

국내 유통 김(*Porphyra* sp.)의 미생물 오염도 평가

노보영 · 황선혜¹ · 조용선^{1*}

한국식품연구원 식품표준센터, ¹한국식품연구원 식품분석센터

Microbial Contamination Levels in *Porphyra* sp. Distributed in Korea

Bo-Young Noh¹, Sun-Hye Hwang and Yong-Sun Cho^{1*}

Food Standard Center, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

¹Food Analysis Center, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

Aerobic bacteria, coliforms, *Escherichia coli*, and pathogenic bacteria were investigated in laver *Porphyra* sp. samples from various regions of Korea. The mean bacterial counts were 6.9 ± 0.87 log CFU/g (range 4.0 to 7.7) log CFU/g in dried laver, 2.83 ± 4.36 log CFU/g in roasted laver, and 4.93 ± 1.43 log CFU/g in seasoned laver. Coliforms were most abundant (mean count: 2.1 ± 1.01 log CFU/g) in dried laver. No pathogenic bacteria, including *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. *Vibrio parahaemolyticus*, or *Listeria monocytogenes*, were detected in any of the samples. Aerobic microorganisms were the most diverse microorganisms in dried laver. *Staphylococcus* spp. were predominant, but *S. aureus* was not detected. Standardization of laver production is necessary to ensure a hygienic product because laver products are often ingested without heating or cooking, and the production process is simple.

Key words: Laver, Aerobic bacteria, Coliforms, Pathogenic bacteria, Diversity

서론

김(Laver)은 보라털목 보타털과 김속에 속하는 홍조류로 우리나라, 중국 일본 등지에서 널리 소비되는 해조류이다(Hwang, 2013). 김 산업은 단계별로 물김 생산, 마른김 생산, 조미가공 김 생산의 3단계로 구별되며 김 소비의 유통 경로를 보면 60% 가량이 조미김 가공업체나 대형유통업체를 경유하며 30% 정도만이 전통적인 유통형태인 산지도매시장과 소비자 도매시장으로 유통되고 있으며 나머지 10%는 마른김 가공업자가 도매시장으로 바로 출하하고 있다(Ock, 2010). 마른김은 수분함량이 10% 정도로 변질이 쉬운 2차 가공으로 수분 함량을 5% 이하로 낮춘 구운김과 구운김을 식염, 식용유 등을 첨가하여 구운 조미김의 생산량이 늘어나는 추세이다(Hwang, 2013). 그러나 김산업연합회(Korea laver industrial association, 2018)의 보고에 의하면 조미김보다 구운김이 먹기 편하기 때문에 선호도가 높다.

김의 수출량은 400만속(2016.12월 기준, 1속 260 g)으로 국가별로는 일본이 주요 국가이며(한국무역통계진흥원) 중국, 미

국 등으로 수출하고 있으며, 2016년 김제품 수출 실적은 3억5천 달러에 해당한다. 국내에서도 외식 산업이 발달함에 따라 도시락이나, 김밥용 김의 수요가 증가하고 있으나, 비위생적 제조 시설이나 건조 김의 사용으로 인한 식중독이 사회적인 문제로 대두되고 있다(Kang et al., 2001). 특히 건조김이 위생적인 문제가 되고 있는 것은 주로 이물의 혼입과 기준 이상의 생균수를 들 수 있으며, 이물의 혼입은 엄격한 검사를 통해서 해결 할 수 있으나, 생균수의 문제는 원료, 초체용 물, 기계장치 및 작업자에 의한 교차오염 등이 원인이며, 특히 원료과 물에 의해서 오염되는 문제는 특별한 조치를 취하지 않을 경우 해결하기 어려울 것으로 보고되었다(Hwang, 2013). 밥제조 시 필요한 마른 김의 경우는 해수, 공기 및 제조과정 중의 2차 오염 등에 의하여 10^6 CFU/g내외의 미생물이 분포하는데, 굵는 과정에서도 사멸되지 않아 위생상 문제가 되고 있다고 보고되어 있다(Lee et al., 2005). 총균수가 10^7 CFU/g 이상 존재하면 병원성이 없는 세균이라고 할지라도 이것이 원인이 되어 다른 식품과의 복합적인 작용 또는 면역기능이 약한 사람에게는 식중독을 일으킬 가능성이 있는 것으로 알려져 있다(Choi et al., 2014). 식품의약품

