

한지의 강도적 성질 개선을 위한 전분류 처리(제1보)

- 전분류별 처리효과 -

윤승락[†] · 백옥례

(2003년 4월 9일 접수; 2003년 6월 20일 채택)

Starch Treatment for the Improvement of Physical Properties of Hanji(I)

- Effect of Starch Types -

Seung-Lak Yoon[†] and Og-Re Beak

(Received on April 9, 2003; Accepted on June 20, 2003)

ABSTRACT

This research was conducted to investigate the physical properties of Hanji made using maize, konyaku, and wheat powders at various concentrations.

Regardless of the starch types, the most effective concentration to increase the physical properties of Hanji was 2 percent. They were significantly improved even at the treatment conditions of 0.1 percent. All the Hanji treated showed the increase of the breaking length, bust index, and tear index and the decrease of the folding number.

The strength properties of the Hanji treated were markedly improved at 8 to 10 percent weight increase. The highest mechanical properties were found in the Hanji treated with konyaku powder.

Keywords : *Bast fiber, Color Hanji, Starches, Maize powder, Konyaku powder, Wheat powder, Physical properties*

1. 서론

한지는 중국으로부터 전래된 후 우리의 종이로 발전되면서 무구정광다라니경과 같이 천년이상 보존되는 아주 우수한 종이가 제조되었다. 한지의 주 용도는 서화용지였지만, 우리 조상들은 의류와 건축용지 등 다양하게 사용되어, 수록한지의 종류는 1851년경에는 서화·인쇄용지, 건축내장용지, 신앙의식용지, 화폐용

지, 지공예용지 등 약 25종으로 보고(退藏帳傳)되었고, 문화재관리국(1972년)에서 조사한 우리나라에서 생산된 한지의 종류는 약 52종이었으나, 최근(1989)에는 서사용지, 창호지, 소지, 색지 등 6종에 불과하다고 보고¹⁾되었다.

한지를 사용하여 제조된 여성용품의 상자류, 장농류와 남성용품의 책장, 연상, 병풍, 부채 등은 플라스틱, 양지 등의 타 소재로 대체되었다. 그러나, 최근에는 천

진주산업대학교 임산공학과(Department of Forest Products Engineering, Jinju National University, Jinju, 660-758, Korea)

[†]주저자(Corresponding author) : E-Mail: slyoon@jinju.ac.kr

Table 1. Dyeing conditions of bast fibers

Concentration of bast fiber(%)	Dye (%/bast fiber)	Sodium sulfite (%/H ₂ O)	Sodium carbonate (%/H ₂ O)	Temperature (°C)	Time (hr.)
5	0.5	4.0	1.5	80	2

연소재인 한지를 선호하는 부류가 증가하고 있다. 특히, 한지공예는 우리의 독특한 질감과 적, 청, 황, 백, 흑의 다섯 가지 염료를 기본적으로²⁾ 사용한 색채감으로 고유의 아름다움을 지니고 있고, 무늬와 색채에 따라 다른 공예품 보다 다양하게 제작될 수 있는 특징을 지니고 있기 때문에 양지에서 볼 수 없는 질감과 색상을 지니고 있다. 최근, 한지공예에 대한 관심이 높아지고 있고, 우리의 전통 색한지를 생산하기 위한 천연염색에 대한 연구^{3,4)}도 진행되고 있다.

한지의 주 용도인 서화용지이외에 다양한 용도로 확대하여 고부가가치화 및 신용도 개발을 위하여 차광지⁵⁾, 포장지⁶⁾, 명함지⁷⁾, 한지벽지^{8,9)} 및 고급 색한지¹⁰⁾ 등에 관한 연구 결과가 있다. 이렇게 한지의 용도확대와 고부가가치화를 위해서는 2차 가공의 공정이 필연적인데, 수록지로서는 어려운 점이 많다. 2차 가공의 가공성, 경제성 등을 고려한다면 기계한지의 경우가 유리하다고 생각된다.

