

식품 첨가물이 *Listeria monocytogenes* H-12의 내열성에 미치는 영향 및 오염된 조리기구 제균

이희정 · 이태식 · 손광태 · 변한석 · 김지희 · 박정흠 · 박미정
국립수산진흥원 위생가공연구소

Effect of Food Additives on Heat Sensitivity of *Listeria monocytogenes* H-12 and Decontamination of Kitchen Utensils

Hee Jung LEE, Tae Seek LEE, Kwang Tae SON, Han Seok BYUN, Ji Hoe KIM
Jeong Heum PARK and Mi Jung PARK
Sanitation & Processing Research Division, National Fisheries Research & Development Institute, Pusan 619-900, Korea

Effect of food additives on the heat sensitivity of *Listeria monocytogenes* H-12 inoculated into Pollack surimi was investigated and also confirmed the effectiveness of various decontamination method such as tap water washing, chlorination, ultraviolet irradiation and heat treatment having been applied on cooking utensils. Food additives such as polyphosphate, chitosan, and potassium sorbate increased heat sensitivity of *L. monocytogenes* H-12 and polyphosphate showed the strongest synergistic effect. The tested strain was not detected from stainless steel and plastic cutting board contaminated with $10^4 \sim 10^5/cm^2$ of *L. monocytogenes* H-12 after tap water washing for 10 seconds or 1 minute, but washing effect was not found in wooden cutting board. The chlorination of stainless steel and plastic cutting board for 10 seconds with 5~50 ppm solution eliminated all cells of the contaminated strain, however any change of the viable cell count was not observed in the chlorination of wooden cutting board. UV irradiation on stainless steel and plastic cutting board for 5 minutes with 15 W above 30 cm eliminated the contaminated strain, but the tested strain was still found after 60 seconds of irradiation on wooden cutting board. The treatment of hot water on all used cutting boards for 10 seconds at 70°C resulted in complete loss of viability of the contaminated strain.

Key words: *Listeria monocytogenes*, Heat sensitivity, Food additives

서 론

*Listeria monocytogenes*는 Gram 양성의 포자를 형성하지 않는 간균이며, β -hemolysin을 생성하는 병원성세균으로 생육온도 범위 (1~45°C)가 넓고, NaCl 10% 이상에서도 증식이 가능하여 식품 내성이 강한 세균이다 (Jones and Seeliger, 1993). *L. monocytogenes*가 가족질병의 원인균이라는 것은 오래 전부터 알려져 왔으며, 1980년대 이후에는 사람의 식중독 원인균으로 유럽과 북미 등지에서 자주 보고되고 있다 (Faber and Peterkin, 1991).

지금까지 *L. monocytogenes*는 주로 우유나 치즈 등과 같은 유제품에서 식중독 원인균으로 문제시 되었으나 최근에는 수산물과 그 가공품에서도 분리되고 있으며 (Lovett, 1988; Weagant et al., 1988; Faber and Peterkin, 1991), 우리나라에서도 수산가공품에서 이 균이 분리된 바 있을 뿐만 아니라 (김, 1994; Lee et al., 1999) 미국으로 수출된 수산가공품에서 *L. monocytogenes*가 검출되었다는 보고도 있다 (Faber and Peterkin, 1991). 또한 식육처리장에서 사용되는 칼, 도마 등 식품과 직접 접촉하는 기구의 약 20%가 이 균에 오염되어 있다는 보고도 있다 (Hong and An, 1998).

미국 Food and Drug Administration (FDA)에서는 수산가공 편의식품 (ready to eat fishery product)에서 *L. monocytogenes*의 기준을 *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus* 및 *Salmonella* sp. 등과 함께 검출되어서는 안되는 미생물로 규정하고 있다 (FDA, 1996).

이 균은 건조, 가열 및 저온 등에 내성이 강하여 (Brackett, 1987; Ronner and Wong, 1993) 가공설비 등에 오염될 경우, 제균이 용이하지 않아 식품 가공공장에서 가공설비가 오염되었을 시에는 계속적으로 2차 오염을 일으킬 우려도 있다.