*Corresponding author: Tel: +82. 63. 219. 9242 Fax: +82. 63. 219. 9280

E-mail address: yscho@kfri.re.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0180>

Korean J Fish Aquat Sci 52(2), 180-184, April 2019

Received 20 November 2018; Revised 19 December 2018; Accepted 4 March 2019

저자 직위: 노보영(선임연구원), 황선혜(기술원), 조용선(책임연구원)

안전처는 식품을 매개로 한 각종 질병이 다양화되고 있는 가운데, 수산 식품은 국내외 식품매개질환의 주요 원인식품으로 평가되고 있다고 보고하고 있다. 수산 식품은 다양한 미생물종이 서식하는 해수환경에서 생산되기 때문에 자연적으로 높은 균총을 내포하고 있으며 생산 유통 중 다습한 환경에 장시간 노출되면 미생물 생장 및 대사가 활발할 수 있다고 알려져 있다(Choi et al., 2012). 우리나라 식품공전(MFDS, 2018)에 따르면 조미 건어포류의 경우 대장균 n=5, c=2, m=10, M=10, 황색포도상구균 n=5, c=1, m=10, M=100로 관리 되고 있으나, 김의 경우에는 미생물 규격이 없다. 그러나 국내에서 유통되는 김은 소비 연령이 유아부터 성인까지 다양하며 선호도가 높은 식품으로 미생물학적 안전성에 대한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 시판 유통 중인 건조김, 조미김에 대한 일반세균수, 대장균수, 대장균, 황색포도상구균, 살모넬라균, 장염비브리오균 등의 미생물의 분석을 통해 시판김의 위생 안전성을 조사 분석하였으며 김 제품의 호기성 오염 세균 분석을 통해서 미생물을 제어할 수 있는 기초 자료를 제공하여 김 제품을 안전하게 소비 유통할 수 있는 위생학적 기초 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험은 국내 유통 판매 중인 마른김(n=43), 구운김(n=28), 조미김(n=29) 제품을 구매하여 실험실로 운반 분석하였다. 구매한 제품은 비닐 포장되어 있는 제품으로 선별하였다.

미생물 오염의 정량 · 정성적 평가

총호기성 세균 정량 분석

시료 25 g에 225 mL의 멸균인산완충용액을 가한 후 stomacher (Seward, London, UK)로 260 rpm에서 2분 동안 균질화한 후 시험 원액으로 사용하였다. 제조된 시험 원액을 10배 단계 희석액으로 만든 다음 각 단계별 희석액 1 mL와 멸균증류수 3 mL을 TEMPO AC media vial (BioMerieux, Marcy L'Etoile, France)에 분주하고 TEMPO preparation system (BioMerieux, Marcy L'Etoile, France)을 이용해 TEMPO AC (BioMerieux, Marcy L'Etoile, France) 카드에 희석한 균액을 주입한 후 35°C에서 48시간 배양 후 TEMPO read system (BioMerieux, Marcy L'Etoile, France)으로 결과값을 얻었다.

대장균군수 정량 분석

시험 원액을 TEMPO CC media vial에 분주하고 TEMPO preparation system을 이용해 TEMPO CC 카드에 희석한 균액을 주입한 다음 35°C에서 24시간 배양 후 TEMPO read system으로 결과값을 얻었다.

대장균(*Escherichia coli*) 정량 · 정성 분석

시험 원액을 TEMPO EC media vial에 분주하고 TEMPO

preparation system을 이용해 EC 카드에 희석한 균액을 주입한 후 35°C에서 24시간 배양 한 다음으로 TEMPO read system으로 결과값을 얻었다. 정성 분석은 시험 원액을 EC-mug (Merck, Darmstadt, Germany) 증균 배지에 1 mL씩 3 tube에 넣은 후 42.5°C에서 48시간 배양 결과 gas와 형광색을 띠는 증균 배양액을 endo agar (Merck, Darmstadt, Germany)와 chromocult agar (Merck, Darmstadt, Germany)에 도말 및 분리하여 전형적인 대장균 집락을 선택하여 식품공전 방법(MFDS, 2018)에 따라 Vitek 2 (BioMerieux, Marcy L'Etoile, France)를 이용하여 생화학 동정 하였다.

