

최종 보고서

단순처리 농산물 위험요소 안전관리 방안 연구

2013.

연구기관
고려대학교 산학협력단



농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부장관 귀하

본 보고서를 “단순처리 농산물 위험요소 안전관리 방안 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2013.

책임연구원 : 이민석 고려대학교 식품공학부 교수
연구보조원 : 김선애 고려대학교 식품공학부 박사과정
 김남희 고려대학교 식품공학부 박사과정
 김혜원 고려대학교 식품공학부 박사과정
 나국남 고려대학교 식품공학부 박사과정
 박태현 고려대학교 식품공학부 석사과정
 구재명 고려대학교 식품공학부 석사과정
 김유빈 고려대학교 식품공학부 석사과정
 홍윤지 고려대학교 식품공학부 석사과정
자문위원 : 김청태 연구소장 (주)농심 식품안전연구소
 김대현 연구원 (주)농심 식품안전연구소

고려대학교 산학협력단

목 차

제 1 장. 연구의 목적 및 필요성

제 1 절. 연구의 목적	1
제 2 절. 연구의 달성도	2
제 3 절. 연구의 필요성	3

제 2 장. 연구내용 및 방법

제 1 절. 연구내용	7
제 2 절. 연구방법	11
1. 국내외 단순처리 농산물 안전사고 실태조사 및 분석	11
2. 단순처리 농산물 제외국 식품 안전관리 가이드 현황 조사	11
3. 국민 다소비 단순처리 농산물 위험도 평가 및 대상 품목 선정	13
4. 고위험 단순처리 농산물 위험요소 모니터링	16
5. 효율적인 산업체 위생·안전관리 매뉴얼 제시	22
6. 단순처리 농산물 안전관리를 위한 병원성미생물 기준 제시	22

제 3 장. 연구결과 및 고찰

제 1 절. 국내외 단순처리 농산물 안전사고 실태조사 및 현황 분석	23
1. 국내외 단순처리 농산물 미생물학적 안전사고 발생 현황 분석	23
2. 국내외 단순처리 농산물 화학적 안전사고 발생 현황 분석	45
제 2 절. 단순처리 농산물 제외국 식품 안전관리 가이드 현황 조사	58
제 3 절. 국민 다소비 단순처리 농산물 위험도 평가 및 대상 품목 선정	90
제 4 절. 고위험 단순처리 농산물 위험요소 모니터링	103
1. 미생물학적 위험요소 분석	103
2. 화학적 위험요소 분석	153
제 5 절. 효율적인 산업체 위생·안전관리 매뉴얼 제시	155
제 6 절. 단순처리 농산물 안전관리를 위한 병원성미생물 기준 제시	156

제 4 장. 참고문헌	158
-------------------	-----

제 1 장. 연구의 목적 및 필요성

제 1 절. 연구의 목적

연구목적

1

국내외 단순처리 농산물 안전사고 유형 및 현황분석

2

단순처리 농산물 제외국 안전관리 체계 및 실태조사

3

국민 다소비 단순처리 농산물 위해요소 모니터링

4

단순처리 농산물 안전관리 방안 모색

- ❖ 국내 유통 단순처리 농산물 안전관리 시사점 도출
 - ❖ 체계적인 위해요소 모니터링 자료 확보
 - ❖ 단순처리 농산물 안전관리 가이드라인 제시

제 2 절. 연구의 달성도

연구목적

국내외 단순처리 농산물 안전사고 유형 및 현황분석

단순처리 농산물 재외국 안전관리 체계 및 실태조사

국민 다소비 단순처리 농산물 위해요소 모니터링

단순처리 농산물 안전관리 방안 모색

본 연구를 통해 달성한 결과

1.

- ❖ 국내외 단순처리 농산물 안전사고 유형 및 현황분석

미생물학적 위해요소에 대한
국내외 자료 분석

화학적 위해요소에 대한
국내외 자료 분석

달성

2.

- ❖ 단순처리 농산물 재외국 안전관리 체계 및 실태조사

UN산하 국제 기국, 미국, 캐나다, 일본
안전관리 매뉴얼 분석

+

EU
안전관리 매뉴얼 분석

초과
달성

3.

- ❖ 국민 다소비 단순처리 농산물 위해요소 모니터링

총세균수, 병원성 대장균군 + 대장균군
300건 계획 ⇨ 321건 달성

선행 자료 조사 결과 이산화황에 대해
3품목 선정 30건 진행

초과
달성

4.

- ❖ 단순처리 농산물 안전관리 방안 모색

효율적인 산업체 위생 안전관리 매뉴얼 개발

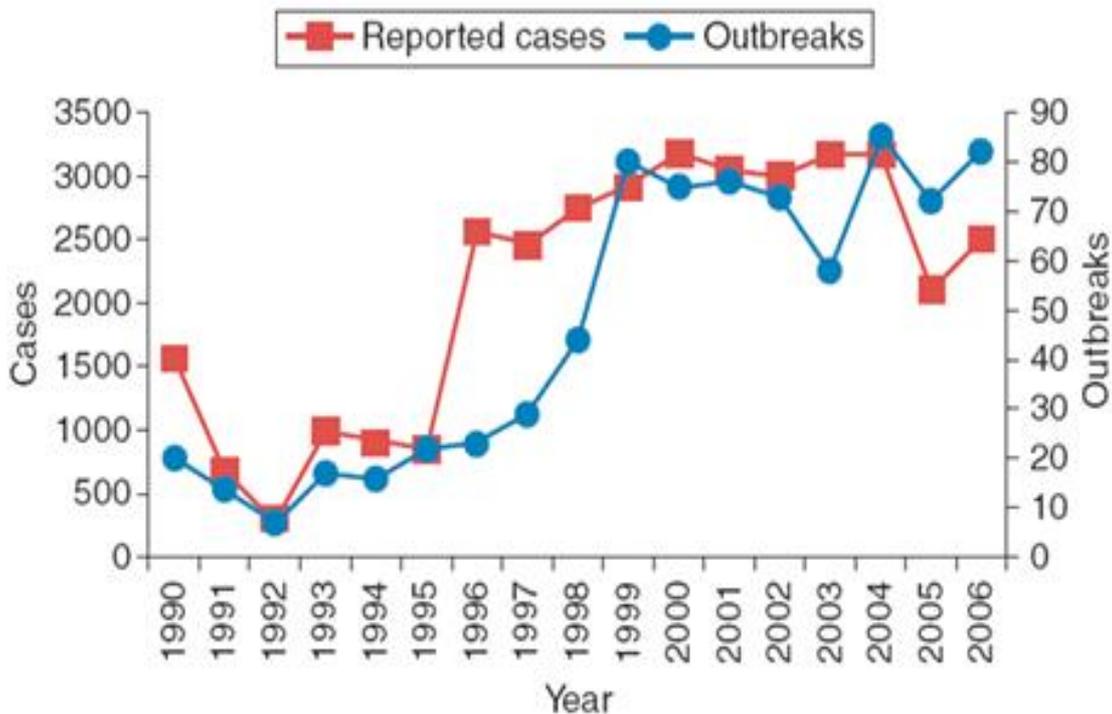
단순처리 농산물 안전관리를 위한 병원성미생물 기준 제시

달성

제 3 절. 연구의 필요성

- 우리나라의 급속한 경제성장과 개인 소득 향상은 국민의 의식구조 및 생활양식을 변화시켰으며, 여성의 사회참여 확대, 핵가족 및 단독세대의 증가로 신선하고 이용의 편의성이 강조되는 식품에 대한 소비자 요구가 증대됨(김, 2005; 전, 2007).
- 이에 따라 단순처리 농산물과 같이 미리 다듬어 바로 조리할 수 있는 (Ready-to-cook) 형태의 신선 농산물에 대한 소비자 선호도가 증가해 왔음 (곽 과 장, 2008).
- 실제로 채소류를 포함하여 단순처리 농산물의 생산·소비량이 증가하면서 신선과채류 관련 식중독 발병사례는 1990년대 후반부터 지속적으로 증가하는 추세에 있음(Warriner 등, 2009) (그림 1).

그림 1. 신선과채류 관련 식중독 발병 사례 (1990-2006)



(Centre for Science in the Public Interest, 2008)

- 따라서 사회적으로 단순처리 농산물의 수요가 증가하는 반면 신선 농산물로 인한 안전 사고 발생은 증가하고 있어 소비자 불안감이 증대될 수 있으며, 단순처리 된 농산물의 소비 전 단계 사전 안전성 확보가 필수적임.

- 국내 단순처리 농산물 시장 규모는 꾸준히 확대되어 침체되어 있는 농산물 시장의 활성화에 기여할 수 있는 ‘신 성장 동력’으로 주목받고 있으며, 시장 규모는 2011년 기준 1조 4000억 원 수준으로 2004년 이후 연평균 13%정도의 꾸준한 성장률을 보이고 있음. 다음은 이와 관련된 보도 자료임.

[농경포커스] 신선편이산업을 ‘신성장동력’으로

- 대한급식신문 2011-11-28

(중략)...신선편이·전처리 농산물의 시장규모는 2011년 기준으로 1조 4000억 원 정도이며, 2004년 이후 연평균 13% 정도 신장하고 있다....(중략)...시장이 빠르게 커지고 있는 신선편이·전처리 산업이 농업의 신 성장 동력으로 각광 받고 있다. 신선편이 농산물은 기존 원물 위주의 유통에서 부가가치 증대를 통한 소득 향상을 가져올 수 있다. 신선편이 산업의 성장은 외식 등 식품산업 발전에도 기여할 수 있어 농업과 식품산업의 동반 성장을 도모하게 된다....(중략)...신선편이 농산물 시장이 밝게 전망됨에도 불구하고 관련 산업은 아직 기반이 취약하다. 생산 업체 간 경쟁이 심하고 매출액 100억원 이하의 영세 업체가 대부분이며, 약 50% 업체만 수익을 내는 것으로 추정되고 있다...(중략)...

- 신선편이농산물 시장이 활성화된 다양한 국가를 대상으로 국내 신선 농식품의 수출 규모가 증가하고 있으며, 2009년 우리나라 신선 농식품 수출 금액이 총 10억 달러로 전년 대비 16.2% 증가하였음(농수산물무역정보, 2012) (표 1).

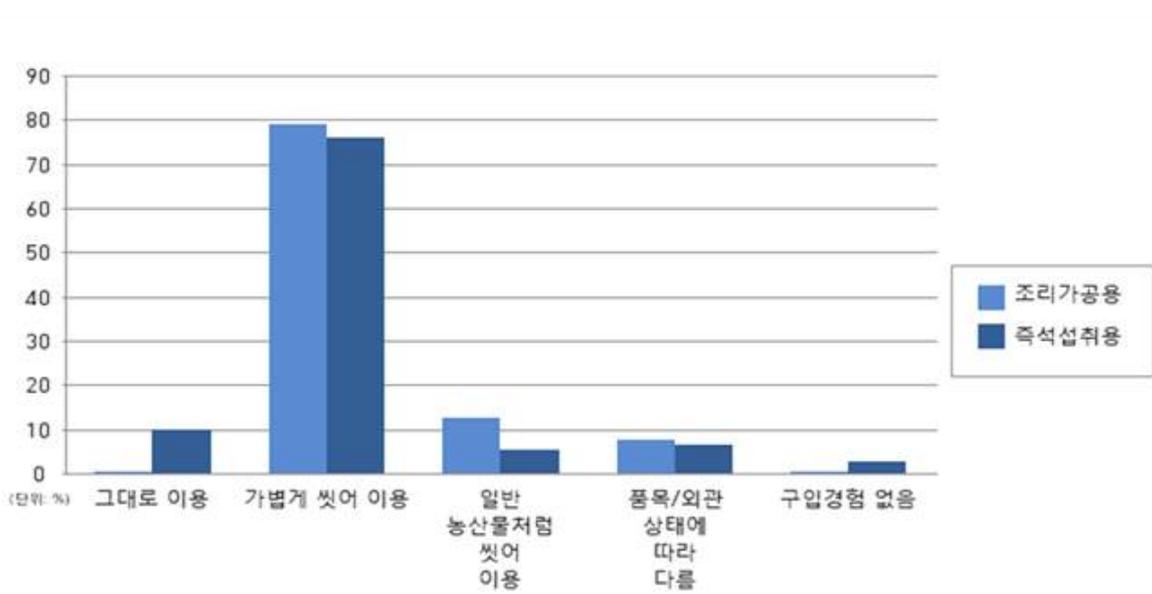
표 1. 신선 농식품 수출 동향 (단위: 천 톤, 백만불, %)

구분	2010년(A)		2011년(B)		증감률(B/A)	
	물량	금액	물량	금액	물량	금액
전체	2,946.5	5,880.0	3,479.4	7,691.3	18.1	30.8
신선 농식품	328.6	873.9	331.2	1015.3	0.8	16.2

(농수산물무역정보, 2012)

- 국내에서 수출되는 신선편이농산물의 안전성이 확보되지 않을 경우 국제적인 문제로 대두될 가능성이 있으며 국가 이미지에 타격을 입어 산술적으로 추산 불가능한 경제적 손실이 발생할 수 있음.
- 식중독 발생은 생산 기업의 이미지와 신뢰도를 저하시켜 시장경제를 위축시킬 수 있으므로 이를 미연에 방지할 수 있는 사전적 안전관리제도가 마련되어야 함.
- 국내에서는 즉석섭취용 신선편이 농산물은 가공식품으로 구분되어 대장균 불검출, 유통온도 5℃ 이하 등 안전관리 기준을 적용하고 있으나, 조리가공용 단순처리 농산물에 대한 안전관리제도는 부재하는 실정임(식품공전, 2011).
- 따라서 본 연구에서는 단순처리 농산물 제외국 식품안전 관리체계 및 실태조사를 통하여 국내 단순처리 농산물 안전관리체계 개선방안 모색을 위한 기초자료를 확보하였으며 이를 통해 단순처리 농산물의 사전 예방적 안전관리 체계 구축을 통해 관련 업체에 대한 소비자 신뢰도 향상으로 인한 직·간접적 경제효과를 창출할 수 있을 것으로 기대한다.
- 한편, 신선편이농산물(조리가공용의 단순처리 농산물과 즉석섭취용 편의식품 포함) 구입 후 이용습관에 대한 설문조사 결과에 따르면 대다수의 소비자가 이미 세척과정을 거친 단순처리 농산물을 다시 씻어서 사용(응답자의 80%)하는 것으로 나타났다(그림 2).

그림 2. 소비자가구의 신선편이농산물 구입 후 이용습관(이, 2009)



- 이러한 연구 결과는 단순처리 농산물 안전성에 대한 소비자 불안감을 반영하는 것이며, 국내 유통 단순처리 농산물 안전관리 방안 개선을 위한 기술개발의 필요성을 시사하고 있음.
- 따라서, 국내 유통 단순처리 농산물 위험요소 모니터링 결과와 제외국 안전관리 선진사례 분석을 기반으로 효율적 위생·안전관리 매뉴얼 제시를 통하여 단순처리 농산물 안전관리 기술 기반의 초석을 마련함.

제 2 장. 연구 내용 및 방법

제 1 절. 연구내용

단순처리 농산물 위해요소 안전관리 방안 연구

국내외 단순처리 농산물 안전사고 유형 분석

- 단순처리 농산물 관련 식품 안전사고 유형 및 현황조사
- 국내외 주요 학술지, 정부기관 보고서, 언론매체 분석

단순처리 농산물 제외국 안전관리체계 및 실태조사

- 식품관련 국제기구 및 단순처리 농산물 시장 활성화된 국가 선정
- 단순처리 농산물 식품 안전관리 국제 기준·규격 조사

국민 다소비 단순처리 농산물 위해도 평가 및 대상품목 선정

160개 농산물
안전관리 품목
(국립농산물품질관리원)

54개 국민 다소비
농산물 품목 선정

22개 고위해 국민
다소비 농산물 선정
(위해도 평가수행)

+ 5개 고위해 품목 추가
15개 국민 다소비
단순처리 농산물 선정
(현황조사)

최종 20개
품목 선정

국내 유통 단순처리 농산물 위해요소 모니터링

- 국내 유통 단순처리 농산물 미생물학적 위해요소 모니터링 20개 품목, 총 321건 (계획 대비 107% 달성)
- 화학적 위해요소 모니터링 3개 품목, 총 30건

- 정량분석: 총세균, 분원성 대장균군, 대장균군
- 정성분석: *E. coli* 및 6종 식중독 세균

미생물 분석



화학분석

- 언론매체 및 정부기관 보고 분석 실시
- 도라지, 무, 콩나물 3품목 이산화황을 위해요소로 선정

단순처리 농산물 안전관리 매뉴얼 개발

- 위해요소 모니터링 결과 + 제외국 안전관리 선진사례 탐색
- 효율적 위생·안전관리 매뉴얼(가이드라인) 제시

병원성 미생물 기준설정 필요성 검토

- 병원성 미생물 오염도 조사 + 관련 기준·규격 현황 분석
- 단순처리 농산물 병원성 미생물 기준 설정 필요성 검토

- ❖ 국내외 단순처리 농산물 안전관리 현황분석
- ❖ 국내 유통 단순처리 농산물 미생물 오염도 분석 및 안전성 실태 파악
- ❖ 국내 단순처리 농산물 위생·안전 관리 기준 마련을 위한 근거자료 확보
- ❖ 단순처리 농산물 안전관리 매뉴얼 개발을 통한 식품 안전성 확보

1. 국내외 단순처리 농산물 안전사고 실태조사 및 분석

- 단순처리 농산물 관련 식품 안전사고 유형 및 현황 조사를 위하여 국내외 주요 학술지, 정부 기관 보고서(국내: 식품의약품안전청, 농림수산물식품부 등; 국외: FDA, USDA, CDC 등) 및 언론 보도 자료(뉴스, 신문, 인터넷 기사 등)를 조사하여 다각적으로 분석하였다.
- 단순처리 농산물의 안전사고 유형 조사 자료를 기반으로 단순처리 농산물 품목별 위험요인을 파악하여 본 연구의 단순처리 농산물 위험도 평가에 활용하였다.

2. 단순처리 농산물 제외국 식품 안전관리 가이드 현황 조사

- 단순처리 농산물 관리체계 및 실태조사를 위하여 식품관련 국제기구 및 단순처리 농산물 시장이 활성화된 국가 5개국 이상을 선정하고 각국의 식품 안전관리 기관을 탐색하였다.
- 상기 탐색한 안전관리국의 정부기관 웹사이트 및 보도 자료를 통하여 단순처리 농산물의 제외국 식품안전 관리 체계 및 실태를 조사하고 제외국 선진 사례를 반영하여 국내 관리체계의 개선방안을 모색하였다.

3. 국민 다소비 단순처리 농산물 위험도 평가 및 대상 품목 선정

3.1 국민 다소비 단순처리 농산물 위험도 평가

- 국민 다소비 단순처리 농산물 대상 품목 선정에는 국립농산물품질관리원에서 발표한 2012년 농산물 안전관리 계획을 반영하였다.
- 농산물 안전관리 주요 대상 품목 160개 중 단순처리 농산물은 품목별 생산량과 국민건강영양조사의 다소비 품목을 토대로 54개 다소비 농산물을 선정하였다.
- 시장조사를 기반으로 다소비 농산물 중 조리가공용의 단순처리 농산물로 판매되는 품목을 분류하고 국민 다소비 단순처리 농산물의 위험도 평가(심각성 x 사용빈도)를 수행하였다.

3.2 위험요소 모니터링 대상품목 선정

- 단순처리 농산물의 위험도 평가를 통해 산출된 위험도를 기준으로 고위험 농산물 품목을 선정하고, 시장조사 및 선행연구 조사를 토대로 단순처리 농산물 위험요소 모니터링 대상품목 20건을 선정하였다.

4. 고위험 단순처리 농산물 위험요소 모니터링

4.1 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 분석

- 다수의 식품 모니터링 경험을 기반으로 국내 유통 단순처리 농산물의 미생물학적 위험요소 모니터링을 수행하였다(20개 품목, 최종 321건).
- 미생물 검사는 일반세균, 대장균, 분원성 대장균의 정량검사와 *Escherichia coli* 및 6종 식중독 세균(*Bacillus cereus*, *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*) 정성분석을 실시하였다.

4.2 제품 특성에 따른 화학적 위험요소 분석

- 선행 조사를 통해 단순처리 채소류에 사용되는 수확 후 처리 화학물질을 파악하였고 단순처리 채소류 제품 특성에 따라 잔류할 수 있는 화학적 위험 요소를 선정하였다.
- 선행연구자료 및 보도자료를 통하여 해당 화학적 위험요소에 대해 위험도가 높은 3개 품목을 선정하고 한국건강식품연구원과 농심 식품안전연구소에 의뢰 및 공동연구를 통하여 화학적 위험요소 분석을 수행하였다(3개 품목, 최종 30건).

5. 효율적인 산업체 위생·안전관리 매뉴얼 제시

- 국내 유통 단순처리 농산물 위험요소 모니터링 결과 및 제외국 안전관리 가이드 선진 사례 탐색을 통하여 국내 단순처리 농산물의 효율적 위생·안전관리 매뉴얼(가이드라인)을 제시하였다.

6. 단순처리 농산물 안전관리를 위한 병원성미생물 기준 제시

- 국내 유통 단순처리 농산물의 병원성미생물 오염도 조사 결과 및 관련 기준·규격 현황 분석결과를 토대로 국내 단순처리 농산물의 병원성 미생물 기준 설정을 제안하였다.

제 2 절. 연구방법

1. 국내외 단순처리 농산물 안전사고 실태조사 및 분석

- 본 연구에서는 국내외 단순처리 농산물 관련 안전사고 실태 및 미생물 오염도 자료를 조사하여 단순처리 농산물 품목별 위험요인을 파악하고, 향후 위험요소 모니터링 및 단순처리 농산물 안전관리 시사점 도출을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.
- 안전사고 실태 조사는 국내외 주요 학술지, 정부 기관 보고서(국내: 식품의약품안전청, 농림수산식품부 등; 국외: FDA, USDA, CDC 등) 및 언론 보도(뉴스, 신문, 인터넷 기사 등)를 통하여 자료를 수집하며, 농산물 품목별로 구분하여 주요 원인체(물질) 및 식중독 사고 발생 빈도를 분석하였다.

2. 단순처리 농산물 제외국 식품 안전관리 가이드 현황 조사

- 본 연구에서는 단순처리 농산물 관리 현황을 조사하기 위하여 1) 식품관련 국제기구 및 신선편이 농산물 시장이 활성화된 2) 미국, 캐나다, 유럽, 일본을 조사 대상으로 선정하였다.
- 각 국가별 식품 안전관리 기관 및 관계 정보 제공 기관을 탐색하고 웹사이트 및 보도 자료 조사를 통하여 단순처리 농산물의 제외국 안전관리 현황에 대한 데이터베이스를 확보한다.
- 주요 국가별 조사 대상 기관 및 웹사이트 목록은 표 2와 같다.

표 2. 단순처리 농산물 관련 제외국 기관

국가	기관	웹사이트 주소
United Nations 산하 국제 기구	세계보건기구 (World Health Organization, WHO)	www.who.int
	국제식품규격위원회 (CODEX Alimentarius)	www.codexalimentarius.org
미국	미국 식품의약품안전청 (United States Food and Drug Administration, FDA)	www.fda.gov
	미국 농무부 (United States Department of Agriculture, USDA)	www.usda.gov
	미국 식품안전검사국(Food Safety and Inspection Service, FSIS)	www.fsis.usda.gov
캐나다	캐나다 식품 검역원 (Canadian Food Inspection Agency, CFIA)	www.inspection.gc.ca
	캐나다 신선식품 연합 (Fresh Produce Alliance, FPA)	www.freshproducealliance.com
유럽	유럽식품안전청 (European Food Safety Authority, EFSA)	www.efsa.europa.eu
일본	일본 후생노동성	www.mhlw.go.jp
	일본 식품안전위원회	www.fsc.go.jp

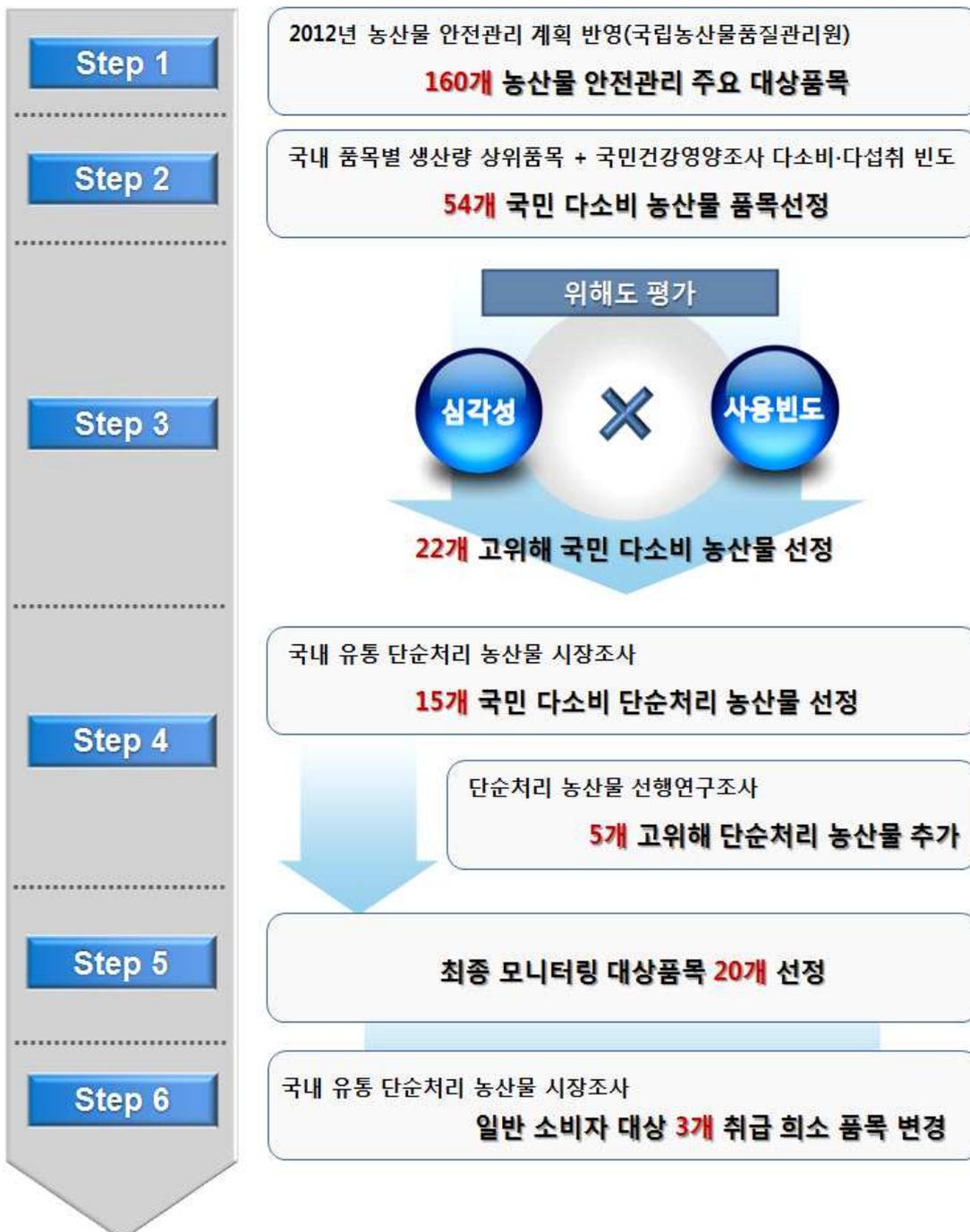
- 이와 같이 단순처리 농산물 안전관리 관련 제외국 기관 탐색을 통하여 국내의 단순처리 농산물 위생·안전관리 현황을 비교하며, 국내 단순처리 농산물 식품 안전관리 제도 개선 및 기준·규격 설정을 위한 정보 기반을 마련하였다.

3. 국민 다소비 단순처리 농산물 위험도 평가 및 대상 품목 선정

3.1 국민 다소비 단순처리 농산물 위험도 평가

- 농림부의 2012년 농산물 안전관리 계획을 고려하여 국민건강영양통계 및 본 연구진이 선정한 위험도 평가 6단계를 기반으로 국민 다소비 고위해 단순처리 농산물을 선정하였으며, 그 단계는 다음 그림 3과 같다.

그림 3. 국민 다소비 고위해 단순처리 농산물 위험도 평가 6단계



- 심각성은 기존에 알려진 식중독 발병 사례, 미생물 분석결과, 식재료 특성을 반영하여 다음과 같은 기준을 적용하였으며(표 3), 사용빈도는 2010년 국민건강 통계의 국민 다소비 식품 및 식품별 주당 평균 섭취빈도를 기반으로 아래와 같은 기준을 적용하였다(표 4).
- 54개 주요 국민 다소비 단순처리 농산물을 대상으로 위험도 평가는 심각성과 사용빈도 점수를 곱하는 매트릭스(표 5)를 이용하여 다음과 같이 국민 다소비 단순처리 농산물의 위험도(25점 만점) 점수를 산출하였다.
- 위험도 평가 결과 점수 8 이상의 상위 22개 품목을 선정하였다.

표 3. 주요 단순처리 형태 및 농산물 분류에 따른 심각성 점수 기준

심각성 점수	농산물 대분류
1점	곡류 및 견과 종실류
2점	두류, 서류, 버섯류
3점	근채류
4점	과채류 및 과실류
5점	엽채류 및 엽경채류

표 4. 식재료 대분류별 사용빈도 점수 기준

사용빈도	1점	옥수수, 열갈이 배추, 상추, 열무, 들깻잎, 썩갯, 브로콜리, 케일, 파슬리, 취나물, 양상추, 미나리, 부추, 대파, 쪽파, 셀러리, 알타리무, 양파, 마늘, 생강, 메론, 가지, 피망, 자두, 매실, 밤, 참깨
	2점	고구마, 양배추, 시금치, 당근, 수박, 참외, 토마토, 호박, 딸기, 배, 포도, 복숭아, 단감, 뽕은감
	3점	감자, 무, 오이, 풋고추, 홍고추, 사과, 감귤, 느타리 버섯, 양송이
	4점	보리쌀, 콩
	5점	쌀, 배추

표 5. 심각성 및 사용빈도 평가 매트릭스

사용 빈도	5점	5	10	15	20	25
	4점	4	8	12	16	20
	3점	3	6	9	12	15
	2점	2	4	6	8	10
	1점	1	2	3	4	5
	점수	1점	2점	3점	4점	5점
X	심각성					

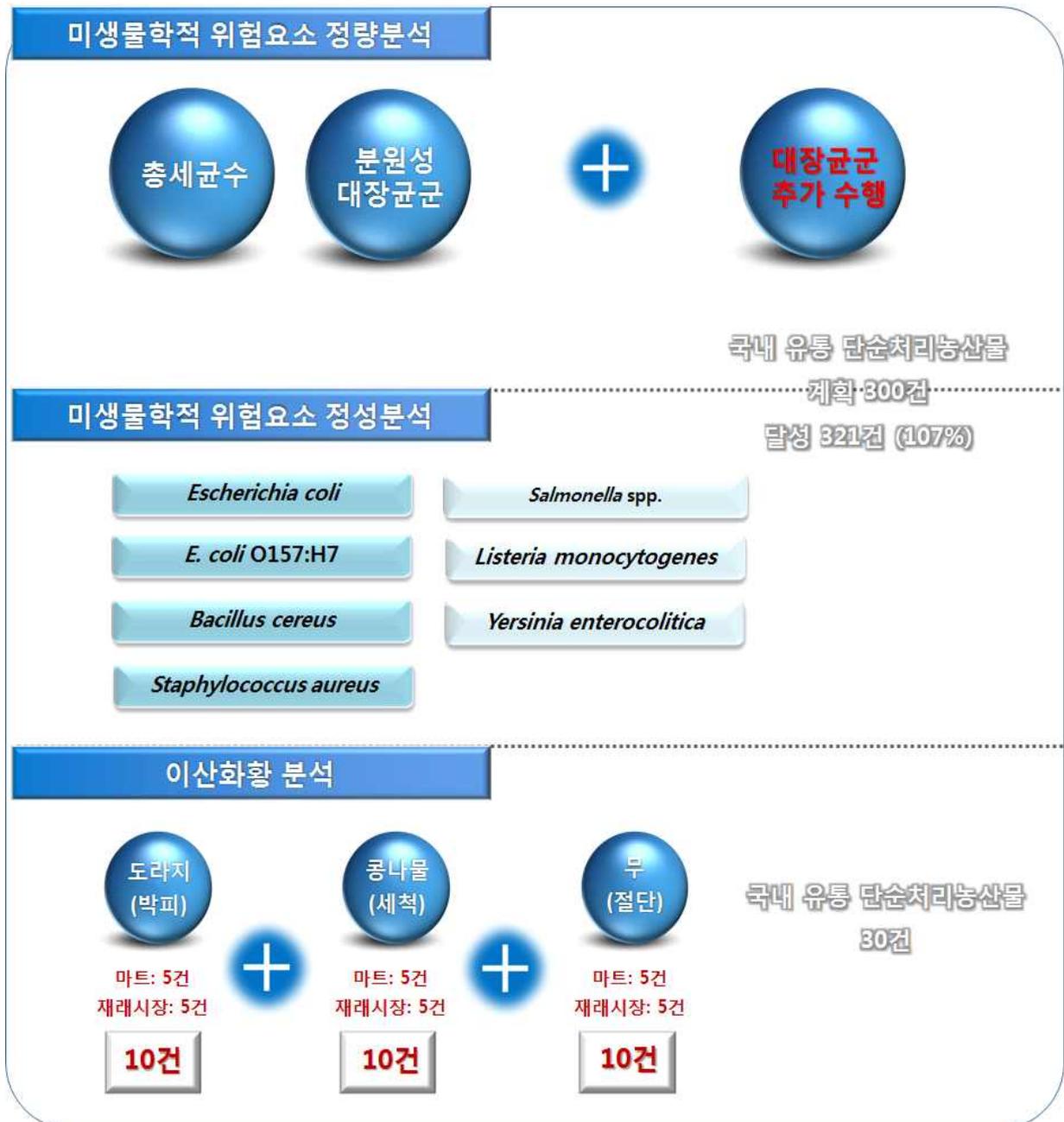
3.2 위험요소 모니터링 대상품목 선정

- 과실류(사과, 감귤, 딸기, 배 등)와 일부 과채류(수박, 참외, 토마토)의 경우 단순 처리 되어 판매되지 않거나 단순처리 된 경우 즉석섭취용(신선편이식품)으로 취급되어 본 연구의 모니터링 대상 품목에서 제외하여 15개 품목을 잠정적으로 선정하였다.
- 국내 유통 단순처리 농산물 선행연구조사 및 시장조사를 기반으로 세척, 박피, 절단 등 단순 가공되어 유통되는 국민 다소비 단순처리 농산물 품목을 조사하였으며, 연구 착수 보고('12. 11. 14 개최)에서 주관부서 및 전문가 자문 위원단의 의견을 반영하여 20개 품목을 최종적으로 선정하였다.

4. 고위험 단순처리 농산물 위험요소 모니터링

- 단순처리 농산물의 위험요소는 크게 미생물학적, 화학적 위험요소로 구분하였으며, 그 분석 개요는 다음 그림 4와 같다.

그림 4. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 분석 개요



4.1 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 분석

- 미생물 검사는 일반세균, 분원성 대장균, 그리고 추가로 대장균군의 정량검사와 *E. coli* 및 6종 식중독세균 (*B. cereus*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *Salmonella* spp., *Y. enterocolitica*) 정성분석을 수행하였다.
- 미생물 정량시험 및 정성시험은 식품공전 및 US FDA의 BAM(Bacteriological Analytical Manual, 2009)의 실험법을 따랐다.

(1) 미생물 정량분석

1) 일반세균

- 무균적으로 채취한 시료 25 g에 0.85% 멸균생리 식염수 225 ml로 10배 희석하여 균질화한 후 균질액 1 ml를 취하여 0.85% 멸균생리 식염수 9 ml에 단계별로 희석하였다.
- 각 단계 희석액 0.1 ml을 Plate Count Agar(PCA, Difco, Detroit, MI, USA)에 분주하여 멸균 spreader로 균일하게 도말한다. 검출한계(detection limit)를 낮추기 위해 10^{-1} 희석액 0.2 ml을 5개 페트리접시에 도말하였다.
- 배지를 37°C 배양기에서 24-48 시간 배양한 후 생성된 집락수를 계수하였다.
- 최종 확인 동정된 균수에 희석배수를 곱하여 산출하여 g 당 집락수로 정량하였다.

2) 분원성 대장균군

- 무균적으로 채취한 시료 25 g에 0.85% 멸균생리 식염수 225 ml로 10배 희석하여 균질화한 후 균질액 1 ml를 취하여 0.85% 멸균생리 식염수 9 ml에 단계별로 희석하였다.
- 각 단계 희석액 0.1 ml을 modified Fecal Coliform agar(mFC agar, Difco)에 분주하여 멸균 spreader로 균일하게 도말한다. 검출한계(detection limit)를 낮추기 위해 10^{-1} 희석액 0.2 ml을 5개 페트리접시에 도말하였다.
- 44.5±0.2°C의 water bath에서 22-26 시간 배양한 후 생성된 파란색 콜로니를 계수하였다.
- 최종 확인 동정된 균수에 희석배수를 곱하여 g 당 집락수를 산출하였다.

3) 대장균군

- 무균적으로 채취한 시료 25 g에 0.85% 멸균생리 식염수 225 ml로 10배 희석하여 균질화한 후 균질액 1 ml를 취하여 0.85% 멸균생리 식염수 9 ml에 단계별로 희석하였다.
- 각 단계 희석액 0.1 ml을 Violet Red Bile Agar (VRBA, Difco)에 분주하여 멸균 spreader로 균일하게 도말한다. 검출한계(detection limit)를 낮추기 위해 10^{-1} 희석액 0.2 ml을 5개 페트리접시에 도말하였다.
- 배지를 35℃ 배양기에서 18-24시간 배양한 후 생성된 보라색 콜로니를 계수하였다.
- 최종 확인 동정된 균수에 희석배수를 곱하여 g 당 집락수를 산출하였다.

(2) 미생물 정성분석

1) *B. cereus*

- 무균적으로 채취한 시료 25 g에 255 ml의 Tryptic Soy Broth(TSB, Difco)를 가한 후 37℃에서 24 시간 증균배양액을 Mannitol-egg Yolk-Polymyxin (MYP, 50% 난황액 첨가, Difco) 배지에 희석 도말한 후 30℃에서 24 시간 배양하여 넓은 침전물을 생성하는 분홍색의 전형적 집락을 확인하였다.
- 의심집락만을 취해 TSA에 순수분리배양한 후 Vitek BCL(Biomerieux, Marcy l'Etoile, France, France)을 이용하여 확인 동정하였다.

2) *E. coli* 와 *E. coli* O157:H7

- 무균적으로 채취한 시료 25 g에 225 ml의 EC broth를 가한 후 37℃에서 24 시간 증균배양하였다.
- 배양액을 Eosin Methylene Blue(EMB, Difco) 배지와 SMAC(MacConkey Sorbitol, Difco) 배지에 희석 도말한 후 37℃에서 18 시간 배양하여 EMB 배지 상 녹색 금속성 광택 집락(*E. coli*)과 SMAC 배지 상 무색 집락(*E. coli* O157:H7)을 확인하였다.
- 각각의 의심집락만을 취해 TSA에 순수분리배양하였다.

- 순수분리배양한 *E. coli* 의심집락은 Triple Sugar Iron(TSI, Difco) 사면배지에 접종하여 사면부가 황색, 고층부 황색, 가스생성, 황화수소 비생성을 확인한 후 Vitek GNI+ (Biomerieux)를 이용하여 확인 동정하였다.
- 순수분리배양한 *E. coli* O157:H7 의심집락은 균체의 O157, H7의 혈청형 시험을 실시한 후 Vitek GNI-(Biomerieux)를 이용하여 확인 동정하였다.

3) *S. aureus*

- 무균적으로 채취한 시료 25 g에 225 ml의 TSB(pH 7, 10% NaCl + 1% Sodium pyruvate, Difco)를 가한 후 35℃에서 48 시간 증균배양하였다.
- 배양액을 Mannitol Salt Agar(MSA, Difco) 또는 Baird-Parker(BP medium, Difco)에 희석도말한 후 35℃에서 48 시간 배양하여 MSA 상 노란색 포도상 배열 집락이나 BP medium 상 황백색 테두리를 가진 검회색의 집락을 확인하였다.
- 의심집락만을 취해 0.2 ml Brain Heart Infusion(BHI, Difco) 배지에 접종하여 35℃에서 48 시간 배양한 후 0.5 ml rabbit coagulase plasma(EDTA, BD, Franklin, NJ, USA)을 첨가하여 37℃에서 3, 6, 24 시간 배양하며 응고반응을 확인한 후 TSA에 순수분리배양하였다.
- 분리배양액을 Vitek GNI+ (Biomerieux)를 이용하여 확인 동정하였다.

4) *Salmonella* spp.

- 무균적으로 채취한 시료 25 g에 225 ml의 펩톤수(Oxoid, Basingstoke, UK)를 가한 후 37℃에서 24 시간 증균하여 배양액 1 ml을 9 ml tetrathionate broth(TT broth, Difco)에, 배양액 0.1 ml을 10 ml Rappaport-Vassiliadis medium(RV medium, Difco)에 접종한 후 TT broth는 37℃에서 24 시간, RV medium은 42℃에서 24 시간 배양하였다.
- 배양액을 Xylose Lysine Desoxycholate(XLD, Difco) 배지에 희석도말한 후 37℃에서 24 시간 배양하여 중심부가 검정색인 분홍색 집락을 확인한다.
- TSI 사면배지에 접종하여 고층부에는 분홍빛 적색, 하층부에는 검은색 형성을 확인한 후 의심집락만을 취해 TSA에 순수분리배양한다.
- 분리배양액을 Vitek GNI-(Biomerieux)를 이용하여 확인 동정하였다.

