

옥시테트라사이클린의 전복박리 성분

김위식 · 김 정 · 황두진 · 한종석* · 이시우* · 최동익* · 임상민** · 오명주***†

전남대학교 수산과학연구소, *전남대학교 수산해양대학, **한국수산자원관리공단, ***전남대학교 수산생명의학과

Component of oxytetracycline on exfoliation of abalone, *Haliotis discus hannai*

Wi-Sik Kim, Jung Kim, Doo-Jin Hwang, Jong-Seok Han*, Si-Woo Lee*, Dong-Ik Choi*,
Sang-Min Lim**, and Myung-Joo Oh***†

The Fisheries Science Institute, Chonnam National University, Yeosu 556-901, Korea

*College of Fisheries and Ocean Science, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

**Korea Fisheries Resources, Busan 612-020, Korea

***Department of Aqualife Medicine, College of Fisheries and Ocean Science, Chonnam National University,
Yeosu 550-749, Korea

Exfoliation of fouling abalone, *Haliotis discus hannai* from shelters by commercial oxytetracycline (OTC) was observed in culture farms. In the present study, different components of OTC for exfoliation of abalone were investigated to understand how to work. Abalone were detached from shelter in 14,000 ppm of commercial OTC (main ingredients of OTC: OTC-hydrogen chloride (HCl), 50%; glucose, 49%; blue pigment, <1%), but not below 8,000 ppm. A 95% of exfoliation rate was observed in OTC-HCl (7,000 ppm, pH 2.8) but no exfoliation in OTC-HCl (7,000 ppm, pH 5.0), glucose (7,000 ppm) or blue pigment (140 ppm). Moreover 100% exfoliation rate was observed in HCl-seawater of pH 2.8. These results indicate that HCl is the component resulting in exfoliation of the fouling abalone. Abalone was detached in HCl solution (pH 2.5-3.2) within 2 min. However, a lower pH and longer treatment resulted in delayed recovery of the detached abalone. Thus, exfoliation of fouling abalone can be achieved by a low pH treatment with cautious handling.

Key words : Abalone, Exfoliation, Oxytetracycline, pH, HCl

국내 전복양식 산업은 종묘생산 기술이 발달되고 해상가두리양식이 보편화되면서 2000년 20톤이던 전복 생산량이 2010년 6,228톤으로 급격하게 증가하였다(어업생산통계 시스템, 2011).

전복은 어류와 달리 부착생활을 하기 때문에 전복 양식 과정에서 선별, 밀도조절, 표지작업, 출하 등을 위해 부착된 전복을 부착판에서 박리하는 작업이 필

요하다. 이 경우 전복의 수가 많을수록 박리하는 데에 시간과 노력이 많이 필요하며, 또한 전복을 박리할 때 발생하기 쉬운 물리적인 손상으로 인해 전복이 대량 폐사되는 경우가 있다.

전복을 안전하게 박리하기 위해 다양한 연구가 수행되어 여러 박리방법들이 개발되었다(杉山과 田中, 1981; 노, 1988; White *et al.*, 1996; 최 등, 1997; 1998; 한 등, 2003). 화학적인 방법으로는 요소비료($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), 파라아미노안식향산에틸($p\text{-H}_2\text{NCOOH}$), 탄산가스,

†Corresponding author: Myung-Joo Oh

Tel and Fax: +82-61-659-7173

E-mail: ohmj@chonnam.ac.kr

황산마그네슘(MgSO₄), 2-phenoxyethanol 등을 이용한 방법들이 개발되어 있으며, 물리적인 방법으로는 흔들 처리법, 전복의 습성을 이용한 야간 박리법 등이 개발되어 있다. 하지만 이들 박리방법은 효율성 및 안정성 측면에서 단점이 있어 현장에 적용하는데 한계가 있거나, 일부 화학물질들은 발암성 물질이거나 항정신성 약품으로 규제 대상이기 때문에 사용에 많은 장애요인이 되고 있다.

