



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學博士 學位論文

절임배추 생산 중의 위해요소
저감화를 위한 공정 최적화



2012年 2月

釜慶大學校 大學院

食 品 工 學 科

金 眞 喜

工學博士 學位論文

절임배추 생산 중의 위해요소
저감화를 위한 공정 최적화

指導教授 梁 志 榮

이 論文을 工學博士 學位論文으로 提出함

2012年 2月

釜慶大學校 大學院

食品工學科

金 眞 喜

김진희의 공학박사 학위논문을 인준함

2012년 2 월 24 일



주 심 이학박사 박건영 (인)

위 원 이학박사 김군도 (인)

위 원 농학박사 이양봉 (인)

위 원 약학박사 김영목 (인)

위 원 농학박사 양지영 (인)

목 차

Abstract

List of Tables

List of Figures

I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	7
1. 시료채취	7
2. 시료 전처리	7
3. 배지 및 시약	8
4. 균주배양	8
5. 병원성 및 위생지표 세균	8
6. 미생물 분석	9
6.1 Total aerobic bacteria count	9
6.2 Coliform group, <i>Escherichia coli</i>	9
6.3 <i>Staphylococcus aureus</i>	10
6.4 <i>Salmonella typhimurium</i>	10
6.5 <i>E. coli</i> O157:H7	11
6.6 <i>Listeria monocytogenes</i>	12
6.7 <i>Bacillus cereus</i>	12
6.8 <i>Yersinia enterocolitica</i>	13
6.9 <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	14
6.10 <i>Clostridium perfringens</i>	15

6.11 <i>Campylobacter jejuni</i> -----	15
6.12 공중낙하균-----	16
6.13 PCR을 이용한 식중독균 검출법 -----	17
7. 일반성분 분석 -----	19
7.1 염도 분석 -----	19
7.2 산도 분석 -----	19
7.3 pH 분석-----	19
7.4 Rheometer에 의한 절임배추 Texture 분석-----	19
8. 보존료 분석-----	20
9. 타르색소 분석 -----	25
10. 중금속 분석-----	25
11. 잔류농약 분석-----	26
12. 물리적 분석-----	29
Ⅲ. 결과 및 고찰 -----	30
Part 1. 안전한 절임배추 생산을 위한 위해요소 저감화방안	30
1. 시판 절임배추의 품질 및 안전성 평가 -----	30
1.1 조사방법-----	30
1.2 시판 절임배추의 위생변화-----	30
1.3 시판 절임배추의 품질변화 -----	33
1.4 시판 절임배추의 병원미생물변화 -----	33

2. 절임배추의 생산 공정별 위해요소분석 -----	38
2.1 시료 -----	38
2.2 원재료의 배추·소금에 대한 위해미생물 분석-----	38
2.3 절임배추 제조 전·후 중금속 분석 -----	41
2.4 절임배추의 생산 공정 중의 미생물 오염도 변화 -----	41
2.5 시판절임배추의 생산 시 주요공정 생산 관리점 파악 -----	47
3. 절임배추의 생산 공정의 주요 위해요소 제어방안-----	47
3.1 절임공정 시간 및 염수절임 구간설정 변화 -----	47
3.2 절임공정 조건에 따른 위해 미생물 변화-----	48
3.3 세척방법에 따른 위해 미생물의 변화-----	54
Part 2. 안전관리 절임배추의 HACCP 매뉴얼-----	59
IV. 요 약 -----	133
V. 참고문헌-----	135

*Minimization of Hazard Management and Process Standardization
for the Safety Salted-cabbage Production*

Jin Hee Kim

***Department of Food Science and Technology,
Graduate School,
Pukyong National University***

Abstract

This research aimed to investigate the quality of conventional salted cabbages. Here, we studied the general characteristics and microbiological aspects of purchased salted cabbage samples from 15 companies. The purchased salted cabbages used a sun-dried salt, but two samples used a mixture of sun-dried salt and processed salt. There were 4 times of washing, 3 steps of washing after automatic washing, and 3 steps of washing after bubble washing as washing methods for the salted cabbages and ground water was used as the washing water. Also, three samples received Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) certification. The salt contained in the purchased salted cabbages ranged from 0.5% to 2.0%, representing low salted cabbages. The pH of the purchased salted cabbages ranged from 5.32 to 6.47, and hardness ranged from 1,997 g to 3,665 g. Rewashing was necessary before using some salted cabbages due to foreign materials

such as insects, soil, etc. Total bacterial counts of the purchased salted cabbages ranged from 3.36 log to 6.06 log and *coliform* bacteria ranged from below 1 log to 6.05 log, whereas other pathogens were not detected. Salted cabbage products purchased from different companies at 4 different districts in South Korea were detected in this study. Cabbage and salt are the main materials for salted cabbage manufacture. The results of general bacteria contaminated in the samples were 1.4×10^5 , 6.4×10^5 , 1.7×10^7 , 3.6×10^7 CFU/g in cabbage and 2.7×10^3 CFU/g in salt, respectively. The results of *coliforms* were detected as 2.4×10^4 CFU/g, and there was no *Escherichia coli* in any sample. *Staphylococcus aureus* was detected in cabbage as 9.9×10^2 , 8.0×10^1 , and 3.0×10^3 CFU/g, *Bacillus cereus* was also found in cabbage as 4.1×10^3 and 1.0×10^1 CFU/g. Total bacterial counts ranged from $1.4 \times 10^1 \sim 4.4 \times 10^5$ CFU/g were detected in salting solution, from $1.5 \times 10^4 \sim 1.2 \times 10^8$ CFU/g in dehydrated salted-cabbage, from $9.4 \times 10^4 \sim 1.3 \times 10^8$ CFU/g in minced salted-cabbage. The results of *E. coli* in samples from different companies were different from one to another. The results of the contamination of *S. aureus* and *B. cereus* showed positive in salting solution and dehydrated salted-cabbage at a portion of companies. *Vibrio paraheamolyticus* was detected in salting solution. During the manufacture processing of Kimchi, microorganisms were detected in cabbages salted in different concentrations of salt solution at 8%, 10%, 12% and 15% for 5 ~ 20 hours. As the results, $3.5 \times 10^5 \sim 1.7 \times 10^6$ CFU/g, $3.4 \times 10^5 \sim 2.5 \times 10^6$ CFU/g, $5.4 \times 10^5 \sim 2.3 \times 10^6$ CFU/g, $4.0 \times 10^5 \sim 2.3 \times 10^6$ CFU/g were

detected for *E. coli* in samples at different treatment conditions. $1.9 \sim 4.1 \times 10^4$ CFU/g, $4.1 \times 10^3 \sim 2.8 \times 10^4$ CFU/g, $1.5 \sim 7.9 \times 10^3$ CFU/g, $2.2 \sim 6.7 \times 10^4$ CFU/g were detected for *S. aureus* in samples at different treatment conditions. *Salmonella typhimurium* was detected in salted cabbage with various salt concentration after salting for 5 hrs, the result ranged from 2.5×10^5 to 3.9×10^6 CFU/g, and change of microorganism was the smallest in salted cabbage under the concentration of salting solution at 10% for 15 hours. The cabbage salted in 10% salting solution for 15 hours were washed with water for 2 and 3 times, with chlorine for 3 times, and with acetic acid for 3 times. *E. coli* was detected in the samples washed with water for 2 and 3 times, washed with chlorine for 3 times. The contamination of *S. aureus* was 3.1×10^5 CFU/g in the samples washed with water for 2 times, 5.7×10^3 CFU/g in the samples washed with acetic acid for 3 times, 3.6×10^5 CFU/g in the samples washed with water for 3 times and same amount in the samples washed with chlorine for 3 times. According to the results, the contamination of *S. aureus* was 5.6×10^3 CFU/g lower in samples washed with chlorine and acetic acid than that in samples washed with water. In case of *S. typhimurium*, it has been detected in samples washed with water and chlorine, 3.0×10^1 CFU/g as the lowest concentration among all the samples was measured in the samples washed with acetic acid for 3 times. This research aimed to investigate the quality of conventional salted cabbages. Here, we studied the general characteristics and microbiological aspects of purchased salted cabbage samples from 15 companies. The purchased salted cabbages

used a sun-dried salt, but two samples used a mixture of sun-dried salt and processed salt. There were 4 times of washing, 3 steps of washing after automatic washing, and 3 steps of washing after bubble washing as washing methods for the salted cabbages and ground water was used as the washing water. Also, three samples received HACCP certification. The salt contained in the purchased salted cabbages ranged from 0.5% to 2.0%, representing low salted cabbages. The pH of the purchased salted cabbages ranged from 5.32 to 6.47, and hardness ranged from 1,997 g to 3,665. Re-washing was necessary before using some salted cabbages due to foreign materials such as insects, soil, etc. Total bacterial counts of the purchased salted cabbages ranged from 3.36 log to 6.06 log and *Coliform bacteria* ranged from below 1 log to 6.05 log, whereas other pathogens were not detected.

List of Tables Part 1.

Table	Page
1. Gene sites of pathogens detected with PCR method	18
2. Analytical Condition for rheological analysis of salted-cabbage	21
3. Districtive distribution of purchased salted cabbage samples	31
4. Visiting Company Place and Analysis of HACCP in Company about Salt Cabbage	32
5. Qualitative results of purchased salted cabbages	36
6. Microbiological results of purchased salted cabbages	37
7. Microbial contamination of minor ingredients	39
8. Microbial contamination of minor ingredients	40
9. Analysis of heavy metal in cabbages before and after salted process	42
10. Microbial contamination of salted cabbage in manufacturing process	46
11. Optimal condition of salted-cabbage which classified by concentration in salt brine	49

List of Tables Part 2.

Table	Page
1. 절임배추의 제품설명서	61
2. 1998년부터 2008년 동안 식품안전관련 사건·사고 중 김치류의 발생수준 분석	66
3. 1998년부터 2008년간 배추김치 식품안전 사건·사고의 위해요소별 분석	67
4. 1998년부터 2008년간 배추김치 원료 농산물에서의 위해요소 발생수준	70
5. 배추의 잔류농약 분석	71
6. 배추김치의 제조과정 중 세척방법에 따른 농약의 제거효과	72
7. 원료 및 제조공정별 위해요소 실험을 조사 및 분석방법	74
8. 절임배추 제조공정에서의 조사항목	76
9. 절임배추 제조공정에서의 실험분석항목	77
10. 절임배추의 원·부재료의 위해요소	79

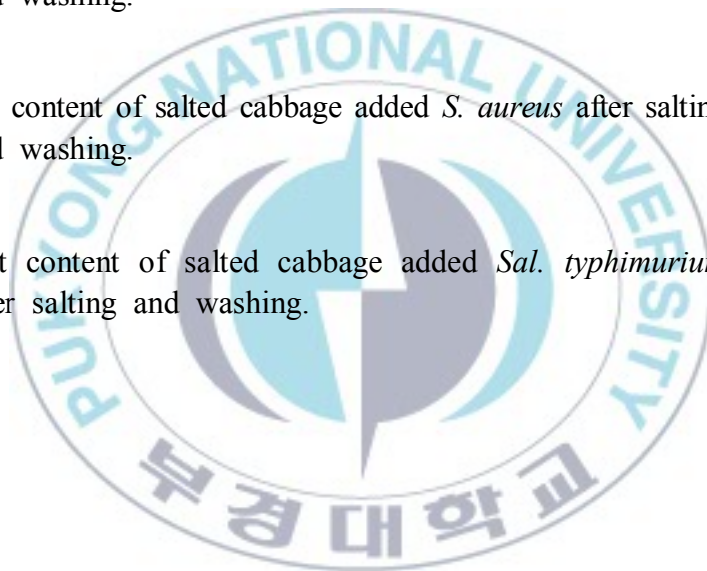
11. 절임배추의 원·부재료의 입고 및 보관에 따른 위해요소	80
12. 절임배추의 제조공정 중 위해요소	81
13. 원·부재료의 생물학적 위해요소 분석결과	82
14. 원·부재료의 화학적 위해요소 분석결과	84
15. 원·부재료의 이물 검출 빈도	85
16. 제조공정별 일반세균 분석결과	86
17. 제조공정별 대장균군 분석결과	87
18. 제조공정 및 최종제품의 화학적 위해요소 분석결과	89
19. 절임김치 최종제품 및 제조 공정 중 이물 검출 빈도	90
20. 최종제품의 생물학적 위해요소 분석결과	91
21. 제조공정별 기계기구류의 생물학적 위해요소 분석결과	93
22. 구역별 종사자의 생물학적 위해요소 분석결과	95
23. 각 업체 구역별 공중낙하균 분석결과	96

24. 구역별 공중낙하균 기준 예	97
25. 원부재료의 위해요소 발생원인별 예방조치 방법	98
26. 공정별 위해요소 발생원인별 예방조치 방법	102
27. 발생가능성의 평가	112
28. 심각성의 평가	113
29. 절임배추의 원·부재료 위해요소 분석	115
30. 절임배추의 공정별 위해요소 분석	116
31. CCP 결정도를 이용한 절임배추의 중요관리점 결정표	122
32. 한계기준	127
33. 조사된 업소의 CCP 및 CL	130
34. 절임배추의 HACCP Plan	131

List of Figures Part 1.

Figure	Page
1. Preparation Process of salted-cabbage in a small enterprise which is located in Kyungsang province.	6
2. The photograph of cutting region of salted-cabbage for rheological analysis.	22
3. Different in distribution of salted-cabbages which made by small enterprises	35
4. Different in total aerobic batcteria counts in proceesing about salt brine classified by Company of Salted-cabbage.	43
5. Different in total aerobic batcteria counts in prosseing about salted cabbage with spin drying classified by Company of Salted-cabbage.	44
6. Different in total aerobic batcteria counts in proseeing about salted cabbage with cutting classified by Company of Salted-cabbage.	45
7.Change of pathogen bacteria in cabbage ring salting in 8% brine.	50
8. Change of pathogen bacteria in cabbage ring salting in 10% brine	51
9. Change of pathogen bacteria in cabbage ring salting in 12% brine	52

10. Change of pathogen bacteria in cabbage ring salting in 15% brine	53
11. Survival levels of <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> and <i>Sal. typhimurium</i> in salted cabbage after salting and washing	55
12. Salt content of salted cabbage added <i>E. coli</i> after salting and washing.	56
13. Salt content of salted cabbage added <i>S. aureus</i> after salting and washing.	57
14. Salt content of salted cabbage added <i>Sal. typhimurium</i> after salting and washing.	58



List of Figures Part 2.

Table	Page
1. 절임배추의 제조공정도	62
2. 절임배추 작업장 평면 예시 - HACCP 미적용 작업장	63
3. 절임배추 작업장 평면 예시- HACCP 적용 작업장.	64
4. 중요관리점 결정도(Decision tree of CCP)	120



서 론

1980년대 후반 이후 경제발전과 더불어 국민소득이 증가하면서 우리나라의 식품 소비는 양적인 성장단계에서 질적인 성장단계로 접어들었다. 따라서 소비자들의 식품섭취패턴은 건강지향, 고급화, 다양화, 간편화, 합리화 등의 특징을 띄게 되었으며, 일반 식품보다는 신선편의 식품, 전처리 식품, 가공식품을 선호하고, 특히 채소의 경우 간편화 경향이 더욱 두드러지고 있다(Korea Rural Economic Institute, 2008). 또한 일반 소비자 뿐 아니라 단체급식소에서 인력절감, 조리시간 단축, 이용의 편리성 등의 이유로 전처리된 식재료의 이용이 증가하는 추세를 보이고 있다(Food Journal, 2001).

일반적으로 전처리 식재료는 세척, 탈피, 또는 절단 등 간단한 물리적 조작을 거친 식재료를 지칭하며, 이러한 식재료의 사용은 조리과정의 편리성과 조리인력의 절감효과 뿐만 아니라 조리과정의 단축으로 인해 식재료 반입, 재료의 저장과 보존, 전처리 등의 단계와 이어지는 과정에서 발생할 수 있는 교차오염의 발생도 줄일 수 있다(Byan, 1990; Chong 등, 2000). 또한 가공식품은 원재료에 물리적, 화학적 또는 미생물학적 처리를 하여 저장기간을 연장하거나 영양가를 높이며 기호에 맞고 식생활에 적합하도록 만든 것을 말하며(Jin 등, 2001), 운반과 저장의 편리성, 조리 시간 절약 등의 장점 때문에 전처리 식품과 함께 그 이용량이 증가하고

있다(Rho 등, 2007). 절임배추에 대한 수요 증가도 이러한 식품 소비 패턴을 반영하고 있다고 볼 수 있다. 절임배추는 김치를 담금 때 편의를 돕기 위하여 배추 다듬기, 세척, 절임 등의 과정을 모두 거쳐 판매 되는 상품으로(Han, 2009), 식품 분류에서는 가공 식품으로 분류되어 있으나 형태 상 전처리 식품과 가공 식품의 중간에 위치한다. 농협과 김치업체에 따르면 2007년 기준 국내 절임배추 시장규모는 약 150억 원으로 작은 편에 속하지만, 편의성을 중시하는 소비자 성향에 따라 절임배추에 대한 수요가 증가 추세에 있고, 국내 김치소비량이 연 100만 톤 정도이며 이는 금액으로도 2010년 기준 2조3천억 원임을 감안했을 때 앞으로 절임배추 시장은 더욱 성장할 것으로 보인다(Han, 2009). 절임배추는 조리 과정의 편의성 이외에도 안전성과 다양성 등의 장점이 있고, 수입 김치 유통억제, 1차 가공에 따른 부가가치 창출, 농가소득 증대(Han, 2009)등 다양한 효과를 기대해 볼 수 있다. 그러나 절임배추 판매업체의 경우 대부분이 영세한 규모로 운영되고 있고, 절임배추 소비자가 개인 소비자인 경우가 많아 배추의 구매단가가 저렴한 가을·겨울에 김장철을 대비한 계절상품으로만 공급되고 있어 가격의 불안정 요인 해소가 불가능한 실정이다. 이에 장기적인 절임배추 시장의 활성화를 위하여 소비자의 절임배추 이용 실태와 절임배추에 대한 인식을 파악할 필요가 있다.

최근에 이르러 여성의 사회참여 증대, 소득수준 향상, 식생활의 변화 등으로 절임배추를 구매하여 섭취하는 경향이 크게 증가하고 있다. 또한 상품 절임배추를 구입해서 먹는 이유는 집에서 절이는

것이 번거롭기 때문이라는 응답이 가장 많았으며(35.8%), 절이고, 세척할 시간이 없어서(33.2%), 사먹는 것이 경제적이어서(9.8%)등으로 조사되었다(Choi, The Korea's Kimchi Culture and Dietary Life, 2002). 주부들이 식품을 구매할 때 식품선택에 있어 가장 중요한 기준은 안전(빈도 31.3%), 맛(17.3%), 가격(24.4%)이었다. 이러한 기준에 따라 절임배추상품 품질을 소비자를 만족시키는 수준에까지 계속 품질을 향상시키려고 노력하고 있다. 그러므로 좋은 원료의 확보, 기술개발, 시설장비의 개선, 위생관리 등을 통해 절임배추 상품의 고급화를 꾀하고 있다.

식품공전의 규정에 의하면 절임배추는 두 가지로 구분하는데 배추를 소금에 절인 후 세척 등을 하여 소비자가 더 이상의 세척 과정이 없이 바로 먹을 수 있도록 포장된 제품이라면 '절임류'에 해당되며, 이런 경우 식품제조업 영업신고를 하고 품목제조보고가 이루어져야 하며 해당제품에는 식품 등의 표시기준에 따라 모든 표시사항(유통기한 포함)이 기재되어야 한다. 그러나 배추를 단순히 소금에 절인 상태로 소비자가 구입 후 다시 세척과정 등을 거쳐 섭취하는 경우에 해당하면 이때는 단순가공품으로 품목제조신고 대상 품목은 아니며, 이때의 표시사항은 투명 포장지가 아닌 박스 등에 포장하여 판매를 하는 경우에는 식품위생법에 의한 표시를 해야 하며 표시할 내용은 식품 등의 표시기준에 따라 제품명, 내용량, 업소명(생산자명) 및 소재지, 제조일자 또는 포장일자 또는 생산년도, 보관 및 취급방법 등을 표시하면 된다. 그럼에도 중국산 신선배추와 절임배추를 국내에서 김치로 제조하거나, 중국산 김치

에 국산부추 등 양념류를 추가한 후 국내산으로 거짓표시 판매하는 형태의 새로운 위반수법이 사용되고 있어 소비자의 신뢰가 흔들리고 있다. 따라서 김치의 안전성 문제로 국내 절임배추산업이 곤란을 겪고 있으며 이를 대처 하기위한 절임배추의 품질우수성 규명 및 안전성 확보가 시급히 요구되는 실정이다. 특히 2008년 전체 학교의 99.7%인 11,106개교, 760만 명이 학교급식을 공급받고 있으며(Ministry of Education Science, and Technology, 2009), 학교급식에서는 제공되는 식단 중 제공빈도가 높은 김치의 주재료로 절임배추가 쓰일 수 있으므로, 현재 구매율이 높은 개인 소비자뿐만 아니라 대량구매와 지속적인 소비가 가능한 급식업체 규모의 소비자를 대상으로 한 연구도 필요할 것이다. 또한 최근 들어 단체급식소에서도 인력절감, 조리시간 단축, 이용의 편리성 등의 이유로 전처리 식재료 및 가공식품의 요구 및 이용이 늘어나고 있고, 급식용 식재료의 무분별한 수입농산물 사용, 식재료 품질 기준 부재, 위생 문제로 인한 식인성 질병 유발 등의 문제로 안전성을 의심 받고 있으므로(Yoo와 Youn 등, 1997; Kim 등, 1997; Lee 등, 1999 Kim, 2000) 절임배추의 이용은 이러한 문제점을 해결할 수 있는 대안이 될 수 있을 것이라 판단된다. Park 등 (2004)의 연구에서는 단체급식소에서 가공식품을 이용할 때 음식 생산단계의 축소로 인하여 병원균의 오염이나 증식의 기회가 줄어 음식의 안전성을 보장할 수 있다고 하였으며, 기호도가 낮은 채소류나 수산물과 같은 식재료의 경우 가공식품으로 사용하는 것이 오히려 학생들의 기호도를 높인다는 연구 결과도 있다(Rho 등,

2007). 절임배추는 비 살균제품으로 위해성 미생물의 살균 및 제균 공정이 없으므로 각각의 제조공정 마다 미생물의 오염 및 증식 억제를 통하여 간접적인 미생물학적 안전성확보에 노력하여야 한다. 그러므로 절임배추의 안전한 생산을 위해 원재료의 관리 및 일반적인 절임제조공정(Fig. 1) 중의 절임공정의 위해 미생물관리 과 세척관리를 통해 품질 및 절임배추의 품질과 위생의 문제를 해결할 수 있다.

따라서 본 연구는 시판 절임배추의 품질 및 절임배추의 생산 공정별 위해요소분석을 통해 절임배추의 생산 공정의 주요 위해요소 제어방안을 제시함으로 절임공정의 최적화 모델을 절임배추의 HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point) 매뉴얼로 제시하고자 하였다.



Fig. 1. Preparation Process of salted-cabbage in a small enterprise which is located in Kyungsang province.

재료 및 방법

1. 시료채취

각 시료는 2차 오염을 방지하기 위하여 원·부재료 및 공정 단계별로 시료를 무균적으로 채취한 후 ice box로 냉장 운반하여 신속히 실험에 사용하였다. 시설 및 기구는 사용 전 보관상태의 것에 대해 표면을 100 cm²의 gasket을 사용하여 e-swab (3M, USA)을 이용하여 채취하였다. 고무장갑은 200 mL의 멸균 생리식염수를 멸균팩에 부은 후 고무장갑을 2 min, 담가 부착된 미생물들이 용액에 분산될 수 있도록 골고루 마사지하여 시료로 하는 glove juice법을 이용하였다.

2. 시료의 전처리

미생물 분석을 위한 시료는 clean bench에서 무균적으로 처리되었으며, 모든 검체는 멸균한 시약스폰이나 멸균한 가위를 이용하였다. 무균적으로 채취된 시료 25 g에 225 mL 멸균생리식염수를 가한 후 균질기(Stomacher, AES, Korea)를 이용하여 균질화하여 이 중 1 mL를 시험원액으로 사용하였다. 액상검체인 경우에는 강하게 진탕하여 균질화하고 고형 및 반고형인 검체는 균질기를 이용하여 적당량의 희석액과 혼합하여 균질화한 것을 검체로 하였다.

기구, 용기, 종사자 및 주위환경에 대한 검체를 채취할 때에는 멸균생리식염수 10 mL를 넣은 corning tube에 일정면적 탈지면

을 넣어 121℃에서 15 min, 멸균하여 실온에서 냉각한 후, 검체 채취장소에서 멸균된 핀셋으로 이 멸균 탈지면을 취하여 일정면적 닦아내어 corning tube에 다시 넣고 세계 진탕하여 부착균의 현탁액을 조제하여 이를 시험용액으로 하였다.

3. 배지 및 시약

실험에 사용된 일반세균용, 대장균 및 대장균군용, 황색포도상구균용 배지는 3M 주식회사 Petrifilm™ Aerobic Count Plate, *E. coli*/Coliform Plate, Staph Express Count Plate를 사용 하였으며, 그 외 사용한 시약은 Sigma Co.로 구입한 1급 시약을 사용하였다.

4. 균주배양

공시균주를 lactose broth (Difco, USA) 10 mL에 접종하여 30℃에서 24 hr 진탕배양(100 rpm)한 후 현탁액 0.1 mL를 다시 lactose broth 100 mL에 접종하고 24 hr 37℃, 100 rpm에서 진탕배양 시킨 후 균주배양액 10 mL 을 1.5 L 염수에 접종 하여 사용하였다

5. 병원성 및 위생지표세균

배추에 각각 식중독 미생물인 *Escherichia coli* KCTC 1682, *Salmonella typhimurium* KCTC 1925, *Staphylococcus aureus* KCTC 1927을 인위적으로 접종하여 절임, 세척공정 중 유해 미생

물에 미치는 영향을 조사하였다.

6. 미생물 분석

시료내의 모든 미생물실험분석은 한국식품의약품안전청(2009) 식품공전에 따라 측정하였다.

6.1 Total aerobic bacteria counts

멸균된 가위와 핀셋 등으로 무균적으로 검체 25 g을 취한 후 멸균 peptone water 225 mL를 가하여 균질화 하였다. 9 mL 멸균 peptone water에 시료 1 mL를 취하여 적정배수까지 단계별로 희석하였다. 각 단계 희석액 1 mL를 Petrifilm™ Aerobic Count Plate (3M, USA)에 접종한 후 $35\pm1^{\circ}\text{C}$ 에서 24~48 hr 배양한 뒤 생성된 적색 집락수를 계수하였다. 그 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 일반세균수로 하였다.

6.2 Coliform group, *Escherichia coli*

일반세균수와 같은 방법으로 조제한 각 단계 희석액 1 mL를 Coliform group, *Escherichia coli* 건조필름배지(3M, USA)에 접종하여 $35\pm1^{\circ}\text{C}$ 에서 24 ± 2 hr 배양한 후 대장균군수는 붉은 colony 중 주위에 기포를 형성하고 있는 colony를 계수하였고, 대장균은 청색 colony 중 주위에 기포를 형성하고 있는 colony를 확인하였다. 집락수를 계산하여 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 대장균군수와 대장균을 산출하였다.

