

한국양식학회
2003년 제1회
현장 세미나

스쿠치카 충의 새로운 치료법과 예방

국립수산과학원
병리연구과
지 보 영

스쿠티카충의 새로운 치료법과 예방

국립수산과학원 병리연구과
지 보영

1. 머리말

스쿠티카충은 많은 해산 양식 어류의 체표와 아가미 등 외부 기관을 비롯하여 근육 및 뇌 조직에 스쿠티카충(scuticociliates)이 침입·기생하여 발생하는 기생충성 질병으로 특히, 육상수조식의 넙치 종묘에 감염되어 대량 폐사를 일으키며 양식산 농어, 돛류, 조피볼락, 부세 및 복어 등에서도 피해를 주고 있다. 본 감염증은 연중 발생하여 누적폐사를 지속적으로 나타내며 주 발병 성기는 수온이 낮아지기 시작하는 가을에서 이른봄에 걸쳐 유행한다. 육상 수조식 또는 축제식에서 양식하고 있는 농어, 돛류, 조피볼락 및 부세 등에서 스쿠티카충은 주로 체표와 지느러미 기생하여 지느러미를 붕괴시키거나 체표를 거칠게 하며 주로 2차 감염(비브리오균 또는 활주세균)을 유발하여 감염 어류를 폐사에 이르게 하는 경우가 대부분이다.

넙치에 발생하는 스쿠티카충은 1990년도 초반에는 주로 사육수온이 14~17℃로 유지되는 봄철, 종묘생산장의 치어(10cm 전후) 체표에 궤양을 형성하는 것이 특징적이었으나, 1990년도 중반부터는 겨울철에서부터 봄철에 걸쳐 발병 수온(10~17℃)의 범위가 확대될 뿐만 아니라 감염 어군도 치어에서 1년생 어류(10~25cm)에 이르기까지 더욱 더 넓어지는 경향이 두드러졌다. 한편, 1990년도 후반 이후부터는 수온에 상관없이 연중 발생하는 경향을 보이며 또한 감염 어군도 확대되는 현상이 두드러지고 있으며, 최근에는 타병원체(비브리오균, 에드워드균, 연쇄구균 등)와의 복합감염을 일으켜 넙치 양식 산업에 매우 중요한 위치를 차지하고 있다.

종묘배양장의 넙치 자·치어에 있어서 이 질병은 겨울철에 발생이 현저하며 주 감염원은 먹이 생물 배양조(로티퍼 사육조)에서 혼재 생물로 존재한 스쿠티카충일 것으로 여겨진다. 육상 수조식 양식장의 입식 넙치에 있어서 이 질병은 겨울철부터 이른봄 동안 발생이 현저하며 주 감염원은 감염종묘와 함께 환수 불량인 사육수에 상존해 있는 스쿠티카충일 것으로 생각된다. 넙치 성어에 있어서 주 발병 성기는 저수온이 유지되는 겨울철로 보이며 주 감염원은 과거 병력이 있는 양식장의 보균어로 사료된다.

2. 원인 및 생활사

원생 동물의 섬모충류인 scuticociliates가 - 충체 내부에 특유의 갈고리 또는 채찍 모양의 스쿠티카 장치 (scutica)를 가지고 있어 스쿠티카충으로 명명하고 있음 - 넙치의 체표와 아가미 등의 외부 기관뿐만 아니라 뇌에 침입해 다양한 임상 증상을 나타낸다. 어체에 기생해 있는 스쿠티카충은 육안적으로 관찰이 불가능하며 현미경(100배)하에서 오이씨 또는 방추형 모양의 충체는 둘레에 있는 섬모를 마치 휘두르고 있는 것처럼 관찰된다. 이 기생충은 앞쪽 끝(다소 뾰족함)으로 어류 세포 사이를 파고 들어가 중체 중앙부에 있는 입으로 세포를 갉아먹는다. 이 기생충의 크기(20~40 μ m)는 매우 다양하고 그 형태 변이도 심하여 이전까지는 정확히 분류되지 않았으나 최근 Jee 등(2002)은 넙치에서 검출되는 스쿠티카충의 형태계측학적인 특징 및 주사전자현미경적 구조관찰을 통해 이 기생충을 병원성 *Uronema marinum*이라고 밝힌 바 있어 그 원인체를 유로네마충이라고 하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 스쿠티카충 (그림 1)의 생활사는 비교적 단순한데 어류에 기생한 상태에서는 영양체(A)가 2분열로 증식하지만, 일단 해수 중으로 방출되면 자충(B)으로 분화하여 자유 생활을 영위하게 된다. 이들 자충이 어류에 침입·기생하게 되면 다시 영양체로 성숙하여 2분열로 번식하게 된다. 이 기생충은 수온 4~35 $^{\circ}$ C, 염분농도 5~40‰에서 생존이 가능하며 증식은 수온 6~28 $^{\circ}$ C, 염분농도 10~35‰에서 가능하다.