황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 정성 분석

시료 25 g에 225 mL의 10% NaCl을 첨가한 TSB (Merck, Darmstadt, Germany)배지에서 37°C에서 24시간 배양 후 baird-parker (BP; Merck, Darmstadt, Germany)에서 전형적인 집락을 선별하여 baird-parker+rabbit plasma fibrinogen 배지(BP+RPF; bioMerieux, Marcy L'Etoile, France)에 희석 도말하고 35°C에서 24시간 배양하여 coagulase 유무를 확인하였다. Coagulase 양성인 집락은 VITEK 2 (bioMerieux, Marcy L'Etoile, France)를 이용해 동정하였다.

살모넬라균(*Salmonella* spp.) 분석

시료 25 g을 225 mL의 BPW (Merck, Darmstadt, Germany) 37°C에서 24시간 배양 후 증균 배양액을 10 mL의 Tetrathionate 배지(BioMerieux, Marcy L'Etoile, France)에 1 mL를 첨가함과 동시에 10 mL의 RVS 배지(Merck, Darmstadt, Germany)에 0.1 mL를 첨가하여 각각 36±1°C (Tetrathionate 배지) 및 42±0.5°C (RVS 배지)에서 20-24시간 동안 증균 배양하였다. 각각의 증균 배양액을 XLD (xylose lysine deoxycholate) agar (Dfco, Detroit, Mich, USA) 및 BG Sulfa (Dfco, Detroit, Mich, USA) 배지 도말한 후 36±1°C에서 20-24시간 배양한 후 전형적인 살모넬라균 집락은 식품 공전 방법에 따라 생화학 시험 후 Vitek 2 (BioMerieux, Marcy L'Etoile, France)를 이용해서 동정하였다.

장염비브리오균(*Vibrio parahaemolyticus*) 분석

시료 25 g을 225 mL의 Alkaline pepton에서 37°C에서 24시간 배양 후 증균 배양액을 TCBS (thiosulfate citrate bile sucrose) agar (Merck, Darmstadt, Germany) 37°C에서 24시간 배양한다. 전형적인 장염비브리오균 집락은 식품공전 방법에 따라 생화학 시험 후 Vitek 2 (BioMerieux, Marcy L'Etoile, France)를 이용하여 동정하였다.

리스테리아 모노사이토제네스(*Listeria monocytogenes*) 분석

시료 25 g을 225 mL의 LEB (Merck, Darmstadt, Germany)에서 30°C에서 48시간 배양 후 증균 배양액을 Palcam agar (Merck, Darmstadt, Germany) 37°C에서 24시간 배양한다. 전형적인 리스테리아 모노사이토제네스 집락을 선택하여 식품공

전 방법에 따라 생화학 시험 후 Vitek 2 (BioMerieux, Marcy L'Etoile, France)를 이용하여 동정하였다.

호기성 오염 세균 분석

시료 25 g에 225 mL의 멸균인산완충용액을 가한 후 stomacher (Seward, London, UK)로 260 rpm에서 2분 동안 균질화한 후 시험 원액을 희석하여 plate count agar (Merck, Darmstadt, Germany)에 배양한 후 최종 희석액에서 집락 모양 별로 선별하여 그람 염색 및 현미경 검정 후 Vitek 2 (BioMerieux, Marcy L'Etoile, France)를 이용하여 동정하였다.

통계 분석

미생물 정량값은 log CFU (colony forming unit)/g으로 변경하여 excel을 이용해서 각 시료당 3반복하여 결과값을 얻었으며, 검출 한계 이하(<10)는 불검출로 판정하였다. 김 유형별에 따른 호기성 세균 정량 분석 및 대장균군 정량 분석 결과는 MiniTab (version 17; Minitab, State College, Pa)소프트웨어를 사용하여 일원배치분산분석법(One-way ANOVA)으로 제품의 유형별 오염도 차이를 비교분석 하였으며 P-value를 구하고 P<0.05신뢰도 구간으로 설정, 통계학적 유의성 유무를 판단하였다.

