

농산물 저온유통용 내수 골판지 상자의 제조(제2보)

- 골판지의 내수 및 내습성 향상을 위한 약품 적용 방법 -

조중연 · 민춘기 · 신준섭

용인송담대학 제지패키징시스템과

Manufacture of Water-Resistant Corrugated Board Boxes for Agricultural Products in the Cold Chain System(II)

- Application Methods of Chemicals for Improving Water and Moisture Resistance of Corrugated Boards -

Jung-Yeon Jo, Choon-Ki Min and Jun-Seop Shin

Abstract

Application methods of chemicals were investigated to minimize strength reduction of corrugated boards under the high humidity environment encountered in the cold chain system. Starch insolubilizers were introduced in the starch solution preparation of the Stain hall method and their insolubilization effect of starch binder were estimated. The performance of water repellent agents(WRA) and moisture proof agents(MPA) were evaluated in terms of water and moisture resistance. And effects of the combination of the chemicals and the coating method were also examined.

Addition of the polyamine polyamide insolubilizer to the main part in the Stain hall process improved the binding force and water resistance of starch, which contributed to minimize the strength reduction of paper under the high humidity environment. AZC and Glyoxal type insolubilizers could not be used in the

experiment due to an excessively increased viscosity of starch solution and the poor stability.

Conventional WRA treatment to the base paper enhanced water and moisture resistance very slightly even though water repellency of the paper reached R10 by the treatment. MPA showed excellent performance than WRA not only in water and moisture resistance but in water repellency. Double coating on paper with MPA was more effective than the single coating at the same coating weight. A newly developed MPA showed excellent performance and runnability only by a single coating instead of a double coating.

Keywords : water resistance, cold chain system, corrugated board, insolubilizer, water repellent agent, moisture proof agent

1. 서 론

농산물은 수분함량이 높고 품질열화가 심하여 공산품에 비해 유통조건이 까다로워 생산원가 구성비에서 물류비가 높은 특성을 가지고 있으며 포장재료 대부분이 골판지 상자를 사용하고 있다. 농산물 포장용으로 골판지 상자가 가장 많이 사용되고 있는 것은 타 포장 재료에 비해 재활용이 가능하고, 가격이 저렴하며, 인쇄가 간편한 것 등을 들 수 있으나, 반면에 흡습에 따른 강도 저하가 가장 큰 문제점으로 지적되고 있다.

최근 국내 농산물의 상품성을 제고하고 신선도의 저하에 따른 손실률을 줄이기 위해 최근 저온유통시스템(cold chain system)이 확산되고 있다.¹⁾ 저온유통체계에 대응할 수 있는 겉포장상자는 일반적으로 상자의 표면에 발수처리를 하고 있으나 실제 유통과정에서는 발수처리가 상자의 압축강도 저하방지에 큰 도움을 주지 못하고 있다. 발수처리는 농산물 표준출하규격에도 검사항목으로 규정되어 있는 등 상자 압축강도에 영향을 미치는 중요한 요건으로 알려져 있으나 최근에 시행된 여러 가지 연구결과에 따르면 골판지 원지의 내수성이 더욱 중요한 요인으로 판명되어 이에 대한 연구개발이

필요한 실정이다.²⁾

현재 발수처리 되어 유통되고 있는 상자의 경우 온도변화 및 주변의 습기에 의한 강도저하에 적절히 대처하지 못하고 있다. 따라서 상자의 파손을 방지하기 위해서 사용자들은 점차 고강도 재질의 상자를 요구하고 이는 과대포장으로 이어져 농산물의 포장 비용이 높아지면 이는 농산물 단가의 인상으로 이어져 물가인상을 초래하게 되고 현재 정부에서 농산물포장의 확산을 위하여 지원하고 있는 보조금도 동반 상승하는 등 경제적인 손실이 불가피하게 된다.

또한 국내에서 유통되고 있는 대부분의 골판지 상자는 공산품 포장을 기준으로 제조된 것으로 저온 냉장 및 수송시스템 등 온습도의 변화가 급격한 농산물 포장용으로 이용하는 데는 많은 문제점이 뒤따른다. 이에 따라 농산물 포장용은 물론 범용의 내수 또는 내습 기능을 갖는 골판지 원지의 개발이 시급히 요청되고 있으나 이에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다.

