J. Fd Hyg. Safety
Vol. 22, No. 4, pp. 288~293 (2007)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

신선편이 양배추 제조공정 단계별 미생물 변화: 공기 중 미생물 변화를 중심으로

서정은 · 이종경 · 오세욱 · 구민선 · 김영호 · 김윤지*
한국식품연구원 안전성연구단

Changes of Microorganisms During Fresh-Cut Cabbage Processing: Focusing on the Changes of Air-Borne Microorganisms

Jung-Eun Seo, Jong-Kung Lee, Se-Wook Oh, Minseon Koo, Young-Ho Kim, and Yun-Ji Kim*
Food Safety Research Center, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea
(Received October 16, 2007/Accepted December 8, 2007)

ABSTRACT – To evaluate effects of airborne microorganisms in fresh cut processing plant, microorganisms in air, equipments, raw material, water and final product were isolated and identified using Vitek ®2 compact system. Airborne microorganisms were isolated from 1000 L air using air sampler for floating microorganisms and plate count agar for falling microorganisms. And contaminated microorganisms of equipment, water, and product were isolated from plate count agar plate. Total plate counts for floating and falling, raw material, equipments and final product were 10^2-10^3 CFU/m^3, ~10^1 CFU/plate, 10^3 CFU/g, ~10^4 CFU/cm^2 and 10^4 CFU/g, respectively. From the result of isolated microorganism identification from raw material to final product, airborne microorganisms could affect the flora of final product.

Key words: airborne bacteria, fresh-cut cabbages, floating bacteria, falling bacteria

신선편이 식품은 즉석에서 이용 가능한 편리성, 노동력 감소 등의 요인으로 1980년 말부터 유럽을 시작으로 1990년대 이후 미국에서 크게 발전하였다. 1999년, 미국의 fresh-cut 시장은 80억 달러의 규모에서 2005년 150억 달러로 꾸준히 성장하였으며, 2000년에 설립된 중국의 한 기업체는 2002년 매출액이 500만 달러로 전년도 대비 40%의 성장세로 비약적인 성장을 하였다. 국내의 경우, 신선편이 농산물시장 규모는 통계상 생산실태 파악이 어려우나 신선편이 농산물을 포함한 전처리된 농산물의 시장 규모는 대략 4조원 내외로 추정되며, 신선편이 식품의 이용에 관한 설문에서 나타난 87.7%의 긍정적인 조사 결과나 여성 사회진출 확대 및 맞벌이 부부 증가와 같은 요인들을 미루어 볼 때 시장은 더욱 커질 것으로 판단된다[1-3]. 지금까지 신선편이 식품의 형태는 감자, 도라지 등의 단순 절단 및 박피에 한정되어 재래시장을 중심으로 소규모로 판매되어 왔으나 최근에는 유통 구조의 변화와 함께 대형마트 등장으로 샐러드용, 혼합 과일과 같은 다양한 형태로 소비되어지고 있다[1,4]. 이러한 제품들의 유통기한은 미생물학적 품질이나 영양학적인 부분을 고려하였을 때, 캔 포장 야채나 냉동야채와 같은 가공식품과 달리 유통기한이 최소 4일에서 7일 정도로 짧은 특성을 지니며, 유통기한의 연장을 위한 연구는 원료수확, 위생, 포장, 유통 등의 다양한 분야에서 계속적으로 이루어지고 있다[5]. 특히 위생분야는 신선편이 식품이 가열 조리과정을 거치지 않기 때문에 유통기한뿐만 아니라 소비자의 안전에 직접적으로 영향을 미치는 중요한 분야로 캐나다의 경우 1981년, *Listeria monocytogenes*에 오염된 양배추샐러드에 의해서 식중독 사고가 발생하였으며, 1988년, 영국에서는 *Salmonella*에 오염된 양배추샐러드에 의해서 식중독 사고가 발생하였다. 그 밖에도 지난 10년간 미국에서 발생한 신선편이 농산물관련 식품사고는 전체 26%를 차지할 정도로 그 수가 상당하여 식중독 관리의 주요 대상식품이 되고 있다. 국내에서는 아직까지 발표된 바는 없으나 식약청과 소비자보호원의 보고된 자료들을 볼 때 신선편이 식품에 의한 식중독 발생의 우려가 있어 위생분야 연구의 중요성은 더욱 강조되고 있다[6-8]. 일반적으로 보고되는 신선편이 식품 관련 식중독 사례원인은 미생물의 오염으로 *Clostridium botulinum, Listeria monocytogenes, Salmonella, Shigella,* 병원성 *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* 등을 꼽을 수 있으며, 이러한 미생물을 제어하기 위하여 물이나 관

