

식량안보시리즈 제 5 권

# 식량낭비 줄이기

채희정, 이숙종, 이철호 공저



KFSRF  
한국식량안보연구원

도서출판 식안연

## 저자 소개



### 채희정

- 서울대학교 화학공학과 졸업
- 서울대학교 화학공학과 석사(생물공학)
- 서울대학교 화학공학과 박사(생물공학)
- 대상(주) 중앙연구소 책임연구원
- 미국 메릴랜드주립대학 농업생물공학연구소 연구원
- 미국 텍사스주립 사우스웨스턴 의과대학 객원교수
- (현) 호서대학교 생명보건과학대학 식품공학과 교수



### 이숙종

- 고려대학교 식품공학과 졸업
- 고려대학교 식품공학과 석사
- 고려대학교 생명공학원 이학박사
- 고려대학교 부설 건강기능식품연구센터 연구원
- 고려대, 성균관대, 가톨릭대 강사
- (현)한국식량안보연구재단 선임연구원



### 이철호

- 고려대학교 농화학과(농학사)
- 덴마크왕립농과대학 대학원 식품저장학교실(농학박사)
- 미국 MIT 공과대학 식품영양학과 연구원
- 고려대학교 식품공학과, 생명과학대학 교수
- (현)한국과학기술한림원 정회원
- (현)미국 식품공학회(IFF) Fellow
- (현)한국식량안보연구재단 이사장

# 식량낭비 줄이기

채희정, 이숙종, 이철호 공저

한국식량안보연구재단(www.foodsecurity.or.kr)

본 재단은 세계적인 식량위기 상황을 분석하고 평가하여 우리나라 식량안보에 미칠 영향을 미리 예측하고, 이에 대비하기 위한 국가적 정책개발과 국민 의식개혁 운동을 선도하기 위해 2010년 4월 설립된 순수 민간 연구기관이다. 재단은 안정적인 식량공급을 위해 농어업과 식품산업이 식량공급의 주체가 되는 새로운 식량정책의 개발에 힘쓰고 있다. 특히 식품산업의 식량안보적 기능을 강화하고, 식품산업이 사회적 책임을 다하도록 노력하고 있다. 재단은 독지가들의 후원금을 모아 식량안보에 관한 학술활동을 지원하며 출판사업과 관련 자료를 수집하고 공유하는 일을 하고 있다. 재단은 식량자급실천 국민운동 추진본부로서 식량부족의 위험이 없는 사회를 다음세대에게 물려주기 위한 국민실천운동을 전개하고 있다. 도서출판 식안연(食安研)은 재단의 출판사업을 수행하고 있다.

### 식량낭비 줄이기

**인쇄** 2016년 4월 1일  
**발행** 2016년 4월 6일  
**발행인** 이철호 (한국식량안보연구재단)  
**발행처** 도서출판 식안연  
**주소** 서울시 성북구 안암로 145, 고려대학교 생명과학관(동관) 109A호  
**전화** 02-929-2751  
**팩스** 02-927-5201  
**이메일** foodsecurity@foodsecurity.or.kr  
**홈페이지** www.foodsecurity.or.kr  
**편집·인쇄** 한림원(주) <http://www.hanrimwon.com>

\* 이 책의 무단 전재 또는 복제를 금합니다.

#### 국립중앙도서관 출판예정도서목록(CIP)

식량낭비 줄이기 / 채희정, 이숙중, 이철호 공저. -- 서울 : 식안연, 2016 (식량안보시리즈 ; 제5권)

ISBN 979-11-86396-31-5 95300 : ₩12000

ISBN 979-11-86396-22-3 (세트) 94300

식량 낭비(食糧浪費) 식량 문제[食糧問題]

335.7-KDC6

363.8-DDC23

CIP2016008348

.....식량낭비 줄이기







식량의 대부분을 수입에 의존하는 나라에서 공급되는 식량의 1/3을 버린다면 믿을 사람이 얼마나 될까? 그러나 안타깝게도 그게 우리의 현실이다. 공급되는 식량 에너지가 1인당 하루 3,000kcal 수준인데 실제 섭취한 에너지는 2,000kcal 정도밖에 안 되는 것으로 조사되고 있다. 환경부가 발표한 국내 1일 음식쓰레기 발생량은 14,000톤인데 이것은 10톤 트럭 1,400대 분량이다. 이것을 처리하는 비용이 연간 8천억 원 발생하며 이로 인한 경제적 손실은 연간 20조 원으로 추산되고 있다. 음식물 쓰레기의 70%가 가정과 소형 음식점에서 버린 것이며 절반 이상이 유통과 조리과정에서 발생한다고 한다.

전 세계적으로 식량의 손실과 낭비 현상이 심각하다. 가난한 개발도상국에서는 생산지에서 일어나는 수확후손실이 크고 잘사는 선진국에서는 소비단계에서 일어나는 손실이 크다. 우리나라는 수확후손실도 크고 소비단계에서 일어나는 손실도 크다. 음식낭비를 줄이기 위한 국민운동을 전개해야 하는 이유이다.

음식낭비를 줄이는 것은 식량자급률을 높이는 방법이다. 우리나라는 곡물 수요의 75%를 외국에서 수입하고 있다. 전체 식량자급률은 45% 수준으로 절반이 안 된다. 전체 공급되는 식량의 30%를 먹지 않고 버리는 현재의 낭비 수준을 반으로 줄이면 식량자급률이 15% 늘어나 60%에 달하게 된다. 식량자급률이 60%이면 선진국 수준으로 식량안보를 크게 염려하지 않아도 된다. 농업생산으로 식량자급률을 1% 올리려면

---

1조 원의 비용이 드는 것으로 추산되고 있다. 정부와 국민이 힘을 합쳐 식량낭비를 줄이는 일에 매진해야 한다는 것은 너무나 당연한 일이다.

이 책은 한국식량안보연구재단의 식량안보시리즈 제5권으로 출판된 것이다. 우리나라의 식량낭비 구조를 분석, 계량하고 식량낭비를 줄이기 위한 기술적 방법과 제도적 개선 방안을 제시하고자 노력했다. 기존에 발표된 자료들을 정리하고 세계적인 통계자료도 모았다. 기술적 방법론은 주로 2008년에 저술된 ‘식품저장학(박현진, 이철호, 고려대학교 출판부)’에서 인용되었으며, 식량낭비의 계량화는 환경부 자료와 2011년 본 재단의 연구과제로 한국식품기술사협회가 수행한 ‘유통기한 경과로 인한 폐기식품의 발생현황과 감축방안’을 주로 참고하였다. 이 책의 집필에 기꺼이 응해주신 호서대 채희정 교수와 재단의 이숙중 박사에게 감사드린다. 책의 편집과 인쇄를 위해 애써주신 김유원 사장님과 (주)한림원의 김홍중 사장님과 임직원 여러분에게 감사드린다. 끝으로 본 재단의 활동에 동참하시고 후원해 주시는 재단 이사님들과 후원자 여러분의 사랑과 협력에 심심한 감사의 뜻을 전한다.

2016년 3월

(재)한국식량안보연구재단

이사장 **이 철 호**

---



**미 서 론 11**

1.1 식량의 경제학 .....	11
1.2 세계의 식량 사정과 식량 손실 .....	17
1.2.1 세계의 식량 사정 .....	17
1.2.2 세계의 식량낭비 현황 .....	27
1.3 한국의 식량 사정과 낭비 현황 .....	34

**02 식량낭비의 원인과 실태 41**

2.1 수확후손실 .....	42
2.1.1 신선식품의 수확 후 손실률 .....	43
2.1.2 수확후손실 비용 .....	45
2.2 가공 유통과정의 손실 .....	47
2.2.1 운송과정 .....	47
2.2.2 가공 및 포장과정 .....	49
2.2.3 판매과정 .....	51
2.2.4 가공식품 폐기물 발생 요인 분석 .....	53
2.2.5 가공식품 폐기물의 경제적 손실 분석 .....	56
2.3 소비단계에서 음식폐기 현황 .....	57
2.3.1 음식폐기물 감소를 위한 정부 정책 .....	59
2.3.2 외식산업과 음식폐기물 .....	64
2.3.3 학교급식과 음식폐기물 .....	68
2.3.4 가정에서 발생하는 음식폐기물 .....	71

2.4 사회 문화 구조와 정책적 원인 .....	74
2.4.1 문화적 요인 .....	74
2.4.2 정책적 요인 .....	75
2.4.3 소득수준과 사회 인프라의 영향 .....	77

### 03 식량낭비 저감화 기술 79

3.1 수확후관리기술 .....	79
3.1.1 과채류의 생리적 특징 .....	80
3.1.2 공기조성 조절에 의한 저장방법 .....	84
3.1.3 건조 방법 .....	86
3.1.4 곡류 저장기술 .....	89
3.1.5 최소가공방식에 의한 음식물쓰레기 저감화 .....	93
3.2 보존제를 이용한 화학적 저장방법 .....	101
3.2.1 전통적인 절임식품 .....	101
3.2.2 화학보존료 .....	104
3.2.3 화학보존료 사용 절감 기술 .....	107
3.3 가열살균에 의한 저장성 향상 .....	110
3.3.1 식품의 열처리 공정 .....	110
3.3.2 통조림 제조기술 .....	114
3.3.3 레토르트 파우치의 개발과 이용 .....	119
3.4 콜드체인인의 이용 .....	123
3.4.1 냉동기 .....	124
3.4.2 급속냉동과 완만냉동 .....	128
3.4.3 냉동방법 .....	131
3.4.4 냉동채소류의 콜드체인시스템 .....	138
3.4.5 냉장기술 .....	141

---

3.5 이온화 조사기술의 활용 .....	149
3.5.1 이온화 조사기술의 이용 현황 .....	149
3.5.2 이온화 조사기술의 안전성 .....	152
3.5.3 이온화 조사기술의 사회경제적 이득 .....	155
3.5.4 이온화 조사기술을 가로막는 난제들 .....	163
3.6 식품포장기술 .....	165
3.6.1 식품 포장재 .....	166
3.6.2 기능성 포장재 .....	171
3.6.3 무균포장 .....	174
3.7 사물인터넷(IoT)을 이용한 식량낭비 저감화 .....	176
3.7.1 IoT 3대 주요기술 .....	177
3.7.2 사물인터넷과 식량산업 .....	179
3.7.3 유비쿼터스 주방기기 .....	182
3.8 음식물 쓰레기의 퇴비화, 사료화 및 에너지자원화 .....	184
3.8.1 음식물쓰레기의 구성 .....	184
3.8.2 음식물쓰레기 처리방법 .....	185
3.8.3 음식물쓰레기 처리의 환경영향 및 경제성 .....	189

#### **04 식량낭비를 줄이기 위한 제도적 개선 193**

4.1 식품안전 관리제도의 개선 .....	194
4.1.1 식품안전과 식량안보 .....	194
4.1.2 위해요소(Hazard)와 위험(Risk) .....	196
4.1.3 식품의 이물관리 제도 .....	198
4.2 유통기한 표시제도의 개선 .....	202
4.2.1 식품기한의 정의와 각국의 적용사례 .....	203
4.2.2 유통기한에 대한 소비자 인식과 병폐 .....	208
4.2.3 유통기한 표시제도의 개선 방향 .....	209

---

4.3 푸드뱅크의 활용 .....	212
4.3.1 선진국의 푸드뱅크 .....	212
4.3.2 우리나라 푸드뱅크 활동 .....	213
4.3.3 식품기탁제도의 활성화 방안 .....	217
4.4 단체급식 및 외식산업의 노력 .....	220
4.4.1 원료 선택과 식단 구성 .....	220
4.4.2 1회 제공량 제한 .....	221
4.4.3 뷔페식당의 식품폐기 감축 요령 .....	222
4.4.4 조리분량 조절과 적정 배식 샘플 제시 .....	223
4.4.5 남은음식 포장하기 .....	224
4.5 식량낭비를 막기 위한 국민교육 .....	225
4.5.1 식생활교육국민네트워크 .....	225
4.5.2 환경부의 음식물쓰레기줄이기 캠페인 .....	227
4.5.3 식량자급실천국민운동 .....	234

## 05 식량낭비를 줄이기 위한 정책제언 239

(1) 식품 유통기한 표시제도의 개선 .....	239
(2) 식량안보를 고려한 식품안전 수준의 설정 .....	240
(3) 수확후관리를 위한 투자와 교육 확대 .....	240
(4) 식품유통라인의 관리 강화와 폐기물 감축 .....	241
(5) 외식업소와 단체급식업소의 음식물쓰레기 줄이기 운동 강화 .....	241
(6) 학교급식을 통한 좋은 식습관 길들이기 .....	242
(7) 관련학회와 시민단체들의 식량낭비 줄이기 노력 지원 .....	242
(8) 식량낭비 줄이기 목표 설정과 모니터링 .....	243



## 1.1 식량의 경제학

전 세계에서 생산되는 곡물의 양은 연간 약 25억 톤으로 추정되고 있으며, 이것은 현재의 70억 인구를 먹여 살리기에 충분한 양이라고 평가된다. 그러나 세계의 영양부족 인구수는 10억에 달하고 있으며 전 세계적인 노력에도 불구하고 그 수를 크게 줄이지 못하고 있다. 왜 그럴까? 많은 경제학자들이 세계 식량 생산의 불균형과 분배의 문제를 지적하고 있으나 근본적인 해결책이 보이지 않는다. 더구나 지구온난화로 앞으로 세계 식량생산량은 감소될 것으로 예상되며 늘어나는 인구와 식량수요를 감당하기 어렵게 될 것으로 예측하고 있다.

오늘날 식량 분배의 불균형이 일어나는 근본 원인은 정치 경제적인 요인이라고 볼 수도 있으나 식량의 사용방법에 의한 낭비 현상을 무시할 수 없다. 선진국들의 과도한 동물성 식품 소비로 세계의 식량을 대부분 사료로 사용함으로써 가난한 사람들이 먹을 식량이 부족하게 된 것이다. 실제로 지난 반세기 동안 세계의 곡물생산량이 3배 증가하였으나 가축 사육두수가 폭발적으로 늘어나 식량 증산의 대부분이 선진국의 축산사료로 사용된 것이다.

현대의 기업형 축산은 빠른 자금회전으로 이윤을 극대화하기 위해 동물을 축사에 가두어 두고 곡물을 사료로 사용해 빠르게 성장시켜 도살하는 방식으로 운영되고 있다. 이 경우에 가축은 사람의 식량과 경쟁하는 관계가 되며, 사료의 사용은 식량의 저효율 낭용이 되는 것이다. 일반적으로 1kg의 고기를 얻기 위해 6-8kg의 곡물을 사료로 먹여야 한다. 즉 고기로 한 끼를 먹는 사람은 곡물을 주식으로 하는 사람 10명이 먹을 식량을 한 번에 먹어치우는 꼴이 된다. 세계보건기구(WHO)가 육가공식품과 적색육을 발암물질로 규정한 것은 부유한 사람들의 끝없는 식탐으로 인해 굶주리는 사람이 많아지는 지구촌의 잘못된 식량분배 구조를 바로잡기 위한 경고로 봐야 한다.

최근 곡물가격의 급등으로 세계 각처에서 식량폭동이 일어난 가장 직접적인 원인은 바이오연료의 생산에 있었다. 지구 온난화를 막기 위해 온실가스 감축이 세계적인 과제로 대두되면서 식량 탄수화물을 발효하여 알코올을 생산하고 자동차 연료로 사용하는 것이 정당화된 것이다. 2007년 미국에서 생산된 옥수수의 1/3인 1억 톤이 바이오에너지 생산에 사용되면서 옥수수 가격뿐만 아니라 밀, 쌀, 콩 등 모든 곡물의 국제가격이 2-3배 올랐다. 이로 인해 아이티, 카메룬, 인도, 이집트 등 30여개국에서 식량폭동이 일어나 많은 사람들이 목숨을 잃었다.

이러한 식량의 구조적 오남용으로 식량가격은 계속 고공행진을 하고 있어 미래 식량위기를 걱정하게 하고 있다. 중동의 정세 불안과 대규모 난민 발생도 근원적으로 가난과 굶주림으로 인한

사회불안에 기인한다는 것을 생각하면 지금 우리가 먹고 즐기는 음식의 의미를 다시 한 번 돌아 볼 필요가 있다. 식량의 경제적인 이용에 대해 심각하게 생각해야 할 때이다. 식량의 사료화, 연료화 등 오남용을 줄이고 버려지고 낭비하는 음식쓰레기를 줄여야만 평화로운 세계 미래가 보장될 수 있다.

이 책에서 다루려고 하는 식량낭비의 문제는 사료나 바이오에너지와 같은 거시적인 관점에서 다루는 식량의 오남용을 제외한 실제 생산 현장에서 수확되고 식품으로 공급되고 소비되는 과정에서 일어나는 식량 손실(loss)과 폐기(waste)의 실태와 이를 줄이

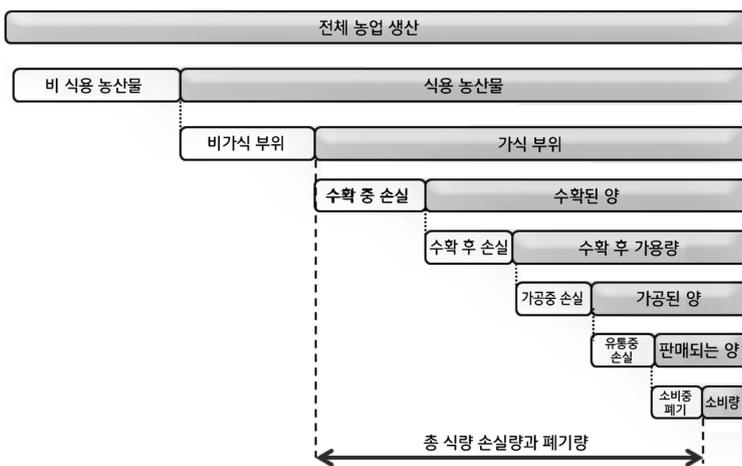


그림 1-1 식량사슬(food chain)에서 일어나는 단계별 식량낭비 도해<sup>1)</sup>

1) HLPE, Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome(2014)

## 식량낭비 줄이기

기 위한 기술적 노력과 제도적 개선 방안을 제시하려는 것이다.

그림 1-1은 전체 농업생산에서 비식용 농산물(사료용, 바이오 에너지용, 종자 등)을 제외한 식용 농산물의 수확, 가공, 유통, 소비 과정에서 일어나는 식량의 손실 양상을 도식화한 것이다.

식용 농산물에는 가식부위와 비가식(non-edible)부위가 있다. 배추를 예를 들면 뿌리는 비가식부위이므로 수확 현장에서 도려낸다. 수확한 농산물을 모으고 담고 집하장까지 운송하는 과정에서 흘리거나 버려지는 것으로 수확중 손실(harvest loss)이 일어난다. 거두어들인 수확물(available harvest)을 보관하고 가공시설로 넘기는 과정에서 수확후 손실(postharvest loss)이 일어난다. 배추의 겉잎이 누렇게 변하여 잘라낸다거나 보관 상태가 불량하여 부패가 일어나는 것 등이다. 가공과정에서는 규격 미달이이거나 포장에 맞게 잘라내서 버려지는 가공중 손실(process loss)이 일어난다. 가공 포장된 식품은 유통과정에서 유통기한을 넘거나 취급 불량으로 버려지는 유통손실(distribution loss)이 일어난다. 마지막으로 소비단계에서 소비자의 부주의나 소비기한이 지나거나 먹다 남긴 식품들이 소비자들에 의해 폐기(consumer waste)된다. 식품공급사슬에서 일어나는 식품의 손실과 폐기에 관한 용어를 정의하면 아래와 같다.<sup>1)</sup>

식품공급사슬(Food Supply Chain): 식품공급사슬이라 함은 수

---

1) HLPE, Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome(2014)

표 1-1 식품공급사슬(food supply chain)에서 일어나는 식량의 낭비

수확단계	수확후 관리단계	가공·포장단계	유통·판매단계	소비단계
밭에 흘리거나 버려진 생산물	저장 중 부패, 변질	선별과정에서 폐기되는 과채류	취급 부주의에 의한 부패, 변질, 파손	집에서 저장 중 부패, 변질
어획과정에서 버려진 수산물	운송 중 동물, 어류의 사멸	가공과정에서 제거 되는 가식부위	유통기한 경과로 폐기	먹고 남은 음식 폐기

확전단계(pre-harvest/production), 수확단계(harvest), 수확후 단계(post-harvest), 저장단계(storage), 운송단계(transport), 가공단계(processing), 유통단계(distribution and retail) 및 소비단계(consumption)를 포함한다(표 1-1).

**(1) 식량낭비(food loss and waste, FLW)**

수확부터 소비에 이르기까지의 식품공급사슬의 모든 단계에서 사람들이 원래 소비하기로 의도했던 식품의 손실과 폐기(원인과 무관함)에 의한 식량 감소를 말한다.

**(2) 식량손실(food losses, FL)**

소비 단계 이전의 모든 식품공급사슬 단계에서 사람들이 원래 소비하기로 의도했던 식품의 감소(원인과 무관함)를 의미한다.

**(3) 식품폐기(food waste, FW)**

소비 단계에서 버려지거나 썩어 없어지는 것으로 정의한다. 이 과정에서 발생하는 것이 음식물쓰레기이다.

**(4) 식품품질손실·폐기(food quality loss or waste, FQLW)**

수확부터 소비에 이르기까지의 식품공급사슬의 모든 단계에서 제품의 변질 등에 의한 식품 품질 특성의 감소분이다.

## 1.2 세계의 식량 사정과 식량 손실

### 1.2.1 세계의 식량 사정

그림 1-2는 유엔 식량농업기구(FAO)에서 발표한 2007년 세계 지역별 식량생산 통계이다. 세계 전체의 식량생산 현황을 알 수 있는 자료이다. 곡물은 23억 6천 톤이 생산되며 인도를 포함한 남아시아와 동남아시아에서 6억 톤이 넘는 가장 많은 양이 생산되며 주로 이지역의 주식인 쌀이다. 유럽과 북미, 호주지역은 주로 밀과 보리, 옥수수가 생산되며 각각 4억 톤과 4억 9천만 톤이 생산된다. 한중일 아시아 공업국들은 4억 8천만 톤의 곡물을 생산

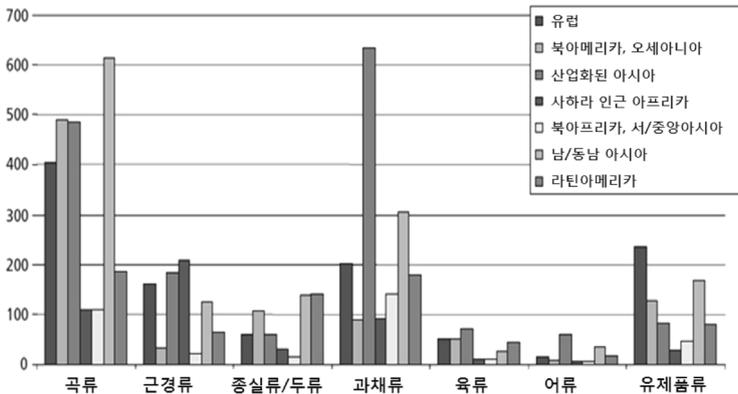


그림 1-2 지역별 식품군별 식량 생산량 통계(2007년)(백만 톤)<sup>1)</sup>

1) Gustavsson, et al., Entitled "Global food losses and food waste, FAO(2011)

## 식량낭비 줄이기

하고 있으며 주로 주식인 쌀과 밀이 생산되고 있다.

근채류의 세계 생산량은 약 8억 톤에 달하며 사하라이남 아프리카에서 2억 톤 이상 생산되며 유럽과 한중일 아시아 공업국에서 각각 1억6천 톤, 1억 8천 톤 정도 생산된다.

유지작물과 두류의 세계 전체 생산량은 5억 6천만 톤에 달하며 동남아시아는 팜유, 남미의 브라질과 아르헨티나, 그리고 미국에서는 콩과 카놀라가 주로 생산된다. 과채류는 전체 16억 5천만 톤이 생산되는데 아시아 공업국들과 동남아시아에서 주로 생산된다.

육류는 2억 5천만 톤이 생산되는데 아시아 공업국들이 가장 많고 유럽과 북미, 호주에서 각각 5천만 톤 정도 생산된다. 중국을 포함한 아시아공업국들은 인구가 많고 경제수준이 높아 많은 양의 쇠고기와 돼지고기를 북미와 호주에서 수입하고 있다. 어류의 전체 생산량은 1억 3천만 정도인데 역시 한중일 아시아공업국들에서 세계 전체의 절반 정도에 달하는 어획량을 기록하고 있다, 낙농품의 전체 생산량은 7억 7천만 톤이며 유럽의 생산량이 2억 4천만 톤으로 가장 많고 인도를 포함한 동남아시아와 북미, 호주 지역이 각각 1억 3천만 톤, 1억 7천만 톤 생산하고 있다.

전 세계에서 생산되는 곡물의 양은 콩을 포함하면 연간 약 25억 톤으로 추정되고 있다. 2013년-2014년의 평균값으로 볼 때 밀은 연간 7억 2천만 톤, 쌀은 4억 7천만 톤, 옥수수는 9억 9천만 톤이 생산되고 있어 이들이 세계의 3대 작물임을 알 수 있다(표 1-2). 식량은 생산지에서 소비하고 남은 것을 타 지역으로 수출하게

표 1-2 세계의 연간 곡물 생산량과 교역량(2013-2014)

종류	총생산량(천 톤)	총교역량(천 톤)	교역률(%)
밀	716,824	162,355 <sup>(1)</sup>	23
쌀	477,885	43,089	9
옥수수	990,635	130,181	13
콩	283,253	112,983 <sup>(2)</sup>	40

자료: USDA, (1) World wheat, flour and products trade, (2) export

되므로 밀의 교역량은 생산량의 23%, 쌀은 9%, 옥수수는 13%만이 교역에 이용되고 있다. 생산량의 대부분이 생산지에서 소모되는 얇은시장(thin market)이다. 콩은 연간 2억 8천만 톤이 생산되고 있으며 교역률은 40%로 비교적 높다. 이것은 미국, 브라질, 아르헨티나 등이 콩을 수출용으로 대량 생산하기 때문이다.

세계에서 생산되는 곡물의 양은 현재 인구 1명당 1일 1kg의 곡물을 분배할 수 있고, 그 외의 식량생산을 감안하면 세계에서 생산되는 식량의 전체량은 70억 인구를 먹여 살리기에 충분한 양이다. 그러나 실제로는 약 10억 명의 인구가 식량부족으로 고통받고 있는 것으로 조사되고 있다. 유엔 식량농업기구(FAO) 보고에 의하면 세계무역기구(WTO)가 창설되어 농산물 자유무역 체제가 시행된 1995년 이후 세계 영양실조 인구수는 급격히 증가하여 2009년도에는 10억 명을 넘게 되었으며, 주로 동남아시아와 아프리카의 저소득층이 대부분을 이루고 있다(그림 1-3).

## 식량낭비 줄이기

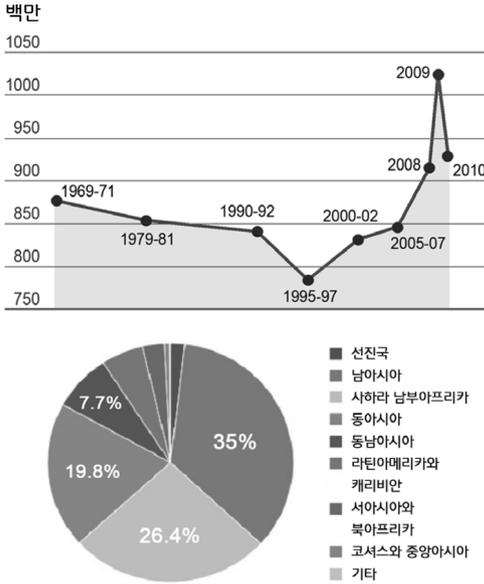


그림 1-3 세계 영양부족인구의 변화 추세와 2011-13 평균 지역별 영양부족인구 추산치<sup>1)</sup>

이러한 일부 지역의 기아현상은 WTO 무역자유화 이후 발생한 식량의 부익부 빈익빈 현상의 심화에 기인하고 있다. 선진국들의 과도한 동물성 식품 소비로 세계의 식량을 대부분 사료로 사용함으로써 가난한 사람들이 먹을 식량이 부족하게 된 것이다. 실제로 지난 반세기 동안 세계의 곡물생산량은 3배 증가하였으나 가축생산 특히 가금류는 4.5배, 양돈 생산 두수는 2배 이상 증가하였다.

1) <http://conce177.blogspot.kr/>, <http://farmpolicy.com/2010/09/15/farm-bill-animal-agworld-hunger-food-safety-biofuels-1099-issue-climate-policy-and-corn-sugar/>(자료: FAO, 2012, 2015)

농업기술의 발전과 막대한 비료와 농약의 투입으로 이룩한 식량 증산이 대부분 선진국의 축산사료로 사용된 것이다(그림 1-4).

축산은 경작을 할 수 없는 불량한 토지에 초지를 조성해 소나 양이 풀을 뜯게 하고 농업 부산물로 돼지나 닭을 키워 양질의 단백질을 얻는 전통적인 방식에서는 대단히 경제적이고 훌륭한 식량생산 방법이다. 그러나 현대의 기업형 축산은 동물을 빠르게 성장시켜 도살하기 위해 축사에 가두어 두고 사람이 먹을 수 있는 곡물을 사료로 사용하고 있다. 결과적으로 가축은 사람의 식량과

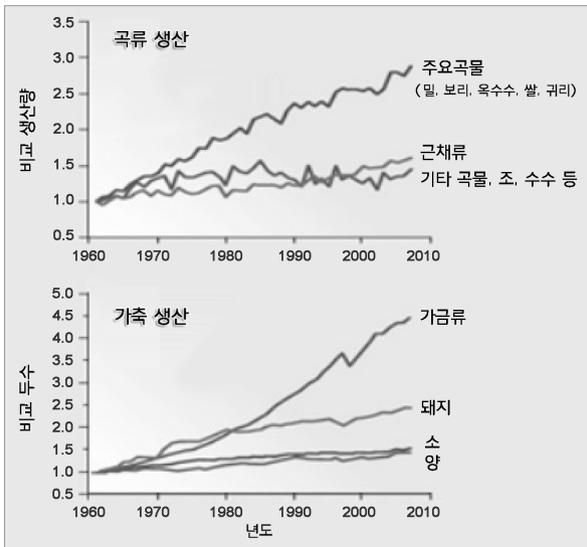


그림 1-4 세계 곡물 생산지수와 가축 생산 지수의 변화 추이<sup>1)</sup>

1) Godfray, H.C.J., et.al., Food security: The challenge of feeding 9 billion people, Science, 327:812-818(2010)

표 1-3 동물의 사료 단백질 전환율<sup>1)</sup>

동물생산	사료단백질 전환율(%)
쇠고기	4.8
돼지고기	12.5
닭고기	17.7
우유	22.9
계란	23.5

경쟁하는 관계가 되며, 사료의 사용은 식량의 낭비가 되는 것이다. 일반적으로 1kg의 고기를 얻기 위해 6-8kg의 곡물을 사료로 먹여야 한다. 쇠고기의 사료단백질 전환율은 4.6%에 불과하며 닭고기 17.7%, 우유 22.9%이다(표 1-3). 따라서 오늘날의 기업형 축산은 대단히 비효율적인 식량생산 방식이며 동물성 식품의 소비 증가는 식량의 낭비와 부족을 초래하는 주 원인이 되고 있다.

한 사람의 1년간 섭취하는 식량 에너지(약 100만 kcal)를 생산하는데 필요한 경작지 면적을 비교한 것을 보면 고구마가 단위면적에서 가장 많은 식량에너지를 생산해 0.04헥타르가 필요하고, 쌀은 0.07헥타르, 콩은 0.21헥타르인 반면 우유는 1.1헥타르, 닭고기 3.7헥타르, 쇠고기는 6.8헥타르가 필요한 것으로 추정된다(표 1-4). 즉 고기로 한 끼를 먹는 사람은 곡물을 주식으로 하는 사람 10명이 먹을 식량을 한 번에 먹어치우는 꼴이 된다.

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교 출판부(2008)

표 1-4 1인 1년분 식량(100만kcal)을 생산하는데 필요한 면적<sup>1)</sup>

식품의 종류	필요한 면적(ha)	식품의 종류	필요한 면적(ha)
고구마	0.04	대두	0.21
설탕	0.05	우유	1.10
쌀	0.07	계란	2.80
보리	0.11	닭고기	3.70
밀	0.13	쇠고기	6.80

최근 지구온난화와 관련하여 온실가스 감축이 세계적인 이슈로 등장하면서 화석 연료의 매연을 감소하기 위해 바이오에너지의 생산이 강조되고 있다. 바이오에너지는 옥수수나 사탕수수의 당분을 미생물에 의해 발효하여 알코올을 생산하고 이것을 휘발유 대신 자동차의 연료로 사용하는 것이다. 사탕수수가 풍부한 브라질에서는 1930년대부터 바이오 에탄올과 휘발유를 혼합하여 자동차 연료로 사용하기 시작했고 2006년부터는 바이오 에탄올 20%를 혼합한 휘발유가 전국에서 판매되고 있다. 미국에서는 1970년대부터 옥수수를 발효하여 얻은 바이오 에탄올을 자동차 연료로 사용하기 시작했으며, 현재 에탄올 10%를 혼합한 휘발유를 넣어도 이상이 생기지 않는 자동차 엔진이 보편화 되어 있다. 유럽에서는 유채와 팥 등 유지작물을 이용하여 바이오 디젤을 만들고 있다.

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교 출판부(2008)

## 식량낭비 줄이기

옥수수 1톤당 336.9리터의 에탄올을 회수할 수 있으며 1헥타르의 옥수수 밭에서 2,132 리터의 에탄올을 생산할 수 있다. 일반적으로 원유가격이 배럴당 100달러를 넘으면 옥수수를 발효시켜 얻은 바이오 연료를 사용하는 것이 경제성이 있다고 한다. 석유의 국제가격이 불안정해 지면서 2006년부터 미국의 바이오 에탄올 생산이 크게 증가하기 시작했다. 미국 정부의 지원에 힘입어 2008년에는 미국에서 생산되는 옥수수의 1/3에 해당하는 1억 톤의 옥수수가 바이오 연료 생산에 사용되었다. 이것은 세계 곡물시장의 교란 요인으로 작용하였으며 투기자본들이 곡물시장에 개입하는 결과를 낳았고, 결국 2007/2008 세계 곡물파동이 일어난 것이다(그림 1-5). 이때의 곡물 가격 폭등으로 세계 30여 개국에서 심각한 사회불안과 식량폭동이 일어났다. 2008년 8월 리만브라

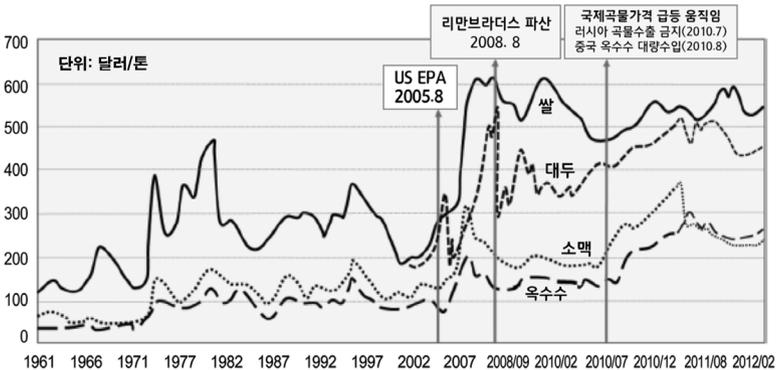


그림 1-5 세계 곡물가격의 변화 추이<sup>1)</sup>

1) 이철호, 식량전쟁, 도서출판 식안연(2012)

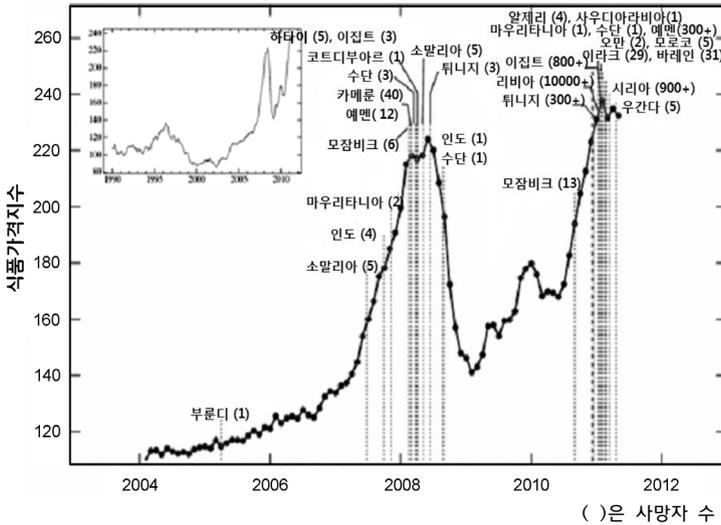


그림 1-6 세계 식품가격지수의 변화와 저개발국의 식량폭동 발생 상황<sup>1)</sup>

더스의 파산으로 촉발된 금융위기로 곡물가격 상승은 다소 주춤하였으나 2010년 이후 계속되는 세계 기상이변으로 식량가격은 고공 행진을 하고 있다.

그림 1-6은 최근의 곡물파동에 의한 저개발국들의 식량폭동 상황을 나타낸 것이다. 2007/2008년 곡물 가격의 급등으로 인한 식량폭동으로 소말리아에서 5명, 인도에서 4명, 카메룬에서 40명이 사망했고 세계 각처에서 사회불안이 일어나 정권이 바뀌기도 했다. 2010년의 식량 가격 폭등으로 튀니지에서 300명 이상, 리비

1) Fedoroff, N.V., Food in a future of 10 billion, Agriculture & Food Security, 4(11), (2015)

## 식량낭비 줄이기

아에서 만 명 이상, 이집트에서 800명 이상의 사망자가 발생했으며 이집트의 무바라크 정권이 무너졌다. 오늘날 시리아를 비롯한 중동의 정치적 불안은 근본적으로 식량 부족에 그 원인이 있다고 보아야 한다.

세계 전체 식량 생산량은 현재 지구상의 인구를 먹여 살리기에 충분하나 분배의 불균형 때문에 기아에 시달리는 인구가 15%에 달하고 있는 것이다. 그리고 분배의 불균형을 일으키는 가장 중요한 요인은 동물성 식품 소비증대에 의한 식량의 사료화와 기후변화에 대응하기 위한 식량의 연료화를 들 수 있다. 세계 인구의 1/3을 차지하는 중국의 13억 인구나 인도의 12억 인구가 경제성장으로 현재 한국인이 먹는 것처럼 동물성 식품을 먹게 되면 세계 시장에 나오는 곡물을 싹쓸이 하여도 모자랄 것으로 예측된다. 그 때에는 돈이 있어도 사울 식량이 없는 사태가 발생할 수 있다.

기후변화협약에 의한 온실가스 배출량 감축이 강화되면 바이오 연료의 생산은 증가될 것이며 2020년에는 세계 전체 식량에너지 생산량의 3% 정도가 바이오 연료 생산에 사용될 것이라는 예측도 있다.<sup>1)</sup>

바이오 연료 생산이 세계 식량안보에 미치는 가장 큰 영향은 식량 가격이 수요공급 균형에 의해 결정되던 종래의 가격 결정 구도에서 벗어나 공급자가 결정하는 구도로 바뀐다는 것이다. 식

---

1) Joachim von Braun, The world food situation: New driving forces and required actions, IFPRI's Bi-annual Overview of the World Food Situation presented to the CGIAR Annual General Meeting, Beijing, December 3(2007)

량은 과잉 생산되면 가격이 낮아지고 모자라면 가격이 올라 매년 작황에 따라 가격의 등락이 반복된다. 그러나 식량의 일부가 바이오 연료 생산에 사용되면서 가격 하락 요인이 없어지고 공급자가 식량의 가격을 결정할 수 있게 된 것이다. 따라서 앞으로 식량 가격은 구조적으로 상승할 수밖에 없다.

세계는 지금 식량의 사료화와 바이오연료 생산으로 식량이 대량 낭비되는 구조로 진행하고 있다. 이를 막기 위해 FAO를 비롯한 국제기구들이 노력하고 있으나 큰 진전을 기대하기 어렵다. 문제는 이러한 세계적인 식량위기 상황에서 7,000만 한반도 인구(세계 인구의 1%)가 세계 농지면적의 0.05%를 가지고 어떻게 식량안보를 확보할 것인지를 고민해야 하는 것이다.

### 1.2.2 세계의 식량낭비 현황

세계의 식량사정을 어렵게 하는 또 하나의 요인은 지나친 식량낭비가 전 세계적으로 만연해 있다는 사실이다. FAO의 발표에 의하면 2009년도에 발생한 세계 식량낭비 규모는 전체 생산량의 32%에 달하며, 열량(calories)으로 환산하면 전체 생산된 식량에너지의 24%가 낭비되었다고 한다.<sup>1)</sup>

---

1) Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R. & Searchinger, T., Reducing food loss and waste. Installment 2 of “Creating a Sustainable Food Future”. Working Paper. Washington, DC, World Resources Institute(2013)  
[http://www.unep.org/pdf/WRI-UNEP\\_Reducing\\_Food\\_Loss\\_and\\_Waste.pdf](http://www.unep.org/pdf/WRI-UNEP_Reducing_Food_Loss_and_Waste.pdf)

## 식량낭비 줄이기

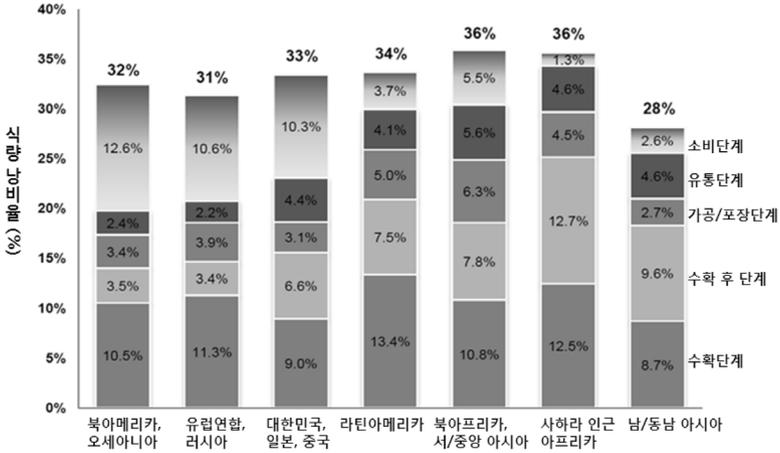


그림 1-7 지역별 식품공급사슬에서 일어나는 단계별 식량낭비율(%)<sup>1)</sup>

그림 1-7은 전 세계의 지역별 식량 손실과 폐기율에 대한 통계 데이터로서 식량공급사슬의 여러 단계별 손실 및 폐기율을 정리한 것이다. 전 세계적으로 식용으로 생산된 식량의 가식부위의 1/3 가량이 손실 또는 폐기되고 있다. 이것은 연간 13억 톤에 해당되며 이는 농업생산에서부터 가정 소비까지의 식품공급사슬(food supply chain, FSC) 전반에서 일어난다. 선진국과 후진국의 식량 낭비 총량에는 큰 차이가 없으나 북미, 호주, 유럽, 러시아, 한국, 중국, 일본 등 선진국들은 식량손실의 대부분이 소비단계(10.3-12.6%)에서 일어나며, 후진국들은 수확 전 후의 생산지 관리단계

1) HLPE, Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome(2014)

(18.3-25.2%)에서 주로 일어나는 것을 알 수 있다. 아프리카와 중앙아시아 지역의 식량낭비가 36%로 가장 높으며, 이들 지역에서 일어나는 소비단계의 손실은 2.6-5.5%로 비교적 낮다. 이것은 가난한 후진국들의 식량손실문제는 수확후관리기술이나 저장시설의 부족에 주로 기인하며 식량이 부족하므로 소비단계의 손실이나 폐기량은 상대적으로 적은 것이다. 그러나 부유한 선진국에서는 막대한 양의 식품이 소비단계에서 버려지고 있으며, 식용이 가능한 식품이 폐기되고 있음을 알 수 있다.

그림 1-8은 세계 지역별 1인당 연간 식량 낭비량(kg/인/년)을 비교한 것이다. 회색부분은 소비단계에서의 폐기량이다. 1인당

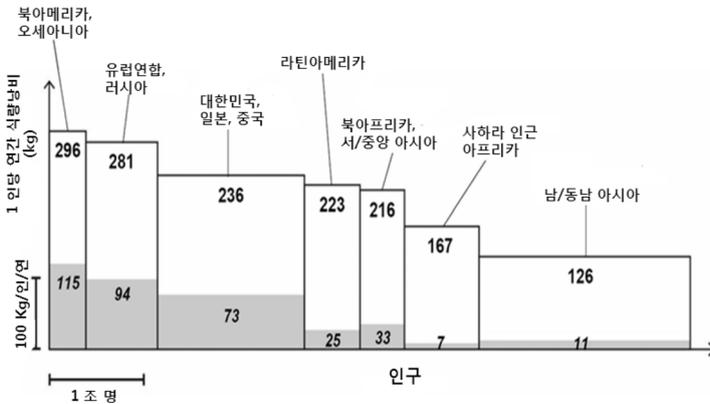


그림 1-8 지역별 1인당 연간 식량낭비 규모 비교<sup>1)</sup>

1) HLPE, Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome(2014)

## 식량낭비 줄이기

식품 낭비량은 북미, 호주지역이 가장 높아 296kg/년이며, 소비단계 폐기량도 115kg/년으로 가장 높다. 이 지역의 인구수는 약 4억 명이다. 그 뒤를 이어 러시아를 포함한 유럽과 한중일이 각각 281kg/년과 236kg/년을 기록하고 있으며, 소비단계 1인당 식품 폐기량은 94kg/년과 73kg/년이다. 그 이외의 다른 지역은 소비단계 1인당 폐기량이 33kg/년 이하로 현격한 차이를 나타내고 있다. 따라서 미국, 캐나다, 호주, 뉴질랜드, 러시아를 포함한 유럽 국가들, 그리고 한국, 중국, 일본의 식량낭비 현상이 심각하며, 특히 소비단계의 식량낭비를 줄여야 한다는 결론에 도달하게 된다.

표 1-5는 주요 국가들의 국민소득(GNI)과 1인당 1일 식량 낭비량을 비교한 것이다. 미국이 1일 520g으로 가장 높고 한국은 1일 270g의 음식을 낭비하는 것으로 보고되고 있다. 국민소득 1만 달러 이하의 후진국들은 1인당 식량 낭비량이 1일 200g 이하로 비교적 낮다.