1950년대 처음으로 골판지가 보급된 이래 골판지에 사용되는 접착제로는 규산소다, 전분, 초산비닐, 합성수지계 등의 여러 가지가 사용되었다. 골판지가 처음 나왔을 때에는 전분을 끓여서 만든 풀을 사용하였지만 골판지 제조기계의 고속화로 규산소다가 접착제로 사용되었다.³⁾ 그러나 규산소다는 제조 후 시간이 지나면 골판지 표면에 줄무늬가 생겨 알칼리스테인(alkali stain) 현상을 일으키는 문제가 있어 골판지의 상품가치를 낮추고 내용물에 녹을 발생시키는 등 문제점을 야기 시켰다.⁴⁾

미국의 Stain hall사에서 1936년 생전분 현탁액 상태로 만든 호액을 접착제로 사용하는 Stain hall 방식이 발표되면서 골판지용 접착제로서 전분의 사용이 급속히 증가되었다. 이 방식은 전분의 일부를 가성소다와 함께 가열하여 균일한 호액으로 만든 다음 호화되지 않은 많은 전분과 섞어 침전하지 않고 유동성이 있는 상태를 만들었다. 이것은 호화된 전분입자 주변에 생전분이 달라붙어 침전도 되지 않고 유동성이 있기 때문이다. 이때 호화된 입자가 전분을 운반해 준다하여 이를 캐리어(Carrier)라 이름 짓고 접착작용을 하는 생전분을 주된 접착작용을 한다 해서 메인(Main)이라 구분했다. 현재까지 세계적으로 골판지 제조시 Stain hall 방식을 가장 많이 사용되고 있으며, 이 방식으로 생전분을 이용한 접착제 제조가 일반화 되었다.⁵⁾

그러나 전분의 특성상 고습 조건에서 장시간 노출될 경우 골판지 원지 간 접착력의 저하가 예상되므로, 저온유통용 골판지의 경우 유통 중 강도저하를 최소화시키기 위

해서는 전분의 내수성이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 제1보⁶⁾에 이어서 저온유통시스템의 온습도 조건에서도 원지의 강도하락을 최소화 시킬 수 있는 약품 적용 방법을 모색하고자 하였다. 이를 위해 기 개발되어 사용 중인 발수제 및 방습제의 방수 및 방습특성을 파악하고, 이들 약품들의 조합, 도공량 및 도공 방식에 따른 효능을 조사하여 최적의 약품 적용 방법을 확인하였다. 또한 그 동안 제지용 안료도공에 주로 사용되었던 전분내수화제를 Stain hall 방식 골판지 접착제용 전분 제조시 첨가하여, 고습조건에서도 골판지 원지간의 접착력 저하를 최소화 할 수 방안을 찾고자 착수되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

2.1.1 골판지 원지

본 연구에서 사용한 골판지 원지는 경기도 안산시 소재 신대양제지(주)에서 생산된 평량 180 g/m²의 라이너지(SK180)와 평량 120 g/m²의 골심지(S120)를 원지로 사용하였다.

2.1.2 전분내수화제

종이의 표면 사이징 및 도공에 사용되는 시판되는 변성전분용 내수화제 4종을 사용하였으며, 그 특성을 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Specifications of insolubilizers used in the experiment

	SI*-1	SI-2	SI-3	SI-4
Chemical composition	Polyamine polyamide	Polyamine polyurea	Ammonium Zirconium Carbonate (AZC)	Glyoxal derivatives
Solid(%)	30	30	30	20
pH	7.0	7.0	9.0	6.0
Viscosity (cp,20℃)	20	30	10	40
Ionicity	Cationic	Cationic	Anionic	Anionic

* : Starch Insolubilizer

2.1.3 발수 및 방습제

시판 중인 2종의 발수제와 3종의 방습제를 사용하였으며, 그 특성을 Table 2에 나타내었다.

2.1.4 기타 첨가제

전분호액을 제조하기 위해서 옥수수전분과 붕사는 골판지 제조사가 현재 사용 중인 제품을 공급받아 사용하였으며, 수산화나트륨은 시약등급의 것을 사용하였다.

Table 2. Specifications of water repellent agents and moisture proof agents used in the experiment

	WRA-1*	WRA-2	MPA-1**	MPA-2	MPA-3
Chemical composition	Wax emulsion	Wax emulsion	Acrylic derivatives	Acrylic derivatives	Acrylic derivatives
Solid(%)	40.0	35.0	48.0	40.0	40.0
pH	9	9	9	9	9
Viscosity (cp,20℃)	300	300	300	200	180

* WRA : Water Repellent Agent

** MPA : Moisture Proof Agent

2.2 실험 방법

2.2.1 골판지용 접착제의 제호

본 연구에 있어서 제호방식은 캐리어부와 메인부로 분리하여 전분 호액을 제조하는 Stein Hall Two Tank 방식을 적용하였으며, 현재 골판지 제조시 가장 많이 사용하는 접착제인 생전분(corn starch)에 내수성 부여를 위한 붕사첨가를 이용한 제호방식을 기본으로 하고, 전분의 내수성 증강을 위해 Table 1에 있는 4종류의 약품을 각각 첨가하여 호액을 제조한 후, 점도 등을 상호 비교 분석하였다. 각 방식의 제호는 실제 현장에서 적용되는 방식으로 하였다.

(가) 붕사를 이용한 기존의 제호방식

예비실험을 통해, 붕사율(붕사량/총전분량×100, %)을 2.5%로 고정시켜 제호하였으며, 그 배합비는 Table 3 및 4에 나타내었다.

