pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 28, No. 4, pp. 306~311 (2013)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2013.28.4.306

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

국내에 시판되고 있는 유기농산물과 일반농산물의 부패미생물 분리 및 동정

정순영 · 정영 · 정규석[1] · 허성기[1] · 이선영*
중앙대학교 자연과학대학 식품공학부, [1]농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 유해생물과

Isolation and Identification of Spoilage Bacteria on Organic and Conventional Fresh Produce in Korea

Soon-Young Jung, Ling Zheng, Kyu-Seok Jung[1], Sunggi Heu[1], and Sun-Young Lee*
Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, 72-1, Nae-ri, Daedeok-myeon, Anseong-si, Gyeonggi-do 456-756, Korea
[1]Microbial Safety Division, Department of Agro-food Safety, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administratio, Gyeonggi-do 441-857, Korea
(Received September 12, 2013/Revised October 10, 2013/Accepted November 4, 2013)

ABSTRACT - This study was conducted to investigate spoilage bacteria on organic and conventional fresh produce in Korea. Three samples (perilla leaf, cabbage, and romaine lettuce) of organic and conventional fresh produce were stored at 4°C for 14 days and examined for spoilage bacteria on TSA. Isolated bacteria from organic and conventional fresh produces were identified using 16S rRNA sequencing method. Population of total aerobic bacteria on conventional perilla leaf, cabbage, and romaine lettuce were 7.59, 7.01, and 5.84 $\log_{10}$ CFU/g, and populations of total aerobic bacteria were 6.72, 6.15, and 5.85 $\log_{10}$ CFU/g for organic perilla leaf, cabbage, and romaine lettuce, respectively. Major spoilage bacteria of organic and conventional fresh produces were similar however their levels were little different. For example, a major spoilage bacterium resulting the highest level on conventional perilla leaf was *Stenotrophomonas maltophilia* whereas that was *Microbacterium* sp. for organic produce. From these results, microflora or spoilage microorganism could be different depending on their cultivation types as conventional or organic produces and this information might be used for developing effective preservation method for different types of fresh produce.

Key words: Organic fresh produce, Conventional fresh produce, Spoilage bacteria, Identification, Isolation

최근 국민의 소득수준 증대와 건강에 대한 관심증대, 일반농산물의 과다 농약사용에 대한 위험성 고조 및 환경에 대한 소비자 의식 수준이 높아지면서 유기농산물의 수요 및 생산이 크게 증가하고 있으며, 그 종류도 다양해지고 있다[1,2]. 우리나라에서 유기농산물은 친환경 농산물에 포함되어 있고, 친환경 농산물은 유기농산물, 무농약농산물, 저농약농산물 3종류로 분류된다[3]. 유기농산물은 유기합성농약과 화학비료를 일체 사용하지 않고 재배한 것을 말하며, 무농약농산물은 유기합성농약을 일체 사용하지 않고 화학비료는 권장 시비량의 1/3이내로 사용한 것을 말하고, 저농약농산물은 화학비료 권장시비량의 1/2이내를 사용하고 제초제를 사용하지 않은 농산물을 말한다[3]. 유기농산물은 농약이나 화학비료를 사용하지 않는 대신 유기 퇴비 및 축분 비료를 사용하기 때문에 관리가 제대로 되지 않은 상태에서 생식(生食)을 하게 되면 소비자들에게 식중독의 원인으로 작용할 수 있다[1]. 이러한 문제점으로 인하여 2005년 이후로는 친환경농업육성법으로 관련규정에 따라 공장형 농업(factory farming)에서 나온 사료로 가축을 먹여 배설된 축분은 유기농산물에서 사용을 금지하고 있다[4]. 한국에서 유통되는 채소류에서 병원성세균을 조사한 결과를 보면, 2002년 채소류 198종을 실험한 결과 21종(10.6%)에서 병원성 *Clostridium botulinum*이 검출되었으며[5], Bae 등의 연구결과에서는 2010년 총 100개의 채소를 실험한 결과 4종의 *Bacillus cereus*가 확인되었다[6]. 또한, 미국의 경우 유기농산물 476종 중 병원성 *Escherichia coli* 9.7%, *Salmonella* 0.4%가 검출 되었다고 보고하고 있다[7].