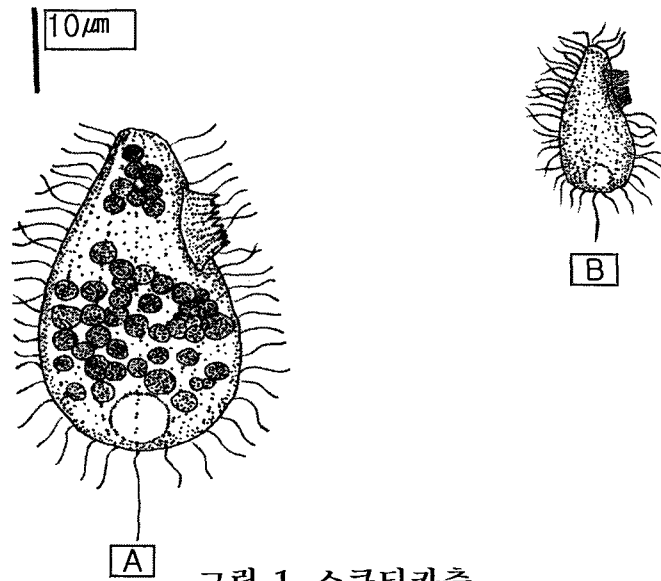


그림 1. 스쿠티카충
(A; 영양체, 30~40 μ m. B; 자충, 15~20 μ m)

스쿠티카충은 수온에 따라 차이가 있지만 어체내에서 평균적으로 2.6~26.5 시간만에 1세대가 완성된다. 즉, 수온 6 $^{\circ}$ C에서는 23~30시간, 수온 10 $^{\circ}$ C에서는 17~22시간, 수온 13 $^{\circ}$ C에서는 11~14시간, 수온 17 $^{\circ}$ C에서는 8시간, 수온 21~24 $^{\circ}$ C에서는 4.5~4.8시간 및 수온 28 $^{\circ}$ C에서는 2.6시간만에 각각 1세대가 완성된다. 즉, 이 기생충은 수온이 높을 때 기하급수적으로 세대교번을 반복함으로써 막대한 수의 충체를 양식장에 확산시켜 전체 어류에 급격히 유행하게 된다. 스쿠티카충의 생물학적 특성상, 수온과 염분농도에 상당한 내성을 가지고 있는 것을 알 수 있어 스쿠티카충은 생활사를 이용한 환경 조절로서는 구제하기가 거의 불가능할 것으로 보인다.

3. 증상 및 진단

주로 감염 어류는 체색이 검어지고 체표와 미병부에 흉칙한 궤양을 나타내며 심한 경우 주둥이가 부식되고 두부가 붉어진다. 농어, 돛류(참돔, 돌돔, 감성돔), 조피볼락 및 송어는 주로 지느러미가 붕괴되고, 체표가 거칠어지며 점액분비가 과도해 지면서 체색이 검어진다. 때로는 체표의 부분적 탈락이 보이기도 하며 세균의 2차 감염으로 인해 출혈성 염증이 일어나기도 한다. 넙치 자치어(5cm 이하) 시기의 감염 증상은 안구, 주둥이 및 두부에

