

키토산 섬유를 첨가한 종이의 물성 및 기능성의 변화에 관한 연구

박성철[†] · 강진하 · 임현아
(2010년 12월 2일 접수: 2010년 12월 19일 채택)

Study on the Change in Physical and Functional Properties of Paper by the Addition of Chitosan

Seong-Cheol Park[†], Jin-Ha Kang and Hyun-A Lim
(Received December 2, 2010: Accepted December 19, 2010)

ABSTRACT

This study was carried out to develop new application field and obtain the basic data of mixed paper with wood pulp and chitosan fiber for producing functional paper. Two types of wood pulp, such as SwBKP and HwBKP, were mixed with chitosan fiber. Physical and optical properties, water vapor absorption, air permeability, antibacterial activity and ash were measured. And the surface morphology of manufactured paper was observed using SEM. The results are as follows.

It was revealed that density, breaking length, burst index, tear index, folding endurance and brightness were reduced but water vapor absorption and air permeability were on the rise in the structural view of SwBKP according to increasing the chitosan fiber ratio. Those HwBKP added chitosan fiber were great not only in the strength but also water vapor absorption and air permeability except for brightness. The water vapor absorption was lower and the air permeability was higher in the HwBKP added various chitosan fiber ratios than those with no chitosan fiber. It is estimated that these properties were related with various mixed rate of chitosan fiber. Particularly, air permeability was strongly dependent on the mixed rate of chitosan fiber.

The chitosan fiber has superior antibacterial property, comparing with wood fiber. Adding chitosan fiber to the wood pulp was found to have an excellent antibacterial activity, more than 90%. The ashes were determined within 0.5%. Special bonds between chitosan fiber and wood pulp was observed by SEM and it means that the chitosan fiber were combined equally in the interior of wood pulp.

• 전북대학교 농업생명과학대학 목재응용과학과(Department of Wood Science & Technology, College of Agriculture and Life Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea)

† 주저자 (Corresponding author) : e-mail ; jihu002@hanmail.net

In conclusion, mixing wood pulp with chitosan fiber can not only improve the quality of paper but also extend the usage of paper as a functional paper by using inherent property of chitosan. After all, production of functional paper added chitosan fiber is expected for new valuable industry of paper.

Keywords : chitosan fiber, functional paper, water vapor absorption, air permeability, antibacterial property

1. 서론

최근 환경과 보건문제에 대한 관심과 생활양식의 고급화에 따라 사용되는 재료에 대한 안전이 보장된 제품의 수요가 크게 대두되고 있는 실정이며, 현대 산업사회가 빠르게 변화됨에 따라 첨단산업 분야에서 용도에 맞게 적용할 수 있는 새로운 소재들의 개발이 요구되어지고 있다. 이러한 관점에서 새로운 재료의 개발은 재료의 고성능, 고기능화, 환경친화성, 초경량성으로 새로운 재료의 개발로 이어져 왔다.

이와 같이 기존 소재들 보다 새로운 첨단 소재로 급속하게 대체하려는 움직임이 가속화 되고 있는 실정에서 키틴, 키토산은 셀룰로오스 다음으로 풍부한 자원으로 생분해성과 생체적합성이 우수하고, 환경오염의 문제가 없는 천연 고분자 물질이며, 인체에 대한 안정성이 우수하고, 소재의 특성을 그대로 살릴 수 있어 최근에 많은 제품에 적용되고 있다.¹⁾

키틴은 주로 해양에서 서식하는 게, 가재, 새우 등 갑각류의 껍질로부터 얻는다. 셀룰로오스와 유사한 용해성 및 화학반응성을 갖고 있는 불용성 물질로서 셀룰로오스 C-2 위치의 수산기(-OH)가 아세트아마이드기(-CH₃CONH)로 치환된 구조인데 셀로비오스와 유사한 구조를 갖는 천연 다당류이다. 키토산은 키틴을 탈아세틸화한 유도체이며, 분자내에 반응성이 매우 높은 자유 아민기(-NH₂)를 다량 함유하고 있기 때문에 우수한 항균성, 유기용매에 대한 높은 용해성, 무독성, 생체 친화성 등과 같은 우수한 특성을 가지고 있다. 또한 키토산은 화학반응성이 매우 크기 때문에 다양한 용도 및 사용 목적에 적합한 형태의 유도체로 변형시킬 수 있다.^{2,3)} 세계적으로 게, 새우껍질은 수산 폐기물로서 대략 100억 톤 정도가 폐기되는데, 이를 키토산으로 사용하게 되면 환경오염을 절감시킬 수 있고, 고부가가치의 생물자원을 얻을 수 있다

는 점에서 유익하다²⁾.

이에 따라 일반적으로 키틴 및 키토산 섬유는 오래 전부터 세상에 알려져 왔다. 섬유분야에서의 응용으로는 항균, 방취 등 위생 가공분야와 관련된 새로운 기능을 부여하기 위한 연구가 세계적으로 수행되고 있으며, 최근에 키토산 섬유는 생체친화성이 우수하여 의료용 재료로서도 관심이 고조되고 있어 그 활용이 점차 증가 추세이다^{4,5)}. 즉 수술용 복합사, 창상이나 화상치료제, 지혈제, 면역 상승제, 치과용 재료, 정형외과 재료, 세포이식 재료, 항종양 치료제, 의약기구 포장재 등으로의 사용이 연구되고 있다⁴⁾. 따라서 키틴과 키토산은 셀룰로오스와 유사한 구조를 가지고 있으므로, 목재펄프에 키토산 섬유의 적용 가능성이 매우 높을 것으로 예상되며, 제조공정의 무해성, 섬유의 높은 순도로 좀 더 독특한 특성과 기능성을 얻을 수 있다고 기대된다.

