

대학생 식량안보논문 경진대회
속표지 교체

행사일정



시 간	내 용
14 : 00	개 회 식 사회 : 박현진 교수 (고려대학교) 개회인사 : 이철호 한국식량안보연구재단 이사장 환 영 사 : 이광호 한국식품산업협회 상근부회장
대학생 논문발표	
14 : 40	(1) 강원대 생명건강공학과팀 (오수홍, 김시훈, 윤여운, 정다인, 최규선) 논문제목 : 생명공학기술의 실용화를 통한 식량안보 증진방안 지도교수 : 박철호 (2) 경북대 식품공학부팀 (강태민, 박나현, 이유진, 이승준) 논문제목 : 식품조사기술의 활용 증대와 소비자 수용도 증진방안 지도교수 : 권중호 (3) 고려대 식품공학과팀 (최민혜, 김재영, 신희륜, 이규현) 논문제목 : 융합형 방사선 조사처리기술을 통한 식량위기 해결방안 지도교수 : 한재준
15 : 50	휴 식
16 : 00	영화상영 Food Evolution (식량의 진화)
논문심사 평가발표	
17 : 00	발표 : 신동화 명예교수 (한국식량안보연구재단 자문위원장) ▶ 심사위원 : 조재선 교수(경희대), 이군호 사장(식품음료신문), 권대영 박사(전 한국식품연구원장), 채수완 교수 (전북대 의대)
시 상 식	
17 : 20	이철호 한국식량안보연구재단 이사장 이광호 한국식품산업협회 상근부회장
18 : 00	저녁만찬

목 차



* 개 회 인 사	이철호 이사장	1
* 환 영 사	이광호 상근부회장	3
* 대학생 논문발표		
(1) 생명공학기술의 실용화를 통한 식량안보 증진방안		7
- 강원대 생명건강공학과팀 (오수홍, 김시훈, 윤여운, 정다인, 최규선)		
지도교수: 박철호		
(2) 식품조사기술의 활용 증대와 소비자 수용도 증진방안		103
- 경북대 식품공학부팀 (강태민, 박나현, 이유진, 이승준)		
지도교수: 권중호		
(3) 융합형 방사선 조사처리기술을 통한 식량위기 해결방안		159
- 고려대 식품공학과팀 (최민혜, 김재영, 신희륜, 이규현)		
지도교수: 한재준		
* 영화, “Food Evolution” 소개		241

개 회 인 사

이 철 호 한국식량안보연구재단 이사장



한국식량안보연구재단은 앞으로 예견되는 국내외 식량 문제를 미리 예측하고 이를 해결하기 위한 과학기술의 발전과 정책방안들을 제시하기 위해 2010년 4월에 설립된 순수 민간연구단체입니다. 우리나라 식량공급의 주체가 되는 농수산업과 식품산업의 발전을 위해 노력하고 있으며, 특히 식품산업의 식량안보적 기능을 강조하고 그 지원과 육성을 위해 노력하고 있습니다.

재단은 2018년도 연구사업으로 세계 식량위기를 극복하기 위한 신기술과 정책방안들에 대한 대학생들의 참신한 아이디어를 공모하여 지난 3월 3개팀, 강원대 생명건강공학과, 경북대 식품공학부, 고려대 식품공학과 학생들로 구성된 연구팀을 선정하여 조사 연구 논문 작성을 지원하였습니다. 오늘은 이들 3개 연구팀의 연구 성과를 발표하는 자리를 마련하였습니다.

강원대 생명건강공학과팀은 ‘생명공학기술의 실용화를 통한 식량안보 증진 방안’에 대한 연구결과를 발표합니다. 경북대 식품공학부팀은 ‘식품조사기술의 활용 증대와 소비자 수용도 증진 방안’에 대해, 그리고 고려대 식품공학과팀은 ‘융합형 방사선 조사처리기술을 통한 식량위기 해결 방안’에 대해 그동안 연구한 결과를 발표합니다. 생명공학 신식품종(GMO)의 유용성과 안전성에 대한 소비자들의 올바른 인식은 앞으로 예견되는 세계적인 식량부족 사태를 극복하기 위한 농수산 생산성 향상과 기후변화에 대처하기 위해 반드시 필요한 선결과제입니다. 방사선을 이용한 식품의 이온화 조사 기술은 식품의 저장 유통 중 일어나는 손실을 줄일 수 있는 가장 경제적이고 안전한 방법이나 소비자들의 오해로 인해 그 사용이 제한되고 있습니다. 오늘 학생들은 식품

과학기술이 당면한 이 두 가지 문제에 대해 나름대로의 해법을 제시하고자 합니다. 연구에 참여한 학생들의 노고를 치하하며 연구를 지도해주신 각 대학 지도교수님들의 협력에 감사드립니다.

오늘 경진대회를 후원하시는 한국식품산업협회 이창환 회장님과 이광호 상근부회장님, 그리고 협회 관계자 여러분께 심심한 감사의 말씀을 드립니다. 또한 본 재단의 연구 학술활동을 물심양면으로 지원해 주시는 재단 이사님들과 후원자 여러분께도 이 자리를 빌어 감사의 말씀을 전합니다. 참석하신 모든 분들의 건강과 가정의 행복을 기원합니다.

2018년 11월 5일

환영사

이 광 호 한국식품산업협회 상근부회장



한국식량안보연구재단이 주최하는 대학생 식량안보 논문 경진대회를 진심으로 축하하며 식품산업을 대표하여 경하의 박수를 보냅니다.

식품산업은 소비자의 선택에 의해 성장 발전하며 그 사회적 책임을 다 할 수 있습니다. 최근 들어 급속한 과학 기술 발전에 힘입어 우리나라 식품산업은 비약적으로 발전하고 있으며 국내 시장을 넘어 세계로 진출하고 있습니다. 이러한 때에 학생들이 생명공학 신식품종(GMO)의 실용화 문제와 방사선 조사기술의 활용과 소비자 수용도 증진에 대한 연구논문을 발표하는 것은 참으로 시의적절한 일입니다.

생명공학 신식품종의 식량자원화는 앞으로 예견되는 세계 식량부족 사태에 대비하고 기후 변화에 의한 농업 생산성 저하를 막을 수 있는 유일한 방법으로 알려져 있습니다. 방사선 조사기술은 이미 50년 전부터 안전한 식품저장 위생화 방법으로 실용화 되었으나 소비자들의 이해 부족으로 그 사용이 널리 적용되지 못하고 있습니다. 우리나라에서는 수년 전에 시행 된 조사식품의 과도한 표시제 확대로 이 기술이 사실상 사장되고 있는 실정입니다. 이러한 문제점들을 식품학을 공부하는 학생들이 재학시절부터 문제를 인식하고 개선책을 고민하는 것은 참으로 고무적인 일입니다.

식품산업은 농수산업과 함께 우리나라의 식량공급을 책임지고 있는 산업분야입니다. 우리나라 식량자급률은 전체 식량에너지로 계산하면 50%를 밀돌고 있습니다. 나머지 부족한 식량을 식품산업이 세계시장에서 수입하여 가공 공급하고 있습니다. 따라서 식품산업은 식량공급의 주체로서 그 사명과 사회적 책임을 다하기 위해 노력하고 있습니다. 식품에 대한 근거 없는 불안감이나 불신을 해소하기 위해 노력하고 있으며, 과학적

사실에 근거한 건전한 소비자 식품안전 교육에 많은 투자를 하고 있습니다.

오늘 열리는 대학생 식량안보 논문 경진대회는 대학생들의 올바른 문제 인식뿐만 아니라 우리 국민의 식품 신기술에 대한 올바른 이해를 돕는데 크게 기여할 것으로 기대합니다. 오늘 대회를 주최한 한국식량안보연구재단에 감사드리며 연구에 참여한 대학생들과 지도교수님들의 노고를 치하합니다. 아무쪼록 이러한 노력들이 결실을 맺어 우리 국민의 식품에 대한 건전한 인식이 성장하고 식품산업도 함께 성장하기를 바랍니다.

여러분의 건강과 행복을 기원합니다. 감사합니다.

2018년 11월 5일

청간지

대학생 식량안보 논문 경진대회



황간지

생명공학기술의 실용화를 통한 식량안보 증진방안

강원대 생명건강공학과팀

(오수홍, 김시훈, 윤여운, 정다인, 최규선)

지도교수: 박철호





KNU

생명공학기술의 일용화를 통한 식량안보 증진방안

강원대학교 생명건강공학과 연구팀
김시훈 오수홍 윤여운 정다인 최규선



index

01 연구의 필요성 및 목적

02 활동내용

03 식량안보와 생명공학기술

04 GMO기술의 일용화

연구의 필요성 및 목적

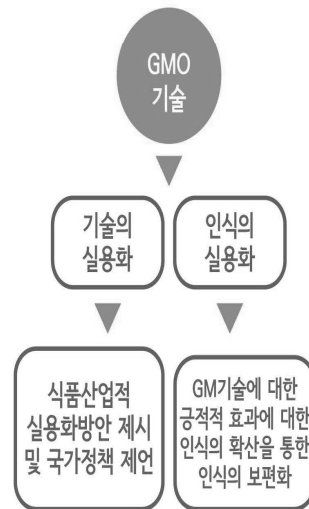
연구 필요성

- 대한민국 국민의 식량 개념 무지 및 식량위기 상황에 대한 불감증
- 지속적인 인구증가로 전 세계 식량수요는 증가하지만 식량생산은 지구온난화 등, 다양한 이유로 막대한 피해를 입고있음

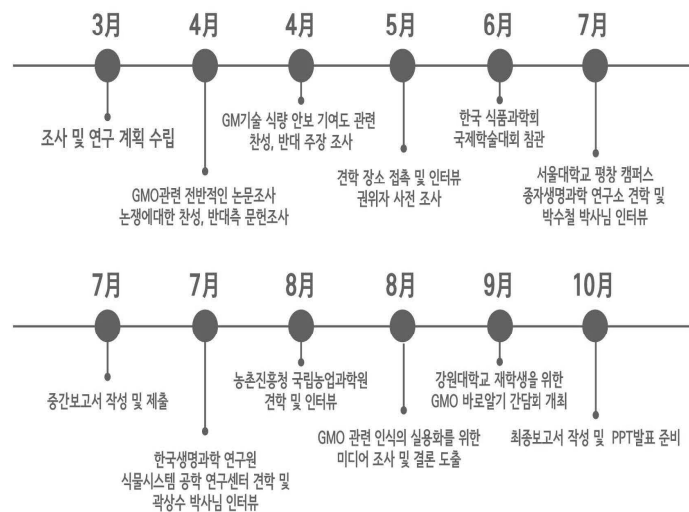
연구 목적

- 식량의 개념 및 식량안보 위협에 대한 국민적 홍보
- 식량안보 관련 핵심 BT기술인 GMO를 바라보는 균형잡힌 시각제시
- 생명공학기술의 실용화를 위한 방안제시를 통한 식량안보 정책 개선에 기여

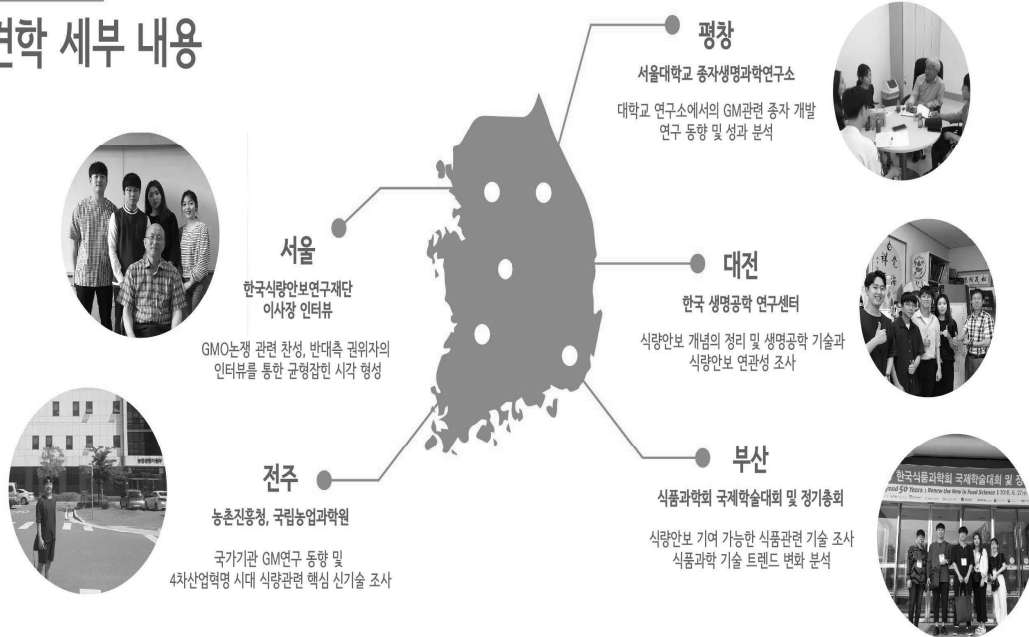
연구 범위



월별 활동 내용



견학 세부 내용



균형잡힌 시각을 위한 GMO간담회

목적

GMO관련 강원대학교 재학생의
의견 수렴 및 인식 개선

내용

GMO관련 오해와 진실 PPT발표
GM기술관련 국내외 대표적인
논쟁을 소개 및 비교분석





food security

식량안보란?

FAO

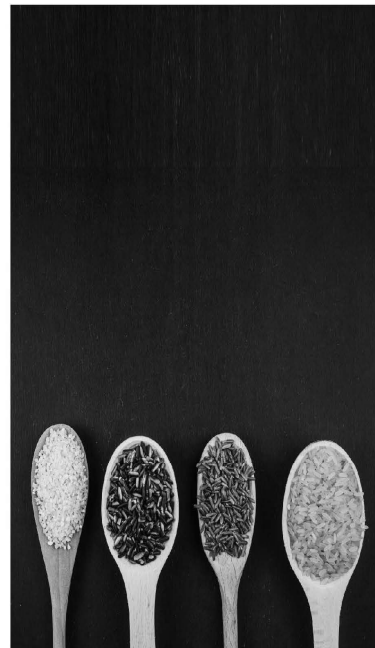
Food and Agriculture Organization

지구촌 모든 사람들이 언제나
본인의 활동적이고 건강한
생활을 유지하기 위해
식품에 물리적, 경제적으로
접근 가능한 상태

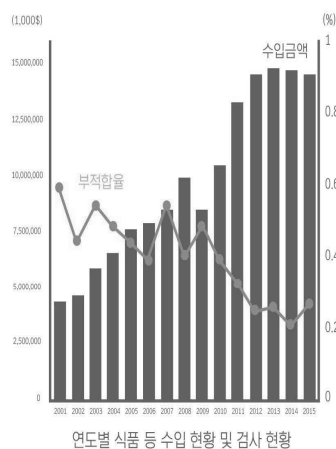
OD

Our Definition

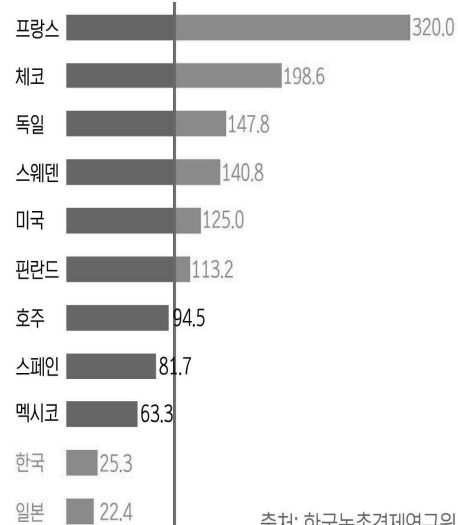
인구증가, 재난, 전쟁등의
상황을 고려하여 국가가
필요로 하는 식량공급의
안전확보를 하기 위해
식량의 증산을 도모하는 것



대한민국 식량안보의 필요성



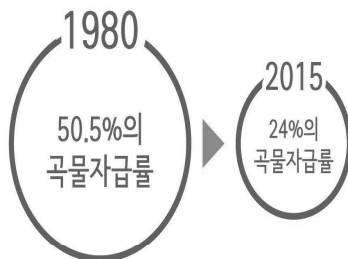
OECD 주요국 식량 자급률 비교



출처: 한국농촌경제연구원

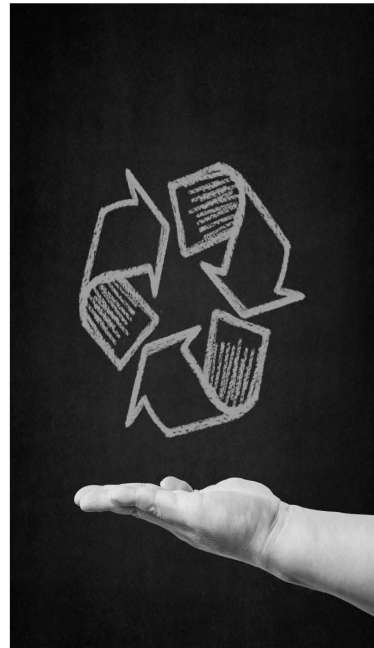


대한민국 식량자급률 저하 요인



동물성 식품 수요의 폭증
산업화를 통한 농지감소

축산장려정책을 통한
사료곡물의 수입 급증



GMO의 정의



KFDA
GMO를 '유전자 재조합체'



EU
GMO를 '자연교배나 자연결합과 같은 천연적 방법이 아닌 변형된 유전자의 DNA를 가진 생물체'

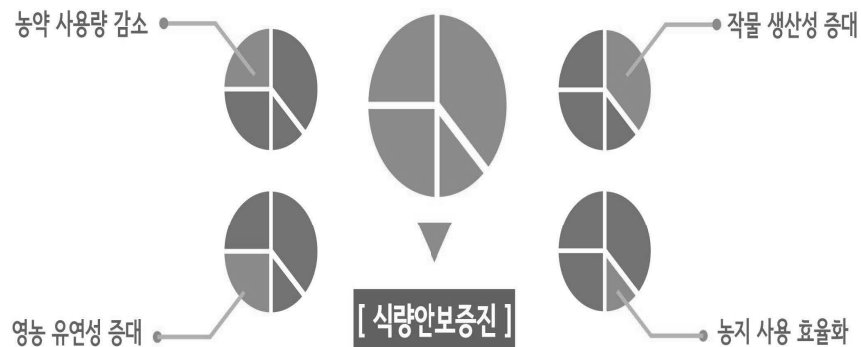


미국 FDA
유전공학을 이용한 DNA재조합 기술이나 유전자 이전을 통해 생산된 전통적인 육종 기술과 구분되는 식물



GM기술의 식량안보 기여

GM작물 / 2016.06.01 글로벌 사회경제 및 환경적 영향 '1996~2014' 보고서



GM작물 재배의 산업적 효과

표의 수치는 퍼센트(%)

GM 종자	생산량 증가율	관리시간 감소율	농약 사용량 감소율	기타	총합
HT 콩	60	15	20	5	100
HT 옥수수	71	13	09	7	100
BT 옥수수	77	10	07	6	100
BT 면화	79	12	05	4	100
HT 면화	77	12	06	5	100

HT : herbicide tolerance / BT : insect resistance / 미국 농업자원관리조사 ARMS (USDA, 2014)



우리가 생각하는 GMO의 정의

OD

Our Definition

식량증산을 통한 미래의 식량위기 해결을
위한 필수적인 생명공학 기술의 산물



GMO관련 찬·반 논쟁

- 대한민국 GM표시제 현행유지 VS 완전표시제요구
- GMO 개발 관련 현행 안전성 심사방법 논쟁
- 3세대 유전자 가위기술 크리스퍼(CRISPR-Cas9)의 GMO정의 여부
- 농촌진흥청 라스베라트를 생합성 벼, 가뭄 저항성 GM벼 시험재배
- 글리포세이트의 발암물질 정의 및 환경오염 문제 논쟁

YES or NO





GMO관련 찬·반 논쟁 세부내용

대한민국 GM표시제 현행유지 VS 시민단체의 완전표시제 요구

- 대한민국 2016년 3월, 식품위생법 일부 개정 법률안이 공포되었고, 개정안은 2017년 2월4일부터 시행되었다.
- '주요원재료'가 '원재료'로 개정 (유전자변형DNA가 남아 있는 재료를 이용하면 표시)
- 영양성분 등이 현저하게 차이나는 유전자변형 농산물의 표시 사항 및 세부 표시기준 산설
- '비유전자 변형식품 또는 무유전자 변형식품' 표시 방법 및 외국어를 한글과 병행표시
- 표시의 활자크기 확대

찬성

- 현행 gmo표시제도 역시 의무적으로 GM유전자가 남아있을시 표기해야함
- 시민단체가 요구하는 완전표시제 시행 시 국내 식품산업의 경쟁력 약화 및 국내 물가 상승 초래

VS

반대

- 국민의 알권리를 위해 식품에 GM유전자가 존재하지 않아도 GM원료 사용시 표시 의무화 필요



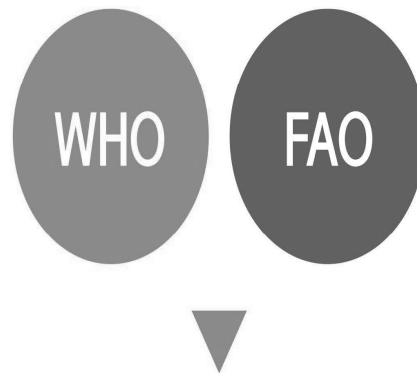
GMO의 실용화

기술의 실용화

- 과학적 안정성 검증
- 실질적 생산량 증대의 기여
- 국내 농업환경의 실질적 기여가능한 GM품종 개발

인식의 실용화

- 현재 GMO관련 부정적 여론해결의 핵심과제
- 전문가가 아닌 대다수의 국민은 부정적 주장의 군중심리 작용
- 소비자 인식 개선은 GMO실용화의 핵심



세계 식량안보 증진의
획기적인 과학기술



기술의 실용화

농촌진흥청 GM작물개발 사업단

사업개요 : 미래대응 유용 GM작물 육성 기반기술 구축 및
글로벌 종자시장 진출용 GM종자 개발

주요기능 : GM작물 개발에 필요한 국내 기술기반 구축
안정성 평가 투입 가능한 유용 GM작물 개발
세계 종자시장에 진출 가능한 유전자 및 GM종자 개발
생명공학작물 안정성 향상, 관리 및 소통

최종목표 : 유용 GM작물 80종 개발 -> 안정성평가 완료20건
국내 농업 현장으로 해결용 육종소개 GM작물 5종 확보
우리 유전자가 도입된 GM종자의 세계시장 진출 1건이상

사업단 사업기간 - 2010.11 ~ 2017.09



그러나 2017.09 시민단체의 요구로

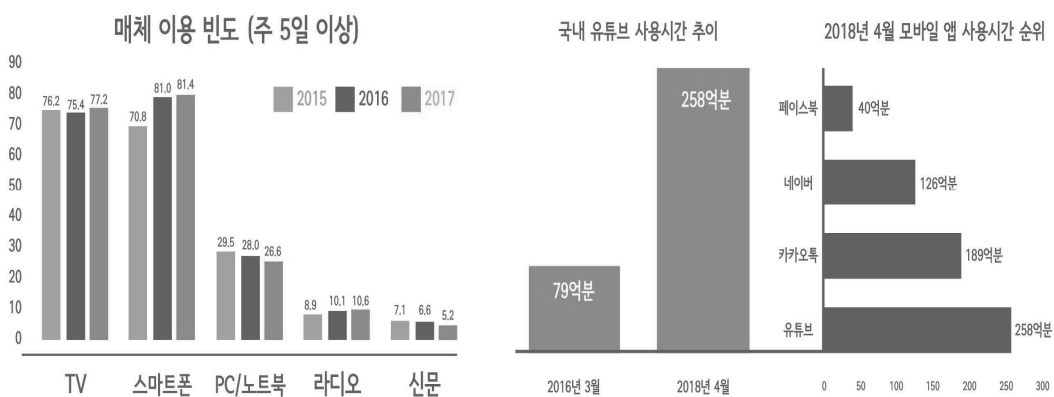
농촌진흥청 산하 GM작물개발사업단 해체 됨



인식의 실용화

GMO관련 인터넷 미디어 조사

- GMO관련 인터넷 신문기사 분석 (조선일보/동아일보/한겨레/경향/식품음료신문)
- 국내 대표 포털사이트 분석 (네이버, 다음 GMO관련 블로그 및 카페)
- 동영상 관련 대표 포털사이트 (유튜브 GMO관련 영상 분석)





대한민국 대표 신문사 GMO관련 기사 분석

- 조사 방식 : 2018년 1월~9월 까지의 신문사 인터넷 사이트에 등록된 GMO 단어 사용 기사 분석
- 조사 지표 : GMO 용어 사용기사, GMO 중점기사, 논조, GMO 오기기사 수, 기사의 형식

GMO용어 사용 기사	GMO 중점 기사	논조, 어조	오기된 기사 수	기사의 형식
약 26건	약 7건(25.9%)	중립적어조 동아일보 / 조선일보 / 경향신문 부정적어조 - 한겨레 신문	약 3건 (GMO를 유전자 조작식품이라고 표현)	대부분 식품홍보에 Non-GMO임을 강조하기위해 GMO란 단어를 사용 GMO 중점기사는 주로 과학적 사실을 전달하거나 원전표시제 관련 내용



네이버, 다음 GMO관련 블로그 및 카페 분석

- 조사 방식 : 2018년 1월~9월 까지의 네이버, 다음 포털 사이트 상위 100개 GMO관련 블로그, 카페 조사
- 조사 지표 : 다음 카페 (회원 수, 글 건수, 논조) 네이버 블로그 (GMO관련 내용 키워드분석, 논조)

다음, GMO관련 카페 조사	네이버, GMO관련 블로그 조사
최근 1년 GMO관련 글 게시 카페 수	최근 1년 GMO관련 글 게시 블로그 수
찬성 2 중립 6 반대 92	찬성 6 중립 14 반대 79 기타 1



GMO관련 동영상 분석

긍정적인 영상 썸네일

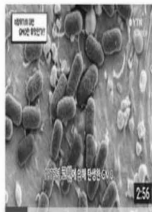


유전자변형식품(GMO)을 아시나요?

한국소비자단체(주)

1년 전 · 조회수 27,346회

'유전자변형식품(GMO)을 아시나요?' 소비자단체가 195회 소비자 알 권리를 보장하기 위해 지난 2월 4일부터 GMO 표시 대상에...



식량위기의 대안, GMO란 무엇인가? / YTN 사이언스

스

YTN SCIENCE

2년 전 · 조회수 21,756회

유전자를 재조합하여 생산성을 극대화시킨 식품, GMO. 우리 주변에도 널리 퍼져있는 GMO에 대해 알아보겠습니다. YTN 사이언스 기사...

VS

부정적인 영상 썸네일



죽음의 GMO 식품이 가져온 재앙들

신앙방송 채널

1년 전 · 조회수 42,050회

양배추에 전담의 독을 넣는 GMO 유전자 등 기형적인 GMO 식품들 GMO 때문에 20만명이 자살한 인도의 농사지역 그리고 아르헨티나...



[더팩트] 20년간 국민 먹은 GMO(글리포세이트), 2A급 발암물질로 판명

신앙방송 채널

1년 전 · 조회수 25,223회

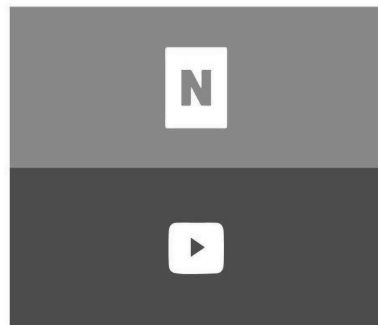
GMO에 그동안 안전하다고 설파하던 글리포세이트 WHO에서 2A급 발암물질로 판명 먹으면 체중에 계속해서 축적된다는데 우리나라...



인식의 실용화를 위한 우리의 생각

How

- GMO관련 자료 불균형의 근거한 부정적 방향의 군중심리가 형성되고 있으므로 정보의 균형을 위한 긍정적 자료의 생산 및 과학적 사실근거 기사 의뢰
- 농촌진흥청 등의 국가기관의 GMO관련 인식개선 사이트 존재 하지만, 접근성의 어려움과 국가기관의 부정적 인식으로 인한 효과 미비 일반 소비자 대상의 서포터즈 모집을 통한 개인단위 SNS 업로드 활동 지원
- 유튜브 동영상 관련 인식의 실용화를 위해선 구독자 일정 수 이상의 식품관련 1인 미디어의 과학적 사실 제공 영상 제작 의뢰 및 기존 영상 썸네일 개선 및 내용의 애미네이션화 등을 통한 접근성 개선필요



?

또다른 문제, 노년층의 인식개선을 위해서는?

다른 연령층의 비해 인터넷 접근성이 떨어지며, 새로운 정보를 습득하는 능력이 부족함

→ < 다만, TV를 통한 정보전달은 용이함 >

농촌 노년층을 타겟으로 한 비공무원 GMO 성인교육자 양성

- 지역적 특성 공약을 위한 세분화 된 활동 지역선정
- 강연 이후 GMO 내용이 수록된 컬러링북과 같은 노년층 홍보물 배포

노년층이 신뢰하는 오피니언 리더 공략

- GMO 찬, 반 논쟁을 중심으로 반대측 주장의 과학적 오류를 반박

TV프로그램 편성을 통한 인식개선

- 기존의 다큐멘터리 형식이 아닌 시사/교양 프로그램에서 '황금 쌀'과 같은 유전공학기술을 통한 영양성개선 식품을 홍보하고 GM기술이 필요하다는 점을 강조



GMO 실용화를 위한 바람



국가기관

- 1) GMO수입 과정에서 국내농경지 유입방지정책 수립필요
- 2) 국가 주도의 GM종자 개발 사업진행 필요



학계

- 1) GM기술에대한 꾸준한 연구개발을 통한 연구성과 생산
- 2) 국민의 인식개선을 위한 GMO관련 과학정보 홍보



언론

GMO와 관련 된 올바른 내용을 전달하여
언론인으로서 책임감을 통감해야 함



시민단체

시민단체들의 과학적 근거가 없는 억지주장은
국익의 해를 끼치는 선동이므로 중단해야 함



생명공학기술의 실용화를 통한 식량안보 증진방안

Improvement of Food Security through Practical Use of Bio Technology

강원대학교 생명건강공학과 연구팀 (오수홍, 김시훈, 정다인, 최규선, 윤여운)

목 차

I. 서 론	22
1. 연구의 배경	22
2. 연구의 필요성 및 목적	23
3. 연구범위	24
4. 연구방법	24
II. 본 론	25
1. 기술의 실용화	25
1.1 GM기술의 의의와 역사적 변천	25
1.2 GM기술의 실용화 현황	28
1.3 식량안보를 위한 GMO 기술의 실용화 방안	31
2. 인식의 실용화	32
2.1 GMO 기술에 대한 찬·반 논쟁(국내외 GMO 관련 주요 뉴스)	32
2.2 균형 잡힌 시각을 위한 GMO 찬·반 권위자 인터뷰	35
2.3 GM 작물의 인식 실용화를 위한 논거	36
2.4 소비자 인식개선을 위한 GMO 관련 인터넷 매체 분석	40
2.5 대한민국 노년층을 위한 GMO 인식개선 방안제시	52
2.6 식량안보를 증진을 위한 GMO 인식의 실용화 방안	57
III. 결론 및 제언	61
1. GMO 기술, 선택이 아닌 필수이다.	61
2. 식량안보 증진을 위한 GMO의 실용화에 관한 종합적인 우리의 생각	62
3. 기대효과	63
참고문헌	64

I. 서론

1. 연구의 배경

FAO에 따르면 2050년 지구상의 인구가 90억 명 이상으로 늘어날 것으로 예상됨에 따라 인간이 섭취하는 동물성 식품도 지금보다 1.5배 이상의 식량이 필요할 것으로 예측된다. 그러나 지구온난화로 인한 가뭄과 홍수 등의 이상기후가 일어나고 있어 식량생산에 막대한 피해를 주고 있다. 기후변화는 곡물 생산량의 변화를 가져왔고, 이미 아프리카에서 식량난이나 물 부족으로 고통받는 난민들이 많다. 따라서 전 세계는 앞으로 다가올 식량 부족 사태에 대해 대비해야 한다.¹⁾

2080년의 세계 식량생산량을 예측 연구한 ‘Tubiello and Fischer’의 논문에 따르면 세계 식량 생산은 앞으로도 크게 증가되지 않을 것으로 전망했다. 북반구에 위치한 러시아와 캐나다와 같은 선진국들의 식량 생산은 지구온난화로 다소(2.7~9.0%) 증가하겠지만, 남반구에 있는 대부분 개발도상국들의 식량생산은 감소할 것으로 예측된다. 특히 남아시아의 식량 생산은 18.2~22.1% 감소할 것으로 예측되어 세계 식량 생산량은 0.6~0.9% 감소가 예상된다. 전 세계 인구는 백억 명이 넘을 것으로 보이며, 식량 수요는 지금보다 2배 이상으로 예측된다(표 1).²⁾ 이렇듯 식량안보가 위협을 받는 상황에서 유전자 변형작물 산업은 우리나라 미래의 식량안보와 종자 주권을 보호할 수 있는 기반기술 산업으로 현재 인류가 직면한 환경, 보건, 식량, 자원 등의 문제를 해결해 줄 수 있는 유일한 대안으로 인식되고 있다.

〈표 1〉 기후변화에 의한 세계 곡물 생산량의 변화 예측

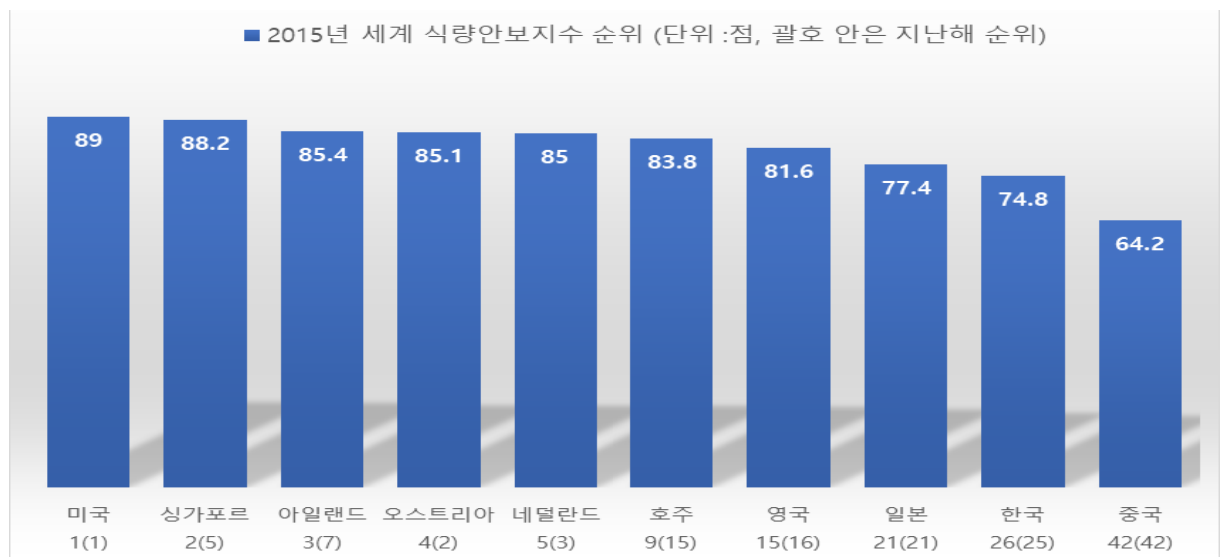
1990-2080 변화예측		(% change)
World		-0.6 ~ -0.9
Developed countries		2.7 ~ 9.0
Developing countries		-3.3 ~ -7.2
Southeast Asia		-2.5 ~ -7.8
South Asia		-18.2 ~ -22.1
Sub-Saharan Africa		-3.9 ~ -7.5
Latin America		5.2 ~ 12.5

*자료 : Adapted from Tubiello and Fischer 2007

2. 연구의 필요성 및 목적

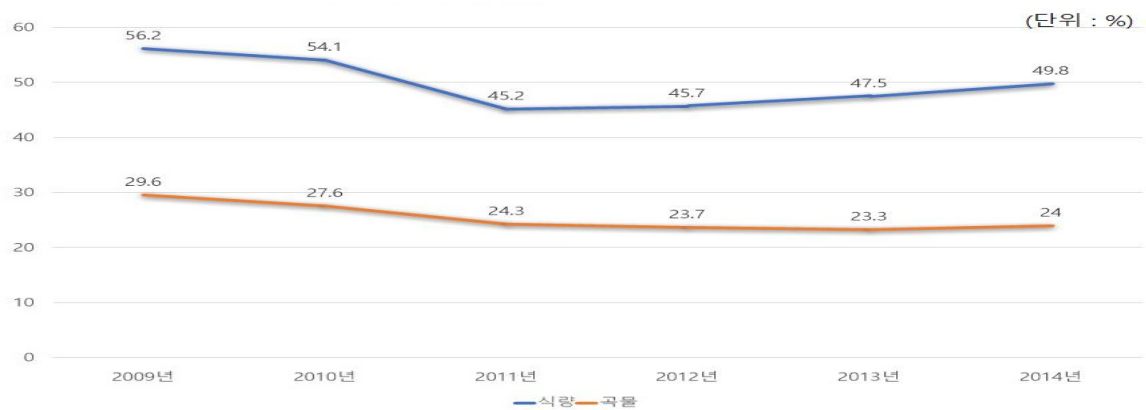
2015년 우리나라의 식량안보지수는 74.8로 26위를 기록했고, 같은 아시아권의 일본(77.4%)보다는 조금 낮고 중국(64.2)보다 높다.(그림 1) 이는 한국의 높은 경제력으로 부족한 식량을 다른 나라에서 수입할 수 있기 때문이다. 그래서 우리나라 국민은 체감하기 어렵다. 1980년대 50%였던 한국의 곡물자급률은 급격히 하락하여 세계무역기구(WTO)가 창설된 1995년에는 30%로 낮아졌다.³⁾ 이것은 경제성장으로 국민의 동물성 식품 수요가 폭증하였고 이에 국가는 축산 장려 정책을 추진하면서 사료곡물 수입이 급격히 늘어났기 때문이다. WTO 이후 곡물자급률은 계속적으로 감소하여 2014년에는 24%를 기록했다. 사료용을 제외한 국내 농산물 소비량에 비해 국내 식량자급률은 45% 수준으로 추정된다.(그림 2)

〈그림 1〉 2015년 세계 식량안보지수 순위



*자료 : 이코노미스트 인텔리전스 유닛 (EIU)

〈그림 2〉 한국 곡물 및 식량자급률



* 자료 : 농림축산식품부

이러한 국내 식량안보를 위협하는 곡물자급률 하락 및 급속한 기후변화의 상황에서 식량 안보 증진을 위한 다양한 관점의 대책이 요구된다. 본 연구팀은 국내 식량안보 증진을 위한 방법으로 생명공학기술의 실용화를 핵심키워드로 잡았다. 또한 생명공학기술 중 GMO는 획기적인 식량문제를 해결할 수 있는 수단임에도 불구하고 대중적인 홍보 부족, 국민의 식품 과학에 대한 보수적인 태도 등 다양한 이유로 부정적인 인식을 가지게 되었다.⁴⁾ 그러므로 이러한 부정적 인식의 개선을 위한 생명공학기술의 식량안보에 지속적 기여를 조사하고 그를 근거로 생명공학기술의 실용화 방법을 기술적 측면과 인식적 측면의 방법제시를 목적으로 한다.

3. 연구범위

생명공학기술의 범위는 매우 넓으므로 본 연구팀은 식량증산에 크게 기여하고 있는 핵심 BT기술인 GM기술을 중심으로 실용화 현황 및 미래 개발 방향을 조망한다. 또한 실용화 개념을 기술과 인식 두 부분으로 나누고 기술의 실용화 부분에서는 GM기술의 산업적 실용화 방안을 제시하며, 인식의 실용화는 GM기술에 대한 소비자 인식(찬성 및 반대)을 기초로 긍정적 효과에 대한 인식의 확산을 통해 GMO 관련 대한민국 국민 인식의 보편화를 의미한다.

4. 연구방법

이 연구는 생명공학기술의 실용화를 통한 식량안보 증진방안을 알아보기 보기 위하여 문헌자료를 활용하였고, 통계 자료를 이용하였다. 식량 안보 관점에서 실용화에 대한 개념을 정의하고, 연구 분석을 위해 국내외 문헌 및 국제기구의 활동 보고서를 번역하고 분석하였다. 특히 FAO, 한국바이오안전성센터, 농촌진흥청 등의 보고서를 집중검토 하였다. 다음으로 실용화를 기술적, 인식적 관점으로 구분하였고, 생명공학기술을 주체로 조사하였다. 기술적 실용화의 데이터를 위해 이 분야를 연구 중인 서울대학교 평창캠퍼스와 준공공기관인 한국생명공학연구원, 국가기관인 농촌진흥청 등을 견학하여 관련 전문가들과 인터뷰를 진행하였다. 인식의 실용화 데이터를 위해 국내 주요 언론사와 포털사이트, Youtube와 같은 미디어 매체를 통해 조사를 진행하였다. 또한 대학생 GMO 바로알기 간담회를 개최하여 대학생의 인식 재고와 노년층 정보 습득 미디어 조사를 통해 노년층 GMO 인식 재고 방안을 제시하였다. 본 연구는 기술의 찬반 구분 자의성을 배제하기 위해 양쪽 의견을 적극 참고하되, 과학적으로 신빙성이 있는 자료에 한하여 조사하였다.

II. 본 론

1. 기술의 실용화

1.1 GM기술의 의의와 역사적 변천

1) GMO 기술이란 무엇인가

GMO(Genetically Modified Organism)는 생물체의 유전자 중 유용한 유전자(예: 추위, 병충해, 살충제, 제초제 등에 강한 성질)만을 분리하여 인위적으로 다른 생물종에 도입함으로써 개발자가 필요로 하는 특성을 갖도록 DNA의 일부를 변형시킨 새로운 생명체를 일컫는 용어이다.(농촌진흥청 2005) 농작물뿐만 아니라 동물, 미생물 등 다양한 유기생물체를 포함한다. 이 기술은 대부분 농산물 개량에 사용되므로 GMO는 유전적 재조합 과정을 거친 농산물이나 그 농산물을 원료로 가공한 식품을 일컫는다.

① 국내의 정의

우리나라 GMO 용어에 대한 표현과 해석은 약간씩 다르게 나타나고 있다. 식품의약품안전청(KFDA : Korea Food & Drug Administration)에서는 GMO를 ‘유전자재조합체’라고 한다. 어떤 생물 세포 내에 증식이 가능한 DNA와 이종의 DNA(해당 생물 세포와 분류학상 동일한 종에 속하지 않는 생물에서 유래하는 DNA를 말한다.)와의 재조합 DNA 분자를 효소 등을 이용하여 해당 생물 내에 주입하여 이종의 DNA를 증식시키는 기술 유전자 재조합 기술에 의해 재조합 DNA분자가 주입된 생세포(자연계에 존재하는 동등한 유전자 구성을 갖는 생세포는 제외) 또는 이에 유래하는 생물을 말한다. 농림부는 생물체의 유전자 중 필요한 유전자를 인위적으로 분리 결합하여 개발자가 목적인 특성(제초제 및 병·해충 저항성, 저장성 향상, 고영양 성분 함유 등)을 갖도록 한 농산물·식품을 말한다. 유전자 조작이 벼, 감자, 옥수수, 콩 등의 농작물에 행해지면 유전자 변형 농작물이라 부르고, 이 농산물을 가공하면 유전자 변형 식품이라고 한다. 농촌진흥청은 GMO를 ‘유전자 재조합체’라고 하며 유전자 재조합 DNA가 도입된 식물, 동물, 미생물 및 세포를 말한다.

② 국외의 정의

유럽연합(European Union)의 경우 GMO를 “자연교배나 자연결합과 같은 천연적 방법이 아닌 변형된 유전자의 DNA를 가지고 있는 생물체”라고 정의하고 있다.⁵⁾ 미국의 식품의약품청 (FDA: Food and Drug Administration)은 “새로운 종을 개발하기 위해 사용되는

새로운 방법, 즉 유전공학을 이용한 DNA 재조합기술이나 유전자 이전을 통해 생산된 전통적인 육종 기술과 구분되는 식물”이라고 정의하고 있으며 유전자 재조합에 의한 식물에서 유래한 식품 및 식품성분에도 적용하고 있다.⁶⁾ 국제 연합 식량 농업기구(FAO: Food and Agricultural Organization) 산하 농업위원회 (Committee on Agriculture : CA)는 GMO를 “DNA 재조합 기술을 이용하여 변형된 것”으로 정의하고 있다. 이것은 형질 전환 이종교배와 같은 기술로 생성된 생물체는 GMO로 규정하지 않고 있다. GMO에 대한 정의뿐만 아니라 용어도 아주 다양하게 사용되고 있다. 유럽의 경우 Genetically Engineered Food를 주로 사용하면서 DNA 재조합 기술을 이용한 식품과 식물로 한정하여 사용하고 있으며 미국의 경우 Genetic Engineering, Genetically Modified Foods를 주로 사용하며 종자 및 식품과 식품 첨가제 그리고 동물까지 포함하여 사용하고 있다. 미국의 연구기관 및 업체들 간에는 Genetically Modified Crops, Genetically Modified Plant, Bio-engineered Foods, Genetically Engineered Food를 사용하면서 이종 생물에 의한 유전적 변형도 GMO로 인정하고 주로 식품이나 식물로 한정하여 사용하고 있다. UN의 경우 GMO and GMO product로 부르고 있는데 DNA 재조합 기술을 이용한 종자 식품 및 식품 첨가제 그리고 동물까지 포함하여 크게 LMOs로 사용하고 있다. CODEX(식품표기분과 위원회)에서는 “GMO, GEO”란 자연적인 증식 또는 재조합에 의하여 일어날 수 없는 방법으로 유전물질이 변형된 유기체라고 정의하며 UNEP(생물 다양성 협약의 Biosafety Protocol)에서는 “LMO(Living Modified Organisms)”라는 용어를 사용하여 현대생명공학 (Modern Biotechnology)을 이용하여 얻어진 새로운 유전물질의 조합을 포함하고 있는 모든 살아있는 생물체를 의미한다고 정의하고 있다.⁷⁾ LMO(Living Modified Organism)는 GMO와 같은 의미로 사용되기는 하나 명확히 구별하자면 LMO는 살아있음을 강조하는 용어이다.⁸⁾ 일부 시민단체 등에서는 ‘유전자 조작 식품’이라는 용어를 사용하기도 한다.

2) GMO의 역사

Science지에 기고된 논문‘Food security: The challenge of feeding 9 billion people’에서 앞으로의 세계적인 식량부족사태를 막으려면 생명공학기술에 의한 유전자변형작물(GMO)의 생산 이용이 필수적이라고 강조하고 있다.⁹⁾ GMO는 1950년대 DNA의 분자 구조가 밝혀 지고, 1970년대 DNA의 분리 정제, 재조합이 성공하면서 한 생물의 DNA 단편을 다른 생물 DNA 분자에 결합시키는 유전자재조합 기술이 개발됨에 따라 가능해졌다. 이후 유전자 변형 슈퍼마우스 생산이나 유전자 변형 소 성장호르몬(BST) 등 개발이 지속되었다. 최초의

GMO 상업적 개발은 1994년 미국 칼진사가 무르지 않는 토마토를 개발했으며, 2년 후 미국의 몬산토사가 유전자를 조작한 콩을 상업적으로 대규모 재배하기 시작하였다. 2000년에는 비타민A가 강화된 황금 쌀을 개발하였다. GMO 기술은 단순한 수확량 증가, 병해충 저항성 강화 등을 목표로 시작되었지만, 현재 기술 개발 동향은 재배 작물의 품질 향상이나 기능성 강화 등 다양한 목적으로 개발되고 있다. 연구 진행 또한 기업 위주의 연구에서 세계구호기관으로 세계 식량문제 해결을 위한 도의적 차원의 연구도 많이 진행되고 있다.(표 2)

〈표 2〉 GMO의 역사

연도	주요 사건
1973	유전자변형기술 개발
1973	최초의 유전자변형 E.Coli 개발
1978	인슐린 생산
1981	유전자변형 슈퍼마우스 생산
1983	아그로박테리움에 의해 식물(페튜니아) 유전자변형 성공
1993	유전자변형 소 성장 호르몬 (BST) 개발 (몬산토)
1994	무르지 않는 토마토 Flavr Saver 상품화 (칼젠)
1996	유전자변형 작물의 상업적 재배 시작
2000	비타민 A가 강화된 황금 쌀 개발
2008	유전자변형 작물 전세계 25개국 1억 2,500만 ha에서 재배
2009	동물유래 의약품 최초 상업화-GM 염소 유래 Atryn FDA 승인 유통

*자료 : 바이오안정성정보센터

3) GMO 개발 동향

① 제 1세대 (Input trait control)

기존의 교배 육종 방법으로는 불가능한 새로운 특성을 부여한 것이다. 유전자재조합 저항성, 병해충 저항성 작물 등 종자회사, 농약회사 및 농부 등 소비자보다 생산자에게 초점이 맞추어졌다.

② 제 2세대 (Modification of output trait control systems)

지방산 조성이 변화한 대두유, 유통기간이 연장된 토마토 등 가공 특성을 향상시키거나 혹은 가공비용을 절감할 수 있는 것을 의미한다. 이는 유통 혹은 식품 가공업자들에게 초점이 맞춰졌다.

③ 제 3세대 (Genetically Improved Foods Through Technology and Science)

비타민A를 강화한 Golden Rice와 같이 영양가가 향상되었거나 식용백신, 항암성분, 혈압 강하제 등 약용성분이 강화된 기능성 건강식품이다. 구매력이 있는 소비자들에게 유익하여 자발적으로 찾는 것으로 다음세대의 유전자재조합 작물로 일컬어진다. 현재 개발 중인 작물 중에 연화가 더욱 지연되고 카로틴 함량이 증진된 토마토, 카페인 제거된 커피와 차, 일시 수확이 가능한 커피, 청바지용 청색목화, 니코틴이 제거된 담배, 모르핀 성분이 제거된 심장병 예방용 식용유를 추출할 수 있는 양귀비, 간염, 어린이 폐렴 및 기관지염 바이러스에 대한 백신 토마토, 세대를 단축시켜 조기수확이 가능한 오렌지나무, 치매를 예방할 수 있는 감자백신, 비타민 C가 약 10배 이상 많은 배추가 있으며, 지속적으로 수 많은 생명공학 작물이 개발되리라 예상된다.¹⁰⁾

1.2 GM기술의 실용화 현황

1) GMO 기술 해외 실용화 현황

GMO 작물이 세계 식량시장에서의 영향력과 실질적 재배량은 실용화의 지표이다. 이를 알아보기 위해서 FAO에서 진행한 2016년 기준 유전자변형생물체 해외 작물 재배 수준 (ISAAA Brief No.52)을 조사하였다.

〈표 3〉 작물별 LMO 재배면적 비중(2016년 말 기준)

(단위 : 백만 ha)

작물	전체 재배면적 (A)	LMO 재배면적 (B)	비중 (B/A)
콩	117	91.4	78%
목화	35	22.3	64%
옥수수	185	60.6	33%
유채 (카놀라)	36	8.6	24%
기타	-	1.7	-
합계	373	185.1	49.6%

* 자료 : 2016 FAO 통계 (2014년 재배면적 데이터) ISAAA Brief No 52

2016년 기준 콩의 LMO 재배 비중은 78%, 목화는 64% 옥수수는 33%며 GM기술을 통한 재배 가능 작물 중 49.6%가 LMO 작물임을 알 수 있었다. 또한 해외 주요 식량 생산국의 LMO 재배면적 비중을 알아보면 미국의 경우 옥수수, 콩, 목화, 사탕무, 카놀라(유채) 재배에서 LMO 재배 면적이 90%이상을 차지하고 있다.(표 3) 브라질은 목화를 제외한

콩, 옥수수의 재배면적 약 90%가 LMO 재배면적임을 알 수 있었다. 세계 식량 시장에서 이미 GMO 기술을 통한 식량 생산은 세계 주요 식량생산국에서 이미 실용화가 많이 되어있는 상태이다.¹¹⁾(표 4)

〈표 4〉 5개국 작물별 LMO 재배면적 비중(2016년 말 기준)

(단위 : 백만 ha)

국가	작물	전체 재배면적(A)	LMO 재배면적(B)	비중 (B/A)
미국	옥수수	38.1	35.05	92
	콩	33.87	31.84	94
	목화	3.98	3.7	93
	사탕무	0.47	0.47	100
	카놀라	0.69	0.62	90
브라질	콩	33.87	32.69	96.5
	옥수수	17.73	15.67	88.4
	목화	1.01	0.79	78.3
아르헨티나	콩	18.7	18.7	100
	옥수수	4.9	4.74	97
	목화	0.4	0.38	95
캐나다	카놀라	8.1	7.53	93
	옥수수	1.62	1.49	92
	콩	2.21	2.08	94
인도	목화	8.1	10.80	96

* 자료 : ISAAA Brief No 52

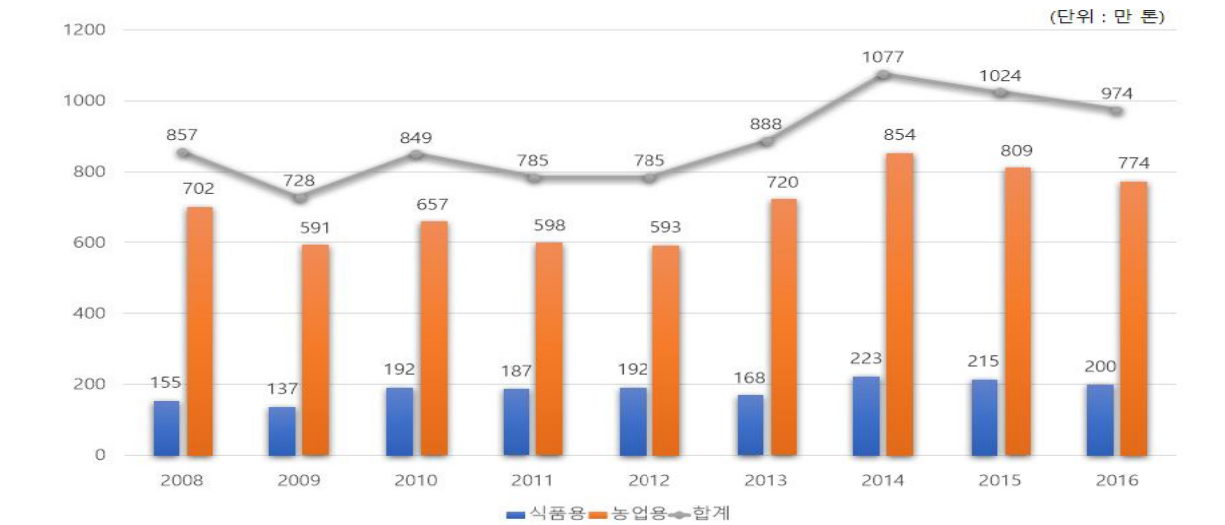
2) GMO 기술 국내 실용화 현황

① GMO 국내 수입 동향

해외 주요 식량생산국은 GMO 기술이 획기적인 수확량 증가를 가져올 수 있지만, 우리나라 경우 농업 형태가 소규모 집약농업 형태를 가지고 있으므로, GMO 기술을 통한 재배가 생산량의 획기적인 증가는 힘들 것으로 예상된다. 그러나 우리나라는 국제적 식량 수입국 이므로 수입 동향을 조사하여 국내에서 GMO 기술의 실용화를 알아보았다. 농촌진흥청, 미래창조 과학부에 따르면 2016년 국내에 수입 승인된 식용 및 농업용 GMO는 총 974만 톤, 21억 달러규모며, 2년 연속 5%대 감소추세를 보이고 있다. 이는 2014년부터 식품/사료업체들이 높은 수준의 재고량을 유지하고 있고, 가축 사육 수의 감소로 인한 배합

사료 수요가 감소되었기 때문이다. 2016년에는 개정된 표시제가 2월부터 시행되고, AI, 구제역 등으로 감소한 가축 사육 두수가 하반기에 회복될 것으로 보여 수입 승인량은 계속해서 감소할 것으로 예상된다. 용도별로는 농업용 774만 톤(전체 수입량의 79%)가 식용 200만 톤(21%)이 수입이 승인되었다. 작물별로는 옥수수 858만 톤(전체 수입량의 88%)로 대부분을 차지하였고, 뒤를 이어 대두 98만 톤(10%), 면화 17만 톤(1.7%) 등이 수입이 승인되었다.(그림 3)

〈그림 3〉 GMO 국내 수입 동향



* 자료 : 농촌경제연구원

② 유전자변형생물체 국내 연구개발 동향

연구개발을 통한 새로운 GM작물 또한 실용화의 중요한 지표이다. 이에 미래창조 과학부, 농촌진흥청, 질병관리본부가 제시한 자료를 참고하였다.

2016년 시험·연구 목적으로 국내수입 신고한 유전자변형생물체는 총 3,573건으로 매년

〈표 5〉 시험·연구용 유전자 변형 생물체 수입 신고 수

구분	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	계
동물	98	162	158	189	196	883	963	1,407	1,847	5,903
식물	2	17	41	38	29	44	79	99	181	530
미생물	10	6	2	45	9	322	397	660	1,545	2,963
총계	110	185	201	239	234	1,249	1,439	2,166	3,573	9,396

* 자료 : 미래창조과학부

큰 폭으로 증가하고 있다. 수입 품목은 설치류를 포함한 동물이 1,847건(약 52%)으로 가장 많았으며, 균주(대장균 등)를 포함한 미생물이 1,545건(약 43%)을 차지하고 있다. 식물은 181건으로 2015년에 비해 2배정도 상승하였다.¹²⁾(표 5)

2016년 신고된 연구시설은 총 1,249건이며 2008년 이후 2016년까지 신고된 연구시설은 총 5,422건으로 지속 증가추세를 보이고 있다. 신고된 대부분의 연구시설은 2016년 기준 대학(3,452건, 64%)이었으며 연구기관(약 18%), 민간기업(약 15%)이 뒤를 잇고 있으며, 안전관리 1등급 연구시설은 3,134개(58%)이고 안전관리 2등급 연구시설은 2,288개(42%)였다.(표 6) 2016년 기준으로는 매년 GMO 연구 시설 신고 및 허가 수가 증가하였음을 알 수 있다.¹³⁾

〈표 6〉 유전자변형생물체 연구시설 신고

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	합계
병원	1등급	7	1	2	1	0	3	5	14	52	85
	2등급	20	24	1	2	9	35	14	73	98	276
대학교	1등급	638	79	105	80	229	141	223	277	401	2,173
	2등급	272	83	76	41	114	83	114	163	333	1,279
연구기관	1등급	113	14	10	33	49	60	51	80	99	509
	2등급	31	9	10	51	30	45	85	96	106	463
기업/기타	1등급	111	14	6	10	14	32	29	71	80	367
	2등급	34	5	6	10	18	22	31	64	80	270
합계		1,226	229	216	228	463	421	552	838	1,249	5,422

* 자료 : 미래창조과학부, 농촌진흥청, 질병관리본부, 국립수산물품질관리원

1.3 식량안보를 위한 GMO 기술의 실용화 방안

한정되어있는 식자원과 달리 지속적인 세계의 인구 증가는 5초에 한 명씩 굶어 죽게 만들고 있다. 이는 또 다른 인류의 재앙이라고 할 수 있으며, 이를 해결하기 위해 GMO라는 기술은 식량안보와 인류적으로 보았을 때 무조건적인 부정은 할 수 없는 기술이다. 그러나 GMO의 역사는 겨우 30년 밖에 되지 않아 anti-GM 그룹들이 제기하는 잠재적인 위험성과 유해성에 대해선 올바르게 과학적인 연구 방법, 분석이 필요하다. 대표적으로, 찬성 및 반대하는 단체들 사이에서도 서로의 이익에만 초점을 맞추고 있으며 본질적인 과학기술적 토론은 제대로 이루어지지 않고 있다.

GMO 반대단체는 몬산토 같은 거대 기업이 막대한 자금을 들여 많은 과학 전문가들을

GMO를 찬성하도록 유도한다고 주장한다. 그러나 이는 사실과 다르다. 과거의 GMO는 생산자의 수고를 덜어주고 생산량 증대에 초점을 맞춘 1세대 GMO였다면, 최근에는 기존의 전통육종을 통해 생산된 식량보다 효과적인 식량을 생산하는 3세대 GMO로 의학적 및 건강 기능적 생리활성 효능이 강조된, 소비자 초점에 맞춘 GMO이다. 또한 유전자 형질전환 기술의 발전도 및 숙련도도 과거와 비교하였을 때 많은 발전을 이루었고, 이에 안전성도 높아졌기에 GMO 기술을 이용해야 한다.

마지막으로 기술의 실용화를 위해선 GMO에 관한 국가 정책이 중요하다고 생각한다. 미국, 캐나다, 인도 등 많은 국가들이 GMO가 자국에 이익이 된다고 판단될 경우 받아들이고 정책을 세운다. 그러나 GMO 반대 국가들 중 EU는 매우 부정적이면서도 까다로운 정책을 시행하고 있다. 이는 전통육종 기술이 뛰어나고 이를 바탕으로 한 식량자급률이 높기 때문에 가능한 국가 정책이다. 이 중에는 GM푸드가 과학적으로 완벽한 증거로 안정성이 증명될 때까지 GM작물 생산을 금지해야 한다는 주장도 있다. 하지만 GMO전문가들은 "어떠한 식품도 의학적으로 100% 안전하다."라는 실험적인 증명을 보일 수 없다고 말한다. 우리나라는 식량자급률 40% 미만의 국제적인 식량 수입국이며, 농지비율도 낮다. 그렇기에 미래의 식량위기 상황이 예측되는 가운데 GM기술을 무작정 반대만 할 수 있는 상황은 아니다. 머지않은 미래에 대한민국이라는 국가가 세계적으로 식량을 구걸하지 않기 위해 식량증산의 핵심 기술인 GM기술에 대한 기초연구와 상업적 재배를 전제로 한 연구는 필요하다고 본다. 현재 우리나라는 세계 수준의 생명공학기술 확보 노력을 통해 바이러스 저항성 고추, 영양성분강화 쌀과 같은 우리 농산물의 가치 향상과 농민소득 증대에 기여 가능한 유용 신 작물을 개발하여 외국으로부터 기술협력 제안도 받고 있는 상황이다. 이러한 기술수준이 정부의 GMO실용화 정책과 결합된다면 혁신농업을 통한 우리나라 농업의 선진화와 농업생명공학 산물을 활용한 국가 신 성장 동력을 통해 GMO 기술의 실용화 창출이 가능하다고 생각한다.

2. 인식의 실용화

2.1 GMO 기술에 대한 찬·반 논쟁(국내외 GMO 관련 주요 뉴스)

GMO 기술은 개발 초기부터 3세대 GMO 기술이 실용화되는 현재 시점까지 찬반 논쟁은 계속되고 있다. GMO 관련 인식의 실용화를 위해선 이러한 논쟁에 대해 알아보고 그 원인에 대한 분석이 필요하다. 그러므로 본 연구팀은 GMO를 바라보는 균형 잡힌 시각제시를 위해 그 논쟁에 대해 조사하였다.

1) 우리나라와 미국, GM표시제도 변화

우리나라는 2016년 3월, 식품위생법 일부 개정 법률안이 공포되었고, 개정안은 2017년 2월 4일부터 시행되었다. 표시제 개정 주요 내용으로는

- ① 「식품위생법」 제12의2 본문 중 ‘주요원재료’가 ‘원재료’로 개정
(유전자변형 DNA가 남아 있는 재료를 이용하면 표시해야함)
- ② 영양성분 등이 현저하게 차이나는 유전자변형농산물의 표시 사항 및 세부 표시 기준 신설
- ③ ‘비유전자변형식품 또는 무유전자변형식품’ 표시 방법 및 외국어를 한글과 병행하여 표시 하는 규정 신설
- ④ 표시의 활자크기 확대이다.¹⁴⁾

자발적 표시를 시행하고 있었던 미국은 2016년 7월 29일, 오바마 대통령이 GM 의무 표시제 법안에 최종 서명하면서 의무표시제가 도입되었다. 의무표시제 법안에 따르면 표시는 텍스트, 기호, QR코드 중 선택하여 제품에 표시하도록 하고 있으며, USDA(United States Department of Agriculture)는 법 시행을 위한 세부 가이드라인을 2년 내에 마련해야 한다. 법안 발의로 주마다 도입하려던 GM 의무표시제 도입 노력은 중단되었고, 이미 시행되었던 버몬트주의 표시제의 시행은 무효화 되었다.

2) 국내외 미승인 GM밀 발견

2016년 7월 중순, 농림축산검역본부는 아르헨티나에서 우리나라로 들어오는 사료용 수입 선적물에서 미승인 GM밀(MON71800)을 발견하여 폐기·반송토록 명령하였으며, 식품의약품 안전처는 아르헨티나산 식용 밀과 밀가루 제품에 대한 수입 및 유통단계 검사를 강화 하였다. 농림축산검역본부는 전 세계적으로 개발되어 상업적으로 유통되거나 유통 가능성이 있는 23개 품목의 모든 수입 건에 대해 LMO 검사를 실시하고 있으며, 이전까지 LMO 검출은 없었다. 이후 안전성 확보 차원에서 수입되는 사료용 아르헨티나산 밀에 대한 검역을 보다 강화하였다. 2016년 7월 말에는 USDA가 워싱턴주에서 미승인 GM밀(MON71700)이 발견되었다고 우리 정부에 알림에 따라 우리 정부는 관련 안전관리 조치를 취했다. 식품 의약품안전처는 해당 표준물질과 검사방법을 확보하고 수입되는 미국산 밀과 밀가루에 대하여 검사를 실시하여 미승인 GM밀이 검출되지 않은 밀에 대해서만 통관을 허용하고, 국내에 수입·통관된 미국 워싱턴주밀 67건에 대해서도 잠정적으로 유통·판매를 중지하고

수거·검사를 실시하여 혼입여부를 검사한 결과, 모두 검출되지 않아 해당 제품들의 잠정 유통·판매 중지를 해제하였다.

3) 주목받고 있는 유전자가위 기술

2016년 미국 USDA가 유전자가위 기술 중 하나인 크리스퍼(CRIPR-Cas9)를 이용하여 개발한 갈변되지 않는 버섯을 규제 제외 대상으로 결정하면서, 유전자가위 기술에 대한 규제 기준 마련이 시급하다는 주장이 제기되고 있다. 세계 각국에서 유전자가위 기술을 포함한 신기술을 이용한 생명공학 제품의 개발이 활발하게 진행되고 있는 추세로, 이에 대한 규제 가이드라인 마련에 대한 논의가 진행되고 있다. 이는 GMO가 출현 당시 규제 적용을 개발과정(Process)에 할지 최종산물(Product)에 할지 견해 충돌이 있었는데 유전자가위 기술에도 같은 현상이 나타나고 있다.

4) GM벼 시험재배를 계기로 GMO 연구개발 안전관리 이슈 대두

2015년 9월, GM작물 실용화사업단에서 ‘라스베라트 생산을 통한 GM벼의 상업화’를 준비하고 있다는 언급이 있는 후 NGO를 중심으로 GM벼의 시험재배가 이슈화되었다. 국내 언론에서도 해당 이슈를 중점적으로 보도하였으며, 국정감사 기간에는 이에 대한 질의와 답변 내용이 언론 보도뿐 아니라, SNS와 같은 개인 매체를 통해서도 퍼져나갔다. 연구자, 정부 기관, 농민, 시민단체 등 각각의 이해당사자들이 GM작물 시험재배에 대한 입장을 주장하였지만, 그 견해 차이는 좁혀지지 않고 있다. 농촌진흥청은 일반 국민들의 시험재배에 대한 우려를 해소하기 위해 시험재배 시설에 대한 안전관리 운영규정을 개정하는 중이며, 한국바이오안전성정보센터(KBCH)에서 수행한 2016년 대국민 인식조사 결과에 따르면, GM작물 연구개발의 필요성은 인식하고 있었지만, 인체 및 환경 위해성에 대한 우려가 공존하는 것으로 나타나고 있다. 조사 결과, 응답자의 26.5%가 GM벼에 대해 알고 있었으며, 이들은 대부분 TV를 통해 관련 정보를 접촉한 것으로 조사되었으며 43.2%는 GM벼의 연구개발이 필요하다(보건 및 의료에 도움, 기후변화 대응 등)고 응답하였으며, 28.7%는 필요하지 않다(환경 및 인류 건강에 악영향 등)고 응답하였다.

2.2 균형 잡힌 시각을 위한 GMO 찬·반 권위자 인터뷰

GMO와 관련하여 찬·반 논쟁이 끊임없이 진행 중이다. 이러한 논쟁에 대하여 본 연구팀은 찬성 및 반대 측 권위자와 인터뷰를 진행을 통해 각각의 의견을 수렴하고 관점의 차이 등을 분석함으로써 GMO를 바라보는 균형 잡힌 시각을 목적으로 하였다. 권위자 선정은 과학 전문가이자 과학적 근거를 통해 주장 하는지를 제일 우선적으로 고려하였다. 이러한 기준으로 찬성 측 권위자로는 한국 식량안보재단 이사장인 이철호 이사장(고려대학교 명예교수)이며, 반대 측 권위자로는 임영석(강원대학교 생명건강공학과 교수)이다. 이 두 권위자는 관련 박사학위 취득자이며, 과학적 근거를 토대로 GMO 찬성, 반대 활동을 하고 있다.

1) 찬성 측 권위자인 이철호 한국 식량안보재단 이사장과의 인터뷰 내용

질문	답변
국내 상황에서 GMO 작물이 식량안보에 실질적 도움이 되는지와 실질적 재배가 필요한가	• GMO 기술은 대규모 농지에서 효율적인 기술임 • 우리나라는 쌀 이외의 곡물은 모두 수입에 의존 그러므로 실질적 재배는 아니더라도 GMO 수입은 필요함.
GM 작물 개발엔 막대한 자본과 기술이 필요함. 이에 후진국의 어려움과 거대 종자회사의 독점 예측에 대해서 어떻게 생각하는가	• GMO 종자 개발은 많은 시간과 자본이 필요한 것은 사실임 • 최근 비영리 단체나 국가가 GMO 종자 개발에 도의적으로 참여함으로써 식량 해결에 기여함 • 대규모 기업의 독점 우려는 국가 정책을 통해 변화 가능함
GMO 완전표시제에 소극적인 태도인 이유는 무엇인가	• 완전표시제를 시행할 경우 필요 없는 경제적 손실이 증가함 • 국내 식품원료 추적제는 식량자급률이 낮은 국내 상황을 고려하면 현실성이 없음 • 완전표시제를 통한 원재료 가격상승은 국내 식품시장의 가격 경쟁력 붕괴를 유발함
Cis, Intra Genesis 및 유전자 가위는 동종·유사 계열 간 유전자 형질 수정이 이루어지는 유전자 편집기술인데 이것도 GMO로 봐야 하는가	• 과학계에선 GMO의 정의에 부합하는지 논의 중임 • 세대 기술이 실용화된다면 기존 반대단체들이 주장하는 외래 유전자의 위험성 문제 해결이 가능함

2) 반대 측 권위자인 임영석 강원대학교 생명건강공학과 교수의 인터뷰 내용

질문	답변
GMO, 무엇이 문제라고 생각 하는가	• GMO 안전성은 아직 완벽하지 않은 단계임 • 소비자의 경우 알 권리를 보장받지 못하는 것 • 자연을 거스르는 GMO 기술은 잠재적 위험을 지님 • 미생물 유전자가 주입된 GMO 식품을 먹고 인체 내 슈퍼박테리아가 생긴 사례가 존재함
GMO와 육종의 차이는 무엇인가	• GMO는 육종이 아닌 유전자 변형임 • 다른 생물의 형질을 넣는 GMO 기술은 유전자 발현이 검증되지 않음 • 다른 종의 유전자를 주입한 품종은 진화론적 자연적 유전결합을 초월함
현행 GMO 안정성 평가가 사전배려의 원칙 위배인 이유는 무엇인가	• 사전배려의 원칙은 피해 방지를 위해 철저한 조사와 대응하는 것 • GMO의 경우 잠재적 위험성의 우려가 있어 사전배려의 원칙적용 필요함 • 각 나라의 규제는 존재하나, 리스크 평가 부분에 사전 배려의 원칙은 반영 안함
GMO 완전표시제에 대한 생각은 어떠한가	• 소비자의 알 권리가 중요하므로 GMO 완전표시제의 법 개정이 필요함 • 식품은 소비자 위주로 생산되어야 하나, GMO 개발 회사와 식품 기업은 생산자 위주임

GMO 논쟁 관련 찬성, 반대 양측의 권위자와의 인터뷰를 분석해보면 찬성 측 주장의 대표적인 근거로는 식량자급률이 낮은 세계적인 식량 수입국인 우리나라의 식량안보를 위해 실질적 재배는 아니더라도 미래에 있을 식량 위기상황에 대처가 필요하기 때문에 GMO 기술 개발과 정밀농업의 발전이 필요하다는 것이다. 반면 반대 측 주장의 근거로는 유전자 형질 변형이라는 획기적인 기술 개발 및 상용화는 30년이 되지 않은 짧은 역사에서 안전성 문제와 생명존엄성의 문제를 기본적 근거로 주장함을 알 수 있었다.

