



저온물류시스템 구축을 위한 포장개선 방향

The package Improvement tendency cold chain system

김종경 / 경북과학대학 포장개발전공 교수

1. 서론

우루과이라운드협상(Uruguay Round : UR)에 이어 2000년부터 새로운 WTO 농산물 협상(New Round : NR)의 본격적, 시작, 자유무역협정(Free Trade Agreement : FTA)의 지속적 추진 등으로 농업만을 생업으로 하여왔던 농민들의 우려가 커지고 있다. 이에 대비하여 정부는 국내 농산물의 생산성 향상은 물론 품질고급화 등을 통한 품목별 경쟁력을 제고하기 위해 노력하고 있으며 그 동안 상대적으로 후진적 이었던 농산물 유통분야에 있어서도 합리적인 개선방안을 모색하고 있다.

특히 포장과 관련된 직접적인 농산물의 유통 합리화 정책은 크게 물류 표준화와 연결되는 농산물 포장규격 정비 및 포장화, 그리고 농산물 품질고급화를 위한 저온 유통체계(Cold Chain System)의 구축이라고 볼 수 있다. [표 1] 참조

농산물의 유통은 최근 들어 급격히 변화하고 있으며 이에 따라 포장에 대한 요구조건도 매우 다양해지고 있다. 특히 저온유통에 있어서 예냉 처리 기술이 개발되고 시설이 확대됨에 따라 포

장의 중요성은 더욱 부각되고 있다.

즉, 포장은 예냉농산물의 보호 및 취급을 효율적으로 할 수 있게 하면서 또 콜드체인(cold chain)이 단절되지 않도록 하는 매개역할을 담당하고 있다. 특히 대형 유통업체의 등장으로 가격대비 질적 경쟁이 갈수록 치열해지고 있으며 소비자들의 구매 패턴이 소량의 고품질 상품 선호로 변화함에 따라 저온유통시스템(Cold Chain System)하에서의 포장의 역할 확대는 당연한 귀결이 되고 있다. 이러한 급격한 변화에

[표 1] 정부의 포장관련 농산물의 유통합리화 정책

농산물 포장규격 정비 및 포장화	<ul style="list-style-type: none"> - 소비자 중심의 농산물 포장규격 정비 - 농산물 포장화 추진을 위한 포장재비 지원 확대 및 지원방식 개선 - 비포장 농산물에 대해서는 공영도매시장 반입을 제한 <ul style="list-style-type: none"> • ('99) 마늘 → ('00) 월동배추 → ('01) 무, 배추 양배추로 확대 - 물류장비 지원확대로 물류표준화 사업 활성화 - 디지털 유통을 위한 표준바코드 도입
농산물의 품질 고급화	<ul style="list-style-type: none"> - 신선 농산물 공급을 위한 Cold Chain System구축

도 불구하고 우리나라 포장설계기법과 표준화 작업은 아직 초보적인 연구단계에 그치고 있는바, 본고를 통해 저온물류시스템 하에서 포장의 역할과 중요성을 대변하고 지금까지의 개발현황과 문제점, 향후 발전방향을 조망해 보고자 한다.

2. 농산물 포장과 물류

유통에는 상적 유통과 물적 유통이 있으며 상적유통은 구매와 판매기능을 동반하며 물적 유통은 수송, 저장, 하역 등의 기능을 가지게 된다. 이러한 기능에 따라 포장의 역할이 달라지는데 기술적으로 물류에 있어서 포장의 기능은 제품 보호와 안전하고 경제적인 유통을 이루는데 있다. 즉 엄밀히 말하면 물류에 관한 한 포장은 “가치를 더하는 것”보다는 “가치를 유지하는 것”에 더욱 초점이 맞추어져야 한다. 어디까지나 주요 관건은 압축, 충격, 진동, 온도, 습도, 시간 등에 따라 어떻게 농산물의 가치를 소비자에게 안전하게 전달하는가가 되어야 한다. 이러한 관점에서 포장은 반드시 전체 물류 시스템과 통합적으로 연구되고 설계되어야 하는 것이다. 물류적 측면에서 농산물의 특징을 요약하면 다음과 같다.

2-1. 물류시스템과 용화 분리

공산품에 비하여 물류시스템과 용화하기가 매우 불리하다. 대부분의 농산물이 상품적 가치에 비하여 부피가 크고 무게가 많이 나가며 수급조절이 어렵고 장기 보관이 어렵다는 상품적 특성을 가지고 있다. 따라서 공산품에 비하여 유통중감모와 변패 등에 따른 손실이 크고 유통비용이 과다하게 발생하는 단점이 있다.

2-2. 표준화 문제

농수산물은 형태가 부정형이며 다양하여 포장규격 및 포장재료의 표준화가 어렵다. 수산물은 수확시기나 계절, 지역이나 생산자에 따라 크기나 중량, 경도 등 특성이 판이하게 다를 수 있어 일관된 포장용기나 재료를 적용하기 어렵다.

2-3. 보관 및 적재효율 문제

소량 분산된 생산으로 보관 및 적재효율을 높이기 어렵다. 전국에 산지 작목반이 '99년 말 현재 2만 602개소가 산재해 있다. 즉, 광범위하게 분산된 다수의 농가에서 소규모로 생산된 농산물을 다수의 소비자에게 신속하게 전달하는 문제로 농산물 유통은 유통경로가 복잡해지고 중간상인이 많이 참여하게 되어 유통비용도 많이 발생한다.

2-4. 생산 및 공급 불안정

생산 및 공급이 불안정하며 그나마 물동량이 수확기에 일시적으로 급증한다. 농산물의 특성상 계절과 기상조건에 크게 영향을 받을 수밖에 없고 보관상의 어려움으로 수확시기에 다량 출하되어 수급불안정으로 인한 가격변화가 심하다.

