

지표수 및 해수로부터 *Listeria monocytogenes*의 분리 및 생존성

양 주, 김도경¹, 강호조*

경상대학교 수의과대학/동물의학연구소, ¹경상남도 축산진흥연구소
(게재승인 : 2002년 7월 15일)

Recovery and Survival of *Listeria monocytogenes* in Surface and Sea Water

Ju Yang, Toh-Gyong Kim¹ and Ho-Jo Kang*

College of Veterinary Medicine and Institute of Animal Medicine,
Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

¹Kyongnam Livestock Promotion Institute, Chinju 660-360, Korea

(Accepted : July 15, 2002)

Abstracts : The study was carried out to examine the distribution and survival rate of *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*) from various source of waters using improved isolation method. In comparison of enrichment media for isolation of *L. monocytogenes* from water, the isolation rate and 50 % detection limit of the pathogen were higher in UVM modified *Listeria* enrichment broth (UVM) than *Listeria* enrichment broth (LEB). On the other hand, when compared the selective media for isolation of the pathogen from water, the isolation rate was highest in culture at Oxford agar followed by Fraser agar, and LEB agar. In order to improve enrichment method, 100 ml of water samples with 0.1 CFU/ml of *L. monocytogenes* was inoculated into 10 ml of UVM concentrated at 10-fold, and incubated for 24 h at 36 °C. Isolated frequency of the pathogens in improved enrichment method completely corresponded with common (filter) method. Of a total number of 147 water samples from river, lake and sea, the pathogen was isolated from 1 of 39 (2.6%) river water samples and 1 of 75 (1.3%) sea water samples, but no pathogen was isolated from 33 lake water samples. Serotypes of 2 isolates were identified as type 1. *L. monocytogenes* decreased in number from 7.2-7.4 to 4.2-4.7 log CFU/ml for 1 week poststorage (5 and 20 °C), but the pathogens were able to be detected in river and sea water until 8 weeks after storage. However, in tap water, *L. monocytogenes* were decreased to undetectable level after 2 weeks of storage.

Key words : *Listeria monocytogenes*, isolation, survival, surface water, sea water.

서 론

*Listeria monocytogenes*는 공통전파체인 식품을 매개로 하여 사람에서 집단발생 하면서부터 공중보건 상 중요한 병원체로 부각되었다^{1,2}. 이 균은 여러 종류의 수원

(水原)이나 식품시료^{3,4} 및 40 종류 이상의 동물로부터 분리된다^{5,6}. 이들 오염원의 대부분은 *Listeria* 감염증의 발생에 직접 관련되지 않을지라도 이 병원체는 인수공통 전염병의 원인균으로서 자연계에 널리 만연되어 있으며^{3,5,6}, 5 °C 이하의 저온에서 증식이 가능하기 때문에

* Corresponding author: Dr. Ho-Jo Kang, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea. (E-mail : hjkang@nongae.gsnu.ac.kr)

Listeria 감염증의 잠재적인 오염원이 될 수 있다^{7,8}. 사람에서 *L. monocytogenes*의 감염 균량 (ID₅₀)은 10²~10⁴ cell 수준이며⁹, 특히 임산부, 유아, 면역결핍환자 등에서는 감염균량이 비교적 낮기 때문에 이 세균에 대한 오염 방지는 식품공업에서 매우 중요시되고 있다¹⁰.

식품 등의 각종 시료 중에는 *Listeria* 균이 비교적 적게 존재하는 반면 경합하는 균이 많기 때문에 균을 분리하기 위해서는 증균배양이 필요하다¹¹. 식품으로부터 *L. monocytogenes*를 분리하는 방법은 흔히 Food and drug administration (FDA) 및 Food safety and inspection service (FSIS)의 기준에 따라 수행하고 있다¹¹⁻¹³.

