

다슬기(*Semisulcospira libertine*)의 미생물 오염도 평가 및 해감 제거공정에 따른 저감화 효과

최만석^{1,2} · 전은비^{1,2} · 최승호³ · 방현조³ · 박신영^{1,2*}

¹경상대학교 해양산업연구소, ²경상대학교 해양식품생명의학과, ³한국쓰리엠 주식회사

Investigation of Microbial Contamination in *Semisulcospira libertine* and Evaluation of Its Reduction Effects by Sediment Removal Treatment

Man-Seok Choi^{1,2}, Eun Bi Jun^{1,2}, Seungho Choi³, Hyeon-Jo Bang³, Shin Young Park^{1,2*}

¹Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea

²Department of Seafood and Aquaculture Science, Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea

³3M Korea Ltd., Health Care Business, Seoul, Korea

(Received April 29, 2019/Revised June 3, 2019/Accepted June 13, 2019)

ABSTRACT - In this study, microbial contamination *semisulcospira libertine* and effect of sedimentation treatment of major bacterial and fungal pathogens were investigated. The total aerobic bacteria, coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and yeast and mold present in raw and water-dipped *Semisulcospira libertine* were enumerated using the standard plate count methods on using the standard plate method on potato dextrose agar (PDA), 3M Petrifilm for coliforms / *E. coli*, 3M Petrifilm for *S. aureus*, and plate count agar (PCA), respectively. In analysis of microbial contamination of raw *Semisulcospira libertine*, the total aerobic bacteria, coliforms, and yeast and mold were monitored as 6.40, 2.70, and 6.79 log₁₀CFU/g, respectively. Both *E. coli* and *S. aureus* were not detected (detection limit: 10 CFU/g). However, *Semisulcospira libertine* dipped in ground water for 3 hours had higher contamination levels of all natural indigenous microorganisms than raw *Semisulcospira libertine*. Especially, *E. coli* was detected as 2.46 log₁₀CFU/g in the ground water-dipped *Semisulcospira libertine*. The total aerobic bacteria in the ground water-dipped *Semisulcospira libertine* was not significantly reduced ($p>0.05$) compared to that in the raw *Semisulcospira libertine*. Moreover, coliforms were significantly increased ($p>0.05$) in all water-dipped *Semisulcospira libertine*. Only fungi were slightly reduced (less than 0.2 log) ($p>0.05$) in the tap water-dipped *Semisulcospira libertine* by comparison with the raw *Semisulcospira libertine*. The results of this study suggest that the use of chemical sterilizing agents and other physical methods in the washing stage will be necessary for the microbial reduction in raw *Semisulcospira libertine* because the use of sediment removal treatment by ground or tap water did not affect the microbiological safety of the raw *Semisulcospira libertine*.

Key words : *Semisulcospira libertine*, Microbial contamination, Sediment removal treatment, Ground water, Tap water

다슬기는 우리나라의 강, 호수, 계곡 등에 널리 서식하고 있는 민물고둥류로서 옛날부터 건강보조식품으로서 기호도가 높은 유용 수산자원이다. 우리나라에서는 주로 삶아서 가식부를 그대로 섭취하거나 탕, 찜 무침으로 조리하여 식용하는 등 다양한 방법으로 이용되며, 소화에 도

움을 주고 간을 보호하며 빈혈증에 효과가 있다고 보고된 바 있다¹⁾. 또한, 동의보감 및 본초강목에서는 간염, 간경화, 지방간의 치료와 개선에 좋고, 신경통 완화, 숙취해소, 갈증 해소에 효과가 있다고 기술되어 있다^{2,3)}. 다슬기의 경우 국내에서 연간 2000여 톤이 소비되고 절반이상이 수입에 의존한다. 국내 생산량은 2014년 기준 737톤이며, 추정 생산량과 품종별 실태조사 가격을 기준으로 지역별 다슬기 생산 금액을 추정하면 약 148억원으로 판명되었다⁴⁾. 지역별로는 충청도, 전라도, 경상도가 40억 원대를 형성하고 있으며, 충북과 경북 지역에서는 내수면 어업 대표 품

*Correspondence to: Shin Young Park, Dept. of Seafood and Aquaculture Science, Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea
Tel: 82-55-772-9143, Fax: 82-55-772-9149
E-mail: sypark@gnu.ac.kr

