

Evaluation of the Production Process and Hygienic Management of Fresh-cut Lettuce

Dongman Kim¹, Sun-Duk Cho² and Gun-Hee Kim^{2*}

¹Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

²Department of Food & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

신선편이 양상추의 가공환경 및 시설에 대한 위생관리수준 평가

김동만¹ · 조순덕² · 김건희^{2*}

¹한국식품연구원, ²덕성여자대학교 식품영양학과

Abstract

According to lifestyle changes, the consumers' concern about food also shifts from calories and nutrition to health and convenience. Fresh-cut produce is one of the new turns in the consumption pattern of fruits and vegetables. The increasing demand for it requires processors to make them stable in quality and safe from microorganisms. The results of the evaluation of the production process and hygienic management of fresh-cut lettuce revealed that the facilities used, such as the drainage holes, floors, and door knobs, were severely contaminated with microbes, and that the work equipment, workbenches, landing nets, and centrifuges were highly contaminated. Accordingly, improved production processes and management systems are necessary, as is the implementation of a quality control system from the stage of raw-material purchase to the distribution stage.

Key words : fresh-cut lettuce, hygienic, quality control system

서 론

신선편이식품은 핵가족화, 맞벌이 확대 및 소득증대 등으로 소비의 편의성을 추구하게 됨에 따라 크게 증가하였다(1). 이는 식품의 생산과 유통 방식을 변화시키고 있으며, 식품안전관리의 대상과 방법의 변화를 수반하게 된다(2). 신선편이식품은 특별한 가열공정이 없기 때문에 미생물의 오염 및 증식에 있어 잠재적 위험성을 내재하고 있다. 이와 관련하여 현재 우리나라에서는 즉석섭취 편의식품류를 포함하는 신선편이식품이 식품공전상 새로운 유형으로 고시되어 미생물기준규격이 중점 관리되고 있으며, 외국에서도 위생미생물 관리가 중요한 식품으로 분류되고 있다(3,4). 신선편이식품은 절단, 박피 등 가공방법에 의해서 식품 조직의 손상으로 인한 호흡률 및 효소활성을 변화시켜 품질에 영향을 줄 수 있으며, 가공 및 유통과정을 거치면서 병원성 미생물에 오염될 가능성을 내재하고 있다(5). 신선편이식

품의 미생물오염 정도는 제품 생산단계보다는 세척 및 포장 단계에서 큰 영향을 받는 것으로 추측되며(6), 이러한 미생물로 인한 품질저하를 예방하기 위해서 처리공정의 청결유지를 위한 CIP (Clean In Place) 및 위해가능성이 있는 요소를 찾아 분석 평가하며 그 위해성을 제거하고 안전성을 확보하기 위하여 중점적으로 관리하는 HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) 등에 관한 연구가 진행되고 있다(7,8).

신선편이농산물의 시장규모는 5,870~6,890억 원으로, 식품산업 농산물 구매액의 3.3~3.9% 수준인 것으로 추정하고 있다. 또한, 식품산업의 신선편이 농산물 이용량은 총 25만 톤으로 전체 농산물의 2%로 추정된다(9). 신선편이식품은 저온 상태에서 가공·유통되어 신선하고, 포장되어 있어 위생적이며, 취급하기가 용이하나 원료가 절단, 세척 등의 가공을 거치면서 일반 과일 및 채소보다 품질이 빨리 저하되므로 품질유지를 위한 가공기술이 필요하다. 신선편이 식품화된 과일 및 채소류에 있어 생리학적 변화(10-12)와 미생물학적 변화(13,14)는 이들 제품의 품질을 저하시키는

*Corresponding author. E-mail : ghkim@duksung.ac.kr
Phone : 82-02-901-8496, Fax : 82-02-901-8474

요인으로 생화학적 변화를 일으킬 수 있기 때문에 이를 조절하기 위한 많은 방법들이 연구되어 왔다(15).

신선한 농산물의 양적인 소비증가와 함께 농산물이 안전하게 공급되길 바라는 소비자 요구도 함께 증대되고 있는 시점에서 아직까지 제품 품질을 객관적으로 파악할 수 있는 품질기준이 마련되어 있지 않다는 것은 신선편이식품 산업의 발전과 국가적 식품안전성 확보에 장애가 될 수 있을 것이다. 신선편이식품은 소비자 신뢰가 우선되어야 하며, 국민건강을 위한 고품질의 신선편이식품 공급을 위해서는 일정 품질수준 이상의 원료농산물이 안정적으로 조달되고 안전한 환경에서 제조, 보관 및 유통될 수 있도록 하는 위생 안전관리 체계가 수립되어야 할 것이다. 이에 본 연구에서는 신선편이 양상추의 제조 및 유통과정 중의 품질관리 기준을 설정하고자 생산업체를 대상으로 원료, 제조, 유통 단계별로 관리 현황을 조사하여 문제점을 도출하고, 환경 위생검사를 통해 공정단계별 위해요소를 설정하여 이에 대한 개선 및 관리방안을 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

가공단계별 신선편이 양상추의 미생물 수준을 조사하기 위하여 생산업체를 대상으로 원재료에서부터 제품완성까지 공정단계별(원료, 절단, 염소처리, 세척, 탈수, 최종제품)로 1시간의 간격을 두고 3차례 시료를 수집 사용하였다.