본 연구는 전보 (Lee et al., 1999)에서의 시중 유통 수산가공품에 대한 *L. monocytogenes* 오염실태 조사에 이어, 이 균에 오염된 수산물 및 가공 설비에 대한 위생대책수립의 일환으로 식품의 제조 가공시 첨가되는 각종 첨가물이 이 균의 내열성에 미치는 영향과 식품 가공처리시 조리기구의 소독을 목적으로 사용되어지고 있는 여러 가지 물리·화학적 처리 수단의 효율성 확인 시험을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 재 료

실험에 사용한 명태연육 (10 kg, SA급)은 울산시 소재 식품회사의 냉동창고에서 보관 중인 것을 구입하였으며, 중합인산염 (polyphosphate, 명산화성), 키토산 (명산화성, type S), 솔빈산칼륨 (potassium sorbate, 명산화성) 등은 식품가공 공장에서 사용하고 있는 것을, 나무 도마와 플라스틱 도마는 일반 조리용을, 그리고 stainless steel pan은 의료용 (20×20 cm)을 각각 사용하였다.

2) 사용균주

실험에 사용한 균주는 전보 (Lee et al., 1999)에서 분리한 *L. monocytogenes* H-12를 사용하였으며, tryptic soy broth를 사용하여 30°C에서 24시간 배양한 것을 시험 균액으로 하였다.

2. 실험 방법

1) *L. monocytogenes* 균 수 측정

L. monocytogenes 균 수는 PALCAM *Listeria* selective agar (Merck社)를 사용하여 전보 (Lee et al., 1999)에 준하여 측정하였다.

2) 어육에 오염된 *L. monocytogenes*의 내열성에 미치는 첨가물의 영향시험

상온에서 해동시킨 명태 연육에 솔빈산칼륨 (0.1, 0.4%), 키토산 (0.2, 0.4%), 중합인산염 (0.5, 1.0%)을 농도별로 각각 구분하여 첨가한 후 silent cutter로 20분간 균질화하였다. 각각의 첨가물 첨가 시료는 일정량씩 분취하여 전배양한 시험균액을 시료 1g당 10⁴ 되도록 접종하고 2분간 균질화 한 후 폴리에틸렌 bag에 50g씩 넣고 약 5 mm로 두께로 넓게 편 다음 밀봉하였다. 밀봉한 각 시료는 60, 70, 80 및 90°C의 항온수조에서 1시간 동안 가열 처리하면서 일정시간 간격으로 bag을 취하여 수도수로 냉각한 다음 잔존 균 수를 측정하였다.

3) 처리조건에 따른 조리용 도마 소독 효과 확인 시험

각 재질의 도마 (20×20 cm)에 전 배양한 시험균액을 대형 면봉을 사용하여 일정량 도포한 후 수도수 수세, 염소, 자외선 및 열탕 처리 후의 잔존 세균수를 조사하여 각종 소독처리 효과를 확인하였다. 각각의 소독 처리 조건은 다음과 같다.

수도수 수세: ϕ 15 mm, 4 l/분, 60초

염 소 처 리: 5~100 ppm, 10초간 처리 후 흐르는 수도수로 10초간 수세

자외선 조사: 280 nm, 15 W, 30 cm, 60분 조사

열 탕 처 리: 50~90°C, 10초

결과 및 고찰

1. 식품중 *L. monocytogenes*의 열 감수성에 미치는 첨가물의 영향

솔빈산칼륨, 키토산 및 중합인산염을 농도별로 첨가한 명태 연육에 *L. monocytogenes* H-12를 1.0×10⁴/g 되도록 접종한 후, 60~90°C에서 처리하였을 때 시료중의 경시적인 균 수 변화를 Table 1에 나타내었다.

60°C에서 1시간 열처리한 경우 대조구와 솔빈산칼륨을 0.1% 첨가한 시험구에서는 균이 검출되었으나, 그 외의 시험구에서는 균이 검출되지 않았다. 특히 중합인산염을 1.0% 첨가한 시험구에서는 10분간의 열처리 후에도 균이 검출되지 않았다. 한편, 70°C에서 열처리한 경우 대조구를 제외한 모든 시험구에서 1분간의 열처리 후에는 균이 검출되지 않았다. 그리고 대조구 역시 80°C 이상에서 1분간 열처리한 후에는 균이 검출되지 않았다.