농산물은 밭, 과수원, 온실이나 재배 및 가공 과정에서

*Correspondence to: Sun-Young Lee, Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, 72-1 Nae-ri, Daedeok-myeon, Anseong-si, Gyeonggi-do 456-756, Korea
Tel: 82-31-670-4587, Fax: 82-31-676-8741
E-mail: nina6026@cau.ac.kr

다양한 균에 노출되며, 이러한 농산물에 존재하는 균이 재배기간 혹은 수확 후 저장기간 동안 생육하여 농산물의 부패를 일으킬 수 있다[8]. 하지만 이러한 농산물의 부패를 일으키는 미생물은 농산물의 종류와 재배 환경 및 조건에 따라 차이가 나타날 수 있다. 예를 들면, 토마토에서 부패를 일으킬 수 있는 주요 균은 *Clavibacter michiganensis* ssp.이며, 이 균은 토양에 장기간 머물면서 생존이 가능하고 저항성이 높은 균으로 알려져 있다[9]. 또한, 벼 뿌리의 부패에 관여하는 주요 균은 *Dickeya zeae*으로 알려져 있으며, 뿌리를 연하게 만들어서 벼의 성장을 방해한다[10]. 그 이외에 시금치나 채소 농산물에서 부패를 일으키는 주요 균은 *Pectobacterium carotovora, Cytophage johnsonae*, *Pseduomonas fluorescens*등으로 알려져 있다[11,12]. 가공하지 않은 농산물은 냉장보관이 유일한 보관방법으로 장기간 저장이 어려우므로 부패가 쉽게 일어날 수 있기 때문에 신선도나 유통기한을 증가시키기 위해서는 농산물의 부패를 일으키는 미생물의 생육을 억제시키거나 사멸시키는 것이 중요하다. 하지만 이러한 부패미생물을 효과적으로 제어할 수 있는 기술을 개발하기 위해서는 각각의 농산물에 분포하고 있고, 수확 후 저장기간 동안 농산물의 부패를 일으키는 주요 균총에 대한 이해가 선행되어야 할 것이다. 특히 최근 수요가 증가하고 있는 유기농산물은 일반농산물과 재배 방법과 환경에 차이가 있기 때문에 농산물에 분포하는 미생물의 종류와 수확 후 저장기간 동안 부패를 일으키는 주요 미생물의 종류에 차이가 나타날 수 있다[13,15]. 하지만, 수확 후 저장 기간 동안 유기농산물과 일반농산물 제품의 부패에 관여하는 주요 부패미생물의 종류를 조사한 연구 결과는 국내외에서 거의 보고된 바가 없다. 따라서, 본 연구는 한국에서 유통되고 있는 유기농산물과 일반농산물의 저장기간 동안 주요 부패를 일으키는 부패미생물을 조사하기 위하여 총 3종(깻잎, 양배추, 상추)의 유기농산물과 일반농산물을 구입하여 냉장온도(4°C)에서 14일 동안 저장 후 부패를 일으킨 주요 세균의 균수를 계수하고, 각각의 주요 세균을 분리하여, 16S rRNA sequencing방법을 이용하여 확인하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 농산물은 경기도 안성시 소재에 대형마트에서 유기농산물(깻잎, 양배추, 상추), 일반농산물(깻잎, 양배추, 상추) (원산지: 안성 소재 농장)을 각각 3종류씩 구입하여 사용하였다. 구입 한 농산물을 4°C에서 14일간 저장한 후 미생물 분석에 사용하였다.

미생물 분석

시료 25 g과 멸균된 buffered peptone water (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 50 mL를 균질화하여 1 mL를 단계적으로 buffered peptone water 9 mL에 10배씩 연속 희석하여 0.1 mL씩 취하였으며, 시료에 혼입된 호기성 총 세균은 APHA 표준방법[14]에 따라 Tryptic soy agar (TSA; Difco), Brain heart infusion (BHI; Difco) 배지를 사용하여 37°C에서 1-2일간 배양한 후 콜로니(Colony) 모양을 분리 및 계수하였다.

16S rRNA sequencing 분석

TSA 및 BHI 배지에서 주로 분포하여 분리된 세균은 16S rRNA Sequencing방법을 이용하여 최종 확인하였으며, 16S rRNA Sequencing은 Macrogen Inc. (Seoul, Korea)에 의뢰하여 분석하였다.