백탁이 관찰되고 체색이 검어지며 주로 뇌에 감염되어 대량폐사를 일으키는 경우가 많다. 입식 넓치 치어(10~20cm)에서는 다양한 외부 증상을 나타내는데, 한 어장 내에서도 주둥이 부식과 아가미 뚜껑 충혈을 특징으로 하는 두부증상 개체군, 체표의 궤양이 특징적인 몸통증상 개체군, 꼬리지느러미 부식과 탈락을 나타내는 증상 개체군 및 탈장과 복수를 동반한 복합증상 개체군으로 나누어 볼 수 있다. 넓치 성어에 있어서 감염 증상은 단일의 외부 증상(선회를 동반한 주둥이 부위 충혈) 또는 아무런 증상없이 선회와 발광하는 것이 특징적이며, 이 경우 대부분의 병어는 뇌에서 다량의 스쿠티카충에 감염된 경우가 많다.

외부적으로 양식 어류에서 체표가 거칠어지거나 궤양이 형성되고, 주둥이와 꼬리가 부식되는 현상이 관찰되거나 두부와 아가미 뚜껑이 붉어지는 것이 보이면 일단, 스쿠티카충에 의한 것으로 의심해 볼 필요가 있다. 그리고 체표 점액, 아가미 점액 또는 뇌 조직을 떼어내어 슬라이드 글라스 위에 두고 현미경(100배)으로 보았을 때 오이씨 또는 방추형의 과립이 가득한 충체가 섬모를 휘두르면서 세포를 갉아먹는 듯이 보이면 스쿠티카충으로 확정 진단할 수 있다.

4. 치료 대책

4-1. 구충제 약육에 의한 스쿠티카충 치료

스쿠티카충이 체표면에 기생한 감염 초기의 넓치 또는 표피와 아가미 상피에 기생한 경증의 넓치의 경우에는 구충제의 약육으로 질병의 확산과 전파를 방지할 수 있다. 주로 양식장에서 사용되고 있는 구충제로는 포르말린, 과산화수소, 담수, 황산구리 용액, 황토, 올리고키토산 및 글루코사민 등이 있으며 이들을 사육수 중에 살포하거나 약육 수조를 만들어 병든 넓치를 담그는 방법을 이용하고 있다. 스쿠티카충에 대한 구충제의 시험관내 살충 효과를 살펴보면, 물질의 농도에 따라 반응의 차이가 있었는데 48시간 내 충체를 100% 사멸시킬 수 있는 약제 및 농도는 과산화수소 250ppm, 포르말린 100ppm, 황산구리용액 400ppm, 담수 100%, 염화나트륨 용액 3% 및 차아염

소산나트륨 20ppm 이었다 (그림 2). 한편, 약제간 혼합은 단일의 약제보다 살충효과가 더 좋았으며 4시간 내 스쿠티카충을 100% 살충시킬 수 있는 혼합제는 담수+황산구리(100ppm), 담수+포르말린(50ppm), 담수+과산화수소(100ppm), 염화나트륨(0.5%)+포르말린(50ppm) 및 황산구리(30ppm)+포르말린(50ppm)이었으며 그 중에서도 담수와 포르말린의 혼합제가 가장 좋은 것으로 나타났다 (그림 3). 자연 감염어를 대상으로 여러 가지 구충제를 단독 또는 혼합하여 2시간 침지로 2일 처리하여 살펴보면, 염화나트륨 3% 처리 및 담수+포르말린(100ppm) 처리가 7일 동안에 감염어 폐사율을 감소시키는 경향을 나타내었으나 뚜렷한 처리 효과는 없었다 (표 1). 자연 감염어를 대상으로 담수, 포르말린 및 염화나트륨 용액을 단독 또는 혼합하여 2시간 침지로 4일 처리한 결과, 15일 동안 대조구에 대한 상대생존률은 담수+포르말린(100ppm) 처리구가 54.23%, 담수 처리구 및 염화나트륨 3% 처리구가 15.39%를 나타내어 담수+포르말린 처리구는 대조구에 비해 유의적인 수준의 폐사율 감소 효과를 나타내었다 (그림 4). 자연 감염어를 대상으로 담수와 포르말린(100ppm) 혼합제를 2시간 침지로 7일 연속 처리하거나 또는 4일 처리하고 나서 4일 후에 반복 처리한 결과, 30일 동안 대조구에 대한 상대생존률은 모든 시험구가 70%를 나타내어 감염증에 의한 폐사를 최소화 할 수 있는 것으로 조사되었다 (그림 5).