표 1-5 주요 국가들의 국민소득, 인구수, 1인당 식량낭비량 비교<sup>1)</sup>

국가	GNI (US\$)	인구	총식량 낭비량 (톤/연)	1인당 식량낭비량 (kg/일)	식량 낭비율 (%)	참고 문헌
선진국						
호주	65,520	23,130,900	2,261,061	0.25	40.00	Uu(2013)
덴마크	61,160	5,613,706	790,502	0.32	NA	Veronique et al.(2010) Barbara et al.(2012)
스웨덴	59,240	9,592,552	1,915,460	0.27	67.00	Veronique et al.(2010) Naturvardsverket(2010)
싱가포르	54,040	5,399,200	796,000	0.40	NA	NEA(2013)
미국	53,670	316,128,839	60,849,145	0.52	NA	Grocery Manufacturers Association(2012) Jean and Jeffrey(2012)
네덜란드	47,440	16,804,224	8,841,307	0.31	NA	Veronique et al.(2010) Barbara et al.(2012)
독일	45,170	80,621,788	12,257,998	0.34	61.00	Veronique et al.(2010) Barbara et al.(2012)
영국	39,140	64,097,085	14,257,000	0.37	50.00	WRAP(2013a) WRAP(2013b)
한국	25,920	50,219,669	6,241,500	0.27	NA	Usa(2013)
대만	21,592	23,268,087	2,318,169	0.23	NA	Taiwan EPA(2013)
개발도상국						
브라질	11,690	200,361,925	33,489,000	0.17	54.90	Corsten et al.(2012)
터키	10,950	74,932,641	12,375,000	0.17	49.50	Kadit and Osman(2011) Ioannis et al.(2013)

1) Thi, N. B. D., Kumar, G. and Lin, C.-Y., An overview of food waste management in developing countries: Current status and future perspective, J. Environ. Management 157:220-229(2015)

## 식량낭비 줄이기

표 1-5 주요 국가들의 국민소득, 인구수, 1인당 식량낭비량 비교 (계속)

국가	GNI (US\$)	인구	총식량 낭비량 (톤/연)	1인당 식량낭비량 (kg/일)	식량 낭비율 (%)	참고 문헌
개발도상국						
말레이시아	10,400	29,716,965	5,477,263	0.18	55.00	Zeeda ad Keng(2014)
멕시코	9,940	122,332,399	19,916,000	0.16	52.00	Marfa(2011)
코스타리카	9,550	4,872,166	903,375	0.19	NA	Dhia et al.(2011)
루마니아	9,060	19,963,581	3,573,481	0.18	NA	Yan(2014)
남아프리카	7,190	59,590,000	9,040,000	0.15	NA	Margaret(2012)
벨라루스	6,720	9,466,000	903,690	0.10	27.00	RECO Baltic Tech project(2012)
중국	6,560	1,357,380,000	195,000,000	0.14	56.60	Yang et al.(2012)
태국	5,370	65,479,453	9,312,788	0.14	44.43	Alice(2010)
자메이카	5,220	2,715,000	433,333	0.16	53.70	Meghan(2014)
우크라이나	3,960	45,489,600	4,440,000	0.10	37.00	Sergiy and Vladimir (2012)
나이지리아	2,760	173,615,345	25,000,000	0.14	60.00	Ogwuekka(2009)
인도	1,570	1,252,139,596	71,952,838	0.06	51.00	Ranjith(2012) Manipadma(2013)
베트남	1,407	89,708,900	5,743,056	0.06	60.00	Ministry of NaturalResources and Environment of Vietnam(2011)

- a: 나라 이름은 GNI가 높은 순서로 표시함.  
 b: 국가별 GNI는 세계은행 데이터임(2009-2013)  
 c: 국가별 인구는 세계은행 데이터임(2009-2013)

유엔환경계획(UNEP) 산하 세계자원연구소(WRI)는 세계적인 식량낭비 현상을 개선하기 위해 각 나라들은 식량 손실량과 폐기량을 측정하는 실천요강(protocol)을 개발하고 식량낭비 감축 목표를 정하고, 개발도상국에서는 수확후관리 손실을 줄이기 위한 투자를 늘이고 식량낭비 감축을 전담할 기구를 만들며, 식량사슬에 있는 모든 관계자와 기업, 정부 관계자들이 유기적으로 협력하여 식량낭비를 막기 위한 활동을 실천하도록 지원할 것을 권고하고 있다.<sup>1)</sup>

---

1) Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R. & Searchinger, T., Reducing food loss and waste. Installment 2 of “Creating a Sustainable Food Future”. Working Paper. Washington, DC, World Resources Institute(2013)  
[http://www.unep.org/pdf/WRI-UNEP\\_Reducing\\_Food\\_Loss\\_and\\_Waste.pdf](http://www.unep.org/pdf/WRI-UNEP_Reducing_Food_Loss_and_Waste.pdf)

### 1.3 한국의 식량 사정과 낭비 현황

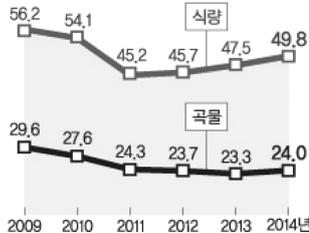
우리나라는 세계에서 유례가 없는 급속한 경제성장을 경험하면서 식량 수급 패턴에 커다란 변화를 겪어 왔다. 경제성장과 함께 폭발적으로 증가한 동물성 식품 소비증가는 축산장려정책을 낳았으며 좁은 국토에서 축산을 위한 사료는 전적으로 수입에 의존하게 되었다. 그 결과 곡물자급률은 1970년대의 80%에서 WTO가 출범한 1995년에는 30%로 급락하였으며 2014년에는 24%로 하락하였다. 전체 식량자급률도 2011년에 45%로 떨어졌

2015년 세계식량안보지수 순위  
(단위: 점, 괄호 안은 지난해 순위)



한국 곡물 및 식량자급률 추이  
(단위: %)

- **곡물소비량**: 사료용을 포함한 국내 농산물 소비량 대비 국내 생산량 비율
- **식량자급률**: 사료용을 제외한 국내 농산물 소비량 대비 국내 생산량 비율



자료:이코노미스트 인텔리전스 유닛(EU)

자료:농림축산식품부

그림 1-9 한국의 식량안보지수와 식량자급률<sup>1)</sup>

1) 세계일보(2015.7.2.)

다. 다행히 1980년대에 쌀의 완전 자급이 이루어지고 무역 호조로 필요한 식량을 무제한 수입할 수 있는 경제력이 갖추어짐에 따라 2015년 한국의 식량안보지수는 74.8을 기록하여 세계 26위의 높은 안정세를 유지하고 있다(그림 1-9).

이와 같이 높은 식량안보지수는 오늘날 한국인들이 느끼는 식량에 대한 풍요로움과 맥을 같이 하고 있다. 불과 반세기 전만하여도 보릿고개를 힘들게 넘던 가난하고 배고픈 시절을 기억하는 사람들이 거의 없고 국민 대부분이 식량의 부족함을 모르고 자란 세대들이다. 그렇기 때문에 식량안보에 대한 개념이 없고 식량자급률에 관심이 없다. 식량이 모자라면 수입하면 되고 쌀이 남아돈다고 걱정들을 하고 있는데 식량을 아끼고 생산을 늘려야 할 필요성을 느끼지 못하고 있다. 따라서 식량자급률을 높이고 앞으로 예견되는 세계 식량위기에 대비하려는 정부 정책이나 정치권의 노력이 보이지 않는다.

우리나라의 식량사정을 가장 어렵게 하는 요소는 국내에서 자급되는 쌀의 소비는 급격히 하락하는 반면 전량 수입에 의존하고 있는 밀과 옥수수의 소비는 증가하고 있는 것이다(표 1-6). 1980년 1인당 연간 132kg이던 쌀 소비량이 2014년에는 65kg으로 반으로 줄었다. 이것은 동물성 식품과 빵, 면류 등 다양한 식품들이 많아짐에 따라 쌀의 소비가 줄어든 것이다. 쌀은 집에서 밥을 지어먹는 용도로만 생각하고 현대인의 생활 방식에서 요구되는 다양한 형태의 가공제품, 예를 들어 즉석 밥, 쌀라면, 떡류 등 소비자가 원하는 편이식품으로 개발 보급하는데 소홀했던

## 식량낭비 줄이기

표 1-6 우리나라 주요 곡물의 연간 소비량(kg/year) 변화와 자급률<sup>1)</sup>

	1970	1980	2014	수입량(2014) (10,000M/T)	자급률(%)
쌀	136	132	65.1	410	95.7
보리	37	14	1.3	234 <sup>(1)</sup>	24.8
밀	26	29	31.7	377	0.7
옥수수	1	3	3.5	1,024	0.8
대두	5	8	8.1	128	11.3

(1) 식품수급표(2013)

결과이다.<sup>2)</sup>

수입되는 밀의 반 정도가 식용으로 사용되고 35%는 사료용으로 사용되고 있다. 옥수수의 경우에는 80% 정도가 사료용으로 사용된다. 콩의 수요량은 약 140만 톤으로 10% 정도가 자급되며 국산 콩은 전량 식용으로 사용된다. 수입되는 콩의 20% 정도가 가공용으로 사용되며 70% 이상이 사료용 대두박을 얻기 위해 착유용으로 사용되고 있다. 이와 같이 우리나라의 수입곡물은 대부분 사료용으로 사용되며 축산 사료 곡물의 자급률은 1.2%에 불과하다.<sup>3)</sup>

1) 농림수산물주요통계(2015)

2) 이철호, 이숙중, 김미령, 쌀의 혁명, 도서출판 식안연(2015)

3) 이철호, 문현팔, 김용택, 이숙중, 이꽃임, 선진국의 조건 식량자급, 도서출판 식안연(2014)

비약적인 경제성장으로 1980년 이후 5년 동안 한국인의 식생활은 크게 변하여 1인당 1일 동물성 식품 섭취량이 98g에서 183g으로 거의 2배 증가했다. 특히 육류가 79g에서 119g으로, 우유류가 10g에서 43g으로 크게 증가하였다. 같은 기간(1980-1986) 암환자수는 2.3배, 당뇨병 환자 5.3배, 고혈압 환자 2.6배, 심장병 환자수가 3.3배 늘어났다. 동물성 식품의 소비 증가는 그 이후에도 꾸준히 계속되어 1995년에는 230g, 2005년도에는 279g으로 계속 증가하였다. 한국인의 평균 식품섭취량도 계속해서 늘고 있는데 1980년도에 하루에 1인당 약 1kg의 음식을 섭취하였는데 2005년에는 1.3kg을 먹어 평균 섭취량이 25년간 30% 증가한 것으로 추산된다(그림 1-10). 식사량의 증가와 동물성 식품의 과다 섭취는 비만인

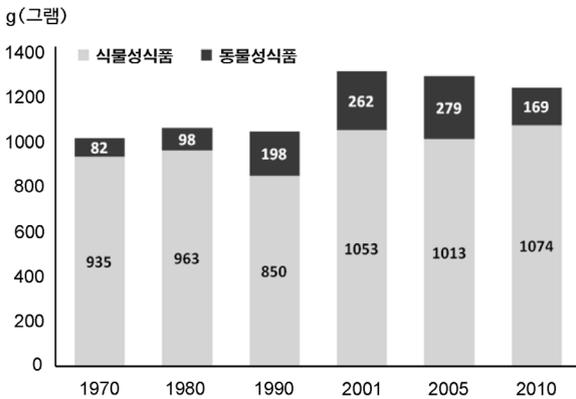


그림 1-10 한국인의 식품섭취량과 동,식물성 식품 구성비 변화(1)

1) 이철호, 문현팔, 김용택, 김세권, 박태균, 권익부, 한반도 통일과 식량안보, 도서출판 식안연(2012)

## 식량낭비 줄이기

구수의 증가와 성인병의 증가 등 국민 건강의 악화로 나타나고 있다.

경제성장으로 식량이 풍족해 지면서 식량의 낭비 현상이 크게 나타나고 있다. 그림 1-11을 보면 식량이 부족했던 1970년 이전에는 국민영양조사보고서(National Food Consumption Survey)에서 조사된 실제 섭취량이 국가식량수급표(National Food Balance Sheet)에 나타난 1인당 식량에너지 공급량보다 높게 나타난다. 이것은 식량이 부족하면 통계에 잡히지 않는 식량을 주변에서 많이 조달해 먹기 때문이다. 그러나 1970년 이후부터 이것이 역전되어 공급량보다 섭취량이 적게 나타난다. 즉 식량수입이 원활해

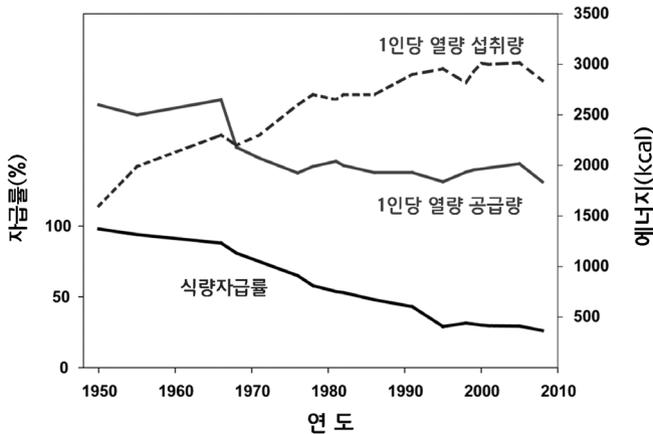


그림 1-11 1인당 1일 공급열량과 실제 섭취열량의 연차별 변화 추이<sup>1)</sup>

1) 이철호, 주용재, 안기옥, 류시생, 지난 일세기동안의 한국인 식습관의 변화와 보건영양상태의 추이분석, 한국식문화학회지, 3(40):397-406(1988)

저 식량 부족이 해소되면서 식량의 낭비현상이 나타나는 것이다. 공급량과 섭취량의 차이는 점점 커져 2000년대에 들어오면 1인당 1일 공급열량은 3,000kcal 수준인데 섭취열량은 2,000kcal 밖에 안 된다. 즉 공급된 식량의 1/3이 버려지고 있음을 나타낸다.

결국 한국인의 식사행태는 비경제적이고 고비용의 동물성 식품을 과다 섭취하고 많은 양의 음식물을 버리는 낭비적 구조로 변화해 감으로서 식량사정을 악화시키고 더 나아가 국민 건강의 저하를 불러오고 있다.





본 장에서는 우리나라에서 현재 일어나고 있는 식량낭비의 실태를 조사하고 식량낭비의 원인과 규모를 파악하고자 한다. 원료 상태로 생산되는 농·수·축산물의 소비 형태는 1) 운송과정을 거쳐 소비자에게 전달되고 소비자가 조리하여 소비하는 경우(신선식품), 2) 가공식품으로 소비되는 경우(가공식품), 3) 식당이나 단체급식 등 조리된 식품으로 소비자에게 제공되어 소비되는 경우(외식)로 나눌 수 있다.

식량손실 또는 음식물 쓰레기는 이 모든 과정에서 발생한다. 우선 농작물의 수확 후 건조, 저장 및 유통과정에서 손실이 발생하는데 이를 수확후손실이라 한다(postharvest loss). 원료를 가공하여 가공식품으로 판매하는 과정에서 유통기한 내에 소비되지 못하면 버려지게 된다. 식당이나 단체급식에서 제공되는 음식을 남기는 경우 상당한 음식물 쓰레기가 발생하며 식량이 손실된다. 그리고 가정에서 식재료의 보관을 잘 못하거나 조리된 음식을 소비하지 못하고 남겨 버리게 되면 막대한 식량이 버려지게 되는 것이다. 이와 같이 생산된 식량이 소비되는 여러 과정에서 발생하는 손실에 대해 단계별로 살펴본다.

## 2.1 수확후손실

우리가 먹는 농산물은 생산지와 소비되는 장소가 다르다. 따라서 수확 후에 소비되기까지 상당한 이동거리와 보관기간을 필요로 한다. 예를 들어 밭에서 방금 수확한 배추로 바로 김치를 담가 먹을 수 있는 사람들은 이제 많지 않다. 수확한 배추는 일단 농산물 집하장으로 모아 보관하고 여기에서 경매를 거쳐 도매상에게 팔리며 다시 소매상을 거쳐 소비자에게 전달된다(그림 2-1).

이런 과정을 거치는 동안 배추는 시들기도 하고 서로 부딪혀

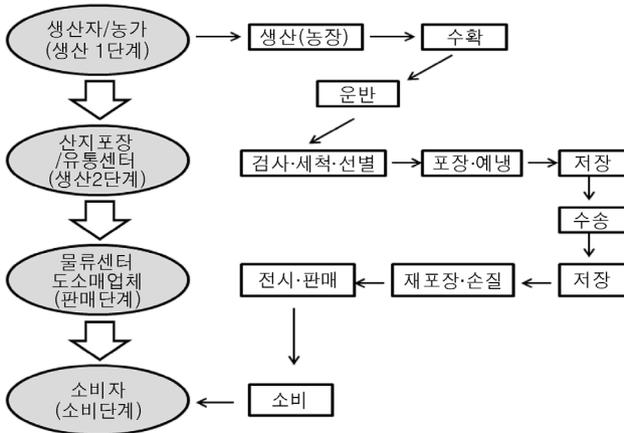


그림 2-1 농산물의 수확후 관리 구조<sup>1)</sup>

1) 경상북도농업정보DB

[http://db.gba.go.kr/sub02/sub01\\_view.php?info\\_no=585&kind\\_code=16](http://db.gba.go.kr/sub02/sub01_view.php?info_no=585&kind_code=16)

손상을 입게 된다. 소비자들이 손상되었거나 변질된 배추를 구매하지는 않을 것이다. 수확후손실이란 농산물이 수확 후에 식품가공 원료나 소비자들에게 전달되는 과정에서 손상되어 발생하는 손실을 말한다.

### 2.1.1 신선식품의 수확후손실률

#### (1) 신선식품

신선식품이란 상태가 우수한 식품을 말하는 것이 아니라 수확 후에 특별한 가공공정을 거치지 않은 상태에서 소비자에게 공급되는 식품을 말한다(예: 무, 배추, 사과, 배 등).

농산물이 산지에서 생산되어 소비되기까지의 단계와 각 단계에서 발생할 수 있는 손실 원인을 표 2-1에 나타내었다. 편리성

표 2-1 수확 후 유통 단계별 손실 원인

유통 단계	손실 원인
수확	작업 시 기계적 상처, 이물질 혼입
선별 및 포장	거친 작업, 부적절한 선별, 포장용기 불량
저장	과속 및 노화, 발아, 해충과 쥐에 의한 손상
수송	눌리거나 진동에 의한 손상, 수송차의 부적절한 온도, 습도에 의한 손상
판매	취급작업에 의한 손상, 판매기간연장에 의한 과속, 노화
소비	보관기간 연장으로 부패

표 2-2 주요 채소류의 수확 후 유통 중 손실률<sup>1)</sup>

작물	유통단계					
	저장	선별·포장	상·하차	도매	소매	계(%)
무	-	6.0	12.0	10.1	5.9	34
배추	-	6.5	13.0	11.5	7.1	38.1
고추	7.0	2.3	2.8	3.5	4.8	20.4
마늘	9.1	3.1	1.8	6.3	6.4	26.7
양파	5.4	6.5	3.4	5.4	3.4	24.1

때문에 기계로 수확하는 경우 상처가 나거나 흙, 돌과 같은 이물질이 혼입될 수 있다. 부적절한 저장과정에서 썩이 나거나 물러지는 손실이 일어나며 수송차에 싣고 내리는 과정에서 서로 부딪혀 상처를 입기도 한다. 도매와 소매를 거쳐 소비자에게 전달되는 과정에서도 호흡에 의해 무게가 줄어들고 표면수분 증발로 시들시들해져 폐기되는 경우도 발생한다.

표 2-2는 각 단계별로 우리나라의 대표적인 농산물인 배추, 고추, 마늘 등의 대략적인 손실률을 조사한 결과이다. 저장, 포장, 상·하차, 도매, 소매 단계에서 모두 손실이 발생하며 농산물의 종류에 따라 전체적으로 20-38%의 손실률을 나타낸다.

농산물의 손실률은 종류에 따라 다르다. 수확 후에도 호흡을

1) 이승구, 마늘 수확후관리기술 매뉴얼, 농림부 농업중앙회(2006)

표 2-3 원예산물의 품목별 손실률<sup>1)</sup>

손상 용이도	평균보존 가능기간(주)	품목		손실률 (%)
		과일	채소	
높은것	1~2	포도, 밀감, 복숭아, 자두, 망고, 파파야, 바나나	가지, 고추, 애호박	20~40
중간것	2~4	사과, 배, 오렌지, 자몽	무, 당근	15~30
낮은것	>4	야자, 견과류	양파, 마늘, 고구마	10~20

지속하며 에틸렌을 발생시키는 생리적 특성 때문인데 그 정도가 종류에 따라 다르기 때문이다. 농산물의 손실률은 수확 당시 건전도와 온도, 습도 등의 보관 조건, 운송 상태 등에 따라 큰 차이를 나타내기 때문에 정확하게 말하기 어렵다. 일반적으로 손상되기 쉬운 종류는 평균보존기간이 1-2주 정도로 손실률이 20-40%이며, 손상 정도가 작은 종류는 평균보존기간이 4주 이상이며 손실률도 10-20% 내외이다(표 2-3).

### 2.1.2 수확후손실 비용

과채류의 수확후손실을 경제적으로 계산한다면 얼마나 될까? 수확후손실률에 대해서는 여러 연구에서 언급되고 있지만 구체

1) 일반자료실, 수확후관리기술 홈페이지(<http://www.postharvest.or.kr/>)

표 2-4 주요 농산물의 수확후 손실액 추산

	감자	마늘	풋고추	양파
연간 생산량 <sup>1)</sup> (톤/연)	727,000	412,000	118,000	1,294,000
감모율(%)	25 <sup>2)</sup>	26.7 <sup>3)</sup>	20.4 <sup>3)</sup>	24.1 <sup>3)</sup>
연간감모량(톤/연)	181,750	110,004	24,072	311,854
도매가격(원/kg) <sup>4)</sup>	866	14,166	2,516	1,210
손실 비용(억 원)	1,574	15,583	605	3,773

1) 농림수산주요통계(2014)

2) 반 지하 저장고 기준, 수확후관리기술 매뉴얼, 감자, 농림부, 농협중앙회(2005)

3) 마늘 수확후관리기술 매뉴얼, 이승구(2006)

4) 서울시농수산식품공사유통정보, 부류별 가격정보, 2015. 8. 11 현재, 중품 기준  
(감자: 수미, 고추: 풋고추, 마늘 1접 3kg)

적인 경제적 손실이 얼마나 되는지에 대한 연구는 적다. 표 2-4는 대략적으로나마 농산물 수확후손실을 계산한 결과이다. 우리나라에서 많이 소비되는 대표적인 농산물인 감자, 마늘, 고추, 양파의 2013년도 생산량을 조사하였다. 이들 생산량에 농산물의 평균적인 손실률을 적용하면 연간 손실되는 농산물의 양을 계산할 수 있다. 감자의 경우 2013년 727,000톤이 생산되었는데 감모율 25%를 적용하면 181,750톤의 손실이 발생한다. 여기에 kg 당 중품 도매가격을 적용하면 연간 감자의 수확후손실에 따른 손실 비용은 1,574억 원이 된다. 동일한 방법을 적용하면 이들 4종류 작물의 연간 수확후손실 비용은 약 2조 1,000억 원이 된다.

## 2.2 가공 유통과정의 손실

농수축산물은 생산 이후에 수확, 수확후관리단계를 거쳐 가공, 유통, 판매단계를 거쳐 소비된다. 수확단계나 수확후관리 단계와 마찬가지로 운송, 가공, 판매과정에서도 식품의 손실이 발생한다. 뿐만 아니라 가공된 식품이라도 유통기간이 경과한 식품은 판매할 수 없게 되어 폐기되므로 이로 인한 식품의 손실도 상당하다. 본 장에서는 가공식품을 중심으로 손실 원인을 단계별로 살펴보고 식품폐기물 발생 요인과 경제적 손실을 추정하였다.

### 2.2.1 운송과정

운송과정은 물리적인 손상, 열화 등에 의해 식품이 손실되기 쉬운 과정이다. 부패하기 쉬운 식품의 운송에 냉장 트럭을 사용하고 기계화된 상차와 하차 시스템을 이용하는 것이 바람직하지만 선진국이 아닌 나라에서는 이러한 콜드체인 시스템이 충분하지 않은 경우가 많다. 선진국에서도 조차 운송과정에서 냉장시스템이 제대로 작동하지 않거나 트럭이 파손되고 교통사고가 일어날 경우, 비냉각 조건에서 시간이 지연될 경우 식품의 손실이 일어난다.

반면, 개발도상국가에서는 도로시스템이 미흡하고, 운송수단

과 물류관리 시스템이 충분하지 않아 식품손실률이 높다.<sup>1)</sup>

또한 냉장되지 않고 개방된 트럭을 이용함에 따라 품질이 열화되는 경우가 많고 농산물을 거칠게 다루는 작업자에 의해서 손상이 생기기도 한다. 포장과 화물 적재시스템이 적절치 않아서 깨지기 쉬운 제품들이 미 포장상태에서 포개져서 적재되어 운반되고 그 과정에서 기계적인 손상을 많이 받게 된다. 개발도상국가에서 수확후손실이 35-50%에 이르는 이유도 이러한 열악한 시설 및 관리 인프라 때문이다.<sup>2)</sup>

특히 낙농 유제품에 대한 운송과정에서의 손실이 많으며, 특히 가축의 운송과정은 가축에서 커다란 스트레스를 주므로 가축의 식품 생산성을 낮추기도 한다. 예를 들어 미국에선 1년에 80,000 마리의 돼지가 운송 중 죽는 것으로 보고된 바 있으며,<sup>3)</sup> 가나에서도 농장에서 시장으로의 운송 중에 가축이 죽거나 질병 등으로 손상되어 기대 수입의 16%가 손실되는 것으로 알려져 있다.<sup>4)</sup>

- 
- 1) Rolle, R.S. Improving postharvest management and marketing in the Asia-Pacific region: issues and challenges trends. In R.S. Rolle, ed. Postharvest management of fruit and vegetables in the Asia-Pacific region, pp. 23-31. Tokyo, Asian Productivity Organization(2006)
  - 2) IMechE (Institution of Mechanical Engineers). Global food waste not, want not (2013) [http://www.imeche.org/docs/default-source/reports/Global\\_Food\\_Report.pdf?sfvrsn=0](http://www.imeche.org/docs/default-source/reports/Global_Food_Report.pdf?sfvrsn=0)
  - 3) Greger, M., The long haul: risks associated with livestock transport. Biosecurity and bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science, 5(4):301-312(2007)
  - 4) Frimpong, S., Gebresenbet, G., Bosona, T., Bobobee, E., Aklaku E. & Hamdu, I., Animal supply and logistics activities of abattoir chain in developing countries: the case of Kumasi Abattoir, Ghana. Journal of Service Science and Management, 5: 20-27(2012)

또한 수출입 등의 유통 배송과정에서 식품안전 법규와 관련된 품질검사로 배송이 지연되면서 식품이 상하는 경우가 있으며, 시험검사 결과 부적합으로 판정되면 폐기처리 되어야 한다.

### 2.2.2 가공 및 포장과정

가공공정의 초기단계에는 세척, 비가식부의 제거 등의 전처리 공정에서 우선 손실이 일어난다. 정해진 제품의 모양과 크기를 얻기 위하여 지나치게 손질하여 버리는 양이 늘어나는 것이다. 또한 중간제품의 포장단계에서도 일정한 규격 이하의 제품을 배제하고 포장하면서 생산수율이 떨어지고 폐기량이 늘어난다.

가공공정에서의 식품손실은 주로 기술적인 오류에서 온다. 예를 들어 미생물, 화학물질, 이물 등의 위해요소를 많이 갖고 있는 원료를 사용하거나 가공공정에서 이를 효과적으로 제거하지 못하여 생기는 경우, 포장량, 무게, 모양 등이 부적합하여 출고 대상에서 배제되는 경우와 포장이 파손되어 버려지는 경우 등이다.

축산제품인 경우에는 초기 가공공정에서 열처리 등의 생물학적 위해요소를 줄여주는 공정단계가 없이 가공이 되는 경우가 많으므로 가공공정에서의 오염이 식품 손실의 가장 큰 요인이 된다. 이러한 오염은 제대로 세척, 소독되지 않은 설비에서 가공공정을 거치면서 유래하는 경우가 많다. 예를 들어 원유의 채취 환경은 가축 미생물의 오염을 원천적으로 차단하는 위생적인 환

경이라고 볼 수 없다. 가공공정에서 식용이 적합하지 않다고 판정되는 경우에는 전체 로트의 제품을 폐기해야 한다.

가공공정에서는 식품의 손실 및 폐기가 늘어나기만 하는 것이 아니라 가공을 통하여 식품의 손실을 줄일 수 있기도 하다. 식품은 증숙, 유탕처리, 굵기 등의 열처리 가공공정이나 농축, 수분활성도조절, pH 관리 등의 가공조작을 통하여 유통기한을 늘릴 수 있다. 대부분의 개발도상국가나 저개발국가에서는 가공시설이 부족한 경우가 많아서 제때에 가공하지 못하여 보관 중에 손실이 생기는 경우가 있다. 특히, 계절적인 요인이 큰 농산물의 경우에는 더욱 그러하다. 예를 들어 오이, 딸기나 망고는 제철에 수확하여 바로 가공하지 못하면 심각하게 변질되며, 심한 경우에는 버려진다.

식품의 안전과 품질을 보증할 수 있는 적절한 품질관리기준이 부족한 경우 제품의 안전하지 못하거나 영양 또는 관능적으로 부족한 제품을 생산하여 버려지는 경우도 있다. 과일이나 채소류를 가공할 때에는 초기 단계에 효소활성을 제거하기 위하여 데침(blanching)을 하는 경우가 많은데, 이 데침 공정이 적절하지 않을 경우 이취가 나거나 또는 색이 변하는 경우가 있다. 이 경우에도 손실이 발생한다. 포장은 일반적으로 오염물질의 접촉을 차단할 뿐만 아니라, 미생물 번식과 산화에 영향을 주는 산소의 접촉을 차단함으로써 식품의 유통기한을 늘릴 수 있으며, 또한 적재, 운반과정에서의 식품의 손실과 폐기를 줄일 수 있는 요소

이다.) 따라서 포장 부적합으로 인해서 식품의 손실과 폐기가 발생할 수 있다.

### 2.2.3 판매과정

판매과정은 보관과 진열시간 동안 농산물과 식품의 품질에 큰 영향을 주는 과정이므로 식품의 손실과 폐기와 밀접하게 관련되어 있다. 판매장소 또는 진열대의 물리적 조건(온도, 상대습도, 조명, 가스 조성 등)과 취급기준은 품질, 유통기한에 큰 영향을 미친다. 과일, 채소, 해산물, 육류, 유제품, 조리식품, 제과제빵과 같이 쉽게 상하는 제품의 경우에는 판매과정에서의 손실량이 많다. 미국에서는 매장 안에서의 식품 손실률을 전체 식품공급사슬의 10%에 이를 것으로 예측되었다.<sup>2)</sup> 노르웨이에서는 18%에 이르는 것으로 보고된 바 있다. 적절치 못한 상품 진열도 식품의 손실과 폐기에 영향을 미친다. 대부분의 소매업소의 신선식품코너에서는 고객의 이목을 집중하기 위해 사과, 귤, 고구마, 감자 등의 신선 농산물을 무더기로 쌓아 놓고 판매하는 경우가 있으며 고객은 농산물 무더기 안에서 뒤적거리며 고품질의 농산물을 고른다. 이렇게 농산물을 무더기로 쌓아 놓는 경우 바닥에 있는 농

- 
- 1) FAO, Global food losses and food waste-extent, causes and prevention, by J. Gustavsson, C. Cederberg, U. Sonesson, R. van Otterdijk & A. Meybeck. Rom(2011a.e). <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>
  - 2) Buzby, J.C., Wells, H.F. & Hyman, J., The estimated amount, value, and calories of postharvest food losses at the retail and consumer levels in the United States. EIB-121, US Department of Agriculture, Economic Research Service(2014)

산물은 상층의 농산물 무게로 인한 손상을 받게 된다. 또한 소비자가 뒤적거리는 과정에서 더 손상을 받을 수 있고 소비자의 손으로부터 미생물이 오염되어 변질이 촉진될 수 있다. 서로 다른 숙성단계에 있는 농산물이 쌓여 있을 때에는 에틸렌 가스 생성속도와 호흡속도의 차이에 의하여 변질이 촉진될 수 있다.

과숙된 농산물은 물리적으로 민감하므로 미숙된 농산물과 같이 쌓여 있을 경우 더 많이 손상 받을 수 있다.

유통기한이 서로 다른 동일한 품목의 제품이 같은 장소에 진열되어 있을 경우 소비자는 유통기한 임박 제품보다는 유통기한이 많이 남은 제품을 더 선호하기 때문에 유통기한 임박 제품은 판매가 안 될 경우에는 폐기될 가능성이 높다.

따라서 이러한 유통기한 임박 제품은 가급적 유통기한이 다른 제품과 혼합하여 진열하지 않도록 할 필요가 있다. 이는 보관과정에서 선입선출의 원칙을 고수하는 것과 같은 원리이다. 그러나 이것은 유통기한이 많이 남은 제품(보다 더 신선한 제품)에 대한 소비자의 선택권을 제한하거나 판매업소의 이미지를 훼손하거나 판매량에 영향을 미칠 수 있으므로 유통기한 임박 제품에 대한 염가 판매를 통하여 소비자의 선택권을 보장하면서 식품의 폐기를 줄일 수 있다.

판매 업소에서 색깔이나, 모양, 크기, 흠집 등에서 완벽한 제품 또는 균일한 제품만을 팔고자 하는 의지가 강하면 강할수록 식품의 손실과 폐기량이 더욱 늘어나서 수익률에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 제품 구성의 균일성 확보에 따른 판매량 증대의 효과

와 폐기량 증가에 따른 수익률 감소의 균형을 맞추는 진열 전략이 필요하다.

최근 들어 신선편의식품(fresh-cut)이 판매가 증가하는 추세에 있다. 신선편의식품은 껍질을 벗기고 최소한의 가공을 하기 때문에 흠집이 있는 과채류를 사용해도 무방하여 좋으나 당일 판매가 되지 않으면 모두 버려지므로 제조와 판매량의 조절이 매우 중요하다. 콜드체인 유통시스템이 잘 완비된 선진국에서도 fresh-cut의 폐기가 많아서 이에 대한 과학적이고 합리적인 관리시스템이 필요하다. 먼저 신선편의식품은 껍질이 없는 상태에서 쉽게 변색, 탈수, 산화하기 쉬우므로 적절한 포장방법과 온도 조절이 중요하다.

#### 2.2.4 가공식품 폐기물 발생 요인 분석

가공식품 폐기물이 대량 발생하는 원인은 사회적 요인, 소비자 요인, 제조 및 유통업체 요인으로 분석할 수 있다(그림 2-2). 소비자 측면에서 예전에는 소비되었을 식품들도 경제가 성장하면서 건강과 안전에 대한 소비자들의 우려 때문에 버려지는 경우가 많다. 식품에 대한 정보제공이 활발해 지면서 유통기간을 꼼꼼히 확인하고 유통기간이 지난 가공식품들은 버리고 있는 것이다. 핵가족이 보편화 되면서 큰 단위의 가공식품을 구매하였을 경우 남는 식품을 버리게 되는 일도 많아졌다.

제조업체와 유통업체 측면에서 보면 이런 소비자들의 기준을 만족시키기 위해 유통기간이 임박한 제품들은 교환해주거나 반

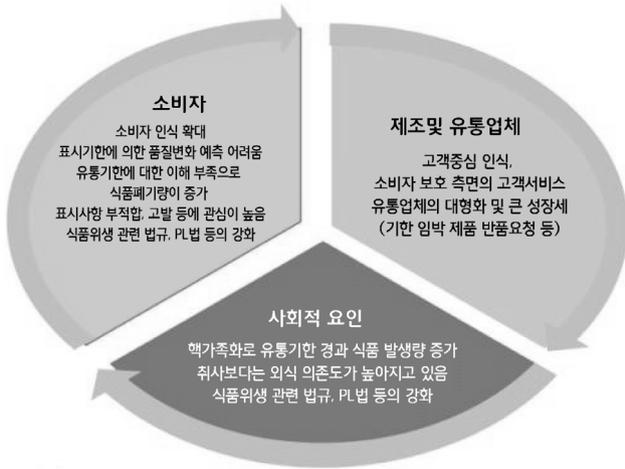


그림 2-2 가공식품 폐기물 발생량 증가에 대한 사회, 문화적 요인

품해주면서 폐기되는 식품들이 더욱 늘고 있다. 또한 주문과 판매의 불균형, 무리한 판촉, 온도, 선입선출 등의 관리 미흡, 유통기한 임박제품에 대한 유통업체의 반품 요청 등이 식품폐기물 발생을 증가시키는 원인이 된다.

즉, 식품산업에서 반품되어 폐기되는 가공식품은 유통기한 이전에 소비자 클레임에 의하여 회수되어 폐기되는 경우와 유통기한 직전 또는 유통기한 경과 후에 반품되어 폐기되는 경우로 구분된다.

한국식량안보연구재단의 보고서(‘유통기한 경과로 인한 폐기 식품의 발생현황과 감축방안’, 2011)에 의하면 국내 일반식품(육가공품, 유가공품 포함) 제조업체 35개소를 대상으로 설문조사한

결과 반품률이 높은 순서는 다류(6.3%) > 어육가공품(3.9%) > 음료류(2.7%) > 빵 또는 떡류(2.4%) > 코코아가공품류 또는 초콜릿류(2.2%)의 순이었으며 반품 폐기량은 음료류 > 빵 또는 떡류 > 당류(포도당, 엿류, 올리고당 등) > 조미식품 > 다류의 순으로 추정되었다.

동 기간 국내 가공식품의 총폐기량을 조사한 결과, 총 폐기량이 많은 순서는 농림부 품목, 규격외 일반가공식품 및 기타식품류를 제외하고 단일 품목으로는 음료류(72,342톤) > 빵 또는 떡류(25,683톤) > 당류(16,471톤) > 조미식품(16,394톤) > 다류(14,930톤)의 순으로 나타났다.

유통기한 전 반품률과 유통기한 후 반품률의 구성비는 각각 35%와 65%로서, 전체 반품 폐기물 중 유통기한 후 반품되는 식품의 비중이 더 높은 것으로 조사되었다. 식품 폐기물의 발생 원인을 조사한 결과 그림 2-3과 같이 기한 내 판매부진 > 취급 부주의 >

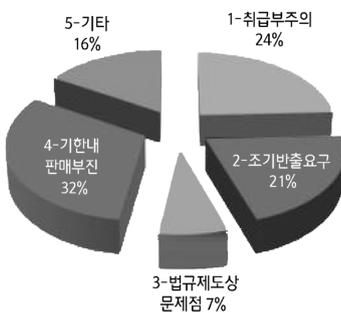


그림 2-3 식품 폐기물의 발생원인

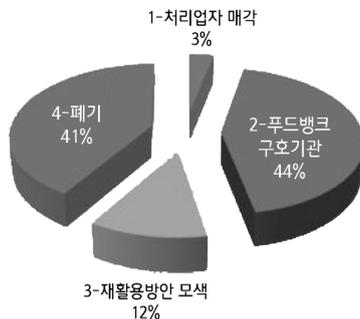


그림 2-4 반품 식품의 처리 방법

조기반출 요구> 법규 제도상의 문제점의 순으로 나타났으며, 이는 유통 구조 및 유통 시스템의 개선과 함께 식품기한제도에 대한 개선이 필요함을 시사하는 결과이다.

유통업체로부터 반품된 제품에 대한 처리는 푸드뱅크 등의 구호기관을 이용하는 경우가 44%이며, 단순 폐기하는 경우가 41%로 단순 폐기되는 경우가 상당한 것으로 나타났다(그림 2-4).<sup>1)</sup>

### 2.2.5 가공식품 폐기물의 경제적 손실 분석

대부분의 가공식품의 경우 유통기한은 판매가 가능한 기간일 뿐 먹을 수 없는 기간이 아니지만 소비자들은 이를 올바르게 이해하지 못하고 있다. 한국식품기술사협회에서는 2011년 유통기한 경과로 폐기되는 식품의 양과 경제적 가치를 조사한 바 있다. 이 보고서에 따르면 2009년 국내 식품 총생산량은 2,756만 톤이며 총 생산량 규모는 음료류>면류>과자류>조미식품>빵 또는 떡류>식용유지류>커피류의 순으로 큰 비중을 차지하였다.

국내 일반식품(육가공품, 유가공품 포함)의 평균 반품률은 1.45% 수준인 것으로 추산되었다. 품목별 반품률을 국내 총 생산량으로 곱하여 2009년도 식품의 총 폐기량을 추산한 결과 반품에 의한 총 식품 폐기량은 40만 톤에 달하며 총 반품식품의 폐기 금액은 5,800억 원에 이른다.

1) 한국식품기술사협회, 유통기한 경과로 인한 폐기식품의 발생현황과 감축방안, 한국식량안보연구재단(2011)

## 2.3 소비단계에서 음식폐기 현황

우리나라의 음식폐기물 발생량은 2012년 1일 13,209톤으로 연간 약 500만 톤의 규모이며 전체 생활폐기물에서 음식폐기물이 차지하는 비중은 27-28% 정도이다. 음식폐기물의 구성을 보면 유통·조리과정에서 발생하는 폐기물이 57%, 먹고 남은 음식물이 30%, 보관폐기 식재료가 9%, 먹지 않은 음식물이 4%로 구성되어 있다. 그림 2-5는 연도별 음식폐기물 발생 현황이다.

2011년부터 2012년 사이에 실시된 전국폐기물통계조사에 의하면 하루 한 사람이 배출하는 음식물류 폐기물 양은 311.4g/일/인이고 가정부문 54%(166.7g/일/인), 비가정 부문 46%(144.7g/일/인)

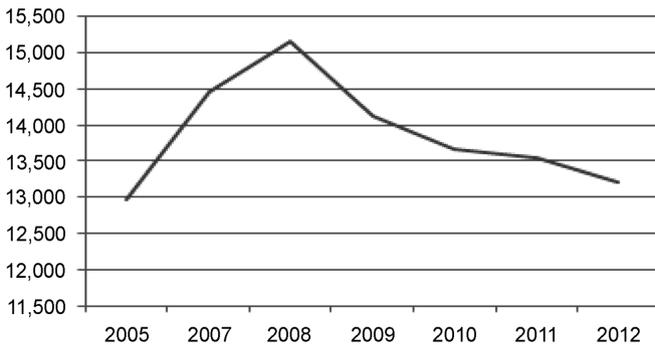


그림 2-5 연도별 음식폐기물 발생량<sup>1)</sup>

1) 음식물류 폐기물 자원화 정책방안, 환경부(2013)

표 2-5 가정 부문 음식물 쓰레기 발생량<sup>1)</sup>

(g/일/인)						
	단독주택	아파트	연립주택	다세대	비주거용	평균(%)
채소류	52.5	51.2	73.1	55.1	26.6	52.3(31.4)
과일류	47.5	42.1	34.8	34.7	20.2	40.7(24.4)
곡류	30.4	35	30.2	20.6	12.5	29.9(17.9)
어육류	27.2	18.2	24.4	15.2	16.1	19.8(11.9)
침출수(국물)	5.9	10.5	18.1	9.4	5.6	9.3(5.6)
기타	15.6	12	18.1	19.8	9.5	14.7(8.8)
합계	179.1	168.9	198.6	154.8	90.4	166.7(100)

인)로 가정부문에서 더 많이 발생하고 있는 것으로 조사되었다.<sup>2)</sup>

가정부문 음식폐기물 발생량은 하루 평균 166.7g/일/인이며 연립주택이 가장 높았고, 단독주택, 아파트, 다세대, 비주거용 순으로 조사되었다. 종류별 비율을 보면 채소, 과일류가 가장 많아 반 이상을 차지하였고 곡류와 어육류의 순이었다(표 2-5).

비가정 부문에서는 음식점업이 882.3g/일/인으로 가장 많았으며 숙박업, 314.7g 교육기관 196.7g의 순이었다. 발생종류별로는 채소류, 곡류, 과일류 순이었다(표 2-6).

1) 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 환경부, 한국환경공단(2013)

2) 제 4차 전국폐기물통계조사, 환경부(2013)

표 2-6 비가정 부문 음식물 쓰레기 발생량<sup>1)</sup>

								(g/일/인)
	생산 제조	시장 상가	업무 시설	서비 스업	교육 기관	음식 점업	숙박 업	평균(%)
채소류	12.7	29.5	7.7	18.2	66.5	280.6	113	44.6(30.8)
과일류	5.6	22.2	3.3	11.9	34.2	112.9	55.4	21.1(14.6)
곡류	24.3	18.4	4.5	9.7	41.9	184.4	52.2	32.6(22.5)
어육류	4.6	27.2	2.2	6.8	30.7	156.2	47.5	24(16.6)
침출수 (국물)	2.1	4.6	1.6	3.6	8.5	49.4	18.3	7.5(5.2)
기타	5.4	9.7	2.8	4.5	14.9	98.8	28.3	14.9(10.3)
합계	54.6	111.6	22.1	54.7	196.7	882.3	314.7	144.7(100)

음식물쓰레기는 가정과 소형음식점에서 70%, 대형음식점에서 16%, 단체급식 10%, 유통과정에서 4%가 발생하는 것으로 조사되었다.<sup>2)</sup>

### 2.3.1 음식폐기물 감소를 위한 정부 정책

반찬의 가지 수가 많고 푸짐하게 차려내는 것을 미덕으로 알던 과거 우리나라의 식문화 특성과 국물음식이 많다는 점은 식량낭비 뿐만 아니라 악취와 오염의 문제가 발생하게 되었고 이를 해결

1) 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 환경부, 한국환경공단(2013)

2) 음식물류 폐기물 자원화 정책방안, 환경부(2013)

하기 위한 정부의 노력도 지속되어 왔다.

특히 악취 및 침출수의 문제 해결을 위한 보다 강한 규제가 요구되어, 직매립 금지에 관한 조항을 1997년에 폐기물관리법에 설정하였고, 2005년에는 전국적으로 분리배출이 이루어져 그 결과 분리 배출되는 재활용 가능한 음식폐기물의 발생량이 증가하였다. 2008년도부터는 정부가 저탄소녹색성장 정책을 추진함에 따라 자원 절약과 동시에 온실가스를 감축하는 수단으로 “폐자원 및 바이오매스 에너지화 대책”을 수립하였다. 분리 배출에 의해 증가하는 음식물류 폐기물의 발생을 억제하기 위하여 2009년부터 가정부문에 종량제를 실시하는 것으로 결정하였다. 비가정부문(음식점 및 급식소)의 음식물쓰레기 발생을 억제하기 위하여 각 부문별로 감량화 방법에 관한 가이드라인을 배포하였고, 타 부처(행자부, 농림수산부 등)와 연계하여 다양한 발생억제 프로그램을 운영하여 왔다.<sup>1)</sup>

음식물쓰레기 관리에 대한 주요 정책은 다음과 같다.<sup>2)</sup>

- 수도권 매립지 3공구부터 음식물쓰레기 반입제제 및 악취대책 수립, 2005년 1월부터 음식물쓰레기 직매립 금지(1997)
- 감량의무대상사업장 지정-1일 평균 급식 인원 100명 이상, 객석(객실포함) 면적 100m<sup>2</sup> 이상 휴게소 및 일반음식점(1998)
- 환경부 음식물쓰레기 감량-자원화 기본계획 작성(1998)

---

1) 음식물쓰레기줄이기 종합대책, 녹색성장위원회(2010)

2) 음식물폐기류 관리정책방향 및 개선방안연구, 환경부(2012)

- 유기성 침전물 등을 토지개량제 및 매립시설 복토용도로의 재활용 방법에 관한 고시제정(2000)
- 사료관리법의 개정-음식물쓰레기 사료생산물의 제조 및 사용기준 명시, 음식물쓰레기 자원화시설 설치 및 운영지침서 작성배포(2002)
- 음식물폐기류의 시설설치 및 운영에 관한 검사기준 고시 제정(2004)
- 음식물폐기물 폐수(음폐수) 종합처리 대책추진(2005-2009)
- 음식물쓰레기 종량제 전국 확대 실시(2013)

음식폐기물 종량제 방법에는 다음 3종류가 있다.

- (1) 납부칩·스티커제는 주민들이 편의점 등에서 납부칩이나 스티커를 구입한 후 수거 용기에 붙이면 환경미화원이 쓰레기를 비우면서 칩과 스티커만 떼어 가는 방법이다.
- (2) 전용봉투제는 수수료를 미리 내고 구입한 음식물 쓰레기 전용 봉투에 음식물 쓰레기를 담아 버리는 제도이다.
- (3) 세대별 종량제 방식인 RFID 시스템은 주로 아파트, 빌라 등 공동주택에서 운영하며 시스템의 경우 본인이 버리는 음식물 쓰레기 양을 그 자리에서 바로 확인할 수 있어 감량 효과가 크다는 장점이 있지만 수거함 설치 비용이 크다는 단점이 있다(대당 170만~200만 원)(그림 2-6).<sup>1)</sup>

---

1) 정책공감, <http://blog.daum.net/hellopolicy/6983445>



그림 2-6 음식폐기물 종량제 방법

현재 “한국환경공단”은 ‘음식쓰레기 종합대책정책’에 대한 세부 정책 내용을 아래와 같이 홈페이지에 게시하고 있다.<sup>1)</sup>

**(1) 음식물쓰레기 종량제 전면 도입(환경부)**

- 114개 무상,정액수거 지자체를 버린 만큼 부과하는 체계로 전환
- 동 제도 도입시 약 20% 감량효과 예상(전주시, 춘천시 등 사례)

**(2) 지자체 음식물쓰레기 감량화 시책 도입(환경부, 복지부)**

- 발생 후 처리하는 사후관리 중심에서 「감량화」 우선 정책으로 전환
- 지자체별 기본계획 수립 등 음식물쓰레기 감량을 핵심 정책화

1) <http://www.korea.go.kr/service/serviceInfoView.do?svcSeq=1425>

**(3) 소형, 복합찬기 보급 확대(복지부)**

- 모범음식점 및 음식문화 개선 시범사업 참여업소 등에 소형, 복합찬기 보급을 확대하여 딱 한 번에 먹을 만큼 제공하고, 덜어먹는 간소한 음식문화 조성 및 음식물쓰레기 감량도모
- '10년 2.8만 개 음식점 보급 '12년까지 10만 개 음식점 확대

**(4) 식품 나눔 문화 확산(복지부)**

- 푸드마켓 확대, 중앙물류센터 운영 내실화 등을 통해 기부식품 제공사업 활성화
- 푸드마켓 '09년 80개소 '10년 105개소

**(5) 간소하고 품격있는 한식세계화 추진(농식품부, 복지부)**

- 과도한 한상 차림을 간소하고 품격있게 개선
- 한식의 녹색, 웰빙 이미지를 구축하여 국내외로 확산

**(6) 식재료 공급단계에서 사전 저감(농식품부)**

- 음식물 조리 이전 단계의 식재료쓰레기 저감을 위해 사전 예방적 저감대책 추진
- 도매시장 쓰레기종량제 도입 및 다듬어진 식자재, 저온유통, 소포장 등 식재료 유통체계 개선

**(7) 분야별 실천 가능한 대책 수립 및 추진**

- 음식물쓰레기를 실질적으로 감축하기 위해 공공기관, 가정, 학교, 군부대, 뷔페 등 분야별 특성에 맞는 대책 수립 추진
- 자문단 구성, 분야별 컨설팅 사업 등 세부이행계획 수립 및 추진식재료 유통체계 개선

**(8) 생활패턴 변화를 위한 홍보 및 교육 강화(부처합동)**

- 음식물쓰레기를 실질적으로 감축하기 위해 공공기관, 가정, 학교, 군부대, 뷔페 등 분야별 특성에 맞는 대책 수립, 추진
- 도매시장 쓰레기종량제 도입 및 다듬어진 식자재, 저온유통 소포장 등 식재료 유통체계 개선

**2.3.2 외식산업과 음식폐기물**

우리나라 외식산업통계(2013)를 보면 크게 음식점업과 주점업으로 나누어져 있고 음식점업은 일반음식점과 기타음식점으로 구별된다. 일반 음식점의 규모는 대략 34만 개 업소로 총 매출 45조원 규모이다. 일반음식점에서는 한식이 전체의 규모와 매출 면에서 80%를 차지하며 단체급식의 주요 분야인 기관구내식당업은 7,830개 업소, 4.9조원 규모로 일반음식점 전체의 약 10%를 나타내고 있다(표 2-7).