5) *L. monocytogenes*

- 무균적으로 채취한 시료 25 g에 225 ml UVM-modified Listera(Difco) 배지를 가하여 균질화한 후 30℃에서 24 시간 증균배양하였다.
- 1차 증균배양액 0.1 ml에 Freser Listeria Broth(Difco) 10 ml을 첨가하여 30℃에서 24 시간 증균배양하였다.
- 증균액을 Oxford(Difco) 한천배지에 희석도말한 후 30℃에서 24-48시간 배양하여 검은색 집락을 확인한 후 의심집락만을 취해 TSA에 순수분리배양하였다.
- 분리배양액을 Vitek GNI+ (Biomerieux)를 이용하여 확인 동정하였다.

(6) *Y. enterocolitica*

- 무균적으로 채취한 시료 25 g에 225 ml 펩톤수를 가하여 균질화한 후 10℃에서 10일간 증균배양하였다.
- 증균배양액 1 ml에 0.5 KOH + 0.5% NaCl 용액 9 ml을 혼합하여 MacConkey (Difco) 한천배지와 Celfsulodin-Irgasan-Novobiocin(CIN, Difco) 한천배지에 각각 희석도말하여 MacConkey 한천배지 상 투명하거나 옅은 분홍색, CIN 한천배지 상 투명한 테두리를 가진 붉은색의 집락을 확인하였다.
- 분리배양액을 Vitek GNI-(Biomerieux)를 이용하여 확인 동정하였다.
- 미생물 정량분석에서 분원성 대장균군의 검출율이 4.4%로 낮게 나와 대장균군 정량분석을 추가적으로 수행하였다.
- 화학적 위험요소는 계획서 단계에서 도라지에서 이산화황을 모니터링하는 것으로 잠정 결정되었으나, 선행자료 탐색 결과 무, 콩나물에서도 안전성에 있어서 이슈가 되어 총 3품목 30건에 대하여 모니터링 분석이 농심 식품안전연구소와 한국건강식품연구원에 의뢰·진행되었다.

4.3 제품 특성에 따른 화학적 위험요소 분석

(1) 화학적 위험요소 분석 품목 선정

- 연구 착수 보고서 ('12. 11. 14 개최) 전문가 자문위원단 및 주관부서의 요청에 따라 도라지의 이산화황을 화학적 위험요소 모니터링 항목으로 잠정 결정하였다.

- 화학적 안전사고 사례조사를 수행하면서 국내외 정부 보고서 및 보도자료에서 농산물 수확후 제품이 변하거나 손상이 되는 것을 방지하고 제품을 보다 신선하게 보이게 하기 위해 색을 보정하기 위하여 오용하여 첨가하는 이산화황의 경우 총 38건의 사례 중에서 19건(50%)을 차지한 것으로 나타났다.
- 따라서 그 위험성에 주목하게 되었고 중국으로부터 수입시 검사지시로서 이산화황을 검사항목으로 하는 콩나물과 경인지방식품의약품안전청 시험분석센터에서 나온 논문에서 건조중 이산화황 함량의 변화를 관찰시 주요 시료 중 하나였던 무를 추가 선정하게 되었다.
- 위와 같이 선정된 도라지, 무, 콩나물 3개 품목에 대해서 각각 10건 (마트 5건, 재래시장 5건)씩 한국건강식품연구원과 농심 식품안전연구소에 의뢰 및 공동 연구를 통하여 화학적 위험요소 분석을 수행하였다(3개 품목, 최종 30건).

(2) 이산화황 정량분석 방법

- 이산화황 분석 실험은 다음과 같이 식품공전(제2013-6호)의 모리어-윌리엄스 변법을 따랐다.
- 플라스크에 물 400ml을 넣고 분액깔때기 코크를 잠그고 4N 염산용액 90mL를 넣어둔다. 냉각기에 물을 공급한 다음, 가스주입관을 통하여 질소가스를 0.21 L/min 속도로 통과시키고, 이때 플라스크에 3% 과산화수소용액 30mL을 넣는다.
- 15분 후 분액깔대기를 떼고 검체 50g(이산화황으로서 500-1500 μ g상당량)을 취해 분쇄기나 균질기에 넣고 5% 에탄올 용액 100mL를 넣어 혼합하여 플라스크에 넣은 다음 분액깔때기를 부착한 후 코크를 열어 수 mL가 남을 때까지 플라스크에 주입한다.
- 1시간 45분 동안 가열한 후, 플라스크를 떼고 끝을 소량의 3% 과산화수소용액으로 씻어 플라스크에 넣고 마이크로뷰렛을 써서 0.01 N 수산화나트륨용액으로 20초간 지속하는 황색이 될 때까지 적정하여 아래의 공식에 따라 이산화황의 양을 산출한다(다만, 10 mg/kg 미만은 불검출로 한다).

- 앞의 시험조작에 따라 시험하고, 얻어진 수산화나트륨의 소비량으로부터 다음 식에 따라 검체 중의 이산화황의 양을 산출한다.

$$\text{이산화황(mg/kg)} = 320 \times V \times f / S$$

V : 0.01 N 수산화나트륨용액의 소비량(mL)

f : 0.01 N 수산화나트륨용액의 역가

S : 검체의 채취량(g)

(0.01 N 수산화나트륨용액 1mL = 320 μ g SO₂)

5. 효율적인 산업체 위생·안전관리 매뉴얼 제시

- 효율적인 산업체 위생·안전관리 매뉴얼 제시하기 위하여 UN(WHO, CODEX), 미국 FDA, 캐나다 CFIA, 일본, 유럽 EFSA 의 신선 편이 농산물에 대한 선진적 위생관리 매뉴얼을 분석하였다.
- 주관부서 제안을 적극 수렴하여 업체용 단순 처리 농산물의 안전관리 방안 가이드를 구성하였다.
- 본 연구진이 개발한 매뉴얼은 국민 다소비 고위험 농산물 20개 품목에 대한 최종제품 모니터링 결과와 단순처리 농산물 제외국 식품 안전관리 가이드 현황 조사에 기반하므로 가장 보편적인 형태의 단순처리 농산물에 대한 표준 안전관리 가이드를 제시하였다.
- 앞으로 개별적인 고위험 품목들에 대해서 공정·유통단계별 모니터링을 추가로 연구할 경우 개발된 가이드를 보완·발전시킬수 있도록 구성하였다.

6. 단순처리 농산물 안전관리를 위한 병원성미생물 기준 제시

- 국내외 단순처리 농산물 안전사고 실태조사 및 분석을 통해 식중독 안전사고의 잠재적 위험을 파악하였다.
- 관련된 규격으로서 신선편이식품의 규격 및 모니터링 결과 자료를 참고하여 가열·조리 없이 섭취하는 품목을 중심으로 합리적인 수준의 잠정적 규격을 제안하였다.
- 단계적인 규제의 적용을 제시함으로써 관련 산업의 발전에 장애가 없도록 고려하였다.

제 3 장. 연구결과 및 고찰

제 1 절. 국내외 단순처리 농산물 안전사고 실태조사 및 현황 분석

1. 국내외 단순처리 농산물 미생물학적 안전사고 발생 현황 분석

- 신선 농산물의 소비는 1980년대부터 현재까지 꾸준히 증가하고 있으며, 세계적으로 1990년부터 2004년까지 매년 평균 4.5%의 소비증가율을 보였다. 캐나다의 경우 1963년부터 2010년까지 매년 과일(56%)과 채소(26%)의 소비량이 증가하였다 (Olaimat 과 Hoelly, 2012; EU, 2007; Statistics Canada, 2002, 2011).
- 신선 농산물 시장의 지속적인 증가 원인 중 하나는 건강에 초점을 맞춘 소비패턴 변화와 수입시장 개방을 통한 원활한 공급을 통해 계절에 상관없이 신선 농산물을 구매할 수 있기 때문으로 사료된다(Warriner 등, 2009).
- 그러나 신선 농산물의 소비가 증가함에 따라 신선 농산물에 의한 식중독 발병률은 빠르게 증가하고 있으며 국내외로 다수의 식중독사고가 보고되고 있는 실정이다(Warriner 등, 2009; Sivapalasingam 등, 2004).
- 미국에서는 1973년에서 2006년 사이 양배추, 양상추, 시금치 등 잎 채소류에 의한 식중독사고가 총 502건 발생하였으며, 2006년에는 신선 시금치에 오염된 *E. coli* O157:H7로 인하여 200명 이상의 환자가 감염되고 관련 소비시장이 냉각된 바 있다(Herman 등, 2008; Bassett 과 McClure, 2008; CDC, 2006; USDA ERS, 2008).
- 또한 미국 내 신선 농산물로 인한 식중독 발생 중 70%는 엽채류(Leafy vegetables)에 기인하여, 단순처리 된 엽채류의 잠재적 위해 가능성을 시사하였다(Dewaal 과 Bhuiya, 2007; FAO/WHO, 2008).
- 선행연구에 따르면 신선 농산물에 의한 식중독사고의 주요 원인균은 Salmonella와 병원성대장균으로 나타났다(Buck 등, 2003; FDA, 1998; Warriner 등, 2009).
- 신선 농산물에 대한 안전사고 및 미생물 오염도 파악 연구는 국제적으로 활발히 수행되고 있으며, 신선 농산물을 1차적으로 가공한 단순처리 농산물의 안전사고 실태 또한 다수 보고되고 있다.
- 2000년부터 2011년까지 국외 단순처리 농산물 관련 안전사고 실태를 조사한 내용은 아래의 표 6과 같다.

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2000	과채류	토마토	<i>Clostridium</i> spp.	Private home	2	
2000	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Private home	43	
2000	과채류	고추	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant	27	CSPI(2012)
2000	근채류	양파	<i>Bacillus cereus</i>	Restaurant	4	
2000	기타	숙주나물	<i>Salmonella</i> spp.	Private home	75	
2000	서류	감자	<i>Bacillus cereus</i>	Restaurant	3	
2000	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	Unknown	361	Horby 등(2003)
2000	엽채류	양상추	<i>Salmonella</i> spp.	수입 상추	392	Crook 등, 2003

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2001	과채류	토마토	<i>Shigella</i> spp.	Restaurant	886	
2001	과채류	고추	<i>Clostridium</i> spp.	Workplace	59	CSPI, 2012
2001	기타	숙주나물	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant	35	
2001	기타	숙주나물	<i>Salmonella</i> spp.	Community	21	
2001	엽채류	바질	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	타이에서 수입된 Basil	17	Hoang 등, 2005
2001	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	식품 제조장비의 위생상태 불량	41	Stafford 등, 2002
2001	엽채류	양상추	<i>Salmonella</i> spp.	스페인산	19	Ward 등, 2002
2001	엽채류	시금치	<i>Shigella</i> spp.	Unknown	31	BCCDC, 2001

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2001	엽채류	시금치	<i>Clostridium</i> spp.	Restaurant	33	CSPI, 2012
2002	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Hotel; reataurant	159	
2002	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant; school; hospital	510	
2002	버섯류	버섯	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant	10	
2002	엽채류	상추	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Farm stand	8	
2002	엽채류	양상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Restaurant	16	
2003	곡류	옥수수	<i>Clostridium</i> spp.	Prison	880	
2003	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Multiple locations	11	

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2003	과채류	고추	<i>Staphylococcus aureus</i>	Restaurant	2	CSPI, 2012
2003	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Unknown	57	-
2003	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	스페인에서 수입된 상추	40	Little 과 Gillespie, 2007
2003	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	Unknown	14	Hanning 등, 2009
2003	엽채류	시금치	Pathogenic <i>E.coli</i>	Nursing home	16	
2003	엽채류	상추	<i>Bacillus cereus</i>	Private home	10	CSPI, 2012
2003	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant; private home	14	
2004	과채류	오이	<i>Salmonella</i> spp.	농장에서 오염	12	BCCDC, 2005

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2004	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant	429	
2004	과채류	토마토	<i>Campylobacter</i> spp.	Restaurant	13	CSPI, 2012
2004	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant; private home	137	
2004	근채류	당근	<i>Shigella</i> spp.	비행기	300-1500	Gaynor 등, 2009
2004	서류	감자	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant	16	CSPI, 2012
2004	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	Unknown	97	Hanning 등, 2009
2004	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	스페인산 양상추	368	HPA, 2004
2004	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	이탈리아산	100	Nygaard 등, 2007

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2004	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	이탈리아에서 수입된 Rucola lettuce	20	Nygaard 등, 2008
2004	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Restaurant	6	
2005	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant	84	
2005	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant	52	
2005	근채류	당근	<i>Bacillus cereus</i>	Restaurant	6	CSPI, 2012
2005	근채류	양파	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant; Picnic; Grocery store; Private home	27	
2005	근채류	당근	<i>Salmonella</i> spp.	Unknown	8	
2005	기타	숙주나물	<i>Salmonella</i> spp.	Private home	2	

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2005	두류	콩	<i>Campylobacter</i> spp.	Unknown	19	CSPI, 2012
2005	엽채류	양상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	관계용수	120	Soderstrom 등, 2005
2005	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Unknown	18	FSnet, 2005a
2005	엽채류	파슬리	Pathogenic <i>E.coli</i>	Unknown	12	FSnet, 2005b
2005	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	스페인산 양상추	96	HPA, 2005
2005	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	스페인에서 수입된 상추	96	Little 과 Gillespie, 2007
2005	엽채류	바질	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	음식점, 멕시코 수입업자로 부터 수입해온 바질	200	Public health agency of Canada, 2007
2005	엽채류	양상추	<i>Salmonella</i> spp.	스페인에서 수입된 상추, iceberg	60	Takkinen 등, 2005

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2005	엽채류	바질	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Catered event, 환경 또는 조리자로부터 교차오염	44	Public health agency of Canada, 2007
2005	엽채류	바질	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Medical offices; Restaurant	592	
2005	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Private home	34	
2005	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Private home	12	CSPI, 2012
2005	엽채류	파슬리	Pathogenic <i>E.coli</i>	Restaurant	4	
2006	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Unknown	8	
2006	근채류	당근	<i>Yersinia</i> spp.	학교급식	400	Rimhanen-finne 등, 2007
2006	기타	콩나물	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant	4	CSPI, 2012

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2006	서류	감자	<i>Salmonella</i> spp.	Banquet facility	27	CSPI, 2012
2006	엽채류	양상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	패스트푸드	4	FSnet, 2006
2006	엽채류	시금치	Pathogenic <i>E.coli</i>	돼지분변에 오염된 토양	205(3)	CDC, 2006; Jay 등, 2007
2006	엽채류	시금치	Pathogenic <i>E.coli</i>	Private home	238	
2006	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Restaurant	77	
2006	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Restaurant	80	CSPI, 2012
2006	엽채류	양상추	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant	16	
2006	엽채류	바질	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Unknown	28	Public health agency of Canada, 2007

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2006	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Restaurant	7	Public health agency of Canada, 2007
2007	곡류	옥수수	<i>Shigella</i> spp.	태국의 포장공장에서부터 오염	230	Lewis 등, 2007
2007	과채류	고추	<i>Clostridium</i> spp.	Private home	4	CSPI, 2012
2007	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant or deli; Private home	65	
2007	근채류	당근	<i>Shigella</i> spp.	Los Angeles Salad Company로부터 공급된 패키지	4	CFIA, 2007
2007	기타	콩나물	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant or deli; Private home	24	CSPI, 2012
2007	기타	콩나물	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant; Restaurant; Private home	20	
2007	엽채류	양상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Unknown	35	-

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2007	엽채류	시금치	<i>Salmonella</i> spp.	Metz Fresh company로부터 공급된 상품	-	CSPI
2007	엽채류	바질	<i>Salmonella</i> spp.	이스라엘에서 수입된 Basil	49	Pezzoli 등, 2007
2007	엽채류	바질	<i>Salmonella</i> spp.	Private home	11	CSPI, 2012
2007	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant; Private home	76	
2007	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	네덜란드의 공장으로부터	50	Friesema 등, 2008
2008	과채류	고추	<i>Salmonella</i> spp.	북미지역의 pepper	1442	Castro-Rosas 등, 2011
2008	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Restaurant	12	CSPI, 2012
2008	근채류	양파	Pathogenic <i>E.coli</i>	Restaurant	235	Kozak 등, 2012

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2008	엽채류	양상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Unknown	21	
2008	두류	콩	<i>Campylobacter</i> spp.	Private home	104	CSPI, 2012
2008	두류	콩	<i>Cyclospora cayentanensis</i>	Private home	4	
2008	엽채류	양상추	<i>Salmonella</i> spp.	Catering; ready-chopped iceberg lettuce	107(2)	Lienemann 등, 2011
2008	엽채류	양상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Unknown	74	
2008	엽채류	시금치	Pathogenic <i>E.coli</i>	Unknown	13	
2008	엽채류	상추	<i>Campylobacter</i> spp.	Private home	5	CSPI, 2012
2008	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	School; Banquet facility	10	

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2008	엽채류	상추	Pathogenic <i>E. coli</i>	Unknown	29	Kozak 등, 2012
2009	과채류	고추	<i>Salmonella</i> spp.	Warehouse store(company A)	272	Gieraltowski 등, 2012
2009	과채류	고추	<i>Salmonella</i> spp.	Church, temple, religious location	43	
2009	과채류	고추	<i>Salmonella</i> spp.	Unknown	7	
2009	엽채류	상추	Pathogenic <i>E. coli</i>	Unknown	16	
2009	엽채류	상추	<i>Salmonella</i> spp.	Unknown	145	CSPI, 2012
2009	엽채류	양상추	<i>Salmonella</i> spp.	Picnic	27	
2009	엽채류	양배추	<i>Staphylococcus aureus</i>	Prison	66	

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2009	엽채류	상추	Pathogenic <i>E. coli</i>	Restaurant - "Fast-food"(drive up service or pay at counter)	22	CSPI, 2012
2009	엽채류	상추	<i>Campylobacter</i> spp.	Restaurant - other or unknown type	11	
2009	두류	콩	<i>Shigella</i> spp.	케냐로부터 수입한 sugar peas	9	Heier 등, 2009
2009	두류	콩	<i>Shigella</i> spp.	아프리카로부터 수입한 sugar peas	10	Muller 등, 2009
2010	곡류	옥수수	<i>Clostridium</i> spp.	Prison	27	CSPI, 2012
2010	곡류	옥수수	<i>Clostridium</i> spp.	Prison	32	
2010	과채류	토마토	<i>Salmonella</i> spp.	Private home	16	
2010	서류	감자	<i>Salmonella</i> spp.	Nursing home, assisted living facility, home care	41	

표 6. 농산물 관련 미생물학적 안전사고 현황(계속)

발생 년도	분류	품목	원인 체	예상 오염 경로	Cases (deaths)	참고문헌
2010	서류	감자	<i>Bacillus cereus</i>	Prison	9	CSPI, 2012
2010	엽경채류	샐러리	<i>Listeria monocytogenes</i>	Texas주의 Fresh Cut Produce에서 오염	10(5)	Gaul 등, 2013
2010	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Company X에 의함	50	CDC
2010	엽채류	양상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	프랑스에서 수입한 상추	260	Ethelberg 등, 2010
2010	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Freshway Foods	26	CSPI
2010	엽채류	상추	Pathogenic <i>E.coli</i>	Private Home; Restaurant - "Fast-food" School; Workplace	31	CSPI, 2012
2011	엽채류	치커리	<i>Yersinia spp.</i>	특정브랜드의 샐러드상품에서 오염	21	MacDonald 등, 2011
2011	엽채류	바질	<i>Shigella spp.</i>	수입바질	46	Guzman-Herrador 등, 2011

1.1 품목별 현황분석

- 2000년부터 2011년까지 국외 단순처리 농산물에 의한 식중독사고를 분석한 결과는 다음과 같다(그림 5-6).
- 120건의 식중독사고 중 상추에 의한 식중독사고가 33건으로 전체의 27.5% 비율을 보였고 토마토 15건(12.5%), 양상추 13건(10.8%), 고추와 바질은 각각 8건(6.7%), 시금치 7건(5.8%) 등 다양한 품목에 의해 식중독사고가 발생하였다.
- 상추, 양상추, 시금치 등 엽채류에 의한 식중독사고는 65건인 54.2%로 가장 많았고 과채류 24건(20%), 근채류 8건(6.7%), 기타 7건(5.8%), 두류와 서류 각각 5건(4.2%), 곡류 4건(3.3%), 버섯류와 엽경채류는 각각 1건(0.8%)으로 나타났다.
- 기타 7건 중 4건은 숙주나물, 3건은 콩나물에 의한 식중독 사고였다.
- 신선 농산물의 품목별 식중독 사고 분석 결과 엽채류에 기인한 식중독이 대부분이었으며 그중 소비가 많고 다양한 나라에서 재배가 가능한 상추, 양상추에 의한 식중독사고가 다수 발생하였다.
- 캐나다의 경우 2001년부터 2009년 사이에 발생한 신선농산물에 의한 식중독사고 중 엽채류에 의한 경우가 26%로 가장 높았다(Kozak 등, 2012).
- 특히 2000년도 영국, 독일, 네덜란드 등 유럽각지에서 발생해 392명의 환자수를 기록한 식중독사고도 엽채류인 양상추에 의한 것이었으며 2004년에 영국과 북아일랜드에서 발생한 식중독사고(환자수 368명) 또한 엽채류에 의해 발생하였다.
- 이 같이 엽채류에 의한 식중독사고가 많은 이유로 여러 연구진에서는 그림 7과 같이 식물의 잎이나 줄기에 존재하는 기공에 미생물의 부착이 용이하고 세척 및 제거가 어려워 원료단계에서부터의 관리가 필요하다고 밝혔다(Berger 등, 2010; Gomes 등, 2009; Seo와 Frank, 2009).

그림 5. 품목별 식중독사고 발생현황(2000년-2011년)

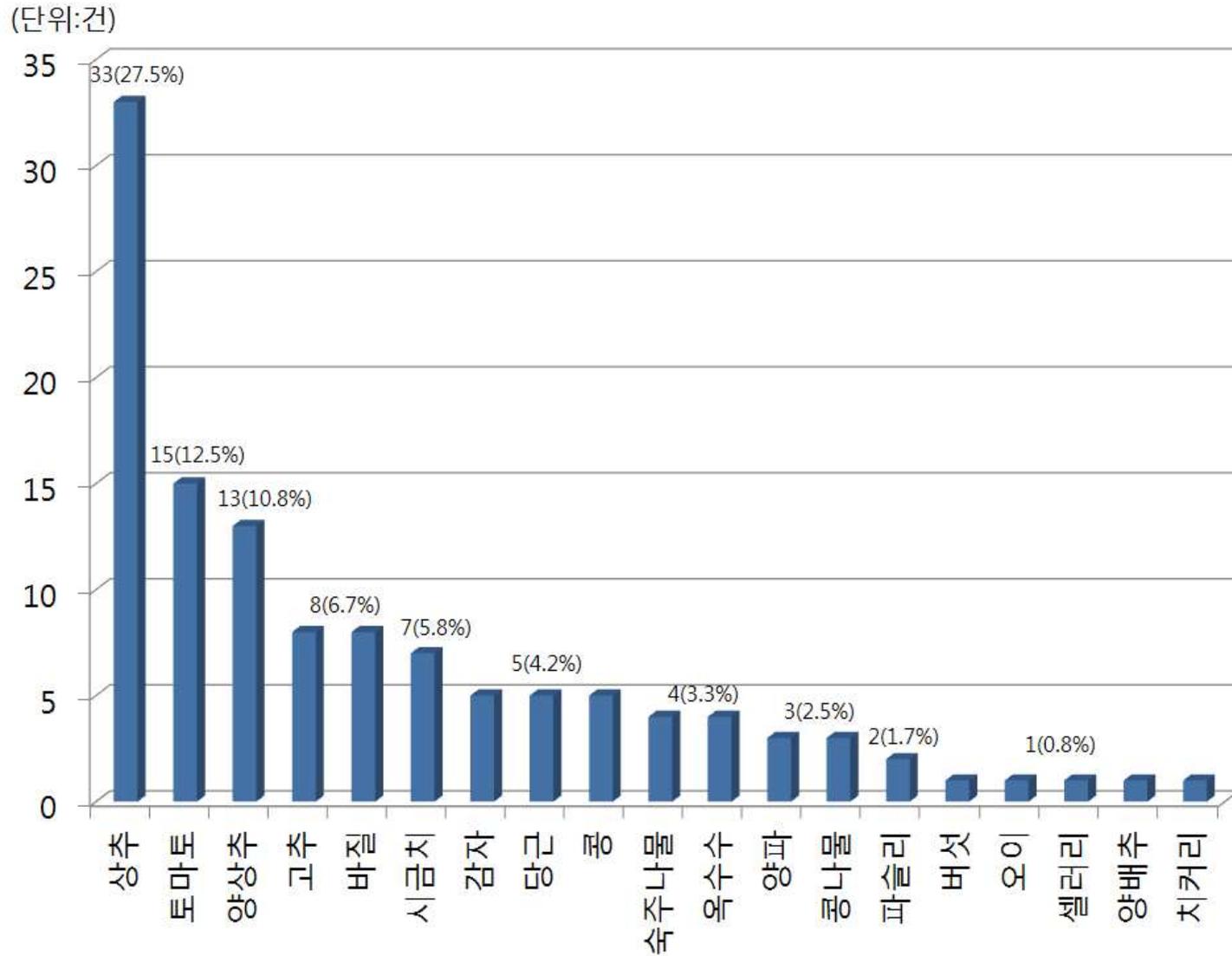


그림 6. 상위분류별 식중독사고 발생현황(2000년-2011년)

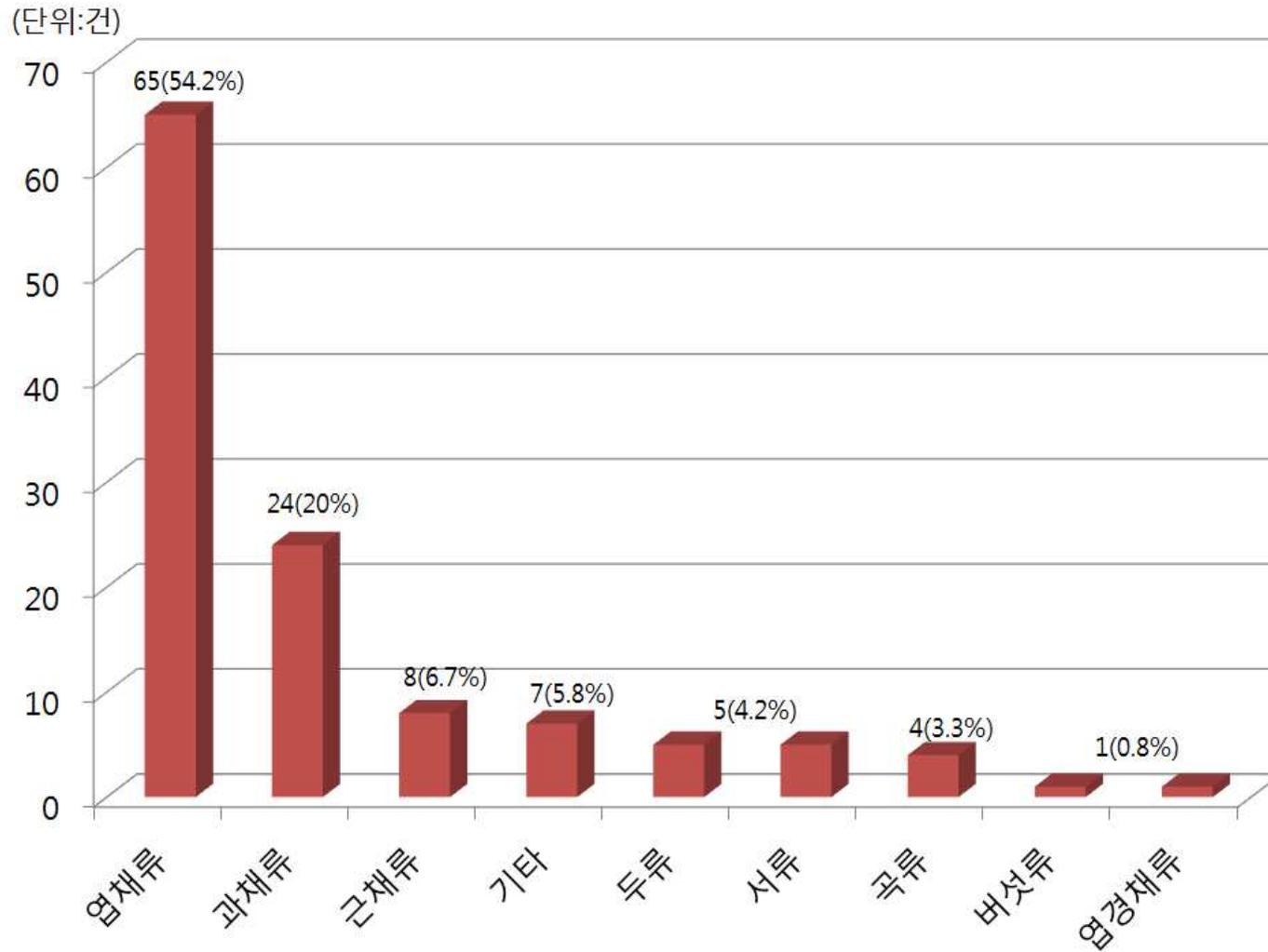
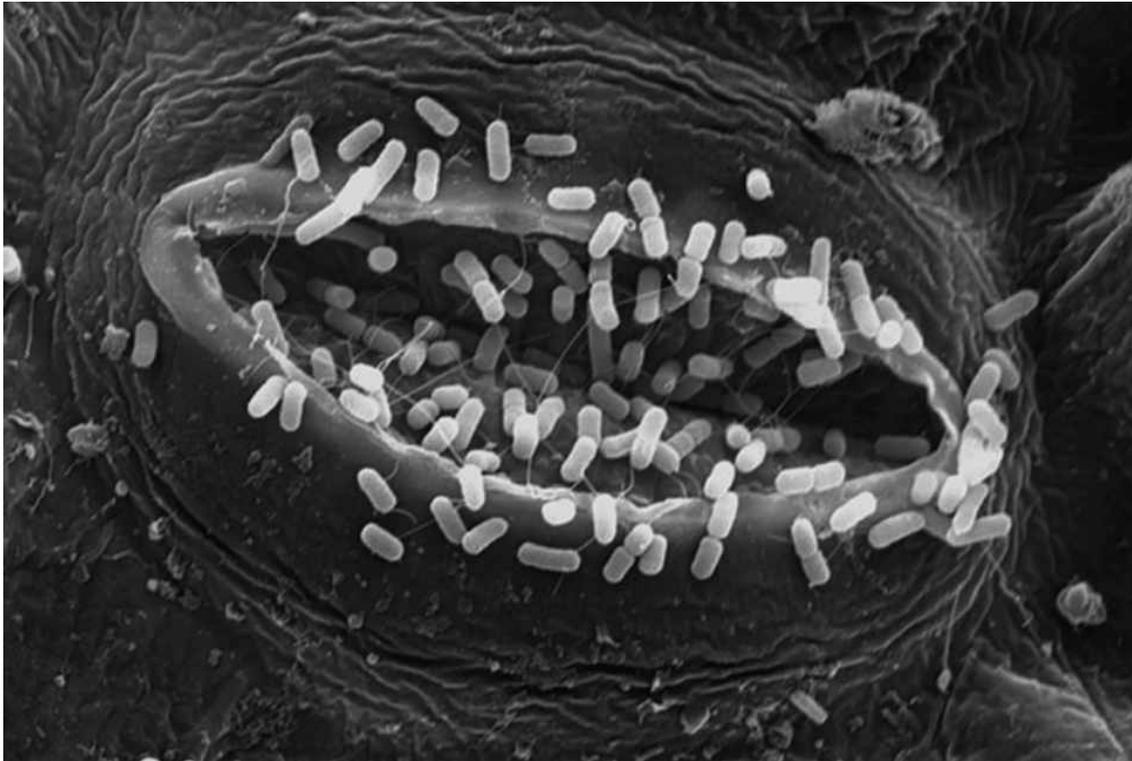


그림 7. 엽채류의 기공에서 부착되어 있는 미생물



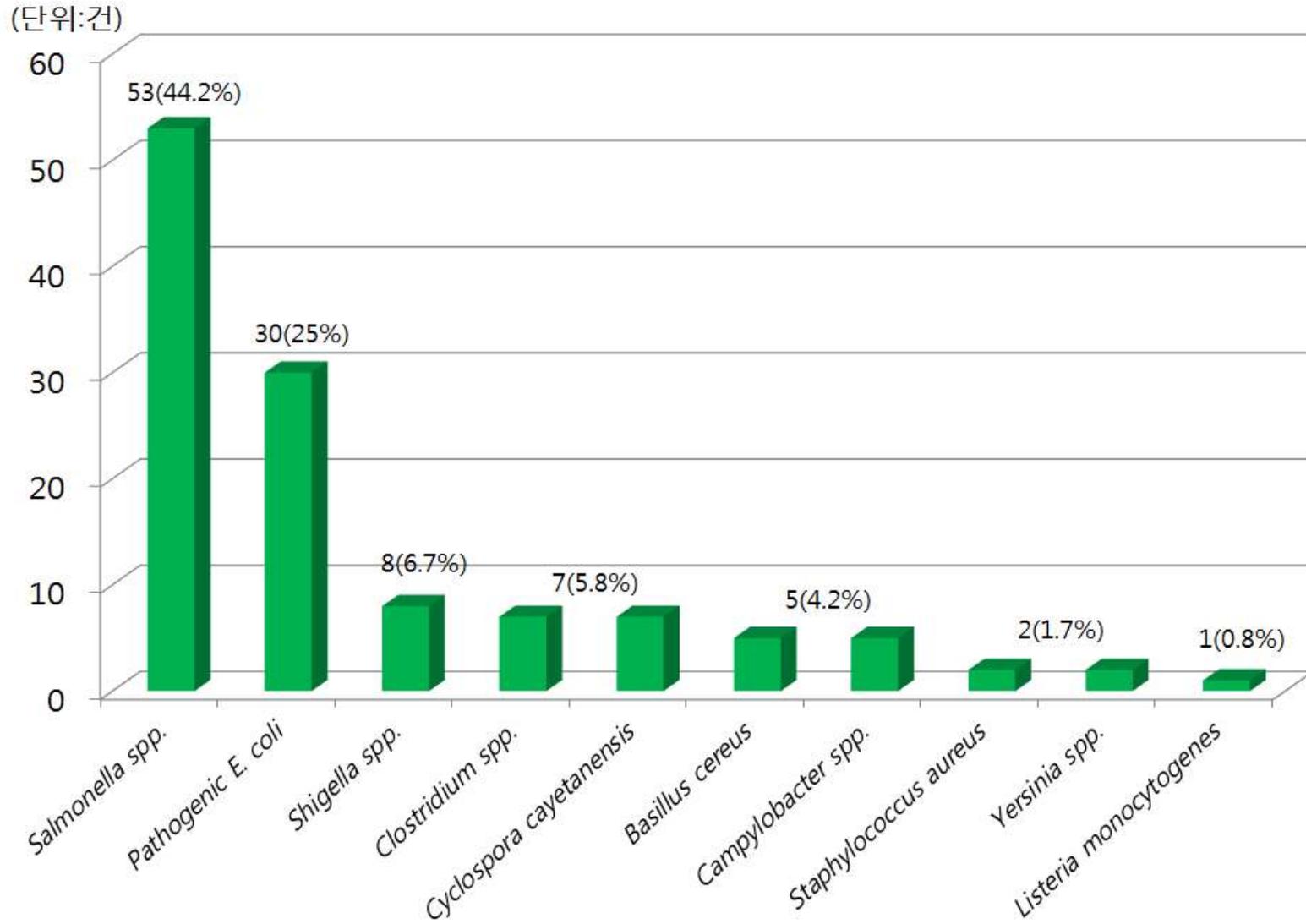
(Berger 등, 2010)

- 위와 같이 단순처리농산물의 경우 원료단계에서부터 직접적으로 환경에 노출이 되어 있고 특히 엽채류의 특성상 원료에서의 오염이 식중독사고로 이어지는 경우가 많아 원료에서부터의 관리가 중요할 것으로 판단된다.
- 또한 단순처리하는 과정에서 생기는 흠이나 상처를 통해 미생물에 취약하게 되므로 원료단계에서부터 가공단계까지 미생물학적 안전성확보가 필요할 것으로 사료된다.
- 따라서 본 연구진은 계획서 단계의 선행조사 및 마트와 재래시장 답사 뿐만 아니라 위와 같이 미생물학적 안전사고 사례조사를 수행함으로써 합리적인 단순처리 농산물 모니터링 20개 품목 결정에 하나의 근거를 마련할 수 있었다.

1.2 원인체별 현황분석

- 원인체로는 *Salmonella* spp. 53건(44.2%), 병원성대장균 30건(25%), *Shigella* spp. 8건(6.7%), *Clostridium* spp. 7건(5.8%), *Cyclopora cayetanensis* 7건(5.8%), *Bacillus cereus*와 *Campylobacter* spp. 각각 5건(4.2%), *Staphylococcus aureus* 2와 *Yersinia* spp. 각각 2건(1.7%), *Listeria monocytogenes* 1건(0.8%)으로 조사되었다.
- *Salmonella* 와 병원성대장균은 기존의 많은 연구진로부터 신선 농산물에 기인한 식중독의 주요 원인균으로 규명되었고 *Salmonella*의 경우 토마토, 새싹채소, 향신료에서 병원성대장균은 상추나 시금치와 같은 엽채류의 주요 원인균으로 보고되고 있다(Olaimat와 Holley, 2012).
- 본 연구진의 조사 분석결과에서도 15건의 토마토에 의한 식중독사고 중 무려 13건이 *Salmonella* 에 의한 것이었으며 병원성대장균의 경우 30건 중 29건이 엽채류에 의한 식중독사고의 원인체였다.
- Kozak 등(2012)에 의하면 2001년부터 2009년 사이 캐나다의 신선농산물에 의한 식중독사고에서도 50%가 *Salmonella* 에 의한 것이었으며 병원성대장균 33%, *Shigella* 17%의 비율로 보고되었다.
- 단순처리농산물 안전사고의 주요원인체인 *E. coli* O157:H7과 *Salmonella* 의 경우 토양의 타입이나 수분함량, 온도 등에 따라 7주에서 최대 25주까지 생존할 수 있다고 보고되었다(Erickson 등, 2010a; Guo 등, 2002; Lang and Smith, 2007; Zhang 등, 2009b)
- 또한 Hutchison 등(2005)에 의하면 축산폐기물에서 *Salmonella*, *E. coli* O157:H7, *Campylobacter*, *Listeria* 의 생존실험을 한 결과 *Campylobacter* < *Listeria* < *Salmonella* < *E. coli* O157:H7의 순으로 나타났다.
- 이와 같이 *Salmonella* 와 병원성대장균은 다른 식중독균들에 비해 환경 적응력이 뛰어나고 생존력이 강해 원료단계에서부터 환경에 노출되어 판매되는 단순처리 농산물에 의한 식중독사고의 주요 원인체의 이유로 사료된다.

그림 8. 원인체별 식중독사고 발생현황(2000년-2011년)



2. 국내의 단순처리 농산물 화학적 안전사고 발생 현황 분석

- 본 연구진은 연구 착수 보고서 (‘12. 11. 14 개최) 전문가 자문위원단 및 주관 부서의 요청에 따라 화학적 위험요소 모니터링 항목으로서 도라지의 이산화황을 잠정 결정하였으며, 그 외 위험요소를 파악하기 위하여 화학적 안전사고 사례조사를 수행하였다.
- 국내외에서 생산되는 단순처리 농산물 중 화학적 위험요소로 인한 안전사고 및 화학적 위해요소에 대한 모니터링을 실시한 자료를 조사하여 농산물은 품목별로 분류하고 단순처리형태, 원인물질, 첨가이유 등으로 정리하였다.
- 화학적 위해요소의 첨가 이유로는 대부분 표백제·보존제등 단순처리 이후 제품의 질을 유지하기 위해서였고, 단순처리 형태는 대부분이 절단과 다듬기 등이었으며, 품목별로는 감자, 양배추, 배추 버섯, 마늘 등 다양한 농산물에서 검출되었다.(표 7).
- 조사된 단순처리 농산물의 화학적 위험요소와 관련된 자료의 경우, 자료의 대부분이 식약청 및 국내외 공인기관에서 제공한 정보였으며, 발표한 내용의 일부는 언론매체에서 재가공하여 보도 자료로 보고된 것으로 조사되었다.
- 단순처리 농산물의 품목으로는 주로 감자, 콩, 버섯, 도라지 등 판매 전에 손질이 필요한 농산물이 주를 이루었고, 또한 유통과정에서 오염이 되기 쉬운 콩나물과 배추 등이 조사대상에 포함되어 있었으며, 단순처리형태의 경우에는 대체로 세척과 다듬기, 절단 등으로 조사되었다.
- 단순처리 농산물의 화학적 위험요소는 재배단계에서의 살충제, 살균제 등 농약처리가 있으며, 재배 이후 건조·저장기간에서 발생하는 방부 혹은 보존처리가 있고, 가공단계에서의 방부제, 보존료, 착색료 등의 화학처리가 주를 이루고 있다.