결과 및 고찰

미생물 오염의 정량적 평가

국내 시판 중인 마른김(n=43), 구운김(n=28), 조미김(n=29)에 대한 총호기성 세균 오염 정량분석 결과 마른김은 평균 6.9±0.87 log CFU/g이 검출되었으며 최소 4.0 log CFU/g에서 최대 7.7 log CFU/g가 분석되어 총호기성 세균의 오염이 가장 높았다(Table 1, Fig. 1). 총호기성 세균은 검출률은 마른김과 조미김은 100% 검출되었으나 구운김은 94.4% 검출되었다. 마른김, 구운김, 조미김의 총호기성 세균은 제품별로 유의적으로 나타났다 (P<0.05). 유통 김에 대해 연구한 결과를 비교해

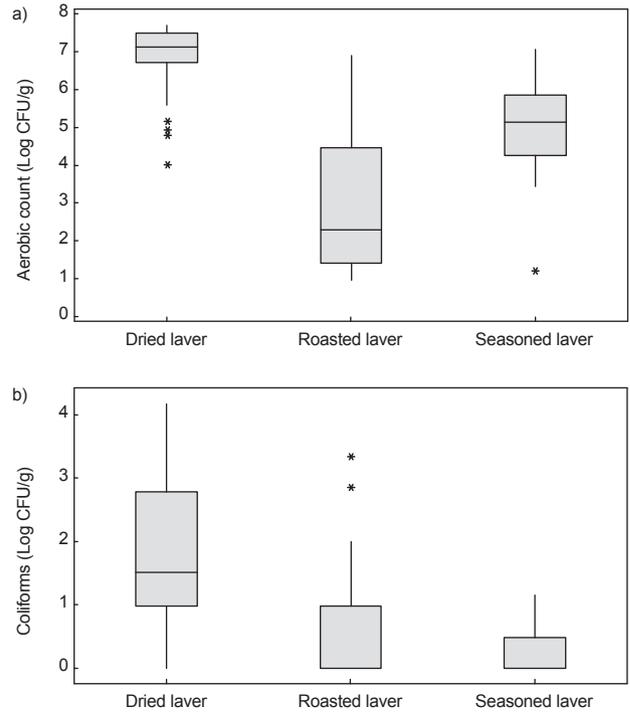


Fig 1. The microbial composition of laver *Porphyra* sp. samples (a) aerobic counts (b) coliforms. The box represents the interquartile range (25% -75%) for each data point and the stars (*) represent outliers. The error bars above and below the box indicate the 90-10%, respectively.

보면 재래김은 평균 $3.83 \times 10^5 \pm 0.03$ CFU/g이고 돌김은 평균 $3.2 \times 10^4 \pm 0.47$ CFU/g로 본 연구에서 분석한 시판 유통되고 있는 김의 세균수가 높게 분석되었으며 김 제조 과정과 완제품에서 분석한 총 세균수는 $<30-9.1 \times 10^7$ CFU/g으로 (Jo et al., 2004) 김에서 분리되는 세균수는 제품에 따라 오염 범위가 넓게 분포 되어 있다. 김은 수분 함량이 낮은 건조 식품임에도 일

Table 1. Quantitative microbiological analysis of dried, roasted, and seasoned laver *Porphyra* sp.

Samples	(log CFU/g)	Aerobic count	Coliforms	<i>Escherichia coli</i>
Dried laver (n=43)	Average	6.9±0.87	2.1±1.01	ND*
	Min	4.0	1.0	
	Max	7.7	4.2	
Roasted laver (n=28)	Average	3.4±1.77	1.6±0.94	ND
	Min	1	1	
	Max	6.9	3.3	
Seasoned laver (n=29)	Average	4.9±1.19	1.0±0.07	ND
	Min	1.2	1	
	Max	7.1	1.2	

*ND, Not detected (Detection limit: <10 CFU/g).