표 2-7 우리나라 음식점 규모와 매출현황<sup>1)</sup>

산업	사업체수(개소)	종사자수(명)	매출액(10억 원)
• 음식점업	459,252	1,403,638	65,033
• 일반 음식점업	339,988	1,026,680	45,085
한식 음식점업	299,477	841,125	35,732
중식 음식점업	21,503	76,608	3,058
일식 음식점업	7,466	33,400	2,274
서양식 음식점업	9,954	67,279	3,634
기타 외국식 음식점업	1,588	8,268	387
기관구내식당업	7,830	48,000	4,901
출장 및 이동 음식점업	511	2,620	131
출장 음식 서비스업	511	2,620	131
• 기타 음식점업	110,923	326,338	14,916
제과점업	15,313	63,515	4,238
피자 햄버거 샌드위치 및 유사 음식점업	13,938	80,343	3,599
치킨 전문점	31,469	70,528	2,827
분식 및 김밥 전문점	45,928	100,541	3,144
그외 기타 음식점업	4,275	11,411	1,107

음식점업에서 발생하는 음식폐기물의 양은 하루 한 사람 당 882.3g으로 가정 평균 발생량 144.7g의 6배에 달했다.<sup>2)</sup> 1인 가구

1) 한국식품산업통계(2013)

2) 환경부, 제 4차 전국폐기물통계조사, 2011-2012

와 맞벌이 가정의 증가로 외식의 비중은 커지고 있다. 외식산업에서 발생하는 음식물쓰레기는 손님들이 먹고 남긴 잔반에 의한 손실이며 여러 가지 반찬을 준비하고 남은 음식물의 포장을 꺼리는 문화가 잔반에 의한 손실을 더욱 늘리고 있다.

식당에서 버려지는 음식물의 양과 업종별 차이를 조사한 연구가 있다. 한국식품연구원은 서울 등 전국의 6대 도시에서 영업 중인 한식당 123곳을 대상으로 2012년 6월 1일부터 30일까지 1개월간 버려지는 식재료 손실률을 조사하여 발표하였다. 식품 손실률 실태 분석결과 표본업체의 평균손실률은 7.5%로 전처리 손실률 2.24%, 보관손실률 0.13%, 잔반 손실률 5.15%로 조사되었다.

한식집을 대중음식점·한정식집·설렁탕집 등 15개 업종으로 분류한 뒤 업종별로 식재료 손실률과 손실 원인을 전처리·보관·잔반으로 구별하여 조사하였다. 해장국집의 식재료 손실률이 약 12%로 가장 높았고 다음은 낙지집(11.3%), 횡집(9.9%), 보쌈집(9.2%) 순서였다. 전처리·보관·잔반 중 전체 손실된 식재료의 약 69%는 음식점에서 손님이 먹다 남긴 음식인 잔반이었다. 또한 버려진 식재료의 29%는 다듬기·자르기 등 전처리 과정에서 발생하며 음식점에서 보관 도중 폐기되는 식재료는 매우 적었다 (표 2-8).<sup>1)</sup>

1) 오승용, 조웅제, 김해진, 도시지역 한식당의 식품손실 실태 및 결정요인 분석, 외식경영학회지, 17(1):135-150(2014)

표 2-8 업종별 발생 원인별 손실률(%)<sup>1)</sup>

구분	손실발생원인			
	전처리	보관	잔반	종합
한정식	1.62(4.439)*	0.08(1.000)	3.81(5.385)*	5.50(5.236)*
대중음식점	2.44(2.953)*	0.66(3.076)*	4.32(7.378)*	7.42(5.922)*
설렁탕집	0.84(5.279)*	0.0	5.72(4.943)*	6.56(5.4733)*
보쌈집	2.27(2.982)*	0.16(1.000)	6.75(7.272)*	9.18(7.708)*
해장국집	4.27(3.992)*	0.24(2.072)***	7.47(4.024)*	11.98(5.533)*
갈비집	2.28(2.968)*	0.16(1.230)	3.66(4.610)*	6.1(4.743)*
삼겹살집	2.60(3.904)*	0.40(1.221)	3.71(4.581)*	6.71(5.250)*
고기뷔페	1.14(2.455)***	0.12(1.000)	3.22(4.803)*	4.48(5.725)*
냉면집	2.21(1.340)	0.10(1.000)	4.01(3.205)**	6.32(2.18)***
국수전문점	1.80(2.230)***	0.0	4.65(3.022)**	6.45(3.968)*
칼국수집	1.90(2.231)***	0.0	3.53(5.308)*	5.43(4.111)*
횃집	3.64(4.567)*	0.0	6.25(6.057)*	9.89(6.920)*
참치전문점	3.07(3.545)**	0.27(1.000)	2.60(4.657)*	5.944(5.706)*
낙지집	6.76(3.791)*	0.05(1.000)	4.50(3.034)**	11.31(3.768)*
죽전문점	1.82(3.477)*	0.10(1.000)	2.73(4.712)*	4.65(4.315)*

주 1) ( )안은 t-value,  
2) \*p.0.01, \*\*p<0.05, \*\*\*p.0.1

1) 한식당 음식물쓰레기, 식재료의 7.5% 차지, 외식경영, 3월(2015)

### 2.3.3 학교급식과 음식폐기물

음식점과 함께 외식산업의 중요한 부분은 단체급식이다. 이미 초중고에서 단체급식이 전면 실시되고 있으며 규모가 큰 회사와 단체들도 직원들의 편의를 위해 구내식당을 운영하고 있는 곳이 늘고 있으므로 앞으로 단체급식의 비중은 늘어날 것으로 예상된다. 음식점업 중 기관구내식당업의 사업체 개수는 2005년 3,238개, 2007년 4,076개, 2010년 4,647개, 2013년 7,830개 업소로 증가하였다.

2011년도 학교급식 현황을 보면 급식 규모는 학생 697만 명, 교직원 40만 명으로 총 737만 명이다. 운영형태는 직영급식이 97.2%, 위탁급식이 2.8%로 대부분 직영으로 운영된다. 급식 경비는 연 4조 9,373억 원 규모이며 보호자 48.3%, 교육청 37.6% 부담하였다(표 2-9).

학교급식을 담당하고 있는 교육청의 급식관련 정책을 살펴보면 다음과 같다.<sup>1)</sup>

- (1) 학교급식 안전관리 강화를 위해 학교급식법을 개정하여 직영급식을 원칙으로 품질기준, 영양기준, 안전관리기준을 마련함(2007)

---

1) 박진옥, 교육부, 학교급식 안전관리를 위한 제도 강화 대책, 제 12차 식품안전미디어 워크숍(2013)

표 2-9 학교급식현황(2011)<sup>1)</sup>

구분	학교 수(교)			학생 수(천 명)			운영형태(%)	
	전체	급식	%	전체	급식	%	직영	위탁
초등학교	5,888	5,887	99.9	3,141	3,127	99.6	99.9	0.1
중학교	3,155	3,154	99.9	1,902	1,896	99.7	98.3	1.7
고등학교	2,285	2,283	99.9	1,950	1,921	98.5	88.7	11.3
특수학교	155	152	98.1	24	23	95.8	96.7	3.3
합계	11,483	11,476	99.9	7,017	6,967	99.3	97.2	2.8

- (2) 관계부처 합동 급식 개선종합대책 수립을 추진하여 급식환경 개선과 관리체계 정비, 식중독 조기경보 시스템, 급식시설 현대화 등의 성과(2007-2011)
- (3) 그 외, 식재료 원산지 표시제(2008), 학교급식 위생관리 지침서 개정(2010), 학교급식 알리지 유발식품 정보제공(2012) 등이 있다.

학교급식과 관련하여 위와 같은 정책들을 제시하였고 그에 따른 성과들 또한 나타나는 것이 사실이다. 그러나 그 동안 제시된 급식관련 정책들과 현재 학교급식 기본방향을 보면 급식의 안전성, 식재료 유통 과정에 대한 신뢰 조성, 급식시설의 현대화와 같은 문제에 집중되고 있다. 어린 학생들이 집단으로 생활하는 환경에

1) 박진욱, 교육부, 학교급식 안전관리를 위한 제도 강화 대책, 제 12차 식품안전미디어 워크숍(2013)

## 식량낭비 줄이기

서 식중독과 같은 질병이 발생한다면 매우 심각한 문제가 될 것이다. 또한 성장기 아이들에게 품질 좋은 식재료의 공급으로 영양균형을 유지하도록 하는 일도 중요한 문제이다. 그렇지만 식량의 대부분을 수입에 의존하는 식량수입대국의 성인이 될 아이들에게 식량절약에 대한 올바른 교육은 반드시 필요하며 가장 손쉬운 실천방법은 급식에서 음식을 남기지 않는 교육이 될 것이다.

다음 그림 2-7은 “서울학교급식포탈” 홈페이지에 안내되어 있는 학교급식 기본방향에 대한 소개이다. ‘영양관리 및 식생활 지도 강화’ 부분에 ‘음식물쓰레기 줄이기 적극추진’ 항목이 있는 것



그림 2-7 학교급식 기본방향, 서울학교급식포탈<sup>1)</sup>

1) <https://food.sen.go.kr/baseWay.do>

은 매우 바람직한 일이며 더욱 강조되어야 할 필요가 있다.

학교급식에서 발생하는 음식물쓰레기의 양은 2008년 94,230톤에서 2009년 96,742톤, 2010년에는 99,618톤으로 증가한 것으로 나타났다. 학생 1인당 음식물 쓰레기 발생량은 2008년 12.7kg, 2009년 13.1kg, 2010년에는 13.6kg으로 증가했다. 음식물 쓰레기의 연간처리비용도 매년 늘어나 2008년 102억 원에서 2009년 113억 원, 2010년에는 121억 원, 2013년 202억 원으로 계속 증가추세를 보이고 있다.<sup>1,2,3)</sup>

그러나 학교급식 대상자의 수는 2008년 741만 명에서 2009년 736만 명, 2010년 732만 명, 2013년 624만 명으로 줄어드는 것으로 조사되었다.<sup>1,2,3)</sup> 학생 수가 감소하여 급식대상자가 줄어드는데도 발생하는 음식물쓰레기의 양이 줄어들지 않고 있다는 것은 식량 절약에 대한 교육이 더욱 필요하다는 의미가 될 것이다.

### 2.3.4 가정에서 발생하는 음식폐기물

외식업체와 가정에서 발생하는 음식물쓰레기는 재료 준비과정에서 발생하는 비가식부위, 조리 후 섭취하고 남은 잔반, 보관

- 
- 1) ‘2010년도 학교 음식물 쓰레기 처리현황’, 교육과학기술부(이하 교과부)가 김선동 의원(한나라당, 국회교육과학기술위)에게 제출자료  
<http://www.fsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=5136>
  - 2) ‘2010년~2014년 학교급식 실시로 인한 음식물 처리 발생 현황’, 교육부가 강은희 의원(새누리당)에게 제출자료  
<http://www.dailyseoul.co.kr/news/articleView.html?idxno=2125>
  - 3) 윤선재, 김현아, 학교급식 음식물쓰레기에 대한 인식 및 잔반을 영향요인분석, 대한영양사협회 학술지, 18(2):126-140(2012)

중에 손상이 발생하거나 유통기간이 지나서 버려지는 식품으로 나눌 수 있을 것이다. 현재 음식폐기물에 대한 통계자료는 주로 버려지는 음식물의 총 발생량과 발생원에 대한 조사 자료일 뿐 원인 별 발생비율에 대한 연구는 찾아보기 어렵다.

오승용 등<sup>1)</sup>의 연구에서는 표본조사를 통해 237개 농수산물을 대상으로 가정에서 식재료를 준비하는 전처리 과정, 잔반 그리고 식재료 보관 과정에서 발생하는 식품손실률을 추정하였다. 그 결과, 표본가구의 평균 식품손실률은 9.9%로 나타났으며 전처리 손실률이 6.1%, 잔반 손실률이 3.2% 그리고 저장 손실률이 0.6%로 조사되었다.

발생원별로 살펴보면 곡류의 경우 평균 손실률은 0.85%이며 손실의 주된 원인은 식사 후 발생하는 잔반으로 나타났고 전처리 과정이나 보관과정에서는 손실이 발생하지 않는 것으로 분석되었다. 손실이 가장 많이 발생하는 품목은 채소류인데 손실량을 기준으로 할 경우 전체 식품 손실량의 약 55%, 손실률 기준으로는 12%이며 식재료 준비과정인 전처리 단계에서 많이 발생하는 것으로 나타났다. 과일류의 경우 식품손실률은 평균 14.2%인데 과일의 껍질을 깎거나 벗기는 등의 전처리 과정에서 발생하는 손실률이 18.6%로 높게 나타났다. 이는 오렌지나 바나나 같은 품목의 전처리 손실을 측정할 때 일부 표본가구에서 껍질을 포함 시킨 상태에서 계량을 한 결과로 판단된다. 보관단계에서의 손실

---

1) 오승용, 조용제, 김해진, 도시가구에서의 식품손실 추정 및 결정요인분석에 관한 실증연구, 식품유통연구, 29(4):54-72(2012)

률은 6.9%이며 잔반에서 발생하는 손실률은 0.6%로 나타났다. 축산물의 경우 평균손실률은 6%이며 전체 식품 손실량에서 축산물의 손실량이 차지하는 비중은 11.3%로 채소류 다음으로 높게 나타났다. 수산물의 평균 손실률은 9.3%이며 전처리 단계에서의 손실률이 4.6%, 잔반비율이 5.2%로 나타났다.

가공식품은 식품의 특성상 전처리 단계에서의 손실은 적고 잔반에서 발생하는 손실률이 4.6%로 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 손실량을 기준으로 할 경우 전체 식품손실량에서 차지하는 비중은 5.1%이다. 버려지는 음식물은 모두 비용을 지불한 것이므로 그 만큼 경제적 손실이 발생한다.

음식폐기물의 발생원을 가정, 외식업체, 단체급식, 유통업으로 나누어 음식폐기물의 발생량을 추정하고 이들의 경제적 가치를 산정한 보고서가 있다.<sup>1)</sup> 표본조사에 의한 자료이므로 음식폐기물의 발생량은 국가통계와는 다소 오차가 있지만 수거 및 처리비용을 포함하여 원가 기준에 의한 분석 결과 음식폐기물의 경제적 가치는 총 12조 2,539억 원이었으며 발생원별로는 가정이 65.3%로 가장 높았고 외식업 27.2%, 유통업 6.2%, 단체급식 1.3%의 순서로 조사되었다.

1) 정유경, 음식물 쓰레기로 버려지는 식량 자원의 경제적 가치 산정에 관한 연구, 수도권매립지관리공사(2007)

## 2.4 사회 문화 구조와 정책적 원인

### 2.4.1 문화적 요인

사람마다 독특한 식습관이 있듯이 국가와 민족에 따라 즐겨 먹는 전통음식이 있고, 음식을 조리하고 먹는 방식도 다양하다. 어떤 나라에서 식재료로 사용되지 않는 것이 다른 나라에서는 좋은 식재료가 되기도 한다. 다시 말해 개인과 가정, 국가와 민족에 따라 다양한 식습관과 식문화가 존재한다. 이와 같이 음식과 관련된 문화적인 차이가 식량낭비에도 큰 영향을 끼친다. 예를 들어 우리나라의 한정식 메뉴와 잔치 음식 문화와 접대 문화는 식량 낭비 요소를 많이 갖고 있다. 한정식은 가지 수가 많은 음식을 넉넉히 준비하여 제공하다 보니 다 먹지 못하고 버려지는 음식물이 많다. 잔치음식과 손님을 가정에 초대하여 접대할 때 제공하는 음식도 손님을 인색하지 않게 후히 대접해야 한다는 동양 문화의 영향을 받아서 “상 다리가 부러지도록” 푸짐하게 상을 차려 접대하고 남은 음식은 가정에서 두고 먹다가 변질되면 버리기 일쑤이다. 이러한 문화는 우리나라뿐만 아니라 중국을 비롯한 일부 아시아 권역의 나라에서 공통적인 면이 있다.

우리나라는 오랜 가난과 어른 공경의 문화적 소산으로 ‘상물림’이라는 특수한 예절이 전해져 왔다. 집안의 어른이 먹고 남은 것을 아이들이나 부녀자들이 먹는 습관이다. 때문에 어른은 밥상에

오른 음식을 가급적 많이 남겨야 아랫사람들이 먹을 것이 있어 존경을 받는다. 손님으로 대접 받을 때에도 밖에서 남은 음식을 기다리는 식솔들을 생각해야 했다. 이런 이유로 우리는 음식을 남기는 것을 미덕으로 생각하는 전통을 가지고 있다.

유교 문화의 ‘남녀칠세 부동석’ 같은 남녀 구분, 상하 구분의 질서 속에서 어른과 아이들, 남자와 여자가 같은 상에서 식사를 하지 않는 것이 예의라고 여겨져 왔다. 이른 바 ‘겸상’을 하지 않는 것을 미덕이라고 생각하여 같은 방 안에서 밥상이 두 개 또는 세 개가 될 경우도 있었다. 이 경우 각각의 밥상에 제공해야 할 최소량을 채우기 위해 많은 음식을 준비하게 되며, 각각의 상에서 남은 음식물이 생기면 더 많은 음식물 쓰레기가 나오게 된다. 우리나라는 국물 음식을 즐기는 경향이 있는데 이 국물 음식을 통해서 버려지는 음식물이 많다. 이외에도 생활수준이 향상되고, 식생활이 고급화되면서 음식물쓰레기 배출량이 매년 3% 가량 늘고 있다.<sup>1)</sup>

#### 2.4.2 정책적 요인

식품공급사슬의 각 주체들이 식품 낭비를 줄이는 것은 국가 정책과 법률적인 요소에 의해 크게 영향을 받을 수 있다. 예를 들어 푸드뱅크로의 잉여식품 기부, 폐기물의 자원화(사료, 퇴비, 에너지 자원화 등) 등의 활성화 여부는 식품기부관련 법률, 유통

1) 음식물 쓰레기 줄이기, 환경부(2013)

기한 라벨링과 표시 규정, 식품위생 관련 법규 등에 의해 크게 좌우된다.<sup>1)</sup> 제조업자는 식품 원료에 대한 관리기준, 생산 제품의 설계와 공정관리기준, 위생관리기준 등의 제조사 내부의 관리기준을 만들 때 우선적으로 국가의 법령과 규정에 부합하도록 기준을 만들기 마련이다. 특히 식품 가공공장의 식품안전관리는 국제 식품규격위원회(Codex)에서 권장하는 인증기준으로서 식품안전 관리인증기준(Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP)으로 관리되는 것이 보편화되고 있다. 더불어 우수제조기준(Good Manufacturing Practice, GMP)에 의해서 관리하기도 한다. 이러한 위생관리기준으로 식품을 생산하게 되면 유통기한을 늘려 식량 낭비를 줄일 수 있다. 반면에 위생관리기준이 강화되고 고객중심의 인식과 소비자 건강 보호 측면의 인식이 강화되면서 의도된 식량 낭비가 늘어날 수 있다. 과도한 선별과 비가식부의 제거가 그 예이다. 선진국에서는 소비 단계에서 식품유통기한제도에 따른 표시 내용에 대한 이해부족과 혼선으로부터 식품이 낭비되는 경우가 많기 때문에 이를 개선함으로써 가정에서의 식품 낭비를 줄이고 있다.

국가의 농업정책은 농업 생산성을 높이고 더 나아가 식량 안보 이슈를 해결해가는 방향으로 설계하기 마련이다. 농산물의 수급

---

1) House of Lords, Counting the cost of food waste: EU food waste prevention. House of Lords, European Union Committee, 10th Report of Session 2013-14(2014)  
<http://www.parliament.uk/documents/lordscommittees/eu-sub-com-d/food-waste-prevention/154.pdf>

조절, 수확 전후의 식량 낭비를 줄이기 위한 기술의 보급, 도로와 농산물 보관시설과 식품가공시설의 확충 등이 식량 낭비를 줄이는 방법이다.

음식폐기물 분리수거 정책과 폐기물 관리 법령은 음식물의 사료화, 퇴비화, 에너지 자원화를 통한 식량 낭비의 감소에 크게 영향을 미친다. 일부 국가에서는 매립을 법으로 막고 있으며, 어떤 국가에서는 매립을 억제하기 위하여 매립자에게 비용을 부과하고 있다. 이것은 식량 낭비를 줄이기 위한 목적으로 시행되는 것은 아니지만 부차적으로 식량 낭비를 줄이는 효과를 갖는다.

### 2.4.3 소득수준과 사회 인프라의 영향

식량 낭비의 사회 구조적인 요인들은 소득수준에 따라 다르다. 저소득국가에서는 수확기술의 개발과 보급이 미약하고, 보관시설과 콜드체인에 대한 정부나 민간차원의 투자가 많지 않으며, 포장, 운송, 물류, 마케팅 등의 제반 인프라가 약하므로 식량 낭비가 전 식품공급사슬에서 광범위하게 일어난다. 고소득국가에서는 식량 낭비가 특정 단계에서 집중적으로 일어나는데 주로 소비 단계로 가면서 더 많은 식량 낭비가 일어나는 경향이 있다. 따라서 소비자의 소비행동 경향 등에 의한 영향이 높은 편이다.

그림 2-8은 1인당 국민총소득(gross national income, GNI)과 1인당 1일 식품폐기량의 관계를 그래프로 표시한 것이다. GNI가 42,000불 이상이 되면 국민총소득이 높을수록 1인당 식품폐기량

## 식량낭비 줄이기

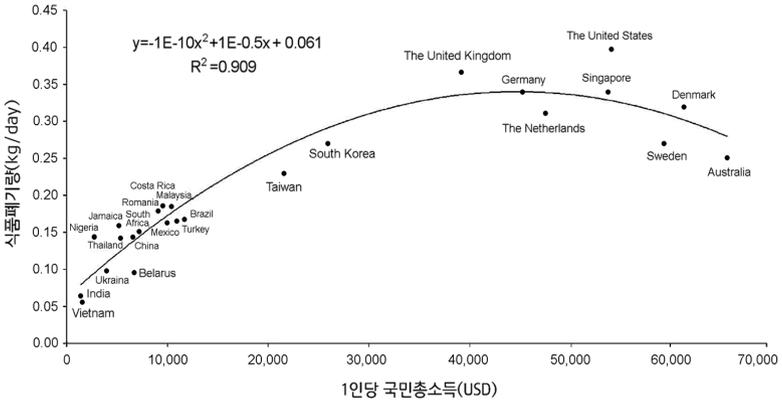


그림 2-8 1인당 국민 총소득과 식품폐기량<sup>1)</sup>

이 줄어드는 반면, 42,000불 이하에서는 1인당 GNI가 높을수록 식량폐기량도 증가하는 경향을 보인다. 국민총소득이 높은 국가에서 식품폐기량이 줄어드는 것은 “폐기물 저감화” 정책(‘zero waste’ policy) 때문인 것으로 판단된다.

1) Thi, N. B. D., Kumar, G. and Lin, C.-Y., An overview of food waste management in developing countries: Current status and future perspective, J. Environ. Management 157:220-229(2015)



### 3.1 수확후관리기술

앞장에서 언급한 농산물의 수확후손실은 여러 가지 요인에 의해 일어나며 이들 요인을 관리하여 손실을 줄이는 기술을 수확후관리기술(postharvest technology)이라고 한다. 밭이나 수확 현장에서 일어나는 손실요인은 작물의 종류와 품종, 숙성정도, 수확 당시의 날씨, 수확물의 온도, 야적기간 등이다. 저장창고에서 일어나는 손실요인은 저장물의 수분함량이 가장 중요하며 저장고의 종류와 습도, 온도, 통풍 등이 영향을 미친다. 운송과정에서 일어나는 손실요인은 용기와 포장상태, 운송거리, 도로 상태, 운송도중의 작업 상태 등이다.<sup>1)</sup>

수확후손실을 줄이기 위해서는 수확물의 종류에 따른 저장생리를 이해하는 것이 중요하며, 속도 조절에 의한 과숙과 부패 변질을 막는 기술이 필요하다. 수분함량에 의한 미생물 증식과 이로 인한 부패 변질을 막기 위해 수분활성도의 이해와 적절한 건조방법의 선택이 필수적이다. 또한 음식물 쓰레기의 발생량을 줄이고

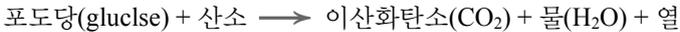
1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

## 식량낭비 줄이기

신선식품의 유통을 원활히 하기 위해 수확 현장에서 행해지는 최소가공방식(minimal processing)의 이해와 광범위한 활용이 요구된다.

### 3.1.1 과채류의 생리적 특징

과채류의 가장 큰 생리적 특징은 수확 이후에도 호흡작용을 유지한다는 점이다. 호흡이란 주로 포도당의 형태로 당과 산소를 소비하고 에너지, 물과 이산화탄소를 생성하는 생물체의 생존에 기본이 되는 반응이다. 도살 후에 호기적 호흡이 중단되는 동물체와 달리 과채류는 수확 이후에도 호흡작용을 지속한다.



과채류는 수확 이후에 호흡을 지속함으로써 생리적변화가 발생하게 되는데 모체로부터 분리되었으므로 더 이상 양분을 공급 받을 수 없어 호흡에 필요한 당을 자체 저장양분으로 소비하게 된다. 따라서 시간이 지날수록 가지고 있던 양분이 줄어들게 되어 맛이 없어지고 무게도 감소한다. 또한 호흡작용의 결과 열이 발생하기 때문에 과채류의 온도가 상승하여 손상의 원인이 된다.

또 하나의 중요한 특성은 에틸렌의 방출이다. 에틸렌은 저분자 물질로 과일의 숙성을 촉진하는 물질로 알려져 있다. 적당한 에틸렌 방출은 과일을 잘 익게 하지만 어느 정도 이상 방출되면 노화를 촉진시킨다.

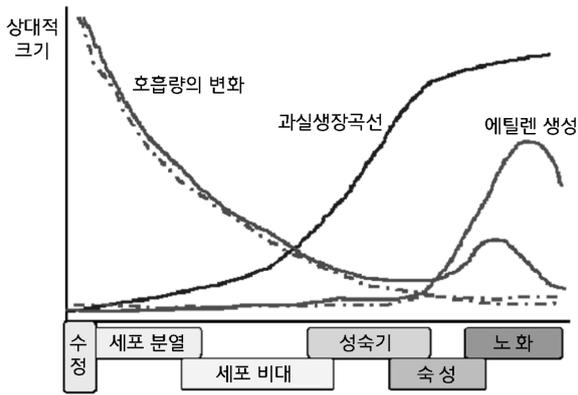


그림 3-1 과채류의 성장과 노화과정<sup>1)</sup>

과채류는 보통 수정-성장-성숙-숙성-노화의 발달단계를 거치는데 수확은 성숙과 숙성 단계에서 이루어진다. 과채류에서 중요한 생리특성인 호흡과 에틸렌 발생 정도 변화를 성장단계에 따라 표시하면 다음과 같다(그림 3-1).

과실은 성장이 끝나고 숙성이 시작되는 시점에서 보통 수확된다. 수확 이후에 호흡량이 증가하면서 에틸렌 생성도 증가하게 된다. 에틸렌이 숙성에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 저장기간에 따른 호흡량을 기준으로 과채류는 두 그룹으로 구분된다. 호흡량이 급격히 증가했다가 정점에 도달한 후 감소하는 경우를 클라이맥테릭(climacteric)이라 하며 사과, 복숭아, 배 등이 이에 속한다. 저장기간에 따른 호흡량의 변화가 급격하지 않은 그룹을

1) 일반자료실(31), 호흡생리, 수확후관리기술 홈페이지(<http://www.postharvest.or.kr/>)

## 식량낭비 줄이기

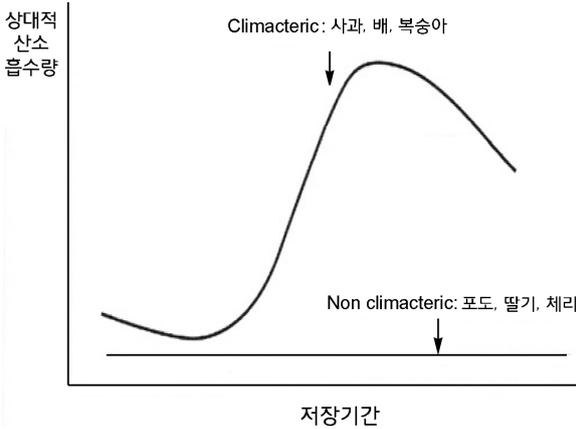


그림 3-2 과채류의 수확후 호흡량 변화 유형<sup>1)</sup>

비-클라라이맥테릭(non-climacteric)이라 하며 포도, 딸기, 체리 등이 이에 속한다(그림 3-2).

과채류는 호흡작용을 하면서 숙성과정을 거치게 된다. 이 과정에서 효소의 작용에 의해 단백질이나 탄수화물과 같은 고분자물질들의 분해반응과 일부 단백질이나 색소물질의 합성반응이 함께 일어나면서 조직감, 향기, 맛, 색깔의 변화가 발생하게 된다. 숙성과정이 지나면 노숙(senescence)단계에 들어가면 상품 가치를 잃고 먹을 수 없게 된다. 따라서 과채류의 저장은 온도를 낮추고 공기조성을 조절하여 숙성기간을 늘리고 과숙과 노화가 일어나지 않게 하는 것이다.

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

표 3-1 신선 과채류의 최적 저장조건

저장형태	최적온도(℃)	해당 과채류
냉장저장	0-5	사과, 배, 복숭아, 자두, 살구, 오렌지, 아스파라거스, 키위, 딸기, 포도, 완두, 보로콜리, 배추, 무, 시금치, 당근, 상치
냉장저장	5-10	멜론, 파인애플, 귤, 블루베리, 크란베리, 아보카도, 오이, 여름호박, 가지, 풋고추
선선한 그늘	10-18	바나나, 코코넛, 자몽, 레몬, 망고, 설익은 멜론, 설익은 배, 가을호박, 고구마, 토마토
상온저장	18-25	양파, 감자, 수박, 설익은 복숭아

과채류의 종류에 따라 냉장온도를 특별히 조절하거나 냉장을 하지 말아야 하는 경우도 있다. 냉장에 의하여 식품의 품질이 크게 손상되는 경우는 냉해, 저온경화(cold shortening), 노화 등의 피해를 들 수 있다. 그러므로 과채류의 종류에 따라 최적 저장온도는 표 3-1에서 보는 바와 같이 어느점 부근에서부터 실온에 이르기까지 다양하다.

과채류의 경우 특히 열대지방의 과실은 저온에서 생리적 교란을 받아 급격히 부패 변질하는 경우가 많다. 이러한 현상을 냉해(chilling injury)라 하며 표 3-2는 일부 과채류의 냉해 발생 온도와 부패 변질 양상을 나타낸 것이다.<sup>1)</sup> 사과, 배 등은 2~3℃ 이하로 보관하면 표피에 검은 반점이 생기고 과육이 갈변하고 푸석거리

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

표 3-2 일부 과채류의 냉해온도와 품질변화 양상

품목	최저 온도	변화 양상
사과	2~3℃	과육의 갈변, 갈색 반점, 푸석거림
오렌지	3℃	갈색 반점, 과육 건조
수박	4℃	과육건조, 풍미변화
참외	7~10℃	과육건조, 괴열
오이	7℃	과육건조, 연부, 괴열
토마토	7~10℃	연화, 괴열
바나나	12~13℃	표피 갈변
고구마	13℃	괴열, 갈변, 반점
감자	3℃	갈변

는 변질이 일어난다. 바나나와 고구마는 12~13℃ 이하의 온도에 저장하면 표피의 갈변, 반점, 괴열 등이 일어난다. 냉해는 온도가 낮은 정도와 그 온도에 저장된 기간의 함수(time-temperature dependent)로 나타난다. 바나나는 냉해온도 이하에서 저장한 기간이 12시간 후에, 토마토는 9-12시간, 오렌지는 2-3개월 후에 변질이 일어난다.

### 3.1.2 공기조성 조절에 의한 저장방법

저장고 내의 산소 농도를 낮추고 탄산가스의 농도를 높임으로써 저장성을 향상시키는 방법을 CA(Controlled Atmosphere) 저장

또는 MA(Modified Atmosphere) 저장이라 한다. CA저장은 저장고내의 공기조성을 인위적으로 조작하여 원하는 산소와 탄산가스 농도로 맞추는 방법이며, MA저장은 내용물의 호흡작용에 의하여 포장내부의 공기조성이 원하는 공기조성에 도달하고 유지되게 하는 방법이다. 과채류의 호흡률은 공기조성을 조절함으로써 감소시킬 수 있다.

### (1) 과채류의 CA저장

대기(atmosphere)의 조성은 질소  $N_2$  (78.08%), 산소  $O_2$  (20.95%), 아르곤 A (0.93%), 이산화탄소  $CO_2$  (0.03%)이다. 산소의 농도를 낮추고 탄산가스의 농도를 높이면 과채류의 호흡률이 낮아지는데  $O_2$  농도가 너무 낮으면 혐기적 호흡(anaerobic respiration)이 일어나 알코올이나 다른 생물조직에 독소작용을 하는 대사물질이 축적되어 변패가 일어난다. 그러므로 CA저장은 혐기적 호흡이 일어나지 않는 수준까지 산소농도를 낮추고 반대로 탄산가스의 농도를 높이는 것이다.

과실의 종류에 따라 변하기는 하나 평균적으로 사과는 2%  $O_2$  미만(3.5℃), 아스파라거스는 2% 내외(20℃), 시금치 1%(20℃), 당근과 배는 4%  $O_2$  (20℃) 수준이다.

### (2) 과채류의 MA 저장

가스 투과도를 조절한 필름 백(bag)에 과채류를 포장하여 개별 포장단위로 공기조성을 조절하여 저장성을 향상하는 방법으로

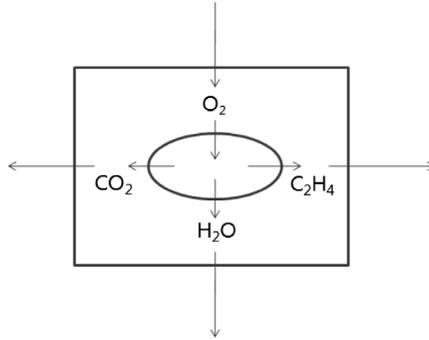


그림 3-3 Produce package system의 가스 투과도

Produce package system이라 한다. 그림 3-3과 같이 포장된 제품(과채류)의 호흡으로 인해 산소는 소모되고 탄산가스 농도는 증가한다. 과잉의 탄산가스와 수증기는 포장재 필름을 통해 밖으로 투과되고 고갈되는 산소는 일부 외부로부터 들어와야 한다. 과실에서 발생하는 에틸렌과 같은 숙성 촉진제는 가급적 빨리 외부로 방출되어야 한다. 이러한 조건에 맞는 포장재를 선택하는 것이 중요하다.<sup>1)</sup>

### 3.1.3 건조 방법

건조는 가장 오래된 식품저장기술이다. 바람이 잘 통하는 장소에서 햇볕에 말리는 방법은 원시시대에도 가능했기 때문이다. 건조에 의한 저장방법의 기본적인 원리는 식품 속의 수분을 제거하

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

여 수분함량을 낮추는 것이다. 식품의 품질을 떨어뜨리고 안전을 위협하는 가장 중요한 요인은 미생물인데 이들 미생물들은 식품의 수분함량이 많을수록 잘 자란다. 수분함량이 큰 식품일수록 미생물에 오염될 확률이 높다는 의미이다. 식품과 관계있는 미생물들을 분류하면 효모, 곰팡이, 세균으로 나눌 수 있다. 일반적으로 세 그룹의 미생물 중 세균은 생존에 가장 많은 수분을 필요로 하며 곰팡이가 건조에 비교적 잘 견딘다. 따라서 식품에 이들 미생물들이 자라지 못하게 하려면 식품 속의 수분을 줄이면 되는데, 전통적으로 가장 오랫동안 사용해온 방법이 건조기술이다.

식품의 수분함량은 보통 백분율(%)로 표시되는데 식품 100g 중에 포함되어 있는 물의 g수를 나타낸다. 소고기, 돼지고기, 생선 등은 대략 50-70%, 과일과 채소류는 80-90%의 수분을 포함하고 있다. 수분함량 %는 식품 내 수분의 양을 나타내는 가장 일반적인 지표이지만 %수분함량만으로는 식품의 저장성을 비교할 수 없다. 식빵과 잼은 유사한 수분함량 %를 나타내지만 저장성은 상당히 다르다. 버터와 곡류의 수분함량이 비슷해 보이지만 저장 기간은 큰 차이가 있다. 이런 현상은 저장에 중요한 요인이 식품 내 수분의 절대량이 아니라 존재 상태에 따라 달라진다는 사실을 나타낸다. 식품학에서는 이를 자유수(free water)와 결합수(bound water)로 설명한다. 식품속의 수분은 자유롭게 이동이 가능한 자유수와 식품 내의 성분들과 강하게 결합하고 있어 이동이 제한적인 결합수로 나누어져 있다. 물의 이러한 상태 구분은 건조 뿐 아니라 이후에 논의될 당절임, 염장 등의 저장방법에서도 중요한

## 식량낭비 줄이기

원리로 작용한다.

건조란 식품 내의 수분을 제거하여 미생물의 생육을 어렵게 함으로서 저장수명을 늘리는 식품저장방법이다. 식품 내에 자유수는 이동이 자유롭기 때문에 미생물이 이용할 수 있으나 결합수는 미생물이 사용할 수 없다. 같은 수분함량을 나타내는 식품이라도 자유수와 결합수의 비율에 따라 다른 저장성을 나타내는 이유이다. 이런 이유로 식품 저장학에서는 식품의 보존성을 판단하는 지표로 %수분함량이 아닌 수분활성도(water activity,  $A_w$ )를 사용한다. 수분활성도란 미생물이 이용가능한 수분의 양, 즉 자유수의

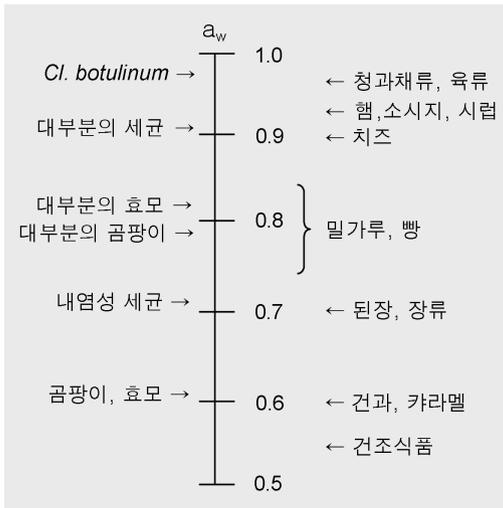


그림 3-4 식품의 수분활성도와 미생물 생육 한계<sup>1)</sup>

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

양을 나타내는 지표이다. 수분활성도는 0-1의 범위이며 1에 가까울수록 미생물이 이용 가능한 수분의 양이 많음을 의미한다(그림 3-4).

곡류와 버터는 비슷한 % 수분함량을 나타내지만 수분활성도는 곡류, 대략 0.65, 땅콩버터, 0.85로 상당한 차이가 있다. 마찬가지로 식빵의 수분활성도는 대략 0.96인데 반해 잼은 0.82-0.9 정도로 차이가 있다. 즉 식품에 들어있는 총 수분의 양은 비슷하지만 식품에 부패와 변질을 일으키는 미생물이 이용할 수 있는 수분의 양이 다르기 때문에 수분활성도의 차이가 크게 나타나는 것이며 보존성 또한 이에 따라 달라지는 것이다. 따라서 식품의 손실을 막기 위해 건조 방법을 사용할 때에는 단순히 식품의 수분량을 줄이는 것이 아니라 미생물이 이용가능한 수분의 양을 줄여 수분활성도를 낮추는 것이 효과적인 것이다.

### 3.1.4 곡류 저장기술

곡류는 수확 당시 15-20% 수준의 수분을 함유하므로 부패 변질이 쉽게 일어나지 않으나 오래 저장하면 해충이 번식하고 곰팡이가 증식하여 먹을 수 없게 된다. 따라서 곡류의 저장에는 수확 후 즉시 수분함량을 일정 수준(13%) 이하로 낮추는 것이 중요하다. 저장 곡물의 환경을 좌우하는 요소는 온도, 습도, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, 수분 함량, 호흡에 의한 유기물질들과 같은 물리적인 요소와 미생물, 곤충, 진드기, 쥐, 새 등의 생물학적인 요소로 구분된다.

곡물의 낱알이 서로 뭉치는 성질이 크거나 입자의 크기나 형태가 다양하여 충전 밀도가 높아지면 호흡 작용에 의하여 발생하는 열과 수분, 탄산가스 등의 발산이 어려워 급속히 변질된다. 곡물의 저장 중에 발생하는 호흡열은 곡류 자체의 호흡열과 부패균이나 해충에 의한 호흡열로 구분할 수 있다. 그러나 건전하게 저장된 곡류의 호흡열은 주로 곡물 자체의 호흡에 의한 것이다. 정상적으로 저장된 곡물은 호기성호흡(aerobic respiration)을 하게 되며 포도당을 완전 산화한다. 그러나 산소의 부족이나 부패 발효의 경우에는 혐기성 호흡(anaerobic respiration)을 하여 알코올과 열을 발생한다.

결과적으로 호흡에 의하여 저장 곡물의 중량감소, 수분함량 증가, 탄산가스 농도의 증가, 품온의 상승이 일어난다. 이와 같이 자체적으로 발생한 수분의 증가와 온도의 상승은 곡물의 부패와 해충의 번식을 촉진하게 된다. 곡물의 수분함량 13% 이하에서는 미생물과 진드기의 생육이 억제되며 10% 이하에서는 사실상 모든 해충의 생육이 억제된다. 곡물의 수분함량이 16%를 넘으면 호흡률이 급격히 증가하는데 평균적으로 10% 수분에 비하여 20% 수분일 때 130배 증가가 일어난다.

곡물을 대규모로 저장하는 사일로(silo) 저장이나 수송선박내의 저장 중에 곡물의 호흡작용에 의하여 막대한 양의 수분과 열이 발생한다. 발생한 수분은 내부 공기의 대류와 조석간(diurnal) 또는 계절적(seasonal) 기온 차에 의하여 사일로 내의 일정 구역에 모이게 되고 이곳에서 부패가 시작되면 온도가 급격히 상승하여

전체 사일로가 한 덩어리로 엉겨 붙는 대형 사고가 일어난다. 이런 것을 방지하기 위하여 곡물저장고에는 각 부위의 온도를 수시로 모니터링하는 것이 필수적이다. 일정 부위의 온도가 급격히 올라가면 사일로 전체를 비워 다른 사일로에 옮겨 수분과 온도 분포를 고르게 해야 한다. 곡물의 대규모 저장의 기본 원리는 곡물 자체의 수분 함량을 충분히 낮추어 호흡률의 저하와 미생물과 해충의 번식을 억제하는 것이다.

곡류의 저장 온도가 낮아지면 호흡률도 낮아지고 미생물이나 곤충의 피해를 막을 수 있다. 일반적으로 15℃ 이하에서는 곤충의 작용이 억제되며, 5℃ 이하에서는 딱정벌레(beatles)의 피해가 억제되며, 0℃ 이하에서는 곰팡이의 생육이 억제된다.

곡물 저장 중 해충과 진드기(mite)의 피해는 화학물질의 훈증(fumigation)에 의하여 막을 수 있으며 주로 메틸브로마이드(methyl bromide)나 포스핀(phosphine)이 사용된다. 그러나 메틸브로마이드는 할로겐화합물이므로 오존층 파괴 위험이 있어 앞으로 그 사용이 금지될 예정이다. 그 대안으로 이온화조사(irradiation) 기술이 사용될 전망이다.

쌀의 수확후관리 과정을 보면 건조 과정이 필수적임을 알 수 있다(그림 3-5). 수확시기의 날씨에 따라 벼의 수분함량은 20% 내외이나 전통적으로 탈곡하기 전에 들판에서 벧단을 말려 수분함량 16% 수준이 되게 한다. 탈곡한 벼를 별에 말려 수분함량 13%가 되면 가마니에 넣어 장기 저장한다. 벼의 상태로 저장하였다가 먹기 직전에 도정(milling)하는 것이 밥맛이 가장 좋다. 벼에

식량낭비 줄이기

는 용적으로 현미가 50-60%, 왕겨가 40-50% 들어있다. 중량비로는 현미 80%, 왕겨 20%이다. 현미(brown rice)는 8%의 강층을 포함하고 있으며 이 강층을 도정과정에서 모두 제거한 것을 10분도미 또는 정백미(polished rice)라 한다.

그림 3-5와 같은 재래식 수확후관리 방법은 많은 노동력이 필요하며 곡물의 손실이 크게 일어나며 비용도 많이 든다. 실제로

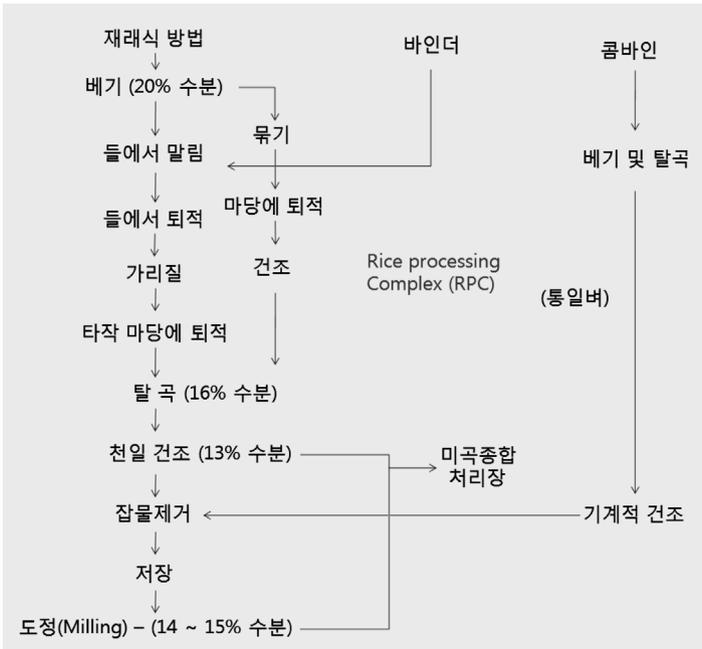


그림 3-5 우리나라 미곡의 수확후관리 과정<sup>1)</sup>

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

한국과 미국의 수확후관리 비용을 비교하여 보면 한국은 쌀값의 18%인 반면 미국은 4-5%라고 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 우리나라에서는 1980년대 초부터 미곡종합처리장(Rice Processing Complex, RPC) 설치를 위한 연구가 시작되어 2000년대 초까지 전국에 400여 개소의 RPC를 설치하여 쌀의 수확후관리 기술에서 선진국이 되었다. 콤바인으로 수확한 벼를 담은 트럭이 RPC 공장의 수취구에 벼를 하역하면 정선, 건조, 도정, 포장 공정이 한 건물 안에서 진행되어 포장된 쌀을 제품으로 출하하게 된다.