2.3 GM 작물의 인식 실용화를 위한 논거

GMO 인식의 실용화를 위해 지금까지 GM기술이 식량안보에 실질적 기여도에 대한 근거 자료가 필요하다. 그러므로 본 연구팀은 식량안보에 GM작물이 어떻게 기여하였는지 논리적 근거 제시를 위해 관련 자료를 조사해보았다.

1) GM작물의 농산업적 효과

‘Development Status and Prospects of GM Crops’에 따르면 생명공학 작물의 도입에 따른 효과는 품종과 재배 관련기술에 따라 상이하며, GM 작물이 작물 생산량, 순수익, 농약 사용량에 미친 영향도 연구자에 따라 다르게 분석하고 있다. 유럽의 과학자 단체가 20년간 (1995-2014년) 생명공학 작물의 영향관련 147개 연구논문을 엄격하게 분석하여 GM 작물을 도입함으로써 얻게 되는 혜택을 분석한 결과 수확량 22% 증가, 농약사용 37% 감소, 농가 수익은 68% 증가하였다.(표 7) 해충 저항성 작물의 수확량 증가와 농약사용 절감효과가 제초제 내성 작물보다 높고 산업선진국보다 개발도상국의 수확량 및 소득증가가 더 높다고 하였다(Klümper W. & Qaim M., 2014). 생명공학 작물을 재배한 1996년부터 2013년까지 농가소득은 약 1,330억 달러 증가했으며, 농가소득이 증가한 요인의 30%는 생산비 절감에 의한 것이고 70%는 생산량이 증가하였기 때문이다. GM 작물이 반드시 생산량이 많은 것은 아니지만 유전자 도입에 따른 경제적 효과는 일반적으로 식물을 특정 병해충으로부터 보호함으로써 생산량 손실을 방지하고, 해당 품종의 잠재적 생산량에 근접한 생산을 할 수 있도록 도와주는 데 기인한다.

미국 농업자원관리조사(Agricultural Resource Management Survey: ARMS)에 따르면, 농민들이 GM 작물을 재배하는 가장 큰 동기는 생산량이 증가하기 때문에 나타났다. 다른 주요 동기는 노동시간의 감소, 윤작이나 경운의 용이성 등 생산과정이 개선되기 때문으로 나타났으며, 농약사용이 줄어들기 때문이라는 이유도 있었다.¹⁵⁾

〈표 7〉 GMO의 실질적 농가 기여율

GM종자	생산량 증가율(%)	관리시간 감소율(%)	농약 사용량 감소율(%)	기타(%)	총합(%)
HT 콩	60	15	20	5	100
HT 옥수수	71	13	9	7	100
BT 옥수수	77	10	7	6	100
HT 면화	77	12	6	5	100
BT 면화	79	12	5	4	100

자료 : USDA(2014)

2) GM작물에 의한 작물 생산성 증대

1996년부터 2014년까지 GM작물 재배로 콩은 전 세계적으로 158.4백만 톤, 옥수수 321.8백만 톤, 면화 24.7백만 톤, 카놀라 9.2백만 톤의 생산이 증가 하였다.. 유전자변형 기술로 생산성 향상과 효율성 증가가 이루어짐으로써 2014년 한 해 동안 GM작물의 직접적인 세계 농가 소득은 177억 달러이었다. 이것은 콩, 옥수수, 면화, 카놀라 등 4대 작물의 세계 생산량이 7.2% 증대된 것을 의미한다. 1996년 이래 농가 소득은 1,503억 달러 증가 하였는데 그 혜택은 선진국의 농민뿐만 아니라 개발도상국의 농민과 소규모 농민에게도 거의 균등하게 혜택이 주어졌다. 옥수수와 면화에 사용하는 해충 저항성 기술은 해충 감소로 지속적으로 수확량 증가를 가능하게 하였다. 1996~2014년 동안 이 기술의 모든 사용자에게 대한 평균 수확량 증가율은 해충 저항성 옥수수(Bt 옥수수)의 경우 13.1%이었고 기존 생산 시스템에 비해 해충 저항성 면화(Bt 면화)의 경우 17.3%이었다. 해충 저항성 콩(Bt콩)은 남미에서 상업적으로 재배되었으며 농민들은 평균 9.4%의 수확량 향상을 보였다.¹⁶⁾

3) GM작물 생산성 증대에 따른 농지사용의 효율화와 생물다양성 증대

GM작물은 농부가 토지를 추가하지 않더라도 더 많은 수확을 기대할 수 있게 한다. 2014년 한 해 동안 GM작물을 재배하지 않았다면 동일한 생산량을 맞추기 위해 1,800만 명 농민에게 20.7백만 ha의 농지가 더 필요하였을 것이다. 이는 아이오와와 미주리州 전체 (미국 경작지의 12%), 브라질의 경작지 33% 또는 중국의 경작 면적 14% 농지에 해당한다. 작물별로는 콩 750만 ha, 옥수수 890만 ha, 면화 370만 ha, 카놀라 600만 ha에 이른다. 작물 생산성의 증대에 따라 작물재배에 사용하고자 하는 토지 면적이 줄게 되므로 자연 상태에 있는 토지가 보전되는 효과를 주게 된다. 이것은 자연에 서식하는 생물 종을 보전하게 되므로 GM작물은 경작지 개간의 필요성을 감소시키는 방식으로 생물다양성 보전에 기여할 수 있다.

4) GM작물 재배에 따른 농약사용량과 환경영향 감소

작물생명공학기술을 사용하여 농약살포를 1996~2014년 동안 581백만kg 줄였는데 이는 전체 농약사용량 중 8.2%에 달하며 1년 이상 중국 농작물에 사용되는 농약 활성 성분의 총량과 같다. 그 결과, GM작물 재배지역에서 제초제 및 살충제 사용과 관련된 환경 영향이 18.5% 감소하였다. 또한 작물생명공학기술은 농업 관행으로 인한 온실가스 배출을 줄이

는데 기여하였다. 제초제 내성 작물 사용은 잡초를 제거하기 위해 농민들의 경운기 사용 시간을 줄임으로써 경운을 피한 토양에 저장된 탄소 양은 늘리고 경운기 사용으로 인한 이산화탄소 배출량도 크게 줄어 2014년 한 해 동안 대기에서 224억kg의 이산화탄소를 제거하거나 혹은 1천만 대의 자동차를 도로에서 없앤 것과 같은 효과를 가지게 하였다.

5) GM작물 생산성 증대에 따른 경제적 혜택

작물 생명공학기술은 전 세계 농민들에게 좋은 투자가 될 수 있다. 2014년 작물 생명공학 기술에 접근하기 위해 비용을 지불한 농가(종자 공급 체인에 지불할 수 있는 69억 달러)는 총이익(246억 달러)의 28%에 해당한다. 전 세계적으로 농민들은 GM작물 종자에 투자된 1달러당 평균 3.59달러의 경제적 혜택을 받았다. 선진국 농민들에게는 이보다 조금 큰 1달러당 평균 4.42달러의 경제적 혜택을 받아서 투자효과는 342%가 되었다.

6) 제초제 내성 작물에 의한 영농 유연성 증대

동일한 농지에서 서로 다른 종류의 작물을 재배하는 경우 제초제 사용으로 인해 재배하고자 하는 작물의 종류에 제한을 받게 된다. 가령 밀을 재배한 후 콩을 심게 되면 밀 재배기간에 살포한 제초제가 잔류하여 밀보다 제초제에 민감한 콩이 피해를 입게 되므로 콩을 심을 수 없게 된다. 이때 제초제 내성 콩은 전혀 영향을 받지 않으므로, GM콩은 영농의 유연성을 증대시킨다.

7) 식량문제가 생존을 위협하는 빈곤국가에서의 GM기술을 통한 식량증산 연구 성과

미국, 인도네시아, 방글라데시의 연구자들이 식량안보를 위해 유전공학을 이용 중이다. 19세기에 아일랜드 감자 기근을 유발시켰던 잎마름병에 대항할 수 있는 GM감자를 개발했다. 이 병은 전 세계 농부들의 주요 골칫거리이며, 많은 사람들이 기아에 시달리는 방글라데시에서는 특히 더 심각하다. 미네소타대학(University of Minnesota) 교수이자 Stakman-Borlaug 센터장으로 이번 프로젝트의 과학 자문위원을 담당하는 Jim Bradeen은 “잎마름병은 감자 생산에서 가장 큰 제약이며, 방글라데시는 이 질병 발생을 위한 완벽한 조건을 갖추고 있다.”라고 말하였다. 미시간주립대학(Michigan State University)이 주도하는 미국 국제개발처의 Feed the Future 파트너십에는 미네소타대학, 아이다호대학(University of Idaho)을 포함하여 여러 대학과 방글라데시 농업연구소(Bangladeshi Agricultural

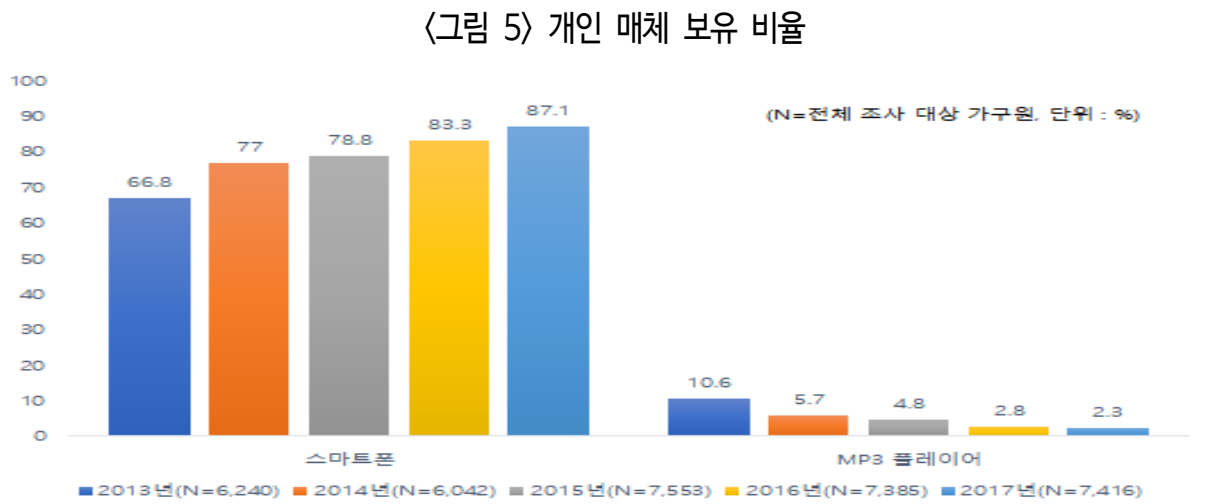
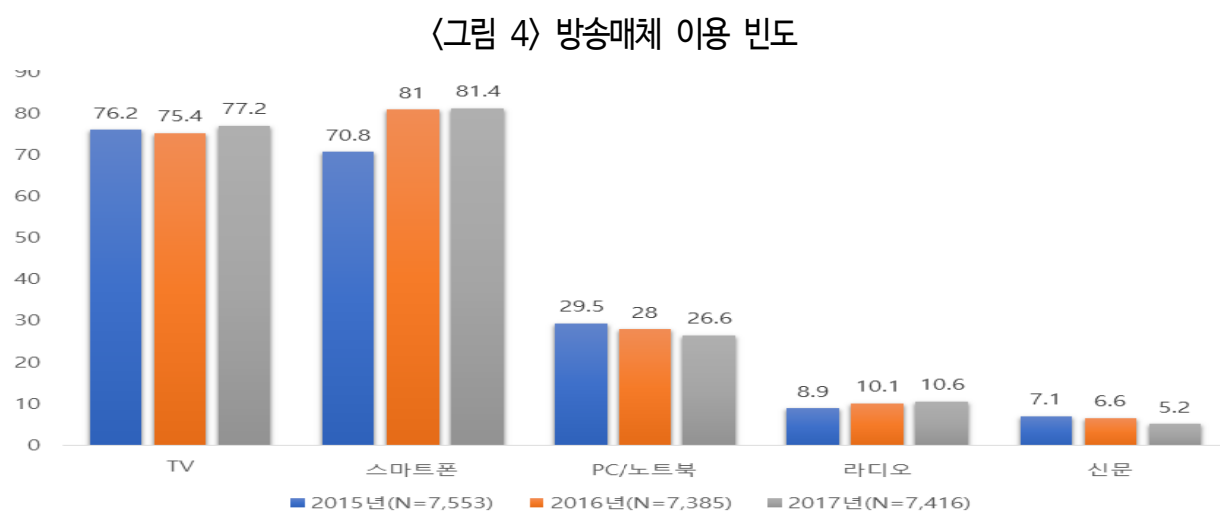
Research Institute) 및 J.R. Simplot Company 등이 참여하고 있다. 연구팀은 3종의 질병 저항성 유전자를 이용하여 감자에 영구적인 질병 저항성을 부여할 수 있도록 노력하고 있다. 잎마름병을 유발시키는 병원체는 진화할 수 있으며, 작물을 보호하도록 설계된 유전자에 대해서도 저항성을 발생시킬 수 있기 때문에 연구팀은 3종의 유전자를 이용하는 것이 적절한 방어를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. Bradeen은 자신들이 앞으로 6개월에서 1년 이내에 방글라데시에 감자를 도입시키는 것을 희망한다고 밝혔다. 연구팀은 5년간의 프로젝트가 2020년에 완료될 것으로 예상하지만 선임 프로젝트 전문가인 Karen Hokanson은 자금 지원이 갱신되어서 프로젝트가 이후에도 지속되는 것을 희망한다고 밝혔다. 세계 최빈국 중 하나인 방글라데시에서는 식량안보가 주요 사안이나, 작물 질병에 대항할 인프라도 부족한 상태이다. 이미 방글라데시는 해충 저항성 GM가지를 재배하고 있다. 방글라데시 같은 후진국의 농부들은 해충이나 질병을 관리하기 위한 정보와 자금이 부족하다고 Hokanson은 밝혔다. 이들은 과도한 화학 제초제나 살충제 사용하여 작물, 인간, 환경에 해를 끼칠 수 있다. 이러한 점에서 GM 작물은 안전한 대안이라고 밝혔다. Hokanson은 “지속가능한 방식으로 잎마름병과 식량 안보를 통제하는 길을 만들어내는 기회이다.”라고 밝혔다. 미국과 유럽에서는 GMO가 논란이 되고 있지만 방글라데시는 GM기술을 받아들이고 있다고 Bradeen은 밝혔다. 그러나 GMO는 여러 국가 정부들의 규정을 충족시켜야 하며, 이것이 작물 개발자들에게 어려울 수 있다고 한다. Hokanson은 GM감자가 안전하고, 엄격한 시험을 거치고, 허가를 받았는지 보장하기 위하여 방글라데시 정부와 협력하고 있다. 거대 기업들은 감자, 바나나, 카사바와 같은 후진국의 주요 식품 자원들에 대한 GM작물을 만드는데 관심이 없다고 Hokanson은 밝혔다. 그러나 공공 프로그램과 기관들은 미국 외부에서 이러한 식량문제를 해결하기 위해 노력한다고 밝혔다. GM기술을 이용함으로써 연구자들은 잎마름병에 저항성을 갖는 감자를 만들어낼 수 있으므로, 농부들이 화학물질을 덜 사용하게 한다. 이 기술은 방글라데시의 경제를 향상시키며 사람들의 건강도 개선시킬 것이라고 Hokanson은 밝혔다.¹⁷⁾

2.4 소비자 인식개선을 위한 GMO 관련 인터넷 매체 분석

최근 스마트폰의 영향력이 저 연령층에서 고 연령층까지 퍼지며, 그 영향력은 시간이 지날수록 거대해지고 있다. 고 연령층의 스마트폰 사용 증가는 스마트폰 보유율 증가로 이어졌다.

2015년부터 2017년까지 대한민국 국민 방송 매체 이용 빈도를 분석한 통계청 자료에

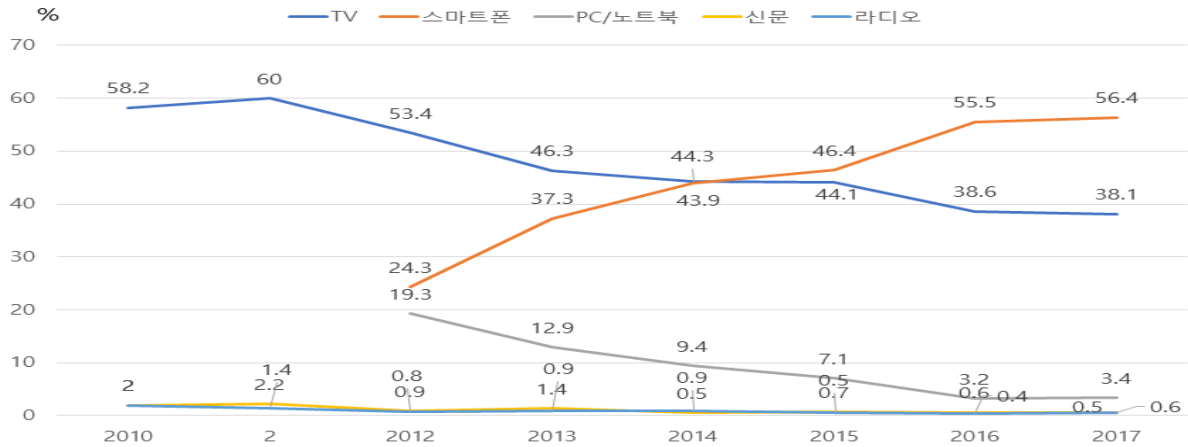
따르면 2015년에는 가장 높은 비율을 차지하는 것은 TV(76.2%)이고 두 번째로는 스마트폰(70.8%)이었다. 하지만 2년뒤인 2017년에는 가장 높은 비율을 차지하는 방송 매체는 스마트폰(81.4%)이고 두 번째로는 TV(77.2%)로 그 순위가 역전됨을 알 수 있었다.(그림 4) 또한 2013년 대한민국 국민의 스마트폰 보유율이 66.8%에서 2017년 87.1%로 증가하였다.¹⁸⁾ (그림 5) 이는 매체 이용비율 변화의 결과로 해석할 수 있다.



스마트폰 사용 증가는 SNS와 소셜 미디어 이용률을 상승시켰고, 이것은 다른 사람과의 지식 및 경험을 공유 및 정보 습득에 스마트폰 역할이 점차 증대된다는 것을 의미한다. 2010년부터 2011년까지 TV가 필수 매체라고 생각하는 사람은 58.2%에서 60.0%로 소폭

증가하였으나, 2012년부터 감소하기 시작하여 2014년에는 스마트폰이 필수 매체라고 생각하는 사람이 TV가 필수 매체라고 생각하는 사람을 역전하였다. (그림 6)

〈그림 6〉 연도별 필수 매체 인식 추이



* 자료: 통계청

그러므로 소비자 인식개선을 통한 GMO 인식의 실용화를 위해 이러한 스마트폰 및 인터넷을 통한 GMO 관련 업로드 된 자료의 분석은 필요하다.

조사는 인터넷 및 스마트폰으로 찾을 수 있는 기사와 블로그 및 카페, 동영상이다. 조사 대상은 주요 신문사 4곳(중앙, 동아, 조선, 한겨레)과 본 연구팀이 자문 받은 식품음료 신문과 국내 주요 포털 사이트 2곳(네이버, 다음), Youtube며, 조사 내용은 GMO 관련 미디어 보도의 양적인 분석과 성향, 정보의 타당성, 어휘 사용이다. 조사 대상의 경우 자료의 정확성을 높이고자 기간은 2018년1월1일부터 2018년9월12까지를 기준으로 하였으며, 표본 수를 정하여 조사를 진행하였다.

1) 신문사 조사

(1) 동아일보

조사 기간 동안 GMO 단어가 기재되어 있는 기사는 총 27건이며 그 중 GMO를 중점적으로 다룬 기사는 총 7건이었다. 이 중 GMO를 유전자 변형 식품으로 올바르게 표기한 기사는 25건, 유전자 조작 식품으로 오기한 기사는 2건에 해당하였다. GMO를 중점적으로 다룬 기사 7건 중, 긍정적 논조 기사 3건, 부정적 논조 기사 3건, 중립적인 기사는 1건이었다. 긍정적 논조 기사 중 GMO 식품은 변화하는 시대에 맞춰 필요성과 당위성을 주장한 칼럼과 에세이가 주를 이루었으며, 집필자는 일반 기자가 아닌 전문성을 갖춘 교수, 칼럼니

스트였다. 내용은 국내 식량자급 문제, 급속한 과학발전에 관한 유전자 변형 기술과 GMO 필요성을 구체적인 통계자료, 수치를 통하여 언급하였다. 부정적 논조 기사의 내용은 GMO 대한 안전성 문제, 규제가 주를 이뤘다. GMO 기술 이외에도 새로운 육종기술에 대한 규제 문제, 검증되지 않은 항생제 또는 제초제 저항성 GMO 대한 안전성 문제를 언급하여 대두시켰다.

(2) 조선일보

GMO 단어가 기재된 기사는 총 24건이며, GMO 중점 기사는 5건이었다. GMO 단어가 기재된 기사에서 GMO가 유전자 조작으로 오기된 기사는 3건에 해당하였다. GMO 중점 기사 5건 중 중립적 입장의 기사가 2건, 부정적 입장의 기사가 3건이었다. 중립적 기사 저자는 과학 전문 기자로 과학적 증거를 토대로 중립적인 입장을 보였으며, 내용은 노벨 생리의학상 수상자인 리처드 로버츠 교수의 인터뷰와 3세대 유전자 변형 기술인 유전자 교정 기술과 Cas-9의 신기술 관련 정보 전달을 위한 기사였다. 부정적 기사는 GMO를 유전자 조작이라 칭하였으며, 주로 식품을 홍보하기 위해 GMO와 반대되는 개념으로 친환경, 유기농이라는 단어를 사용하여 비교하였다. 부정적 기사 저자는 과학 전문 기자가 아닌 외부 작가와 칼럼리스트로 홍보 목적으로 글을 작성하였다. 조선일보 인터넷 댓글을 분석한 결과 완벽하지 않은 과학기술에 대한 불안감은 가졌지만, 필요성에 대해서는 인지하고 있었으며, 완전한 식품은 세상에는 없다는 점을 강조하며, 무조건적 반대를 하는 시민단체에 대한 부정적인 시각을 표출하였다.

(3) 한겨레 신문

GMO 단어가 기재된 기사는 17건이었으며, GMO를 중점으로 다룬 기사는 6건이었다. GMO를 올바른 표현으로 기재한 기사는 6건 중 1건이었으며, 나머지 5건은 GMO에 대해 유전자 조작 생물이라고 표현하여 다소 부정적인 인식을 유발하였다.

완전표시제를 주장하는 기사는 'NON-GMO 표시는 불가능하게 막아둔 현행 제도를 식품 의약품안전처가 고집하는 것을 납득하기 어렵다'라는 문장으로 GMO 표시를 불가능하게 '고집' 하고 있다며 고집이라는 단어의 뉘앙스로 GMO를 부정적으로 이끌었으며, '한·미·일 전문가 한목소리 "GMO 표시제 개선하라' 라는 제목의 기사의 경우에는 GMO를 유전자 변형 생물이 아닌 '조작' 생물 이라고 표현하였다. 또 "한국은 식용 GMO 수입 세계 1위이자, 아동의 발달 지연, 자폐 비율 역시 세계 1위"라며 한국 사회가 GMO 경각심을

더 높여야 할 것을 주문했다.’라는 문장에서 입증되지 않은 인과관계(GMO 수입1위와 자폐 비율 1위)의 연관성을 주장하고, GMO에 대해서는 경각심을 가져야하는 부정적인 대상으로 표현하였다. 한·미·일 전문가 한목소리 “GMO 표시제 개선하라”라는 기사의 소재가 된 심포지엄의 경우에는 GMO 완전 표시제 시민단체를 구성하는 단체가 주관한 심포지엄이었다. 반면 기사제목 ‘유럽사법재판소, 유전자가위 작물에도 GMO 규제 적용’에서는 유전자 가위 농작물에 대해 규제 완화에 우호적인 정책을 보인 미국과 완강하게 규제한 유럽에 대해 각 사례를 들며 우리나라는 어떠한 방향으로 나아가야하는지에 대한 방향 설정에 관한 것을 시사하며 보다 앞선 기사들과는 달리 중립적인 내용을 담고 있었다. 중점적으로 GMO 내용을 다룬 6개의 기사 중 ‘GMO, 알고 먹을 권리를 허하라’는 GMO 완전표시제 추진시민단체로부터 후원을 받아 작성된 기사도 존재하였으며, 이 후원을 받은 기사는 일반 시사기자이지만 GMO 퇴출운동에 관련된 기사에 사진을 제공하는 기자였다. ‘유럽사법재판소, 유전자가위 작물에도 GMO 규제 적용’ 기사를 쓴 오철우 기사는 한겨레 신문사의 과학담당 기자로 과학웹진 사이언스온을 운영하며 GM 작물에 관한 논의를 찬반을 위한 찬반을 되풀이하는 게 아니라 '현실적인 쟁점'이 무엇인지 확인하고, 우리 사회가 국민 건강과 소비자 선택을 위해 취해야 할 합리적 대안 또는 대비책을 찾아야 한다는 목적을 가지고 국내 전문가와 활동가들의 글을 받아 6주 동안 웹진에 연재하기도 하였다. 또한 기사 ‘GMO 완전표시제’ 시행 촉구에 대한 청와대 답변은 잘못됐다’는 환경운동가, GMO 반대 시민단체와 함께 GMO 완전표시제 시민단체를 구성하는 김형미 아이쿱협동조합연구소 소장에 의한 기고의 기사였다.

(4) 경향신문

GMO 단어를 기재한 기사는 35건이었으며, GMO를 중점적으로 다룬 기사는 11건이었다. ‘유전자변형’이라는 단어를 사용한 중립적인 기사가 대부분이었으며, GMO를 방사능에 빚댄 부정적 칼럼이 1건 존재하였다. GMO에 대한 대중들의 관심이 높아지면서 최근 이슈인 ‘GMO 완전표시제’에 대한 기사가 7건이었다. 이 기사들은 공통적으로 GMO를 ‘유전자 변형식품 또는 유전자변형 농산물’이라고 표기하였다. 3건은 가축 및 생물에 관한 기사였으며 ‘유전자변형생물 또는 유전자변형생물체’라고 표기하였다. 1건의 칼럼에서는 <모두가 모르모트>라는 작품을 인용하여 실험용 쥐에게 지속적으로 GMO를 먹인 후 모두 암에 걸리고 불임이 되었다는 내용을 방사능 피폭과 엮어 위험성을 제기하였으며, GMO는 해로운 인공합성물이나 저렴한 가격으로 실상을 은폐한다는 점, 반영구적인 수명과 함께 전체

생태계에 영향을 미칠만한 대규모라는 점, 그리고 한 번 유출되면 주워 담지 못한다는 점을 강조하였다. 인터넷 댓글은 대체적으로 국민들에게 알권리를 주어야하며, 그것이 안전한지 아닌지 또 먹을만한지 아닌지 판단하는 것은 국민들의 몫이라는 의견이 많았다.

(5) 식품음료신문

GMO 단어가 기재된 기사는 60건이었다. 60건의 기사 중 GMO 중점 기사는 40건이었다. 40건의 기사는 8건의 칼럼과 동향과 기획연재, 특집을 포함한 32건의 기사로 나뉘어 있었다. 40건의 기사는 교수 및 과학자가 3명이 10건, 기자 4명이 30건을 집필하였다. 칼럼은 GMO에 대해 대부분 우호적이거나 과학적 지식으로 소비자를 설득하여 제품을 선택하도록 유도하였으며, GMO 완전표시제도의 한계점과 부정적 관점을 보이며, 어쩔 수 없는 반대를 호소하였다. 이들은 ‘식량 부족 문제와 올바른 선택’이란 어휘를 기재함으로써 현재의 문제점과 잘못된 지식의 경계함과 동시에 중립적 과학 지식을 전달하려 하였다. 일반 기사는 중립 보도 형태의 기사가 많았으나, 기재된 어휘는 GMO와 반대되는 용어인 NON-GMO나 천연 재료에 대해서 서술되었으며, 기사 내용 중 현재 사회의 이슈인 GMO 완전표시제도에 대해 제일 많은 기사가 집필되었다. 이를 주장하는 집단은 대다수가 시민단체와 NGO로 대부분 과학관련 집단과는 관계가 멀었다. 기사에는 ‘안전 관리 강화 및 소비자의 알권리와 선택’이란 어휘가 기재되었으며, 이들은 옳은 또는 옳지 않은 내용을 섞어 기재한 경우도 있으며, 제품 홍보, 판매를 위한 글도 상당수 존재하였다.

〈표 8〉 신문사별 GMO 기사 분석

신문사	분석 GMO 용어 사용 기사 수	GMO 중점 기사 수	논 · 어조	오기된 기사 수	기사 형식
동아일보	27건	7건 (25.9%)	긍정적 어조: 3건 중립적 어조: 1건 부정적 어조: 3건	2건 (GMO를 유전자 조작으로 표현)	일반 기사 5건 칼럼 2건
조선일보	24건	5건 (21%)	중립적 어조: 2건 부정적 어조: 3건	3건 (GMO을 유전자 조작이라 정의)	일반 기사 3건 칼럼 2건
한겨레	17건	6건 (35%)	중립적 어조: 2건 부정적 어조: 4건	5건 (GMO을 유전자 조작이라 정의)	일반 기사 4건 칼럼 2건
경향신문	35건	11건 (31%)	중립적 어조: 10건 부정적 어조: 1건	0건	일반 기사 7건 칼럼 4건
식품음료신문	60건	40건 (66.6%)	긍정적 어조: 8건 부정적 어조: 32건	0건	일반 기사 32건 칼럼 8건

2) 포털 사이트 조사

(1) Daum 포털 사이트 GMO 관련 카페 조사

〈표 9〉 GMO 관련 Daum 카페 수 조사

	찬성(건)	반대(건)	중립(건)
GMO 관련 글 게시 카페 수	2	92	6

* 상위 카페 100건 조사

GMO를 주 논제로 다룬 카페의 게시 글은 총 4,320여 건이 게시되었다. 10페이지에 걸쳐 총 100여 건의 게시물에 대한 GMO의 논조와 글이 게시된 카페의 정보를 종합적으로 조사한 결과, 찬성 논조 글은 2건으로 극히 적었으며, 극단적이고 무분별한 반대를 포함하여 GMO에 대한 반대 논조 글이 92건으로 압도적으로 많았다.〈표 9〉 게시 글 중 대부분 GMO 식품 대해 전문적이고 과학적 논거를 들어 반대한 게시 글은 적었으며, 대부분 보도된 기사를 통해 다른 카페 회원들에게 전달하려는 목적, GMO 완전표시제에 대하여 청원 참여를 독려하거나 촉구하는 글이 대다수를 이루었다. 중립적인 글은 6건으로 GMO에 대한 최소한의 사실 정보만을 알려주고 이에 따른 찬반 토론이 댓글로 이어졌는데 찬반 입장이 팽팽하게 맞서는 모습이였다. 카페 전체 게시 글 경우 GMO에 대한 오기된 부분이 신문사 보다 상당히 많음을 알 수 있었다. GMO를 유전자 조작 식품이라고 오기한 기사도 20여 건으로 상당수 존재하였으며, 이 중 일반 소비자가 아닌 전문가가 유전자 조작 식품이라고 오기한 게시 글도 1건 존재하였다.

다음 포털 사이트 내 상위 5개의 GMO 관련 카페를 회원 수, 글 건수 그리고 글의 논조 총 3가지 지표를 가지고 세부적인 분석을 해보았다.

(2) Naver 포털 사이트 GMO 관련 블로그 조사

상위 블로그 100개의 경향 조사 결과 6건의 찬성과 14건의 중립적인 글 그리고 79건의 반대, 1건의 기타 글이 작성되었다. 찬성 측 글 6건 중 3건은 GMO에 대한 긍정적으로 집필한 새 책에 대한 내용이었고, 나머지 3건은 과학적 측면에서 생산량의 효율성을 강조하였다. 14건의 중립 글은 보고서 형식으로 GMO 재배면적이나 생산량, 수입량과 같이 수치 관련 내용이 기술되었다. 79건의 반대 글 경우 잘못된 지식을 전파하는 글이 많았으며, 과학적 근거로 주장하는 글에는 대부분 쥐 실험에 대한 것이 그 근거였으며, 이들은

〈표 10〉 Daum GMO 관련 카페 세부 조사표

카페 이름	회원 수	GMO 관련 글 건 수	GMO 관련 논조
“있는 그대로 NO! GMO!!”	585명	지난 1년간 약 140여건	GMO 극단적 반대 GMO 기업 관련 반감
GMO반대생명운동연대	283명	2007년부터 현재까지 총 340여 건의 글 게시	GMO 위험성 기사 인용 GMO 반대 활동 장려
GMO없는 바른 먹거리 국민 운동본부	30,511명	최근 1년간 게시된 글은 100여 건 이상	GMO 강의 기록게시 GMO 반대 정책 제시
10 in 10	799,657명	2012년부터 약 250여 건.	GMO 완전표시제 청원 섭취 위험성 기사 인용
효사모(자연산약초와 발효효소를 배우는 사람들)	74,587명	올해 약 67건 게시.	GMO 완전표시제 청원 GMO를 일방적 거부

모두 GMO 완전표시제를 주장하였다. 기타의 경우는 찬반론적인 성격과는 무관하였다.
(표 11)

〈표 11〉 GMO 관련 Naver 블로그 조사

입장	찬성	중립	반대	기타	총합
수	6	14	79	1	100
키워드	책[GMO 논란의 암호를 풀다]	수출량, 수입량	글리포세이트 청원, 공약 GMO완전표시 NON-GMO	영어 교육 관련	·

* Naver 블로그 100개 기준

10건의 블로그 중 GMO 관련 찬성 블로그는 2건이며, 모두 최근에 출판된 책[GMO 논란의 암호를 풀다- 최낙언 저 예문당]에 관련되어 서술하고 있다. 이들은 책의 목차 내용 설명과 저자 약력을 통해 과학자라는 것을 증명하여 신뢰도를 높이고 있다. GMO 관련 내용보다는 책 홍보 수준에 지나지 않았다. 중립 블로그는 1건이며, GM작물의 재배와 수입, 수출량을 표와 그래프로 연도별로 표시해 놓았을 뿐 별다른 입장을 취하지 않았다. 반대 블로그가 7건으로 제일 많았다. 7건 중에 GMO에 대해 한살림과 같은 GMO반대조직의 행사를 참여한 후기를 남긴 블로그는 2건이었으며, GMO에 대한 부정적 설명과 자신들의 물품(NON-GMO)을 홍보하는 블로그는 5건이었다. 내용에는 GMO 국제 심포지엄 설명과 함께 경실련, iCOOP소비자활동연합회 등 GMO반대 단체들의 GMO 완전표시제를 주장하는 것이 대부분이었으며, 몬산토에 대해 소송 승소 사례나 근육소

벨지언블루, ‘국내 미승인 GMO 유채 발견’ 등 실제 사례와 과거에 잘못된 실험이라고 판명되었던 실험(쥐) 등을 언급 및 보여줌으로서 사람들의 인식에 부정적인 성향을 심어 주었다는 것을 알 수 있었다. 블로그의 저자들의 다른 활동도 살펴본 결과 GMO의 전문 블로그는 없었으며 NON-GMO 식품을 주로 판매하는 경우가 대다수였다.

(3) YouTube GMO 관련 동영상 조사

YouTube 포털사이트에 업로드 된 GMO 관련 영상 내용분석을 위해 GMO 단어를 YouTube 검색창에 검색하였으며 상위 10개 영상의 내용분석을 진행하였다. 조사지표로는 조회 수, 채널관리자, 구독자, 내용분석이다.

① GMO를 막아야 하는 10가지 이유

- 조회 수 26,383회
- 채널관리자 : koforoforo
- 구독자 : 210명
- 내용분석 : 슬로푸드 국제협회장 페트리니가 주장한 GMO 반대 이유 10가지를 소개하는 형식

② 유전자변형식품 GMO, 진실과 거짓

- 조회 수 : 2,919회
- 채널관리자 : ZUGLET SALLET
- 구독자 수 : 15,591명
- 채널분석 : 다큐멘터리 위주 업로드. GMO를 중점적으로 업로드 하지 않고 중립적인 업로드만 진행.
- 내용분석 : GMO 식품 및 농업적 이용에 대한 찬반 논쟁을 제시하며, GMO 연구배경 및 필요성을 설명한다. 현재 제일 많이 사용되는 GMO인 BT옥수수와 제초제 저항성 콩을 언급하며, GMO 재배가 많은 미국과 아르헨티나 농업 상황을 설명한다. 생명공학의 잠재적 위험에 대한 설명과 동시에 제초제 내성을 가진 해충 및 잡초가 발생하고 있음을 설명하고 농약 사용량이 증가하였다고 주장한다.

③ Are GMOs Good or Bad? Genetic Engineering & Our Food

- 조회 수 : 5,520,891회
- 채널관리자 : Kurzgesagt - in a nutshell
- 구독자 : 698만 명
- 내용분석 : 과학 정보를 animation화 하여 이해하기 쉽게 만들어 제공하고 있는 채널로 GMO에 대해서 미래 식량에 도움이 될 획기적인 과학기술이라 정의하는 동영상 3개 업로드 하였다.

또한 3세대 유전자 편집기술을 설명하는 Genetic Engineering will change Everything Forever - CRISPR 영상은 조회수 9,758,470회를 기록 할 정도로 과학적인 기술 소개 및 유전공학 관련 영상들은 전 세계인들로 하여금 신뢰와 대학교 강의에서도 학생의 이해를 돕기 위해 많이 사용됨을 댓글을 통해 알 수 있었다.

④ GMO 식품, 먹어도 될까? / YTN 사이언스, 식량위기의 대안 GMO란 무엇인가?

- 조회 수 : 18,630회, 21,323회
- 채널관리자 : YTN SCIENCE
- 구독자 : 13만 명
- 내용분석 : 21세기 핫 키워드인 GMO에 대한 오해를 타파하고 신뢰할 수 있는 정보를 제공하는 영상을 업로드 하였다. 7만 여개의 GMO 관련 동영상은 인류에 유익한 점을 과학적 근거를 통해 제공하며 기술에 초점을 맞추었다. 그러나 대부분의 영상 댓글에는 GMO를 미화한다는 이유로 부정적인 댓글이 많았다.

⑤ GMO 식용 수입, 한국 1위, 정말 암 유발하나?

- 조회 수 : 10,128회
- 채널관리자 : 산업방송 채널
- 구독자 : 1만 명
- 내용분석 : 일본은 양심적인 국가로써 사람에게 GMO를 먹이지 않는다고 주장하며, 한국은 GMO가 수입 될 때 안정성 검사를 시행하지 않는다는 점을 주장한다. 또한 한국 식품산업협회는 국내 대기업 간부가 창설하였기에 GMO에 대한 안정성 검사에

대해 회의적인 시각을 가졌다. cytochrome p450 효소가 간에서 오염물질을 해독하는데, 글리포세이트는 그 효소를 불활성화 시켜 간에 해독작용을 억제 시켜 몸에 해롭고 암을 유발한다고 주장한다. ‘산업방송 채널i’는 GMO 관련 동영상을 6개 업로드 하였으며, 조회 수가 10,000건 이상 기록하였다.

⑥ 유전자변형식품(GMO)을 아시나요?

- 조회 수 : 26,826회
- 채널관리자 : 한국소비자티브이(주)
- 구독자: 4,200명
- 내용분석 : GMO 정의와 국내 GMO 수입 대상 작물이 어떠한 것인지 정보 제공 하였으며, 변형된 GMO 표시제에 대한 설명을 하고 있다. 정보 제공이 주요 목적인 뉴스 형식의 동영상이다.

⑦ 목격자들 GMO를 먹지 않을 권리

- 조회 수 : 12,961회
- 채널관리자 : NEWSTAPA
- 구독자 : 25만 명
- 내용분석 : 다큐멘터리 형식의 영상으로 학교 급식에 NON-GMO 추세를 설명하면서 식용 유전자 변형작물(GMO) 수입 1위임에도 불구하고 GMO표시를 한 식품은 거의 찾아볼 수 없다는 점을 주장하며 이는 GMO 표시제의 문제점이라고 주장한다. 이에 GMO 완전표시제 필요성에 대하여 강력히 주장한다.

⑧ GMO 유전자 조작 작물과 원료음식물을 어떻게 봐야 할까?

- 조회 수 : 14,189회
- 채널관리자 : 맛상무
- 구독자 : 24만 명
- 내용분석 : 유전자 변형과 전통육종을 통한 종자 개량의 차이점을 설명하면서 GMO 안정성에 대해 의문을 제기한다. 또한 GMO를 괴물 같은 존재라고 칭하기도 하였다. 하지만 인체의 해를 끼치는 여부에 대해서는 찬·반측 주장을 설명하면서 중립적인

자세를 취하며 ‘GMO에 대한 평가와 선택은 국민이 할 일이다’라고 주장한다.

⑨ [더 깊은 뉴스] 한국만 없는 GMO 표시에 뿔난 소비자들

- 조회 수 : 2,918회
- 채널관리자 : 채널A뉴스
- 구독자 : 21만 명
- 내용분석 : GMO를 유전자조작이라고 오기하였으며, GMO 완전표시제를 주장하며 현행 표시제에 대한 부정적인 견해를 주장한다. 현행 표시제에 예외 조항이 너무 많은 점이 큰 문제점이라고 말하며 EU선진국의 표시제를 국내 도입할 것을 주장한다. GMO 수입량이 많은 우리나라에서 국내 유통과정 중 GMO 종자가 국내에 유입될 수 있는 가능성을 시사하며, 유출을 막을 방법을 모색해야 한다는 의견이었다.

⑩ 한국인이 무심코 먹는 유전자조작식품(GMO)의 대재앙, 프리메이슨 인구감축 계획
(The Blitz of GMOs inadvertently consumed by Koreans)

- 조회 수 : 221,260회
- 채널관리자 : 미스터리튜브(Mystery Tube)
- 구독자수 : 2만8천 명
- 내용분석 : GMO를 유전자조작이라 잘못 정의하였으며, 이 영상에서는 크게 5가지 이유를 들며 GMO 관련 사실은 조작되고 은폐되고 있다고 주장한다. 영상에서 주장하는 근거로는 GMO 콩밭을 피하는 기러기들, 실험실의 쥐(guinea pigs)의 신세, 세계 농경지의 10%를 뒤덮은 GMO 생산, CJ제일제당 · 삼양 · 농심 GMO 검출, 뒷걸음만 치는 대한민국 불량식품(GMO) 행정 등을 사용하여 GMO 반대를 주장한다.

지금까지 YouTube 상위 10개 GMO 관련 동영상에 대한 내용분석결과 상위 10개 동영상 중 과학적 근거로 기술에 대한 소개 및 영상도 존재하였지만, GMO 논쟁에 대하여 부정적인 견해를 가진 영상보다 영상 수나 조회 수가 많이 적게 기록됨을 알 수 있었다. 이러한 정보의 불균형이 YouTube 사이트 내에서 얼마만큼 존재하는지 세부적으로 알아보기 위해 YouTube 사이트에 올라온 한국어 지원이 가능한 GMO 관련 영상을 분석해보았다. 또한 분석하는데 사용된 지표로는 한국어 지원 여부, 평균 조회 수 그리고 GMO 관련 논조 이렇게 3가지 지표를 가지고 분류하였다.

〈표12〉 한글로 업로드된 GMO 관련 영상 YouTube 업로드 분석

동영상 분류	부정적인 동영상 수	중립적인 동영상 수
동영상 수	40	18
국내 대표적 영상 평균 조회 수	40,396회	18,330

대한민국 국민들이 접하기 쉬운 한글로 업로드 된 영상들 중 조회 수가 많이 기록된 영상들을 분석해보았다. 먼저 YouTube 사이트에서 GMO를 치면 위에 표와 같이 한국어로 된 총 영상 수는 58건이며 그중에서 부정적인 영상은 40건 중립적인 어조로 과학적인 사실 전달에 초점을 맞춘 동영상 수는 18건 정도이다. 이를 통해 국민들은 부정적인 영상을 접할 기회가 더 많음을 알 수 있으며, 이는 대다수의 국민이 GMO 관련 전문가가 아님을 생각해보면 부정적인 견해로 선동될 가능성이 큼을 시사한다.(표 12)

각각의 견해에 대한 영상을 종합 분석해보면 부정적 견해를 가진 영상을 업로드한 채널은 공통적으로 구독자 수가 많은 채널은 많이 존재하지 않았고 전문적으로 GMO 관련 내용이나 과학적인 정보만을 전달하는 채널이 아니었다. 대부분이 신원 확인이 안 되는 채널이 많았으며, 동일 영상을 산발적으로 계속 업로드 하는 형식으로 상위 페이지의 영상이 뜨도록 하는 방법을 사용하고 있음을 짐작할 수 있었다. 영상에 내용에 있어서는 페니트리 쥐 실험, 글리포세이트를 발암물질로 지정한 과거의 사실을 근거로 사용하는데, 페니트리 쥐 실험은 반복적인 실험을 통해 그 실험 통계나 결과에 있어서 오류를 파악하였고 반박 논문도 많이 존재하는데 그에 대하여는 설명하지 않았다. 부정적인 영상을 중점적으로 업로드하는 대표적인 채널로는 ‘산업채널’이며 부정적인 영상 중 제일 많은 조회 수를 기록하였다. 이 채널 역시 다양한 뉴스 형식 및 인터뷰형식의 영상을 많이 업로드하였다. 이 채널은 GMO 기술을 방사능에 비유하는 듯 과학적인 근거 없는 부정적인 견해를 주장하고 있는 영상을 많이 업로드하였고, 또한 국가기관에 대한 전반적인 불신 및 부정적인 생각을 크게 주장하였다.

2.5 대한민국 노년층을 위한 GMO 인식개선 방안제시

현재 대한민국에서 대다수의 국민들이 정보를 얻는 수단으로 스마트폰과 PC를 사용하고 있는 것은 위에서 제시한 통계청 자료를 통해 확인할 수 있었다. 하지만 전체 매체 이용 비율이 가장 높은 스마트폰과 PC도 모든 연령대에서 고르게 상위랭크를 차지하지 않음을 아래 표14를 통해 알 수 있다. 통계청 조사에 따르면 전체 스마트폰 비이용자 중 20대는 0.3%인데 반해 전체 스마트폰 비이용자의 81.2%가 60대 이상의 인구였다.(표 14)

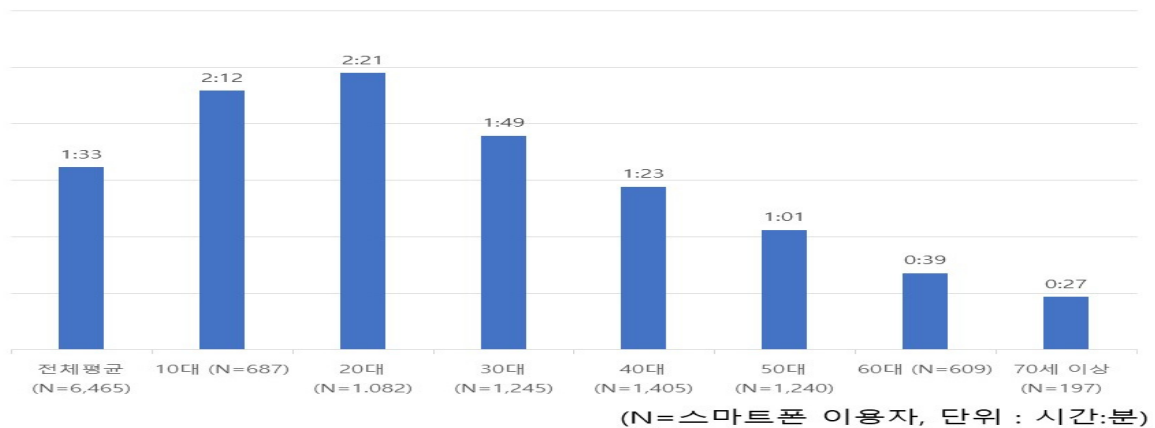
〈표 13〉 스마트폰 이용자 연령별 특성(전체 응답자)

(단위: %)

	전체	스마트폰 이용자	스마트폰 비이용자
사례수	7,416	6,465	951
10대	9.6	10.6	2.8
20대	14.6	16.7	0.3
30대	16.9	19.3	0.6
40대	19.4	21.7	3.2
50대	18.3	19.2	12.0
60대	11.1	9.4	22.7
70세 이상	10.2	3.0	58.5

또한 스마트폰을 가지고 있는 60대 이상의 인구도 스마트폰 하루 평균 이용시간은 전 연령별 이용시간 평균인 1시간 33분보다 한참 적은 33분을 기록하였다.(그림 7)

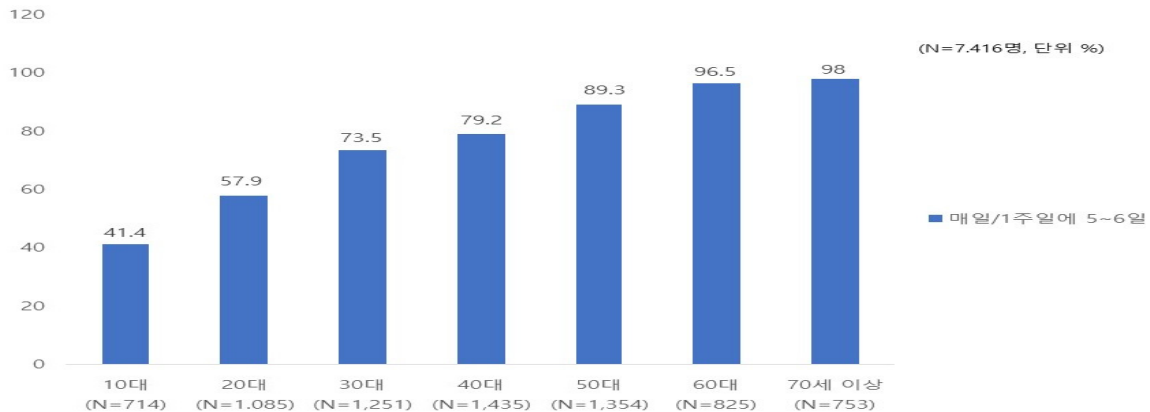
〈그림 7〉 연령별 스마트폰 하루 평균 이용시간



*자료: 통계청

반면에 통계청에서 조사한 연령별 TV 이용 빈도 결과에 따르면 TV를 매주 5~6일 보는 비율이 60대가 96.5% 70대가 98% 정도로 제일 낮은 비율을 기록한 10대(41.4%)에 비해 50% 이상 높았다.(그림 8) 그러므로 노년층은 TV를 통한 정보 습득비율이 높음을 알 수 있었다.

〈그림 8〉 연령별 TV 이용 빈도



*자료 : 통계청

이러한 데이터를 통해 스마트폰과 PC 사용에 익숙하지 않은 노년층은 그들이 자주 접하는 TV에 GMO 관련 과학적 사실을 전달하는 프로그램 편성이나 다른 방법을 통한 GMO 인식개선이 필요하다.

또한 고연령층을 목표로 한 GMO 관련 인식개선의 중요성은 실질적으로 농업에 종사하는 인구가 고령화되고 있는 사회적 시점에서 실질적으로 농업에 종사하는 인구의 인식개선이 필요하기 때문이다. 하지만 스마트폰이나 PC 매체를 통한 GMO 홍보는 고령화된 농촌사회에서 효과적인 방법이 되지 못한다. 그러므로 농업을 실질적으로 수행하고 있는 노년층에 특화된 GMO 인식개선 방법 수립은 매우 중요하다.

1) 농촌노년층을 대상으로 한 비공무원 GMO 성인교육자 양성

현재 대한민국은 각 시,도별 농촌지도사를 통해 관 주도형의 농업기술 홍보를 진행하고 있다.

하지만 이러한 관 주도형의 농업기술 홍보는 국가기관의 신뢰도가 점점 하락하는 사회적 배경뿐만 아니라 노년층의 보수적이고 수동적인 특성 때문에 효과적인 홍보방법이 아니다. 그러므로 국가기관과 독립적으로 홍보를 하기 위한 GMO 전문 성인교육자 육성이 필요하다.

(1) 지역적 특성 공략을 위한 세분화된 활동 지역 선정

한 지역의 오랫동안 살아온 농촌노년층은 지역적 특성이 매우 강하게 띄게 된다. 쉽게 말해 말투부터 지역 특화된 사투리 사용 등을 그 예로 들 수 있다. 이러한 지역적 특성을

반영하여 성인 교육자가 특정 지역에서 강의할 때 위에서 예를 든 피교육자와 같은 사투리를 사용하면 피교육자가 느끼는 위화감이 저하되는 효과를 얻을 수 있다. 이는 교육 홍보의 효과를 배가시킬 수 있으므로, 전문 강사 양성에 있어서 지역적으로 활동 영역을 세분화할 필요가 있다.

(2) 강연 이후 GMO 관련 내용을 바탕으로 한 노년층 홍보물 배포

최근에는 노년층의 치매 예방법으로 색칠공부(컬러링북), 색종이 접기, 퍼즐 맞추기 등 미술치료나 놀이치료를 활용한 뇌 자극 프로그램이 주목받고 있다. 이러한 상황에서 컬러링북에 GMO 관련 내용을 쉽게 도식화하여 수록하면 자연스럽게 GMO 관련 내용을 접하게 된다.

그러므로 찾아가는 강연 서비스 이후에 참여한 노년층을 대상으로 GMO 및 농업 관련 과학기술이 수록된 컬러링북을 배포하면 강연 내용에 관한 습득 효과는 더 배가 될 것이다.

2) GMO 관련 노년층 홍보를 위한 오피니언 리더 공략

스마트폰, 인터넷 등을 통한 정보 습득이 어려운 노년층들은 그들이 신뢰하는 구전 매개체인 오피니언 리더를 통해 정보를 얻게 된다. 그러므로 GMO 관련 정보를 전달하고 홍보하기 위한 오피니언 리더의 선정 및 공략이 매우 중요하다.

(1) 효과적인 GMO 관련 노년층 홍보를 위한 오피니언 리더의 조건

① 오피니언 리더의 일반적 개념

지금까지 진행된 수많은 구전 커뮤니케이션 연구들을 통해 오피니언 리더들이 구전 정보의 생산과 확산에서 매우 중요한 역할을 하고 있음을 밝혀냈다.

전통적인 관점에서 구전 선도력을 가진 영향력자의 특성을 살펴보면, 오피니언 리더는 다른 소비자들의 의사 결정에 있어 큰 영향을 미치는 대표적인 구전 영향력자로 알려져 있다(Rogers& Cartano1962). Rogers& Cartano(1962)는 오피니언 리더란 ‘다른 소비자들이 의사를 결정함에 있어 더 많은 영향력을 행사하는 사람’이라고 말하며 그들이 가진 특정 제품에 대한 전문가적 지식과 식견 때문에 다른 소비자들의 의사 결정에 많은 영향을 미치는 것으로 본다. 또한 오피니언 리더는 다른 소비자들보다 정보를 더 적극적으로 생산하고, 정보들을 많은 소비자들에게 전달함으로써 제품이나 서비스에 대한 정보 생산과 확산에 있어 중요한 역할을 담당하고 있다고 할 수 있다. 송미란(2007)은 오피니언 리더는

다른 소비자들 입장에서 새롭고 신기한 정보를 많이 지니고 있으므로 더욱 주목하게 되고, 오피니언 리더 또한 주목을 자신의 영향력으로 지각한다¹⁹⁾는 것을 밝혔다.

② 혁신성

오피니언 리더들은 다른 소비자들에 비해 높은 혁신성을 가지고 있다는 것이 증명되었다. 혁신성은 오피니언 리더들의 탐색적 행동의 일부분으로 생각될 수 있는 특징이라고 할 수 있다(박하철 2008)²⁰⁾. Midgley& Dowling(1978)은 혁신성이란 다른 소비자들에게 제품에 대한 조언을 듣지 못하는 제품의 확산 초기 단계에서 신제품을 채택하고 구매하고자 하는 소비자의 의지로 정의한다. 구전 선도자들이 소유하고 있는 혁신성은 다른 사람들은 잘 모르는 부분을 이야기할 수 있으므로 관심을 유발할 수 있다(Gradwell2001). 오피니언 리더들을 반드시 혁신자라고는 할 수 없지만 오피니언 리더들은 혁신성을 바탕으로 일반 소비자들보다 새로운 제품을 먼저 경험하고, 일반 소비자들보다 우선적으로 정보를 생산해 내는 소비자일 것이라 예상된다. 그러므로 GMO 관련 정보를 노년층에게 구전으로 전달하고 설득시키는 매개체가 되는 오피니언 리더의 자격조건은 우선적으로 혁신성을 가진 열린 사고의 배양이 된다.

③ 사회적 허브 배양

Andrea(2004)는 대인관계에 있어 오피니언 리더와 마켓 메이븐 같은 커넥터의 역할을 하려고 하는 사람들이 구전 선도력과 밀접한 관련을 갖고 있다고 말하며, 오피니언 리더의 전문성과 다른 소비자들과 사회적으로 얼마나 많은 연결 고리를 가지고 있는지가 그들을 대인 영향력자로 규명함에 있어 중요한 기준이 될 수 있음을 밝혀내었다.²¹⁾ Gradwel(2001)과 Andrea(2004)는 사회적으로 관계를 맺고 있는 실제적인 네트워크의 수 또한 구전에 있어 중요한 영향을 미친다고 하였다. 오피니언 리더들은 다른 소비자들에 비해 사회성이 더 높은 소비자라 말할 수 있다. 이들은 다른 소비자들과 제품이나 서비스 등과 관련된 대화를 공유하려는 의도를 가지고 있으며, 새로운 사람을 만나는 것을 좋아하는, 폭넓은 대인관계를 맺는 것을 즐기는 사람들이다. 이들에 대한 특징으로 공통적으로 연구되어 지는 것은 오피니언 리더들은 사회적 허브 역할을 한다는 것이며, 그들의 대인 관계적인 동기와 실제적인 관계가 구전 선도력 뿐 아니라 구전 정보의 생산과 확산에 중요한 영향을 갖고 있다는 것이다.

(2) GMO 관련 노년층 홍보를 위한 오피니언 리더 공략 방법

위에 제시한 방법으로 선정된 오피니언 리더를 통해서 GMO에 대한 긍정적인 방향으로의 인식변화를 위해서는 먼저 그 오피니언 리더의 설득이 중요하다.

본 연구팀은 오피니언 리더의 효과적인 공략 방법으로 기존에 GMO 관련 부정적 주장에 대한 반박이라 생각한다. 오피니언 리더들은 대외적인 활동이 활발하고 혁신성과 사회적 허브를 배양하고 있으므로 GMO 관련 정보를 이미 접하였을 가능성이 크다. 하지만 현재 정보의 불균형이 형성된 상황이므로 그들이 접한 정보는 GMO 관련 부정적인 주장일 확률이 높다. 그러므로 이미 부정적인 GMO 관련 인식이 형성된 오피니언 리더를 설득하기 위해선 그들이 이미 들었던 부정적인 내용에 대한 반박 및 과학적 근거로 형성된 자료가 필요하다. 또한 무조건적 찬성 유도등의 강의 내용은 GMO가 특정 사기업의 이익을 대변하는 것이라 느껴질 수 있으므로 그러한 접근보다는 GM기술이 실질적으로 대한민국 농업 발전에 꼭 필요한 기술임을 설명할 필요가 있다.

3) TV 프로그램을 통한 GMO 관련 노년층 인식개선

앞서 통계청 자료에 따르면 노년층이 정보를 얻는 수단으로 가장 많이 이용하는 매체는 TV이다. 그러므로 노년층을 위한 GMO 관련 과학적 사실 전달 및 인식의 개선을 위해선 관련 TV 프로그램 편성이 매우 중요하다. 지금까지의 GMO 관련 TV 프로그램은 GMO 논쟁 관련 다큐멘터리 형식의 편성이 대부분이었다. 하지만 이러한 TV 프로그램은 전문가가 아닌 노년층이 접하였을 때 지루하고 어렵게 느껴진다. 그러므로 효과적인 TV 프로그램을 통한 GMO 홍보를 위해선 부담 없이 접할 수 있는 시사교양프로그램에 황금쌀과 같은 유전공학기술을 통한 영양 개선 식품을 홍보하여 자연스럽게 GM기술에 대한 긍정적인 면을 강조하는 프로그램이 필요하다. 즉 노년층이 제일 관심 가지는 건강개선에 효과적인 식품을 제시하고 ‘그 식품의 생산에는 GM기술이 필요하다’라는 이미지를 형성하는 방법이다.

2.6 식량안보를 증진을 위한 GMO 인식의 실용화 방안

GMO의 실용화를 위해선 실질적으로 소비자들로 하여금 선택을 받아야 한다. 이러한 소비자의 인식개선을 통한 인식의 실용화가 기술의 실용화와 동시에 이루어져야 실질적 실용화가 가능하게 된다. 그러므로 본 연구팀은 기존에 형성된 부정적인 여론의 원인을

분석하여 그 해결책을 제시하기 위해 위의 조사를 진행하였다. 그 결과 대중들의 언론, 미디어의 접촉은 상당부분 TV와 스마트폰에 의존하고 있다. 스스로 알지 못하는 정보에 대하여 일반 소비자들의 지식 및 정보의 습득과 의견의 형성은 미디어 매체가 전달하는 전문성 있는 정보가 큰 영향을 끼친다. 역설하자면, 수많은 소비자와 대중들에게 영향을 끼치고 여론을 형성하는 이러한 정보들이 전문성을 갖추지 못했거나 잘못된 과학 지식을 전달할 경우 큰 파장이 일어날 수도 있다고 생각한다. 만약 잘못된 지식과 정보로 잘못된 여론이 형성되고 그 여론이 더욱이 부정적이라면 통상적으로 여론의 확산 속도는 더욱 빠르다. 소비자들의 군중심리에 휩싸여 잘못된 여론을 쉽게 믿고 본인이 정확한 정보를 가지고 문제에 대하여 스스로 생각하고 판단할 기회가 없어지기 때문에 이러한 이유에 있어 미디어와 언론 매체의 정확한 정보 전달은 필수적이라고 생각한다. 따라서 소비자들의 인식이 현재 어떻게 형성이 되어있는지, 미디어에 노출된 정보가 전문성과 신뢰성을 갖춘 정보인지를 중점적으로 살펴보았다. 우선 언론의 경우 언론사에 따라 약간의 차이는 있었으나 일반 보도기사의 경우 GMO 작물에 대하여 부정적인 내용이 주를 이루었다. 특히 주로 GMO 완전표시제에 대한 내용이 최근 들어 대두되었고 완전표시제를 주장하는 시민단체에 대한 기사가 상당 부분 존재하였다. 일반 보도기사의 경우 글을 기고한 기자가 전문성을 갖추었는지 쉽게 확인할 수 없거나 일반 기자가 보도한 경우도 꽤 있었는데 NON GMO를 주장하면서 제목 역시 자극적으로 선정하여 일반 대중들이 쉽게 설득당할 만한데 비해 상당한 전문성을 갖춘 칼럼니스트 혹은 교수 등이 기고한 칼럼에서는 대중들이 GMO를 올바르게 인식할 수 있는데 도움을 주는 정보들을 게시하였으나 대중들의 이목을 집중시키기에는 다소 부족했던 것 같다. 포털 사이트 조사의 경우 최근 1년간 글의 게시 건 수, 카페 혹은 블로그의 정보와 영향력, 게시물의 논조 등의 몇 가지 기준을 정하여 분석한 결과, 언론사보다 GMO에 대하여 반대하는 게시물이 상당히 많았으며 대부분 극단적으로 반대를 하는 시민단체의 성향이 강했다. 그러나 GMO에 대하여 유전자 재조합이 아닌 유전자 조작이라고 표기를 하는 등 오기가 많고 정보의 전문성과 신뢰도 역시 떨어짐에 따라, 역시 일반 대중들에게 올바른 정보가 많이 제공되지 않고 있음을 알 수 있었다. 우리 연구팀이 조사하면서 내린 결론은 포털 사이트, 신문 등 여러 인식 조사를 통해 정보들이 과학적으로 전문적인 근거가 부족하거나 오래된 정보들이므로 일반 소비자들이 무분별하고 편향적인 정보에 노출되어 있다는 것이다. 이는 자연스럽게 군중심리에 이끌리기 쉬워지는데, 우리 연구팀이 하고자 하는 것은 GMO 식품의 선택에 있어서 방향을 정해주는 것이 아니라 GMO에 대한 전문적이고 올바른 정보를 제공함

으로써 일반 소비자들이 본인 스스로 이성적이고 정확한 판단과 선택을 가능하도록 만드는 것이라고 생각한다.

1) GMO 관련 인식의 실용화인 소비자 인식개선을 위한 미디어 분야 홍보 방법제시

위의 논리를 통해 이러한 부정적 군중심리 형성을 억제하고 GMO 관련 정보의 균형을 맞추고 효과적인 홍보를 위한 각 미디어 매체별 개선방법을 본 연구팀은 생각해보았다.

(1) 신문사

소비자가 쉽게 접할 수 있는 언론과 방송에서는 GMO의 정의를 기호에 따라 사용한다. 즉 재조합이라는 단어를 접한 소비자는 비교적 긍정적 인식을 갖지만, 조작이라는 단어를 접한 소비자는 매우 위험하고 부정적인 인식을 가지게 된다. 그러므로 GMO 관련 기사작성에 있어서 일부 잘못된 정의 사용을 중지해야 한다. 또한 GM기술은 육종의 한 방법일 뿐 유기능 재배와 반대되는 단어가 아님을 인식해야 하며 이러한 오기를 금지해야 한다. 기사의 경우에는 일반 기자가 아닌 분야의 전문성을 띠는 기자가 글을 작성하여 소비자에게 중립된 정보를 제공함으로써 올바른 사고를 할 수 있게 해야 하며 국민 및 소비자에게 선택권을 주어야 한다.

(2) Naver 블로그 및 Daum 카페

정보의 홍수시대에 살고 있는 소비자들이 쉽게 접근할 수 있는 대표적인 인터넷 포털 사이트인 Naver, Daum 분석결과 GMO 관련 단어를 검색할 경우 부정적인 경향의 블로그와 카페들이 대부분이다. 이러한 정보의 불균형은 소비자들에게 GMO 관련 부정적 군중심리를 형성시킨다. 그러므로 이러한 정보의 불균형을 해소시키기 위해 GMO 관련 주요 논쟁을 중심으로 과학적 근거가 있는 자료를 식품, 과학기술 관련 파워 블로거 및 회원 수가 많은 카페관리자에게 제시하고 그 내용에 대한 업로드 요청해야 한다. 또한 현재 운영되고 있는 국가기관의 과학기술 관련 사이트는 접근성의 어려움과 국가기관의 신뢰도 하락으로 효과적인 홍보방법이 아니다. 그러므로 우리나라 소비자 전체를 대상으로 한 GMO 관련 서포터즈 활동을 지원해야 한다. 그리고 그 결과를 그들의 Facebook, 블로그, 카페 등의 각종 SNS에 업로드 하여 GMO 관련 과학적 근거의 정보를 생산하도록 해야 한다. 이러한 정보의 양적 증가는 정보의 불균형을 해소할 수 있는 유일한 방법이며, 결과적으로 소비자들이 인터넷에서 찬성·반대 측 주장을 균형 있게 접하게

되고 그들 스스로 합리적인 사고를 통해 GMO를 바라보는 균형 잡힌 시각을 형성하게 할 것이다.

(3) Youtube

동영상 정보를 얻는 수단으로 전 세계 인구가 가장 많이 이용하는 YouTube 사이트에 업로드 된 GMO 관련 동영상 분석결과 역시 정보의 불균형이 존재함을 위의 조사 결과를 통해 알 수 있었다. Youtube 사이트 특성상 조회 수가 많이 기록된 영상이 검색결과에서 상위에 존재하게 된다. 그러므로 Youtube에 업로드 된 GMO 관련 영상의 불균형을 해소하기 위해 조회 수가 높게 기록될 수 있는 영상의 제작이 필요하다. 조회 수 높은 영상 제작의 방법으로는 먼저 썸네일 개선이다. 현재 과학적인 정보 전달 및 GMO의 필요성을 주장하는 영상의 대부분은 썸네일이 효과적이지 못하다. 그러므로 썸네일 이미지 개선을 통해 식량위기의 심각성을 부각하여 전달해야 할 필요성이 요구된다. 효과적인 홍보를 위한 GMO 관련 영상 썸네일 제작의 예로는 식량안보의 위기 개념을 하나의 이미지로 도식화하여 그 심각성을 강조하고 이용자로 하여금 클릭을 유도하여 그 영상의 내용을 접하게 해야 한다. 그리고 지금까지 업로드 된 영상들은 GMO와 관련된 과학적 권위자와의 인터뷰를 그대로 옮겨 놓거나 다큐멘터리 형식이 대부분인데, 이러한 내용은 전문가가 아닌 소비자로 하여금 어렵고 지루하게 느껴질 수 있다. 그러므로 GMO 관련 내용을 애니메이션화 하거나 소비자가 공감할 수 있는 필요성을 중심으로 재구성해야 더 높은 조회 수를 기록할 수 있다. 또한 일정 수 이상의 구독자를 보유한 크리에이터를 통한 홍보도 효과적이라 생각한다. 그러므로 식품관련 크리에이터를 구독자 수, 영상 평균 조회 수를 지표로 하여 구분하고 상위에 있는 YouTube 영상 크리에이터에게 식량위기 상황과 GMO 논쟁을 중심으로 설명하는 영상제작 및 업로드를 의뢰해야 한다.

