

농산물 저온유통용 내수 골판지 상자의 제조 (제1보)

- 섬유의 종류, 습윤지력증강제 및 방습제 첨가에 따른 골판지 원지의 물리적 특성 -

조중연[†] · 민춘기 · 신준섭

(2003년 1월 15일 접수; 2003년 4월 25일 채택)

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

- Effects of Fiber Types, Wet Strength Agents and a Moisture-Proof Chemical on the Physical Properties of Base Papers for Corrugated Board Boxes -

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

(Received on January 15, 2003; Accepted on April 25, 2003)

ABSTRACT

For the purpose of manufacturing water-resistant corrugated board boxes for agricultural products in the cold chain system, the effects of fiber types, wet strength agents and a moisture-proof chemical on the properties of the base papers were investigated first.

PAE(polyamide amine epichlorohydrin) showed better performance than MF(melamine formaldehyde) over broad stock pH ranges, which was preferred as wet strength agent for the paper grade. When short fibers(AOCC, KOCC) were mixed with long fiber(UKP) in certain ratios, some physical properties of the paper made with mixed fibers were similar to those of the paper made with UKP only. Paper containing AOCC showed the biggest increase in water resistance when PAE was added to the stock. Synergistic effects in moisture-proof and some mechanical properties of paper were appeared when PAE was added internally, together with the coating of a moisture proof chemical on the sheets.

Keywords : water-resistance, corrugated board box, cold chain system, wet strength agent, PAE

• 본 논문은 2000년도 농림부 농림기술관리센터 주관의 농림기술개발연구 첨단기술개발과제(유통분야) 지원사업에 의해 수행된 결과의 일부임.
• 용인송담대학 제지·패키징시스템과(Dept. of Paper & Packaging System, Yong-In Songdam College, Mapyoung-Dong 571-1, Yongin-Si, Kyungki-Do, 449-710, Korea)

[†] 주저자(Corresponding author) : E-mail : jjy@ysc.ac.kr

1. 서론

최근 유통과정 중 운반 및 상·하역 작업에 의하여 발생하는 농산물 파손 등의 손실을 방지하기 위하여 포장화가 급속하게 진행되고 있으며, 수입 농산물에 대응하여 국내 농산물의 상품성을 향상시키며 신선도의 저하에 따른 손실률을 줄이기 위한 저온 유통시스템(cold chain system)이 확산되고 있어서 향후 농산물 유통체계의 대체를 이룰 것으로 판단된다.¹⁻²⁾ 농산물의 골판지상자 사용이 일반화되고 저온 유통시스템이 확산될 것에 대비하여 농림부에서도 모든 농산물의 포장을 저온 유통체제로 전환한다는 목표아래 2000년부터 5개년 계획으로 기존의 124개 농산물 표준출하규격을 이에 맞추어 개정하고 있다. 이에 대비하여 현재 농산물 표준 출하규격의 검수기준 중 저온 유통체제에서 문제가 될 수 있는 발수도와 상자 압축강도에 관련하여 보완, 개정 등의 사전정비가 이루어져야 한다.

저온 유통체계에 대응할 수 있는 겉포장 상자는 일반적으로 상자의 표면에 발수처리를 하여 유통과정 중에 발생하는 수분에 견딜 수 있도록 되어 있으나, 현재 농산물 표준출하규격으로 지정되어 있는 발수도 관련 연구결과 골판지상자의 표면에 발수 코팅처리를 하여 저온 수송시스템의 환경 하에서 유통하였을 경우 실제로 발수처리가 상자 압축강도저하 방지에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 밝혀졌다.³⁾

이의 원인으로는 골판지 표면상에서의 불균일한 발수제의 분포와, 예냉을 위하여 뚫어진 통기공을 통하여 주위의 수분이 중간 라이너지 및 골심지로 침투하기 때문으로 생각되어지며, 결국 골판지 표면의 발수처리는 크게 효과를 거두지 못하고 있는 실정이다. 따라서 발수처리보다는 내수처리가 통기공을 가지는 저온수송체계용 상자에 적합하다고 할 수 있다.

현재 농산물의 대부분이 골판지 상자로 포장되어 출하되고 있는데 농산물은 공산품과는 달리 비교적 수분이 많은 유통환경을 접하게 되므로 골판지 상자의 내수성 및 습윤강도가 약하면 많은 문제점이 발생된다. 따라서 농산물 포장용 골판지 상자의 경우, 수분에 어느 정도 노출되어도 내수성은 물론, 강도를 유지시키는 것이 필수 요소라고 할 수 있다.