표 7. 국내외 단순처리 농산물의 품목별 화학적 위험 요소

발생 년도	품목	단순처리형태	원인물질	첨가이유
1994	연근·도라지	다듬기·절단	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2003	감자	절단	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2005	감자	절단	밝혀지지 않음	-
2005	콩	건조	GMO	-
2006	도라지·고사리	데침	아크릴아마이드	-
2007	도라지·무	다듬기·절단	이산화황	표백제·보존제·산화방지제
2008	미나리	세척	멜라민	식품첨가제
2009	죽순	절단	이산화황	표백제·보존제·산화방지제

표 7. 국내외 단순처리 농산물의 품목별 화학적 위험 요소(계속)

발생 년도	품목	단순처리형태	원인물질	첨가이유
2009	고구마	건조	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2009	홍고추	건조	아플라톡신	오염
2010	토란	건조	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2010	배추	절단	디클로르보스	살충제
2010	청경채	세척	클로로탈로닐·티아멕토삼	살충제·살균제
2010	당근	세척	아세페이트	살충제
2010	양배추·무·파	다듬기·절단	이산화황	표백제·보존제·산화방지제
2011	대추	건조	아황산염	표백제·보존제·산화방지제

표 7. 국내외 단순처리 농산물의 품목별 화학적 위험 요소(계속)

발생 년도	품목	단순처리형태	원인물질	첨가이유
2011	생강	건조	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2011	토란	건조	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2011	줄기상추	탈수	착색료	-
2011	신선 버미셀리 및 채식주의자용 식품	절단	포름알데하이드	보존제·방부제
2011	콩나물	세척	아질산나트륨	색택 향상, 속성 재배
2011	콩나물	세척	이산화황	표백제·보존제·산화방지제
2012	감자	건조	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2012	감자	건조	아황산염	표백제·보존제·산화방지제

표 7. 국내외 단순처리 농산물의 품목별 화학적 위험 요소(계속)

발생 년도	품목	단순처리형태	원인물질	첨가이유
2012	흰목이버섯	건조	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2012	마늘	다듬기	이산화황	표백제·보존제·산화방지제
2012	표고버섯	건조	이산화황	표백제·보존제·산화방지제
2012	현미, 밀, 옥수수	건조	아플라톡신	건조과정중 오염
2012	붉은 양배추	절단	Dimethoate	살충제
2012	감자	절단	Fluazifop-P-butyl	제초제
2012	배추	절임·다듬기	포르말린	보관 및 유통기한 연장
2012	콩	건조	GMO	생산량 증대

표 7. 국내외 단순처리 농산물의 품목별 화학적 위험 요소(계속)

발생 년도	품목	단순처리형태	원인물질	첨가이유
2013	생강	다듬기·절단	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2013	버섯	건조	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2013	버섯	건조	아황산염	표백제·보존제·산화방지제
2013	백색 양송이버섯, 갈색 양송이버섯	다듬기	니코틴	건조과정중 오염
2013	버섯류(파리갈색버섯, 흰색미세버섯, 희색버섯, 혼합버섯)	다듬기	니코틴	건조과정중 오염
2013	양송이 버섯	다듬기	니코틴	건조과정중 오염

2.1 품목별 현황분석

- 국내외에서 발생한 단순처리 농산물에 대한 자료를 품목별로 분석한 결과 그림 9와 같은 결과를 얻었으며, 각각의 품목별들을 분류하였을 때 총 20가지 농산물로 분류할 수 있었다.
- 분류된 농산물의 품목으로는 총 38건으로 버섯류(7건), 감자(5건), 도라지(3건), 콩(2건), 배추(2건), 양배추(2건), 콩(2건), 생강(2건), 토란(2건), 마늘(1건), 대추(1건), 미나리(1건), 홍고추(1건), 고구마(1건), 상추(1건), 죽순(1건), 청경채(1건), 당근(1건), 채소믹스(1건)가 있었다.
- 국내외에서 단순처리 농산물에 대한 화학적 위험요소 모니터링 결과 다양한 품목들이 조사되었으며, 이는 단순처리 가공공정이 포함되는 대부분의 농산물이 화학적 위험요소로부터 안전하지 못하다는 점을 시사한다고 볼 수 있다.
- 분류된 품목 중에서는 버섯류가 7건(18%)으로 가장 많은 부분을 차지하였는데, 이는 버섯류의 단순처리 과정인 건조과정에서 빠른 건조를 위해 훈연법을 사용하는 과정에서 생기는 오염과 제품의 신선유지를 위한 표백 및 보존제로 인한 오염 때문이라고 볼 수 있다.
- 두 번째로는 감자가 5건(13%)으로 많았고, 이는 대부분 일장에서 평균적으로 감자 섭취의 빈도가 높은 제외국에서 발생하였다고 할 수 있으며, 다음으로는 도라지에서 3건(8%)이 조사되었고, 이는 국내에서 도라지가 주로 박피 과정을 거친 이후에 판매된다는 점에서 오염을 예상할 수 있었다.
- 그밖에 홍고추, 연근, 배추, 상추 등 대부분의 품목은 2건 이하(5%이하)로 조사된 품목들이며, 이들 대부분은 화학적 위험요소로써 제초제, 살충제, 착색료가 이용되어 오염되었다고 조사되었다.

그림 9. 국내외에서 발생한 단순처리 농산물에 대한 자료 중 품목별 분류

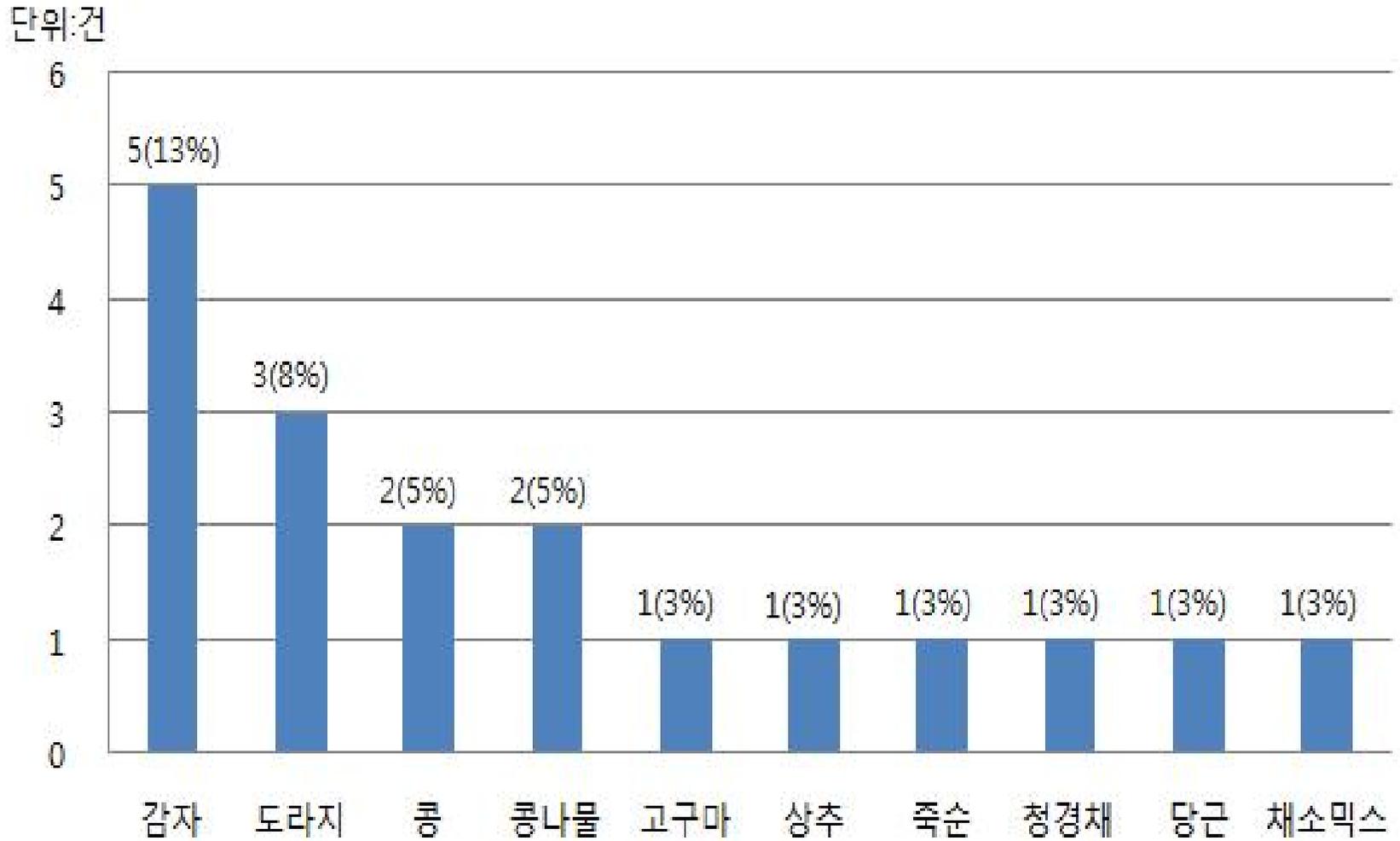
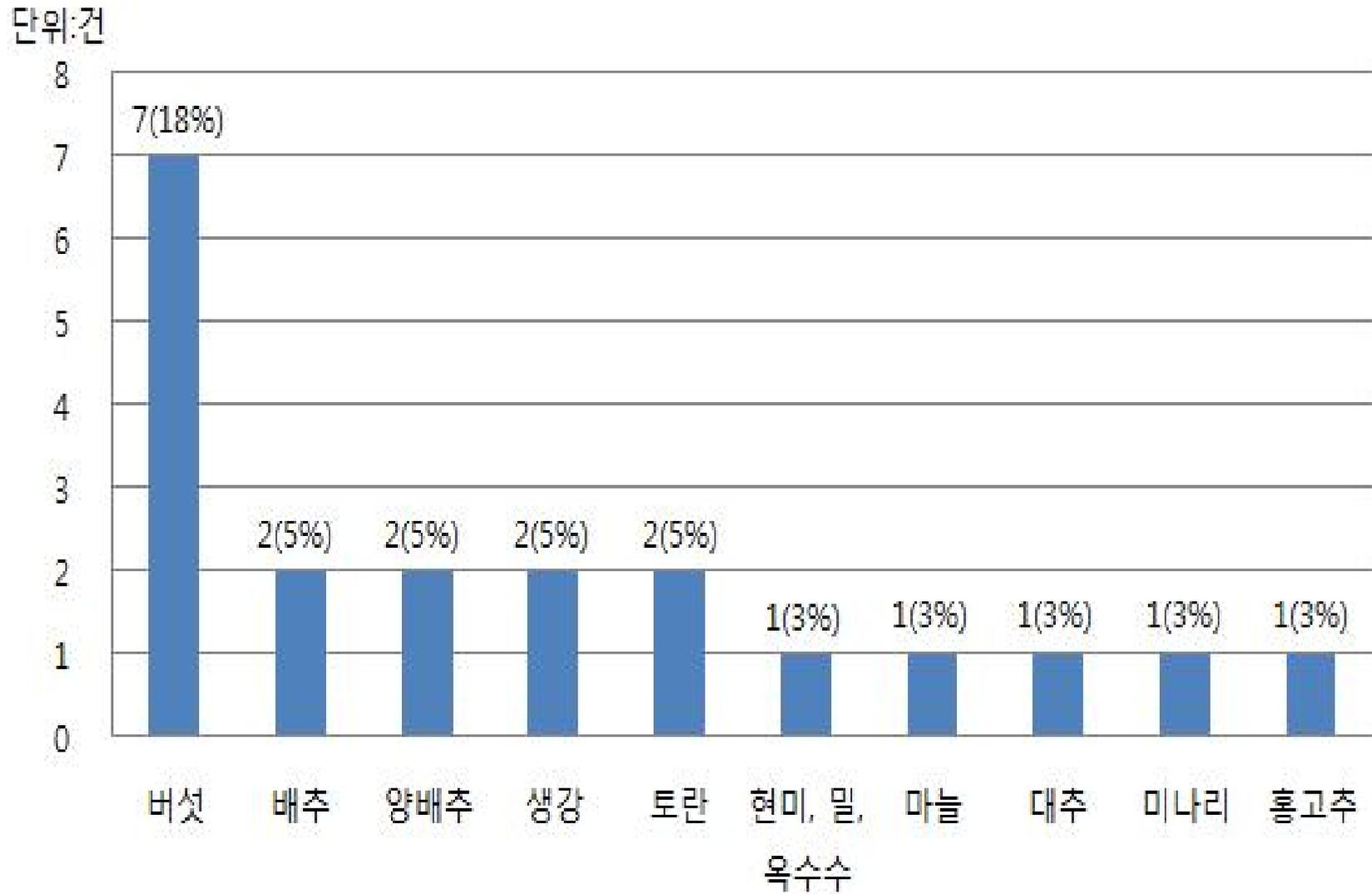


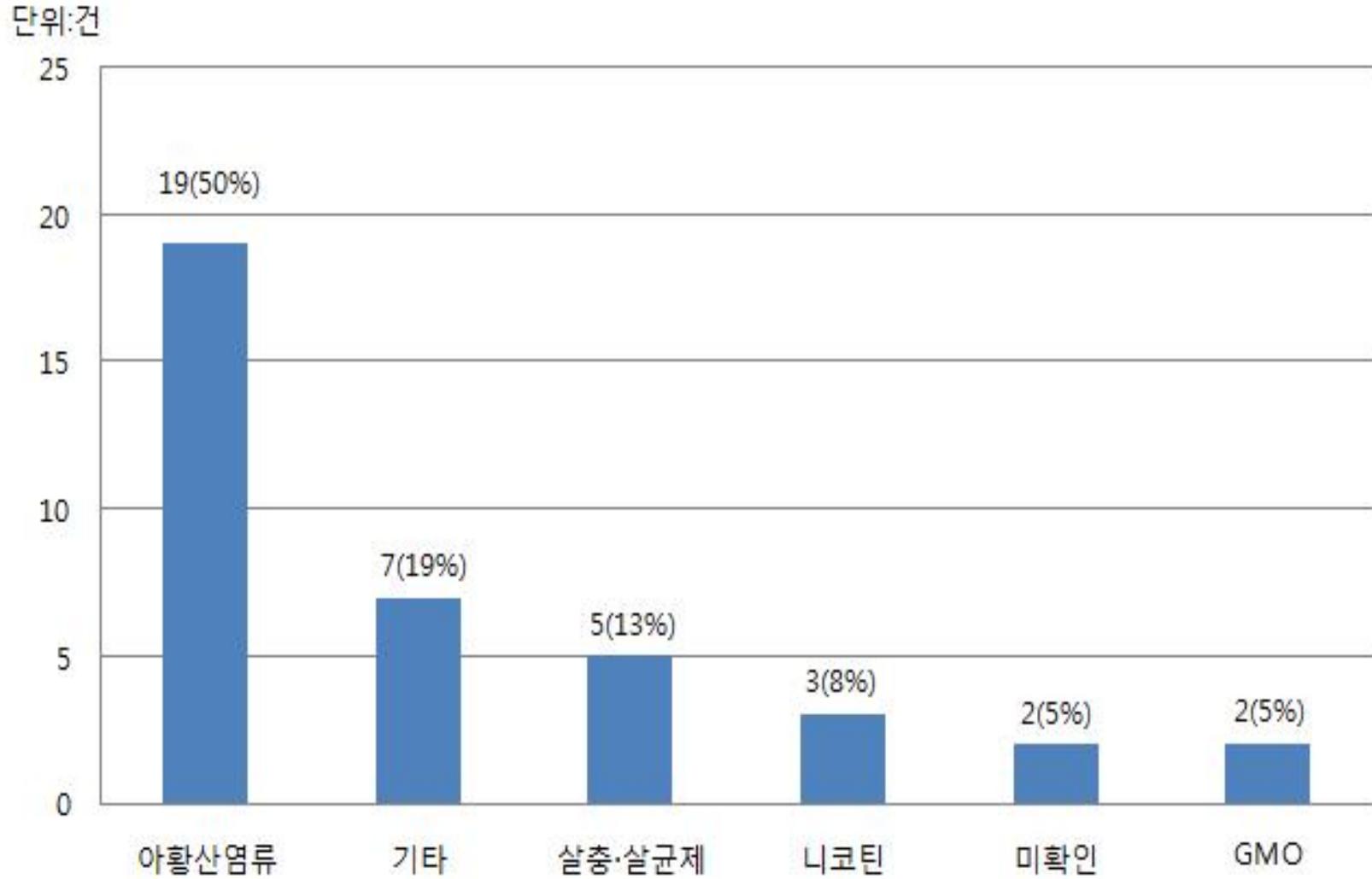
그림 9. 국내외에서 발생한 단순처리 농산물에 대한 자료 중 품목별 분류(계속)



2.2 원인물질별 현황분석

- 국내외에서 발생한 단순처리 농산물에 대한 자료를 원인물질별로 분석한 결과 그림 10과 같은 결과를 얻었으며, 각각의 원인물질들을 유사한 그룹끼리 분류하였을 때 총 6가지 물질로 분류할 수 있었다(그림 10).
- 총 38건의 사례 중 단순처리 농산물의 화학적 위험요소로써 가장 많은 비중을 차지하고 있는 원인물질은 아황산염류(19건)이며, 아황산염류의 경우, 동물실험 결과 티아민(Vitamin B)의 결핍을 유도하고 신경조직과 골조직에 영향을 주는 것으로 보고되어 과량 복용시 위험하다고 알려져 있다(한국소비자원 2005).
- 아황산염류가 사용되는 주된 이유는 박피, 절단, 다듬기 등 농산물의 단순처리 작업 이후 제품이 변하거나 손상되는 것을 방지하고 제품을 보다 신선하게 보이기 위해 색을 보정하는 용도로 사용하기 위해서였다.
- 그밖에 단순처리 농산물을 보관·저장하는 과정에서 사용된 살충제의 잔류(5건)가 조사되었고, 농산물의 훈연 건조과정에서 유입되어 검출된 니코틴(3건)이 그 다음으로 조사되었다.
- 또한, 다듬거나 절인 배추의 보관기간 및 유통기한 연장을 위해 이용한 포르말린과 콩나물의 색택을 강화하고 숙성재배를 위해 이용한 아질산나트륨, 혹은 고추를 건조하는 과정에서 발생하는 아플라톡신, 그리고 살충제 및 살균제 성분들이 존재하였다.

그림 10. 국내외에서 발생한 단순처리 농산물에 대한 자료 중 원인물질별 분류



- 국외에서 발표된 단순처리 농산물의 화학적 위험요소에 대한 자료의 경우, FDA database를 이용하여 검색한 자료와 국외 인터넷 매체를 통한 보도자료 등이 대부분이며, 다양한 결과를 보여주었다.
- 미국, 일본, 캐나다, 뉴질랜드, 유럽 등 다양한 국가에서 단순처리 농산물 중 화학적 위험요소에 의한 안전사고가 발생하였으며, 주요 품목들은 외국 식단에 맞는 재료들이 대부분이고 특히 감자와 버섯류에서 많은 화학적 위험요소가 발견되었다.
- 한편, U.S. Food and Drug Administration(FDA)에서는 ‘Recalls, Market Withdrawals, & Safety Alerts Search’를 통해 회수 및 사건사례에 대한 자료를 제공하고 있다(그림 11).

그림 11. FDA에서 제공하는 ‘Recalls, Market Withdrawals, & Safety Alerts Search’

The screenshot shows the FDA website interface. At the top, there is a search bar with the text 'SEARCH' and a 'SEARCH' button. Below the search bar, there are navigation tabs for 'Home', 'Food', 'Drugs', 'Medical Devices', 'Vaccines, Blood & Biologics', 'Animal & Veterinary', 'Cosmetics', and 'Radiation-Emitting Products'. The 'Food' tab is selected. The search results are displayed in a table with the following columns: Date, Brand Name, Product Description, Reason/Problem, Company, and Details. The search term 'sulfite' is entered in the search bar, and the results are sorted by date.

Date	Brand Name	Product Description	Reason/Problem	Company	Details
02/26/2013	Grassplot	Ginger Slices	Undeclared sulfites	Lion Pavilion Ltd.	Details Photo
02/26/2013	Green Day	White Melon Seeds	Undeclared sulfites	Omega NY International Co., Ltd.	Details Photo
02/21/2013	Good Taste	Preserved fruits	Undeclared Sulfites	Mandy Star Trading Inc.	Details Photo
02/13/2013	Green Day	Dried Coconut	Undeclared sulfites	Omega NY International CO., LTD	Details Photo
02/05/2013	Green Day	Dried coconut	Undeclared sulfites	Omega NY International Co., Ltd.	Details Photo
11/15/2012	Turkana Valley	Dried apricots	Undeclared sulfites	Turkana Food Inc.	Details Photo
11/07/2012	Fu Xiang Yuan Trading	Lily Dry	Undeclared sulfites	Mayflower International, Inc.	Details Photo
04/26/2012	Shad	Javantri (Whole Mace)	Undeclared sulfites and unapproved colors	Fatima Brothers, Inc.	Details Photo
04/18/2012	Peacock	Preserved Apricots	Undeclared Sulfites	Hong Lee Trading Inc.	Details

- FDA에서 제공하는 Database를 이용하여 국내 단순처리 농산물에서 가장 문제시 되었던 화학적 위험요소인 ‘sulfite’를 검색하면 총 16개의 결과가 나오며, 그 중 8개 항목이 농산물과 관련된 내용으로 검색되었다.
- 검색된 8개의 농산물을 품목별로 살펴보면 건조버섯 3건, 건조감자 2건, 건조대추 1건, 건조토란 1건, 슬라이스 생강 1건으로 2011년부터 2013년까지의 정보가 나열되어 제공되고 있다.

- 경인지방식품의약품안전청 시험분석센터에서는 2010년 식품위생안전성학회지에 유통 중인 건조채소류에 대한 수분함량 및 이산화황함량 분석에 대한 논문을 수록하였다(하 등, 2010).
- 하 등(2010)에 따르면 시중 마켓에서 유통 중인 건조 채소류의 이산화황함량은 골파 48.6 ppm, 양파 59.7 ppm, 양배추 38.0 ppm, 마늘 217.5 ppm, 무 잎 24.3 ppm, 무 53.2 ppm으로 나타났다(표 8).

표 8. 시중 유통 중인 채소류에 대한 이산화황 및 수분 함량(하 등, 2010)

채소 종류	샘플 수	구입한 건조 채소	
		수분 함량(%) (평균, 범위)	이산화황(mg/kg) (평균, 범위)
골파	6	8.4 (6.3-12.4)	48.6 (28.8-65.3)
양파	7	10.3 (7.3-12.8)	59.7 (41.1-81.6)
양배추	4	8.1 (5.8-12.0)	38.0 (22.0-76.1)
마늘	6	8.2 (6.2-10.8)	217.5 (153.0-263.8)
무 잎	7	12.0 (5.1-20.0)	24.3 (9.8-32.3)
무	11	13.2 (6.6-20.0)	53.2 (11.0-76.1)

- 시중 유통 중인 건조 채소류에 대한 이산화황 기준치는 30 mg/kg으로 본 논문의 결과에서는 모두 기준치를 초과하였으나 검사를 실시한 채소류들은 모두 자연적으로 이산화황을 발생하는 채소이기 때문에 인공적으로 화학처리를 실시하였는지는 알 수가 없었다.
- 그러나 농산물에 아황산염 첨가 시 이산화황이 발생하여 잔류 할 수 있으며, 이산화황은 천식환자 100명 중 5명이 민감하게 반응할 수 있고 소량에도 두통, 복통, 혈압상승 등을 유발할 수 있는 고위험 요소이다(소비자안전센터 식의약안전팀, 2004).

제 2 절. 단순처리 농산물 제외국 식품 안전관리 가이드 현황 조사

- NAFTA의 미국, 캐나다, EU의 영국, 독일, 프랑스, 아시아의 일본은 세계 30대 신선과일 채소류 수입국에 속한다(그림 12).

그림 12. 세계 주요 신선과일·채소류 수입국(USDA, 2004)



- 미국은 단순처리 신선 농산물 시장규모가 2007년 기준 1,550억 달러 (한화 14조 원) 수준으로 1990년대 이후 연평균 10% 이상 확대되고 있으며, 유럽의 영국, 독일, 프랑스에서는 단순처리 농산물 산업이 지속적으로 성장해 왔다(Cook, 2008; 전, 2008).
- 일본의 경우 패스트 푸드 체인점에서의 조리과정을 단순화하기 위하여 단순처리 한 채소의 사용이 의무화 되면서 관련 시장이 활성화되었다(이 등, 2009).
- 단순처리 농산물 시장이 활성화된 국가의 위생관리 규범을 조사한 결과 UN(WHO, CODEX), 미국, 캐나다, 일본, 유럽에서 신선 농산물 안전 관리 규범·가이드를 관리하고 있었다(그림 13).

그림 13. 제외국 신선 농산물 안전관리 규범·가이드라인



1. United Nations의 위생관리 매뉴얼

- UN에서는 “Safety and quality of fresh fruit and vegetables: A training manual for trainers” 가이드를 통하여 표 9와 같이 Good Agricultural Practices(GAP)와 Good Manufacturing Practices(GMP)를 기반으로 생산부터 포장에 이르는 전 단계의 미생물학적, 화학적, 물리적 위험요소의 관리사항을 다루고 있으며, 단순처리 농산물의 다양한 제조환경 및 규모를 반영하여 탄력적으로 규율을 적용할 것을 권고하고 있다(United Nations, 2007).

표 9. UN 위생관리 매뉴얼의 목차

제 I 편. 식품안전 및 품질에 대한 서론
제 II 편. 신선 과채류의 식품안전
제 III 편. 농산물 우수 관리제도 (GAP : Good Agricultural Practices)
제 IV 편. 우수 제조관리 기준 (GMP : Good manufacturing practices)
제 V 편. 식품안전관리의 원칙과 기준
제 VI 편. 식품법규

- 이 매뉴얼은 원료단계의 GAP부터 가공단계의 GMP에 대해서 제시하여 포괄적인 안전관리를 할 수 있도록 작성되었으며 서론에서 식품위생과 품질에 대한 정의부터 신선 과채류에서 발생 가능한 미생물학적, 화학적, 물리적 요소들을 설명하고 실제 발생한 식중독 발생 현황까지 담고 있어 매뉴얼로서 활용 범위가 넓다.
- 매뉴얼이 담고 있는 각각의 위생관리 방안 항목에 대하여 배경을 충분히 설명하고 있어서 어려운 내용을 영업자와 작업자가 쉽게 이해하도록 서술하고 있으며 각종 주의 사항 및 주요 내용을 테이블로 정리하여 제시함으로써 가시성이 높다.
- 부수적인 부분이지만 후반부에 몇가지 중요한 식품 안전 체계에 대해 제시하고 유럽과 미국의 식품 법규에 대한 개괄적인 정보를 제공함으로써 생산과정에서의 위생관리 뿐만 아니라 신선과채류에 대해서 총체적인 위생·품질 관리를 할수 있도록 그 배경 지식을 전달해주고 있다.

1.1. GAP 관련 부분

분 류		내 용
토양		<ul style="list-style-type: none"> • 토양이 전에 어떠한 용도로 사용되었는지 확인하고 주변지역에 어떠한 잠재적 오염원이 있는지 파악
물		<ul style="list-style-type: none"> • 물의 출처를 확실히하고 수원지 근처의 잠재적 오염원을 파악하는 한편 물흐름에 대한 지형적 고려 • 수원지 주변의 잠재적인 오염원을 파악하여 평가해야 함 • 정화조·화장실 등 위생시설서리의 부적절로 인한 분변의 오염 차단 • 수원지 근처의 동물과 인원의 출입을 통제 • 퇴비저장소와 용수원의 격리 • 지하수의 경우 지표면의 오염원을 정확히 파악하고 살충제의 살포를 피해야 함
거름	유기거름	<ul style="list-style-type: none"> • 수동처리와 능동처리 두가지 방법이 있으며 거름의 처리는 안전성 확보를 위해 매우 중요함 • 거름더미의 수분함량은 40-60%, 품온은 55℃이상 관리 • 퇴비 제공 시점은 최대한 수확기에서 멀게 하고 작물의 가식부위에 직접 접촉하지 않도록 주의
	무기거름	<ul style="list-style-type: none"> • 화학합성으로 합성되는 것들로서 중금속이나 기타 부정적인 부산물에 의한 토양 오염에 주의

분 류		내 용
동물차단 과 해충 관리	동물 접근 차단	<ul style="list-style-type: none"> 경작지 및 수원지에 울타리 등을 설치하여 동물의 접근을 차단할 것 경작지 주변 지역의 제초 작업 및 방치된 폐기물 등은 제거하여 동물 서식 환경 제거
	해충 관리	<ul style="list-style-type: none"> IPM(Integrated pest manageent)를 실시하여 종합적인 방제로 살충제의 사용을 최소화함 농약은 지시서 대로 정량을 정확한 용도로 사용하고 사용기록을 유지함
작업자 위생	작업자 건강의 중요성	<ul style="list-style-type: none"> 작업자의 건강 악화는 생산성에 영향을 미치고, 질병 발생시 농산물에 교차 오염을 일으킬수 있음 따라서 환자는 적절한 조치를 취하여 오염을 막아야 함
	작업자 위생	<ul style="list-style-type: none"> 부상이 발생하였을 때 신속한 치료는 오염의 위협을 줄이므로 작업장에 응급처치 키트를 비치할 것 손을 자주 씻고 적어도 20초동안 비누칠하고 물로 헹궈낸 후 종이타월로 물기제거해야 함 올바른 손씻기 방법을 교육하고 주기적으로 검사해야 함
	적절한 개인 위생	<ul style="list-style-type: none"> 정기적으로 샤워하고 손톱을 짧게 깎고 청결하게 유지해야 함 경작지에서 화장실을 이용할 것 청결한 작업복과 머리망을 착용할 것
	위생시설	<ul style="list-style-type: none"> 화장실은 경작지, 수원지와 떨어져야 하고 작업공간으로부터 최대 400m 격리되어야 함 20명당 1개의 변기를 비치할 것

분 류		내 용
경작지와 수확단계 위생	수확단계	<ul style="list-style-type: none"> • 신선 농산물과 접하는 모든 접촉표면은 식품 접촉이 가능한 것이어야 함 • 수확기기, 용기 등은 사용 전에 세척 및 소독하고 저장 창고는 해충 구제되어야 함 • 외부 관련자들을 포함하여 모든 수확에 참여하는 작업자는 위생수칙을 지켜야 함 • 신선 농산물을 가공장으로 옮기기 전에 경작지에서 수확중 최대한 흙과 먼지를 제거해야 함 • 사람에 의한 수확일 경우 적절한 손씻기가 매우 중요하며 수확기구에 의한 물리적 손상을 주의할 것 • 기계에 의한 수확일 경우 기계에 의한 손상을 주의하고 사용 후 청소하여 안에 남은 것이 없어야 함 • 수확시 사용하는 모든 기구, 설비는 최대한 위생적으로 적절하게 유지되어야 함
	수확후 용수	<ul style="list-style-type: none"> • 수확후 단계에서 물에 의해 다른 농산물까지 모두 오염될수 있기 때문에 적절한 위생관리는 매우 중요함 • 적절하게 처리되어 살균된 안전한 물을 사용해야 하며 이와 관련된 설비는 일상적으로 유지관리 해야함 • lipid chlorine 혹은 sodium hypochloride와 같은 살균제의 첨가가 이루어질수 있음 • 물탱크 혹은 냉각기안의 물은 주기적으로 교체되어야 함 • 세척에 사용되는 물은 흙이나 기타 부유물의 포화를 막기위해 주기적으로 교체하거나 필터해야 함 • 물과의 모든 접촉면은 정기적으로 세척 및 소독 하여야 함
	경작지 상 냉각	<ul style="list-style-type: none"> • 수확물은 직사광선에 두면 안되며 나무 밑 그늘에 둘 경우 새의 배설물이 떨어지는 것을 막아야 함 • 물 탱크 안에서 냉각할 경우 위의 용수 관리 방법에 따라 위생적으로 관리하여야 함
	경작지 상 포장	<ul style="list-style-type: none"> • 포도와 딸기류와 같은 몇몇 수확물들은 세척되지 않고 경작지에서 바로 포장되어 출하하기 때문에 오염이 쉽게 일어날 수 있어서 작업자들의 위생 수칙 준수가 강조됨 • 포장재는 먼지와 각종 오염물질들로부터 안전하게 보관되어 활용되어야 함

1.2 GMP 관련 부분

분 류		내 용
제품 세척 처리		<ul style="list-style-type: none"> • 수확 용기는 흡과 접촉하는 한 것은 포장구역으로 들어가서는 안되고 새로운 용기에 옮겨 담을 것 • 먼지 제거 후 1차 세척하고 세척제로 세척 후 헹궈내는 과정을 거쳐야 함 • 세척 용수의 온도와 오염도를 모니터링하고 제어할수 있어야 함 • 공식적으로 등록된 세척제를 사용하고 지시에 따라서 유효기간내의 것을 활용해야 함 • 세척제의 사용에 대해 문서로 기록하여야 함 • 세척처리 기술에는 할로젠, 이온화합물, 활성산소, 방사선조사, 광조사 또는 이들의 조합처리가 있음
냉각공정	공냉절차	<ul style="list-style-type: none"> • 시설의 청결한 관리와 필터의 주기적인 청소를 해야 함 • 냉각쿨러로부터 응축수가 떨어져서 제품이 오염되는 것을 방지해야 함 • 냉매등의 누출로 제품이 오염되는 것을 방지해야 함
	수냉절차	<ul style="list-style-type: none"> • 냉각에 사용되는 물과 얼음은 청결히 관리하고 정기적으로 수질검사를 실시 • 필터를 설치하여 유기물질을 제거하고 주기적으로 염소농도를 확인해야 함 • 재순환되는 냉각수는 적어도 하루에 한번은 교체해줘야 함 • 냉매등의 누출로 제품이 오염되는 것을 방지해야 함

분 류		내 용
포장, 저장, 운송	시설 설비 위생	<ul style="list-style-type: none"> • 시설은 청소 및 소독이 용이하도록 설계 되어야 하며 포장 및 보관 구역은 일반 작업공간과 분리되어야 함 • 모든 창문은 닫히고 메쉬망을 설치하여야 하며 전구는 파손시 비산에 대비해야 함 • 바닥은 배수흐름이 원활하고 적절한 하수처리 시설을 갖춰야 함 • 시설과 설비에 대해서 이물을 관리하고 화학적인 위험요소를 제거하여 위생적으로 유지해야 함 • 포괄적인 SSOP(sanitation standard operating procedures)를 설정하여 운영하고 종합방제인 IPM (Integrated Pest Management)을 운영해야 함
	포장	<ul style="list-style-type: none"> • 포장설비는 세척 및 소독 절차에 따라 관리되어야 하고 포장구역은 매일 작업후 청소해야 함 • 포장용기는 안전한 물질로 제작되고 파손된 곳이 없어야 하며 비식품과 함께 사용해서는 안됨 • 용기는 사전에 세척하여 세척 전후 제품을 담는 용기는 확실히 구분되어야 함
	저장	<ul style="list-style-type: none"> • 저장장소는 온도·습도를 정확히 기록할수 있어야 함 • 제품은 코드 및 로트번호를 생성하여 선입선출을 고려하여 위생적으로 위치시켜야 함 • 저장용기는 바닥과 벽으로부터 이격해야 하며 용기들끼리도 일정한 간격을 유지해야 함
	운송	<ul style="list-style-type: none"> • 운송시에는 온도와 습도를 유지 및 기록해야 하며 적재와 하역시 출문시간은 최대한 짧게 해야 함 • 유니트쿨러로부터 발생한 응축수에 의한 제품 오염을 방지

분 류	내 용
폐기물 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 가공 공장 밖에 폐기물 처리장을 지정하여야 하며 냄새를 최소화하고 청소가 용이하도록 디자인 • 가공장 안의 폐기물통은 표식으로 식별되어야 하고 밀폐관리되어야 함 • 폐기물 처리절차에 의거하여 폐기물을 제거하고 해당절차는 모든 직원이 숙지해야 함 • 재활용품은 분리하여 처리
세척 및 소독	<ul style="list-style-type: none"> • 설비·도구는 그 표면에서 미생물을 제어하기 위해 소독해야 하며 소독후 물로 충분히 헹궈내야 함 • 소독제는 격리되어서 보관되어야 하며 지시서를 따라야 함 • 알칼리나 산성의 소독제를 다루게 될 경우 보호 장비 (고글, 보호장갑, 보호의)를 착용하여야 함 • 서로 다른 소독제를 섞는 것은 위험한 반응을 일으킬수 있으므로 금지 • 소독제에 섞는 물은 유기물이 없고 미생물학적으로 안전한 깨끗한 것을 사용할 것
SSOP	<ul style="list-style-type: none"> • 장소, 주기, 실시 시간을 포함하여 기술 • 세척 및 소독에 이용되는 설비 · 기구와 사용하는 소독제의 종류를 기술 • 개인의 역할과 책임에 대해서 기술 • 절차에 따라 수행되는 업무를 단계별로 상세히 기술

2. 미국 FDA (Food and Drug Administration) 위생 관리 매뉴얼

- 미국 정부에서는 신선편이식품의 안전성 확보 및 산업 활성화를 위하여 관련 기술 및 정책적 수단 등을 지속적으로 검토·지원하고 있으며, FDA에서 식품의 우수제조관리규정에 근거하여 “신선편이 과채류의 미생물학적 위해성 저감화를 위한 지침서(안)” (The guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetable)를 발표한 바 있다(FDA, 2009; 김, 2011).
- 이 가이드는 표 10에서 보는 바와 같이 농산물 우수 관리 제도(GAP)에 대한 내용을 기반으로 가공 단계의 GMP에 대한 내용을 담고 있어 대규모로 신선편이농산물을 가공·포장하여 유통하는 업체를 비롯하여 수확·가공·포장을 모두 수행하는 단위농가까지 광범위하게 적용할 수 있다.

표 10. 미국 FDA 위생관리 매뉴얼의 목차

제 I 편. 서론
제 II 편. 용수
제 III 편. 거름과 바이오슬리드
제 IV 편. 작업자의 건강과 위생
제 V 편. 위생시설
제 VI 편. 경작지 위생
제 VII 편. 포장시설의 위생
제 VIII 편. 운송
제 IX 편. 역추적
제 X 편. 결론

- 재배, 포장, 운송 중 위험을 최소화하기 위한 적절한 방법을 확정하고 수행하기 위한 일종의 틀을 제공하고 있으나 정량적으로 바로 현장에 적용할 수 있는 기준 제시가 다소 미흡한 점이 있다.

표 11. 신선편이 과채류의 미생물학적 위해성 저감화를 위한 기본 지침(FDA)

원칙 1	제품의 미생물 오염방지는 오염 발생 후 조치를 경감시킬 수 있음.
원칙 2	제품의 미생물 위험을 최소화하기 위하여 경작자, 포장업자, 운송업자는 관리 영역에서 GAP 및 적정관리규정을 사용해야 함.
원칙 3	제품은 농장에서 식탁까지의 식품사슬 중 미생물학적으로 오염될 수 있음. 미생물 오염원은 인간이나 동물의 분변과 연관될 수 있음.
원칙 4	물이 제품에 접할 때는 그 수원과 수질이 오염가능성을 나타냄. 생과일과 야채에 사용된 물의 미생물 오염 가능성을 최소화해야 함.
원칙 5	동물 거름이나 도시의 biosolid 폐기물 사용 시 제품의 미생물 오염 가능성을 최소화해야 함.
원칙 6	생산, 수확, 분류, 포장, 운송 동안 작업자 위생규범은 제품의 미생물 오염 가능성을 최소화하는 데 결정적 역할을 함.
원칙 7	농업규범에서 모든 지방, 주, 연방법 또는 미국 외의 경우, 그에 상응하거나 유사한 법, 규제, 기준을 따라야 함.
원칙 8	모든 수준의 농업환경(농장, 포장시설, 유통센터, 운송)의 책임부여는 성공적인 식품안전성 프로그램에 중요함. 프로그램의 모든 요소가 정확히 기능하는 것을 보장하고 유통 채널을 통해 제품의 생산자를 역추적할 수 있는 책임자와 효과적인 모니터링이 존재해야 함.