Table 3. The carrier part recipe for preparing the starch solution containing borax

	starch	water	NaOH (20% soln)	total	
dosage(g)	15.80	131.7	10	157.5	starch moisture : 13%
concentration(%)	10.0%				

Table 4. The main part recipe for preparing the starch solution containing borax

	water	starch	borax (%)	total
			2.5	
dosage(g)	170.02	66.38	1.80	238.20
concentration(%)	25.0(%)			

(나) 내수화제를 사용한 새로운 제호방식

주로 코팅 및 표면 사이징에 사용되어 접착제의 내수성을 향상시키고 가교결합을 촉진시키는 약품으로 시판되고 있는 내수화제 4종을 선정하여 본 연구에 사용하였다. 호액은 앞의 봉사를 2.5%로 제조된 호액에 Table 1의 내수화제를 첨가하여 균질교반기(Homogenizer)에서 5분간 강하게 교반하여 조제하였다. 이때 약품의 첨가량은 예비실험을 통해 각 약품별로 최적의 효과를 나타내는 범위로 하였고, 전분량 대비 약품의 고형분 기준으로 첨가하였다.

캐리어부 배합비는 4가지 모두 Table 3과 동일하게 하였고, 메인부 배합비는 Table 5, 6, 7 및 8에 나타내었다.

Table 5. The main part recipe for preparing the starch solution containing insolubilizer A

	water			starch	insolubilizer A (%)			borax (%)	total		
					1.5	3.0	4.5	2.5			
dosage (g)	170.73	171.44	172.16	66.38	3.57	7.14	10.71	1.80	242.48	246.76	251.05
concentration (%)	25.0(%)										

Table 6. The main part recipe for preparing the starch solution containing insolubilizer B

	water			starch	insolubilizer B (%)			borax (%)	total		
					1.5	3.0	4.5	2.5			
dosage (g)	170.73	171.44	172.16	66.38	3.57	7.14	10.71	1.80	242.48	246.76	251.05
concentration (%)	25.0(%)										

Table 7. The main part recipe for preparing the starch solution containing insolubilizer C

	water			starch	insolubilizer C (%)			borax (%)	total		
					3.0	5.0	7.0				
dosage (g)	171.45	172.4	173.35	66.38	7.15	11.92	16.68	1.80	246.78	252.50	258.21
concentration(%)	25.0(%)										

Table 8. The main part recipe for preparing the starch solution containing insolubilizer D

	water			starch	insolubilizer D (%)			borax (%)	total		
					1.0	2.0	3.0				
dosage (g)	169.31	168.59	167.88	66.38	3.57	7.14	10.71	1.80	241.06	243.91	246.77
concentration(%)	25.0(%)										

2.2.2 원지에의 적용 방법

(가) 제호 접착제의 적용 방법

앞에서 Stein Hall 법으로 제조된 접착제를 2.1.1의 골심지의 거친 면에 도공용 로드(No. 20)로 도공 처리한 후 즉시 라이너지의 거친 면을 도공면 위에 얹고 그 위를 수초지용 카우치를 1회 밀어서 합지시켰다. 이 때 도포량은 편면 기준 10g/m^2 이 되도록 하였다. 합지 후 즉시 실험실용 건조기로 3분간 105°C 에서 열풍 건조하였다.

(나) 방습제와 발수제의 적용 방법

발수제 및 방습제의 처리방식에 따른 효과를 확인하기 위하여 도공용 로드(No. 3)로 2.1.1의 라이너지 표면에 도공처리 하였으며 처리 종류는 Table 9와 같다. 도공량은 약품의 농도를 변화시켜 조정하였으며, 발수도는 모두 $R_6 \sim R_{10}$ 으로 조절하였다. 이때 도공 방법(싱글, 더블)을 변화시켜 도공방법에 따른 내수 및 내습성을 조사하였다.

도공 후 즉시 실험실용 건조기를 이용하여 105℃에서 3분간 건조시켰다.

또한 이 결과를 참조하여 약품 조합의 방식을 다양화시키고 신규 개발된 방습제 (MPA-3)의 효능을 기존의 것(MPA-1, MPA-2)과 비교하기 위해서 Table 10과 같이 약품을 적용하였다. 이때 약품의 도공량은 2.0 g/m²으로 통일하였으며, 발수도는 모두 R10 이었다.

(다) 고습처리

상대습도 98%, 온도 30℃가 유지되는 항온항습조에 시험편을 넣어 24시간 조습처리한 후 각종 물성실험을 실시하였다.

2.2.3 물성 시험

상기와 같은 습도에서 조습된 시험편의 Cobb 사이즈도, 파열강도, 압축강도(링크러쉬법), 스티프니스, 투습도 및 발수도를 TAPPI 표준실험방법에 의거 측정하였다. 층간결합강도는 TAPPI 표준실험방법 T 541 om-89에 의거 시험편의 z-방향 인장강도를 측정하였다. 또한 접착제로 합지된 시험편을 상온의 물에 5분간 침지한 후 손으로 합지층을 분리하여 그 결합 정도를 5점법으로 평가하였다.