이에 따라 본 연구는 키토산의 폭넓은 응용을 위하여 목재펄프와 키토산 섬유를 혼합하여 물리적 성질을 측정하여 기능성 종이로서의 가능성을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

실험에 사용된 목재펄프는 캐나다에서 수입한 침엽수 표백크라프트펄프(SwBKP, HwBKP)를 사용하였고, 키토산 섬유는 전북대학교 섬유공학과에서 제조한 2 denier의 것을 0.5 cm의 길이로 절단하여 사용하였다. 사용된 키토산 섬유는 키토산 원료를 2 wt.% 아세트산에 용융시킨 뒤, 필터 프레스를 사용하여 불용성의 불순물을 제거하여 방사원액을 제조하고, 제조된 방사원액을 습식방사 장치를 이용하여 2 kgf/cm²의 공기압을 가하여 8 wt.%의 NaOH 응고

속 속으로 토출시킨 후, 온수세와 냉수세를 통해 응고된 키토산 섬유를 알칼리 성분을 제거한 뒤, 롤러에 권취하여 제조된 섬유를 구입하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 수초지 제조 및 물리적 성질 측정

목재펄프와 5 mm로 절단한 키토산 섬유는 PFI mill을 이용하여 여수도(Freeness)를 400 ml CSF(Canadian Standard Freeness)로 조절하였고, 목재펄프와 키토산 섬유를 각각 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100으로 혼합하여 Tappi Standard T 205 om-88에 의거하여 평량 60 g/m²의 수초지를 제조하였고, 항온항습실(23.0±1.0℃, 상대습도 50.0±2.0%)에서 24시간 이상의 조습과정을 거친 후, 평량, 두께, 인장강도, 파열강도, 인열강도, 내절도, 백색도를 측정하였다. 위와 같은 강도를 각각 반복 측정한 후, 밀도(density), 인장지수(tensile index), 열단장(breaking length), 파열지수(burst index), 인열지수(tear index) 등의 값을 각각 산출하였다.

2.2.2 흡습도 측정

KS K 0220의 상태조절시의 흡습도를 측정하기 위해 측정할 시료를 표준 상태(23.0±1.0℃, 50.0±2.0% RH)로 조절된 항온항습장치(HB-805-4S, Hanback Scientific Co.)에 넣고 48시간 동안 충분히 컨디셔닝시킨 후의 중량과 온도 105±2℃에서 충분히 건조시키고 일정한 무게에 도달한 후 측정된 건조중량을 이용하여 흡습도를 다음의 식과 같이 계산하였다.

$$\text{Moisture Regain(\%)} = [(W_1 - W_0)/W_0] \times 100 \quad [1]$$

W₁ : weight of sample after conditioning

W₀ : dried weight of sample

2.2.3 투기도 측정

수초지는 L & W DENSOMETER(Lorentzen & Wettre)로 시료를 5회 측정하여 계산한 측정 평균치를 투기도 값으로 하였다.

2.2.4 항균성 측정

수초지의 항균성 측정은 KS K 0693-2001에 의해 측정하였다. 공시균으로 *Staphylococcus aureus* ATCC

6538(황색 포도상구균)과 *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352(폐렴구균)를 사용하여 측정하였다. 표준포는 KS K 0905 염색 견뢰도용 첨부백포(Cotton)를 사용하였다. 인큐베이터에서 18시간 배양시킨 후, 다음과 같이 정균 감소율을 계산하였다.

$$\text{정균 감소율(\%)} = [(A-B)/A] \times 100 \quad [2]$$

(A : 초기 균수, B : 18시간 배양 후의 균수)

2.2.5 회분 측정

시료는 미리 수분을 측정하고, 전건중량으로 약 2g을 정칭하여 넣고, 575±25℃에서 약 3시간 동안 충분히 회화시킨 다음, 냉각 칭량하여 함량을 구해서 회분(%)을 구하였다.

2.2.6 표면 분석

각 공시 시편의 표면구조를 파악하기 위하여 SEM(Scanning electron microscope, JSM-6510LV, Jeol)을 이용하여 목재펄프와 키토산 섬유로 형성된 내부 섬유의 결합 형태와 표면을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 키토산 섬유

본 연구에 사용된 키토산 섬유의 표면 양상을 알아보기 위하여 SEM 관찰 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 섬유 직경은 약 12 μm으로 표면은 매끄럽다. 이들의 분포 및 비표면적 등은 물리적 인자에 영향을 미치게 된다. 여기서 수산화나트륨으로 처리하여 칼

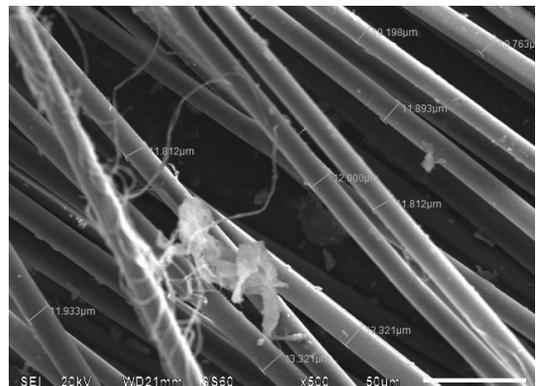


Fig. 1. SEM image of chitosan fiber.

습을 완전히 제거하여 갈습이 없는 섬유는 물에 용해되지 않기 때문에 목재펄프와 충분히 결합이 가능할 것으로 판단된다.