2-5. 짧은 유통기간

식품으로 유통기간이 짧아 상품성 유지가 어렵다. 이는 물류시설의 현대화와 통합된 물류체계를 통하여 개선할 수 있으나 아직까지 우리나라는 농산물 유통 과정에서 생산자 또는 생산자조직의 역할이 미흡하고, 산지 유통 시설도 미흡하여 출하조절이 불안정하다.

농산물의 유통에서 변질되는 유통은 일반 공산품과는 사뭇 다르다. [표 2]는 유통시 포장된



농산물에서 발생할 수 있는 변질 유형을 원인과 영향별로 개략적으로 나타낸 것이다.

농산물의 유통 환경은 미숙된 과실이나 야채와는 달리 유통 중에는 대부분 성숙된 과실이나 야채류가 유통되므로 부패속도를 늦추기 위해 적정환경조건이 유지되어야 한다. 저온장애현상이 대표적으로 저온장애의 정도는 노출된 온도와 기간에 영향을 받게 된다. 토마토의 경우 10

℃이하에 노출되면 색깔이나 향이 급속도로 변질되는 것으로 알려져 있다. 잘 익은 토마토, 호박은 12.5~15℃, 부분적으로 익은 토마토나 머스크멜론은 10~12.5℃, 자연적으로 익은 멜론은 5~7.5℃, 수박은 7~10℃, 멜론 중에서도 cantaloupe는 2.5~5℃로 다양하다. 토마토와 머스크멜론의 최적 상대습도 조건은 85~90% 이나 cantaloupe는 90~95%, 반면 호박 등 껍

[표 2] 포장된 농산물의 물류과정에서의 변질유형

구분	원인	영향	
물리적 손상	절단 또는 구멍	포장내의 단단하고 뾰족한 부분 (못, 스테이플 등)에 의한 손상	농산물 파손, 수분 감소, 열화촉진, 호흡량 증가로 과실의 품질을 저하
	충격	수작업시 포장을 던지거나 떨어뜨리는 경우, 운반차량의 급정거 및 급출발, 난폭운전, 비포장도로 운전	포장 및 내용물의 파열
	압축	포장이 약하거나 적정량보다 과량 포장된 경우, 과량적재로 포장용기가 찌그러진 경우	멍이 들거나 압상
	진동	차량자체 또는 비포장도로 운전	주로 나무상자, 경질 플라스틱 상자에 의한 멍 발생
환경조건에 의한 손상	품온 상승	외부 열원(햇빛, 여름의 고온), 창고, 차량 및 포장재 내부의 통기부족	농산물의 화농(끓음) 발생, 연화, 이취
	과냉	농산물의 적정온도보다 너무 낮거나 어는 점 이하로 유통	낮은 온도에 약한 농산물 변패, 플라스틱 용기 파손 가능성 증가
	수분	비에 젖거나 과포화된 수분에 포장과 농산물이 노출, 저온저장에서 습도가 높은 상온으로 이동시, 골판지로 수분이 많은 농산물을 포장하는 경우	포장강도의 급격한 저하로 인한 내용물의 압상, 과습에 노출된 내용물의 변패
	공기	차단성이 높은 포장재료의 사용	이취, 혐기성 미생물 발생
	빛	자외선 차단처리가 되지 않은 플라스틱이나 용기의 연화	플라스틱 필름이나 용기의 분해
기타	화학적 오염	나무 및 골판지 상자의 곰팡이 발생으로 인한 오염, 나무 상자에 쓰이는 보존제 (pentachlorophenolate, PCP)에 의한 화학적 오염	내용물의 향기성분 및 색깔 변화, 곰팡이 발생
	해충	나무상자 등의 해충, 포장된 농산물내의 해충	소비자 및 법적문제로 발전 가능성, 다른 농산물에 전이
	사람 및 동물	절도, 쥐나 새에 의한 오염 또는 감모	수입 감소

질이 단단한 종류는 60~70% 정도를 유지시켜 주는 것이 좋은 것으로 나타났다.

모든 미성숙된 과채류는 콩이나 옥수수를 제외(0℃, 95%RH)하고는 저온에 취약하다. 습도가 90~95%로 유지되는 경우 단기저장이나 운송 중 최적 온도조건은 가지, 오이, 레몬 등은 10~12.5℃, 고추는 5~7℃, 강낭콩은 5~8℃ 등으로 각각 다르다. 단기 저장 및 유통을 위한 품목별 최적환경조건은 [표 3]과 같다.

3. 저온유통용 포장재의 선택

포장재의 사용은 마케팅에 있어서 비용을 증가시키며 이에 따라 포장단가 대비 예상되는 이윤증가를 반드시 염두에 두어야 한다. 그러나 다양한 팩터로 인해 이를 단순하게 계산하기는 어렵다. 즉 적절한 포장의 사용은 상품의 파손율을 크게 감소시키고 유통기간을 연장시키며 상품을 보다 매력적으로 만들고 있기 때문이다. 포장재로는 골판지나 판지 등 종이류, 플라스틱 용기, 목재 등을 사용하고 있으나 반드시 유용성과 경제성, 제품의 가치를 향상시킬 수 있도록 고려하여야 한다.

포장에 있어서 경제성은 반드시 계산에 넣을 항목이다. 태국의 경우 플라스틱 용기가 전통적인 대나무 바구니 용기보다 5배 이상 비싸지만 20회 이상 회수가 가능하고 취급이 손쉬워 더 이익이라는 연구가 있었다.

새로운 포장이 수확 후 신선 농산물의 손상을 완전히 없애거나 크게 줄이기는 어렵다. 앞서 언급하였듯이 포장은 단지 물류단계에 있어서 마켓으로 가는 한 요인이며 그 밖의 많은 물류 요인들도 고

- 직용 농산물의 특성
- 포장재의 일반적인 특성 (수분, 온도, 빛, 기체 등)
- 물류와의 정합성
- 포장기계와의 정합성
- 운송 및 저장 중 통기성
- 용기의 적재성
- 포장비용 예측
- 포장후의 효과
- 물류시스템과의 정합성
- 포장재 공급의 안정성
- 시장 적용성

려대상이 되어야 한다. 하지만 대부분의 경우 우수한 포장이 그렇지 않은 경우보다 시장에서 환영받고 있으며 동일물류조건에서 차별화가 가능한 방법으로 연구되고 있다. 현재 농산물의 저온유통용 포장재로 골판지와 플라스틱 용기가 가장 일반적이므로 이에 대해 주로 논의하고자 한다.