미생물 분석

신선편이 양상추의 미생물오염도를 평가하기 위하여 각 포장 단위에서 50 g의 양상추를 무균적으로 채취한 후 멸균백(Whirl-pak 1195, Nasco Co, Ann Arbor, M, USA)에 넣고 200 mL의 멸균생리식염수를 가하여 60초 동안 stomacher (400P, Interscience Co, St Nom, France)로 균질화하였다. 이 시료액을 단계적으로 희석하여 일반세균(Petrifilm, aerobic count plates, 3M Co, St Paul, MN, USA), 곰팡이 및 효모(Petrifilm, yeast and mold count plates, 3M Co, St Paul, MN, USA), 대장균 및 대장균군(Petrifilm, Escherichia coli/coliform count plates, 3M Co, St Paul, MN, USA), 황색포도상구균(Petrifilm, Staph express count plates, 3M Co, St Paul, MN, USA), 장내세균(Petrifilm, Enterobacteriaceae count plates, 3M Co, St Paul, MN, USA) 측정용 건조필름배지와 Oxford Listeria selective agar (Merck Co, Darmstadt, Germany)에 접종하였다. 시료를 접종한 배지를 37°C에서 배양하였으며 일반세균은 3일 후 붉은색 집락, 대장균 및 대장균군은 48시간 후 각각 기포가 형성된 붉은색 집락과 기포가 형성된 파란색 집락을 황색포도상구균, 장내세균, 리스테리아는 24시간 후 각각 적자색, 기포가 형성된 붉은

집락과 파란색 집락, 검은색 집락을 계수하여 CFU/g으로 표시하였다(16). 실험 결과는 3단위씩 시료를 채취하여 측정해 얻은 값으로, 평균값과 표준편차로 나타내었다.

표면검사법

제품 가공공정에서 사용되는 주방기구류(칼, 도마, 식기류), 작업 기구(세척통, 탈수기 등)와 작업장 내부 벽, 출입구 손잡이, 작업자 손 등을 대상으로 swab test를 실시하였다. 조사 대상 표면의 일정면적을 1 mL 멸균 생리식염수로 적신 멸균 면봉으로 완전히 닦아낸 다음 무균용기에 넣어 이를 10 mL의 멸균생리식염수로 희석하여 균질화한 후 이를 시험용액으로 사용하였다. 실험 결과는 2단위씩 시료를 채취하여 측정해 얻은 값으로, 평균값과 표준편차로 나타내었다. 각 샘플의 채취단위는 손은 한쪽 손바닥, 칼은 한쪽 면이고 다른 대상은 7 cm² 이었다.

낙하균검사법

낙하균은 각 공정단계별 작업장 내의 공기를 작업 시작 전과 작업 종료 후 2 차례 수집하여 일반세균, 대장균, 황색포도상구균, 곰팡이 및 효모용 petrifilm을 각각 1 mL의 멸균 생리식염수로 수화시킨 후 작업장 내에서 약 15분 동안 펼쳐놓아 낙하균을 조사하였다.

결과 및 고찰

가공환경 및 시설관리 현황

본 연구에서 조사한 생산업체에서 원료구입 시 가장 중요시 하는 요인은 외관과 수율이었으며, 원료는 계약재배를 통해 확보하고 있었다. 원료수확은 이른 아침에 이루어지고, 수송 시 8°C 냉장 탑차를 이용하며, 저장고 내 적재 시 P박스(50×30×30 cm)를 이용해 벽과의 간격을 20 cm 유지하는 것으로 조사되었다. 저장고 내 원료는 종류에 따라 구분 없이 혼합하여 적재하고, 원료반출은 선입선출을 원칙으로 하나 시료의 상태 등 상황에 따라 달리 이루어지고 있었다. 일반적으로 수확 후 가공 전까지 저장기간은 5일 이내이며 보관 온도는 4°C 이었다. 주요 생산품목은 신선편이 샐러드, 세척 토마토, 김치 등이며, 보유하고 있는 시설은 원료 보관창고, 전처리실, 세척실, 포장실, 예냉실 등이고, 보유 장비로는 탈수기, 세척기, 절단기, 박피기, 포장기, 선별기가 있었다. 위생관리를 위한 설비로는 공기샤워, 손소독기, 장화소독기, 쥐 해충방제, 금속검출기를 보유하고 있었다.