그러나, 현재 국내에서 유통되고 있는 대부분의 골판지 상자는 공산품 포장을 기준으로 제조된 것으로 저온 냉장 및 수송 시스템 등 온·습도의 변화가 급격한 농산물 포장용으로 이용하는 데는 많은 문제점이 뒤따른다. 이에 따라 농산물 포장용은 물론 범용의 내

수 또는 내습 기능을 갖는 골판지 원지의 개발이 시급히 요청되고 있으나 이에 대한 연구 자료나 관심은 아직 미미한 실정이다.

본 연구에서는 먼저 시중에서 사용되고 있는 2종의 습윤지력증강제의 효능을 평가하여 본 연구에 적합한 것을 선정하고, 골판지의 주원료 혼합비율 및 습윤지력증강제의 첨가에 따른 골판지 원지의 습윤강도, 내수 및 내습 특성을 분석하였다. 또한 생산된 원지에 방습제를 도공하여 내침된 습윤지력증강제와 방습제와의 병용에 따른 원지의 물성 변화를 파악함으로써, 저온유통시스템용 골판지원지 제조를 위한 기초 정보를 얻고자 착수되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 연구에서 사용한 원료는 경기도 안산시 소재의 신대양제지(주)로부터 골판지 원지 제조시 사용하는 국산 회수골판지(Korea old corrugated container, KOCC), 미국산 회수골판지(America old corrugated container, AOCC) 및 미표백크라프트 펄프(Unbleached kraft pulp, UKP)를 각각 구입하여 사용하였다.

습윤지력증강제는 시판 사용 중인 PAE(Polyamide amine epichlorohydrin, Finex-414, 태광화학공업(주))계 수지와 MF(Melamine formaldehyde, UJ-100, 우진산업(주))계 수지를, 방습제는 시판 아크릴계 통의 젓(JK 2007, 정원화학(주))을 사용하였으며 그 특성을 Table 1에 나타내었다. 그리고 지료의 pH 조

Table 1. Specifications of chemicals used in the experiment

Name	Chemical composition	Solid(%)	pH	Viscosity (cp)	Usage
PAE	Polyamide amine epichlorohydrin	12.5	4.0	60	Wet strength agent
MF	Melamine formaldehyde	10.0	2.0	10	Wet strength agent
MP	Acrylic derivatives	40.0	9.0	30	Moisture-proof chemicals

절을 위해서 시약 등급 수산화나트륨과 공업용 황산알루미늄을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 자료조성

실험실용 고해기(Valley beater)를 이용하여 KS M 7036에 의거, 각각 35°SR로 고해한 후, Table 2와 같은 배합비에 따라 자료를 제조하였다.

2.2.2 pH에 따른 습윤지력증강제의 효능 평가

Table 2의 S2 배합(KOCC 70% + UKP 30%)으로 고해된 섬유를 혼합하고, 자료의 농도를 수돗물을 사용하여 0.4%로 희석한 후, 수산화나트륨과 알럼 희석액을 사용하여 자료의 pH를 4, 6, 8 및 9로 조절하여 맞추고, 800rpm으로 교반하면서 습윤지력증강제를 전건 자료 대비 고형분 기준으로 0.25% 첨가한 후 KS M 7030에 의거, 평량 100 g/m²의 수초지를 제조하였다. 제조된 수초지는 50% RH, 23°C에서 조습처리한 후 TAPPI UM 454에 의하여 습윤열단장을 측정하였다.

2.2.3 습윤지력증강제의 첨가 및 섬유 혼합 비율에 따른 원지의 특성분석

(가) 습윤지력증강제의 첨가량에 따른 효능 평가

Table 2의 S1 배합(KOCC 100%)과 S2 배합(KOCC 70%+UKP 30%)을 제조하여, 습윤지력증강제로 PAE를 전건자료 중량대비 PAE 제품 기준으로 0~5% 첨

가한 후 KS M 7030에 의거, 평량 150g/m²의 수초지를 제조하였다. 이때 교반속도 및 자료농도는 2.2.2와 동일한 조건으로 행했으며 pH 조절을 위해 별도의 약품은 첨가하지 않았다. 제조된 원지는 50% RH, 23°C 조건에서 24시간 조습처리한 후 파열강도를 측정하였으며, 일부 시편은 20°C의 수돗물에 5분간 침지 후 흡습지를 사용하여 표면에 잔존하는 물기를 제거 후 습윤파열강도를 측정하였다.