골판지를 포함한 종이용기는 가볍고 깨끗하며 가공 및 인쇄성이 좋아 다양한 크기와 디자인, 강도로 설계될 수 있다. 단점은 농산물의 경우 오염 등으로 회수용으로 사용하기 어렵고 높은 습도와 수분이 많은 내용물을 포장하는 경우 강도가 쉽게 약해진다.

플라스틱 용기는 주로 HDPE(high density polyethylene)로 사출, 또는 블로우 성형기법으로 만들어지며 많은 국가에서 회수용 포장상자로 널리 쓰인다. 강하고 단단하며 위생적이고 단단 적재시에도 안정되며 포개어 운송할 수도 있다. 단점은 대량생산일 때만 어느 정도 경제성을 보장받을 수 있지만 그래도 고가이며 다른 용도로 사용하기 쉬워 도난이나 망실우려가 커 매우 안정된 회수업체나 풀(pool)업체가 있어야 한다. 자외선에 노출될 경우 열화되므로 이에 대비



[표 3] 유통을 위한 품목별 최적환경 조건

구분	명칭	저장온도(°C)	상대습도(%)	저장기간	수분함량(%)	동결점(°C)	
야채	아스파라가스	0~2	95	2~3주	93	-0.6	
	마늘 건조	10~13	70~75	2~3월	92	-0.8	
	오이	10~13	90~95	10~14일	96	-0.5	
	양배추	0	95~100	5~6월	92	-0.9	
	청완두콩	0	95	1~3주	74	-0.6	
	고구마	13~16	85~90	4~7월	69	-1.3	
	샐러리	0	95	1~2월	94	-0.5	
	양파	0	95	3~4주	89	-0.9	
	토마토	13~21	85~90	1~3주	93	-0.6	
	가지	7~10	90~95	7~10일	93	-0.8	
	마늘 건조	0	65~70	6~7월	61	-0.8	
	파슬리	0	95	1~2월	85	-1.1	
	시금치	0	95	10~14일	93	-0.3	
	식용버섯	0	90	3~4일	91	-0.9	
	야채종자	0~10	50~65	10~12월	7~15	-	
	동결야채	-23~-18	-	6~12월	-	-	
과일	살구	0	90	1~2주	85	-1.1	
	딸기	0.5~0	90~95	5~7일	90	-0.8	
	오렌지	0~9	85~90	3~12주	87	-0.8	
	감	-1	90	3~4월	78	-2.2	
	건포도	10~16	85~90	4~6주	89	-1.1	
	앵두	-1~0	90~95	3~7일	84	-1.7	
	복숭아	-1	90~95	2~3주	80	-1.8	
	수박	4~10	80~90	2~3주	93	-0.4	
	서양배	1.6~0	90~95	2~7월	83	-1.6	
	파인애플	7	85~90	2~4주	85	-1	
	바나나	-	85~95	2~4주	75	-0.8	
	포도	-1~0	85~90	2~8주	82	-1.6	
	참외	2~4	90~95	5~10일	92	-1.2	
	머스크멜론	7~10	85~95	4~6주	93	-1.1	
	복숭아	-0.5~0	90	2~4주	89	-0.9	
	사과	-1~4	90	3~8월	84	-1.1	
	레몬	10~14	85~90	1~6월	89	-1.4	
	동결과일	-23~-18	90~95	6~12월	-	-	
	수산물	대구	-1~1	95~100	12일	81	-2.2
		청어	0~2	80~90	10일	61	-2.2
고등어		0~1	95~100	6~8일	65	-2.2	
대청어		1~5	95~100	4~5일	62	-2.2	
연어		-1~1	95~100	18일	64	-2.2	
참치		0~2	95~100	14일	70	-2.2	
동결어		-29~-18	90~95	6~12월	-	-	
새우		-1~1	95~100	12~14일	76	-2.2	
굴·대합		0~2	100	5~8일	87	-2.2	
쇠고기		0~1	88~92	1~6주	62~77	-2.2	
육류	지육	0~4	85~90	1~3주	49	-1.7	
	건조육	10~15	15	6~8주	48	-	
	동결쇠고기	-23~-18	90~95	9~12월	-	-	
	돼지고기	0~1	85~90	3~7일	32~44	-2.2~-1.7	
	지육	0~1	85~90	3~5일	37	-	
양육	동결돼지고기	-23~-18	90~95	4~6월	-	-	
	소세지	0~1	-	1~7일	38	-	
	프랑크푸트소세지	0	85	1~3주	54	-1.7	
기타	양고기	0~1	85~90	5~12일	60~70	-2.2~-1.7	
	동결양고기	-23~-18	90~95	8~10월	-	-	
	닭고기	0	85~90	1주	74	-2.8	
	칠면조요리	0	85	1주	69	-2.8	
기타	집오리고기	0	85	1주	64	-2.8	
	동결가축	-23~-18	90~95	8~12월	-	-	

※ 출처 : 삼성냉동산업 (www.xcool.co.kr)

한 첨가제를 사용해야 하는 것이 비용상승의 원인이다. 하지만 태국의 연구기관에서 조사한 바에 따르면 적절한 사용시 100회 이상 회수도 가능하므로 플라스틱 용기의 경제성의 열쇠는 회수율이라고 할 수 있다. 그밖에 종이 및 플라스틱 백은 합성수지(polypropylene 이나 polyethylene)를 테이프나 섬유로 만들어 서로 꼬아 백이나 네트 형태로 사용하며 보통 15kg 정도의 무게까지 포장이 가능하다. 감자, 양파 등에 쓰이고 있으나 운송 중 진동, 압축 등에 노출되어 있어 손상율이 높고 다단 적재가 어렵다.