3.2 물리적 성질

3.2.1 밀도

종이의 물리·광학적 특성을 좌우하는 중요한 요소인 밀도는 고해시 섬유의 피브릴화 및 미세섬유의 증가와 함께 증가한다^{6,7)}. Fig. 2는 목재펄프와 키토산 섬유의 혼합비율에 따른 밀도의 변화를 나타낸 것이다. SwBKP, HwBKP, 키토산으로 제조된 수초지의 밀도는 각각 0.56, 0.49, 0.53 g/cm³이었으나 키토산 섬유의 혼합비율이 증가할수록 SwBKP의 경우는 밀도가 감소하였고, HwBKP는 지속적으로 상승하였다.

SwBKP의 평균 섬유장은 1.23 mm(780 ml CSF)로 섬유의 폭이 넓고 길며, HwBKP의 평균 섬유장은 0.60 mm(770 ml CSF)로 섬유의 폭이 좁고 길이가 짧은 것으로 조사된 바 있다⁸⁾. 따라서 이 결과는 5 mm로 절단한 키토산 섬유는 여수도를 400 ml CSF로 조절하였을 경우, 피브릴화 및 단섬유에 있어서 아마도 침활엽수표백펄프의 중간적인 위치에 있어 침엽수와 활엽수 펄프의 장단점을 보완할 수 있을 것으로 생각되어 진다.

3.2.2 열단장

종이의 인장강도는 섬유의 배향성, 함수율, 섬유의 특성, 섬유간 결합, 첨가제 및 평량에 의해 영향을 받는 것으로⁹⁾ Fig. 3은 목재펄프와 키토산 섬유를 혼

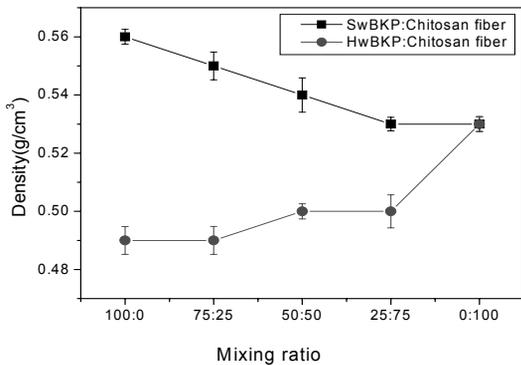


Fig. 2. Density of handsheets mixed with wood pulp and chitosan fiber.

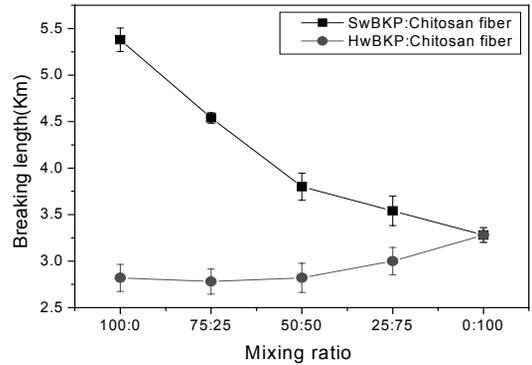


Fig. 3. Breaking length of handsheets mixed with wood pulp and chitosan fiber.

합하여 종이를 제조한 후 열단장을 측정된 결과이다. SwBKP, HwBKP, 키토산섬유로 제조한 종이의 열단장은 각각 5.38, 2.82, 3.28 km이었다. SwBKP는 키토산 섬유를 혼합시킴으로서 열단장은 급격히 감소하였고, HwBKP에 키토산 섬유의 혼합비율이 증가할수록 열단장은 점차 상승하였는데, 특히 키토산 섬유의 혼합비율이 활엽수 표백크라프트펄프보다 높았을 경우에 크게 상승하는 것으로 나타났다.

3.2.3 파열강도

파열강도는 섬유장, 섬유간 결합, 섬유의 유연성, 지합, 평량 및 표면처리에 영향을 받는데¹⁰⁾, Fig. 4는 목재펄프와 키토산 섬유를 혼합하여 종이를 제조하고 파열강도를 측정된 결과이다. SwBKP, HwBKP, 키토산 섬유의 파열강도는 각각 5.48, 1.21, 2.17 kPa.

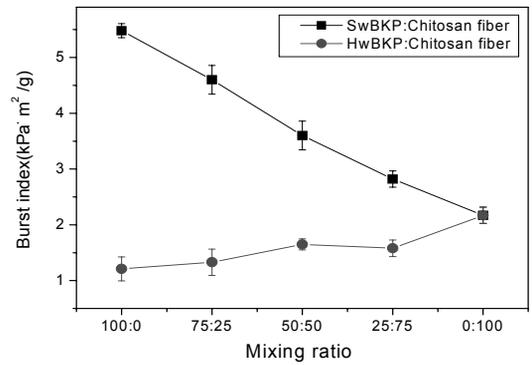


Fig. 4. Burst index of handsheets mixed with wood pulp and chitosan fiber.

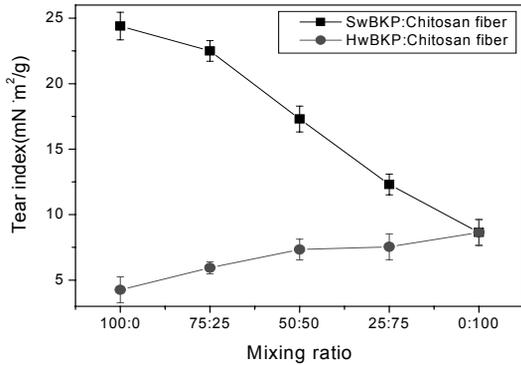


Fig. 5. Tear index of handsheets mixed with wood pulp and chitosan fiber.

m²/g이었다. 특히 SwBKP는 키토산 섬유를 혼합하였을 경우 거의 일직선에 가까운 감소경향을 나타내었고, HwBKP에 키토산 섬유를 혼합할수록 파열강도는 점차 상승하는 결과를 나타내었다.