(나) 섬유의 혼합비율에 따른 원지의 특성 분석

Table 2의 S1~S7의 배합을 제조하고 습윤지력증강제로 PAE를 0~3% 첨가한 후 2.2.3.1의 방법과 동일하게 자료조성 및 수초지를 하고 50% RH, 23°C에서 조습처리 후 TAPPI 표준실험방법에 의해 파열강도, 압축강도 및 Cobb 사이즈도를 측정하였다.

2.2.4 습윤지력증강제와 방습제의 병용 효과 분석

Table 2의 S5 배합(AOCC 70% + UKP 30%)을 제조하여 PAE를 0~3% 첨가한 후 2.2.3.1의 방법과 동일하게 자료조성 및 수초지를 하고 50% RH, 23°C에서 24시간 조습처리시켰다. 이렇게 제조된 원지 위에 도공용 로드(No.3)를 이용하여 방습제가 2g/m² 도포되도록 도공하였으며, 즉시 실험실용 건조기를 이용하여 105°C에서 3분간 열풍 건조시킴으로써 약품처리가 되지 않은 것(control)을 포함하여 5 종류의 원지를 제조하였다. 건조된 원지는 90% RH, 온도 40°C가 유지되는 항온항습조에 넣어 6 시간 조습처리한 후 TAPPI 표준실험방법에 의해 투습도, Cobb 사이즈도, 파열강도, 압축강도 및 스티프니스를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 자료의 pH에 따른 습윤지력증강제의 효능

종이의 습윤지력을 향상시키기 위해 국내에서는 주로 요소 포름알데히드 수지(UF), 멜라민 포름알데히드 수지(MF) 및 폴리아미드 아민 에피클로로하이드린(PAE) 수지가 일반적으로 사용되고 있다. 이중 MF는 UF에 비해 분자 내에 화학반응을 할 수 있는 작용기

Table 2. Mixing ratios of fibers for handsheets making

No.	Mixing ratios of fibers		
	KOCC	AOCC	UKP
S1	100	0	0
S2	70	0	30
S3	50	0	50
S4	0	100	0
S5	0	70	30
S6	0	50	50
S7	0	0	100

의 수가 많이 존재하므로, 단위 첨가량에 대한 습강효과가 높고 온머신 경화율이 높아, 강습강을 요구하는 지중에 주로 사용되고 있다. PAE는 UF와 MF 제조시 사용되는 포름알데히드를 사용하지 않아 작업성 면에서 유리하여 최근 그 사용이 증가하고 있는 추세이다.⁴⁾

일반 골판지 원지의 경우 제조원가의 상승 등의 이유로 현재 습윤지력증강제가 사용되지 못하고 있는 실정이나, 본 연구에서는 예냉 농산물용 골판지 상자에 필요한 습윤지력 개선을 위해, MF와 PAE를 사용하여 골판지 원지용 지료 조건에서의 두 약품의 효능을 비교하여 본 연구에 적합한 습윤지력증강제를 선정하고자 하였다.

현재 골판지 원지 제조 회사에서는 골심지에는 사이징을 실시하지 않고 있으나, 라이너지의 경우 일부 지중에 한하여 로진 계통의 사이즈제를 사용하여 사이징을 실시하고 있는 것으로 나타났다. 로진이 사이즈제로 사용될 경우, 로진의 섬유에의 정착을 위해 황산알루미늄을 필수적으로 사용해야 하므로 지료의 pH는 검화로진의 경우 4~5 정도로, 분산로진사이즈제의 경우는 5~6 정도를 각각 유지하는 것이 보통이다. 따라서 골판지 지중에 따라 지료의 pH의 변화가 있을 것으로 예상되므로, 지료의 pH를 산성초지조건(4, 6)과 알칼리 초지조건(8, 9)에서의 습윤지력증강제의 효과를 먼저 파악하였다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 MF는 pH 4에서는 PAE보다 다소 높은 습인장강도를 나타내었지만, pH가 증가할수록 습강 효과가 급격히 저하됨을 나타내었다. PAE의 경우는 지료의 pH가 아주 낮은 경우를 제외하고는 전 pH 영역에서 MF보다 우수한 결과를 나타내었으며, pH가 증가할수록 습강 효능이 증가하는 경향

