GOVP1200017056

664.02U
L29 27
c.1

GA0174-0002

최 종
연구보고서

김치의 고품질 상품화 기술개발

A Comprehensive Study on Production of Kimchi Products with High Quality

연 구 기 관

한국식품개발연구원

농 림 부

대한민국
기증등록
2000. 12. 15
846244
국회도서관

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 " 김치의 고품질 상품화 기술개발" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2000. 10. 7.

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 박 완 수

세부연구책임자 : 김 왕 준

세부연구책임자 : 박 완 수

세부연구책임자 : 김 영 진

세부연구책임자 : 허 우 덕

세부연구책임자 : 박 재 복

세부연구책임자 : 김 병 삼

세부연구책임자 : 김 동 만

세부연구책임자 : 구 영 조

세부연구책임자 : 김 명 호

협동연구기관명 : 숙명여자대학교

협동연구책임자 : 김 철 재

협동연구기관명 : 부산대학교

협동연구책임자 : 최 홍 식

여 백

요 약 문

Ⅰ. 제 목

김치의 고품질 상품화 기술개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구의 목적

김치를 세계의 일류화 상품으로 품질을 향상시킬 수 있는 기초 및 응용기술을 3년내에 개발하기 위하여, 김치 원료의 수급안정을 위한 원료 저장성을 6개월로 개선하고, 절임염수 및 폐수의 처리 및 재활용 기술을 개발하며, 김치가공방법을 통한 저장성 연장과 품질개선을 통하여 현재 상온(20℃)에서 3-4일 정도의 보존기간을 1주일 이상으로 연장하고 생산공정과 유통과정에서 저온으로 계속 처리시 5개월 이상 가능토록 하고자 하였다. 또한, 김치제조공정의 자동화 기술을 개발하여 현행 가공공장의 작업인력을 50% 감축할 수 있는 제조공정 자동화 기술을 개발하여 제조원가의 23%을 감축하고자 하였다. 마지막으로 김치의 미생물학적 안전성 확보를 위한 미생물화학적 제어기술을 개발하여 위생적 김치제조기술을 개발하며 김치 국제규격 설정을 지원하는 것을 그 목적으로 하였다.

2. 연구의 중요성

김치는 독특한 맛을 내는 한국의 중요한 전통식품으로 우리의 식생활에서 가장 큰 비중을 차지하는 부식이다. 김치는 각 가정에서 자가제조하여 소비되어 왔으나, 최근에는 여러 가지 경제·사회적 변화와 1988년 서울올림픽 이후 일본 등

외국에서의 김치 선호도 증가 등 국내외적인 요인에 의해 산업적인 김치생산이 크게 요구되고 있다.

국내 김치 총수요는 연간 150만톤 수준으로 그중 상품김치 수요는 2000년에는 약 46.7만톤으로 31.1%로 증가할 것으로 예상하고 있으며, 상품김치의 시장규모는 2000년에는 5,000억원 수준으로 매년 증가 추세에 있다. 김치 수출 규모는 '88년 서울 올림픽 이후 매년 25-30%로 급신장하여 1999년에는 7천8백8십4만불로 지금까지 최고의 수출실적을 기록하였으나, 주요 수출대상국인 일본에 전체 김치수출의 97.7%(가격기준)가 편중되어 있다. 김치수출증대를 위해서는 김치의 품질 개선, 제품다양화 및 홍보강화와 수출지역 다변화가 최우선이라 생각된다.

김치제조업체는 1997년 9월말 현재 459개 업체가 있으나 대부분 중소기업으로 그 규모가 영세하고 시설 및 제조기술이 낙후되어 있으며 체계적인 연구개발이 능력이 부족하여 김치산업을 고도의 기술산업으로 발전시키지 못하고 있다. 관련 법규의 해제로 1994년 9월부터 대기업도 김치산업에 참여가 가능하여 향후 김치산업도 급속히 발전할 것으로 전망되고 있다.

김치 수출 증가로 김치의 국제규격(Codex) 제정의 필요성이 제 10차 Codex 아시아지역조정회의('96. 3. 일본 동경)에서 제안되어 2000년 9월 제 20차 가공과채류분과위원회에서 제 7단계를 통과하였으며, 2001년 7월 Codex 총회에서 추인되면 무난히 최종 8단계를 통과할 것으로 예상된다.

김치는 '92년 바로셀로나 올림픽, '96년 아틀란타올림픽, '98년 프랑스 월드컵 및 2000년 시드니올림픽의 공식 식품으로 지정되었고, 2002년 월드컵 개최 및 김치의 국제규격화 추진으로 김치의 세계화가 가속화 될 것으로 전망된다. 그러나 2002년 월드컵의 한·일 공동개최 및 김치 국제규격화의 한·일 공동추진으로 김치에 대한 한·일간의 주도권 경쟁이 심화될 전망된다.

김치산업의 급속한 발전 전망과 함께 김치 종주국으로서의 위치를 확고히 하기 위하여 김치에 대한 과학적 연구가 절실히 필요하다고 생각되며, 김치의 품질 균일화, 보존성 향상, 제품다양화 및 기호성 증진 등을 통하여 김치의 수출증가 및 수출지역의 다변화를 기할 수 있다고 판단된다.

그러므로 본 연구는 농림기술개발사업 정책기획과제로서 산·학·연 협동연구체제를 구축하여 김치산업 및 수출상의 제반 문제점을 해결하기 위한 기초 및 응용기술

을 개발하여 1차적으로 김치산업 발전 및 김치의 국제식품화를 기반기술을 확립하고자 하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

□ 분야 1 : 김치의 선도유지 및 품질향상 기술 개발

1. 김치의 저장성 향상을 위한 미생물 및 효소학적 처리와 첨가제 개발
2. 첨단극한기술을 이용한 김치의 보존기간 연장 기술 개발
3. 김치의 기능성 강화에 의한 품질향상 및 제품 다양화 연구
4. 김치를 이용한 sauce와 seasoning/mix의 소재개발과 이의 응용 기술 개발
5. 김치숙성중 미량성분의 생성 및 분해기작 구명에 의한 품질개선 연구

□ 분야 2 : 김치원료 저장, 폐수처리 및 제조설비 자동화 기술 개발

6. 김치제조 설비의 자동화 시스템 개발
7. 김치원료배추의 저장기술 개발
8. 김치공장 염수 및 폐수의 효율적 처리 및 재활용 기술 개발

□ 분야 3 : 김치의 위생적 품질관리 및 포장 기술 개발

9. 김치의 안전성 확보를 위한 미생물학적 제어기술 개발
10. 고품질 김치수출제품의 품질관리기술 개발 및 국제규격 설정
11. 고품질 김치상품 유통을 위한 발효적응형 김치 포장기법 개발

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 김치의 저장성 향상을 위한 미생물 및 효소학적 처리와 첨가제 개발

본 세부과제에서는 김치산패의 원인균인 *Lactobacillus plantarum* 의 생육을 억제하여 김치의 저장기간을 연장하기 위하여 bacteriocin 생산 젖산균, chitosan, fumaric acid 등의 단복 또는 복합 첨가효과를 조사하였다. 우수한 bacteriocin 생산 젖산균으로 *Enterococcus hirae*을 선정하고 bacteriocin 특성을 구명하였으며, chitosan과 fumaric acid 등의 항균 효과 및 김치 저장성 연장 효과를 조사하였다. 또한 김치 원부재료 및 젖산균 관련 효소활성을 분석하여 효소활성 억제 및 효소저해를 통한 김치의 품질개선 방안을 제시하였다.

나. 첨단극한기술을 이용한 김치의 보존기간 연장 기술 개발

본 세부과제에서는 김치의 품질특성을 유지하면서 보존성을 연장하기 위하여 미생물만을 선별적으로 감균 또는 살균할 수 있는 기체가압, 전자기장, 고압펄스 및 초고압 등 현재 개발단계에 있는 비가열적 첨단 극한 처리기술을 비교 검색하여 김치에 적용할 수 있는 최적 첨단기술로서 초고압처리기술을 선정하였다. 이를 이용한 김치의 보존기간 연장기술을 개발하여 종합적 품질이 양호한 김치제품의 저장 수명을 10℃에서 최대 4개월 이상 유지시킬 수 있었으며, 고품질 김치제품의 제조를 위한 실용화 방안을 제시하였다.

다. 김치의 기능성 강화에 의한 품질향상 및 제품 다양화 연구

본 세부과제는 김치의 기능성 물질로서 항산화제의 특성과 식이섬유의 물리화학적 특성을 조사하였고, 이러한 기능성이 우수한 채소원료를 선정 첨가하여 김치의 기능성을 강화함으로서 품질이 향상된 다양한 김치제품을 개발하였다. 또한 외국인이 선호하는 김치와 김치가공식품의 개발을 위한 기초 자료 확보를 위하여 일본인, 미국인, 중국인의 기호도를 현지 방문 조사하였으며, 김치의 저염김치의 발효특성 및 식염대체물질에 의한 발효특성을 통하여 김치의 저염화 기술을 개발하고 다양한 저염 김치제품

을 개발하였다.

라. 김치를 이용한 sauce와 seasoning/mix의 소재개발과 이의 응용 기술 개발

본 협동과제에서는 김치를 이용한 sauce 및 seasoning/mix를 개발하기 위하여, 김치 숙성별 맛과 향의 특성을 조사하여 표준화된 김치를 이용하여 여러 가지 김치가공 시제품을 1차 개발하였고, 이들로부터 소비자 기호도 조사를 통해 dipping & salad kimchi sauce(DS), kimchi spaghetti sauce(SS), kimchi seasoning/mix(KS)를 최종 산업화 품목으로 선정하고 이들의 재료 배합비 및 제조공정을 최종 확정하였다.

마. 김치숙성중 미량성분의 생성 및 분해기작 구명에 의한 품질개선 연구

본 세부과제에서는 김치의 숙성 중에 생성되는 극미량 성분을 분리 동정하여 김치의 맛과 향기성분의 실체를 구명하였으며, 최종적으로는 김치 맛을 주도하는 물질로서 mannitol의 실체를 구명하고, mannitol의 생성을 촉진할 수 있는 발효를 유도하여 품질개선에 필요한 기초기술을 개발하였다.

또한 이제까지 식품위생학적으로 가장 문제가 되고 있는 김치내의 니트로소아민의 생성 여부를 확인하였고, 아울러 김치의 우수성을 구명하기 위해 기능성 물질을 탐색하여 기능성물질의 생성을 강화하기 위한 가공법을 개발하였다.

바. 김치제조 설비의 자동화 시스템 개발

본 세부과제에서는 김치제조설비의 자동화 시스템을 개발하기 위하여, 먼저 국내외 김치 제조설비 및 자동화 기술현황을 조사하고, 현행 김치원료의 절단·절임·세척·탈수 공정에 대한 각 공정별 제조설비의 성능과 작업상의 문제점을 분석하였다. 이로부터 배추원료 절단장치 및 절임배추 연속세척장치 등의 시작품을 개발하여 김치제조 현장에서 실증실험을 거쳐 최종 시제품을 완성하였으며, 이를 토대로 공정별 첨단의 김치 제조설비 자동화 시스템 모델을 제시하였다.

사. 김치원료배추의 저장기술 개발

본 세부과제에서는 김치의 주원료로서 작황의 풍흉에 따라 가격변동폭이 심한 품목인 배추를 고품질 상태로 연중 안정적으로 공급하기 위해 계절별로 생산되는 배추의

저장 기술을 개발하기 위하여, 배추의 생리 및 결구 특성, 저온 저장전 예냉처리, 포장 및 적재방법 등을 검토하였으며, 배추의 적정 저장온도는 -0.5℃, 습도는 95% 부근이었다. 연구 결과, 배추 수급을 원활히 하기 위해서는 6월 중순~하순경에 생산되는 봄배추와 초여름배추를 예냉 처리해 저온 저장하여 비축함으로서 하절기 풍흉에 따른 출하조절에 가장 잘 대응할 수 있을 것으로 판단되었다. 이를 위해서는 산지예냉 시설 확충과 함께 하절 기간동안 배추 저장을 위한 저온저장고의 확보가 필요한 것으로 판단되었다.

아. 김치공장 염수 및 폐수의 효율적 처리 및 재활용 기술 개발

본 세부과제에서는 김치공장의 배추 절임 염수의 재활용과 폐수의 효율적 처리기술을 개발하기 위하여, 폐수발생 및 처리현황을 분석하고, 여과소재, 분리막 및 역삼투막을 이용한 폐염수 및 폐수의 처리효과를 조사하여, 최종적으로 폐염수 및 폐수의 재활용방법과 처리장치를 개발하였다.

자. 김치의 안전성 확보를 위한 미생물학적 제어기술 개발

본 세부과제에서는 김치수출시 필요한 미생물학적 안전성을 입증하는 과학적 근거 자료를 마련하기 위하여, 김치의 미생물학적인 위해요소를 원부재료, 제조공정 및 유통과정별로 분석하여 각 부분별 김치에 오염 가능한 위해 미생물의 제거방안을 강구하였고, 최종적으로 김치제품의 미생물학적 안전성 확보를 위한 품질지침을 설정하였다.

차. 고품질 김치수출제품의 품질관리기술 개발 및 국제규격 설정

본 세부과제에서는 김치산업에서 생산하는 수출용 김치에 대한 품질 및 안전성 보증이 가능한 관리기술을 실제로 개별 업체에서 적용할 수 있도록 전산프로그램으로 개발하였으며, 국제 교역상의 기술적 장벽을 해소하기 위한 합리적인 기준으로 활용 가능한 김치의 국제(Codex)규격은 국제식품규격위원회의 규격제정절차중 핵심적인 7단계를 모두 통과하여 2001년에 개최되는 CAC 총회에서의 추인을 통해 국제규격으로 확정될 수 있도록 하였다.

카. 고품질 김치상품 유통을 위한 발효적응형 김치 포장기법 개발

본 협동과제에서는 포장 김치상품에서 일어나는 부피팽창과 그로 인한 품질 손상을 최소화 할 수 있는 고품질 김치상품 유통을 위한 발효적응형 김치포장기법을 개발하기 위하여 기존 김치포장방법의 발효패턴을 검토하고, 김치포장내 압력변화 및 가스조성 변형의 원리를 규명하였으며, 내압 및 통기포장(용기)를 검토하였으며, 내압 및 통기 조절 포장기법을 개발하였고, 이에 대한 다양한 식품학적 평가를 실시하였다.

2. 활용에 대한 건의

본 연구를 통해 개발된 연구결과와 특허출원중인 기술은 우선 참여업체를 포함한 산업체의 요구가 있을 경우 기술 이전하여 산업현장에서 활용할 계획이며, 세미나, 심포지움 및 학회 발표를 통해 김치 연구자나 김치업계의 종사자들에게 기초자료로 사용되어 여러 분야의 기술발전에 활용할 수 있다.

일부 연구결과는 김치의 과학적 우수성과 위생적 안전성 등을 입증하는 자료로 활용되어 김치의 수출촉진에 기여할 것이며, 김치의 국제규격제정을 지원하는 정책자료로 활용할 것이다. 김치 국제(Codex)규격의 제정은 국제식품규격위원회(CAC)의 규격제정 절차중 제 7단계가 완료됨으로써 2001년 7월에 개최될 예정 CAC 총회에서 최종 8단계로 추인될 예정이다. 총회가 개최될 때까지도 7단계 통과(안)에 대한 이해관계국의 의견이 있으면 추가적인 기술적 지원 및 협상이 필요할 수 있으며, 최종적으로 총회에서 추인될 때까지는 후속 지원이 필요하므로 Codex 규격으로 확정될 수 있도록 본 연구과제 종료 이후에도 계속적인 후속관리가 이루어져야 할 것이다.

그러므로 본 연구 결과를 보다 적극적으로 활용하기 위하여 후속적인 정책적 및 경제적인 지원이 필요할 것이다.

V. 주요 연구실적 및 성과

1. 특허출원: 9건

- 김영진 등 : 저장기간이 연장되고 항산화력과 수용성 식이섬유가 강화된 배추김치 및 그 제조방법, 대한민국 (2000. 9. 발명특허출원)

- 박재복 등 : 절임배추 자동세척 및 염수회수장치(특허출원, 제 2000-53195호, 2000. 9.7) 등

2. 논문게재: 51건

가. 게재: 28건

- 홍석인, 변유량. 이산화탄소의 항균 효과. 한국식품영양과학회지, 26(6): 1258-1267 (1997)
- 홍석인, 박완수, 변유량. 고압 이산화탄소를 이용한 미생물 살균. 식품과학과 산업, 30(4): 163-171 (1997), 등

나. 투고예정: 23건

- 김왕준 등: Characteristics of pediocin AcM, a bacteriocin produced by lactic acid bacteria isolated from kimchi. J. Microbiol. Biotechnol. (2000)
- 김왕준 등: Characteristics of enterocin, a bacteriocin produced by Enterococcus hirae isolated from kimchi. J. Appl. Bacteriol. (2000) 등

3. 세미나 발표 : 6건

- 박완수 : 한국김치의 특성과 산업현황, 한·일 김치세미나(주최 및 주관: 농림부, 농수산물유통공사) 일본, 동경('00. 9. 14)
- 박완수 : 한국 김치산업의 현황. 김치 우수 바이어 초청세미나(농수산물수출입조합 주관)('99. 10. 20) 등

4. 학회발표 : 46건

가. 발표: 34건

- 김왕준 등: Characteristics of bacteriocin produced by lactic acid bacteria isolated from kimchi, 한국산업미생물학회 국제심포지움, P-335, (1997).
- 김왕준 등: Isolation, identification of bacteriocinogenic lactic acid bacteria from kimchi and characterization of bacteriocin, 한국산업미생물학회 추계학술발표회. P-226 (1999) 등

대한민국국회도서관장서

나. 발표예정: 12건

- 이옥경, 김민정, 손연경, 김철재 : 김치 숙성단계별 sauce의 제조개발. 2000년 한국식품과학회 추계
- 이옥경, 김민정, 김주현, 신승미, 김철재, 김일환 : 김치 sauce 및 powder의 용도개발에 관한 연구. 2000년 한국식품과학회 추계, 등

5. 기술이전 및 활용실적 : 3건

- 기술이전 계약; 일반 김치 제품의 보존성 증진을 위해 개발한 압력관련 비가열 처리방법을 기초기술로 활용하여 김치캔 제품에 대한 비가열 살균공정을 개발하고자 포항제철을 포함한 6개 주요 제관사 및 석도 업체에게 기술이전 계약을 맺고 관련 후속 연구를 진행하였다.
- 시작품의 현장 설치 운영; 염수절임장치, 절임배추연속식 세척장치 시작품을 남양농협 김치공장에 설치운영하여 염수재활용 및 작업생산성 향상에 기여하고 있음.
- 수출업체 기술지원; 한국농림수산식품수출입조합 회원인 진미식품 등 7개업체의 8개공장의 수출용 김치제품의 저장중 미생물학적 안전성 검증실험 실시(1998. 6 - 1998. 11)

6. 정책지원 : 8건

- 국제교역상 분쟁발생시의 해결수단으로 활용가능한 과학적이고 합리적인 김치의 국제(Codex) 규격 제정절차(총 8단계)중 7단계 통과 지원
- 구경형 : 김치 캐릭터 개발 자문 위원회 자문. 농수산물유통공사 수출컨설팅실 (2000), 등

7. 홍보 : 55건

가. TV : 13건

- KBS 추적 60분: 김치세계화를 위한 국제규격추진(박완수; '99.11.11)
- KBS 제2 TV 뉴스: 김치 Codex 관련 내용(박완수; '99.10.21), 등

나. 라디오 : 7건

- KBS 광주방송총국 라디오파노라마(AM 747Khz, FM 90.5Mhz,) 전화인터뷰: 김치세계

화의 방향 및 김치 국제규격 추진현황 (박완수; '00.9.28, 16:10 - 16:57)

- KBS 라디오 인터뷰(홍승철 PD): 김치우수성 및 산업현황(박완수; '00.2.18, 10:10 - 11:00), 등

다. 신문 및 잡지 : 22건

- 일본 health business magazin사 인터뷰(Mr. Takemichi Yamamoto): 한국 김치의 우수성(박완수; '00.3.3)
- 식품산업 21(잡지): 김치산업 전망에 대한 전화인터뷰 (박완수; '00.1.6), 등

라. 회의보고서 홍보 : 6건

- '97. 3. Codex 아시아지역조정위원회 회의보고서 작성배포(100부), 등

마. 교육 및 기타 : 7건

- 김치기획과제 최종 년도 연구결과 발표회 (2000) - 참여업체 및 연구참여자
- 참여기업을 대상으로 품질 및 안전성관리 전산프로그램 시연회 실시(2000. 9. 22.)
- 김치의 우수성 및 김치 연구현황에 대한 대민 홍보 : '97 김치박람회 ('97. 11. 20 - 24; KBS 문화사업단 주최, 여의도 중소기협 제 2 전시장), 등

8. 학위논문 : 3건

- 김수연, 한재숙 : 김치에 대한 미국인의 인식 및 기호도 조사, 영남대학교 대학원 석사 학위 논문 (1999), 등

9. 기타: 2건

- HACCP 및 ISO 9001을 기본으로 한 품질 및 안전성 통합관리기술의 현장적용 및 관련 자료관리가 가능한 전산프로그램 개발

SUMMARY

I. Title of Research

A Comprehensive Study on Production of Kimchi Products with High Quality

II. The Objectives and Importance of Research

For the aims of supporting the domestic kimchi industry and acceralating the globalization of kimchi, this research was carried out systematically and cooperatvely to develop the basic and applied technologies on 1) development of the technology on shelf-life extension and quality improvement of kimchi products, 2) development of the technology on storage of kimchi materials, waste water treatment and automation system for kimchi industry and 3) development of technology on sanitary quality control and packaging of kimchi products, and quality control system for supporting kimchi Codex standardization.

Kimchi is the general term given to a group of fermented vegetable foods in Korea, which has been traditionally and currently served as a popular side dish at almost every meal along with cooked rice and other side dishes. kimchi represents an excellent way to process and preserve Chinese cabbages, radishes and other vegetables in Korean households, especially during the winter time when fresh vegetables are scarce.

Kimchi is characterized by its palatibility giving sour, sweet and carbonated taste and is greatly different from sauerkraut which is a popular fermented vegetable product in the west in this respect. There are many recipes

and fermentation methods for making kimchi, therefore the taste of each kimchi is quite different from every other naturally. Basically, the taste of kimchi is derived from salt, lactic acid fermentation of vegetables, spices (including red pepper, garlic, ginger, and green thread onion), and pickled fish or fresh seafoods.

According to a national nutrition survey, an adult consumes 50-100 g of kimchi/day in summer and 150-200 g/day in winter which constitutes 12.5% of total daily food intake. At present, an estimated amount of kimchi consumed in Korea is 1,500,000 M/T per year, of which 467,000 M/T (31.1%) is produced in 2000 by commercial kimchi manufacturers. The market of commercial kimchi production is $500 million and has been increasing by 15-20% yearly since 1988.

Commercial production of kimchi was initiated in 1960s to export canned kimchi to the Korean army stationed in Vietnam. In 1970s, production of commercial kimchi increased significantly. Recently, the number of kimchi plants increased to meet the demands for export and were estimated to be 459 companies in 1997, but most of the plants are on small scales. Only a few plants have more than 100 employees. The kimchi products consist of 70% cabbage kimchi, 20% diced-radish kimchi (Kaktugi), and 10% others.

About 22% of commercially produced kimchi is used for institutional service, 65.7% is for general consumers, and 3.8% is exported. In 1997, 12,069 M/T of commercial kimchi products were exported to more than 30 countries. Most of the kimchi products (97.7%) were exported to Japan in 1999 because of frequent cultural exchanges between Korea and Japan. Export of kimchi is limited due to the relatively short shelf-life of the product, therefore active research for the extension of shelf-life is urgently required. The average shelf-life of kimchi products is 3-4 days, but it can be extended to 3 weeks, if necessary, by using a cold chain distribution system. Most kimchi products sold in domestic market are packed in plastic bags, pouches, and glass jars.

At present, a big challenge which the food industry in Korea faces is to

develop methods to produce and distribute a commercial kimchi all year round. It becomes more difficult to prepare and stock kimchi at individual homes in Korea. Firstly, it is not easy to keep kimchi palatable for an extended period of time. Secondly, as more and more women work outside their homes, many man-hours of labor that are required for preparing kimchi become an excessive burden on the Korean family, the average size of which is rapidly shrinking. Besides, changes in the housing situation also make kimchi preparation more and more troublesome for average Korean families, mainly because space available for storing kimchi for each household is decreasing. The other problem comes from a rapid spread of apartment housing, in which it is usually an even greater problem to find space for big kimchi jars than in the case of single family houses. Therefore, more researches need to be conducted to solve the problems of fermentation control, quality control and extended storage of kimchi for the development of commercial kimchi production.

Recently, more and more people have become interested in kimchi, which is a good companion dish to any Korean meal. The popularity of kimchi is attributed to the unique blending and fermentation of vegetables, minerals and other ingredients. It is a good source of water-soluble vitamins and other nutrients. Koreans used to rely on it as a source of some vitamins and minerals when fresh vegetables were scarce in winter. Despite of its popularity and nutritional significance, however, only restricted number of researches have been carried out regarding palatability and shelf-life of kimchi. Previous researchs on kimchi have focused more or less on microbial activities and compositional changes during ripening, and on developing methods to extend shelf-life. As far as the extension of shelf-life is concerned, cold storage is used until better preservation methods are developed, because it is the best way of maintaining the unique taste and flavor of kimchi, and also because it involves the least risk to human health.

III. The Scope and Contents of Research

Part 1. Development of Technology on Shelf-life Extension and Quality Improvement of Kimchi

1. Extension of shelf life of kimchi by microbiological, enzymatic treatments and development of preservative
2. Shelf-life extension of *kimchi* by high advanced technology
3. Development of functionally enriched kimchi for quality improvement and product diversification
4. Studies on the development of sauce and seasoning/mix, and their application technologies using *kimchi*
5. A study on the formation and degradation of microcomponents in kimchi during fermentation for quality improvement

Part 2. Development of Technology on Storage of Kimchi Materials, Waste Water Treatment and Automation System for Kimchi Industry

6. Development of automation system for processing facilities in kimchi factory
7. Long-term storage technology of Chinese cabbage.
8. Waste water treatment in kimchi industry

Part 3. Development of Technology on Sanitary Quality Control and Packaging of Kimchi Products

9. Microbiological control for sanitary safety of kimchi
10. Development of quality control technology and elaboration of the Codex standard for high-quality exporting kimchi
11. Development of improved packaging systems for fermentation and

distribution of kimchi products

IV. Results of Research and Recommendation

Part 1. Development of Technology on Shelf-life Extension and Quality Improvement of Kimchi

1. Extension of shelf life of kimchi by microbiological, enzymatic treatments and development of preservative

In this sub-project, the addition of bacteriocinogenic lactic acid bacteria, fumaric acid, and chitosan was applied to extend the shelf life of kimchi by their inhibitory activity against the growth of *Lactobacillus plantarum*, a major bacterium which shortens the shelf life of kimchi by rapid acid production. *Enterococcus hirae* was selected as an excellent bacteriocin producer, physico-chemical properties of bacteriocin was characterized, and synergistic effects of chitosan, fumaric acid with bacteriocin producer during kimchi fermentation were examined. Also, enzymatic activities of kimchi ingredients and the lactic acid bacteria involved in kimchi fermentation were analyzed. This could be applied to enhance the quality of kimchi by the inhibition or control of undesirable enzymes that deteriorate the quality of kimchi.

2. Shelf-life extension of *kimchi* by high advanced technology

In this sub-project, several highly advanced technologies including high pressure CO_2, high hydrostatic pressure, intense light pulse, magnetic field pulse were compared and examined in order to provide an effective nonthermal

process for extending the shelf life of commercial *kimchi* products. Among the processes tested, high hydrostatic pressure technology was selected as an effective method for retarding or preventing over-fermentation of *kimchi*. Experimental results showed that proper use of high hydrostatic pressure could extend the shelf life of *kimchi* with overall high quality for more than 4 months. A plan for practical use of high hydrostatic pressure for enhancing storage stability of commercial *kimchi* products was proposed.

3. Development of functionally enriched kimchi for quality improvement and product diversification

In this sub-project, we investigated the properties of antioxidant activity and dietary fiber of Kimchi, selected the some vegetables high in antioxidant activity and water-soluble dietary fiver content, and developed the qualitatively improved Kimchi with adding the selected vegetables to Kimchi. And we investigated basic concept of foreigner on Kimchi in Japan, America, and China, for development of their favorite Kimchi and Kimchi processing foods. Besides we developed the process of various kinds of low salt Kimchi through studying on fermentation properties of the low-salt Kimchi and the salt-substitute Kimchi.

4. Studies on the development of sauce and seasoning/mix, and their application technologies using *kimchi*

In this collaborative project, *kimchi* sauce and seasoning/mix from standardized *kimchi*, which was based on *kimchi* taste and flavour, were developed for the purpose of promoting of *kimchi* consumption and globalization of *kimchi*. These novel products are for improvement in the problem of *kimchi* such as changes in quality during storage, and for development of the second processed

products with elevating traditional concept of *kimchi*. These have original *kimchi* flavor and are available for the application of various foods beyond common concept of *kimchi* as side dish. It is expected that extension of export of *kimchi*, expansion market of *kimchi* spice and seasoning.

5. A study on the formation and degradation of microcomponents in kimchi during fermentation for quality improvement

In this collaborative project, the gustative and olfactory components in kimchi were confirmed for quality improvement during fermentation. Mannitol is one of the major flavor component in kimchi. Therefore, the basic technique to improve the kimchi flavor was developed by inducing mannitol generation. Also nitrosamine in kimchi was investigated for hygienic point of view. It is concluded that the kimchi free from nitrosamines. The functional substances in kimchi was investigated to evaluate the kimchi as a health food. In order to promote the formation mannitol in kimchi as a functional substances, a new method was developed to double the amount of mannitol in the process of manufacture.

Part 2. Development of Technology on Storage of Kimchi Materials, Waste Water Treatment and Automation System for Kimchi Industry

6. Development of automation system for processing facilities in kimchi factory

In this sub-project, domestic and foreign status of automation system and its facilities in kimchi factory was surveyed and faciltities performance and operating problems for Chinese cabbage cutting, salting, washing and dewatering process were also analyzed for developing the automation system of kimchi

processing facilities. According to this results, prototypes of Chinese cabbage cutting machine and continuous washing machine for salted cabbage were made and final products through factory experiments were developed. Advanced automation system model for kimchi processing facilities based on this research was suggested.