6.3 *Staphylococcus aureus*

시료 25 g 또는 25 mL를 취하여 225 mL의 10% NaCl을 첨가한 TSB (Tryptic Soy Broth)배지(Difco, USA)에 가한 후 35~37℃에서 16 hr 증균 배양하였다. 증균배양액을 Mannitol salt agar with egg yolk agar (Difco, USA)에 접종하여 37℃에서 16~24 hr 배양하였다. 배양결과 Mannitol salt agar with egg yolk agar 에 황색 불투명 집락(만니톨분해)을 나타내고 주변에 혼탁한 백색환(난황반응 양성)이 있는 집락은 확인시험을 실시하였다. 분리 배양된 평판배지상의 집락을 nutrient agar (Difco, USA)에 옮겨 37℃에서 18~24 hr 배양한 후 그람염색을 실시하여 포도상의 배열을 갖는 그람양성 구균을 확인하였다. 포도상의 배열을 갖는 그람양성구균이 확인된 것은 coagulase 시험을 실시하였다. 토끼혈청(신선혈청은 5%, 건조혈청의 용액은 10%)을 가한 생리식염수를 멸균한 시험관에 0.5~1 mL씩 무균적으로 분주하였다. 여기에 분리배지상의 집락에서 직접 또는 nutrient agar에서 순수 배양시킨 균 1 백균이를 접종하여 37℃에 배양하였다. 배양 후 3, 6, 24 hr의 각 시간에 응고의 유무를 판정하여 어느 시간 후에도 응고 또는 섬유소(fibrin)가 석출된 것은 모두 coagulase 양성으로 하였으며 이상과 같이 확인된 것은 양성으로 판정하였다.

6.4 *Salmonella typhimurium*

시료 전처리 방법으로 검액 1 mL를 증균용 액체배지인

Selenite F 배지 10 mL에 접종하여 35℃에서 24 hr 증균배양 하였다. 증균된 균액을 분리용 배지인 MacConkey agar (Difco, USA)에 도말하여 35℃에서 24 hr 배양하여 무색의 유당 비분해균의 집락을 확인하였다. 분리용 배지에서 의심되는 집락을 선택하여 Nutrient agar (Difco, USA)에 이식하여 35℃에서 24 hr 배양한 후 분리된 균을 그람염색법에 따라 염색하여 검경한 결과 그람음성간균을 확인하고 배양된 균을 TSI (Triple Sugar Iron)agar (Difco, USA)에 천자이식하고 35℃에서 24 hr 배양하여 생물학적 성상을 검사하였다. 즉 유당은 분해되지 않으며, 포도당은 분해하여 배지면이 황색으로 변하고, 가스를 발생하여 배지 천자부는 갈라지며, 유화수소를 발생하여 천자한 자리 근처가 검은색으로 변한 것을 양성으로 하였다.

6.5 *E. coli* O157:H7

무균적으로 채취된 검체 25 g에 증균용 액체배지인 modified EC (Difco, USA) 배지에 가한 후 35℃에서 24 hr 증균 배양하였다. 증균배양액을 MacConkey Sorbitol agar (Difco, USA)에 접종하여 35℃에서 18시간 배양하였다. Sorbitol을 분해하지 않는 무색집락을 취하여 EMB (Eosin Methylene Blue)agar (Difco, USA)에 접종하여 35℃에서 24 hr 배양하고, 녹색의 금속성 광택이 확인된 집락은 확인시험을 실시하였다. EMB agar에서 녹색의 금속성 광택을 보이는 집락을 nutrient agar에 옮겨 35℃에서 24 hr 배양한 후 그람음성간균임을 확인하고 생화학시험을 하였

다. 대장균으로 확인 동정된 균은 O157 항혈청을 사용하여 혈청형을 결정하고, O157이 확인된 균은 H7 혈청형시험을 하였다.

6.6 *Listeria monocytogenes*

무균적으로 채취한 검체 25 g에 LEB (*Listeria* Enrichment Broth)배지 (Difco, USA) 225 mL를 균질화하여 멸균된 삼각플라스크에 옮겨 증균 배양액 1 mL를 취하여 Fraser *listeria* broth 10 mL에 접종하여 30℃에서 24 hr 2차 증균 배양하였다. 2차 증균액을 멸균된 면봉을 이용하여 Oxford agar (Difco, USA)에 도말하여 30℃에서 24 hr 배양한 후 의심집락이 확인되면 이를 0.6% yeast extract가 포함된 Tryptic Soy agar (Difco, USA)에 접종하여 30℃에서 24~38 hr 배양하였다. 그람염색 후 그람양성 간균이 확인되면 hemolysis, motility, catalase, CAMP test와 mannitol, rhamnose, xylose의 당분해 시험을 실시한 결과 β -hemolysis를 나타내고, catalase 양성, motility 양성을 나타내며 CAMP test결과 *Staphylococcus aureus*에서 양성, *Rhodococcus equi*에서 음성으로 나타나는 동시에 당분해 시험 결과 mannitol 비분해, rhamnose 분해, xylose 비분해의 결과를 보일 경우 *Listeria monocytogenes* 양성으로 판정하였다.

6.7 *Bacillus cereus*

시료 25 g 또는 25 mL를 취하여 225 mL의 인산완충 희석액에 가하여 균질화한 시료액을 MYP (Mannitol Egg Yolk

Polymyxin) agar (Difco, USA)에 접종하여 30℃에서 24 hr 배양하였다. 배양 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별하였다. 이때 명확하지 않을 경우 24 hr 더 배양하여 관찰하였다. MYP agar에서 전형적인 집락을 선별하여 nutrient agar에 접종하고 30℃에서 24 hr 배양 후 그람염색을 실시하여 포자를 갖는 그람양성, 긴 형태의 간균으로 확인된 균은 운동성, nitrate환원능, VP, β -hemolysis, 혐기배양 시 포도당 이용 등의 생화학시험을 실시하였다.

6.8 *Yersinia enterocolitica*

시료 25g 또는 25 mL를 취하여 225 mL의 PSBB (Peptone Sorbitol Bile Broth) 배지 (Difco, USA) 에 가한 후 10℃에서 10 days 배양하였다. 증균배양액 0.1 mL를 0.5% KOH가 함유된 0.5% 식염수 1 mL에 가하여 수 sec 간 섞는다. 이 용액을 MacConkey agar와 CIN (Cefsulodin, Irgasan, Novobiocin) 배지 (Difco, USA)에 각각 접종하여 30℃에서 24 hr 배양하였다. MacConkey agar에서 유당을 비분해하는 집락이나 CIN배지에서 중심부가 짙은 적색을 보이는 집락을 골라 각각 TSI agar의 사면과 고층부에 접종하여, 35℃에서 24 hr 배양 후 고층부와 사면이 노랑고 가스와 황하수소가 발생하지 않은 균주를 선택하여 25℃, 37℃에서 운동성 시험 및 urea, citrate시험 등을 하였다. 이 때 예시니아 엔테로콜리티카는 37℃에서 운동성을 나타내지 않고 25℃에서 운동성을 가지는 특성이 있다. 또한 urea시험 양성,

citrate 음성이며 그람음성 간균일 때 양성으로 판정하였다.

6.9 *Vibrio parahaemolyticus*

시료 25 g 또는 25 mL를 취하여 225 mL의 peptone water 10 mL에 가한 후 35℃에서 18~24 hr 증균 배양하였다. 증균배양액을 TCBS (Thiosulfate Citrate Bile salt Sucrose) agar (Difco, USA)에 접종하여 35℃에서 18~24 hr 배양 후 직경 2~4 mm인 청록색의 서당 비분해 집락에 대하여 확인시험을 실시하였다. 분리배양된 평판배지상의 집락을 TSI agar, LIM배지, nutrient agar에 각각 접종한 후 35℃에서 18~24 hr 배양하였다. 장염비브리오는 TSI agar에서 사면부가 적색, 고층부는 황색, 가스 비생성, 유당 및 서당 비분해, 황화수소 비생성, LIM배지에서 lysine decarboxylase 양성, Indole 생성, 운동성 양성, Oxidase시험 양성이다. 위 시험에서 장염비브리오로 추정된 균은 0, 3, 8, 10% NaCl을 가한 peptone water에 의한 내염성시험, VP 시험, mannitol 이용성시험(1% mannitol 첨가), arginine 및 ornithine 분해시험(1% arginine 또는 1% ornithine 첨가), ONPG시험을 실시한다. 장염비브리오는 0, 10% NaCl을 가한 peptone수에서 발육 음성, 3, 8% NaCl을 가한 peptone water에서 발육 양성, VP 음성, 만니톨에서 산 생성 양성, ornithine 분해 양성, arginine 분해 음성, ONPG 시험 음성, 3% NaCl을 가한 nutrient broth, 42℃에서 발육 양성이다.

6.10 *Clostridium perfringens*

시료 1 mL를 cooked meat medium의 배지 접종하여 37℃에서 18~24 hr 혐기배양 하였다. Kanamycin을 200 µg/mL의 농도로 가한 난황 첨가 CW한천평판배지에 증균 배양액을 접종하여 35℃에서 18~24 hr 혐기배양 한 결과 분리배지 상에서 직경 2 mm정도의 약간 돌기된 유황색으로 주변에 혼탁한 백색환이 있는 집락은 확인시험을 하였다. 분리배양 된 평판배지상의 집락을 보통한천배지에 옮겨 37℃에서 18~24 hr 혐기배양한 후 그람염색을 하였다. 또 동시에 보통한천배지를 37℃에서 18~24 hr 호기배양 하여 균의 비 발육을 확인 후 그람양성간균으로 확인된 집락은 glucose, lactose, inositol, raffinose를 1% 가한 4종의 GAM 당분해용 반유동배지에 옮겨 37℃에서 3 days 배양 후 BTB- MR 지시약을 가해서 붉은 색으로 변하는 것을 양성으로 판정하고, 운동성은 GAM당분해용 반유동배지에서 37℃에서 1~2 days간 배양하여 운동성의 유무를 관찰하였다. glucose, lactose, inositol과 raffinose를 분해하며 운동성이 없는 것을 확인하면 lecithinase 억제시험을 하였다. 난황이 포함된 TSC agar에 접종하여 35℃에서 24 hr 혐기배양한 후 2~4 mm의 불투명한 환을 가지는 황회색 집락을 양성으로 판정하였다.

6.11 *Campylobacter jejuni*

시료 25 g 또는 25 mL를 취하여 항생제 혼합액 1이 첨가된 HUNT배지 100 mL에 넣고 균질화한 후 35℃에서 4~5 hr 동안

미호기적(5% O₂, 10% CO₂, 85% N₂)으로 1차 증균 하였다. 1차 증균 후 cefoperazone 용액(0.8 g/100 mL) 0.4 mL를 첨가하고 42℃ 에서 24~48 hr 미호기적으로 2차 증균 배양하였다. 증균배양액을 modified campy blood free agar 또는 Abeyta-Hunt agar에 각각 접종하여 42℃에서 24~48 hr 미호기적으로 암소에서 배양 하였다. Modified campy blood free agar상에서 원형 또는 불규칙한 형태로서 반투명한 흰색 또는 투명한 집락, Abeyta-Hunt agar상에서 무지개빛 광택 집락을 선별하여 항생제를 넣지 않은 Abeyta-Hunt agar에 신속히 접종하여 배양하였다. 배양된 집락을 취하여, 암시야 또는 위상차현미경으로 검경하거나 또는 대비 염색하여 지그재그 모양을 관찰 후 대비염색 10 mL 식염수에 2방울의 crystal violet을 혼합한 용액을 이용하였다. 현미경상으로 확인된 균에 대하여 catalase 및 oxidase 양성임을 확인 후 확인된 균에 대하여, hippurate분해 양성, 황화수소 비생성, nalidixic acid 감수성, cephalothin 내성, 25℃에서 비생육, 42℃에서 생육하는 것 등 생화학시험을 하였다.

6.12 Air-borne bacteria

본 실험에서 작업장의 작업환경 평가를 위하여 측정한 공중낙하균 항목으로는 일반세균수, 황색포도상구균 및 진균수이며, 작업장 내의 측정장소로 맛김치정렬라인, 부추세척대, 부추절단대, 파세절기, 보관통, 속재료혼합기, 배추속작업대, 포장작업대, 포장실링작업대 등이었다. 각 낙하균의 측정을 위하여 해당 미생물에 대한

배지를 분주하여 고화시킨 일회용 멸균 페트리접시를 준비하고 각 borne bacteria의 측정 위치에서 5 min 뚜껑을 열어 방치하였다. 뚜껑을 닫고 각각의 배양조건, 즉 일반세균수와 황색포도상구균은 35℃에서 48 hr, 진균수는 25℃에서 3 days 배양한 다음 형성된 집락수를 계측하여 plate당 집락수로 표시하였다.

6.13 PCR을 이용한 식중독균 검출법

식중독균 검출을 위한 PCR 사용 시료의 전처리는 시료 25 g 에 각 균별 선택배지 225 mL를 사용하여 stomacher로 1 min 균 질화하여 37℃에서 4~16 hr 진탕배양한 후 1,000 μ L를 1.7 mL 튜브에 취하였다. 미량고속원심분리기에서 5 min 원심 분리하여 상층액을 버린 후 멸균 증류수 150 μ L를 첨가하여 vortex로 잘 혼합하고 95℃의 물에서 20 min 튜브의 뚜껑이 열리지 않도록 주의하면서 열처리하였고, 12,000 rpm에서 10 min 원심분리 한 상층액을 PCR에 사용하였다.

식중독균인 *Bac. cereus*, *Cl. perfringens*, *E. coli* O157:H7, *List. monocytogenes*, *Sal. typhimurium* *Staph. aureus* 및 *Vib. parahaemolyticus* 의 검사는 전처리된 DNA 추출액의 상층액 4 μ L와 각 식중독균 시약(Primer 2 μ L, X2 SYBR Green I Premix 2X taq 6 μ L)을 혼합한 후, micro chip에 6 μ L를 취하고 PCR (TMC-1000, Samsung, Korea)을 이용하여 정성분석을 실시하였다. 검출 유전자명은 Table 1와 같았다.

Table 1. Gene sites of pathogens detected with PCR method

Pathogen	Detected Gene Sites
<i>Bacillus cereus</i>	Bce T (enterotoxin)
<i>Clostridium perfringense</i>	α toxin gene
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	Shiga-like toxin (Verotoxin)
<i>Listeria monocytogenes</i>	P60 protein (iap) (invasion associative protein)
<i>Salmonella sp.</i>	Inv A (invasion protein A)
<i>Staphylococcus aureus</i>	FemA (urealyticum methicillin resistance protein)

7. 일반성분 분석

7.1 염도분석

배추 및 절임배추를 일정량을 취하여 염도계(S-28E, Atago Co., Japan)를 이용하여 측정하고 Salt (0~28%)단위로 나타내었다. 한 시료 당 각각 3회 반복 측정한 후 평균값으로 하였다.

7.2 산도 분석

시료에 대한 산도 측정은 A.O.A.C법(2000)에 의하여 시료용액 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 정확히 취하고, 0.1% phenolphthalein 지시약으로 하여 0.1N NaOH로 pH 8.3까지 적정한 다음 이때 소비된 값을 lactic acid으로 환산하여 산출하며, 시료당 각각 3회 반복 측정한 후 평균값으로 나타내었다.

7.3 pH 분석

시료의 일정량을 취하여 pH meter (Orion 3 Star, Thermo Electron Co., USA)를 사용하여 측정하였으며, 한 시료 당 각각 3회 반복 측정한 후 평균값으로 나타내었다.

7.4 Rheometer을 이용한 절임배추의 조직감 분석

시판 절임배추의 물성을 측정하기 위해 Rheometer (T1-XT2, SMS Co., UK)를 사용하여 masticability test를 실시하였다. 즉 시판 절임배추의 앞부분(Fig, 2)을 잘라서 얻은 시료 (2.0 cm × 2.0 cm × 0.5 cm) 를 압착하였을 때 얻어지는 force distance

curve로부터 texture profile을 산출하여 전단력을 나타내었다. 한 시료 당 각각 3회 반복 측정하여 평균치로 표시하였으며 Table 2 과 같은 조건에서 측정하였다.

8. 보존료 분석

8.1 시험용액의 조제

액체시료의 경우 시료 30~100 g을 비이커에 취하여 10% 수산화나트륨용액 또는 10% 염산으로 중화하고 이를 500~1000 mL의 환저플라스크에 옮기고 이에 15% 주석산용액 5 mL, 염화나트륨 약 80 g 및 실리콘수지 한 방울을 가한 후, 전량을 물로 150~200 mL로 하였다. 이를 수증기 증류기에 연결하여 증류하고 유액은 매분 약 10 mL의 속도로 하여 500 mL를 취하여 시험용액으로 하였다. 고체 시료의 경우 시료를 잘게 썰거나 갈아서 보존료의 함량에 따라 30~100 g을 취하여 물 50~100 mL를 가하여 잘 섞은 후 액체시료와 동일하게 처리하여 시험용액으로 하였다.

8.2 Dehydroxyacetic acid, sorbic acid 및 benzoic acid

보존료의 표준용액 각 50 mL를 각각 분액깔때기에 40, 30, 30 mL로 3회 추출하였다. 에테르 추출액을 모두 합쳐서 소량의 물로 2회 씻고, 씻은 액은 버린 다음 에테르추출액에 1% 탄산수소나트륨용액 20 mL를 가하여 흔들어 섞고 물 층과 에테르 층으로 분리하였다. 다시 이 조작을 1회 되풀이하여 물 층으로 모두

Table 2. Analytical Condition for rheological analysis of salted-cabbage.

Pre. test speed	3.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post test speed	3.0 mm/s
Rupture test dist	1.0 mm
Distance	3.0 mm
Force	100.0 g
Time	3.0 sec

n=3

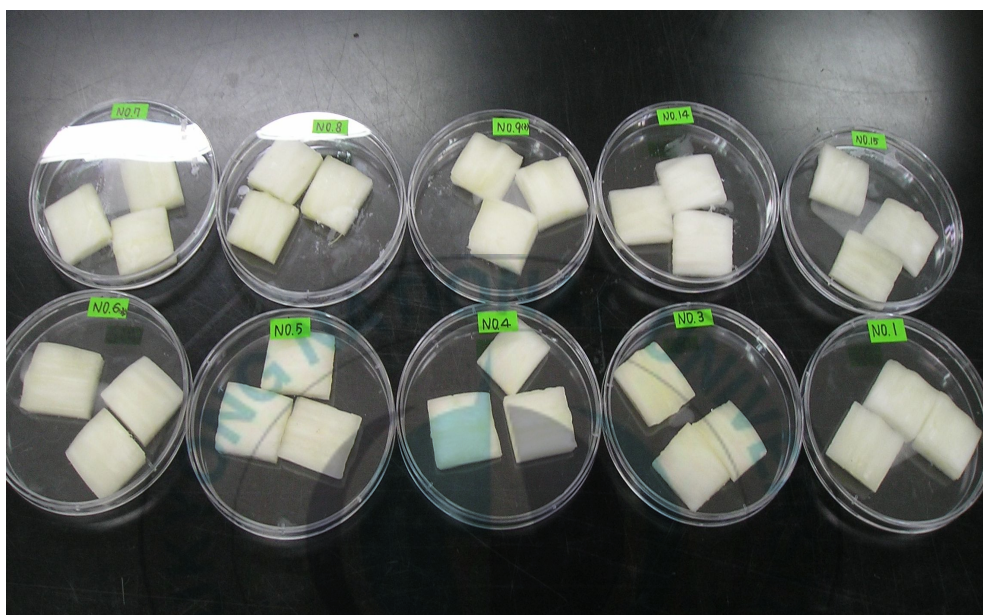


Fig. 2. The photograph of cutting region of salted-cabbage for rheological analysis.

합쳐 이를 에테르 15 mL로 씻고 에테르 층은 먼저 분리한 에테르 층에 합친다. 물 층은 수욕 상에서 에테르를 날려 보낸 후, 10% 염산으로 중화하고 물을 가하여 200 mL로 하였다. 염화칼륨용액 50 mL와 2N 염산 10.6 mL를 혼합하고 물을 가하여 200 mL로 하였다. 2 mL와 물을 가하여 20 mL로 하고 잘 흔들어 섞은 후 액층 10 mm에서 각 보존료의 측정파장인 230 nm, 265 nm 또는 308 nm 부근의 각 극대파장에서 흡광도를 측정하고 시료에서 얻은 흡광도를 A(230), A(265) 또는 A(308)로 하고 표준용액에서 얻은 흡광도를 As(230), AS(265) 또는 As(308)로 하였다. 대조액은 완충액 1에 물 9를 혼합한 것을 사용 하였다. 시료 중 보존료가 단독으로 존재할 때의 각 보존료의 함량(g/kg)은 다음 식에 따라 구하였다.

$$Benzoic\ acid(g/kg) = 10 \times \frac{A(230)}{As(230)} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\text{검체채취량}(g)}$$

$$Sorbic\ acid = 10 \times \frac{A(265)}{As(265)} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\text{검체채취량}(g)}$$

$$Dehydroxyacetic\ acid = 10 \times \frac{A(308)}{As(308)} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\text{검체채취량}(g)}$$

8.3 파라옥시 안식향산 에스테르류

시험용액 50 mL에 대하여 8.2와 같이 조작해서 얻은 에테르

층을 플라스크에 옮기고, 소량의 에테르로 분액깔때기를 잘 씻고, 씻은 액은 플라스크의 액에 합쳐 수욕상에서 에테르가 약 10 mL로 될 때까지 증발시키고 이를 50 mL의 플라스크에 옮겨 증발 시에 사용한 플라스크를 수회 소량의 에테르로 잘 씻고, 씻은 액을 먼저의 에테르액과 합쳐 수욕상에서 에테르를 증발시켜 약 5 mL로 하고 공기를 통하여 에테르를 날려 보내고 잔류물에 10% 수산화나트륨용액 2 mL, 물 3 mL 및 비등석 수개를 넣고, 환류냉각기를 붙여 15 min 끓인 후 식힌다. 여기서 얻은 분해액을 분액깔때기에 옮기고 소량의 물로 플라스크를 잘 씻고, 씻은 액을 분액깔때기의 액에 합쳐 물을 가하여 전량을 50 mL로 하나. 한편 따로 분액깔때기에 파라옥시 안식향산 표준액 50 mL를 취하고 각각 10% 염산 5 mL 및 염화나트륨 5 g을 가하여 에테르 20 mL로 1회, 다시 각 15 mL로 2회 흔들어 섞어 추출하고 에테르추출액을 분액깔때기 중에 합쳐서 에테르액을 소량의 물로 씻은 후 1% 탄산수소나트륨용액 각 10 mL로 2회 흔들어 섞어 씻고, 씻은 액은 먼저의 물 층에 합쳤다. 계속해서 이 물 층을 분액깔때기 중에서 에테르 15 mL를 가하여 흔들어 씻고 물 층을 비이커에 취하고 에테르 층을 버렸다.

물 층을 수욕상에서 에테르를 날려 보내고 10% 염산으로 중화하고 물로 전량을 50 mL로 하였다. 이들의 각 10 mL를 메스플라스크에 취하고 각각에 완충액 2 mL 및 물을 가하여 20 mL로 하고 잘 흔들어 섞은 후 액 층 10 mm에서 측정파장인 255 nm 부근의 극대파장에서 흡광도를 측정하고 시험용액에서 얻은 흡광도를

A(255)로 하고 표준용액에서 얻은 흡광도를 As(255)로 하였다. 대조액은 완충액 1에 물 9를 혼합한 것을 썼다. 검체 중의 보존료의 함량(g/kg)은 다음 식에 따라 구하였다.

$$\text{파라옥시안식향산(g/kg)} = 10 \times \frac{A(255)}{As(255)} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\text{검체채취량(g)}}$$

9. 타르색소 분석

크로마토그래피용 여과지의 끝에서 40 mm의 곳에 연필로 줄을 긋고 그 위에 시험용액과 색소표준용액을 각각 20 mm의 간격으로 미량 피펫 또는 모세관으로 직경 약 5 mm의 원이 되게 찍고 말렸다. 이 여과지를 규정의 전개용매를 넣은 용기에 여과지가 기벽에 닿지 않도록 주의하여 수직으로 매달고 하단 약 10 mm를 전개용매 중에 담그고 뚜껑을 닫아 방치하였다. 용매가 반점에서 13~25 cm의 높이까지 상승하였을 때 여과지를 건져내어 말린 다음, 시험용액과 색소표준용액으로부터 전개된 반점의 위치와 색을 처음에 자연광, 다음에 자외선(약 365 nm)에서 비교 관찰하였다.

10. 중금속 분석

시료를 황산-질산법으로 전처리 하였다. 분해 플라스크에 시료 2 g를 넣고 물 50~70 mL을 넣었다. 여기에 60% 질산 20 mL을 넣고, 약하게 가열하여 격렬한 반응이 끝나면 98% 황산을 5 mL 넣은 후, 다시 강하게 가열하였다. 내용물이 암색이 되면 질산 2~

3 mL씩을 추가하면서 백연이 날 때 까지 가열 하였다. 내용물이 미황색 또는 무색의 투명한 액이 되었을 때 분해가 끝난 것으로 간주하였다. 분해가 끝난 액은 3% 질산용액으로 100 mL로 정용 하였다. 측정한 AAS VARIO 6FL (Analytic jena AG, Ger)을 이용하여 원자 흡광광도법으로 하였다. Gas는 C_2H_2/air , 버너의 크기는 10 mm-Brenner를, 광선은 single beam으로 하였고, 램프 전류는 Cd는 3.0 mA, Pb는 5.0 mA 이었다. Standard용액은 3% 질산 용액, stock solution은 Pb와 Cd 10 용액을 1000 ppm 표준용액을 100배 희석하여 10 ppm으로 만들어 측정하고 검량선을 작성한 후, 시료의 중금속량을 측정하였다.

11. 잔류농약 분석

11.1 추출

시료를 잘게 썰거나 갈아서 잘 섞은 후 100 g을 달아 고속브렌더의 용기에 넣고 이에 아세톤 200 mL를 넣고 2 min 고속으로 균질화한 후 (셀라이트는 넣지 않는다.) 바닥에 여지(sharkskin paper)를 깔고 12 cm의 부크너 깔때기에 흡인여과 하여 500 mL의 감압플라스크(Suction flask)에 모으고 이 때 여과는 1 min안에 마치고 사용하는 여과지는 분 석시 방해성분을 제거하기 위하여 시료를 여과하기 전에 아세톤으로 씻은 후 사용하였다. 여액의 양을 기록하였다. 이 여액 중 80 mL를 취하여 1 L의 분액깔때기에 옮기고 이에 석유에텔 100 mL 및 dichloromethane 100 mL를 넣고 1 min 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 층을 분리시켰다.

