

청과물의 예냉 기술

한국식품개발연구원

김 병 삼

우리나라 국민의 경우 식습관이나 식품에 대한 선택 기준은 국민소득 증가와 더불어 상당히 고급화 추세에 있으며 서울을 비롯한 일부 대도시의 경우는 우리보다 GNP가 훨씬 높은 일본이나 다른 선진국에 비하여 조금도 손색이 없는 실정이나 현재 청과물을 비롯한 농산물의 유통은 전근대적인 면이 많은 게 현실이다. 작금의 정부나 농산물 유통 관련 단체들이 자주 거론하고 있는 '농산물유통구조개선 대책'은 현존하고 있는 농산물 유통구조의 모순을 그대로 반영하고 있는 것이며, 농산물유통구조의 개선은 특히 UR 농산물 협상에 따라 외국산 농산물의 수입이 자유화되면서 더욱 절실하게 되었는데 이는 생산 규모나 유통 구조에서 국내 농업의 경쟁력이 약하기 때문으로 받아들여지고 있다. 따라서 가격 경쟁력에서의 열악한 여건을 품질이나 신선도 측면에서 승부를 걸어보자는 차원이며 많은 농산물중에서도 특히 이러한 여건을 구비하고 있는 품목으로는 신선청과물이 가장 적절한 것으로 판단되고 있다. 그러나 신선청과물의 경우도 현재와 같은 유통구조나 품질 관리체계로는 수송 기술이 잘 발달된 오늘날의 경우 외국 수입 청과물에 비하여 우위를 점할 수 있다고 말하기 어렵다.

이는 미국이나 네덜란드에서 생산되는 그레이프후르츠(일명 자몽)나 키위와 같은 과일류는 말할 것도 없고 중국에서 생산되는 양채류들이 국내 백화점등에서 버젓이 팔리고 있는 것을 보면 알 수 있다. 따라서 품질이나 선도면에서 기존의 개념에서 벗어나 최상의 품질이나 선도를 유지하지 않으면 안되며 청과물의 경우는 밭에서 갓 수확한 상태의 신선도나 영양소의 유지가 이루어지지 않고는 어려운 것이다. 따라서 필자들은 1992년도터 농산물 그 중에서도 특히 신선청과물의 신선도 유지와 유통 구조 개선을 위해서는 수산물이나 축산물에서 범용화 내지는 당연시되고 있는 저온유통

시스템(cold-chain system)을 우리나라에서도 반드시 도입하여야 한다는 취지하에 관련 연구를 계속 수행하고 있으며 현재는 관련 장치와 시스템의 정립 단계에 들어가고 있다. 농산물에 있어서 저온유통시스템은 미국의 경우 1923년 플로리다에서 냉수냉각(hydrocooling)에 의한 채소류의 예냉이 실용화되고 1933년부터 캘리포니아에 도입되었으며 1940년대 중반부터는 채소류에 대하여 진공예냉(vacuum cooling)이 시작되면서 확산되기 시작하였는데 농산물의 저온유통은 미국이 그 원조라고 할 수 있으며 네덜란드, 프랑스, 독일등 구미 선진국에 있어서도 보편화되어 있다. 그리고 가까운 일본의 경우는 1962년에 hydrocooling 장치가 도입되기 시작하여 1965년 과학기술청 자원조사회가 '식생활의 체계적 개선에 관한 식량 유통 체계의 근대화에 관한 권고'가 나오면서 대규모 콜드체인 실험이 시작되고 저온유통이 화제가 되면서 확산되기 시작하여 현재는 많은 청과물에 대하여 예냉 처리를 하며 양상치와 같은 채소류는 수확하면 전처리를 해서 예냉처리한 것이 관례화되어 있는 실정이다.

저온유통시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 시발점은 산지에서의 예냉이며 예냉을 하더라도 유통 체인중 그 사슬이 중간에서 중단되면 그 효과가 그만큼 줄어들게 되는 것은 말할 나위도 없다. 그러면 왜 예냉이 필요한지에 대해서 간단히 알아보면 다음과 같다.