분 류		내 용
용수	농업용수	<ul style="list-style-type: none"> • 농업용수원은 강, 하천, 관개 수로, 개방운하와 같은 지표수, 연못·저수지·호수같은 인공물, 우물의 지하수, 상수도 등으로서 그 수질이 다양함 • 농업용수의 오염원은 정화조 설치 부적절로 인해 분변에 의한 오염, 경작지의 동물 방목 혹은 거름 여과액의 누출과 범람등이 있으며 이러한 잠재적 물 오염원들은 미생물 위험을 최소화하도록 자신의 경작지를 평가하고 관리하여야 함 • 경작자는 수확기에 근접하여 오염수가 농작물의 가식부위에 접할 가능성을 최소화할 수 있는 GAP를 따라야 하며 지역수질 전문가의 협조로 농업용수원의 미생물학적인 위험을 검사할 수 있음
	공업용수	<ul style="list-style-type: none"> • 공정중에 물이 오염가능성을 감소시키는 유용한 수단이 되기도 하지만 오염 또는 교차오염원으로 작용하기도 한다. 일반적인 고려사항으로서 다음과 같은 것들이 있다. • 포장전 마지막 행굼에 사용되는 물의 수질 요구도를 높게할 것, EPA(미국 환경청)의 먹는물 기준 또는 유사 기준에 부합하는 수질을 충족하고, 물이 일련의 공정에서 재활용될 때 각각의 단위공정을 통한 제품의 이동과 반대로 흐르도록 할 것, 위생적인 상태를 유지하기 위해 주기적으로 물을 교체할 것 등 • 특히 식품이나 가공설비의 식품접촉 표면에 사용되는 물의 GMP는 미국연방규정집(CFR)의 21번째 주제의 섹션 110.36(a) 110.80(a)을 참고

분 류		내 용
거름과 biosoilid	거름의 구분	<ul style="list-style-type: none"> • 적절히 처리된 거름이나 biosolid는 효과적이고 안전한 비료이지만 부적절하게 처리되었거나 재오염된 거름과 biosolid, 그것이 표면수나 지하수로 흘러들어간 것은 보건학적으로 중요한 병원균으로 작물을 오염시킬수 있으므로 경작자는 미생물학적인 위험을 최소화하기 위한 GAP을 따라야 함 • 미생물 수준 감소를 위한 처리는 수동처리과 능동처리의 두 종류 로 구분되며 능동처리는 단순히 숙성과 같은 수동처리법에 비해 미생물학적인 위험을 감소시키는 시간이 짧음 • 처리된 거름의 경우에도 품온에 도달하지 못하여 적절한 처리가 이루어지지 않은 부분이 존재할 경우 나머지 부분을 오염시킬수 있으므로 이에 대한 주의가 필요함 • 따라서 경작자는 거름 공급자로부터 처리방법에 대한 정보를 포함하는 설명서를 받아야 하며 행정-기관 또는 대학 등 지역의 거름취급 전문가로부터 도움을 받을수 있다.
	처리거름	<ul style="list-style-type: none"> • 대표적인 능동처리법으로는 살균, 열건조, 혐기적 소화(digestion), 알칼리안정법(stabilization), 호기적 소화 또는 이들의 조합이 있음 • 비처리 거름에서 병원체 생존을 감소시키기 위한 처리법, 다양한 조건의 거름으로부터 농작물의 교차 오염 위험을 평가는 아직 시작 단계에 불과하며 일부 병원체는 고온에서도 잘 견뎌내는데다가 거름이나 유기물질로부터 미생물학적 위험을 제거하거나 감소시키기위해 필요한 시간과 온도에 도달하는데 필요한 관리기준은 계절과 지역적 요인(주변 온도 및 강우량) 및 개별적적용시 특정 관리기준에 따라 달라짐

분 류		내 용
거름과 biosoilid (계속)	처리거름 (계속)	<ul style="list-style-type: none"> • 따라서 퇴비화나 다른 거름 처리공정에 적용될 특정조건에 대해서 자료가 충분하지는 않으므로 아래와 같은 일반적인 GAP는 거름에 의한 신선한 생산품의 미생물학적 오염 위험률을 감소시키는데 기여할 수 있음 • 거름저장장소는 생산과 처리장소에서 멀리 위치시켜야 하며 최소거리는 농장 위치와 토지의 경사도 유출수 관리방법, 풍속이나 폭우, 거름의 양과 거름보관 같은 방법 같은 다양한 변수에 따라 달라짐 • 유출수, 여과액, 바람의 확산으로 인한 오염이 문제가 되는 거름 저장 및 처리장을 보호하기 위한 방어물이나 물리적 봉쇄장소를 마련하여 지하수로 유입될 가능성을 줄여야 함 • 뿐만 아니라 여과액 자체의 발생을 최소화하기 위해서 지붕이나 덮개로 거름더미를 덮고 여과액을 포집하여 처리하는 등의 조치를 취할 수 있음 • 마지막으로 처리과정중의 교차오염을 막는 것 또한 중요하기 때문에 이를 위해서 거름을 뒤집을 때 사용하는 기계에 대한 관리기준을 수립하고 새 등의 접근을 막는 것이 필요함
	비처리 거름	<ul style="list-style-type: none"> • 비처리 거름은 병원체를 감소시키도록 처리된 거름을 사용할 때와 비교할 때 오염위험이 더 크므로 비처리 거름을 사용할 때는 다음의 GAP를 고려해야 함 • 작물을 심기전에 토양에 미리 거름을 뿌려두면 거름속 병원체가 토양미생물과 경쟁으로 감소하게 되며 보고에 따르면 조건에 따라 병원체가 1년 이상 비처리 거름에서 생존할 수 있으므로 수확 직전에 비처리 거름이나 그 여과액을 뿌리는 것은 지양 • 신선 농산물 및 이와 가까운 경작지에는 비처리 거름을 사용하지않는 노력이 필요함

분 류	내 용
<p style="text-align: center;">작업자의 건강과 위생</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자는 산업안전보건법 하에 설정된 작업자와 건강 보호를 위한 적용 기준을 인식하고 따라야하며 미국연방규정집은 식품의 제조, 포장, 보관의 GMP 맥락에서 근로자의 건강과 위생규정을 규정함. 그리고 이러한 기준은 농장을 포함한 신선농산물 작업장에서 위생규정을 설정할 때 고려해야 함 • 식품종사자들은 제품과 다른 근로자들을 비의도적으로 오염시킬수 있으며, 기본적인 위생원칙을 이해하고 따르지 않을 경우 식중독을 전파할수 있으므로 기본 위생원칙을 이해하고 이를 실행하는 것이 매우 중요함 • 적절한 교육프로그램을 마련하여야 하는데 필요한 이해수준은 공정종류, 작업특성, 할당된 책임에 따라 상이하며 주기적인 환기 및 지속적인 교육이 필요하며 특히 파트타임 근로자와 같이 정규 교육프로그램을 이수하기 어려운 경우 관리자는 올바른 손씻기 및 건강·위생 규정을 구두로 가르치거나 시연해 보여야 함 • 모범위생규정을 제정하여 운영해야 하며 농장, 포장, 운송시설의 방문자들은 예외없이 이를 준수하도록 해야 함. 예를 들어 일회용 장갑 사용 및 손씻기 등에 대한 위생규정은 아주 중요하고 효과적인 위생규정임 • 훈련을 통해서 모든 직원이 식품안전성에서 개인의 불결과 비위생적인 행동의 여파를 깨닫도록 해야함. • 식품을 통해 전파될수 있는 많은 질병들이 작업자의 장관과 분변에 존재할수 있으므로 올바른 손씻기와 화장실 시설의 이용을 가르쳐야 하며 올바른 손씻기 방법은 다음과 같음 • 가급적 따뜻한 물로 손을 씻는데 비누를 사용하고 손톱과 손가락 사이를 꼼꼼하게 문지르고, 행구고, 말릴 때 수건은 공동으로 사용하지 않아야 함

분 류	내 용
위생시설	<ul style="list-style-type: none"> • 운영자는 농장과 설비 위생규정을 기술한 법령과 규제에 따라 시설·설비를 관리해야 하는데 산업안전보건법에는 작업자수 대비 적절한 화장실수, 손씻는 설비, 작업자와 화장실의 최대거리, 청소 횟수 등이 나타나 있으며 다른 위생문제에 대한 기준도 제공하므로 밀폐된 포장 설비는 이 규정을 따라야 함 • CFR은 건물과 설비, 기기, 식품의 생산과 공정관리에 필요한 GMP를 기술하고 감소 프로그램 개발에 대한 지침이 됨 • 화장실 설비와 손씻는 장소는 작업자들이 이용하기 편리하고 흘러나올 수 있는 유출수가 토양, 수원, 생산물, 동물 및 작업자들을 오염시킬 가능성이 적은 장소에 위치해야 하며 손씻는 장소는 대야, 물, 물비누, 위생 손건조기, 쓰레기통 등이 잘 갖추어져야 함. • 관련한 모든 위생설비는 청결하게 유지되어야 하며, 손씻는 물을 담은 용기는 정기적으로 비워지고 철저히 청소, 소독 되어야함 • 화장실 폐기물의 부적절한 폐기는 물, 토양, 동물, 농작물, 작업자를 오염시킬수 있으므로 경작지로의 배출을 방지하기 위해 이동식 화장실의 폐기물 처리와 안전한 관리를 위해 체계와 규정들이 존재해야 하며 운영자들은 하수 슬러지 사용 또는 폐기를 위한 EPA 규정 또는 EPA의 “국내 Septage 규제 지침서: A Guide to the EPA part 503 Rule”을 따라야 함 • 화장실 폐기물 누출이나 범람으로 인한 오염의 처리에 대한 계획이 있어야 함

분 류	내 용
경작지 위생	<ul style="list-style-type: none"> • 수확후와 수확기의 신선제품의 미생물 오염 또는 교차오염은 토양, 비료, 물, 작업자, 수확기기로부터 유래할수 있는데 이런 것들이 병원성 미생물의 오염원일 수 있음 • 신선 농산물의 저장에 사용되는 설비는 수확전에 세척 및 소독이 되어야 하고 손상된 용기는 폐기되어야 하며 용기는 주기적으로 세척 및 소독이 되어야 함 • 수확하는 동안 반복해서 사용하는 용기는 각각의 내용물이 옮겨지고 재사용되기 전에 세척 및 소독을 하여 교차오염을 방지해야 함 • 담당자에게 기기에 대한 책임을 할당하여 수시로 위생관리가 이루어지도록 해야 함 • 들판에서 세척, 냉각, 포장되는 제품의 경우 거름이나 biosolids, 오염된 수질, 위생상태가 나쁜 작업자, 불결한 포장 및 포장상자와의 접촉은 제품이 병원체 미생물에 오염될 위험을 크게 증가시키므로 더욱 주의해야 함 • 가능한 들판에서 제품을 옮기기 전에 먼지나 흙을 제거해야 함
포장시설의 위생	<ul style="list-style-type: none"> • 토양의 거름과 동물 분변 물질이 접촉으로 인한 오염이 가능한 개방된 들에서 포장을 진행할때는 그 위험을 인지하고 조치를 취해야 함 • 용기는 사용전에 반드시 세척 및 소독이 되어 있어야 하고 손상된 것은 제품의 표면에 손상을 유발하므로 수선하거나 폐기조치하여야 함 • 저장중인 포장용기가 해충, 설치류, 먼지, 기기 및 구조물에서 발생한 응축수에 의해 오염되지 않도록 저장되어야 함

분 류	내 용
포장시설의 위생 (계속)	<ul style="list-style-type: none"> • 제품에 접하는 시설·설비·도구 및 작업복장은 정기적으로 세척 및 소독하여 가능한 깨끗하게 유지하여야 하며 오염원을 조사하고 필요시 조치할수 있어야 하며 포장작업장은 매일 작업 종료시 청소해야 함 • 냉각기기가 제대로 작동하는지 매일 검사하고 정기적으로 제품저장소를 청소 해야 함 • 모든 설비에 대해 해충에 의한 오염위험을 감소시키기 위한 해충관리 프로그램을 설정하여 정기적인 폐기물 처리 및 배수로 청소 및 작업장 주변 제초작업으로 해충의 서식장소 자체를 제거하고 작업장을 밀폐관리하여 외부에서 해충이 유입되는 것을 방지하고 해충관리 기록을 유지하여야 함
운송	<ul style="list-style-type: none"> • 제품이 운송되고 취급될 때에는 언제라도 위생 상태가 평가되어야 하며 운송자는 운송동안 제품의 오염을 방지하기 위해 식품과 비식품을 분리하여 병원체의 교차오염을 막아야 함 • 특히 가축을 운송하는데 사용한 트럭은 제품 선적 전에 청소가 되지 않으면 교차오염의 위험이 큼 • 신선 농산물의 품질과 안전성을 확보하기 위해 선적장에서 집하장까지 운송 온도가 기준에 맞게 관리되었음을 보장해야 함 • 제품의 물리적 손상을 최소화하고 운송도중 오염가능성을 감소시키도록 설계된 트럭 또는 운송상자에 조심스럽게 선적되어야 함

분 류	내 용
역추적	<ul style="list-style-type: none"> • 상대적으로 유통기한이 짧은 신선농산물은 집단 식중독 발생이 보고된 시간까지 존재하지 않는 경우가 많고 현행 유통구조상 여러 제품이 섞이게 되어 식중독을 유발한 품목을 확인하기가 어려움 • 설령 유발 품목과 출처가 확인되었다고 하더라도 조사자가 그 장소에 도착했을 때 오염원이 더 이상 존재하지 않을수도 있어 그 추적에 어려움이 큼 • 효과적인 역추적은 보건자원의 불필요한 지출을 최소화하고 소비자 불안을 감소시킬수도 있으므로 운영자는 농장에서 포장업자, 유통업자, 소매상까지 각 용기를 역추적하는 절차를 가능한 상세히 개발하도록 해야함 • 효과적인 역추적체계는 농장에서 소비자까지 제품을 나타낼 문서가 있어야 하며 문서는 수확날짜, 농장 확인자료, 경작에서 수령에 이르기까지 제품을 취급한 사람의 내용을 포함해야 함

3. 캐나다 CFIA (The Canadian Food Inspection Agency) 위생 관리 매뉴얼

- 캐나다에서는 판매를 위해 포장 전 박피, 절단, 세절, 과쇄 등의 가공 공정을 거치는 신선편이식품의 제조에 관하여 최소 가공 즉석 야채에 대한 실무 지침을 적용하고 있으며, 적용 가능 품목은 절단 상추, 절단 양배추, 혼합 채소 샐러드, 브로콜리, 박피한 유아용 당근 등이다(조, 2010).
- 이 지침은 표 12에서 보는 바와 같이 GAP에 해당하는 원료단계와 가공단계를 명확히 구분하여 가공단계에 중점을 두고 작성하였으며, 일반적인 식품제조가공업소의 HACCP에 준하는 선행요건관리 수준과 시스템을 요구하고 있어서 사실상 단순처리 농산물보다는 대규모 신선편이식품 작업장에 더 적용이 용이하리라고 판단된다.

표 12. 캐나다 CFIA 위생관리 매뉴얼의 목차

제 I 편. 서론
제 II 편. 농산물 우수 관리제도 (GAP : Good Agricultural Practices)
제 III 편. 사전 필요 요건
제 IV 편. 제조 관리
i. 공정 설계
ii. 제품 제조
iii. 반입되는 재료 관리
iv. 사전처리 및 가공
v. 포장
vi. 컨테이너 코드 부여 및 라벨 표시
vii. 일탈사항 및 교정활동
viii. 제품 안전 검증
ix. 불만 사항 처리

- 국내 단순처리 농산물 업체의 영세한 현실을 고려하여 사전 필요 요건부터 제품에 직접적으로 위해를 미칠수 있는 핵심적인 사항 위주로 완화하고 기록 관리와 검증과 같이 많은 인력과 비용이 드는 부분은 간소화할 필요가 있다.
- 다른 지침서들과는 달리 “제 IV 편. 제조관리”의 “사전처리 및 가공”에서 공정 단계별로 구체적으로 발생가능한 위해요소들과 관리방법을 제시함으로써 단순처리 농산물 가공 업체에서 자사에 맞게 최적화하여 활용 가능하도록 하였다.

분 류		내 용
우수 농산물 관리제도 GAP	토지 사용	<ul style="list-style-type: none"> 토지사용: 재배지와 인근지역의 토지사용과 관련하여 농약, 배설물, 기타 독성성분과 같은 가능한 오염원을 식별하기 위한 평가가 이루어져야 하고 야생동물의 접근을 막는 조치를 취해야 함
	천연 비료	<ul style="list-style-type: none"> 천연비료: 천연비료는 퇴비화, 저온 살균, 가열 건조, UV조사, 알칼리 소화 등의 적절한 처리를 실시해야 함
	농업 용수	<ul style="list-style-type: none"> 농업용수: 농장에 사용되는 용수원에 대하여 잠재적인 오염원을 파악하고 안전을 모니터링하여 관리해야 함
	농약	<ul style="list-style-type: none"> 농약: 허가된 농약을 사용하고 농약 살포 기록 자료를 유지할 것
	작업자 위생	<ul style="list-style-type: none"> 작업자 위생: 질환이 의심되는 작업자는 작업장 출입을 제한해야 하며 용이하게 접근할수 있는 화장실과 세면시설이 갖추어져 있어야 함

분 류		내 용
사전 필요 요건	가공 시설	<ul style="list-style-type: none"> • 가공 시설을 유치할 장소를 검토하는 경우에는 환경적으로 오염된 구역, 홍수발생구역, 해충 만연 구역, 폐기물이 제거되지 않는 구역으로부터 격리되거나 보호되어야 함 • 식품 안전성과 적합성을 확보하기 위한 벽, 파티션, 바닥재, 창문,, 출입문 설계가 이루어져야 함 • 식품접촉면은 식품감시국(CFIA)에서 발표한 “공인된 건축자재, 포장재 및 비 식품 혼화제 참조 목록”에 명시된 제품이어야 함 • 조도는 작업 속성상 적합해야 하며 환기시설은 필터가 장착되고 주기적으로 교체 되어야 함 • 하수 및 폐기물 처리 시스템은 오염 위험을 최소화하도록 설계하고 적합한 규정이 마련되어야 함 • 화장실과 같은 위생설비는 이용이 편리해야 하고 폐기물이 위생적으로 처리되어야 하며 손씻기 방법이 구체적으로 명시되어야 함 • 용수는 캐나다 보건청의 “캐나다 음용수 수질에 관한 지침”의 요건과 부합되어야하며 음용수와 비음용수 공급라인이 교차되지 않도록 주의해야 함
	운송 및 보관	<ul style="list-style-type: none"> • 냉장 시설은 온도 측정장치가 부착되어 있어야 하며 냉장을 요하는 원료 및 완제품은 4℃ 이하로 관리되어야 함 • 운송시 사용하는 용기 및 공간은 적체 이전에 오염을 방지하는 방식으로 적체, 정돈 및 하역되어야 함 • 원료 및 완제품은 선입선출 방식으로 재고 관리가 되어야 하며 지면 및 벽으로부터 이격하여 위생적으로 처리, 보관되어야 함 • 비식품용 화학물질은 격리보관하여야 함
	장비	<ul style="list-style-type: none"> • 장비는 세척 및 소독이 가능하고, 오염을 방지할수 있도록 제작되어야 하며 보전 및 교정 프로그램을 제정하여 의도된 용도에 지속적으로 기능하고, 제품의 오염을 방지할수 있도록 구축되어야 함

분 류		내 용
사전 필요 요건 (계속)	인력	<ul style="list-style-type: none"> • 서면으로 된 훈련 프로그램을 구축하고 개인위생 및 식품의 위생적인 취급과 관련한 훈련을 실시해야 함 • 작업자는 각자가 담당하고 있는 중요관리점, 임계점, 모니터링 절차, 제한수준 이탈시 조치사항 및 유지되어야 하는 기록 자료의 중요성을 이해할 수 있도록 훈련되어야 함 • 질병에 감염되거나 부상을 입은 자는 식품취급구역에서 작업하지 않도록 함
	공중위생 및 해충구제	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 장비 및 작업구역에 대하여 서면으로 된 세척 및 공중위생 프로그램을 운영하여야 하며 작업구역에 책임자 성명, 활동 빈도, 세척 및 소독 절차 사용되는 화학물질, 온도 조건, 검증 방법 등의 표지가 부착되어야 함 • 화학물질은 품감시국(CFIA)에서 발표한 “공인된 건축자재, 포장재 및 비 식품 혼화제 참조 목록”에 명시된 제품이어야 함 • 서면으로 된 해충구제 프로그램을 운영해야 하며 해충구제회사명, 방역자 성명, 화학물질 목록, 트랩 위치도, 검증 방법을 포함해야 함
	역추적 및 리콜	<ul style="list-style-type: none"> • 서면으로 된 절차서에는 책임자, 리콜 관련자들의 역할과 책임, 제품이 소재 파악, 수거된 제품의 처리, 검증방법을 포함해야 함 • 주기적인 모의리콜이 수행되어야 하며 관련 기록 자료들이 유지되어야 함
	문서화	<ul style="list-style-type: none"> • 온도 조절 기록자료, 장비 보전 기록자료, 교정 기록 자료, 공중위생 기록 자료, 해충 구제 기록자료, 물류 기록 자료와 같은 문서들은 필요할시 즉시 이용가능하도록 유지되어야 함

분 류		내 용
공정설계	유효기간 검증	<ul style="list-style-type: none"> 채소류는 매우 다양한 종류의 미생물에 오염될 수 있으나 단순 처리된 채소류에 대해서 미생물의 총체적인 제거를 확보할수 있는 가공 공정은 존재하지 않으므로 제조업체는 각 제품의 명시된 유효기간에 대한 제품이 안전을 입증하기 위해 필요한 모든 정보를 연구자료로서 보유하고 있어야 함
제품제조	제품제조규격 (시방서)	<ul style="list-style-type: none"> 제조업체는 채소원료, 포장재 및 가스를 포함하여 완제품 제조에 필요로 하는 모든 구성 성분들에 대한 서면으로 된 시방서를 보유하고 있어야 하며 제조공정 및 제품안전에 관련한 필수적인 기준을 명시해야 함
	제품제조법	<ul style="list-style-type: none"> 알레르기 유발 물질에 대한 명시가 이루어져야 하며 식품첨가물은 성분과 용량과 같은 제조와 관련된 세부적인 내용이 포함되어야 함
반입되는 재료관리	반입되는 재료	<ul style="list-style-type: none"> 제조업체는 납품되는 원료에 대하여 규격준수와 관련한 성적서를 보유하여야 하며 주기적으로 모니터링을 실시하여야 함 원료업체가 적합한 업체인지를 입증하는 문서를 유지하여야 함 (예: GAP)
	반입되는 재료 관리의 기록 자료	<ul style="list-style-type: none"> 원료 입고 프로그램에 따라 원료 모니터링 분석 결과, 원료업체 성적서, 원료업체 감사보고서, 규격 준수 이력 등을 기록유지함으로서 반입되는 원료들과 관련한 미생물학적, 화학적, 물리적 위해요소들에 대한 제조업체의 관리상황에 대하여 검증할수 있음

분 류		내 용
사전 처리 및 가공	검사,분류, 다듬기 및 1차 세척	<ul style="list-style-type: none"> • 농산물에 대한 육안 검사로 변질되거나 부패된 부위, 이물 등을 제거 • 에어건, 세척에 의한 이물, 미생물 오염 물질 감소 • 자석봉 혹은 금속검출기를 통한 금속 이물 제거
	절단 및 분쇄	<ul style="list-style-type: none"> • 절단, 분쇄 공정에서 금속조각 혼입에 의한 물리적 위험요소 및 미생물학적 위험요소를 최소화할 수 있는 절차가 적용되어야 함
	세척	<ul style="list-style-type: none"> • 절단한 야채를 음용수 지침과 부합하는 음용수로 세척할 경우 미생물 오염을 낮출수 있음 • 물은 유기물질의 집적을 방지하고, 농산물에 대한 미생물 오염물질의 확산을 방지하기 위하여 충분한 빈도로 교체되어야 함
	항균 처리	<ul style="list-style-type: none"> • 항균처리제는 완제품의 오염을 최소화하거나 또는 줄이기 위하여 사용하며 기준에 부합하여야 함 • 항균처리제는 식품위약품법 및 규정과 부합하여야 하며 제조 업체는 이를 사용시 모니터링 및 관리가 필요함
	제품 제조법 준수	<ul style="list-style-type: none"> • 제품제조법 준수를 통하여 민감한 개인들에게 식품 부작용을 초래할 수 있는 라벨에 명시되지 않은 성분이 추가되지 않도록 하여 제품들은 일관성을 가지도록 해야함
	가공중 제품 온도	<ul style="list-style-type: none"> • 가공전 보관중인 농산물, 세척용수, 완제품이 온도는 항상 4℃ 이하를 유지하여야 하며, 20℃ 에서 가공할 경우 작업시간은 1.5시간을 넘기지 않아야 함 (캐나다 보건청 냉장지침)
	제품 가공 기록 자료	<ul style="list-style-type: none"> • 핵심공정 및 내용물에 대한 적합한 관리에 대한 기록으로서 염소 농도, pH, 접촉시간, 기타 항균처리제 사용 등이 포함됨 • 가공 중 제품 온도 관리, 작업자가 작성한 기준 이탈 및 조치 내용도 이에 해당한다.

분 류		내 용
포장	포장재 및 용기	<ul style="list-style-type: none"> • 포장재의 반입, 보관 및 이송에 관한 관리 방안이 구축되어야 하며 사용전에 파손 및 오염여부에 대한 검사가 이루어져야 함 • 제조업체는 컨테이너 파손이 발생할 수 있는 상황을 식별하여 교정할수 있는 프로그램을 구축해야 함 • 컨테이너를 사용 전 세척하는 시스템이 구축되고 실행되어야 함
	포장 기록자	<ul style="list-style-type: none"> • 제조업체는 포장에 대한 적합한 관리 내용을 입증하기위해 기록 유지하여야 함
	제품 식별 정보	<ul style="list-style-type: none"> • 식품의약품 규정에 명시된 바에 따라 영구적으로 구독성이 좋게 라벨, 포장지에 제조장소, 제조 일자를 표기한 코드와 함께 표시되어 리콜되는 경우 정확한 식별이 이루어져야 함
	라벨의 정확성	<ul style="list-style-type: none"> • 제조업체는 정확한 정보를 라벨링하여 특정 식품에 알러지를 유발하거나 특별한 식이요법을 요하는 개인을 보호할수 있도록 잘못된 라벨 표시를 방지할수 있는 관리 방안을 수립하여야 함
	코드 표시	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 완제품에는 유효일자 코드가 표시되어 최종 소비자가 용이하게 이해할수 있어야 함 • 유효기간과 상응하는 유효일자는 유효기간 연구를 통하여 결정되지만 그러한 연구가 없을 경우 10일을 초과할 수 없음
	라벨 표시	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 완제품에는 “냉장 보관 요”라는 문구를 라벨에 표시하여 보관, 운송, 전시되는 동안 냉장 온도 4℃가 유지되도록 모든 사람들이 보관 온도 조건을 인지할수 있어야 함

분 류		내 용
이탈 사항 및 교정 활동	이탈 관리	<ul style="list-style-type: none"> 관리기준을 이탈하거나 제품 안전성에 영향을 미칠수 있는 다른 하자 사항이 발생한 경우, 관련 제품들을 식별, 격리, 평가할 수 있는 절차가 구축되어야 함
	교정 조치	<ul style="list-style-type: none"> 교정 조치의 절차는 문제의 원인을 결정하방지를 위한 조치를 취하며 조치의 실효성을 도모하기 위한 모니터링 및 재평가를 통한 검증을 위하여 필요로 함
	기록 자료	<ul style="list-style-type: none"> 이탈 기록 자료에는 제품이 제조, 보류, 출하 또는 폐기된 일자, 이탈 내용 및 보류 근거, 보류된 제품의 양, 보류된 제품의 코드 및 속성, 보류된 제품의 처분, 보류 및 처분 평가 담당자의 서명, 서명된 폐기 허가 내용이 포함되어야 함 교정조치의 기록 자료에는 식별된 이탈 원인, 이탈 사항을 교정하기 위해 취해진 교정 조치, 교정 조치에 대한 사후관리/평가, 취해진 교정 조치 일자 및 검증 일자, 담당자 서명이 포함되어야 함
제품 안전 검증	검증 절차	<ul style="list-style-type: none"> 검증에 자격이 있는 사람이 검증인으로 임명되어야 하며 검증의 빈도 및 방법은 제품 및 공정과 관련된 위험 요소들에 적합해야 함 검증 방법에는 적합한 화학적 또는 미생물학적 위험과 관련한 제조과정, 제품에 대한 샘플링 분석, 세척수의 항균, pH농도, 온도, 내·외부 감사 등이 포함됨
	검증기록자료	<ul style="list-style-type: none"> 검증 기록자료에는 검증 방법, 일자, 검증인, 지적 사항 및 개선 조치가 포함되어야 함
제품 클레임		<ul style="list-style-type: none"> 제조업체는 클레임을 접수, 평가, 분류 그리고 조사 담당자를 지정하여 불만사항들을 위험요소들에 따라 정확하게 분류하고 식별된 이탈 사항들에 대하여 적합한 교정 조치가 취해져야 함

4. 일본 위생 관리 매뉴얼

- 일본 후생노동성은 신선편이업체를 대상으로 불시에 품질검사를 수행하고 있으며, 신선편이 완제품은 후생 노동청(즉석섭취용)과 농림수산성(직물검사)에서, 잔사 및 배수에 대해서는 보건소와 환경청에서 검사를 수행하고 있다(전, 2008).
- 일본 절단 야채 위생관리매뉴얼에서는 유해생물의 위생관리, 절단야채의 미생물학적 품질과 미생물 제어, 안전관리 대상품목과 판정표(백화점의 자주기준에 의한 안전 체크 현상과 품질관리 실행), 커팅야채 제조시설을 위한 AIB(American Institute of Baking) 총합 기준에 관한 내용을 다루고 있다(한국보건산업진흥원, 2008)
- 일본 절단야채의 미생물학적 품질과 미생물 제어에 대한 가이드는 표 13의 목차에서 보는 것처럼 타 국가들의 것과는 달리 GAP, GMP, HACCP와 같은 식품안전 시스템에 대한 언급은 적은 편이며 원료와 가공단계에서의 미생물학적인 위험요소를 분석하여 이를 제어할수 있는 방법을 화학적, 생물학적, 물리적, 유통중 제어법으로 나누어 제시하고 있다.

표 13. 일본 위생관리 가이드의 목차

제 I 편. 서론
제 II 편. 커팅야채의 미생물학적 품질
제 III 편. 커팅야채의 미생물 제어
제 IV 편. 맺음말

- 제시하고 있는 단순처리 농산물 미생물 제어 방법으로는 차아염소산나트륨 및 이산화염소수와 같은 염소 기반의 화학적 제어방법과 안전성에 대한 논란의 여지가 있지만 감마선 조사와 같이 대표적인 물리적 제어법이 있는 한편, 용균 박테리오파지, bacteriocin와 같이 비교적 최근에 연구되었거나 연구중인 방법들 그리고 현재 저자가 연구하고 있는 과일 수증기 등의 신기술을 소개함으로써 단순처리 농산물의 안전성 확보를 위해 고민하는 산업체에 다양한 해결책을 제공하고 있다.

분 류		내 용
단순처리 농산물의 미생물학적 품질	원료 자체 오염	<ul style="list-style-type: none"> • 많은 신선 채소의 미생물 총은 세균 (87%), 효모(17%) 및 곰팡이(5%)로 구성되며 주로 세균은 채소의 부패와 관련된 것으로 알려져 있음 • 채소의 일반세균수와 대장균군수는 품목에 따라 크게 다름 • 동정결과 신선 채소의 세균총은 식물병원 세균을 포함하는 <i>Pseudomonas</i>속, <i>Agrobacterium</i>속, <i>Xanthomonas</i>속이나 장내세균과인 <i>Enterobacter</i>속, <i>Pantoea</i>속, <i>Citrobacter</i>속 등의 그람 음성균이 주를 이룸
	공정중 오염	<ul style="list-style-type: none"> • 절단채소의 제조공정은 다듬기 - 절단 - 세정 - 원심탈수 - 칭량 - 금속탐지 - 포장의 순서로 이루어짐 • 미국에서 슬라이서 등 절단 기기를 이용한 절단공정이 일반세균수를 10-100배 증가시키는 것으로 보고되었고 일본에서는 원심탈수기나 포장기가 오염원이 됨
	부패원인균과 식중독 원인균	<ul style="list-style-type: none"> • 절단채소의 세균총을 형성하는 부패원인균 중 특정한 것은 리스테리아 증식을 억제하는 것도 있으므로 제품의 미생물 제어 기술을 확립하는데 이와같은 길항작용을 고려하는 것도 중요함

분 류		내 용
단순처리 농산물의 미생물 제어	화학적 제어방법	<ul style="list-style-type: none"> • 차아염소산나트륨은 전세계적으로 단순처리 농산물에 가장 많이 사용됨 • 이산화염소수는 미국에서 청과물의 세정에 허가되어 있으며 수용액보다는 가스형태가 효과가 좋음 • 조합처리에 의해 효과를 높일수 있음
	생물학적 제어방법	<ul style="list-style-type: none"> • 대표적인 biopreservation은 bacteriocin을 들수 있으며, 유산균이나 다른 미생물을 직접 접종하는 제어법도 시도됨 • <i>P.fluorescens</i>는 리스테리아, 살모넬라에 대하여 항균효과를 보임 • 용균 박테리오파지를 절단 멜론에 접종하여 리스테리아, 살모넬라균을 감소시킨 사례가 있음
	물리적 제어방법	<ul style="list-style-type: none"> • 감마선 조사는 가장 대표적인 물리적 살균임 • 과일 수증기 (110-120℃)의 건조속도, 전열속도, 무산소 상태 이점을 살려 일반세균수와 대장균군수를 4 log를 감소시킴
	유통중 미생물 제어	<ul style="list-style-type: none"> • MAP 포장을 통해서 CA 저장 조건을 만들어 줌으로써 채소 저장에 최적 상태를 만들어 줄 수 있으며 기체 조성을 통해(고산소 혹은 고이산화탄소) 미생물을 제어하려는 연구가 있음

5. 유럽(EU)의 위생 관리

- 유럽 EFSA에서 발행한 이 문서는 안전관리 가이드라기 보다는 신선과채류에서 발생하는 병위성 대장균에 대한 일종의 보고서에 가까운 것으로서 유럽에서 발생한 과채류에서의 병원성 대장균 Outbreak에 대해서 위험요소 분석, 노출평가 등에 대한 보고를 하고 마지막 챕터에서만 식중독을 예방하기 위한 방법을 간략하게 수확전, 수확후 (가공, 유통, 집에서 조리)로 나누어 제시하고 있다.
- 이 보고서에서 유럽의 신선 과채류에 대한 식품안전관리체계를 설명하는 내용은 자세하다고 보기는 어려우나 유통과 가정에서의 취급에 대해서까지 언급함으로써 전체적인 Food chain에서 넓게 바라볼수 있는 시각을 제공하고 있다.
- 표 14에서 보는 바와 같이 가이드 내에서 신선 과채류에 대한 유럽의 식품안전 관리 체계를 언급되는 부분은 마지막 “제 IV 편. 신선 채소류에서 식중독 완화를 위한 방법”이다.

표 14. 유럽 EFSA 위생관리 가이드의 목차

제 I 편. 서론
제 II 편. 위험요소의 식별과 동정
제 III 편. 노출 평가
i. 인체 노출 경로
STEC의 식품 출처 및 EU 모니터링 데이터
식중독에서의 신선 채소류
유럽내에서 STEC의 발생
제 IV 편. 신선 채소류에서 식중독 완화를 위한 방법
i. 수확전
ii. 수확후
수확과 가공
마케팅과 유통
가정에서의 취급

분 류	내 용
신선 채소류 식중독 경로에 대한 완화 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 신선 과채류에 대해서 GAPs, GMPs, HACCP의 적용은 안전한 제품 생산에 대한 기본 틀을 제공함 • GAPs는 농장단계에서 오염 줄이고 식품안전의 원칙을 제공함으로써 안전을 보장함 • 채소를 자르는 등의 단순처리는 식물의 자체적인 보호 능력을 상실시켜 미생물이 성장할 가능성이 높아지므로 가공·포장에 있어서 HACCP의 적용은 필수적임 • 또한 방사선 조사와 같은 방법으로 병원성균을 저감화시키는 노력도 수행되어야 함 • 유럽에서는 신선편의농산물을 생산하는데 있어서 추적(회수) 시스템을 이행하는 것을 의무사항으로 하고 있기 때문에 사전예방 뿐만 아니라 사후관리까지 포함하고 있음 • 산업체들은 오염을 막기 위한 필요한 모든 방법들을 강구하고 이를 문서화하여야 함
수확전	<ul style="list-style-type: none"> • 동물의 접근을 막아야 함 • 농업용수는 미생물적으로 안전한 것을 이용해야 함 • 거름을 처리하여 사용할 것
수확후	<ul style="list-style-type: none"> • 가공하는동안 미생물적으로 안전한 물을 사용해야 함 • 작업자에게 기본적인 식품위생교육을 실시해야 함 • 방충방서 관리와 같이 자체위생관리기준을 디자인해야 함
유통	<ul style="list-style-type: none"> • 가열처리없이 바로 섭취하는 경우 적절한 cold chain의 관리가 더욱 중요함
가정에서의 취급	<ul style="list-style-type: none"> • 음식을 준비하는동안 GHPs를 따르도록 권고함 • 음식준비 전후로 손을 씻어야 하고 음료로 적합한 수질의 용수를 사용해야 함 • 교차오염에 주의하고 낮은온도에서 보관하여야 함 • 근채류와 같은 것들은 흙을 제거하기 위해 브러쉬를 사용하고 세제의 사용은 유용하지만 완전히 위험요소를 제거했다고 보기는 어려움

제 3 절. 국민 다소비 단순처리 농산물 위험도 평가 및 대상 품목 선정

1. 국민 다소비 단순처리 농산물 위험도 평가

- 국민 다소비 단순처리 농산물 대상 품목의 선정은 국립농산물품질관리원에서 발표한 2012년 농산물 안전관리 계획을 반영한다.
- 국립농산물품질관리원에서는 다음 표 15와 같이 160개 농산물 안전관리 주요 대상 품목을 선정하였다.

표 15. 160개 농산물 안전관리 주요 대상 품목(국립농산물품질관리원, 2012)

번호	품목(중분류)	번호	품목(중분류)
1	쌀	21	무
2	파프리카	22	양파
3	배	23	시금치
4	상추	24	콩
5	사과	25	단감
6	오이	26	참외
7	배추	27	감자
8	풋고추	28	얼갈이배추
9	포도	29	파리고추
10	들깨잎	30	취나물
11	토마토	31	수박
12	딸기	32	느타리버섯
13	콩나물	33	양상추
14	호박	34	새송이버섯
15	수삼	35	마늘
16	방울토마토	36	가지
17	부추	37	양배추
18	복숭아	38	쭈갓
19	대파	39	녹두
20	미나리	40	동부

표 15. 160개 농산물 안전관리 주요 대상 품목(계속)

번호	품목(중분류)	번호	품목(중분류)
41	치커리	61	양송이
42	메론	62	자두
43	감귤	63	팽이버섯
44	피망(단고추)	64	비름
45	케일	65	건고추
46	홍고추	66	겨자채
47	표고버섯	67	파세리(향미나리)
48	열무	68	청경채(백경채)
49	참쌀	69	당근
50	쪽파	70	유자
51	브로콜리	71	완두콩
52	신선초	72	뽕은감
53	참나물	73	샐러리(양미나리)
54	근대	74	팔
55	고구마	75	머위대
56	매실	76	곶감
57	갯	77	밤
58	참다래	78	옥수수
59	아욱	79	우엉
60	만감	80	봄동배추

표 15. 160개 농산물 안전관리 주요 대상 품목(계속)

번호	품목(중분류)	번호	품목(중분류)
81	쌈추	101	고구마순
82	고들빼기	102	돌나물
83	두릅	103	마
84	복분자	104	상황버섯
85	참당귀	105	곤드레나물
86	머루	106	녹차
87	비타민	107	기장
88	빨간양배추	108	실과
89	보리쌀	109	고추잎
90	수수	110	더덕
91	알로에	111	들깨
92	오가피	112	무화과
93	달래	113	아스파라거스
94	순무	114	연근
95	비트	115	홍화씨
96	숙주나물	116	고비
97	고사리	117	삼백초
98	구기자	118	삼엽채
99	알타리무	119	토란
100	오미자	120	겨자

표 15. 160개 농산물 안전관리 주요 대상 품목(계속)

번호	품목(중분류)	번호	품목(중분류)
121	방아	141	강낭콩(올타리콩)
122	조	142	메밀순
123	교나(경수채)	143	밀
124	대추	144	방풍나물
125	땅콩(지두)	145	살구
126	민들레	146	잣
127	야콘	147	용과
128	유채	148	냉이
129	울무	149	메밀
130	참깨	150	생강
131	콩잎	151	영지버섯
132	곤달비	152	오크라
133	금감(금귤, 금강)	153	차소엽
134	도라지	154	썸바귀
135	동초	155	고수
136	무순	156	구절초
137	식용허브	157	황기
138	어성초	158	호박잎
139	꽃양배추	159	레드쉬
140	호두	160	춘채

- 농산물 다소비 품목은 총 160개 농산물 안전관리 주요 대상 품목 중 1) 국내 품목별 생산량 상위 품목 및 2) 국민건강영양조사의 다소비·다 섭취빈도를 고려하여 54개 품목이 선정되었다(국립농산물품질관리원, 2012).
- 본 연구에서는 54개 국민 다소비 단순처리 농산물을 식품의약품안전청 농산물 분류 기준에 따라 분류하고, 단순처리 농산물의 위험도 평가에 활용한다(그림 14, 표 16).

그림 14. 농산물 분류



표 16. 54개 국민 다소비 농산물 품목 분류

번호	분류	품목	합계
1	곡류	쌀	3
2		보리쌀	
3		옥수수	
4	두류	콩	1
5	서류	감자	2
6		고구마	
7	엽채류	배추	13
8		얼갈이 배추	
9		양배추	
10		상추	
11		열무	
12		시금치	
13		들깻잎	
14		썩갓	
15		브로콜리	
16		케일	
17		파슬리	
18		취나물	
19		양상추	

표 16. 54개 국민 다소비 농산물 품목 분류(계속)

번호	분류	품목	합계
20	엽경채류	미나리	5
21		부추	
22		대파	
23		쪽파	
24		셀러리	
25	근채류	무	6
26		알타리무	
27		당근	
28		양파	
29		마늘	
30		생강	
31	과채류	수박	10
32		참외	
33		토마토	
34		메론	
35		오이	
36		호박	
37		가지	
38		풋고추	
39		홍고추	
40		피망	

표 16. 54개 국민 다소비 농산물 품목 분류(계속)

번호	분류	품목	합계
41	과실류	딸기	10
42		사과	
43		배	
44		포도	
45		복숭아	
46		단감	
47		뽕은감	
48		자두	
49		감귤	
50		매실	
51	버섯류	느타리 버섯	2
52		양송이	
53	견과 종실류	밤	2
54		참깨	
합계			54

- 방법 2.2.3 에 기술한 방법을 이용하여 54개 국민 다소비 단순처리 농산물의 위험도를 다음과 같이 산출하였다(표 17).

표 17. 54개 국민 다소비 단순처리 농산물 위험도 산출

번호	품목	심각성	사용빈도	위험도	순위
1	쌀	1	5	5	26
2	보리쌀	1	4	4	42
3	옥수수	1	1	1	52
4	콩	3	4	12	2
5	감자	3	3	9	11
6	고구마	3	2	6	23
7	배추	5	5	25	1
8	얼갈이 배추	5	1	5	26
9	양배추	5	2	10	9
10	상추	5	1	5	26
11	열무	5	1	5	26
12	시금치	5	2	10	9
13	들깻잎	5	1	5	26
14	쭈갓	5	1	5	26
15	브로콜리	5	1	5	26
16	케일	5	1	5	26
17	파슬리	5	1	5	26
18	취나물	5	1	5	26
19	양상추	5	1	5	26
20	미나리	5	1	5	26
21	부추	5	1	5	26
22	대파	5	1	5	26
23	쪽파	5	1	5	26
24	셀러리	5	1	5	26
25	무	4	3	12	2
26	알타리무	4	1	4	42
27	당근	4	2	8	12

표 17. 54개 국민 다소비 단순처리 농산물 위험도 산출(계속)

번호	품목	심각성	사용빈도	위험도	순위
28	양파	4	1	4	42
29	마늘	4	1	4	42
30	생강	4	1	4	42
31	수박	4	2	8	12
32	참외	4	2	8	12
33	토마토	4	2	8	12
34	메론	4	1	4	42
35	오이	4	3	12	2
36	호박	4	2	8	12
37	가지	4	1	4	42
38	풋고추	4	3	12	2
39	홍고추	4	3	12	2
40	피망	4	1	4	42
41	딸기	4	2	8	12
42	사과	4	3	12	2
43	배	4	2	8	12
44	포도	4	2	8	12
45	복숭아	4	2	8	12
46	단감	4	2	8	12
47	뽕은감	4	2	8	12
48	자두	4	1	4	42
49	감귤	4	3	12	2
50	매실	4	1	4	42
51	느타리 버섯	2	3	6	23
52	양송이	2	3	6	23
53	밤	1	1	1	52
54	참깨	1	1	1	52

2. 위험요소 모니터링 대상품목 선정

- 국민 다소비 농산물 위험도 점수 평가 결과를 기반으로 다음과 같이 위험도 8 이상의 상위 22개 품목을 선정한다(표 18).