7. Long-term storage technology of Chinese cabbage.

The major contents of this sub-project included the practical investigation of physiological properties, precooling, packaging, loading, humidity and temperature control for low temperature storage of Chinese cabbage, harvested seasonally. The price of Chinese cabbage fluctuates by good and bad harvests yearly and especially during July to August rises up to 5 to 10 times because of imbalance between supply and demand. Therefore, the stable supply of Chinese cabbage for Kimchi is being required for the consistent manufacturing of Kimchi all the year round. The optimal storage temperature and relative humidity were below 0.5℃ and 95%. The wrapping was good for maintenance of high humidity condition around Chinese cabbage. For the smooth supply for Chinese cabbage during summer season, late spring and early summer Chinese cabbage must be precooled and then stored at low temperature cold stores. Precooling facilities and cold stores for summer season's Chinese cabbage should be constructed and maintained.

8. Waste water treatment in kimchi industry

This sub-project was carried out to develop the technology for re-use of the waste-brine and waste-water after salting and dressing of Chinese cabbage in the processing of Kimchi. Through survey on the status of conventional waste water treatmnet systems and effects of filtering agents including membranes for

microfiltration, ultrafitration and reverse osmosis, the economical and convenient re-generation system of the brine and the water had developed.

Part 3. Development of Technology on Sanitary Quality Control and Packaging of Kimchi Products

9. Microbiological control for sanitary safety of kimchi

The objective of this sub-project were making microbial guide line and its sanitation control of Kimchi product as international food. Microbial harzard analysis such as survival ability of food poisoning bacteria on Kimchi product during fermentation, enumeration of food poisoning bacteria in raw materials of Kimchi product, each step of manufacturing process of Kimchi product in plant and marketing and storage Kimchi product were investigated. Decreasing technique of microbial contamination in each steps of manufacturing process of Kimchi product in plant were investigated. Finally microbiological quality control manual were set up from previous research which were contained the concept of sanitation, management of facilities, employee, raw materials, processing, etc.

10. Development of quality control technology and elaboration of the Codex standard for high-quality exporting kimchi

In this sub-project, the quality and safety coordinated control system was developed as a PC software practically applicable to each kimch industry. Also technical support was carried out to establish a reasonable international Codex standard for kimchi, which can solve the technical barrier of international trade. The draft Codex standard for kimchi was pass through step 7, the core procedure, and it will be confirmed as a worldwide Codex standard by the adoption of the Codex Alimentarius Commission in 2001.

11. Development of improved packaging systems for fermentation and distribution of kimchi products

Studies were carried out for the development of improved packaging systems controlling pressure and volume expansion inside of package of *kimchi* products during fermentation, distribution and marketing. For these studies, overall survey on the present status of packaging technology for commercialized *kimchi* products was conducted. It was concluded that the present packaging systems had a serious problems including the poor quality and external appearance of product package. Especially the over pressure and volume expansion of package from continuous fermentation during distribution and marketing were considered as the most serious problem at the present time. In a survey on the current status of *kimchi* packaging, it was found that there are common packaging process of Al-laminated film bag and glass bottle or PET vessel in export market and in domestic market. With this packaging system, some vaccume treatment and gas absorbent are also used in a part of products. However, those treatments were considered not to have positive solution for in the indicated problems above in a sense. Therefore, the improved packaging system was seriously needed for the *kimchi* poducts with high quality.

In conclusion, it will be possible to make kimchi get much better quality by transferring these results to kimchi manufacturers. And if there was the continuing research fund from the government or the private sectors, it will be possible to produce in the large scale the commercial kimchi products with high quality in the future.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction 31

Section 1. Objective and Scope of Research 31

Section 2. Needs of Research 32

Section 3. Performances of Research 34

<Part 1. Development of Technology on Shelf-life Extension and Quality Improvement of Kimchi> 47

Chapter 2. Extension of shelf life of kimchi by microbiological and enzymatic treatments and development of preservative 49

Section 1. The objectives and importance of research 49

Section 2. The scope and contents of research 50

Section 3. Results of research and recommendation 52

Section 4. Main performances of research 58

Chapter 3. Shelf-life extension of *kimchi* by high advanced technology 61

Section 1. The objectives and importance of research 61

Section 2. The scope and contents of research 62

Section 3. Results of research and recommendation 62

Section 4. Main performances of research 65

Chapter 4. Development of functionally enriched kimchi for quality improvement and product diversification 69

Section 1. The objectives and importance of research 69

Section 2. The scope and contents of research 70

Section 3. Results of research and recommendation 71

Section 4. Main performances of research 80

Chapter 5. Studies on the development of sauce and seasoning/mix, and their application technologies using *kimchi* 85
Section 1. The objectives and importance of research 85
Section 2. The scope and contents of research 85
Section 3. Results of research and recommendation 87
Section 4. Main performances of research 90

Chapter 6. A study on the formation and degradation of microcomponents in kimchi during fermentation for quality improvement 93
Section 1. The objectives and importance of research 93
Section 2. The scope and contents of research 93
Section 3. Results of research and recommendation 94
Section 4. Main performances of research 97

<Part 2. Development of Technology on Storage of Kimchi Materials, Waste Water Treatment and Automation System for Kimchi Industry> 99

Chapter 7. Development of automation system for processing facilities in kimchi factory 101
Section 1. The objectives and importance of research 101
Section 2. The scope and contents of research 102
Section 3. Results of research and recommendation 103
Section 4. Main performances of research 105

Chapter 8. Long-term storage technology of Chinese cabbage 107
Section 1. The objectives and importance of research 107
Section 2. The scope and contents of research 107
Section 3. Results of research and recommendation 107
Section 4. Main performances of research 109

Chapter 9. Waste water treatment in kimchi industry 111
Section 1. The objectives and importance of research 111
Section 2. The scope and contents of research 111
Section 3. Results of research and recommendation 112
Section 4. Main performances of research 115

<Part 3. Development of Technology on Sanitary Quality Control and Packaging of Kimchi Products> 117

Chapter 10. Microbiological control for sanitary safety of kimchi 119
Section 1. The objectives and importance of research 119
Section 2. The scope and contents of research 120
Section 3. Results of research and recommendation 121
Section 4. Main performances of research 125

Chapter 11. Development of quality control technology and elaboration of the Codex standard for high-quality exporting kimchi 127
Section 1. The objectives and importance of research 127
Section 2. The scope and contents of research 128
Section 3. Results of research and recommendation 128
Section 4. Main performances of research 129

Chapter 12. Development of improved packaging systems for fermentation and distribution of kimchi products 131
Section 1. The objectives and importance of research 131
Section 2. The scope and contents of research 132
Section 3. Results of research and recommendation 134
Section 4. Main performances of research 138

여 백

목 차

제 1 장 서론 31
제 1 절 연구개발의 목적 및 범위 31
제 2 절 연구개발의 필요성 32
제 3 절 주요 연구실적 및 성과 34

<분야 1. 김치의 선도유지 및 품질향상 기술개발 분야> 47

제 2 장 김치의 저장성 향상을 위한 미생물 및 효소학적 처리와 첨가제 개발 49
제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 49
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 50
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 52
제 4 절 주요 연구실적 및 성과 58

제 3 장 첨단극한기술을 이용한 김치의 보존기간 연장기술 개발 61
제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 61
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 62
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 62
제 4 절 주요 연구실적 및 성과 65

제 4 장 김치의 기능성 강화에 의한 품질향상 및 제품다양화 연구 69
제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 69
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 70
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 71
제 4 절 주요 연구실적 및 성과 80

제 5 장 김치를 이용한 sauce와 seasoning/mix의 소재개발과
이의 응용 기술 개발 85

제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 85
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 85
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 87
제 4 절 주요 연구실적 및 성과 90

제 6 장 김치숙성중 미량성분의 생성 및 분해기작 구명에 의한 품질개선 연구 93
제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 93
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 93
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 94
제 4 절 주요 연구실적 및 성과 97

<분야 2 : 김치원료 저장, 폐수처리 및 제조설비 자동화 기술 개발> 99

제 7 장 김치제조 설비의 자동화 시스템 개발 101
제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 101
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 102
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 103
제 4 절 주요 연구실적 및 성과 105

제 8 장 김치원료배추의 저장기술 개발 107
제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 107
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 107
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 107
제 4 절 주요 연구실적 및 성과 109

제 9 장 김치공장 염수 및 폐수의 효율적 처리 및 재활용 기술 개발 111
제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 111
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 111
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 112

제 4 절 주요 연구실적 및 성과 115

<분야 3 : 김치의 위생적 품질관리 및 포장 기술 개발> 117

제 10 장 김치의 안전성 확보를 위한 미생물학적 제어기술 개발 119
제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 119
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 120
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 121
제 4 절 주요 연구실적 및 성과 125

제 11 장 고품질 김치수출제품의 품질관리기술 개발 및 국제규격 설정 127
제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 127
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 128
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 128
제 4 절 주요 연구실적 및 성과 129

제 12 장 고품질 김치상품 유통을 위한 발효적응형 김치 포장기법 개발 131
제 1 절 연구개발의 목적과 중요성 131
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 132
제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의 134
제 4 절 주요 연구실적 및 성과 138

여 백

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목적과 범위

1. 연구의 목적

김치를 세계의 일류화 상품으로 품질을 향상시킬 수 있는 기초 및 응용기술을 3년내에 개발하기 위하여, 김치 원료의 수급안정을 위한 원료 저장성을 6개월로 개선하고, 절임염수 및 폐수의 처리 및 재활용 기술을 개발하며, 김치가공방법을 통한 저장성 연장과 품질개선을 통하여 현재 상온(20℃)에서 3-4일 정도의 보존기간을 1주일 이상으로 연장하고 생산공정과 유통과정에서 저온으로 계속 처리시 5개월 이상 가능토록 하고자 하였다. 또한, 김치제조공정의 자동화 기술을 개발하여 현행 가공공장의 작업인력을 50% 감축할 수 있는 제조공정 자동화 기술을 개발하여 제조원가의 23%을 감축하고자 하였다. 마지막으로 김치의 미생물학적 안전성 확보를 위한 미생물화학적 제어기술을 개발하여 위생적 김치제조기술을 개발하며 김치 국제규격 설정을 지원하는 것을 그 목적으로 하였다.

2. 연구개발 내용 및 범위

□ 분야 1 : 김치의 선도유지 및 품질향상 기술 개발

○ 김치의 저장성 향상을 위한 미생물 및 효소학적 처리와 첨가제 개발

○ 첨단극한기술을 이용한 김치의 보존기간 연장 기술 개발

○ 김치의 기능성 강화에 의한 품질향상 및 제품 다양화 연구

○ 김치를 이용한 sauce와 seasoning/mix의 소재개발과 이의 응용 기술 개발

○ 김치숙성중 미량성분의 생성 및 분해기작 구명에 의한 품질개선 연구

□ 분야 2 : 김치원료 저장, 폐수처리 및 제조설비 자동화 기술 개발

○ 김치제조 설비의 자동화 시스템 개발

○ 김치원료배추의 저장기술 개발

○ 김치공장 염수 및 폐수의 효율적 처리 및 재활용 기술 개발

□ 분야 3 : 김치의 위생적 품질관리 및 포장 기술 개발

○ 김치의 안전성 확보를 위한 미생물학적 제어기술 개발

○ 고품질 김치수출제품의 품질관리기술 개발 및 국제규격 설정

○ 고품질 김치상품 유통을 위한 발효적응형 김치 포장기법 개발

제 2 절 연구의 필요성

김치는 절인 배추나 무, 오이 등의 주원료에 각종 양념을 혼합하여 일정기간 발효, 숙성시킨 채소발효식품으로, 독특한 맛을 내는 한국의 중요한 전통식품으로 우리의 식생활에서 가장 큰 비중을 차지하는 부식이다. 김치는 각 가정에서 자가 제조하여 소비되어 왔으나, 최근에는 여성의 사회참여, 외식산업의 성장, 주거환경의 변화, 단체급식의 증가 등 경제·사회적 변화와 1988년 서울올림픽 이후 일본 등 외국에서의 김치 선호도 증가 등 국내외적인 요인에 의해 산업적인 김치생산이 크게 요구되고 있다.

국내 김치 총수요는 연간 150만톤 수준으로 그중 상품김치 수요는 '96년에 29만톤으로 총수요의 19.3%였으며, 2000년에는 약 46.7만톤으로 31.1%로 증가할 것으로 예상하고 있으며, 상품김치의 시장규모는 '95년 2,200억원수준에서 2000년에는 5,000억원 수준으로 매년 증가 추세에 있다. 김치 수출 규모는 '88년 서울 올림픽 이후 매년 25-30%로 급신장하여 '95년 5,100만불이었으나, '96년에는 엔저현상, 경기침체 등 여러 가지 요인에 의하여 수출액이 3천9백4십만불로 감소되었다. 그러나 1999년에는 7천8백8십4만불로 지금까지 최고의 수출실적을 기록하였으나, 주요 수출대상국인 일본에 전체 김치수출의 97.7%(가격기준)가 편중되어 있다. 김치수출증대를 위해서는 김치의 품질 개선, 제품다양화 및 홍보강화와 수출지역 다변화가 최우선이라 생각된다.

김치제조업체는 1997년 9월말 현재 459개 업체가 있으나 대부분 중소기업으로 그 규모가 영세하고 시설 및 제조기술이 낙후되어 있으며 체계적인 연구개발이 능력이 부족하여 김치산업을 고도의 기술산업으로 발전시키지 못하고 있다. 관련 법규의 해제로 1994년 9월부터 대기업도 김치산업에 참여가 가능하여 향후 김치산업도 급속히 발전할 것으로 전망되고 있다.

김치 수출 증가로 김치의 국제규격(Codex) 제정의 필요성이 제 10차 Codex 아시아지역조정회의('96. 3. 일본 동경)에서 제안되어 '96년 6월 Codex 집행이사회에서 추인 되었다. 이후 일본 정부와 협의하여 우리 나라 정부가 제출한 김치의 국제규격초안이 제 11차 회의('97. 12. 태국 치앙라이)에서 심의 통과되었으며(Step 4), '98년 6월 Codex 집행이사회에서 추인되었다(Step 5). 2000년 9월 제 20차 가공과채류분과위원회에서 제 7단계를 통과하였으며, 2001년 7월 Codex 총회에서 추인되면 무난히 최종 8단계를 통과할 것으로 예상된다.

김치는 '92년 바로셀로나 올림픽, '96년 아틀란타올림픽, '98년 프랑스 월드컵 및 2000년 시드니올림픽의 공식 식품으로 지정되었고, 2002년 월드컵 개최 및 김치의 국제규격화 추진으로 김치의 세계화가 가속화 될 것으로 전망된다. 그러나 2002년 월드컵의 한·일 공동개최 및 김치 국제규격화의 한·일 공동추진으로 김치에 대한 한·일간의 주도권 경쟁이 심화될 전망된다.

김치산업의 급속한 발전 전망과 함께 김치 종주국으로서의 위치를 확고히 하기 위하여 김치에 대한 과학적 연구가 절실히 필요하다고 생각되며, 김치의 품질균일화, 보존성 향상, 제품다양화 및 기호성 증진 등을 통하여 김치의 수출증가 및 수출지역의 다변화를 기할 수 있다고 판단된다.

김치제조업체의 당면 문제는 발효 및 숙성조건, 포장 및 보존성 문제, 제조공정의 표준화 등 기술적인 문제가 높은 빈도로 지적되어 이의 해결을 위한 연구의 필요성이 절실하다. 지금까지의 김치연구는 발효숙성조건의 최적화, 산패방지 등 품질저하 방지방법 개발과 저장 유통방법 개발 등을 위하여 단편적으로 이루어졌다. 김치의 상품화에 있어서 품질균일화 및 보존성이 가장 문제가 되며 이를 위하여 많은 연구가 진행되어 왔으나, 아직 실용화되지 못하고 있는 실정이다.

그러므로 본 연구는 농림기술개발사업 정책기획과제로서 산·학·연 협동연구체제를 구축하여 김치산업 및 수출상의 제반 문제점을 해결하기 위한 기초 및 응용기술

을 개발하여 1차적으로 김치산업 발전 및 김치의 국제식품화를 기반기술을 확립하고자 하였다.

제 3 절 주요 연구실적 및 성과

1. 특허출원: 9건

- 김영진 등 : 저장기간이 연장되고 항산화력과 수용성 식이섬유가 강화된 배추김치 및 그 제조방법, 대한민국 (2000. 9. 발명특허출원)
- 박재복 등 : 절임배추 자동세척 및 염수회수장치(특허출원, 제 2000-53195호, 2000. 9.7)
- 최홍식 등 : 압력발생 및 부피팽창을 완화시키는 김치의 포장기법. (특허출원, 제 10-1999- 15324호, 1999. 4. 29)
- 최홍식 등 : 이산화탄소 흡수속도를 제어할 수 있는 탄산나트륨을 유효성분으로 하는 이산화탄소 흡수제. (특허출원 제 10-2000-0052332호, 2000. 9. 6)
- 김왕준 등 : 김치저장성 연장용 균주 엔테로코커스 히래 및 이를 이용한 김치제조방법(2000. 9. 출원)
- 김철재 등 : 김치 sauce
- 허우덕 등 : 만니톨 강화김치 및 그의 제조법(2000. 9. 출원)
- 김동만 등 : 배추절임염수와 절임배추 세척수의 재활용 장치 및 방법(2000.9. 출원)
- 최홍식 등 : 발효식품에서 가스발생에 의한 팽창방지 간이 시스템. 실용신안출원 (2000, 준비중)

2. 논문게재: 51건

가. 게재: 28건

- 홍석인, 변유량. 이산화탄소의 항균 효과. 한국식품영양과학회지, 26(6): 1258-1267 (1997)

홍석인, 박완수, 변유량. 고압 이산화탄소를 이용한 미생물 살균. 식품과학과 산업, 30(4): 163-171 (1997)

홍석인, 박완수, 변유량. 고압 이산화탄소에 의한 *Leuconostoc* sp.의 살균 효과. 한국식품과학회지, 29(6): 1202-1207 (1997)

Hong, S.I., Park, W.S. and Pyun. Y.R. Inactivation of *Lactobacillus* sp. from *kimchi* by high pressure carbon dioxide. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 30(7): 681-685 (1997)

홍석인, 박완수. 생물 시스템에 대한 초고압 처리 효과. 산업식품공학 3(3): 123-133 (1999)

홍석인, 유경미. 초고압 식품가공기술. 식품기술 12(1): 26-42 (1999)

Hong, S.I., Park, W.S. and Pyun, Y.R. Nonthermal inactivation of *Lactobacillus plantarum* as influenced by pressure and temperature of pressurized carbon dioxide. Int. J. Food Sci. Technol. 34(2): 125-130 (1999)

Hong, S.I., Kim, Y.J. and Pyun, Y.R. Acid tolerance of *Lactobacillus plantarum* from *kimchi*. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 32(3): 142-148 (1999)

Hong, S.I. and Park, W.S. High-pressure carbon dioxide effect on *kimchi* fermentation. Biosci. Biotechnol. Biochem. 63(6): 1119-1121 (1999)

Choi, E.M., Hong, S.I. and Park, W.S. Effect of high-pressure treatment on polygalacturonase from Chinese cabbage. Food Sci. Biotechnol. 8(3): 197-203 (1999)

Hong, S.I. and Pyun, Y.R. Inactivation kinetics of *Lactobacillus plantarum* by high pressure carbon dioxide. J. Food Sci. 64(4): 728-733 (1999)

홍석인. 고압 처리를 이용한 식품 살균기술. 식품과학과 산업 33(2): 36-49 (2000)

파. 박완수: 식품살균기술의 현황, 식품과학과 산업 33(2), 2-11 (2000)

홍상필 등: 키토산 및 키토산 올리고당의 김치관련 미생물에 대한 항균 특성. 한국식품과학회지. 30:1439-1447 (1998)

홍상필 등: *Escherichia coli* 0157:H7, *Staphylococcus aureus* 및 *Candida albicans* 에 대한 키토산의 항균효과. 한국식품과학회지. 32:218-224 (2000)

최신양 등: 김치원료의 amylase, protease, peroxidase, ascorbic acid oxidase 활

성. 한국식품과학회지. 30:1333-1338 (1998)

최신양 등: 김치재료의 펙틴 가수분해 효소활성. 한국식품과학회지. 31:263-266 (1999)

최신양 등: 김치유래 젖산균의 세포외 효소활성 측정. 한국산업미생물학회지. 28:59-61(2000)

Han, J.S., Kim M.S., Choi Y.H., Oh O.H., Han G.P., Kim Y.J. Lee Y.J., Otani K. Minamide T. : A Study Japanese University Students' Perception and Preference for Korean Kimchi, ARAHE, 1999: 6(8) 120-121 (국외)

한재숙, 최영희, 김영진, 김태선, 한준표, 南出隆久, 岡佐智子, 小机 : 김치에 대한 일본인의 인식 및 기호도 조사, 한국조리과학회지 1999: 15(1): 42-49

한재숙, 김명선, 김영진, 최영희, 이신정, 大谷貴美子, 南出隆久, 허성미 : 김치 및 김치이용음식에 대한 일본대학생의 기호도 조사, 한국조리과학회지 1999: 15(4): 388-394

오지영, 한영숙, 김영진 : 저염 물김치의 미생물 균총 특성, 한국식품과학회지 1999: 31(2): 502-508

오지영, 한영숙 : 염농도 및 발효 온도가 물김치의 품질 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 31(2):421-426 (1999)

한재숙, 김수연, 서봉순, 김영진, 미국 남녀 대학생의 김치에 대한 인식 및 기호도 조사, 대한가정학회지, 38(5), 167-177, 2000

김동만 등: 배추의 절임공정중 폐염수의 특성, 한국식품과학회지, 32(1), 97-101(2000)

김동만 등: 계절별 배추절임염수의 특성변화, 한국식품영양학회지, 29(1), 26-29(2000)

김동만 등: 봄배추 절임공정중 재사용염수의 화학적 특성변화, 한국산업식품공학회, 3(4), 199- 204(1999)

구영조 등: PCR에 의한 Listeria monocytogenes의 식품속에서의 검출. 한국식품과학회지 제 31권 6호(1999)에 게재

최홍식 등: 김치포장의 압력 및 부피변화에 영향을 미치는 인자의 분석. 한국식품영양과학회지. 28권 2호, 429-437 (1999)

나. 투고예정: 23건

- 김왕준 등: Characteristics of pediocin AcM, a bacteriocin produced by lactic acid bacteria isolated from kimchi. J. Microbiol. Biotechnol. (2000)
- 김왕준 등: Characteristics of enterocin, a bacteriocin produced by Enterococcus hirae isolated from kimchi. J. Appl. Bacteriol. (2000)
- 김왕준 등: Shelf life extension of kimchi by bacteriocinogenic lactic acid bacteria and fumaric acid. J. Food Sci. (2000)
- 김영진, 고미경, 박완수 : 김치원료의 수소공여능과 linoleic acid와 대두유에 대한 항산화력 조사 한국식품과학회
- 김영진, 고미경, 박완수 : 염수와 에탄올 침지에 의한 배추김치의 저장성 연장. 한국식품과학회
- 김도희, 한영숙 : 에탄올과 유기산 첨가가 물김치의 품질과 미생물 생육에 미치는 영향. 한국식품과학회
- 오지영, 한영숙 : 대체염을 이용한 저염김치의 제조. 조리과학회
- 오지영, 한영숙 : 첨가제와 염수처리가 저염 김치의 보존성에 미치는 영향. 조리과학회
- W. Hawer, A. Chesson: Volatile Flavour in Kimchee : Food Chemistry
- 허우덕, 안혜선: 김치의 숙성중 nitrosamine의 소장에 관한 연구, 한국식품과학회
- W. Hawer, A. Chesson: A simultaneous distillation and extraction system for analysis of nitrosamins in foods : Food Chemistry
- 허우덕, 안혜선, A.Chesson: 김치의 숙성중 mannitol 함량의 변화, 한국식품과학회
- 허우덕, 안혜선, A. Chesson: 전분의 첨가가 김치의 유리당에 미치는 영향, 한국식품과학회
- 허우덕, 안혜선, A. Chesson: 시판 육가공품의 nitrosamine 함량, 한국식품과학회
- 박재복 등: The Change of Partial Salt Content and Textural property of Chinese Cabbages with Various Brine Concenturations and Salting time (2000, 9, 한국산업식품공학회)
- 구영조 등: Yersinia enterocolitica의 선택적 배양생리특성. 한국식품위생안전성학회
- 구영조 등: 김치 발효중 식중독 세균의 생존능력. 한국식품과학회

- 구영조 등: Biospot 농도가 김치 원부재료에서의 식중독세균 생존에 미치는 영향. 한국식품과학회
- 최홍식 등: 김치종류별 CO_2 발생 특성. 한국식품영양과학회지.
- 최홍식 등: 통기성 김치포장이 김치품질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지.
- 최홍식 등: Effect of Packaging Unit and Temperature on the Flexible Permeable Packaging of Kimchi during Fermentation. Package Technology and Science(2000)
- 최홍식 등: The Use of Physical Carbon Dioxide Absorbents to Control Pressure Buildup and Volume Expansion of Kimchi Packages. Journal of Food Engineering, (인쇄중) (2000)
- 최홍식 등: The Use of Sodiuml Carbonate as a Carbon Dioxide Absorbent to Control Pressure Buildup and Volume Expansion of Kimchi Packages. Journal of Food Science,(2000)

3. 세미나 발표 : 6건

- 박완수 : 한국김치의 특성과 산업현황, 한·일 김치세미나(주최 및 주관: 농림부, 농수산물유통공사) 일본, 동경('00. 9. 14)
- 박완수 : 김치산업 및 연구현황. 성신여대 식품영양학과('99. 11/17)
- 박완수 : 김치발효에 대한 김치원료의 중요성. 충남대 원예학과('99. 11. 4)
- 박완수 : 한국 김치산업의 현황. 김치 우수 바이어 초청세미나(농수산물수출입조합 주관)('99. 10. 20)
- 박완수 : 김치 발효 및 품질에 대한 김치 원부재료의 영향. 제일제당('99. 10. 21)
- 박완수 : 김치 산업현황과 제조기술의 특징. 마산대학 식품영양학과('99. 10. 26)

4. 학회발표 : 46건

가. 발표: 34건

- 김왕준 등: Characteristics of bacteriocin produced by lactic acid bacteria isolated from kimchi, 한국산업미생물학회 국제심포지움, P-335, (1997).
- 김왕준 등: Isolation, identification of bacteriocinogenic lactic acid

bacteria from kimchi and characterization of bacteriocin, 한국산업미생물학회 추계학술발표회. P-226 (1999)

김왕준 등: *Lactococcus* sp., isolated from kimchi, produces Pediocin AcH. I.F.T. Annual Meeting (oral presentation), Atlanta, Georgia, USA (1998).

홍석인, 박완수. Nonthermal inactivation of *Lactobacillus plantarum* by CO_2 under pressure. 한국산업식품공학회 제 5차 학술발표회, 서울 ('98. 11. 28)

Hong, S.I. and Pyun, Y.R. Physiological changes of *Lactobacillus plantarum* by high pressure CO_2 treatment. IFT annual meeting, Chicago, IL ('99. 7. 24)

박완수, 홍석인, 구경형 : Control of Kimchi fermentation by lactic acid bacteria, 한국산업미생물학회 춘계 국제심포지움. 연세대 ('00. 4. 28)

Han, J.S., Kim M.S., Choi Y.H., Oh O.H., Han G.P., Kim Y.J. Lee Y.J., Otani K. Minamide T. : Study of Japanese Perception and Preference for Korean Kimchi, The 10th Biennial International Congress of Asian Regional Association for Home Economics, 요꼬하마, 일본 (1999. 8. 16)

한재숙 : 일본의 김치- 한국의 김치. 일본 경도부립대학교 학술진흥회 연구교류, 쿄오또, 일본 (2000. 2. 25)

한영숙, 오지영 : 염농도와 발효 온도가 물김치의 발효 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회, 춘계학술발표대회, (1998. 5. 30)

김영진, 이이영, 구경형: 고추가 배추김치의 pH, 산도, 미생물증식에 미치는 영향, 한국식품과학회 춘계학술발표대회 (1998. 5. 30)

김영진, 박완수 : 김치와 깍두기중의 알콜불용물질의 추이, 한국식품과학회 추계학술발표 대회 (1999. 10)

김영진, 고미경, 박완수 : 김치원료의 수소공여능과 linoleic acid와 대두유에 대한 항산화력 조사 한국식품과학회 춘계학술발표 대회 (2000. 5)

김영진, 고미경, 박완수 : 봄배추와 월동배추의 수분 및 절임전후의 환원당함량, 절임수율의 비교. 한국식품과학회 춘계학술발표 대회 (2000. 5)

김영진, 고미경, 박완수 : 염수와 에탄올침지에의한 배추김치의 저장성 연장. 한국식품과학회 추계학술발표 대회 (2000. 10 예정)

이옥경, 손연경, 김철재 : 김치 sauce 개발을 위한 김치의 제조. '98년 한국식품과

학회 추계발표.
이옥경, 손연경, 김철재 : 숙성별 김치의 이화학적, 관능적 특성. '98년 한국식품과학회 추계발표
손연경, 이옥경, 김철재 : 김치즙의 저온살균이 품질 특성 미치는 영향. '98년 한국식품과학회 추계발표
김병삼, 남궁배, 박완수, 김건희 : 진공예냉처리가 고랭지여름배추의 저온저장중 품질변화에 미치는 영향. 한국농산물저장유통학회. 경남대학교 (2000. 4. 28 발표)
김병삼, 김민정, 김건희 : 세척 및 포장 조건이 절임배추의 저장성에 미치는 영향. 한국식품과학회. 건국대학교 (2000. 11. 4. 발표)
허우덕 등 : 김치의 숙성중 유리당의 변화와 만니톨 첨가가 관능적 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회 63차 학술발표회, 1999
허우덕 등: Nitrosamine의 신속 분석법, 한국식품과학회 63차 학술발표회, 1999
김동만 등: 계절별 배추절임수의 특성, 한국식품과학회, 1999
김동만 등: 배추김치 절임공정중 폐염수의 특성, 한국산업식품공학회, 1999
김동만 등: 배추 김치 제조공정중 염수 반복사용에 의한 폐염수의 특성변화, 한국식품영양학회, 1999
김동만 등: 배추의 절임 공정중 염수 반복에 따른 여과처리를 통한 반복 사용 폐 절임 염수의 특성변화, 한국식품과학회, 1999
김동만 등: 재활용 처리염수로 제조한 배추김치의 특성, 한국식품영양학회,1999
구영조 등: PCR에 의한 Listeria monocytogenes의 식품속에서의 검출 1999. 6 식품과학회 발표,
박은숙, 임지원, 최홍식, 이동선: 포장단위 및 저장온도가 투과성 유연 김치포장의 팽창에 미치는 영향. '99 춘계 식품관련학회 연합학술대회. 고려대학교 (1999. 6. 5. 발표)
이동선, 신동혁, 전정태, 최홍식 : 물리적 CO_2 흡착제에 의한 김치포장에서의 압력 및 부피팽창의 완화. '99 춘계 식품관련학회 연합학술대회.고려대학교 (1999. 6. 5. 발표)
Dong Sun Lee, Dong Hyuk Shin and Hong Sik Cheigh : Characterizing CO_2 production from kimchi, a Korean fermented vegetable for designing its

package without volume expansion and pressure build-up. IFT Annual Meeting. U.S.A. Dallas, Dallas Convention Center (2000. 6. 10. ~ 6. 14.)

