

— 단 보 —

나일틸라피아 치어에 미치는 염화나트륨, 포르말린 및 과망간산칼륨의 급성독성

박인석* · 최경철¹ · 노재구² · 김동수²

한국해양대학교 해양과학부 · ¹충청북도 내수면개발시험장 · ²부경대학교 양식학과

Acute Toxicity of Sodium Chloride, Formaline and Potassium Permanganate to Nile Tilapia Fry

In-Seok Park*, Gyeng-Cheol Choi¹, Jae-Koo Noh² and Dong-Soo Kim²

Division of Ocean Science, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

¹Chung Chong Buk-Do Inland Fisheries Experimental Station, Chungbuk 380-250, Korea

²Department of Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

A study on the acute toxicity in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fry showed that the 24hr-LC₅₀ was 18.6‰ for NaCl, 152 ppm for formaline and 2.1 ppm for KMnO₄. The fry responded to narrow range of concentration of all the tested chemicals and their toxic effects were dose-dependent.

Key words: Acute toxicity, Nile tilapia, NaCl, Formaline, KMnO₄, Dose-dependance

틸라피아는 맛이 좋고 잡식성 식성을 가지며 담수에서 해수에 이르기까지 광범위한 염분은 물론 낮은 용존산소에도 잘 견디고 환경의 변화에 대하여 비교적 저항력이 강하고 번식력 또한 강하여, 열대 및 아열대 지역의 단백질 공급원으로 중요한 역할을 하는 양식 어종이다 (Hickling, 1963; 김 등, 1990). 본 연구는 틸라피아의 해수 순치 및 약육 처리에 의한 어병 치료의 기초 연구 차원에서 나일틸라피아, *Oreochromis niloticus*를 대상으로 염화나트륨, 포르말린 및 과망간산칼륨에 의한 24시간 급성독성 조사를 실시하였다. 부화 후 14일의 양식산 나일틸라피아 치어를 무작위로 추출하여 24시간 급성독성의 공시어로 사용하였다. 공시어의 평균 전장은 14.8 ± 1.1 mm, 평균 체중은 0.05 ± 0.01 g 이었으며, 실험 후 처리수의 회석

수는 US EPA (1975)의 기준에 의거하였다. 회석수의 수질 특성은, specific conductance가 92 μ Mho, total alkalinity는 25.81 mg/L (as CaCO₃), total hardness는 53.56 mg/L (as CaCO₃), total NH₃-N은 0.02 mg/L 이하, DO는 7.6 mg/L 그리고 pH는 6.6 이었다.

각각의 실험군에 회석수로 지하 담수 50 L를 주입 후 필요량의 염화나트륨(Sigma, USA), 포르말린(Sigma, USA) 및 과망간산칼륨(Sigma, USA)을 각각 첨가하여 교반 후 최종 농도가 염화나트륨은 17.8, 18.0, 18.2, 18.4, 18.6, 18.8, 19.0‰ 및 19.4‰가 되도록 하였다. 포르말린군은 교반 후 최종 농도가 130~190 ppm의 범위에서 10 ppm 단위로 하며 7개 실험군이 되도록 하였으며, 과망간산칼륨군은 교반 후 최종 농도가 1.8~2.4 ppm의 범위에서 0.1 ppm 단위로 하여 7개 실험군이 되도록 하였다. 대조군은 회석수만을 처리하였다. 각 실험군의 각 농도당 공시어 50 마

*Corresponding author : ispark@kmaritime.ac.kr

리씩을 US EPA (1975)의 기준에 의거 처리하였으며 아울러 대조군 역시 공시어 50 마리를 처리하였다. 각 실험군의 24시간 급성독성 사망 확인은 박 등(1995)의 기준에 의거하여 유명 상태, 각 지느러미 운동 여부, 아가미덮개와 입 움직임 여부 등을 기준으로 하였다. 3반복 실험후의 각 농도에 따른 24시간 LC₅₀ 값과 95% 유의수준에서의 상한치와 하한치는 Litchfield and Wilcoxon 법(US EPA, 1978)에 따른 'probit analysis' software로 계산하였다.

