

포도봉지의 발수처리에 따른 봉지의 특성변화

윤두훈 · 박종문 · 이진호 · 장현성 · 민경은

충북대학교 임산공학과

1. 서 론

1900년대 초기 우리나라에서 과수용 봉지를 사용하기 시작한 이후 과일 봉지는 사과, 배, 포도 등의 과일을 농약이나 병충해로부터 보호하고 과일의 착색효과 및 외관 보호 등의 효과가 있고 또한 청정과실을 원하는 소비자의 이해관계가 맞물려 사용량은 계속 증가하는 경향을 보이고 있다. 하지만 여러 가지 상황과 봉지 제조 기술의 미흡으로 인하여 포도의 생육에 알맞은 봉지를 생산하지 못하였지만 최근 많은 관심과 연구로 인해 기술의 발전은 꾸준히 이루어지고 있으며, 그로 인해 봉지 생산 기술도 초기에 비해 많이 발전한 것이 사실이다.

하지만 포도 봉지 생산은 포도 재배가 일년에 한 번 수행하는 것으로 봉지의 특성이 약한 경우 한 해의 포도 재배를 완전히 망칠 염려가 있으므로 안전을 확보하기 위하여 기술의 발전에도 불구하고 약품과 원료의 사용에서 경제성을 생각하지 않고, 무조건적인 강도 발현에만 중점을 두고 있는 실정이다. 대부분의 제품이 고가의 침엽수 펄프만을 사용하고 있으며 높은 습윤지력을 나타내기 위하여 과량의 습윤지력 증강제와 발수처리를 행하는 등 비효율적으로 봉지를 생산하고 있다.

포도의 성능 측면에서도 당도 및 숙기는 빛의 조사량이 큰 영향을 미치며 외관 품질 면에서 병충해나 농약 잔류 성분 등이 큰 영향을 미치므로 포도의 전반적인 품질향상을 위해 사용되는 포도 봉지의 원료조성, 초지조건, 약품 처리 등의 연구를 통해 포도 봉지의 국내 기술개발 및 포도의 품질향상을 필요하다.

따라서 이번 실험에서는 기존에 사용되었던 종이에 대한 비효율적인 측면을 개선하기 위해 적절한 펄프의 혼합과 발수처리를 달리하여 가장 효율적인 봉지를 생산하는 데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 펄프

SwBKP는 Radiata Pine 펄프를 HwBKP는 Eucalyptus 펄프를 사용하였다.

2.1.2 습윤지력증강제

현재 A제지회사에서 사용하고 있는 카이멘 습윤지력증강제를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 지료혼합

펄프의 혼합비율에 따른 봉지의 특성을 알아보기 위해 SwBKP와 HwBKP를 각각 450 ml C.S.F.로 고해한 펄프를 0.3%로 희석한 후 100:0, 65:35, 35:65, 0:100으로 비율을 달리하여 혼합하였다.

2.2.2 종이제조

혼합한 펄프를 실험실용 원형 수초지를 이용하여 TAPPI standard T220 om-88에 의거하여 카이멘 습윤지력증강제를 전건펄프 대비 2%를 무처리 또는 내침처리하여 평량 35 g/m²으로 초지하였다.

2.2.3 기계적 특성

TAPPI standard T410 om-93, T411 om-89, T200 hm-83에 의거하여 평량, 두께 및 겉보기 밀도를 측정하였으며 겉보기 밀도의 역수를 bulk로 하였다. 또 Gurley형 투기도 측정기를 이용하여 공기 100 cc가 통과하는 시간을 측정하여 투기도라 하였다.

2.2.4 강도적 특성

TAPPI standard T494 om-85, T403 om-91을 이용하여 인장강도와 파열강도를 측정하였으며 T456 om-87을 이용하여 습인장강도를 측정하였다.

2.2.5 광학적 특성

TAPPI standard T220 om-88에 의거하여 비광산란계수와 비광흡수계수를 측정하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$sW = \left[\frac{R_{\infty}}{1 - R_{\infty}^2} \right] \times \ln \left[R_{\infty} \frac{R_0 R_{\infty} - 1}{R_0 - R_{\infty}} \right]$$

$$s = \frac{sW}{W}$$

$$k = \frac{[1 - R_{\infty}]^2}{2R_{\infty}} \times s$$

여기서,

sW : scattering power (산란력)

s : specific light scattering coefficient
(비광산란계수)

k : specific light absorption coefficient
(비광흡수계수)

R_{∞} : Reflectivity of infinite pile of paper.

