

최 종
연구보고서

벼짚을 이용한 성형포장재 및 한지 제조기술개발

Development of Molded Packaging Material and Korean
Traditional Paper Manufactured with Rice Straw

연구기관
전북대학교

농 립 부

676.2
2934

제 출 문

농림부장관 귀하

본 보고서를 “벗짚을 이용한 성형포장재 및 한지 제조기술개발” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

1998 년 12 월 일



주관연구기관명 : 전 북 대 학 교
 총괄연구책임자 : 강 진 하
 연구 원 : 신 동 화
 오 승 원
 정 안 성
 정 인 수
 연구보조원 : 임 현 아
 박 성 길
 주 박 현
 김 범 동
 김 경 용
 신 조 호
 송 영 아
 오 진 원
 김 인 종
 김 인 열

요 약 문

I. 제목

벗짚을 이용한 성형포장재 및 한지 제조기술개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

천연자원을 활용하여 환경 친화적 포장재를 개발하려는 연구가 활발한 가운데 셀룰로오스 소재는 각종 포장재에 광범위하게 이용되고 있다. 최근 환경보호 문제가 전 세계적으로 확대되면서 그 중요성이 새로이 인식되어 연구개발이 활발히 진행되고 있는 것이 셀룰로오스가 주성분인 펄프의 압축성형물인 펄프 몰드(Molded Pulp)이며, 발포 폴리스티렌(EPS, Expanded Polystyrene)의 대체품으로 주목받고 있다. 이 펄프 몰드 포장재는 오래 전부터 주로 egg carton용으로 사용되어 왔으나 용도개발이 진행되면서 과채류용 트레이, 육류 및 어류용 트레이, 제과용 트레이, 육묘용 포트, 전자제품용 완충포장재 등으로 광범위하게 활용되고 있다. 이와같은 펄프 몰드 포장재는 주원료로 목재 펄프 및 고지가 사용되고 있는데, 지류 소비량의 증가로 원료의 안정적인 공급이 중요시 되어 벗짚과 같은 일년생 초본류를 펄프 자원으로 개발, 이용하려는 연구에 관심이 높아지고 있다.

한편 본도에서 전국 생산량의 약 70%를 생산하고 있는 화산지등과 같은 한지는 닥섬유에 목재펄프를 혼합하여 제조하고 있는데, 목재섬유보다 단섬유인 벗짚펄프로 대체하면 목재 자원을 절약할 수 있고 먹물의 번짐이 균일한 화산지 제조도 가능하다.

이에따라 우리나라는 벼재배 면적이 많아 매년 다량으로 벗짚이 산출되므

로, 이를 이용하여 펄프를 제조하고 제조된 펄프를 원료로 식품포장용의 성형포장재 뿐만아니라 화선지등과 같은 한지를 제조하게 되면 국가 산업 발전에 크게 기여 할것으로 사료되어 본 과제를 수행하게 되었다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

상기의 연구목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 내용의 연구들을 수행하였다.

1. 볏짚을 이용한 펄프 제조기술개발

- . 볏짚의 섬유특성 조사
- . 볏짚의 화학적조성분 분석
- . 리파이너펄프 제조 및 성분분석
- . 화학펄프 제조 및 펄프분석
- . 초지 및 물리적 성질 측정

2. 볏짚펄프의 표백기술개발

- . 염소표백
- . 차아염소산염표백
- . 이산화염소표백
- . 과산화수소표백
- . 다단계표백

3. 볏짚펄프를 이용한 성형포장재 제조기술개발

- . 볏짚펄프를 이용한 성형포장재 제조
- . 성형포장재의 물성조사
- . 성형포장재의 조직관찰

4. **벚짚펄프로 제조한 성형포장재의 식품저장시험**
 - . 느타리버섯 저장시험
 - . 밥과 튀김식품 저장시험
 - . 벚짚펄프로 제조한 도시락용기의 경제성 분석
5. **벚짚펄프를 이용한 한지 제조시험**
 - . 한지제조
 - . 한지의 물성조사
 - . 벚짚펄프로 제조한 한지의 경제성 분석

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 벚짚을 이용한 펄프 제조기술개발

벚짚섬유는 목재섬유보다 길이, 폭 및 벽두께는 작았으나, Runkel 계수 및 長/幅 比는 크므로 상대적인 섬유벽 두께와 길이는 크다고 볼수 있다. 벚짚은 목재보다 전섬유소, α-셀룰로오스 및 Klason lignin은 적었으나, 각종 추출물들과 회분은 많았는데, 특히 회분이 월등히 많았다.

각종 전처리후 제조한 리파이너펄프의 수율은 1%가성소다용액 침지 전처리시가 수침 전처리의 경우보다 총수율은 12% 내외, 정선수율은 16% 내외 정도 적었다. 각종 펄프들의 화학적 조성분은 1%가성소다용액 침지 전처리시가 수침 전처리의 경우보다 냉수추출물, 온수추출물 및 α-셀룰로오스는 많고, 알콜·벤젠 추출물, 1%가성소다 추출물, 전섬유소, Klason lignin 및 회분은 적었다. 각종 펄프들을 사용하여 초지한후 물리적성질을 측정한

결과 1%가성소다용액 침지 전처리시 수침 전처리시 보다 각종 강도들이 높았으나, 백색도는 크게 낮았다.

소다-안트라퀴논펄프 제조시 적정 증해조건은 가성소다 첨가량 20%, 안트라퀴논 첨가량 0.05%, 증해온도 150℃ 및 증해시간 60분이었다. 이 증해조건에서 제조된 펄프의 총수율은 41.9%, 카파價는 7.7, 백색도는 51.1이었다.

알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄프 제조시 증해액 적정조성비율(가성소다:아황산나트륨)은 50:50이었다. 또한 적정증해조건은 약품첨가량 20%, 안트라퀴논 첨가량 0.05%, 증해온도 150℃ 및 증해시간 60분이었다. 이 증해조건에서 제조된 펄프의 총수율은 50.1%, 카파價는 9.1, 백색도는 40.2이었다. 결과적으로 알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄핑 방법은 소다-안트라퀴논펄핑 방법에 비하여 수율면에서 유리하나 카파價와 백색도면에서는 불리하였다.

증해방법과 조건에 따른 펄프들의 품질을 비교하고자 4종 펄프들의 물리적성질을 측정된 결과, 소다-안트라퀴논펄프가 알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄프 보다 인열강도를 제외한 각종 강도들과 백색도가 우수하였다. 한편 증해약품은 20% 첨가시 15% 첨가시 보다 모든 강도들과 백색도가 우수하였다.

나. 벗짚펄프의 표백기술개발

염소, 차아염소산칼슘, 차아염소산나트륨, 이산화염소 및 과산화수소를 각각 사용하여 알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄프를 표백한 결과들은 다음과 같다.

- 1). 염소표백(C)시 적정조건은 약품첨가량 5%, 온도 25℃, 시간 50분간이었으며, 이 경우의 표백펄프 수율은 95.8%, Kappa No.는 1.8, 백색도는 52.7 이었다.
- 2). 차아염소산칼슘표백(H)시 적정조건은 약품첨가량 3%, 온도 25℃, 시간 30분간이었으며, 이 경우의 표백펄프 수율은 99.4%, Kappa No.는 6.2, 백색도는 52.3 이었다.
- 3). 차아염소산나트륨표백(H)시 적정조건은 약품첨가량 2%, 온도 30℃, 시간 30분간이었으며, 이 경우의 표백펄프 수율은 97.7%, Kappa No.는 6.1, 백색도는 45.1 이었다.
- 4). 이산화염소표백(D)시 적정조건은 약품첨가량 0.5%, 온도 30℃, 시간 1시간이었으며, 이 경우의 표백펄프 수율은 95.5%, Kappa No.는 7.3, 백색도는 41.3 이었다.
- 5). 과산화수소표백(P)시 적정조건은 약품첨가량 2%, 온도 40℃, 시간 1시간이었으며, 이 경우의 표백펄프 수율은 98.3%, Kappa No.는 8.4, 백색도는 40.4 이었다.
- 6). 상기 5종의 표백방법들 중 일부를 조합하여 2단 표백시 가장 효과적인 방법은 CP 표백이었으며, 이 표백시 백색도는 73.7이었다. 또한 3단 표백시에는 CEH 방법이 백색도가 가장 높아 70.3을 나타내었다.

다. 벚짚펄프를 이용한 성형포장재 제조기술개발

농업부산물인 벚짚을 포장재의 원료로 이용하고자 벚짚펄프로 성형포장재를 제조하고 첨가제로서 전분, rosin size제, Carboxymethylcellulose (CMC), Polyethylene glycol(PEG), Alkylketene dimer(AKD), Polyacrylamide (PAM)을첨가하여 그 물성의 변화를 무첨가시와 비교하여 본 결과는 다음과 같다.

- 1). 전분 첨가시 투기도는 첨가량 5%일 때 최대치를 나타냈으며, 파열강도와 인장강도는 무첨가시보다 약간 감소하였다.
- 2). Rosin size제 첨가시 투기도, 파열강도, 인장강도는 무첨가시 보다 낮게 나타났다.
- 3). CMC 첨가시 투기도는 무첨가시 보다 높게 나타났으며, 파열강도와 인장강도는 무첨가시와 비슷한 경향을 나타냈다.
- 4). PEG 첨가시 투기도는 무첨가시 보다 높게 나타났으며, 파열강도는 첨가량이 3% 일때 최대치를 나타냈으나, 인장강도는 무첨가시보다 약간 감소 하였다.
- 5). AKD 첨가시 투기도는 첨가량이 1% 와 5% 일때 무첨가시보다 높게 나타났으나, 파열강도와 인장강도는 무첨가시보다 약간 감소 하였다.
- 6). PAM 첨가시 투기도는 첨가량이 0.01% 일때 최대치를 나타냈으며, 인장강도는 0.01% 일때 무첨가시 보다 높게 나타났다.
- 7). 흡수도는 모든 첨가제에서 첨가량이 증가함에 따라 감소되었고, 무첨가시 보다 낮게 나타나 첨가제가 수분의 흡수를 억제하여 내수성이 증가 하였다.

라. 벚짚펄프로 제조한 성형포장재의 식품저장시험

신선한 느타리버섯을 포장 tray로는 시중에서 구입한 EPS(Expanded polystyrene)와 벚짚펄프로만 제조한 트레이(RP)에 starch, CMC(Carboxymethyl cellulose), PAM(Polyacrylamide), AKD(Alkylketene dimer), Rosin size제, PEG(Polyethylene glycol)등을 도포한 8종류의 tray에 담아서 wrap으로 2중 밀봉 후, 8~10 ℃, 습도70~80 % 유지되는 조건에서 6일간 저장하면서 저장 특성을 살펴보았다. 저장기간 중 tray의 수분 흡수율은 PAM이

저장 6일째 111.7%로 가장 높았으며, EPS가 6.5%로 가장 낮았다. RP, CMC, AKD는 각각 59.8%, 65.2%, 68.4%를 나타냈다. 버섯의 중량 감소율은 저장 6일째에 EPS가 3.6%로 가장 낮았으며, PAM이 12.57%로 가장 높았다. RP, CMC, AKD는 저장 3일째까지는 5.4%, 6.5%, 5.8%로 비교적 낮게 나타났다. 포장재내의 CO₂함량은 모든 포장재에서 저장 하루만에 8.6%(AKD)~5.5%(CMC)로 급격히 증가하였으며, 저장 6일째는 3.7%(PAM)~5.3%(CMC)로 감소했다. CMC는 저장기간 동안 변화가 거의 없었다. O₂함량은 CO₂함량과 반대로 저장 하루만에 8.2%(CMC)~0.8%(RP)로 급격히 감소하였으며, 저장기간 6일째에 EPS는 1.6%, RP포장재는 0.9%로 O₂함량이 가장 적은 것으로 나타났다. L값은 모든 포장재에서 증가하는 경향을 보였으며 특히 EPS의 경우는 초기 62.94에서 저장 6일째에 73.0으로 크게 증가했다. 조직의 변화는 저장기간이 지남에 따라 조직의 강도가 높아졌으며, 저장 6일째에 EPS는 2.83%, starch에서는 6.23%로 Hardness 변화율이 소폭 상승했으나, CMC의 경우는 Hardness 변화가 심하여 저장 5일째는 초기에 비하여 60%이상 경도가 증가하는 현상을 보였다. 저장기간 중 이취성분은 EPS, AKD, PEG 포장재에서 심하게 발생하였고, ST, CMC트레이는 저장 4일째까지는 거의 발생하지 않았다. 이상의 결과로 볼 때 AKD, RP, ST, CMC포장재등은 코팅처리를 개선하고, 저장 온도와, 습도를 조절한다면 EPS포장재 대체품으로 사용이 가능하리라 판단된다.

환경 친화적 소재인 벚짚필프를 이용하여 제조한 용기(RP)와 이 벚짚필프 용기제조시 AKD, CMC, PAM, PEG, rosin, starch를 분무 살포하여 제조한 용기 및 발포 수지로 사용중인 EPS(expanded polystyrene)에 밥과 튀김 식품을 담아서 온도 10℃, 상대 습도 50% 조건에서 저장하면서 총무게, 밥과 튀김 식품 및 용기의 무게 변화율과 밥의 생균수 변화를 측정하여 식품 용기로서의 특성을 비교하였다. 각종 포장 용기에 포장된 밥이나 튀김 식품의

총무게는 저장 시간에 따라 점차 감소하였으며 최종 저장 시간을 기준하였을 때 밥 저장 실험에서 무게 감소율은 EPS 실험구의 경우 2.7%로 가장 낮았으며 RP의 경우 5.3%로 가장 높았다. 튀김 식품 저장 실험에서도 EPS 실험구의 경우 1.6%로 가장 낮았고 RP의 경우 3.5%로 가장 높았다. 저장중 밥의 무게는 저장중 계속하여 감소하였으며 무게 감소율은 EPS 실험구의 경우 2.9%로 가장 낮았으며, ST의 경우 13.0%로 가장 높았다. 튀김 식품의 무게 감소율은 저장 시간에 따라 약간 감소하였는데 이때 최종무게 감소율은 EPS 실험구의 경우 1.6%로 가장 낮았으며 PAM를 처리한 실험구의 경우 4.7%로 가장 높았다. 밥의 저장중 용기의 최종 무게 증가율은 EPS 실험구의 경우 1.7%로 가장 낮았으며 PEG 실험구가 42.3%로 가장 높게 나타났다. 튀김 식품의 저장중 용기의 최종 무게 증가율 또한 EPS 실험구의 경우 4.0%로 가장 낮았으며, PAM을 처리한 실험구의 경우 85.2%로 가장 높았다. 밥을 각 용기에 넣어 저장하면서 미생물수를 측정한 결과 저장 24~48시간까지는 전체적으로 감소하는 경향이었으나 그 이후 증가하였는데 PAM이 가장 낮은 균수를 보였고 AKD가 가장 높았다. 그러나 균수 증가율이 EPS보다 벗짚펠프 tray가 적었다.

도시락 용기의 주원료를 벗짚펠프로 대체 하였을 경우의 제조원가와 원래의 원료를 이용하여 계산된 제조원가를 비교해 보면 과연 벗짚펠프가 도시락 용기의 원료로 사용되어 생산된 제품이 얼마나 원가 절감면에 있어서 유리한가를 파악할 수 있다. 원가절감의 주요 비목의 하나인 주재료비를 절감시키기 위해서는 먼저 주재료의 결합에 있어서 값비싼 종류의 재료를 값싼 종류의 재료로 대체하는 것이 합리적이다. 우리가 분석대상으로 선정한 사례기업에서는 도시락 용기(H-011)에 대한 주재료의 결합비율에서 활엽수펠프 : 대나무펠프의 비율을 현재처럼 80:20으로 하였을 때 도시락 용기의 1단위당 제조원가는 42.2원으로 나타났다. 이들 활엽수펠프와 대나무펠프를

모두 벚짚펄프로 대체했을 때는 도시락 용기 1단위당 제조원가가 35.6원으로 나타났다. 그리하여 현재 사용 중인 활엽수펄프와 대나무펄프를 모두 벚짚펄프로 대체하는 것은 제품의 원가를 1단위당 6.6원 절감시켜 가격 경쟁력을 향상시키는데 기여한다고 판단된다.

마. 벚짚펄프를 이용한 한지 제조시험

2종의 여수도(25, 35 °SR)로 고해한 닥펄프와 3종의 여수도(30, 40, 50 °SR)로 고해한 벚짚표백화학펄프를 다양한 비율(100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80)로 혼합하여 한지를 수초지하여 품질시험을 한 결과는 다음과 같다. 벚짚펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도 및 평활도는 증가되나, 투기도 및 각종 강도들은 감소되었는데, 특히 인열지수 및 내절도의 감소폭이 컸다. 또한 벚짚펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 발묵성이 감소되는 경향을 나타내어 혼합비율로 발묵성의 조절이 가능하였다.

닥펄프와 단섬유 펄프(고지펄프, 벚짚표백화학펄프, 활엽수표백화학펄프, 침엽수표백화학펄프)를 일정한 여수도로 고해하여 화선지를 제조한 결과는 다음과 같다. 닥펄프에 벚짚표백화학펄프를 혼합하여 제조한 화선지는 투기도는 낮으나 평활도와 강도는 높은 편이었다. 또한 닥펄프와 혼합 초지시, 고지펄프, 활엽수펄프, 벚짚펄프, 침엽수펄프 순으로 발묵성이 좋았다.

한지의 주원료를 벚짚펄프로 대체하였을 경우의 제조원가와 원래의 원료를 이용하여 계산된 제조원가를 비교하면서 과연 벚짚펄프가 한지의 원료로 사용되어 생산된 제품이 원가절감면에서 얼마나 효율적인가를 파악하는 것은 한지의 가격 경쟁력 확보를 위하여 중요한 의미를 가진다. 원가절감의 주요 비목의 하나인 재료비를 절감시키기 위해서는 재료의 결합에 있어서 값비싼 종류의 재료를 값싼 종류의 재료로 대체하는 것이 합리적이다. 한지

제조에 투입된 순재료의 결합비율에 따른 제조원가의 비교를 보면, 보통지(화선지)의 경우 현재 닥펄프:모조펄프:목재펄프의 비율이 20:50:30일 때 단위당 209.8원이고, 같은 비율이면서 목재펄프 대신 벗짚펄프를 대체했을 때는 206.0원으로 제조원가가 3.8원 저렴하게 나타났다. 그리고 닥펄프:목재펄프가 20:80일 경우에 단위당 215원인데 비하여 목재펄프를 벗짚펄프로 대체함으로 닥펄프:벗짚펄프가 20:80이 되었을 때는 단위당 205.3원으로 9.7원이 저렴하게 나타났다. 그리하여 목재펄프를 벗짚펄프로 대체하여 사용하는 것은 경제성이 있는 것으로 평가된다.

2. 활용에 대한 건의

목재표백화학펄프보다 가격이 저렴한 벗짚표백화학펄프를 도시락 용기 또는 한지(화선지)의 제조원료로서 사용토록 권장할 것을 건의함.

SUMMARY

I. Project Title

Development of Molded Packaging Material and Korean Traditional Paper manufactured with rice-straw.

II. Research Objectives and Necessities

In recent years, numerous studies have been carried out for the purpose of developing the use of natural resources in packing materials. Cellulose material has been using for packing materials, widely. The worldwide concern over environmental control has motivated a search for molded pulp as an alternative to Expanded Polystyrene(EPS). This molded pulp packing materials usually has been used to egg carton, for a long time, but molded pulp packing material is using for fruit tray, flesh and fish tray, confectionery tray, seedling tray and shock-absorbing for electronic machine, now. Wooden pulp and waste paper were used for main resource of molded pulp packing material. As increase of paper consumption, stable supplement became more important. Therefore concerns about the annual plant, like rice-straw, were increased in order to use for pulp resource.

On the other hand, Korean traditional paper(HANJI) turns out about 70% of production the whole country in the Chonbuk province. It is efficient that we substitute rice-straw pulp as short length fiber for

wooden pulp in saving cost and it is able to make uniform of the ink blots when makes rice into Korean traditional paper(HANJI).

Our country generated so many rice-straw, because of wide area cultivation for rice. If we should make pulp and molded pulp material for food, and make Korean traditional paper(HANJI) as well, with rice-straw pulp, it should contribute our share to industrial growth for nation. Therefore this study was carried out.

III. Contents and Scope of Research

To achieve the objectives of this project, we carried out the contents of research as follows:

1. Development of rice-straw pulping methods

- . Test of fiber characteristics
- . Analysis of chemical constituents
- . Manufacturing of refiner pulp and test of pulp characteristics
- . Manufacturing of chemical pulps and test of pulp characteristics
- . Sheet making and test of physical properties

2. Development of bleaching methods with rice-straw pulp

- . Chlorine bleaching
- . Hypochlorite bleaching
- . Chlorine dioxide bleaching
- . Hydrogen peroxide bleaching
- . Multistage bleaching

3. Development of making method of molded packaging materials with rice straw pulp

- . Making of molded packaging material with rice straw pulp
- . Test of physical properties of molded packaging material
- . Anatomical observation of molded packaging material

4. Storage test of food packed in molded packaging material made from rice straw pulp

- . Storage test of oyster mushroom
- . Storage test of boiled rice and fried vegetables
- . Analysis on cost of lunch package made from rice straw pulp

5. Manufacturing test of Korean traditional paper with rice straw pulp

- . Manufacturing of Korean traditional paper
- . Test of physical properties of Korean traditional paper
- . Analysis on cost of Korean traditional paper made from rice straw pulp

IV. Results and Suggestions

1. Results

A . Development of rice-straw pulping methods

The length, width and wall thickness of rice-straw fiber were smaller than those of wood fiber, but Runkel ratio and fiber

length/width ratio of rice-straw fiber were higher than those of wood fiber. Therefore wall thickness and length of rice-straw fiber were larger than those of wood fiber relatively. The contents of holocellulose, α -cellulose and klason lignin of rice-straw were less than those of wood, but the contents of various extractives and ash of rice-straw were more than those of wood. Especially, the content of ash was much more exceptionally.

Refiner pulps were manufactured from rice-straws pretreated under the various conditions. At that time, total yields and screened yields in the conditions of pretreatment with 1% caustic soda solution were lower than those in the case of pretreatment with cold water. And the differences of total yields and screened yields between one and the other were around 12% and 16% respectively. When the chemical constituents of refiner pulps were analyzed, the contents of cold water extractives, hot water extractives and α -cellulose in the case of pretreatment with 1% caustic soda solution were more than those in pretreatment with cold water. But those of alcohol-benzene extractives, 1% caustic soda extractives, holocellulose, Klason lignin and ash were less. In testing the physical properties of all sorts of refiner pulps, various kinds of strengths of refiner pulps manufactured from rice-straws pretreated with 1% caustic soda solution were higher than those of refiner pulps manufactured from rice-straws pretreated with cold water, but brightnesses were much lower.

In the soda-anthraquinone pulping of rice-straw, the optimum

cooking conditions were 60 min. at 150°C in the amount of caustic soda of 20% with the addition of anthraquinone(0.05%). And total yield, Kappa No. and brightness of pulp made in the condition above mentioned were 41.9%, 7.7 and 51.1 respectively.

In the alkaline sulfite-anthraquinone pulping of rice-straw, the proper mixing ratio of cooking chemical(caustic soda : sodium sulfite) was 50:50. And the optimum cooking conditions were 60 min. at 150°C in the amount of cooking chemical of 20% with the addition of anthraquinone(0.05%). At that time, the total yield, Kappa No. and brightness of pulp were 50.1%, 9.1 and 40.2 respectively. As a result, the alkaline sulfite-anthraquinone pulping was superior to the soda-anthraquinone pulping in the aspect of yield, but inferior in the viewpoints of Kappa No. and brightness.

For the comparison of qualities of pulps made in the various cooking methods and conditions, the physical properties of four sorts of pulps were tested. As a result, soda-anthraquinone pulps were superior to alkaline sulfite-anthraquinone pulps in the various strengths excluding tear strength, and brightness. On the other hand, pulps made in the condition of addition of cooking chemical of 20% were superior to pulps in the dosage of 15% in the aspects of all the strengths and brightness.

B. Development of bleaching methods with rice straw pulp

Alkaline sulfite-Anthraquinone pulps were bleached through the 5

regents for chlorine, calcium hypochlorite, sodium hypochlorite, chlorine dioxide and hydrogen peroxide. The result of this study were as follows :

- 1). The proper bleaching conditions of C(chlorine) stage were determined to be 5% concentration of chlorine, 25°C of reaction temperature and 50 minutes of reaction time. In this conditions, yield, Kappa No. and brightness were 95.8%, 1.8, 52.7, respectively.
- 2). The proper bleaching conditions of H(calcium hypochlorite) stage were determined to be 3% concentration of chemical, 25°C of reaction temperature and 30 minutes of reaction time. In this conditions, yield, Kappa No. and brightness were 99.4%, 6.2, 52.3, respectively.
- 3). The proper bleaching conditions of H(sodium hypochlorite) stage were determined to be 2% concentration of chemical, 30°C of reaction temperature and 30 minutes of reaction time. In this conditions, yield, Kappa No. and brightness were 97.7%, 6.1, 45.1, respectively.
- 4). The proper bleaching conditions of D(chlorine dioxide) stage were determined to be 0.5% concentration of chlorine dioxide, 30°C of reaction temperature and 1 hour of reaction time. In this conditions, yield, Kappa No. and brightness were 95.5%, 7.3, 41.3, respectively.
- 5). The proper bleaching conditions of P(hydrogen peroxide) stage were determined to be 2% concentration of hydrogen peroxide, 40°C of

reaction temperature and 1 hour of reaction time. In this conditions, yield, Kappa No. and brightness were 98.3%, 8.4, 40.4, respectively.

- 6). Two stage bleaching were carried out through combination of methods mentioned above. The most effective method was CP, and brightness was 73.7 at that time. For three stage bleaching, the most effective method was CEH, and brightness was 70.3 at that time.

C. Development of making method of molded packaging materials with rice straw pulp

To use the agricultural residues as the raw material of molded packaging material, the packaging trays were manufactured from rice-straw pulp. The physical properties were measured to compare non-added tray with the trays manufactured with additives, such as starch, rosin size, carboxymethylcellulose(CMC), polyethylene glycol(PEG), alkylketene dimer(AKD), polyacrylamide(PAM). The results were as follows :

- 1). In the addition of starch, air permeability at addition of 5% was highest. Bursting strength and tensile strength were smaller than non-added trays.
- 2). In the addition of rosin size, air permeability, bursting strength and tensile strength were smaller than non-added trays.

- 3). In the addition of CMC, air permeability was higher than non-added trays. Bursting strength and tensile strength were similar to non-added trays.
- 4). In the addition of PEG, air permeability was higher than non-added trays. Bursting strength at addition of 3% was highest and tensile strength was smaller than non-added trays.
- 5). In the addition of AKD, air permeability at addition of 1% and 5% was higher than non-added trays. Bursting strength and tensile strength were smaller than non-added trays.
- 6). In the addition of PAM, air permeability at addition of 0.01% was highest. Tensile strength at addition of 0.01% were higher than non-added trays.
- 7). The water absorptions of trays were decreased with increasing adding of additives.

D. Storage test of food packed in various tray made from rice straw pulp

Oyster mushroom was preserved on various trays with wrapping made by different materials-expanded polystyrene(EPS), rice straw pulp(RP), and RP trays coated with starch(ST), carboxymethylcellulose(CMC), polyacrylamide(PAM), alkylketene dimer(AKD), rosin size(RS) and polyethylene glycol(PEG)-at 8~10°C and 70~80% relative humidity for 6 days. During the storage, moisture absorption rate of each tray itself-EPS, RP, CMC, AKD and PAM were 6.5, 59.8, 65.2, 68.4 and 111.7%

respectively after 6 days storage. The weight decreasing rate of oyster mushroom packed in EPS and PAM were 3.6% as lowest and 12.57% as highest respectively after 6 days storage. Carbon dioxide content in trays were from 8.6% of AKD to 5.5% of CMC within 1 day storage and then decreases to from 3.7%(PAM) to 5.3%(CMC) after 6 days storage. Oxygen content in trays were greatly decreased from 8.2%(CMC) to 0.8%(RP) within 1day and 1.6%(EPS) to 0.9%(RP) after 6days storage. Lightness of oyster mushroom increased from 62.94 at begining to 73.0 after 6days storage in EPS and all other trays had same tendency. Texture measured by hardness of mushroom increased all trays tested. Off flavor appeared strongly in oyster mushroom packed in EPS, AKD and PEG during storage. No off flavor detected in mushroom packed in ST and CMC untill 4 days storage. As a result, AKD, RP, ST, and CMC tray can be substituted EPS when coatings were improved to protect moisture absorption and storage condition including temperature and humidity.

Boiled rice and fried vegetable were preserved in various trays made by different materials-expanded polystyrene(EPS), rice straw pulp(RP) and RP trays coated with starch(ST), carboxymethylcellulose(CMC), alkylketen dimer(AKD), polyacrylamide(PAM), rosin size(RS) and polyethylene glycol(PEG)-at 10°C and 50% relative humidity for 96 hours. During storage, weight changes of tray, boiled rice and fried vegetable were monitored including bacterial count in boiled rice. Total weight of boiled rice and fried vegetable decreased in general and highest weight loss were 5.3% of boiled rice and 3.5% of fried vegetable in RP, and lowest weight loss were 2.7% of boiled rice and

1.6% of fried vegetable in EPS. The weight loss of boiled rice and fried vegetable were 2.5% and 1.6% in EPS respectively as lowest, and 13.0% in RP and 4.75% in PAM as highest. The weight increasing rates of trays only were 1.7% and 4.0% of EPS packed boiled rice and fried vegetable respectively as lowest, and 42.3% of PEG and 85.2% of PAM respectively as highest. During storage of boiled rice packed in various trays, number of bacteria appeared decreasing trend until 24~48 hours storage time in general but increased after on. The number was lowest on PAM and highest on AKD. In the increasing rate of bacterial numbers, trays manufactured from rice straw pulp were lower than EPS.

It is important in our competitive position of package goods to analyze how much the cost of lunch package manufactured can be saved when we substitute cheap rice straw pulp for the existing expensive materials in using its major materials. The current combination rate of major materials in our case study is hardwood pulp : bamboo pulp = 80 : 20 and the manufactured cost of lunch package(H-011) is 42.2 won per unit. When we substituted rice straw pulp for all these hardwood pulp and bamboo pulp, its manufactured cost was 35.6 won per unit. Thus, it is efficient by saving 6.6 won per unit that we substitute rice straw pulp for hardwood pulp and bamboo pulp in saving cost.

E. Manufacturing test of Korean traditional paper with rice straw pulp

Paper mulberry pulp was beaten with 2 types of freeness(25, 35 °SR) and rice-straw bleached chemical pulp was beaten with 3 types of freeness(30, 40, 50 °SR). Both paper mulberry pulp and rice-straw bleached chemical pulp mixed in various ratios(100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80). And then Korean traditional paper was made with hand-made method and its qualities were tested. The results were as follows;

The density and smoothness were increased but air permeability and each strength was decreased as mixing ratios of rice-straw pulp were increased. Expecially, the tear index and folding endurance significantly were decreased. And the properties of chinese ink's blots were decreased as mixing ratios of rice-straw pulp increased. Therefore, it is possible to control ink blots properties by the change of mixing ratio.

Paper mulberry pulp and short length fiber pulp(waste pulp, rice-straw bleached chemical pulp, hardwood bleached chemical pulp, softwood bleached chemical pulp) were beaten with constant freeness. And then Korean traditional paper was made from these pulps. The results obtained from this experiment were as follows:

Paper mulberry pulp was mixed with rice-straw bleached chemical pulp and then Korean traditional paper was made from these pulps. In that case, although air permeability showed low value, the smoothness and most of strengths showed high value. And the properties of chinese ink's blots showed higher response in waste pulp, hardwood pulp, rice-straw pulp, softwood pulp in turn.

It is important in our competitive position of Korean drawing paper manufactured to analyze how much the cost of Korean drawing paper manufactured can be saved when the combination of its major materials is changed. This analysis helps the drawing paper industry to increase the marketing share and improve the management. It is rational that we substitute cheap materials for expensive materials in manufacturing Korean drawing paper to save the cost of paper manufactured. We compared the cost of Korean Drawing Paper Manufactured by the rate of major material combination. In the case of normal Korean Drawing Paper (Whaseonji), when the combination of paper mulberry pulp, vellum pulp and wooden pulp is 20 : 50 : 30, its manufactured cost is 209.8 won per unit. And when rice straw pulp is substituted for wooden pulp in the same combination rate of its major materials, its manufactured cost is 206.0 won per unit. Thus the cost of paper manufactured per unit can be saved by 3.8 won. When the combination of major materials is changed, from paper mulberry pulp : wooden pulp = 20 : 80 to paper mulberry pulp : rice straw pulp = 20 : 80, its manufactured cost can be saved by 9.7 won per unit. Consequently, it is efficient that we substitute rice straw pulp for wooden pulp in saving cost.

2. Suggestion

Bleached chemical pulps made from rice-straw is cheaper than bleached chemical pulps made from wood. So we suggest to encourage the use of rice-straw chemical pulps as the raw material of lunch package or Korean traditional paper (Hwaseonji).