통계 처리

모든 실험은 3반복으로 수행되었다. 관찰된 실험 결과는 SAS통계프로그램(version 9.1, SAS institute, Cary, NC, USA)의 ANOVA procedure를 이용하여 분석하였다. 각각의 처리군이 통계적으로 유의적으로 나타나는 경우에($p < 0.05$) 각각의 3반복 실험에 의한 평균값은 *t*-test를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

유기농산물과 일반농산물의 총균수

깻잎, 양배추, 상추의 유기농산물 및 일반농산물의 부패미생물 총균수는 Fig. 1에 나타나 있다. 유기농산물 깻잎, 양배추, 상추의 총균수는 5-7 $\log_{10}$ CFU/g 수준이었고, 일반농산물의 총균수는 5-8 $\log_{10}$ CFU/g 수준이었다. 유기농산물보다는 일반농산물에서 총균수가 더 많이 내재하고 있으나 유의적으로 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$). 다른 기존의 연구에서도 유기농산물 채소와 일반농법으로 재배된 채소의 미생물의 차이를 보고하고 있으나 그 차이는

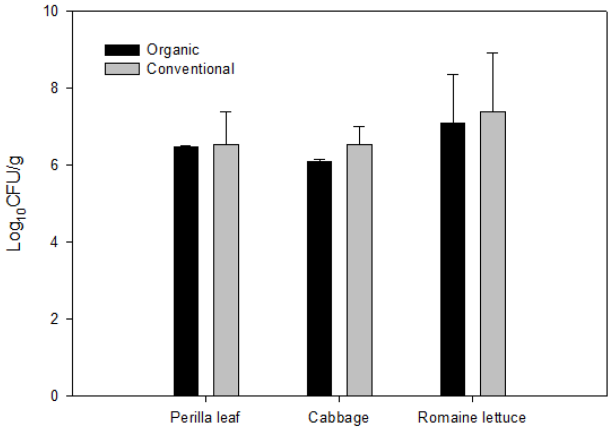

Fig. 1. Population (Log_{10} CFU/g) of total aerobic bacteria in organic and conventional fresh produces stored at 4°C for 14 days.

그리 크지 않으며, 경향 또한 일관적이지 않음을 알 수 있다. Moreira 등[15]은 유기 혹은 일반농법으로 재배된 근대의 품질을 조사한 결과, 유기농 근대와 일반근대 제품의 총균수는 각각 1.8 $\log_{10}$CFU/g, 2.3 $\log_{10}$CFU/g이었으며, 일반농산물에서 좀 더 높은 수준의 총균수가 나타났으나 유의적인 차이는 관찰되지 않았다($p > 0.05$). 또한, 근대를 4ºC에서 25일 저장 후 미생물을 비교해 본 결과 유기농과 일반농산물 제품의 총균수는 6-8 $\log_{10}$CFU/g로 유사하였으나, 효모와 곰팡이는 유기농 제품보다 일반농산물 제품에서 더 높은 수준이 관찰되었다. Nguz 등[16]의 연구에서 유기농산물 제품(옥수수, 당근, 고추, 콩, 완두콩)과 일반농산물인 껍질콩(green bean)을 비교한 결과 총균수는 각각 3.0-7.6 $\log_{10}$CFU/g, 2.1-9.7 $\log_{10}$CFU/g으로 일반농산물인 껍질 콩이 더 높은 수치를 나타냈다. 하지만 총균수 이외에 병원성 세균이나 효모, 곰팡이는 일반농산물보다 유기농산물에서 수치가 더 높게 관찰되었다. Oliveira 등[17]은 유기농과 일반 농법에 의해 재배된 양상추의 총균수를 비교하였으며, 결과로 유기농과 일반농산물의 총균수는 각각 5.67 $\log_{10}$CFU/g, 6.35 $\log_{10}$CFU/g으로 유사한 수준을 확인하였다. Valentin-Bon 등[18]의 시금치와 양상추의 유기농산물과 일반농산물의 비교 연구에서 시금치 총균수는 각각 4.0-8.3 $\log_{10}$CFU/g, 5.5-8.0 $\log_{10}$CFU/g이었고, 양상추 총균수는 각각 4.5-7.9 $\log_{10}$CFU/g, 5.7-8.0 $\log_{10}$CFU/g이었다. Maffei 등[19]의 상추의 유기농산물과 일반농산물의 비교 연구에서 총균수는 각각 6.81 $\log_{10}$CFU/g, 6.50 $\log_{10}$CFU/g으로 유사한 수준으로 나타났다. 농산물이 내재하고 있는 미생물은 농산물의 원산지와 재배환경 및 농업방법, 토양, 비료, 관개, 동물들에 의해 달라질 수 있다[13,16,19]. 하지만 기존의 연구결과와 본 연구결과에서 유기농과 일반 채소에 내재된 총균수의 양과 경향이 일치하지 않으므로 채소가 유기 혹은 일반농법으로 재배되어서 채소의 총균수에 유의적인 차이가 나타난다고 결론짓기는 어려울 것으로 보인다.