Ⅲ. 결론 및 제언

1. GMO 기술, 선택이 아닌 필수이다.

앞서 조사해 본 결과와 같이 2050년 지구상의 인구가 90억 명이상으로 늘어날 것으로 예상됨에 따라 인간이 섭취하는 동물성 식품도 지금보다 1.5배 이상의 식량이 필요할 것으로 예측된다. 하지만 이러한 상황에서 과거와 달리 식량의 부족함을 못 느끼고 있는 현재 대한민국 국민들에게 식량안보는 큰 경각심을 불러일으키지 못하고 있다. 하지만 대한민국은 식량자급률 40% 미만의 국제적인 식량 수입국이며, 농지비율도 낮다. 그렇기에 미래의 식량위기 상황이 예측되는 가운데 GM기술을 무작정 반대만 할 수 있는 상황은 아니다. 식량은 국민의 생존에 있어 가장 필요한 자원이다. 따라서 이상기후로 인한 식량 위기 등 예측 불가능한 사태에 있어서도 최저한도로 필요한 식량은 국내에서 확보할 수 있는 체제를 유지해야 할 필요성이 있다. 이러한 상황에서 국가 식량위기 문제를 해결할 수 있는 핵심 생명공학기술은 유전자 형질전환 기술이다. 이러한 주장의 근거로는 앞서 언급한 바와 같이 유럽의 과학자 단체가 20년간(1995-2014년) 생명공학 작물의 영향관련 147개 연구논문을 엄격하게 분석하여 GM 작물을 도입함으로써 얻게 되는 혜택을 분석한 결과 수확량 22% 증가, 농약사용 37% 감소, 농가 수익은 68% 증가하였다. 해충 저항성 작물의 수확량 증가와 농약사용 절감효과가 제초제 내성 작물보다 높고 산업선진국보다 개발도상국의 수확량 및 소득증가가 ‘더 높았다’라는 결과이다. 위에 GM작물의 도입함으로써의 혜택을 근거하여 머지않은 미래에 대한민국이 세계적으로 식량을 구걸하지 않기 위해, 식량증산의 핵심 기술인 GM기술에 대한 기초연구와 상업적 재배를 전제로 한 연구를 통한 기술의 실용화는 선택이 아닌 필수이다. 정보의 홍수라는 현대 사회에 스마트폰의 매체 이용 빈도는 2017년 기준 81.4%이며 2015년 70.8% 보다 증가한 추세이며 스마트폰의 개인 보유율은 2013년 66.6%에서 2017년 87.1%까지 증가하였다. 이에 스마트폰이 필수 매체라고 생각하는 사람이 TV를 필수 매체라고 생각하는 사람을 역전하였다. 스마트폰을 중심으로 미디어 매체는 많은 정보를 생산하고 사람들에게 공유한다. 정보가 많은 사회에서 객관적이고 중립적인 정보를 고르거나 찾아야한다. 그러나 현재 GMO관련 정보를 공유하는 미디어 매체의 경우 어떠한 조직의 이익을 위해 편향된 정보만을 내포하며, 그 정보의 뒷받침되는 증거가 잘못되거나 과학적으로 증명할 수 없는 경우가 허다하였으며, 특히 블로그나 유튜브 같이 누구나 정보를 공유할 수 있는 매체

에서 집중적으로 나타났다. 이에 더 이상 잘못된 정보를 지양하고, 중립적인 정보를 습득하여 올바른 인식을 가질 수 있게 하는 인식의 실용화는 선택이 아닌 필수이다. 기술의 실용화와 인식의 실용화는 따로 분리되어 있는 것이 아니다. 기술의 실용화를 위해선 과학 기술의 발달만이 아닌 우리나라 국민들의 GMO 기술 개발 필요성과 실용화에 대해 중립적인 정보를 습득해야 할 필요가 있다. 기술의 실용화를 위해 국민들의 인식의 실용화를 증진시켜야 한다. 인식의 실용화를 위해서는 국민들이 접하는 정보를 생산·공유하는 미디어 매체에 과학적 근거가 명확한 사실만을 기재하여 국민에게 선택할 권리와 올바른 정보를 알 권리를 주어야만 가능하다.

2. 식량안보 증진을 위한 GMO의 실용화에 관한 종합적인 우리의 생각

GMO 실용화를 위해서 기술의 실용화 및 인식의 실용화 두 분류로 나누어서 구체적인 방법을 제시하였다. 기술의 실용화 및 인식의 실용화가 복합적으로 진행되었을 때 대한민국 식량안보의 증진이 가능하며, 종합적인 실용화를 위해서는 학계, 국가기관, 시민단체들의 개별적 노력이 필요하다. 그러므로 본 연구팀은 생명공학기술의 실용화를 통한 대한민국 식량안보 증진방안을 제시하기 위한 개선점을 제시하겠다.

1) 학계

과학적, 식량안보적 관점에서 바라보면 GMO는 현재 5초에 한 명씩 죽는 아사로부터 인류를 구할 수 있는 유일한 식량 증산의 방법이다. 그러므로 이러한 기술의 필요성을 적극적으로 홍보 활동을 해야 한다.

또한 일부 반대론자들의 GMO에 대한 선동적이고 자극적인 주장은 과학기술에 대한 도전임을 인식시켜야 하며, GM기술에 대한 과학적 사실을 근거로 한 연구논문 작성을 통한 미래 식량위기 대비가 필요하다.

더불어 3세대 유전자편집기술과 같은 기술의 핵심 목표를 수량성의 증대뿐 아니라 영양성의 개선 부분에도 초점을 맞추어 GMO에 대한 국민의 인식개선을 이뤄내야 한다.

2) 국가기관

GMO 수입 및 국내 유통과정에 있어서 국민들의 불안감을 감소시키기 위하여 GM 종자의 국내 농경지 유입 방지 정책 수립을 해야 한다. 그리고 실질적으로 중지된 GM

개발 사업단 프로젝트를 재개하여 국내 농업환경에 실질적 기여가 가능한 GM 종자 개발을 통해 기술적 실용화를 이끌어야 한다.

마지막으로 GMO 완전표시제에 있어서 지금의 표시제는 세계 규제 수준과 비교하였을 때 적은 수준이 아니며, 식품원료를 대부분 수입에 의존하는 국내 식품산업의 특성상 GMO 완전표시제는 국내 식품산업의 붕괴유발 가능성이 높다는 것을 국민들에게 알려야 한다.

3) 시민단체

GMO 기술 관련 과학적 사실을 토대로 찬·반 토론은 더 나은 미래를 위해 꼭 필요하다. 하지만 GMO를 반대하는 대부분의 시민단체들은 몬산토사 같은 거대 기업이 막대한 자금을 들여 과학자들을 GMO에 대해 찬성하도록 유도한다고 주장한다. 그러나 이는 사실과 다르다. 이러한 시민단체들의 과학적 근거가 없는 억지 추측성 주장은 과학에 대한 부정이며 국익의 해를 끼치는 선동이므로 중단해야 한다. 그러므로 시민의 권익을 대변하는 시민단체들은 대한민국 시민의 입장에서 미래에 있을 식량위기를 대비하기 위해 GM기술 개발이 필요하고 유익하다는 점을 하루빨리 인식하고 시민을 위한 활동에 힘써야 한다.

3. 기대효과

한국 식량안보연구재단 대학생 식량안보 논문 경진대회 연구의 결과물인 본 논문을 독자가 접하였을 때 얻을 수 있는 기대효과로는 먼저 다양한 논쟁의 GMO 문제에 대하여 중립적인 위치에 있는 대학생의 신분으로 균형 있는 시각을 제시한다. 이러한 시선은 GMO에 대하여 일방적 찬성과 반대의 다른 논문과는 다르므로 독자로 하여금 더욱더 신뢰를 얻을 수 있다. 또한 GMO 관련 논쟁에 대하여 찬성, 반대 측 권위자와의 인터뷰를 통해 각각의 주장에 대하여 분석함으로써 논쟁의 원인에 대한 정보도 제시한다. 마지막으로 미디어 조사를 통해 대한민국 국민들이 현재 접하고 있는 GMO 관련 정보는 대부분이 편향적인 자료들임을 국민에게 알리고 부정적인 군중 심리에 휩싸여 잘못된 여론이 형성되는 것을 본 논문을 통해 방지하고 그에 대응하는 해결책을 제시하면서 GMO관련 인식개선과 실용화에 기여한다.

참 고 문 헌

- 1) 이철호. 식량안보를 위한 식품과학기술의 역할과 정책방향
- 2) Tubiello FN and Fischer G, Reducing climate change impacts on agriculture: Global and regional effects of mitigation, 2000-2080. Technological Forecasting and Social Change 74: 1030-1056 (2007)
- 3) (3) 이철호, 이숙종. 글로벌 식량위기와 한국의 대응방안. 식품과학과산업, 44(3): 20-47(2011)
- 4) (4) 이철호, 유장렬, 문헌팔, 박현진, 곽상수, 이향기, 박수철, 생명공학 수용을 통한 한국 농업혁신 정책방안. 한림연구보고서 101, 한국과학기술한림원 (2015)
- 5) EU/The European Commission/Food Safety, "Facts on GMOs in the EU", EU/The European Commission/Food Safety의Press release의 자료 (2000)
- 6) Department of Health and Human Services, "Food Derived from New Plant Varieties", Statement of policy FDA (1992)
- 7) Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, Pretty J, Robinson S, Thomas SM and Toulmin C. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. (2010)
- 8) GM Science Review First Report. UK, (<http://www.gmsciencedebate.org.uk>), 2002.3.
- 9) Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, Pretty J, Robinson S, Thomas SM and Toulmin C. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. Science 327: 812-818 (2010)
- 10) 유전공학작물 경험과 전망(Genetically Engineered Crops Experiences and Prospects) 한국 과학기술한림원
- 11) 유전자변형작물의 진흥과 규제에 관한 정책 유형의 분류와 적용 해외 GM작물 재배국을 중심으로 2005 정영평 외 5인
- 12) GMO기술 국산화 현황 2016 이철호
- 13) 10-16호_유전자변형유기체,생물체(GMO,LMO)관련 기술동향(이상현)
- 14) GMO의 법률상 용어 정의 및 관련 표시제도 개선에 관한 연구 2010 박성용 외 3

- 15) Fernandez-Cornejo, J., S. Wechsler, M. Livingston, and L.Mitchel. 2014. Genitically Engineered Crops in the United States.USDA
- 16) 세계 속의 GMO 작물의 위치와 전망. BRIC View 2017-T26 이성희
- 17) PG economics- GM Crops: Global Socio-economic and Environmental impacts 1996~2015
한국생명공학연구원 유장렬 전문연구위원
- 18) 방송매체 이용형태 조사 2017 방송통신위원회
- 19) 송미란(2007),“온라인 구전의 확산에 구전자 특성이 미치는 영향,”중앙대학교.
- 20) 박하철(2008),“온라인 오피니언 리더의 탐색과 온라인 구전 활동 특성 : 구전 전달 동기, 제품 지식 관련 특성, 대인관계 특성을 중심으로,”중앙대학교.
- 21) Andrea,C.W.(2004),“SocialHubs:A valuable Segmentation Constructin the Word - of- Mouth Consumer Network,”Advancesin Consumer Research,vol.31,521-522.

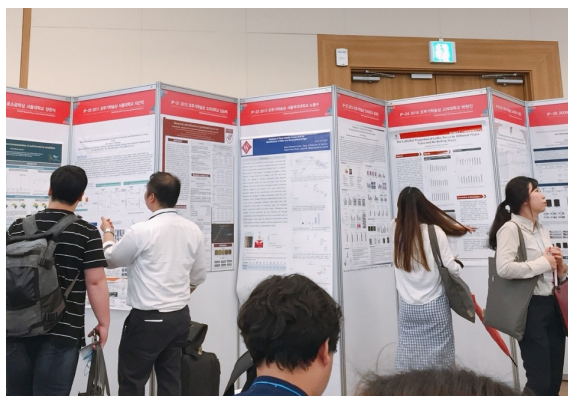
2018 한국식품과학회 국제학술대회 및 정기총회 견학 보고서

(2018 KoSFoST International Symposium and Annual Meeting)

- 기간 : 2018년 6월 27일 (화) ~ 6월 28일 (수)
- 장소 : 부산 BEXCO
- 목적 : 생명공학기술의 실용화를 통한 4차 산업 혁명 시대의 식량안보 경쟁력 증진 방안 모색과 식량안보를 위한 BT기술의 실질적 기여에 대한 분석 및 평가라는 연구 목표를 달성하기 위해 단순히 온라인상의 논문 자료 뿐 만이 아니라 좀 더 심층적인 자료가 필요함에 따라 부산 BEXCO에서 3일 간 열리는 2018 한국식품과학회 국제 학술대회에 참가하게 되었다.



이 국제 학술대회를 통하여 우리는 국내외 저명인사의 plenary session, 중요 주제별 국제 심포지엄, 산학 심포지엄, 분과위원회 세미나, 석·박사 과정 연구발표, 포스터 발표, 산업 전시회 등 다채로운 학술행사를 견학함으로써 식량 안보를 위한 생명공학 실용화 현황 분석, 식량안보 증진을 위한 핵심 BT기술에 대한 전문적이고 깊이 있는 자료들을 수집할 수 있었다.



• 세부내용 :

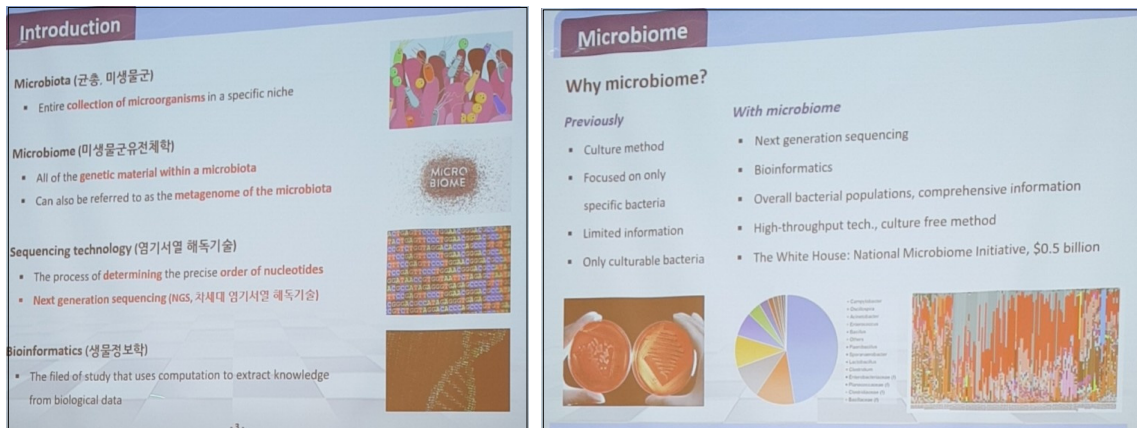
6월 27일부터 6월 29일까지 총 3일에 걸친 한국식품과학회의 여러 심포지엄과 세미나, 연구발표, 포스터 발표 등을 둘러보면서 크게 중점을 둔 키워드는 ‘Food Safety’ 즉 식품 안전과 식량 안보를 가장 큰 중점으로 두었으며 그 외에도 4차 산업혁명시대가 도래함에 따른 4차 산업혁명 생명공학 기술의 농업적 적용 및 식량안보 증진 방안에는 어떠한 것들이 있는지 등을 주로 살펴보았다.

1. ‘Microbiome research using the high- throughput next generation sequencing and bioinformatics tools for ensuring food safety’

우선 27일 첫 날에는 12시 35분부터 13시 까지 약 25분에 걸쳐 발표된 연구의 연구 분야는 즉, ‘식량 안보를 보장하는 고효율 차세대 서열 결정법(sequencing) 및 생물 정보학 도구를 사용하는 미생물군 유전체 연구’에 대한 연구발표를 참관했다.

제목에서도 나타난 바와 같이 Microbiome 이다. 우리가 균총이나 미생물군이라고 부르는 Microbiota는 특정한 시료 내에 존재하는 모든 미생물의 총합을 의미하는데 이 미생물군의 유전체를 연구하는 미생물군 유전체학은 이러한 microbiota 내에 있는 유전적 물질의 총합이라고 볼 수 있으며 시료 내에 다양한 미생물이 존재하고 미생물 안에서도 유전체가 다양하게 존재하기 때문에 microbiota의 metagenome 이라고 불리기도 한다.

이러한 미생물군 유전체학 연구를 위해서는 ATGC와 같은 염기서열의 순서를 해독할 수 있는 염기서열 해독기술이 요구가 되는데, 이 Microbiome 염기서열 해독기술에 대한 연구 방법으로 high-throughput NGS 와 bioinformatics가 쓰이고 있으며 이를 통해 효율적인 차세대 서열 결정법 및 생물 정보학 도구를 사용하는 미생물군 유전체 연구를 통해 최종적



으로 식량 안보, 식품안전을 보장하는 연구를 목표로 하고 있다.

염기서열 해독기술과 생물정보학을 통해서 배양 방법 자체가 culture independent한 방법이기 때문에 배양 불가능한 미생물을 검출할 수 있다는 장점이 있고, 또한 내가 타겟으로 하지 않는 다른 미생물들, 시료에 존재하는 고등 미생물들에 대한 총체적인 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있다.

우리가 타겟으로 하는 시료 안에서 존재하는 고등 미생물과 그 미생물들의 박테리아 DNA의 염기서열을 해독하고 이렇게 얻어지는 염기서열 정보를 이미 알려져 있는 DNA 데이터 베이스와 비교함으로써 시료 내에서 어떤 균이 존재하는지, 박테리아 prevalence와 그들의 구성비율(composition)까지 알 수 있는 것이 가능하다.

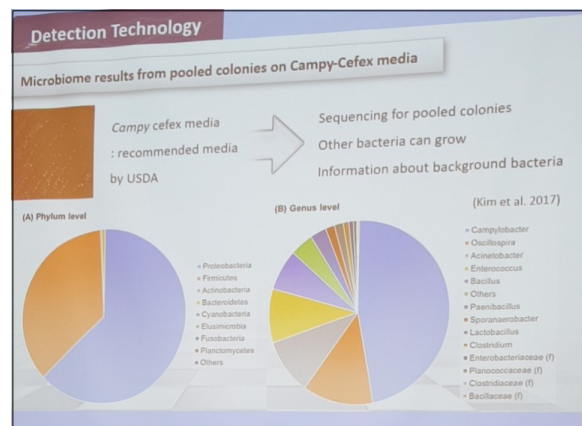
또한 microbiome 이라는 것이 생물에 존재하는 모든 시료에 적용할 수 있기 때문에 굉장히 범용적으로 적용이 가능한 기술이라는 것이다.

이 때문에 사람의 피부, 가축의 장래 환경, 식품, 환경, 시료 등에 적용을 하고 있다.

이렇게 진행되는 microbiome 연구는 굉장히 범용적으로 사용이 될 수 있는 강력한 연구 분야

이기 때문에 현재 식품안전을 확보한다는 연구목표를 설정하고 다양하게 접근되어지고 있다.

예를 들면 식품가공공정에서 bacterial composition이 어떻게 변화하는지를 보고 있고, 추천한 antibacterial payment를 적용했을 때 처리 전, 후에 이들이 bacterial composition에 어떠한 영향을 미치는지, 사람이나 가축의 장래, gut microbiome을 identification 하고 있고, 이를 이용해서 probiotics나 vaccine이 gut ecosystem에 미치는 영향, microbiome의



검출법을 개발하는데도 사용을 하고 있다.

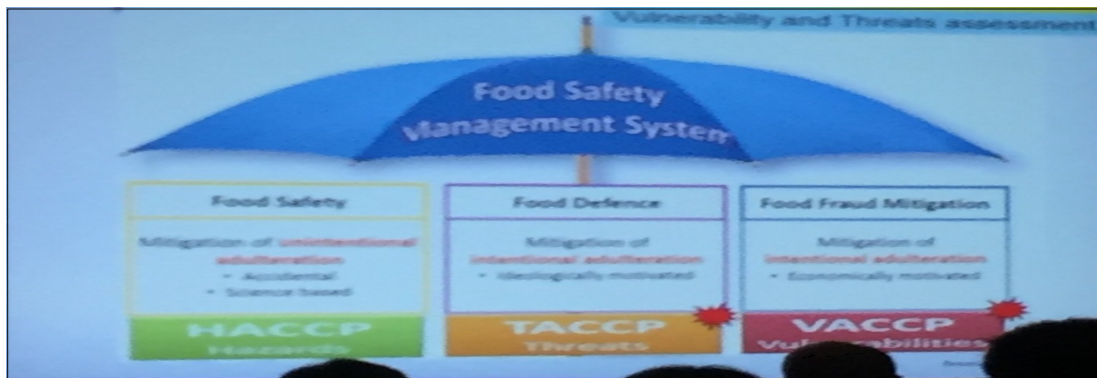
2. ‘Recent analytical techniques in food industry based on food safety’

즉, 식품 안전 문제에 기초한 식품 산업의 최근 분석 기술에 대한 연구발표이다.

먼저 식품 안전 문제에 기초한 식품 산업의 최근 분석 기술에서는 식품사기, 우리가 흔히 EMA(Economically Motivated Adulteration)라고 하는 부분에 대한 내용을 다뤘다.

전 세계적으로 식품산업의 시장에 대한 규모는 계속 증가추세이며 한국의 식품산업 또한 증가추세를 보이고 있는 상황에서 과거에는 식품안전과 관련한 컨트롤이 사전예방 보다는 사후관리에 중점을 두었다면 최근에는 품질관리를 통해 검증하고 완제품을 출시하는 방향으로 바뀌어 가고 있다. 가짜식품, 예를 들어 참기름에 옥수수를 섞는다거나, 멜라닌 사건 등 누군가 경제적 이익을 취하기 위해 가짜식품을 만들게 된 이러한 여건들에 대하여 많은 발표가 되고 있고, 이를 어떻게 검증해야 하는가에 대한 이야기가 많이 나오게 되었다.

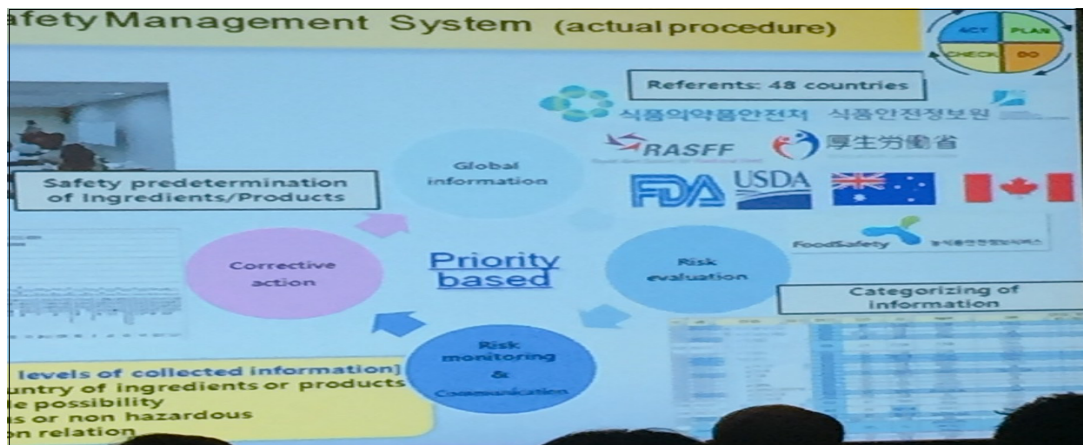
우리가 이러한 식품안전에 대한 품질 관리에 대해서 식품에 대한 위협을 어떻게 방어할 것인지 식품 보안, 예방 등 어떻게 식품을 안전하게 관리할 것인지에 대한 것이 화두이다.



식품과 관련해서 소비자들의 선택이 중요한데 이는 결국 식품안전과 연결되는 부분이기 때문이다.

또한, 최근 food supply web 이라는 표현을 쓸 정도로 멀리서도 한국의 식품을 만들기 위해 멀리 떨어진 여러 곳에서도 식자재를 가져오고 있으며 이에 따라 어떻게 하면 간단하고 짧게 만들 수 있을 것인가가 하나의 관건이다. 현재 69억인 인구가 2050년 기준 91억으로 급격히 증가하게 된다고 한다. 인구가 증가함에 따라 수입도 증가하고 이에 따라

소비자의 패턴 또한 변화하게 되지만, 실질적으로 밀과 옥수수 등의 재배면적은 똑같은 상황에서 인구가 증가하게 된다면 유전적인 기술이 발달하지 않으면 온갖 가짜식품이 식량을 대체하기 위해 생길 가능성이 농후하다는 것이다. 실제로 미국 NCS에서 게시한 논문에 의하면 식품사기가 증가추세이며 이러한 것들을 검증하기 위한 tool의 개발 또한 증가하고 있다.



과거에는 식품에 대한 사후관리가 중점적으로 이루어졌다면 요즘에는 사전관리가 중요한 요소가 되고 있다. 이 때문에 공장에서의 공정 과정이 매우 중요해지고 있는데 그 중에서도 품질관리에서 가장 중요한 것은 사료이다.

결국 우리가 먹게 되는 식품의 시발점이 사료이기 때문에 이러한 사료의 관리 또한 매우 중요하다, 특히 사료의 경우, 공장에서 멀어질수록 검증이 어려워지기 때문에 최대한 공정 과정에서 검증을 하고 잡아내는 것이 중요한데, 발생가능성, 리스크, 심각성, detectable 등을 모두 고려한 검증 tool을 이용하고 있다. 식품에 대한 문제가 터졌을 때 이에 대응하는 비용보다 사전에 예방하고 관리하는 비용이 훨씬 낮고 효율적이라는 것이다.

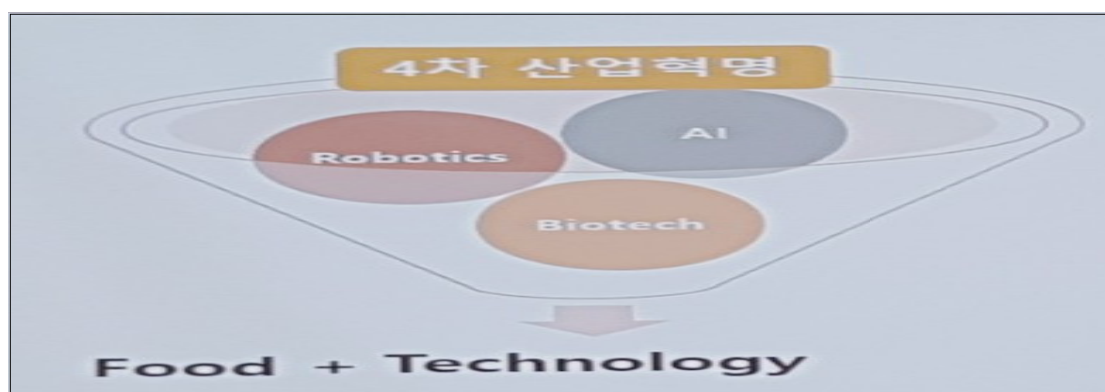
식품안전과 관련해서는 정보에 대한 관리, 취약성에 대한 평가, 검증, 특히 가짜식품에 대하여 어떻게 이를 확인하고 검증할 것인가 이 매우 중요한 요소이다.

3. 4th industrial revolution and food tech

마지막 세션은 제 4차 산업 혁명과 식품기술에 관한 연구이다. 오래전부터 인류가 음식을 섭취하면서 식품의 개념이 생긴 이래, 기술의 발달에 따라서 자연스럽게 식품 기술 즉, Food Technology 라는 개념이 생기게 되었다. 우리나라의 경우 워낙 IT가 강세다

보니 Food Technology가 ICT 위주로 많이 언급이 되는데 실제로 이 FT라는 것이 현재에 이르러 매우 광범위 해졌다. 우리의 현재 식생활의 문제점을 기술을 통해 해결하여 식생활 개선을 할 수만 있다면 그 모든 것이 Food Tech라고 정의할 수 있는데, 현재 Food Technology는 어떠한 모습일까?

우리의 식생활에서 중요시되는 것은 너무나 바쁜 일상 속에서 살아감에 따라, 어떻게 하면 식생활 문화의 편의성을 조금 더 증가시킬 수 있는지에 대해 초점이 맞춰져 있고 그로 인해 스마트폰을 이용해 음식 주문부터 배달, 결제까지 한꺼번에 이루어지게끔 발전이 되어가고 있고 온라인과 오프라인의 벽을 허물고 있다.

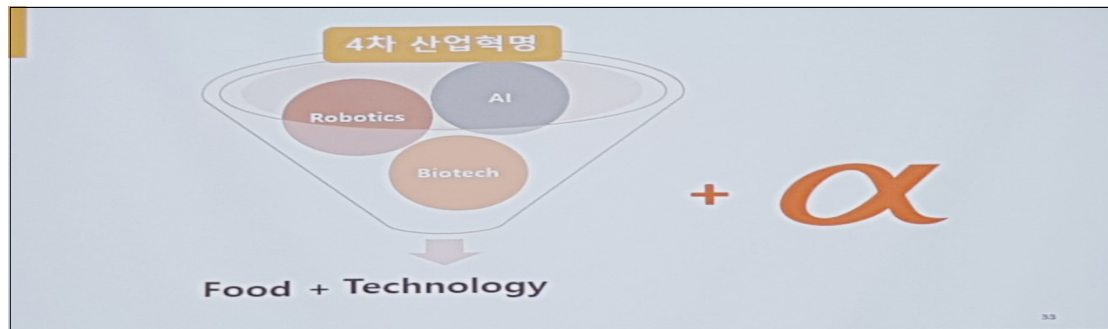


그렇다면 앞으로의 Food Technology는 어떻게 될 것인가?

Food Technology의 정의가 음식과 기술을 접목하는 것이기 때문에 미래의 기술이 어떠한 것들이 사용 가능한가에 대해 생각을 해봐야 한다. 요즘 핵심적인 키워드인 4차 혁명 중에서 주된 기술이 되는 것은 빅데이터와 인공지능이다. 미래의 Food Technology는 우리의 식생활 문화에 빅데이터나 인공지능을 접목한 융합 분야에서 나타날 것이라고 학계는 예측하고 있다. 식품분야에서 인공지능 기술에 대한 대표적인 예로 IBM에서 발견한 왓슨이 있다.

우리나라의 경우 롯데에서 왓슨을 이용하여 빅데이터를 분석하여 어떤 맛이 소비자의 성향에 맞는지 예측한 바 있으며 실제로 그 공정에 의하여 제품을 출시한 사례도 있다. 또한, 이 인공지능의 큰 특징 중 하나는 기존에 현존하는 레시피와는 별개로 인간의 상상력으로는 예측할 수 없는 음식과 맛의 조합을 만들어 내는 것이다.

크게 3가지 정보만 입력하면 식자재, 레시피, 없는 식자재에 대한 대체재, 식이요법이 필요한 사람들까지 고려한 레시피를 제공해주고 있다.



앞으로도 Food Technology의 경쟁이 치열해질 것이 분명하고 이에 따라 경쟁우위를 차지하기 위해 $+\alpha$ 가 있어야 하는데 이 $+\alpha$ 에 대한 3가지 주된 관점이 있다.

첫째는 왜 우리가 음식을 먹을까 이다.

우리는 살기 위해서만 음식을 먹지는 않는다. 스트레스를 받거나, 우울하거나, 기쁘거나, 좋아하는 사람들과 음식을 함께 먹는 등 감정적인 욕구를 충족하기 위해서 먹기도 한다. 이 때문에 Food Technology에서는 감정적 요소를 충족시키는 것이 중요하다고 할 수 있다.

미래식품원에서 출시된 두 가지 식품이 좋은 점수를 얻었는데 그 요소 중 하나가 감성에 어필 했다는 것이다. 대표적으로 팔 초콜릿이 있는데 이를 계발하게 된 동기는 평소에 초콜릿을 너무 좋아하셨지만 당뇨병에 걸리신 어머니가 초콜릿을 잘 드시지 못하자 그 어머니의 딸이 어떻게 하면 초콜릿을 건강하게 드실 수 있을까 하는 생각에 팔 초콜릿을 만들게 되었다고 한다.

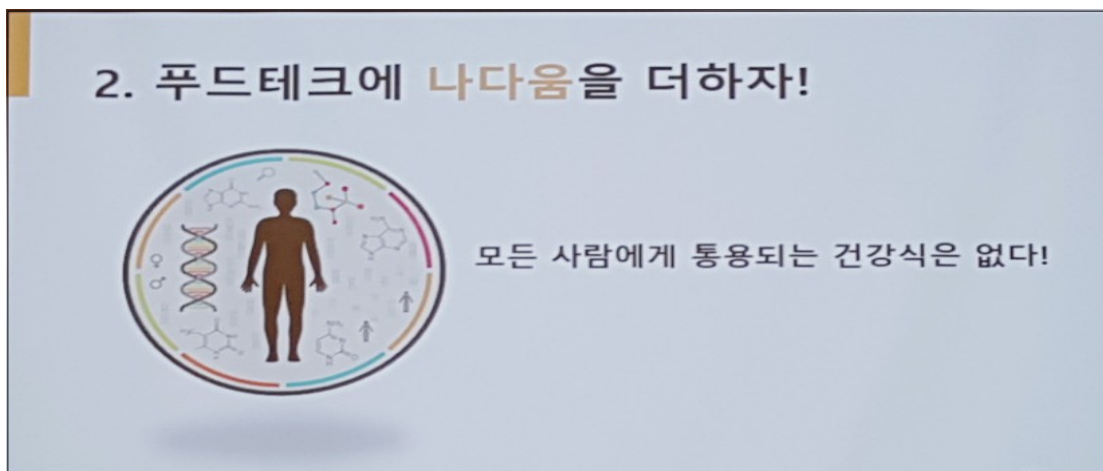
또 하나는 작두콩을 이용한 노카페인 커피이다. 이는 커피가 아니라 작두콩을 로스팅 하여 차를 만들면 커피 맛이 나는 음료가 되는데 이를 만들게 된 배경은 어른들과 함께 하는 다과 자리에서 아이들은 카페인 섭취가 지양되기 때문에 자연스럽게 배제되게 된다. 이 과정에서 아이들과 함께 이러한 다과 자리를 공유하고 싶다는 마음에 자연과 함께 커피 맛을 안전하게 즐길 수 있는 방법이 없을까 연구를 하다가 이 작두콩 커피를 출시하게 되었다고 한다. 감성에 호소하게 되는 요소를 갖추는 것도 큰 경쟁력이 있는 요소가 될 것이다.

두 번째 요소는 바이오분야에서 떠오르는 키워드인 유전자 분석을 통한 개개인에게 맞춤형 식품을 제공하는 것이다.

인종, 연령, 성별, 알러지, 지역특성 등 차이를 결정하는 요소들이 너무나도 많기 때문에 개개인에게 맞춤형 식품을 제공하는 것 또한 앞으로 food tech에서 큰 경쟁력을 갖출 수

있다. 요즘 많은 벤처기업에서 발명하려 하는 것이 바로 스마트폰을 바탕으로 개인의 건강을 측정하여 그것에 맞춤형 음식을 준비하는 것인데 심지어 이렇게 준비된 음식을 직접 배달해주는 서비스를 하려는 움직임도 벌써 일어나고 있다.

실제로 미국에서는 개인의 유전자 검사를 바탕으로 몸에 필요한 영양성분이 각각 몇 퍼센트인지 그 성분을 알려주기도 하고, 각각의 영양소에 대하여 이에 대한 유전자적 변이의 유무도 알려주는 등 개인의 체질과 건강에 맞는 세세한 영양컨설팅과 음식 배달까지 제공한다.



마지막 시사하는 포인트는 과연 ‘어떻게 만들어진 음식을 먹고 싶은가?’이다.

요즘에는 음식을 선택할 때 칼로리, 열량 등을 고려하기도 하지만 요즘에는 많은 소비자들이 이 음식이 어디서 어떻게 생산되었는지도 함께 중요하게 여긴다는 것이다. 그래서 Food Technology에서 윤리적인 측면도 상당한 고려를 해야 큰 경쟁력을 키울 수 있다.

• 총 론:

이번 2018 한국식품과학회 국제 학술대회 및 정기총회를 통해 그동안 다소 막연하게만 여겨왔던 식품과학 분야에 생명공학기술의 기여와 실질적으로 식품안전, 식품가공방법 등의 발전이 식량안보에 어떻게 기여 하는지에 대한 연구내용 강연을 들을 수 있었다.

또한 식량안보를 위한 BT기술의 실질적 기여에 대한 분석 및 평가에 대한 전문적이고 심도 있는 자료들을 국내외 저명인사의 plenary session, 중요 주제별 국제 심포지엄, 산학 심포지엄, 분과위원회 세미나, 석·박사 과정 연구발표, 포스터 발표, 산업 전시회 등 다채로운 학술행사를 통해 확보할 수 있었다.

또한 이번 학회를 통해 식품과학에 이용되는 핵심적인 생명공학기술과 이에 따른 실제 여러 사례를 통해 BT기술이 어떻게 식량안보에 기여를 할 수 있는지, 분석은 어떠한 단계를 거쳐 이루어지는지에 대한 전문적인 지식을 얻을 수 있었다. 우리가 먹는 식품의 안전성 평가 기준과 안전성 검증을 위한 트렌드에 대하여도 정보를 얻을 수 있었다.

마지막으로 4차 산업혁명이 도래한 시점에서, 앞으로의 생명공학 기술이 어떠한 방법으로 경쟁우위를 점하고 농업적, 식품공학적으로 적용되어 식량안보 증진에 기여를 할 수 있는지에 대해서도 알 수 있는 의미 있는 견학이었다.

서울대학교 평창 캠퍼스 종자생명과학연구소 견학 보고서

- 일시 : 2018년 07월 03일
- 장소 : 서울대학교 평창캠퍼스
- 내용 : 박수철 박사님 인터뷰 및 서울대학교 평창캠퍼스 종자생명과학연구소 견학
- 세부내용

1) 종자생명과학연구소 견학

종자 산업분야는 농업의 근간이자 식량안보를 위한 미래 원천 및 실용화 기술의 새로운 동력원이 되는 중요한 분야이다. UN은 2050년까지 전 세계 인구가 90억까지 급격하게 증가하게 될 것이라고 발표하였다. 증가한 인구에 반하는 한정적인 재배면적과 가뭄 등의 기후변화 문제는 심각한 식량안보 위기를 초래할 것으로 예측되며, 이러한 상황에 대비 하기 위해서는 농업분야 4차 산업혁명 주도를 위한 신육종기술 즉 GMO기술이 필수적일 수밖에 없다. 식량안보의 필수적인 원천 기술이 되는 GMO기술의 종자기술분야(GM 종자) 측면을 심도 있게 알아보기 위하여 서울대학교 평창 캠퍼스 종자생명과학연구소에 방문하였다.



종자보관실, 조직배양실, 유전자 실험실, GM작물 온실 등을 견학하였으며 박수철 농업 생명공학정보 한국 센터장을 만나 GMO쟁점에 관하여 인터뷰하였다.



- 재해(염해, 한해, 냉해 등) 저항성을 높인 벼와 BT옥수수가 자라고 있는 온실 : 유전 자원을 종자에 넣어 직접적인 실험을 하여 문제가 없으면 단계별 실험을 진행한다.



- GM종자보관소 : 습도 15%이하, 온도는 4도씨 정도로 유지하여 보관한다. 유전자원을 어떻게 유지, 관리 하느냐가 종자산업 발전도에 크게 영향을 끼치기 때문에 종자 보관은 매우 중요한 요소이다. 유전자원을 진취적으로 확산하는 것이 필요로 된다.



- 조직배양실 : 조직배양실에서는 형질전환 유전자를 따로 배양하고 있으며, 작물 생명 공학 연구실에서는 유망하다고 생각하는 유전자의 기능을 직접 검정하여 확인하는 실험이 이루어지고 있다.

2) 박수철 박사님과 인터뷰내용

박사님께서서는 식량안보의 기여한 GMO기술에 대하여 방글라데시를 예로 들어 GM작물의 필요성을 설명해주셨다. 방글라데시는 가지를 주식으로 하여 가지 생산량이 많지만 높은 기온의 특성에서 오는 심각한 병충해 때문에 생산량의 1/3정도 비효율적인 손실을 초래한다고 한다. 유일한 해결책은 방대한 양의 농약을 뿌리는 것이지만 경제적 부담이 매우 크다는 단점이 있어 방글라데시 정부는 국가적 대안으로 병충해 저항성을 높인 GM작물을 도입하였고 그 결과로 손실을 줄이고 생산량을 증대시켜 국민의 삶의 질을 높였다. 이처럼 형질전환 유전자를 삽입하여 만들어진 GM작물은 생산량을 높임으로써 식량안보에 기여 할 수 있다고 말씀해주셨다.

하지만 국내에서는 GMO에 대한 인식은 부정적인 견해가 더 많이 차지하고 있는 실정이다. 이러한 사회적 인식의 원인과 이것을 개선하기 위해 어떤 노력을 해야 하는지 박사님의 의견을 들어보았다.

Q1. 국내에서 GMO에 대한 인식은 부정적인 견해가 더 많은데 이러한 사회적 인식의 원인은 무엇이며, 이것을 개선하기 위해서는 어떤 노력들이 필요하다고 생각하시는지 궁금합니다.

A1. GMO는 기술의 발전이었고, 이전에 없던 신기술을 받아들이는데 있어 사회의 부정적 인식은 뒤따르기 마련이기 때문에 GMO에 대해 부정적 견해가 있을 수 있다고 생각합니다. 하지만 그 부정적 인식을 뒷받침하는 근거가 타당하지 않은 것이 큰 문제가 됩니다. 사회에 만연히 퍼진 잘못된 인식을 한 순간에 바로잡기는 어렵기 때문입니다. 주장은 객관적인 과학적 사실에 근거하여야하고 그것을 통하여 자신의 주관적인 견해로 올바르게 판단해야 할 필요가 있습니다. 또한 국내 농업 상황을 획기적으로 개선할 수 있는 GMO기술이 없는 것 또한 국내 GMO에 대한 부정적 인식을 초래하는 원인이 될 수 있다고 생각합니다. 이에 대해서는 우리의 현 실정에 맞는 GM기술을 개발이 필요합니다. 전반적으로 이러한 사회적 인식 개선을 위해서는 새로운 기술에 관하여 대중에게 알리고 소통할 수 있는 객관적인 사실을 전달하는 주체가 필요합니다. 주체를 통해 막연한 사회의 부정적인 인식을 막고 GMO의 유용성과 안전성을 알릴 수 있을 것이며 그 주체는 GM작물의 기초 연구에서부터(즉 유전자개발과 육종), 나아가 안정성 평가단계 과정과 상업화과정까지 요구되기 때문에 이 과정을 모두 일괄적으로 진행할 수 있는 과학적 기관이 그 주체라 생각되며 필요하다 생각합니다.

또한 GMO 반대자들의 각각의 근거에 대한 반론의 대표적인 예를 설명드리겠습니다.

① 정부 주도로 GMO를 연구하는 나라는 없다.

반론 : 2010년 일본의 농업책임관 낮은 농산물 자급률 대안으로 유전자 조합 백신 쌀을 연구하여 2016년 개발되어 현재 임상실험 과정에 있다는 구체적 근거가 있습니다.

② 국민들이 주로 먹는 주식에대한 GMO 연구를 하는 나라는 없다.

반론 : 중국의 화공기업은 대표적인 GMO 연구기업인 신젠타사를 인수하여 해충저항 쌀을 주식연구 및 상용화 단계에 있습니다.

이 외에도 GMO 반대자들의 주장에 대한 과학적 근거를 가지고 반론 할 수 있으며 과학 기술의 발전을 위해 찬성, 반대측의 토론은 필요하지만, 근거 없는 선동 및 과학적 트릭의 사용은 부정적인 결과를 초래하므로 반대 주장자 들에 대해서 안타까움을 표현 했습니다.

Q2. 국내에서 GM작물 중 위해성 검사의 모든 단계를 통과하여 상용화된 작물이 없다고 알려져 있는데 그 이유에 대한 구체적인 설명 부탁드립니다.

A2. 모든 작물은 국가의 승인을 받게 되고 승인을 거친 작물만이 시중에 판매할 수 있게 됩니다. 따라서 상업화 되는 것들은 승인과정을 거친 검사가 완료된 작물이며 위해성을 검증받은 GM작물이 한 건도 없다고 단정 할 수 없습니다. 안전성 평가는 인체 위해성 검사, 유전자가 삽입된 작물이 환경에 유해성을 끼치는지를 다루는 환경 위해성 검사 등 80여 가지 정도의 과정을 필요로 하는 매우 복잡한 과정입니다. 그 예로 오리지널 작물과 유전자 삽입한 작물의 개화시기, 크기, 주변 발생 해충 정도 등등 비교, 고려할 점이 많습니다. 따라서 작물의 안전성이 확인 되는데 많은 시간이 소요될 수밖에 없고 이 과정에 있는 국내에서 개발한 GM작물은 많이 있습니다. 이러한 작물들이 모든 안정성 과정을 통과한다면 국내에서 상용화된 작물이 생기는 겁니다. 또한 이러한 현존하는 안정성 평가단계를 대안 가능할 기술이 개발 되면 상업화 과정이 더 빨라질 수 있을 것입니다. 또, 현행 안전성 평가의 관리의 중요성을 예를 들자면 블랙너트 사건이 있습니다. 어느 회사가 브라질의 땅콩에서 유전자를 꺼내 개발을 하였는데 나중에 그 유전자가 알러지를 일으킬 가능성이 있기에 그 자체만으로 평가가 안됩니다. 그렇기 때문에 GM기술에 대한 합리적 규제와 허용이 필수적입니다.

- 총론

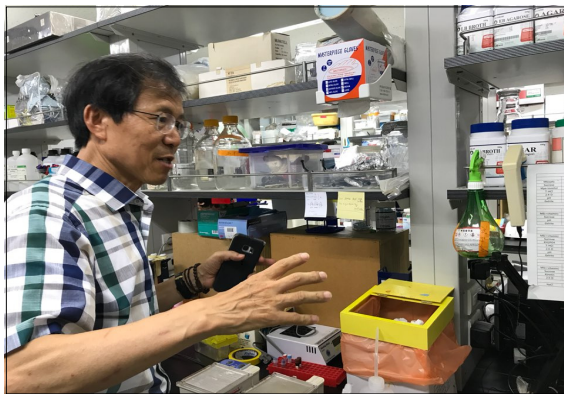
이번 견학을 통해 식량안보기여를 위해 꼭 필요한 GMO기술에 관한 쟁점에 대해 박사님의 전문적인 견해를 들으며 보다 넓은 시각으로 GMO에 대해 생각해 볼 수 있었다. GMO기술의 식량안보 기여 말고도 GMO작물이 개발되는 전체적인 과정에 있어서 실용화 및 상용화에 제일 중요한 단계인 위해성 평가단계에 대한 구체적인 과정과 검사 항목 등에 관한 구체적인 조사를 할 수 있었다. 또한 GM작물의 유전자 선별과정 및 배양부터 보관 온실에서 실질적으로 자라나는 과정까지 직접 견학을 박사님의 설명을 들으며 내용을 보다 구체화 시킬 수 있는 계기가 되었다.

한국생명공학연구원 식물시스템공학연구센터 견학 보고서

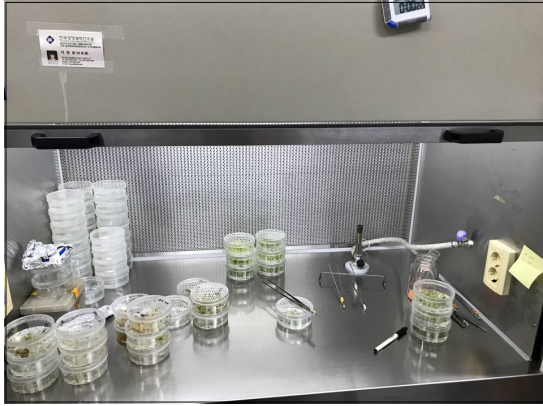
- 일시 : 2018년 07월 11일
- 장소 : 한국생명공학연구원 식물시스템공학 연구센터
- 내용 : 곽상수 박사님 인터뷰 및 한국생명공학연구원 식물시스템공학연구센터 견학
- 세부내용

1) 식물시스템공학연구센터 견학

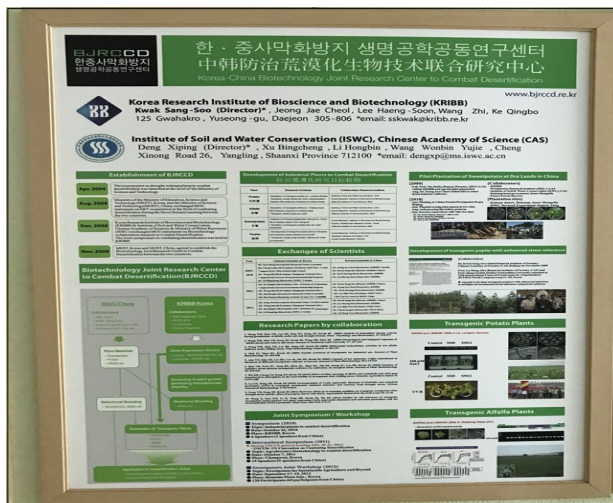
한국생명공학연구원 식물시스템공학연구센터는 글로벌 기후변화 대응, 식량문제, 에너지문제 해결에 필요한 식물생명공학의 중요한 산업적 원천기술을 개발하는 것을 목표로 한다. 주요 연구 분야는 식물 오믹스(유전체, 전사체, 대사체 등) 기반 식물개량기술개발 연구, 유용 유전자 기능분석 및 분자마커 개발연구, 고구마 저장성 향상 및 색소 항산화 물질 대사공학 연구, 석유화학 대체 식물기반 바이오고무 생산 원천기술 개발연구, 식물 기반 글로벌 녹색기술 협력을 위한 중국, 카자흐스탄 등과 협력연구, 고부가가치 유용물질(바이오의약/소재)의 지속가능 생산을 위한 식물세포 기능 재설계 원천기술이다. 주요 연구 성과는 식물 유전체 해독 및 정보자원화, 복합 환경 스트레스 내성식물 개발 및 특성 규명, 색소 항산화물질이 강화된 형질전환 고구마 개발, 엽록체 형질전환기술 개발, 약용식물 대량증식 기술 개발 등이 있다.



본 연구팀은 식물시스템공학연구센터를 방문하여 객상수 박사님과과의 면담을 통해 글로벌 기후변화 속에 우리나라의 식량 현황 및 농업 생명공학기술을 통한 미래에 대한 주제를 가지고 얘기를 나누었다.



- 객상수 박사님의 주요 연구 작물인 고구마를 연구하는 곳으로 유전자 변형 실험 등이 포함된 여러 가지 실험을 통하여 배양시킨 후에 유용한 유전자를 찾아내는 연구를 많이 하고 있다고 한다.



객상수 박사님께서 우리나라의 경우 주변에 중국, 일본, 러시아 등의 경제적인 거대국들이 존재하기 때문에 협력할 필요가 있다고 강조하였다.

2) 객상수 박사님과의 인터뷰 내용

Q1 : 인터뷰에 앞서 박사님에 대한 간단한 소개를 부탁드립니다.

A1 : 제 자신을 식량안보관점에서 축구로 비유하자면 한국이라는 팀에 공격형 미드필

더 역할이라고 할 수 있습니다. 자신이 직접 골을 넣기 보단 공격수에게 골을 넣을 수 있도록 역할을 해야 하며, 종종 직접 슈팅을 하여 상대 수비의 혼란을 만들어야 합니다. 공격형 미드필더는 박지성처럼 능력이 뛰어난 사람이 맡는 것이 아닌 주어진 임무에 적합한 능력을 갖추는 것이 중요합니다. 저는 한중일이 식량 환경 에너지의 공동 운명체라고 생각하며, 제7차 한중일 고구마 심포지엄에서 회장을 역임하였습니다. 그 과정에서 언어 습득을 통한 나라 간에 정보를 공유하는 것은 매우 중요한 일이라고 생각하였습니다. 또한 과학자는 본인의 철학을 갖고, 열심히 연구하며 공부하는 자세가 필요합니다. 예로 공자는 “세상을 위해서, 봉우(뜻을 같이 하는 친구)를 많이 만들어라, 남이 하는 것을 따라하지 말고 외로움을 견디고 스스로 개척해라.”라고 말하였습니다.

Q2 : 오믹스에 대한 기술 설명과 식물정보학에서의 NGS기술 등이 식량안보 관점에서 어떻게 기여하는지에 대한 박사님의 생각이 궁금합니다.

A2 : 오믹스 기술이란 쉽게 말해 유전정보를 이용, 개발하여 인간이 섭취하고, 품종개량을 하기 위함이라고 볼 수 있습니다. 일반적인 경우, A라는 식물이 24000개 유전자를 가진다고 볼 때 A라는 품종과 B라는 품종을 교차시키면 임의로 만들어집니다. 그러나 생명공학 기술은 A가 추위에 약한 품종이라고 할 때 같은 종의 추위에 강한 유전자나 다른 종의 추위에 강한 유전자를 A가 가진 24000개의 유전자 중 하나에 넣는 것입니다. 즉, 나머지 유전형질은 유지되나 추위에 강한 형질이 포함되는 것입니다. 여기서 형질 전환 기술을 사용할 경우 GMO라 할 수 있고, 유전자(가위) 편집 기술을 사용할 경우에는 GMO의 구분이 나라마다 다릅니다. 현재 미국은 GMO로 인정하지 않고 있으며, 유럽은 아직 고민 중에 있습니다.

현재 우리는 유전체 정보(게놈), 단백질 정보, 전사체, 대사체 등의 모든 유전정보와 생명정보(빅데이터)를 어떻게 우리가 원하는 방향(수량, 질, 건강)으로 바꿀 것인지가 중요합니다. 예를 들어 수량을 증진시킨다든가 당뇨의 치료 목적, 가축의 백신유전자, 가뭄, 추위를 견딜 수 있는 품종이 여러 가지 성질을 가지는 것을 목적으로 삼아야 합니다. 현재 우리나라는 이것의 좋음, 나쁨을 판단하기 위한 제한된 연구만을 지속하고 있는데, 이것은 상업용으로 재배하기 위한 연구와 차원이 다른 얘기입니다. GMO의 경우 사람과 환경에 문제가 있는지 현대 기술로 전부 조사해서 실험 전의 A품종과 실험 후 A1품종의 유전자적 차이가 없을 때(동등하고, 인정이 됐을 때)는 반대할 이유가 없다고 생각합니다. 인간과

환경의 해의 유무는 과학적으로 국제 규정이 있을 뿐 아니라 나라마다의 규정이 존재하며 특히 우리나라의 규정은 매우 엄격한 편에 속하기에 그 규정을 통과한 품종은 상업적 재배를 허가하여 농민의 결정에 따라 심을지 말지를 결정해야한다고 생각합니다.

현재 우리나라는 곡물을 포함해 2000만 톤의 식량이 필요합니다. 식량은 탄수화물, 단백질, 지방, 미량원소가 순서가 있는데, 우리 몸은 필요한 에너지의 65%가 탄수화물입니다. 탄수화물작물은 전분작물로 감자, 밀, 벼, 옥수수 등인데, 이것을 시설재배, 시험재배로 목표치의 양을 만든다는 것은 불가능하다고 볼 수 있습니다. 그렇기 때문에 밭과 논에서 전분작물을 심어야하는데도, 안타깝게도 현재 논과 밭의 경지는 계속해서 줄어들고 있습니다. 작년의 경우 식량 2000만 톤이 필요한 상황에서 쌀 400만 톤, 고구마 30만 톤 등을 포함해 총합 약 500만 톤이 자급되었습니다. 거기에 우리나라는 사료로 1000만 톤을 사용합니다. 우리나라의 식량 1500만 톤은 수입에 의존하는데, 이는 대부분 GMO일 수밖에 없습니다. 사실상 우리나라는 GMO를 먹고 있는 것입니다. 뿐만 아니라 현재 OECD국가들 중에서 비교해 보았을 때도 우리나라는 식량문제가 심각한 편에 속합니다. 더욱이 국민들의 식량에 대한 인식이 부족합니다. 대부분 ‘돈으로 사오면 된다.’는 인식이 자리 잡고 있습니다. 생각을 바꿔 ‘만약 돈이 부족하게 된다면 어떻게 대처할 것인가’라는 것은 중요한 문제입니다. 앞으로는 돈이 있어도 식량을 사오기가 힘든 시대가 올 것입니다. 과거 IMF 때를 생각해보시면 문제를 더 현실적으로 생각할 수 있게 될 것입니다. 현재 사회는 생산과 수요의 비율에서 분배성의 문제로 빈부가 있는 것이 문제이지만, 생산비율이 더 높기 때문에 지금 정도의 분배 상태가 나타납니다. 그러나 식량은 민감한 자원이기에 생산이 수요보다 낮아질 시 언제든지 전쟁이 일어날 수 있습니다. 그렇게 되면 생산자가 가격을 결정할 것이고, 주요 생산 품종은 GMO, 유전자가위기술 등의 사용한 작물이 될 것이라고 봅니다. 그리고 그에 대한 경제적 이익은 고스란히 다국적 기업에게 돌아갈 것입니다. 식량 구매 여부는 나중에 선택할 문제입니다. 우리나라는 미래에 대해 준비를 하고 있지 않습니다. 식량 목표치에 관한 법이 있으나, 지키지 않아도 책임지는 사람이 없는 장롱 속의 법과 같은 것이 현실입니다. 그러므로 국가는 이에 대해 더 관심을 가지고 현실적 제도와 연구 개발을 지향하는 방향으로 가야할 것입니다.

NGS(Next Generation Sequencing)기술은 차세대염기서열분석입니다. 유전체 분석, 전사체 분석과 단백질 분석 등은 결국 다 같은 기술이라고 볼 수 있습니다. NGS기술은 짧은 시간에 염색체를 해독하는 기술입니다. 과거 육종을 통한 시간은 매우 긴데 비해 이러한 유전자 분석 기술이 상향 및 진보 되어 30~40%의 곡물에 사용되고 있습니다. 그러나

우리나라 정부에서는 실용화가 목적이 아닌 기초연구만 하라고 지시하는데 이것은 잘못된 생각이라고 생각합니다. 아까 말했듯이 우리나라는 현재 75%의 식량을 수입하고 있습니다. 거기에 GMO 반대자들의 의견은 과학적 증거가 불충분합니다. NGS기술로 분석 시간과 비용은 확실하게 줄었으며 수량이 늘어났습니다. 그렇기에 과학적인 증거가 해가 없다고 판별된다면 사용해야 된다고 보는 것이 맞으며, 이에 대한 관심과 이해가 필요하다고 생각합니다.

Q3: 박사님께서 연구하고 있는 기후변화 및 사막화확산 방지를 고구마에 적용한 사례를 알고 싶습니다.

A3: 혹시 영화 ‘마션’을 보셨나요? 저는 영화감독이 영화 속에서 감자를 심은 것은 잘못된 선택이라고 생각합니다. 전분 작물 중에서 수분을 가장 적게 필요로 하는 것이 바로 고구마입니다. 고구마는 껍질 채 먹을 수 있고, 줄기도 채소로 이용 가능합니다. 우주공간에서 작물이 받는 스트레스에 대해 고구마는 비타민 C, E, 폴리페놀 등의 항산화 물질이 많이 포함되어 있어 스트레스 견딜성이 강합니다. 인간의 경우 스트레스를 받으면 활성산소를 생성하고 이것이 병과 노화를 유발하는데, 이로 인해 미토콘드리아나 세포의 정보 전달계에서 오작동이 일어나게 됩니다. 그러나 앞서 언급했듯이, 고구마는 항산화 물질이 강해 인간의 활성산소를 억제 시킬 수 있고, 전분을 천천히 당화시키는 능력이 있습니다.(혈당을 천천히 높이는 것) 전문 용어로 당화지수(GR지수)라 하는데, 현미하고 고구마는 당화지수가 50으로 낮고 감자와 쌀은 당화지수 90으로 높습니다. 우리는 무조건 탄수화물을 적게 먹어야 하는 것이 아닙니다. 당뇨, 비만 환자들도 65%의 탄수화물을 섭취해야 하는데, 고구마는 이에 도움을 줄 수 있습니다. 고구마는 식이 섬유가 풍부하므로 전분 작물 중에 고구마가 가장 효율적이라고 생각합니다.

현재 북한의 식량 부족 문제에 관해 제가 생각하는 작물 혁명을 일으킬 수 있는 것은 고구마인 것 같습니다. 김일성은 옥수수, 김정일은 감자로 식량 혁명을 일으키려 했으나 실패하였습니다. 1960년대에는 쌀 300만 톤, 고구마 300만 톤 생산하였습니다. 그러나 현재는 쌀 400만 톤, 고구마 30만 톤을 생산합니다. 이는 사람들이 고구마를 중요시 생각하지 않고 외면해서 생긴 결과라고 생각합니다. 그러나 현재 고구마가 중요해지고 있기에 고구마에 관심을 가져야 합니다.

현재의 인구는 늘어나고 식량은 부족합니다. 단위면적당 탄수화물 생산은 고구마가

제일 높습니다. 척박한 땅에서 제일 잘 자라기 때문입니다. 그러나 좋은 땅에서 생산하는 것보다 생산량이 적을 것이고 이것을 생명공학 기술로 부족한 점을 채워야 한다고 생각합니다. 제가 보기에 북한에서 식량 혁명이 실패한 것은 당연한 결과라고 봅니다. 정치적인 자존심 때문에 서양 사람들의 주식을 따라가려다 수백만 명의 국민들을 죽게 만들고 굶긴 실패한 정치를 했기 때문입니다.

2007년도에 영국 공립 과학식품영양단체에서는 건강식품에 고구마를 선택했습니다. 4대 성인병에 매우 유효하기 때문입니다. 저는 1985년 고구마를 연구 작물로 택하고 고구마 항산화 연구에 많이 힘쓰고 있습니다.

Q4 : 한국과학기술평가원에서 2018년 유망과학기술키워드는 4차산업혁명과 기후변화에 대한 대응인데 이러한 키워드에 맞춰 생명공학연구원 식물시스템공학연구센터에서는 어떤 방향으로 연구하고 있는지 알고 싶습니다.

A4 : 현재 기후변화에 대한 연구는 이곳에서 제가 제일 잘 알고 있다고 생각합니다. 제 생각은 우리나라 자체만의 기술 개발을 위해선 주변국과의 소통이 중요하다고 생각합니다. 대한민국에서 과거와 현재 그리고 미래에서 중요한 영향을 미치는 주변국에는 일본과 중국이 있습니다. 두 나라 모두 축적된 자본과 기술이 풍부하고 나라에 대한 정책과 방향성이 정해져 있으며, 식량에 대한 의식이 상당히 높습니다. 그리고 우리나라와 주변국으로서 생각하는 관점과 방향이 상당히 비슷하다고 볼 수도 있습니다. 저는 일본에서 학위를 받고, 중국과 수교 전에 과학기술부에서 중국과 함께하는 프로젝트에 제가 막내로 참여하여 두 나라에 대해 잘 알고 있습니다. 저는 그 시절의 중국을 보면서 중국은 엄청 발전할 것이라고 생각했습니다. 그러한 생각을 가지고 중국에 대해 투자를 하였으며, 제 연구의 방향성도 중국을 중심으로 바꿨습니다. 저는 열심히 중국과의 협업을 통해 현재 중국에서 일하거나 중국 국적의 제자를 11명 정도 양성하였습니다. 중국에선 신젠타사를 화공(국가) 기업에서 50여조 원으로 사드렸습니다. 이러한 자본력을 가진 거대국을 상대하기 위해선 그들이 할 수 없는 연구를 통해 협력국이 되어야합니다. 서로 필요한 존재가 되기 위해 사막화 지역 같은 곳의 공동의 관심사를 찾아야 합니다. 저는 고구마를 연구하여 지금은 중국 현지의 고구마 가공 업체가 제게 제안하여 중국에 제 고구마를 심는 중입니다. 제가 다른 나라와 연구를 하면서 느낀 것은 그 나라의 언어를 공부하는 것이 그 나라와의 관계 협력이 매우 중요한 역할을 한다고 생각합니다.

앞으로는 기후 변화의 시대입니다. 앞서 말했듯이 농지는 줄고 있고, 돈이 있어도 사오지 못하거나, 돈이 없어 사오지 못하는 경우도 있을 것입니다. 화학비료를 개발하고, 사용량을 줄이고, 품종을 개발한다한들 언젠가는 한계에 봉착하며, 지속가능한 농업에 무리가 올 것입니다. 이 말은 다시 말해 우리나라의 자급률이 줄어듦을 의미합니다. 그러나 저는 이러한 상황이 우리나라의 최대의 기회라고 생각합니다. 일본의 경우 우리나라와 농지 형태가 매우 비슷하여 현재 우리나라 165만 ha 농지인데 일본의 경우 약 300만 ha입니다. 그러나 1960년대부터 해외농업을 시작한 일본은 현재 일부 일본의 기업이 북, 남미에 해외에서 임대나 사들인 농지는 그의 3배인 1200만 ha에 달합니다. 일본 국내 자급률은 우리나라와 비슷할지 몰라도 해외에서 3배의 면적을 가지고 있기에 자급률을 높일 수 있습니다. 곧 일본은 식량 자주률이 100% 되는데 반해, 우리나라는 해외에서 농지가 없기에 ‘자주률=자급률’이 됩니다. 거기에 우리나라는 식량에 대해 인식이 부족한 편입니다. 예로 음식을 버리는 낭비가 세계챔피언 급에 속합니다. 저는 식량을 생명으로 생각합니다. 식량을 버리고 남기는 것은 살생하는 것과 똑같습니다. 4차 산업혁명의 이목에 가려 스마트 팜, 식물 공장을 탈출구라고 말하고 다니는데, 이것이 농지 면적만큼 탄소화물 작물을 길러 낼 수는 없을 것이라고 생각합니다. 예산은 한정되어 있는데, 우리나라의 실정에 맞지 않게 만들려 하지 않고 서양만 따라가다 보면 언젠가 더 큰 문제가 다가올 것이라고 생각됩니다. 과총의 김명자 회장님이 계십니다. 이 분은 다른 분야인데도, 지난 가을에 국정 관여 후에 우리나라의 식량부족 문제와 그에 관련한 법도 실효성이 없다고 걱정하셨습니다. 회장님께서 과총에서 진행하는 과학 기술 정책 포럼을 여는데 농업식량 시리즈로 출간해 달라고 하셨습니다. 이걸 보면서 나이, 전공과 상관 없이 보는 관점과 지혜가 필요하다고 생각하였습니다. 저는 포럼에서 앞서 말한 GMO와 유전자 기술 필요성과 식량문제, 그리고 해외농업에 대한 중요성을 기획하고 연설하였습니다. 일본과 중국을 벤치마킹을 하되, 따라하지 않고 우리만의 독자적 개발이 필요합니다. 중앙아시아 같은 우리나라에 호감을 가지는 나라에 대한 개발도 대안이 될 수 있습니다. 정치계는 나라의 대표로써 안정화하려 하지 않고, 개혁하려는 용기가 필요합니다. 자신들의 밥그릇 지키기만 한다면 식량은 없어지고 곧 굶어 죽을 것입니다.

• 총론

우리 팀은 현재 전 세계에서 일어나고 있고, 지금 우리 주위에서도 체감할 수 있는 기후 변화에 대해 우리나라는 어떤 방향으로 나아가야 하는지와 그에 대한 식량 자급에 대한

문제 및 오믹스 기술과 분자마커 기술 등에 대하여 알아보기 위해 한국생명공학연구원 식물시스템공학연구센터의 견학을 진행하였다. 견학을 통해 우리나라의 현재 식량 자급 수준의 심각성과 국민들의 무관심을 통계적 수치를 통해 우리나라의 현실을 다시 생각하게 되었으며, 식물 오믹스 기반의 식물개량 기술개발 연구와 유용 유전자 기능분석과 분자마커 개발연구, 곽상수 박사님의 주요 연구 작물인 고구마의 저장성 및 항산화 물질 대사공학 연구 등과 관련해 이야기를 들을 수 있었으며, 형질 전환 기술은 완성된 기술이 아닌 완벽한 기술로 되기 위한 시간의 흐름 속의 기술 중 하나라는 생각과 강조가 아닌 선택이 되어야 한다는 박사님의 생각도 들을 수 있었다. 또한 과학기술 외에도 식물기반의 글로벌 녹색기술 혁명과 우리나라의 식량 자급을 위한 중국, 일본, 러시아 등의 주변국과의 협력하는 연구를 통해 과학기술 발전도 중요하지만, 주변국과의 진정성 있는 소통과 올바른 방향을 통하여 해결방안을 모색할 수 있다는 실제 우리나라의 사례와 다른 나라의 사례를 통해 문제 해결 방법의 국제적인 시야로 넓일 수 있는 계기가 되었다.

농촌진흥청 국립농업과학원 견학 보고서

- **일시** : 2018년 08월 02일 ~ 08월 03일
- **장소** : 농촌진흥청 국립농업 과학원
- **내용** : 농업생명자원부 유전자공학과 및 생물안전성과 견학 및 인터뷰
- **목적** : 먼저 농촌진흥청 국립농업 과학원에 견학의 목적은 국가기관의 생명공학기술 연구 방향성과 GM 기술 개발에 대한 의문점 해결이었으며, 정권 교체이후 농업부분 대표적 국가연구기관인 농촌진흥청에서 생명공학 신기술 연구 개발 및 방향성 변화 여부 확인과 생명공학 기술의 실용화를 위해 어떠한 노력을 하고 있는지 조사이다.



• 세부내용

견학 및 인터뷰 내용에 대한 세부적으로 날짜별로 정리하였다.

1. 8월 2일 농업생명자원부 유전자공학과 식물 표현체 연구 견학

본 연구팀은 견학 전 사전조사에서 작물표현체 연구에 대해서 궁금증을 가지게 되었으며, 육종부분과 생명공학기술과 접목하였을 때 식량안보에 획기적인 기여를 할 수 있을 거라는

점을 알게 되었다. 운이 좋게 본 연구팀은 식물표현체 연구를 담당하고 계시는 최인찬 연구관님과 연락이 닿아 관련 시설 견학과 인터뷰 진행을 하였다.

먼저 작물 표현체 연구(Plant Phenomics)에 대한 정의로는 식물의 개체 수준에서 고차원적인 표현형 데이터를 획득하고 연구하는 것으로 정의된다.

고차원적인 표현형이 요구되는 이유는 식물이 자라는 생육기간 중 시간적, 공간적, 환경적, 그리고 유전적 요소들에 의해 식물이 나타내는 표현형적 특성들이 영향을 받기 때문이다.

Phenomics 는 주어진 환경 하에서 하나의 genotype에 대응하여 나타나는 전체 표현형들의 특성을 분석하는 것을 목표로 하여, 궁극적으로는 식물 genotype이 다양한 환경적 요인들과 상호작용하였을 때 어떻게 표현형적인 특성으로 발현되어 나타나는지에 대한 genotype (유전형) x environment(환경)을 연구하는 것을 말한다.

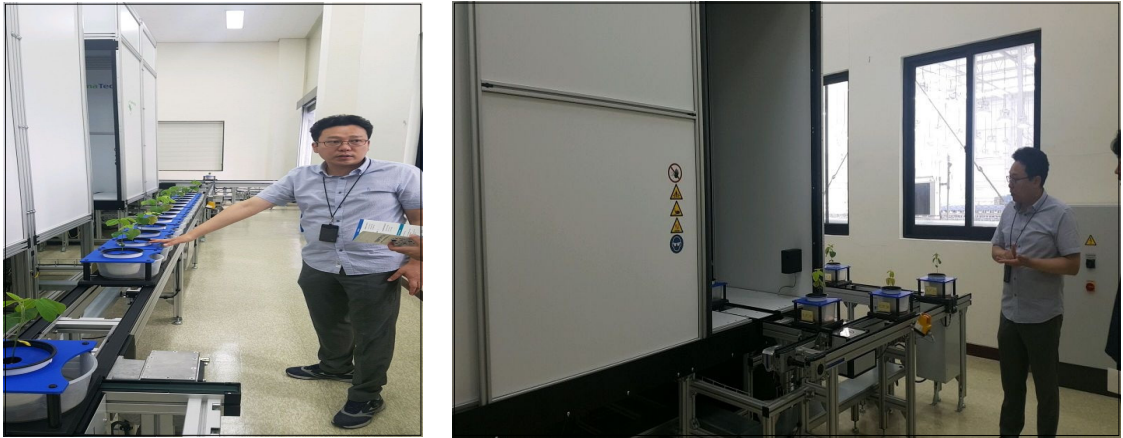
활용적인 관점에서 보았을 때 plant phenomics는 내재되어 있는 유전체 정보가 어떻게 식물의 성장과 발달 등에 영향을 미치는지, 농업적 활용 부분에 있어 유용 형질과 직결되는 유전체 정보의 분석 및 활용을 위한 최종 연결단계라고 간주될 수 있다. 즉 식물표현체 플랫폼이란 차세대 육종 기술로, 식물의 형태, 생리와 생태적 특성을 포함한 주요 표현형질을 체계적으로 관찰하고 대량으로 분석할 수 있도록 설계된 공장형 진단 장비로 정의할 수 있다.