독성 물질에 대한 사망률은 독성 물질 자체의 화학적 요소와 아울러 대상 종과 그 크기 등의 생물학적 요소 그리고 온도, 용존산소 등의 화학적 요소에 의해서도 좌우된다(이 등, 1984; 박 등, 1995). Fig. 1에서와 같이 각 처리군의 24시간 LC₅₀은 매우 좁은 농도 범위 내에서 급성독성 값에 대한 신뢰범위가 결정되었으며, 처리 농도 증가에 따라 매우 유의한 농도 의존성을 나타내었다. 대조군 나일틸라피아 치어는 희석수에 24시간 처리시 모두 생존하였다. 염화나트륨의 24시간 LC₅₀ 값은 18.6‰ 이었으며 95% 신뢰한계의 상한치는 18.7‰, 하한치는 18.5‰ 이었다(Fig. 1의 a). *Oreochromis* 속에 속하는 어류들은 산성, 염분, 수온 및 악조건의 수질에 연관된 다양한 환경에 견딜 수 있어(Avella et al., 1993), 허와 장(1999)은 중형 및 대형 나일틸라피아를 대상으로 한 70일 간의 단계적인 해

수 순치와 역 순치 실험시, 중형은 29%와 대형은 55%의 생존율을 각각 보인 바 있다. 본 연구의 염화나트륨의 24시간 LC₅₀ 값은 나일틸라피아의 해수 순치 및 염화나트륨 약용에 의한 질병 치료 차원에서의 기초 자료로 유용하리라 사료된다.

포르말린의 24시간 LC₅₀ 값은 152 ppm 이었으며 95% 신뢰한계의 상한치는 156 ppm, 하한치는 148 ppm 이었다(Fig. 1의 b). 본 연구의 나일틸라피아 치어에서의 포르말린의 24시간 LC₅₀ 값 152 ppm은 넙치, *Paralichthys olivaceus* 치어에서의 포르말린 24시간 LC₅₀ 값 141 ppm (박 등, 1995)과 비교시 서로 유사함을 보였다. 아울러 본 연구와 유사한 결과로 bitterling인 경우 formaldehyde의 24시간 LC₅₀ 값은 18 mg/L 로 민감한 독성 반응을 보인 바 있다(Metelev et al., 1971). 수산 증·양식 산업에서 빈번히 사용되고 있는 포르말린은 약용 방법으로 처리시 트리코디나를 위시한 원충류의 구제에 유효한 바 있어(Leteux and Meyer, 1972; Fox et al., 1985), 본 실험의 최저 사망을 보인 농도 미만에서의 포르말린 처리는 나일틸라피아 치어에서의 기생충성, 세균성 질병의 구제에 안전하게 사용될 수 있는 가능성을 시사한다.

과망간산칼륨의 24시간 LC₅₀ 값은 2.09 ppm 이었으며 95% 신뢰한계의 상한치는 2.11 ppm, 하한치는 2.07 ppm 이었다(Fig. 1의 c). 과망간산칼륨은 살생물적 특성을 지닌 강력한 산화제로서 어류에서는 감염성 세균 질환 치료나 외부 원생동물 구제에 사용되는 것으로서(Duncan, 1974), 차벨메기, *Ictalurus punctatus* 치어인 경우 화학적 산소요구량이 증가할수록 96시간 LC₅₀의 과망간산칼륨 농도는 9.6 mg/L에서 25.6 mg/L로 증가한 바 있다(Tucker, 1987).

포르말린과 과망간산칼륨의 24시간 처리시 죽은 나일틸라피아 치어 개체들은 공통적으로 호흡 장애로 기인된다고 판단되는, 아가미덮개 열림과 아울러 입이 열렸고 표피 점액에 손상을 입는 독성 증후를 보였다. 이와같은 증후는 암수동체성 어류인 *Rivulus marmoratus* 치어에서의 N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG), N-nitro-N-methylurea (MNU) 및 aflatoxin B₁ (AFB₁)에 의한 독성 증후와 유사하였으며(박과 박, 1987), 넙치에서의 포르말린에 의한 독성 증후와도 유사하였다(박 등, 1995). 본 연구 결과와 더불어 앞으로, 나일틸라피아 치어에 영향을 미칠 수 있는 화학물질의 1시간 혹은 2시간의 영향 농도(Effect concentration) 파악이 필요하며 나일틸라피

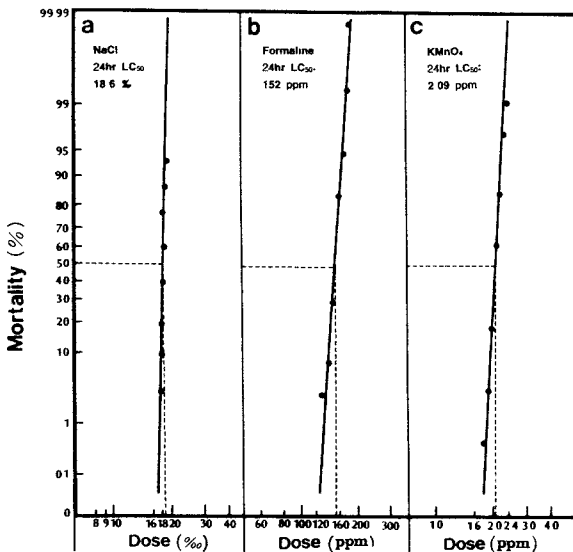


Fig. 1. Dosage-mortality response of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fry exposed to sodium chloride (NaCl, a: $Y = 64.73X - 1150.40$, $R^2 = 0.9759$), formaline (b: $Y = 1.89X - 240.47$, $R^2 = 0.9474$) and potassium permanganate ($KMnO_4$, c: $Y = 202.20X - 373.72$, $R^2 = 0.9621$) for 24 hours.