*Correspondence to: Yun-Ji Kim, Food Safety Research Center, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9085, Fax: 82-31-780-9185
E-mail: yunji@kfri.re.kr

련시설 등의 청결을 유지하거나 Hurdle Technology를 도입하려 하고 있다. 그러나 대부분 미생물의 오염원으로서 작업공간의 공기매체는 포함시키지 않고 있으며, Food and Drug Administration (FDA)과 MilK Industry Foundation/ International Ice cream Association는 공기매체에 의한 병원균들의 오염을 지적한 바가 있으나 국내에서는 위해요소로서 공기매체를 대상으로 한 연구가 미비하다[9,10]. 공기 중의 미생물은 오물로 더러워진 바닥을 수도호스를 이용하여 세척할 경우 오물과 미생물들이 물방울과 함께 튀어오르거나 하수 등의 기포파괴 시, 청소하기 힘든 부위의 먼지 등과 같은 요인에 의해 발생하여 공기 중의 입자에 부착된다. 이들 입자는 대부분 + 혹은 - 전하를 띠고 있어 물체의 표면에 쉽게 부착되거나 오히려 멀어지는 특성을 지니기 때문에 공기 중의 미생물이 제품에 미치는 영향은 다양하다. 따라서 본 연구에서는 공기 중의 미생물과 최종제품에서 검출된 미생물을 분석하여 공기 중의 미생물이 제품에 미치는 영향을 알아보고자 하였다[11,12].

재료 및 방법

실험대상

본 연구는 신선편이 농산물 생산업체에서 신선편이 양배추 생산라인을 중심으로 실험하였다. 실험은 제품이 생산되는 작업시간에 이루어졌으며, 오염 가능성이 높으며 작업공간을 골고루 검사할 수 있는 지점을 선택하여 작업이 이루어지는 곳을 중심으로 부유균과 낙하균을 동시에 총 8회 포집하였다. 또한 작업설비, 중간 제품 및 최종제품에 대하여 실험을 실시하였다.

시료채취 방법 및 분리 동정

부유균을 포집하기 위하여 air sampler (MAS 100 Eco, Merck Ltd., Germany)를 이용하여 1000 L의 공기를 채집하였다. 채집된 공기 중의 부유균은 고체배지에 부착되어 37ºC에서 24 hr 동안 배양하였으며, 낙하균은 같은 위치의 공기 중에서 자연스럽게 떨어지는 균을 5 min 동안 Nutrient Agar plate (BD, USA)에 포집하여 37ºC에서 24 hr 동안 배양하였다. 배양된 균들은 모두 Trypic Soy Agar (TSA, BD, USA)에서 순수분리를 한 후, 3% KOH test를 이용하여 gram negative와 gram positive로 분리한 다음 Vitek ®2compact (BioMerieux, Inc., France.)을 이용하여 biochemical test를 실시하였으며, 동정 확률(% id)이 89% 이상인 균종만 선택하였다. 동정 확률 89% 미만인 균종(unidentified, low discrimination)은 동정되지 않은 것으로 간주하였다. 설비는 100 cm^2의 template를 이용하여 스폰지법에 의하여 시료를 채취하였으며, 최종제품은 25g 시료를 취하여 펩톤수(Bacto peptone water, BD, Sparks, USA) 225 mL를 가한 후 균질한 것을 검액으로 사용하였다. 검액 1 mL를 단계 희석한 후 각 단계별 희석액 1 mL를 멸균된 petri dish 2매에 무균적으로 분주하고, 약 50ºC로 유지한 PCA(plate count agar, Merck Ltd., Darmstadt, Germany) 약 20 mL를 무균적으로 가하여 검액과 혼합한 후 37ºC에서 48 hr 동안 배양하고 평판당 30~300개의 집락을 생성한 평판을 선택하여 시료 1 cm^2 또는 g당 CFU를 구하였다. 그리고 총균수 측정을 통하여 희석단계가 적절한 plate에서 서로 다른 colony들을 7종 이상 순수분리를 한 후 부유균 및 낙하균과 같은 방법으로 Vitek ®2 compact을 이용하여 동정하였다.

