

2014
4-292 X

최 종
연구보고서

신선 농산물의 산지 직거래 시스템 구축을 위한 보냉용기 제조기술 개발

Development of Preparation Technology of Cooling
Boxes to Activating Direct Transaction System
of Fresh Agricultural Products

연 구 기 관
한국식품개발연구원

농 립 부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “신선 농산물의 산지 직거래 시스템 구축을 위한 보냉용기 제조 기술 개발”과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2000. 10. 13

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 정 문 철

연 구 원 : 김 동 만

연 구 원 : 박 형 우

연 구 원 : 남 궁 배

연 구 원 : 임 정 호

연 구 원 : 최 윤 희

연 구 원 : 황 장 수(한농연)

연 구 원 : 김 병 순(보성산업)

여 백

요 약 문

I. 제 목

신선 농산물의 산지 직거래 시스템 구축을 위한 보냉용기 제조기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

현재의 산지 직거래 시스템에 보냉용기를 이용한 콜드체인 기술을 접목 시킴으로써, 산지와 소비자간의 직거래 시스템을 구축하고 활성화시킴과 동시에 한국산 농수산물의 선도증진과 상품성 증대를 통한 농가소득 증대 및 소비자의 권익 보호에 기여하고자 함

III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 보냉용기의 구성재질 선정
2. 보냉용기의 제조모델 정립
3. 보냉성능 증진을 위한 관련기술 개발
4. 보냉용기의 운용기술 개발
5. 보냉용기의 실증실험

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 현재 식품용 단열소재로서 국내외에 많이 이용되고 있는 스티로폼 씨트를 대조구로 하여 보냉용기 제조에 이용할 수 있는 단열 필름 및 기타 구성재료의 열특성과 제조단가를 비교한 결과, 화학가교제에 의해 발포된 PE필름(발포도 30배)를 선정하였으며, 이 재료의 열전도율은 $0.0307\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$, 열관유율은 $35.0\text{kcal/m}^2\text{h}$ (측정온도 30°C)였다.
2. 보냉용기의 재질구성방법은 발포 PE 필름(발포비율 30배, 호일이 한면에 접착되어 있는 형식)을 단면 골판지에 laminating한 다음 상자의 외부 표면에 은지를 부착하여 보냉상자를 제조하는 방법과 polypropylene계 플라스틱 재질을 골판지 타입으로 제조한 다음 단열 발포 PE 씨트를 부착하는 형태의 보냉상자를 제작하였으며, 보냉 컨테이너박스는 PP, PE등의 합성수지에 발포PE레진(발포도: 30배, S3000)을 충전하는 방법으로 제작하였음
3. 보냉상자의 제조모델은 A5 타입의 골판지 상자를 기본으로 하여 상자의 제합시 상·하면의 날개가 치밀하게 연결되어 외부로부터의 냉기손실을 억제할 수 있는 방향으로 제작하였으며, 보냉 컨테이너박스는 뚜껑의 상부에 플라스틱 고정대를 설치하여 상자 적재시에도 미끌어지지 않도록 하였으며, 뚜껑의 내부에는 축냉제나 얼음 등을 삽입토록 함으로써 상자의 냉기순환을 용이하게 함과 동시에 뚜껑과 몸체의 접합부분에서의 외부 열 침투 현상을 최대한 억제할 수 있는 방법으로 접근함
4. 개발상자의 보냉특성은 열전도율이 $0.0311\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$ 로서 스티로폼 상자의 $0.0374\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$ 보다 낮았으며, 실제 보냉용기의 유통온도인 30°C 에서의 정온유

지시간은 스티로폼 상자보다 약 6시간 정도 더 연장되는 효과가 있었다. 보냉 컨테이너박스는 열전도율이 0.0058kcal/mh℃, 30℃에서의 정온유지시간 750분, 외기온도 도달시간이 2,785분으로 다른 아이스박스보다 두께가 얇음에도 불구하고 보냉특성은 매우 우수한 결과를 보였음

5. 보냉상자의 보냉성능을 증가시키기 위하여 축냉제의 배치방법, 봉합방법 및 축냉제의 사용량 등을 조사한 결과, 축냉제는 용기의 상부에 배치하고, 축냉제량은 8.2ℓ의 용기 용적에서는 1kg이 적절한 것으로 나타났으며, 봉합방법으로는 hot sealing방법이 가장 우수한 것으로 나타났음

6. 농산물 중에서 호흡율이 높은 표고버섯을 대상으로 하여 보냉용기의 실제 유통시 적정 운영조건으로는 축냉제의 성능은 크게 영향을 미치지 못하였으나 축냉제의 사용량이 1kg정도로서 용기 용적의 약 2/3정도를 버섯으로 적재하였을 때 적절한 보냉성능을 유지할 수 있는 것으로 조사되었음

7. 보냉용기에 의한 유통 중 선도유지효과를 확인하기 위하여 김치, 송이버섯, 쇠고기 그리고 녹즙을 대상으로 하여 보냉 컨테이너박스, 골판지 보냉상자, 플라스틱 보냉상자에 각각 넣고 10, 20, 30℃의 유통온도에서 유통 중 품질변화 골판지 박스에 넣은 제품들과 상호 비교한 결과, 대상물의 신선도 유지를 위한 보냉용기의 효과는 뚜렷하였으며, 이 중에서도 보냉 컨테이너박스가 품질변화의 속도를 억제시키는 효과가 가장 우수한 반면 골판지 보냉상자와 플라스틱 보냉상자는 유사한 보냉효과를 나타내었다.

8. 활용방안

- 본 개발상자들은 산지 직거래 단체 및 업체인 풀무원, 생협, 송이버섯 수

출입업체 등에서 환경친화력, 물류비용의 절감효과, 포장디자인의 강화 등의 이유로 높은 관심을 나타내었으며, (주) 코팩스 등의 플라스틱 골판지 업체에서 단열성 부여방법에 대한 기술측면에서 관심을 나타냄

○ 현재 보냉상자들에 대한 제조기술은 구푸, inter space co.등에서 기술이전을 약속함

SUMMARY

I . Title

Development of preparation technology of cooling boxes to activating direct transaction system of fresh agricultural products

II . Objectives

This study was aimed to prepare a new cooling boxes to maintain the freshness of agricultural products direct from the growing district as a method of activating the direct distribution system between producer and consumer.

III . Contents of Study

1. Selection of insulating material for the preparation of cooling boxes
2. Manufacture of model for cooling boxes
3. Development of related technologies for set-up in cooling capacity of developed boxes
4. Development of applicative technique for cooling boxes
5. Demonstration of cooling boxes for maintaining the freshness of agricultural products during distribution

IV. Result and Application

1. Insulating materials for the preparation of cooling boxes was selected as chemically cross-linked polyethylene foam expanded 30times, on the control of domestic polystyrene foam sheet after investigating heat conductivity and manufacturing expense of different flexible insulating materials which could be used in the preparation of cooling boxes.
2. Cooling boxes consisted of two types, one is a lamination of single corrugated carton board, cross-linked PE foam adhered with aluminium foil, and silver paper, and the others is a lamination of corrugated polypropylene board and cross-linked PE foam adhered with aluminium foil. Cooling container box was consisted of PE foam fixed to PP materials on either side
3. Cooling boxes was made to modify the A-5 type of corrugated carton box to restrain the heat loss in box. Cooling container box was designed to give a loading capacity to ice box and improve a flow characteristics of cool air in box
4. Heat conductivity of developed box was less 0.031 than that of PS foam box, developed box could extended 6 hours longer than EPS box in capacity of maintaining constant temperature at 30°C. And developed container box showed better cooling capacity such as heat conductivity, time of maintaining temperature inside of box constantly and so on than

the other ice boxes.

5. As result of investigating the effect of arrangement method of ice pack, sealing method of boxes, and amount of ice pack on the cooling capacity of developed boxes, it was shown to be appropriate that 1kg of ice pack was located in upper part of 8 l -box, sealed as hot melting methods

6. Appropriate condition of cooling box for distribution of shiitake mushroom having a high respiratory rate resulted in filling box with 2/3 volume of mushroom and 1kg-ice pack.

7. To investigate the effect of cooling boxes on freshness during distribution of agricultural products, it was checked and compared the quality deteriorations of Kimchi, pine mushroom, beef and vegetable drink put in developed boxes and corrugated carton box during distribution at 10, 20, 30°C. Developed boxes resulted in retarding quality deterioration much more during distribution of above items than corrugated box. Cooling container box showed the most excellent cooling effect among cooling boxes, and cooling boxes made of plastic corrugated board and corrugated carton board had a similar cooling effect on maintaining the freshness of above products.

여 백

CONTENTS

I . Introduction	15
II . Materials and Methods	38
1. Materials	38
2. Packaging method	38
3. Measurement and analysis	39
III . Result and Discussion	41
1. Structure materials for cooling boxes	41
1) Cooling boxes	41
2) Cooling container boxes	45
2. Manufacture of model for cooling boxes	46
1) Cooling boxes	46
2) Cooling container boxes	62
3. Development of related technologies for cooling boxes	71
1) Arrangement method of ice pack	71
2) Sealing method of cooling boxes	75
3) Quantity of ice pack	79
4. Applicative technique of cooling boxes	85

1) Respiratory rate of shiitake mushroom	85
2) Cooling distribution for shiitake mushroom	87
5. Effect of cooling boxes on freshness of products	95
1) Kimchi	95
2) Pine mushroom	98
3) Beef	110
4) Vegetable drink	115
6. Changes of inner temperatures in boxes according to	118
box types at different distribution temperatures	
1) Kimchi	118
2) Pine mushroom	120
3) Beef	122
4) Vegetable drink	124
IV. References	127

목 차

I. 서 론	15
1. 포장분야 환경동향	15
2. 환경친화적 포장재 개발동향	18
3. 스티로폼 재활용 및 보냉용기 개발동향	21
4. 보냉유통의 필요성	24
5. 보냉유통시스템	27
II. 재료 및 방법	38
1. 재료	38
2. 포장방법	38
3. 실험방법	39
III. 결과 및 고찰	41
1. 보냉용기의 구성재질	41
가. 보냉상자용 단열소재의 열특성	41
나. 보냉 컨테이너박스의 구성재질 선정	45
2. 보냉용기의 제조모델 정립	46
가. 보냉상자의 제조모델 정립	46
나. 보냉 컨테이너박스의 제조모델 정립	62
3. 보냉용기의 관련기술 개발	71

가. 축냉제의 배치방법	71
나. 봉합방법	75
다. 축냉제 량	79
4. 보냉용기의 운용실험	85
가. 표고버섯의 호흡특성	85
나. 표고버섯의 보냉유통기술	87
5. 보냉용기의 실증실험	95
가. 김치	95
나. 송이버섯	98
다. 쇠고기	110
라. 녹즙	115
6. 유통온도에 따른 보냉상자별 상자내의 온도변화	118
가. 김치	118
나. 송이버섯	120
다. 쇠고기	122
라. 녹즙	124
IV. 참고문헌	127

I. 서 론

1. 포장분야 환경 동향

포장은 재화의 품질 및 가치를 보호하고 그 취급을 용이하게 하며 판매를 촉진시키기 위하여 재화의 생산에서 소비에 이르기까지 수송, 보관, 하역, 판매, 사용 등의 제 과정에 있어서 재화에 사용 모든 기법 및 그 상태를 말한다. 약 5조원의 규모로 추정되는 우리나라 포장산업은 종이, 합성수지, 금속 및 유리등의 4대 포장재질로 구성되어 있다. 생산·출하되는 4대 포장재의 총생산 출하량은 1994년 기준으로 약 530만 톤에 달하여 연평균 8.4%의 증가추세

< 연도별 포장재 부문별 생산량 및 구성비 >

(단위: 1000M/T, %)

	1990	1991	1992	1993	1994	연평균 증가율
종이류	2,386.2	2,597.8	2,932.0	2,962.6	3,133.6	7.0%
포장재	62.2%	60.9%	62.9%	62.4%	59.2%	
유 리 용 기	651.6	759.2	743.9	670.2	84.03	6.6%
	17.0%	17.8%	15.9%	14.1%	15.9%	
캔 용 기	211.3	251.7	219.9	236.6	332.3	12.0%
	5.5%	5.9%	4.7%	5.0%	6.3%	
플라스틱	585.3	654.0	768.5	875.1	985.5	13.9%
포장재	15.3%	15.3%	16.5%	18.4%	18.6%	
포장재 합계	3,834	4,263	4,664	4,744	5,292	8.4%
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
생활폐기물중						
포장폐기물	12.5	12.7	17.0	20.6	24.9	
비율						

를 나타내고 있으며, 이것은 전체 일반폐기물 중 약 25%에 해당된다. 포장재 질별 구성비(1994년)는 종이 및 판지 313만톤(59.2%), 플라스틱 99만톤(18.6%), 유리용기 84만톤(15.9%), 캔류 33만톤(6.3%) 경향을 보인다.

폐기물의 처리는 1994년 기준으로 매립이 81.2%, 재활용이 15.4% 그리고 소각이 3.4%의 비율을 각각 차지하고 있다. 우리나라 포장폐기물의 재활용실태를 파악한 결과 종이 포장재의 경우 약 43.54%, 유리의 경우 45.07%로 상당히 높은 반면 캔의 경우 11.39%로 비교적 낮고, 플라스틱 포장재가 5.10%로 가장 낮게 나타나고 매립위주의 폐기물처리 여건상 합성수지포장재의 환경부하가 매우 크다는 사실을 보여주고 있다. 포장방법 및 재질등의 규제를 살펴보면 의무사항은 ①제품의 포장방법(공간비율, 포장횟수) ②난분해성 포장재의 사용금지 ③가전제품 완충재의 감량화 및 회수의무 ④합성수지재질 포장재의 연차별 감량화 지침(마련중) 권고사항은 리필(refill) 용기 사용제품 생산 권고 ②재포장 자제 권고 등 이다. 우리나라 포장폐기물은 그 발생과 관련하여 계속 절대량이 증가하고 있다. 포장폐기물이 생활 폐기물중 차지 비중이 90년 12.5%에서 94년 24.9%로 급격히 증가하고 있다. 우리나라 매립위주의 폐기물 처리여건을 고려할 때 포장재질중 플라스틱의 경우 환경에 부정적 영향이 문제됨. 플라스틱의 경우 재활용율이 5%정도로 매우 낮아 대부분이 폐기되어 매립되고 있다. 플라스틱의 포장재의 재활용을 촉진시키기 위한 회수 및 재활용기술, 재활용 기관, 재활용품에 대한 시장 등이 부족한 실정이다.

환경비전 2005를 정부는 발표하고 폐기물을 자원화하는 순환형 사회구조를 형성한다는 목표를 제시하고 포장폐기물에 따른 폐기물 문제를 해결하기 위해 가전제품의 합성수지 완충제등 포장쓰레기의 발생을 사전에 억제하고 비분해성 스티로폼의 제조 및 수입업자에게 회수의무를 부여하는 등 포장폐기물을 중점적으로 관리할 계획이다. 폐 자원 재활용 고려한 제품의 설계에서 구조 및 재질의 개선을 유도할 계획이며 폐자원의 재활용 비율을 높이고 폐기물 예

치금과 부담금의 요율 및 그 대상품목을 합리적으로 조정할 계획이다. 국제환경동향과 포장폐기물 동향은 환경과 무역을 연계시키는 추세이며 그 수단으로 포장폐기물 관리제도가 강화되고 특히 포장요건과 관련해 포장방법과 포장재질의 규제를 통해 수입규제를 확대하고 있으며, 오염자 부담의 원칙강화와 포장의 개념을 보다 광의로 해석하는 추세이다. 무역과 환경을 연계시키려는 추세가 두드러짐에 따라 WTO의 무역환경위원회에서는 무역관련 환경정책을 광범위하게 논의하고 있음. 그 논의의 초점은 환경보전을 위한 무역제한조치가 불공정한 무역장벽으로 작용하지 않도록 하는데 있음.

선진국들의 포장폐기물 관리정책의 원칙은 ① 포장의 원천감소 ② 재사용 및 재활용 ③ 환경문제가 심각한 포장재질의 사용제한으로 구분되고 있다. 포장의 원천감소는 디자인 방법의 개선, 포장기술의 활용, 제조공정의 변화, 제품의 변화, 유통체계의 개선 등을 통하여 기존에 사용되는 포장재를 덜 사용하거나 포장의 부피를 줄이는 원천에서의 포장감소로 캐나다에서 가장 활발하게 논의되고 있다. 포장의 재사용 및 재활용은 회수체계와 함께 대부분 선진국에서 포장폐기물 관리정책의 핵심을 이루고 있으며, 포장폐기물의 회수를 통한 재사용 및 재활용 정책방향의 구체적인 접근방식은 ① 강제의무부과형 ② 조세도입형 ③ 정부와 업계간 협조형으로 유형화되고 있다. 강제의무부과형은 제품의 생산자(수입업자) 및 유통업자에게 포장물의 회수, 재사용 및 재활용 의무를 지우는 것을 원칙으로 하는 (회수에치금 부과되는 부분도 있다) 형태로 대부분 재활용 의무 이행을 위탁할 수 있는 제3의 기관이 존재한다. (독일의 DSD, 오스트리아의 ARA). 조세도입형은 포장에 세금을 부과하는 것을 원칙으로 하는 방식으로 세금부과 면제 내지 감면을 위한 대안으로 회수에치금의 부과, 재사용 및 재활용 목표치의 달성이 제시됨. 벨기에, 핀란드, 노르웨이 등이 있다. 정부와 업계간 협조형은 제품 및 포장재의 생산자에게는 회수나 재활용과 관련해서 아무런 의무를 부과하지 않고 정부와 업계가 상호협

조하여 포장폐기물 감량 및 재활용을 촉진하는 형태이고 캐나다, 이태리 등이 있다.

앞으로 전망은 생산자에게 포장재의 회수·재활용 의무를 지우는 강제 부과형이 선진국의 포장 및 포장폐기물 관리정책의 주요 방향이 될 것으로 판단되며, 특히 회수 및 재활용의무의 이행을 위임 총괄할 제 3의 위탁기관이 설립의 구체적 관리방안이 될 것이다.

한편 일부 난분해성 포장재질에 대한 사용규제가 확대될 것으로 전망되고 특히 덴마크의 사례처럼 포장재질을 회수·재활용 체계와 연결시켜 포장재질의 사용감량을 추진하는 추세이다.

2. 환경친화적 포장재 개발현황

환경친화적 포장재란 포장의 기본적 기능을 만족시키면서 포장재의 재사용, 재활용 등을 통해 포장이 최대한 폐기되지 않을 수 있으며 또 폐기시켰을 때 포장폐기물의 환경영향을 최소화시킬 수 있으며 그 포장 재질의 제조와 사용에서 환경에의 부정적 영향이 최소화될 수 있는 재질을 말한다. 우리나라의 폐기물 처리실태를 고려한 환경친화적 포장재질 개념에 포함될수 있는 재질개발은 주로 플라스틱의 문제점을 보완하는 재질에 대해 적용되어지고 있으며 여기에는 분해성 플라스틱과 합성수지 대체재로 폴프로폴드화 골판지 등이 해당된다.

분해성 플라스틱은 특정의 환경에서 고분자의 화학적 구조가 변화되어 그 물질의 변화를 표준방법으로 측정할 수 있는 것을 말하며 현재 개발되고 있는 분해성 플라스틱의 종류로는 생분해성 플라스틱, 생 붕괴성 플라스틱과 분해성 플라스틱, 생·광분해성 플라스틱 등이 있다. 분해성 플라스틱의 대체가능

< 선진국의 포장재질 규제내용 >

국 가	규 제 현 황
미 국	· 플라스틱 소재별 회수하는 쿼터제 도입: 5개주 · 콜라, 맥주, 음료용 캔에 사용되는 Ring에 생분해성수지 의무화 (Maryland, Vermont, New Jersey, Florida, Iowa , Minnesota, Oregon, Connecticut, Delaware 등 9개주, New York 등 3개주는 지정을 검토중)
독 일	· 일부 지방에서는 PVC 사용을 금지함 · PET병에 대한 강제적 예치금 부과
덴 마 크	· 포장재료로 PVC사용금지 · 일회용 음용용기에 플라스틱 사용금지 · 회수체계에 포함되지 않는 용기의 사용금지
스 위 스	· PVC용기 사용금지, Steel Can과 알루미늄캔도 사용량 제한
오스트리아	· 포장용 PVC의 사용금지 · PET병, 알루미늄캔의 음용용기의 사용제한(높은 수수료로)
이 태 리	· 1989년도부터 비분해성 쇼핑백에 대한 강제 deposit제도 도입 · 1989년 7월부터 PVC 사용금지

성에서 문제가 되는 것은 경제적인 코스트에 분해성 플라스틱의 환경영향에 대한 논란이다. 생분괴성 합성수지의 경우 분괴수준을 높이기 위해 전분 비중을 높일 경우 포장재질의 기능을 우수하게 하기 위해서는 플라스틱의 밀도를 높여야 하는 문제가 있다. 밀도가 높아지면 합성수지 양이 많아질 수 있어 환경오염을 유발시킬 수 있다. 생분해성 플라스틱의 경우 대체품의 개발에도 불구하고 워낙 원료가격이 비싸서 대체 경제성은 아직은 높지 않다. 특히 분해에 대한 표준규격이 세계적으로 제시된 것이 아직 없고 분해성 플라스틱에 대한 사용확대방안을 체계화한 국가도 아직 없는 실정이고 국제적으로 또는 국내적으로 분해성 플라스틱에 대한 환경친화성을 입증할 수 있는 기준이 마련되면 장기적으로 그 사용 확대는 권고될 수 있을 것으로 사료된다.

합성수지 대체 포장재를 살펴보면 펄프물드는 고지를 원료로 사용하여 자

원을 효율적으로 활용하고 있으며 제조과정에서도 폐수등이 발생하지 않고, 제조된 펄프몰드는 폐기시 자원으로 재활용될 수 있고, 매립시 환경오염도 발생하지 않아서 환경친화성이 높다. 펄프몰드는 계란난자 및 과일트레이 등 1차식품 포장완충재 그리고 전자레인지 용기제품 및 일부 가전제품과 공산품 등의 완충재로 사용되고 있으며, 골판지 패드류는 발포스틸렌 완충재를 대체하는 품목으로 개발되고 있으며 일부 전자제품 등에서 사용되고 있다. 또한 종이재질에 합성수지를 사용하는 포장부분에 수용성수지로 코팅하거나 내유제를 처리한 대체 포장재가 개발되고 일부 사용되고 있다. 펄프몰드의 경우 계란난자에 사용되는 경우 그 생산비용이 크게 차이나지 않아서 대체 가능성이 높으며, 골판지 패드류의 경우 아직은 생산비용이 높아 대체 가능성이 낮은 상태이며 광범위한 대체는 이루어지지 않고 있다. 그러나 가전제품 포장의 경우 수출상품은 대상국의 규정에 의해 펄프몰드나 골판지 완충포장이 늘어나고 있다. 현재의 처리여건상 매립시 문제가 없고 재활용 경제성이 높다는 측면에서 이들 재질에 대한 사용이 권장되고 있는 추세다.

환경친화적 포장재질의 사용확대는 환경친화적이지 못한 포장재질의 사용을 억제하고 환경친화적인 포장으로 옮겨가도록 하는 것임. 환경친화적 포장재질 관리대책방안으로는 포장재 사용감량화 방안, 회수·재활용 촉진방안, 환경친화적 포장재질 사용확대방안이 있다

① 포장재사용감량화 방안: 현재 우리나라 폐기물 처리여건상 문제가 되는 포장재질의 사용을 가능한한 감량화하는 방안.

② 회수·재활용 촉진 방안: 현재 우리나라 폐기물 처리 실태를 고려하여 문제가 되는 포장재의 회수·재활용을 확대하는 방안. 즉 폐기물 처리상 문제가 되는 합성수지 포장재질의 사용을 허용하되 회수·재활용을 최대한 증대시켜

서 재질의 환경친화성을 제고하고 자원의 절약을 증대시키는 방안.

③ 환경친화적 포장재 개발확대 방안: 이는 장기적으로 환경친화적 포장 재질의 개발을 확대하고, 개발되는 포장재질의 생산비용절감을 촉진하는 방안

3. 스티로폼 재활용 및 보냉용기 개발 동향

스티로폼의 비율은 한 일간 비슷한 규모이다. 재활용되지 못하는 스티로폼은 일본의 경우 생활쓰레기와 같이 지자체가 운영하는 소각 공장에서 처리되어 폐열 재이용에 활용하고 있다. 스티로폼에 대한 재활용 용도는 다양하여 합성목재류, 폴리스티렌(PS)재생품, 몰탈혼화재, 토양개량재, 고품 및 유화연료 등으로 널리 이용되고 있다.

스티로폼 회수 체제는 가정에서 배출되는 것은 「지자체 회수」, 사업장에서 배출되는 것은 「사업자회수」, 가전대리점에서 배출되는 것은 「EASY-PLAZA (EPS가공업체 단체)또는 사업자가」 회수하고 있다. 일본의 경우 전통적인 폐기물 정책운영 방식에 따라 중앙정부에서 폐스티로폼에 대한 직접 규제 제도는 없으나, 기본적으로 스티로폼 재질을 포함한 포장용기 재활용 정책을 추진키 위하여 「용기 포장 폐기물 재활용법」을 '95년 6월 제정하였고, 현재 동법시행령 및 시행규칙을 제정 작업중에 있다. 일본에서는 스티로폼을 포함한 플라스틱에 대한 사용규제 제도는 시행치 아니하고 있으며, 자원 재순환 정책의 일환으로 물질 재활용(Material Recycle), 에너지 재활용(Thermo-Recycle), 화학적 재활용(Chemical re-cycle)등 다양한 용도의 재활용 방법을 적극 장려하고 있다. 지자체의 스티로폼 분리 회수 및 재활용 사업 추진 현황은 전국 66개 지자체에서 가정에서 배출되는 폐 스티로폼을 재활용

품목으로 지정하여 분리 회수 및 감용실시를 하고 있다. 사야마(狹山)시의 경우 시내 11개 대형슈퍼에 마련된 스티로폼 집하장에서 가정으로부터 배출된 폐 스티로폼을 모아 시가 운영하는 재활용센터에서 감용 펠릿화하여 재생업체에 재활용 처리하고 있다. 동경시가 운영하는 중앙도매시장의 경우 동경의 지방재정으로 스티로폼 감용기 공장을 설치하여 시장 관리협회에 위탁 운영하고 있다.

감용기의 종류는 열풍가열용융방식(괴상잉고트 생산), 가열 및 스크류에 의한 분쇄 용융방식(괴상 잉고트생산), 마찰열에 의한 용융(과립상), 원적외선에 의한 가열용융(과립상) 방식이 있고 최신 설비로는 마찰열에 의한 용융 및 판상 압출방식(판상)의 감용기가 개발 상품화되고 있다(그림 1참조).

일본의 EPS 재활용 현황은 회수된 EPS를 40 ~ 50분의 1로 감용하여 PS 원료인 펠릿으로 재생하는 것이 가장 보편이며 스티로폼을 직접 재생 펠릿화하는 방법도 있다. 재생펠릿으로 만든 성형품은 비디오카세트 케이스, 완구, 문구, 잡화품 등이 있고, 재생펠릿에 발포제를 가하여 2~3배 저발포품으로서 합성목재를 만들어 건축용 부자재나 액자 등 일용품을 생산하기도 하고, 펠릿화하지 아니하고 분쇄하여 여러 가지 조형품의 재료로 사용하는 것도 연구중이며, 용융하지 아니하고 스티로폼을 그대로 미분쇄하여 몰탈혼화제로 사용하는 방법도 보급되고 있다. 특히 모래를 대체하여 미분쇄품을 사용하면 경량으로 시공성이 좋아 안정적인 수요가 있다. 재차 EPS로 재생하는 것은 기술적, 비용적으로 매우 어려움이 있으나 업계에서 일부 실용화하고 있기도 하며, 엡시프라자를 운영하는 EPS가공업체는 보일러의 보조 연료로서 회수된 스티로폼을 사용하여 에너지 회수에 이용하기도 한다.

그러나 Polystyrene foam용기는 재활용 기술이 확립되어 있지 않는 관계로 거의 대부분이 소각되고 있는데, 그 처리비용 및 처리방법이 사회문제화 될 수 있다. 가까운 일본의 경우에도 건축사업과 수산물 유통에 필수적으로 이용

<한일간 스티로폼 재활용현황 비교>

구 분	우 리 나 라	일 본
1. 페스티로폼 발생량	38,200톤	158,000톤(1994년)
2. 페스티로폼 처리방법	재활용 또는 매립	재활용 또는 소각처리
3. 스티로폼 재활용량	8,010톤	38,300톤(1994년)
4. 스티로폼 재활용율	21% ('94)	24.2% ('94)
5. 재생제품의 종류	합성목재류, PS제품. 물탈혼화재, 접착제	합성목재류, PS제품, 물탈혼화재, 토양개량제, 연료화(고형, 유화)
6. 스티로폼 회수재활용	<ul style="list-style-type: none"> - 지자체 재활용품목 지정: 42개 시·군·구 분리회수, 감용 ※ '96년도부터 서울특별시, 5개 광역시, 시지역에서 분리수거 실시 예정 - 가전사 역루트 회수 감용 가전대리점 발생분 - 대량발생처자체 감용처리 (일부) 	<ul style="list-style-type: none"> - 지자체 재활용품목지정 66개소 분리회수, 감용시 군구 - 가전사와 EPSY-PLAZA 가 공동으로 재활용 - 백화점, 대형슈퍼 등 대량발생처, 포장재 자체 감용처리 - 어상자는 도매시장의 자체 감용시설을 설치 운영하여 감용처리 - 사업장에서 배출되는 스티로폼을 자체 처리하지 아니하는 경우에는 재생업자에게 위탁하여 재생 감용처리

되고 있는 스티로폼 용기의 사용량이 대폭 증가한 반면, 처리능력 및 기술개발이 확립되어 있지 않을 뿐만 아니라 처리비용도 상당히 소요되는 문제로 인하여 스티로폼 용기의 처리문제는 사회문제를 넘어 관련 법규 제정 등 정책 과제로 진행되고 있다.

따라서 국내에서도 산지 직거래 유통시스템이 정책적인 뒷받침속에 사회적으로 급속히 보급되어 갈 것으로 예상되며, 이와 더불어 비교적 저가이면서도 환경오염 유발물질의 하나인 스티로폼 박스의 재활용기술 개발과 함께 스티로폼 대체용기를 개발하여 스티로폼 박스의 이용량을 점차 억제하여 갈 필요가 있다.

4. 보냉유통의 필요성

농수산물의 산지직거래는 농수산물 거래가 도매시장 기구를 거치지 않고 생산자와 소비자 또는 생산자 단체와 소비자 단체가 직결된 형태로써, 유통경비의 절감과 물가정책의 수단으로 사회적으로 요구되고 있다. 특히 농수산물의 안전성 문제와 수입식품이 증가되면서 안전 식품에 대한 소비자의 구매욕구에 따라 소비자는 안전하고 품질이 보증되며 유통비용이 절감될 수 있는 산지직거래를 필요로 하게 되었으며, 생산자는 새로운 판로의 선택과 시장개척을 위해 산지 직거래에 대한 여러 형태가 사회경제적으로 전개되고 있다.