아래층(물 층)은 다른 1 L의 분액깔때기에 옮겼다. 위층은 무수황산나트륨을 약 4 cm 충전하고 유리솜(아세톤 및 에탄올로 씻어 말린 것)으로 막은 깔때기(10 cm)에 통과시켜 탈수하고 암모니아 이온증류 농축기에 넣었다(규산마그네슘, 활성탄/셀라이트 칼럼정제를 하려면 위의 추출액을 감압농축기(Rotary evaporator)에서 농축하였다). 물 층(아래층)이 남아있는 분액깔때기에 염화나트륨 7 g을 넣고 염화나트륨이 녹을 때까지 30 sec 심하게 흔들어 섞은 후 이에 디클로로메탄 100 mL를 넣고 1 min 심하게 흔들어 섞은 후 정치하여 층을 분리하였다. 아래층(용매 층)을 위와 같은 방법으로 탈수하여 암모니아 이온증류 농축기중에 넣고 상층(물 층)에는 디클로로메탄 100 mL를 넣고 위와 같은 조작을 되풀이한 후 암모니아 이온증류 농축기중에 합하고 깔때기 중에 무수황산나트륨을 디클로로메탄 50 mL로 씻고 이 씻은 액은 암모니아 이온증류 농축기 중에 합쳤다. 비등석을 넣어 100~150 mL까지는 낮은 온도에서 천천히 농축시키고 이후 온도를 높여 약 2 mL까지 농축하였다. 석유에텔 100 mL를 암모니아 이온증류 농축기의 스나이더 칼럼을 통하여 넣고 다시 약 2 mL까지 농축하였다. 다시 석유에텔 50 mL를 위와 같은 방법으로 넣고 약 2 mL까지 농축시키고 아세톤 20 mL를 넣어 약 2 L까지 농축하였다. 이 때는 용매를 완전히 날려 보내지 않은 상태에서 아세톤으로 일정량으로 하여 시험용액으로 하였다.

11.2 정제

안지름 22 mm의 컬럼에 40~50 mL의 석유에텔 또는 헥산을 넣고 활성화시킨 규산마그네슘을 컬럼 길이의 10 cm정도 되게 충전한 후 그 위에 컬럼 길이의 1 cm정도 되게 무수황산나트륨을 넣었다. 컬럼의 상단에 소량의 용매가 남을 정도로 유출시켜 버리고 이어서 위의 농축액을 컬럼에 넣고 용기를 소량의 석유에텔 또는 헥산으로 2회 씻어 컬럼에 넣어 약 5 mL/min의 속도로 흘러버리고 컬럼의 기벽을 소량의 석유에텔 또는 헥산으로 씻어주었다. 이어서 6% 에텔 함유 석유에텔 또는 6% 에텔 함유 헥산의 혼합액 200 mL를 5 mL/min의 속도로 유출하여 받고, 용기를 바꾼 후 15% 에텔 함유 석유에텔 또는 15% 에텔 함유 헥산의 혼합액 200 mL를 5 mL/min의 속도로 유출하여 받았다. 다시 용기를 바꾼 후 50% 에텔 함유 석유에텔 또는 50% 에텔 함유 헥산의 혼합액 200 mL를 5 mL/min의 속도로 유출하여 받아 각각의 유출액을 감압 하에 5 mL이하의 일정량으로 농축하여 시험용액으로 하였다. 15%, 50% 유출액(두번째, 세 번째 유출액) 특히 지방성시료의 15% 유출액은 유도체화, 가스크로마토그래피, 박층크로마토그래피등을 하기 위해서는 마그네시아 정제 또는 알칼리 가수분해를 거쳐야 하며 두 가지 동시에 해야 할 경우에는 알칼리 가수분해 후 마그네시아 정제를 행하였다.

11.3 시험조작

충전컬럼(Packed column)에는 고정상담체로 가스크로마토그래프용 크로모솔브 W (AW-DMCS), 크로모솔브G(AW-DMCS) 및

가스크롬 Q (60~80 mesh, 80~100 mesh)가 있으며 고정상액체는 100% Methyl siloxane, 50% Phenyl 50% Methyl siloxane, 50% Cyanopropylphenyl 50% Methyl siloxane, 2% DEGS (Stabilized)를 3~5%로 입힌 것으로 안지름은 2~5 mm로 길이는 100~200 cm의 유리관이어야 한다. 캐필라리칼럼은 0.2~0.32 또는 0.53 mm의 안지름을 가지는 30 m의 규산질 유리제 캐필라리에 적합한 고정상액을 화학적 결합시키거나 또는 Cross link 코팅한 것으로 하였다. 시험용액 주입부 및 검출기의 온도는 각각 200, 250℃ 칼럼온도는 130~230℃사이에서 항온에서 측정하였다.

12. 물리적 분석

각 업체의 이물 선별 일지 또는 검증 자료를 수거하여 원·부재료와 공정중의 제품, 최종제품에 대하여 5일 단위로 업체의 분석 자료를 파악하였다.

결과 및 고찰

Part 1. 안전한 절임배추 생산을 위한 위해요소 저감화 방안

1. 시판 절임배추의 품질 및 안전성 평가

1.1 조사방법

절임배추 생산업체의 현황 및 위생관리 실태에 대한 인식을 파악하기 위하여 전국 15개 절임배추의 현장제조 조건 등에 대해 전화설문을 통해 배추 산지, 소금 종류, 절임방법, 세척방법, 기타 사항 등에 대해 조사하였다.

1.2 시판 절임배추의 위생변화

전국 15개 절임배추 선정은 경기지역 2곳, 충청도 2곳, 강원도 2곳, 전라도 5곳, 경상도 4곳으로 Table 3, 4에 나타내었다. 절임에 사용된 소금은 천일염을 대부분 사용하였으나 2개의 제품은 천일염에 정제소금을 혼합하여 사용하였다. 세척방법은 해수절임을 하는 제품도 2개 있었다. 세척방법으로는 지하수 4회 세척, 자동세척 후 3단 세척, 버블 후 3단세척하는 방법을 사용하였으며 세척방법을 표시하지 않은 제품은 6개 제품이 있었다. 그 외는 모두 지하수를 사용하고 있었다. 1개의 제품은 저염 절임법을 사용하고 있었고, HACCP를 인증 받은 제품도 3개가 있었다. 그러나 이는 포기김치 의무적용 2단계이상의 대상 회사로서 포기김치 인

Table 3. Districtive distribution of purchased salted cabbage samples

Districts	No of samples
Gyeonggi-do	2
Chungcheong-do	2
Gangwon-do	2
Jella-do	5
Gyungsang-do	4
Sum	15

Table 4. Visiting Company Place and Analysis of HACCP in
Company about Salt Cabbage

업 체	세척실 및 절임실 온도	세척조건	절임조건	이물
1	기준 15~25℃ 18~20℃	자동, 수동 3단	12±1% 춘, 추 9±1%하, 13±1%동 염수온도 13~23℃ 24±4hr	Fe 3mm sus 5mm
2		세척회수:3회 세척량:2.5~2.8톤/30분 세척시간:2~5분 세척량:1000kg	동 12~15%, 8~18℃, 16~24hr, 하 9~12%, 10~18℃, 14~22hr,	Fe 3mm 비철 5mm
3		세척회수:3회이상 100L/분 2~4분 ※예비세척 후 절임	6~12%, 16~50hr 4~23℃	Fe 5mm 스텐 6mm
4	20℃ 80% 11~14℃ 65%	원료의 3배 3회 세척	6~7%, 12~23hr 12~14℃	Fe 2mm sus 4mm
5	세척실 6~13℃ 절임실 8~13℃	자동 2단, 수동 1단 세척량:통 500kg이하 세척수량:통 600L이상 소요시간:10분이상		Fe 3mm sus 5mm
6		자동 1단, 수동 1단	8~13% 하절기 6hr, 동절기 12hr	Fe 3mm sus 5mm
7		3단 자동세척 40L/분 2분이상 30개이하/분 1단 수동세척 30cm 이상 상하 2회 좌우 2회		
8	15~25℃ (18~20℃)	자동, 수동 3단	11±1% 춘, 추 9±1%하, 13±1%동 염수온도 13~23℃ 24±4hr	Fe 3mm sus 4.5mm
9	21℃	자동 2회 수동 세척 30분	중추 12~16%, 18~24hr, 주말 5~8%, 40~72hr 15℃, 동 11±1%, 20~48hr, 하 10±1%, 16~22hr	Fe 4mm sus 5mm
10			5~6% 하절기 6~8% 동절기 15~18%	Fe 3mm sus 5mm

- 방문일시: 2009년 3월 ~ 8월
- 10개 김치제조업체 탐방 (국내 HACCP지정업체대상으로 대·중규모업체)
- 원료 현황/전처리조건/세척조건/절임조건/이물관계등

증을 받으면서 절임배추도 받은 것으로 사료된다.

1.3 시판 절임배추의 품질특성

시중 절임배추를 각 지역별 구입하여 포장상태 및 외관상태를 Fig. 3 과 같이 양호한 포장상태에서 유통되고 있는 것을 알 수 있었으며, 품질 조사한 결과는 Table 5에 나타내었다. 시중 절임배추의 염도는 0.5 ~ 2.0% 를 나타내고 있었으며 일반적으로 3 ~ 5%로 절임배추의 규격을 제시하는 것보다는 저염으로 나타났다. pH는 최저 5.32에서 최대 6.47을 나타내었다. 염도와 절임배추의 pH와는 상관관계를 볼 수 없었다.

물성은 최저 1,997 ~ 최대 3,665 g/cm³ 을 나타내었다. 3,500 g/cm³ 이 넘는 2개의 제품은 배추의 절임이 전혀 되지 않아 다시 소금 절임을 해야 하는 제품도 있었다. 박스 내 들어있는 절단된 절임배추는 크기가 다양하였다. 또한 염수의 양도 다양하게 있어 탈수의 정도에 따라 실제 제품 무게의 차이가 있음을 알 수 있었다. 15개의 제품 중 2개 제품은 깨끗한 상태를 보였으나 7개 제품은 재세척이 필요하였으며 재 세척 시 애벌레, 흙 등의 이물이 검출되기도 하였다.

1.4 시판 절임배추의 병원 미생물 특성

시중 절임배추의 위생학적 지표를 보기 위하여 병원성미생물의 분석을 실시한 결과 Table 6에 나타내었다. 15개의 시중 절임배

추의 일반세균은 최저 3.37~최대 6.05 log의 분포를 나타내었으





Fig. 3. Different in distribution of salted-cabbages which made by small enterprises.

Table 5. Qualitative results of purchased salted cabbages

Content Sample ¹⁾	Salt (0~28%)	pH	Texture (g/cm ³)	Size (cm×cm×cm)
A	1.0	6.47	3322	12×20×6
B	1.8	5.37	2782	10×20×8
C	0.7	6.00	3210	10×17×5.5
D	1.4	5.47	3094	11.5×21.5×7.5
E	0.7	5.87	3158	9.5×19×7
F	1.0	5.71	3158	9×17×7.5
G	0.8	5.89	3256	12×22×8
H	0.6	6.16	3665	9×17×6.6
I	0.5	5.92	1997	8×21×6
J	0.9	5.85	2686	9×17×7.5
K	1.6	6.47	2559	10×17×9
L	1.0	5.32	3531	8×17×6.5
M	2.0	5.27	3159	9×17×7.5
N	1.9	5.92	2984	10×16×9
O	1.2	6.15	3327	9.7×21×6

¹⁾Different companies that are obtained the salted cabbages.

A,B: made in Gyeonggi-do

C,D: made in Chungcheong-do

E,F: made in Gangwon-do

G,H,I,J,K: made in Jella-do

L,M,N,O: made in Gyungsang-do

Table 6. Microbiological results of purchased salted cabbages

Content Sample ²⁾	Mean $\pm$ SD (log CFU/g)			<i>S. aureus</i>
	Total aerobic bacteria	<i>Coliform</i> <i>bacteria</i>	<i>E. coli</i>	
A	4.93 $\pm$ 0.68	2.58 $\pm$ 0.03	ND ¹⁾	ND
B	4.78 $\pm$ 1.10	ND	ND	ND
C	4.44 $\pm$ 0.96	ND	ND	ND
D	3.88 $\pm$ 0.12	2.29 $\pm$ 0.02	ND	ND
E	4.78 $\pm$ 0.65	2.93 $\pm$ 0.49	ND	ND
F	6.05 $\pm$ 0.44	2.74 $\pm$ 0.62	ND	ND
G	4.10 $\pm$ 0.30	ND	ND	ND
H	5.95 $\pm$ 0.39	ND	ND	ND
I	5.13 $\pm$ 1.02	1.85 $\pm$ 0.00	ND	ND
J	4.58 $\pm$ 1.09	1.90 $\pm$ 0.00	ND	ND
K	4.08 $\pm$ 0.70	ND	ND	ND
L	4.63 $\pm$ 0.32	1.65 $\pm$ 0.49	ND	ND
M	3.37 $\pm$ 0.88	ND	ND	ND
N	4.25 $\pm$ 0.83	1.85 $\pm$ 0.00	ND	ND
O	5.21 $\pm$ 0.67	ND	ND	ND

¹⁾ND: not detected(detection limit: <1.0 log CFU/g).

²⁾Same as specified on Table 5.

며, 대장균군은 불검출 7개 업체의 제품을 제외하고 최저 1.65~ 최대 2.93 log로 나타났다. 이 중 대장균과 황색포도상구균은 검출되지 않았으며 그 외 병원성 균을 실험한 결과 검출되지 않았다.

2. 절임배추의 생산 공정별 위해요소 분석

2.1 시료

현장조건에 따른 안전성 조사를 위해 실험대상 시료는 판매량이 많은 김치를 대상으로 김치제조업체 4곳을 3회 방문하여 실험하였으며, 4곳에 대한 업체명은 A, B, C, D로 구분하였다. 원재료인 배추와 소금을 절임 전·후단계의 시료를 무균적으로 채취하여 적정 온도에서 1 hr 내 실험실로 운반하여 실험에 사용하였다. 제조공정별 단계로 절임용 소금물, 탈수 절임배추, 세절 절임배추를 무균적으로 채취한 후 ice box로 냉장 운반하여 신속히 실험에 사용하였으며, 시료 당 각각 3회 반복 측정 후 평균값으로 하였다.

2.2 원재료의 배추·소금에 대한 위해미생물 분석

절임배추 생산의 가장 기초단계인 배추, 소금의 위생 상태를 파악하기 위해 김치제조업체 4곳에 대한 에 대한 미생물 오염도를 분석한 결과 Table 7에 나타내었다. 각 업체별 배추의 일반생균수는 1.4×10^5 , 6.4×10^5 , 1.7×10^7 , 3.6×10^7 CFU/g로 검출 되었고, 대장균군은 D업체에서만 2.4×10^4 CFU/g검출되었으며 *E. coli* 은

Table 7. Microbial contamination of minor ingredients

(Unit: CFU/g)

Sample	Total aerobic bacteria	Coliform	<i>E. coli</i>
Cabbage ²⁾	A	1.4×10^5	ND ¹⁾
	B	6.4×10^5	ND
	C	1.7×10^7	ND
	D	3.6×10^7	2.4×10^4
Salt ³⁾	A	ND	ND
	B	ND	ND
	C	ND	ND
	D	ND	ND

¹⁾ND : not detected.

²⁾Different companies that are obtained the salted cabbages.

A: produced in Jella-do

B: produced in Gyung-sang-do

C: produced in Gyeonggi-do

D: produced in Gangwon-do

³⁾Different companies that are obtained the salt

A: produced in Jella-do

B: produced in Gyung-sang-do

C: produced in GyeongGi-do

D: produced in Gangwon-do

Table 8. Microbial contamination of minor ingredients

(Unit: CFU/g)

		<i>S.aureus</i>	<i>B.cereus</i>	<i>Sal. typhimurium</i>	<i>C.perfringens</i>	<i>C.jejuni</i>	<i>V.parahemolyticus</i>	<i>Y.enterocolitica</i>	<i>L.monocytogenes</i>
Cabbage ²⁾	A	9.9×10 ²	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	8.0×10 ¹	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	3.0×10 ³	4.1×10 ³	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	D	ND	1.0×10 ¹	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Salt ³⁾	A	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁾ND : not detected.

²⁾Same as specified on Table 7.

³⁾Same as specified on Table 7.

검출되지 않았다.

소금에 대한 일반세균을 분석한 결과 C업체에서만 2.7×10^3 CFU/g로 검출되었으며, 대장균군 및 대장균은 검출되지 않았다. 그 외 병원성미생물을 분석한 결과는 Table 8에 나타내었다. 배추에서 *S. aureus* A, B, C업체에서 9.9×10^2 , 8.0×10^1 , 3.0×10^3 CFU/g이 검출되었고, *B. cereus* 역시 배추의 C, D업체에서 4.1×10^3 , 1.0×10^1 CFU/g로 검출되었다. 소금의 경우에는 모든 업체에서 검출되지 않았다.

2.3 절임배추제조 전·후 중금속 분석

원료 배추의 절임배추제조 전·후 중금속 분석결과 Table 9에 나타내었다. 세척 전·후 단계에서 중금속 납과 카드뮴은 검출되지 않았다.

2.4 절임배추 생산 공정중의 미생물 오염도 분석

생산 공정 중 미생물 오염도를 파악하기 위하여 4개의 김치제조업체에 대해 일반생균수를 분석한 결과 Fig. 4, 5, 6에 나타내었다. 절임용 소금물의 경우 $1.4 \times 10^1 \sim 4.4 \times 10^5$ CFU/g이 검출되었고, 탈수 절임배추는 $1.5 \times 10^4 \sim 1.2 \times 10^8$ CFU/g이 검출되었으며, 세절 절임배추의 경우 $9.4 \times 10^4 \sim 1.3 \times 10^8$ CFU/g이 검출되었다. 병원성 미생물을 분석한 결과를 Table 10에 나타내었다. *E. coli* 은 업체에 생산 공정 중 절임용소금물과 세절 절임배추에서 검출되었으며, *S. aureus*은 절임용소금물과 탈수 절임배추에서

Table 9. Analysis of heavy metal in cabbages before and after salted process
(mg/kg)

Process	Lead	Cadmium
Before-Washing	ND ¹⁾	ND
After-Washing	ND	ND

¹⁾ND : not detected.

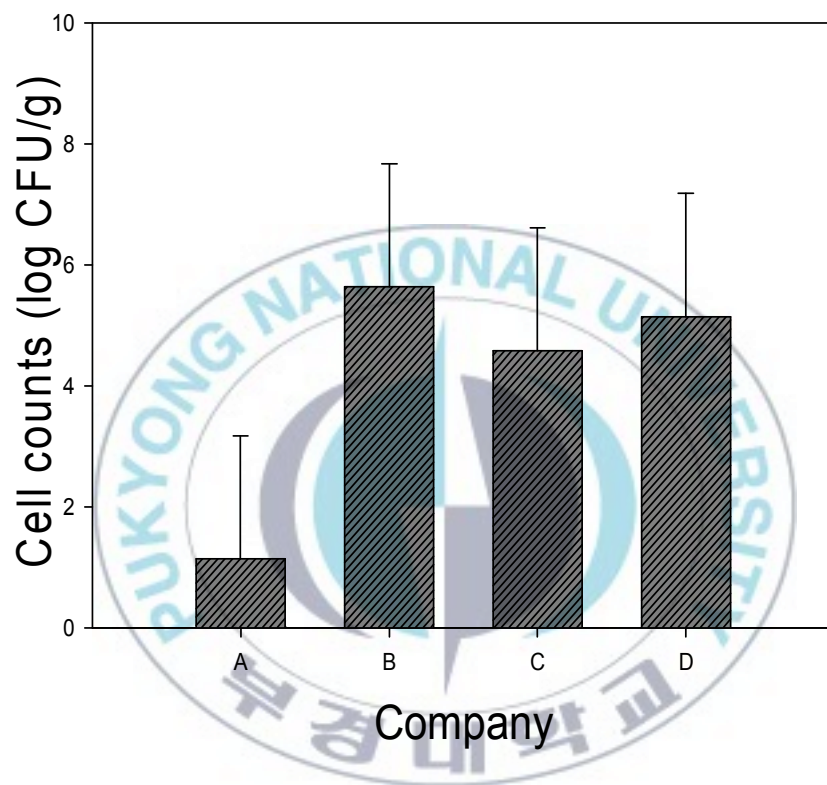


Fig. 4. Different in total aerobic bacteria counts in processing about salt brine classified by Company of Salted-cabbage. A: produced in Jella-do, B: produced in Gyung-sang-do, C: produced in Gyeonggi-do, D: produced in Gangwon-do.

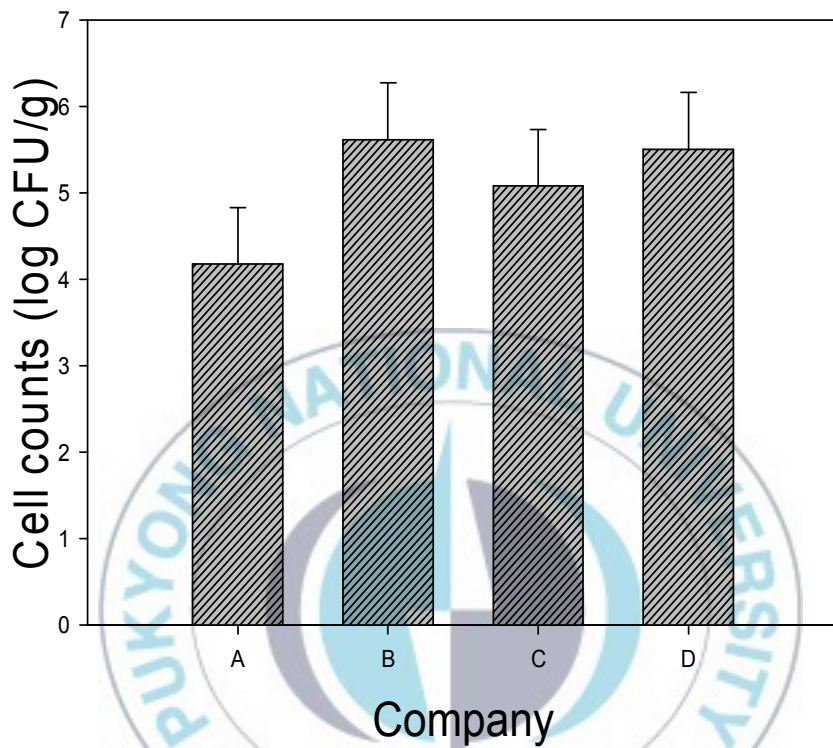


Fig. 5. Different in total aerobic bacteria counts in processing about salted cabbage with spin drying classified by Company of Salted-cabbage.

A: produced in Jella-do, B: produced in Gyung-sang-do, C: produced in Gyeonggi-do, D: produced in Gangwon-do.

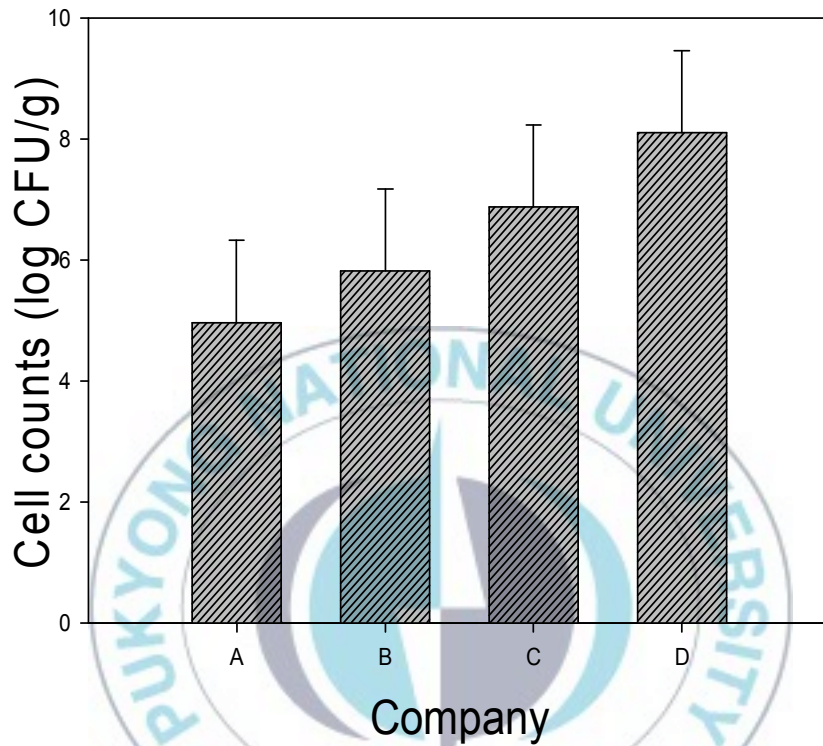


Fig. 6. Different in total aerobic bacteria counts in processing about salted cabbage with cutting classified by Company of Salted-cabbage. A: produced in Jella-do, B: produced in Gyung-sang-do, C: produced in Gyeonggi-do, D: produced in Gangwon-do.

Table 10. Microbial contamination of salted cabbage in manufacturing process

	A ⁴⁾			B			C			D		
	a ¹⁾	b ²⁾	c ³⁾	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<i>E. coli</i>	ND	ND	(+)	ND	ND	(+)	(+)	ND	ND	(+)	ND	(+)
<i>S. aureus</i>	(+)	ND	ND	ND	(+)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>B. cereus</i>	(+)	(+)	(+)	ND	ND	ND	ND	(+)	ND	ND	ND	(+)
<i>C. jejuni</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>V. parahemolyticus</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>C. perfringens</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>S. typhimurium</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Y. enterocolitica</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

a¹⁾: salt water, b²⁾: salted cabbage with spin drying c³⁾: salted cabbage with cutting , A⁴⁾: produced in Jella-do, B: produced in Gyungsang-do, C: produced in Gyeonggi-do, D: produced in Gangwon-do.

검출되었다. *B. cereus*은 절임용 소금물과 탈수 절임배추, 세절 절임배추 모든 공정에서 양성으로 검출되었다. 그 외 병원성 미생물은 절임용 소금물과 탈수 절임배추, 세절 절임배추 모든 공정에서 검출되지 않았다.

2.5 시판 절임배추 생산 시 주요공정 생산 관리점 파악

세척 후 청결제조 공정은 세척공정에서 생물학적 위해요소(식중독균)가 제어되므로, 이러한 상태를 유지하기 위해 세척공정 이후부터 내포장 공정까지 보다 청결한 수준으로 관리하여야 하며, 이 공정은 안전한 제품을 생산하기 위해 가장 중요한 공정이다. 또한 세척시간, 수량, 원물량 등을 측정하는 이유는 세척회수, 세척시간, 세척수량, 원물량의 변화에 따라 세척효과가 약화될 수 있으므로 주기적인 세척조건의 확인이 필요한 것으로 사료된다.

3. 절임배추의 생산 공정의 주요 위해요소 제어 방안

3.1 절임공정 시간 및 염수절임 구간변화

원산지가 국내산인 생으로 된 통배추를 4절하여 600 g을 NaCl 80%함량의 천일염을 사용하여 염수농도 3, 10, 15%로 달리하여 일반 가정용 수돗물을 배추중량의 2.5배(W/V)실험에 사용하였다. 침지온도 10, 15, 20, 25℃로 설정하고, 절임시간은 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 hr 으로 2 hr 가격의 차로 설정하여 각 시료 당 3회 반복 측정한 결과 Table 11 에 나타내었다.

배추의 절임 공정에서 염수의 농도, 절임 시간, 염수의 온도 등에 따라 배추의 맛이 좌우되며 또한 김치의 발효기간 및 관능품질에 중요한 영향을 준다(KY, 1996). Ju (1994)는 배추와 소금물이 접촉하면 배추 표피의 세포막 주성분인 펙틴이 펙틴분해효소에 의해 가수분해 되면서 세포막의 파괴가 일어나고, 이 부분을 통해 물에 잘 녹는 수용성 물질인 비타민 C, 당, 황 함유 물질, 유리 아미노산 등이 배추 섬유질로부터 빠져 나온다고 하였다. 따라서 절임 과정을 통해 빠져 나오는 물질과 맛과의 관계를 잘 유지하여야 하기 때문에 절임은 배추의 맛을 좌우하는 중요한 공정이라고 할 수 있다. 또한 Lee 등(1988)은 절임에 의해 배추 잎의 절단력은 증가하는데 이것은 주로 세포벽의 구조적 변형에 따라 포개짐에 의한 절단면의 수적 증가에 의한 것이라고 보고하였다.