을 나타내었다. pH가 낮을 때 PAE의 습강효율이 저하되는 이유는, 낮은 pH에서 섬유의 이온화가 덜 되어 양이온성을 띠고 있는 PAE에 대한 인력이 적어지기 때문으로 생각되며, 또 다른 이유로는 pH가 낮아지면 PAE의 이차 아민기가 양자화(protonation)되어 가교결합에 있어 azetidinium기와의 반응을 쉽게 하지 못하기 때문으로 해석된다.⁵⁾

따라서 저온유통용 골판지의 특성상 결로 현상에 의해서 원지 내부로 수분이 침투할 경우 급격한 강도저하가 예상되므로 적절한 내수성과 습윤지력을 필요로 하게 되는데, 습윤지력증강제로는 MF보다는 PAE가 pH 조건과 관계없이 우수한 습강 효과를 나타내므로, 다양한 골판지 원지 지중에 적용하기에 보다 적합한 것으로 판단된다. 그러므로 이후의 실험에서는 습윤지력증강제로 PAE를 사용하였다.

3.2 PAE의 첨가량 및 주원료의 종류에 따른 원지의 특성

PAE 첨가량에 따른 골판지 원지의 건조 및 습윤 파열강도 결과를 Fig. 2에 나타내었다. PAE의 첨가량이 증가함에 따라 시험편의 습윤파열강도가 증가하였고, 무첨가에 비해 골심지는 최대 30%, 라이너지는 약 40%까지 증가되는 결과를 얻었다. 건조파열강도 또한 20% 이상 증가되는 것이 관찰되었다. PAE 첨가량이 3% 이상에서는 강도 증가가 미미하거나 다소 감소되는 결과를 나타내므로 약품비용과 효능을 고려할 때 PAE 첨가량은 3% 이하로 유지하는 것이 바람직하다고 판단

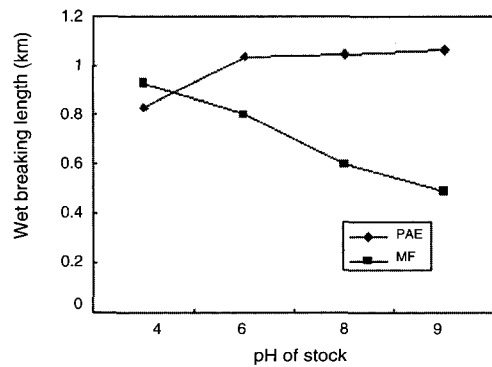


Fig. 1. Effect of stock pH on the performance of wet strength agents used.

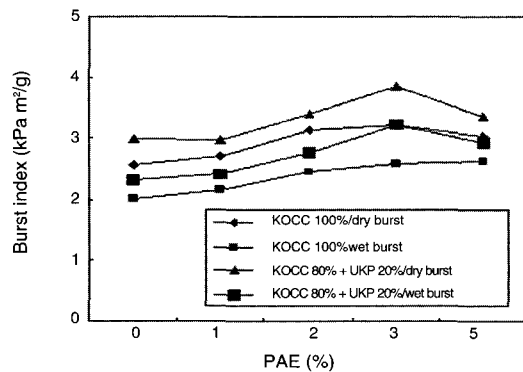


Fig. 2. Changes of burst strength of paper by PAE dosage.

된다. PAE를 3% 이상 첨가할 경우 강도가 감소하는 것은 양이온 고분자 전해질인 PAE가 과도하게 첨가되면, 섬유표면에 존재하는 음이온 사이트가 PAE의 흡착에 의해 포화되어 전하 역전(charge reversal)이 발생하므로 패치(patch) 기작에 의한 섬유간 결합 능력이 저하되기 때문으로 생각된다.⁶⁾

저온유통용 골판지의 특성상 결로 현상에 의해서 원지 내부로 수분이 침투할 경우 급격한 강도 저하가 예상되므로 적절한 내수성과 습윤지력을 필요로 하게 되는데, 본 실험결과에 따라 원지 제조시 내첨으로 PAE 수치 계통의 습강제를 첨가하여 제조하면, 원지의 습윤지력을 상당 부분 개선할 수 있을 것으로 생각되므로 결로 현상에 의한 강도 저하의 문제를 해결하는 하나의 방법으로 활용이 가능하다고 판단된다.

