

한국의 농산물 콜드체인시스템 현황과 발전방향

■ 김 병 삼 / 한국식품연구원 유통연구단장, bskim@kfri.re.kr

콜드체인시스템이란 수확 직후부터 소비자에게 전달될 때까지 전 유통 과정을 적절한 저온을 유지시켜 수확 직후의 신선도 상태 그대로 소비자에게 공급하는 유통체계로 주요목적은 선도유지, 출하조절, 안전성 확보에 있다.

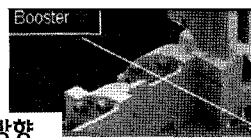
농산물의 콜드체인시스템과 관련 기술

콜드체인시스템의 필요성

콜드체인시스템이란 「전 유통 과정을 제품의 선도 유지에 적합한 온도로 관리하는 한 체계」로서 최종 제품을 생산 또는 수확에서부터 소비에 이르기까지 지속적으로 적절한 저온을 유지시켜 생산 또는 수확 직후의 신선도 상태 그대로 소비자에게 공급하는 유통체계로 주요목적은 선도유지, 출하조절, 안전성 확보에 있다.

농식품 유통에 콜드체인시스템 도입의 주요한 효과로는 첫 번째 신선도 유지를 들 수 있다. 저온하에서 농식품을 유통시킴으로써 호흡속도, 에틸렌 생합성 속도, 갈변 반응, 증산 작용 및 각종 부패 미생물의 생육 등을 억제시켜 품질을 생산 당시에 가깝게 유지시켜 주는 것이다. 보통 농식품에 있어서 각종 생화학적 반응은 온도를 10℃ 올리거나 내림에 따라 2배부터 4배 정도까지 빨라지거나 늦춰지게 된다. 따라서 여름철의 경우 30℃에서 0℃로 품온을 내리면 이론적으로 6~10배까지 유통기한을 연장시킬 수 있는 것이다. 두 번째는 선도 유지에 의해 가능하게 되는 것으로 출하 조절에 따른 안정된 유통체계를 구축함으로써 산지 체제를 강

화시킬 수 있다는 점으로 여름철에 과잉 생산되는 농식품의 경우 예냉처리를 하여 저온저장고에 보관함으로써 이를 해결할 수 있어 저탄소 녹색성장의 개념과도 일맥 상통한다. 농식품 중 배추를 예로 들면 예년처럼 이상 기후에 의해 여름철 폭우가 지속될 경우 6월 중순경에 노지봄배추를 수확하여 예냉처리한 다음 저온저장 할 경우 길게는 2개월까지도 저장이 가능하기 때문에 배추 품귀에 의한 가격 폭등을 어느정도 막을 수 있다. 이는 외국의 선진 도매시장에서도 볼 수 있는데 특히 채소류의 경우 우리나라 도매시장처럼 당일에 팔리지 않으면 싼 가격에 처분하거나 쓰레기화 되는 것이 아니라 도매시장에 설치되어 있는 저온보관창고에 보관하여 익일에 동일한 가격으로 판매하는 것처럼 콜드체인시스템 도입에 의하여 안정된 가격에 유통이 가능하게 되는 것으로 결국 유통구조 개선도 콜드체인시스템 도입에 의해 가능하다고 여겨진다. 세 번째는 국민소득 증가에 따른 식품의 고급화, 국민들의 건강에 대한 관심 증가, 1차 가공된 농식품(Fresh-cut products, Minimally processed products, Cut-vegetables etc.)의 공급 증가로 미생물에 대한 안전성 문제가 대두되는데 농식품의 특성상 통조림 같은 가공식품처럼 열처리가 곤란하기 때문에 저온에 의해서 미생물의 생육을 최대한 억제시키는 것이 최선의 방법이다. 미국, 독일, 호주 등 선진국에서는 1차 가공된 채소류나 과일류는 4℃이하에서 유통되도록 권장하고 있는데 이는 식중독을 일으킬 수 있는 미생물의 생육을 저온처리에 의해 억제시키고자 하는 것이다. 이와같



<표 1> 콜드 체인에 의한 농식품의 선도 유지 효과

항목	품목	상온 유통	예냉·저온유통
유통기한	양상추	15℃에서 3일	예냉 후 1℃보관 35일
영양성분	시금치	30℃/3일후 비타민C 85%손실	예냉후 10℃/21일 후 비타민C 20% 파괴
중량감소	체리	10℃/3일후 4.4% 감도	0.6℃예냉/3일후 1.9%감도
변색	시금치	30℃/3일후 클로로필 55%손실	예냉 후 10℃/3일후 클로로필 2% 손실
수송중 손상	딸기	10kg/3단/상온 65%손상과 발생	예냉 후 500g 소포장시 손상과 5%미만

이 콜드체인시스템 도입은 여러 측면에서 그 효과가 있다.

콜드체인시스템 관련 기술

콜드체인시스템은 생산에서부터 소비자의 구매 시까지 총체적인 품질관리가 필요하다. 농식품은 살아 숨쉬는 생명체라는 개념에서 콜드체인 기술이 여러 상황에 따라 적용하는 기술도 복잡적이고 종합적인 기술을 도입해야 하며 계속 발전되어야 한다.