또한 이러한 식물표현체 연구를 위해서는 고비용의 표현체 분석 장비와 많은 양의 데이터를 저장하고 분석할 소프트웨어가 필요하다.

이는 식물육종가나 연구자들에게 식물표현체와 관련된 정보를 제공한다는 점에서 의사의 최적처방에 활용되는 CT와 MRI 등의 최첨단 분석기술 역할과 비슷해 식물의 영상 분석실 이라고 할 수 있다. 식물표현체 플랫폼은 식물재배환경 조절이 가능한 최첨단 온실과, RGB카메라, 열화상카메라, 근적외선카메라, 형광카메라, 초분광카메라 등의 이미지 획득 장치, 그리고 시료를 대량으로 분석하기 위한 자동화된 식물운송 컨베이어 시스템으로 구성되어 있다. RGB카메라는 가시광선을 이용하여 식물의 형태와 생장률 그리고 엽면적 등을 측정하고, 열화상카메라는 적외선을 이용하여 식물의 온도와 가뭄 또는 염해와 같은 각종 스트레스 반응을 측정하며, 형광카메라는 엽록소와 광합성 반응 등을 측정한다.

하지만 이러한 고도의 기술을 요하는 장비는 현재 국내 기술력으로는 생산이 불가능하며

이러한 장비개발 투자에 대한 수준도 작물표현체 연구 선진국인 독일에 비해 많이 부족한 상황이다. 그러므로 국내 최대규모에 식물표현체 연구를 하고 있는 농촌진흥청 국립농업과학원에서도 Lemna Tec사의 식물표현체 연구 플랫폼을 구매하여 사용하고 있었다.



또한 작물 표현체 연구의 실용화를 위해선 크게 4가지 부분의 기술 혁신이 필요하다. 이를 표를 통해 정리해보면 아래와 같다.

유전자기능검정	정밀육종 시스템 구축	디지털 품질 관리	4차산업혁명 융합기술 확보
핵심작물 대량 분석	신속, 정확, 정밀 분석	원예, 약용작물, 공정육묘	빅데이터와 DB 기술응용
새로운 품종 및 소재 개발	자원선발 효율 극대화	생육상태진단	인공지능 기술 이용
유용 유전자 실용화 촉진	교배 육종결과 예측	작물형태, 병, 색상 품질 관리	IoT, 로봇 기술응용

기술 혁신부분은 위에 표와 같으며 농촌진흥청에서 계획하는 작물표현체 연구 미래 협력 체계로는 대상은 작목기관, 대학, 육종회사 등 다양한 기관이며 목적은 농업형질 영상분석 기술 확립 및 맞춤형 서비스 제공을 통한 영상분석 지표, 작물 생육 모델링으로 활용하는 것이며 또한 지역별, 권역별 핵심작물의 표현형 분석 인프라 구축을 통한 각 지역의 핵심 (모델)작물 표현형을 연구하는 것이다. 이를 위해선 국가기관인 농촌진흥청, 국가사업단, 유전체정보 센터, 각 대학교연구소, 종자 및 육종회사, IT&로봇연구소의 네트워크 형성을 통한 협력이 필요하다.

지금까지 작물표현체 연구에 대한 전반적인 내용과 식량안보에 실질적 기여를 위한 실용화 방안 및 농촌진흥청 계획에 대한 내용을 정리 하였다.

다음으로는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업생명자원부 유전자공학과와 최인찬 박사님의 인터뷰 내용으로, 식물표현체 연구를 통한 식량안보에 어떻게 기여할 수 있는지에

대한 내용을 중점적으로 질문하였으며 그 내용을 정리한 것이다.

Q1 : 작물표현체 연구가 4차 산업혁명시대 농업 부분 핵심기술로 정의되는 이유와 그 활용도에 대한 설명 부탁드립니다.

A1 : 작물표현체 연구는 약 10년 전 독일을 중심으로 시작되었으며, 현재 21개국 66개소에서 작물표현체에 대한 연구를 진행 중입니다. 국내에서는 대구과학기술원과 KIST 강릉분원에서 표현체 연구를 진행하고 있으며 농촌진흥청 작물표현체 연구동의 연구는 국내 최대규모입니다. 이러한 연구의 시작배경은 인간의 육안으로 우량형질을 찾아내고 고정시키는데 한계가 있다는 것입니다. 같은 유전형이여도 외부 환경 등 다양한 요소에 의해 표현체가 다르게 발현되므로 고도로 발전된 영상 분석 기술을 통해서 육종의 객관성과 정확성을 향상시킬 수 있습니다. 또한 4차 산업혁명시대의 작물 표현체연구가 농업부분 핵심기술이라 정의하는 이유는 표현체 연구가 진행되기 위해선 공학, 농학, 통계학 등의 다양한 학문이 집약되어야 분석하고 연구를 진행할 수 있으며, 스마트팜과 같은 자동화 시설과 연동되어 연구를 진행하였을 경우 그 효율의 정도는 다른 기술과는 비교할 수 없을 정도로 높기 때문에 4차산업혁명 시대의 농업부분 핵심기술로 식물 표현체연구를 정의할 수 있겠습니다.

Q2 : 표현체 연구에 있어서 농촌진흥청에 역할 및 목적에 대한 설명 부탁드립니다.

A2 : 표현체 연구뿐만 아니라 농촌진흥청에서 연구하는 모든 분야는 국가차원의 선도적인 도입을 통해 국내 농업분야 기술개발에 기여하는 것이며, 또한 초기 자본이 많이 요구되는 표현체 연구 같은 분야를 선도적으로 진행하면서 국내 기업이나 대학교와 같은 연구시설이 뒤따라 투자할 수 있도록 하는데 그 목적이 있습니다. 또한 많은 양의 데이터를 축적하여 기술개발 인프라 형성에도 기여합니다. 그 예로 현재 농촌진흥청 작물표현체 연구시설에는 다양한 기업이나 대학교에서 방문을 하고 있으며 농촌진흥청에서 선도적으로 진행한 연구 결과 및 데이터를 토대로 기업이나 대학교에서 투자를 결정하고 있습니다.

Q3 : 작물표현체 연구에 있어서 국내 실용화를 위해 개선되어야 할 점에 대한 설명 부탁드립니다.

A3 : 작물표현체 연구가 국내에서 실용화되고 세계 시장에서 나름의 경쟁력을 가지기 위하여 가장 개선되어야 할 점은 인적네트워크 형성입니다. 작물표현체 연구의 가장 큰 특성으로는 앞서 말씀드렸드시피 다양한 학문의 집약체입니다. 4차산업

혁명 시대에서 많은 데이터를 자동화된 컴퓨터 프로그램을 통한 저장 분석하는 것도 필요하며, 식물을 자동화된 시스템에서 기르기 위한 최적의 품종개발도 필요합니다. 이렇듯 식물표현체 연구를 통한 작물개량 및 농업 부분에 실용화를 위해서는 각 분야 전문가들의 인적네트워크 형성을 통해 식물표현체 연구의 효율성 증대가 우선적인 개선이 필요합니다.

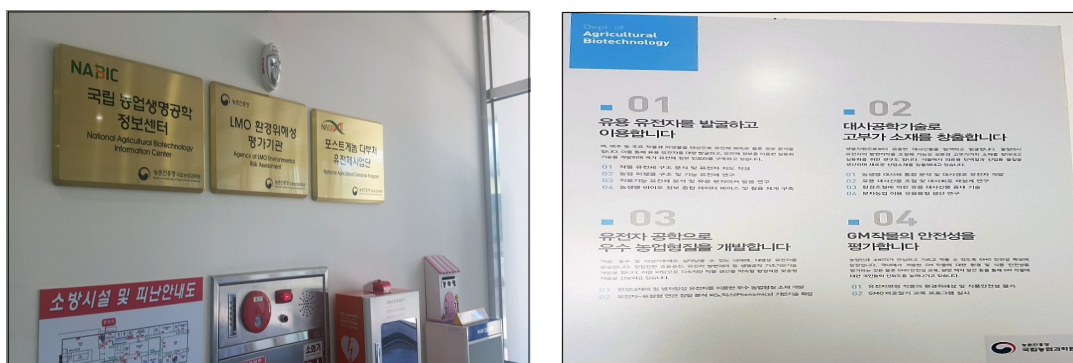
다음으로는 단기적인 성과 중심의 정책부분 문제입니다. 기초과학의 특성상 미래의 있을 큰 문제를 대비하여 연구를 진행하는 것이며 단기간의 투자로 큰 성과를 기대하기는 힘듭니다. 하지만 국내 특성상 적은 양의 투자로 고효율을 원하고 있으며 이는 기초과학 분야인 식물표현체 연구에 있어서는 부정적인 영향을 초래합니다.

마지막으로는 식물표현체 연구를 위한 영상분석 장치 및 자동화된 온실을 개발하고 판매하는 회사의 국내 부재로 인한 문제입니다. 국내 특화되어있는 작물의 영상분석 및 데이터 분석이 현재 외국의 장비로는 어렵습니다. 즉 나라별로 그 나라의 특화되어있는 작물이 있는데 외국에서 생산된 장비로는 국내 특화되어있는 벼 등의 다양한 작물의 연구 분석이 어려운 상황입니다. 농촌진흥청에서 1년의 500테라의 표현체 데이터를 축적하고 있지만 이를 분석하고 가공하여 실용화하기 위한 소프트웨어 등의 프로그램 부재가 개선되어야만 제대로 된 실용화가 가능할 것이라 생각합니다.

2. 8월3일 국립농업과학원 생명안전성과 견학

농업생명과학의 중요성을 인식한 뒤에 우리나라에서는 1986년6월에 농업기술연구소 유전공학과를 창설한 뒤, 지속적인 명칭의 변화 속에 2008년10월 국립농업과학원 농업생명자원부으로 유지되어지고 있다. 현재 4개과로 나누어져 있으며, 유전체과, 생물소재공학과, 유전자공학과, 생물안전성과로 나누어져 있다.

〈국립농업과학원 생명안전성과 내부〉



생물안전성과는 자체 개발된 GMO를 대상으로 도입유전자의 분자생물학적 특성 및 농업적 형질을 평가하여 성과를 얻었으며, 생물안전성과에서 개발한 가이드라인의 표준 방법에 의하여 GM작물 우수계통의 후대 안정성분석, 안정적 발현평가 및 GMO 특이적 검출방법 등의 실험을 성공적으로 수행 하였고 현재 위해성평가를 진행하고 있다.

〈생물안전성과 연구실 및 GMO 격리 포장된 논과 밭〉



생물안전성 평가를 위해 다양한 환경위해성 및 식품 안전성 평가 방법들을 제시하고 안전관리를 위한 가이드라인을 개발하고 있다. 유전자 이동성, 토양 미생물, 군집구조 등의 평가를 위한 GMO 격리포장을 마련하였으며, 식품안전성 평가를 위한 독성, 알레르기, 실질적 동등성 등의 평가도 하고 있다. 생물안전성 평가를 위한 전반적인 가이드라인을 개발하기 위하여 산·학·연 협력관계도 강화 하고 있는 중이다.

〈GMO격리포장 관련 장소〉



생물안전성과는 2000년부터 40여종의 GMO 관련 서적을 발간하고 GMO 세미나 개최를 통하여 GMO관련 연구자 뿐 아니라 일반인, 학생, 소비자단체 분들께 GMO에 대한 정보를 제공하고 있다. 특히 2008년부터 직접 느끼면서 배우는 ‘현장체험학습’을 통해 쉽고 재미있게 GMO를 알 수 있는 교육을 진행하고 있다.

이상 생물안전성과에서는 미래를 대비한 농업생명공학 기술의 실용화를 위해 GM작물의 식품 및 환경 위해성 평가기술, GMO 판별 모니터링 기술, GMO 격리시설 안전관리 등을 수행하고 있다. 또한 일반인과 전문가를 대상으로 GMO에 대한 올바른 정보 제공을 위한 교육과 GMO 안전성과 관련된 국내외 쟁점대응 및 정책지원 등의 업무를 수행하고 있다.

다음으로 우리 팀은 국가기관의 GMO에 대한 견해를 알아보기 위해 농촌진흥청의 GMO를 전문적으로 연구, 교육하고 있는 국립농업과학원 농업생명과학부 생물안전성과를 방문하여 GMO식품평가 업무를 다루시는 이성곤 박사님과의 인터뷰를 진행하였다.

Q1 : 이성곤 박사님 안녕하세요. 박사님께서 속하신 국립농업과학원 농업 생명자원부의 생물안전성과를 간단하게 설명 부탁드립니다.

A1 : 농촌진흥청의 본청 밑에는 크게 4개의 과학원이 있습니다. 국립농업과학원, 국립식량과학원, 국립원예특작과학원, 국립축산과학원 바로 그것입니다. 그 중에 국립농업과학원에는 현재 500여명이 종사하고 있으며, 농업기술센터가 지자체로 넘어가는 등 여러 가지 이유로 인원이 축소된 편입니다. 최초의 시작은 1986년 농업과학기술원 생물자원부이지만, 본격적 시작은 2000년대 초반이라고 볼 수 있습니다. 우리의 연구는 계속되었으나 아직까지 시장에서 농업생명과학의 산물 중 하나인 GM종자사업에서는 산업화, 실용화 되지 않고 있어 제자리에 머물러 있습니다. GM종자회사의 경우 새로운 종자 개발에 1000억 이상이 든다고 알려져 있는데, 우리나라의 경우 민간이나 회사에서 개발할 수 없고, 실험 또한 불가하여 현재 우리부서에서 생명공학연구나 기술을 개발하고 그에 맞게 실용화하기 위한 방안을 찾고 있으나 한계가 있어 사업단을 창설했었습니다. 2011년 2월에 창단되어 10년 동안 3단계로 나누어 2014년에 1단계가 끝이 났고, 2017년까지 2단계, 2020년까지 3단계로 계획하였고 목적은 우리나라의 제대로 된 GM종자 개발로 총 1000억 원 규모였습니다. 그러나 작년 9월 국가와 농민 간 MOM체결 후 사업단을 해체하는 것으로 마무리 되었고, 후속 사업단을 만들어 전북대학교 박춘기 교수님께서 사업단장을 맡고 있으나, 많은 반대와 제제 속에 이름만 유지하는 정도입니다. 현재는

기반 구축을 목적으로 진행되고 있으며 소규모 사업단들이 존재하고 있습니다. 저희 기관의 경우 우리나라가 GMO를 만들기 위한 시스템 전체가 부족하기 때문에 개별연구자들이 연구하는 경우가 많지만, 이것이 실용화하기는 어렵습니다. 해외 처럼 민간회사가 연구를 주도하고 이에 대한 데이터가 모여 있지만, 우리나라는 그것이 힘들기 때문에 나라의 관련 기관이나 사업단이 협력하고 조율하여 가이드 라인을 제시해주는 역할을 하고 있습니다.

Q2 : 농촌진흥청은 국가 기관으로서 많은 국민이 반대하더라도 국가차원에서 이익이 된다면 국민의 질타를 받더라도 임무를 수행하는 경우가 많습니다. 현재 국가는 여론의 움직임을 보며 GMO개발에 소극적인 자세를 취하고 있는데 이에 대해 국가 연구자로서의 견해에 대해 알고 싶습니다.

A2 ; 현재 우리나라에서 농업생명공학을 연구하여 나온 성과들이 있지만, 이것이 실용화란 직결되지는 않습니다. 기본적으로 시장에서 상품화되기 위해선 개발된 종자가 우수한 형질 외에 나머지 농업 형질이 나빠진다면 국민들은 사지 않습니다. 우리나라의 경우는 성과물과 실제실험의 갭 차이가 심한편입니다. 이뿐 아니라 해외의 특허와 많은 장애물들로 인하여 실용화시키기는 더욱 어렵습니다. GMO기술에 우수한 성과물과 글로벌 작용물 유전자를 발굴하여 이것을 벡터재구성, 형질전환, 기능 검정 및 고정외 톱니바퀴 같은 협력으로 GM작물 정보를 취하고 검정 기술을 확보하는 등 통합관리 체계 구축이 필요로 하는데 우리나라의 경우에는 실용화의 노력에 전자의 경우 많은 성과를 냈고 연구 중이지만, 후자의 능력이 부족하여 주로 사업단을 두고 이것을 개발하는 목표로 삼습니다. 우리나라의 경우 종자회사가 1000개 정도 있는데 대부분 3~5명 규모인 소회사에 불가하여 GMO사업단이 대체로 안전하고도 체계적으로 진행되었으나, 반대 여론에 의해 해체되는 바람에 연구가 중단되었습니다. 우리 국립농업과학원의 연구목적의 논과 밭들도 반대 시위자들의 의해 전국 최대의 격리 포장 규모인데 최소 규모로 축소하고 있습니다. 직, 간접적 시위 방법으로 반발이 심해져 우리 연구원들 사이에서도 많은 위축이 오고 있지만 그렇다고 이 연구들이 당장 그만둘 수 있는 문제가 아닙니다. 국가의 미래를 생각하고 이익을 생각해야하기 때문입니다. 지금 전 세계적으로 생명공학 기술 자체가 국가 전략으로 집중되고 있는데, 우리나라만 중단하고 과거로 되돌아간다는 것은 어불성설인 것 같습니다. 우리나라는 세계와 경쟁하는 나라인데 이러한 생각은 경쟁을 포기하는 나라가 되는 것입니다. GMO를 찬성하는 나라와 반대하는 나라가

있듯 GMO정책도 각 나라마다 다릅니다. 반대하는 사람들은 반대하는 나라의 정책을 반영하기 원하지만, 그 나라와 우리나라와의 현실은 다릅니다. 100%안전한 기술은 없습니다. 계속해서 새로운 기술을 개발하려고 하다보면 또 다른 기술들이 나올 것이고 이것을 검증할 안전성과 관리부분에 대한 방법도 나올 것입니다. 예를 들어 차는 교통사고를 일으키지만, 유용한 점이 더 많기에 도로 규제 및 자동차 규제를 하며 사용하고 있습니다. 생물공학기술 중 하나가 GMO입니다. 다른 기술들도 많습니다. 생물공학기술이 모두 위험하다라는 생각은 안타까운 생각인 것 같습니다.

Q3 : 그 외의 GMO에 대하여 농촌진흥청을 견학 및 인터뷰를 하는 저희 연구팀에게 하시고 싶은 말씀 해주시면 감사하겠습니다.

A3 : 앞서 말한 부정적 인식이 너무 강하기에 현재 농촌진흥청은 식용적 방향보다는 비 식용적인 방향으로 연구하고 있습니다. 이는 언제든 필요할 때 사용하기 위한 방안입니다. 저희는 미래를 준비하는 사람으로서 기후, 환경 변화에 현재의 품종이 미래를 버틸 수 있냐고 생각하느냐에 아니라고 생각합니다. 미래의 품종에 맞게 개발해야 합니다. 이번 여름 역대 최대 온도가 되었습니다. 앞으로 기후는 달라지고 2050년이 되면 현재 생산량의 반도 안될 것으로 예측됩니다. 현재의 유전자원으로는 한계가 있습니다. 대안은 생명공학기술로서 새로운 돌연변이 유전자원을 만들어내야 합니다. 전통육종이란 개념도 돌연변이를 계속해서 만들어 온 것입니다. 우리는 생명공학기술을 일종의 기술로 보고 있는데, 전문가가 아니거나 몇몇 반대자들은 최신 기술인 생명공학기술을 이해하기 힘들어하며 미지의 부분이기 때문에 두려워합니다. 이는 국가가 과학적인 지식과 기술을 일반 국민에게 잘 교육시키기 위한 노력과 확산이 중요한데, 과거부터 현재의 과학자들과 정부는 이러한 노력이 부족하였다고 생각합니다. 이러한 노력이 없다면 우리나라의 미래과학은 어두울 것입니다. 반대하는 사람들의 우려점들을 우리 과학자 또한 알고 있고 저희도 같은 사람으로서 걱정을 합니다. 그걸 토대로 과학적 지식과 실험을 통해 불안점을 제거해 나가는 것이고 사람이 먹을 것이기에 더욱 안전하게 만들려고 노력합니다. 육종도 우수한 형질의 유전자를 교배시키듯 이 기술 또한 우수한 돌연변이 유전자원을 선별해서 인간이 직접 주입하는 차이일 뿐이라고 생각합니다. 아까도 말했듯 저희는 미래를 준비하는 사람이기 때문에 기술이 필요하면 사용할 수 있는 준비성이 있어야하기에 반대를 무릅쓰고 연구하고 있습니다. 기술에는 인프라와

인력, 시설, 장비가 있어야합니다. 이것이 기술의 경쟁력이라 생각하고 있습니다. 미래는 아무도 알 수 없기에 준비가 필요한 것이고 기술의 경쟁력을 갖추어야 합니다. 또한 기존의 생명공학작물의 중점은 생산자의 중심이었으나, 현재는 소비자의 중심으로 개발되고 있습니다. 식용과 달리 의약, 보건 쪽의 연구에는 부정적인 인식이 적는데, 식용과 같은 부분이라고 생각해 주셨으면 좋겠습니다.

실용화 관점의 부분에서는 우리나라의 경우 평가기술이 매우 취약합니다. 평가 기술의 개발을 위해서는 GM작물을 실용화 해보아야합니다. 실용화를 하지 않으면 평가가 개발될 필요성이 없기 때문입니다. 국민들은 안전성 검정을 요구하였고 정부는 그것을 받아들여서 평가의 기준을 만들어 지금과 같은 평가 기준이 생겼습니다. 그러나 실용화의 노력이 없으면 현재의 위치에서 제자리걸음일 것입니다.

교육적인 면에서는 인터넷에 GMO를 검색하면 부정적인 내용에 밀려 객관적이나 긍정적인 자료는 찾아보기가 힘듭니다. 과거 한국생명과학바이오안전센터라는 사이트를 운영하였으나, 정부에서 너무 많은 사이트를 운영하고 있어 축소시켜 현재는 국립농업과학원 사이트에 한 카테고리로 옮겼는데, 이후로 국민들이 자료를 찾는 것은 더욱 힘들어졌습니다. 또한 과학적인 기술은 과학적인 면에서 봐야하는데, GMO기술의 경우 정치적인 힘과 이익 집단의 힘으로 혼란이 가중되는데 이런 것들이 안타깝습니다. 과학을 하는 사람들은 일관성을 가지고 있어야합니다. 제일 우려되는 것은 현재 추세가 과학적, 기술적인 면보다 인문사회과학적 면이라는 것입니다. FACT와 철학, 감정이 부딪쳐 혼란을 야기합니다. 그렇기에 사회과학적 접근법도 이해하고 찾아야 합니다.

• 총론

우리 팀은 이번 견학에서 4차산업혁명시대의 농업부분 핵심 기술이라 정의할 수 있는 식물표현체 연구에 대하여 견학을 통하여 어떻게 식량안보에 기여할수 있는지에 대해 조사하였다. 또한 식물표현체 연구가 국내에서 실용화되기 위해선 기술적 인프라 구축과 인적네트워크 형성이 가장 중요하다는 점을 최인찬 박사님과 인터뷰를 통해서 알 수 있게 되었다. 또한 농업분야 국가연구기관인 농촌진흥청에서 선도적으로 작물표현체 연구를 진행하는 이유는 국내 사기업이나 대학 연구기관보다 사전적으로 연구를 진행하고 데이터를 축적함으로써 국가내 표현체 연구의 효율성 증대 및 인프라 라인을 구축하여 후속 연구기관의 능률 증대를 그 목적으로 한다는 점을 알 수 있었다. 또한 4차산업혁명 시대의 핵심기술인 만큼 작물표현체 연구는 공학적 요소가 많이 필요하고 다양한 학문의

전문가와의 협력이 필요하므로 인적네트워크 형성을 통해 이러한 다양한 학문의 협력이 필요함을 우리는 작물표현체 연구의 실용화에 가장 큰 해결과제라 생각한다.

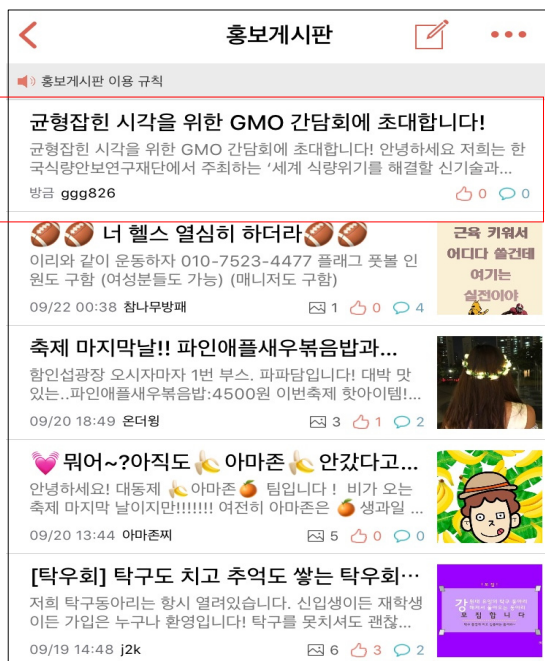
두 번째 날 견학한 생명안전성과에서 이번 조사를 통해 느낀점으로는 우리나라에서 반대 및 위축 받고있는 농업생명공학분야에서 특히, GMO기술에 관한 정부기관의 견해 및 현재 기술 상황에 대하여 알아보았다. 국가기관의 연구자는 국가의 이익을 위해서 반대 여론을 이겨내고 묵묵히 과학자의 철학을 가지고 연구해야 한다는 것을 강조하였다. 또한 국가기관의 연구자도 반대자들의 의견을 수용하고 해결하기 위해 더욱 과학적 지식을 쌓고 실험을 하고 있으며, 보완해 나가는 중이다. 반대자들의 대한 교육은 쉬운 과학적 내용 부터의 이론부터 견학과 실험 및 동영상 시청 등 직, 간접적인 교육을 통해 학생들과 일반 국민들의 인식개선에 힘쓰고 있다.

균형잡힌 시각을 위한 GMO 간담회 활동 보고서

- 일시 : 2018년 09월 28일 18:00
- 장소 : 강원대학교 의생명과학대학 B동 309호
- 내용 : 강원대학교 재학생의 GMO관련 균형잡힌 시각을 위한 간담회
- 목적 : 한국식량안보연구재단에서 주최하는 ‘세계 식량위기를 해결할 신기술과 정책 방안 제언’ 공모전의 마지막 활동으로 본 연구팀의 핵심키워드인 GMO 기술과 관련하여 소비자의 인식개선을 통한 실용화를 목적으로 한 간담회를 강원대학교 재학생을 대상으로 개최하였다.

세부내용 :

강원대학교 재학생을 대상으로 하는 간담회이므로 간담회 홍보를 위해 강원대학교 학생들이 많이 사용하는 에브리타임 커뮤니티에 간담회 관련 홍보글을 2018. 09. 10 ~ 2018. 09. 27까지 약 2주 동안 게시하였다.



균형잡힌 시각을 위한 GMO 간담회에 초대합니다!

균형잡힌 시각을 위한 GMO 간담회에 초대합니다!

안녕하세요 저희는 한국식량안보연구재단에서 주최하는 ‘세계 식량위기를 해결할 신기술과 정책방안 제언’이라는 대학생 공모전에 ‘생명공학기술의 실용화를 통한 식량안보 증진방안’이라는 주제를 가지고 참여하고 있는 강원대학교 팀입니다!
대학생에게 초점을 맞춘 공모전만큼 가까운 우리 강원대 학우분들에게 저희의 핵심 키워드인 GMO에 대한 간담회를 개최하려고 합니다.
GMO에 관심 많은 학우분들께서는 부담없이 찾아와주시기 바랍니다.

일시 : 2018.09.28(금)
장소 : 의생명과학대학 B동 309호

이러한 홍보 결과 간담회 당일 본 연구팀을 제외하고 15명의 다양한 전공의 강원대학교 학생들이 참여했다. 간담회 세부내용으로는 시작과 동시에 본 연구팀이 준비한 ‘GMO 관련 오해와 진실’이라는 PPT를 통해 GMO와 관련된 잘못된 정보를 소개하였으며, 객관적인 정보가 무엇인지 바로잡는 형식의 발표로 시작하였다.



간담회를 준비하면서 본 연구팀은 소비자의 인식개선을 위한 미디어 조사를 토대로 국내 대표적인 인터넷 신문사, 포털사이트 및 유튜브에 업로드된 GMO 관련 과학적인 근거 없는 자료들을 사전 조사하였다. 20분 정도의 PPT 발표를 마치고 간담회의 주요 목적인 GMO 관련 질의응답 및 강원대학교 재학생들이 생각하는 GMO에 대하여 자율적인 토의를 진행하였다.

간담회 장소에는 재학생 간의 자유로운 의사소통 및 질의응답을 위해 관련 전문가나 지도교수님은 참석하지 않았다. 하지만 간담회 계획 및 순서는 지도교수님의 지도하에 진행되었다.

다음으로는 간담회에 참여한 강원대학교 재학생 15명 중 공감을 가장 많이 얻은 대표적인 4개의 GMO 관련 질문과 본 연구팀의 답변을 정리한 것이다.

Q1 : GMO가 인류를 위한 획기적인 과학기술이긴 하지만, 이러한 기술을 통한 작물 개량이 왜 필요한지 궁금합니다. (강원대학교 회계학과 3학년 이유진(22))

A1 : GM기술을 통한 작물개량의 필요성은 지속적인 인구증가로 인한 미래의 식량 위기 사태의 핵심 해결책이기 때문입니다. 쉽게 말해 지속적으로 증가하는 세계 인구에 따른 식량 수요증가를 현재의 식량 생산의 방법으로는 해결 불가능합니다. 그러

므로 GM기술을 통한 작물개량을 통해 식량의 생산량을 증가시켜야 하며, 단지 양의 증가뿐만 아니라 질적으로도 더 좋은 식량을 생산할 수 있으므로 GM기술을 통한 작물개량은 인류를 위해 꼭 필요한 과정입니다.

또한 올해 여름과 같은 이상고온 등의 급격한 지구 기온 변화에 대응하는 품종개발은 육종연한이 긴 전통육종을 통해서도 어렵습니다.

Q2 : GMO에 대해서 부정적인 군중의 심리가 작용하고 있습니다. GMO의 반대되는 단어로 유기농과 친환경이 사용되고 있습니다. 이러한 상황에서 국민들은 정말로 문제가 있어서 그런 것은 아닐까 하는 의문이 드는 것은 사실입니다. 이러한 상황의 원인에 대하여 설명 부탁드립니다. (강원대학교 행정학과 2학년 안주희(21))

A2 : 이 부분은 GMO 및 GM기술 관련 인식의 실용화를 통한 소비자 인식 개선의 문제입니다. 현재 대부분의 국민들이 정보를 얻는 수단이 되는 인터넷 포털사이트나 신문의 경우 대부분이 GMO 관련 부정적인 내용입니다. 이는 GM기술을 개발하고 홍보를 해야 하는 과학자들이 지난 30년 동안 이 부분의 중요성을 인식하지 못한 것이 원인입니다. 하지만 이러한 부정적인 정보에 대해서는 GMO반대되는 개념으로 유기농식품을 사용하거나 GMO관련 잘못된 정의를 사용하는 등 과학적 근거가 없고 자극적인 주장이 많은 것 또한 사실입니다. 이러한 상황에서 대부분의 국민들은 GMO 전문가가 아니므로 자신이 잘 알지 못하는 과학기술에 대하여 그들이 접하는 매체에서 부정적으로 언급하면 그러한 주장이 마치 사실인 것처럼 믿는 부정적 방향의 군중심리를 형성합니다. 그러므로 이러한 상황을 해결하기 위해서 본연구팀이 제시하는 인식개선의 방법으로는 GMO관련 전문강사의 대외적인 홍보활동 지원 및 일인 미디어의 GMO관련 과학적 사실을 전달하는 콘텐츠 제작에 적극적인 투자 등을 통해 현재의 GMO관련 부정적인 군중심리를 해소해야 된다고 생각합니다.

• 총론

이번 ‘균형잡힌 시각을 위한 GMO 간담회’를 통해 다양한 전공의 강원대학교 재학생의 GMO 관련 인식 정도와 평소 궁금한 점을 알 수 있었다. 이는 본 연구팀이 핵심 목표로 삼고 있는 ‘소비자 인식 개선방법 제시’에 실질적 도움이 되었다고 생각한다. 또한 대학생이라는 공통분모를 가지고 있지만, 학생들의 전공이 상이 하므로 기술적인 측면의 이해에

대해서는 개인차가 있었다. 하지만 이러한 기술적 이해의 차이에도 불구하고 본 연구팀이 사전조사한 미디어 분석의 결과를 토대로 한 정보의 불균형의 문제는 참가자 전원이 공감하였으며, GM기술이 개발된 지 30년이 지났지만 지금까지 찬·반논쟁이 진행되고 있는 부분에 대해서 참가자들은 지속적으로 의문을 품었다. 이에 대해 본 연구팀은 GMO 논쟁은 단지 과학적 기술의 안정성 문제를 넘어선 정치, 경제적인 차원의 문제임을 참가자들에게 알렸으며, 선동적이고 자극적인 주장을 하는 일부 시민단체들을 바로 알아야 할 필요가 있다고 주장하였다. 간담회 참여자들은 무조건적인 찬성을 강요하는 발표가 아닌 각각의 주장을 설명하고 과학적 오류가 있는 부분을 소개하는 형식의 내용설명과 미래의 식량안보 위기 상황을 해결하기 위해 GM기술의 개발이 선택이 아닌 필수라는 주장이 신뢰가 간다고 하였다.

박갑수가 걸려볼다 (침채->담채->짐치->김치

김치국부터 마신다

朴 甲 洙

‘김치’는 ‘沈菜’에서 비롯된 말이나 中國語가 아니다. 이는 漢字를 빌린 우리말이다. 이것이 ‘담치’ 또는 ‘툼치’로 변하고, 다시 ‘짐치’, ‘짐치’를 거쳐 ‘김치’가 되고, 오늘의 ‘김치’가 된 것이다. 김치를 가리키는 말에는 이 밖에 ‘디히’가 있다. 이는 ‘떨다(落)’에서 파생된 말로, ‘지이’를 거쳐 ‘지’가 되었다. ‘디히’도 『杜詩諺解』에 ‘겨울 디히(冬菹)’라 보이듯, ‘담근 채소, 소금절이 채소’를 의미한다.

황간지

식품조사기술의 활용 증대와 소비자 수용도 증진방안

경북대 식품공학부팀

(강태민, 박나현, 이유진, 이승준)

지도교수: 권중호





조사처리식품의 실용화 및 소비자 인식개선 방안

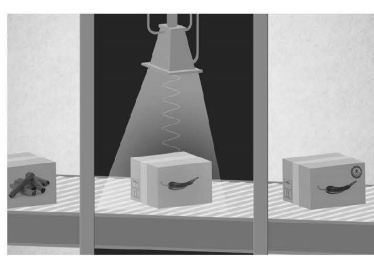
팀 원 _ 경북대학교 식품공학부
강태민/박나현/이승준/이유진
지도교수 _ 경북대학교 권중호 교수

1. Problem & Needs



1. 식량안보

식량손실량 감소 및 이용효율
증대를 위한 정책이 필요



2. 조사처리기술

식량손실량을 막을 수
있는 대안적 활용



3. 표시제도 의무화

2010년 표시기준이 강화된 후 기
자사제품에 표시를 꺼려 활용 중

량안보를 위한 조사처리기술의 실용화 및 소비자 인식개선 필요하

2. Situation analysis

KNU 경북
UNIVERSITY

소비자단체 _ 한국소비자연맹



후쿠시마 원전사고



방사선 조사식품/방사능
오염식품 설문조사 실시



식품의약품안전처
Ministry of Food and Drug Safety



한국소비자연맹
Consumers Union of Korea

식품 중 방사능, 진실과 오해

“소비자들에게 지속적인 정보제공이 필요하다”

2. Situation analysis

KNU 경북
UNIVERSITY

소비자단체 _ 녹색소비자연대



소비자

소비자 인식



수돗물 음용률 5%

2017.11.01 K-water 자료 참고

인식개선 필요



녹색소비자연대

“조사처리기술에 대한 소비자들의 불안감이 해소되어야 한다”

2. Situation analysis

산업계_ 그린피아기술(주)



소비자인식



정부표시제도 규제 (Radura)

**“조사처리식품에 관한 표시기준 완화 및
소비자 인식이 긍정적으로 개선되어야 한다”**

2. Situation analysis

산업계_ 각 식품기업 설문

조사처리식품에 대한 소비자의 인식개선 방안을 찾고자, 기업 현장의 어려움을 파악하여 정부에 정책적 건의를 모색하기 위해 식품업체(30)를 대상으로 설문을 실시함.

- ① 2010년 전/후 조사처리기술 활용여부, (2010년 이후 표시기준 강화)
- ② 대체 위생화기술(고압스팀살균, 냉동방제) 등 대체기술 설비도입에 따른 경제성
- ③ 살균효과 및 공정효율성 비교
- ④ 향후 조사처리기술 활용 의향

2. Situation analysis

KNU 경북
UNIVERSITY

	조사처리 살균·살충 여부 *2010년 이후	사용하지않 는 이유	대체 설비 도입 비용	대체 살균·살충법	살균효과의 비교 (조사처리/비 조사처리)	공정효율성 비교	추후 조사처리 사용 의향
A사	X	소비자 인식	X	X	?	?	X
B사	X	다른 기술이용	5천만원	홀딩튜브 사용	비슷함	?	X
C사	X	표시와 소비자 인식	X	스팀살균과 냉동방제	조사처리 대체적 우수	조사처리 우수	X
D사	X	필요 없음	4억원	소형 설비 도입	비슷하거나 다르다고 생각	?	O

2. Situation analysis

KNU 경북
UNIVERSITY

정부기관_ 식품의약품안전처

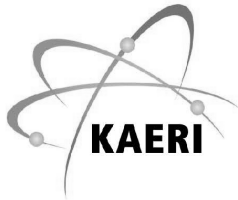
2001. 10	방사선 조사식품이란 무엇인가? 홍보책자 발간 및 배포
2004. 10	방사선 조사식품관련 궁금증을 풀어봅시다. 홍보책자 발간 및 배포
2006. 05	방사선 조사식품에 대하여 알아보시다. 리플릿 제작
2006. 11	소비자와 함께하는 방사선을 쪼인 식품. 리플릿 제작
⋮	
2017. 03	‘방사선조사식품 안전할까?’ 카드뉴스 제작

**“현재 식약처는 식품조사처리 기술에 대한
홍보활동 및 연구사업을 추진하고 있지 않다”**

Situation analysis

정부기관_ 한국원자력연구원

KNU 경북



조사처리기술의 실용화에 대한 회의적 전망

원인에 대한 고찰

대체불가 영역 탐색 필요

향후 연구의 필요성

“조사처리기술이 아니면 해결할 수 없는 분야를 찾는 것이 우선적이며, 조사처리기술 실용화에 대한 문제점 고찰 필요”

Situation analysis

학계_ 경북대학교 권중호 교수

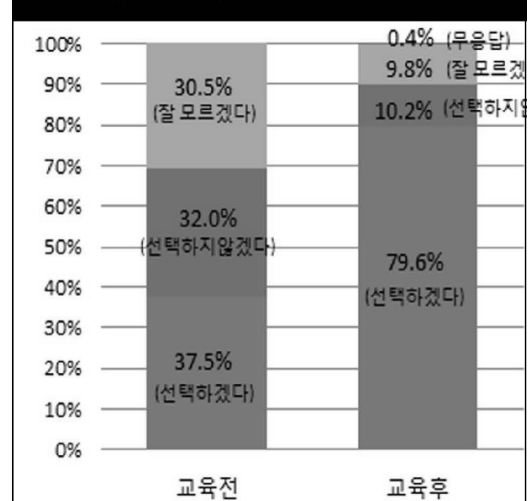
KNU 경북

조사처리기술의 다양한 활용 기대

조사식품 관련 기준개정 및 국제화 필요

정부 주도 프로그램 및 전문가 교육 홍보

식품조사기술 & 조사식품 교육홍보 효과(영양사 20



“현행 열처리 & 훈증 처리의 문제점과 대안으로 조사처리기술의 선진국 실용화 동향에 대한 소비자 교육/홍보가 필요하다”

Situation analysis

언론계_ 식품음료신문 대표

KNU 경북
UNIVERSITY

식품음료신문
THE FOOD & BEVERAGE NEWS

방사선과 방사능의 오해

여론 형성 및 신중한 보도

프로그램 개발 및 대국민 소통 필요

청년들의 사고와 행동

**“방사선과 방사능의 차이에 대한 오해를 덜고
조사식품에 대한 긍정적인 여론이 형성되어야 한다”**

Situation analysis

해외동향_ 8th Annual Chapman Phytosanitary Irradiation Forum

KNU 경북
UNIVERSITY



The Eighth Annual Chapman Phytosanitary Irradiation Forum moves to a new venue for 2018!

Hotel Centara Grand at Central Plaza Ladprao
Bangkok, Thailand
Dates: June 13-15, 2018

- 해외 조사처리기술 사례조사
 - 미국 등 식품선진국의 조사처리기술 사용 현황
- 인적네트워크 구축
 - IAEA / FAO / 학계 전문가 자문요청
- 해외사례를 통한 정책방안 모색

Situation analysis

KNU 경북
UNIVERSITY

해외동향_ 8th Annual Chapman Phytosanitary Irradiation Forum



환경 소비를 유도하는
조사처리표시



품질과 안전이 보증된
제품이라는 기본적인 인식



소비자 인식 개선

Situation analysis

KNU 경북
UNIVERSITY

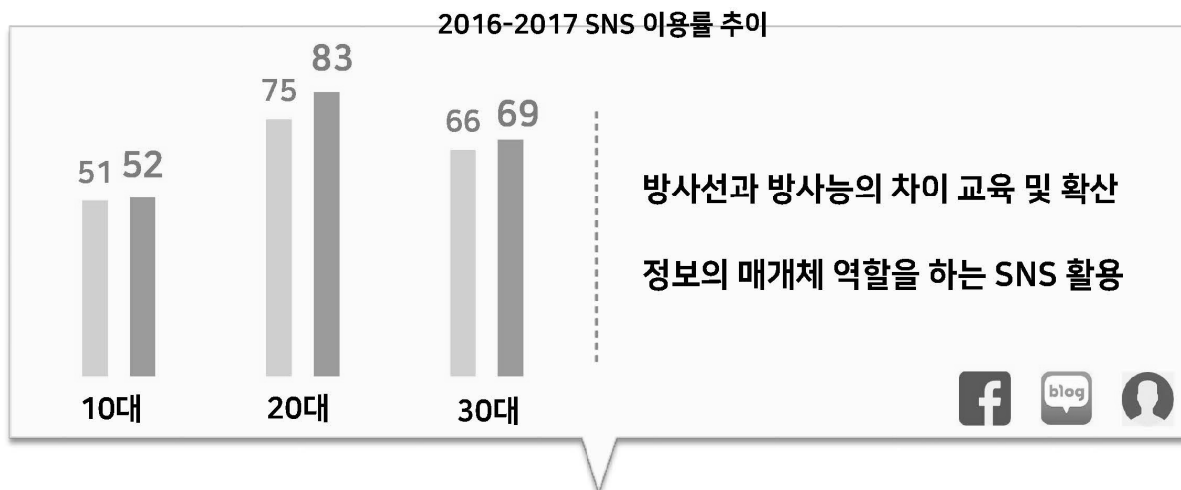
해외동향_ 8th Annual Chapman Phytosanitary Irradiation Forum



Radura 표시에 대한 소비자들의 정확한 이해와
품질 및 안전성에 대한 신뢰가 구축돼야 한다.

3. SNS

조사처리 기술에 대한 소비자들의 미흡한 지식은 조사처리기술 자체의
실용화에 영향을 미친다.



소비자들을 대상으로 SNS를 활용하여 조사처리 기술의 교육 및 홍보가 필요하다

3. SNS_ Blog



3. SNS_ Facebook

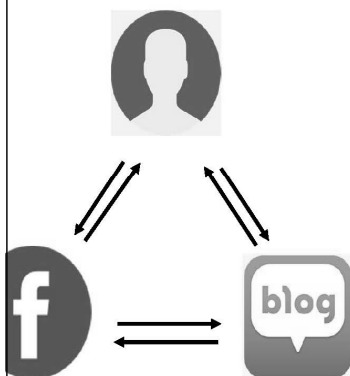
ge total Follower / Like(10.29기준)



Follower_ 1,52
Like_ 1,516



3. SNS_ 결론



다수의 사람들에게 정보를 전달하는 SNS의 이용이 정보 전달 및 확산에 효과적인 매체임을 확인하였다.

조사처리식품에 대한 잘못된 지식을 바로잡고 올바른 정보를 소비자들에게 전달 할 필요가 있다.

조사식품에 대한 교육 및 홍보가 일반 소비자에게 저조한 이유로 조사처리기술에 대한 콘텐츠 개발 및 홍보가 필요하다.

4. Solution



조사처리기술 실용화를 위한 제언

1. 식량손실량 감소 및 이용효율 증대를 위한 조사처리기술의 활용이 필요하다.
2. 농식품부와 식약처가 주도하여 소비자단체/학계/산업계/언론 등이 참여하는 협의체를 구성하고 국민 인식개선 교육 홍보 활동에 힘써야 한다.
3. 조사처리기술에 대해 긍정적인 어감을 가진 대체용어가 필요하다.
4. 조사처리식품 표시제에 대한 정부 기준완화 및 정책지원이 필요하다
5. 기술과 관련된 산업개발 및 신수요 발굴이 필요하다.

▼

**식량안보를 위한 조사처리식품의 실용화 및
소비자 인식개선 방안**

**Commercialization of irradiated food for food
security and improvement of consumer awareness**

경북대학교 식품공학부팀학교 연구원 : 강태민, 박나현, 이유진, 이승준

목 차

I. 서 론	116
II. 본 론	117
1. 조사대상 및 연구방법	117
1.1 소비자단체	117
1.2 산업계	117
1.3 정부기관	117
1.4 학계	117
1.5 언론 및 해외동향	117
2. 설문지 구성 및 조사기간(설문지 내용 줄거리정리, 표로 작성)	118
3. 연구결과	119
3.1 식량의 손실량 및 조사처리기술 활용의 이용효율 분석	119
3.2 조사식품에 대한 소비자단체의 입장	129
3.3 조사식품에 대한 산업계의 입장	138
3.4 조사식품에 대한 정부기관의 입장	140
3.5 조사식품에 대한 학계의 입장	143
3.6 조사식품에 대한 언론의 입장	145
3.7 조사식품에 대한 국제기관 및 해외동향	146
3.8 조사식품에 대한 SNS 활동과 반응	149
III. 결 론	154
IV. 정책제언	156
참고문헌	157

I. 서 론

식량 안보란 인구증가, 자연재해, 전쟁 등의 상황에 대비하여 모든 사람이 언제나 기본적인 식량을 확보할 수 있는 것을 의미한다. UN 식량농업기구(FAO)는 '식량 안보는 자국민이 항상 자신의 식이 필요와 식품 선호를 충족시킬 수 있는 충분하고 안전하며 영양가 있는 식량에 물리적, 경제적으로 접근할 수 있을 때 존재한다.'라고 말했다. 식량자원의 보급과 불균형 문제가 점점 심각해지고 있는 가운데 각국은 식량안보문제를 해결하기 위해 많은 노력을 기울이고 있는 중이다. 이미 GMO식품을 비롯한 많은 방안들이 제시되고 있고, 특히 식품산업에서는 제조기술과 위생관리 기술의 발달이 주로 이루어지고 있다. 최근에는 식품위생 안전 분야뿐만 아니라 검역 차원에서도 식품조사처리기술이 크게 각광을 받고 있다.

식품조사처리기술은 발아억제, 해충사멸, 냉온살균 등 효과가 뛰어난 식품 저장 기술로서 1980년 FAO/WHO는 10 kGy 이하의 모든 식품조사처리는 인체에 아무런 영향을 주지 않는다고 공인하였으며, 1997년 FAO/WHO 합동 전문가 회의에서는 식품에 70 kGy 수준까지 조사하여도 식품의 관능적 품질만 떨어뜨릴 뿐 인체에 유해한 물질은 발생하지 않는다고 발표한 바 있다. 이렇듯 식품의 방사선 조사 기술은 현재까지 알려진 가장 깨끗하고 안전하며 효과적인 저장기술이다.

세계 인구증가에 따라 식량의 수요는 크게 증가할 것으로 예상된다. 특히 '기후변화에 따른 식량 생산의 불안정성과 함께, 현행의 생명공학기술에도 불구하고 식량의 증산 효과는 5~10%를 넘지 못할 것으로 예측되는 실정이다. 따라서 수확된 식량의 이용률을 높이기 위한 수확 후 관리기술(post-harvest technology)의 확보는 20~30% 이상의 식량 간접증산 효과를 가져 올 수 있으므로, 효과적인 저장기술로 검증된 식품조사기술(food irradiation technology)의 실용화는 식량안보를 위한 현실적인 방안이 될 것이다.

우리나라는 표시제도 의무화 이후 조사처리식품의 거부현상이 심해졌다. 특히 2011년 후쿠시마 원전사고로 인하여 방사선의 불안감은 고조되어있는 상황이다. 현재까지도 혼동과 불안감은 계속 이어지고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 식량안보를 위한 조사처리 식품의 실용화 및 소비자 인식개선 방안에 대한 조사연구를 수행하여 국내 실용화를 앞당기기 위한 정책제언을 마련하고자 하였다.

II. 본 론

1. 조사대상 및 연구방법

1.1 소비자단체

소비자단체의 입장을 듣고 개선방안을 마련하고자 ‘한국소비자연맹’, ‘대구녹색소비자연대’를 방문하여 설문 및 인터뷰를 요청하였다.

1.2 산업계

경기도 여주에 위치한 그린피아기술(산업체)를 방문해 설문 및 인터뷰를 요청하여 결과를 분석하였고, 현재 우리나라 식품기업의 조사처리현황을 파악하고 기업의 애로사항을 파악하고자 한국식량안보연구재단의 공문을 요청하여 자체적으로 제작한 설문지를 통해 각 식품기업의 설문을 요청하였다.

1.3 정부기관

정부의 주무부처인 식품의약품안전처(정부)에 설문을 요청하여 ‘조사처리식품 표시제도의 변화와 영향’, ‘조사처리식품의 표시제도와 소비자’등에 대한 자문을 구하고 조사처리기술에 대한 소비자인식개선과 정책제언자료로 활용하고자 설문지제작 및 응답을 요청하였고 그 결과 관련 자료와 설문지에 대한 응답을 받을 수 있었다. 또한 정읍에 위치한 한국원자력연구원(정부)을 방문하여 관련자료 수집을 위해 설문 및 인터뷰를 요청하였다.

1.4 학계

조사처리기술에 대한 학계의 입장을 들어 기술적인 부분은 물론 현재 과학으로 해결할 수 없었던 한계점들을 파악하고 조사처리기술에 대한 전문적인 부분의 조언을 듣고자 경북대 권중호 교수에게 설문을 요청하였고 설문에 대한 응답을 받을 수 있었다.

1.5 언론 및 해외동향

언론계의 입장을 파악하고자 식품을 주로 다루고 취재하는 식품음료신문 이군호 사장에게 설문 및 인터뷰를 요청하여 설문에 대한 응답을 들을 수 있었다. 조사처리식품에

대한 국제기관 및 해외동향을 파악하면서 국내 조사처리기술의 실용화방안을 구체화할 방법을 모색하였다.

그리고 소비자들의 실질적인 고충을 파악하고 그들의 입장을 듣고자 현재 소비자들이 가장 많이 이용하고 그들의 입장을 공유하는 매개체 중 하나인 SNS(페이스북, 블로그)를 활용하여 정책적 제언을 마련하였다. 향후 소비자 인식개선과 소비자 입장을 수용한 구체적인 실용화 방안 마련을 위해 정부, 학계, 식품업계, 소비자, 언론계에서 추진해야 할 방안을 제안하였다. 그리고 SNS(페이스북, 블로그)를 통해 소비자들의 인식현황 및 실태를 파악하고 소비자입장을 수용한 개선방안을 제안하였다.

또한 식품조사기술의 세계적인 허가 및 실용화 현황을 파악하기 위해 태국에서 개최된 미국 Chapman 대학교 주관의 8th Annual Chapman Phytosanitary Irradiation Forum(2018.06.13.~06.15)에 참석하였다. 미국 농무부(USDA)를 중심으로 한 조사처리기술 활용 식물검역 처리의 최신 동향 및 실용화 현황을 조사하여 국제 식량교역에서 식품조사기술의 향후 활용과 국내외 시장에서 조사처리식품의 전망을 분석하였다.

2. 설문지 구성 및 조사기간(설문지 내용 줄거리정리, 표로 작성)

이 연구에 이용된 설문지는 ‘식품음료신문’, ‘식품의약품안전처’, ‘그린피아기술’, ‘한국원자력연구원’ 및 각 식품기업체를 대상으로 하였고 개별적으로 총 5개의 설문지를 구성하였다. 각 관련기관들의 입장을 파악하고 향후 대책방안을 위한 목적으로 설문지를 배부하고 응답을 요청하였다. 기업체에는 식량안보연구재단의 공문을 통해 설문지 응답을 요청하여 2018년 7월부터 8월까지 무기명으로 설문을 실시하였다. 한국식품산업협회 측으로 받은 기업실무자들의 명단에 있는 총 50곳의 회원들의 메일로 첨부파일을 보냈으며, 최종적으로 회수한 답변은 4곳의 기업이었다. 메일로 회수하여 문항들에 대한 답변을 얻었다. 소비자단체는 직접 방문하여 인터뷰를 통해 질문에 대한 답변을 구했다.

조사처리식품의 인식개선 및 홍보 활동의 목적으로 2018년 6월부터 2018년 10월까지 SNS활동을 진행하였다. SNS계정(페이스북, 블로그)을 개설하여 계정사용자를 대상으로 게시물을 통해 방사선과 방사능의 차이 및 조사처리식품의 장점 등을 알리는 활동을 진행하였다.

3. 연구결과

3.1 식량의 손실량 및 조사처리기술 활용의 이용효율 분석

가. 유통되는 각 식품 종류의 따른 손실량과 그 손실 비용¹⁾

인간의 소비를 위해 생산되는 식품의 식용 부분인 약 3분의 1이(매년 약 13억 톤에 달함) 전 세계적으로 소실되거나 낭비되고 있다. 이 낭비의 대부분은 초기 농업생산에서부터 최종 가계 소비까지 FSC(Food Supply Chain)을 통해서 발생한다. 식량안보에 있어서 일차적 접근은 이미 생산된 식량을 오랫동안 보존하는 일에서 시작된다. 따라서 본 연구팀은 식품종류별, 대륙별 및 지역별, 식량 손실량 및 조사처리에 따른 이용효율을 분석하였다.

국내 조사처리가 허용된 주요 신선식품(감자, 마늘, 양파, 건고추)의 수확 후 손실량과 손실비용을 조사하였다.

〈표 1〉 일부 신선식품의 수확 후 손실비용 추산

	감자	마늘	건고추	양파
평균생산량(톤/연)	627,221 ^a	382,769 ^b	165,487 ^b	968,074 ^b
감모율(%)	25 ^c	26.7 ^d	20.4 ^d	24.1 ^d
연간감모량(톤/연)	156,805	102,199	33,759	233,305
도매가격(원/kg) ^e	770	4,470	13,666	370
손실비용(억원)	1,207	4,568	4,613	863

*a: 감자 수확 후 관리기술 매뉴얼, 임학태(2005) b: 농림부채소류 생산실적(2005)

c: 반 지하 저장고 기준, 감자 수확 후 관리기술 매뉴얼, 농림부, 농협 중앙회(2005)

d: 마늘 수확 후 관리기술 매뉴얼, 이승구(2006)

e: 농산물 도매가격, 농수산물유통공사(2011년 5월 2일 현재, 중품기준)

감자는 수확 후 평균 25%의 손실율을 보여 연간 약 156,805톤의 감자가 저장 및 유통 단계에서 손실되는 것으로 나타났다. 마늘과 양파는 각각 102,199톤, 233,304톤의 손실율을 보였다. 건고추의 경우 수확 후 약 33,759톤이 손실되고 있다. 위의 네 가지 주요 신선식품의 수확 후 손실비용 총액은 1조 1,251억 원에 달하는 것으로 추정된다.

1) 이장은, 이숙중, 이철호 : 식품의 이온화 조사기술에 대한 경제성 분석. 식품과학과 산업, 46(2), 58-64(2013)

〈표 2〉 이온화조사가 허용된 일부 가공식품의 유통 중 손실액(억 원)

	2008			2009		
	출하액	반품률(%)	손실액	출하액	반품률(%)	손실액
다 류	4,502	6.30	284	5,130	6.30	323
장 류	8,900	2.01	179	9,192	2.01	185
조미식품	17,052	1.85	315	20,457	1.85	378
드 레 싱	1,524	0.73	11	1,833	0.73	13
합 계			789			899

조사처리가 허용된 분말 차, 침출 차, 인삼차 등 다류와 장류, 조미식품, 드레싱류에 대한 유통 중 폐기량(유통기한 초과로 반품 및 폐기되는 식품의 양)과 이로부터 산출한 2008년과 2009년의 연간 손실액을 추산하였다. 류와 장류, 조미식품, 드레싱류에 대한 유통 중 폐기량(유통기한 초과로 반품 및 폐기되는 식품의 양)과 이로부터 산출한 2008년과 2009년의 연간 손실액을 추산하였다. 2009년 기준 가공식품의 유통기한 초과로 인한 폐기손실액은 다류 323억 원, 장류는 185억 원, 조미식품 378억 원, 드레싱 18억 원으로 이들 가공식품의 폐기손실 총액은 899억 원으로 추산되었다.

〈표 3〉 이온화 조사 신규허가 신청품목에 대한 유통 손실액(억 원)

	2008			2009		
	출하액	반품률(%)	손실액	출하액	반품률(%)	손실액
식육, 알가공품	2,570	1.85	48	3,295	1.85	61
어육가공품	4,231	4.73	200	4,684	4.73	222
건포류	2,000	1.85	37	2,360	1.85	44
축산물가공품	72,374	1.85	1,399	86,699	1.85	1,604
합계			1,624			1,931

현재 우리나라에서는 일부 식품군에 한정하여 조사처리를 허용하고 있으나 향후 조사 품목의 확대 시, 효과가 증대되는 품목은 육류와 일부 축산가공품, 건포류가 있다. 위 품목의 유통기한 초과 등으로 폐기되는 2008년과 2009년의 손실액 추산치는 표 3과 같다. 식육과 알 가공품의 유통기한 초과에 의한 폐기 손실액은 61억 원, 어육 가공품은 222억 원, 건포류 44억 원, 축산가공품 1,604억 원으로 추산된다. 이들 손실액을 합치면 대략 1,931억 원으로 나타났다.

나. FAO²⁾의 자료에 따른 각 대륙별 식량 손실량

그림 1. 소비 및 소비하기 전 단계에서의 각 지역별 1인당 식량 손실 및 낭비(kg/년)

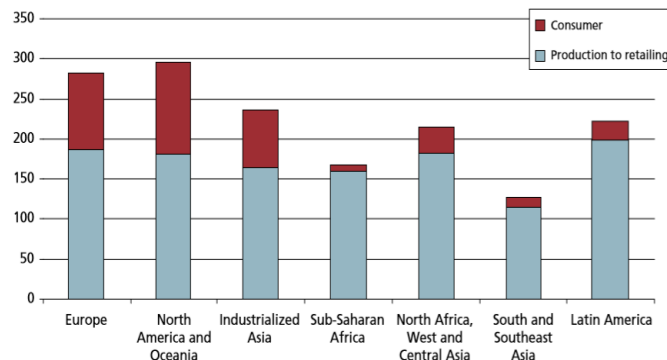
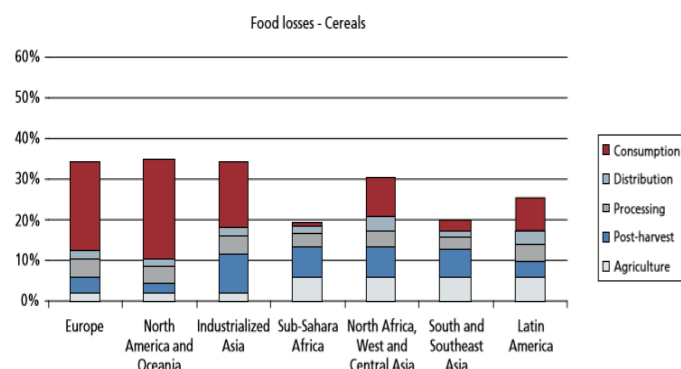


그림 1에서 유럽과 북미의 1인당 식량 손실은 연간 280~300kg이고, 사하라 이남의 아프리카와 남부 및 동남아시아의 경우 연간 120~170kg이다. 이때 식용으로 소비하는 식품의 총 1인당 생산량은 유럽과 북미에서 연간 약 900kg, 사하라 이남의 아프리카와 남부 및 동남아시아에서 연간 460kg이다. 유럽과 북미 지역에서 소비자에 의해 낭비되는 1인당 식량은 연간 95~115kg이며, 사하라 이남의 아프리카와 남부 및 동남아시아의 경우 연간 6~11kg에 불과하다. 선진국의 식량 손실은 개발도상국만큼 높다. 그러나 개발도상국의 경우 식량 손실의 40% 이상이 수확 후 처리 단계에서 발생하는 반면, 산업화된 국가에서는 소매 및 소비자들에게 전달되는 식품의 40% 이상이 손실되는 것으로 파악된다. 산업화된 국가의 소비자 수준에서의 음식물 쓰레기는 사하라 이남의 아프리카에서의 총 순 식량 생산량과 거의 비슷하다.

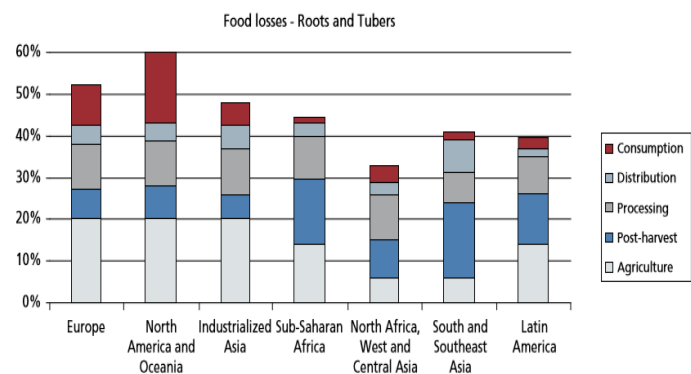
그림 2. 각 지역에서 FSC 단계별로 곡물의 초기 생산량에 대해 손실되거나 낭비된 비율



2) FAO : Global food losses and food waste-Extent ,causes and prevention, Rome(2011)

그림 2는 세계의 지역별 곡물에 대해 다양한 FSC단계에서 손실되거나 낭비된 비율을 나타낸 것이다. 밀은 중·고소득 국가의 주요 농작물로 공급되며 소비자 단계에서 전체 곡물 폐기물 총량의 40~50%를 차지하여 가장 큰 손실을 보이는 단계인 것으로 나타났다. 반면 남부 및 동남아시아와 같이 인구가 많은 저소득 지역에서는 쌀이 대표적인 농작물이다. 이러한 지역의 경우 유통과 소비단계보다 농산물의 생산과 수확 후 처리 및 저장단계에서 상대적으로 높은 식량 손실량을 가지는 것으로 나타났다.

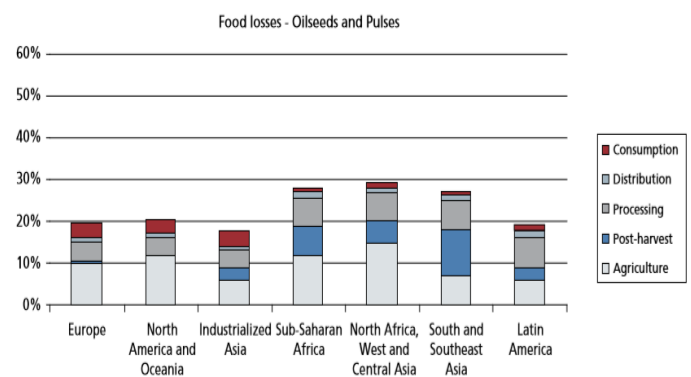
그림 3. 각 지역에서 FSC 단계별로 뿌리와 줄기작물의 초기 생산량에 대해 손실되거나 낭비된 비율



뿌리와 줄기작물(그림 3)중에서는 감자(중국에서는 고구마)가 중·고소득 국가에서 대표적인 작물로 공급되고 있다. 결과에 따르면 3개의 중·고소득 지역 모두 농산물 생산 단계에서 최대 손실이 발생한다. 이 생산 단계의 손실은 주로 소매업자들이 정한 품질 표준에 의한 수확 후 등급에 따라 달라진다.

카사바는 사하라이남 아프리카와 중남미에서 대표적으로 공급되는 농작물이고, 감자는 북미, 서아시아, 중앙아시아 및 동남아시아의 대표적인 작물이다. 이러한 지역의 경우, 유통 및 소비단계보다 생산과 수확 후 처리 및 저장단계에서 상대적으로 식품 손실량이

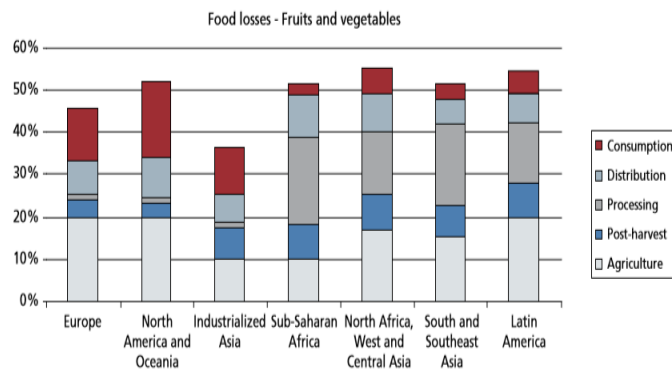
그림 4. 각 지역에서 FSC 단계별로 종실류 및 두류 작물의 초기 생산량에 대해 손실되거나 낭비된 비율



많다. 그 이유는 개발도상국의 따뜻하고 습한 기후에서 신선한 뿌리와 줄기는 썩기 쉬운데 생산과 수확 후 단계 동안 이러한 제품이 쉽게 손상되기 때문이다.

종실유 및 두류 상품 그룹(그림 4)에서 해바라기 씨와 유채는 유럽에서 가장 많이 공급되는 농작물이며 콩은 북미와 오세아니아 그리고 산업화된 아시아에서 많이 공급된다. 모든 중·고소득 지역의 손실량은 농산물 생산 과정에서 상대적으로 많으며 수확 시에는 6~12%의 폐기물을 발생시킨다. 그라운드너트는 사하라이남 아프리카에서 가장 많이 재배되고, 북미, 서아시아, 중앙아시아에서는 콩과 올리브, 남아시아와 동남아시아에서는 콩과 코코넛 그리고 중남미에서는 콩이 많이 재배된다. 이러한 지역에서의 손실량은 수확 후 처리 및 저장 과정에서 가장 크다.

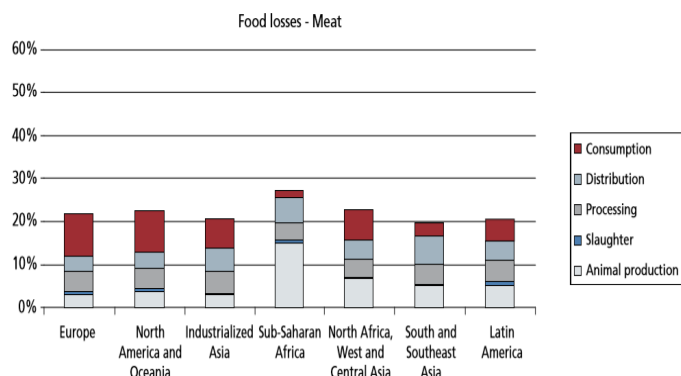
그림 5. 각 지역에서 FSC 단계별로 과일 및 채소류의 초기 생산량에 대해 손실되거나 낭비된 비율



과일 및 채소류의 경우(그림 5), 손실은 대부분 소매업자들이 품질 기준으로 정한 수확 후 등급에 의해 유럽, 북미, 일부 아시아 국가 모두에서 발생한다. FSC 마지막 단계의 폐기물 또한 세 지역 모두 상당한 수준이며, 소비자에 의해 구매량의 15~30%가 폐기된다. 개발도상국의 전체 FSC 과정에서 발생하는 농산물의 손실량은 총 손실량의 상당 부분을 차지한다. 계절성뿐만 아니라 개발도상국의 습한 기후 조건에서 부패하기 쉬운 농작물의 손상으로 인해 수확 후 유통단계에서 발생하는 손실 또한 심각하다.

육류 및 육가공 제품의 경우(그림 6), 유럽, 북미, 일부 아시아 국가는 FSC 마지막 단계에서 손실이 가장 심각하다. 높은 1인당 육류 소비량과 특히 유럽과 미국에서 소매업자 및 소비자로부터 발생된 폐기물 비율이 높은 것이 원인으로 파악된다. 소비단계에서의 손실량이 전체 육류 손실량과 폐기량의 약 절반을 차지한다.

그림 6. 각 지역에서 FSC 단계별로 육류 및 육가공품의 초기 생산량에 대해 손실되거나 낭비된 비율



유럽, 북미, 일부 아시아 국가 모두 해양 어획량의 9~15 %에 달하는 폐기율로 인해 주요 어류 및 해산물의 손실량이 상당하다(그림 7). 소비자가 구매한 생선과 해산물의 상당 부분이 소비자의 가정에서 손실되고 있다. 개발도상국의 주요 손실량 원인은 어획량의 6~8 %에 해당하는 폐기율에 있다. 신선한 생선 및 해산물은 유통과정에서 부패가 많이 발생하기 때문에 손실량 또한 높다.

그림 7. 각 지역에서 FSC 단계별로 어류 및 해산물의 초기 생산량에 대해 손실되거나 낭비된 비율

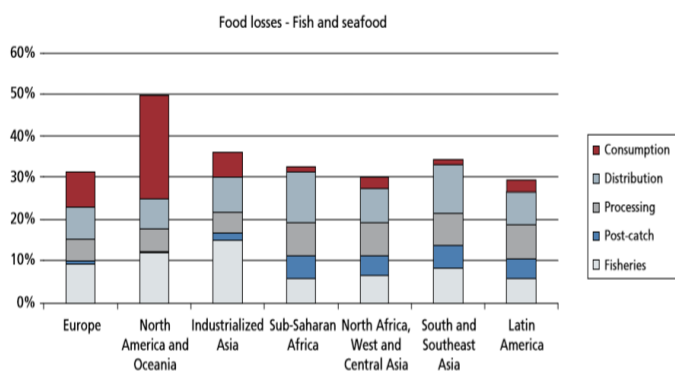
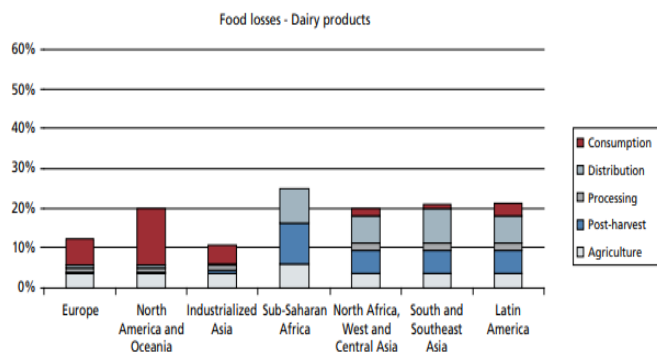


그림 8. 각 지역에서 FSC 단계별로 우유 및 유제품의 초기 생산량에 대해 손실되거나 낭비된 비율



우유 및 유제품 그림 8의 경우, 유럽, 북미, 일부 아시아 국가에서 소비단계에서의 낭비가 전체 폐기율의 약 40~65%를 차지했다. 모든 개발도상국에서 유통단계뿐만 아니라 수확 후 처리 및 보관 동안 유제품 낭비 수준이 상대적으로 높다.