Table 9. Application methods of water repellent agents and moisture proof agents on base paper

	Treatment	Coating weight (g/m ²)	Water repellency
T0	None		R0
T1	WRA-1 (0.16%)*	NA	R6
T2	WRA-1 (5%)*	0.5	R10
T3	WRA-1 (25%)*	2.5	R10
T4	MPA-1(Under)/WRA-1(Top) Double coating	2/0.5	R10
T5	MPA-1(Under)/MPA-2(Top) Double coating	2/0.5	R10

* () stands for the dilution concentration of the chemical.

Table 10. Combination of water repellent agents and moisture proof agents applied on base paper and its coating weight

	application method	coating weight(g/m ²)
S0	none	
S1	WRA-1 single coating	2.0
S2	WRA-2 single coating	2.0
S3	WRA-2(under)/WRA-1(top)	1.0/1.0
S4	WRA-2(under)/WRA-2(top)	1.0/1.0
S5	MPA-3 single coating	2.0
S6	MPA-3(under)/MPA-3(top)	1.0/1.0
S7	WRA-2(under)/MPA-3(top)	1.0/1.0
S8	MPA-3(under)/WRA-2(top)	1.0/1.0
S9	MPA-1(under)/MPA-2(top)	1.0/1.0

3. 결과 및 고찰

3.1 전분접착제의 내수화

Stain hall 방식으로 접착제를 제호할 경우 호액에는 전분 이외에 가성소다 및 붕사가 첨가된다. 붕사는 보락스(Borax)라고도 하는데, 화학조성은 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 이다. 붕사는 물속에서 용해되면 Dihydra Tetra Boric Acid가 되고 이것이 여분의 물과 화합하거나 전분과 수소결합하여 전분의 결집력을 크게 해준다고 보고 있다. 실제로 붕사를 배합하면 점도가 올라가면서도 교반할 때 특유의 유동성을 준다. 접착제 조제시에 있어서 첨가되는 붕사는 전분과 수소결합으로 전분 분자의 결합을 강화하며 골판지 접착에 있어서 초기 접착력을 돕는 역할을 한다. 따라서 붕사 첨가 시는 처음에 점도가 급격히 상승하지만 이것은 소위 구조점도이기 때문에 강한 교반에 의해서 점도는 떨어져 정상 점도가 되지만 붕사를 과잉 첨가하면 영키는 상태가 되어 그 적성을 잃어버리고 만다. 현장에서는 유동성 악화의 문제 때문에 붕사율(붕사량/총전분량, %)을

3% 이하(2.4 - 2.8 정도)로 관리하고 있는 것이 일반적이다.

따라서 본 연구에서는 봉사율을 현장의 작업조건인 2.5%로 고정하고, 4종류의 내수화제를 최종 첨가하여 호액을 제조하였다.

내수화제는 접착제의 내수성을 증진시키고 가교결합, 및 필름형성능력이 우수하여, 종이의 wet rub 강도를 높여주므로, 주로 종이의 도공 및 표면사이징용 접착제의 내수화제로 주로 사용되고 있다. 본 연구에서는 이들을 골판지용 전분의 호액 제조시 첨가하여, 저온유통시스템 하에서도 골판지용 접착제의 내수, 내습성 향상으로 인해 골판지의 강도 하락을 최소화시킬 수 있다는 가능성을 확인하고자 골판지에 적용을 시도하였다.

호액의 점도 안정성을 살펴본 결과 총 4가지 종류 중 AZC와 Glyoxal계 내수화제는 동일 투입량에서 다른 것에 비해 호액의 점도가 상대적으로 높게 나타났으며, 호액의 경시 안정성이 저하되어 수 시간 이내에 겔화 되는 결과를 나타냈었기 때문에 차후 실험에서는 제외시켰다.

Polyamine 계통의 2종류의 내수화제(SI-1, SI-2)의 경우 호액의 점도 및 경시안정성이 양호하게 나타나 본 연구에 적합한 내수화제로 판단되었다.

내수화제의 첨가량에 따른 호액의 점도 변화를 살펴본 결과, Fig. 1에 나타난 것과 같이 SI-1은 예상대로 호액의 점도가 첨가량에 비례하여 증가되는 것이 관찰된 반면, SI-2는 전분 대비 내수화제의 첨가량이 증가함에 따라 호액의 점도가 오히려 감소하는 결과를 나타냈다. 그 결과 내수화제의 첨가량이 4.5% 일 경우에는 control보다도 점도가 낮아진 것으로 나타났다. SI-1의 점도 감소 현상에 관한 원인 중 추정해 볼 수 있는 것으로는, 약품의 투입량이 적정 수준을 넘어 과도했던 것으로 추정되며, 보다 정확한 원인 파악은 차후 연구에서 실시할 예정이다.