3.2 절임공정 조건에 따른 위해미생물 변화

절임공정 조건에 따른 염수농도 8, 10, 12, 15%와 배추 절임 시간을 5, 10, 15, 20 hr 동안 위해 미생물을 측정한 결과 Fig. 7 ~ 10에 나타내었다. *E. coli* 은 $3.5 \times 10^5 \sim 1.7 \times 10^6$, $3.4 \times 10^5 \sim 2.5 \times 10^6$, $5.4 \times 10^5 \sim 2.3 \times 10^6$, $4.0 \times 10^5 \sim 2.3 \times 10^6$ cfu/g로 검출되었고, *S. aureus* 은 $1.9 \sim 4.1 \times 10^4$, $4.1 \times 10^3 \sim 2.8 \times 10^4$, $1.5 \sim 7.9 \times 10^3$, $2.2 \sim 6.6 \times 10^4$ CFU/g으로 검출되었다.

*Sal. typhimurium*은 모든 염수의 5 hr 절인 배추에서만 $2.5 \times 10^5 \sim 3.8 \times 10^6$ CFU/g이 검출되어 10% 염수에 15 hr 절인배추가 가장 미생물 오염 변화가 가장 적었다.

Table 11. Optimal condition of salted-cabbage which classified by concentration in salt brine

Salt brine	Temperature (°C)	Salted time (hr)	pH	Acidity (%)	Optimal salinity (%)	Texture (g/cm ²)
3%	25	20	< ¹⁾ 6.0	> ²⁾ 4.0	2.8	27.56
10%	25	10	< 6.0	> 4.0	2.8	30.25
15%	25	6	< 6.0	> 4.0	2.8	36.31

¹⁾ :less than, ²⁾ : more than

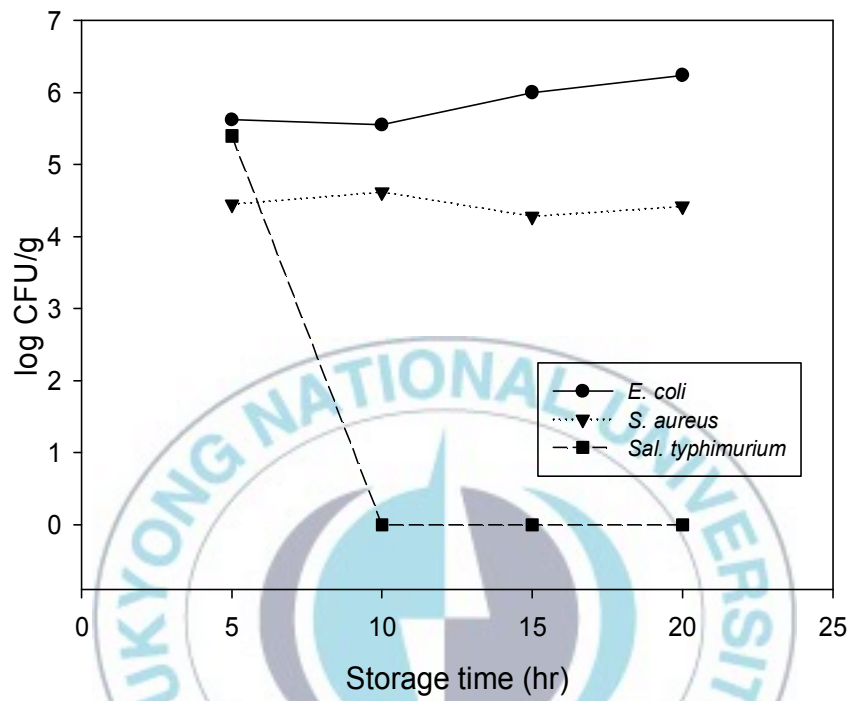


Fig. 7. Change of pathogen bacteria in cabbage ring salting in 8% brine.

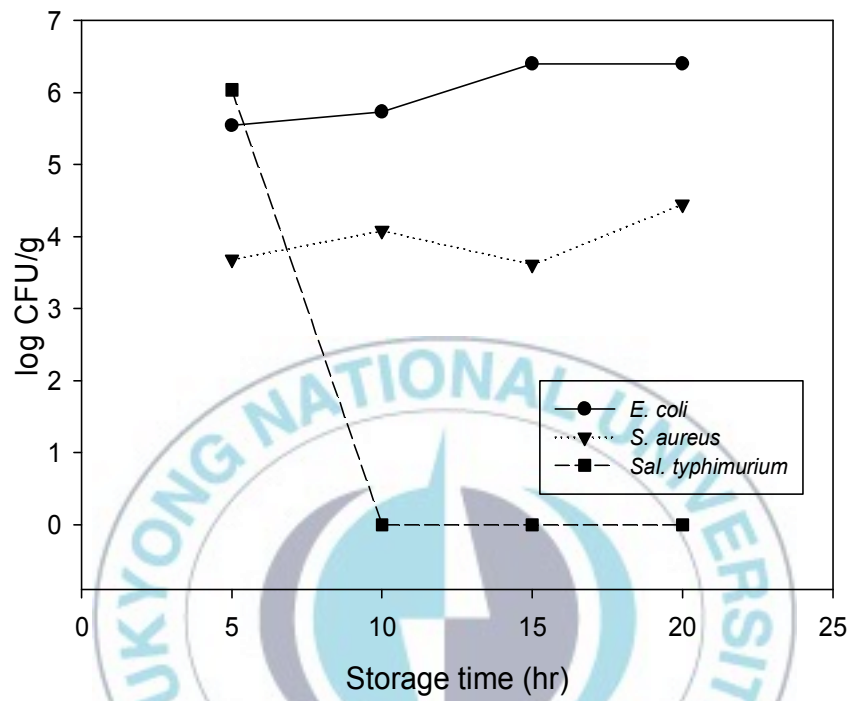


Fig. 8. Change of pathogen bacteria in cabbage ring salting in 10% brine.

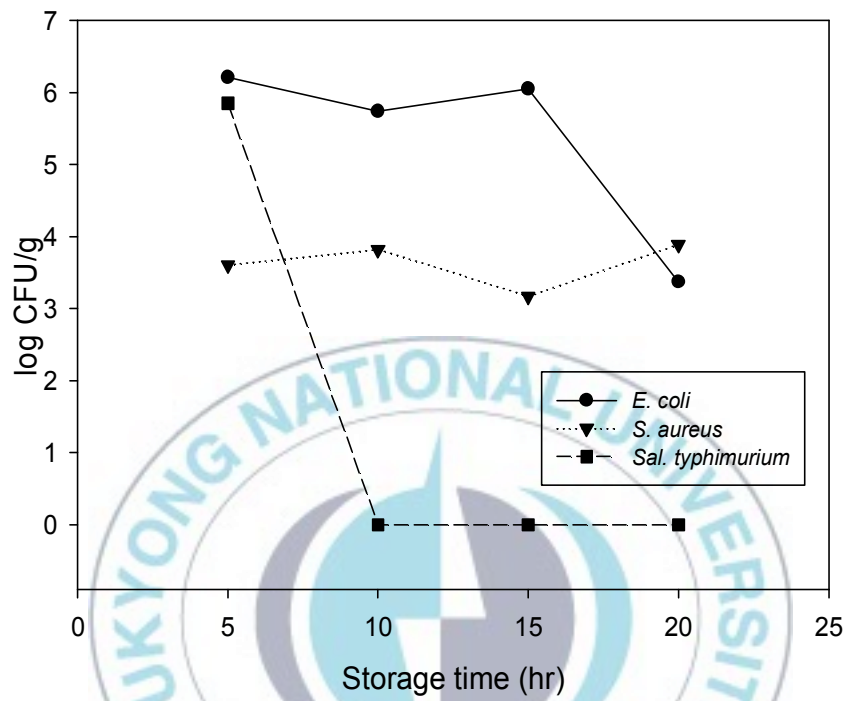


Fig. 9. Change of pathogen bacteria in cabbage ring salting in 12% brine.

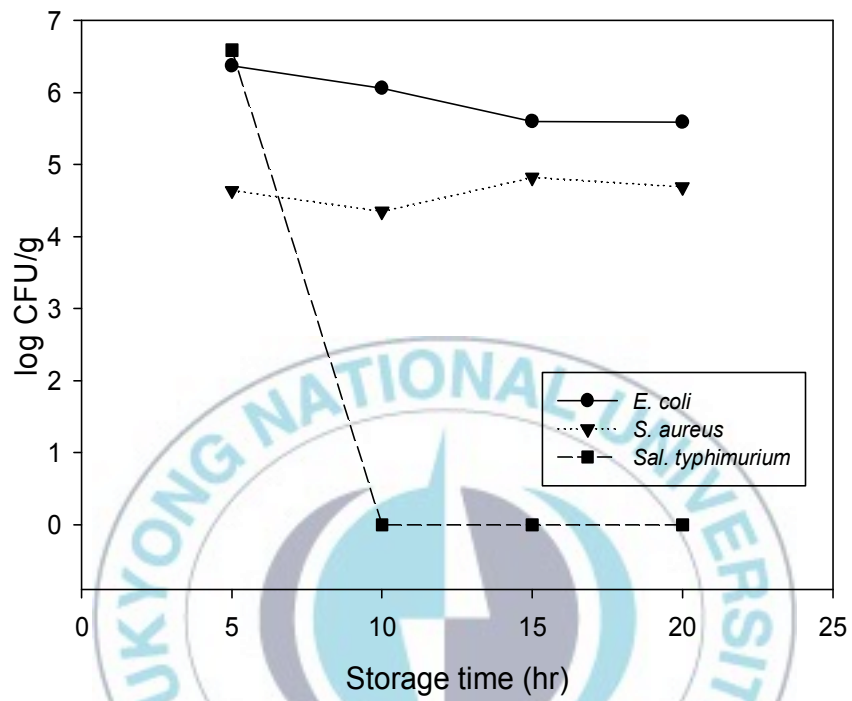


Fig. 10. Change of pathogen bacteria in cabbage ring salting in 15% brine.

3.3 절임배추의 세척방법에 따른 위해미생물 변화

10%염수 1.5 L에 10 mL균배양액 접종 후 배추 600 g을 15 hr 절임배추를 세척방법을 달리한 물 2, 3회 세척, 염소 3회 세척, acetic acid 3회 세척을 달리하여 2 hr 탈수하여 염도 측정 결과는 평균 3.15, 2.48, 3.15, 2.49%로 측정되었다. Fig. 11~14에 나타내었다. *E. coli*은 물 3회 세척, 염소 3회 세척, 물 2회 세척 순으로 검출 되었으며, acetic acid 3회 세척에서는 검출되지 않았다. *S. aureus*은 물 2회 세척에서 3.0×10^5 , 물 3회 세척과 염소 3회 세척은 3.6×10^5 CFU/g으로 검출되었고, acetic acid 3회 세척은 5.6×10^3 , 5.6×10^3 CFU/g로 물보다는 염소와 acetic acid 에서 비교적 작게 검출되었다. *Sal. typhimurium*은 acetic acid 3회 세척에서 3.0×10^1 CFU/g로 가장 낮게 검출되었다. *Sal. typhimurium*은 모든 염수의 5 hr 절임 배추에서만 $2.5 \times 10^5 \sim 3.8 \times 10^6$ CFU/g이 검출되어 10%염수에 15 hr 절임배추가 가장 미생물 오염 변화가 적었다.

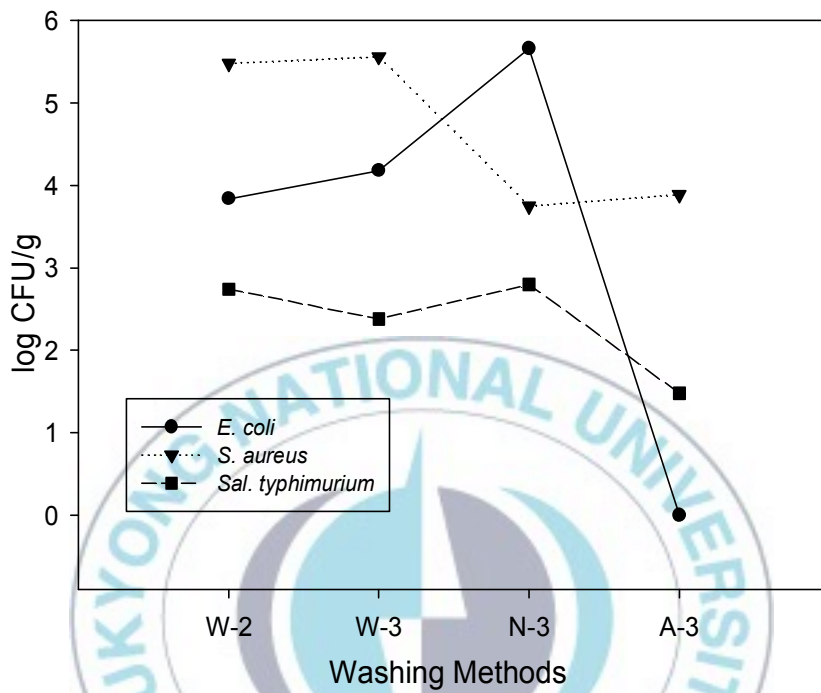


Fig. 11. Survival levels of *E. coli*, *S. aureus* and *Sal. typhimurium* in salted cabbage after salting and washing. W-2::water 2 washing, W-3: water 3 washing, N-3: NaDCC 3 washing, A-3: acetic-acid 3 washing

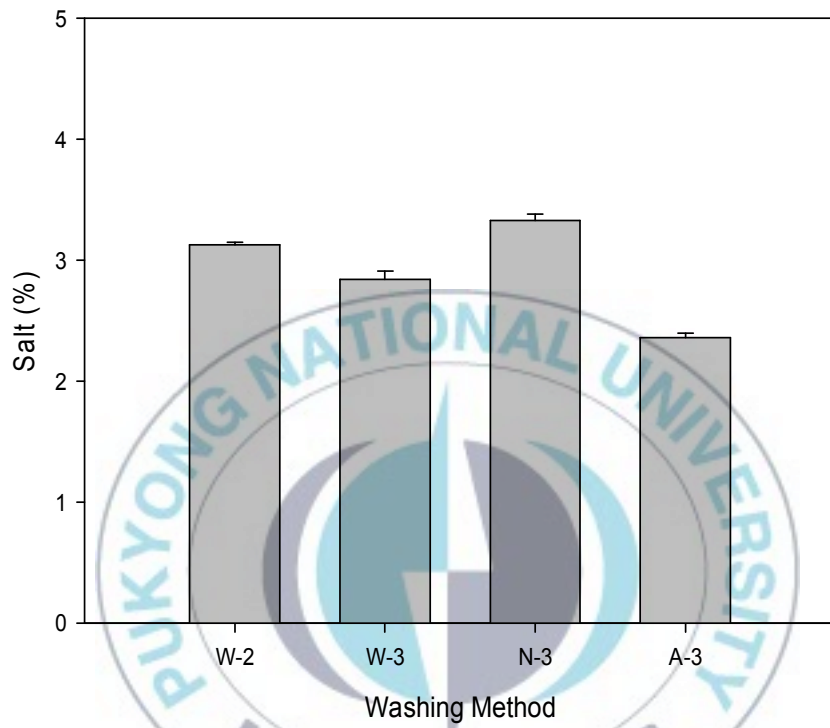


Fig. 12. Salt content of salted cabbage added *E. coli* after salting and washing .*Same as specified on Fig. 11.

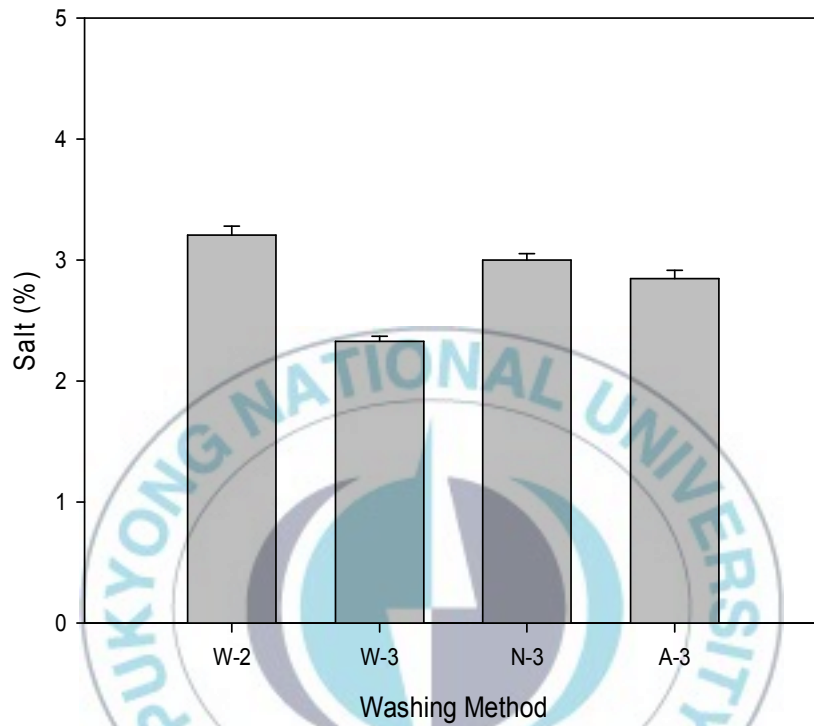


Fig. 13. Salt content of salted cabbage added *S. aureus* after salting and washing. *Same as specified on Fig. 11.

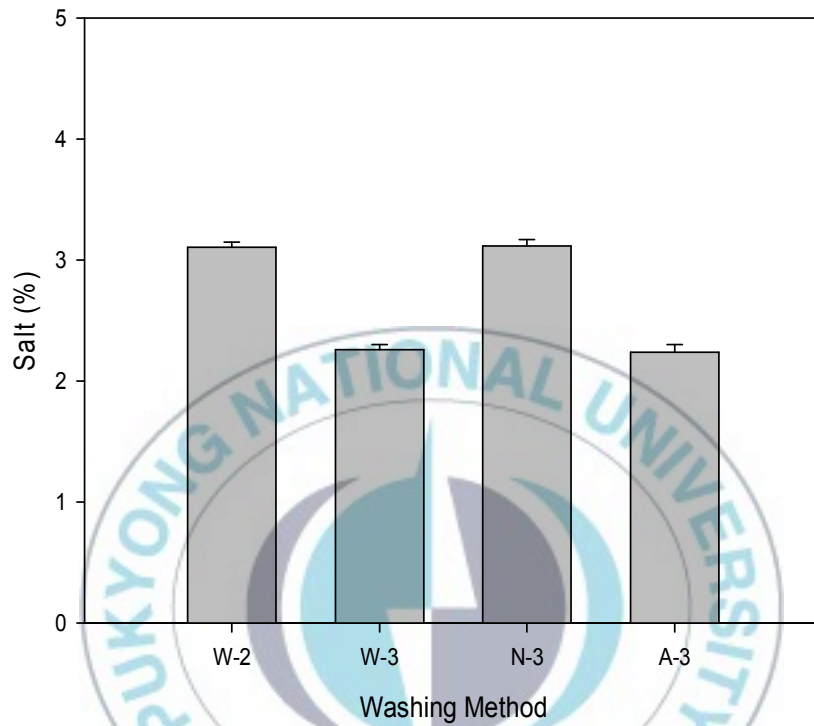


Fig. 14. Salt content of salted cabbage added *Sal. typhimurium* after salting and washing. *Same as specified on Fig. 11.

Part 2. 안전관리 절임배추의 HACCP 메뉴얼

1. 절임배추의 HACCP 계획표

1.1 제품설명서 조사

제품설명서 작성 중 법적규격의 경우 식품공전 등에서 규정하고 있는 항목을 정리하여 반영하며, 사내규격의 경우 제품에 대한 이해와 제품생산 경험 등을 고려하여 회사 형편상 항목을 가감한다. 현장방문을 통하여 조사된 절임배추의 제품설명서 예시는 Table 1에 나타내었다. HACCP을 적용하거나 준비하고 있는 업체에서는 제품설명서를 준비하고 있었으나, 제품설명서 작성 중 완제품규격의 사내규격 설정에 어려움을 겪는 경우가 있는 것으로 조사되었다. 법적규격의 경우 식품공전 등에서 규정하고 있는 항목을 정리하여 반영할 수 있으나, 사내규격의 경우 제품에 대한 이해와 제품생산 경험이 짧은 회사 일수록 경험치의 반영, 근거자료의 확보 등에 어려움이 있어 사내규격 설정에 어려움을 겪는 경우가 많은 것으로 조사되었다.

1.2 제조공정도

공정흐름도 특정품목의 또는 제조에 사용되는 단계나 공정의 순서를 체계적으로 표현한 것으로, 공정흐름도에서 원·부자재 및 포장 재료의 입고에서부터 제품의 출하까지 모든 단계를 파악하여 작성하여야 하며, 제품이 어떤 환경 하에서 어떤 경로를 통해 만들어지며 그 과정 중에서 위험이 어디에서 발생할 수 있는지를 보

여준다(식품의약품안전청고시 제2009-62호). 공정번호는 공정명의 좌측에 기재하고 원부재료 입고를 1번으로 하고 공정순서에 따라 순차적으로 공정번호를 부여하되 같은 단계의 공정이 여러 번 진행되는 경우 일련번호를 부여한다(Fig. 1). 현장을 방문하여 각각의 공정, 공정명칭, 공정조건으로 온도 및 시간 등을 확인해야 하며, 각 공정 및 작업장 내에서 위해요소가 발생할 수 있는 모든 조건 및 지점을 찾아내기 위한 것이므로 정확성을 유지하는 것이 중요하였다.

1.3 작업장 평면도

작업장 평면도 및 공조시설계통도, 용수 및 배수처리계통도는 사업장마다 차이가 있었다. 작업장 평면도는 공장규모로 생산하는 유형과 하우스 등 소형제조 유형으로 구분할 수 있었으며, HACCP을 적용하지 않는 사업장의 경우와 HACCP을 적용한 사업장의 경우 예를 들어 Fig. 2, 3에 나타내었다. 원료의 입고부터, 정선 · 절임 · 세척 · 탈수작업의 전처리 작업 및, 양념제조, 속 넣기 작업 등이 모두 동일한 공간에서 이루어지고 있는 경우가 많았으며, 작업자가 위생처리를 할 수 있는 위생설비가 구비되지 않았거나, 위생설비가 구비되어 있다 하더라도, 사용하기에 불편하여 사용을 하지 않고, 위생설비 숫자가 부족하여 제한된 인원만 사용하는 경우가 있었다. 또한 세척작업이 탈수, 속 넣기 작업과 동일 공간에서 이루어져 세척공정에서 발생하는 위해요소가 탈수과정에 있는 배추에 교차오염이 되는 상황이 발생되었으며, 그 뿐 아니라

Table 1. 절임배추의 제품설명서

(1) 제품명, 제품의 유형 및 성상	제품명 : 절임배추 제품의 유형 : 절임식품 성 상 : 고유의 선택과 향미를 가지며 이미, 이취가 없어야 함				
(2) 품목제조(변경) 보고 년·월·일	2000. 00. 00				
(3) 작성자 및 작성 년·월·일	홍길동(2000.00.00)				
(4) 성분배합비율	배추 00.0%(국산), 소금 0.0%				
(5) 가공방법	제조공정도 및 공정별 가공방법에 따름				
(6)제조(포장)단위	1kg ~ 20kg				
(7) 포장방법 및 재질	포장방법 : 밀봉포장 포장재질 : 내포장재(LDPE) , 외포장재(스티로폼 박스, 종이박스)				
(8) 완제품 규격	항 목		법적규격	사내규격	
	성상		고유의 선택과 향미를 갖고 이미, 이취가 없을 것	고유의 선택과 향미를 갖고 이미, 이취가 없을 것	
	생물학적	<i>S. aureus</i> <i>Salmonella</i> spp. <i>E. coli</i> <i>L. monocytogenes</i>	음성	음성	
		<i>B. cereus</i>	-	음성	
	화학적	타르색소	불검출	불검출	
		보존료(g/kg)	불검출	불검출	
		중금속	납	-	0.3mg/kg이하
			카드뮴	-	0.2mg/kg이하
		잔류농약	-	기준치 이하	
		염도(%)	-	1.0 ~ 2.0	
	pH	-	5.0 ~ 6.5		
	물리적	이물	불검출	금속성이물 : Fe 2.0 φ이상 불검출 돌조각, 흙 : 불검출	
(9) 제품용도 및 유통기한	제품용도 : 절임 또는 배추김치용 소비대상 : 일반 건강인 섭취방법 : 그대로 섭취 유통기한 : 제조일로부터 00일(냉장유통, 0~10℃이하)				
(10) 표시사항	제품명, 식품의 유형, 내용량, 원재료 및 함량, 유통기한, 보관방법, 포장재질				
(11) 보관, 유통상 주의사항	냉장보관(0~5℃) 및 냉장유통(0~10℃)				
(12) 기타 필요사항	유통과정 중 변질 및 파손된 제품은 판매원 및 구입처에서 즉시 교환하여 드립니다.				



