

담수산 rotifer, *Brachionus calyciflorus* 내구란의 상품화



박흥기 교수

강릉대학교 해양생명공학부
TEL)033-640-2345
E-mail)hgpark@kangnung.ac.kr

박흥기 · 권오남

강릉대학교 해양생명공학부

담수산 rotifer, *Brachionus calyciflorus*는 담수 어류의 종묘생산시 초기 자어의 먹이생물로 많이 이용되고 있다. 특히, 이 종의 암컷은 수컷에 관계없이 암컷이 난을 생산하는 처녀생식과 수컷과의 교미에 의해 암컷이 수정란(내구란)을 형성하는 유성생식으로 나뉘어진다. 한편, 유성생식에 의해 형성된 내구란은 두터운 2차 난막으로 싸여져 있어 외부환경이 부화에 적합하지 않으면 강한 내구성을 지니고 있어 휴면 상태를 계속 유지한다. 이러한 내구란은 종의 유전적 형질을 효율적으로 보관 할 수 있을 뿐만 아니라 대량배양하기 위한 종자 및 수산 생태 독성학의 실험재료로 이용할 수 있다. 또한 내구란은 *Artemia cyst*처럼 쉽게 부화시켜 자어에 직접 먹이로 공급할 수 있는 장점으로 인해 rotifer 대량배양에서 오는 유해 세균과 원생동물에 의한 자치어의 2차 감염을 방지 할 수 있다. 이처럼 rotifer, *B. calyciflorus* 내구란은 여러 가지 용도로 이용 가능하기 때문에 내구란을 대량생산할 수 있는 조건을 규명하는 것도 중요하다. 그리고 생산된 내구란을 사용 목적에 따라서 간편하게 이용하기 위해서는 내구란

을 제품으로 만드는 것도 매우 중요하다.

따라서 본 내용은 담수산 rotifer 내구란을 상품화하기 위한 방법으로 내구란의 대량생산과 보존 방법에 대해서 설명하고자 한다.

먹이종류에 따른 내구란 생산 및 부화율

먼저 내구란 대량생산에 많은 영향을 미치는 요인으로 rotifer 배양시 공급되는 먹이를 들 수 있다. 먹이 종류에 따른 rotifer의 최고밀도 및 성장은 담수산 *Chlorella*를 공급하였을 경우 (표 1), 각각 740개체/ml, 0.554로 빵효모의 129개체 /ml, 0.381보다 높게 나타났다. 또한 내구란 생산의 지표가 될 수 있는 유성생식율도 담수산

표 1. 먹이종류에 따른 rotifer의 내구란 생산 및 부화율

먹이종류	Rotifer 최고밀도 (inds./ml)	성장률 (r)	유성 생식율 (%)	Rotifer 10 ⁴ 개체 당 내구란 생산	부화율 (%)
담수산	740	0.554	11	902	62
<i>Chlorella</i>	129	0.381	6	222	37
빵효모					

Chlorella에서 11%로 높게 나타났기 때문에 rotifer 10,000 개체 당 내구란 생산이 빵효모(222 개)보다 높은 902개로 나타났으며, 내구란의 부화율도 담수산 Chlorella가 빵효모(37%)보다 높은 62%로 나타났다. 이처럼 내구란의 생산 및 부화율은 rotifer 배양시 공급되는 먹이의 영양에 따른 차이라고 할 수 있으며 이러한 측면에서 담수산 Chlorella가 빵효모보다 더 효과적인 것으로 판단된다.

먹이 공급시 Vitamin B₁₂ 첨가에 따른 내구란 생산 및 부화율

Rotifer 내구란 생산은 배양시 먹이 종류에 따라서 많은 차이를 보였다. 한편, vitamin B₁₂는 rotifer의 성장에 많은 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 따라서 rotifer의 먹이로 공급되는 담수산 Chlorella에 vitamin B₁₂를 함량별로 첨가하였을 경우, rotifer의 내구란 생산을 조사한 결과는 표 2에 나타내었다. Rotifer의 최고밀도는 0.7 ppm 첨가구에서 가장 높은 594 개체/ml로 나타났으나, 대조구 및 1.5 ppm 첨가구와는 큰 차이가 없었으며 유성생식은 vitamin B₁₂의 첨가량에 비례하여 증가하였다. Rotifer의 최고밀도가 첨가량과 반비례한 증가를 보인 것은 vitamin B₁₂에 따른 유성생식율 증가로 인한 것으로 판단되며, 높아진 유성생식율은 내구란 생산량에도 영향을 미쳐 rotifer 10,000 개체 당 내구란 생산량에서는 6.0 ppm의 vitamin B₁₂ 첨가구에서 11,289 개로 가장 높게 나타났다. 유성생식율의 증가는 내구란 생산을 위해서는 좋은 결과이나, vitamin B₁₂를 6.0 ppm 이상으로 첨가하였을 경우에는 지나친 유성생식율의 증가로 인해 rotifer 쳐녀생식

