

Nonylphenol의 장기간 노출이 붕어, *Carassius auratus*의 생식에 미치는 영향

진영국 · 조남국 · 강주석 · 민은영* · 강주찬* · 김대중** · 이정식

전남대학교 수산해양대학 수산생명의학과

*부경대학교 수산과학대학 수산생명의학과

**국립수산과학원 양식개발팀

서론

Nonylphenol은 alkylphenol류에 속하는 비 이온화 계면활성제로서 어류의 부화율, 생식소 분화 및 성호르몬 분비 등에 영향을 미치는 내분비계장애물질로 분류된다 (Madigou *et al.*, 2001; Schwaiger *et al.*, 2002; Tanaka and Grizzle, 2002; Cardinali *et al.*, 2004). 내분비계장애물질들이 생물체에 미치는 영향에 대한 연구들은 주로 단기간 노출실험들이 주를 이루고 있으며, 이를 가지고 생태계에서 나타나는 여러 가지 현상들을 이해하는 데는 무리가 있다. 본 연구는 담수어류 중 하나인 붕어, *Carassius auratus*를 장기간 nonylphenol에 노출시켰으며, 이로 인해 나타나는 생식지수 및 성 호르몬 등을 조사하여 내분비계장애물질들이 수서동물에 미치는 위해성에 관한 연구에 기초 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 붕어는 평균 전장 53 mm, 평균 전중 2.0 g인 300개체이다. 실험어는 대조구와 3개의 nonylphenol 노출구 (5, 10, 20 $\mu\text{g NP l}^{-1}$)에 32주 동안 노출시켰다. 노출 종료 후 생식소중량지수 (GSI), 간중량지수 (HSI), 생식소지수 (GI), 생식소 성숙 및 intersex 출현율을 조사하였다. Intersex는 생식소 조직표본의 현미경 검경시 난소에서 수컷 생식세포 또는 정소에서 암컷 생식세포의 관찰을 기준으로 하였다. 또한 혈액을 채취하여 ELISA 방법에 의해 vitellogenin을 측정하였고, RIA 방법에 의해 성호르몬 (estradiol-17 β 및 testosterone)의 변화를 분석하였다.

결과 및 요약

붕어의 생존율은 모든 노출구들이 노출 11주까지는 불규칙한 양상을 나타냈으나, 노출 12주 부터는 농도가 높을수록 감소하였다. NP 노출구의 평균 생존율 (83.0%)은 대조구 생존율 (88.5%)보다 다소 낮았다. 생식소 기형은 5 $\mu\text{g NP l}^{-1}$ 에

서 가장 높게 나타났으며, 전체적으로 암컷이 수컷보다 높게 관찰되었다. 생식소 중량지수 (GSI)는 수컷에서는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 암컷에서 대조구에 비해 NP 노출구에서 낮게 나타났다. 간중량지수 (HSI), 생식소지수 (GI) 및 생식소 성숙 등은 암컷과 수컷 모두 대조구와 NP 노출구들 사이에서 유의한 차이가 관찰되지 않았다. Intersex 출현율은 노출 전 자연대조구에서는 관찰되지 않았고, 실험 대조구에서 4.1% 그리고 NP 노출구에서 27%가 관찰되었으며, 5 μ g NP ℓ^{-1} 에서 가장 높게 관찰되었다. Intersex는 모든 NP 노출구들이 수컷에 비해 암컷에서 높게 발생하였다. 암컷의 혈중 vitellogenin 농도는 대조구와 NP 노출구 사이에 유의한 차이가 관찰되지 않았지만, 수컷의 경우 대조구에 비해 NP 노출구에서 같은 농도구의 암컷보다도 높게 나타났다. 암컷의 estradiol-17 β 농도는 대조구에 비해 NP 노출구에서 낮은 수치를 나타냈으며, 노출 농도가 높을수록 감소하였다. 수컷의 경우 대조구에 비해 NP 노출구에서 더 높게 나타났다. Testosterone 농도는 암컷과 수컷 모두 대조구에 비해 NP 노출구에서 높게 나타났다.

참고문헌

- Cardinali, M., F. Maradonna, I. Olivotto, G. Bortoluzzi, G. Mosconi, A.M. Polzonetti-Magni and O. Carnevali. 2004. Temporary impairment of reproduction in freshwater teleost exposed nonylphenol. *Repro. Toxicol.*, 18, 597-604.
- Madigou, T., P. L. Goff, G. Salbert, J. P. Cravedi, H. Segner, F. Pakdel and Y. Valotaire. 2001. Effects of nonylphenol on estrogen receptor conformation, transcriptional activity and sexual reversion in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquat. Toxicol.*, 53, 172-186.
- Schwaiger, J., U. Mallow, H. Ferling, S. Knoerr, Th. Braunbeck, W. Kalbfus and R. D. Negele. 2002. How estrogenic is nonylphenol? A transgenerational study using rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* as a test organism. *Aquat. Toxicol.*, 59, 177-189.
- Tanaka, J. N. and J. M. Grizzle. 2002. Effects of nonylphenol on the gonadal differentiation of the hermaphroditic fish, *Rivulus marmoratus*. *Aquat. Toxicol.*, 57, 117-125.