3.2.4 인열강도

인열강도는 시험편의 찢어짐이 시작된 후부터 일정한 길이를 찢는데 소비되는 총 일량으로 섬유들의 일반적인 성질뿐만 아니라 섬유들에 가해지는 고해의 정도를 반영하는 것으로서¹⁰⁾, Fig. 5는 목재펄프와 키토산 섬유를 혼합하여 종이를 제조한 후 인열강도를 측정된 결과이다. SwBKP는 키토산 섬유를 혼합할수록 열단장, 파열강도의 경향과 마찬가지로 인열강도의 큰 감소폭을 보였고, HwBKP에 키토산 섬유를 혼합할수록 크게 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 활엽수 표백크라프트펄프보다 키토산 섬유의 경우에는 거의 두배의 강도적 차이를 나타내었다.

3.2.5 내절도

목재펄프와 키토산 섬유를 혼합하여 종이를 제조한 후 내절도를 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 일반적으로 내절도는 리파이닝의 증가와 길고 유연한 섬유를 사용함으로써 증가되는데¹⁰⁾, 다른 강도들의 경향과 마찬가지로 SwBKP에 키토산 섬유를 혼합할수록 내절도는 큰 폭으로 감소하지만, HwBKP는 키토산 섬유를 혼합할수록 내절도는 점차 증가하는 경향을 나타내었다.

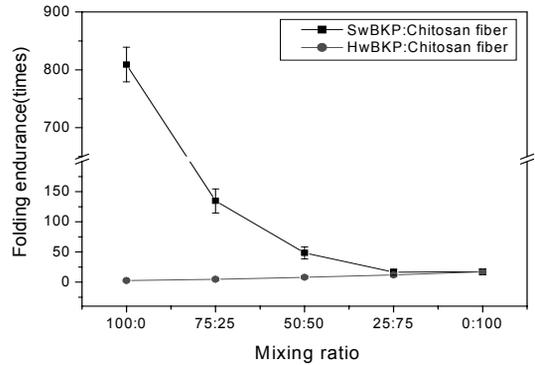


Fig. 6. Folding endurance of handsheets mixed with wood pulp and chitosan fiber.

3.2.6 백색도

목재펄프와 키토산 섬유를 혼합하여 초지한 후, 백색도를 측정된 결과는 Fig. 7과 같다. SwBKP 및 HwBKP의 백색도는 각각 87.3, 86.8이었으나, 키토산 섬유 자체의 백색도는 59.4를 나타내어, 키토산 섬유의 혼합비율이 증가할수록 점차 백색도는 감소하는 경향이였다.

이러한 결과는 키토산 섬유 자체의 낮은 백색도와 키토산 섬유의 고해 시 내부의 열 및 수초지 후 열에 의한 건조과정의 영향에 기인하는 것으로 사료된다. 즉 키토산 자체는 심하게 착색되기 때문에 섬유로 가공된 이후에도 착색을 유발케 한다. 이에 목재펄프와 혼합하여 사용하므로 이를 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

최근에는 키토산을 가수분해시켜 저분자화시킨

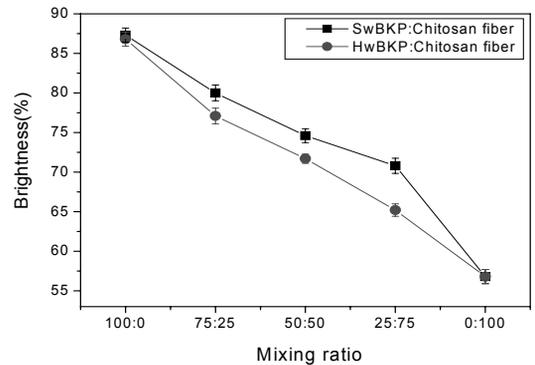


Fig. 7. Brightness of handsheets mixed with wood pulp and chitosan fiber.

후 종이 코팅에 적용하려는 연구가 진행되었으나, 이는 내구성이 현격히 감소되는 필연적인 문제점을 내포하고 있어 실용화가 어려운 실정이다¹¹⁾. 키토산은 중성의 물에 용해될 수 없기 때문에 pH 4 이하의 산성 수용액에 용해시켜서 종이에 코팅 처리하는 방법이 주로 적용되고 있다¹²⁾. 키토산을 산성수용액에 용해시켜서 종이에 코팅 처리한 다음 건조시키게 되면 종이 표면에는 키토산이 잔류하는 것으로 해석될 수 있겠으나, 엄밀한 의미에서 본다면 종이 표면에 잔류하고 있는 것은 키토산이 아니라 키토산 산성염이라고 볼 수 있다. 종이 표면에 부착되어 있는 키토산 산성염들은 중성의 물과 접촉되는 경우 용이하게 다시 용해됨으로써 종이 표면에서 탈리되는 것은 당연하다. 이에 키토산으로 코팅 처리된 종이는 종이로부터 키토산 탈리 가능성이 높다는 것이다.

따라서 수용성 키토산 유도체로 만들거나 바인더를 이용하여 종이 표면에 처리하는 등의 키토산을 개질 적용한 이전의 연구와는 달리 키토산 섬유를 직접 목재펄프에 적용하여 물리적 특성 변화에 따라 적절한 용도를 찾는 것도 필요하다고 판단된다.

3.3 흡습도

키토산은 글루코오스 C₂ 위치의 수산기가 아미노기로 치환된 구조를 갖고 있기 때문에 수분율은 아미노기의 존재로 인하여 셀룰로오스 보다 흡습량이 많다고 보고된 바 있다¹³⁾. 따라서 비교적 높은 흡습성을 가진 목재 셀룰로오스 섬유에 키토산 섬유가 혼합되면 흡습을 변화로 인하여 제조된 종이의 여러 가지 기

능성에 영향을 줄 것으로 보인다.