결과 및 고찰

신선편이 양배추에 오염된 미생물의 오염 발생원은 크게 원료, 생산과정, 공기매체로 생각되는데 이 3가지 요인 중 공기매체가 제품에 미치는 영향 여부를 알기 위해서 본 연구에서는 각 요인별로 미생물을 분리 동정을 실시하였다. Table 1은 원료실에서 포장실까지 제품생산의 전 과정에서 검출한 15개속 78종의 부유균과 15개속 30종의 낙하균을 동정한 것을 gram 음성, 양성균으로 분류한 결과를 나타낸 것이다. 동정확률 89% 이상의 부유균은 gram 음성균 19개, gram 양성균 11개 속이 분리되었다. 동정된 부유균 중에서 gram 음성균인 *Sphingomonas* spp.는 8회 포집 중 5회가 검출되어 빈도가 높은 균이었으며 특히 *Spingomonas paucimobilis*은 공정 전 과정에서 검출된 균이었다. 낙하균은 15개 속 30종의 균이 검출되었는데, 부유균과 비교하여 전반적으로 같은 속류의 균들이 동정되었으나 4개의 다른 균속(*Delftia* sp., *Leclericia* sp., *Dermacoccus* sp., *Granulicatella* sp.)도 검출되었다. 원료실에서 검출된 부유균과 낙하균은 작업장내 타공정실과 비교하여 공기 미생물이 가장 적게 검출되었으며 부유균이 10^2 CFU/m^3 의

Table 1. Floating and falling bacteria isolated from raw material room to packing room

Group	Floating bacteria	Falling bacteria
Gram negative	*Acinetobacter* spp. *Brevundimonas* spp. *Chryseobacterium* spp. *Enterobacter* spp. *Pantoea* sp. *Pseudomonas* spp. *Sphingobacterium* spp. *Sphingomonas* spp. *Stenotrophomonas* spp.	*Acinetobacter* sp. *Brevundimonas* spp. *Chryseobacterium* sp. *Delftia* sp. *Enterobacter* spp. *Leclercia* sp. *Pseudomonas* spp. *Sphingobacterium* sp. *Sphingomonas* spp. *Stenotrophomonas* spp.
Gram positive	*Enterococcus* spp. *Kocuria* spp. *Leuconostoc* spp. *Micrococcus* spp. *Staphylococcus* sp. *Streptococcus* sp.	*Dermacoccus* sp. *Granulicatella* sp. *Kocuria* sp. *Micrococcus* sp. *Streptococcus* sp.

수준으로 *Kocuria* sp., *Sphingobacterium* sp., *Brevundimonas* sp. 이렇게 3개속의 균이 동정되었으나 낙하균은 검출되지 않았다. 아울러 원료 양배추에서는 3 log 수준의 총균수가 검출되었으며 분리된 8종의 균을 동정하여 *Sphingomonas* sp., *Chryseobacterium* sp. 등 4가지의 균속을 동정하였다. 원료실에 보관되어 있는 양배추들은 트레이박스에 오픈된 상태로 보관되어 있었으며 공기 미생물과 비교하여 동정 확률 89% 이상인 공통된 균속은 없는 것으로 나타났다.