현재 산지 직거래 형태는 유기농산물과 일반 농산물로 구분되며, 농협의 직거래, 유통공사 직판장, 우체국의 우편판매와 같은 공공기관의 직거래와 한국유기농업환경연구회, 신협 등의 각종 농민단체, 한살림, 정농회, 민우회, 카톨릭 등 소비자 단체를 통한 직거래 등으로 거래조직수 뿐만 아니라 거래대상 품목이나 수량도 증가하고 있는 추세이다. 이와 같이 산지 직거래가 하나의

유통경로로서 발전·정착되어가고 있는 것은 유통과정 단축에 의한 유통경제의 효율성을 추구할 수 있을 뿐만 아니라 산지가 분명하고, 신선한 농산물을 안심하고 구입할 수 있고, 생산자와 소비자가 인간적인 신뢰를 바탕으로 안전한 거래를 할 수 있어 생산자와 소비자 모두 자신들의 생활과 건강의 안전을 지킬 수 있다는 장점이 있기 때문이다. 그러나 산지 직거래 제도는 유통경로 면에서 도매시장을 경유하지 않는 시장의 유통의 하나로서, 현행 농수산물 유통시장의 대량 유통, 대량거래 방식에서 소외된 소비자 욕구 즉, 인간소외현상에 대한 반동적이며 혁신적인 체계라 할 수 있으므로 산지직거래 시스템은 현행 유통구조와 상호 경쟁적이면서도 보완적인 특성을 지니고 있다.

따라서 산지 직거래 제도가 도매시장과의 경쟁적 관계에서 정착하고 활성화하기 위해서는 가격결정문제, 품목 및 수량의 확보문제, 수급조절문제, 유통경비절약방법, 시장점유율 확대방법 등에 대한 제도적 보완이외에도 생산 및 유통체계에서 직거래 품목의 품질개선과 상품성 향상을 위한 기술부여로 도매시장 경유제품과의 품질적인 차별화를 실시할 필요가 있으며, 이를 통하여 소비자가 요구하는 안전성, 맛, 신선도를 보장해 주고, 직거래 품목에 대한 소비자의 인식을 제고하여 지속적인 구매가 확대·실시되도록 하여야 한다.

그러나 우리 나라의 산지 직거래 시스템(택배시스템)에서는 산지에서 소비자까지 운송 중 품질열화를 방지하기 위한 품목별 적정 기술이 개발되어 있지 않아 유통 중 품질 저하율이 낮은 건조식품에만 대부분이 적용되고 있을 뿐이다. 품질 저하속도가 높은 신선 채소류의 경우에는 비교적 외기 온도가 낮은 춘·추절기에도 위조현상이 나타나 소비자의 고급화 경향에 부응하지 못하고 있을 뿐만 아니라 어류나 육류의 경우에는 식중독 등의 위험요소를 항상 내포하고 있기 때문에 이들 품목의 하절기 택배는 거의 실시되지 못하고 있는 실정이다. 이와 같은 원인은 현재의 cold chain system이 산지에서 수집 및 집하한 시점부터 도매시장까지의 운반기능에만 적용되고 있는 실정에 근거한 것

으로, 산지에서 집하장까지의 운반시간, 도매시장에서 소비자까지의 도달시간이나 수취인의 부재 시 택배 품목의 장기간 외기 노출로 상품성을 소실하게 되는 점등을 고려하여 보면 현재의 cold chain system으로 신선 농수산물의 직거래 시스템에 대처하는 것이 어렵기 때문이다. 따라서 미국, 일본 등의 선진국에서는 이미 농수산물의 산지직거래시스템에서 보냉용기와 축냉제를 이용하여 기존의 cold chain system을 보완할 수 있는 새로운 유통기술을 개발하여 산지직거래 시스템과 택배 시스템에서 산업화되고 있는 실정이다.

국내에서도 산지 직거래 시스템 및 택배 시스템의 구축 및 활성화를 위해서는 대상품목을 건조식품류에서 신선 농수산물까지의 확대를 통한 품목의 다양화로 소비자의 다품목 소량 구매경향에 부응할 수 있어야 하고, 또한 직거래 품목의 신선도를 제고시켜 도매시장 경유제품과 차별화함으로써 소비자의 고급화 경향을 충족시켜야 하며, 이를 위해서는 산지에서 소비자까지 보냉용기를 이용한 농수산물의 유통체계의 구축이 필요하다.

택배시스템에 이용될 수 있는 기존의 보냉용기로서는 단열효율이 높은 아이스박스 및 스티로폼 상자(polystyrene foam box)가 있으나, 아이스박스는 높은 제조비용으로 인하여 식품유통에 실제 이용되고 있지 못하며, 스티로폼 상자는 대부분이 어류의 운송에 이용되고 있을 뿐이며, 청과물의 경우에는 저온 보냉 용도가 아닌 운반, 운송용 상자의 개념으로 사용하는 단계에 지나지 않는다. Polystyrene foam용기는 제조비용이 값싸면서도 우수한 단열효과를 나타내는 장점은 있으나, 폐기처리 및 재활용 기술이 확립되어 있지 않아 대부분이 소각되고 있으며, 이때 악취, 분진 등이 발생하여 환경오염문제 및 높은 처리비용을 유발하는 단점이 있다. 유통적인 측면에서도 polystyrene foam 용기는 높은 부피 점유율과 과중량으로 인하여 포장 및 운송 시 물류비용이 과다하게 소요될 뿐만 아니라 적재 및 포장단계에서의 점유공간이 많이 소요되는 비효율성을 지니며, 또한 구매력 향상을 위한 포장디자인 측면에서의 미

적인 외관 개발의 한계성을 지니고 있다. 따라서 polystyrene foam 용기의 문제점 개선하면서 단열효과를 극대화하고 소비자의 구매력 향상을 위한 상품의 포장디자인 기술이 고려될 수 있으며 환경부하가 적게 발생하는 새로운 형태의 보냉용기 개발이 필요한 실정이라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 기존의 보냉용기로서 널리 이용되고 있는 스티로폼 상자의 여러 단점을 극복하면서 단열성을 부여할 수 있는 새로운 형태의 보냉 상자를 제작하고자 하였으며 더불어 보냉상자의 열특성 조사, 환경조건에서 적정 운용방법을 확립한 다음 실증실험을 거쳐 그 효과를 나타내고자 하였다.

5. 보냉유통 시스템

가. 보냉유통시스템의 의미

보냉유통시스템의 전형적인 예는 발포 스티로폼 용기에 얼음 등의 축냉제를 넣고 저온으로 유지하여 배달하는 것으로, 현재 우편배달, 전자상거래, 협동조합 등을 매체로 진행되고 있으며, 그 활동의 폭은 사회적으로 급격히 진행되고 있다. 이러한 보냉유통시스템의 보급 및 활성화의 배경은 소비자의 고품질화 경향으로 신선하고 맛있는 식품에 대한 욕구가 증가한 것과 생산자에게는 부가가치 증대와 소득증대를 연결하는 고리가 되기 때문이다.

국내 보냉유통 시스템은 택배시스템에 연관이 깊으며 우체국의 우편배달시스템에 근간을 두고 있다. 당초에는 신선물의 배달은 기술상의 이유로 실시되지 않았으나 최근에는 일부 직거래 단체와 풀무원 등의 업체에서 시도하고 있는데, 아직도 선진외국의 수준에 도달하지 못하고 있다.

신선물의 선도를 유지하기 위한 최대의 조건은 온도관리이다. 온도가 상승함에 따라 야채의 경우 활발한 호흡작용에 의해 위조현상이 발생하고 어패류

와 육류 등에서는 잡균의 번식으로 부패의 원인이 된다. 따라서 보냉유통에서는 우선 저온을 유지할 수 있는 용기가 선결되어야 한다. 일반적으로 사용되는 보냉용기로서는 가볍고 단열성이 있는 스티로폼 상자가 적절한 것으로 평가된다. 그러나 스티로폼 상자는 내부 온도를 어느 정도 유지하는 효과는 있어도 지속성을 갖지는 못하기 때문에 냉각제의 사용이 필수적이다.

냉각제로서는 얼음이나 드라이 아이스가 이용될 수 있으나, 얼음은 외견상으로 좋지 않고 얼음 자체로서는 내용물을 물에 잠기게 할 수 있다. 드라이아이스는 식품과의 접촉면에 동결장해를 일으키기도 하며, 또한 드라이아이스가 기화될 때 냉각제의 차지부분에 공간이 발생하여 내용물의 진열상태를 나쁘게 하거나 내용물간의 충돌로 상품성을 저하시키는 등의 단점이 있다. 이와 같은 문제로 인하여 미국, 일본 등의 선진외국에서는 축냉제라는 냉각제를 개발하였다. 축냉제는 필름봉지나 pillow용기 등에 겔상의 용액을 밀봉한 형태이나 당초에는 분말이 함유되어 있으며 사용 시에 물을 충전하여 겔상으로 만드는 방식이다. 겔상의 용액에는 전분계와 석유계의 것이 있으며 반복사용가능하기 때문에 일반 가정에도 보급되고 있다.

국내 식품류의 보냉유통 중 축냉제를 이용하여 실시되고 있는 예는 송이버섯의 국제무역에서만 유일하게 볼 수 있었으나 최근에는 신선 버섯류와 돈육 등의 수출, 녹즙, 생육(닭고기, 쇠고기, 돼지고기), 생선회, 어패류(홍어, 옥돔, 흑갈치, 어리굴젓등의 지역 특산품 및 일반 어패류)등에 이용될 소지가 매우 높은 실정이다.

나. 보냉용기의 성능

보냉용기에는 장기 보냉저장을 목적으로 하는 냉장고, 냉동고, 보냉차, 보냉 콘테이너 등의 냉각기가 탑재된 소위 냉각기탑재형 보냉용기와 용기내에 냉각제를 병용하는 축냉형 보냉용기로 대별된다. 냉각제 탑재형의 보냉용기에

는 냉기의 강제순환에 의한 간접냉각방식임에 반하여 축냉형 보냉용기에서는 비동적 물질간의 열전도를 주축로 하는 직접냉각방식으로 열 이동기구에 기본적인 차이가 있다. 열 이동방식의 차이는 용기 전체의 열효율 정도의 차이에 반영되어, 냉각기를 탑재하여 외부로부터 에너지 공급이 원활하여 보냉온도의 유지가 장기간 가능한 탑재형에 비하여 축냉형 용기의 열효율은 좋지 않은 측면을 지니고 있다. 보냉용기의 보냉성능은 보온용기의 보온성능, 냉각제의 보냉용량이 큰 영향을 미치지만 기타 요인들로서는 다음과 같은 것이 있다.

① 단열용기의 보온성능

(단열재의 성능과 용기구조 등의 용기 자체에 관한 사항)

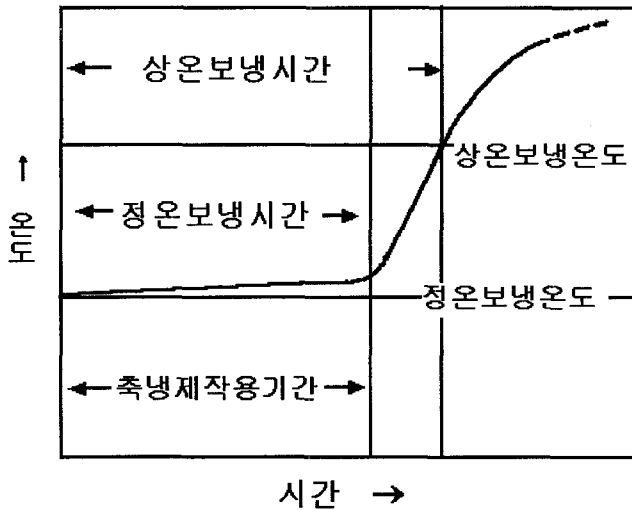
② 단열용기의 외부환경

(외부온도, 외부접촉물, 적재상황 등의 용기 외측상황에 관한 사항)

③ 용기내의 상호배치

(용기내의 수납물, 냉각제 등의 배치에 관한 사항)

그림 1 보냉곡선



④ 냉각제, 보냉대상물의 열특성

(용기의 구성소재 및 보냉 대상물·냉각제 등의 열 특성치에 관한 사항)

보냉유통 시스템에서 요구하는 기본적인 보냉성능에는 ‘온도유지시간’외에 ‘보냉온도수준’과 ‘보냉대상물의 온도분포’가 있다. 그림 1은 열적으로 balance가 좋은 보냉용기에서 얻어질 수 있는 전형적인 보냉곡선을 나타내고 있다.

다. 보냉용기의 단열소재

보냉용기의 성능은 이를 구성하는 단열소재와 그 구조가 기본적인 성능을 지배하는 요인이 된다. 실질적으로 보냉용기의 보냉성능은 기타 보냉성능에 영향을 미치는 요소가 있다고 하여도 보냉성능 수준의 기본은 이것에 의하여 지배된다고 하여도 좋다.

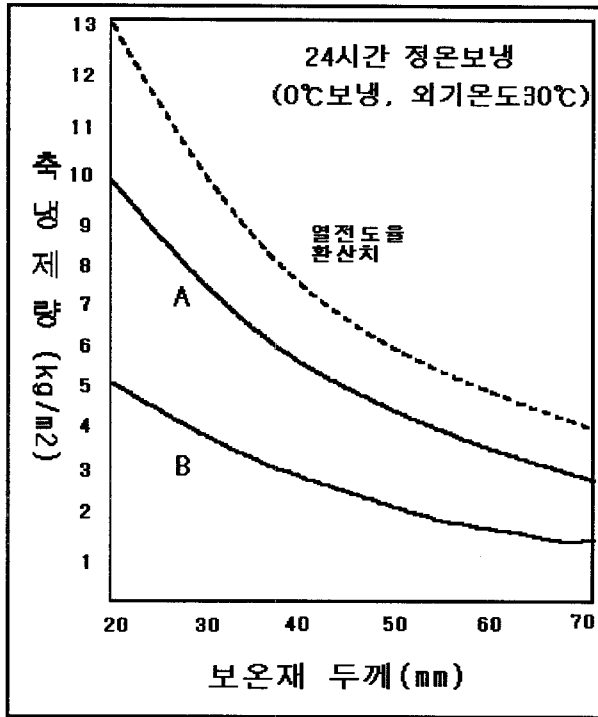
보냉성능은 단열용기에 보냉 대상물과 냉각제 등을 넣고 유통과정에서 외기 온도 하에 노출된 상황으로 처음부터 구체적인 보냉성능의 설정이 가능할 수 있으나 이를 위해서는 보냉용기의 표준품에 대한 여러 조건의 설정이 이루어질 필요가 있다.

단열재의 열특성치 측정조건과 보냉용기의 사용조건의 차이에 대한 배려도 중요한 요인이다. 단열재의 열전도율은 보냉용기의 실제 열전도율과는 일치하지 않으나 표1, 그림 2에 소재의 열전도율로부터의 계산치와 실측 data와의 비교 예를 나타내었다.

이 data의 차이에 대한 주된 이유는 아래와 같다.

- ① 열특성의 측정조건과 실측시의 열적조건의 차이
- ② 용기 내외에서의 열이동상황의 불균일성
- ③ 용기 구조상의 열적결합
- ④ 용기 외부환경의 열적 불균형

그림 2 축냉형보냉용기의 보냉성능



A : 축냉제 상하좌우 배치
B : 축냉제 상부 배치

표 1. 단열재의 성능과 보냉성능

보냉상자	단열재			열전도율(상자평균치)		
	두께 mm	밀도 g/cm ³	열전도율	계산치	실측치	
					A	B
어류상자	25	0.020	0.030	1.2	0.80	0.44
선물상자	30~35	0.020	0.030	0.9	0.67	0.39
택배상자	30~35	0.021	0.030	0.9	0.67	0.39

표 2. 발포polystyrene의 열전도율

발포배율		20	30	40	45	50	60	70	100
비중	kg/m ³	53	40	26	23	21	18	15	10
	g/m ³	0.053	0.040	0.026	0.023	0.021	0.018	0.015	0.010
열전도율	50℃	0.032	0.032	0.033	0.034	0.034	0.034	0.034	0.035
	0℃	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.030	0.032
	-50℃	0.023	0.022	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.024

열전도율 : kcal/mh℃
 표시 ℃는 측정온도

그림 3 Polymer-발포제의 열전도율

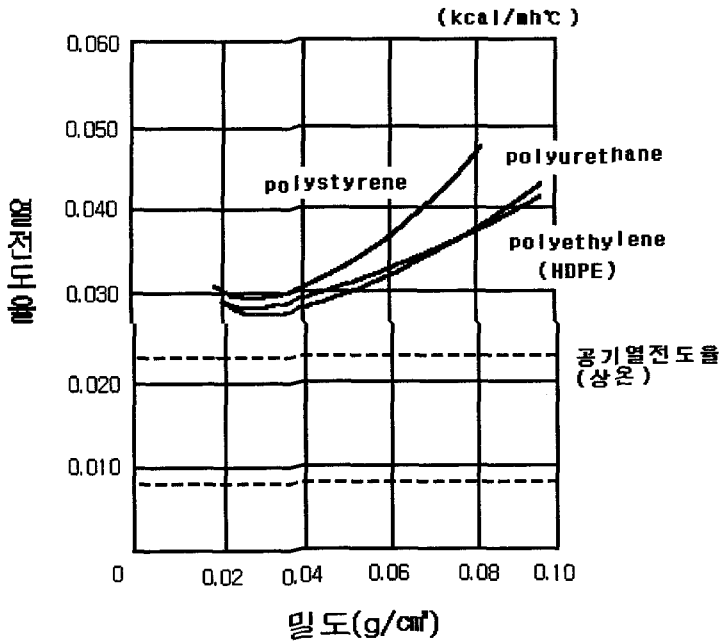


표 2는 소형 보냉용기로 이용되는 고발포 polystyrene의 발포배율과 열전도율의 관계를 나타낸 결과이다. 일반적으로 사용되는 용기의 발포배율(30~70배)에서는 발포배율에 의한 열전도율의 차이보다도 용기의 기타 요인에 의한 영향이 크게 미친다.

그림 3은 각종 polymer발포제의 열전도율을 나타내고 있다. 그러나 보냉용기에 사용되는 발포배율에서의 소재의 종류에 따른 차이는 실제적으로 그다지 크지 않고 오히려 용기의 구조나 복합화를 포함한 구성상의 열적결합이 일반적으로 보냉성능에 대하여 영향이 크고 지배적이다.

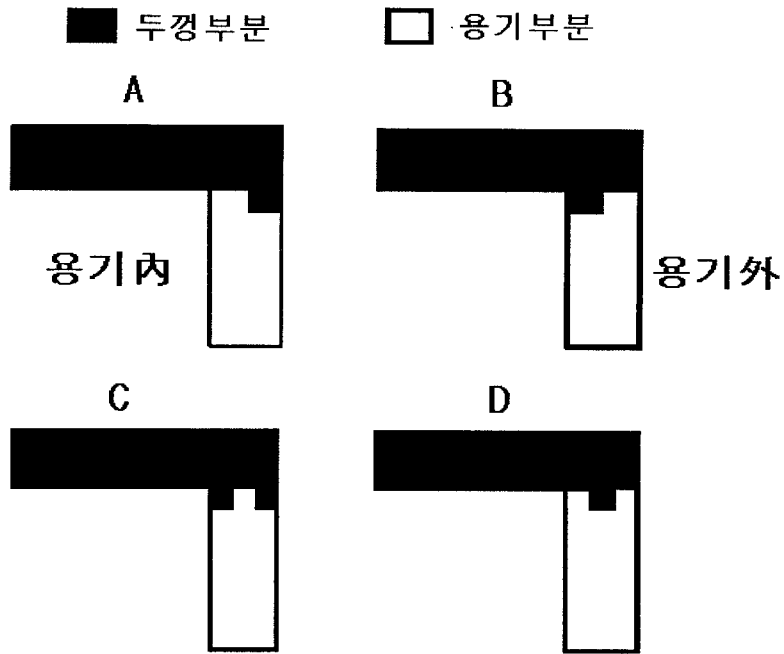
라. 단열용기의 구조

단열용기의 구조는 보냉용기로서 사용될 경우에는 용기외측 전면이 외부의 침입열에 대하여 균일하게 작용하는 것이 가장 효율적이다. 그러나 사용조건에 따라 침입열량은 변화하기 때문에 용기의 사용방법에 충분한 고려로 설계를 최적화할 필요가 있다. 보냉용기도 용기인 이상 개구부(뚜껑과 본체의 맞물린 부분, 접합부분 포함)가 없을 수 없으므로, 이 부분에 대한 결함을 해소하는 것이 선결과제이다.

그림 4에 뚜껑과 몸체의 접합구조에 대한 모식도(단면)을 나타내었다. 접합구조는 가스의 통과까지는 방지할 수 없기 때문에 장시간 보존하는 경우에는 용기외측에 taping과 같은 봉합작업이 제안되기도 한다. 장시간 보냉사양의 용기에서는凹凸구조로 다른 부분보다 두께를 두껍게 하는 것도 하나의 방법이다.

또 다른 문제로는 각 면의 단열재 두께와 상대적인 균형의 설정이다. 보통 용기 내면에 접촉하는 것의 온도 등도 침입열량에 영향을 미치기 때문에 고체와 접촉하는 밀면과 공간(공기와 접촉)이 되는 면에서는 두께를 다르게 한다든지 상하에 따른 배려도 요구된다. 그러나 처음부터 완벽한 단열용기의 설계

그림 4 두껍과 접합부위의 모식도



는 불가능하므로, 침입열량의 측정을 병용하여 시작품의 설계·변경하는 것이 기본적인 방법으로 인정되고 있다.

마. 냉각제

보온용기에 조합하여 사용되는 냉각제는 일정온도에서 용해(얼음, 축냉제 등), 승화(드라이아이스), 증발(액체질소 등)하는 것을 보냉사양에 조정하여 사용할 수 있다. 표 3에 주된 냉각제의 특징을 정리하여 나타내었다. 기화의 잠열을 이용하는 냉각제(드라이아이스, 액체질소 등)는 기화하여 방출할 때의 온도를 가능한 한 높게 유지되도록 사용방법을 조절하여야 하며, 온도차이를 가능한 한 작게 할 수 있는 세심한 배려가 요구되고 있다. 일반적으로 액체질소

표 3. 주요 냉각제의 특징

냉각제 (상변화)	온도 영역	냉각용량(잠열) (작용온도)	특징과 주의점
액체질소 (액체→기체)	냉동	48.8cal/g (-196℃)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 액체로서 순간냉각형 ○ 작용 후는 기화하여 소멸 ○ 극저온으로 열효율을 고려한 세심한 사용방법 요구
드라이아이스 (고체→기체)		132.4cal/g (-78.5℃)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고체로서 취급용이 ○ 탄산가스 발생후 소멸 ○ 가스로 인한 품질저하 발생가능 ○ 냉동식품형
축냉제 (고체→액체)	냉장	70~80℃ (-22~0℃)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온도범위에 따른 적용이 용이함 ○ 신선 농수축산물의 냉각제로서 적용성이 우수함 ○ 상업적 이용가치 높음
얼음 (고체→액체)		≒80 (≒0℃)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 얼음자체로서의 이용불가 ○ 내용물을 필름포장 등으로 격리 요구 ○ 상업적 이용이 곤란

나 드라이아이스는 냉각온도보다도 대폭적으로 낮은 보냉(흡열온도대)수준으로 됨과 동시에 작용(기화)후에는 소멸하기 때문에 냉각속도에 시간변화에 따라 냉각속도의 변화특성을 배려하는 이용방법이 필요하다.

얼음이나 일반 축냉제는 용해시의 잠열을 이용하는 것이지만 자체로서의 이용은 내용물에 나쁜 영향(식품의 선도저하 등)을 미치기 때문에 봉지 또는 경질용기 내에 충전하여 사용하는 방법이 일반적이다.

드라이아이스의 경우는 그림 5와 같이 용기내부에 배치하면 그림 6에서 나타난 바와 같이 2단계의 온도 안정기간을 경과하는 보냉곡선을 얻을 수 있다. 냉동식품을 장기보전할 때의 중간보냉면서 드라이아이스의 잔존기간에 냉동상

그림 5 보냉용기 단면도

드라이아이스 냉각

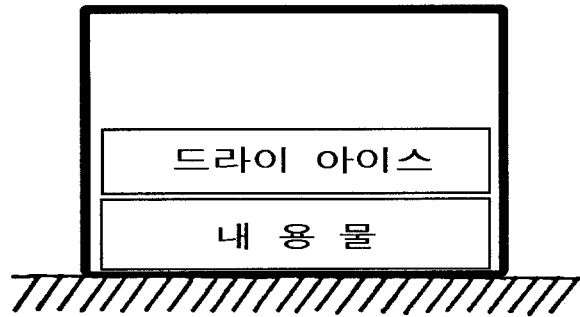
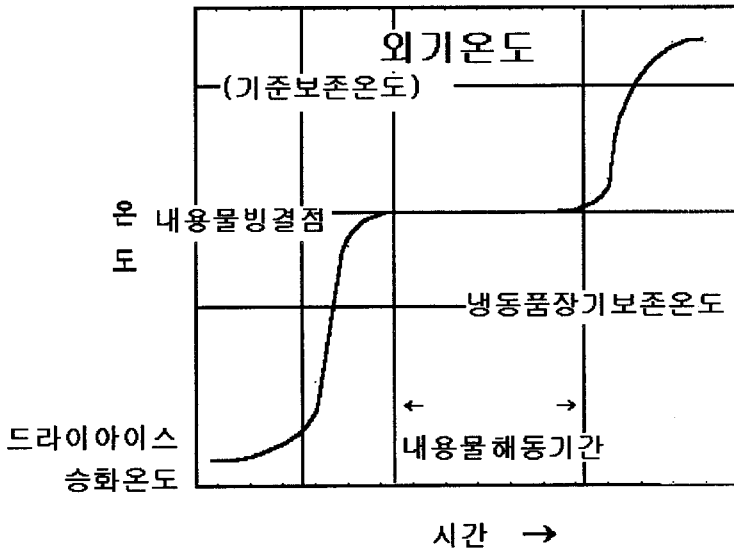


그림 6 보냉곡선



태를 유지하여도 무방할 경우 내용물의 빙결점까지의 기간인 chilled 보냉상태에서의 제2의 온도안정기간에 개봉하는 것이 바람직하다.

드라이아이스나 액체질소와 같은 냉각제는 냉각온도가 낮고 그 자체가 작용 후에는 소멸하는 특성을 지니고 있으므로 그 특성을 유효하게 활용할 수 있는 방법을 선택하여 이용하여야 할 것이다.

바. 축냉제

일반적으로 축냉제는 물을 주체로 하고 염 농도로 용해온도를 조절한 것이 주류를 이룬다. 따라서 얼음의 개량품이라 할 수도 있으나 그 외장재의 선택과 형태변화에 따라 얼음으로는 불가능한 보냉조건을 실현시킬 수 있다고 한다. 그러나 일반적으로 수용성의 축냉제 작용온도(용해온도)는 0~-22℃정도이며, 저온으로 할수록 흡열온도는 불안정화 하는 경향이 있다. 따라서 수용성 축냉제의 실제적인 보냉온도 영역은 chilled온도에서 -10℃까지의 범위가 정확하다.

얼음과 축냉제의 기능면에서의 차이점은 아래와 같다.

- ① 물(액체)의 발생에 따른 품질저하의 유무
- ② 냉각온도 조절의 유무
- ③ 냉각면의 배치와 안정냉각의 우열
- ④ 형태 설정과 용적효율의 우열
- ⑤ 반복사용의 유무
- ⑥ 위생적인 측면
- ⑦ 외관의 우열
- ⑧ 포장작업시의 작업성의 우열
- ⑨ 가격 및 경제성의 우열

II. 재료 및 방법

1. 재료

단열성 필름은 (주)보성산업에서 일괄 구입하여 사용하였으며, 골판지 및 스티로폼, 알루미늄 호일등 기타 자재들은 서울 방산시장에서 직접 구입하여 사용하였다. 또한 보냉용기에 의한 유통효과를 조사하기 위한 시료들 중 송이버섯은 2000년 9월 홍천 산림조합에서 구입하여 냉장 수송 후 연구원에서 선별, 정선한 다음 사용하였으며, 녹즙은 풀무원 의정부 공장에서 착즙 직후의 것을 직접 구입하여 사용하였고, 포장김치는 동일 lot에서 생산된 두산의 종갓집 포장김치를 시중 대리점을 통하여 일괄 구입하였으며, 쇠고기는 북서울 파주도축장에서 도살 1일 후 출고하는 우육 중 등심부위를 구매하여 사용하였다.

2. 포장방법

시료는 보냉상자의 하단부에 보관하였으며 상층부에는 축냉제 500g를 넣었다. 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자는 박스테이프를 열 손실이 일어날 수 있는 개봉부위를 밀봉하였으며, 콘테이너보냉상자는 요철에 의한 개함을 하였다.

3. 실험방법

가. 열전도율

단열소재의 열전도율은 Heat flow meter(HFM-101, Kyoto Electronics, Japan)을 이용하여 측정하였다.

나. 중량감소율

중량감소율은 저장 전후의 중량을 측정하여 무게 차이를 초기 무게에 대한 비율로 나타내었다.

다. Color

표면색은 Chroma meter(CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L, a, b값을 측정하였다. 이때 사용한 white standard plate는 L=89.2, a=0.921, b=0.783이다.

라. 가용성 고형분

가용성 고형분은 Digital Refractometer(Atago PR-1, Japan)를 이용하여 측정하였다.

마. pH

pH meter (Metler 340, USA)를 이용하여 측정하였다.

바. 적정산도

AOAC법에 의하여 시료를 파쇄하여 원심분리를 한 다음 시료의 일정량(10~20g)을 0.1N 수산화나트륨 규정용액($f=1.002$)으로 $\text{pH}8.3 \pm 0.2$ 가 될 때까지

지 가하여 소요된 수산화나트륨 양으로 나타내었다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{\text{시료적정시소요된 } 0.1N \text{ NaOH의 양}(ml) \times 0.1N \text{ NaOH의 factor} \times 0.009}{\text{적정에 사용된 시료의 양}(ml)} \times 100$$

사. 신장률

버섯의 신장률은 저장 전후의 길이를 측정하여 길이 차이를 초기 길이에 대한 비율로 나타내었다.

아. 총균수

균질화된 시료를 필요에 따라 멸균백에 일정량을 희석하여 총균수 측정용 petri film(3M)을 사용하여 측정하였다. 미생물 배양조건은 32℃ 항온기에서 24시간 배양시킨 후 생성된 균수를 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 보냉용기의 구성재질 선정

가. 보냉상자용 단열소재의 열 특성

보냉용기의 보냉성능은 용기의 보온성능과 냉각제의 용량에 따라 단순 결정된다고 할 수 있으나, 보냉용기의 보온성능은 그 소재와 구조가 기본적인 성능을 지배하는 인자가 되고 있다. 현재 국내외에 많이 사용되고있는 단열소재로서는 단열성이 우수하고 값이 싼 스티로폼이 대부분을 차지하고 있었으나, EPS는 그 단열성에 비하여 부피가 큼으로 포장 및 운송시 물류 비용의 과다하게 발생하고 상품의 구매력 향상을 위한 포장디자인 방면에서의 미적인 외관개발의 한계성, 사용 후 재활용 측면과 환경오염 방지 차원에서 뚜렷한 해결 방안이 없어 사회적인 문제가 되고 있고 있다. 따라서 현재에는 이러한 EPS의 문제점을 개선하기 위하여 부피 절감 및 단열 효과의 극대화 그리고 소비자의 구매력 향상을 위한 상품의 외부 디자인 측면에서 고려되고 환경 부하가 적게 발생하는 새로운 형태의 단열소재가 꾸준히 개발·보급되고 있다. 현재 스티로폼을 대체할 수 있는 단열소재로서는 발포 플라스틱이 있으며, 이들 물질은 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌을 화학가교제나 전자선 조사에 의해 가교, 발포된 씨트상의 반경질 및 연질상의 발포체가 있으며, 이들은 단열성, 내수성, 완충성, 내약품성 등의 성질을 보유하고 가볍고 작업성이 편리하여 토목, 건축 및 산업용 단열재와 자동차 내장재 및 일용잡화에 이르기까지 광범위하게 사용되고 있다.