Fig. 8에서 보는 바와 같이 키토산 섬유는 목재 펄프의 경우에 비해 흡습도가 높은 것으로 나타났다. 이에 목재펄프에 키토산 섬유를 혼합하여 초지하였을 경우, 목재펄프의 흡습도를 더욱 향상시키는 것으로 나타났다. 이는 높은 흡습도를 요구하는 용도에 적용 가능성을 높혀 줄 수 있을 것으로 판단된다.

3.4 투기도

목재펄프와 키토산 섬유를 혼합하여 종이를 제조하고 투기도를 측정된 결과는 Fig. 9와 같다. SwBKP와 HwBKP 모두 키토산 섬유를 혼합할수록 투기도는 점차 상승하여 다른 물리적 성질 특히 밀도와 상이한 결과를 나타내었다. 목재펄프와 셀룰로오스 섬유로 구성되는 키토산 섬유는 투기도의 증감을 지배하는 주요인자가 이들 섬유간의 결합력 때문으로 판단된다. 즉 목재펄프에 존재하는 공극의 평균 크기보다 키토산 섬유와 결합부분에서 또한 키토산 섬유 내부에서 큰 공극을 다량 생성시키기 때문으로 추정된다.

키토산을 이용하는 종이 가공에서 단점으로 지적될 수 있는 사항은 강한 도포 능력을 지니고 있는 고점성의 키토산 초산 수용액이 종이 위에 도포되는데 분자량이 높은 키토산은 높은 점성으로 인해 산업적 공정 적용이 매우 어려우며, 기존의 침지 처리 시에는 많은 양의 키토산이 필요하고, 가공 후 유발되는 제품의 물성변화 등의 문제점을 극복하지 못하고 있다. 또한 가공 처리된 재료의 공기투과도가 처리 전에 비해서 저하되리라는 우려가 있다¹³⁾. 즉 종이 표면에 코팅

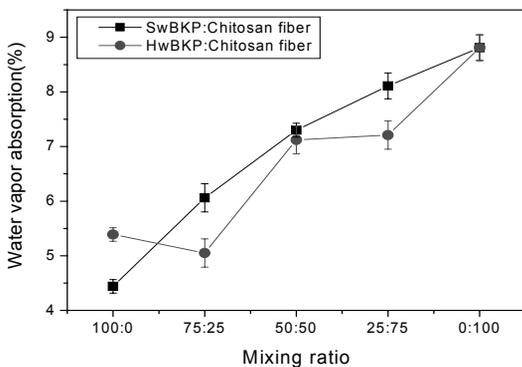


Fig. 8. Water vapor absorption of handsheets mixed with wood pulp and chitosan fiber.

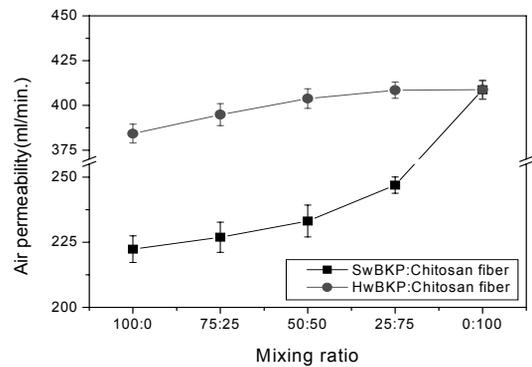


Fig. 9. Air permeability of handsheets mixed with wood pulp and chitosan fiber.

제를 도포하여 물과 공기의 침투를 막는 원리와 키토산 초산 수용액이 표면에 도포되어 얇은 필름막이 형성됨으로써 공기투과도가 저하되리라는 예상은 거의 동일하다고 볼 수 있다. 특히 항균성 필터를 제조하는 경우 필터 표면에 키토산이 코팅됨으로써 필터의 가장 중요한 특성인 공기투과도가 저하되기 때문에 키토산의 사용이 거의 불가능한 것으로 알려져 있다. 공기투과도 저하의 문제가 극복되지 않는 한 직물이나 필터분야에서의 키토산을 이용하는 가공은 제한을 받을 수밖에 없다. 이에 키토산 용액의 점도를

한편 상처보호제는 가스투과능이 우수해야 할 뿐만 아니라 체액의 흡수능도 우수해야 한다. 또한 공기의 투과가 적절히 조절되어야 한다. 따라서 목재펄프와 키토산 섬유를 혼합하여 상처 보호제를 제조하는 원료로 사용한다면, 상처 치유에 직접적으로 작용하는 천연 고분자 화합물과 공기투과도를 조절하면서 치유속도를 증진시킬 수 있을 것으로 사료된다.

3.5 항균성

키토산을 항균가공에 이용하는 응용은 1980년대

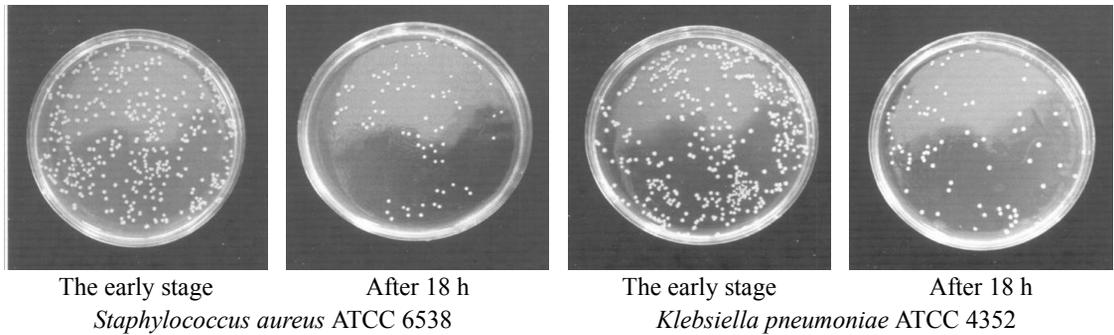


Fig. 11. The antibacterial activity of chitosan fiber.