다. FAO 자료³⁾에 따른 식량 손실량 정리 및 분석

그림 9. 식품류별 세계 식량 손실 및 낭비 비중



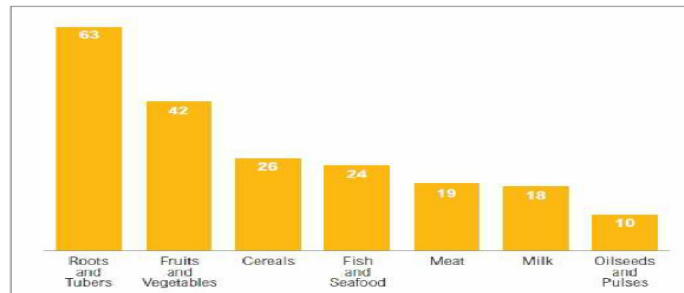
해외환경산업 정책보고서에 따른 국제연합식량농업기구(FAO, United Nations Food and Agriculture Organization)의 추산에 따르면 2009년 세계 총 식량의 32%가 손실되거나 낭비되었다고 한다. 이 계산은 무게를 기준으로 하며 Kcal 로 전환하면 세계 식량 손실 및 낭비량은 총 생산된 식량의 약 24%이며 사람에게 돌아가야 할 음식 열량의 1/4이 사람이 소비하지 않는 결과가 나오게 된다. WRI는 현재 식량 손실률이 2050년까지 24%에서 12%로 절반 감소한다고 가정하고, 세계가 필요로 하는 식량은 세계자원보고서(World Resources Report)조사보고서 시리즈 제1권<The Great Balancing Act>에 서술되어 있는 세계 식량 요구 기준전망(BAU, Business-As-Usual) 시나리오 대비 연간 1,314조 Kcal 적을 것이라 전망하고 있다. 1,314조Kcal은 현재 연간 이용 가능한 식량과 2050년 연간 필요한 식량의 차이인 6,000조 Kcal의 약 22%이다. 식량 손실 및 낭비량 측정을 Kcal 측면에서 하느냐 혹은 질량 측면에서 하느냐의 문제는 식품의 종류에 따라 다르다. Kcal 측면에서 곡류는 다른 식품류에 비해 대부분의 식량 손실 및 낭비에서 많은 비중을 차지하지만, 과일 및 야채류는 질량 면에서 가장 많은 손실 및 낭비원이다. (그림 9) 이러한 차이는 수분 함유량 차이에 기인하는 것으로 파악된다.

그림 10은 식품류별 손실되거나 낭비된 Kcal %를 보여준다. 뿌리 및 덩이 줄기식물은 63%으로 손실낭비 비율이 가장 높다. 과일 및 야채류는 42%이고, 곡물과 해산물의 25%가

3) 한국환경산업기술원 : 지속가능한 식량 미래창조(2013)

손실되거나 낭비되는 것으로 보고되고 있다.

그림 10. 2009년 손실 혹은 낭비된 식품 비율



〈표 4〉 식품살균기술 간의 품질변화, 경제적 비용, 에너지 소비 및 저탄소 효과 분석

		고압증기살균	훈증처리	초고압살균	전자선조사
미생물 감소	부패 감소	◎	◎	●	●
	미생물 제어	◎	◎	●	●
품질변화 (부정적효과)	품질 열화	●	◎	◎	◎
	관능적상품성 저하	●	◎	◎	◎
	독성물질 생성	◎	●	◎	◎
생장제어	발아억제(농산물)	○	○	○	●
	노화억제(화훼류)	○	○	○	●
비용증감	저장비용 증감	◎	◎	●	●
	유통기한 증감	◎	◎	●	●
	노동력 감소	◎	◎	◎	●
에너지 효율	에너지 소요량	●	◎	◎	◎
	CO ₂ 발생량	●	●	◎	◎

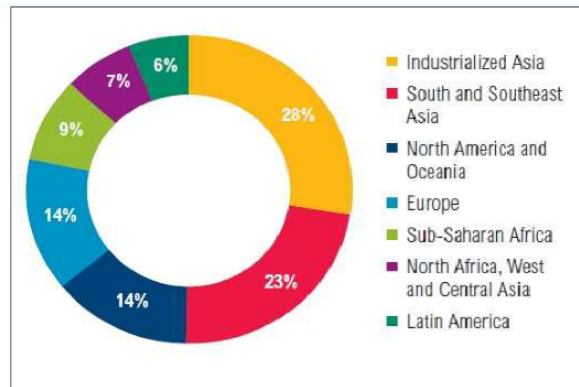
(○: 적용할 수 없음, ◎: 약함, ◎: 초고압살균, ●: 전자선 조사를 나타냄)

지역적으로 볼 때, 선진국(북미, 오세아니아, 유럽, 아시아 공업국 한국, 중국, 일본)은 전체 식량 손실 및 낭비량의 56%를 차지하며, 기타 개도국은 손실의 44%를 차지한다(그림 11). 그러나 북미와 오세아니아는 1인당 기준으로 다른 지역보다 손실 및 낭비량이 월등히 높는데 생산에서 소비단계까지 하루 1인당 1,500 Kcal에 달한다. 식품 가치 사슬 단계 측면에서 세계 식량 손실 및 낭비의 24%가 생산 단계, 24%가 처리 및 저장, 35%가 소비 단계에서 일어난다. 즉, 이 단계들은 세계 식량 손실 및 낭비량의 80% 이상을 차지하고 있다.

라. ⁴⁾ 조사처리기술에 따른 이용효율 비교 분석

4) 권중호 : 기후변화대응 CO₂ 저감화를 위한 전자선 식품조사기술의 활용 방안 연구. 기후변화대응 식품안전관리

그림 11. 2009년 지역별 세계 식량 손실 및 낭비 비중



(100% = 1,500조 kcal)

식품조사기술의 편익은 조사처리로 발생하는 이익과 손실의 합계로 정의할 수 있다. 방사선 처리로 인해 발생하는 이익은 방사선 처리에 따른 ‘미생물 감소효과’, ‘가공특성 개선’, ‘생장제어’, ‘이산화탄소 절감 효과’등으로, 방사선 처리 시 필요한 소요 에너지, 대체처리방법과의 비용증가 등의 손실을 함께 고려해야만 한다.

표 4는 주요 식품살균기술(고압증기살균, 훈증처리, 초고압살균 및 전자선조사)의 효율성, 경제성 및 이산화탄소 발생량을 간접적으로 비교한 것으로써 방사선조사처리는 초기 투자비용이 높은 단점이 있지만, 품질의 변화가 거의 없고, 에너지 효율이 높고 이산화탄소 발생량도 적은 장점이 있다.

그림 12. 조리 및 살균 과정에서의 CO₂ 배출

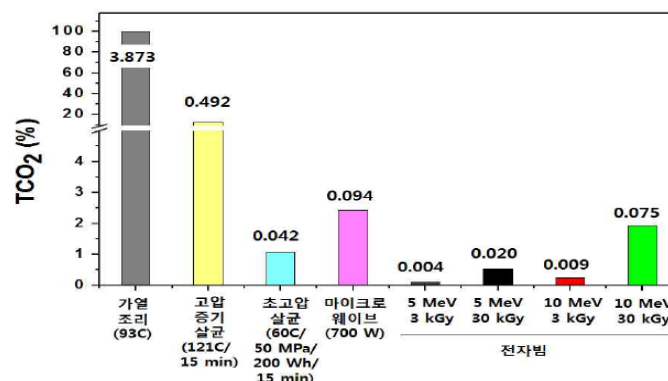


그림 12에 나타난 바와 같이 전자선 살균은 다른 살균방법에 비해 에너지 소요량이 적고, 이에 따라 이산화탄소 배출량을 크게 줄일 수 있는 효과를 보여주고 있다. 그림 12을 통해 전체적으로 온도가 높고 공정 시간이 길어짐에 따라 에너지 소비량과 이산화탄소

배출량이 비례하여 증가하는 것을 알 수 있다. 그리고 상대적으로 에너지 소비가 적은 초고압 살균공정과 조사처리기술 방법에서는 이산화탄소 배출량이 상대적으로 적은 것을 알 수 있다.

식품에 처리되는 살균기술 별 위생화에 따른 소요비용을 분석한 결과, 현재 식품에 많이 사용되고 있는 열수 처리와 증기살균법은 1톤 처리 당 200~250 USD의 비용이 소요되는 것으로 나타났고, 저온 저장의 경우, 1톤 당 46~600 USD의 비용이 소요되는 것으로 나타났다.(표 5) 그에 비해 전자선 조사처리의 경우, 1톤 당 25~55 USD의 비용이 소요되는 것으로 나타났다. 따라서 앞서 살펴본 바와 같이 조사처리기술은 이산화탄소 배출량이 낮은 것은 물론 경제적인 효과도 매우 높은 살균기술인 것을 알 수 있다.

그리고 식품의 조사처리기술에 따른 사회보건비용 절감 효과도 상당히 높은 것으로 밝혀져 있다. 2008년 국내 식중독 환자 수를 기반으로 한 원인균별 식중독 환자 수를 추정하는 연구에 의하면 2008년 국내 식중독 환자 수는 약 1,122만 명으로 나타났고, 이로 인한 경제적 손실은 1조 2천억 원에 추정된다고 보고되었다. 국내에서 발생하는 식중독 원인균은 세균 및 바이러스로, 세균성 식중독은 전체 식중독의 61%를 차지하고 있고 특히 E. coli 0157, Campylobacter jejuni, Salmonella spp. 의 3종의 식중독 균이 전체 식중독의 31%를 차지하는 것으로 나타났다. 이러한 세균들은 조사처리기술로 사멸효과가 큰 세균들이며 조사처리기술을 이용하면 세균성 식중독의 23.9 %를 예방할 수 있다는 연구가 보고되었다. 식품조사기술의 이용에 따른 사회보건비용 절감 효과는 미국 질병관리본부(CDC)에서 발표한 식품조사기술에 의한 식중독 예방효과 연구 및 보고지불이사추정법과 질병 비용 추정법을 이용한 식중독의 사회 경제적 손실비용을 추정한 연구결과를 바탕으로 보고하였다. 보고서에 따르면 앞서 언급한 3종 미생물에 의한 식중독 발생 손실비용은 연간 3,680억원, 전체 세균성 식중독 발생 손실비용은 7,490억 원으로 나타나며, 이를 바탕으로 조사처리기술을 이용할 때 식중독 감소율 23.9%를 적용한다면 연간 1,790억 원의 비용 절감 효과를 기대할 수 있다고 보고하였다.

〈표 5〉 식품살균방법에 따른 경제성 분석

Treatment (처리)	US(\$/Ton)	Rel. (%)
Hot water (열수처리)	250	41.7
Steam treatment (증기살균)	200~250	33.3~41.7
Refrigeration (저온저장)	46~600	7.7~100
Controlled atmosphere (CA)	50~600	8.3~100
Irradiation (조사처리)	25~55	4.2~9.2

3.2 조사식품에 대한 소비자단체의 입장

안전한 식품 섭취와 건강의 유지에 대한 소비자들의 욕구가 점점 증가하고 있다. 소비자 단체들은 한국 소비자연맹을 필두로 40여 년간의 온·오프라인 소비자운동을 통해 소비자들의 알 권리 충족과 권익 보호를 주장하고 있다. 최근에는 SNS상에서 확산되는 형식으로 활발하게 진행되고 있다. 소비자운동은 자본의 논리에 의해 지배되는 거대한 자본주의 시장에서 공급과 수요 간의 균형을 유지하도록 한다.⁵⁾

한편 2011년 3월 11일 발생한 일본 후쿠시마 원전사고는 방사능 유출에서 비롯된 방사선에 대한 대국민 인식도에 크게 영향을 미쳤다.⁶⁾ 조사처리식품에 대국민들의 부정적인 정서로 인해 식품시장에서 조사기술의 사용은 더 이상 발을 내밀지 못하고 사장되어갈 위기에 처해있다.⁷⁾ 생산의 주체인 기업은 집단적인 소비자 불매운동(boycott)과 이미지 손상으로 인한 매출 손실을 의식하여 조사처리를 꺼리는 현실이다. 결국, 소비자 교육을 통해 소비자들이 인식이 전환되어야 위와 같은 문제를 해결할 수 있다. 크게 보면 소비자가 결국 생산자이다. 소비자가 생산자에 영향을 미치는가 하면 생산에 변화가 생겨도 소비자의 인식과 행동이 변하지 않으면 식품 산업의 발전과 국가의 사회·경제적 효과를 기대 할 수 없다.

이러한 점들을 미루어 보아, 한국소비자연맹을 방문하여, 이항기 부회장과 인터뷰를 통해 조사처리식품에 대한 소비자 인식도의 설문조사 자료를 수집하고, 소비자의 인식 개선을 유도하기 위한 효과적인 교육 방안에 대해 조언을 구하였다. 또한, 대구녹색소비자연대의 정현수 공동대표와 인터뷰를 통해 소비자단체의 다양한 시각을 공유하였다.

가. 한국소비자연맹

한국소비자연맹은 1970년 대한민국 최초의 소비자 운동 전문 민간단체로 설립된 기관으로 40여 년 동안 소비자운동을 주도했다.⁸⁾ 소비자 고발접수와 피해구제 및 소비자 피해 보상규정의 확립과 소비자 보호법 제정, 소비자 전문교육 등에 많은 기여를 했으며 식품 첨가물, 제품 등에 대한 각종 검사 및 연구를 실시하고 있다.⁹⁾ 또한 2011년 전국의 식품 구매의 주요 계층인 주부 및 일반시민들을 대상으로 방사선 조사식품에 대한 인식도 설문

5) 이장은, 이철호 : 소비자 불매운동이 국가경제 및 식량안보에 미치는 영향. 식품과학과 산업, 44(3), 43-49 (2011)

6) 변명우 : (2011). 후쿠시마 원자력발전소 사고와 식품안전. 식품과학과 산업, 44(2), 9-15 (2011)

7) 이철호 : 식량안보를 위한 식품과학기술의 역할과 정책방향. 식품과학과 산업, 49(4), 3-18(2016)

8) 한국소비자연맹 홈페이지 : 연맹소개

9) 네이버 지식백과 : 한국소비자연맹

그림 13. 한국소비자연맹



조사를 실시하기도 하였다.

본 연구에서는 2018년 6월 1일 오전 10시, 한국소비자연맹 이향기 부회장과와의 인터뷰를 통해 조사처리식품에 대한 소비자들의 관심 유도 및 인식 개선 방안에 대해 모색하였다. 또한 인터뷰 내용을 토대로 국내 식품조사기술 실용화를 위한 소비자단체, 정부, 기업의 입장과 역할을 분석해보고 소비자 인식 개선을 위해 선행된 연구 사례 조사 및 새로운 접근법을 마련하는 방법에 대해 질문하였다.

그림 14. 한국소비자연맹 이향기 부회장과와의 인터뷰



이향기 부회장과와의 인터뷰 내용

Q1. 소비자단체에서 조사처리식품을 반대하고 있는 주된 이유는 무엇입니까? 또 방사선과 방사능을 구분하는 방법을 소비자들에게 쉽게 설명할 수 있는 방법에는 어떤 것들이 있습니까?

식약처에서 조사처리 식품이라고 이름을 개정하였으나 이에 대해 소비자단체 뿐만 아니라 일반인을 포함한 전문가들조차도 잘 모른다. 그렇기 때문에 일반인은 조사처리 식품에 대해 당연히 불안감을 가지게 된다. 우선 방사선과 방사능에 대해 구분을 잘

하지 못한다. 방사선과 방사능에 대해 올바르게 이해시키는 것만이 방사선 조사식품을 이해시킬 수 있는 방안이라고 생각한다. 이를 위해서 지속적인 정보제공이 중요한데 이러한 기반 마련하기 위해서는 소비자단체뿐만 아니라 정부, 기업, 과학자들의 노력이 필요하다. 지속적인 노출과 정확한 정보, 올바른 의사소통을 할 수 있는 다양한 접근을 해야 한다. 교육, 토론회, 심포지움, 토론회 등 요즘 젊은 층에 접근할 수 있는 매개체가령, Youtube, SNS 등을 통해 다양한 방법으로 노출이 필요하다.

Q2. 식품안전관리를 담당하는 식품의약품안전처(정부)의 역할에 대해 어떻게 생각하십니까?

정부는 특히 버려지는 식품을 줄이는 것에 대해 더 적극적이어야 할 필요가 있다. 산업적인 측면에서도 정부와 기업이 조금 더 조사처리에 대한 정확한 정보를 이해시키면 산업에도 이익이 되고 농산물 손실도 줄어들 것이다. 또한 지금 홈페이지에서 얼마나 소비자가 쉽게 정보를 얻을 수 있을까 알아봤는데 정보 찾기가 어려웠다. 이런 것을 볼 때 정부의 입장이 소극적이라 여겨진다. 접근성도 낮고 찾기 어려워 소비자들이 포털 사이트에서 정확한 정보를 얻기 어려울 것이라 생각된다.

Q3. 그동안 조사식품의 실용화에 앞서 어떠한 연구들이 진행되었습니까?

2010-2011년에 설문조사를 했고, 이때는 전부 식약처 용역이 있었다. 이렇게 정부가 지속적으로 사업 및 교육을 하게 되면 계속해서 변호 추이를 보고 이것에 대해 문제를 해결할 수 있는 방안을 제시하고 인식변화가 어떤지 관찰 할 수 있다. 사실 이러한 사업들은 지속적으로 수행되지 못하고 있다. 인지도 조사 당시, 교육프로그램, 동영상, e러닝 교재, 책자 등도 많이 제작되었으나 현재 확산은 적은 편이다.

Q4. 식량안보를 위한 조사식품의 국가적 실용화 추진에서 대학생(청년)들의 바람직한 자세와 역할은 무엇입니까?

앞서 언급했듯이 식량안보를 위해서는 식량 손실문제를 해결해야 한다. 어떤 농업기술, 농사방법을 개선할 것인가 예를 들어 기후변화, 육종기술로는 해결할 수 없는 문제의 대안으로 유전자 변형과 같은 신기술 사용도 중요 하지만 기존에 생산되는 농산물의 효율성을 높이는 것이 중요하다. 그것의 대안이 식품조사처리기술이다. 이런 유통과정 중에서 썩이나 상품가치가 떨어져 버려지는 식품도 활용될 수 있게 하는 것이 중요하다. 학생들의 바람직한 자세나 역할은 적극적으로 알리고 노력하는 것이다. 이에 대해 흥미가 없으면 관심을 가지지 않는다. 방사능 오염식품, 방사선 조사처리 식품 등 용어에 대해 어려워 하지 않고 흥미와 관심을 가져야 한다.

Q5. 우리나라의 식량안보 및 식품안전을 위한 식품조사기술 실용화 추진에서 소비자 단체와 기업의 역할은 무엇입니까?

국민들의 인식개선을 위해 조사식품에 대한 올바른 정보를 전달하고 이해시키는 것이다. 적극적으로 소비자 대상으로 쉽게 접근할 수 있는 프로그램 개발, 교육 등이 필요하다. 소비자단체들의 역할도 중요하지만 기업들의 역할도 중요하다. 기업 스스로 안전한 식품을 판매하려고 해야 하며 이를 위해 조사처리기술을 적극적으로 활용하고 알리려는 노력이 필요하다. 한편 식품조사에 대해 사람들 에게 친근성을 가지게 하는 것이 중요하다. 식품에 대해서는 거부감이 있어 화장품에서 미생물 제어에 활용, 의약품, 산업적 측면에서 먼저 접근하고 있다. 이를 통해 방사선 조사기술이 꼭 필요한 기술임을 인지시키고 유해하지 않다는 것 이해시켜야 한다. 단계적으로 식품에 이용하면 방사선 조사에 대해 정확히 이해하게 되고 거부감을 낮출 수 있을 것이다.

방사선 조사식품 인지도 설문조사 및 소비자 단체 제언

다음은 한국소비자연맹에서 제공받은 대국민 인지도 설문조사 결과분석 자료에 의한 내용이다.

(1) 응답자 특성

(2) 식품안전 관심 및 위험도 조사결과

① 식품 구매/소비 시 식품안전 관심 정도

식품을 구매하거나 소비할 때 식품안전 관심정도에서는 전체 평균 3.84점(5점만점 기준)으로 나타났으며 1순위로는 식중독(4.22점), 2순위로 광우병(4.16점), 3순위로 구제역(4.11점) 순으로 나타났다.

방사선 조사식품은 3.48점으로 하위순위에 나타났다. 방사선 조사식품에 대한 관심도 차이 검증결과에서 차이가 있는 인구통계 특성을 보면 성별에서는 남성(3.35점)보다는 여성(3.53점)이 높게 나타났으며 연령별에서는 20대(3.11점)가 가장 낮고 50대 이상(3.66점)에서 가장 높게 나타났다. 직업별에서는 전업주부가 3.63점으로 가장 높고 농/임/축/수산업이 2.56점으로 가장 낮게 나타났으며 결혼여부에서 미혼(3.22점) 보다는 기혼(3.57점)의 관심이 높은 것으로 나타났다. 지역별에서는 인천이 4.35점으로 가장 높고, 경기도가 2.50점으로 가장 낮으며, 월평균 가계소득에서는 500만원 이상이 3.83점으로 가장

높고, 200~299만원이 3.24점으로 가장 낮게 나타났다. 반면, 학력에서는 큰 차이가 없는

것으로 나타났다.

② 인체의 위험 정도

식품안전과 관련하여 인체의 위험 정도는 전체 평균 4.14점(5점 만점 기준)으로 나타났으며 광우병(4.49점), 중금속(4.40점), 식중독(4.36점)순으로 나타났는데 비해 방사선조사식품은 3.99점으로 전체 평균에 비해 낮다. 성별에서는 남성(3.88점)보다 여성(4.04점)이 높게 나왔으며 지역별에서는 인천(4.47점), 경상도(4.46점)가 높게 나타났으며 대전(3.17점)이 가장 낮게 나타났다.

(3) 식중독의 주요 원인 및 조치방법

① 식중독의 주요 원인

미생물(76.5%), 식품첨가물(6.9%), 잔류농약(3.5%)가 상위 순위로 나타났다. 식중독의 주요 원인에 대한 차이 검증 결과에서 차이가 있다고 나타난 인구통계 특성을 보면, 주요 원인인 미생물 76.5%를 기준으로 연령별에서는 30대가 83.8%로 가장 높고, 10대가 69.8%로 가장 낮게 나타났으며, 학력에서는 대학교 재학이상이 79.7%로 높고, 고졸이하는 69.1%로 나타났다. 지역별에서는 강원이 93.1%로 가장 높고, 충청이 51.4%로 가장 낮게 나타났으며, 월평균 가계소득에서는 300~499만원에서 81.6%로 가장 높고, 200~299만원에서 70.1%로 가장 낮게 나타났다.

② 식중독 예방을 위한 가장 적절한 조치

식중독 예방을 위한 가장 적절한 조치로는 가열처리가 64.3%로 가장 높게 나타났다. 차이 검증 결과에서 차이가 있다고 나타난 인구 통계 특성을 보면, 가장 높은 예방 조치로 나타난 가열처리를 기준으로 학력에서는 대학교 재학이상이 67.3%로 높고, 고졸이하는 56.2%로 나타났으며, 지역별에서는 경기도가 84.8%로 가장 높고, 충청이 37.1%로 나타났다. 방사선 조사처리에 대한 9.8%를 기준으로 학력에서는 고졸이하가 10.9%로 높고, 대학교 재학이상이 9.5%로 나타났으며, 지역별에서는 대전이 33.3%로 가장 높고, 강원이 0%, 경기도가 0.4%로 매우 낮게 나타났다.

③ 열에 녹는 물질의 멸균처리 방법

아이스크림과 같이 열에 녹는 물질의 멸균처리 방법으로 가장 적절한 방법으로 방사선 조사처리는 18.7%로 낮은 응답률을 보였으며, 잘 모르겠다가 47.5%로 가장 높게 나타났다. 반면, 응답자들의 잘못된 상식으로 가열처리(11.8%), 소독약품처리(10.0%), 충분한 세척(9.9%) 등으로 나타났다.

〈표 6〉 소비자 인식도 설문조사 응답자 특성

구분		빈도(n)	백분율(%)	구분		빈도(n)	백분율(%)
전체		1,028	100	전체		1,028	100
성별	남성	327	31.8	결혼 여부	미혼	299	29.1
	여성	701	68.2		기혼	725	70.5
연령	만 19~29세	206	20.2		무응답	4	0.4
	만 30~39세	251	24.4	지역	서울	220	21.4
	만 40~49세	260	25.3		부산	79	7.7
	만 50세 이상	311	30.3		대구	54	5.3
학력	고졸이하	276	26.8		인천	60	5.8
	대학재학이상	736	71.6		대전	30	2.9
	무응답	16	1.6		경기	230	22.4
직업	사무관리/기술직	290	28.2		강원	30	2.9
	기능/판매/노무	73	7.1		충청	70	6.8
	농/임/축/수산업	9	0.9		전라	110	10.7
	자영업	110	10.7		경상	145	14.1
	학생	111	10.8	월평균가 계소득	200만원 ↓	152	14.8
	전업주부	315	30.6		200~299만원	291	28.3
	무직	32	3.1		300~499만원	413	40.2
	기타	80	7.8		500만원 ↑	161	15.7
	무응답	8	0.8		무응답	11	1.1

(4) 방사선 조사식품 인식 전후 변화

① 방사선 조사식품 인식 정도

방사선 조사식품에 대한 인식 정도에서는 전체 평균 2.46점(5점만점기준)으로 나타났으며, 거의 아는바 없다가 41.5%로 가장 높게 나타났다. 인식수준은 매우 낮다. 절반 이상인 57.8%가 전혀 모르거나 거의 모른다, 들어 본적은 있으나 잘 모른다는 22.5%, 알고 있다는 수준이 19.7%이다.

② 방사선 조사 처리한 식품 섭취 의향 정도

방사선 조사로 처리한 식품의 섭취 의향 정도에서는 가능하면 섭취하지 않겠다가 52.9%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 잘 모르겠다(24.9%), 상관없이 섭취하겠다(11.4%), 절대로 섭취하지 않겠다(10.8%)순으로 나타났다. 학력별에서 대학교 재학이상에서 섭취하지 않겠다 65.8%로 고졸이하 56.8%보다 높게 나타났으며, 상관없이 섭취하겠다는 대학교 재학이상 12.9%, 고졸이하가 8.0%로 낮게 나타났다. 또한 직업에서 상관없이 섭취하겠다는 농/임/축/수산업이 22.2%로 가장 높고, 기능/판매/노무직이 6.8%로 가장

낮게 나타났으며, 지역에서는 대전이 30.0%으로 가장 높고, 충청이 5.7%로 가장 낮게 나타났다.

③ 방사선 조사 처리한 식품 섭취하지 않는 이유

방사선 조사 처리한 식품을 섭취하지 않는다는 응답자 890명 중 그 이유를 보면 인체 및 후손에 해가 될 것 같아서가 54.9%, 방사선 조사식품을 잘 몰라서가 29.8%, 정부 정책에 신뢰가 가지 않아서가 8.1%순으로 나타났다. 인체 및 후손에 해가 될 것 같아서(54.9%)를 기준으로 직업별에서 전업주부가 61.1%로 가장 높고, 농/임/축/수산업이 33.3%로 가장 낮게 나타났으며, 월평균 가계소득에서는 199만원이하가 59.8%로 가장 높고, 200~299만원이 53.2%로 가장 낮게 나타났다.

④ 방사선 조사 처리한 식품 섭취하겠다는 이유

방사선조사 처리한 식품을 섭취하겠다는 응답자 138명중 그 이유를 보면 미생물 우려가 없는 등 식품 안전성이 향상되어서가 59.4%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 식재료 저장기간을 연장할 수 있어서(13.8%), 잔류종약의 위험 부담이 감소되어서(8.0%)순으로 나타났다. 미생물 우려가 없는 등 식품 안전성이 향상 되어서(59.4%)를 기준으로 지역별에서 대구가 100%, 서울이 82.9%로 높고, 충청 0%, 대전 2.2%로 가장 낮게 나타났다.

⑤ 방사선 조사식품과 방사능 오염식품에 대한 인식

방사선 조사식품과 방사능 오염식품에 대한 인식 여부를 보면 잘 모르겠다가 48.1%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 완전히 다르다(36.5%)로 나타났으며 반면 오답처리된 응답자는 13.9%로 나타남. 완전히 다르다고 응답한 36.5%를 기준으로 연령별에서는 30대가 43.5%로 가장 높고, 20대 이하가 31.7%로 가장 낮게 나타났으며, 학력에서는 대학교재학이상이 39.6%로 가장 높고, 고졸이하가 28.6%로 나타났으며, 지역별에서는 인천이 50%로 가장 높고, 충청이 17.1%로 가장 낮게 나타났다.

⑥ 방사선 조사처리한 식품에 방사능 물질 존재 여부

방사선 조사처리한 식품에 방사능 물질이 남는가에 대한 질문에 잘 모르겠다가 47.6%로 가장 높게 나타났으며, 그다음으로 그렇다(39.7%), 아니다(12.6%) 순으로 나타났다.

⑦ 방사선 조사식품 유용성 정도

방사선 조사식품에 대한 유용성 정도는 전체 평균 2.96점(5점만점기준)으로 나타났으며, 그저 그렇다가 38.0%로 가장 높게 나타났다. 인구통계 특성별 방사선 조사식품에 대한

유용성 정도 차이 검증 결과에서 차이가 있다고 나타난 특성을 보면, 지역별에서 대전이 3.43점으로 가장 높고, 강원이 2.30점으로 가장 낮게 나타났으며, 월평균 가계소득에서는 300~499만원이 3.04점으로 가장 높고, 199만원 이하가 2.72점으로 가장 낮게 나타났다.

〈표 7〉 방사선 조사식품하면 떠오르는 이미지

구분	떠오르는 이미지	빈도	%	구분	떠오르는 이미지	빈도	%
순위	전체	522	100	순위	전체	522	100
1	인체의 해로움	88	16.9	12	거부감	12	2.3
2	방사능(오염, 유출)	86	16.5	12	우주식품	12	2.3
3	일본 원전 사고	38	7.3	14	원전사고	9	1.7
4	위험한 (식품)	32	6.1	15	원자력 발전소	8	1.5
5	X-ray	27	5.2	16	발암물질	7	1.3
6	방사선 (오염/노출/피해)	24	4.6	16	수입과일	7	1.3
6	수입농수산물(감자/채소)	24	4.6	18	변질되지 않는 방부제	6	1.1
8	꺼림직한 (식품)	20	3.8	18	방사선 처리식품	6	1.1
8	멸균(식품)	20	3.8	20	방사성물질(세슘/요오드)	5	1.0
9	유전자 돌연변이	18	3.4	20	핵	5	1.0
10	불안한 (식품)	16	3.1	21	위생처리식품	4	0.8
11	암	15	2.9		기타	33	6.3

(5) 방사선 조사 용도별 인식여부

① 방사선 조사 용도별 찬반 여부

〈표 8〉 방사선 조사 용도별 찬반 여부

용 도	찬성	반대	모름
식품	17.3%	46.5%	36.2%
의료	66.2%	13.7%	20.1%
산업	57.5%	13.3%	29.3%

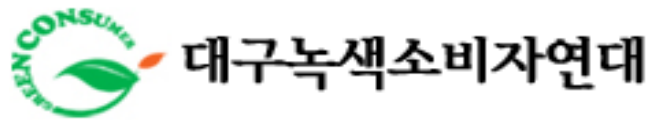
② 방사선 조사 용도별 허용·시행 여부

〈표 9〉 방사선 조사 용도별 허용·시행 여부

용도	그렇다	아니다	모름
농산물의 발아억제 허용(감자, 마늘, 양파, 밤 등)	23.4%	7.8%	68.8%
우주식품 허용	39.7%	6.2%	54.1%
환자식 허용	32.9%	4.7%	62.4%
조사여부 표시제도 시행	11.1%	6.1%	82.7%

나. 대구녹색소비자연대 방문

그림 15. 대구녹색소비자연대(대구시 수성구 명덕로 소재)



조사처리식품에 대한 또 다른 소비자 단체의 입장을 조사하기 위해 2018년 9월 18일 오후 6시 대구녹색소비자연대(대구시 수성구 명덕로 소재)를 방문하였다. 녹색소비자연대는 YMCA단체 간사들에 의하여 창립된 소비자 단체로 전국적으로 1만 여명의 회원이 있으며 대구, 인천, 천안, 포항에 지부를 가지고 있다. 이 중 대구녹색소비자연대는 1996년도에 설립이 되었으며 현재 구성원은 이사회, 위원회, 사무국 직원과 회원들이다. 주요 활동으로는 녹색소비 및 구매, 녹색 교통, 대기오염, 안전한 먹거리, 생태농업체험활동, 유해 화학물질 줄이기, 지속가능한 에너지, 녹색소비자 권리 찾기 등이 있으며 이들은 특정 집단의 이해관계를 전혀 고려하지 않은 순수한 자발적 활동 이다.¹⁰⁾ 본 연구에서는 대구 녹색소비자연대 정현수 공동대표와 조사처리식품에 대한 입장에 대해 인터뷰하였다.

그림 16. 대구녹색소비자연대 정현수 공동대표와 연구팀



정현수 공동대표와의 인터뷰 내용 및 대구녹색소비자연대의 제언

Q1. 소비자단체에서 조사처리식품을 반대하는 이유는 무엇이라 생각하십니까?

식물이라는 것이 시간이 지나면 부패하고 미생물도 존재해야 한다. 모든 것이 자연의 섭리로 순환되는 것이 단체의 기본적인 철학이다. 그래서 가능한 식품에 인위적인 조사 처리를 하지 않는 것이 좋겠다고 주장하였다.

현재 녹소연과 같은 소비자 단체에서는 조사처리식품에 대한 홍보를 할 수는 없는 실정이다. 반대 입장이며 아직까지는 명확하게 확신이 들지 않기 때문이다. 기본적으로 소비자

10) 녹색소비자연대 홈페이지 : 단체소개

안전, 먹거리와 관련된 문제이기 때문에 민감하다. 잘못 입장을 표명하면 큰 논란이 될 수 있기 때문이다. 하지만 앞으로 이 기술이 필요하다면 어느정도 이용할 것인가에 대한 논의가 되어야하고 고민해 볼 문제이다.

Q2. 생태적 관점에서 조사처리식품을 어떻게 생각하십니까?

지금까지는 생태적 고려라는 것은 기본적으로 선 순환되게 하는 것이 중요하다고 생각되어 인위적인 조사는 부정적인 시각이었다. 하지만 폭염같은 기상이변은 인류가 감당하기 힘든 정도로 넘어섰고, 앞으로 훨씬 심각해 질것이기 때문에 이에 대해 적응 방안으로서 그 기술이 가치가 있다고 본다.

정현수 대표는 소비자단체의 핵심은 소비자들에게 정확한 정보를 주고 시장에서 소비자들이 판단하게 하는 것. 즉, 소비자 알 권리, 선택할 권리를 보장해 주는 것이라고 했다. 하지만 정보가 명확하지 않아 소비자들은 불안해하고 있다. 가령 수돗물도 정말 안전한가에 대하여 정부에서 많은 예산을 들여 홍보하고 있으나 식수로의 이용은 2%도 채 안되는 것을 통해 알 수 있다. 그렇다면 실제로 수돗물 문제처럼 방사선 조사식품도 소비자들이 알 수 있도록 접근을 해줘야 소비자들도 선택을 할 수 있을 것이다. 식품을 선택할 때 소비자들의 근본적인 생각은 자연적인 것을 이상적으로 생각한다.

소비자의 건강, 환경, 가까운 거리에서 먹는 로컬푸드와 같은 측면에서 소비자들의 선택으로 문화를 만든 것처럼 방사선 조사식품도 소비자들의 요구에 부합한 것이 있어야 한다고 이야기했다. 마지막으로 방사선 조사가 많은 장점을 가진 기술이라 하더라도 생태에 어떤 영향을 미치는가 그리고 현재 과학기술에 대한 검증과 미래에 발생할 문제에 대해 데이터 연구가 필요하다고 제언했다.

3.3 조사식품에 대한 산업계의 입장

가. 식품산업계

조사처리식품에 대한 소비자들의 인식을 개선하고, 기업의 현장 애로사항을 파악하여 정부에 정책적 건의를 모색하는데 사용하고자 각 기업을 대상으로 설문지를 작성하였다. 설문지의 구성은 단일 선택형 및 단답형으로, 2010년도 조사처리 살균·살충법 사용, 조사처리기술의 경제성(사용 여부에 관련된 손해), 다른 기술과의 경제성 비교(살균/살충 비용, 생산단가), 다른 기술과의 기술성 비교(처리 후 품질, 살충효과, 효율성, 품질 경쟁력), 앞으로의 사용의향으로 총 18문항의 질의를 구성하여 설문조사를 진행하였다.

조사결과 A사의 경우, 소비자들의 인식 때문에 조사처리를 하지 않고 있으며, 현재까지 경제적으로 손해를 본 사항은 없는 것으로 파악되었다. 그 외의 추가 답변으로 향후 조사처리를 사용할 의향도 없는 것으로 나타났다. 그 이유로 높은 초기 설비비용의 부담을 지적하였다.

B사의 경우, 2010년 이후 마찬가지로 조사처리를 사용을 하고 있지 않다. 조사처리 기술 이외의 기술로 이용을 하고 있기 때문에 당사의 경우 필요성이 크게 떨어진다고 판단하는 것으로 파악되었다. 대체 살균·살충법으로 ‘홀딩튜브 타입’을 적용하고 있으며, 비용은 약 5천만원 정도 지출된 것으로 나타났다. 그리고 조사처리기술을 다른 비조사처리 기술(고압스팀살균법)과 비교하였을 경우, 살균효과는 비슷하다고 답변하였다. 추후 조사처리기술을 사용할 의향이 없는 것으로 파악되었고 마찬가지로 설비비용을 우려하는 것으로 나타났다.

C사의 경우, 2010년 이후 조사처리기술을 현재까지 사용하고 있지 않은 것으로 판단되었다. 그 이유로 ‘표시제도의 강화’와 ‘소비자들의 인식’을 지적하였으며, 조사처리기술을 이용하지 않게 되어 경제적으로 손해를 본 적은 없다고 답변하였다. 당사의 경우 2010년 이후 조사처리기술의 대체기술로 현재 ‘스팀살균’과 냉동방제‘를 사용하고 있는 것으로 나타났고 조사처리기술이 다른 비조사처리기술에 비해 대체적으로 효과 및 공정효율성이 우수하다고 생각하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 2010년 이후 조사처리법 이용 전과 후를 비교하여 제품의 생산단가는 대략 10%정도 상승했다고 답변하였다. 추후 조사처리기술을 이용할 의향이 없다고 답변하였으며 그 이유를 기업 이미지를 걱정하였다. 글로벌 원료 수급과 식품수출입이 활성화되는 만큼 국제적 형평성이 보장되도록 행정이 이루어 지길 희망하고 있다고 추가적으로 답변하였다.

D사의 경우, 2010년 이전의 라면사업을 하면서 조사처리살균살충을 한 경험이 있었다. 하지만 2010년 이후 조사처리기술을 사용하지 않고 있다. 그리고 현재까지 필요하지 않다고 판단한 것으로 나타났다. 2010년 이후 보유설비의 노후화로 인한 교체 및 설비를 도입하였으며, 조사처리기술의 대체기술로 열처리를 사용하고 있다. 대략 4억원의 비용이 든 것으로 추정하고 있으며 조사처리기술과 비조사처리기술(고압스팀살균법)의 효율성을 각각마다 다르다고 판단하고 있다. 그리고 위생화 방법 별 공정효율성은 비슷하다고 답변하였으며 D사의 경우 추후 소비자 인식이 개선되면 조사처리기술을 사용할 의향이 있다고 답변한 것으로 나타났다.

나. 그린피아기술(주)

그림 17. 그린피아기술(주)



그린피아기술(주)는 현재 국내 최대의 감마선 조사(멸균)업체로 정부 5개 부처의 심의를 거쳐 국내 최초로 감마선 조사 처리기술과 그 시설을 보유하고 있는 기업이다. 본 연구에서는 2018년 8월 28일 경기도 여주에 위치한 그린피아기술(주)에 방문하여 김수진 연구원을 만나고 인터뷰를 요청하였다. 김수진 연구원은 국내에서 조사처리기술의 상용화가 어려운 이유를 소비자들의 인식개선과 국가의 법적규제 때문이라고 답하였다. 그는 먼저 국가적으로 표시제도에 대한 엄격한 규제를 풀어야 하는 것이 급선무이며, 그 다음 해결해야 할 문제가 인식 개선임을 강조하였다.

현재 초등학생부터 고등학생, 대학생까지 철저한 교육이 필요하지만 ‘사회적 비용’의 과중한 부담을 지적하면서 우려하였다. 이것을 해결하지 않으면 전혀 전망이 없다고 판단하였다. 현재 국내에서 식품에 대한 조사처리는 검역, 검지 차원에서만 이뤄지고 있으며 그린피아에서도 현재 식품에 대한 방사선 조사는 하지 않는 것으로 밝혀졌다. 과거 90년대만 해도 수십억원의 비용을 들여 기기를 도입하고 식품을 중점으로 연구 및 설비가 진행되었지만 법적규제가 심각해지면서 사업성 및 경제성이 떨어진다고 판단을 내렸기 때문이다. 그는 만약 과거에 방사선 조사대상을 식품이 아닌 다른 대상으로 돌리지 않고, 식품만을 처리대상으로 고집하였다면 지금의 그린피아라는 기업은 존재하지 않았을 것이라고 말하며 식품을 대상으로 한 조사처리에 대해 대단한 우려를 표명하였다. 이제는 그린피아는 물론 각 기업체마다 식품에 대해서는 손을 놓고 있는 실정임을 알 수 있었다.

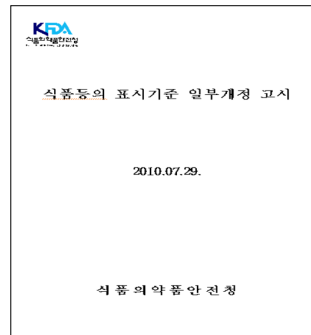
3.4 조사식품에 대한 정부기관의 입장

가. 식품의약품안전처

정부의 주무부처인 식품의약품안전처에 설문을 요청하여, ‘방사선 조사식품 표시제도의 변화와 영향’, ‘방사선 조사식품 표시제도와 소비자’등에 대한 자문을 구하였다. 조사처리 기술에 대한 소비자 인식개선과 정책제언자료로 활용하고자 설문지 및 응답을 요청하였고

그 결과 관련 자료와 설문지에 대한 응답을 받았다.

그림 18. <식품의약품안전청 고시 제2010-60호> 식품 등의 표시기준 일부개정 고시



고시에 따르면 식품의 특성상 여러 가지 원재료를 사용하거나 복합원재료가 사용되어 각각 원재료의 방사선 조사 사실여부를 현행 검사방법으로 구분하기 어려운 경우, 그 표시 방법을 다양하게 하는 방법으로 현행 표시기준을 개정하여 원재료에 대한 방사선 표시의 용이성과 실효성을 제고하고자 표시제도의 개정이유를 설명하고 있다.

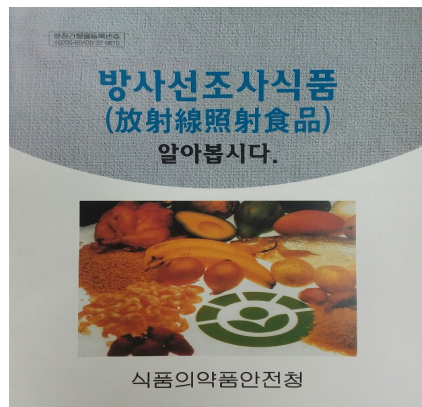
주요내용으로 ‘개정안 제 8조’의 가. 방사선 조사처리 관련 문구를 표시하는 경우 표시 방법 개선에서 방사선

조사 처리 관련 문구를 표시하고자 하는 경우에는 예외적인 표시방법으로 스티커, 라벨(Label) 또는 꼬리표(Tag)를 사용할 수 있도록 허용함 이라고 고시하였다. 그리고 나 방사선 조사한 원재료를 확인하기 어려운 경우에 대한 표시사항 신설에 현행 방사선 조사한 원재료를 사용한 식품의 경우 개별 원재료명과 함께 “방사선조사”로 표시하여야 하나, 어떤 원재료가 방사선 조사처리 되었는지 확인하기 어려운 경우에는 방사선조사 처리된 원재료를 일부 함유하고 있다는 내용의 표시를 할 수 있도록 함 이라고 고시하고 있다.

식약처가 소비자들을 대상으로 방사선 조사식품을 올바르게 알리기 위해 진행한 활동으로 다음과 같은 내용들이 있는 것으로 파악되었다.

- 2001. 10 -- 방사선 조사식품이란 무엇인가? 홍보책자 발간 및 배포
- 2004. 10 -- 방사선 조사식품관련 궁금증을 풀어봅시다. 홍보책자 발간 및 배포
- 2006. 05 -- 방사선 조사식품에 대하여 알아봅시다. 리플릿 제작
- 2006. 11 -- 소비자와 함께하는 방사선을 쪼인 식품. 리플릿 제작

그림 19. 행정간행물(식품의약품안전청, 1998)



설문조사 결과 현재는 조사처리에 대해 홍보, 연구사업의 진행 및 계획이 없는 것으로 파악되었다. 식약처는 방사선 조사식품을 소비자에게 정확하고 쉽게 전달할 방안을 검토 하면서 소비자에게 쉽게 전달하고 업체의 입장도 고려하여 표시기준을 방사선 조사 문구 이외에 실제 사용한 방사선의 종류인 감마선, 전자선으로 허용하는 등 표시 기준 개정 등 자세한 내용은 식품 등의 표시기준 일부개정고시(식약처 고시 제 2017-99호 2017.12.6.)를 홈페이지 법령자료 고시개정에서 찾을 수 있도록 고시한 것으로 파악되었다.

최근의 고시내용은 다음과 같다.

- 식품등의 표시기준
 - 식약처고시 제2007-69호(2007.10.19.) : 별지 4방사선
- 조사식품 표시 개정
 - 식약처고시 제2010-60호(2010.07.29.) : 방사선조사식품 표시기준 일부 개정
 - 식약처고시 제2017-99호(2017.12.06.) : 방사선조사식품 표시기준 일부 개정

나. 한국원자력연구원

그림 20. 한국원자력연구원.



한국원자력연구원은 원자력에 대한 연구·개발을 통해 학술의 진보·발전과 원자력의 생산·이용을 원활하게 하기 위해 설립된 교육과학기술부 기초기술연구회 소관의 정부

출연연구기관이다. 관련 자료 수집 및 인터뷰를 위해 생명공학 연구실 수석 연구원 박종흠 박사에게 설문 응답을 요청하였다. 박종흠 박사는 현재 국내 방사선 조사식품과 방사선으로 검역 처리되는 식품의 개발과 실용화 현황 및 방사선 조사식품의 전망에 관한 질문에서는 현재 우리나라에서는 방사선 조사처리 식품에 대한 전망이 아주 낮다고 답변하였다.

2010년부터 방사선 조사식품 표시를 전면적으로 확대한 후의 결과를 조사하였다. 2010년 정책의 변화 후 생산량과 경제적으로 어느 정도 타격 및 경제적 손실이 있었는지에 대한 질문에 조사식품에 대한 생산량은 표시확대 전인 2010년까지는 약 5,000여 톤을 유지하였지만, 2010년 이후로는 약 300여 톤 이내로 감소하였다고 답변하였다. 하지만 경제적으로는 아무런 손실이 없다고 하였다. 그 이유로는 조사처리기술을 대체할만한 기술들로 대체를 하고 있기 때문이라고 대답하였다. 방사선에 대한 국민들의 불안감을 해결하기 위한 연구원의 역할로는 조사처리의 안전성에 대한 평가 및 연구의 부진을 지적하였다. 연구소는 그동안 품목허가연구 등 실용화 연구에 집중하였으나, 식품 성분들에 대한 조사처리의 안전성 평가에 대한 연구의 미흡으로 이에 대한 지속적인 연구 필요성을 강조하였다.

현재 연구소는 식품조사처리기술에 대해서 국민의 인식전환을 목적으로 하는 자체적 활동은 없는 상황이지만, 식량안보를 위한 조사처리기술의 적극적인 활용이 가져오는 기대효과로 식량 저장 연장 효과를 언급하였다. 저장 연장을 통해 우리나라 식품업계의 경제적인 이익증대를 기대한다고 답하였다.

추가 답변으로 조사처리의 안전성 및 경제성 등에 관한 기술적인 연구는 우수하기에 소비자들에게 지속적으로 조사처리식품의 안전성을 강조하여 과학적인 내용을 전달하여도 인식전환은 어려울 것이라 지적하였다. 따라서 조사처리기술 외에 다른 기술로 대체할 수 없는 분야를 찾거나 개인 혹은 국가적으로 이익이 담보되는 분야를 발굴하고 그 분야를 토대로 많은 연구가 이루어져야 한다고 답하였다. 우선적으로 정확한 정보 제공과 공개 원칙이 중시되어 실용화가 되지 않는 원인을 고찰할 필요성을 주장하였다. 기술적인 부분만을 다루고 연구하는 것보다 유통, 트렌드, 소비자들의 소득수준 등 여러 가지 복합적인 요인들을 같이 고민하여 해결할 것을 강조하였다.

3.5 조사식품에 대한 학계의 입장

오늘날 식품에 대한 정보는 포화상태에 이르렀다. 온라인상에서 많은 허위정보가 공유되고 있고 정보를 과학적인 기준으로 평가하고 사실여부를 판단하는 일은 쉽지 않은 것이

현실이다. 식품에 대한 소비자의 기대와 요구가 식품 산업계가 적용하는 기준과 차이가 있을 때, 그 차이로 인한 갈등을 중재하고 과학적으로 해명하여 문제를 해결하는 것이 학계의 역할이라 생각하였다. 또한 기술적 측면에 대한 조언을 얻는 것이 필요하다고 판단해 학계를 대표하여 경북대 권중호 교수의 입장을 듣고자 설문을 요청하였다.

그는 식품분야 외에 우주식품, 환자용 무균식 식품제조, 군용식품 완전살균, 무균사료 제조 외에도 식품포장용기 살균과 화장품 원료살균분야에도 조사처리기술이 활용될 수 있다고 답변하였다. 식품에 이용되는 조사처리기술은 현재 미국, 호주, 뉴질랜드, 멕시코, 베트남, 남아공 등에서 대표적으로 사용되고 있으며 미국의 경우, 여러 종류의 식품에 식품 조사처리를 허가하고 있고 현재 상업적으로 처리되고 있는 식품은 살균 목적의 건조향신료(spice, herb), 분쇄쇠고기, 굴(oyster)등이 있다고 하였다. 수입 농산물의 검역처리법(quarantine treatment)으로 USDA는 조사처리기술을 권장하고 있다는 것을 언급하였다.

그는 현재 훈증제나 열처리가 전통적인 식품 보존법으로 활용되고 있지만 안전성, 효율성, 경제성 등의 측면에서 한계가 밝혀져 일부 선진국에서는 대체기술로서 조사처리기술을 활용하고 있다고 답하였다. 따라서 수출입 농·식품에 대해 교역 상대국과의 조사처리 검역에 대한 필요성 검토와 대상 식품군의 조사처리허가 및 관련 기준의 마련이 선행되어야 하는 것이 우선임을 강조하였다. 또한 그는 단어로부터 오는 소비자들의 부정적인 인식에 대한 해결방안의 질문에 정부·학계·언론·산업계·소비자단체 공동의 프로그램 개발과 전문가의 대국민 교육·홍보 노력이 필요하다고 답하였다. 이미 식품의약품안전처에서는 식품에 이용되는 ‘방사선’ 용어에 대한 선입견을 해소하기 위해 ‘방사선 조사’를 ‘식품조사처리’, ‘방사선조사식품’을 ‘조사처리식품’ 등으로 용어 개정을 하였다. 또한 본 기술의 특징을 고려하여 냉온살균(cold pasteurization), 이온화처리(ionizing treatment) 등의 용어를 권장한 바 있다.

식품에 이용되는 조사처리기술의 독보적인 강점으로 처리 후 식품에 잔류성분이 없는 물리적 처리라는 것을 강조하였다. 포장한 후 살균·살충처리 하므로 재(再)포장에 따른 재(再)오염의 가능성이 없는 간단하고 경제적인 공정임을 확인할 수 있었다. 이용되는 에너지는 냉온처리(cold pasteurization) 특징과 투과력을 지니고 있어서 냉동식품의 살균·살충도 가능하고, 에너지 소모가 적어 품질변화의 최소화의 특징을 답하였다. 그리고 저탄소 기술(non-thermal)로서 UN의 주도 하에 기술의 타당성과 조사식품의 안전성이 약 40년에 걸쳐 연구된 가장 과학적인 기술이라 답변하였다.

학계입장을 대표하여 그는 식품에 대한 조사처리기술의 전망을 우유의 저온살균법과 통조림 기술의 예를 언급하며 시대의 흐름이 곧 해결방안임을 지적하였다. 우유의 저온살균법과 통조림 기술이 처음 발명되었을 때, 소비자들은 영양소의 파괴나 위해 물질 생성 등을 우려하였고 본격적인 실용화까지는 근 1세기의 시간적인 소요된 점을 시사하며 기존 기술과의 비교데이터(안전성, 효율성, 품질)와 조사식품의 시험시판(market trial)을 통해 소비자들이 직접 조사식품을 경험해 봄으로써 소비자 수용성이 높아질 것임을 강조하였다.

추가적으로 하상도 중앙대 교수는 “방사선조사 식품의 표시는 전면 허용돼야 하지만 그 타이밍이 중요하다”며 “지금은 기술 도입 초기로 방사선 조사기술이 시장에 활용될 수 있는 밑거름을 만들어줘야 하는 시기인 만큼 정부 정책이 완화되고 보완돼야 한다.”고 밝힌 바 있다.

3.6 조사식품에 대한 언론의 입장

식품은 언론에 의해 크게 영향을 받으며 언론의 역할은 매우 중요하다. 자극적인 보도로 소비자들을 현혹시키고 불안감을 조성하는 태도는 반드시 개선되어야 한다. 나아가 식량과 식품에 대한 과장되고 왜곡된 의견들은 앞으로 정부가 올바른 정책을 추진하는데 어려움을 야기한다.¹¹⁾ 식품분야와 같이 전문성이 요구되는 보도는 이에 대한 정확한 과학적 지식이 우선되어야 하며 편향된 시각을 지양하고 중립적인 자세가 요구된다. 이를 바탕으로 언론계의 식품음료신문 이군호 사장에게 설문을 요청하였다.

그는 FAO, WHO등에 의하면 음식으로부터 발생하는 질병과 경제적 손실의 주요인은 식중독이며 방사선 조사 기술은 현재까지 개발된 기술 중 가장 안전성이 보장된 기술이라고 알려져 있다고 언급하였다. 조사처리 기술을 적극적으로 활용하여 농산물의 장기보관이 가능해지면 국가적인 식량 위기 시에 계획적으로 대비할 수 있다. 예를 들어 식품 보관 시 해충방지, 과일 및 채소의 부패 숙성 지연, 세균 병원균으로 인한 식품 손상 방지, 공중 보건을 위협하는 가공식품 내 각종 기생충 멸균 등의 효과가 있다. 하지만 이 기술이 국내 식품산업에 실용화되지 않는다면 장기적인 관점에서 국내 식품산업과 국가 식량안보에 미치는 영향은 실로 크다. 식량은 국가의 생존과 직결될 뿐만 아니라 식품산업에서 원료 수급의 안정성과 밀접한 관계가 있다. 국내에서는 소비자들의 부정적 인식으로 인해 실용화되지 못하고 있다.

11) 이철호 : 식품 언론의 사회적 책임과 역할. 식품외식경제 (2017)

이군호 사장의 응답에 따르면, 국내에서 조사처리기술의 실용화가 되지 않고 있는 가장 큰 원인은 방사선이란 용어에 대한 오해, 즉 방사능과 유사한 것으로 오해하고 있는 것이다. 따라서 언론은 소비자들이 거부감을 갖지 않도록 정확한 정보를 제공하는 노력이 필요하다고 강조하였다.

언론은 여론을 형성하고 그에 대한 확산 및 영향력을 발휘하는 것이 특성이다. 따라서 언론의 순기능과 역기능을 인식하고 사회적 여론형성을 할 수 있는 이슈에 대해 신중한 보도 활동이 필요하다. 그는 국민이 불안감을 가지지 않도록 과학자, 전문가 의견을 다양하게 취재하고 사실을 명확하게 전달하도록 하는 것이 중요하다고 지적했다. 식중독 발생 위험을 줄이고 식품의 고유한 관능적 품질을 유지할 수 있다는 것이 과학자와 전문가들의 연구결과이기에 안정성·영양학적 관점에서 무해가 입증된 것임을 적극적으로 홍보해야 한다. 그러므로 정부·학계·업계·언론·소비자단체가 공동으로 소비자의 불안감을 해소할 수 있도록 프로그램을 개발하고, 전문가들이 나서서 대국민 소통에 노력을 기울여야 한다.

3.7 조사식품에 대한 국제기관 및 해외동향

조사처리식품은 전 세계 53개국에서 250개 품목이 허가되어 이용되고 있다. 특히 영국, 미국, 프랑스, 호주 등 대부분 선진국에서 활발하게 사용하고 있다. 그러나 국내 상황은 정반대로 흘러가고 있다. 조사식품 표시 규정 및 검지 관리제도가 시행된 후부터는 현재 국내에서 조사처리식품을 더 이상 찾아볼 수 없게 되었다. 세계적인 흐름으로 볼 때 조사처리식품을 취급하는 국가는 증가하고 있지만, 국내 상황은 이와 반대로 역행하고 있다. 이에 현재 상태를 해외동향과 비교하여 국내 조사처리기술에 대한 필요성을 인지하며 이 상황을 극복할 수 있는 방안을 적극적으로 모색하고자 한다¹²⁾.

8th Annual Chapman Phytosanitary Irradiation Forum 참석

식물위생검역이란 수출입 농산물의 병해충 안전관리를 위한 검역처리기술로, 국가 농업 및 생태계를 보호하기 위한 제도적, 기술적 인프라 구축에 관한 중요한 분야이다. 8th Annual Chapman Phytosanitary Irradiation Forum에서는 농산물시장 개방화에 따른 주요 국가의 식물위생 검역처리기술과 관련된 해외동향을 공유하고 이를 통해 교육, 홍보를 위한 정보포털 개발방안 등 정책의 방향을 제시하였다.

12) “방사선 조사식품 무엇이 문제인가?”. 식품외식음료(2010)

▶ 해외동향 분석

미국 : 조사식품 기술을 상업적으로 이용하고 있는 미국은 전 세계에서 두 번째로 많은 양의 조사처리식품을 소비하고 있다. 클린턴 대통령의 식품질병예방정책에 따라 E. coli O157 및 Listeria 등 병원균을 살균하기 위해 미국 내 생산되는 모든 냉장·냉동 육류에 감마선을 조사할 수 있도록 허가했고('97. 12. 2, FDA), 미 농무성에서는 쇠고기와 같은 붉은색 육류에 잔존하는 미생물을 박멸하기 위해 감마선 조사를 승인했다 2015년 미국 시장 내에 68,000톤의 향신료, 30,000톤의 과일과 채소류, 그리고 12,500여 톤의 육류, 가금류, 생굴 등이 조사처리 되었다. 이외에도 다른 10,000톤의 식품들이 조사처리 되었는데 대략적으로 매년 125,000톤의 식품이 조사처리가 이루어지고 있다. 미 농무성은 2004년부터 미국 내 모든 학교급식에 사용되는 모든 식육 및 그 가공품에 대한 방사선 조사기술의 사용을 승인하기도 하였다. 또한 USDA/APHIS는 12개 국가와 Framework Equivalency Agreements 조약을 맺었다. 이 조약의 내용은 해당국가로부터 미국에 수출되는 식품의 조사처리에 대한 동의 내용이다. 이와 같은 조약은 미국과 그 조약국 사이에서 증가하고 있는 무역에 긍정적인 영향을 주고 있다.

캐나다 : 현재 캐나다의 식품조사처리 품목은 향신료와 건조조미료가 대표적이고, 조사처리 식품의 양은 매년 증가하고 있다. 1998년 이후로 캐나다 육류 목축협회는 캐나다 정부에게 분쇄 육류 조사처리를 요청해오고 있다. 그리고 Canada Health로부터 최종 승인되어 2017년부터 실시되고 있다.

멕시코 : 멕시코에서 조사처리 된 제품은 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 첫 조사처리 된 식품은 2008년의 구아바인데 이 때 265톤이 조사처리 되었다. 그 후 매년 증가하면서 2015년에는 11,700톤의 생산량이 미국으로 수출되었다.

중국 : 전 세계에서 소비되는 가장 많은 양의 조사식품은 중국에서 조사처리 된다. 2015년에는 600,000톤의 조사식품이 처리되고 중국에서 소비되었다. 매년 중국에서의 조사처리식품의 양은 20%씩 지속적으로 증가하고 있다.

인도 : 2006년 이후 인도와 미국을 이동하는 모든 망고는 조사처리가 실시되었고, 2016년에는 700톤 이상의 망고가 조사처리 이후 미국으로 수출되었다.

필리핀 : 2015년 500여 톤의 향신료, 건조채소, 육류, 허브제품들이 조사처리 되었다. 해외 수출용 식품 조사처리를 위해 새롭게 건설된 전자빔 시설은 2015년에 완공되었다.

태국 : 2010년에 총 1,484톤의 식품이 조사처리 되었다. 태국은 슈퍼마켓에서 조사처리 식품을 쉽게 구매할 수 있어 실용과가 앞선 국가 중 하나이다. 조사처리 된 소세지, 향신료 등이 성공적으로 상업화 되어있다. 특히 조사처리 한 향신료와 소스는 식품업계의 적극적인 기술수용으로 수요가 빠르게 증가했다. 다른 제품들에 대한 조사처리기술의 사용도 지속적으로 증가하고 있다.

그림 21. 태국 현지 슈퍼마켓에서 판매되고 있는 ‘Radura(라두라)’가 표기된 가공육제품



덴마크 : 덴마크에서는 2002년에 덴마크수의식품검사청(Danish Veterinary and Food Administration : DVFA)이 「Directive 1992/2/EC」의 7조 2항에 따라 마른 향신허브와 향신료의 조사를 위한 LR Plast의 조사시설을 승인했다.

그림 22. 세계 주요국의 식품조사기술 용기준

Country	Food	Dose range (kGy)
European Union	Dried aromatic herbs, spices and vegetable seasonings	10
Canada ^a	Onions	0.15
	Potatoes	0.15
	Wheat, flour, whole wheat flour	0.75
	Whole or ground spices and dehydrated seasonings	10
	Fresh Beef to control microbial decontamination	1.5 to 4.5
	Frozen ground beef to control microbial decontamination	2.0 to 7
	Poultry to control microbial decontamination	1.5 to 3
	Shrimp and Prawns to control microbial decontamination	1.5 to 5
	Mangoes (Disinfestation)	0.15 to 1
USA ^b	Fruit and vegetables (to control insects and other arthropods and to inhibit maturation (e.g., ripening or sprouting))	1
	Poultry to control foodborne pathogens	4.5
	Beef (Refrigerated) to control microbial decontamination	4.5
	Beef and poultry (Frozen) to control microbial decontamination	7
	Dry or dehydrated aromatic substances (e.g., spices and seasonings) to control microorganisms	30
	Fresh foods to control microorganisms	1
	Eggs for control of salmonella	3.0
Australia/New Zealand	Herbs, spices and herbal infusions (Disinfestation or decontamination)	2 to 30
	Tropical fruits (mango, breadfruit, carambola, custard apple, litchi, longan, mangosteen, papaya and rambutan) to control pests of quarantine concern	0.15 to 1
	Persimmons to control pests of quarantine concern	0.15 to 1
Thailand	Selected tropical fruits (mango, mangosteen, lychee, longan, rambutan and pineapple) for disinfestation	0.4
Philippines	Mangoes for disinfestation	1
	Onions for sprout inhibition	0.3 to 1
	Garlic for disinfestation	0.3 to 1
Vietnam	Seafood for decontamination	2 to 7.5
	Frozen Fruits for decontamination	2 to 3
	Dragon fruits to control pests	1
Indonesia	Mango to control insects	0.75
	Papaya, mushroom, tomatoes, bananas and broccoli for shelf-life extension	1-2
	Fresh meat and chicken for decontamination of pathogens	5-7
India	Mangoes to control insects	0.25 to 0.75
	Fresh meat and chicken for decontamination of pathogens	2.5 to 4
	Spices for decontamination	6.0 to 14
	Raisins, figs and dried dates to control insects	0.25 to 0.75
	Fresh seafoods for shelf-life extension	1 to 3

기타 : 우크라이나, 태국, 멕시코, 캐나다 등에서는 매년 수확에서 수백만 톤의 곡류 및 향신료가 감마선 또는 전자선으로 살충 또는 살균목적으로 조사 처리되고 있다.

영국 : 1991년 이후부터 과실류, 채소류, 곡류, 구근류, 향신료, 조미료, 생선, 어패류, 및 닭고기를 허용선량까지 감마선 조사를 허가했다^{13), 14)}

3.8 조사식품에 대한 SNS 활동과 반응

조사처리 식품에 대한 소비자들의 미흡한 지식으로 조사 처리기술 자체의 실용화까지 막고 있으며 나아가 무역 시 국가 경쟁력에 문제가 된다는 점에서, 국내 소비자들의 조사 처리 식품에 대한 인식에 주목해볼 필요가 있다.

대부분의 기존연구는 조사식품에 대한 인식 및 행태를 파악하기 위해 설문조사형태로 소비자의 인식이 조사되었다. 하지만 4차 산업시대가 도래한 현재에 발맞춰 소비자들에게 방사선과 방사능의 차이를 알리고 올바른 지식을 확산시키기 위하여 현대인들의 인간관계 활동을 위한 주 공간으로서, 사람들 간의 정보획득, 감정교류 등을 수행하는데 중요한 매개체 역할을 하는 SNS를 선택하였다.¹⁵⁾ 다른 이유로 정보통신정책연구원의 SNS 이용률 추이 통계를 참고하여 2015년 43.1%, 2016년 44.2%, 2017년도 45.8%로¹⁶⁾ 스마트폰으로 대별되는 모바일기기의 대중화에 힘입어 SNS의 이용추세가 더욱 가속화 되고 있으며, SNS는 남녀노소를 불문하고 정치, 경제, 사회, 문화 등 전 분야에 걸쳐 막대한 영향을 미치고 있다.

그림 23. 2016-2017 SNS 이용률 추이



13) Global Status and Commercial Applications of Food Irradiation, R. F. EUSTICE <http://foodirradiation.org/>,

14) 한국방사선산업협회, 변명우, 식품의 안전성 및 안정적 식량 확보를 위한 방사선기술의 이용현황 및 전망3 (3) : 145~160 (2009)

15) 주현식 : 현대 사회에서 소셜 네트워크서비스의 파급효과, 한국IT서비스학회 2011추계학술대회, 195 ,(2011)

16) 김윤화 : SNS 이용추이 및 이용행태 분석, KISDI STAT Report, p.2,: 18~11 (2018)

현재 SNS를 통한 조사처리 식품에 대한 소비자 인식 및 수용도에 대한 기존의 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 Smith(2007)가 제안한 SNS의 7가지 특성 중 정보와 콘텐츠 공유를 위한 Sharing 특성, 관계를 구축하고 유지하기 위한 Relationships 특성, 자신의 홍보와 명성을 알리기 위한 Reputation 특성, 지식 표현을 위한 Presence 특성 4가지를 기본으로 하여 SNS를 이용한 소비자 인식연구 활동을 하고자 하였다. 또한, SNS콘텐츠 게시 후 수용자의 반응을 분석하고, 수용자의 요구사항을 정책제언에 참고하였다.

▶ 연구방법

SNS 서비스 사 이용률이 페이스북·카카오스토리·트위터·네이버밴드·인스타그램의 순으로 나타난 것¹⁷⁾을 바탕으로 하여 페이스북을 선정하였다. 하지만 페이스북의 이용자 연령이 대부분 10대~20대인 것을 참고하여, 각 연령층에 균등한 전달을 위하여 블로그를 추가로 개설하였다. 조사 대상은 SNS를 이용하는 모든 사람을 대상으로 진행하였으며, 2018년 06월 23일부터 2018년 10월 11일까지 SNS 중 페이스북과 블로그를 이용하여 방사능과 방사선의 개념과 차이, 조사처리 식품에 대한 교육자료를 지속적으로 게시하였다.

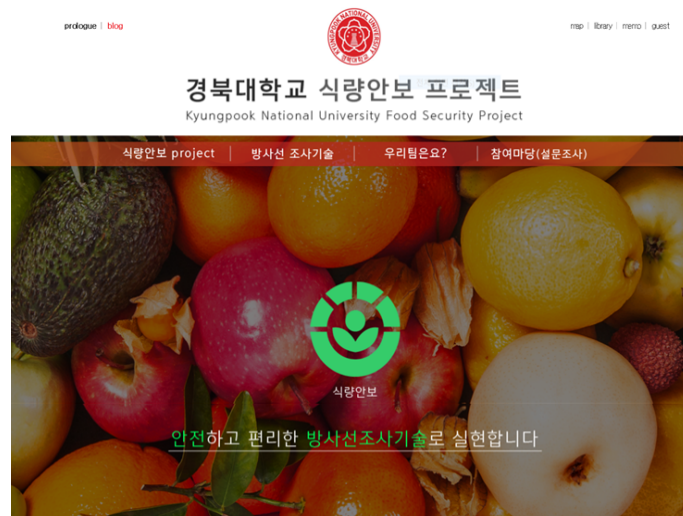
그림 24. 페이스북 메인화면



먼저, 페이스북 계정을 이용한 소비자의 인식개선으로 ‘식량안보논문-경북대팀’이라는 이름으로 2018년 06월 23일에 개설하여 활동하였으며, 국제포럼, 소비자단체 등을 방문한 후, 소비자들이 알아야 할 내용을 요약하여 게시물로 전달하였다. 조사처리기술인식에 대한 기존의 연구자료를 참고하면, 소비자들은 방사선이라는 개념을 잘 인지하지 못하고 있으며 방사선과 방사능을 혼동하고 있다는 결과가 나왔다. 따라서 조사처리기술의 명확한 의미와 조사처리 식품에 대해서 소비자들이 알기 쉽게 카드뉴스를 제작하여 게시하였다.

17) 김윤화 : SNS(소셜네트워크서비스) 이용 추이 및 이용행태 분석, KISDI STAT Report, p.4 : 18-11 (2018)

그림 25. 블로그 메인화면



두 번째로, ‘식량안보를 위한 식품 조사처리기술’이란 블로그를 개설하였다.

블로그의 특성인 콘텐츠의 다양성과, 접근성, 개방성을 생각하여 식량안보 project, 방사선 조사기술, 우리팀은요?, 참여 마당 총 4개의 카테고리를 구성하였으며, 키워드를 검색할 시에 게시된 글을 쉽게 찾을 수 있도록 글에 키워드 태그를 하여 접근성을 높였다. 게시된 글은 전체공개로 게시하였으며 식량안보의 필요성, 조사처리 식품의 개념, 조사처리기술, 생활 속 방사선 등 소비자가 꼭 알아야 할 진실에 대해서 게시하였다.