부 제품에서는 세균수가 높게 검출되므로 위생적인 관리가 필요하다

대장균군수 분석결과는 마른김이 평균 $2.1 \pm 1.01 \log \text{CFU/g}$ 로 가장 높았으나(Table 1, Fig. 1) 제품별로 유의적으로 나타났다($P < 0.05$). 검출률은 마른김 79.1%, 구운김 46.4%, 조미김 24.1%로 검출되었다. 그러나 분변오염지표 세균인 대장균은 검출되지 않았다. Seo et al. (2006)에 의하면 MPN을 이용하여 김제조 단계부터 완제품에 대한 대장균군수 분석 결과는 <18에서 27,600 MPN/100 g로 분석되어 김 제품에서 대장균군수의 오염도가 높음을 알 수 있었다.

미생물학적 위해가 우려되는 즉석섭취식품류의 최종 제품의 안전성 확보를 위해서는 제품의 제조환경과 제조공정을 최대한 위생학적으로 계획하고 관리하여 생산 초기 제품의 미생물 수준을 낮게 유지하는 노력이 필요하며(Kang et al., 2006) 식품 공전 분류상 기타식품류 유형인 조미김 식품 제조 업체들은 기존의 관리 방식을 벗어나 엄격한 품질 관리와 예방 관리체계로 식품의 안전성 및 건전성이 확보 되어야 한다고 보고하고 있다(Jo et al., 2004). 구매 후 즉석에서 섭취하게 되는 식품류는 식사 준비 시간 절약과 섭취가 간편한 장점이 있으나, 가열 및 별도의 조리 과정 없이 그대로 섭취하는 특성으로 인해 제품의 안전성과 미생물학적 품질이 중점으로 관리 될 필요가 있다(Kim and Yoon 2013). 그러므로 김 제품은 간단한 열처리 후 섭취 하거나 바로 섭취하므로 원재료부터 제품 생산까지 단계별 위생적인 관리해야만 안전한 제품이 생산 될 수 있다고 생각된다.

병원성 미생물의 정성 분석

샘플 총 100건의 김 제품에 대해 황색포도상구균, 살모넬라균, 장염비브리오균, 리스테리아 모노사이토제네스 대해서 분석한 결과 모두 검출되지 않았다. 김의 원재료부터 1차, 2차 가열, 포장 등의 각 제조과정 중에 김의 병원성 미생물을 분석한 결과 모두 불검출이며(Kang et al., 2006), 원초부터 최종제품까지 황색포도상구균, 살모넬라균, 장염비브리오균, 리스테리아 모노사이토제네스는 검출되지 않았으나 바실러스 세레우스균은 공정과정 중에 검출되었다고 보고되어 있다(Kim et al., 2015). 김 제품의 경우는 가열 및 별도의 조리 없이 섭취가 가능하고 생산 과정에 미생물을 사멸 시키는 단계가 많지 않기 때문에 병원성 미생물은 불검출로 관리되어야 하며 위생적인 제품 생산으로 병원성 미생물에 대한 체계적인 관리가 필요하다

호기성 세균 동정

건조김에 오염되어 있는 호기성 세균을 동정하기 위해 VI-TEK 2를 이용하여 생화학 분석 한 결과 마른김에서 가장 다양한 미생물의 종류가 분석되었다. 마른김은 원초를 세척, 건조시킨 상태라 주변 환경 등에 의해서 오염되어 있는 미생물이 건조 상태에도 완전히 사멸하지 않고 김에 남아 있는 것으로 생

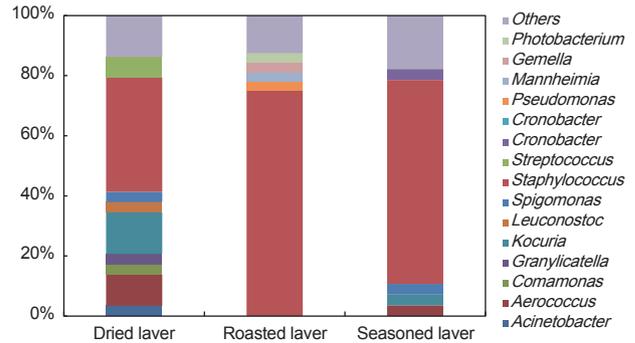


Fig. 2. Analysis of aerobic microbial contamination of dried, roasted, and seasoned laver *Porphyra* sp.