표 18. 22개 고위험 국민 다소비 농산물

번호	품목	위험도	번호	품목	위험도
1	배추	25	12	당근	8
2	콩	12	13	수박	8
3	무	12	14	참외	8
4	오이	12	15	토마토	8
5	풋고추	12	16	호박	8
6	홍고추	12	17	딸기	8
7	사과	12	18	배	8
8	감귤	12	19	포도	8
9	양배추	10	20	복숭아	8
10	시금치	10	21	단감	8
11	감자	9	22	뽕은감	8

- 고위험 다소비 농산물 품목 중 국내 유통 단순처리 농산물 시장조사를 기반으로 세척, 박피, 절단 등 단순 가공되어 유통되는 국민 다소비 단순처리 농산물 품목을 조사하였다.
- 과실류(사과, 감귤, 딸기, 배 등)와 일부 과채류(수박, 참외, 토마토)의 경우 단순 처리되어 판매되지 않거나 단순처리 된 경우 즉석섭취용(신선편이식품)으로 취급되어 본 연구의 모니터링 대상 품목에서 제외하였다.
- 국민 다소비 고위험 단순처리 농산물에는 고려되지 않았으나 기존 선행연구를 통하여 고위험으로 분류된 단순처리 농산물의 위험요소 모니터링을 추가적으로 수행한다.

- 유통 고사리의 미생물 오염도 조사 결과 일반세균수가 7.5 log CFU/g 수준으로 높게 유지되었으며, 미나리는 세척 후에도 일반세균수의 감소비율이 낮게 나타났다(곽 등, 2012; 정, 2007).
- 치커리의 경우 *S. aureus*에 대한 오염도가 높고 복합오염의 비율이 66.7%로 높게 나타났으며, 콩나물은 2005-2007년 CDC에서 신선 농산물과 관련된 식중독 사고 원인 식품 중 하나로 선정되었다(정, 2007; 배 등, 2011).
- 도라지는 가공과정 중 원물과 완제품에서 일반세균이 약 7 log CFU/g 수준으로 유지되었으며, 박피한 도라지의 표백제로 사용하는 아황산염에 의해 소비자에게 천식을 유발할 수 있는 이산화황의 잔류 가능성이 있어 미생물학적·화학적 위험요소가 모두 고려되어야 한다(곽 등, 2012; 소비자안전센터 식의약안전팀, 2004).
- 따라서 고사리(데침), 미나리(세척), 치커리(세척), 콩나물(세척), 도라지(박피)를 위험요소 모니터링 대상 품목으로 추가하고 연구 착수 보고 ('12. 11. 14 개최) 시 주관부서 및 전문가 자문위원단 요청사항이었던 절임배추까지 추가하여 모니터링 대상 20개 품목을 결정하였다.
- 시장조사 결과 오이, 풋고추, 감자의 경우 일반 소비자를 대상으로 한 B2C 경로에서는 단순처리된 제품으로 취급하는 경우가 거의 없어 이들에 대한 품목 변경을 검토하였다.
- 선행연구 조사 결과 절단 연근은 총세균수 5.6 log CFU/g, 대장균군수 3.9 log CFU/g(설 등, 2009), 데친 취나물은 총세균수 6.20 log CFU/g, 대장균군수 4.83 log CFU/g (차, 2008), 절단 호박은 총세균수 4.1-4.4 log CFU/g, 대장균군수 2.1 log CFU/g (곽 등 2012)로서 이들 세가지 품목은 단순처리 가공시 오염도가 높았다.
- 따라서 오이(절단), 풋고추(세척), 감자(절단) 세가지 품목은 단순처리된 형태로 시중에서 널리 유통되고 있는 연근(절단), 취나물(데침), 호박(절단)으로 변경하여 최종 20개 품목을 선정하였다 (그림 15).

그림 15. 국민 다소비 농산물 단순처리 최종 20개 품목 선정

엽채류				엽경채류	근채류
					
배추(다듬기)	배추(절임)	시금치(다듬기)	치커리(다듬기)	고사리(데침)	무(절단)
					
상추(다듬기)	양배추(절단)	양상추(절단)	취나물(데침)	미나리(세척)	당근(세척)
					
호박(절단)	홍고추(건조)	콩(건조)	콩나물(세척)	대파(절단)	연근(절단)
					
					도라지(박피)

제 4 절. 고위험 단순처리 농산물 위험요소 모니터링

1. 미생물학적 위험요소 분석

1.1 종합결과

1.1.1 정량분석

- 본 연구에서는 국내에서 유통되고 있는 단순처리 농산물 20개 품목 총 321건 (절임배추 18건, 고사리, 당근, 대파, 도라지, 무, 미나리, 배추, 상추, 시금치, 양배추, 양상추, 연근, 취나물, 치커리, 콩, 콩나물, 호박, 홍고추 각 16건, 깻잎 15건)의 총세균수, 대장균군, 분원성 대장균군 정량분석을 수행하였다.
- 그 결과는 총세균수, 대장균군, 분원성 대장균군 검출율(%) 결과는 다음 그림 16, 표 19과 같다.
- 총세균의 경우 양배추(93.8%)와 양상추(87.5%)를 제외한 모든 품목(배추, 무, 콩, 시금치, 절임배추, 고사리, 미나리, 콩나물 도라지, 깻잎, 대파, 홍고추, 호박, 연근, 취나물, 당근, 치커리, 상추)에서 검출되었다(검출율 100%).
- 단순처리 농산물의 분원성 대장균군 정량분석을 수행한 결과 그 검출율이 5% 미만으로 현저히 낮은 관계로 위생지표세균인 대장균군 정량분석을 추가적으로 수행하였다.
- 그 결과 대장균군 정량분석을 수행한 모든 미나리, 콩나물, 도라지 시료에서 대장균군이 검출되었다(검출율 100%).
- 그 다음으로는 고사리, 연근 85.7% > 시금치 83.3% > 취나물 77.8% > 절임 배추 75.0% > 대파, 상추 71.4% > 깻잎 64.3% > 호박 60.0% > 양배추 57.1% > 당근 54.5% > 치커리 50.0% > 무 36.4% > 양상추 28.6% > 홍고 추 16.7% > 콩 14.3% > 배추 11.1% 순으로 나타났다.
- 분원성 대장균군은 총 6개 품목을 제외한 모든 단순처리 농산물에서 검출되지 않았으며, 그 검출율은 고사리(25.0%) > 취나물, 콩나물(18.8%) > 미나리 (12.5%) > 배추, 양상추(6.3%) 순으로 나타났다.

그림 16. 단순처리 농산물 미생물 정량 분석 결과: 검출율

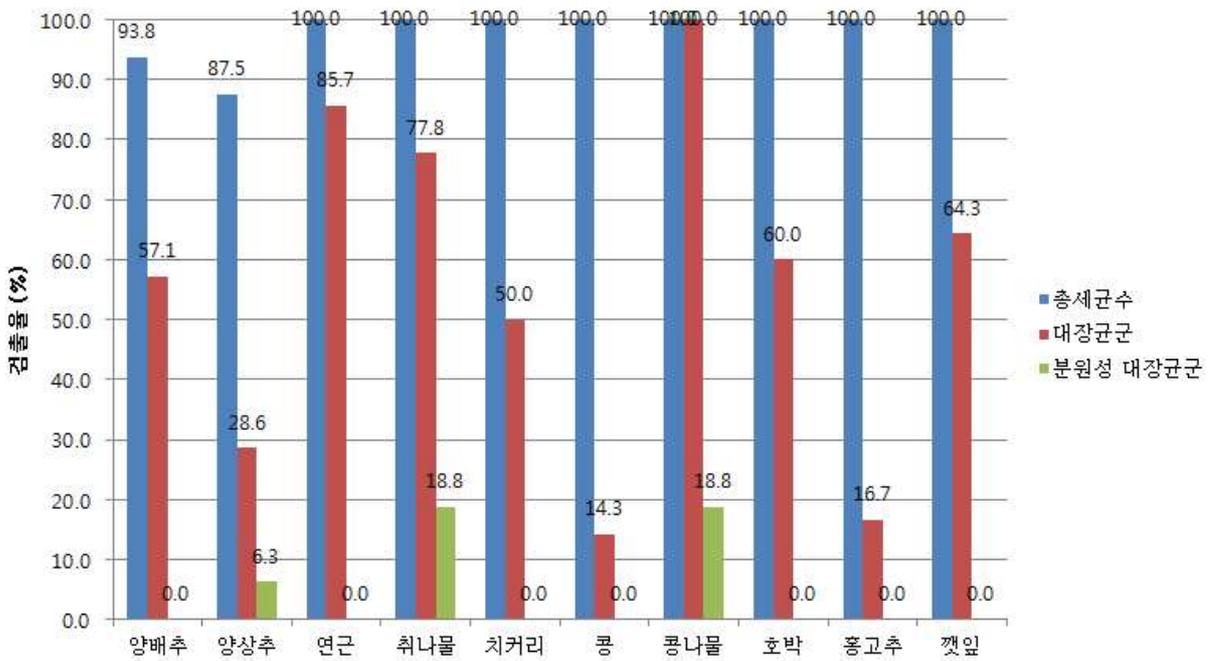
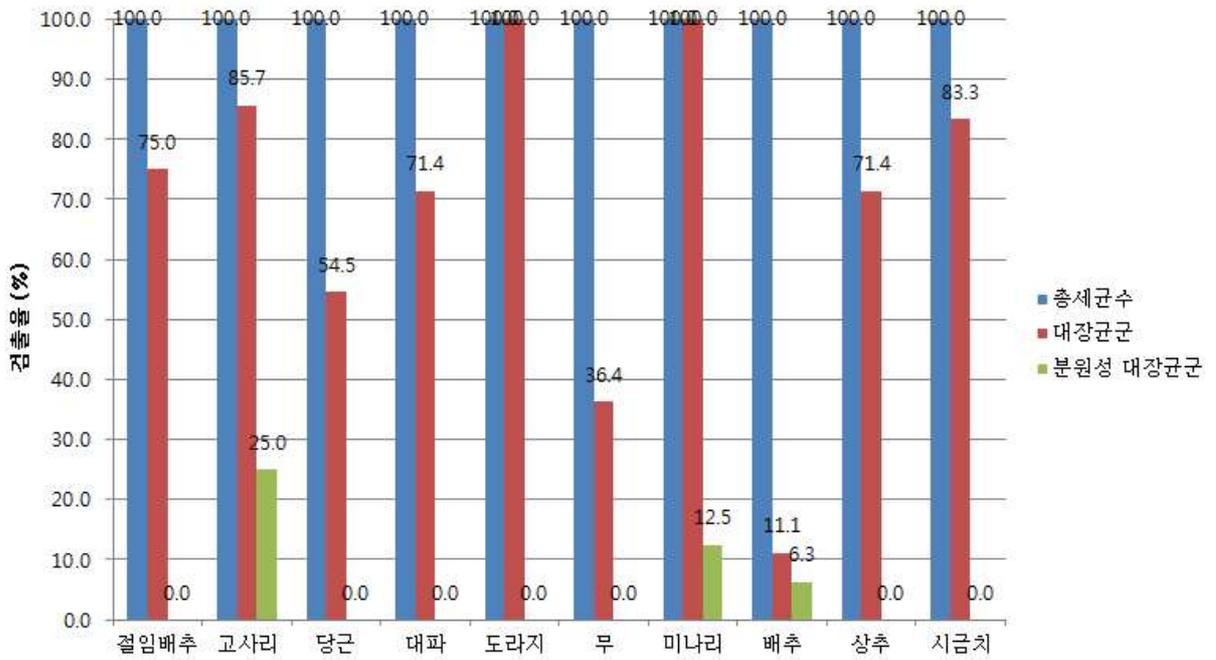


표 19. 단순처리 농산물 미생물 정량 분석 결과: 검출율

품목 (시료 수) ^a	총세균	대장균군	분원성 대장균군
절임배추 (n=18)	18 (100)	12 (75)	0 (0)
고사리 (n=16)	16 (100)	6 (85.7)	4 (25)
당근 (n=16)	16 (100)	6 (54.5)	0 (0)
대파 (n=16)	16 (100)	5 (71.4)	0 (0)
도라지 (n=16)	16 (100)	8 (100)	0 (0)
무 (n=16)	16 (100)	4 (36.4)	0 (0)
미나리 (n=16)	16 (100)	7 (100)	2 (12.5)
배추 (n=16)	16 (100)	1 (11.1)	1 (6.3)
상추 (n=16)	16 (100)	5 (71.4)	0 (0)
시금치 (n=16)	16 (100)	5 (83.3)	0 (0)
양배추 (n=16)	15 (93.8)	4 (57.1)	0 (0)
양상추 (n=16)	14 (87.5)	2 (28.6)	1 (6.3)
연근 (n=16)	16 (100)	6 (85.7)	0 (0)
취나물 (n=16)	16 (100)	7 (77.8)	3 (18.8)
치커리 (n=16)	16 (100)	4 (50)	0 (0)
콩 (n=16)	16 (100)	1 (14.3)	0 (0)
콩나물 (n=16)	16 (100)	9 (100)	3 (18.8)
호박 (n=16)	16 (100)	6 (60)	0 (0)
홍고추 (n=16)	16 (100)	1 (16.7)	0 (0)
깻잎 (n=15)	15 (100)	9 (64.3)	0 (0)
합계 (n=321)	318 (99.1)	108 (62.4)	14 (4.4)

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 시료 건수(검사율, %): 깻잎 14건 (93.3%), 절임배추 16건(88.9%), 당근, 무 11건(68.8%), 호박 10건(62.5%), 배추, 취나물, 콩나물 9건(56.3%), 도라지, 치커리 8건(50.0%), 고사리, 대파, 미나리, 상추, 양배추, 양상추, 연근, 콩 7건 (43.8%), 시금치, 홍고추 6건(37.5%).

- 총세균수, 대장균군, 분원성 대장균군 오염량(log CFU/g)은 다음 그림 17, 표 20과 같다.
- 총세균의 경우 시금치와 콩나물의 평균 오염량이 6.7 log CFU/g 수준으로 가장 높았으며($p < 0.05$), 그 다음으로 고사리(6.2), 배추(6.0), 도라지(5.8), 치커리(5.7), 미나리(5.5), 상추(5.4), 절임배추(5.3), 대파(5.2 log CFU/g)의 총세균 오염량이 높았다.
- 콩, 호박(4.2), 양상추(3.8), 양배추(3.5 log CFU/g)의 총세균 오염량이 상대적으로 낮았으며, 특히 양배추의 총세균 오염량이 유의적으로 낮았다($p < 0.05$).
- 대장균군의 경우 평균 오염량이 도라지 4.6, 콩나물 4.2, 미나리 4.1 log CFU/g 수준으로 가장 높았으며($p < 0.05$), 그 다음으로 연근(3.2), 고사리(3.1), 대파(2.4), 취나물(2.3), 당근(2.2 log CFU/g)의 대장균군 오염량이 높았다.
- 분원성 대장균군의 경우 고사리, 미나리, 배추, 양상추, 취나물, 콩나물 6개 품목에서 검출되었으며, 오염량은 1 log CFU/g 미만으로 낮았다.
- 품목 중 고사리, 콩나물의 평균 오염량이 0.7 log CFU/g 수준으로 미나리, 양상추, 배추, 취나물에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$).

그림 17. 단순처리 농산물 미생물 정량 분석 결과: 평균 오염량

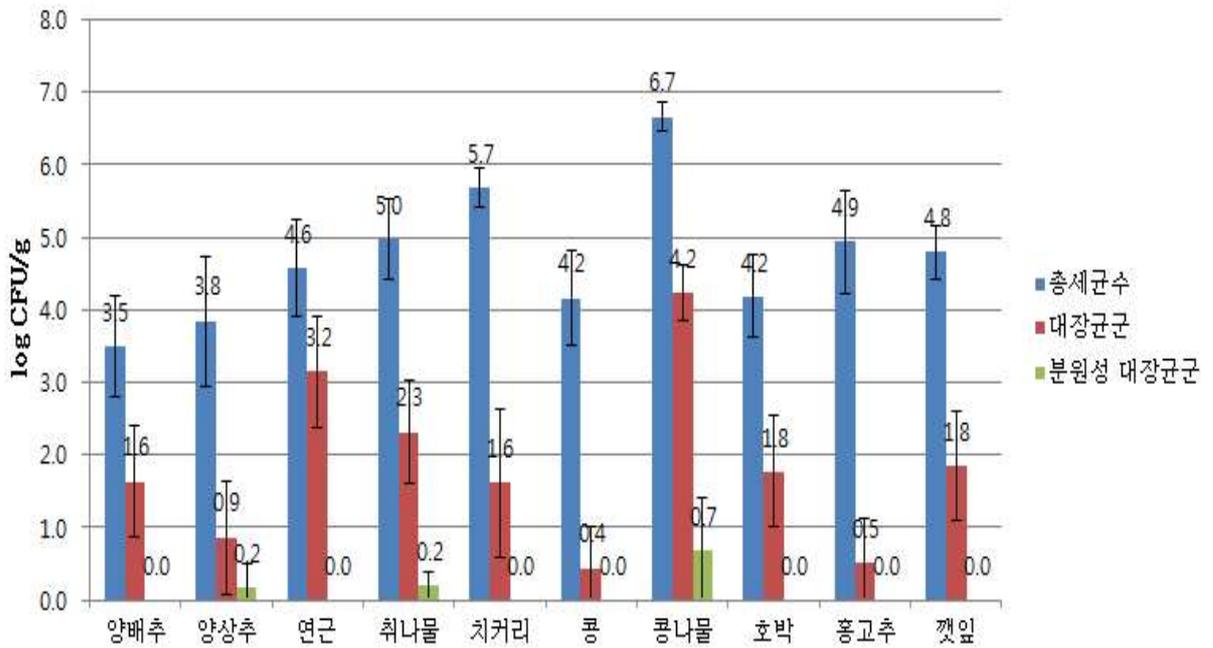
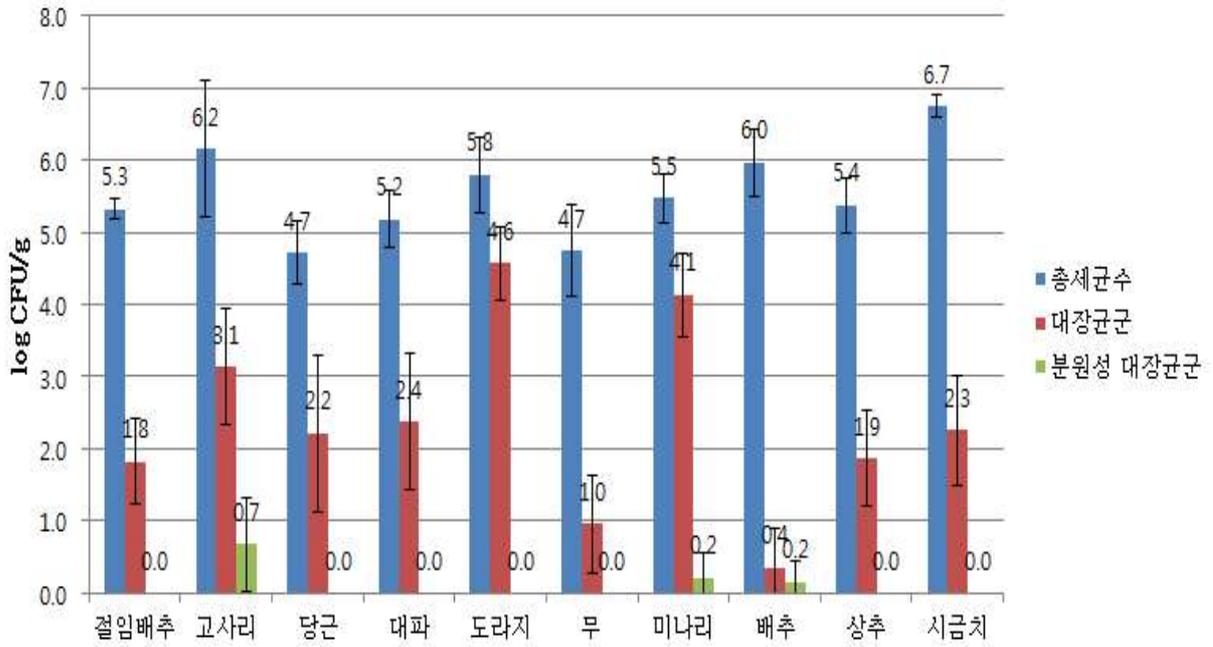


표 20. 단순처리 농산물 미생물 정량 분석 결과: 평균 오염량

품목 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
절임배추 (n=18)	5.3 ± 0.3 ^{BCDEF}	1.8 ± 1.2 ^{BCDE}	ND ^c
고사리 (n=16)	6.2 ± 1.9 ^{ABC}	3.1 ± 1.6 ^{ABCD}	0.7 ± 1.3 ^A
당근 (n=16)	4.7 ± 0.9 ^{DEFGH}	2.2 ± 2.2 ^{ABCDE}	ND
대파 (n=16)	5.2 ± 0.8 ^{CDEFG}	2.4 ± 1.9 ^{ABCDE}	ND
도라지 (n=16)	5.8 ± 1.0 ^{ABCDE}	4.6 ± 1.0 ^A	ND
무 (n=16)	4.7 ± 1.3 ^{DEFGH}	1.0 ± 1.4 ^{CDE}	ND
미나리 (n=16)	5.5 ± 0.7 ^{ABCDEF}	4.1 ± 1.1 ^{AB}	0.2 ± 0.7 ^{AB}
배추 (n=16)	6.0 ± 0.9 ^{ABCD}	0.4 ± 1.1 ^E	0.2 ± 0.6 ^{AB}
상추 (n=16)	5.4 ± 0.8 ^{ABCDEF}	1.9 ± 1.3 ^{BCDE}	ND
시금치 (n=16)	6.7 ± 0.3 ^A	2.3 ± 1.5 ^{ABCDE}	ND
양배추 (n=16)	3.5 ± 1.4 ^H	1.6 ± 1.5 ^{BCDE}	ND
양상추 (n=16)	3.8 ± 1.8 ^{GH}	0.9 ± 1.6 ^{CDE}	0.2 ± 0.6 ^{AB}
연근 (n=16)	4.6 ± 1.3 ^{EFGH}	3.2 ± 1.5 ^{ABC}	ND
취나물 (n=16)	5.0 ± 1.1 ^{CDEFG}	2.3 ± 1.4 ^{ABCDE}	0.2 ± 0.4 ^{AB}
치커리 (n=16)	5.7 ± 0.5 ^{ABCDE}	1.6 ± 2.1 ^{BCDE}	ND
콩 (n=16)	4.2 ± 1.3 ^{FGH}	0.4 ± 1.1 ^E	ND
콩나물 (n=16)	6.7 ± 0.4 ^{AB}	4.2 ± 0.8 ^{AB}	0.7 ± 1.5 ^A
호박 (n=16)	4.2 ± 1.1 ^{FGH}	1.8 ± 1.5 ^{BCDE}	ND
홍고추 (n=16)	4.9 ± 1.4 ^{CDEFGH}	0.5 ± 1.2 ^{DE}	ND
깻잎 (n=15)	4.8 ± 0.7 ^{CDEFGH}	1.8 ± 1.5 ^{BCDE}	ND
합계 (n=321)	5.1 ± 1.4	2.1 ± 1.8	0.1 ± 0.5

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 시료 건수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

^{A-H} 같은 열에서 다른 윗첨자가 표시된 경우 통계적 유의차가 있음.

- 총세균수, 대장균군, 분원성 대장균군 오염수준별 검출시료수(n)와 검출율(%)을 나타낸 자료는 다음 표 21과 같다.
- 총세균수의 경우 부패의 지표가 되는 수치인 6 log 이상 검출량(log CFU/g)을 보인 시료의 비율을 기준으로 결과를 분석한 결과, 시금치의 경우 분석한 모든 시료의 총세균 오염량이 6 log CFU/g 이상으로 나타났다.
- 그 다음으로 콩나물 시료의 6 log CFU/g 이상 시료가 전체의 93.8% 높았으며, 고사리 50.0%, 도라지, 배추 43.8%, 상추, 치커리 25.0%, 무, 미나리, 취나물, 홍고추 18.8%, 대파, 연근, 콩, 호박 12.5%, 깻잎 6.3% 순으로 나타났다.
- 대장균군의 경우 3 log 이상 검출량(log CFU/g)을 보인 시료의 비율을 기준으로 결과를 분석한 결과, 분석한 모든 콩나물 시료의 대장균군 오염량이 3 log CFU/g 이상으로 나타났다.
- 그 다음으로 도라지의 3 log CFU/g 이상 시료가 전체의 87.5%로 높았으며, 고사리, 미나리, 연근 71.5%, 당근 54.5%, 대파 42.9%, 깻잎 35.7%, 취나물 33.3%, 호박 30.0%, 치커리 25.0%, 시금치, 홍고추 16.7%, 상추, 양배추, 양상추, 콩 14.3%, 절임배추 12.5%, 배추 11.1% 순으로 나타났다.
- 무의 경우 모든 대장균군 양성시료의 오염량이 3 log CFU/g 미만이었다.
- 분원성 대장균군의 경우 모든 시료의 오염량이 적은 편이었으며, 콩나물의 경우 모든 양성시료의 오염량이 3 log 이상으로 나타났다.
- 이상의 정량분석 결과를 토대로 분석할 때, 총세균 검출율, 오염량이 높으면서 동시에 대장균군, 분원성 대장균군의 검출율, 오염량이 높았던 고사리(총세균수: 검출율 100%, 평균 6.2 log CFU/g, 6 log 이상 50.0%; 대장균군: 검출율 85.7%, 평균 3.1 log CFU/g, 3 log 이상 71.5%; 분원성 대장균군: 검출율 25.0%, 평균 0.7 log CFU/g)와 콩나물(총세균수: 검출율 100%, 평균 6.7 log CFU/g, 6 log 이상 93.8%; 대장균군: 검출율 100%, 평균 4.2 log CFU/g, 3 log 이상 100%, 분원성 대장균군: 검출율 18.8%, 평균 0.7 log CFU/g)을 고위험 품목으로 선정할 수 있다.
- 그 외 대장균군을 기준으로 미나리나 도라지를 그 다음의 고위험 품목으로 고려할 수 있다.

표 21. 단순처리 농산물 미생물 정량분석 결과 (1) 총세균수

품목 (시료 수)	검출건수(품목 별 검출율, %)										6 log 이상 (검출율, %)
	ND	< 1 log	1-2 log	2-3 log	3-4 log	4-5 log	5-6 log	6-7 log	7-8 log	8-9 log	
절임배추 (n=18)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (11.1)	15 (83.3)	1 (5.6)	0 (0)	0 (0)	1 (5.6)
고사리 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (18.8)	3 (18.8)	2 (12.5)	2 (12.5)	2 (12.5)	4 (25.0)	8 (50.0)
당근 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)	1 (6.3)	7 (43.8)	7 (43.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
대파 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)	5 (31.3)	8 (50.0)	2 (12.5)	0 (0)	0 (0)	2 (12.5)
도라지 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (31.3)	4 (25.0)	6 (37.5)	1 (6.3)	0 (0)	7 (43.8)
무 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)	5 (31.3)	3 (18.8)	4 (25.0)	3 (18.8)	0 (0)	0 (0)	3 (18.8)
미나리 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (18.8)	10 (62.5)	3 (18.8)	0 (0)	0 (0)	3 (18.8)
배추 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (12.5)	7 (43.8)	5 (31.3)	2 (12.5)	0 (0)	7 (43.8)
상추 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (31.3)	7 (43.8)	4 (25.0)	0 (0)	0 (0)	4 (25.0)
시금치 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	15 (93.8)	1 (6.3)	0 (0)	16 (100.0)

표 21. 단순처리 농산물 미생물 정량분석 결과 (1) 총세균수(계속)

품목	검출건수(검출율, %)										6 log 이상 (검출율, %)
	ND	< 1 log	1-2 log	2-3 log	3-4 log	4-5 log	5-6 log	6-7 log	7-8 log	8-9 log	
양배추 (n=16)	1 (6.3)	0 (0)	0 (0)	5 (31.3)	4 (25.0)	4 (25.0)	2 (12.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
양상추 (n=16)	2 (12.5)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)	2 (12.5)	7 (43.8)	4 (25.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
연근 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)	5 (31.3)	5 (31.3)	3 (18.8)	1 (6.3)	1 (6.3)	0 (0)	2 (12.5)
취나물 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (18.8)	5 (31.3)	5 (31.3)	2 (12.5)	1 (6.3)	0 (0)	3 (18.8)
치커리 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (12.5)	10 (62.5)	4 (25.0)	0 (0)	0 (0)	4 (25.0)
콩 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (18.8)	7 (43.8)	3 (18.8)	1 (6.3)	1 (6.3)	1 (6.3)	0 (0)	2 (12.5)
콩나물 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)	11 (68.8)	4 (25.0)	0 (0)	15 (93.8)
호박 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (12.5)	7 (43.8)	3 (18.8)	2 (12.5)	2 (12.5)	0 (0)	0 (0)	2 (12.5)
홍고추 (n=16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (37.5)	4 (25.0)	3 (18.8)	1 (6.3)	1 (6.3)	1 (6.3)	3 (18.8)
깻잎 (n=15)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (20)	6 (40)	5 (33.3)	1 (6.3)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)

표 21. 단순처리 농산물 미생물 정량분석 결과 (2) 대장균군

품목 (시료 수)	검출건수(검출율, %)										3 log 이상 (검출율, %)
	ND	< 1 log	1-2 log	2-3 log	3-4 log	4-5 log	5-6 log	6-7 log	7-8 log	8-9 log	
절임배추 (n=16)	4 (25.0)	0 (0)	2 (12.5)	8 (50.0)	2 (12.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (12.5)
고사리 (n=7)	1 (14.3)	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)	3 (42.9)	1 (14.3)	1 (14.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (71.5)
당근 (n=11)	5 (45.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (36.4)	1 (9.1)	1 (9.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (54.5)
대파 (n=7)	2 (28.6)	0 (0)	1 (14.3)	1 (14.3)	2 (28.6)	1 (14.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (42.9)
도라지 (n=8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (12.5)	1 (12.5)	3 (37.5)	3 (37.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (87.5)
무 (n=11)	7 (63.6)	0 (0)	0 (0)	4 (36.4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
미나리 (n=7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (28.6)	0 (0)	3 (42.9)	2 (28.6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (71.5)
배추 (n=9)	8 (88.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (11.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (11.1)
상추 (n=7)	2 (28.6)	0 (0)	0 (0)	4 (57.1)	1 (14.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)
시금치 (n=6)	1 (16.7)	0 (0)	1 (16.7)	3 (50.0)	0 (0)	1 (16.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (16.7)

표 21. 단순처리 농산물 미생물 정량분석 결과 (2) 대장균군(계속)

품목	검출건수(검출율, %)										3 log 이상 (검출율, %)
	ND	< 1 log	1-2 log	2-3 log	3-4 log	4-5 log	5-6 log	6-7 log	7-8 log	8-9 log	
양배추 (n=7)	3 (42.9)	0 (0)	0 (0)	3 (42.9)	1 (14.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)
양상추 (n=7)	5 (71.4)	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)	0 (0)	1 (14.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)
연근 (n=7)	1 (14.3)	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)	3 (42.9)	2 (28.6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (71.5)
취나물 (n=9)	2 (22.2)	0 (0)	0 (0)	4 (44.4)	2 (22.2)	1 (11.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (33.3)
치커리 (n=8)	4 (50.0)	0 (0)	1 (12.5)	1 (12.5)	1 (12.5)	0 (0)	1 (12.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (25.0)
콩 (n=7)	6 (85.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (14.3)
콩나물 (n=9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (33.3)	4 (44.4)	2 (22.2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	9 (100.0)
호박 (n=10)	4 (40.0)	0 (0)	0 (0)	3 (30.0)	3 (30.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (30.0)
홍고추 (n=6)	5 (83.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (16.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (16.7)
깻잎 (n=14)	5 (35.7)	0 (0)	1 (7.1)	3 (21.4)	5 (35.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (35.7)

표 21. 단순처리 농산물 미생물 정량분석 결과 (3) 분원성 대장균군

품목 (시료 수)	검출건수(검출율, %)										양성 수 (검출율, %)	
	ND	< 1 log	1-2 log	2-3 log	3-4 log	4-5 log	5-6 log	6-7 log	7-8 log	8-9 log		
절임배추 (n=18)	18 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
고사리 (n=16)	12 (75.0)	0 (0)	1 (6.3)	2 (12.5)	0 (0)	1 (6.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (25.0)
당근 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
대파 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
도라지 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
무 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
미나리 (n=16)	14 (87.5)	0 (0)	1 (6.3)	1 (6.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (12.5)
배추 (n=16)	15 (93.8)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)
상추 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
시금치 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

표 21. 단순처리 농산물 미생물 정량분석 결과 (3) 분원성 대장균군(계속)

품목	검출건수(검출율, %)										양성 수 (검출율, %)	
	ND	< 1 log	1-2 log	2-3 log	3-4 log	4-5 log	5-6 log	6-7 log	7-8 log	8-9 log		
양배추 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
양상추 (n=16)	15 (93.8)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6.3)
연근 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
취나물 (n=16)	13 (81.3)	0 (0)	3 (18.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (18.8)
치커리 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
콩 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
콩나물 (n=16)	13 (81.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (12.5)	1 (6.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (18.8)
호박 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
홍고추 (n=16)	16 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
갯잎 (n=15)	15 (100.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

1.1.2 정성분석

- 국내 유통 단순처리 농산물의 *E. coli* 및 6종 식중독세균 정성분석 결과 *B. cereus* 총 235건(73.2%), *E. coli* (총 11건, 3.4%), *S. aureus* (총 26건, 8.1%) 이 검출되었다.
- 토양 미생물이자 환경 상재균인 *B. cereus*의 경우 모든 품목에서 검출되었고 특히 미나리, 대파, 상추의 검출율이 93.8%로 가장 높았으며, 그 다음으로 배추, 시금치, 당근, 치커리(87.5%) > 취나물, 콩(81.3%) > 양상추, 무 (75.0%) > 절임배추(72.2%) > 도라지, 연근, 양배추(68.8%) > 호박(62.5%) > 깻잎(60.0%) > 홍고추(43.8%) > 고사리, 콩나물(37.5%) 순으로 나타났다.
- 사람 및 가축의 분변에서 주로 분리되는 *E. coli*의 경우 총 7개 품목에서 검출되었으며 취나물의 검출율이 18.8%로 가장 높았고 그 다음으로 절임배추(16.7%) > 깻잎(6.7%) > 고사리, 도라지, 상추, 배추(6.3%) 순으로 나타났다.
- 보균자나 부상을 당해 염증반응을 일으키는 작업자에게서 주로 오염되는 *S. aureus*는 총 15개 품목에서 검출되었으며, 시금치의 검출율이 25.0%로 가장 높았고 그 다음으로 절임배추(16.7%) > 깻잎(13.3%) > 배추, 무, 미나리, 연근, 당근(12.5%) > 콩, 콩나물, 홍고추, 호박, 취나물, 치커리, 상추(6.3%) 순으로 나타났다.
- 상기한 *B. cereus*, *E. coli*, *S. aureus* 이외의 식중독세균(*E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*)은 모든 대상 시료에서 검출되지 않았다.
- 따라서 *E. coli* 및 식중독세균 정성분석 결과를 토대로 취나물(*B. cereus* 81.3%, *E. coli* 18.8%, *S. aureus* 6.3%)과 절임배추(*B. cereus* 72.2%, *E. coli* 16.7%, *S. aureus* 16.7%)를 고위험 품목으로 선정할 수 있다.
- 그 외 배추, 당근, 깻잎 등을 그 다음의 고위험 품목으로 고려할 수 있다.

그림 18. 단순처리 농산물 미생물 정성분석 결과

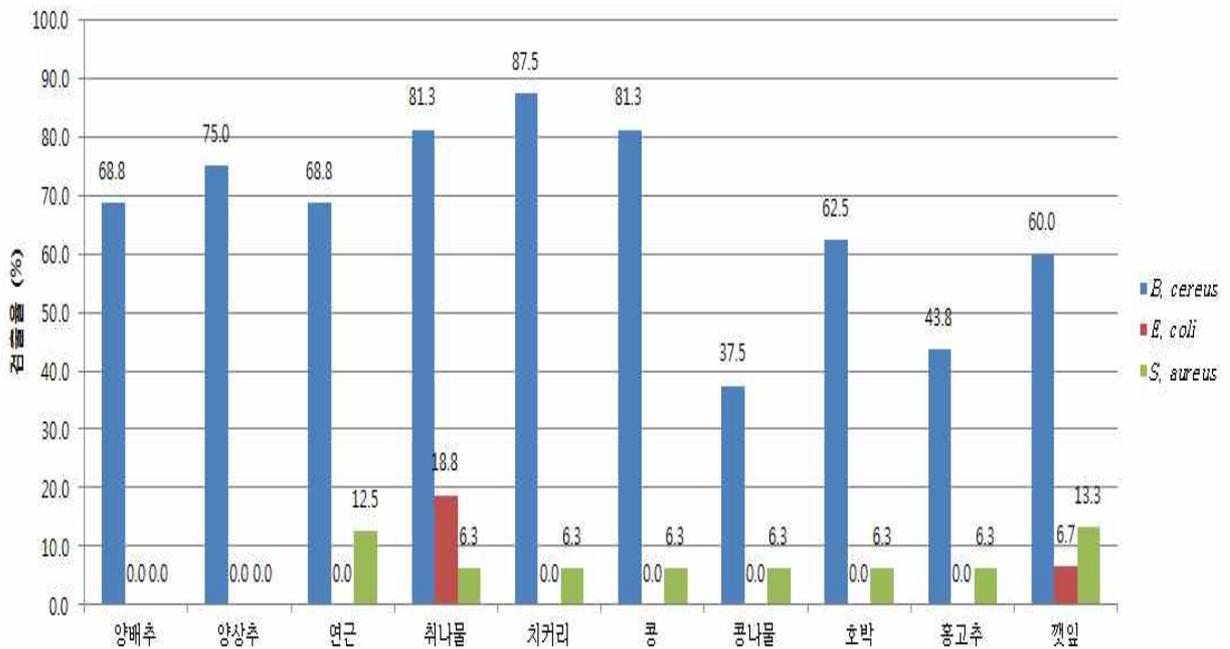
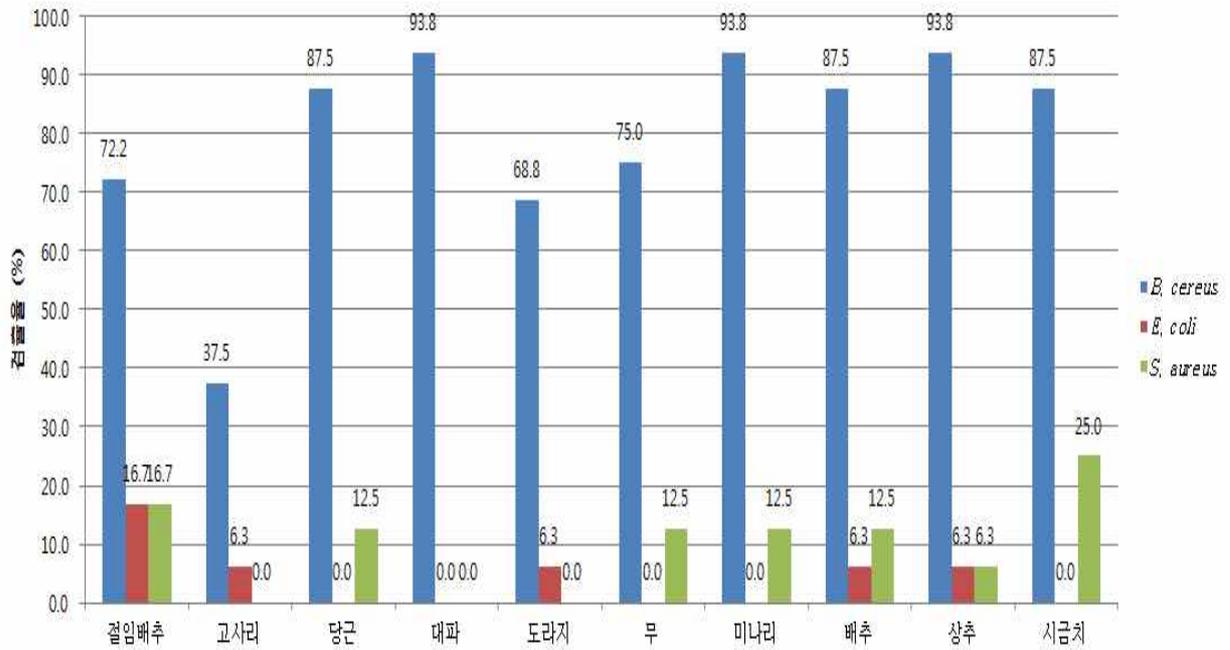


표 22. 단순처리 농산물 미생물 정성분석 결과

품목 (시료 수)	검출건수(검출율, %)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
절임배추 (n=18)	13 (72.2)	3 (16.7)	3 (16.7)	ND ^b
고사리 (n=16)	6 (37.5)	1 (6.3)	0 (0)	ND
당근 (n=16)	14 (87.5)	0 (0)	2 (12.5)	ND
대파 (n=16)	15 (93.8)	0 (0)	0 (0)	ND
도라지 (n=16)	11 (68.8)	1 (6.3)	0 (0)	ND
무 (n=16)	12 (75.0)	0 (0)	2 (12.5)	ND
미나리 (n=16)	15 (93.8)	0 (0)	2 (12.5)	ND
배추 (n=16)	14 (87.5)	1 (6.3)	2 (12.5)	ND
상추 (n=16)	15 (93.8)	1 (6.3)	1 (6.3)	ND
시금치 (n=16)	14 (87.5)	0 (0)	4 (25.0)	ND
양배추 (n=16)	11 (68.8)	0 (0)	0 (0)	ND
양상추 (n=16)	12 (75.0)	0 (0)	0 (0)	ND
연근 (n=16)	11 (68.8)	0 (0)	2 (12.5)	ND
취나물 (n=16)	13 (81.3)	3 (18.8)	1 (6.3)	ND
치커리 (n=16)	14 (87.5)	0 (0)	1 (6.3)	ND
콩 (n=16)	13 (81.3)	0 (0)	1 (6.3)	ND
콩나물 (n=16)	6 (37.5)	0 (0)	1 (6.3)	ND
호박 (n=16)	10 (62.5)	0 (0)	1 (6.3)	ND
홍고추 (n=16)	7 (43.8)	0 (0)	1 (6.3)	ND
깻잎 (n=15)	9 (60.0)	1 (6.7)	2 (13.3)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*; ^b ND: Not Detected

1.2 단순처리 농산물 분류별 분석 결과

1.2.1 정량분석

- 본 연구에서 분석한 총 321건의 단순처리 농산물은 농산물 분류에 따라 엽채류(145건), 근채류(64건), 엽경채류(48건), 과채류(32건), 두류(16건), 기타(16건)의 6개 분류로 구분할 수 있다.
- 농산물 분류에 따른 단순처리 농산물의 총세균수, 대장균군, 분원성 대장균군 정량분석 결과는 다음 표 23과 같다.
- 총세균과 대장균군 오염량 모두 기타 농산물(콩나물)에서 각각 평균 6.7 log CFU/g, 4.2 log CFU/g으로 가장 높았으며 두류(콩)의 총세균, 대장균군 오염량이 각각 평균 4.2 log CFU/g, 0.4 log CFU/g으로 가장 낮았다.
- 기타 농산물 다음으로는 총세균수의 경우 엽경채류(평균 5.6 log), 엽채류(5.1), 근채류(5.0), 과채류(4.5 log CFU/g) 순으로, 대장균군의 경우에는 엽경채류(3.2), 근채류(2.5), 엽채류(1.6), 과채류(1.3 log CFU/g) 순으로 그 오염량이 높았다($p < 0.05$).
- 분원성 대장균군의 경우 기타(콩나물) 농산물의 평균 오염량이 0.7 log CFU/g으로 가장 높았고, 그 다음으로 엽경채류 0.3 log, 엽채류 0.1 log CFU/g 수준으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.
- 종합 결과에서 고위험 품목으로 선정된 콩나물의 미생물 오염량이 유의적으로 높았으며, 콩나물은 농산물 분류에 속하지 않기 때문에 농산물 분류 중 기타 농산물의 미생물 오염량이 유의적으로 높았다.
- 그 외 분류 중에서는 엽경채류(고사리, 대과, 미나리 총 3개 품목)의 미생물 오염량이 높아 주의가 요구된다.