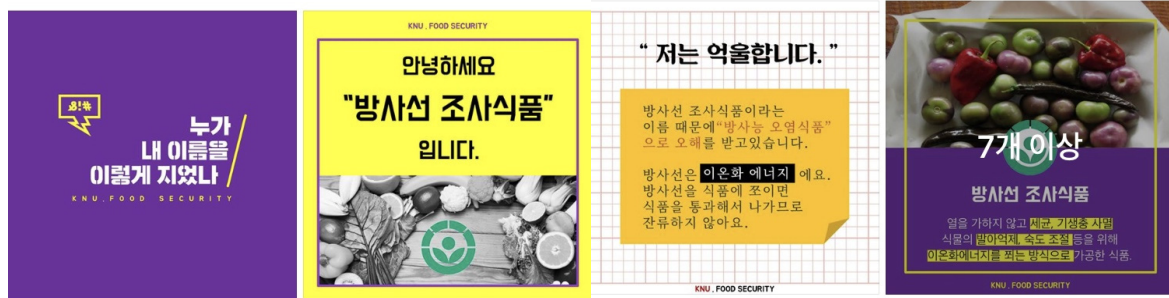
페이스북과 블로그 활용에 따른 수용자 반응 분석

본 연구의 목적은 SNS를 활용한 교육이 어떠한 파급효과가 있는지에 대해서 알아보고, 소비자가 게시물을 보고 피드백한 요구사항을 정책제언에 활용하기 위함이었다.

첫째, 페이스북 활용에 따른 수용자 반응을 살펴보았다. ‘식량안보논문 - 경북대팀’ 커뮤니티 전체의 좋아요와 팔로워는 1,267명으로 동일하다. 메시지 목적에 따라 좋아요와 조회수에 대한 반응을 보면 ‘교육자료’에 대한 반응이 평균 4,887회로 가장 많았고, ‘활동내용’에 관련한 포스팅이 평균 85.25회로 뒤를 이었다. 그 외에는 ‘공지’를 포스팅한 것이 50.6회, ‘공유 글’은 평균 41.5회의 반응을 보였으며 전체 글의 반응성을 좋아요와 조회수로 평균 내었을 때 1,266회로 나타났다. 공유하기를 살펴보면 ‘정보+이벤트’ 18회, ‘동영상’ 7회, ‘정보’ 평균 1회, ‘공지’ 평균 0.7회 순이다. 댓글 수는 ‘정보+이벤트’를 제외하고는 평균 1.0개 이하를 보였다. 콘텐츠 구성요소에 따른 수용자 반응을 좋아요와 조회수로 비교하면 ‘동영상’이 12,290회로 가장 높았으며 다음으로 ‘카드뉴스’가 평균 2,885회, ‘텍스트+이미지’ 평균 373.2회, ‘이미지링크’ 79회, ‘텍스트+링크’ 평균 73회로 나타났다.

공유하기는 ‘카드뉴스’가 평균 9.5회로 가장 높았으며, 동영상에 대한 공유하기 7회, ‘이미지+글’의 양식은 2.0회 이하로 나타났다. 가장 낮게 나타난 구성은 ‘이미지’, ‘이미지 링크’가 0회로 가장 낮게 나타났다.

그림 26. SNS에 게시한 카드뉴스 이미지



둘째, ‘식량안보를 위한 식품조사처리기술’ 블로그 활용에 따른 수용자 반응을 살펴본다. 카테고리로 나누어 볼 때 ‘방사선 조사기술’의 평균 조회 수 24.4회, ‘식량안보 Project’ 164회, ‘우리 팀은요?’ 평균 22회로 나타났다.

셋째, 페이스북과 블로그의 수용자 댓글 내용으로는 크게 두 가지로 분류되었다. ‘기술에 대한 정확한 과학적 수치’에 대한 궁금증이 가장 많았다. 예를 들자면 방사선의 미량 잔류 가능성, 조사처리 검증기준, kGy당 살균의 범위 등이 있었다. 두 번째는 ‘조사처리 기술의 장점’이었으며 농업에서 사용 시 장점, 비 가열 살균으로 선진국에서는 플라즈마나 광 살균을 사용하는데, 다른 방법과 비교했을 때 조사처리가 어떤 이점이 있는지에 대한 것이 있었다.

첫째, 정책과 관련되거나 정보 콘텐츠에 수용자가 접근하기 쉽게 생활에 관련된 콘텐츠를 개발하여 적극적으로 이용해야 한다. 특히 과학기술의 개념이나 전문적인 지식을 다루는 경우 수용자의 이해도가 낮거나 관심도가 낮아질 수 있기에 일상생활과 관련된 요소와 같이 기술적 내용을 넣어 이해도를 높이면서 공감을 얻을 수 있을 것이다.

둘째, 정보를 제공할 때 장점을 설명하면서 그에 대한 명확한 단점도 콘텐츠에 넣어야 한다. 수용자들은 어떠한 정보가 있을 때 장점만 보여준다면, 정보를 신뢰하지 않는 경향이 있다고 판단했다. 단점을 같이 보여준다면 더 신뢰성 있는 콘텐츠가 될 것이며 지속적인 관계를 유지할 수 있을 것이다.

셋째, 정책적인 면으로 보았을 때 소비자들의 측면으로 먼저 생각하여 제안해야 한다. 국가적 측면이나 전체적인 경제적 측면에서 좋다 하더라도 소비자 입장에서 수용이 되지

않으면 실용화되지 못할 것이므로 여러 분야의 예를 들어 소비자의 관점에서 이익이 되는 분야를 먼저 발전시킨다면 실용화에 도움을 줄 수 있을 것이다.

넷째, 기술에 대한 사실적인 자료를 끊임없이 SNS를 활용하여 소비자들에게 노출하여 주어야 한다. 지속적인 교육만이 기술에 대해서 정확히 알릴 수 있으며 소비자 인식을 전환시키는 핵심적이며 가장 근본적인 방안이 될 것으로 생각하였다.

III. 결 론

국내 자료 및 FAO의 수확 후 식품의 손실에 대한 자료를 통해 작물의 종류 및 국가별 식량손실 규모와 손실비용을 파악했다. 하지만 국내 식품 손실량에 대한 자료 및 최근 정부기관에서 정리한 통계가 현재 부족하다. 따라서 국내의 식량 손실량을 파악하기 위한 통계자료를 구축하여 식량손실문제에 대처할 필요가 있다. 이를 위해 수확된 식량의 손실을 감소시키기 위한 식품보존기술이 필요한 상황이다. 조사처리기술을 통해서 낭비되는 식량손실량 중 상당 부분을 보존할 수 있다. 다른 기술과 비교하였을 때, 조사처리 기술은 환경적 측면에서 이산화탄소 배출 절감효과가 있다. 또한 사회적 보건비용을 절약하고 식중독을 예방할 수 있다. 이처럼 조사처리기술은 미래의 식량안보를 위해 반드시 필요한 기술이다.

일반적으로 조사처리기술은 소비자들에게 생소하다. 방사선과 방사능 용어는 쉽게 혼동되기도 한다. 한국소비자연맹을 방문하여 설문을 진행한 결과 소비자들은 일반적으로 조사처리식품에 관해서 어려워하고 올바른 정보를 제공받을 경로가 부족했다. 그러므로 소비자들을 대상으로 조사처리기술에 관해 지속적이고 올바른 정보제공 및 교육이 필요하다. 이 과정에서는 소비자 단체 뿐만 아니라 정부, 기업, 학계, 언론 등이 참여하여 협의체를 구성하고 지속적으로 대중에게 노출 시키는 일이 중요하다. 그리고 조사처리식품에 관한 기본적인 이해를 바탕으로 활용대상과 기술적인 부분들을 강조하고 수용할 수 있도록 해야한다.

식품산업계의 설문을 통해, 소비자들의 수용도가 낮은 상황에서 정부의 표시제도가 실시되면서 기업들은 조사처리기술을 기피하고 있다는 것을 파악했다. 기술을 사용하지 않는 이유는 소비자들의 부정적인 인식이다. 다음 순서로 표시제 강화, 다른 기술 선호 순인 것으로 나타났다. 조사처리기술은 고압스팀살균에 비해서 공정의 효율성이 뛰어나다. 향후 소비자들의 인식이 개선되고 정부의 표시제도가 완화된다면 식품산업에서 조사처리기술이 활용될 것이다. 그린피아기술(주) 또한 국내에서 조사처리기술을 상용화하기 어려운 이유로 소비자들의 인식문제와 국가의 법적규제(표시제도 강화)를 언급했다. 따라서 조사처리기술의 실용화를 위해서는 소비자 인식이 개선될 필요가 있다.

정부의 식품의약품안전처의 경우 과거 소비자들의 인식을 개선시키기 위하여 행정간행물 및 여러 가지 책자를 발간하여 인식개선을 위한 적극적인 태도를 보여 왔다. 하지만 2010년 조사식품 표시제 의무화 이후, 기업체들이 조사처리기술을 사용하지 않게 되면서

식약처 또한 소비자들을 대상으로 정보제공활동을 중단했다. 현재 조사처리 식품의 산업적인 수요가 미미한 상황이다. 그러나 조사식품이 실용화되는데 있어서 소비자 교육은 꼭 필요하다. 따라서 식약처는 식품기업들이 조사처리기술을 이용 할 수 있도록 표시 제도를 완화하고 소비자들을 대상으로 올바른 정보를 제공해야한다.

한국원자력연구원의 입장을 분석한 결과 국내 조사처리기술의 실용화에 관해 기술적인 분야 외에 어떤 문제가 존재하는지 파악했다. 유통, 트렌드, 환경, 소비자들의 소득수준 등 다른 요인들을 함께 고려한 종합적인 연구가 진행될 필요가 있으며 조사처리기술에 관한 체계적인 가이드라인이 구축될 필요가 있다. 또한 조사처리기술의 국내 연구개발은 한국원자력연구원을 중심으로 연구가 진행될 필요가 있다. 더불어 선진국의 기술개발 동향과 국제 환경변화에 대응하기 위한 적극적인 정책지원 및 제도 마련이 필요하다.

학계의 입장을 대표하여 권중호 교수는 수출입 농·식품에 대해 교역 상대국과 조사처리 검역에 대한 검토의 필요성을 언급하였다. 또한 조사처리허가 및 관련 기준의 마련이 선행 되어야하며, 허가지침에 대한 정부의 기준을 마련하고, 식품군에 대한 허용범위를 확대 해야 함을 강조했다. 이는 우리나라 식품산업의 경쟁력 제고를 위한 정부의 노력을 지적한 것으로 판단된다. 또한 조사처리식품에 대해서 소비자가 느끼는 생소함과 불안감을 해결 시키기 위한 교육 및 홍보의 중요성을 강조하였다.

조사식품의 소비자 인식제고를 위한 언론의 역할은 매우 중요하다. 단순히 과학지식에 대한 보도에 그치지 않고 사회적으로 긍정적인 여론과 신뢰를 구축해야 한다. 식품음료 식품의 이군호 사장은 방사선으로부터 오는 용어의 두려움으로 인해 국내 식품산업에서 조사처리기술의 실용화가 어려움을 겪고 있다고 답했다. 언론은 정확한 정보전달의 역할 외에도 소비자들로부터 조사식품의 긍정적인 여론을 형성해야한다. 교육을 통해 소비자의 불안감을 해소하고 인식을 개선시키는 것은 정부만의 역할이 아니다. 정부·학계·업계·언론·소비자단체 공동으로 대국민 소통에 노력을 기울여야한다.

세계적으로 식품위생수준의 향상과 경제적인 이익을 목적으로 조사처리기술이 적극적으로 이용되고 있다. 호주, 미국, 캐나다, 뉴질랜드, 태국 등의 식품선진국에서 활발하게 사용하고 있는 조사처리 기술은 지속적으로 증가하는 추세다. 잔류독성이나 오존층 파괴와 같은 환경문제를 유발하는 기존의 화학적 방법 대체기술로서 식품조사처리방법이 선호 되고 있다. 우리나라에서도 국제적인 흐름에 맞추어 산업적으로 조사처리기술을 적극적으로 활용해야한다.

Ⅳ. 정책제언

조사식품, 조사처리식품 등의 용어 개정이 소비자 인식개선에 필요

‘조사처리식품’이라는 단어를 소비자들이 거부감 없이 받아들일 수 있는 긍정적인 의미를 포함한 단어로 개정 할 필요가 있다. 기존의 ‘조사처리식품’ 용어의 생소함과 방사선이라는 단어와 관련한 불안감과 부정적인 인식자체를 변화시키기는 쉽지 않다. 따라서 오해를 불식시키고 긍정적인 어감을 가진 대체 용어가 필요하다.

조사처리식품 표시제에 대한 정책완화

표시제에 대한 정부 규제를 완화하고 정책적으로 기술을 지원해서 기술이 산업에서 안정화 되도록 해야한다. 조사처리식품은 표시(Radura logo)가 의무화 되어 있으며, 우리나라는 2010년부터 기준이 엄격하게 개정되어 식품업계가 자사제품에 '표시'를 꺼려 기술활용이 급격히 줄어든 상태이다. 조사처리기술을 활용하는 기업이 거의 없는 만큼 국내 기업 입장에서 국내 조사처리기술은 기술 도입 초기라고 볼 수 있다. 식품조사기술이 시장에 활용될 수 있는 토대가 마련되어야 한다.

정부 주도적 정책 프로그램 마련

과학적 판단에 근거한 조사처리기술의 안전성에 대한 적극적인 정보전달과 소통이 필요하다. 단순히 소비자인식개선은 산, 학, 연, 소비자 단체, 정부 등 각각의 개인의 움직임에서 바뀌지 않는다. 본 국가적 과제의 해결을 위해서는 식품산업을 지원하는 농식품부와 조사식품관리를 담당하는 식약처가 주도하여 소비자단체/NGO, 학계, 산업체, 언론 등이 참여하는 협의체를 구성하고 기업실정조사, 외국사례조사(표시, 실용화, 활용기술 등), 국내 실용화 효과조사 활동 등을 통해 체계적인 법안 및 정책 프로그램이 필요하다.

지속적인 조사처리기술의 필요성에 대한 교육

정부는 식품산업에서 조사처리기술의 필요성 및 이로인한 경제적, 환경적 이점을 국가적으로 교육해야한다. 조사처리기술을 사용하는 문제에 있어서 우리나라 식품기업들의 현실적 어려움을 정확히 조사하고, 선진국 및 주요 교역국들의 기술실용화 동향을 파악하여 소비자들에게 알리는 노력이 필요하다. 이 과정에서 소비자단체와 연계하여 조사처리의 안전성에 대한 지침을 보급하고 교육이 전국민을 대상으로 이루어져야한다.

기술과 관련된 산업개발 및 신수요 발굴

식품 조사처리에 대한 실용화 문제를 해결하기 위해서는 조사처리가 가지는 차별적인 강점이 소비자들에게 직접적인 이익 및 혜택으로 돌아갈 수 있도록 해야한다. 따라서 조사처리기술에 대한 산업적 실용성을 깊게 연구하고 조사처리기술을 이용한 산업을 지속적으로 발굴할 필요가 있다. 그에 대한 이익이 창출된다면 기업과 소비자들은 자발적으로 조사 처리된 식품을 찾을 것으로 기대할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 이장은, 이숙종, 이철호 : 식품의 이온화 조사기술에 대한 경제성 분석, 식품과학과 산업, 46(2), 58-64(2013)
2. FAO : Global food losses and foodwaste-Extent causes and prevention.Rome(2011)
3. 한국환경산업기술원 : 지속 가능한 식량 미래창조(2013)
4. 권중호 : 기후변화대응 CO₂ 저감화를 위한 전자선 식품조사기술의 활용 방안 연구, 기후변화대응 식품안전관리 연구사업단 연구보고서, 3-5세부 과제, 식품의약품안전처 (2014)
5. 이장은, 이철호 : 소비자 불매운동이 국가 경제 및 식량안보에 미치는 영향. 식품과학과 산업, 44(3), 43-49(2011)
6. 변명우 : (2011). 후쿠시마 원자력발전소 사고와 식품 안전. 식품과학과 산업, 44(2), 9-15(2011)
7. 이철호 : 식량안보를 위한 식품과학기술의 역할과 정책방향. 식품과학과 산업, 49(4), 3-18(2016)
8. 한국소비자연맹 홈페이지 : <https://cuk.or.kr/main/main.asp>
9. 네이버 지식백과 : <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1820388&cid=46634&categoryId=46634>
10. 녹색소비자연대 홈페이지 : <http://www.gcn.or.kr/>
11. 이철호 : 식품위생사건백서. 고려대학교 출판부(2006)
12. 이철호 : 식품 언론의 사회적 책임과 역할. 식품외식경제 (2017)
13. “방사선 조사식품 무엇이 문제인가?” 식품외식음료(2010)
14. Global Status and Commercial Applications of Food Irradiation. R. F. EUSTICE
<http://foodirradiation.org/>
15. 변명우 : 식품의 안전성 및 안정적 식량 확보를 위한 방사선기술의 이용현황 및 전망. 한국 방사선 산업협회, 3 (3) : 145~160 (2009)
16. 주현식 : 현대 사회에서 소셜 네트워크서비스의 파급효과. 한국IT서비스학회 2011추계 학술대회, 195 ,(2011)
17. 김윤화 : SNS 이용추이 및 이용행태 분석. KISDI STAT Report, p.2,; 18~11 (2018)
18. 김윤화 : SNS(소셜네트워크서비스) 이용 추이 및 이용행태 분석. KISDI STAT Report, p.4 : 18-11 (2018)

황간지

융합형 방사선 조사처리기술을 통한 식량위기 해결방안

고려대 식품공학과팀

최민혜, 김재영, 신희륜, 이규현

지도교수: 한재준





융합형 방사선 조사처리기술을 통한 식량 위기 해결 방안

Study of Irradiation Technology
to Solve Food Crisis

고려대학교 식품공학과 팀
최민혜, 김재영, 신희륜, 이규현



CONTENTS

01. 연구 목적

- 연구배경
- 연구 필요성 및 목적

02. 연구 이론

- 방사선 조사기술
- MAP 포장

03. 연구 활동

- 국내외 연구 동향 파악
- 관능검사
- 경제성 분석
- 정책 제시

04. 결론

- 연구 결론



연구배경

1. 연구목적



식량안보

국가가 국민을 위해 충분한 식량을 자급할 수 있는 능력



우리나라 곡물 자급률

80% (1970년) → 24% (2009년)

전체 식량 자급률 45% (2011년)

- 1) 경제 성장 이후 동물성 식품 소비 증가
- 2) 식량 낭비

3



연구의 필요성 및 목적

1. 연구목적



- 1) 식량 낭비 감소를 통한 식량 안보 확보 방안 모색
- 2) 현재 식량 낭비감소를 위해 진행된 연구 및 사업 조사
- 3) 새로운 방안 제시 및 그 효과 입증
- 4) 과학적 연구 외 해당 방안의 보편화를 위한 경제성 분석 및 정책 제시

4

정의 및 목적

- 식품 및 의료기기 등에 살균, 살충 등의 목적으로 감마선 또는 전자가속기에서 방출되는 에너지를 복사의 방식으로 조사하는 것

용도	조사 선량
발아 억제 (감자, 양파, 밤)	0.05~0.15kGy
곡류 및 건조과실의 살충효과	0.1~1.0kGy
과일, 야채의 숙도 지연	0.5~1.0kGy
신선 식품의 살균	1~10kGy
환자 식이 등의 멸균	25~40kGy

- 조사처리를 통해 해당 식품의 위생화 및 저장성 증진됨
- 위생화: 생물학적 또는 화학적 위해 요소의 제어

5

에너지 종류



감마선



전자선



X-ray

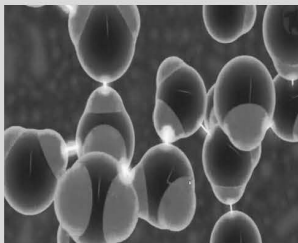
- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ ^{60}Co나 ^{137}Cs에서 방출됨 ▪ 투과력 강함 ▪ 식품조사의 70~80% ▪ 물 속 깊이 보관함 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 10MeV 이하로 전자 가속화 ▪ 표면 살균만 가능 ▪ 식품조사의 30% 미만 ▪ 공정제어 쉬움 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 5MeV 이하로 전자 가속화 ▪ 에너지 전환율 낮음 ▪ 품질 변화 일으킴 ▪ 국내 허용 안됨 |
|---|--|--|

6

작용 기작



- 직접 효과
- 방사선이 DNA 염기 및 deoxyribose의 화학적 변환 유도
- 물질대사가 제대로 안되어 미생물 사멸됨
- 전체 사멸효과의 25% 차지

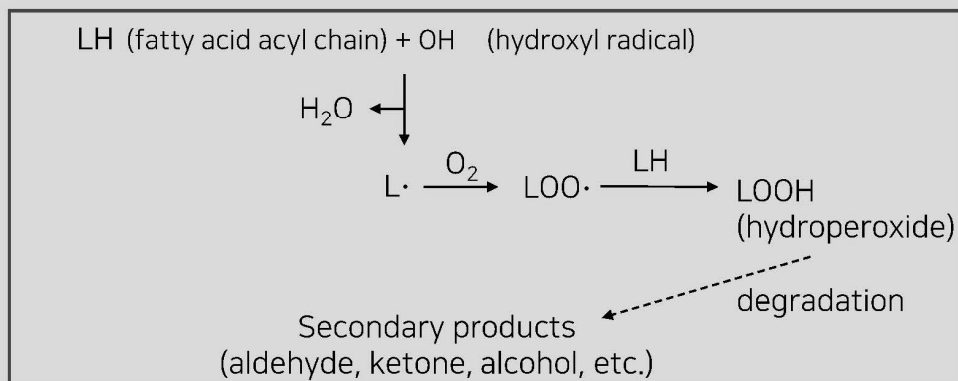


- 간접 효과
- 방사선에 의한 세포질 주요 구성성분인 물의 라디칼화
- 반응 강한 라디칼들이 미생물 생체 성분에 영향을 줌
- 전체 사멸효과의 75% 차지

7

식품의 영향

- 방사선에 의한 물의 라디칼화에 의해 지방 산패도 일어남



- 지방 산패는 이취 형성으로 식품 품질을 저하시킴
- 이로 인해 고지방 식품은 조사처리가 어려움

8

정의 및 목적

- 포장 내부 공기조성을 조절하여 미생물 생육을 제어하는 저장기술



- 주변 산소를 제거해주면 지방 산패 발생 방지 가능
- 산소 제거는 호기성 미생물 제어 효과 있음
- 하지만 혐기성 세균이 문제될 수 있음

위생화

연도	제목	저자
1982	방사선 조사용 방사능 측정기 및 방사능 측정용 검출기 가정용 방사능 측정기 및 Batch scale 계량용 방사능 측정기 (검출기, 계량기) : 장갑기(장갑방출)	최현숙, 변영숙, 권순복, 양 기호, 김희수
1983	방사선 조사용 방사능 측정기 및 검출기 (검출기 및 방사능 측정기) : 장갑기(장갑방출)	변영숙, 권순복, 최현숙
1984	방사선 조사용 방사능 측정기 및 검출기 (검출기 및 방사능 측정기) : 장갑기(장갑방출)	변영숙, 권순복, 이희정, 최 현숙
1984	방사선 조사용 방사능 측정기 및 검출기 (검출기 및 방사능 측정기) : 장갑기(장갑방출)	변영숙, 권순복, 최현숙
1985	방사선 조사용 방사능 측정기 및 검출기 (검출기 및 방사능 측정기) : 장갑기(장갑방출)	변영숙
1986	Liquid medium and volatile product in irradiated new pork batters prepared with commercial soyprotein of containing vitamin B ₁₂	Jo, C., Ahn, D.M., Ryu, M.W.
2001	Appoptation of gamma irradiation for inhibition of food sleergy	Ryun M.W., Lee J.W., Yook H.-S., Jo, C., Kim D.-H.
2002	조식 개량제인 알파인 알미노 마그네슘 복합체 유 효물질의 방사선 조사 효과	김희수, 송현미, 이희숙, 차 복희, 김필환, 변영숙
2003	조식용 알미노산 복합체 유 효물질의 방사선 조사 효과	김희수, 송현미, 이희숙, 차 복희, 김필환, 변영숙
2004	방사선 조사로 실험 동물에 방사선 조사 효과	김희수, 송현미, 이희숙, 차 복희, 김필환, 변영숙
2005	방사선 조사로 실험 동물에 방사선 조사 효과	김희수, 송현미, 이희숙, 차 복희, 김필환, 변영숙
2006	방사선 조사로 실험 동물에 방사선 조사 효과	김희수, 송현미, 이희숙, 차 복희, 김필환, 변영숙
2007	방사선 조사로 실험 동물에 방사선 조사 효과	김희수, 송현미, 이희숙, 차 복희, 김필환, 변영숙
2008	방사선 조사로 실험 동물에 방사선 조사 효과	김희수, 송현미, 이희숙, 차 복희, 김필환, 변영숙

저장성

[illegible]

융합기술

[illegible]

주요 내용

주제	내용
위생화	방사선 조사에 의한 미생물 작용억제 효과에 대한 연구들이 진행됨
저장성	- 농작물의 발아억제를 위한 최적 선량을 찾는 연구들이 진행됨 - 식품의 저장 기간 연장이 주 목적
융합기술	- 주요 식중독균을 방사선 조사처리와 다른 저장기술의 병용처리를 통해 제어하는 연구들이 진행됨 - 제어는 모두 효과적으로 이루어졌고, 융합을 통한 저선량화 및 조사처리에 의한 품질변화 방지효과들도 입증 성공

11

시료 및 조사 선량

시료	선량
딸기	0kGy (Control), 0.5kGy, 1.0kGy, 2.0kGy, 3.0kGy
감자	0kGy (Control), 0.5kGy, 1.0kGy, 2.0kGy, 3.0kGy
쇠고기(공기포장, MAP)	0kGy (Control), 1.0kGy, 3.0kGy

평가 항목

선호도	품질 특성 검사
색, 향, 풍미, 조직감, 종합적 기호도	신맛, 단맛, 단단함

관능검사

3. 연구 활동



시료 구입



공기조성 측정



시료 별 정리



조사처리 준비



조사 처리



요리



관능 평가

고기 관능평가

조리기	Control	1.0 kGy	3.0 kGy
비대어	3.5±0.0	2.8±0.0	2.5±0.0
황태	3.5±1.4	2.7±1.2	2.5±1.2
황태(자연)	3.5±1.0	3.5±1.0	3.5±1.0
포도(자연)	4.0±0.0	4.0±0.0	4.0±0.0
포도(자연)	4.0±1.2	4.0±0.0	3.7±1.2
포도(자연)	3.7±0.0	3.5±0.0	3.2±0.0

표 15. MAP 포장 소고기 관능평가

조리기	Control	1.0 kGy	3.0 kGy
비대어	3.5±0.0	3.7±1.0	2.5±0.0
황태	3.5±1.0	3.5±1.1	3.5±1.1
황태(자연)	3.5±1.4	3.5±1.0	4.0±1.0
포도(자연)	4.0±1.0	4.0±0.0	4.0±0.0
포도(자연)	4.0±1.1	3.7±1.4	4.0±1.1
포도(자연)	3.5±0.0	3.7±0.0	3.7±0.0

결과 정리

13

관능검사

3. 연구 활동



공기포장 및 MAP 쇠고기



딸기

14



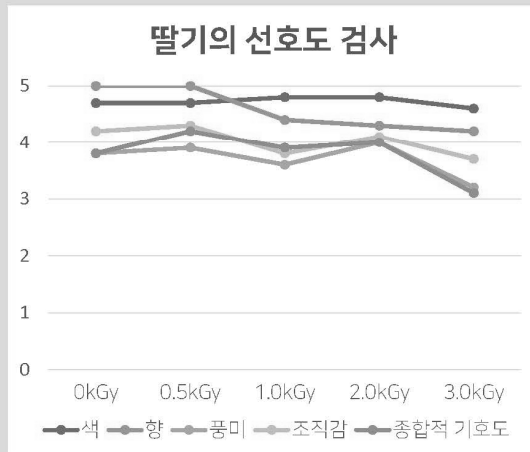
관능검사

3. 연구 활동

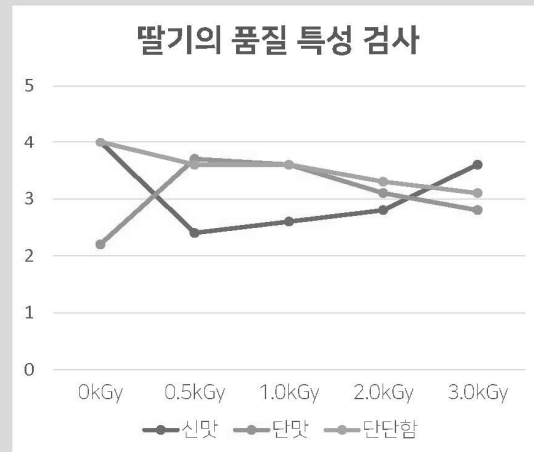


딸기

1) 선호도 검사



2) 품질 특성 검사



15



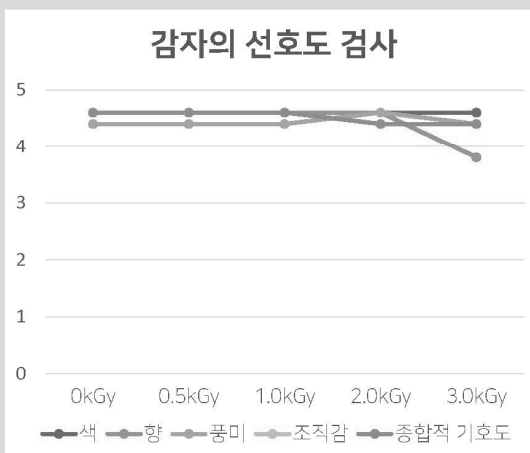
관능검사

3. 연구 활동

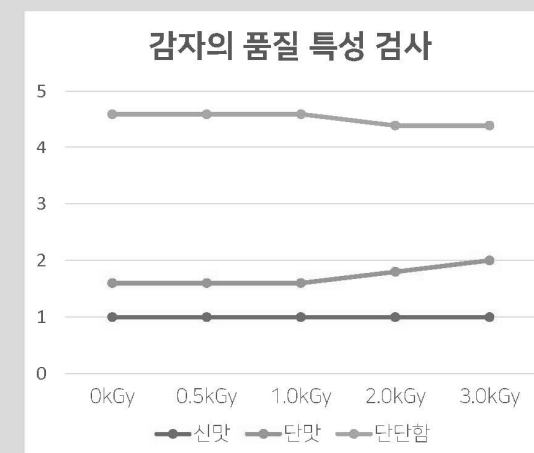


감자

1) 선호도 검사



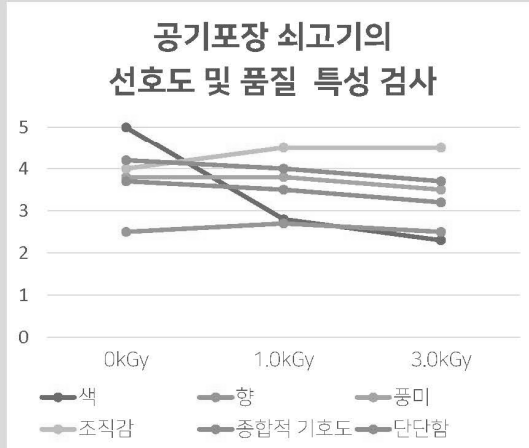
2) 품질 특성 검사



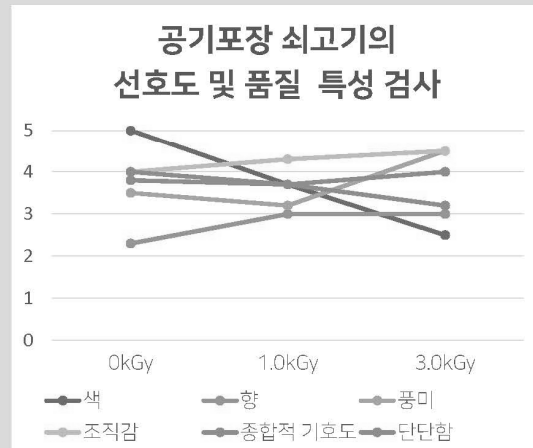
16

쇠고기

1) 공기포장 쇠고기



2) 품질 특성 검사



17

1) 수확후 손실 및 유통 중 손실액

손실 내용	손실액
신선식품 손실액	1조 1,251억원
다류, 향신료 등 분말 가공식품의 유통 중 손실액	899억원
축산 및 수산 가공품의 유통 중 손실액	1,931억원

2) 보건 사회비용 절감

세균성 식중독 비용
6,490억원

23.9% 예방

보건 사회비용 절감
1,790억원
(감축됨)

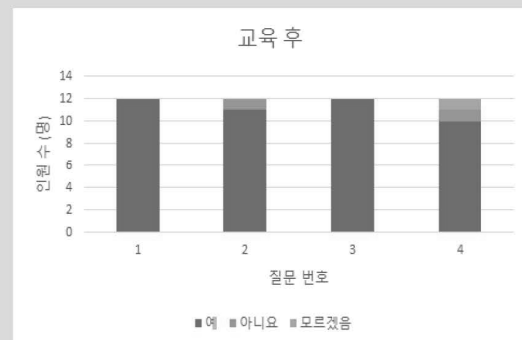
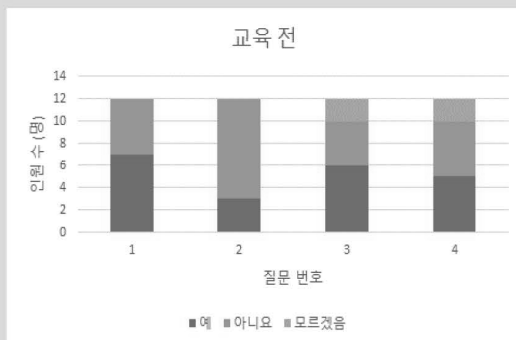
소비자 인식 개선 시도

- 20대 12명을 대상으로 교육 전후로 설문을 실시
- 교육은 어떤 매체를 통해 어떤 정보를 설명하는 것이 좋을지 알아보고자 함

- 방사선 조사 식품에 대해 알고 계십니까?
- 방사선 조사 식품에 대한 정보는 어디서 접하셨습니까?
- 방사선과 방사능의 차이에 대해서 아십니까?
- 차이를 아신다면, 방사선과 방사능의 차이가 무엇입니까?
- 방사선 조사 식품이 유통될 필요가 있다고 생각하십니까?
- 위와 같이 대답한 이유가 무엇입니까?
- 방사선 조사 식품을 구매하실 의향이 있으십니까?
- 위와 같이 대답하신 이유가 무엇입니까?

19

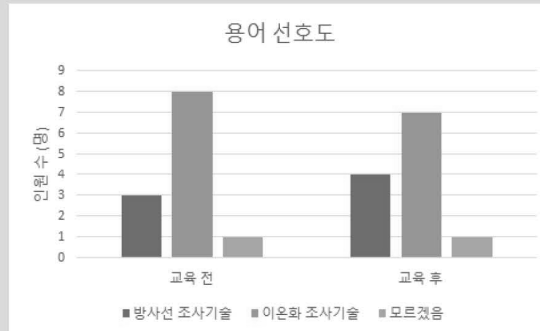
설문 결과



- 주로 뉴스로 정보를 접하고 방사능과 방사선의 차이를 잘 모름
- 쉬운 예시를 활용한 설명, 안전성과 필요성에 대한 자료제시 권장

20

용어 변경



- 교육 실시 전후 모두 '이온화 조사기술'이 더 선호됨
 - 방사선과 방사능 오인으로 인한 거부감을 줄여주기 때문
 - 정확한 정보 전달을 위해 '방사선 조사기술'을 쓰자는 답변도 있었음

21

허위 정보 유포 제어 장치 마련



게시글



동영상



설문조사



카드 뉴스

- 위와 같은 콘텐츠들은 아무나 작성 가능함
- Plan for the worst, hope for the best
- 콘텐츠 작성자를 정확히 명시하고 해당 정보의 출처를 밝히도록 해야 함

22

소규모 조사처리 시설 이용 장려

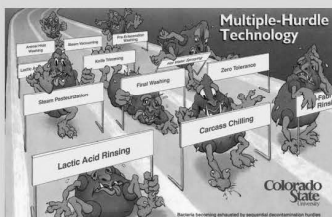
연간 처리량 (million pounds)	초기 설치 비용 (million dollars)	조사처리 비용 (cents per pound)
52	2.3	1.3
104	3.8	1.1
208	6.5	0.89
416	12.6	0.86

- 연간 처리량 클수록 초기설치비용 높고 조사처리 비용 낮음
- 대규모 조사처리 시설은 많은 운송비 필요
- 교통의 요지마다 설치하여 소규모시설을 이용하는 게 생산단가를 낮춤 (USDA, 1989)

23

연구제시 방향

- 융합형 방사선 조사처리 사용을 통한 식량 낭비 저감화



허들 테크놀로지



육색 보존



이취 감소

- 해당 장점들은 해당 식품의 안전성, 저장성, 기호도를 향상시켜 식량 낭비량을 줄여줄 것으로 생각됨

향후 발전 방향

■ 융합형 방사선 조사처리 보편화를 위한 노력들



소비자 교육



허용 품목 확대



용어변경 및 표시개선



허위정보 유포 방지

- 융합형 조사처리의 장점들을 누리기 위해서는 위 노력들이 선행되어야 함
- 향후 융합형 조사처리가 보편화되길 기대함



융합형 방사선 조사처리기술을 통한 식량위기 해결방안

고려대학교 식품공학과팀 (최민혜, 김재영, 신희륜, 이규현)

목 차

I. 서 론	177
1. 연구 배경	177
2. 연구 목적 및 필요성	177
II. 본 론	179
1. 식량 낭비의 원인	179
1.1. 수확 후 손실	179
1.2. 가공 유통과정의 손실	180
2. 식량낭비 저감화 기술	180
2.1. 저온저장	180
2.2. 건조기술	181
2.3. 냉동저장 기술	181
2.4. MAP (Modified Atmosphere Packaging)	181
2.5. 가열처리	182
2.6. 비가열처리	182
3. 방사선 조사기술	182
3.1. 방사선 조사기술의 정의	182
3.2. 방사선 조사기술 이용 에너지 종류	183
3.3. 방사선 조사기술 작용기작	184
3.4. 식품에 대한 방사선 조사의 영향	184
3.5. 방사선 조사의 안전성	186
3.6. 방사선 조사의 현재 허용 품목 및 허가기준	187

3.7. 방사선 조사의 이용 분야 및 실용화 현황	188
3.8. 국내외 방사선 조사 처리기술 연구 동향	190
3.9. 방사선 조사기술의 보편화 방안	197
• 소비자 인식 개선 시도	197
• 저선량화 시도	200
4. 융합형 방사선 조사기술	200
4.1. 융합형 방사선 조사란?	200
4.2. 융합형 방사선 조사기술 실험들	201
• 콩의 항균 코팅 MAP 포장 및 방사선 조사	201
• 토마토의 MAP 포장 및 감마선 조사	203
• 감자의 MAP 포장 및 방사선 조사	204
• 닭가슴살의 MAP 포장 및 감마선 조사	204
• 미트볼의 MAP 포장 및 감마선 조사	205
• RTE meat의 MAP 포장 및 전자선 조사	206
4.3. 융합형 방사선 조사기술의 경제성 분석	207
4.4. 융합형 방사선 조사기술의 보편화를 위한 정책 제시	209
• 용어 변경	209
• 허위정보 유포 제어 장치 마련	210
• 기업 지원	211
• 표시제도 개선	213
• 허용 품목 확대	214
5. 방사선 조사기술 및 융합형 방사선 조사기술 확인 실험	215
5.1. 방사선 조사기술 확인 실험	215
5.2. 융합형 방사선 조사기술 확인 실험	218
III. 결 론	220
IV. 참고문헌	221
V. 별첨 (활동보고서)	230

I. 서론

1. 연구 배경

식량안보는 개별 국민이 저렴한 가격에 구입 또는 확보할 수 있는 영양소를 포함한 충분한 식량이 있으며, 이를 안정적으로 공급할 수 있는가의 개념을 도입하여 포괄적으로 정의할 수 있다(이, 2014). 최근 국제사회에서는 식량 가격 상승에 따른 지구촌의 식량안보를 우려하는 목소리가 커지고 있으며 특히, 국제 곡물 가격 상승으로 인해 식량 공급을 수입에 의존하고 있는 곳의 식량안보 강화를 위한 사업이 추진되고 있다.

전 세계의 식량 사정을 살펴보면, 현재 생산 중인 세계 식량은 70억 인구를 모두 먹여 살리기에 충분한 양이나, 그럼에도 현재 약 10억 명의 인구가 식량부족으로 고통을 받는 등 식량의 부익부 빈익빈 현상이 심화 되고 있다. 이러한 식량부족 인구 발생에 기인하는 요인으로서는 식량 낭비가 있다. FAO의 발표에 의하면 2009년도에 발생한 세계 식량 낭비 규모는 전체 생산량의 32%에 달하며, 이는 전 세계적으로 식용으로 생산된 식량의 가식 부위의 1/3가량이 손실 또는 폐기되고 있음을 의미한다. 선진국과 후진국을 비교했을 때, 두 집단의 식량 낭비 총량은 큰 차이가 없으나 선진국은 소비단계에서, 후진국은 수확 전후의 생산지 관리단계에서 대부분의 식량 낭비가 일어난다.

우리나라의 경우, 경제 성장으로 식량이 풍족해지면서 식량 낭비 현상이 크게 나타나고 있다. 경제 성장 이후의 식품 소비 패턴의 변화로 인해 식량 자급률이 저하 중인 상황에서 식량을 낭비한다는 것은 금전적 손실, 환경 훼손일 뿐만 아니라 우리나라의 식량안보에 크나큰 위협이 되고 있다. 경제 성장과 함께 폭발적으로 동물성 식품 소비가 증가하였는데, 이로 인해 정부가 축산장려정책을 시행하게 되면서 우리나라는 좁은 국토에서 축산을 위한 사료는 전적으로 수입에 의존하게 되었다. 그 결과 곡물 자급률은 1970년대의 80%에서 2014년에는 24%로 하락하였고, 곡물을 포함한 전체 식량 자급률도 2011년에 45%로 떨어졌다. 우리나라는 점점 더 수입에 의존하고 있으며, 이러한 현상 때문에 우리나라의 식량안보는 점점 더 위협받고 있다(채희정 외, 2016).

2. 연구 목적 및 필요성

우리나라의 식량안보가 위협받고 있는 상황에서 식량안보를 확보하기 위한 노력이

이루어지고 있으며, 그중 식품의 안전성 및 저장성을 향상하는데 효과적인 방사선 조사 기술에 관한 연구도 진행되어왔다. 하지만 방사선 조사에 대한 소비자의 인식은 방사선 조사의 실용화를 막고 있으며, 이러한 이유로 국내에서 의료기기, 화장품 등의 방사선 조사기술은 활발히 이루어지고 있으나 식품의 방사선 조사는 미미한 상태이다. 따라서 본 연구는 식품 방사선 조사기술을 실용화하려는 방법으로써 융합형 방사선 조사기술을 제시하며, 융합형 방사선 조사기술의 경제성을 분석하고, 보편화를 위한 정책을 제시하고자 한다.

II. 본 론

1. 식량 낭비의 원인

우리나라에서 원료 상태로 생산되는 농·수·축산물의 소비 형태는 크게 신선식품, 가공식품, 외식 등으로 나눌 수 있다. 별도의 가공공정 없이 운송과정을 거쳐 소비자에게 전달되고 소비자가 조리하여 소비하는 식품을 신선식품, 가공공정을 거친 후 소비되는 식품을 가공식품, 식당이나 단체 급식 등 조리된 상태로 소비자에게 제공되는 식품을 외식이라고 한다. 식량 손실 및 폐기는 위 모든 식품에서 발생하며, 손실 및 폐기되는 단계에 따라 구분할 수 있다. 농작물의 수확 후 건조, 저장 및 유통과정에서 발생하는 손실은 수확 후 손실이라고 한다. 가공식품 판매과정에서 유통기한 내에 소비되지 못하여 버려지는 것은 가공 유통과정의 손실이라고 한다. 가공식품 판매과정에서 유통기한 내에 소비되지 못하여 버려지는 것은 가공 유통과정의 손실이라고 한다. 식당이나 단체 급식에서 제공되는 음식을 남기는 경우나 가정에서 먹다가 남겨서 버리는 음식은 소비단계에서의 음식 폐기에 해당하며 다음 글에서는 수확 후 유통과정에서 발생하는 손실 중 저장 단계에서의 손실과 가공유통과정에 발생하는 손실 중 가공공정에 대해 자세히 다루도록 한다.

1.1. 수확 후 손실

우리가 먹는 농산물은 생산지와 장소가 다르기 때문에 수확 후 소비되기까지 상당한 이동거리와 보관기간을 필요로 한다. 수확 후 손실이란 농산물이 수확 후에 식품 가공 공장이나 소비자들에게 전달되는 과정에서 손상되어 사용하지 못하고 버려지는 식량을 말한다. 농산물이 산지에서 생산되어 소비되기까지의 단계와 각 단계에서 발생 가능한 손실 원인은 아래 표와 같다.

〈표 1〉 수확 후 유통 단계별 손실 원인

유통단계	손실 원인
수확	작업 시 기계적 상처, 이물질 혼입
선별 및 포장	거친 작업, 부적절한 선별, 포장용기 불량
저장	과숙 및 노화, 발아, 해충과 쥐에 의한 손상
수송	눌리거나 진동에 의한 손상, 수송차의 부적절한 온도, 습도에 의한 손상
판매	취급 작업에 의한 손상, 판매 기간 연장에 의한 과숙, 노화
소비	보관기관 연장으로 부패

1.2. 가공 유통과정의 손실

가공 유통과정 중 식품 손실의 대부분은 가공공정의 기술적인 오류에서 온다. 미생물, 화학물질, 이물 등의 위해요소가 많은 원료를 사용하거나 가공공정에서 이를 효과적으로 제거하지 못해 원재료를 버리는 경우, 포장 무게 및 모양이 부적합하여 출고 대상에서 아예 배제되는 경우, 포장이 파손되어 버려지는 경우 등이 이에 해당되며 위와 같은 손실은 가공공정의 수정 및 보완으로 예방 가능하다. 앞서 살펴본 내용과 같이 가공공정으로 인해 식품의 손실 및 폐기가 늘어나기도 하지만 가공공정을 통해 식품의 손실을 줄일 수 있기도 하다. 식품은 증숙, 유탕처리, 굽기 등의 열처리 가공공정이나 농축, 수분 활성도 조절, pH 관리 등의 가공공정을 통하여 유통기한을 늘릴 수 있기 때문이다.

2. 식량낭비 저감화 기술

2.1. 저온저장

저온저장 (Chilling Storage)는 대개 5℃ 이하의 저온에서 저장하여 식품의 호흡을 억제하여 저장하는 방법이다(농업용어사전, n.d.). 저온저장을 통해 얻는 이점은 다음과 같다. 첫째, 미생물 생육 속도 제어가 가능하다. 대부분의 병원균은 4℃ 이하에서 생육을 정지하기 때문이다. 둘째, 수확 후 또는 도살 후 대사 작용이 감소한다. 온도가 10℃ 감소할 때마다 대사 반응 속도는 반씩 감소한다. 또한, 4℃ 이하에서 과실의 숙성이 정지되고 과실의 노화 진행을 늦춘다. 마지막으로, 식품의 수분 손실을 줄인다. 하지만 저온저장이 지니는 한계도 존재한다. 첫째, 일부 저온성 세균의 생존 및 증식이 가능하며 이는 식품의 부패를 일으킨다. 둘째, 냉장온도에 의해 식품 변질을 유도하는 새로운 생리적 또는 화학적 반응이 일어날 수 있다. 대표적인 예시로는 과채류의 냉해에 의한 생리적 교란, 식품 표면에서의 지방 산화, 비타민 손실 등이 있다. 마지막으로, 저온에 의해 건조 또는 물리적 손상이 일어날 수 있다. 또한, 저온장해(Chilling injury)에 의해 기생균의 2차적 침입이 가능하며 이는 부패를 일으킬 수 있다(식품과학기술대사전, n.d.).

저온저장은 미생물 생육 속도 저하가 주된 효과로, 식품의 저장 기간을 늘리기 위해서는 보조 수단으로 다른 저장법들을 함께 사용해야 한다. 대표적인 방법으로 저온살균, 공기 조성 조절, 화학제재 사용, 방사선 조사 등이 있으며, 식품 종류에 따라 적합한 방법은 다르다.

2.2. 건조기술

건조는 식품의 수분 활성도를 낮춤으로써 미생물의 활동을 제한하여 원치 않는 변화 또는 위험 요소의 발생을 억제하는 기술이다. 식품 내 수분에는 결합수와 자유수가 있는데, 수분 활성도는 식품 내 자유수의 존재량을 나타낸 것이다. 미생물이 식품 내에서 생육 시 자유수를 이용하기 때문에 수분활성도는 미생물이 사용할 수 있는 물의 양을 나타내는 지표이자 부패 가능성 예측에 활용되는 자료이다. 하지만, 건조에 의해 구조 및 조직감 변화, 화학반응에 의한 변화, 휘발성 유기물 및 향미 성분의 증발 등의 특성변화가 일어난다. 건조에 의해 생기는 화학변화는 대표적으로 비효소적 갈변화가 있는데, 이에 의해 식품의 색 변화, 영양소 변화 등이 일어나 식품 품질에 변화를 일으킬 수 있다.

2.3. 냉동저장 기술

냉동저장은 식품이나 그 밖의 물질로부터 열을 빼앗아 그 자체의 온도를 저하 시키는 저장법으로, 식품을 -18°C 이하의 온도에서 저장하여 미생물의 성장은 완전히 멈추고 효소 및 비효소적 변화만 저장 동안에 아주 느린 속도로 진행되게 한다(식품과학기술대사전, 2008). 냉동에 의해 미생물 영양세포의 10~60%가 사멸하며, 냉동저장 기간이 길수록 사멸 비율은 증가한다. 하지만, 냉동온도에서도 포자는 사멸되지 않는다. 냉동저장 기술 역시 한계점이 존재하는데 역시 냉동과정에 생기는 얼음결정에 의해 냉동식품의 품질이 좌우된다. 냉동식품의 품질손상은 해동과정에서도 발생 가능하다. 냉동 속도보다 해동 속도가 느리면 얼음 결정의 재결정화가 진행되어 조직을 파괴할 수 있고 여러 가지 화학 반응과 미생물의 증식이 가능하기 때문이다. 냉동식품의 유통 판매 과정에 저장 온도 미준수시 해동과 냉동이 반복될 수 있는데, 이는 조직감에 손상을 줄 수 있고 미생물 증식 위험이 더 높아진다(박현진 외, 2012).

2.4. MAP (Modified Atmosphere Packaging)

대부분의 식품은 제품 주변의 가스 환경조건에 따라 수분 손실 및 흡수, 산소와 반응, 박테리아 및 곰팡이 등의 호기성 미생물의 성장에 의하여 빠르게 부패 과정이 진행되며, 이는 식품의 조직감, 색, 향, 영양학적 변화를 초래한다. MAP는 식품을 부패시키는 미생물이 자라는 것을 억제하기 위해 음식물을 포장할 때 포장 내부 가스 농도를 조절하여 식품의 유통기한을 연장 시키는 식품포장기술이다. 하지만, MAP의 경우 치환 가스 혼합

비율이 부정확하거나 포장에 리스크가 발생하여 치환된 가스가 새는 등의 결함이 발생할 위험이 존재하며, 고품질 필름 및 가스 사용료 등의 이유로 비용이 비싸다는 단점이 존재한다.

2.5. 가열처리

열처리는 식품의 고온을 가하여 식품 내 미생물 및 포자를 사멸하는 공정으로, 식품의 안전성을 높이기 위해 사용되나 식품의 변질 또한 동시에 일으킬 수 있다. 또한, 앞의 다른 가공공정에 비해 살균력이 뛰어나지만, 영양성분의 파괴와 관능적 품질의 변화가 가장 크기 때문에 가열처리기술을 사용하는 데에는 한계가 존재한다.

2.6. 비가열처리

식품의 보존성을 향상시키기 위하여 전통적으로 사용되어 온 가열처리법은 식품의 품질 저하를 가져와 영양성분의 파괴, 조직감 및 색의 변화, 향기 성분의 손실 등을 피할 수 없다. 최근 소비자들은 천연 지향적인 품질을 요구하고 있으므로 이들 제품의 보존을 위해 전혀 열을 가하지 않거나 제한적 열처리를 함으로써 고품질의 식품을 생산할 수 있는 비가열 식품 가공 기술이 주목받고 있다. 그러한 비가열처리 기술로는 조사기술(Irradiation), 고압 발생 장치 기술(High pressure), 펄스 자기장 기술(Pulsed electric fields), 초임계 이산화 탄소법(Supercritical carbon dioxide), 무균포장(aseptic packaging) 등의 신기술이 존재한다.

3. 방사선 조사기술

3.1. 방사선 조사기술의 정의

방사선 조사기술이란, 식품 및 의료기기 등에 살균, 살충 등의 목적으로 감마선 또는 전자가속기에서 방출되는 에너지를 복사(radiation)의 방식으로 식품에 조사하는 것으로, 식품 조사처리의 경우 발아 억제, 살균, 살충, 속도조절을 통해 본래의 상태에 가깝게 보존하거나 품질을 개선할 목적으로 사용된다(식품공전, 2018). 조사처리가 된 식품을 조사식품이라고 하며, 이는 식품에 방사선 에너지를 처리하여 안전성과 품질이 향상된 식품을 일컫는 대(권중호, 2010). 식품의 조사처리는 1921년 미국의 방사선 조사를 활용한 돼지고기

선모종 사멸 특허를 기점으로 본격적으로 시작되었으며, 이후 1940년대에는 프랑스에서 긴급구호물자로, 1960년대에는 미국과 러시아에서 우주식품으로 점점 사용이 확대되었다. 조사식품의 판매는 1992년 미국 일리노이주에서 최초의 상업용 식품조사시설이 가동되면서 시작되었으며, 현재는 일부 국가에서 열대과일의 검역 시 방사선 조사를 이용하는 등 그 사용범위가 훨씬 넓어진 상태이다.

3.2. 방사선 조사기술 이용 에너지 종류

방사선 조사기술에 사용되는 이온화 에너지 종류로는 감마선, 전자빔, X-ray 총 세 종류가 있다(Codex, 2003). 감마선은 방사성 동위원소인 ^{60}Co 또는 ^{137}Cs 로부터 방출되는 에너지로, 가장 투과력이 좋아 두꺼운 시료도 조사처리가 가능하다는 장점이 있다. 방사성 동위원소를 사용하기 때문에 작업자의 안전을 위해 에너지 source를 이상의 깊은 지하 속, 물에 담가 보관하다가 조사처리 시에만 꺼냈다가 사용 후 다시 집어넣어야하기 때문에 공정 소요시간이 길어 소량처리보다는 다량처리에 더 적합하다는 점과 강한 투과력으로 인해 조사처리 시 저선량으로 처리된다는 점이 특징이다.

전자빔은 전자가속기를 10 MeV 이하의 에너지로 가동해 전자를 고속으로 가속화시켰을 때, 전자가 다른 물질에 부딪혀 발생하는 이온화 반응에 의해 형성되는 균일한 에너지로, 살균 효과는 우수하나 투과력이 약해 식품 표면 살균에만 이용 가능하다는 단점이 있다. 현재 전자빔은 곡류의 살충 및 표면 살균에 활용되고 있다. 전자선의 발생은 전자가속기의 가동 여부로 결정되기 때문에, 전원 스위치로 바로 켜다 켜다 할 수 있으며, 이 때문에 감마선 보다 공정제어, 효율성, 신속성이 우수해 소량의 시료 조사처리 시 사용하기 적합하다.

X-ray는 5 MeV 이하의 에너지로 기계를 가동하여 전자를 고속으로 가속화시켰을 때, 전자가 다른 물질과의 충돌로 인해 생기는 이온화 반응에 의해 발생하는 균일한 에너지로, 전자선과 마찬가지로 X-ray의 발생이 전원 스위치로 조절 가능하여 공정제어, 효율성, 신속성이 우수하다. 하지만, 에너지 효율이 낮고 다량의 식품에 처리 시 품질 변화를 일으킬 수 있어 아직까지 식품에 사용되고 있지 않다.

현재 세계적으로 식품 조사에 활용되고 있는 방사선 에너지 종류는 감마선이 70~80%, 전자선이 30% 미만을 차지하며 X-ray는 사용되지 않고 있다. 우리나라는 ^{60}Co 감마선과 전자선만 사용이 허가되어 있으며, 본 연구에서는 식품 조사에 주로 많이 쓰이는 ^{60}Co 감마선에 초점을 맞추어 연구를 진행하고자 한다 (식품공전, 2018).

3.3. 방사선 조사기술 작용기작

방사선 조사의 살균기작은 크게 직접 효과와 간접 효과로 나누어 볼 수 있다. 직접 효과는 조사된 에너지가 미생물의 DNA 변이를 일으켜 미생물을 사멸에 이르도록 하는 것이다. DNA가 방사선을 직접 흡수하게 되면 DNA 구성성분인 퓨린계 및 피리미딘계 염기들과 deoxyribose의 화학적 변환이 일어나 DNA 내 결합들이 깨져 DNA의 파괴가 일어난다. DNA 파괴 시 단백질 합성이 제대로 되지 않아 세포 내 모든 물질대사에 제동이 걸려 미생물은 곧 사멸에 이르게 된다. 간접효과는 세포질의 주요 구성성분인 물이 방사선 노출되었을 때 발생하는 이온화 과정으로 인해 세포가 사멸되는 것이다. 물이 방사선과 같은 고에너지를 만나게 될 경우, H₂O인 물 분자가 ·OH 등의 다양한 라디칼들로 분해된다. 해당 반응식은 다음과 같다 (권중호, 2010).

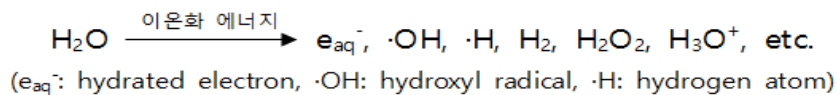


그림 1. 물의 이온화 반응식.

이때 생성되는 라디칼들은 반응성이 강해 산화제나 환원제로 작용하면서 미생물이나 해충의 생체 성분에 영향을 미쳐 세포를 손상시키고 사멸에 이르도록 한다. 방사선 조사의 직접 효과와 간접효과는 동시에 발생하며, 직접 효과에 의한 손상은 전체 손상의 25%를, 간접효과는 전체의 75%를 차지한다.

3.4. 식품에 대한 방사선 조사의 영향

조사처리는 가열, 동결, 건조 등 다른 식품 가공처리와 동일하게 영양성분에 영향을 끼치지만, 상대적으로 적은 양이라고 한다. 식품 주요 구성성분인 탄수화물, 단백질, 지방은 대체적으로 안정하나 지방은 방사선에 의한 지방 산패 발생으로 이취를 일으키기도 한다. 지방은 크게 포화지방산과 불포화 지방산으로 나눌 수 있다. 포화지방산(Saturated fatty acid)은 지방산 꼬리가 모두 단일결합으로 이루어진 지방이며, 주로 동물성 지방에 많이 존재한다. 불포화 지방산(Unsaturated fatty acid)은 지방산 꼬리에 단일결합과 이중결합이 함께 존재하는 지방으로, 식물성 지방에서 주로 찾아볼 수 있다. 방사선에 의해 물 분자가 라디칼로 분해될 경우, 구조적으로 불안정한 라디칼은 안정해지고자 다른 주변 물질로

부터 전자를 뺏어오고 전자를 빼앗긴 물질은 라디칼이 되는 라디칼 연쇄반응 (Radical Chain Reaction)을 일으킨다. 지방 식품에 방사선 조사를 하게 될 경우, 물 분자가 분해되어 생긴 $\cdot\text{OH}$ 와 같은 반응성이 강한 라디칼들은 불포화지방산의 수소와 결합하여 안정한 구조를 이루고, 이로 인해 불포화지방산이 불안정한 라디칼 구조를 갖게 된다. 즉, 아래와 같은 반응이 일어나는 것이다.

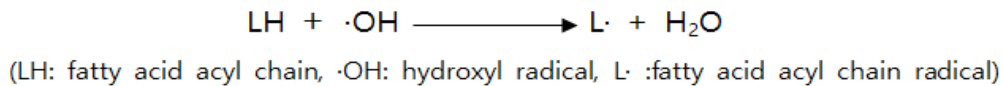


그림 2. 불포화 지방산과 라디칼의 반응

주변에 산소가 존재할 경우, 구조가 불안정한 불포화지방산 라디칼은 산소와 반응하여 $\text{LOO}\cdot$ 를 형성하며, 이는 주변에 안정한 다른 불포화지방산 꼬리와 반응하여 hydroperoxide (LOOH)를 형성한다. 구조가 불안정한 LOOH 는 이후 degrade되어 aldehyde, ketone, alcohol

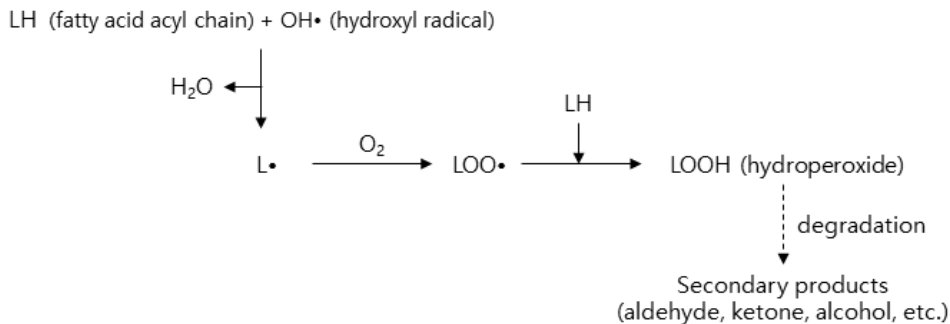


그림 3. 불포화 지방산의 분해 산물 생성.

등의 분해 산물을 생성하여 원치 않는 이취가 발생하게 된다. 아래 그림은 위 설명을 도식화한 것이다.

지방 산패는 산소를 제거하는 것과 같은 식품 포장 조건 개선을 통해 완화시킬 수 있으며, 본 연구에서는 MAP 포장을 통해 이러한 변화를 최소화시키고자 한다.

이 밖의 조사처리의 영향으로는 조직감 변화 최소화 및 색 변화 최소화가 있다. 가열 처리를 통한 미생물 사멸은 식품 전체의 온도를 올려 미생물의 단백질, 효소, DNA를 변성시켜 미생물의 물질대사를 막고 결국 미생물을 사멸에 이르게 한다. 이 과정에서 미생물의 단백질뿐만 아니라 식품을 구성하는 단백질들도 온도 상승에 영향을 받아 변성되며, 이는 원치 않는 조직감을 유도하여 식품의 가치를 떨어뜨린다. 하지만, 조사처리는 10 kGy 이상의 고선량에서 물의 온도를 2.4°C 정도 상승시키는 기술로, 저선량 사용 시

식품 전체 온도에 영향을 주지 않으면서 DNA만을 타겟팅하여 DNA 변성을 일으키고 미생물을 사멸시킨다. 따라서 조사처리 시 식품의 조직감 변화는 미미하고 처리 이후의 식품 성상 보존력이 우수하다. 이뿐만 아니라 조사처리는 식품 전체의 온도에 영향을 주지 않기 때문에 온도 변화에 따라 파괴될 수 있는 식품의 색소 또한 우수하게 보존되어 조사처리 이후의 식품의 심미적 효과까지 잘 유지된다.

3.5. 방사선 조사의 안전성

1981년 JECFI (Join Expert Committee on Food Irradiation)는 10 kGy이하의 조사는 어떠한 식품에서도 독성을 일으키지 않고 영양학적 및 미생물학적 문제를 일으키지 않는다고 발표하였고, 1999년 FAO(Food and Agriculture Organization), IAEA(International Atomic Energy Agency), WHO(World Health Organization) 전문가 합동으로 10 kGy이상 고선량 조사식품 또한 독성학적 변화, 영양학적 및 미생물학적 문제를 일으키지 않는다고 발표하였다. 위 발표로 조사식품의 안전성이 검증되었음에도 불구하고 여전히 소비자들은 조사처리에 대한 두려움을 품고 있다. 소비자들의 걱정은 주로 유도방사능의 발생, 변이 미생물의 위험, 독성물질 생성에 대한 것이며, 위 걱정들에 대한 반박을 제시해보고자 한다.

1) 식품 조사에 사용되는 방사선이 유도방사능을 생성하지 않나요?

식품 조사에 사용되는 코발트-60에서 생산되는 감마선은 유도방사능을 생성하지 않는 안전한 방사선이다. 전자빔에서 사용되는 고에너지 전자의 경우 10MeV 이하에서는 방사선을 유도하지 않으나 20 MeV 이상에서는 다른 방사능물질을 생성할 수 있다. 하지만 이때 생성되는 양은 무시할 수 있는 양이다(Jung 외, n.d.).

2) 식품 조사 시, 작업자의 안전에는 문제가 없나요?

산업적 조사 시설은 작업자 보호를 위해 반드시 작업 인원이 보호될 수 있는 차단시설, 자동조사중단 시설, 실시간 조사량 측정 장치 및 자동제어 장치를 갖추어야 한다. 또한 작업자 안전 교육도 철저히 실시해야하므로 작업자의 안전이 보장된다(박현진 외, 2012).

3) 식품 조사에 의해 변이 미생물이 발생할 가능성은 없나요?

방사선 조사에 의한 부분 살균 과정에서 살아남은 미생물이 돌연변이를 일으켜 새로운 생명체가 된 사례는 아직까지 없으며, 조사처리에 의한 염기서열 변화로 인해 돌연변이가

발생할 경우 필요한 단백질 생성에 문제가 생기고 이로 인해 물질대사가 중단되면서 미생물이 사멸에 이른다.

4) 조사처리에 의한 영양가 손실은 없나요?

조사처리에 의해 지용성 비타민이나 일부 아미노산의 파괴가 일어날 수 있다. 하지만, 열처리에 의한 영양 손실에 비해 굉장히 소량이며, 영양가 손실을 줄이기 위해 냉동 상태에서 조사하거나 불활성 기체 내에서 조사하는 등의 다양한 방법들이 도입되고 있다(Jung 외, n.d.).

5) 조사처리에 의해 독성물질이나 발암물질이 생기지는 않나요?

1981년 JECFI에서 10kGy이하의 조사는 어떠한 식품에서도 독성을 일으키지 않는다고 발표했으며, 1999년 FAO, IAEA, WHO 전문가 합동으로 10kGy이상 고선량 조사식품에서도 독성학적 변화는 일어나지 않는다고 발표하였다.

3.6. 방사선 조사의 현재 허용 품목 및 허가기준

현재 국내 허용품목은 아래 표와 같다 (식품공전, 2018). 육류, 과채류, 곡류 등의 신선 식품 대체로 허용되지 않은 상태이며, 주로 분말식품과 환자 멸균식단에 한해서만 허용된 상황이다.

표 2. 국내 방사선 조사 허용품목

허가 선량 (kGy)	품목	조사 목적
0.15 이하	감자, 양파, 마늘	발아억제
0.25 이하	밤	발아억제
1 이하	버섯 (생 및 건조)	살충, 숙도조절
5 이하	난분, 가공식품 제조 원료용 곡류, 두류 및 그 분말, 조미 식품 제조 원료용 전분	살균
7 이하	가공식품 제조 원료용 건조식육 및 어패류 분말, 된장/고추장/간장 분말, 건조채소류, 효모, 효소식품, 조류식품, 알로에분말, 인삼(홍삼 포함) 제품류	살균
10 이하	건조향신료 및 이들 조제품, 복합조미식품, 소스류, 침출차, 분말차, 2차 살균이 필요한 환자식	살균

현재 국내 식품 조사에 허용조사량은 10kGy 이하의 저선량이며, 조사선량과 관계없이 방사선 조사를 한 식품과 방사선 조사한 원재료를 사용한 식품 모두 조사 처리하였음을 표기하여야 한다. 완제품에 방사선 조사 처리된 경우, 소비자가 알아보기 쉬운 장소에 방사선 조사처리 식품임을 나타내는 마크인 라두라 (Radura) 마크를 표기하여야 하며, 방사선 조사 처리된 원재료를 사용한 식품은 원재료명 및 함량 표시란에 해당 원재료 명에 괄호로 “방사선조사”로 표시하여야 한다. 각 표기의 예시는 아래 그림과 같다.



그림 4. 라두라(Radura) 마크



그림 5. 실제 제품에서의 표시

3.7. 방사선 조사의 이용 분야 및 실용화 현황

국제적으로 방사선 조사가 사용되고 있는 분야는 다음과 같다. 아래 내용은 그린피아 부사장 김관수 씨와의 인터뷰를 근거로 하였다.

표 3. 방사선 조사의 사용 분야 및 품목

사용 분야	품목
조사 식품	감자, 마늘, 양파, 건조식품, 분말식품 등
특수 목적 식품	우주식품, 환자 멸균식, 비상식량 등
의료용품	주사기, 임플란트, 알코올 솜 등
화장품	마스크팩 등
실험용품	배양접시, 진단키트, 실험 동물용 사료 등
고분자 신소재 기술	Polytetrafluoroethylene을 왁스화 시킨 윤활재, 알칼리 전지 분리막 등
검역	수입 농산물, 토목

식품 이외의 의료용품, 화장품, 실험용품 등의 분야에서도 감마선 조사는 활용되고 있으며, 주로 멸균의 목적으로 쓰이고 있다. 고분자 신소재 기술만 특이하게 조사 목적이 멸균이 아닌 특정 소재의 물성 변화를 이유로 사용하고 있으며, 이는 방사선 조사에 의해 발생하는 고분자 사슬 간의 화학결합 형성 또는 사슬이 끊어져 짧은 분자가 되는 절단 반응을 활용한 것이다 (최재학 외, 2007). 현재 국내 방사선 조사는 의료용품, 화장품, 실험용품, 특수 목적식품, 고분자 신소재 기술에만 중점적으로 사용 중이며, 조사 식품에서의

사용은 2010년 이후 뜸해진 상황이다. 검역에서의 사용은 현재 국내 도입이 되지 않은 상태이다.

현재 아프리카, 아메리카, 아시아, 유럽, 오세아니아 모든 대륙에서 방사선 조사식품이 생산되고 있으며 2015년 각 대륙별 생산 규모는 다음과 같다 (Eustice, 2015).

표 4. 각 대륙별 방사선 조사식품 생산 규모

대륙	품목	생산량 (톤)
아프리카	향신료, 꿀, 마늘, 건조채소류/분말, 견과일, 난류, 육류, 해산물	25,000
아메리카	향신료, 과채류, 육류, 가금류, 생굴	137,950
아시아	향신료, 마늘, 과채류, 곡류, 육류, 가금류, 해산물, 분말식품, 건강 기능식품	606,467
유럽	향신료, 건조채소류, 견과일, 가금류, 해산물, 육류, 전분, 난분	5690
오세아니아	과일류	3000

조사식품 생산은 매년 확대되고 있으며, 가나, 잠비아 등 조사식품을 현재 생산하지 않는 나라들도 생산 도입을 위해 조사시설 건축을 예정 혹은 계획 중이다. 전 세계의 방사선 감마선 조사시설 수 및 건축 예정 시설의 수는 다음과 같다.