CONTENTS

SUMMARY	12
CONTENTS	24
Chapter 1. Introduction	37
Chapter 2. Development of rice-straw pulping methods	39
Section 1. Introduction	40
Section 2. Materials and Methods	41
2.1. Materials	41
2.2. Experimental methods	41
2.2.1. Test of fiber characteristics	41
2.2.2. Analysis of chemical constituents	41
2.2.3. Manufacturing of refiner pulp and test of pulp characteristics	41
2.2.4. Manufacturing of chemical pulp and test of pulp characteristics	42
Section 3. Results and Discussions	43
3.1. Test of fiber characteristics	43
3.2. Analysis of chemical constituents	44
3.3. Manufacturing of refiner pulp and test of pulp characteristics	45
3.3.1. Manufacturing of refiner pulp	45
3.3.2. Analysis of chemical constituents	46

3.4. Manufacturing of chemical pulps and test of pulp characteristics -----	48
3.4.1. Soda-anthraquinone pulp -----	48
3.4.2. Alkaline sulfite-anthraquinone pulp -----	52
3.5. Sheet making and test of physical properties ----	56
3.5.1. Refiner pulp -----	56
3.5.2. Chemical pulps -----	58
Section 4. Conclusion -----	59
References -----	61
Chapter 3. Development of bleaching methods with rice straw pulp -----	62
Section 1. Introduction -----	63
Section 2. Materials and Methods -----	63
2.1. Materials -----	63
2.2. Experimental methods -----	64
2.2.1. Chlorine bleaching -----	64
2.2.2. Hypochlorite bleaching -----	64
2.2.3. Chlorine dioxide bleaching -----	64
2.2.4. Hydrogen peroxide bleaching -----	64
2.2.5. Multistage bleaching -----	65
Section 3. Results and Discussions -----	65
3.1. Chlorine bleaching -----	65
3.2. Hypochlorite bleaching -----	67
3.3. Chlorine dioxide bleaching -----	72
3.4. Hydrogen peroxide bleaching -----	74

3.5. Multistage bleaching -----	76
3.5.1. Two stage bleaching -----	76
3.5.2. Three stage bleaching -----	77
Section 4. Conclusion -----	78
Reference -----	79
Chapter 4. Development of making method of molded packaging materials with rice straw pulp -----	80
Section 1. Introduction -----	81
Section 2. Materials and Methods -----	82
2.1. Materials -----	82
2.2. Experimental methods -----	83
2.2.1. Manufacturing of rice straw pulp -----	83
2.2.2. Making of packaging tray -----	83
2.2.3. Physical properties of packaging tray -----	84
2.2.4. Microscope observation of packaging tray ----	84
Section 3. Results and Discussions -----	84
3.1. Physical properties of packaging tray -----	84
3.1.1. EPS tray -----	85
3.1.2. Tray made from rice straw pulp without additives -	85
3.1.3. Tray made from rice straw pulp with starch --	86
3.1.4. Tray made from rice straw pulp with rosin size -	87
3.1.5. Tray made from rice straw pulp with carboxymethylcellulose -----	88
3.1.6. Tray made from rice straw pulp with polyethylene	

glycol -----	89
3.1.7. Tray made from rice straw pulp with alkylketene dimer -----	90
3.1.8. Tray made from rice straw pulp with polyacrylamide -----	91
3.2. Anatomical characteristics of tray made from rice straw pulp -----	92
Section 4. Conclusion -----	94
Reference -----	95
Chapter 5. Storage test of food packed in various tray made from rice straw pulp -----	97
Section 1. Storage test of oyster mushroom packed in various tray made from rice straw pulp ---	98
1.1. Introduction -----	98
1.2. Materials and Methods -----	99
1.2.1. Materials -----	99
1.2.2. Experimental methods -----	100
1.2.2.1. Packaging and storage -----	100
1.2.2.2. Measurement of weight change -----	100
1.2.2.3. Hardness of mushroom -----	100
1.2.2.4. Colour -----	101
1.2.2.5. CO ₂ and O ₂ content in tray -----	101
1.2.2.6. Sensory evaluation -----	101
1.3. Results and Discussions -----	101
1.3.1. Total weight changes during storage -----	101
1.3.2. Weight changes of tray -----	102

1.3.3. Weight changes of mushroom -----	104
1.3.4. CO ₂ and O ₂ content in tray -----	105
1.3.5. Colour changes of mushroom during storage ---	107
1.3.6. Texture changes of mushroom during storage --	108
1.3.7. Flavor changes of mushroom during storage ---	110
1.4. Summary -----	111
References -----	112
Section 2. Storage test of boiled rice and fried vegetable packed in various tray made from rice straw pulp -----	115
1.1. Introduction -----	115
1.2. Materials and Methods -----	116
1.2.1. Materials -----	116
1.2.2. Experimental methods -----	116
1.2.2.1. Packing and storage -----	116
1.2.2.2. Measurement of weight change -----	116
1.2.2.3. Bacterial cell count of boiled rice ----	117
1.3. Results and Discussions -----	117
1.3.1. Total weight changes during storage -----	117
1.3.2. Weight changes of boiled rice and fried vegetable during storage -----	118
1.3.3. Weight changes of tray during storage -----	120
1.3.4. Changes of bacterial count in boiled rice during storage -----	121
1.3.5. Analysis of harmful ingredient of tray made from rice straw pulp -----	122
1.4. Summary -----	123

Reference	124
Section 3. Analysis on cost of lunch package made from rice straw pulp	125
3.1. Introduction	125
3.2. Outline of manufacturing company in this survey -	125
3.3. Major financial statements of case company	126
3.4. Cost of lunch package	127
3.5. Comparing the cost of lunch package by the combination rate of its major materials	131
3.6. Exchange fluctuations and its impacts on the manufactured cost of goods	133
3.7. Conclusion	135
Chapter 6. Manufacturing test of Korean traditional paper with rice straw pulp	137
Section 1. Manufacturing test of Korean traditional paper	138
1.1. Introduction	138
1.2. Materials and Methods	138
1.2.1. Materials	138
1.2.2. Experimental methods	140
1.2.2.1. Beating of pulp	140
1.2.2.2. Manufacturing of Korean traditional paper-	140
1.2.2.3. Physical properties of Korean traditional paper	141
1.3. Results and Discussions	141
1.3.1. Manufacturing of Korean traditional paper and test of its physical properties	141

1.3.1.1. Physical properties -----	141
1.3.1.2. Properties of chinese ink's blots -----	147
1.4. Conclusion -----	150
References -----	150
Section 2. Analysis on cost of Korean drawing paper made from rice straw pulp -----	151
2.1. Introduction -----	151
2.2. Outline of manufacturing company in this survey -	151
2.3. Major financial statements of case company -----	152
2.4. Cost of Korean drawing paper -----	153
2.5. Comparing cost of Korean drawing paper by the combination rate of its major materials -----	157
2.6. Exchange fluctuations and its impacts on the manufacturing cost of goods -----	158
2.7. Conclusion -----	160

목 차

제출문 -----	1
요약문 -----	2
SUMMARY -----	12
CONTENTS -----	24
목 차 -----	31
제 1 장 서 론 -----	37
제 2 장 벗짚을 이용한 펄프제조기술개발 -----	39
제 1 절 서 설 -----	40
제 2 절 재료 및 방법 -----	41
1. 공시재료 -----	41
2. 실험방법 -----	41
가. 섬유특성조사 -----	41
나. 화학적조성분 분석 -----	41
다. 리파이너펄프 제조 및 성분분석 -----	41
라. 화학펄프제조 및 펄프분석 -----	42
제 3 절 결과 및 고찰 -----	43
1. 섬유특성조사 -----	43
2. 화학적조성분 분석 -----	44
3. 리파이너펄프 제조 및 성분분석 -----	45
가. 리파이너펄프 제조 -----	45
나. 화학적조성분 분석 -----	46
4. 화학펄프 제조 및 펄프분석 -----	48

가. 소다-안트라퀴논펄프 -----	48
나. 알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄프 -----	52
5. 초지 및 물리적 성질 측정 -----	56
가. 리파이너펄프 -----	56
나. 화학펄프 -----	58
제 4 절 결 론 -----	59
참 고 문 헌 -----	61
제 3 장 벗짚펄프의 표백기술 개발 -----	62
제 1 절 서 설 -----	63
제 2 절 재료 및 방법 -----	63
1. 공시재료 -----	63
2. 실험방법 -----	64
가. 염소표백 -----	64
나. 차아염소산염표백 -----	64
다. 이산화염소표백 -----	64
라. 과산화수소표백 -----	64
마. 다단표백 -----	65
제 3 절 결과 및 고찰 -----	65
1. 염소표백 -----	65
2. 차아염소산염표백 -----	67
3. 이산화염소표백 -----	72
4. 과산화수소표백 -----	74
5. 다단표백 -----	76
가. 2단 표백 -----	76
나. 3단 표백 -----	77

제 4 절 결 론	78
참 고 문 헌	79
제 4 장 벗짚펄프를 이용한 성형포장재 제조기술개발	80
제 1 절 서 설	81
제 2 절 재료 및 방법	82
1. 공시재료	82
2. 실험방법	83
가. 벗짚펄프 제조	83
나. 포장트레이의 제조	83
다. 포장트레이의 물성실험	84
라. 포장트레이의 현미경적 관찰	84
제 3 절 결과 및 고찰	84
1. 포장트레이의 물성변화	84
가. EPS 트레이	85
나. 첨가제 무첨가 벗짚펄프 트레이	85
다. 전분첨가 벗짚펄프 트레이	86
라. Rosin size제 첨가 벗짚펄프 트레이	87
마. Carboxymethyl cellulose 첨가 벗짚펄프 트레이	88
바. Polyethylene glycol 첨가 벗짚펄프 트레이	89
사. Alkylketene dimer 첨가 벗짚펄프 트레이	90
아. Polyacrylamide 첨가 벗짚펄프 트레이	91
2. 벗짚펄프 트레이의 조직변화	92
제 4 절 결 론	94
참 고 문 헌	95
제 5 장 벗짚펄프로 제조한 성형포장재의 식품저장시험	97

제 1 절 느타리버섯의 저장시험 -----	98
1. 서 설 -----	98
2. 재료 및 방법 -----	99
가. 공시재료 -----	99
나. 실험방법 -----	100
1). 포장 및 저장 -----	100
2). 증량변화 -----	100
3). 경도 -----	100
4). 색도 -----	101
5). CO ₂ 및 O ₂ 함량 측정 -----	101
6). 관능검사(냄새) -----	101
3. 결과 및 고찰 -----	101
가. 총무게 변화 -----	101
나. Tray의 무게 변화 -----	102
다. 버섯무게 변화 -----	104
라. CO ₂ 및 O ₂ 함량 측정 -----	105
마. L값(박기)의 변화 -----	107
바. 조직의 변화 -----	108
사. 냄새의 변화 -----	110
4. 요 약 -----	111
참 고 문 헌 -----	112
제 2 절 밥과 튀김식품 저장시험 -----	115
1. 서 설 -----	115
2. 재료 및 방법 -----	116
가. 공시재료 -----	116

나. 실험방법 -----	116
1). 포장 및 저장 -----	116
2). 무게변화 -----	116
3). 밥의 생균수 변화 -----	117
3. 결과 및 고찰 -----	117
가. 총무게 변화 -----	117
나. 밥과 튀김의 무게 변화 -----	118
다. 용기의 무게 변화 -----	120
라. 밥의 생균수 변화 -----	121
마. 벧짚펄프 포장용기의 유해성분분석 -----	122
4. 요약 -----	123
참 고 문 헌 -----	124
제 3 절 벧짚펄프로 제조한 도시락 용기의 경제성 분석 -----	125
1. 서 설 -----	125
2. 분석대상의 제조업체 -----	125
3. 주요 재무제표 -----	126
4. 도시락 용기의 제조원가 -----	127
5. 도시락 용기 주재료의 결합비율에 따른 제조원가의 비교 -----	131
6. 환율변동이 도시락 용기의 제품원가에 미치는 영향 -----	133
7. 결 론 -----	135
제 6 장 벧짚펄프를 이용한 한지 제조시험 -----	137
제 1 절 한지 제조시험 -----	138
1. 서 설 -----	138
2. 재료 및 방법 -----	138
가. 공시재료 -----	138

나. 실험방법 -----	140
1). 펄프의 고해 -----	140
2). 한지의 제조 -----	140
3). 한지 품질시험 -----	141
3. 결과 및 고찰 -----	141
가. 한지제조 및 품질시험 -----	141
1). 물리적 성질 -----	141
2). 발묵성 -----	147
4. 결 론 -----	150
참 고 문 헌 -----	150
제 2 절 벗짚펄프로 제조한 한지의 경제성 분석 -----	151
1. 서 설 -----	151
2. 분석대상의 제조업체 -----	151
3. 주요 재무제표 -----	152
4. 한지의 제조원가 -----	153
5. 한지 주재료의 결합비율에 따른 제조원가의 비교 -----	157
6. 환율변동이 제품원가에 미치는 영향 -----	158
7. 결 론 -----	160

제 1 장

서 론

천연자원을 활용하여 환경 친화적 포장재를 개발하려는 연구가 활발한 가운데 셀룰로오스 소재는 각종 포장재에 광범위하게 이용되고 있다. 최근 환경보호 문제가 전 세계적으로 확대되면서 그 중요성이 새로이 인식되어 연구개발이 활발히 진행되고 있는 것이 셀룰로오스를 주성분으로하는 펄프의 압축성형물인 펄프 몰드(Molded Pulp)이며, 발포 폴리스티렌(EPS, Expanded Polystyrene)의 대체품으로 주목받고 있다. 이 펄프 몰드 포장재는 오래 전부터 주로 egg carton용으로 사용되어 왔으나 용도개발이 진행되면서 과채류용 트레이, 육류 및 어류용 트레이, 제과용 트레이, 육묘용 포트, 전자제품용 완충포장재 등으로 광범위하게 활용되고 있다. 이와같은 펄프 몰드 포장재는 주원료로 목재 펄프 및 고지가 사용되고 있는데, 지류 소비량의 증가로 원료의 안정적인 공급이 중요시 되어 벗짚과 같은 일년생 초본류를 펄프 자원으로 개발, 이용하려는 연구에 관심이 높아지고 있다.

한편 본도에서 전국 생산량의 약 70%를 생산하고 있는 화선지등과 같은 한지는 단섬유에 목재펄프를 혼합하여 제조하고 있는데, 목재섬유보다 단섬유인 벗짚펄프로 대체하면 목재 자원을 절약할 수 있고 먹물의 번짐이 균일한 화선지 제조도 가능하다.

이에따라 본 연구는 매년 다량 산출되는 벗짚을 이용한 펄프 제조기술과 제조된 펄프의 표백기술 개발과 더불어, 제조된 벗짚펄프를 이용하여 성형 포장재와 한지를 제조하고 이들의 활용가능성을 검토하므로써 환경보호 및 관련산업 발전에 기여코져 수행하게 되었다.

제 2 장

벗짚을 이용한 펄프 제조기술개발

세부연구책임자 : 강 진 하
연 구 원 : 정 인 수
연 구 보 조 원 : 임 현 아
박 성 종
김 범 용

제 1 절 서 설

세계 인구의 증가와 문화의 발달로 紙類의 소비량은 급격한 증가를 보이고 있으며, 이에 따라 종이의 원료인 펄프를 제조하기 위해 매년 막대한 양의 목재가 소비되고 있다^{1,2)}. 그러나 목재는 환경보호운동과 지구온난화 등의 문제로 공급의 어려움이 가중되고 있는 실정에 있다³⁾.

우리나라의 종이 생산량은 1990년도에 4,524천톤이었으나, 1994년도에는 6,435천톤으로서 매년 증가되는 추세를 나타내고 있다. 또한 국토의 2/3가 산림이면서도 산림자원이 부족하여 1994년도에 펄프 自給率이 약 24%에 불과하였고 펄프 원료 자급율도 38%밖에 되지 않았다⁴⁾.

이러한 문제점들을 극복하기 위해서는 목재 보다 단기간에 섬유자원을 대량 생산할 수 있는 非木質系 식물을 이용하는 방안이 제시되어왔다^{1,2,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14)}. 이러한 이유는 非木質系 식물에서도 그 이용 가치가 오래전부터 인정되어 오고 사용량 역시 증가 추세에 있는 대나무나 벚짚 등과 같은 草本植物이 木本植物의 二次生長과는 달리 一次生長에 의한 體積增大를 하는데 기인한다. 한편 1986년 전세계 펄프 생산량 14,500만톤의 7%에 달하는 약 1,000만톤을 非木材펄프가 차지하였고, 또한 非木材펄프 생산 능력의 연평균 성장율이 80년대 이후 목재 펄프의 성장율을 앞서게 되었다^{1,2)}.

이러한 草本植物 중 靚類는 非木質系 섬유자원 중 가장 많은 양이 생산되며, 이를 이용한 紙類 생산량도 1986년도에 1,500천톤이었고, 靚類 중에서도 米作農業의 副産物인 벚짚에 의해 생산된 紙類 생산량이 700천톤이었다^{1,2)}. 그러므로 우리나라 각처에서 생산되어 원료의 공급이 원활하고 특히 米作農業을 중심으로하는 농촌의 소득증대를 위하여 벚짚펄프에 관한 연구의 필요성이 크게 요구되는 실정이다.

이에따라 본 연구는 벚짚을 이용하여 리파이너펄프 및 화학펄프를 제조하고 펄프의 특성 및 물리적성질을 측정하므로써 벚짚펄프의 이용분야에 필요한 기초자료를 제공하기 위하여 수행되었다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 공시재료

전년도에 수집한 벚짚을 전북 남원에서 구입하여 2cm길이로 절단한 후 기건시켜 사용하였다.

2. 실험방법

가. 섬유특성조사

벚짚을 Schultz액에 침지, 해리시켜 광학현미경상에서 섬유장, 섬유폭, 섬유벽두께를 측정하고 Runkel 계수 및 섬유의 長/幅 比를 계산하였다.

나. 화학적조성분 분석

벚짚을 Wiley mill로 분쇄하여 얻은 분말을 40~60mesh로 선별한 다음 냉수추출물, 온수추출물, 알콜·벤젠 추출물, 1%가성소다 추출물, 전섬유소, α -셀룰로오스, Klason lignin 및 회분을 Tappi Test Methods¹⁵⁾에 의거 분석하였다.

다. 리파이너펄프(Refiner pulp) 제조 및 성분분석

○ . 전처리(Pretreatment)

펄프를 제조하기 전에 벗짚을 다음과 같이 전처리 하였다.

- ┌ 무처리
- ├ 냉수침지처리(24시간, 48시간)
- └ 1%가성소다용액 침지처리(24시간, 48시간)

*. 액비(straw/water) : 1/10

○. 정쇄(Refining)

무처리 및 전처리한 벗짚들을 Disc Refiner를 사용하여 정쇄 (Disc 간극 : 0.25mm) 하였다.

○. 정선(Screening)

정쇄한 펄프를 평판 스크린(Slit : 10cut)에서 정선하였는데 정쇄후 수율을 총수율로, 정선후 수율을 정선수율로 하였다.

○. 화학적조성분 분석

각종 펄프들을 기건시킨 후 “나”와 같은 방법으로 분석하였다.

라. 화학펄프 제조 및 펄프분석

1). 화학펄프 제조

5ℓ용량의 회전식 증해부를 사용하여 펄프제조방법 별로 다음과 같이 제조하였다.

○. 소다-안트라퀴논 펄프 : 안트라퀴논 적정첨가량을 구명한 후, 가성소다 첨가량(15, 20%), 증해온도(130, 140, 150℃) 및 증해시간(60, 90, 120분)별로 소다-안트라퀴논 펄프를 제조하였다.

○. 알칼리성 아황산염-안트라퀴논 펄프 : 가성소다와 아황산나트륨의 적

정 혼합비율과 안트라퀴논 적정 첨가량을 구명한 후, 증해약품 첨가량(15, 20%), 증해온도(130, 140, 150℃) 및 증해시간(60, 90, 120분) 별로 알칼리성 아황산염-안트라퀴논 펄프를 제조하였다.

2). 펄프분석

제조된 펄프를 세척, 탈수하여 총수율을 구하였으며, Kappa No.는 Tappi Test Methods¹⁵⁾에 의거, 백색도는 백색도측정기(ISO type)를 사용하여 측정하였다.

마. 초지 및 물리적 성질 측정

각종 펄프들을 PFI mill을 이용하여 250mlCSF로 고해한 후, 수초지기를 사용하여 평량 60g/m² 정도로 초지하였다. 또한 초지한 종이를 항온항습실(온도 : 20±1℃, RH : 65±5%)에서 24시간 이상 조습후, 열단장, 파열지수, 인열지수 및 내절도를 Tappi Test Methods¹⁵⁾에 의거 측정하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 섬유특성 조사

벚짚의 섬유특성을 조사코저 벚짚의 섬유장, 섬유폭, 섬유벽두께를 측정하고, Runkel 계수 및 섬유의 長/幅 比를 계산한 결과와 이들과 비교하기 위하여 소나무와 신갈나무의 섬유특성을 측정한 결과는 표 1과 같다.

벚짚의 섬유장은 1.0mm로서 신갈나무보다 약간 적었으나 소나무 보다는 크게 적어 목재섬유보다 짧았다. 섬유폭은 벚짚의 경우 8.7μm 이었으나 소나무는 44.5μm, 신갈나무는 19.5μm로서 목재섬유보다 섬유폭이 크게 좁았

다. 섬유벽 두께는 벚짚의 경우 $1.5\mu\text{m}$ 이었으나 소나무는 $5.0\mu\text{m}$, 신갈나무는 $2.3\mu\text{m}$ 로서 목재섬유보다 섬유벽 두께가 상당히 얇은편이었다.

Table 1. Characteristics of fibers

Species	Fiber length (mm)	Fiber width (μm)	Fiber wall thickness (μm)	Runkel ratio	Fiber length / width ratio
Rice-straw	1.0	8.7	1.5	0.5	115
Pine (<i>Pinus densiflora</i>)	3.4	44.5	5.0	0.3	76
Oak (<i>Quercus mongolica</i>)	1.2	19.5	2.3	0.3	62

섬유내강 폭에 대한 섬유벽 두께의 비를 나타내는 Runkel 계수는 벚짚이 0.5인 반면 소나무와 신갈나무는 0.3을 나타내어 벚짚의 섬유벽 두께가 상대적으로 두꺼웠다. 섬유의 長/幅 比는 벚짚의 경우 115이었으나 소나무는 76, 신갈나무는 62를 나타내어 벚짚섬유는 상대적 길이 긴 특성을 가졌다고 할 수 있다.

상기결과를 종합적으로 검토하여 보면 벚짚섬유는 목재섬유보다 길이, 폭, 벽두께의 절대치는 적으나 상대적 섬유벽 두께와 길이는 크다고 볼 수 있다.

2. 화학적 조성분 분석

벚짚의 화학적조성분을 분석한 결과와 이들과 비교하기 위하여 소나무와 신갈나무의 화학적 조성분을 분석한 결과는 표 2와 같다.

벚짚의 냉수추출물과 온수추출물은 각각 13.0% 및 15.3%로서 목재보다 월등히 많았는데, 이는 벚짚에는 저분자 당과 같은 수용성 물질이 많다는 것

을 의미한다. 알콜·벤젠 추출물은 6.1%로서 소나무와 비슷하고 신갈나무 보다는 상당히 많아 벚짚에는 지방이 다량 함유되어 있을 것으로 사료된다. 1%가성소다 추출물은 47.1%로서 소나무보다 3배, 신갈나무보다 2배 정도 많았는데, 이는 벚짚을 구성하고 있는 성분 중에는 목재 구성성분보다 알칼리 가용성 저분자 물질들이 많은 것에 기인하는 것으로 사료된다.

Table 2. Chemical constituents of rice-straw, Pine wood and Oak wood (unit:%)

Constituents	Rice-straw	Pine wood (<i>Pinus densiflora</i>)	Oak wood (<i>Quercus mongolica</i>)
Cold water extractives	13.0	1.3	4.1
Hot water extractives	15.3	2.7	6.1
Alcohol-benzene extractives	6.1	5.6	2.2
1% NaOH extractives	47.1	14.2	20.6
Holocellulose	75.8	81.6	83.8
α -cellulose	43.5	53.8	54.1
Klason lignin	20.6	27.5	20.0
Ash	11.5	0.2	0.3

전섬유소와 α -셀룰로오스는 75.8% 및 43.5%로서 목재의 경우보다 6~8% 및 10~11%정도 적었는데, 이는 벚짚이 목재보다 추출물량이 많은데 기인하는 것으로 사료된다. Klason lignin은 20.6%로서 소나무보다 7%정도 적고 신갈나무와는 비슷하였으나, 회분의 함량은 고려하여 보면 벚짚의 리그닌 함량은 월등히 적었다. 회분은 11.5%로서 1%이하인 목재의 경우보다 월등히 많았다.

3. 리파이너펄프(Refiner pulp) 제조 및 성분분석

가. 리파이너펄프(Refiner pulp) 제조

섬유간의 결합을 느슨하게 하고 섬유를 팽윤시키므로써 정쇄시 손상이 적고 유연한 펄프를 얻고저, 냉수 침지(24, 48시간) 또는 1%가성소다용액 침지(24, 48시간) 전처리후 리파이너펄프를 제조하고 수율을 측정한 결과는 표 3과 같다.

Table 3. Yields of refiner pulps manufactured from rice-straws pretreated in various conditions (unit : %)

Yield	Pretreatment	Cold water	Cold water	1% NaOH	1% NaOH
	Untreated	(24 hr.)	(48 hr.)	Solution (24 hr.)	Solution (48 hr.)
Total yield	72.9	66.6	63.3	55.8	50.6
Screened yield	28.2	25.3	29.7	11.7	12.1

총수율은 전처리를 하지않고 정쇄하였을 때 72.9% 이었으나 전처리 종류에 따라 66.6%에서 50.6% 까지 감소되었다. 전처리 종류별로 비교하여 보면 1%가성소다 수용액으로 처리시가 수율이 낮았는데, 이는 가성소다에 의해 저분자 물질이 다량 추출된데 기인한 것으로 사료된다. 한편 전처리 시간이 연장됨에따라 수율이 감소되었다.

정선 수율은 전처리를 하지 않고 정쇄하였을 때 28.2% 이었는데, 수침전처리시에도 25.3% 및 29.7%를 나타내어 비슷하였다. 이와같이 정선 수율이 낮은 것은 전처리간의 차이를 비교코저 리파이너에서 1회만 정쇄하였던데 기인하는 것으로 사료된다. 1%가성소다 수용액 전처리시 수율이 11.7% 와 12.1% 로서 크게 낮았는데, 이는 정선시 섬유들이 plate의 slit사이에 끼여 정상적인 정선이 이루어지지 못한데 기인한다.

나. 화학적 조성분 분석

각종 전처리후 제조한 펄프들의 화학적 조성분을 분석한 결과는 표 4와 같다.

Table 4. Chemical constituents of refiner pulps manufactured from rice-straws pretreated in various conditions (unit : %)

Constituents	Untreated	Cold water (24hr.)	Cold water (48hr.)	1% NaOH Solution (24hr.)	1% NaOH Solution (48hr.)
Cold water extractives	4.2	2.5	1.7	5.6	5.3
Hot water extractives	8.1	6.4	5.0	7.5	7.3
Alcohol-benzene extractives	1.9	1.8	1.9	1.1	1.3
1% NaOH extractives	41.9	40.6	41.3	29.2	28.1
Holocellulose	85.4	87.0	89.0	82.7	82.6
α -cellulose	51.0	50.2	49.7	54.6	54.1
Klason lignin	21.4	20.7	21.0	11.7	10.8
Ash	9.3	9.1	9.0	4.0	3.1

냉수추출물은 무처리시 4.2% 이었으나 수침처리시 절반정도로 감소되었으며 수침처리 시간이 길수록 감소량은 증가되었다. 한편 1%가성소다 수용액에 침지처리시에는 가성소다에 의한 일부 구성성분의 분해로 무처리시 보다 1% 정도 증가되었는데, 처리시간 간에는 큰 차이가 없었다.

온수추출물은 무처리시 8.1% 이었으나, 수침처리시 2~3% 정도 감소되었으며 수침처리시간이 길수록 감소량은 증가되었다. 한편 1%가성소다 수용액에 침지처리시에는 감소량이 수침처리시 보다 적었는데, 이는 침지처리시 추출물이 일부 용출되어 감소하나 고분자 구성성분의 일부가 분해되므로 추출물의 증감이 상쇄되는데 기인 하는 것으로 사료된다.

1%가성소다 추출물과 알콜·벤젠 추출물은 무처리시 각각 41.9% 및 1.9% 이었는데, 수침처리시에도 이와 비슷한 수준이었다. 또한 처리시간 간에도 큰 차이가 없었다. 그러나 1%가성소다 수용액에 침지처리시에는 1%가성소다 추출물의 경우 13%내외, 알콜·벤젠 추출물의 경우 0.7% 내외 정도 감소하여, 1%가성소다 수용액 침지처리시 지방등 다량의 추출물이 용출된다고 볼

수 있다.

전섬유소는 무처리시 85.4% 이었으나, 수침처리시에는 87~89%로 증가하였는데, 이는 추출물의 감소로 인한 상대적인 증가이며, 1%가성소다 수용액 침지처리시 감소하는 경향은 헤미셀룰로오스가 일부 용출되는데 기인하는 것으로 사료된다. α -셀룰로오스는 수침처리시 무처리시와 비슷한 경향이었으나 1%가성소다 수용액 침지처리시에는 3% 정도 감소하였는데, 이는 저분자 셀룰로오스의 용출에 기인하는 것으로 사료된다.

Klason lignin 은 무처리시 21.4% 이었으나, 수침처리시 20.7% 와 21.0% 를 나타내어 비슷한 경향이였다. 그러나 1%가성소다 수용액 침지처리시에는 처리시간에 따라 11.7% 및 10.8%를 나타내어 리그닌 함량이 상당히 감소하였다.

회분은 무처리시와 수침처리시 9% 수준을 나타낸 반면 1%가성소다 수용액 침지처리시에는 처리시간에 따라 4.0% 및 3.1%를 나타내어 상당히 감소되었는데, 이는 가성소다에 의해 무기물의 일부가 용출되는데 기인하는 것으로 사료된다.

4. 화학펄프제조 및 펄프분석

가. 소다-안트라퀴논 펄프

소다-안트라퀴논 펄프를 제조하고자 안트라퀴논 적정첨가량을 구명한 후, 가성소다 첨가량, 중해온도 및 중해시간 별로 펄프를 제조하고 분석한 결과는 다음과 같다.

1). 안트라퀴논 적정첨가량 구명

가성소다 첨가량, 증해온도 및 증해시간을 고정하고 안트라퀴논 첨가량을 변화시켜 펄프를 제조한 결과는 표 5와 같다.

Table 5. Total yield, Kappa No. and brightness of rice-straw soda-anthraquinone pulps in various addition quantities of anthraquinone

Anthraquinone (%) ^{*1}	Total yield (%)	Kappa No.	Britghtness
0	44.0	17.7	41.9
0.05	44.2	14.6	44.6
0.1	44.6	14.5	43.2
0.2	45.1	13.9	40.3

※ 1 : Percent on rice-straw

※ Addition quantity of caustic soda : 15% (on rice-straw)

Cooking temperature : 130℃, Cooking time : 90 min.

Rice-straw / liquor ratio = 1/10

가성소다 농도를 15%, 증해온도를 130℃, 증해시간을 90분으로 고정하고, 안트라퀴논을 0.05, 0.1, 0.2% 첨가하여 소다-안트라퀴논 펄프를 제조한 결과는 표 5와 같다.

총수율은 무첨가시 44.0% 이었으나 첨가량에 따라 44.2~45.1% 범위로 약간 증가 되는 경향이였다. 카파價는 무첨가시 17.7이였으나 0.05% 첨가시 14.6으로 크게 감소되었으며, 0.1, 0.2%로 첨가량을 증가 시켜도 감소 효과는 극히 적었다. 백색도는 무첨가시 41.9이였으나 0.05% 첨가시 44.6으로 약간 증가되었으며, 첨가량을 증가시켜도 개선되지 않았다. 이상과 같은 결과들을 검토하여 볼 때 안트라퀴논 적정첨가량은 0.05%라고 할 수 있다.

2). 증해조건별 펄프화 특성

1)에서 구명한 결과에 따라 안트라퀴논을 적정 첨가량인 0.05% 첨가하고, 가성소다 첨가량, 증해온도 및 증해시간을 변화시켜 펄프를 제조한 결과는

표 6과 같다.

Table 6. Total yield, Kappa No. and brightness of rice-straw soda-anthraquinone pulps in various cooking conditions

Concentration of caustic soda on rice-straw (%)	Cooking temperature (°C)	Cooking time (min.)	Total yield (%)	Kappa No.	Brightness
15	130	60	44.8	15.6	43.3
		90	44.2	14.6	44.6
		120	42.6	14.4	44.6
	140	60	43.9	13.6	44.9
		90	43.5	13.5	44.4
		120	43.2	12.8	45.2
	150	60	43.9	13.4	45.1
		90	43.4	13.8	44.9
		120	42.4	12.9	45.7
20	130	60	43.8	12.7	44.6
		90	43.1	11.1	47.0
		120	42.4	11.9	48.1
	140	60	42.3	10.2	48.2
		90	42.1	9.7	50.0
		120	42.1	9.1	50.7
	150	60	41.9	7.7	51.1
		90	37.0	7.0	54.0
		120	36.7	7.9	52.7

※ Anthraquinone dosage : 0.05% (on rice-straw)

Rice straw / liquor ratio = 1/10

가성소다 농도를 15%로, 안트라퀴논 첨가량을 0.05%로 고정하고, 증해온도와 시간을 변화시켜 소다-안트라퀴논 펄프를 제조한 결과는 다음과 같다.