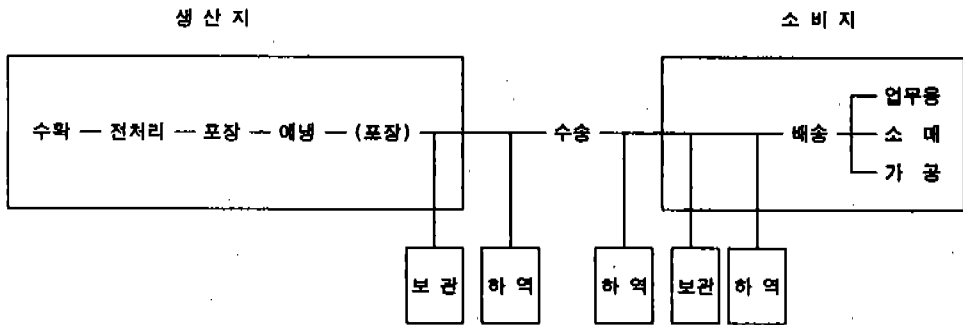


그림 1. 청과물의 콜드체인시스템

청과물은 수확한 후에도 생명 활동을 지속하기 때문에 호흡작용에 의한 성분분해가 계속되어 노화, 조위 및 각종 부패 현상에 의한 선도 저하가 나타나게 되며 종국에는 상품성과 식품학적 가치를 잃게 된다. 그런데 이러한 청과물의 호흡작용에는

온도, 습도, 가스환경, 빛, 바람, 미생물 등의 여러 요인이 작용하지만 그 중에서도 온도에 의한 영향이 지배적으로 온도 콘트롤만 잘하면 선도 유지는 80% 이상 목적을 달성할 수 있게 되며 따라서 최근에 널리 사용되고 있는 저온저장고나 냉장고의 기능은 바로 이 목적을 위한 것이다.

청과물은 온도 콘트롤이 되지 않은 상태에서 유통을 하게 되면 유통 과정중 호흡 작용에 의하여 품온이 높아지게 되고 이 높아진 품온이 다시 호흡 속도를 빠르게하여 체내 성분의 분해가 가속되며 수분의 증산으로 인해 조위가 발생하고 감모율이 증가하는 등 품질 저하를 초래하는데 이러한 현상은 특히 하절기에 문제가 되므로 청과물의 선도 유지를 위해 수확후 가능한 빨리 품온을 낮추어 호흡 작용을 억제해야 하는데 이러한 냉각 조작용 예냉(precooling)이라고 한다.

현재 당 연구팀이 개발한 청과물 예냉 장치는 진공예냉(vacuum cooling), 차압예냉(pressure cooling), 냉수냉각(hydrocooling) 장치의 세 형태이다. 이 중 진공예냉장치는 1992년에 개발을 완료하여 보급 예정인데 이 장치의 냉각 원리는 주위의 압력이 낮아지면 물의 끓는점이 낮아진다는 원리를 이용한 것으로 청과물 주위의 압력을 낮추어 수분 증발을 촉진시키고 이 때 빼앗기는 증발잠열에 의하여 품온을 낮추는 방식으로 냉각 시간이 짧아(20 ~ 30분) 획기적인 냉각 효과를 가져오는 것으로 양상치나 상추, 시금치, 배추와 같은 엽채류에 적합하다. 특히 우기에 수확한 채소류의 경우 표면의 물방울을 제거하는데도 효과적이며 포장 상태나 적재 방법에 구애받지 않고 예냉을 행할 수 있는 장점이 있다. 그리고 예냉시간이 짧기 때문에 당일 수확하여 예냉처리한 후 당일 출하가 가능하기 때문에 신선도 높은 청과물을 시장에 공급할 수 있는 잇점이 있다.

금년에 개발한 차압예냉장치는 기존의 저온저장고에 청과물을 입고하여 냉각을 할 경우 2 ~ 3일에서 길게는 일주일 이상 소요되어 선도 유지도 되지 않을 뿐더러 출하 계획에 있어서도 문제점이 많은 점을 개선하기 위하여 개발한 것이다. 즉 선도 높은 청과물을 시장에 출하하기 위해서는 적어도 예냉에 소요되는 시간이 한나절을 넘기면 곤란하다. 이는 밭에서 수확하여 전처리한 다음 예냉고에 운반하여 입고하는데 소요되는 시간이 적어도 한나절 이상 소요되기 때문에 적어도 익일 출하 계획에 맞추기 위한 것이며 예냉시간이 많이 소요될 경우 예냉 과정중에 오히려 품질 저하가 발생할