증균배지로는 주로 *Listeria* enrichment broth (LEB), UVM modified *Listeria* enrichment broth (UVM) 등이, 선택분리배지는 Oxford agar, Fraser agar, modified McBride agar (MMA) 및 Lithium chloride- pheylethanol- moxalactam agar (LPM) 등을 사용하고 있다^{8,14}. 이들 배지는 식품 등의 재료로부터 *Listeria* 균을 분리하는데 좋은 배지로 추천되고 있으나, 물을 분리 재료로 한 증균 및 선택배지로서의 타당성을 조사한 연구는 찾아보기 어렵다. 현재 물에서 병원세균을 분리할 때는 대부분 100 ml의 물을 0.45 μm pore size membrane에 여과하거나, 원심 분리하여 얻은 재료를 증균 배양하여 분리 배양하는 방법을 사용하고 있다^{11,13,18}. 이들 방법은 시료의 처리과정이 복잡하고, 시간이 많이 소요되는 결점이 있기 때문에 보다 간편하고 효율적인 분리방법을 개발해야 할 필요성이 요구된다.

외국의 경우 *L. monocytogenes*는 강물, 지하수, 도시하수, 바닷물 등에서 0 ~ 24 %의 분리율을 나타내며, 도시하수의 유입이 주된 원인인 것으로 보고되어 있다¹⁵⁻¹⁹. 또한 이 균은 물, 퇴비 및 토양 등에서 1~5개월 동안 생존이 가능하고^{16,20,21}, 시판 어류 및 그 제품의 6.1 %가 이 균에 오염되었다는 보고²²로 미루어 볼 때 이 균에 오염된 수산식품을 섭취하는 것은 감수성 있는 사람에게 큰 위협이 될 수 있다. 국내에서는 식육 및 계육 등으로부터 *L. monocytogenes*를 분리하였다는 보고는 있으나 지표수에서의 분포 및 그 생존성을 연구한 보고는 찾아 볼 수 없다²³⁻²⁵.

본 연구에서는 지표수 및 해수로부터 *L. monocytogenes*의 분리를 위한 효과적인 방법을 규명하고, 이 병원체의 분포상태 및 생존성을 조사하여 *Listeria* 감염증의 역학적 기초자료를 제시코자 한다.

재료 및 방법

공시균주

사용한 균주는 *Listeria monocytogenes* Scott A (serotype

4b), HPB #503 (1/2b) 및 HPB #12 (1/2c)로서 캐나다 Health and Welfare에서 분양 받아서 -70 °C의 냉동고에 보존하였다. 사용 전에 각기 Tryptic soy broth (TSB, Difco)에 접종하여 37 °C에서 24시간 씩 3회 계대 배양한 후 같은 비율로 혼합하고 생리식염수로 희석하여 균수를 10⁸ CFU/ml 수준으로 하였다.

증균 및 선택배지의 종류에 따른 *L. monocytogenes*의 분리율 및 50 % 검출한계 비교

L. monocytogenes 3 균주를 혼합한 균 부유액을 1.5, 3.0 및 6.0 CFU/ml가 되게 희석한 시료를 9 ml의 LEB (Difco) 및 UVM (Difco)에 각기 1 ml씩 접종하고 30 °C에서 24~36시간 증균 배양한 다음 이 배양액 0.1 ml를 Oxford agar (Difco)에 배양하여 균 분리율과 50% 검출한계를 분석하였다²⁶. 선택배지에서는 1.5, 3.0 및 6.0 CFU/ml로 접종한 시료를 Oxford agar, Modified LEB agar (Difco) 및 Fraser agar (Difco)에 각기 0.1 ml씩 접종하고 37 °C에서 24~36시간 배양하여 균 분리율과 50% 검출한계를 조사하였다. 각 배지별 시료 수는 균 접종 수준 당 12개씩 총 36시료를 사용하였고, 대조로서 증균배지에는 Oxford agar를, 선택배지는 Trypticase soy agar (TSA)를 사용하였다.

지표수에서 *L. monocytogenes*의 분리를 위한 증균 배양법 개발

본 시험에서 시도한 방법은 세균 수를 0.1 CFU/ml로 희석한 시료 100 ml를 Stomacher 400 filter bag (Seward medical)에 취하고 여기에 10배로 농축하여 만든 UVM 10 ml를 첨가하여 30 °C에서 24~36시간 증균 배양하였다. 다음 이 배양액 0.1 ml를 Oxford agar에 배양하여 균 분리율을 조사하였다. 대조로는 물을 여과하여 증균하는 기존의 증균배양법, 즉 100 ml의 시료를 0.45 μm pore size membrane (Advantec)에 여과한 침전물을 증균하는 방법을 사용하였다.