목으로 지정하고 생산량을 늘려 산업적으로 육성하고 있다⁵⁾. 그러나 다슬기는 생활하수, 농약 등 수질오염과 무분별한 하천정비 등으로 인해 자연산 다슬기의 생산량이 급격히 줄어들고, 최근 과도한 채집으로 그 수가 더욱 줄어들고 있다. 최근 제약 및 식품가공회사들도 다슬기로부터 약리 물질 추출에 관심을 가지고 있어 다슬기의 생산량이 일정하게 확보 가능하다면 다슬기 가공 산업도 활성화될 것으로 사료된다⁶⁾. 이러한 이유로 과거부터 다슬기 양식에 대한 다양한 시도가 있었지만, 다슬기는 서식환경, 특성, 종, 개체에 따라 상당량의 오염물질이 내부에 잔존하는 경우가 많아 다슬기 양식사업에 어려움을 겪었다. 이를 제거하고자 해수처리, 담수처리 및 염도를 조정한 담수처리 방법 등^{7,8)} 다양한 처리기법에 대한 연구가 이루어져 왔으며⁹⁾, 최근에 들어서야 양식 기술의 발달로 다슬기 양식 사업이 가능 해졌다. 효능과 부가가치에 따라 수요가 증가하고 있는 다슬기와 관련된 연구는 대부분이 그 생리적 특성 및 다슬기 자체의 성분 특성, 기능성과 관련되어 국내산 7종 다슬기 추출물의 생리활성 특성 비교¹⁰⁾, 한국산 다슬기의 식품학적 성분 및 품질 특성¹¹⁾, 시판 국내산 및 수입산 다슬기의 일반 성분 및 지방산 조성¹²⁾, 한국산 다슬기류 5종의 항산화 활성¹³⁾, 다슬기 효소가수분해물의 항당뇨 활성 연구¹⁴⁾ 등에 집중되어 연구가 진행되어져 왔다. 그러나, 실제 다슬기를 이용한 식품 가공에 중요한 위생학적 측면에서의 미생물 오염도에 대한 연구와 그 저감화 방안에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 특히, 다슬기를 활용한 다양한 이용 가능성의 확대를 위해서는 산업적으로 이용하고 있는 다슬기 손질 방법인 해감 제거 공정에 대한 위생학적 안전성 분석이 필요하다. “해감 제거”란 바닷물 등에서 자라는 생물로부터 흙과 유기물이 씌어 생기는 냄새나 찌꺼기 등을 뺀내게 하는 공정으로 다슬기, 조개, 바지락 등 어패류에 주로 이용되는 전처리 과정이다¹⁵⁾. 실제 다슬기 원료를 이용하는 가공식품 제조 현장에서는 다슬기 원료의 해감 제거 공정에 지하수를 사용하는 것이 일반적이며 다슬기의 종묘생산 및 양성에도 지하수가 사용된다⁶⁾. 그러나 재래시장 등에서 소비자가 원료 다슬기를 구매시 해감 제거의 방법으로 가정용수인 상수를 사용한다. 다슬기의 해감 제거시, 물에 담긴 다슬기가 생육조건과 같은 환경이 되면 머금고 있던 토사를 배출하면서 이물질이 제거되고, 중금속 등의 화학적 오염물질을 배출되게 되므로 해감 처리는 다슬기의 손질시 반드시 선행되어야 한다.¹⁵⁾ 그러나 아직까지 다슬기 해감 제거 공정과 관련된 미생물 저감화 효과에 대한 연구는 전혀 없는 실정이다. 이에 본 연구는 국내에서 채취한 다슬기 중 잔존하는 자연균총(일반세균, 대장균군, 대장균, 진균, 황색포도상구균)의 정량적 오염도를 분석하고 해감 제거(지하수 및 상수)에 따른 자연균총의 저감화 효과를 조사하였다.

Materials and Methods

연구 재료

본 연구에서 사용한 다슬기 원료는 한 식품회사로부터 제공받아 사용하였다. 섬진강 1급수 청정수역에서 채취한 살아있는 자연산 원료 다슬기를 지하수와 상수에 3시간 동안 해감 제거하였다. 다슬기 원료와 해감 제거한 다슬기를 아이스박스에 담아 실험실로 가져와 사용하였다. 시료로 사용된 다슬기의 무게와 길이는 각각 $1.05(\pm 0.49)$ g, $2.18(\pm 0.47)$ cm이었다.