플라스틱 필름은 경제적이며 소형 소비자 포장용으로 널리 사용되나 운송용으로는 적합하지 않다. 특히 온도 변화에 의해 내부 수분이 응축되어 손상을 가져올 수 있으며 낮은 가스 투과율로 호흡장애현상이 나타날 수 있다. 그러나 1980년 이후 MAP(modified atmosphere packaging) 이나 AP(active packaging)에 대한 연구가 활발해지면서 다양한 재질이 개발되고 있다. 이에 대한 언급은 기술개발방향에서 하도록 한다.

양파, 2000년 배, 마늘, 그리고 올해에는 토마토, 단감의 표준모델을 개발하고 있다. 그러나 상온에서의 포장 조건(예, 압축강도, 파열강도, 발수도 등)만을 규정하고 있는 이러한 표준모델을 그대로 저온물류시스템에 적용하기에는 부족한 점이 많다. 특히 이러한 물류표준화 모델은 단순히 국가표준 파렛트 규격과 KS에 나와 있는 포장상자의 강도기준을 맞추는 것뿐만 아니라 “저온물류” 시스템 전반을 고려하여 개발되어야 하므로 이에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

저온물류시스템에 있어서의 포장규격설정은 물론 국가표준파렛트인 T11형(1,100×1,100)

에 적합하도록 하여야 하나 현실적으로 5톤 이상의 화물차만이 효율을 높일 수 있는 실정이다. 더구나 냉동 및 보냉탑차의 경우 내부 면적이 더욱 줄어들게 되어 있으며 광폭차체 적용이 현실적으로 어려워 일관저온수송체계를 갖추기가 더욱 어렵다. 이러한 문제의 해결은 농산물에만 한정된 것이 아니므로 T11형을 2,3분할하여 적용할 수 있는 소형 파렛트 또는 소형 컨테이너 규격의 제정 등 현실적인 대안을 가지고 논의가 필요한 시점이다. [표 4]는 저온유통용 운송장치(보냉, 냉장, 냉동탑차 및 냉동차)의 내적 치수를 표시한 것이다. 포장규격의 제정은 냉장 또는 냉동차로 수송하는 경우 더욱 복잡해진다. 냉풍순환방식, 적재 방법, 저장용기의 물성과 규격, 용기의 배치 등을 모두 고려해야 한다. 공기의 흐름이 잘 순환되도록 하고 적재 단수를 너무 높여 호흡열이 축적되지 않도록 해야 한다. 또한 포장자동화 및 물류기기와의 연계가 제대로 되어 있지 않으면 유통 중 수작업율이 높아지고 자연히 농산물이 찰과상을 입거나 호흡량이 높아지게 된다. 이러한 문제는 단시간에 해결할 수 없으며 품목별로 국내외 관련 규격을 비교 검토하고 장기적인 계획을 세워 추진해 나가야 할 것이다.

4-2. 포장제질 및 구조의 개선

플판지 포장상자는 예냉이나 저온저장 후 변온처리 없이 상온에 노출되는 경우 급격한 흡습으로 인하여 압축 및 파열강도가 급격히 하락하게 되는데 이는 상자 자체강도의 저하로 인한 화물붕괴는 물론 내용물의 압상과 결로 방생으로 인한 품질저하를 초래하게 된다. 이렇게 되면 농산물의 피로도를 증가시켜 호흡량을 상승시키는



[표 4] 저온유통용 운송장치(보냉, 내장, 냉동탑차 및 냉동차)의 내적 치수 일람

회사명	규격	종 류	사 양	내적 치수(mm)		
				길 이	너 비	높 이
기 아	1톤	보냉탑차	초장축 표준	3,055	1,580	1,455
			초장축 킹캡	2,795	1,580	1,455
		내장탑차	초장축 표준	3,115	1,650	1,730
			초장축 킹캡	2,855	1,650	1,730
	1.3톤	내장탑차	저상 표준캡	3,370	1,620	1,830
			봉고 플러스	3,370	1,630	1,680
		보냉탑차	프린티어	3,290	1,580	1,630
		냉동탑차	프린티어	3,290	1,580	1,630
현 대	2.4톤	내장탑차	2.5톤 프린티어	4,240	1,840	1,680
			2.5톤 파맥스	4,240	1,910	1,800
			고상장축 일반	4,230	1,810	1,750
				4,260	1,910	1,750
	보냉탑차	저상장축 일반	4,295	1,910	1,790	
		고상장축 슈퍼	4,260	1,910	1,750	
		고상장축	4,070	1,710	1,700	
		고상장축	4,140	1,810	1,720	
고상장축	4,140	1,810	1,790			
기 아	2.5톤	보냉탑차	프린티어	4,160	1,780	1,630
			파맥스	4,160	1,850	1,765
		냉동탑차	프린티어	4,160	1,780	1,630
			파맥스	4,160	1,850	1,765
현 대	2.4톤	냉동탑차	고상장축 내로우	4,070	1,710	1,700
			고상장축 일반	4,140	1,810	1,720
			저상장축 일반	4,140	1,810	1,720
			고상장축 슈퍼	4,140	1,810	1,790
		축냉식 냉동탑차	고상장축	4,190	1,790	1,510
	3.5톤	내장탑차	고상장축	4,825	2,110	1,880
		냉동탑차	고상	4,700	2,010	1,790
		보냉탑차	고상장축	4,700	2,010	1,790
	5톤	내장탑차	장축	5,240	2,280	2,040
			초장축	6,250	2,120	2,300
		냉동탑차	장축	4,930	2,280	2,040
			초장축	6,130	2,280	2,040
			초장축	5,980	2,280	2,040
			초장축	5,860	2,280	2,040
		축냉식 냉동탑차	장축	4,880	2,250	1,800
		보냉탑차	고상장축	5,110	2,280	2,040
웜바디	저상장축	6,320	2,260	2,200		
8톤	냉동차	초장축	적재용적 33m ³			
11.5톤		장축	적재용적 42.1m ³			
19톤		초장축	적재용적 46.6m ³			