현재 골판지 원지 제조시 사용되고 있는 주원료로는 KOCC가 가장 일반적으로 사용되고 있고, AOCC와 UKP 등은 원지의 강도를 고려하여 KOCC와 함께 지층에 따라 일부 혼입되어 사용되고 있다. 본 연구의 경우 저온유통용 골판지의 경우 초기 강도와 더불어 저온, 다습한 주변 상황에서도 흡습으로 인한 원지의 강도 저하가 가급적 적은 특성이 요구되어진다.

주원료의 배합비에 따른 원지의 파열강도와 압축강도의 영향을 조사한 결과 예상대로 전반적으로는 UKP>AOCC>KOCC의 순으로 강도 증가 효과가 있는 것으로 나타났으나, 파열강도의 경우는 S6(AOCC 50% + UKP 50%)의 배합이(Fig. 3), 그리고 압축강도의 경우는 S3(KOCC 50% + UKP 50%)의 배합이 UKP 100% 경우와 비슷한 강도를 나타내는 것이 확인되었다.

이와 같은 결과는 UKP와 같은 장섬유 단독 사용보다는 KOCC와 AOCC와 같은 단섬유원을 일정한 비율

로 병용시, 단섬유가 장섬유에 의해서 형성된 섬유간 공간을 메우면서 섬유간 결합을 향상시켰기 때문이라 생각된다. 장섬유원과 단섬유원의 이상적인 배합비는 원료의 고해도, 밀도, 섬유장 및 제조된 종이의 지합 등에 영향을 받으므로 차후 보다 세부적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

또한 동일 주원료 배합에 PAE를 증량하여 첨가한 결과 두 강도 모두 증가하는 경향을 나타내었으며, 3% 첨가 시 2%에 비해 강도 상승률이 줄어들고, 일부의 경우는 강도가 다소 감소하는 전형적인 과다 첨가의 경향을 나타내므로, 과량첨가 시 예상되는 원지의 해리 문제 등을 고려해서 첨가량은 2% 정도가 적정 수준으로 생각된다(Fig. 3, 4).

섬유의 종류에 따른 원지의 흡수성을 확인한 결과 섬유의 종류에 따른 흡수성의 차이는 그다지 크게 나타나지 않았으나, PAE 첨가량이 증가함에 따라 내수성이 증가하는 것은 분명히 확인할 수 있었다. 원료 중에서는 AOCC의 비율이 상대적으로 높은 S4와 S5 배합에서 PAE 첨가량 증가에 따른 내수성 개선 효과가 가장 크게 나타났다(Fig. 5).

3.3 습윤지력증강제 및 방습제 병용에 따른 원지의 특성

저온유통식품의 투습도는 상자 내부의 수분이 외부로 방출되거나 또는 외부의 수분이 내부로 침투하는 특성을 판단할 수 있는 좋은 자료가 된다. 식품을 저온냉장 유통시 적재 공간 내부의 수분이 낮아 식품이 건조하거나, 외부의 수분이 내부로 침투하면서 골판지의 강도를 약화시키는 것을 방지하기 위해서는 포장상자

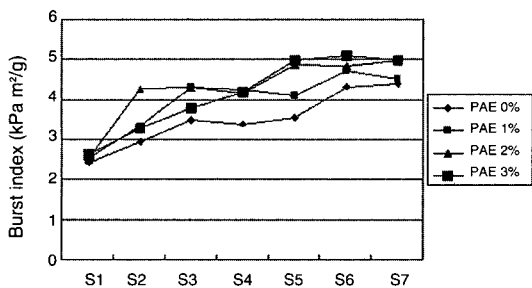


Fig. 3. Effect of PAE addition on burst strength of paper made with various stock formulations.

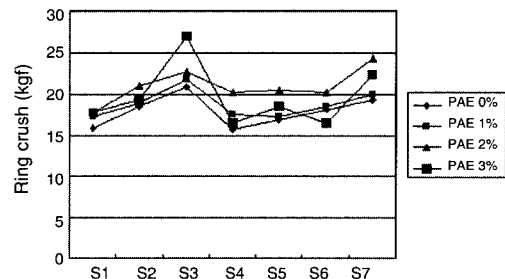


Fig. 4. Effect of PAE addition on compressive strength of paper made with various stock formulations.