지표수 및 해수에서 *L. monocytogenes*의 분리 및 동정 시험

강물, 저수지물 및 바닷물 총 147 시료로부터 *L. monocytogenes*를 분리하였다. 즉 시료 100 ml를 stomacher bag에 취하고 여기에 10배로 농축한 UVM을 10 ml씩 첨가하여 30 °C에서 24~48시간 증균한 다음 이 배양액 0.1 ml를 Oxford agar 평판에 도말하여 37 °C에서 24시간 배양하였다. *Listeria* 균 특유의 검정 색을 나타내는 colony를 3~5개씩 TSA에 분리배양한 다음 Lovett의 방

법에 따라 Gram 염색, β -hemolysis, catalase 생성, esculin, dextrose, mannitol 및 xylose 분해시험 등을 실시하여 *L. monocytogenes*로 동정된 균주는 *Listeria O* antiserum poly type 1 및 4 (Difco)를 사용하여 혈청형을 분류하였다¹¹.

물 중 *L. monocytogenes*의 생존성

*L. monocytogenes*를 강물 (COD 1.30 mg/l), 수돗물 (잔류염소 0.23 ppm) 및 바닷물 (COD 1.5 mg/l)에 접종하여 10^8 CFU/ml 수준으로 희석한 시료 100 ml 씩을 5 °C 및 20 °C에 각기 3 반복으로 보존하고 10주 동안 균의 생존 성을 조사하였다.

균 접종 시험에 사용한 강물 및 바닷물의 COD는 알카리성 과망간산칼륨법으로, 수돗물의 잔류염소는 OTA 법에 따라 분석하였다²⁷. 균의 생존성 시험은 균 접종 직후와 1주째는 Oxford agar에 직접 배양하여 colony 수를 산정하였고, 2주 이후부터는 균수가 급격히 감소할 것으로 예상하여 UVM에 증균 한 다음 Oxford agar에 배양하여 균의 생존여부를 확인하였다.

통계분석

본 시험에서 얻은 수치는 SAS 통계 패키지를 이용하여 회귀분석하였고, 통계학적 유의성은 student t-test를 이용하여 검정하였다²⁸.

결 과

증균 및 선택배지의 종류에 따른 *L. monocytogenes*의 분리율 및 50 % 검출한계

증균 배지에서의 균 분리율 및 50 % 검출한계는 Table 1과 같다. UVM에서는 36시료 중 29예 (81 %), LEB에서는 36시료 중 28예 (78 %)의 분리율을 나타내었으나, 통계학적인 유의성은 없었고, Oxford agar에 직접 평판 배양한 것의 64 %에 비하여 현저하게 높은 분리율을 나타내었다 ($p < 0.01$). 또한 각 배지에서의 50% 검출한계는 0.5 및 0.8 CFU/ml이었다.

선택배지에서의 균 분리율과 50 % 검출한계를 조사한 결과는 Table 2와 같이 Oxford agar에서는 36시료 중 25예 (69 %), Fraser agar에서는 36시료 중 24예 (67 %), LEB agar에서는 36시료 중 21예 (58 %)가 분리되었으나 통계학적인 유의차는 없었다. 또한 각 선택배지에서의 50% 검출한계는 각각 2.1, 2.2 및 2.3 CFU/ml이었다.

Table 1. Effects of enrichment broth on the isolation rate of *L. monocytogenes* from 36 samples and the 50% detection limit for each method

Enrichment broth	% of positive Samples detected	50% detection limit (CFU/ml)
None (direct plating)	64 ^a	2.6
LEB	78	0.8
UVM	81	0.5

LEB, *Listeria* enrichment broth ; UVM, UVM modified *Listeria* enrichment broth. After 24 h enrichment with each enrichment broth at 30 °C, cultivated on oxford agar for 24 h at 37 °C. None, cultivated on Oxford agar for 24h at 30 °C.