이상의 실험결과들로부터 스쿠티카충이 체표에만 기생된 감염초기의 경우에는 담수욕 (1시간 약욕) 또는 분말황토(24시간 살포) 살포 등으로 효과를 얻을 수 있으며 체표나 아가미에 기생한 상태의 경증의 감염어는 포르말린 100~200ppm (1시간 약욕), 감염 정도에 따라 7일간 연속 처리해야 하며 포르말린의 효율을 높이기 위해서는 수조를 청소하고 맑은 해수에 처리하면 감염증의 확산을 차단할 수 있으며, 체표나 아가미 및 일부 뇌에 기생된 중증으로 진행되는 감염병의 경우, 담수+포르말린 100 ppm (1시간 약욕)을 감염 정도에 따라 7일간 연속 처리하거나 4일 연속 처리 후 4일 쉬고 반복 처리하면 폐사율을 현저하게 줄일 수 있다.

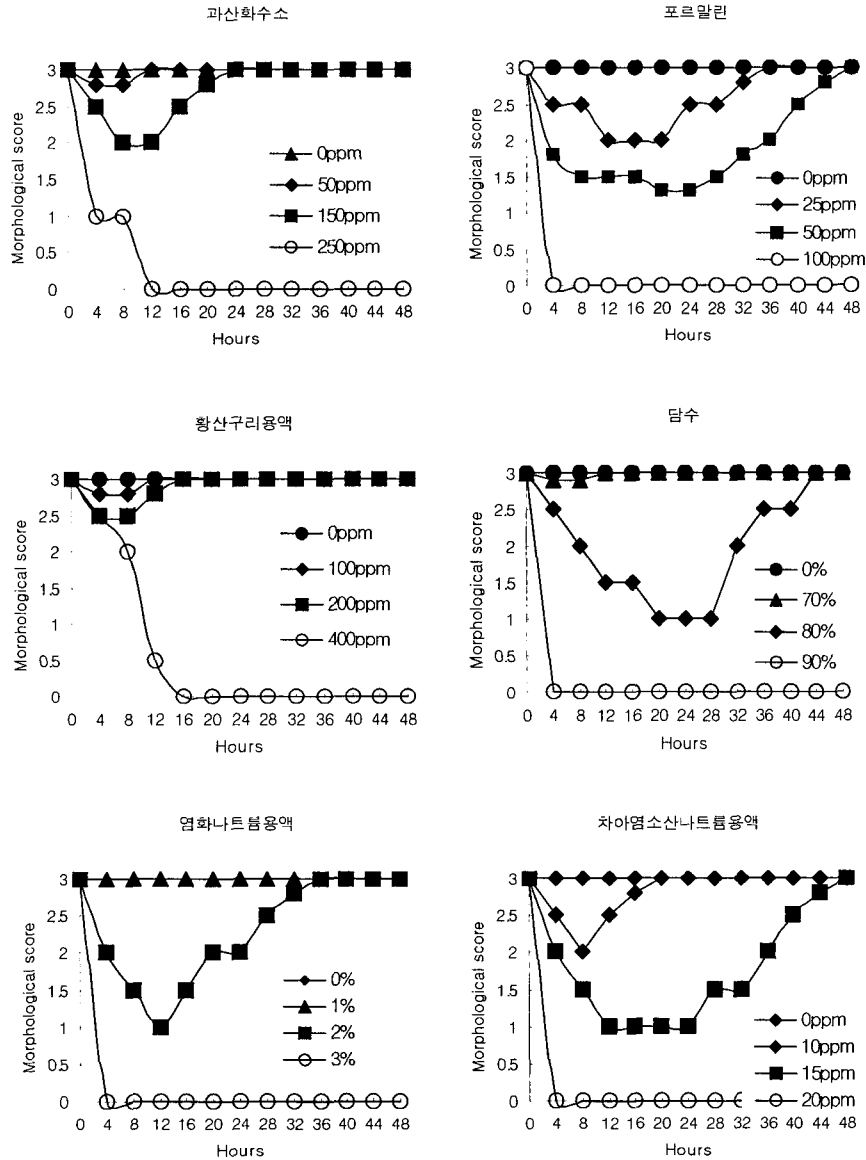


그림 2. 스쿠티카충에 대한 구충제의 시험관내 살충 효과(Morphological score 3: 운동성 및 형태 정상, 2: 운동성 다소 둔화 및 형태 등급, 1: 운동성 상실 및 형태 불규칙, 0: 섬모운동 정지 및 세포 융해)