따라서 본 실험에서는 보냉용기의 제작을 위한 전 단계로서 보온소재 즉 단열씨트를 1차 선정하고자 하였으며, 이를 위해서 현재 시장 유통되고 있는 스

Table 1. Heat characteristics of different insulating materials

Materials	Kinds	Thickness (mm)	Density (g/cm ²)	Heat transmissivity (kcal/m ² h)	Heat conductivity (kcal/mh °C)
Polystyrene foam sheet	2T (HD)	1.95	0.014	36.2	0.0207
	3T (HD)	3.0		32.2	0.0220
	4T (HD)	3.9		28.0	0.0228
	5T (HD)	5.10	0.030	22.6	0.0213
	10T	9.0		19.8	0.0292
	15T	14.35	0.013	15.7	0.0358
	20T	17.45	0.018	13.7	0.0374
	20T(HD)	18.85	0.047	11.6	0.0312
Electrically cross-linked PE foam	R0800K	3.05	0.040	37.3	0.0335
	L1000W-1	1.02	0.010	40.1	0.0190
	L1000W-2	3.15	0.030	36.6	0.0281
	L1000W-3	4.75	0.045	24.8	0.0265
	DU1500K4	3.23	0.022	34.4	0.0328
	L1500K-1	1.02	0.009	44.0	0.0274
	L1500K-2	2.00	0.017	41.1	0.0283
	L1500K-3	2.95	0.026	40.1	0.0359
	PR1500W	3.53	0.067	36.5	0.0345
	Q1500W	3.05	0.020	32.4	0.0271
	LDU2000LK3	3.63	0.028	30.5	0.0263
	PQ2000W	2.43	0.065	27.3	0.0150
	Q2000W	3.23	0.018	34.8	0.0276
R2000W	3.00	0.018	37.5	0.0313	

(Table 1, continued)

Materials	Kinds	Thickness (mm)	Density (g/cm ²)	Heat transmissivity (kcal/m ² h)	Heat conductivity (kcal/mh °C)
Electrically cross-linked PE foam	U2000W	3.4	0.016	33.6	0.0310
	NVR2500K4	5.18	0.023	28.7	0.0339
	R3000W2-1	1.85	0.008	44.6	0.0287
	R3000W2-2	3.90	0.016	32.3	0.0323
	R3000W2-3	5.80	0.026	24.5	0.0299
	U3000W-1	1.95	0.006	42.8	0.0278
	U3000W-2	3.50	0.013	31.1	0.0279
	U3000W-3	5.85	0.024	25.8	0.0329
Chemically cross-linked PE foam	B1500G	5.24	0.034	31.6	0.0351
	B2000B	4.96	0.018	31.2	0.0334
	B2500W	4.99	0.010	31.0	0.0338
	B4000W	4.91	0.010	33.5	0.0366
	S0800W	3.04	0.037	39.6	0.0360
	S1000K	3.13	0.032	37.9	0.0349
	S1500Y8	3.06	0.021	39.2	0.0358
	S2000K	2.78	0.014	38.7	0.0318
	S3000W	3.41	0.010	35.0	0.0307
	S3500K4	5.28	0.015	29.7	0.0310
	S4000LK3	9.05	0.023	26.5	0.0366

티로폼 박스 (polystyrene foam box)와 일본산 보냉용기 sheet를 대조구로 하여 보냉상자 제조에 이용할 수 있는 단열 필름 및 기타 구성재질의 열전도율, 두께, 중량을 측정한 바, Table 1과 같은 특성을 얻었다.

현재 시장에서 어패류 및 딸기, 송이버섯 등의 보냉용기로써 많이 이용되고

있는 스티로폼 씨트로서는 두께 2~5mm의 고밀도 스티로폼과 농산물의 수송용기 및 단열용기로서 많이 이용되는 10, 15, 20mm 두께의 스티로폼 씨트를 선정하였으며, 이들의 열관유율은 36.2~11.6kcal/m²h로 두께에 따라 큰 차이가 있었으나 열전도율은 0.0207~0.0374의 범위에서 두께보다는 밀도에 의한 차이가 크게 미치는 것으로 나타났다. 특히 농수축산물의 보냉용기로서 많이 이용되는 10, 15, 20mm 두께의 스티로폼 씨트는 열관유율이 각각 15.7, 13.7, 11.6kcal/m²h로 매우 낮은 반면 열전도율은 0.029~0.037kcal/m·h·°C로 일반적인 경향이였다.

또한 최근 전자선 조사에 의해 가교·발포시킨 전자가교 polyethylene foam은 두께가 1.02~5.85mm로 다양하였으며, 열관유율과 열전도율도 각각 24.5~44.6kcal/m²h, 0.019~0.036kcal/m·h·°C의 넓은 범위에 있었다. 화학제로 가교발포시킨 polyethylene foam에서는 두께가 비교적 두꺼운 S4000LK3을 제외하고는 2.78~5.28mm로서 열관유율이 29.7~39.6kcal/m²h, 열전도율 0.0310~0.0366kcal/m·h·°C로 비교적 열특성치가 일정한 수준에 있는 것이 특징이었다.

이들 단열소재들 중에서 스티로폼 씨트는 두께 20mm의 고밀도 EPS씨트가 11.6으로 가장 낮은 반면 열전도율은 두께 2mm의 고밀도 EPS가 0.0207로 가장 우수한 단열특성을 나타내었다.

전자선 가교 polyethylene foam에서는 PQ2000W가 0.015kcal/m·h·°C로 가장 낮은 열전도율을 나타낸 반면 R3000W2-3이 24.45kcal/m²h로 가장 낮은 열관유율을 보이고 있었다. 이들 중에서 열관율과 열전도율 측면에서 단열특성이 우수한 재질은 각각 27.3kcal/m²h, 0.015kcal/m·h·°C를 나타낸 PQ2000W과 24.8kcal/m²h, 0.0265kcal/m·h·°C의 L1000W-3의 재질이 가장 높은 단열특성을 나타내고 있었다.

화학제 가교 polyethylene foam에서는 S3000W가 0.0307kcal/m·h·°C로 가장 낮은 열전도율을 나타낸 반면 S4000LK3가 26.45kcal/m²h로 가장 낮은 열관

유율을 보이고 있었다. 이들 중에서 열관유율과 열전도율 측면에서 단열특성이 우수한 재질은 각각 $29.7\text{kcal/m}^2\text{h}$, $0.0310\text{kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ 를 나타낸 S3500K4의 재질이 가장 높은 단열특성을 나타내고 있었다. 그러나 단위두께당 열관유율을 고려할 경우에는 열전도율이 가장 우수한 재질이었던 S3000W가 107.59kcal 로서 열관유율과 열전도율이 가장 우수한 재질로 판명되었다.

나. 보냉컨테이너 박스의 구성재질 선정

보냉 컨테이너 박스의 구성재질을 선정하기 위하여 Table 2에서와 같은 재질 중 열관유율과 열전도율을 조사하여 보았다. 플라스틱 물질의 열관유율 및 열전도율은 각각 $31.8\sim 52.1\text{kcal/m}^2\text{h}$ 와 $0.03853\sim 0.08109\text{kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ 의 범위에 있었으며, 전술한 발포PE필름보다 높은 범위를 나타내고 있었다. 따라서 경질 플라스틱은 보냉컨테이너 박스의 단열소재로서 이용가치가 거의 없을 것으로 기대되었다. 실제적으로 시중 유통 중인 아이스박스의 재질은 스티로폼 씨트를 중심으로 양 측면에 경질 플라스틱을 접착한 형태였으며 단열효과는

Table 2. Heat characteristics of different insulating plastic materials to selecting material for cooling container box

Materials	Thickness (mm)	Density (g/cm^2)	Heat transmissivity ($\text{kcal/m}^2\text{h}$)	Heat conductivity ($\text{kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)
PP	4.05		33.3	0.03853
PolyurethaneA	2.11	0.233	34.8	0.04895
PolyurethaneB	3.06	0.346	31.8	0.08109
PolyurethaneC	4.16	0.462	33.1	0.06259
PE+soil	2.15	0.057	52.1	0.04667
PP+EPS	8.30	0.168	27.5	0.04962

스티로폼에 의존하고 있었다. 따라서 본 실험에서는 보냉 콘테이너 박스의 재질선정을 위한 플라스틱 물질은 연질의 폴리우레탄 재질보다 값이 싸고 경질의 polypropylene 소재의 플라스틱 물질을 선정하였다.

2. 보냉용기의 제조모델 정립

가. 보냉상자의 제조모델 정립

1) 단일소재의 선정

현재 스티로폼 상자의 단열성 즉, 보냉특성을 유지하면서 스티로폼 상자의 환경오염, 작업성, 물류경비 및 외장처리 등 다양한 제 문제를 해결할 수 있는 용기로서는 현재 일본에서 개발한 단일씨트에 골판지를 부착하고 이들 내·외면에 알루미늄 호일을 부착한 골판지 상자 타입의 용기가 있다. 특히 골판지는 조사된 발포 PE나 EPS 씨트 등에 비하여 압축강도가 우수하기 때문에 보냉용기의 골격을 유지하는 측면에서 필수적으로 이용될 필요가 있다. 골판지의 열차단 효과는 table 2에서 조사된 바와 같이 양면 골판지, 3중 양면 골판지의 열관유율이 각각 86.9kcal/m²h, 119.3kcal/m²h으로 우수한 상태를 보였으나,

Table 3. Heat characteristics of different corrugated board

Material	Thickness (mm)	T1	T2	K	비 고
양면 골판지	3.28	56.5	41	0.0372	
2중 양면 골판지	7.62	57.6	35.1	0.0404	
3중 양면 골판지	9.1	59.4	32.8	0.0370	

두께 3.28mm의 단면 골판지에서는 열관유율 및 열전도율이 175.8kcal/m²h, 0.372kcal/m·h·℃로 매우 낮은 열 차단효과를 나타내는 것으로 나타났다. 이러한 골판지의 열차단 효과는 지면 사이에 결합된 골(corrugation)사이의 공기가 함유하여 열을 한시적으로 차단하는 효과를 지닌 것으로 생각되며, 골의 수에 따라 열 차단효과도 상당한 차이를 보이고 있는 것으로 해석된다. 그러나 보냉상자의 실제 유통중 용기의 박막화를 통한 간편성 부여와 용기의 적재시 적절한 압축강도를 부여하기 위해서는 보냉상자의 두께는 현재 일반 과채류의 수송에 다량 이용되고 있는 이중 양면 골판지의 두께와 비슷하면서 스티로폼 상자보다는 얇게 조절할 필요가 있다. 이에 따라 Table 1의 발포 PE 중에서 단열성이 높은 전자선 가교·발포 PE 전부와 화학적 가교제에 의한 발포 PE중에서 S3500K4, S3000W, S2000K, B2500W 및 B2000B등을 단열소재로 선정하였으며, 골판지로서는 최종 상자 제작시 박막성을 제공하기 위하여

Table 4. Heat characteristics of different insulating materials adhered to corrugated board

Materials	Thickness (mm)	Density (mm)	Heat transmissivity (kcal/m ² h)	Heat conductivity (kcal/mh℃)	Price/mm/m ² (₩)
L1000W-3	7.99	0.097	28.2	0.0167	1,200
L1000W-2	6.46	0.082	29.8	0.0206	1,200
L1000W-1	4.46	0.060	33.3	0.0289	1,200
R3000W-3	8.74	0.075	24.4	0.0131	305
R3000W-2	7.04	0.067	26.2	0.0153	305
R3000W-1	5.49	0.059	33.5	0.0260	305
U3000W-3	8.33	0.072	25.6	0.0141	356
U3000W-2	6.73	0.066	29.9	0.0180	356
U3000W-1	5.10	0.058	33.5	0.0265	356

Materials	Thickness (mm)	Density (mm)	Heat transmissivity (kcal/m ² h)	Heat conductivity (kcal/mh °C)	Price/mm/m ² (₩)
PQ2000W	5.55	0.116	30.6	0.0230	825
NVR2500K4	8.35	0.074	27.4	0.0160	461
LDU2000LK3	6.80	0.079	32.0	0.0199	577
Q2000W	6.69	0.070	29.0	0.0187	713
Q1500W	6.31	0.075	30.3	0.0202	-
U2000W	6.70	0.080	27.6	0.0191	-
DU1500K4	6.54	0.074	29.0	0.0204	-
PR1500W	6.93	0.114	33.1	0.0213	-
R2000W	6.59	0.070	28.0	0.0201	-
R0800K	6.28	0.092	28.6	0.0213	-
L1500K-3	6.56	0.078	29.4	0.0219	-
L1500K-2	5.40	0.069	34.4	0.0272	-
L1500K-1	4.35	0.059	34.0	0.0219	-
S3500K4	8.66	0.066	28.8	0.0383	-
S3000W	6.71	0.060	31.6	0.0348	-
S2000K	6.15	0.064	39.1	0.0401	-
B2500W	8.21	0.062	29.3	0.0370	-
B2000B	8.24	0.069	31.2	0.0384	-

두께가 비교적 얇은 단면골판지를 선정하였다. Table 4는 발포 PE 씨트를 활용한 보냉상자를 제조하기 위한 전 단계로서 이들 발포 PE 씨트에 단면 골판지를 부착하였을 때의 열관유율 및 열전도율을 측정·비교한 결과이다. 열관유율과 열전도율이 낮게 나타난 발포 PE 레진으로서는 U3000W2-2, Q2000W, LDU2000LK3, R3000W2-2, R3000w2-3, L1000W-3, NVR2500K4, U3000W2-3의 전자선 발포 PE레진이 0.02kcal/mh °C이하의 열전도율로서 우수한 단열성을

보였으며 S35000K4, S3000W, B25000W, B2000B의 학학적 가교발포 PE 레진은 한면에 단면골판지를 점착시켜도 열전도율이 0.03~0.04의 범위로 단열레진의 수준에서 크게 저하되지는 않았다. 그러나 전자선 가교발포 PE레진은 전반적으로 단열특성은 우수한 반면 단위면적(m²)의 가격이 두께 1mm당 최저 305원에서 1,200으로 현 시점에서 매우 높은 것으로 조사되어, 보냉상자를 제조·보급하기에는 기존의 값싼 스티로폼 상자의 제조비용을 극복하기에는 어려움이 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 보냉상자를 제조하기 위한 단열씨트로서는 단열특성은 전자선 가교발포 PE보다 떨어지지만 가격 경쟁력이 좋은 화학가교제에 의한 발포 PE제인 S3000W의 단열씨트를 보냉상자의 단열소재로서 선정하는 것이 바람직하다고 생각되었다.

2) 보냉상자의 재질구성방법

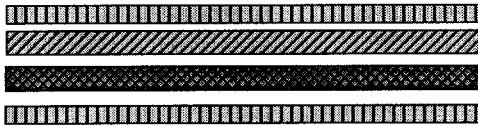
보냉용기의 제작은 기존 스티로폼 상자의 단점을 극복하면서 스티로폼 상자의 단열성에 가까운 열적특성을 부여하는 것이다. 현재 스티로폼 상자의 가장 큰 문제는 환경오염문제이면서 취급성, 사용편의성, 외장처리 등이 열거될 수 있다. 따라서 골판지 상자와 유사한 기능을 보유한 보냉상자는 단열소재로서 채택되는 발포 PE 씨트가 플라스틱계 물질로서 토양 속에서 자연 분해되지 않기 때문에 환경오염 문제를 해소할 수는 없으나 스티로폼 상자의 기타 제 문제를 해소할 수 있게 된다. 그러나 보냉상자의 단열소재로 선정된 S3000W의 소각시 발열량이 5,6000cal인 반면 스티로폼의 발열량이 11,580cal인 점에 비하여 보면 약 1/2정도 소각비용을 절감하는 효과도 있다.

Fig. 1~2는 본 연구에서 개발하고자 하는 보냉상자의 재질 구성방법을 나타낸 것이다.

Fig. 1은 단열 발포 PE레진 중 S3000W제품(발포비율 30배, 호일이 한면에 접착되어 있는 형식)을 단면 골판지에 laminating한 다음 상자의 외부 표면에 은지를 부착하여 보냉상자를 고급화함과 동시에 단열성을 부여하는 방식으로 제작하는 방법으로, 지지대로 활용한 매체가 골판지이기 때문에 습도나 외부 충격에 약할 뿐만 아니라 상자의 봉합시 사용되었던 테이프의 흔적 등의 이유로 재사용이 어려운 문제가 있다.

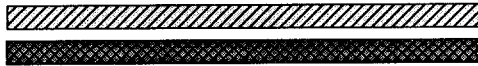
Fig. 2는 polypropylene 계 플라스틱 재질을 골판지 타입으로 제조한 다음 단열 발포 PE 씨트를 부착하는 방법으로서 Fig. 1의 골판지 타입보다 외부 환경에서 발생된 충격이나 변화에 강하며 봉합테이프의 제거에도 흔적이 남지 않기 때문에 재사용이 가능하도록 재질을 구성한 방법이다.

따라서 Fig. 1의 재질구성방법으로 제작된 상자는 상자의 회수가 어려운 경우 즉, 산지, 물류센터 및 기타 판매처에서 소비자가 직접 물품을 구매하는 경



■ 단열발포레진(PE) ■ 알루미늄호일(은지 ; AF) ▨ 골판지(CB)

Fig. 1. Sheet structure of developed cooling box



■ 단열발포레진(PE) ▨ 플라스틱 골판지(PCB)

Fig. 2. Sheet structure of renewable cooling box

우와 우편 및 전자판매 등의 내수용 및 수출용 외포장재로 이용될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 제조비용의 절감을 위하여 상자의 외부 표면에 은지를 접착하지 않고 골판지 그 자체로 외장처리할 경우에도 열전도율 차이가 $0.0034\text{kcal/m.h.}^{\circ}\text{C}$ 로써 상자의 보냉능력에는 큰 영향을 미치지 못하기 때문에 동 제품의 사용도 권장할만하였다. Fig. 2의 재질 구성방법으로 제작된 보냉상자의 경우에는 보냉상자의 회수가 가능한 택배시스템 및 직거래 시스템에 활용될 수 있는 타입이다. 이 상자는 유기농산물이나 저농약 농산물 등의 친환경 농산물의 택배시스템에 생산자와 소비자를 회원제로 운영하고 있는 21세기 생협연대, 주민생협, 한살림, 한국여성민우회 등 친환경농업단체의 수송용기로서 활용될 수 있으며, 이들 단체에서는 상자의 회수가 용이할 뿐만 아니라 반영구적으로 재사용이 가능한 Fig. 2의 상자형태가 환경오염문제의 절감효과 자원재활용 측면에서 요구하고 있으며, 환경단체의 성격과도 잘 접목된다고 하였다.

3) 보냉상자의 제조모델 정립

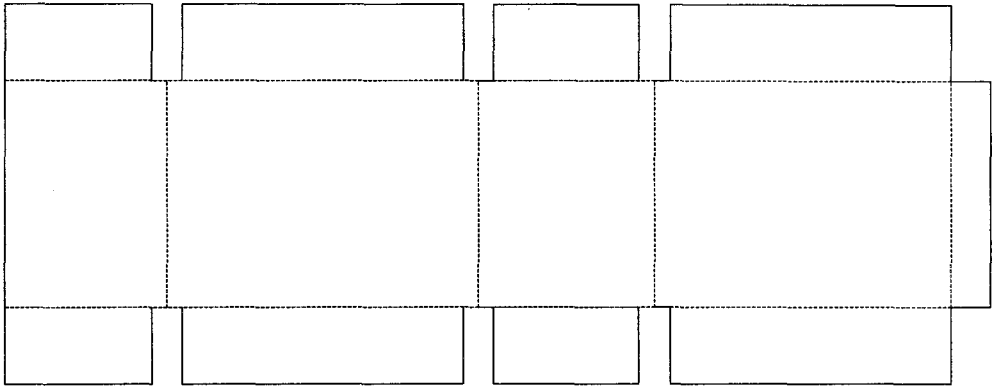
가) 보냉상자의 모형도

보냉상자의 구조는 상자의 외부 모든 면을 통하여 침입하는 열에 대하여 균일하게 적용할 수 있으면서 효율적으로 차단할 수 있는 방법으로 설계되는 것이 이상적이다. 그러나 골판지 상자 타입의 보냉상자는 날개의 접합부위가 없을 수 없기 때문에 이 부분을 통한 외부 열의 침입현상을 억제할 수 없으면 단열상자로서의 성능을 소실하게 된다. 따라서 본 연구에서는 보냉상자를 제조하기 위한 상자 모델을 일반 골판지 상자의 A5타입의 일반 골판지 상자 모형에서 제함 및 봉합시 상·하면의 날개 이음부가 치밀하게 접합될 수 있도록

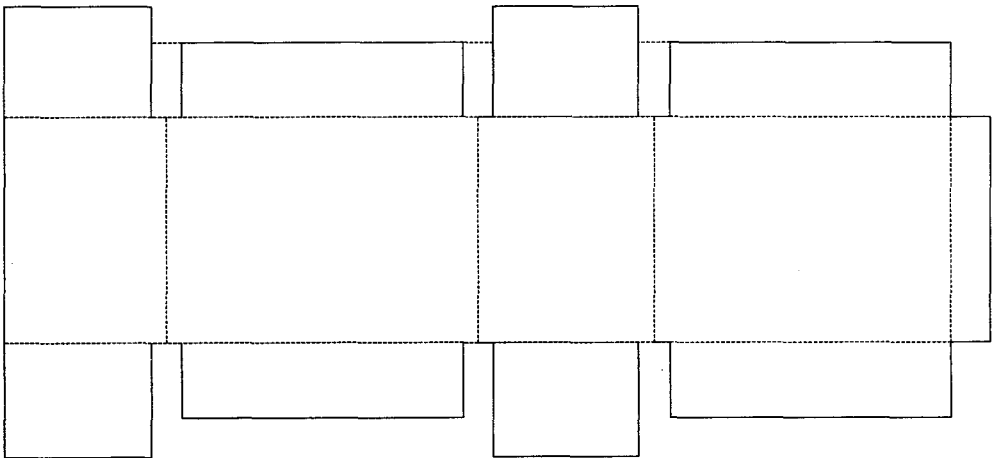
Fig. 3과 같이 몇 가지 모형으로 설계·제작한 다음 상자별 보냉성능의 측정과 농수축산물의 수송 및 저장시 상자의 적재 편의성 여부도 조사하였다.

Fig. 3의 Box-I의 모식도는 국내 A-5 형식의 골판지 상자타입으로 현재

Box I



Box II



Box III

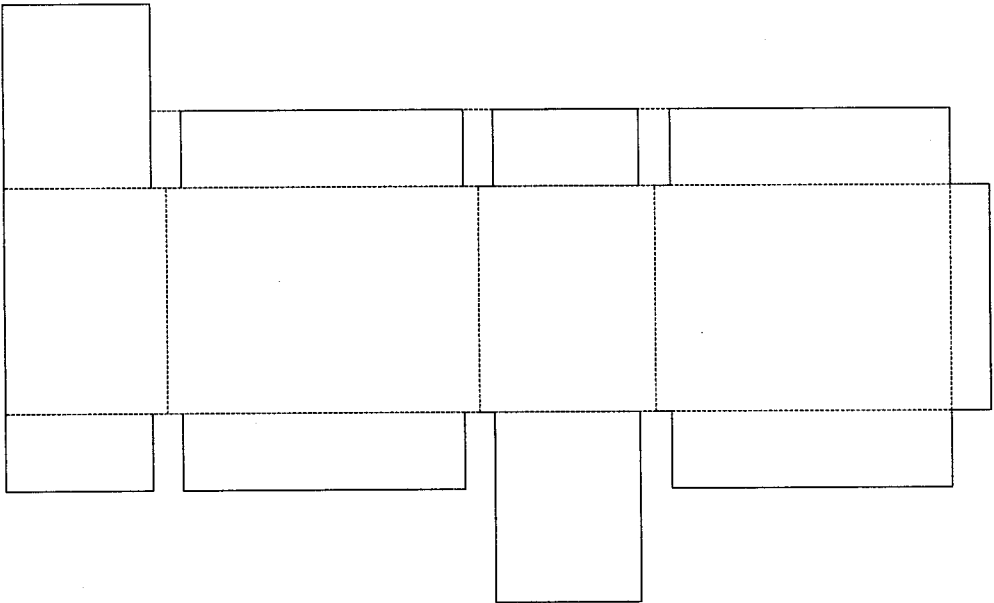


Fig. 3. Development surface of different cooling boxes

일본식 보냉상자 형태에 해당하고 있다. Box-II 제품은 A5 타입의 골판지 상자의 상하면에 치밀성을 부여하기 위하여 상자의 제함시 상·하면의 날개가 치밀하게 연결되어 외부로의 냉기 손실을 억제할 수 있는 기능을 부여한 방법이며, Box III은 A5 타입의 골판지 상자의 상·하면 중 한면이 서로 엇갈려서 한쪽면을 덮도록 설계하여 열손실 억제기능을 Box II보다 보다 더 부여할 수 있는 방법으로 판단하여 제작한 것이다.

나) 보냉상자의 제조형태에 따른 보냉효과 분석

이와 같이 제조된 상자들의 보냉 특성을 조사하기 위하여 대조구로 선정

한 EPS상자와 개발용기들에 동일한 축냉제를 동일 위치에 고정된 다음 20℃ 및 30℃에서 유통시간의 경과에 따른 각각의 온도유지능력 즉, 보냉성능을 조사하였으며, 그 결과는 Fig. 4~5와 같다. 축냉제는 여러 국내외 축냉제의 정온유지능력을 조사한 후 가장 우수한 결과를 보인 ○○제품의 축냉제를 보냉 실험용 축냉제로 선정하였으며 축냉제에 첨가하는 물의 양은 1ℓ로 동일하게 넣은 다음 -30℃에서 냉동시킨 것을 사용하였다. 보냉상자의 종류로는 두께 20mm의 EPS상자를 대조구로 한 다음 단열재로 S3000W를 사용한 Box I, Box II, Box III의 제품과 S3500W의 단열재를 사용한 Box I의 제품을 대상으로 하였다.

Fig. 4는 20℃에서 각 보냉상자별 정온유지시간과 정온유지온도를 24시간 동안 조사한 결과 보냉상자의 총 평균온도는 Box I (S3000W) 12.0℃, Box I (3500W) 12.0℃, Box II 11.2℃, Box III 11.0℃로 개발 보냉상자의 내부온도는 거의 유사하였으나 EPS상자의 경우에는 6.5℃로 개발상자보다 내부온도를 매우 낮게 유지할 수 있었다. 또한 이들 상자별 임계정온온도도 보냉상자에서는 각각 10.4, 10.2, 10.6, 10.3℃로 유사한 반면 EPS 상자에서는 6.4℃로 낮게 나타났다. 또한 보냉용기의 내부온도가 일정한 수준을 유지하는 각 용기별 정온 유지시간은 14시간, 12.3시간, 11.8시간, 12.8시간 및 19.3시간으로 나타났으며 정온 유지시간 동안 각 용기별 평균온도는 9.8℃, 8.8℃, 7.9℃, 9.3℃ 및 6.0℃로 조사되었다.

이상과 같은 결과로부터 20℃에서 보냉상자의 보냉성능은 대조구로 이용한 EPS상자가 19.3시간동안 상자 내부의 평균온도를 6.0℃로 유지할 수 있는 탁월한 보냉성능을 나타내었으며, 골판지 상자타입의 보냉상자에서는 S3000W 재질을 단열소재로 활용한 Box I 타입의 상자가 정온 유지시간은 14시간으로 가장 길게 유지하였으나 정온 유지시간 동안 상자의 내부평균온도는 9.8℃로

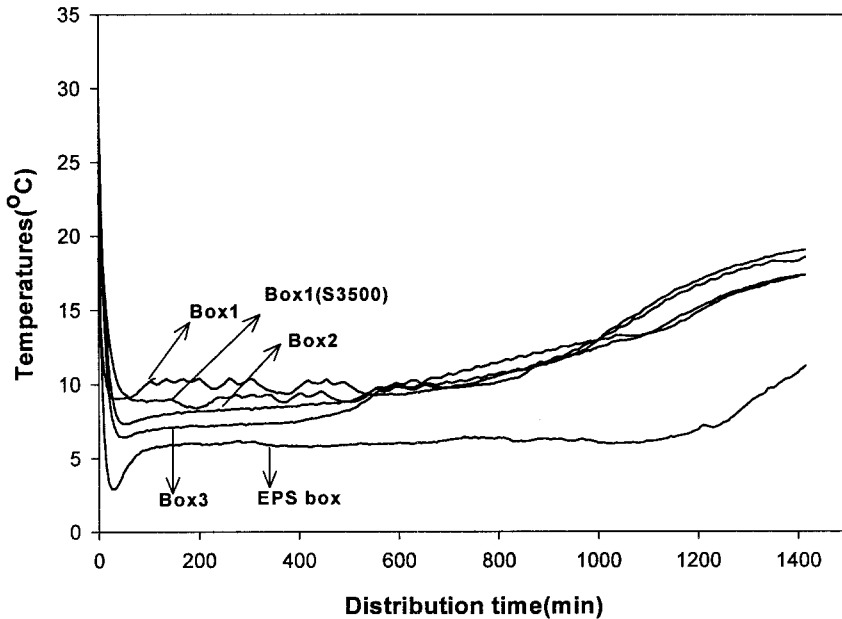


Fig. 4. Changes of internal temperature in different cooling boxes during storage at 20°C

타 상자보다 높게 유지되는 문제가 있었던 반면 용기의 치밀성을 보강한 Box II와 Box III의 상자에서는 정온유지시간은 12.3시간과 11.8시간으로 짧았으나 상자 내부의 평균온도는 8.8°C와 7.9°C로 낮게 유지하는 특성이 있었다. 그러나 본 실험에 사용한 모든 상자를 20°C에서 24시간 동안 방치할 경우에도 최종 온도가 18.6, 17.4, 17.4, 19.1, 11.2°C로서 20°C의 환경온도에는 도달하지 않았으며 상자 내부의 온도가 20°C 환경온도에 도달하는 속도는 EPS 상자가 가장 낮은 반면 Box II와 Box III는 유사한 변화경향을 보였으며 Box I 타입의

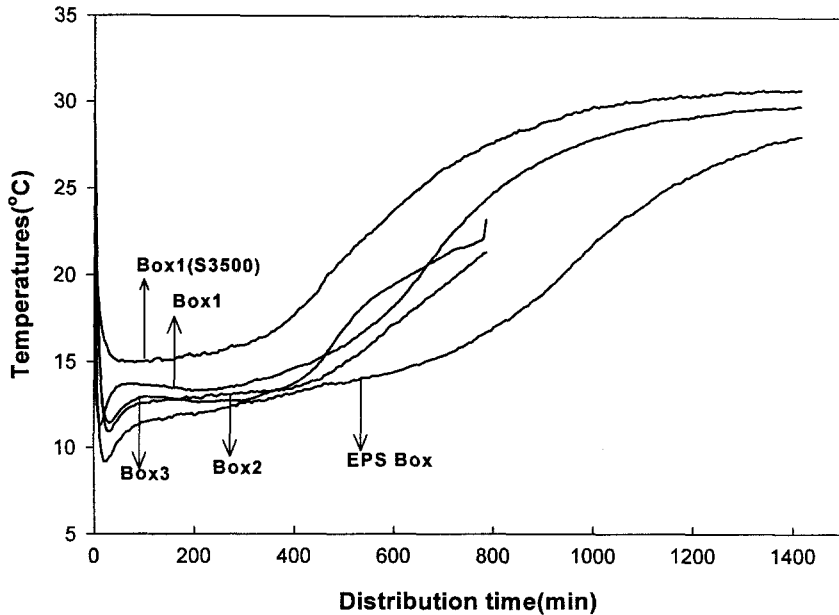


Fig. 5. Changes of internal temperature in different cooling boxes during storage at 30°C

보냉상자에서의 온도증가속도는 가장 높게 나타났다.