증해온도 130°C에서 60분간 증해시 총수율은 44.8%이었으나 시간을 90분, 120분으로 연장함에 따라 1~2% 정도 감소하였다. 카파價는 15.6이었으나 증해시간을 연장함에 따라 1정도 밖에 감소되지 않았으며, 백색도는 43.3이었으나 증해시간을 연장함에 따른 증가는 미미하였다. 140°C에서 증해시에는 증해시간간에 별 차이 없이 총수율이 43~44% 범위이었으며, 카파價는

13내외, 백색도는 45 내외를 나타내었는데, 130℃의 경우와 비교시 약간의 차이가 있었다. 150℃에서 증해시에는 증해시간을 연장함에 따라 수율과 카파價가 약간 감소하고 백색도는 약간 증가하는 경향이었는데, 140℃ 경우와 비슷한 수준이었다.

가성소다 농도만 20%로 증가시키고, 다른 조건은 15%의 경우와 동일한 조건에서 소다-안트라퀴논 펄프를 제조한 결과는 다음과 같다.

증해온도 130℃에서 60분, 90분, 120분간 증해시 총수율은 43.8~42.4% 범위로서 15%의 경우 보다 1% 정도 적은 수준이었다. 카파價는 11.1~12.7 정도로서 15%의 경우 보다 3정도 낮아 가성소다 농도는 수율보다 카파價 감소에 크게 영향하는 것으로 사료된다. 백색도도 44.6~48.1 범위로서 15%의 경우 보다 상당히 개선되었다.

140℃에서 증해시 총수율은 증해시간에 따라 42.3~42.1%로서 거의 같은 수준이었으며, 130℃ 및 동일 온도에서 가성소다 농도 15%의 경우 보다 1% 정도 감소되었다. 카파價는 9.1~10.2 범위로서 130℃의 경우보다 2정도, 동일온도에서 가성소다 농도 15%의 경우보다 3~4정도 감소되었다. 백색도는 48.2~50.7 범위로서 가성소다 농도와 증해온도 증가에 따라 상당히 개선되었다.

증해온도 150℃에서 총수율은 60분간 증해시 41.9%이었으나 90분으로 연장함에 따라 37.0%로 크게 감소되었으며 120분간 증해 시에는 거의 같은 수준을 나타내어, 증해시간이 90분 이상일때는 가성소다 농도 15%의 경우와 동일한 가성소다 농도로 140℃로 증해시보다 총수율이 크게 감소되었다. 한편 카파價는 7~8 범위로서 증해시간 연장 효과가 거의 없었으나, 증해온도 증가에 따라 1~3 정도, 가성소다 농도 증가에 따라서는 5~7정도 크게 감소되었다. 백색도도 51.1~54.0 범위로서 다른 증해조건의 경우 보다 상당히 개선되었다. 이와같은 결과들을 검토하여 불 때 벗짚 소다-안트라퀴논

펄프 제조시에 가성소다 농도가 20%이고 증해온도가 150℃인 경우 증해시간을 60분 이상으로 연장하지 않는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.

나. 알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄프

알칼리성 아황산염-안트라퀴논 펄프를 제조코저 증해약품의 적정 혼합비율 및 안트라퀴논 적정 첨가량을 구명한 후, 증해약품 첨가량, 증해온도 및 증해시간 별로 펄프를 제조하고 분석한 결과는 다음과 같다.

1). 증해약품의 적정혼합비율 구명

증해약품 첨가량, 증해온도 및 증해시간을 고정하고, 가성소다와 아황산나트륨의 혼합비율을 변화시켜 펄프를 제조한 결과는 표 7과 같다.

Table 7. Total yield, Kappa No. and brightness of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulps in various mixing ratio of cooking liquors

Mixing ratio		Total yield (%)	Kappa No.	Britgtness
NaOH(%)	Na ₂ SO ₃ (%)			
40	60	58.7	19.7	33.9
50	50	56.3	16.0	38.5
60	40	53.9	15.5	38.5
80	20	49.5	15.5	33.3

※ Chemical dosage : 15%, Cooking temperature : 140℃
Cooking time : 90min., Rice-straw/liquor ratio = 1/10.

가성소다 혼합비율을 40%, 50%, 60%, 80%로 증가시킴에 따라 총수율은 58.7%에서 49.5%까지 감소되었는데, 첨가비율간 감소폭은 비슷하였다. 카파 값은 가성소다 비율을 40%에서 50%로 증가시킴에 따라 상당히 감소(3.7)되었으나, 그이상으로 증가시켰을 때는 감소량이 극히 적었다. 백색도는 가성

소다 비율을 40%에서 50%, 60%로 증가시키에 따라 상당히 증가하였으나 80% 시에는 비슷하였다. 이상과 같은 수율, 카파價 및 백색도의 변화를 검토하여 볼 때 적정 혼합비율(NaOH:Na₂SO₃)은 50:50이었다.

2). 안트라퀴논 적정첨가량 구명

중해약품 첨가량, 증해온도 및 증해시간을 고정하고, 안트라퀴논 첨가량을 변화시켜 펄프를 제조한 결과는 표 8과 같다.

Table 8. Total yield, Kappa No. and brightness of rice-straw alkaline sulfite -anthraquinone pulps in various addition quantities of anthraquinone

Anthraquinone dosage(%)	Total yield (%)	Kappa No.	Brightness
0	56.3	16.0	38.5
0.05	54.7	13.4	38.3
0.1	56.1	13.3	38.6
0.2	55.4	13.2	39.6

※ Chemical dosage : 15%, NaOH:Na₂SO₃ = 50:50, Cooking temperature : 140℃,
Cooking time : 90min., Rice-straw/liquor ratio = 1/10.

무첨가시와 비교시 안트라퀴논을 첨가시에는 총수율이 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 카파價는 0.05% 첨가시 상당히 감소(2.6)되었으나, 그이상으로 첨가량을 증가시켜도 감소량 증가는 극히 적었다. 백색도는 안트라퀴논 첨가량을 증가시키에 따라 비슷하거나 약간 증가되었다. 이상과 같은 수율, 카파價 및 백색도의 변화를 검토하여 볼 때 안트라퀴논 적정첨가량은 0.05%이었다.

3). 증해조건별 펄프화 특성

1)과 2)에서 구명한 결과에 따라 중해약품을 적정비율(NaOH:Na₂SO₃=50:50)

로 조성하고, 안트라퀴논을 적정량(0.05%) 첨가한 후, 증해약품 첨가량, 증해온도 및 증해시간을 변화시켜 펄프를 제조한 결과는 표 9와 같다.

Table 9. Total yield, Kappa No. and brightness of rice-straw alkaline sulfite- anthraquinone pulps in various cooking conditions

Chemical dosage on rice-straw(%)	Cooking temperature (°C)	Cooking time (min.)	Total yield (%)	Kappa No.	Brightness
15	130	60	56.3	19.0	31.8
		90	56.8	16.8	36.1
		120	54.3	16.3	36.5
	140	60	55.7	15.0	37.6
		90	54.7	13.4	38.3
		120	55.6	13.0	39.3
	150	60	51.9	12.7	38.8
		90	50.1	10.9	42.0
		120	50.1	10.3	42.5
20	130	60	52.7	13.8	32.2
		90	53.3	12.5	33.9
		120	52.2	12.0	33.3
	140	60	49.3	9.8	38.5
		90	49.7	9.6	39.8
		120	48.7	9.4	38.8
	150	60	50.1	9.1	40.2
		90	49.9	8.8	41.8
		120	48.1	9.0	40.2

※ Mixing ratio of chemical(NaOH : Na₂SO₃) = 50 : 50,

Anthraquinone dosage : 0.05%, Rice-straw/liquor ratio = 1/10.

증해약품 첨가량을 15%로 하고 각종 조건에서 증해한 결과는 다음과 같다.

130℃에서 증해시 증해시간이 60분에서 120분으로 연장됨에 따라 수율은 56.3%에서 54.3%로 2%정도 감소되었으며, 카파價는 60분간 증해시 19.0이었으나 90분간 증해시 16.8로 상당히 감소하였고 그 이후에는 비슷한 수준이었다. 백색도는 증해시간을 연장함에 따라 31.8에서 36.5까지 상당히 증가되었다. 이와같은 결과들을 동일한 조건의 소다-안트라퀴논 펄프와 비교시

수율은 12%정도, 카파가는 2정도 높고, 백색도는 8~12정도 낮았다.

140℃에서 증해시 증해시간이 60분에서 120분으로 연장됨에 따라 수율은 큰 변화 없이 55%내외 수준을 나타내었으며, 카파價는 60분간 증해시 15.0이었으나 증해시간이 90분 및 120분으로 연장됨에 따라 각각 1.6 및 2.0 감소되었다. 백색도는 증해시간을 연장함에 따라 37.6에서 39.3까지 약간 증가되었다. 이와같은 결과들은 130℃의 경우와 비교시 수율은 적게 감소하나, 카파價의 감소량과 백색도의 증가량은 상당히 큰 경향이었다. 또한 동일한 조건의 소다-안트라퀴논펄프와 비교시 수율은 12% 정도 높고, 카파價는 비슷하고, 백색도는 6~7정도 낮았다.

150℃에서 증해시 증해시간이 60분에서 120분으로 연장됨에 따라 수율은 51.9%에서 50.1%까지 약간 감소되었으며, 카파價는 12.7에서 10.3까지 2.4 정도 감소되었다. 백색도는 38.8에서 42.5까지 상당히 증가되었다. 이와같은 결과들은 140℃의 경우와 비교시 카파價 감소와 백색도 증가에 비하여 수율의 감소폭이 상당히 큰 경향이었다. 또한 동일한 조건의 소다-안트라퀴논 펄프와 비교시 수율은 7~8% 정도 높고, 카파價는 1~3 정도 낮고, 백색도는 3~6정도 낮았다.

증해약품 첨가량을 20%로 하고 각종 조건에서 증해한 결과는 다음과 같다.

130℃에서 증해시 수율은 증해시간간에 큰차이 없이 53%내외 이었으며, 카파價는 60분간 증해시 13.8이었으나 90분간 증해시 12.5로 약간 감소되었고 그이후에는 비슷한 수준이었다. 백색도는 증해시간간에 큰 차이 없이 32~34 범위를 나타내었다. 이와같은 결과들을 증해약품 첨가량 15%의 경우와 비교시 수율, 카파價 및 백색도가 모두 감소하는 경향이었다. 또한 동일한 조건의 소다-안트라퀴논펄프와 비교시 수율과 카파價는 높고 백색도는 낮은 경향이었다.

140℃에서 증해시 수율은 증해시간간에 큰 차이없이 49%내외이였으며, 카

파價와 백색도는 각각 9~10 및 39~40 정도로 비슷한 수준이었다. 이 결과들을 130℃의 경우와 비교하여 보면 수율과 카파價는 감소하고 백색도는 증가되었으며, 증해약품 첨가량 15%의 경우와 비교시 백색도는 비슷하고, 수율과 Kappa價는 크게 감소되는 경향이였다. 또한 동일한 조건에서 소다-안트라퀴논펄프와 비교시 수율은 7%정도 높고, 카파價는 비슷하고, 백색도는 크게 낮았다.

150℃에서 증해시 수율은 증해시간에 따라 48~50% 범위를 나타내었고, 카파價 및 백색도는 각각 9내외 및 40~42정도를 보여 증해시간 연장에 따른 변화는 적은 편이었다. 이 결과들은 140℃의 경우와 비슷하여 증해온도 상승에 따른 변화는 극히 적었으며, 약품첨가량 15%의 경우와 비교시 수율, 카파價는 낮고 백색도는 비슷하였다. 또한 동일한 조건에서 소다-안트라퀴논펄프와 비교시 수율은 8~13% 정도 크게 높았으나, 카파價는 1~2 정도 높고, 백색도는 11~13정도 낮은 경향을 나타내었다.

이상과 같은 결과들을 종합적으로 검토하여 보면, 약품첨가량이 적은 경우(15%)에는 증해온도 상승이 펄프의 특성에 상당히 영향을 미치나 증해시간은 90분에서 임계점이 나타났다. 한편 약품첨가량이 많은 경우(20%)에는 증해온도 상승에 따른 펄프의 특성변화가 140℃에서 임계점이 나타났고, 증해시간 연장에 따른 효과가 극히 적은 경향이였다.

5. 초지 및 물리적성질 측정

가. 리파이너펄프

각종 펄프들을 250 mlCSF로 고해한 후, 수초지기를 이용하여 평량 60g/m²으로 초지한 종이들을 항온항습실에서 조습하여 물리적성질을 측정한 결과는 표 10과 같다.

Table 10. Physical properties of refiner pulps manufactured from rice-straws pretreated in various conditions

Properties	Pretreatment Untreated	Cold water (24hr.)	Cold water (48hr.)	1% NaOH Solution (24hr.)	1% NaOH Solution (48hr.)
Initial freeness (ml CSF)	785	770	765	710	650
Breaking length (km)	ND	ND	ND	4.29	4.45
Burst Index (kPa·m ² /g)	ND	ND	ND	1.40	1.47
Tear Index (mN·m ² /g)	6.24	6.32	6.38	30.16	34.50
Folding endurance (time)	ND	ND	ND	10	14
Brightness	24.2	31.5	30.6	19.8	19.5

※ Freeness : 250ml CSF, ND : Non Detected

고해하기 전의 여수도는 무처리시와 수침처리시 간에 큰 차이없이 765~785ml CSF 범위를 나타내어 상당히 높은 수준이었다. 그러나 1%가성소다 수용액 침지의 경우에는 24시간 처리시 710 mlCSF, 48시간 처리시 650 mlCSF를 나타내어 상당히 감소하는 경향이었는데, 이는 섬유질의 팽윤으로 유연성이 증가된것에 기인하는 것으로 사료된다.

열단장은 무처리시와 수침처리시에는 강도가 약하여 측정되지 않았으나, 1%가성소다 수용액 침지 처리시에는 처리시간에 따라 4.29km 및 4.45km를 나타내어 화학펄프 보다는 약하였으나 상당한 수준의 강도를 나타내었다.

파열지수는 열단장의 경우와 같이 1%가성소다 수용액 침지처리시에만 측정 가능하였는데, 처리시간에 따라 1.40 kPa·m²/g 및 1.47 kPa·m²/g을 나타내었다.

인열지수는 무처리시와 수침처리시에는 처리간에 큰 차이없이 6 mN·m²/g 수준 이었으나, 1%가성소다 수용액 침지시에는 처리시간에 따라 30.16 mN·m²/g 및 34.50 mN·m²/g을 나타내어 상당히 높았다.

내절도는 1%가성소다 수용액 침지처리시에만 측정 가능하였는데, 처리시간에 따라 10회 및 14회를 나타내었다.

백색도는 무처리시 24.5 이었으나, 수침처리시에는 추출물의 용출로 인하

여 착색물질이 감소되어 31 내외로 증가되었다. 그러나 1%가성소다 수용액 침지 처리시에는 착색물질이 일부 추출된 반면 리그닌과 셀룰로오스내에 발색구조가 형성되어 처리시간에 따라 19.8 및 19.5로 감소되었는데, 황변현상이 나타났다.

나. 화학펄프

펄프제조방법과 증해약품첨가량에 따른 펄프의 물리적성질을 비교코져 2종의 소다-안트라퀴논펄프들과 2종의 알칼리성 이황산염-안트라퀴논펄프들을 250 mlCSF로 고해한후, 평량 60 g/m²으로 초지하여 물리적성질을 측정한 결과는 표 11과 같다.

열단장은 소다-안트라퀴논펄프가 알칼리성 이황산염-안트라퀴논펄프보다 0.7~1.4km 정도, 동일한 종류의 펄프간에는 약품첨가량이 많은 경우가 1km 내외 정도 길었다. 파열지수도 소다-안트라퀴논펄프가 0.7~0.8 kPa·m²/g, 동일한 종류의 펄프간에는 약품첨가량이 많은 경우가 1 kPa·m²/g 정도 높았다. 그러나 인열지수는 알칼리성 이황산염-안트라퀴논펄프가, 동일한 종류의 펄프간에는 약품첨가량이 많은 경우가 약간 높았다. 내절도와 백색도는 열단장과 파열지수와 같은 경향을 나타내어, 소다-안트라퀴논펄프가, 동일한 종류의 펄프간에는 약품첨가량이 많은 경우가 높았다. 이상과 같이 동일한 약품첨가량, 증해온도 및 시간에서 소다-안트라퀴논펄프가 알칼리성 이황산염-안트라퀴논펄프 보다, 동일한 종류의 펄프간에는 약품첨가량이 많은 경우가 강도가 높은 경향을 나타낸 것은, 초기 여수도로 보아 해섬 상태가 양호하고 섬유가 유연하여 고해시 피브릴화가 크게 일어난데 기인하는 것으로 사료된다.

Table 11. Physical properties of soda-anthraquinone pulps and alkaline sulfite-anthraquinone pulps made from rice-straw

Pulps Cooking chemicals	Soda-anthraquinone pulp		Alkaline sulfite- anthraquinone pulp	
	NaOH(15%)+ Anthraquinone (0.05%)	NaOH(20%)+ Anthraquinone (0.05%)	(NaOH+Na ₂ SO ₃) ^{*1} (15%) +Anthraquinone (0.05%)	(NaOH+Na ₂ SO ₃) ^{*1} (20%) +Anthraquinone (0.05%)
Properties				
Initial freeness (mlCSF)	305	280	395	375
Breaking length (Km)	6.30	7.18	4.87	6.49
Burst index (kPa · m ² /g)	3.60	4.62	2.80	3.92
Tear index (mN · m ² /g)	6.78	7.26	7.15	7.47
Folding endurance (times)	157	210	101	203
Brightness	44.4	50.0	38.3	39.8

*1. Ratio of NaOH+Na₂SO₃ = 50+50

*. Cooking temperature : 140°C, Cooking time : 90 min.

*. Freeness of pulps after beating : 250 mlCSF

제 4 절 결 론

벚짚의 섬유특성을 조사하고 화학적 조성분을 분석할 뿐만아니라 리파이너펄프 및 화학펄프를 제조하고 펄프의 물리적성질을 측정하므로써, 벚짚 펄프의 이용 분야에 필요한 기초자료를 얻고자 실험한 결과를 고찰하여 얻은 결론은 다음과 같다.

벚짚섬유는 목재섬유보다 길이, 폭 및 벽두께는 작았으나, Runkel 계수 및 長/幅 比는 크므로 상대적인 섬유벽 두께와 길이는 크다고 볼수 있다. 벚짚은 목재보다 전섬유소, α-셀룰로오스 및 Klason lignin은 적었으나,

각종 추출물들과 회분은 많았는데, 특히 회분이 월등히 많았다.

각종 전처리후 제조한 리파이너펄프의 수율은 1%가성소다용액 침지 전처리가 수침 전처리의 경우보다 총수율은 12% 내외, 정선수율은 16% 내외 정도 적었다. 각종 펄프들의 화학적 조성분은 1%가성소다용액 침지 전처리가 수침 전처리의 경우보다 냉수추출물, 온수추출물 및 α -셀룰로오스는 많고, 알콜·벤젠 추출물, 1%가성소다 추출물, 전섬유소, Klason lignin 및 회분은 적었다. 각종 펄프들을 사용하여 초지한후 물리적성질을 측정한 결과 1%가성소다용액 침지 전처리가 수침 전처리시 보다 각종 강도들이 높았으나, 백색도는 크게 낮았다.

소다-안트라퀴논펄프 제조시 적정 증해조건은 가성소다 첨가량 20%, 안트라퀴논 첨가량 0.05%, 증해온도 150℃ 및 증해시간 60분이었다. 이 증해조건에서 제조된 펄프의 총수율은 41.9%, 카파價는 7.7, 백색도는 51.1이었다.

알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄프 제조시 증해액 적정조성비율(가성소다:아황산나트륨)은 50:50이었다. 또한 적정증해조건은 약품첨가량 20%, 안트라퀴논 첨가량 0.05%, 증해온도 150℃ 및 증해시간 60분이었다. 이 증해조건에서 제조된 펄프의 총수율은 50.1%, 카파價는 9.1, 백색도는 40.2이었다. 결과적으로 알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄핑 방법은 소다-안트라퀴논펄핑 방법에 비하여 수율면에서 유리하나 카파價와 백색도면에서는 불리하였다.

증해방법과 조건에 따른 펄프들의 품질을 비교하고자 4종 펄프들의 물리적성질을 측정한 결과, 소다-안트라퀴논펄프가 알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄프 보다 인열강도를 제외한 각종 강도들과 백색도가 우수하였다. 한편 증해약품은 20% 첨가시가 15% 첨가시 보다 모든 강도들과 백색도가 우수하였다.

참 고 문 헌

1. Kobayashi, Y., Tappi Journal, 43(6): 1 - 23(1986).
2. 泥谷直大, 紙 パルプ技術タイムス, 33(9): 101 - 107(1990).
3. 임기표, 펄프·종이기술, 15(2): 31 - 38(1983).
4. 산림청, 임업통계연보, 25: 388 - 397(1995).
5. Aravamuthan, R. and I. Yayin, Tappi Journal, 76(1): 145 - 151(1992).
6. Fujii, Y., J. I. Azuma, R. H. Marchessault, F. G. Morin, S. Aibara and K. Okamura, Holzforschung, 47(2): 109 - 115(1993).
7. Granfeldt, T., O. Danielsson, S. Norden and K. G. Ryrberg, Tappi Journal, 71(11): 54 - 59(1988).
8. Mammers, H., J. P. Yuritta and D. J. Menz, Tappi, 64(7): 93 - 96(1981).
9. Tono, T. and K. Ono, Mokuzai Gakkaishi, 8(6): 238 - 244(1962).
10. _____ and _____, Mokuzai Gakkaishi, 8(6): 245 - 252(1962).
11. Ujiie, M., K. Kawase and H. Imagawa, Mokuzai Gakkaishi, 32(1): 28 - 33(1986).
12. 具河書, 金鬯圭, 金貞泰, 제지계, 115: 6 - 18(1977).
13. 朴容煥, 韓舜敎, 南基大, 펄프·종이기술, 19(3): 17 - 29(1987).
14. 全哲, 목재공학, 20(2): 43 - 49(1984).
15. Tappi Press, Tappi Test Methods, Atlanta(1992).

제 3 장

벗짚펄프의 표백 기술개발

세부연구책임자 : 강 진 하
연 구 원 : 임 현 아
연 구 보 조 원 : 박 성 중
신 경 조

제 1 절 서 설

화학펄프를 필기용지 또는 인쇄용지로 사용하기 위해서는 고백색도로 표백하여야 하므로 표백제로서 염소⁴⁾, 차아염소산염²⁾, 이산화염소와 과산화수소⁵⁻⁸⁾등이 오랫동안 널리 사용되어져 왔는데, 이 표백제들을 이용한 표백 연구는 주로 목재화학펄프를 대상으로 수행되어져 왔다. 그러나 벗짚화학펄프는 잔존하는 리그닌의 구성요소들의 비율이 목재화학펄프와는 다르므로 벗짚화학펄프를 이 표백제들로 표백시 적정처리조건을 검토하여 보는 것도 필요한데, 이에 관한 연구는 미진한 실정이다. 또한 목재화학펄프는 고백색도로 표백하기 위하여 이들을 이용한 5단표백^{1,3)}이 보편화되어 있는데, 잔존 리그닌 함량이 비교적 적은 벗짚화학펄프를 고백색도로 표백하기 위한 다단표백에 관한 연구도 극히 적은 편이다.

이에따라 본 연구는 목재화학펄프의 표백제로서 주로 사용되어온 표백제들을 벗짚화학펄프에 적용시 적정처리조건들과 그 효과들을 검토하고, 한지 제조의 원료로 사용할 수 있는 수준으로 벗짚화학펄프를 표백할 수 있는 적정 다단표백 방법을 구명키 위하여 수행되었다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 공시재료

1차년도에 벗짚을 이용한 펄프제조 실험 결과 펄프수율 및 Kappa No.를 고려하였을때 적정하다고 판단된 다음과 같은 방법과 조건에서 제조된 벗짚화학펄프를 사용하였다.

- [펄프화 방법 : 알칼리성 아황산염-안트라퀴논 펄핑
 - 증해조건 : 활성알칼리(20%)
 - 안트라퀴논(0.05%)
 - 증해온도(150℃)
 - 증해시간(60분)

2. 실험방법

가. 염소표백

약품첨가량(3, 4, 5, 6%), 처리온도(15, 20, 25, 30℃) 및 처리시간(10, 20, 30, 40, 50, 60분)을 변화시켜 표백후 표백펄프수율, Kappa No. 및 백색도를 측정하여 적정처리조건을 구명하였다.

나. 차아염소산염 표백

차아염소산칼슘과 차아염소산나트륨을 사용하였으며 각각 약품첨가량(1, 2, 3, 4, 5%), 처리온도(15, 20, 25, 30℃) 및 처리시간(10, 20, 30, 40, 50, 60분)을 변화시켜 표백후 표백펄프수율, Kappa No. 및 백색도를 측정하여 적정처리조건을 구명하였다.

다. 이산화염소표백

약품첨가량(0.5, 1.0, 1.5, 2.0%), 처리온도(20, 30, 40, 50, 60℃) 및 처리시간(0.5, 1, 2, 3, 4시간)을 변화시켜 표백후 표백펄프수율, Kappa No. 및 백색도를 측정하여 적정처리조건을 구명하였다.

라. 과산화수소 표백

약품첨가량(0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5%), 처리온도(20, 30, 40, 50, 60℃)

및 처리시간(0.5, 1, 2, 3, 4시간)을 변화시켜 표백후 표백펄프수율, Kappa No. 및 백색도를 측정하여 적정처리조건을 구명하였다.

마. 다단표백

상기 4종의 표백실험결과를 기반으로 2단 표백(CH, CP, HP) 및 3단 표백(CEH, CEP)을 실행하여 각 표백단별로 표백펄프수율, Kappa No. 및 백색도를 측정하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 염소표백

벚짚화학펄프를 염소표백시 적정조건을 구명코저 실험한 결과는 다음과 같다. 표백시 온도는 25℃, 시간을 1시간, 펄프농도는 3%로 고정하고 약품투여량을 3, 4, 5, 6%로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 1과 같다.

Table 1. Chlorine bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various chlorine dosages

Dosage of chlorine(%)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chlorine(%)
				Initial	Final	
3	94.7	4.2	42.8	2.0	2.5	100
4	94.8	3.1	47.7	2.0	2.3	100
5	94.9	2.3	52.4	2.0	2.3	96.6
6	95.8	2.1	53.8	2.0	2.2	97.1

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 11.4 and 33.5
 Reaction temperature and time : 25℃ and 1hr.
 Concentration of pulp : 3%

수율은 표백약품첨가량에 따라 94.7~95.8% 범위를 나타내었으며, Kappa No. 는 약품첨가량을 증가시킴에 따라 감소되었는데 5% 이후에는 감소량이

둔화되었다. 백색도는 약품첨가량이 증가됨에 따라 상승되었는데 5% 이후에는 둔화되었다. 표백약품용액의 pH는 표백후에 상승되었으며, 표백약품은 4%까지는 100%, 그 이상에서는 97%내외 정도 소비되었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정 첨가량은 5%이었다.

표백시 약품첨가량은 5%, 시간은 1시간, 펄프농도는 3%로 고정하고, 반응 온도를 15, 20, 25, 30℃로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 2와 같다.

Table 2. Chlorine bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various reaction temperatures

Reaction temperature (°C)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightnes s	pH of solution		Consumption rate of chlorine(%)
				Initial	Final	
15	95.5	1.7	53.9	2.0	2.2	92.0
20	95.7	1.7	56.2	2.0	2.3	90.8
25	95.0	1.5	57.6	2.0	2.3	92.0
30	95.5	1.6	56.5	2.0	2.3	93.1

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 10.6 and 36.8
 Chlorine dosage and reaction time : 5% and 1hr.
 Concentration of pulp : 3%

수율 및 Kappa No. 는 온도간에 차이가 거의없이 95% 및 2 정도를 나타내었으며, 백색도는 25℃까지 증가하다가 그 이후에는 오히려 감소되었다. 표백약품용액의 pH는 표백후에 상승되었으며, 표백약품소비율은 온도간에 큰 차이없이 91~93% 정도 수준이었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정 온도는 25℃이었다.

표백시 약품첨가량은 5%, 온도는 25℃, 펄프농도는 3%로 고정하고, 반응 시간을 10, 20, 30, 40, 50, 60분으로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 3과 같다.

Table 3 Chlorine bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various reaction times

Reaction time (min)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chlorine(%)
				Initial	Final	
10	96.5	2.7	45.9	2.0	2.2	81.6
20	96.4	2.3	49.6	2.0	2.3	88.5
30	96.3	2.2	50.5	2.0	2.1	96.6
40	95.8	2.0	51.0	2.0	2.3	96.6
50	95.8	1.8	52.6	1.9	2.2	96.6
60	97.0	1.8	52.7	2.0	2.2	96.6

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 10.3 and 35.4
 Chlorine dosage and reaction temperature : 5% and 25°C
 Concentration of pulp : 3%

수율은 반응시간에 따라 95.8~97.0% 범위를 나타내었으며, Kappa No.는 반응시간간에 차이가 없이 1.8까지 감소되었다. 백색도는 50분까지는 증가(52.6)하다가 그 이후에는 비슷하였다. 표백약품용액의 pH는 온도간에 거의 차이없이 2.2 내외로 증가되었으며, 약품소비율은 온도에따라 81.6~96.6% 범위이었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정시간은 50분 이었다. 이상의 결과들을 종합하여 볼 때 염소표백시 적정처리조건은 약품첨가량 5%, 처리온도 25°C, 처리시간 50분이었다.

2. 차아염소산염 표백

벗짚 화학펄프를 차아염소산염 표백시 적정조건을 구명코저, 차아염소산칼슘을 사용하여 실험한 결과는 다음과 같다.

표백시 온도는 35°C, 시간은 1.5시간, 펄프농도는 3%로 고정하고, 약품투여량을 1, 2, 3, 4, 5%로 변화시켜 가면서 실험한 결과는 표 4와 같다.

수율은 표백약품 첨가량에 따라 97% 범위로서 거의 차이가 없었으며, Kappa No.는 약품첨가량을 증가시킴에 따라 감소되었는데 감소폭은 적었다. 백색도는 3% 첨가시 58.5로 크게 증가된후, 첨가량을 증가시킴에 따른 증가

량은 미미하였다.

Table 4. Calcium hypochlorite bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various chemical dosages

Chemical dosages (%)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical(%)
				Initial	Final	
1	97.4	6.0	46.9	10.2	8.7	100
2	97.2	5.3	56.1	10.6	8.8	87.2
3	97.2	4.7	58.5	10.7	8.6	74.4
4	97.3	4.1	58.9	10.7	8.7	67.4
5	97.2	3.7	60.0	10.8	8.7	58.6

*, Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 10.5 and 35.9
 Reaction temperature and time : 35℃ and 1.5hr
 Concentration of pulp : 3%

표백약품용액의 pH는 2 정도 감소되었으며, 약품소비율은 첨가량을 증가 시킴에 따라 58.6%까지 감소되었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정 첨가량은 3%이었다.

표백시 약품첨가량은 3%, 시간은 1.5시간, 펄프농도는 3%로 고정하고, 반응온도를 15, 20, 25, 30℃로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 5와 같다.

Table 5. Calcium hypochlorite bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various reaction temperatures

Reaction temperature (℃)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical(%)
				Initial	Final	
15	96.8	5.4	54.3	10.6	8.8	55.7
20	97.7	5.2	53.8	10.7	8.6	59.5
25	97.1	5.1	54.4	10.7	8.6	66.3
30	96.5	4.8	54.4	10.7	8.5	70.5

*, Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 10.1 and 34.2
 Chemical dosage and reaction time : 3% and 1.5hr
 Concentration of pulp : 3%

수율은 97% 내외로, Kappa No.는 5 내외로 감소되었다. 백색도는 온도 증가에 따른 변화가 거의 없었다. 표백약품용액의 pH는 2 정도 감소되어 8 정도를 나타내었으며, 약품소비율은 온도가 증가됨에 따라 55.7%에서 70.5%까지 증가되었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정온도는 25℃이었다.

표백시 약품첨가량은 3%, 온도는 25℃, 펄프농도는 3%로 고정하고, 반응시간을 10, 20, 30, 40, 50, 60분으로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 6과 같다.

Table 6. Calcium hypochlorite bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various reaction times

Reaction time (min.)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical(%)
				Initial	Final	
10	96.9	6.9	45.9	10.8	8.9	28.3
20	99.1	6.1	49.6	10.2	7.9	33.4
30	99.4	6.2	52.3	10.5	8.0	40.1
40	97.8	6.1	52.0	10.7	8.2	40.9
50	98.3	5.8	53.2	10.8	8.9	48.5
60	98.1	5.9	54.2	10.7	9.1	49.4

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 10.2 and 34.4
 Chemical dosage and reaction temperature : 3% and 25℃
 Concentration of pulp : 3%

수율 및 Kappa No.는 각각 96.9~99.4% 및 6~7 범위를 나타내었다. 백색도는 30분간에서 52.3으로 크게 증가된후, 시간연장에 따른 증가는 미미하였다. 표백약품용액의 pH는 2~3정도 감소되어 8~9를 나타내었으며, 약품소비율은 시간이 연장됨에 따라 증가되어 28.3%에서 49.4%까지 상승되었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정시간을 30분이었다. 이상의 결과들을 종합하여 볼 때 차아염소산칼슘 표백시 적정처리조건은 약품첨가량 3%, 처리온도 25℃, 처리시간 30분 이었다.