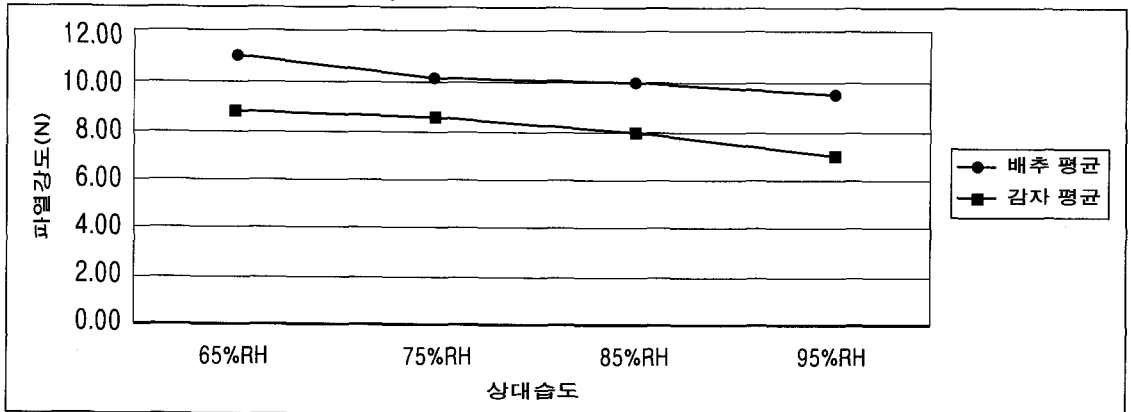
것은 물론 경도저하도 발생하게 된다.

다음 [그림 1]은 배추와 감자 포장상자 원단의 파열강도와 수직압축강도를 상대습도 변화에 따라 나타낸 것으로 파열강도는 완만한 저하율을 나타내고 있는데 반해 수직압축강도의 저하는 75%RH까지는 별로 일어나지 않지만 이후의 습도에서는 저하율이 급속도로 커지고 있음을 알 수 있다.

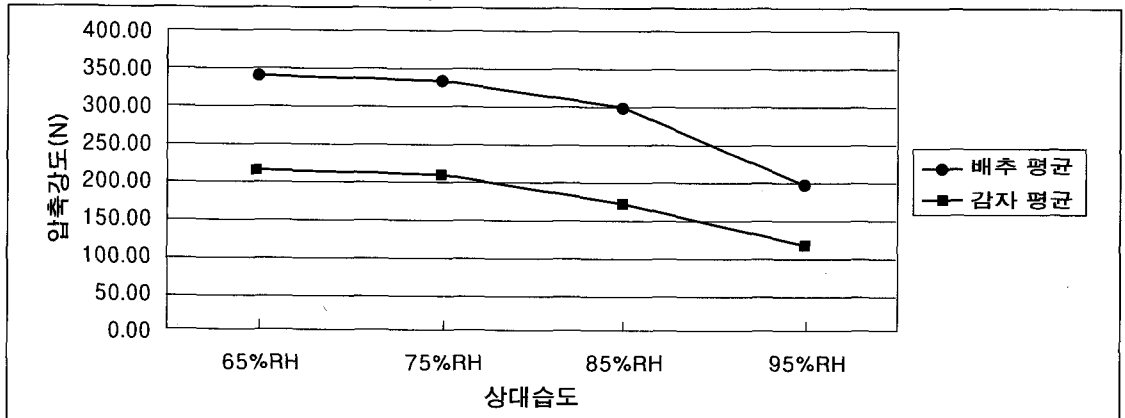
그러나 저온저장 후 저온유통이 이루어지면 이러한 현상은 크게 줄어든다. 일례로 사과에 대

한 농촌진흥청의 연구에 따르면 골판지상자가 플라스틱 상자의 경우보다 저온저장 후 상온 유통시 사과 1kg당 19.2cc의 결로가 발생되며, 상자의 파열강도가 낮아(7.5kg/cm²)압상과도 비교적 많이 발생(17%)하는 것으로 나타났다. 반드시 상온유통이 필요하다면 강제통풍 등으로 결로를 제거하는 방법이 있으나 골판지 상자의 경우 72시간, 플라스틱 상자는 13시간 정도가 걸리는 것으로 나타나 골판지 상자는 반드시 저온물류시스템이 일관되게 추진되어야만 효율적인

[그림 1] 상대습도 변화에 따른 파열강도 변화

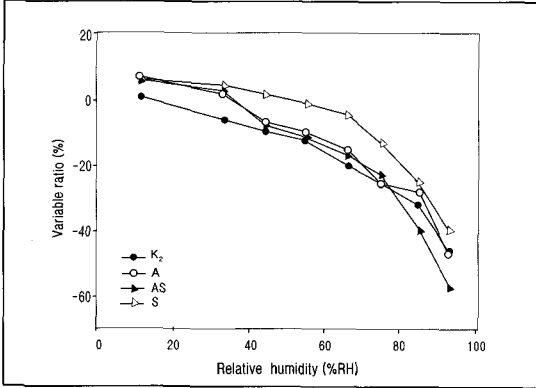


[그림 2] 상대습도 변화에 따른 수직압축강도 변화

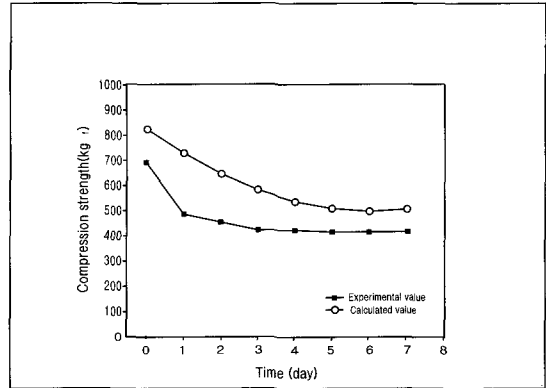




[그림 3] 습도 증가에 따른 골심지의 압축강도 저하



[그림 4] 골심지의 압축강도에 따른 포장상자의 압축강도 예측(90%RH)



것으로 판단된다.

