

물고기초기먹이제조와 적용에 대한 연구

김성도, 김광호

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《메기먹이를 비롯하여 물고기먹이에 대한 연구와 양어설비를 현대화, 자동화하기 위한 연구사업도 잘하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제20권 179페이지)

물고기의 인공초기먹이를 개발하는것은 어린물고기를 대량적으로 생산하는데서 시급히 해결되어야 할 관건적인 문제로 되고있다.

초기먹이문제를 해결하면 모든 어린물고기들을 대량적으로 생산할수 있어 물고기생산을 늘이고 자연에서 물고기자원을 마음대로 늘일수 있는 기초를 마련해준다. 또한 꽃게, 참게, 왕새우, 대새우, 민물왕새우, 바다가재의 새끼를 생산하는데서도 결정적인 돌파구를 열게 하며 인공양식을 대대적으로 진행할수 있는 가능성을 마련해준다.

현재 세계적으로 널리 쓰이고있는 가장 완성된 초기먹이계렬로는 룬충류와 소금새우 무절유생, 소금새우유생을 들수 있다.[1-6] 그런데 룬충류는 그것을 배양하는데 많은 자재와 자금, 부지가 요구되며 현장에서 배양하기가 불편하다. 소금새우무절유생은 소금새우알을 깨워서 얻는데 국제시장에서 소금새우알의 값이 매우 높아 대체로 어린고기생산원가의 80%를 차지한다. 초기먹이의 값이 매우 비싼데로부터 많은 나라들에서 오래전부터 여러가지 먹이를 혼합하여 인공적인 초기먹이를 제조하기 위한 연구[1-6]가 진행되고있으나 아직까지 초기먹이의 소화성이 낮아 제조된 초기먹이 하나만으로 갯난고기를 기를수 있는 먹이가 개발되지 못하고있다.

일부 연구자들은 갯난고기를 파리구데기즙과 실지렁이즙, 닭알노란자위를 먹여기르고 있는데 많은 경우 수질이 오염되어 어린물고기의 충하가 심하게 나타나고 생존률도 심하게 떨어지고있다.

우리는 단백질구조를 변화시켜 소화률을 떨구는 열처리와 말림처리를 하지 않고 생채로 가공하는 방법으로 자연조건에서 초기먹이단계의 일부 시기와 다음단계에 먹는 싸그쟁이를 립도성과 소화성이 보장되며 생산하기 쉬운 모든 계렬의 물고기초기먹이로 제조하기 위한 연구를 하였다.

재료와 방법

초기먹이시험재료로는 싸그쟁이(*Daphnia plex*)를 리용하였다.

싸그쟁이를 초극동기와 랭동기로 해당한 온도까지 열구고 랭동고에서 분쇄기(《FL-108》)로 분쇄하여 물에 희석한 다음 각이한 규격의 뮤라가제(《NG103》, 《SP38》, 《GG72》, 《NG18》)로 려과하여 해당한 크기의 립자들을 얻었다.

해당한 크기의 먹이립자가 차지하는 비율은 선별한 먹이립자들을 건조로(106~110℃)에서 항량이 될 때까지 건조시키고 전자천평(《LIBROR EB330》)으로 측정한 후 계산하였다.

모든 실험에서 같은 실험을 3번 반복하고 결과값을 평균하였다.

결과와 논의

알에서 방금 까나온 싸그쟁이유생은 물고기의 초기먹이로 리용되나 며칠이 지나면 크기가 갯난고기의 입크기보다 커지므로 먹지 못하게 된다. 그런데 이것을 그냥 분쇄기로 분쇄하면 알갱이크기가 $5\sim 10\mu\text{m}$ 인 죽처럼 되므로 초기먹이의 립도가 보장되지 못한다.

그러나 싸그쟁이를 랭동시키고 분쇄하면 해당한 크기의 알갱이를 얻을수 있다.

우리는 싸그쟁이를 각이한 크기로 분쇄하는데 미치는 몇가지 요인들의 영향과 싸그쟁이 립자들이 물고기초기먹이로 리용될 가능성에 대하여 보았다.

1) 1회분쇄시간과 분쇄회수, 각이한 랭각온도에 따르는 싸그쟁이분쇄물의 립도성과 거둠률
싸그쟁이의 분쇄물의 립도성에 미치는 1회분쇄시간의 영향을 보기 위하여 100g 정도의 싸그쟁이를 -20°C 에서 랭동하고 이 온도에서 분쇄기로 각이한 시간 분쇄하였다. 다음 이것을 물에 희석하고 각이한 규격의 뮤라가제로 러파하여 각이한 크기의 립자가 차지하는 비율을 조사하였다.