- 최홍식, 전정태, 이동선 : 유연포장김치의 발효변수에 따른 부피변화와 CO_2 발생특성. 제23회 한국생명과학회 학술발표회. 창원대학교 (1999. 3. 29. 발표)
- 임수선, 최홍식, 이동선: Pinhole을 사용한 김치병포장의 CO_2 분압조절 및 최적화. 한국식품영양과학회 제47차 학술발표회. 강원대학교 (2000. 6. 3. 발표)
- 구영조 등: *Yersinia enterocolitica*의 선택적 배양생리특성. 1999. 10 식품과학회발표
- 구영조 등: 김치 발효중 식중독 세균의 생존능력 2000. 5 식품과학회 발표

나. 발표예정: 12건

- 이옥경, 김민정, 손연경, 김철재 : 김치 숙성단계별 sauce의 제조개발. 2000년 한국식품과학회 추계
- 이옥경, 김민정, 김주현, 신승미, 김철재, 김일환 : 김치 sauce 및 powder의 용도개발에 관한 연구. 2000년 한국식품과학회 추계
- 이옥경, 김민정, 김주현, 김철재 : 김치 sauce의 이화학적, 영양학적 분석 및 향미성분에 관한 연구. 2000년 한국식품과학회 추계
- 이옥경, 김민정, 김철재 : Dipping & salad sauce의 개발과 유효기간 설정. 2000년 한국식품과학회 추계
- 김민정, 이옥경, 김철재 : 김치를 이용한 스파게티 소스의 개발과 유통기한의 설정. 2000년 한국식품과학회 추계
- 김주현, 신승미, 김철재, 김일환 : *Kimchi* seasoning/mix의 제조 및 유통기간 설정. 2000년 한국식품과학회 추계
- 신승미, 김일환, 김주현, 김철재 : 김치 powder seasoning/mix 개발을 위한 김치 powder 제조. 2000년 한국식품과학회 추계
- 김동만 등: 배추 반복 절임 공정 중 생성되는 세척수의 특성(한국식품과학회, 2000)
- 김동만 등: 배추 반복 절임 공정 중 세척수 절임 배추김치의 특성(한국산업식품공학회, 2000, 추계)
- 김동만 등: 배추 절임 공정 중 폐염수와 여과처리 재활용 염수로 제조한 배추 김치의 미생물 특성(한국식품과학회, 2000, 추계)

- 구영조 등: 김치 환경내에서의 주요 식중독세균의 생육저해. 한국식품과학회 2000 추계 학술대회발표
- 구영조 등: 김치재료농산물에 의한 주요 식중독세균의 생육억제. 한국식품과학회 2000추계학술대회 발표

5. 기술이전 및 활용실적 : 3건

- 기술이전 계약; 일반 김치 제품의 보존성 증진을 위해 개발한 압력관련 비가열 처리 방법을 기초기술로 활용하여 김치캔 제품에 대한 비가열 살균공정을 개발하고자 포항제철을 포함한 6개 주요 제관사 및 석도 업체에게 기술이전 계약을 맺고 관련 후속 연구를 진행하였다. 향후 비가열 살균 처리된 김치캔 제품의 시장성 조사 및 경제성 검토 결과를 토대로 본격적인 산업화 계획을 추진할 예정이다.
- 시작품의 현장 설치 운영; 염수절임장치, 절임배추연속식 세척장치 시작품을 남양농협 김치공장에 설치운영하여 염수재활용 및 작업생산성 향상에 기여하고 있음.
- 수출업체 기술지원; 한국농림수산식품수출입조합 회원인 진미식품 등 7개업체의 8개공장의 수출용 김치제품의 저장중 미생물학적 안전성 검증실험 실시(1998. 6 - 1998. 11)

6. 정책지원 : 8건

- 국제교역상 분쟁발생시의 해결수단으로 활용가능한 과학적이고 합리적인 김치의 국제(Codex) 규격 제정절차(총 8단계)중 7단계 통과 지원
- 박완수 : 김치 Codex 현황 보고. 한나라당 농림해양수산 수석전문위원 및 농림부 유통국장('00. 10. 19)
- 구경형 : 김치 캐릭터 개발 자문 위원회 자문. 농수산물유통공사 수출컨설팅실 ('00.2.25)
- 김영진 : 일본지역이외의 김치수출확대 방안에 대한 농림부 김치수출촉진대책 회의 참석. 농림부 식품산업과('99.10.26)
- 구영조 : 수출김치의 이물질 혼입 방지 대책회의. 농림부 식품산업과('00. 8. 18)
- 구영조 : 한국농림수산식품수출입조합 2000년 제2차 김치분과위원회 총회참석.

한국무역회관 ('00. 6. 19)

- 구영조 : 강원도 김치산업육성 및 수출산업화 방안 마련을 위한 간담회 참석. 한국무역협회 강원지부 주관. 강원도, 춘천('00. 6. 27)
- 구영조 : 김치의 안정적 원료수급과 해외수출시장 확대을 위한 간담회 참석. 한국농어민 신문 주최. 한국농업경영인연합회 강당 ('00. 10. 27))

7. 홍보 : 55건

가. TV : 13건

- KBS 대전방송총국의 TV 과학저널 방영('00.8.22, 20:10): 김치보존성 및 품질고급화에 대한 인터뷰(박완수), 김치보존성 증진을 위한 비가열 살균(홍석인)
- 전주 MBC TV의 특집: "김치와 기무치, 일본, 일본문화"(박완수; '00.4.6, 14:00)
- MBC "생방송 임성훈 이영자입니다": 김치의 우수성 (박완수; '99.12.22, 09:45)
- 아리랑 TV: 김치관련 인터뷰 및 촬영 (박완수; '99.12.16)
- KBS 추적 60분: 김치세계화를 위한 국제규격추진(박완수; '99.11.11)
- KBS 제2 TV 뉴스: 김치 Codex 관련 내용(박완수; '99.10.21)
- KBS 대전방송총국의 TV 과학저널 방영('00.8.22, 20:10): 미생물 및 화학첨가제에 의한 김치저장성(김왕준)
- KBS TV, 무엇이든 물어보세요 "약인가 독인가 - 소금과 건강". 소금의 종류, 용도, 저염김치 소개 (김영진; '00.2.10)
- MBC TV 교양제작국 : 김치의 생리활성효능 및 일본인이 선호하는 김치 (김영진; '99.12.10)
- SBS 모닝와이드 방영: 김치의 항암효과 (김영진; '99.11.8)
- SBS "출발모닝와이드": 김치의 항암효과(김영진; '00.10.13)
- TTN(CH 28) 교통관광TV - 김치의 우수성, 한국김치와 일본김치
- 아리랑 TV: 김치 상품균일화 연구 현황(구영조; '99.10.26, 18:30)

나. 라디오 : 7건

- KBS 광주방송총국 라디오파노라마(AM 747Khz, FM 90.5Mhz,) 전화인터뷰: 김치세계

화의 방향 및 김치 국제규격 추진현황 (박완수; '00.9.28, 16:10 - 16:57)

- KBS 라디오 인터뷰(홍승철 PD): 김치우수성 및 산업현황(박완수; '00.2.18, 10:10 - 11:00)
- KBS 라디오 24시 전화인터뷰: 김치 Codex 관련 김치의 우수성에 관한 내용 (박완수, '99. 10. 18, 23: 40)
- KBS "라디오 전국연결" 전화인터뷰 : 김치의 우수성 및 김치국제규격 추진 현황(박완수, '99.10.26)
- KBS 라디오 생방송 "건강 365일": 김치, 배추, 무의 항암효과 (김영진; '00.5.16, 11:00)
- 연합통신: 미국인의 김치 기호도 (김영진; '99.10.24)
- KBS라디오 생방송 - '임동진/이지연의 행복 만들기

다. 신문 및 잡지 : 22건

- 일본 health business magazin사 인터뷰(Mr. Takemichi Yamamoto): 한국 김치의 우수성(박완수; '00.3.3)
- 식품산업 21(잡지): 김치산업 전망에 대한 전화인터뷰 (박완수; '00.1.6)
- 부산일보: 김치기획연구현황에 대한 전화인터뷰(박완수; '00.1.7)
- (주)포스코휴스: 한민족의 얼, 김치와 김장문화. 김장철 관련 기획 권두컬럼 (박완수: '99.10.23)
- 김치장기보존기술: 한국통신 사외보 '여보세요' 2000년 3-4월호, 24-27쪽
- 한재숙 : 일본의 김치-한국의 김치 (한일식문화의 비교연구) 일본 경도부대 홍보 105호 p5-6 ('00.7.)
- 김영진 : 일본인의 김치선호도 설문조사, 농수산물 수출입뉴스 114호, 농림부, 농수산물 유통공사 (1999. 8. 13)
- 김영진 : 미국인의 김치선호도 설문조사, 농수산물 수출입뉴스 133호, 농림부 농수산물 유통공사 (1999. 10. 22)
- 김영진 : National Healthy Food Kimchi, Korea AgraFood, 1999: 8:15-17, 농림부 농수산물 유통공사
- 김영진 : Kimchi is a Healthy Food as a source of Nutrition. Korea AgraFood,

1999:11:17-18 농림부 농수산물유통공사

- 김영진 : 김치 70문70답 다이제스트, 농정과 자치 1999: 겨울호 pp.176-185
- 월간 식품산업: 김치의 항암효과 (김영진; '00.5.17)
- 농민신문: 김치의 항암효과(김영진; '00.5.17)
- 농수산물 수출입뉴스 제133호: 미국인이 선호하는 김치(김영진; '99.10.22)
- 여름철 고랭지 배추 급속냉각 및 장기저장 기술개발(신기술농업정보,월간원예, 2000.8)
- Development of Rapid cooling & Long-Term Storage Technology for Summer Chinese Cabbage, Korea AgraFood (2000,8,Vol.6.No.8)
- 급속냉각 장기저장기술개발(농축정보신문, 2000.7.6)
- 고랭지 배추 장기저장 기술 개발(축산경제신문, 2000.7.3)
- 고랭지 배추 장기저장(한국영농신문, 2000.7.3)
- 중앙일보: 과학면 "미래기술로 10년내에 승부" - 김치장기보존기술(구영조; '00.1.3)
- " 팽창방지 새포장기법 " - 국제신문 (1999. 5. 15)
- " 팽창방지, 새 김치포장기법 개발 " - 식품음료신문 (1999. 5.17)

라. 회의보고서 홍보 : 6건

- '97. 3. Codex 아시아지역조정위원회 회의보고서 작성배포(100부)
- '98. 6. Codex 식품표시분과위원회 회의보고서 작성배포(100부)
- '98. 11. Codex 분석 및 샘플링방법 분과위원회 회의보고서 작성배포(100부)
- '99. 3. Codex 식품첨가물 및 오염물질 분과위원회 회의보고서 작성배포(100부)
- '99. 7. Codex 총회 회의보고서 작성배포(100부)
- 2000. 10. Codex 가공과채류 분과위원회 회의보고서 작성배포(100부)

마. 교육 및 기타 : 7건

- 원료배추에 대한 예냉 및 저온저장 기술 교육(농협중앙회, 1999.5)
- 원료배추에 대한 예냉 및 저온저장 기술 교육(농협중앙회, 2000.9)
- 김치기획과제 1차년도 연구결과 발표회 (1998) - 참여업체 및 연구참여자
- **김치기획과제 2차년도 연구결과 발표회 (1999) - 참여업체 및 연구참여자**

- 김치기획과제 최종 년도 연구결과 발표회 (2000) - 참여업체 및 연구참여자
- 참여기업을 대상으로 품질 및 안전성관리 전산프로그램 시연회 실시(2000. 9. 22.)
- 김치의 우수성 및 김치 연구현황에 대한 대민 홍보 : '97 김치박람회 ('97. 11. 20 - 24; KBS 문화사업단 주최, 여의도 중소기협 제 2 전시장)

8. 학위논문 : 3건

- 김수연, 한재숙 : 김치에 대한 미국인의 인식 및 기호도 조사, 영남대학교 대학원 석사 학위 논문 (1999)
- 김도희, 한영숙 : 에탄올 및 유기산 첨가가 김치의 품질 및 저장성에 미치는 영향, 성신여대 대학원 석사학위논문 (1999)
- 손연경 : 김치즙의 저온살균이 품질특성과 저장성에 미치는 영향. 숙명여자대학교 석사학위 논문(1998)

9. 기타: 2건

- HACCP 및 ISO 9001을 기본으로 한 품질 및 안전성 통합관리기술의 현장적용 및 관련 자료관리가 가능한 전산프로그램 개발
- 김치 국제규격 제정을 위한 과학적 지원 : 현재 제 7단계에 진입완료

분야 1.

김치의 선도유지 및 품질향상 기술개발 분야

여 백

제 2 장 김치의 저장성 향상을 위한 미생물 및 효소학적 처리와 첨가제 개발

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발의 목적

김치산패의 원인 균인 *Lactobacillus plantarum* 의 생육을 억제하여 김치의 저장기간을 연장하기 위하여 bacteriocin 생산 젖산균, chitosan, fumaric acid 등의 가능성을 연구하며 김치 원부재료 및 관련젖산균의 효소활성을 분석하여 효소활성 억제 및 효소저해물질 등을 도출 이를 이용한 김치품질 및 저장성을 개선하는 데 목적이 있다.

2. 연구개발의 중요성

김치가 살아있는 발효식품이라는 특성을 고려할 때 품질저하를 유발하는 방법보다는 신선미를 일정기간 유지해주는 냉장법을 바탕으로 소비자의 거부감이 없고 특히 내산성 세균에 대한 항균력이 우수한 천연보존제를 이용하는 방법이 이상적일 것으로 생각되고 있다. 그러나 현재까지 김치에 관한 한 이상적인 천연보존제의 개발은 이루어지지 않은 상태이다. 따라서 김치의 산패를 근원적으로 해결하여 shelf life를 연장하기 위하여 bacteriocin을 생산하며 젖산의 생산이 비교적 낮은 이상젖산균의 사용은 매우 중요하다.

김치의 품질 및 저장에 영향을 줄 수 있는 효소 (amylase, lipase, protease, pectin esterase, polygalacturonase, peroxidase, ascorbic acid oxidase) 등에 대한 현상학적 규명을 통하여 효소활성 억제 및 효소저해물질 등을 도출하여 김치품질개선과 저장성 연장연구는 매우 의미가 있다.

갑각류 등의 chitin으로부터 얻을 수 있는 poly amino sugar(키틴의 탈아세틸화

물)인 chitosan은 무독성, 생분해성, 응집성, 보수성, 항종양효과, bifidus 성장촉진 등의 기능을 가지고 있으며 특히 곰팡이, 유산균 및 야채류의 산패에 관련된 세균 등에 대해서 광범위한 항균력을 보이는 특성이 있는 것으로 알려지고 있다. 그러나 키토산은 분자량이 50만을 넘는 고분자이고 용해도가 낮으며 pH가 6이상인 환경이 되거나 단백질이 존재할 경우 항균성이 떨어지고 응집되는 특성이 있으며 뿐만 아니라 산성조건에서는 떫은맛을 내는 특성이 있어 키토산의 기능성-식품보존제로서의 이용을 위한 분자량 및 탈아세틸화도의 조절연구는 중요하다.

TCA cycle의 중간산물인 fumaric acid는 김치에 대한 적용 연구사례가 없으나 문헌고찰이나 예비시험을 통해 그 효과가 확인된 바 있어 이의 이용방법에 대한 포괄적인 연구가 필요하다.

김치는 각 가정에서 자가 제조하여 소비되어 왔으나, 최근에는 여성의 사회참여, 외식산업의 성장, 주거환경의 변화, 단체급식의 증가 등 경제·사회적 변화와 1988년 서울올림픽 이후 일본을 포함한 외국에서의 한국산 김치 선호도 증가 등 국내외적인 요인에 의해 산업적인 김치생산이 크게 요구되고 있다.

김치는 발효식품인 까닭에 발효조절이 까다로워 산패로 인하여 폐기되는 김치의 양은 엄청나다. 따라서 본 과제가 성공적으로 수행된다면 이러한 경제적, 산업적 손실을 상당히 줄일 수 있을 것이다.

최근 우리 나라가 국제적으로 김치에 대한 codex 품질인증을 받음으로서 김치 종주국으로서 인정을 받고는 있으나 단순히 인증을 받은 것만으로 국산 김치가 국제적 상품으로 된다는 보장이 없다. 따라서 김치의 국제상품화를 위한 충분한 연구개발이 이루어지지 않는다면 한국김치의 장래는 밝지만은 않을 것이다.

제 2 절 연구개발 내용 및 범위

1. 1차년도

가. 균주의 탐색

-. 김치로부터 이상젖산균의 분리

-. 이상젖산균과 commensalism이있는 PAB의 탐색

-. 탐색균주의 길항성물질 연구 및 균주system 확보

나. 원부재료의 enzyme system 조사

-. 김치 원부재료의 주요 탄수화물분해효소 조사

-. 김치 원부재료의 주요 단백질분해효소 조사

-. 김치 원부재료의 주요 지방분해효소 조사

다. 조제 chitosan 및 fumaric acid의 항균성 검토

-. chitosan 조제 및 특성분석

-. chitosan의 항균효과

-. fumaric acid의 첨가시기, 첨가량 연구

2. 2차연도

가. 배추즙액에서 탐색균주의 효능검정

-. 온도, 염농도별 미생물, 환원당, 유기산, pH의 경시적 변화 조사

-. 균주선발

나. 김치젖산균의 enzyme system조사 및 김치품질관련 주요효소의 특성 규명

-. 김치 젖산균의 주요 탄수화물분해효소 조사

-. 김치 젖산균의 주요 단백질분해효소 조사

-. 김치 젖산균의 주요 지질분해효소 조사

다. chitosan 및 fumaric acid의 shelf life 개선효과 실험

-. chitosan의 김치응용실험

-. fumaric acid 내성 *L. mesenteroides*선발, 적응

-. 적용김치의 관능특성, 성분변화 검토

3. 3차 연도

가. 선발균주를 이용한 김치발효

-. 관능검사

-. 산업화균주 선발

나. 효소적 특성을 이용한 새로운 김치제조시험

-. 효소특성을 이용한 새로운 김치제조방법 개발

-. 효소특성을 이용한 새로운 김치의 발효특성 및 시제품제작

다. 저장개선제의 상업적생산 및 이용기술개발

-. chitosan의 경제적 생산기술 검토

-. Fumaric acid 내성균의 발효특성 규명

제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. Bacteriocin 생산 젖산균을 이용한 김치발효 억제

가. Bacteriocin 생산균주의 분리, 동정 및 항균력

김치로부터 40균주의 bacteriocin 생산균주가 분리되었으며 이들 중 25번 균주는 김치산패균인 *Lactobacillus plantarum* 및 여러 식중독균, 병원미생물 등을 억제하였다. 분리균주는 16S rRNA 염기서열분석결과 *Enterococcus hirae*로 동정되었다.

나. Bacteriocin생산을 위한 최적조건 확립

K-25균주는 25℃와 pH 5.5에서 최대의 bacteriocin을 생산하였다. 이것은 김치발효의 지연을 위하여 저온에서 저장하며 김치제조 후 초기 pH가 5.5임을 감안할 때 K-25균주는 김치발효의 지연을 위한 starter로서 적합함을 알 수 있었다.

다. Plasmid vs phenotype assignment

K-25균주는 약 6kb에 해당하는 plasmid가 bacteriocin production (Bac^+)과 immunity (Bac^r) phenotype을 지배함을 알 수 있었다.

라. Bacteriocin의 정제 및 분자량 측정

정제된 bacteriocin의 분자량은 약 4,300Da 이었다.

마. K-25균주의 발효지연효과

K-25균주의 wild type과 plasmid가 없어진 mutant를 starter로 접종하여 제조된 김치를 10℃에서 발효하면서 pH 및 titratable acidity (TA)의 경시적인 변화를 비교한 결과 bacteriocin을 생산하는 wild type은 그렇지 않은 mutant에 비해 pH의 저하속도가 느려 bacteriocin이 김치발효 지연에 직접적인 영향을 미침을 확인할 수 있었다.

2. 김치의 저장성 개선에 유효한 키토산의 탐색

가. Chitosan의 제조

분자량(점도) 및 탈아세틸화도가 다른 7종의 키토산을 조제하고 당연구원에서 정한 recipe의 김치에 첨가한 후 10℃에 저장하면서 관능검사, pH, 산도를 측정하였다. 사용된 키토산 중 탈아세틸화도 92%이상이고 점도가 20-40cps (분자량 16,000 - 32,000 범위)에 해당되는 키토산 처리군은 pH 4.1 및 산도 0.5%로 적숙기에 이른 대조군과 달리 pH 4.9 및 산도 0.35%로 나타나 김치의 저장성 개선에 유효한 것으로 확인되었다. 또한 키토산 처리구는 조직 감에서도 대조군보다 우수한 것으로 평가되었다.

나. 유용 키토산 및 키토산 올리고당의 김치관련세균에 대한 항균효과

탈아세틸화도가 92%이상이고 점도가 32cps(분자량 32,000)에 해당되는 키토산과 이를 효소적으로 분해하여 얻은 키토산 올리고당(20시간 분해물)을 이용하여 김치의 발효 및 부패 관련 세균 7종과 김치국물 유래 총 미생물에 대한 항균성을 paper disk 방법과 배양시험을 이용하여 분석하였다. 그 결과 선발된 키토산 및 키토산 올리고당에서 우수한 항균 효과가 확인되었고 대부분의 세균에 대한 MIC는 키토산 0.01-0.05%,

키토산 올리고당은 0.05-0.2%로 나타났다. 또한 키토산 혹은 키토산 올리고당은 초기, 적기, 중기 및 후기의 김치유래 총 microflora에 대해서도 우수한 항균력을 나타내었으며 특히 적숙기의 microflora에 대해 강한 항균력을 나타내는 특성을 보였다.

다. 유용 키토산 및 키토산 올리고당의 김치 첨가효과

키토산/키토산 올리고당을 김치제조시 첨가하고 10℃-20℃에 저장한 후 저장기간에 따라 pH 측정 및 관능평가를 실시하였다. 그 결과 pH 4.0-4.2에 도달하는 김치의 적숙기 도달기간은 키토산 처리농도가 높을수록 대조구 보다 증가하는 경향이었으며 적숙기 도달기간은 키토산 처리구가 대조구에 비하여 최소 2일에서 최대 6일 이상 지연되었으나 키토산 올리고당의 경우에는 대조구와 유사한 특성을 보였다. 한편, 키토산의 첨가농도가 높을수록 조직감이 우수하였고 김치의 기호성을 고려할 경우 키토산의 첨가 농도는 0.5% 수준이하로 하는 것이 적절할 것으로 평가되었다.

라. 시판김치에 대한 키토산의 적용에 따른 저장성 개선효과

실험실규모 시험에서 평가된 키토산 적용조건(키토산 첨가농도 0.5%)을 국내 유명 시판김치(J사)에 적용시험을 실시하여 저장성 연장효과를 분석하였다. 10℃에서 가식김치의 한계 산도를 0.8로 할 때(J사의 기준) 도달시기를 비교하면 대조군은 저장 8일경에 도달한 반면 키토산 처리구는 저장 14일경에 도달하여 키토산의 첨가로 시판김치의 저장성은 10℃에서 최소 6일 이상 개선할 수 있을 것으로 평가되었다.

마. 김치의 shelf-life 개선용 키토산의 제조방법 검토

홍게 각부를 이용하여 키틴질을 제조하고 이를 이용하여 김치에 적합한 특성을 가지는 20-40 cps 점도범위와 탈아세틸화도 92%이상의 특성을 가지는 키토산 제조방법을 검토하였다. 키틴은 홍게각부에 대해 8% HCl(실온)/ 8% NaOH(80℃)를 가해 각각 5시간 교반하고 물로 수세하여 18% 수준 얻을 수 있었으며 이에 대하여 50% NaOH를 가하여 100℃에서 5-8시간, 105℃에서는 3-5시간 처리함으로서 이상의 키토산을 얻을 수 있었다.

3. 김치 원부재료 및 관련젖산균의 효소활성

가. 김치원부재료의 효소활성

가수분해효소로는 발효원으로 사용되고 균체증식에 필수적인 당 및 아미노산의 생산에 관여하는 amylase와 protease를 연구하였다. 시료 1 g중 존재하는 효소활성은 α-amylase의 경우, 멸치젓, 고춧가루, 새우젓, 굴에서, β-amylase는 멸치젓, 굴, 무에서 높게 나타났으며 protease의 경우는 멸치젓, 새우젓, 고춧가루에서 높게 나타났다. 산화효소로서 이취발생과 vitamin C의 산화에 관여하는 peroxidase와 ascorbic acid oxidase는 각각 무, 오이, 파 및 멸치젓, 고춧가루, 새우젓에서 높게 나타나 김치재료 중 발효식품인 멸치젓과 새우젓이 전반적으로 높은 가수분해 및 산화활성을 나타내었고, 고춧가루는 가수분해효소 활성이, 무, 오이는 산화효소 활성이 높게 나타났다.

몇 가지 김치 재료 중에 존재하는 김치의 대표적인 품질저하현상인 조직감 연화와 관련된 효소의 활성을 조사한 결과, 펙틴가수분해효소 중 polygalacturonase의 비활성은 멸치젓, 무의 경우가 높았고, 시료 1 g당 효소활성은 150.443 units/g sample인 멸치젓이 가장 높게 나타났으며 고춧가루의 활성도 높게 나타났다. 조직감의 유지에 관여하는 것으로 알려져 있는 pectinesterase의 비활성은 무가 가장 높았으며 멸치젓에서도 높게 나타났다. 시료 1 g당 효소활성은 멸치젓이 3.310 units/g sample로 가장 높았으며 무, 마늘의 활성이 각각 0.901, 0.613 units/g sample로 높게 나타났다. 김치 원료의 배합비를 고려할 때 주원료인 무, 배추뿐만 아니라 부원료로 첨가되는 멸치젓 자체에 존재하는 펙틴분해효소가 김치의 숙성 및 유통중 품질변화에 많은 영향을 줄 것으로 예상된다.

나. 김치관련 젖산균의 효소활성

식품 저장시 이취와 색소변화를 일으키는 효소인 peroxidase와 ascorbic acid 파괴에 관여하는 ascorbic acid oxidase의 활성을 측정한 결과 peroxidase는 모든 김치관련 젖산균에서 거의 활성을 나타내지 않았으며, ascorbic acid oxidase의 경우는 *Pediococcus pentosaceus*와 *Lactobacillus brevis*에서 각각 0.017 unit/mg, 0.015 unit/mg의 활성을 보였으나, 배추와 무의 활성과 비교해 보면 김치 관련 젖산균이 생산하는 ascorbic acid oxidase는 아주 소량임을 알 수 있었다. 가수분해효소로서 발

효원으로 사용되고 균체 증식에 필수적인 당 및 아미노산의 생산에 관여하는 amylase 및 protease의 활성을 측정한 결과 α-amylase의 경우 *Pediococcus acidilactici*와 *Pediococcus pentosaceus*가 각각 27.8 unit/mg, 20.9 unit/mg으로 무의 활성보다는 낮았지만 배추의 활성보다는 높은 값을 나타내었으며, β-amylase의 경우와 protease의 경우는 원부재료의 활성에 비해 아주 낮은 활성을 나타내었다. 김치의 조직감과 관련된 효소로 polygalacturonase와 pectinesterase의 활성을 측정한 결과 Pectinesterase의 경우 *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus homohiochii* 등이 각각 0.010 unit/mg, 0.008 unit/mg, 0.008 unit/mg으로 비교적 높게 나타났으나 다른 젖산균들에 비해 큰 유의성은 보이지 않았으며, 배추와 무의 pectinesterase의 활성과 비교하면 아주 소량이 생성됨을 알 수 있었다. 그러나 polygalacturonase의 경우 *Lactobacillus homohiochii*의 비활성이 0.277 unit/mg으로 가장 높았으며, *Lactobacillus plantarum*이 0.273 unit/mg, *Leuconostoc mesenteroides*가 0.209 unit/mg으로 높은 활성을 나타내었다. 이는 배추와 무의 polygalacturonase의 활성보다 높은 활성을 나타내었으므로 김치 원부재료 유래의 효소뿐만 아니라 김치 발효에 관여하는 미생물에 의해 생산되는 효소에 의해서도 김치 조직의 연화현상이 일어날 수 있다고 사료되었다.

4. Fumaric acid의 항균효과

가. Fumaric acid와 다른 유기산의 항균효과

Fumaric acid가 다른 일반적인 식품 유기산인 구연산이나 식초산에 비해 대부분의 젖산균에 대한 생육저해작용이 높은 것으로 나타났는데 그 차이는 매우 크지는 않았다. Fumaric acid와 광학이성체 관계에 있는 maleic acid는 fumaric acid에 비해 저해작용이 약간 낮은 것으로 나타났다.

나. Fumaric acid와 마늘의 첨가시기에 따른 김치에 산도변화

마늘을 처음부터 첨가하고 만든 김치는 0.6-0.8%의 산도범위에 머무르는 기간이 1일 이내였던 점에 비해 마늘을 fumaric acid첨가시에 넣은 그러나 fumaric acid는 첨가하지 않은 대조군은 약 1.5일 그리고 fumaric acid를 첨가한 시료는 7.5일 정도여서

마늘을 처음에 넣지 않고 발효를 시키다가 산도가 일정범위에 도달하였을 때 fumaric acid와 마늘을 같이 첨가하여 20℃에서 저장하면 저장기간을 매우 길게 연장할 수 있다는 결과가 도출되었다.