시설 및 제조공정, 기구의 관리현황을 분석하기 위하여 신선편이 샐러드의 가공공정을 조사한 결과, 원료, 정선, 절단, 세척, 소독, 세척, 행균, 탈수, 계량, 내포장, 금속검출기, 외포장, 예냉, 출고 순서로 이루어지고 있었고, 원료와

작업자의 이동에 따라 작업이 순차적으로 이루어지도록 설계되었다. 시설 면에서 작업장에서 여름에 일시적으로 결로가 발생되기도 하나, 식품위생법 제36조 관련하여 업종별시설기준에 의거 “식품제조·가공업의 작업장은 원료처리실·제조가공실·포장실 및 그 밖에 식품의 제조·가공에 필요한 작업실을 말하며, 각각의 시설은 분리 또는 구획되어야 한다”라는 규정에 따라 교차오염 방지를 위해 오염구역, 준 청결구역, 청결구역이 벽으로 구분되어 있었다.

기구의 위생관리 현황을 조사한 결과, 제조 공정 시 원료의 절단 후 세척까지 걸리는 시간이 짧고, 세척수의 온도는 4±2℃로 유지하며, 소독에는 평균 150 ppm 염소수를 사용하였다. 기계 및 기구의 세척은 매일 이루어지며 월 1회 차아염소산나트륨으로 소독을 했고, 도구는 매일 세척 및 소독을 실시하였다. 그러나 오염도가 높고 낮음에 따른 채소를 구분하지 않고 처리하는 등 전처리 및 세척처리 시 따로 구획이 이루어지지 않았고 양상추 세척 장비에는 전날 세척한 양상추의 찌꺼기가 제거되지 않는 등 장비 세척에 대한 위생관리가 필요하다고 판단되었다. 또한, 바닥의 배수가 원활하지 않아 포장재가 위생단계 없이 청결구역으로 바로 투입되는 등 오염발생의 가능성이 높았다. 그리고 작업장 천장의 먼지와 최종제품 보관 시 벽에 의한 오염 가능성, 탈수기의 비위생적 처리로 제품의 오염가능성이 있으므로 설비 및 기구의 사용 후 청결작업을 철저히 할 필요가 있는 것으로 조사되었다.

신선편이 제품을 생산하는 업체를 대상으로 제품의 유통관리기준 설정 및 개선안을 도출하기 위하여 제품의 유통시 온도관리 방법에 대하여 조사하였다. 그 결과 ‘가’ 업체는 제품관리를 위하여 포장 후 금속검출기에 통과시키고 포장이 완벽한지 재확인했다. 그리고 유통기한은 전문가관에 의뢰하여 설정하였고, 기한은 5일로 정하였다. 또한, 완제품을 저온에 보관을 하고 출고까지 cold chain system을 준수한다고 하였다. 각 시설 내 온도관리 방법에 관한 설문조사 결과 Table 1의 온도가 유지되도록 일일 3회 주기로 확인하여 기록하였다. ‘나’ 업체는 제품관리를 위해서는 포장 후 금속검출기를 통과시키고 포장상태를 확인하였고,

Table 1. Temperature control in the facility of fresh-cut manufacturer

Facility	‘Ga’ manufacturer	‘Na’ manufacturer
Handling section	7~15℃	8~12℃
Packaging, storage and distribution for products	0~5℃	4℃
Temperature limits for raw materials and products	5~15℃	≤20℃
Unpackaged products	7~15℃	15℃
Refrigerated trucks	0~5℃	4℃
Retail store shelving	0~5℃	12℃

포장 외부에 원산지, 함량, 제조원, 유통기한 등을 표시하였다. 제품은 종류에 따라 0.5~6.0 kg 단위로 포장하고 유통기한은 7일로 설정하였고, 온도관리에 있어서는 최종제품을 4℃에서 예냉 후 18~24시간 이내에 출고하였으며 이러한 처리 과정 중 일부는 저온유통체계(cold-chain system)를 적용하였다. 각 시설 내 온도는 Table 1과 같이 유지되도록 매일 확인하여 기록하고 있었다.

가공환경 관리수준 평가

신선편이 제품 생산업체를 대상으로 가공시설 및 공정관리 수준 평가를 위해, 원료 전처리 작업실의 벽, 배수구, 바닥, 출입구 손잡이를 대상으로 미생물오염 정도를 조사하였다(Table 2). 작업 전 바닥에서는 일반세균이 1.71 log CFU/unit이 검출되었고, 작업 후에 일반세균은 모든 대상에서 0.98~3.14 log CFU/unit이 검출되었는데 배수구는 3.14 log CFU/unit이 검출되어 작업 중 가장 오염이 심하였고, 바닥도 2.92 log CFU/unit으로 오염이 많이 발생되었다. 대장균과 황색포도상구균은 작업 전 후 모두에서 검출되지 않았고, 대장균은 작업 후에 배수구와 바닥에서 약간 발생하였다. 곰팡이 및 효모는 작업 후에 벽을 제외한 다른 대상에서 검출되었는데 배수구와 바닥은 같은 실험조건에서 TNTC로 약 4 log CFU/unit의 균에 오염되었을 것으로 추정된다.