유기농산물과 일반농산물의 부패미생물 분리 및 동정

깻잎, 양배추, 상추의 유기농산물 및 일반농산물의 주요 부패미생물을 콜로니(Colony) 모양별로 분리하고 16S rRNA sequencing방법을 이용하여 분리 및 동정한 결과는 Table 1과 같다. 16S rRNA sequencing방법에 이용된 부패미생물은 총 21가지였으며(Fig. 2), 그 중 2가지는 확인되지 않았다. 유기농산물 깻잎에서 발견된 주요 균은 *Microbacterium oxydans, Klebsiella pneumonia, Microbacterium schleiferi, Brachybacterium* sp.이었으며, 이들의 균수는 3-4 $\log_{10}$CFU/g 수준이었다. 일반농산물 깻잎에서 발견된 주요 균은 *Stenotrophomonas maltophilia*이었으며, 균수는 6 $\log_{10}$CFU/g 수준이었다. 깻잎에서 발견된 균총은 유기농산물에서 더 다양했으며, 내재된 균의 양은 일반농산물에서 많은 것을 확인할 수 있었다. 그리고 양배추 같은 경

Table 1. Major spoilage bacteria isolated from organic and conventional fresh produces stored at 4ºC for 14 days

Classification	Sample	Number	Microorganisms	Colony shapes	Log_{10} CFU/g
Organic fresh products	Perilla leaf	1	*Microbacterium oxydans*	Yellow colony	4.48
		2	*Klebsiella pneumonia*	White round colony	4.36
		3	*Microbacterium schleiferi*	Orange colony surrounding white	4.26
		4	*Brachybacterium* sp.	Yellow round colony	3.95
	Cabbage	5	*Pseudomonas reactans*	Clear white colony	5.77
		6	No confirm	Soft yellow colony	4.45
	Romaine lettuce	7	*Arthrobacter arilaitensis*	White round colony	4.41
		8	*Enterobacter ludwigii*	White colony	3.60
		9	*Pseudomonas argentinensis*	Soft yellow colony	4.46
		10	*Microbacterium schleiferi*	Orange colony surrounding white	4.59
		11	*Microbacterium schleiferi*	Orange colony surrounding white	4.64
		12	*Microbacterium oxydans*	Soft yellow colony	4.64
		13	*Microbacterium* sp.	Yellow colony	4.40
Conventional fresh products	Perilla leaf	14	*Stenotrophomonas maltophilia*	Yellow colony surrounding white	6.38
	Cabbage	15	*Pseudomonas rhodesiae*	Yellow colony	5.23
		16	*Acinetobacter calcoaceticus*	Clear white colony	4.86
		17	*Staphylococcus sciuri*	Opaque white colony	4.64
		18	No confirm	Clear white colony	4.57
	Romaine lettuce	19	*Arthrobacter arilaitensis*	Yellow colony	5.30
		20	*Microbacterium schleiferi*	Yellow colony surrounding soft yellow	6.26
		21	*Arthrobacter* sp.	Orange colony surrounding white	5.78