즉 솔빈산칼륨, 키토산은 *L. monocytogenes*의 열 감수성 증대에

Table 1. Effect of food additives on the heat sensibility of *Listeria monocytogenes* H-12

Temp. (°C)	Food additives	Concentration (%)	Heating time (min.)				
			1	5	10	30	60
60	Control		+	+	+	+	+
	Potassium sorbate	0.1	+	+	+	+	+
		0.4	+	+	+	+	-
	Chitosan	0.2	+	+	+	+	-
		0.4	+	+	+	+	-
	Poly-phosphate	0.5	+	+	+	+	-
1.0		+	+	-	-	-	
70	Control		+	-	-	-	-
	Potassium sorbate	0.1	-	-	-	-	-
		0.4	-	-	-	-	-
	Chitosan	0.2	-	-	-	-	-
		0.4	-	-	-	-	-
	Poly-phosphate	0.5	-	-	-	-	-
1.0		-	-	-	-	-	

+, Detection; -, No detection.

별다른 영향을 미치지 못하였으나, 냉동연육의 동결변성 방지 또는 보수 등의 목적으로 사용되는 중합인산염은 시험균주에 대한 열감수성을 상당히 증대시키는 것으로 확인되었다. 한편, 여러 연구자들은 솔빈산칼륨과 중합인산염은 *L. monocytogenes*의 열감수성을 증대시킬 뿐만 아니라 균의 증식가능 온도에서는 그 증식을 저해하는 효과도 있는 것으로 보고한 바 있다 (El-Shenawy and Marth, 1988; Kang, 1998).

2. 처리조건이 도마에 부착된 *L. monocytogenes*의 제균에 미치는 영향

1) 수도수 세척

L. monocytogenes H-12가 오염된 나무도마, 플라스틱 도마 및 stainless steel pan을 수도수로 수세하였을 때 수세시간에 따른 균 수 변화를 Fig. 1에 나타내었다.

나무도마의 경우 60초간 수세한 후에도 균 수의 변화는 거의 없었으나, 플라스틱 도마의 경우 30초간 수세한 경우 최초 균 수 4.9×10⁴/cm²에서 1.1×10²/cm²로 감소하였으며, 60초간 수세한 후에는 균이 검출되지 않았다. Stainless steel pan의 경우 10초간 수세한 후에는 균이 검출되지 않았다.

Knabel et al. (1990)은 *L. monocytogenes*가 다른 세균과 혼재하는 상태에서 biofilm을 형성하면 부착성이 강하여 열이나 세척제에도 강한 저항성을 보인다고 보고한 바 있다. 따라서 본 실험 결과에서도 나타난 바와 같이 식품가공공장에서의 위생 안전 확보를 위하여는 식품과 접촉하는 모든 가공설비는 세척 및 소독이 용이한 재질로 제작되어야 할 것으로 생각된다.

2) 염소처리 후 수세

시험균주로 오염시킨 각종 재질의 도마를 여러 농도의 염소용

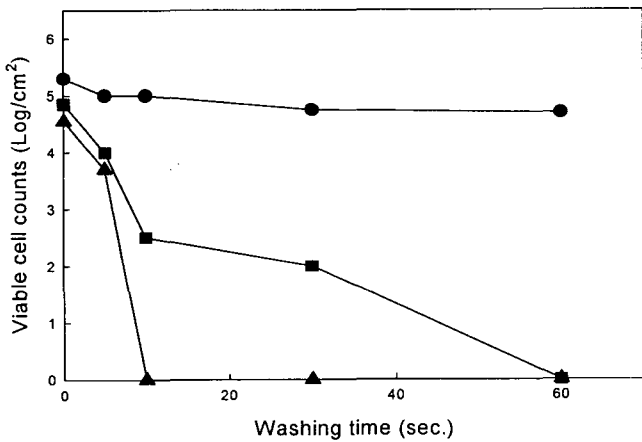


Fig. 1. Disinfection effect of tap water washing to *Listeria monocytogenes* H-12 on the various cutting board. ●, wooden; ■, plastic; ▲, stainless steel.