Fig. 1. 절임배추의 제조공정도

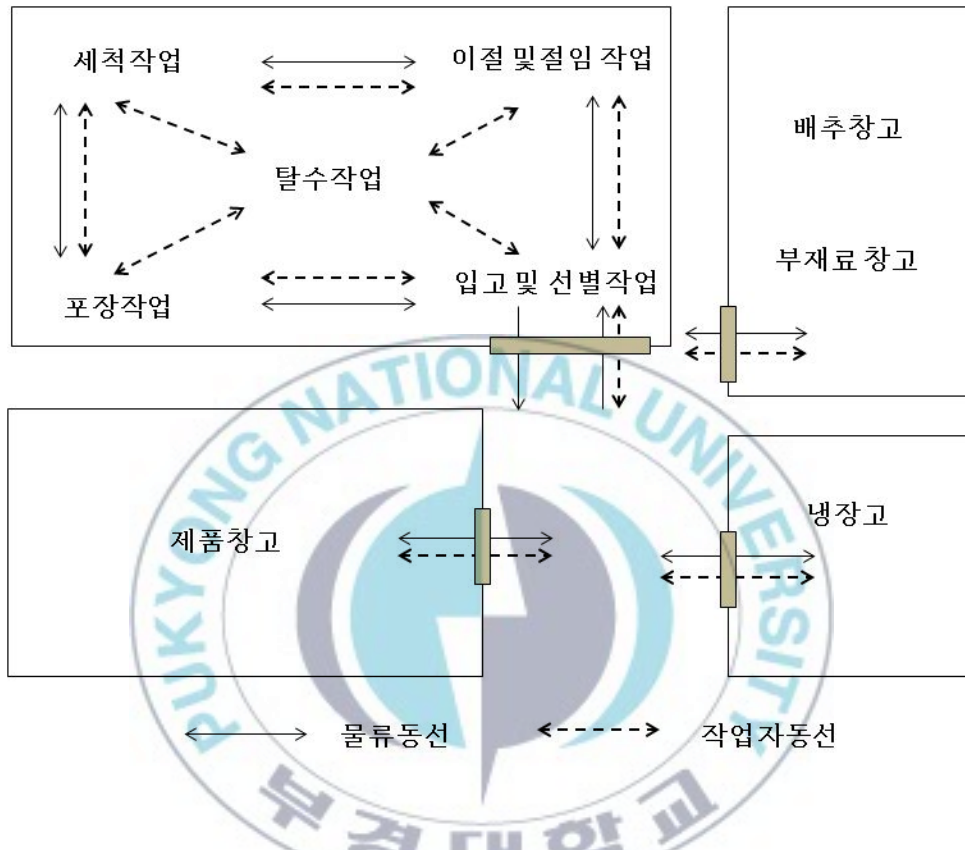


Fig. 2. 절임배추 작업장 평면 예시 - HACCP 미적용 작업장

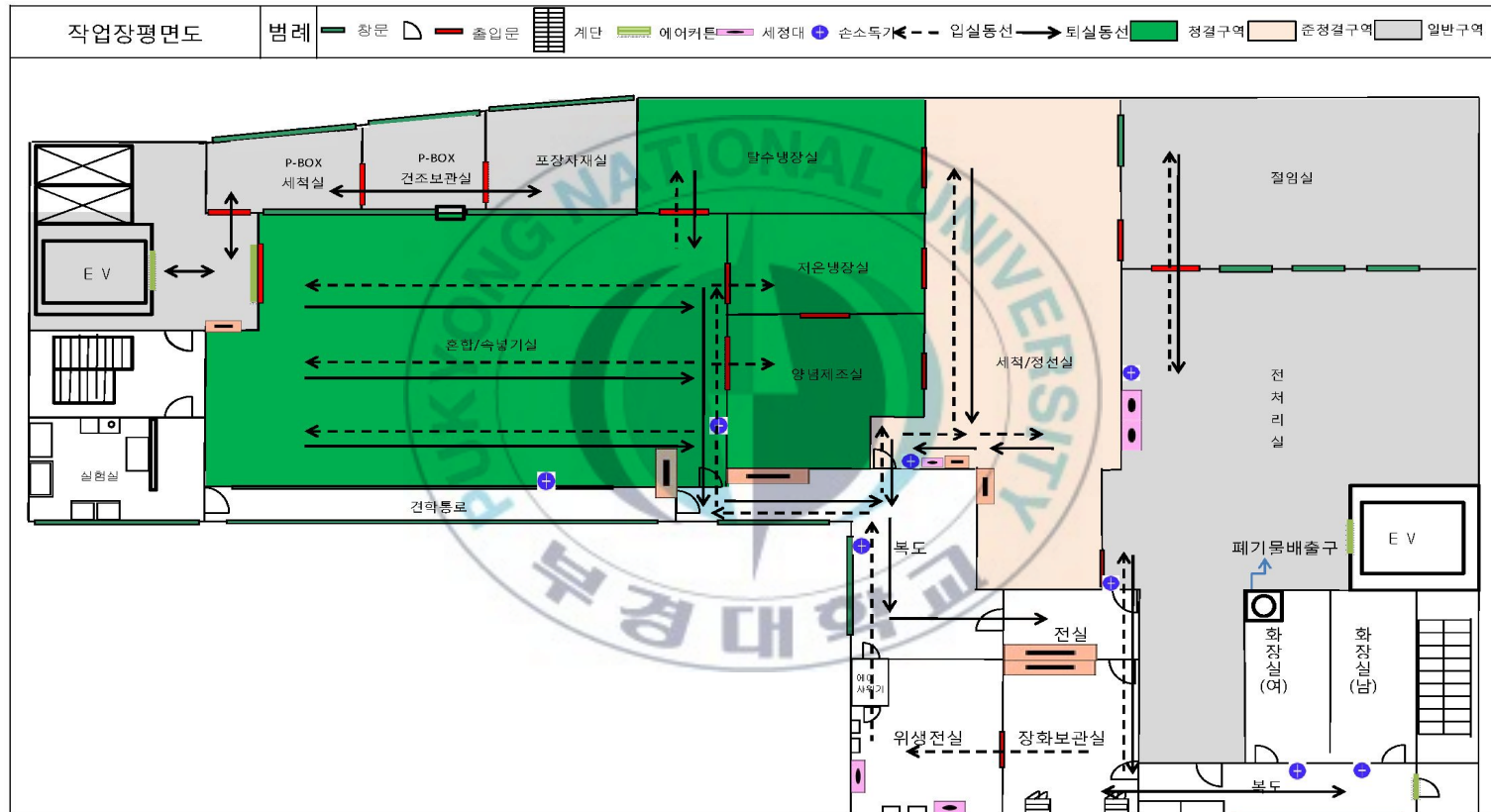


Fig 3. 절임배추 작업장 평면 예시- HACCP 적용 작업장.

세척작업자가 탈수 및 속 넣기 작업을 함께 함으로 인해 교차오염의 가능성은 더욱 심각성을 유발했다. 따라서 작업자 간의 교차오염을 방지하기 위하여 작업자들이 이동하는 경로 또는 범위를 표시하여 작업특성이 다른 작업자의 이동경로를 구분해야한다. HACCP적용 작업장의 평면도에 대한 공기의 흐름은 청결구역에서 일반구역으로 이동하며 작업장의 급 · 배기시설, 급 · 배기구, 환풍기 등 공기흐름에 영향을 미칠 수 있는 것들은 모두 구분하여 나타내었다.

2. 위해요소 분석

2.1 절임배추 위해요소에 대한 문헌조사

절임배추에 대한 연구는 미비하여 배추김치에 대한 문헌을 인용 하였다. 2009년 박 등 연구에 의하면 1998년부터 2008까지 569건의 식품안전관련 사건을 분석한 결과 Table 2과 같이 배추김치는 식품안전관련 사고의 1.5%를 차지하였으며, 1998년부터 2008년 10월까지 배추김치관련 식품안전사건사고 내용을 Table 3에 위해요소를 분석하였다. 전체적으로 물리적 위해요소가 5건 (62.5%)으로 가장 많이 발생하였으며, 다음은 화학적 위해요소가 3건(37.5%)이 발생한 것으로 나타났다. 화학적 위해요소의 경우는 중금속과 식품첨가물이 원인으로 나타났다. 최 등(2007)의 연구자료에 의하면 기생충 오염의 제거를 위하여 기생충란 오염 배추 모델을 이용하여 배추의 효과적 세척 방법을 평가한 결과 배추에 붙어 있는 흙을 없애고, 뿌리 및 오염된 잎을 제거한 다음, 3

Table 2. 1998년부터 2008년 동안 식품안전관련 사건·사고 중 김치류의 발생수준 분석

식품 품목	건수	총 %	식품	건수	총 %
김치류	8	1.5	배추김치	8	1.5
			그 외 김치류	0	0.0
총 품목	569	100.0			

(자료 : 식품위생학회지, 2009)

Table 3. 1998년부터 2008년간 배추김치 식품안전 사건·사고의 위해요소별 분석

위해요소	건수	총 %
생물학적	-	-
중금속	1	12.5
화학적	2	25.0
식품첨가물	5	62.5
물리적	비금속성	
총	8	100.0

(자료 : 식품위생학회지, 2009)

단계 이상으로 분리된 세척조로 분리 급수하면서(유속 0.8 m/sec) 소금에 절인 배추를 각 세척조에서 손가락으로 배추의 뿌리부분과 잎 사이를 골고루 벌려 잡고, 배추를 물속에 넣은 후 물속에서 상하로 20 cm 이상 넣었다 빼는 것을 3회 이상 반복 후 다시 좌우로 30 cm 이상 3회 이상 흔들며 세척하는 것이 효과가 좋다고 보고한 바 있다. 2007년 권과 김 등의 연구에 따르면 6개 제조회사로부터 구입된 포장 배추김치를 4℃에서 15 days 저장했을 때 *B. cereus*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *S. aureus*, *Y. enterocolitica*의 7개 병원성미생물은 검출되지 않았으며, 일반세균수는 초기 $2.1 \times 10^5 \sim 1.9 \times 10^6$ CFU/mL에서 4℃에서 15 days 저장 후 $1.1 \times 10^8 \sim 1.8 \times 10^9$ CFU/mL으로 증가하였으며 대장균군수는 초기 $2.5 \times 10^2 \sim 1.7 \times 10^4$ CFU/mL에서 저장 후 검출되지 않았다. 하지만 6개 회사 중 2개 회사 제품에서 대장균이 검출된 것으로 나타났다. 2008년 김 외 2명 연구에서 김치 발효 중 식중독 미생물의 증식 억제 효과의 원인을 밝히기 위하여 발효초기, 발효과정 중 그리고 열처리 후 *B. cereus*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* 등의 증식억제 효과를 측정한 결과, 군마다 조금씩 차이는 있었으나 발효 중 생장억제효과를 증명하였고 열처리에서도 효력이 발생하는 것이 입증되었다(Journal of Food Protection, 2008). 식약청의 2006년 충청권역 평야지대 농산물의 오염실태 조사를 보면 평야 지역 농산물 7,326건 가운데 53건(0.7%)에서 카드뮴이, 72건(1%)에서는 납이 잔류 허용기준을 넘어선 것으로 나타났다. 시중 유통 농산물

을 각각 240건씩 2,400건의 시료를 모아 분석한 결과, 파 11건 (4.6%)이 납 기준치를 넘었으며 무도 2%정도 나타내었다. 김치 원재료에 사용되는 다양한 농산물들은 납, 카드뮴, 비소 등의 중금속 문제가 제기 되었다. 2009년 박의 연구결과 Table 4에 나타내었다. 원료 농산물에서의 위해요소 발생수준에 대한 분석을 보면, 화학적 위해요소에서 가장 많은 82건(96.47%)이 발생하였고, 다음이 물리적 위해요소로 2건(2.35%), 생물학적 위해요소 1건 (1.18%)으로 나타났다.

박 등(2009) 연구에서 시중에 유통되고 있는 배추에서의 160가지의 잔류농약에 관한 모니터링을 실시한 결과 Table 5에 나타내었다. 12개월 중 8개월은 잔류농약이 검출되지 않았고, 잔류 농약이 검출된 시기는 7월과 9월, 10월과 11월이었다. 월동배추를 제외한 계절에는 배추의 품질이 나빠, 농약 사용량이 많아지기 때문에 자연히 농약이 잔류할 가능성이 크다고 보고하고 있다. 각 농약의 잔류량은 7월, 10월, 11월에는 각각 Bifenthrin 0.01, Chlorfenapyr 0.04, Bifenthrin 0.03 ppm으로 이는 모두 각 농약의 MRL 미만의 양으로 나타났다.

정 등(2009)은 김치의 주재료인 배추의 재배 시에 주로 사용되는 농약인 Bifenthrin과 Metalaxyl을 배추에 인위적으로 처리하여 배추김치를 제조하는 과정 중에 잔류량의 변화를 살펴본 결과 Table 6에 나타내었다. 농약처리 직후 초기 잔류량은 Bifenthrin과 Metalaxyl 각각 3.02 ± 0.09 ppm과 6.79 ± 0.17 ppm이었으며, 세척을 3회 실시한 후 농약의 잔류량은 초기잔류량 대비

Table 4. 1998년부터 2008년간 배추김치 원료 농산물에서의 위해요소 발생수준

위해요소		건수	총 %
생물학적		1	1.18
화학적	잔류농약	58	68.24
	식품첨가물	8	9.41
	곰팡이독소	5	5.88
	중금속	4	4.71
	환경오염물질	5	5.88
	기타화학물질	2	2.35
물리적	비금속성	2	2.35
계		85	100.0

(자료 : 식품위생학회지, 2009)

Table 5. 배추의 잔류농약 분석

Month	Total No. of sample	Samples with residues found	Pesticide residues(ppm)	
			Chlorfenapyr	Bifenthrin
2007	October	3	1	0.04
	November	3	1	0.03
	December	3	ND ¹⁾	
2008	January	3	ND	
	February	3	ND	
	March	3	ND	
	April	3	ND	
	May	3	ND	
	June	3	ND	
	July	3	1	0.01
	August	3	3	0.02±0.01
	September	3	ND	

¹⁾Not detected.

(자료 : 식품영양과학회지, 2009)

Table 6. 배추김치의 제조과정 중 세척방법에 따른 농약의 제거효과

procedure	Bifenthrin	Metalaxyl
	Residual amount (ppm)	
Initial	0.00±0.00 ⁵⁾	0.00±0.00
Application	3.02±0.09	6.79±0.17
AW3 ¹⁾	2.37±0.40 (21.7) ⁶⁾	5.69±0.28 (16.1)
AB ²⁾	0.04±0.05 (98.7)	2.18±0.05 (60.8)
ABR3 ³⁾	0.01±0.04 (99.7)	1.80±0.24 (73.4)
AW1BR3 ⁴⁾	0.01±0.05 (99.7)	1.47±0.28 (78.3)

¹⁾Application and washing 3 times.

²⁾Application and brining.

³⁾Application, bring and rising 3 times.

⁴⁾Application, washing 1 time, brining and rising 3 times.

⁵⁾Values are mean±SD.

⁶⁾Removal rates (%).

(자료 : 식품영양과학회지, 2009)

Bifenthrin $21.7 \pm 2.6\%$ (2.37 ± 0.40 ppm 잔존), Metalaxyl $16.1 \pm 4.9\%$ (5.69 ± 0.28 ppm 잔존)가 제거되었음을 관찰할 수 있었다. 절임의 과정을 거친 후에는 초기잔류량 대비 Bifenthrin $98.7 \pm 1.2\%$, Metalaxyl $60.8 \pm 0.5\%$ 의 농약이 제거되었고, 절임 후 세척 3회의 과정을 거쳤을 때에는 상당량의 농약이 제거되어 그 제거율이 Bifenthrin과 Metalaxyl 각각 $99.7 \pm 1.2\%$ (0.01 ± 0.05 ppm 잔존), $73.4 \pm 3.8\%$ (1.47 ± 0.28 ppm 잔존)인 것으로 나타났다. 2005년 신 외 3명의 연구결과 백화점, 재래시장, 슈퍼마켓에서 시판되고 있는 배추김치에서 재래시장김치에서 구입 당일 1.2×10^3 의 가장 많은 수의 대장균이 검출되었고 포장김치에서 적은 수의 대장균이 검출되었다. *Salmonella* spp. 또한 시판 배추김치에서 일부 검출되었다. *S. sp.*는 구입 당일 포장김치에서 7.7×10^2 CFU/mL, 백화점김치에서 2.9×10^3 CFU/mL, 재래시장 김치에서 7.9×10^2 CFU/mL으로 비교적 높은 수가 검출되었다.

Table 7. 원료 및 제조공정별 위해요소 실험을 위한 조사 및 분석방법

단계	CSL 및 시료	분석미생물명	빈도	시료채취방법	조사항목	
원료입고	배추 등	TMC, APC, EB	3시료/1회	제품수거	창고 보관온도	
		잔류농약 등	-	-	시험성적서(1년치) 복사 또는 정량적으로 결과정리	
부원료	기타 부원료	TMC, APC, EB	1시료/1회	제품수거	창고 보관온도	
		잔류농약 등	-	-	시험성적서(1년치) 복사 또는 정량적으로 결과정리	
제조 공정 (A)	절임	절임전 제품	TMC, APC, EB	3시료/1회	제품수거	작업장 온도/작업시간, 염도(소금량)
		절임완료 제품	TMC, APC, EB	3시료/1회	제품수거	
	세척	세척완료 제품	TMC, APC, EB	3시료/1회	제품수거	작업장 온도/작업시간
		탈수	탈수완료 제품	TMC, APC, EB		
	계량/내포장	내포장 후 제품	TMC, APC, EB	3시료/1회	제품수거	작업장 온도/작업시간 제품 표면온도/중심온도
	금속검출	-	-	-	-	금속성/비금속성 이물 검출자료(1년치)
	보관	보관 중 제품	TMC,EB	3시료/1회	제품수거	보관온도/보관기간 제품 표면온도/중심온도

*TMC: *B. cereus*, *C. perfringens*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *Salmonella* spp.

(continued)

단계		CSL 및 시료	분석미생물명	빈도	시료채취방법	조사항목
시설 및 장비 (B)	용수	사용용수	APC, EB	3시료/1회	용수수거	
	절임	사용기구(작업대, 도마, 칼 등)	APC, EB		Swab	
	세척	사용기구(작업대, 도마, 칼 등)	APC, EB	1시료/1회 /3곳이상	Swab/용수 수거	
	절단	사용기구(작업대, 도마, 칼 등)	APC, EB		Swab	
	내포장	작업대 및 사용기구	APC, EB	3시료/1회	Swab	
종사자 (C)	절임	종사자 사용장갑(뎀손) 등	APC, EB, <i>S. aureus</i>	2시료/1회	Swab	
	세척	종사자 사용장갑(뎀손) 등	APC, EB, <i>S. aureus</i>	2시료/1회	Swab	작업 중 개인소독 방법
	계량	종사자 사용장갑(뎀손) 등	APC, EB, <i>S. aureus</i>	2시료/1회	Swab	작업 전/후 구분
	내포장	종사자 사용장갑(뎀손) 등	APC, EB, <i>S. aureus</i>	2시료/1회	Swab	

*TMC: *B. cereus*, *C. perfringens*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *Salmonella* spp.

Table 8. 절임배추 제조공정에서의 조사항목

단계	조사항목	조사결과		
		최대	보통(중위수)	최소
제조 공정	원료입고	창고 보관온도	제품 표면온도	-잔류농약 등 화학적 위해요소
				시험성적서
	부원료 입고	창고 보관온도	제품 표면온도	-잔류농약 등 화학적 위해요소
				시험성적서
	절임	작업장 온도	절임시간	절임농도
				절임완료 후 제품 표면온도
	세척	작업장 온도	세척수 온도	세척시간
				세척횟수
				1회 세척수량
				세척 완료 후 제품 표면온도
	탈수	작업장 온도	탈수시간	탈수 후 제품 표면온도
	계량/ 내포장	작업장 온도	총 작업 시간	내포장 후 표면온도
	금속 검출	금속성(1.5 mm 이상)	금속성(1.5 mm 이하)	비금속성(1.5 mm 이상)
				비금속성(1.5 mm 이하)
	보관	보관온도	보관기간	보관중 제품 표면온도

Table 9. 절임배추 제조과정에서의 실험분석항목

분석과정	분석항목	생물학적			
		제품	기계·기구	종사자	공중낙하균
입고/보관	입고 원부재료	-	-	-	일반세균 대장균군 진균
정선	2절 배추	-	-	고무장갑, 위생복, 위생화	일반세균 대장균군 진균
절임	절임 후 제품	-	-	-	-
세척	세척 후 제품	-	-	고무장갑, 위생복, 위생화	일반세균 대장균군 진균
탈수	탈수 후 제품	-	탈수통/탈수대	-	-
포장	-	-	작업대, 포장실링기	-	-

3. 위해분석 결과

3.1 절임배추 현장 사전조사

절임배추 제조 20개소를 방문하여 작업장의 현장조사를 실시하고 HACCP지침서를 만들기 위한 위해분석 및 CCP결정을 위한 자료조사를 실시하였다. 작업장 면적은 82 ~ 6,674m²로 매우 폭넓게 나타났으며, HACCP를 적용하는 사업장은 좋은 시설과 넓은 작업장 면적을 갖고 있었으나 영세한 경우에는 비닐하우스나 야외에서 작업 구획 없이 하나의 공간에서 모든 작업이 이루어지는 경우가 대부분이었다. 절임배추의 제조장은 세 개의 유형으로 구분할 수 있었다, 제조설비를 갖춘 대규모 제조업체, 설비와 작업장을 갖춘 중소기업의 제조업체, 단순한 기구로 야외 또는 공간에서 제조하는 업체로 구분할 수 있었다. 업체에서 실험, 분석의 수행은 직접 실험실을 갖추고 운영하는 사업장의 경우 자체실험항목이 기본적인 미생물분석과 이화학분석을 수행하는 수준이었으며, 병원성미생물의 분석, 중금속, 잔류농약 등의 분석 등은 식품위생검사기관에 의뢰하는 경향이 높았다. 영세업체의 경우 실험, 분석의 필요성은 인지하고 있으나 설비투자, 인력의 운영 등 자체 실험, 분석을 수행할 수 없는 상황인 경우도 다수 있었다. H 농협의 경우 토양실험실과 농약성분실험실을 갖춘 곳도 있었다. 절임배추의 원·부재료의 생물학적, 화학적, 물리적으로 발생할 수 있는 위해요소를 Table 10에 나타내었다. 또한 절임배추에 대한 원료의 입고·보관, 제조공정 및 주위환경, 유통조건 등에 따라 발생 가능한 위해요소는 Table 11와 같이 추정할 수 있었다.

3.2 절임배추의 위해요소 분석 결과

3.2.1 원·부재료 위해요소

생물학적 위해요소 분석으로 결과 Table 12에 나타내었다. 절임배추의 원·부재료에 대한 미생물 분석을 실시하였다. 원재료 자체의 일반세균수가 높았으며, 부재료 중 천일염에서 대장균군이 다소 검출되었다. 원·부재료의 병원성 미생물 분석결과는 모두 음성으로 나타났다.

Table 10. 절임배추의 원·부재료의 위해요소

분 류		생물학적			화학적		물리적	
		병원성 미생물	진균류	기생충	잔류농약	중금속	금속성	비금속성
원료	배추	○	○	○	○	○	○	○
	해수	○		○	○	○	○	○
부원료	천일염	○	●			○		○
	정제염	○	○			○		○
	내포장							○

Table 11. 절임배추의 원·부재료의 입고 및 보관에 따른 위해요소

위해요소	가공전 보관 중					
	원료자체 오염	부원료 자체 오염	창고 오염	부적절한저장 온도	보관시간 지연	종사자에 의한 오염
<i>B. cereus</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Cl. perfringens</i>	○	○	○	○	○	○
<i>E. coli</i> O157:H7	○	○	○	○	○	○
<i>L. monocytogenes</i>	○	○	○	○	○	○
B <i>Salmonella spp.</i>	○	○	○	○	○	○
<i>S. aureus</i>	○	○	○	○	○	○
일반세균수					○	
대장균군	○	○	○		○	○
진균류	○	○	○		○	
C 중금속	○	○				
잔류농약	○	○				
P 이물			○			○

Table 12. 절임배추의 제조과정 중 위해요소

위해요소	제조과정(오염, 생존, 증식) 중					
	불충분 제거	부적절 세척	교차오염 (용수 등)	종사자에 의한 오염	기기 부적절 세척	환경오염
<i>B. cereus</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Cl. perfringens</i>	○	○	○	○	○	○
<i>E. coli</i> O157:H7	○	○	○	○	○	○
<i>L. monocytogenes</i>	○	○	○	○	○	○
B <i>Salmonella</i> sp.	○	○	○	○	○	○
<i>S. aureus</i>	○	○	○	○	○	○
일반세균수			○			
대장균군	○	○	○	○	○	
진균류	○	○	○		○	
C 중금속						
잔류농약		○				
P 이물	○			○		○

Table 13. 원·부재료의 생물학적 위해요소 분석결과

(Unit: log CFU/g)

분석항목 원·부재료	Mean ± SD			병원성균
	일반세균	대장균군	대장균	
배추	6.79 ± 0.37	3.54 ± 1.64	ND ¹⁾	불검출
천일염	2.95 ± 0.65	0.54 ± 1.20	ND	불검출
정제염	2.03 ± 0.63	ND	ND	불검출
해수				불검출

¹⁾ND: not detected(detection limit: <1.0 log CFU/g).

화학적 위해요소 분석결과 Table 14 에 나타내었다. 업체의 환경이 열악하거나 소규모의 업체인 경우 화학적 위해요소 분석 자료가 아직 마련이 되지 않아 의뢰 결과의 수집이 불가능하였다. 국가공인검사기관의 보고서 및 분석의뢰 결과, 카드뮴, 납은 모두 기준 이하로 적합하였다. 조사된 업체의 분석 의뢰된 잔류농약 결과 총 102종의 농약에 대해서 모두 적합 판정을 받았다.

물리적 위해요소 분석은 각 업체의 이물선별일지 또는 물리적 위해요소 발생가능성 근거자료를 수집하여 30일을 단위로 정리한 결과 Table 15 에 나타내었다. 원료인 배추와 부 원료 중 나뭇잎, 비닐, 끈, 머리카락의 검출 빈도가 가장 높았으며 이는 생산지로부터의 오염으로 판단되며 비닐이나 끈은 포장 시 사용되었던 것이 검출이 되는 것으로 나타났다.

3.2.2 제조공정별 위해요소

생물학적 위해요소 분석 결과 Table 16, 17 에 나타내었다. 원재료 자체의 일반세균수가 $6.79 \log \text{CFU/g}$ 으로 나타났으나 정선 시 토양 오염이 의심되는 비 가식 부위를 확실히 제거를 하게 되면 최소 $1.00 \log \text{CFU/g}$ 까지 대장균군이 감소되어 나타나는 것으로 확인되었다. 절임공정에서는 일반세균수 $5.54 \sim 7.22 \log \text{CFU/g}$, 대장균군수 $2.00 \sim 5.59 \log \text{CFU/g}$ 으로 나타났으며 염수의 위생적 관리가 이루어지지 않는 경우 오히려 세균증식이 나타난 업체도 있었다. 세척공정 위해요소분석결과 일반세균수의 평균값과 최대값의 차이는 별로 변화가 없지만 대장균군이 불검출 되거나 $5.13 \pm 0.41 \log \text{CFU/g}$ 이하로 관리 가능한 것으로 분석되었다. 15개의 업체 중 절임 후 세척과정을 거치면서 대장균군이 $1.5 \log \text{CFU/g}$ 이상 오염도가 감소하는 곳이 많았으며 그 중 가장 관리가 잘된 업체는 대장균군이 $3.6 \log \text{CFU/g}$ 까지 감소를 보였다. 탈수 과정을 거치면서 균수의 증가를 보였으며 이 중 탈수 중 일반세균수 $1 \log \text{CFU/g}$ 이상의 많은 증가를 보인 업체의 경우 탈수 중 배추를 불청결한 비닐로 씌워 놓거나 탈수통과 탈수실의 청소 및 관리가

Table 14. 원·부재료의 화학적 위해요소 분석결과

원·부재료	분석항목	중금속(mg/kg)		잔류농약 102종
		카드뮴(≤ 0.2)	납(≤ 0.3)	
배추		적합	적합	적합
천일염		적합	적합	
정제염		적합	적합	
해수		적합	적합	

Table 15. 원·부재료의 이물 검출 빈도

위해요소	검출빈도(검출일자/30일)		
	배추	천일염	정제염
기생충(란)	0/30	0/30	0/5
나뭇잎	12/30	2/30	0/5
플라스틱	0/30	0/30	0/5
곤충(사체)	5/30	2/30	0/5
비닐, 끈	9/30	3/30	0/5
담배꽂초	1/30	1/30	0/5
머리카락	11/30	4/30	0/5
돌, 모래	4/30	5/30	0/5
씻조각	0/30	0/20	0/5

Table 16. 제조공정별 일반세균 분석결과

공정명	업체명	검출 범위 (log CFU/g)		
		Mean $\pm$ SD	최소	최대
정선		6.79 $\pm$ 0.37	6.25 $\pm$ 0.36	7.29 $\pm$ 0.09
절임		6.34 $\pm$ 0.39	5.54 $\pm$ 0.31	7.22 $\pm$ 0.17
세척		5.83 $\pm$ 0.76	3.89 $\pm$ 0.26	7.05 $\pm$ 0.22
탈수		6.12 $\pm$ 0.93	3.95 $\pm$ 0.32	7.89 $\pm$ 0.17

Table 17. 제조공정별 대장균군 분석결과

공정명	업체명	검출 범위 (log CFU/g)		
		Mean $\pm$ SD	최소	최대
정선		3.61 $\pm$ 1.48	1.00 $\pm$ 0.00	6.35 $\pm$ 0.18
절임		3.73 $\pm$ 1.11	2.00 $\pm$ 0.00	5.59 $\pm$ 0.36
세척		3.10 $\pm$ 1.34	ND	5.13 $\pm$ 0.41
탈수		3.63 $\pm$ 1.39	1.00 $\pm$ 0.00	5.59 $\pm$ 0.39

부족하였다. 공정상 시료의 병원성 미생물 분석 결과는 모두 음성이었다. 최종제품에서 일반세균수는 6.58 log CFU/g에서 7.49 log CFU/g으로 증가하였으나 대장균군은 약간의 감소를 보였다. 업체간 효과를 보았을 때 크게는 1~2 log CFU/g 감소된 업체가 있었으며 이는 공정을 거치는 동안 배추김치의 발효로 인한 젖산균의 증가로 일반세균수는 변함이 없어 보이나 대장균군의 감소는 젖산균에 의한 대장균군의 감소로 사료된다. 미생물의 오염도를 낮추기 위해서는 출하 전 숙성기간을 거치는 것이 적절한 것으로 판단된다. 공정상 시료의 병원성 미생물 분석 결과는 모두 음성으로 나타났다. 화학적 위해요소 분석결과 Table 18 에 나타내었다. 특정 소규모 업체의 화학적 위해요소의 자료의 수집이 불가능했으나 업체의 자료 조사 결과 모든 공정에서 카드뮴과 납은 적합한 범위로 나타났다. 보존료, 타르색소와 102종의 농약분석 결과 모두 식품공전 규격에 적합하였다. 물리적 위해요소 분석결과 Table 19 에 나타내었다. 업체의 선별 일지 등의 취합결과 절임 배추에서 나뭇잎이 발견되었었는데 이는 정선 중의 제거가 제대로 이루어지지 않은 것으로 판단되며 다른 공정상에서는 위해요소가 발견되지 않았다. 최종제품의 이물 원인이 되는 배추에 포함된 흙, 모래, 돌 등은 절임 공정과 중요관리점인 세척공정에서 제거되어 검출이 되지 않는 것으로 나타났다. 세척 공정의 한계기준 설정 시 이러한 흙, 모래, 돌 등의 잔류에 대한 실험을 거쳐 적절한 세척 공정 기준을 수립하여야 한다.

