J.KOREA SOCIETY OF PACKAGING SCI. & TECH.
Vol 8, No. 2, pp.12~17(2002)

21세기 세계의 식량위기 탈출을 위한 수확후 농산물 처리 기술과 식품가공 및 식품포장기술의 중요성

김 재 능
생물화학공학과, 연변과학기술대학
중국, 길림성, 연길시, 북산가 1330000

The Importance of Development of Post-harvest, Food Processing and Packaging Technology to Escape from the Food Crisis of the World in the 21st Century

Jai Neung Kim
Department of Biochemical Engineering, Yanbian University of Science and Technology, Jilin, China

Abstract

Since 1985, the growth rate of population of the world is over that of the food production. The cultivated land and the grain production rate are decreasing every year. Therefore, the most serious crisis which we will meet in the 21st century will be food shortage. In order to solve this desperate shortage of food, besides trying to produce more food, the technology of post-harvest, food processing, and food packaging should be developed to reduce and make the best use of the amount of the already produced agricultural products for which a lots of cost and labors were invested, but are being wasted during food distribution channel due to their undeveloped technology.

Key words : food crisis, food packaging technology, food processing technology, post-harvest technology.

서 론

세계의 식량수급 동향

세계의 식량생산량은 50년대 초기의 6.58억M/T에서 1985년에는 20.07억M/T로 증가하여 년평균 3.47%의 증가를 기록함으로써 식량생산 증가율이 세계인구 증가율을 초과하는 순조로운 성장을 보여왔다.

Corresponding author : Jai Neung Kim, 1330000, Puksan, Yeunbeun, Gillim, China

그러나 80년대 중기이후 금년까지 세계인구의 증가는 48억에서 59억으로 증가한 반면 식량생산은 80년대 중기 수준에서 정체하고 있다. 세계인구는 1990년 이후에도 매년 6,000만명씩 늘어나고 있으며 효과적인 산아정책이 수립되어 시행되더라도 2015년에는 80억 명에 이를 것으로 예상하고 있다.

반면 공급측면에서 보면 농업생산의 가장 중요한 요소인 경지면적이 감소하고 있다. FAO자료에 따르면 전세계의 경지면적은 1988년 1,355 백만ha를 정점으로 계속 감소하고 있다. 1993년의 경지면적은

1,343백만ha로서 1988년에 비해서 1,200만ha가 감소한 것이다.

또한 1998년 세계 곡물생산량은 지난해 19억8백만톤 보다 줄어든 18억9천5백만 톤으로 전망된다. 세계 곡물 저축량은 소비량의 16% 정도인 3억2백만톤으로 최소 안전 기준인 17-18%에 미달할 것으로 경고하고 있다.

중국의 식량수급 동향

21세기의 식량위기론은 중국의 식량수급 및 식량정책과도 밀접한 관계가 있다. 중국은 지구상에서 가장 큰 농업생산국이면서 동시에 소비국이다. 1994년 말부터 쌀을 비롯한 대부분의 곡물에 대한 수출제한 조치를 취하고 있다. 중국은 1978-1984년의 6년 동안 식량생산 총량이 30,477만톤에서 40,731톤으로 무려 1억톤 이상 증가하였다. 그 결과 높은 인구증가율에도 불구하고 19080년 후반부터는 식량의 자급자족이 가능해졌다. 따라서 일부 사료작물과 잡곡은 수출까지 가능하였다.

그러나 산업화에 따른 농지의 공장전용 및 식량작물의 전용면적 감소, 엘리뇨와 레니뇨에 따른 자연재해와 일부 농지의 사막화로 인해서 과거와 같은 획기적인 식량증산이 어렵게 되었다.

또한 인구억제 정책에도 불구하고 매년 1,300만명 이상의 인구가 증가하고 있고, 소득증가에 따라서 식량의 소비도 증가하고 있어 식량 공급의 불균형은 계속 될 전망이다.