수확 과정중의 손실은 벼의 품종에 따라서 큰 차이를 보이는데 통일벼는 재래종보다 수확과정에서의 손실이 크다. 건조시설이 나 저장창고가 잘 구비되어 있지 않은 개발도상국에서는 곡물의 수확후손실이 20-50%에 달하는 것으로 보고되고 있다. 건조방법에 따라 쌀의 품질이 크게 달라질 수 있다. 재래식 태양건조를 했을 경우 도정미의 썩미(broken rice) 발생률은 7-16%에 달하나 열풍건조하면 3%로 감소한다.<sup>1)</sup>

### 3.1.5 최소가공방식에 의한 음식물쓰레기 저감화

최소가공방식(minimal processing)은 농산물 수확 현장에서 뿌리, 줄기, 껍질 등 비가식 부위를 제거하고 다듬어서 적절한 포장과 저장조건에 보관 유통함으로써 도매시장의 음식물쓰레기를

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

줄이고 신선편이식품을 소비자에게 바로 공급하는 시스템이다. 20년 전만 하여도 가락동 농수산물 도매시장에는 채소류의 쓰레기가 산더미로 쌓여 부패된 악취가 진동해 주변 아파트값이 내려갈 정도였다. 최근에는 배추밭에서 뿌리와 겉잎을 제거하고 다듬은 배추를 망사주머니에 넣어 출하하거나, 무 잎을 자르고 흐르는 물에 씻어 깨끗하게 비닐에 포장된 무를 출하하므로 농산물 도매시장에서 버릴 것이 없다. 수확현장에서 이들 농산물 쓰레기를 제거하므로 유기질 비료로 유용하게 농토로 환원할 수 있다.

2008년 기준으로 국내 신선편이농산물의 시장규모는 5,510 - 6,830억 원이며, 전체 농산물 시장의 3.3-3.9% 수준으로 추정된다.<sup>1)</sup>

### (1) 신선편이식품의 유통 관리

신선편이(fresh-cut) 식품(또는 농산물)은 농산물을 다듬거나 씻을 필요 없이 가정에서나 식당에서 신속하게 조리하여 사용이 편리한 제품이다. 최근 산업이 고도화되고 도시화가 확대되며, 여성의 사회참여가 높아지고, 노년인구와 싱글족이 늘어나고 외식산업이 크게 성장하면서 신선편이식품에 대한 수요가 늘어나고 있다.

신선편이식품은 신선한 품질이 가능한 유지되도록 수확 후 세척, 선별, 박피 및 절단 등의 최소가공(minimal processing)을 통하

---

1) 이용선, 김성훈, 김동훈, 신선편이농산물 시장의 실패와 활성화 방안, 한국농촌경제연구원(2009)

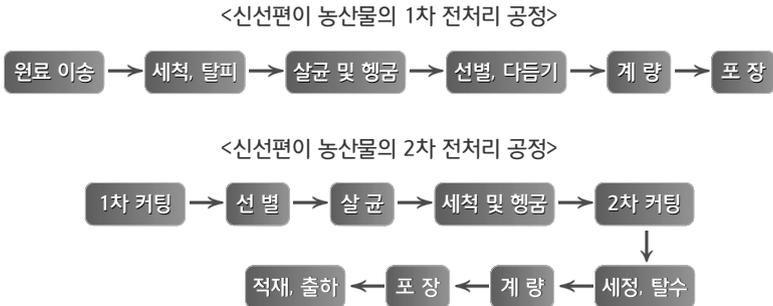


그림 3-6 신선편이식품의 제조공정

여 ready-to-eat 형태의 식품으로 생산된다. 신선편이식품은 제조공정이 단순하여 제품의 품질관리가 용이하고, 소비처에서의 폐기물이 감소되며, 소비 및 판매 시 노동력이 적게 드는 이점이 있다.<sup>1)</sup> 신선편이식품은 일반적으로 식당, 마켓, 가정용 식자재로 유통되며 필름 또는 플라스틱 용기 포장으로 제공된다. 통상적인 유통기한은 7-20일 정도이며 선도유지기간은 7일 내외의 것이 많다.<sup>2)</sup> 그림 3-6은 신선편이식품의 일반적인 제조공정도이다.

신선편이식품은 절단, 박피 등의 전처리 공정 중에도 껍질이 제거되고 상처를 받아 호흡률과 생체 내 효소의 활성화에 변화가 생기고 에틸렌가스가 발생하여 갈변, 조직연화 등의 품질의 변화를 야기할 수 있기 때문에 원형농산물보다 품질변화 속도가

- 1) 박연주, 황태연, 문광덕, 신선편이식품의 고품질 확보 방안, 식품저장과 가공산업, 4:8-17(2005)
- 2) 최선태, 신선편이 농산식품의 제조 및 품질변화방지 기술, 식품저장과 가공산업, 3:23-29(2004)

빠르다.<sup>1)</sup> 또한 가공, 유통과정에서 병원성 미생물 등에 오염될 수 있어서 관리상의 주의를 요한다.

## (2) 신선편이식품의 품질 유지 방법

표 3-3은 신선편이식품의 일반적인 품질변화와 이에 대한 억제 방법을 정리한 것으로 미생물에 의한 부패, 조직 연화, 갈변 현상 등을 조절할 수 있는 적절한 조치를 다각적으로 강구하여야 상품성이 높고, 이로 인해서 폐기되는 양을 줄일 수 있다.

신선편이 과채류에는 토양 또는 환경으로부터 다양한 종류의 미생물이 오염되어 있으며 통상  $10^5$ - $10^7$ CFU/g 수준으로 알려져 있다.<sup>2)</sup> 이러한 생물학적 요인에 의한 부패이외에도 갈변, 연화 등의 품질변화를 억제하는 것이 중요하다. 신선편이 농산물에서 쉽

표 3-3 신선편이식품의 품질변화 및 억제 방법

품질변화	억제 방법
미생물에 의한 부패	살균, 세척, 소독, pH조절, 냉장보관
조직 연화	칼슘처리, 효소억제, MA포장, 필름포장, 냉장보관
갈변	열처리, 침지처리, 구연산, 비타민C, 소금 처리, MA포장, 필름포장, 냉장보관

- 1) 최선탐, 신선편이 농산식품의 제조 및 품질변화방지 기술, 식품저장과학, 3:23-29(2004)
- 2) 오덕환, 신선편이 농산식품의 미생물학적 안전성 확보방안, 식품저장과학, 3:35-41(2004), CFU: Colony Forming Unit

게 오염되기 쉬운 미생물로서 클로스트리디움 보툴리눔(*Clostridium botulinum*), 리스테리아 모노사이토제네스(*Listeria monocytogenes*)와 같은 식중독 세균은 토양으로부터 유래하며, 살모넬라(*Salmonella*), 쉬겔라(*Shigella*), 병원성 대장균 등은 동물이나 사람의 오염물이 하수, 관개수로를 통해 경작지에 유입되어 발생하는 미생물이다.<sup>1)</sup>

신선편이식품의 품질을 연장하는 기술은 제품의 신선도를 유지하는 것은 물론 신선도 유지의 실패로 인해 생기는 식품 폐기물을 줄이기 위해서도 매우 중요하다. 이러한 신선도 유지 기술은 이른바 장애물 기술(*hurdle technology*)로 구현 가능하다. 식품의 신선도 제어인자에는 수분활성도, 온도, 산도(또는 pH), 산화환원제, 보존제, 산소 등이 있으며, 이들 요인들 중 한 개의 저해 요인만이 아니라 여러 개의 저해요인이 작용할 수 있도록 다양한 조건을 조합하여 신선도를 유지하는 것을 장애물 기술(*hurdle technology*)이라고 한다(3.2.3 참조).

#### 가. 미생물 부패 억제

신선편이식품의 초기 미생물 수를 낮추는 효과적인 방법은 세척이다. 세척은 일반적으로 3단계로 실시하는데, 먼저 흙, 먼지, 잡부스러기 등을 제거하는 1차 세척 후, 살균 소독제를 사용하여 2차 세척하고 다음 살균 소독제를 행구는 3차 세척을 시행한다.

1) 김지강, 신선편이 과일 채소의안전성 확보 기술, 식품저장장 가공산업, 4:18-25(2005)

표 3-4 신선편이농산물의 살균 소독 방법<sup>1)</sup>

살균 소독 방법	사용 방법
염소	염소(차아염소산) 살균: 차아염소산나트륨 농도 50-200ppm, 1-2분간 처리. 살균과정에서 pH가 상승하므로 필요한 경우 pH가 6.5-7되도록 유기산으로 조절
오존	1ppm 이하의 농도에서 살균효과 강력함. pH 조절 필요 없음. 독성이 강함
전해수 (차아염소산수)	강산성, 약산성, 미산성 조건에 따라 유효 염소가 달라짐. pH 조절 필요 없음
산	초산, 구연산 등
천연물	자몽추출물, 소성칼슘 등

통상 2차 세척시에 살균 소독제를 사용하는데 대표적인 살균 소독 방법은 표 3-4와 같다.

#### 나. 갈변 억제

신선편이 과채류에는 갈변문제가 심각한 품질 변화 요소이다. 저온에서 보관하면 갈변 효소인 PAL(phenylalanine ammonia-lyase) 이나 PPO(polyphenol oxidase)의 활성이 억제된다. CA 및 MA저장에서도 갈변이 억제되고, 산성조건에서 두 효소의 활성이 저하되므로 탄산가스가 많은 경우와 구연산, 아스코르빈산 등의 유기산이 존재하는 경우 갈변이 억제된다. 통상 비타민 C는 1%의

1) 김지강, 신선편이 과일 채소의안전성 확보 기술, 식품저장과 가공산업, 4:18-25(2005)

농도로 처리하며 구연산과 병합 처리할 수 있고, 소금을 첨가하기도 한다.

#### 다. 조직연화 억제

농산물의 조직감이 물러지는 조직 연화 현상은 세포들의 팽압과 세포벽의 치밀도, 세포중엽층의 경도가 떨어져서 생기는 현상이며, 칼슘염을 첨가하여 세포벽과 세포중엽층의 연결고리를 만들어 줌으로써 조직연화를 억제할 수 있다. 보통 0.5-1%의 염화칼슘, 초산칼슘 또는 젖산칼슘으로 처리한다.<sup>1)</sup> 절단된 조직에서는 에틸렌가스 발생이 많아져서 조직 연화를 촉진하게 되는데 이 경우 에틸렌 작용억제제를 사용하기도 한다.

수확후관리는 수확 당시부터 이루어져야 효과적이기 때문에 생산현장에 직접 기술지도가 필요하다. 생산자들이 수확후관리 기술의 중요성과 방법을 알고 생산현장에 임한다면 손실을 더욱 줄일 수 있다. 따라서 수확후관리기술에 대한 정보공유와 교육을 위해 관련 자료나 전문가들과의 네트워크 구성이 활발하게 이루어져야 한다.

우리나라 농업협동조합은 수확후관리 전문 홈페이지([www.postharvest.or.kr](http://www.postharvest.or.kr))를 통해 수확후관리에 대한 다양한 자료들을 제공하며 관련 농산물의 전문가 DB를 구성하여 지도 받을 수 있도록 하고 있다.

1) 최선태, 신선편이 농산식품의 제조 및 품질변화방지 기술, 식품저장과 가공산업, 3:23-29(2004)

## 식량낭비 줄이기



그림 3-7 수확후관리기술 홈페이지(www.postharvest.or.kr)

## 3.2 보존제를 이용한 화학적 저장방법

식품의 화학적 저장방법은 전통적으로 사용되어온 염장, 당절임, 식초절임(pickling), 훈연(smoking)등이 있으며 화학보존료의 사용이 있다. 최근에는 화학보존료의 사용에 대한 부작용과 소비자들의 부정적 인식으로 인해 천연 항균제와 항산화제의 사용이 증가하고 있다.

### 3.2.1 전통적인 절임식품

당절임은 염장과 마찬가지로 수분활성도를 낮춰 저장성을 부여하는 것인데 잼(jam), 젤리(jelly), 당고 등이 대표적 음식이다. 식초절임은 pH를 낮추고 아세트산의 강한 항균력으로 식품을 저장하는 방법으로 서양의 오이피클, 스칸디나비아의 청어절임(herring pickle)이 대표적이다. 훈연은 고기 구이(roasting)를 주로 먹는 서양 사람들의 조리법에서 자연히 발전한 것으로 장작불로 굽는 과정에서 연기에 포함된 각종 유기물들의 항균력으로 저장성이 향상된다. 주로 소시지, 육류, 연어 등 어류 가공에 사용되며 최근에는 저장성 보다 훈연 맛을 첨가한 제품들이 많다.

#### (1) 염장(salting)과 당절임

염장발효는 건조기술 못지않게 인류가 오래전부터 사용해온

## 식량낭비 줄이기

식품 저장방법이다. 특히 농업이 시작된 신석기시대 이전부터 해변의 채집자(littoral foragers) 생활을 해온 한반도 원주민들은 동아시아의 원시토기문화시대(Primitive Pottery Age, 기원전 6,000년 전후)를 시작하면서 토기를 이용하여 젓갈과 김치를 이른 시기부터 제조하였을 것으로 사료된다. 해변의 채집인들은 부패하기 쉬운 수산물을 바닷물과 함께 토기에 담아 끓이면 오랫동안 먹을 수 있는 찌개가 되고, 소금물에 담궈 두면 맛있는 젓갈이 되는 것을 저절로 알게 된다.<sup>1)</sup>

소금의 사용이 자유롭게 되면서 사람들은 소금에 절인 식품은 오래 보관이 가능하다는 사실을 알게 되었을 것이다. 식품에 소금을 첨가하면 소금이 식품 내로 침투한다. 식품은 세포로 구성되어 있는데 세포의 안과 밖은 세포막으로 구분되어 있다. 세포 내.외는 매우 다양한 종류의 물질로 구성되어 있지만 일정한 농도를 유지하고 있다. 소금이 들어가면 같은 농도로 유지되고 있던 세포 내외의 평형이 깨지게 되고 이를 회복하기 위해 세포 내의 물이 이동하여 탈수된다. 결국 미생물이 이용가능한 수분의 양이 줄어드는 것이다. 설탕 등의 감미료를 사용하는 당절임의 원리도 이와 유사하다. 즉 이들 저장방법은 식품의 수분활성도를 낮춰 장기 저장이 가능하도록 하는 것이다(그림 3-4).

1) 이철호, 동북아시아 원시토기문화시대의 특징과 식품사적 중요성, 민족문화연구 32호, 325-357, 고려대학교, 민족문화연구원(1999)

## (2) 산절임(pickling)

각종 유기산을 이용하여 식품을 저장하는 것을 산절임(pickling)이라 한다. 산절임의 재료로는 식초(acetic acid)가 가장 널리 사용되고 있다. 산절임의 원리는 수소이온농도인 pH와 관계가 있다. 산(acid)은 유기산과 무기산으로 구분되며, 황산, 염산 등의 무기산은 식품에 잘 이용되지 않는다. 그 보다 약산에 속하는 초산, 젖산, 구연산 등이 식품저장에 이용된다. 그림 3-8은 식품의 수소이온농도와 미생물의 생육한계를 나타낸 것이다.

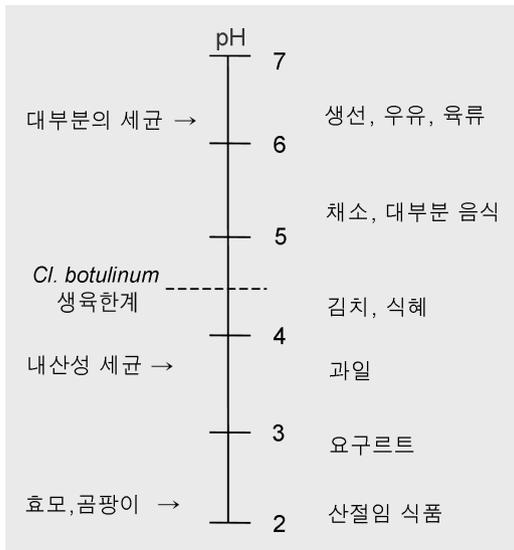


그림 3-8 식품의 pH와 미생물의 생육 한계<sup>1)</sup>

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

미생물의 생육은 pH의 영향을 받는데 pH 7 부근의 중성 영역에서는 잘 생육하지만 pH 4 이하의 산성 영역에서는 생육이 어려워진다. 유기산을 많이 첨가하면 식품의 pH가 산성이 되어 미생물의 생육이 어려워진다. 특히 맹독성 혐기성 세균인 클로스트리디움 보툴리눔은 pH 4.5 이하에서 생육하지 못한다.

지금까지 살펴본 소금, 설탕, 산 첨가에 의한 미생물의 생육 저해가 모든 미생물에 해당되는 것은 아니다. 고농도의 소금과 설탕, 산의 첨가에도 생존하는 미생물이 있으며 이를 내염성, 내당성, 내산성 미생물이라 한다. 이런 미생물들은 일반적인 미생물이 살아남기 어려운 조건에서도 살아남아 식품의 변질을 일으키므로 주의가 필요하다.

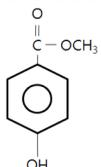
### 3.2.2 화학보존료

절임식품에 사용되는 소금, 설탕, 식초 등 전통적인 보존제는 높은 농도에서 미생물의 성장을 막아주지만 동시에 식품의 맛과 조직감을 크게 변화시킨다. 염장식품인 젓갈은 짜고 설탕 절임은 달고 피클은 매우 신 맛이 난다. 빵이나 과자, 음료수 등 평소 우리가 많이 먹는 식품에 이런 방법을 사용할 수는 없으므로 소량으로 미생물의 생육을 효과적으로 억제하는 화학물질을 써야 한다. 이러한 물질을 식품첨가물로 사용되는 보존료(preservatives)라고 한다. 식품보존료란 강한 항균력으로 식품의 부패와 변질을 막아주는 화학 합성물질로 인체에 미치는 나쁜 영향이 극히 적어

법적으로 사용이 허가된 식품첨가물을 말한다. 보존료는 건조, 냉동, 열처리, 염장, 당장과 같은 저장방법과 달리 식품의 품질변화를 적게 일으키며 적절한 포장으로 상온에서 식품의 저장과 유통을 가능하게 한다. 식품에 사용가능한 보존료의 종류와 양은 철저한 안전성 평가에 의해 정해지며 관계기관에 의해 관리, 감독된다. 다만 과학기술의 지속적인 발전은 현재에도 진행 중에 있으므로 앞으로 새로운 보존료가 개발되어 사용될 수 있으며 기존에 사용되던 보존료의 유해성이 새롭게 밝혀지면 사용이 중지될 수도 있다. 또한 나라마다 식습관이 다르고 식품에 허용되는 보존료의 종류와 양이 다를 수 있으므로 식품 수출이나 수입에는 이를 고려해야 한다.

표 3-5는 현재 우리나라에서 사용되고 있는 보존료의 종류와 분자구조, 작용범위, 적용 미생물을 보여주고 있다. 대부분의 보존료들이 pH에 따라 그 효력이 크게 달라진다. 이것은 유기산 염들은 해리되지 않은 상태에서 항균력을 가지기 때문이다. 대부분 보존료들의 pK값(50%의 산이 해리된 상태)이 pH 3-5범위 이므로 pH가 이 범위 이하일 때 즉 반 이상이 비해리 상태일 때 효과가 크다. 보존료의 종류에 따라 작용하는 미생물이 다른 것에 유의해야 한다.

표 3-5 보존료의 분자구조와 특성<sup>1)</sup>

보존료	분자구조	활성형(pH 범위)	적용 미생물
Acetic acid	CH <sub>3</sub> COOH	pH가 낮아질수록 활성도 증가	3.6% 이상에서 젖산균과 효모 생육억제, 곰팡이
Na acetate	CH <sub>3</sub> COONa		
Ca acetate	(CH <sub>3</sub> -COO) <sub>2</sub> Ca		
Na dihydro-acetate	CH <sub>3</sub> -COONa·CH <sub>3</sub> -COOH·		
Benzoic acid		undissociated form pH 2.5~4.0	효모, 세균에 효력, 곰팡이는 효과적용
Propionic acid: Na-, Ca-salts	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	비해리형 ≤pH 5.0	곰팡이, 빵에 기생하는 세균 <i>Bacillus mesentericus</i>
Sorbic acid CH <sub>3</sub> CH=CHCH=CHCOOH		비해리형 ≤pH 6.5	곰팡이, 효모
Parabens : methyl, propyl, heptyl ethyl and butyl esters		chain의 길이가 길어질수록 활성 증가, pH 7.0 또는 그 이상	곰팡이, 효모 그람음성균에 효과
Sulfites and sulfur dioxide	SO <sub>2</sub> sulfur dioxide SO <sub>3</sub> sulfite HSO <sub>3</sub> bisulfite S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> metabisulfite	해리되지 않은 아황산 ≤pH 4.5	효모, 곰팡이, 세균 억제, HSO <sub>3</sub> 는 높은 pH에서 세균에 유효하나 효모에는 영향을 미치지 못함
Nitrites and nitrate salts	NaNO <sub>2</sub> sodium nitrite	아질산(nitrite) pH 5.0-5.5	Clostridium botulinum 포자
	KNO <sub>2</sub> potassium nitrite		
	NaNO <sub>3</sub> sodium nitrate		
	KNO <sub>3</sub> potassium nitrate		

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

많은 식물은 항균활성을 갖는 물질들을 함유하고 있으며 이들을 흔히 녹색화학제(green chemicals)라고 총칭하기도 한다. 향료와 허브는 세균, 효모, 곰팡이의 생육을 저해하는 것으로 잘 알려져 있으며 전통적으로 약용이나 식품 저장에도 널리 사용되고 있다. 향료와 허브, 또는 그 추출물의 항균활성은 여러 분야에서 활용되고 있다. 미생물과 관련한 천연 항균제에 대해서는 유산균의 이용이 연구의 주류를 이루고 있으며 생물학적 보존제(bio-preservatives)로 취급되고 있다. 유산균은 식품 발효에 오랫동안 안전하게 사용되어 왔으며 유산균이 생산하는 항균물질 박테리옌(bacteriocin)의 이용이 현실화 되고 있다.

### 3.2.3 화학보존료 사용 절감 기술(NWTOP 관리기술)

식품의 안전성에 대한 소비자들의 우려가 커짐에 따라 화학보존료의 사용을 줄이기 위한 노력이 강조되고 있다. 화학보존료는 식품의 부패 변질을 막기 위해 안전한 범위 내에서 사용되는 것이지만 소비자들의 거부감이 크므로 그 사용량을 줄이거나 아예 사용하지 않아도 되는 방법을 모색하고 있다.

식품의 부패변질을 막고 저장성을 향상시키려면 미생물의 증식을 억제해야 하며, 이를 위해서 미생물의 증식에 영향을 주는 인자들을 잘 관리하면 된다. 미생물의 증식에 주로 영향을 끼치는 인자에는 영양분(nutrient, 'N'), 수분활성도(water activity, 'W'), 온도(temperature, 'T'), 산소(oxygen, 'O')와 수소이온농도(pH, 'P')

등이 있다.

먼저, 우리가 제조하는 모든 식품은 사람에게는 식량이면서도 미생물 증식에 필요한 영양분(N)이 될 수 있다. 미생물의 증식을 억제하기 위하여 식품을 제조하지 않을 수 없으므로 ‘N’을 관리한다는 의미는 식품을 조리하거나 가공하는 중간 또는 그 이후에는 조리설비 또는 가공설비와 시설에 식품 잔류물이 남지 않도록 청결하게 관리한다는 의미이다. 다시 말해 세척을 잘 하여 찌꺼기가 남지 않도록 하여야 한다.

둘째, 수분활성도(W)를 낮추면 미생물이 이용할 수 있는 수분이 줄어들어 미생물의 증식을 억제할 수 있다. 소금이나 당류로 식품을 저장하는 염장과 당장의 원리가 이것이다.

셋째, 온도(T)는 미생물의 증식에 가장 크게 영향을 미친다. 부패를 일으키는 미생물과 병원성 미생물은 대체로 25-40℃의 온도에서 가장 증식이 잘 된다. 따라서 이 온도를 피하여 식품을 냉장, 냉동처리 또는 온장 처리하여 미생물의 증식을 억제하거나, 가열처리(살균 또는 멸균 온도까지 온도를 올림)하여 미생물을 줄이거나 사멸시킨다면 식품의 저장성은 현저히 향상될 수 있다.

넷째, 산소(O)는 미생물의 증식에 영향을 미치는 인자이다. 미생물은 종류에 따라 성장에 산소가 필요하거나 산소가 있어도 자랄 수 있는 호기성(aerobic) 미생물과 산소가 필요하지 않거나 산소가 없어야 되는 혐기성(anaerobic) 미생물로 나누어지는데 부패 미생물과 병원성 미생물의 대부분은 호기성 미생물이다. 따라서 식품을 조리하고, 가공한 후에는 용기에 담아 산소의 투과를

막는 것이 미생물의 증식을 억제하는 방법이 된다. 대부분의 가공 식품은 밀봉 포장을 원칙으로 하고 있다.

다섯째, 미생물은 pH(수소이온농도)에 따라 증식속도가 달라진다. 그 종류에 따라 최적의 pH가 존재한다. 따라서 식품의 pH를 낮추거나 pH를 높여서 미생물 증식을 억제할 수 있다. 대부분의 과일은 원료 자체가 갖고 있는 pH가 낮는데 사과, 오렌지 등의 과일이 상온에서도 잘 썩지 않는 이유가 바로 여기에 있다. 음식에 식초를 첨가하면 저장성이 높아지는 것도 같은 원리이다. 가공 식품 중 액상제품에는 구연산 등의 산도조절제를 사용하여 저장성을 높이기도 한다.

식품의 저장성에 영향을 미치는 NWTOP 5가지 인자 중 하나 또는 그 이상을 결합하여 관리하면 미생물 증식 억제에 시너지효과를 갖는다. 예를 들어 pH가 낮은 과일(P 관리)을 주스로 가공하면서 살균처리(T 관리)한 다음 유리나 플라스틱 용기에 밀봉(O 관리)하는 경우 다섯 가지 인자 중 3가지를 병합 처리함으로써 저장성을 현저히 향상시킬 수 있다. 이를 장애물 기술(hurdle technology)라고 한다. 이러한 원리를 이용하여 화학보존료를 사용하지 않아도 식품을 오랫동안 저장할 수 있는 방법들을 개발하고 있다.

### 3.3 가열살균에 의한 저장성 향상

가열살균은 식품의 부패변질을 방지하고 저장기간을 연장하는 가장 손쉬운 방법이다. 식품에 있는 부패미생물과 유해미생물은 65℃ 이상으로 가열하면 단백질의 변성에 의해 사멸하기 시작한다. 인류는 불의 사용법을 터득하고 음식을 굽거나 끓여먹으면서 동물세계를 지배하는 영장류가 되었다. 대한해협에서 시작된 원시토기문화시대(기원전 6,000년 전후)에는 해산물을 비롯한 각종 먹거리를 토기에 담아 끓여먹기 시작하였으며(찌개문화), 토기를 이용하여 식량을 오래 저장할 수 있게 되었다. 이로 인해 이 지역 사람들의 영양 위생상태가 호전되고 인구가 늘고 기골이 장대하여져 동북아시아의 맹주로서 선진 동이족문화(東夷族, Eastern Archers)를 이룩할 수 있었다.<sup>1)</sup>

#### 3.3.1 식품의 열처리 공정

모든 미생물은 생육온도에 따라 저온성균(psychrophiles), 중온성균(mesophiles) 및 고온성균(thermophiles)의 3그룹으로 나눌 수 있다. 저온성균은 생육 적정온도가 5-30℃이며, 중온성균은 10-40℃, 고온성균은 40℃ 이상이다. 일부 세균과 효모, 대부분의

---

1) 이철호, 동북아시아 원시토기문화시대의 특징과 식품사적 중요성, 민족문화연구 제 32집, 325-427(1999)

곰팡이는 포자를 만들 수 있으며, 포자는 적절한 조건에서 발아되어 영양세포로 변환된다. 특히 세균 포자들은 효모나 곰팡이 포자들에 비해 열저항성이 뛰어나며, 열저항성이 뛰어난 세균 포자들은 특별한 열처리공정이 필요하다. 식품의 열처리 방법에는 다음과 같은 여러 가지 방법들이 있다.

### (1) 조리 (cooking)

조리는 맛있는 식품을 만들기 위한 열처리 공정으로, 적어도 6가지의 열처리, 즉 굽기(baking), 브로일링(broiling), 로스팅(roasting), 끓임(boiling), 튀김(frying) 스투잉(stewing)으로 분류된다. 베이킹(baking), 브로일링(broiling), 로스팅(roasting)은 일반적으로 100℃ 이상의 건조한 열로 열처리하며, 끓임(boiling)과 스투잉(stewing)은 끓는 물에서 열처리하는 것이며, 튀김(frying)은 100℃ 이상의 식용유를 이용한 열처리를 말한다. 조리된 음식은 조리하지 않은 음식에 비해 변패 미생물이 적기 때문에 저장기간이 길며, 조리된 음식은 소비 후 냉장 보관하여 미생물의 증식을 막고 바람직하지 않은 효소를 불활성화 시킨다.

조리 중 발생하는 바람직한 변화는 ① 잠재적 독성물질 또는 미생물의 파괴, ② 조직, 색깔 및 향미의 변화, ③ 식품소재의 소화율 향상이며, 조리 중 발생할 수 있는 바람직하지 않은 변화는 영양성분의 파괴와 관능적 품질의 변화 등일 것이다.

## (2) 데침 (blanching)

데침은 냉장, 건조 또는 통조림공정 전에 생체 조직에 가하는 열처리공정이다. 일반적으로 데치지 않은 냉동식품 또는 건조식품들은 효소의 작용으로 색깔, 향미, 영양성분들이 빠른 속도로 변하게 되는데, 데침 공정은 주로 이러한 효소의 불활성화를 목적으로 열처리 된다. 식품의 열처리 중에서 열저항성이 있는 효소로는 카탈레아제(catalase)와 퍼옥시다아제(oxidase) 두 가지 효소가 대표적으로, 이 두 효소가 불활성화 되면 다른 효소들은 모두 불활성화 되었다고 생각할 수 있다.

## (3) 저온살균 (pasteurization)

저온살균은 미생물을 죽이는 공정이지만 모든 미생물을 죽이는 공정은 아니며, 저온살균 공정 후에는 냉장온도에 보관하여 미생물의 생육을 최소화하는 것이 필요하다. 저온살균의 일차 목표는 병원성 미생물을 죽이는 것이다. 저온살균의 예를 들면 우유 속의 병원성균 사멸, 맥주 생산 공정에서 부패미생물 살균 등이다. 따라서 저온살균 후 냉장보관, 화학첨가제 사용, 포장 및 발효 등이 함께 사용되는 것이 일반적이다. 시간·온도 병합 저온살균은 주로 병원성 미생물의 온도 저항성과 식품의 열 민감도에 의해 정해진다. 대표적인 시간·온도 병합 저온살균은 고온 단시간처리 (high-temperature and short-time, HTST)로 우유의 경우 72℃에서 1초간 처리하거나, 저온 장시간 처리(low-temperature and long-time, LTLT)에서는 우유의 경우 63℃에서 30분간 처리해야 한다.

#### (4) 살균 또는 멸균 (sterilization)

살균(멸균)이란 식품을 상온에서 장기보존하기 위해 균을 사멸하는 것을 말하지만 모든 미생물을 죽이는 것을 의미하지는 않다. 다시 말하면 식품에 따라 특정식품에는 비병원성균이 있으며 그 균은 일정한 환경에서 자라지 않고 식품을 상하게 하지 않는다면 이 균까지 죽일 필요는 없게 된다. 그러나 병원성 미생물은 반드시 사멸시켜야 한다. 이러한 개념의 살균을 상업적 살균(commercial sterilization) 또는 부분살균이라고 칭한다.

세균 포자(spore)들은 세균 영양세포에 비해 높은 온도에서도 생존이 가능하므로 멸균공정은 이러한 포자들의 사멸을 목적으로 한다. 호기성 미생물 포자의 열저항성은 낮은 반면, 혐기성 미생물의 포자는 열저항성이 높고 공기가 없는 혐기상태에서 생육하게 된다. 일부 내열성 세균은 100℃에서도 살아남지만 장기간 가열하면 대부분 사멸한다. 이러한 원리를 이용하여 식품을 장기간 저장하는 방법이 통조림(canning)이다. 식품을 밀폐용기에 담아 가열함으로써 무균상태로 만들어 오랫동안 저장하는 것이다.

통조림 기술은 산업혁명이 한창 진행 중이던 18세기말 프랑스 나폴레옹 시절에 군대의 식량보급을 위해 니콜라 아페르(Nicholas Appert, 1752-1841)에 의해 개발되었다고 한다. 이후 세계 1, 2차 대전을 거치면서 통조림 산업은 안전한 고압솥(autoclave 또는 retort)의 발명과 함께 비약적으로 발전 하였다. 전통적인 건조방법이나 염장발효 방법에 의한 식품저장이 대부분 통조림으로 바뀌어 19세기와 20세기는 통조림식품시대로 규정할 수 있게 되었

다. 철제 캔(can)으로 출발한 통조림기술은 병조림, 레토르트 파우치, 내열성 플라스틱 용기로 진화하면서 오늘날 식품가공기술의 중심에 서게 된 것이다.

가열살균 또는 멸균(sterilization)된 레토르트 제품의 특징은 아무런 첨가제나 보존제를 사용하지 않아도 식품을 오랫동안 저장할 수 있다는 점이다. 식품을 용기에 담아 멸균시킨 후 무균(aseptic) 상태에서 밀폐 포장하면 균의 재오염을 막아 식품을 무균상태에서 오랫동안 저장할 수 있다. 기록에 의하면 114년 된 통조림을 개봉하여 맛을 보았는데 먹을 수 있었다고 한다. 이러한 원리로 햇반과 같은 즉석밥, 컵반, 각종 조미 즉석식품, 레토르트 파우치 제품들이 만들어지고 있다.

### 3.3.2 통조림 제조기술

#### (1) 통조림의 제조과정

그림 3-9는 통조림 제조의 일반적 공정을 나타내고 있다. 통조림은 원료의 품질을 더 좋게 할 수는 없으므로 신선하고 좋은 원료를 선택하여야 한다. 전처리 공정에서 원료를 세척, 선별하거나 박피, 분쇄하여 일정한 크기의 정선된 재료를 만든다. 이 과정



그림 3-9 통조림의 일반적 제조과정

에서 토양이나 이물질을 제거하여 깨끗하고 초기 세균수가 낮은 원료로 만든다. 데침과정에서 세균수를 더 줄이고 조직 내 공기를 구축하여 용적을 감소시키고 충전밀도(packing density)를 증가시킨다. 용기에 채운 후 예열하고 탈기한 후 밀봉(seaming)을 하게 된다. 밀봉은 캔의 벽면과 뚜껑을 이중으로 권체(double seaming)하여 완전히 밀폐되도록 한다. 밀봉된 캔을 고압솥(autoclave 또는 retort)에 넣고 밀폐한 후 일정 기압(대개 1기압, 121.1℃)에서 일정시간 가열한다. 고압솥의 압력을 낮춘 후 캔을 꺼내어 염소로 살균한 냉각수로 약 40℃가 되도록 냉각한 후 실온에서 저장한다.

## (2) 통조림의 살균 최적화 기술

통조림기술은 미생물의 열저항성을 파악하여 식품중의 미생물을 충분히 사멸하고 재오염이 되지 않도록 밀폐포장을 하는 것이다. 미생물의 열저항성은 종류마다 크게 다르므로 목적하는 세균의 열저항성, 즉 가열시간과 가열온도에 대한 사멸 속도를 알아내고 가장 효과적으로 사멸시킬 수 있는 가열조건을 수립해야 한다. 미생물은 가열하면 지수적 사멸곡선을 나타내므로 이론적으로 완전 사멸은 불가능 하다. 상업적 멸균은 최초 균수의  $10^{-12}$ 으로 감소할 때까지 가열하는 것이다. 다시 말하면 최초 균수가 10만 마리( $10^5$ )인 식품을 통조림 하였을 때 제품 천만 개( $10^7$ ) 중에서 통조림 1개가 세균이 살아남아 부패할 확률이다. 이와 같이 철저한 살균과정을 거쳐 만들어 지는 것이 레토르트 제품이다.

식품을 고온에서 오랫동안 가열하면 식품중의 영양성분도 일부

## 식량낭비 줄이기

파괴되고 색상이나 조직감이 변하여 품질이 떨어질 수 있다. 이러한 가열과정에서 일어나는 영양성분의 손실이나 품질 열화를 최소화하고 미생물의 사멸 효과를 극대화하는 최적화(optimization) 기술이 가열살균 기술의 핵심이다. 가열살균 공정을 최적화하기 위해서는 초기 균수, 미생물의 열저항성, 식품의 종류에 따른 특성을 알아야 한다.

### 가. 초기 균수

초기 균수가 많으면 앞에서 설명한 바와 같이 살아남는 균수가 많아진다. 따라서 통조림에 사용되는 원료는 청결하고 신선한 재료를 선택하여 초기 균수를 낮추어야 한다.

### 나. 미생물의 열저항성

그림 3-10(a)는 일정온도에서 가열하는 시간에 따라 미생물이 사멸하는 현상을 그림으로 나타낸 것이다. 미생물 균수는 가

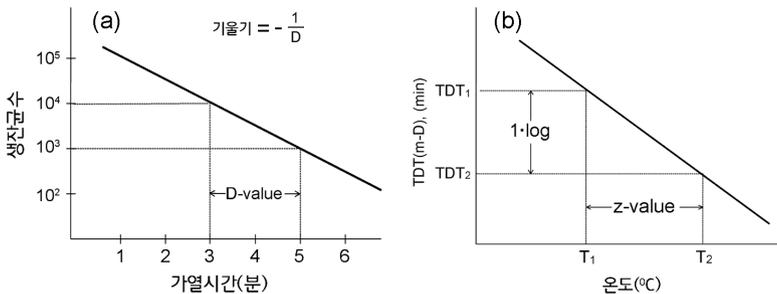


그림 3-10 미생물의 열저항성을 나타내는 D값과 z값

열시간에 따라 지수적으로 감소하는 것을 알 수 있다. 일정온도에서 미생물의 수가 1/10로 감소하는데 필요한 가열시간을 D값(decimal reduction time)이라고 정의한다. 미생물의 열저항성이 클수록 D값이 커지게 된다.

그림 3-10(b)는 미생물을 상업적으로 멸균하는데 필요한 시간(TDT, Thermal Death Time)이 가열온도에 의해 변하는 현상을 보여주고 있다. 가열온도가 증가함에 따라 TDT는 지수적으로 감소하는 것을 알 수 있다. 이때 TDT를 1/10로 줄이는데 필요한 온도 증가분을 z값이라고 한다.

D값과 z값은 미생물의 열저항성을 나타내는 지표로서 최적 가

표 3-6 주요 식품변패 미생물의 근사적인 열처리 자료<sup>1)</sup>

미생물	T(°C)	D(min)	z(°C)	m	식품
<i>C. botulinum</i>	121.1	0.1~0.3	8~11	12	저산성 식품 (>pH 4.5)
<i>C. sporogenes</i>	121.1	0.1~1.5	9~11	5	육류
<i>B. stearothermophilus</i>	121.1	4~5	9.5~10	5	채소, 우유
<i>C. thermosaccharoliticum</i>	121.1	3~4	7~10.5	5	채소
<i>B. subtilis</i>	121.1	~0.4	6.5	6	유제품
<i>B. coagulans</i>	121.1	0.01~0.07	10	5	pH 4.2~4.5 식품
<i>C. pasteurianum</i>	100	0.1~0.5	8	5	pH 4.2~4.5 식품

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

## 식량낭비 줄이기

열 온도와 시간을 결정하는데 유용하게 사용된다. 표 3-6은 통조림 살균공정에서 목적균으로 사용되는 주요 세균의 열저항성을 나타낸 표이다. 예를 들어 저산성 식품의 멸균에 가장 널리 사용되는 클로스트리움 보툴리눔(*Clostridium botulinum*)의 121.1°C에서 D값은 0.1-0.3분이며, z값은 8-11°C이다. 이 균을 최초 균수의  $10^{-12}$ (가공도계수  $m = 12$ )로 줄이려면 121.1°C(화씨 250도)에서 1.2-3.6분 가열해야 한다는 계산이 나온다.

### 다. 식품의 종류(산성식품과 저산성 식품)

미생물의 성장과 사멸은 식품의 pH에 크게 영향을 받는다. 특히 통조림 공정에서 가장 관심을 가지는 식중독성 세균인 클로스트리디움 보툴리눔은 통조림과 같이 공기가 없는 혐기성 조건에서 잘 자라며 열저항성이 대단히 크다. 그래서 이 균이 제거되는 가열조건이면 다른 모든 유해균들은 충분히 사멸되므로 이 균을 목적균으로 사용하는 것이다. 그런데 이 균은 pH 4.5 이하에서는 생육하지 못한다(그림 3-8 참조). 따라서 pH 4.5 이하인 김치, 과일쥬스, 요구르트 등 산성식품은 그렇게 심한 열처리를 하지 않아도 된다. 표 3-6에 보인 것처럼 pH4.2-4.5의 산성식품은 클로스트리디움 파스토리아눔을 목적균으로 사용해 100°C에서 최대 2.5분만 가열하여도 상업적 멸균에 도달할 수 있다. 그러나 삼계탕, 클램차우더 등 육류와 어패류, 우유 등을 함유한 저산성 식품들은 121.1°C에서 m12의 철저한 열처리를 해야 한다.

### 라. 식품의 열전달속도

통조림은 일정 크기의 용기에 식품을 담아 고압솥에 넣고 가열하는 공정이므로 식품의 내부까지 열이 전달되어 식품전체가 목적하는 온도에 도달하는 시간이 중요하다. 고형물일 경우 기하학적 중심점이 가장 늦게 가열되는 지점(coldest point)이므로 이 지점의 온도가 살균온도에 도달하여야 한다. 따라서 식품의 열전도도와 크기가 살균효과에 영향을 미친다. 이러한 이유로 액상식품은 가는 튜브를 통해 빠르게 이동하면서 고온에서 급속 열처리를 하고 있다.

우유의 저온살균은 LTLT(high-temperature and short-time)방법으로 63℃에서 30분간 처리하지만, HTST(high-temperature short-time)공법은 판형열교환기로 75℃에서 15초간 처리한다. 또한 UHT(ultra high temperature)공법은 튜브열교환기로 135℃에서 2-3초 처리하면 된다.

### 3.3.3 레토르트 파우치의 개발과 이용

오늘날 카레밥, 핫반, 컵반 등 다양한 즉석식품들이 슈퍼에 가득 진열되어 있고 소비자들은 원하는 한 끼 식사를 슈퍼에서 골라온 즉석식품들을 데워 먹는 식습관이 일반화 되고 있는 것은 철제 용기(can)나 유리병과 같은 단단한 포장용기로 만들어 지던 통조림을 유연한 플라스틱 포장(flexible package)으로 확대한 결과이다. 레토르트 파우치(retort pouch)는 1960년대 미국 우주항공국

(NASA)의 우주식량 개발과 미군의 군용 식량개발을 통해 발전되었다. 1978년 미국 식품공학회(IFT)는 산업공로상(Food Technology Industrial Achievement Award)을 레토르트 파우치를 개발한 미 육군 네이틱연구소(U.S. Army Natick R&D Command)와 컨티넨탈 유연포장(Continental Flexible Packaging), 그리고 레이놀드금속(Reynolds Metal Co.) 3개 단체에 공동 수여했다. 이들이 공동 수상한 이유는 아래와 같은 사연이 있다.

1974년 미국 농무부(USDA)는 레토르트 파우치의 규격이 FDA 규정에 합당하다고 판정하여 사용허가를 발급하였으나 1975년 필름접착(laminate)할 때 사용하는 접착제가 레토르트 온도 범위에서 식품쪽으로 이행될 수 있음이 밝혀져 미국식약청(FDA)은 USDA에 이 허가를 취소하도록 요구하였다. 이에 레이놀드금속(Reynolds Co.)과 컨티넨탈유연포장(Continental Co.)이 재심을 요구하였으며 1975년 레이놀드금속과 컨티넨탈유연포장에서 열에 안정한 접착제를 개발함으로써 1976년 FDA는 이의 사용허가를 위하여 2회에 걸친 90일간의 동물 시험을 요구하였고 1977년 미국 FDA, USDA 모두 사용허가를 발급하였다.<sup>1)</sup>

레토르트 파우치는 겉면의 폴리에스터 필름, 중간의 알루미늄막, 안쪽의 폴리프로필렌 필름의 세 가지 요소를 기본으로 하는 복합재질로 되어 있다. 이들 재질의 기능은 다음과 같다.

---

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

- ① 겉면: 폴리에스터(polyester) - 강도(strength) 부여
- ② 중간층: 알루미늄막(foil) - 수분, 광선, 가스 차단
- ③ 내면: 폴리프로필렌(polypropylene) - 열봉합(heat seal), 식품과 접촉

레토르트 파우치는 여러 가지 이점을 가지고 있다.

- ① 살균 시간을 30~50% 단축
  - 품질 및 영양 손실 감소, 에너지 절약
- ② 상업적 멸균이 가능하므로 실온 보존
- ③ 쉽고 안전하게 열수 있다.
- ④ 무게가 가볍다
  - 8온스 캔 1,000개의 무게는 109 lb, 파우치는 12.6 lb.
- ⑤ 공간을 적게 차지한다.
  - 빈 파우치는 캔 부피의 15% 이하이므로 제품의 적재 부피가 적고 폐기물 부피도 적다.
- ⑥ 포장 재료와 가공과정에 드는 에너지 수요가 적다.
  - 채소를 수확, 저장, 소비하는 과정에 드는 에너지 소비율을 보면 레토르트 파우치 0.4, 철제 통조림 0.46, 냉동 저장 1.0이다.
- ⑦ 군용식, 비상식, 병원, 단체 급식용으로 적합하다.
  - 상온저장, 질긴 포장, 적은 부피, 중량, 열기 쉬운 이점이 있다.

## 식량낭비 줄이기

레토르트 파우치를 이용한 식품의 살균공정에서 주의할 사항은 다음과 같다.

- ① 파우치의 핀홀(pin hole)에 대한 철저한 제조자 검사가 필요하다.
- ② 탈기장치(Evacuation equipment)가 정교해야 한다.
- ③ 충전장치가 정교하여 파우치의 열 밀봉부분에 식품이 묻지 않도록 해야 한다.
- ④ 밀봉장치가 정교해야 한다(impulse sealing, heat sealing).
- ⑤ 레토르트 가열온도는 121.1~148.9℃까지 가능하며 HTST 공정도 가능하다.

레토르트 파우치를 이용한 식품의 살균 및 멸균저장 방법은 다양하게 발전하여 플라스틱 용기에 파우치 재질의 뚜껑을 덮어 무균적으로 밀폐 포장하는 방법이 개발되어 즉석밥, 컵반 등 새로운 즉석식품의 시대가 열린 것이다.

### 3.4 콜드체인 이용

콜드체인(cold chain)이란 식품을 생산 수확하는 단계에서부터 저장, 가공, 운송, 판매, 소비하는 전 과정을 저온에서 유지 관리함으로써 신선한 상태의 식품을 공급하는 시스템을 말한다. 예를 들면 원양어업에서 잡은 생선을 어선에 설치된 냉동창고에서 얼리고 이것을 항구의 냉동창고에 하역하고 여기에서 가공공장이나 슈퍼마켓의 냉동 진열대에 냉동차로 수송되고 소비자들은 이것을 구입하여 자기 집 냉동기에 보관하면서 바다에서 금방 잡은 생선과 같은 선도의 식품을 조리하여 먹는 것이다(그림 3-11). 식품사적 관점에서 현대를 냉동식품시대라고 말하는 것은 우리가 먹는 대부분의 식품들이 이와 같이 냉동되거나 냉장된 상태에서 수확 시기나 생산된 장소에 관계없이 콜드체인을 통해 항상 신선한 식품이 소비자들에게 공급되고 있는 것이다.

인간은 태고적부터 냉장의 효과를 알고 있었으며 얼음을 이용한 냉장기술은 우리나라 서울의 서빙고, 동빙고 등에서 볼 수 있다.



그림 3-11 원양참치의 콜드체인시스템

그러나 인공 냉동기의 시작은 1790년 영국의 해리스와 롱(Thomas Harris and John Long)이 최초의 냉동기 특허를 받은 것에서 비롯된다. 1834년 야콥 퍼킨스(Jacob Perkins)의 에테르(ether)를 냉매로 사용한 수동식 압축식 냉동기 특허가 알려져 있다. 오늘날 많이 사용하는 암모니아 냉매를 이용한 냉동기는 1875년 린드(Linde) 박사에 의하여 만들어졌으며 1930년대에야 비로소 프레온(Freon)을 냉매로 사용하는 가정용 냉장고가 미국에서 보급되기 시작하였다. 미국에서 1주택에 한개 이상의 냉장고가 보급된 것은 1960년대이며 우리나라는 1980년대에 가정마다 냉장고가 보급되는 콜드체인(cold chain)의 완성이 이루어졌다.