콜드체인시스템의 본래 목적인 선도유지, 출하조절과 안전성 보장 등의 기능을 달성하기 위한 기술과 시설을 분류의 편의상 주요기술과 보조기술로 나누는데 콜드체인시스템의 main chain 운영에 직접 관련된 기술인 주요 기술로는 ① 산지예냉 ② 포장 ③ 저온 수송과 배송 ④ 저온 저장과 보관 ⑤ 소비자 판매시설에 관련된 기술 등이 있으며, 콜드체인시스템의 본래 목적을 달성하기 위하여 직·간접적으로 제공되는 보조기술로는 ① 전처리기술, ② 소포장 기술, ③ 선도유지 포장기술, ④ 각종 선도유지 기술, ⑤ 표면 살균 및 안전성 관련 기술, ⑥ 집하 및 출하 기술, ⑦ 선별 기술, ⑧ 규격 및 표준화 기술, ⑨ 환경 관련 기술 등이 있다. 예를 들어 미국이나 호주에서 생산된 농식품이 우리나라에 수입되어 판매되는 경우 예냉처리부터 시작하여 포장박스의 통기공과 강도, 훈증처리, 저온수송, 안전성 및 수입국에서 요구하는 각종 규격과 기준 등 고려할 사항이 한 두가지가 아니며 이러한 모든 점에 대한 기술이 제대로 적용이 되었을 때 그 효과를 거둘 수 있다. 따라서 콜드체인시스템의 목표를 달성하기 위해서는 수확 후부터 소비자가

구매할 때까지의 전과정에 대한 포괄적 품질관리(Total Quality Management)가 이루어져야 하며 주요기술과 보조기술이 동시에 적용되어야 콜드체인시스템의 목적을 이룰 수 있다.

콜드체인시스템 주요 기술의 특징

1) 예냉(Precooling)

- ① 청과물의 품질을 유지하기 위하여 수확 후 신속히 포장열(field heat)을 제거함으로써 품질을 낮추어 호흡작용을 억제시키는 작업을 말한다.
- ② 콜드체인의 시발점으로 그 방법에는 찬 공기를 이용하여 냉각하는 방법(강제통풍식, 차압통풍식), 진공예냉, 냉수냉각, 빙냉이 있다. 예냉방식은 각각 장단점이 있기 때문에 품목, 유통 형태와 경제성을 고려하여 적정 시설을 설치하는 것이 효율적이다.

③ 예냉 방식의 장단점

- 강제통풍냉각(12 ~ 24시간)의 장점으로는 실내냉각에 비해 냉각속도가 크고 온도편차가 작으며, 예냉 후 저온저장고로 활용이 가능하며, 용기의 특별한 적재방법이 불필요하고, Tunnel식 등 연속예냉이 가능하다. 단점으로는 냉동기용량에 비해 냉기용량비가 클 경우 낮은 냉각 속도 및 냉각편차가 발생하며, 냉각속도가 비교적 늦어 예냉중 품질 저하가 발생하며, 외측 청과물에 결로생성으로 저온저장시 곰팡이가 발생할 수 있다.
- 차압통풍냉각(2 ~ 5시간)의 장점으로는 청과물 표면에 결로가 발생하지 않으며, 냉각속도가 빠르고 온도 편차가 적으며, 기존 저온저

장고를 약간의 경비로 개조가 가능하고 최적 통풍속도시 강제통풍식에 비해 에너지 절약이 가능하다. 단점으로는 풍속이 클 경우 건조가 발생하며, 청과물 충전 및 용기배열에 시간 및 인력이 소요되며, 예냉시설 소요공간으로 입고 효율이 낮고, 용기 크기 및 적재방벽에 따라 냉각편차가 발생할 가능성이 있다.

- 진공냉각(20 ~ 40분)의 장점으로는 빠른 냉각속도(30 ~ 40분)로 높은 선도유지 효과 및 당일 출하체제가 가능하며, 진공챔버내 적재방법 등에 의해 균일 냉각이 가능하고, 냉각에 의한 수분제거로 비에 젖었거나 수세한 청과물의 탈수로 이용이 가능하다. 단점으로는 냉각 가능한 청과물이 거의 열채류로 한정되며, 비표면적이 작은 과실, 근채류 등은 냉각속도가 늦고 일반적으로 부적합하고, 설비비가 비교적 높고 예냉 후 저온저장고가 필요하여 전체시설의 대형화를 초래할 수 있다.

- 냉수냉각(30분 이하)의 장점으로는 냉각부하가 큰 과상청과물을 비교적 빨리 냉각할 수 있으며, 예냉 중 중량감소가 없고 오히려 위조회복이 가능하며, 예냉과 함께 세척효과가 있으며, 연약한 열채류를 제외한 전 농산물에 적용이 가능하며, 자동화가 가능하므로 일련의 가공 시스템 일부로 활용이 가능하고 냉각능력에 비해 설비비 및 운전경비가 낮다. 단점으로는 골판지 상자 등을 포장재로 사용하기 어려우며, 부착수에 의해 부패균 증식 용이로 부패율이 높으며, 수류가 강하면 청과물이 물리적인 손상을 받는 경우가 있으며, 냉각 후 탈수시설 및 저온보관시설이 필요하고, 상추 등 조직이 취약한 열채류에는 적용이 곤란하다.

2) 포장

① 찬 공기를 이용한 차압예냉의 경우는 콘테이너박스나 통기공이 있는 골판지 박스를 사용해야 한다. 통기공의 형태와 개공율, 발수도의 최적화가 필요하다. 골판지박스는 수분함량에 따라 압축강도가 지수함수적으로 감소하며 통기공의 형태와 개공율에 따라 냉각속도가 다르다. 보통 장방형이 원형보다 동일 개

공율일 경우 압축강도가 크며 압축강도를 고려할 때 개공율은 3 ~ 5% 정도가 적절하다.