벚짚 화학펄프를 차아염소산나트륨을 사용하여 실험한 결과는 다음과 같다.

표백시 온도는 35℃, 시간은 1.5시간, 펄프농도는 3%로 고정하고, 약품투여량을 1, 2, 3, 4, 5%로 변화시켜 가면서 실험한 결과는 표 7과 같다.

Table 7. Sodium hypochlorite bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various chemical dosages

Chemical dosages (%)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical(%)
				Initial	Final	
1	97.6	5.3	47.9	10.2	9.3	84.4
2	95.9	5.0	55.6	10.6	9.4	61.0
3	96.4	4.8	57.3	10.8	9.4	58.4
4	96.7	4.5	58.7	10.9	9.4	53.2
5	96.3	4.1	59.4	11.0	9.4	47.0

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 8.7 and 38.1
 Reaction temperature and time : 35℃ and 1.5hr
 Concentration of pulp : 3%

표백약품 첨가량에 따라 수율은 96~98% 범위를, Kappa No.는 4.1까지 감소되는 경향을 나타내었다. 백색도는 2% 첨가시 55.6으로 증가된후, 첨가량을 증가시킴에 따른 증가량은 적었다.

표백약품용액의 pH는 2 내외 정도 감소되었으며, 약품소비율은 84.4%에서 47.0%까지 감소되었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정첨가량은 2%이었다.

표백시 약품첨가량은 2%, 시간은 1.5시간, 펄프농도는 3%로 고정하고, 반응온도를 20, 25, 30, 35℃로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 8과 같다.

수율은 99% 내외로, Kappa No.는 5 정도로 감소되었다. 백색도는 30℃까지는 증가되었으나, 그 이상의 온도에서는 비슷하였다. 표백약품용액의 pH는 1.5 정도 증가되었으며, 약품소비율은 온도 증가에 따라 76.6%까지 증가되었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정온도는 30℃이었다.

Table 8. Sodium hypochlorite bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various reaction temperatures

Reaction temperature (°C)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical(%)
				Initial	Final	
20	98.8	5.2	46.8	10.6	9.4	53.2
25	99.4	5.0	48.0	10.6	9.4	61.0
30	99.1	5.1	50.1	10.6	9.3	67.3
35	99.5	5.1	50.5	10.6	9.2	76.6

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 8.6 and 34.6
 Chemical dosage and reaction time : 2% and 1.5hr
 Concentration of pulp : 3%

표백시 약품첨가량은 2%, 온도는 30℃, 펄프농도는 3%로 고정하고, 반응시간을 10, 20, 30, 40, 50, 60분으로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 9와 같다.

Table 9. Sodium hypochlorite bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various reaction times

Reaction time (min.)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical(%)
				Initial	Final	
10	97.7	6.1	40.8	10.4	9.2	45.6
20	97.1	6.1	43.3	10.4	9.2	53.4
30	97.7	6.1	45.1	10.4	9.2	61.1
40	97.4	5.9	45.4	10.4	9.2	65.8
50	98.4	6.0	45.9	10.5	9.2	66.3
60	97.5	5.9	46.3	10.4	9.2	68.9

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 10.0 and 32.7
 Chemical dosage and reaction temperature : 2% and 30℃
 Concentration of pulp : 3%

수율은 97.1~98.4% 범위이었으나, Kappa No.는 5.9~6.1 범위로서 Kappa No.는 반응시간 연장에 따른 변화가 극히 적었다. 백색도는 30분간 반응시 45.1을 나타낸 후, 그 이상의 반응시간에서의 변화는 미미하였다. 표백약품 용액의 pH는 1정도 감소되었으며, 약품소비율은 60분간 반응시 68.9%까지

증가되었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정시간은 30분이었다. 결과적으로 차아염소산나트륨 표백시 적정처리조건은 약품첨가량 2%, 처리온도 30℃, 반응시간 30분 이었다.

3. 이산화염소 표백

벚짚 화학펄프를 이산화염소표백시 적정조건을 구명코저, 이산화염소를 사용하여 실험한 결과는 다음과 같다.

표백시 온도는 70℃, 시간은 3시간, 펄프농도는 10%로 고정하고, 약품투여량을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 10과 같다.

Table 10. Chlorine dioxide bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various chemical dosages

Chemical dosages (%)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical (%)
				Initial	Final	
0.5	98.6	7.9	41.7	2.4	7.9	99.4
1.0	98.2	6.0	33.6	2.1	7.6	97.6
1.5	97.5	4.5	18.4	2.0	7.1	90.3
2.0	97.4	3.6	18.5	1.9	6.5	70.8

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 11.0 and 35.2
 Reaction temperature and time : 70℃ and 3hr.
 Concentration of pulp : 10%

수율은 97.4~98.6% 범위이었고, Kappa No.는 약품첨가량 증가에 따라 3.6까지 상당히 감소되었다. 그러나 백색도는 0.5% 첨가시 41.7로 증가되었으나 약품첨가량이 증가됨에 따라 오히려 감소되었다. 이와같은 결과는 목재펄프 표백시와는 상반된 현상이었다. 표백약품용액의 pH는 5 정도 증가되었고, 약품소비율은 70.8~99.4% 범위이었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정 첨가량은 0.5%이었다.

표백시 약품첨가량은 0.5%, 시간은 3시간, 펄프농도는 10%로 고정하고, 반응온도를 20, 30, 40, 50, 60℃로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 11과 같다.

Table 11. Chlorine dioxide bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various reaction temperatures

Reaction temperature (°C)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical(%)
				Initial	Final	
20	96.5	7.3	42.0	2.3	7.6	66.0
30	96.5	7.3	42.0	2.3	7.4	69.9
40	95.5	7.3	42.5	2.2	7.7	75.2
50	95.9	7.4	42.4	2.3	7.7	70.8
60	95.7	7.1	42.7	2.3	8.1	70.8

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 10.8 and 34.8
 Chemical dosage and reaction time : 0.5% and 3hr.
 Concentration of pulp : 10%

수율은 96% 내외로, Kappa No.는 7 정도로 감소되었다. 백색도는 반응온도간에 거의 차이없이 42 정도이었다. 표백약품용액의 pH는 5 정도 증가되었고, 약품소비율은 66.0~75.2% 범위를 나타내었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 어느 온도를 선택하여도 무방하여 표백공정에서 가온이 필요치 않은 30℃ 정도를 적정온도로 선택하였다.

표백시 약품첨가량은 0.5%, 온도는 30℃, 펄프농도는 10%로 고정하고, 반응시간을 0.5, 1, 2, 3, 4시간으로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 12와 같다.

수율은 95.5~98.1% 범위로 약간의 차이가 있었으나, Kappa No.는 7.5내외로 차이가 근소하였다. 백색도는 39.6~41.5 범위로서 처리시간간에 차이가 적었다. 표백약품용액의 pH는 5 정도 증가되었고, 약품소비율은 70.8~75.2% 범위를 나타내었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정시간은 1시간이었다. 상기에서 구명된 결과들을 종합하여 볼 때 이산화염소표백시 적정조건은 약품첨가량 0.5%, 반응온도 30℃, 반응시간 1시간이라고 볼 수 있다.

Table 12. Chlorine dioxide bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various reaction times

Reaction time (°C)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical (%)
				Initial	Final	
0.5	97.5	7.7	39.6	2.2	7.4	70.8
1	95.5	7.3	41.3	2.2	7.3	70.8
2	96.7	7.5	41.0	2.3	7.4	70.8
3	97.7	7.4	41.5	2.3	7.6	73.3
4	98.1	7.8	41.3	2.3	7.6	75.2

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 10.7 and 35.0
 Chemical dosage and reaction temperature : 0.5% and 30°C
 Concentration of pulp : 10%

4. 과산화수소 표백

벚짚 화학펄프를 과산화수소표백시 적정조건을 구명코저, 과산화수소를 사용하여 실험한 결과는 다음과 같다.

표백시 온도는 80°C, 시간은 2시간, 펄프농도는 10%, 첨가제는 NaOH 1.5% + Na₂SiO₃ 5% + MgSO₄ 0.5%로 고정하고, 과산화수소 투여량을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5%로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 13과 같다.

Table 13. Hydrogen peroxide bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various chemical dosages

Chemical dosages (%)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical (%)
				Initial	Final	
0.5	97.5	8.3	39.8	12.0	11.0	93.9
1.0	97.4	8.2	40.3	11.7	10.9	92.4
1.5	97.3	8.1	42.2	11.5	10.9	89.8
2.0	96.7	8.1	43.8	11.4	10.9	84.7
2.5	96.4	8.0	44.0	11.3	10.8	63.3

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 10.8 and 33.6
 Reaction temperature and time : 80°C and 2hr.
 Additives : NaOH 1.5% + Na₂SiO₃ 5% + MgSO₄ 0.5%
 Concentration of pulp : 10%

수율과 Kappa No. 는 약품투여량을 증가시킴에 따라 조금씩 감소되어 각각 96.4%와 8.0까지 감소되었다. 백색도는 2.0% 첨가시 43.8로 증가되었으며, 그 이후에는 거의 증가되지 않았다. 표백약품용액의 pH는 약간 감소되었으며, 약품소비율은 93.9%에서 63.3%까지 감소되었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정 첨가량은 2.0%이었다.

표백시 약품첨가량은 2.0%, 시간은 2시간, 펄프농도는 10%, 첨가제는 NaOH 1.5% + Na₂SiO₃ 5% + MgSO₄ 0.5%로 고정하고, 반응온도를 20, 30, 40, 50, 60℃로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 14와 같다.

Table 14. Hydrogen peroxide bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various reaction temperatures

Reaction temperature (°C)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical (%)
				Initial	Final	
20	99.8	7.2	39.9	11.4	11.0	46.5
30	99.3	7.1	41.5	11.4	10.8	69.4
40	99.6	7.2	43.8	11.2	11.0	69.4
50	98.1	6.9	44.2	11.4	10.8	90.8
60	97.9	6.3	44.9	11.4	11.0	92.4

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 9.9 and 35.7
 Chemical dosage and reaction time : 2.0% and 2hr.
 Additives : NaOH 1.5% + Na₂SiO₃ 5% + MgSO₄ 0.5%
 Concentration of pulp : 10%

수율과 Kappa No. 는 약품투여량을 증가시킴에 따라 조금씩 감소되어 각각 97.9%와 6.3까지 감소되었다. 백색도는 40℃에서 반응시 43.8로 증가된 후 그 이상의 온도에서 증가율은 근소하였다. 표백약품용액의 pH는 약간 감소되었으며, 약품소비율은 46.5%에서 92.4%까지 증가되었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정온도는 40℃ 정도라고 볼 수 있다.

표백시 약품첨가량은 2.0%, 온도는 40℃, 펄프농도는 10%, 첨가제는 NaOH 1.5% + Na₂SiO₃ 5% + MgSO₄ 0.5%로 고정하고, 반응시간을 0.5, 1, 2, 3, 4시간으로 변화시켜가면서 실험한 결과는 표 15와 같다.

Table 15. Hydrogen peroxide bleaching of rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp in the various reaction times

Reaction time (hr.)	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness	pH of solution		Consumption rate of chemical (%)
				Initial	Final	
0.5	96.6	7.9	39.1	11.4	10.8	69.4
1	98.3	8.4	40.4	11.3	10.8	80.9
2	96.0	8.2	40.7	11.4	10.8	88.5
3	97.0	8.6	40.8	11.4	10.7	90.8
4	95.7	8.2	41.0	11.4	10.7	90.8

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 11.3 and 34.1
 Chemical dosage and reaction temperature : 2.0% and 40°C
 Additives : NaOH 1.5% + Na₂SiO₃ 5% + MgSO₄ 0.5%
 Concentration of pulp : 10%

수율 및 Kappa No.는 각각 95.7~98.3% 및 8내외 정도로 감소되었다. 백색도는 1시간 반응시 40.4를 나타낸 후 시간연장에 따른 효과는 미미하였다. 표백약품용액의 pH는 약간 감소되었으며, 약품소비율은 90.8%까지 증가되었다. 이상의 결과들을 검토하여 볼 때 적정처리시간은 1시간이었다. 상기에서 구명된 결과들을 종합하여 볼 때 과산화수소표백시 적정조건은 약품첨가량 2.0%, 반응온도 40°C, 반응시간 1시간이라고 볼 수 있다.

5. 다단표백

1, 2, 3, 4항에서 구명된 표백제 종류별 적정처리조건을 기초로 한지제조용 펄프의 표백을 위하여 2단 또는 3단 표백을 실행한 결과는 다음과 같다.

가. 2단표백

염소(C), 차아염소산칼슘(H) 및 과산화수소(P)표백을 조합하여 CH, CP, HP 표백을 실행한 결과는 표 16과 같다. 각 표백제별 표백조건은 1, 2, 3, 4항에서 구명된 적정조건을 활용하였다.

Table 16. Two stages bleaching of alkaline sulfite-anthraquinone pulp

Bleaching sequences	Bleaching stage	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness
CH	C	96.8	1.9	54.1
	H	99.0	-	57.3
CP	C	97.3	1.4	53.6
	P	97.1	-	73.7
HP	H	98.4	5.0	52.4
	P	98.5	4.4	59.4

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 9.1 and 36.3

수율은 HP 표백이 다른 표백보다 약간 높은 경향이었으나, Kappa No.의 감소는 CH 및 CP 표백에서 컸다. 백색도는 CP 표백시 73.7을 나타내어 다른 표백시 보다 상당히 높았으며, 한지제조용 표백펄프로 사용가능하였다.

나. 3단표백

염소(C), 알칼리추출(E), 차아염소산칼슘(H) 및 과산화수소(P)표백을 조합하여 CEH, CEP 표백을 실행한 결과는 표 17과 같다. C, H 및 P는 가항에서와 같은 조건에서 표백하였으며, 알칼리추출은 가성소다 첨가량 1.5%, 온도 50℃, 시간은 1시간, 펄프농도 10%의 조건에서 실행하였다.

Table 17. Three stages bleaching of alkaline sulfite-anthraquinone pulp

Bleaching sequences	Bleaching stage	Pulp yield (%)	Kappa No.	Brightness
CEH	C	98.0	1.7	54.5
	E	94.6	-	53.9
	H	98.2	-	70.3
CEP	C	97.6	1.8	53.9
	E	95.1	-	53.0
	P	96.3	-	65.3

*. Kappa No. and brightness of unbleached pulp : 9.1 and 36.3

수율과 Kappa No.의 변화는 CEH와 CEP 표백간에 차이가 거의 없었으나, 백색도는 CEH표백이 5 정도 높아 70.3을 나타내었다.

제 4 절 결 론

염소, 차아염소산칼슘, 차아염소산나트륨, 이산화염소 및 과산화수소를 각각 사용하여 알칼리성 아황산염-안트라퀴논펄프를 표백한 결과들은 다음과 같다.

1. 염소표백(C)시 적정조건은 약품첨가량 5%, 온도 25℃, 시간 50분간이었으며, 이 경우의 표백펄프 수율은 95.8%, Kappa No.는 1.8, 백색도는 52.7 이었다.
2. 차아염소산칼슘표백(H)시 적정조건은 약품첨가량 3%, 온도 25℃, 시간 30분간이었으며, 이 경우의 표백펄프 수율은 99.4%, Kappa No.는 6.2, 백색도는 52.3 이었다.
3. 차아염소산나트륨표백(H)시 적정조건은 약품첨가량 2%, 온도 30℃, 시간 30분간이었으며, 이 경우의 표백펄프 수율은 97.7%, Kappa No.는 6.1, 백색도는 45.1 이었다.
4. 이산화염소표백(D)시 적정조건은 약품첨가량 0.5%, 온도 30℃, 시간 1시간이었으며, 이 경우의 표백펄프 수율은 95.5%, Kappa No.는 7.3, 백색도는 41.3 이었다.
5. 과산화수소표백(P)시 적정조건은 약품첨가량 2%, 온도 40℃, 시간 1시간이었으며, 이 경우의 표백펄프 수율은 98.3%, Kappa No.는 8.4, 백색도는 40.4 이었다.
6. 상기 5종의 표백방법들 중 일부를 조합하여 2단 표백시 가장 효과적

인 방법은 CP 표백이었으며, 이 표백시 백색도는 73.7이었다. 또한 3 단 표백시에는 CEH 방법이 백색도가 가장 높아 70.3을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. Cronlund, M. and J. Powers, Bleaching of ALCELL organosolve pulp using conventional and non-chlorine bleaching sequences, Tappi 75(6) : 189~190 (1992).
2. Elliot, R.G., Utilization of calcium hypochlorite in a CEHD bleach plant, Tappi, 54(5) : 762~764 (1971).
3. Fergus, B.J., Optimization of the CEHDP bleaching sequence, Tappi, 56(1) : 118~120 (1973).
4. Hise, R.G., R.C. Streisel and A.M. Bills, The effect of brownstock washing, split addition of chlorine, and pH control in the C stage on formation of AOX and chlorophenols during bleaching, Tappi J., 115(2) : 57~62 (1992).
5. Lachenal, D., C.D. Choudens and P. Monzie, Hydrogen peroxide as a delignifying agent, Tappi, 63(4) : 119~122 (1980).
6. Loutfi, H., Peroxide bleaching of kraft softwood, Pulp & Paper Canada, 81(12) : 145~150 (1980).
7. Ruhanen, M. and H.S. Dugal, First-stage bleaching of softwood kraft pulp with peroxide instead of chlorine, Tappi, 65 : 107 ~111 (1982).
8. Walsh, P.B., Hydrogen peroxide : innovations in chemical pulp bleaching, Tappi J., 74(1) : 81~83(1991).

제 4 장

벗짚펄프를 이용한 성형포장재 제조기술개발

세부연구책임자 : 오 승 원
연구보조원 : 송 창 호
박 현 도

제 1 절 서 설

전세계적으로 환경보호에 대한 인식이 높아지면서 그 동안 포장재로 많이 사용되어 왔던 EPS(Expanded polystyrene)가 환경공해의 원인으로 등장함에 따라 이를 대체하기 위하여 천연 셀룰로오스 자원을 이용한 펄프몰드 포장재나 각종 지류 포장재등 환경친화적 포장재에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다(McDonald *et al.*, 1988; Vincent, 1995). 이 펄프 몰드포장재는 계란난좌, 과채류용 트레이, 육류 및 어류 트레이, 전자제품용 완충재등으로 광범위하게 활용되고 있다. 또한 문화수준의 향상과 산업의 발달로 각종 지류의 소비량은 매년 증가하고 있으나, 우리나라의 경우 펄프의 자급률이 낮고 포장재의 주원료로 사용되어 왔던 고지자원의 해외 의존도가 높은 상황에서 제지용 펄프 및 포장재 원료용 지류자원의 확보와 안정적 공급이 매우 중요하다고 할 수 있다. 이에 따라 비목질계식물을 펄프자원으로 이용하려는 연구가 진행되고 있으며(Alcaid *et al.*, 1993; Ernst & Clark, 1960; Nederveen & Hellenbry, 1956), 그 중 농업 부산물로서 주종을 이루며 활용이 미진하고 산업적 가치가 비교적 낮은(한국식품개발 연구원, 1996) 벚짚을 성형포장재의 원료로 이용하는 것이 부존자원의 활용과 환경보호의 측면에서 매우 바람직하다고 판단된다.

벚짚에 대한 연구로는 Jin등(1988, 1990a, 1990b)이 벚짚과 밀짚으로 제조한 시이트간의 조직특성 및 물성에 대하여 보고한 바 있으며, 국내에서는 김과 전(1962)이 한국산 벚짚표백펄프와 목재펄프를 각종 비율로 혼합하여 지류를 초지한 후 그 물성을 구명하여 인쇄용지로서의 사용 가능성을 제시하였다. 또한 최근에는 벚짚을 이용한 성형포장재의 개발 및 이용 가능성에 대해서 연구된바 있으나(안, 1996; 안과 박, 1995a, 1995b, 1995c; 안 등, 1995; 한국식품개발 연구원, 1996) 펄프몰드의 물성 및 타당성에 대한 정확

한 자료가 없으며, 이를 산업화하기 위해서는 결합제를 첨가하여 벚짚 성형 포장재의 단점을 보완해야 할 것으로 생각된다(안과 박, 1995c).

따라서 본 연구에서는 농업부산물로서 이용도가 비교적 적은 섬유자원인 벚짚펄프를 이용하여 무첨가와 전분, rosin size제, CMC(Carboxymethyl-cellulose) PEG(Polyethylene glycol), AKD(Alkylketene dimer), PAM (Polyacrylamide)등 첨가제를 첨가한 성형포장 트레이를 제조하고 첨가량에 따라 물성을 조사하여 벚짚자원의 고부가가치화와 포장재료로서의 이용가능성에 대하여 살펴보았다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 공시 재료

가. 벚짚

본 실험에서 사용한 벚짚 시료는 전북 전주시 삼천동에서 생산된 것으로서 두부(head)를 제거한 후 경부(stem)를 2주일 건조한 후 사용하였으며 벚짚의 화학적 조성분은 표 1과 같다.

Table 1. Chemical components of rice straw

Components	Content(%)
Cold water extractives	15.7
Hot water extractives	21.0
Alcohol-benzene extractives	8.5
1% NaOH extractives	51.2
Holocellulose	74.0
α -cellulose	38.8
Klason lignin	21.4
Ash	9.9

나. 첨가제

첨가제로서는 시약용 전분(덕산약품공업 제품), 시약용 carboxymethyl-cellulose(Kishida 화학 제품), 공업용 rosin size(한솔화학 제품) 시약용 polyethylene glycol # 400(Yakuri 화학제품), 공업용 alkylketene dimer(한솔화학 제품), 공업용 polyacrylamide(한솔화학 제품)를 사용하였다.

2. 실험 방법

가. 벗짚펄프제조

벗짚을 약 2 cm 크기로 절단하여 음건시킨 후 5 L 용량의 회전식 증해부 내에서 활성알칼리(NaOH + Na₂SO₃) 20%와 안트라퀴논 0.05%를 첨가한 후 액비(벗짚:증해액)는 1:10으로 alkaline sulfite-anthraquinone pulp를 150℃에서 60분간 증해하여 제조하였다.

이와같이 제조한 펄프는 총수율이 50.1%, Kappa No. 가 6.1, 백색도가 40.2이었다.

나. 포장트레이의 제조

상기에서 얻어진 벗짚 펄프 20 g에 물을 첨가하여 펄프농도를 0.6%로 조절한 후 mesh가 장착된 감압탈수 장치에 투입하고 vacuum pump를 이용하여 약 30초간 탈수시켜 씨이트 형태의 매트 제조하였다.

감압 탈수시킨 매트상태의 시료를 트레이 형태의 몰드가 부착된 열압 성형장치(산천기술산업(주)제작)로 옮겨 30초 동안에 30 kg/cm²의 압력까지 상승시키고 135℃에서 1시간 동안 유지시켜 포장트레이를 제조하였다.

이때 첨가제는 열압 성형장치에 매트를 옮긴 후 첨가제의 종류와 양에 따라 10 ml 용액으로 만들고 스프레이를 이용하여 매트의 표면에 골고루 분사

하였다.

다. 포장트레이의 물성 실험

제조된 트레이의 물성 변화를 조사하기 위하여 트레이 밀도를 측정하였고 경도는 KSM 6518에 준하여 스프링식(Shore A)경도기를 사용하여 측정하였다. 백색도는 KSM 7026에 준하여 헌터 백색도 시험기(Hunter reflectometer)를 사용하여 측정 하였으며, 투기도는 KSM 7020에 준하여 Gurley's Densometer를 사용하여 넓이 645 mm²를 공기 100 ml 가 통과하는 시간(sec)으로 측정하였다. 파열강도는 KSM 7082에 준하여 60 mm×60 mm 크기의 시험편을 Mullen형 파열시험기를 이용하여 측정하였다. 인장강도는 KSM 7104에 준하여 만능재료 시험기로 측정하였으며, 시험편의 특성상 길이는 155 mm, head speed는 10 mm/min, span의 길이는 100 mm로 하여 측정한 후 최대하중을 단면적으로 나눈 값으로 표시 하였다. 흡수도는 KSM 7094에 준하여 15 mm×155 mm의 시험편에 30초 동안 물이 흡수된 길이로 측정하였다.

라. 포장트레이의 현미경적 관찰

무첨가와 첨가제를 첨가한 포장트레이의 조직을 비교 관찰하기 위하여 시료를 준비하고 Fine coater(JFC-1200, JEOL)로 코팅한 다음 주사전자현미경(JSM-5200, JEOL)으로 각 포장트레이의 표면과 단면을 관찰하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 포장트레이의 물성 변화

가. EPS트레이

시중에 시판되는 EPS트레이를 구하여 물성을 조사한 결과를 표 2에 나타냈다.

Table 2. Properties of EPS packaging tray

Density (g/cm ³)	Hardness (H. S.)	Brightness	Bursting strength (MPa)	Tensile strength (MPa)
0.03	13.3	89.2	0.14	0.51

밀도는 0.03g/cm³, 경도는 13.3, 백색도는 89.2, 파열강도는 0.14 MPa, 인장강도는 0.51 MPa 로서 가볍고 약한 성질을 가지고 있다고 볼 수 있다.

나. 첨가제 무첨가 벚짚펄프 트레이

첨가제를 첨가하지않고 포장트레이를 제조하여 물성을 조사한 결과를 표 3에 나타냈다.

Table 3. Properties of molded packaging materials made from rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp

Density (g/cm ³)	Hardness (H. S.)	Brightness	Air permeability (sec.)	Bursting strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Water absorption (mm)
0.67	95	44.7	303	1.3	30.9	11.2

표에서 보는 바와 같이 밀도는 0.67 g/cm³ 로서 안(1996)이 보고한 0.34 g/cm³보다 높게 나타났는데 이는 펄프 제조방법이 다르고 열압시간이 1시간

으로 길었기 때문으로 사료된다. 또한 시판용 발포 폴리스틸렌 트레이의 밀도인 0.073 g/cm³(안, 1996)보다 매우 크게 나타났다. 백색도는 44.7 이었으며 투기도는 303 sec., 파열강도는 1.3 MPa 로서 안(1996)의 결과 보다 매우 높게 나타났으며, 인장강도는 30.9 MPa 로서 안과 박(1995c)이 보고한 10.2 MPa 보다 높게 나타났는데 이는 밀도의 차이에 기인된 것으로 사료되며, 흡수도는 11.2 mm로 나타났다.

다. 전분첨가 벚짚펄프 트레이

감압 탈수시킨 매트를 열압 성형장치에 옮긴 후, 전분을 1%, 3%, 5% 씩 첨가하여 포장 트레이를 제조하였다. 전분의 첨가 농도에 따른 트레이의 물성변화는 표 4와 같다.

Table 4. Properties of molded packaging materials made from rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp with the addition of starch

Addition quantity of starch (%)	Density (g/cm ³)	Hardness (H.S.)	Brightness	Air permeability (sec.)	Bursting strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Water absorption (mm)
1	0.63	93.9	46.7	260	1.2	24.4	10
3	0.67	94.7	45.5	318	1.3	29.7	8.4
5	0.67	94.9	45.3	564	1.3	30.4	8.2

표에서 보는 바와 같이 밀도는 전분 5% 이내까지 첨가할경우는 무처리와 별 차이 없었다. 경도는 93.9~94.9, 백색도는 45.3~46.7로서 무첨가시와 별 차이를 보이지 않았다. 파열강도 및 인장강도는 전분 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였는데, 이는 전분이 섬유간의 결합력을 증대시켰기 때문으로 사료된다. 또한 투기도는 전분 3% 첨가시, 파열강도와 인

장강도는 전분 5%첨가할 때가 무첨가시와 비슷한 값을 나타내었다. 그러나 전분의 첨가는 파열강도와 인장강도를 개선하는데 별 효과가 없었음을 알수 있었다. 흡수도는 전분 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며 무첨가시 보다 낮은 값을 나타내었는데 이는 전분의 첨가로 내수성이 향상되는데 기인한 것으로 사료된다.

라. Rosin Size제 첨가 벗짚펄프 트레이

감압탈수 시킨 매트를 열압 성형장치에 옮긴 후, rosin size제를 1%, 3%, 5%씩 첨가하여 포장트레이를 제조하였다. rosin size제 첨가농도에 따른 트레이의 물성변화는 표 5에 나타냈다.

Table 5. Properties of molded packaging materials made from rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp with the addition of rosin size

Addition quantity of rosin size(%)	Density (g/cm ³)	Hardness (H.S.(도))	Brightness	Air permeability (sec.)	Bursting strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Water absorption (mm)
1	0.65	93.6	43.4	217.6	1.0	27.1	6.4
3	0.64	93.8	43.0	230.4	0.9	24.9	6.2
5	0.65	93.3	42.5	232.8	1.0	24.8	6.0

표에서 보는 바와 같이 밀도는 0.64~0.65 g/cm³범위를 나타내어 무첨가시 보다 낮은 값을 나타냈다. 경도는 93.3~93.8 범위로 첨가량에 따라 변화가 거의 없었으며 무첨가시 보다는 약간 낮은 값을 나타냈다. 백색도는 42.5~43.4 범위로 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향이었으며, 무첨가시 보다 낮은 값을 나타냈다. 투기도는 첨가량이 증가함에 따라 약간 증가하는 경향을 보였으나 무첨가시 보다는 낮은 값을 나타냈다. 파열강도는 0.9~

1.0 MPa 범위로 무첨가시 보다 낮은 값을 나타냈으며, 인장강도는 첨가량의 증가에 따라 약간 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 흡수도는 첨가량이 증가함에 따라 약간 감소하는 경향을 나타냈으며 무첨가시 보다 낮은 값을 나타냈다. 이는 rosin size제의 첨가가 내수성을 증가시켰기 때문으로 판단된다.

마. Carboxymethylcellulose(CMC) 첨가 벗짚펄프 트레이

감압탈수 시킨 매트를 열압 성형장치에 옮긴 후, CMC를 0.1%, 0.3%, 0.5%씩 첨가하여 포장트레이를 제조하였다. CMC 첨가농도에 따른 트레이의 물성 변화는 표 6과 같다.

Table 6. Properties of molded packaging materials made from rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp with the addition of carboxymethylcellulose(CMC)

Addition quantity of CMC (%)	Density (g/cm ³)	Hardness (H.S. (도))	Brightness	Air permeability (sec.)	Bursting strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Water absorption (mm)
0.1	0.66	93.7	43.6	536	1.3	30.0	9.4
0.3	0.66	93.4	43.8	572	1.3	32.0	9.2
0.5	0.67	93.4	43.9	312	1.2	29.9	8

표에서 보는 바와 같이 밀도는 0.66~0.67 g/cm³범위로 CMC 첨가량에 따라 별 차이가 없었으며 무첨가시와 비슷하였다. 경도와 백색도는 CMC 첨가량 증가에 따라 별 차이가 없었으며 무첨가시보다 약간 낮았다. 투기도, 인장강도는 CMC첨가량이 0.3%일 때 가장 높았으며, 특히 투기도는 0.1, 0.3% 첨가시 무첨가시 보다 매우 높은 값을 나타냈는데, 이러한 결과는 CMC가 섬유 사이에 부착되어 공기의 흐름을 저지하였기 때문인 것으로 사료된다. 또한

0.5% 첨가시에는 다시 감소하는 경향을 보였는데, 이러한 결과는 과량의 CMC 첨가가 섬유사이의 공극을 크게만들어 오히려 공기의 흐름을 빠르게 하였기 때문으로 사료된다. 흡수도는 CMC 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며, 무첨가시 보다 낮은 값을 나타내어 내수성이 증가되었다.

바. Polyethylene glycol(PEG) 첨가 벗짚펄프트레이

감압 탈수시킨 매트를 열압 성형장치에 옮긴 후, 1%, 3%, 5%의 PEG(#400)를 첨가하여 포장 트레이를 제조하였다. PEG의 첨가 농도에 따른 트레이의 물성변화는 표 7과 같다.

Table 7. Properties of molded packaging materials made from rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp with the addition of polyethylene glycol(PEG)

Addition quantity of PEG (%)	Density (g/cm ³)	Hardness (H.S.(도))	Brightness	Air permeability (sec.)	Bursting strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Water absorption (mm)
1	0.64	94.0	45.5	420	1.3	28.9	10.6
3	0.67	94.8	45.8	502	1.5	27.5	9.2
5	0.65	94.4	45.6	391	1.3	28.9	9

표에서 보는 바와 같이 밀도는 PEG 첨가량이 증가함에 따라 3%에서 약간 증가하는 경향을 보이다 5%에서는 감소하였다. 경도는 94.0~94.8, 백색도는 45.5~45.8로서 무첨가시와 별 차이가 없었다. 투기도는 PEG 첨가량이 증가함에 따라 3%에서 증가하였으나 5%에서는 다시 감소하였으며, 무첨가시 보다는 약간 큰 것으로 나타났다. 파열강도는 첨가량 3%에서 1.5 MPa 로 무첨가시 보다 크게 나타나 파열강도를 증가시키기 위해서는 첨가량을 3%로

영향을 받지 않았으며, 무첨가시 보다는 약간 낮은 값을 나타내어 PEG의 첨가가 인장강도에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 흡수도는 PEG 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며 무첨가시 보다 낮은 값을 나타내어 내수성이 증가되었다.