개체의 감소로 인한 개체밀도 저하가 일어날 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 부화율은 대조구에서 48%로 가장 낮게 조사되었으며, 모든 vitamin B₁₂ 첨가구에 있어서 68%~81%로 vitamin B₁₂의 첨가에 따른 부화율 향상을 확인 할 수 있었다. 따라서, 높은 부화율의 내구란을 대량으로 생산하기 위해서는 vitamin B₁₂를 첨가하는 것이 효과적이며 그 농도는 6.0 ppm인 것으로 판단된다.

표 2. 담수산 농축 Chlorella에 Vitamin B₁₂의 함량별로 첨가하였을 경우, rotifer의 내구란 생산 및 부화율

Vitamin B ₁₂ 농도 (ppm)	Rotifer 최고밀도 (inds./ml)	성장률 (r)	유성 생식율 (%)	Rotifer 10 ³ 개체 당 내구란 생산	부화율 (%)
대조구	544	0.837	28	1,198	48
0.7	594	0.912	26	3,170	75
1.5	539	0.898	42	4,266	68
3.0	362	0.934	46	4,966	73
6.0	138	1.107	63	11,289	81

내구란의 대량생산

내구란의 상품화를 위해 내구란 대량생산은 매우 중요하다. 내구란을 대량생산하기 위한 rotifer 배양 방법은 회분 및 반 연속 배양으로 나눌 수 있는데 담수산 Chlorella에 vitamin B₁₂를 6.0 ppm으로 첨가하여 rotifer에게 공급한 결과, 총 내구란 생산량에 있어서는 회분과 반 연속 배양에서 모두 54.9~59.1 × 10⁶ 개로 나타났다. 그러나 내구란 생산과정의 효율성, 편리성, 경제성을 고려하여 볼 때 사육수를 환수하는 반 연속 배양보다 회분 배양방법이 더 효과적인 것으로 판단된다 (표 3).

표 3. 담수산 rotifer, *B. Calyciflorus*의 내구란
대량 생산 (500 ℥)

	Rotifer 최고밀도 (inds./mℓ)	유성 생식율 (%)	총 내구란 생산량 (×10 ⁶)
회분배양			
탱크 I	240	51	57.9
탱크 II	208	56	51.8
평균	224±22.6	53.5±3.38	54.9±4.31
반연속 배양 (2일 간격 배양수의 환수)			
탱크 III	112	43	54.7
탱크 IV	150	49	63.4
평균	136±19.8	46.0±4.53	59.1±6.15

표 4. 건조 온도에 따른 내구란의 수분함량

건조온도 (°C)	32	28	24	20	16
건조시간 (분)	대조구 (습증상태)	100			
30	87.4	80.7	93.7	90.6	96.0
60	67.4	58.2	73.7	79.3	80.7
90	43.0	30.1	58.1	63.7	67.4
120	13.4	12.1	38.3	48.7	50.9
150	3.7	3.9	21.6	33.9	34.4
180	1.4	1.8	4.6	19.4	19.8
210	1.3	1.8	2.5	7.0	7.2

건조를 통한 내구란의 보존

위와 같이 대량생산된 내구란은 일반적으로 보관수에 담가 냉·암소에 보관을 하게 된다. 그러나 이러한 경우, 내구란의 내피와 외피의 두께가 두터워지고, 시간이 지나감에 따라 부화율의 변화를 가져와 높은 부화율을 기대할 수 없게 된다. 따라서 습증 상태인 내구란보다 높은 부화율을 유지시키거나 사용 목적에 따라서 내구란을 간편하게 취급할 수 있게 제품으로 만들기 위해서는 내구란을 건조시키는 것이 가장 편리할 것으로 판단된다. 그러나 내구란을 건조시킬 경우, 내구란의 부화율은 건조온도 및 시간과 내구란의 수분함량에 따라서 차이가 있을 수 있다. 따라서 내구란의 건조 온도와 시간에 따른 내구란의 수분함량을 조사한 결과, 각 온도에서 시간이 경과 할수록 낮아지는 경향을 보였으며 온도가 높을수록 수분함량은 더욱 빠르게 낮아졌다 (표 4).