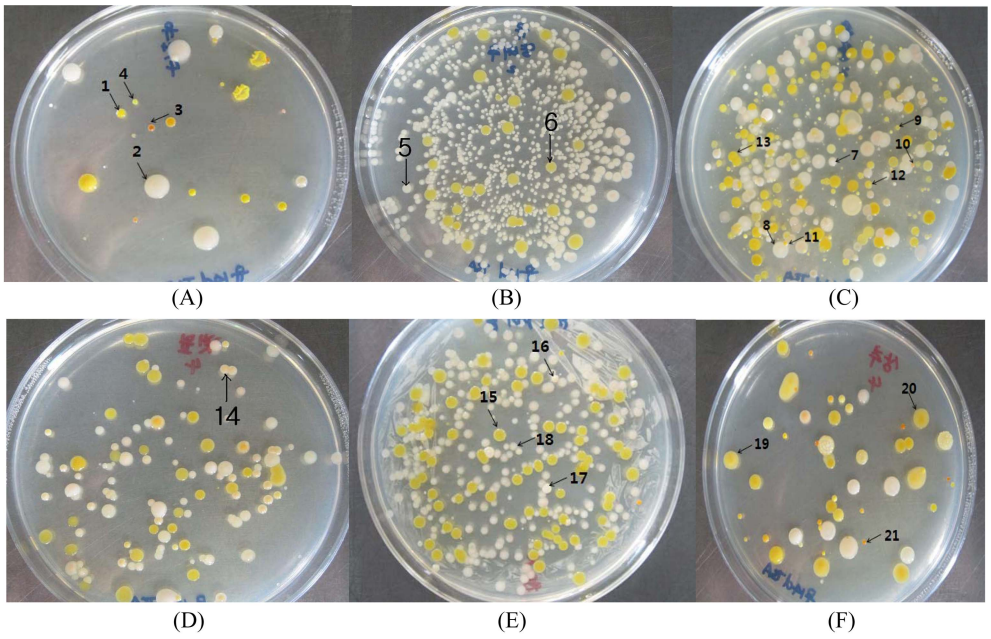

Fig. 2. Colony shapes of spoilage bacteria isolated from organic and conventional fresh produces (A- 1, 2, 3, 4; Organic perilla leaf, B- 5, 6; Organic cabbage, C- 7, 8, 9, 10, 11, 12; Organic romaine lettuce, D- 14; Conventional perilla leaf, E- 15, 16, 17, 18; Conventional cabbage, F- 19, 20, 21; Conventional romaine lettuce).

우에서는 유기농산물에서 발견된 균은 2가지였는데, 주요 균은 *Pseudomonas reactans*이었으며, 균수는 4-6 $\log_{10}$ CFU/g 수준이었고 다른 1종은 발견되지 않았다. 일반농산물 양배추의 주요 균은 *Pseudomonas rhodesiae*이었으며, 그 외에 확인되지 않은 1종과 *Acinetobacter calcoaceticus, Staphylococcus sciuri*이 확인되었고, 이들의 균수는 4-5 $\log_{10}$CFU/g 수준이었다. 유기농산물과 일반농산물에서 공통적으로 *Pseudomonas* sp.이 발견되었으나, 일반농산물 양배추에서 발견된 균의 종류가 유기농산물보다 다양했으며, 내재된 균의 양은 비슷한 것을 확인할 수 있었다. 유기농산물에서 발견된 균의 종류가 가장 많은 것은 상추였는데, 총 7종이 발견되었고, 주요 균은 *Arthrobacter arilaitensis, Enterobacter ludwigii, Pseudomonas argentinensis, M. schleiferi, M. oxydans, Microbacterium* sp.이었으며, 이들의 균수는 3-5 $\log_{10}$CFU/g 수준이었다. 일반농산물 상추에서 발견된 주요 균은 *Arthrobacter* sp., *Microbacterium* sp. 이었으며, 이들의 균수는 5-6 $\log_{10}$CFU/g 수준이었다. 유기농산물과 일반농산물에서 공통적으로 *Arthrobacter* sp., *Microbacterium* sp.이 발견되었으나, 유기농산물 상추에서 더 다양한 균이 발견되었고, 균의 양은 일반농산물 상추에서 더 많은 것을 확인할 수 있었다.