아 크기에 따른 본 실험에 사용된 염화나트륨, 포르말린 및 과망간산칼륨에 대한 stage 민감도 조사, 처리 시간 및 처리 환경을 달리한 관련 급성독성에 관한 연구가 필요할 것이다.

요 약

염화나트륨(NaCl), 포르말린 및 과망간산칼륨(KMnO₄)에 대한 나일틸라피아, *Oreochromis niloticus*의 24시간 급성 독성을 조사하였다.

1. NaCl의 24시간 LC₅₀ 값은 18.6‰ 이었고 95% 신뢰한계의 상한치는 18.7‰, 하한치는 18.5‰이었다. 포르말린의 24시간 LC₅₀ 값은 152 ppm 이었고, 상한치는 156 ppm, 하한치는 148 ppm 이었다. KMnO₄의 24시간 LC₅₀ 값은 2.09 ppm 이었고 상한치는 2.11 ppm, 하한치는 2.07 ppm 이었다.

2. 모든 처리 화합물은 본 종에 대해 좁은 농도 범위 내에서 급성독성 효과를 나타내었으며, 아울러 뚜렷한 농도 의존성을 보였다.

이상의 결과를 본 연구에서 사용된 3가지 화합물의 틸라피아 양식에서의 유용성과 연관시켜 논의하였다.

감사의 글

본 논문의 출판시 Processing과 전반적인 관리를 하여 주신 한국양식학회지 편집위원장님께 감사드립니다. 아울러 본 논문을 세심하게 지적하고 수정하여, 논문 내용의 수준을 높여주신 익명의 심사자들도 감사드립니다.

참 고 문 헌

Avella, M., J. Berhaut and H. Bornancin, 1993. Salinity tolerance of two tropical fishes, *Oreochromis aureus* and *O. niloticus*. I. Biochemical and morphological changes in the gill epithelium. J. Fish Biol., 42 : 243-254.

Duncan, T. O., 1974. A review of literature on the use of potassium permanganate (KMnO₄) in fisheries. U. S. Fish and Wildlife Service, Report FWS-LR-74-A, 59 pp.

Fox, C. H., F. B. Johnson, J. Whiting and P. P. Roller, 1985. Formaldehyde fixation. J. Histochem. Cytochem., 33 : 845-853.

Hickling, C. F., 1963. The cultivation of *Tilapia*. Sci. Amer., 208 : 143-152.

Leteux, F. and F. P. Meyer, 1972. Mixture of malachite green and formaline for controlling *Ichthyophthirius* and other protozoan parasites of fish. Prog. Fish Cult., 34 : 21-26.

Metlev, V. V., A. I. Kanaev and N. G. Dzasokhova, 1971. Organic compounds, Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, pp. 106-123.

Tucker, C. S., 1987. Acute toxicity of potassium permanganate to channel catfish fingerlings. Aqua-culture, 60 : 93-98.

United States Environmental Protection Agency, 1975. Methods for acute toxicity tests with fish, macro-invertebrates and amphibians. Office of Research and Development, National Technical Informations Service, Springfield, VA. EPA-600/3-75-009.

United States Environmental Protection Agency, 1978. Methods for measuring the acute toxicity of effluents to aquatic organisms. Office of Research and Development, National Technical Informations Service, Springfield, VA. EPA-600/14-78-012.

김동수 · 최경철 · 박인석, 1990. 3배체 나일틸라피아 생산에 관하여. 한국양식학회지, 3 : 135-144.

박인석 · 김형배 · 김민석 · 박철원, 1995. 넙치(*Paralichthys olivaceus*)에 대한 포르말린의 급성독성 효과. 한국어병학회지, 8 : 57-67.

박인석 · 박은호, 1987. 암수동체성 어류 *Rivulus marmoratus*의 치어에 미치는 몇가지 화학적 발암원의 급성 독성에 관하여. 한양대학교 환경과학연구소보, 8 : 179-185.

이성규 · 박철원 · 노정구, 1984. 농약의 급성 어독성과 처리 방법에 따른 독성의 변화. 한국환경농학회지, 3 : 45-51.

허준욱 · 장영진, 1999. 사육수의 단계적인 염분변화에 따른 송어(*Mugil cephalus*)와 틸라피아(*Oreochromis niloticus*)의 생리적 반응. 한국양식학회지, 12 : 283-292.

(접수 : 2002년 1월 15일, 수리 : 2002년 2월 6일)