이와 같은 식량수급의 불균형은 최근 농산물 가격의 급등을 가져왔다. 1994년에는 전국의 소비자 물가가 전년대비 24.1% 상승하여 중화인민공화국 수립 이래 최대치를 기록했고 이에 따라서 1994년 10월 쌀과 옥수수를 비롯한 주요 식량작물의 수출제한 조치가 내려졌다.

중국의 식량수급불균형과 세계식량위기와의 관계

이와 같은 중국의 식량통제는 중국산 곡물의 수입의존도가 높은 아시아 각국의 식품가공업체, 축산업계 등에 막대한 영향을 초래하고 나아가서는 세계곡물시장에 대한 불안정 요인이 되고 있다.

중국은 1993년 2천만톤 이상의 식량잉여 상태에서 2000년 2천만톤 이상의 식량부족 상태로 전환되며, 이 식량부족량은 2005년 7천만톤, 2010년 1억4천만톤 가까이 확대될 것으로 예상한다.

따라서 중국은 이 식량 부족분을 세계곡물시장에서 충당할 것이고 지금도 세계곡물 시장의 곡물 확보율이 낮아져서 가격이 급증하고 있는데 이에 따라서 세계곡물시장가격은 더욱 올라 갈 것으로 예상된다. 중국은 어느 정도 경제력이 있어서 이를 세계곡물시장에서 보충할 수 있겠으나 그렇지 못한 아프리카와 방글라데시아와 같은 경제력이 없는 나라들의 식량위기는 더욱 심각해질 것으로 예상된다.

이와 같이 중국의 식량위기는 전세계의 식량위기로 바로 확산될 것이다. 따라서 중국의 식량문제가 세계의 식량위기와 관계가 된다고 볼 수가 있다.

생산된 식량이 유통과정 중에 손실되는 량

수확과정중의 식량의 손실

식량은 농장에서 수확한 후 이를 수송기에 상차과정을 거친 후 수송하여 농장 1차 집산지에 하역하고 창고에 저장한다. 이후 필요에 따라서 농장에서 1차 처리인 건조나 가공을 하는 수확 공정을 통한다. 이후에 이를 다시 2차 집산지로 수송한 후 상.하차 공정을 거쳐 필요시 2차 가공을 하며 식품으로 가공할 시 이를 식품공장에서 가공한 후 배송처를 통하여 최종 소비자에게 전달된다.

이 과정 중에 많은 량의 식량이 손실되고 있다. 개발도상국에서 식량을 수확하는 동안에 손실되는 량은 양식류 및 콩과류가 약 10-20%, 야채류의 경우 20-50%에 달하며 미곡이 약 12-15% 정도 되고 있다. 아프리카의 경우에는 약 9-17%에 달하는 높은 손실율을 보이고 있다. (FAO, 1996)

쌀의 경우 수확과정 중에 손실되는 량을 국가 별로 살펴보면 인도가 약 12%, 스리랑카 12%, 방글라데쉬 13%, 태국 15%, 네팔 16%, 인도네시아가 약 25%에 달할 정도로 상당히 높음을 알 수 있다. (FAO, 1996)

수확된 식량은 장기 보관을 위해서 건조 혹은 찌는

수확 후 공정 (Post-harvest unit operations)을 거치게 되는 데 쌀의 경우 이 과정 중에 손실되는 양은 평균 잡아서 약 2.3-3%에 달하고 있다.

방글라데쉬를 예를 들을 때 건조 할 때 약 1.6%가 손실되며, 야외에서 건조시 벌레나 새에 의해서 없어지는 양이 약 0.7%정도이며, 찌는 공정 중 에서는 약 1.9%가 이송 중에는 약 0.9%가 손실되고, 저장 중에 약 0.9%, 제분공정 중에 약 3.8%가 손실되고 있다. (FAO, 1996)

수확 중 식량손실이 일어난 구체적인 필리핀의 예를 들어 볼 때 쌀의 경우 수확중에 1-3%가 손실되고 처리하는 동안에 약 2-6%가 손실되며 타작할 때 2-6%가 손실되고, 건조기간 중에 1-5%가 손실된다. 또한 공정중에 2-10%가 손실된다, 따라서 전체 수확 중의 손실된 량은 약 10-37%이며 이는 전체 총생산량이 200 MMT(million metric ton)으로 볼 때 총 20-74 MMT에 해당한다. (Saunders et al., 1980)

이를 평균 잡을 때 총 수확과정중의 손실량은 47 MMT 이 되며 이는 일인당 하루 평균 식량소비량을 2,500 kcal/person/day 로 기준할 때 이는 1년 동안에 1억 2천만 명이 충분한 식량을 공급할 수 있는 양이다.