Fig. 5는 30°C에서 각 보냉상자별 정온유지시간과 정온유지온도를 24시간 동안 조사한 결과이다. 보냉상자별 정온유지시간은 Box I (S3000W) 290분, Box I (3500W) 250분, Box II 410분, Box III 295분, EPS 상자가 30분으로 조사되었으며, 정온유지시간 동안 상자의 평균 내부온도는 각각 13.6°C, 15.2°C, 12.9°C, 12.7°C와 9.4°C로 나타났다. 또한 상자의 종류별 임계정온온도는 13.6°C, 15.7°C, 13.6°C, 12.7°C와 9.4°C로 조사되었다.

20°C에서 보냉성능이 가장 우수한 것으로 조사된 EPS상자는 30°C에서도 정온유지온도와 임계정온온도가 가장 낮게 나타났으나, 초기 온도 22.3°C에서 저

장 25분 후 9.16℃까지 저하하였다가 30분의 9.4℃에서 계속적으로 내부 온도가 증가하여 저장 24시간 후 내부온도가 28℃를 유지하는 현상을 보여주고 있어 정온 유지기간이 실제로는 거의 유지되지 않았다. 따라서 EPS 상자는 30℃이상의 외부온도에서 보냉능력은 20℃에 비하여 크게 저하되는 현상을 보여주었다.

플판지 상자 타입의 보냉상자들 중에서는 Box II는 정온유지기간 동안 상자 내부의 평균온도는 Box III와 유사하였으나 정온 유지시간이 410분으로 Box III보다 약 40% 정도 증진되는 결과를 보여주었다.

이상과 같이 Fig. 4~5의 실험 결과를 종합하여 볼 때 20℃의 환경온도에서는 EPS 상자가 가장 우수한 단열특성을 나타내면서 BoxII 및 BoxIII는 유사한 수준인 반면 30℃의 온도에서는 BoxII의 보냉상자가 BoxIII보다 우수한 보냉성을 나타낸 반면 EPS상자의 단열성이 극히 저조한 결과를 나타내었다. 따라서 본 연구에서의 보냉상자는 BoxII 타입에 한하여 접근하고자 하였으며, 동 형태는 상자의 적재성도 BoxIII 보다 우수하기 때문에 물류유통시스템에도 더 적합한 형태라 할 수 있다. Box II형태의 보냉상자에 대한 전개도 및 상자에 대한 사진은 Fig. 6에 나타내었다.

4) 보냉상자의 제원 및 특성

Table 5는 개발보냉상자의 제원 및 보냉특성을 현재 송이버섯 보냉상자로 이용되고 있는 스티로폼 상자를 대비하여 조사한 결과이다. 상자의 내용적은 유사한 반면 단위상자당 중량은 개발상자가 440g으로 EPS상자보다 약 4배 정도 무거운 것이 단점으로 조사되었으나 상자의 두께가 EPS 상자보다 약 2배 이상 얇으면서 열 전도율 및 정온유지시간에서는 스티로폼 상자보다 약간 우

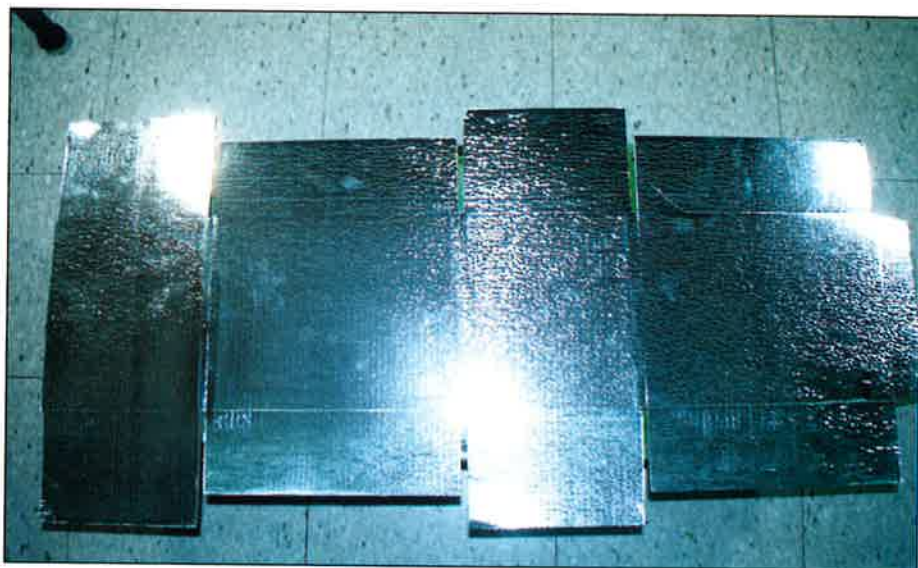


Fig. 6. Box II type of cooling box

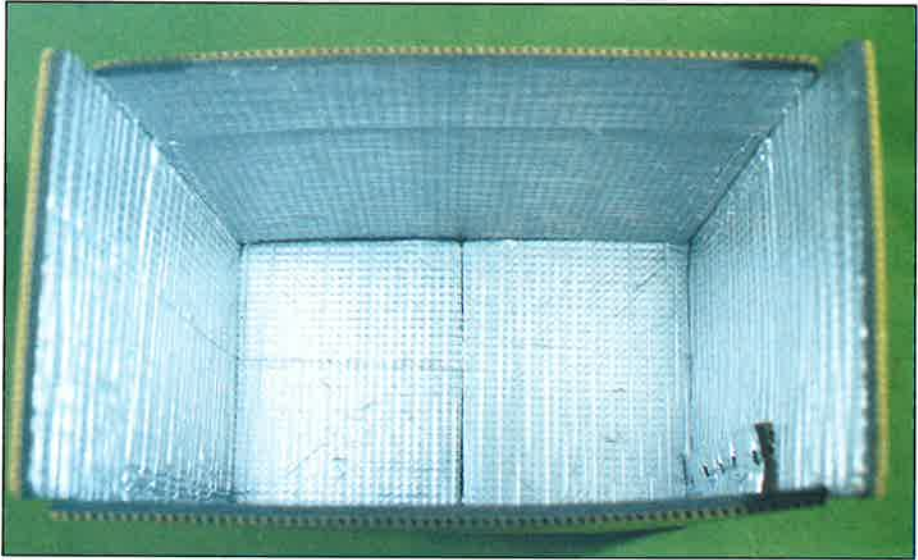


Fig. 7. Cooling box made of plastic corrugated board

Table 5. Specification of developed cooling boxes

		Developed cooling Boxes				EPS Box
		S3000W			S3500W	
		Box I	Box II	Box III	Box I	
Box type		A-5	-	-	A-5	-
Size (LxWxH)		25.9x18.3 x22.1	25.9x18.3 x22.1	25.9x18.3 x22.1	25.9x18.3 x22.1	25.5x17.3 x21.6
Thickness (mm)		7.55	7.55	7.55	6.71	22.73
Weight(kg)		0.42	0.44	0.46	0.41	0.12
Heat conductivity (kcal/m.h. °C)		0.0311	0.0311	0.0311		0.0374
constant temp-main -taining time (hr)	10°C	> 24hr	> 24hr	> 24hr	> 24hr	> 24hr
	20°C	14.0hr	12.3hr	11.8hr	12.8hr	19.3hr
	30°C	4.8hr	6.8hr	4.9hr	4.2hr	0.5hr

수한 결과를 나타내었다. 개발 보냉상자의 상기 결과 이외에도 Table 6의 개발상자의 물류비용 외적특성 조사표와 Table 7의 개발상자의 물류비용 분석 결과를 토대로 기존 보냉상자로서 많이 이용되고 있는 EPS 상자와의 경제성을 비교하여 보면, 본 개발제품의 박스당 제조원가는 900원으로 EPS상자보다 250원 정도 가격이 높은 것으로 조사되었다. 그러나 본 연구에서 개발한 보냉상자는 기존 스티로폼 상자와 달리 일반 골판지상자와 같이 자유자재로 접을 수 있기 때문에 박스 수송 및 보관 등에 소요되는 물류비용에서는 개발제품의 비용이 EPS상자의 것보다 훨씬 낮게 나타나, 제조원가의 상승에도 불구하고 경제성이 있는 것으로 나타났다. 즉, 현재 식품용으로 이용되는 스티로폼 상자

표 6. 개발상자의 물류비용 외적특성

보냉용기	장 점	단 점	비 고
스티로폼 상자	○ 제조단가 낮음	○ 환경오염문제 유발 ○ 규격조절이 어려움 ○ 외관 인쇄 불가능 ○ 물류비용 과다초과 ○ 하절기(30℃ 이상) 유통이 불가능	
보냉상자	○ 환경오염문제 절감 ○ 내용물의 크기에 따른 규격조절이 가능함 ○ 포장디자인 가능 ○ 물류비용 절감효과	○ 제조단가 다소 높음	폴판지 상자 형태

는 두께가 약 20mm정도인 것에 반하여 본 개발 제품의 경우는 두께가 약 7.6mm로 기존 스티로폼 상자보다 약 3배정도 얇기 때문에 적재물의 수송경비를 크게 절감할 수 있다. 실제 상자 개당 9ℓ의 체적을 갖는 동일 조건에서 두 상자의 수송경비를 조사한 결과 1톤 보냉트럭에 스티로폼 상자의 적재 시는 100 상자 정도인 반면 개발상자의 경우에는 약 140개정도 적재가 가능한 것으로 나타났다. 이 결과는 보냉상자를 이용할 경우 스티로폼 상자보다 상품의 수송경비를 약 40% 이상 증진시킬 수 있음을 알 수 있다. 또한 보냉상자의 경우는 일반 폴판지 상자와 같이 접어서 수송할 수 있기 때문에 1톤 트럭에 빈 상자 적재 시에도 약 2,200상자를 적재할 수 있는 데 반하여 스티로폼 상자는 약 800개정도 밖에 지나지 않아 빈 상자 수송 경비 또한 기존보다 약 275%정도 절감할 수 있었다. 스티로폼 상자에 의한 제품 포장 시 빈 상자 보관을 위한 광대한 면적의 작업장 및 상자 보관장소가 필요로 하는 데, 상자

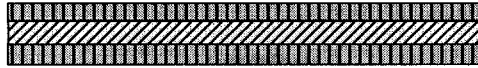
표 7. 개발상자의 물류비용 분석

내 용	개발용기(B)	EPS 상자(A)	A/B (%)	비 고
단가 (개)	900 (원)	650 (원)	- 138.5	생산 가격
제품 수송	138 Box	100 Box	+ 138.0	9ℓ/Bx 기준
빈 상자수송	2,200 Box	800 Box	+ 275.0	1M/T 기준
빈 상자보관	450 cm	2,400 cm	+ 18.8	30상자 기준

보관시 개당 9ℓ의 동일 내용적을 갖는 스티로폼 상자와 보냉상자를 빈 상자 상태에서 각각 30상자를 적재할 때 체적비를 살펴보면 스티로폼 상자는 동일 넓이에서 2,400mm의 높이까지 적재되었으나, 보냉상자의 경우에는 450mm의 적재 높이를 나타내었다. 따라서 보냉상자로 스티로폼 상자를 대체할 경우 빈 상자 보관에 요한 공간이 약 81.2%정도 절감하는 효과가 있었다. 그러나 이와 같은 경제성 분석은 단순한 제품의 제조 및 유통비용 외에도 기계장치비용, 폐기처리비용 등 종합적인 방면에서 경제학적으로 접근할 경우 이보다 더 큰 경제적 이익이 있을 것으로 사료된다. 뿐만 아니라 실제 보냉상자를 사용할 경우에는 이들 물류비용 외에도 스티로폼 상자의 환경오염문제를 어느 정도 해소할 수 있을 뿐만 아니라 디자인 처리에 의한 제품의 홍보효과와 깔끔한 외장처리에 의한 제품의 고급화 경향을 부여할 수 있어 효과가 있음은 틀림없다.

나. 보냉 컨테이너박스의 제조모델 정립

1) 보냉컨테이너박스의 재질구성방법



▤▤▤ 경질 플라스틱(PP) ▨▨▨ 단열 PE레진

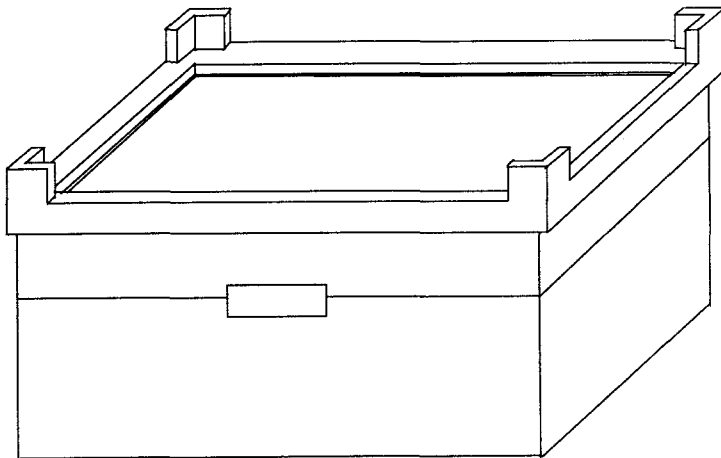
Fig. 8. Structure of developed cooling container box

보냉 콘테이너박스의 재질구성방법은 시중 아이스박스과 같은 방법으로 Fig. 8과 같이 제작하였다. 구성재료의 종류로는 Table 2에서 선정된 PP계 플라스틱 재질을 Table 1에서 선정된 S3000W의 단열소재를 양측면에서 고정하는 방법으로 접근하였다. 이를 제조하기 위한 방법으로는 일반 아이스박스과 같이 성형틀을 제작하여 moulding하거나 PP계의 플라스틱 골판지를 이용하여 기계적으로 제작할 수 도 있다.

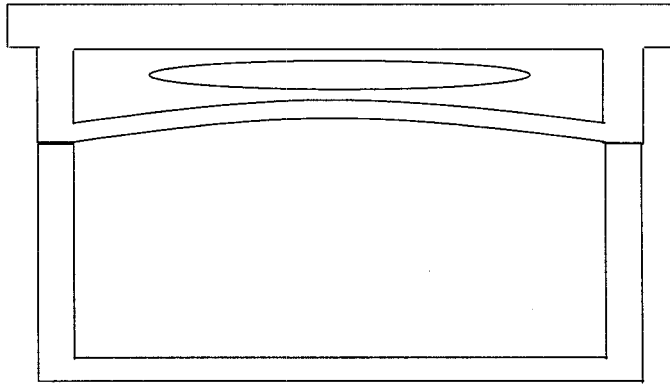
2) 보냉콘테이너박스의 제조모델 정립

현재 신선 농수축산물의 택배시스템(21세기 생협연대, 한 살림, 주민생협 등의 친환경 농업분야)에서 행해지고 있는 제품의 수송방법으로서는 산지에서 수집된 물품을 소비자 지역의 물류센터로 배송한 다음 물류센터에서는 비냉장 품목과 냉장품목을 구분하여 일반 플라스틱상자와 보냉용기에 담은 다음 보냉 차량으로 소비자의 단위지역(대리점)으로 수송하고 단위지역의 대리점에서는 이들 제품들을 소비자의 집으로 플라스틱 콘테이너박스로 수송하고 있다. 상기 유통방법 중에서 가장 문제가 되고 있는 부분이 물류센터에서 소비자까지의 택배단계로 판단되는 데, 이는 국내 택배시스템에서 취급하고 있는 물품의

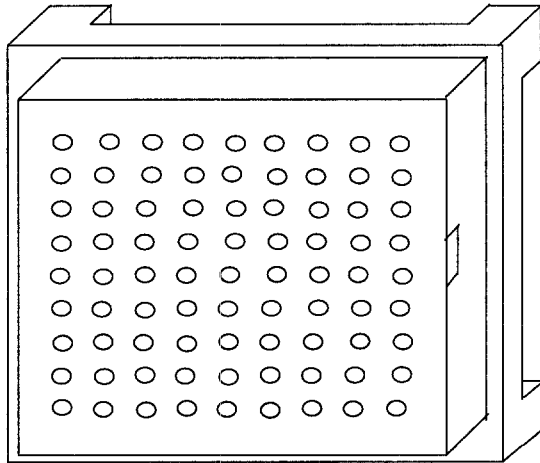
대부분이 외기 온도에 민감한 신선물임에도 불구하고 물류센터에서는 실제로 육류, 어류 등의 냉동식품에 한해서만 스티로폼 상자나 아이스박스를 이용하여 보냉유통하고 있을 뿐 대부분의 신선 농산물의 경우에는 비냉장 상태로 수송하고 있는 실정에 지나지 않으며, 더불어 소비자의 손에 들어갈 때에는 냉동식품의 경우에도 일반 플라스틱 컨테이너박스로 수송하고 있어 소비자의 불편뿐만 아니라 안전성에도 위험한 요소가 상존하고 있다. 또한 이들 조합회원들의 1회 물품 구매시기는 주간별 주문제로 구성되어 있기 때문에 1회 구매량은 많을 수밖에 없고 또한 품목별 개별 포장은 불가능한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존 택배시스템에 적용될 수 있는 보냉용기를 제작하기 위하여 아이스박스의 단열성과 플라스틱 컨테이너박스의 수송특성 및 적재성을 부여할 수 있는 새로운 형태의 수송용기를 개발하고자 하였으며, 그 결과는 Fig. 9와 같다.



<side view>



<cross section>



<Base of cover>

Fig. 9. Model map of cooling container box

이 용기의 장점은 뚜껑의 상부에 플라스틱 고정대를 설치하여 상자 적재시에도 미끌어지는 문제를 해결하였으며, 뚜껑의 내부에는 축냉제나 얼음 등을 삽입토록 함으로써 상자의 냉기순환을 용이하게 함과 아울러 뚜껑과 몸체의 접합부분에서의 외부 열 침투 현상을 최대한 억제토록 하는 특성이 있다.

3) 개발 제품 및 시중 아이스박스의 제원 및 열특성 비교

현재 국내외에서 제작·유통되고 있는 아이스박스는 PP, PE등의 합성수지에 단열재를 filling하는 방법을 채택하고 있으며, 충전제로서는 스티로폼 씨트와 발포도가 낮은 단열PE레진을 이용하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서 개발한 제품에는 기존의 충전제보다 단열성이 우수한 발포PE레진(발포도:30배, S3000)을 충전한 결과, Table 8에서와 같이 기존 아이스박스보다 열관유율과 열전도율이 낮은 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

Table 8. Comparison of heat characteristics of developed products with those of conventional products

Kinds	Weight (kg)	Thickness (cm)	Density (g/cm ³)	Heat transmittancy (kcal/m ² · h)	Heat conductivity (kcal/mh °C)
Developed box	1.91	2.760	0.518	1.325	0.005805
Komax		4.293	0.691	3.343	0.018771
Rubbermaid	2.37	2.780	0.373	6.480	0.02497
Igloo (Playmate-elit)	1.94	2.170	0.368	8.156	0.025651
DaeWoo green (Windax)	1.98	1.736	0.452	8.818	0.030883

Kinds	Weight (kg)	Thickness (cm)	Density (g/cm ³)	Heat transmittancy (kcal/m ² · h)	Heat conductivity (kcal/mh °C)
ShinHan Korea Co. (PM18L)	1.91	1.874	0.451	13.631	0.046566
Cosmos Vacuum bottle Co.	3.08	2.055	0.472	10.738	0.037219
Coleman	2.25	3.033	0.384	5.544	0.024675
Iwon livingfra	3.26	2.883	0.565	6.031	0.027414

4) 시중 유통중인 아이스박스의 보냉성능 비교

개발제품과 기존 아이스박스에 동일 종류의 축냉제를 넣고 10, 20, 30°C에 방치하면서 경과시간에 따른 용기 내부온도 분포를 조사한 결과를 Fig. 10~

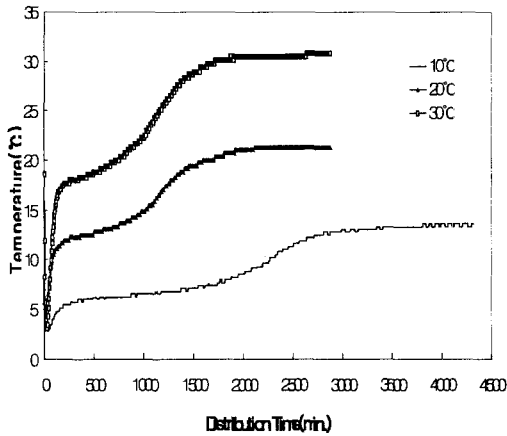


Fig. 10. Changes of temperatures inside Windax ice box during distribution at 10°C, 20°C and 30°C

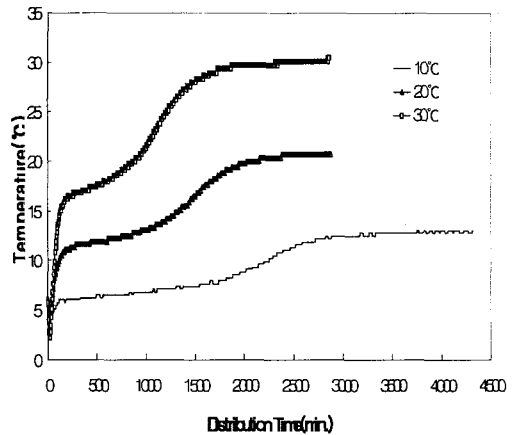


Fig. 11. Changes of temperatures inside Cosmos ice box during distribution at 10°C, 20°C and 30°C

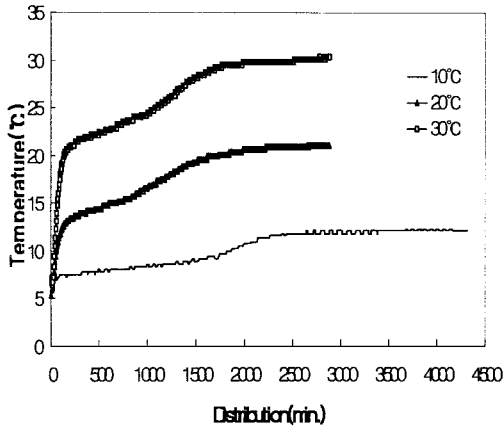


Fig. 12. Changes of temperatures inside 이원 리빙 ice box during distribution at 10°C, 20°C and 30°C

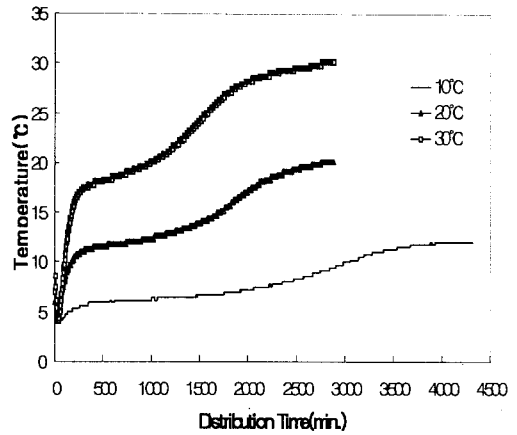


Fig. 13. Changes of temperatures inside Komax ice box during distribution at 10°C, 20°C and 30°C

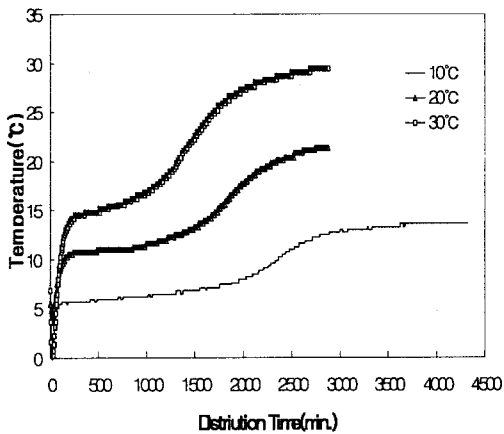


Fig. 14. Changes of temperatures inside Coleman ice box during distribution at 10°C, 20°C and 30°C

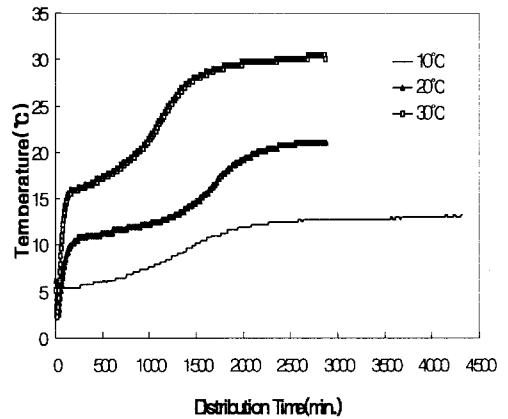


Fig. 15. Changes of temperatures inside Rubbermaid ice box during distribution at 10°C, 20°C and 30°C

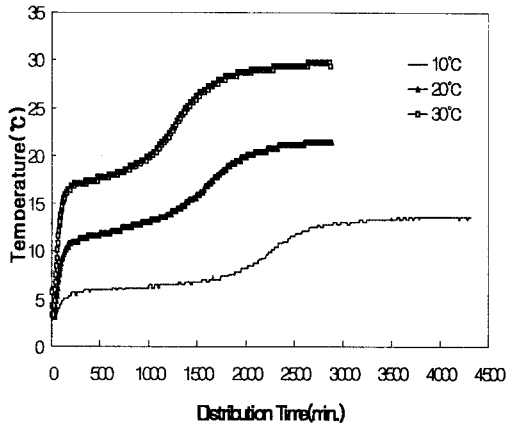


Fig. 16. Changes of temperatures inside Zoji-rushi ice box during distribution at 10°C, 20°C and 30°C

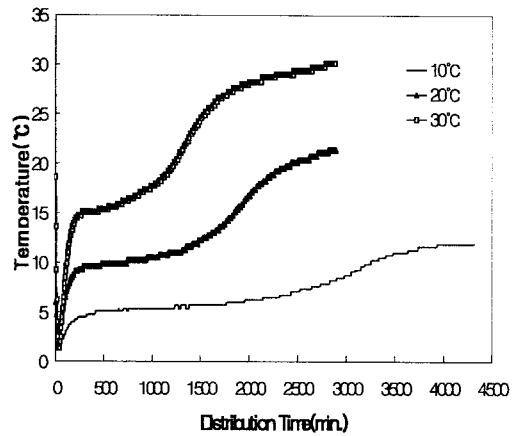


Fig. 17. Changes of temperatures inside Zoji-rushi ice box during distribution at 10°C, 20°C and 30°C

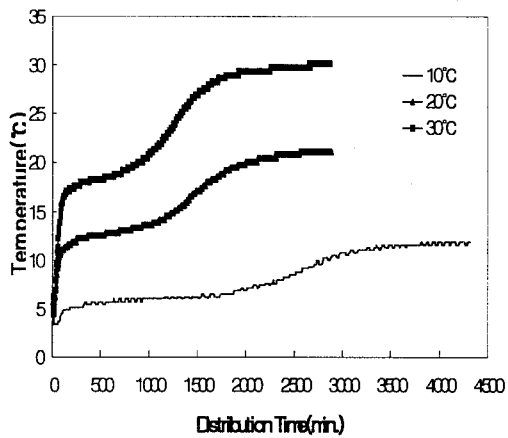


Fig. 18. Changes of temperatures inside Igloo (Playmate) ice box during distribution at 10°C, 20°C and 30°C

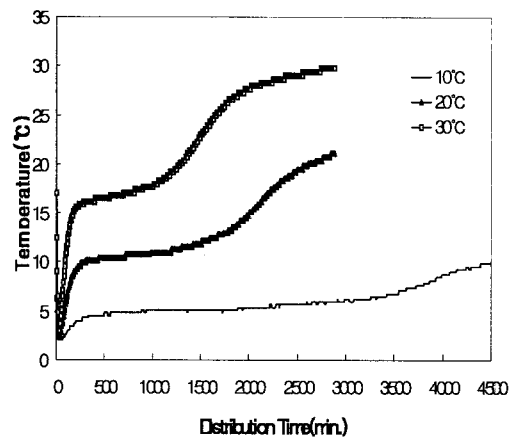


Fig. 19. Changes of temperatures inside Igloo (Cool 16) ice box during distribution at 10°C, 20°C and 30°C

Table 9. Comparison of insulating characteristics between developed container boxes and conventional ice boxes

상품명	두께 (mm)	저장 온도 (°C)	정온 유지 시간 (min.)	정 온 (°C)	외기온도 도달시간 (min.)
개발 제품	18.74	10	2045	5.60	3260
		20	1275	10.39	2430
		30	750	15.94	2785
이원리빙프라	28.83	10	1675	8.38	1820
		20	790	14.66	1730
		30	950	22.94	2515
Coleman	30.33	10	1800	6.46	2360
		20	1315	11.54	2345
		30	1050	15.99	2875
Cosmos vacuum bottle co.,	20.55	10	1660	6.85	2255
		20	1030	12.35	2025
		30	760	18.20	2315
Igloo		10	2965	5.38	4500
		20	1525	11.16	2610
		30	970	17.24	2880
Komax	42.93	10	2120	6.71	2985
		20	1260	12.27	2755
		30	970	19.15	2760
Igloo (Playmate-elit)	21.7	10	2010	6.15	2805
		20	1050	12.88	1995
		30	830	18.71	2655
Rubbermaid	27.8	10	780	5.85	1495
		20	1125	11.82	2150
		30	815	17.92	2355
(주)대우그린 (Windax)	17.36	10	1495	6.60	2275
		20	750	12.93	1595
		30	830	19.61	1720
ShinHan Korea Co., (PM18L)	33.71	10	1625	6.45	2270
		20	1065	12.39	2005
		30	825	18.08	2865

19와 같이 나타내었으며, Table 9에 요약 정리하였다. 개발제품의 경우에는 타 아이스박스보다 두께가 가장 얇은 관계로 정온유지시간은 비교적 짧은 반면

용기내부의 보냉온도는 10℃에서 5.6℃, 20℃에서 10.4℃, 30℃에서 15.9℃로 가장 낮게 유지되고 있으며 외기온도 도달시간 또한 각각 54.3, 40.5, 46.4시간으로 기존 아이스박스 중에서도 비교적 장시간 보냉특성을 유지할 수 있음을 알 수 있다. 또한 본 개발제품의 두께를 기존 제품과 유사하게 조절할 경우에는 정온유지시간을 현 수준보다 장시간 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 보냉용기의 관련기술 개발

가. 축냉제 배치방법

Fig. 20~22는 Box II 형태의 보냉상자에 축냉제 500g을 상부, 중부 및 하부에 각각 넣은 다음 상자내부의 상층부, 중앙부 및 하층부에서의 온도변화를 측정하여 축냉제 배치방법에 따른 보냉유지효과를 조사함과 아울러 축냉제 배치방법에 따른 외기 열의 침투정도를 조사하고자 하였다.

축냉제를 보냉상자의 상층부에 배치하였을 때 상자 내부 온도변화를 나타낸 Fig. 20에서는 상층부의 주변 온도가 가장 낮게 나타났으며 축냉제와 거리가 상대적으로 떨어진 하층부와 중앙부의 주변온도가 높은 범위를 유지하고 있었다. 임계 정온시간은 상층부 560분, 중앙부 525분, 하층부 520분으로, 이때의 임계온도는 각각 6℃, 9.9℃, 11℃순서로 높아지고 있었고, 정온 유지시간 동안 상자 내부의 위치별 평균온도는 상층부 5.03℃, 중앙부 9.23℃ 및 하층부 10.49℃이었으며, 정온 유지시간인 560분 동안 평균온도는 9.07℃로서 안정된 수준을 유지할 수 있었다.