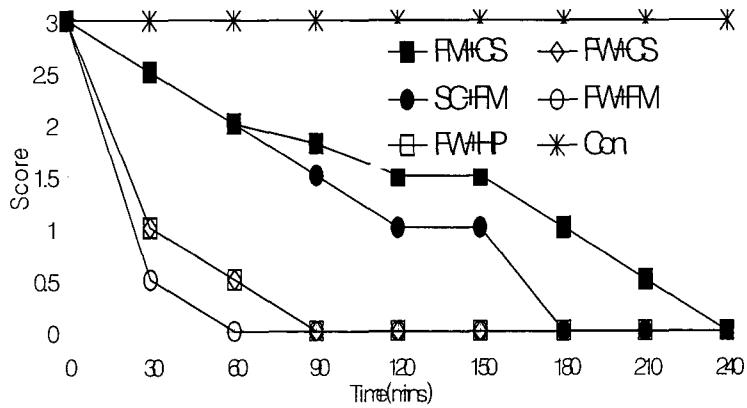


그림 3. 구충제 혼합제의 스쿠티카충 시험관내 살충 효과 (Score; 그림 2와 동일, FW+CS: 담수+황산구리 (100ppm), FW+FM: 담수+포르말린 (50ppm), FW+HP: 담수+과산화수소 (100ppm), FM+SC: 염화나트륨 (0.5%)+포르말린 (50ppm), CS+FM: 황산구리 (30ppm)+포르말린 (50ppm), Con: 대조구)

표 1. 스쿠티카충 감염 넙치에 대한 구충제 2일 약육 효과

실험구	실험마리수	폐사마리수	누적폐사률(%)	상대생존률(%)
담수+포르말린50ppm	10, 10	7, 5	60	7.7
담수+황산구리100ppm	10, 10	8, 7	75	-
담수+과산화수소100ppm	10, 10	9, 7	80	-
염화나트륨 3%	10, 10	6, 5	55	16.6
키토산 5%	10, 10	8, 5	65	-
대조구	10, 10	8, 5	65	-