저하시키기 위하여 키토산의 농도를 저하시키는 방법이 적용될 수 있지만 그 결과 종이 표면에 부착될 수 있는 키토산의 절대 부착량이 낮아질 수밖에 없어 항균력을 비롯한 제반 가공 효과가 의심될 수밖에 없다.

따라서 키토산 섬유를 목재펄프와 혼합하여 초지할 경우는 이러한 우려를 없앨 수 있을 것으로 사료된다.

초 식품가공분야에서 출발되었고 1980년대 중반부터는 섬유의 항균, 방취가공에 이용되기 시작하였으며 다수의 학술논문과 특허가 공개되었다. 1990년대 초 Chitopoly가 일본에서 시판됨으로써 키토산을 이용하는 섬유의 가공이 현실화되었다고 볼 수 있다¹²⁾.

키토산의 항균 메카니즘은 양전하를 가진 키토산의 아미노기가 세균 세포막의 음전하와 이온결합을 형성하여 세포분열을 방해함으로써 세균의 성장을

Table 1. The antibacterial activity of handsheet mixed with wood pulp and chitosan fiber.

Microbes		Blank 1	Sample 1 (HBKP 50 : CF 50)	Blank 2	Sample 2 (CF 100)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	The early stage	3.6×10^4	3.6×10^4	3.2×10^4	3.2×10^4
	After 18 h	1.6×10^6	1.1×10^5	1.3×10^6	4.4×10^4
	Antibacterial activity(%)	-	93.1	-	96.6
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 4352	The early stage	3.5×10^4	3.5×10^4	3.5×10^4	3.5×10^4
	After 18 h	1.4×10^6	1.2×10^5	1.5×10^6	4.0×10^4
	Antibacterial activity(%)	-	91.4	-	97.3

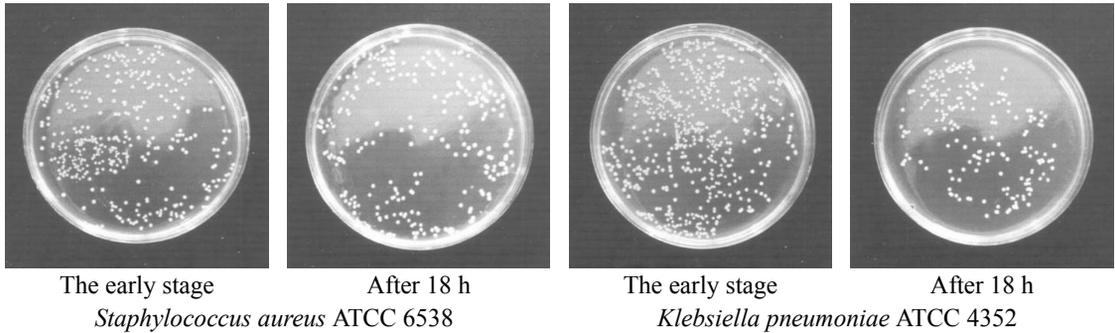


Fig. 10. The antibacterial activity of mixed with HwbKBP and chitosan fiber.

억제한다고 추정된다¹⁵⁻¹⁷).

따라서 목재펄프와 키토산 섬유로 제조된 수초지의 항균성을 평가하기 위하여 시험균 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538(포도상구균)의 혼탁액을 조제하고, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352(폐렴균)의 혼탁액을 조제하여 생균수를 측정하여 균감소율을 계산하는 방법으로 측정하였으며, 표준포의 균감소율 또한 같은 방법으로 측정하였으며, 그 결과는 Table 1 과 Fig. 10, 11에서 보는 바와 같다. 키토산 섬유의 경우 95% 이상의 우수한 항균성을 나타냈으며, 목재펄프와 혼합하여 제조한 경우 약간 항균성이 감소하였으나, 90%이상의 항균성을 유지하였다.

일본에서는 키틴과 키토산 섬유로부터 제조되는 거즈 및 화상치료제가 제안되었는데, 이는 상처를 보호하고 통증을 완화시켜 주는 효과가 우수하다는 사실을 지적하고 있다. 또한 우수한 지혈효과를 지니고 있다고 하였다⁴). 따라서 목재펄프와 키토산 섬유를

혼합하였을 경우, 목재펄프에 항균성이 우수한 키토산 섬유를 도입함으로써 순수 목재펄프의 항균성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다. 또한 이를 상처 보호제 제조용 원료로 사용한다면, 인체 적합성이 뛰어나기 때문에 상처에 부착되었을 때, 거부반응이나 염증을 유발하지 않으며, 상처 치유 기능이 우수할 것으로 예측된다. 이에 상처 치유제의 재료로서 매우 바람직할 것으로 사료된다.

3.6 회분 함량

키틴과 키토산은 그 사용 용도에 따라서 만족되어야 할 특성이 광범위하게 변화되고 있다. 이들의 의료용 재료로 사용되기 위해서는 충족되어야 할 다수의 요건들이 제시되고 있다. 이 중에서 생체임상의학용 키틴과 키토산의 잔류회분량은 대략 0.5%내외로 규정하고 있다⁴). 특히 피부나 화상/창상 치료제의 원료로 사용되는 경우에 잔류회분은 상처에 대하여 큰 영향을 미치지 않는으나 잔류 회분함량이 커지게 되면 상처의 치유를 더디게 할 뿐만 아니라 때에 따라서는 심각한 상처의 악화를 초래할 가능성이 있다.