사. AKD(Alkylketene dimer)첨가 벗짚펄프트레이

감압 탈수시킨 매트를 열압 성형장치에 옮긴 후, 1%, 3%, 5%의 AKD를 첨가하여 포장 트레이를 제조하였다. AKD의 첨가 농도에 따른 트레이의 물성 변화는 표 8에 나타냈다.

Table 8. Properties of molded packaging materials made from rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp with the addition of Alkylketene dimer(AKD)

Addition quantity of AKD (%)	Density (g/cm ³)	Hardness (H.S.(도))	Brightness	Air permeability (sec.)	Bursting strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Water absorption (mm)
1	0.66	94.2	40.8	455.2	1.1	30.5	6.6
3	0.66	94.0	41.5	220.8	0.9	24.5	6.4
5	0.65	93.6	40.9	338.4	0.9	25.6	4.6

표에서 보는 바와 같이 밀도는 0.65~0.66 g/cm³범위를 나타내어 무첨가시와 별 차이가 없었으며, 경도는 93.6~94.2 범위로 첨가량이 증가함에 따라 약간 감소하는 경향이였다. 백색도는 40.8~41.5 범위로 첨가량의 증가에 따라 일정한 경향이 없었으며, 무첨가시 보다 낮은 값을 나타냈다. 투기도는 첨가량에 따라 일정한 경향이 없었으며, 1%첨가시가 무첨가시보다 높은 값을 나타냈다. 파열강도는 0.9~1.1 MPa 범위로 첨가량이 증가함에 따라 약간 감소하는 경향이였다. 인장강도는 첨가량의 증가에 따라 일정한 경향

이 없었으며 1%첨가시가 무첨가시와 비슷한 값을 나타냈다. 따라서 AKD의 첨가는 파열강도와 인장강도의 강도를 증가시키는데 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 흡수도는 첨가량이 증가함에 따라 약간 감소하는 경향을 나타냈으며 무첨가시 보다 현저히 낮은 값을 나타냈다. 이는 AKD 첨가가 내수성을 증가 시키는 요인으로 작용하였기 때문으로 사료된다.

아. Polyacrylamid(PAM)첨가 벗짚 트레이

감압 탈수시킨 매트를 열압 성형장치에 옮긴 후, 0.005%, 0.01%, 0.015%의 PAM을 첨가하여 포장 트레이를 제조하였다. PAM 첨가 농도에 따른 트레이의 물성변화는 표 9와 같다.

Table 9. Properties of molded packaging materials made from rice-straw alkaline sulfite-anthraquinone pulp with the addition of polyacrylamide(PAM)

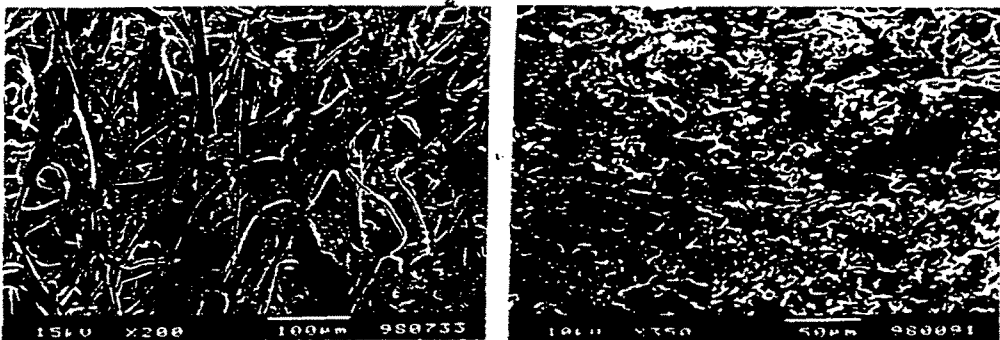
Addition quantity of PAM (%)	Density (g/cm ³)	Hardness (H.S.(도))	Brightness	Air permeability (sec.)	Bursting strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Water absorption (mm)
0.005	0.66	93.8	44.6	408	1.2	31.4	10.3
0.01	0.69	94	44.2	434	1.3	37.3	9.7
0.015	0.64	94.1	45.4	294	1.2	30.6	9.3

표에서 보는 바와 같이 밀도는 PAM 첨가량이 증가함에 따라 0.01%에서 증가하는 경향을 보이다 0.015%에서는 다시 감소하였으며, 0.01% 첨가시의 밀도가 무첨가시 보다 높게 나타났다. 경도는 94 내외로 무첨가시보다 약간 적었으며, 백색도는 무첨가시와 별 차이가 없었다. 투기도, 파열강도, 인장강도는 PAM 첨가량이 0.01%일 때 증가하였으나 0.015%에서는 감소하였으며, 특히 PAM 0.01%일때 무첨가시보다 큰것은 밀도의 차이에 기인 된 것으로 사료된다. 흡수도는 PAM 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며 무첨가시보다 낮은 값을 나타내서 내수성이 증가 되었다.

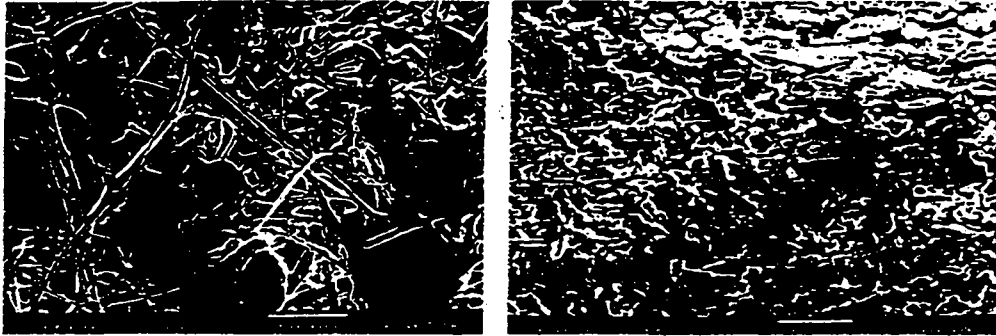
2. 벚짚펄프 트레이의 조직 변화

첨가제를 첨가하지 않은 트레이와 첨가제를 첨가하여 제조한 트레이의 표면과 단면조직을 주사전자현미경 (SEM)을 이용하여 관찰한 형상을 Fig. 1에 나타냈다. 첨가제를 첨가하지 않은 무처리재의 표면은 벚짚섬유만으로 균일하게 구성되어있는 반면, 첨가제(전분, PAM)를 첨가한 트레이의 표면은 첨가제가 표면에 부착되어 트레이의 물성에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 또한 무처리재 트레이의 단면은 벚짚섬유층이 비교적 균일하게 배열되어있는 형상을 보인반면, 첨가제(전분, PAM)가 혼합된 트레이의 경우는 벚짚섬유사이에 첨가제가 산재하고 있어 섬유배열이 불규칙하고 공극이 있는 것으로 나타났다. 결과적으로 첨가제의 존재 유무와 더불어 첨가제로 인한 트레이의 내부조직 구조 변화도 트레이의 물성에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

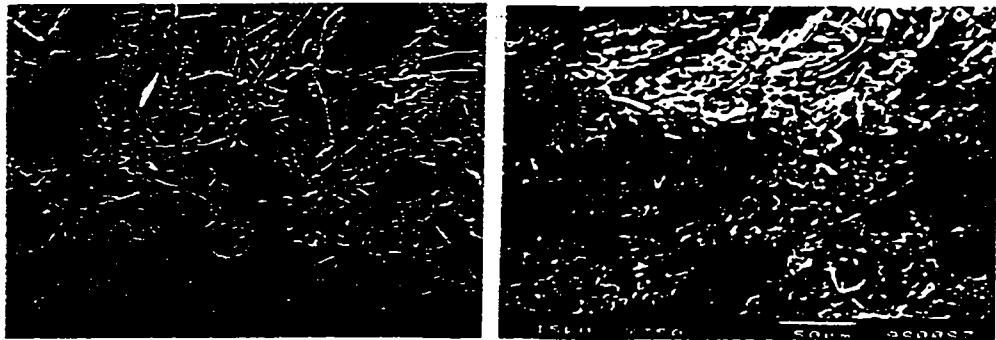
이상의 결과에서 벚짚펄프를 이용한 성형포장재 제조시 무첨가 포장재와 첨가제를 첨가한 포장재의 물성을 비교할 때, 단위 중량당 가격이 가장싼 AKD를 1% 첨가하는 것이 포장재의 물성 및 경제적인 측면에서도 가장 효과가 있을것으로 판단된다.



a)



b)



c)

Fig.1 Surface and sectional view of molded tray observed by scanning electron microscopy.

- a) The tray manufactured without additives.
- b) The tray manufactured with addition of starch.
- c) The tray manufactured with addition of PAM.

제 4 절 결 론

농업부산물인 벚짚을 포장재의 원료로 이용하고자 벚짚펄프로 성형포장재를 제조하고 첨가제로서 전분, rosin size제, CMC, PEG, AKD, PAM 을첨가하여 그 물성의 변화를 무첨가시와 비교하여 본 결과는 다음과 같다.

1. 전분 첨가시 투기도는 첨가량 5%일 때 최대치를 나타냈으며, 파열강도와 인장강도는 무첨가시보다 약간 감소하였다.
2. Rosin size제 첨가시 투기도, 파열강도, 인장강도는 무첨가시 보다 낮게 나타났다.
3. CMC 첨가시 투기도는 무첨가시 보다 높게 나타났으며, 파열강도와 인장강도는 무첨가시와 비슷한 경향을 나타냈다.
4. PEG 첨가시 투기도는 무첨가시 보다 높게 나타났으며, 파열강도는 첨가량이 3% 일때 최대치를 나타냈으나, 인장강도는 무첨가시보다 약간 감소하였다.
5. AKD 첨가시 투기도는 첨가량이 1% 와 5% 일때 무첨가시보다 높게 나타났으나, 파열강도와 인장강도는 무첨가시보다 약간 감소 하였다.
6. PAM 첨가시 투기도는 첨가량이 0.01% 일때 최대치를 나타냈으며, 인장강도는 0.01% 일때 무첨가시 보다 높게 나타났다.
7. 흡수도는 모든 첨가제에서 첨가량이 증가함에 따라 감소되었고, 무첨가시 보다 낮게 나타나 첨가제가 수분의 흡수를 억제하여 내수성이 증가하였다.

참 고 문 헌

1. Alcaide, L. T., F. L. Baldovin, and J. L. F. Herranz. 1993. Evaluation of agricultural residues for paper manufacture. *Tappi Journal* 76(3): 169-173.
2. Ernst, A. J., and T. F. Clark. 1960. Rice straw for bleached paper. *Tappi Journal* 43(1): 49-53.
3. Jin, B., M. Hasuike, and K. Murakami. 1988. Differences of papermaking properties between rice and wheat straws fibers. *Mokuzai Gakkaishi* 34(11): 923-928.
4. Jin, B., M. Hasuike, and K. Murakami. 1990a. Folding characteristics of rice and wheat straw pulp sheets. *Mokuzai Gakkaishi* 36(5): 374-379.
5. Jin, B., M. Hasuike, and K. Murakami. 1990b. Elastic properties of rice and wheat straw pulp sheets. *Mokuzai Gakkaishi* 36(9): 732-737.
6. McDonald, R. E., W. R. Miller, and T. E. Crocker. 1988. Fruit quality of rabbiteye blueberries as influenced by weekly harvests, cultivates, and storage duration. *Hortscience*. 23(1): 182-184.
7. Nederveen, G. V., and G. H. Hellenbery. 1956. Some investigations into the applicability of straw pulps in the paper industry. *Tappi Journal*. 39(9): 631-640.
8. Vincent, B. F. 1995. The use of recovered fiber in food packaging. *Tappi Journal* 78(2): 49-52.

9. 김윤호, 전풍진. 1962. 한국산 짚류를 원료로한 펄프제조에 관한 연구. 한양대 논문집 2: 142-148.
10. 안병국. 1994. 펄프 몰드트레이의 포장재료적 특성에 관한 연구. 펄프 종이기술 26(4): 33-40.
11. 안병국. 1996. 신문고지와 벚짚의 혼합이 포장트레이의 물성에 미치는 효과. 한국 포장 학회지 3(2): 17-23.
12. 안병국, 박노현. 1995a. 벚짚트레이를 이용한 양송이 버섯의 포장에 관한 연구. 한국 식품 과학회지 27(3): 353-357.
13. 안병국, 박노현. 1995b. 벚짚을 이용한 성형포장재 개발에 관한 연구. 펄프 종이 기술 27(1): 49-56.
14. 안병국, 박노현. 1995c. 혼합비율에 따른 왕겨-벚짚 성형포장재의 특성 변화. 펄프 종이 기술 27(2): 55-62.
15. 안병국, 박성민, 박노현. 1995. 흡습억제 기능을 보유한 왁스처리 벚짚 트레이의 개발. 한국 포장학회지 1(1): 29-37.
16. 한국 식품개발연구원. 1996. 벚짚을 이용한 농가형의 분해성 포장용기 제조시스템 개발. 농림부 보고서.

제 5 장

벗짚펄프로 제조한 성형포장재의 식품저장시험

세부연구책임자 : 신 동 화
연 구 원 : 정 안 성
오 승 원
연 구 보 조 원 : 오 진 아
김 인 원
이 증 열
서 현 영

제 1 절 느타리버섯의 저장시험

1. 서 설

환경보호에 대한 인식이 높아지고, 환경오염 포장재에 대한 법적 규제가 전세계적으로 확산되면서, 환경문제는 단순한 우리 나라의 지역적 차원이 아닌 범 지구적 법규로 생각해야 하며, WTO체제하에서 “GREEN ROUND”를 통한 환경에 대한 구체적 규제가 본격화되고 있다. 미국의 EPI보고에 의하면 포장용기와 포장재가 주요 쓰레기에 차지하는 비율은 1988년에 전체 쓰레기의 31.6%를 차지하며¹⁾, 1970년 이후로 비슷한 비율을 유지하여 왔다. 그 이유는 대체 포장재를 개발했으며 발포성 용기를 사용했기 때문이다. 우리 나라의 경우 플라스틱 용기의 사용은 1990년 전체 쓰레기의 15%에서 1995년 19%로 매년 크게 증가하고 있다²⁾. 이러한 포장재에 의한 환경오염을 막기 위해서 경제적으로 제조되고 원료의 획득이 용이하며 생 분해가 원활히 진행 될 수 있는 포장재를 개발해야 하며, 그 기준은 미국 EPA가 권장하는 환경 친화적 포장재인 자원 절약형, 재사용이 가능한 소재, 소각처리가 용이한 재질 및 매립처리가 용이한 포장재의 사용을 원칙으로 포장재를 개발하는 것이 바람직하다³⁾. 영국의 ICI사의 BIOPOL은 땅속에서 미생물에 의해 물과 이산화탄소로 분해되는 생분해성 플라스틱으로 크게 주목받고 있으며 독일의 ENZINGER사에서 개발한 BIOBAG도 100%생분해성 백으로 큰 관심을 모으고 있다⁴⁾.

포장의 기능은 내용물의 보호, 품질보전, 편이성제고 및 판촉효과 등에 있으며, 식품에 있어 포장의 기본 기능은 내용물 보호와 품질 보존이다. 현재 지구환경 문제가 대두되고 있는 현실에서 식품 각각의 특성과 유통환경에 따른 적절한 포장 재질과 포장 용기를 개발하고 환경 친화적 포장을 실

시해야 하며, 특히 식품 용기에 많이 사용되는 polystyrene용기는 환경오염의 문제뿐만 아니라 내분비계장애물질로 추정되어 연구대상으로 연구가 진행중인 물질이다⁵⁾.

식용버섯은 영양공급원으로서 당질, 단백질, 무기질과 같은 영양소가 골고루 함유되어 있으며 독특한 맛과 향기를 지니고 있을뿐 아니라 항균활성물질에 관한 연구가 진행되어 그람음성균 및 곰팡이에 대한 항균력이 보고되었다⁶⁾. 버섯이 영양학적 특성에 있어서 우수함에도 불구하고 조직이 취약하고 호흡이 왕성하여 생체상태로서는 유통에 많은 제약성이 있으며, 생체버섯의 유통기한은 대개 2~3일이면 관능적으로 크게 저하하여, 상품으로서 가치를 상실하게 된다. 백화점에서는 polystyrene tray에 100~200g정도 담아 판매하지만, 역시 2~3일 후에 살펴보면 선도가 많이 저하되는 것을 볼 수 있다.

본 연구에서는 벗짚펄프를 이용하여 포장재를 제조 후, 느타리버섯을 포장하여 6일간 저장하면서 polystyrene포장재 대체품으로 실용화 할 수 있는 가능성을 살펴보았다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

본 실험에 사용된 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus-oyster mushroom*)은 김제시 공덕면에 소재한 예농버섯에서 느타리버섯 춘추2호를 5월 초순 오전 10시경에 수확된 신선한 상태의 버섯을 이용하였다. 포장 tray로는 시중에서 구입한 EPS(Expanded polystyrene), 벗짚펄프를 이용하여 제조한 Rice straw pulp(RP) tray와 이 용기를 성형포장제조 과정에서 건조직전에 starch, CMC(Carboxymethyl cellulose) PAM(Polyacrylamide), AKD

(Alkylketene dimer), Rosin size제, PEG(Polyethylene glycol)를 분무 도포하여 만든 것을 사용하였다. 포장용 필름으로는 전주시 코아 백화점에서 버섯 포장용으로 사용중인 삼영 Sun wrap을 구입하여 사용하였다.

나. 실험방법

(1). 포장 및 저장

느타리버섯을 각각의 tray에 버섯 200g씩을 담아서 wrap(삼영 Sun wrap)로 2중 밀봉 후, 저장온도 8~10℃, 습도70~80%유지되는 냉장고에서 6일간 저장하였다.

(2). 중량변화

총 무게의 변화량은 버섯을 각각의 트레이에 취하여 밀봉후 무게를 측정하고 일정기간 경과시 마다 임의로 3개씩의 포장구를 취하여 무게를 측정하여 최초의 총 중량에 대하여 저장중 총 중량의 감소량을 백분율로 표시하였다. 버섯무게 변화량과 tray무게 변화량은 상기의 포장구에서 버섯의 무게와 트레이 무게를 각각 측정후, 포장전 버섯과 트레이 무게에 대하여 저장 중 버섯의 무게 감소량과 tray무게 증가량을 백분율로 표시하였다.

(3). 경도

각각의 포장구에서 무작위로 시료 5개씩을 취한 다음, 줄기를 자르고 갓의 중심부를 중심으로 5mm의 일정한 두께로 자른 후, road cell이 25kg인 Texture Analyser(TA. XT2, SMS)를 이용하여 probe를 clearance 1mm로 설정, 1mm/s속도로 갓의 표면으로부터 4mm깊이까지 진행시킬 때 나타나는 힘을 측정하여, 초기의 압축강도에 대하여 저장 중 측정된 압축강도를 백분율로 표시하였다.

(4). 색도

각각의 포장구에서 무작위로 5개씩의 시료를 취한 다음, Color difference meter(TC-3600, Tokyo DENSHOKU CO.,LTD)를 이용하여 갓 표면의 중앙 부위를 대상으로 lightness를 측정하여 초기의 lightness에 대하여 저장 중 lightness를 백분율로 표시하였다.

(5). CO₂ 및 O₂ 함량측정

주사기를 이용하여 각 포장구 내부에서 채취한 공기를 Oxygen-CO₂ analyser(VAK12, abiss)에 주사하여 표시된 함량을 읽었다. 한 포장구에서 3회 채취하였으며, Oxygen-CO₂ analyser(VAK12, abiss)의 calibration값에 대하여 저장 중 CO₂ 및 O₂ 변화량을 백분율로 표시 하였다.

(6). 관능검사(색택, 냄새)

채취한 시료를 개봉시 바로 코를 대고 이에 기억하고 있는 신선한 느타리버섯의 향과 비교하여 이취발생 여부로 표시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 저장 중 총 무게 변화

느타리버섯을 채취 후 바로 200g씩 각각의 tray에 담은 후 wrap을 2중으로 씌우고 저장하면서 관찰한 중량의 변화는 표 1에 나타내었다.

전체적으로 벗질필프만 사용한 처리구에 비하여 다른 포장용기에서의 무게감소 비율이 높은 경향을 보이고 있다. <표. 1>에서 보면 무게 감소율은 AKD가 144시간 저장후 3.26%로 가장 높았다. 느타리버섯의 저장 중 총 무게의 감소원인으로는 호흡, 중산작용, 외부와의 수증기 압차로 탈수에 의한

Table 1. Total weight loss(%) of *Pleurotus ostreatus* packed in various trays during storage at 9 ± 1 °C and RH 75 ± 1 % (%)

Storage time (hour)	Tray							
	RP ¹⁾	EPS ²⁾	Starch ³⁾	CMC ⁴⁾	PAM ⁵⁾	AKD ⁶⁾	ROSIN ⁷⁾	PEG ⁸⁾
0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0.38	0.57	0.35	0.46	0.79	0.77	0.52	0.57
48	0.71	1.01	0.84	0.74	0.83	1.09	0.6	0.51
72	0.83	1.30	1.05	1.10	1.35	1.25	0.64	0.78
96	1.08	1.31	1.03	1.48	1.54	1.43	0.73	0.73
120	1.56	1.41	1.29	1.43	1.65	2.10	0.86	0.97
144	1.56	2.13	1.79	2.14	1.57	3.26	1.57	1.55

- 1)rice straw pulp only(RP) 2)EPS : expanded polystyrene
 3)starch coated on RP 4)carboxymethylcellulose coated on RP
 5)polyacryamide coated on RP 6)alkylketene dimer coated on RP
 7)rosin size coated on RP 8)polyethylene glycol coated on RP

중량 감소 등을 들 수 있다. 신선과실과 채소류는 80%이상이 물로 이루어져 있고 수확 후 농산물은 증산 작용에 의해 수분을 대기 중으로 계속 휘산시킨다. 과실과 채소의 조직 내부 대기는 수증기로 포화되어 있고 주변대기가 불포화되어 있는 경우에 수증기압의 구배가 생겨 수증기는 농산물의 내부 주변대기로 빠져 나온다⁷⁾. 전체적으로 중량의 감소가 미미한 것은 랩 포장을 하였기 때문에 외부 공기와의 접촉이 어려워 상대습도에 따른 탈습이 거의 없었기 때문으로 여겨졌다. 그러나 펄프만 사용한 용기를 제외하고는 일부 투습이 일어나고 있음을 보여주고 있다.

나. 저장중 tray의 무게 변화

느타리를 포장하여 각 온도와 습도에 저장하면서 느타리가 담긴 tray만의 무게를 비교한 결과는 <Fig. 1>과 같다.

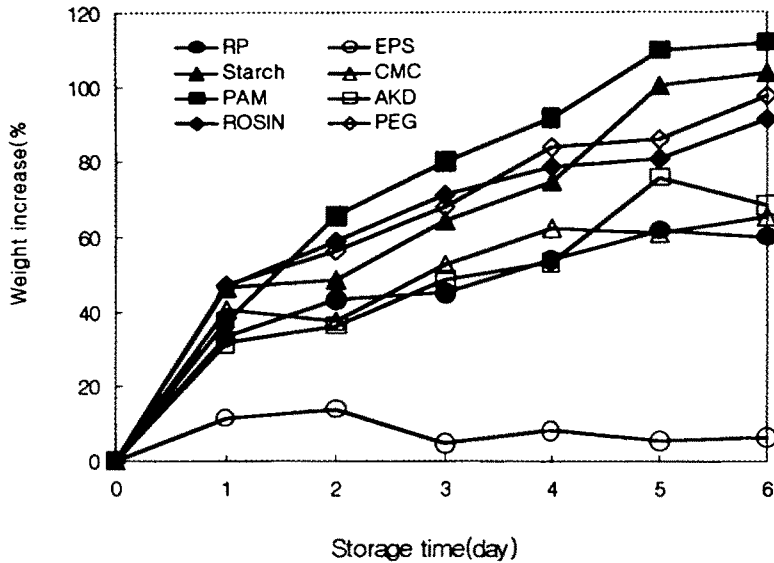


Fig. 1. Weight increase(%) of trays¹⁾ during storage at $9 \pm 1^\circ\text{C}$ and RH $75 \pm 5\%$

¹⁾See Foot note of Table 1

저장 1일째부터 EPS를 제외한 모든 트레이의 무게가 증가하기 시작했으며 이는 박⁸⁾등이 실험한 양송이 버섯의 실험결과와 유사하였다. <Fig. 1>에서 보면 저장기간 중 tray의 수분 흡수율은 PAM이 저장 6일째 111.7%로 가장 높았으며, EPS가 6.5%로 가장 낮았다. EPS는 저장 2일째까지 약간 증가 추세를 보이는데, 이는 느타리버섯으로부터 증산된 수분이 표면에 남아 있었기 때문이며⁹⁾, 저장 3일째부터는 트레이의 증가율이 감소되는 이유는 버섯의 증산 작용이 약해졌기 때문이라 판단된다. EPS를 제외한 나머지 포장재의 경우는 AKD, CMC, Pulp only가 상대적으로 낮게 나타났다. 트레이 무게의 증가는 상대습도 차이에 따른 흡습이 일어나고 또 산소와의 접촉에 의해 호흡 작용이 발생하여 각 트레이가 버섯과 저장실로부터 수분을 흡수한 결

과로 판단되며, 박⁸⁾등이 25℃에서 벗짚 트레이의 과도한 수분흡수의 방지 수단으로 코팅처리 등의 억제조절 방법을 제시했으나, 우리의 실험에서 사용한 6종류의 코팅처리 트레이도 수분흡수억제에 영향을 미치지 못함에 따라, 느타리버섯의 저장용기로 사용하기 위해서는 다른 코팅제의 사용이 필요한 것으로 판단된다.

다. 버섯무게 변화

각 포장별 느타리버섯의 저장 중 무게감소율을 본 결과는 <Fig. 2>와 같다.

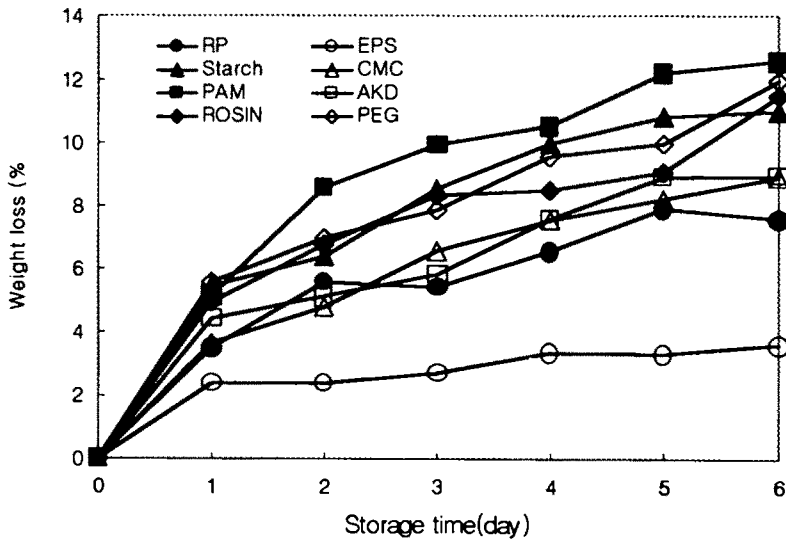


Fig. 2. Weight loss(%) of *Pleurotus ostreatus* packed in various trays¹⁾ during storage at $9 \pm 1^\circ\text{C}$ and $\text{RH } 75 \pm 1\%$

¹⁾See Foot note of Table 1

저장 6일 동안 EPS트레이를 제외하고는 버섯의 중량 감소량은 5%이상을

넘었으며, PAM트레이가 저장 6일째에 12.5%로 가장 높게 나타났다. 김¹⁰⁾ 등은 표고버섯을 1℃ 저장 중 랩 포장을 한 경우가 골판지 박스에 저장한 것보다 중량감소가 덜 일어난다고 보고하였고, 이¹¹⁾ 등은 필름으로 밀봉하여 60일간 저장한 표고버섯의 중량감소율은 필름두께에 따라 6.0~13.3%로 나타났다고 보고하였다. 또한 김¹²⁾ 등은 표고버섯의 무게손실은 탄산가스 2%를 함유한 CA저장에서 가장 적게 나타나며 control에 비해서는 5~6배 정도나 적다고 보고하였다. 신선한 느타리버섯의 수분 함량은 91.4%이며¹³⁾, 일반적으로 청과물의 세포에 함유된 물의 상대습도는 100%로 보고 있다. 따라서 저장고의 상대습도가 100%이하이면 증기압부족이 일어나 증산이 일어난다. 그러나 상대 습도는 같아도 온도가 낮게되면 증기압 부족량이 적어지고 그만큼 증산이 적어진다¹⁴⁾. 증산작용의 궁극적 영향은 수확 후 저장 중에 발생하는 과채류의 수분 손실을 말한다. 증산 작용으로 인하여 과채류는 5%의 중량이 감소되면 평면 광택이 소실되어 상품가치의 저하를 초래하게 되며 증산작용을 억제하기 위한 최적의 저장 상대 습도는 85~95%이다⁷⁾.

<Fig. 2>에서 보면 AKD, CMC는 3일 동안, RP트레이는 4일 동안 7%이하로 나타났다으며, EPS트레이의 경우는 저장 6일 동안 4%미만으로 나타났다. EPS를 제외한 포장재에서 무게 손실이 많은 이유는 버섯의 다공성 스폰지와 같은 구조와 상대습도가 최⁷⁾ 등이 보고한 최적의 상태와는 상당한 차이가 있어 느타리버섯의 수분 손실이 많은 것으로 판단되며, 만약 저장고의 습도를 적절히 조절한다면 포장재별 버섯의 수분 손실을 상당부분 감소시킬 수 있을 것이다.

라. CO₂, O₂ 함량 측정

느타리는 생체이므로 계속 호흡에 의하여 CO₂는 증가하고, O₂는 감소 할 것인바 이의 변화를 본 결과는 <Fig. 3> 및 <Fig. 4>와 같다.

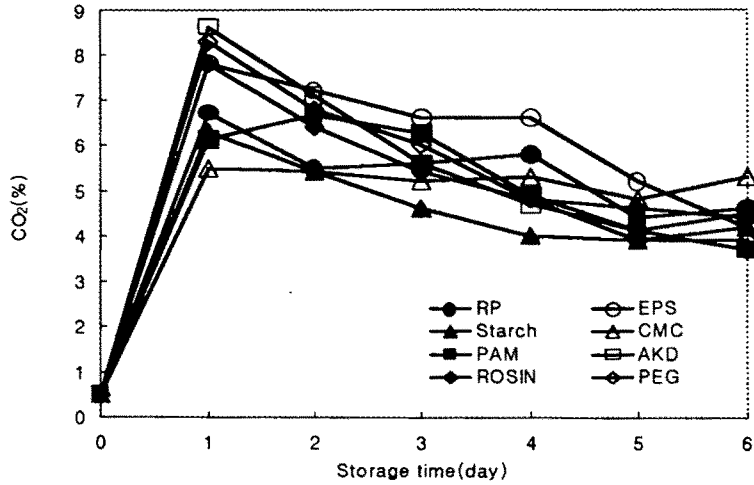


Fig. 3. CO₂ content(%) in various trays¹⁾ of packed in *Pleurotus ostreatus* during storage at 9±1°C and RH 75±1%
¹⁾See Foot note of Table 1

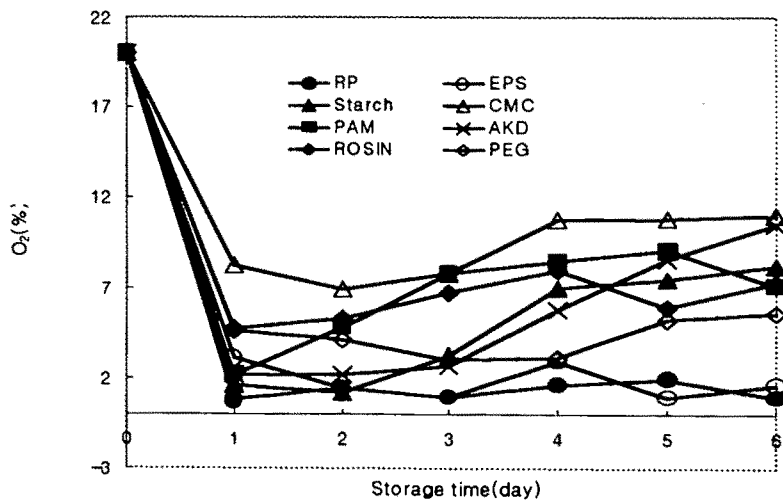


Fig. 4. O₂ content(%) in various trays¹⁾ of packed in *Pleurotus ostreatus* during storage at 9±1°C and RH 75±1%
¹⁾See Foot note of Table 1

호흡에는 호기적 호흡, 즉 해당계에 속하는 것으로 6탄당이 2분자의 피루빈산이 되고 이것이 TCA회로에 의하여 유기적으로 이산화탄소와 물로 완전히 산화가 일어나며⁷⁾, 이산화탄소의 증가는 과채류의 호흡속도를 줄여 주지만 너무 많으면, 혐기적 호흡 및 생리장애가 나타나게 되어 품질에 나쁜 영향을 주게 된다. 이러한 탄산가스 장애로는 숙성의 저해, 내부 갈변, 표면의 함몰, 이취를 들 수 있다¹⁵⁾. <Fig. 3>에서 보면 포장 용기별 CO₂함량은 비슷한 경향을 보이고 있으며, 모든 포장재에서 저장 하루만에 8.6%(AKD)~5.5%(CMC)로 급격히 증가하였고, 저장 6일째는 3.7%(PAM)~5.3%(CMC)로 감소했다. CMC는 저장기간 동안 변화가 거의 없었으며, 저장 5일째까지는 전반적으로 EPS의 CO₂ 함량이 가장 높았고 Starch는 가장 낮았다. O₂함량은 CO₂함량과 반대로 저장 하루만에 초기 20.9%에서 8.2%(CMC)~0.8%(RP)로 급격히 감소하였으며, 저장기간 6일째에 EPS는 1.6%, RP포장재는 0.9%로 O₂ 함량이 가장 적은 것으로 나타났다. 이¹¹⁾ 등은 표고버섯을 2℃에서 저장시 가스 발생량은 PE필름에 따른 산소와 탄산가스의 투과도 차이와 이에 따른 저장 표고버섯의 호흡억제효과에 의하여 나타난다고 보고했으며, CMC 포장 용기내 O₂함량이 가장 높았던 이유는 느타리버섯에 의한 산소 소비후 O₂함량이 낮아지면서 외부에서 다시 O₂가 포장재 안으로 유입됐으며, O₂함량이 가장 낮았던 RP포장재는 가스 투과력이 거의 없었던 것으로 판단된다.