전처리와 세척과정에서는 낙하균 검출률이 높아서 전체 낙하균의 대부분을 차지하는 것으로 나타났으며 (Table 2, 3), 전처리와 세척과정에서의 공기 미생물은 부유균이 21개 속 동정되어 원료실보다 7배 이상의 균이 분리된 반면 총균수준은 10^2-10^3 CFU/m^3 수준으로 큰 차이가 없었다. 또한 낙하균은 8개 속이 검출되었으며 총균수준은 10^0-10^1 CFU/plate의 수준이었다. 생산라인 중에서 검출한 미생물 (Table 4, 5)은 ~10^4 CFU/g의 오염 수준으로 21개의 균속에서 *Pseudomonas* sp., *Kocuria* sp., *Sphingomonas* sp. 등의

Table 2. Floating and falling bacteria isolated from pretreatment room

Position	Floating bacteria	Falling bacteria
Entrance to packing room	*Acinetobacter* sp. *Kocuria* sp. *Leuconostoc* sp. *Micrococcus* sp. *Pseudomonas* sp. *Stenotrophomonas* sp. *Streptococcus* sp.	*Brevundimonas* sp.
	4.2×10^2 cfu/m^{3A}	3.0×10^0 cfu/plate^A
Cutting Board	*Chryseobacterium* sp. *Enterobacter* sp. *Kocuria* spp. *Pseudomonas* sp. *Sphingomonas* sp. *Stenotrophomonas* sp.	*Dermacoccus* sp. *Kocuria* sp. *Pseudomonas* spp. *Sphingomonas* sp. *Stenotrophomonas* sp.
	2.1×10^3 cfu/m^{3A}	5.9×10^1 cfu/plate^A
Near entrance to raw material room	*Acinetobacter* sp. *Brevundimonas* sp. *Leuconostoc* sp. *Pantoea* sp. *Pseudomonas* sp. *Sphingobacterium* sp. *Sphingomonas* sp. *Streptococcus* sp.	*Pseudomonas* spp. *Stenotrophomonas* sp.
	3.1×10^2 cfu/m^{3A}	4.0×10^0 cfu/plate^A

^{A}: total plate counts

Table 3. Floating and falling bacteria isolated from washing room

Sources	Floating bacteria	Falling bacteria
1st washing line	*Acinetobacter* sp. *Chryseobacterium* spp. *Leuconostoc* sp. *Micrococcus* sp. *Pseudomonas* spp. *Stenotrophomonas* sp. *Streptococcus* spp.	*Brevundimonas* sp. *Micrococcus* sp.
	3.3×10^2 cfu/m^{3A}	2.0×10^0 cfu/plate^A
2nd washing line	*Acinetobacter* sp. *Enterobacter* sp. *Micrococcus* sp. *Pseudomonas* spp. *Sphingomonas* sp. *Streptococcus* sp.	*Acinetobacter* sp. *Chryseobacterium* sp. *Delftia* sp. *Enterobacter* sp. *Granulicatella* sp. *Leclercia* sp. *Pseudomonas* sp. *Sphingobacterium* sp. *Sphingomonas* sp. *Streptococcus* sp.
	8.4×10^2 cfu/m^{3A}	2.7×10^1 cfu/plate^A

^{A}: total plate counts

Table 4. Bacteria isolated from pretreated fresh cut cabbage

Sources	Classification of microbes		Classification of microbes
Cutting board	*Burkholderia* sp. *Chryseobacterium* sp. *Kocuria* sp. *Pseudomonas* spp. *Staphylococcus* sp. *Stenotrophomonas* sp.	Floor of pretreatment room	*Gemella* sp. *Kocuria* spp. *Pseudomonas* sp. *Sphingomonas* sp. *Streptococcus* spp.
	1.0×10^4 CFU/m^{3A}		2.3×10^4 CFU/m^{3A}
Raw material conveyor	*Brevundimonas* sp. *Buttiauxella* sp. *Chryseobacterium* sp. *Enterobacter* sp. *Micrococcus* sp. *Ochrobactrum* sp. *Pseudomonas* sp. *Sphingobacterium* sp. *Sphingomonas* sp.	Hand of workers	*Brevundimonas* sp. *Kocuria* spp. *Micrococcus* sp. *Ralstoniapaucula* sp. *Sphingobacterium* sp. *Sphingomonas* sp.
	4.3×10^2 CFU/m^{3A}		1.9×10^4 CFU/m^{3A}