전 세계에서 해마다 생산되는 식량 55억 톤의 14%에 불과한 4억 톤만이 냉동처리가 적용되고 쉽게 상하는 식품 18억 톤은 냉동냉장이 적용되지 않고 유통되며, 특히 냉동처리율이 낮은 개발도상국에서는 이로 인해 식품 손실률이 상대적으로 높다.<sup>1)</sup>

### 3.4.1 냉동기

#### (1) 물질특성을 이용한 냉동기술

냉동기술(freezing technology)에는 물질특성을 이용한 냉동기술과 기계식 냉동방법이 있다. 물질특성을 이용한 냉동기술은 얼음의 용해잠열(0°C, 80kcal/kg)을 이용하는 방법, 드라이아이스의

---

1) IIR (International Institute of Refrigeration, The role of refrigeration in worldwide nutrition. Paris(2009)([www.iifir.org](http://www.iifir.org)).

표 3-7 기한제의 종류와 빙점강하 현상<sup>1)</sup>

물질명	혼합 중량 비율	온도 강하 °C
눈 + 식염	2 : 1	-20
눈 + 희염산	8 : 5	-32
눈 + 염화칼슘	4 : 5	-40
눈 + 탄산칼슘	3 : 4	-45

승화열(-78.5°C, 153kcal/kg)을 이용하는 방법, 액체질소의 기화열 (-196°C, 373kJ/kg)을 이용하는 방법이 있다. 얼음의 빙점을 낮추기 위해 기한제를 사용하면 -45°C까지 낮출 수 있다. 표 3-7은 기한제로 사용하는 무기염의 종류에 따라 얼음의 빙점이 낮아지는 정도를 나타내고 있다.

## (2) 기계식 냉동방법

기계식 냉동방법은 열역학(thermodynamics)에 기초를 둔 것으로 상온에서 쉽게 응축되고 기화되는 물질을 압축기 등을 이용하여 액화시킨 후 압력을 낮추어 기화하는 과정에서 주변의 열을 흡수하여 냉각효과를 얻는 방법이다. 냉매가 압축기, 응축기, 팽창변, 증발기를 순환하면서 상의 변화를 통해 열을 저온에서 고온으로 뽑아내는 것이다. 압축기(compressor)를 사용하는 증기압축

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

## 식량낭비 줄이기

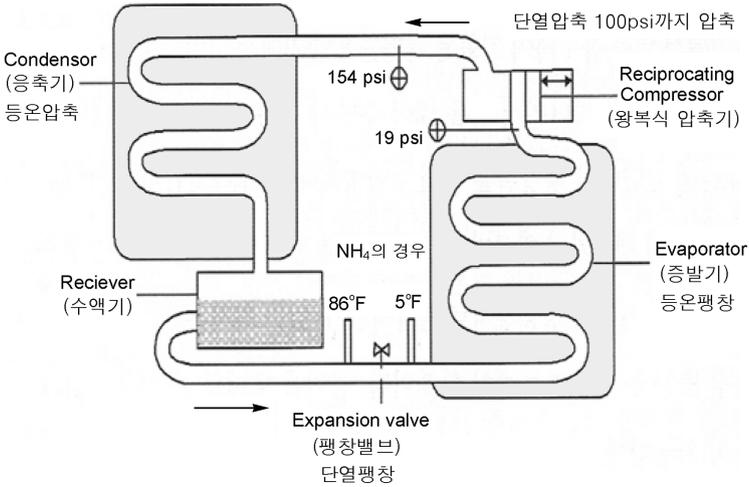


그림 3-12 왕복식 압축기에 의한 증기압축 냉동사이클<sup>1)</sup>

식 냉동장치, 분사식 냉동장치, 공기사이클 냉동장치, 흡수식 냉동장치 등이 있다. 흡수식 냉동장치는 전력이 필요하지 않아 전기가 들어오지 않는 곳에서 사용할 수 있으며, 최근에는 태양열을 이용한 흡수식 냉동장치도 개발되었다. 그림 3-12는 왕복식 압축기에 의한 냉동사이클을 보여주고 있다.

기계식 냉동기에서 가장 중요한 것은 냉매특성이다. 냉매로 사용되는 물질은 저온 대기압 이상에서 증발하고 상온부근에서 비교적 저압으로 액화되어야 한다. 임계온도가 높고, 응고온도가 낮으며, 증발열이 크고, 액체비열이 작아야 냉각효과가 커진다.

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

기계에 사용되는 윤활유에 작용하지 않고, 혼입 수분에 영향 받지 않으며, 누출(leakage)이 어렵고 부식성이 없어야 한다. 화학적으로 안정해 고열에서 분해되지 않아야 하며 인화, 폭발성이 없어야 하며, 누출되어도 인체에 독성이 없어야 한다. 이러한 성질에 가장 적합하여 일반적으로 사용하는 냉매가 암모니아(NH<sub>3</sub>)와 불화할로젠 탄화수소(CkH/ClmFn) 프레온가스이다.

암모니아는 독성이강하고 누출되면 자연폭발을 일으킬 수 있으나 값이 싸고 냉각효율이 좋아 대규모 냉각시설이나 산업용 냉동기에 널리 사용되고 있다. 폭발성이 있기 때문에 암모니아 냉동장치를 사용하는 곳에서는 냉동기사 자격증이 있는 사람을 고용해야 한다.

프레온은 비교적 안정한 물질로 단열지수가 아주 작고 냉매효율이 높아 소형 가정용 냉장고의 냉매로 널리 사용되고 있으나 대기중의 오존층을 파괴할 수 있는 물질로 지목되어 앞으로 그 사용이 전면 중단될 처지에 놓여 있다. 프레온은 메탄계와 에탄계로 구분되는데 프레온 번호 R12와 같이 두자리 숫자이면 메탄계( $k=0$ ), 세 자릿수이면 에탄계( $k=1$ )이다. 표 3-8은 주요 냉매의 특성표이다.

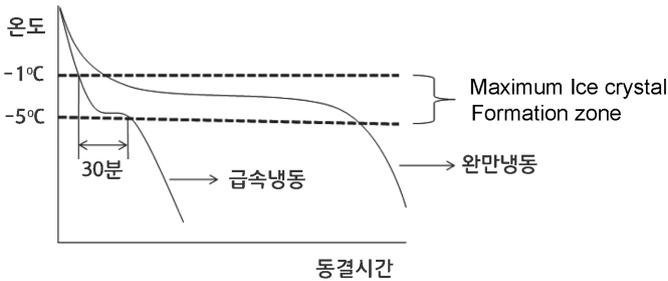
표 3-8 주요 냉매의 특성표<sup>1)</sup>

구분	NH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> Cl	R-12	R-22	R-114
비등점(°C)	-33	-23.8	-29.8	-40.8	3.6
응고점(°C)	-77.7	-97.8	-158.2	-160	-93.9
임계온도(°C)	133	143	111.5	96	145.7
임계압력(kg/cm <sup>2</sup> )	116.5	68.1	40.9	50.3	33.33
액비열(30°C, kcal/kg°C)	1.15	0.34	0.243	0.395	0.238
C <sub>p</sub> /C <sub>v</sub> (30°C, 1atm)	1.31	1.20	1.136	1.184	1.088
증발열(비등점, kcal/kg)	327	102.4	39.97	55.92	32.78
가연성	유	유	무	무	무
사용온도	저, 중, 고	중, 고	저, 중, 고	초저, 저, 중, 고	중, 고
사용압축기	왕복식	왕복, 회전	회전, 왕복	왕복	회전, 왕복
용도	제빙, 냉장		냉장, 냉방		소형냉동기 특수냉방기

### 3.4.2 급속냉동과 완만냉동

동결속도는 냉동식품의 품질을 결정하는 중요한 요소이다. 완만냉동(slow freezing)의 경우 얼음 결정의 수가 적고 얼음 핵이 주로 세포 외에 형성 된다. 따라서 세포 내로부터 수분이 세포 외로 이동하여 얼음 결정이 커지며 이것이 세포벽에 변형력을

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

그림 3-13 식품의 동결 곡선<sup>1)</sup>

가하여 조직을 파괴하고 품질저하를 일으킨다. 반면 급속냉동(quick freezing)은 얼음 결정의 수가 많아지며 크기가 작고 균일하며 얼음 결정이 세포 내외에 고루 형성되므로 수분 분포가 균일하여 조직에 큰 변형을 일으키지 않는다. 이런 이유로 완만냉동한 고기를 해동할 때 핏물(dripping)이 많이 나오게 되고 육질이 맛이 없고 즙액이 적어진다.

완만냉동과 급속냉동의 구분은 식품의 동결곡선(freezing curve)으로부터 결정한다. 그림 3-13은 식품의 동결곡선을 보여주고 있다. 고동도의 유기물질로 된 식품에서는 뚜렷한 과냉각점을 볼 수 없으며 공융점도 볼 수 없다. 식품에 따라 빙점에서 약 5-10°C 낮아져야 대부분의 물이 동결된다. 이 최대얼음형성대(maximum crystal formation zone)를 30분 이내에 통과하는 냉동을 급속냉동이라 한다.

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

빙결률(ice rate)은 식품 중의 전체 수분 중 얼음으로 동결된 비율이다.

$$\text{빙결률} = \frac{\text{얼음의 무게}}{\text{얼음} + \text{물의 무게}}$$

빙결률 80%가 되면 관능적으로 동결된 상태로 느끼게 되며 빙결률은 냉동속도와 관계없이 일정온도에서 거의 같다. 식품의 조직에 결합하여 있는 결합수(bound water)는  $-20^{\circ}\text{C}$  이하에서 동결되기 시작한다.

식품의 동결과 함께 일어나는 주요 현상은 부피 팽창과 가용성 성분의 농축 현상이다.  $0^{\circ}\text{C}$  순수한 물이  $0^{\circ}\text{C}$  순수한 얼음으로 변할 때 약 9%의 부피 팽창을 일으킨다. 식품의 경우  $20^{\circ}\text{C}$ 에서  $-18^{\circ}\text{C}$ 로 냉각시킬 때의 부피 증가를 보면 사과 주스 8.3%, 오렌지 주스 8.0%, 생딸기 3%, 딸기즙 8.2%이다. 딸기와 같이 식품 조직 내에 공기가 많이 포함되어 있으면 부피 팽창을 감소시키는 역할을 한다.

식품 내에 존재하던 용액에서 순수한 얼음 결정이 형성되어 물이 계에서 제거 되므로 용액 속에 있던 가용성 성분은 얼지 않은 물속에 남게 되어 그 농도가 계속 증가하게 된다. 이와 같은 가용성 성분의 농축은 식품 성분 특히 단백질이나 탄수화물 주위에 있는 용액의 이온 농도를 증가시키는 결과가 되며 이로 인하여 비가역적인 단백질의 변성과 분자 배열의 변화를 일으켜 해빙 후에도 수분 결합 능력이 감소하고, 조직 경화, 드립핑(dripping) 등 식품의 품질 변화를 초래하게 된다.

### 3.4.3 냉동방법

냉동방법에는 기계식 냉동장치를 이용하여 강제송풍으로 찬 공기를 접촉시키는 방법과 냉각된 금속판에 접촉시켜 냉동하는 방법, 2차 냉매에 담그어 직접 접촉에 의한 냉동법, 그리고 물질특성을 이용하는 극저온냉동방법 등이 있다.

#### (1) 강제송풍 냉동(air-blast freezing)

비포장 고체식품이나 포장식품의 완만냉동 또는 급속냉동에 사용된다. 냉동속도는 공기 온도와 속도에 의하여 결정되며 대개  $-18^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ 의 공기를  $30 \sim 1,000\text{m}/\text{min}$ 의 속도로 불어 줌으로 냉동한다. 자연대류에 의한 캐비넷 냉동고는 냉동속도가 대단히 느리나 강제 송풍(air-blast)에 의하여 냉동 속도를 빠르게 한다. 냉동속도는 제품의 크기에도 영향을 받으며 비포장 제품에서는 탈수가 크게 일어날 수 있으며 제품에서 손실된 수분은 서리가 되어 냉각코일과 벽면에 쌓이므로 이를 제거하여야 한다.

강제송풍냉동은 회전식 냉동고 냉동과 연속식 벨트(belt) 냉동으로 구분된다. 공기와 제품이 어떻게 만나는가에 따라 유동상(fluidized bed) 냉동, 나선(spiral) 냉동, 터널(tunnel) 냉동 등으로 구분한다. 현재 가장 널리 사용되는 디자인은 두 단계의 벨트 냉동기이다. 온도는 보통 예냉 영역에서는  $-4^{\circ}\text{C}$ 에서  $-10^{\circ}\text{C}$ , 냉동 영역에서는  $-32^{\circ}\text{C}$ 에서  $-40^{\circ}\text{C}$ 를 사용한다. 터널냉동은 제품이 긴 터널속의 용기나 선반에 놓여 지며 냉각 공기가 제품 위를 순환한다.



그림 3-14 캐비닛형 air-blast freezer와 냉동 저장고<sup>1)</sup>

유동상 냉동은 완두콩, 자른 당근 등 채소, 딸기, 새우 등 비교적 균일한 작은 고체 입자들로 된 원료를 급속 냉동하는데 사용된다. 구멍이 뚫린 벨트에 실려 지나가는 원료의 밑에서 찬 공기를 강하게 위로 불어 올리면 원료 입자들이 다소 떠서 밀려가는 형태(fluidized)가 되며 각각의 입자가 빠르게 냉동된다. 통상  $-34^{\circ}\text{C}$  이하의 찬 공기를  $120\text{m}/\text{min}$ 의 속도로 보내어야 유동상이 형성되며, 벨트위의 원료 두께는 입자의 크기, 형태, 균일한 정도에 따라서 달라져 2-10cm 범위가 된다. 유동상 냉동에서 완두콩은 3-5분, 딸기는 10분 내외, 큰 새우나 생선조각은 15분 정도에 냉동이 완료된다(그림 3-14).

## (2) 냉각판 냉동(plate freezing)

2차 냉매나 기화되는 냉매에 직접 접촉한 찬 금속판에 제품을 접촉하여 냉동하는 방법이다. 포장된 제품은 상하 양면의 냉각판

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

사이에 눌러진 형태로 냉동된다. 포장되지 않은 새우나 고기조각들은 서서히 회전하는 냉각판에서 냉동하며, 아이스크림이나 과일 주스와 같은 액체는 서서히 회전하는 스크류를 따라 냉각된 원통 내부를 지나는 익스트루더(extruder) 형의 열교환기(scraped-surface heat exchanger)에서 냉동된다.

냉각판 냉동은 냉동과정에서 일어나는 제품의 건조나 서리의 제거, 포장의 팽창 변형 등을 방지할 수 있으나 냉동속도가 비교적 느리다. 두께 3-4cm 정도의 제품을 냉동하는데 1-1.5시간이 걸린다. 또한 양면의 평면 냉각판에 의한 냉동은 균일한 크기의 포장제품일 때 가능하며 제품의 접촉면이 냉각판에 밀착되어야 한다. 회전식 냉동기나 익스트루더형 냉동기에서는 급속냉동이 가능하다.

### (3) 침수냉동(liquid-immersion freezing)

염용액(염화나트륨, 염화칼슘), 당염혼합액, 프로필렌 글리콜(propylene glycol), 글리세롤(glycerol), 알콜 용액 등의 2차 냉매에 제품을 직접 담구거나 냉매를 살포하여 냉동하는 방법으로 직접침수냉동(direct-immersion freezing)이라고도 한다. 주로 생선이나 수산물의 급속냉동에 사용되며 냉동 닭의 초기 냉동 과정에 이 방법을 쓰면 표피의 균일한 백색을 얻을 수 있다. 캔에 포장한 오렌지주스 농축액의 급속냉동에도 사용되는데 6온스 캔의 경우 4℃에서 -18℃로 냉각하는데 10-15분 걸린다. 불균일한 제품을 필름에 포장하여 급속냉동하는데 편리하게 이용되나 알맞은 2차 냉매를 찾기가 쉽지 않다.

표 3-9 일산화탄소와 질소의 냉매특성

냉매특성	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
분자량	44.01	28.016
1기압에서 끓는점(°C)	-78.5	-195.81
비점에서의 잠열(cal/g)	승화열 136.7	기화열 45.4
비열(1기압 기체상태, 60°F)	0.1988	0.2447
가용열량(cal/g)*	146.7	89.4

#### (4) 극저온 냉동(cryogenic freezing)

액체질소(liquid nitrogen)나 고체 CO<sub>2</sub> (dry-ice)를 사용하여 극저온에서 급속 냉동하는 방법이다. 표 3-9에서 보는 바와 같이 드라이아이스는 -78.5°C에서 승화되면서 146.7cal/g의 열량을 제거할 수 있으며 액체질소는 -195.81°C에서 기화되면서 89.4cal/g의 열을 제거한다.

액체질소가 가장 널리 사용되며 제품을 액체질소에 담그거나 제품 표면에 살포하여 냉동한다. 연속공정으로는 벨트로 이송되는 제품에 냉각된 질소가스로 예냉한 후 액체질소가 뿌려지는 공간을 지난 후 다시 냉각된 질소가스로 저장온도로 템퍼링(tempering)하는 3단계를 거친다. 극저온 냉동방법의 냉동 속도는 유동상 냉동이나 침수냉동과 비교하여 다소 빠르기는 하나 큰 차이를 내지는 않는다.

극저온에서 하는 급속냉동은 여러 가지 이점이 있다. 냉동 중에

일어나는 수분손실이 극히 적어 1% 미만이며, 냉동 중에 산소가 제거됨으로 산화에 의한 품질열화를 방지한다. 입자가 얼음으로 엉겨 붙거나 조직의 손실이 거의 일어나지 않으며 표면 색깔도 좋다. 냉동장치가 간단하고 저렴하며 연속공정이 가능하다. 그러나 냉매 비용이 많이 드는 단점이 있다.<sup>1)</sup>

### (5) 냉동을 위한 전처리 공정

식품의 냉동은 식품의 품질을 향상시킬 수는 없고 단지 냉동 당시의 품질을 유지하거나 냉동에 의한 품질 손상이 더 일어날 수 있다. 그러므로 신선하고 고품질의 원료를 사용하는 것이 좋은 냉동 제품을 생산하는 필수 선결 조건이다. 냉동과정 중에 일어나는 품질손상을 막기 위한 여러 가지 방법들이 고안되어 있다.

과채류의 냉동 과정이나 냉동 저장 중에 일어나는 조직감의 변화와 효소 작용을 방지하기 위하여 데치기(blanching), 저온 열처리, 표면처리(dipping) 등의 전처리가 사용된다. 데치기는 과채류의 종류에 따라 70-95℃에서 1-10분간 처리하며, 저온 열처리는 당근의 경우 60℃에서 30분간 처리한다. 사과 절편은 세포 내 공기를 제거하기 위해 1% 염분 용액에 담그는 처리를 한다. 과일의 갈변화를 최소화하기 위해 당 용액이나 아스코르빈산에 담그거나 표면의 과도한 탈수나 산화 방지를 위하여 왁스, 알지네이트, 젯산염, 단백질 용액 등에 담그었다 꺼내는(dipping) 전처리를 한

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

다. 냉동 전에 삼투탈수(osmotic concentration)를 함으로 조직과 향을 유지하고 수분함량을 줄여 냉동효율을 높일 수 있다.

육류의 경우에는 저장 기간 중의 수분손실과 효소 활성을 감소하기 위하여 고분자 인산염 용액에 담근 후 냉동한다. 육류나 어류의 근육은 냉동 시 변성될 수 있으므로 동결 방지제를 사용하여 근섬유 단백질을 보호한다. 고분자 당류(polydextrose), 설탕, 소르비톨 등이 사용되며 인산염(tripolyphosphate)을 첨가하면 효과가 강화된다.

냉동 보존의 전체 비용은 냉동기에 물질이 가득 채워져 있다면 건조나 통조림을 제조하는 것보다 비용이 적게 든다고 한다. 식품의 종류에 따라 적합한 냉동방법들이 사용된다. 냉동 방법의 선택 기준은 제품의 종류, 경제성, 청결성 및 위생적 설계, 제품의 품질 수준 등을 들 수 있다.

## (6) 냉동식품의 해동과 품질관리

냉동제품의 품질손상은 해동(thawing)과정에서 크게 일어날 수 있다. 이것은 냉동속도보다 해동속도가 훨씬 느리기 때문에 이 과정에서 얼음 결정의 재결정화가 진행되어 조직을 파괴할 수 있고 여러 가지 화학반응과 미생물의 증식도 가능하다. 동결과정에서는 열이 얼음을 통해서 제거되나 해동과정에서는 열이 물을 통해서 전달되는데 열 확산속도는 물이 얼음보다 8배 느리게 진행되므로 해동 기간이 훨씬 길게 된다. 그림 3-15는 원통형 식품의 중심에서 냉동커브와 해동커브를 비교한 것이다.

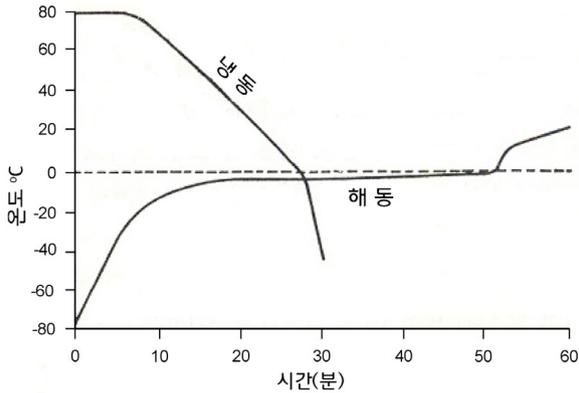


그림 3-15 원통형 식품의 중심에서 냉동커브와 해동커브의 비교<sup>1)</sup>

그러므로 해동과정을 신속히 진행하는 것이 필요하다. 실온에서 해동하는 것은 특별한 시설이 요구되지 않으나 해동속도가 대단히 느리며 재결정 현상이 크게 일어난다. 포장된 냉동식품은 따뜻한 물에 담그어 녹이는 온수해동을 할 수 있다. 공업적으로 급속해동을 하는 방법은 열풍 순환식 해동(hot air blast thawing)을 이용하는데 콘베이어 벨트로 수송되는 냉동제품을 열풍 터널 속을 통과하면서 해동한다. 초단파 오븐이나 고주파 전자오븐을 이용한 해동은 전도에 의한 표면가열보다 훨씬 빠른 속도로 내부를 고르게 해동하므로 최근 널리 이용되고 있다.

냉동식품의 저장온도와 품질손상과는 밀접한 관계가 있다. 냉동식품의 유통 판매과정에서 온도변화가 발생하며 해동과 냉동이

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

반복될 수도 있다. 이러한 과정에서 냉동식품의 품질은 크게 저하된다. 콜드체인(cold chain)의 저장 유통기간 중 온도변화를 기록하는 시간-온도 한계지표(Time-Temperature Tolerance Indicator)를 부착하여 냉동식품의 품질과 저장 수명을 관리하는 방법이 도입되고 있다.

일반적으로 식품은 영하 18℃로 보존되면 품질손상이 크게 일어나지 않으나 -18℃ 이상일 때에는 품질손실이 기하급수적으로 증가한다. -18℃에서 매 5℃ 상승할 때마다 품질손상이 2-2.5배 증가한다. 해산물의 경우 0℃ 부근에서 단백질의 효소적 분해가 일어나며 -8℃ 부근에서 미생물학적 부패와 지방의 산패가 일어난다. 냉동 가금류는 -10℃ 부근에서 장기 저장하면 효소적 부패가 일어난다.

생선이나 돼지고기, 튀긴 닭, 시금치 등 일부 식품은 -20℃에서 3~7개월 동안 품질이 유지될 수 있다. 쇠고기, 빵, 채소 등은 -20℃에서 12개월 정도 품질 유지가 가능하다. 생선의 경우 -29℃에서 저장할 경우 그 보존 기간을 1년 이상으로 늘릴 수 있다.

### 3.4.4 냉동채소류의 콜드체인시스템

국내 단체급식, 외식업체로 납품되는 냉동채소류는 대표적인 냉동콜드체인 시스템으로 유통되는 식품이다. 냉동채소류는 유통기한이 길고 1년 이상의 장기 보관과 원거리 운송이 가능하다. 계절 농산물을 산지 또는 그 부근에서 정선, 세척, 절단하여 냉동

된 상태로 보관해 유통하는 경우 안정적으로 대규모로 물량 확보가 용이하며, 단체급식소 또는 외식업체와 같이 대규모로 식자재를 사용하는 곳에서 농산물을 세척하고 소분하는 전처리 인력이 필요 없으며 신선도 관리가 용이하다.

먼저 농산물의 비가식부위를 제거하고 세척, 탈수를 거쳐 급속동결고를 이용하여  $-20^{\circ}\text{C}$  이하에서 동결한다. 급속동결장치로는 터널프리지 형태인 IQF(Individually Quick Frozen) 방식과 air-blast형태의 급속동결장치가 이용된다.<sup>1)</sup>

국내에서 급속동결상태로 공급되는 주요 농산물은 냉동딸기, 냉동홍시, 냉동옥수수이며, 완두, 브로콜리, 아스파라거스, 단호박, 죽순, 시금치, 부추, 혼합채소, 열대과일 등에도 적용된다.

냉동 콜드시스템을 구축할 때에는 냉동 저장 중에 일어나는 품질의 변화에 주의를 기울여야 한다.

## (1) 변색

냉동 보관에 의한 변색은 냉동 전 상온에서 일어나던 색의 변화가 냉동에서도 느리게 진행되어서 생기는 것이다. 변색은 여러 가지 요인에 의한 것이다. 동결 식품에서는 얼음이 승화되어 면이 거칠어지거나 하얗게 바랜 것 같이 보이는 경우도 있다. 미생물에 의한 것도 있다. 예를 들면 넙치의 황녹변은 슈도모나스균(*Pseudomonas*

1) 김병삼, 한국의 농산물 콜드체인시스템 현황과발전방향, 대한설비공학회지, 40:24-33 (2011)

*fluoresceus*)이 저온에서도 번식하여 생기는 것이다. 화학적으로는 갈변반응(browning reaction)이 주요인이다.

## (2) 드립(drip) 현상

냉동 식품은 해동하면 체액이 분리되어 나오는데, 이것을 드립이라 하며 드립이 발생하면 단백질, 염류, 비타민류 등의 수용성 성분이 용출되어 식품의 풍미와 영양분이 감소할 뿐만 아니라 식품 중량도 감소된다. 드립은 선도, 종류, 전처리와 동결 속도(완만동결 또는 급송동결), 해동방법 등에 따라 발생률이 달라진다.

## (3) 동결화상(freezer burn)

냉동 식품의 승화에 의해 일어나는 동결화상은 빙결정이 승화한 빈 자리에 생긴 미세한 구멍을 통해 공기가 접촉하게 되면서 산화작용이 일어나서 더 큰 문제를 야기한다. 어육이 동결되면서 건조와 동시에 지방이 산화되면서 표면이 갈변화하고, 식육, 야채 등에서는 표면이 건조하면 하얗게 퇴색된 반점이 생기며 고유의 색깔을 잃는다. 이 동결화상을 줄이는 방법으로는 비닐 필름으로 폴리에틸렌 진공밀착포장을 하거나 용액에 침지하는 방법이 있다.

### 3.4.5 냉장기술

농산물의 냉장(refrigeration)에서 얻을 수 있는 가장 큰 효과는 신선도 유지이다(표 3-10). 저온에서 농산물을 유통시킴으로써 호흡을 억제하고, 갈변반응과 미생물의 생육 등을 억제할 수 있다. 특히 여름철의 경우 30℃에서 0℃로 품온을 내리면 이론적으로 6배에서 10배까지 유통기한이 연장될 수 있다.<sup>1)</sup> 콜드체인 시스템이 확보되면 농산물 또는 가공식품을 신선도가 떨어진다는 이유로 헐값에 팔거나 쓰레기로 버리지 않고 저온 보관하여 안정된 가격에 팔 수 있다. 예를 들어 6월 중순경에 노지 봄 배추를 수확

표 3-10 콜드체인에 의한 농식품의 선도 유지 효과<sup>1)</sup>

농산물	신선도 지표	상온 유통	콜드체인 유통 (예냉 후 저온 유통)
양상추	유통기한	15℃에서 3일	1℃에서 35일
시금치	영양성분	30℃에서 3일 후 비타민 C 85% 손실	10℃에서 21일 후 비타민 C 20% 파괴
	색깔	30℃에서 3일 후 클로로필 55% 손실	10℃에서 3일 후 클로로필 2% 손실
체리	중량	10℃에서 3일 후 4.4% 감소	0.6℃에서 3일 후 1.9% 감소

1) 김병삼, 한국의 농산물 콜드체인시스템 현황과 발전방향, 대한설비공학회지, 40:24-33(2011)

하여 예냉 처리한 다음 저온 저장할 경우 길게는 2개월까지도 저장이 가능해진다.

식품의 보관온도가 10℃ 증가할 때마다 변질속도는 2-3배씩 증가하는 것으로 알려져 있다. 인도에서 생산되는 과채류의 30%가 콜드체인의 부재로 손실 또는 폐기되고 있다.<sup>1)</sup> 라틴아메리카와 캐리비안 국가들의 수확후손실의 주요인이 콜드체인의 부재라고 한다.<sup>2)</sup>

우리나라 정부는 신선농산물의 예냉, 수송 시설에 대하여 정책적인 지원을 하고 있으나, 신선 딸기, 버섯, 자두 등 일부 품목에만 선택적으로 적용되고 있으며 소비지의 저온화가 완전하지 않아서 생기는 문제가 많다.

콜드체인은 전 유통체인이 저온에서 이루어져야 그 효과를 갖게 되므로 산지, 수송, 배송 및 소비지에서 저온시설이 더 많이 구축되어야 한다. 우리나라의 콜드체인 설비는 주로 저온저장고가 대부분이며, 예냉 시설은 선진국에 비하여 저조한 실정이다. 유통과정에서 냉장고의 온도관리는 대단히 중요하다. 일반적으로 식품매장에서 냉장고 온도는 8℃ 내외를 기준으로 하나 신선육류, 유제품 등 저장성이 낮은 식품들은 진열장 온도를 5℃ 이하

- 
- 1) Mittal, S., Strengthening backward and forward linkages in horticulture: some successful initiatives. *Agric. Econ. Res. Rev.*, 20:457-469(2007)
  - 2) Fonseca, J. M. and Njie, D. N., Addressing food losses due to non-compliance with quality and safety requirements in export markets: the case of fruits and vegetables from the Latin America and the Caribbean region, Rome, FAO(2009)  
[http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla\\_137\\_C1571.pdf](http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla_137_C1571.pdf)

로 낮추는 것이 바람직하다. 우유에 들어 있는 부패균은 저온성 세균(psychrotropic)으로 그 증식 속도는 온도와 직결되며 세균수가 두 배로 증식하는 시간(generation time)은 7℃에서 8시간, 5℃에서 12시간, 2℃에서 16시간이다. 우유를 4℃에서 보관할 때 저장수명은 12-14일이다.

이와 같이 콜드체인 시스템의 효과를 극대화 하려면 식품의 공급체인 전 과정에서 온도관리를 철저히 해야 한다. 특히 식품의 운송과정에서 발생하는 온도 변화와 소비자가 시장에서 구입한 후 집의 냉장고까지 이동하는 기간의 온도변화, 그리고 가정의 냉장고 온도 관리까지 세심한 주의가 필요하다.

### (1) 우유의 콜드체인시스템

냉장에 의한 콜드체인시스템이 적용되는 대표적 사례로 우유의 예를 들어보자. 목장의 원유 냉각기로부터 냉장 탭차를 통해 운반된 우유가 제조공정을 거쳐 유통업체와 가정까지 이르는 모든 과정을 냉장화한 콜드체인시스템이 있기 때문에 우유의 신선함을 유지할 수 있다. 우유의 제조과정은 다음과 같다.

- ① 목장에서부터 공장에 운반된 원유는 계량 후, 수유하여도 좋은지 아닌지 외관, 온도, 성분, 세균 수, 항생물질 등의 품질 검사를 시행하고, 곧 탱크로리부터 파이프를 연결하여 청결기에 운반되고, 5℃ 이하에서 냉각 저장한다.

## 식량낭비 줄이기

- ② 원심분리장치(청정기)나 여과기를 이용하여 보이지 않는 불순물을 제거한다.
- ③ 스테인레스 재질의 단열이 되는 원유 탱크에서 2℃의 온도 하에 저장한다.
- ④ 생크림층이 생성되는 것을 막고 소화 흡수를 용이하게 하기 위하여 유지방구를 잘게 부수는 균질화작업을 한다.
- ⑤ 원유를 단시간고온 가열살균한 후(75℃에서 15초간, 63℃에서 30분간, 또는 135℃에서 2초간) 5℃ 이하로 냉각한다.
- ⑥ 용기에 담아서 밀봉하고 생산일자와 시간을 인쇄한다.
- ⑦ 출하 전에 샘플을 채취해서 관능검사, 이화학검사, 미생물검사 등의 출고검사를 시행한다.
- ⑧ 샘플링검사에서 합격하면 검사 후 5℃ 이하의 냉장차 내에서 보관되던 우유가 공장으로부터 냉장차로 출하된다.

유통과정을 살펴보면 우유 공장에서 생산된 우유는 배급지역의 대리점에 운반되고 각 배급지역의 대리점을 통해 그 지역의 판매원에게 전달된다. 그 다음은 여러 갈래로 나뉜다. 대형마트나 슈퍼 등의 매장, 학교급식 라인과 가정용 배달우유 라인으로 각각 배달된다.

대부분의 우유 제조 및 유통업체들은 ERP 시스템(Enterprise Resource Planning, 전사적 자원관리)으로 묶여 있어서 각 대리점이나 영업지점에서 필요한 양을 ERP시스템으로 주문한다. 본사

에서 당일 오후에 최종 주문 마감을 하면 마케팅부문은 주문 동향 등을 참고하여 주문량 이외의 수요예측을 해서 생산 부문에 미리 다음 날의 생산계획을 세우도록 한다.

콜드체인시스템 관점에서 우유의 유통과정을 살펴보면 우유 품질의 핵심은 신선도를 위해 ‘얼마나 빨리 우유를 배달할 수 있느냐’이므로 대부분의 우유 공장들이 주요 수요지역 주변에 위치하고 있다. 과거에는 우유의 유통기한이 2~3일에 불과하였으나 요즘은 우유의 유통기한이 보통 7일 정도이다. 유통기한이 길어진 이유는 살균공법이 개선되고 유통경로 전 과정이 콜드체인화가 되었기 때문이다.

최근에는 인터넷 온도관리시스템을 도입하여 웹을 통해 전국 각 대리점 냉장고와 냉장 탑차의 온도를 본사에서 실시간으로 모니터링하거나 조정할 수 있게 하여 다중적인 관리가 가능하다.

우유의 콜드체인시스템은 우유가 목장, 공장, 대리점, 유통업체, 가정에서도 상온에의 노출이 거의 없게 함으로써 온도에 민감한 우유의 유통기한을 늘려 유통기한이 지나 폐기되는 양을 줄일 수 있는 큰 역할을 하고 있다.

다음은 은 주요 식품의 부패 변질현상과 저장에 유의할 사항들을 정리한 것이다(표 3-11,12,13).

표 3-11 주요 식품의 변패현상과 저장방법(신선식품)<sup>1)</sup>

식품명	변패현상	주요환경인자	평균수명	저장 방법
밥	노화(staling), 수분손실, 세균증식	온도, 습도	1~2일	건조 방지
식빵	노화(staling), 미생물 증식, 산패	산소, 온도, 습도	2일	냉장하지 말 것 건조 방지
우유 (pasteurized)	세균 증식, 산패취	산소, 온도	7일 (0~8℃)	냉장(냉동)
신선육 (소, 돼지고기)	세균 증식, 적색의 상실	산소, 온도, 광선	3~4일 (0~8℃)	냉장(냉동)
닭고기	세균증식, 변패취	산소, 온도, 광선	2~7일 (0~8℃)	냉장(냉동)
생선	세균 증식, 변패취	온도	3~14일 (얼음속)	냉장
생과채류	호흡, 성분변화, 영양가 손실, 시들음, 표면손상, 미생물 증식	온도, 습도, 광선, 산소, 물리적 취급	...	냉장 냉해 주의

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

표 3-12 주요 식품의 변패현상과 저장방법(발효, 냉동식품)<sup>1)</sup>

식품명	변패현상	주요 환경인자	평균수명	저장 방법
김치	산 생성, 조직감 연화	온도, 식염농도	-1℃-1개월 5℃-1주일 20℃-2일	냉장 (냉동 불가)
치즈	산패, 갈변, 유당의 결정화, 곰팡이 증식	온도, 습도	가공치즈 (4~24개월) 자연치즈 (4~12개월)	냉장
된장류	곰팡이 증식, 미생물 증식	온도, 식염농도	1~2년	상온 밀폐
아이스크림	결정화, 조직감 변화	온도변화	1~4개월	냉동
냉동육	산패, 단백질변성, 변색, 조직감 경화	산소, 온도, 온도변화	생선 2~8개월 지육 4~12개월	냉동
냉동과채류	영양가 손실, 풍미, 색깔, 조직감 변화, 포장내 얼음 형성	산소, 온도, 온도변화	6~24개월	냉동
냉동 농축 주스	현탁균일성 상실, 효모증식, 색조, 풍미 변화, 비타민 손실	산소, 온도, 해동조건	18~30개월	냉동

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

표 3-13 주요 식품의 변패현상과 저장방법(건조, 기타식품)<sup>1)</sup>

식품명	변패현상	주요환경인자	평균수명	저장방법
유당 스낵류	산패, 누굴거림, 깨어짐	산소, 광선, 온도, 습도	3~12주	밀폐포장 건조 냉암소
건조 식품	갈변, 산패, 영양가 손실, 조직감 변화	습도, 온도, 광선, 산소	채소 3~15개월 육 1~6개월 과일 1~24개월	건조 냉암소
탈지 분유	풍미 변화, 불용성화, 덩어리 형성, 영양가 손실	습도, 온도	8~12개월	건냉소
국수류	조직감 변화, 파손	습도, 온도, 광선, 산소, 물리적 취급	1~2년	상온 건암소
과채류 통조림	풍미, 조직감, 색조, 영양가 손실	온도	1~3년	상온
커피	산패, 풍미변화	산소, 온도, 광선, 습도	인스턴트 1.5~3년	밀봉 냉건조
차	풍미상실, 이취흡착	산소, 온도, 광선, 습도	18개월	밀봉 냉건조

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

### 3.5 이온화 조사기술의 활용

이온화 조사기술 또는 방사선 조사기술(irradiation)은 가장 안전하고 경제적이며 효과적인 식품 저장기술이다. 원시시대부터 사용되어온 건조기술과 염장발효기술이 산업혁명 이후 가열살균에 의한 통조림기술로 대체되었고, 20세기에 시작된 냉장, 냉동기술이 현재의 콜드체인(cold chain)시대를 열었다. 다시 말해 오늘날은 대부분의 식품들을 냉장고에 보관하는 시대이다. 그러나 콜드체인은 냉장시설을 계속적으로 가동해야 하므로 많은 전기에너지를 필요로 하는 식품저장방법이다. 따라서 미래에는 포장된 식품을 높은 에너지장을 통과시켜 살균한 후 실온에 두고 필요할 때 그냥 열어서 소비하는 시대가 될 것으로 예측된다. 이것을 가능하게 하는 기술이 이온화 조사기술이다.

#### 3.5.1 이온화 조사기술의 이용 현황

이온화 조사기술은 비열처리 기술의 하나로서 식품 중의 세균, 곰팡이, 기생충 등을 죽이거나 식물의 발아억제, 숙도 조절, 해충사멸 등을 위하여 방사선( $\gamma$ 선,  $\beta$ 선, X선 등)을 쬐는 조사(照査)기술을 말한다. 1980년 유엔 식량농업기구와 세계보건기구(FAO/WHO)는 10kGy 이하의 모든 식품 조사는 무해하다고 공인하였으며, 1997년 FAO/WHO 합동전문가회의에서도 70kGy 수준까지도 인

체 유해 물질이 발생하지 않는다고 발표하였다.<sup>1)</sup> 2015년 현재 50여개 국가에서 이온화 조사 처리가 허용되고 있으며, 국제식품규격위원회(CODEX)에서는 모든 식품에 10kGy 이하의 이온화 조사를 이용할 수 있다고 밝히고 있다. 미국에서는 과일류, 채소류 등 연간 약 1,300만 톤의 신선식품들의 저장성 향상과 병충해 방제를 목적으로 조사기술이 적용되고 있다.<sup>2)</sup>

우리나라 식품공전에서는 ‘식품조사(Food Irradiation)처리 기술’을 감마선, 전자선가속기에서 방출되는 에너지를 복사(radiation)의 방식으로 식품에 조사하여 식품 등의 발아억제, 살균, 살충 또는 속도조절에 이용하는 기술로 정의하고 있으며, 선종과 사용목적 또는 처리방식(조사)에 따라 감마선 살균, 전자선 살균, 감마선 살충, 전자선 살충, 감마선 조사, 전자선 조사 등으로 구분하거나, 통칭하여 방사선 살균, 방사선 살충, 방사선 조사 등으로 구분하고 있다. 2015년 현재 감자, 양파, 마늘, 밤, 생버섯 및 건조버섯, 난분, 곡류, 두류 및 그 분말, 전분, 건조식육, 어류, 패류, 갑각류 분말, 된장, 고추장, 간장분말, 건조채소류, 효모·효소식품, 조류식품, 알로에 분말, 인삼(홍삼 포함) 제품류, 건조향신료 및 이들 조제품, 복합조미식품, 소스류, 침출차, 분말차, 환자식 등 28여 종류의 식품에 허용하고 있다. 또한 최근(2016년 1월)에는 쥐치포 등 조미건어포류의 살균 목적 조사를 추가로 허용했다. 식품조사처리가 허용된 식품은 품목별로 허용된 흡수선량을 초과하지 않도록 하여야 한다(표 3-14).

1) 이철호, 조사식품안전성과 국제교역, 고려대학교출판부(1998)

2) Brackett, R. E., 식품의 안전성 확보를 위한 식품조사기술, 식품의 안전성 평가, 이철호 외(2009)

표 3-14 우리나라에서 허용되고 있는 방사선 조사식품 목록

허가 일자	허가 품목	허가조사선량 (kGy)	목적
1987. 10. 16	• 감자, 양파, 마늘	0.15	발아억제
	• 밥	0.25	발아억제
	• 생버섯 및 건조버섯	1	속도지연
1988. 9. 13	• 건조항신료	10	살균·살충
1991. 12. 13	• 가공식품 제조원료용 건조식육 및 어패류 분말	7	살균·살충
	• 된장, 고추장, 간장분말	7	살균·살충
	• 조미식품 제조원료용 전분	5	살균·살충
1995. 5. 19	• 가공식품 제조원료용 건조채소류	7	살균·살충
	• 건조항신료 및 이들 조제품	10	살균·살충
	• 효모, 효소식품	7	살균·살충
	• 알로에 분말	7	살균·살충
	• 인삼(홍삼 포함) 제품류	7	살균·살충
	• 2차 살균이 필요한 환자식	10	살균
2004. 5. 24	• 난분	5	살균
	• 가공식품 제조원료용 곡류, 두류 및 그 분말	5	살충·살균
	• 조류식품	7	살균·살충
	• 복합조미식품	10	살균
	• 소스류	10	살균·살충
	• 분말차	10	살균·살충
	• 침출차	10	살균·살충
2016. 1. 6 행정예고	• 조미건어포류	7	살균

식품조사처리에 이용할 수 있는 선종은 감마선 또는 전자선으로, 감마선을 방출하는 선원으로는  $^{60}\text{Co}$ 을 사용할 수 있고, 전자선을 방출하는 선원으로는 전자선 가속기를 이용할 수 있다. 감마선은 코발트60에서 발생하는 강력한 에너지로 침투력이 강해 식품 전체를 살균할 수 있다. 투과성이 우수하기 때문에 두꺼운 식품이라도 효과적으로 살균할 수 있으며 열의 발생이 미미하여 가열살균에서 발생하는 맛, 향, 조직감의 변화를 최소화 할 수 있다. 베타선은 고속화 전자빔으로 만든 에너지로 주로 표면 살균에 사용된다.

이온화 조사기술은 열처리법이나 화학적 살균법에 비해 공정이 간단하며 비용도 적고 부산물이 없는 친환경적인 기술이다. 또한 훈증 농약들을 사용하지 않으므로 환경 오염을 막을 수 있다. 이온화 조사기술은 안전하며 효과적인 저장기술로 앞으로 예견되는 세계 식량위기에 반드시 필요한 미래 기술임에도 불구하고, 방사선에 대한 소비자들의 부정적 인식으로 널리 사용되지 못하고 있다.<sup>1)</sup>

### 3.5.2 이온화 조사기술의 안전성

그림 3-16은 방사선 조사선량과 열처리 온도가 식품에 미치는 영향을 비교한 것이다. 생물체를 가열하면 65℃ 부근에서 단백질

---

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

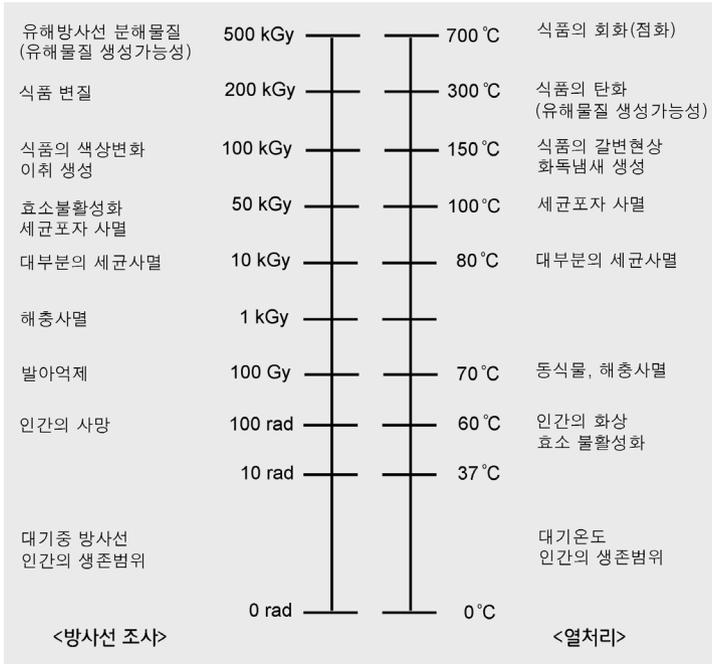


그림 3-16 방사선 조사선량과 열처리 온도가 식품에 미치는 영향의 비교<sup>1)</sup>

의 변성에 의한 효소의 불활성화가 일어나 세포가 사멸하기 시작하며 70°C가 넘으면 대부분의 동물과 해충은 사멸한다. 가열온도가 100°C를 넘으면 대부분의 열저항성 미생물도 사멸한다. 온도가 150°C에 이르면 빵의 표면이 갈색으로 변하는 것처럼 갈변현상이 일어나고, 300°C에 이르면 탄화가 일어난다. 탄화된 식품 중에는 암을 유발하는 발암성물질이 생성되기도 한다.

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

## 식량낭비 줄이기

방사선에너지는 100rad<sup>1)</sup>에서 대부분의 고등동물은 생존할 수 없다. 감자, 양파 등 저장 중에 싹이 자라는 채소류는 100Gy<sup>2)</sup>를 조사하면 발아가 억제된다. 해충은 1kGy에서 사멸하며 대부분의 세균은 10kGy에서 사멸한다. 조사선량이 100kGy에 도달하면 식품은 변색이 되고 이취가 발생하여 먹을 수 없게 된다. 조사선량이 더 높아져 200kGy 이상이 되면 유해물질이 생성되거나 유도 방사선이 생성될 가능성이 있다. 열처리에서 식품이 탈 정도로 가열하지 않는 것과 마찬가지로 조사과정에서도 식품이 변색되고 이취가 발생할 때까지 조사할 이유가 없는 것이다.

표 3-15는 용도별 조사선량 범위를 나타낸 것이다. 예를 들어,

**표 3-15 이온화 조사의 용도와 조사선량<sup>3)</sup>**

용 도	조사선량
발아억제(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	25kGy~40kGy

- 1) rad : 어떤 물질에 조사되어 100erg/g의 에너지 흡수를 일으키는 방사선량. 국제원자력기구(IAEA)에서 방사선량 단위로 제안된 것으로 현재 가장 널리 통용되고 있다.
- 2) Gray : 1886년부터 국제원자력기구에서 사용하기 시작한 단위로 100rad를 단위로 한 것. 1Gray = 100rad = 1J/kg
- 3) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

감자, 마늘, 양파는 주로 저장 중 발생하는 발아현상에 의해 폐기 되는데 이온화 조사는 0.05-1kGy의 비교적 낮은 조사량으로도 발아에 의한 손실을 막을 수 있다. 건고추는 주로 부패에 의한 손실이 일어나는데 10kGy의 조사로 부패미생물을 효과적으로 제어할 수 있다. 대부분의 세균 포자들은 20-60kGray(2-6 Mrad) 수준의 방사선조사에서 사멸하므로 식품의 멸균에 사용된다. 이것을 냉온살균(cold sterilization)이라고도 한다. 열처리에 의한 통조림과 마찬가지로 밀봉 포장된 식품을 20-60kGray 수준으로 방사선 조사하면 실온에서 장기 저장할 수 있다. 또한 육가공 제품에 아질산염의 사용을 줄일 수 있다.