이중에서 단지 수확 중에 없어지는 양의 50%만 줄일 수 있다면 이는 23.5 MMT에 해당하며 이는 6천만 명에게 필요한 식량을 공급할 수 있고 톤당 가격을 $200/ton로 잡을 때 매년 약 $4백70억을 절약할 수가 있다.

단지 개발도상국에서 이를 2%인 4MMT 을 줄일 수가 있다면, 1천만 명에게 필요한 영양을 공급할 수가 있고 이는 매년 미화 8억달러를 절약할 수가 있다.

이 수확과정중의 식량의 손실은 식량 그 자체의 손실일 뿐만 아니라 이를 생산하는데 들어간 노동력, 자본, 및 기회 등 의 손실이고 이것이 그 나라의 경제 성장에도 아주 큰 장애 요인이라 할 수가 있다.

Table 1. 저장 중에 설치류나 곤충에 의해서 손실되는 콩과류의 량 (Anon, 1978)

Country	Agents	losses(%)	Remarks
South Africa	Insects	50.0	12-month storage of groundnut (peanut)
Nigeria	Insects	10.0	12-month storage of groundnut (peanut)
Ghana	Insects	9.3	6-month storage
Ghana	Insects	2.6-19.5	1-5-month storage of groundnut (peanut)
Ghana	Insects	50.0	12-month storage
India	Rodents	2.5-6.5	4-12-month storage of groundnut (peanut)
India	Bruchids	32-64	Pigeonpea
Kenya	General	30.0	Farm storage
Zimbabwe	Unspecified	5.0	Farm Storage
Zimbabwe	Unspecified	5.0	Unspecified
Pakistan	-	5.0-10.0	Pulses
Nigeria	Total	20.0-60.0	Cowpea
Nigeria	Unspecified	5.4	Cowpea
Nigeria	Unspecified	1.0-2.0	Cowpea
Uganda	Insects and molds	9.0-18.0	Groundnut (peanut)
Uganda	Insects	4.3-4.9	6-month storage of pulses
Zambia	Unspecified	40.0	Cowpea
Thailand	Unspecified	10.0-30.0	Farm storage soybean
Thailand	Unspecified	0.25-16.	Central storage
Brazil	Unspecified	15.0-25.0	Drybeans (gunny bags)
Costa Rica	Unspecified	24.0	Unspecified
India	Insects	32-64	Pigeonpea
India	Insects	14.7	Navy Bean

저장 중에 손실되는 식량

저장 중에는 주요하게는 곰팡이와 이의 mycotoxins에 의한 손실이 가장 크다. 저장중에 손상을 일으키는 중요한 곰팡이는 Aspergillus와 Penicilium이다. 이들은 저장중의 식량의 가치를 떨어트리거나 손실시킨다.

또한 저장중에 이들이 만들어내는 2차 대사산물인 mycotoxins을 생산하여 식량에 독성물질을 퍼트려 식량을 못쓰게 만든다. 주요한 mycotoxins은 Fursarium와 Aflratoxin으로 Fursarium의 경우 그독성이 쥐나 토끼를 죽일수 있을 정도로 강하다.

또한 설치류에 의해서 많은 량의 식량이 손실되는데 가장 손실을 많이 일으키는 것은 쥐다. 보통의 경우 쥐의 숫자는 사람의 숫자와 동일하다고 보는데 이를 기준으로 생각할 때 인구가 1억일 때 쥐의 숫자도 약 1억으로 추산한다. 그리고 1마리의 쥐가 먹어치우는 양은 약 27파운드이고 1억 마리의 경우 약 17억 파운드의 식량이 쥐에 의해서 손실되고 있다고 볼 수가 있다.