② 진공예냉처리를 할 경우는 플라스틱필름과 골판지박스로 포장을 하여도 냉각이 가능하며, 냉수냉각된 청과물은 골판지박스를 사용할 때 강도나 발수도 개선이 필요하다. 진공예냉은 예냉처리 후 냉기손실이 적도록 긴밀하게 설계해야 한다.

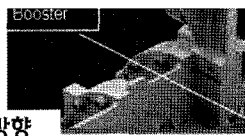
③ 플드체인의 초기 단계에서는 보냉효과를 위해서 스티로폼박스를, 결로 방지와 장단기 보관, 운반, 저장을 위해서는 콘테이너박스의 활용도 고려할 필요가 있다. 그리고 적재, 하역의 편의와 물류 코스트를 줄이기 위하여 단위화물적재시스템(Unit Load System)에 적합하도록 외포장 치수와 내포장 치수를 표준화할 필요가 있다.

④ 장기적으로는 선진국처럼 단층구조에 내용물이 보이는 오픈타입으로 그리고 적재하였을 때 냉기흐름이 좋게 설계할 필요가 있다. 소포장 유통이 증가추세에 있으며 MAP 포장의 경우 가스선택투과성(CO₂, O₂) 멤브레인 부착포장, Active MAP, 기능성 포장재 적용 사례가 증가하고 있다. 그리고 물류비 절감과 품질유지(잡은 접촉에 의한 손상 방지)를 위해 산지 포장 상자가 그대로 소비지 판매대에 진열될 수 있도록 고려할 필요가 있다.

3) 수송과 배송

① 냉장차는 기계식냉장차, 축냉식냉장차, 액체질소냉장차 및 얼음, 액체탄산가스, 드라이아이스를 이용한 냉장차등이 있으나 기계식냉장차가 주를 이루고 있다. 기계식 냉장차의 경우 냉동기를 부착하고 있으며, 보통 -20°C ~ 15°C까지 온도 콘트롤이 가능하다. 대부분의 냉장차는 예냉목적으로 사용이 어려우며 냉장 내지는 보냉 기능으로 사용한다.

② 보냉차는 보온용 단열재(폴리우레탄 등)가 충전된 알루미늄판 또는 FRP 등으로 제작하여 외부 공기에 대하여 단열 기능만을 구비하고 있으며 단시간, 단거리 유통의 경우 주로 사용한다.



- ③ 보통 냉장차나 보냉차는 보냉 기능이 주이기 때문에 적재 전에 미리 충분한 예냉처리를 할 필요가 있으며, 냉장차의 경우 냉기의 흐름을 고려한 적재가 필요하다.
- ④ 수송 중 충격에 의한 손상을 방지하기 위하여 차체 하부에 충격흡수장치(Air Suspension)를 부착하거나 컨테이너 내부에 버팀목(Brace)이나 air bag을 설치하기도 한다. 수송 중에는 정확한 온도관리와 함께 가스 콘트롤을 함으로써 저장성을 연장할 수 있으며, 장거리 수송도 가능하다.

4) 소비자 저온 시설

- ① 소비자 도매시장, 물류센터에는 저온매장, 저온 매장(15°C 이하)과 저온저장고(보냉고, 5 ~ 15°C)를 설치하여 예냉, 저온수송 되어진 과실, 채소류의 품온 상승을 막음으로서 결로방지 및 고품질을 유지할 수 있다. 지나치게 저온에 보관하면 출고 후 결로가 생기므로 10°C 내외에 보관하는 것이 적절하다.
- ② 가급적 판매는 가습시설이 구비된 냉장 쇼케이스에서 이루어지도록 해야 한다.
 - 선진국(미국, 프랑스, 호주 등)의 경우 쇼케이스의 온도는 보통 1~4°C를 유지
 - wet 채소, 청과(배추, 셀러리 등); 0 ~ 11°C, 90 ~ 95% RH
 - dry 채소, 청과(사과, 배 등); 0 ~ 4.4°C, 65 ~ 85% RH
 - 열대 과일류 등 저온장해 대상 품목은 분리하여 판매
 - 선진국(예: 독일)의 경우 냉장 진열대의 관리 기준(온도, 습도) 제정
 - 일본 도매시장의 저온매장 32,000 m², 도매시장의 저온·보냉시설 38,000 m²구축

5) 저장, 보관시설

- ① 적정 저장 온도는 빙결점 직전의 온도로서 저온장해를 피할 수 있는 온도로 한다.
- ② 품목의 특성을 고려하여 단순저온저장, 가습, CA저장 등의 방법을 취한다.
- ③ 품목별 적정 저장 조건에 따라 저장하고 동일

품목이라도 국내산과 외국산 간에는 적정조건에 차이가 있을 수 있다.

- ④ 에틸렌가스 발생, 열대 원산 청과물의 경우 등 품목별 특성을 고려한 저장, 보관 기준을 준수한다(에틸렌제거용 자외선키트, 오존키트 등 고선도 저온저장고 등을 채용)
- ⑤ 저온저장고의 경우 예냉시설의 미비로 과대설계에 따른 전기료 부담이 생길 수 있다. 예냉시설 설치, 빙축열시스템 도입에 따른 전기료 절감, Multi-system으로 절전 운전이 가능하다.

6) 보조 기술

주요기술 이외에 전처리, 선별, 소포장, CA저장, MAP, 표면살균, HACCP, 배송, 판매, 물류, 정보, 기능성소재 그리고 그 외 선도유지관련기술 등 단계별 소프트웨어가 개발되어야 완벽한 품질을 유지할 수 있다. 이는 콜드체인 시스템이 하나의 연결된 사슬로서 생산지부터 소비자 손에 들어갈 때까지 Total Quality Management가 되어야 하기 때문이다.