Table 2. Changes in microorganisms of preparation room during process of fresh-cut lettuce

Microorganism	Sampling point	Sampling time (log CFU/unit)	
		Before process	After process
‘Na’ manufacturer			
Viable cell	Wall	- ¹⁾	0.98±1.39
	Drainage hole	-	3.14±0.92
	Floor	1.71±2.42	2.92±1.35
	Door knob	-	2.31±0.02
Mold/Yeast	Wall	-	-
	Drainage hole	-	TNTC ²⁾
	Floor	-	TNTC
	Door knob	-	1.35±0.50
Coliform group	Wall	-	-
	Drainage hole	-	0.96±0.65
	Floor	-	0.56±0.79
	Door knob	-	-

¹⁾ -: not detected.
²⁾ TNTC: too numerous to count.
 * *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* were not detected.

세척 작업실의 시설물을 대상으로 미생물오염 정도를 조사한 결과, 작업 전에 바닥에서 일반세균과 곰팡이 및

효모가 약간 검출되었고, 작업 후에는 벽을 제외한 다른 대상에서 일반세균과 곰팡이 및 효모가 검출되었다(Table 3). 이들 미생물은 작업 후에 약 0.07~1.93 log CFU/unit이 증가하였고, 배수구에서는 작업 후에 황색포도상구균도 검출되었다. 포장실의 벽, 배수구, 바닥, 출입구 손잡이를 대상으로 미생물오염 정도를 조사한 결과(Table 4), 작업 전에 배수구에서 대장균군이 일부 검출되었고, 작업 후에는 출입구 손잡이에서 일반세균과 대장균군이, 바닥에서는 대장균군이 검출되었다. 일부를 제외하고는 전반적으로 작업 중에 오염이 심해지지 않고, 발생하지 않은 경우도 있으나 출입구 손잡이의 경우 일반세균이 1.20 log CFU/unit으로 다른 곳에 비해 오염이 심해 세심한 관리가 필요한 것으로 판단되었다. 이처럼 미생물오염 정도를 조사한 결과, 전반적으로 작업 중에 배수구 및 바닥의 오염과 출입구 손잡이와 같이 작업자의 손이 닿는 곳의 오염도가 심한 것으로 조사되었다. 이는 재료로 전이될 가능성이 높으므로 재료에 손이 직접 닿지 않도록 하는 등 이에 대한 지속적인 관리가 필요할 것으로 사료되었다.

Table 3. Changes in microorganisms of washing room during process of fresh-cut lettuce

Microorganism	Sampling point	Sampling time (log CFU/unit)	
		Before process	After process
'Na' manufacturer			
Viable cell	Wall	- ¹⁾	-
	Drainage hole	-	1.93±0.08
	Floor	0.33±0.46	0.40±0.14
	Door knob	-	1.65±0.35
Mold/Yeast	Wall	-	-
	Drainage hole	-	1.75±0.02
	Floor	0.81±1.15	2.74±0.21
<i>Staphylococcus aureus</i>	Wall	-	-
	Drainage hole	-	0.15±0.21
	Floor	-	-
	Door knob	-	-

¹⁾ -: not detected.

* Coliform group, *Escherichia coli* were not detected.

신선편이 제품 생산업체 중 2개 업체를 대상으로 공정단계별 위생점검을 실시하였다. 조사 업체 모두 공정단계별 작업장 내 낙하균을 조사한 결과 일반세균과 곰팡이 및 효모는 발견되었으나 대장균, 대장균군, 황색포도상구균은 발견되지 않았다(Table 5). '가' 업체에서 검출된 일반세균은 세척작업실과 포장실에서 1.00 log CFU/unit 이상 이었고, 곰팡이 및 효모는 포장실의 오염이 다른 곳에 비해 높았다. '나' 업체의 경우에는 원료 전처리 작업실에서 일반세균

과 곰팡이 및 효모가 일부 검출되었고, 세척작업실에서 일반세균이 0.26 log CFU/unit 검출되었다. 전체적으로 낙하균 오염 정도는 크지 않으나, 원료 전처리 작업실에서는 원료를 취급함에 따라 원료 표면에 있는 흙이나 미생물이 공기 중으로 퍼져 검출되는 경우도 있고 세척작업실에서 검출된 낙하균의 경우 작업 공정 중 제품을 오염시킬 가능성이 있으므로 작업장 내 공기 유입 시 필터를 사용하거나, 천장 등 작업시설의 청소 작업을 통해 낙하균을 감소시키거나 검출되지 않도록 하는 등 이에 대한 관리가 필요할 것으로 판단되었다.

Table 4. Changes in microorganisms of packing room during process of fresh-cut lettuce

Microorganism	Sampling point	Sampling time (log CFU/unit)	
		Before process	After process
'Na' manufacturer			
Viable cell	Wall	- ¹⁾	-
	Drainage hole	-	-
	Floor	-	-
	Door knob	-	1.20±0.23
Mold/Yeast	Wall	-	-
	Drainage hole	-	-
	Floor	-	-
Coliform group	Door knob	-	-
	Wall	-	-
	Drainage hole	0.66±0.93	-
	Floor	-	0.24±0.34
	Door knob	-	0.66±0.93

¹⁾ -: not detected.