또한 24시간 동안 상자 내부의 총 평균온도는 13.07℃로 약간 높은 수준이

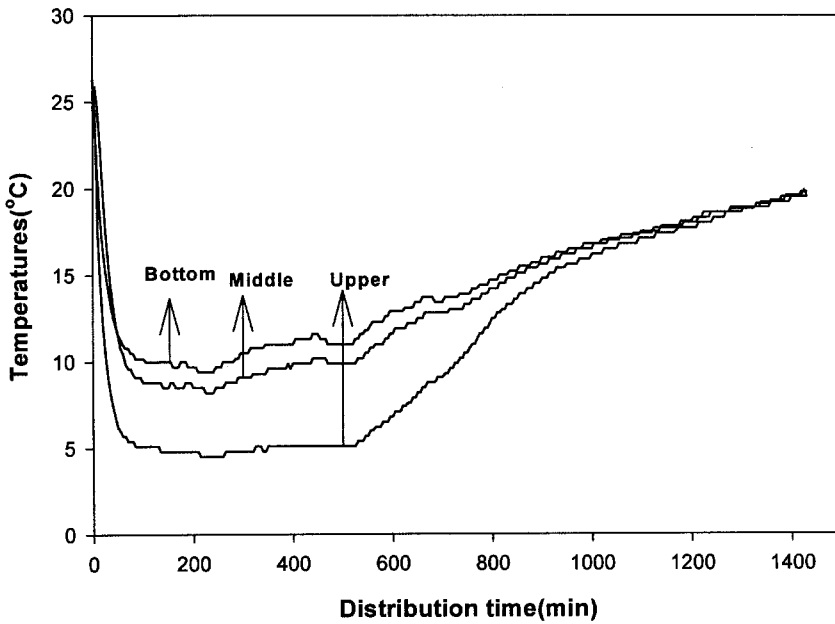


Fig. 20. Changes of inner temperatures in cooling boxes according to disposition of ice pack in the upper part of boxes at 20°C

있으나 외부온도인 20°C와는 상당한 차이가 있으며, 24시간 동안 상자 내부의 위치별 평균온도는 상층부 11.15°C, 중앙부 13.7°C, 하층부 14.3°C 순이었다.

Fig. 21은 축냉제를 보냉상자 중앙부 배치시 상자 내부의 위치에 따른 온도 변화를 조사한 결과이다. 상자 내부의 온도는 중앙부와 냉기의 흐름이 아래로 흘러 비교적 축냉제의 영향을 많이 받은 하층부의 내부온도가 낮게 유지되는 반면 상대적으로 상층부의 내부온도는 비교적 높게 유지되고 있었다. 임계정온시간은 상층부 960분, 중앙부 825분, 하층부 895분으로, 이때의 임계온도는 각각 14.2°C, 7.4°C, 10.0°C 순으로 높아지고 있었고, 정온 유지시간 동안 상자

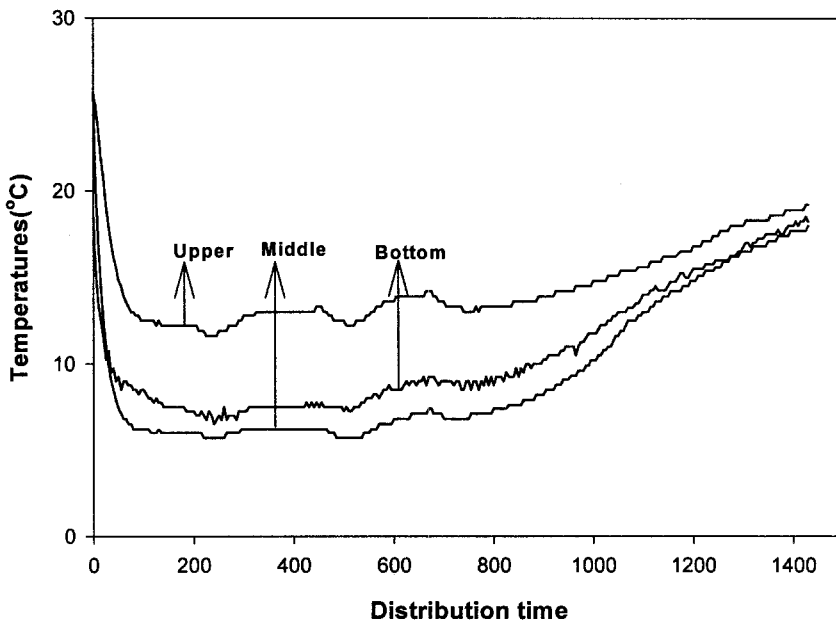


Fig. 21. Changes of inner temperatures in cooling boxes according to disposition of ice pack in the middle part of boxes at 20°C

내부의 위치별 평균온도는 상층부 13.0°C, 중앙부 9.37°C 및 하층부 8.17°C이었으며, 정온 유지시간인 960분 동안 평균온도는 9.66°C로서 안정된 수준을 유지할 수 있었다.

또한 24시간 동안 상자 내부의 총 평균온도는 11.58°C로 약간 높은 수준이었으나 외부온도인 20°C와는 상당한 차이가 있으며, 24시간 동안 상자 내부 위치별 평균온도는 상층부 14.56°C, 중앙부 9.47°C, 하층부 10.70°C순이었다.

Fig. 22는 축냉제를 보냉상자의 하층부 배치시 상자 내부의 위치에 따른 온

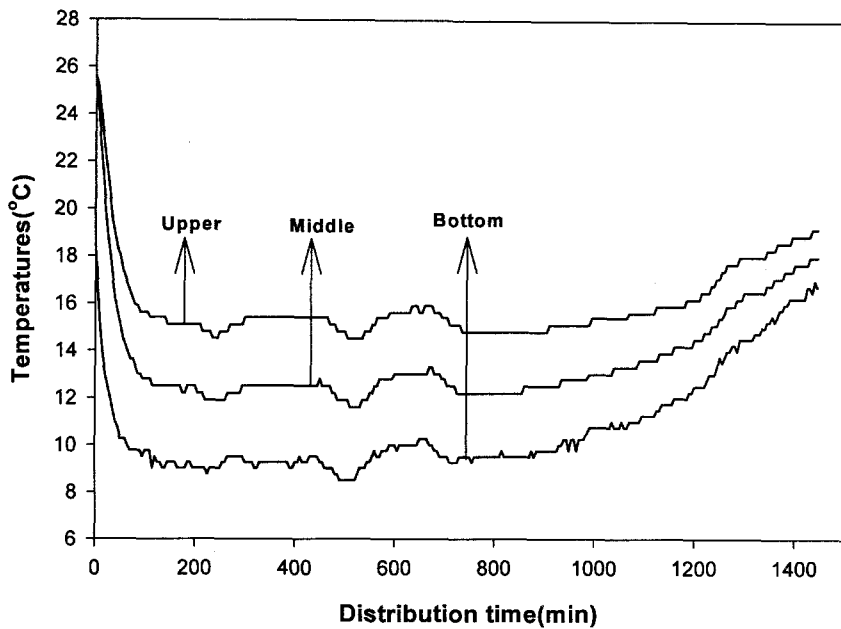


Fig. 22. Changes of inner temperatures in cooling boxes according to disposition of ice pack in the bottom part of boxes at 20°C

도변화를 조사한 결과이다. 보냉상자에서 축냉제를 하단부에 배치할 경우에는 상자의 내부 온도가 하층부, 중앙부, 상층부 순으로 축냉제와의 거리에 따라 내부온도가 낮게 나타나고 있었으나, 상자 내부의 온도편차가 많이 발생함을 나타내고 있다.

상자의 내부위치에 따른 임계 정온시간은 상층부 1180분, 중앙부 1085분, 하층부 980분으로, 이때의 임계온도는 각각 15.9°C, 13.3°C, 10.3°C 순으로 낮아지고 있었고, 정온 유지시간 동안 상자 내부의 위치별 평균온도는 상층부 15.20°C, 중앙부 12.5°C 및 하층부 9.45°C 이었으며, 정온 유지시간인 1180분 동안

평균온도는 12.56℃로서 비교적 높은 온도범위를 나타내었다.

또한 24시간 동안 상자 내부의 총 평균온도는 12.78℃로 약간 높은 수준이었으나 외부온도인 20℃와는 상당한 차이가 있으며, 24시간 동안 상자 내부 위치별 평균온도는 상층부 15.55℃, 중앙부 12.95℃, 하층부 9.84℃순서였다.

나. 봉합방법

보냉상자의 보냉성능은 단열소재와 설계적인 측면이외에도 상자의 제함 및 봉합작업과도 밀접한 관계가 있다. 특히 상자의 제함 및 봉합작업시 날개 접힘부의 공간을 밀접하게 할수록 외부열의 침입현상을 억제할 수 있으면서도 t 상자의 보냉성능을 우수하게 유지할 수 있게 된다.

따라서 본 연구에서는 보냉상자의 단열성에 미치는 봉합방법의 영향과 적정 봉합방법을 구명하고자, Box II 형태의 보냉상자에 축냉제(500g)를 넣고 봉합방법별로 상자를 봉합한 다음 20℃의 항온고에서 24시간 동안 방치하면서 상자 내부온도를 조사하였으며, 그 결과는 Fig. 23과 같다.

봉합방법에 따른 보냉상자의 내부온도는 stapler를 이용하여 봉합하였을 때에는 상자의 내·외부공간이 비교적 형성되는 관계로 가장 높은 온도범위를 나타내었으며, 테이프에 의해서 비교적 외기와 접촉을 차단할 수 있는 hot melting방법이 봉합방법 중에서 가장 낮은 온도범위를 나타내었고 gluing방법은 그 중간 수준에 있었다.

봉합방법에 관계없이 24시간 동안 상자 내부의 총 평균온도는 11.26℃로 약간 높은 수준이었으나 정온 유지시간인 1,000분 동안 평균온도는 9.99℃로서 비교적 안정된 온도범위를 나타내었으며, 외부온도인 20℃와는 상당한 차이가 있었다.

24시간 동안 봉합방법별 상자내부의 평균온도는 stapling방법 13.37℃, hot

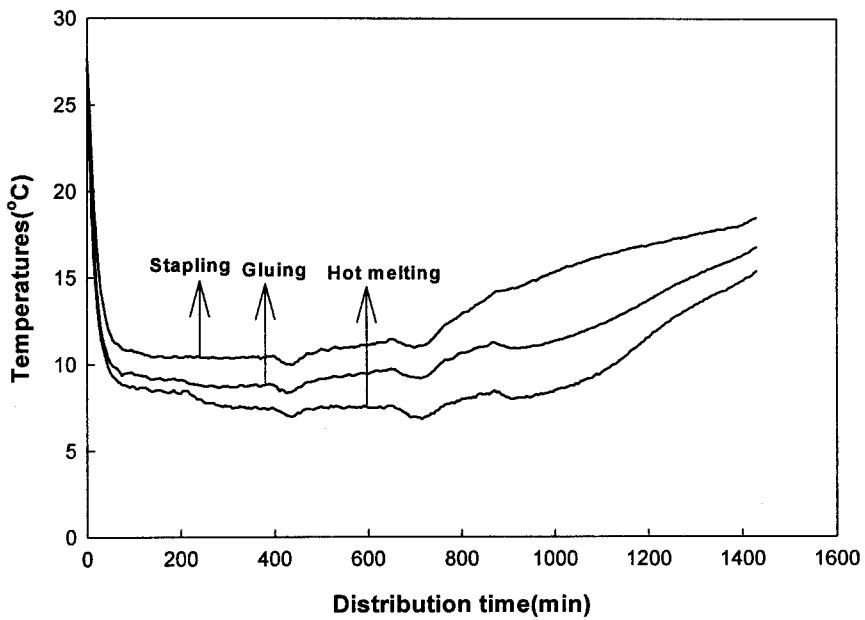


Fig. 23. Changes of inner temperatures in cooling boxes according to sealing methods

melting 방법 9.29°C, gluing방법 11.11°C 순서였으며, 봉합방법에 따른 상자 내부의 임계 정온시간은 stapling방법이 735분, hot melting 방법이 1,000분, gluing방법이 740분으로 나타났다. 이때의 임계 정온온도는 각각 11.39°C, 8.5°C, 9.62°C의 수준으로, 정온 유지시간 동안 봉합방법별 평균온도는 stapling 방법 10.69°C, hot melting방법 7.72°C, gluing방법 9.10°C으로 봉합방법에 따른 차이가 분명하였다.

따라서 보냉상자의 단열성을 극대화하기 위한 봉합방법으로서는 hot

Table 10. Heat characteristics of different insulating tapes

Tape	Thickness (mm)	T1	T2	Heat transmissivity (kcal/m ² h)	Heat conductivity (kcal/mh °C)
Tape-Y	0.5	34.4	33.5	60.1	0.253756
Tape-D	0.5	33.4	32.2	56.6	0.179233

melting방법이 상자 내부의 보냉효과를 가장 잘 유지하는 것으로 판단되었으며, 이 후 실험에 이용한 보냉상자의 봉합방법은 모두 hot melting방법을 이용하였다.

Table 10은 보냉상자의 봉합작업시 이용되는 테이프의 종류에 따라서도 보냉상자의 단열성이 영향을 받을 수 있음을 나타낸 결과이다. Table 10에 이용된 테이프는 모두 절연 테이프이나 그 정도에 따라서도 열관을 및 열전도율에서 큰 차이를 나타내고 있다.

다. 축냉제의 사용량

보냉용기의 보냉성능은 용기의 단열성능과 냉각제의 성능과 용량에 따라 결정된다. 냉각제의 종류에는 열 이용방법에 따라 다양하게 구분되고 있으며, 이 중에서 대부분이 물로 구성되어지나 염농도로 용해온도를 조절하여 사용하는 축냉제가 있다. 특히 농수축산물과 같이 물과 접촉할 경우 품질저하속도가 빨라지는 특성상 식품의 보냉유통에는 축냉제의 사용이 권장되고 있다.

Fig. 24~26은 종이 골판지를 이용한 보냉상자에 축냉제의 함유량을 달리하여 10, 20, 30°C에 방치하였을 때의 상자 내부의 온도변화를 조사한 결과로서, 보냉상자의 적정 축냉제 량을 고려하기 위하여 실시하였다.

Fig. 24는 보냉상자에 0.5, 1.0 및 1.5kg의 축냉제를 각각 넣은 다음 10°C의

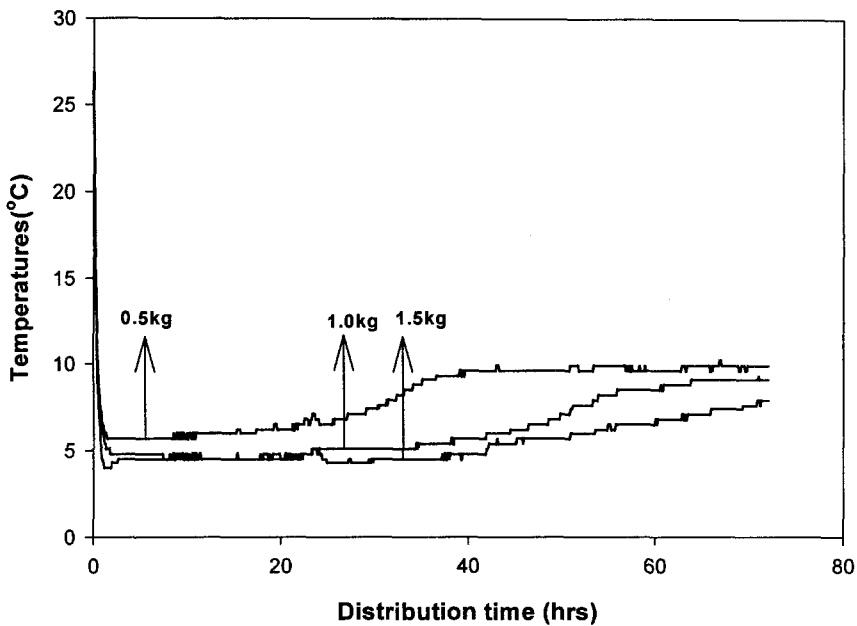


Fig. 24. Changes of inner temperatures in cooling boxes during storage at 10°C according to weight of ice pack

항온고에 방치하면서 72시간 동안 상자 내부의 온도변화를 조사한 결과이다. 초기온도 26.6~26.9°C에서 72시간 후 축냉제 량에 따른 상자 내부의 최종 온도는 0.5kg사용 시 9.9°C, 1.0kg에서는 9.1°C, 1.5kg은 7.9°C로 축냉제의 사용량이 많을수록 상자 내부의 승온시간은 지연되는 효과를 나타내었다. 또한 상자 내부의 초기 냉각온도도 0.5kg사용시 1.4시간 후 5.7°C, 1.0kg에서는 1.8시간 후 4.8°C, 1.5kg은 1.25시간 후 4.0°C로 축냉제의 사용량과 상자의 냉각효과는 높게 나타났다. 축냉제 사용량별 정온 유지시간은 0.5kg사용 시에는 29시간, 1.0

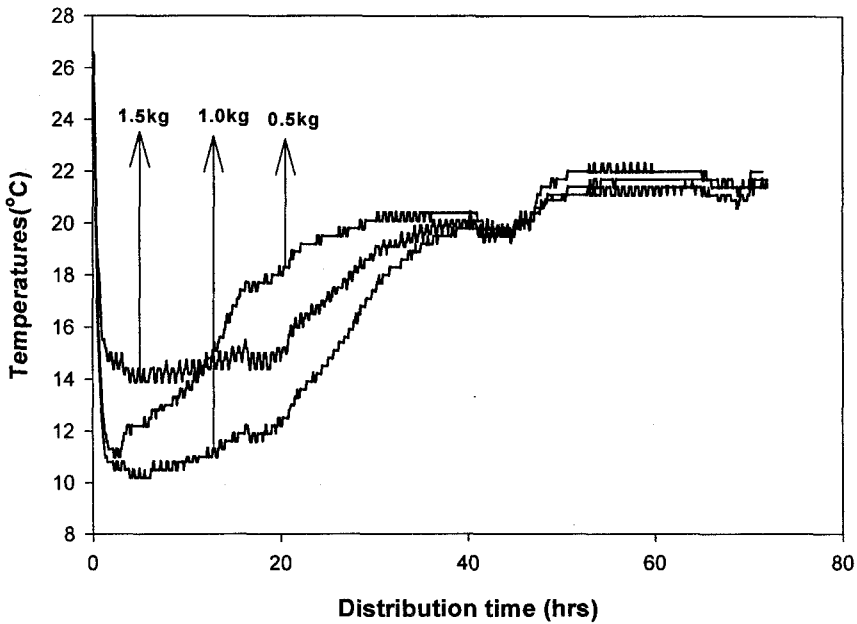


Fig. 25. Changes of inner temperatures in cooling boxes during storage at 20°C according to weight of ice pack

kg에서는 38.4시간, 1.5kg은 45.8시간으로 축냉제의 사용량에 따라 길어지는 효과가 있었으나, 이때의 임계정온온도는 각각 7.1°C, 5.4°C, 5.4°C로 1.0kg와 1.5kg의 축냉제 사용량에 따른 임계온도의 차이는 없었다. 정온 유지시간동안의 축냉제 사용량별 평균온도는 0.5kg 6.1°C, 1.0kg 4.9°C, 1.5kg은 4.6°C로 조사되었다.

Fig. 25는 보냉상자에 0.5, 1.0 및 1.5kg의 축냉제를 각각 넣은 다음 20°C의 항온고에 방치하면서 72시간 동안 상자 내부의 온도변화를 조사한 결과이다. 초기온도 26.1~26.6°C의 범위에서 72시간 후 축냉제 량에 따른 상자 내부의

최종 온도는 0.5kg사용 시 22.0℃, 1.0kg에서는 21.7℃, 1.5kg은 21.4℃로 축냉제의 사용량이 많을수록 상자 내부의 온도는 낮게 나타났으나 Fig. 25의 10℃에서의 결과와는 달리 환경온도인 20℃를 초과하고 있었다. 축냉제 사용량별 20℃초과시간은 0.5kg 45.17시간, 1.0kg 45.75시간, 1.5kg 45.08시간으로 별 차이가 없었다. 또한 상자 내부의 초기 냉각온도는 0.5kg과 1.0kg의 축냉제 사용시 공히 2.25시간 후 11.0℃, 10.5℃로 유사하게 나타난 반면, 1.5kg의 축냉제에서는 3.92시간 후 13.9℃로 상자 내부의 냉각시간이나 온도가 크게 나타났다. 축냉제 사용량별 정온 유지시간은 0.5kg사용 시에는 3.08시간으로 매우 짧은 반면, 1.0kg에서의 20.83시간과 1.5kg의 20.75시간은 유사하였으며, 임계정온온도

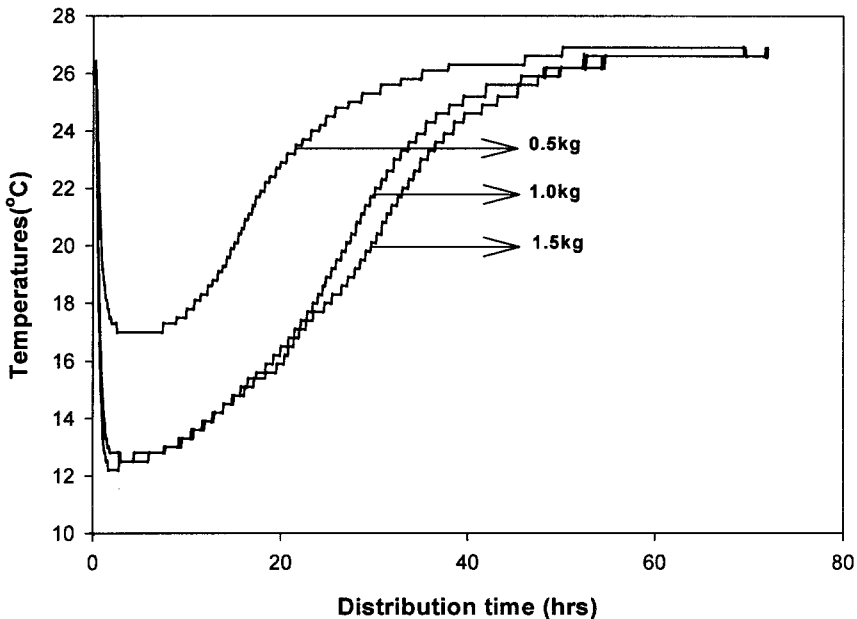


Fig. 26. Changes of inner temperatures in cooling boxes during storage at 30°C according to weight of ice pack

는 각각 11.3℃, 12.5℃, 15.2℃로 0.5kg과 1.0kg에서는 유사한 반면 1.5kg에서는 임계온도가 높은 수준에 있었다. 정온 유지시간동안의 축냉제 사용량별 평균 온도는 0.5kg 11.2℃, 1.0kg 11.2℃, 1.5kg은 14.6℃로 조사되었다.

Fig. 26은 30℃에서의 0.5, 1.0 및 1.5kg의 축냉제를 각각 넣은 보냉상자의 72시간 동안 상자 내부의 온도변화를 조사한 결과이다. 초기온도 26.1~26.2에서 72시간 후 축냉제 량에 따른 상자 내부의 최종 온도는 0.5kg사용 시 26.9℃, 1.0kg에서는 26.6℃, 1.5kg은 26.6℃로 축냉제의 사용량에 관계없이 거의 유사한 온도를 나타내었다. 그러나 상자 내부의 초기 냉각온도도 0.5kg사용시 2.58시간 후 17.0℃로 비교적 높았던 반면 1.0kg에서는 2.83시간 후 12.5℃, 1.5kg은 1.67시간 후 12.2℃로 유사한 상자의 냉각효과를 나타내었다. 축냉제 사용량별 정온 유지시간은 0.5kg사용 시에는 9.92시간 정도 유지하였으나 1.0kg과 1.5kg의 축냉제 사용시에는 초기부터 승온되는 현상을 나타내고 있었다. 그러나 24시간 후의 상자 내부온도는 0.5kg 24℃, 1.0kg 18.3℃, 1.5kg 17.7℃로 조사되었으며 24시간 동안 평균온도는 각각 19.76℃, 14.77℃, 14.57℃로 조사되어 결국에는 0.5kg의 축냉제 사용량보다 1.0kg과 1.5kg의 축냉제로 사용량이 증가할수록 상자의 보냉성능을 우수하게 유지할 수 있으나, 1.0kg이상의 축냉제 범위에서는 보냉성능에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 Fig. 27~29의 플라스틱 보냉상자의 경우와 Fig. 30~32의 보냉컨테이너박스의 경우에서도 유사한 결과가 나타났다. 즉, 내용적이 8210ml의 용기에 대한 보냉효과를 부여하기 위해서는 0.5kg의 축냉제로는 20℃ 이하의 온도에서 단시간 적용하기에는 큰 어려움이 없으나 20℃이상의 온도에서 장시간 적용하기에는 충분한 보냉효과를 얻을 수 없을 것으로 판단되었다. 그러나 1.0kg과 1.5kg의 축냉제의 경우에는 30℃에서도 냉기를 유지할 만큼 충분한 보냉효과를 발휘하였으며, 그 효과는 실험에 이용한 온도범위에서 큰 차이가 없었다. 따라서 보냉상자의 용량이 8ℓ 일 경우 적정 축냉제 량은 1.0kg정도

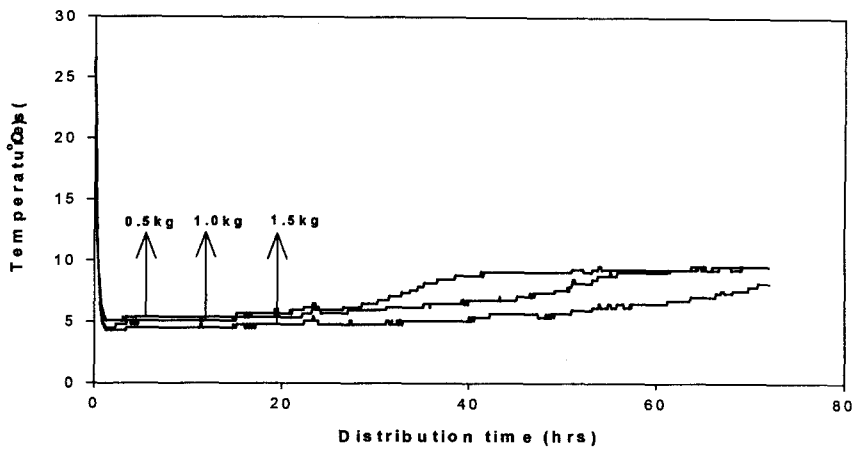


Fig. 27. Changes of inner temperatures in plastic cooling boxes during distribution at 10°C according to weight of ice pack

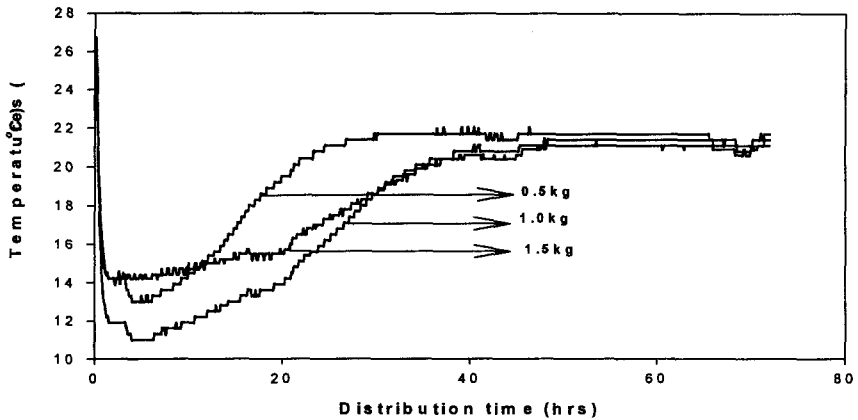


Fig. 28. Changes of inner temperatures in plastic cooling boxes during distribution at 20°C according to weight of ice pack

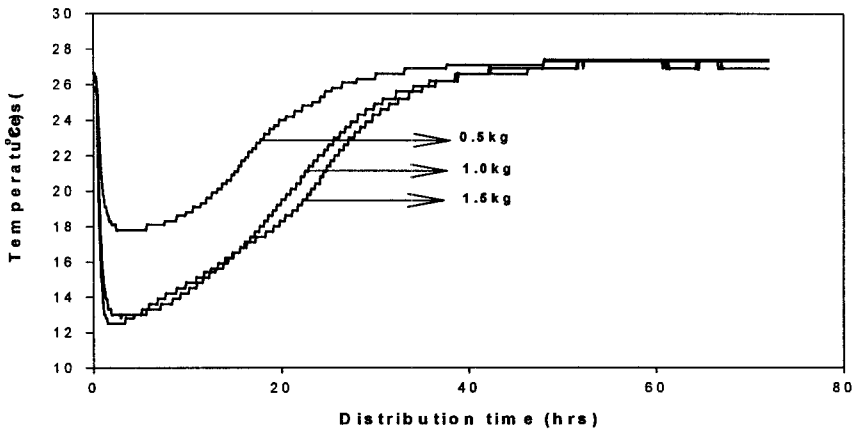


Fig. 29. Changes of inner temperatures in plastic cooling boxes during distribution at 30°C according to weight of ice pack

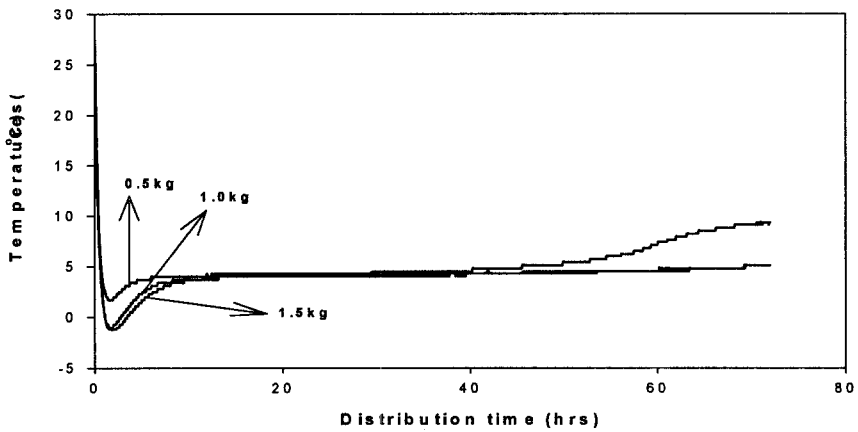


Fig. 30. Changes of inner temperatures in cooling container boxes during distribution at 10°C according to weight of ice pack

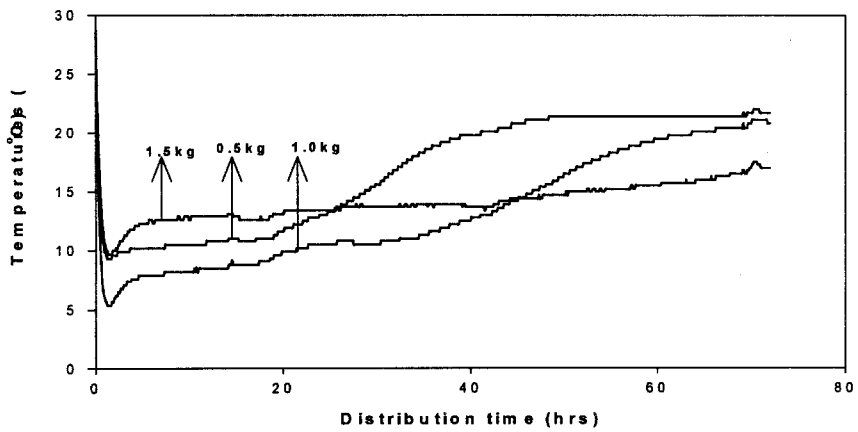


Fig. 31. Changes of inner temperatures in cooling container boxes during distribution at 20°C according to weight of ice pack

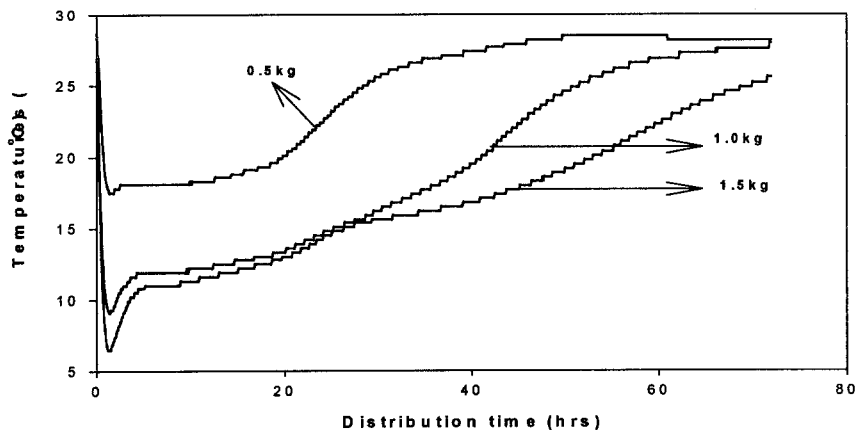


Fig. 32. Changes of inner temperatures in cooling container boxes during distribution at 30°C according to weight of ice pack

적절한 것으로 판단되었다.