한국의 콜드체인 시스템 현황

신선농산물

신선농산물의 예냉, 수송 시설은 농림부의 산지유통기반구축사업과 저온유통기반구축사업등 관련 정책사업에 의해 그동안 전국적으로 설치되어 활용되고 있다. 그리고 시설의 효율성을 제고하고 상품화를 위한 예냉, 저온저장, 보습, MAP등 단위 기술들은 연구되어 부분적으로 활용되고 있으나 산업적으로 활용이 가능한 시스템화 기술과 이를 현장에서 농민들이 활용할 수 있는 매뉴얼화된 기술 체계 구축이 절대적으로 부족한 실정이다.

농산물의 냉각을 위한 예냉시설에는 중앙흡인식 차압예냉을 비롯하여 벽면흡인식, 굴뚝식, 터널식, 유틸트 형태의 차압예냉방식을 비롯하여 진공냉각, 수냉식, 빙냉식등이 있다. 그러나 현재 국내 현장에 적용되고 있는 예냉방식은 중앙흡인형 차압예냉방식이 90% 이상으로 품목의 특성과 기존 시설과의 연계성 그리고 기존 저온시설의 개,보수를

고려할 때 품목군별 그리고 시설 유형별 다양한 적정 모델들이 설계, 보급되어질 필요가 있다.

현재 국내 농업 현장에서 선도유지를 위한 예냉 기술 적용시 가장 큰 문제점은 주로 신선 딸기나 버섯, 자두 등 일부 품목에만 선택적으로 적용이 되고 있으며, 소비지의 저온화가 이루어지지 않아 예냉처리한 농산물을 어떻게 처리할 것인가이다. 외국의 매뉴얼이나 제시된 기준대로 하였을 경우 소비지에서 결로가 생길 수가 있고 국내 작물의 특성이 다르기도 하고 우리의 경우 일부 수출을 하면서 대부분이 내수용으로 소비되는 점 등이 다르기 때문이다. 따라서 국내의 유통 여건을 고려하여 단계별로 우리가 적용할 수 있는 폴드체인 시스템의 모델을 개발하여 적용시킬 필요가 있다. 아울러 예냉시설이 설치되었다고 다양한 농민들이 수확한 농산물을 현장에서 예냉처리하여 소비지에 출하하더라도 국내 농업 특성을 고려할 때 불규칙적으로 수확된 농산물을 각 단계별로 어떻게 처리할 것인지(전처리, 포장, 수송, 출하 등)가 어려움으로 되어 있다. 따라서 중장기적 측면에서 확일적으로 설치, 운영되고 있는 예냉시설에 대하여 농산물의 품목군별 그리고 유통 여건별 적정 시설 모델의 개발과 보급이 정책적인 차원에서 필요한 실정이다.

하드웨어적인 측면에서 보면 시설의 효율성을 높이기 위해 저온저장 기능이나 고습도 유지기능 그리고 유통 경로별 적정한 시설 모델의 개발이 필요하다. 특히 냉각코일의 벽면 내장식이나 감모방지, 저온장해방지, 결로억제, 가슴, 쿨라 전열면적, 팬 피치, 송풍량의 제어, 품온변화에 대응한 냉각 및 풍속 제어 등에 대한 시스템 모델 개발이 필요하다. 그리고, 소프트웨어적 측면에서는 현재까지의 연구가 예냉이나 수송등 단위 공정별로 이루어져 현장에서 농민들이 활용하고자 할 경우 가변적이고 연속적인 작업현장에서의 적용에 어려움이 있었다. 따라서 수확관리부터 시작해서 예냉처리 및 예냉처리후의 시장 판매를 위한 수송, 출하에 이르기까지 패키징형 연구가 필요하다고 여겨진다. 즉, 품목군별 특성과 유통형태(경로)별 특성을 고려한 현장 운영 관리 매뉴얼을 개발하여 현장에 보급할 필요가 있다.

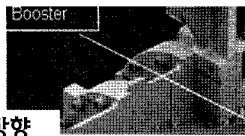
수송기술은 품목군별 특성과 유통 여건을 고려하

지 않은 확일적인 수송시스템으로 결로방지를 위한 수송적은 선정, 수송중 손상 최소화와 냉기의 적정 분포를 위한 수송 기술의 개발, 보급이 필요하다. 그 결과 국내 농산물의 품질경쟁력 제고를 위해 우리나라 작물특성과 유통여건에 적합한 한국형 저온유통체계의 모델을 개발, 보급할 필요가 있다.

현재 고온기에 수확된 농산물의 예냉을 위한 시설은 전국적으로 차압식 200여개소, 진공식 4개소, 수냉식 30개소가 설치되었으나 향후 국내 저온저장고 면적 400,000여평에 10,000여개소 이상을 고려할 때 향후 설치 예상 예냉시설의 수는 최소한 2,000여개소 이상이 된다고 추산된다(일본의 경우 4,000여개소).