시료 준비

다슬기 원료의 미생물 오염도 평가를 위해 다슬기(껍데기 및 속 알맹이) 5 g에 멸균된 생리식염수 45 mL을 첨가하여 믹서기(MX-4300A, everhome)를 사용하여 30초간 균질화 하였다. 그리고, 지하수 또는 상수로 해감 제거한 다슬기 역시 같은 방법으로 균질화하여 사용하였다.

일반 세균

일반 세균 실험은 주입 평판 법(pour plate method)에 따라 다슬기 및 해감을 제거한 다슬기 원료를 각각 10진 희석법으로 희석한 후 희석액 1 mL을 petri dish에 분주하고 45-50°C 정도로 식힌 plate count agar (PCA, Difco Laboratories, USA)를 petri dish에 부어서 혼합해준다. 미생물의 증식은 표준천천평판배양법으로 37°C에서 48시간 배양한 후 15-300개의 집락을 형성한 배지만 계수하여 \log_{10} CFU/g으로 나타냈다.

대장균군 및 대장균

대장균군 및 대장균은 다슬기 원료와 해감 제거한 다슬기를 각각 대장균군/대장균 3M Petrifilm (Coliform/*E.coli* Count Plate, 3M Korea)에 10진 희석법으로 희석한 후 희석액 1 mL를 접종하고 35°C에서 24±2시간 동안 배양하여 대장균군은 붉은 집락 중 기포를 형성한 집락을 계수하고, 대장균은 주위에 기포를 형성한 푸른 집락의 수를 계수하였다.

황색포도상구균

황색포도상구균은 다슬기 원료를 황색포도상구균용 3M Petrifilm (Staph Express, 3M Korea)에 10진 희석법으로 희석한 후 희석액 1 mL를 접종하고 36±1°C에서 24시간 배양한 후 적자색으로 나타난 집락을 계수하였다. 이 때 검은색, 푸른색 등의 집락은 Disc를 삽입하여 35°C에서 1-3시간 더 배양 후 분홍색 영역을 생성하는 집락을 계수하였다.

효모 및 곰팡이

효모 및 곰팡이는 다슬기 원료와 해감을 제거한 다슬기

를 10진 희석법으로 희석한 후 희석액 1 mL을 petri dish에 분주하고 potato dextrose agar (PDA, Difco Laboratories, USA)에 도말하였다. 미생물 증식은 25°C에서 5-7일간 배양한 후 표준한천평판배양법에 따라 15-300개의 집락을 형성한 배지만 계수하여 log₁₀CFU/g으로 나타냈다.

통계분석

모든 실험은 3반복으로 수행되었으며 관찰된 실험 결과는 SPSS 25 (IBM SPSS Statistics, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 이용하여 분석하였다. 각각의 실험군이 통계적으로 유의적으로 나타나는 경우에(p<0.05) 각각의 3반복 실험에 의한 평균값을 다중위검정법(Duncan Multiple-Range Test)을 이용하여 분리하였다.

Results and Discussion

다슬기 원료 중의 미생물 오염도 분석

원료 다슬기의 미생물 오염도 분석은(Table 1) 과 같다. 일반세균수는 식품의 안전성, 보존성 등을 종합적으로 평가할 수 있는 항목인데, 일반세균 실험 결과 다슬기 원료에 6.40 log₁₀CFU/g로 측정되었다. Solberg 등(1990)에 따르면 미생물적 안전기준치가 일반세균수 6 log₁₀CFU/g이하 기준임을 감안하면, 본 연구에서는 일반 세균 수 6.40 log₁₀CFU/g로 기준치를 초과하였다¹⁶⁾. 일반적으로 식품에 7~8 log₁₀CFU/g 정도의 일반세균이 존재할 경우, 이것이 원인이 되어 다른 식품과의 복합적인 작용 또는 면역기능이 약한 사람에게는 병원성이 없는 세균이라 할지라도 식중독을 일으킬 가능성이 큰 것으로 알려졌다¹⁷⁾. 대장균군은 식품의 *Shigella* spp., *Salmonella* spp., *Escherichia* spp., *Vibrio* 등과 같은 장내 병원성 세균의 존재 가능성을 나타내는데, 대장균군 실험결과 다슬기 원료에는 2.70 log₁₀CFU/g로 측정되었다¹⁸⁾. Solberg 등(1990)이 제시한 대장균군 3 log₁₀CFU/g 이하 기준과 비교했을 때, 본 연구에서는 그