다. Fumaric acid를 첨가한 김치의 관능평가

Fumaric acid와 마늘을 3일째 즉 산도가 0.5-0.6%사이에 있을 때 첨가하였을 때 산도나 산취가 낮게 나타났다. 김치를 담글 때 처음부터 fumaric acid를 첨가하면 효과가 없는 것이 관능검사에서도 확인되었다. 그리고 48시간째에 첨가한 시료의 덜 익은 맛이 높다는 관능평가도 나와서 발효를 느리게 하는 것으로 나타났다.

5. Bacteriocin 생산균주, bacteriocin, chitosan, fumaric acid의 복합효과

가. 실험 1

A사의 김치원료에 K-25균주 (10^7 cfu), chitosan (0.2%), fumaric acid (0.1%)를 단독 또는 복합으로 첨가하여 5℃에서 발효시키면서 산도의 경시적변화를 측정한 결과 무첨가군은 김치가 가장 맛있을 때의 산도인 0.8에 도달하는데 소요된 시간이 8일이었으나 K-25균주와 fumaric acid를 함께 첨가한 군은 15이로 약 7일정도의 연장효과를 얻었다.

나. 실험 2

B사의 김치원료에 K-25균주 (10^7 , 2 × 10^7 cfu), bacteriocin (320 AU/ml), fumaric acid (0.1%), chitosan (0.2%)를 단독 또는 복합으로 첨가하여 5℃에서 발효시키면서 산도의 경시적변화를 측정한 결과 무첨가군은 산도 0.8에 도달하는데 약 8.5일 소요한 반면 K-25균주를 2 × 10^7 cfu 되도록 첨가한 군은 약 23일 소요되어 약 15- 16일 정도 김치발효 지연효과가 있었다. 한편 균주를 약 10^7 cfu 정도 첨가한 군과 bacteriocin + chitosan 첨가군은 산도 0.8에 도달하는 시간이 약 15일정도로 무첨가군보다 약 7일의 발효지연효과가 있었으며 발효말기의 산도증가도 거의 없었다.

다. 실험 3

실험실에서 제조한 김치에 K-25균주를 10^7 , 2×10^7 , 4×10^7 cfu첨가하고 fumaric acid를 0.02, 0.05, 0.1% 되도록 단독 또는 혼합 첨가하여 5℃에서 발효시키면서 산도의 경시적변화를 측정한 결과 무첨가군은 산도 0.8에 도달하는데 약 6일 소요된 반면 K-25균주와 fumaric acid를 각각 4×10^7 cfu 및 0.1% 씩 혼합첨가한 군은 14일 소요하여 약 8일 정도 발효지연효과를 보았다.

6. 활용에 대한 건의

본 연구를 통해 개발된 김치저장성 연장기법은 특허를 출원하여 참여업체의 요구가 있을 경우 기술을 이전할 생각임. 이상의 연구결과에서와 같이 키토산은 김치미생물이 갖는 항균효과로 인하여 김치의 저장성을 개선하는데 유효하다. 그러나 김치는 제조사 마다 recipe에 차이가 있기 때문에 키토산은 본 연구에서 제시된 특성의 키토산을 적용하되 대상김치의 기호성과 저장성을 고려하여 첨가량을 설정해야 할 것이다.

키토산은 항균성 외에도 콜레스테롤의 저하, 항고혈압 등의 효능을 가진 것으로 알려지고 있어 김치의 기능성을 보다 향상시키는 데에도 도움이 될 것으로 기대된다. 궁극적으로는 김치관련 연구자나 김치업계의 종사자들에게 기초자료로의 사용을 유도하고자 한다.

제 4 절 주요 연구실적 및 성과

1. 특허출원: 1건

- 김치저장성 연장용 균주 엔테로코커스 히래 및 이를 이용한 김치제조방법

2. 학회지 논문게재 : 총 8건

- 키토산 및 키토산 올리고당의 김치관련 미생물에 대한 항균 특성. 한국식품과학회지. 30:1439-1447 (1998)
- *Escherichia coli* 0157:H7, *Staphylococcus aureus* 및 *Candida albicans* 에 대한

키토산의 항균효과. 한국식품과학회지. 32:218-224 (2000)

- 김치원료의 amylase, protease, peroxidase, ascorbic acid oxidase 활성. 한국식품과학회지. 30:1333-1338 (1998)
- 김치재료의 펙틴 가수분해 효소활성. 한국식품과학회지. 31:263-266 (1999)
- 김치유래 젖산균의 세포외 효소활성 측정. 한국산업미생물학회지. 28:59-61(2000)
- Characteristics of pediocin AcM, a bacteriocin produced by lactic acid bacteria isolated from kimchi. J. Microbiol. Biotechnol. (2000)(투고중)
- Characteristics of enterocin, a bacteriocin produced by Enterococcus hirae isolated from kimchi. J. Appl. Bacteriol. (2000)(투고중)
- Shelf life extension of kimchi by bacteriocinogenic lactic acid bacteria and fumaric acid. J. Food Sci. (2000)(투고중)

3. 학회발표 : 3건

- Characteristics of bacteriocin produced by lactic acid bacteria isolated from kimchi, 한국산업미생물학회 국제심포지움, P-335, (1997).
- Isolation, identification of bacteriocinogenic lactic acid bacteria from kimchi and characterization of bacteriocin, 한국산업미생물학회 추계학술발표회. P-226 (1999)
- *Lactococcus* sp., isolated from kimchi, produces Pediocin AcH. I.F.T. Annual Meeting (oral presentation), Atlanta, Georgia, USA (1998).

4. 홍보 : 1건

- KBS 대전방송총국의 TV 과학저널 방영('00.8.22, 20:10): 미생물 및 화학첨가제에 의한 김치저장성(김왕준)

여 백

제 3 장 첨단극한기술을 이용한 김치의 보존기간 연장 기술 개발

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

김치의 품질특성을 유지하면서 보존성을 연장하기 위하여 미생물만을 선별적으로 감균 또는 살균할 수 있는 기체가압, 전자기장, 고압펄스 및 초고압 등 현재 개발단계에 있는 비가열적 첨단 극한 처리기술을 비교 검색하여 김치에 적용할 수 있는 최적 첨단기술을 선정, 개발함을 그 목적으로 한다.

김치는 배추, 무 등에 각종 향신료 및 식염을 첨가하여 자연적 젖산발효를 거치는 채소 발효식품이다. 전통적으로 김치는 각 가정에서 자가 제조하여 소비되어 왔으나 최근에는 여성의 사회참여, 외식산업의 성장, 주거환경의 변화, 단체급식의 증가 등 경제·사회적 변화와 일본 등 외국에서의 김치 선호도 증가 등 국내외적인 요인에 의해 산업적인 김치생산이 크게 요구되고 있다. 한편 김치는 살아 있는 신선 발효식품으로 상온에서 보존기간이 매우 짧아 상품김치의 품질 균일화 및 유통 중 보존성에 많은 문제를 안고 있다. 그러나, 맛이 좋은 상태에서 오래 보존할 수 있는 김치 보존성에 관한 기술이 거의 전무한 실정이다. 지금까지의 김치연구는 발효 숙성조건의 최적화, 산패 방지 등 품질저하 방지방법 개발, 저장 유통방법 개발을 위하여 단편적으로 이루어졌다. 현재까지 김치의 저장성 연장을 위해 시도된 인위적 조절기법으로는 저온저장, 가열처리, 효소처리, 방사선조사 등에 의한 미생물 또는 효소의 작용억제와 starter 첨가나 nisin 첨가 등의 생물학적 조절방법이 있으나, 아직까지는 저온저장만이 활용되고 있는 형편이다. 따라서 김치의 보존성 향상을 위한 저장 유통방법이 전적으로 냉장에만 의존하고 있어 경제적 손실이 매우 크며, 출하 즉시 판매되지 않은 김치제품의 경우 유통과정 중 더욱 숙성이 진행되어 상미를 잃는 상태에 이르기 쉽고 저온유통 중 상온의 일시 노출로 인한 숙성 가속 및 기체발생에 따른 포장용기의 팽창, 파손 등도 막대한 손실을 야기한다. 이에 본 연구에서는 김치의 품질특성을 유지하면서 보존성을 연장하기 위하여 김치관련 미생물 및 효소만을 선별적으로 불활성화 또는

살균할 수 있는 기체가압, 전자기장, 고압펄스 및 초고압 등 현재 개발단계에 있는 비가열적 첨단 극한 처리기술을 비교 검색하여 김치에 적용할 수 있는 최적 첨단기술을 선정하고 그 가공공정을 개발하고자 한다.

제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

김치의 보존성 연장에 대한 첨단 극한기술의 적용성을 비교하고자, 김치 보존성 연장에 적용 가능한 비가열적 첨단 극한기술에 대한 자료 수집, 김치의 압력관련 비가열 처리(기체가압 및 초고압) 시스템의 구축, 압력관련 비가열 처리용 표준시료의 선정(김치와 김치관련 미생물 및 효소 등) 및 전처리 조건과 분석방법 확립, 압력관련 비가열 처리에 의한 김치관련 미생물 활성 변화 측정, 김치의 보존성 연장에 대한 압력관련 비가열 처리기술의 적용성 측정을 한다.

김치의 보존성 연장에 적합한 첨단 극한 기술의 선정을 위하여, 김치의 전자기 관련 비가열 처리(고광펄스 및 전자기장) 시스템의 구축, 전기관련 비가열 처리용 표준시료의 선정 및 전처리조건 확립, 전기관련 비가열 처리에 의한 김치관련 생물 활성 변화 측정, 김치의 보존성 연장에 대한 전기관련 비가열 처리의 적용성을 측정하고 김치의 보존성 연장에 적합한 최적 첨단극한 기술을 선정한다.

첨단 극한기술에 의한 김치의 보존성 연장 확인 및 품질 변화 검토를 위해 선정된 첨단극한 기술의 응용시 김치의 품질지표 선정, 첨단극한기술의 처리조건에 따른 김치의 생물학적, 이화학적 특성변화 측정, 첨단극한기술의 처리조건에 따른 김치의 관능적 특성변화 측정, 첨단극한기술에 의한 김치관련 미생물 활성 변화 원인 분석 및 기작 추정, 첨단극한기술에 의한 김치의 보존성 연장 확인 및 종합적 품질변화 검토, 고품질 김치제품의 제조를 위한 첨단 극한기술의 실용화 방안을 제시한다.

제 3 절 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

비가열 처리 표준시료로서 대표적인 김치 젖산균인 *Lactobacillus plantarum*

KFRI 815를 표준 미생물로, pectinase (EC 3.2.1.15)를 표준 효소로 사용하였다. *L. plantarum*에 대해 임계압력 전후의 고압 CO_2를 이용하여 기체가압 처리조건이 김치 미생물의 불활성화에 미치는 영향을 검토한 결과, 압력이 증가할수록 또한 처리온도가 높을수록 살균효과가 증대되었다. Pectinase에 대해 고압 CO_2로 처리한 후 활성 변화를 측정한 결과, 처리압력이 높을수록 더 낮은 잔존활성을 나타내어 조절인자에 따라 기체가압처리 효과가 달라질 수 있음을 확인하였다. 또한 *L. plantarum* 균주에 대해 25℃에서 100-800 MPa 범위의 정수압으로 1분간 처리했을 때 압력조건에 따른 미생물의 사멸정도를 검토한 결과, 400 MPa 이상에서는 압력이 증가할수록 급격한 살균효과를 볼 수 있었으며 처리시간이 증가할수록 현저한 생균수 감소를 나타내었다. Pectinase의 경우 고압 CO_2 처리에서와 마찬가지로 처리압력이 높을수록 낮은 잔존활성을 나타내었는데, 특히 600 MPa 이상의 압력에서는 현저하게 활성을 잃는 것으로 나타났다.

한편 고강도 광펄스 처리조건이 김치 젖산균의 불활성화에 미치는 영향을 검토한 결과, 처리시간에 따른 살균효과를 확인할 수 없었고 pectinase에 대해 고 광펄스로 처리한 후 활성 변화를 측정한 결과, 역시 처리 효과가 전혀 없음을 확인하였다. 또한 정치형 또는 진동형의 직류 고강도 자기장으로 처리했을 때 처리시간이나 진동수에 따른 생물활성 변화를 검토한 결과, 젖산균은 물론 대장균이나 효모의 살균효과가 전혀 나타나지 않았으며, 효소의 경우에도 일정한 진동 자기장에 노출되었을 때 잔존활성의 변화는 거의 나타나지 않았다. 이러한 결과를 바탕으로 고강도 광펄스 및 고 전자기장의 전자기관련 비가열 처리는 김치 발효에 관여하는 미생물이나 효소에 대해 생물활성 변화를 일으키기 어렵다는 결론을 얻을 수 있었다.

기체 가압처리에 의해 김치의 신선미와 보존성을 증대시킬 수 있는지 그 가능성을 확인하고자, 적절히 숙성시킨 김치를 고압 CO_2로 처리한 후 저장 중 품질특성을 비교한 결과, 처리압력에 따른 김치의 품질변화는 거의 구분할 수 없었으며 상온 처리시 무처리구와 비교하여 유의적인 저장성 연장효과를 볼 수 없었으나, 저온에서는 고압 CO_2 처리에 의해 김치의 저장성이 약 50% 가량 연장될 수 있는 가능성을 확인하였다. 이에 반해 초고압 처리 김치는 처리 조건에 따라 저장 50일째까지 적숙기의 pH와 산도 수준을 그대로 유지함으로서 저온 저장시 초고압처리에 의해 김치의 저장성이 최소 5배 이상 연장될 수 있음을 확인하였다. 결과적으로 고압 또는 전자기 관련 비가열 처

리 기술을 비교 검토한 바, 고품질 김치제품의 대량 생산을 위한 최적 비가열 살균방법으로서 초고압 처리기술을 선정하였다.

김치제품에 적용할 수 있는 구체적인 초고압 처리조건을 탐색하기 위해 시료 김치의 숙성도별 살균효과를 비교 검토한 결과, 숙성시키지 않은 김치의 경우 처리조건에 따라 저장 23-28일까지 pH 4.2 이상, 산도 0.6% 이하를 유지하였으나 전체적으로 저장 30-35일 이후에는 초고압 처리구도 역시 과숙 단계로 진입하였다. 그러나 알맞게 숙성된 김치의 경우 처리 조건에 따라 10℃ 저온에서 최소 저장 80일에서 최대 저장 125일까지 pH 4.3-4.4, 산도 0.6% 내외의 상태를 유지하였다. 미생물에 있어서는 일반세균의 경우 약 10^5 이하의 생균수를 유지하였고, 젖산균의 경우 저장 말기까지 매우 낮은 생균수 수준을 유지하거나 검출되지 않음으로서 초고압 처리에 의한 충분한 살균효과를 얻을 수 있었다. 결과적으로 제조 직후의 미숙 김치 보다 적절히 발효시킨 적숙 김치에 대한 초고압 처리효과가 더 우수한 것으로 나타났다.

초고압 처리한 김치의 종합적 품질변화에 있어서 저장 후기에 들면서 관능적 특성이 열화되는 경향이 있었으며, 주로 조직감 저하와 변색의 문제가 발생하였다. 이에 대한 대응방법으로서 조직감 저하를 억제하기 위해서는 칼슘제재를 사용하여 식물조직의 안정화를 유도하였고, 변색 방지를 위해서는 갈변 효소의 작용에 영향을 미치는 특정 유기산을 사용하여 변색 발생을 가급적 지연시키고자 하였다. 구체적인 관능평가 결과, 이들 첨가제가 함유된 초고압 처리 김치는 무첨가 초고압 처리 김치에 비해 상대적으로 조직감이 우월하고 변색도 상당히 억제되어 전체적인 품질이 향상되는 것으로 밝혀졌다. 이상의 실험결과를 토대로 초고압 처리에 의해 종합적 품질이 양호한 김치제품의 저장수명을 저온에서 최대 4개월 이상 유지시킬 수 있음을 확인하였다.

김치 일관기획과제의 연구결과 중 일반 김치 제품의 보존성 증진을 위해 개발한 압력관련 비가열 처리방법을 기초기술로 활용하여 김치캔 제품에 대한 비가열 살균공정을 개발하고자 포항제철을 포함한 6개 주요 제관사 및 석도 업체에게 기술이전 계약을 맺고 관련 후속 연구를 진행하고 있다.

제 4 절 주요 연구실적 및 성과

1. 논문발표 : 3건

- 홍석인, 박완수. Nonthermal inactivation of *Lactobacillus plantarum* by CO_2 under pressure. 한국산업식품공학회 제 5차 학술발표회, 서울 ('98. 11. 28)
- Hong, S.I. and Pyun, Y.R. Physiological changes of *Lactobacillus plantarum* by high pressure CO_2 treatment. IFT annual meeting, Chicago, IL ('99. 7. 24)
- 박완수, 홍석인, 구경형 : Control of Kimchi fermentation by lactic acid bacteria, 한국산업미생물학회 춘계 국제심포지움. 연세대 ('00. 4. 28)

2. 세미나 발표 : 6건

- 박완수 : 한국김치의 특성과 산업현황, 한·일 김치세미나(주최 및 주관: 농림부, 농수산물유통공사) 일본, 동경('00. 9. 14)
- 박완수 : 김치산업 및 연구현황. 성신여대 식품영양학과('99. 11/17)
- 박완수 : 김치발효에 대한 김치원료의 중요성. 충남대 원예학과('99. 11. 4)
- 박완수 : 한국 김치산업의 현황. 김치 우수 바이어 초청세미나(농수산물수출입조합 주관)('99. 10. 20)
- 박완수 : 김치 발효 및 품질에 대한 김치 원부재료의 영향. 제일제당('99. 10. 21)
- 박완수 : 김치 산업현황과 제조기술의 특징. 마산대학 식품영양학과('99. 10. 26)

3. 논문게재 : 12건

- 홍석인, 변유량. 이산화탄소의 항균 효과. 한국식품영양과학회지, 26(6): 1258-1267 (1997)
- 홍석인, 박완수, 변유량. 고압 이산화탄소를 이용한 미생물 살균. 식품과학과 산업, 30(4): 163-171 (1997)
- 홍석인, 박완수, 변유량. 고압 이산화탄소에 의한 *Leuconostoc* sp.의 살균 효과. 한국식품과학회지, 29(6): 1202-1207 (1997)
- Hong, S.I., Park, W.S. and Pyun. Y.R. Inactivation of *Lactobacillus* sp. from *kimchi* by high pressure carbon dioxide. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 30(7):

681-685 (1997)
- 홍석인, 박완수. 생물 시스템에 대한 초고압 처리 효과. 산업식품공학 3(3): 123-133 (1999)
- 홍석인, 유경미. 초고압 식품가공기술. 식품기술 12(1): 26-42 (1999)
- Hong, S.I., Park, W.S. and Pyun, Y.R. Nonthermal inactivation of *Lactobacillus plantarum* as influenced by pressure and temperature of pressurized carbon dioxide. Int. J. Food Sci. Technol. 34(2): 125-130 (1999)
- Hong, S.I., Kim, Y.J. and Pyun, Y.R. Acid tolerance of *Lactobacillus plantarum* from *kimchi*. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 32(3): 142-148 (1999)
- Hong, S.I. and Park, W.S. High-pressure carbon dioxide effect on *kimchi* fermentation. Biosci. Biotechnol. Biochem. 63(6): 1119-1121 (1999)
- Choi, E.M., Hong, S.I. and Park, W.S. Effect of high-pressure treatment on polygalacturonase from Chinese cabbage. Food Sci. Biotechnol. 8(3): 197-203 (1999)
- Hong, S.I. and Pyun, Y.R. Inactivation kinetics of *Lactobacillus plantarum* by high pressure carbon dioxide. J. Food Sci. 64(4): 728-733 (1999)
- 홍석인. 고압 처리를 이용한 식품 살균기술. 식품과학과 산업 33(2): 36-49 (2000)
파. 박완수: 식품살균기술의 현황, 식품과학과 산업 33(2), 2-11 (2000)

4. 기술이전 및 활용실적 : 1건

- 본 김치 일관기획과제의 연구결과 중 일반 김치 제품의 보존성 증진을 위해 개발한 압력관련 비가열 처리방법을 기초기술로 활용하여 김치캔 제품에 대한 비가열 살균공정을 개발하고자 포항제철을 포함한 6개 주요 제관사 및 석도 업체에게 기술이전 계약을 맺고 관련 후속 연구를 진행하였다. 향후 비가열 살균 처리된 김치캔 제품의 시장성 조사 및 경제성 검토 결과를 토대로 본격적인 산업화 계획을 추진할 예정이다.

5. 정책지원 : 1건

- 박완수 : 김치 Codex 현황 보고. 한나라당 농림해양수산 수석전문위원 및 농림부 유통국장('00. 10. 19)

6. 홍보 : 15건

가. TV : 6건

- KBS 대전방송총국의 TV 과학저널 방영('00.8.22, 20:10): 김치보존성 및 품질고급화에 대한 인터뷰(박완수), 김치보존성 증진을 위한 비가열 살균(홍석인)
- 전주 MBC TV의 특집: "김치와 기무치, 일본, 일본문화"(박완수; '00.4.6, 14:00)
- MBC "생방송 임성훈 이영자입니다": 김치의 우수성 (박완수; '99.12.22, 09:45)
- 아리랑 TV: 김치관련 인터뷰 및 촬영 (박완수; '99.12.16)
- KBS 추적 60분: 김치세계화를 위한 국제규격추진(박완수; '99.11.11)
- KBS 제2 TV 뉴스: 김치 Codex 관련 내용(박완수; '99.10.21)

나. 라디오 : 4건

- KBS 광주방송총국 라디오파노라마(AM 747Khz, FM 90.5Mhz,) 전화인터뷰: 김치세계화의 방향 및 김치 국제규격 추진현황 (박완수; '00.9.28, 16:10 - 16:57)
- KBS 라디오 인터뷰(홍승철 PD): 김치우수성 및 산업현황(박완수; '00.2.18, 10:10 - 11:00)
- KBS 라디오 24시 전화인터뷰: 김치 Codex 관련 김치의 우수성에 관한 내용 (박완수, '99. 10. 18, 23: 40)
- KBS "라디오 전국연결" 전화인터뷰 : 김치의 우수성 및 김치국제규격 추진 현황(박완수, '99.10.26)

다. 신문 및 잡지 : 5건

- 일본 health business magazin사 인터뷰(Mr. Takemichi Yamamoto): 한국 김치의 우수성(박완수; '00.3.3)
- 식품산업 21(잡지): 김치산업 전망에 대한 전화인터뷰 (박완수; '00.1.6)
- 부산일보: 김치기획연구현황에 대한 전화인터뷰(박완수; '00.1.7)
- (주)포스코휴스: 한민족의 얼, 김치와 김장문화. 김장철 관련 기획 권두컬럼 (박완수: '99.10.23)
- 김치장기보존기술: 한국통신 사외보 '여보세요' 2000년 3-4월호, 24-27쪽

여 백

제 4 장 김치의 기능성 강화에 의한 품질향상 및 제품 다양화 연구

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구의 목적은 김치의 항산화제와 식이섬유의 특성을 조사하고 이를 강화함으로서 품질을 향상시키고, 외국인이 선호하는 김치와 김치가공식품을 개발하고, 김치의 저염화기술을 개발함으로서 제품을 다양화하는 것이다.

최근 인간의 암, 동맥경화증, 노화 등 퇴행성 질병은 자연계에 존재하는 free radical에 의하여 발생하며, 이 free radical에 대하여 방어할 수 있는 물질로서 항산화제에 관심이 고조되고 있다. 김치는 배추와 마늘, 생강 등을 원료로 하므로 항산화제가 존재하고 있다. 김치중 항산화제의 특성에 대하여 조사하고 항산화제의 능력을 높임으로서 김치의 품질을 높이고자 하였다.

또한 식이섬유의 생리기능이 알려짐에 따라 식이섬유에 대한 관심이 높아지고 있다. 식이섬유 중 수용성 식이섬유는 동맥경화증과 심장병을 억제할 수 있으므로 특히 중요시 되고 있다. 이에 따라 미국 식품의약품관리청(FDA)에서는 수용성 식이섬유의 섭취를 늘일 것을 권장하고 있고, 일본도 식이섬유의 권장량을 제정하였다. 김치는 채소로 구성되어 있으므로 식이섬유가 존재할 것으로 예상되지만 아직 연구가 매우 미흡한 실정이다. 이에 따라 김치중 수용성 식이섬유의 특성에 대하여 조사하였고, 김치에 수용성 식이섬유를 강화함으로서 현대인의 기대에 부응할 수 있는 기능성 김치를 개발하고자 하였다.

오늘날 김치는 건강에 유익한 식품으로 인식됨으로서 일본과 미국 등 해외에서도 많은 관심을 가지고 있다. 장래 이 지역에 김치의 수출을 촉진하기 위하여 외국인이 선호하는 김치 및 김치에 대한 인식 등 기초조사를 수집하였다. 전통적인 김치맛은 외국인의 기호에는 맞지 않는 경향이 있으므로 일본인과 미국인, 중국인이 선호하는 김치의 특성을 파악하고자 하였다.

오늘날 식염은 위암과 고혈압의 위험인자(risk factor)로 알려짐으로서 세계적

으로 식염의 섭취를 줄이도록 권장되고 있다. 김치에는 식염이 필수적으로 사용되고 있고, 특히 과거에는 저장성을 연장시키기 위하여 짜게 담는 경향이 있었다. 그러나 현대에 와서는 식염의 섭취를 되도록 줄이기 위하여 저염김치의 제조방법이 중요한 문제로 대두되고 있다. 본 연구에서는 저염김치의 제조방법에 관하여 연구하였다.

제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

1. 김치의 항산화제와 식이섬유의 특성조사

김치의 품질을 향상시키기 위하여 먼저 김치중 항산화제와 식이섬유의 특성을 파악하고, 이를 기초로 항산화력과 식이섬유를 강화시키기 위한 연구를 수행하였다.

○ 김치 중 항산화제의 특성 파악

○ 김치 중 식이섬유의 물리화학적 특성파악

○ 김치 중 항산화력과 식이섬유에 의한 품질향상

2. 외국인이 선호하는 김치와 김치가공식품의 개발

김치의 세계화를 위하여 외국인이 선호하는 김치를 파악하고 김치가공식품을 개발하고자 하였다. 먼저 일본인을 대상으로 연구하였고 그 다음 미국인과 중국인을 대상으로 연구하였다.

○ 일본인이 선호하는 김치와 김치가공제품의 발굴

○ 미국인이 선호하는 김치와 김치가공제품의 발굴

○ 중국인이 선호하는 김치와 김치가공 제품의 발굴

3. 김치의 저염화기술 개발

김치의 저염화기술을 개발하기 위하여 저염김치에서 미생물을 분리하여 그 발효특성을 조사하고, 식염대체물질을 개발하여 저염김치를 제조하고 그 발효특성을 조사

하였다. 그리고 이를 기초로 다양한 저염김치의 실용적 제조방법을 연구하였다.

○ 저염김치발효의 미생물 분리 및 발효특성

○ 식염대체물질에의한 김치의 발효특성

○ 다양한 저염김치의 실용적 제조방법 개발

제 3 절 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 김치의 항산화제와 식이섬유의 특성조사

가. 김치중 항산화제의 특성 파악

배추김치로부터 유용성 성분을 추출하여 미강유의 항산화능력을 조사한 결과 상당한 항산화능력을 갖고 있었다. 김치추출물의 첨가량이 미강유의 항산화효과에 미치는 영향도 조사되었다. 미강유에 대하여 김치추출물을 첨가한 경우 무첨가군에 비하여 산화가 상당히 억제되었다. 미강유이외 동물성 유지인 돈지와 식물성 유지인 대두유를 사용하여 항산화능력을 조사했을 때에도 항산화능력이 있는 것으로 나타났다.

김치가 항산화능력을 갖고 있음이 확인됨에 따라 김치재료인 배추, 마늘, 생강, 고추, 파의 항산화능력을 조사하였다. 마늘은 항산화능력이 가장 높은 것으로 나타났으며, 배추는 마늘 다음으로 높은 항산화능력을 나타내었다. 생강, 파, 고추도 대부분 항산화능력을 나타내었다. 김치의 항산화능력은 발효됨에 따라 점차 증가하였다. 발효중기에는 항산화능력이 최대에 달하였고 발효가 후반기로 더 진행되면 항산화능력은 오히려 감소되었다.

항산화능력의 원인을 파악하기 위하여 환원력과 수소공여능을 조사하였다. 환원력은 발효가 진행되어도 큰 차이를 보이지 않았으나 수소공여능은 발효가 진행됨에 따라 점차 증가함으로서 김치의 항산화능력은 수소공여능을 가진 물질에서 기인되는 것으로 생각되었다.

나. 김치 중 식이섬유의 물리화학적 특성 파악

배추김치에서 즙을 모아서 여과한 여액에 ethanol을 가한 결과 길다란 수용성 섬

유가 다량으로 형성됨이 발견되었다. 이 수용성 섬유를 분리하여 분획하고 정성분석을 실시한 결과 starch나 cellulose가 아닌 hemicellulose계열로 추정되었다. 이 수용성 섬유는 ninhydrin시약에 대하여 약한 청색을 나타냄으로서 amino기를 갖고 있었고, anilin-diphenylamine시약에 반응을 나타냄으로서 환원당도 있고, pectin과 유사한 물질로 추정되었다. 오렌지에서 분리한 펙틴(pectin)과 비교할 때 김치에서 분리된 수용성 섬유는 점도에서 차이가 나타났다. 오렌지 펙틴은 점도가 높은 데 비하여 이 수용성 섬유는 점도가 낮았다. 점도법(Cannon-Fenske routine viscometer)에 의하여 분자량을 측정한 결과 김치의 수용성 섬유는 4,000 - 6,000 정도로 오렌지 펙틴의 약 1/3 정도 크기로 추정되었다.

김치를 구성하는 식이섬유에 의하여 나타나는 보수력과 젤형성능력을 조사하였다. 배추김치의 보수력은 줄기와 잎을 각각 분리하여 분석하였다. 발효된 배추김치에서 줄기(건조물) 1g당 물 7-9g을 보유하고 있었으며, 잎(건조물) 1g은 물 6-7g을 보유하고 있음으로서 줄기는 잎보다 더 보수력이 높았다. 원심분리에 의하여 분리되는 겉보기 물, 즉 씹을 때 입에서 느끼는 물도 줄기가 잎보다 더 많았다. 배추김치를 동결건조하여 분쇄한 후 증류수에 넣어 젤(gel)을 형성하는 능력(젤형성능)을 부피법과 중량법으로 측정하였다. 발효초기의 배추김치와 적숙기의 배추김치를 각각 시험하여 비교하였다. 배추김치의 젤형성능력은 부피법과 중량법 모두 발효가 진행되어 적숙기에 도달된 김치에서 젤형성능력은 더 증가되었다.