표 23. 단순처리 농산물 분류별 정량분석 결과

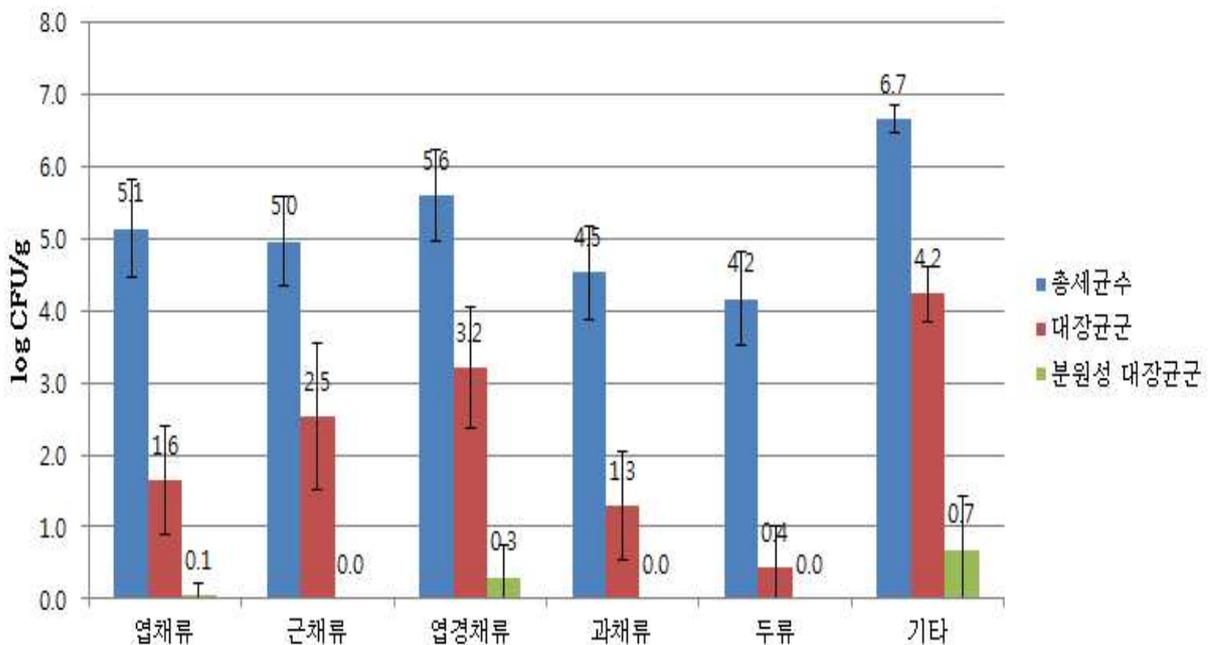
분류 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
엽채류 (n=145)	5.1 ± 1.3 ^{BC}	1.6 ± 1.5 ^{BCD}	0.1 ± 0.3
근채류 (n=64)	5.0 ± 1.2 ^{BCD}	2.5 ± 2.0 ^{ABC}	ND ^c
엽경채류 (n=48)	5.6 ± 1.3 ^B	3.2 ± 1.8 ^{AB}	0.3 ± 0.9
과채류 (n=32)	4.5 ± 1.3 ^{CD}	1.3 ± 1.5 ^{CD}	ND
두류 (n=16)	4.2 ± 1.3 ^D	0.4 ± 1.1 ^D	ND
기타 (n=16)	6.7 ± 0.4 ^A	4.2 ± 0.8 ^A	0.7 ± 1.5
합계 (n=321)	5.1 ± 1.4	2.1 ± 1.8	0.1 ± 0.5

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

^{A-D} 같은 열에서 다른 윗첨자가 표시된 경우 통계적 유의차가 있음.

그림 19. 단순처리 농산물 분류별 정량분석 결과



1.2.1.1 엽채류 내 품목별 정량분석

- 엽채류 내 단순처리 농산물 품목별 미생물 정량분석 결과는 다음 표 24과 같다.
- 엽채류(절임배추, 배추, 상추, 시금치, 양배추, 양상추, 취나물, 치커리, 깻잎 총 9개 품목) 중 시금치의 총세균 평균 오염량이 6.7 log CFU/g 으로 가장 높았으며, 그 다음으로 배추(6.0), 치커리(5.7), 상추(5.4), 절임배추(5.3 log CFU/g) 순으로 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.
- 엽채류 중에서는 양배추의 총세균 오염량이 3.5 log CFU/g으로 가장 낮았다.
- 대장균군의 경우 품목 내 표준편차가 컸기 때문에 통계적 유의차는 나타나지 않았으나 시금치, 취나물의 평균 오염량이 2.3 log CFU/g으로 높았다.
- 분원성 대장균군은 배추, 양상추, 취나물에서 각각 평균 0.2 log CFU/g 수준으로 검출되었다.

표 24. 엽채류 내 단순처리 농산물 품목별 정량분석 결과

품목 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
절임배추 (n=18)	5.3 ± 0.3 ^{BC}	1.8 ± 1.2	ND ^c
배추 (n=16)	6.0 ± 0.9 ^{AB}	0.4 ± 1.1	0.2 ± 0.6
상추 (n=16)	5.4 ± 0.8 ^{BC}	1.9 ± 1.3	ND
시금치 (n=16)	6.7 ± 0.3 ^A	2.3 ± 1.5	ND
양배추 (n=16)	3.5 ± 1.4 ^E	1.6 ± 1.5	ND
양상추 (n=16)	3.8 ± 1.8 ^{DE}	0.9 ± 1.6	0.2 ± 0.6
취나물 (n=16)	5.0 ± 1.1 ^{BC}	2.3 ± 1.4	0.2 ± 0.4
치커리 (n=16)	5.7 ± 0.5 ^{ABC}	1.6 ± 2.1	ND
깻잎 (n=15)	4.8 ± 0.7 ^{CD}	1.8 ± 1.5	ND
합계 (n=145)	5.1 ± 1.3	1.6 ± 1.5	0.1 ± 0.3

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

^{A-E} 같은 열에서 다른 윗첨자가 표시된 경우 통계적 유의차가 있음.

1.2.1.2 근채류 내 품목별 정량분석

- 근채류 내 단순처리 농산물 품목별 미생물 정량분석 결과는 다음 표 25와 같다.
- 근채류(당근, 도라지, 무, 연근 총 4개 품목) 중 도라지의 총세균 평균 오염량이 5.8 log CFU/g 수준으로 가장 높았으며, 그 다음으로 당근, 무 4.7, 연근 4.6 log CFU/g 순으로 나타났다.
- 대장균군의 경우에도 도라지의 평균 오염량이 4.6 log CFU/g 수준으로 가장 높았으며, 그 다음으로 연근(3.2), 당근(2.2), 무(1.0 log CFU/g) 순으로 나타났다.
- 분원성 대장균군은 모든 근채류 시료에서 검출되지 않았다.

표 25. 근채류 내 단순처리 농산물 품목별 정량분석 결과

품목 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
당근 (n=16)	4.7 ± 0.9 ^B	2.2 ± 2.2 ^{BC}	ND ^c
도라지 (n=16)	5.8 ± 1.0 ^A	4.6 ± 1.0 ^A	ND
무 (n=16)	4.7 ± 1.3 ^{AB}	1.0 ± 1.4 ^C	ND
연근 (n=16)	4.6 ± 1.3 ^B	3.2 ± 1.5 ^{AB}	ND
합계 (n=64)	5.0 ± 1.2	2.5 ± 2.0	ND

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

^{A-C} 같은 열에서 다른 윗첨자가 표시된 경우 통계적 유의차가 있음.

1.2.1.3 엽경채류 내 품목별 정량분석

- 엽경채류 내 단순처리 농산물 품목별 미생물 정량분석 결과는 다음 표 26과 같다.
- 엽경채류(고사리, 대파, 미나리 총 3개 품목)의 총세균, 대장균 평균 오염량은 각각 5.2-6.2, 2.4-4.1 log CFU/g 수준으로 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)
- 분원성 대장균균의 경우에는 고사리의 평균 오염량이 0.7 log CFU/g 수준으로 가장 높았으나 통계적 유의차는 나타나지 않았다.

표 26. 엽경채류 내 단순처리 농산물 품목별 정량분석 결과

품목 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
고사리 (n=16)	6.2 ± 1.9	3.1 ± 1.6	0.7 ± 1.3
대파 (n=16)	5.2 ± 0.8	2.4 ± 1.9	ND ^c
미나리 (n=16)	5.5 ± 0.7	4.1 ± 1.1	0.2 ± 0.7
합계 (n=48)	5.6 ± 1.3	3.2 ± 1.7	0.3 ± 0.9

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

1.2.1.4 과채류 내 품목별 정량분석

- 과채류 내 단순처리 농산물 품목별 미생물 정량분석 결과는 다음 표 27과 같다.
- 과채류(호박, 홍고추 총 2개 품목)의 총세균, 대장균 평균 오염량은 각각 4.2-4.9, 0.5-1.8 log CFU/g 수준으로 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)
- 분원성 대장균균의 경우에는 모든 품목에서 검출되지 않았다.

표 27. 과채류 내 단순처리 농산물 품목별 정량분석 결과

품목 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
호박 (n=16)	4.2 ± 1.1	1.8 ± 1.5	ND ^c
홍고추 (n=16)	4.9 ± 1.4	0.5 ± 1.2	ND
합계 (n=32)	4.5 ± 1.3	1.3 ± 1.5	ND

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

1.2.2 정성분석

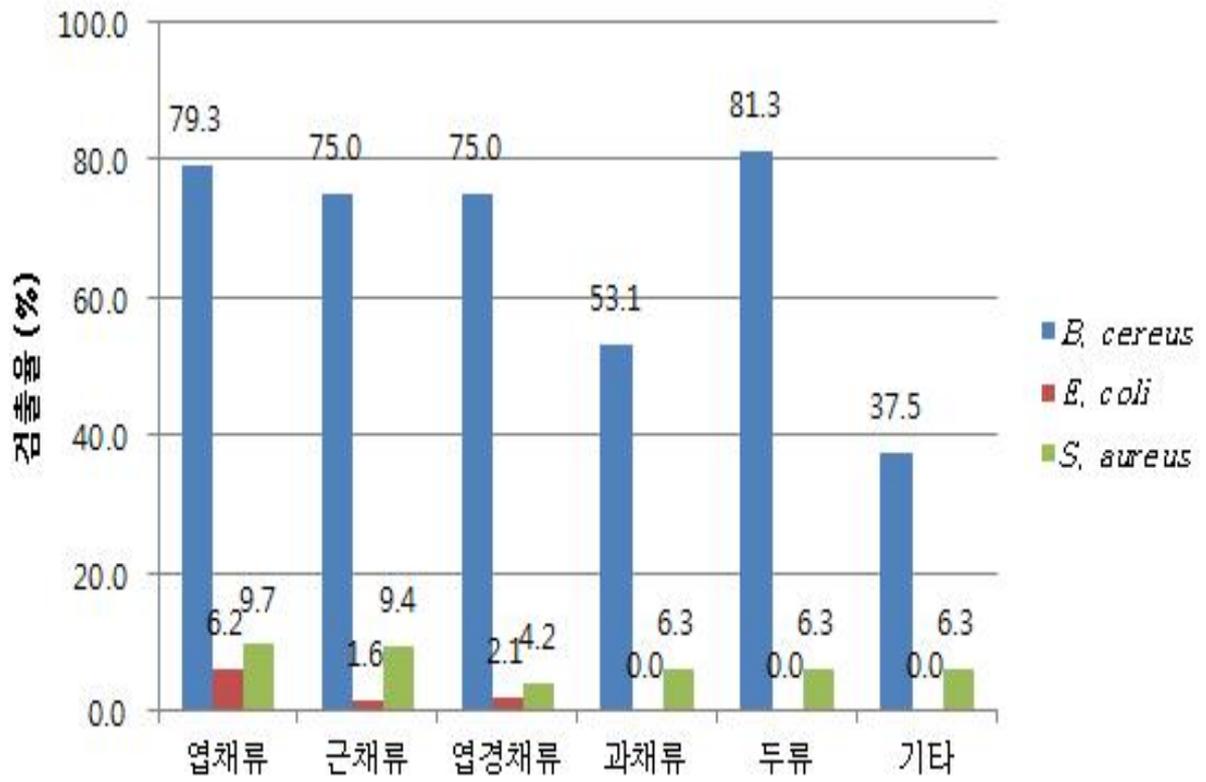
- *B. cereus*는 모든 분류에서 검출되었으며 두류 81.3%, 엽채류 79.3%, 엽경채류 75.0%, 근채류 75.0%, 과채류 68.9%, 기타(콩나물) 37.5%의 순이었다.
- *E. coli*는 엽채류 6.2%, 엽경채류 2.1%, 근채류 1.6% 순의 검출율을 보였으며 그 외의 분류에서는 검출되지 않았다.
- 특히 *B. cereus* 보균 농산물인 두류의 검출율이 높았으나, 두류의 경우 주로 가열처리 후 섭취하기 때문에 그 위험도가 낮을 것으로 판단된다.
- 토양과의 노출 면적이 비교적 넓고, 농산물 표면에 흙이 많아 흙을 제거하기 어려운 엽경채류, 엽채류, 근채류의 *B. cereus*, *E. coli* 오염도가 높았으며, 소비자들이 가열하지 않고 바로 섭취할 가능성이 높으므로 주의가 요구된다.
- *S. aureus*의 경우 모든 분류에서 검출율 10% 이하로 높지는 않았으나 모든 분류에서 검출되었다. 농장, 작업자에 의해 오염되었을 가능성이 높기 때문에 작업자 위생관리 방안 마련이 요구된다.

표 28. 단순처리 농산물 분류별 정성분석 결과

분류	검출 건수(검출율, %)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
엽채류 (n=145)	115 (79.3)	9 (6.2)	14 (9.7)	ND ^b
근채류 (n=64)	48 (75.0)	1 (1.6)	6 (9.4)	ND
엽경채류 (n=48)	36 (75.0)	1 (2.1)	2 (4.2)	ND
과채류 (n=32)	17 (53.1)	ND	2 (6.3)	ND
두류 (n=16)	13 (81.3)	ND	1 (6.3)	ND
기타 (n=16)	6 (37.5)	ND	1 (6.3)	ND
합계 (n=321)	235 (73.2)	11 (3.4)	26 (8.1)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocoliticas*; ^b ND: Not Detected

그림 20. 단순처리 농산물 분류별 정성분석 결과



1.2.2.1 엽채류 내 품목별 정성분석

- 엽채류 내 단순처리 농산물 품목별 미생물 정성분석 결과는 다음 표 29와 같다.
- 엽채류 중 *B. cereus* 검출율이 가장 높은 품목은 상추(93.8%)였으며, 그 다음으로 배추, 시금치, 치커리(87.5%) > 취나물(81.3) 순으로 나타났다.
- *E. coli*의 경우 취나물에서의 검출율이 18.8%로 가장 높았으며, 그 다음으로 절임배추(16.7%), 깻잎(6.7%), 배추, 상추(6.3%) 순이었다.
- *S. aureus*의 경우 시금치의 검출율이 25.0%로 가장 높았고, 그 다음으로 절임배추(16.7%), 깻잎(13.3%), 배추(12.5%), 상추, 취나물, 치커리(6.3%) 순이었다.
- 엽채류 중에서는 *B. cereus* 검출율이 특히 높은 상추와 *E. coli* 검출율이 특히 높은 절임배추, *B. cereus*, *E. coli* 검출율이 모두 높은 취나물을 고위험 품목으로 고려할 수 있다.

표 29. 엽채류 내 단순처리 농산물 품목별 정성분석 결과

품목	검출 건수 (%)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
절임배추 (n=18)	13 (72.2)	3 (16.7)	3 (16.7)	ND ^b
배추 (n=16)	14 (87.5)	1 (6.3)	2 (12.5)	ND
상추 (n=16)	15 (93.8)	1 (6.3)	1 (6.3)	ND
시금치 (n=16)	14 (87.5)	ND	4 (25.0)	ND
양배추 (n=16)	11 (68.8)	ND	ND	ND
양상추 (n=16)	12 (75.0)	ND	ND	ND
취나물 (n=16)	13 (81.3)	3 (18.8)	1 (6.3)	ND
치커리 (n=16)	14 (87.5)	ND	1 (6.3)	ND
깻잎 (n=15)	9 (60.0)	1 (6.7)	2 (13.3)	ND
합계 (n=145)	115 (79.3)	9 (6.2)	14 (9.7)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*; ^b ND: Not Detected

1.2.2.2 근채류내 미생물 정성분석

- 근채류 내 단순처리 농산물 품목별 미생물 정성분석 결과는 다음 표 30와 같다.
- 근채류 중 *B. cereus* 검출율은 당근(87.5%)에서 가장 높았으며, 그 다음으로 무(75.0%), 도라지, 연근(68.8%) 순이었다.
- *E. coli*의 경우 도라지에서만 검출되었다(6.3%).
- *S. aureus*의 경우 당근, 무, 연근에서 각각 12.5% 수준으로 검출되었다.
- 근채류 중에서는 도라지를 가장 고위험 품목으로 선정할 수 있다. 다만 엽채류의 절임배추와 엽경채류의 고사리에 비해서는 위험도가 다소 낮으며 소비되는 빈도 역시 더 적다.

표 30. 근채류 내 단순처리 농산물 품목별 정성분석 결과

품목 (시료 수)	검출 건수 (%)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
당근 (n=16)	14 (87.5)	ND ^b	2 (12.5)	ND ^b
도라지 (n=16)	11 (68.8)	1 (6.3)	ND	ND
무 (n=16)	12 (75.0)	ND	2 (12.5)	ND
연근 (n=16)	11 (68.8)	ND	2 (12.5)	ND
합계 (n=64)	48 (75.0)	1 (1.6)	6 (9.4)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*; ^b ND: Not Detected

1.2.2.3 엽경채류내 미생물 정성분석

- 엽경채류 내 단순처리 농산물 품목별 미생물 정성분석 결과는 다음 표 31과 같다.
- 엽경채류 중에 대파와 미나리의 *B. cereus* 검출율이 93.8% 높았다.
- *E. coli*는 고사리에서(6.3%), *S. aureus*는 미나리에서(12.5%)만 검출되었다.

표 31. 엽경채류 내 단순처리 농산물 품목별 정성분석 결과

품목 (시료 수)	검출 건수 (%)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
고사리 (n=16)	6 (37.5)	1 (6.3)	ND ^b	ND
대파 (n=16)	15 (93.8)	ND	ND	ND
미나리 (n=16)	15 (93.8)	ND	2 (12.5)	ND
합계 (n=48)	36 (75.0)	1 (2.1)	2 (4.2)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*; ^b ND: Not Detected

1.2.2.4 과채류내 미생물 정성분석

- 과채류 내 단순처리 농산물 품목별 미생물 정성분석 결과는 다음 표 32와 같다.
- 과채류의 *B. cereus* 검출율은 다른 분류에 비해 낮았으며, *E. coli*는 검출되지 않았고, *S. aureus*는 각 1건씩(6.3%) 검출되었다.

표 32. 과채류 내 단순처리 농산물 품목별 정성분석 결과

품목 (시료 수)	검출 건수 (%)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
호박 (n=16)	10 (62.5)	ND ^b	1 (6.3)	ND
홍고추 (n=16)	7 (43.8)	ND	1 (6.3)	ND
합계 (n=32)	17 (53.1)	ND	2 (6.3)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*; ^b ND: Not Detected

1.3 단순처리 농산물 가공 형태별 분석 결과

1.3.1 정량분석

- 가공 형태별 미생물 정성분석 결과는 다음 표 33과 같다.
- 총 7가지(절단, 다듬기, 세척, 건조, 데침, 박피, 절임)의 가공 형태 중 총세균 오염량은 다듬기, 박피, 세척 농산물이 각각 평균 5.9, 5.8, 5.4 log CFU/g으로 가장 높았다.
- 대장균군의 경우 박피 농산물이 평균 4.6 log CFU/g 으로 가장 높았으며, 그 다음으로 세척, 데침 농산물이 각각 평균 2.9, 2.7 log CFU/g으로 높았다.
- 분원성대장균군은 데침(평균 0.4), 세척(0.2 log CFU/g) 농산물에서 각각 검출되었다.
- 이러한 결과를 토대로 세척, 박피 등의 단순처리 공정이 미생물 제거에 효과적이지 않을 것을 알 수 있으며, 특히 데침 농산물의 경우 가열처리를 거침에도 불구하고 미생물 오염량이 높아 가공공정에 대한 재검토가 필요하다.

표 33. 단순처리 농산물 가공 형태별 정량분석 결과

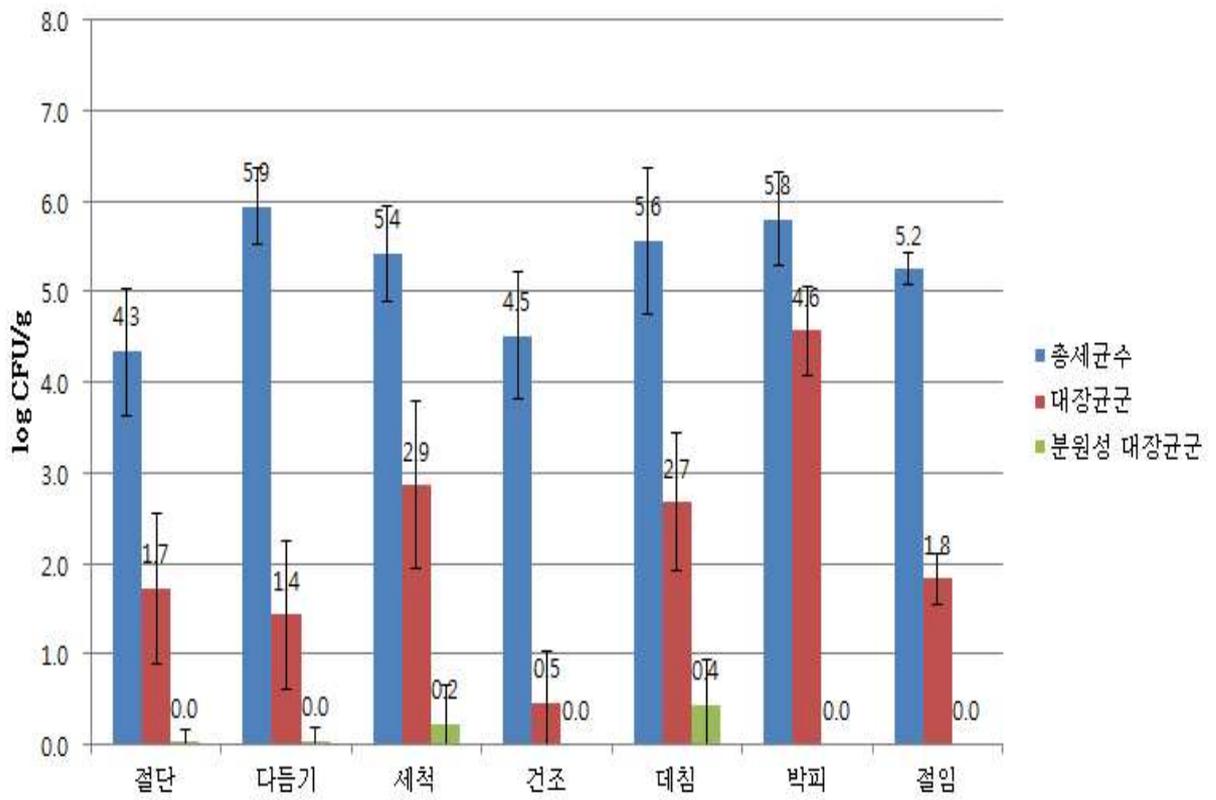
가공형태 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
절단 (n=96)	4.3 ± 1.4 ^C	1.7 ± 1.7 ^{BC}	0.0 ± 0.3
다듬기 (n=64)	5.9 ± 0.8 ^A	1.4 ± 1.6 ^{BC}	0.0 ± 0.3
세척 (n=63)	5.4 ± 1.0 ^A	2.9 ± 1.8 ^B	0.2 ± 0.8
건조 (n=32)	4.5 ± 1.4 ^{BC}	0.5 ± 1.1 ^C	ND ^c
데침 (n=32)	5.6 ± 1.6 ^A	2.7 ± 1.5 ^B	0.4 ± 1.0
박피 (n=16)	5.8 ± 1.0 ^A	4.6 ± 1.0 ^A	ND
절임 (n=18)	5.2 ± 0.3 ^{AB}	1.8 ± 0.6 ^{BC}	ND
합계 (n=321)	5.1 ± 1.4	2.1 ± 1.8	0.1 ± 0.5

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

^{A-C} 같은 열에서 다른 윗첨자가 표시된 경우 통계적 유의차가 있음.

그림 21. 단순처리 농산물 가공 형태별 정량분석 결과



1.3.1.1 절단 농산물 내 품목별 정량분석

- 절단 농산물 내 품목별 미생물 정량분석 결과는 다음 표 34와 같다.
- 절단 농산물(대과, 무, 양배추, 양상추, 연근, 호박 총 6개 품목) 중 총세균 평균 오염량은 대과가 5.2 log CFU/g으로 가장 높았으며, 그 다음을 무(4.7), 연근(4.6 log CFU/g)이 높았다.
- 대장균군의 경우 미생물 오염량의 유의적 차이가 없었고, 분원성 대장균군은 양상추에서만 검출되었다.

표 34. 절단 농산물 내 품목별 정량분석 결과

품목 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
대과 (n=16)	5.2 ± 0.8 ^A	2.4 ± 1.9	ND ^c
무 (n=16)	4.7 ± 1.3 ^{AB}	1.0 ± 1.4	ND
양배추 (n=16)	3.5 ± 1.4 ^B	1.6 ± 1.5	ND
양상추 (n=16)	3.8 ± 1.8 ^{AB}	0.9 ± 1.6	0.2 ± 0.6
연근 (n=16)	4.6 ± 1.3 ^{AB}	3.2 ± 1.5	ND
호박 (n=16)	4.2 ± 1.1 ^{AB}	1.8 ± 1.5	ND
합계 (n=96)	4.3 ± 1.4	1.7 ± 1.7	0.0 ± 0.3

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

^{A-B} 같은 열에서 다른 윗첨자가 표시된 경우 통계적 유의차가 있음.

1.3.1.2 다듬기 농산물 내 품목별 정량분석

- 다듬기 농산물 내 품목별 미생물 정량분석 결과는 다음 표 35와 같다.
- 다듬기 농산물(배추, 상추, 시금치, 치커리 총 4개 품목) 중 총세균 평균 오염량은 시금치가 6.7 log CFU/g으로 가장 높았다($p < 0.05$).
- 대장균군의 경우 미생물 오염량의 유의적 차이가 없었고, 분원성 대장균군은 배추에서만 검출되었다.

표 35. 다듬기 농산물 내 품목별 정량분석 결과

품목 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
배추 (n=16)	6.0 ± 0.9 ^B	0.4 ± 1.1	0.2 ± 0.6
상추 (n=16)	5.4 ± 0.8 ^B	1.9 ± 1.3	ND ^c
시금치 (n=16)	6.7 ± 0.3 ^A	2.3 ± 1.5	ND
치커리 (n=16)	5.7 ± 0.5 ^B	1.6 ± 2.1	ND
합계 (n=64)	5.9 ± 0.8	1.4 ± 1.6	0.0 ± 0.3

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

^{A-B} 같은 열에서 다른 윗첨자가 표시된 경우 통계적 유의차가 있음.

1.3.1.3 세척 농산물 내 품목별 정량분석

- 세척 농산물 내 품목별 미생물 정량분석 결과는 다음 표 36과 같다.
- 세척 농산물(당근, 미나리, 콩나물, 깻잎 총 4개 품목) 중 총세균 평균 오염량은 콩나물이 6.7 log CFU/g으로 월등히 높았다($p < 0.05$).
- 대장균군의 경우에도 콩나물(4.2), 미나리(4.1 log CFU/g)의 평균 오염량이 유의적으로 높았으며($p < 0.05$), 분원성 대장균군도 콩나물(0.7), 미나리(0.2 log CFU/g)에서만 검출되었다.
- 따라서 세척 농산물 중 특히 콩나물을 고위해 품목으로 검토할 수 있다.

표 36. 세척 농산물 내 품목별 정량분석 결과

품목 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
당근 (n=16)	4.7 ± 0.9 ^C	2.2 ± 2.2 ^B	ND ^c
미나리 (n=16)	5.5 ± 0.7 ^B	4.1 ± 1.1 ^A	0.2 ± 0.7
콩나물 (n=16)	6.7 ± 0.4 ^A	4.2 ± 0.8 ^A	0.7 ± 1.5
깻잎 (n=15)	4.8 ± 0.7 ^C	1.8 ± 1.5 ^B	ND
합계 (n=63)	5.4 ± 1.0	2.9 ± 1.8	0.2 ± 0.8

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

^{A-C} 같은 열에서 다른 윗첨자가 표시된 경우 통계적 유의차가 있음.

1.3.1.4 건조 농산물 내 품목별 정량분석

- 건조 농산물 내 품목별 미생물 정량분석 결과는 다음 표 37와 같다.
- 건조 농산물(콩, 홍고추 총 2개 품목)의 총세균, 대장균군 평균 오염량은 각각 4.2-4.9, 0.4-0.5 log CFU/g 수준으로 비교적 낮았으며, 분원성 대장균군은 검출되지 않았다.

표 37. 건조 농산물 내 품목별 정량분석 결과

품목 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
콩 (n=16)	4.2 ± 1.3	0.4 ± 1.1	ND ^c
홍고추 (n=16)	4.9 ± 1.4	0.5 ± 1.2	ND
합계 (n=32)	4.5 ± 1.4	0.5 ± 1.1	ND

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

1.3.1.5 데침 농산물 내 품목별 정량분석

- 데침 농산물 내 품목별 미생물 정량분석 결과는 다음 표 38과 같다.
- 데침 농산물은 데침 공정을 거침에도 불구하고 다른 단순처리 농산물에 비해 미생물 오염량이 높아 2개 품목(고사리, 취나물) 모두 고위험 품목으로 검토가 필요하다.

표 38. 데침 농산물 내 품목별 정량분석 결과

품목 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
고사리 (n=16)	6.2 ± 1.9 ^A	3.1 ± 1.6	0.7 ± 1.3
취나물 (n=16)	5.0 ± 1.1 ^B	2.3 ± 1.4	0.2 ± 0.4
합계 (n=32)	5.6 ± 1.6	2.7 ± 1.5	0.4 ± 1.0

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차; ^c ND: Not Detected

^{A-B} 같은 열에서 다른 윗첨자가 표시된 경우 통계적 유의차가 있음.

1.3.2 정성분석

- 토양 미생물 *B. cereus*의 경우 데침 농산물에서 검출율이 가장 낮았으며(59.4%), 농산물로부터 흙을 제거할 수 있는 세척(69.8%), 박피(68.8%), 건조(62.5%) 농산물에서 비교적 낮았다.
- 그러나 *E. coli*의 경우 절임(16.7%), 데침(12.5%) 농산물에서 검출율 높아 위생·안전성 측면에서 각 공정의 재검토가 요구된다.
- *S. aureus*의 경우 절임(16.7%) 농산물 및 작업자의 손을 많이 거치는 다듬기(12.5%) 농산물에서 높았다.
- 종합적으로 절임 농산물(절임배추)과 데침 농산물(고사리, 취나물) 가공공정의 위생·안전성 검토가 요구된다.

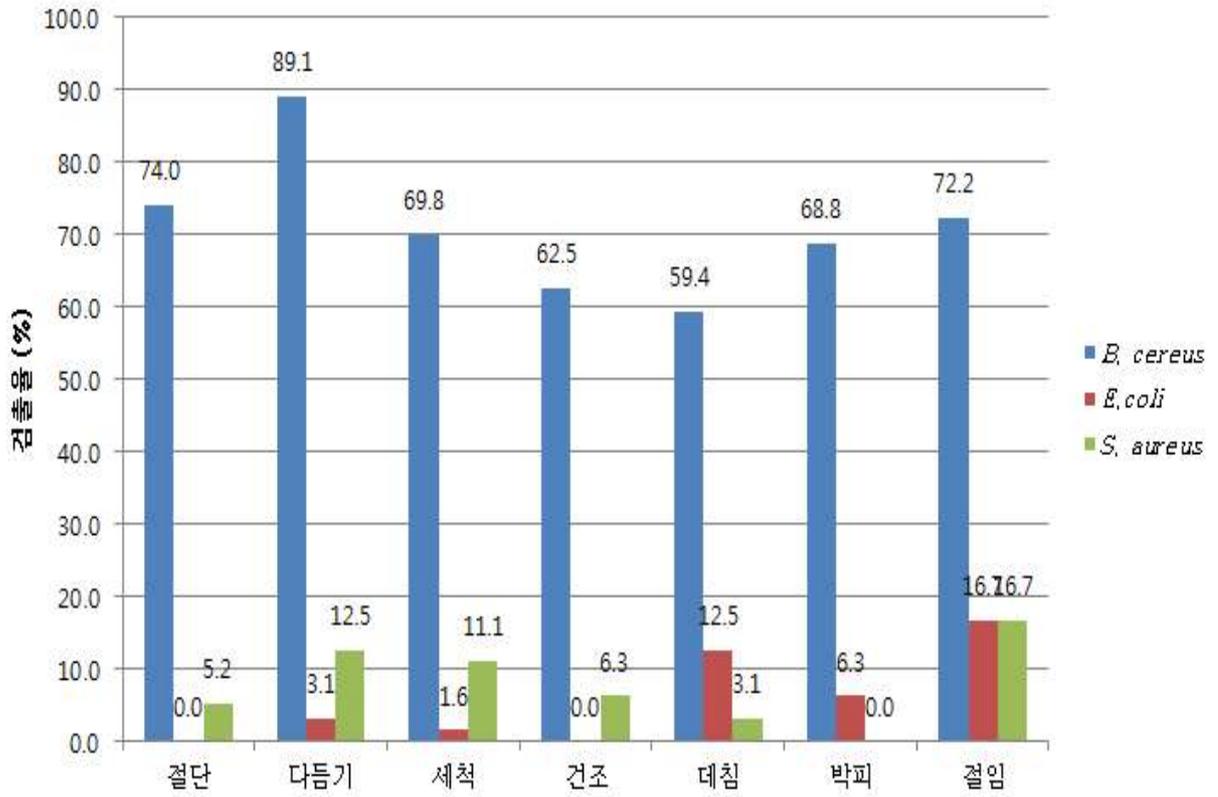
표 39. 단순처리 농산물 가공 형태별 미생물 정성분석 결과

품목 (시료 수)	검출 건수 (%)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
절단 (n=96)	71 (74.0)	ND ^b	5 (5.2)	ND ^b
다듬기 (n=64)	57 (89.1)	2 (3.1)	8 (12.5)	ND
세척 (n=63)	44 (69.8)	1 (1.6)	7 (11.1)	ND
건조 (n=32)	20 (62.5)	ND	2 (6.3)	ND
데침 (n=32)	19 (59.4)	4 (12.5)	1 (3.1)	ND
박피 (n=16)	11 (68.8)	1 (6.3)	ND	ND
절임 (n=18)	13 (72.2)	3 (16.7)	3 (16.7)	ND
합계 (n=321)	235 (73.2)	11 (3.4)	26 (8.1)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*

^b ND: Not Detected

그림 22. 단순처리 농산물 가공 형태별 정성분석 결과



1.3.2.1 절단 농산물 내 품목별 정성분석 결과

- 절단 농산물 내 품목별 미생물 정성분석 결과는 다음 표 40과 같다.
- *B. cereus*의 경우 대파에서 가장 높았으며(93.8%), 그 다음으로 무, 양상추 (75.0%)의 검출율이 높았다.
- *E. coli*는 모든 분석시료에서 검출되지 않았으며, *S. aureus*는 무, 연근(12.5%), 호박(6.3%)에서 검출되었다.

표 40. 절단 농산물 내 품목별 정성분석 결과

품목 (시료 수)	검출 건수 (%)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
대파 (n=16)	15 (93.8)	ND ^b	ND	ND
무 (n=16)	12 (75.0)	ND	2 (12.5)	ND
양배추 (n=16)	11 (68.8)	ND	ND	ND
양상추 (n=16)	12 (75.0)	ND	ND	ND
연근 (n=16)	11 (68.8)	ND	2 (12.5)	ND
호박 (n=16)	10 (62.5)	ND	1 (6.3)	ND
합계 (n=96)	71 (74.0)	ND	5 (5.2)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*

^b ND: Not Detected

1.3.2.2 다듬기 농산물 내 품목별 정성분석 결과

- 다듬기 농산물 내 품목별 미생물 정성분석 결과는 다음 표 41과 같다.
- *B. cereus*의 경우 모든 품목에서 85.0% 이상의 높은 검출율을 보였다.
- *E. coli*는 배추, 상추(6.3%)에서 검출되었고, *S. aureus*는 시금치(25.0%)에서 검출율이 특히 높았다.

표 41. 다듬기 농산물 내 품목별 정성분석 결과

품목 (시료 수)	검출 건수 (%)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
배추 (n=16)	14 (87.5)	1 (6.3)	2 (12.5)	ND ^b
상추 (n=16)	15 (93.8)	1 (6.3)	1 (6.3)	ND
시금치 (n=16)	14 (87.5)	ND	4 (25.0)	ND
치커리 (n=16)	14 (87.5)	ND	1 (6.3)	ND
합계 (n=64)	57 (89.1)	2 (3.1)	8 (12.5)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*

^b ND: Not Detected

1.3.2.3 세척 농산물 내 품목별 정성분석 결과

- 세척 농산물 내 품목별 미생물 정성분석 결과는 다음 표 42와 같다.
- *B. cereus*의 경우 미나리(93.8%), 당근(87.5%)의 검출율은 높은 반면 콩나물, 깻잎의 검출율은 상대적으로 낮았다.
- *E. coli*는 깻잎(6.7%)에서, *S. aureus*는 모든 시료에서 검출되었다.

표 42. 세척 농산물 내 품목별 정성분석 결과

품목 (시료 수)	검출 건수 (%)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
당근 (n=16)	14 (87.5)	ND ^b	2 (12.5)	ND
미나리 (n=16)	15 (93.8)	ND	2 (12.5)	ND
콩나물 (n=16)	6 (37.5)	ND	1 (6.3)	ND
깻잎 (n=15)	9 (60.0)	1 (6.7)	2 (13.3)	ND
합계 (n=63)	44 (69.8)	1 (1.6)	7 (11.1)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*

^b ND: Not Detected

1.3.2.4 건조 농산물 내 품목별 정성분석 결과

- 건조 농산물 내 품목별 미생물 정성분석 결과는 다음 표 43과 같다.
- 콩의 *B. cereus* 검출율이 81.3%로 특히 높았으며, *E. coli*는 모든 시료에서 검출되지 않았고, *S. aureus*는 각 1건씩(6.3%) 검출되었다.

표 43. 건조 농산물 내 품목별 정성분석 결과

품목 (시료 수)	검출 건수 (%)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
콩 (n=16)	13 (81.3)	ND ^b	1 (6.3)	ND
홍고추 (n=16)	7 (43.8)	ND	1 (6.3)	ND
합계 (n=32)	20 (62.5)	ND	2 (6.3)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*

^b ND: Not Detected

1.3.2.5 데침 농산물 내 품목별 정성분석 결과

- 데침 농산물 내 품목별 미생물 정성분석 결과는 다음 표 44와 같다.
- 열처리 공정이 있음에도 *B. cereus*(고사리 37.5%, 취나물 81.3%), *E. coli*(고사리 6.3%, 취나물 18.8%) 검출율이 높았다.
- *S. aureus*는 취나물에서 1건(6.3%) 검출되었다.