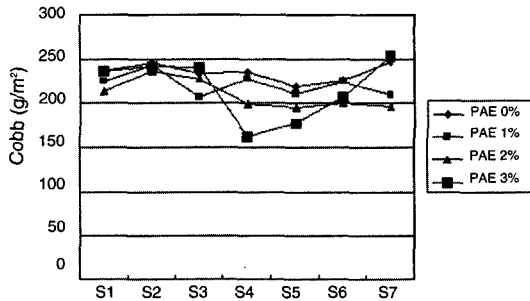


Fig. 5. Effect of PAE addition on water absorbency of paper made with various stock formulations.

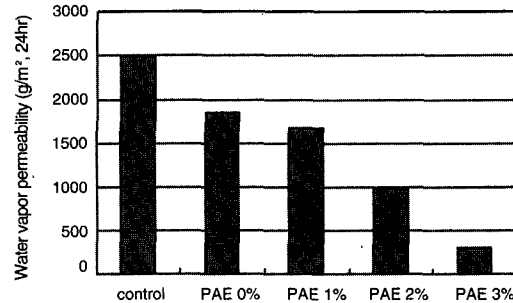


Fig. 6. Changes of water vapor permeability of paper coated with a moisture-proof chemical by increasing PAE dosage.

의 방습성이 요구된다.

3.2의 강도 및 내수도 결과를 종합한 결과 S5(AOCC 70% + UKP 30%)의 배합이 두 가지 특성을 모두 만족시키는 것으로 판단되어, 이 배합에 PAE를 내첨하여 수초한 원지 위에 방습제를 도공하여 원지의 물성을 측정함으로써 내첨 및 외첨 약품 병용에 따른 두 약품의 상승효과를 조사하였다. 이때 저온유통용 골판지 상자가 실제 유통 시 냉장차로부터 하차될 때, 냉장차 내외의 온습도 차이로 인해 골판지 상자에 결로 현상이 발생하므로 이러한 유통 조건을 모사하기 위해 제조된 원지는 고습 및 고온 조건에서 조습처리한 후 물성 측정을 행하였다.

그 결과 Fig. 6에서 보는 바와 같이 방습제를 단독 사용하는 경우에 비해서, PAE 첨가량이 증가할수록 원지의 방습도가 급격히 증가하는 것이 확인되었다. 즉 방습제 단독 처리만으로는 방습도의 증가에 한계가 있으며 높은 방습도를 나타내는 골판지를 생산하기 위해서는 원지 제조 시 방습제의 효능을 상승시키는 효과를 지닌 적절한 내첨 약품의 선정 및 첨가가 매우 중

요하다는 사실을 본 연구로부터 도출할 수 있었다.

종이의 내수성의 경우에도 Fig. 7에 나타난 것과 같이 PAE 첨가량이 증가함에 따라 내수성의 증가가 나타났으나, PAE와 방습제의 상승효과 면에서는 방습도의 경우와 같이 크게 나타나지 않았으며, 방습제 도포 여부가 내수성 향상에 결정적인 영향을 미치는 것으로 파악되었다.

PAE와 방습제 병용에 따른 원지의 강도의 변화를 조사한 결과 파열강도, 압축강도 및 스티프니스 모두 두 약품간의 상승효과를 확인할 수 있었으며, 파열강도의 증가가 두드러지게 나타났다(Fig. 8, 9, 10). 이와 같은 결과는 고온 및 고습조건에 골판지 상자가 노출될 경우 수증기가 골판지상자 내부로 침투함으로써 골판지 상자의 제반 강도의 저하가 나타나는데, 방습제의 처리를 통해 원지에 내습성이 부여되므로 강도의 저하가 상대적으로 적게 발생하고 동시에 습윤지력증강제의 첨가를 통한 습윤지력의 향상이 서로 상승작용을 하기 때문으로 해석된다. 따라서 습윤지력증강제를

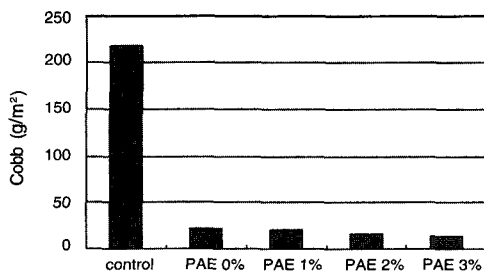


Fig. 7. Changes of water absorbency of paper coated with a moisture-proof chemical by increasing PAE dosage.