배추김치의 발효 중 보수력과 수용성 식이섬유의 추이, 그리고 pH와 산도를 조사한 결과 배추김치는 발효됨에 따라 줄기의 보수력은 점차 감소하여 최소치에 이르고 그 후 점차 보수력이 증가되었다. 잎의 보수력은 발효초기부터 거의 일정하였고 줄기의 보수력이 최소치에 이르는 지점이후에는 보수력이 증가되었다. 배추김치이외에 무김치(깍두기)에서도 조사하였다. 배추김치와 무김치(깍두기) 모두 수용성 식이섬유의 농도를 측정한 결과 발효기간 중 거의 일정한 농도를 유지하고 있었다. 배추김치의 경우 수용성 섬유는 적숙기로 발효된 배추김치의 즙 1g당 수용성 섬유는 8mg이 함유되어 있었다. 김치의 즙은 발효가 진행됨에 따라 증가되므로 수용성 식이섬유의 총량은 증가하였다.

다. 김치 중 항산화력과 식이섬유에 의한 품질향상

김치의 재료인 배추, 무, 마늘 등의 채소 약 50종을 수집하여 항산화력을 조사하였다. 항산화력은 수소공여능과 지방산 linoleic acid에 대한 항산화력, 그리고 지방인 대두유에 대한 항산화력 세 가지로 시험하였다. 무순, 쑥, 적겨자잎 등은 매우 높은 수소공여능을 나타내었고, 깻잎, 돗나물, 미나리 등도 높은 수소공여능을 나타내었다. 그리고 배추는 낮은 것으로 나타났다. 지방산 linoleic acid에 대하여 대부분 채소들은 항산화력을 나타내었다. 씀바귀, 도라지, 미나리 등은 높은 항산화력을 나타내었고, 무와 배추는 중간정도의 항산화력을 나타냈다. 대두유에 대하여 양송이, 느타리, 표고 등의 버섯류는 매우 높은 항산화력을 나타내었고, 달래, 돗나물, 생강 등도 높은 항산화력을 나타내었다. 그러나 배추, 고추, 파는 중간 정도의 항산화력을 나타내었다.

김치에 수용성 섬유를 강화하기 위하여 50여종의 채소에서 수용성 식이섬유을 측정하였다. 마늘이 가장 높게 나타났고, 알로에, 도라지, 알배기 등이 높은 것으로 나타났다. 그리고 배추, 무, 고추 등의 기존 김치재료는 낮은 것으로 나타났다.

항산화력과 수용성 식이섬유가 많은 재료를 일차 선발하고, 관능검사를 실시하여 이차 선발을 하였다. 이차 선발된 채소를 재료로 사용하고 수차례에 걸친 관능검사를 통하여 양념의 배합비율을 결정하였다. 그리고 개발된 양념으로 김치를 제조하였다. 이와 같은 방법으로 제조된 배추김치는 항산화력과 수용성 식이섬유가 강화되었고, 관능적으로도 적합하였다. 항산화력으로서 수소공여능를 조사한 결과 다시마양념김치는 전통배추김치에 비하여 수소공여능이 7배 증가되었고, 더덕양념김치는 15배 증가되었다. 이외에 미역양념김치, 우엉양념김치, 청경채양념김치, 케일양념김치 모두 증가되었다. 지방산 linoleic acid에 대한 항산화력도 다시마양념김치는 전통배추김치에 비하여 2.6배 증가되었고, 더덕양념김치는 4.5배 증가되었다. 수용성 식이섬유의 함량도 다시마양념김치는 전통배추김치보다 3배 증가되었고, 더덕양념김치는 5배 증가되었다. 이외의 미역양념김치, 우엉양념김치, 청경채양념김치, 케일양념김치 모두 수용성 식이섬유가 증가되었다.

배추김치의 저장성을 연장하기 위한 방법도 연구하였다. 절임배추를 염수에 침지하여 발효성 당을 제거하였다. 침지된 절임배추로 제조된 배추김치는 발효하는 동안 pH가 전통배추김치의 경우보다 더 늦게 저하되었고 산도의 생성속도는 더 늦어졌다.

따라서 침지된 절임배추에 항산화력과 수용성 식이섬유가 강화된 양념을 혼합하여 발효시킴으로서 저장성이 연장되고, 항산화력과 수용성식이섬유가 보강되고 관능적으로 적합한 배추김치를 제조할 수 있었다.

2. 외국인이 선호하는 김치와 김치가공식품의 개발

가. 일본이 선호하는 김치와 김치가공제품의 발굴

일본의 오사카, 쿄오또, 코베, 히메이지 지역에서 1998년 4-5월에 남자16명(15%), 여자89명(85%)을 대상으로 설문조사하였다. 일본인 대부분 김치를 한국음식으로 알고 있었고(93%), 대부분 김치를 좋아하였으며, 배추김치, 무김치, 오이김치 중 배추김치를 가장 좋아하였다(89%). 배추김치 중 흰 잎부분(57%)을 좋아하였으며, 발효 1-2일후의 약간 익은 김치(30.5%) 또는 발효3-4일후의 김치(26%)를 좋아하였다. 대부분은 김치를 먹고 있지만(74%), 김치를 담은 경험은 거의 없고(99%), 대부분 김치를 구입하고 있었다(92%). 슈퍼에서 구입할 경우 약 절반(55%)이 일본김치를 구입하고, 일본에서 만든 한국김치를 구입하는 경우는 34%이었고, 한국김치를 구입하는 경우는 11%이었다.

김치부재료 중 가장 좋아하는 것은 고추(33.3%), 무(33.1%), 마늘(23.8%), 파(21.9%)였으며 가장 싫어하는 부재료는 젓갈(29.5%), 마늘(23.9%), 부추(18.1%), 생강(16.2%)이었다. 마늘은 개인의 기호도가 크다. 일본에서 시판중인 김치에 대하여 개선할 점으로는 김치의 냄새(33%)가 가장 큰 문제점이었고, 그 다음은 가격이 저렴하고(27%), 숙성도가 일정하고(17%), 그리고 위생적(17%)이기를 희망하고 있었다. 장래 수출김치에 대하여 개선할 점이었다. 그리고 김치에 대하여 올바로 이해하도록 지속적인 홍보가 필요하였다.

일본인이 좋아하는 김치를 파악하기 위해 일본인 남녀 대학생 각각 5명씩을 대상으로 실험을 해본 결과, 남녀 모두 양념이 적은 것보다는 한국식으로 양념이 모두 첨가된 김치를 좋아하는 것으로 나타났다. 교토부립대학 식보건학과 식사학연구실에서 일본인의 기호를 고려하여 양념의 양을 한국김치와 동일한 양, 절반, 4분의 1, 20분의 1을 각각 넣어 김치를 만들고 20℃에서 발효시켜 7일간 관능검사를 실시한 결과, 양념이 한국식으로 모두 첨가된 김치를 좋아하였다. 특히 일본 여학생들은 남학

생보다 매운 맛과 김치냄새에 더 잘 적응했으며, 한국식 양념을 좋아하였다. 김치를 재료로 김치라면, 김치오꼬노미야끼(김치를 가미한 일종의 튀김), 김치전, 김치찌개, 김치김밥을 일본인의 식성과 음식문화에 맞게 조리, 일본인 대학생 남녀 각각 5명에게 시식을 시킨 결과 시식 대학생들은 각 식품의 외관과 향기는 차이가 없으나 맛에는 차이가 있어 김치라면이 가장 맛있다고 했고 다음으로 김치찌개, 김치김밥, 김치전, 김치오꼬노미야끼, 김치만두 순으로 선호도를 보였다. 특히 남자 대학생들은 김치라면과 김치김밥을, 여자 대학생은 김치라면과 김치찌개를 좋아하는 것으로 나타났다.

나. 미국인이 선호하는 김치와 김치가공제품의 발굴

김치에 대한 미국인의 인식조사는 미국인 남녀 20명을 대상으로 예비조사를 실시한 다음 수정 보완하여 미국 Indiana University (Bloomington, IN, USA) 학생 3백55명을 대상으로 1999년 2-3월에 조사했다. 김치의 국적에 대해서는 약 절반(48%)은 한국이라고 응답했으며, 일본(14%), 중국(6%)이라고 대답한 사람도 있었고, 응답하지 않은 사람(33%)도 있었다. '김치'라는 식품을 알고 있는 사람은 절반이상(56%)이었다. 김치를 먹어 본 경험이 있는 사람은 40%였으며 김치를 이용한 식품을 먹어 본 사람은 27%뿐이었다. 김치를 처음 먹었던 곳은 한국(23%), 미국(10%), 일본(4%)이라고 응답했고, 응답하지 않은 사람은 60%였다. 김치를 처음 먹었던 장소는 가정(17%)과 식당(17%)이라고 응답했다. 응답자들은 김치는 영양이 우수하고, 질병예방 효과가 있고, 미용식품이고, 기호식품이며, 저장성이 좋은 식품이고, 스테미너 식품이라는 등 10개 항목에 대하여 긍정적으로 응답하였다. '김치는 술안주다'와 '너무 매워 위에 부담을 주는 식품이다'를 제외하고는 긍정적인 평가를 나타냄으로서 정확히 인식하고 있음을 알 수 있었다. 이는 앞으로 김치수출에 매우 긍정적인 전망을 보여주는 것이라 할 수 있다.

미국인이 선호하는 김치를 파악하기 위해 여러 가지 맛의 김치를 제조하여 미국인 10명에게 시식시키고 기호도를 조사했다. 아울러 동일한 김치에 대하여 한국인 남녀유학생 10명에게 관능검사를 실시, 미국인의 기호도와 비교했다. 한국산 천일염으로 만든 염도 16%의 소금물에 2백g의 배추를 절인 후 두 번 헹구어 물기를 빼고 양념을 하여 배추김치를 제조했다. 미국대학생의 경우 배추를 3시간 절인 후 고춧가루,

마늘, 젓갈이 적은 김치를 가장 좋아했다. 저장기간에 따른 김치의 기호도를 조사한 결과 미국인들은 약한 양념으로 김치를 담고 실온에서 저장 1일째에 기호도가 가장 높았으며 저장기간이 길어질수록 기호도가 낮아졌다. 이것은 미국인이 평소에 채소를 샐러드 등으로 먹는 식습관 탓으로 절이는 채소식품에는 익숙하지 않기 때문인 것으로 보였다. 김치이용식품을 만들고 관능검사(7점법)한 결과 김치만두는 5.90, 김치볶음밥은 5.60, 햄버거는 5.60, 닭튀김은 5.30, 김치라면은 5.00의 순으로 매우 높은 성적을 얻었다. 미국에서의 김치가공식품의 전망은 매우 밝은 편이었다.

다. 중국인이 선호하는 김치와 김치가공 제품의 발굴

중국인의 김치에 대한 인식 및 기호도를 중국 북경대학 남녀 대학생 600여명을 대상으로 2000년 5월 25일부터 6월 15일까지 조사하였다. 조사대상자의 대부분이 김치를 알고 있었으며(79.9%), 일부는 김치를 모르고 있었다(20.1%). 김치의 국적에 대하여 절반은 한국으로 알고 있었고(51.4%), 중국(17.5%), 일본(9.2%)으로 알고 있는 사람도 있었다. 김치를 시식한 경험이 있는 사람은 절반이상(63.4%) 이었으며 이중 일부(35.4%)는 김치를 이용한 음식을 먹어보았다고 하였다. 김치를 먹은 나라는 중국(49.5%), 한국(14.5%), 일본(2.7%)으로 응답하였다. 좋아하는 김치로는 배추김치(40.8%)를 가장 좋아하였고 무김치(30.6%), 오이김치(22.8%), 부추김치(3.2%)순 이였다. 배추김치 중 줄기를 가장 좋아하였다(40.8%). 김치를 처음 본 인상은 매우좋다(12.6%), 좋다(31%), 보통(39.4%)으로 응답하였다. 그러나 김치를 먹은 후 인상은 좋다(44.5%), 매우 좋다(22.6%)로서 2/3이상이 김치를 먹어 본 후 더 좋아하는 것으로 나타나서 김치를 먹을 수 있는 기회를 확대할 필요가 있었다. 김치에 대한 인식으로서 '밥과 먹는 반찬이다', '영양이 우수한 건강식품이다', '기호식품이다', '경제적인 식품이다'의 순으로 인식하였다. 성별에 따른 김치의 인식은 대체로 여자가 남자보다 더 높게 인식하였다.

여러 가지의 김치를 만들어 북경대학교 대학생 남녀 각각 6명씩 12명에 대하여 관능검사를 실시하여 좋아하는 김치를 조사 조사하였다. 실온 2일째와 실온 5일 발효된 김치를 선호하는 경향을 보였고, 냉장된 김치는 저장기간이 경과하여도 모두 좋다고 평가하였다. 고춧가루에 의한 영향은 큰 특별한 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 지역에 따른 것으로 생각되었다. 그리고 중국의 독특한 향채인 샹차이를 첨가

한 김치와 양파즙을 첨가한 김치도 좋아하였다. 김치이용식품으로서 뚱차이와 훈둔을 응용한 김치는 선호도가 월등하게 높게 나타났으며, 김치볶음밥, 김치라면도 높은 선호도를 나타내었다. 일반적으로 중국사람들이 잘 먹는 돼지고기에 김치를 적당히 넣은 식품이 매우 쉽게 선호되고 있고 이를 이용하면 김치의 수출에도 도움이 될 것으로 생각되었다.

3. 김치의 저염화기술 개발

가. 저염김치발효의 미생물 분리 및 발효 특성

무 물김치와 배추 물김치, 배추김치 3종을 염도 0.2 - 3.0%로 조정하였고, 온도 4 - 25℃에서 발효시키고 김치의 발효 정도의 지표로 pH와 산도, 총비타민 C 함량과 텍스쳐를 측정하였고, 김치 중 미생물균총의 변화를 조사하였다. 또한 김치의 염도에 따른 관능평가를 실시하였다. 일반적으로 식염농도가 낮을 수록 pH는 빨리 감소하는 경향을 보였다. 발효온도가 높을수록 pH의 속도가 빨랐다. 15℃발효의 경우 염도 2.5%, 2.0%, 1.5%, 1.0%는 5일, 3.0%에서는 발효 6일경 숙성적기의 pH에 도달하였다. *Leuconostoc*은 염도 1.0%에서 생육이 가장 활발하였고, *Latobacillus*도 식염1-2%에서 생육이 더 활발하였다. 젖산균들 모두 식염 0 - 3%보다는 1.0%에서 더 잘 증식하는 것으로 생각되었다. 대장균은 김치가 발효됨에 따라 점차 감소하는 데 4℃의 경우 염도 1.0%에서 가장 빠르게 감소되었고, 그 다음 염도 0, 0.2, 3.0%순이었다. Gram(-)균수는 염도 3%의 김치에서 다른 염도보다 가장 적었고, 또한 가장 빠르게 감소되었다(4℃, 15℃, 25℃). 대장균과 Gram(-)균이 발효됨에 따라 감소하는 것은 발효과정중 산도, bateriocin 등이 대장균의 성장을 억제하는 것이며 식염이 젖산균의 성장에 영향을 미치고, 젖산균의 발효산물과 식염자체에 의하여 대장균과 Gram(-)균이 억제되는 것 같다.

배추 김치의 향에 대한 특성은 신내, 풋내, 새콤한 냄새(잘익은 냄새)로 구분, 평가하여 풋내와 새콤한 냄새에서 시료간에 유의적인 차이를 보였다. 배추김치의 맛에 대한 특성인 신맛, 덜익은 맛, 새콤한 맛에 대해서는 새콤한 맛에서 시료간 유의적인 차이를 보였다. 풋내의 경우 염도 0.2, 0.5, 1.0, 2.5% 김치가 각각 2.8점, 2.2점, 1.4점, 1.2점을 나타내어 염도가 낮을수록 김치의 풋내가 강했고, 새콤한 냄새는 약해졌

다. 염도가 높을수록 새콤한 냄새와 새콤한 맛이 강해졌다. 단단한 조직감과 아작아작한 조직감은 염도에 따라 차이가 없었다. 전반적인 기호도면에서 염도 1.0% 김치가 가장 우수하였다.

나. 식염대체물질에 의한 김치의 발효특성

식염대체물질로 가능성이 높은 염화칼륨(KCl)과 L-lysine, glutamic acid, succinic acid 등을 조미료로 첨가하여 관능적으로 우수한 식염대체물질을 선발하였다. 일반 식염(NaCl)을 대조구(control)로 하고 식염대체물질로 김치를 각각 제조하여 pH, 산도, 총균수, 젖산균수, 효모를 각각 측정한 결과 식염대체물질로 제조한 김치 11종류 모두 pH, 산도에서 대조군(NaCl 2.5%)과 큰 차이를 보이지 않았으며, 총균수, 젖산균수, 효모도 식염대체물질의 김치(식염대체김치)가 대조군과 큰 차이를 보이지 않았다. 관능평가에서는 시료간 차이가 없었으나 질감에서 식염대체물질 김치가 약간 높은 점수를 보였다. 발효 정도에 차이를 보이지 않았으므로 관능검사 중 전반적인 기호도면에서 비교적 높은 값을 보인 처리구를 식염대체물질로 선발하였다. 식염대체물질로 김치를 제조하여 관능적으로 우수한 김치를 선발하여 alcohol과 adipic acid, citric acid, acetic acid 3종의 유기산을 첨가하여 그 보존성을 검토하였다. 식염대체물질에 alcohol을 2.0% 또는 5.0%로 첨가하고, adipic acid, citric acid, acetic acid를 0.1% 첨가, alcohol 2.0%에 adipic acid와 acetic acid를 각각 0.1% 첨가하여 비교하였다. 유기산 단독 첨가시는 pH 저하효과는 크지 않았다. Citric acid는 대조군보다 발효지연효과가 크지 않았으나 alcohol(2.0%)과 유기산(0.1%)의 혼합 첨가하면 지연효과가 크게 나타났다.

다. 다양한 저염김치의 실용적 제조방법 개발

저염김치로서 맛김치, 통배추김치, 열무김치, 동치미의 제조방법을 연구하였다. 저염 김치의 저장성을 연장하는 방안을 조사하였다. 발효 후반기까지 산도 증가를 억제시키기 위해 대체염 중 효과가 우수했던 대체염(NaCl, KCl, MgSO4, CaSO4, glutamic acid와 glutamic acid로 구성된 대체염)에 alcohol과 adipic acid를 첨가하여 김치를 제조하였다. 이 대체염에 alcohol 2%와 adipic acid 0.1%를 각각 단독 처리한 경우는 대조군과 비슷한 수준으로 산도증가를 억제시켰고, alcohol과 adipic acid를 혼합하여

처리한 경우는 발효지연효과가 더 상승되었다.

저염 김치의 보존성 향상을 위해 절임 단계에서 40와 60℃로 열처리를 한 후 alcohol과 adipic acid를 첨가하여 보존성을 조사하였다. 맛김치, 통배추김치, 동치미는 열처리와 첨가제 병행 처리시 대조군에 비해 발효 지연효과가 뚜렷하였고, 40℃ 열처리 보다 60℃ 열처리시가 발효 지연효과가 더 우수하였으며, 첨가제와 열처리를 한 경우 alcohol 2.0% 첨가는 발효 지연효과가 없었으나, adipic acid 0.1%와 alcohol 2.0% 와 adipic acid 0.1% 병행 처리시는 발효 지연효과가 우수하였다. 열수 절임이 김치 조직의 질감에 어떠한 영향을 주는지 관능검사를 통하여 조사하였다. 통배추의 경우 짠맛, 이미, 기호도에서 유의적인 차이를 보였고, 열무김치의 경우는 쓴맛, 이미, 신맛, 기호도에서 유의적인 차이를 보여 열수 절임이 김치의 질감에는 영향을 주지 않는 것으로 평가되었다. 통배추 김치, 열무 김치 모두에서 이미의 경우 alcohol 2% 단독 첨가한 김치에서 이미가 강하게 평가되어 유기산 단독 사용이나 유기산과 혼합사용이 더 바람직하다고 생각되었다. 전반적인 기호도에서 통배추 김치의 경우 대조군 > 40℃, adipic acid 0.1% > 대체염 No.10 > 60℃ adipic acid 0.1% 김치 순으로 나타났고, 열무김치의 경우는 대조군 > 60℃ 대체염 > 40℃ adipic acid 0.1% > 대체염 > 40℃ 대체염의 순으로 나타났다.

4. 활용에 대한 건의

본 과제에서 얻어진 결과는 다음과 같이 활용할 수 있다.

가. 항산화력과 수용성 식이섬유의 강화에 의한 품질이 향상된 김치를 개발함으로서 소비자의 요구를 만족시키고, 김치산업체에 기술을 전수함으로서 기술발전에 활용할 수 있다.

나. 학술발표를 통하여 홍보함으로서 김치를 포함한 채소중의 항산화력과 수용성 식이섬유를 간편하게 분석하는 데 활용할 수 있다.

다. 일본과 미국, 중국인이 선호하는 김치와 김치이용식품이 파악됨으로서 장래 이 지역의 수출촉진에 활용할 수 있다.

라. 저염 맛김치, 배추김치 이외에 다양한 저염김치류의 제조에 활용할 수 있다.

마. 저염 김치는 심장병, 신장병, 간장병, 고혈압 환자 등의 나트륨을 제한하여야 하는 환자들의 식사에 활용할 수 있다.

바. 건강에 유익한 새로운 김치를 국민에 보급하는 데 활용할 수 있고 나아가 김치 세계화에 활용할 수 있다.

제 4 절 주요 연구실적 및 성과

1. 특허출원 : 1건

- 김영진, 박완수 : 저장기간이 연장되고 항산화력과 수용성 식이섬유가 강화된 배추김치 및 그 제조방법, 대한민국 (2000. 9. 발명특허출원)

2. 논문 발표 : 8건

- Han, J.S., Kim M.S., Choi Y.H., Oh O.H., Han G.P., Kim Y.J. Lee Y.J., Otani K. Minamide T. : Study of Japanese Perception and Preference for Korean Kimchi, The 10th Biennial International Congress of Asian Regional Association for Home Economics, 요꼬하마, 일본 (1999. 8. 16)
- 한재숙 : 일본의 김치- 한국의 김치. 일본 경도부립대학교 학술진흥회 연구교류, 쿄오또, 일본 (2000. 2. 25)
- 한영숙, 오지영 : 염농도와 발효 온도가 물김치의 발효 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회, 춘계학술발표대회, (1998. 5. 30)
- 김영진, 이이영, 구경형: 고추가 배추김치의 pH, 산도, 미생물증식에 미치는 영향, 한국식품과학회 춘계학술발표대회 (1998. 5. 30)
- 김영진, 박완수 : 김치와 깍두기중의 알콜불용물질의 추이, 한국식품과학회 추계학술발표 대회 (1999. 10)

- 김영진, 고미경, 박완수 : 김치원료의 수소공여능과 linoleic acid와 대두유에 대한 항산화력 조사 한국식품과학회 춘계학술발표 대회 (2000. 5)
- 김영진, 고미경, 박완수 : 봄배추와 월동배추의 수분 및 절임전후의 환원당함량, 절임수율의 비교. 한국식품과학회 춘계학술발표 대회 (2000. 5)
- 김영진, 고미경, 박완수 : 염수와 에탄올침지에의한 배추김치의 저장성 연장. 한국식품과학회 추계학술발표 대회 (2000. 10 예정)

3. 논문 게제 : 12건

- Han, J.S., Kim M.S., Choi Y.H., Oh O.H., Han G.P., Kim Y.J. Lee Y.J., Otani K. Minamide T. : A Study Japanese University Students' Perception and Preference for Korean Kimchi, ARAHE, 1999: 6(8) 120-121 (국외)
- 한재숙, 최영희, 김영진, 김태선, 한준표, 南出隆久, 岡佐智子, 小枫 : 김치에 대한 일본인의 인식 및 기호도 조사, 한국조리과학회지 1999: 15(1): 42-49
- 한재숙, 김명선, 김영진, 최영희, 이신정, 大谷貴美子, 南出隆久, 허성미 : 김치 및 김치이용음식에 대한 일본대학생의 기호도 조사, 한국조리과학회지 1999: 15(4): 388-394
- 오지영, 한영숙, 김영진 : 저염 물김치의 미생물 균총 특성, 한국식품과학회지 1999: 31(2): 502-508
- 한재숙, 김수연, 서봉순, 김영진 : 미국 남녀 대학생의 김치에 대한 인식 및 기호도 조사. 대한가정학회지 2000: 38(5) : 167-177
- 오지영, 한영숙 : 염농도 및 발효 온도가 물김치의 품질 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 31(2):421-426 (1999)
- 한재숙, 김수연, 서봉순, 김영진, 미국 남녀 대학생의 김치에 대한 인식 및 기호도 조사, 대한가정학회지, 38(5), 167-177, 2000
- 김영진, 고미경, 박완수 : 김치원료의 수소공여능과 linoleic acid와 대두유에 대한 항산화력 조사 한국식품과학회 (투고예정)
- 김영진, 고미경, 박완수 : 염수와 에탄올 침지에 의한 배추김치의 저장성 연장. 한국식품과학회 (투고예정)
- 김도희, 한영숙 : 에탄올과 유기산 첨가가 물김치의 품질과 미생물 생육에 미치는

영향. 한국식품과학회 (투고예정)

- 오지영, 한영숙 : 대체염을 이용한 저염김치의 제조. 조리과학회 (투고예정)
- 오지영, 한영숙 : 첨가제와 염수처리가 저염 김치의 보존성에 미치는 영향. 조리과학회 (투고예정)

4. 정책지원 : 2건

- 구경형 : 김치 캐릭터 개발 자문 위원회 자문. 농수산물유통공사 수출컨설팅실 ('00.2.25)
- 김영진 : 일본지역이외의 김치수출확대 방안에 대한 농림부 김치수출촉진대책 회의 참석. 농림부 식품산업과('99.10.26)

5. 홍보 : 15건

- KBS TV, 무엇이든 물어보세요 "약인가 독인가 - 소금과 건강". 소금의 종류, 용도, 저염김치 소개 (김영진; '00.2.10)
- 한재숙 : 일본의 김치-한국의 김치 (한일식문화의 비교연구) 일본 경도부대 홍보 105호 p5-6 ('00.7.)
- 김영진 : 일본인의 김치선호도 설문조사, 농수산물 수출입뉴스 114호, 농림부, 농수산물 유통공사 (1999. 8. 13)
- 김영진 : 미국인의 김치선호도 설문조사, 농수산물 수출입뉴스 133호, 농림부 농수산물 유통공사 (1999. 10. 22)
- 김영진 : National Healthy Food Kimchi, Korea AgraFood, 1999: 8:15-17, 농림부 농수산물 유통공사
- 김영진 : Kimchi is a Healthy Food as a source of Nutrition. Korea AgraFood, 1999:11:17-18 농림부 농수산물유통공사
- 김영진 : 김치 70문70답 다이제스트, 농정과 자치 1999: 겨울호 pp.176-185
- MBC TV 교양제작국 : 김치의 생리활성효능 및 일본인이 선호하는 김치 (김영진; '99.12.10)
- SBS 모닝와이드 방영: 김치의 항암효과 (김영진; '99.11.8)
- SBS "출발모닝와이드": 김치의 항암효과(김영진; '00.10.13)

- KBS 라디오 생방송 "건강 365일": 김치, 배추, 무의 항암효과 (김영진: '00.5.16, 11:00)
- 월간 식품산업: 김치의 항암효과 (김영진: '00.5.17)
- 농민신문: 김치의 항암효과(김영진: '00.5.17)
- 농수산물 수출입뉴스 제133호: 미국인이 선호하는 김치(김영진: '99.10.22)
- 연합통신: 미국인의 김치 기호도 (김영진: '99.10.24)

6. 학위논문 : 2건

- 김수연, 한재숙 : 김치에 대한 미국인의 인식 및 기호도 조사, 영남대학교 대학원 석사 학위 논문 (1999)
- 김도희, 한영숙 : 에탄올 및 유기산 첨가가 김치의 품질 및 저장성에 미치는 영향, 성신여대 대학원 석사학위논문 (1999)

여 백

제 5 장 김치를 이용한 sauce와 seasoning/mix의 소재개발과 이의 응용 기술 개발

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

김치의 소비촉진 및 세계화를 최종 목표로 김치 숙성별 맛과 향의 특성을 연구하여 표준화된 김치를 이용한 sauce 및 seasoning/mix를 개발하였다. 이 새로운 향신소재는 저장 중 품질 변화등으로 인한 산업화의 난점을 해소하고 기존의 김치개념의 차원을 넘어, 보다 다양한 맛과 향을 가지는 향신료인 김치의 2차 가공품을 개발하고자 한다. 이는 한국의 김치가 가지고 있는 전통적인 맛과 향을 유지하면서 부식의 개념을 넘어서, 다양한 용도로 식품에 적용시킬 수 있고, 김치의 수출 확대, 김치를 이용한 향신료 시장의 확대가 기대된다.

제 2 절 연구개발 내용 및 범위

1. 김치 제조의 표준화

주·부재료 배합비가 다른 5종류의 김치를 제조하여 이화학적 특성과 맛, 향 및 숙성도에 대한 관능평가를 통해 그 중 우수한 한 종류의 김치 배합비를 선정하고, 원재료의 청정화, 염절임 공정, 젓갈과 고춧가루 선정, 발효와 숙성 조건을 최적화하여, 김치 sauce 및 seaoning/mix 제조를 위한 김치제조공정을 표준화하였다.

2. 김치의 관능적, 이화학적, 영양적 평가 기준 설정

김치의 pH, 산도, 저장일수를 통해 숙성단계를 미숙, 적숙, 과숙의 3단계로 분류하고, 각 숙성단계별 김치의 이화학적, 영양적 분석을 하였다.

3. 김치 sauce 및 seasoning/mix 관련기술 확보

Sauce 및 seasoning/mix 문헌조사 및 관련제품수집을 통해 여러 sauce 및 seasoning / mix의 원료 조성비를 고찰하였다.

4. 표준화 김치를 이용한 숙성단계별 김치 sauce 및 seasoning/mix 제조

- 숙성단계별 김치를 이용하여 김치 slurry제조법 선정, 재료 선정 및 이들 구성 배합비를 달리한 3가지 소스를 제조하였다.
- *Kimchi* seasoning/mix제품을 위해 김치 powder제조를 동결, 진공, 열풍건조를 실시하여 이화학적, 영양적 특성을 비교하였다.

5. 김치 sauce, seasoning/mix의 가공품목선정

김치 sauce와 seasoning/mix의 사용 용도를 다양화하여 구체화시키고 적용할 가공식품을 제시하였다.