4. 보냉용기의 운용실험

신선 농산물의 보냉유통기술을 확립하기 위한 연구의 전단계로서, 본 고에서는 농산물 중 호흡작용이 높고 유통 중 위조현상이 급격히 일어나는 품목에 대한 보냉유통조건을 확립함으로써 상기 기술을 기타 다른 농산물에 적용시에도 큰 어려움이 없도록 하고자 하였다. 실험방법으로서는 실제 보냉용기를 활용가능한 예상유통온도를 20℃와 30℃로 가정하였을 때 상자의 부피, 버섯 적재량, 축냉제의 성능 및 중량 등이 실제 버섯의 품질에 미치는 영향을 구명함으로써 표고버섯의 적정 보냉 유통방법을 모색하고자 하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

가. 표고버섯의 호흡특성

일반적으로 농산물은 수확한 후에도 생명현상을 영위하기 위하여 호흡작용을 지속하고 있다. 호흡작용은 산소를 흡수하고 CO₂를 배출하는 하나의 생리작용으로서, 주로 자체내의 호흡기질로서 탄수화물 등의 영양성분을 분해하여 호흡에너지를 획득하게 되는 데, 이 호흡활성이 높으면 높을수록 그만큼의 선도를 저하시키고 저장수명을 단축시키게 된다. 이 호흡작용은 주변온도가 높을수록 촉진되는 하나의 발열반응으로서, 호흡작용에 의하여 생성된 호흡열이 품온을 상승하게 하고 품온 상승은 다시 호흡작용을 더욱 촉진하게 하는 악순환 관계를 가지므로, 생리작용이 왕성한 농산물의 선도유지를 위해서는 온도관리가 매우 중요하다. 특히 생리작용을 나타내는 지표로서 이용되고 있는 호흡량 온도계수 Q₁₀값(온도상승 10℃에 대한 호흡량의 증가율)은 과일의 경우 일반적으로 2.5정도로써 저장온도를 10℃ 저하시킴에 따라 호흡율을 1/2.5배

정도 감소시킬 수 있다.

따라서 호흡작용이 높은 청과물의 저장·유통 중 신선도를 유지하기 위해서는 호흡작용을 억제할 필요가 있으며 이를 위한 방법들로서는 저온저장, 가스 환경조절저장, 예건 및 예냉처리기술, 가식성 필름에 의한 코팅기술 등이 다양하게 개발·적용되고 있으나, 가장 기본적인 바탕은 환경온도를 가급적이면 저온으로 유지하는 것이다.

본 실험에서는 보냉용기에 의한 신선 농산물의 직거래 실시시 신선도를 유지하기 위한 적용실험의 하나로, 일반 농산물 중에서 호흡속도가 높은 표고버섯을 대상으로 하여 예비실험을 실시코자 하였으며, 외부환경온도, 표고버섯의

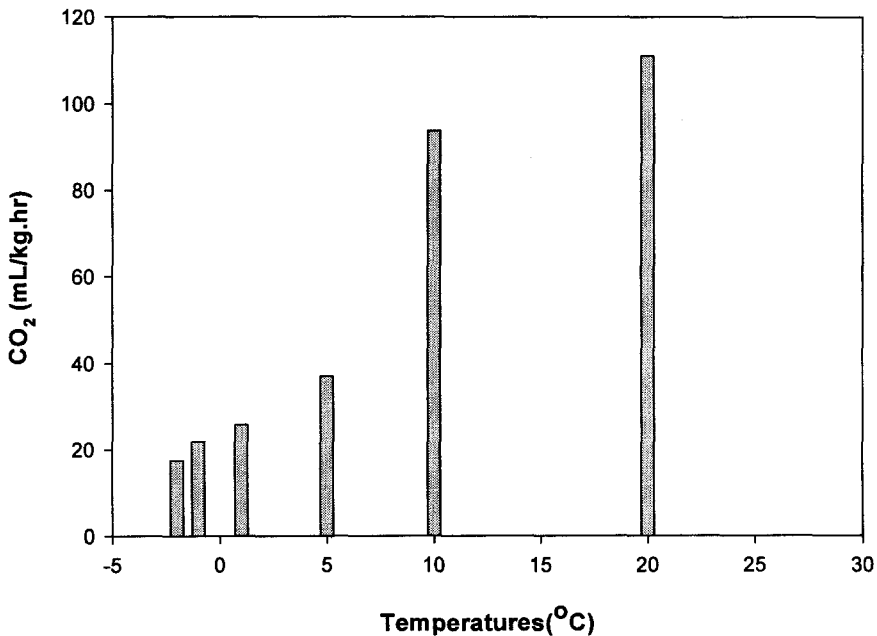


Fig. 33. Changes in respiratory rate of shiitake mushroom according to distribution temperatures

적재량, 축냉제의 성능 및 사용량, 상자의 내용적에 따른 개발상자의 보냉효과를 평가하여 최적 보냉성능을 유지하기 위한 적정 운영조건을 구명하고자 하였다.

Fig. 33은 표고버섯의 외기온도에 따른 호흡율 변화를 나타낸 결과이다. 표고버섯의 호흡율은 -1°C 의 빙결점 부근 온도에서는 호흡율이 $21.9\text{CO}_2\text{ml/kg}\cdot\text{hr}$ 으로 $36.96\text{CO}_2\text{ml/kg}\cdot\text{hr}$ 의 호흡율을 나타낸 5°C 의 냉장온도보다 약 40.9%를 억제할 수 있으며, 20°C 의 상온저장은 호흡율이 $111.05\text{CO}_2\text{ml/kg}\cdot\text{hr}$ 로서, 5°C 보다 약 200.48% 정도 높은 호흡속도를 가지며 10°C 보다 18.59%정도 증가된 속도를 나타내고 있다. 이와 같은 결과로부터 표고버섯의 호흡속도를 억제하면서 신선도를 유지하기 위해서는 기존의 택배시스템에서 상온유통을 회피하여야 하며 적극 저온수송방법, 즉 냉장차, 보냉차 및 보냉용기에 의한 수송방법으로 전환하여야 할 필요가 있다.

나. 표고버섯의 보냉유통기술

표고버섯의 보냉 유통기술을 확립하기 위하여 실제 보냉유통 예상온도를 20°C 와 30°C 로 가정하였을 때 상자의 부피, 버섯 적재량, 축냉제의 성능 및 중량 등이 실제 버섯의 품질에 미치는 영향을 구명함으로써 표고버섯의 적정 유통방법을 모색하고자 하였다.

Fig. 34는 용량 8210ml 의 보냉상자에 표고버섯을 상자 용량의 1/3, 2/3, 3/3정도가 되도록 적재한 다음 유통온도가 0°C 인 축냉제 0.5kg 과 1kg 을 넣고 20°C 의 항온고에서 방치하였을 때의 상자 내부의 온도변화를 나타낸 것이다. 초기온도 $26.1\sim 30.4^{\circ}\text{C}$ 의 초기온도에서 축냉제량과 적재량에 따른 표고버섯의 상자의 내부온도는 24시간 경과후 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 1/3량을 넣은 1000L 이 16.58°C 로 가장 낮았고 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용

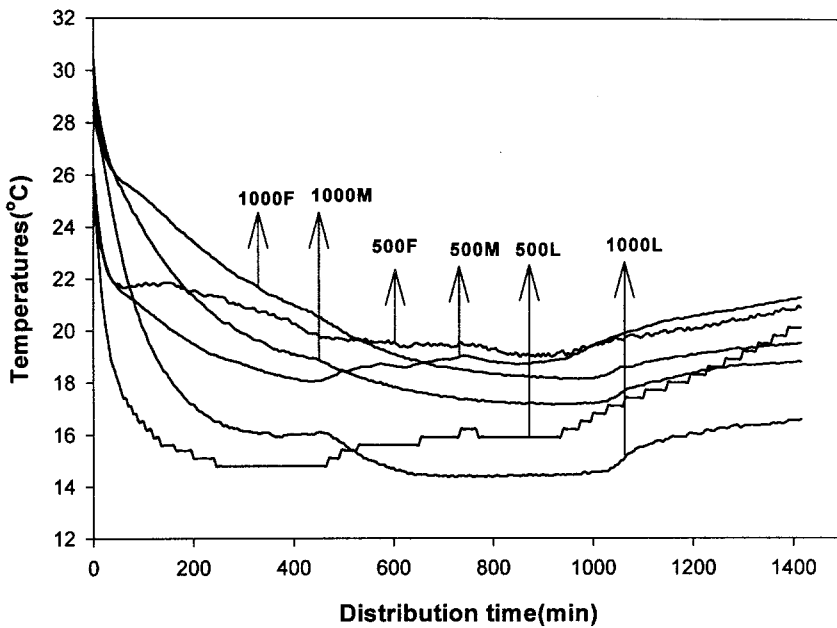


Fig. 34. Changes of inner temperatures in cooling boxes filled with different weights of shiitake mushroom and ice pack during distribution at 20°C

기의 2/3량을 넣은 1000M이 18.8°C, 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기에 가득 넣은 1000F가 19.5°C였으며, 500g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 1/3량을 넣은 500L이 20.1°C, 500g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 2/3량을 넣은 500M이 21.27°C, 500g 축냉제와 버섯 적재량을 용기에 가득 넣은 500F가 20.88°C로 나타나, 버섯 상자의 내부온도는 축냉제량이 많을수록, 버섯의 적재량이 적을수록 용기의 보냉효과도 높은 것으로 나타났다. 24시간 경과후 상자 내부의 평균온도는 1000L 16.23°C, 1000M 19.14°C, 1000F 20.33°C로서 버섯의 적재량

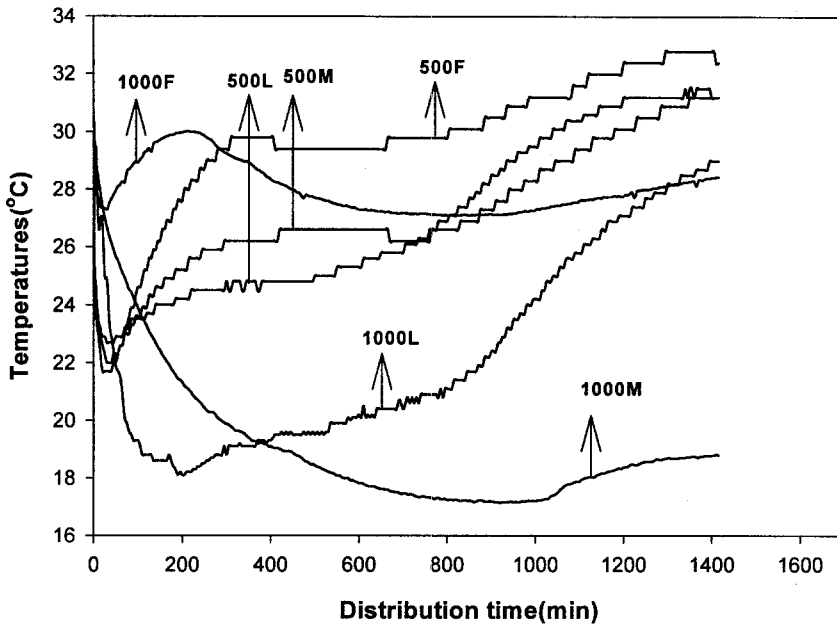


Fig. 35. Changes of inner temperatures in dooling boxes filled with different weights of shiitake mushroom and ice pack

에 따른 차이가 분명하였고, 0.5kg의 축냉제를 넣은 500L이 16.61℃, 500M이 19.58℃, 500F가 20.23℃로서 축냉제의 양이 많은 1.0kg의 축냉제 보다 상자온도가 높게 나타나고 있다. 특히 20℃에서의 축냉제량과 버섯 적재량에 따른 상자의 보냉효과는 500L과 1000L에서 분명하였으며 기타 조건에서는 보냉효과를 기대하기는 어려웠는데, 500L의 정온 유지시간은 935분, 1000L은 1015분으로 임계온도는 15.9℃와 14.56℃로 조사되었다.

Fig. 35는 외기온도 30℃에서 표고버섯과 축냉제를 Fig. 34와 동일한 방법으로

로 저장하면서 조사한 상자 내부의 온도변화이다.

초기온도 24.8~30.4℃의 초기온도에서 축냉제량과 적재량에 따른 표고버섯의 상자의 내부온도는 24시간 경과후 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 1/3량을 넣은 1000L과 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 1/3량을 넣은 1000M을 제외하고는 대부분이 입고 초기부터 급속한 온도상승이 나타나 상대적으로 보냉효과를 거의 발휘할 수 없음을 나타내었다. 즉 24시간 후 상자 내부의 최종온도는 1000L 29℃, 1000M 18.8℃, 1000F 28.44℃, 0.5kg의 축냉제를 넣은 500L이 31.2℃, 500M이 31.2℃, 500F가 32.4℃로 나타났다. 특히 0.5kg의 축냉제를 넣은 보냉상자에서 외기온도인 30℃를 초과하는 시간은 500L 1040분, 500M 1180분, 500F 805분으로 비교적 장시간이 소요되었으나, 24시간 평균온도는 각각 27.05℃, 27.20℃ 및 29.67℃로 외기온도와의 차이가 거의 없었다. 그러나 대상 조건 들 중에서 비교적 보냉효과를 나타낸 것으로 조사된 1000L과 1000M의 경우에는 정온 유지시간이 각각 365분과 1070분이었으며, 정온 임계온도는 각각 19.3℃와 17.8℃로 조사되었다.

Fig 36은 상자의 내용적을 22,500ml의 큰 용기로 변환시킨 다음 10℃에서 버섯의 적재량과 축냉제의 사용량을 달리 적용하였을 때의 상자 내부의 온도변화를 나타낸 결과이다.

초기온도 22.4~27.3℃의 초기온도에서 축냉제량과 적재량에 따른 표고버섯의 상자의 내부온도는 24시간 경과후 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 2/3량을 넣은 1000M이 7.24℃로 가장 낮았고 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 1/3량을 넣은 1000L이 7.55℃, 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기에 가득 넣은 1000F가 7.82℃였으며, 500g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 1/3량을 넣은 500L이 10.1℃, 500g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 2/3량을 넣은 500M이 10.55℃, 500g 축냉제와 버섯 적재량을 용기에 가득 넣은 500F가 11.91℃로 나타나, 버섯 상자의 내부온도는 축냉제 량이 많을수록, 버섯의 적

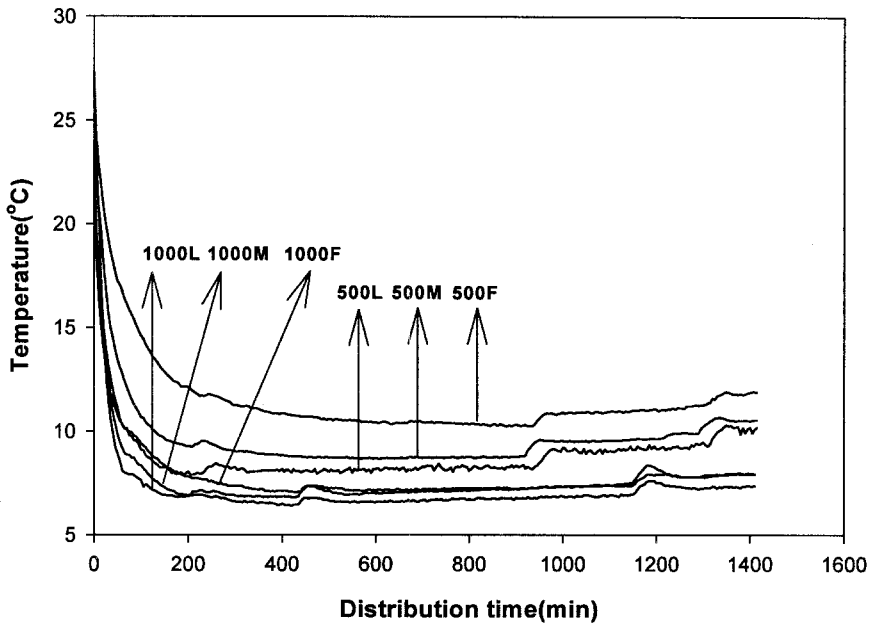


Fig. 36. Changes of inner temperatures in cooling boxes filled with different weight of shiitake mushroom and ice pack during distribution at 10°C

재량이 적을수록 용기의 보냉효과도 높은 것으로 나타났다. 24시간 경과후 상자 내부의 평균온도는 1000L 7.54°C, 1000M 7.24°C, 1000F 7.92°C로서 버섯의 적재량에 따른 차이가 분명하였고, 0.5kg의 축냉제를 넣은 500L이 8.92°C, 500M이 9.70°C, 500F가 11.58°C로서, 축냉제의 양이 많은 1.0kg의 축냉제 보다 상자온도가 높게 나타나고 있다. 또한 10°C에서의 버섯의 적재량과 축냉제의 중량에 따른 보냉특성으로서 정온 유지시간은 24시간 이상 모두 유지되는 것으로 생각되었으며 그 임계온도는 24시간 평균온도와 동일하였다. 따라서 본

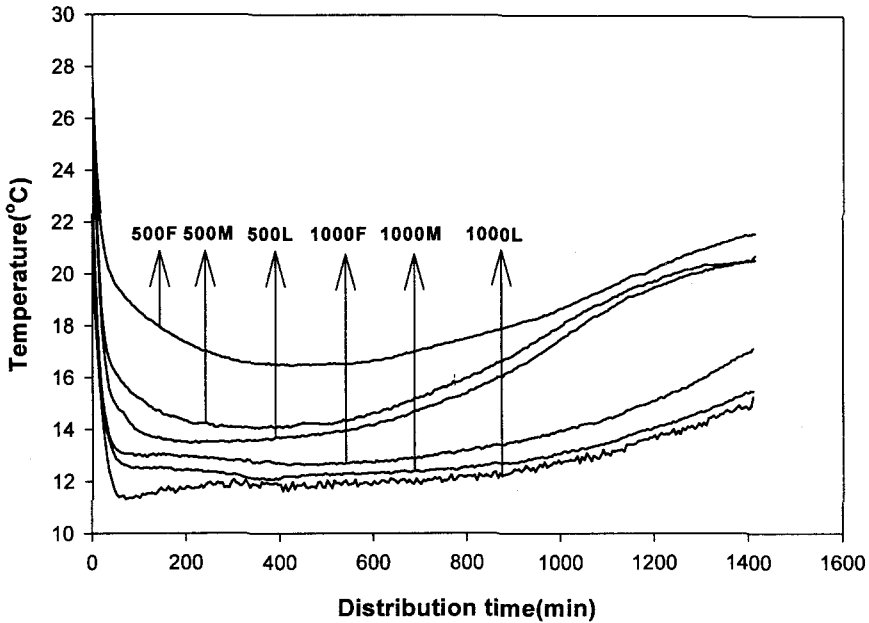


Fig. 37. Changes of inner temperatures in cooling boxes filled with different weight of shiitake mushroom and ice pack during distribution at 20°C

실험결과로부터 10°C에서의 축냉제량과 버섯 적재량에 따른 상자의 보냉효과는 축냉제의 양이 버섯의 적재량 보다 상자의 보냉효과에 더 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 이들 조건 중에서 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 2/3량을 넣은 1000M이 기타 다른 조건보다도 상자의 보냉특성을 우수하게 유지할 수 있었다.

Fig. 37은 20°C에서 22.5ℓ 용량의 보냉상자에 대한 버섯의 적재량 및 축냉제량에 따른 보냉효과를 조사한 결과이다. 초기온도 22.5~27.1°C의 초기온도에

서 축냉제량과 적재량에 따른 표고버섯의 상자의 내부온도는 24시간 경과후 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 1/3량을 넣은 1000L이 15.27℃로 가장 낮았고 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 2/3량을 넣은 1000M이 15.495℃, 1000g 축냉제와 버섯 적재량을 용기에 가득 넣은 1000F가 17.15℃였으며, 500g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 1/3량을 넣은 500L이 20.55℃, 500g 축냉제와 버섯 적재량을 용기의 2/3량을 넣은 500M이 20.63℃, 500g 축냉제와 버섯 적재량을 용기에 가득 넣은 500F가 15.27℃로 나타나, 버섯 상자의 내부온도는 축냉제 량이 많을수록, 버섯의 적재량이 적을수록 용기의 보냉효과도 높은 것으로 나타났다. 24시간 경과후 상자 내부의 평균온도는 1000L 12.60℃, 1000M 13.08℃, 1000F 13.77℃로서 버섯의 적재량에 따른 차이가 분명하였고, 0.5kg의 축냉제를 넣은 500L이 16.09℃, 500M이 16.60℃, 500F가 18.32℃로서, 축냉제의 량이 많은 1.0kg의 축냉제 보다 상자온도가 높게 나타나고 있다. 또한 20℃에서의 정온 유지시간으로서는 보냉효과가 비교적 높게 나타난 1000L과 1000M은 약 850분 정도로서 12.2℃와 12.6℃의 정온 임계온도를 나타낸 반면 1000F는 약 710분대에서 12.98℃의 온도를 나타내었다.

또한 30℃의 외기 온도에서 22.5ℓ 용량의 보냉상자에 대한 버섯의 적재량 및 축냉제 량에 따른 보냉효과를 조사한 바, 그 결과는 Fig. 38과 같다. 외기온도가 비교적 높은 30℃의 온도범위에서는 축냉제의 량과 표고버섯의 적재량에 관계없이 상자내부의 온도증가 속도가 매우 급격히 이루어지고 있었으며, 더불어 정온 유지시간이나 정온 임계온도를 발견할 수 없었다. 즉, 초기온도 22.8~27.0℃의 온도에서 24시간 경과후 상자 내부의 온도와 24시간 동안이 평균온도 역시 축냉제의 량이 비교적 많은 1000g의 처리구가 500g의 축냉제보다 낮게 나타났으며 상자 내부의 버섯 적재량이 적을수록 높은 보냉성능을 나타내었다. 특히 축냉제 량을 500g으로 하였을 때에는 24시간 경과후 모두 주변온도를 초과하고 있었으나 1000g의 축냉제 사용시에는 19.7~22.5℃의

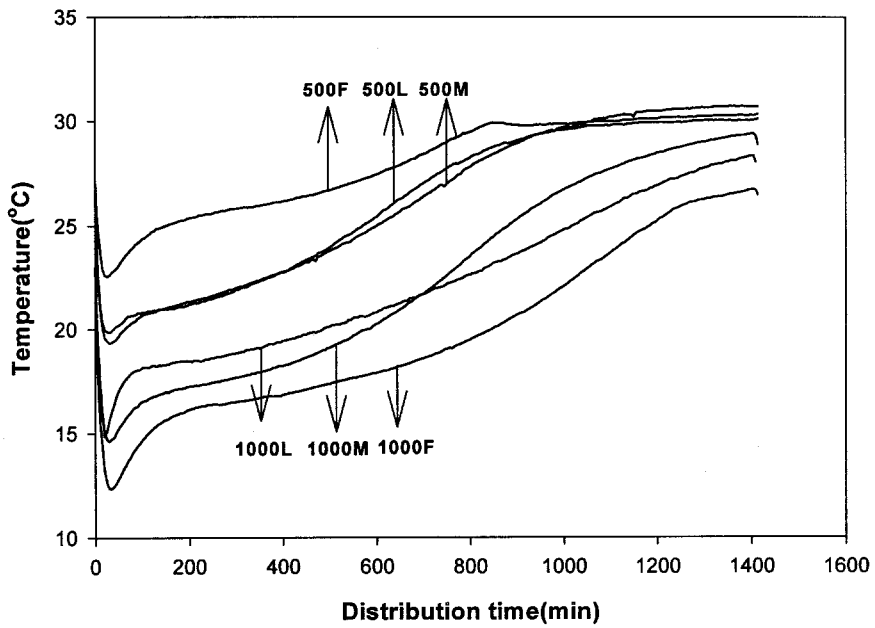


Fig. 38. Changes of inner temperatures in cooling boxes filled with different weight of shiitake mushroom and ice pack during distribution at 30°C

온도범위를 나타내었다.

5. 보냉용기의 실증실험

가. 김치

발효식품의 상품성 저하는 발효 미생물의 과다 발효에 의한 품질변화로서 상온 유통시 품질의 변화가 빠르게 일어나는 제품이다. 김치는 이들 발효식품의 대표적인 것으로 직거래 유통 중에 완전 숙성이 일어날 만큼 빠르게 품질 변화가 일어나게 된다.

본 실험에서는 제조 lot가 동일한 종가집 포장김치를 이용하여 개발용기에 따른 품질변화 억제효과를 알아보기 위하여 적정산도, pH, 총균수를 조사하여 보았다.

Fig. 39는 수송온도별 수용용기에 따른 김치의 pH의 변화를 나타낸 것이다. 유통기간에 따라 pH는 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 온도에 따라 10℃와 20℃, 30℃에서 pH의 차이가 크게 인식됨을 알 수 있었다. 각각의 온도구에서 보냉용기에 따른 pH의 변화량을 살펴보면 보냉컨테이너박스에서 pH의 감소폭이 적게 나타났으며, 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자는 큰 차이를 나타내지 못하였다. 즉, 10℃와 20℃의 온도에서는 수송용기별 pH 차이는 3일 경과시 보냉컨테이너박스가 pH 5.61, pH 4.05로 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자의 pH 4.89, pH 3.89와 pH 4.80, pH 3.88과 뚜렷한 차이를 나타내었다. 반면 30℃의 유통온도에서는 측정 3일째 종이보냉상자, 플라스틱보냉상자 그리고, 보냉컨테이너박스 모두 pH 3.73, pH 3.78, pH 3.78로 pH의 차이가 거의 인식되지 않았다.

또한 보냉상자별 유통온도에 따른 적정산도의 변화는 pH의 변화와 유사하게 유통시간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타내고 있으며 그 값들은 Table 11에 나타내었다. 유통온도에 따른 적정산도의 변화는 3일경과후 10℃에서 보냉컨테이너박스가 0.36%로 종이보냉상자, 플라스틱보냉상자의 0.48%,

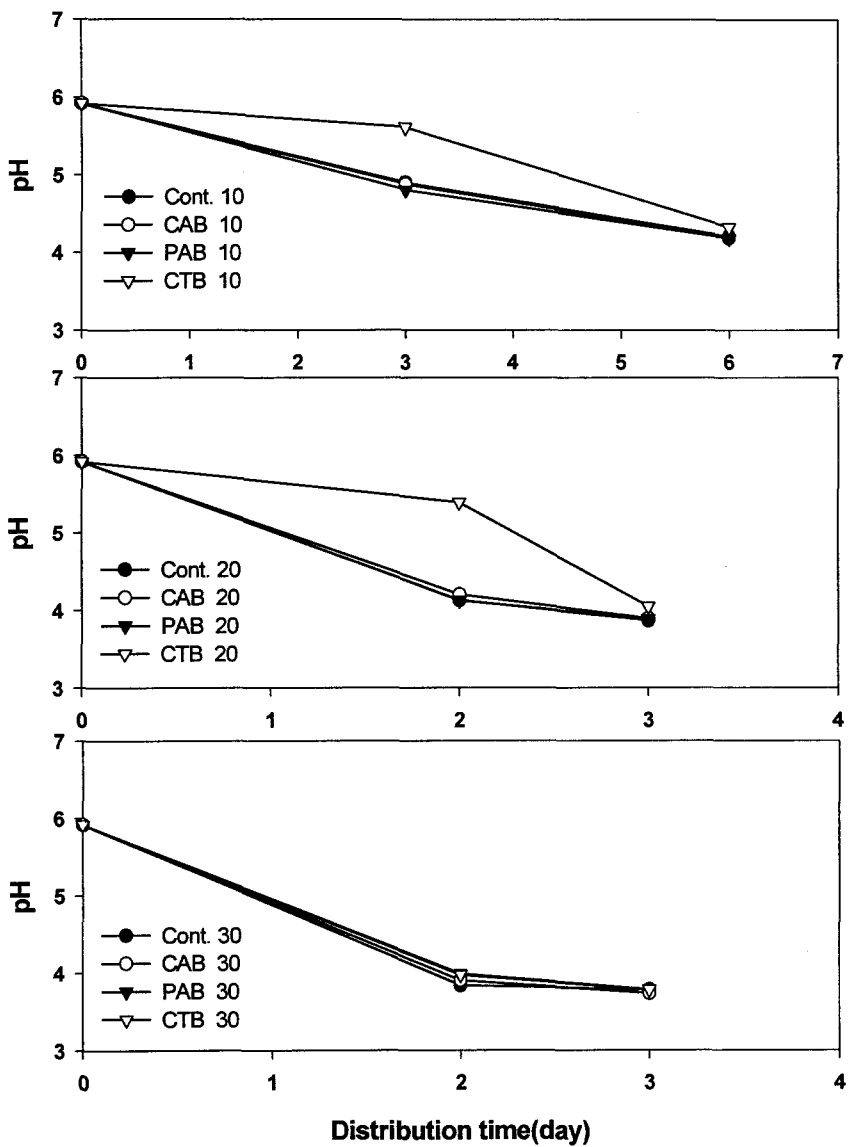


Fig. 39. Changes of pH during distribution of Kimchi with different transportation boxes and temperatures

0.52%와 비교할 때 뚜렷한 차이를 보였으며, 20℃에서도 2일 경과후 0.44%로 0.74%, 0.73%와 큰 차이를 나타내는 것으로 나타내고 있다. 반면, 유통온도 30℃에서는 보냉상자에 따른 적정산도의 변화의 차이는 거의 인식할 수 없었으나, 종이보냉상자와 비교하여 플라스틱보냉상자, 보냉컨테이너박스간의 차이가 어느정도 있는 것으로 보였다.

이와 같은 결과는 보냉컨테이너박스가 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자에 비하여 상대적으로 보냉유지효과가 우수한 결과를 나타내고 있으며, 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자간의 큰 차이는 나타나지 않은 것을 알 수 있었다.