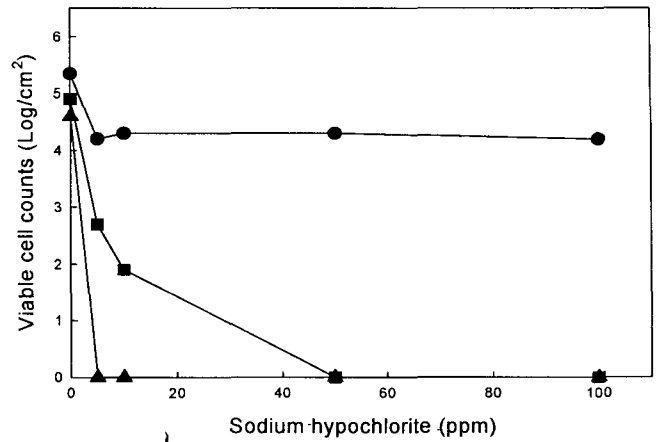


Fig. 2. Disinfection effect of sodium hypochlorite to *Listeria monocytogenes* H-12 on the various cutting board. ●, wooden; ■, plastic; ▲, stainless steel.

액에 10초간 침지한 후 흐르는 수도수로 수세하였을 때의 균 수 변화를 Fig. 2에 나타내었다.

나무 도마의 경우 염소농도 100 ppm에서 10초간 침지 후 10초간 수세하여도 균 수는 크게 변화하지 않았으나, 플라스틱 도마는 50 ppm, stainless steel pan은 5 ppm의 염소용액에 10초간 침지한 후 수세한 경우 *L. monocytogenes*를 완전히 제거할 수 있었다.

Brackett (1988)은 인산완충용액에서의 염소농도가 50 ppm인 경우 *L. monocytogenes*는 20분 이내에 모두 사멸하였다고 보고하였으며, Lee and Frank (1991)는 염소농도 100 ppm에서 *L. monocytogenes*가 인산완충용액에 현탁된 경우는 1분만에 약 4 log의 균 수가 감소하였고, stainless steel 표면에 부착된 경우는 1 log cycle 만 감소하였다고 보고한 바 있다.

Lee (1996)는 100 ppm의 염소용액에 tryptic soy broth에서 배양한 균액을 1% 첨가하였을 때에는 2분내에 살균효과가 나타났으나, 균액과 염소용액을 1:1로 혼합하였을 경우에는 200 ppm에서도 2시간 동안 큰 변화가 없어 유기물 농도가 높으면 염소의 살균효과가 저하한다고 하였다. 또한 *L. monocytogenes*의 살균제에 대한 내성은 온도나 pH 등의 처리조건 뿐만 아니라 균주, 배양상태 등에 따라서도 차이가 있다는 것으로 보고되고 있다 (El-Kest and Marth, 1988a,b).

3) 자외선 조사

*L. monocytogenes*가 오염된 각종 조리용 도마 표면에 자외선을 조사 (15 W, 30 cm)하였을 때 조사시간에 따른 균 수의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 플라스틱 도마 및 stainless steel pan의 경우 최초 균 수 약 10⁵/cm²에서 5분간 조사한 경우 균이 검출되지 않았으나, 나무 도마의 경우 60분간 조사 후에도 뚜렷한 균 수 변화는 없었다.

자외선은 투과력이 약하여 주로 표면에서만 살균효과를 나타내는 것으로 알려져 있고, 작업대, 조리대, 공기 등의 살균목적으로 사용되며 (宋等, 1989), 해수 중에 조사시에도 식중독세균에 대하여 살균효과를 발휘하는 것으로 보고되어 있다 (Choi et al.,

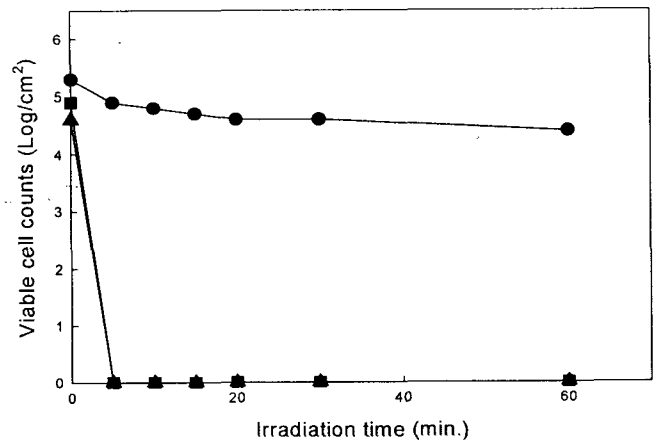


Fig. 3. Disinfection effect of ultraviolet treatment (15 W, 30 cm) to *Listeria monocytogenes* H-12 on the various cutting board. ●, wooden; ■, plastic; ▲, stainless steel.