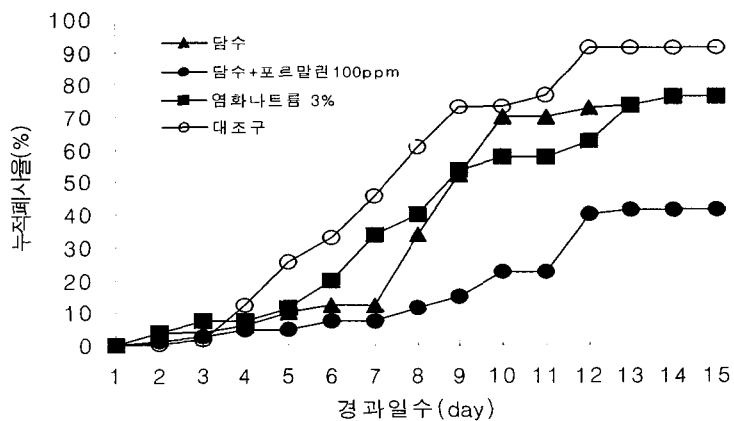


그림 4. 스쿠티카충 감염 넙치에 대한 구충제 4일 약육 효과

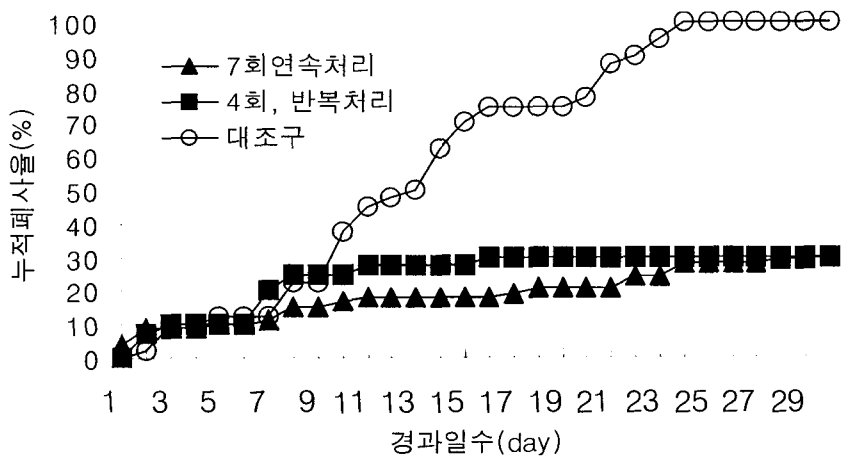


그림 5. 담수와 포르말린 혼합제의 7일 연속 및 4일 반복 처리 효과

4.2. 경구용 약제에 의한 스쿠티카증 치료

기존의 녀치 스쿠티카증 치료는 사육환경 개선과 함께 외부기생충 구제제 (포르말린, 담수, 황토 등)의 반복적인 약욕에 의하고 있으나, 이들 약물의 반복적인 약욕에 따라 녀치의 스트레스가 가중되는 한편, 이들 약물은 뇌를 비롯한 체내에 감염된 기생충에 대해서는 구제 효과가 거의 없어 치료 효율이 극히 낮아 질병 치료제로서 큰 역할을 다하지 못하고 있다. 따라서 이러한 문제점들을 극복하기 위하여, 인체와 수의에서 사용되고 있는 경구용 화학요법제 18종을 선정하여 시험관내에서 스쿠티카증에 대한 살충, 번식 억제, 발육억제 효과를 조사하였고, 그 결과 케토코나졸 (ketoconazole, KC)이 스쿠티카증의 살충에 제일 효과가 있음을 밝혔다. 이러한 조사 결과를 토대로 하여 본 약물을 시판용 사료에 흡착 또는 첨가시킨 후 스쿠티카증 감염 녀치에 경구적으로 투여하여 본 결과 상대생존률이 80% 내외로 나타남을 확인하였으며 현재, 본 치료 방법은 제약업체에 기술 이전하여 수산용 의약품으로 개발하는 단계에 있다.

이들 내용을 간략하게 요약해보면 다음과 같다. 케토코나졸은 분자량 531.44, 화학식 $C_{26}H_{28}Cl_2N_4O_4$ 인 미세한 분말상태이며 0.5 M 인산

(phosphoric acid) 용액에 용해가 가능하다. 케토코나졸 용액은 50 ppm (50 $\mu\text{g}/\text{ml}$)을 포함하여 그 이상의 농도에서 약 43000 마리의 스쿠티카충을 5분 이내에 사멸시킬 수 있으며, 45 ppm에서는 35분 이내에 그리고 40 ppm에서는 약 2시간 이내에 사멸시킬 수 있으며, 이것은 케토코나졸의 스쿠티카충 살충 유효 농도가 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 인 것을 시사하고 있다 (표 2). 또한, 케토코나졸 용액은 15 - 25ppm (15-25 $\mu\text{g}/\text{ml}$)의 농도에서 6 - 8일째부터 스쿠티카충의 번식을 억제시킬 수 있으며, 30 ppm의 농도에서는 6일째부터 발육을 저지시킬 수 있으며, 이것은 케토코나졸의 스쿠티카충 번식 및 발육 억제 유효농도가 각각 15 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 및 30 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 인 것을 알 수 있다.