표 44. 데침 농산물 내 품목별 정성분석 결과

품목 (시료 수)	검출 건수 (%)			
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	그 외 ^a
고사리 (n=16)	6 (37.5)	1 (6.3)	ND ^b	ND
취나물 (n=16)	13 (81.3)	3 (18.8)	1 (6.3)	ND
합계 (n=32)	19 (59.4)	4 (12.5)	1 (3.1)	ND

^a *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*

^b ND: Not Detected

1.4 단순처리 농산물 구입장소별 분석 결과

- 구입장소별 단순처리 농산물의 총세균수, 대장균군, 분원성대장균군 정량분석 결과 채래시장과 마트에서 구입한 단순처리 농산물 시료간 미생물 오염량에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

표 45. 단순처리 농산물 구입장소별 정량분석 결과

구입 장소 (시료 수) ^a	미생물 오염량(log CFU/g) ^b		
	총세균	대장균군	분원성 대장균군
채래시장 (n=167)	5.1 ± 1.1	2.0 ± 1.8	0.1 ± 0.4
마트 (n=154)	5.2 ± 1.6	2.2 ± 1.7	0.1 ± 0.6
합계 (n=321)	5.1 ± 1.4	2.1 ± 1.8	0.1 ± 0.5

^a 총세균수, 분원성 대장균군 검사 품목 수. 대장균군 검사 품목 수: 상동

^b 평균 ± 표준편차

- *E. coli* 및 6종 식중독세균 정성분석의 경우 채래시장에서 구입한 시료의 *B. cereus*, *E. coli*, *S. aureus* 검출율이 다소 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 나타나지 않았다($p > 0.05$).

표 46. 단순처리 농산물 구입장소별 정성분석 결과

구입 장소 (시료 건수)	검출 건수 (검출율, %)		
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
채래시장 (n=167)	129 (77.2)	8 (4.8)	15 (9.0)
마트 (n=154)	106 (68.8)	3 (1.9)	11 (7.1)
합계 (n=321)	235 (73.2)	11 (3.4)	26 (8.1)

표 47. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 모니터링 결과

NO.	품목	총세균	대장균군	분원성 대장균군	식중독 세균
1	절임배추	5.45	-	ND ^a	<i>B. cereus</i>
2		5.46	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		4.79	2.18	ND	<i>B. cereus</i>
4		4.89	1.70	ND	<i>B. cereus</i>
5		5.04	2.78	ND	<i>B. cereus</i>
6		5.30	2.88	ND	<i>B. cereus, E. coli</i>
7		5.22	2.95	ND	<i>S. aureus</i>
8		5.14	3.06	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
9		5.19	2.00	ND	<i>E. coli, S. aureus</i>
10		6.00	3.30	ND	<i>B. cereus, E. coli</i>
11		5.33	2.40	ND	-
12		5.44	2.30	ND	<i>B. cereus</i>
13		5.64	ND	ND	<i>B. cereus</i>
14		5.11	ND	ND	<i>B. cereus</i>
15		5.11	ND	ND	-
16		5.42	ND	ND	<i>B. cereus</i>
17		5.70	1.70	ND	<i>B. cereus</i>
18		5.59	2.00	ND	-
1	고사리	6.37	-	ND	-
2		8.40	-	ND	-
3		8.58	-	ND	-
4		8.20	-	ND	-
5		8.19	-	ND	<i>B. cereus</i>
6		6.87	3.06	2.96	-
7		7.91	4.42	4.05	-
8		7.79	3.52	2.18	-
9		3.81	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		4.60	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		4.97	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		3.45	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		5.68	5.05	ND	-
14		3.45	ND	ND	-
15		5.51	2.48	1.70	<i>E. coli</i>
16		4.68	3.42	ND	<i>B. cereus</i>

^a ND: Not Detected

표 47. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 모니터링 결과(계속)

NO.	품목	총세균	대장균군	분원성 대장균군	식중독 세균
1	당근	5.57	-	ND ^a	<i>B. cereus</i>
2		2.88	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		4.35	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		5.48	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		4.38	-	ND	<i>B. cereus</i>
6		4.06	3.44	ND	<i>B. cereus</i>
7		4.73	4.31	ND	<i>B. cereus</i>
8		4.27	3.75	ND	-
9		5.76	ND	ND	<i>B. cereus</i>
10		3.10	ND	ND	<i>B. cereus</i>
11		5.46	5.30	ND	-
12		5.53	3.85	ND	<i>B. cereus</i>
13		4.41	3.67	ND	<i>B. cereus</i>
14		5.11	ND	ND	<i>B. cereus</i>
15		4.59	ND	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
16		5.79	ND	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
1	대파	5.37	-	ND	<i>B. cereus</i>
2		4.41	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		4.51	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		4.50	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		5.23	-	ND	<i>B. cereus</i>
6		4.23	3.56	ND	<i>B. cereus</i>
7		5.07	3.99	ND	<i>B. cereus</i>
8		4.99	1.70	ND	<i>B. cereus</i>
9		6.66	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		5.02	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		6.74	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		5.96	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		3.98	ND	ND	<i>B. cereus</i>
14		5.03	2.65	ND	-
15		5.39	ND	ND	<i>B. cereus</i>
16		5.82	4.71	ND	<i>B. cereus</i>

^a ND: Not Detected

표 47. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 모니터링 결과(계속)

NO.	품목	총세균	대장균군	분원성 대장균군	식중독 세균
1	도라지	6.03	5.61	ND ^a	<i>B. cereus</i>
2		6.84	-	ND	-
3		6.61	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		6.60	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		6.75	-	ND	<i>B. cereus</i>
6		7.61	5.26	ND	<i>B. cereus</i>
7		4.36	3.51	ND	-
8		6.79	4.41	ND	-
9		4.84	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		4.08	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		4.63	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		4.58	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		5.80	5.58	ND	<i>E. coli</i>
14		5.80	2.78	ND	<i>B. cereus</i>
15		5.92	4.69	ND	<i>B. cereus</i>
16		5.57	4.70	ND	-
1	무	5.28	-	ND	<i>B. cereus</i>
2		3.46	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		3.42	-	ND	-
4		3.70	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		2.85	-	ND	<i>B. cereus</i>
6		4.28	ND	ND	<i>B. cereus</i>
7		3.78	ND	ND	<i>S. aureus</i>
8		4.78	2.18	ND	-
9		6.25	ND	ND	<i>B. cereus</i>
10		6.88	ND	ND	<i>B. cereus</i>
11		4.24	ND	ND	<i>B. cereus</i>
12		3.36	ND	ND	<i>B. cereus</i>
13		5.71	ND	ND	<i>B. cereus</i>
14		6.53	2.74	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
15		5.58	2.88	ND	<i>B. cereus</i>
16		5.79	2.85	ND	-

^a ND: Not Detected

표 47. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 모니터링 결과(계속)

NO.	품목	총세균	대장균군	분원성 대장균군	식중독 세균
1	미나리	5.91	-	ND ^a	<i>B. cereus</i>
2		5.85	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		6.23	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		5.11	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		5.77	-	ND	<i>B. cereus</i>
6		5.10	2.60	2.51	<i>B. cereus</i>
7		5.14	2.48	ND	<i>B. cereus</i>
8		5.05	5.05	ND	<i>S. aureus</i>
9		6.61	-	1.00	<i>B. cereus</i>
10		4.21	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		5.73	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		4.48	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		5.48	5.19	ND	<i>B. cereus</i>
14		6.54	4.98	ND	<i>B. cereus</i>
15		5.47	4.39	ND	<i>B. cereus</i>
16		4.90	4.19	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
1	배추	6.49	-	ND	<i>B. cereus</i>
2		7.61	-	ND	<i>E. coli</i>
3		5.81	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		5.77	ND	ND	-
5		4.20	ND	ND	<i>B. cereus</i>
6		5.77	ND	ND	<i>B. cereus</i>
7		4.11	ND	ND	<i>B. cereus</i>
8		5.66	ND	ND	<i>B. cereus</i>
9		6.99	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		5.75	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		6.07	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		6.25	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		5.77	ND	ND	<i>B. cereus</i>
14		6.22	ND	ND	<i>B. cereus</i>
15		5.75	ND	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
16		7.11	3.28	2.45	<i>B. cereus, S. aureus</i>

^a ND: Not Detected

표 47. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 모니터링 결과(계속)

NO.	품목	총세균	대장균군	분원성 대장균군	식중독 세균
1	상추	4.15	-	ND ^a	<i>B. cereus</i>
2		6.08	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		4.76	-	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
4		6.77	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		5.56	-	ND	<i>B. cereus</i>
6		5.77	3.18	ND	<i>B. cereus</i>
7		4.51	ND	ND	<i>B. cereus</i>
8		5.66	2.93	ND	-
9		6.03	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		5.65	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		4.68	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		4.36	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		6.53	ND	ND	<i>B. cereus</i>
14		5.19	2.40	ND	<i>B. cereus</i>
15		5.05	2.40	ND	<i>B. cereus, E. coli</i>
16		5.22	2.18	ND	<i>B. cereus</i>
1	시금치	6.60	-	ND	<i>B. cereus</i>
2		6.78	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		7.64	-	ND	-
4		6.62	-	ND	-
5		6.75	-	ND	<i>B. cereus</i>
6		6.53	1.70	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
7		6.43	ND	ND	<i>B. cereus</i>
8		6.30	2.18	ND	<i>B. cereus</i>
9		6.95	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		6.53	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		6.61	-	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
12		6.83	-	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
13		6.69	-	ND	<i>B. cereus</i>
14		6.91	2.78	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
15		6.78	4.72	ND	<i>B. cereus</i>
16		6.92	2.18	ND	<i>B. cereus</i>

^a ND: Not Detected

표 47. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 모니터링 결과(계속)

NO.	품목	총세균	대장균군	분원성 대장균군	식중독 세균
1	양배추	2.48	-	ND ^a	-
2		2.30	-	ND	-
3		4.81	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		0	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		2.40	-	ND	-
6		3.85	ND	ND	<i>B. cereus</i>
7		2.78	2.70	ND	<i>B. cereus</i>
8		3.74	3.10	ND	<i>B. cereus</i>
9		5.75	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		4.58	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		4.42	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		5.10	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		3.18	ND	ND	<i>B. cereus</i>
14		2.40	ND	ND	-
15		3.81	2.95	ND	-
16		4.36	2.65	ND	<i>B. cereus</i>
1	양상추	4.87	-	ND	<i>B. cereus</i>
2		3.27	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		4.14	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		ND	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		ND	-	ND	-
6		4.13	ND	ND	<i>B. cereus</i>
7		4.63	ND	ND	<i>B. cereus</i>
8		4.38	4.01	ND	-
9		4.92	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		5.16	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		2.00	-	ND	-
12		5.45	-	2.59	<i>B. cereus</i>
13		3.22	ND	ND	-
14		5.92	ND	ND	<i>B. cereus</i>
15		5.04	ND	ND	<i>B. cereus</i>
16		4.37	2.00	ND	<i>B. cereus</i>

^a ND: Not Detected

표 47. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 모니터링 결과(계속)

NO.	품목	총세균	대장균군	분원성 대장균군	식중독 세균
1	연근	2.40	-	ND ^a	<i>B. cereus</i>
2		5.57	-	ND	-
3		4.04	-	ND	-
4		5.41	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		7.29	-	ND	-
6		5.81	4.19	ND	-
7		6.99	4.63	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
8		4.46	2.65	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
9		4.27	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		3.88	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		3.34	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		4.27	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		3.95	3.08	ND	<i>B. cereus</i>
14		3.91	3.76	ND	-
15		3.47	ND	ND	<i>B. cereus</i>
16		4.21	3.74	ND	<i>B. cereus</i>
1	취나물	6.07	-	ND	-
2		6.43	-	ND	-
3		4.01	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		5.50	2.88	ND	<i>B. cereus</i>
5		5.61	ND	1.00	<i>E. coli</i>
6		5.41	2.81	1.00	<i>B. cereus</i>
7		5.41	4.03	ND	<i>B. cereus</i>
8		5.46	3.19	1.00	<i>B. cereus</i>
9		3.65	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		3.26	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		3.82	-	ND	<i>B. cereus, E. coli</i>
12		4.46	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		4.60	ND	ND	<i>B. cereus, E. coli, S. aureus</i>
14		4.10	2.00	ND	<i>B. cereus</i>
15		4.57	2.85	ND	<i>B. cereus</i>
16		7.19	3.10	ND	<i>B. cereus</i>

^a ND: Not Detected

표 47. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 모니터링 결과(계속)

NO.	품목	총세균	대장균군	분원성 대장균군	식중독 세균
1	치커리	5.89	-	ND ^a	<i>B. cereus, S. aureus</i>
2		5.74	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		4.75	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		5.45	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		5.47	-	ND	<i>B. cereus</i>
6		5.51	ND	ND	-
7		5.67	1.70	ND	<i>B. cereus</i>
8		5.36	ND	ND	<i>B. cereus</i>
9		6.28	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		6.06	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		6.34	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		6.89	3.93	ND	<i>B. cereus</i>
13		5.67	5.30	ND	<i>B. cereus</i>
14		5.56	2.00	ND	<i>B. cereus</i>
15		5.66	ND	ND	-
16		4.73	ND	ND	<i>B. cereus</i>
1	콩	2.70	-	ND	<i>B. cereus</i>
2		7.06	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		3.56	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		3.19	-	ND	<i>B. cereus</i>
5		4.36	-	ND	-
6		3.86	ND	ND	-
7		2.78	ND	ND	<i>B. cereus</i>
8		3.71	ND	ND	<i>B. cereus</i>
9		3.41	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		6.66	-	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
11		4.65	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		3.75	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		5.55	3.04	ND	<i>B. cereus</i>
14		3.85	ND	ND	-
15		4.64	ND	ND	<i>B. cereus</i>
16		2.88	ND	ND	<i>B. cereus</i>

^a ND: Not Detected

표 47. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 모니터링 결과(계속)

NO.	품목	총세균	대장균군	분원성 대장균군	식중독 세균
1	콩나물	6.63	-	ND ^a	-
2		6.70	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		6.69	-	ND	<i>B. cereus</i>
4		6.79	-	ND	-
5		7.27	-	ND	<i>B. cereus</i>
6		7.14	3.22	3.06	-
7		7.01	4.24	ND	<i>B. cereus</i>
8		7.23	5.02	3.76	<i>B. cereus, S. aureus</i>
9		6.31	3.27	ND	-
10		6.49	-	ND	-
11		6.14	4.66	ND	-
12		6.50	-	ND	-
13		6.40	5.22	ND	-
14		6.79	3.27	ND	<i>B. cereus</i>
15		6.70	4.54	4.10	-
16		5.82	4.66	ND	-
1	호박	6.15	-	ND	<i>B. cereus</i>
2		3.93	-	ND	<i>B. cereus</i>
3		6.50	-	ND	-
4		5.15	3.00	ND	<i>B. cereus</i>
5		3.28	2.48	ND	<i>B. cereus</i>
6		3.56	3.23	ND	-
7		4.28	3.30	ND	-
8		5.60	2.85	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
9		2.78	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		3.70	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		3.43	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		4.01	2.81	ND	<i>B. cereus</i>
13		2.90	ND	ND	-
14		3.89	ND	ND	-
15		4.63	ND	ND	-
16		3.10	ND	ND	<i>B. cereus</i>

^a ND: Not Detected

표 47. 고위험 단순처리 농산물 미생물학적 위험요소 모니터링 결과(계속)

NO.	품목	총세균	대장균군	분원성 대장균군	식중독 세균
1	홍고추	4.60	-	ND ^a	<i>B. cereus</i>
2		5.63	-	ND	-
3		5.61	-	ND	-
4		6.21	-	ND	-
5		3.94	-	ND	-
6		3.62	ND	ND	-
7		8.03	ND	ND	<i>B. cereus</i>
8		3.89	ND	ND	-
9		4.38	-	ND	<i>B. cereus</i>
10		3.96	-	ND	<i>B. cereus</i>
11		3.44	-	ND	<i>B. cereus</i>
12		7.61	-	ND	<i>B. cereus</i>
13		3.53	-	ND	<i>B. cereus</i>
14		5.18	ND	ND	-
15		4.04	3.00	ND	-
16	4.19	ND	ND	<i>S. aureus</i>	
1	깻잎	5.48	-	ND	<i>B. cereus</i>
2		6.03	ND	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
3		5.16	2.48	ND	<i>B. cereus, S. aureus</i>
4		4.86	2.85	ND	-
5		4.83	3.11	ND	<i>E. coli, B. cereus</i>
6		5.08	3.57	ND	-
7		4.74	3.02	ND	<i>B. cereus</i>
8		5.21	3.28	ND	-
9		4.51	ND	ND	-
10		5.40	3.62	ND	<i>B. cereus</i>
11		4.91	ND	ND	<i>B. cereus</i>
12		3.31	ND	ND	<i>B. cereus</i>
13		3.69	2.18	ND	-
14		3.75	ND	ND	-
15		4.93	1.70	ND	<i>B. cereus</i>

^a ND: Not Detected

2. 화학적 위험요소 분석

- 도라지, 콩나물, 무 3품목에서 각 품목별로 10건 (재래시장 5건, 마트 5건)의 이산화황 모니터링을 수행한 결과는 다음 표 47에서 보는 것 같이 전 품목에서 불검출(< 10 mg/kg)로 판정되었다.

표 48. 단순처리 농산물 화학적 위험요소 분석 결과

품목	건수	검체량 (g)	적정액 (mL)	이산화황 (g/kg)	결과
도라지	마트 5건	50.01	0.20	0.0013	불검출
		50.65	0.25	0.0016	불검출
		50.92	0.10	0.0006	불검출
		50.11	0.10	0.0006	불검출
		50.04	0.10	0.0006	불검출
	재래시장 5건	50.10	0.35	0.0022	불검출
		50.76	0.20	0.0013	불검출
		50.14	0.20	0.0013	불검출
		50.27	0.10	0.0006	불검출
		50.96	0.20	0.0013	불검출
콩나물	마트 5건	50.39	0.00	0.0000	불검출
		50.17	0.00	0.0000	불검출
		50.06	0.00	0.0000	불검출
		50.17	0.00	0.0000	불검출
		50.36	0.05	0.0003	불검출
	재래시장 5건	50.01	0.05	0.0003	불검출
		50.03	0.00	0.0000	불검출
		50.14	0.00	0.0000	불검출
		50.20	0.05	0.0003	불검출
		50.17	0.00	0.0000	불검출

표 48. 단순처리 농산물 화학적 위험요소 분석 결과(계속)

품목	건수	검체량 (g)	적정액 (mL)	이산화황 (g/kg)	결과
무	마트 5건	50.13	0.25	0.0016	불검출
		50.02	0.35	0.0022	불검출
		50.17	0.45	0.0029	불검출
		50.17	0.25	0.0016	불검출
		50.01	0.20	0.0013	불검출
	재래시장 5건	50.02	0.45	0.0029	불검출
		50.03	0.40	0.0026	불검출
		50.06	0.50	0.0032	불검출
		50.10	0.40	0.0026	불검출
		50.04	0.40	0.0026	불검출

제 5 절. 효율적인 산업체 위생·안전관리 매뉴얼 제시

- 효율적인 산업체 위생·안전관리 매뉴얼 제시를 위해 UN(WHO, CODEX), 미국 FDA, 캐나다 CFIA, 일본, 유럽 EFSA의 신선편이 농산물에 대한 선진적 위생 관리 매뉴얼을 분석 및 참고하였다.
- 주관부서 제안에 따라 본 연구진이 개발한 업체용 단순 처리 농산물의 안전 관리 방안 가이드의 구성은 다음과 같다.
- 제 1장은 “단순처리 농산물의 위험요소”로서 원료 재배, 입고, 가공, 출하의 전 과정에 대한 위험요소를 분석하였다.
- 제 2장은 “단순처리 농산물 생산단계별 위생·안전 가이드”로서 제 1장에서 도출해낸 위험요소들을 공정단계별로 허용수준 이하로 감소시키거나 제거하는 방법을 제시하였다.
- 제 3장은 앞으로 개별적인 고위험 품목들에 대해서 공정·유통단계별 모니터링을 추가로 연구할 경우 개발된 가이드로 보완·발전시킬수 있도록 구성하였다.
- 제 4장은 “단순처리 농산물 작업자 위생관리 가이드”로서 식품안전에 있어서 개인위생의 중요성을 다시 한번 상기시키고 현장에서의 작업자 교육에 실제 활용할 수 있도록 쉽고 짜임새 있게 구성하였다.
- 이 매뉴얼은 국민 다소비 고위험 농산물 20개 품목에 대한 최종제품 모니터링 결과와 단순처리 농산물 제외국 식품 안전관리 가이드 현황 조사 및 고위험 단순처리 농산물 품목별 선행연구조사에 기반하여 만들어졌으므로 모든 유형의 단순처리 업체에 대해 공정에 최적화된 지침을 제공하기에는 분명 한계점이 있으나 가장 보편적인 가공 형태의 단순처리 농산물에 대해서 표준화된 안전 관리 가이드를 제시함으로써 고위험 품목으로 선정된 품목들에 대해서 차후에 공정·유통단계별 모니터링을 추가로 진행할 경우 보완·발전시킬 수 있도록 그 초석을 다지게 되었다 [첨부 1].

제 6 절. 단순처리 농산물 안전관리를 위한 병원성미생물 기준 제시

- 단순처리 농산물은 국내외 안전사고 실태조사 및 분석을 통해 식중독 안전사고의 잠재적 위험이 있음을 파악하였지만 병원성 미생물의 기준·규격이 부재하므로 가열·조리 없이 섭취하는 품목을 중심으로 이를 관리할 필요성이 있다.
- 관련된 규격으로서 신선편이식품은 다음과 같다.

표49. 신선편이식품의 규격

항 목	규 격
대장균	1g 당 10 이하 (즉석섭취식품은 음성이어야 한다.)
황색포도상구균	1g 당 100 이하
살모넬라	음성이어야 한다
장염비브리오균	1g 당 100 이하 (즉석섭취식품, 신선편이식품 중 해산물 함유 제품에 한한다.)
바실러스 세레우스	1g 당 1,000 이하
대장균 O157:H7	음성이어야 한다
클로스트리디움 퍼프린젠스	1g 당 100 이하

- 20건의 단순처리 농산물 품목에 대하여 321건의 모니터링을 실시한 결과 대장균 O157:H7 과 살모넬라는 한건도 검출되지 않았지만 대장균 3.4%, 바실러스 세레우스 73.2%, 황색포도상구균 8.1% 검출되어 이들 식중독균에 대해서는 비교적 완화된 정량규격을 정하여 관리하는 것이 필요하다고 판단 된다.
- 또한 단순처리 농산물은 세척·가열 등 조리를 위한 전처리를 실시하는 식재료로서 신선편이 식품과 같은 규격을 적용하기에는 무리가 있어 완화된 규격을 적용하는 것이 합리적이다.

- 따라서 단순처리 농산물의 관리 규격에 대한 잠정적인 제안은 다음과 같다.

- ◆ 대장균: 품목에 관계없이 10 CFU/g 이하
- ◆ 바실러스 세레우스: 가열·조리없이 섭취하는 단순처리 농산물에 한하여 1,000 CFU/g 이하
- ◆ 황색포도상구균: 가열·조리없이 섭취하는 단순처리 농산물에 한하여 100 CFU/g 이하

- 국내 단순처리 농산물 산업은 대부분 규모가 영세하여 무조건적인 규제를 할 경우 성장중인 단순처리 농산물 시장에 악영향을 줄 수 있어 신중한 검토가 필요하다.
- 규제의 실제 적용은 우수 농산물 GAP 중심으로 시범적으로 우선 도입을 실시하고 일정 기간 효과를 검토한 후에 개정 또는 확대 적용 여부를 결정하는 것이 합리적이라고 판단한다.

제 4 장. 참고문헌

- Warriner, K., Huber, A., Namvar, A., Fan, W., Dunfield, K. 2009. Recent advances in the microbial safety of fresh fruits and vegetables. *Adv. Food Nutr. Res.* 57: 155-208.
- Buck, J. W., Walcott, R. R., Beuchat, L. R. 2003. Recent trends in microbiological safety of fruits and vegetables. *Plant Health Prog.* doi:10.1094/PHP-2003-0121-01-RV (online) Available at: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/review/2003/safety/> (accessed 29.08.11)
- Food and Drug Administration (FDA). 1998. Guidance for industry, guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruit and vegetables. Available at: <http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/ProduceandPlantProducts/UCM169112.pdf> (accessed 22.08.11)
- Sivapalasingam, S., Friedman, C. R., Cohen, L., Tauxe, R. V. 2004. Fresh produce: a growing cause of outbreaks of foodborne illness in the United States, 1973 through 1997. *J. Food Prot.* 67: 2342-2353.
- Statistics Canada. 2002. Food Consumption in Canada: Part II, 2001. Agriculture Division, Livestock and Animal Products Sections, Ottawa, Canada. Available at: <http://publications.gc.ca/Collection-R/Statcan/32-230-XIB/0000132-230-XIB.pdf> (accessed 05.05.12)
- Statistics Canada. 2011. Tables by subject: food and nutrition, food available, by major food groups. Available at: http://www40.statcan.ca/101/ind01/13_920921-eng.htm?hili_famil102 (accessed 02.08.11)
- Berger, C. N., Sodha, S. V., Shaw, R. K., Griffin, P. M., Pink, D., Hand, P., Frankel, G. 2010. Fresh fruits and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environ. Microbiol.* 12: 2385-2397.
- Gomes, C., Da Silva, P., Moreira, R.G., Castell-Perez, E., Ellis, E.A., Pendleton, M. 2009. Understanding *E. coli* internalization in lettuce leaves for optimization of irradiation treatment. *Int. J. Food Microbiol.* 135: 238-247.

- Seo, K. H., Frank, J. F. 1999. Attachment of *Escherichia coli* O157:H7 to lettuce leaf surface and bacterial viability in response to chlorine treatment. *J. Food Prot.* 62: 3-9.
- Erickson, M. C., Webb, C. C., Diaz-Perez, J. C., Phatak, S. C., Silvoy, J. J., Davey, L., Payton, A. S., Liao, J., Ma, L., Doyle, M. P. 2010. Infrequent internalization of *Escherichia coli* O157:H7 into field-grown leafy greens. *J. Food Prot.* 73: 500-506.
- Guo, X., Chen, J., Brackett, R. E., Beuchat, L. R. 2002. Survival of *Salmonella* on tomatoes stored at high relative humidity, in soil, and on tomatoes in contact with soil. *J. Food Prot.* 65: 274-279.
- Lang, N. L., Smith, S. R. 2007. Influence of soil type, moisture content and biosolids application on the fate of *Escherichia coli* in agricultural soil under controlled laboratory conditions. *J. Appl. Microbiol.* 103: 2122-2131.
- Zhang, G., Ma, L., Beuchat, L. R., Erickson, M. C., Phelan, V. H., Doyle, M. P. 2009. Lack of internalization of *Escherichia coli* O157:H7 in lettuce (*Lactuca sativa* L.) after leaf surface and soil inoculation. *J. Food Prot.* 72: 2028-2037.
- Hutchison, M. L., Walters, L. D., Moore, A., Avery, S. M. 2005. Declines of zoonotic agents in liquid livestock wastes stored in batches on-farm. *J. Appl. Microbiol.* 99: 58-65.
- Hanning, I. B., Nutt, J. D., Ricke, S. C. 2009. Salmonellosis Outbreaks in the United States Due to Fresh Produce: Sources and Potential Intervention Measures. *Foodborne Pathog Dis*, 6(6):635-648.
- Gaynor K, et al. 2009. International outbreak of *Shigella sonnei* infection in airline passengers. *Epidemiology and Infection*, 137: 335-341.
- Health Protection Agency. 2004. Outbreak of *Salmonella* Newport infection in England, Scotland, and Northern Ireland: association with the consumption of lettuce. *Commun Dis Rep CDR Weekly*, 14(41).
- Nygard K, Lassen J, Vold L, Aavitsland P, Fisher I. 2004. International outbreak of *Salmonella* Thompson caused by contaminated rucola salad - update. *Euro Surveill.* ;8(51):pii=2602. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=2602>
- Public Health Agency of Canada. 2007. 2005 Annual laboratory surveillance data for enteric pathogens in Canada.

- Rimhanen-Finne, R., Niskanen, T., Hallanvuo, S. 2007. *Yersinia pseudotuberculosis* causing a large outbreak associated with carrots in Finland. *Epidemiol Infect*, 137: 342-347.
- Lewis, H. C., Kirk, M., Ethelberg, S., Stafford, R., Olsen, K. E., Nielsen, E. M., Lisby, M., Madsen, S. B., Mølbak, K. 2007. Outbreaks of shigellosis in Denmark and Australia associated with imported baby corn, August 2007 – final summary. *Euro Surveill*. 2007;12(40):pii=3279. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=3279>
- Canadian Food Inspection Agency. 2007. Los Angeles salad company baby carrots may contain *Shigella* bacteria. Canadian Food Inspection Agency, Ottawa, Ontario.
- Castro-Rosas, J., Gomez-Aldapa, C. A., Acevedo-Sandoval, O. A., Gonzalez Ramirez, C. A., Villagomez-Ibarra, J. R., Hernandez, N. C. 2011. Frequency and behavior of *Salmonella* and *Escherichia coli* on whole and sliced jalapeno and Serrano peppers, *J. Food Prot* 74(6): 874-881.
- Kozak, G. K., Macdonald, D., Landry, L., Farber, J. M. 2012. Foodborne outbreaks in Canada linked to produce: 2001 through 2009. *J. Food Prot*. 76: 173-183.
- Lienemann, T., Niskanen, T., Guedes, S., Siitonen, A., Kuusi, M., Rimhanen-Finne, R. 2011. Iceberg lettuce as suggested source of a nationwide outbreak caused by two *Salmonella* serotypes, Newport and Reading, in Finland in 2008. *J. Food Prot*, 74: 1035-1040.
- Gieraltowski, L., Julian, E., Pringle, J., Macdonald, K., Quilliam, D., Marsdeb-Haug, N., Saathoff-Huber, L., Von Stein, D., Kissler, B., Parish, M., Elder, D., Howard-King, V., Besser, J., Sodha, S., Loharikar, A., Dalton, S., Williams, I., Barton Behravesh, C. 2012. Nationwide outbreak of *Salmonella* Montevideo infections associated with contaminated imported black and red pepper: warehouse membership cards provide critical clues to identify the source. *Epidemiol. Infect.*.
- Gaul, L. K., Farag, N. H., Shim, T., Kingsley, M. A., Silk, B. J., Hyytia-Trees, E. 2013. Hospital-acquired listeriosis outbreak caused by contaminated diced celery – Texas, 2010 [Epub 2012 Sep 20]. *Clinical Infectious Diseases*, 56: 20-26.

- Ethelberg, S., Lisby, M., Bottiger, B., Schultz, A. C., Villif, A., Jensen, T., et al. 2010. Outbreaks of gastroenteritis linked to lettuce, Denmark, January 2010. *Euro Surveill.* 2010;15:pii:19484. [PubMed]
- MacDonald, E., Heier, B., Stalheim, T., Cudjoe, K., Skjerdal, T., Wester, A., Lindstedt, B., Vold, L. 2011. *Yersinia enterocolitica* O:9 infections associated with bagged salad mix in Norway, February to April 2011, *Euro Surveill* 16.
- British Columbia Centre for Disease Control. 2001. Foodborne *Shigella sonnei* outbreak. Laboratory services annual report 2001. Accessed 10 May 2010.
- British Columbia Centre for Disease Control. 2005. 2004 British Columbia annual summary of reportable disease. Available at: http://www.bccdc.ca/NR/rdonlyres/B539453E-4EA1-4B14-AC0E-48480C272BD2/0/Epid_Stats_Research_CDAnnualReport_2004.pdf. Accessed 5 May 2010.
- Ward, L. R., Maguire, C., Hampton, M. D., de Pinna, E., Smith, H. R., Threlfall, E. J., Little, C. L., Gillespie, I. A., et al. 2002. Collaborative investigation of an outbreak of *Salmonella enterica* serotype Newport in England and Wales in 2001 associated with ready-to-eat salad vegetables. *Commun Dis Public Health* 5: 301-304.
- Center for Science in the Public Interest. Outbreak alert database. Available at: http://www.cspinet.org/foodsafety/outbreak_report.html Accessed 2012.
- Horby, P. W., O'Brien, S. J., Adak, G. K., Graham, C., Hawker, J. I., Hunter, P., Lane, C., Lawson, A. J., Mitchell, R. T., Reacher, M. H., Threlfall, E. J., Ward, L. R. 2003. A national outbreak of multiresistant *Salmonella enterica* serovar Typhimurium definitive phage type (DT) 104 associated with consumption of lettuce. *Epidemiology and Infection*, 130: 169-178.
- Crook, P. D., Aguilera, J. F., Threlfall, E. J., O'Brien, S. J., Sigmundsdottir, G., Wilson, D., Fisher, I. S., Ammon, A., Briem, H., Cowden, J. M., Locking, M. E., Tschape, H., van Pelt, W., Ward, L. R., Widdowson, M. A. 2003. A European outbreak of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium definitive phage type 204b in 2000. *Clinical Microbiology and Infection*, 9: 839-45.
- Stafford, R. J., McCall, B. J., Neill, A. S., Leon, D. S., Dorricott, G. J., Towner, C. D., Micalizzi, G. R. 2002. A statewide outbreak of *Salmonella bovis* phage type 32 infection in Queensland. *Communicable Disease Intelligence*, 26: 568-573.

- Takkinen, J., Nakari, U. M., Johansson, T., Niskanen, T., Siitonen, A., Kuusi, M. 2005. A nationwide outbreak of multiresistant Salmonella Typhimurium in Finland due to contaminated lettuce from Spain, May 2005. *EuroSurveillance*. 2005;10(26). Available at: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=2734>
- Hoang, L. M., Fyfe, M., Ong, C., Harb, J., Champagne, S., Dixon, B., Isaac-Renton, J. 2005. Outbreak of cyclosporiasis in British Columbia associated with imported Thai basil. *Epidemiology and Infection*, 133: 23–27.
- Little, C., Gillespie, I. 2007. Managing public health risks and the microbiological quality of fresh produce – UK perspective. Presented at IAFPs 3rd European Symposium on Food Safety, 18 – 19 October 2007, Rome, Italy. Available at: <http://www.foodprotection.org/meetingsEducation/Rome%20Presentations/Microsoft%20PowerPoint%20-%20Little.pdf>
- Soderstrom, A., Lindberg, A., Andersson, Y. 2005. EHEC O:157 outbreak in Sweden from locally produced lettuce, August–September 2005. *EuroSurveillance*, 10 (38). Available at: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=2794>
- Jay, M. T., Cooley, M., Carychao, D., Wiscomb, G. E., Sweitzer, R. A., Crawford-Mikszta, L. C., Farrar, J. A., Lau, D. K., O’Connell, J., Millington, A., Asmundson, R. V., Atwill, E. R., Mandrell, R. E. 2007. *Escherichia coli* O157:H7 in feral swine near spinach fields and cattle, Central California Coast. *Emerging Infectious Diseases*, 13: 1908–1911.
- Pezzoli, L., Elson, R., Little, C., Fisher, I., Yip, H., Peters, T., Hampton, M., De Pinna, E., Coia, J. E., Mather, H. A., Brown, D. J., Møller Nielsen, E., Ethelberg, S., Heck, M., de Jager, C., Threlfall, J. 2007. International outbreak of *Salmonella* senftenberg in 2007. *EuroSurveillance*, 12(24): Article 3. Available at: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?PublicationType=W&Volume=12&Issue=24&OrderNumber=3>
- FSnet (Food Safety Network). 2005a. Health officials investigate *E. coli* O157:H7 cases related to Dole prepackaged lettuce mixes sold at Rainbow Foods. FSnet, 3 October. University of Guelph, Canada. [cited May 2008] Available at: <http://www.health.state.mn.us/news/pressrel/ecoli093005.html>

- FSnet (Food Safety Network). 2005b. E. coli infections traced to contaminated parsley. FSnet, 31 October. University of Guelph, Canada. [cited May 2008] Available at: http://archives.foodsafety.ksu.edu/fsnet/2005/10-2005/fsnet_oct_31.htm#story3
- FSnet (Food Safety Network). 2006. Infectious Agent: E. coli O121:H19. FSnet, 8 August 2006. [cited May 2008] Available at: http://archives.foodsafety.ksu.edu/fsnet/2006/8-2006/fsnet_aug_8-2.htm
- CDC (Center for Disease Control and Prevention). 홈페이지 Available at: <http://www.cdc.gov/>
- Center for Science in the Public Interest. 홈페이지 Available at: <http://www.cspinet.org/>
- Cook, R. 2008. Trends in the Marketing of Fresh Produce and Fresh-cut Products, University of California Davis.
- DeWaal, C. S., Bhuiya, F. 2007. Outbreaks by the numbers: fruits and vegetables 1990-2005. International Association for Food Protection, Poster Presentation P3-03, July 8-11, Orlando, Florida. (Posted at <http://www.cspinet.org/foodsafety/IAFPPoster.pdf>, Accessed 8 August 2007).
- EFSA (European Food Safety Authority). 홈페이지 Available at: <http://www.efsa.europa.eu/>
- FAO (Food and Agriculture Organization). 홈페이지 Available at: http://www.fao.org/index_en.htm
- FDA (U.S. Food and Drug Administration). 홈페이지 Available at: <http://www.fda.gov/>
- FAO/WHO. 2008. Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs. Meeting report.
- USDA (U.S. Department of Agriculture). 2004. Global Trade Patterns in Fruits and Vegetables. Agriculture and Trade Report Number WRS-04-06.
- USDA ERS (U.S. Department of Agriculture Economic Research Service). 홈페이지 Available at: <http://www.ers.usda.gov/>
- FDA (U.S. Food and Drug Administration). 1998. The guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables.
- CFIA (Canadian Food Inspection Agency). 2009. Code of practice for minimally Processed Ready-to-Eat Vegetables.
- The Ohio State University. 2011. Good Agricultural Practices Fruit and

- Vegetable Safety Program.
- United Nations. 2007. Safety and quality of fresh fruit and vegetables: A training manual for trainers.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2011. Urgent advice on the public health risk of Shiga-toxin producing Escherichia coli in fresh vegetables. EFSA Journal 9: 2274.
- R. F. McFeeters, A. O. Barish. 2003. Sulfite Analysis of Fruits and Vegetables by High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) with Ultraviolet Spectrophotometric Detection. J. Agric. Food Chem, 51: 1513-1517.
- MenagereMag. 2013. Rappel de champignons de Paris Légulice vendus dans les magasins Intermarché (2013.02.04.).
- Tuoitrenews. 2012. Vietnam entrepreneurs find fertile ground online (2012.06.20.).
- Tech-food.com. 2011. 南京市场惊现染色脱水蔬菜 产品产自浙江 (2011.08.30.).
- RTLinfo.be. 2013. Certains lots de champignons retirés chez Carrefour: ils contenaient trop de nicotine (2013.01.16.).
- Dawn.com. 2012. Samples of vegetable, fruit found highly contaminated (2012.12.03.).
- About.com Allergies. 2011 Learn From An Allergist About Sulfite and Sulfate Allergy (2011.09.14.).
- AFSCA. 2013. Rappel de DE CHAMPIGNONS DE LA MARQUE FINE FOOD.
- FDA. 2012.. Consumer Alert - Undeclared Sulfites In Fu Xiang Yuan Trading Inc "Lily Dry".
- FDA. 2010. S&M (U.S.A) Enterprise Corp Issues Alert on Undeclared Sulfites in Grow Grove Notes Brand Dried Taro.
- Diagnose-Me.com. 2002-2013. Sulfite Sensitivity: Overview.
- FDA. 2012-2013. Recalls, Market Withdrawals, & Safety Alerts Available at: <http://www.fda.gov/Safety/Recalls/default.htm>
- Cspinet. 1998-2005. Outbreak Alert Database Available at: <http://www.cspinet.org/foodsafety/outbreak/pathogen.php>
- 곽창근 등. 2008. 웰빙식품산업 활성화 방안. *식품산업과 영양*, 13: 17-27.
- 김건희. 2005. 소비자의 신선편이식품에 대한 수요와 요구. *식품저장 및 가공산업*, 4: 2-7.

- 김한이. 2011. 신선편이 식품의 기술적 문제점과 최근 발전방향. 상명대학교 석사학위 논문.
- 배영민 등. 2011. 한국에 유통중인 신선편이 채소류의 미생물 품질 및 병원성 세균의 오염도 조사. *한국식품과학회지*, 43(2): 161-168.
- 식품의약품안전처. 2013. 식품의 기준 및 규격 (2013.04.05. 고시) ‘즉석섭취·편의식품류 미생물 관리규격’.
- 이용선 등. 2009. 신선편이농산물 시장의 실태와 활성화 방안. 한국농촌경제연구원 연구보고, R602.
- 전유명. 2007. 외식 업체 고객의 식품 안전성 인식에 관한 실증적 연구 -패밀리 레스토랑을 대상으로-. *한국조리학회지*, 13: 243-255.
- 전은경. 2008. 신선편이농산물의 유통현황과 향후 발전방안 연구. 경기대학교 석사학위논문.
- 곽수진 등. 2012. 학교급식에서 공급되는 전처리 나물류 및 가공업체에서의 공정별 미생물학적 위해요소 분석. *한국식품위생안전성학회지*, 27: 117-126.
- 조인희 등. 2012. 포장방법에 따른 데침나물의 저장중 품질변화. *한국식품저장유통학회지*, 19: 328-336.
- 박선현 등. 2012. 전처리 나물류(깎 도라지, 데친 고사리)의 제조공정 및 유통 중 저장 조건의 표준화를 위한 연구. *한국식품영양과학회지*, 41: 1611-1618.
- 김진희 등. 2011. 배추김치의 절임공정 조건에 따른 위해미생물 변화. *한국식품위생안전성학회지*, 26: 417-423.
- 배영민 등. 2011. 한국에 유통중인 신선편이 채소류의 미생물 품질 및 병원성 세균의 오염도 조사. *한국식품과학회지*, 43: 161-168.
- 김윤화 등. 2010. 학교급식 식재료 제조·가공업체의 위생관리 실태 조사. *한국식품영양과학회지*, 39: 1535-1544.
- 김일두 등. 2001. 오존수 살수에 의한 콩나물의 성장조건 최적화. *동아시아식생활학회지*, 11: 219-224.
- 최희돈 등. 2000. 침지처리가 콩나물의 생육 및 부패에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 32: 584-589.
- 서정은 등. 2007. 신선편이 양배추 제조공정 단계별 미생물 변화: 공기 중 미생물 변화를 중심으로. *한국식품위생안전성학회지*, 22: 288-293.
- 김수진 등. 2011. 신선편이 농산물 가공업체의 미생물학적 위해 요소 분석 및 중점 관리 지점(CCP)의 검증-신선편이 엽채류 가공업체를 대상으로-. *동아시아식생활학회지*, 21: 392-400.
- 보건복지부. 2011. 2010 국민건강통계.