표 1. 1회분쇄시간에 따르는 각이한 크기의 먹이립자가 차지하는 비율

분쇄립자의 크기/ μm	비율/%			
	0.5min	1min	2min	3min
55이하	4	9	63	75
55~133	7	13	17	19
133~217	13	19	11	6
217~360	27	23	9	0
360이상	49	36	0	0

표 1에서 보는바와 같이 2min이상 분쇄하면 $55\mu\text{m}$ 이하 크기의 립자량이 많아지는데 그러면 먹이리용률이 낮아지고 손실이 많아지게 된다. 이것은 분쇄시간이 길면 립자들이 칼날에 맞아 죽처럼 되기때문이다. 또한 분쇄시간이 짧을수록 분쇄된 립자들의 크기가 커서 $360\mu\text{m}$ 이상의 립자가 차지하는 비율이 많아진다. 그런데 이러한 크기의 먹이는 초기먹이로서는 적합치 않다.

갯난물고기먹이의 적합한 크기는 발육나이에 따라 커지는데 대체로 $50\mu\text{m}$ 로부터 $360\mu\text{m}$ 사이에 있다. 특히 $133\sim 217\mu\text{m}$ 의 먹이비율이 높다.

실험결과 분쇄시간을 1min정도로 하였을 때 초기먹이로서 적합한 크기의 립자들이 생기는 비율이 가장 높았다.

-20°C 에서 랭동하였던 100g 정도의 싸그쟁이를 -20°C 이하의 온도에서 1min동안 분쇄하고 3min동안 놓아두었다가 다시 분쇄하는 식으로 분쇄하면서 분쇄회수에 따르는 분쇄물의 립도성을 보았다.(표 2)

표 2에서 보는바와 같이 분쇄회수가 많을수록 분쇄물들의 크기가 작아졌는데 특히 $55\mu\text{m}$ 이하의 립자가 차지하는 비율이 급격히 늘어났다.

또한 분쇄회수가 적을수록 $360\mu\text{m}$ 이상의 립자가 차지하는 비율이 늘어났다.

분쇄를 3회 진행하였을 때 $55\sim 217\mu\text{m}$ 의 립자가 차지하는 비율이 58%로서 가장 높았다. 그러므로 갯난고기 초기에는 분쇄회수를 3회로 하여 제조한 먹이를 먹이는것이 좋으며 점차 갯난고기가 성장함에 따라 분쇄회수를 줄여 먹이를 제조하는것이 적합하다고 본다.

다음으로 각이한 랭동온도가 싸그쟁이의 분쇄물의 립도성과 먹이거둠률에 주는 영향을 보기 위하여 100g 정도의 싸그쟁이를 각이한 온도에서 랭동하고 랭동온도이하의 온도에서 분쇄기로 1min동안 분쇄하였다. 다음 이것을 물에 희석하고 각이한 규격의 뮤라가제로 러

파하여 각이한 크기의 립자가 차지하는 비율과 립자로 전환된 거둠률을 조사하였다.(표 3, 4)

표 2. 분쇄회수에 따르는 각이한 크기의 립자가 차지하는 비율

분쇄회수 /회	비율/%				
	55 μ m이하	55~133 μ m	133~217 μ m	217~360 μ m	360 μ m이상
1	9	13	19	23	36
2	18	18	21	28	15
3	29	27	31	13	0
4	53	31	16	0	0

표 3. 각이한 랭동온도에서 분쇄할 때 각이한 크기의 립자가 차지하는 비율

랭동온도 /°C	비율/%				
	55 μ m이하	55~133 μ m	133~217 μ m	217~360 μ m	360 μ m이상
-10	65	12	11	9	3
-20	9	13	19	23	36
-30	7	12	21	24	36

표 3에서 보는바와 같이 랭동온도에서 분쇄할 때 각이한 크기의 립자가 차지하는 비율은 서로 달랐다. -10°C에서 55 μ m이하의 립자가 차지하는 비율은 65%정도로서 -20°C 이하의 온도에서 분쇄할 때(7~9%)에 비하여 상당히 높았다. 이것은 이 온도에서 분쇄할 때 분쇄물이 분쇄기에서 나는 열에 의하여 그리고 분쇄날과 부딪치는 과정에 녹게 되는데 그러면 죽처럼 되어 립자들의 크기가 작아지기때문이다.