6. 산업화 품목의 가공공정 확립

소비자 기호도(선호도) 조사를 통해 최종 산업화 품목으로 Dipping & salad *kimchi* sauce (DS), *kimchi* spaghetti sauce (SS), *kimchi* seasoning/mix (KS)를 선정하고 이들의 재료 배합비 및 제조공정을 최종 확정하였다. 최종 산업화 품목에 대한 일반성분, 향기성분, 저장안정성을 분석, 검토하였으며 유통기한을 예측하였다.

7. 최종 산업화제품의 시장성 조사 및 scale-up

최종 산업화 제품의 소비자 기호도 조사와 경제분석을 하였고, 이들 제품의 공장상의 scale-up을 행하였다.

제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 김치의 관능적 특성의 주된 인자인 염절임 공정, 젓갈과 고춧가루의 선정, 발효와 숙성조건을 최적화하여 김치 제조를 표준화하였다. 먼저, 젓갈 선별을 위해 멸치, 새우, 까나리, 이를 혼합하여 김치를 제조하여, 관능평가를 통해 젓갈을 선정하였고 (멸치:까나리 1:1), 고춧가루는 sieve shaker를 이용해 particle size로 선별하여 색도와 capsaicin 변화를 살펴보아 균일한 색도 및 매운맛을 갖는 고춧가루를 선별했으며(10-30 mesh), 배추의 염절임 공정은 염수농도별 절임 시간 측정과, 그때의 경도 및 관능평가를 통해 최적 염절임 공정을 선택하였다(10%염수용액에서 20 hr). 온도 및 숙성기간별 pH와 산도를 측정하여 발효 숙성조건으로 15℃에서 40 hr 발효후 4℃에서 저장하는 방법을 택했고, 위생적인 김치제조를 위해 재료, 사용용기를 상업용 세척제로 세척하였으며 젓갈은 autoclaving하였다. 위와 같이 표준화한 김치제조와 예비 실험을 통해 재료 종류 및 배합비를 달리한 5종류의 김치를 제조하였다.

2. 김치 5종류을 제조하고 각 종류별로 관능적, 이화학적, 영양적 평가를 통해 2종류의 김치를 선별한 다음 최종적으로 비용면을 고려하여 한 종류의 김치를 sauce 및 seasoning /mix 제조용 김치로 선정했다. 선별된 김치를 숙성시키면서 이화학적인 평가(염도, pH, 산도, 색도 측정), 영양적 평가(비타민 C, 환원당 및 유기산 측정) 및 맛, 향, 색, 질감, 숙성도의 5개 항목에 대한 관능평가를 실시한 결과 숙성단계별 평가기준을 pH, 산도 저장일수로 설정하고 숙성단계별 김치의 이화학적, 영양적 평가를 하였다..

3. 녹즙기, 과일 쥬스기, 믹서기를 이용한 3가지 방법으로 착즙하고 이중 김치즙 수율과 고형분 함량이 높은 믹서를 이용한 slurry제조법을 선정하였다. 예비실험을 통하여 sauce제조를 위한 주·부재료들을 선정하고 이를 이용해 김치 숙성별로 부재료 및 구성배합비를 달리한 3종류의 김치sauce를 제조하였다(Fresh *kimchi* sauce FS, Ripened *kimchi* sauce RS , Over-ripened *kimchi* sauce OS). 또 제조된 김치 sauce의 이화학적, 영양적 성분을 분석하였다.

4. 동결건조를 한 김치 powder는 김치 향을 유지할 수 있었으나, 흡습성이 높고 시간과 비용이 많이 들었고 진공건조는 부용제의 첨가에 의해 색, 맛이 다른 건조조건들과 많은 차이가 났으며, 열풍건조는 건조조건에 따라 색과 향의 변화를 보였으나 경제적 효율이 높았으며 70℃ 열풍건조시 다른 건조법에 비해 본래 김치성분, 향, 색의 변화가 적었기 때문에 70℃ 열풍건조를 선택하였고 3가지 숙성별 powder에서는 성분의 차이를 보여 모두 이용하기로 했다. 예비실험을 통해 숙성단계별로 제조된 김치 powder에 다양한 부재료를 첨가하여 숙성단계별로 배합비를 달리한 9개의 seasoning/mix(FKS1, FKS2, FKS3/RKS1, RKS2, RKS3/OKS1, OKS2, OKS3)를 제조하여 관능평가를 실시하였다. 관능평가를 실시한 결과 맛, 색, 향, 전체적인 기호도의 점수가 높은 군 ripened *kimchi* seasoning /mix(RKS2)를 선택하였다.

5. 김치 sauce의 산업화를 위해 가열처리조건설정과 열처리 후 제품의 안정성검토를 하였는데 RS, OS의 저장성이 FS에 비해 우수하였기 때문에 선택하였다. RKS의 경우는 관능평가를 통해 ripened *kimchi* powder를 이용한 seasoning/mix가 우수하여 새로운 개념의 조미료의 가능성을 제시하였다.

김치 sauce의 예비 소비자 기호도 조사 결과 김치 sauce 제품이 출시될 때 70%가 구입할 의사가 있다고 했으며, Seasoning/mix의 경우 66%가 김치seasoning/mix를 구매할 의사가 있다고 응답했다. 50%이상이 맵고 신맛이 나며, 적갈색의 김치 소스를 원한다고 하였다. 내용량 500g 소스의 적정가격은 2,500원, 5 g×10봉의 김치 seasoning/mix의 적정가격을 1000~1500원이라고 응답하였다. 김치를 이용한 sauce의 활용방향 선호도를 묻는 질문에서는 RS(40%)와 OS(45%)순으로 상품화 가능성이 있음을 나타내었다. 소비자 기호도 조사를 통해 RS는 dipping sauce, salad dressing, spread sauce의 용도로 OS는 spaghetti, condiment, filling, topping sauce로 선정하였다.

6. 예측된 유통기한은 DS, SS의 경우 각각 17℃에서 96.67일, 155.55일, 27℃에서 58.94일, 95.59일, 37℃에서 35.94일, 55일이었으며, Q_{10} value는 1.64, 1.68이었고 KS의 경우 27℃ 62.74주 37℃ 18.5주 47℃ 5.4주 Q_{10} value는 3.38로 나타났다. DS와 SS의 이화학적(염도, pH, 산도, 색도 가용성 고형분 함량), 영양(수분, 조단백, 조지방, 무기질 ,비타민 및 식이섬유소)분석 및 향미 성분 분석(유기산, 유리당, 휘발성 향기

성분)을 연구한 결과 DS ,SS 각각은 염도 2.13, 2.97%, pH 3.70, 3.91, 산도 1.9, 0.92, 색도L value 54.35, 34.91, a value 12.61 14.36, b value 41.44, 18.90, 가용성 고형분 함량 19.0%, 17.0% 이었다. 일반성분은 DS, SS 각각 수분 77.1, 81.3%, 조단백1.70, 1.62%, 조지방 5.9, 0.95 g%였고, 무기질은 K 315.97, 475.37 mg%, P 41.73, 44.10 mg%, Na 907.25, 690.54 mg%, Ca 28.53, 29.28 mg%, Fe 0.9, 0.71 mg%, 수용성비타민은 Vit. B_1 0.08, 0.46 mg%, Vit. B_2 0.045, 0.015 mg%, Vit. B_6 0.073, 0.07 mg%, nicotinic acid 0.049, 1.27 mg%, nicotinic amide 0.077, 0.86 mg% Vit. C 0, 2.14 mg%등이었고 식이섬유소는 2.58, 3.21 g%였다. 향미성분으로 유기산은 DS, SS 각각 citric acid 10.96, 58.12 mg%, malic acid 117.89, 113.64 mg%, succinic acid 7.33, 2.18 mg%, lactic acid 52.25, 253.84 mg%, fumaric acid 0, 0.022 mg%, acetic acid 175.6, 33.09 mg% 등이었고 총당 12.89, 12.7, 유리당은 fructose 0.13, 0.37 g%, glucose 0.24, 0.47 g%, sucrose 7.08, 2.52 g%, maltose 0, 0.45 g% 이었다. 향기성분은 각각 43개, 48개 성분이 검출되었고 이들은 alcohols, aldehydes, esters, acids, ketones, hydrocarbons, terpenoids, sulfides 외 기타성분들이었다. 최종 산업 품목인 DS, SS, KS의 일반성분, 영양성분, 향미 성분 등을 분석하여 제품 개발 시 품질 평가가 가능하도록 하였다.

Kimchi sauce는 내용량 500 g을 유리병에, *kimchi* seasoning/mix는 0.11 mm의 AL/PE 적층 필름에 포장하였다.

7. 예상판매가격은 DS, SS, KS 각각 2500원/500 g, 1900원/500 g, 1500원/50 g이었고 최종 제품에 대한 소비자 기호도 조사를 한 결과 맛, 향, 색, 전체적인 기호도에서 우수하였다.

8. DS는 튀김 육류(nugget)의 dipping sauce용으로 개발되었으나 빵, 샌드위치 등의 filling으로도 적용되며, salad sauce로 적용 등 다양한 용도의 활용이 가능하여 앞으로 fast food점이나 fusion food에 접목시킬 수 있는 향신 소재로의 개발이 기대된다. SS는 이탈리안 음식뿐만 아니라 한국음식과의 활용도 기대된다.

Kimchi seasoning/mix(KS)는 볶음밥, 김치 만두속의 조미료와 barbecue seasoning 등으로 활용되며 앞으로 chilli powder, cheese powder 등에 대용할 수 있는 seasoning 및 조미료로의 활용이 전망된다.

제 4 절 주요연구 실적 및 성과

1. 특허출원 : 1건

- 김치 sauce로 특허 출원 중

2. 학술 발표 : 10건

- 이옥경, 손연경, 김철재 : 김치 sauce 개발을 위한 김치의 제조. '98년 한국식품과학회 추계발표.
- 이옥경, 손연경, 김철재 : 숙성별 김치의 이화학적, 관능적 특성. '98년 한국식품과학회 추계발표
- 손연경, 이옥경, 김철재 : 김치즙의 저온살균이 품질 특성 미치는 영향. '98년 한국식품과학회 추계발표
- 이옥경, 김민정, 손연경, 김철재 : 김치 숙성단계별 sauce의 제조개발. 2000년 한국식품과학회 추계발표 예정
- 이옥경, 김민정, 김주현, 신승미, 김철재, 김일환 : 김치 sauce 및 powder의 용도개발에 관한 연구. 2000년 한국식품과학회 추계발표 예정
- 이옥경, 김민정, 김주현, 김철재 : 김치 sauce의 이화학적, 영양학적 분석 및 향미성분에 관한 연구. 2000년 한국식품과학회 추계발표 예정
- 이옥경, 김민정, 김철재 : Dipping & salad sauce의 개발과 유효기간 설정. 2000년 한국식품과학회 추계발표 예정
- 김민정, 이옥경, 김철재 : 김치를 이용한 스파게티 소스의 개발과 유통기한의 설정. 2000년 한국식품과학회 추계발표 예정
- 김주현, 신승미, 김철재, 김일환 : *Kimchi* seasoning/mix의 제조 및 유통기간 설정. 2000년 한국식품과학회 추계발표 예정
- 신승미, 김일환, 김주현, 김철재 : 김치 powder seasoning/mix 개발을 위한 김치 powder 제조. 2000년 한국식품과학회 추계발표예정

3. 학위 논문 : 2건

- 손연경 : 김치즙의 저온살균이 품질특성과 저장성에 미치는 영향. 숙명여자대학교 석사학위 논문(1998)
- 박사학위 논문 1편, 석사학위 논문 2편 발표 예정

여 백

제 6 장 김치숙성중 미량성분의 생성 및 분해기작 구명에 의한 품질개선 연구

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구는 김치의 본질적인 목적 기초연구를 통해 숙성중에 생성되는 모든 극미량 성분을 분리 동정하여 김치의 맛과 향기성분의 실체를 구명하며 이들의 전이과정을 추적하여 김치의 발효과정을 식품화학적인 차원에서 이해하고 최종적으로는 김치 맛을 주도하는 물질의 실체를 구명하여 이 맛성분의 생성을 촉진할 수 있는 발효를 유도하여 품질개선에 필요한 기초기술을 개발하는 데 있다. 또한 이제까지 식품위생학적으로 가장 문제가 되고 있는 니트로소아민의 생성 여부를 분석하고 만일 생성이 될 경우 생성반응을 억제하여 위생적인 김치를 가공할 수 있는 방안을 강구하는데 있다. 아울러 김치의 우수성을 구명하기 위해 기능성 물질을 탐색하여 기능성물질의 생성을 강화하기 위한 가공법을 개발하여 기능성과 안전성을 통한 품질개선에 연구목적이 있다.

제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

1. 김치의 향기 및 맛성분의 정밀 분석

- 휘발성 향기성분
- 비휘발성 정미성분
- 극미량 성분의 분리동정

2. 김치 이미 이취 물질 분리

- 김치 쓴맛 실체 구명

3. 김치 모델 시스템 개발

- 김치 발효조건 연구용 모델 시스템 개발
- 김치 모델 시스템의 방사선살균 조건 설정

4. 향미성분과 극미량 성분의 분해 및 생성경로 추적

- 안정 동위원소를 이용한 향미 및 미량성분의 분해 및 생성경로 추적

5. 김치 기능성 물질 탐색

- 기능성 다당류의 검출

6. 니트로조아민 분석

- 휘발성 니트로조아민류 분석
- 니트로조아민 생성억제법 연구

7. 김치 발효 균주별 향미 성분의 변화 분석

- 김치 모델 시스템에 의한 발효균주별 향미성분의 변화 분석

8. 김치 스타터를 이용한 실증시험

- 발효 균주의 무균접종: 발효균주별 향미성분의 차이를 분석하여 최적 생산조건 설정

제 3 절 연구개발의 결과 및 활용에 대한 건의

김치의 휘발성 향기성분은 가능한 여러 가지 방법을 동원하여 분석을 실시하였다. 향기성분의 동정은 주로 GC/MS와 GC-AED를 응용하여 물질의 구조를 확인하였다. 또한 향기성분의 분리는 극성, 보통 그리고 비극성 칼람을 사용하여 물질의 분리효율을 극대화하였고 향기성분의 추출 및 포집은 Likens and Nickerson 추출장치와 Dynamic Headspace Concentrator와 같은 추출방법을 다양하게 변화하며 분석조건을 실시하였다. 이 결과로 총120개로 본 연구에서 이제까지 보고된 40가지의 향기성분보다

80개의 성분을 추가로 분리 동정하였으며 각 동정된 성분을 화학적 특성에 따라 분류한 다음 각 물질별로 분자식, 구조식을 비롯한 이화학적특성을 정리하였다. 이들 성분을 화학적 분류법에 의하여 분리하면 acids(20), alcohols(24), aldehydes(2), ketones(3), sulfides(22), thiazoles(1), terpenoids(16), aromatic hydrocarbon(2), alicyclic hydrocarbon(2), nitrogen compounds(4) 및 기타성분(24)으로 120개의 성분이 다양하게 분포되어있으며 sulfide 계 화합물의 양이 가장 많이 분리되었다.

이제까지 김치에는 막연하게 기능성 물질이 존재할 것이라고 추측되어 왔다. 본 연구에서도 이러한 가정아래 휘발성 및 비휘발성 물질을 분리 동정하는 과정에서 가장 신빙성이 있는 물질이 검색되었다. 이 물질은 당알코올의 일종인 만니톨로 최근 신비의 명약으로 각광을 받고 있는 冬蟲夏草의 주성분으로 일명 중국 명으로 蟲草酸으로 불리며 동충하초, 송이버섯 등을 비롯한 각종 버섯류에 다량 함유되어 있다. 이 물질은 심장과 뇌의 혈관을 확장하는 작용이 있어 뇌혈전, 뇌쇄전, 심근경색을 예방하고 순환기 장애의 치료에도 사용되고 있다. 동충하초인 *Cordyceps sinenswis* 및 *C. barnesii*에 7.8% 및 8.7% 송이버섯에 2~3%로 상당히 많은 량이 함유되어 있다. 이제까지 버섯의 생리활성에 대하여 많은 보고가 있으며 mannitol이 주된 기능성 물질로 생각되며 김치에 존재하는 기능성 물질도 양적인 측면이나 생리적 측면에서 볼 때 여러 가지 물질 가운데 역가가 가장 뚜렷한 물질로 사료되어 김치의 기능성에 대한 과학적 구명에 크게 기여하게 된 것으로 생각된다. 더구나 mannitol은 김치의 숙성시 가장 맛있는 적숙기에 생성량이 최대가 되어 김치의 기능성을 부여하는 이외에도 김치의 맛에 큰 영향을 주는 것으로 밝혀졌다. 관능검사결과 만니톨의 함량이 많을수록 신맛과 이미 이취가 감소되고 김치 특유의 감칠맛을 증대하여 김치의 맛에 크게 기여하는 것으로 구명되었다. 따라서 김치의 숙성시 만니톨의 생성을 촉진하는 숙성법을 개발하여 숙성한 결과 일반적으로 생성되는 만니톨의 함량보다 월등히 많은 mannitol의 생성이 유도되어 김치의 품질과 기능성의 두 가지 효과를 모색할 수 있었다.

한편 김치의 식품위생상 가장 큰 문제의 하나로 발암물질인 nitrosamine에 대한 연구결과는 이제까지 김치의 발암성에 대한 혐의를 일시에 불식시키는 성과로 생각된다. 식품에서 *N*-nitrosamine이 생성될 가능성에 대한 연구는 노르웨이에서 어분에 들어 있는 dimethylamine(DMA)과 아질산나트륨의 반응으로 생성된 NDMA가 반추동물에 간질환을 일으키는 원인물질임이 밝혀지면서부터 시작되었다. 불행하게도 우리의 김치에

는 젓갈로부터 유래된 아민과 채소에 들어있는 아질산염과 같은 전구물질이 풍부하게 함유되어있으며 또한 nitrosamine이 생성이 촉진되는 산성을 상태이므로 많은 연구자들이 nitrosamine의 생성을 예상하여 왔다. 따라서 이들 전구물질의 존재 및 함량에 대하여 많은 연구보고가 있으며 실제로 김치에서 nitrosamine을 분리동정한 보고서도 있다. 그러나 본 연구의 결과는 이제까지의 연구보고와 상반된 결과로 나타나 김치에 nitrosamine이 생성되지 않는 것으로 구명되었다. 뿐만 아니라 김치의 숙성중에 nitrosamine의 안정성을 조사하기 위한 연구로 김치에 인위적으로 nitrosamine 을 첨가하고 발효기간별 거동을 조사하였다. 발효가 진행됨에 따라 NDMA, NMEA 및 NDEA 모두 정도의 차이는 있으나 약간씩 감소하는 경향을 나타내어 김치의 발효에 관여하는 미생물이나 또는 이들이 생성하는 물질이 아민이나 아질산염과 같은 전구물질이 nitrosamine으로 생성되는 경로를 차단하여 다른 물질로 전이되는 것으로 추정되었다. 따라서 김치는 안전성에 문제가 없는 식품으로 정의되어야 할 것으로 생각된다.

한편 이제까지 nitrosamine의 추출은 수증기 증류로 1차 추출한 다음 liquid-liquid fractionation에 의한 전처리 방법이 보편화 되어있다. 그러나 이 방법은 증류시간과 용매추출시간 등이 오래 걸리며 용매와 시약의 소모가 많아 비경제적인 실험법으로 개선의 필요성이 제기되어왔다. 본 연구에서는 비중이 물보다 가볍고 비극성 용매만 사용이 가능한 Likens & Nickerson 연속식 추출장치를 개량하여 비중이 물보다 무겁고 극성이 강한 용매를 사용할 수 있는 연속식 추출장치를 개발하여 증류와 liquid-liquid fractionation을 동시에 수행할 수 있어 분석시간의 단축과 용매의 소모를 극소화 할 수 있는 증류장치를 개발하는 연구도 수행되었다.

한편 김치의 비휘발성 맛성분의 실체 및 생성경로를 추적하기 위하여 GC/AED를 이용하여 김치에서 숙성중 탄수화물의 변화를 추적하였다. 일반적으로 당류의 분석은 HPLC를 이용한 분석이 많으나 동위원소로 표식된 물질을 검출하거나 분해산물을 추적하기에는 부적합하여 GC를 사용하는 방법을 채택하였다. 김치를 담글 때에 안정 동위원소가 표식된 전분, fructose, glucose 및 mannitol을 각각 첨가하여 숙성 후 동위원소가 증가된 성분을 추적하여 물질의 전이과정을 추적하였다. 본 연구에서는 김치를 담을 때 첨가된 동위원소가 표식된 전분을 첨가하는 이들의 분해를 추적한 결과 김치의 숙성중 glucose는 상당량이 증가된 반면 fructose의 생성은 미미하였으며 glucose에서 mannitol로 전이되는 전이율도 극히 낮았다. 반면 fructose에서 mannitol로 전이

되는 비율은 이보다 다소 높게 나타났다. 따라서 김치의 상큼한 맛을 증대하기 위해서는 전분을 첨가하는 것보다 fructose를 첨가하는 것이 효율적이 되는 것으로 나타났다. 또한 인위적으로 첨가한 mannitol의 안정성이 극히 떨어져 첨가한 후 시간이 경과함에 따라 급격히 감소하는 경향을 나타내어 김치의 각 물질별 생성 및 분해속도가 평형상태를 유지하여 물질의 수급이 자연적으로 조절되는 것을 알 수 있었다.

이상의 연구결과로 김치의 미량성분에 대한 기초자료의 정립이 가능하였고 김치의 발암성 논쟁의 말미가 되었던 nitrosamine의 생성이 자체적으로 억제되며 혈액순환을 촉진하는 기능성물질이 발견되어 위생적이고 기능성 있는 김치의 제조에 이용될 수 있을 것이다.

제 4 절 주요 연구 실적 및 성과

1. 특허출원 : 1건

- 만니톨 강화김치 및 그의 제조법

2. 논문 발표 : 2건

- 김치의 숙성중 유리당의 변화와 만니톨 첨가가 관능적 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회 63차 학술발표회, 1999
- Nitrosamine의 신속 분석법, 한국식품과학회 63차 학술발표회, 1999

3. 논문 게재 (투고) : 6건

- Volatile Flavour in Kimchee : W. Hawer, A. Chesson, Food Chemistry, in progress
- 김치의 숙성중 nitrosamine의 소장에 관한 연구, 허우덕, 안혜선, 한국식품과학 회 투고
- A simultaneous distillation and extraction system for analysis ofnitrosamins in foods : W. Hawer, A. Chesson, Food Chemistry, in progress.
- 김치의 숙성중 mannitol 함량의 변화, 허우덕, 안혜선,A. Chesson, 한국식품과 학회 투고

전분의 첨가가 김치의 유리당에 미치는 영향, 허우덕, 안혜선, A. Chesson, 한 국식품과학회 투고

시판 육가공품의 nitrosamine 함량, 허우덕, 안혜선, A. Chesson, 한국식품과학 회 투고

분야 2.

김치원료 저장, 폐수처리 및 제조설비 자동화 기술개발 분야

여　　백

제 7 장 김치제조 설비의 자동화 시스템 개발

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발의 목적

본 연구의 목적은 국내외 김치 제조설비 및 자동화 기술현황을 조사하고 현행 김치원료의 절단·절임·세척·탈수 공정의 제조설비의 성능과 작업상의 문제점을 분석하여 새로운 시작품을 개발하고 이를 토대로 공정별 첨단의 김치 제조설비 자동화 시스템 모델을 제시하는 데 있다.

2. 연구개발의 중요성

가. 현행 김치 가공공장의 작업공정은 단위기계를 이용한 수작업 중심으로 되어 있어 생산성이 낮고 많은 작업인력이 필요하여 공장의 합리적 경영에 매우 큰 장애요인 되고 있다. 일일 포기김치 10톤을 제조하는데 작업인원이 50~60명 정도가 필요하며 이는 전체 김치 제조원가의 40~50%를 차지하고 있다.

나. 국내의 김치 가공설비 제조업체는 10여개 미만이며 대부분 자본규모가 영세한 중소기업형태이며 김치 제조설비의 자동화 시스템 개발에 독자적인 기술개발 인력과 연구비를 투자할 수 없는 형편이다.

다. 국내의 대형 김치 가공공장의 일일 배추원료 사용량은 10-20톤에 달하며 이를 3kg의 배추 포기수로 환산하면 3,000- 7,000 개로 추정되며 이들의 포기 1/2절단 수작업에 평균 20-30명의 작업인력이 소요되고 있으며 작업이 위험하고 중노동으로 이들 문제점을 해결할 수 있은 배추 원료 전처리 시스템의 개발이 요구되고 있다.

라. 현행 배추절임 공정은 많은 노동력이 필요하며 절임배추의 품질이 일정하지 않아 김치제품의 품질관리에 어려움이 있어 새로운 절임기술 개발은 김치의 품질향상과 절임작업의 중노동을 해소하고 염수사용량을 크게 줄일 수 있다.

마. 절임배추의 세척공정은 배추의 염도가 조정되고 이물질이 제거되는 매우 중요한 공정이나 현행 세척설비는 많은 작업인력과 중노동이 소요되고 있어 새로운 절임배추 세척시스템의 개발이 필요하다.

바. 김치공장의 제조설비 자동화 시스템의 도입은 현행 수작업 중심의 김치제조공정을 개선하고 김치제품의 품질 및 생산성 향상을 가져오며 나아가 국내 김치산업의 활성화 및 해외 수출경쟁력을 제고시킬 것이다.

제 2 절 연구개발 내용 및 범위

1. 국내외 김치 제조설비 현황 조사

가. 김치 제조설비 생산업체 현황조사
나. 김치 제조설비 현황 조사

2. 배추원료 절단장치 개발

가. 현행 김치공장의 배추절단 작업
나. 배추원료 절단장치 시작품 개발 및 성능 실험

3. 배추 염수 절임장치 개발

가. 배추 염수 절임 방법
나. 염수온도 및 농도 자동 조절장치 개발
다. 호이스트식 염수절임 장치의 시작품 및 성능실험
라. 호이스트식 염수절임 장치의 자동화 시스템 개발

4. 절임배추 연속세척장치 개발

가. 현행 김치공장의 배추세척 작업
나. 절임배추 연속세척장치 기본 설계 방안
다. 절임배추 연속세척장치 시작품 제작 및 성능실험

5. 김치 제조설비의 자동화 방안 확립

가. 공정별 김치 제조설비의 자동화 방안
나. 김치 가공공장의 제조설비 모델 개발

제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

가. 국내 김치 제조설비 생산업체 7개소의 주요생산품목을 조사하였으며 이들 업체가 공통적으로 생산하는 김치제조설비인 절임조, 절임배추 세척기, 탈수조, 양념 속넣기 작업대, 양념 및 맛김치 혼합기, 포장기, 무 세척기, 무 절단기등의 특성과 사양을 조사하였다. 그리고 국외의 경우 일본, 유럽등의 채소류 가공 및 절임류 제조설비 업체 9개소를 중심으로 김치 제조설비에 활용될 수 있는 세척기, 절단기, 탈수기, 채소류 전처리 설비 등의 용도 및 사양을 조사하였다.

나. 개발된 배추원료 절단장치 시작품은 12개의 V형 배추원료 탑재대가 고정된 체인 콘베어, ½ hp 구동모터, 배추절단 깊이를 조절하는 안내판, 공압기 실린더에 의하여 수직으로 배추를 절단하는 칼날이 부착된 배추뿌리 및 포기 절단장치, 프레임등으로 구성되었다. 절단작업인원은 3명이며, 처리용량은 10포기/분, 절단정확도는 중심이등분이 85%, 편심이등분이 15%로 나타났으며 수작업 절단작업에 비교하여 작업속도가 25% 향상되었다.

다. 배추절단 공정의 자동화 시스템은 배추원료 포기½절단장치 시작품을 중심으로

배추원료 간이 운반장치, 배추원료공급적재대, 절단 배추원료 이송 및 선별 콘베어, 배추세절기 등으로 구성되었다.

라. 염수순환식 배추염수절임은 절임조에 염수농도와 온도가 조절된 염수를 1시간 간격으로 공급하고 빼내면서 배추를 균일하게 절이는 방식으로, 현 김치공장의 생산설비중 염수조, 절임조등 일부설비를 재배치하고 염수조와 절임조 사이에 염수관과 밸브를 설치하여 반자동화 할 수 있으며, 기존의 전처리 공정과 세척공정을 그대로 연결하여 사용할 수 있도록 하여 투자비용을 최소화 할 수 있는 방식으로 개발하였다.

마. 호이스트식 배추 염수절임 방법은 1/2 절단 포기 배추를 스테인레스 배추절임망에 담아 호이스트로 고농도 염수가 채워져있는 절임조로 이동시켜, 배추를 1시간간격으로 호이스트로 절임망째로 들어올려 염수에 침지와 꺼내기를 반복하여 절이고 나서, 염수를 빼고 호이스트를 작동시켜 세척과 탈수도 망째로 수행하여 배추를 균일하고 간편하게 절일 수 있었으며, pilot규모의 호이스트 배추 염수절임장치를 micro controller를 이용하여 자동화 시스템을 구축하였다.

바. 개발된 절임배추 연속세척장치 시작품은 프레임, 이송롤러 가이드, 유압실린더 조합, 구동모터로 구성된 유압식 절임배추 자동배출부와 절임배추와 염수를 분리하는 다공판 홉퍼, 염수회수용기, 염수이송펌프로 구성된 염수회수부 그리고 배출된 절임배추를 수평방향으로 자동이송하면서 세척작업을 하기위하여 고압노즐, 압축공기 공급관, 배추원료 이송벨트, 구동모터, 펌프가 부착된 2개의 세척조로 이루어진 절임배추 세척부로 구성되었다.

사. 절임배추 연속세척장치을 이용한 포기김치 세척작업시 작업인원 6명, 320kg 절임배추가 적재된 절임조당 세척시간은 18분 소요되어 현행 수작업 세척방법보다 15~30%의 작업인원 감축과 25%의 작업시간 단축 효과가 있었다. 세절배추의 경우 작업인원 감소율은 50%, 작업시간은 50% 단축되는 것으로 나타났다.

아. 공정별 김치 제조설비의 자동화 방안을 토대로 일일 포기김치 생산량 10톤을 기

준하여 김치공장의 제조설비와 공장 Layout 설계하고, 설비투자비용, 공정별 작업인원 등을 산출하여 현행 김치공장보다 생산성과 경제성이 높은 김치공장 모델을 제시하였다.

2. 활용방안

가. 개발된 김치 제조설비의 자동화 기술을 특허출원하고 이를 참여기업에 기술이전하여 김치공장의 생산성과 제품의 품질을 향상시킬 수 있는 새로운 김치 제조설비를 생산공급하도록 한다.