따라서 목재펄프에 키토산 섬유를 혼합하여 초지한 후, 의료용 재료로 사용 시, Fig. 12에서 보는 바와 같이, 잔류 회분함량이 0.5%내외로 조건을 충족시킬 수 있을 것으로 사료된다.

한편 키틴과 키토산을 피부나 화상/창상 치료제로서의 사용을 연구하였던 연구자들은 키틴과 키토산을 단지 생체 적합성 소재로서의 사용 가능성을 인정하였을 뿐 이들의 연구결과가 실제 산업적으로 연결되지는 못하였으며, 키틴과 키토산의 조직에 대하여 작용하는 생물학적, 조직학적 기작을 밝히지는

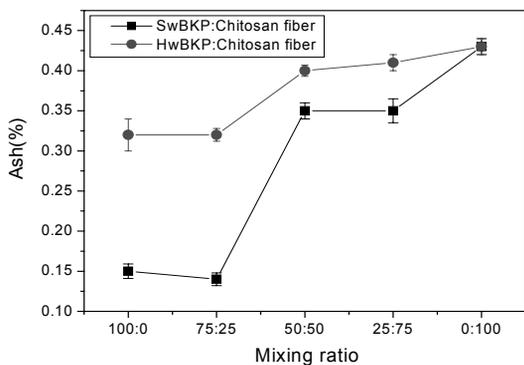


Fig. 12. Ash of handsheets mixed with wood pulp and chitosan fiber.

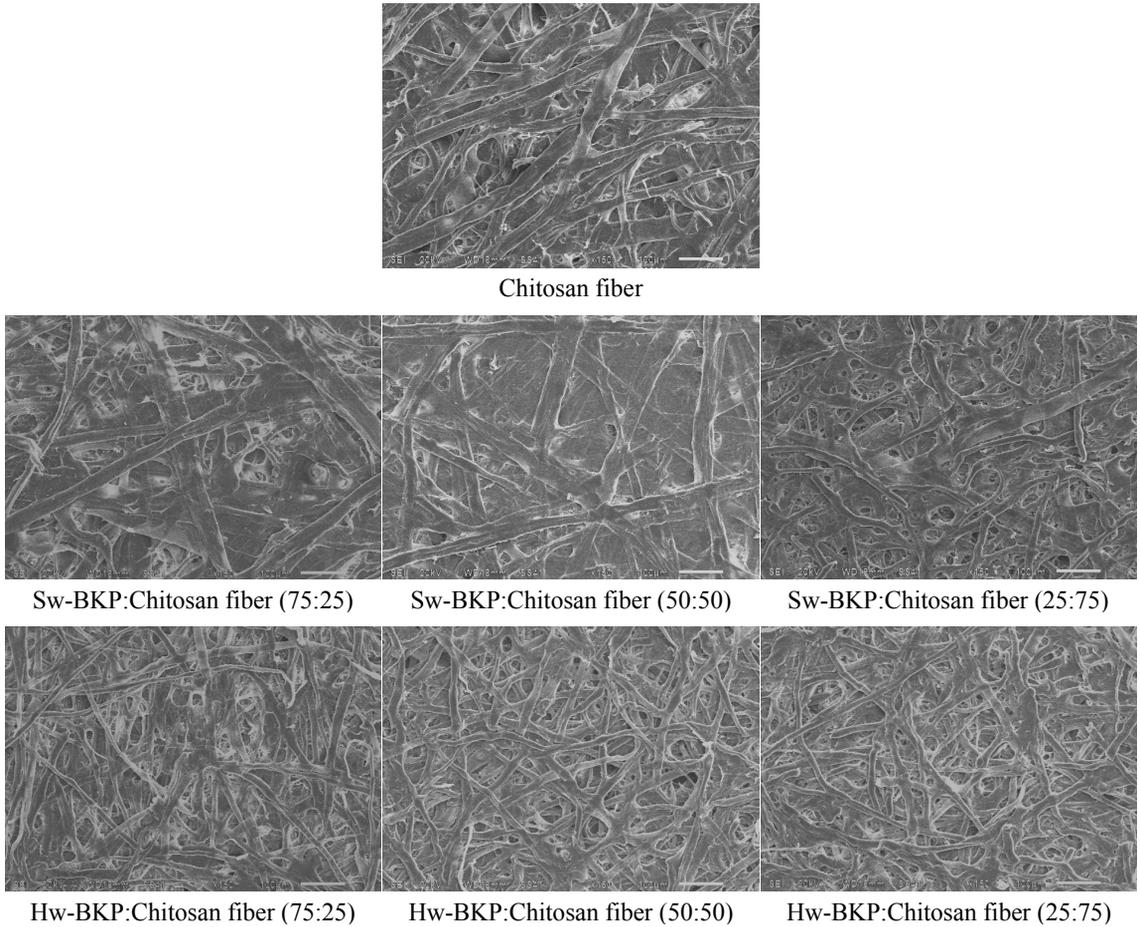


Fig. 13. SEM image of handsheets mixed with wood pulp and chitosan fiber.

않았다.

3.7 표면 분석

Fig. 13은 전자주사현미경(SEM)을 이용하여 목재펄프와 키토산 섬유로 형성된 내부 섬유의 결합 형태와 표면을 관찰한 이미지이다. 낮은 배율에서 섬유의 결합 형태를 관찰한 결과 목재펄프 및 키토산 섬유 모두 안정한 형태로 서로 간에 결합되어 있음을 확인할 수 있으며, 배율을 높혀 섬유 표면을 관찰한 결과, 키토산 섬유의 경우 섬유 축 방향으로 피브릴화(fibrillation) 되어 있는 형상을 나타내고 있다. 이는 N-아세틸화 과정에서 생긴 탈수현상에 의한 섬유 표면의 변화라고 판단된다.