골판지 포장상자의 내수성을 증강시키는 방법으로 왁스코팅이나 PE 에멀전 처리하는 경우 효과를 볼 수 있으나 환경성이 문제가 된다. 무엇보다도 골판지 상자의 강도를 좌우하는 것은 골심지의 질에 달려있다. 보통은 120g/m²의 골심지를 사용하기도 한다. [그림 3]과 [그림 4]는 습도 증가에 따른 골심지 강도저하특성과 이를 기초로 한 상대습도 90%에서의 골판지 상자의 압축강도를 예측한 것이다.

한편 해외에서는 고강도가 필요한 경우 씩운형(03형) 구조를 사용하여 강도저하문제를 해결하는 것이 일반적이다. [표 5] 참조

농산물의 저온유통에는 포장용기의 통기성을 유지하면서 중량감소를 얼마나 줄이는가가 중요한 팩터가 된다. 복숭아, 질하 등과 같이 호흡량이 많은 경우 포장 후 통기성이 제품의 보존에 있어 매우 중요한 역할을 한다. 또 통기구의 설계는 예냉의 균일성 유지와 저온 유통시 온도편차를 줄이기 위해 매우 중요하다. 따라서 예냉

[표 5] 03형 상자(날개가 있고 이음부가 있는 상자)

코드	설 명	전개도 및 입체도
0301	이것은 대표적인 씩운형 상자형태로 상하 두 부분으로 나누어져 있으며 서로 포개 형태이므로 4면 모두 수직방향의 강도를 높일 수 있다.	
0303	0301형과 비슷하나 빈 상자를 접어 적재할 수 있어 공간을 절약할 수 있도록 만든 형태	
0311	수직압축강도를 높이기 위하여 상자내면에 패드를 끼운 형태이다 원가절감형 고강도 설계라 할 수 있다.	

및 수송 중 통풍을 고려하여 상자의 강도를 현격하게 저하시키지 않는 한 통기구구는 반드시 필요하다 하겠다. 통기구구는 통풍량이나 농산물의 종류 등에 따라 적절한 개수, 형태, 위치에 만들어져야 하지만 기존 유통되는 상자의 경우 무원칙한 통기구구 설정으로 상자의 압축강도를 현저하게 저하시키는 요인이 되고 있다. 통기구구 설정을 위한 몇 가지 기본적인 원칙은 다음과 같다.

- ① 상자의 모서리와는 가급적 떨어지게 한다. 농산물 및 상자의 크기에 따라 조금씩 다르나 골판지 상자의 각 코너로부터 5~7cm 이상의 간격을 두고 지름이 2cm 정도로 설정하는 것이 좋다.
- ② 덮어씌우는 형태(03형)는 윗 덮개의 구멍과 아랫 덮개의 구멍이 일치해야 한다. 아랫 덮개의 구멍크기가 약간 크다면 상자 제작시 오차로 인한 불일치를 막을 수 있다.
- ③ 되도록 둥근 형으로 하고 위쪽으로 볼록한 타원형(0)이 바람직하다.

다음 [그림 5]는 골판지 상자 적재 및 운송시 받을 수 있는 압축강도 분포를 감안하여 정면도에서 통기구구를 표시한 것으로 적색선은 하중이 집중되는 부분이므로 통기구구 위치로 적합하지 않다.

농기계연구소의 저온유통용 딸기와 토마토 포장상자 규격에 대한 연구에 따르면 딸기 포장상자에서는 외포장 상자의 개공율을 4~5%, 내포장

상자의 개공율을 10%이상으로 하고, 통기구구 형태는 $\phi 10\text{mm}$ 이하의 원형 통기구구로 하는 것이 예냉속도 및 예냉균일도의 향상과 딸기의 손상방지에 유리한 것으로 나타났다. 또 스티로폼 상자보다 골판지 상자가 냉각시간이 짧았다. [표 6]참조

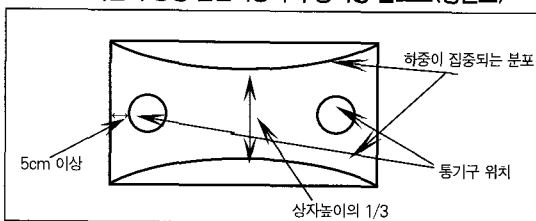
저온에서의 중량감소는 보통 플라스틱 필름(보통 PE)을 0.03~0.06mm 두께로 사용하여 막는 것이 보통인데 유통시 필름내의 이산화탄소 발생으로 인한 생리장애를 막기 위해 유공필름을 사용하기도 하며 구멍의 크기와 개수는 저장기간에 따라 달라진다. 그러나 유공필름을 사용하면 수분함량이 높은 농산물이나 장기유통이 필요한 경우 건조피해는 막기 어려운 점을 고려하여야 한다.

4-3. 기능성 포장재의 개발

저온물류시스템 하에서 농산물은 대체로 원래보다 낮은 온도를 유지하게 되므로 호흡률이 저하되어 장기간 선도유지가 가능해지지만 물류과정을 거치면서 수분응축, 곰팡이 발생 등 화학적인 생리장애 현상을 일으킬 수 있는데 이를 극복하기 위해 다양한 기능성 포장재가 개발되고 있다.