^a The direct plating result is significantly different than those for enrichment in LEB and UVM ($P < 0.01$).

Table 2. Comparison of isolation rates and the 50 % detection limits of *L. monocytogenes* in different selective media ^a

Selective medium	% of positive samples detected	50% detection limit (CFU/ml)
TSA (non selective media)	100	ND
Oxford agar	69	2.1
Modified LEB agar	58	2.3
Fraser agar	67	2.2

^a Data are averages for two replicates. Water samples were then inoculated at following three levels; 1.5, 3.0 and 6.0 CFU/ml. An amount of 1 ml was directly plated and cultivated on each plating medium; ND, not detected.

지표수에서 *L. monocytogenes*의 분리를 위한 증균배양 효과

*L. monocytogenes*를 0.1 CFU/ml 수준으로 접종한 시료 100 ml에 10배로 농축한 10 ml의 UVM 배지를 첨가하여 증균 배양하고 기존의 방법과 비교한 결과는 Table 3에서와 같다. 두 방법 모두 20시료에서 균이 분리되어 100 %의 양성 율을 나타내었다.

Table 3. Comparisons of common and improved method for recovery of *L. monocytogenes*

Method	No of samples examined	No of positive samples	%
Common ^a	20	20	100
Improved ^b	20	20	100

^a For isolating *Listeria*, 100 ml of water samples (0.1 CFU/ml) were filtered through 0.45 µm pore size membrane that was transferred in 10 ml UVM modified *Listeria* enrichment broth.

^b 10 ml of 10-fold concentrated UVM was transferred in 100 ml water samples and incubated for 24 h at 30 °C.

지표수 및 해수 중 *L. monocytogenes*의 분포 및 혈청형

강물, 저수지물 및 바닷물 총 147예로부터 *L. monocytogenes*의 분포상태를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 강물에서는 39 시료 중 1예 (2.6%), 바닷물에서는 75시료 중 1예 (1.3%)의 분리율을 나타내었고, 저수지물에서는 33시료 중 1예도 분리되지 않았다. 분리된 2균주의 혈청형은 serotype 1으로 분류되었다.

Table 4. Prevalence of *L. monocytogenes* from different source of water

Water sources	No of samples tested	No of positive samples (%)	Serovar
River	39	1(2.6)	1
Lake	33	0	
Sea	75	1(1.3)	1

Table 5. Survival of *L. monocytogenes* during storage in different water at 5 and 20 °C

Waters	Storage temp(°C)	Time after inoculation (week)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
River water	5	7.4	4.7 ^a	++	++	++	++	++	++	++	++	-
	20	ND	4.7	++	++	++	++	++	++	+	+	-
Tap water	5	7.2	1.5	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	20	ND	2.0	+	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sea water	5	7.4	4.2	++	++	++	++	++	++	++	++	-
	20	ND	4.4	++	++	+	+	-	+	-	-	-

^a Average (log CFU/ml) of three trials. ND, not detected.

Symbols; ++, all growth in three samples; +, weak growth; -, no growth.

물 중 *L. monocytogenes*의 생존성

강물, 수도물 및 바닷물에 10⁸ CFU/ml 수준의 균액을 접종하여 5 °C 및 20 °C에 보존하여 균수의 변동상태를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 최초의 균수는 평균 7.3 log CFU/ml 이었던 것이 강물과 바닷물에서는 1주 후에 평균 4.7과 4.3 log CFU/ml 수준으로 감소하였으나 보존 온도에 관계없이 8주 이상 생존하였고, 수도물에서는 2주 후 균 수를 검출하지 못할 정도로 감소하였다.

고 찰

직접 평판 배양법에 의하여 *Listeria* 균을 분리하는 것은 쉽지 않으며, 특히 균 수가 적고 각종 미생물 오염이 많은 식품재료에서는 균 분리율이 매우 낮다²⁹. 따라서 시료를 직접 평판배지에 접종하여 균 분리를 시도하지 않고, 증균 배지를 사용하여 경합 균의 증식을 억제시키는 동시에 *Listeria* 균을 증가시킬 수 있는 증균 배양법을 이용하고 있다¹¹.