이하로 검출되었지만 기준치에 가까워 장내 병원성세균이 포함되어 있을 가능성이 높아 위생적 처리가 필요함을 알 수 있다¹⁶⁾. 미생물 독소를 생산하여 그 독소에 의한 피해를 발생시킬 수 있는 곰팡이와 부패의 원인이 되어 보존성의 문제를 일으키는 효모는 다슬기 원료 중 진균검사를 통하여 6.79 log₁₀CFU/g로 측정되었다¹⁸⁾. 다슬기 원료 중의 진균의 오염도는 물 중의 곰팡이와 관련된것으로 간주된다. 물에서 *Saprolegnia*, *Achlya*, *Aphanomyces*, *Calyptratheca*, *Thraustotheca*, *Leptolegnia*, *Pythiopsis* 및 *Leptomitogenera*의 8종의 곰팡이 속(Species)이 흔히 관찰되고 있다¹⁹⁾. 이들은 물이나 토양 중의 식물체 또는 동물체에 부생성을 나타내는데 이 8종을 흔히 물곰팡이(water mold)라고 한다. 이 중 *Saprolegnia* spp., *Achlya* spp., 및 *Aphanomyces* spp. 이 세 가지 속이 다슬기를 포함한 담수 패류에서 발견되는 물곰팡이병 원인 진균이다^{19,20)}. 본 연구에서 검출된 다슬기의 진균 또한 *Saprolegnia* spp., *Achlya* spp., 및 *Aphanomyces* spp. 이 중 하나 또는 그 이상의 속이라 예상된다. 특히, *S. prasinica*는 독성이 강하여 ‘Winter kill’의 원인체이며 50%이상의 폐사를 유발하기도 한다. 국내의 담수 패류와 관련된 수생 진균에 대한 연구는 아직도 미흡한 실정이라, 추후 다슬기와 연관된 수생진균(곰팡이)에 관한 연구도 필요하리라 사료된다²⁰⁾. 장독소를 생성해 독소형 식중독의 주 원인균이며, 위장 염증을 유발하여 환경에 대한 저항성이 커서 자연계에 널리 존재해 식품에서 쉽게 문제를 일으킬 수 있는 황색포도상구균은 다슬기 원료에서 검출되지 않았다(Table 2)¹⁸⁾.

다슬기 원료의 해감 처리에 따른 미생물 저감화 효과

해감 제거 공정이란 이미 어패류 및 담수 패류를 깨끗한 물에 담가 바닷물 등에서 흙과 유기물이 섞여 생기는 냄새를 제거하는 과정이다. 자연의 다슬기는 숨을 쉬거나 먹이를 먹기 위해 물을 들이마셨다가 뱉는 과정에서 껍질 내부에 토사를 축적하게 된다. 그래서 다슬기를 먼저 깨끗한 물에 담가두면, 다슬기가 깨끗한 물만 들이마셨다가

Table 1. Microbial contamination analysis of *Semisulcospira libertine*

	Mean ±SD of bacterium (log ₁₀ CFU/g)				
	Total aerobes	Coliforms	<i>E. coli</i>	Yeast & Mold	<i>S. aureus</i>
Non-treated	6.40±0.08	2.70±0.08	ND	6.79±0.02	ND

ND (not detected) at <10 CFU/g for *E. coli* or *S. aureus*.

Table 2. Effect of sediment removal treatment on *S. aureus* in *Semisulcospira libertine*

	Mean ±SD of bacterium (log ₁₀ CFU/g)		
	Non-treated	Treated with underground water	Treated with tap water
<i>S. aureus</i>	ND	ND	ND

ND (not detected) at <10 CFU/g for *S. aureus*.