마. 저장중 L값(밝기)의 변화

버섯의 갈변과 관련된 보고서로 저장중 느타리 표면의 L값을 비교해 본 결과는 표 2와 같다. 대부분의 트레이에서 lightness가 증가하는 경향을 보였으나 RP와 starch는 63.48(144hour)과 62.16(144hour)으로 처음의 62.94(24hour)와 거의 동일 했으며, EPS의 경우는 73.00(144hour)으로 lightness가 크게 증가하는 경향을 보였다. 인⁸⁾ 등은 양송이 버섯의 경우 저

장기간이 지남에 따라 lightness가 감소한다고 했으며, 권¹⁶⁾ 등은 버섯의 갈변현상과 관련된 polyphenolic 화합물은 저장 중($9\pm 1^{\circ}\text{C}$, $80\pm 7\%\text{RH}$, 20일간) 감소 하며 갈변 색소는 저장 후 3일 경부터 크게 증가한다고 보고했다. Weemaes¹⁷⁾ 등은 버섯의 효소적 갈변을 야기 시키는 PPO는 50°C 이상의 온도에서 실행되며, Roy¹⁸⁾ 등은 MAP저장시, 포장지안의 상대 습도가 87~90%일 때 갈변억제에 가장 효과가 있었다고 보고하였다. 우리의 실험에서는 저장 온도와 습도가 느타리 버섯의 갈변억제에 최적의 조건이 아니었던바, 저장 기간동안 lightness가 증가되는 이유는 앞으로 밝혀야 할 것으로 보인다.

Table. 2. Lightness of *Pleurotus ostreatus* packed in various trays¹⁾ during storage at $9\pm 1^{\circ}\text{C}$ and RH $75\pm 1\%$ (%)

Storage time (hour)	Tray							
	RP	EPS	Starch	CMC	PAM	AKD	ROSIN	PEG
0	62.94	62.94	62.94	62.94	62.94	62.94	62.94	62.94
24	62.62	65.36	63.05	66.27	67.29	66.42	66.14	67.07
48	62.27	66.55	61.43	66.57	65.68	66.84	65.57	66.64
72	61.37	71.99	62.76	68.03	66.53	68.44	64.72	66.68
96	66.57	73.33	62.98	68.43	65.20	65.88	65.32	65.36
120	60.82	74.80	63.14	66.92	67.20	62.82	63.62	66.12
144	63.48	73.00	62.16	66.41	66.81	62.45	65.18	66.67

¹⁾See Foot note of Table 1

바. 저장중 조직의 변화

느타리버섯의 조직 비교는 개체의 차이가 너무 심하여 일정한 경향을 찾기가 어려우나 전체적으로 평가 했을 때 <Fig. 5>와 같이 대체적으로 조직이 강하여는 결과를 볼 수 있다.

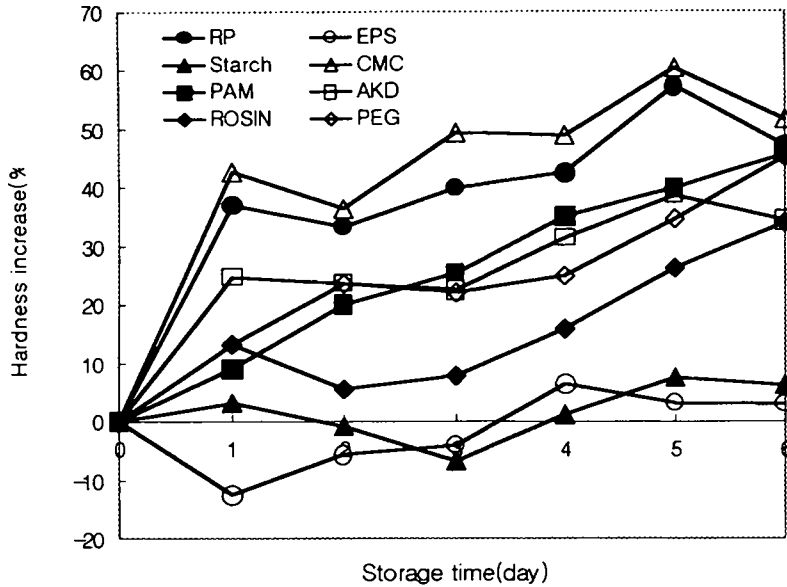


Fig. 5. Hardness of *Pleurotus ostreatus* packed in various trays¹⁾ during storage at $9 \pm 1^\circ\text{C}$ and $\text{RH } 75 \pm 1\%$

¹⁾See Foot note of Table 1

<Fig. 5>에서 보면 저장기간이 지남에 따라 조직의 강도가 높아졌으며, 저장 6일째에 EPS는 2.83%, starch 에서는 6.23%으로 경도 변화가 미미한 반면 CMC의 경우는 경도 변화가 심하여 저장 5일째는 초기에 비하여 60% 이상 경도가 증가하는 현상을 보였다. 이는 안⁸⁾ 등이 양송이 버섯 저장중 경도 변화는 감소 추세를 보이고 있다고 보고한 바와는 다르게 나타났다. 모든 포장재에서 3~4일이 경과하면서 흰색의 곰팡이가 발생했는데, 이는 김¹⁰⁾ 등의 실험결과와 일치했으며, 조직이 강해지는 이유는 느타리버섯이 저온에서도 성장을 계속하여 섬유소가 만들어지기 때문으로 평가되며, 또한 시료 채취부분이 균병에 가까웠기 때문으로 평가된다.

사. 저장중 냄새의 변화

느타리는 생체이므로 여러가지 생리적 변화가 계속 될 것이고 이에 따라 품질도 변하게 될 것이다. 그 중 가장 두드러지는 것이 색택과 냄새로, 저장 중 냄새의 변화를 본 결과는 표 3과 같다.

홍¹⁹⁾등은 표고버섯의 휘발성 향기 성분 중 1-OCTAN-3-OL이 전체 향기 성분의 74.7%를 차지하며, Maga²⁰⁾등은 일반 식용버섯에서 휘발성 향기성분의 공통적인 특징은 C8화합물 많이 들어 있다고 보고했으며, C8화합물의 생성은 분자내 cis, cis-1,4-pentadiene구조를 가지고 있는 지방산인 linoleic 또는 linolenic acid가 버섯 중에 존재하는 lipoxygenase의 작용을 받아 분해됨으로서 생성된다²¹⁾. 느타리버섯의 향기성분 중 가장 많이 함유된 성분은 1-OCTAN-3-OL으로, 이 물질은 불포화 지방산인 Linoleic Acid가 전구 물질로 알려져 있으며²²⁾, 정²³⁾등은 0~4℃, 85~90% RH에서 저장 중 느타리버섯의 향기성분인 1-OCTAN-3-OL의 잔존율은 저장 4일까지도 73%를 유지하며, 4일 후부터 이취가 발생한다고 보고했다. 버섯의 이취성분은 LIPID의 산패로부터 발생되며²⁰⁾, 에탄올과 아세트알데히드가 CA, MA저장중 이취의 주요성분이다²³⁾. 김¹²⁾등은 표고버섯 저장 중 에탄올과 아세트알데히드의 생성량은 저장 중 CO₂함량에 비례해서 생성된다고 보고했으나 Table. 3을 보면 관능적인 이취성분은 탄산가스의 함량과는 정확히 일치하지 않았다. 대체로 저장 2~3일이 경과하면서 이취가 감지되었으며 특히 EPS, AKD, PEG 포장재에서 심하게 발생하였고 전분, CMC트레이가 이취의 발생이 가장 적었다. 따라서 포장재별로 저장성은 달라짐을 확인 할 수 있었다.

Table. 3. Number of trays showing off flavor in *Pleurotus ostreatus* packed in various trays¹⁾ during storage at 9±1℃ and RH 75±1%

Storage time (hour)	Tray							
	RP	EPS	Starch	CMC	PAM	AKD	ROSIN	PEG
0	-	-	-	-	-	-	-	-
24	0	3 ⁴⁾	0	0	2	2	3	2
48	0	3	0	0	0	1	0	0
72	1 ²⁾	2	1	0	0	2	2	2
96	1	2	0	0	2	3	1	3
120	1	3	1	1	1	2	1	1
144	2 ³⁾	2	0	2	2	3	2	2

¹⁾See Foot note of Table

²⁾ 3개 트레이중 1개 트레이에서 이취 발생

³⁾ 3개 트레이중 2개 트레이에서 이취 발생

⁴⁾ 3개 트레이중 3개 트레이 모두에서 이취 발생

4. 요약

신선한 느타리버섯을 포장 tray로는 시중에서 구입한 EPS(Expanded polystyrene)와 벗짚펄프만 사용한 트레이(RP)에 starch, CMC(Carboxymethylcellulose), PAM(Polyacrylamide), AKD(Alkylketene dimer), Rosin size제, PEG(Polyethylene glycol)등을 도포한 8종류의 tray에 담아서 wrap으로 2중 밀봉 후, 8~10℃, 습도70~80% 유지되는 조건에서 6일간 저장하면서 저장 특성을 살펴보았다. 저장기간 중 tray의 수분 흡수율은 PAM이 저장 6일째 111.7%로 가장 높았으며, EPS가 6.5%로 가장 낮았다. RP, CMC, AKD는 각각 59.8%, 65.2%, 68.4%를 나타냈다. 버섯의 중량 감소율은 저장 6일째에 EPS가 3.6%로 가장 낮았으며, PAM이 12.57%로 가장 높았다. RP, CMC, AKD는 저장 3일째까지는 5.4%, 6.5%, 5.8%로 비교적 낮게 나타났다. 포장재내의 CO₂함량은 모든 포장재에서 저장 하루만에 8.6%(AKD)~

5.5%(CMC)로 급격히 증가하였으며, 저장 6일째는 3.7%(PAM)~5.3%(CMC)로 감소했다. CMC는 저장기간 동안 변화가 거의 없었다. O₂함량은 CO₂함량과 반대로 저장 하루만에 8.2%(CMC)~0.8%(RP)로 급격히 감소하였으며, 저장 기간 6일째에 EPS는 1.6%, RP포장재는 0.9%로 O₂함량이 가장 적은 것으로 나타났다. L값은 모든 포장재에서 증가하는 경향을 보였으며 특히 EPS의 경우는 초기 62.94에서 저장 6일째에 73.0으로 크게 증가했다. 조직의 변화는 저장기간이 지남에 따라 조직의 강도가 높아졌으며, 저장 6일째에 EPS는 2.83%, starch에서는 6.23%로 Hardness 변화율이 소폭 상승했으나, CMC의 경우는 Hardness 변화가 심하여 저장 5일째는 초기에 비하여 60%이상 경도가 증가하는 현상을 보였다. 저장기간 중 이취성분은 EPS, AKD, PEG 포장재에서 심하게 발생하였고, ST, CMC트레이는 저장4일째까지는 거의 발생하지 않았다. 이상의 결과로 볼 때 AKD, RP, ST, CMC포장재등은 코팅처리를 개선하고, 저장 온도와, 습도를 조절한다면 EPS포장재 대체품으로 사용이 가능하리라 판단된다.

참 고 문 헌

1. Marsh, K. S. : Effective management of food packaing : From production to disposal. *Food Technolgy* 45, 225(1991)
2. 한국자원재생공사 : 환경친화적 포장재질 사용확대 방안에 대한 조사연구
3. Koelsch, C. M. and Labuza, T. P. : Packing, Waste Disposal, and Foode safty II : Incineration or Degradation of Plastics, and a possible Intergrated Approach. *Cereal Foods World*, 36, 284(1991).

4. 박현진, 김재능 : WTO 체제하의 식품포장폐기물 감량화 방안 및 전망. 식품과학과 산업, **30**(4), 31~36(1997)
5. 내분비계 장애물질에 대한 연구계획과 대처방안 : 식품의약품 안전청, (1998)
6. 박상신, 이갑득, 민태진 : 버섯중 항균물질의 검색 및 개발에 관한 연구. *The Korean Journal of Mycology*, **23**(2), 176~189(1995)
7. 최종욱 : 농산물의 고품질화를 위한 한국형 CA저장 유통 시스템. 식품과학과 산업, **30**(4), 142~151(1997)
8. 안병국, 박노현 : 벗짚 트레이를 이용한 양송이 버섯의 포장에 관한 연구. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**(3), 353~357(1995)
9. 김홍재 : 스티롤수지, 대광서림, 서울, p127(1986)
10. 김병삼, 남궁배, 김의웅, 김동철 : 진공예냉에 의한 표고버섯의 선도연장. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**(6), 852~859(1995)
11. 이세은, 김동만, 김길환 : MA저장중 표고버섯의 품질열화에 관한연구. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **20**(2), 133~138(1991)
12. 김동만, 백형희, 윤혜현, 김길환 : 표고버섯의 CA저장중 탄산가스농도의 효과. *Korean J. Food Sci. Technol.* **21**(4), 461~467(1989)
13. 홍재식, 김영희, 이극로, 김명근, 조정익, 박건호, 최윤희, 이종배 : 느타리, 표고와 양송이 버섯의 유기산 및 지방산 조성. *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**(1), 100~105(1988)
14. 김병삼 : 신선 청과물의 선도제고와 콜드체인 시스템의 보급을 위한 산지예냉기술의 도입. 식품과학과 산업, **30**(2), 103~120(1997)
15. 이동선 : 신선 과채류 포장의 설계를 위한 호흡의 측정 및 모델화. 식품과학과 산업, **30**(1), 101~108(1997)

16. 권중호, 변명우, 조한옥 : 버섯의 갈변 및 색도에 대한 전리에너지의 영향. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**(5), 509~513(1990)
17. Weemaes. C., Rubens, P., Cordt, S., Ludikhuyze, L., Broeck, I., Hendrickx, M., Heremans, K., Tობback, P. : Temperature Sensitivity and Pressure Resistance of Mushroom Polyphenoloxidase. *Journal Of Food Science*. **62**(2), 261(1997)
18. Roy, S., Anantheswaran, R. C., Beelman, R. B. : Modified Atmosphere and Modified Humidity Packing of Fresh Mushrooms : *Journal of Food Science*. **61**(2), 391(1996)
19. 홍재식, 이극로, 김영희, 김동한, 김명근, 김영수, 여규영 : 한국산 표고버섯의 휘발성 향기 성분. *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**(4), 606~612(1988)
20. Maga, J. A. : Mushroom Flavour. *J of Agric.. Food Chem.*, **29**, 1(1981)
21. Chen, C.C., Chen, S.D., Chen, J.J and Wu, C.M. : Effect of pH value on the formation of volatile of shiitake(*lentinus edodes*), an edible mushroom, *J. Agric. Food Chem.*, **32**, 999(1984)
22. 김영희 : 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)의 volatile flavor compenents 조성 및 key compound 생성에 관한 연구. 전북대학교 박사 학위 논문. 1~116(1988)
23. 정순택, 홍재식 : 여름느타리 버섯(*Pleurotus sajor-caju*) 저장중의 향기성분의 변화. *Kor. J. Mycol.* **19**(4), 292~298(1991)
24. Minamida, T., Tsuruta, M. and Ogata, K.: Studie on keeping freshness of shiitake mushroom after harvest. *J. Food Sci . and Technol(jpn)*, **27**, 26(1980)

제 2 절 밥과 튀김식품 저장시험

1. 서 설

식품의 포장 용기가 환경 오염에 큰 비중을 차지한다는 여론과 환경 단체의 지적 뿐만 아니라 앞으로는 분해되지 않는 합성수지 형태의 식품 포장 용기는 환경 보호라는 관점에서 사용이 제한되어야 할 것이며 이와같은 의지를 더욱 강화하기 위해 법적 규제가 세계적으로 확산되고 있다. 지금까지 시도된 환경 친화적 포장재는 근본적으로 합성 수지에 전분을 첨가하여 분해되기 쉽도록 만들어졌으며 이들 소재를 다양하게 가공하는 처리법이 주를 이루고 있다. 이런 소재는 경제성과 함께 혼입된 전분은 분해된다 할지라도 주 소재인 합성 수지의 분해는 이루어지지 않는 한계가 있다.

이와같은 결점을 보완키위하여 섬유를 기본으로 성형하여 용기를 만들거나^{1~3)} 각종 지류 포장재등 셀룰로오스를 기질로하여 포장지를 만들어 생분해가 쉽도록 하는 시도가 이루어지고 있다. 여기서 섬유원은 여러 가지를 이용할 수 있으나 우리나라의 경우 벚짚으로부터 상당히 우수한 섬유를 얻을 수 있어 벚짚을 기본으로 여러 가지 용기를 만들려는 시도가 근래 이루어지고 있다^{4,5)}. 또한 벚짚 포장재 뿐만 아니라 벚짚과 왕겨를 혼합하여 성형한 포장재를 만들려는 연구도 이루어지고 있다⁶⁾.

이와같이 셀룰로오스를 이용한 포장재를 제조하여 여러 포장재와 비교한 연구로는 Miller 등⁷⁾의 블루베리저장시험과 함께, Nichol⁸⁾등은 포장재별 저장중 버섯의 품질은 비교 평가하였는데 발포 폴리에틸렌보다 펄프트레이에서 생체 중량 감소가 큰 것으로 보고하였다.

이 실험에서는 우리나라에서 트레이 용기에 가장 널리 사용하는 밥과 튀김식품을 몇가지 발포 포장재와 벚짚 펄프로 만든 용기에 저장하면서 식품의

저장 특성과 용기의 흡습, 혹은 흡유 양상을 비교 하였기과 이에 보고한다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

본 실험에 사용된 밥은 전북대학교내 식당에서 일반적인 방법으로 취반하여 사용하였고, 튀김은 시판되는 야채튀김을 구입하여 조지방 함량을 구한 후 시료로 사용하였다. 이때 튀김의 조지방 함량은 15.6% 였다. 포장 용기는 시중에서 구입한 EPS(expanded polystyrene), 벗짚펄프를 이용하여 제조한 용기(rice straw pulp, RP)와 이 용기를 성형 제조과정에서 건조직전에 AKD(alkylketene dimer), CMC(carboxymethylcellulose), PAM(polyacrylamide), PEG(polyethylene glycol), Rosin size제, starch를 분무 도포하여 만든 것을 사용하였다. 포장용 필름은 전주시 코아 백화점에서 식품 포장용으로 사용중인 삼영 sun wrap을 구입하여 사용하였다.

나. 실험방법

1). 포장 및 저장

밥과 튀김을 각각 150 g과 200 g씩 용기에 담아서 랩 (삼영 sun wrap)으로 밥을 담은 용기는 한겹으로 튀김을 담은 용기는 두겹으로 싨 다음 온도 10℃, 상대습도 50% 조건에서 4일간 저장하였다.

2). 저장중 무게변화

총 무게의 변화량은 시료를 각각의 용기에 취하여 밀봉후 무게를 측정하고 24시간 간격으로 3개의 포장구를 취하여 무게를 측정하고 초기 무게에

대하여 저장중 무게의 감소 정도를 백분율로 표시하였다. 시료 및 용기의 무게 변화량은 상기의 포장구에서 시료의 무게와 용기의 무게를 각각 측정 한 후 포장전 무게에 대하여 저장중 밥과 튀김의 무게 감소량과 용기 무게 증가량을 백분율로 표시하였다.

3). 저장중 밥의 생균수 변화

표준 한천 평판 배양법에 따라 시료 5 g을 단계적으로 10배씩 희석한 후 각 희석액에서 1 mL씩 취하여 세균용 petrifilm (3M)에 분주하여 35℃에서 48시간 배양한 후 균수를 계수하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 저장중 총 무게 변화

밥 저장중 총 무게 감소율은 표 1과 같다. 전체 무게 감소율은 저장 시간에 따라 증가하였고 96 시간을 기준하였을때 2.7~5.3% 였다. 이때 펄프만 이용한 용기의 무게 감소율이 가장 높았으며(5.3%), EPS 실험구의 무게 감소율이 가장 낮았다(2.7%). 표 2는 튀김 저장중 총 무게의 변화로서 무게 감소율 또한 밥 저장시와 마찬가지로 저장 시간에 따라 증가하였고, 96 시간을 기준하였을 때 1.6~3.5% 범위로 밥 저장시 보다 감소율이 낮게 나타났는데 이는 랩에 의한 밀봉 정도에 따라 무게 변화가 영향을 받은 것으로 생각된다. 밥 저장 실험결과와 마찬가지로 펄프만을 이용한 용기의 무게 감소율이 가장 컸으며(3.5%) EPS 실험구의 무게 감소율이 가장 작았다(1.6%).

Table 1. Total weight decreasing rate(%) of boiled rice packed in various trays during storage at 10°C and RH 50%.

Storage time (hours)	Tray							
	RP ¹⁾	AKD ²⁾	CMC ³⁾	EPS ⁴⁾	PAM ⁵⁾	PEG ⁶⁾	Rosin ⁷⁾	Starch ⁸⁾
24	2.8	2.2	1.2	2.3	2.5	1.8	1.2	0.8
48	2.7	1.8	1.5	1.7	2.6	1.4	1.1	1.3
72	5.2	3.1	2.2	2.3	2.8	3.6	2.3	2.3
96	5.3	4.4	3.5	2.7	4.0	3.6	3.8	4.2

- 1) rice straw pulp(RP) only 2) alkylketene dimer coated on RP
 3) carboxymethylcellulose coated on RP 4) expanded polystyrene
 5) polyacryamide coated on RP 6) polyethylene glycol coated on RP
 7) rosin size coated on RP 8) starch coated on RP

Table 2. Total weight decreasing rate(%) of fried food packed in various trays during storage at 10°C and RH 50%.

Storage time (hours)	Tray							
	RP ¹⁾	AKD ²⁾	CMC ³⁾	EPS ⁴⁾	PAM ⁵⁾	PEG ⁶⁾	Rosin ⁷⁾	Starch ⁸⁾
24	1.1	0.7	0.9	0.6	0.5	0.8	0.8	1.2
48	2.1	1.3	1.9	0.9	1.2	1.6	1.5	1.8
72	2.8	2.4	2.7	1.3	2.1	2.5	2.2	2.7
96	3.5	3.0	3.4	1.6	2.7	2.8	3.1	3.3

1)~8) : see footnote on Table 1

나. 저장중 밥과 튀김의 무게 변화

밥 저장중 밥 무게 감소율만을 살펴보면은 표 3과 같은데, 모두 저장 시간에 따라 무게감소율은 증가하였고 최종 무게 감소율은 2.9~13% 범위였다. EPS 실험구가 2.9%의 무게 감소율로 가장 낮은 변화율을 보였으며 나머지 실험구는 8% 이상의 무게 감소율을 나타내었고, 특히 펄프만을 사용한 실험구는 10.4%, 전분을 사용한 실험구는 13%의 무게 감소율을 나타내었다. 이때

무게 감소와 같이 밥의 표면이 건조되어 딱딱해진 것을 육안으로도 관찰하므로 밥에 함유된 상당량의 수분이 용기와 공기중으로 증발됨을 확인할 수 있었다. 튀김 저장중 튀김 무게의 감소율은 표 4에 나타냈는데 EPS 실험구만이 저장 시간에 따라 무게 감소율이 증가하였고 나머지 실험구는 저장 시간에 따라 무게 감소율이 약간 감소하는 경향을 나타내므로서 밥 저장 실험과는 다른 경향을 나타내었다. 이때 무게 감소율은 24시간 저장 후 3.6~5.1%에서 96 시간 저장후 2.8~4.7%로 밥 저장 실험시 무게 변화율보다는 변화 정도가 미미하였는데 총 무게 감소율과 마찬가지로 단일 밀봉보다는 이중 밀봉이 외부로의 수분 손실 방지에 더 효과적임을 보여주는 결과이다 .

Table 3. Total weight decreasing rate(%) of boiled rice packed in various trays during storage at 10°C and RH 50%.

Storage time (hours)	Tray							
	RP ¹⁾	AKD ²⁾	CMC ³⁾	EPS ⁴⁾	PAM ⁵⁾	PEG ⁶⁾	Rosin ⁷⁾	Starch ⁸⁾
24	6.8	6.4	5.3	2.5	6.3	6.0	5.9	4.9
48	6.8	6.5	7.5	1.9	6.7	6.1	6.0	6.2
72	8.4	8.3	6.7	2.4	7.9	8.3	7.5	6.9
96	10.4	9.8	8.5	2.9	9.3	9.2	9.4	13.0

1)~8) : see footnote on Table 1

Table 4. Total weight decreasing rate(%) of fried food packed in various trays during storage at 10°C and RH 50%.

Storage time (hours)	Tray							
	RP ¹⁾	AKD ²⁾	CMC ³⁾	EPS ⁴⁾	PAM ⁵⁾	PEG ⁶⁾	Rosin ⁷⁾	Starch ⁸⁾
24	3.6	3.6	4.6	0.5	5.1	5.0	4.3	3.9
48	3.5	3.8	4.6	0.9	5.6	4.5	5.0	2.0
72	3.9	4.4	4.3	1.2	4.8	3.6	4.4	4.1
96	3.0	2.8	4.0	1.6	4.7	4.0	3.6	3.8

1)~8) : see footnote on Table 1

다. 저장중 용기의 무게 변화

각종 용기에 밥을 저장하는 기간 중 용기만의 무게 증가율은 표 5와 같은 데 EPS 실험구를 제외하고 저장 시간에 따라 증가하였으며, 최종 무게 증가율은 35.3(starch)~42.3%(rosin) 범위로 처리구간 차이는 약 7%정도였다. EPS 실험구는 3.9%(24hour)에서 1.7%(96hour)로 오히려 무게가 감소하였다. 이때 무게 증가율이 가장 높은 것은 최종 증가율 42.3%의 PEG 처리구였으며 Rosin을 처리한 실험구 또한 42.1%의 높은 무게 증가율을 보였다.

한편 튀김 저장중 용기의 무게 증가율은 표 6과 같다. 전체적으로 모든 실험구의 무게 증가율은 저장 시간에 따라 증가하였으며 96 시간을 기준하였을때 4.0(EPS)~85.2%(PAM) 범위였다. 이때 EPS 실험구의 무게 변화율은 4%로 가장 낮게 나타났으며 나머지 실험구들은 74% 이상의 높은 증가율을 보였으며, 특히 PAM 처리구는 85.2%로 가장 높게 나타났는데 이러한 값들은 밥 저장시 무게 증가율보다 약 2배 정도 높은 값이었다. 이와같이 무게가 증가하는 이유는 이들 포장재들이 쉽게 유지를 흡수할 수 있기 때문으로 보이며 유지 식품 포장에서는 흡수 방지를 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다.

Table 5. Weight increasing rate(%) of trays packed in boiled rice during storage at 10°C and RH 50%.

Storage time (hours)	Tray							
	RP ¹⁾	AKD ²⁾	CMC ³⁾	EPS ⁴⁾	PAM ⁵⁾	PEG ⁶⁾	Rosin ⁷⁾	Starch ⁸⁾
24	30.8	32.9	34.0	3.9	30.0	34.3	36.6	32.9
48	32.4	35.6	34.8	2.2	32.0	37.6	37.3	38.9
72	36.5	40.9	35.7	1.4	37.6	37.3	40.7	36.5
96	35.9	39.7	39.3	1.7	41.1	42.3	42.1	35.3

1)~8) : see footnote on Table 1

Table 6. Weight increasing rate(%) of trays packed in fried food during storage at 10°C and RH 50%.

Storage time (hours)	Tray							
	RP ¹⁾	AKD ²⁾	CMC ³⁾	EPS ⁴⁾	PAM ⁵⁾	PEG ⁶⁾	Rosin ⁷⁾	Starch ⁸⁾
24	53.3	49.6	60.9	1.8	64.3	64.5	55.5	57.2
48	63.1	60.2	72.9	2.3	74.9	72.5	69.4	71.2
72	70.2	64.2	78.3	3.0	80.1	82.2	72.1	78.2
96	74.7	69.7	83.5	4.0	85.2	81.8	75.0	80.9

1)~8) : see footnote on Table 1

라. 저장중 밥의 생균수 변화

여러 재질의 포장 용기에 밥을 저장하면서 밥에 존재하는 생균수를 시험한 결과 초기 균수는 2×10^3 /gr이었고 24시간 저장 후 모든 처리구의 균수가 오히려 $10^1 \sim 10^2$ 감소하였는데 이는 저장 온도가 10°C로 일반 세균의 생육 적온에 비하여 상당히 낮은 온도로서 이때 온도에 민감한 일부 균주들로 인하여 생균수가 일시적으로 감소한 것으로 여겨진다. 이후 균수는 서서히 증가하여 최종적으로 5.2×10^3 (PEG)~ 4.6×10^4 (AKD) 범위로 저장 48시간에서 RP는 급격히 균수가 증가하는 반면 PAM 및 starch 처리 포장제를 이용하는 경우 완만한 증가 양상을 보였으나 72시간 이후 모든 포장재에서 급격한 균수 증가를 보였다.

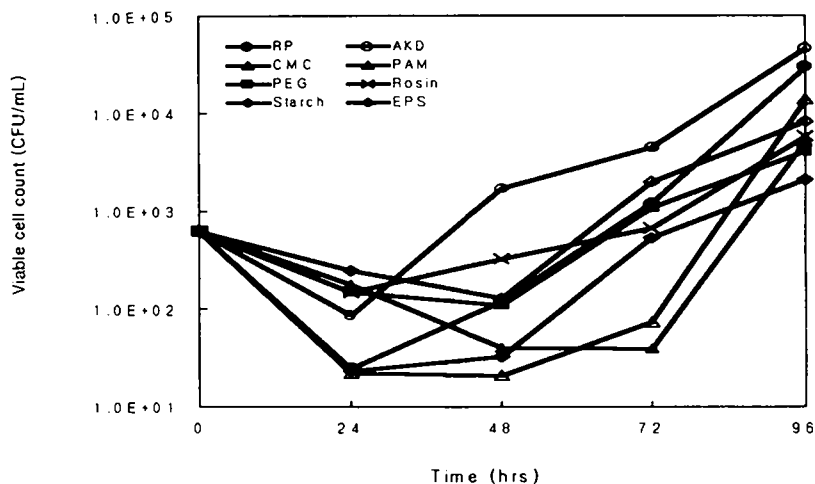


Fig. 1. Viable cell count of boiled rice packed in various trays during storage time at 10°C and RH 50% .
* abbreviation : see footnote on table

마. 벗짚펄프 포장용기의 유해성분분석

벗짚펄프로 제조한 각종 포장용기들의 유해성분을 분석한 결과는 표 7과 같다.

Table 7. Analysis of harmful ingredient existed in the packaging materials made from rice-straw pulp

Trays	Arsenic	Heavy metal	Formaldehyde	Fluorescent bleaching agent	Colored tar	Distillation residue(mg/l)
RP ¹⁾	적합	적합	적합	불검출	불검출	73
Starch ²⁾	"	"	"	"	"	-
Rosin ³⁾	"	"	"	"	"	62
CMC ⁴⁾	"	"	"	"	"	129
AKD ⁵⁾	"	"	"	"	"	745
PAM ⁶⁾	"	"	"	"	"	147
PEG ⁷⁾	"	"	"	"	"	57

1)~8) : see footnote on Table 1

벚짚펄프로 제조한 각종 용기들을 식품포장용기로 사용시 유해한 성분들을 분석한 결과 중발잔류물만이 허용기준량이 30mg/l이므로 문제가 될 수 있는데, 전분을 사용시에는 분석대상에서 제외되므로 식품용기로 사용코져 할때는 전분을 첨가하여 제조하면 사용이 가능하다.