농산냉동식품

국내 단체급식, 외식업체의 식재료는 중국산 냉동채소나 반제품 형태의 수입 전처리 제품이 시장을 잠식하고 있다. 특히 냉동채소류는 유통기한이 길고 1년 이상의 장기 보관과 원거리 수출에도 품질과 안전성 측면에서 문제가 없다. 현재 중국산 냉동채소들은 한국의 대형 단체급식업체나 레스토랑, 식당들을 대상으로 식자재로서 공급되고 있는데 향후 국내 채소 시장을 위협할 수 있는 가장 큰 위협요소가 되고 있다. 이러한 이유는 식자재업체들이 중국산 냉동농산물의 직수입 확대를 검토하고 있는 것은 국산농산물을 사용할 경우 안정적인 물량 확보가 어려울 뿐만 아니라 이를 다시 식자재로 가공하기 위해 세척하고 소분하는 전처리 인력의 확보가 어렵기 때문이다. 특히 중국산 냉동농산물의 경우 급속동결방식을 채용하고 있기 때문에 조리시 신선농산물과 큰 차이가 없을 뿐 아니라 저장성이 용이하고 신선도 관리가 쉬워 이미 일본에서는 가공식품의 40% 이상을 중국산 냉동농산물이 차지할 정도로 점유율이 커지고 있는 실정이다. 특히 중국의 냉동채소 생산업체들은 산둥반도 지역에 대규모 공장을 운영하고 있으며 거의 HACCP 인증을 받아 위생기준에 적합한 설비를 갖추고 있으며 한 업체의 경우 생산시설이 9만㎡에 3,000명의 직원을 두고 있으며 또다른 업체는 3만㎡의 시설에 6,000톤의 냉동채소, 2000톤의 신선채소,



3,000톤의 절임채소를 생산하여 한국으로 수출하고 있으며 이러한 업체는 계속 증가하고 있다.

최근들어서 과채류와 채소류의 잔품 및 비품 처리가 유통센터의 수익구조를 결정할 수도 있다는 논리가 거론되고 있으며 이를 위해서는 동결시켜 보관후 식자재로 공급시킴으로서 안정된 가격과 품질을 보장할 수 있으며 이는 농산물 유통시장의 틈새 시장을 공략함으로써 장기적으로는 산지유통센터의 수익구조 개선에 기여할 것으로 예상된다. 특히 각 유통시설에서 나오는 소량의 비품과 잔품들을 동시에 처리할 수 있는 센터 기능을 하는 시설들이 설치된다면 일정한 물량 공급도 가능할 것으로 여겨진다

국내 냉동농산물 가공은 시작단계로 단순 급속동결고를 이용하여 -20℃ 이하에서 동결, 출하하는 것이 전부이며, IQF 설비는 2대가 수입되어 설치되어 있으나 운영이 제대로 이루어지지 못하고 있다. 국내 냉동채소에 대한 연구 자료는 단편자료로 미흡한데 동결채소 제품을 제조하는 기술은 급속동결기술로서 터널프리즈 형태인 IQF(Individually Quick Frozen)가 대표적이며 그 외 air-blast 형태의 급속동결장치가 이용되고 있다.

현재 국내 동결농산물은 냉동딸기, 냉동홍시, 냉동옥수수 정도가 전부이며 대형 유통매장의 경우 청완두, 브로콜리, 아스파라거스, 컬리플라워, 단호박, 냉동죽순, 시금치, 얼갈이배추, 근대, 부추, 쑥, 냉동냉이, 냉동혼합채소, 냉동열대과실 등 다양한 제품들이 판매되고 있으며 아직은 호주, 중국, 대만등 수입 냉동 채소들이 대부분이다. 그러나 급속동결처리 전의 블랜칭, 냉동변성방지처리, 품목별 동결처리 조건, 포장 및 제품 형태, 열매체 선정, 냉기 및 열교환 방식, 유통기술 등에 대한 공정 최적화가 이루어지지 않아 식재료로서의 해동시 드립발생, 조직감 상실 등 물성과 품질에 제한성이 있다.

발전방향

한국형 농식품 콜드체인시스템 모델

1) 단기유통형

콜드체인이 완벽하게 구축된 경우의 저온유통시

스템은 미국이나 유럽등과 같은 이상적인 콜드체인시스템을 구축하면 될 것이다. 즉 수확 후 바로 2시간 이내 예냉처리하여 저온수송 또는 저온보관의 형태를 취하고 소비자 판매장에서도 저온매장과 저온판매가 이루어짐으로서 농식품의 품질을 수확 후 그대로 최대한 유지하는 것이다. 그러나 국내 여건상 콜드체인의 완벽한 구축에는 상당한 시간이 걸릴 것으로 여겨지고 유통 여건상 미국이나 유럽과는 다르기 때문에 어느 정도는 일본과 같은 변형된 콜드체인 시스템이 필요하다.

국내 도매시장의 경우 강서도매시장을 비롯하여 1~2개 도매시장을 제외하면 가락동도매시장을 비롯하여 콜드체인 구축에는 열악한 환경을 고려하여야 한다. 따라서 국내 여건에 적합한 콜드체인 시스템은 1차적으로 산지에서부터의 예냉과 수송작업들이 신선도 유지에 효과적인지와 콜드체인시스템을 적용했을 때 신선도유지의 Positive Effect와 소요비용의 Negative Effect간의 밸런스를 유지시키는 것이 중요하다.