농산물 부패와 관련해서 Duncan 등[20]의 연구에서 상추나 바로 섭취할 수 있는 채소를 부패시키는 주요 균은 *P. fluorescens, Pantoea agglomerans, Rahnella aquatilis*로 조사되었다. 이 균은 냉장고 보관 시에 유통기한을 짧게 하며, 항생제에 저항성을 가지고 있다고 한다. Eni 등[21]의 연구에서 오이, 피망. 파에서 부패를 발생시키는 주요 균은 *Staphylococcus* spp.이며, 양배추, 상추, 깍지 콩에서는 *Klebsiella* spp.이 발견되었고, 깍지 콩과 파에서는 *Pseudomonas* spp.가 검출되었다. Beuchat 등[7]의 연구에서 알파파 새싹, 양배추, 상추, 감자, 시금치, 샐러드용 채소 등에서 인간에게 병원성 질병을 일으킬 수 있는 주요 균으로써 *Aeromonas* sp., *Salmonella*, *Staphylococcus* sp., *Listeria monocytogenes*등이 보고되었다. Soriano 등[22]의 연구에서 상추와 샐러드에서 발생되어 식중독을 일으키는 주요 균은 *Aeromonas hydrophila, Citrobacter freundii, Enterobacter cloacae, Klebsiella* spp.등이 보고되고 있다.

본 연구에서는 3가지 농산물(깻잎, 양배추, 상추) 유기농산물과 일반농산물을 냉장온도(4°C)에서 14일 동안 저장 후 각각의 농산물에 내재된 주요 부패균에 대하여 조사하였다. 유기농산물과 일반농산물의 미생물 균수나 종류에 약간의 차이가 있었으나, 이것들의 유의적인 차이는 확인되지 않았다($p > 0.05$). 유기농산물에서 발견된 주요 균은 *Microbacterium* sp.이 가장 높게 관찰되었으며, 일반농산물에서는 *S. maltophilia*가 가장 높게 나타났다. 기존의 여러 연구에서 다양한 신선 농산물의 총균수 등과 같은 미생물 품질 및 몇몇 주요 병원성 미생물의 오염도 등에 대하여 보고하고 있다. 하지만 유기농산물과 일반농산물의 부패미생물의 종류에 비교 평가한 논문은 거의 없다. 이에 본 연구 결과는 유기농산물 및 일반 농산물의 부패미생물에 대한 이해를 높이고, 농산물의 신선도 및 유통기한을 늘리기 위한 새로운 살균소독제 및 부패 억제제를

개발하는데 좋은 기초자료로 사용될 수 있을 것이다. 하지만 본 연구는 배지에 나타난 콜로니(colony)의 형태를 중심으로 미생물을 분리, 계수하고 동정하였다. 이에 콜로니(colony)가 유사한 종류의 미생물에 대한 오차가 존재할 수 있으며, 이에 차후에는 메타지노믹스(methagenomics) 등의 연구 방법을 활용하여 각각의 식품에 있는 전체 미생물 군집 및 생태 등의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 부패미생물의 종류와 차이를 알아보기 위해 유기농산물과 일반농산물(깻잎, 양배추, 상추)을 구입하여 4ºC에 14일 저장한 후 일반목적배지를 사용하여 미생물을 분리 및 16S rRNA sequencing방법을 이용하여 동정하였다. 유기농산물 깻잎, 양배추, 상추의 총균수는 5-7 $\log_{10}$ CFU/g 수준이었고, 일반농산물의 총균수는 5-8 $\log_{10}$ CFU/g 수준이었다. 유기농산물보다는 일반농산물이 총균수를 더 많이 내재하고 있으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$). 유기농산물 깻잎에서 발견된 주요 균은 *Microbacterium* sp.이었으며, 일반농산물 깻잎에서 발견된 주요 균은 *Stenotrophomonas maltophilia*이었다. 또한, 유기농산물에서 부패를 일으킬 수 있는 균인 *Klebsiella pneumonia*가 발견되었으며, 일반농산물보다 유기농산물에서 발견된 균의 종류가 더 많은 것을 확인할 수 있었다. 이에 본 연구 결과는 부패미생물에 대한 이해를 높이고 농산물의 신선도 및 유통기한을 늘리기 위한 새로운 살균소독제 및 부패 억제제를 개발하는데 좋은 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 말