4. 요약

환경 친화적 소재인 벚짚펄프를 이용하여 제조한 용기(RP)와 이 벚짚펄프 용기제조시 AKD, CMC, PAM, PEG, rosin, starch를 분무 살포하여 제조한 용기 및 발포 수지로 사용중인 EPS(expanded polystyrene)에 밥과 튀김 식품을 담아서 온도 10℃, 상대 습도 50% 조건에서 저장하면서 총무게, 밥과 튀김 식품 및 용기의 무게 변화율과 밥의 생균수 변화를 측정하여 식품 용기로서의 특성을 비교하였다. 각종 포장 용기에 포장된 밥이나 튀김 식품의 총무게는 저장 시간에 따라 점차 감소하였으며 최종 저장 시간을 기준하였을 때 밥 저장 실험에서 무게 감소율은 EPS 실험구의 경우 2.7%로 가장 낮았으며 RP의 경우 5.3%로 가장 높았으며, 튀김 식품 저장 실험에서도 EPS 실험구의 경우 1.6%로 가장 낮았고 RP의 경우 3.5%로 가장 높았다. 저장중 밥의 무게는 저장중 계속하여 감소하였으며 무게 감소율은 EPS 실험구의 경우 2.9%로 가장 낮았으며, ST의 경우 13.0%로 가장 높았다. 튀김 식품의 무게 감소율은 저장 시간에 따라 약간 감소하였는데 이때 최종무게 감소율은 EPS 실험구의 경우 1.6%로 가장 낮았으며 PAM를 처리한 실험구의 경우 4.7%로 가장 높았다. 밥의 저장중 용기의 최종 무게 증가율은 EPS 실험구의 경우 1.7%로 가장 낮았으며 PEG 실험구가 42.3%로 가장 높게 나타났다. 튀김 식품의 저장중 용기의 최종 무게 증가율 또한 EPS 실험구의 경우 4.0%로 가장 낮았으며, PAM을 처리한 실험구의 경우 85.2%로 가장 높았다. 밥을 각

용기에 넣어 저장하면서 미생물수를 시험한 결과 저장 24~48시간까지는 전체적으로 감소하는 경향이었으나 그 이후 증가하였는데 PAM이 가장 낮은 균수를 보였고 AKD가 가장 높았다. 그러나 균수 증가율이 EPS보다 벗짚펄프 tray가 적었다.

참 고 문 헌

1. 前田敏朗 : ハ° ルフ° モルト° テ製造装置 について. 紙 ハ° ルフ° 技術 타임스, 47(5), 20(1993)
2. Chiang, A.W. : Molded fiber dual ovenable containers. *Tappi J.*, 76, 103(1993)
3. 안병국 : 식품포장에 있어서 펄프몰드의 이용. 포장정보, 14, 93(1994)
4. 안병국, 박노현 : 벗짚 트레이를 이용한 양송이 버섯의 포장에 관한 연구. 한국식품과학회지, 27, 353~357 (1995)
5. 안병국, 박노현 : 벗짚을 이용한 성형 포장재 개발에 관한 연구. *J. of Korean Tappi*, 27, 49~56 (1995)
6. 안병국, 박노현 : 혼합비율에 따른 왕겨-벗짚 성형 포장재의 특성 변화. *J. of Korean Tappi*, 27, 55~62(1995)
7. Miller, W.R., McDonald, R.E. and Crocker, T.E. : Fruit quality of rabbiteye blueberries as influenced by weekly harvests, cultivars and storage duration. *Hort. Sci.*, 23, 182(1988)
8. Nichols, R. and Hammond, J.B.W. : Observation of the effect of punnet type on the quality of pre-packed mushrooms. *Mushroom J.*, 3, 106(1973)

제 3 절 벗짚펠프로 제조한 도시락용기의 경제성 분석

1. 서 설

여기서의 분석대상인 성형포장재의 가격 경쟁력 강화를 위한 당면과제는 무엇보다도 먼저 원가를 절감하여 제품가격을 낮추는 것이다.

원가의 개념은 상기업에서 사용하는 원가와 제조업에서 사용하는 원가의 2가지 종류가 있다. 본 분석에서 사용된 원가의 개념은 제조업에서 사용되는 원가로서 여기서는 성형포장재의 일종인 도시락용기의 제조원가를 그 대상으로 한다.

본 원가분석의 목적은 도시락용기의 주원료를 벗짚펠프로 대체 하였을 경우의 제조원가와 원래의 원료를 이용하여 계산된 제조원가를 비교하여서 과연 벗짚펠프가 도시락용기의 원료로 사용되어 생산된 제품이 경제성이 있는가를 알아보기 위한 것이다. 제품이 우수하다 하더라도 시장확보를 위한 경제성이 없다면 별 의미가 없기 때문이다. 이에 도시락용기의 원가분석을 통하여 벗짚펠프를 통한 도시락용기의 제조가 경제성이 있는지 없는지를 알아보고 제품의 생산에 대한 의사결정에 도움이 되는 정보를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 분석대상의 제조업체

본 분석의 대상이 되는 사례기업은 <표 1>에서 보는 바와 같이 김제시 오정동에 위치해 있는 G주식회사로서 생산직 직원 85명, 관리직 직원 25명을 두고 있다. 그리고 주된 생산품목은 계란팩, 도시락용기 등 4가지이고 1997년 매출액은 14,346백만원이었다.

<표 1> 사례기업의 개요

구 분	내 용
○ 사례기업	○ G주식회사
○ 설립년도	○ 1991년 3월 법인설립
○ 주소	○ 전북 김제시 오정동 소재
○ 직원수	○ 110명(생산직 85명, 관리직 25명)
○ 생산품목	○ 계란트레이, 계란팩, 과일트레이, 도시락용기
○ 영업실적	○ 1997년 매출액 14,346백만원

3. 주요재무제표

원가분석에 들어가기 전에 해당 기업의 재무상태가 양호한가를 먼저 파악하고자 한다. 우선 대차대조표 <표 2>에서 단기(1년 이내)부채와 이것을 변제하는 1년 이내에 현금화가 가능한 유동자산에 대한 비율인 유동비율(유동자산/유동부채)이 34.3%로 나타나 표준지표인 200%보다 아래 있어서 유동비율이 매우 양호하지 못한 상태이고, 총자산에 대한 자기자본비율을 나타내는 비율(자기자본/총자산)은 -20.2%로서 통상적으로 자기자본이 총자산의 40% 이상은 되어야 이자부담이 적은데, 사례기업에서는 이자부담이 매우 크다는 것을 알 수 있다.

<표 2> 대 차 대 조 표

단 위 : 원

차 변(자산)		대 변(부채·자본)	
자산		부채	
유동자산	3,275,213,458	유동부채	9,557,044,991
고정자산	49,532,078,595	고정부채	53,946,793,218
		자본	-10,696,546,156
자 산 합 계	52,807,292,053	부채 및 자본	52,807,292,053

다음으로는 1997년 한해 동안의 수익성 분석을 해보면 다음과 같다. 매출액에 대한 이익의 비율을 나타내는 매출총이익율(매출총이익/매출액)은 28.2%로서 통상적인 평가기준인 20%를 상회하는 것으로 나타나 이 사례기업의 장기적인 수익능력은 어느정도 양호한 것으로 보인다. 그런데 경영활동에 의한 경상이익의 비율을 나타내는 경상이익율(경상이익/매출액)은 -18.9%로서 통상적인 평가기준 5%를 훨씬 하회하는 것으로 나타났는데 경상이익률은 영업외 손익의 크기에 따라서 변하는 것으로 사례기업의 경우는 영업외 비용의 과다지출에 기인한 것으로 보인다. 매출액에서 순이익이 차지하는 비율을 의미하는 매출액 순이익율(순이익/매출액)은 -18.1%로써 매우 저조한 수준이다.

<표 3> 손익 계산서

단 위 : 원

차		대	
변		변	
매출원가	10,298,558,527	매출액	14,346,762,017
판매비와 관리비	1,360,697,978	영업외 수익	158,073,783
영업외 비용	5,550,950,605	특별이익	104,717,206
당기순이익	-2,600,654,104		
합 계	14,609,553,006	합 계	14,609,553,006

4. 도시락용기의 제조원가

G주식회사의 1997년 한해의 제조원가의 구성은 <표 4>에서 보는 바와 같이 경비가 43.5%, 재료비 40.9%, 노무비 15.0%로 나타났다. 그리하여 경비의 비중이 가장 크고 다음에 재료비의 비중이 큰 것으로 나타났다.

<표 4> 제조원가의 구성

단 위 : 원, ()안은 %

비 목		금 액
재 료 비	주재료비	3,118,787,575(29.4)
	부재료비	1,222,557,753(11.5)
	소 계	4,341,345,328(40.9)
노 무 비	급료와 임금	1,557,531,164(14.7)
	퇴직급여	99,986,721(0.9)
	소 계	1,657,517,885(15.6)
경 비	감가상각비	2,056,863,661(19.4)
	생산연료비	601,683,099(5.7)
	전력비	478,993,303(4.5)
	기계임차료	471,863,316(4.4)
	소모품비	323,482,269(3.0)
	복리후생비	309,153,668(2.9)
	보험료	140,699,482(1.3)
	차량유지비	62,263,758(0.6)
	기타	168,150,821(1.7)
	소 계	4,613,153,377(43.5)
당기제품제조원가		10,612,016,590(100.0)

주 : 이 제조원가는 계란포장제품 185,588,389개, 도시락제품 66,785,524개의 합계인 252,373,913개의 매출량에 대한 원가임.

위에서는 제품의 제조원가를 크게 경비, 재료비, 노무비로 나누었는데, 해당 기업이 합리적인 제조원가의 관리를 위해서는 제조원가를 차지하고 있는 비목들을 세부적으로 파악하여 철저한 통제·관리가 필요하다.

<표 5>에서 원가의 구성비목을 28개로 나누어 금액의 크기 순으로 정리하고, 각 비목을 전체의 80%:A, 15%:B, 5%:C의 3그룹으로 나누어 볼 수 있다. 그러면 전체 원가의 대부분인 80%의 비중을 차지하고 있는 A그룹에 대한 집중적인 관리 방안을 모색할 필요가 있게 된다. <표 5>에서 보는 것과 같이 제품을 만드는데 있어서 가장 많은 비중을 차지하는 것은 주재료비(29.4%)와 감가상각비(19.4%), 급료와 임금(14.7%), 부재료비(11.5%), 생산연료비(5.7)로서 이들 비용이 제조원가 전체의 80.7를 차지하고 있었다. 따라서

원가를 낮추기 위해서는 이들 5개 비목을 중점적으로 관리해야 할 것이다.

특히 IMF시대를 맞이하여 도시락용기 제조업의 원가를 절감시키기 위해서는 주재료비를 어떻게 절감시켜 나갈 것인가가 가장 중요한 과제로 부각되고 있다.

<표 5> 제조원가의 구성비

순위	비 목	금 액(원)	누계액(원)	비목별구성비	구성비누계
1	주재료비	3,118,787,575	3,118,787,575	29.4	29.4
2	감가상각비	2,056,863,661	5,175,651,236	19.4	48.8
3	급료와 임금	1,557,531,164	6,733,182,400	14.7	63.5
4	부재료비	1,222,557,753	7,955,740,153	11.5	75.0
5	생산연료비	601,683,099	8,557,423,252	5.7	80.7
6	전 력 비	478,993,303	9,036,416,555	4.5	85.2
7	기계임차료	471,863,316	9,508,279,871	4.4	89.6
8	소모품비	323,482,269	9,831,762,140	3.0	92.6
9	복리후생비	309,153,668	10,140,915,808	2.9	95.5
10	보 험 료	140,699,482	10,281,615,290	1.3	96.8
11	퇴직급여	99,986,721	10,381,602,011	0.9	97.7
12	차량유지비	62,263,758	10,443,865,769	0.6	98.3
13	세금공과	52,742,251	10,496,608,020	0.5	98.8
14	수 선 비	44,729,540	10,541,337,560	0.4	99.2
15	포 장 비	20,383,365	10,561,720,925	0.2	99.4
16	통 신 비	13,338,806	10,575,059,731	0.12	99.52
17	지급수수료	12,546,320	10,587,606,051	0.11	99.63
18	운 반 비	8,826,250	10,596,432,301	-	-
19	접 대 비	5,851,247	10,602,283,548	-	-
20	여비교통비	4,002,560	10,606,286,108	-	-
21	광고선전비	2,420,000	10,608,706,108	-	-
22	지급임차료	1,450,447	10,610,156,555	-	-
23	도서인쇄비	571,800	10,610,728,355	-	-
24	판 촉 비	440,000	10,611,168,355	-	-
25	견 본 비	393,715	10,611,562,070	-	-
26	교육훈련비	202,000	10,611,764,070	-	-
27	잡 비	180,940	10,611,945,010	-	-
28	회 비	71,580	10,612,016,590	-	100.0

해당기업의 생산품은 <표 6>에서 보는 바와 같이 계란포장제품 6개 종류와 도시락제품 8개 종류이다. 본 분석에서 관심이 있는 제품은 도시락용기이다. 그래서 도시락용기 전체 생산량에서 약57%를 차지하고, 도시락용기 중에서 가장 많이 생산되고 있는 종류는 H-011제품으로서 여기서는 이 제품을 중심으로 원가분석을 하고자 한다.

<표 6> 제품매출원가 및 판매량

구 분	제 품	판매수량(개)	매출원가(원)
계란포장 제 품	난좌3호	52,200	1,837,400
	5호	17,019,128	588,142,168
	6호	25,816,460	892,056,829
	7호	104,827,263	3,619,347,211
	소 계	147,715,051	5,101,383,648
	팩3310	10,254,646	523,143,876
	3810	27,618,692	1,402,608,301
	소 계	37,873,338	1,925,752,177
	합 계	185,588,389	7,027,135,825
도시락 제 품	H-001	6,805,778	559,132,750
	H-002	708,364	47,229,603
	H-003	99,185	20,447,294
	H-004	4,163,855	403,082,577
	H-005	451,344	32,769,315
	H-006	401,282	32,371,801
	H-010	16,098,828	519,483,114
	H-011	38,056,888	1,543,145,750
	소 계	66,785,524	3,157,662,204
총 계	252,373,913	10,184,798,092	

주 : 매출원가 = 기초제품재고액+당기제품제조원가-기말제품재고액

도시락용기에 사용되는 주재료는 <표 7>에 보는 바와 같이 활엽수펄프와 대나무펄프이다. 이들에 지출된 주재료비는 약 14억원에 달하고 있어 이는 도시락제품의 전체 재료비 18억5천만원 중 75%가량에 해당된다. 주재료의

성분을 보면 활엽수펄프 : 대나무펄프는 80 : 20 로 나타났다. 따라서 도시락용기의 제조원가를 낮추어서 가격경쟁력을 가지기 위해서는 활엽수펄프와 대나무펄프를 좀더 값싼 재료로 대체하는 방안이 강구되어야 할 필요가 있다.

<표 7> 제품별 주요 주·부재료 사용량과 비용

구 분	품 명	수 량(톤,kg)	금 액(원)	
계란포장 제 품	주재료	신 문 지	12,275(84.7)	
		골 판 지	789(5.5)	
		고 지	1,421(9.8)	
		소 계	14,485(100.0)	
	부재료	그 리 스	-	
		체인오일	-	
		그외 기타	-	
	전 체			2,490,742,911
	도시락 제 품	주재료	활엽수 펄프	2,260,867(80.0)
			대나무 펄프	560,000(20.0)
소계			2,820,867(100.0)	
부재료		코팅제	3,000	
		그외 기타	-	
소 계			1,850,602,417	
전 체			4,341,345,328	

주 : 현재 도시락용기의 주재료의 성분비율은 활엽수펄프 : 대나무펄프 = 80 : 20

5. 도시락 용기 주재료의 결합비율에 따른 제조원가의 비교

원가절감의 주요 비목의 하나인 주재료비를 절감시키기 위해서는 먼저 주재료의 결합 상태를 살펴볼 필요가 있다. 주재료의 종류별 가격이 변동될 때 원가절감을 위해서는 값비싼 종류의 재료를 값싼 종류의 재료로 대체하는 것이 합리적이다.

앞의 <표 7>에서 본 바와 같이 현행 주재료의 성분비를 보면 활엽수펄프

: 대나무펄프의 비율이 80 : 20으로 나타났는데, 이것을 포함하여 도시락용기의 주재료 결합비율별 제조원가를 나타낸 것이 <표 8>과 <표 9>이다. <표 8>은 도시락용기의 성분비율의 변화에 따른 주재료비의 전체 금액과 제조원가의 총액을 나타낸 것이고, <표 9>는 주재료의 결합비율에 따른 도시락용기(H-011)의 단위당 제조원가를 나타낸 것이다. 활엽수펄프 : 대나무펄프의 비율을 현재 처럼 80 : 20으로 하였을 때 도시락용기의 1단위당 제조원가는 42.2원으로 나타났다(표9). 이들 활엽수펄프와 대나무펄프를 모두 벗짚펄프로 대체했을 때는 도시락용기 1단위당 제조원가가 35.6원으로 나타났다(벗짚펄프 : 활엽수펄프를 100 : 0으로 하였을 때 1단위당 제조원가는 35.6원으로 나타남). 그리하여 현재 사용중인 활엽수펄프와 대나무펄프를 모두 벗짚펄프로 대체하는 것은 제품의 원가를 절감시켜 가격경쟁력을 향상시키는 데 기여한다고 판단된다.

<표 8> 도시락 용기의 성분비율별 주재료비와 제조원가의 변화

활엽수펄프	대나무펄프	금 액	제 조 원 가
100	0	1,402,652,744	3,292,375,066
90	10	1,401,327,782	3,291,050,104
80*	20*	1,400,002,821	3,289,725,143
70	30	1,398,677,859	3,288,400,181
50	50	1,396,027,937	3,285,750,259
30	70	1,393,378,014	3,283,100,336
벗짚펄프	대나무펄프	금 액	제 조 원 가
100	0	880,325,088	2,770,047,410
90	10	931,232,892	2,820,955,214
80	20	990,053,731	2,879,776,053
70	30	1,033,048,501	2,922,770,823
50	50	1,134,864,109	3,024,586,431
30	70	1,236,679,717	3,126,402,039

- 벗짚펄프의 경우는 kg당 311.5원으로 계산한 것이고, 이 펄프는 수입용(중국산)으로 1달리당 890원의 환율로 계산한 것임.
- 표에서 *는 1997년 현재 사제기업에서 실제로 도시락용기에 사용한 주재료의 성분 비율임.

〈표 9〉 도시락용기의 단위당 제조원가의 비교

활엽수펄프	대나무펄프	제 조 원 가	1단위당제조원가(H-011)*
100	0	3,292,375,066	42.28
90	10	3,291,050,104	42.26
80*	20*	3,289,725,143	42.24
70	30	3,288,400,181	42.23
50	50	3,285,750,259	42.19
30	70	3,283,100,336	42.16
벗짚펄프	활엽수펄프	제조원가	1단위당제조원가(H-011)*
100	0	2,770,047,410	35.57
90	10	2,820,955,214	36.22
80	20	2,879,776,053	36.98
70	30	2,922,770,823	37.53
50	50	3,024,586,431	38.84
30	70	3,126,402,039	40.15

주 : *는 모델 H-011의 규격 184×119×24mm임.

6. 환율변동이 도시락용기의 제품원가에 미치는 영향

도시락제품의 주재료비의 종류 중 값비싼 종류를 값싼 종류로 대체하여 재료비를 낮추고 제품의 원가를 절감하는 것은 IMF시대에 더욱 중요하다. IMF체제 하에서 환율의 상승은 곧 제품원가의 상승으로 이어지기 때문에 수입재료를 값싼 국산원료로 대체할 필요가 있다. 〈표 10〉에서 보는 바와 같이 도시락제품의 주재료비 중 수입원료가 차지하는 비중이 75.6%나 되기 때문에 환율인상이 제품원가에 미치는 영향력은 매우 크다고 볼 수 있다.

<표 10> 재료비의 구성

품 명		수량(kg)	금액	금액구성비
수 입	활엽수 펄프	2,260,867	1,122,122,195	60.6
	대나무 펄프	560,000	277,880,626	15.0
	소 계		1,400,002,821	75.6
국 산	코팅제	3,000	4,951,483	0.3
	정착제	16,831	61,667,132	3.4
	내염제	59,711	72,134,694	3.9
	내유제	13,635	194,675,433	10.5
	내수제	14,636	60,326,018	3.2
	MEDIA	73BOX	16,641,784	0.9
	금 망	1638EA	40,203,052	2.2
	소 계		450,599,596	24.4
합 계			1,850,602,417	100.0

환율인상은 바로 도시락제품의 재료비 인상으로 나타나는데 환율 시나리오별 재료비 인상율은 <표 11>에서 보는 것과 같다. IMF체제 이전(1997년 11월말 기준)에 환율이 1달러당 890원이던 것이 IMF체제 이후 1,200원으로 올랐을 때 재료비는 26.3% 상승하는 것으로 나타났다. 또한 환율이 57.3% 상승하여 1달러당 1,400원일 때는 도시락제품의 재료비가 43.3%나 상승하게 된다.

<표 11> 환율인상에 따른 재료비의 인상

환율/\$	환율변동비율	재료비 중 수입원료의 비중	재료비 인상율*	재료비
890	0	0.756	0	1,850,602,417
1,100	0.236	0.756	0.178	2,181,003,083
1,200	0.348	0.756	0.263	2,337,803,399
1,300	0.460	0.756	0.348	2,494,603,715
1,400	0.573	0.756	0.433	2,652,804,033
1,500	0.685	0.756	0.518	2,809,604,349

주 : *은 환율변동비율×재료비 중 수입원료의 비중(0.756)

이러한 환율인상에 따른 재료비의 인상은 도시락제품의 원가를 상승시키게 된다. <표 12>에서 보는 것과 같이 환율이 1달러당 890원에서 1,200원으로 올랐을 때 제품의 원가는 14.8%, 1,400원으로 올랐을 때 제품의 원가는 24.4% 각각 상승하게 된다. 그리하여 도시락제품(H-011)의 경우 환율이 1달러당 890일 때 1단위당 제조원가가 42.2원이던 것이 환율이 1달러당 1,200원일 때 48.5원, 1달러당 1,400원일 때 52.5원으로 각각 오르게 된다.

<표 12> 환율인상에 따른 재료비 인상이 제품원가에 미치는 영향

환율/1 \$	환율 변동비율	제조원가 중 재료비의 비중	재료비 중 수입원료 비중	제품원가의 인상율*	총제조원가	단위당 제조원가**
890	0	0.562	0.756	0	3,289,725,143	42.24
1,100	0.236	0.562	0.756	0.100	3,619,808,569	46.48
1,200	0.348	0.562	0.756	0.148	3,776,458,331	48.49
1,300	0.460	0.562	0.756	0.195	3,933,108,092	50.51
1,400	0.573	0.562	0.756	0.244	4,091,156,512	52.53
1,500	0.685	0.562	0.756	0.291	4,247,806,274	54.55

주 : *은 환율변동비율×제품제조원가 중 재료비의 비중(0.562)×재료비 중 수입원료의 비중(0.756)
 **는 규격 184×119×24mm임.

7. 결 론

본 연구에서 비교코자 하는 것은 활엽수펄프에 대나무펄프를 혼합하여 제조하는 도시락용기의 제조원가에 비하여 벗짚펄프로 이들 펄프를 완전히 대체했을 때의 도시락용기의 제조원가가 어떠한가 하는 것인데, <표9>에서 보는 바와 같이 활엽수펄프 : 대나무펄프를 80 : 20으로 하였을 때의 제조원가(42.2원) 보다 벗짚펄프 : 활엽수펄프를 100 : 0으로 했을 때의 제조원가(35.6원)으로 제조원가가 저렴하므로 벗짚펄프를 사용하는 것은 경제성이

있다고 평가되었다.

더욱이 도시락용기의 경우 그 주재료의 수입의존도가 75.6%나 되어 환율 인상에 따른 제품원가의 인상은 가격 경쟁력 향상에 큰 제약요인으로 작용한다. 따라서 값비싼 수입원료를 값싼 볏짚펄프로 대체하는 것은 중요한 의미를 가진다고 볼 수 있다.

제 6 장

벗짚펄프를 이용한 한지 제조시험

세부연구책임자 : 강 진 하
연 구 원 : 정 안 성
연 구 보 조 원 : 주 길 천
박 성 종
임 현 아
이 증 열

제 1 절 한지 제조시험

1. 서 설

한지는 종이의 역사와 함께하여 왔다고 하여도 과언이 아닐 정도로 그 역사가 매우 길다. 중국에서 종이제조기술이 발명되었을 당시에 만들어진 종이는 원료로서 靛類, 대나무, 麻類 및 인피섬유가 사용되어졌으며, 초지방법은 수륙법이였다. 이와같은 종이제조기술은 우리나라를 거쳐 일본까지 전래되었으며, 오늘날까지도 중국, 한국, 일본에서 계승 발전되어 오고 있는데, 우리나라에서는 한지(韓紙)라는 이름으로 제조, 이용되고 있다.

우리나라에서는 한지의 원료로서 다펠프 인피섬유인 다펠프를 주로 사용하여 왔으나, 최근에는 다펠프에 고지등의 목재펄프를 혼합하여 화선지등을 제조하고 있다²⁾. 특히 화선지 제조의 경우 먹물의 번짐성을 균일하게 하고 발묵성을 적절하게 조절하기 위하여 단섬유로서 목재펄프가 주로 이용되고 있다. 그러나 국산 화선지는 중국과 대만에서 수입되는 고급 화선지보다 품질이 열등하여 저가로 판매되고 있으므로 靛類 펄프¹⁾ 또는 대나무펄프³⁾를 이용하는 연구도 수행된 바 있다.

이에따라 본 연구는 다펠프와 본 과제의 1, 2차년도에 개발한 기술로 제조한 벚꽃표백화학펄프를 다양한 여수도로 고해한 후, 여러가지 비율로 혼합하여 수초지한 한지의 물리적 성질과 발묵성을 구명하므로서 다양한 물성의 한지제조 기술을 개발코져 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

1). 닥펄프

수입된 백닥으로 제조한 닥펄프를 한지제조업체인 K한지회사에서 구입하여 사용하였다.

2). 벗짚펄프

한지제조용 벗짚펄프는 다음과 같이 제조한 후 표백하여 사용하였다.

○ . 벗짚펄프 제조

1차년도에 벗짚을 이용한 펄프제조 실험을 한 결과 펄프수율 및 Kappa No. 를 고려하였을 때 적정하다고 평가된 다음과 같은 방법과 조건으로 한지제조용 벗짚펄프를 제조하였다.

- 제조방법 : 알칼리성 아황산염-안트라퀴논 펄핑
- 증해조건 : 약품첨가량(20%)
증해온도(150℃)
증해시간(60분)

○ . 벗짚펄프 표백

상기와 같이 제조한 벗짚펄프를 2차년도에 표백한 결과 Kappa No. 및 백색도를 고려하였을 때 적정하다고 평가된 2단표백(HP) 방법으로 벗짚펄프를 표백하였음.

- . 표백방법 : 2단표백(차아염소산칼슘 → 과산화수소)

- . 표백조건

- 차아염소산 칼슘(약품첨가량 : 3%, 온도 25℃, 시간 30분,
펄프농도 : 3%)
- 과산화수소(약품첨가량 : H₂O₂ 2%, NaOH 1.5%, Na₂SiO₃ 5% + MgSO₄
0.5%, 온도 : 40℃, 시간 : 60분, 펄프농도 : 10%)

3). 목재펄프

한지제조용 목재펄프는 수입된 침엽수 표백화학펄프, 활엽수 표백화학펄프 및 고지펄프(모조지 고지)를 각각 사용하였다.

4). Polyacrylamide(PAM)

지통에서 펄프의 균일한 분산을 위하여 분산제로서 PAM을 구입하여 사용하였다.

나. 실험방법

1). 펄프의 고해

닥펄프는 Knife beater(용량 50 l)를 사용하였으며, 펄프농도를 1%로 하여 25 °SR과 35 °SR로 고해하였다. 또한 벗짚펄프 및 목재펄프는 Valley beater(20 l)를 사용하였으며, 펄프농도를 2%로 하여 30, 35, 40, 50 °SR로 고해하였다.

2). 한지 제조

1)항과 같이 고해한 각종 펄프들을 다음과 같이 혼합하여 평량 25~30g/cm²으로 수초지(지료량 : 120 l , 펄프농도 : 0.3%, PAM농도 및 용량 : 0.1%, 8 l , 초지발크기 : 45 × 30cm)하여 press로 18시간 동안 압착, 탈수하였다. 압착, 탈수한 한지는 열판건조기에 1장씩 발라 건조하였다.

- . 닥펄프 : 25, 35 °SR
- . 벗짚펄프 및 목재펄프 : 30, 35, 40, 50 °SR
- . 혼합비율(닥펄프 : 벗짚펄프 또는 목재펄프)
: 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80)

3). 한지 품질시험

2)항과 같이 제조한 각종 한지들의 물리적 성질을 비교코저 평량, 두께, 밀도, 백색도, 투기도, 평활도, 인장강도, 파열강도, 인열강도 및 내절도를 측정하였다. 또한 제조된 한지들을 화선지로 사용코저 발묵시험을 수행하였다. 발묵시험은 시편에 시판용 먹물을 뷰렛을 이용하여 3방울 떨어뜨린 후 건조하여, 발묵점의 길이, 폭, 길이와 폭의 차, 둘레 및 넓이를 화상분석기 (Image Analyzer)를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 한지 제조 및 품질시험

1). 물리적 성질

각종 한지들의 물리적 성질을 측정한 결과는 다음과 같다.

닥펠프의 고해도를 25 °SR로 하고 벗짚표백화학펠프의 고해도를 30 °SR로 하여 수초지한 한지들의 물리적 성질은 다음과 같다.

펠프혼합비율 (닥 : 벗짚)	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80
전건 평량(g/m ²)	26.8	27.4	28.3	27.7	28.4
두께(μm)	94	94	91	86	88
밀도(g/cm ³)	0.29	0.29	0.31	0.32	0.32
백색도	76.4	75.9	74.6	74.2	73.9
투기도(sec.)	1.9	2.1	4.7	7.1	7.9
평활도	1.5	1.7	2.6	3.9	4.8
열단장(Km)	6.0	5.7	6.0	5.9	5.6
파열지수(kPa · m ² /g)	3.22	2.94	3.12	3.29	2.94
인열지수(mN · m ² /g)	70.7	43.4	39.7	29.7	30.5
내절도	14	11	16	16	18

벗짚펠프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 장섬유인 닥펠프 사이의 공간을 단섬유인 벗짚펠프가 채우게 되므로 밀도 및 평활도가 증가된다. 그러나 닥

펄프 비율의 감소로 투기도 및 각종 강도들은 감소되었는데, 특히 인열강도가 1/2이하로 크게 감소되었다.

닥펄프의 고해도를 25 °SR로 하고 벚짚표백화학펄프의 고해도를 40 °SR로 하여 수초지한 한지들의 물리적 성질은 다음과 같다.

펄프혼합비율 (닥 : 벚짚)	80:20	60:40	40:60	20:80
전건량(g/m ²)	28.2	28.2	27.8	28.7
두께(μm)	103	88	85	88
밀도(g/cm ³)	0.27	0.32	0.33	0.33
백색도	75.2	75.5	73.6	71.2
투기도(sec.)	3.8	8.4	4.1	12.0
평활도	2.1	3.7	3.7	5.0
열단장(Km)	7.0	5.9	5.4	5.6
파열지수(kPa·m ² /g)	3.86	3.20	3.14	3.28
인열지수(mN·m ² /g)	88.2	39.7	63.9	45.7
내절도	68	15	27	21

벚짚펄프의 혼합비율을 증가시키에 따라 밀도 및 평활도는 증가되나, 투기도와 각종 강도들은 감소되었다. 벚짚펄프 고해도 30 °SR의 경우와 비교하여 볼때 종이의 조직이 치밀하게 되어 밀도 및 평활도가 증가되고 각종 강도들이 향상되었다.

닥펄프의 고해도를 25 °SR로 하고 벚짚표백화학펄프의 고해도를 50 °SR로 하여 수초지한 한지들의 물리적 성질은 다음과 같다.

펄프혼합비율 (닥 : 벚짚)	80:20	60:40	40:60	20:80
전건량(g/m ²)	29.7	31.1	27.6	27.2
두께(μm)	103	105	92	86
밀도(g/cm ³)	0.29	0.30	0.30	0.32
백색도	73.8	76.6	75.1	72.0
투기도(sec.)	2.9	3.9	7.4	13.1
평활도	1.6	1.8	3.0	3.9
열단장(Km)	6.9	5.4	5.7	6.3
파열지수(kPa·m ² /g)	4.69	2.24	2.74	2.85
인열지수(mN·m ² /g)	96.3	28.0	26.7	27.1
내절도	110	7	10	15

벚짚펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도 및 평활도는 증가되나, 투기도와 각종 강도들은 감소되었다. 이와같이 고해도 30 °SR과 40 °SR의 경우와 다르게 각종 강도들이 감소되는 것은 벚짚펄프가 너무 미세섬유화 된 데 기인하는 것이 아닌가 사료된다.

닥펄프의 고해도를 35 °SR로 하고 벚짚표백화학펄프의 고해도를 30 °SR로 하여 수초지한 한지들의 물리적 성질은 다음과 같다.