^{A}: total plate counts

Table 5. Bacteria isolated from fresh cut cabbages obtained during washing

Sources	Classification of microbes	Sources	Classification of microbes
Cutted cabbages	*Chryseobacterium* sp. *Enterobacter* sp. *Leuconostoc* sp. *Pantoea* sp. *Pseudomonas* sp. *Raoultella* sp. *Sphingobacterium* sp. *Sphingomonas* sp.	Conveyor belt for cutted cabbages	*Acinetobacter* sp.* *Bordetella* sp. *Chryseobacterium* sp. *Sphingobacterium* sp. *Stenotrophomonas* sp.
	1.2×10^4 CFU/g[A]		2.2×10^2 CFU/m[3A]
Conveyor belt for 1st washed cabbages	*Acinetobacter* sp. *Brevundimonas* sp. *Chryseobacterium* sp. *Klebsiella* sp. *Kocuria* sp. *Micrococcus* sp. *Pseudomonas* sp. *Sphingobacterium* sp. *Sphingomonas* sp. *Stenotrophomonas* sp. *Streptococcus* spp.	Water after 1st washing of cabbages	*Chryseobacterium* sp. *Dermacoccus* sp. *Enterobacter* sp. *Klebsiella* sp. *Kocuria* sp. *Sphingobacterium* sp. *Sphingomonas* sp. *Staphylococcus* sp.
	3.4×10^2 CFU/m[3A]		1.0×10^4 CFU/g[A]
Water after 2nd washing of cabbages	*Chryseobacterium* sp. *Enterobacter* sp. *Leclercia* sp. *Raoultella* sp. *Pseudomonas* sp. *Sphingobacterium* spp. *Sphingomonas* sp. *Stenotrophomonas* sp.	2nd washed cabbages	*Chryseobacterium* sp. *Klebsiella* sp. *Leuconostoc* sp. *Pseudomonas* sp. *Sphingobacterium* sp. *Sphingomonas* sp. *Stenotrophomonas* sp.
	2.6×10^4 CFU/g[A]		8.7×10^3 CFU/g[A]
1st washed cabbages	*Acinetobacter* sp. *Kocuria* sp. *Sphingomonas* sp. *Stenotrophomonas* sp. *Vibrio* sp.	Floor of washing room	*Brevundimonas* sp. *Kocuria* sp. *Micrococcus* sp. *Pseudomonas* spp. *Sphingomonas* sp. *Staphylococcus* sp.
	6.8×10^3 CFU/g[A]		6.8×10^3 CFU/m[3A]
Conveyor belt for 2nd washed cabbages	*Chryseobacterium* sp. *Granulicatella* sp. *Kocuria* sp. *Staphylococcus* spp.		
	4.5×10^0 CFU/m[3A]		

[A]: total plate counts

균을 검출하였다. 전처리과정에서 사용된 전처리용 도마 및 원료 컨베이어에서 검출한 *Chryseobacterium sp.*와 1차 세척수에서 검출한 *Enterobacter sp.* 등은 최종제품의 4종 미생물에 일부 포함되었으나 이들 검체 부근에서 채집한 공기 미생물에서는 동일한 균종이 검출되지 않았다. 그러나 Table 5에 나타낸 세척과정에서의 검체 중 *Chryseobacterium indologenes*가 검출된 세절 후의 양배추, 세절 후 컨베이어, 2차 세척 후 컨베어, 양배추 2차 세척수 부근에서의 공기 미생물에서는 같은 균종이 검출되으며, *Enterobacter amnigenus*가 검출된 2차 세척 후 컨베어 부근에서의 공기 미생물에서는 검출되지 않았다. 포장실을 포함하여 신선편이 양배추 생산에 관련된 작업공간에서 공기 미생물의 오염은 부유균 10^2-10^3 CFU/m^3, 낙하균 ~10^1 CFU/plate 수준으로 검출되는 균속 총균 수준은 다르지만 오염 수준은 거의 비슷하였다(Table 6). 이러한 조건에서 생산되는 원료 양배추와 최종제품인 신선편이 양배추에서 검출한 미생물을 비교하면. 원료, 최종 세척 후 양배추에서 검출한 미생물 농도는 각각 10^3 CFU/g, 10^4 CFU/g의 수준으로 원료 양배추는 8종을 동정하여 *Sphingomonas* sp., *Chryseobacterium* sp., *Stenotrophomonas* sp., *Rhizobium*