R_0 : Reflectance of single sheet backed by black body,

이다.

그리고 LI-COR사의 LI-1800을 이용하여 투광에너지를 측정하였으며 이를 적분하여 총투광에너지도 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 기계적 특성

Fig. 1은 종이의 bulk를 나타내는 그래프로서 침엽수보다 활엽수 펄프의 함유량이 증가할 때 종이의 구조는 더 bulky해 지는 것을 볼 수 있으며 그로 인해 Fig. 2의 그래프에서 투기도가 개선되는 것을 볼 수 있다. 습강제를 처리함으로 인해 투기도에는 큰 영향이 없지만 물에 의해 파괴되지 않을 정도의 결합력을 보여야 하는 습강제에 의해 종이의 결합력이 상승하여 bulk는 약간 감소하는 경향을 나타내었다.

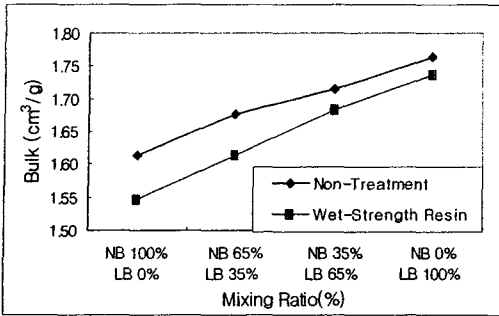


Fig. 1. Bulk of paper.

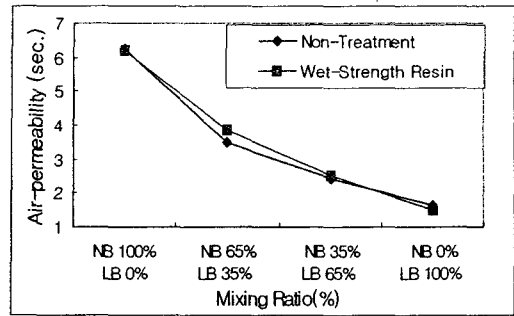


Fig. 2. Air-permeability of paper.

3.2 강도적 특성

Fig. 3은 습강제를 처리한 것과 처리하지 않은 것의 인장강도를 나타낸 것이다. 습강제를 처리하였을 경우 처리하지 않은 것에 비해 강도가 증가함을 보였다. 특히 습강제를 처리하였을 경우 침엽수만을 사용하였을 때 보다 활엽수를 일정량 섞어 주었을 경우 오히려 강도가 증가하는 모습을 보였다. 이는 장섬유인 침엽수만 있을 때 보다 장섬유 사이에서 섬유장이 상대적으로 짧은 활엽수 섬유가 일정량 섞여 있을 경우 종이의 지합을 개선시키는 효과로 판단된다.

Fig. 4는 파열강도를 나타낸 것으로서 인장강도와는 달리 활엽수 펄프를 일정량 첨가하였을 경우 강도가 감소함을 보여주고 있다. 활엽수 섬유를 일정량 첨가함으로써 인장강도는 상승하지만 파열강도가 떨어지는 이유는 파열강도는 종이의 특정한 성질을 나타내는 것이 아니라 여러 가지 복합적인 물리적 성질을 나타내는 것이기 때문이라 생각된다.

Fig. 5에서 보는 바와 같이 습인장 강도에서도 역시 습강처리를 한 것이 습강처리를 하지 않았을 때 보다 약 4-5배의 강도 증가를 가져왔다. 이 경우에서도 마찬가지로 활엽수 섬유를 어느 정도까지 함유하였을 때 침엽수만을 사용한 경우에 비해 강도면에서 전혀 떨어지지 않는 결과를 나타내었다. 이는 과실봉지의 특성상 다양한 외기 조건을 이를 견디기 위해 상대적으로 고가인 침엽수 섬유만 사용하는 것보다 비교적 저가인 활엽수 섬유를 섞음으로서 봉지의 강도적 측면으로나 경제적 측면으로나 유리하다고 볼 수 있을 것이다.

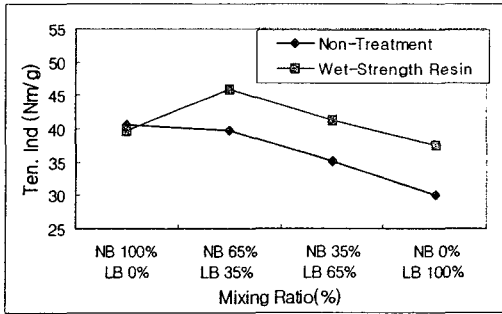


Fig. 3. Tensile index of paper.