내수화제의 투입량에 따른 골판지 원지의 투습도 변화를 살펴본 결과 내수화제를 3% 정도 첨가시 투습도가 다소 개선되는 결과를 나타내었다.(Fig. 2) 또한 내부결합강도를 측정해본 결과 SI-1은 투입량이 증가함에 따라 내부결합강도가 증가하는 경향을 나타낸 반면 SI-2는 반대의 결과를 나타내었다. 이는 SI-2의 경우에는 앞서 설명한 바와 같이 첨가량 증가에 따라 호액의 점도가 감소하는 결과를 나타내었는데, 이에 따라 호액이 원지 내부로 침투성이 커져 골심지와 라이너의 접착강도가 저하되어 나타난 결과로 보여진다. 내부결합강도의 결과는 시험편을 상온의 수돗물에 5분간 침지시킨

후 손으로 층간결합강도를 측정 한 결과와도 유사한 결과를 나타내었다.(Fig. 3, 4) 그러나 봉사를 단독 사용하는 기존의 방법과 비교해 볼 때 내수화제의 첨가량이 3% 이상에서만 결합강도의 증가 효과가 나타난 것으로 확인되었다.

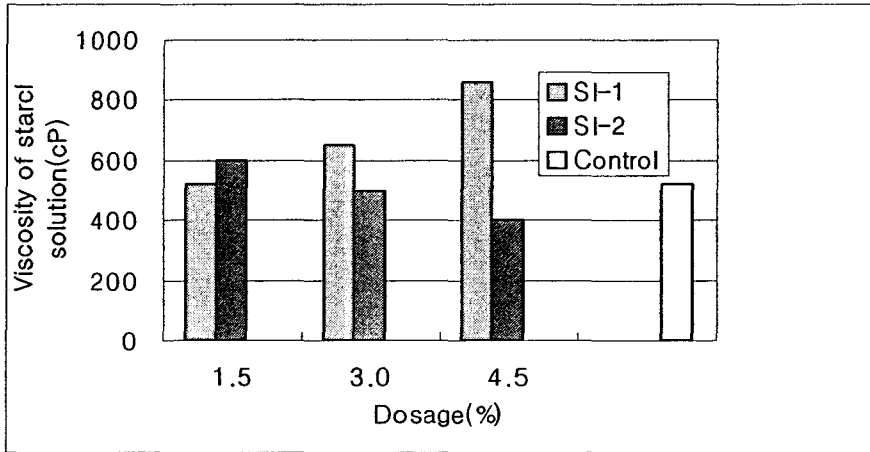


Fig. 1. Changes of viscosity of starch solutions by starch insolubilizers(SI) dosage.

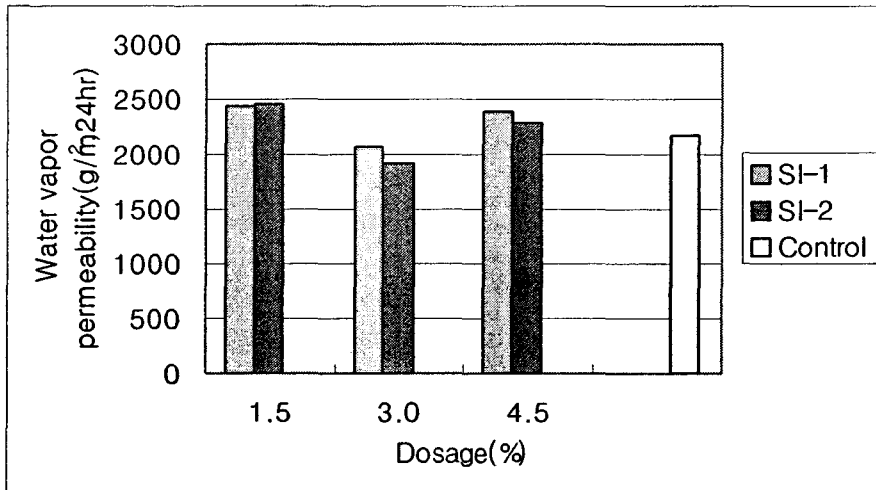


Fig. 2. Changes of water vapor permeability of paper by starch insolubilizers(SI) dosage.

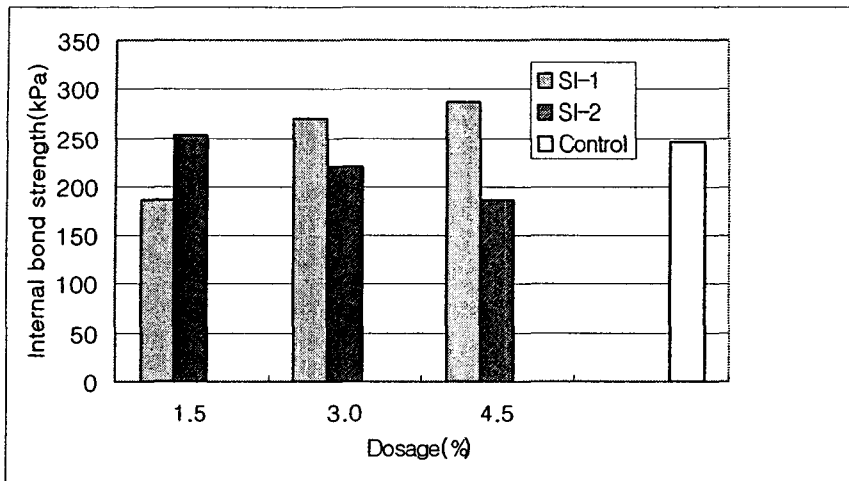


Fig. 3. Changes of internal bond strength of paper by starch insolubilizers(SI) dosage.