김치의 유통온도와 시간에 따라 총균수의 변화를 조사한 결과는 Table 12에 나타내었다. 김치의 초기 총균수는 2.3×10^6 cfu/g였고 10℃에서 6일 경과후 측정시 수송용기에 관계없이 10^8 cfu/g 범위로 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 상온유통온도인 20℃에서 2일경과시 10^7 cfu/g, 3일경과시 10^7 cfu/g 범위로 유통시간에 따른 총균수의 증가폭은 크지 않은 것으로 나타났다. 그러나, 보냉컨테이너박스와 종이보냉상자의 경우 측정시간 2, 3일째 10^7 cfu/g대를 유지하는 것으로 나타나 대조구에 비해 미생물의 생성이 억제되는 것으로 나타났다.

Table 11. Changes of titratable acidity during distribution of Kimchi with different transpotring boxes and temperatures

(unit : %)

Temp.(℃)	Time(day)	Control	CAB	PAB	CTB
10℃	0	0.38	0.38	0.38	0.38
	3	0.49	0.48	0.52	0.36
	6	0.98	0.95	0.96	0.82
20℃	0	0.38	0.38	0.38	0.38
	2	0.97	0.74	0.73	0.44
	3	1.22	1.14	1.19	0.99
30℃	0	0.38	0.38	0.38	0.38
	2	1.25	1.08	0.91	0.90
	3	1.48	1.40	1.32	1.31

Table 12. Changes in viable bacterial count during distribution of Kimchi with different transporting boxes and Temperatures

(unit : cfu/g)

Temp.(°C)	Time(day)	Control	CAB	PAB	CTB
10°C	0	2.3×10^9	2.3×10^9	2.3×10^9	2.3×10^9
	3	1.4×10^8	1.0×10^8	8.5×10^7	9.1×10^7
	6	2.7×10^8	2.5×10^8	2.1×10^8	1.8×10^8
20°C	0	2.3×10^9	2.3×10^9	2.3×10^9	2.3×10^9
	2	1.5×10^8	6.7×10^7	1.1×10^8	7.5×10^7
	3	1.3×10^8	8.5×10^7	9.0×10^7	7.6×10^7
30°C	0	2.3×10^9	2.3×10^9	2.3×10^9	2.3×10^9
	2	1.5×10^8	7.9×10^7	6.5×10^7	9.1×10^7
	3	1.7×10^8	9.5×10^7	1.1×10^8	8.8×10^7

유통온도 30°C에서도 20°C와 유사한 결과를 얻을 수 있었는데 대조구는 1일 경과후 10^8 cfu/g대로 증가하였으나 종이보냉상자와 보냉컨테이너박스의 경우 10^7 cfu/g로 억제되어 나타나는 것을 알 수 있었다. 이는 pH와 적정산도에서와 유사하게 보냉컨테이너박스가 보냉유지효과를 증진시킬 수 있음을 알수있었다.

나. 송이버섯

버섯류는 성장속도가 매우 빠르고 수확한 후에도 생명현상을 지속하기 위하여 왕성한 생리작용을 유지하고 있다. 이러한 생리작용은 호흡작용에 기인하고 있으며 주변온도가 높을수록 증가된다. 이들 생리작용에 의한 호흡열의 발생과 이로 기인한 품온의 상승과 품질열화가 일어나 버섯류의 상품성 즉, 중량감소, 위조 색변등 풍미를 저하시키는 원인이 되고 있다. 이들 버섯류의 선도유지를 위해서는 초기 온도관리가 매우 중요한 것을 알 수 있다.

송이버섯은 버섯류를 대표하는 작물로서 본 실험에서 유통온도별, 보냉상자

에 따라 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 보냉상자별 유통온도에 따른 중량감소율은 Fig.40과 같다. 송이버섯의 중량감소율은 유통시간이 경과함에 따라 그리고, 유통온도가 높아짐에 따라 증가함을 알 수 있었다. 대조구에 비하여 보냉용기에 보관한 송이버섯의 중량감소율이 크게 감소됨을 보였으며, 보냉용기에 따른 중량감소율은 10℃와 20℃에서는 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다. 유통시간 3일경과 후 10℃에서 대조구, 종이보냉상자, 플라스틱보냉상자, 보냉컨테이너박스가 각각 17.69%, 6.68%, 6.74%, 6.18%로 보냉컨테이너박스에서 가장 좋은 효과를 나타내는 것으로 나타났다. 이와 유사하게 20℃에서는 대조구, 종이보냉상자, 플라스틱보냉상자, 보냉컨테이너박스가 각각 30.34%, 9.38%, 8.61%, 8.85%로 플라스틱보냉상자와 보냉컨테이너박스가 중량감소율을 억제하는 효과가 높은 것으로 나타났다. 반면, 플라스틱보냉상자는 30℃에서 시간이 경과함에 따라 중량감소율의 증가폭이 유통시간 3일후 13.61%로서 보냉컨테이너박스과 종이보냉상자의 7.83%, 9.68%에 비하여 큰 것으로 나타나고 있다.

Table 13은 보냉상자별 유통시간에 따른 갓의 퍼짐정도를 나타낸 것이다. 일반적으로 버섯의 갓은 유통조건에서 온도가 적절하고 습기가 충분하다면 갓의 신장이 이루어져 5일안에 완전히 개산된다. 그러나, Table 13에 나타난 것과 같이 대조구의 경우 갓의 신장보다 위조현상이 더 크게 일어나는 것을 볼 수 있으며, 10℃ 유통온도에도 보냉용기모두 유통기간 2일까지는 위조현상이 더 크게 일어나고 있음을 알 수 있다. 그러나 유통기간 3일이 지나면서 갓의 개산정도가 위조현상보다 조금씩 증가하는 것으로 나타나고 있다. 20℃의 유통온도에서 갓의 신장성또한 위조현상이 갓의 퍼짐속도보다 빠르게 일어난 것을 볼수있으며 그 정도는 유통온도 10℃와 비교하여 종이보냉상자와 보냉컨테이너박스의 경우 줄어듦을 알수있었다.

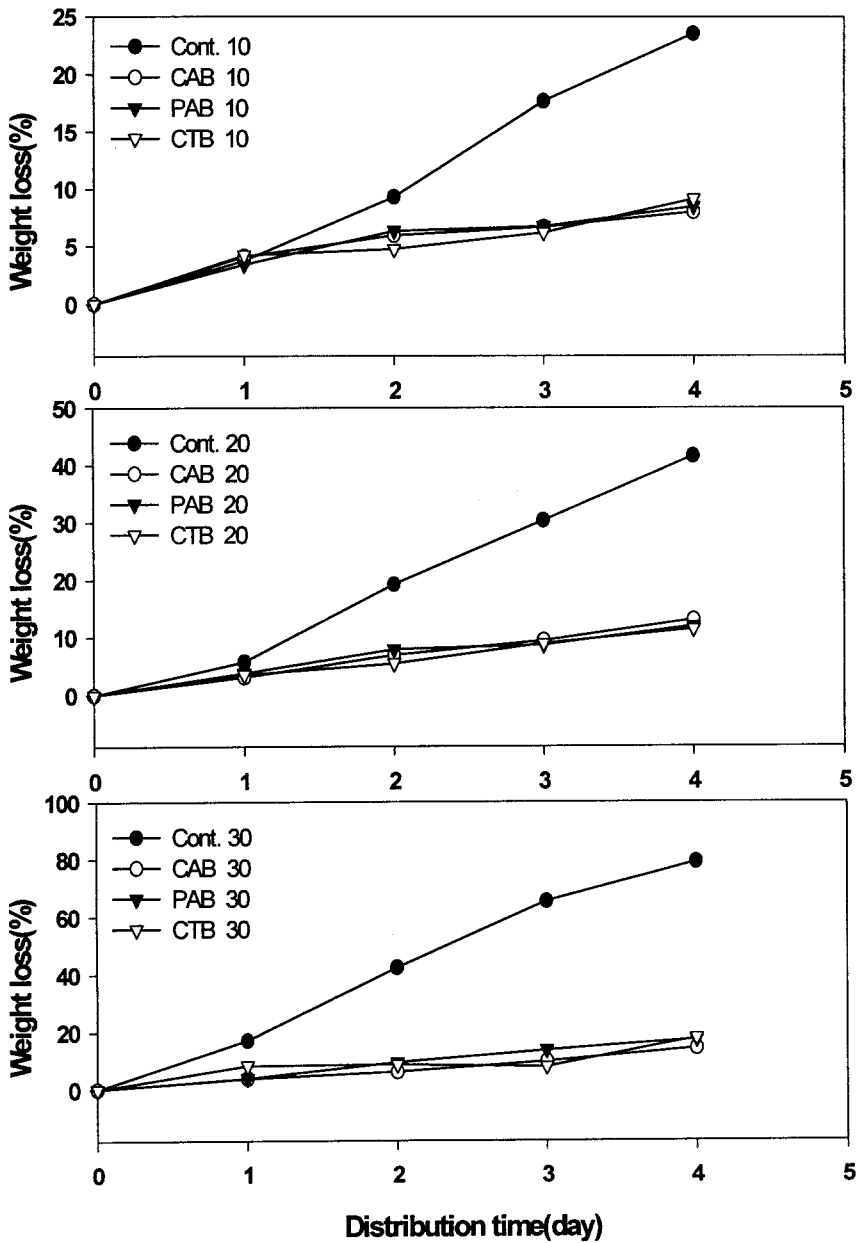


Fig. 40. Changes of weight loss during distribution of pinemushroom with different transporting boxes and temperature

Table 13. Changes of pileus elongation distribution of pinemushroom with different transporting boxes and Temperatures

(unit : %)

Temp.(°C)	Time(day)	Control	CAB	PAB	CTB
10°C	0	0	0	0	0
	1	-2.012	-0.668	-0.593	-1.636
	2	-3.759	-4.131	-3.908	-2.381
	3	-4.906	-1.344	-1.642	-0.342
	4	-4.488	1.367	1.109	1.978
20°C	0	0	0	0	0
	1	-2.165	-0.687	-3.209	-1.152
	2	-3.353	-1.439	-3.409	-1.099
	3	-5.757	4.956	2.305	4.530
	4	0.214	7.880	5.654	9.612
30°C	0	0	0	0	0
	1	-6.719	-1.320	-2.786	2.595
	2	-19.565	0.962	-5.175	2.842
	3	-36.566	4.394	-6.250	-8.458

송이버섯의 자루의 신장율은 Table 14에 나타내었다. 보냉용기별 유통온도에 따른 자루의 신장율은 유통기간이 지남에 따라 일반적인 경우와 유사하게 줄어드는 경향을 보였다. 그러나, 10°C 유통온도에서 유통기간 3일후의 경우 대조구에 비하여 보냉컨테이너박스는 -3.20%로 위조률을 4배이상 감소시키는 결과를 나타내었다. 보냉상자별 비교에서는 보냉컨테이너박스, 종이보냉상자 그리고, 플라스틱보냉상자순으로 위조가 많이 일어난 것으로 나타났다. 유통온도 20°C에서는 위조의 경향은 유통온도 10°C와 비슷하였으나 그 비율은 상당히 증가하였다. 대조구의 경우 유통기간 2일째 -16.03%로 나타나 보냉컨테이너박스의 -5.05%와 플라스틱보냉상자의 -7.71% 그리고 종이보냉상자의 -10.22%와는 큰차이를 나타내어 보냉상자의 품질유지효과가 있음을 나타내고 있다.

Table 14. Changes of stipe elongation during distribution of pinemushroom with different transporting boxes and temperature

(unit : %)

Temp.(°C)	Time(day)	Control	CAB	PAB	CTB
10°C	0	0	0	0	0
	1	-3.18	-2.83	-3.77	-1.59
	2	-6.11	-4.86	-5.56	-3.62
	3	-13.42	-4.65	-6.25	-3.20
	4	-17.67	-7.33	-8.55	-11.32
20°C	0	0	0	0	0
	1	-3.04	-1.38	-5.22	-1.14
	2	-16.03	-10.22	-7.71	-5.05
	3	-21.50	-13.31	-12.62	-11.28
	4	-26.15	-17.58	-15.72	-16.42
30°C	0	0	0	0	0
	1	-8.22	-1.77	-1.44	-7.67
	2	-26.49	-11.95	-9.31	-13.02
	3	-26.44	-11.37	-10.77	-19.59

특히 보냉컨테이너박스의 경우 10°C와 유사하게 품질유지효과가 상대적으로 우수하게 나타나고 있었다.

송이버섯의 경우 호흡작용이 활발하기 때문에 표면산화가 일어나기 쉬우며 산화에 의한 갈변현상이 일어나 품질저하에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 그리고 버섯의 선택은 유통시 초기생리활동에 영향을 받는 것으로 알려져 있다.

유통온도 및 시간에 따른 보냉용기별 송이버섯의 표면색도는 갓부위와 자루부위를 각각 측정하여 Table 15, Table 16에 나타내었다. 표면색의 측정은 Hunter colorimeter에 의해 L, a, b값을 측정하였으며 이들값을 이용하여 (total color difference, ΔE)를 계산하여 나타내었다.

Table 15. Changes of surface color during distribution of stipe of pinemushroom with different transporting boxes and temperature

Temp. (°C)	Time (day)	Control				CAB				PAB				CTB			
		ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
10°C	1	0.06	-0.30	-1.96	1.98	1.89	-0.19	-1.11	2.20	0.13	0.58	0.50	0.78	3.02	-1.33	-1.66	3.69
	2	1.23	-0.22	-1.75	2.15	2.06	-0.48	-3.07	3.73	4.09	-0.89	-4.00	5.78	1.99	-0.97	-1.96	2.95
	3	4.45	-0.64	-0.39	4.51	3.15	-2.31	-2.82	4.82	6.62	-2.27	-3.05	7.63	5.70	-2.44	-3.44	7.09
	4	5.64	-0.57	-0.73	5.72	5.98	-2.49	-1.66	6.68	6.73	-1.44	-0.91	6.94	4.66	-2.42	0.01	5.25
20°C	1	1.13	-0.06	0.29	1.17	7.13	0.03	2.34	7.50	5.16	-1.39	-0.67	5.39	4.29	-0.52	-2.50	4.99
	2	4.98	-1.36	-2.97	5.96	7.44	-2.84	-2.78	8.43	5.29	-1.72	-2.60	6.14	7.37	-1.85	-2.47	7.99
	3	5.13	-2.49	-3.35	6.61	8.75	-2.12	-1.69	9.16	7.24	-3.19	-1.56	8.06	7.53	-3.36	-3.67	9.02
	4	10.94	-2.53	-1.63	11.35	10.91	-4.41	-5.18	12.86	8.96	-3.82	-1.75	9.90	11.58	-2.98	-3.94	12.59
30°C	1	5.23	-1.36	-0.30	5.41	1.27	-0.88	-2.07	2.58	4.11	-2.04	3.30	5.65	2.59	-2.16	-5.78	6.69
	2	5.54	-1.39	-0.48	5.73	5.15	-0.96	0.14	5.24	5.54	-0.99	-1.80	5.91	2.97	-1.19	-0.87	3.31
	3	8.65	-1.80	0.07	8.83	8.67	-3.11	-2.70	9.60	7.29	-0.52	-0.86	7.36	3.84	0.70	2.37	4.56

Table 15, Table 16에서 보는 것과 같이 송이버섯의 자루부위와 갓에 있어서 색택은 시간의 경과에 따라 보냉상자와 유통온도와는 상관없이 명도를 나타내는 L값의 차가 크게 나타나 유통중에 송이버섯의 갈변이 심화됨을 알 수 있다. 자루부위는 10°C의 유통온도에서 명도차는 유통 3일 경과후 종이보냉상자가 3.15로 가장 낮은 변화를 보였으며 다음으로 보냉컨테이너박스의 순이었다. 20°C 유통온도에서는 보냉상자에 따른 차이는 크게 보이지 않았으나 유통 4일 경과후 모든 보냉상자에서 급격히 색택이 나빠지는 것으로 나타났으며, 30°C에서는 초기품질이 많이 저하되었음에도 보냉컨테이너박스에서 L값의 변화가 가장 작은 것으로 나타났다. 30°C 유통온도에서는 위조현상이 심하여 3일 이상의 보관에는 어려움이 많았으며 4일 경과후에는 모든 보냉상자에서 송이버섯의 부패가 심하게 일어나는 것을 볼 수 있었다. 또한 송이버섯 갓의 색도변화에서도 유통시간이 증가할수록 L-value가 낮아지는 것으로 나타났는데,



Fig. 41-1. Changes of pinemushroom at 10°C



Fig. 41-2. Changes of pinemushroom at 10°C



Fig. 42-2. Changes of pinemushroom at 20°C



Fig. 42-2. Changes of pinemushroom at 20°C



Fig. 43-1. Changes of pinemushroom at 30°C



골판지 보냉상자(3days at 30°C)



플라스틱 보냉상자(3days at 30°C)

Fig. 43-2. Changes of pinemushroom at 30°C

Table 16. Changes of surface color during distribution of pileus of pine mushroom with different transporting boxes and temperature

Temp. (°C)	Time (day)	Control				CAB				PAB				CTB			
		ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
10°C	1	0.95	0.20	1.67	1.93	0.69	1.66	3.25	3.71	1.12	0.32	0.42	1.24	3.61	0.10	0.21	3.62
	2	0.55	0.99	1.17	1.63	2.31	-0.49	-0.01	2.36	2.76	-0.84	-0.28	2.90	2.01	-0.27	0.54	2.09
	3	2.25	-0.13	0.16	2.25	5.16	-0.99	-0.61	5.29	5.94	0.31	1.57	6.15	2.43	0.89	0.17	2.59
	4	1.16	0.89	-0.15	1.47	4.23	0.44	0.47	4.28	4.09	-0.29	0.30	4.11	1.14	-0.34	-0.73	1.39
20°C	1	0.97	0.40	1.41	1.76	1.05	-0.35	-0.17	1.12	1.58	0.34	0.55	1.71	1.84	0.72	1.19	2.31
	2	2.50	-0.60	0.73	2.67	1.31	0.64	0.84	1.68	4.45	0.65	0.80	4.66	5.49	-0.83	1.33	5.71
	3	3.50	-0.09	1.86	3.96	4.91	0.30	1.57	5.16	6.45	0.45	2.59	6.96	2.27	0.32	0.66	2.38
	4	6.30	1.83	1.53	6.74	4.99	-0.15	2.31	5.50	6.97	-1.39	-4.96	8.66	4.30	-0.97	0.65	4.45
30°C	1	2.93	-0.40	1.92	3.53	1.23	-0.05	-2.09	2.43	3.12	0.54	0.98	3.31	4.15	0.98	-2.66	5.03
	2	6.12	0.67	2.50	6.64	3.49	-0.99	0.19	3.63	8.87	-1.43	2.42	9.30	4.52	0.34	0.44	4.55
	3	8.98	1.19	5.52	10.61	7.59	-0.61	-0.29	7.62	7.29	0.64	1.35	7.44	11.17	1.15	2.52	11.51

유통온도 10°C와 20°C에서 유통기간 3일후에 측정된 보냉컨테이너박스의 ΔL 값이 각각 2.43, 2.27로 나타나고 있고, 유사하게 총색택차인 ΔE값에서도 보냉컨테이너박스가 10°C와 20°C에서 상대적으로 낮게 나타남으로서 송이버섯의 품질변화에 상당한 억제효과가 있는 것으로 보여지고 있다.

다. 쇠고기

쇠고기의 총균수 변화는 Table 17에 나타내었다. 쇠고기의 초기 총균수는 6.7×10^3 cfu/g에서 유통온도 20°C와 30°C에서 시간의 경과에 따라 급격히 증가함을 나타내었다. 10°C에서 1일 유통시 대조구를 제외한 보냉용기에서 $10^3 \sim 10^4$ cfu/g으로 생육 억제효과가 있었으며, 보냉컨테이너박스의 경우 3일 경과후에도 4.4×10^5 cfu/g으로 미생물생육을 억제하는 것으로 나타났다. 20°C에서는 대조구의 경우 1일경과후 급속한 총균수의 증가가 있었으며, 보냉상자에 있어서는 2일 경과후에 총균수의 큰 증가를 보였다. 이와 같은 결과는 보냉상자가

어느정도 미생물의 생육을 억제하는 효과를 나타내는 것으로 보이나 보냉상자 간의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 30℃유통온도에서는 1일경과후 보냉 컨테이너박스가 10⁵cfu/g으로 상당한 억제능력을 보이고 있으나, 보냉컨테이너 박스뿐만 아니라 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자에서도 부패취가 많이 생성 되어 식용에는 문제가 있는 것으로 판단되었다.

육제품에 있어서 미생물의 발생과 함께 pH저하로 일어날 수 있는 것이 drip 이다. 이 drip는 사후 해당작용에 의해 젖산이 축적되어 육내 pH를 감소시킴 으로서 육내 보수력의 감소로 발생되거나 젖산균의 증식에 의한 pH의 감소로 drip이 발생되어 품질저하에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

drip량을 유통온도 및 시간에 따라 측정하여 그 결과를 Table 18에 나타내 었다. drip은 유통온도의 증가에 따라 drip의 발생량이 증가하는 것을 볼수 있

Table 17. Changes in viable bacterial count during distribution of beef with different transporting boxes and temperature

(unit : cfu/g)

Temp.(℃)	Time(day)	Control	CAB	PAB	CTB
10℃	0	6.7×10 ³	6.7×10 ³	6.7×10 ³	6.7×10 ³
	1	2.3×10 ⁹	2.1×10 ⁴	2.7×10 ⁴	3.9×10 ³
	2	4.4×10 ⁹	4.2×10 ⁹	3.9×10 ⁹	1.4×10 ⁹
	3	9.7×10 ⁸	2.5×10 ⁹	4.5×10 ⁷	4.4×10 ⁹
20℃	0	6.7×10 ³	6.7×10 ³	6.7×10 ³	6.7×10 ³
	1	5.0×10 ⁹	2.9×10 ⁴	1.3×10 ⁹	5.3×10 ⁴
	2	2.2×10 ⁸	2.2×10 ⁷	1.1×10 ⁸	1.7×10 ⁸
	3	6.9×10 ⁸	2.2×10 ⁸	4.0×10 ⁹	1.4×10 ⁸
30℃	0	6.7×10 ³	6.7×10 ³	6.7×10 ³	6.7×10 ³
	1	TNTC	4.2×10 ⁹	TNTC	5.1×10 ⁹
	2	TNTC	2.3×10 ⁸	1.6×10 ⁸	2.2×10 ⁸
	3	TNTC	1.4×10 ⁹	4.8×10 ⁸	2.8×10 ⁸

으며, 30℃에서는 총균수의 증가와 유사하게 저장 1일째 크게 증가됨을 볼수 있었다. 30℃ 유통온도에서는 이취의 발생과 같은 관능적인 문제도 함께 수반 되어 1일이상의 유통은 어려울 것으로 판단된다. 10℃ 유통온도에서 drip량을 비교하면 모든 보냉상자가 대조구에 비하여 상당한 억제효과를 나타내고 있으며 특히, 보냉컨테이너박스의 경우 drip발생량이 0.13%로 control의 1.17%에 비해 약 9배가량의 억제효과가 있는 것으로 나타났다. 20℃ 유통온도에서 유통기간 1일째까지 보냉상자간의 뚜렷한 차이는 없었으나, 대조구와 비교하면 상당한 보냉효과가 있는 것으로 나타났으며, 유통 2일째는 종이보냉상자의 drip량이 크게 증가한 것을 알수 있다. 유통온도 30℃의 경우 유통기간 1일째 drip의 량이 대조구와 비슷한 것을 나타내고 있는데, 총균수의 증가와 관능상 부패취가 심하여 상품성이 저하되어진 선행의 결과와 유사한 것으로 판단된다.

Table 18. Changes in drip during distribution of beef with different transporting boxes and temperature

(unit : %)

Temp.(℃)	Time(day)	Control	CAB	PAB	CTB
10℃	0	0	0	0	0
	1	0.18	0.22	0.55	0.06
	2	0.30	0.11	1.34	0.15
	3	1.17	0.32	0.30	0.13
20℃	0	0	0	0	0
	1	1.75	0.10	0.12	0.10
	2	2.62	0.78	0.13	0.20
	3	1.25	0.56	0.46	1.19
30℃	0	0	0	0	0
	1	0.48	1.37	0.43	0.38
	2	1.53	0.74	1.79	0.36
	3	2.10	3.72	1.81	0.75

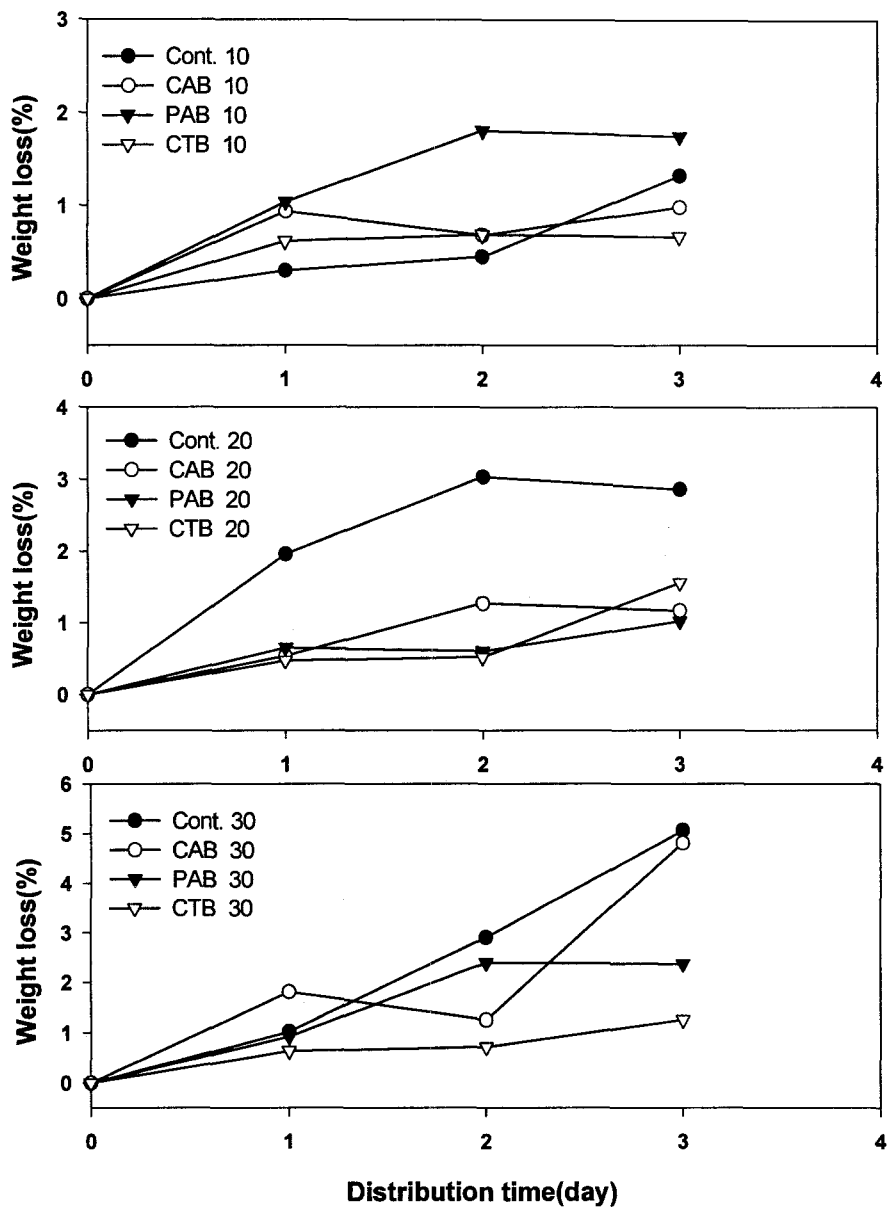


Fig. 44. Changes of weight loss during distribution of beef with different transporting boxes and temperature

보냉상자별 유통온도에 따른 육제품의 중량감소율은 Fig. 44에 나타내었다. 육제품에 있어서 중량감소는 drip이 증가할수록 중량감소율이 증가하는 경향을 나타내었다. 20℃ 유통온도에서 대조구에 비하여 보냉상자의 중량감소 억제효과가 뚜렷하게 나타나고 있었으며, 유통기간 2일째는 대조구 3.03%, 종이보냉상자 1.26%, 플라스틱보냉상자 0.59%, 보냉컨테이너박스 0.51%로 나타나 품질유지효과가 있는 것으로 나타나고 있다. 대조구의 경우 30℃ 유통온도에서 drip량의 증가와 함께 중량감소율도 높아지는 경향을 나타내고 있으며, 그 값또한 비례적임을 알수 있었다.

유통온도 30℃에서 종이보냉상자의 중량감소가 대조구 다음으로 큰 것으로 나타났으며, 보냉컨테이너박스가 유통온도 20℃뿐만 아니라 30℃, 1일째 0.63%, 10℃, 2일에서 0.68%로 감모억제효과가 가장 좋은 것으로 나타나고 있다. 이는 미생물 발생억제와 drip의 발생량과 비교해볼 때 유사한 결과로 볼수 있으며, 따라서 보냉컨테이너박스가 선도유지에 효과가 있는 것으로 판단된다.

Table 19. Changes in surface color during distribution of beef with different transporting boxes and temperature

Temp. (°C)	Time (day)	Control				CAB				PAB				CTB			
		ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
10℃	1	4.38	-0.17	0.38	4.40	3.68	18.17	8.35	3.26	1.49	-1.56	-0.29	2.18	-0.89	-0.9	-0.51	1.37
	2	-0.18	1.86	-1.27	2.26	0.20	2.74	2.63	3.80	-3.3	-3.71	-3.05	5.83	-0.18	-2.36	-1.28	2.69
	3	-0.08	1.94	-0.24	1.95	-1.12	-4.28	-1.93	4.83	0.92	-2.61	-0.8	2.88	4.80	-4.31	-0.27	6.46
20℃	1	-0.16	-0.42	-1.69	1.75	-2.72	-6.65	-2.27	7.54	-3.77	-9.8	-4.65	11.48	-0.89	-3.45	-2.2	4.19
	2	-1.78	-4.33	-5.14	6.95	-2.3	-5.84	-3.81	7.34	-3.28	-0.36	-1.68	3.71	-1.41	-3.29	-0.06	3.63
	3	-0.74	-4.31	-4.1	5.99	-4.04	-5.02	-3.67	7.41	2.58	-0.35	0.48	2.65	-2.4	0.71	-1.99	3.20
30℃	1	0.13	-8.55	-0.84	8.59	0.66	0.08	-1.35	1.50	2.89	-5.39	-1.69	6.35	0.93	-4.04	-2.17	4.68
	2	-1.91	-9.34	-7.02	11.84	-0.68	-0.64	-2.14	2.33	-4.88	-1.12	-3.35	6.03	-0.28	-2.06	-3.53	4.10
	3	2.53	-10.60	-2.67	11.26	-3.61	-12.7	-9.26	16.10	2.24	-5.59	-3.61	7.02	-0.37	-6.19	-4.95	7.94

쇠고기의 색택을 측정한 결과는 Table 19에 나타내었다. 쇠고기의 유통중 색의 변화는 보냉상자별 온도에따라 크게 차이를 나타내지 못하는 것으로 나타나고 있다. 유통시간이 길어질수록 육색이 흑갈색을 나타내고 있으나 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났으며 온도에 따른 색의 변화 또한 큰 차이를 나타내지는 못하는 것으로 나타났다.

라. 녹즙

녹즙은 신선농산물에 식품보존제의 첨가없이 착즙에 의한 가공방식을 가지고 있다. 녹즙의 제조 특성상 미생물에 의한 부패가 매우 빨리 일어나는 가공식품이다. 이로 인하여 하절기 유통에 많은 문제가 발생되고 있어 하절기에는 녹즙의 유통이 거의 실시되지 않고 있다.

본 실험에서는 유통온도에 따른 보냉용기별 품질변화억제 효과를 조사하기 위하여 적정산도, pH를 조사하여 보았다.