각된다. 마른김의 경우는 최종 소비단계에서 완전한 1차 상품이나 공산품이 아니기 때문 표준화 작업이 되지 못하기 때문에 품질 저하의 원인이 된다고 보고되어 있다(Ock, 2010). 따라서 마른김의 위생 표준 작업이 필요하다고 생각된다. 구운김과 조미김은 가공 공정 중 열에 약한 미생물은 사멸된 것으로 생각되며, 2차 가공품으로 표준화 작업이 되어 있는 제품의 경우 많은 미생물이 사멸된 것으로 생각된다. 분리된 미생물 중 주로 검출된 미생물은 *Staphylococcus* spp.가 마른김 37.9 %, 구운김 75.0 %, 조미김 67.9 %로 가장 높게 분석되었으나 식중독을 유발하는 *S. aureus*는 분리 되지 않았다. 대부분의 미생물 종류는 해수에서 주로 검출되는 미생물이 분석되었다(Fig. 2). 검출된 *Staphylococcus* spp.의 종류는 *S. cohnii* 37.0 %, *S. vitulinus* 35.2 %, *S. warneri* 16.7 %, *Staphylococcus* spp. 11.2 % 나타났다. 김의 병원성 미생물에 의한 오염은 없으나 환경에 오염된 미생물이 가공 과정 중에 안전하게 사멸되지 않으므로 생산 관리에 주의가 필요하다고 생각된다. 추가적으로 김에 오염되어 있는 호기성 미생물에 대한 유전자 분석 등을 통해서 정확한 오염 원인을 파악하고, 오염되어 있는 미생물에 대한 안전성 및 사멸 방법 등을 제시하여 향후 김 제품이 안전하게 생산, 유통되어야 한다고 생각된다.

사 사

이 논문은 2019년도 과학기술정보통신부 재원으로 한국식품연구원의 지원을 받아 수행한 연구성과입니다.

References

Choi ES, Kim NH, Kim HW, Kim SA, JO JL, Kim SH, Lee SH, Ha SD and Rhee MS. 2014. Microbiological quality of seasoned roasted laver and potential hazard control in a real processing lines. *J Food Protection* 77, 2069-2075.
 Choi ES, Kim NH, Lee SH and Rhee MS. 2012. Seafood and Bacteria. *Safe Food* 7, 3-13.

- Hwang ES. 2013. Composition of amino acids, minerals, and heavy metals in differently cooked laver (*Porphyra tenera*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42, 1270-1276
- Jo CR, Lee NY, Hong SP, Kim YH and Byun MW. 2004. Microbial contamination of the food materials for manufacturing Korean laver roll (Kimbab) and the Effect of Gamma Irradiation. *J food Sci Nutr* 9, 236-239.
- Kang MJ, Lee HT and Kim JY. 2015. Hazard Analysis determination of critical control points and establishment of critical limits for seasonal laver. *Culi Sci Hos Res* 21, 1-10.
- Kang SG, Park SH, Kim HJ and Ham KS. 2001. Chitosan treatment during the preparation of dried laver affects Microbila Growth and Quality. *J Chitin Chitosan* 6, 150-154 .
- Kim JW, Puligundla P and Mok CK. 2015. Microbial decontamination of dried laver using corona discharge plasma jet (CDPJ). *J Food Eng* 161, 24-32 .
- Kim KY and Yoon SY. 2013. A Study on microbiological risk assessment for the HACCP system construction of seasoned laver. *J Environ Health Sci* 39, 268-278.
- Korea laver industrial association. 2018. Database of production. Retrieved From http://www.kolia.org/notice/sub_02.html on Oct 23, 2018.
- Lee NY, Jo C, Chung HJ, Kang HJ, Kim JK, Kim HJ and Byun MW. 2005. The prediction of the origin of microbiological safety by Gamma Irradiation. *Korean J Food Sci Techno* 37, 279-286 .
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safty). 2018. Korea Food Standards Codex. Retrieved From <http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/index.jsp> on Oct 23, 2018.
- Ock YS. 2010. Some Schemes for the sustainable Development of Korean Laver Industry. *J Fish Adm* 41, 25-44.
- Seo KY, Lee MJ, Yeon JH and Kim IJ. 2006. Microbiological Contamination Levels of in Salad and Side Dishes Distributed in Markets. *J Food Hyg Saf* 21, 263-268 .