한지의 용도확대를 위해서는 우선적으로 한지 자체의 강도를 증가시키면 다양한 용도로 사용될 수 있기 때문에 본 연구에서는 기계 색한지를 제조하여 옥수수분, 곤약분, 소맥분의 전분을 농도별로 처리하여 강도적 성질의 향상 효과에 대하여 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 닥섬유 염색

중국에서 수입한 표백 닥섬유에 황색의 반응성 염료와 착염제(황산나트륨, 탄산나트륨)를 사용하여 Table 1의 조건에 의해 염색하였다. 닥섬유에 염료와 황산나트륨을 투입하여, 80°C에서 30분간 반응시킨 후, 탄산나트륨을 투입하여 총 2시간 동안 80°C에서 염색하였다.

2.2. 초지

염색된 100%의 황색 닥섬유를 한지전용 초지기¹⁰⁾

의 단망에서 초지하여 기계 색한지를 제조하였다.

2.3. 전분류 처리

한지 전용 초지기에서 제조된 색한지의 강도적 성질을 향상시키기 위하여 처리한 전분은 옥수수분, 곤약분, 소맥분이다. 옥수수분은 제지용으로 사용되는 것으로 삼양제지(주)에서 분양 받았고, 곤약분은 일본에서 식품용으로 사용되는 것을 사용하였고, 소맥분은 시판되고 있는 제일제당의 강력분을 사용하였다.

각 전분류는 80°C의 물에 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0%로 첨가하여 호화 될 때까지 충분히 교반시켜 전분류 수용액을 제조하였다. 각 전분류의 농도별 수용액을 붓을 사용하여 한지표면이 완전히 젖도록 도포하여, 실온에서 건조하였다.

2.4. 물리 및 강도적 성질

전분류 처리 한지의 중량 증가율은 처리 전후의 무게를 측정하여 증가된 무게에 대하여 백분율로 하였다. 전분류 처리 한지의 물리적, 강도적 성질은 KS 시험방법에 의해 측정하였다. 한편, 열단장, 인열지수, 내절도는 기계방향(machine direction, MD)과 횡방향(cross direction, CD)에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 전분류 처리에 의한 중량 증가율

한지표면에 3종의 전분류를 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0%의 수용액을 처리한 색한지의 중량 증가율은 Fig. 1과 같다.

각 전분류 모두 처리액의 농도가 증가되면 색한지의 중량은 증가되었다. 그러나, 각 농도별에서의 중량 증가율은 뚜렷한 경향을 보이지 않고, 1%까지는 옥수수분, 2%에서는 소맥분, 3%에서는 곤약분의 중량 증가

율이 가장 높았다.

이 증가량은 전분이 한지 내에 존재하는 것을 의미하며, 한지의 강도적 성질에 크게 영향을 미칠 것으로 예측된다.

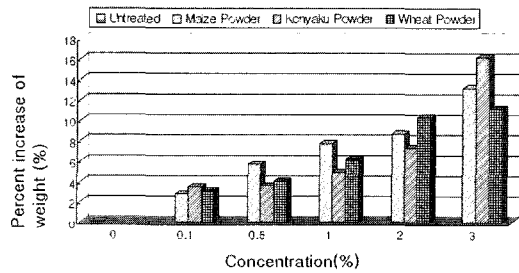


Fig. 1. Percent increase of weight of Hanji by treatment of starch.

3.2. 전분류 처리에 의한 물리·강도적 성질

3.2.1 밀도

한지 표면에 옥수수분, 곤약분, 소맥분을 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0%의 수용액을 제조하여 처리한 한지의 밀도는 Fig. 2와 같다.