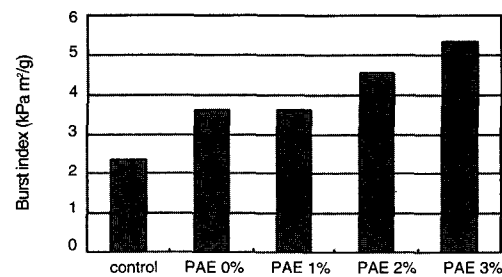


Fig. 8. Changes of burst strength of paper coated with a moisture-proof chemical by increasing PAE dosage.

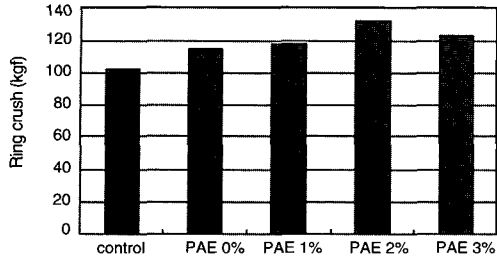


Fig. 9. Changes of compressive strength of paper coated with a moisture-proof chemical by increasing PAE dosage.

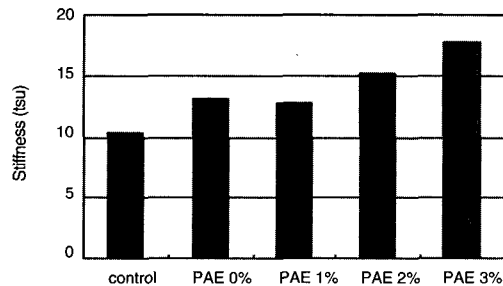


Fig. 10. Changes of stiffness of paper coated with a moisture-proof chemical by increasing PAE dosage.

내침하고 제조된 원지에 방습처리를 실시할 경우 저온 유통시스템에 필요한 방습특성의 향상과 더불어 강도 또한 우수한 농산물 저온유통용 골판지 상자용 원지를 제조할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결론

농산물 저온유통용 골판지 상자 제조를 위해 먼저 지료의 pH에 따른 습윤지력증강제의 종류에 따른 습강 효능을 비교 분석하고, 골판지 원지의 주원료로 사용되고 있는 KOCC, AOCC, UKP의 혼합비율 및 습윤지력증강제의 첨가량에 따른 원지의 물성 변화와 더

불어 방습제 단독 사용 및 PAE와의 병용 시 골판지 원지의 내습 및 물리적 특성을 분석하였다.

그 결과 MF보다 PAE가 넓은 pH 영역에서 우수한 성능을 나타내어, 골판지 원지 제조 시 사용되는 내수 및 강도 보강제로 보다 적합한 것으로 나타났다. 원지의 강도 개선효과는 UKP>AOCC>KOCC의 순으로 UKP가 가장 우수하였으며, 장섬유원(UKP)과 단섬유원(KOCC, AOCC)을 적절히 혼합하여 사용하면, 일부 강도의 경우 장섬유원(UKP)을 단독 사용하는 것과 비슷한 결과를 나타내었다. 섬유의 종류에 따른 내수성의 차이는 미미하였고, AOCC를 함유한 원지가 PAE 첨가에 따른 내수성 향상 효과가 가장 크게 나타났다. 원지의 내수 및 방습 효과 증진을 위해 사용하는 방습제는 단독 사용 보다는 원지에 PAE를 첨가하여 제조된 원지에 적용할 경우 두 약품간의 상승작용으로 방습 및 강도 향상 효과 면에서 우수한 결과를 나타내는 것으로 나타났다.

인용문헌

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. 국립농산물품질관리원, 농산물표준규격 (1999).
4. Roberts, J. C., Paper Chemistry, p. 76~94, Chapman and Hall, New York (1991).
5. Lock, L. C. Wet Strength Resins and Their Application, p. 13~36, TAPPI Press, Atlanta (1994).
6. Eklund, D. and Lindstrom, T., Paper Chemistry, p. 153, DT Paper Science Publications, Grankullar (1991).