표 5. 전 세계 방사선 감마선 조사시설 및 건설 예정 시설의 수

대륙	시설	건설 예정 시설
아프리카	7	1
아메리카	27	1
아시아	159	-
유럽	20	-
오세아니아	3	-

생산량과 조사시설 수로 보았을 때 조사식품의 생산은 중국, 인도 등 아시아 국가에서 가장 많이 이루어지고 있음을 알 수 있는데, 그럼에도 불구하고 우리나라는 여전히 방사선 조사 식품의 유통이 거의 사라진 상태이다. 우리나라는 조사시설 7개를 보유하고 있으며, 2005년에는 540 톤이었던 생산량이 2010년에는 30톤으로 대폭 감소 후 현재는 전혀 생산 되지 않는다고 봐도 무방하다. 이와 같은 감소는 2010년 조사식품 표시 의무화가 도입 되면서 소비자들의 방사선 조사식품 기피현상으로 인해 기업들이 더 이상 조사처리를 하지 않게 되면서 발생하였다. 따라서 국내 조사식품 보편화를 위해서 가장 선행되어야 할 것은 소비자를 안심시키고 그들의 인식을 개선하는 것이다. 이를 이룩할 수 있는

방법으로 본 연구는 저선량 처리 보편화와 소비자 인식 개선을 비롯하여 경제성 효과 입증 및 정책 제시를 하고자 한다.

3.8. 국내외 방사선 조사 처리기술 연구 동향

본 연구에서 국내 연구 및 해외 연구 동향에 대해서 알아보았다. 지금까지 진행되어온 방사선 조사처리기술 관련 연구는 크게 식품 안전성, 식품 저장성, 식품처리 융합기술, 식품 이외의 사용에 대한 연구 총 4가지로 분류할 수 있다.

먼저, 진행되어온 식품 위생화 연구에 대해서 살펴보겠다. 조사처리의 식품 안전성에 대한 논문들은 다음과 같이 정리할 수 있다.

표 6. 조사처리의 식품 위생화 연구 목록

연도	제목	저자
1982	방사선(放射線) 조사(照射)와 자연저온(自然低溫)에 의한 발아 식품(發芽食品)의 Batch Scale 저장(貯藏)에 관(關)한 연구(研究) - 제(第) 1 보(報) : 감자의저장(貯藏)	조한옥, 변명우, 권중호, 양호숙, 이철호
1983	방사선(放射線)에 의(依)한 향신료(香辛料)의 살균(殺菌) 및 저장(貯藏)에 관(關)한 연구(研究) -제(第) 1 보(報) : 고추장분말(粉末)의 살균(殺菌)-	변명우, 권중호, 조한옥
1984	방사선(放射線) 조사(照射)가 후추가루의 살균(殺菌)에 미치는 영향(影響)	변명우, 권중호, 이미경, 조한옥
1984	방사선(放射線)에 의(依)한 양파분말의 살균(殺菌) 및 저장(貯藏)	변명우, 권중호, 조한옥
1985	향신료(香辛料)의 방사선조사(放射線照射) 살균(殺菌)	변명우
2001	Lipid oxidation and volatile production in irradiated raw pork batters prepared with commercial soybean oil containing vitamin E	Jo C., Ahn D.U., Byun M.W.
2002	Application of gamma irradiation for inhibition of food allergy	Byun M.-W., Lee J.-W., Yook H.-S., Jo C., Kim H.-Y.
2004	구운 계란의 감마선 조사에 따른 미생물학적 유통기한 설정	김동호, 송현파, 이유석, 차보숙, 김병근, 변명우
2006	고선량 감마선조사 곡류 분말의 유전독성학적 안전성평가	한석명, 김혜미, 정승경, 이주운, 변명우, 강일준
2007	감마선 조사와 실크 펩타이드 병용처리가 세균의 방사선 감수성 및 햄버거 패티의 저장 안정성에 미치는 영향	김재훈, 박진규, 송범석, 이주운, 김왕근, 황영정, 변명우
2007	감마선 조사 분말수정과의 저장 중 관능적 품질특성 및 유전독성학적 안전성 평가	이현자, 설민숙, 박재남, 김재훈, 송범석, 이주운, 변명우

연도	제목	저자
2007	Effect of gamma irradiation on the physical properties of alginic acid and λ -carrageenan	Song E.-J., Lee S.-Y., Kim K.-B.-W.-R., Park J.-G., Kim J.-H., Lee J.-W., Byun M.-W., Ahn D.-H.
2007	Effects of gamma irradiation on color changes and antioxidative activities of <i>Caesalpinia sappan</i> L	Kwon H.J., Jung U., Park H.R., Shin D.H., Jo S.K.
2008	방사선조사가 시금치 나물의 저장성 연장에 미치는 효과	김민희, 양윤희, 심현정, 손찬욱, 김미연, 김미선, 이주운, 변명우, 김미리
2009	감마선 조사에 의한 미역의 저장성 개선	김현주, 최종일, 김재훈, 전병수, 안동현, 김광훈, 변명우, 이주운
2009	Effect of gamma and electron beam irradiation on the survival of pathogens inoculated into salted, seasoned, and fermented oyster	Song H.P., Kim B., Jung S., Choe J.H., Yun H., Kim Y.J., Jo C.
2009	Effect of gamma irradiation on microbial analysis, antioxidant activity, sugar content and color of ready-to-use tamarind juice during storage	Lee J.W., Kim J.K., Srinivasan P., Choi J.-i., Kim J.H., Han S.B., Kim D.-J., Byun M.W.
2010	Influence of gamma-irradiation on the growth of <i>Aspergillus</i> spp. on feeds for ensuring feed safety	Nam B.-R., Kim K., Ryu H.-J., Nam M., Shim W.-B., Yoon Y., Kim J.-H., Lee J.-W., Byun M.-W., Chung D.-H.
2011	Enhancement of the physiological activities of cooking drip of <i>hizikia fusiformis</i> by electron-beam irradiation	Choi J.-I., Kim J.-H., Chun B.S., Ahn D.H., Kim G.H., Lee J.-W.
2012	감마선 조사처리가 가속저장 오징어순대의 저장성 및 기호성에 미치는 영향	김현지, 김꽃봉우리, 김동현, 선우찬, 정슬아, 정다현, 정희예, 김재훈, 이주운, 도상룡, 변명우, 안동현

위생화 연구들은 대체로 방사선 조사를 통한 미생물과 식품의 생화학적 작용을 억제에 대해 알아보고자 하였으며, 이를 통해 방사선 조사가 미생물 억제는 저선량 처리에도 가능하지만 생화학적 기능 억제는 고선량 처리에서만 가능하다는 사실을 입증하였다. 저선량 처리를 통한 미생물 억제는 방사선이 DNA를 직접 타겟팅하거나 미생물 내 수분을 라디칼화하여 DNA 손상을 입혀 단백질 생성을 방해하고 물질대사 작용을 막아 결국 미생물이 사멸되는 방식으로 이루어진다.

둘째, 진행되어온 식품 저장성 연구에 대해서 살펴보겠다. 조사처리의 식품 저장성에 대한 논문들은 다음과 같이 정리할 수 있다.

표 7. 조사처리의 식품 저장성 연구 목록

연도	제목	저자
1983	방사선(放射線) 조사(照射)와 자연저온(自然低溫)에 의한 발아 식품(發芽食品)의 Batch Scale 저장(貯藏)에 관(關)한 연구(研究) - 제2보(第二報) : 조사(照射)감자의 장기간(長期間) 저장후(貯藏後) Potato Chip 가공적성(加工適性)에 대하여	변명우, 이철호, 조한옥, 권중호, 양호숙
1984	방사선(放射線)에 의(依)한 양파분말의 살균(殺菌) 및 저장(貯藏)	변명우, 권중호, 조한옥
1995	저장 온도 및 포장 방법이 건멸치의 미생물학적 및 관능적 품질에 미치는 영향	권중호, 이기동, 변명우, 조한옥
1996	감마선 조사에 의한 건고추의 위생화와 장기 안전저장	변명우, 육홍선, 권중호, 김정옥
1997	신선초 분말의 위생화를 위한 오존처리와 감마선 조사와의 비교 효과	변명우, 육홍선, 김정옥, 김종균, 이현자
1998	한방약재의 오염 미생물 살균, 추출율 및 생리효능에 대한 감마선 조사의 영향	육홍선, 차보숙, 조성기, 변명우
1999	계육의 위생화 및 안전저장을 위한 감마선 조사	이주운, 이경행, 육홍선, 이현자, 변명우
1999	감마선 이용 저염 오징어 젓갈 제조 시 미생물적, 관능적 품질 변화	김재훈, 이경행, 안현주, 차보숙, 변명우
2000	콩치 과메기의 위생적 품질 개선 및 저장 기간 연장을 위한 감마선 조사	조경환, 이주운, 김재훈, 류기형, 육홍선, 변명우
2000	감마선 조사 된장류물 추출 분획의 유전독성학적 안전성 평가	육홍선, 이은미, 김동호, 이경행, 변명우, 이현자, 이명남
2000	Effects of gamma radiation on sensory qualities, microbiological and chemical properties of salted and fermented squid	Byun M.-W., Kyong-Haeng L., Dong-Ho K., Jae-Hun K., Yook H.-S., Ahn H.-J.
2001	Effects of gamma radiation on the allergenic and antigenic properties of milk proteins	Lee J.-W., Kim J.-H., Yook H.-S., Kang K.-O., Lee S.-Y., Hwang H.-J., Byun M.-W.
2002	The effect of gamma irradiation on the stability and hygienic quality of semi-dried Pacific saury (Cololabis seira) flesh	Lee J.-W., Cho K.-H., Yook H.-S., Jo C., Kim D.-H., Byun M.-W.
2005	즉석식품 제조를 위한 육가공제품의 감마선 조사에 따른 미생물 및 유전독성학적 안전성 평가	이나영, 조철훈, 강호진, 홍상필, 김영호, 이경행, 변명우
2006	Effect of gamma irradiation on the microbiological quality and antioxidant activity of fresh vegetable juice	Song H.-P., Kim D.-H., Jo C., Lee C.-H., Kim K.-S., Byun M.-W.
2007	Effects of gamma irradiation on the microbiological, nutritional, and sensory properties of fresh vegetable juice	Song H.-P., Byun M.-W., Jo C., Lee C.-H., Kim K.-S., Kim D.-H.

연도	제목	저자
2008	Effect of gamma irradiation on the growth and patulin production of <i>Penicillium griseofulvum</i> in an apple model system	Yun H., Lim S., Yang S.-H., Lee W.-Y., Kwon J., Lim B.-L., Kim D.
2008	Effect of gamma irradiation on the overall quality of a commercial plain-type yogurt products	Kim H.-J., Song H.-P., Ham J.-S., Lee J.-W., Kim K., Jo C.
2010	사료의 안전성 확보를 위한 <i>Aspergillus</i> 속 곰팡이의 생육에 대한 감마선 조사 효과	남보람, 김경열, 류희정, 남민지, 심원보, 윤요한, 김재훈, 이주운, 변명우, 정덕화
2011	감마선 조사된 채취 미역의 유전독성학적 안전성 평가	최종일, 김재훈, 송범석, 김재경, 이주운, 전병수, 안동현, 변명우
2011	Physiological properties of tuna cooking drip hydrolysate prepared with gamma irradiation	Choi J.-I., Kim J.-H., Lee J.-W.
2012	감마선 조사에 따른 참치자숙액의 위생화 및 기능성 변화 연구	변명우

해당 연구들은 식량 손실을 줄이기 위한 저장성 증진 연구들로, 감자, 마늘, 양파 등 해당 작물들의 발아 억제 및 미생물 감소 효과를 얻기 위한 최적 선량을 찾으려고 노력하였다. 위와 같은 연구 결과들은 방사선 조사처리기술이 화학 보존제 및 훈증제와 같이 유해성분을 생성하고 식품에 잔류 가능한 화학물질들의 사용을 대체할 수 있는 기술임을 입증시켜주었으며, 수확 후 농산물 이용 가능성을 증가시켜 식량 손실을 줄여주는 결과를 불러일으켰다.

다음은 진행되어온 융합형 방사선 조사기술에 대해 살펴보겠다. 조사처리의 식품 저장성에 대한 논문들은 다음과 같이 정리할 수 있다.

표 8. 융합형 방사선기술 연구 목록

연도	제목	저자
1989	김치의 숙성관련 주요 젖산균 살균에 대한 가열처리와 방사선 조사의 병용효과	변명우, 차보숙, 권중호, 조한옥, 김우정
1995	Gamma irradiation combined with improved packaging for preserving and improving the quality of dried fish (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	Joong-Ho Kwon, Myung-Woo Byun
1996	식품위생 관계 미생물에 대한 가열처리와 감마선 조사의 병용 효과	권오진, 변명우
1996	신선초 분말에 오염시킨 미생물에 대한 감마선과 오존의 살균 효과	권오진, 박순연, 김광훈, 이현자, 변명우
1997	<i>Escherichia coli</i> O157:H7의 살균을 위한 감마선과 가열 처리의 효과	권오진, 육홍선, 김성애, 변명우

연도	제목	저자
2003	가스치환 포장 및 감마선을 병용 처리한 최소가공 절임 배추의 품질특성	안현주, 김재현, 김재경, 조철훈, 김장호, 육홍선, 변명우
2003	가스치환 포장 및 감마선 조사된 소시지의 NO-Mb 함량과 색 특성	안현주, 김재현, 조철훈, 이주운, 육홍선, 변명우
2004	가상 소화모델시스템 내에서 감마선 조사와 가열 처리된 Ovalbumin의 IgE-Binding Ability의 변화	서지현, 김재훈, 오상희, 이주운, 변명우
2004	감마선 조사와 로즈마리 추출 분말 병용처리가 즉석 햄버거 스테이크에 미치는 영향: I. 미생물학적 특성 및 저장성	오상희, 김장호, 이주운, 이유석, 박경숙, 김종균, 이효구, 변명우
2004	감마선 조사와 로즈마리 추출 분말 병용처리가 즉석 햄버거 스테이크에 미치는 영향: II. 품질 개선 효과	박경숙, 김종균, 이주운, 오상희, 이유석, 김장호, 김재훈, 김왕근, 변명우
2004	포장 방법에 따른 양념갈비의 저장중총균수, 전자공여능 및 지방산화의 감마선 조사 효과	강호진, 조철훈, 이나영, 김정옥, 변명우
2005	가스치환포장과 감마선조사 병용 처리한 최소가공 무의 미생물학적 안전성	김재경, 조철훈, 김현주, 이주운, 황한준, 변명우
2005	A combination of gamma irradiation and CaCl ₂ immersion for a pectin-based biodegradable film	Kang H.J., Jo C., Lee N.Y., Kwon J.H., Byun M.W.
2008	Combination pretreatment of calcium and vitamin C to enhance the firmness of kimchi sterilized with high-dose gamma irradiation	Song B.-S., Kim M.-J., Park J.-G., Kim J.-H., Kim D.-J., Han S.-B., Shin J.-K., Byun M.-W., Lee J.-W.
2009	감마선 조사와 푸코이단/라미나린 병용처리가 돈육 패티의 품질에 미치는 영향	김현주, 최종일, 박진규, 송범석, 김재훈, 윤요한, 김천제, 신미혜, 변명우, 이주운
2010	Combined effects of heating and γ -irradiation on the microbiological and sensory characteristics of Gochujang (Korean fermented red pepper paste) sauce during storage	Park J.-N., Park J.-G., Han I.-J., Song B.-S., Choi J.-I., Kim J.-H., Sohn H.-S., Lee J.-W.
2010	Effect of autoclaving and irradiation on microbiological safety and quality of ready-to-eat bulgogi	Park J.-G., Song B.-S., Kim J.-H., Park J.-N., Han I.-J., Hwang H.-J., Byun M.-W., Cho H.-Y., Kim Y.-W., Mah J.-H., Lee J.-W.
2011	Effect of antioxidant and irradiation treatment under freezing temperature conditions on physicochemical and sensory properties of Tarakjuk (Milk Porridge)	Han I.-J., Song B.-S., Kim J.-H., Park J.-H., Lee J.-W., Chun S.-S.
2012	Effect of high-dose irradiation and autoclave treatment on microbial safety and quality of ready-to-eat Bulgogi sauce	Park J.-G., Song B.-S., Kim J.-H., Han I.-J., Yoon Y., Chung H.-W., Kim E.-J., Gao M., Lee J.-W.

해당 연구들은 식중독을 일으키는 병원성 미생물들을 억제하기 위한 방법들을 찾기 위한 연구들로, 주로 *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni* 등의 미생물을 타겟으로 잡았으며, 방사선 조사처리만 단독으로 사용하지 않고 열처리 또는 비열처리 기술을 함께 처리하여 해당 미생물들을 제어하고자 하였다. 주로 실험에 사용된 식품 시료는 육류, 과채류였으며, 다양한 선량을 처리하여 타겟 미생물의 제어에 가장 적합한 조건을 찾는 연구들도 있었다. 실험결과 미생물 제어는 모두 효과적으로 이루어졌으나 조사처리에 의한 품질 결함이 나타나는 경우도 있었다. 육류의 경우 조사처리와 이산화탄소 함량이 높은 MAP 포장을 함께 한 경우 쉼내 및 이취가 발생하였고, 방향유나 유기산의 융합처리 시에는 처리 조건에 따라 미생물 제어 효과가 방사선 조사 단독 처리 시보다 극대화되는 경우도 있고 변화가 없는 경우도 있었다. 조사처리를 다른 저장기술과 병용처리 시, 융합한 저장기술을 통한 미생물 제어와 조사처리를 통한 미생물 제어가 동시에 진행되기 때문에 저선량 조사처리에도 우수한 살균력을 보일 수 있으며, 이러한 원리를 활용해 조사처리 저감화 연구들도 진행되었다. 이뿐만 아니라 2010년 건고추 연구에서는 방사선 조사에 의한 물성 변화 및 물리 화학적 변화를 최소화하고자 냉동저장을 동반한 조사처리 방법을 소개하기도 하였다. 위와 같이 현재까지 진행되어온 방사선 융합형 기술 연구들은 방사선 조사의 단점을 보완하여 방사선 조사의 장점을 극대화하는 결과들을 낳았으며, 이를 통해 식품의 위생 및 품질을 향상시키는데 기여하였다.

마지막으로, 진행되어온 식품이 아닌 대상에 사용되는 방사선 조사기술에 대한 연구들을 살펴보겠다. 식품이 아닌 대상에 사용되는 방사선 조사기술에 대한 논문들은 다음과 같다.

표 9. 식품이 아닌 대상에 사용되는 방사선 조사기술에 대한 연구 목록

연도	제목	저자
1985	Gamma radiation for use in archives and libraries.	Hanus, J.
1987	The potential long term effects of gamma irradiation on paper.	Butterfield, F. J.
1995	The applicability of gamma radiation to the control of fungi in naturally contaminated paper.	Tomazello, M. G. C., Wiendl, F. M.
1998	Decay prevention in waterlogged archeological wood using gamma irradiation.	Pointing, S. B., Jones, E. B. G., Jones, A. M.
1998	Effect of gamma rays on pure cellulose paper as a model for the study of a treatment of biological recovery of biodeteriorated books.	Adamo, M., Giovannotti, M., Magaudda, G., Plossi-Zappala, M., Rocchetti, F., Rossi, G.

연도	제목	저자
2001	Gamma radiation treatment of paper in different environmental conditions.	Adamo, M., Brixxi, M., Magaudda, G., Martinelli, G., Plossi-Zappala, M., Rocchetti, F., Savagnone, F.
2002	Gamma radiation for preservation of biologically damaged paper.	Gonzalesz, M.E., Calvo, A.M., Kairiyama, E.
2002	Preservation, restoration and sterilization by Arc-nucleart.	Duchene, J.
2004	The recovery of biodeteriorated books and archive documents through gamma radiation: some considerations on the results achieved.	Magaudda, G.
2006	Inactivation of fungi from deteriorated paper materials by radiation.	Da Silva, M., Moraes, A. M. L., Nishikawa, M. M., Gatti, Vallimde Alencar, M. A., Vrandao, L. E., Nobrega, A.
2004	Effects of gamma irradiation on color characteristics and biological activity of extracts of <i>Lonicera japonica</i> (Japanese honeysuckle) with methanol and acetone.	Byun, M. W., Jo, C., Jeon T. W., and Hong, C. H.
2009	Irradiation of tropical fruit for phytosanitary purposes in Australia.	Leach, P.
2011	Study of optimal gamma irradiation for the control of fungi on wooden cultural property.	Yoon, M., Chung, Y. J., Kang, D. I., Kim, G. H., Lee, Y. J., Lee, J. W., Choi, J.

해당 연구들은 방사선 조사를 문화재 및 토목에 사용하였는데, 이들은 곤충과 미생물에 의해 발생가능한 문화유산 혹은 토목재료의 부패를 조사처리를 활용한 살균을 통해 방지하고자 하였다. 이는 방사선 조사의 활용이 식품뿐만 아니라 미생물과 곰팡이가 생식할 수 있는 다양한 표면에 적용 가능하다는 사실을 알려주었으며, 앞으로 방사선 조사의 활용 분야가 다양하다는 것을 보여주었다.

3.9. 방사선 조사기술의 보편화 방안

- 소비자 인식 개선 시도

식품 방사선 조사기술 사용을 확대해가고 있는 외국과 달리 우리나라는 2010년 조사식품 표기 의무화 이후 조사식품 시장이 사라지고 있으며, 현재 우리나라에서 식품 방사선 조사기술은 우수한 살균력과 안전성에도 불구하고 도태되어버린 기술 중 하나이다 (Eustice, 2015). 이는 소비자의 부정적 인식으로 인해 조사식품 판매가 저조하고 이로 인해 산업적 이익이 발생하지 않자 기업들이 식품 조사기술사용을 중단하였기 때문이다. 따라서 식품 조사기술의 보편화를 위해 선행되어야 할 것은 소비자 인식 개선으로, 본 연구에서 소비자 인식을 개선하기 위해 어떤 정보를 제공해야 할지에 대한 조사를 진행하였다.

본 연구에서는 20대 12명을 대상으로 방사선 조사식품에 대한 교육 전후로 설문 조사를 진행하였으며, 설문조사 질문은 아래와 같았으며, 교육 전후의 결과는 다음 그래프와 같다.

1) 방사선 조사 식품에 대해 알고 계십니까?

1-1) 방사선 조사 식품에 대한 정보는 어디서 접하셨습니까?

2) 방사선과 방사능의 차이에 대해서 아십니까?

2-1) 차이를 아신다면, 방사선과 방사능의 차이가 무엇입니까?

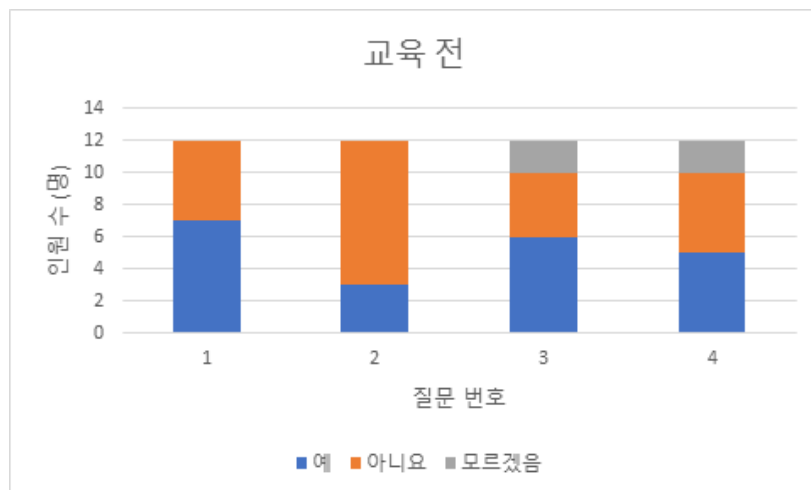
3) 방사선 조사 식품이 유통될 필요가 있다고 생각하십니까?

3-1) 위와 같이 대답한 이유가 무엇입니까?

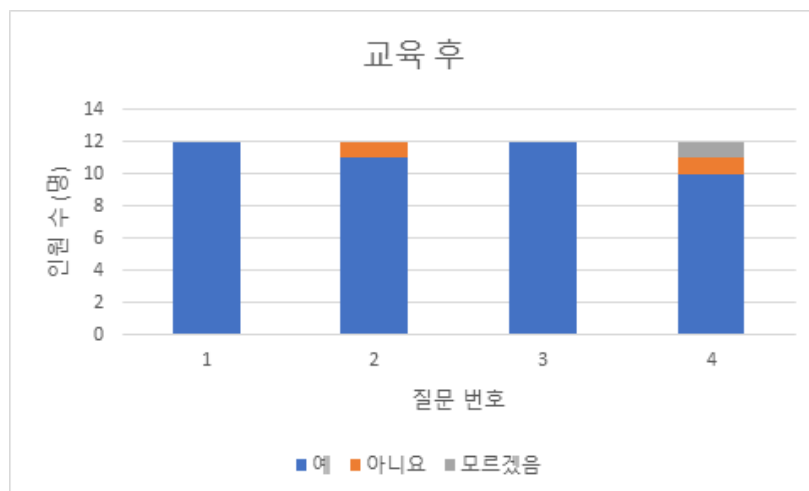
4) 방사선 조사 식품을 구매하실 의향이 있으십니까?

4-1) 위와 같이 대답하신 이유가 무엇입니까?

그래프 1. 교육 전 설문 결과



그래프 2. 교육 후 설문 결과



교육 전 설문 1번 문항에서 설문 인원의 41.7%가 조사식품에 대해 알고 있지 못하다고 답하였고, 이에 대해 알고 있던 58.3%는 뉴스나 식품 가공학 관련 수업을 통해 접하였다고 답하였다. 이를 통해 비전공자인 소비자의 경우, 조사식품에 대한 정보를 뉴스를 통해 접함을 확인할 수 있고 소비자에 대한 정보전달 통로로 뉴스를 활용해야 할 필요성이 대두된다.

교육 전 설문 2번 문항에서 인원의 75%가 방사선과 방사능의 차이에 대해 알지 못한다고 답하였으며, 차이를 안다고 답한 25% 중 일부는 방사선과 방사능의 차이를 정확하게 설명하지 못하였다. 이를 통해 소비자들이 방사능과 방사선을 같은 것이라고 착각하여 방사능으로 인한 공포심이 자연히 방사선에 대한 공포를 유발시키며 이로 인해 조사식품에 대한 부정적인 인식이 형성될 수 있음을 알 수 있다. 따라서 교육을 통한 소비자

인식 개선 시 방사능과 방사선의 차이에 대해 쉽고 명확하게 설명해야할 필요가 있다. 본 연구에서는 교육 전 설문 실시 후 진행한 교육에서 방사선과 방사능의 차이를 쉽게 이해할 수 있도록 정읍 원자력 연구소에서 홍보자료로 제작하여 사용했던 다음 예시를 사용해 교육을 시도해보았다. 우리가 연탄불에 고기를 구워먹을 때 고기를 연탄 위에 직접 올려 재 범벅이 된 고기를 먹지 않는다. 연탄불과 고기 사이에 불판을 놓고 불판 위에 고기를 올려 연탄으로부터 오는 열기 즉, 에너지를 고기에 전달하고 이를 활용해 고기를 익혀 먹는다. 이 과정에서 고기에 연탄재가 묻을 일은 전혀 없다. 방사선 조사도 마찬가지로 방사능 물질을 사용하여 방사능 물질이 내는 에너지인 방사선을 식품에 전달하고 이를 활용해 식품을 살균한다. 이 과정에서 식품이 방사능 오염물질에 노출될 일이 전혀 없다. 이러한 예시를 활용한 교육 후 실시한 설문 결과 인원의 91.7%가 방사선과 방사능의 차이를 이해한다고 답하였으며, 이는 교육 전 설문보다 높은 수치로 해당 예시를 통한 교육 방법이 효과 있음을 보여준다.

교육 전 설문 3번 문항에서 인원의 50%가 조사식품은 필요하다, 33.3%는 필요하지 않다, 16.7%가 잘 모르겠다고 답하였다. 필요하다고 답한 이들은 조사처리가 유통기한을 늘려 버려지는 식품을 줄일 수 있다, 긴 저장성 덕분에 과채류의 가격이 내려 저소득층 비만을 낮출 수 있을 것이다 등의 이유를 들었으며, 필요하지 않다고 답한 이들은 위험한 것 같다는 점을 이유로 이와 같이 답하였다. 모르겠다고 답한 이들은 아직 조사식품에 대한 정보가 없어다는 점을 이유로 이와 같이 응답했다. 설문 후 진행한 교육에서는 방사선 조사가 다양한 연구들을 통해 WHO, FAO, JECFI에서 안전하다고 발표하였으며 Codex는 방사선 조사처리를 권장하고 있다는 점과 방사선 조사처리가 식품 미생물 사멸을 통해 저장성을 늘려 식량 낭비를 줄일 수 있고 식중독 발생을 줄일 수 있다는 점을 설명 해주었다. 교육 이후 진행한 설문 3번 문항에서 인원의 100%가 필요하다고 답하였으며, 이는 교육을 통해 소비자들에게 조사식품의 필요성을 잘 인지시킬 수 있으며, 안전성 입증 자료를 설명함으로써 두려움을 느끼는 소비자들을 안심시킬 수 있음을 보여준다.

교육 전 설문 4번 문항에서 인원의 41.7%가 조사식품 구매의향이 있다, 41.7%가 구매의향이 없다, 16.7%가 잘 모르겠다고 답하였다. 구매의향이 있다고 답한 인원들은 안전하고 유통기한이 길다, 경제적이고 효율적이니까, 안전할 것 같다 등의 이유를 들었다. 구매의향이 없다고 답한 이들은 불안하다는 이유로 들었고, 모르겠다고 답한 이들은 아직 정보가 부족해서 이와 같이 답했다고 설명했다. 교육 후 설문에서 83.3%가 구매의향이 있다, 8.3%가 없다, 8.3%가 잘 모르겠다고 답하였으며, 이는 교육을 통해 소비자에게

조사식품의 필요성과 안전성을 설명하고 이해시킬 수 있으며 이를 통한 소비자 인식 개선의 가능성을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 실시한 교육 및 설문조사를 통해 소비자들은 뉴스를 통해 주로 정보를 접하기 때문에 이를 활용한 정보전달을 실시하여야 하며, 전달 정보에는 방사선과 방사능 차이를 설명하는 자료를 포함시켜야한다는 사실을 확인하였다. 또, 안전성 및 필요성을 설명하는 교육을 통해 소비자들의 구매의향을 높일 수 있음을 확인하였다. 따라서 본 연구는 뉴스를 활용한 방사선과 방사능 차이 설명, 조사식품의 안전성 및 필요성 설명이 포함된 교육을 통해 소비자 인식 개선을 시도할 것을 제안한다. 이때, 이해하기 쉬운 일상 예시 및 비유를 교육에 활용하는 것이 더 효과적일 것으로 보인다.

- 저선량화 시도

조사처리에 대한 소비자 인식이 부정적이기 때문에 인식개선 노력과 더불어 조사처리 선량 저감화 시도 또한 실시하여야 한다. 최소한의 조사처리로 필요한 살균력을 달성한다면 조사처리에 의해 발생 가능한 식품 성상변화도 막을 수 있고 고선량 처리에 대해 거부감을 갖는 소비자들을 안심시킬 수 있기 때문이다. 저선량화 시도의 일환으로 현재 다양한 융합형 방사선 조사기술들이 연구 중이다. 융합형 방사선 기술은 조사처리와 다른 저장기술을 병용처리하여 식품의 품질 변화 최소화, 조사선량 최소화, 식품 저장성 및 안정성 최대화를 목적으로 사용한다. 본 연구에서는 융합형 방사선 기술들 중 MAP 포장과 방사선 조사를 접목한 기술에 대해 중점적으로 알아보하고자 하며, 이를 활용한 조사선량 저감화 연구들에 대한 문헌조사 및 융합형 방사선 기술을 통한 식품 품질 변화 최소화 실험을 진행하였다.

4. 융합형 방사선 조사기술

4.1. 융합형 방사선 조사란?

융합형 방사선 조사기술이란, 방사선 조사처리기술과 다른 식품 저장기술을 병용 처리하여 식품 조사처리 선량을 최소화하고 조사처리로 인한 식품 품질 변화를 막는 기술로, 조사처리를 통해 식품 저장성 및 안전성을 확보하고 융합된 기술의 처리로 식품 품질을 확보한다. 융합하고자 하는 기술은 식품 종류 및 방지하고자하는 품질 변화가 무엇인지에 따라 결정되며, 대부분의 경우 융합하고자 하는 기술처리가 선행된 다음 조사처리를

진행한다. 조사처리와 함께 접목 가능한 기술로는 MAP 포장, 산 침지, 방향유 코팅, 초고압 기술 등 다양한 것들이 있으며, 본 연구에서는 MAP 포장과의 융합에 대해 중점적으로 알아보려고 한다. 방사선 조사처리에 의해 일어날 수 있는 주요 품질 변화 중 한 가지가 지방 산패로 인한 이취 발생인데, 공기조성 중 산소 농도를 줄일 경우 이와 같은 품질 결함의 발생을 막을 수 있기 때문에 조사처리와의 융합이 긍정적인 효과를 보일 수 있을 것이라 판단하여 이와 같은 결정을 하였다.

4.2. 융합형 방사선 조사기술 실험들

융합형 방사선 조사기술의 효과를 확인하고자 지금까지의 융합형 방사선 조사기술의 연구 동향을 알아본다. 융합형 방사선 조사기술 연구들은 표 8과 같으며, 이 중에서 MAP 포장을 융합기술로 사용한 실험들의 논문 내용을 자세히 살펴보려고 한다.

- 콩의 항균 코팅 MAP 포장 및 방사선 조사

Renato (2014)는 녹색 콩 시료에 대해 에센셜 오일을 포함한 항균코팅, 감마선 조사, MAP를 단독 또는 조합하여 접종된 *E. coli* O157:H7 및 *Salmonella* Typhimurium에 대해 평가하였다.

먼저 nanoemulsion의 *E. coli* O157:H7 및 *Salmonella* Typhimurium에 대한 최소억제농도(MIC)를 비교하여 carvacrol이 가장 효과적임을 확인하였고 따라서 이를 항균코팅으로 사용하였다.

MAP 조건은 60% O₂, 30% CO₂, 10% N₂이고 조사량은 0.25 kGy이었고, 코팅과 방사선 조사 그리고 MAP(60% O₂, 30% CO₂, 10% N₂)의 항산화 효과는 13일 동안 4℃ 저장 온도에서 확인했다.

MAP 단독으로는 큰 효과를 보지 못했지만 항균코팅의 첨가는 공기 포장과 MAP포장에서 모두에 대장균의 방사선 민감성(산소는 1.32배, MAP는 1.80배 증가)과 살모넬라의 방사선 민감성(산소는 1.30배, MAP는 1.89배 증가)을 높여주었다. 방사선 0.25 kGy과 MAP는 방사선 단독 처리에 비해 큰 차이가 나지 않고 똑같이 7일 차에 *S. Typhimurium*과 *E. coli* O157:H7이 검출되지 않았다. 방사선과 항균물질의 조합 또한 7일 차에 *S. Typhimurium*과 *E. coli* O157:H7이 검출되지 않았으며, 대장균과 살모넬라 모두에 이 두 조합은 큰 의미가 없었다. 대장균의 경우 방사선, MAP, 항균코팅의 조합은 가장 효과적

이었으며 1에서 13일차 통틀어 *S. Typhimurium*과 *E. coli* O157:H7 불검출이었다. *S. Typhimurium*의 경우 방사선, MAP, 항균코팅의 조합은 7일 차부터 불검출이어서 가장 효과적이라고 볼 수 있다.

표 10. 온도 4°C 보관하에 항균 코팅, 감마선 조사, 및 MAP 가 *E. coli* O157:H7의 생존에 미치는 영향

	1일차	3일차	5일차	7일차	9일차	11일차	13일차
컨트롤	2.98 ± 0.08	3.03 ± 0.11	3.10 ± 0.07	3.14 ± 0.09	3.18 ± 0.21	3.41 ± 0.19	3.95 ± 0.10
MAP	3.02 ± 0.31	3.19 ± 0.07	3.05 ± 0.10	3.01 ± 0.15	2.80 ± 0.15	2.98 ± 0.11	3.01 ± 0.19
코팅 (air)	2.45 ± 0.10	2.15 ± 0.08	2.57 ± 0.22	1.40 ± 0.29	1.25 ± 0.12	ND	ND
코팅 + MAP	2.64 ± 0.14	2.59 ± 0.12	2.30 ± 0.15	1.66 ± 0.12	1.19 ± 0.10	ND	ND
γ (air)	1.71 ± 0.26	1.26 ± 0.16	1.18 ± 0.26	ND	ND	ND	ND
γ + MAP	1.62 ± 0.15	1.45 ± 0.21	1.19 ± 0.25	ND	ND	ND	ND
γ + 코팅(air)	1.30 ± 0.26	1.35 ± 0.15	1.25 ± 0.43	ND	ND	ND	ND
γ + 코팅 + MAP	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

표 11. 온도 4°C 보관하에 항균 코팅, 감마선 조사, 및 MAP 가 *S. Typhimurium*의 생존에 미치는 영향

	1일차	3일차	5일차	7일차	9일차	11일차	13일차
컨트롤	3.12 ± 0.12	3.18 ± 0.03	3.25 ± 0.05	3.45 ± 0.07	3.87 ± 0.09	4.10 ± 0.04	4.43 ± 0.13
MAP	3.00 ± 0.10	2.97 ± 0.14	2.99 ± 0.2	3.13 ± 0.06	3.59 ± 0.05	3.78 ± 0.03	3.95 ± 0.08
코팅 (air)	2.70 ± 0.09	2.55 ± 0.10	2.50 ± 0.10	2.53 ± 0.06	2.35 ± 0.09	2.40 ± 0.04	2.65 ± 0.20
코팅 + MAP	2.65 ± 0.19	2.80 ± 0.08	2.72 ± 0.08	2.45 ± 0.32	2.60 ± 0.12	2.78 ± 0.13	2.80 ± 0.07
γ (air)	2.40 ± 0.06	2.65 ± 0.05	2.34 ± 0.12	2.12 ± 0.31	2.30 ± 0.04	2.48 ± 0.12	2.75 ± 0.05
γ + MAP	1.75 ± 0.07	2.30 ± 0.16	2.40 ± 0.10	2.25 ± 0.11	2.18 ± 0.16	2.38 ± 0.11	2.52 ± 0.09
γ + 코팅 (air)	1.75 ± 0.07	2.02 ± 0.17	1.79 ± 0.21	2.00 ± 0.24	2.04 ± 0.06	2.35 ± 0.10	2.38 ± 0.18
γ + 코팅 + MAP	1.68 ± 0.08	1.75 ± 0.06	1.44 ± 0.17	ND	ND	ND	ND

해당 실험은 대장균과 살모넬라로부터 carvacrol 항균코팅의 항균력을 확인하였다. 60% O₂, 30% CO₂, 10% N₂로 구성된 MAP만으로는 효과가 좋지 않았으며 항균코팅, MAP, 방사선의 조합이 가장 효과적으로 병원성 미생물을 조절 및 저해할 수 있었다 (Severino et al., 2015).

- 토마토의 MAP 포장 및 감마선 조사

이전 선행연구 중, IR과 MAP의 병용처리를 통해 sliced Roma tomato에서의 *Salmonella* 저감화 최적 조건 찾기를 시도한 사례가 있다. 방사선 조사처리는 방사선 조사 장비가 갖추어진 기지를 필요로 하기에 식품 생산지에서 조사 기지까지의 이동이 필요한데, 이동 과정 중 신선식품의 경우 상할 수 있으므로 이를 막을 수 있는 최적 IR 및 MAP 처리 조건 및 시점을 찾기 위해 Niemira (2013)은 다음과 같은 연구를 진행하였다.

Sliced Roma tomato를 준비한 다음 *Salmonella* spp.를 접종하고 진공 또는 MAP 포장한 후, 포장된 샘플마다 방사선 조사 처리 시점 및 조사선량을 달리 하여 *Salmonella* spp. 저감화의 최적 조건을 찾고자 하였다. 이때 사용된 MAP 조건은 10% O₂+90% N₂, 5% O₂+90% N₂, 100% N₂였고 control로는 air를 사용했다. 조사처리 시점은 포장 후 0, 24, 48 시간으로 설정하였고 조사선량은 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 kGy로 정하였다.

표 12. MAP 공기조성에 따른 저감화 정도.

공기 조성	저장 기간(시간)	Plate counts, nonirradiated control (log cfu/g)	D10 (kGy)	R ₂ 값
Air	0	7.559	0.17	0.96
	24	7.741	0.22	0.90
	48	7.984	0.24	0.81
10% O ₂ , 90% N ₂	0	7.464	0.30	0.95
	24	7.717	0.28	0.98
	48	8.080	0.32	0.95
5% O ₂ , 95% N ₂	0	8.844	0.21	0.94
	24	8.159	0.21	0.99
	48	8.780	0.30	0.95
100% N ₂	0	7.543	0.34	0.99
	24	8.028	0.26	0.99
	48	8.222	0.29	0.98

모든 처리 조건에서 *Salmonella* spp. 저감화 정도가 조사선량에 비례하게 나타났으며, 조사 처리 후 48시간 보관 시 MAP에 쓰인 산소 농도가 낮을수록 *Salmonella* spp. 저감화가

더 우수하게 나타났다. 이를 통해 IR 및 MAP 병용처리가 *Salmonella* spp. 라는 특정 미생물 제어 능력이 있음을 알 수 있다.

위 논문들의 결과를 보면 대체적으로 IR을 단독 처리한 것에 비해 MAP를 병용 처리한 경우 미생물 제어 능력이 더 우수하게 나타나거나, 그렇지 않다고 하여도 색감 등 품질 변화가 더 적게 일어났음을 알 수 있다. 따라서 융합형 이온화 조사기술을 식품의 저장성 증진 및 식품 품질 유지에 효과적임을 확인할 수 있다.

- 감자의 MAP 포장 및 방사선 조사

Baskaran (2007)은 감자를 MAP 포장한 후 감마선 조사 시 식중독균이 얼마나 감소하는지 또한 관능적인 면에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보고자 하였다.

감자조각을 citric acid(0.0-1.0%)와 KMS(potassium metabisulfite, 0.0-1.0%)가 함유된 용액에 담그고 흡착된 수분 제거를 위해 filter paper 위에 30분간 펼치고 포장하였으며, 처리된 감자조각들은 100 g씩 polypropylene bag에 포장하고 감마선 조사를 실시하였다. 이후 Hunter color measuring system으로 색 변화를 측정하였다.

1.0 kGy 선량에서 citric acid와 KMS의 농도가 1.0%일 때 가장 높은 L-value와 가장 낮은 b-value가 기록되었으며, citric acid와 KMS의 농도가 0%일 때 L-value와 b-value의 변화는 없었다.

0 kGy 선량에서 a-value와 경도 모두 citric acid의 농도와 관계없이 변화가 없었으며, 1.5 kGy에서는 citric acid의 농도가 증가함에 따라 a-value는 증가하고 경도는 줄어들었다.

0 kGy, 1.5 kGy 선량에서 설탕 농도는 citric acid가 증가하면서 감소하였는데, 이는 전분의 가수분해의 영향인 것으로 추정된다.

Citric acid의 농도가 최저일 때, 감마선 선량의 증가에 따라 설탕 농도가 증가하였으며 citric acid의 농도가 최고일 때, 감마선 선량의 증가에 따라 설탕 농도가 감소했다. 설탕 농도의 감소는 metabolic activity의 감소 때문으로 추정된다.

- 닭가슴살의 MAP 포장 및 감마선 조사

Kudra (2012)는 닭가슴살을 일산화탄소를 포함한 MAP 포장 후 감마선 조사 시 닭가슴살의 *Campylobacter jejuni* 조절에 어떤 영향을 미치는지에 대해 알아보고자 하였다.

냉장된 신선한 닭 가슴살을 구입하여 100g씩 파우치에 넣은 후 *C. jejuni* 접종 후 진공 포장 및 MAP 포장을 하였다. 포장된 샘플은 0.25, 0.50, 0.75 kGy에 조사처리를 한 후 4°C에서 보관하였다.

표 13. 고농도 O₂ + CO MAP 포장과 방사선 처리 후 *Campylobacter jejuni*의 생존 수

	저장 기간(주):											
	1		2		3		4		5		6	
선량(kGy)	M ^a	SE ^b	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE	M	SE
0	5.90	0.05	6.78	1.08	5.26	0.06	5.67	0.23	4.97	0.25	5.55	0.10
0.25	5.04	0.04	4.72	0.16	4.96	0.04	4.70	0.10	3.73	0.09	4.81	0.16
0.50	3.90	0.12	3.70	0.17	3.44	0.12	3.63	0.07	3.27	0.10	3.29	0.22
0.75	2.83	0.27	2.29	0.22	2.39	0.10	2.09	0.30	1.84	0.20	1.87	0.09

전반적으로 조사는 신선한 닭가슴살에 *C. jejuni*를 감소시키는데 효과적이었다. 0.75 kGy 선량에서 닭가슴살의 *C. jejuni*가 2.5-3.0 log CFU/g 감소하면 소매환경이나 소비자의 가정에서 교차오염 가능성을 줄일 수 있다. 그러므로 방사선 조사는 혐기성 포장 조건에 살아남을 수 있는 병원균을 관리할 수 있다. 미생물학적 평가의 결과에 따르면, 고농도 산소 MAP는 닭가슴살의 *C. jejuni* 억제에는 진공포장과 차이가 없었다. 이 연구에서 평가된 용량의 방사선 처리와 상관없이 병원체의 초기 오염이 높으면 RTE food 혹은 온도에 의한 덜 익힌 고기 등의 교차오염이 여전히 문제로 남아있다.

- 미트볼의 MAP 포장 및 감마선 조사

Gunes (2011)는 미트볼을 MAP 포장한 후 감마선 조사 시 식중독균이 얼마나 감소하는지를 확인하여 MAP 포장과 감마선 조사의 융합처리가 미트볼의 안전성에 어떠한 영향을 끼치는지 알아보려고 하였다.

실험에 사용된 시료는 다진 소고기와 각종 양념들을 섞어서 만든 미트볼로, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. Enteritidis*에 대한 접종을 한 뒤 진공포장 하였다. 포장된 샘플들은 각각 0.75, 1.5, 그리고 3 kGy에 조사처리를 한 후 21일 동안 4℃에 보관하였다. 보관 기간 동안 미생물 생존, 총 미생물 수, 지방 산화, 변색, 그리고 관능적 변화를 측정 하였다.

저장기간 중 혐기성 환경으로 변한 샘플은 없었으며 O₂와 CO₂ 함량은 초기 함량과 상당히 비슷했다. 또한, 이온화 조사가 미생물 활동 억제에 큰 역할을 수행하였다. *E. coli*는 1.5 kGy의 선량으로 충분히 억제되었으나 *L. monocytogenes*와 *S. Enteritidis*는 3 kGy의 선량이 필요했다. 또한, 일반 포장된 샘플의 미생물 억제에 필요한 선량은 MAP 포장된 샘플보다 높았다. 즉, MAP 포장을 융합한 경우 일반포장보다 저선량으로 미생물 억제를

시킬 수 있다. 이온화 조사가 TBARS 값을 선량에 따라 증가시켰으며 전체적으로 보면 지방 산화가 억제되었고 이로 인해 유통기한이 대폭 증가하였다.

표 14. 방사선 조사와 MAP가 미트볼의 관능적인 요소에 미치는 영향

저장 기간(일)	포장	조사 후 이취			자극적인 향			색		
		0 kGy	1.5 kGy	3 kGy	0 kGy	1.5 kGy	3 kGy	0 kGy	1.5 kGy	3 kGy
2	MAP	1.25± 0.39	3.08± 0.65	3.67± 0.53	4.30± 1.46	2.30± 0.51	2.20± 0.85	11.58 ± 0.67	9.50± 0.54	9.50± 0.74
	Aerobic	0.75± 0.35	3.25± 0.77	4.67± 0.53	9.10± 1.38	2.10± 0.77	1.70± 0.71	14.00 ± 0.41	7.67± 0.66	8.08± 0.60
8	MAP	2.00± 0.66	5.88± 1.05	4.88± 0.87	8.25± 1.80	4.13± 1.03	3.75± 1.10	12.63 ± 0.32	12.13 ± 0.52	10.50± 0.50
	Aerobic	0.63± 0.35	8.25± 1.79	8.25± 1.72	7.63± 1.86	3.00± 1.24	2.25± 0.82	14.75 ± 0.16	9.25± 0.37	8.63± 0.65
15	MAP	0.80± 0.61	3.40± 0.91	3.10± 0.98	8.38± 2.20	2.38± 0.94	4.50± 1.55	13.33 ± 0.53	9.42± 0.70	8.83± 0.80
	Aerobic	0.50± 0.22	4.60± 1.18	6.70± 1.42	9.88± 1.55	1.00± 0.50	1.00± 0.27	12.83 ± 0.47	8.58± 0.91	7.00± 1.01

방사선 조사는 호기성 포장에서 색상 및 관능적인 면에서 상당한 손실을 초래하였다. 하지만 MAP가 방사선 조사에 의한 품질 저하를 효과적으로 억제하였다.

따라서, 3 kGy의 방사선 조사와 MAP(3% O₂ + 50% CO₂ + 47% N₂)의 융합은 21일 동안 냉장보관 기간 잠재적인 병원균의 활동을 저해하고 미트볼의 품질을 유지함으로써 미트볼의 안전성을 증가시켰다.

• RTE meat의 MAP 포장 및 전자선 조사

이전 선행연구 중, IR과 MAP를 함께 처리하여 육류에서의 *Listeria monocytogenes* 제어를 시도한 사례가 있다. 이때 MAP 조건은 high CO₂ (100% CO₂)을 사용한 것으로, 이를 바탕으로 실험을 설계하여 Kudra (2012)는 특정 종류의 고기에 IR과 MAP 융합 적용 시 그 효험이 어느 정도인지를 알아보고자 하였다.

RTE frankfurter와 cooked pork chops 두 종류의 고기에 *L. monocytogenes* 접종 후 진공포장 또는 MAP 포장을 하였다. 그 후 곧바로 전자 가속기로 방사선 조사선량을 각각 다르게 설정하여 처리하고, 일정 기간 보관한 다음 고기에 *L. monocytogenes*가 얼마나 남아있는지 plate counting을 통해 알아보았다.

표 15. high - CO₂ MAP 및 방사선 조사 상태의 *L. monocytogenes*의 성장

조사 선량 (kGy)	저장기간 중 <i>L.monocytogenes</i> 의 성장 (log CF/cm ²)					
	1주차	2주차	3주차	4주차	5주차	6주차
0	5.54 ± 0.30	5.17 ± 0.10	4.70 ± 0.10	4.69 ± 0.03	4.77 ± 0.03	4.54 ± 0.22
1.0	2.98 ± 0.05	3.37 ± 0.06	2.95 ± 0.13	2.79 ± 0.14	2.63 ± 0.07	2.52 ± 0.14
1.5	2.19 ± 0.54	2.08 ± 0.09	1.83 ± 0.07	1.91 ± 0.07	1.84 ± 0.03	0.82 ± 0.43
2.0	1.22 ± 0.05	1.13 ± 0.16	0.83 ± 0.44	0.57 ± 0.13	0.66 ± 0.12	0.93 ± 0.33
조사 선량 (kGy)						
	7주차	8주차	9주차	10주차	11주차	12주차
0	5.48 ± 0.19	5.48 ± 0.06	5.78 ± 0.05	5.47 ± 0.29	5.79 ± 0.19	5.76 ± 0.06
1.0	4.29 ± 0.53	4.43 ± 0.11	4.51 ± 0.01	5.87 ± 0.47	5.78 ± 0.12	6.39 ± 0.04
1.5	2.45 ± 0.22	4.29 ± 0.07	5.59 ± 0.12	5.92 ± 0.38	6.01 ± 0.41	5.45 ± 0.28
2.0	1.04 ± 0.65	2.08 ± 1.04	3.87 ± 0.89	2.84 ± 0.12	3.95 ± 0.31	5.69 ± 0.94

위 실험에서 high - CO₂ MAP 및 방사선 조사 병용처리는 12주 이상의 장기 냉장보관의 경우 *L. monocytogenes*라는 특정 미생물을 제어할 수 있음을 알 수 있다.

위 논문들의 결과를 보면 대체적으로 방사선 조사를 단독 처리한 것에 비해 MAP를 병용 처리한 경우 미생물 제어 능력이 더 우수하게 나타나거나, 그렇지 않다고 하여도 색감 등 품질 변화가 더 적게 일어났음을 알 수 있다. 따라서 융합형 이온화 조사기술을 식품의 저장성 증진 및 식품 품질 유지에 효과적임을 확인할 수 있다.

4.3. 융합형 방사선 조사기술의 경제성 분석

식량안보를 확보하기 위해서는 식량의 생산 증대도 필요하지만, 경제적인 이용과 낭비를 줄이는 일 또한 중요하다. 방사선 조사기술은 열처리법이나 화학적 살균에 비해 공정이 간단하며 비용도 적고 부산물이 없는 친환경적 기술이기 때문에 현재 식량 낭비 문제에 적합한 해결책이다. 따라서 방사선 조사기술의 경제성을 가공식품에서의 손실현황과 식중독 발생에 의한 경제적 손실액을 비교 분석하여 알아보고자 하며, 방사선 조사기술을

위한 처리 비용과 함께 분석해보고자 한다.

첫째, 신선식품과 가공식품의 수확 후 손실 및 유통 중 손실액은 다음과 같다. 감자, 마늘, 양파, 건고추 등 신선식품이 연간 손실액은 1조 1,251억 원, 가공식품의 다류, 향신료 등 분말 가공식품의 유통 중 손실액 899억 원, 축산 및 수산 가공품의 유통 중 손실액 1,931억 원 등 막대한 식량 손실이 존재한다(이 등, 2013). 감자, 마늘, 양파의 경우 0.05~1 kGy의 저선량 방사선 조사로 발아현상을 억제하고, 건고추의 경우 부패 미생물을 제어하여 손실을 줄일 수 있으며, 가공식품의 경우 대부분 분말 형태의 제품이 대부분으로 가격이 고가이므로 조사처리가 효과적으로 적용될 수 있다.

둘째, 미국 질병관리본부는 식품 특히 육류와 가금류의 방사선 조사에 의해 *E. coli* O157:H7, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* 등 대부분의 미생물에 의한 식중독 사고를 예방할 수 있다고 보고하였다. 방사선 조사로 인해 식중독 발병률이 감소한다면 식중독 발생으로 인해 소비되는 치료비와 같은 보건 사회비용이 절감된다. 방사선 조사로 인한 식중독 예방 효과는 23.9%로 이를 세균성 식중독 발생으로 인한 비용인 7,490억 원에 적용하면 1,790억 원의 손실비용 감축 결과를 얻을 수 있다.

마지막으로 살균기술에 드는 비용을 조사한 바 있다. 자료에 따르면 방사선 조사는 25~55 US\$/ton이고, 다른 처리에 비해 저렴하다. 다른 처리와 방사선 조사에 드는 비용은 아래 표와 같다.

표 16 . Cost of sterilization method

Treatment	US\$/Ton
Hot water	250
Steam treatment	200-250
Refrigeration	46-600
Controlled atmosphere	50-600
Irradiation	25-55

즉, 방사선 조사로 인해 신선식품과 가공식품의 손실액을 줄일 뿐만 아니라 식중독 유발 미생물들을 제어함으로써 보건 사회비용을 절감할 수 있으며, 이를 위한 방사선 처리비용 역시 다른 처리기술들에 비해 저렴하다.

하지만 아직까지 계속 잔존하는 방사선에 대한 오해와 두려움 때문에 이 기술의 사용이 제한되고 있다. 따라서 방사선 조사의 실용화 및 보편화를 위해서 다음 정책 제시 부분에서 다루겠지만, 조사선량을 낮추는 것도 방법이 될 수 있으며 방사선 조사로 인한 품질

저하를 억제하는 것도 중요하다. 융합형 방사선 조사기술의 경우, 조사선량을 낮출 수 있으며 품질 저하를 억제하는 등 더 극대화된 효과를 볼 수 있다. 따라서 융합형 방사선 조사기술은 방사선 조사기술 단독 처리에 비해 추가 비용이 더 들 수 있지만 이용가치가 있다.

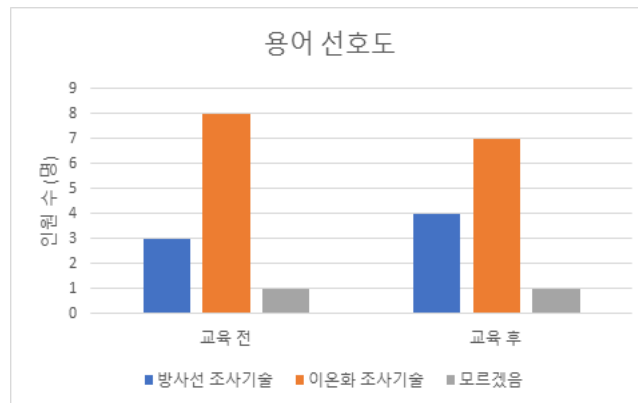
4.4. 융합형 방사선 조사기술의 보편화를 위한 정책 제시

방사선 조사기술은 식품 안전성에 기여 할 잠재력이 있음에도 불구하고 현재 우리나라에서 식품 사용은 거의 이루어지고 있지 않다. 2005년 농심이 라면 스프에 포함된 방사선 조사 원료를 표기하지 않아 영국에서 판매가 중단되고 리콜되면서 국내 소비자들의 조사 식품에 대한 여론이 급격히 나빠지게 되었고, 그 후로 지금까지 조사식품의 생산은 거의 되고 있지 않다. 1980년 Codex Alimentarius Commission에서 FAO, IAEA, WHO에서 1961년에 출범한 기구인 Joint Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food (JECFI)의 연구 결과를 바탕으로 10 kGy이하의 방사선 조사를 권장하였음에도 불구하고 여전히 방사선 조사 식품은 우리 주변에서 흔히 찾아볼 수 없다. 안전성이 확보된 융합형 방사선 조사 기술의 보편화를 위해서는 방사선 조사 기술의 보편화가 선행되어야 하는데 이를 이룩할 수 있는 정부 지원 정책들을 제시해보고자 한다.

- 용어 변경

방사선 조사를 활용한 식품 살균 기술의 명칭은 현재 방사선 조사 기술이란 용어를 사용 중인데, 명칭 중 ‘방사선’이란 표현은 소비자들이 흔히 ‘방사능’과 혼동하여 조사식품에 대한 막연한 두려움을 품게 한다. 이는 일본과 체르노빌 등에서 발생했던 원전사고들로 인해 생긴 공포심이며, 이로 인해 조사식품과 소비자 사이의 벽이 허물어지지 않고 있다. 조사 식품에 대한 선입견을 소비자가 갖지 않도록 ‘방사선’이란 표현을 제외한 새로운 용어의 사용이 필요하며, 이에 대한 대책으로 이온화 조사 기술이란 명칭 사용을 권장 한다. 방사선 조사 기술은 방사선을 이용해 물 분자를 이온화하고 이로 인해 생기는 라디칼들을 활용해 식품 내 잔존하는 미생물들을 살균하는 기술이기 때문에 ‘이온화 조사 기술’이란 표현은 기술의 원리를 잘 표현할 뿐만 아니라 소비자들의 선입견을 감소 시키는 데도 큰 도움이 될 것이다. 본 연구에서 20대 12명을 대상으로 방사선 조사 관련 교육을 실시하고, 교육 전후로 ‘방사선 조사 기술’과 ‘이온화 조사 기술’ 중 더 적합한 표현이 무엇인 것 같은지에 대해 물어보았다. 해당 교육에서는 방사선 조사의 원리를 설명하고 방사선 조사기술과 이온화 조사기술이 동일 기술을 지칭하는 표현임을 설명해 주었으며, 결과는 아래 그래프와 같다.

그래프 3. 교육 전후 용어 선호도 설문 결과



교육 전과 후에 진행한 설문에서 모두 ‘이온화 조사 기술’이 더 적합하다고 답한 인원이 제일 많았다. 이온화 조사기술이 더 적합하다고 답한 이들은 방사선과 방사능을 구분하지 못하는 소비자들에게 ‘방사선 조사기술’이라는 표현이 거부감을 일으킬 수 있고, 이러한 거부감을 해소하기 위한 시간과 비용이 많이 들 수밖에 없기 때문에 이러한 소모를 막을 수 있는 ‘이온화 조사기술’이라는 표현이 더 적합하다고 대답하였다. ‘방사선 조사기술’이란 표현이 더 적합하다고 답한 이들은 방사선을 사용한 살균 과정이기 때문에 정확한 정보 전달을 위해서 이와 같은 표현을 사용하는 것이 맞으며, 방사선 조사 기술이란 명칭을 사용하되 동시에 제품 홍보 시 소비자들이 헛된 공포심을 갖지 않도록 간단명료한 설명을 함께 제공해주면 좋겠다는 건의사항을 적은 이도 있었다. 위 설문 결과는 ‘방사선 조사기술’이란 표현이 소비자들로부터 거부감을 일으킬 수 있다는 사실을 확인시켜주었으며, 동일 기술을 지칭하는 다른 표현인 ‘이온화 조사기술’의 사용이 더 선호됨을 알려주었다. 따라서 정부는 조사식품의 보편화를 위한 용어 변경을 통해 소비자 거부감을 잠재울 필요가 있다.

- 허위정보 유포 제어 장치 마련

인터넷 보급화 이후 우리는 방대한 양의 정보를 손쉽게 접할 수 있는 환경 속에서 살아 가고 있다. 서적을 통한 정보 전달 및 교류에서 더 나아가 오늘날 우리는 동영상, 질문 답 글, 카드뉴스, 설문조사 등 인터넷에 게시된 다양한 콘텐츠를 통해 정보를 접하고 전달 하고 있다. 인터넷에 게시되는 콘텐츠의 특징은 누구든지 별다른 검증 절차 없이 제작하고 올릴 수 있다는 것이다. 이로 인해 인터넷은 거짓 주장들의 유포 통로가 되고 있으며, 이는 소비자의 혼란 및 특정 제품시장의 침체를 야기할 수 있다.

또, 잘못된 정보의 유포가 위험한 것은 한번 잘못된 정보에 노출되어 부정적인 인식을

갖게 된 소비자는 이후 정정된 정보를 접한 후에도 이미 자리 잡혀버린 인식이 바뀌지 않기 때문이다. Fox, Hayes, Shogren (2002)에 따르면, 소비자들을 대상으로 방사선 조사 기술의 안전성 확보 기능 및 가공 시 이점을 강조한 긍정적인 정보와 방사선 조사 기술에 의해 발생 가능한 건강 부작용을 강조한 부정적인 정보를 준비하여 동시에 제공한 후 구매 의사를 물어본 결과, 대부분은 구매를 하지 않겠다고 답했다고 한다. 이때 사용된 설명된 부작용들은 과학적인 근거가 없는 허위사실들이었다. 이후, 부작용에 대한 정보들이 허위였음을 밝힌 후 다시 구매의사를 물은 결과 대부분 구매를 하지 않겠다고 동일하게 대답했다. Plan for the worst, hope for the best, 즉 소비자들은 최고를 희망하되 최악의 상황에 대한 대비를 항상 갖추려고 한다. 이로 인해 단점이 거짓이고 장점만이 사실이라고 얘기를 해주어도 단점이 사실일 때를 대비하여 구매 결정을 내리게 되는 것이다. 이러한 점을 토대로 볼 때, 방사선 조사식품의 보편화를 위해서는 소비자들을 거짓 정보로부터 보호해야 하며, 이를 위한 정부 지원책이 필요할 것으로 보인다. 따라서 인터넷에 정보 전달을 목적으로 한 콘텐츠 제작 시 작성자가 반드시 해당 정보에 대한 출처를 밝히도록 하며, 거짓 정보 유포에 대한 처벌을 강화하여 거짓 정보로부터 소비자와 시장을 보호할 것을 제안한다.

• 기업 지원

생산 단가는 생산 제품의 가격에 영향을 주고, 이는 기업의 이익과 직결되는 부분이기 때문에 새로운 기술의 보편적인 적용을 위해서는 해당 기술을 최대한 저렴하게 적용할 수 있어야 한다. 방사선 조사의 경우 조사시설이 필요한데, 조사시설은 규모와 설치비용이 상당하므로 식품 공장마다 갖추는데 어려움이 있어 조사처리는 완성된 제품을 조사시설로 운반한 후 실시한다. 이 과정에서 운송비가 발생하게 되는데, 이는 제품 생산단가를 올릴 수 있기 때문에 조사처리의 보편화를 위해서는 운송비 절감을 통한 기업 재정 부담을 덜어주어야 한다.

조사처리 시설을 교통의 요지마다 소규모로 설치해준다면 운송비를 절감할 수 있다. USDA(1989)에 의하면 대규모 조사처리 시설은 한번에 많은 양의 제품을 조사처리하기 때문에 운송비를 제외한 공정 가동비용이 소규모 처리 시설보다 적지만, 운송비를 고려하게 될 경우 소규모처리 시설보다 공정 가동비가 더 적게 든다고 보기 어렵다. 이는 대규모 시설 설치 시 비용이 훨씬 많이 들어 많은 수의 시설을 곳곳에 설치하기 어렵기 때문이다. 다음 표는 방사선 조사처리 시설 규모에 따른 초기 설치비용을 나타낸 것이다 (USDA, 1989). 시설 규모는 조사처리 가능한 연간 닭고기 양으로 따라 분류하였다.

표 17. 방사선 조사처리 시설 규모에 따른 초기 설치 비용.

연간 처리량 (million pounds)	초기 설치 비용 (million dollars)	조사처리 비용 (cents per pound)
52	2.3	1.3
104	3.8	1.1
208	6.5	0.89
416	12.6	0.86

연간 처리량이 높아질수록 즉 조사처리 시설의 규모가 커질수록 초기 설치비용이 증가하고 조사처리 비용은 감소하는 것을 해당 자료를 통해 알 수 있으며, 언뜻 보기에는 조사처리 비용이 더 저렴하기 때문에 대규모 처리 시설을 설치하는 것이 더 좋아 보일 수 있다. 하지만, 대규모 처리 시설은 많은 운송비가 필요하므로 소규모 시설보다 더 저렴한 선택이라고 보기에는 어려움이 있다. 소규모 시설을 여러 곳에 설치하게 된다면 제품 생산지와 조사시설 간의 거리가 더 가까우므로 운송비가 많이 절감되며, 이로 인해 조사처리 공정에 사용되는 비용이 대폭 절감되어 제품 생산단가를 낮출 수 있다. 따라서 소규모 조사처리 시설을 교통의 요지마다 설치하도록 하는 정부 지원이 필요할 것으로 생각된다.

이뿐 아니라, 정부는 기업들이 조사식품을 생산하게 되면 마주할 수 있는 두려움으로 인한 소비자의 외면 현상을 이겨낼 수 있도록 지원해주어야 한다. 소비자의 반응은 기업 제품 판매의 가장 중요한 고려사항으로, 현재 방사선 조사식품에 대한 인식이 부정적이기 때문에 기업들은 판매가 저조한 방사선 조사식품 판매를 하려고 하지 않는다. 방사선 조사식품 판매 이후에도 기업들의 매출 하락이 없도록 소비자 인식 개선 교육 및 홍보 등의 다양한 노력을 통한 정부의 지원이 필요하다. 교육은 다음과 같은 방법으로 하는 것을 제안한다.

Oh(2008)에 따르면, 식품 구매 시 소비자가 1순위로 고려하는 것은 해당 식품의 안전성이다. 따라서 소비자 인식변화를 통한 조사식품 수용을 위해서는 해당 식품이 안전하다는 정보를 효과적으로 전달할 필요가 있다. 그렇다면 조사식품이 안전하다는 사실을 어떻게 전달하는 것이 좋을까? Choi(2016)는 2013년부터 2015년까지 3년간 전국의 초중고 학생 12,831명을 대상으로 45분간의 방사선 조사 식품 강의를 실시하고 교육 전후로 설문조사를 진행하여 방사선 조사식품에 대한 인식 및 지식수준 변화에 대해 알아보았다. 해당 설문을 통해 알아보고자 한 내용들은 아래 표와 같다.

표 18. Choi(2016)의 교육 전후 설문조사 항목 및 세부 내용.

조사 항목	항목 세부 내용
참가자 정보	학년, 성별, 강의에 대한 기대사항
조사 식품에 대한 인식	필요성 인지 여부, 안전성 인지 여부, 정보 수용성, 주관적 견해
조사 식품에 대한 지식	객관적 지식 수준(원리, 방사선과 방사능의 차이)
조사 식품에 대한 태도	조사식품 구매의사

조사 결과 인식, 지식, 태도 모든 항목에서 교육 전보다 후가 조사 식품에 대한 긍정적인 결과를 보였으며, 이는 교육을 통한 소비자 인식 개선의 가능성을 알려준다. 또, 초·중·고 학생들 중 초·중학생들이 인식과 태도 면에서 가장 큰 변화를 보였고, 이는 연령이 더 낮은 층에서 교육에 대한 수용성이 더 높음을 알려준다. 지식 면에서는 고등학생들이 가장 크고 초·중학생들이 가장 낮은 수준 변화를 보였는데, 이는 교육 난이도 조절 실패로 인한 것으로 보인다. 따라서 정부 지원을 통한 교육은 낮은 연령대를 대상으로 한 주기적인 교육 방식을 택해 어렸을 때부터 조사식품이라는 개념에 익숙해져 거부감이 들지 않도록 해야 한다. 또, 이때 강의와 같은 형식보다는 애니메이션, 사진 등의 시각적인 자료나 실제 조사 처리된 식품을 보여주고 비교하는 체험교육을 활용하여 교육 대상들이 정보를 쉽고 임팩트 있게 받아들일 수 있도록 해야 한다.

- 표시제도 개선

현재 우리나라 방사선 조사식품은 조사선량과 관계없이 방사선 조사를 할 경우 무조건 방사선조사 표기를 하도록 되어있다. 하지만 이 기술의 사용 확대를 위해서는 선량중심 표시제도의 도입이 절실하다. 현재 방사선 조사식품에 대한 소비자 인식이 좋지 않은 상황인데, 저선량 처리에도 불구하고 방사선 조사 표시를 한다면 해당 표시로 인해 소비자가 공포심을 느껴 해당 식품을 구매하지 않을 가능성이 높다. 이러한 현상은 잘못된 공포감으로 인해 방사선 조사 시장을 위축시킬 뿐이다. 만약 선량별로 표시하는 제도가 도입된다면 기업들도 소비자 인식 때문에 선량을 줄이기 위한 노력을 할 것이고, 이것의 일환으로 융합기술 사용 또한 더 확대되어 소비자들도 안심시키면서 식품 저장성과 안전성까지 확보할 수 있을 것이다. 이러한 노력을 통한 방사선 조사식품 시장의 점차적인 확대는 소비자 인식을 서서히 변화시킬 수 있을 것이며, 방사선 조사기술의 활용이 늘어나 기술 자체의 경제성도 증가할 것으로 예상된다.