무처리 한지에 비하여 각 농도별로 전분류를 처리하면 0.5% 처리부터 약간 증가하는 경향을 나타내고 있다. 특히, 밀도의 증가가 많은 것은 1%까지는 옥수수분, 2%에서는 곤약분, 3%에서는 3종 모두 약간 저하되는 경향을 보이고 있다. 전분류 처리에 의한 밀도의 증가는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 이것에 대한 원인은 전분류 처리 한지표면을 주사전자현미경으로 관찰하여 검토해야 할 것 같다.

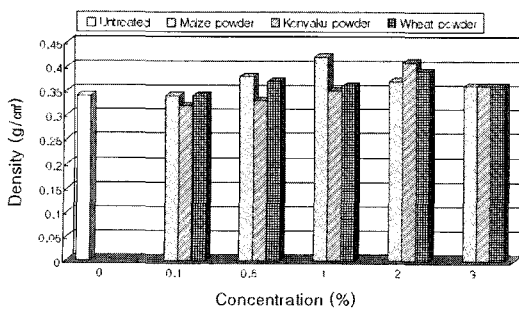


Fig. 2. Density of Hanji treated with starch at various concentrations.

3.2.2. 열단장

3종의 전분류를 농도별로 처리한 한지의 열단장은 Figs. 3, 4와 같다. Fig. 3은 MD의 열단장이고, Fig. 4는 CD의 열단장이다.

전분류 처리에 의한 MD의 열단장은 무처리 한지의 열단장보다 크게 증가되는 경향을 나타내고 있다. 전체적으로 각 전분류의 농도 2%까지 증가되다가 3%에서는 약간 저하되는 경향을 보이고 있다. 3종의 전분류중 곤약분 처리에 의한 열단장이 크게 증가 하였으며, 그 다음은 옥수수분, 가장 약한 것이 소맥분 이었다. 곤약분 2%처리에서 열단장이 가장 높았다. 제지공정 중 종이의 강도적 성질을 향상시키기 위하여 지력증강제로 전분류를 투입하게 되는데 최대 투입량은 2%¹¹⁾이다. 그 이상에서는 지력증강 효과가 크지 않기 때문이다. 본 실험에서 곤약분의 처리농도 3%에서 약간 열단장이 저하되는 이유와 일치한다.

Fig. 4는 전분류 처리 한지의 CD 열단장이다. 전분류 처리에 의한 열단장의 증가 경향은 Fig. 3의 MD와 같다.

본 연구에서 제조된 한지(전분류 무처리)는 기계지로서 MD의 열단장은 4.0km이다. 닥나무 인피섬유의

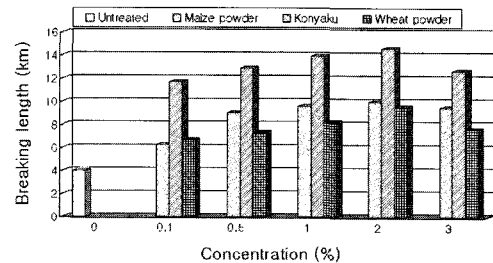


Fig. 3. The change of breaking length of Hanji according to starch types(MD).

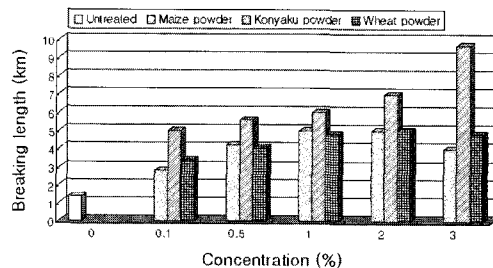


Fig. 4. The change of breaking length of Hanji according to starch types(CD).

수룩지와 비교하면 조 등¹²⁾은 6.31km, Takamura¹³⁾는 3.5km로 보고되어 있고, 최 등¹⁴⁾의 뽕나무 인피섬유의 수룩지 열단장은 1.35km로 보고되어 있다.

3.2.3. 인열지수

3종의 전분류를 농도별로 처리한 한지의 인열지수는 Figs. 5, 6과 같다. Fig. 5는 CD의 인열지수이고, Fig. 6은 MD의 인열지수이다.