최근 전복 양식현장에서는 수산용 항생제인 옥시테트라사이클린(Oxytetracycline, OTC)에 노출된 전복은 부착판에서 박리되는 현상이 관찰되었다. 본 연구에서는 수산용 OTC의 전복박리 성분을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

전라남도 여수시에 위치한 전남대학교 수산과학 연구소에서 생산된 참전복, *Haliotis discus hannai* 치패(각장 1-1.5 cm)를 실험에 사용하였다. 전복은 실험 2일전에 불투명 파판(10×14 cm²)에 20마리씩 부착시켜 수온 24-25°C에서 사육되었다.

상업용 OTC의 전복박리 성분을 조사하기 위해 상업용 OTC (OTC 농도: 50%, 우성양행, 한국) 및 OTC의 주요성분인 OTC-HCl, 포도당 및 식용색소(청색 1호)를 실험에 사용하였다. 박리실험은 각각의 성분들을 여과된 해수에 녹여(상업용 OTC의 농도: 200- 14,000 ppm, OTC-HCl: 7,000 ppm, 포도당: 7,000 ppm, 청색색소: 140 ppm) 2 L 수조에 첨가한 후 파판에 부착된 전복을 침지시켜 박리 효과를 조사하였다. OTC-HCl의 박리 성분을 조사하기 위해 OTC-HCl (농도: 7,000 ppm, pH 2.8), OTC-HCl (7,000 ppm, pH 5) 및 HCl (pH 2.8)이 들어있는 여과 해수에 전복을 침지시켜 박리효과를 조사하였으며, 전복박리에 요구되는 HCl

의 농도와 처리시간에 따른 박리 및 회복 효과를 조사하기 위해 HCl이 들어 있는 여과해수(pH 2.5-4)에 전복을 5분 이내로 침지시켰다. 박리 효과는 전복이 파판에서 1분 동안 90% 이상이 탈락되면 박리되었다고 설정하였다. 회복 효과는 박리된 전복을 패각을 저면으로 향하게 놓은 후, 자력으로 몸을 180도 회전하여 원래의 부착 상태로 유지되면 회복되었다고 설정하였고, 90% 이상이 회복될 때의 시간을 측정하였다.

결과 및 고찰

전복박리 효과를 나타내는 상업용 OTC의 농도를 조사하기 위해 200 ppm (순수 OTC 농도: 100 ppm), 2,000 ppm (1,000 ppm), 8,000 ppm (4,000 ppm), 14,000 ppm (7,000 ppm)의 농도로 전복을 침지시킨 결과, 14,000 ppm에서는 100%의 박리율을 보였으나 8,000 ppm 이하의 농도에서는 박리 효과가 나타나지 않았다(data not shown). 상업용 OTC에는 OTC-HCl (50%), 포도당(49%), 청색색소(1% 이하) 등이 함유되어 있어, 상업용 OTC의 전복박리 성분을 조사하기 위해 7,000 ppm의 OTC-HCl, 7,000 ppm의 포도당, 140 ppm의 청색색소 농도에 대한 전복 박리효과를 조사하였다(Table 1, Exp. 1). 포도당과 청색색소로 처리한 실험구에서는 전복박리 효과가 나타나지 않았으나 OTC-HCl로 처리한 실험구에서는 95%의 박리율이 나타났다. 상업용 OTC를 사용한 양성 대조구(순수 OTC 농도: 7,000 ppm)에서는 100%의 박리율이 관찰되었다. 이상의 결과로 OTC-HCl은 전복 박리와 밀접한 연관성이 있는 것으로 확인되었다.

OTC-HCl의 박리 성분을 조사하기 위해, 7,000 ppm의 OTC-HCl 농도에 대한 pH를 측정한 후 해수에 HCl을 첨가하여 동일 pH에 대한 전복박리 효과를 조사하였으며, 또한 OTC-HCl (7,000 ppm)에 1N NaOH를 첨가하여 pH를 중화시킨 후 전복박리 효과를 조사하였