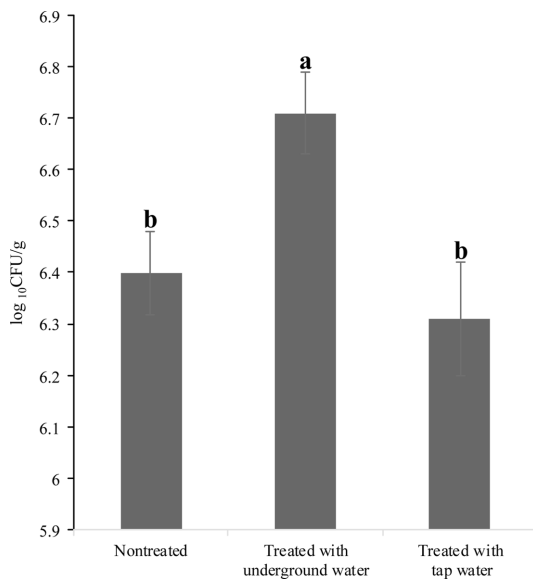


Fig. 1 Effect of sediment removal treatment on total aerobic bacteria in *Semisulcospira libertine*. Means with different letters (a, b) differ significantly ($p < 0.05$) by Duncan's multiple-range test at the 5% level of probability.

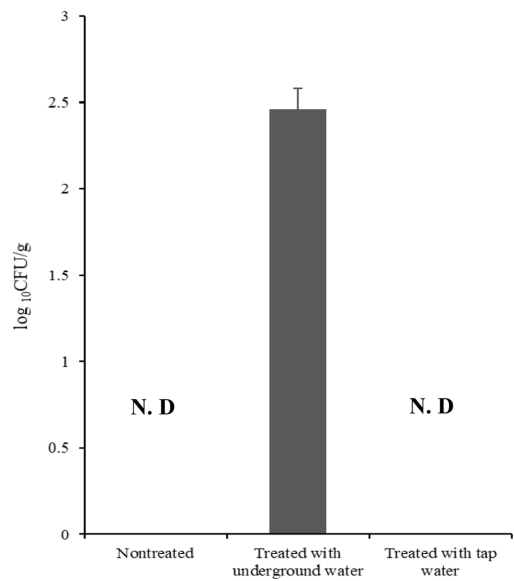


Fig. 3 Effect of sediment removal treatment on *E. coli* in *Semisulcospira libertine*. N.D (not detected) at < 10 CFU/g for *E. coli*.

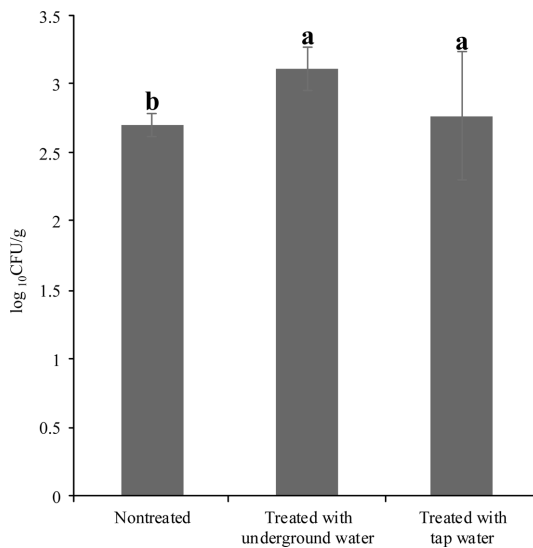


Fig. 2 Effect of sediment removal treatment on coliforms in *Semisulcospira libertine*. Means with different letters (a, b) differ significantly ($p < 0.05$) by Duncan's multiple-range test at the 5% level of probability.

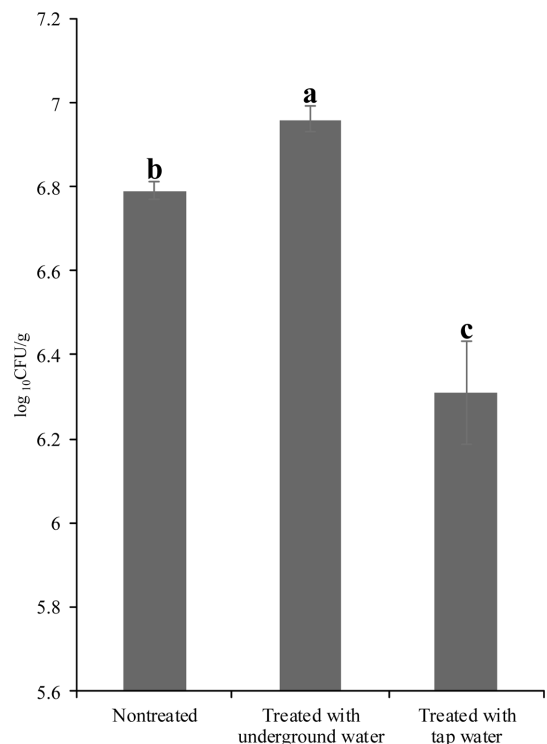


Fig. 4 Effect of sediment removal treatment on yeast and mold in *Semisulcospira libertine*. Means with different letters (a-c) differ significantly ($p < 0.05$) by Duncan's multiple-range test at the 5% level of probability.