* *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* were not detected.

Table 5. Changes in microorganisms in the air of rooms during process of fresh-cut lettuce

Species	Sampling point	log CFU/unit	
		'Ga' manufacturer	'Na' manufacturer
Viable cell	Handling section	0.58±0.60	0.10±0.17
	Washing section	1.19±0.24	0.26±0.24
	Packaging section	1.37±0.01	- ¹⁾
Mold/Yeast	Handling section	0.66±0.26	0.20±0.17
	Washing section	0.54±0.43	-
	Packaging section	0.88±0.28	-

¹⁾ -: not detected.

* Coliform group, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* were not detected.

가공공정 및 설비의 관리수준 평가

신선편이식품 가공공정의 흐름에 따라 사용 설비, 도구 및 작업자의 손을 대상으로 미생물오염도를 조사하였다

(Table 6). ‘가’ 업체에서의 미생물 오염도 조사 결과, 원료 전처리 및 절단 작업 단계에서는 작업 전에 작업대에서 일반세균이 0.24 log CFU/unit, 곰팡이 및 효모가 0.15 log CFU/unit이 발견되었다. 작업 후에는 최소 0.30 log CFU/unit에서 최대 5.17 log CFU/unit까지 미생물이 증가하였는데 일반세균의 경우 도마와 작업대에서 각각 5.17, 4.48 log CFU/unit이 검출되면서 작업 중 가장 많이 오염되는 곳으로 조사되었고, 곰팡이는 칼과 도마에서 2.28, 2.63 log CFU/unit이 검출되어 다른 대상보다 오염이 더 심한 것으로 조사되었다. 대장균군은 작업 전반에 걸쳐 발견되지 않았고, 황색포도상구균은 작업 후에 작업자의 손과 작업대에서 각각 1.21, 0.30 log CFU/unit이 검출되었다. 전반적으로 작업 후에 많은 수의 미생물에 오염이 되지만 청소를 통해 작업 전에는 거의 모든 미생물이 제거되었다. 그러나 작업대에서 일부 미생물이 발견되었으므로 더 세심한 위생관리가 필요하다고 판단된다. ‘나’ 업체 조사 결과, 원료 전처리 및 절단 작업단계에서 작업 전에 일반세균이 0.24~1.88 log CFU/unit 정도 검출되었고 손과 칼에 많은 균이 존재하였다. 작업 후에는 3.56~5.07 log CFU/unit 수준으로 증가하였고 칼과 도마의 일반세균 검출이 높았다. 곰팡이 및 효모 분석결과 작업 전에는 칼에서 0.63 log CFU/unit 검출되었고, 작업 후에는 conveyor를 제외한 모든 대상에서 0.67 log CFU/unit~TNTC까지 존재하였는데 도마의 증가율이 가장 높았다. 대장균군은 작업 전에 칼에서 0.25 log CFU/unit 검출되었고, 작업 후에 칼은 1.19 log CFU/unit 증가하였고, 도마에서도 0.15 log CFU/unit가 검출되었으나 다른 대상에서는 검출되지 않았다. 황색포도상구균을 조사한 결과, 작업 전에는 존재하지 않았으나 작업 후에 작업자 손과 도마에서 1.10~1.93 log CFU/unit이 검출되었다. 청소 후에는 대부분 작업 후에 비해 감소하거나 완전히 제거되었으나 원료 conveyor 등에서 일부 증가하여 청소 및 소독방법의 개선이 필요하다고 판단되었다. 전반적으로 모든 미생물 군에서 도마의 작업 후 증가율이 높았으나 대부분 청소 후에 완전히 제거되었으며, 일반세균의 경우 작업 전에 모든 대상에서 검출되어 제품 오염에 영향을 미치지 않도록 이에 대한 방안마련이 필요한 것으로 판단되었다.

Table 7과 같이 세척 및 살균공정 단계에 따라 작업장 내 오염 가능성이 있는 설비를 대상으로 미생물오염 정도를 조사한 결과, 대장균군과 황색포도상구균은 검출되지 않았다. 작업 전에는 곰팡이 및 효모만 conveyor와 뜰망(landing net)에서 각각 0.15, 0.65 log CFU/unit가 검출되었고, 작업 후에는 일부대상에서 일반세균과 곰팡이 및 효모가 검출되었다. 작업 후에 일반세균은 1차 세척통과 conveyor, 2차 세척통, 뜰망(landing net)에서 0.50~1.42 log CFU/unit 정도 검출되었고, 이 중 1차 세척통과 conveyor에서 많이 검출되었다. 곰팡이 및 효모도 일반세균과 유사하게 작업 후에 1차 세척통과 conveyor, 뜰망에서 검출되었는데, 뜰망의

Table 6. Changes in microorganisms of hand and tools during process of fresh-cut lettuce