본 연구에서는 각종 물로부터 *L. monocytogenes*의 분리를 위한 효율적인 방법을 모색하고, 지표수 및 해수로부터 이 균의 분포상태와 생존성을 조사하였다. 증균 배지에서의 균 분리율은 UVM에서 LEB에 비하여 약간 높게 나타났다. 이는 Bailey et al³⁰과 이와 강³¹이 UVM, FDA-EB 및 Fraser broth를 사용하여 가열 손상 균의 회복율을 비교한 시험에서 UVM이 가장 우수하였다는 것과 일치하며, 50% 검출한계가 0.5 CFU/ml인 것으로 미루어 보아 지표수로부터 *L. monocytogenes*를 증균 배양할 때는 UVM을 증균 배지로 사용하는 것이 가장 효과적이라고 사료된다.

평판배지에서의 균 분리율은 Oxford agar에서 Fraser agar 및 LEB agar 보다 약간 높게 나타났다. 이는 Bailey et al³⁰과 이와 강³¹이 가열 손상 균의 분리 시험에서

Oxford agar가 가장 우수하였다는 성적과 일치된다. 또한 Fraser agar는 선택약제인 acriflavine HCl의 농도가 Oxford agar에서 보다 2배 이상 높게 첨가되어 가열 손상 균의 분리배지로는 부적합하고³¹, Oxford agar에서는 *Listeria* 균의 특이적인 검은색의 집락을 형성하여 다른 세균과 구분이 용이한 점을 감안할 때 *L. monocytogenes*를 분리하는 선택배지로는 Oxford agar가 가장 효율적인 배지가 될 것으로 사료된다.

일반적으로 물에서 *Listeria* 균을 분리하는 방법은 100 ml 혹은 250 ml의 시료를 0.45 µm pore size membrane으로 여과하여 그 잔재를 10 ml의 *Listeria* 증균 배지에 배양하고 있다^{11,18}. 본 연구에서는 이와 같은 복잡하고 많은 시간이 소요되는 단점을 개선할 목적으로 균을 오염시킨 시료 100 ml에 10배로 농축한 UVM배지를 첨가하고 증균 한 결과 균 분리율은 기존의 방법에서 얻은 결과와 완전 일치하였다. 따라서 본 시험에서 개선한 증균 배양법 (Improved *Listeria* enrichment method; ILEM라 칭함)은 지표수로부터 *L. monocytogenes*의 분리를 위한 증균 배양에는 물론, 지표수로부터 각종 병원균의 분리를 위한 증균배양에도 적용하면 효율적인 방법이 될 것으로 추측된다.

지표수 및 해수는 가정하수, 축산 및 산업폐수 등의 각종 오염물이 유입되기 때문에 병원체의 오염을 피할 수 없다. 특히 *L. monocytogenes*는 자연계에 널리 분포하고 저온에서 증식이 가능하기 때문에 각종 질병의 잠재적인 오염원이 될 수 있다⁸.

본 시험에서 개선한 증균 배양법을 적용하여 강물, 저수지물 및 바닷물 총 147시료로부터 *L. monocytogenes*의 분포를 조사한 바 강물과 바닷물에서만 각각 1건씩 분리되어 2.6 %와 1.3 %의 분리율을 나타내었다. 이와 같은 결과는 Arvanitidou et al¹⁵이 북 그리스의 지표수에서 3.9 %, Van Renterghem et al¹⁶이 벨기에의 지하수에서 5.0 %, Luppi et al¹⁷이 이태리의 강물에서 2.0 %, 지표수에서 5.0 % 및 지하수에서 음성이었다는 보고와 Frances et al¹⁸이 잉글랜드의 바닷물과 교차하는 민물에서 검출되지 않았다는 성적과 비슷한 경향이였다. 지표수 및 해수의 *Listeria* 오염은 도시하수나 축산폐수 등의 유입이 주요 오염원이 될 것으로 예상하고 이들 오염수가 유입되는 지점이나 선착장, 해수욕장 등을 포함한 오염 가능성이 높은 장소에서 시료를 채취한 점으로 미루어 볼 때 서부 경남지역의 젓줄인 남강, 인근 저수지, 삼천포, 사천, 거제만의 바닷물은 *L. monocytogenes*의 오염이 거의 되지 않았다고 볼 수 있다. 이 등³²은 도축장, 도계장 및 육가공장 등의 직업장 폐수를 대상으로 *L. monocytogenes*