백게 되므로 다슬기 내부의 토사가 밖으로 배출된다^{21,22}. 다슬기의 해감 제거 공정이 위생학적인 측면에서 자연균총(일반세균, 대장균군, 대장균, 진균)의 저감화 효과가 있는지 Fig. 1, 2, 3 및 4에 각각 나타내었다. 지하수로 해감을 제거한 다슬기의 경우 일반세균이 원료 다슬기보다 유의적으로 높았으며($p > 0.05$), 상수로 해감 제거한 다슬기는 원료 다슬기와 같은 수치였다($p < 0.05$). 대장균군의 경우

지하수 및 상수로 해감을 제거한 다슬기는 원료 다슬기에 비해 유의적으로 높은 수치가 나왔다($p > 0.05$). 또한, 지하수로 해감 제거한 다슬기는 원료 다슬기에서 검출되지 않

있던 대장균도 검출되었다. 상수로 해감 제거한 다슬기의 대장균은 검출되지 않았다. 진균류(효모 및 곰팡이)는 지하수로 해감 제거한 다슬기가 원료 다슬기보다 유의적으로 높게 검출되었으며($p>0.05$), 상수로 해감 제거한 다슬기는 원료 다슬기보다 유의적으로 적게 검출되었다($p>0.05$). 다슬기의 해감 제거 공정은 다슬기 체내의 이물질 제거를 위해 다슬기를 지하수 또는 상수에 3시간 담가 놓는 방법이다. 그러나, 본 연구 결과 실제 다슬기 산업현장에서 이루어지는 지하수에 의한 다슬기의 해감을 제거하는 공정이 오히려 미생물학적으로는 품질 저하를 불러일으켰는데, 이는 지하수에 대한 미생물 분석시, 일반세균수가 $1.28 \log_{10}\text{CFU/mL}$ 로 검출되었으며, 특히 장마철에는 지하수 오염의 우려가 높다는 Kim (2012)의 연구결과를 토대로 지하수로 다슬기의 해감을 제거하는 공정이 오히려 더 높은 미생물 오염을 불러일으킬 수도 있다는 것을 판단할 수 있었다²³). 또한, 본 연구 결과 상수로 다슬기의 해감을 제거하는 공정 역시 위생학적으로 권장할 만한 방법이 아니라는 결과를 알 수 있었다. 이러한 결과는 Kim 등(2012)의 연구를 통해서 단순 물세척만으로 식중독세균을 제거하기 어렵다는 것을 통해 알 수 있다^{24,25}). 또한, 본 연구 결과는 바지락의 초기 균수가 약 $3.28 \log_{10}\text{CFU/g}$ 이었으나, 바지락을 12시간 동안 해수가 담긴 수조에서 해감을 제거한 결과 최대 $4.1 \log_{10}\text{CFU/g}$ 로 초기 균수보다 더 오염된 결과를 나타내었는데 이러한 결과는 Song(2001)의 바지락의 토사 배출 연구와 유사하였다. 또한, Song(2001)은 해수를 유수시키지 않고 12시간 해감을 제거할 때에는 2~24% 폐사가 발생한다고 보고하였다. 다만, 초기 대장균수는 38~60 CFU/g이었으나, 12시간 해감 제거 후에는 검출되지 않았다고 보고하였다²¹). 그리고, Song(2001)의 동족의 토사 배출에 관한 연구에 의하면 동족의 초기 균수는 약 $4.26 \log_{10}\text{CFU/g}$ 이었던 것이 48시간 이후 약 $5.4 \log_{10}\text{CFU/g}$ 으로 증가되었으며, 대장균군 및 분변계 대장균은 일정한 수준으로 유지된다고 보고하였으며 이러한 결과는 본 연구와 유사하였다²²). 본 연구에서 지하수 및 상수로 해감 제거한 다슬기 중 상수로 해감 제거한 다슬기의 진균류를 제외하고는 원료 다슬기에 비해 유의적으로 더 높은 오염도를 나타내었다($p>0.05$). 이러한 결과는 해감 제거에 사용되는 물의 미생물학적 오염과 해감 제거 공정 시간이 길어짐에 따라 다슬기가 폐사하면서 부패취가 발생하기 때문으로 판단된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 선진외국에서는 속효성의 살균력과 인체에 무해한 전해수를 이용한 표면 살균 처리 및 세정 기술에 대한 연구가 진행되고 있다^{25,26}). 따라서, 지하수와 상수를 이용하는 해감 제거 공정만으로는 다슬기의 미생물학적 안전성을 확보하기 곤란하므로 화학적 살균소독제 및 기타 물리적 방법 등을 활용한 미생물학적 제어 연구가 필요할 것으로 사료된다²⁷).