		① ‘Ga’ manufacturer	
Species	Sampling point	Sampling time (log CFU/unit)	
		Before process	After process
Viable cell	Hand	- ¹⁾	3.49±0.01
	Knife	-	3.01±0.59
	Cutting board	-	5.17±0.20
	Workbench	0.24±0.34	4.48±0.01
	Conveyor	-	2.50±0.09
Mold/Yeast	Hand	-	2.13±0.04
	Knife	-	2.28±0.34
	Cutting board	-	2.63±0.38
	Workbench	0.15±0.21	1.08±0.39
	Conveyor	-	1.06±0.09
	Hand	-	1.21±0.45
	Knife	-	-
	Cutting board	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	Workbench	-	0.30±0.43
	Conveyor	-	-

¹⁾ -: not detected.

^{*} Coliform group, *Escherichia coli* were not detected.

		② ‘Na’ manufacturer		
Microorganism	Sampling point	Sampling time (log CFU/unit)		
		Before process	After process	After cleaning
Viable cell	Hand	1.83±0.19	3.56±0.13	- ¹⁾
	Knife	1.88±1.06	4.93±0.40	2.60±0.56
	Cutting board	1.44±0.76	5.07±0.08	-
	Workbench	0.70±0.14	3.90±0.16	-
	Conveyor	0.24±0.34	4.09±1.18	1.65±2.33
Mold/Yeast	Hand	-	0.67±0.95	-
	Knife	0.63±0.46	1.79±0.73	TNTC ²⁾
	Cutting board	-	TNTC	-
	Workbench	-	0.76±0.40	0.54±0.76
	Conveyor	-	-	TNTC
	Hand	-	-	-
	Knife	0.25±0.35	1.19±0.21	0.70±0.99
	Cutting board	-	0.15±0.21	-
Coliform group	Workbench	-	-	-
	Conveyor	-	-	0.15±0.21
	Hand	-	1.10±0.03	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	Knife	-	-	-
	Cutting board	-	1.93±0.52	-
	Workbench	-	-	-
	Conveyor	-	-	-

¹⁾ -: not detected.

²⁾ TNTC: too numerous to count.

^{*} *Escherichia coli* was not detected

Table 7. Changes in microorganisms of tools for washing during process of fresh-cut lettuce

Microorganism	Sampling point	Sampling time (log CFU/unit)		
		Before process	After process	After cleaning
① 'Na' manufacturer				
Viable cell	Washing vat 1	- ¹⁾	1.41±0.33	-
	Conveyor	-	1.42±0.54	-
	Washing vat with chlorine	-	-	-
	Washing vat 2	-	0.50±0.71	-
	Landing net	-	0.89±0.12	0.65±0.92
	Washing vat 3	-	-	-
Mold/Yeast	Washing vat 1	-	0.44±0.63	-
	Conveyor	0.15±0.21	0.58±0.39	-
	Washing vat with chlorine	-	-	-
	Washing vat 2	-	-	-
	Landing net	0.65±0.92	0.97±0.70	0.24±0.34
	Washing vat 3	-	-	-

¹⁾ -: not detected.

* Coliform group, *Staphylococcus aureus* were not detected.

오염이 가장 심했다. 청소 후에 대부분의 미생물이 제거되었으나 뜰망에서는 일반세균과 곰팡이 및 효모가 일부 검출되어 이에 대한 위생조치가 필요한 것으로 판단되었다.

탈수, 선별 및 분배 단계의 설비 및 도구와 작업자 손을 대상으로 미생물 오염도를 측정된 결과 '가' 업체의 경우, 일반세균수는 작업 전에 작업자 손과 탈수기 통을 제외한 모든 대상에서 0.15~3.93 log CFU/unit의 균이 발견되었고 탈수기와 conveyor의 오염도가 가장 심했다(Table 8). 작업 후에는 작업자의 손과 탈수기 통의 증가율이 다른 대상에 비해 높았다. 일반세균수는 전반적으로 탈수기 내부에 오염이 가장 심했고, 작업 전에도 높은 수준으로 오염되어 있어 꾸준한 위생관리가 필요하고, 작업자 손도 작업 후에는 오염 증가율이 가장 높아 개인 위생관리도 필요하다. 곰팡이 및 효모 조사결과도 일반세균과 마찬가지로 작업 전 후에 탈수기 내부의 오염이 가장 심했고, 그 외에 탈수기와 관련된 도구들의 작업 후 오염도 심한 것으로 조사되었다. 전반적으로 작업 전 오염도가 높아 철저한 위생관리가 필요한 것으로 사료된다. '나' 업체를 조사한 결과, 일반세균은 작업 전에 탈수기, 중량측정기 하부, 작업자 손에서 0.93~3.08 log CFU/unit 범위로 검출되었고, 곰팡이 및 효모는 탈수기 용기 내부에서도 검출되었는데 그 범위는 0.66 log CFU/unit~TNTC까지 오염된 것으로 조사되었다. 황색포도상구균은 탈수기에서 0.24 log CFU/unit가 검출되었고, 다른 대상에서는 검출되지 않았다. 작업 후에는 모든 대상이 일반세균에 오염된 것으로 조사되었는데 그 범위는 1.20~3.89 log CFU/unit로 탈수기의 오염도가 높았고, 증가율