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업의 지원 (과제번호: PJ008513022013)에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. KCA: http://www.kca.go.kr.: 유기채소류 안전실태 조사. (2004).
2. Bulluck, L.R., Brosius, M., Evanlo, G.K., and Ristaino, J.B.: Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Appl. Soil Ecol*., **19**, 147-160 (2002).
3. NAQS: http://www.enviagro.go.kr. (2001).
4. MAFRA: http://www.mafra.go.kr. (2005).
5. MFDS: http://www.mfds.go.kr. (2010).
6. Bae, Y.M., Hong, Y.J., Kang, D.H., Heu, S.G., and Lee, S.Y.: Microbial and pathogenic contamination of ready-to-eat vegetables in Korea. *J. Food Sci. Techol*., **43**, 161-168 (2011).
7. Mukherjee, A., Speh, D., Dych, E., and Diez-Gonzalez, F.: Preharvest evaluation of coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Escherichia coli* O157:H7 in organic and conventional produce grown by Minnesota farmers. *J. Food Prot*., **67**, 894-900 (2004).
8. Beuchat, L.R.: Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes infect*., **4**, 413-423 (2002).
9. Fatmi, M., and Schaad, N.W.: Survival of *Clavibacter michiganensis ssp. Michiganensis* in infected tomato stems under natural field conditions in California, Ohio and Morocco. *Plant Pathol.*, **51**, 149-154 (2002).
10. Zhou, J., Zhang, H., Wu, Jien., Liu, Q., Xi, P., Lee, J., Liao, J., Jiang, Z., and Zhang, L.: A Novel Multidomain Polyketide Synthase is Essential for Zeamine Production and the virulence of *Dickeya zeae*. *Mol. Plant Microbe Interact*., **24**, 1156-1164 (2011).
11. Hadjok, C., Mittal, G.S., and Warriner, K.: Inactivation of human pathogens and spoilage bacteria on the surface and internalized within fresh produce by using a combination of ultraviolet light and hydrogen peroxide. *J. Appl. Microbiol*., **104**, 1014-1024 (2008).
12. Liao, C.H., and Wells, J.M.: Properties of *Cytophaga johnsonae* strains causing spoilage of fresh produce at food markets. *Appl. Environ. Microbiol.*, **52**, 1261-1265 (1986).
13. Malmauret, L., Parent-Massin, D., Hardy, J.-L., and Verger, P.: Contaminants in organic and conventional foodstuffs in France. *Food Addit. Costam*., **19**, 524-532 (2002).
14. Harrigan, W.F. and MoCance., M.E.: Laboratory methods in food and dairy microbiology. *Academic Press, London*., 25-146 (1976).
15. Moreira, M.R., Roura, S.I., and Valle, C.E.: Quality of Swiss chard produced by conventional and organic methods. *Food Sci. Technol*., **36**, 135-141 (2003).
16. Nguz, K., Shindano, John., Samapundo, Sim., and Hyughebaert, A.: Microbiological evaluation of fresh-cut organic vegetables produced in Zambia. *Food control*., **16**, 623-628 (2005).
17. Oliveira, M., Usall, J., Vinas, I., Anguera, M., Gatius, F., and Abadias, M.: Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production. *Food Microbiol*., **27**, 679-684 (2010).
18. Iris, V.B., Andew, J., Steve, R.M., and Peter, C.H.F.: Microbiological quality of bagged cut spinach and lettuce mixes. *Appl. Environ. Microbiol.*, **74**, 1240-1242 (2008).
19. Maffei, D.F., Silveira, N.F., del A., and Catanozi, M.P.L.M.: Microbiological quality of organic and conventional vegetables sold in Brazil. *Food Control*., **29**, 226-230 (2013).
20. Duncan, O., Frank, D., Johan, D., Jozef, C., and Jaak, R.: The efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating spoilage microoragnisms in process water and on minimally processed vegetables. *Int. J. Food Microbiol.*, **109**, 187-197 (2006).
21. Eni, A.O., Oluwawemitan, I.A., and Solomon, O.U.: Micro-

bial quality of fruits and vegeetables sold in Sango Ota, Nigeria. *Afr. J. Food Sci*., **4(5)**, 291-296 (2010).
22. Soriano, J.M., Rico, H., Molto, J.C., and Manes, J.: Assessment of the microbiological quality and wash treatments of lettuce served in University restaurants. *Int. J. Food Microbiol.,* **58**, 123-128 (2000).