-20°C이하의 온도에서 분쇄할 때 크기가 133~217 μ m인 립자량이 19~21%정도로서 -10°C의 경우(11%)에 비하여 상당히 높았다. 이로부터 싸그쟁이를 -20°C이하의 온도에서 랭동시켜 분쇄하는것이 적합하다고 볼수 있다.

또한 표 4에서 보는바와 같이 -20°C이하일 때 싸그쟁이분쇄물의 립자거둠률은 80%정도로서 -10°C(27%)에 비하여 상당히 높았다.

우의 실험결과 싸그쟁이로 초기먹이를 제조하는 경우 -20°C에서 1min씩 3회 분쇄하는 것이 적합하다고 본다.

표 4. 싸그쟁이의 립자거둠률

랭동온도/°C	-10	-20	-30
립자거둠률/%	27	80	82

2) 분쇄량에 따르는 분쇄물의 립도성

싸그쟁이의 분쇄량이 분쇄물의 립도에 주는 영향을 보기 위하여 -20°C에서 분쇄량을 각이하게 정한 다음 1min간 분쇄하고 3min동안 놓아두었다가 다시 분쇄하는 방법으로 3회 분쇄하면서 크기별로 알갱이들이 차지하는 비율을 보았다.(표 5)

표 5에서 보는바와 같이 분쇄량이 많으면 분쇄물의 립도가 커지는 경향이 있었다. 분쇄량이 100g인 경우 크기가 55~217 μ m인 립자들의 량은 58%정도로서 가장 많았다.

표 5. 분쇄량에 따르는 싸그쟁이분쇄물의 립도성

분쇄량/g	55 μ m이하	55~217 μ m	217 μ m이상
40	48	44	8
60	41	50	9
80	36	53	11
100	29	58	13
150	17	51	32

3) 싸그쟁이분쇄물의 부유성

싸그쟁이분쇄물의 부유성을 조사하기 위하여 100g 정도의 싸그쟁이를 -20°C 에서 랭동하고 이 온도에서 12min동안에 분쇄기로 1min씩 3회 분쇄하고 물로 희석하였으며 물깊이를 40cm로 보장하고 분쇄물의 크기에 따라 침전시간을 보았다.(표 6) 침전시간은 립자들이 완전히 침전될 때까지의 시간으로 보았다.

표 6. 싸그쟁이분쇄물의 침전특성

립자크기/ μm	55 μm 이하	55~217 μm	217~360 μm	360 μm 이상
침전시간/min	36	27	20	20이하

표 6에서 보는바와 같이 분쇄물의 크기가 작을수록 오래동안 침전되었는데 크기가 55 μm 이하인 싸그쟁이분쇄물들은 20min만에 침전되기 시작하여 36min만에 완전히 침전되었다. 그러나 55~217 μm 의 싸그쟁이립자들은 27min만에 완전히 침전되었다. 갯난물고기들은 20min정도 먹이를 먹으면 필요한 량의 먹이를 충분히 먹기때문에 싸그쟁이립자들은 물속에서 물고기초기먹이로서의 부유성을 비교적 충분히 가진다고 볼수 있다.

싸그쟁이를 분쇄하여 만든 립자들을 물고기초기먹이로 리용하는 경우 다음과 같은 우점이 있다고 본다.

첫째로, 싸그쟁이를 분쇄하는 방법에 따라 그 크기를 모든 초기먹이계렬크기로 조절할수 있는것으로 하여 각이한 크기의 모든 갯난고기와 어린고기의 발육나이별먹이를 대신할수 있다.

둘째로, 먹이의 소화성이 매우 높다. 갯난고기와 어린고기는 소화기관이 발달되지 않아 인공배합먹이는 소화시키지 못한다. 그러나 싸그쟁이를 분쇄하여 제조한 먹이는 인공초기먹이와는 달리 열처리와 건조과정을 거치지 않은 생체조직으로서 단백질의 구조변화가 없기때문에 소화효소의 작용을 쉽게 받을수 있으므로 흡수가 잘된다.

셋째로, 먹이성분이 초기먹이로서 적합하다.