Acknowledgments

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업의 연구결과입니다. 아울러 본 연구의 수행을 위해 건조 필름을 제공해 준 한국쓰리엠 주식회사에 감사드립니다.

국문요약

본 연구에서는 다슬기 중의 자연균총의 정량적 오염도 분석과 해감 제거 공정(지하수, 상수)에 따른 저감화 효과를 조사하였다. 다슬기 중의 일반세균, 대장균군과 대장균, 진균 및 황색포도상구균의 정량적 검출을 위해 표준평판법을 사용하여 각각 plate count agar (PCA), potato dextrose agar (PDA), 대장균군/대장균용 3M Petrifilm 및 황색포도상구균용 3M Petrifilm에 도말하여 집락을 계수하였다. 지하수와 상수 처리에 따른 이들 균의 저감화 정도 역시 동일한 방법으로 수행되었다. 다슬기 원료 중의 미생물 오염도 분석시, 일반세균, 대장균군 및 진균은 각각 6.40, 2.70 및 6.79 $\log_{10}\text{CFU/g}$ 로 조사되었다. 대장균과 황색포도상구균은 검출되지 않았다 (검출 한계: $< 1 \log_{10}\text{CFU/g}$). 그러나, 지하수로 해감 제거한 다슬기의 경우, 분석된 모든 미생물의 정량적 오염도가 원료 다슬기에 비해 높게 검출되었다. 특히 원료 다슬기에서 불검출이었던 대장균도 2.46 $\log_{10}\text{CFU/g}$ 검출되었다. 상수로 해감 제거한 다슬기의 일반세균은 유의적으로 저감화 되지 않았으며($p<0.05$), 대장균군은 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다($p>0.05$). 진균만이 약간의 저감화(0.2 log 이하)를 유의적으로 보였다($p>0.05$). 본 연구결과 지하수와 상수를 이용해서 해감 제거하는 공정만으로는 다슬기의 미생물학적 안전성을 확보하기 곤란한 것으로 판단된다.

References

1. Kim, Y.H., Lee, T.K., Cha, Y.S.: Studies of the nutritive component of black snail (*Semisulcospira libertina*). *J. Agric. Life Sci.*, **16**, 101-105 (1985).
2. Shim, T.H., Han, K.S., Lee, T.J., Cheong, E.H., Lee, H.K.: Composition of lipid and amino acid in *Semisulcospira lgorrschei* tissue. *J. Food Hyg. Saf.*, **9**, 81-87 (1994).
3. Kim, I.H.: An excellent means and principles of medical herbs. p. 29. In: Naturopathic medicine medical herbs. Kim, Y.S. (ed). Insandongcheon press., Hamyang, Korea (1999).
4. Kwon, O.K., Park, G.M., Lee, J.S.: Coloured shells of Korea. Academy Publishing Company, Seoul, Korea p. 445 (1993).
5. Song, J.H., Kang, J.H.: The current status and tasks of Marsh snail restocking project based on economic performance evaluation. *J. Fish. Mar. Sci. Educ.*, **28**, 450-455 (2016).
6. NIFS (National institute of fisheries science): Studies on