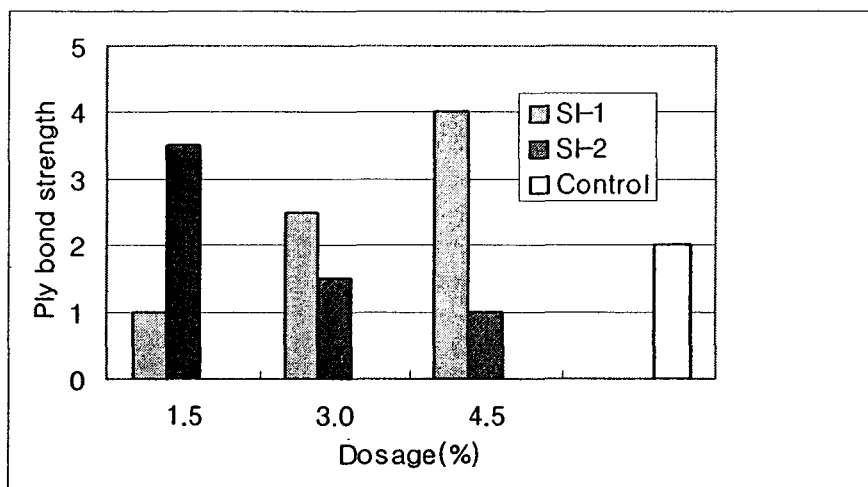


Fig. 4. Changes of ply bond strength of paper by starch insolubilizers(SI) dosage.(1: worst, 5 ; best)

3.2 도공 방식에 따른 발수제와 방습제의 효능

3.2.1 방수성 및 파열강도에 미치는 영향

시험편의 방수성을 Cobb법으로 측정한 결과 Fig. 5에 나타난 바와 같이 방습제 top/under 병용처리가 가장 우수한 방수성을 보여 내수 기능성면에서 가장 우수하게 나타났으며, 방습제 편면 처리, top(발수제)/under(방습제) 병용, 발수제 처리(5%), 발수제 처리(0.16%), 무처리 순으로 나타났다. 습윤파열강도도 방수성과 같은 순으로 나타났다.

원지에 내수성을 부여하는 효과 면에 있어서는 발수제 처리가 별다른 효과를 발휘하지 못한 반면, 방습제는 가장 우수한 효과를 나타내었다. 발수제 top/방습제 under 병용 처리의 경우 방수성은 발수제 단독 처리에 비해 개선되었으나, 습윤파열강도에 있어서는 두 처리 간에 큰 차이를 나타내지 않았다. 따라서 저온 유통용 골판지 상자 원지의 내수성과 습윤파열강도를 효과적으로 개선시키기 위해서는 발수제 보다는 방습제를 적절히 사용하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

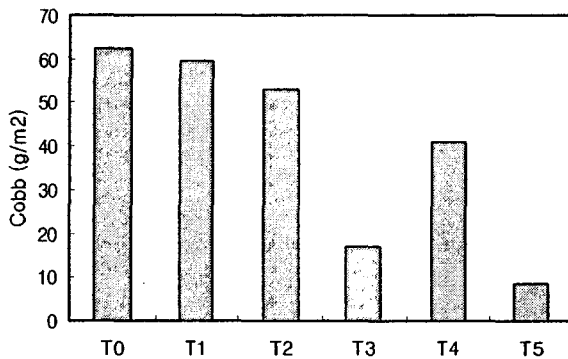


Fig. 5. Effect of application methods of water repellent agents and moisture proof agents on water absorbency of paper.

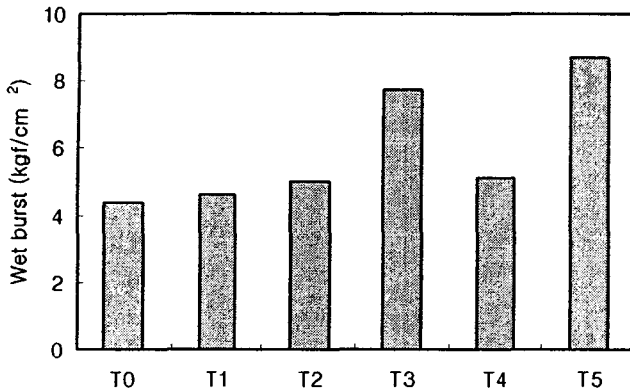


Fig. 6. Effect of application methods of water repellent agents and moisture proof agents on burst strength of paper.