3.2.3 최종제품 위해요소

최종제품의 생물학적 위해요소 분석한 결과 Table 20 에 나타내었다. HACCP 지정업체나 미지정업체 모두 일반세균수와 대장균군수 모두 비슷하게 검출된 것으로 보이나 HACCP 미지정업체 중 몇 개업소의 경우 미생물의 오염도가 높게 나타났으나 이는 작업환경에 기인하는 것으로 사료된다. 절임배추의 제조시 별도의 가열 공정이나 살균 공정이 없기 때문에 원·부재료의 오염도가 그대로 최종제품까지 이어지는 것으로 볼 수 있으며, 원·부재료의 입고건사가 매우 중요하며 원료를 흙등 으로부터 오염도를 줄여기 위

Table 18. 제조공정 및 최종제품의 화학적 위해요소 분석결과

분석항목	중금속(mg/kg)		보존료	타르색소	잔류농약 102종
	카드뮴(≤ 0.2)	납(≤ 0.3)			
원부재료					
세척 전 배추	적합	적합	NT ¹⁾	NT	적합
세척 후 배추	적합	적합	NT	NT	적합
최종 제품	적합	적합	불검출	불검출	적합

¹⁾NT: not tested

Table 19. 절임김치 최종제품 및 제조 공정 중 이물 검출 빈도

공정	위해 요소					
	머리카락	나뭇잎	플라스틱	쇠 조각	칼 조각	볼트/너트
절임 후 배추	3/30	4/30	0/30	0/30	0/30	0/30
세척 전 배추	1/30	1/30	0/30	0/30	0/30	0/30
세척 후 배추	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30
금속검출	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30
최종제품	0/30	1/30	0/30	0/30	0/30	0/30

Table 20. 최종제품의 생물학적 위해요소 분석결과

분석항목 업체명	Mean $\pm$ SD (log CFU/g)			병원성균
	일반세균	대장균군	대장균	
A	6.37 $\pm$ 0.25	3.17 $\pm$ 0.57	ND ¹⁾	불검출
B	5.56 $\pm$ 0.29	ND	ND	불검출
C	6.30 $\pm$ 0.15	4.13 $\pm$ 0.20	ND	불검출
D	6.87 $\pm$ 0.16	4.21 $\pm$ 0.44	ND	불검출
E	6.91 $\pm$ 0.54	4.37 $\pm$ 0.79	ND	불검출
F	6.07 $\pm$ 0.34	3.27 $\pm$ 0.55	ND	불검출
G	6.23 $\pm$ 0.20	3.57 $\pm$ 0.30	ND	불검출
H	6.83 $\pm$ 0.27	3.54 $\pm$ 0.37	ND	불검출
I	7.34 $\pm$ 0.15	5.12 $\pm$ 0.37	ND	불검출
J	8.29 $\pm$ 0.09	3.16 $\pm$ 0.20	ND	불검출
K	6.25 $\pm$ 0.28	3.63 $\pm$ 0.16	ND	불검출
L	6.69 $\pm$ 0.06	3.20 $\pm$ 0.34	ND	불검출
M	6.47 $\pm$ 0.30	4.42 $\pm$ 0.22	ND	불검출
N	7.04 $\pm$ 0.43	4.93 $\pm$ 0.30	ND	불검출
O	6.80 $\pm$ 0.31	4.96 $\pm$ 0.31	ND	불검출
P	5.25 $\pm$ 0.52	3.05 $\pm$ 0.34	ND	불검출

¹⁾ND: not detected(detection limit: <1.0 log CFU/g).

한 대책을 수립 시급히 필요한 것으로 사료된다. 최종제품 위생상태가 가장 좋게 나타난 업체의 경우 실제로 종사자의 HACCP 이해도도 컸으며 구역 분리와 관리가 철저히 진행됨을 볼 수 있었다. 대장균군의 오염이 가장 크게 나타난 업체의 경우 최종제품을 생산하는 작업대와 생산벨트의 청소가 전혀 이루어지지 않고 있었으며 구역분리는 되어 있으나 관리가 되지 않고 있음을 확인하였다.

3.2.4 환경 및 기구 위해요소

환경 및 기구 위해요소를 분석한 결과 Table 21 에 나타내었다. 작업 기구 세척 및 소독이 제대로 수행하지 않은 업체에서는 미생물 오염도가 크게 나타났다. 특히 제조 과정 중 탈수통에서 미생물 오염도가 높았다. 탈수통의 경우 1일1회 고압 세척기로 이물을 제거하고 전착식 분무기로 분무소독이 필요하다. 제조 종사자의 개인위생은 고무장갑, 위생복, 위생화에 대해 실시하였으며 미생물 분석을 실시한 결과 Table 22 에 나타내었다. 위생복과 위생화는 대체적으로 위생적으로 관리가 되고 있었으나 배추 표면과 직접적으로 닿게 되는 대체적으로 고무장갑의 경우 미생물 오염도가 높게 나타났다. 구역 분리가 되어있는 업체이나 고무장갑의 미생물 평가로는 구역분리의 연관성을 찾아 볼 수 없는 업체가 많았으며, 몇몇 구역 분리를 하지 않은 소규모 업체는 한 종류의 고무장갑으로 모든 생산을 하고 있어 미생물 오염도가 높아진 것으로 추정된다. 사용한 고무장갑, 위생복, 위생화는 1일1회 수세미로 문질러서 이물을 제거하고 물기제거 후 소독기에서 소독을 실시하여야 한다. 기구 및 설비, 종사자 위생상태의 *S. aureus* 분석 결과 모두 음성으로 나타났다. 업체에서 절임실을 일반구역으로, 탈수실을 준 청결구역, 내포장실을 청결구역으로 정하여 관리하는 것이 바람직하나 준청결구역과 청결구역을 같이 두어도 무방한 것으로 사료된다. 구역별로 공중낙하균을 분석한 결과 Table 23 에 나타내었다. 구역의 분리가 잘되고 있어 업체내 규격에 맞도록 관리되는 업체도 있었으나 몇몇의 업체는 자사 규격과 맞지 않았

Table 21. 제조공정별 기계기구류의 생물학적 위해요소 분석결과

분석항목 공정명	기구설비	검출범위 (log CFU/100cm ²)		
		일반세균	대장균군	대장균
정선	NT ¹⁾	NT	NT	NT
절임	절임통	ND ~ 1.40±0.12	ND ²⁾	ND
세척	NT	NT	NT	NT
탈수	탈수통	ND ~ 7.30 ± 0.03	ND ~ 4.36 ± 0.05	ND
	작업대	ND ~ 1.60 ± 0.07	ND ~ 0.20 ± 0.17	ND
포장	작업대	ND ~ 3.02 ± 0.11	ND	ND
	포장실링기	ND ~ 6.23 ± 0.06	ND	ND

¹⁾NT: not tested.²⁾ND: not detected (detection limit: <1.0 log CFU/g).

다. 이러한 업체의 경우는 종사자가 구역의 분리를 무시하거나 동선이 겹치는 등의 문제점과 구역은 나누어져 있으나 문 또는 에어커튼 등이 설치되어 있지 않았다. 구역분리가 힘든 소규모 배추김치 업체의 경우 오전에는 청결 작업부터 시작하는 등 시간대를 나누어 작업하는 것이 공중낙하균을 방지할 수 있는 좋은 방법이라고 사료되며 그 예시로 Table 24 에 나타내었다. 기구 및 설비의 관리가 잘 되고 있는 업체 에서는 세척, 소독방법의 예가 수립되어 있어 관리방법으로 활용하고 있었으며, 세제 및 소독수의 사용방법기준을 정해 관리하고 있었다



Table 22. 구역별 종사자의 생물학적 위해요소 분석결과

시료명	검출범위 (log CFU/cm ²)		
	일반세균	대장균군	대장균
준청결구역 고무장갑 ¹⁾	ND ³⁾ ~ 7.21 ± 0.01	ND ~ 4.68 ± 2.39	ND
청결구역 고무장갑 ¹⁾	ND ~ 3.99 ± 0.05	ND	ND
위생복 ²⁾	ND ~ 3.30 ± 0.00	ND	ND
위생화 ²⁾	ND ~ 1.33 ± 0.35	ND	ND

¹⁾Unit: log CFU/rubber glove.

²⁾Unit: log CFU/100cm².

³⁾ND: not detected (detection limit: <1.0 log CFU/g).

Table 23. 각 업체 구역별 공중낙하균 분석결과

	검출범위 (CFU/petrifilm/15min)											
	일반구역			준청결구역						청결구역		
	일반세균	대장균군	진균	일반세균	대장균군	진균	일반세균	대장균군	진균			
A	8	ND ²⁾	2	ND	ND	1	2	ND	1			
B	32	ND	NT	38	ND	NT	21	ND	NT			
C	21	1	ND	1	ND	ND	ND	ND	ND			
D	173	1	효모 TNTC	곰팡이 ND	161	ND	효모 TNTC	곰팡이 ND	53	1	효모 TNTC	곰팡이 ND
E	NT ¹⁾	NT	NT	18	2	NT	22	ND	NT			
F(지정)	NT	NT	NT	7	NT	NT	4	NT	NT			
G(지정)	68	3	NT	1	ND	NT	2	ND	NT			
H(지정)	32	ND	NT	2	ND	NT	6	ND	NT			

¹⁾NT: not tested.

²⁾ND: not detected (detection limit: <1.0 log CFU/g).

Table 24. 구역별 공중낙하균 기준 예

분석항목	검출범위 (CFU/petrifilm/15min)		
	일반세균	대장균군	진균
구역			
일반 구역	100 이하	음성	ND
준청결 구역	50 이하	음성	ND
청결 구역	30 이하	음성	ND

4. 최종 위해요소 및 예방조치 관리방법

Table 25. 원부재료의 위해요소 발생원인별 예방조치 방법

원부재료	구분	위해종류	발생원인(유래)	예방조치 및 관리방법
배추	B	<i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i> <i>Salmonella</i> sp. <i>B. cereus</i> <i>S. aureus</i> 기생충(란) 대장균	·토양 혼입에 의한 오염 및 재배 시 비료살포에 의한 오염 ·작업도구 위생불량 및 운반용 기구 청결상태 불량에 의한 오염 ·작업자의 위생불량에 의한 오염 및 부적절한 용수 살포에 의한 오염 ·재배지 출입 동물 분변에 의한 오염	·절임공정 관리 ·세척공정 관리 ·협력업체(생산·유통) 관리 ·정기적인 미생물 검사 ·정기적인 충란 검사
	C	잔류농약 납(Pb) 카드뮴(Cd)	·농약의 과량살포 등 취급 부적합에 의한 오염 ·휴약기 미준수에 의한 잔류 ·농약에 의해 오염된 토양 등 원료 자체의 오염 ·환경 폐기물 매립에 의한 오염 ·재배지에 광산 침출수 유입에 의해 오염된 토양에서 전이 ·재배지에 환경 폐기물 석유화학제품 매립에 의한 오염된 토양에 전이 ·오염된 대기, 수질에 의한 오염	·세척공정 관리 ·시험성적서 확인 ·정기적인 완제품 검사 ·시험성적서 확인 ·협력업체 관리, 농산물 이력관리 ·중금속 오염 가능성이 있는 농경지에서 재배된 농산물등 산지확인 및 관리 정기적인 완제품검사
	P	곤충사체 머리카락 비닐끈, 비닐조각 나뭇잎 플라스틱 돌 흙	·재배 시 주변 환경및 원료 채취 시 부주의에 의한 혼입 ·원료 운반시 부주의에 의한 혼입 ·작업자의 부주의에 의한 혼입 ·원료 채취 시 부주의 및 원료 운반 시 부주의에 의한 혼입 ·재배 시 주변 환경 및 원료 채취 시 부주의에 의한 혼입 ·원료 채취 시 부주의 및 원료 운반시 부주의에 의한 혼입 ·원료 채취시 혼입 ·원료 채취시 혼입	·세척공정 관리 ·작업자 입고 기준 관리 및 입고 교육 ·운반자 교육

원부재료 구분	위해종류	발생원인(유래)	예방조치 및 관리방법
정제염/ 천일염	C 비소(As) 납(Pb) 카드뮴(Cd) 수은(Hg) 페소시안화합물	·오염된 해수로 제조하여 잔존 및 제조 설비·도구로부터 용출 ·오염된 해수로 제조하여 잔존 및 제조 설비·도구로부터 용출 ·오염된 해수로 제조하여 잔존 및 제조 설비·도구로부터 용출 ·오염된 해수로 제조하여 잔존 및 제조 설비·도구로부터 용출 ·오염된 해수로 제조하여 잔존	·협력업체 관리-건조환경, 깨끗한 해수사용, 가공기계로부터의 용출 관리 ·시험성적서 확인
	P 비닐마대 끈 돌 흙	·원료 채취 시 부주의 및 원료 운반 시 부주의에 의한 혼입 ·가공공정 중 공정관리 미흡으로 인한 혼입 ·원료 채취 시 부주의 및 원료 운반 시 부주의에 의한 혼입 ·가공공정 중 공정관리 미흡으로 인한 혼입 ·원료 채취 시 부주의 및 원료 운반 시 부주의에 의한 혼입 ·가공공정 중 공정관리 미흡으로 인한 혼입	·입고검사철저, 입고자 관리 ·사용 전 이물제거 관리 ·협력업체 관리
용수 (지하수, 수돗물)	B 대장균 Norwalk virus	·수도관 파손에 의한 오염 ·저수조 파손에 의한 오염	·정기적인 용수검사 ·저수조 청소 및 용수살균
	C 납 카드뮴	·납은 배관으로부터 용출	·정기적인 용수검사
	P 흙 물이끼	·배관파손에 의한 혼입 ·저장탱크의 관리 미흡 인한 오염	·정기적 취수공, 배관 점검관리
해수	B <i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>B. cereus</i> <i>S. aureus</i> 대장균	·토양 혼입에 의한 오염 및 채배 시 비료살포에 의한 오염 ·작업도구 위생불량 및 운반용 기구 청결상태 불량에 의한 오염 ·작업자의 위생불량에 의한 오염 ·부적절한 용수 살포에 의한 오염 ·채배지 출입 동물 분변에 의한 오염	·세척공정 관리 ·협력업체(생산·유통) 관리 ·정기적인 미생물 검사 ·정기적인 종란 검사
	C 비소	·환경 폐기물 매립에 의한 오염 ·채배지에 광산 침출수 유입에 의해 오염된 토양에서 전이	·시험성적서 확인 ·협력업체 관리, 농산물 이력관리

원부재료 구분	위해종류	발생원인(유래)	예방조치 및 관리방법
	납(Pb) 카드뮴(Cd)	·재배지에 환경 폐기물, 석유화학제품 매립에 의한 오염된 토양에 진이 ·오염된 대기, 수질에 의한 오염	-중금속 오염 가능성이 있는 농 경지에서 재배된 농산물등 산지확 인 및 관리 정기적인 완제품검사
	P 곤충사체 머리카락 비닐끈, 비닐조각 나뭇잎 플라스틱 돌 흙	·재배 시 주변 환경에 의한 혼입 ·원료 채취시 부주의 및 원료 운반시 부주의에 의한 혼입 ·작업자의 부주의에 의한 혼입 ·원료 채취 시 부주의 및 원료 운반시 부주의에 의한 혼입 ·재배 시 주변 환경 및 원료 채취·운반시 부주의에 의한 혼입 ·원료 채취 시 부주의 및 원료 운반 시 부주의에 의한 혼입 ·원료 채취시 혼입 ·원료 채취시 혼입	·세척공정 관리 ·작업자 입고 기준 관리 및 입고 교육 ·운반자 교육
	B S. aureus 대장균군	·작업자 취급부주의 및 ·제조업체의 공정 중 작업자 위생불량으로 인한 오염	·작업자 위생관리 ·협력업체 관리
내포장재	C 납(Pb) 카드뮴(Cd) 톨루엔 잔류용제	·부적절한 원료로부터 용출 ·인쇄·접합후 숙성 부적절에 의한 잔존	·시험성적서 확인
	P 머리카락 비닐끈, 비닐조각	·운송차량 위생상태 불량에 의한 포장재 오염 ·작업자 취급 부주의로 인한 오염 ·외부포장재 파손 및 제조공정 중 작업자 부주의로 인한 혼입	·운송차량 청결상태 확인 ·작업자 위생관리 ·보관관리기준 준수 ·협력업체 관리
외포장재	B S. aureus 대장균군	·작업자 취급부주의로 인한 오염 ·제조업체의 공정 중 작업자 위생불량으로 인한 오염	·작업자 위생관리 ·협력업체 관리
	P 머리카락	·운송차량 위생상태 불량에 의한 포장재 오염	·운송차량 청결상태 확인

원부재료 구분	위해종류	발생원인(유래)	예방조치 및 관리방법
비닐끈, 비닐조각	· 작업자 취급 부주의로 인한 오염 · 외부포장재 파손에 의한 오염 · 제조공정 중 작업자 부주의로 인한 혼입	· 작업자 위생관리 · 보관관리기준 준수 · 협력업체 관리	



Table 26. 공정별 위해요소 발생원인별 예방조치 방법

공정	위해종류	발생원인(유래)	예방조치 및 관리방법
보관 (배추)	B <i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i> <i>Salmonella</i> sp. <i>B. cereus</i> <i>S. aureus</i> 기생충(란) 대장균	오염된 원료의 교차오염 보관용 기구 청결상태 불량에 의한 오염 보관관리 미준수로 미생물 증식 입고 후 냉장보관 관리 소홀로 인한 오염 선입선출 관리 소홀로 인한 미생물 증식 보관실 세척, 소독 미흡으로 인한 오염 작업도구 위생불량에 의한 오염 작업자의 위생불량에 의한 오염	보관실 및 설비 세척, 소독 관리 작업자 위생적 작업방법 교육 작업자 위생관리 보관온도 관리 절입공정 관리 세척공정 관리
	C 잔류농약	원료 자체 잔존	정기적인 완제품 검사 세척공정 관리
	P 곤충사체 머리카락 비닐끈, 비닐조각 나뭇잎 플라스틱 돌 흙	원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입 방충 방서관리 미흡으로 인한 혼입	보관실 및 설비 세척, 소독 관리 방충, 방서 관리 작업자 교육 세척공정 관리 작업자 위생관리
		원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입	
		원료 자체 잔존, 보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
		원료 자체 잔존, 보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
		원료 자체 잔존, 보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
		원료 자체 잔존, 보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
		원료 자체 잔존, 보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
보관 (정제염/천 일염)	P 곤충사체	원료 자체 잔존, 포장지 파손으로 인한 이물 혼입 작업자 부주의에 의한 혼입, 방충, 방서 관리 미흡으로 인한 혼입	작업자 교육 보관실 및 설비 세척, 소독 관리 방충, 방서 관리, 운반시 주의

		머리카락	원료 자체 잔존, 포장지 파손으로 인한 이물 혼입 작업자 부주의에 의한 혼입	
		비닐마대 끈	원료 자체 잔존, 포장지 파손으로 인한 이물 혼입 보관실 관리 미흡으로 교차오염, 작업자 부주의에 의한 혼입	
		돌	원료 자체 잔존, 포장지 파손으로 인한 이물 혼입 보관실 관리 미흡으로 교차오염, 작업자 부주의에 의한 혼입	
		흙	원료 자체 잔존, 포장지 파손으로 인한 이물 혼입 보관실 관리 미흡으로 교차오염, 작업자 부주의에 의한 혼입	
보관 (용수-지 하수, 수돗물)	B	대장균 Norwalk virus	수도관 파손에 의한 오염 저수조 파손에 의한 오염	정기적인 용수검사 저수조 청소, 용수살균
	C	납 카드뮴	납은 배관으로부터 용출	정기적인 용수검사
	P	흙 물이끼 곤충사체	배관파손에 의한 혼입 저장탱크의 관리 미흡 인한 오염	정기적으로 취수공, 배관 점검관리
보관 (해수)	B	대장균	오염된 원료의 교차오염, 보관용 기구 청결상태 불량 오염 보관관리 미준수로 미생물 증식, 입고 후 냉장보관 관리 소홀로 인한 오염, 선입선출 관리 소홀로 인한 미생물 증식 보관실 세척, 소독 미흡으로 인한 오염, 작업도구 위생불량에 의한 오염	보관실 및 설비 세척, 소독 관리 작업자 위생적 작업방법 교육, 작업자 위생관리 보관온도, 세척공정 관리
	C	비소 납 카드뮴	원료 자체 잔존	정기적인 완제품 검사 세척공정 관리
	P	곤충사체 머리카락	원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입 방충 방서관리 미흡으로 인한 혼입 원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입	보관실 및 설비 관리 방충, 방서 관리, 세척, 소독 관리 작업자 교육, 작업자 위생관리
		비닐끈, 비닐조각	원료 자체 잔존, 보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	세척공정 관리

		나뭇잎	원료 자체 잔존, 보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
		플라스틱	원료 자체 잔존, 보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
		돌	원료 자체 잔존, 보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
		흙	원료 자체 잔존, 보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
내 포 장 재 보관	B	<i>S. aureus</i> 대장균군	보관관리 미준수로 미생물 오염, 작업자 취급부주의로 인한 오염 보관실 세척, 소독 미흡으로 인한 오염	작업자 위생관리 보관실 및 설비 세척, 소독관리
	P	머리카락 비닐끈, 비닐조각	보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염, 작업자 부주의로 인한 혼입 외부포장재 파손에 의한 오염	작업자 위생관리 보관관리기준 준수
외포장재 보관	B	<i>S. aureus</i> 대장균군	보관관리 미준수로 미생물 오염, 작업자 취급부주의로 인한 오염 보관실 세척, 소독 미흡으로 인한 오염	작업자 위생관리 보관실 및 설비 세척, 소독관리
	P	머리카락 비닐끈, 비닐조각	보관실 관리 미흡으로 인한 교차오염, 작업자 부주의로 인한 혼입 외부포장재 파손에 의한 오염	작업자 위생관리 보관관리기준 준수
절단 (배추1/2 절단)	B	<i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i> <i>Salmonella</i> sp. <i>B. cereus</i> <i>S. aureus</i> 기생충(란) 대장균	오염된 원료에 의한 교차오염 작업실 세척, 소독관리 미흡으로 인한 교차오염 작업대 표면오염도 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자의 위생불량에 의한 교차오염 작업도구 위생불량에 의한 교차오염	작업실 및 기기 세척, 소독 관리 작업자 위생적 작업방법 교육 작업자 위생관리, 표면오염도 관리 공중낙하균 관리 절임공정 관리, 세척공정 관리
	C	잔류농약	원료 자체 잔존	정기적인 완제품 검사 세척공정 관리
	P	곤충사체	원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입 방충 방서관리 미흡으로 인한 혼입	작업실 및 설비 관리 방충, 방서 관리

	머리카락	원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입	
	비닐끈, 비닐조각	원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염	
	나뭇잎	작업자 부주의에 의한 혼입	
	플라스틱	원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염	세척, 소독 관리
	돌	작업자 부주의에 의한 혼입	작업자 교육
	흙	원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염	세척공정 관리
		작업자 부주의에 의한 혼입	작업자 위생관리
	금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	배추 1/2 절단 시 작업자 부주의로 인한 칼날 부러짐	작업자 작업교육 금속검출기통과, 제조설비점검
	<i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i> <i>Salmonella</i> sp.	오염된 원료에 의한 교차오염	작업실 및 기기 세척, 소독 관리
	B <i>B. cereus</i>	작업실 세척, 소독관리 미흡으로 인한 교차오염	작업자 위생적 작업방법 교육
	<i>S. aureus</i>	작업대 표면오염도 관리 미흡으로 인한 교차오염	작업자 위생관리
	기생충(란)	작업자 위생관리 미흡으로 교차오염	표면오염도 관리, 공중낙하균 관리
	대장균	작업도구 위생불량에 의한 교차오염	절임공정 관리, 세척공정 관리
정선 (배추)	C 잔류농약	겉잎 제거의 정선 미비로 인한 잔존	정기적 완제품 검사, 세척공정 관리
	곤충사체	원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입	작업실 및 설비 관리
		방충 방서관리 미흡으로 인한 혼입	방충, 방서 관리
P	머리카락	원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입	세척, 소독 관리
	비닐끈, 비닐조각	원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염	작업자 교육
		작업자 부주의에 의한 혼입	세척공정 관리
			작업자 위생관리