펄프혼합비율 (닥 : 벚짚)	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80
전건평량(g/m ²)	28.7	28.9	28.1	28.3	28.7
두께(μm)	107	100	91	92	93
밀도(g/cm ³)	0.27	0.29	0.31	0.31	0.31
백색도	76.8	75.6	75.1	74.8	72.6
투기도(sec.)	1.8	4.1	5.1	6.0	6.3
평활도	1.3	2.1	2.9	3.0	3.0
열단장(Km)	6.7	7.6	5.8	5.5	5.3
파열지수(kPa·m ² /g)	3.59	3.70	2.44	2.50	2.32
인열지수(mN·m ² /g)	102.3	85.3	27.6	32.6	33.6
내절도	106	97	7	12	11

벚짚펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도 및 평활도는 증가되나, 투기도와 각종 강도들은 감소되어 닥펄프 25 °SR의 경우와 비슷한 경향이였다. 한편 닥펄프만으로 제조시 고해도간 비교를 하여 보면 고해도가 높을 수록 섬유의 피브릴화로 각종 강도들이 향상되었다.

닥펄프의 고해도를 35 °SR로 하고 벚짚표백화학펄프의 고해도를 40 °SR로 하여 수초지한 한지들의 물리적 성질은 다음과 같다.

펄프혼합비율 (닥 : 벚짚)	80:20	60:40	40:60	20:80
전건평량(g/m ²)	30.0	28.5	28.6	28.7
두께(μm)	95	93	89	87
밀도(g/cm ³)	0.32	0.31	0.32	0.33
백색도	75.8	75.0	73.6	73.4
투기도(sec.)	5.3	7.1	8.2	17.2
평활도	1.9	2.3	3.0	4.5
열단장(Km)	7.5	7.1	6.4	5.7
파열지수(kPa·m ² /g)	3.86	3.48	3.26	2.67
인열지수(mN·m ² /g)	81.4	67.7	51.2	43.1
내절도	83	113	44	30

벚짚펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도 및 평활도는 증가되나, 투기도와 각종 강도들은 감소되었다. 닥펄프 고해도 25 °SR경우 및 벚짚펄프 고해도 30 °SR의 경우와 각종 물리적 성질을 나타내는 수치들을 비교하여 볼때 종이의 조직이 치밀하여지고 강도도 증가하는 경향을 나타내었다.

닥펄프의 고해도를 35 °SR로 하고 벚짚표백화학펄프의 고해도를 50 °SR로 하여 수초지한 화선지들의 물리적 성질은 다음과 같다.

펄프혼합비율 (닥 : 벚짚)	80:20	60:40	40:60	20:80
전건평량(g/m^2)	27.6	28.5	25.0	27.5
두께(μm)	93	92	81	80
밀도(g/cm^3)	0.30	0.31	0.31	0.34
백색도	73.8	72.7	73.2	71.6
투기도(sec.)	4.4	8.6	10.0	24.4
평활도	2.1	2.6	3.2	5.4
열단장(Km)	7.8	8.2	7.9	6.8
파열지수($kPa \cdot m^2/g$)	4.66	4.06	3.69	4.07
인열지수($mN \cdot m^2/g$)	81.8	70.1	58.1	39.8
내절도	72	110	63	70

벚짚펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도 및 평활도는 증가되나, 투기도와 각종 강도들은 감소되었다. 닥펄프 고해도 25 °SR의 경우 및 벚짚펄프 고해도 40 °SR의 경우와 비교하여 볼때 종이의 조직이 치밀하여지고 강도들은 증가하는 경향을 나타내었다.

상기와 같이 닥펄프와 벚짚표백화학펄프를 이용하여 다양한 종류의 고해도와 펄프 배합비율 별로 수초지한 26종의 한지의 물리적 성질을 측정하였으므로 용도에 따라 선택사용 할 수 있을 것이다.

이번에는 기존 한지공장에서 제조하고 있는 것과 동일한 원료 및 고해도로 화선지를 펄프 혼합비율 별로 제조하고, 또한 원료만 고지를 벚짚표백화학펄프, 활엽수표백화학펄프 및 침엽수표백화학펄프로 대체, 제조하여 이들의 물리적 성질을 비교코저 다음과 같이 실험하였다.

닥펄프의 고해도를 25 °SR로 하고 고지(모조지 고지)의 고해도를 35 °SR로 하여 수초지한 화선지들의 물리적 성질은 다음과 같다.

펄프혼합비율 (닥 : 고지)	80:20	60:40	40:60	20:80
전건량(g/m ²)	26.3	27.2	26.3	26.5
두께(μm)	98	97	86	81
밀도(g/cm ³)	0.27	0.28	0.31	0.33
백색도	76.5	78.5	80.4	83.7
투기도(sec.)	1.1	1.3	2.0	1.6
평활도	1.2	1.5	2.2	2.7
열단장(Km)	5.9	4.9	4.0	3.0
파열지수(kPa·m ² /g)	3.39	2.42	1.79	0.96
인열지수(mN·m ² /g)	189.3	142.2	87.7	52.6
내절도	106	43	11	3

고지펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도, 백색도 및 평활도는 증가되나, 투기도 및 각종 강도들은 크게 감소되었다.

상기와 동일한 고해도의 닥펄프와 벗짚표백화학펄프를 각종 혼합비율로 수초지하여 측정한 물리적 성질은 다음과 같다.

펄프혼합비율 (닥 : 벗짚)	80:20	60:40	40:60	20:80
전건량(g/m ²)	27.1	25.4	26.0	26.6
두께(μm)	95	90	89	90
밀도(g/cm ³)	0.29	0.28	0.29	0.30
백색도	77.2	75.1	74.3	72.9
투기도(sec.)	2.3	2.5	2.5	5.4
평활도	1.7	2.0	2.4	3.5
열단장(Km)	6.7	6.9	6.2	5.5
파열지수(kPa·m ² /g)	3.72	3.51	2.94	2.58
인열지수(mN·m ² /g)	129.8	123.9	80.9	44.7
내절도	105	100	41	28

벗짚펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도, 평활도는 증가되나, 투기도 및 각종 강도들은 크게 감소되었는데, 인열지수 및 내절도 감소폭이 컸다. 시판되고 있는 화선지의 펄프 혼합비율(닥:단섬유=20:80)에서 비교시

고지 대신 벗짚펄프를 사용한 경우 밀도 및 투기도는 낮으나 평활도 및 각종 강도들은 높았다.

상기와 동일한 고해도의 닥펄프와 활엽수표백화학펄프를 각종 혼합비율로 수초지하여 측정한 물리적 성질은 다음과 같다.

펄프혼합비율 (닥 : 활엽수)	80:20	60:40	40:60	20:80
전건량(g/m ²)	27.2	29.9	29.5	31.8
두께(μm)	96	100	94	94
밀도(g/cm ³)	0.28	0.30	0.31	0.34
백색도	81.4	83.8	85.3	86
투기도(sec.)	2.0	2.7	2.8	3.7
평활도	1.6	1.8	2.1	2.4
열단장(Km)	6.0	5.1	4.5	4.1
파열지수(kPa·m ² /g)	2.81	2.17	1.90	1.51
인열지수(mN·m ² /g)	62.5	39.4	29.4	24.9
내절도	25	7	5	4

활엽수펄프의 혼합비율을 증가시키에 따라 밀도 및 평활도는 증가되나, 투기도 및 각종 강도들은 감소되었다. 고지 대신 활엽수펄프를 사용한 경우 밀도는 비슷하고, 투기도와 평활도는 낮았으며, 강도들의 경우 인열강도만 낮았다.

상기와 동일한 고해도의 닥펄프와 침엽수표백화학펄프를 각종 혼합비율로 수초지하여 측정한 물리적 성질은 다음과 같다.

펄프혼합비율 (닥 : 침엽수)	80:20	60:40	40:60	20:80
전건량(g/m ²)	26.6	26.7	28.9	30.7
두께(μm)	95	88	90	90
밀도(g/cm ³)	0.28	0.30	0.32	0.34
백색도	79.9	81.0	80.4	82.9
투기도(sec.)	1.5	3.0	3.9	8.8
평활도	1.4	1.9	2.0	2.0
열단장(Km)	6.5	6.2	6.8	6.6
파열지수(kPa·m ² /g)	3.10	3.23	3.73	3.29
인열지수(mN·m ² /g)	67.6	62.5	62.5	53.3
내절도	39	45	180	123

침엽수펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도 및 평활도는 증가되었으나, 루기도는 크게 감소되었다. 각종 강도들은 다른펄프들의 경우와는 다르게 차이가 적었는데, 이는 침엽수펄프가 다른 펄프들보다 강도가 높는데 기인하는 것으로 사료된다. 고지대신 침엽수펄프를 사용한 경우 밀도는 비슷하고, 루기도와 평활도는 낮았으나, 강도는 월등히 높았다.

상기의 결과들을 종합적으로 검토하여 볼때 닥펄프에 벗짚표백화학펄프를 혼합하여 제조한 화선지는 루기도는 낮으나 평활도와 강도는 높은 편이었다.

2). 발묵성

우리나라에서 생산, 이용되는 한지 중 수요가 가장 많은 한지는 화선지이므로 발묵성을 실험한 결과는 다음과 같다.

닥펄프의 고해도를 25 °SR로 하고 벗짚표백화학펄프의 고해도를 30, 40, 50 °SR로 하여 펄프혼합비율별로 수초지한 한지의 발묵실험 결과는 다음과 같다.

닥펄프 여수도 (°SR)	벗짚펄프 여수도 (°SR)	펄프혼합비율 (다:벗짚)	폭(cm)	길이(cm)	폭과 길이의 차(cm)	둘레(cm)	넓이(cm ²)
25	30	100:0	1.22	1.38	0.16	4.81	1.19
		80:20	1.81	2.08	0.27	7.42	2.57
		60:40	1.73	1.95	0.22	7.01	2.35
		40:60	1.51	1.74	0.23	6.06	1.80
		20:80	1.61	1.88	0.27	6.47	2.04
	40	100:0	1.22	1.38	0.16	4.81	1.19
		80:20	1.84	2.09	0.25	7.31	2.65
		60:40	1.50	1.71	0.21	6.14	1.78
		40:60	1.49	1.71	0.22	5.90	1.75
		20:80	1.24	1.43	0.18	4.85	1.22
50	100:0	1.22	1.38	0.16	4.81	1.19	
	80:20	1.85	2.12	0.27	7.33	2.71	
	60:40	1.81	2.14	0.33	7.44	2.63	
	40:60	1.58	1.89	0.31	6.53	1.95	
	20:80	1.72	2.02	0.30	6.95	2.33	

닥펄프에 벚짚펄프를 혼합하게 되면 먹물의 번짐성이 증가되어 먹물점의 둘레길이와 넓이가 증가되었다. 또한 벚짚펄프의 혼합비율에 따른 차이를 비교하여 보면, 벚짚펄프를 20% 혼합하였을때가 번짐성이 가장 좋고 혼합비율이 증가되면 번짐성이 오히려 감소되는 경향이였다. 한편 벚짚펄프 여수도간 차이를 보면, 벚짚펄프의 혼합비율이 적은 때는 30 °SR의 경우가, 벚짚펄프의 혼합비율이 큰 때는 50 °SR의 경우가 발묵성이 좋은 경향이였다.

닥펄프의 고해도를 35 °SR로 하고 벚짚표백화학펄프의 고해도를 30, 40, 50 °SR로 하여 펄프 혼합비율별로 수초지한 한지의 발묵실험 결과는 다음과 같다.

닥펄프 여수도 (°SR)	벚짚펄프 여수도 (°SR)	펄프혼합비율 (닥:벚짚)	폭(cm)	길이(cm)	폭과 길이의 차(cm)	둘레(cm)	넓이(cm ²)
	30	100:0	1.78	2.05	0.27	7.46	2.50
		80:20	1.87	2.17	0.30	7.60	2.75
		60:40	1.85	2.16	0.32	7.39	2.69
		40:60	1.71	2.03	0.32	7.17	2.30
		20:80	1.64	1.92	0.28	6.65	2.15
35	40	100:0	1.78	2.05	0.27	7.46	2.50
		80:20	1.86	2.16	0.30	7.36	2.73
		60:40	1.86	2.15	0.29	7.54	2.71
		40:60	1.58	1.85	0.27	6.36	1.96
		20:80	1.36	1.58	0.22	5.31	1.46
	50	100:0	1.78	2.05	0.27	7.46	2.50
		80:20	1.76	2.09	0.33	7.28	2.45
		60:40	1.60	1.83	0.23	6.63	2.02
		40:60	1.62	1.91	0.28	6.83	2.07
		20:80	1.32	1.57	0.25	5.36	1.38

닥펄프만으로 제조시 여수도가 25 °SR에서 35 °SR로 증가됨에 따라 먹물의 번짐성이 증가되었다. 닥펄프에 벚짚펄프를 혼합시, 고해도 30, 40 °SR의 경우에는 혼합비율이 적은 경우(20, 40%)에는 번짐성이 증가되나 혼합비율이 높은 경우(60, 80%)에는 미혼합시보다 오히려 감소되었다. 그러나 벚짚펄의 고해도가 50 °SR인 경우에는 모든 혼합비율에서 먹물의 번짐성이 감소

되었다. 한편 벚짚펄프의 여수도간 비교를 하여 보면 여수도가 증가함에 따라 발묵성은 감소되는 경향이였다.

상기와 같이 펄프들의 여수도와 혼합비율에 따라 발묵성이 각각 다르므로 소비자의 기호에 따라 선택하여 제조하면 유용할 것이다.

시판되고 있는 화선지는 닥펄프의 고해도를 25 °SR로 하고 고지(IBM 카드 고지)펄프의 고해도를 35 °SR로 하여 제조하므로, 고지 대신 벚짚표백화학펄프, 활엽수표백화학펄프 및 침엽수표백화학펄프를 각각 35 °SR로 고해하여 고지펄프 대신 혼합하여 제조한 화선지들의 발묵성은 다음과 같다.

장섬유 (25 °SR)	단섬유 (35 °SR)	펄프혼합비율 (장섬유 :단섬유)	폭(cm)	길이(cm)	폭과 길이의 차(cm)	둘레(cm)	넓이(cm ²)
닥펄프	고지펄프 (IBM카드)	80:20	2.02	2.28	0.26	8.22	3.23
		60:40	2.03	2.27	0.23	8.37	3.25
		40:60	2.10	2.40	0.30	8.94	3.43
		20:80	2.20	2.44	0.24	8.95	3.80
	벚짚표백 화학펄프	80:20	2.05	2.34	0.30	8.09	3.29
		60:40	1.91	2.30	0.39	8.22	3.00
		40:60	1.94	2.28	0.35	8.14	2.95
		20:80	1.68	1.96	0.29	7.27	2.23
	활엽수표백 화학펄프	80:20	2.02	2.32	0.30	8.02	3.21
		60:40	1.95	2.23	0.29	7.60	2.98
		40:60	1.88	2.12	0.24	7.43	2.78
		20:80	1.80	2.02	0.22	6.93	2.55
침엽수표백 화학펄프	80:20	2.08	2.38	0.31	8.87	3.40	
	60:40	1.89	2.22	0.34	7.99	2.80	
	40:60	1.88	2.31	0.43	7.87	2.78	
	20:80	1.58	1.89	0.31	6.40	1.97	

고지펄프는 닥펄프에 대한 혼합비율을 증가시킴에 따라 먹물의 번짐성이 증가되었으나, 벚짚펄프, 활엽수펄프 및 침엽수펄프의 경우에는 혼합비율이 증가됨에 따라 발묵성이 오히려 감소되었다. 시판 화선지의 혼합비율(장섬유:단섬유=20:80)을 기준으로 4종 펄프간 비교를 하여 보면 고지펄프, 활엽수펄프, 벚짚펄프, 침엽수펄프의 순으로 발묵성이 좋았다.

4. 결 론

2종의 여수도(25, 35 °SR)로 고해한 닥펄프와 3종의 여수도(30, 40, 50 °SR)로 고해한 벚짚표백화학펄프를 다양한 비율(100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80)로 혼합하여 한지를 수초지하여 품질시험을 한 결과는 다음과 같다. 벚짚펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 밀도 및 평활도는 증가되나, 투기도 및 각종 강도들은 감소되었는데, 특히 인열지수 및 내절도의 감소 폭이 컸다. 또한 벚짚펄프의 혼합비율을 증가시킴에 따라 발묵성이 감소되는 경향을 나타내어 혼합비율로 발묵성의 조절이 가능하였다.

닥펄프와 단섬유 펄프(고지펄프, 벚짚표백화학펄프, 활엽수표백화학펄프, 침엽수표백화학펄프)를 일정한 여수도로 고해하여 화선지를 제조한 결과는 다음과 같다. 닥펄프에 벚짚표백화학펄프를 혼합하여 제조한 화선지는 투기도는 낮으나 평활도와 강도는 높은 편이었다. 또한 닥펄프와 혼합 초지시, 고지펄프, 활엽수펄프, 벚짚펄프, 침엽수펄프 순으로 발묵성이 좋았다.

참 고 문 헌

1. 김봉태, 조욱기, 이범순, 1973, 특수한지 개발에 관한 연구, The Report of NISRI 23: 77-81.
2. 이명기, 1987, 서화지에 대한 조사분석, 원광대학교 대학원 임학과 석사 학위논문: 1-14.
3. 전철, 1992, 대나무펄프를 이용한 화선지 개발에 관한 연구, 목재공학, 20(2): 43-50.

제 2 절 벗짚펄프로 제조한 한지의 경제성 분석

1. 서 설

우리가 분석대상으로 하는 한지제조업의 경쟁력 강화를 위한 당면과제는 무엇보다도 먼저 원가를 절감하여 제품가격을 낮춤으로써 가격 경쟁력을 향상시키는데 있다.

흔히 “원가”라는 용어가 사용될 때는 판매된 상품의 구입액과 구입부대비용의 합을 의미하는 상기업에서 사용하는 원가의 경우와 판매된 제품의 제조에 소요된 비용을 의미하는 제조업에서 사용되는 경우가 있다. 그런데 본 분석에서 사용된 원가의 개념은 제조업에서 사용되는 원가로서 여기서는 한지의 제조원가를 그 대상으로 한다.

본 원가분석의 목적은 한지의 주원료를 벗짚펄프로 대체 하였을 경우의 제조원가와 원래의 원료를 이용하여 계산된 제조원가를 비교하여서 과연 벗짚펄프가 한지의 원료로 사용되어 생산된 제품이 경제성이 있는가를 알아보기 위한 것이다. 제품이 우수하다 하더라도 시장확보를 위한 경제성이 없다면 별 의미가 없기 때문이다. 이에 한지의 원가분석을 통하여 벗짚펄프를 이용한 한지의 제조가 경제성이 있는지 없는지를 알아보고 제품의 생산에 대한 의사결정에 도움이 되는 정보를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 분석대상 제조업체

본 분석에서 대상으로 하는 제조업체는 <표 1>에서 보는 것과 같이 전북 완주군에 위치하고 있는 C제지주식회사이다. 이 업체는 1997년 매출액이 약 14억 5천만원이며, 이중 수출이 약 80%가까이를 차지하는 수출위주의 한지

제조업체이다. 또한 이 업체에서 생산하는 품목은 화선지, 서도지, 색지 등이다.

<표 1> 사례기업의 개요

구 분	내 용
○ 사례기업	○ C제지주식회사
○ 설립년도	○ 1995년 11월 법인전환
○ 주소	○ 전북 완주군 소재
○ 직원수	○ 60명
○ 생산품목	○ 화선지, 서도지, 색지 등
○ 영업실적	○ 1997년 매출액 1,453,364,096원 : 수출 1,126,357,174원, 국내매출 327,006,922원(수출 77.5%, 내수 22.5%). 주로 일본과 대만으로 수출함.

3. 주요 재무제표

우선 원가분석에 들어가기 전에 사례기업의 재무구조가 어떠한 상태인지를 알아보기 위해 대차대조표를 살펴보기로 한다. <표 2>의 대차대조표로부터 유동비율(유동자산/유동부채)을 보면 92.2%로서 1년 이내에 현금화가 되는 유동자산이 유동부채보다 작아 유동성자금이 부족함을 알 수 있다. 또한 자기자본비율(자기자본/총자산)은 22.0%로서 이자부담이 큼을 알 수 있다. 통상적으로 자기자본이 총자산의 40%이상은 되어야 이자부담이 적은 것으로 파악된다.

<표 2> 대차대조표

차 변(자산)		대 변(부채·자본)	
유동자산	526,954,119	부채총계	1,183,735,920
고정자산	990,140,957	(유동부채)	571,496,272
투자자산 기타자산	921,600	(고정부채)	612,239,648
		자 본	334,280,756
자산합계	1,518,016,676	부채 및 자본	1,518,016,676

다음에 손익계산서 자료를 기초로 사례기업의 수익성을 파악해 보기로 한다. <표 3>의 손익계산서로부터 매출액 총이익율(매출총이익/매출액)은 21.6%로서 통상적인 평가기준 20%를 약간 상회하고 있다. 그리하여 이 사례기업의 장기적인 수익능력은 어느정도 양호한 것으로 판단된다. 그러나 매출액 영업이익율(영업이익/매출액)은 7.6%, 매출액 경상이익율(경상이익/매출액)은 4.2%로서 각 지표의 통상적인 평가기준 10%, 5%를 하회하는 것으로 나타났다. 또한 매출액 순이익율(순이익/매출액)은 3.6%로서 저조한 수준을 보이고 있다.

<표 3> 손익계산서

차		대	
변		변	
매출원가	1,145,787,584	매출액	1,453,364,096
판매 및 일반관리비	197,017,565	영업외수익	20,028,856
영업외비용	69,360,848		
법인세	8,972,024		
당기순이익	52,254,931		
합 계	1,473,392,952	합 계	1,473,392,952

4. 한지의 제조원가

한지 전체의 제조원가 구성을 보면 <표 4>에서 보는 바와 같이 노무비가 총제조원가의 38.8%로서 가장 높고 다음이 경비(35.3%), 재료비(25.9%)의 순으로 나타났다. 그리하여 한지 전체의 제조원가는 노무비, 경비, 재료비로 구성되어있음을 알 수 있다.

<표 4> 한지 전체의 제조원가

단위 : 원 , %

비 목		금 액		
		총금액	단위당 금액	구성비
재 료 비	주재료비	248,321,534	67.8	22.7
	부재료비	34,688,493	9.5	3.2
	小 計	283,010,027	77.3	25.9
노 무 비	급료와 임금	392,115,048	107.1	35.8
	퇴직급여	32,642,712	8.9	3.0
	小 計	424,757,760	116.0	38.8
경 비	전 력 비	32,389,274	8.8	2.9
	복리후생비	43,330,120	11.8	4.0
	수도광열비	65,237,060	17.8	6.0
	수 선 비	11,829,000	3.2	1.1
	보 험 료	19,003,890	5.2	1.7
	포 장 비	8,870,100	2.4	0.8
	소모품비	56,800,730	15.5	5.2
	잡 비	20,005,246	5.5	1.8
	감가상각비	129,460,065	35.4	11.8
	小 計	386,925,485	105.7	35.3
당기제품제조원가	합 計	1,094,693,272	299.1	100.00

주 : ○ 총금액은 총생산량에 대한 원가임.

○ 총생산량은 3,660,110장(규격 70*137Cm, 59.4g/m² 기준으로 환산)이며 단위당 금액은 1장당 원가임.

○ 제품의 성분비율은 닥펄프 16.7%(국산 11.7%, 수입 5.0%), 모조(국산) 8.9%, 목재펄프 74.4%(국산 목재화학펄프 61.0%, 수입 목재화학펄프 13.4%)임.

○ 주재료의 감모분을 제외하고 제품에 이용된 순재료의 비율은 닥펄프 95%, 모조 60%, 목재펄프 96.5%, 벗짚펄프 96.5%를 적용한 것임.

○ 주재료 중 제품에 이용된 순재료 투입량 kg당 단가는 닥펄프 4,159원, 목재화학펄프 627원, 벗짚펄프 323원, 모조펄프 363원을 적용함(각 재료의 종류별 투입량을 가중치로 하여 가중평균한 가격임).

한지 제조업체가 주어진 조건하에서 수익의 최대화를 달성하기 위해서는 원가의 철저한 통제와 관리가 이루어져야 한다. 그러므로 이러한 원가의 관리를 도모하기 위해 원가구성의 구조분석이 이뤄져야 한다. 이를 위해 노무비, 경비, 재료비로 이루어진 원가를 좀더 구분하여 각 비목의 원가에 대한 상대적인 비중을 나타낸 것이 <표 5>이다.

즉 <표 5>에서는 원가의 구성비목을 금액의 크기 순으로 정리하고, 각 비목을 전체의 80%:A, 15%:B, 5%:C의 세 그룹으로 나누어 볼 수 있다. 그러면 전체 원가의 대부분인 80%의 비중을 차지하고 있는 A그룹에 대한 집중적인 관리방안을 모색할 필요가 있게 된다. <표 5>에서 보는 것과 같이 급료와 임금(35.8), 주재료비(22.7), 감가상각비(11.8), 수도광열비(6.0), 소모품비(5.2)가 전체 제조원가에서 차지하는 비율이 81.5%로서 제품의 제조원가를 줄이기 위해서는 이들 비목에 대한 절감 및 증점관리가 필요하다.

노동집약적인 성격을 지닌 한지제조업의 경우 급료와 임금이 원가에서 큰 비중을 차지하고 있고 재료의 상당부분을 해외에 의존하고 있어 IMF시대에 이들 비용을 어떻게 절감시켜 나갈 것인가가 경영관리상의 주요과제로 부각되고 있다.

<표 5> 제품제조원가의 구성비

순 위	비 목	금액(원)	누계액(원)	비목별 구성비	구성비율누계 (%)
1	급료와 임금	392,115,048	392,115,048	35.8	35.8
2	주재료비	248,321,534	640,436,582	22.7	58.5
3	감가상각비	129,460,065	769,896,647	11.8	70.3
4	수도광열비	65,237,060	835,133,707	6.0	76.3
5	소모품비	56,800,730	891,934,437	5.2	81.5
6	복리후생비	43,330,120	935,264,557	4.0	85.5
7	부재료비	34,688,493	969,953,050	3.2	88.7
8	퇴직급여	32,642,712	1,002,595,762	3.0	91.7
9	전 력 비	32,389,274	1,034,985,036	2.9	94.6
10	잡 비	20,005,246	1,054,990,282	1.8	96.4
11	보 험 료	19,003,890	1,073,994,172	1.7	98.1
12	수 선 비	11,829,000	1,085,823,172	1.1	99.2
13	포 장 비	8,870,100	1,094,693,272	0.8	100.0
	계	1,094,693,272		100.0	

5. 한지 주재료의 결합비율에 따른 제조원가의 비교

원가 절감의 주요 비목의 하나인 재료비를 절감 시키기 위해서는 먼저 재료의 결합상태를 살펴볼 필요가 있다. 재료의 종류별 가격이 변동될 때 원가 절감을 위해서는 값비싼 종류의 재료를 값싼 종류의 재료로 대체하는 것이 합리적이다.

한지제조에 투입된 순재료의 결합비율에 따른 제조원가의 비교를 보면, 보통한지(화선지)의 경우 현재 닥펄프 : 모조펄프 : 목재펄프의 비율이 20 : 50 : 30일 때 단위당 209.8원이고, 같은 비율이면서 목재펄프 대신 벗짚펄프를 대체했을 때는 206.0원으로 제조원가가 3.8원 저렴하게 나타났다(화선지의 경우 재료의 결합비율에 있어서 총재료의 20%는 닥펄프가 차지하는 것이 보통이다). 그리고 닥펄프 : 목재펄프가 20 : 80일 경우에 단위당 215원인데 비하여 목재펄프를 벗짚펄프로 대체함으로써 닥펄프 : 벗짚펄프가 20 : 80이 되었을 때는 단위당 205.3원으로 9.7원이 저렴하게 나타났다. 그리하여 목재펄프를 벗짚펄프로 대체하여 사용하는 것은 경제성이 있는 것으로 평가된다.

<표 6> 한지제조에 투입된 순재료의 결합비율에 따른 제조원가의 비교

순재료 결합비율(%)			제 조 원 가(원/枚)	
닥펄프	모조펄프	목재펄프	두꺼운 한지(59.4g/㎡)	보통 한지(25g/㎡)
20	50	30	299.7	209.8
20	80	0	295.2	206.6
20	0	80	307.2	215.0
30	70	0	316.8	221.8
30	50	20	319.8	223.9
100	0	0	468.1	327.7
50	0	50	367.5	257.3
50	50	0	360.0	252
닥펄프	모조펄프	벗짚펄프	두꺼운 한지(59.4g/㎡)	보통 한지(25g/㎡)
20	40	40	294.2	206.0
20	50	30	294.5	206.1
20	0	80	293.3	205.3
50	0	50	358.9	251.2

주 : 제품제조원가는 모두 70*137cm규격의 1장당 원가를 의미함.

6. 환율변동이 제품원가에 미치는 영향

제품제조원가에서 높은 비율을 차지하는 주재료 중에는 상당한 부분이 수입에 의존하고 있다. IMF체제 하에서 환율의 상승은 곧 원가의 상승으로 이어지기 때문에 원가의 상승으로 이어지는 수입 재료는 환율의 영향을 덜 받는 국산 재료로 대체되는 것이 바람직하다. <표 7>에서 보는 바와 같이 재료 중에서는 환율상승에 의해 수입재료가 재료비에 미치는 기여도가 31.9%로 나타났다. 특히 재료 중 다파펄프, SP펄프비는 재료비 점유율이 높아 환율인상시 경영수지에 미치는 영향력이 크다.

<표 7> 재료비의 구성

품 명		수 량(kg)	금 액(원)	금 액 구성비(%)	
국산	주재료	피닥	29,677	57,424,535	20.3
		백닥	24,908	40,595,044	14.3
		목재화학펄프(KP)	131,918	61,715,470	21.8
		모조지	30,889	6,734,540	2.4
	부재료	양재(가성소다)	8,290	4,563,230	1.6
	차아염소산칼슘	71,900	9,289,080	3.3	
	차아염소산	105,000	12,412,700	4.4	
수입	주재료	다펄프	10,910	46,239,766	16.3
		목재화학펄프(SP)	28,958	35,612,179	12.6
	부재료	팜	1,200	8,423,483	3.0
합 계		443,650	283,010,027	100.0	

환율 인상은 바로 한지 제품의 재료비 인상으로 나타나는데 환율 시나리오별 재료비 인상율은 <표 8>에서 보는 것과 같다. IMF체제 이전(1997년 11월말 기준)에 환율이 1달러당 890원이던 것이 IMF체제 이후 1,200원으로 올랐을 때 재료비는 11.1%상승하는 것으로 나타났다. 또한 환율이 57.3%상승하여 1달러당 1,400원일 때는 한지의 재료비가 18.3%나 상승하게 된다.

<표 8> 환율인상에 따른 재료비의 인상

환율/\$	환율변동비율	재료비 중 수입원료의 비중	재료비 인상율*	재료비
890	0	0.319	0	283,010,027
1,100	0.236	0.319	0.075	304,316,154
1,200	0.348	0.319	0.111	314,427,536
1,300	0.461	0.319	0.147	324,629,199
1,400	0.573	0.319	0.183	334,740,581
1,500	0.685	0.319	0.218	344,851,963

주 : *은 환율변동비율×재료비 중 수입원료의 비중

이러한 환율인상에 따른 재료비의 인상은 한지의 제품원가를 상승시키게 된다. <표 9>에서 보는 바와 같이 환율이 1달러당 890원에서 1,200원으로 올랐을 때 제품의 원가는 2.9%, 1,400원으로 올랐을 때 4.7% 각각 상승하게 된다. 그리하여 보통한지의 경우 환율이 1달러당 890원일 때 1매당 209원이던 것이 환율이 인상된 후(1달러당 1,200원과 1,400원) 216원과 219원으로 오르게 된다.

<표 9> 환율변동에 따른 제품원가의 변화

구 분	환율(원/U.S\$)							
	890원 (0.0)	1,100원 (23.6)	1,200원 (34.8)	1,300원 (46.1)	1,400원 (57.3)	1,500원 (68.5)	1,600원 (79.7)	
총제조원가 (원/枚)	보통한지 (25g/㎡)	209.3	213.4	215.5	217.4	219.2	221.3	223.2
	두꺼운한지 (59.4g/㎡)	299.1	304.8	307.8	310.5	313.1	316.1	318.9
총제조원가 인상율(%)	0.0	1.9	2.9	3.8	4.7	5.7	6.6	

주 : ○() 안은 기준환율(1\$=890원)대비 인상율

○제품규격은 70*137cm이며 제품성분비율은 닥펄프 16.7%, 모조펄프 8.9%, 목재화학펄프 74.4%을 기준으로 총제조원가를 계산한 것임.

7. 결 론

본 연구에서 비교코자 하는 것은 닥펄프에 목재펄프를 혼합하여 제조하는 화선지의 제조원가에 비하여 닥펄프에 벗짚펄프를 혼합하여 제조시 화선지의 제조원가가 어떠한가에 대한 것인데 닥펄프 : 목재펄프를 20 : 80으로 하였을 때의 제조원가 215.0원보다 닥펄프 : 벗짚펄프를 20 : 80으로 하였을 때의 제조원가 205.3원이 저렴하므로 벗짚펄프를 사용하는 것이 경제성이 있다고 평가되었다.

더욱이 환율인상시 수입원료에 많은 부분을 의존하는 한지의 경우 값비싼 원료를 값싼 벗짚원료로 대체하는 것은 한지의 원가절감에 있어서 중요하다고 본다.