Table20과 Table21는 보냉용기별로 10℃, 20℃에서 48시간 그리고, 30℃에서 36시간 정온 유통시켰을때의 적정산도와 pH의 변화를 나타낸것이다. 녹즙의 적정산도는 시간에따라 증가하는 경향을 나타내고 있다. 유통온도 10℃에서 초기치가 0.09%인 적정산도가 48시간 경과까지 뚜렷한 차이를 나타내지 못하고 있는 것으로 나타났다. 유통온도 20℃에서는 유통기간 24시간 경과후부터 대조구와 뚜렷한차이를 보여 보냉효과가 있는 것으로 나타났다. 보냉상자간의 적정산도의 차이는 36시간 경과후에 나타나기 시작하였는데, 보냉컨테이너박스가 0.14%로 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자의 0.17%, 0.18%와 차이를 나타내었다. 외기온도 30℃에서는 대조구와 보냉상자간의 적정산도 차이는 더욱더 뚜렷하게 나타나고 있으며, 보냉상자간의 차이는 유통시간 24시간 경과후부터 나타나고있었다. 유통시간 24시간후 종이보냉상자, 보냉컨테이너박스, 플라스틱보냉상자의 각각의 적정산도는 0.13%, 0.64%, 0.11%로 나타나 보

Table 20. Changes in titratable acidity during distribution of vegetable drink with different transporting boxes and temperatures.

(unit : %)

Temp.(°C)	Time(hrs)	Control	CAB	PAB	CTB
10°C	0	0.09	0.09	0.09	0.09
	24	0.13	0.13	0.13	0.13
	48	0.14	0.14	0.14	0.13
20°C	0	0.09	0.09	0.09	0.09
	24	0.29	0.12	0.12	0.12
	36	0.62	0.17	0.18	0.14
	48	0.88	0.37	0.47	0.46
30°C	0	0.09	0.09	0.09	0.09
	12	0.33	0.13	0.14	0.13
	24	0.64	0.13	0.64	0.11
	36	0.86	0.19	0.74	0.68

냉컨테이너박스가 상대적으로 우수한 보냉효과를 나타내고 있었다.

Table 21에 나타난 녹즙의 pH는 유통기간이 길어질수록 낮아지는 경향을 보였다. pH의 변화는 적정산도의 변화와 유사한 경향을 나타내고 있어 유통온도 10°C에서는 보냉용기에 따른 pH의 차이가 나타나지 않았다. 외기온도 20°C에서 수송용기별 pH 차이는 36시간 경과시 보냉컨테이너박스가 pH 5.93으로 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자의 pH 5.62, pH 5.90보다 pH의 감소를 억제시키는 것을 나타내었다. 30°C 유통온도에서 24시간동안 pH의 변화는 보냉컨테이너박스가 상대적으로 pH의 감소를 억제시키는 것으로 나타내고 있으며, 적정산도와 비교하여 볼때 보냉유지효과가 우수한 것으로 나타나고있다.

Table 22에 나타난 녹즙의 고형분함량은 유통기간이 길어질수록 높아지는 결과는 보이고 있으나, 전반적으로 일정한 경향을 나타내지는 못했다. 고형분함량의 변화는 적정산도의 변화와 유사하게 유통온도 10°C에서는 보냉용기에 따른 고형분함량의 차이가 나타나지 않았다. 외기온도 20°C와 30°C에서 수송

용기별 고형분함량은 보냉상자들간의 차이가 일정하지 않게 나타나기 때문에 보냉효과에 대하여 판단하기가 힘들었다.

Table 21. Changes of pH during distribution of vegetable drink with different transporting boxes and temperatures

Temp.(°C)	Time(hrs)	Control	CAB	PAB	CTB
10°C	0	6.76	6.76	6.76	6.76
	24	5.97	6.13	6.08	6.07
	48	5.97	6.03	6.07	6.04
20°C	0	6.76	6.76	6.76	6.76
	24	5.03	5.75	5.70	5.72
	36	4.23	5.62	5.90	5.93
	48	3.95	5.00	4.75	4.77
30°C	0	6.76	6.76	6.76	6.76
	12	4.97	6.06	5.97	6.13
	24	4.30	5.48	4.27	5.68
	36	3.96	5.45	4.02	4.21

Table 22. Changes of soluble solid during distribution of vegetable drink with different transporting boxes and temperatures

(unit : °brix)

Temp.(°C)	Time(hrs)	Control	CAB	PAB	CTB
10°C	0	3.98	3.98	3.98	3.98
	24	4.65	4.83	4.67	4.77
	48	4.80	5.10	5.10	4.97
20°C	0	3.98	3.98	3.98	3.98
	24	4.10	4.40	4.60	5.77
	36	4.10	4.97	4.87	4.90
	48	5.5	4.03	3.77	4.00
30°C	0	3.98	3.98	3.98	3.98
	12	4.03	4.96	4.65	4.93
	24	4.56	4.43	3.60	4.30
	36	3.80	4.60	3.87	4.30

6. 유통온도에 따른 보냉상자별 상자내의 온도변화

가. 김치

Fig. 45는 보냉상자별 온도에 따른 김치의 저장중 보냉효과를 나타낸 것이다. 상자의 상부층에는 축냉제 500g, 하층에는 시료를 각각 넣은 다음 온도변화를 측정하여 보냉상자에 따른 보냉유지효과를 조사하였다.

보냉상자별 온도에 따른 보냉효과를 나타낸 Fig. 45에서 보냉컨테이너박스 내부의 온도변화가 상대적으로 주변 온도에 비하여 낮게 나타났으며, 외기온도가 상승할수록 보냉효과는 급감하였다. 외기온도 10℃에서 종이보냉상자, 플라스틱보냉상자, 보냉컨테이너박스의 각각의 임계온도는 7.4, 7.1, 7.1℃로 유사하게 나타났으나 정온시간은 각각 1870, 1780, 3185분 그리고 정온시간동안 평균온도는 6.41, 6.34, 4.78℃로 보냉컨테이너박스가 안정된 보냉효과를 나타내었다. 72시간동안의 평균온도 또한 5.81℃로 종이보냉상자의 8.04℃, 플라스틱보냉상자의 7.91℃보다 낮게 유지되었다.

외기온도 20℃에서 보냉컨테이너박스가 상대적으로 안정된 보냉유지효과를 나타내고 있는 반면 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자간의 보냉효과에는 큰 차이는 나타내지 않았다. 종이보냉상자, 플라스틱보냉상자 그리고 보냉컨테이너박스의 정온유지시간은 각각 1005, 1040, 1310분으로, 이때의 임계온도는 7.9, 7.6, 7.5℃, 정온유지시간동안 평균온도는 10.93, 10.98, 7.91℃로 보냉컨테이너박스의 보냉효과가 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자와 비교할 때 상대적으로 우수한 효과가 있음을 나타내었다. 72시간동안의 평균온도 또한 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자가 17.75, 18.01℃로 상당히 높은 온도를 유지하고 있었으나, 보냉컨테이너박스의 경우 14.28℃로 외기온도 20℃와 상당한 차이를 나타내고 있었다.

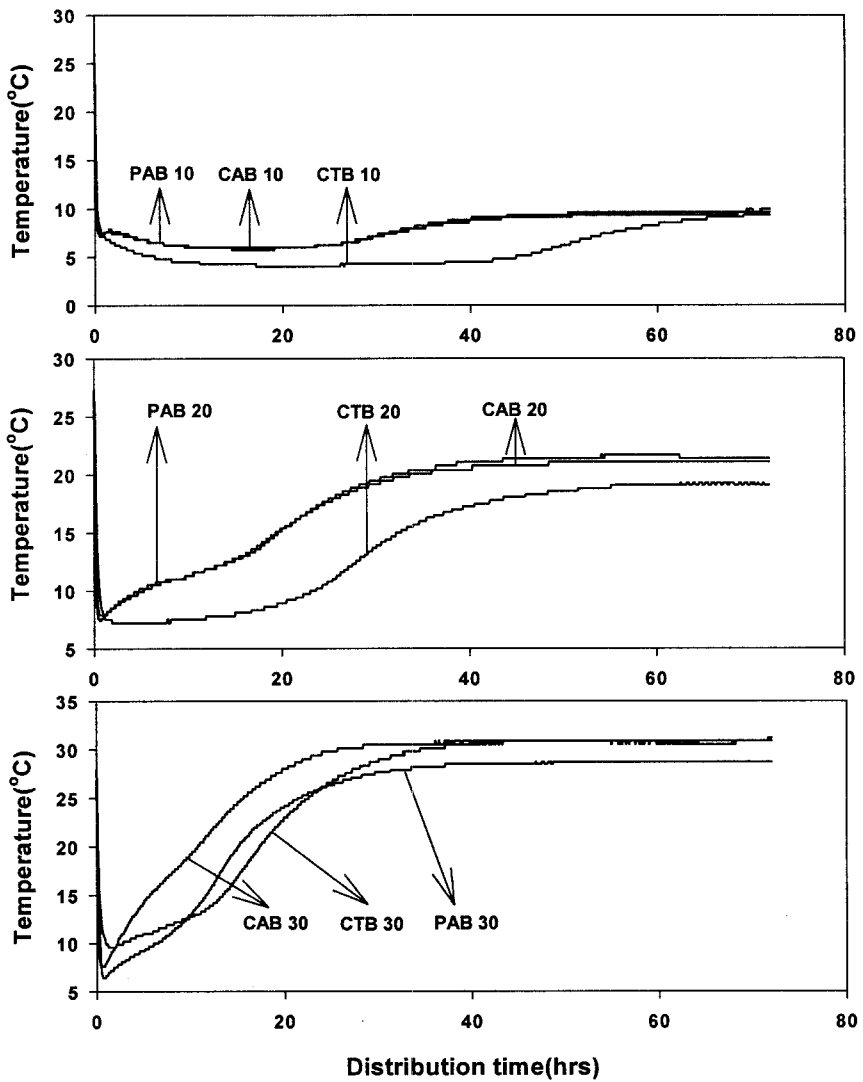


Fig. 45. Changes of inner temperature during distribution of Kimchi with different transporting boxes and temperatures

외기온도 30℃에서는 보냉상자별 보냉유지효과의 차이는 뚜렷하지 않았으나, 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자의 정온유지시간이 140, 440분 이때의 평균온도는 8.90, 8.71℃로 보냉컨테이너박스의 590분, 11.29℃와 다른 차이를 나타내었다. 72시간 동안의 평균온도는플라스틱보냉상자, 보냉컨테이너박스 그리고 종이보냉상자순으로 상승되었으며, 그 온도는 24.33, 25.53, 27.33℃였다. 외기온도 30℃에서의 보냉효과는 플라스틱보냉상자가 안정된 보냉유지효과를 유지하고 있었다.

나. 송이버섯

Fig. 46은 송이버섯의 저장시 온도때 따른 보냉상자별 상자내부의 온도변화를 나타낸 것이다. 송이의 저장은 상자바닥에 보습지로 감싼 송이버섯을 놓은 다음 그 상층부에 500g의 축냉제를 배치하여 실험하였다. 송이버섯에 있어서 모든 온도구에서 종이보냉상자가 안정된 보냉유지효과를 나타내고 있었다. 외기온도 10℃에서 정온유지시간동안의 평균온도는 종이보냉상자, 보냉컨테이너박스, 플라스틱보냉상자의 순으로 3.74, 4.62, 5.88℃로 높아지는 경향을 나타내었으며, 임계온도 5.7, 6.5, 6.8℃와 72시간 동안 평균온도 또한 7.37, 7.84, 8.08℃로 동일한 결과를 얻을수 있었다.

외기온도 20℃에서 종이보냉상자, 보냉컨테이너박스, 플라스틱보냉상자의 정온유지시간은 700, 855, 695분으로 이때의 임계온도는 9.6, 12.5, 8.8℃였으며 정온 유지시간 동안 상자내부의 평균온도는 8.07, 10.63, 7.47℃로서 플라스틱보냉상자와 종이보냉상자의 보냉유지효과가 안정적인 것으로 나타났다. 72시간동안의 보냉상자내 평균온도 또한 플라스틱보냉상자, 종이보냉상자, 보냉컨테이너박스의 순으로 증가함을 나타내었고, 그 온도는 각각 17.50, 17.65, 17.91℃였다.

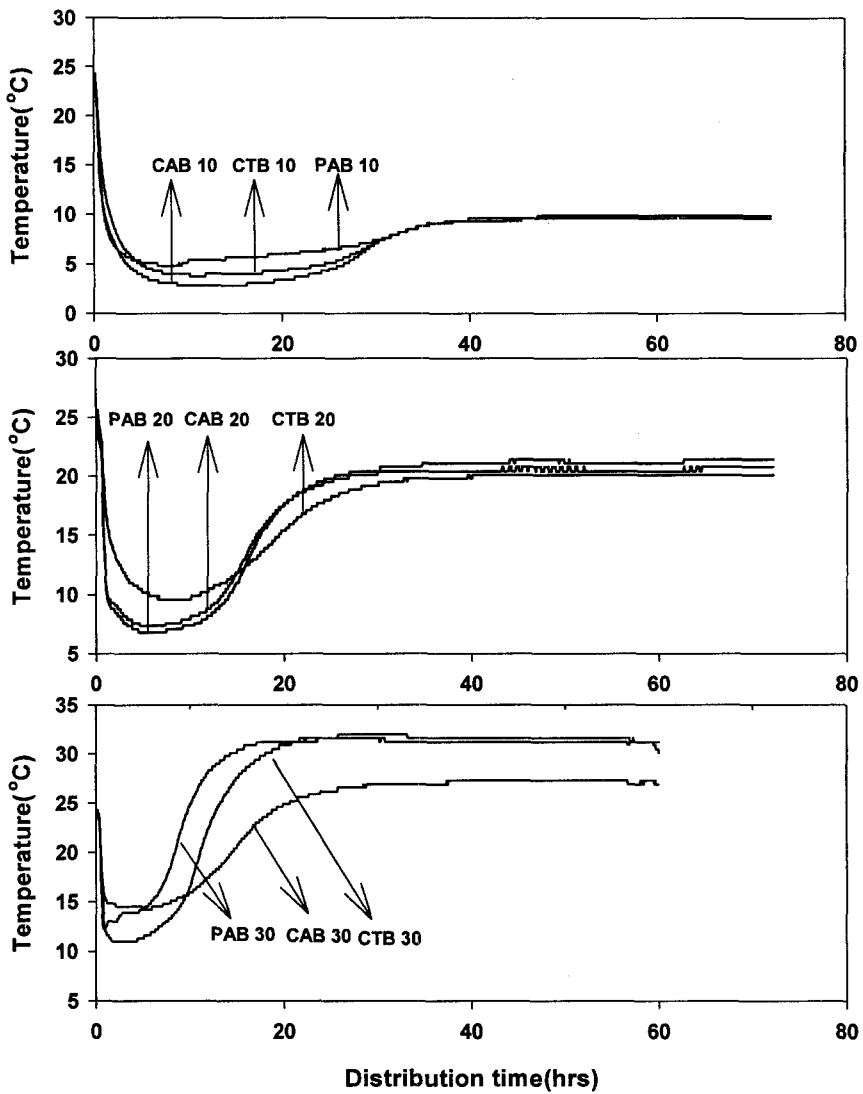


Fig. 46. Changes of inner temperature during distribution of pine-mushroom with different transporting boxes and temperatures

외기온도 30℃에서 종이보냉상자가 상대적으로 안정된 보냉유지효과를 나타내고 있는 반면 임계온도와 정온유지시간동안의 평균온도는 14.8℃와 14.90℃로 플라스틱보냉상자의 11.0℃와 11.88℃ 그리고 보냉컨테이너박스의 13.0℃와 13.75℃에 비하여 높게 유지됨을 보였다. 그러나 60시간동안의 보냉상자내 평균온도는 23.92℃로서 플라스틱보냉상자와 보냉컨테이너박스의 28.54℃, 27.63℃보다 상대적으로 낮은 온도를 나타내었다. 보냉상자내의 평균온도가 23.92℃로서 높게 나타나기는 했으나, 외기온도가 30℃라는 것을 생각할 때 큰 차이를 보이고 있어 보냉효과가 상당히 있음을 나타내었다. 또한 정온유지시간도 종이보냉상자가 595분으로 플라스틱보냉상자의 225분, 보냉컨테이너박스의 430분에 비해 오래 유지되었다. 따라서 보냉컨테이너박스의 경우 임계온도와 정온시간동안의 평균온도는 낮으나 정온시간이후의 온도상승이 급하게 일어나고 있어 보냉시간의 적절한 조절이 요구된다.

다. 쇠고기

Fig. 47는 보냉상자별 온도에 따른 쇠고기의 저장중 보냉효과를 나타낸 것이다. 상자의 상층부에는 축냉제 500g, 하층에는 wrapping한 쇠고기를 각각 넣은 다음 온도변화를 측정하여 보냉상자에 따른 보냉유지효과를 조사하였다.

Fig. 47는 보냉상자별 온도에 따른 보냉효과를 나타낸 것으로 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자간의 뚜렷한 차이는 찾기 힘들었으며, 보냉컨테이너박스의 경우 상대적으로 우수한 보냉유지효과를 나타내었다.

외기온도 10℃에서 종이보냉상자, 플라스틱보냉상자, 보냉컨테이너박스의 각각 임계온도는 7.9, 7.9, 7.9℃로 유사하게 나타났으며 정온시간은 각각 1715, 1820, 1785분 그리고 정온시간동안 평균온도는 5.74, 5.56, 5.55℃로 모든 보냉상자가 유사한 보냉효과를 나타내었다. 72시간동안의 평균온도 또한 보냉컨테이너박스가 7.91℃로 종이보냉상자의 7.98℃, 플라스틱보냉상자의 7.88℃과 유

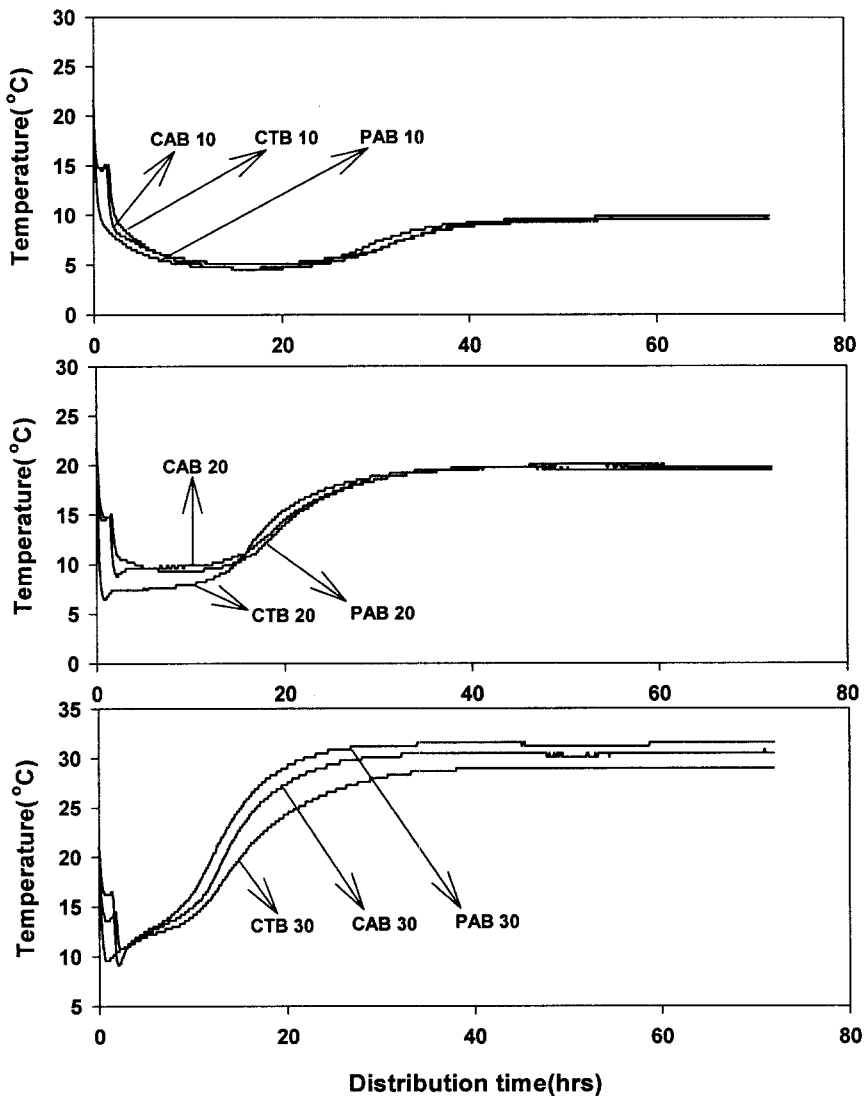


Fig. 47. Changes of inner temperature during distribution of beef with different transporting boxes and temperatures

사한 결과를 나타내었다.

외기온도 20℃에서 보냉컨테이너박스가 상대적으로 안정된 보냉유지효과를 나타내고 있었으며, 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자간의 보냉효과에는 큰 차이는 나타내지 않았다. 종이보냉상자, 플라스틱보냉상자 그리고 보냉컨테이너박스의 정온유지시간은 각각 780, 770, 715분이며 이때의 임계온도는 8.8, 10.5, 6.8℃, 정온유지시간동안 평균온도는 9.84, 9.66, 7.64℃로 보냉컨테이너박스의 보냉효과가 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자와 비교할 때 안정적인 보냉유지효과가 있음을 나타내었다. 72시간동안의 평균온도는 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자가 16.77, 16.82℃로 보냉컨테이너박스의 16.59℃와 유사한 결과는 나타내고 있었다.

외기온도 30℃에서 보냉상자별 보냉유지효과의 차이는 뚜렷하지 않았으나, 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자의 정온유지시간이 490, 375분이었으며 이때의 평균온도는 12.54, 12.60℃로 보냉컨테이너박스의 560분, 11.94℃와 차이를 나타내고있었다. 72시간 동안의 평균온도는 보냉컨테이너박스, 종이보냉상자, 플라스틱보냉상자 순으로 상승되었으며, 그 온도는 24.93, 26.71, 27.80℃였다. 외기온도 30℃에서의 보냉효과는 정온유지시간과 그때의 평균온도등을 고려해 볼 때 보냉컨테이너박스가 안정된 보냉유지효과를 보유하고있는 것으로 나타났다.

라. 녹즙

Fig. 48는 보냉상자별 온도에 따른 녹즙의 저장중 보냉효과를 나타낸 것이다. 상자의 상부층에는 축냉제 500g, 하층에는 시료를 각각 넣은 다음 온도변화를 측정하여 보냉상자에 따른 보냉유지효과를 조사하였다.

보냉상자별 온도에 따른 보냉효과를 나타낸 Fig. 48에서 나타나는것과 같이 외기온도 10℃에서는 보냉상자에 따른 뚜렷한 차이를 찾을 수 없었다. 종이보

냉상자, 플라스틱보냉상자, 보냉컨테이너박스의 각각의 임계온도는 6.5, 7.4, 5.7℃였고, 정온시간은 각각 1910, 1880, 1850분 그리고 정온시간동안 평균온도는 3.58, 2.93, 3.77℃로 나타나 비슷한 보냉상자의 보냉효과를 나타내었다. 또한 72시간동안의 평균온도도 보냉컨테이너상자가 6.90℃로 종이보냉상자의 6.64℃, 플라스틱보냉상자의 6.51℃과 비슷한 수치를 나타내었다.

외기온도 20℃에서 플라스틱보냉상자가 종이보냉상자가에비하여 상대적으로 안정된 보냉유지효과를 나타내고 있었다. 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자의 정온유지시간은 각각 840, 855분으로 나타났으며, 이때의 임계온도는 8.5, 8.2℃, 정온유지시간동안 평균온도는 7.17, 6.01℃로 플라스틱보냉상자의 보냉효과와 종이보냉상자와 비교할 때 플라스틱보냉상자가 상대적으로 우수한 효과가 있음을 나타내었다. 72시간동안의 평균온도는 종이보냉상자와 플라스틱보냉상자가 16.03, 16.66℃로 조금 낮은 온도를 유지하고 있었으나, 보냉효과가 우수하다고 말하기는 어려울것으로 판단된다.

외기온도 30℃에서는 보냉상자별 보냉유지효과의 차이가 뚜렷하게 나타나고 있다. 보냉컨테이너상자와 플라스틱보냉상자의 정온유지시간이 415, 375분이며 이때의 평균온도는 14.71 10.93℃로 종이보냉상자의 765분, 7.88℃와 다른 차이를 나타내었다. 72시간 동안의 평균온도는 보냉컨테이너박스, 플라스틱보냉상자 그리고 종이보냉상자순으로 감소되었으며, 그 온도는 25.26, 25.77, 19.48℃였다. 외기온도 30℃에서의 보냉효과는 종이보냉상자가 안정된 보냉유지효과를 유지하고 있었다.

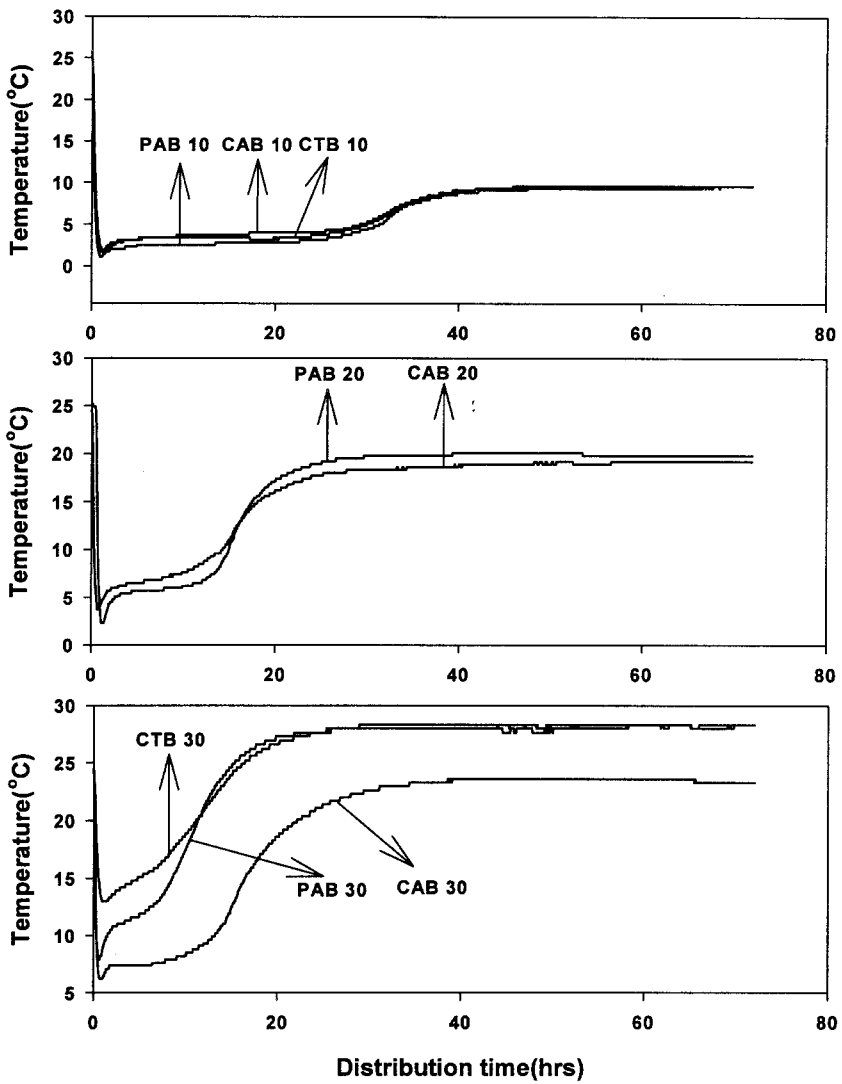


Fig. 48. Changes of inner temperature during distribution of vegetable drink with different transporting boxes temperatures

IV. 참고문헌

1. 박인경, 김광수, 이명숙, 김미향, 김순동 : 냉장화 상자에 의한 딸기의 유통중 품질변화, 농산물저장유통학회지, 1(1), 55(1994)
2. 小室 勳 : 保冷ボックスシステム、第 1回 保冷性能について、フードパッケージング 31(12) 80-87(1987)
3. 小室 勳 : 保冷ボックスシステム、第 2回 保冷性能について フードパッケージング, 32(1) ,257-263(1988)
4. 小室 勳 : 保冷ボックスシステム、第 3回 保冷仕様について フードパッケージング, 32(2) 93-99(1988)
5. 小室 勳 : クール宅配便の保冷時間事情, 包装タイムス(1989,1)
6. 流通システムセンタ : コールドロールボックス, 食品流通ダイゼスト, p.133 (1989)
7. 小室 勳 : チルド食品の物流容器-保冷容器と蓄冷剤-, 食品と容器 13(2) 28-37(2)(1990)
8. 長田 達明 : 発泡容器にかわる生鮮食品の輸送資材, 流通システム研究センター- 24(14), 15-22(1995)
9. 坂本 : 建築市場における発泡容器廃棄物処理について, フレッシュフードシステム, 24(14), 4(1995)
10. 大庵桓雄 : 発泡スチロール容器とリサイクル. フレッシュフードシステム, 24(14), 8(1995)
11. 권원달 : 농산물 산지직거래의 실태와 개선방향. 식품유통연구, 9(1), 25 (1992)
12. 차동열, 유창현, 김광포 : 최신버섯재배기술. 농진회 농진총서 11, 7(1991)
13. Sveine, E.A., Klougart, G. and Rasmussen, C.R. : Ways of prolonging the shelf life of fresh mushrooms. *Mushroom Science*, 6, 463 (1967)

14. McCord, J.D. and Kilara, A. : Control of enzymatic browning in processed mushrooms (*Agaricus bisporus*). *J. Food Sci.* 48, 1479 (1983)
15. Fuster, C., Prestamo, G. and Espinosa, J. : Influence of treatments prior to freezing on the quality and stability of fruits and vegetables during frozen storage. In *Thermal Processing and Quality of Foods. European Cooperation in Scientific & Technical Research(Thermal Processing Symposium)*, p 671 (1984)
16. Kim, D.M., Baek, H.H., Yoon, H.H. and Kim, K.H. : Effect of CO₂ concentration in CA conditions on the quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during storage. *Kor. J. Fd. Sci. Technol.*, 21(4), 461 (1989)
17. Lee, S.E., Kim, D.M. and Kim, K.H. : Changes in quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during modified atmosphere storage. *J. Kor. Soc. Food Nutr.*, 20(2), 133 (1991)
18. Burton, K. S. : Modified atmosphere packaging—a new technology for extending mushroom storage life. *Mushroom Journal*, 183, 510 (1988)
19. A.O.A.C. : Official Methods of Analysis., 13th ed., Association of Analytical Chemists, Washington, D.C., p.359(1980)
20. Henningson, R.W. : Thermister croscopy in the food industry. *Food Technol.*, 21, 132(1967)
21. 岩元陸夫 : 農産物の豫冷と輸送, 農業および園藝, 56(1), 111 (1981)
22. 谷隆之, 北川博敏 : 園藝食品 流通, 貯藏, 加工. 養賢堂, 東京, p.14 (1986)
23. Donald, M., Kinsman et al., *Muscle foods* p. 63, Chapman & Hall, 1994.
24. John, R., Romans et al., *The Meat We eat*, p93, The Interstate Printers & Publishers, Inc, 1989.

26. 青果物豫冷貯藏施設協議會 : 青果物豫冷貯藏事例集, 統計印刷工業株式會社, 東京, p5 (1989)
27. 허우덕, 하재호, 황진봉 : 김치성분의 분리동정 및 생성기작에 관한 연구. 한국식품개발연구원 보고서 p.19(1993)