다(Table 1, Exp. 2). 7,000 ppm의 OTC-HCl의 pH는 2.8로 나타났으며, OTC-HCl (pH 2.8) 처리구에서는 95%의 박리율이 나타났다. 그러나 pH 5의 OTC-HCl (7,000 ppm)에서는 박리 효과가 관찰되지 않았다. pH 2.8과 pH 5의 실험구는 동일한 농도의 OTC가 포함되어 있음에도 불구하고 전복박리 효과가 뚜렷하게 구분되는 것으로 보아 OTC 성분은 전복 박리 효과와 관련이 없는 것으로 확인되었다. 더욱이 pH 2.8의 HCl 처리구에서는 100%의 박리 효과가 나타나는 것으로 보아, 전복은 상업용 OTC에 함유되어 있는 HCl에 의해 부착판에서 박리되는 것으로 확인되었다. 양식 현장에서는 상업용 OTC 이외에도 비타민 C가 전복 박리에 효과를 나타내는 것으로 확인되었는데, 이는 상업용 OTC와 동일한 원리로 비타민 C에 포함된 HCl에 의해 박리되는 것으로 확인되었다(data not shown).

전복박리에 요구되는 HCl의 농도와 처리시간에 따른 박리 및 회복 효과를 조사하기 위해, 전복을 pH 2.5-4의 HCl 농도에서 5분 이내로 처리하였다(Table 1, Exp. 3). pH 4로 5분간 처리한 실험구에서는 전복박리 효과가 나타나지 않았으나 pH 3.5에서는 5%의

전복이 박리되었다. pH 3.2, 3.0, 2.5에서는 각각 1분 50초, 35초, 23초에서 100%의 박리율이 나타났다. 회복 효과를 조사한 결과에서는 pH 3.2에서 2분간 처리한 실험구에서는 2분 40초 후에 회복되었으며, pH 3에서 35초 및 1분간 처리한 실험구에서는 2분 20초 이내에 회복되었고 2분간 처리한 경우 4분 후에 회복되었다. pH 2.5로 23초 처리한 실험구에서는 4분 40초 후에 회복되었으나, 1분간 처리한 실험구에서는 10분이 경과되어도 회복되지 않았다. 이상의 결과로 전복은 pH 3.2 이하의 범위에서 2분 이내로 박리되며, 처리시간이 짧을수록 회복이 빠른 것으로 확인되었다.

전복 박리법으로는 요소비료, 파라아미노안식향산에틸, 탄산가스, 황산마그네슘, 2-phenoxyethanol 등을 이용한 박리법, 흔들 처리법, 전복의 습성을 이용한 야간 박리법 등이 보고되어 있다(杉山과 田中, 1981; 노, 1988; White *et al.*, 1996; 최 등, 1997; 1998; 한 등, 2003). 그중에서도 요소비료 및 파라아미노안식향산에틸을 사용한 전복 박리법은 이전에 많은 종묘장에서 사용되었다. 한 등(2003)의 연구에 따르면, 9-15%의 요소비료로 처리한 전복은 3분 이내에 90% 이상이 박리되며 90% 이상이

Table. 1. Exfoliation and recovery of abalone by treatment with components of oxytetracycline (OTC)

Exp.	Component	Concentration (ppm)	pH	Exfoliation		Recovery treated time → recovery time
				treated time	rate % (detached no./ total no.)	
Exp. 1	Glucose	7,000		1 min	0% (0/20)	
	Blue pigment	140		1 min	0% (0/20)	
	OTC-HCl	7,000		1 min	95% (19/20)	
	Commercial OTC (50% OTC)	14,000 (7,000)*		1 min	100% (20/20)	
	Seawater	0		1 min	0% (0/20)	
Exp. 2	OTC-HCl	7,000	2.8	1 min	95% (19/20)	
	OTC-HCl	7,000	5	1 min	0% (0/20)	
	HCl		2.8	1 min	100% (20/20)	
Exp. 3	HCl		4	5 min	0% (0/20)	NT
			3.5	5 min	5% (1/20)	NT
	HCl		3.2	1 min 50 sec	100% (20/20)	2 min → 2 min 40 sec
	HCl		3	35 sec	100% (20/20)	35 sec → 2 min, 1 min → 2 min 20 sec, 2 min → 4 min
	HCl		2.5	23 sec	100% (20/20)	23 sec → 4 min 40 sec, 1 min → more 10 min