4. 결론

삶의 질의 향상과 최근, 컴퓨터, 휴대전화 사용이 일반화됨에 따라 건강에 대한 관심이 고조되어 가는 가운데 건강을 위한 기능성 섬유의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 한국을 비롯, 일본, 미국, 유럽 등에선 지금 이 시간에도 섬유에 기능성을 부여한 소재개발이 이루어지고 있으며, 이는 그만큼 시장에서의 수요가 끊이지 않고 있다는 증거인 것이다.

따라서 본 연구는 목재펄프와 키토산 섬유를 혼합하여 종이를 제조하고, 이들의 물리·광학적 성질 및 기능성을 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

SwBKP에 키토산 섬유를 혼합할 경우 밀도, 열단장, 파열강도, 인열강도, 내절도, 백색도는 크게 감소

하였지만, 흡습도, 투기도는 상승하였다. HwBKP의 경우에는 키토산 섬유를 혼합비율을 증가할수록 백색도만 감소하였고, 강도 뿐만 아니라 흡습도, 투기도 등 기타 물성은 상승하였다. 한편 SwBKP에 비해 HwBKP에 키토산 섬유를 혼합하였을 경우 흡습도는 낮으나 투기도는 높은 경향이였다.

항균성은 키토산 섬유의 경우 95% 이상의 우수한 항균성을 나타냈으며, 목재펄프와 혼합하여 제조한 경우에도 90% 이상의 항균성을 유지하였다. 이외 제조된 모든 종류 종이의 잔류회분함량은 0.5% 이내로 의료용 재료로 사용 시 조건을 충분히 충족시킬 수 있을 것으로 사료되며, 제조된 종이 표면은 목재펄프와 키토산 섬유 모두 안정한 형태로 서로 간에 결합되어 있음을 확인할 수 있었다.

따라서 HwBKP와 키토산 섬유의 혼합은 종이의 질적 향상뿐만 아니라 키토산 고유의 특성을 이용하여 특수지로도 충분히 가능성이 있음을 확인하여 주었고, 향후 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

5. 참고문헌

- Xu, J., Mccarthy, S. P., Gross, R. A. and Kaplan, D. L., Chitosan film acylation and effects on biodegradability, *Macromolecules*, 29, 3436-3440(1996).
- Jong-Jun Kim, Dong-Won Jeon, Properties and application of chitin and chitosan, *Textile Science and Engineering*, 32(4), 309-316(1995)
- 한태희, 탄소섬유 전구체로서의 키토산 및 키틴 섬유의 특성, 전북대학교 대학원 석사학위논문 (2005).
- Dong-Won Jeon, Ju-Seok, Hong, Do-Gi Pyun, Hyun-Jeong Kim, Chitin/chitosan therapeutic agent for wound, *Fiber Technology and Industry*, 4(1/2), 96-107(2000).
- Gi-Seong Jang, Soo-Bok Lee, Bum-Hoon Lee, woo-Ki Min, Won-Keun Kim, Yong-Sik Chung, Seong-Ho Choi, Yong-Keun Lee, Preparation of functional chitosan membranes containing tetracycline, *Textile Science and Engineering*, 42(3), 155-160 (2005).
- Yun-Gu Lee, Dong-So Shin, Effects of beating loads on physical properties of deinked pulp, *KTAPPI*, 27(1), 7-13(1995).
- Hyun-Sung Jang, Jong-Moon Park, Physical properties of paper depending on two-step refining, *KTAPPI*, 36(2), 1-9(2004).
- Hyun-A Lim, Chin-Ha Kang, Yong-Kyu Lee, The effects of base papers containing nonwood pulp on the properties and printability of coated papers(I), *KTAPPI*, 32(3), 39-47(2000).
- 조현정 외, 펄프제지공학, 선진문화사, 203-456(1997).
- 이학래, 이복진, 신동소, 임기표, 서영범, 원종명, 손창만, 제지과학, 광일문화사, 141-167(1996).
- Young-Min Jeon, Tae-Won Son, Min-Gi Jeong, Min-Jo Kim, Hak-Sang Lim, Mechanical properties of high add-on chitosan treated cellulose fabrics, *Textile Science and Engineering*, 40(2), 177-188 (2003).
- Jong-Jun Kim, Dong-Won Jeon, Young-Keum Kwon, A study on the change of hand of chitosan-treated fabrics(III)-Effects of chitosan treatment conditions-, *Textile Science and Engineering*, 34(10), 689-700(1997).
- Young-Min Jeon, Tae-Won Son, Min-Gi Jeong, Min-Jo Kim, Hak-Sang Lim, Improvement of cellulose fabrics treated with high add-on of chitosan, *Textile Science and Engineering*, 40(3), 296-306 (2003).
- Hyun-Joo Lee, Dong-Won Jeon, A study on the air permeability of chitosan-treated fabrics, *Textile Science and Engineering*, 36(6), 478-488(1999).
- Chan-Ho Choi, Yang- Jeon, Yung-Bum Seo, Effect of chitosan surface treatment on the antibacterial properties of paper, *KTAPPI*, 30(4), 59-68(1998).
- Kyung-Min Kim, Seung-Dae Kong, Cheol-Hun Yoon, Yong-Yeul Kim, Han-Seob Lee, Antibiotic activity of PVA blending films using chitosan, *Journal of the Korean oil chemists' society*, 17(3), 198-202(2000).
- Youn-Sook Shin, Kyung-Hye Min, Antimicrobial finishing of cotton fabrics with chitosan(I)-Effect of degree of deacetylation on the antimicrobial property-, *Textile Science and Engineering*, 33(6), 487-491(1996).