1995). 그러나 본 실험에서 나무 도마에 대한 자외선 살균효과가 낮은 것은 목재 재질의 표면에 존재하는 미세한 균열 사이에 균체가 존재하여 자외선이 균체에 직접적으로 작용하지 못하는 것에 기인한 것으로 추정된다.

4) 열탕처리

인위적으로 균을 오염시킨 여러 재질의 도마를 50~90℃의 열탕에 10초간 침지한 후의 균 수 변화를 Fig. 4에 나타내었다.

최초 균 수가 약 10⁵/cm²로 도포된 stainless steel pan을 50℃에서 10초간 처리한 후에는 균이 검출되지 않았다. 그러나 나무 도마 및 플라스틱 도마의 경우 50℃과 60℃에서 10초간 처리한 경우는 최초 균 수의 2~3 log cycle 정도 감소하였고, 70℃ 이상에서 10초간의 열처리에 의하여 오염된 균은 모두 사멸시킬 수 있는 것으로 확인되었다.

*L. monocytogenes*는 우유의 저온 살균조건 (61.7℃, 30분)에서도

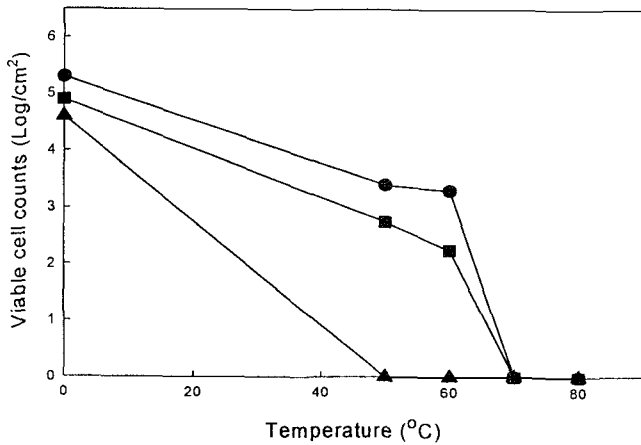


Fig. 4. Effect of heat treatment on *Listeria monocytogenes* H-12 on the various cutting board.
●, wooden; ■, plastic; ▲, stainless steel.

생존하는 것으로 보고되고 있다 (Bearn and Giard, 1959; Donnelly and Briggs, 1986). 따라서 각종 재질의 조리용 도마에 부착된 *L. monocytogenes*를 효과적으로 제거하기 위해서는 기구의 재질에 따라 차이는 있으나 70°C 이상의 온도에서 10초 이상의 처리가 필요한 것으로 확인되었다.

요 약

식품중에 오염된 *Listeria monocytogenes*의 열감수성에 미치는 각종 첨가물의 영향과 식품의 처리 가공시에 수반되는 조리기구 수세나 염소, 자외선, 열탕 등 각종 소독처리의 효율성을 확인하였다.

키토산, 솔빈산칼륨 등은 시험균주 *L. monocytogenes* H-12의 열 감수성 증대에 유의할 만한 영향을 미치지 못하였으나, 명태 연육에 중합인산염을 1% 첨가할 경우 시험균주의 열감수성은 뚜렷히 증가되었다.

시험균주 *L. monocytogenes* H-12가 약 $10^4 \sim 10^5/cm^2$ 되도록 오염시킨 나무, 플라스틱, 스테인레스 재질의 도마를 흐르는 수도수로 세척하였을 때 스테인레스 도마나 플라스틱 도마의 경우 각각 10초 및 1분 후에는 균이 검출되지 않았으나, 나무 도마에서는 거의 제균효과가 없었다.

스테인레스 및 플라스틱 재질의 도마를 5~50 ppm의 염소용액에 10초간 침지하고 수세할 경우 오염균의 제거가 가능하였으나, 나무 도마의 경우 100 ppm 염소용액으로 처리하여도 균 수의 감소는 거의 없었다.

15 W의 자외선을 30 cm 거리에서 시험균주로 오염된 각 재질의 도마에 조사할 경우 스테인레스 및 플라스틱 도마의 경우 5분간 조사 후에는 균이 검출되지 않았으나, 나무 도마에서는 60분 처리 후에도 균이 검출되었다.