여기에서 기능성 포장재란 농산물의 저지수명(shelf life)의 연장을 목적으로 개발되는 주로 플라스틱 필름 포장재를 말한다. 저장수명의 연

[그림 5] 저온 수송용 골판지상자의 통기구구 분포도(정면도)

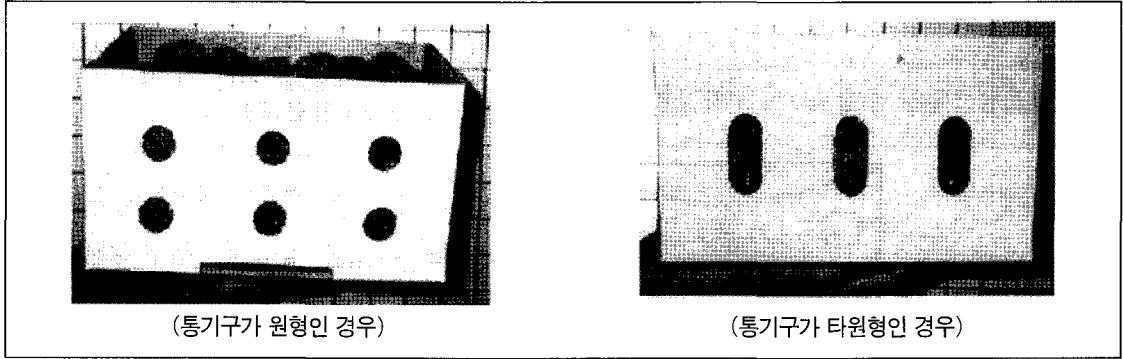


[표 6] 딸기포장상자별 냉각속도

구분	품온 (°C)		냉각시간 (시간)	냉각속도 (°C/hr)	냉각률 (1/hr)
	초기	종료			
6kg 골판지 상자	21.9	4.6	1.7	10.2	1.67
8kg 골판지 상자	21.1	5.3	1.8	8.8	1.26
비교구 (8kg 스티로폼 상자)	22.8	5.1	2.8	6.3	0.48



[그림 6] 딸기포장상자의 통기구 형태



장은 필름의 투기도 및 투습도 기능 조절하거나 항균물질 또는 계면활성제의 첨가, 에틸렌 가스를 흡착, 제거하는 효과를 가진 물질을 첨가하는 등 여러 가지 방법이 있다.

방담필름(anti-fogging film)의 경우 필름 내부의 결로가 부패균을 발생시키는 현상을 방지하기 위하여 적용되고 있다. 항균필름(anti bacterial film)은 포장재 내의 유해미생물을 키토산(Chitosan, 치몰(thymol), 카바크롤(Cabacrol) 등 항균물질을 코팅한 것이다.

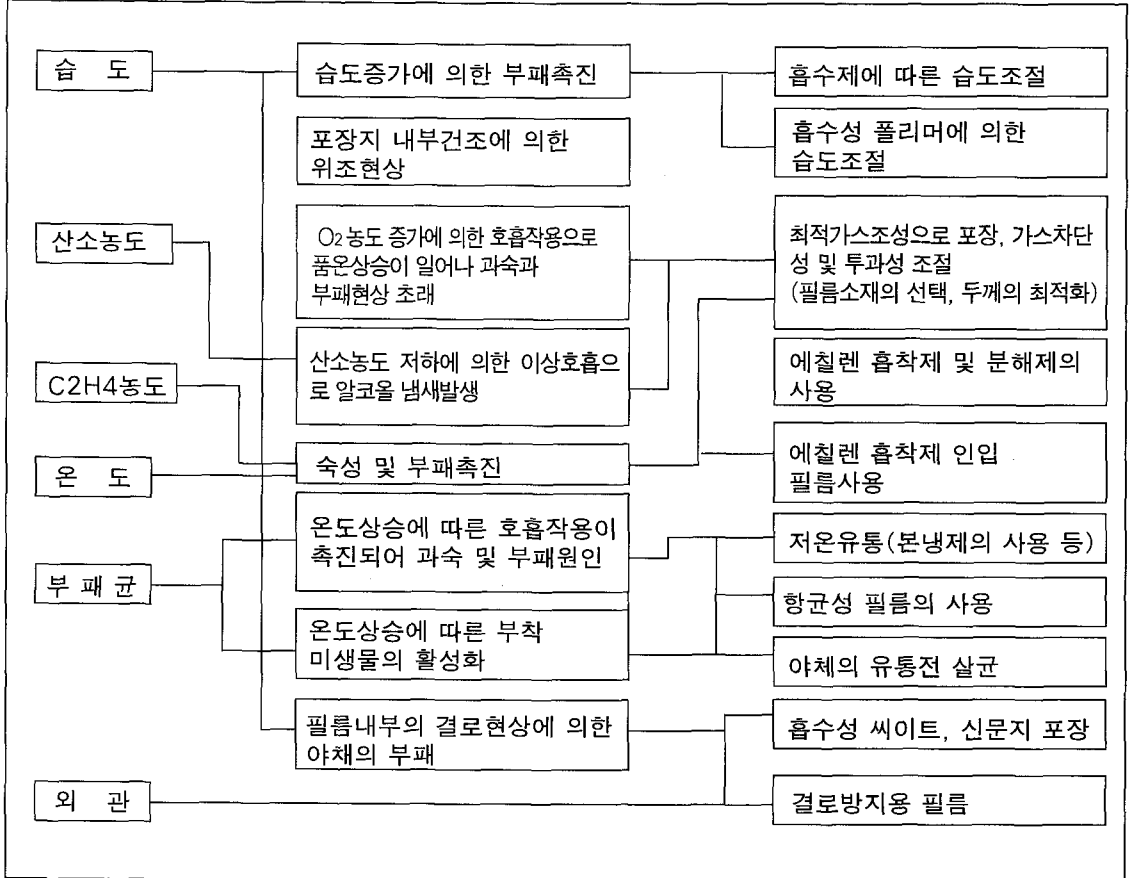
딸기의 경우 고탄산 가스에도 내성이 강하므로 폴리프로필렌(PP) 필름에 키토산을 내면 코팅한 결과 저온저장 4주 후에도 당도가 수확시와 거의 같게 유지되는 등 유통기간을 1주에서 4주까지 연장시킬 수 있다는 보고가 있다. [그림 7]은 농산물의 포장재 선택을 위한 가이드라인을 제시하였고 [표 7]은 주요 과채류의 기능성 포장재를 분류한 것이다.