	나뭇잎	원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
	플라스틱	겉일 제거의 정선 미비로 인한 혼입 원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
	돌	원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
	흙	원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
	금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	전 공정에서 혼입	·금속검출기통과
	B <i>S. aureus</i> <i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>B. cereus</i> 기생충(란) 대장균	오염된 원료에 의한 교차오염 염수 농도 관리 미흡으로 인해 원료에서 기인한 미생물 잔존 작업실 세척, 소독관리 미흡으로 인한 교차오염 작업도구 표면오염도 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업실 적정 온도 미준수로 미생물 증식 작업자 위생관리 미흡으로 교차오염 작업도구 위생불량에 의한 교차오염	절임 공정 관리-절임온도 작업실 및 기기 세척, 소독 관리 작업자 위생적 작업방법 교육 작업자 위생관리 표면오염도 관리, 공중낙하균 관리 절임공정 관리, 세척공정 관리
절임	C 잔류농약	정선 미비로 인한 잔존	정기적인 완제품 검사 세척공정 관리
	P 곤충사체 머리카락 나뭇잎 플라스틱	원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입 방충 방서관리 미흡으로 인한 혼입 원료 자체 잔존, 염수 제조시 작업자 부주의에 의한 혼입 원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 염수 제조시 작업자 부주의에 의한 혼입 원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염	작업실 및 설비 관리 방충, 방서 관리, 세척, 소독 관리 작업자 교육 천일염 이물질 수시로 제거 세척공정 관리, 작업자 위생관리

	돌	염수 제조시 작업자 부주의에 의한 혼입 원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염	
	흙	염수 제조시 작업자 부주의에 의한 혼입 원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염	
	비닐끈, 비닐조각	원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 염수 제조시 작업자 부주의에 의한 혼입	
	금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	전 공정에서 혼입	
세척 (배추)	<i>E. coli</i> O157:H7	오염된 원료에 의한 교차오염, 세척방법 미준수로 잔존	작업실 및 기기 세척, 소독 관리 작업실 작업자 위생적 작업방법 교육 작업자 위생관리 표면오염도 관리 공중낙하균 관리 세척공정 관리
	<i>L. monocytogenes</i>	작업실 세척, 소독 미흡으로 교차오염	
	<i>Salmonella</i> sp.	표면오염도 관리 미흡으로 인한 교차오염	
	B <i>B. cereus</i>	공중낙하균 관리 미흡으로 인한 오염	
	<i>S. aureus</i>	원료에서 기인한 기생충(란)의 세척 미비로 인한 잔존	
	기생충(란)	세척 불충분으로 원료 자체로부터 기인한 미생물 번식	
	대장균	작업실 적정 온도 미준수로 미생물 증식	
	C 잔류농약	작업자 위생관리 미흡으로 교차오염, 작업도구 위생불량에 의한 교차오염	
	P 곤충사체	세척 미비로 인한 잔존	
	머리카락	원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입 방충, 방서관리 미흡으로 인한 혼입 세척 미비로 인한 원료에서 기인한 이물 잔류	
	원료 자체 잔존, 작업자 부주의에 의한 혼입 세척 미비로 인한 원료에서 기인한 이물 잔류	정기적 완제품 검사, 세척공정 관리	

	비닐끈, 비닐조각	원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
	나뭇잎	세척 미비로 인한 원료에서 기인한 이물 잔류 원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
	플라스틱	세척 미비로 인한 원료에서 기인한 이물 잔류 원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
	돌	세척 미비로 인한 원료에서 기인한 이물 잔류 원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
	흙	세척 미비로 인한 원료에서 기인한 이물 잔류 원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	
	금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	원료 자체 잔존, 작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 작업자 부주의에 의한 혼입	금속검출기통과
탈수	B 대장균	<i>S. aureus</i> 탈수설비 위생관리 미흡으로 인한 교차오염 탈수 중 작업장 공중낙하균 관리 미흡으로 인한 오염 작업실 세척, 소독 미흡으로 교차오염 작업실 적정 온도 미준수로 미생물 증식 작업자 위생관리 미흡으로 교차오염 작업도구 위생불량에 의한 교차오염	작업실 위생적 작업방법 교육 작업실 및 기기 세척, 소독 관리 작업자 위생관리, 표면오염도 관리 공중낙하균 관리, 작업실 온도 관리
	P 곤충사체 머리카락 금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	작업자 부주의에 의한 혼입, 방충 방서관리 미흡으로 인한 혼입 작업자 부주의에 의한 혼입 ·전 공정에서 혼입	작업실 및 설비 관리-방충 방서, 세척 소독, 작업자 교육 ·금속검출기통과

이물선별	P	금속성 이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	부원료 자체 잔존 기계류의 작업자 취급 관리 불량으로 인한 오염	금속검출기 통과
내포장	B	<i>S. aureus</i> 대장균	포장 파손에 의한 미생물 등 혼입 포장실 적정 온도 미준수로 미생물 증식 포장실 세척, 소독 미흡으로 교차오염 작업 중 낙하균에 의한 오염, 작업자 위생불량으로 인한 오염 작업도구 위생불량에 의한 교차오염	·포장실 작업자 위생적 작업방법 교육-작업시 작업자가 포장상태확인 작업 및 작업 시 포장용기 및 비닐이 찢기지 않게 작업, 포장실 및 설비 세척, 소독 관리 작업자 위생관리, 표면오염도 관리 공중낙하균 관리, 포장실 온도 관리
	P	금속성 이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등) 곤충사체 머리카락 비닐끈, 비닐조각	·원료 자체 잔존 방충방서 미비로 인한 혼입 작업자 부주의로 인한 이물혼입	금속검출기 통과 포장실 및 설비 관리-방충 방서, 세척 소독, 작업자 교육
금속검출	B	<i>S. aureus</i> 대장균	작업자의 위생불량으로 인한 오염 표준시편 세척, 소독 미흡으로 교차오염, ·작업실 적정 온도 미준수로 미생물 증식, 작업 중 낙하균에 의한 오염 ·작업도구 위생불량에 의한 교차오염	작업자 위생적 작업방법교육 표준시편 세척·소독 관리 ·작업자 위생관리, 표면오염도 관리 공중낙하균 관리, 작업실 온도 관리
	P	금속성 이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	금속검출기 감도 저하 및 작동상태 불량으로 검출 불량	·금속검출기 감도 확인, 작업자 교육 ·금속검출기 정상작동 확인 및 정기 점검
외포장	B	<i>S. aureus</i> 병원성대장균	외포장 시간 지체에 따른 잔존 미생물 증식 포장실 온도 미준수로 미생물 증식	포장 시간 및 온도 관리
	P	곤충사체 머리카락 비닐끈, 비닐조각 포장용기파편	외포장시 작업자 부주의로 내포장재 찢김으로 인한 이물 혼입 운반 중 포장지 파손으로 인한 이물 혼입	포장실 작업자 위생적 작업방법 교육 -포장 시 제품이 떨어지거나 찢어지지 않게 작업 ·제품 운반시 주의

출고	B	<i>S. aureus</i> 병원성대장균	상온에서의 장시간 노출로 미생물 증식	선입선출 관리, 냉동 탑차 온도 관리
	P	곤충사체 머리카락 비닐끈, 비닐조각 포장용기 파편	운반 중 제품 낙하시 포장용기 깨짐으로 인한 오염 바닥 파손으로 인한 파편혼입	작업자 교육-운반 중 제품이 떨어지지 않게 적재



5. 위해 분석 및 결과

Codex (1997) 지침에 의하면 위해요소(hazard, 위험)는 건강에 부정적인 영향을 끼칠 가능성이 있는 식품의 상태 또는 식품 중의 생물학적, 화학적, 물리적 인자로, HACCP는 식품의 안전상 중요한 이 위해요소를 확인, 평가, 관리하는 제도라고 정의하고 있다. 이는 HACCP에서 위해요소 분석의 중요성을 나타내는 것으로, 위해요소 분석은 식품안전상 중요하여 HACCP계획 내에서 수반되어야 할 것을 판단하기 위해 위해요소와 그 유발조건에 대한 정보를 수집, 평가하는 과정이라 할 수 있으며, 위해요소의 발생가능성과 건강의 상의 영향에 대한 심각성, 위해요소 존재에 대한 정성적/정량적 평가, 관련 미생물의 사멸 또는 증식, 독소, 화학적 인자 또는 물리적 인자의 생성 또는 존재, 위의 인자들이 나타날 수 있는 원료/가공/유통/소비 등의 조건 등을 고려해야 할 사항이다. 또한 위해요소 분석은 식품 중에 존재하는 또는 존재할 수 있는 위해요소에 대한 건강상의 영향을 분석하는 것으로 위해요소 분석에는 심각성과 발생가능성에 대한 분석을 수행하는 것을 기본 방법으로 제시 하고 있다. 그 예로 발생가능성의 평가 Table 27에 나타내었다.

현재 우리나라에서의 위해요소분석 방법도 codex (1997)의 가이드라인에 맞추어 정의와 방법론을 제시하고 있다. 「식품위해요소중점관리기준」고시와 관련 매뉴얼에 따르면 원, 부재료별 또는 공정/단계별로 발생 가능한 모든 위해요소를 파악하여 목록을 작성하고, 각 위해요소의 유입경로와 이들을 제어할 수 있는 수단(예방수단)을 파악하여 기술하며, 이러한 유입경로와 제어수단을 고려하여 위해요소의 발생가능성과 발생 시 그 결과의 심각성을 감안하여 위험도를 평가하는 것을 위해요소 분석으로 정의하고 있다. 심각성의 평가를 Table 28에 나타내었다. 이러한 위험도에 대한 결정 및 평가는 위험도 평가모델을 기초로 수행되고 있는데 위험도 평가모델이란 제품의 위험도 평가시의 지침으로서 보건 및 안전성에 영향을 미치는 위해요소에 대한 위험도를 결정하기 위하여 위해요소의 발생가능성과 결과의 심각성을 평가하는데 이용되고 있다. 정된 발생가능성과 선정된 심각성의 값을 바탕으로

Table 27. 발생가능성의 평가

기 준	분류
실험이나 관찰결과 해당 작업장에서 월 0회 발생하고, 발생치가 기준규격 이내인 경우	낮음
실험이나 관찰결과 당 작업장에서 월 1 ~ 5회 발생하고, 발생치가 기준규격 이내인 경우	보통
실험이나 관찰결과 당 작업장에서 월 6회 이상 발생하거나, 발생 결과가 기준규격을 벗어난 경우	높음

Table 28. 심각성의 평가

-
- 높음 : 사망을 포함하여 건강에 중대한 영향을 미침
 - 생물학적 위해요소 : *Cl. botulinum*, *E. coli* O157:H7, *V. vulnificus*
 - 화학적 위해요소 : 납, 카드뮴등에 의한 직접적인 오염
 - 물리적 위해요소 : 금속, 유리조각 등 소비자에게 직접적인 해 또는 상처를 입힐 수 있는 물질

 - 보통 : 잠재적으로 넓은 전염성이 있는 것으로 입원
 - 생물학적 위해요소 : 장내병원성 *E. coli*
Salmonella sp.
V. parahaemolyticus
L. monocytogenes
 곰팡이, Norwalk virus
 - 화학적 위해요소 : 잔류농약, 잔류항생물질, 곰팡이독, 타르색소, 잔류용제 (톨루엔, 프탈레이트 등)
 - 물리적 위해요소 : 돌, 나무조각, 플라스틱 등 경질이물

 - 낮음 : 제한적인 전염성이 있는 것으로 개인에 제한된 질병
 - 생물학적 위해요소 : *Cl. perfringenes*, *S. aureus*, 대장균군, 대부분의 기생충
 - 화학적 위해요소 : 히스타민
 - 물리적 위해요소 : 머리카락, 비닐 등 연질이물
-

risk matrix를 이용하여 최종적으로 위해평가 결과를 산출하였다. HACCP 적용 대상식품의 원부재료, 공정에서 심각성이 높은 위해요소 및 실제공정 평가결과 발생하는 위해요소를 CCP결정도에서 평가하였으며, 절임배추에 대한 원부재료 및 공정별 위해요소 분석 결과 Table 29, 30에 나타내었다.



Table 29. 절임배추의 원·부재료 위해요소 분석

원부 재료	구분	위해종류 (생물학적: B, 화학적: C, 물리적: P)	위해평가		
			심각성	발생가능성	결과
배추	B	<i>E. coli</i> O157:H7	3	1	3
		<i>L. monocytogenes</i>	3	1	3
		<i>Salmonella</i> sp.	2	1	2
		<i>B. cereus</i>	1	1	1
		<i>S. aureus</i>	1	1	1
		기생충(란)	1	1	1
		대장균	2	1	2
	C	잔류농약	2	2	4
		납(Pb)	3	1	3
		카드뮴(Cd)	3	1	3
	P	곤충사체	1	2	2
		나뭇잎	1	2	2
		머리카락	1	2	2
		돌	2	3	6
		비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		흙	2	2	4
		플라스틱	1	1	1
정제염/ 천일염	C	비소(As)	3	1	3
		납(Pb)	3	1	3
		카드뮴(Cd)	3	1	3
		수은(Hg)	3	1	3
		페소시아나화합물	2	1	2
	P	비닐마대 끈	1	1	1
		돌	2	1	2
		흙	2	1	2
용수 (지하수 수돗물)	B	대장균	2	1	2
		Norwalk virus	1	1	1
	C	납	3	1	3
		카드뮴	3	1	3
	P	흙	2	1	2
		물고기	1	1	1
용수 (해수)	B	대장균	2	1	2
		비소(As)	3	1	3
	C	납(Pb)	3	1	3
		카드뮴(Cd)	3	1	3
		곤충사체	1	2	2
	P	머리카락	1	2	2
		비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		나뭇잎	1	1	1
		플라스틱	1	1	1
		돌	2	1	2
		흙	2	2	4
내포 장재	B	<i>S. aureus</i>	1	1	1
		대장균군	1	1	1
	C	납, 카드뮴 중금속	3	1	3
		잔류용제	2	1	2
	P	연질성이물(머리카락,비닐,노끈 등)	1	1	1
외포 장재	B	<i>S. aureus</i>	1	1	1
		대장균군	1	1	1
	P	연질성이물(머리카락,비닐,노끈 등)	1	1	1

Table 30. 절임배추의 공정별 위해요소 분석

공정	구분	위해종류 (생물학적: B, 화학적: C, 물리적: P)	위해평가		
			심각성	발생가능성	결과
보관	배추	E. coli O157:H7	3	1	3
		L. monocytogenes	3	1	3
		Salmonella sp.	2	1	2
		B B. cereus	1	1	1
		S. aureus	1	1	1
		기생충(란)	1	1	1
		대장균	2	1	2
		C 잔류농약	2	2	4
		곤충사체	1	2	2
		머리카락	1	2	2
		비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		P 나뭇잎	1	2	2
		플라스틱	1	1	1
		돌	2	3	6
		흙	2	2	4
보관	천일염, 정제염	P 비닐마대 끈	1	1	1
		돌	2	1	2
		흙	2	1	2
보관	용수 (지하수, 수돗물)	B 대장균	2	1	2
		Norwalk virus	1	1	1
		흙	2	1	2
		P 물이끼	1	1	1
		곤충사체	1	1	1
보관	용수(해수)	B 대장균	2	1	2
		비소	3	1	2
		C 납	3	1	3
		카드뮴	3	1	3
		곤충사체	1	2	2
		머리카락	1	2	2
		비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		P 나뭇잎	1	1	1
		플라스틱	1	1	1
		돌	2	1	2
보관	내포장재	흙	2	2	4
		B S. aureus	1	1	1
		대장균군	1	1	1
		P 머리카락	1	1	1
		비닐끈, 비닐조각	1	1	1
보관	외포장재	B S. aureus	1	1	1
		대장균군	1	1	1
		P 머리카락	1	1	1
		비닐끈, 비닐조각	1	1	1
절단	배추 1/2절단	E.coli O157:H7	3	1	3
		L .monocytogenes	3	1	3
		Salmonella spp.	2	1	2
		B B. cereus	1	1	1
		S. aureus	1	1	1
		기생충(란)	1	1	1
		대장균	2	1	2
		C 잔류농약	2	2	4

공정	구분	위해종류 (생물학적: B, 화학적: C, 물리적: P)	위해평가		
			심각성	발생가능성	결과
정선	배추	P 곤충사체	1	2	2
		P 머리카락	1	2	2
		P 비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		P 나뭇잎	1	2	2
		P 플라스틱	1	1	1
		P 돌	2	3	6
		P 흙	2	2	4
		P 금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	3	1	3
	배추	B <i>E. coli</i> O157:H7	3	1	3
		B <i>L. monocytogenes</i>	3	1	3
		B <i>Salmonella</i> sp.	2	1	2
		B <i>B. cereus</i>	1	1	1
		B <i>S. aureus</i>	1	1	1
		B 기생충(란)	1	1	1
		B 대장균	2	1	2
		C 잔류농약	2	2	4
	배추	P 곤충사체	1	2	2
		P 머리카락	1	2	2
		P 비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		P 나뭇잎	1	2	2
		P 플라스틱	1	1	1
		P 돌	2	3	6
		P 흙	2	2	4
		P 금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	3	1	3
절임	염수절임 (투염)	B <i>S. aureus</i>	1	1	1
		B 대장균	2	1	2
		B <i>E. coli</i> O157:H7	3	1	3
		B <i>L. monocytogenes</i>	3	1	3
		B <i>Salmonella</i> spp.	2	1	2
		B <i>B. cereus</i>	1	1	1
		B 기생충(란)	1	1	1
		C 잔류농약	2	2	4
	배추	P 곤충사체	1	1	1
		P 머리카락	1	2	2
		P 나뭇잎	1	2	2
		P 플라스틱	1	1	1
		P 돌	2	2	4
		P 흙	2	2	4
		P 비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		P 금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	3	1	3
	배추	B <i>E. coli</i> O157:H7	3	1	3
		B <i>L. monocytogenes</i>	3	1	3
		B <i>Salmonella</i> sp.	2	1	2
		B <i>B. cereus</i>	1	1	1
		B <i>S. aureus</i>	1	1	1
		B 대장균	2	1	2
		B 기생충(란)	1	1	1
		C 잔류농약	2	2	4
세척	배추	P 곤충사체	1	2	2
		P 머리카락	1	2	2
		P 돌	2	3	6
		P 흙	2	2	4

공정	구분	위해종류 (생물학적: B, 화학적: C, 물리적: P)	위해평가		
			심각성	발생가능성	결과
탈수	탈수	플라스틱	1	1	1
		나뭇잎	1	2	2
		비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	3	1	3
		B <i>S. aureus</i>	1	1	1
		대장균	2	1	2
		곤충사체	1	2	2
		P 머리카락	1	2	2
		금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	3	1	3
		P 금속성 이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	3	1	3
포장	내포장	B <i>S. aureus</i>	1	1	1
		대장균	2	1	2
		금속성 이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	3	1	3
		P 곤충사체	1	2	2
		머리카락	1	2	2
		비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		B <i>S. aureus</i>	1	1	1
		대장균	2	1	2
금속	금속검출	P 금속성 이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	3	2	6
		B <i>S. aureus</i>	1	1	1
		대장균	2	1	2
		곤충사체	1	1	1
		P 머리카락	1	1	1
		비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		포장용기 파편	1	1	1
		B <i>S. aureus</i>	1	1	1
출고	출고	대장균	2	1	2
		곤충사체	1	1	2
		P 머리카락	1	1	2
		비닐끈, 비닐조각	1	1	1
		포장용기 파편	1	1	1
		B <i>S. aureus</i>	1	1	1
		대장균	2	1	2
		곤충사체	1	1	2

6. 중요관리점 및 CL결정

6.1 CCP 결정

위해분석을 통하여 확정된 생물학적, 화학적, 물리적 위해와 예방조치 방법을 목록화 한 후 식품의 안전성 확보를 위해 원부재료 및 포장재료에서부터 제품에 이르는 각 공정 단계 중 가장 중점적인 관리가 필요한 중요관리점(Critical Control Points, CCP)을 결정하는데 CCP 결정은 위해분석(원료와 공정별)과정을 통해 확인된 생물학적, 화학적, 물리적 위해요소에 대해 CCP 결정도에 따라 중점적인 관리의 필요성 여부를 결정한다.

CCP결정도를 활용하여 CCP를 결정한 사항을 정리한 자료가 CCP결정표라 할 수 있다. CCP결정도의 각각의 질문에 대한 결과 및 근거를 일정한 표의 형태로 정리하여 제시하는 것으로 CCP의 결정은 위해요소분석결과 위해도(위험도)가 높다고 판정된 것(또는 일정 점수 이상에 해당하는 것으로 정한 것)을 CCP결정도에 반영하여, 해당하는 질문에 Yes, No로써 확인하여 CCP에 해당하는지를 확인하는 과정이라 할 수 있다.

국내 현황에서는 초기 HACCP 지정을 받은 업체는 절임공정을 CCP로 관리하고 있었으며 현재에는 HACCP 지정업체와 지정준비 업체 모두 세척공정과 금속검출공정을 CCP로 관리하고 있는 추세이다. 초기 HACCP 지정업체의 경우도 금속검출기를 도입하는 등의 CCP의 수정을 준비하고 있는 곳이 대부분이었다. 여러 업체의 세척방법 중 가장 보편적으로 쓰고 있는 방법은 2~3단 자동세척과 수동세척을 병행하는 방법이었으며 유입량과 시간, 투입량, 세척수 교체기간은 업체의 특성에 따라 다르게 나타났다.

금속검출의 범위도 다르게 나타났으며 대규모 일부업체의 경우 X-ray 검출도 시행하고 있었다. 적용 가능 CCP 및 CL을 포함한 HACCP plan은 법적 규격인 중금속과 잔류농약에 대하여 CCP로 적용하였으며, 미생물 실험 결과 절임공정에서는 미생물의 감소효과를 나타내지 않아 미생물 감소의 CCP 적용으로는 옳지 않다고 판단된다.

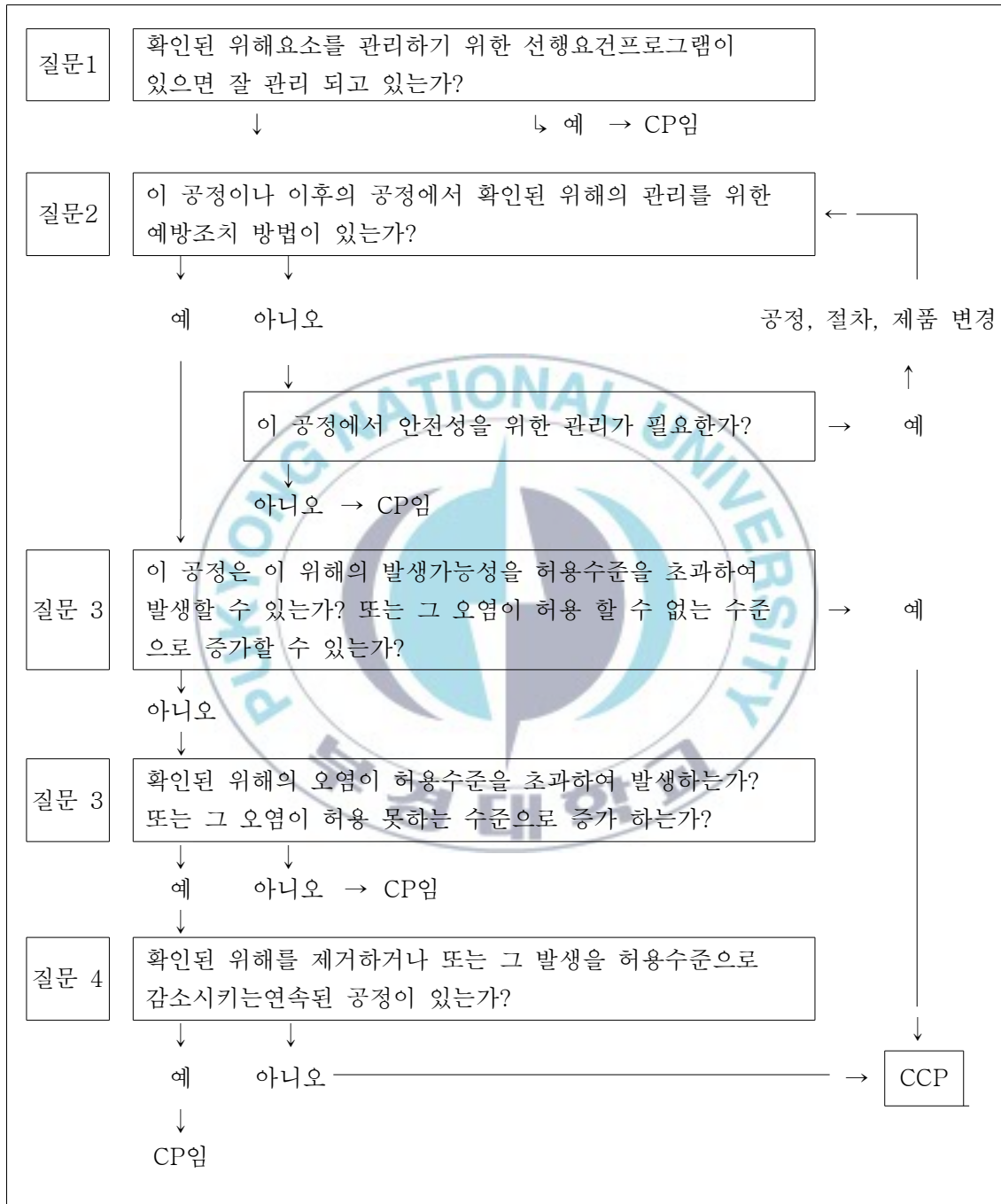


Fig. 4. 중요관리점 결정도(Decision tree of CCP)

CCP로 적용한 세척공정은 공정 후에 미생물의 감소효과를 볼 수 있었으므로 미생물 제어와 세척을 통한 이물의 제거를 기대할 수 있다. 한계기준은 미생물 실험을 바탕으로 업체 간 세척공정을 거치면서 가장 많은 감소를 보인 업소를 대상으로 하였다. 또한 최종제품에서 이물관리를 위하여 금속검출 CCP를 설정하였다



Table 31. CCP 결정도를 이용한 절임배추의 중요관리점 결정표

<원·부재료>

공정단계	구분	위해요소	질문1 예→CP 아니오→질문2	질문2 예→질문3 아니오→질문2-1	질문2-1 예→질문2 아니오→CP	질문3 예→CCP 아니오→ 질문4	질문4 예→질문5 아니오→CP	질문5 예→CP 아니오→CCP	중요 관리점 결정
배추	B	<i>E. coli</i> O157:H7	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		<i>L. monocytogenes</i>	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
	C	잔류농약	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		중금속 (납, 카드뮴)	YES(입고관리)						CP
	P	곤충사체	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		나뭇잎	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		머리카락	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		돌	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		흙	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
천일염/정제염	C	중금속 (납, 카드뮴, 비소, 수은)	YES(입고관리)						CP
용수	C	중금속 (납, 카드뮴)	YES(입고관리)						CP
	B	대장균	YES(입고관리)						CP
	C	중금속 (비소, 납, 카드뮴)	YES(입고관리)						CP
용수(해수)		곤충사체	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
	P	머리카락	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		흙	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
내포장재	C	중금속 (납, 카드뮴)	YES(입고관리)						CP

<공정별>

공정단계	구분	위해요소	질문1	질문2	질문2-1	질문3	질문4	질문5	중요 관리점 결정
			예→CP 아니오→질문2	예→질문3 아니오→질문2 -1	예→질문2 아니오→ CP	예→CCP 아니오→ 질문4	예→질문5 아니오→ CP	예→CP 아니오→CCP	
보관 (배추)	B	<i>E. coli</i> O157:H7	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		<i>L. monocytogenes</i>	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
	C	잔류농약	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
	P	곤충사체	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		나뭇잎	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		머리카락	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		돌	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		흙	NO	YES		NO	YES	YES	CP
보관 (무)	B	<i>E. coli</i> O157:H7	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		<i>L. monocytogenes</i>	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
	P	곤충사체	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		머리카락	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		흙	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
절단 (배추)	B	<i>E. coli</i> O157:H7	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		<i>L. monocytogenes</i>	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
배추1/2절단	C	잔류농약	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
	P	곤충사체	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP

