

카드뮴(Cd) 노출에 따른 바지락, *Ruditapes philippinarum*의 해독효소 및 항산화 효소의 변동

장석우, 최미영, 강주찬
부경대학교 수산생명의학과

카드뮴은 지각 도처에 함유되어 있으며 (Courtois et al., 2003), 도금 납땜, 합금 및 건전지 제조에 많이 쓰이고 아연이나 납 채광 제련시 중간산물로, 인산비료 생산시 부산물로 많이 발생된다 (Ramade, 1992). 이러한 카드뮴이 해양생물에 노출되었을 때 각 세포 성분에 심각한 손상 (Schützendübel et al., 2001)을 줄 수 있으며 이러한 과정에서 세포막에서 지질과산화이 증가되고 이러한 독성을 방어하기 위해 superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx) 등의 항산화효소와 glutathione S-transferase (GST), glutathione reductase (GR)와 같은 해독효소가 분비된다. 이때 패류는 정착성 생물로 중금속이 축적되기 쉬운 갯벌에 서식하면서 해수 중의 먹이를 필터링하여 섭취하기 때문에 중금속의 축적과 농도 수준을 직접적으로 알아 볼 수 있다 (Shin et al., 2002). 현재 해양생물에 대한 카드뮴의 독성에 대한 연구로 저서동물을 대상으로 축적에 대한 연구는 있으나, 우리나라의 연안에 서식하거나 양식되는 바지락은 카드뮴의 노출로 발생하는 지질과산화의 변화와 항산화 효소, 해독효소의 변동에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

따라서 이번 실험에서는 카드뮴 노출에 따른 바지락의 세포 손상과 그에 따른 지질과산화의 정도와 해독효소들의 활성을 소화선과 아가미에서 측정하였다. 바지락 (길이: 32.9 ± 2.4 mm, 체중 81 ± 1.7 g)은 2005년 8월, 전라남도 고흥의 양식장에서 채집하여 실험실로 운반한 후 5일간 순치하였다. 노출물질은 $CdCl_2$ (Aldrich Co.)로, 실험구는 아치사 농도를 기준으로 각각 10, 20, 100과 200 $\mu g/L$ 의 4구간을 설정하였다. 실험기간은 총 3주였으며, 2주 동안은 카드뮴에 노출시키고, 이렇게 노출시킨 바지락은 깨끗한 해수로 옮겨 1주 동안 배출실험을 실시하였다. 시료 채취는 실험시작시기와 이후 1주마다 채취하였으며, 소화선과 아가미는 homogenizing buffer (0.5M sucrose, 0.15M NaCl, 0.02M Tris-HCl, pH 7.6)를 넣어 homogenizer (099C K4424, Glas-Col,)를 이용하여 균질화 하였다. 균질화한 시료는 9,000 g, 4°C에서 30분간 원심 분리하여 분석을 실시하였다. SOD 활성은 Fridovich et al. (1969)의 방법으로 spectrophotometer (Zenyn 200, Anthos Labtec Instruments GmbH, Austria) 파장 550nm에서 측정하였다. GPx 활성은 Paglia (1967)의 방법을 수정하여 측정하였다. NADPH 혼합시액과 시료를 혼합하여 1분간 반응시킨 후 H_2O_2 를 넣고 즉시 NADPH

가 산화되는 비율을 340 nm에서 3분간 측정하였다. GST 활성은 Habig (1974)의 방법으로 파장 340 nm에서 3분간 측정하였다. GR 활성은 Carlberg (1985)의 방법을 사용하여 파장 412 nm에서 3분 동안 측정하였다. 단백질은 Bradford (1976)의 방법으로 시판되고 있는 kit (Bio-Rad CO.)를 사용하여 정량하였다. 결과의 통계처리는 통계 프로그램 SPSS (SPSS 10.0 Inc.)를 이용하여 ANOVA test를 실시한 후에 사후 다중비교로 Duncan test로 각 처리구 사이에 유의성 (<0.05)을 조사하였다.

SOD의 결과에서 소화선은 노출 1주째의 100 $\mu\text{g/L}$ 에서 활성이 증가되었고 노출 2주째는 200 $\mu\text{g/L}$ 에서 변동되었다. 그러나 노출 후 배출기간인 3주에서는 대조구와 비교하여 유의성이 나타나지 않았다. 아가미에서는 노출 2주째에 대조구와 비교하여 모든 농도구에서 증가된 유의성을 나타내었으며 3주째는 100 $\mu\text{g/L}$ 이상에서 활성이 변동되었다. GPx의 결과에서 소화선은 노출 1주째에 20 $\mu\text{g/L}$ 이상에서 활성이 감소되어 나타났으며, 2·3주째에서는 10 $\mu\text{g/L}$ 이상에서 감소된 유의성이 나타났다. 아가미는 노출 1주째에 100 $\mu\text{g/L}$ 이상에서 감소된 유의성이 나타났으며 노출 2주째는 200 $\mu\text{g/L}$ 에서만 활성이 감소하였다. 3주째는 활성이 나타나지 않았다. GST의 결과에서 소화선은 1주째는 대조구와 비교하여 유의성이 없었으며 노출 2주째에 100 $\mu\text{g/L}$ 에서 활성 증가가 나타났고, 3주째에서는 유의성이 없었다. 아가미에서는 노출 1주째에 10과 20 $\mu\text{g/L}$ 에서 활성이 증가하였고 노출 2주째는 20 $\mu\text{g/L}$ 에서 증가하였으며 3주째는 유의성이 없었다. GR의 결과에서 소화선과 아가미는 동일하게 1주째에 200 $\mu\text{g/L}$ 에서 활성 증가, 2주째에서는 100 $\mu\text{g/L}$ 이상에서 활성 증가가 나타났으며, 3주째는 유의성이 없었다.

참고문헌

- Courtois, E., Marques, M., Barrientos, A. 2003. Lead-induced down regulation of soluble guanylate cyclase in isolated rat aortic segments mediated by reactive oxygen species and cyclooxygenase-2. J. Am. Soc. Nephrol. 14, 1464~1470.
- Ramade, F. 1992. Précis d'Écotoxicologie. Masson., Paris. pp300.
- Schutzendübel A., Schwanz, P., Teichmann, T., Gross, K., Langenfeld, H. R., Godbold, D. I., Polle, A. 2001. Cadmium-induced change in antioxidative system, hydrogen peroxide content and differentiation in scots pine roots. Plant. Physiol. 127, 887~898.
- Shin, P.K.S., A.W.M. Ng, R.Y.H. Cheung, 2002. Burrowing responses of the short-neck clam *Ruditapes philippinarum* to sediment contaminants. Marine Pollution Bulletin. 45, 133~139.