Table 8. Changes in microorganisms of tools for sorting and packing during process of fresh-cut lettuce

Species	Sampling point	Sampling time (log CFU/unit)	
		Before process	After process
① 'Ga' manufacturer			
Viable cell	Centrifuge	3.93±0.22	4.34±1.24
	Container in centrifuge	- ¹⁾	2.45±0.09
	Workbench	0.93±0.65	1.42±0.87
	Support of container	0.15±0.21	1.67±0.83
	Hand	-	1.49±0.69
Mold/Yeast	Centrifuge	3.65±0.41	4.64±0.00
	Container in centrifuge	-	1.64±0.09
	Workbench	0.75±0.07	0.59±0.83
	Support of container	-	1.75±1.17
<i>Staphylococcus aureus</i>	Hand	-	-
	Centrifuge	-	0.30±0.43
	Container in centrifuge	-	-
	Workbench	-	0.30±0.43
Support of container	Hand	-	-
	Hand	-	-

¹⁾ -: not detected.

* Coliform group, *Escherichia coli* were not detected.

Microorganism	Sampling point	Sampling time (log CFU/unit)		
		Before process	After process	After cleaning
② 'Na' manufacturer				
Viable cell	Centrifuge	3.08±0.87	3.89±0.56	2.24±0.33
	Container in centrifuge	- ¹⁾	1.93±1.08	-
	Workbench	-	1.20±0.01	-
	Support of balance	0.93±1.31	1.77±0.03	1.04±0.62
	Hand	1.11±0.12	2.26±0.07	-
Mold/Yeast	Centrifuge	TNTC ²⁾	TNTC	TNTC
	Container in centrifuge	0.66±0.93	1.11±1.57	TNTC
	Workbench	-	-	0.35±0.49
	Support of balance	1.49±1.43	TNTC	2.13±0.10
	Hand	0.24±0.34	0.84±1.19	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	Centrifuge	0.24±0.34	0.25±0.35	-
	Container in centrifuge	-	-	-
	Workbench	-	-	-
	Support of balance	-	-	-
	Hand	-	-	-

¹⁾ -: not detected.

²⁾ TNTC: too numerous to count.

* *Escherichia coli* was not detected.

은 탈수기 용기 내부가 가장 컸다. 곰팡이 및 효모는 작업대를 제외한 나머지 대상에서 0.84 log CFU/unit~TNTC 범위로 검출되었으며 탈수기와 증량측정기 하부의 오염이 가장 심했다. 황색포도상구균은 작업 후에도 탈수기에서만 검출되었고, 그 수준은 0.25 log CFU/unit로 크게 증가하지 않았다. 청소 후에는 일부 곰팡이 및 효모를 제외한 다른 균들은 대부분 감소하거나 제거되었는데 일반세균은 탈수기와 증량측정기 하부에서 검출되었고, 곰팡이 및 효모도 탈수기와 탈수기 용기 내부, 증량측정기 하부 등 작업자 손을 제외한 다른 대상에서 모두 검출되었다. 전반적으로 모든 설비가 작업 전과 청소 후에 일부 균에 오염되어 있었고, 특히 탈수기는 비위생적인 처리로 최종제품을 오염시킬 가능성이 높으므로 설비 및 기구의 사용 후 청결작업을 철저히 할 필요가 있을 것으로 판단되었다.

위생 설비는 작업자 개인위생설비와 가공시설 및 환경위생관리를 위한 설비로 구분된다. 개인위생관리 기구로는 소독수, 소독조, 세정조, 세정도구, 손건조기(종이타올) 등이 필요하며, 개인위생관리 설비로는 손 소독기, 신발 소독조, 장화세척기, 의복소독(분무)기, air shower, 끈끈이 등이 있다. 신선편이식품 가공공장 내 설비는 작업장으로 인입되는 원료와 최종제품이 분리되도록 해야 하며, 위생적이고 안전한 신선편이식품의 제조 및 작업의 편의성을 위해서는 작업자 동선, 제품, 장비 및 공기의 흐름을 고려한 시설의 배치가 필요하다. 원료 및 제품과 접촉되는 설비는 표면이 매끄럽고 부식성이 없으며 내수성이면서 틈이나 구멍이 없어야 할 것이며, 장비나 기구 및 용기로 인해 미생물이 2차 오염되지 않도록 하고 불쾌한 냄새 및 맛을 전이시키지 않도록 관리가 필요하다. 정부에서는 농산물의 안전성 확보를 통하여 농식품으로 인한 위해사고를 미리 예방하기 위해 우수농산물관리제도(GAP, Good Agricultural Practices), 위해요소중점관리제도(HACCP), 이력추적관리제도(traceability system) 등 다양한 정책들을 강구하고 있다(17). 이와 같이 품질 및 안전성이 우수한 신선편이 농산 식품을 제조·유통시키기 위해서는 제조장의 구조·설비를 비롯하여 원자재의 구입으로부터 제조·포장·출하에 이르기까지의 생산 공정 전반에 걸쳐 충분한 조직적 관리 하에 식품을 생산하는 체제의 확립이 필요할 것으로 사료된다.