- Semisulcospira libertine* culture technology. Final Report (2003).
7. Mishra, R., Srdikar.: Depuration of meretrix casta. *Indian. J. Anim. Sci.*, **59**, 1360 (1990).
 8. Sangrungruang, K., Sahavacharin, S.: Deouration of some economically important bivalves in Thailand. *Asean. Food J.*, **4**, 101-106 (1990).
 9. Hong, S.P, Kim, D.S, Kim, Y.M.: Effect of water temperature, salt and MgCl₂ concentration on sand ejection characteristics of short Neck clam, *Luditapes philippinarum*, *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, **30**, 114-118 (1997).
 10. Kim, Y.K., Moon, H.S., Lee, M.H., Park, M.J., Lim, C.W., Park, H.Y., Park, J.I., Yoon, H.D., Kim, D.H.: Biological activities of seven *Melania snails* in Korea. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.* **42**, 434-441 (2009).
 11. Lim, C.W., Kim, Y.K., Kim, D.H., Park, J.I., Lee, M.H., Park, H.Y., Jang, M.S.: Comparison of quality characteristics of *Melania snails* in Korea. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.* **42**, 555-560 (2009).
 12. Moon, S.K., Kim, I.S., Lim, C.W., Yoon, N.Y., Jeong, B.Y.: Proximate and fatty acid compositions of commercial domestic and imported *Melania Snails Semisulcospira* sp. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, **48**, 977-981 (2015).
 13. Lee, M.H., Kim, Y.K., Moon, H.S., Kim, Y.A., Yoon, N.Y., Lim, C.W., Park, H.Y., Kim, D.H.: Antioxidant activities of five *Melania snails* of the genus *Semisulcospira* in Korea. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, **43**, 188-194 (2010).
 14. Pyo, S.E.: Anti-diabetic activation of enzymatic *Semisulcospira coreama* hydrolysates. MS thesis. Silla University Graduate School. Busan, Korea (2016).
 15. KFDA (Korean Food and Drug Administration): Comparatives studies on foreign countries` standards for the treatment of contaminants in food raw materials and efficient uses of raw materials. Final Report (2016).
 16. Solberg, M., Buckalew, J.J., Chen, C.C., Schaffner, D.W., O'Neil, K., Mcdowell, J., Post, L.S., Boderck, M.: Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *Food Technol.*, **44**, 68-73 (1990).
 17. Donnelly, C.W., Briggs, E.H.: Psychrotrophic growth and thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* as function of milk composition. *J. Food Prot.*, **49**, 994-998 (1986).
 18. Bibek, R. and Arun, B.: Fundamental food microbiology 4th ED. Bioscience Publishing Company, Gyunggi-do, pp. 17-28, 291-295 (2013).
 19. Lee, J.D, Jung, Y.K, Joo, W.H.: Mycological research. Sejong Book Publishing Company, Seoul, Korea pp. 107-144 (1994).
 20. Bruno, D.W., Wood, B.P.: *Saprolegnia* and other oomycetes. pp. 599-659. In: Fish Diseases and Disorders. Wood, P. T. K., Bruno, D. W. (eds). Wallingford., UK (1999).
 21. Song, K.C., Mok, J.S., Kang, C.S., Chang, D.S.: Sand elimination in shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum*, harvested from western coast of Korea. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, **34**, 179-183 (2001).
 22. Song, K.C., Mok, J.S., Kang, C.S., Chang, D.S.: Sand Elimination and Microbial Depuration in surf clam, *Mactra veneriformis*, Harvested from Western Coast of Korea. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, **34**, 184-189 (2001).
 23. Kim, H.S.: Microbial hazard analysis of manufacturing processes for Takju. MS thesis. Chung-Ang University Graduate School. Seoul, Korea (2016).
 24. Kim, S.R, Oh, K.W, Lee, M.H., Jung, C.S., Lee, S.H., Park, S.J., Park, J.H., Ryu, K.W., Kim, B.S., Kim, D.H., Yun, J.C., Chung, D.H.: Effect of electrolyzed water combined with ultrasound and organic acids to reduce *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* on Perilla Leaves. *J. Food Hyg. Saf.*, **27**, 264-270 (2012).
 25. Kim, C., Hung, Y.C., Brachett, R.E.: Efficacy of electrolyzed oxidizing(EO) and chemically modified water on different types of food-borne pathogens. *Int. J. Food Microbiol.*, **61**, 199-207 (2000).
 26. Zhou, B., Feng, H., Luo, Y.: Ultrasound enhanced sanitizer efficacy in reduction of *Escherichia coli* O157:H7 population on spinach leaves. *J. Food Sci.*, **74**, 308-313 (2009).
 27. Choi, J.I., Kim, H.J., Kim, J.H., Ahn, D.H., Chun, B.S., Lee, J.W.: Application of gamma ray irradiation to the microbiological safety of dried seafood products. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, **43**, 169-173 (2010).