Table 6. Floating and falling bacteria isolated from packing room

Sources	Floating bacteria	Falling bacteria
Conveyor	*Enterococcus* spp.(2) *Kocuria* sp. *Micrococcus* sp. *Pseudomonas* sp. *Sphingobacterium* sp. *Sphingomonas* sp.	*Brevundimonas* sp.
	2.6×10^2 cfu/m^{3,A}	1.0×10^0 cfu/plate^A
Packing machine	*Acinetobacter* sp. *Kocuria* sp. *Sphingomonas* spp.(2) *Staphylococcus* sp. *Stenotrophomonas* sp.	-
	1.2×10^2 cfu/m^{3,A}	ND*

^{A}: total plate counts, *: not detected.

sp.가, 최종제품에서는 9종을 동정하여 *Chryseobacterium* sp., *Sphingomonas* sp., *Enterobacter* sp., *Lactococcus* sp., *Aeromonas sp.*가 검출되었는데 *Sphingomonas* sp. 속만 공통적인 균이었다. 또한 원료실에서 검출된 공기 미생물과 원료에서 검출된 미생물은 서로 일치하는 균속이 없는 것으로 나타났다. 최종제품에서 검출한 *Sphingomonas paucimobilis*는 포장실의 공기 미생물에서도 검출되었지만 그 밖에 일치하는 균속은 없는 것으로 나타났다. *Sphingomonas* 속은 오염된 토양 및 다양한 자연환경에서 분리되는 균으로 *Sphingomonas* 속 중 특히 *Sphingomonas paucimobilis*는 치명적이지 않는 범위내에서 질병을 유발하나 항생제의 이용으로 치료가 가능한 균으로 알려져 있다. 원료에서 검출된 미생물은 최종제품과 비교해 볼 때 *Sphingomonas paucimobilis*를 제외한 3종의 미생물이 최종제품에서 모두 검출되지 않았는데 이는 원료의 절단이나 소독 및 세척 과정을 거치면서 미생물이 손상 및 제거된 것으로 판단되며 최종제품에서 검출된 *Sphingomonas paucimobilis* 외 4개 속의 미생물은 생산라인 혹은 공기 중의 미생물에서 오염된 것으로 보인다. 따라서 이 두 실험구에서 미생물을 검출하여 비교한 결과, 실험 결과, 관리가 잘 이루어지고 있는 작업환경으로 인해 공기 미생물이 최종제품에 미치는 영향은 예상보다 크지 않았으나 검체와 공기 미생물의 연관성은 종업원의 수가 적고, 원료가 깨끗이 정리되어 있는 원료실이나 자동 시스템으로 이루어진 포장실 보다 종업원의 수가 많고 바닥 청소 시 고압호스를 이용하거나, 2개 이상의 제품이 동시에 생산되거나, 배수하수 등의 공기 미생물의 발생요인 많은 생산라인이 더 밀접한 것으로 판단되었다. 그러나 최종제품에는 검출이 되지 않았어도 생산과정에서 많은 검체들이 일부 공기 미생물과 같은 균종에 오염되어 있었다. 이는 공기 미생물이 언제든지 최종제품에 영향을 미칠 수 있는 가능성을 말하고 있으며, 특히 *Streptococcus pneumoniae, Klebsiella pneumoniae* ssp *pneumoniae*와 같은 기회감염균(Opportunistic pathogenics)이 오염되어 있는 도마나 바닥 등은 제품이 소독, 세척을 거치거나 제품과 직접적인 관계가 없으나 공기 미생물의 발생요인으로 결국 제품에 영향을 미칠 수 있다. 기회감염균이란 노약자, 소아, 질환으로 인해 저항력이 약한 사람에게 질병을 유발시킬 수 있는 질병으로 실내 공기의 오염에 관한 연구를 하는 분야에서 검출대상이 되는 미생물이다[13]. 따라서 생산에 관계된 시설만 관리하는 것 보다 HEPA 필터, Air Shower, Pass Box 등의 시설을 통한 공기 미생물의 관리가 함께 이루어지는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