전분류 처리에 의해 미처리 한지보다 처리한지의 MD, CD의 인열지수는 증가되었다. 전분류 처리 한지의 CD는 처리농도 0.5%까지 증가되다가 그 후는 약간 감소하는 경향을 보이고 있다. 인열지수가 가장 높은 전분류는 옥수수분이며, 열단장이 가장 높았던 곤약분은 낮았다. 특히, 곤약분 3%에서 미처리 한지보다 낮은 인열지수를 나타냈는데, 그것은 곤약분이 과다하게 처리되어 종이의 유연성이 떨어진 것으로 예측된다.

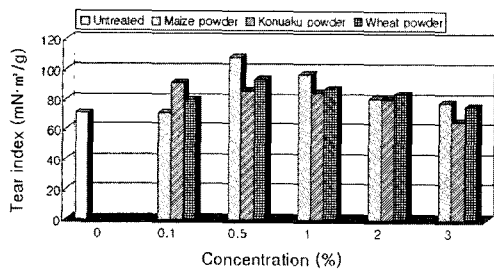


Fig. 5. The change of tear index of Hanji according to starch types(CD).

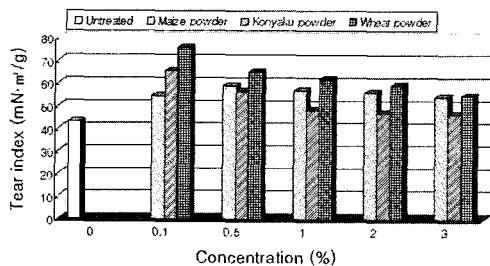


Fig. 6. The change of tear index of Hanji according to starch types(MD).

MD의 인열지수는 CD의 인열지수와 동일한 경향을 나타내고 있다. 0.1% 처리 한지에서 인열지수가 약간

높고, 소맥분 처리한지의 인열지수가 낮았다.

Takamura¹¹⁾가 발표한 닥섬유 한지의 인열지수는 35mN·m²/g인 것에 비하여, 무처리 한지는 71mN·m²/g으로서 매우 높다.

3.2.4. 파열지수

3종의 전분류를 농도별로 처리한 한지의 파열지수는 Fig. 7과 같다.

농도가 증가 될 수록 각 전분류 처리 한지의 파열지수는 미처리 보다 증가한 경향을 보이고 있다. 그 중, 곤약분 처리 한지의 파열지수가 가장 높았고, 옥수수분과 소맥분은 2%까지는 비슷한 경향을 보이고, 3%에서는 옥수수분이 소맥분 보다 높았다.

Takamura¹³⁾가 발표한 닥섬유 한지의 파열지수는 2.4kPa·m²/g, 조 등¹²⁾의 6.01kPa·m²/g 인 것에 비하여, 무처리 한지는 1.7kPa·m²/g으로 약간 낮았다.

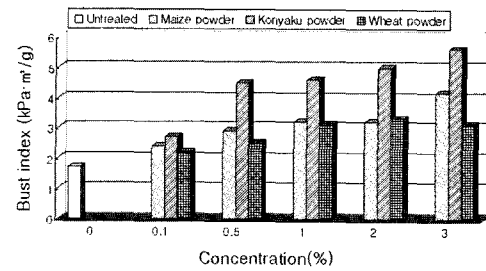


Fig. 7. The change of bust index of Hanji according starch types.

3.2.5. 내절도

3종의 전분류를 농도별로 처리한 한지의 내절도는 Figs. 8, 9와 같다. Fig. 8은 MD의 내절도, Fig. 9는 CD의 내절도이다.

3종의 전분류 처리 한지는 미처리 한지보다 MD의 내절도는 증가되었다. 농도1%까지 증가되고 그 이상에서는 감소하는 경향을 보였다.

옥수수분1% 처리 한지의 내절도가 가장 높고, 곤약분과 소맥분은 비슷한 경향을 보이고 있다.