케토코나졸은 시판 사료에 흡착시키거나 또는 분말 배합 사료에 첨가하여 사용이 가능하다.상기에서 전술한 바와 같이 시판용 상품사료(EP)에 KC의 첨가는 0.5 M 인산 (phosphoric acid) 용액으로 KC 분말을 녹인 후 희석하여 흡착시킴으로서 가능하고 생사료의 경우 분말 배합 사료에 KC 분말을 바로 첨가함으로써 가능하다. 케토코나졸의 사료 첨가 1일 용량은 넙치 체중 Kg 당 50mg 이상이 되어야 하고 50mg의 경우 최소 8일간에서 최대 15일간, 70mg에서는 최소 6일간에서 최대 10일간, 100mg에서는 최소 4일간에서 최대 8일간 연속 투여해야 스쿠티카충으로 인한 폐사가 줄어들고 완치가 가능할 수 있다. 중증의 자연감염어를 대상으로 시판용 상품사료(EP)에 케토코나졸 용액을 1일 용량으로 넙치 체중 Kg 당 50mg 흡착시켜 15일간 투여한 결과, 30일 동안 대조구에 대한 약제 투여구의 상대생존률은 평균 80.3%로 나타났다(그림 7).

이상의 결과로부터, 스쿠티카병에 대한 케토코나졸의 경구투여법은 기존의 넙치 스쿠티카충 치료법 (구충제의 약욕법)에 비하여, 넙치에 경구적으로 투여하게 함으로써 약물 투여에 따른 스트레스를 최소화 할 수 있을 뿐만 아니라, 넙치 소화관 점막에서 쉽게 흡수되고 혈액 내로 급속하게 전파할 수 있게 하여 체내에 감염된 스쿠티카충에 대해 구제효과가 뛰어난 것으로 판단된다. 또한, 케토코나졸은 화학적으로 합성할 수 있는 장점을 가지고 있어 대량생산이 가능하고 넙치의 사료 종류 (생사료, 배합사료)에 상관없이

약물의 첨가가 가능하기 때문에 양식 현장에서 경제적인 가격으로 손쉽게 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

표 2. 화학요법제 (18종)의 스쿠티카충 살충 농도

	화학 요법제	농도	살충시간	살충률(%)
항균제	노플로플로삭신	2500 ppm	30분	100
	시플로플로삭신	2500 ppm	10분	100
	엔로플로삭신	500 ppm	48시간	100
	슬파디메톡신	250 ppm 200 ppm	20분 48시간	100 80
	슬파디아진	5000 ppm	-	-
	슬파티아졸	5000 ppm	5분	100
	슬피소미딘	250 ppm 200 ppm	20분 48시간	100 80
	페니실린	5000 ppm	-	-
	스트렙토마이신	5000 ppm	-	-
	날리딕 산	2500 ppm 2000 ppm	20시간 -	100 -
	옥소린 산	1000 ppm	수분	100
	옥시테트라사이클린	1000 ppm	48시간	100
항진균제	암포테라신 B	100 ppm 50 ppm	5분 30분	100 100
	케토코나졸	50 ppm 40 ppm	5분 30분	100 100
구충제	디메트리다졸	1000 ppm	20시간	100
	메트리니다졸	500 ppm	2시간	100
	퀴나크린	100 ppm 50 ppm	2시간 3시간	100 100
	퀴닌	250 ppm	48시간	100