2) 저온판매장, 저온보관 시설등이 갖추어진 곳

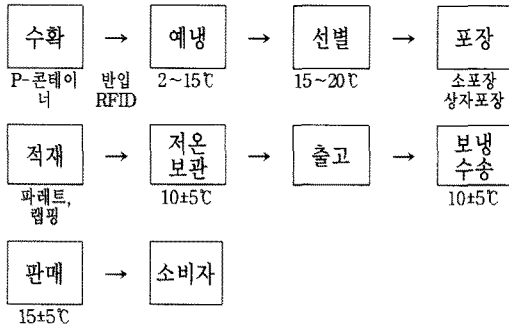
① 대상 : 하나로마트, 대형백화점, E-mart등 대형할인점

② 수송 수단 : 냉장차, 보냉차

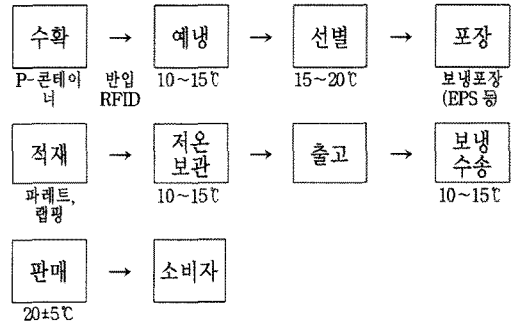
③ 포장 및 적재 : 콜드체인시스템이 완벽한 경우는 수확용 컨테이너에 농산물을 담아 그대로 예냉한 후 냉장차에 싣고 소비자까지 이동시키는 방식을 고려할 수 있다. 이는 대형 할인매장에서 활용하는 방법으로 가급적 농산물을 포장 상자에 담았다가 다시 꺼내 재포장함에 따른 물리적 손상을 최소화하고자 함이다. 그러나 예냉 후 선별과 소비자용 재포장 작업이 필요한 경우는 다르게 적용하여야 한다.

④ 수송 온도 : 예냉후 5 ~ 15℃ 냉장차로 수송단, 판매장의 온도가 20℃ 이상인 경우이고 수송거리가 2시간 이내인 경우는 보냉차를 활용할 수 있다.

⑤ 딸기, 버섯, 자두 등과 같이 2℃ 정도까지 예냉하여도 저온장해가 없고 선도 저하가 빠른 품목은 예냉 온도를 2℃ 정도로 하고 수송온도는 5℃ 내외로 맞추어 행하는 것이 적절하



[그림 1] 단기 유통 농식품의 저온유통 작업 체계도 (10~20°C에서 판매할 경우)



[그림 2] 단기 유통 농식품의 저온유통 작업 체계도 (저온시설이 구비되지 않은 곳에서 판매)

다. 대체로 작업과정과 소비지 도착시 5°C 정도가 되며 판매장에서 하역, 진열시 7~10°C의 온도까지 승온이 쉽게 일어나며 판매기간이 2~3일로 짧기 때문에 이 기간동안 상품성을 유지할 수 있다.

⑥ 방울토마토, 애호박, 복숭아, 참외, 상추, 고랭지배추 등 이들 품목은 10°C 이하에서 저온장해가 있거나 그렇지 않더라도 상대적으로 유통기간이 길고 판매가격이 낮은 경우 산지에서 예냉 종료 온도는 10°C 정도까지만 행한다. 수송온도는 10~15°C로 해도 상품성 유지에 큰 문제가 없으며 품질과 경제성등을 고려할 때 합리적인 방법이다(그림 1 참조).

3) 저온판매장, 저온보관시설등이 갖추어지지 않은 곳

① 대상 : 가락시장등 공영도매시장, 유사도매시장 등

② 상기 소비지의 경우 상온 판매가 전제가 될 경우는 현실적으로 여건을 고려할 때 산지에서 예냉처리는 큰 효과를 기대하기 어렵다. 그러나 신규 개설한 도매시장이나 저온 매장을 새롭게 확보한 경우는 10~15°C 정도까지 예냉하여 보냉수송하여 출하하는 것도 한 방법이다. 매장의 경우 간이 또는 스팟쿨러 등을 이용한 국부 냉방시설 등을 하여 25°C이하의 온도조절은 필요하다(그림 2 참조).

4) 직거래 형태/택배

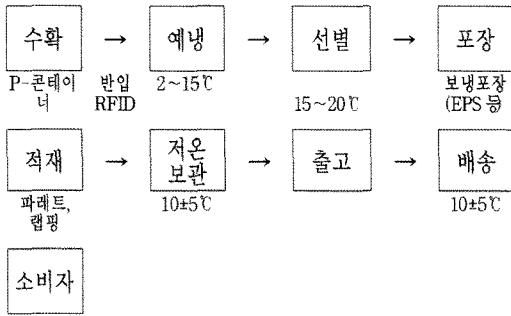
직거래나 택배 시스템의 경우는 예냉처리후 보냉용 상자(스티로폼상자등 단열용기)에 담아 수송하는 것이 적절하며 이 경우 예냉과 수송온도는 각 품목별 적정 저장온도보다 2~3°C 높은 온도가 적절하나 국내 여건상 수송거리가 짧기 때문에 선도저하가 아주 빠르고 가격이 비싼 일부 품목을 제외하고는 비용 측면을 고려할 때 5°C이하로 예냉, 수송할 필요는 없다(그림 3 참조).

5) 신선편이농산물(식자재등 가공용)

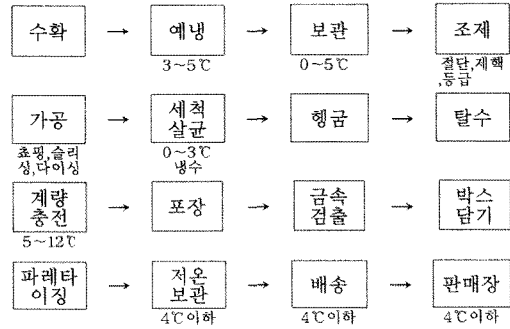
최근들어 증가하고 있는 전처리농산물이나 신선편이농산물의 경우 예냉처리 필요성이 크게 인식되어지고 있다. 예를 들어 양상추 샐러드의 경우 해뜨기 전에 수확한 양상추와 10시 이후에 수확한 양상추의 경우 샐러드 가공시 유통기한에 있어서 큰 차이를 보이는데 이는 수확 당시의 품온과 깊은 관계가 있다. 따라서 수확 후 초기 품온관리가 최종 제품의 유통기한에 바로 영향을 미치기 때문에 수확후 예냉 처리는 필수적이다. 신선편이농산물의 가공 공정은 최종 제품의 형태, 시설 규모, 시설 투자비 등 제반 여건에 따라서 차이가 있지만 기본적인 공정은 아래와 같다. 특히 신선편이농산물의 경우 식중독 지표세균의 생육한계온도인 4°C이하에서의 온도관리는 필수적이다(그림 4 참조).