나. 수작업 중심의 국내 김치공장과 신규로 설립되는 김치공장을 대상으로 제조설비 자동화 시스템 도입에 따른 기술지원을 수행하여 노동집약적인 김치제조공정과 중노동 작업환경을 개선하므로 국내 김치산업 발전에 기여한다.

제 4 절 주요 연구실적 및 성과

1. 김치제조설비 시작품의 현장 설치 운영 : 1건

- 염수절임장치, 절임배추연속식 세척장치 시작품을 남양농협 김치공장에 설치운영하여 염수재활용 및 작업생산성 향상에 기여하고 있음.

2. 특허출원 : 1건

- 절임배추 자동세척 및 염수회수장치(2000. 9.7 특허출원 제 2000-53195호)

3. 논문게재 (투고예정) : 1건

- The Change of Partial Salt Content and Textural property of Chinese Cabbages with Various Brine Concenturations and Salting time(2000, 9, 한국산업식품공학회)

여 백

제 8 장 김치원료배추의 저장기술 개발

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

배추는 김치의 주원료로서 우리나라에서 가장 중요한 채소이나 작황의 풍흉에 따라 가격변동폭이 심한 품목으로서, 특히 7~8월 장마철을 맞으면서 고랭지 배추 출하기에는 수급 불안정으로 가격이 5~10배로 폭등하기도 한다.

김치산업의 꾸준한 성장과 88서울올림픽 이래 증가하고 있는 수출에 힘입어 가공용 김치의 연중 제조 필요성 때문에 주 원료인 배추의 연중 안정적인 공급은 무엇보다도 필요성이 배가되고 있다.

그러나 배추는 조직이 취약하고 저장성이 약하기 때문에 김치 원료로서 배추를 고품질 상태로 연중 안정적으로 공급하기 위해 계절별로 생산되는 배추의 저장 기술을 개발하고자 하였다.

제 2 절 연구개발 내용 및 범위

계절별로 생산되는 배추(월동배추, 봄배추, 여름철 고랭지 배추)에 대하여 생리특성, 예냉, 포장, 적재, 습도 및 온도 관리등 주로 저온저장에 관련한 전반적인 실용적 기술을 개발, 보급하는데 있다.

제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 현재 국내 배추 저장은 그물망과 철제파레트를 이용하여 월동배추를 저온저장하는 형태가 주류를 이루고 있으며 근년들어 봄배추와 여름배추를 저온저장하기 시작하였다. 저온 저장시 가장 개선할 사항으로는 저장전 처리인 예냉과 포장 및 적재방법의

개선을 들 수 있다.

2. 배추의 초기빙결점은 -0.5℃ 부근이며, 호흡 및 에칠렌 생성특성은 봄과 여름철에 생산된 배추의 경우 가을과 겨울철에 생산된 배추에 비하여 3배 이상 높은 특성을 나타내었다. 저온저장에 적합한 배추의 적정 숙도는 95% 정도 결구된 상태로 완숙된 배추에 비하여 저장성이 양호하였다.

3. 예냉처리에 의하여 배추의 품온은 단기간에 5℃이하로 강하시킬 수 있었으며(진공예냉 30~50분, 차압예냉 5~8시간), 특히 봄배추와 여름배추는 저장전 예냉처리가 반드시 필요한 것으로 조사되었다.

4. 장기저장을 위한 배추 포장 및 적재는 플라스틱 박스에 3~4포기씩 눕혀서 적입하여 표준파레트에 5~6단씩 적재한다음 PVC wrap으로 MAP 조건을 조성하여 주는 것이 적절하였다.

5. 배추의 적정 저장온도는 -0.5℃, 습도는 95% 부근이었으며 특히 습도 유지를 위해서는 인위적인 가습보다는 PVC wrapping에 의해 배추 자체의 수분 유지를 통한 습도 조절이 품질유지에 적합한 것으로 조사되었다.

6. 이상의 조건에서 저온저장할 경우 월동배추의 경우 5월 하순까지 저장이 가능하였으며 기존 저장법에 비하여 20%이상 감모손실을 억제할 수 있었다.

7. 봄배추와 여름배추는 예냉처리에 의하여 저장성이 연장되었는데 기존의 15일 저장에서 2개월까지 저장이 가능한 것으로 나타났다. 2개월후 감모율과 정선손실은 3.54%와 11.12%로 기존저장방법의 21.33%와 21.00%에 비하여 크게 향상되었다.

8. 연구 결과 배추 수급을 원활히 하기 위해서는 6월중순~하순경에 생산되는 봄배추와 초여름배추를 예냉처리해 저온저장하여 비축함으로서 하절기 풍흉에 따른 출하조절에 가장 잘 대응할 수 있을 것으로 사료되었다. 이를 위해서는 산지예냉 시설 확충과 함께 하절기간동안 배추 저장을 위한 저온저장고의 확보가 필요한 것으로 사료되었

다.

제 4 절 주요 연구실적 및 성과

1. 학술발표 : 2건

- 김병삼, 남궁배, 박완수, 김건희 : 진공예냉처리가 고랭지여름배추의 저온저장중 품질변화에 미치는 영향. 한국농산물저장유통학회. 경남대학교 (2000. 4. 28 발표)
- 김병삼, 김민정, 김건희 : 세척 및 포장 조건이 절임배추의 저장성에 미치는 영향. 한국식품과학회. 건국대학교 (2000. 11. 4. 발표)

2. 홍보 : 5건

- 여름철 고랭지 배추 급속냉각 및 장기저장 기술개발(신기술농업정보,월간원예, 2000.8)
- Development of Rapid cooling & Long-Term Storage Technology for Summer Chinese Cabbage, Korea AgraFood (2000,8,Vol.6.No.8)
- 급속냉각 장기저장기술개발(농축정보신문, 2000.7.6)
- 고랭지 배추 장기저장 기술 개발(축산경제신문, 2000.7.3)
- 고랭지 배추 장기저장(한국영농신문, 2000.7.3)

3. 대농민 및 김치가공업체 교육 : 2건

- 예냉 및 저온저장 기술 교육(농협중앙회, 1999.5, 2000.9)
- 연구성과발표회 개최 (1998,1999,2000)

여　　백

제 9 장 김치공장 염수 및 폐수의 효율적 처리 및 재활용 기술 개발

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

김치 제조시 배출되는 폐수 중에는 소량의 가용성 고형물인 소금과 원료로부터 유출되는 당류 등 매우 적은 량의 가용성 물질이 함유되어 있는 데 이를 종래의 처리 방식으로는 비경제적인 면이 많고 소금 및 수자원이 재활용되지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 김치공장의 배추 절임 염수의 재활용과 폐수를 효율적으로 처리하여 재활용 할 수 있는 기술개발을 목적으로 수행되었다.

제 2 절 연구내용 및 범위

1. 1차 년도

○ 김치 공장 염수 및 폐수처리 현황 조사
○ 염수 및 폐수의 처리 및 재활용을 위한 관련기술조사
○ 절임염수의 특성 및 처리기술 연구
○ 폐수에 함유된 물질 성분 및 특성 조사

2. 2차 년도

○ 절임염수의 재활용기술 연구
- 염수의 재활용을 위한 전처리기술 연구
- 염수의 재활용을 위한 여과기술 연구

- 염수의 재활용을 위한 제균 처리연구

○ 폐수 재활용을 위한 함유물질의 분리기술연구
- 폐수에 함유된 소립 고형물의 특성 및 효과적인 제거기술 연구
- 폐수 중 유기가용성 물질의 분리제거기술 연구
- 폐수 중 염분의 효율적 분리제거 기술연구

3. 3차 년도

○ 절임 염수의 재활용시스템 도출
- 염수의 재활용을 위한 전처리, 여과, 제균 시스템 도출
- 염수 재활용 시스템의 성능 평가

○ 폐수처리 및 재활용시스템 도출
- 폐수의 전처리 기술 개발
- 폐수 중 소립 고형물 제거기술 개발
- 폐수 중 유기가용성분 제거기술 개발
- 폐수 중 염분 제거기술 개발
- 효율적인 폐수처리 및 재활용 시스템 도출

제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 폐수발생 및 처리현황

배추 1톤을 절이기 위해서는 대략적으로 70kg의 소금이 사용되고 있으며, 절임 후 세척 등을 위하여 필요로 하는 용수의 양은 배추 1톤당 10톤 정도가 사용되는 것으로 추정된다. 김치 제조공장에서의 염수 재사용 횟수는 평균적으로 봄, 가을에는 2회, 여름 2회, 겨울 3~5회이며, 절임 배추의 세척횟수는 3회가 가장 많고 원료 배추 톤당

4~6톤 정도의 물을 사용하여 역류(overflow)방식으로 세척하므로 용수의 낭비가 많다. 김치공장의 폐수처리 방법은 식품공장에서 적용하고 있는 일반적인 폐수처리 방법인 물리화학적 처리방법과 이에 생물 화학적 처리를 병행하는 경우가 대부분이다.

2. 절임 염수 및 세척수의 부유 고형물 제거기술

절임에 사용된 염수에 함유된 배추 잎 등의 부유물 제거를 위하여 금속 망을 사용하여 분리하였던 바 40 메쉬 미만의 부유물이 82%정도이었으며 100 메쉬에는 14%정도. 200 메쉬는 4% 범위였다. 폐 세척수의 부유물의 크기분포는 절임 염수의 경우와 유사하였으며 세척단계별로는 1차 및 2차 세척 시 부유물 발생이 3차 세척 시에 비하여 많았다.

3. 여과소재에 따른 폐 절임 염수 및 세척수의 처리효과

폐 절임 염수 및 폐 세척수의 정수처리를 위한 여과소재로 자갈, 굵은 모래, 가는 모래 및 활성탄을 사용하여 이 들의 정수효과를 비교하였던 바 자갈 , 굵은 모래, 가는 모래 순으로 COD가 저하되었으나 큰 효과는 없었으나 활성탄의 경우 다른 소재에 비해 COD의 감량효과가 우수하였다. 활성탄의 COD 감량효과는 종류 및 입도에 따라 약간의 차이를 보였다.

4. 분리 막의 종류에 따른 폐염수 및 폐 세척수의 처리효과

폐 염수 및 폐 세척수를 각각 가는 모래 및 활성탄에 순차적으로 통과시킨 후 0.45㎛ 및 0.22㎛의 공경의 microfiltration 분리 막으로 처리하였던 바 활성탄 처리 후 COD의 10%미만정도의 정수효과를 보였다. 또한 가는 모래 및 활성탄을 처리한 폐 염수 및 세척수를 ultrafiltration을 행하였던 바 정수효과는 microfitration의 경우와 유사하였다.

5. 역삼투 막을 이용한 폐 염수 및 폐 세척수의 처리효과

배추 절임 염수 및 절임 배추 세척수가 혼합된 폐수를 역삼투 처리하였던 바 폐수중의 염분이 비교적 높아 농도분극 현상으로 인한 염분의 제거능이 매우 낮았다. 절임 세척수 만을 분리하여 역삼투 처리하였던 바 CA 990 분리 막으로는 0.15%, HR 98 분리 막으로는 0.05%의 염분만이 잔류되었다.

6. 폐 절임 염수 및 세척수의 재활용방법 및 처리장치 개발

절임시 발생하는 폐수와 절임 배추의 세척 시 다량 발생하는 세척수를 별도로 분리 회수하여 이를 간편하고 경제적인 여과처리방법을 거쳐 절임 염수 및 세척수로 재활용하는 방법 및 장치를 개발하였다. 장치의 주된 구성은 1차 및 2차 금속망조, 모래조, 활성탄 조로 되어 있으며 이 장치는 밀폐형으로 펌프에 의하여 폐수가 이동되도록 고안되었다.

7. 개발장치의 처리효과

개발 장치를 사용하여 폐 염수 및 폐 세척수를 각각 5회 반복 처리 사용 후 후 절임 및 세척된 배추로 제조한 김치와 처리치 않고 제조한 김치의 품질을 비교하였던 바 정수 처리한 김치의 품질이 처리치 않고 제조한 김치에 비해 조직감 및 냄새가 우수하였고, 산도의 변화도 완만하였다.

이와 같이 개발된 기술은 기존 김치공장에서 적용하고 있는 폐수처리방법의 대체하여 절임 염수 및 세척수를 분리 재활용할 수 기술로 희망업체에 대한 폐수처리시스템의 현장 검증 후 보급할 예정이다.

제 4 절 주요 연구실적 및 성과

1. 특허출원 : 1건

- 배추절임염수와 절임배추 세척수의 재활용 장치 및 방법

2. 논문게재 : 3편

- 배추의 절임공정중 폐염수의 특성, 한국식품과학회지, 32(1), 97-101(2000)
- 계절별 배추절임염수의 특성변화, 한국식품영양학회지, 29(1), 26-29(2000)
- 봄배추 절임공정중 재사용염수의 화학적 특성변화, 한국산업식품공학회, 3(4), 199-204(1999)

3. 논문발표 : 8편(3편은 2000 추계학술대회 발표예정, 초록제출)

- 계절별 배추절임수의 특성, 한국식품과학회, 1999
- 배추김치 절임공정중 폐염수의 특성, 한국산업식품공학회, 1999
- 배추 김치 제조공정중 염수 반복사용에 의한 폐염수의 특성변화, 한국식품영양학회, 1999
- 배추의 절임 공정중 염수 반복에 따른 여과처리를 통한 반복 사용 폐 절임 염수의 특성변화, 한국식품과학회, 1999
- 재활용 처리염수로 제조한 배추김치의 특성, 한국식품영양학회,1999
- 배추 반복 절임 공정 중 생성되는 세척수의 특성(한국식품과학회, 2000, 예정)
- 배추 반복 절임 공정 중 세척수 절임 배추김치의 특성(한국산업식품공학회, 2000, 추계 예정)
- 배추 절임 공정 중 폐염수와 여과처리 재활용 염수로 제조한 배추 김치의 미생물 특성(한국식품과학회, 2000, 추계 예정)

여　　백

분야 3.

김치의 위생적 품질관리 및 포장 기술 개발분야

여　　백

제 10 장 김치의 안전성 확보를 위한 미생물학적 제어기술 개발

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발의 목적

우리 나라 고유 야채 발효식품인 김치의 국제 식품화의 일환으로 일차적으로 김치의 미생물학적인 위해를 분석하고 이들의 제거방안을 강구하여 김치의 국제적 유통망 확보에 필요한 미생물학적 안전성을 입증하는 과학적 근거 자료를 마련한다.

2. 연구개발의 중요성

김치는 미생물을 제어하는 공정을 거치는 경우가 없으므로 원료 및 제조공정의 특성상 대장균, 포도상구균 등 유해 미생물의 오염이 가능하지만, 현재 국내의 식품위생법 및 KS규격에서는 공장산 김치에 대한 대장균과 포도상구균 등 오염가능한 미생물에 대한 지표를 설정하지 않고 있다.

최근에 젖산균의 미생물 생육저해작용이 낙농발효의 젖산균뿐만 아니라 채소류의 젖산발효에 관련된 *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus* 및 *Leuconostoc* 속 등에서도 알려지고 있으며 우리 나라의 김치에서도 이와 같은 능력이 있는 균주들이 분리되어 일반적으로 식중독의 위험이 없는 위생적인 보존식품으로 인식되어 왔다. 그러나 근년에는 김치는 가정에서뿐만 아니라 공장에서도 대량생산되고 유통과정도 다양화됨으로써, 장내 병원균에 의한 오염의 가능성도 많아지므로 위생적 입장에서 김치를 분석, 검토할 필요가 있다.

김치의 주요 수출 대상국인 일본은 김치를 기타 절임류로 분류하여 대장균 음성 및 보존료 음성이라는 기준을 적용하고 있고, 이에 따라 국내에서 수출된 김치가 일본에서 불합격 판정을 받은 사례가 알려지고 있으며 이는 향후 김치 수출에 장애요인이

될 수 있을 것으로 추측된다.

공장산 김치의 유통 관행상 발효과정을 거치지 않은 저산도의 김치가 포장되어 국내유통 및 수출이 이루어지는 것이 빈번한 사례이므로 오염미생물로 인한 문제의 소지는 상당할 것으로 추측된다. 그러나 이와 관련하여 현재까지는 김치의 오염 미생물과 관련된 문제 발생시 위생성의 근거로 제시할 수 있는 근거자료가 없다.

GATT UR의 타결에 따른 "위생 및 식물검역에 관한 협정(SPS협정)"이 발효됨에 따라 위생관리 등에 관한 국제 규격의 존중 등이 국제적 원칙으로 확립되고 있다.

식품위생법에서도 종래의 획일적인 제조기준에 따른 관리방법에서 기업의 자주적인 판단에 따른 HACCP 방식의 적용이 필요하다.

일본에서도 1995년부터 HACCP 방식적용은 물론 식품업체에 도입하여 관리의 효율화, 경영상의 이익 등이 되는 품질관리 시스템의 개발을 목표로 본격적으로 검토중에 있다.

식품산업에 있어서 김치는 안전하다는 것에 추가하여 그 품질이 양호한 것을 안정적으로 공급하여야 한다는 것이 매우 중요하므로 일상적인 공정에서 안전성과 품질을 양립시켜 적절히 관리되도록 하는 것이 요구되고 있다.

본 연구에서는 김치 발효중 인체 위해균의 생육능을 조사하고 김치 원부재료, 제조공정 및 유통중의 인체 위해균의 오염현황을 조사하였다. 김치에서 오염가능한 인체 위해균의 생육저해물질을 선정하고 김치제조공정에서 목표세균의 오염도 저하방법을 선정하였으며 이러한 연구결과를 토대로 하여 위생적 김치제품 제조를 위한 목표공정별 미생물학적 품질관리 지침을 설정하였다.

제 2 절 연구개발 내용 및 범위

1. 김치의 미생물학적 위해분석

가. 인체 위해균의 정밀 계수 방법 설정

나. 김치 발효중 인체 위해균의 생육능 조사

다. 김치환경에서의 인체 위해균의 잔존에 관한 조사

2. 김치의 미생물학적 위해분석 및 생육조절에 관한 연구

가. 김치 원부재료의 오염현황 조사
나. 김치제조 공정별 인체유해균의 생육에 관한 연구
다. 김치 유통 중 오염세균의 생육에 대한 연구

3. 김치에 오염 가능한 식중독균에 대한 생육저해물질 선정 및 효과분석

가. 목표 세균을 억제하는 원부재료 및 억제물질 선정
나. 억제물질에대한 목표세균 억제능의 김치에서의 적용시험
다. 김치제품제조 목표공정에서의 위해균 억제물질 적용시험

4. 김치 제품의 미생물학적 안전성 확보를 위한 품질지침 설정

가. 김치 원부재료의 생산형태 및 유통형태 조사
나. 김치제조공정별 제조형태 및 품질 관리상황 조사
다. 제조공정별 목표세균의 오염하한선 설정
라. 목표공정에서의 목표 세균의 오염도 저하방법 선정
마. 목표공정별 미생물학적 품질관리 지침설정

제 3 절 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

인체 위해균의 정밀 계수방법을 설정하기 위하여 김치에서 검출 및 계수를 위한 배지의 선택을 위하여 대상 식중독 세균 8개 균주에 대하여 배지 선택능력을 비교하여 우수한 배지를 선택하였다. ① *E. coli* 0157:H7 : (EMB) ② *Salmonella typhimurium* : (BSA) ③ *Staphylococcus aureus* : (BPA) ④ *Clostridium perfringens* : (RCM)

⑤ *Campylobacter jejuni* : Campylobacter Selective agar (LAB M)⑥ *Vibrio paraheamolyticus* : (TCBS) ⑦ *Listeria monocytogenes* : (LPM) ⑧ *Yersinia, enterocolitica* : (YSAB) 김치에서 김치의 증균배양을 통한 인체 위해균의 정밀 검출을 위하여 증균 효과를 비교하였다

김치제품에 오염 가능한 식중독 세균이 김치발효 중에 생존하는 능력을 구명하기 위하여 김치를 제조하여 10^{6}~ 10^{7} 수준의 8가지 식중독균들을 접종하여 온도별 생존균수의 변화를 측정함으로써 김치숙성 중에 식중독균들의 생존능력을 조사하였다. 발효온도가 높을수록 김치제품의 발효속도가 빠르게 나타났으며, 이에 따라 식중독균의 사멸속도도 발효온도가 높을수록 가속되는 것으로 나타났다. 10℃에 저장하면서 경시적으로 생존균수를 측정한 결과 *E. coli0157:H7, Staphylococcus, Salmonella, Clostridium, Listeria*가 7일간 생존하였으며 *Yersinia*가 5일, *Campylobacter*가 4일, *Vibrio*가 2일간 생존하였다. 25℃에서는 *Staphylococcus*가 5일간 생존하였으며, *Listeria* 및 *Yersinia*가 3일, *Salmonella* 및 *Clostridium*이 2일간 생존하였다.

김치 원부재료의 오염현황을 조사하였다. 김치 원부재료 중에 일반생균의 수는 겨울시료에서는 10^{4}~10^{7}/g 수준으로 나타나는데 비해 여름시료에는 10^{4}~10^{9}/g 수준으로 증가하는 경향을 보였다. 미생물들이 생육하기에 적당한 온도가 유지되는 여름철에 더 많은 균들이 오염될 것이라는 예상과는 달리 *E. coli*는 계절에 따라 별 차이가 없었다. 그러나 EMB 선택 배지 상에 나타난 coli forms이 여름시료에서 훨씬 많이 나타나는 현상을 보였다. *S. typhimurium* 의 오염도를 측정한 결과는 계절에 상관없이 모든 시료에서 음성으로 나타났고, 증균배양 한 결과도 모든 시료에서 음성을 보였다. *S. aureus*의 오염도를 측정한 결과 비록 대부분의 시료에서 분리된 의심집락들이 의양성균으로서 판정되었다. 그러나 계절에 상관없이 이 균에 오염될 가능성이 높은 김치 원부재료들은 생강, 배추, 부추, 파 등으로 판단되었다. 직접 배양법으로 계절별 김치의 원부재료 들에 있어서의 *B. cereus* 오염도를 조사한 결과를 살펴보면 겨울시료에서는 생강, 여름시료에서는 배추, 생강, 부추 등에서 *Bacillus cereus*가 검출되었다. 봄시료에 있어서는 마늘, 부추에서 의심집락이 검출되었고 *B. cereus* 추정균들을 순수분리하여 동정한 결과 lecithinase에 의한 백탁이 아니라, 배지 주위를 투명하게 만드는 proteolysis로 확인되어 *B. cereus*가 아닌 것으로 판단되었다. *Cl. perfringens*은 검출되지 않았으며 파에서 분리된 *Cl. perfringens* 의심집락은 Gram 양성, 단간균 endospore central , catalase 음성, no aerobic growth 등 *Cl.*

perfringens 와 매우 유사한 특징을 가지고 있어 생리적 특성 비교결과 *Cl. perfringens*가 아닌 *Cl. bifermentans, Cl. novyi, Cl. haemolyticum* 등의 균으로 동정되었다. 마늘에서 *C. jejuni*의 의심집락이 관찰되었으나 이들 의심집락을 동정하여 아닌 것으로 판단되었다. 계절에 상관없이 모든 시료에서 *V. parahaemolyticus*는 검출되지 않았다. *Yersinia*의 경우 마늘은 3계절 모두 높게 오염되어 있는 것을 확인할 수 있었고, 파는 겨울, 봄에, 생강, 부추는 봄, 여름에 오염이 높은 것으로 분석되었다. 배추는 여름철 시료에서 많이 오염되어 있었다. *Listeria*의 경우도 계절에 크게 영향을 받지 않고 10^1-10^3 cfu/g을 나타냈는데 겨울의 시료에서 오염이 비교적 높은 것으로 나타났다.

김치 제조공정별 인체 위해균의 생육에 관한 연구는 김치를 생산하여 일본에 수출하고 있는 N 사의 김치제조 공정중에서 절임용 소금물, 탈수절임배추, 세절절임배추, 포기김치양념속, 맛김치용양념속, 배합된맛김치, 배합포기김치, 병포장맛김치, 완제품포기김치에 대하여 겨울, 봄, 여름 등 계절별로 시료를 채취하여 인체 위해균의 오염도를 측정한 결과 *E. coli*는 겨울에는 대부분 공정에서 검출되었고 봄에는 세절배추, 양념속 등에, 여름에는 대부분 김치 제조 공정에서 검출되었다. *Staphylococcus aureus*는 많은 공정 중에 의심집락이 나타났으나 동정실험 결과 *S. xylous, S. saprophyticus* 등으로 나타나서 의양성으로 확인됨으로써 김치 제조공정이 *Staphylococcus aureus*의 생육가능 환경으로 판단되었다. *Bacillus cereus*는 전공정에서 고루 검출되었다. *Yersinia enterocolitica*는 겨울, 봄, 여름에 관계없이 제조 공정 중에 10^2 - 10^3 cfu/g 정도 오염되어 있었다. *Listeria monocytogenes*는 원부재료의 오염균수보다 각 공정별로 의심집락의 수가 많이 나타나서 겨울철의 경우 10^3 -10^4 cfu/g 으로 많아졌고 봄, 여름에 그 수가 증가한 것으로 나타났다.

김치 유통 중 오염 세균의 생육에 대하여 위해세균 들의 0℃의 김치 환경 내에서 생존능력을 측정한 결과는 김치를 조제한 후 냉장 보관하였을 때는 19일까지는 pH가 5.30 ~ 5.81로 거의 일정하여 발효가 거의 일어나지 않았다. 이전의 보고서에 의하면 25℃, 10℃에서 발효 저장시 위해세균 들이 비교적 빨리 사멸되어 이러한 온도 하에서의 발효 저장한 김치는 비교적 안전하다고 생각되었지만, 0℃에 저장하면서 경시적으로 생존균수를 측정한 결과 30일 이상 살아 남는 것은 *E. coli* 0157:H7, *Salmonella typhymurium, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes*이었다. *Yersinia enterocolica, Clostridium perfringens*는 20일정도 살아있었고, *Campylobacter jejuni*는 15일, *Vibrio parahaemolyticus*는 3일간 생존하였다.

목표세균을 억제하는 원부재료 및 억제물질을 선정한 결과 식품유래물질 추출물질 중 마늘이 *E.coli*, *S. aureus*, *L.monocytoges* 등에 저해효과가 제일 우수했고 합성 보존료는 이들 균주에 모두 유효한 물질이 없었으며, 한약재 유래의 추출물질 중에는 감초가 저해효과가 있는 것으로 나타났다. 마늘 추출액의 50%와 Na-nitrite를 섞을 경우 100%마늘 추출액과 같은 효과를 보여 주었다. 마늘 추출액은 50 μL까지 비례적으로 4개 유해세균의 생육을 저해하였다. 식품 유래 물질 중 각 유해균주의 마늘에 대한 생육은 *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*에서 큰 저해효과를 나타냈는데 농도에 따라 40$\mu\ell$까지 비례적으로 생육이 저해 되었다.

억제물질에 대한 목표세균 억제능의 김치에서의 적용시험은 억제물질로 선정된 마늘에 대하여 김치발효시 마늘의 함량에 따라 E. coli의 생육을 저해하였다.

김치 원부재료의 생산형태 및 유통형태조사는 농수산물유통공사에서 운영하는 KATI.NET의 조사자료로서 국내 농수산물 유통실태조사자료에서 발췌하였으며 가을배추, 봄배추, 고랭지배추, 고춧가루, 마늘, 생강, 파에 대하여 생산형태 및 유통형태를 발췌하였다.

김치 원부재료 관리 및 제조공정중의 품질관리 상황은 설문을 작성하여 김치제품을 수출하고 있는 기업체의 품질관리 상황을 취합 정리하기 위하여 표본으로 선정한 김치공장에 현지 출장하여 설문에 대하여 협의하고 품질관리상황을 조사하였다.

제조공정별 목표세균의 오염하한선을 설정하기 위하여 1차년도에 실시한 인체 유해균 종류별 김치 발효중 생육능에 대한 연구결과와 온도별로 유통시의 오염된 인체 유해균의 생존에 관한 연구 결과를 분석하여 목표세균을 선정하였다. 이들 목표세균의 제조공정별 오염하한선을 설정하기 위하여 일본 바이어의 냉장을 요하는 절임류 최종 제품의 세균검사 자주기준 등 자료를 수집하여 분석하였다. 최종 김치 제품의 오염하한선은 *E. coli 0157*: neg/0.1g, *Staphylococcus aureus*: neg/0.01g, *Listeria monocytogenes*: neg/0.1g 으로 설정하였다.

목표공정에서의 목표세균의 오염도 저하방법을 선정하기 위하여 이염화 이소시아닐산나트륨을 주성분으로 하는 발포성 염소계 살균소독제인 Biospot을 사용하여 절인배추의 감균 효과를 측정하였다. E. coli는 100ppm에서 5분, S. aureus는 300ppm에서 1분, L. monocytogenes는 200ppm에서 2분에 80-90%의 감균 효과를 보았다. 그리고 염소 소독한 절임배추로 제조한 김치의 관능검사결과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 김

치 부재료의 감균 효과측정시험에서도 200ppm에서 5분 처리로 마늘, 생강, 양파, 대파, 부추, 무 및 혼합양념에서 일반생균수, Coli-forms의 감균효과를 볼 수 있었다.

위의 연구결과를 종합 분석하여 실제 김치 제조 공장에서 이용할 수 있는 김치공장의 목표 공정별 품질관리 지침을 설정하였다. 식품공장 위생관리의 개념, 시설·설비관리, 종업원 관리, 원부재료 관리, 제조공정관리(김치 양념속 제조공정, 맛김치 및 포기김치 제조공정), 김치제조중 이물질 혼입 방지를 위한 착안사항, 식품위생법에서 김치류의 미생물 기준, 김치공장 시설기준 등을 내용으로 하였다.

2. 활용에 대한 건의

김치의 미생물학적 안전성 근거자료 마련으로 김치의 국제적 유통망 확보를 위한 홍보자료로 이용하고 CODEX 등 김치제품의 품질규격 제개정을 위한 자료로 활용한다. 김치 제품 품질의 HACCP 방식과 ISO 9000 시리즈 규격 등의 검토시 자료로 활용하고 영세한 김치 제조업체의 위생적인 품질관리 의식을 고취하기 위한 홍보자료로 이용하고 품질관리지침서를 김치업체에서 고루 사용할 수 있도록 홍보가 요망된다.