### 3.5.3 이온화 조사기술의 사회경제적 이득

#### (1) 식량낭비의 저감화

방사선 조사 기술이 적절하게 이용될 수 있는 분야는 매우 많지만 대표적으로 감자, 양파, 마늘과 같은 농산물에 적용할 경우 상당한 경제적 이익을 창출할 수 있다. 제 2장에서 살펴본 바와 같이 신선 농산물은 생산, 유통과정에서 적지 않은 손실이 발생한다. 감자나 양파는 보관 중에 싹이 나게 되면 상품가치가 떨어져 판매될 수 없다. 방사선 조사는 미생물의 살균 뿐 아니라 감자, 양파에서 싹이 나는 것을 막아준다. 또한 해충 사멸에도 큰 효과가 있어 고춧가루 등의 양념류에 적용 가능하므로 농산물의 저장과 유통에서 발생하는 손실을 크게 줄일 수 있다. 이는 모두 비열

## 식량낭비 줄이기

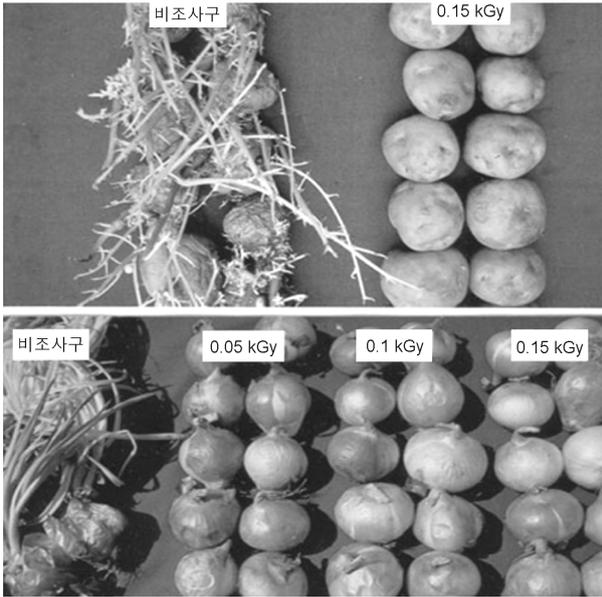


그림 3-17 이온화 조사에 의한 감자와 양파의 발아억제 효과

처리 살균 기술이기에 가능한 일이다.

이온화 조사 기술을 적극 활용하면 신선 식품의 수확후손실액 1조 1,251억 원, 다류, 향신료 등 분말 가공식품의 유통 중 손실액 899억 원, 축산 및 수산 가공품의 유통 중 손실액 1,931억 원 등 막대한 식량 손실의 상당 부분을 줄일 수 있을 것으로 보고된 바 있다(표 3-16).<sup>1)</sup>

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

표 3-16 이온화 조사가 허용된 일부 가공식품의 유통 중 손실액<sup>1)</sup>

구분	2008			2009		
	출하액	반품률(%)	손실액	출하액	반품률(%)	손실액
다류	4,502	6.30	284	5,130	6.30	323
장류	8,900	2.01	179	9,192	2.01	185
조미식품	17,052	1.85	315	20,457	1.85	378
드레싱	1,524	0.73	11	1,833	0.73	13
합계			789			899

2009년 기준 가공식품의 유통기한 초과로 인한 폐기손실액은 다류 323억 원, 장류는 185억 원, 조미료 378억 원, 드레싱 18억 원으로 이들 가공식품의 폐기 손실 총액은 899억 원으로 추산되었다.

2008년 한국원자력연구원은 ‘식품의 방사선 조사기준 공전 개정 및 신규허가’를 위한 신청서를 식품의약품안전처에 제출하였다. 확대안에 의하면 원료 육인 가금육과 적색육, 육가공품인 햄, 소시지, 분쇄육가공품, 어육가공품 중 조미 건어포류와 건어포류에 병원성 미생물 살균 및 보존성·유통 안전성 향상을 위해 10kGy의 선량을 허용하도록 하였고, 허가 선종을 Co60, Cs137과 더불어

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

## 식량낭비 줄이기

어 전자선까지 확대할 것을 요청하였다. 현재 우리나라에서 방사선 조사가 허용되지는 않았으나 향후 조사품목을 확대하였을 때 그 효과가 증대되는 품목은 원료 육류와 일부 축산가공품, 건포류로 이들의 유통기한 초과 등으로 폐기되는 2008년과 2009년의 손실액 추산치는 표 3-17과 같다. 2009년 기준으로 식육과 알 가공품의 유통기한 초과에 의한 폐기 손실액은 61억 원, 어육가공품은 222억 원, 건포류 44억 원, 축산가공품 1,604억 원으로 추산되었다. 이들 손실액을 합치면 총 1,931억 원으로 이온화 조사가 허용되어 실용화가 된다면 막대한 양의 폐기손실을 막을 수 있을 것으로 판단된다.<sup>1)</sup>

표 3-17 이온화 조사 신규허가 신청품목에 대한 유통 손실액<sup>1)</sup>

구분	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

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

## (2) 식품의 안전성 제고

방사선 조사기술의 중요성이 세계적으로 부각된 사건이 있다. 1982년 미국에서 충분히 가열되지 않은 햄버거를 먹고 47명의 환자가 발생하였는데 원인이 O157:H7 장출혈성 대장균으로 밝혀졌다. 위생의 지표로 알려져 있는 일반 대장균군과는 달리 이 대장균은 사람에게 치명적인 독소를 만들어 마비와 사망에 이르게 하는 무서운 식중독 미생물이다. 보통 육류의 유해 미생물 오염은 표면에서 발생한다. 따라서 두꺼운 스테이크를 레어(rare)로 구워 스테이크 내부는 날고기나 다름없다 해도 표면은 숯불로 완전히 익히기 때문에 문제가 없는 것이다. 반면 햄버거는 고기를 다져서 패티를 만드는데 이 과정에서 표면의 유해미생물이 내부로 섞이게 되고 두꺼운 패티를 속까지 완전히 익히지 않고 섭취하게 되면 식중독에 걸릴 수 있는 것이다. 이런 문제를 해결하기 위해서는 냉장, 냉동육의 표면을 살균해야 하는데 기존의 가열살균방법으로는 불가능한 일이며 온도의 상승이 없이 살균이 가능한 방사선 조사기술이 현재까지 거의 유일한 해결방법이 되는 것이다. 이 사건을 계기로 미국은 1997년 돼지고기, 소고기 등의 육류에 방사선 조사를 허가하였다.

가열은 미생물을 사멸시키는 가장 확실한 방법이고 오래전부터 해왔던 방법이다. 상업적 가열 살균 식품의 대표라 할 수 있는 병조림, 통조림도 나폴레옹 시대부터 본격적으로 시작되었다. 그렇지만 가열은 미생물만이 아니라 식품의 품질을 떨어뜨리며 가

## 식량낭비 줄이기

열할 수 없는 식품들도 있다. 과일샐러드를 가열해서 먹을 수는 없다. 아삭한 김치도 가열하면 김치찌개가 되어버린다. 소고기, 돼지고기, 감자, 양파를 가열살균해서 판매할 수는 없는 것이다. 사람들은 안전하면서도 신선한 식품을 먹고 싶어 한다. 이런 요구를 반영하는 식품 저장기술이 비가열 살균 조사기술이다.

식품 조사에 의한 사회적 편익을 식중독 환자 발생을 예방하게 됨으로써 발생하는 이익에 국한하여 분석한 연구 보고에 의하면 이온화 조사로 사멸효과가 높은 3종(*E. coli* O157, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* spp.)의 미생물에 의한 식중독 예방효과는

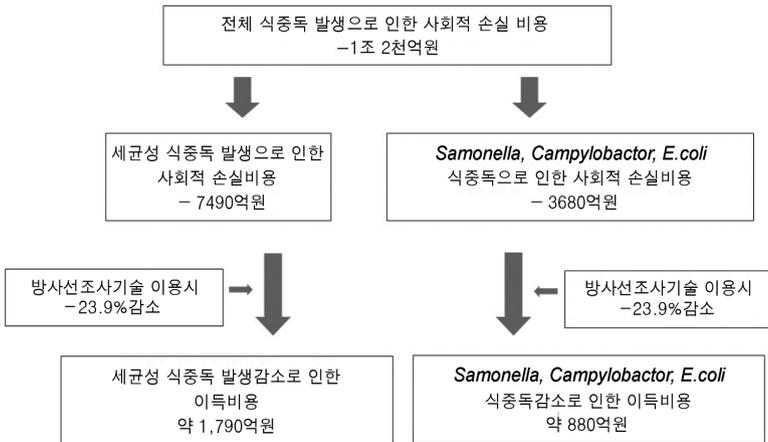


그림 3-18 식품의 이온화 조사에 의한 식중독 예방 효과 추정<sup>1)</sup>

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

23.9%로 이들 3종 미생물에 의한 식중독 발생 손실 비용인 3,680억 원에 적용하면 연간 880억 원의 비용 절감 효과가 산출되었다. 더 나아가 전체 세균성 식중독 발생으로 인한 비용인 7,490억 원에 역시 식품조사에 의한 23.9%의 예방효과를 적용하면 1,790억 원의 손실 비용 감축 결과를 얻을 수 있는 것으로 분석되었다(그림 3-18).

### (3) 환자식과 우주식

보통사람들이 섭취하는 식품보다 안전성이 훨씬 철저해야 하는 식품들이 있다. 대부분의 건강한 사람들은 식품과 함께 유해미생물을 소량 섭취한다고 해서 크게 문제가 되지 않는다. 우리 몸은 이런 유해미생물들을 사멸하는 방법을 알고 있기 때문이다. 식중독이라는 질병은 유해미생물을 지나치게 많이 섭취하거나 이들이 만든 독소를 섭취하였을 때 발생한다. 그러나 일부 면역력이 저하된 환자들은 건강한 사람에게 노출되었을 때 문제가 없는 소량의 유해미생물들로도 위험해질 수 있다. 또한 지구와 격리되어 제한된 공간에서 장기간 제한된 음식으로 생활해야 하는 우주인들에게도 식품에 존재하는 유해미생물들은 매우 위험하다. 이들이 섭취하는 음식의 안전성을 위해서는 고온살균방법이 사용되어왔는데 고온살균은 미생물 사멸효과는 좋지만 식품의 맛과 향을 감소시킨다. 맛있고 신선한 식품을 먹기는 어려운 것이다. 방사선 조사기술은 열의 발생이 거의 없이 미생물을 효과적으로

줄일 수 있어 환자나 우주인들에게 다양하고 신선한 식품을 제공할 수 있게 해준다.

#### (4) 환경보존과 대기권 보호

이온화조사기술은 식물검역과정에서 국내에 없는 해충이나 곤충의 유입을 방지하는데 중요하게 사용되고 있다. 특히 열대지방에서 수입되는 채소나 과일의 해충방제를 위해 이온화 조사기술이 광범위하게 사용되고 있다. 미국의 주요 수출입 항구에는 이온화 조사시설이 설치되어 모든 열대지방 과일들이 이온화 조사처리를 받도록 되어 있다. 이와 같이 조사처리된 수입과일은 포장에 라두라(radura)표시를 하여 판매되고 있으며 소비자들은 이 표시를 안전한 식품표시로 인식하고 있다(그림 3-19).

중전의 훈증에 의한 해충 박멸은 주로 메틸브로마이드(methyl bromide)를 훈증제로 사용하였으나 이들 할로젠화합물의 사용이 지구 대기권의 오존층을 파괴한다는 사실이 알려지면서 사용이



그림 3-19 조사 딸기와 쇠고기의 라두라(radura)표시

제한되고 있다. 1997년에 체결된 몬트리올협약에 따라 선진국들은 2005년까지, 개발도상국들은 2015년까지 특정한 경우를 제외하고 메칠브로마이드의 사용을 금지하도록 되어 있다. 따라서 건조식품과 열대 과채류의 훈증과 검역처리를 위한 대안으로 이온화 조사기술이 세계적으로 사용되고 있다.

### 3.5.4 이온화 조사기술을 가로막는 난제들

많은 장점에도 불구하고 사람들이 방사선 조사기술을 꺼리는 이유는 방사능 오염식품과 방사선 조사식품을 혼동하기 때문이다. 2011년 동일본 대지진으로 야기된 후쿠시마 원전사고로 인해 이런 오해는 더욱 깊어지고 있다. 방사능 물질은 위험한 것이며, 이 물질에 직접 노출되거나 오염된 식품을 먹는 것은 매우 위험하며 사망할 수도 있다. 하지만 방사선 조사기술은 이런 방사능 물질을 안전하게 통제하여 거기에서 나오는 방사선을 일정량 식품에 쪼이는 방법으로 식품과 방사능물질이 직접 접촉하지 않는다. 모든 에너지는 사용방법에 따라 매우 위험한 물질이 될 수 있다. 원시시대 이후로 우리는 불을 이용하지만 직접 불과 접촉하면 화상을 입는다. 전기도 마찬가지로 감전되어 사망할 수 있다. 하지만 오늘날 화상이나 감전이 두려워서 불과 전기를 사용하지 않는 것은 아니다. 올바른 통제와 제어가 가능하다는 전제에서 방사선조사기술을 적절하게 활용한다면 버려지는 식품을 크게 줄일 수 있으며 식중독의 예방에도 크게 기여할 수 있다.

우리나라는 2010년 일부 소비자들의 알권리 주장에 밀려 이온화 조사식품의 표시기준 제도를 확대하여 이온화 조사된 원료를 사용한 모든 식품에 표시를 의무화 했다. 이 결과 식품제조업체들은 조사 향신료, 예를 들어 조사처리 된 고춧가루를 소량 사용하여도 제품의 포장에 ‘방사선조사처리식품’ 또는 라두라(radura) 표시를 해야 하므로 사용을 기피하게 된다. 이온화 조사식품에 대한 소비자들의 이해가 부족한 상태에서 표시를 의무화하면 제품을 판매할 수 없기 때문이다.

이온화 조사식품의 안전성에 대해서는 앞에서 언급한 바와 같이 과학적으로 확인 되었고 국제기구를 비롯한 세계 각국에서 인정하고 사용을 권장하고 있으나 우리나라는 일부 시민단체들의 극렬한 반대운동으로 사용이 막혀 있다. 그 결과 막대한 양의 식량손실이 발생하고 있으며 식품산업의 국제경쟁력도 크게 약화되고 있는 실정이다. 이러한 상황을 타개하기 위해서는 소비자 교육을 위한 과학계의 적극적인 소통과 정부의 확고한 실용화 의지와 실천 노력이 요구되고 있다.

### 3.6 식품포장기술

포장기술은 식품의 원형을 유지하고 식품성분의 휘산을 막고 광선, 산소, 습기의 유입을 차단하고 불순물이나 미생물의 오염을 막아 부패 변질로부터 식품을 보존하는 중요한 기술이다. 과채류와 같은 신선식품은 외부로부터의 물리적 충격에 의해 상처를 받으면 부패가 시작되어 저장성이 크게 떨어진다. 또한 수분의 증발로 품질열화가 급격히 일어난다. 신선육류, 유제품, 두부 등은 외기에 노출되면 산패(rancid)와 미생물의 오염으로 빠르게 부패된다.

불과 반세기 전만해도 계란은 10개씩 짚꾸러미에 싸서 유통되었으며, 고기나 생선을 신문지에 싸서 팔았고 떡이나 과자들은 폐지로 만든 종이봉투에 담아주었다. 사과나 배는 나무상자에 왕겨와 함께 포장하여 판매되었다. 다양한 포장재의 개발과 포장기술의 비약적인 발전으로 오늘날 슈퍼마켓은 위생적이고 잘 정렬된 풍요로운 식품유통이 가능하게 되었으며 식량의 손실과 식품의 폐기량을 크게 줄이고 있다. 그러나 필요이상으로 투입되는 과대포장으로 식품 섭취 이후에 발생하는 막대한 포장재 쓰레기가 새로운 사회문제가 되고 있다.

### 3.6.1 식품 포장재

#### (1) 유리병

우리는 규사, 탄산소다, 탄산석회 등을 고온으로 녹인 후 냉각하면 생기는 투명도가 높은 물질로 약 6,000년 전 고고학 유적에서 발굴될 정도로 오래된 물질이다. 이집트인들은 기원전 3,000년경 돌구슬에 유리질 유약을 사용하였으며, 기원전 1,350년경으로 짐작되는 유리제조공장의 유적이 현재까지 남아있다. 그러나 고대의 유리는 장신구용 예술품이 대부분이며 일반 서민이 이용하게 된 것은 산업혁명 이후 19세기에 와서 다양한 유리가 보급되기 시작했다. 19세기 초 프랑스의 아페르(Appert)가 처음 만든 통조림은 유리병에 코르크마개를 한 병조림이었다. 우리나라는 1939년 동양유리공업주식회사가 맥주병 공장을 건설한 것이 유리공업의 시초이다. 유리세공기술의 발달로 다양한 형태의 유리용기가 만들어지고 있으며, 최근에는 다양한 기능을 가진 마개(cap)들이 개발되어 밀폐와 개방이 용이한 유리병들이 식품용기로 사용되고 있다.

유리병(glass)은 견고하고 투명하여 식품의 보존과 유통에 적합한 특성을 가지고 있다. 열에 강하고 내구성이 있어 열처리, 염장 발효, 산 및 당절임, 음료, 냉장식품의 포장에 유용하게 사용되고 있다. 그러나 냉동식품의 부피팽창에 약하기 때문에 냉동제품에는 사용하지 않는다. 유리는 반응성이 없는 불활성 물질이므로 식

품을 오랫동안 담아두어도 식품에 위해물질의 용출이나 포장재 자체의 변질이 없어 안전한 포장재라는 장점이 있다.

## (2) 금속용기

통조림 제조에 사용되는 주석관(can)은 얇은 철제 강판에 주석을 도금한 것으로 1810년 피터 듀란(Peter Durand)이 개발한 것으로 알려져 있다. 주석관은 유리병이 견딜 수 없는 고온 고압(121℃)에 견딜 수 있고 충격에 쉽게 파손되지 않기 때문에 통조림 제조공정에 적합한 용기이다. 헬리콥터에서 투하해도 파손되지 않으므로 세계 1,2차 대전 당시 군용식 포장에 널리 사용되었다. 그러나 개봉이 어렵고 표면이 녹슬어 부식되는 단점이 있다.

강판의 이음새와 탈기 구멍에 납땀을 한 초기의 주석관은 납 용출의 문제가 있어 최근에는 접착제를 사용하거나 전기용접을 한다. 강판에 크롬이나 나일론, 비닐 등 다양한 코팅재료가 사용되고 있다. 캔의 뚜껑을 도구를 사용하여 개봉하던 방식에서 원터치 오픈 방식으로 바뀌고 있다. 철제용기의 부식을 막기 위해 고온 고압 처리를 하지 않는 맥주나 음료는 알루미늄 캔을 사용한다.

## (3) 종이

종이는 식품 포장에 오랫동안 가장 많이 사용되어온 포장재이다. 종이는 두께에 따라 시트, 봉투, 상자, 대형박스에 이르기까지 다양한 형태로 가공될 수 있고, 광선을 차단하고 공기와 수분 투과성이 높아 여러 가지 식품 포장에 사용된다. 또한 사용 후 재활

용이나 소각이 용이하다.

종이는 왁스류, 플라스틱, 레진, 접착제 등과 친화성이 강해 이들 물질을 도포하거나 라미네이션(lamination)하여 강도, 탄성, 내구성, 수분흡착성, 기체투과도 등을 조절한 다양한 포장재를 만들 수 있다. 또한 표면 인쇄가 용이하여 화려하고 다양한 상품 외관을 만들어낼 수 있다.

#### (4) 플라스틱

플라스틱은 다양한 화학구조와 물리적 성질을 가진 유기 고분자 물질로 20세기의 식품포장 혁신을 가져온 포장재이다. 주요 플라스틱 포장재를 소개하면 다음과 같다.

##### 가. 셀로판(cellophanes)

셀로판은 셀룰로오스가 주성분인데도 불구하고 합성고분자 포장재로 분류된다. 셀로판에는 글리세롤이나 에틸렌 글라이콜 같은 가소제가 첨가되는데, 투명하며 수분 차단성이 약해 주로 건조상태의 외포장에 사용한다.

##### 나. 폴리올레핀류(polyolefins)

폴리에틸렌(polyethylene)은 현재 가장 많이 사용되는 식품포장재 중의 하나로 화학식  $-(CH_2-CH_2)_n-$ 인 직쇄상 탄화수소 고분자 화합물이다. 직쇄상에 다양한 수의 곁가지를 붙여 물성이 다른 화합물을 만든다. 고밀도 폴리에틸렌은 열 안정성이 가장 높고

투과도가 가장 낮다. 우유병처럼 딱딱한 플라스틱통의 형태로도 사용되고 필름의 형태로도 사용된다. 저밀도 폴리에틸렌은 유연성이 높고 가격이 저렴하여 식품봉지나 포장재로 널리 쓰인다. 폴리에틸렌은 열 접착성이 좋아 밀봉부위의 재료로 중요하게 사용된다. 유사 재질로 폴리프로필렌, 폴리부탄, 폴리에틸헥텐 등이 사용되고 있다.

#### 다. 비닐 유도체(vinyl derivatives)

비닐 유도체는  $-(\text{CH}_2\text{-CXY})_n-$ 의 일반식을 가지며 X와 Y는 수소, 염소, 벤젠, 메칠이나 하이드록실(-OH)기 같은 치환기를 나타낸다. 비닐 고분자의 성질은 치환기의 종류, 분자량, 사슬안에서의 공간적 배치와 방향, 결정성 등에 따라 달라진다. 분자구조에 따라 다양한 강도, 열저항성, 용해성, 투과성을 가지며, 용해도와 투과도를 높이기 위해 가소제를 첨가하여 가공한다. 식품 포장에 많이 사용되는 유도체들은 비닐클로라이드(Saran), 폴리비닐클로라이드, 폴리비닐리덴 클로라이드(PVDC), 폴리스타이렌, 폴리비닐아세테이트 등이 있다.

#### 라. 폴리에스터(polyesters)

폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)는 흔히 페트병이라고 하는 용기를 만드는 원료이다. 높은 강도를 가진 화합물로 음료 병이나 레토르트 파우치의 외벽에 라미네이트되어 충격이나 마모에 견디는 역할을 한다. 폴리에스터는 높은 인장강도, 낮은 신장률, 높

## 식량낭비 줄이기

은 녹는점, 우수한 기체 차단성을 가지고 있어 식품 포장재로 널리 쓰이고 있다.

### 마. 폴리아마이드(polyamides)

이염기산과 디아민의 축합반응으로 만들어진 고분자인 폴리아마이드는 식품포장에 널리 사용되며 나일론(nylon)이 대표적인 물질이다. 나일론은 불활성이며 열저항성이 높고 훌륭한 기계적 성질을 가지고 있어 레토르트 파우치 등 라미네이트된 복합재질에

표 3-18 대표적 플라스틱필름의 투과도(25℃)와 수증기 투과율<sup>1)</sup>

플라스틱필름	투과도 <sup>(1)</sup>			수증기투과율 <sup>(2)</sup>
	질소	산소	이산화탄소	수증기
저밀도폴리에틸렌	180.3	696	2,435.9	0.3-0.6
고밀도폴리에틸렌	43.2	185.4	579.1	0.1-0.2
PVDC	0.12-0.16	0.8-1.1	3.8-6.0	0.04-0.2
폴리아마이드 (나일론 6)	0.9	2.6	10-12	6-9
PET	0.7-1.0	3.0-6.1	15.0-24.9	0.01-0.1
실리콘 고무	44,998.6	49,999.9	299,999.4	>50
폴리프로필렌	40-48	150-240	500-800	0.08-0.16
폴리스티렌	50-60	250-350	700-1,150	2.8-4.0

(1) unit = cc.mil/100in<sup>2</sup>, 1 mil = 1/1,000 inch  
 (2) g.mm.m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> at 38℃ and 95 vs 0% RH

1) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)

주로 사용된다. 표 3-18은 대표적 플라스틱필름의 투과도(25℃)와 수증기 투과율이다.

### 3.6.2 기능성 포장재

#### (1) 박층 유연포장재

성질이 다른 여러 종류의 플라스틱, 알루미늄막 등을 여러 겹 붙여서 원하는 특성을 가진 포장재를 만들고 있다. 앞에서 언급한 레토르트 파우치(3.3.3)가 대표적인 박층 유연포장재(laminated flexible package)이다. 레토르트 파우치는 겉면의 폴리에스터 필름, 중간층의 알루미늄막, 안쪽의 폴리프로필렌 필름의 세 가지 요소를 기본으로 하는 복합재질로 되어 있다. 겉면의 폴리에스터(polyester)는 표면 충격과 마모에 견디는 강도(strength)를 준다. 중간층의 알루미늄막(foil)은 금속재질이 가지는 수분, 광선, 가스 차단 효과를 낸다. 내면의 폴리프로필렌(polypropylene)은 열봉합 기능을 가지며, 식품과 접촉하는 부위로 식품성분과의 반응이나 유해물질의 용출이 최소화 된다.

레토르트 파우치를 사용하면 캔이나 유리병보다 빈 공간이 적어지고 가열거리가 짧아지기 때문에 살균시간을 30-50% 단축할 수 있고 에너지 소비도 감축된다. 상업적 멸균이 가능하므로 식품을 상온에서 장기 저장할 수 있다. 포장재의 용적과 무게가 캔이나 유리병보다 작으므로 운송비가 절약되고 사용 후 폐기되는 포장재 쓰레기의 양도 크게 적어진다. 8온스 캔 1,000개의 무게는

109 파운드이나 파우치의 무게는 12.6 파운드에 불과하다. 채소를 수확, 저장, 소비하는 과정에 드는 에너지 소비율을 비교해보면 파우치 0.4, 철제통조림 0.46, 냉동 저장 1.0의 비율로 든다는 보고가 있다. 레토르트 파우치의 또 하나의 장점은 저장물을 쉽게 열고 먹을 수 있다는 점이다.

### (2) 항균 포장

전통적인 의미의 식품 포장은 외부의 위해 요인들을 식품과 차단하여 식품을 보호하는 역할을 해왔다. 최근에는 포장된 식품의 저장성 연장을 위해 플라스틱 포장재에 항균물질을 첨가하거나 항균물질을 주머니 형태로 만들어 식품과 같이 포장하는 기술을 사용하는데 이를 항균포장이라 한다.

식품 변질의 주요 원인은 곰팡이, 세균과 같은 미생물에 의해서 발생하는데 항균포장은 미생물에 의한 식품의 변질을 막을 수 있다. 보존료를 식품에 직접 첨가하는 방법과 달리 항균포장은 포장재로부터 일정 속도로 항균물질이 방출되도록 조절할 수 있다는 장점이 있다. 이와 같은 포장 기술을 단순히 외부의 위해 요인들과 차단해주는 기존 식품포장의 수동적 역할과 구별하여 능동적 포장(active packaging)기술이라 한다. 항균포장에 사용되는 항미생물 물질은 다음과 같다.

#### ① 유기산

유기산은 과일, 유산발효식품, 식초 등에 자연 상태로 존재하여

식품의 보존성을 부여하는 물질로 알려져 왔으며 구연산, 유산, 아세트산 등이 있고 화학보존료 중에는 안식향산(benzoic acid), 소르빈산(sorbic acid) (3.2.2 식품보존료 부분 참고) 등이 해당된다.

## ② 박테리오신

세균이 생산하는 저분자 단백질로 식품에 향미생물 효과를 주지만 섭취 후 소화되므로 안전성에 대한 우려가 적다는 장점이 있다. 식품에 사용되는 대표적인 박테리오신은 니신(Nisin)과 페디오신(Pediocin)이 있다. 이들은 유산균이 생산하는 물질로 병원성균과 부패균에 대해 살균효과를 나타낸다.

## ③ 에센셜 오일

백리향, 오레가노, 계피, 정향, 샬비어, 로즈마리 등의 허브를 유기용매로 추출하거나 수증기 증류하여 얻은 방향유(essential oil)들의 항균활성이 알려져 왔다. 천연보존료로서 큰 잠재력을 갖고 있지만 추출수율이 매우 낮은 단점이 있다.

## ④ 키토산

키토산은 새우, 게, 오징어 뼈 등 갑각류에 많이 함유되어 있는 키틴을 알칼리 처리하여 얻는 글루코사민중합체이다. 향미생물 작용이 있어 채소나 과일의 코팅물질로도 사용된다.<sup>1,2)</sup>

- 
- 1) 강혜진, 이윤정, 김성진, 한재준, 지능형 식품포장 및 유통, 식품과학과 산업, 43(3): 22-31(2010)
  - 2) 차동수, 권동건, 박현진, 항균포장: 식품 포장에서의 항균물질, 한국포장학회지, 11(2): 101-107(2005)

### 3.6.3 무균포장

포장기술의 발달은 다양한 특성을 가진 포장재들이 개발되면서 비약적으로 발전하였다. 플라스틱 필름과 박층 유연포장재의 사용이 보편화 되면서 고속으로 포장되는 자동화 포장기계들이 개발되었다. 한 기계에서 필름 파우치를 만들면서 내용물이 주입되고 밀폐 포장되어 완제품이 만들어지는 자동화 포장기계를 비롯하여 종이상자가 만들어지면서 내용물이 담겨 포장되는 자동화 기계들이 식품산업에서 일반화 되었다. 이러한 포장기술의 발전 과정에서 가장 획기적인 사건은 스웨덴의 테트라팩(TetraPak) 회사에서 개발한 무균포장(aseptic packaging) 기계이다. 테트라

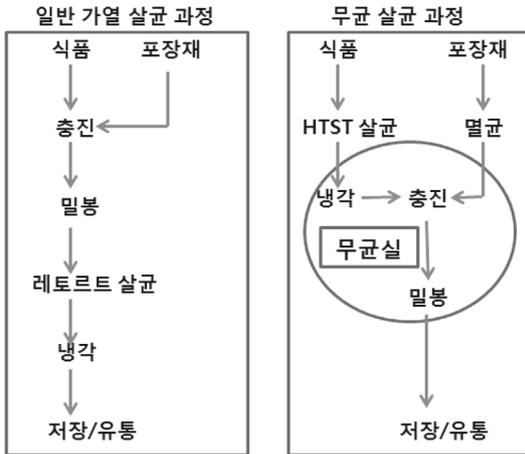


그림 3-20 일반 가열살균포장과 무균포장 비교

팩의 무균포장기계는 가열 살균된 우유나 스프를 종이와 플라스틱 복합재질로 만든 용기(pak)에 무균상태에서 주입하고 밀폐 포장하는 방식이다.

무균포장은 액상식품을 튜브나 평판형 열교환기를 이용하여 단시간에 초고온(132.2-176.7℃) 살균처리한 후 미리 살균된 용기에 무균적으로 포장하는 방법이다. 점도가 높은 식품에는 스크류형 열교환기를 쓰기도 하며 직접 스팀을 주입하는 방법을 쓰기도 한다. 포장실은 무균실로 보존되어야 하며 용기는 주로 과산화수소로 세척 살균한다. 이러한 무균포장 시설에 의해 각종 레토르트 파우치 스프 제품, 핫반, 컵반 등이 제조되고 있다. 이런 제품들은 아무런 보존제나 첨가물을 쓰지 않아도 통조림 제품처럼 상온에서 장기간 보존된다.

### 3.7 사물인터넷(IoT)을 이용한 식량낭비 저감화

미래의 식량사슬은 사물인터넷(Internet of Things, IoT)으로 생산지에서 소비지까지의 주요 정보가 서로 연결되고 측정되고 제어될 것으로 보인다. 식량사슬 단계마다 설치된 전자 감지장치(sensors)가 소프트웨어(software)를 통해 인터넷에 연결되고 스마트 기기에 프로그램된 대로 제어되고 통제된다. 사물인터넷은 최근 급속히 발전하고 있는 정보통신기술(Information and Communications Technologies, ICT)에 의해 인간과 인간 사이의 연결뿐만 아니라 인간과 사물의 연결, 사물과 사물의 연결도 가능하게 한다. 특히 최근에는 빅데이터, 모바일, 웨어러블 기술이 가미되면서 그 응용 범위가 넓어지고 있다. ICT산업의 예로는, 소셜네트워크, 플랫폼, 모바일콘텐츠, 스마트폰, 태블릿PC용 앱, 클라우드, e-러닝, 원격수업, ICT농업 등이 있다. 사물인터넷에는 세가지 주요기술 즉 센싱기술, 유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술, 서비스 인터페이스 기술이 조합되어 이루어진다.

### 3.7.1 IoT 3대 주요기술

#### (1) 센싱 기술<sup>1)</sup>

센싱기술은 전통적인 온도/습도/열/가스/조도/초음파 센서 등에서부터 원격 감지, SAR, 레이더, 위치, 모션, 영상 센서 등 유형 사물과 주위 환경으로부터 정보를 얻을 수 있는 물리적 센서를 포함하는 다양한 센서에서 시작된다. 물리적인 센서는 응용 특성을 좋게 하기 위해 표준화된 인터페이스와 정보 처리 능력을 내장한 스마트 센서로 발전하고 있으며, 또한, 이미 센싱한 데이터로부터 특정 정보를 추출하는 가상 센싱 기능도 포함되며 가상 센싱 기술은 실제 IoT 서비스 인터페이스에 구현된다. 기존의 독립적이고 개별적인 센서보다 한 차원 높은 다중(다분야) 센서기술을 사용하기 때문에 한층 더 지능적이고 고차원적인 정보를 추출할 수 있다.

#### (2) 유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술<sup>1)</sup>

사물인터넷의 유무선 통신 및 네트워크 장치로는 기존의 WPAN<sup>2)</sup>, WiFi, 3G/4G/LTE, Bluetooth, Ethernet, BcN, 위성통신, Microware,

1) 김수형, [특집 4부작 릴레이 칼럼] 사물인터넷(IoT)을 말한다\_②사물인터넷, 넌 대체 누구냐?, 삼성뉴스룸(2015.1.13)

2) WPAN(Wireless Personal Area Networks)

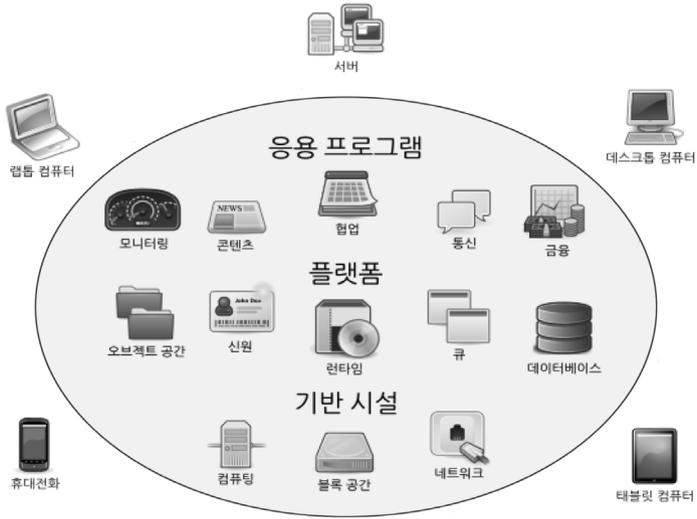


그림 3-21 클라우드(Cloud) 컴퓨팅 trmxxpa<sup>1)</sup>

시리얼 통신<sup>2)</sup>, PLC 등, 인간과 사물, 서비스를 연결시킬 수 있는 모든 유·무선 네트워크를 망라한다(그림 3-21).

**(3) 서비스 인터페이스 기술<sup>3)</sup>**

사물인터넷 서비스 인터페이스는 IoT의 주요 3대 구성 요소(인간·사물·서비스)를 특정 기능을 수행하는 응용서비스와 연동

- 1) 위키백과, 우리 모두의 백과사전
- 2) 시리얼 통신: 일반적으로 컴퓨터 기기를 접속하는 방법의 하나로, 접속하는 선의 수를 줄이고, 원거리까지 신호를 보낼 수 있도록 한 통신 방식이다.
- 3) 김수형, [특집 4부작 릴레이 칼럼] 사물인터넷(IoT)을 말한다\_②사물인터넷, 넌 대체 누구냐?, 삼성뉴스룸(2015.1.13)

하는 역할을 한다. IoT 서비스 인터페이스는 네트워크 인터페이스의 개념이 아니라, 정보를 센싱, 가공/추출/처리, 저장, 판단, 상황 인식, 인지, 보안/프라이버시 보호, 인증/인가, 디스커버리, 객체 정형화, 온톨로지 기반의 시맨틱, 오픈 센서 API, 가상화, 위치 확인, 프로세스 관리, 오픈 플랫폼 기술, 미들웨어 기술, 데이터 마이닝 기술, 웹 서비스 기술, 소셜네트워크 등, 서비스 제공을 위해 인터페이스(저장, 처리, 변환 등) 역할을 수행한다. 사물인터넷(IoT)은 주변의 모든 사물(농장, 집, 가전, 자동차 등)이 PC와 스마트폰의 인터넷에 연결되어 관리되고 통제되는 사물인터넷시스템이다.<sup>1)</sup>

### 3.7.2 사물인터넷과 식량산업

ICT 기술을 접목한 스마트팜 개발이 세계적으로 관심을 끌고 있다. 경상북도와 영주시는 지난 2011년 관내 영주시 사과발전연구회 소속 13개 농가와 영주시 농협저장고를 대상으로 유비쿼터스 기반의 친환경 과수생산 및 IT기술을 이용한 사과병해충예방 및 생육관리시스템 구축하였다. 이것은 ICT 기술을 노지과수에 적용한 국내 최초의 사례이다. 호주의 한 과수원에서는 로봇이 과일의 익은 정도를 파악하고 멀리 있는 주인에게 전달하는 로봇도 개발되었다. 이러한 로봇은 온도센서, 과수원 상황 분석, 비료/물 주기 등의 역할을 한다.

1) <http://news.samsung.com/kr/>, 민경식, 사물인터넷, NET Term

## 식량낭비 줄이기

‘스마트 팜 서비스’는 원격 제어 지능형 비닐하우스 관리 시스템이다. 스마트폰을 이용해 비닐하우스 내부의 온도와 습도, 급수와 배수, 사료 공급 등까지 원격 제어할 수 있는 서비스이다. 현재 제주도 서귀포와 경북 성주지역에 제공하고 있다.<sup>1)</sup>

미래 농업은 스마트 팜뿐만 아니라 사물인터넷을 이용하여 농산물의 종류와 출하를 사전에 기획하고 생산·유통·소비할 수 있도록 스마트 로컬푸드 시스템으로 발전하고 있다. 농장에서 작물 재배 상황이 영상으로 보여지고 택배로 배달을 해주는 원격농장이 시작되고 있다. 이러한 스마트 팜과 인터넷 로컬푸드마켓이

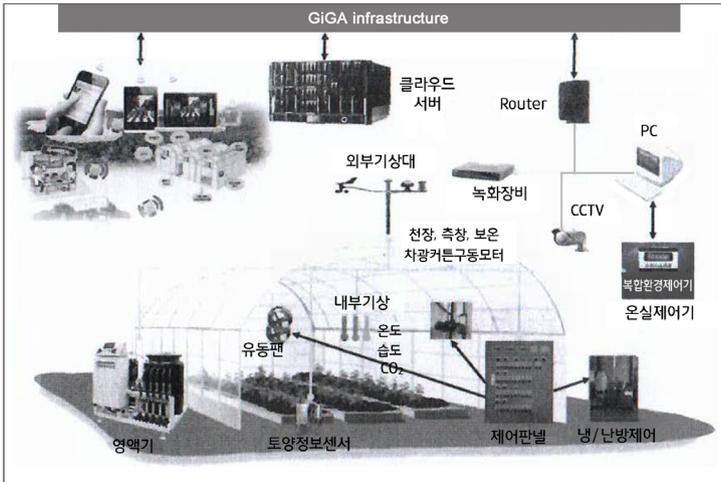


그림 3-22 시설원예 스마트팜 조형도

1) 김정욱, 농업의 미래성장산업화를 열어주는 열쇠, 스마트팜 세계 식품과 농수산, 8-13(2016)

결합되면 생산지에서부터 소비지까지의 직접배송이 가능해 지고 수확후관리와 유통과정에서 발생하는 농산물의 손실과 폐기를 크게 줄일 수 있다.

농산물의 생산과 저장, 유통, 판매, 소비의 복잡한 공급 과정 속에서 다양한 정보를 함께 모니터링하고, 분석하고, 예측할 수 있다면 농민에게는 최고의 수익을 올리기 위한 정보를 제공할 수 있을 것이고, 소비자에게는 최적의 소비가 가능한 갖가지 정보를 제공할 수 있을 것이다. 사물인터넷은 농업·환경·에너지·유통 등 다양한 분야(도메인)의 정보를 제공하고, 이러한 정보를 모아 분석을 통해 다양한 파급 효과를 가져 올 수 있다. 이것은 또한 식품 안전관리에서 중요하게 다루는 식품이력추적(Food traceability) 시스템을 완성하는 방법이기도 하다.<sup>1)</sup>

실제로 농림축산식품부와 한국농수산식품유통공사(aT)의 학교급식전자조달시스템(eaT시스템)을 이용 중인 학교들의 식중독 발생률이 전년대비 절반 이상 줄어든 것으로 나타났다.<sup>2)</sup> 인터넷 eaT시스템에 등록되어 있는 전국 8,000여 학교의 식재료 납품정보와 식약처의 식중독 발생정보 및 행정처분 정보가 실시간으로 연계되어 식중독 발생 시 위험 식재료를 납품받은 학교에 즉시 경보를 전파할 수 있을 뿐만 아니라 여러 학교에서 동시에 식중독이 발생할 경우 이력추적을 통해 공통 식재료나 납품업체를 역추

1) [네이버 지식백과] 사물인터넷 기술의 유래 및 정의(사물인터넷의 미래, 2014.11.28., 한국전자통신연구원(ETRI), 전자신문사)

2) 푸드투데이(2016.1.15)

적해 계약 및 공급을 원천적으로 차단할 수 있었기 때문이다. 농업 및 식품산업 분야에서 사물인터넷의 사용이 일반화 되면 식량 공급사슬에서 일어나는 식량의 낭비를 크게 막을 수 있을 뿐만 아니라 식중독의 발생이나 식품안전 사고를 줄여 식량의 효율적 이용에 기여할 것으로 기대된다.

### 3.7.3 유비쿼터스 주방기기

유비쿼터스(Ubiquitous)란 모든 사물을 네트워크로 연결하여 시간과 장소에 관계없이 다양하게 이용할 수 있게 하는 기술로, 1988년 미국의 마크 와이저(Mark Weiser)가 ‘유비쿼터스 컴퓨팅’이라는 용어를 처음 사용하였다. 유비쿼터스는 라틴어로 물이나 공기처럼 ‘언제, 어디에나 존재한다’라는 뜻이다. 사용자가 컴퓨터나 네트워크를 의식하지 않고 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 정보 통신 환경을 의미하며 스마트 홈, 주방기기, 자동차 등과 같이 생활 주변의 기기나 사물에 컴퓨터를 집어넣어 원격 조작이 가능하도록 하는 사물인터넷이다.

냉장고에 RFID를 이용하여 보관 중인 식료품의 상태와 유통기한, 수량 등을 파악하고, 문에 부착된 컴퓨터 화면을 이용하여 네트워크에 접속할 수 있다. RFID(radio-frequency identification)는 전파를 이용해 제품에 부착된 태그 안에 담긴 정보를 무선으로 인식하는 기술이다. 마트에서 바코드를 읽는 것과 비슷하지만 전파를 이용하여 먼 거리에서도 읽을 수 있는 것이 특징이다. 스마

트폰으로 집의 냉장고에 들어있는 음식의 재고조사를 할 수 있으며 오래된 음식을 알아내 우선 소비하게 하고 냉장고에 들어있는 재료로 당장 만들 수 있는 요리도 제시한다.

이것을 확대하면 식품 상점에서 인터넷으로 재고정리를 실시간으로 할 수 있으며 오래된 제품을 진열장의 앞줄에 위치하게 하여 반품이나 폐기되는 식품을 줄일 수 있다.

세계 굴지의 가전제품회사들은 냉장고의 효율을 높인 신형 제품을 계속 출시하고 있다. 냉동실과 냉장실을 분리하고, 냉장실에 여러 칸막이를 만들어 냄새의 전이와 냉장온도를 달리해 저장식품의 신선도를 높이고 저장기간을 연장하고 있다. 우리나라의 김치냉장고는 김치의 최적 숙성과 보존기간 연장을 위해 설계된 신개념의 냉장고라고 볼 수 있다.

미래에는 냉장고 문에 비디오 모니터가 설치되어 내부에 있는 식품들의 상세 설명과 사용마감일 등이 기록되어 있어 냉장고 안에서 잊혀진 오래된 식품이 없도록 설계될 것이다. 또한 냉장고 안에 UV광선이 설치되거나 오존 발생장치가 있어 식품의 보존성을 극대화 하는 기술도 거론되고 있다.<sup>1)</sup>

---

1) Bartelme, M.Z. What's cooking in the kitchen of the future, Food Technology, 12: 23-33(2015)

### 3.8 음식물 쓰레기의 퇴비화, 사료화 및 에너지자원화

#### 3.8.1 음식물쓰레기의 구성

2013년 우리나라 음식물쓰레기 배출량은 1일 평균 1만 4천 톤에 달하며 이는 전체 쓰레기 발생량의 28.7%를 차지한다. 이 가운데 70%가 가정과 소형 음식점에서 버린 것이며, 음식물쓰레기 절반 이상이 유통 및 조리과정에서 발생한다고 한다. 이러한 음식물 쓰레기 처리비용으로 8천 억원이 소요된다고 보고된 바 있으며 연간 수거 및 처리비용을 감안한 경제적 비용은 15-18조 원에 이르며, 음식물 쓰레기 발생량을 1% 감소시킬 경우 연간 1,200-1,500억 원을 절약할 수 있다고 한다.

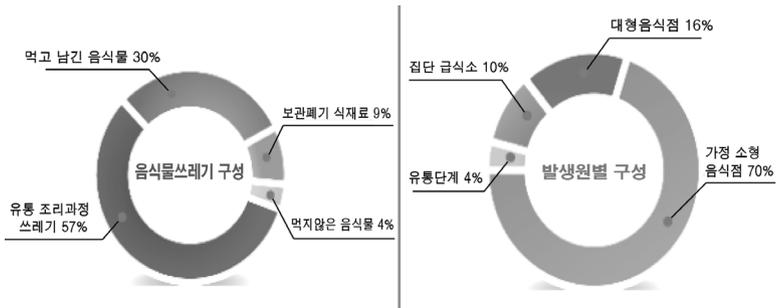


그림 3-23 음식물쓰레기의 구성<sup>1)</sup>

1) 음식물 쓰레기 줄이기, 환경부(2013)

### 3.8.2 음식물쓰레기 처리방법

#### (1) 소각

음식물 쓰레기를 소각할 경우에는 함수율이 높기 때문에 소각 효율이 떨어지고 대기 오염 물질을 다량 배출한다. 또한 음식물 쓰레기를 매립 처분하는 것은 침출수 유출에 의한 수질 오염, 악취 발생, 매립지 지반 침하 등의 문제가 있다. 음식물 쓰레기를 일반쓰레기와 함께 매립할 경우, 고농도의 침출수를 배출하여 매립지의 수명을 단축시키며 수질 및 토양을 오염시킨다. 그러므로 음식폐기물은 매립이 불가하고 폐기물관리법 제13조 2에 따라 재활용하여야 하는데 소각, 퇴비화, 사료화, 소멸화, 탄화, 소화 또는 부숙토 생산 등의 공정에서 발생하는 재활용 용도에 맞지 아니한 헝잡물(挾雜物)과 잔재물만을 매립하여야 한다.

폐기물관리법 시행규칙 제14조와 별표5에 의하면 음식물류 폐기물은 가열에 의한 건조 방법으로 수분함량을 25% 미만으로 감량하거나 발효 또는 발효건조에 따라 퇴비화·사료화 또는 소멸화하여 부산물의 수분함량을 40% 미만으로 감량한 후 재활용한다. 특히 특별시·광역시·특별자치시·특별자치도 또는 시 지역에서 발생하는 음식물류 폐기물은 바로 매립하여서는 안 된다.

#### (2) 사료화

오래전부터 우리나라는 음식물 쓰레기를 가축사료로 사용하여

왔다. 음식물 쓰레기는 사료로서의 영양적 가치가 높으나 단독으로 사용하기는 어렵다. 그 이유는 영양분 조성의 균질성을 갖지 않기 때문이다. 따라서 배합사료에 혼합하여 사용하는 보조적인 역할에 국한한다. 음식물 쓰레기의 사료화에 제한이 생기는 다른 이유로는 수요와 공급이 불확실하고 변질과 이물 혼입의 가능성이 높다는 점이다. 식당이나, 가정에서 배출되는 음식물 쓰레기를 축산 농가로 운반하는 과정에서 인건비가 소요되고, 많은 시간이 소요됨에 따라 음식물이 변질되어, 질병 발생 가능성이 높아지고, 사료의 가치가 감소한다. 또한 이썩시개, 병 뚜껑 등의 이물들이 많아서 안심하고 사용하기 어렵다. 이러한 이유로 음식물 쓰레기가 질 좋은 배합사료에 밀려 환경쓰레기로 취급되고 있다.

