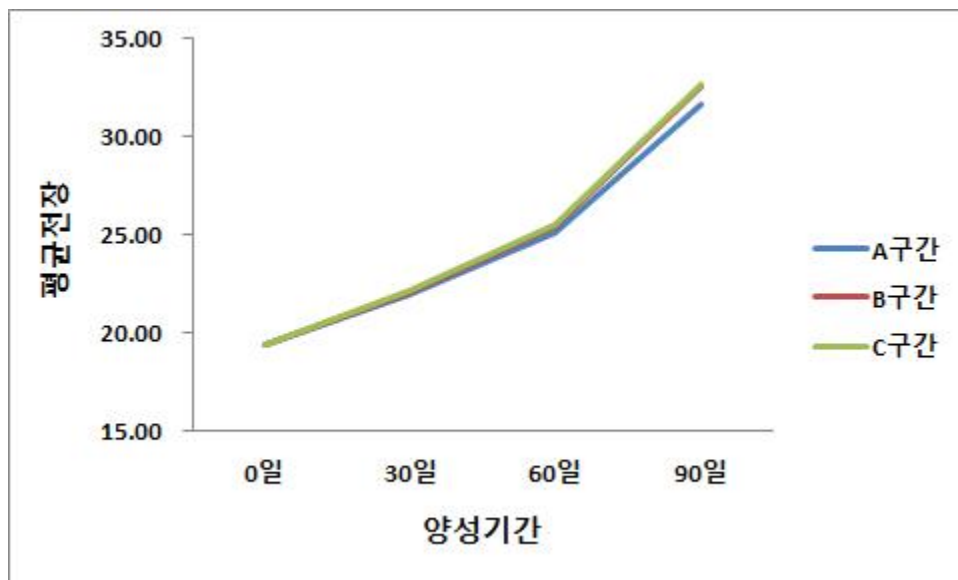


그림 2. 양성기간 동안 평균전장 변화

A구간 : EP사료, B구간 : 배합사료, C구간 : 배합사료+기능성물질(2%)

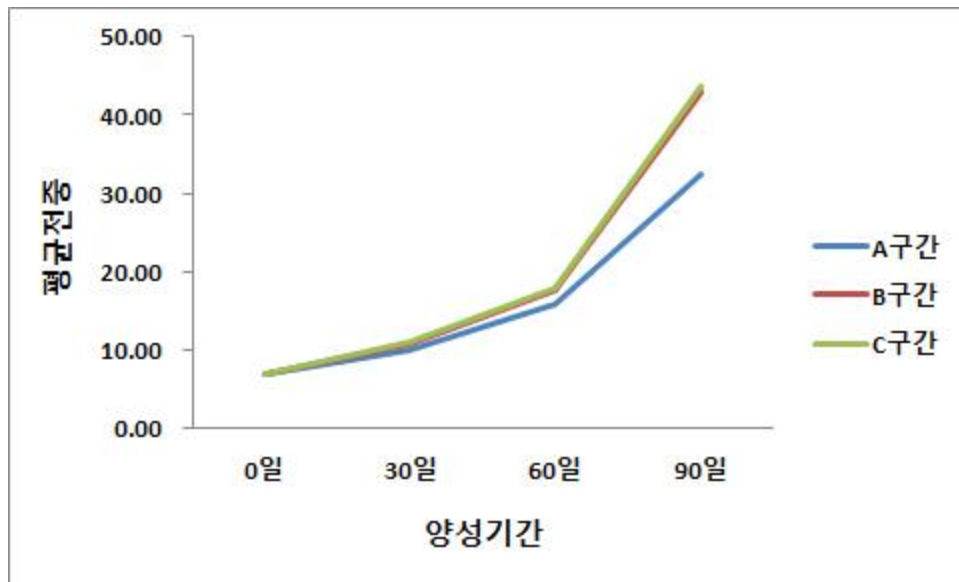


그림 3. 양성기간 동안 평균전중 변화

A구간 : EP사료, B구간 : 배합사료, C구간 : 배합사료+기능성물질(2%)