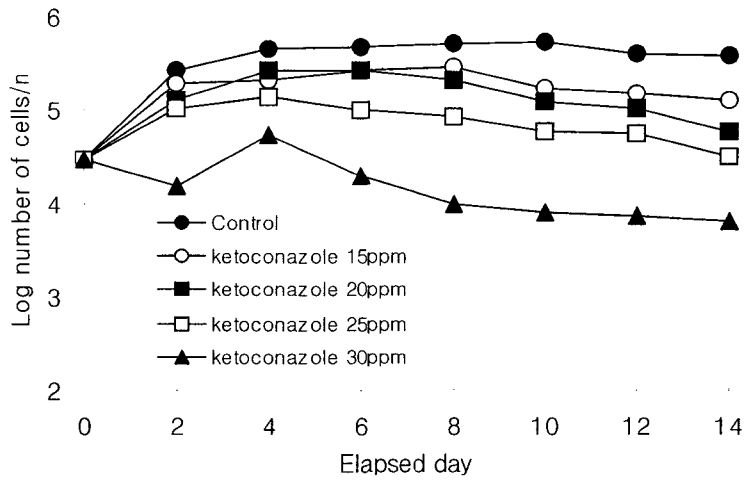


그림 6. 케토코나졸의 스쿠티카충 번식 억제에 미치는 영향

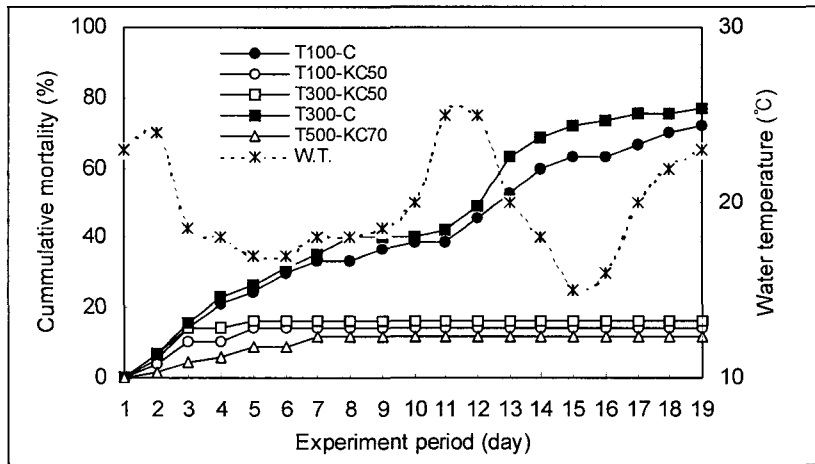


그림 7. 스쿠티카충 자연 감염어에 대한 케토코나졸 처리효과 (14-17일; 사료투여 중지)

5. 예방 대책

종묘 생산장에서 스쿠티카충의 발생은 고가수조 또는 로티퍼 사육조에 상존하는 스쿠티카충일 가능성이 높다. 따라서 예방을 위해서는 고가수조를 적어도 1개월마다 청소를 해주고, 적어도 10 μ m 이하의 여과 필터에서 로

티피를 수회 세척(가능하다면 담수세척)한 후 부화 자어에 공급해야 한다.

입식 치어에서 스킨카증의 발생은 ① 유입된 사육수의 수질 상태가 양호하고 스킨카증이 발생한 예가 거의 없는 경우에는 감염 종묘를 통해 양식장내로 유입될 가능성과 ② 미감염 종묘를 입식하더라도 사육수의 환수가 제대로 되지 않아 항시 사육수 중에 스킨카충이 상존해 있을 가능성으로 사료된다. 예방을 위해서는 전자의 경우, 사전 조사를 통해 감염 종묘의 도입을 피해야 되고 후자의 경우, 스트레스를 최소화 시켜주고 환수량을 최대한 늘려 수질을 안정시켜야 한다.

넙치 성어에서 스킨카증의 발생은 소량의 기생충에 감염된 치어가 양성과정 중에는 발병하지 않고 보균 상태로 성장하다가 스트레스를 포함한 각종 요인으로 인해 뇌조직에서 스킨카충이 대량 번식하여 발병을 일으킬 가능성이 높을 것으로 사료됨에 따라 선회를 보이는 병어는 보이는 대로 수거하여 해야만 한다.