요 약

작업장 내 공기오염의 중요성을 평가하기 위하여 신선편이채소 작업장 내 실내 공기와 제품에서 검출되는 미생물 종류 및 수준을 조사하고 양배추 생산작업을 대상으로 관련된 작업공간의 공기 미생물, 작업설비 및 세척수, 원료 및 제품에 대하여 미생물 실험을 실시하였다. 실내 공기 중의 미생물은 air sampler를 이용하여 1000 L의 공기에서 부유균을, plate count agar를 이용하여 낙하균을 각각 8 회 포집하여 분리하였으며 그 외 장비와 제품에 대한 미생물은 총균수 측정 후 colony를 분리하였으며 분리된 균은 Vitek ®2 compact system으로 동정하였다. 부유균과 낙하균의 총균수준은 각각 10^2-10^3 CFU/m^3, ~10^1 CFU/plate, 또한 원료, 생산라인 및 최종제품에서 검출된 총균수준은 각각 10^3 CFU/g, ~10^4 CFU/cm^2, 10^4 CFU/g 수준이었다. 동정결과 생산과정의 여러 검체에서 공기미생물과 같은 균종이 검출되어 공기 미생물이 제품의 오염에 영향을 줄 수 있는 가능성을 보여주었다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 한국식품연구원 기관고유사업 연구비 지원에 의한 것임.

참고문헌

1. Kim, D.-M. and Hong, S.I.: Current status and prospect of fresh-cut produce in Korea, *Food Preserv. Proc. Ind.,* **3**, 18-22 (2004).
2. Kim, B.-S.: Equipments and facilities to process high quality of fresh-cut produce, *Food Preserv. Proc. Ind.,* **4**, 41-61 (2005).
3. Kim, K.-H.: Consumers' demand for fresh cut produce, . *Food Preserv. Proc. Ind.*, **4**, 2-7 (2005).
4. Park, Y.-J., Hwang, T.Y., and Moon, K.D.: Plan of establishment for minimal processing fruits & vegetables, . *Food Pre-*

serv. Proc. Ind., **4**, 8-17 (2005).
5. Hwang, T.-Y. and Moon, K.D.: Technical trend & prospect of minimal processing fruits & vegetables industry, *Food Sci. Ind.*, **38**, 120-130 (2005).
6. Shlech, W.F., Lavigne, P.M., Bortolussi, R.A., Allen, A.C., Haldan, E.V., Wort, A.J., and Hightower, A.W.: Epidermic listeriosis evidence for transmission by food, *N. Engl. J. Med.*, **308**, 203-206 (1983).
7. KIm, C., Hung, Y.C., and Brackett, R.E.: Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of foodborne pathogens. *Int. J. Food Microbiol*., **61**, 199-207 (2005).
8. Korea Food and Drug Administration. Trend of safety management for fresh-cut produce in USA. http://www.kfda.go.kr (2007).
9. Kim, J.K.: Techniques to establish safety of fresh-cut fruits and vegetables. *Food Preserv. Proc. Ind.*, **4**, 18-25 (2005).
10. Food and Drug Administration and Milk Industry Foundation International Ice Cream Association. Recommended guidelines for controlling environmental contamination in dairy plants. Dairy Food Sanit. **8**, 52-56 (1988).
11. Kang, Y.J. and Frank, J.F.: Biological aerosols: A review of airbone contamination and its measurement in dairy processing plants, *J. Food Prot.*, **52**, 512-524 (1989).
12. Kang, Y.J., and Frank, J.F.: Characteristics of biological aerosols in dairy processing plants, *J. Dairy Sci*., **73**, 621-626 (1990).
13. Chung, Y.H., Hong, J.B., and Chang, Y.H.: A Study on the microbial air pollution of urban living and indoor environment, *Kor. J. Env. Hlth. Soc.*, **27**, 1-9 (2001).