공정단계	구분	위해요소	질문1	질문2	질문2-1	질문3	질문4	질문5	중요 관리점 결정
			예→CP 아니오→질문2	예→질문3 아니오→질문2 -1	예→질문2 아니오→ CP	예→CCP 아니오→ 질문4	예→질문5 아니오→ CP	예→CP 아니오→CCP	
정선 (배추)		나뭇잎	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		머리카락	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		돌	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		흙	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	NO	YES		NO	YES	YES(금속검출공정)	CP
	B	<i>E. coli</i> O157:H7	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		<i>L. monocytogenes</i>	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
	C	잔류농약	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
	P	곤충사체	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		나뭇잎	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		머리카락	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		돌	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		흙	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		금속성 이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	NO	YES		NO	YES	YES(금속검출공정)	CP
절입	B	<i>E. coli</i> O157:H7	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		<i>L. monocytogenes</i>	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP

공정단계	구분	위해요소	질문1	질문2	질문2-1	질문3	질문4	질문5	중요 관리점 결정
			예→CP 아니오→질문2	예→질문3 아니오→질문2 -1	예→질문2 아니오→ CP	예→CCP 아니오→ 질문4	예→질문5 아니오→ CP	예→CP 아니오→CCP	
	C	잔류농약	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		머리카락	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		나뭇잎	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
	P	돌	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		흙	NO	YES		NO	YES	YES(세척공정)	CP
		금속성 이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	NO	YES		NO	YES	YES(금속검출공정)	CP
세척 (배추)	B	<i>E. coli</i> O157:H7	NO	YES	-	YES	-	-	CCP-1BCP
		<i>L. monocytogenes</i>	NO	YES	-	YES	-	-	CCP-1BCP
	C	잔류농약	NO	YES	-	YES	-	-	CCP-1BCP
		곤충사체	NO	YES	-	YES	-	-	CCP-1BCP
		머리카락	NO	YES	-	YES	-	-	CCP-1BCP
	P	나뭇잎	NO	YES	-	YES	-	-	CCP-1BCP
		돌	NO	YES	-	YES	-	-	CCP-1BCP
		흙	NO	YES	-	YES	-	-	CCP-1BCP
		금속성 이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	NO	YES		NO	YES	YES(금속검출공정)	CP
탈수	P	곤충사체	YES (방충방서 관리)						CP
		머리카락	YES						CP

공정단계	구분	위해요소	질문1 예→CP 아니오→질문2	질문2 예→질문3 아니오→질문2 -1	질문2-1 예→질문2 아니오→ CP	질문3 예→CCP 아니오→ 질문4	질문4 예→질문5 아니오→ CP	질문5 예→CP 아니오→CCP	중요 관리점 결정
		금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	(개인위생관리) NO	YES		NO	YES	YES(금속검출공정)	CP
이물 선별	P	곤충사체	YES (방충방서관리)						CP
		머리카락	YES (개인위생관리)						CP
		금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	NO	YES		NO	YES	YES(금속검출공정)	CP
내포장	P	곤충사체	YES (방충방서관리)						CP
		머리카락	YES (개인위생관리)						CP
		금속성이물(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	NO	YES		NO	YES	YES(금속검출공정)	CP
금속 검출	P	금속성이물혼입(쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	NO	YES	-	YES	-	-	CCP-2P

Table 32. 한계기준

공정명	CCP	위해요소	한계기준
		<i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i>	<원재료> 세척횟수: 3회 세척수 유입량: 40ℓ/분, 2.5~3.0t/30분, 60ℓ/분 세척시간: 2분 이상, 2~5분 투입량: 30개 이상/분, 1000kg 세척수 교체: 1회/2시간
자동세척	CCP-1BCP	잔류농약 곤충사체 나뭇잎 머리카락 흙	<부재료> 세척횟수: 1회, 2회, 3회 세척수 유입량: 25~40ℓ/분, 40ℓ/분, 50ℓ/분 이상, 60ℓ/분 이상, 70~80ℓ/20분 세척시간: 40~60초, 50초 이상, 2분 이상 투입량: 30개 이상/분, 56kg 세척수 교체: 1회/2시간 세척방법: 문지르기 3회, 30cm이상 상하 2회

공정명	CCP	위해요소	한계기준
수동세척	CCP-1BCP	<i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i> 잔류농약	<원재료> 세척횟수: 1회, 2회 세척수 유입량: 11~20ℓ/분, 15~30ℓ/분, 20ℓ/분 이상 세척시간: 14~18초, 20초 이상 세척방법: 30cm이상 상하 2회, 좌우 2회 2반복, 흔들기 2회, 20cm 이상 상하 2회
		곤충사체 나뭇잎 머리카락 흙	<부재료> 세척횟수: 1회, 2회 세척수 유입량: 15~30ℓ/분, 20ℓ/분 이상, 30ℓ/분 이상, 40ℓ/분, 40~60ℓ/분, 50ℓ/분 세척시간: 20초 이상, 1분, 1분 30초 이상, 40초~1분, 2분 이상 투입량: 재료별로 다름 세척수 교체: 1회/2시간

공정명	CCP	위해요소	한계기준
금속검출	CCP-2P	금속성 이물 혼입 (쇠조각, 칼조각, 볼트/너트 등)	FeΦ2.0mm/SUSΦ4.0mm이상 불검출 FeΦ2.0mm/SUSΦ5.0mm이상 불검출 FeΦ2.5mm/SUSΦ4.0mm이상 불검출 FeΦ2.5mm/SUSΦ5.0mm이상 불검출 FeΦ2.5mm/SUSΦ4.5mm이상 불검출 FeΦ3.0mm/SUSΦ5.0mm이상 불검출 FeΦ4.0mm/SUSΦ4.0mm이상 불검출

Table 33. 조사된 업체의 CCP 및 CL

제조	CCP 공정	CL
	절임	절임염수농도 : 동절기 $11\pm2\%$ 하절기 $10\pm2\%$, 6~12% pH : 5.5이상 절임시간 : 3~6시간, 16~24시간, 16~40시간, 45~50시간 염수온도 : 4~23℃, 7~20℃
	세척	<자동세척> 세척횟수 : 3회 세척수 유입량 : 40ℓ/분, 2.5~3.0t/30분, 60ℓ/분 세척시간 : 2분 이상, 2~5분, 투입량 : 30개 이하/분, 1000kg 세척수 교체 : 1회/2시간
절임배추	세척	<수동세척> 세척횟수 : 1회, 2회 세척수 유입량 : 11~20ℓ/분, 15~30ℓ/분, 20ℓ/분 이상 세척시간 : 14~18초, 20초 이상 세척방법 : 30cm이상 상하2회, 좌우2회 2반복, 흔들기 2회, 20cm이상 상하 2회
	금속검출	FeΦ2.0mm/SUSΦ4.0mm이상 불검출 FeΦ2.0mm/SUSΦ5.0mm이상 불검출 FeΦ2.5mm/SUSΦ4.0mm이상 불검출 FeΦ2.5mm/SUSΦ5.0mm이상 불검출 FeΦ2.5mm/SUSΦ4.5mm이상 불검출 FeΦ3.0mm/SUSΦ5.0mm이상 불검출 FeΦ4.0mm/SUSΦ4.0mm이상 불검출

Table 34. 절임배추의 HACCP Plan

공정	CCP	위해요소	위해요인	한계 기준	모니터링 방법				개선 조치
					대상	방법	주기	담당자	
세척	CCP - BCP	<i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i>	·오염된 원료의 반입 ·세척방법 미준수로 잔존 ·작업실 세척, 소독 미흡으로 교차오염 ·표면오염도 관리 미흡으로 인한 교차오염 ·공중낙하균 관리 미흡으로 인한 오염 ·세척 불충분으로 원료 자체로부터 기인한 미생물 번식 ·작업실 적정 온도 미준수로 미생물 증식 ·작업자 위생관리 미흡으로 교차오염 ·작업도구 위생불량에 의한 교차오염	자동세척: 3회 세척수 유입량 : 40ℓ/분 이상 세척시간: 1분 이상 투입량: 1000kg이하	세척수량 세척시간 세척방법	1. 세척기의 정상작동 유무를 확인 2. 세척방법에 따라 세척시간, 횟수, 가수량 등을 모니터링 일지에 기록 3. 모니터링 일지를 HACCP 팀장에게 승인 받음	작업시작 후 매 2시간 마다	공정 담당자	1. 한계기준(세척횟수, 시간, 가수량 등) 이탈 시 - 공정 담당자는 즉시 작업을 중지 - 해당 제품은 즉시 재 세척하고 CCP 모니터링 일지에 이탈사항과 개선조치사항을 기록하고 생산관리팀장, HACCP팀장에게 보고 2. 기기 고장인 경우 - 공정 담당자는 즉시 작업을 중지하고 공정품을 보류한 귀, CCP 모니터링 일지에 이탈사항을 기록하고 공무팀에 수리 의뢰 - 수리완료 후 공정품은 재 세척 - CCP 모니터링 일지에 개선조치사항을 기록하고 생산관리팀장, HACCP팀장에게 보고 - 해당로트 제품을 품질관리 팀장에게 공정품 검사 의뢰
		잔류농약	·세척방법 미준수로 잔존	수동세척 : 1~3회 세척수 유입량 : 20ℓ/분 이상 세척방법 : 상하좌우 20cm 이상 2~4회		1. 세척횟수 확인 및 기록 2. 세척수량 확인 및 기록 3. 세척방법대로 실시 여부 확인 및 기록 4. 모니터링 일지를 HACCP 팀장에게			1. 한계기준(세척횟수, 시간, 가수량 등) 이탈 시 - 공정 담당자는 즉시 작업을 중지 - 해당 제품은 즉시 재 세척하고 CCP 모니터링 일지에 이탈사항과 개선조치사항을 기록하고 생산관리팀장, HACCP팀장에게 보고
		이물 (머리카락, 곤충사체, 나뭇잎, 흙)	·오염된 원료의 반입 ·작업실 관리 미흡으로 인한 교차오염 ·작업자 부주의에 의한 혼입						

			·세척 미비로 인한 원료에서 기인한 이물 잔류			승인 받음			
금속 검출	CCP -P	금속 이물	·전 공정에서 금속성이물 유입 ·금속검출기 감도 저하 및 작동상태 불량으로 검출 불량	FeΦ3.0mm SUSΦ5.0mm 이상 불검출	금속성 이물 (Fe, SUS)	1. 기기 감도: Test piece를 기기 좌, 우, 중간에 통과시켜 검출여부를 CCP-2P 모니터링 일지에 기록하고 HACCP 팀장에게 보고 2. 제품감도: 제품위, 중간, 아래에 Test piece를 넣고 기기 좌, 우, 중간에 통과시켜 검출여부를 CCP-2P 모니터링 일지에 기록하고 HACCP 팀장에게 보고 3. 공정품 검출여부: 주기마다 공정품을 금속검출기에 통과시켜 금속성 이물 검출여부를 CCP-2P 모니터링 일지에 기록하고 HACCP 팀장에게 보고	-작업 전, 작업종 료후 Test piece 로 기기감 도 측정 -금속 검출여 부 확인:2 시간 마다 -공정 품 금속검 출기에 의한 검사: 작업중	금속 검출 담당자	-금속성 이물 검출의 경우:금속검출기에서 체크된 공정품을 다시 통과시켜 금속성이물의 혼입을 확인하고 기록한 후에 폐기하고 HACCP팀장에게 보고 -금속검출기 고장의 경우:금속검출 담당자는 기술담당자에게 통보하여 수리 한 후 Test piece로 정상작동 여부를 확인한 다음 작업을 다시 시작하고, 이전의 모니터링 시간부터 금속검출기를 통과한 공정품에 대하여 재통과 시킨후 그 결과를 기록하고 HACCP팀장에게 보고 -금속검출기 감도 저하시:Test piece로 감도시험 후 공정품을 다시 통과시켜 금속성이물의 혼입여부를 확인 기록 후 HACCP팀장에게 보고

요 약

시중 절임배추의 품질 특성을 조사하기 위하여 15개 업체의 절임배추를 구입하여 염도 등 일반특성과 미생물학적 분석을 한 결과는 다음과 같았다. 시중 구입된 절임배추는 대부분 천일염을 사용하였으며 일부 식염 혼합, 해수를 사용하는 업체도 있었다. 세척방법으로는 지하수 4회 세척, 자동세척 후 3단 세척, 버블 후 3단 세척 등의 방법을 사용하고 있으며 세척수로는 지하수를 사용하고 있었다. 15개 업체 중 3개 업체 제품은 HACCP 인증을 받았다. 시중 절임배추의 염도는 0.5%에서 2.0% 를 나타나 저염도를 나타냈다. pH는 최저 5.32에서 최대 6.47을 나타내었다. 물성은 최저 1,997 에서 최대 3,665 g/cm³ 을 나타내었다. 일부 제품은 재세척이 필요한 제품도 있었고, 애벌레, 흙 등의 이물이 나오기도 했다. 시중 절임배추의 일반세균은 최저 3.37 log에서 최대 6.05 log의 분포를 나타내었다. 대장균군은 불검출에서 최대 2.93 log로 나타났다. 이 중 대장균, 황색포도상구균, 병원성균등은 불검출로 나타났다. 김치제조업체 4곳의 배추와 소금에 대한 일반세균을 분석결과 1.4×10^5 , 6.4×10^5 , 1.7×10^7 , 3.6×10^7 CFU/g 와 2.7×10^3 CFU/g로 검출 되었으며, 대장균군은 배추에서 2.4×10^4 CFU/g검출되었고, *E. coli*은 검출되지 않았다. *S. aureus* 은 배추에서 9.9×10^2 , 8.0×10^1 , 3.0×10^3 CFU/g이 검출되었고, *B. cereus*도 배추에서 4.1×10^3 , 1.0×10^1 CFU/g 이 검출되었다. *C. jejuni*, *V. paraheamolyticus*는 배추에서 2.4×10^6 , 1.0×10^4 CFU/g로 검출되었고, *Y. enterocolitica*는 소금에서 1.0×10^3 CFU/g 으로 검출되었으며, *L. monocytogenes*는 배추 1.5×10^1 , 1.1×10^2 , 4.5×10^1 CFU/g 로 검출되었다.

제조공정별 일반생균수는 절임용 소금물의 경우 $1.4 \times 10^1 \sim 4.4 \times 10^5$ CFU/g이 검출되었고, 탈수 절임배추는 $1.5 \times 10^4 \sim 1.2 \times 10^8$ CFU/g이 검출되었으며, 세절 절임배추의 경우 $9.4 \times 10^4 \sim 1.3 \times 10^8$ CFU/g이 검출되었다. *E. coli*은 업체에 따라 시료에 대해 검출되는 양상이 달랐다. *S. aureus*와 *B. cereus*은 일부 업체의 절임용 소금물과 탈수 절임배추에서 양성으로 검출되었

다. *V. parahaemolyticus*는 절임 소금물에서 검출되었다. *Y. enterocolitica*는 절임용 소금물 $9.5 \times 10^2 \sim 1.8 \times 10^3$ CFU/g, 탈수 절임배추 $1.7 \times 10^1 \sim 2.7 \times 10^2$ CFU/g, 세절 절임배추 $1.2 \times 10^2 \sim 1.3 \times 10^8$ CFU/g이 검출되었다. *L. monocytogenes*는 절임용 소금물 $8.0 \times 10^2 \sim 1.7 \times 10^4$, 탈수 절임배추 $2.8 \times 10^2 \sim 1.2 \times 10^4$ CFU/g, 세절 절임배추는 검출되지 않았다.

절임공정 조건으로 염수농도 8, 10, 12, 15%와 배추를 5~20 hr 동안 절인배추의 위해 미생물을 측정한 결과는 *E. coli*은 $3.5 \times 10^5 \sim 1.7 \times 10^6$, $3.4 \times 10^5 \sim 2.5 \times 10^6$, $5.4 \times 10^5 \sim 2.3 \times 10^6$, $4.0 \times 10^5 \sim 2.3 \times 10^6$ CFU/g로 검출되었고, *S. aureus*은 $1.9 \times 10^4 \sim 4.1 \times 10^4$, $4.1 \times 10^3 \sim 2.8 \times 10^4$, $1.5 \times 10^3 \sim 7.8 \times 10^3$, $2.2 \times 10^4 \sim 6.6 \times 10^4$ CFU/g으로 검출되었다. *S. typhimurium*은 염수의 5 hr 절인 배추에서만 $2.5 \times 10^5 \sim 3.8 \times 10^6$ CFU/g이 검출되어 10%염수에 15 hr 절인배추가 미생물 오염 변화가 가장 적었다.

10%염수에 15시간 절인배추를 세척방법을 달리한 물 2, 3회 세척, 염소 3회 세척, acetic acid 3회 세척 시 *E. coli*은 물 3회 세척, 염소 3회 세척, 물 2회 세척 순으로 검출 되었으며, acetic acid 3회 세척에서는 검출되지 않았다. *S. aureus*은 물 2회 세척에서 3.0×10^5 , 물 3회 세척과 염소 3회 세척은 3.6×10^5 CFU/g으로 검출되었고, acetic acid 3회 세척은 5.6×10^3 , 5.6×10^3 CFU/g로 물보다는 염소와 acetic acid에서 비교적 작게 검출되었다. *S. typhimurium*은 acetic acid 3회 세척에서 3.0×10^1 CFU/g로 가장 낮게 검출되었다.

참고문헌

- Bryan FL. 1990. Application of HACCP to ready-to eat chilled foods. *Food Technol* 44(7): 70-77
- Chong YK, Kwak TK. 2000. Performance of sanitary management for school food service managers in the Seoul area. *Korean J Comm Nutr* 5(1): 100-108
- Ha JO, Park KY. 1998. Comparison of mineral contents and external structure of various salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(3) : 413-418
- Han ES. 1993. Salting storage method of highland chinese cabbage for kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 25(2): 118-122
- Han ES. 1994. Quality changes of salted chinese cabbage by packaging methods during storage. *Korean J Food Sci Technol* 26(3): 283-287
- Han ES, Seok MS, Park JH. 1998. Engineering / Processing / Sensory : Quality changes of salted baechu with packaging methods during long term storage. *J Food Sci Technol* 30(6): 1307-1311
- Han ES, Seok MS, Chun JK, Jo JS. 1996. Effect of cutting methods on the yield, salinity and pH of salted chinese cabbage, *Food biotechnol* 5(1): 1-6
- Han ES, Seok MS, Park JH, Lee HJ. 1996. Quality changes of salted chinese cabbage with the Package pressure and storage temperature. *J Food Sci Technol* 28(4): 650-656

- Han KY, Noh BS. 1996. Characterization of chinese cabbage during soaking in sodium chloride solution. *J Food Sci Technol* 28(4): 707-713
- Han ES. 2003. Quality characteristics of kichi prepared with stored field-salted baechu, *Food Sci Biotechnol* 12(5): 461
- Han ES. 1994. Quality changes of salted chinese cabbage by packaging methods during storage. *Korean J Food Sci Technol* 26(3): 283~287.
- Han KY, Noh BS. 1996. Characterization of chinese cabbage during soaking in sodium chloride solution, *Korean J Food Sci Technol* 28(4), 707-713.
- Han ES, Seok MS, Park JH. 1998. Quality changes of salted baechu with packaging methods during long term storage, *Korean J Food Sci Technol* 30(6): 1307-1311
- Hwang ES. 2010. Changes in Myrosinase activity and total glucosinolate levels in korean chinese cabbages by salting conditions. *Korean J Food Cookery Sci* 26(1): 104~109.
- Jin HB, Choi EO. 2001. Survey on the use of preprocessed foods in elementary school foodservices in Incheon. *Korean J Food Culture* 16(3): 250-259
- Kim EK, Kang MH, Kim EM, Hong WS. 1997. The assessment of foodservice management practices in elementary school foodservices. *J Korean Diet Assoc* 3(1): 74-89

- Kim GE, Kim SH, Cheong HS, Lee JH. 2000. Changes in the content of chlorophylls and their derivatives in brined korean cabbages added with ingredients during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(4): 615-623
- Kim HC, Kim MR. 2005. Consumer attitude towards food additives. *J East Asian Soc Dietary Life* 15(1): 126-135
- Kim MS, Song JE, Han JS. 1995. The effect of sodium chloride concentrations of soaking-water and submaterials on tongbaechu-kimchi taste and fermentation . *J East Asian Soc Dietary Life* 5(2): 49-62
- Kim JG. 2000. Evaluation of the management of sanitation in food service establishments in Korea and strategies of future improvement. *J food Hygiene Safety* 15(3): 186-198
- Kim KM, Lee SY. 2009. A survey on the foodservice management job of school dietitians and the uses of preprocessed foods -focused on Seoul, Gyeonggi and Incheon Areas-. *J Korean Diet Assoc* 15(1): 22-40
- Kim YW, Jung JK, Cho YJ, Lee SJ, Kim SH, Park KY, Kang SA. 2009. Quality changes in brined baechu cabbage using different types of polyethylene film, and salt content during storage. *Korean J Food Preserv* 16(5): 605-611
- Koh HY, Choi DS. 1996. Effect of calcium treatments on storage quality of salted chinese cabbage, *Korean J Post Harvest Sci. Technol. Agri. Products* 3(1): 1-5

- Koh HY, Choi DS. 1996. Effect of calcium treatments on storage quality of salted chinese cabbage. *Korean J Food Preserv* 3(1): 1-5
- Ku YS, Kim MK, Kim MK, Kim SD. 1997. Quality of kimchi fermented with various salt concentration. *J Food Sci Technol* 9: 65-69
- Kim DG, Kim KB, Kim MH. 1994. Effect of reducing sugar content in chinese cabbage on kimchi fermentation, *J Korean Soc Food Nutr* 23(1): 73-77
- Kim MJ, Kim SD. 1994. The fermentation control of kimchi. *J East Asian Soc Dietary* 4(2): 75-91
- Kim MK, Kim ID, Kim SD. 1997. Changes in curve-angle of blade during salting of chinese cabbage. *Korean J Post Harvest Sci Technol Agri Products* 4(2): 163-171
- Kim WJ, Ku KH, Cho HO. 1988 Changes in some physical properties of kimchi during salting and fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 20(4): 483-487
- Kim DK, Han KY, Noh BS. 1997. Change of lipoxygenase activity in chinese cabbages submerged in brines. *Korean J Food Sci Technol* 29(3): 576-580.
- Kim HO, Suh SR, Choi YS, Yoo SN, Kim YT. 2007. Optimal conditions for mechanized salting process of salt-inserting method for winter cabbage to produce kimchi. *Korean J Food Preserv* 14(6): 695-701.

- Lee SW, Cho SR, Han SH, Rhee C. 2009. Effects of the low temperature and low salt solution on the quality characteristics of salted Chinese cabbage. *Korean J Food Nutr* 20(4): 377-386.
- Lee ES, Lee DS. 2001 Dietitians' perception on usage of cook/chill vegetables in institution foodservice. *J Korean Soc Food* 30(6): 1293-1300
- Lee IS, Park WS, Koo YJ, Kang KH. 1994. Changes in some characteristics of brined chinese cabbage of fall cultivars during storage. *J Food Sci Technol* 26(3): 239-245
- Lee JK. 1999. Food poisoning and contamination related to institutional foodservices. *Korean J Comm Nutr* 4(4): 632-639
- Lee JS, Park SH, Lee YS, Lim BS, Yim SC, Chun CH. 2008. Characteristics of growth and salting of chinese cabbage after spring culture analyzed by cultivar and cultivation method. *Korean J Food Preserv* 15(1): 43-48
- Lee MH, Lee GD, Son KJ, Yoon SR, Kim JS, Kwon JH. 2002. Changes in organoleptic and rheological properties of chinese cabbage with salting condition. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31(3): 417-422
- Lee JM, Kim HJ. 1994. A study on the standardization method of brining conditions and storage day in the preparation of traditional chinese whole cabbage kimchi. *Korean J Dietary Culture* 9(1): 87-93

- Lee IS, Park WS, Koo YJ, Kang KH. 1994. Changes in some characteristics of brined chinese cabbage of fall cultivars during storage. *Korean J Food Sci Technol* 26(3): 239-245
- Lee SJ, Lee SM. 2006. Survey on the use of pre-processed food materials in school foodservices in the Kyunggi area. *Korean J Food Cookery Sci* 23(5): 553-564
- Oh JY, Hahn YS. 1999. Effect of NaCl concentration and fermentation temperature on the quality of mul-kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 31(2): 421-426
- Paik JE. 2007. Effects of potato on the storage of kimchi. *Korean J Food Nutr* 22(3): 421-426.
- Park UP. 2004. Quality Characteristics of salted Chinese cabbage treated with electrolyzed-acid water during storage. *Korean J Food Sci Technol* 36(2): 367-369.
- Park KS, Choi EH, Ryu K. 2004. Assessments of utilization and management practices of frozen convenience foods in elementary school foodservice operations in Inchon. *J Korean Diet Assoc* 10(2): 246-257
- Park WP, Park KD, Kim JH, Cho YB, Lee MJ. 2000. Effect of washing conditions in salted chinese cabbage on the quality of kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(1): 30-34
- Rho JO, Chong YK, Jung SJ, Cha YS. 2007. A Study on purchase patterns and

- recognition of processed food in elementary, middle and high school meal service dietitians. *Korean J Human Ecology* 10(2): 63-75
- Park GS, Choi EH, Lyu G. 2004. Assessments of utilization and management practices of frozen convenience foods in elementary school foodservice operations in Incheon. *J Korean Diet Assoc* 10(2): 246-257
- Park SJ, Park KY, Jun HK. 2001. Effects of commercial salts on the growth of kimchi - related microorganisms. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(5): 806-813
- Shim YH, Ahn GJ, Yoo CH. 2003. Characterization of salted chinese cabbage in relation to salt content, temperature and time. *Korean J Food Cookery Sci* 19(2): 210-215.
- Shim ST, Kim KJ, Kyung KH. 1990. Effect of soluble - solids contents of chinese cabbages on kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 22(3): 278-284
- Song JE, Kim MS, Han JS. 1995. Effects of the salting of chinese cabbage on taste and fermentation of kimchi. *Korean J Soc Food Sci* 11(3): 226-232
- Shin IJ, Nam SR, Kwak TK. 1988. A Survey of food procurement practices in hospital dietetics -Assessment of the level of processing for purchased foods. *Korean J Food Cookery Sci* 4(1): 65-73
- Yoo YJ, Youn SJ. 1997. The assessment of food procurement practices in elementary school foodservices located Kyungkido. *Korean J Soc Food Sci* 13(3): 319-329

Yoon HY, Kim DM. 2002. Effects of filtration on the characteristics of reused waste brine in kimchi manufacturing. *J Food Sci and Technol* 34(3): 444-448

Yun HJ, Chang HJ. 2009. Effectiveness of the preprocessed foods on productivity and satisfaction in school foodservices. *J Korean Diet Assoc* 15(3): 262-277

Yoo MS, Kim JB, Ryun YR. 1991. Changes in tissue structure and pectins of chinese cabbage during salting and heating. *Korean J Food Sci Technol* 23(4): 420-427