제 4 절 주요 연구실적 및 성과

1. 학술발표 : 3건

- PCR에 의한 Listeria monocytogenes의 식품속에서의 검출 1999. 6 식품과학회 발표,
- 김치 환경내에서의 주요 식중독세균의 생육저해. 한국식품과학회 2000 추계학술대회 발표예정.
- 김치재료농산물에 의한 주요 식중독세균의 생육억제. 한국식품과학회 2000추계학술대회 발표예정.

2. 논문게재 : 4건

- PCR에 의한 Listeria monocytogenes의 식품속에서의 검출. 한국식품과학회지 제 31권 6호 (1999)에 게재

- Yersinia enterocolitica의 선택적 배양생리특성. 1999. 10 식품과학회발표, 한국식품위생안전성학회 투고중
- 김치 발효중 식중독 세균의 생존능력 2000. 5 식품과학회 발표, 한국식품과학회 투고예정
- Biospot 농도가 김치 원부재료에서의 식중독세균 생존에 미치는 영향. 한국식품과학회 투고예정

3. 김치수출업체 지원 : 1건

- 한국농림수산식품수출입조합 회원인 진미식품 등 7개업체의 8개공장의 수출용 김치제품의 저장중 미생물학적 안전성 검증실험 실시(1998. 6 - 1998. 11)

4. 정책지원 : 7건

- 구영조 : 수출김치의 이물질 혼입 방지 대책회의. 농림부 식품산업과('00. 8. 18)
- 구영조 : 한국농림수산식품수출입조합 2000년 제2차 김치분과위원회 총회참석. 한국무역회관 ('00. 6. 19)
- 구영조 : 강원도 김치산업육성 및 수출산업화 방안 마련을 위한 간담회 참석. 한국무역협회 강원지부 주관. 강원도, 춘천('00. 6. 27)
- 구영조 : 김치의 안정적 원료수급과 해외수출시장 확대을 위한 간담회 참석. 한국농어민 신문 주최. 한국농업경영인연합회 강당 ('00. 10. 27)):

5. 홍보 : 5건

- 김치의 우수성 및 김치 연구현황에 대한 대민 홍보 : '97 김치박람회 ('97. 11. 20 - 24; KBS 문화사업단 주최, 여의도 중소기협 제 2 전시장)
- KBS라디오 생방송 - '임동진/이지연의 행복 만들기
- TTN(CH 28) 교통관광TV - 김치의 우수성, 한국김치와 일본김치
- 아리랑 TV: 김치 상품균일화 연구 현황(구영조; '99.10.26, 18:30)
- 중앙일보: 과학면 "미래기술로 10년내에 승부" - 김치장기보존기술(구영조; '00.1.3)

제 11 장 고품질 김치수출제품의 품질관리기술 개발 및 국제규격 설정

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구는 다양한 원·부재료를 사용하는 김치제품의 수출촉진을 도모하기 위하여 김치 수출제품의 생산과정에서 품질 및 안전성 보증이 가능한 품질관리기술의 개발 및 적용을 지원하고, 국제교역상의 기술적 장벽을 해소하기 위하여 합리적인 김치 국제규격(Codex Standard for Kimchi)을 제정하도록 지원할 목적으로 수행되었다.

김치는 우리나라를 대표하는 천연 발효식품으로서, 다양한 기능성이 알려지면서 그 수출물량이 크게 늘어나고 수출업체도 급증하는 추세이다. 이러한 수출김치가 지속적으로 국제시장에서 교역되면서 세계적인 우리식품으로 자리잡기 위해서는 합리적인 품질관리활동의 전개를 통한 제품의 품질 및 안전성 보증이 1차 적으로 요구되며, 이러한 품질관리기술의 적용기준도 국제적으로 조화될 필요가 있다.

따라서, 김치산업에서 국제적으로 조화된 품질관리기술을 적용하기 위해서는 식품산업에서 가장 효과적인 안전성관리 수단으로 인정받고 있는 "위해요소중점관리기준(HACCP)"과 모든 산업에서 범용적으로 적용할 수 있는 "ISO 9000 계열규격(품질보증 및 품질경영에 관한 국제규격)"을 통합한 품질 및 안전성 보증기술을 활용하는 것이 가장 효과적이므로 이들 2가지 관리기술을 통합하여 최적화 할 필요가 있다.

또한, 1992년 UR협상 타결에 따라 출범한 세계무역기구(WTO)체제하에서 발효된 TBT 및 SPS 협정문에서는 "교역당사자간의 분쟁발생시 해당 분쟁과 관련된 국제규격이 있는 경우에는 이를 우선 적용하여야 한다."고 규정하고 있는 바, 김치 수출대상국을 확대하면서 수입국의 기술적 장벽 등을 타개할 수 있는 가장 효과적인 수단을 확보하기 위해서는 우리나라 김치에 대한 합리적이고 과학적인 국제규격을 설정하는 것이며, 식품의 국제규격은 Codex가 담당하고 있으므로 김치를 Codex 규격화할 필요가 있었다.

제 2 절 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 우리나라 수출김치의 고품질화 유도 및 교역 원활화를 지원하기 위하여 김치공장에서의 국제품질보증규격(ISO 9000 계열)과 위해요소 중점관리기준(HACCP)에 따른 품질 및 안전성 통합관리체제를 개발하여 제시하고, 이러한 체제에서 생산된 수출 김치제품의 교역 원활화를 도모하기 위하여 국제식품규격위원회(Codex)의 규정에 적합한 국제규격의 설정이 가능하도록 연구 지원하였다.

이를 위하여 국제품질보증규격 및 위해요소 중점관리기준에 따른 품질 및 안전성 관리 기술을 개발한 후, 최종 연도에 이를 개별 김치업체에서 이용할 수 있는 전산프로그램화 하도록 하였고, 국제식품규격위원회(CAC)의 규격제정절차에 따라 김치의 국제규격이 설정될 수 있도록 국제협력 및 규격화 지원을 실시하였다.

제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

본 연구를 통해 김치산업에서 생산하는 수출용 김치에 대한 품질 및 안전성 보증이 가능한 관리기술을 실제로 개별 업체에서 적용할 수 있도록 전산프로그램으로 개발하였으며, 국제 교역상의 기술적 장벽을 해소하기 위한 합리적인 기준으로 활용가능한 김치의 국제(Codex)규격은 국제식품규격위원회의 규격제정절차중 핵심적인 7단계를 모두 통과하여 2001년에 개최되는 CAC 총회에서의 추인을 통해 국제규격으로 확정될 수 있도록 하였다.

2. 연구개발결과 활용에 대한 건의

가. 품질 및 안전성보증기술 관련 전산프로그램

수출김치의 합리적인 품질 및 안전성 보증을 위해서는 본 연구결과 완성된 전산프로그램을 개별 김치생산업체가 적극적으로 도입하여 운용할 필요가 있다. 그러나,

국내 김치생산업체가 대부분 영세한 관계로 경영정보화가 다른 산업에 비해 낙후되어 있다는 점에서 전산프로그램의 효율적인 운영을 위해서는 개별 업체에 대한 경영정보화 지원이 병행하여 이루어 질 필요가 있다. 따라서, 2000년중 중소기업청 정보화지원과에서 지원한 "중소기업 ERP(Enterprise Resource Planning) 컨설팅 시범 지원사업"에 김치산업의 ERP 수립이 포함되게 하여 2001년부터 본 연구결과 프로그램과 병행하여 운용될 수 있도록 지원하는 것이 바람직하다.

나. 김치 국제(Codex) 규격화

김치에 대한 국제(Codex)규격의 제정은 우리나라 수출김치의 교역과정에서 분쟁발생시 그 해결수단으로 적극 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 국제식품규격위원회(CAC)의 규격제정 절차는 총 8단계로 이루어지며, 본 연구기간중 7단계가 완료됨으로써 최종 8단계(CAC 총회의 추인)만 남아 있다. 최종 8단계는 2001년 7월에 개최될 예정이며, 총회가 개최될 때까지도 7단계 통과(안)에 대한 이해관계국의 의견이 있으면 추가적인 기술적 지원 및 협상이 필요할 수 있다. 또한, 최종적으로 총회에서 추인될 때까지는 후속 지원이 필요하므로 Codex 규격으로 확정될 수 있도록 본 연구과제 종료 이후에도 계속적인 후속관리가 이루어져야 할 것이다.

제 4 절 주요 연구실적 및 성과

1. 품질관리기술 프로그램 시작품 개발 : 1건

- HACCP 및 ISO 9001을 기본으로 한 품질 및 안전성 통합관리기술의 현장적용 및 관련 자료관리가 가능한 전산프로그램 개발

2. 김치 국제규격 설정 지원 : 1건

- 국제교역상 분쟁발생시의 해결수단으로 활용가능한 과학적이고 합리적인 김치의 국제(Codex) 규격 제정절차(총 8단계)중 7단계 통과 지원

3. 홍보 : 7건

가. 김치 국제규격화 관련 국내외 홍보 : Codex 회의 참석보고서 작성 배포

- '97. 3. Codex 아시아지역조정위원회 회의보고서 작성배포(100부)
- '98. 6. Codex 식품표시분과위원회 회의보고서 작성배포(100부)
- '98. 11. Codex 분석 및 샘플링방법 분과위원회 회의보고서 작성배포(100부)
- '99. 3. Codex 식품첨가물 및 오염물질 분과위원회 회의보고서 작성배포(100부)
- '99. 7. Codex 총회 회의보고서 작성배포(100부)
- 2000. 10. Codex 가공과채류 분과위원회 회의보고서 작성배포(100부)

나. 개발기술의 홍보 : 품질 및 안전성관리 전산프로그램 시연회개최

- 2000. 9. 22. 참여기업을 대상으로 프로그램 시연회 실시

제 12 장 고품질 김치상품 유통을 위한 발효적응형 김치 포장기법 개발

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구과제 개발의 목적은 김치포장상품에서 일어나는 부피팽창과 그로 인한 품질 손상을 최소화 할 수 있는 고품질 김치 상품 유통을 위한 발효적응형 김치포장기법을 개발하는 데 있다. 이를 위하여 ⅰ)기존 김치포장방법의 발효페턴을 검토하고, ⅱ)김치포장내 압력변화 및 가스조성 변형의 원리를 규명하며, ⅲ)내압 및 통기포장(용기)검토, ⅳ)내압 및 통기조절 포장기법 ⅴ)이에 대한 다양한 식품학적 평가를 실시하고자 한다. 최근 국내외적으로 고품질의 김치 상품이 크게 요청되고 있으며, 이러한 경향은 일본 등 수출용 상품에서 더 요청된다. 김치의 포장은 일반적으로 유리병이나 플라스틱 성형용기 또는 파우치(pouch)형태의 포장재가 주로 유통되고 있다. 이러한 김치포장은 유통과정중 김치의 지속적인 발효로 인하여 김치가 숙성되고 내부에 CO_2가 발생되며 이로 인하여 유리병과 같은 성형용기에서는 내부에 압력이 발생하고 파우치 포장의 경우는 부피가 팽창하게 된다. 유리병 포장의 김치는 유통과정 중 내부 압력의 증가로 뚜껑이 벌어지게 되어 김치 국물이 누출되고, 플라스틱 성형용기나 파우치 포장의 경우 포장 용기의 팽창과 이에 따른 파손으로 인하여 상품성이 저하되고 있다. 이러한 현상은 김치의 숙성과정에서 발생하는 CO_2에 의한 내부 압력의 증가에 기인하는 것으로 김치 자체의 품질저하보다는 포장의 파손으로 인하여 상품성을 저하시킨다. 따라서 최근 포장상품 및 포장방법 개선에 대한 산업계의 요구가 크게 증대되고 있다. 본 연구결과에서 기대되는 효과는 여러 가지 면에서 획기적일 것으로 사료되며 특히, 저장성 있는 고급품질의 김치상품공급, 수출상품의 포장고급화, 김치산업의 유통조절 가능, 그리고 국민건강증진 등의 파급효과를 창출할 수 있을 것으로 사료된다. 결과적으로 김치에 대한 안정적인 수요창출로 농가소득향상에 기여하고 김치의 수출증대를 이룩하게 되며 내압과 통기조절 포장기법의 개발이 성취됨으로써 유통관리의 조정이 가능하고 상품의 질을 크게 향상시킬 수 있다. 또한 김치의 포장과 유통에 관련된 기술

개발에 의하여 양질의 김치상품을 공급함으로써 김치의 대량유통 및 소비가 가능하며 김치관련 산업계의 발전과 성장은 물론 농가소득증대에 기여할 것으로 판단된다. 한편 학술적인 면 그리고 산업적인 응용면에 이어, 결과적으로 국민의 건강 증진과 국민보건에 크게 이바지할 수 있으며, 더 나아가 민족 전통 식품인 김치를 지속적으로 계승 발전시킬 수 있는 계기가 될 것으로 기대된다.

제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

위에서 제시된 연구목적을 달성하기 위하여 본 연구는 다음과 같은 내용과 범위로서 연구를 진행하였다.

1. 시판김치 포장의 특성 및 현황 분석

시판되고 있는 김치 상품의 포장현황을 조사하고 그 중 포장용기로 선정된 유리병 포장(특히 감압 및 내압조절형 병포장)과 nylon/PE(60㎛두께) 포장 김치의 발효패턴을 검토하였다. 또한 이들의 향미와 보존성을 검토하기 위해 저장중 색도의 변화 특히 L값, a값의 변화를 규명하였으며 또한 외관(appearance), 신내(acidic flavor), 신맛(acidic taste), 군덕내(moldy) 등과 전반적인 맛, 풋내, 경도 등에 대한 관능검사를 실시하였다.

2. 김치의 발효특성 및 CO_2 발생특성 규명

김치중 맛김치, 깍두기, 갓김치, 백김치, 나박김치등의 5종을 대상으로 하여 4℃와 15℃ 조건으로 하여 발효중 pH 변화, 산도의 변화와 함께 CO_2 발생특성을 살펴보았다.

3. 김치 포장의 압력발생 및 부피팽창에 미치는 변수 규명

김치의 강성용기포장과 유연포장에 대해서 CO_2 발생과 투과성 필름을 통한 O_2, CO_2, N_2의 투과를 포함시킨 수학적 모델을 확립하고 여러 조건에 따른 압력 및 부피의 변화를 예측하였다. 염도 3%인 김치를 15℃에서 저장시에 여러 변수가 포장의 압력이나 부피에 미치는 영향을 살펴본 다음, 온도가 적숙 및 과숙상태인 김치의 포장에서 압력과 부피에 미치는 영향을 분석하였다.

4. 포장조건에 따른 김치의 발효특성

병포장 김치를 충전량과 진공도를 다르게 포장하고 15℃에서 저장하면서 pH, 총산, 이산화탄소 발생을 측정하였다.

5. 김치포장용 유연포장필름의 발굴

높은 이산화탄소 투과도를 갖는 무정형 나일론 적층필름인 P71197이 김치의 유연포장에서 김치발효시 생성되는 CO_2의 효과적인 방출과 N_2 및 O_2로 이루어진 외부 기체의 유입을 최소화함으로서 부피팽창을 방지하는 효과를 기대할 수 있어서 이의 김치포장에서의 적용가능성을 실험적으로 평가하였다.

6. 김치포장용 물리적 이산화탄소 흡수 포장소재의 개발

제올라이트와 활성탄과 같은 물리적인 이산화탄소 흡착제가 김치포장에서 이산화탄소 발생으로 인한 압력상승과 부피팽창을 완화시키는 수단으로서 연구하였다.

7. 내압조절 김치포장 시스템 개발

김치포장 내에서 생성되는 이산화탄소를 화학적 반응에 의하여 제거할 수 있는 여러 가지 화합물의 이산화탄소 제거특성과 그 능력을 비교검토하였다. 기존에 상업적

으로 사용되는 탄산칼슘 ($Ca(OH)_2$)에 비교하여 다양한 조건으로 사용될 수 있는 이산화탄소 흡수제로서 탄산나트륨 (Na_2CO_3)을 발굴하였고 이의 김치포장에의 적용방법을 고안하였다.

8. 통기조절 김치포장 시스템 개발

통기조절의 수단으로서 핀홀을 이용한 포장김치의 저장실험을 수행하였다. 950ml의 유리병에 직경과 길이를 다르게 한 핀홀을 장착시키고 600g의 김치를 포장하고 15℃에서 저장하면서 포장내 기체조성의 변화, 총산 및 pH를 측정하였다. 또 여러 가지 필터를 이용하여 핀홀의 효과를 증진시키고자 하였고 실제 병포장에 부착시킬 수 있는 원형으로된 모형을 만들어 실험에 적용을 시켜 이화학적 실험, 관능검사, 미생물 실험 등을 행하였다.

제 3 절 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 시판김치 포장의 특성 및 현황 분석의 분야에서는 현재 시판되고 있는 김치 상품들의 활용빈도등을 고려해 볼 때 유연포장의 경우는 Al-laminated film계열이, 강성포장재로서 수출용은 유리병, PET병이 주를 이루고 국내용은 주로 PET병이 이용되고 있다. 따라서 유통과정중 가스발생에 의한 부피팽창과 파열의 문제점이 있으며 일부 업체에서는 진공포장과 가스흡수제를 사용하고 있으나 생성되는 가스 처리에 한계가 있음을 알 수 있다. 고품질 김치상품의 유통을 위해서는 발효적응형 김치포장기법이 보다 적극적으로 연구개발 되어야 할 것으로 생각된다.

2. 김치의 발효특성 및 CO_2 발생특성의 분야에서는 김치중 맛김치, 깍두기, 갓김치, 백김치, 나박김치 등의 5종을 대상으로 4℃와 15℃조건으로 하여 발효중 pH 변화, 산도의 변화와 함께 CO_2 발생특성을 살펴보았다. 발효진행에 따라 CO_2생산은 빠른 속도의 1단계와 느린속도의 2단계 발효 경향(맛김치, 깍두기)과 일정속도의 발생경향(갓김치)등 각각 달리 나타내고 있다. 또한 물김치류에서는 나박김치에서 더 많았고(높았

고) 풀의 첨가는 제품종류 간의 차이를 줄였고 지속적인 CO_2발생경향을 보였다. 깍두기가 가장 먼저 급격한 pH 저하를 보여주고 pH 3.5부근에서 거의 평행한 수준으로 유지하였고 맛김치는 pH 3.8~4.0까지는 급격한 저하현상을 보이다가 약 5일 이후에 pH 3.7 ~4.0의 범위를 나타내고 있어서 발효진행중 맛김치와 깍두기의 pH 변화는 상이하였다. 산도는 깍두기와 맛김치는 발효 5일째까지 급격한 증가를 보였다. 갓김치는 pH와 총산의 변화에서 가장 느린 발효의 진행을 보여주었다. 백김치, 나박김치와 같은 물김치에서의 pH는 큰 차이가 없었고 총산에 있어서는 풀을 첨가한 김치에서 총산의 증가가 더욱 컸다. 이것은 풀의 첨가가 꾸준하고 지속적인 CO_2발생을 보일 뿐 아니라 양념 등의 차이에 의한 김치간의 CO_2발생에서의 차이를 없애는 역할을 하는 것으로 해석된다.

3. 김치 포장의 압력발생 및 부피팽창에 미치는 변수 규명의 분야에서는 김치의 강성용기포장과 유연포장에 대해서 압력 및 부피의 변화를 예측할 수 있는 수학적 모델을 확립하고 여러 조건의 영향을 분석한 결과, 400 g 단위의 강성용기에 대해서 CO_2 투과도가 높은 시트와 초기 진공포장의 적용에 의하여 압력완화의 목적을 얻을 수 있으며, 추가적으로 충전량을 작게 하면 압력발생을 줄일 수 있었다. 3 kg 단위의 유연포장에 대해서 LDPE 및 PP와 같은 기체투과성이 큰 플라스틱 필름에 의하여 부피 팽창을 줄일 수 있으며, 특히 N_2와 O_2에 비해 CO_2의 투과가 큰 필름이 이에 효과적이었다. 기체투과도가 큰 유연포장의 표면적을 증가시킴에 의해서 부피팽창을 줄이는 효과는 거의 없었다. 비투과성 강성용기 및 유연포장에서 과숙상태에서 (총산 1.0%) 얻어지는 압력과 부피는 저온일수록 증가하였으나, 적숙상태에서는 (총산 0.6%) 온도의 영향은 아주 경미하였다. LDPE의 투과성 강성용기포장에서 모든 숙성단계에서 얻어지는 압력은 온도증가에 따라 약간 증가하였으며, 유연봉지에서는 온도의 영향이 미미하였다.

4. 포장조건에 따른 김치의 발효특성을 측정 비교한 결과, 부피 950 mL의 병에 충전포장된 김치에서 총산 0.4% 이하의 발효초기에는 충전량이 작을수록 pH가 낮고 총산이 높아서 김치발효가 약간 빨랐으나, 그 이후에는 pH, 총산 모두에서 비슷한 수준을 보였다. 김치로부터의 단위중량기준 CO_2 생산은 충전량 300g 단위가 유의하게 빨랐으나, 500g 충전과 700g 충전은 서로간에 뚜렷한 유의성있는 차이를 보이지는 않았다. 일반

적인 충전량이 950 mL 용기에 600g 이상임을 고려한다면 현실적인 포장조건에서의 충전량이 CO_2 생산속도에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 평가되었다. 1L 유리병 용기에 600g 단위로 포장된 김치에서 진공도가 낮을수록 CO_2발생은 유의하게 높았고, pH와 총산의 변화에서는 낮은 진공도에서 약간 빨랐다. 높은 진공도 조건에서 CO_2 발생이 크므로 압력상승이 상대적으로 크지만, 진공포장을 하면 저장 초기에 1기압 이하로 유지할 수 있는 이점으로 인하여 진공포장은 압력발생을 완화시킬 수 있는 좋은 보조수단이 될 수 있는 것으로 판단된다.

5. 김치포장용 유연포장필름의 발굴의 분야에서 높은 이산화탄소 투과도를 갖는 무정형 나일론 적층필름인 P71197의 김치포장에서의 적용가능성을 실험적으로 평가하였다. 염도 2.5%의 김치를 3 kg, 1 kg, 500g, 80g 단위로 포장하여 30℃, 22℃,13℃, 5℃에서 저장하면서 포장 부피, 포장내 기체조성, pH, 총산의 변화를 측정함에 의하여 그 적용성을 평가하고 가능한 이용범위를 제시하고자 하였다. 포장단위가 클수록 무게대비 표면적 비율이 낮음으로 단위 중량당 부피팽창이 컸으며, 80g의 경우는 모든 온도에서 큰 부피 팽창이 발생하지 않았고, 500g의 경우 13℃이하의 온도에서 비교적 부피팽창이 작아서 현실적인 유통에 적합한 것으로 나타났다. 1 kg과 3 kg 단위는 5℃를 제외한 모든 온도에서 상당한 부피 팽창을 보였다. 모든 조건에서 공통적으로 발효 초기에 급격한 팽창을 보이고, 그 이후에 완만해지거나 감소하는 경향을 보였다. 포장내 기체조성의 경우 3 kg 및 1 kg 단위의 포장에서는 CO_2가 계속 높게 유지되었고, 500g과 80g의 포장에서는 저장기간이 오래 경과함에 따라 CO_2 농도가 감소하는 경향이 보였다. pH와 총산도로 대표되는 발효진행속도에 있어서는 포장 단위간에 큰 차이를 보이지 않았지만, 소포장의 경우가 약간 빨랐으며, 특히 80g 단위의 경우 다른 포장단위에서보다 빨랐다. 따라서 이산화탄소 투과도가 높은 무정형 나일론 적층필름을 사용함에 의하여 작은 포장단위의 김치를 비교적 저온에 유통하는 경우에 현실적으로 큰 부피팽창 없이 이용할 수 있고, 외부로의 냄새등의 유출문제는 없었다.

6. 김치포장용 물리적 이산화탄소 흡수 포장소재의 개발의 분야에서는 물리적인 이산화탄소 흡착제를 이용한 김치포장의 압력상승과 부피팽창을 완화시키는 방법에 대하

여 연구한 결과, 제올라이트가 활성탄에 비해 이산화탄소 흡수 능력에서 우수하였고, 수증기로부터 보호되는 경우 이산화탄소 흡착평형을 유지하였다. 높은 이산화탄소 투과도와 제한된 수증기 투과도를 갖는 플라스틱 필름이 제올라이트 흡수속도를 제어할 수 있었다. 제올라이트에 대한 수분보호성을 향상시키기 위하여 실리카겔이 봉지내에 함께 사용되는 것도 효과적이었다. 플라스틱 필름봉지에 밀봉된 제올라이트계 기체 흡착시스템은 15℃에 저장된 김치포장의 내부 압력과 부피의 증가를 유의하게 낮추어 줄 수 있었다. 그리고 이는 또 초기 진공의 일부도입과 병용함으로써 김치의 병포장이나 반강성 플라스틱 포장에서 김치 품질이 적정하게 유지되는 범위내에서의 압력발생이나 부피팽창의 문제를 완화시킬 수 있었다.

7. 내압조절 김치포장 시스템 개발의 부문에서는 이산화탄소를 화학적 반응에 의하여 제거할 수 있는 여러 가지 화합물에 의한 김치포장의 압력발생과 부피팽창의 완화를 연구한 결과, 기존에 상업적으로 사용되는 탄산칼슘 ($Ca(OH)_2$)에 비교하여 다양한 조건으로 사용될 수 있는 이산화탄소 흡수제로서 탄산나트륨 (Na_2CO_3)을 발굴하였고 이의 김치포장에의 적용방법을 고안하였다. 탄산나트륨은 적절한 수분투과성을 갖는 플라스틱 봉지에 담아서 김치 포장에 장착시키면, 포장내에서 발생되는 이산화탄소를 원하는 속도로 제거할 수 있었다. 또한 필요에 따라서 탄산나트륨을 수산화칼슘이나 제올라이트와도 함께 혼합하여 사용하면서 상호보완적이고 상승적인 이산화탄소의 제거효과를 얻을 수도 있었다. 그리고 목적에 따라서는 이러한 혼합소재들을 플라스틱 봉지에 담은 형태나 플라스틱 시트로 제작하여 포장내에 장착시킬 때, 김치 포장에서 압력발생이나 부피팽창을 완화시킬 수 있었다.

8. 통기조절 김치포장 시스템 개발의 부문에 있어서는 통기조절 장치로서 핀홀이 존재할 때의 포장내 기체조성의 변화는 밀폐된 포장과 다른 양상을 보였다. 즉, 핀홀을 가진 포장에서 이러한 기체조성의 변화는 통기성으로 인한 것이며, 전체압력도 1기압 수준을 유지시켜 주었다. 또한 김치가 적숙상태로 익었을 때 포장내에 높은 CO_2분압을 형성시켜 이때 탄산미가 나는 김치로 익게하는 장점을 가졌다. 핀홀로 인한 불쾌한 냄새의 유출을 막는 데 효과가 좋은 필터로는 활성탄(active carbon) sheet 였다. 충전량에 따른 적정 핀홀의 크기는 직경 0.1mm, 길이 10mm이상의 것으로 높은 CO_2

분압을 형성시키며 압력발생을 완화시키는 용도로서 적당한 것으로 판단되었다. 이러한 것을 종합해서 compact한 원형의 모형을 제작하여 실제 병포장등에 실험하였더니 효과가 있는 것으로 나타났다.

결론적으로 본 연구에서는 다양한 발효조건에서 김치의 품질을 효과적으로 보존하면서 압력발생과 부피팽창이 없는 김치포장의 설계와 제작에 대하여 몇가지 방안(위 3~8항)을 제시하였고, 앞으로 이의 실용적인 적용을 위하여 관련 업계와 지속적인 접촉과 기술이전과정이 필요하며, 본 연구팀은 이를 위해 지속적으로 노력할 것이다. 또한 본 연구 결과를 보다 적극적으로 활용하기 위하여 계속적으로 정책적인 경제적인 지원이 필요할 것이다.

제 4 절 주요 연구실적 및 성과

1. 특허출원 : 3건

- 압력발생 및 부피팽창을 완화시키는 김치의 포장기법. 특허출원 제10-1999- 15324호 (1999. 4. 29)
- 이산화탄소 흡수속도를 제어할 수 있는 탄산나트륨을 유효성분으로 하는 이산화탄소 흡수제. 특허출원 제 10-2000-0052332호 (2000. 9. 6)
- 발효식품에서 가스발생에 의한 팽창방지 간이 시스템. 실용신안출원 준비중

2. 논문게재 : 6건(국내 3건, 해외 3건)

- 김치포장의 압력 및 부피변화에 영향을 미치는 인자의 분석. 한국식품영양과학회지. 28권 2호, 429-437 (1999)
- 김치종류별 CO_2 발생 특성. 한국식품영양과학회지. (작성중)
- 통기성 김치포장이 김치품질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지.(작성중)
- Effect of Packaging Unit and Temperature on the Flexible Permeable Packaging of Kimchi during Fermentation. Package Technology and Science(투고중, 2000)
- The Use of Physical Carbon Dioxide Absorbents to Control Pressure Buildup and

Volume Expansion of Kimchi Packages. Journal of Food Engineering,(인쇄중) (2000)

- The Use of Sodiuml Carbonate as a Carbon Dioxide Absorbent to Control Pressure Buildup and Volume Expansion of Kimchi Packages. Journal of Food Science,(작성중) (2000)

3. 논문발표 : 5건

- 박은숙, 임지원, 최홍식, 이동선: 포장단위 및 저장온도가 투과성 유연 김치포장의 팽창에 미치는 영향. '99 춘계 식품관련학회 연합학술대회. 고려대학교 (1999. 6. 5. 발표)
- 이동선, 신동혁, 전정태, 최홍식 : 물리적 CO_2 흡착제에 의한 김치포장에서의 압력 및 부피팽창의 완화. '99 춘계 식품관련학회 연합학술대회.고려대학교 (1999. 6. 5. 발표)
- Dong Sun Lee, Dong Hyuk Shin and Hong Sik Cheigh : Characterizing CO_2 production from kimchi, a Korean fermented vegetable for designing its package without volume expansion and pressure build-up. IFT Annual Meeting. U.S.A. Dallas, Dallas Convention Center (2000. 6. 10. ~ 6. 14.)
- 최홍식, 전정태, 이동선 : 유연포장김치의 발효변수에 따른 부피변화와 CO_2 발생특성. 제23회 한국생명과학회 학술발표회. 창원대학교 (1999. 3. 29. 발표)
- 임수선, 최홍식, 이동선: Pinhole을 사용한 김치병포장의 CO_2 분압조절 및 최적화. 한국식품영양과학회 제47차 학술발표회. 강원대학교 (2000. 6. 3. 발표)

4. 홍보 : 2건

- " 팽창방지 새포장기법 " - 국제신문 (1999. 5. 15)
- " 팽창방지, 새 김치포장기법 개발 " - 식품음료신문 (1999. 5.17)