를 분리한 시험에서 각각 31.8 %, 11.7 % 및 5.0 %의 분리율을 보였으나 축사, 돈사 및 계사에서 유출되는 폐수에서는 분리되지 않았다고 하였고, 강 등³³은 진주지방 33개 축사를 대상으로 한우 분변 165건과 음수 99건으로부터 음성을 나타내었다고 하였으며, 허 등³⁴은 도축장 폐수에서 15.0 %의 분리율을 보였으나, 세척수인 지하수와 탕박 수에서는 분리되지 않았다고 보고하였다. 이와 같은 성적은 본 실험 결과를 잘 뒷받침하여 주고 있다. Anonymous³⁵는 미국 전역의 40개 육가공장 설비로부터 수집된 2,300건의 환경재료 중 14개 공장이 *L. monocytogenes*와 *Listeria spp*에 오염되어 21.0 %의 분포를, Bernagozzi et al¹⁹은 도시하수에서 24.0 %의 분리율을 보고하였다.

이상의 국내의 여러 연구자들의 보고에서 도시하수나 도축장폐수에서 *L. monocytogenes*가 다수 분리되고 있고, 본 시험에서 분리된 두 균주는 강물과 바닷물 모두 가정하수가 유입되는 지점에서 채취한 시료에서 분리되었던 점으로 미루어 볼 때 지표수의 *L. monocytogenes* 오염은 도시하수나 작업장 폐수의 유입이 주된 원인이 될 것이라는 점은 배제할 수 없다. 따라서 향후 도시하수의 *L. monocytogenes* 오염에 대한 체계적이고 전면적인 역학적 조사가 수행되어야 할 것으로 본다.

강물, 수돗물 및 바닷물에서 *L. monocytogenes*의 생존성은 보존온도에 관계없이 모든 시료에서 1주 후에 균수가 급격히 감소하였으나 8주까지 생존하였고, 수돗물에서는 2주 후에 거의 분리되지 않을 정도로 감소하였다. 특히 수돗물에서 균이 급속히 사멸되었던 것은 당시 수돗물의 잔류염소가 0.23 ppm이었다는 점을 감안할 때 균이 염소에 의해서 손상을 받아 점차 사멸된 것으로 추측된다. Van Renterghem et al¹⁶은 *Listeria* 균이 검출된 9개의 분변을 3주간 보존한 결과 1개에서만 검출되었고, 균을 접종한 소퇴비 및 토양에서 2개월 간 생존이 가능하였다고 하였다. al-Ghazali와 al-Agawi²⁰는 농장 흙에서 23주 이상, 아열대 기후 하에서 8주간 보존하는 동안 균수는 검출되지 않을 정도는 감소되었다고 하며, Nissen과 Holck²¹은 노르웨이 발효소시지 및 드라이소시지에 $10^5 \sim 10^7$ CFU의 균을 접종한 시험에서 4 °C 및 20 °C 보존온도에 관계없이 5.5 개월 간 생존하였다는 등 연구자에 따라 다소간의 차이를 나타내고 있다.

이상과 같은 결과를 통해서 볼 때 강물이나 바닷물에서 *L. monocytogenes*의 생존성은 물의 종류 및 각종 화학물질의 오염정도 등에 따라 큰 차이가 있었으나 오염이 많지 않은 강물이나 바닷물에서는 8주 이상 생존이 가능한 것으로 사료된다.