Fig. 9의 CD의 내절도는 MD의 내절도 보다, 낮은 경향을 보이고 있으며, 가장 높은 내절도를 나타낸 것은 곤약분 2% 처리 한지였다.

MD, CD의 최대 내절도를 나타낸 것이 다른 원인은

섬유배열의 차이에 의한 것으로 예측되며, 섬유배열 상 섬유간 결합력이 약한 CD에서는 점도가 상대적으로 높은 곤약분 처리가 다른 전분류 보다 높을 것으로 예측된다.

3종의 전분류 처리에 의한 강도적 성질의 향상에 대하여 종합적으로 검토하면 처리농도 2%에서 가장 효과적 이었고, 단지 0.1% 처리만으로도 강도적 성질은 크게 향상되었다. 그것은 전분류와 섬유와의 수소결합에 기인되는 것이며, 현재 제지공정에서 원료조성 공정에 옥수수분을 투입하여 지력증강제로 사용하고 있다. 옥수수분의 최대 투입량은 2%이며, 그이상 투입하면 종이에 흡착되더라도 강도적 성질의 증가 효과는 없고, 상대적으로 탈수성과 보류도를 저하시키는 문제를 발생¹¹⁾시킨다.

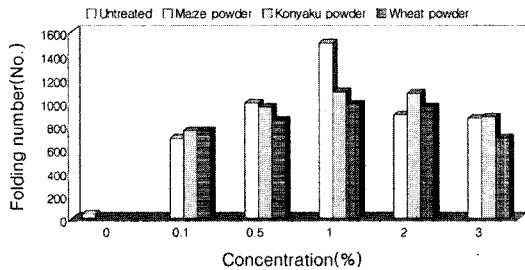


Fig. 8. The change of folding number of Hanji according to starch types(MD).

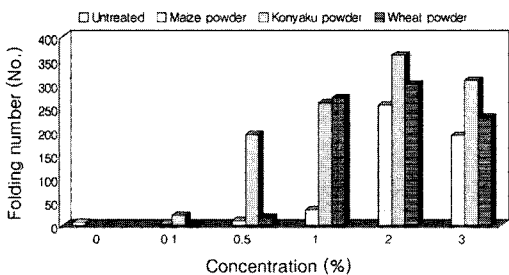


Fig. 9. The change of folding number of Hanji according to starch types(CD)

3.3. 전분류 처리별 중량 증가율에 따른 강도적 성질

3.2항에서는 전분류별, 농도별로 처리한 한지의 물리, 강도적 성질을 비교 분석하였다. 그러나, 전분류가 한지 내에 잔존하는 량에 따라 섬유간 결합력이나 밀도, 강도적 성질 등에 직접적인 영향을 주기 때문에 전

분류 처리 한지의 중량 증가율에 따른 강도적 성질에 대하여 분석하였다.

3.3.1. 열단장

옥수수분, 곤약분, 소맥분을 농도별로 처리한 한지의 중량 증가율에 따른 MD의 열단장은 Fig. 10과 같다. Fig. 내의 점으로 표시된 것은 중량 증가율에 따른 열단장이고, 그것을 다항식으로 산출하여 선으로 표시하였다.

곤약분, 옥수수분 처리 한지의 열단장은 증가율 약 10%, 소맥분은 8%에서 높았고, 그 이상에서는 약간 감소되지만 무처리 한지의 열단장 보다는 높았다. 각 전분류별로 비교하면 옥수수분과 소맥분의 열단장 보다 곤약분 처리 한지의 열단장이 높았다. 옥수수분과 소맥분 처리 한지의 열단장은 약 6%까지는 비슷하다가 그 이상에서는 옥수수분이 약간 높은 경향을 나타내고 있다.

열단장의 개선을 위해서는 옥수수분과 곤약분은 한지 내 약 10%가 잔존하도록 하고, 소맥분은 약 8%가 잔존하도록 하는 것이 가장 효과적이다. 전분처리에 의한 열단장의 증가 효과는 매우 컸다.