6) 중장기 저장용

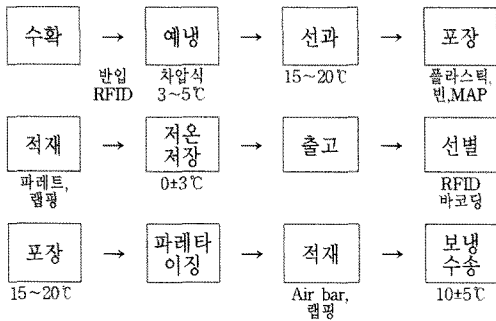
국내에서 중장기 저장용 농산물의 경우 가을철



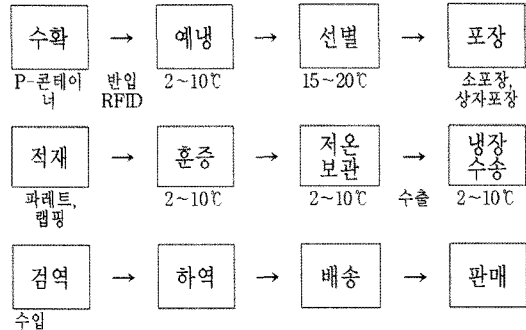
[그림 3] 단기 유통 농식품의 저온유통 작업 체계도 (택배, 직거래 형태 판매)



[그림 4] 신선편이농산물의 저온유통 작업 체계도



[그림 5] 중장기 저장용 농산물 저온유통 작업 체계도



[그림 6] 수출 농산물 저온유통 작업 체계도

이후에 수확되는 사과, 배, 참다래 등의 경우 단기 간에 품질저하의 징후를 구별하기 어려우나 수확 후 예냉처리에 의하여 저장중 부패에 의한 손실을 현저히 감소시킬 수 있다(그림 5 참조).

외국에 수출하는 경우는 일본처럼 짧게는 일주일 긴 경우는 미국의 경우 4주 이상 소요된다. 이 경우는 장기저장용 농산물에 준하여 예냉, 보관, 수송 작업이 이루어져야 한다. 수출용 농산물의 경우는 농산물의 기본적인 물성을 제외하면 미국이나 유럽 등 농산물 수출국에서 적용하는 작업 온도와 공정을 활용하면 된다. 단, 외국의 경우는 수확 후 처리공정에서 훈증, 살균제 처리나 왁스처리 등이 허용되어 보편화되어 있으나 국내에서는 수확 후 처리 약제에 대한 허가가 되어 있지 않기 때문에 물리적인 수단으로 신선도를 유지하여야 한다(그림 6 참조).

정책, 제도, 기술적 측면의 발전방향

'90년대 후반부터 농림정책사업으로 추진되어온 콜드체인기반구축사업은 그동안 농업 현장에 국내 농산물 품질 제고와 수출 기반 구축 등 인프라 구축과 상품성 확보 측면에서 중요한 역할을 담당해 왔다. 그러나 아직까지 우리나라 농식품의 콜드체인 기반은 저온저장고가 대부분이며 예냉시설 등 다른 저온설비와 운영실태는 선진국에 비하여 저조한 실정이다. 따라서 콜드체인 기반 확대와 운영 활성화를 위해서는 다음과 같은 정책 및 제도적 지원이 필요하다.

- 1) 콜드체인 기반 구축 사업 지원 및 관리시스템의 강화
그동안 콜드체인 기반 구축사업은 각종 산지유통 시설사업과 연계하여 추진되어 왔으나 그 효과를 제대로 부각시키거나 당위성을 인정받지 못한 것

이 사실이다. 특히 산지에서 저온처리된 농산물이 소비지에서 결로 문제 등으로 취급에 문제점을 드러낸 것이 사실이다. 콜드체인은 용어 그대로 전 유통체인이 저온하에서 유지되어야 그 효과를 제대로 보여줄 수 있는 것으로 우리나라의 경우는 산지와 함께 수송, 배송 특히 소비지 저온시설의 구축 확대가 절실하다. 이를 위해서는 범 부처 차원(소비지의 경우 지식경제부 등)사업 추진시 운영계획에 대한 검토와 사후 관리체계의 강화가 필요하다. 즉 시설의 도입부터 운영, 관리에 대한 철저한 검증과 시스템적인 관리체계가 필요하다. 아울러, ① 농림정책지원사업의 통합 지원운영체계 도입(사업별로 다른 기준 적용 배제로 지원체계 단순화, 단일화), ② 시설과 운영기술의 패키지형 지원, ③ 지원사업에 대한 지속적 평가제도 도입(경영성과에 대한 엄격한 평가 및 성과에 따른 운전자금의 차등지원, 시설, 자재 등 지원사업 결과에 대한 지속적 관리로 부실예방 및 시설 활성화) 등이 필요하다.