*: pure OTC concentration
NT: not tested

5-13분 사이에 회복된다고 보고하였다. 최 등(1997)의 연구에서는 50-300 ppm의 파라아미노안식향산에틸에 탈에 처리된 전복은 4-12분 사이에 90% 이상이 박리되었고 박리된 전복은 20-210분 사이에 회복된다고 보고 하였다. 본 연구의 결과에서는 pH 3-3.2로 처리된 전복은 2분 이내에 100%의 박리가 가능하며, 2분간 처리하여도 4분 이내에 회복이 가능하므로, 본 박리방법은 양식현장에서 실용적으로 사용 가능할 것으로 사료된다. 그러나 pH가 낮거나 처리시간이 길어질수록 회복 시간이 늦어 지므로, 현장 적용시 처리시간 및 pH의 농도에 대해 각별한 주의가 요구된다. 향후 연구로서 pH에 의한 독성 박리기작에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

전복 양식현장에서 수산용 항생제인 옥시테트라사이클린(Oxytetracycline, OTC)에 노출된 전복은 부착판에서 박리되는 현상이 관찰되었다. 본 연구에서는 수산용 OTC의 전복박리 성분을 규명하고자 하였다. 전복은 14,000 ppm의 OTC 농도(수산용 OTC 성분: OTC-HCl; 50%, 포도당; 49%, 청색색소; 1% 이하)에서 100% 박리되었으나 8,000 ppm 이하의 농도에서는 박리되지 않았다. 95%의 박리율은 7,000 ppm의 OTC-HCl (pH 2.8)에서 나타났으나, 7,000 ppm의 OTC-HCl (pH 5.0), 7,000 ppm의 포도당 및 140 ppm의 청색색소에서 는 박리 효과가 나타나지 않았다. 더욱이 100%의 박리율은 HCl (pH 2.8)에서 나타나, 전복은 상업용 OTC에 함유되어 있는 HCl에 의해 부착판에서 박리되는 것으로 확인되었다. 전복은 HCl (pH 2.5-3.2)에서 2분 이내에 박리되었으나 pH가 낮거나 처리시간이 길어질수록 회복이 느린 것으로 확인되었다. 이상의 결과, 낮은 pH는 전복박리에 유용하게 사용될 수 있으나, 처리시간 및 pH의 농도에 대해 각별한 주의가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 2011년 전남대학교 수산과학연구소의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

- White, H.I., Hecht, T. and Potgieter, B.: The effect of four anaesthetics on *Haliotis midue* and their suitability for application in commercial abalone culture. *Aquaculture*, 140: 145-151, 1996.
- 杉山 元彦, 田中 彌太郎: 炭酸가스麻酔によるアワビ稚貝の剥離について. *養殖研報* 3: 37-44, 1981.
- 노 삼: 참전복, *Haliotis discus hannai* Ino의 종묘생산에 관한 연구. 부경대학교 대학원 박사학위 논문 87-101, 1988.
- 어업생산통계시스템: <http://fs.fips.go.kr/main.jsp>, 2011.
- 최상덕, 김호진, 서해립, 서호영, 양문호, 황성일: 양식산 참전복(*Haliotis discus hannai*)에 대한 리도카인 및 MS-222의 박리효과. *한국어병학회지*, 11: 35-41, 1998.
- 최상덕, 정성채, 김호진, 공용근, 백재민, 최규정: 온도구간별 파라아미노안식향산에틸과 담수에 의한 양식산 참전복(*Haliotis discus hannai*) 치패의 박리 및 마취회복에 관한 연구. *한국양식학회지*, 10: 281-288, 1997.
- 한석중, 김봉래, 원승환, 김재우: 농업용 요소비료를 이용한 까막전복, *Haliotis discus Reeve* 마취 및 박리효과. *한국양식학회지*, 16: 223-228, 2003.

Manuscript Received : June 21, 2012

Revised : July 27, 2012

Accepted : July 28, 2012