결 론

물에서 *L. monocytogenes*의 분리를 위한 효과적인 배양법을 검토하고, 이 병원체의 분포상태 및 생존성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 증균 및 선택배지에 따른 *L. monocytogenes*의 검출율과 50% 검출한계를 조사한 바, 증균 배지에서는 UVM이 LEB에 비하여 균 분리율이 높았고, 선택배지에서는 Oxford agar가 가장 높았으며 다음이 Fraser agar 및 LEB agar 순이었다. *L. monocytogenes*를 0.1 CFU/ml 수준으로 접종한 시료 100 ml에 10배로 농축한 UVM 10 ml를 첨가하여 증균 배양한 결과 균 분리율은 기존의 증균법에서의 결과와 완전 일치하였다. 강물, 저수지물 및 바닷물 총 147 시료로부터 *L. monocytogenes*의 분리율은 강물에서 2.6%, 바닷물에서 1.3%이었고, 저수지물에서는 균이 분리되지 않았다. 분리한 2균주의 혈청형은 serotype 1이었다. 물의 종류별 보존 온도(5 및 20 °C)에 따른 *L. monocytogenes*의 생존성을 조사한 바, 강물과 바닷물에서의 균수는 최초 7.2~7.4 log CFU/ml이었던 것이 1주 후에 4.2~4.7 log CFU/ml로 감소하였으나, 보존 온도에 관계없이 8주 이상 생존하였고, 수돗물에서는 2주 후에 균 수를 검출하지 못할 정도로 감소하였다.

참고문헌

- Bille J. Epidemiology of human listeriosis in Europe, with special reference to the swine outbreak, In Miller AL, Smith JL, Somkuti GA. *Food-borne listeriosis*, Elsevier Science publishers BV, Amsterdam: 71-74, 1990.
- Broome CV, Fellin B, Schwartz B. United States, In Miller AL, Smith JL, Somkuti GA. *Food-borne listeriosis*, Elsevier Science publishes BV, Amsterdam: 61-65, 1990.
- Lovett J. *Listeria monocytogenes*. In: Doyle M. *Foodborne Bacterial Pathogen*, Marcel Dekker, Inc, New York: 283-310, 1989.
- Brackett RE. Presence and persistence of *Listeria monocytogenes* in food and water. *Food Technol*, Overview: 162-164, 1988.
- Slade PJ. Monitoring *Listeria* in the food production environment. 1. Detection of *Listeria* in processing plants and isolation methodology. *Food Res Int* 25: 45-46, 1992.
- Gray ML, Killinger AH. *Listeria monocytogenes* and listeric infections. *Bacteriol, Rev* 30: 309-382, 1966.
- National Advisory Committee on microbiological Criteria for foods: *Listeria monocytogenes*. *Int J Food Microbiol* 14: 185-246, 1991.
- Donnelly CW, Baigent GJ. Methods for flow cytometric detection of *Listeria monocytogenes* in milk. *Appl Environ Microbiol*, 52: 689-693, 1986.
- Linnan MJ, Mascola L, Lou XD, et al. Epidemic listeriosis associated with Mexican-style cheese. *N Eng J Med* 319(13): 823-828, 1988.
- Doyle MP. Should regulatory agencies reconsider the policy of Zero-tolerance of *Listeria monocytogenes* in all ready-to-eat food. *Food Safety Notebook*, 2: 89-102, 1991.
- Lovett J. Isolation and enumeration of *Listeria monocytogenes*. *Food Technol*, 42(4): 172-176, 1988.
- Food and Drug Administration. Food Code, US Department of Health and Human Services, Public Health Service. Washington. DC, 1993.
- McClain D, Lea WH. Development of USDA method for isolation of *Listeria monocytogenes* from meat. *J Assoc of Anal Chem*, 71: 660 - 666, 1988.
- McClain D, Lee WH. Method for the isolation and identification of *Listeria monocytogenes* from meat and poultry products. *Lab Comm* 57: 24, 1989.
- Arvanitidou M, Papa A, Constantinidis TC, et al. The occurrence of *Listeria spp* and *Salmonella spp*. in surface waters. *Microbiol Res*, 152(4): 395 - 397, 1997.
- Van Renterghem B, Huysman F, Rygole R, et al. Detection and prevalence of *Listeria monocytogenes* in the agricultural ecosystem. *J Appl Bacteriol*, 71(3): 211 - 217, 1991.
- Luppi A, Bucci G, Maini P, et al. Ecological survey of *Listeria* in the Ferrara area(northern Italy). *Zentrall Bakteriol Mikrobiol Hyg*, 269(2): 266 - 275, 1988.
- Frances N, Hornby H, Hunter PR. The isolation of *Listeria* species from fresh-water sites in Cheshire and north Wales. *Epidemiol Infect*, 107(1): 235 - 238, 1991.
- Bernagozzi M, Bianucci F, Sacchetti R, et al. Study of the prevalence of *Listeria spp*. in surface water. *Zentralbl Hyg Umweltmea*. 169(3): 237 - 244, 1994.
- al-Ghazali MR, al-Azawi SK. Storage effects of sewage sludge cake on the survival of *Listeria monocytogenes*. *J Appl Bacteriol*, 65(3): 203 - 213, 1988.
- Nissen H, Holck A. Survival of *Escherichia coli*