3.2.2 압축강도에 미치는 영향

Fig. 7에서 알 수 있는 바와 같이, 기존 골판지 상자에 대한 발수처리(R_4 또는 R_6 이상)는 습도 변화에 따른 압축강도 저하 방지에 크게 기여하지 못하는 것으로 생각된다. 이로 인해 발수처리는 원가상승 요인만 될 뿐 강도 저하 방지에 영향을 주지 못한다. 또한 원지 제조시 첨가하는 내수화제도 습윤압축강도 증가 또는 저하 방지에 별 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

결국, 습도변화에 적극적으로 대처하기 위해서는 방습제 단독 사용 또는 발수제와 방습제의 혼합 사용이 적절할 것으로 판단되며, 방습제의 경우, 동일 사용량을 1회 처리하는 것보다 Top과 Under를 도공하는 더블 도공 처리가 습윤압축강도의 증가에 보다 효과적인 것으로 나타났다.

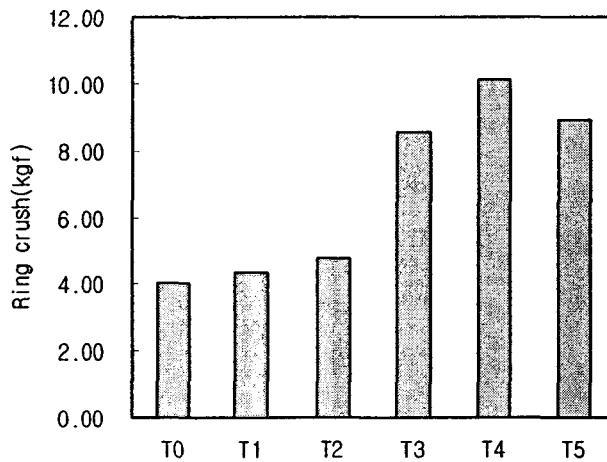


Fig. 7. Effect of application methods of water repellent agents and moisture proof agents on compressive strength of paper.

3.2.3 투습도에 미치는 영향

Fig. 8에서 알 수 있는 바와 같이 투습도는 무처리 > 발수제 처리(0.16%) > 발수제 처리(5%) > 방습제 Under/Top 병용 > 방습제 싱글도공 > 방습제 Under/발수제 Top 병용의 순으로 나타났다.

투습도와 반대의 개념인 방습성면에서, 발수제는 방습 효과가 거의 없었으며, 방습제는 예상대로 그 효과가 매우 크게 나타났다. 그런데 가장 효과가 크리라 예상했던 방습제 Top/Under 병용보다 방습제 Under/발수제 Top 병용 효과가 크게 나타난 것은 의외의 결과였으며, 그 원인에 대해서는 보다 정밀한 분석이 필요하나 우선은 더블 도공 실험시 도공량 오차에서 발생한 것이거나, 방습제와 발수제의 병용에 의한 시너지 효과 때문으로 생각된다.

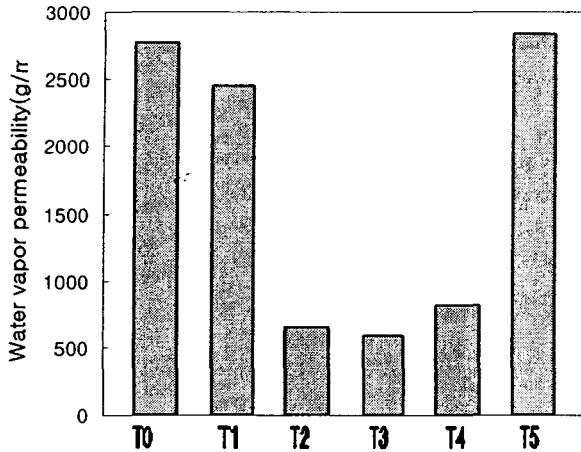


Fig. 8 Effect of application methods of water repellent agents and moisture proof agents on water vapor permeability of paper.

저온유통시스템에서 포장상자의 투습도는 상자 내부의 수분이 외부로 방출되거나 또는 외부의 수분이 내부로 침투하는 특성을 판단할 수 있는 좋은 자료가 된다. 농산물을 저온 냉장 유통시 적재 공간 내부의 수분이 낮아 농산물이 건조하거나, 외부의 수분이 내부로 침투하면서 골판지의 강도를 약화시키는 것을 방지하기 위해서는 포장상자의 방습성이 요구된다.