양성기간 동안 실험A 구간은 전중은 $6.91 \pm 1.30\text{g}$ 으로 30일 후 $9.95 \pm 1.42\text{g}$, 60일에 $15.78 \pm 2.71\text{g}$, 90일 종료시에는 $32.35 \pm 12.09\text{g}$ 로 성장하였고, B구간에서는 전장 $6.91 \pm 1.30\text{g}$ 으로 30일 후 $10.62 \pm 2.52\text{g}$, 60일에 $17.54 \pm 3.12\text{g}$, 90일 종료시에는 $42.87 \pm 19.80\text{g}$ 로 성장하였으며, C구간에서는 최초 전장 $6.91 \pm 1.30\text{g}$ 으로 30일 후 $10.96 \pm 2.14\text{g}$, 60일에 $17.82 \pm 2.76\text{g}$, 90일 종료시에는 $43.67 \pm 21.04\text{g}$ 로 성장하여 가장 높은 결과를 보였다.

또한 양성기간 동안 뱀장어 생존율은 A구간에서 91%, B구간 및 C구간에서 95%로 큰 차이를 보이지 않았고, 사료효율의 경우 A구간 58%, B구간은 65%, C구간에서 66%로 나타났으며, 이는 뱀장어 양식 사료효율은 66%로(뱀장어양식 표준지침, 국립수산물과학원 2009)알려져 있어 배합사료 구간에서는 차이는 없었으나, EP사료 구간에서는 사료효율의 큰 차이를 보이고 있다.

이 결과는 EP사료는 배합사료에 비해 뱀장어 성장이 늦은 것으로 나타났으며, 기능성물질을 투여한 구간에서 배합사료 단독 투여 구간보다 유사한 차이를 보여 앞으로 기능성물질 및 유용미생물을 활용한 뱀장어 성장 및 수질환경 변화에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 판단된다.

향후 계획

뱀장어 양식의 경우 지금까지 사료 증체율의 효율개선, 폐사율 감소를 위한 면역강화 목적의 기능성 사료 첨가제 개발 및 고품질 브랜드 뱀장어 개발로 부가가치를 향상시키는 연구가 진행되었지만, 유용미생물 원종을 이용한 양식기술 개발에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

이에 유용미생물(광합성세균, 유산균, 효모, 고초균)을 이용한 뱀장어 양식기술 개발 연구를 시도하고자 한다.

참고문헌

- Bae JY, Han K, Lee JH, Kim SE, Lee JY and Bai SC. 2008. Effects of dietary quartzporphyry and feed stimulants, BAISM supplementation on growth performance and disease resistance of juveniles eel, *Anguilla japonica*. J Aquac 21(1),26-33.
- Cho HS, Choi JH, Ko HB, Seo JS and JC. 2011. Evaluation of major nutrients of domestic farmed eels *Anguilla japonica*. Kor J Fish Aquat Sci 44(3), 237-242.
- Choi YJ, Lee NJ, Cho YJ and Bai SC. 2002. Identification of feeding stimulants to improve efficiency of diet for flatfish. J Kor Fish Soc 35, 196-200.
- Han YO. 2003. Synergistic effects of mineral dusts. J. Miner. Soc. Kor. 10, 1-17.
- Liae IC. 2002. Aquaculture development strategies in Asia for the 21st. In: Report of the APO Study Meeting on Sustainable Fishery Management, Sustainable Fishery Management in Asia. Oliver RAR, ed. Asia Productivity

Organization, Tokyo, JP, pp. 85-102.

Seo JS, Choi JH, Seo H, Ahn TH, Chong WS, Kim SH, Cho HS and Ahn JC. 2013. Comparison of major nutrients in eels *Anguilla japonica* cultured with different formula feeds or at different farms. Fish Aquat Sci 16(2), 85-92.

뱀장어 양식 표준지침. 2009. 국립수산물과학원.