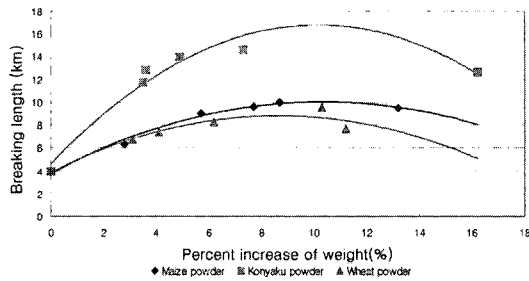


Fig. 10. The change of breaking length of Hanji treated with starch according to percent increase of weight.

3.3.2. 인열지수

옥수수분, 곤약분, 소맥분을 농도별로 처리한 한지의 중량 증가율에 따른 CD의 인열지수는 Fig. 11과 같다.

각 전분류의 중량증가율이 약 6~8% 범위까지 인열지수가 증가되다 그 이상에서는 급격히 저하되는 경향을 보이고 있다. 중량 증가율 12%이상에서는 무처리 한지의 인열지수 보다 낮은 경향을 보이고 있다. 각 전분류 별로 비교하면 옥수수분의 인열지수가 약간 높았

지만 전체적으로는 동일한 강도를 나타내고 있다.

열단장 향상을 위한 전분류 처리는 매우 큰 효과가 있었지만, 인열지수는 처리 효과가 크지 않았다.

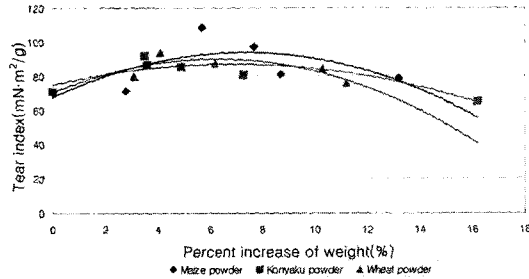


Fig 11. The change of tear index of Hanji treated with starch according to percent increase of weigh.

3.3.3. 파열지수

옥수수분, 곤약분, 소맥분을 농도별로 처리한 한지의 중량 증량율에 따른 파열지수는 Fig. 12와 같다.

각 전분류 모두 중량 증가율이 증가되면 파열지수는 증가되는 경향을 나타내고 열단장이 가장 높았던 곤약분 처리 한지의 파열지수가 가장 높았고, 중량 증가율 13%까지 증가되다가 그 이상의 농도에서는 약간 감소되는 경향을 보이고 있다.

옥수수분과 소맥분은 약 8%까지 비슷하게 증가되다가, 소맥분은 약간 저하되는 경향을 보이고, 옥수수분은 직선적으로 증가되었다. 파열지수는 열단장과 마찬가지로 각 전분류 처리 효과가 높았다.

본 연구에서 한지의 강도적 성질을 개선시키기 위해 처리한 옥수수분의 주성분은 아밀로스와 아밀로펙틴, 곤약분은 글루코만난 소맥분은 말토오스로서 섬유간

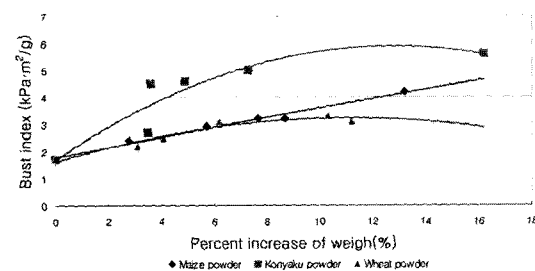


Fig 12. The change of bust index of Hanji treated with starch according to percent increase of weight.

결합력에 영향을 주는 정도가 전부 다를 것으로 예측된다. 본 연구에서 각 전분류의 점도에 대해서는 언급되어 있지 않다. 각 전분류의 점도가 강도적 성질의 향상 정도에 큰 영향을 미칠 것으로 판단되어 차후 연구에 반영할 계획이다.