갯난싸그쟁이는 물고기의 초기먹이로 리용되므로 그로부터 얻은 싸그쟁이립자먹이도 영양학적으로 물고기의 초기먹이로서 적합하다고 볼수 있다.

넷째로, 물속에서 먹이립자의 부유시간이 갯난고기가 먹이를 비교적 충분히 먹을수 있게 보장된다.

분쇄립자들은 20min이상의 부유시간을 가지는데 이 정도의 시간이면 갯난고기는 비교적 충분히 먹이를 먹을수 있다.

4) 갯난고기기르기에서 새로운 방법으로 제조한 먹이의 적용효과성

4일나이의 기념어갯난고기와 화련어갯난고기, 금전어갯난고기에게 싸그쟁이를 분쇄하여 각이한 크기로 제조한 먹이를 발육나이별로 먹여길렀다.(표 7)

표 7에서 보는바와 같이 갯난고기의 이른 발육단계에서는 먹이를 적은 량씩 보다 자주 주었으며 늦은 단계에서는 하루먹이공급회수를 줄이고 대신 1회공급량을 늘였는데 총적으로는 하루먹이공급량을 생질량의 200%정도 되게 주었다.

또한 갯난고기의 발육나이가 늘어나는데 따라 보다 큰 먹이를 주었다.

물갈이는 먹이를 준 후 20~30min 지나서 하는데 탕크물의 50~70%정도 갈아주었다.

표 7. 제조한 초기먹이로 갯난고기를 기른 결과

물고기 종류	발육단계 /d나이	먹이립자 크기/ μm	1회먹이공급량 (물고기생질량에 대한 비율)/%	하루먹이 공급회수 /회	하루먹이공급량 (물고기생질량에 대한 비율)/%	생존률 /%
기념어	4~5	55이하	25	8	200	91±3
	5~6	55~133	30	7	210	
	7~8	133~217	35	6	210	
	9~10	217~360	40	5	200	
	11~14	360이상	40	5	200	
화련어	4~5	55이하	25	8	200	92±4
	5~6	55~133	30	7	210	
	7~8	133~217	35	6	210	
	9~10	217~360	40	5	200	
	11~14	360이상	40	5	200	
금전어	3~4	55이하	25	8	200	93±3
	5~7	55~133	30	7	210	
	7~8	133~217	35	6	210	
	9~11	217~360	40	5	200	
	12~14	360이상	40	5	200	

제조한 먹이로 기념어갯난고기와 화련어갯난고기, 금전어갯난고기를 10~11일정도 길렀을 때 살아남는률은 91~93%정도로서 상당히 높았으며 모든 어린고기들에서 비육도와 크기가 고르롭고 충하가 잘 생기지 않았다. 또한 인공먹이를 주는 마지막시기에는 물벼룩류와 싸그쟁이를 먹기 시작하였다. 이것은 싸그쟁이립자먹이를 물고기의 초기먹이로 충분히 리용할수 있다는것을 보여준다.

맺 는 말

1) 싸그쟁이로 제조한 초기먹이는 물고기의 초기먹이로 충분히 적용할수 있다.

초기먹이로 기념어와 화련어, 금전어의 갯난고기를 10~11일동안 길렀을 때 살아남는률은 90%이상이다.

2) 물고기초기먹이는 싸그쟁이를 -20°C 에서 냉동하고 이 온도에서 분쇄한 다음 이것을 물에 풀어서 각이한 규격의 무라가제로 려과하여 목적하는 크기의 먹이립자를 얻는 방법으로 제조한다.

참 고 문 헌

- [1] K. Hamre; Aquaculture, **450**, 136, 2016.
- [2] Qin Ma et al.; Limnologica, **40**, 16, 2010.
- [3] 刘青华; 渔业现代化, **5**, 19, 2004.
- [4] 李英文; 齐鲁渔业, **26**, 2, 51, 2009.
- [5] 王宇; 水产养殖, **32**, 4, 5, 2011.
- [6] 魏俊杰; 齐鲁渔业, **27**, 6, 44, 2010.

Study on Manufacture and Application of Incipient Bait of Fry

Kim Song Do, Kim Kwang Ho

Freezed and pulverized water fleas(*Daphnia pulex*) can be applied to the incipient bait of fry, and the survival rates of silver carp(*Hypophthalmichthys molitrix*), striped bighead(*Aristichthys nobilis*) and goldfish(*Carassius auratus*) are kept about 90% during 10 days.

Key word: incipient bait