지금까지 얻어진 연구 결과를 종합하면, 발수제나 방습제나 동일한 도공량을 한번에 도공하는 싱글도공 방식보다는 2번으로 나누어서 도공하는 더블도공방식이 더욱 효과적인 것으로 나타났으며, 발수제 보다는 방습제를 사용하는 것이 습윤압축강도나 투습도 측면에서 유리한 것으로 밝혀졌다. 한편, 종류가 다른 발수제와 방습제를 각각한 층씩 도공하는 혼합 더블도공 방식을 채택하여 시험한 결과 일부 조합에서 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

그러나 2가지 종류의 방습제(under용, top용)는 방습효과는 우수하나 더블코팅을 해야하는 번거로움과 싱글코팅을 시행하고 있는 대부분의 골판지회사 입장에서는 건조기를 추가로 설치해야 하는 등 작업성 면에서 이중도공이 여러 가지로 불편한 것이 사실이다. 따라서 본 연구에서는 제조업체와 협의하여 효능이나 작업성 면에서 이중도공

방식보다 유리한 새롭게 개발된 싱글 도공용 방습제(MPA-3)의 효능을 평가하여 보았다.

Table 11에서 보는 바와 같이 기존의 방습제(MPA-1, MPA-2)에 비해 신개발품인 MPA-3가 싱글 도공인 경우에도 기존 약품의 더블 도공에 비해 우수한 결과를 나타내는 것으로 확인되었으며, MPA-3를 더블 도공한 것이 방습도 면에서 가장 우수한 결과를 나타내었다.

발수제 간의 효능 차이는 크게 나타나지 않았으나, 발수제에 있어서도 싱글 도공보다는 더블도공이 방습 효과 면에서 우수한 것으로 나타났다. 방습제와 발수제의 조합의 경우에서 알 수 있듯이 더블도공을 하는 경우 top층에 방습제를 사용하는 방식(S7)이 under층에 사용하는 경우(S8)보다 우수한 결과를 나타내었다.

Table 11. Effect of the combination of water repellent agents and moisture proof agents applied on base paper on water vapor permeability of the paper

	application method	coating weight(g/m ²)	water vapor permeability (g/m ² 24hr)
S0	none		2127
S1	WRA-1 single coating	2.0	1685
S2	WRA-2 single coating	2.0	1576
S3	WRA-2(under)/WRA-1(top)	1.0/1.0	862
S4	WRA-2(under)/WRA-2(top)	1.0/1.0	988
S5	MPA-3 single coating	2.0	756
S6	MPA-3(under)/MPA-3(top)	1.0/1.0	645
S7	WRA-2(under)/MPA-3(top)	1.0/1.0	731
S8	MPA-3(under)/WRA-2(top)	1.0/1.0	787
S9	MPA-1(under)/MPA-2(top)	1.0/1.0	785

4. 결 론

저온유통시스템의 고습 조건에서도 골판지 원지의 강도하락을 최소화시킬 수 있는 약품 적용 방법을 모색하였다. 이를 위해 Stain hall 방식으로 접착제를 제조할 때 전분 내수화제를 첨가하여 고습조건에서 접착력의 저하 억지 효과를 파악하였다. 또한 발수제 및 방습제의 방수 및 방습특성을 파악하고, 이들 약품들의 조합방법, 도공량 및 도공 방식에 따른 효능을 조사하여 최적의 약품 적용 방법을 확인하였다.

그 결과 폴리아민 계통의 전분 내수화제를 전분대비 3% 정도 첨가함으로써 골판지 접착제의 강도 및 방습성을 향상시킬 수 있었다. AZC나 Glyoxal 계통의 약품은 호액 제조시 유동성 및 점도 안정성의 문제로 골판지용 접착제에 적용이 어려웠다.

기존에 사용되고 있는 발수제는 발수 등급을 R10까지 상향조정하여도 방수성 향상 효과가 극히 미미하게 나타났으며 방습효과도 거의 없었다. 방습제는 극히 우수한 방수 효과를 나타내었고 발수성 또한 우수하였다. 방습제 처리시 싱글 도공보다는 더블 도공이 훨씬 효과적이었다. 기존의 2가지 방습제를 더블 코팅하는 방법대신 작업성 면에서 유리한 싱글 코팅으로도 보다 우수한 방습효과를 나타내는 새로 개발된 방습제의 효능을 확인하였다.

인용 문헌

1. Swartz, H.G., In Food Packaging and Preservation, p. 115 ~ 135, Elsevier Science Publishing Co., Inc.(1986)
2. 하영선, 농수산물의 신선포장과 국제경쟁력 제고 방안, 제2회 국제포장심포지움 요약집, p. 39 ~ 63(1995)
3. 안헌영, 세계 골판지포장산업 기술의 현재와 미래, 한국골판지공업협동조합(1995)
4. Wurzburg, O. B., Modified Starch, CTC Press(1986)
5. 김순철, 골판지기술, 예진출판사, p. 178(1997)
6. 조중연, 민춘기, 신준섭, 농산물 저온유통용 내수 골판지 상자의 제조(제1보) - 섬유류의 종류, 습윤지력증강제 및 방습제 첨가에 따른 골판지 원지의 물리적 특성, J. Korea TAPPI 35(2): 26 - 32(2003)