또한 곤충이마 벌레에 의해서도 곡식이 손상되는데 저장중에 곡식의 손상을 일으키는 주요한 다섯가지 곤충들은 주로 granary, weevils, rice weevils, maize weevils, Angoumois grain moths로 이들은 주로 곡류와 종자에 오염시켜 병을 발생하여 식량 손실의 원인이 되고 있다..

유통과정중의 식량 손실을 막을 수 있는 방안

세계 및 중국의 식량위기를 극복하기 위해서는 일차적으로는 곡물의 생산을 늘려야 한다. 이를 위해서는 경지면적의 확산과 단위면적당 농작물의 증산을 가져 올 수 있는 새로운 종자의 개발과 재배기술의 발전이 선행되어야 한다. 그러나 이보다도 먼저 선행되어야하는 것은 이미 자본과 기술과 노동력을 투입하여 생산해낸 식량을 최대한 활용해야 한다. 즉 이미 생산된 식량의 손실을 막아서 이를 최대한 활용하는 방법이다.

식량손실을 막을수 있는 수확후 식량처리 기술의 개발

수확과 저장 중에 손실되는 식량을 막기 위해서는 먼저 수확된 식량의 생리 특성에 대한 정확한 이해가 있어야 한다. 즉 수확된 식량이 주어진 환경가운데서 어떻게 변질되는가에 대한 정보가 있어야 그 후 구체적으로 이를 방지할 수 있는 기술이 무엇인지 알수 있다. 따라서 이 분야에 대한 싶은 연구가 선행되어야한다.

수확된 식량은 살아 있는 생명체이다 따라서 계속적으로 대사작용을 한다. 이 대사작용을 막거나 가능한 줄여야 식량을 오래 보관할 수가 있기 때문이다. 이 대사작용으로는 먼저 수확된 식량의 호흡과 에틸렌 생성, 계속적인 성장 등을 막아야한다. 이와 같은 작용은 식량의 맛과 향이 손실되어서 상품가치를 떨어뜨리고 나아가서 각종 변패를 일으킨다. 따라서 이 변패 메카니즘을 알아야 하고 이를 방지 할 수 있는 새로운 방법과 종자의 개발이 선행되어야한다.

수확된 식량을 처리하는 공정 상에서 가능하면 과정 중에 손실과 기계의 물리적 손상을 막기 위해서 새로운 수확농기계의 개선과 개발이 요구된다. 또한 처리 공정 중에 미생물이나 곤충들이 침입하지 못하도록 하는 방사선 조사 방법등과 같은 위생처리기술이 필요하다.

수확된 식량을 수송하는 방법에 있어서도 먼저 수송도중 식량의 손실이나 물리적인 손상이 없고 위생적으로 수송할 수 있는 수송방법이 필요하며, 또한 수확된 식량을 다른 곳으로 이송시나 하역과 상차를 위해서 적재해놓을 때 또는 창고에 적재하여 저장 할 때에도 식량의 손실이나 물리적인 손상이 없고 위생적인 적재 방법과 기술을 개발하여야 한다.

저장 중에 식량의 손실이 주로 식량 자체의 생화학적인 특성과 미생물, 벌레, 쥐등에 의해서 야기된다. 따라서 식량 자체의 생화학적인 특성 중 공기의 조성을 바꾸어서 식량을 오래 저장하는 기술인 환경제어, 환경조절 저장의 기술을 더욱 경제적이고 효율적으로 할 수 있는 기술의 개발이 시급하다.

수확된 식량은 저장 온도가 낮아지면 품질을 오래 유지 할 수가 있으므로 원래의 맛과 향, 품질을 잃지 않으면서 식량을 오래 보관할 수가 있는 냉동기술의

개발이 시급하다.