각종재질의 조리용 도마에 오염된 시험균주 *L. monocytogenes* H-12의 열탕처리에 의한 제균조건은 70°C, 10초 이상으로 확인되었다.

참 고 문 헌

Bearn, R.E. and K.F. Giard. 1959. On the isolation of *Listeria monocytogenes* from biological specimens. *Am. J. Med. Tech.*, 25, 120~126.

Brackett, R.E. 1987. Antimicrobial effects of chlorine on *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.*, 50, 999~1003.

Brackett, R.E. 1988. Presence and persistence of *Listeria monocytogenes* in food and water. *Food Tech.*, 42, 162~164.

Choi, S.T., M.Y. Park and D.S. Chang. 1995. Sanitary control of aquarium tank water with U.V. light. *J. Korean Fish. Soc.*, 28, 428~434 (in Korean).

Donnelly, C.W. and E.H. Briggs. 1986. Psychrotropic growth and their inactivation of *Listeria monocytogenes* as a function of milk composition. *J. Food Prot.*, 49, 994~998.

El-Kest, S. and E.H. Marth. 1988a. Inactivation of *Listeria monocytogenes* by chlorine. *J. Food Prot.*, 51, 520~524.

El-Kest, S. and E.H. Marth. 1988b. Temperature, pH and strain of pathogen as factors affecting inactivation of *Listeria monocytogenes* by chlorine. *J. Food Prot.*, 51, 622~625.

El-Shenawy, M.A. and E.H. Marth. 1988. Inhibition and inactivation of *Listeria monocytogenes* by sorbic acid. *J. Food Prot.*, 51, 842~847.

Faber, J.M. and P.I. Peterkin. 1991. *Listeria monocytogenes*. A food-borne pathogen. *Microbiological Review*, 55, 476~511.

FDA. 1996. Compliance program 7303.842 guidance manual. U.S. Government printing office part V, pp. 3.

Hong, C.H. and S.C. An. 1998. Isolation and serotyping of *Listeria monocytogenes* on pork fabrication processing environment. *J. Food Hyg. Safety*, 13, 425~429.

Jones, D. and H.P.R. Seeliger. 1993. *The Genus Listeria; The prokaryotes* (2nd). A handbook on the biology of bacteria, Ecophysiology, isolation, identification, application, Vol. II, Springer-Verlag, 1595~1616.

Kang, K.J. 1998. Effects of trisodium phosphate and cetylpyridinium chloride on *E. coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. *J. Food Hyg. Safety*, 13, 365~369.

Knabel, S.J., H.W. Walker, P.A. Hartman and A.F. Mendonca. 1990. Effect of growth temperature and strictly anaerobic recovery on the survival of *Listeria monocytogenes* during pasteurization. *Appl. Environ. Microbiol.*, 56, 370~376.

Lee, S.H. and J.F. Frank. 1991. Inactivation of surface-adherent *Listeria monocytogenes* hypochlorite and heat. *J. Food Prot.*, 54, 4~6.

Lee, M.S. 1996. Application of "Sponge Model" with disinfectants for the inhibition of *Listeria monocytogenes*. *J. Korean Fish. Soc.*, 29, 595~602 (in Korean).

Lee, T.S., H.J. Lee and J.H. Kim. 1999. *Listeria monocytogenes* contamination in the processed seafoods and the characteristics of the isolated strains. *Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. Korea*, 55, 159~167 (in Korean).

Lovett, J. 1988. Isolation and enumeration of *Listeria monocytogenes*. *Food Tech.*, 42, 172~175.

Ronner, A.B. and A.C.L. Wong. 1993. Biofilm development and sanitizer inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* on stainless steel and buna-n rubber. *J. Food Prot.* 56, 750~758.

Weagant, S.B., P.N. Sado, K.G. Colburn, J.D. Torkelson, F.A. Stanley,

- M.H. Krane, S.C. Shields and C.F. Thayer. 1988. The incidence of *Listeria* species in frozen seafood products. *J. Food Prot.*, 51, 655~657.
- 김미은. 1994. 일반식품에서의 *Listeria monocytogenes*의 분포 및 그 특성에 관한 연구. 부산수산대학교, 석사학위논문.
- 宋亨翼, 金榮萬, 李雄洙, 李治榮, 晋孝响. 1989. 食品衛生學. 地球文化社, 서울, pp. 32.
-
- 2000년 9월 20일 접수
2000년 11월 16일 수리