요 약

신선편이식품 생산업체의 가공환경에 대한 관리수준 평가 결과, 공통적으로 작업 중에 배수구 및 바닥의 오염과 출입구 손잡이와 같이 작업자의 손이 닿는 곳의 오염도가 심한 것으로 조사되었다. 이는 재료로 전이될 가능성이 높으므로 재료에 손이 직접 닿지 않도록 하는 등 이에 대한 관리가 필요할 것으로 사료되었다. 낙하균의 조사 결과,

전체적으로 오염 정도는 크지 않으나, 원료 전처리 작업실에서는 원료 표면에 있는 흙이나 미생물이 작업과정에서 공기 중으로 퍼져 검출되는 경우도 있고 세척작업실에서 검출된 낙하균의 경우 공정 중의 제품을 오염시킬 가능성이 있으므로 작업장 내 공기 유입 시 필터를 사용하거나, 천장 등 작업시설의 청소 작업을 통해 낙하균을 감소시키거나 검출되지 않도록 하는 등 이에 대한 관리가 필요할 것으로 판단되었다. 가공공정 및 설비에 대한 관리수준 평가에서는 전반적으로 모든 미생물 군에서 도마 작업 후 증가율이 높았으나 대부분 청소 후에 완전히 제거되었다. 다만, 일반세균의 경우 작업 전에 모든 대상에서 검출됨에 따라 제품이 오염되지 않도록 이에 대한 처리방안이 필요한 것으로 판단되었다. 또한, 설비를 대상으로 미생물오염 정도를 조사한 결과, 청소 후에 대부분의 미생물이 제거되었으나 뜰망에서는 일반세균과 곰팡이 및 효모가 일부 검출되어 이에 대한 위생조치가 필요한 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원(105091-02-1-WT011)을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Lund DB (1989) Food processing from art to engineering. Food Technol, 43, 242-247
2. Woo D, Cho JY, Han TH (2009) New direction on food safety policy. Safe Food, 4, 15-24
3. Oh DH, Tian Ding, Ha SD, Bahk GJ (2009) The risk estimation of *Listeria monocytogenes* for ready-to-eats fresh-cut vegetables. J Fd Hyg Safety, 24, 50-55
4. Froder H, Martins CG, De Louza KLO, Landgraf M, France BDGM, Destro MT (2007) Minimally processed vegetable salads; Microbial quality evaluation. J Food Prot, 70, 1277-1280
5. Cho SD, Park JY, Kim EJ, Kim DM, Kim GH (2007) Quality evaluation of fresh-cut products in the market. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 622-628
6. Ahvenainen R (1996) New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Trend Food Sci Technol, 7, 179-186
7. Hong SI, Lee HH, Son SM, Kim DM (2004) Effect of hot water treatment on storage quality of minimally processed onion. Korean J Food Sci Technol, 36, 239-245

8. Ohlsson T (1994) Minimal processing-preservation methods of the future: An overview. *Trend Food Sci Technol*, 5, 341-344
9. Korea Rural Economic Institute (2010) Available from: <http://www.krei.re.kr>
10. Kramer A, Solomos T, Wheaton F, Puri A, Sirivichaya S, Lotim Y, Fowke M, Ehrman L (1980) A gas-exchange process for extending the shelf life of raw foods. *Food Technol*, 34, 65-66
11. Sapers GM, Ziolkowski MA (1987) Comparison of erythorbic and ascorbic acid as inhibitors of enzymatic browning in apples. *J Food Sci*, 52, 1732-1734
12. Friedman M, Grosjean OK, Zahnley JC (1986) Inactivation of metalloenzymes by food constituents. *Food Chem Toxicol*, 24, 897-902
13. Wang CY (1982) Physiological and biochemical responses of plants chilling stress. *Hort Sci*, 17, 173-174
14. Colyer PD, Mount MS (1984) Bacterization of potatoes with *Pseudomonas putida* and its influence on postharvest soft rot diseases. *Plant Disease*, 68, 703-704
15. Cho SD, Kim GH (1996) A review of literature on minimal processing fruits and vegetables. Institute of Natural Science Research, Duksung Women's University, 2, 217-237
16. DiLiello LR (1982) *Methods in food and dairy microbiology*, Avi Publishing Co, Westport, Connecticut, USA, p 20-44
17. Choe JS, Kwon SO, Park YH, Chun HK (2006) Producers' perceptions of agricultural food safety and policy. *Korean J Community Living Sci*, 17, 55-65

(접수 2011년 7월 13일 수정 2011년 10월 5일 채택 2011년 12월 9일)