또한 수확된 식량을 저장시 고압으로 저장 할 때 식량을 오래 저장 할 수가 있으므로 이 고압저장기술을 보다 경제적이고 효율적으로 하기 위한 새로운 기술 개발이 필요하다.

식량손실을 막을 수 있는 식품가공기술의 개발

식량의 손실을 막는 또 다른 방법은 생산된 식량을 오래 저장 보관할 수 있고 새로운 식품으로 가공처리하는 기술의 개발에 있다.

식량가공기술의 발전의 역사는 바로 상하기 쉬운 농산물을 오래 보관하기 위한 기술발전의 역사라고 불 수 있다. 따라서 새로운 식품가공기술의 개발은 생산된 농산물의 상품성과 효용성을 연장해줄 수가 있다.

식량의 장기 보존을 한 식품 가공기술로는 먼저 가열살균공정을 들을 수 있다. 이는 식량 중에서 변패를 일으킬 수 있는 식량 자체의 효소의 활성을 없애고 유통과정 중에 오염된 미생물을 살균함으로 식품을 장기 보관하여 생산된 농산물의 효용성을 증가시키는 기술로 이의 새로운 개발이 요구되어진다.

다른 식품가공기술로는 乾燥를 들 수 있다. 이 건조 기술은 식품의 화학적 특성 및 생화학적특성이 수분함량이 높으면 높을수록 변패율이 높고 오염된 미생물의 성장이 빨라지기 때문에 식품의 수분함량을 낮추어 식품을 장기 보관하는 기술로 이의 새로운 개발이 요구되어진다.

冷凍은 식품의 화학적 특성 및 생화학적특성이 식품의 온도를 낮추면 맞출수록 변패율이 낮고 오염된 미생물의 성장이 둔화되기 때문에 식품의 온도를 낮추어 식품을 장기 보관하는 기술로 이의 새로운 개발이 요구되어진다.

식품공학기술 중 鹽藏은 식품의 화학적 특성 및 생화학적특성이 염도가 높으면 높을수록 변패율이 낮고 오염된 미생물의 성장이 둔화되기 때문에 식품의 염도를 높여서 식품을 장기 보관하는 기술로 이의 새로운 개발이 요구되어진다.

糖藏은 식품의 화학적 특성 및 생화학적 특성이 당도가 높으면 높을수록 변패율이 낮고 오염된 미생물의 성장이 둔화되기 때문에 식품의 당도를 높여서 식품을 장기 보관하는 기술로 이의 새로운 개발이 요구되어진다.

醱酵는 식품의 효소와 생화학적 특성을 이용하여 농산물을 발효시켜 새로운 상품으로 만들고 이를 장기 보존할 수 있는 기술로 이의 새로운 개발이 요구되어진다.

따라서 이와 같은 기술을 계속 개발하여서 이미 생산된 농산물을 가공하여 이 농산물의 효용성을 높이고 소비자의 기호에 맞는 식품을 개발하는 기술개발이 필요하다. 이 식품가공기술을 통하여 식량의 손실을 방지 할 수가 있다.

식량손실을 막을 수 있는 식품포장기술의 개발

포장의 중요기능 중 하나는 생산된 식품을 오래 보관하여 식량을 보존하는 기능이 주기능이다. 식품포장이 식량손실을 막을 수 있는 방법은 9개의 중요 야채 중에서 47%는 현재 포장 없이 팔리고 있고 20%는 현재 캔에 포장되어 팔리고 있으며 33%는 포장되어 냉동상태에서 팔리고 있다. 이들 중에서 포장되어 팔리고 있는 야채 53%가 포장되지 않고 그대로 팔린다면 매년 식품으로 사용될수 있는 약 3백만톤의 야채가 쓰레기로 처리된다 된다. (Testin and Verbano, 1990)

또한 미국과 멕시코 시티의 쓰레기를 조사해 보면 미국이 포장쓰레기는 멕시코보다도 약간 높으나 계속 사용할 수 있는 식품이 40%가 더 높게 쓰레기로 바뀜을 알 수가 있다. 따라서 포장재를 사용하면 전체 쓰레기의 량을 줄일 수 있고 이를 통해서 기존에 생산된 농산물을 식품으로 사용하여 식량의 손실을 막을 수가 있다. (Rathje et al. 1985)

사실 포장기술은 식품가공기술과 거의 중복되는데 예를 들면 레토르트포장, 캔 포장, 멸균포장 등은 식품가공기술중 가열살균기술과 같다. 다만 포장재료와 포장 공정이 약간 다르다는 것 뿐이지 사실 같은 기술이라 볼 수가 있다.