소비자안전센터 식의약안전팀. 2004. 단순처리 식재료 및 도토리묵의 안전실태 조사.
 대전식품의약품안전청 식중독예방관리과. 2012. 절임배추 세척공정 관리기준.
 한국식품개발연구원. 1999. 무공해 청정 콩나물 제조기술 및 표준공정 개발.
 한국보건산업진흥원. 2008. HACCP 지원사업단 식재료전처리업소 HACCP적용 시범
 사업 보고서.
 국립농산물품질관리원. 2008. 우수농산물관리시설 지정 심사 매뉴얼 (APC부문).
 농촌진흥청. 2007. GAP의 올바른 이해와 안전농산물 생산 매뉴얼.
 농림수산식품부. 2008. 식품 중 농약 잔류허용 기준 및 현황.
 식품의약품안전처. 2010. 알기 쉬운 HACCP 관리.
 AFSCCA & Ruris NV. 2012. 알디(ALDI)사의 아나벨 (Annabelle) 감자 2.5kg 과 들
 래즈(DELHAIZE)사의 아나벨(Annabelle) D365 감자 5Kg.
 AFSCA. 2012. Mechelse Veilingen사 붉은 양배추(Chou rouge).
 식품나라. 2010. 뉴질랜드 청경채에 금지된 살충제 엔도술판 사용.
 식품나라. 2010. 스위스, 태국 수입 야채에서 잔류 농약 검출.
 캐나다 식품검사청(CFIA)과 Uncle T Foods Ltd. 2009. 캐나다 식품검사청(CFIA)과
 Uncle T Foods Ltd. Huipu 브랜드의 건조 중국산 Pachyrhizus (Sweet Potato).
 식품의약품안전청 홈페이지 Available at: <http://www.kfda.go.kr/>
 수확후관리기술 홈페이지 Available at: <http://www.postharvest.or.kr/>
 농수산물무역정보 홈페이지 Available at: <http://www.kati.net/homepage/index.jsp>
 농촌진흥청 홈페이지 Available at: www.rda.go.kr
 농촌진흥청 원클릭 농업기술 홈페이지 Available at: <http://oneclick.rda.go.kr/>
 국립농업과학원 홈페이지 Available at: <http://www.ast.go.kr/>
 대한두채협회 홈페이지 Available at: <http://www.duchae.or.kr/>
 식품의약품안전처 식품오염물질포털 홈페이지 Available at:
<http://www.foodnara.go.kr/pollution/main.jsp>
 식품의약품안전처 잔류농약데이터베이스 홈페이지 Available at:
http://fse.foodnara.go.kr/residue/pesticides/pesticides_info.js
 p
 농촌진흥청 가축분뇨종합정보시스템 홈페이지 Available at:
<http://www.nias.go.kr/envi/main.nias>
 GAP정보서비스 홈페이지 Available at: <http://www.gap.go.kr/>
 원예산업신문. 2010. 원예특작과학원 연구결과 시리즈(김지강 채소과 농업연구사
 463)-신선편이 도라지 포장기술 및 유통기간- (2010.11.01.).
 SBS. 2012. 표백제 성분 마늘·원 참기름...내가 먹었다면? (2012.09.22.).

국민일보. 2011. 중국산 건포고버섯서 이산화황 과다 검출 (2011.07.05.).
보건타임즈. 2011. 중국산 '생강분말'서 이산화황 기준치 14배 초과 검출
(2011.03.08.).
연합뉴스. 2009. 북한산 죽순 표백제 과다 검출..회수명령 (2009.01.20.).
환경부. 2008. 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 (2008.01.01. 시행).
환경부. 2009. 수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙 (2009.10.22. 시행).
식품의약품안전처. 2013. 식품위해요소중점관리기준 (2013.04.05. 고시).
식품의약품안전처. 2013. 식품첨가물의 기준 및 규격 (2013.04.05. 고시).
식품의약품안전처. 2013. 식품위생법 (2013.03.23. 시행).
농촌진흥청. 2013. 농약등의 안전 사용기준 (2013.02.04. 고시).

첨부

[첨부 1] 단순처리 농산물 안전관리 매뉴얼

단순처리 농산물

안전관리 매뉴얼

2013



농림축산식품부



고려대학교
KOREA UNIVERSITY

CONTENTS

제 1 장 단순처리 농산물의 위험요소

제 2 장 단순처리 농산물 생산단계별 위생·안전 가이드

제 3 장 고위험 단순처리 농산물 위생·안전 가이드

제 4 장 단순처리 농산물 작업자 위생관리 가이드

제 1 장 단순처리 농산물의 위험요소

1.

단순처리 농산물의 위험요소 (1) 농장단계



농산물 생산 시

농산물이 생산되는 농장에는
우리 몸에 해로운 영향을 미칠 수 있는
다양한 위험요소들이 있습니다.

1 생물학적 위험요소

- 농장 주변의 비위생적인 환경으로부터 각종 세균, 곰팡이, 바이러스가 다양한 경로를 통해 오염될 수 있습니다.



2

화학적 위험요소

- 농장단계에서 농산물에 살포하는 **농약이나 화학약품이 잔류**하여 우리 몸에 해로운 영향을 미칠 수 있습니다.



농산물을 재배하시 사용하는 농약

- 최대잔류농약허용기준치 (MRL : Maximum Residue Limits)을 초과하는 잔류농약 : 『농약 등의 안전사용기준』 이탈시 주로 발생 (→6페이지)
- 해당 작물에 등록되어 있지 않은 농약 성분
- 허용기준치 이상의 중금속, 오염물질 등
- 기타 인체에 유해한 윤활유, 세척제 성분 등

농산물 품목별 중금속과 잔류농약 기준에 대한 자세한 정보는 식품의약품안전처 식품오염물질포털과 잔류농약데이터베이스에서 검색 및 조회가 가능합니다.

▶ 식품오염물질포털 : <http://www.foodnara.go.kr/pollution/main.jsp>

▶ 잔류농약데이터베이스 : http://fse.foodnara.go.kr/residue/pesticides/pesticides_info.jsp

3

물리적 위험요소

- 농장에서 농산물 수확 시 사용하는 각종 기구가 파손될 경우 금속조각이 농산물에 잔류할 수 있습니다.
- 쉽게 제거하기 어려운 뿌리나 표면의 갈라지거나 파인 부위에 흙이나 돌, 나무조각 같은 다양한 이물질이 혼입되어 잔류할 수 있습니다.



농산물 수확 시 사용하는 기구의 파손 주의



흙, 돌, 나무조각 등 이물질 오염 주의

2.

단순처리 농산물의 위험요소 (2) 가공공장단계



농장뿐만 아니라 농산물 가공공장에서도 단계별로 다양한 위험요소들이 있습니다.

1 원료투입 및 예냉

- 원료 농산물에 잔존할 수 있는 세균, 곰팡이, 바이러스
- 비위생적 운반 용기(타공박스, 팔레트) 및 저장시설에 의한 교차오염
- 원료 농산물에서 기인하는 이물 잔류

2 흡제거 및 선별

- 비위생적인 작업대와 도구에 의한 교차 오염
- 선별작업자의 부주의로 이물 잔류

3 1·2차 세척

- 비위생적인 세척·소독·탈수 설비 사용에 의한 교차오염
- 농산물 세척에 지하수 사용 시 세균, 바이러스 오염 가능성
- 불충분한 세척 및 소독으로 인한 위험요소 잔존
- 용수 및 설비에서 기인한 이물 혼입

4 포장

- 비위생적 포장설비에 의한 교차 오염
- 잘못된 화학물질 오용
- 포장설비에서 기인한 이물 혼입

5 저장 및 출하

- 포장재 파손 및 열악한 창고 저장 환경으로 인한 오염
- 운송 차량에서 교차 오염 및 온도 이탈에 의한 미생물 증식

전 공정단계

- 방충방서 실패로 인한 쥐·벌레의 서식, 비위생적인 작업자에 의한 오염 및 이물 혼입

제 2 장 단순처리 농산물 생산단계별 위생·안전 가이드

1.

농장단계 위생·안전관리 요령



농산물 생산 시

농산물 생산 시 농장에서 고려할 사항은 다음과 같습니다.

- 1) 재배단계 위험요소 관리
- 2) 수확단계 위험요소 관리
- 3) 작업자 위생 관리

❖ 재배단계 위험요소 관리

1 토양

- 경작지가 과거 화학공장이나 축사 등 오염원이 될 수 있는 용도로 사용된 적은 없는지 파악합니다.
- 경작지 주변 지역에 교차오염의 잠재적 오염원(폐광산, 산업폐수, 폐기물처리장, 분뇨처리시설 등)이 있는지 파악하고 이를 사전에 차단하는 것이 중요합니다.
- 농약관리법, 비료관리법 등 관련법령을 준수하여 농약, 비료, 기타 화학적 농자재를 사용해야 합니다.



2 용수

- 출처가 명확한 안전한 물을 용수로 사용해야 합니다.
- 수원지는 지표면에 오염원이 없는 곳을 선정합니다.
- 퇴비저장소와 축사는 경작지와 수원지로부터 최대한 멀리 배치합니다.
- 수원지 근처에서 농약 등의 화학제 사용을 금지합니다.



3

동물 접근 차단

- 용수시설, 재배지, 저장시설, 가공 및 포장시설은 울타리를 설치하여 **각종 세균, 곰팡이, 바이러스의 매개체가 될 수 있는 동물의 접근을 차단**합니다.



4

퇴비

- 퇴비는 **작물을 심기 전에 공급**하는 것이 좋으며, 퇴비 공급 시기는 **수확기에서 최대한 멀리**합니다.
- 퇴비는 농작물의 뿌리에 공급하고 **흙으로 덮어 가식부위와의 직접 접촉을 피해야** 합니다.
- 퇴비사용량은 **농업전문기관(각 시·군 농업기술센터, 농협 토양진단센터 등)에서** 현재 토양이 어떤 상태 인지 알아보는 **시비처방서를 발급**받아 결정해야 합니다.
- 비료 살포에 사용하는 **장비는 청결하게 관리**하고, **정확한 양을 살포하도록 관리**해야 합니다.
- 하수처리과정에서 발생한 찌꺼기인 **하수오니**, 고온의 퇴비화 과정을 거치지 않아서 위험한 세균, 바이러스 등이 잔존할 수 있는 **미부숙 퇴비를 사용하지** 않아야 합니다.



퇴비 공급

퇴비 관리 방법



퇴비 공정 관리

- 비나 새의 배설물 등에 의한 2차 오염 방지 지붕 설치
- 퇴비화 중 수분함량 40-60%, 품온 55°C 이상으로 관리
- 퇴비를 뒤집어 줄 때 사용하는 기계의 위생적인 관리
- 내수성 재질을 사용하여 여과액의 누출 방지

퇴비저장소는 신선 농산물 생산 장소에서 멀리 위치

가축분뇨처리시설 관련 기술동향에 대한 자세한 정보는 농촌진흥청 가축분뇨종합정보 시스템 자료실에서 검색 및 조회가 가능합니다. ▶ <http://www.nias.go.kr/envi/main.nias>

❖ 수확단계 위험요소 관리

1 수확 중

- 수확에 사용하는 기기 및 용기는 주기적으로 세척·소독합니다.
- 농산물 손상에 의해 위험요소가 내부로 유입될 위험이 있으므로, 수확 시 기구 및 기계에 의한 손상에 주의해야 합니다.
- 농산물은 가공장으로 옮기기 전 최대한 흙과 먼지를 제거합니다.
- 『농약등의 안전 사용기준』에 따른 농약사용시기 및 횟수의 준수 여부를 확인합니다.



『농약등의 안전 사용기준』에 대한 자세한 정보는 농촌진흥청 법령정보 자료실에서 검색 및 조회가 가능합니다. ▶ <http://www.rda.go.kr>

2 수확 후

- 수확 후 농산물의 냉각에 사용하는 물은 아래 용수 관리 방법에 따라 위생적으로 관리해야 합니다.
- 포장재는 먼지와 각종 오염물질들로부터 밀폐하여 위생적으로 관리합니다.

수확 후 예냉에 사용하는 용수의 관리 방법

- 살균된 물을 사용하며 물탱크 등 관련된 설비는 항상 청결하게 유지관리 합니다.
- 과실류·채소류 등 식품의 살균 목적으로 허용된 살균제를 첨가할 수 있으며 살균제 사용시 『식품첨가물의 기준 및 규격』을 따라야 합니다.
- 냉각 혹은 세척에 사용되는 물은 흙이나 기타 부유물의 포화를 막기 위해서 자체적인 검증을 통해 교체 주기를 설정하여 실행합니다(엽채류의 경우 13페이지 참고).

『식품첨가물의 기준 및 규격』에 대한 자세한 정보는 식품의약품안전처 법령 자료실에서 검색 및 조회가 가능합니다. ▶ <http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=90>

❖ 작업자 위생 관리

1 작업자 위생

- 모든 작업자에게 올바른 손 씻기 교육을 해야합니다(→20페이지).
- 손을 수시로 세척해야 하며 손톱을 청결하게 유지합니다.
- 작업자는 위생복장을 갖추어야 합니다(→ 21페이지).
- 환자 발생 시 관리자는 환자를 농산물과 접촉하지 않도록 해야 합니다.
- 상처는 오염을 일으키므로 부상에 대비하여 응급처치세트를 작업장 곳곳에 비치해야 합니다.



위생복(작업복)과 사복의 분리 보관



응급처치세트

2 작업자 위생시설

- 화장실은 경작지와 수원지로부터 떨어져 있어야 하며, 작업구역으로부터는 최대 400m 격리할 것을 권고합니다.
- 최소한 작업자 20명당 변기 1개를 설치할 것을 권고합니다.
- 화장실은 하수시설에 연결되어 있어야 합니다.
- 손 씻는 장소는 항상 깨끗한 물이 공급되고 비누, 일회용 타월이 비치되어야 합니다.



종업원 수 대비 충분한 변기 설치 및 손 씻는데 필요한 도구 비치

2.

가공단계 위생·안전관리 요령



단순처리 농산물 가공 시

단순처리 농산물 가공 시 공장에서
고려해야 할 사항은 다음과 같습니다.

- 1) 단순처리 농산물 생산공정
- 2) 그 외 기타 교차오염 요인

❖ 단순처리 농산물 생산공정

1 원료투입 및 예냉

- 단순처리 농산물의 원료는 농산물 생산이 안전하게 관리되는 신뢰성 있는 농장에서 구입합니다.
- 예: GAP(Good Agricultural Practices) 적용 농가



GAP(우수 농산물 인증제도) 란?

농산물의 생산, 수확, 포장단계까지 철저한 관리를 통해 안전한 농산물의 생산을 인증해주는 제도를 말합니다.

GAP에 대한 자세한 정보는 GAP 정보서비스에서 검색 및 조회가 가능합니다. (<http://www.gap.go.kr/index.action>)

- 원료 농산물 입고 시 검사를 실시하여 자체적으로 입고검사기준을 수립하고 부적합 판정시 반품 등의 필요한 조치를 취해야 합니다.
- 잔류농약, 중금속과 같은 화학적 위해요소는 공정 중에 관리가 불가능하므로 원료입고단계에서 차단해야 합니다.
- 팔레트 등 원물에 사용되는 용기는 작업장 내에 반입을 금지하여 구분관리해야 합니다.

2

흡제거 및 선별

- 농산물과 직접 접촉하는 도구는 반드시 세척·소독 후에 사용합니다.
- 사용한 작업대 및 도구는 소독제 또는 열수를 이용하여 철저히 소독합니다.
- 작업 완료 후 깨끗이 세척·소독한 도구는 지정된 장소에 위생적으로 보관합니다.
- 발견되는 주요 이물에 대해 **작업자 교육**을 실시합니다.



작업대, 도구 관리 불량에 의한
교차오염 방지

3

1·2차 세척

- 자사 세척 설비의 특성에 따라 세척 및 소독 기준을 설정하여 설비를 청결히 관리해야 합니다.

시설·설비·도구의 세척 및 소독 기준 내 포함 항목

- 세척·소독의 대상 및 부위
 - 세척·소독방법 및 사용되는 도구
 - 세척·소독 주기
 - 담당자
- 저수조를 『수도시설의 청소 및 위생 관리 등에 관한 규칙』에 따라 반기 1회 이상 청소해야 하며 밀폐 덮개를 설치해야 합니다.
 - 지하수를 사용하는 경우 『먹는 물 수질기준』에 준하여 연 1회 이상 전 항목에 대한 수질검사를 실시합니다(상수도 해당사항 없음).
 - 원료 농산물 내 미생물의 저감효과에 대한 **검증을 통하여 적절한 소독 방법을 채택**할 수 있으며 살균제 사용시 『식품첨가물의 기준 및 규격』을 따라야 합니다.



세척설비 위생관리



적절한 소독 방법 채택

『먹는물 수질기준』에 대한 자세한 정보는 환경부 법령/정책 자료실에서 검색 및 조회가 가능합니다. ▶ http://www.me.go.kr/web/64/me/c3/me_sub3.do

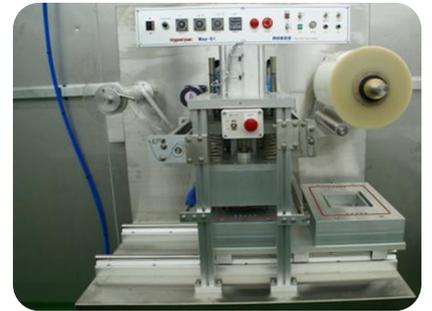
- 자사 탈수 설비의 특성에 따라 세척 및 소독기준을 설정하여 설비를 청결히 관리합니다(→9페이지).
- 공정 중에 주기적으로 세척 및 탈수 설비를 점검하여 부속품 이탈여부 등의 이상유무를 확인합니다.
- 용수에서 기인하는 쇧가루 등의 이물을 막기위해 이물필터를 설치하여 운영할 수 있습니다.



탈수설비 위생관리

4 계량 및 포장

- 포장재는 밀폐된 곳에 보관하고 사용 전 위생 상태를 확인합니다.
- 자사 포장 설비의 특성에 따라 세척 및 소독 기준을 설정하여 설비를 청결히 관리합니다(→9페이지).
- 설비 소독 및 세척 이후 소독제 잔류 여부를 확인하여 교차오염을 방지해야 합니다.
- 색택 보정 등의 목적으로 『식품첨가물의 기준 및 규격』에서 허용되지 않은 화학물질을 사용해서는 안됩니다.
- 공정 중에 주기적으로 계량 및 포장 설비를 점검하여 부속품 이탈여부 등의 이상유무를 확인합니다.
- 제품과 공정의 특성을 고려하여 적절한 이물검출장비를 운영할 수 있습니다.



포장설비 위생관리

5 보관 및 출하

- 가공 처리되어 조직이 손상된 단순처리 농산물은 오염에 취약하므로 다음과 같은 온도조건에서 유통해야합니다(특히 별도의 가열 조리 과정없이 섭취하는 경우 반드시 준수 요망).



주기적인 창고환경점검
제품보관 5°C 이하



식품/비식품 분리적재
10°C 이하 저온 수송



차량온도기록지 설치
온도 이탈 내역 기록

❖ 그 외 기타 교차오염 요인

1 작업자 위생관리 미흡



- 작업자에 대한 **정기적 위생교육**을 실시합니다.
- 작업자 건강 상태 및 복장규정, 손씻기 절차 준수 여부 등을 확인합니다(→20, 21 페이지).

2 방충방서 관리 미흡



- **작업장을 밀폐** 관리하여 곤충 및 설치류의 침입을 방지합니다.
- **포충등 및 트랩을 설치**하여 작업장 내 구역별 해충의 개체수를 모니터링 및 기록 유지합니다.
- 갑작스런 증식 등 특이사항 발생시 원인개소를 파악하여 **방역 등의 조치**를 취해야 합니다.
- **전문방역업체의 컨설팅**으로 자사의 문제점을 효과적으로 진단하고 해결할 수 있습니다.

3 부적절한 폐기물 처리



- 집수조는 작업장과 분리하여 오염원 및 악취를 차단해야 합니다.
- 각 공정별 폐기물통은 **표식하고 밀폐**하여 관리합니다.

제 3 장 고위험 단순처리 농산물 위생·안전 가이드

고

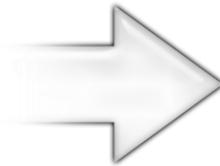
위험 단순처리 농산물



시중에 유통되는 단순처리 농산물 중
미생물학적 위험요소가 발생할 가능성이 높은
고위험 단순처리 농산물은 다음과 같습니다.

1 농산물 분류 별 고위험 단순처리 농산물

- 흙에 노출되는 면적이 넓고, 표면의 미생물을 제거하기 어려운 **엽채류**, **엽경채류**와 흙 속에 자라는 **근채류**의 위험요소 발생률이 높습니다.



- ❖ 엽채류 농산물의 예: 배추, 상추, 시금치, 취나물, 깻잎 등
- ❖ 엽경채류 농산물의 예: 고사리, 대파, 미나리 등
- ❖ 근채류 농산물의 예: 당근, 도라지, 무, 연근 등

2 단순처리 가공 형태별 고위험 농산물

- 생산 중 작업자의 손을 많이 거치는 **다듬기**, **박피** 농산물에서 위험요소가 발생할 가능성이 높습니다.
- 부적절한 방법으로 가공된 **세척**, **데침** 농산물도 조심해야 합니다.

위험요소 발생가능성이 높은 고위험 단순처리 농산물

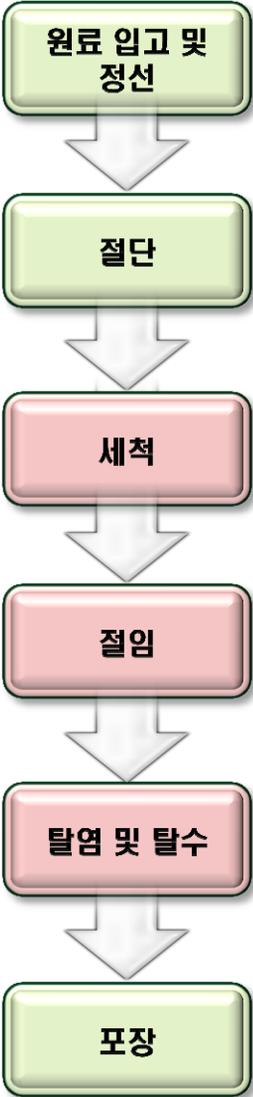
- ▶ 절임배추/배추, 고사리, 취나물, 콩나물, 도라지

1.

절임배추/배추



배추는 국내 소비량이 특히 많은 대표적인 **엽채류** 농산물입니다. 절임공정과 탈수공정에 대한 관리를 통하여 공정중 오염에 주의해야 합니다.



위험 발생 주요 공정

- 절임공정** : 업체 별로 상이하지만 염수 관리 미흡으로 인하여 높은 미생물 오염이 발생할 수 있습니다.
- 탈수공정** : 탈수 시 온도 및 시간 관리가 미흡하면 미생물 증식이 급격히 일어나게 되므로 이에 대한 관리가 중요합니다.

⚠ 위험요소 제거 Tip

- 절임공정** : 천일염을 사용하여 염수의 농도는 약 8-12%로 하며, 사용한 절임염수는 2회 이상 반복 사용하지 않습니다. 절임시간의 경우 하절기 6-8시간, 동절기 8-10시간이 적절합니다.
- 탈수공정** : 탈수작업구역 온도는 18℃ 이하를 권장하고 탈수는 3-4 시간이 적당합니다

※ 세척수 교체간격(분) ≤ $\frac{\text{초기수량(ℓ)}}{\{\text{세척배추(kg/분)} \times 3(\ell/\text{kg})\} - \text{급수량(ℓ/분)}}$

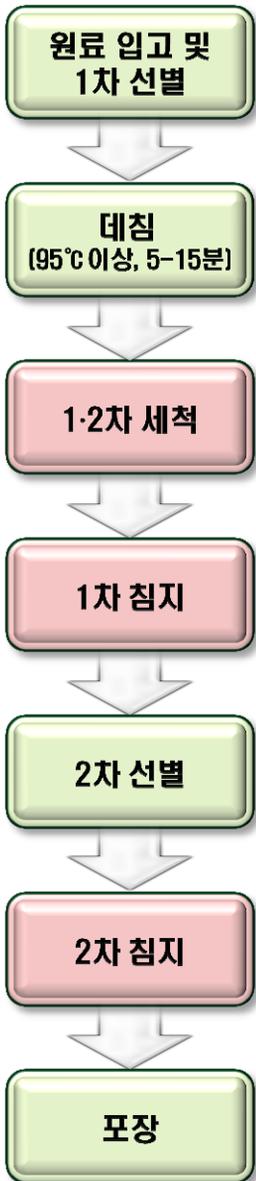
절임배추 세척공정 관리기준 제시에 대한 자세한 정보는 대전식약청 알림마당 공지사항에서 확인하실 수 있습니다. ▶ <http://www.mfds.go.kr/daejeon/index.jsp>

2.

고사리



고사리는 대표적인 **엽경채류**이자 **데침**농산물입니다. 데침 공정 이후의 온도관리와 공정 관리 기준을 준수하여 공정중 오염에 주의해야 합니다.



위험 발생 주요 공정

세척공정

세척과정에서 오염도가 데침공정 이전의 원물 수준으로 다시 증가할수 있다는 보고가 있으며 이는 비위생적인 작업자, 작업도구, 세척조에 의한 교차 오염이 원인이 될 수 있습니다.

침지공정

2차 침지공정을 거치면 원물의 오염수준을 넘을 가능성이 있으며 이는 낙하균의 혼입, 잔류 미생물의 증식, 비위생적인 작업자, 작업도구에 의한 교차오염이 원인이 될 수 있습니다.



위험요소 제거 Tip

세척공정

세척조의 세척/소독 방법을 수립하고 작업자 위생관리를 하여야 합니다.

침지공정

침지 시 덮개를 사용하고 10°C 이하의 냉장침지를 통하여 낙하균 및 잔존 미생물의 증식을 방지해야 합니다.

※ 고사리는 일반적으로 수확 후 노지에서 건조 중 위생적으로 제어가 어려우므로 원료공급업체에 대한 지속적인 관리와 철저한 입고검사를 해야합니다.

3.

취나물



취나물은 **엽채류**이자 **데침** 농산물입니다.
 데침 공정 이후의 온도관리와 공정 관리 기준을
 준수하여 공정중 오염에 주의해야 합니다.



위험 발생 주요 공정

데침 이후

데침 이후 세척 및 침지 과정에서 오염도가 급격히 증가하는 고사리와는 달리 취나물의 경우 데침 직후부터 포장까지 단계별로 비슷한 수준의 높은 오염도를 보이므로 데침 이후 전공정에서 위생적인 노력이 필요합니다.

출하공정

취나물의 출하 후 10°C 냉장보관 시 이틀 후 오염도가 2배 이상 증가할 수 있습니다.



위험요소 제거 Tip

데침 이후

비위생적인 작업자, 설비·도구에 의한 교차오염을 방지하여야 합니다.

출하공정

제품은 당일 출고하며, 출고 시 냉장온도 기준 10°C 이하를 준수하여 급격한 미생물 증식을 방지합니다.

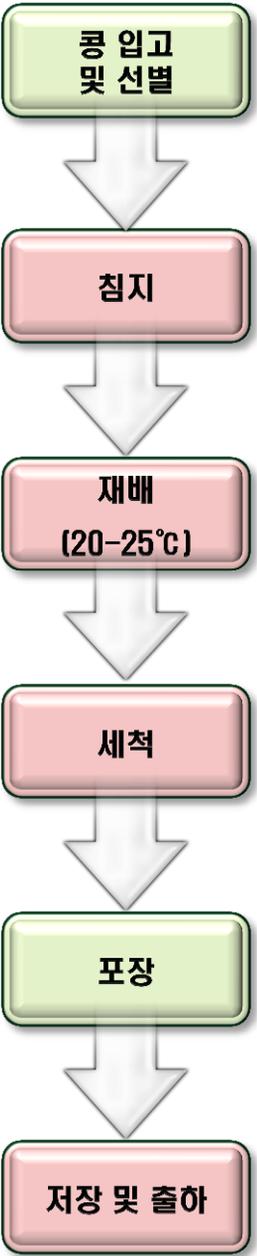
※ 취나물은 데침공정 직후에도 오염도가 높아 좋은 원료를 공급하는 것이 중요하므로 농산물 생산이 안전하게 관리되는 신뢰성 있는 농장을 원료공급업체로 선정하여 지속적으로 관리해야 합니다.

4.

콩나물



콩나물은 세척 농산물이지만 미생물 오염수준이 높습니다. 공정 관리 기준을 준수하여 공정 중의 오염을 막고 용수와 작업자 위생에도 주의해야 합니다.



위험 발생 주요 공정

- 침지공정** : 침지 초기에는 균수가 감소하지만 시간이 지날수록 증식이 일어날 수 있으므로 침지 시간 준수가 중요합니다.
- 재배, 세척공정** : 지하수를 사용하는 업체가 많으므로 용수에서 기인할 수 있는 다양한 위험요소에 노출될 수 있습니다.
- 저장 및 출하공정** : 콩나물 저장 및 출하 시 주된 문제점은 높은 초기 균수이므로 온도관리에 주의해야 합니다.

! 위험요소 제거 Tip

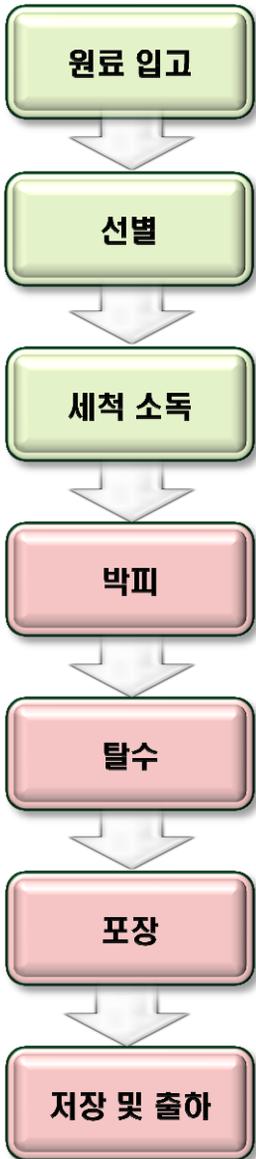
- 침지공정** : 침지는 20분 이내로 실시하고 천연항균물질을 사용하여 콩의 초기균수를 감소시킬 수 있습니다.
- 재배, 세척 공정** : 지하수 사용 시 『먹는 물 수질기준』에 준하여 연 1회 이상 전 항목에 대한 수질검사를 실시합니다.
- 출하공정** : 제품은 당일 출고하며, 출고 시 냉장온도 기준 10°C 이하를 준수하여 미생물의 급격한 증식을 방지합니다.

5.

도라지



도라지는 **박피** 농산물로써 **미생물 오염수준이 높습니다.** 작업자 위생, 공정 관리 기준 준수로 공정중 교차 오염에 주의해야 합니다



위험 발생 주요 공정

- 탈수, 포장 공정**
세척 과정에서 오염도가 소폭 감소하지만 탈수와 포장 공정을 거치면서 다시 증가하는 특성이 보고되고 있어 주의가 필요합니다.
- 저장 및 출하 공정**
4°C 저장 시 4일, 10°C 저장 시 2일이면 미생물 오염도가 허용할 수 없는 수준으로 증가할 수 있기 때문에 적절한 온도 관리가 중요합니다.

! 위험요소 제거 Tip

- 탈수, 포장 공정**
비위생적인 작업자·시설·설비·도구에 의한 교차오염을 방지해야 합니다.
- 저장 및 출하 공정**
박피 도라지의 최적 저장 조건은 4°C, 3일 이내이므로 제품은 당일 출고하며 출고 시 냉장기준 10°C 이하를 준수하여 급격한 미생물 증식을 방지합니다.

※ 도라지는 원물에서부터 높은 오염도를 보이고 모든 공정 단계에서 비슷하게 오염도가 높은 편이므로 신뢰성 있는 농장을 원료공급업체로 선정하여 원료 단계에서부터 지속적인 위생관리를 해야합니다.

제 4 장 단순처리 농산물 작업자 위생관리 가이드

1.

단순처리 농산물 작업자 위생관리 포인트

농산물도 식품입니다.

단순처리 농산물 작업자도

식품 작업자라는 위생의식을 가져야 합니다.

식품

농산물

1 정기적인 위생 교육

- 영업자와 종업원 ▶ 8시간 이상의 식품위생 교육을 이수합니다.
- 파트타임 근로자 ▶ 손씻기 등 개인위생수칙을 철저히 숙달하도록 합니다.



2 건강진단 관리상태 점검

- 작업자를 뽑을 때 보건증이 있는지 확인합니다.
- 작업자는 **1회/년 정기 건강진단**을 통하여 보건증 유지합니다.
(건강진단 항목 : 장티푸스, 폐결핵, 전염성 피부질환)
- 사전에 환자를 파악하고 증상에 따라 생산라인으로부터 격리합니다



3 각종 식품관련 위생 지침 준수

- 작업 중 상처를 입었을 경우
 - ▶ 상처부위를 소독하고 보호하여 제품의 교차오염을 방지합니다.
- 설사, 구토, 열 등의 증상을 호소하는 작업자
 - ▶ 제품과 접촉하는 업무에서 격리시킵니다.



2.

작업자 개인위생 관리 방법

다음은 농장이나 가공장 출입 시
작업자의 개인위생을 관리할 수 있는 방법입니다.

1 위생적인 복장

- 사물함은 위생복(작업복)과 사복을 분리시켜 교차오염을 방지합니다.
- 작업이 요구하는 청결도에 따라 작업복, 머리망, 마스크를 착용합니다.
- 물 사용이 많은 단순처리 농산물 업체의 특성상 **앞치마, 고무장갑, 장화의 위생관리**가 필요합니다.



2 올바른 손씻기

- 손씻는 방법을 잘 보이는 곳에 게시합니다.
- 비누, 소독제는 항상 충분하도록 관리합니다.
- 주기적으로 **손 세척 및 소독의 유효성을 검증**합니다.
- 세제 및 소독제의 **안전성 증빙 서류(MSDS)**를 보유합니다.

* MSDS (Material Safety Data Sheet) : 화학물질을 안전하게 사용하고 관리하기 위한 정보를 기재한 문서로서 제조자명, 제품명, 성분과 성질, 취급상 주의, 적용법규, 사고시의 응급처리 방법 등이 기입되어 있다.



3 작업장 입실 전 고려하기

- 시계, 반지, 목걸이, 귀걸이 등 **장신구를 제거**합니다.
- 담배, 휴대폰, 음식물 등 **개인물품은 반입을 금지**합니다.
- 손톱, 수염을 깎고 매니큐어, 인조손톱, 속눈썹은 사용 금지합니다.
- 진한 화장 및 향수 사용을 금지합니다.



3.

작업자 개인위생 관리 방법

다음은 올바른 손씻기 방법입니다.



1



흐르는 따뜻한 물에 손과 팔을 적십니다.

2



손을 씻기에 충분한 양의 비누를 바릅니다.

3



손에서 팔꿈치까지 깨끗이 비누칠하여 닦습니다.

4



두 손을 깎지껴서 손가락 사이사이를 문지릅니다.

5



손톱 브러시를 이용해 손톱까지 깨끗이 닦습니다.

6



흐르는 물에 비눗기를 완전히 씻습니다.

7



종이 수건으로 손을 닦고 완전히 건조시킵니다.

8



사용한 종이수건은 휴지통에 버립니다.

9



소독으로 마무리합니다.

4.

가공공장 출입자 위생복 착용기준

농산물 가공공장 출입 시에는 위생복을 착용합니다.
올바른 위생복의 관리 및 착용방법은 다음과 같습니다.

- ❁ 위생복은 작업 구역별로 구분하여 착용 합니다.
- ❁ 주머니와 단추 등이 외부로 노출되지 않아야 합니다.
- ❁ 소매 끝, 바지 끝에 고무줄 또는 밴드를 장착해야 합니다.
- ❁ 손, 발, 얼굴 일부를 제외한 신체부위가 노출되지 않아야 합니다.
 - ▶ 작업 중에 작업복의 소매를 걷어 올리지 않아야 하고,
 - ▶ 반소매 작업복을 착용하지 않아야 합니다.
- ❁ 작업 완료 후 주기적으로 세탁하여 항상 청결한 상태로 유지합니다.
- ❁ 위생모는 머리카락과 귀 부위가 보이지 않도록 착용합니다.
- ❁ 마스크는 코까지 완전히 덮어야 하고 매일 새 것으로 교체합니다.
- ❁ 위생화는 내수성 재질이어야 하고 작업장 내외를 구분합니다.
- ❁ 식품과 직접 접촉하거나 식품과 접촉하는 도구를 만질 때는 반드시 위생장갑을 착용합니다.
- ❁ 오염이 우려되는 물체를 만졌을 경우 위생장갑을 교체합니다.
- ❁ 공정간 오염 방지를 위해 작업 전환 시마다 위생장갑을 교체합니다.

다음은 단순처리 농산물 가공공장 구역별 위생복 착용 기준입니다.

착용품		생산작업자		생산작업자 이외 인원	
		포장구역	가공구역	직원	견학자
위생모		○	○	○	○ 견학자용
마스크		○	필요 시 착용	필요 시 착용	필요 시 착용
위생복		○	○	○	○ 견학자용
앞치마		○	○	X	X
위생장갑		○	○	X	X
위생화		○	○	○ 작업장용	○ 견학자용

참고문헌

1. 광수진 등. 2012. 학교급식에서 공급되는 전처리 나물류 및 가공업체에서의 공정별 미생물학적 위해요소 분석. 한국식품위생안전성학회지, 27: 117-126.
2. 조인희 등. 2012. 포장방법에 따른 데침나물의 저장중 품질변화. 한국식품저장유통학회지, 19: 328-336.
3. 박선현 등. 2012. 전처리 나물류(깎 도라지, 데친 고사리)의 제조공정 및 유통 중 저장조건의 표준화를 위한 연구. 한국식품영양과학회지, 41: 1611-1618.
4. 김진희 등. 2011. 배추김치의 절임공정 조건에 따른 위해미생물 변화. 한국식품위생안전성학회지, 26: 417-423.
5. 배영민 등. 2011. 한국에 유통중인 신선편이 채소류의 미생물 품질 및 병원성 세균의 오염도 조사. 한국식품과학회지, 43: 161-168.
6. 김윤화 등. 2010. 학교급식 식재료 제조·가공업체의 위생관리 실태 조사. 한국식품영양과학회지, 39: 1535-1544.
7. 김일두 등. 2001. 오존수 살수에 의한 콩나물의 성장조건 최적화. 동아시아식생활학회지, 11: 219-224.
8. 최희돈 등. 2000. 침지처리가 콩나물의 생육 및 부패에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 32: 584-589.
9. 서정은 등. 2007. 신선편이 양배주 제조공정 단계별 미생물 변화: 공기 중 미생물 변화를 중심으로. 한국식품위생안전성학회지, 22: 288-293.
10. 김수진 등. 2011. 신선편이 농산물 가공업체의 미생물학적 위해 요소 분석 및 중점 관리 지점(CCP)의 검출-신선편이 업체를 대상으로-. 동아시아식생활학회지, 21: 392-400.
11. 대전식품의약품안전청 식중독예방관리과. 2012. 절임배추 세척공정 관리기준.
12. 한국식품개발연구원. 1999. 무공해 청정 콩나물 제조기술 및 표준공정 개발.
13. 한국보건산업진흥원. 2008. HACCP 지원사업단 식재료전처리업소 HACCP적용 시범사업 보고서.
14. 국립농산물품질관리원. 2008. 우수농산물관리시설 지정 심사 매뉴얼 (APC부문).
15. 농촌진흥청. 2007. GAP의 올바른 이해와 안전농산물 생산 매뉴얼.
16. 농림수산식품부. 2008. 식품 중 농약 잔류허용 기준 및 현황.
17. 식품의약품안전처. 2010. 알기 쉬운 HACCP 관리.
18. The Ohio State University. 2011. Good Agricultural Practices Fruit and Vegetable Safety Program.
19. United Nations. 2007. Safety and quality of fresh fruit and vegetables: A training manual for trainers.
20. EFSA (European Food Safety Authority). 2011. Urgent advice on the public health risk of Shiga-toxin producing *Escherichia coli* in fresh vegetables. EFSA Journal 9: 2274.

참고문헌

21. FDA (U.S. Food and Drug Administration). 1998. The guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables.
22. CFIA (Canadian Food Inspection Agency). 2009. Code of practice for minimally Processed Ready-to-Eat Vegetables.
23. 농촌진흥청 원클릭 농업기술 홈페이지 Available at: <http://oneclick.rda.go.kr/>
24. 대한두채협회 홈페이지 Available at: <http://www.duchae.or.kr/>
25. 식품의약품안전처 식품오염물질포털 홈페이지 Available at:
<http://www.foodnara.go.kr/pollution/main.jsp>
26. 식품의약품안전처 잔류농약데이터베이스 홈페이지 Available at:
http://fse.foodnara.go.kr/residue/pesticides/pesticides_info.jsp
27. 농촌진흥청 가축분뇨종합정보시스템 홈페이지 Available at: <http://www.nias.go.kr/envi/main.nias>
28. GAP정보서비스 홈페이지 Available at: <http://www.gap.go.kr/>
29. 원예산업신문. 2010. 원예특작과학원 연구결과 시리즈(김지강 채소과 농업연구사 463)-신선편이 도라지 포장기술 및 유통기간-. (2010.11.01)
30. 환경부. 2008. 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 (2008.01.01. 시행).
31. 환경부. 2009. 수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙 (2009.10.22. 시행).
32. 식품의약품안전처. 2013. 식품위해요소중점관리기준 (2013.04.05. 고시).
33. 식품의약품안전처. 2013. 식품첨가물의 기준 및 규격 (2013.04.05. 고시).
34. 식품의약품안전처. 2013. 식품위생법 (2013.03.23. 시행).
35. 농촌진흥청. 2013. 농약등의 안전 사용기준 (2013.02.04. 고시).