### (3) 퇴비화

음식물 쓰레기는 건조물 대비 발열량이 높고 유기성 물질이 많이 함유되어 있어서 영양적 가치도 있으므로 퇴비화하여 유용한 자원으로 재활용이 가능하다. 이를 위해서는 과다한 염분 농도 문제와 매콤한 향신료 문제 등을 고려할 필요가 있다.

음식물 쓰레기를 퇴비로 재활용하는 것은 그만큼 환경오염을 덜 야기하게 된다. 음식물 쓰레기의 퇴비화를 위해서는 용기, 톱밥이나 분쇄낙엽, 미생물제제 등이 필요하다. 톱밥이나 분쇄낙엽은 혼합제로 사용되며 미생물제제로는 광합성균, 방선균, 유산균, 혼합균제 등을 이용한다. 발효시간은 계절에 따라 다르며 보통

1-3개월 동안 발효해야 퇴비화가 진행된다. 음식물 쓰레기의 퇴비화 시 주의할 것은 염분의 농도이다. 염분 농도가 높은 퇴비는 논이나 밭에 뿌려졌을 때 식물의 삼투작용을 방해하여 식물을 말라 죽게 한다. 일반적으로 식물은 염분 농도 0.7-1.5%일 때 잘 성장한다. 따라서 생산되는 퇴비의 염분 농도에 따라 퇴비를 등급화하여 관리할 필요가 있다.

최근에는 가정용으로 음식물 퇴비화장치가 개발되어 장치 내 발효 용기에 음식물 쓰레기와 미생물 발효제를 넣어 퇴비를 쉽게 제조할 수 있어서 음식물 쓰레기를 버리는 과정에서의 불편함을 해소하고 자원순환의 효과도 있다. 이러한 음식물 퇴비화장치는 대부분 썩는 냄새가 나지 않도록 매일 손쉽게 처리할 수 있도록 설계되어 있고, 생산되는 퇴비를 텃밭이나 정원에 거름으로 사용할 수 있다. 폐기물관리법에 의하면 비산먼지, 악취, 휘발성유기화합물, 대기오염물질, 침출수나 중금속 등 유해물질이 유출되어 생활환경에 위해를 미치지 아니하고, 토양, 수생태계 또는 지하수를 오염시키지 아니하며, 소음 또는 진동이 발생하여 사람에게 피해를 주지 아니하도록 폐기물을 재활용하도록 하고 있다. 폐기물관리법 시행령에 의하면 1일 평균 총 급식인원이 100명 이상인 집단급식소를 운영하는 자와 식품접객업 중 사업장 규모가 200m<sup>2</sup> 이상인 휴게음식점영업 또는 일반음식점영업을 하는 자는 음식물류 폐기물 배출자로 정하고, 음식물류 폐기물의 기준 및 방법을 시행규칙으로 정하고 있다.

(4) 바이오연료화

지금까지 음식물 쓰레기의 재활용 방법으로 주요 사료화와 퇴비화가 사용되어 왔으나 자원화 시설의 기준이 강화되고, 수요처의 불확실성 등의 문제로 최근에 널리 사용되는 다른 대안 중 하나가 혐기성 소화(anaerobic digestion) 처리기술이다. 이 기술은 혐기성 균에 의해 메탄가스와 같은 바이오가스를 생산하므로 자원순환형 폐기물 처리기술이면서 자원경제학적으로 주목받는 기술이다. 혐기성 소화공정은 공기가 존재하지 않는 상태에서 유기물이 생분해되어 메탄가스와 이산화탄소로 분해되는 과정이다. 이는 그림 3-24와 같이 가수분해공정, 산생성공정, 메탄생성공정의 3단계로 이루어진다. 먼저 가수분해공정에서는 탄수화물, 지방, 단백질 등의 고분자 유기물이 단당류, 지방산, 아미노산으로 분해되며, 산생성공정에서는 앞서 생성된 저분자 유기물을 유기산과 수소로 전환하고, 메탄생성공정에서는 이들을 분해해서 메탄가스를 생성한다. 이렇게 생성된 바이오가스는 열병합발전 혹은 지역 냉난방의 에너지원으로 이용되고 있다.



그림 3-24 음식물 쓰레기의 혐기성 소화 처리

이와 같은 혐기 소화공정은 음식물 쓰레기뿐만 아니라 가축분뇨, 도축폐기물 등의 물리화학적 특성이 서로 다른 두 개 이상의 고형 폐기물과 혼합하여 처리할 경우, 단일 폐기물의 처리에 비하여 C/N비가 향상되어 소화효율도 높고, 폐기물처리 비용도 낮으며, 소화 잔류물을 퇴비로 이용할 수 있어서 훨씬 경제적인 것으로 평가되고 있다. 여러 유기성 폐기물 중 음식물 쓰레기가 메탄화 수율이 가장 높은 것으로 알려져 있다( $0.356-0.471\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg-volatile solid}$ ). 선별된 음식물 1톤당  $60-80\text{m}^3$ ( $25^\circ\text{C}$ , 1기압)의 바이오가스가 발생하고, 퇴비 발생량은 5-10% 정도이며 감량화 효율은 80% 수준이다.<sup>1)</sup>

### 3.8.3 음식물쓰레기 처리의 환경영향 및 경제성

음식물 쓰레기의 전통적인 처리 방법으로는 사료화, 매립, 소각, 퇴비화 등이 있다. 음식물 쓰레기의 자원재순환 관점에서 추가로 검토되고 있는 것은 음식물 쓰레기의 당화액을 이용하여 젖산이나 에탄올을 생산하는 것이다.<sup>2,3)</sup> 표 3-19는 사료화, 매립, 소각, 퇴비화, 혐기성 소화 등 주요 처리 방법에 따른 환경 영향 및 경제성을 검토한 것이다.

- 
- 1) 허남효, 정상순, 국내 음식물 쓰레기의 혐기성 처리기술, 한국신재생에너지학회 춘계학술대회는문집, pp. 476-481(2005)
  - 2) 이지은, 전지현, 김성준, 음식물 쓰레기 당화액을 이용한 lactic acid 생산조건의 최적화, 한국도시환경학회지, 4:41-47(2004),
  - 3) 한효정, 리홍성, 김성준, 음식물 쓰레기 동시당화 발효에 의한 에탄올 생산, 한국생물공학회지, 21:474-478(2006)

표 3-19 음식물 쓰레기의 자원화 방법에 따른 장단점

처리 방법	사료화	매립	소각	퇴비화	혐기성 소화
토양 오염	하	상	하	하	하
수질 오염	하	상	하	하	하
지하수 오염	하	매우 심각	하	하	하
대기 오염	하	하	매우 심각	하	하
악취	중	중	중	중	중
경제성	상	중(대규모 토지, 침출수 처리)	중(보조 연료 사용)	상	상

환경적인 요인과 경제성을 고려하여 최근에는 혐기성소화를 통하여 생성된 바이오가스로 전기를 생산하고, 잔재물을 퇴비화하는 것이 일반화되고 있다. 수도권매립지관리공사에서 운영하고 있는 음폐수 전용 바이오가스 자원화시설은 1일 500톤의 음식물 폐수를 처리하여 음폐수 1톤당 67.4m<sup>3</sup>(25℃, 1기압)의 바이오가스를 생산할 수 있다. 이 때 발생하는 고형물은 현재 매립처리중이나 향후에는 퇴비화하는 계획을 갖고 있다. 음폐수와 침출수를 병합하여 소화처리하는 1,300톤/일의 시설에서 음폐수 1톤당 50m<sup>3</sup>(25℃, 1기압)의 바이오가스를 생산할 수 있다.

세계적으로 막대한 양의 폐기물이 해양투기되어 해양오염문제가 발생함에 따라 이를 방지하기 위한 런던협약(폐기물 및 기타물질의 투기에 의한 해양오염방지에 관한 협약)이 채택되었고 그

개정판인 96의정서가 2006년 3월에 발효되었으며 하수침전물 찌꺼기, 생선폐기물, 천연기원 물질 등 8개 허용물질을 제외한 모든 물질의 배출을 금지하고 있다. 우리나라는 런던협약 96의정서에 2009년에 가입하면서 2013년도부터 음폐수 해양 배출을 전면 금지하도록 되어 있다. 퇴비나, 가스로 자원화하거나 폐수로 처리하는 등 오직 육상처리만 가능하게 되었다. 음식물폐수는 해양 배출이 금지됨에 따라 매립지의 침출수와 병합처리하여 바이오가스를 생산하여 발전하거나 자동차 연료로 사용하고 있다. 해양환경관리법 시행규칙 제12조에 규정된 바 해양배출이 가능한 육상폐기물의 종류에는 어류·패류의 젓갈 또는 그 젓갈의 생산·유통 및 보관과정에서 발생된 폐기물, 도축, 육류, 수산물가공잔재물, 과채류, 유지, 낙농, 빙과류, 곡물가공품, 전분 및 당류, 동물용 사료 및 조제식품, 설탕, 조미료 및 식품첨가물 등의 제조시설에서 원료로 사용한 동식물 폐기물은 해양배출이 가능하다. 그러나 가정과 음식점 등에서 배출된 음식물 쓰레기는 해양 투기가 금지되어 있다. 또한 음식물류 폐기물 자원화시설에서 배출되는 폐수는 해양으로 배출하여 처리할 수 없다. 식량 낭비를 줄여서 음식물 쓰레기의 발생을 줄이는 것은 환경오염을 줄이고 막대한 처리비용을 줄이는 경제적인 효과가 매우 크다고 할 수 있다.

우리나라는 2013년부터 음식물 쓰레기 종량제를 실시하고 있는데 이것은 해양 투기가 법으로 금지되면서 음식물 쓰레기의 배출량을 줄이기 위한 것이다.





2장에서 식품의 손실과 폐기의 여러 가지 원인들에 대하여 검토해 보았다. 매우 다양한 원인들이 존재하며 그것들은 특정 제품의 특성과 지역적인 조건들과 밀접하게 관련이 있음을 알 수 있었다. 음식물 쓰레기 생성의 원인이 다양하므로 이를 줄이기 위한 방법도 다양하다.

식량낭비는 식품 저장시설의 부족, 저장기술의 부족, 식품공급 사슬(food supply chain)에 관여하는 사람들의 무지와 부주의, 관련 법규의 미비와 모순, 식품안전관리 규제의 불합리 등 여러 가지 요인에 의해 발생한다. 식량낭비를 줄이고자 하는 노력은 농업 생산자, 식품가공업자, 사료 및 비료 생산업자, 유통업자, 단체급식업자, 소비자, 운송업자 등 모든 식품공급사슬에 직접 참여하는 당사자들(stakeholders) 뿐만 아니라 농림축산식품부, 식품의약품안전처, 환경부 등 식량생산, 유통, 폐기처리에 관여하는 정부 당국자와 정책입안자들의 역할이 크다.

식량손실을 줄이기 위한 제도적 장치가 잘 갖추어지면 식품의 손실 및 폐기량이 크게 감소할 수 있으며, 손실 및 폐기되는 식품은 푸드뱅크 등의 사회적 서비스 부문에서 식용이 가능한 부분들

일부 흡수하고, 식용이 불가능한 부분은 비료, 사료 등의 용도로 1차 전환할 수 있으며, 바이오연료, 바이오플라스틱 등의 산업적 생산 공정의 원료로도 사용할 수 있다. 최후의 방법으로 소각하거나 매립하는 것이다.

### 4.1 식품안전 관리제도의 개선

#### 4.1.1 식품안전과 식량안보

식품안전(food safety)과 식량안보(food security)는 서로 상충하고 상보하는 관계이다. 식량이 부족하면 식품안전을 생각할 겨를이 없다. 당장 허기진 배를 채워야 하므로 좋고 나쁨을 가리지 않고 먹을 수 있는 것은 모두 먹어야 한다. 보릿고개를 넘어야 했던 1970년대 이전의 우리사회가 겪은 일이다. 그때에는 아무도 식품안전에 대해 말하지 않았다.

반면에 아무리 많은 음식을 쌓아놓고 있어도 안전하지 않으면 먹을 수 없고 버려야만 한다. 우리나라는 국가 경제가 나아지고 모자라는 식량을 외국에서 무제한 수입해 먹게 되자 식품안전에 대한 논란이 일기 시작하였다. 불량식품에 대한 고발이 이어지고 식품 중에 있는 위해성분에 관한 보도가 끊이지 않았다. 라면의 우지파동, 화학조미료 논란, 통조림 포르말린 사건, 불량만두 사건, 아크릴 아마이드 파동, 광우병 파동, 이온화조사식품 안전성, GMO 논란 등 식품 섭취로 직접적인 피해를 받은 사람은 없으나

사회적 불안감만 조장한 대형 사건들이 연이어 일어났다(이철호, 1997, 2005). 이로 인해 국민은 음식물에 대한 불안감이 고조되고 안심하고 먹을 음식이 없다고 불평하고 있다. 결국 음식을 쌓아 놓고도 먹을 게 없다고 생각하는 것이다.<sup>1,2)</sup>

이와 같이 식량이 부족하면 식품안전 수준이 낮아지고, 식품안전 수준이 높아지면 먹을 수 있는 식량이 적어지고 식품의 가격이 상승한다. 식품안전이 완벽하게 보장되는 식품은 없다. 모든 식품 성분은 과하면 독이 될 수 있으므로 안전한 수준을 선택하여 가공하고 유통하는 것이다. 우리나라는 곡물수요의 75%, 전체식량의 반 이상을 외국에 의존하는 식량안보가 대단히 취약한 나라이나 식품안전 수준은 선진국 수준으로 높은 나라이다. 그러므로 식량 안보를 위해 식품안전 수준을 적정 수준으로 맞추도록 조정하는 사회적 합의가 필요하다. 우리나라는 식품 사건이 발생할 때마다 안전관리 규제를 강화하는 일에만 치중해 왔다. 그 결과 지나친 규제로 식품산업이 어려움을 겪고 있으며 불필요한 식량 손실이 발생하고 있다.

예를 들어 식품 중의 납(lead)이나 카드뮴(cadmium)은 인체에 해로운 중금속으로 토양에서 쉽게 오염되므로 일정 허용치 이하로 관리하고 있다. 쌀의 경우 허용기준은 0.2ppm(또는 mg/kg) 이하이다. 이러한 기준은 동물실험에서 구한 무독성량(NOAEL)에 1/100 내지 1/1,000의 안전계수를 곱하여 일일 허용섭취량(Acceptable

1) 이철호, 맹영선, 식품위생사건백서, 고려대학교출판부(1997)

2) 이철호, 식품위생사건백서 II, 고려대학교출판부(2005)

Daily Intake)을 구하고 여기에 소비자의 평균 체중과 하루 섭취량을 감안하여 식품중의 잔류허용치(MRL)를 정한다. 이 계산에서 100배 또는 1,000배의 안전계수를 적용하기 때문에 허용기준 0.1ppm이나 0.3ppm은 안전 면에서 큰 의미를 가지지 않는다. 그러나 수확한 쌀이 허용기준보다 0.1ppm이 더 높으면 모두 폐기해 버려야 한다. 식품의 안전수준을 높인다고 이런 기준을 낮게 잡으려고 하면 할수록 폐기되는 식량이 많아지는 것이다.

### 4.1.2 위해요소(Hazard)와 위험(Risk)

독성학의 기본전제는 절대무해(absolute safe)한 물질은 세상에 존재하지 않으며 모든 물질은 농도(노출량)에 따라 무해할 수도 있고 유해할 수도 있다는 것이다. 따라서 위험(risk)은 위해요소(hazard)와 노출량(exposure) 또는 투여량(dose)의 함수로 나타낼 수 있다.

$$\text{위해요소(Hazard)} \times \text{투여량(dose)} = \text{위험(Risk)}$$

따라서 독성학 연구는 물질을 구성하고 있는 화학성분의 정량적 분석기술에 의존한다.

식품의 화학적 조성은 20세기에 들어오면서 단백질, 지방, 탄수화물, 비타민, 무기물 등의 영양성분에 대한 분석기술이 확립되면서 밝혀졌으며 1960년대를 기점으로 기기분석기술이 급속도로 발전하여 분석할 수 있는 성분의 종류도 많아졌을 뿐더러 검출할

수 있는 한계도 밀리그램(mg) 수준에서 마이크로그램( $\mu\text{g}$ ) 수준으로 확대되었다. 현재는 HPLC, GC, MS, NMR 등 첨단 분석 장치로 수백 가지의 성분을 나노그램(ng) 수준으로 분석하고 있다.

검출한계가 밀리그램(mg) 수준일 때에는 중금속, 농약 등 위해 성분(hazard)이 검출되면 인체에 해를 입힐 수 있는 농도이므로 검출은 곧 위험(risk)을 의미한다. 그러나 검출 농도가 밀리그램의 1/1,000 또는 백만분의 1 수준으로 낮아지면서 우리 주변에서 존재하는 거의 모든 물질이 식품에서 검출되고 있다. 예를 들어 최근 개발된 핵자기공명분석기(NMR)는 소량의 시료를 투입하면 400여 가지의 물질이 나노그램(ng) 수준으로 분석된다. 이러한 정밀 기기에서는 독성물질이 검출되더라도 워낙 극미량이므로 인체에 아무런 영향을 미치지 못하는 수준이다. 만약 독성물질이 검출되었다는 사실만 가지고 불안해하면 먹을 수 있는 음식이 없다.

그림 4-1은 시대의 변천에 따른 분석기술의 발전과 검출된 물질들의 농도와 식품안전 위험 수준의 관계를 도표로 나타낸 것이다. 다이옥신 같은 맹독성 물질을 제외하면 대부분의 물질들은 ppm 수준에서 위험의 유무가 갈린다. 따라서 검출되는 물질의 농도수준에서 유해한지 아닌지를 과학적으로 평가해야 한다. 이를 위한 위험평가(risk assessment)기술은 오늘날 식품안전관리의 핵심이며 중심기술이다.<sup>1)</sup> 종래의 위해요소 검출은 곧 위험이라는 등식이 성립되지 않는 경우가 많아 겉음에도 불구하고 아직도

1) Brackett, R. E., 식품의 안전성 확보를 위한 식품조사기술, 식품의 안전성 평가, 이철호 외(2009)

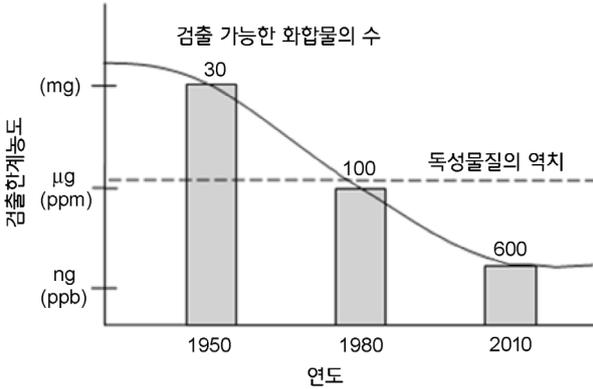


그림 4-1 분석기술의 발달에 의한 식품 성분의 종류와 검출한계의 변화<sup>1)</sup>

많은 소비자들은 위해요소가 검출되면 위험한 것으로 인식하고 있는 실정이다. 이러한 소비자들의 뒤떨어진 의식구조가 식품의 낭비와 손실을 부추기고 있다.

#### 4.1.3 식품의 이물관리 제도

한국식량안보연구재단 2012년도 연구과제로 수행된 한 연구에서 우리나라 소비자들의 식품에 대한 불안 요인을 조사한 결과를 보면 중금속에 대한 우려가 가장 크고 그 다음이 광우병, 유해미생물, 환경호르몬 순으로 조사되었다.<sup>2)</sup> 식품 중의 항생물질과 잔

- 1) 이철호, 식품 안전성 평가와 관리(이철호 외 편저, 식품의 안전성 평가, 한국과학기술원출판부, 2009)
- 2) 양승용, 식품이물 관리제도의 비용편익 분석, 제8회 식량안보세미나, 식품 이물관리 제도의 개선방안에 관한 토론회, 국회의원회관, 11월 5일(2012)

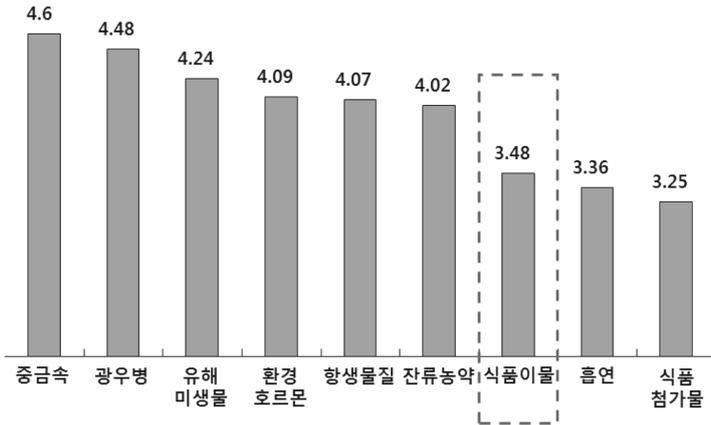


그림 4-2 식품 위해요인들에 대해 느끼는 불안감

류농약 오염에 대한 불안감도 비교적 높게 나왔다(그림 4-2). 식품 이물질에 대한 불안감은 비교적 낮아 흡연과 비슷한 수준이다.

그러나 전국소비자상담센터에 접수된 식품관련 상담건수는 이물질 혼입에 대한 상담건수가 단연 1위이다. 2011년 총 8,079 상담건수 중 변질부패에 대한 상담건수는 10%에 불과한데, 이물질 혼입 44.3%, 이상반응 24.6%, 유통기한 경과 16.9%를 기록하고 있다(표 4-1).<sup>1)</sup>

소비자에게 식품에서 발생하는 이물질의 혼입 문제는 식품의 제조와 유통과정이 잘 관리되고 있는지를 나타내는 척도로 작용한다. 이물질이 발견되면 식품 제조공정 전체나 관리체계, 유통단

1) 조운미, 이물관리제도 개선방안, 제8회 식량안보세미나, 식품 이물관리제도의 개선 방안에 관한 토론회, 국회의원회관, 11월 5일(2012)

표 4-1 연간 분류별 가공식품 안전 위생 상담건수

구분	2009년		2010년		2011년	
	건수	비율	건수	비율	건수	비율
변질, 부패	374	8.9	627	8.7	807	10.0
이물질	2,544	60.8	3,381	46.7	3,577	44.3
이상반응	409	9.8	1,639	22.6	1,984	24.6
유통기한	736	17.6	1,325	18.3	1,367	16.9
기타 안전위생	123	2.9	270	3.7	344	4.3
계	4,186		7,242		8,079	

계 전반에 대한 불신으로 이어진다. 제품에서 이물질이 발견되면 회사의 이미지에 치명적인 상처를 받는다. 이 때문에 식품기업들은 이물질의 혼입을 막으려는 노력을 많이 하고 있다. 공장의 방충망 설치, 쥐의 접근을 막기 위한 시설 관리, 모자나 작업복 등 개인 위생관리 등에 철저를 기하고 있다.

2008년도에 우리나라 식품 대기업 제품에서 쥐의 사체 일부가 발견되고, 참치통조림에서 칼날이 발견되어 커다란 사회적 충격을 일으켰다. 이에 정부는 2009년 식품위생법을 개정하여 이물질이 발견되면 영업자가 이 사실을 관계기관에 의무적으로 보고하도록 했다. 보고대상 이물은 3mm 이상 크기의 유리, 플라스틱, 금속성 재질의 물질이며, 머리카락, 실, 비닐, 약 2-3mm의 금속성 이물 등은 의무보고 대상에서 제외하였다. 이 법이 시행되면서

식품기업에서는 x-ray 검출기, 이물선별기, 금속검출기 등 고가의 장비를 설치하고 이물 저감화 노력을 하고 있다.

이물보고 의무화 규정은 전 세계에서 우리나라만 유일하게 시행되는 규정이다. 식품기업의 입장에서는 자율적인 관리를 원하고 있다. 이물을 조작하여 기업에서 금품을 갈취하는 블랙컨슈머가 기승을 부리는 부작용도 발생하고 있다. 이물발생의 진위와 경위를 파악하기가 어려워 이물분쟁조정위원회가 제대로 기능을 발휘하지 못하고 있다. 이물관리제도의 비용편익 분석 연구에서도 기업의 자율성을 확대해 나갈 것을 권고하고 있다.<sup>1)</sup> 이물의 혼입을 효과적으로 방지하여 식량의 손실을 막고 식품기업에 대한 소비자의 신뢰를 높이기 위한 합리적인 제도 개선이 필요하다.

---

1) 양승용, 식품이물 관리제도의 비용편익 분석, 제8회 식량안보세미나, 식품 이물관리 제도의 개선방안에 관한 토론회, 국회의원회관, 11월 5일(2012)

## 4.2 유통기한 표시제도의 개선

유통기한 등의 식품기한 표시제도에 대한 소비자들의 혼동이 가정에서의 식품 낭비에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다.<sup>1)</sup> 또한 소매점에서의 폐기 및 경제적 손실의 주요인이기도 하다.<sup>2)</sup> 식품기한 표시제도는 다양한 방식이 존재한다. 유럽에서는 최상품질유지기한(“best-before” date)과 소비기한(“use-by” date)을 사용하도록 규정되어 있다. 미국에서는 연방정부 차원의 일반적인 규정은 없으나 FDA에서는 영아용 식품에 대해서, 미국 농무부(USDA)에서는 육류 등의 축산물에 대해서 표시 요구사항을 정해 놓고 있다. 또한 미국 도량형기협회(NCWM)는 자율적인 가이드언스로서 유통기한(“sell-by” date)과 최상품질유지기한(“best-if-used-by” date)을 정하고 있다. 한국에서는 유통기한과 품질유지기한을 사용하도록 정하고 있다.

- 
- 1) GfK (Growth from Knowledge), Public attitudes to food. GfK Social Research. Report for the UK Food Standards Agency(2009)  
<http://tna.europarchive.org/20111116080332/http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/publicattitudestofood.pdf>.
  - 2) NRDC (Natural Resources Defense Council), The dating game: how confusing food date labels lead to food waste in America(2013)  
<http://www.nrdc.org/food/files/dating-game-report.pdf>

### 4.2.1 식품기한의 정의와 각국의 적용사례

세계적으로 많이 사용되고 있는 식품기한의 표시제도는 표 4-2와 같다.

그림 4-3과 같이 식품은 제조된 후 변질되기까지 여러 단계로 구분하여 품질과 관련된 상태를 규정할 수 있다. 먼저, 일정기간

표 4-2 식품기한 표시제도의 정의와 각국의 적용 사례

식품기한 표시제도	정의와 적용사례
<ul style="list-style-type: none"> <li>제조일 (제조연월일, Date of Manufacture)</li> </ul>	식품의 제조/가공과정이 완료된 일자
<ul style="list-style-type: none"> <li>유통기한 (판매기한, sell by date)</li> </ul>	식품을 판매할 수 있는 최종일(한국 등)
<ul style="list-style-type: none"> <li>품질유지기한 (상미기한, best before date)</li> </ul>	지정된 적정 보관, 저장방법에 의한다면 식품의 맛이나 색깔, 영양 등 식품의 품질이 최상의 상태로 유지될 것으로 보는 기한(미국, 호주, 일본), 최소보존일(date of min. durability)라고도 함.
<ul style="list-style-type: none"> <li>소비기한 (use by date)</li> </ul>	당해 식품을 소비자가 소비하여도 건강이나 안전에 이상이 없을 것으로 인정되는 소비 최종 시한(미국, EU, 일본, 호주 등)
<ul style="list-style-type: none"> <li>종료기한 (expiration date)</li> </ul>	식품의 섭취가 가능한 최종 기한일

## 식량낭비 줄이기

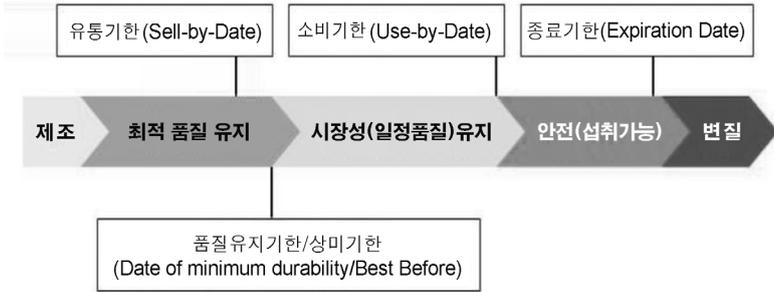


그림 4-3 유통기한, 소비기한, 품질유지기한, 상미기한의 개념<sup>1)</sup>

동안 최적의 품질 상태를 유지하는 기한, 즉 품질유지기한(또는 상미기한)을 경과한 후 변질되기 전에도 규격 상의 허용 가능한 품질수준(시장성 품질)을 유지하여 건강상에 이상이 없을 것으로 인정되는 기간(소비기한, 이 기간을 경과한 후에는 시장성이 없다고 판단됨)을 거친 후, 최종적으로는 부패 미생물이나 병원성 미생물에 의한 변질로 섭취가 불가능한 종료기한에 이른다.

현행법상 식품의 유통기한은 제품의 제조일로부터 소비자에게 판매가 허용되는 기한을 말하며, 소비자가 안심하고 식품을 구입할 수 있도록 제조업체가 제품의 품질과 안전성을 보장하는 기간을 말한다. 제조업체는 식약처가 정한 ‘식품의 유통기한 설정기준’에 따라 세균 수 등의 위생지표와 산가 등의 품질지표를 다양한 방법으로 측정하고 후 여유기간(안전계수)을 두고 설정하여야

1) 유통기한 경과 식품의 섭취 적정성 조사 결과보고서, 한국소비자원(2009)

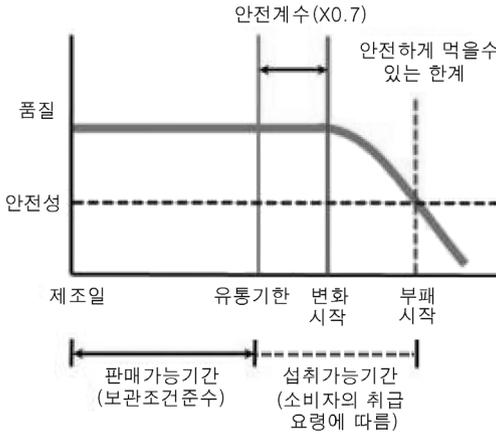


그림 4-4 유통기한 설정의 원리

한다(그림 4-4). 일반적으로 최상의 품질을 유지하는 기간의 70%를 유통기한으로 절한다. 예를 들면 우유를 포장하여 냉장고에 10일간 변질없이 보존할 수 있다면 유통기한은 포장 후 7일로 정한다.

유통기한 표시 대상 식품으로는 제조, 가공, 소분, 수입한 식품(자연 상태의 농·임·수산물은 제외)으로 다만, 설탕, 병과류, 식용얼음, 과자류 중 껌류(소포장 제품에 한함), 식염과 주류(맥주, 탁주, 약주 제외) 등 품질유지기한으로 표시하는 식품은 유통기한 표시 생략이 가능하게 되어 있다. 표 4-3은 우리나라에서 사용하는 유통기한과 품질유지기간에 대한 설명이다.

표 4-3 유통기한과 품질유지기간

구분	유통기한	품질유지기간
정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제품의 제조일로부터 소비자에게 판매가 허용되는 기한(제품의 유통기한 날짜까지만 섭취 가능하다는 의미는 아님)</li> </ul>	식품의 특성에 맞는 적절한 보존방법이나 기준에 따라 보관할 경우 해당식품 고유의 품질이 유지될 수 있는 기한(이 기간까지는 최상 상태의 식품을 섭취할 수 있음)
대상 품목	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제조·가공·소분·수입한 식품(자연 상태의 농·임·수산물은 제외)</li> </ul>	레토르트식품, 통조림식품, 잼류, 당류, 다류 및 커피류, 음료류(멸균제품), 장류(메주 제외), 조미식품(식초와 멸균한 카레제품), 김치류, 젓갈류 및 절임식품, 조림식품(멸균), 맥주, 기타식품류(전분, 벌꿀, 밀가루에 한한다)
규정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유통기한을 표시하도록 의무화</li> <li>• 설탕, 소금, 주류 등 일부 제외</li> <li>• 유통기한 설정기준에 따라 제품의 특성을 고려하여 식품회사가 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유통기한이나 품질유지기한을 선택적으로 표시</li> <li>• 김치류, 잼류, 레토르트식품</li> <li>• 품질유지기한은 식품회사가 자율적으로 설정</li> </ul>
관리 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유통기한 경과 제품은 유통/판매 금지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 품질유지기한이 경과시라도 유통/판매 가능</li> </ul>

한국소비자원에서 2009년 12월에 발표한 “유통기한 경과식품의 섭취 적정성 조사 결과보고서”와 2010년 7월에 발표한 “유통기한 경과식품 [빵류]의 섭취 적정성 조사 결과보고”에서 조사된 바는 다음과 같다. 유통기한이 제조일 이후 5-7일인 우유의 경우 집의 냉장고에서 제대로 보관하면 제조 후 30일까지도 먹을 수

있으며, 유통기한이 9개월인 냉동만두는 유통기한 만료 후 25일이 지나도 안전에 문제가 없었다. 냉장 빵류는 20일, 건면은 유통기한이 50일이 지나도 안전하다고 소비자보호원이 발표했다. 이런 관점에서 보면接客업소에서 유통기한이 지난 원료가 발견되면 문제 삼고 입건하는 현행 관리 관행은 크게 잘못된 일이며 하루속히 시정되어야 한다. 현재 국내에서 유통기한 경과로 폐기되는 빵류(및 떡류) 제품은 약 380억 원에 달하는 것으로 추정되며, 『품질유지기한』 제도를 확대 적용하여 반품이나 폐기되는 식품을 약 5% 줄이며 연간 약 2,200억 원의 비용절감 효과가 발생하는 것으로 조사된 바 있다.<sup>1)</sup>

한국식량안보연구재단 연구보고(2011)에 의하면 유통기한 전 반품률과 유통기한 후 반품률의 구성비는 각각 35%와 65%로서, 전체 반품 폐기물 중 유통기한 후 반품되는 식품의 비중이 더 높은 것으로 조사되었다. 국내 일반식품(육가공품, 유가공품 포함) 제조업체 생산량을 기준으로 가중평균치(weighted average)를 계산한 결과, 국내 식품의 평균 반품률은 1.45% 수준인 것으로 추산되었다. 유통기한 전 후 반품 손실 비용이 2011년 현재 연간 약 6,000억 원으로 추정되고 있다.<sup>2)</sup>

반품 관리비용, 소각 및 매립 등 폐기비용은 물론 단체급식업소

- 
- 1) 박기환, 가공식품 유통기한 표시 정책의 국제동향, 식품과 기계, 한국산업식품공학회 5:3-6 (2008)
  - 2) 한국식품기술사협회, 유통기한 경과로 인한 폐기식품의 발생현황과 감축방안, 한국식량안보연구재단(2011)

또는 가정에서 보관 중 유통기한이 지나서 폐기되는 것까지 포함시킬 경우, 단순한 제조업체 차원의 비용 리스크뿐만 아니라, 소비자와 사회 전반에 대한 리스크가 증대되어, 사회적으로 막대한 비용을 부담하고 있는 것으로 예상된다.

### 4.2.2 유통기한에 대한 소비자 인식과 병폐

유통기한이 경과한 식품은 폐기 전에 다른 용도로 이용함이 바람직한데, 식용이 부적합한 경우라 할지라도 비료, 사료 등으로 재생 이용되지 못하고 대량으로 폐기됨으로써 식량자원이 낭비되고, 환경오염 문제도 일으키고 있다.

우리나라의 소비자들은 유통기한(sell by date)을 소비기한(use by date)로 혼동하여 가정에서나 식당에서 유통기한을 경과하여 보관되고 있는 식품을 대부분 폐기하고 있는 실정이다. 즉, 유통기한 경과 식품을 변질된 식품으로 오인하고 안전성 여부와 상관없이 폐기처리되고 있는 실정이다. 한국소비자원 시험검사국에서 시험평가하여 보고한 바에 의하면 시중 유통 베이커리 식빵, 양산 식빵을 대상으로 유통기한 만료 후 냉장온도(0-5℃)에서 품질변화를 확인한 결과 20일이 경과하는 시점까지 섭취 시 안전에 문제가 없는 것으로 확인되었다.<sup>1)</sup> 외국에서는 품질유지기한이 지난 제품에 대해 가격을 조정하여 판매하고 있다.

---

1) 심성보, 유통기한 경과 식품(빵류)의 섭취 적정성 조사 결과보고, 한국소비자원(2010)

우리나라의 곡물자급률은 25%에 불과한 수준인 반면, 선진국에 비하여 많은 양의 음식물 쓰레기가 배출되고 있다. 식품의 폐기량이 늘어나면서 환경처리비용의 증대, 포장재의 폐기에 의한 환경오염 등 버려지는 제품으로 인한 자원의 낭비를 막아야 한다는 의견이 제시되고 있다. 유통기한 표시제도의 개선으로 식품안전을 확보하면서도 표시제도로 인한 폐기물의 발생을 줄이고자 하는 시도는 식품안전측면과 자원재활용을 모두 고려하고 이에 따른 경제, 사회적인 영향까지 고려하여 종합적으로 검토해야 할 사항이다. 우리나라에서 일반적으로 사용되는 유통기한의 의미는 제품의 품질을 고려하여 소비자에게 판매가 허용되는 기간을 말하므로 유통기한의 만료시점이 반드시 제품의 변질을 의미한다고 볼 수 없다. 이러한 혼동을 줄이기 위해서 소비자 입장에서의 일관된 표시제도가 필요한 실정이다. 외국에서도 판매기한을 소비자에게 잘 보이지 않도록 하는 것을 제안하고 있다.<sup>1)</sup> 판매기한 또는 유통기한보다는 소비기한을 더 중요하게 보기 때문이다.

#### 4.2.3 유통기한 표시제도의 개선 방향

유통기한을 사용하는 국가는 우리나라가 거의 유일하며, 미국, 일본, EU, 호주 등의 대부분의 국가들은 유통기한 대신 소비

1) DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK), Guidance on the application of date labels to food(2011)  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/69316/pb132629-food-datelabelling-110915.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69316/pb132629-food-datelabelling-110915.pdf)

기한을 사용하고 있으며, 대부분은 품질유지기한 제도를 병용하고 있다.

한국식량안보연구재단 연구보고(2011)<sup>1)</sup>는 유통기한 제도와 관련된 제도 개선 방안으로 다음과 같이 제안하고 있다.

첫째, 유통기한 경과한 제품에 대한 처리 규정이 미흡하다. 유통기한 경과 제품에 대한 소비자 대응 관련 규정이 없고 유통기한 제품을 폐기물관리법 상의 음식물류 폐기물로 보아야 하는 지에 대한 규정이 모호하므로 유통기한 경과 가공식품에 대한 활용 규정이 필요하므로 이에 대한 제도적인 정비를 제안한다.

둘째, 유통기한 제도에 대한 홍보를 강화하여야 한다. 즉 “유통기한 경과 제품 = 변질 제품”이라는 소비자의 인식을 개선할 필요가 있다. ‘유통기한 제도에 대한 홍보 강화’라는 개선 방안은 ‘유통기한 경과’의 의미를 ‘팔지 말아야 한다’는 의미이지 ‘먹지 말아야 한다’는 의미가 아님을 홍보해야 할 필요가 있다. 유통기한 설정 시험에 의한 기한 설정의 원리를 이해하도록 하면 소비자의 혼선을 줄일 수 있을 것이다.

셋째, 식품의 특성별로 세분화된 표시제도를 운영하여 일부 제품에 대하여 소비기한 제도의 도입을 검토해야 한다. 저위험식품에 대해서는 유통기한(품질유지기한)과 소비기한을 병행 표시하고 유통기한은 경과하였지만 소비기한 이전의 제품에 대해서 업

---

1) 한국식품기술사협회, 유통기한 경과로 인한 폐기식품의 발생현황과 감축방안, 한국식량안보연구재단(2011)

격한 품질검사를 거쳐 푸드뱅크로의 기부나 사료 등의 다른 용도로의 전환이 가능하도록 할 수 있다.

넷째, 식품의 주표시면 또는 일괄표시면에 살균, 비살균, 멸균, 열처리 등 식품 가공 방법 중 소비기한 또는 품질유지기한의 예측을 용이하게 하는 내용을 표시하여 소비자의 이해를 도울 필요가 있다.

이상으로 유통기한 경과 식품에 대해서는 종전과 동일하게 유통/판매를 법으로 금지하되, 이를 다른 용도(사료용 등)로 사용하거나, 푸드뱅크 등의 구호기관을 이용하도록 할 경우 식량 낭비를 줄일뿐만 아니라 여러 경제주체의 이익에 기여할 것으로 판단된다.

### 4.3 푸드뱅크의 활용

푸드뱅크(Food Bank)는 식품관련업체나 개인으로부터 먹을 수 있는 여유 식품을 기탁받아 필요한 사람에게 무상으로 분배해주는 복지제도이다. 푸드뱅크의 기원은 1965년 미국에서 시작하여 지금은 전 세계로 확대되었고, 단순 식품의 기탁, 배분, 전달에 그치는 것이 아니라 재난 발생 시 긴급식량지원, 결식구제 등으로 활동영역이 넓혀지고 있다. 푸드뱅크에 식품을 기탁하는 사람들은 농업 생산자, 식품제조업자, 유통업자, 급식업자나 음식점업자 등이다. 농업생산자가 수확하고자 하는 농산물의 시장가격이 생산 원가에 못 미치는 경우, 식품 생산자는 포장 불량, 라벨링 불량, 주문 취소 등의 사유가 있을 때, 유통업자는 유통기한이 임박하여 폐기될 것으로 예상되는 식품이나 어떤 흠결에 의해 판로가 없어진 제품, 식당에서는 잉여의 조리식품 등을 푸드뱅크에 기탁한다.

#### 4.3.1 선진국의 푸드뱅크

미국 푸드뱅크는 1970년대부터 미국 제 2의 수확(America's Second Harvest)이라는 전국적인 네트워크로 구성되었고, 2008년 Feeding America로 변경되어 운영되고 있다.<sup>1)</sup> 푸드뱅크 모델은 나라별로 그 역할과 영향, 공공기관의 관여 정도, 규정 사항 등에

---

1) <http://feedingamerica.org>

따라 다양한 형태로 존재한다.

푸드뱅크는 대부분 민간이 주도하고, 정부가 기탁자에게는 세제혜택을 제공하고, 푸드뱅크에는 운영비를 지원한다. 미국의 경우 연방정부 보유의 미사용, 초과보유 물품이나 장비를 기탁하여 지원하고 있어, 해마다 천만 불 이상의 음식이 극빈자들에게 제공되고 있다. 미국 “Feeding America”와 유럽연합푸드뱅크(the European Federation of Food Banks)는 각각 3천 7백만과 5백 2십만의 배고픈 사람들을 지원하며 사회안전망의 역할을 수행하고 있다.<sup>1,2)</sup>

#### 4.3.2 우리나라 푸드뱅크 활동

우리나라의 푸드뱅크는 1998년 IMF 외환위기 이후 서울을 포함한 4개 지역에서 시작하여 2016년 현재 전국적으로 441개소가 설치되어 있다. 보건복지부와 광역지자체의 지도 감독 하에 각각 전국푸드뱅크와 광역푸드뱅크가 운영되고 있으며 280개소의 푸드뱅크와 127개소의 푸드마켓이 있다(표 4-4). 주로 식품제조·유통기업 및 개인으로부터 여유식품 등을 기부 받아 식품·생활용품의 부족으로 어려움을 겪고 있는 결식아동, 홀로 사는 노인, 장애인 등 우리 사회 저소득계층에 식품을 지원해주는 민간단체 중심의 물적 자원 전달체계라고 할 수 있다.

1) Schneider, F., Review of food waste prevention on an international level. Waste and Resource Management, 166:187-203(2013)

2) Schneider, F., The evolution of food donation with respect to waste prevention, Waste Management, 33(3):755-763(2013)

표 4-4 국내 푸드뱅크 운영 조직과 역할

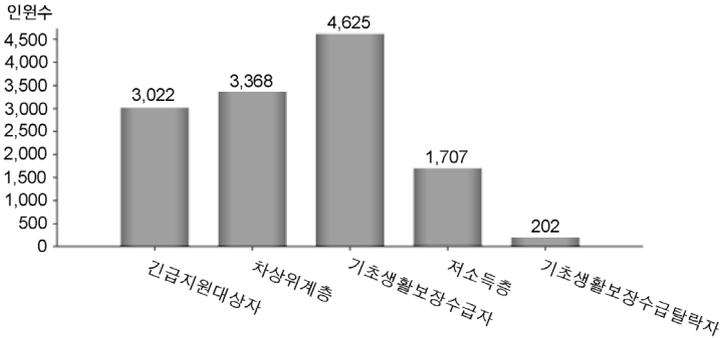
푸드뱅크 조직	주요 역할	관리 감독기관
전국푸드뱅크	광역푸드뱅크, 기초푸드뱅크, 기초푸드마켓으로의 기부식품 배부, 중앙물류센터 운영, 교육 훈련, 홍보, 기부식품 이용자 보호 등	보건복지부
광역푸드뱅크	지자체, 전국푸드뱅크와 협력, 기부식품 모집, 균형배분 등	광역자치단체
기초푸드뱅크·기초푸드마켓	지역 내 기부식품 모집, 관리, 배분, 기부식품 이용자 발굴, 선정	기초자치단체

표 4-5 한국 푸드뱅크 기부금액 현황

(단위: 백만 원, 2015년)

계	식품제조, 가공	즉석판매, 제조	식품도, 소매	식품접객업	집단급식소	일반가정	기타
155,111	75,706	14,690	30,491	1,977	4,162	798	27,287

2015년 우리나라 푸드뱅크의 기부금액은 총 1,551억 원이었으며 기부자는 식품제조가공업소가 757억 원으로 가장 많은 비중을 차지하였다(표 4-5). 푸드뱅크의 기부식품 이용자로 가장 많은 비중을 차지하는 것은 기초생활보장수급자와 차상위계층의 순인 것을 보면 푸드뱅크가 사회복지제도의 하나로 운영되고 있음을 알 수 있다(그림 4-5).

그림 4-5 한국 푸드뱅크 이용자 현황(2015년)<sup>1)</sup>

우리나라의 푸드뱅크 운영규정에 의하면 식품안전사고로부터 이용자들을 보호하기 위한 지침이 마련되어 있다. 첫째, 식품위생법 상의 위생적인 취급 기준(식품위생법 제3조, 같은 법 시행규칙 별표 1 등의 관련 규정)을 준수하여야 한다. 즉 식품 또는 식품첨가물을 채취·제조·가공·사용·조리·저장·소분·운반 또는 진열을 할 때에는 깨끗하고 위생적으로 하여야 하며, 사용하는 기구 및 용기·포장 또한 깨끗하고 위생적으로 다루어야 한다.

둘째, 사업자가 기부식품을 모집할 수 있는 식품군별 유통기한 잔여일수는 사업장에서 이용자 취식을 위하여 충분한 기간이 남아있는지를 고려하여 기부식품을 모집하되, 모집가능기한을 준수해야 하는 것으로 지침이 마련되어 있다. 가공식품·장류·음료류 등은 최소 30일, 육가공류는 최소 15일, 농산물의 경우 최소 5일의 유통기한이 남았을 경우에만 접수한다.

1) 보건복지부 전국푸드뱅크, <http://www.foodbank1377.org>

## 식량낭비 줄이기

셋째, 사업자는 기부물품 관리시스템(FMS)에서 제공하는 위해 상품정보의 상세내역을 면밀히 검토하여 무해하다고 인정되는 상품에 한하여 처리하여야 한다.

기부식품 제공사업자는 음·식료품 제조업 등 한국표준산업 분류에 의한 업종을 영위하는 기업이나 개인이 식품을 기부하였을 경우에 한해 기부식품 영수증을 발급하여 주며 기부식품 영수증은 법인세(소득세) 산출시 전액 손비(필요경비) 처리가 가능하다. 기부식품 영수증의 단가는 장부가액을 기준으로 하며, 기부자의 세무회계상의 장부가액(기부물품 제조에 사용된 비용)으로 가능하다. 이 영수증을 증빙으로 하여 기부자는 법인세법 제 19조 1과 소득세법 시행령 제 55조 5에 의해 세제혜택을 받을 수 있다.

기부식품의 취식으로 인하여 이용자가 피해를 입은 때에는 제공자(제3조의 규정에 따라 신고한 사업자 제외) 및 기부식품 제공 활동에 참여한 자는 민사상 책임을 지지 않는 것이 원칙이나, 다음의 어느 하나의 경우에 해당할 경우 민사상 책임을 진다.