또한 요즈음 새로 각광 받는 기술로는 환경제어, 환경포장을 들을 수가 있는데 이는 포장된 식품내의 공기의 조성을 바꾸어주어서 식품을 장기적이고 신선

하게 오래 유지할 수 있는 포장 기술이다. 이와 유사한 포장기술로 진공포장 및 공기 치환포장을 들을 수가 있다. 이들 모두 포장된 식품내의 가스조성에 변화를 주어서 포장하는 기술을 말한다.

결 론

세계의 식량위기는 갈수록 심각해지고 이의 해결책이 이때 국제원조 가구, 각 나라정부들, 특히 식품과학자들의 역할이 갈수록 중요해진다고 볼 수가 있다.

국제원조기구의 역할은 먼저 수확후 농산물 처리기술, 식품가공기술, 식품포장기술 개발을 위한 연구비 조성하고 이의 연구결과 새로이 개발된 기술의 적용을 위한 분위기조성에 노력하고 이를 위한 교육, 장치 및 장비에 대한 지원이 필요하다.

각 나라 정부들은 수확후 농산물 처리기술, 식품가공기술, 식품포장기술 개발이 식량위기의 해결에 있어 그의 중요성을 알고 분명하고 명확한 정책을 수립 집행하여야 하며 이에 관한 정보를 생산자 유통업자 소비자들에게 계속 홍보하고 공급하여야 한다. 또한 이와 관련된 기관들에게 이의 중요성이 그들의 정책에 반영 되도록 지도하여야 한다. 그리고 정부 차원의 연구 개발비 조성에 기여하여야 한다.

식품과학기술자들은 1992 영양에 관한 로마선언(IUFoST)에서 밝힌 바와 같이 "식품과학과 기술은 세계의 식량의 안정적인 공급을 위해서 계속 개발되어야 하며 굶주림과의 계속적인 투쟁을 해나가야 한다." 고 선언한 바와 같이 이를 위해서 계속적인 노력을 아끼지 말아야한다.

먼저 수확후 농산물 처리기술, 식품가공기술, 식품포장기술 개발을 위한 새로운 도전을 받아들이고 이를 더욱 발전시켜야하며 식품을 보전하고 저장 중에 식품이 변질되지 않도록 하는 새로운 식품저장기술을 개발하고 이를 각각의 식품업체에 그 개발된 기술을 이전해야한다.

참고문헌

1. FAO: Food for consumers: Marketing, processing and distribution. World Food Summit Technical background document. Food and Agric. Org. Rome. Italy(1996)
2. Anon: Postharvest food losses on developing countries. Washington, DC, National Academy of Science(1978)
3. Rathej, W.L., Reilly, M. D., and Hughes, W. W.: Household garbage and the role of packaging The United States/Mexico City household refuse comparison. Solid Waste Council of the Paper Industry, Jury.(1985)
4. Testin, R. F. and Vergano, P. J.: Packaging in America in the 1990s. A white paper sponsored by IOPP, Clemson, SC.(1990)
5. Saunders. R. M., Mossman A. P. Wasserman. T. and Beagle. E. C.: Rice postharvest losses in developing countries Agric. Rev. Manuals. April 12. Sci & Educ. Admin., US Dept. of Agriculture, Washinton. D. C.(1980)
6. 김 용덕: 동북아 농업개발원 개원기념 학술대회 논문집. 동북아 농업개발원. p15-41(1998)
7. 고 재모. 이 영일: 중국식량수급의 현황과 전망. 한국농촌경제 연구원(1996)