- 허용 품목 확대

표 19. Codex 조사식품 허용품목

식품군	허가 선량 (kGy)	조사목적
구근류, 근채류, 괴경식물	0.05~0.2	발아억제
생과일, 신선 야채류	0.15~2.5	숙도지연, 해충구제, 저장성 연장, 검역관리
곡류 및 그 분말류, 견과류, 유지종자, 두류, 건조과일	0.1~5.0	해충구제, 미생물 감균, 발아억제
어류, 해산물, 개구리다리, 민물 및 육상무척추동물 (신선 및 냉동)	0.1~7.0	병원성미생물 감균, 저장성 연장, 기생충 감염관리
가금육과 적색육 및 그 육제품 (신선 또는 냉동)	0.5~7.0	병원성미생물 감균, 저장성 연장, 기생충 감염관리
건조채소류, 향신료, 양념류, 동물사료, 건약재 또는 약용차	0.3~10.0	병원성미생물 감균, 해충구제
동물 근원의 건조 식품	0.3~7.0	해충구제, 곰팡이 억제, 병원성미생물 감소
전통식품과 기타식품- 건강식품, 환자 식용 전통식품, 아라비아검 및 기타 증량제, 군 식량, 꿀, 우주식량, 특수 향신료, 액상란	특정 목적과 식품 원료에 따라 다름	미생물 감균, 멸균, 검역관리

(권중호, 2010)

현재 우리나라는 허용품목이 건조제품, 분말 제품 위주로 구성되어 있으며 육류, 과채류, 어패류와 같은 신선식품은 방사선 조사처리가 허용되지 않은 상태이다. 이처럼 조사 식품 품목을 한정시키는 것이 아니라 확대해야 할 필요성이 대두되며, 그 이유는 다음과 같다. 2018년 9월 우리나라 부산항을 통해 외래종인 붉은 독개미가 국내 유입되었다. 붉은 독개미는 세계 자연보호연맹 (ICUN)이 선정한 세계 100대 악성 침입 외래종 중 하나로, 매우 공격적이며 물릴 경우, 강한 통증과 가려움증을 일으키고 심할 경우 호흡곤란에 의한 과민성 쇼크로 숨질 수 있다. 독개미는 주로 코코넛 껍질 등 수입식품 검역 과정에서 검출되며, 앞으로의 악성 외래종 국내 유입을 막기 위해서는 검역 과정에서 컨테이너 내 숨어 있을 수 있는 외래종들을 사멸시켜야만 한다. 현재 검역에는 메틸 브로마이드와 같은 훈증제를 사용 중인데, 위 약품은 수입 식품의 심부까지 영향을 미치지 못해 수입 식물 심부에 존재할 수 있는 해외 악성 외래종들을 효과적으로 제거하지 못하고 방사선 조사 처리와는 달리 오존층을 파괴해 지구 온난화 심화에 기여하며, 독성물질을 생성하기 때문에 작업자의 안전을 위협한다. 또, 망고 등의 열대과일은 열수에 담가 수입하여

과일 내부 해충을 사멸하려고 하지만, 이는 심부까지 온도 전달이 제대로 되지 않아 해충을 효과적으로 제거하지 못한다. 정부에서 방사선 조사 허용품목을 늘려준다면, 수입 식물 검역에 방사선 조사를 사용하여 식물 심부에 존재 가능한 모든 해충을 사멸시킬 수 있을 것이고 이는 우리나라를 악성 외래종으로부터 보호할 수 있을 것이다. 현재 뉴질랜드와 호주는 수입 식물 검역에 방사선 조사를 사용하고 있으며, 우리나라도 이번 붉은 독개미 유입 사건과 같은 일이 다시는 반복되지 않도록 허용품목 확대를 통한 검역에서의 방사선 조사 식품의 활용을 고려해야 할 필요가 있다.

5. 방사선 조사기술 및 융합형 방사선 조사기술 확인 실험

방사선 조사기술 및 융합형 방사선 조사기술의 관능적 평가를 확인하기 위해 간단한 실험을 계획하였다. 실험은 한국 원자력 연구소 정읍 방사선 과학연구소에서 진행하였으며 실험 내용은 아래와 같다.

5.1. 방사선 조사기술 확인 실험

조사처리 전과 후의 식품의 품질변화를 확인하기 위해 관능평가를 실시하였다. 관능평가에서는 색(color), 향(odor), 풍미(flavor), 조직감(texture), 종합적 기호도(Overall preference)에 대한 선호도 검사와 신맛(acidity), 단맛(sweetness), 단단함(intensity) 강도 측정을 통한 품질 특성 검사를 진행하였다. 시료는 딸기, 감자로 선정하였으며 시료 별 처리한 조사량은 아래와 같다.

시료 1. 딸기 (control / 0.5 kGy / 1 kGy / 2 kGy / 3 kGy)

시료 2. 감자 (control / 0.5 kGy / 1 kGy / 2 kGy / 3 kGy)

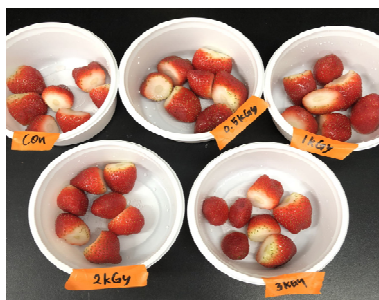


그림 4. 딸기 시료.



그림 5. 감자 시료.

표 20. 딸기의 선호도 검사

딸기	Control	0.5 kGy	1.0 kGy	2.0 kGy	3.0 kGy
색(color)	4.7±1.0	4.7±0.5	4.8±0.4	4.8±0.4	4.6±0.5
향(odor)	5±1.0	5±0.0	4.4±0.5	4.3±0.7	4.2±0.7
풍미(flavor)	3.8±1.0	3.9±1.3	3.6±1.5	4.0±1.0	3.2±0.7
조직감(texture)	4.2±1.0	4.3±1.0	3.8±1.2	4.1±0.9	3.7±0.9
종합적 기호도 (overall texture)	3.8±1.4	4.2±0.8	3.9±1.4	4.0±0.9	3.1±0.8

표 21. 딸기의 품질 특성 검사

딸기	Control	0.5 kGy	1.0 kGy	2.0 kGy	3.0 kGy
신맛(acidity)	4.0±1.0	2.4±1.1	2.6±1.1	2.8±0.7	3.6±1.1
단맛(sweetness)	2.2±1.4	3.7±1.0	3.6±0.7	3.1±0.9	2.8±0.8
단단함(firmness)	4.0±0.9	3.6±0.9	3.6±0.7	3.3±0.7	3.1±0.8

표 22. 감자의 선호도 검사

딸기	Control	0.5 kGy	1.0 kGy	2.0 kGy	3.0 kGy
색(color)	4.6±0.5	4.6±0.5	4.6±0.5	4.6±0.5	4.6±0.5
향(odor)	4.6±0.5	4.6±0.5	4.6±0.5	4.6±0.5	3.8±1.6
풍미(flavor)	4.4±0.9	4.4±0.9	4.4±0.9	4.6±0.5	4.4±0.9
조직감(texture)	4.6±0.9	4.6±0.9	4.6±0.9	4.4±0.9	4.4±0.9
종합적 기호도 (overall texture)	4.6±0.5	4.6±0.5	4.6±0.5	4.4±0.5	4.4±0.5

표 23. 감자의 품질 특성 검사

감자	Control	0.5 kGy	1.0 kGy	2.0 kGy	3.0 kGy
신맛(acidity)	1.0±0.0	1.0±0.0	1.0±0.0	1.0±0.0	1.0±0.0
단맛(sweetness)	1.6±0.9	1.6±0.9	1.6±0.9	1.8±1.3	2.0±1.2
단단함(firmness)	4.6±0.5	4.6±0.5	4.6±0.5	4.4±0.9	4.4±0.9

딸기에 대한 선호도 검사와 품질검사를 진행하였는데, 선호도 평가에서는 색, 향, 풍미, 조직감, 종합적인 기호도에 대한 설문을 진행하고 품질검사에서는 신맛, 단맛, 조직감에 대한 정보 수집을 하였다. 선호도 평가 결과 색, 향, 풍미, 종합적인 기호도 모두 비조사

처리군 (Control)과 모든 조사 처리군(0.5kGy, 1.0kGy, 2.0kGy, 3.0kGy)이 선호도에 있어 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 이를 통해 딸기 조사 처리 시 육안으로 판단할 수준의 색 변화와 후각으로 감지할 수준의 향 변화는 없음을 알 수 있었다.

품질 특성 검사 결과 신맛은 비조사 처리군에서 가장 강하게 나타났으며, 조사처리군 모두 control보다는 낮은 수준으로, 조사선량 간의 유의적인 차이는 없었다. 단맛은 Control이 가장 약하게 나타났으며, 조사처리군 모두 control보다는 높은 수준으로, 조사 선량 간의 유의적인 차이는 없었다. 딸기를 조사 처리할 경우 딸기 내 다당류들이 단당류로 끊어지면서 더 강렬한 단맛을 형성하는 것으로 알려져 있는데, 이러한 원리 때문에 조사 처리군이 더 강한 단맛을 형성하면서 신맛을 masking하여서 이와 같은 결과가 나타난 것으로 생각된다.

조직감은 Control이 가장 단단한 것으로 나타났고 비조사처리군 모두 control보다는 낮은 수준으로, 조사선량 간의 유의적인 차이는 없었다. 이는 조사처리를 할 시 딸기의 구조 형성을 돕는 다당류들이 단당류로 분해되면서 조직의 단단함이 사라졌기 때문에 발생한 것으로 생각된다.

종합적인 기호도는 비조사 처리군 중 0.5kGy를 조사한 것이 가장 높은 것으로 나타났으며, 이를 통해 조사 처리는 딸기의 색, 맛, 조직감 등의 품질을 더 긍정적으로 변화시켜줄 수 있다. 따라서 딸기의 조사처리를 권장하는 바이나, 딸기 개체 간의 색, 맛, 조직감 등의 차이가 본 실험 결과에 영향을 주었을 수도 있어 반복 실험이 더 필요할 것으로 생각된다.

감자에 대한 선호도 검사와 품질검사를 진행하였는데, 선호도 평가에서는 색, 향, 풍미, 조직감, 종합적인 기호도에 대한 설문을 진행하고 품질검사에서는 신맛, 단맛, 단단함 검사를 진행하였다. 선호도 평가 결과 색, 향, 풍미, 조직감 모두 조사 처리군과 비조사 처리군 (Control)이 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 이를 통해 감자 조사 처리 시 감지 가능한 색, 후각, 풍미, 조직감 없음을 알 수 있었다.

품질 특성 검사 결과 신맛, 단맛, 단단함 모두 비조사처리군과 조사처리군 간의 유의적인 차이가 없었으며, 이를 통해 조사 처리로 인한 감자 특성변화는 없음을 알 수 있다. 종합적인 기호도는 Control과 조사 처리군 간의 유의적인 차이가 없었으며, 이를 통해 조사 처리로 인한 감자의 품질 변화는 없음을 다시 한번 확인할 수 있었다. 감자의 조사 처리는 발아 억제를 목적으로 주로 사용되기 되며, 조사처리로 인한 저장성 증가 효과가 입증된

상태이다. 따라서 위 정보와 본 연구 실험결과를 통해 알게 된 감자 조사 처리로 인한 관능적인 차이가 없음을 토대로 감자의 조사 처리를 권장하는 바이다.

5.2. 융합형 방사선 조사기술 확인 실험

시료는 소고기 (치마살)로 선정하여 MAP 포장 유무에 따른 식품 품질변화에 및 그에 따른 선호도를 살펴보고자 관능평가를 실시하였다. 시료 별 처리한 조사량은 아래와 같다.

시료 1. 공기 포장 쇠고기 (control / 1 kGy / 3 kGy)

시료 1. MAP 포장 쇠고기 (control / 1 kGy / 3 kGy)

또한, Dansensor Check Point II를 이용해 측정한 MAP 포장의 공기 조성은 O2 71.4%, CO₂ 19.7% N₂ 8.9% 이다.



그림 6. 고기 시료.



그림 7. Dansensor Check Point II.



그림 8. 공기 조성 측정

표 24. 공기 포장 소고기 관능평가

공기 포장 소고기	Control	1.0 kGy	3.0 kGy
색(color)	5.0±0.0	2.8±0.08	2.3±0.8
향(odor)	2.5±1.4	2.7±1.2	2.5±1.5
풍미(flavor)	3.8±1.3	3.8±1.6	3.5±1.2
조직감(texture)	4.0±0.6	4.5±0.6	4.5±0.6
종합적 기호도(overall texture)	4.2±1.2	4.0±0.6	3.7±1.2
단단함(firmness)	3.7±0.5	3.5±0.6	3.2±0.8

색과 향에서는 조사처리를 했을 때, 공기 포장보다 MAP 포장에 대한 선호도가 더 높았다. 풍미와 조직감의 경우 3.0 kGy MAP의 관능 점수가 가장 높았으며, 조사처리를 하지 않은 control보다도 점수가 높았다. 종합적 기호도는 시료 별로 큰 차이가 없는 것을

볼 수 있다. 즉, 앞선 선행연구들에서 MAP 융합처리 시 색과 향에 있어 품질변화를 줄이는 것을 확인할 수 있었는데, 실제로 관능평가를 시행했을 시에 같은 결과를 보였다.

표 76 . MAP 포장 소고기 관능평가

MAP 포장 소고기	Control	1.0 kGy	3.0 kGy
색(color)	5.0±0.0	3.7±1.0	2.5±0.84
향(odor)	2.3±1.5	3.0±1.1	3.0±1.1
풍미(flavor)	3.5±1.4	3.2±1.5	4.5±1.8
조직감(texture)	4.0±1.3	4.3±0.5	4.5±0.8
종합적 기호도(overall texture)	4.0±1.3	3.7±1.4	4.0±1.3
단단함(firmness)	3.8±0.8	3.7±0.8	3.5±1.1

III. 결 론

본 연구에서는 식량 낭비 원인에 대해 알아본 후, 가공공정 활용을 통한 저장 중 손실을 줄일 수 있는 방법으로 방사선 조사 처리와 MAP 포장의 융합처리를 제시하였다. 이는 방사선 조사 처리가 국제적으로 안전성을 검증받은 기술일 뿐만 아니라, 뛰어난 미생물 살균력을 가지기에 식중독균의 생장을 제어하여 식중독 발생으로 인해 소비 가능한 사회 보건비를 절약할 수 있어 경제적이기 때문이다. 방사선 조사 처리로 인해 지방 산패 및 이취 발생과 같은 식품 품질 결함이 발생할 수 있는데, 이러한 결함의 발생을 방지하고자 본 연구에서는 MAP 포장과 조사 처리의 융합 필요성을 강조하였으며, 국내외 융합형 방사선 조사기술 연구 동향을 살펴본 결과 MAP 포장 후의 조사 처리는 다양한 식중독 세균의 생장을 저해하는 데 효과가 있고 조사 처리만 단독으로 사용하였을 때보다 저선량을 사용하여도 미생물 저감화 효과가 뛰어남을 확인할 수 있었다. 본 연구의 일환으로 딸기와 감자의 조사 처리 단독 사용 시와 쇠고기에 MAP 포장과 조사 처리 융합 시 특정 식품의 색, 냄새, 조직감 등이 어떻게 변화하는지 알아보는 실험을 진행하였으며, 해당 연구 결과 딸기는 조사 처리로 인한 품질 특성이 긍정적으로 변했으며, 기호도는 0.5kGy 조사 시 가장 높았다. 감자는 조사 처리로 인한 품질 변화가 없었고 비조사 처리군과 조사 처리군 모두 비슷한 수준의 기호도를 보였다. 쇠고기는 색과 향의 경우 MAP 포장과 조사 처리를 융합한 경우가 가장 색과 향이 좋은 것으로 나타났고 기호도 면에서 MAP 포장+조사 처리군과 공기 포장+조사 처리군 간의 기호도 차이는 없는 것으로 나타났다. 이를 통해 조사 처리는 식품의 품질을 긍정적으로 변화시켜준다는 것과 조사 처리로 인해 발생 가능한 품질 저하를 MAP 포장을 통해 완화할 수 있음을 알 수 있었으며, 따라서 식품의 조사 처리와 조사 처리 및 MAP 포장의 융합 사용을 권장하는 바이다.

본 연구에서는 또한 융합형 방사선 조사기술의 보편화를 위해 선행되어야 할 방사선 조사기술의 보편화를 위해 필요한 정부 지원정책을 제시하였고 소비자 인식개선을 위한 교육을 실시하였다. 소비자 인식 개선 시도를 통해 아직 조사식품에 대해 알고 있는 소비자들이 많지 않으며, 그들이 헛된 정보로 잘못된 인식을 형성하기 전에 정확하고 이해하기 쉬운 정보를 뉴스 형태로 전달해 조사식품에 대한 두려움을 품지 않도록 노력해야 한다는 결론에 도달할 수 있었다.

따라서 본 연구에서는 식량 낭비 저감화를 위해 경제적 효과 및 식품 품질 향상 능력이 검증된 융합형 방사선 조사기술의 사용 및 보편화가 필요하며, 이를 이룩하기 위해서는 소비자 인식개선을 위한 교육 실시, 용어 변경 등의 정책 실시가 선행되어야 한다는 결론에 도달하였다.

IV. 참고문헌

1. 권중호. (1996). 식품의 저장 및 품질개선을 위한 감마선에너지의 이용과 실용화 현황.
2. 권중호. (2010). 조사식품의 안전성과 이해. 한국식품연구원
3. 김영재, 김종군, 조한옥, 변명우, 권중호. (1987). 감마선 조사와 훈증처리된 건조표고버섯의 저장성 및 조리적성.
4. 농업용어사전. (n.d.). Retrieved September 28, 2018, from <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psq/psqb/farmTermDicLst.ps?pageIndex=1&pageSize=4&menuId=PS00064&searchWord=저온저장&option=0&sWordNm=저온저장>
5. 박현진, 변명우, 강일준, 김준태, 한재준, 김명곤, & 이철호. (2012). 식품저장학(2nd ed.). 고려대학교 출판부.
6. 변명우. (2009). 식품의 안전성 및 안정적 식량 확보를 위한 방사선 기술의 이용현황 및 전망. 한국방사선산업학회 3(3): 145-160.
7. 변명우, 이주은. (2003). 방사선 조사를 이용한 식품의 위생 안정성 확보.
8. 이장은, 이숙종, 이철호. (2013). 식품의 이온화 조사기술에 대한 경제성 분석. 한국식량안보연구재단 회원논단 식품과학과 산업 6월호 46(2):58-64.
9. 이철호. (2016). 식량안보를 위한 식품과학기술의 역할과 정책방향. 한국식량안보연구재단 특집: 미래식품의 현황과 전망 식품과학과 산업 12월호 49(4):3-18.
10. 조한옥, 변명우, 권중호, 이재원. (1986). 방사선 조사에 의한 수제된 수삼의 저장.
11. 조한옥, 변명우, 양재승, 조성기, 강일준. (1993). 인삼 제품의 품질 개선을 위한 방사선 이용기술 개발.
12. 채희정, 이숙종, 이철호. 식량낭비 줄이기. 도서출판 식안연. (2016). p17-39, p42-53.
13. 최정숙. (2013). [인터뷰] 이철호 “식량전쟁 닥친다 식량안보에 관심 가져야” 씨앤비저널 제 318호.
14. 한국식품과학회. (2008). 식품과학기술대사전. 광일문화사.
15. Adamo, M., Brixxi, M., Magaudo, G., Martinelli, G., Plossi-Zappala, M., Rocchetti, F., Savagnone, F. (2001). Gamma radiation treatment of paper in different environmental conditions.

16. Adamo, M., Giovannotti, M., Magaudo, G., Plossi-Zappala, M., Rocchetti, F., Rossi, G. (1998). Effect of gamma rays on purecellulose paper as a model for the study of a treatment of biological recovery of biodeteriorated books.
17. Ahn, H. J., Kim, J. H., Jo, C., Lee, J. W., Yook, H. S., Byun, M. W. (2004). Effects of gamma irradiation on residual nitrite, residual ascorbate, color, and N-nitrosamines of cooked pork sausage during storage.
18. Baskaran, R., Devi, A. U., Nayak, C. A., Kudachikar, V., Prakash, M. K., Prakash, M., . . . Rastogi, N. (2007). Effect of low-dose γ -irradiation on the shelf life and quality characteristics of minimally processed potato cubes under modified atmosphere packaging. *Radiation Physics and Chemistry*, 76(6), 1042-1049.
19. Butterfield, F. J. (1987). The potential long term effects of gamma irradiation on paper.
20. Byun, M. W., Jo, C., Jeon T. W., and Hong, C. H. (2004). Effects of gamma irradiation on color characteristics and biological activity of extracts of *Lonicera japonica* (Japanese honeysuckle) with methanol and acetone.
21. Byun, M. W., Lee, J. W., Yook, H. S., Jo, D., and Kim, H. Y. (2002). Application of gamma irradiation for inhibition of food allergy.
22. Byun, M. W., Lee, J. W., Yook, H. S., Lee, K. H., and Kim, K. P. (1999). The improvement of color and shelf life of ham by gamma irradiation.
23. Byun, M. W., Lee, K. H., Kim, D. H., Kim, J. H., Yook, H. S., & Ahn, H. J. (2000). Effects of gamma radiation on sensory qualities, microbiological and chemical properties of salted and fermented squid. *Journal of food protection*, 63(7), 934-939.
24. Byun, M., Lee, K., Kim, D., Kim, J., Yook, H., & Ahn, H. (2000). Effects of Gamma Radiation on Sensory Qualities, Microbiological and Chemical Properties of Salted and Fermented Squid. *Journal of Food Protection*, 63(7), 934-939. doi:10.4315/0362-028x-63.7.934
25. Choi, J. I., Kim, J. H., & Lee, J. W. (2011). Physiological properties of tuna cooking drip hydrolysate prepared with gamma irradiation. *Process biochemistry*, 46(9), 1875-1878.
26. Choi, J., Kim, J., & Lee, J. (2011). Physiological properties of tuna cooking drip hydrolysate prepared with gamma irradiation. *Process Biochemistry*, 46(9), 1875-1878. doi:10.1016/j.procbio.2011.06.005

27. Da Silva, M., Moraes, A. M. L., Nishikawa, M. M., Gatti, Vallimde Alencar, M. A., Vrandao, L. E., Nobrega, A. (2006). Inactivation of fungi from deteriorated paper materials by radiation.
28. Dickson, J. S. (2001). Radiation inactivation of microorganisms. In "Food Irradiation: Principles and Applications".
29. Duchene, J. (2002). Preservation, restoration and sterilization by Arc-nucleart.
30. Fan, X., Toivonen, P. M., Rajkowski, K. T., & Sokorai, K. J. (2003). Warm Water Treatment in Combination with Modified Atmosphere Packaging Reduces Undesirable Effects of Irradiation on the Quality of Fresh-Cut Iceberg Lettuce. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(5), 1231-1236. doi:10.1021/jf020600c
31. FAO. N.d.. SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
32. Fox, J., Hayes, D. J., & Shogren, J. F. (2002). Consumer Preferences for Food Irradiation: How Favorable and Unfavorable Descriptions Affect Preferences for Irradiated Pork in Experimental Auctions. *The Journal of Risk and Uncertainty*, 24(1), 75-95. Retrieved October 25, 2018.
33. Gökmen, V., Akbudak, B., Serpen, A., Acar, J., Turan, Z. M., & Eriş, A. (2006). Effects of controlled atmosphere storage and low-dose irradiation on potato tuber components affecting acrylamide and color formations upon frying. *European Food Research and Technology*, 224(6), 681-687. doi:10.1007/s00217-006-0357-2
34. Gonzalesz, M.E., Calvo, A.M., Kairiyama, E. (2002). Gamma radiation for preservation of biologically damaged paper.
35. Grecz, N., Rowley, D. B, and Matsuyama A. (1983). The action of radiation on bacteria and viruses. In "Preservation of Foods by Ionizing Radiation".
36. Gunes, G. Ozturk, A., Yilmaz, N., & Ozcelik, B. (2011). Maintenance of Safety and Quality of Refrigerated Ready-to-Cook Seasoned Ground Beef Product (Meatball) by Combining Gamma Irradiation with Modified Atmosphere Packaging. *Journal of Food Science*, 76 (6).
37. Gunes, G., Yilmaz, N., & Ozturk, A. (2012). Effects of Irradiation Dose and O₂ and CO₂ Concentrations in Packages on Foodborne Pathogenic Bacteria and Quality of Ready-to-Cook Seasoned Ground Beef Product (Meatball) during Refrigerated Storage. *The Scientific World Journal*, 2012, 1-7.

38. Hagenmaier, R. D., & Baker, R. A. (1998). Microbial Population of Shredded Carrot in Modified Atmosphere Packaging as Related to Irradiation Treatment. *Journal of Food Science*, 63(1), 162-164. doi:10.1111/j.1365-2621.1998.tb15700.x
39. Han, I., Song, B., Kim, J., Park, J., Lee, J., & Chun, S. (2011). Effect of Antioxidant and Irradiation Treatment under Freezing Temperature Conditions on Physicochemical and Sensory Properties of Tarakjuk (Milk Porridge). *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 40(12), 1750-1756. doi:10.3746/jkfn.2011.40.12.1750
40. Hanus, J. (1985). Gammaradiation for use in archives and libraries.
41. Hayashi, T., & Kawashima, K. (1982). The Effect of Gamma-Irradiation on the Sucrose Content in Sweet Potato Roots and Potato Tubers. *Agricultural and Biological Chemistry*, 46(6), 1475-1479. doi:10.1080/00021369.1982.10865279
42. IAEA International Atomic Energy Agency. (1985). Food Irradiation Processing.
43. IAEA, 2008. IAEA Annual Report for 2008.
44. Ito, H. (1992). Effect of low dose irradiation on the production of Aflatoxins from *Aspergillus parasiticus* and *A. flavus*.
45. Janave, M. T., & Thomas, P. (1979). Influence of post-harvest storage temperature and gamma irradiation on potato carotenoids. *Potato Research*, 22(4), 365-369.
46. Josephson, E. S. and Peterson, M. S. (1983). Preservation of food by ionizing radiation.
47. Jung, K., Lee, J., Song, B., Yoon, M., Kim, J., Park, J., . . . Kang, M. (n.d.). Understanding and Application of Sterilization Technology Using Radiation. Korean Atomic Energy Research Institute.
48. Kang, H., Jo, C., Lee, N., Kwon, J., & Byun, M. (2005). A combination of gamma irradiation and CaCl immersion for a pectin-based biodegradable film. *Carbohydrate Polymers*, 60(4), 547-551. doi:10.1016/j.carbpol.2005.02.016
49. Kim, D. H., Jo, C. and Byun, M. W. (2000). Microbial sterilization of food and health products by irradiation.
50. Kim, H. J., Song, H. P., Ham, J. S., Lee, J. W., Kim, K. H., & Jo, C. U. (2008). Effect of

gamma irradiation on the overall quality of a commercial plain-type yogurt products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 28(5), 574-579.

51. Kim, H., Song, H., Ham, J., Lee, J., Kim, K., & Jo, C. (2008). Effect of Gamma Irradiation on the Overall Quality of a Commercial Plain-type Yogurt Products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 28(5), 574-579. doi:10.5851/kosfa.2008.28.5.574
52. Kim Jae Hyeon, Jo Cheol Hun, Kim Jang Ho, Byeon Myeong U, Yug Hong Seon, Kim Jae Gyeong, An Hyeon Ju. (2003). 쌀의 과학과 건강 : 저장/포장 분야 ; 가스치환포장 및 감마선을 병용처리한 최소가공 절임배추의 품질특성. 국제학술심포지움 쌀박람회, 2003(0), 185-186.
53. Kim, Kwang-hoon. (2009). Development of pest control technique for wooden cultural properties.
54. Kirkin, C., Mitrevski, B., Gunes, G., & Marriott, P. J. (2014). Combined effects of gamma-irradiation and modified atmosphere packaging on quality of some spices. *Food Chemistry*, 154, 255-261. doi:10.1016/j.foodchem.2014.01.002
55. Kudra, L. L., Sebranek, J. G., Dickson, J. S., Larson, E. M., Mendonca, A. F., Prusa, K. J., . . . Lu, Z. (2012). Control of *Listeria monocytogenes* on Frankfurters and Cooked Pork Chops by Irradiation Combined with Modified Atmosphere Packaging. *Journal of Food Protection*, 75(6), 1063-1070. doi:10.4315/0362-028x.jfp-11-528
56. Kudra, L. L., Sebranek, J. G., Dickson, J. S., Mendonca, A. F., Larson, E. M., Jackson-Davis, A. L., & Lu, Z. (2011). Effects of Vacuum or Modified Atmosphere Packaging in Combination with Irradiation for Control of *Escherichia coli* O157:H7 in Ground Beef Patties. *Journal of Food Protection*, 74(12), 2018-2023.
57. Kudra, L. L., Sebranek, J. G., Dickson, J. S., Mendonca, A. F., Zhang, Q., Jackson-Davis, A., & Prusa, K. J. (2011). Control of *Salmonella enterica* Typhimurium in Chicken Breast Meat by Irradiation Combined with Modified Atmosphere Packaging. *Journal of Food Protection*, 74(11), 1833-1839.
58. Kudra, L. L., Sebranek, J. G., Dickson, J. S., Mendonca, A. F., Zhang, Q., Jackson-Davis, A., & Prusa, K. J. (2012). Control of *Campylobacter jejuni* in Chicken Breast Meat by Irradiation

- Combined with Modified Atmosphere Packaging Including Carbon Monoxide. *Journal of Food Protection*, 75(10), 1728-1733. doi:10.4315/0362-028x.jfp-12-178
59. Kudra, Li Liang. (2007). Post-packaging irradiation combined with modified atmosphere packaging for control of bacterial pathogens on meat products.
60. Kwon, J. H. (1998). Application of irradiation technology to preserving and improving qualities of agricultural products.
61. Kwon, J., & Byun, M. (1995). Gamma irradiation combined with improved packaging for preserving and improving the quality of dried fish (*Engraulis encrasicolus*). *Radiation Physics and Chemistry*, 46(4-6), 725-729. doi:10.1016/0969-806x(95)00250-2
62. Lambert, A. D., Smith, J. P., & Dodds, K. L. (1991). Combined Effect of Modified Atmosphere Packaging and Low-Dose Irradiation on Toxin Production by *Clostridium botulinum* in Fresh Pork. *Journal of Food Protection*, 54(2), 94-101. doi:10.4315/0362-028x-54.2.94
63. Leach, P. (2009). Irradiation of tropical fruit for phytosanitary purposes in Australia.
64. Lee, J. W., Cho, K. H., Yook, H. S., Jo, C., Kim, D. H., & Byun, M. W. (2002). The effect of gamma irradiation on the stability and hygienic quality of semi-dried Pacific saury (*Cololabis seira*) flesh. *Radiation Physics and Chemistry*, 64(4), 309-315.
65. Lee, J. W., Kim, J. H., Yook, H. S., Kang, K. O., Lee, S. Y., Hwang, H. J., & Byun, M. W. (2001). Effects of gamma radiation on the allergenic and antigenic properties of milk proteins. *Journal of food protection*, 64(2), 272-276.
66. Lee, J., Cho, K., Yook, H., Jo, C., Kim, D., & Byun, M. (2002). The effect of gamma irradiation on the stability and hygienic quality of semi-dried Pacific saury (*Cololabis seira*) flesh. *Radiation Physics and Chemistry*, 64(4), 309-315. doi:10.1016/s0969-806x(01)00675-2
67. Lee, J., Kim, J., Yook, H., Kang, K., Lee, S., Hwang, H., & Byun, M. (2001). Effects of Gamma Radiation on the Allergenic and Antigenic Properties of Milk Proteins. *Journal of Food Protection*, 64(2), 272-276. doi:10.4315/0362-028x-64.2.272
68. Magaouda, G. (2004). The recovery of biodeteriorated books and archive documents through gamma radiation: some considerations on the results achieved.
69. Montgomery, J., Parrish, F., & Olson, D. (2000). Irradiation And Storage Effects On Aroma

And Color Of Raw Beef Patties In Anaerobic Or Aerobic Packaging. *Journal of Muscle Foods*, 11(1), 19-33. doi:10.1111/j.1745-4573.2000.tb00412.x

70. Morrison, R. M. (1989). An Economic Analysis of Electron Accelerators and Cobalt-60 for Irradiating Food. Retrieved October 25, 2018.
71. Niemira, B. A., & Boyd, G. (2013). Influence of modified atmosphere and varying time in storage on the irradiation sensitivity of Salmonella on sliced roma tomatoes. *Radiation Physics and Chemistry*, 90, 120-124. doi:10.1016/j.radphyschem.2013.04.021
72. Niemira, B. A., Fan, X., & Sokorai, K. J. (2005). Irradiation and modified atmosphere packaging of endive influences survival and regrowth of *Listeria monocytogenes* and product sensory qualities. *Radiation Physics and Chemistry*, 72(1), 41-48. doi:10.1016/j.radphyschem.2004.01.005
73. Park, J., Park, J., Han, I., Song, B., Choi, J., Kim, J., . . . Lee, J. (2010). Combined effects of heating and γ -irradiation on the microbiological and sensory characteristics of Gochujang (Korean fermented red pepper paste) sauce during storage. *Food Science and Biotechnology*, 19(5), 1219-1225. doi:10.1007/s10068-010-0174-z
74. Park, J., Song, B., Kim, J., Han, I., Yoon, Y., Chung, H., . . . Lee, J. (2012). Effect of high-dose irradiation and autoclave treatment on microbial safety and quality of ready-to-eat Bulgogi sauce. *Radiation Physics and Chemistry*, 81(8), 1118-1120. doi:10.1016/j.radphyschem.2012.01.012
75. Park, J., Song, B., Kim, J., Park, J., Han, I., Hwang, H., . . . Lee, J. (2010). Effect of Autoclaving and Irradiation on Microbiological Safety and Quality of Ready-to-Eat Bulgogi. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 30(5), 780-786. doi:10.5851/kosfa.2010.30.5.780
76. Patterson, M. (2001). Combination treatments involving food irradiation. In "Food Irradiation: Principles and Application".
77. Pointing, S. B., Jones, E. B. G., Jones, A. M. (1998). Decay prevention in waterlogged archeological wood using gamma irradiation.
78. Rico, C. W., Kim, G. R., Ahn, J. J., Kim, H. K., Furuta, M. and Kwon, J. H. (2010). The

comparative effect of steaming and irradiation on the physiochemical and microbiological properties of dried red pepper.

79. Shillinger, I. U. I and Osipova, I. N. (1970). Effect of gamma irradiated fresh fish on the organism of white rates.
80. Shipp, E. (1983). Radiation Entomology in Food Preservation. Proceedings of National Symposium on Ionizing Energy Treatment of Food.
81. Singh, S., Singh, N., Ezekiel, R., & Kaur, A. (2011). Effects of gamma-irradiation on the morphological, structural, thermal and rheological properties of potato starches. *Carbohydrate Polymers*, 83(4), 1521-1528.
82. Song, B., Park, J., Park, J., Han, I., Kim, J., Choi, J., . . . Lee, J. (2009). Korean space food development: Ready-to-eat Kimchi, a traditional Korean fermented vegetable, sterilized with high-dose gamma irradiation. *Advances in Space Research*, 44(2), 162-169. doi:10.1016/j.asr.2009.03.032
83. Song, H. P., Byun, M. W., Jo, C., Lee, C. H., Kim, K. S., & Kim, D. H. (2007). Effects of gamma irradiation on the microbiological, nutritional, and sensory properties of fresh vegetable juice. *Food Control*, 18(1), 5-10.
84. Song, H. P., Kim, D. H., Jo, C., Lee, C. H., Kim, K. S., & Byun, M. W. (2006). Effect of gamma irradiation on the microbiological quality and antioxidant activity of fresh vegetable juice. *Food Microbiology*, 23(4), 372-378.
85. Song, H., Byun, M., Jo, C., Lee, C., Kim, K., & Kim, D. (2007). Effects of gamma irradiation on the microbiological, nutritional, and sensory properties of fresh vegetable juice. *Food Control*, 18(1), 5-10. doi:10.1016/j.foodcont.2005.07.013
86. Song, H., Kim, D., Jo, C., Lee, C., Kim, K., & Byun, M. (2006). Effect of gamma irradiation on the microbiological quality and antioxidant activity of fresh vegetable juice. *Food Microbiology*, 23(4), 372-378. doi:10.1016/j.fm.2005.05.010
87. Talei, D. (2017). Potato Sprout Inhibition and Tuber Quality after Post-Harvest Treatment with Rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) Leaves and Branches. *Horticulture International Journal* , 1(1). doi:10.15406/hij.2017.01.00005

88. Tauxe, R. V. (2001). Food Safety and Irradiation: Protecting the Public from Foodborne Infections. *Emerging Infectious Diseases*, 7(7), 516-521. <https://dx.doi.org/10.3201/eid0707.017706>.
89. Thayer, D. W. (1995). Use of irradiation to kill enteric pathogens on meat and poultry.
90. Tomazello, M. G. C., Wiendl, F. M. (1995). The applicability of gamma radiation to the control of fungi in naturally contaminated paper.
91. Waghmare, R. B., & Annapure, U. S. (2018). Integrated effect of radiation processing and modified atmosphere packaging (MAP) on shelf life of fresh fig. *Journal of Food Science and Technology*, 55(6), 1993-2002. doi:10.1007/s13197-018-3113-2
92. Waje, C., Kim, H. K., Kim, K. S., Todoriki, S., Kwon, J. H. (2008). Physiochemical and microbiological qualities of steamed and irradiated ground black pepper.
93. WHO. (1988). Food Irradiation - A technique for preserving and improving the safety of food.
94. Yoon, M., Chung, Y. J., Kang, D. I., Kim, G. H., Lee, Y. J., Lee, J. W., Choi, J. (2011). Study of optimal gamma irradiation for the control of fungion wooden cultural property.
95. Yun H., Lim S., Yang S.-H., Lee W.-Y., Kwon J., Lim B.-L., Kim D. (2008). Effect of gamma irradiation on the growth and patulin production of *Penicillium griseofulvum* in an apple model system.
96. Yun, H., Lim, S., Yang, S. H., Lee, W. Y., Kwon, J., Lim, B. L., & Kim, D. (2008). Effect of gamma irradiation on the growth and patulin production of *Penicillium griseofulvum* in an apple model system. *Food Science and Biotechnology*, 17(4), 723-727.

V. 별첨 (활동보고서)

활동 제목 : 방사선 조사기술 및 융합형 방사선 조사기술에 대한 스터디	
활동 장소 : 고려대학교	활동 일시 : 매주 화, 목 12:00~14:00 (3월-10월)
활동 내용 : 문헌 조사 및 해당 문헌에 대한 토론 및 정리	
본 연구의 일환으로 일주일에 두 번씩 모여 방사선 조사기술에 대해 각자 공부해온 내용들을 공유함으로써 개인의 조사기술에 대한 지식을 높이고 조사기술의 필요성을 인지하게 되었으며, 이를 보편화할 수 있는 방안들에 대한 토론을 통해 조사 식품이 보편화되기 위해서 나아가야 할 방향에 대한 다양한 방안들을 생각하게 되었다. 또한, 국내외 방사선 조사 관련 논문들을 읽고 정리함으로써 국내외 방사선 조사 연구동향을 파악했으며, 이를 통해 현재 조사처리 관련 연구는 크게 안전성, 저장성, 융합처리, 식품 이외의 사용분야 총 4개 카테고리로 분류 가능함을 알 수 있었다. 본 연구에서는 네 개의 분류 중 조사처리의 안전성 및 융합처리에 대한 실험을 설계한 후 현재 진행 중이다. 조사 식품에 대한 소비자 인식이 부정적이기 때문에 조사 식품 보편화를 위해서는 소비자 인식개선이 선행되어야 하며 따라서 스터디 시간에 소비자 인식개선 방법에 대한 논의들도 나누었다. 현재까지 시행되어온 소비자 대상 교육 및 홍보자료들을 수집하였는데, 만화를 활용한 교육 홍보자료 및 초중고 학생 대상 교육 전후 인식 변화를 다룬 논문 등의 자료가 있었다. 위 자료들을 통해 소비자에게 쉽고 간단하게 정보를 전달하는 것이 중요함을 확인하였고 이를 토대로 교육용 강의를 제작하고 20대 12명을 대상으로 해당 강의를 진행하여 교육 전후의 조사 식품에 대한 인식변화를 알아보았다. 이번 공모전을 계기로 스터디를 진행하면서 저장학 수업 이외에서는 정보를 접하기 힘든 방사선 조사 기술에 대한 공부를 많이 하게 되었다. 방사선 조사기술에 대해 아는 것이 많지 않은 상태였을 때에는 해당 기술은 별로일 것이다, 안전하지 않을 것이라는 성급한 결론을 내렸었는데, 아는 만큼 보인다고 하듯이 공부한 내용들을 바탕으로 논리적인 판단을 내릴 수 있게 도와주었다. 즉 이번 스터디 활동을 통해 우리는 방사선 조사기술의 진가를 알아보게 되었고 앞으로도 해당 기술의 진가를 많은 이들이 알아볼 수 있도록 관심을 가지고 다방면으로 노력할 것을 다짐하였다.	
	

활동 제목 : 2018 KOFOST 한국식품과학회 국제학술대회 및 정기총회 참석

활동 장소 : 부산 벙스코

활동 일시 : 2018/06/28~2018/06/29

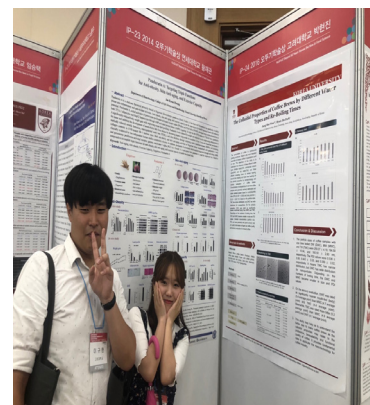
활동 내용 : 식품 저장성 기술에 대한 강연, 관련 포스터 및 부스를 통한 자료수집

방사선과 융합하여 식품의 저장성을 늘릴 수 있는 저장 기술에 대해 알아보고 방사선 조사에 대한 이론적 설명 및 현재 국내에서 진행 중인 식품 방사선 조사 연구 현황을 알아보려고 학회 참석하였다. 참여하였던 여러 개의 강연 중 국립 한경대학교 하재원 교수님의 “X-ray irradiation as a novel antimicrobial technology for food safety and its mode of action”이라는 주제의 연구를 집중적으로 탐구했다. 해당 강의의 요약은 다음과 같다. 식품 관련 질병의 90%는 미생물에 의해 발생하기 때문에 미생물 억제를 위한 다양한 비가열처리들이 사용 중인데, 그중 우리나라는 감마선 또는 전자선을 사용한 식품 조사 처리가 허용되어있다. 해당 연구에서는 아직 국내허용이 되지 않은 x-ray 조사를 활용해 미생물 제어를 시도하였다. RTE meat에 미생물 접종 후 1kGy 이하 선량으로 실험한 결과 미생물 저감화가 이루어졌으며, 색과 경도에도 변화가 없었다. 이를 통해 x-ray 조사가 e-beam의 투과력 한계를 대체할 수 있는 방법임을 확인할 수 있었다.

강의 이외에도 전시되어 있는 포스터들을 통해 Modified Atmosphere Packaging (MAP), Sealing Packaging (SP), Wrapping Packaging (WP), 초고압, Ultraviolet-C irradiation, Fumaric acid 처리, Edible Protein Film 사용 등 식품 저장성을 늘리는 다양한 기술들에 대해 알아볼 수 있었으며, 이 정보를 바탕으로 추후 본 연구에서 조사처리와 융합하고자 하는 기술을 선정하였다.

전시 부스들 중 영인 에스터 부스는 식품 중 방사능 수치를 측정할 수 있는 기구들을 설명 및 판매 중이었는데, 이러한 기구들을 활용해 조사식품에 방사능 오염이 발생하지 않는다는 데이터를 소비자들에게 제공해준다면 방사선 조사식품에 대한 부정적 인식이 사라지는데 도움이 되지 않을까 생각하였다.

한국 식품과학회 참석을 통해 다양한 식품 저장성 향상 신기술들이 존재하며, 이에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있음을 알 수 있었으며, 이는 추후 융합형 방사선 조사실험 설계의 방향성을 잡는 데 많은 도움이 되었다.



활동 제목 : 한국 원자력 연구원 첨단 방사선 연구소 견학 및 김재경 박사님 인터뷰	
활동 장소 : 정읍 원자력 연구소 (정읍시)	활동 일시 : 2018/07/20
활동 내용 : 융합형 방사선 조사 실험 설계에 대한 조언을 구하고 조사처리시설을 견학함	
방사선 조사 및 융합형 방사선 조사처리 실험을 설계하고자 전문가이신 김재경 박사님을 찾아뵙고 시료선정 및 실험 방법에 대한 조언을 구하였다. 인터뷰 후에는 정읍 방사선연구소 내 감마선 및 전자선 조사처리 시설을 견학하였다. 해당 인터뷰의 주요 내용은 다음과 같다. Q. 방사선 조사도 여러 가지 종류가 있는데 그중 장점이 가장 많은 것은 어떤 것인가요? A. 감마선, 전자선, X선이 있는데, X선은 전자를 가속화 하여 발생한 전자선 앞에다가 텅스텐을 붙여 통과시켰을 때 생기는 에너지의 일종으로, 요즘에 많이 떠오르고 있는 조사기술이나 아직 실용화 어려움이 있어 사용이 많이 되고 있지는 않다. X선 조사 기술 소비자들의 거부감을 덜 유발할 가능성이 있으며, 기계 on/off 스위치를 통해 발생을 컨트롤 할 수 있어 사용이 편리하고 감마선과 동일한 투과력을 가진다는 장점이 있어 미래에 사용이 확대될 것으로 예상된다. 하지만 현재 X선은 전자선에서 X선으로 전환되는 비율이 3%대로 매우 비효율적이다. 따라서 실용화를 위해서는 전환율 향상 연구가 많이 필요할 것으로 보인다. Q. 저희는 융합형 방사선 조사처리에 대한 실험을 계획하고 있는데 혹시 방사선 조사를 할 때 식품에 대한 안전성 증감 여부를 어떻게 확인할 수 있나요? A. 간단한 미생물 실험으로 확인 가능합니다. 조사 처리한 샘플과 하지 않은 샘플(Control)에 총 세균수를 확인하거나 특정 균을 임의로 각 그룹에 접종하여 해당 미생물 수를 비교하여 확인할 수 있다. 실제로 정읍 원자력연구소에서도 일반 호기성 총 세균수를 확인하는 실험을 많이 하고 있다. Q. 조사처리로 인한 저장성 증감 여부는 어떻게 확인하나요? A. 조사군과 비조사군을 준비하고, 일정 시간 간격마다 total aerobic bacteria, yeast, mold 등 확인하고자 하는 지표에 대한 데이터 수집 후 이를 그래프로 그려서 경향성을 파악하는 방식으로 조사처리가 식품 저장성에 미치는 효과를 확인한다. 이와 함께 관능검사를 실시하여 저장성 향상 여부를 더 구체적으로 알아보기도 한다. 관능평가를 통해 부패율 (점이 생기거나 색이 변하거나 등의 육안으로 보이는 변화를 기준으로 함)을 확인하고 이를 숫자화하여 기록하고 데이터를 낸다. 예를 들어, 딸기 같은 경우는 곰팡이가 핀 것은 0이라고 표기하고 물러진 것은 1이라고 표기하여 데이터를 기록하고 그래프화 한다.	

Q. 육안으로 판단 가능한 부패율 이외에도 관능평가에서 알아보는 요소는 무엇이 있나요?

A. 관능검사는 주로 색, 맛, 이취를 중점적으로 보고 필요에 따라 단맛, 떫은맛, 신맛 등을 알아본다. 보통 5, 7, 9점 척도법이라고 해서 제일 색이 좋은 것은 9점, 안 좋은 것은 1점, 혹은 딱딱한 것은 9점, 물렁한 것은 1점 등과 같은 평가 방식을 통해 조사처리로 인한 식품 품질 변화를 파악한다. 색을 확인할 때는 색도계를 사용하여 brightness, redness, yellowness를 측정하여 파악한다. 조직감은 texture analyzer를 사용해 파악한다. 전자코나 전자혀와 같은 장치도 있으나 아직 성능이 좋지 않아 많이 쓰이지는 않는다.

Q. 융합형 방사선 조사처리는 어떤 순서로 진행되나요?

A. 융합하고자 하는 식품 가공기술 처리가 모두 끝나고 제품 포장까지 모두 완료된 후 조사처리를 한다. 운송을 위해 포장된 박스 상태로 그대로 조사 처리한 후 마트에서 바로 유통 가능하다.

Q. 외국에서는 조사 처리된 육류 패티를 많이 먹는데, 그 패티들은 얼린 상태에서 조사 해서 조사선량을 낮추고 이취 발생을 최소화하나요?

A. 그렇다. 처리되는 선량도 높지 않으며 실제로 조사된 패티에서 많은 변화가 일어나지는 않는다. 미국은 우리나라와 달리 방사선 조사에 대한 수용도가 좋다. 미국 문화 특성상 바비큐 패티를 많이 하는데, 이때 주로 냉동 패티를 사다가 구워서 먹는다. 하지만 패티는 여러 부위의 고기를 갈아 만든 것으로 제조 과정에서 대장균 교차오염이 일어날 위험이 있다. 바비큐 패티에서는 센 불로 고기를 익히기 때문에 겉은 익어도 속까지 제대로 익지 않는 경우가 많다. 속이 익지 않은 미생물에 오염된 패티를 먹게 된다면 집단 식중독이 일어날 수 있으며 심각한 경우 많은 이의 목숨을 앗아갈 수 있다. 이러한 이유로 미국에서는 냉동 패티를 조사처리 후 판매하고 있다.

Q. 우유는 저선량 처리 시에도 이취가 많이 생기는 것으로 알려져 있는데, 그렇다면 아이스크림도 조사처리 시 이취가 많이 생기나요?

A. 그렇다. 우유는 지방이 많아 방사선 조사처리가 어렵다. 아이스크림도 빙과류랑 샤베트 두 종류로 나뉘는데, 빙과류는 얼음이 많이 포함되어 있어 조사처리 시에도 이취가 발생하지는 않는다. 하지만 샤베트류는 고선량 처리 시 약간 이취가 생길 수 있다. 그럼에도 불구하고 샤베트 조사처리가 가능하다. 이는 샤베트의 겨우 flavor가 워낙 강해 이취가 많이 커버되기 때문이다.

Q. 정읍 원자력연구소에서 방사선 조사처리 의뢰가 가능한가요?

A. 그렇다. 여기는 연구용 시설이기 때문에 연구용 조사처리는 해줄 수 있다. 실제로

많이 해드리고 있다. 하지만 연구용으로 조사처리 해드리는 시료들을 드시는 것은 금지되어 있다.

해당 인터뷰를 통해 우유, 패티 등 실험에 사용할 시료 후보 식품들에 대한 정보를 얻을 수 있었다. 또, 미생물 평가나 관능평가와 관련 실험 방법들을 여쭙보면서 실험 설계의 방향을 잡아갈 수 있었다. 인터뷰 내용을 바탕으로 본 연구에서는 일반 호기성 세균수를 알아보는 미생물 평가를 통해 조사처리의 살균 효과를 알아보고자 하였으며, 더 나아가 관능평가를 실시하여 조사처리만 단독으로 사용했을 때와 MAP 포장과 조사처리를 함께 하였을 때 색, 냄새, 조직감 등의 식품 품질이 어떻게 변화하는지 알아보고자 하였다.



활동 제목 : 그린피아기술 견학 및 김관수 부사장님 인터뷰	
활동 장소 : 그린피아기술 (여주시)	활동 일시 : 2018/07/30
활동 내용 : 현재 방사선 조사가 사용되는 분야 및 실용화 현황에 대한 정보수집	
방사선 조사 식품은 우리 주변에서 찾아보기 어려울 만큼 생산 자체가 거의 사라진 상태이다. 현재 조사 식품 생산량이 어느 정도이며 조사기술이 어느 분야에서 쓰이는지 알아보기 위해 방사선 조사를 활용한 멸균 전문 기관인 그린피아기술 부사장 김관수 씨를 인터뷰하고 회사 내 조사처리 시설들을 견학하였다. 인터뷰 주요 질문 및 내용은 다음과 같다. Q. 그린피아 기술에서 생산 중인 조사 식품으로는 어떤 것이 있나요? A. 조사식품에 대한 소비자 인식이 좋지 않아 이제는 국내 유통용 조사식품은 생산하지 않으며, 수출 시 방사선 조사가 꼭 필요한 식품들에 한해서만 조사처리를 하고 있다. Q. 그렇다면 그린피아 기술에서 조사처리를 주로 하는 제품들은 무엇이 있나요? A. 주사기, 임플란트와 같은 의료기기나 마스크팩과 같은 화장품에 조사처리 중이다. 이밖에도 배양접시, 진단키트와 같은 실험용품에도 조사처리하며, 동물실험용 동물 사료에도 조사처리하고 있다. Q. 그린피아 기술에서 보유 및 사용 중인 방사선 에너지 종류는 무엇인가요? A. 그린피아 기술은 60Co를 활용한 감마선 조사기술과 전자 가속화를 이용한 전자선 조사기술을 모두 보유하고 허가받은 상태이다. Q. 제품 조사처리 과정은 어떻게 되나요? A. 제품 특성 파악 후 제품이 포장된 박스에 멸균 마크를 부착하고 이 박스를 알루미늄 캐리어에 투입한다. 이후 캐리어는 조사실로 이동되고 이곳에서 60Co 주위를 360도 회전하여 멸균된다. 멸균이 완료될 경우 미리 부착해 둔 멸균 마크는 색깔이 변하게 된다. Q. 국내 유통용 조사식품 생산을 더 이상 하지 않는 이유는 무엇인가요? A. 사업은 사용되는 인건비 등을 고려한 아웃풋이 있어야 진행하는데, 식품 조사는 부정적인 소비자 인식 때문에 아웃풋이 너무 적어 생산하지 않고 방사선 조사처리가 선호되는 분야인 의료기기를 주로 처리하기 시작하였다. 식품 조사에 대한 매체의 반대 또한 너무 심했고 2010년 조사표시 의무화 이후 식품회사들이 방사선 조사 사용을 부담스러워하게 되었다. 회사 측에서 주부 100명을 대상으로 조사식품의 안전성에 대한 강의를 진행 전후로 설문조사를 하여 조사식품 구매의향을 물어보는	

등의 방법을 통해 소비자 수용성 교육도 수없이 진행했으나 들어올 때 안 먹겠다는 사람이 80%였고 나갈 때도 80%였다. 소비자들이 네 잘 알았습니다라고 대답해놓고는 그들의 구매의사는 크게 변하지 않았다. 그 이후로는 교육용 책자 제작도 더 이상 하지 않게 되었다.

Q. 식품 조사처리를 더 이상하지 않는 것이 현재 소비자들에게 어떤 영향을 주었나요?

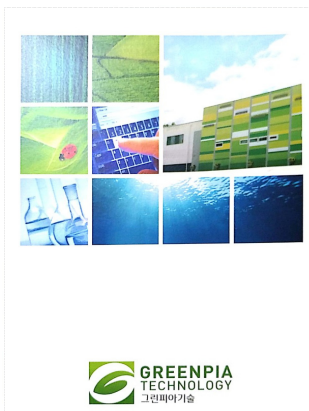
A. 중국은 조사처리 시설이 200개 정도 되고 그들의 먹거리 위생 수준이 굉장히 뒤떨어지는데도 유통되는 이유는 방사선 조사 식품을 생산할 수 있기 때문이다. 중국 공장에서 균이 허용치만큼 나오기는 굉장히 어려우며, 허용수준을 맞추기 위해서 방사선 조사 처리를 한다. 그 과정이 있기 때문에 중국은 먹거리가 비교적 싼 값에 유통되어 국민을 배불리하고 있으며, 식량 안보 또한 확보가 된다. 우리나라는 소비자들의 반대가 너무 심해 더 이상 조사처리를 하지 않게 되면서 식품 유통가격이 훨씬 비싸진 상태이며, 라면스프나 분말식품과 같이 방사선 조사처리를 하던 식품들이 현재는 어떤 방식으로 살균되고 있는지 정확히 알 수 없다. 건더기 스프와 고춧가루는 본래 말린 후 존재할 수 있는 벌레를 죽이기 위해 저선량 처리를 하였는데, 지금은 건더기 스프는 파를 알이 죽을 때까지 화학물질로 세척하고 고춧가루는 찐 후 말려 분쇄하여 사용된다. 이로 인해 건더기 스프는 더 누래지는 색 변화가 일어난 채 유통되고 있으며 고춧가루 및 건더기 스프의 생산에 드는 비용 또한 높아졌다.

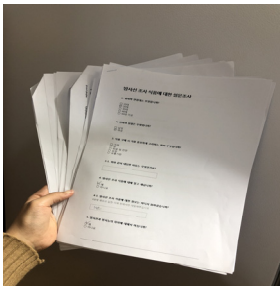
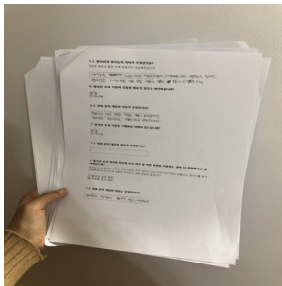
Q. 방사선 조사처리의 악용 사례도 있나요?

A. 진주는 갈치새이 가장 비싼데, 진주에 방사선 조사를 하면 갈치새이를 푼다. 이렇게 되면 조사처리한 판매가치가 높아지는데 진주 판매업자가 이걸 방사선 조사로 인한 것이라고 설명하지 않고 그걸 속여서 진짜인 것처럼 팔고 이익을 챙긴다. 식품에서도 고춧가루를 병든 고추들은 버려야하는데 버리지 않고 갈아서 방사선 조사 처리하여 균을 다 죽여서 다시 판다. 이렇게 방사선 조사 처리기술을 활용한 나쁜 쪽으로의 응용은 소비자 단체들의 부정적인 인식 형성에 기여하였다.

그린피아 기술 부사장 김관수 씨와의 인터뷰를 통해 현재 우리나라 방사선 조사기술 사용실태와 소비자 인식이 어떤지를 알아볼 수 있었고 이는 더 효과적인 소비자 인식 개선 시도에 대해 많은 고민을 하는 계기가 되었다. 소비자 인식개선의 핵심은 쉽고 명확한 정보전달이라고 생각했고 이후 본 연구에서 진행한 설문조사를 통해 전달해야 하는 정보는 조사식품의 정확한 개념과 방사선과 방사능의 차이에 대한 설명임을 알게

되었다. 이러한 정보를 전달하는 방법은 일상 비유를 활용한 예시 및 시각적인 자료 활용이라고 생각하였고 문헌조사 결과 방사선 조사 홍보자료로 제작된 만화 자료와 정읍 방사선연구소 홍보자료를 접하게 되었다. 만화 자료는 방사선 조사의 개념, 효과, 안전성, 필요성, 실제 사용실태 등의 내용을 그림을 활용해 쉽게 설명하고 있었으며 (아래 사진 있음), 주변 친구들에게 보여준 결과 그들이 조사식품에 대한 별다른 관심이 없더라도 부담 없이 한번 읽어볼 수 있는 매체임을 알 수 있었다. 정읍 방사선연구소 홍보자료에서는 방사선과 방사능의 차이를 설명하기 위한 예시가 제시되어 있었으며, 이 예시를 이후 진행한 소비자 인식 개선 교육에 사용한 결과 교육 전보다 교육 후 두 개념의 차이를 알고 있으며 이해했다고 답한 사람의 수가 증가하였다. 이를 통해 그린피아기술 인터뷰를 통해 잠시 꺼졌던 소비자인식 개선에 대한 희망의 불씨가 다시 조금 살아났던 것 같다. (아래 두 번째 사진은 그린피아기술에서 준 방사선 조사기술 및 회사 홍보 자료이다)



활동 제목 : 교육을 통한 방사선 조사 식품에 대한 소비자 인식개선 변화	
활동 장소 : 고려대학교	활동 일시 : 2018.09.02
활동 내용 : 방사선 조사 식품의 소비자 인식 교육 전후 설문조사	
본 연구에서는 20대 12명을 대상으로 방사선 조사 식품에 대한 교육 전후로 설문조사를 진행하였으며, 설문조사 질문은 아래와 같다. 1) 방사선 조사 식품에 대해 알고 계십니까? 1-1) 방사선 조사 식품에 대한 정보는 어디서 접하셨습니까? 2) 방사선과 방사능의 차이에 대해서 아십니까? 2-1) 차이를 아신다면, 방사선과 방사능의 차이가 무엇입니까? 3) 방사선 조사 식품이 유통될 필요가 있다고 생각하십니까? 3-1) 위와 같이 대답한 이유가 무엇입니까? 4) 방사선 조사 식품을 구매하실 의향이 있으십니까? 4-1) 위와 같이 대답하신 이유가 무엇입니까? 설문 결과 및 자세한 분석은 논문의 방사선 조사기술 보편화 방법의 소비자 인식개선 부분에서 다루었다. 소비자들은 뉴스를 통해 주로 정보를 접하기 때문에 이를 활용한 정보전달을 실시하여야 하며, 전달 정보에는 방사선조사와 방사능오염의 차이를 설명하는 자료를 포함시켜야 한다는 사실을 확인하였다. 또한, 안정성 및 필요성을 설명하는 교육을 통해 소비자들의 구매의향을 높일 수 있음을 확인하였다. 즉, 본 연구는 뉴스를 활용한 방사선과 방사능의 차이를 명확히 하고, 조사식품의 안전성 및 필요성에 대한 설명이 포함된 교육을 통해 소비자 인식 개선 시도를 제안한다. 이때, 이해하기 쉬운 일상 예시 및 비유를 교육에 활용하는 것이 더 효과적일 것으로 보인다. 해당 활동을 실시하기 전 교육을 통한 인식 변화가 가능할까라는 의문이 많이 들었었다. 그린피아 기술 견학을 통해 소비자 인식 변화는 하루 아침에 이루어지는 것이 아니란 사실을 알게 되었기 때문이다. 하지만, 예상과는 달리 설문 대상자들이 설문 및 교육에 성실히 임하여 주었고, 교육 후 설문 진행시에는 방사선 조사식품도 HACCP 적용이 되어 있는지와 같은 질문을 하는 등 조사식품에 대해 더 알고자하는 적극적인 모습들을 볼 수 있었다. 이를 통해 조사식품 보편화가 아주 헛된 희망은 아니라는 생각이 들었고 여태까지 해온 조사식품에 대한 공부 및 발전에 대한 고민들이 보람 있게 느껴졌다.	
  	

활동 제목 : 방사선 조사처리 및 MAP포장과 조사처리를 융합한 식품의 관능평가

활동 장소 : 고려대학교

활동 일시 : 2018/11/01

활동 내용 : 시료에 감마선 조사 후 색, 냄새, 조직감의 변화 여부를 확인함

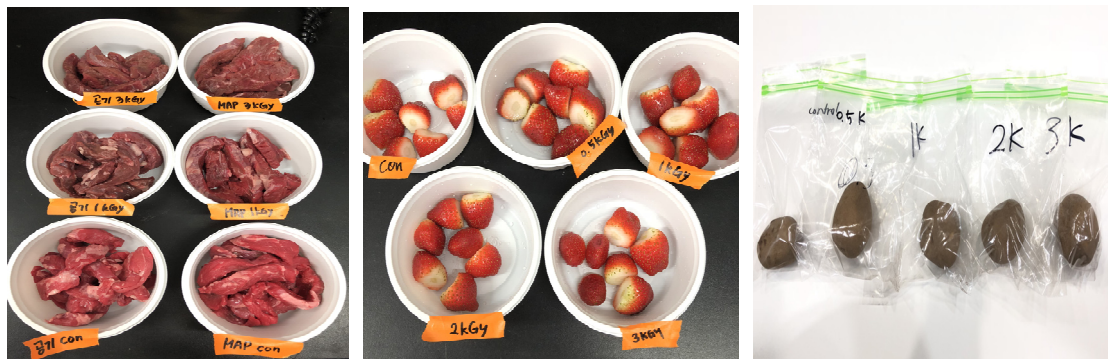
해당 활동은 조사처리로 인해 식품 품질이 얼마나 변하며, MAP 포장과 병용처리 시 해당 품질 변화가 얼마나 완화된 수 있는지를 알아본 실험으로, 해당 실험을 통해 문헌만을 통해 얻은 융합형 조사기술에 대한 정보를 눈으로 직접 보고 경험함으로써 견문을 넓히는 계기가 되었다. 또한, 관능평가를 하는 방법 및 통계처리 등에 대해서도 배울 수 있었다. 관능평가에서는 색(color), 향(aroma), 풍미(flavor), 조직감(texture), 종합적 기호도(Overall preference)에 대한 선호도 검사와 신맛(acidity), 단맛(sweetness), 단단함(intensity) 강도 측정을 통한 품질 특성 검사를 진행하였다.

시료는 딸기, 감자, MAP 포장된 쇠고기 (치마살), 공기 포장된 쇠고기 (치마살)로 선정 하였으며 시료 별 처리한 조사량은 아래와 같다.

시료 1. 딸기 (control / 0.5 kGy / 1 kGy / 2 kGy / 3 kGy)

시료 2. 감자 (control / 0.5 kGy / 1 kGy / 2 kGy / 3 kGy)

시료 3. MAP 쇠고기와 공기포장 쇠고기 (control / 1 kGy / 3 kGy)



직접 시료준비 및 방사선 조사실험을 하였고, 방사선 조사 이후 관능평가를 위한 시료 준비를 하였다. 관능평가 결과에 대해서는 논문 내용에서 언급하였기 때문에 생략한다. 대체적으로 조사처리가 식품에 대한 선호도에 큰 영향을 미치지 않았으며, 고기의 경우 MAP포장을 융합하였을 경우 더 좋은 선호도를 보임을 알 수 있었다. 시료 개체 간의 차이, 시료 준비 과정에서의 일관성 등이 결과에 영향을 미칠 수 있지만 조사처리식품 자체에 대한 거부감은 없는 것을 확인할 수 있었다.



청간지

영화, "Food Evolution" 소개



FROM ACADEMY AWARD® NOMINEE **SCOTT HAMILTON KENNEDY**

FOOD|EVOLUTION

NARRATED BY **NEIL DEGRASSE TYSON**



"A polished and provocative call for activists to be as scientifically minded as they believe they are."
- John deFore, *The Hollywood Reporter*

Amidst a brutally polarizing debate marked by passion, suspicion and confusion, **FOOD EVOLUTION**, from Academy Award®-nominated director Scott Hamilton Kennedy (*The Garden*, *Fame High*, *OT: Our Town*), explores the controversy surrounding GMOs and food. Traveling from Hawaiian papaya groves to banana farms in Uganda to the cornfields of Iowa, the film, narrated by esteemed science communicator **Neil deGrasse Tyson**, wrestles with the emotions and the science driving one of the most heated arguments of our time.

In the GMO debate, both pro- and anti- camps claim science is on their side. Who's right?

Have a first look at *FOOD EVOLUTION* trailer bit.ly/FoodEvoFilm

FOOD EVOLUTION Opens in New York on June 23rd we would love your involvement!

- E-blasts to your networks and members – Spread the word!
- Social posts that bring awareness to the film in your area – Remember to #foodevolution
- Group tickets - we can offer a special group rate. Bring your community!
- Organize an event around the film release in your city
- Include the release in your calendar and newsletters

Additional details:

Opens in New York on June 23rd at Village East

Opens in Los Angeles on June 30th at – then in select cities!

If you're interested in getting involved with **FOOD EVOLUTION**, please contact Trish: Trish@abramorama.com or (914) 741-1818.

For more information please visit: www.foodevolutionmovie.com

 @FoodEvoMovie  /FoodEvoMovie



[CNB 저널 - 이철호 복지 칼럼]

美학회에서 상영된 영화 ‘식량의 진화’



이 철 호 (한국식량안보연구재단 이사장, 고려대 명예교수)

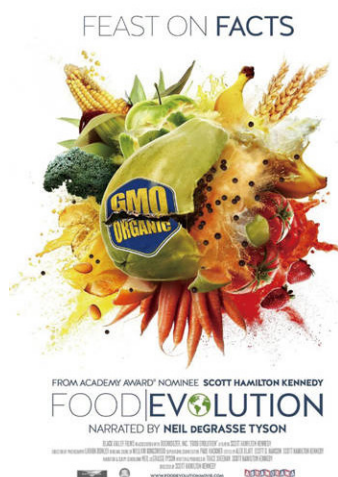
6월 말 미국 라스베이거스에서 열린 미국식품공학회(IFT) 연차총회에서 ‘식량의 진화(Food Evolution)’가 상영되었다. 전 세계에서 3만여 명의 식품과학자와 식품엑스포 관계자들이 모이는 거대 학회에서 생명공학 신식품종(GMO)의 진실을 말하는 영화가 전체회의실에서 상영된 것은 이례적인 일이다. 그만큼 미국 사회에서도 GMO에 대한 논란이 심각하다는 반증이다. 이 영화는 오스카상 후보로 올랐던 스캇 해밀턴 케네디(Scott Hamilton Kennedy) 감독이 제작한 것으로 GMO 반대 운동가들의 비난에도 불구하고 지난 6월 23일 미국 영화가에서 개봉되었다.

영화 ‘식량의 진화’는 GMO 반대자들의 구호와 시위를 광범위하게 보여주면서 시민들의 우려와 불안감을 소개한다. 그리고 그들의 주장에 따라 하와이에서 파인애플 역병을 견딜 수 있는 GM 종자 사용을 불허한 사례와 아프리카 우간다에서 바나나 역병을 막을 수 있는 신식품종을 허가하지 않아 초토화된 농장들을 보여준다. 하와이는 파인애플 역병으로 과실 통조림 산업이 붕괴되는 것을 보고 최근 생명공학 신식품종 재배를 허가하는 법을 통과시켰다. 우간다는 그들의 주식인 바나나 밭이 역병으로 황폐화되어 아직도 굶주림에 시달리고 있다.

영화는 이러한 상황에서 그동안 매스컴의 관심을 받지 못했던 육종가들과 과학자들의 진솔하고 책임 있는 말을 전하려고 노력한다. 또한 항암제 개발을 위해 생후 1년 후에는 암이 저절로 발생하도록 만든 실험쥐를 사용하여 GM사료를 먹이고 암이 발생했다고 주장한 프랑스 세라리니의 가짜연구 등 의도적이든 비의도적이든 간에 잘못된 실험으로 GMO의 안전성에 대해 문제를 제기했던 사례들에 대해 설득력 있게 해명하고 있다. GMO 반대운동을 하다가 그들의 비과학적이고 반인륜적인 행위에 회의를 가져 영국 옥스퍼드 농민대회에서 공개 사과를 하고 농업생명공학 전도사로 변신한 환경운동가 마크 라이너스의 충고와 조언을 적절하게 담고 있다. 뉴욕에서 개최된 GMO 찬반토론회에서 토론을 하기 전에 청중들의 GMO 찬성, 반대, 모르겠음이 30:30:30으로 조사되었으나 토론 후에 찬성과 반대가 60:30으로 바뀐 현장 역시 소개했다.

영화 ‘식량의 진화’ vs ‘유전자 룰렛’

포브스 오피니언(Forbes Opinion)에 이 영화에 대한 칼럼을 쓴 케빈 세나파시(Kevin Senapathy)는 작년 11월에 이 영화 시사회를 뉴욕에서 개최했는데 시사회를 시작하기 전에 ‘GMO의 안전성과 환경 영향에 대해 두려움을 가지고 있는가?’라는 질문에 70여 명이 손을 들었는데, 시사회가 끝난 후 같은 질문에 대해 단 2명만이 손을 들었다고 전한다. 그는 이런 영화가 GMO 반대운동을 하는 극렬분자에게는 아무 소용이 없으나 정확하고 과학적인 근거를 가지고 합리적인 판단을 하기 원하는 많은 대중에게는 상당한 영향을 미칠 것으로 전망했다.



▲ 영화 ‘식량의 진화’ 포스터.

그동안 반GMO 단체들은 미국 유기농협회가 만든 ‘유전자 룰렛’이란 영화를 가지고 우리 국민을 GMO 공포에 시달리게 했다. 그로 인해 GMO에 대한 불안감이 우리 사회에 만연했고 GM식품 완전표시제에 대한 요구가 거세게 일어났다. 심지어 농촌진흥청 앞에서 농업생명공학 연구를 중단하라는 시위까지 일어나는 상황이 되었다. 철저한 안전성 검사와 관리를 통해 허가되고 유통되는 GM식품은 안전하며, 완전표시제는 식량의 대부분을 수입해 먹는 우리나라에서는 식량안보를 확보하기 어렵게 만들고 득보다 실이 크다고 아무리 말해도 듣지 않는다. 전 세계가 미래 식량 생산을 위해 생명공학 연구에 박차를 가하고 있는데 우리가 생명공학연구를 포기하면 농업 후진국으로 전락할 수밖에 없는데도 여론과 정치는 거꾸로 가고 있다. 이러한 상황에서 영화 ‘식량의 진화’는 우리 사회에 중요한 메시지를 전할 것으로 확신한다. 하루속히 우리나라에서도 이 영화가 개봉되어 국민을 올바른 길로 인도하기를 바란다.



A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.



A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.



A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.



A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.