- 고의 또는 중대한 과실이 있는 경우
- 「식품위생법」제3조의 위생적 취급 기준을 위반한 경우
- 「식품위생법」제4조에 따른 위해식품 등인 경우

푸드뱅크가 성공적으로 그 역할을 수행하는 데에는 식품공급 사슬에 있는 다양한 주체들과 푸드뱅크의 스텝들의 공동노력이

필요한데, 예를 들어 잉여식품에 대한 정보, 잉여제품에 대한 운송을 위해서 긴밀한 협조가 필요하다.<sup>1)</sup>

### 4.3.3 식품기탁제도의 활성화 방안

식품기탁제도의 활성화는 사회복지측면 뿐만 아니라 잉여 식품으로 인한 음식물 쓰레기의 감소 측면에서도 의미 있는 것이다. 그럼에도 불구하고 우리나라에서 다른 선진국에 비하여 푸드뱅크사업이 활성화되지 않는 것은 유통기한 임박한 제품은 안전하지 못한 제품이라는 소비자의 인식으로 인해 기부자들이 기부사실이 알려지는 것을 꺼려하기 때문이다. 푸드뱅크 사업의 기탁 특성을 분석한 보고에 의하면 기부가 가능하지만 기부하지 않는 식품은 ‘유통기한이 임박한 식품’(67.3%)이 가장 많았고, ‘식품안전사고 시 법적 보호 장치가 없어서’(54.5%), ‘식품안전사고 시 이미지 손상 우려’(52.3%)의 순으로 나타났다.<sup>2)</sup> 또한 동 보고에 의하면 기부자에 대한 법적 보호 마련 시 기탁할 의사가 있다고 응답한 수가 42.7%에 달했다. 우리나라에서는 ‘식품 기부 활성화에 대한 법률’이 2006년 제정되어 시행중이다. 이 법률에 의하면 기탁자의 민, 형사상의 책임 감면에 대한 내용이 포함되어 있으며

1) HLPE, Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome(2014)

2) 조미나, 홍민아, 강혜승, 양일선, 정부주도형 및 민간주도형 푸드뱅크(Food Bank) 사업의 기탁 특성 분석, 대한지역사회영양학회지, 11:618-628(2006)

로 이 부분에 대한 법적 장치는 마련되어 있으나, 현실적으로 유통기한 임박제품 또는 초과제품 기부에 의한 이미지 손상의 우려로 인하여 기부를 기피하는 경향이 있다.

우리나라 푸드뱅크 사업의 이용자 실태 및 이용특성 분석결과에 의하면 푸드뱅크의 이용혜택으로는 ‘식비 지출 감소’(55.6%), ‘배고픔 감소’(16.6%)로 나타나, 저소득계층에게는 생계수단의 한 방편임을 시사하고 있으며, 이용자들이 푸드뱅크의 확대를 희망하고 있다.<sup>1)</sup>

또한 식품 기부자를 기부식품에 의한 식품사고로부터 보호할 수 있는 장치가 필요하다. 미국과 이탈리아는 이른바 “Good Samaritan Law”로 식품기부자의 법률적인 책임을 제한하여 식품기부를 촉진시키고 있다. 우리나라에서도 기부식품의 취식으로 인하여 이용자가 사상(死傷)에 이른 때에는 제공자·사업자, 그 밖에 기부식품 제공활동에 참여한 자에게 중대한 과실이 없는 경우에는 그 정상을 참작하여 「형법」 제 266조 내지 제 268조의 형을 감경하거나 면제할 수 있는 것으로 정하고 있다(식품기부 활성화에 관한 법률 제8조).

푸드뱅크로 기탁되는 비가열조리식품과 가열조리식품을 안전하게 관리하기 위해서는 기부처 보관단계, 차량운반, 푸드뱅크 보관단계 및 배분 시점까지 5℃이하의 온도에서 보관되도록 하

---

1) 강혜승, 홍미나, 양일선, 조미나, 김철재, 정부주도형 및 민간주도형 푸드뱅크(Food Bank) 사업의 이용자 실태 및 이용특성 분석, 대한지역사회영양학회지, 10:224-233 (2005)

며, 가열조리식품의 경우에는 미생물 수준을 낮추기 위한 재가열 처리 후 공급되는 것이 바람직할 것으로 판단된다.<sup>1)</sup>

최근 미국 MIT 공과대학에서 개발된 ‘Spoiler Alert(음식부패경보)’는 웹, 스마트폰앱, 온라인 마켓 등 최신 ICT 정보통신 매체를 이용하여 식품 공여자와 수혜자를 실시간으로 연결하여 식품 폐기를 줄이는 시스템으로 세계적인 관심을 모으고 있다.<sup>2)</sup>

---

1) 박형수, 류경, 푸드뱅크 기탁 조리식품의 미생물학적 위해 분석(II), 대한영양사협회 학술지, 13:389-406, (2007)

2) <http://fortune.com/2015/05/01/how-tech-can-stop-the-looming-food-crisis/>

## 4.4 단체급식 및 외식산업의 노력

음식물 쓰레기의 배출처로서 가장 큰 비중을 차지하는 곳은 식품접객업소와 단체급식소이며, 외식과 급식이 늘어나면서 그 비중은 더 늘어나고 있다. 현재 대부분의 업소에서는 음식물 쓰레기를 분리수거하여 종량제 봉투로 버리고 있는 실정이며, 이 보다는 더 적극적인 노력이 필요하다.<sup>1)</sup> 음식물 쓰레기를 줄이기 위해서 단체급식소나 외식업체의 노력이 필요한 바 이를 위해서 아래와 같이 제안한다.

### 4.4.1 원료 선택과 식단 구성

먼저, 음식물 쓰레기가 과도하게 나오지 않도록 비가식부위가 적은 좋은 식재료를 구입하고, 소비 계획과 보관 용량을 고려하여 계획적인 구매가 되도록 하며, 선입선출의 원칙을 지킨다.

다음으로 식단을 구성하는 과정에서 음식물 쓰레기를 줄이도록 노력한다. 맛이 없거나, 연령층에 따라 기피되는 음식으로 식단을 구성할 경우 잔반 발생이 늘어날 수 있다. 따라서 잘 먹지 않는 식단을 가급적 배제한다. 식단의 구성에서도 주 메뉴와 보조 메뉴의 맛을 어떻게 구성하느냐에 따라 소비량 및 잔반량에 큰 차이가 날 수 있다. 예를 들어, 주 메뉴가 매운 맛이라면 보조메뉴

1) 정조인, 음식물 쓰레기 감량 방안에 관한 연구, 한국관광식음료학회, 9:243-271(1998)

는 덜 매운 맛이어야 제공된 메뉴를 골고루 섭취하여 잔반량이 줄 수 있다. 고객에게 기본으로 제공하는 반찬 수는 줄이고 고객이 선택할 수 있는 가지 수는 늘리는 것이 바람직하다.

각 식단별로 기호도나 소비량, 잔반량 등을 기록하고 그 데이터를 기초로 음식을 준비하여 잔반량을 최소화시킨다.

제공 방식도 모든 소비자에게 동일한 메뉴를 동일한 양 즉, 일률적으로 제공하는 것이 아니라 남녀노소에 따라 선택적으로 배식할 수 있도록 개선할 필요가 있다. 반찬 찬기도 소형화시켜 용기 크기 기준으로 적절한 양이 공급되도록 한다.

#### 4.4.2 1회 제공량 제한

식품의 1회 제공량은 음식물 쓰레기양에 크게 영향을 미친다. 제공량이 클수록 소비자가 구매한 식품 전체를 소비할 가능성은 줄어든다. 미국에서는 1970년대 이후로 제공량이 꾸준히 증가하여 왔는데 외식업자는 이와 같이 넉넉히 제공하는 것을 장점으로 부각시켜 왔다. 통계에 의하면 구매한 음식의 17%를 먹지 못하고 남은 음식의 55%를 버린다고 한다. 다시 말해 9%의 음식이 버려지고 있다.<sup>1)</sup> 지나치게 많은 양의 음식을 제공하는 것은 비만과 당뇨를 유발할 수 있기 때문에 공중보건측면에서도 바람직하지 않다. 1회 제공량을 줄이는 것은 음식물 쓰레기를 저감할 뿐만

1) Bloom, J. American Wasteland: How America throws away nearly half of its food (and what we can do about it). Da Capo Press, Cambridge(2010)

아니라 서비스 제공자의 비용을 절감할 수 있다. 그러나 제공량이 줄어들면 고객은 본인이 지불한 돈에 비하여 작은 가치의 서비스를 받았다고 생각할 수 있으므로 모든 메뉴에 대하여 일률적으로 제공량을 줄이는 것보다는 메뉴 중 일부에 대해서만 제공량을 줄이고 줄어든 만큼 더 저렴한 가격에 판매하는 것이 바람직하다.

### 4.4.3 뷔페식당의 식품폐기 감축 요령

뷔페나 카페테리아에서 쟁반을 제공하는 경우, 고객은 본인이 먹지도 못할 음식을 우선 ‘비축’하듯이 쟁반 위에 담으려고 한다. 따라서 쟁반을 제공하지 않고 접시만을 제공하여 접시에 필요한 분량만큼만 담아가도록 하는 것이 음식물 쓰레기를 줄이는 방법이 될 수 있다. 최근 수년 동안 미국 내 대학의 구내 카페테리아에서 쟁반(식판)을 없애고 접시로 음식을 제공하는 것이 트렌드가 되고 있다. 이렇게 쟁반 없이 음식을 제공하는 식당에서는 각각 32%와 27%의 고형 음식물 쓰레기 폐기량과 접시의 사용량이 줄어드는 것으로 알려져 있다.<sup>1)</sup> 포르투갈의 많은 식당에서는 전형적인 메뉴는 물론 저렴한 가격에 분량을 줄여서 제공하는 메뉴를 제공하고 있다. 뷔페는 일반적으로 모든 메뉴를 먹을 수 있고, 먹는 양도 제한이 없다. 이를 모든 메뉴를 먹을 수 있도록 하되, 먹는 양에는 제한을 두는 방식도 음식물 쓰레기를 줄일 수 있는

---

1) Kim, K. and Morawski, S., Quantifying the impact of going trayless in a university dining hall, J. Hunger Environ. Nutr., 7:482-486(2012)

방법이다. 다시 말해 ‘무엇이든 원하는 대로 먹는다’의 개념이 아니라 ‘무엇이든 먹을 수 있지만 가져가는 양대로 가격을 지불한다’라는 개념으로 운영하는 것을 확산시킬 필요가 있다.<sup>1)</sup> 브라질과 포르투갈의 “a kilo”라는 식당은 고객이 먹은 만큼만 비용을 지불하도록 하여 음식을 낭비하지 않는 고객에게 경제적인 인센티브를 주고 있다.

#### 4.4.4 조리분량 조절과 적정 배식 샘플 제시

단체급식소에서는 예상 식사 인원이 다 먹을 수 있는 분량을 조리해 놓지 말고, 80% 정도를 우선 조리한 다음 배식 상황을 지켜보면서 10%, 5% 씩 순차적으로 조리해서 배식하는 것은 식량 낭비를 줄이고 급식소의 경영을 합리화시키는 방안이 될 수 있다.

단체급식소에서는 음식의 염도, 칼로리 등 식품영양성분을 게시하여 염도나 칼로리가 높은 음식은 고객이 적정량을 담아가도록 유도한다. 일반적으로 염도가 높거나 당도가 높은 음식은 남길 가능성이 높다. 고객이 적정량을 참고해 음식을 덜어갈 수 있도록 배식대 앞에 1인 적정량 배식 샘플을 비치한다.

1) Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R. & Searchinger, T., Reducing food loss and waste. Installment 2 of “Creating a Sustainable Food Future,” Working Paper. Washington, DC, World Resources Institute(2013)  
[http://www.unep.org/pdf/WRI-UNEP\\_Reducing\\_Food\\_Loss\\_and\\_Waste.pdf](http://www.unep.org/pdf/WRI-UNEP_Reducing_Food_Loss_and_Waste.pdf)

#### 4.4.5 남은음식 포장하기

외식업체에서는 남은 음식을 고객이 가정으로 가져가는 것에 대하여 주저하지 않도록 분위기를 제공하고 이에 필요한 용기를 제공하는 것이 바람직하다. 영국의 Sustainable Restaurant Association (SRA)은 “Too Good to Waste” 캠페인을 벌이며 250,000개의 생분해성 용기를 식당에 보급하여 남은 음식물을 가정으로 가져가게 한 바 있다.<sup>1)</sup>

이 외에도 음식물 쓰레기를 최소화하기 위하여서는 가정, 집단급식소, 음식점 등의 다양한 식품 소비자 그룹에서의 노력이 필요하다. 가정에서는 계획적인 식품구매, 냉장고 정리를 통한 장기방치 음식물 최소화 등 녹색 생활을 실천해야 한다. 집단급식소에서는 식수인원 예측, 시차조리, ‘빈 그릇 희망운동’ 등을 적극적으로 시행하며, 소형 음식점은 소형·복합찬기 사용, 친환경 식단 활용 등을 통하여 식품 폐기물을 줄일 수 있다. 냉장, 냉동제품의 경우 적정온도를 철저하게 지키도록 관리하여야 한다.

---

1) [www.caterersearch.com/Articles/10/08/2011/339699/SRA-calls-on-London-restaurants-to-offer-doggy-bags.htm](http://www.caterersearch.com/Articles/10/08/2011/339699/SRA-calls-on-London-restaurants-to-offer-doggy-bags.htm)

## 4.5 식량낭비를 막기 위한 국민교육

우리나라가 진정한 선진국이 되려면 식량자급이 필수조건이다. 지금과 같은 식량 해외의존도를 가지고 자결권을 가진 자주국가라고 말할 수 없다. 반세기전만해도 식량문제는 농업의 문제라고 생각했다. 그러나 농업만으로는 우리의 식량을 절반도 생산하지 못한다. 우리의 식생활이 다양화, 고급화되었고 식품유통이 글로벌화 되었기 때문이다. 이러한 시대적 변화에 능동적으로 대응하지 못하면 우리는 식량주권을 빼앗긴 국민이 된다.

우리의 식량생산 시스템이 국제경쟁에서 살아남아야 하고 식품 가공 유통산업이 식량을 안정적으로 공급하는 식량공급의 주체가 되어야 한다. 국민이 식량안보에 관심을 가지고 식량을 생산하고 소비하는 과정에서 식량자급에 기여하는 노력을 해야 한다. 식량낭비를 반으로 줄이면 식량자급률을 15% 올릴 수 있다. 따라서 식량자급은 농수산업이나 식품산업만의 일이 아니며 전 국민이 합심하여 식량을 아끼고 더 생산하려고 노력할 때 성취할 수 있는 국가적 사업이다.

### 4.5.1 식생활교육국민네트워크

식생활교육국민네트워크는 식생활 관련 전반에 대한 국민적 이해와 인식을 드높여 국민건강 증진과 환경생태계의 보전, 농어

## 식량낭비 줄이기

업·농어촌의 활성화에 기여할 목적으로 2010년에 설립된 농림축산식품부 소관의 사단법인이다. 황민영 상임대표가 중심이 되어 서울, 부산, 광주, 경기, 강원, 충북 등 전국적인 지역네트워크를 조직하여 건전한 식생활 교육을 벌이고 있다. 농림축산식품부의 식생활교육지원센터로서 식생활교육과 식생활교육박람회, 가족밥상의 날 등 국민교육사업을 전개하고 있다. 네트워크는 ‘바른식생활’을 에너지와 자원의 사용을 줄이고(환경), 영양학적으로 우수한 한국형 식생활을 실천하며(건강), 자연과 타인에 대한 배려와 감사를 실천 하는(배려) 것으로 정의하고 이것을 국민의 생활 속에 뿌리내리기 위한 노력을 하고 있다. 특히 전통식문화의 계승과 발전을 위한 사업과 농어업, 농어촌의 활성화와 식량자급률 제고를 위한 사업을 수행하고 있으며 관련 홍보출판사업과 홈페이지([www.greentable.or.kr](http://www.greentable.or.kr))를 운영하고 있다.

식생활교육국민네트워크는 ‘바른밥상 밝은 100세를 위한 6가지 실천지침’으로 아래 사항을 실천할 것을 강조하고 있다.

- ① 아침밥 먹기, 가족밥상의 날
- ② 채소 과일 많이 먹기
- ③ 텃밭 가꾸기
- ④ 음식물쓰레기 줄이기
- ⑤ 축산물 저지방부위 소비하기
- ⑥ 바른식생활 정보 확인하기



그림 4-6 식생활교육국민네트워크 홈페이지(www.greentable.or.kr)

### 4.5.2 환경부의 음식물쓰레기줄이기 캠페인

환경부는 ‘음식물쓰레기 줄이기는 하나뿐인 지구를 지키는 위대한 실천’이라는 표어를 걸고 음식물쓰레기 줄이기 운동을 적극적으로 펴고 있다. 지금 인류가 직면한 가장 큰 위험은 지구 온난화이며, 온난화의 원인 중 빼놓을 수 없는 것이 무분별하게 버려지는 음식물쓰레기이고, 그 처리과정에서 환경오염과 막대한 경제적 손실이 야기된다는 사실을 강조하고 있다. 우리 아이들을

## 식량낭비 줄이기



그림 4-7 환경부 음식물쓰레기 줄이기 캠페인<sup>1)</sup>

위해 음식쓰레기를 줄이고 낭비 없는 음식문화를 정착시키기 위해 노력하고 있으며, 가정에서, 음식점에서, 집단급식소에서 나부터 행하는 음식쓰레기 줄이기 운동을 전개하고 있다.

환경부에 의하면 온 국민이 힘을 합쳐 음식물쓰레기를 20% 줄이면 연간 1,600억 원의 쓰레기 처리 비용이 줄고 에너지 절약 등으로 5조원에 달하는 경제적 이익이 발생한다고 한다(그림 4-7). 이를 위해 환경부는 쓰레기의 분리수거를 실천하고 음식쓰레기 배출량에 따라 버린 만큼 수수료를 내는 종량제를 강력히

1) <http://www.me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=25739&fileSeq=1&openYn=Y>

추진하고 있다. 교통카드를 리더기에 대면 요금이 표시되듯, RFID 태그가 부착된 쓰레기 수거용기나 카드 등을 이용해 무게에 따라 수수료를 징수하는 방식이다(그림 4-8).

환경부는 홈페이지를 통해 가정과 음식점, 단체급식소에서 실천해야 할 음식쓰레기 줄이기 실천사항 들을 구체적으로 제시하고 있으며(그림 4-9, 4-10, 4-11), 식품구매 전 단계, 구매단계, 조

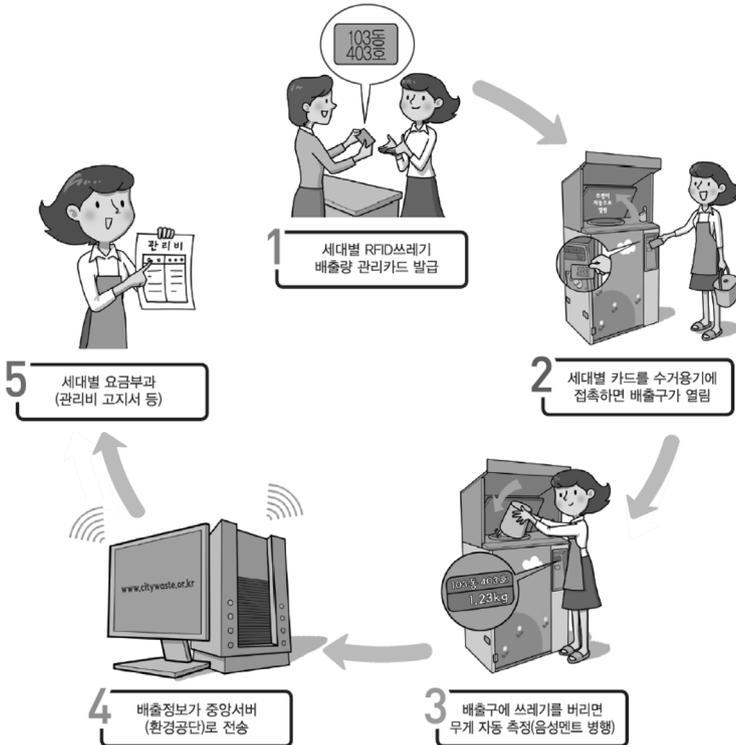


그림 4-8 환경부 쓰레기 종량제 홍보 내용

## 식량낭비 줄이기

리 및 식사단계, 그리고 음식물쓰레기 배출단계에서 점검해야 할 체크리스트를 제시하고 있다(표 4-6).

또한 음식문화개선 범국민운동본부를 통해 ‘음식물쓰레기 줄이기 101가지 실천방법’ 책자를 제작하여 전국에 배포하고 있다(그림 4-12).

**가정에서...**

- 식단계획과 유통기한을 고려해 최소한의 식재료만 구입합니다.  
음식물쓰레기의 1/10은 보관하다 먹지 못하게 되어 버리는 식재료입니다.

- 소포장, 갈끔포장, 반가공 식재료를 구매합니다.  
음식물쓰레기의 절반 이상이 조리 전에 발생합니다.



- 냉장고를 식재료를 보관할 때에는 투명용기를 이용합니다.  
내용물을 식별할 수 없는 검정 봉투는 이제 그만!
- 계량기구를 사용해 적정량을 조리합니다.  
많이 요리하면 버리는 양도 많아집니다. 조리시 가족의 식사량을 고려해 정량을 만들도록 계량기구를 사용하도록 합니다.

- 냉장고를 정기적으로 정리합니다.  
남파를 정해 가족과 함께 냉장고를 정리하고 수납목록표를 작성해 붙여 둡니다.

- 자투리 식재료는 따로 모아 보관합니다.  
쓰고 남은 재료를 한곳에 모아두면 다음에 편리하고 알뜰하게 사용할 수 있습니다.
- 냉장고 보관 식재료의 독독한 관리를 위한 스마트 앱 "우리집 냉장고" 출시(13. 1월)  
저장식품관리 · 유통기한관리까지.. 냉장고 안의 식재료 관리가 수월해 집니다.



그림 4-9 가정에서 음식물쓰레기 줄이기 실천사항(환경부)



**음식점 사장님은...**

- 손님수와 잔반량을 분석해 계획적으로 식재료를 구매합니다.
- 손님의 식사량을 배려해 주문받고 기본 반찬 수를 줄입니다.
- 메뉴 사이즈를 대·중·소로 다양화합니다.
- 소형찬기와 덜어 먹을 수 있는 복합찬기를 사용합니다.
- 손님이 먹다 남긴 음식을 싸드립니다.
- 여유식품과 잔식은 이웃과 나눕니다.



**손님은...**

- 주문 전 메뉴판을 꼼꼼히 살피고 자신의 식사량을 미리 말해줍니다.
- 먹지 않을 음식은 미리 반납합니다.
- 여럿이 함께 먹은 요리에는 개인접시를 사용합니다.
- 추가주문을 할 때는 남지 않을 만큼만 합니다.
- 먹지 않을 후식은 사양합니다.
- 그래도 남은 음식은 포장해서 가져갑니다.



그림 4-10 음식점에서 음식물쓰레기 줄이기 실천사항(환경부)



**학교, 병원, 기업체 등 집단급식소에서는...**

■ 시간차를 두어 음식을 조리합니다.

예상 식사인원의 80%가 먹을 수 있는 분량을 우선 조리하고 배식 진행상황을 지켜보면서 10%, 5%씩 순차적으로 음식을 조리해 배식되지 않는 음식을 최소화합니다.

■ 선호 메뉴를 반영해 식단을 구성합니다.

지속적인 모니터링을 통해 이용객이 선호하는 음식을 파악하고 이를 메뉴 구성에 반영합니다. 선호도가 떨어지는 메뉴는 제공량을 줄이고 영양성분이 유사한 다른 메뉴로 대체합니다.

■ 음식의 염도, 칼로리 등 식품영양성분을 게시합니다.

염도나 칼로리가 높은 음식은 안내문을 게시해 고객이 적정량을 담아가도록 유도합니다.

■ 메뉴 사이즈를 대·중·소로 다양화합니다.

손님이 밥, 국, 반찬의 양을 선택할 수 있도록 합니다.

■ 어린이용 소형식판이나 뷔페형 접시를 사용합니다.

뷔페형 접시는 공간이 적어 음식을 알맞게 담을 수 있습니다.

■ 1인 적정량 배식 샘플을 게시합니다.

고객이 적정량을 참고해 음식을 덜어갈 수 있도록 배식대 앞에 샘플을 비치합니다.



■ 음식물쓰레기는 물기를 제거한 뒤 배출합니다.

채반을 이용해 1차적으로 물기를 뺀 후 쓰레기를 배출하면 냄새와 함께 쓰레기 분량도 줄일 수 있습니다.

그림 4-11 단체급식소에서 음식물쓰레기 줄이기 실천사항(환경부)

표 4-6 음식물쓰레기 줄이기 자가점검표(환경부)

구분	점검항목	☑
식품구매 전단계	• 장보기 전에 3~7일치 식단을 미리 계획한다.	<input type="checkbox"/>
	• 장보러 가기 직전에 남은 식재료를 확인한다.	<input type="checkbox"/>
	• 장보기 전에 필요한 식품종류와 양을 메모해 가지고 간다.	<input type="checkbox"/>
	• 주 1회 냉장고를 정리한다.	<input type="checkbox"/>
식품 구매단계	• 싸다고 충동구매를 하지 않는다.	<input type="checkbox"/>
	• 필요한 재료를 필요한 양만큼 구입한다.	<input type="checkbox"/>
	• 저장 기간을 고려해 구입한다. • 구입 직후 재료를 손질해 1회 분량으로 나누어 보관한다.	<input type="checkbox"/>
조리 및 식사단계	• 한 끼에 다 먹을 수 있는 분량만 조리한다.	<input type="checkbox"/>
	• 남은 식재료를 활용해 조리한다.	<input type="checkbox"/>
	• 음식 간은 되도록 싱겁게 한다.	<input type="checkbox"/>
	• 국과 찌개의 국물은 되도록 적게 잡는다.	<input type="checkbox"/>
음식물 쓰레기 배출단계	• 음식물쓰레기는 되도록 분리배출 한다.	<input type="checkbox"/>
	• 음식물쓰레기는 1차 건조후 배출한다.	<input type="checkbox"/>
	• 배출봉투는 가급적 작은 크기로 사용하며 쓰레기봉투를 일 주일에 1개 이상 줄이도록 노력한다.	<input type="checkbox"/>
* 음식물 쓰레기가 발생하는 단계별로 음식물이 버려지지 않도록 하는 노력이 필요 합니다.		

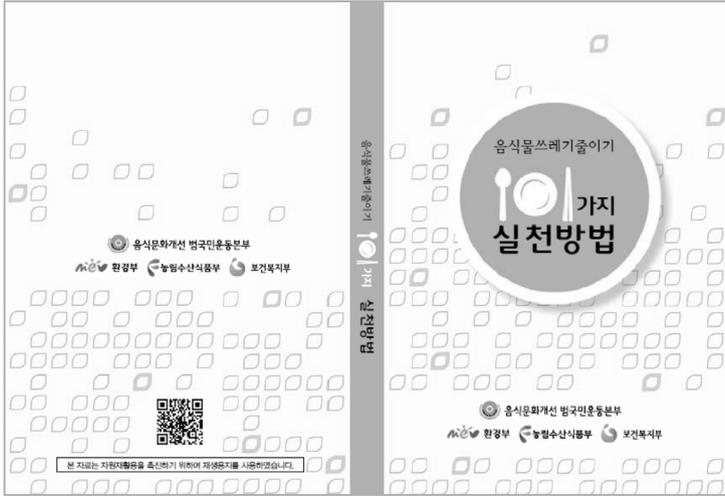


그림 4-12 음식문화개선 범국민운동본부 '음식물쓰레기 줄이기 101가지 실천방법<sup>1)</sup>

#### 4.5.3 식량자급실천국민운동

한국식량안보연구재단이 중심이 되어 2011년 3월 식량자급실천국민운동을 시작했다. 식량자급률 1%를 올리기 위해 최고 지도자에서부터 어린아이까지 각자 할 일을 정하여 식량을 아끼고 더 생산하는 일에 관심을 가지고 노력하자는 사회운동이다. 장태평 전 농림수산식품부장관, 황민영 식생활교육국민네트워크 대표, 이철호 한국식량안보연구재단 이사장이 공동대표를 맡았다. 농림수산식품부, 교육과학기술부, 보건복지부가 후원기관으로 도왔다.

1) <http://www.me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=25774&fileSeq=1&openYn=Y>

한국식량안보연구재단은 국민운동 추진본부의 역할을 맡아 “식량자급실천국민운동, 왜 해야 하며 어떻게 할 것인가?” 책자 1만 부를 인쇄하여 농협중앙회, 한국교원단체총연합회, 대한영양사협회, 대한간호협회, 한국식품산업협회 등 직능단체와 소비자단체들에 배포하였다. 또한 국민운동 홍보영화(7분)를 제작하여 배포하였다. 대중 강연, TV 및 라디오 대담, 신문 칼럼 등 다양한 매체를 통해 식량안보를 위한 국민교육과 정책개발을 위한 노력을 기울이고 있다. 2012년 11월에는 쌀의 국제경쟁력 강화를 위한 홍보리플렛을 제작하여 농협중앙회 2만부, 한국교총 1만부, 대한간호협회 2,600부, 재단 자체 2,600부를 배포하였다.



그림 4-13 식량자급실천국민운동 책자와 리플렛

식량자급실천국민운동이 지향하는 국민 참여 행동강령은 아래와 같다.

- (1) 건강을 위해 신선한 제철음식과 근처 식품을 먹는다.
- (2) 건강과 활력을 위해 아침밥을 꼭 먹는다.
- (3) 음식을 아껴먹고 잔반을 줄여 음식쓰레기가 생기지 않게 한다.
- (4) 텃밭과 가정 주변에서 필요한 채소를 가꾸 먹는다.
- (5) 유희지를 경작하고 이모작을 실천하여 식량 증산에 힘쓴다.
- (6) 국산 쌀의 식미와 품질을 세계 최고수준으로 만들어 국민이 즐겨 먹는 주식이 되게 한다.
- (7) 국산식품의 안전성과 품질을 세계 최고수준으로 높여 세계인이 선호하는 한국음식을 만든다.
- (8) 식품산업을 식량공급의 주체로 인식하고 지원하는 사회를 만든다.
- (9) 생물유전자원과 주변 해역의 어족을 보존하여 지속적인 식량생산을 가능하게 한다.
- (10) 농어촌을 삶의 근원으로 인식하고 새롭게 창조하는 국민이 된다.

한국식량안보연구재단은 홈페이지([www.foodsecurity.or.kr](http://www.foodsecurity.or.kr))를 통해 국민운동의 진행사항을 공지하고 있다.

04 식량낭비를 줄이기 위한 제도적 개선

**KFSRF 한국식량안보연구재단**

대한민국 식량 공공 식품안전을 지키는  
**한국식량안보연구재단**

**연구지원사업**

- 생명공학기술을 이용한 창조농업혁신을...
- 창조농업혁신을 위한 정책연구사업 연구 안...
- 2015년도 연구과제 제안서 및 연구계획...
- 2016년도 재단 연구과제 공모

**+세미나**

- '고품질 저영양 식품 표시 필요한가?' ...
- 'LSI BeSeTo Meeting 및 LSI Korea 20...
- 제96회 한림삼학포럼의 개최와 식량안...
- 제 95회 한림삼학포럼의 개최 - 초상...

**+뉴스센터**

- 뉴스센터 제65호
- 뉴스센터 제66호
- 뉴스센터 제64호
- 뉴스센터 제66호

**+데이터룸**

각종 자료실 안내합니다.

**+동영상**

- RGMO 비료일기, 전국 농학교체 기증
- [희대의 신기] 이철호 장벽 개선 인사...
- '평택 자전 인생 지혜' 이철호 이사...
- RGMO 비료일기, 전국 고품격하고 맞서...

**+동영상**

- 영두수... YIN 김문경... 영두수 풍세...

**+갤러리**

- NEI 감사의 ... NEI 감사의 ... 한림삼학포...

**상/담/문/의/친/화**  
공공책임경영 무엇이든 친절히 답변해드립니다.  
**02.929.2751**  
FAX **02.927.5201**

그림 4-14 한국식량안보연구재단 홈페이지(www.foodsecurity.or.kr)





우리 정부는 식량낭비의 심각성을 인식하고 이를 줄이려는 노력을 광범위하게 실시하고 있다. 앞장에서 논의한 바와 같이 농림축산식품부와 환경부에서 식량낭비를 줄이고 음식물 쓰레기 배출량을 저감화하기 위한 여러 가지 정책을 개발하고 실천하고 있다. 또한 관련 학술단체와 시민단체들이 음식물쓰레기 줄이기 운동을 활발히 전개하고 있다. 그러나 음식물 쓰레기는 여전히 식량낭비의 주요 원인이며 크게 개선되지 않고 있다. 식량낭비를 줄이고 음식물쓰레기 배출을 저감화하기 위한 근원적이고 종합적인 정책방안을 연구하고 재검토할 필요가 있다. 이번 연구를 통해 저자들은 아래와 같은 정책 방안을 제시한다.

### (1) 식품 유통기한 표시제도의 개선

식품의 유통 및 소비단계에서 폐기되는 식품의 양을 줄일 수 있는 가장 현실적이고 효과적인 방법은 현재의 유통기한 표시를 소비기한 표시로 바꾸는 것이다. 유통기한 표시를 갑자기 소비기한으로 바꾸면 소비자들의 혼란이 생길 수 있으므로 당분간 유통

기한과 소비기한을 병기할 것을 제안한다. 이것은 또한 유통기한과 먹어도 되는 소비기한의 차이를 소비자들에게 교육하는 효과도 있다. 세계 다른 나라들도 식량낭비를 막기 위해 유통기한 대신 소비기한 표시로 바꾸고 있다. 이것은 식품의약품안전처가 가장 빠르게 가시적으로 식량낭비를 줄이는 일에 기여할 수 있는 과제이다.

### (2) 식량안보를 고려한 식품안전 수준의 설정

국민의 건강과 원활한 식품 유통을 위하여 식품안전을 확보하는 일은 대단히 중요하다. 그러나 식품에 대한 지나친 불안감은 식품의 선택을 위축시키고 가용한 식량의 양을 줄이고 폐기량을 증가시킨다. 식품의 규격기준을 필요이상으로 높이거나, 무결점을 추구하는 이물관리제도, 이온화 조사식품 표시제도나 유전자 변형(GM)식품 표시제도의 확대는 식품 가공기술의 발전을 저해하고 농업발전을 가로막는 수준에 와있다. 따라서 식품 안전관리는 과학적 합리성에 근거하여 소비자들과 소통하고 식량안보를 고려한 기준과 제도를 수립하여야 한다.

### (3) 수확후관리를 위한 투자와 교육 확대

우리나라 농산물의 수확후손실률은 선진국에 비해 높고, 특히 원예작물의 수확후손실률은 종류에 따라 20-50%로 대단히 높다. 수확량이 낮고 손실률이 높은 유기농이나 친환경 농산물 생산보다

는 일반 농산물의 우수관리인증(GAP, Good Agricultural Practices)을 확대하여 수확후손실을 막아야 한다. 현재 농촌진흥청, 농협, 한국농식품유통공사, 한국식품연구원, 지자체 농업기술센터, 개별 기업과 대학 등에서 산발적으로 이루어지고 있는 수확후관리 기술 연구와 현장적용 경험을 통합하고 공유하는 네트워크 구성과 이용이 더욱 활발하게 이루어져야 한다. 이를 위해 농림축산식품부의 연구와 시설 투자와 교육 홍보사업을 확대해야 한다.

#### (4) 식품유통라인의 관리 강화와 폐기물 감축

우리나라는 식품 생산 및 제조업에 대한 안전관리는 비교적 철저하고 강력한 규제를 하고 있으나 유통라인에 대한 관리가 미흡하여 많은 식품 폐기물을 양산하고 있다. 특히 슈퍼마켓이나 편의점, 전통시장 등에서 식품의 온도관리가 불량하여 폐기를 유발하는 경우가 많다. 또한 대형 마트의 유통기한 이전 반품 관행으로 폐기식품이 늘고 있다. 이들 유통업체들의 시설 부족과 관리 기술의 낙후, 전문성 결여와 불공정 행위를 규제하고 교육을 강화해야 한다.

#### (5) 외식업소와 단체급식업소의 음식물쓰레기 줄이기 운동 강화

외식업소와 단체급식소의 음식쓰레기 줄이기 실천사항과 자가 점검표는 환경부에서 잘 만들어 놓고 있으나 이를 모든 업소와 종사자들이 숙지하고 실천하는 것이 중요하다. 음식물쓰레기 줄

## 식량낭비 줄이기

이기 실천사항과 자가점검표를 각 업소에 의무적으로 게시하도록 하여 종사자들이 늘 보고 생각하도록 해야 한다. 잔반을 줄이기 위해 많이 남기는 반찬이나 요리의 양과 맛을 점검하여 폐기량을 줄이는 것은 업소의 수지 경영에도 도움이 된다.

### (6) 학교급식을 통한 좋은 식습관 길들이기

학교급식을 바른 식습관 교육을 위한 현장으로 만들기 위해 교육부와 교육청, 그리고 각급 학교들이 많은 노력을 하고 있다. 각급 학교는 급식 현장에서의 바른 식습관 모범과 아울러 교과과정에서 식량낭비의 문제, 음식쓰레기의 문제, 식량안보의 중요성에 관한 내을 포함시키고 식품저장기술과 식품안전에 대한 기초적인 바른 상식을 가르쳐야 한다. 또한 농림축산식품부가 주관하고 있는 식생활교육국민네트워크와 협력하여 초중등교육에 바른 식습관 형성을 위한 체계적인 교육 프로그램이 도입되어야 한다.

### (7) 관련학회와 시민단체들의 식량낭비 줄이기 노력 지원

농수산관련학회와 식품관련학회, 환경관련학회들은 수확후관리기술과 식품저장기술, 폐기물처리 기술 등에 관한 연구와 학술활동을 수행하고 있다. 정부는 이들 학회들의 학술활동과 대국민 교육사업을 적극 권장하고 지원해야 한다. 또한 소비자단체와 환경단체들의 식량낭비 줄이기 운동을 장려하고 지원하여 범국민

적 운동으로 확대되도록 유도해야 한다. 음식을 아끼고 낭비를 줄이는 습관은 어린 시절부터 가정에서 교육되어야 하므로 여성 단체를 통한 주부교육을 활성화해야 한다. 식량낭비 줄이기는 국민교육과 실천운동이 가장 확실하고 효과적인 방법이므로 정부는 이를 위한 구체적인 지원방안을 마련해야 한다.

### (8) 식량낭비 줄이기 목표 설정과 모니터링

정부는 현재의 방만한 식량소비 패턴을 개선하여 식량자급률을 높이고 식량안보를 굳건히 하기 위한 계획을 수립해야 한다. 전체 공급되는 식량의 30%가 버려지는 상황에서 식량낭비를 반으로 줄이면 식량자급률을 15% 올리는 효과가 발생한다. 식량자급률 1%를 올리기 위해 투입되는 농업 비용은 1조 원에 달하는 것으로 추산되고 있다. 따라서 정부는 식량낭비 줄이기 연차계획을 수립하고 이의 실천을 주기적으로 모니터링하여 사업의 성패를 점검해야 한다. 앞에서 열거한바와 같이 식량낭비 줄이기는 농림축산식품부, 환경부, 교육부, 식품의약품안전처, 여성가족부 등 범부처적으로 전개해야 할 과제이므로 이들 부처들의 사업을 연계하고 아우를 수 있는 컨트롤 타워가 필요하다. 🍄

## 나트륨, 건강 그리고 맛



식량안보시리즈 제 1 권  
이숙중, 이철호 공저  
국판 / 3쇄 준비중  
값 8,000원

### [contents]

1. 자연속의 나트륨
2. 음식속의 나트륨
3. 우리 몸속의 나트륨
4. 고혈압과 나트륨의 관계에 대한 논쟁
5. 세계보건기구의 나트륨 섭취권고량은 합당한가?
6. 한국인의 적정 나트륨 섭취 권장량
7. 나트륨 저감화 기술개발
8. 외국의 나트륨 저감화 사례 및 전략
9. 우리나라 나트륨 줄이기 운동의 성과
10. 전문가 의견
11. 나트륨 줄이기 운동의 올바른 방향

이 책은 맛의 원천인 소금의 식품학적 기능을 다시 돌아보면서 세계 보건기구(WHO)가 제시한 나트륨 섭취권고량이 우리에게 합당한 것인지 재검토하고, 이를 근거로 하여 합리적인 기준을 가지고 현실성 있는 나트륨줄이기 운동을 전개할 것을 제안하였다.

## 건강 지킴이 보리의 재발견



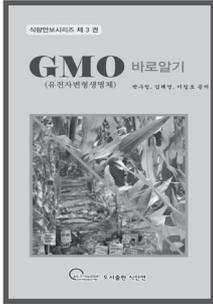
식량안보시리즈 제 2 권  
김영수, 최재성, 석호문,  
신동화 공저  
국판 / 166쪽  
값 8,000원

### [contents]

1. 보리의 특성
2. 보리의 구조
3. 생산 및 분포
4. 육종 및 재배
5. 보리의 화학적 조성
6. 보리의 기능성 물질 및 생리적 기능
7. 보리의 가공 및 이용

제2의 주곡이었던 보리를 다시 생각해 보면서 과연 앞으로 보리를 어떻게 처리하는 것이 우리나라의 식량사정과 국민 건강을 위해서 바람직한 것인가를 돌이켜 보고자 하였다.

## GMO 바로알기



식량안보시리즈 제 3 권  
박수철, 김해영, 이철호 공저  
국판 / 4쇄 준비중  
값 12,000원

### [contents]

1. 유전자의 발견과 생명체
2. 유전자변형기술의 발전
3. 유전자변형(GM) 작물의 개발 현황
4. GM작물의 환경 위해성 평가
5. GM작물의 안전성 평가
6. GM작물의 재배 및 교역 현황
7. GMO의 안전성에 대한 논란
8. GMO의 미래
9. 우리나라 식량안보를 위한 GMO 정책 제언

앞으로 예견되는 인류의 식량문제를 해결하기 위한 기술로 GM작물의 개발과 이용 확대를 위해 저술되었다. 그동안 GMO의 안전성 문제를 일으킨 여러 가지 사건에 대한 진위를 밝히고 이로 인해 야기된 국민의 부정적 의식 정도를 조사한 자료를 실었다. 이 책은 우리사회의 여론을 이끌어 가는 전문직 지식인들의 과학적 호기심을 충족하기 위해 만든 참고서이다.

## 쌀의 혁명



식량안보시리즈 제 4 권  
이철호, 이숙중, 김미령 공저  
국판 / 204쪽  
값 10,000원

### [contents]

- 1 쌀의 이용 역사
- 2 쌀의 영양가와 생리기능성
- 3 쌀의 가치사슬과 가공산업
- 4 쌀의 구조와 가공적성
- 5 유럽의 밀 가공 연구
- 6 일본의 쌀 식미연구
- 7 쌀의 변신
- 8 쌀의 식량안보적 기능
- 9 우리쌀의 새로운 비전

우리의 주식인 쌀이 농업의 뿌리로 남아있게 하기 위하여 쌀의 수요 창출과 쌀 가공산업의 발전 전략을 제시하기 위해 저술되었다. 쌀의 영양학적 우수성과 생리기능성을 다시 짚어보고 쌀의 가치사슬과 산업 규모를 다시 평가하였다. 현대사회의 요구에 맞는 가공식품을 제조하기 위한 쌀의 물리화학적 가공특성을 살펴보고 유럽에서 빵의 연구를 위해 수행된 주요 연구개발 사례와 일본의 쌀 식미연구 동향을 소개하였다. 그리고 최근 우리나라에서 개발되고 있는 쌀 가공 신제품의 특징과 발전 가능성을 조사하였다.

# 음식오케스트라

| 단순함에 아름다움이 있듯이 음식에도 철학이 있다 |



이철호 지음  
국판 / 3쇄, 248쪽  
값 8,000원

## [contents]

1. 서양의 영양학이 일으킨 똥보소동
2. 현대인의 음식딜레마
3. 화학조미료에 대한 나의 소견
4. 한국음식의 맛과 멋
5. 덴마크 어머니들의 지혜
6. 쇠고기 살 돈으로 12배의 콩을 산다.

지난 수년간의 강의를 통해 학생들과 공감하였던 무엇을 어떻게 먹을 것인가? 의 문제를 수필의 형식으로 쉽게 재구성한 것이다. 이 책은 무슨 새로운 효험을 가진 소위 건강식품을 소개하거나 새로운 보건 영양이론을 전개하려는 것이 아니다. 오히려 그러한 식품에 대한 편견이나 잘못된 신비주의 혹은 극단주의에 빠지지 않도록 건전한 식품지식을 사람들에게 전파하려는 것이다.

# 과학이 보인다

## ① 과학의 역사 - 서양과학을 중심으로



양재승 지음  
국판 / 248쪽 / 값 14,800원

## [contents]

- 서론\_거대과학의 산물
- 제2장\_산업혁명과 열역학
- 제4장\_전자기력의 이용
- 결론\_21세기 한국의 미래 모습
- 제1장\_뉴턴과학의 완성
- 제3장\_분자의 화학반응
- 제5장\_원자력과 소립자

국내에서 처음으로 기초과학과 기술과학을 융합한 책이다. 과학도를 희망하는 학생들을 위해 노벨과학상의 기초를 닦을 수 있고 수능 대비에도 적합하도록 집필했으며, 일반인들도 필수 교양으로 읽을 수 있도록 쉽게 풀어 썼다.

## ② 동아시아의 과학 - 한국, 중국, 일본을 중심으로



## [contents]

- 서론\_중국의 자동차산업
- 제2장\_분야별 과학기술
- 제4장\_한의학의 형성
- 제6장\_일본의 근대과학
- 제8장\_중국의 근대과학
- 제1장\_동아시아의 전통과학
- 제3장\_과학기술의 전파
- 제5장\_한중일 한의학의 특징
- 제7장\_한국의 근대과학
- 결론\_전통과학에서 근대과학으로

환경 파괴와 인간성 몰락으로 주춤하고 있는 현대과학의 진로를 찾기 위해서 새로운 융합과 과학철학의 태동이 요구되고 있다. 이러한 때에 과학기술의 역사를 쉽고 간결하게 재조명하고 이들 간의 대화와 네트워크의 가능성을 발견하게 하는 것은 대단히 의미 있는 일이다.

-한국식량안보연구재단 이사장-



도서출판 식안연

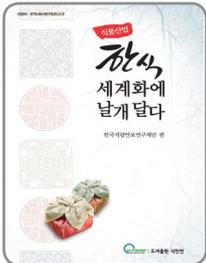
서울시 성북구 안암로 145, 고려대학교 생명과학관(동관) 109A호  
T. 02-929-2751, F. 02-927-5201, foodsecurity@foodsecurity.or.kr

# 도서출판 식안연 책소개



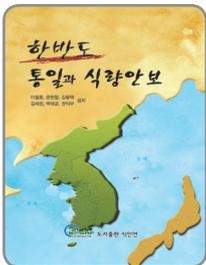
## 식량전쟁

이철호  
236쪽 | 값 12,800원



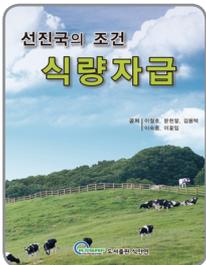
## 식품산업, 한식 세계화에 날개달다

한국식량안보연구재단 편  
382쪽 | 값 25,000원



## 한반도 통일과 식량안보

이철호, 문헌팔, 김용택, 김세권,  
박태균, 권익부 공저  
298쪽 | 값 16,000원



## 선진국의 조건 식량자급

이철호, 문헌팔, 김용택,  
이숙중, 이꽃임 공저  
223쪽 | 값 15,000원

## 식량낭비 줄이기

음식낭비를 줄이는 것은 식량자급률을 높이는 방법이다. 우리나라는 곡물 수요의 75%를 외국에서 수입하고 있다. 전체 식량자급률은 45% 수준으로 절반이 안 된다. 전체 공급되는 식량의 30%를 먹지 않고 버리는 현재의 낭비 수준을 반으로 줄이면 식량자급률이 15% 늘어나 60%에 달하게 된다. 식량자급률이 60%이면 선진국 수준으로 식량안보를 크게 염려하지 않아도 된다. 농업생산으로 식량자급률을 1% 올리려면 1조 원의 비용이 드는 것으로 추산되고 있다. 정부와 국민이 힘을 합쳐 식량낭비를 줄이는 일에 매진해야 한다는 것은 너무나 당연한 일이다. 이 책은 우리나라의 식량낭비 구조를 분석하고 식량낭비를 줄이기 위한 기술적 방법과 제도적 개선 방안을 제시하고자 노력했다.

-머리말 중에서-