안정된 저온물류시스템 하에서는 이른바 환경기체조절포장(modified atmosphere packaging, MAP)에 적합한 환경이 이루어진다. MAP란 신선농산물이나 최소가공 과채류의 선도를 유지하기 위

하여 내용물의 호흡특성에 맞도록 가스 투과도와 수증기 투과도가 적절한 포장재를 선택하여 수분손실을 방지하고 에틸렌의 생성을 감소하는 포장방법을 일컫는 말이다. 대체로 산소농도는 8% 이하, 이산화탄소 농도는 3%이상 되어야 하며 혐기적인 조건을 막기 위해서는 최소한 1~3%의 산소는 필요하다. MAP에는 내용물 자체의 호흡과 포장재의 기체투과성만으로 조절하는 수동적(passive) 방법과 탄산가스와 산소의 농도를 적절하게 조정하여 포장내 최적 가스조성을 신속하게 이루는 능동적(active) 방법이 있다. 그러나 MAP의 적용은 내용물에 따라 생리적인 특성에 맞게 포장재와 가스조성을 적용하여야 하는 어려움이 있으며 포장재 공기조성이 저 산소 환경으로 됨으로서 발생할 수 있는 혐기성 미생물에 대한 주의가 필요하다. 이에 대한 안전성 확보방안으로 저온유통 중 good agricultural practices(GAP), hazard analysis critical control point(HACCP)와 같은 품질관리제도의 도입도 요구된다.

4-4. 저온물류시스템 구축 포장관련 연구 목록 -농산물의 종류, 유통조건에 따른 포장재의 준모델 개발

(그림 7) 기능성 포장재의 선택 가이드라인



출처 : 농산물 저장유통기술핸드북.p888

- 포장재 및 용기의 품질관리 프로세스 및 매뉴얼
- 포장재내 농산물의 압축, 충격, 진동에 의한 손상에 대한 파라미터 산출
- 농산물의 저온포장시험방법 규정(농수산물 품질관리법 개정방안 연구)
- 유통환경에 따른 온·습도, 산소 및 이산화탄소 변화 등에 대한 연구
- 유통환경과 포장재질, 포장구조에 따른 열전

- 도율 변화
- 유통환경과 포장재질, 포장구조에 따른 열전도율 변화
- 유통환경과 포장조건에 따른 에틸렌 발생과 영향(에틸렌 지시계 개발 등)
- MAP에 적합한 포장필름의 개발 및 적용 시험
- 저온 유통환경에서의 포장재 안전성 규명
- 항균성 플라스틱 및 골판지를 이용한 선도유지 효과 규명



[표 7] 과채류의 기능성 MA 포장재

포장재료	내용·구조	특징·효과	용도
기능성 필름	PE + 무디다공질 물질 PE + 지올라이트 PE + 산화금속 미세공 필름 복합필름	에틸렌흡착, 가스투과 후속억제 에틸렌흡착, 후속억제 간이 CA	시금치, 브로컬리 표고고버섯, 스위트 콘 최소기공 채소
에틸렌 흡착제	활성탄 불소화합물 금속화합물, 과망간산칼륨	에틸렌 흡착	사과, 매실, 키위 토마토, 죽순, 브로컬리, 감, 배
공기조성 조절제	이산화탄소 발생제	고이산화탄소 간이 CA	브로컬리, 파 컬리프라워
정균제	은 지올라이트 천연 정균제(Hinokitiol)	미생물번식억제	

출처 : 농산물 저장유통기술핸드북, p412

5. 결론

농산물의 저온물류시스템의 효과적인 정착은 치열한 국제 농산물 시장에서 우리 농산물의 품질 경쟁력을 높이기 위한 필연적인 과제이다. 최근 소비자들의 농산물의 품질에 대한 안목이 높아짐에 따라 한편으로는 아무리 예냉이 제대로 된 농산물이라도 유통환경이 뒷받침되어 주지 않으면 아무런 효과가 없으며 어떤 기능성 포장도 소용이 없을 것이다.

한편 농수산물 품질관리법에 있어서도 저온유통과 이에 상응하는 포장에 대한 규격을 정비해야 할 것이다. 농수산물품질관리법 제4조 및 동시행규칙 제3조의 농산물표준규격에 나와 있는 포장재료에 대한 표현이나 발수도 관련 규정, 플라스틱 용기의 시험방법 등은 최근의 발전추세에 뒤떨어져 있다고 사료된다.

물류시스템의 효율적인 정착은 상류와 물류간

의 분리가 이루어져야 하는 것이 상식이다. 하지만 농산물의 경우 실제로 상류와 물류간의 분리가 매우 어렵게 되어 있다. 즉 농산물의 실제적인 상물 분리가 이루어지려면 상품과 상거래가 표준화되어야 하는데 농산물의 경우 물동량이 불안정하고 상품을 일일이 보지 않으면 가격을 정하기 어렵기 때문이다. 이러한 이유로 저온물류시스템이 완전히 정착을 위해서는 농산물의 규격화와 포장의 표준화가 선행되어야 한다. 포장의 표준화는 물류과정에서의 운반, 적재, 하역을 손쉽게 할 뿐만 아니라 제품에 대한 정보(무게, 수량, 품질, 등급 등)를 손쉽게 알 수 있도록 하여 원활한 물류활동에 크게 이바지할 것이다.

포장의 표준화가 이루어지면 이에 적합한 재질이나 구조, 기능성 포장재의 개발이 촉발될 것이다. 특히 포장재질의 개발은 장기적인 연구가 뒷받침되어야 하므로 꾸준한 투자와 관심이 필요하다 하겠다. ☐