이와 같이 건조된 내구란을 4°C에 보관시켰을 경우, 온도 20°C에서 150분간 건조시킨 내구란이

표 5. 내구란 건조 온도 및 시간에 따른 내구란의
부화율 (건조 8개월 후)

건조온도 (°C)	32	28	24	20	16
건조시간 (분)	대조구 (습증상태)	62			
30	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0
120	37	39	23	12	14
150	48	37	62	66	58
180	32	25	44	54	26
210	23	22	39	26	12

66%로 가장 높게 나타났다 (표 5).

그리고, 수분함량에 따른 내구란의 부화율은 낮은 온도에서 건조할수록 최적 부화율에 해당되는 수분함량과 부화율이 높아졌다 (그림 1).

수분함량이 높을 경우의 부화율 감소는 내구란의 표면에 bacteria층이 형성되어 내구란의 부화 기작을 방해한 것으로 판단되며, 수분함량이 이

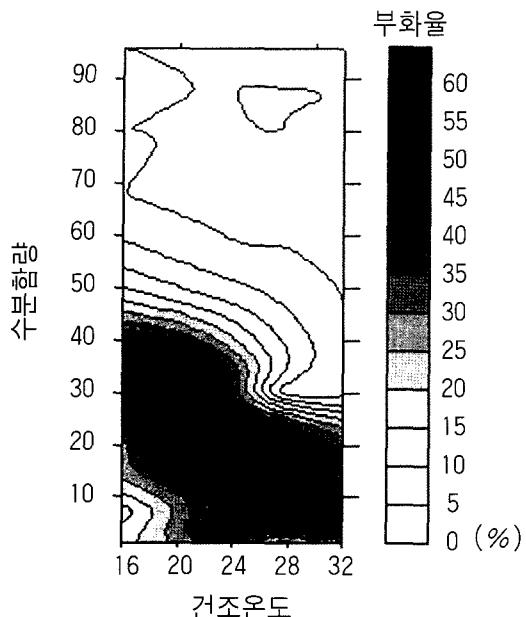


그림 1. 내구란 건조 온도시 수분함량과 부화율.

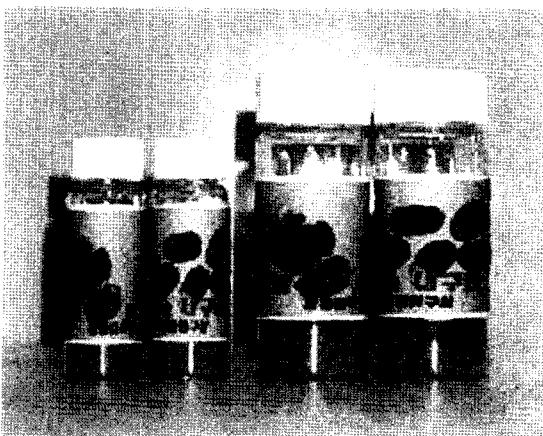
들보다 낮은 경우에는 내구란의 건조 시 공기 중 노출시간이 오래될수록 부화에 악영향을 미친 것으로 판단된다.

따라서, 내구란을 건조시켜 제품으로 상품화할 경우, 내구란의 부화율을 효과적으로 보존하기 위한 방법으로는 건조된 내구란이 bacteria의 번식에 영향을 받지 않으며, 온도와 공기 중 노출을 최소화시켜 부화율 감소를 가져오지 않는 범위인 24°C 이하의 온도에서 30% 정도로 수분함량을 유지하는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

상품화된 내구란의 이용성

담수 자어의 먹이생물로 담수산 rotifer를 이용하기 위해서 이들의 대량배양은 반드시 요구되어져야 한다. 그러나 일반적으로 rotifer 배양 전문가가 아니면 대량 배양하기가 쉬운 일은 아니다.

이러한 점은 rotifer가 먹이생물로 이용되는데 아직까지 제한 요인이 되고 있는 이유 중의 하나이다. 따라서 담수산 rotifer를 보다 쉽게 먹이생물로 이용하기 위해서는 Artemia cyst처럼 간단하게 부화시켜 자어의 먹이생물로 공급할 수 있게 담수산 내구란을 상품화하는 것이다. 상품화된 내구란은 어류 종묘 배양장, 입의 크기가 작아 종묘생산이 어려운 관상어를 취급하는 수족관 및 일반 가정에서 간편하게 부화시켜 자어의 먹이생물로 이용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 수서 환경 독성학을 연구하는 연구기관이나 수산생물의 기초 교육을 실시하는 교육기관에서도 아주 간단한 실험재료로 널리 이용될 수 있을 것으로 판단된다.



▲ 건조 내구란 시제품