- O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella kentucky* in Norwegian fermented, dry sausage. *Food Microbiology*, 15(3): 273 - 279, 1998.
22. Ryu CH, Igimi S, Inoue S, et al. The incidence of *Listeria* species in retail foods in Japan. *Int J Food Microbiol*, 16: 157-160, 1992.
23. 강호조, 손원근, 강광식 등. 동물유래 생식품, 사료 및 동물분변중 *Listeria monocytogenes*의 분포와 분리균의 특성에 관한 연구 1. 원유, 우유, 계육 및 동물분변에서 *Listeria monocytogenes*의 분포. 한국수의공중보건학회지, 15(3): 231-237, 1991.
24. 강호조, 석주명, 손원근. 수입 동물성 식품에서 *Listeria monocytogenes*의 신속검색을 위한 중합효소연쇄반응 기법의 개발 및 적용. 한국수의공중보건학회지, 21(2): 149-157, 1997.
25. 손원근, 강호조. 도계장 유래 닭고기와 부산물 및 환경재료에서 *Listeria spp*의 분리 및 분리균의 특성. 1. *Listeria spp*의 분리. 대한수의학회지, 32(3): 271-277, 1991.
26. Sanderson MW, Gay JM, Horncock DD, et al. Sensitivity of bacteriologic culture for detection of *Escherichia coli* O157: H7 in bovine feces. *J Clinical Microbiology*, 33(10): 2616 - 2619, 1995.
27. 谷村和八郎. 食品衛生學實驗 補 環境衛生實驗. 地人書館, 日本. 110-111, 1990.
28. SAS. The SAS system for window. Stastical Analysis System Institute Inc, Cary NC 1998.
29. Madden JM. Concerns regarding the occurrence of *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* and *Escherichia coli* O157:H7 in food regulated by the US Food and Drug Administration, *Dairy Food Environ Sanit* 14: 262-267, 1994.
30. Dailey JS, Flectcher DL, Cox NA. Efficacy of enrichment media for recovery of heat-injured *Listeria monocytogenes*. *J Food prot*, 53(6): 437-441, 1990.
31. 이재용, 강호조. 가열손상된 *Listeria monocytogenes*의 회복을 위한 선택.중균배지의 효과, 한국수의공중보건학회지, 18(1): 9 - 19. 1994.
32. 이철현, 손원근, 강호조. 가축사육장 및 작업장 폐수로부터 *Listeria monocytogenes*의 분리 및 분리균의 약제내성, 한국수의공중보건학회지, 24(1): 9-15. 2000.
33. 강호조, 김종수, 석주명 등. 한우 사육장내 분변 및 음수중 *Salmonella spp*, *Escherichia coli* O157:H7 및 *Listeria monocytogenes*의 분리, 한국수의공중보건학회지, 22(3): 195-200, 1998.
34. 허정호, 손성기, 이주홍 등. 도축처리 단계별 도체 및 환경재료에서 *Listeria monocytogenes*의 분리. 한국가축위생학회지, 20(1): 69-78, 1997.
35. Anonymous. Meat industry research show *Listeria* idespread control difficult, *Food chem News*, 29(17): 27-29, 1987.