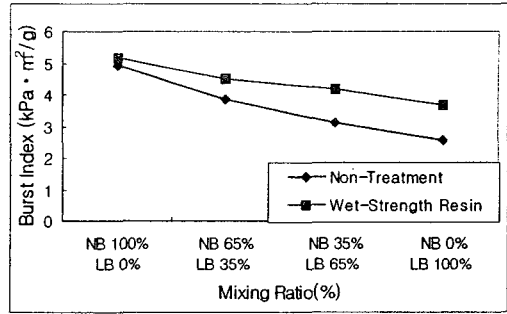


Fig. 4. Burst index of paper.

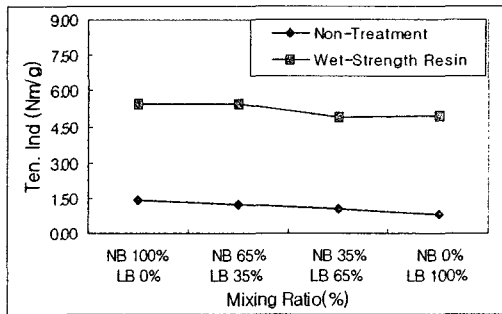


Fig. 5. Wet-tensile index of paper.

3.3 광학적 특성

종이내 대부분의 섬유는 공기층에 의하여 분리되어있기 때문에 섬유에서 공기층으로, 공기층에서 섬유로 통과할 때마다 빛이 굴절 및 산란된다. 빛이 산란될 수 없을 정도로 가깝게 근접해 있을 경우, 즉 광학적 접촉을 이루고 있으면 빛은 산란되지 않고 그대로 통과해 버린다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 내부 공극이 크고 섬유의 직경이 작은 활엽수 펄프가 많이 섞인 종이 침엽수 펄프가 많이 섞인 종이보다 산란계수가 커짐을 볼 수 있으며 습강제를 처리하였을 경우에도 처리하지 않았을 때와 거의 차이가 없음을 보여준다. 습강제를 처리함으로 인해 bulk는 약간 감소하지만 빛의 산란에는 거의 영향을 미치지 않을 것으로 예상된다. Fig. 7에서 보는 바와 같이 습강처리를 하였을 경우 흡광계수가 상승함을 볼 수 있다. 이는 셀룰로오스는 빛을 거의 흡수하지 않으며 첨가된 습강제에 의해 빛이 흡수되어 상승됨을 알 수 있다.

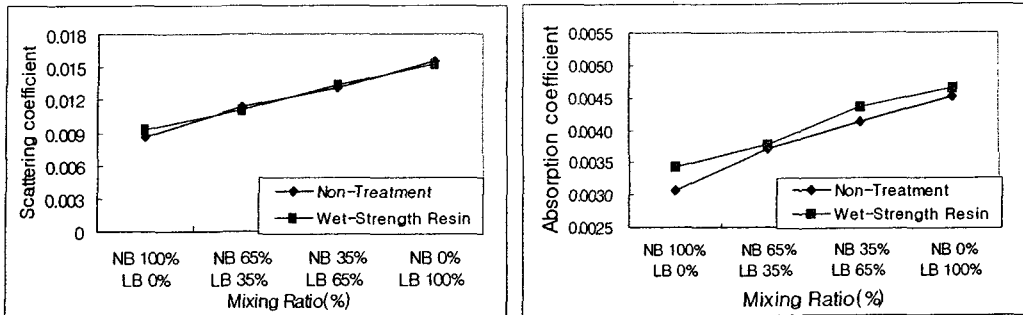


Fig. 6. Scattering coefficient of paper. Fig. 7. Absorption coefficient of paper.

Figs. 8-9는 300-1100 nm에서의 투광에너지와 반사에너지를 적분하여 구한 총 투광 에너지와 총 반사에너지를 나타낸 것이다. 침엽수 펄프가 높은 투광에너지를 나타낸 반면 활엽수 펄프를 첨가한 종이는 흡수와 산란계수가 커짐으로 인해 투광에너지는 줄어드는 경향을 보이고 있다. 반사에너지는 활엽수를 첨가하거나 하지 않거나 큰 차이를 보이지 않고 있으며 습강제 처리를 하면 투광에너지는 소폭 감소하고 반사에너지는 소폭 상승함을 알 수 있다.