2) 콜드체인시스템 도입의 전 식품 체인에 있어서 경제적 효과 재분석과 기능 강화

콜드체인시스템 도입에 따른 경제적 효과는 그동안 시설 설치 주체 차원에서의 비용 분석이 대부분이었다. 이러한 분석은 국내 농산물 유통체계를 바탕으로 볼 때 수익성을 확보할 수 없으며 도입에 따른 당위성을 얻기 어렵다. 그러나 콜드체인 도입은 단순히 운영 주체의 수익 구조 개선에 국한되는 것이 아니라 소비지에서의 폐기손실 감소, 국가차원의 농식품 출하조절, 국민 건강 차원의 이익 등 파급 효과가 크다. 따라서 국가 식품 시스템 측면에서 접근하여 새로운 경제성 분석이 이루어진다면 콜드체인 도입과 확산에 대한 당위성은 설득력을 얻게 될 것이다.

아울러 시설측면에서는 다음과 같은 기능 강화를 위한 방안이 필요하다.

- ① 저온저장고와 농산물산지유통센터(APC)의 역할 재정립
 - 단순 저장고나 포장시설로부터의 탈피
 - 물류전진기지, 상품화기능 도입
 - 규모의 경제 개념 도입 : 단지화, 규모화로

물류비절감, 시장교섭력 강화

- ② 시설의 적정 설계 및 시공
 - 도입단계부터 엔지니어링과 경영 개념 도입으로 최적화 필요
 - 설계, 시공단계의 철저한 기술검토와 감리제도 도입, 정착
- ③ 전처리 및 후처리 기술과 시설 도입
 - 예냉, 큐어링, 예건, 컨디셔닝 기술의 도입
 - 신규 및 기존 저온저장시설에 대한 전처리 및 후처리 설비 보완, 운영
- ④ 신규시설의 확대보다 기존시설의 운영효율성 제고 강화
 - 단순 저장용 창고보다도 예냉, 큐어링, 선별, 포장, 가공 시설의 보완등 고려
- ⑤ 산지 시설 건설과 함께 소비지 저온유통시스템 구축의 필요성
 - 소비지의 콜드체인이 구축이 되어 있지 않아 농산물 콜드체인 어려움.

3) 콜드체인 농산물의 품질 및 안전성에 대한 홍보
 신선 농산물의 경우 품질변화는 온도에 지배적으로 의존하게 된다. 이는 품질변화의 직접적 원인이 되는 생리적, 이화학적, 미생물적 변화 등이 모두 온도 저하에 따라 그 반응속도가 낮아지게 되어 결국 그 효과가 품질 및 안전성으로 나타나게 되는 것이다. 최근들어 농식품 마케팅에 있어서 시간 마케팅과 온도 마케팅이 확대되는 것도 이러한 근거에 바탕으로 둔 것이다. 그러나 아직까지 우리 소비자들이 외견상으로 바로 나타나는 증상이 보이지 않으면 품질과 안전성에 대한 신뢰나 효과를 인정하지 않고 있다. 따라서 미생물적 측면이나 영양 성분측면에서 콜드체인시스템은 반드시 도입되어야 하고 우리의 먹거리리는 예방적 측면과 국민건강 측면에서 정착되어야 함을 홍보할 필요가 있다.

콜드체인 기술은 국내에서는 한국식품연구원이 처음으로 1992년도에 예냉시설의 국산화 개발 등을 시작으로 연구 개발을 시작하였으나 이들 기술은 최신 기술이라기 보다는 선진국에서 이미 '80년대 이전부터 상용화된 보편기술이다. 따라서 이들 기술을 어떻게 국내 농업 현장에서 효율적으로 적용 가능하게 할 수 있는가 즉, 우리 실정에 맞는



운영기술의 개발, 보급이 필요하다.

① 기술개발

- 국내여건에 적합한 기술의 개발
- 단기 : 현장애로기술 개발, 보급
- 중장기 : 첨단 기반기술 개발, 보급
 - RFID/USN등 u-IT 기술을 활용한 u-Food System 구축과 연계한 스마트저장고, 지능형냉장고, 원격수송관리 등
 - 센서태그 이용 유무선 센서네트워크를 이용한 수배송, 저장 물류 관리 기술 보급
- 생산(재배)- 수확전- 수확-수확후 관리- 저장유통의 총합적관리 기술 개념 도입

② 인력양성

- 분야별 전문가 육성
- 연구인력의 저변확대

③ 현장적용 및 운영관리

- 기술보급(extension)체제 강화
- 현장애로기술의 실제적 현장적용 강화
- 목적에 맞는 외국기술의 선별적 도입
- 실질적인 산학연 협력체계 도입
- 현장적용이 가능한 분야별 운영 매뉴얼

(practice manual) 제작, 보급

- 기술전문가 양성- 독립적인 기술경영능력 보유 유도

참고문헌

1. 김병삼 (2009) : 농산물산지유통센터 표준설계서(I)(II), 한국식품연구원.
2. 김병삼 (2005) : 신선농산물의 품목 및 유통 형태별 예냉수송 시스템의 모델 및 매뉴얼 개발에 관한 연구, 농림부
3. 김병삼(2004) : 수확후관리기술현황과 발전방향, 한국식품유통학회
4. 농수산물유통공사(2007) : 농산물 저온유통체계 구축전략
5. 박세원 등(2002) : 채소류의 미국선박수출 과정에서 신선도유지를 위한 수확후관리기술개발, 농림기술개발사업(농림부) 보고서
6. 한국원예학회(2003) : 원예농산물 수확후관리 기술 보급 체계 구축 방안
7. Kader 등(2002) : Postharvest technology for perishable produce. 