4. 결론

한지의 용도확대를 위한 자체의 강도를 증가시킬 목적으로 기계 색한지를 제조하여 옥수수분, 곤약분, 소맥분의 전분을 농도별로 처리하여 강도적 성질의 향상 효과에 대하여 검토한 결과는 다음과 같다.

- 1) 3종의 전분류 처리에 의한 강도적 성질의 향상은 처리농도 2%에서 가장 효과적 이었고, 단지 0.1% 처리만으로도 강도적 성질은 크게 향상되었다.
- 2) 3종의 전분류 처리에 의한 열단장, 파열지수, 내절도의 증가 효과는 크고, 인열지수는 낮았다.
- 3) 3종의 전분류 처리에 의한 한지의 중량 증가율에 따른 강도적 성질의 향상은 중량 증가율 8~10%에서 크게 향상되었다.
- 4) 강도적 성질 향상은 3종의 전분류 중 곤약분의 처리효과가 가장 우수하였다.

인용문헌

1. 윤승락, 조현진, 박상범, 곽무탁, 김효주, 김효식, 김정수, 김재경, 김사익, 조종수, 전통한지 제조기술의 기계화에 의한 새로운 용도 개발(Ⅱ), 과학기술처보고서, 13~20(1996).
2. 상기호, 오색한지 공예, 한국의 종이 문화(국립박물관): 148~156(1995).
3. 전철, 진영문, 천연염료를 이용한 한지 염색에 관한 연구(I) - 황색계열의 색상을 중심으로 -, 펄프 · 종이 기술, 32(3): 48~56(2000).
4. 전철, 천연염료를 이용한 한지 염색에 관한 연구(II) - 양파껍질을 중심으로 -, 펄프 · 종이 기술, 35(1): 48~53(2003).
5. 홍인표, 윤승락, 조현진, 단기임산 신소득원 개발(III) - 임산 인피섬유 자원 개발 -, 산림청 보고서: 227~251(1996).
6. 윤승락, 조현진, 박상범, 김재경, 김사익, 조종수, 김효주, 한지 포장지 개발에 관한 연구, 산

- 림과학논문집, 56: 87~94(1997).
7. 윤승락, 조현진, 박상범, 김재경, 김사익, 조종수, 김효주, 한지 명합지 개발에 관한 연구, 산림과학논문집, 56: 95~99(1997).
 8. 윤승락, 조현진, 박상범, 김효주, 김재경, 김사익, 한지벽지 제조에 관한 연구(I), -벽지용 한지의 제조 및 특성-, 목재공학, 24(2): 16~21(1996).
 9. 윤승락, 조현진, 박상범, 김효주, 김재경, 김사익, 한지벽지 제조에 관한 연구(II), -한지벽지 제조 및 특성-, 목재공학, 25(4): 17~21(1997).
 10. 윤승락, 김효주, 이종 염색 닥섬유를 이용한 색 한지 제조. 펄프·종이 기술, 34(4): 44~50(2002).
 11. 조헌정, 윤병호, 전 양, 이학래, 펄프·제지공학, 선진문화사: 270~272(1997).
 12. 조남석, 최태호, 민두식, 닥나무를 이용한 새로운 한지 개발에 관한 연구(제2보) -목질부 및 인피부의 혼합제지 특성-, 펄프·종이 기술, 24(3): 19~26(1992).
 13. Takamura N. and Sameshima K., Studies on Ammonium Oxalate Pulping of Bast Fibers(II) - Charge of Chemicals and treating -, Japan Tappi: 38(7), 59~65(1984).
 14. 최태호, 조남석, 뽕나무를 이용한 새로운 한지의 제조(제2보) -인피부 및 전간부 섬유 한지의 특성-, 펄프·종이 기술, 31(4): 84~92(1999).