수도 있기 때문이다. 이 장치의 냉각 원리는 다음과 같다. 보통 상자에 사과를 넣어서 저온저장고나 냉장고에 보관할 경우 냉각되는 과정은 주위의 찬 공기가 사과 상자에 자연 대류(convection)와 전도(conduction)에 의해서 상자 내부에 들어와서 이 차가운 공기가 사과표면을 냉각시키고 이 차가운 열이 다시 사과 내부로 전도에 의해서 전달되기 때문에 냉각 속도가 느리게 된다. 따라서 기존의 저온저장고에 청과물 상자를 넣을 경우 청과물 상자로의 냉기의 흐름은 거의 자연대류에 의해 행해지기 때문에 충분한 냉각열을 공급하기가 어려웠다. 따라서 이번에 개발한 차압예냉 장치는 예냉고 내부에 부압실을 만들어 예냉실과 부압실 간에 압력차(보통 20 ~ 50mmAq정도의 정압)를 유발시키고 유니트쿨라에서 나오는 차가운 공기가 피냉각물 쪽으로 집중해서 흐르도록 도풍판과 차압시이트등을 설치함으로써 냉기의 효율을 제고시킨 특징이 있다. 뿐만아니라 예냉실과 부압실간에 걸린 정압(static pressure)에 의해 청과물 상자를 통과하는 차가운 냉각용 공기는 강제 대류에 의해 이동하기 때문에 기존의 저온저장고나 냉장고에서의 자연대류에 의한 공기의 흐름에 비하여 훨씬 빠르게 되며(보통 박스당 통풍량이 200 ~ 300 l/min) 피냉각물에 대한 냉각 효과가 크게 된다. 이는 피냉각물에 차가운 공기를 계속 접촉시켜주는 물론 냉각 과정중 청과물로부터 제거된 열에 의해 따뜻해진 공기를 빨리 제거시켜주는 역할을 하기 때문이다.

차압예냉장치는 예냉 효과가 큰 반면에(입고율 30% 기준으로 2 ~ 5시간 정도) 설치비가 기존 저온저장고에 비하여 15 ~ 20% 정도만 더 부담하면 되며 별도의 저온저장고가 필요하지 않을 뿐만아니라 예냉처리를 하지 않아도 되는 봄, 가을이나 겨울철에는 저온저장고로써도 활용이 될 수 있고 심지어는 기존의 저온저장고를 약간만 개조하면 제작이 가능하기 때문에 우리나라 농촌에서 쉽게 보급될 수 있을 것으로 여겨진다. 보통 차압예냉시는 단기 출하 목적의 경우는 통기공이 있는 골판지 상자를 이용하게 되며 장기 저장용의 경우는 플라스틱 상자를 사용하는 것이 좋는데 골판지 박스의 경우는 통기공의 크기나 형태 뿐만아니라 강도에 있어서도 개선할 점이 많다. 따라서 차압예냉장치의 효율적인 보급을 위해서는 예냉시설의 보급만 서두른다고 해서 해결되는 것이 아니며 이러한 문제가 동시에 추진되어야하기 때문에 현재의 청과물 상자의 구조를 전면적으로 개조할 필요가 있어 정부나 생산자 단체 차원에서의 협조

와 노력이 요구되고 있다.

다음에 냉수냉각장치는 현재의 청과물 유통 형태를 소비자의 식습관 뿐만아니라 사회의 발전 형태에 따라 발전 내지는 변화시킨다는 차원에서 향후 청과물의 유통 방향에 맞추어 개발, 보급을 추진하고 있다. 즉 향후 청과물의 유통은 산지에서 수확을 하면 다음에 다듬거나 적당한 크기로 절단, 세척 및 소포장해서 유통되는 형태를 취하게 될 것이다. 즉 여자의 사회 진출 증가 그리고 아파트와 같은 주거 문화화에서는 소비에 있어서도 편의화를 추구는 것이 당연하며 따라서 식당이나 가정에서는 지금까지의 다듬어지지 않고 흙이 묻은 상태의 청과물을 기피하게 되며 앞에서 언급한 바와 같이 잘 다듬고 세척해서 소포장되어 진열된 청과물을 구입하여 바로 식탁에 제공하거나 요리할 수 있기를 바라게 된다. 따라서 이 장치는 냉각을함과 동시에 세척의 기능을 겸할 수 있도록 설계하였으며 앞으로 보급이 기대된다. 특히 흙이 부착되어 있는 근채류나 농약이나 이물질등이 부착되어 있는 과일류의 경우 효과가 클 것으로 기대되며 설비비나 운전비가 적게 소용되기 때문에 앞으로 당근, 무우, 상추 등에 적합할 것으로 생각하고 있다.