봉지에 의한 광의 거동은 포도의 착색과 깊은 관련이 있다. 전영역에서 높은 투광에너지를 나타낸 침엽수 펄프의 경우 자외선 중에서도 식물에 유해한 315 nm이하의 빛이 많이 투과되는 단점을 지니게 된다.

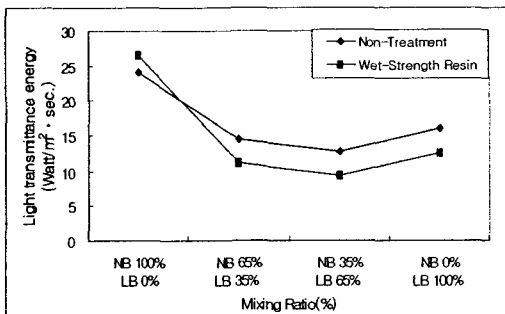


Fig. 8. Total light transmittance energy of paper.

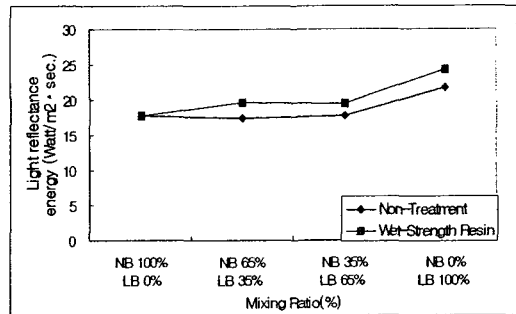


Fig. 9. Total light reflectance energy of paper.

4. 결 론

이번 실험에서 무처리에 비해 습강처리를 함으로 인해 종이의 결합력의 상승으로 인한 bulk는 감소하였지만 투기도의 차이는 거의 없었으며 이것은 종이의 평량이 낮기 때문이라고 볼 수 있다. 습강처리에 의한 강도의 차이는 역시 활엽수 섬유를 30-40%첨가 시켜줌으로 인해 강도의 손실은 거의 없었다고 볼 수 있다. 무처리의 경우 활엽수 펄프의 첨가로 인해 종이가 더 bulk 해지고 그로 인해 침엽수 펄프만을 사용하였을 때 보다 통기성이 개선될 수 있고 활엽수 펄프의 30-40%의 첨가는 강도적인 측면에서 오히려 유리함을 볼 수 있었다. 또한 종이가 젖었을 때의 강도를 알아보는 습인장 실험에서는 섬유의 비율에 상관없이 강도가 거의 차이가 나지 않음을 알아볼 수 있었다. 이는 강도적으로 활엽수 섬유를 사용하더라도 문제가 없으며 오히려 상대적으로 가격이 낮은 활엽수 섬유를 사용함으로 인해 경제적으로 유리할 수 있음을 나타낸다.

광학적인 측면에서는 습강처리에 의한 광학적 거동은 무처리와 거의 같았으며 빛을 잘 흡수하지 않는 셀룰로오스 섬유 사이에서 빛의 흡수계수를 상승시키는 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 침엽수 섬유만을 사용하였을 때가 활엽수 섬유를 첨가하거나 활엽수 섬유만을 사용하였을 때 보다 투광에너지가 높음을 알 수 있었다. 이는 침엽수 섬유와 같이 결합력이 많이 형성된 종이는 빛의 산란량이 감소하는데서 기인한다고 볼 수 있다.

투광에너지가 높다는 것은 광의 투과가 많이 이루어 질 수 있다는 것을 의미하지만 역시 식물의 생장에 유해한 자외선 영역의 광 역시 많이 투과할 수 있다는 것을 의미하므로 무조건적으로 투광에너지가 높은 것이 좋은 품질의 과실을 생산할 수 있다는 것을 의미하지는 않는다.

결론적으로 습강처리는 종이의 강도적인 측면에서 유리하지만 광학적으로는 종이의 특성에 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었으며 활엽수 섬유를 30-40% 가량 첨가해 줌으로 인해 강도적인 측면에서 침엽수 섬유만을 사용하였을 경우와 비슷하거나 높은 강도를 나타내고 광학적으로는 유해한 광을 차단시키는 능력이 강할 수 있으며 경제적으로 이득이 될 수 있지만 가시광선 영역의 광을 차단 할 수 있다는 점에서는 불리할 수 있다.