

견사와 폐 우유팩으로부터 분리한 셀룰로오스가 함유된 복합 위생포 제작

여주홍 · 이광길 · 이용우 · 김종호*

농업과학기술원 잠사곤충부, *상주대학교 섬유공학과

Preparation of Multi Skin Care Gauze by Blending of Silk Fiber and Separated Cellulose from Waste Milk Pack

Joo-Hong Yeo, Kwang-Gill Lee, Young-Woo Lee and Jong-Ho Kim*

Department of Sericulture and Entomology, NIAST, RDA, Suwon 441-100, Korea
Department of Textile Engineering, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

ABSTRACT

The preparation of skin care gauze could be make to mixing separated cellulose from waste milk pack and degummed silk fibroin fiber. Also, its wound covering and anti-bacterial activity were investigated in order to find out the enhancement of their functionality. By the 30% silk fibroin fiber including skin care gauze, the anti-bacterial activity values of *Staphylococcus* strain are much 4 times higher than of 0~10% silk fibroin fiber including skin care gauze. The average yield of cellulose from waste milk pack was obtained 50~60%, and their morphologies, physical properties, modulus and biodegradation ratios are studies, respectively.

Key words : Silk fiber, Cellulose, Skin gauze, Antibacterial activity

서 론

1999년을 기준으로 우리나라에서 버려지고 있는 폐 우유팩은 약 1500억원에 달한다고 한다(조선일보, 1999). 이처럼 버려지고있는 폐 우유팩을 재활용할 수 없을까? 우유팩은 최고급의 셀룰로오스로 만들어지고, 표면에는 비닐 성분이 코팅되어 있어서 버려질 경우 환경오염 문제로까지 비화 될 수 있다. 극히 일부가 분리 수거되어 화장지 등에 재활용이 되어지고는 있으나, 다른 용도로의 활용을 충분히 재고할만한 가치를 지니고 있다. 환언하면 버려지고 있는 폐 우유팩으로부터 양질의 셀룰로오스를 분리한 후 생체 적합성이 뛰어난 견사와의 혼합에 의한 위생포의 제작을 생각해볼 수 있기때문이다.

위생포의 용도는 여러 가지를 생각해볼 수 있는데, 우선 피부 결손 부위를 Covering하는 기능을 가져야 하고, 아울러 세균의 2차 감염을 막을 수 있는 물질 차원의 기능을 겸비하여야 하기 때문에 대상 재료의 선택이 요구되고 있다(Kuroyanagi and Shioya, 1996). 일반적인 시판된 거즈는 단순한 지지대의 역할을 할 뿐 세균의 2차 감염을 막을 수 있는 물질 차원의 직접적인 보호는 어렵다. 그러나 실크가 겸비하고 있는 자체 항세균 활성(赤井,

1999)을 가미할 경우, 위생포의 제작 및 그 용도를 기대할 수 있다. 창상피복용 위생포의 경우 일반적으로 생체와 가장 유사한 콜라겐이 피부 결손부위의 피복 재료로서 사용되어져 오고 있는데, 최근에는 계의 껍질에서 채취한 키틴을 원료로 하여 이것을 습식 방사한 섬유형태의 연구가 진행되어져 오고 있다(Kuroyanagi & Shioya, 1996; Quin *et al.*, 1996). 이것은 부직포와 마찬가지로 자연 표피 성형 가능한 얇은 피부 결손창의 피복 재료로서 적당한 것으로 알려져 있다(Cho *et al.*, 1996 ; Kim *et al.*, 1997).

본 연구에서는 위에서 언급한 것과 같이 버려지고 있는 폐 우유팩으로부터 양질의 셀룰로오스를 분리하여 어느 정도의 항균성을 가지고 있는 것으로 알려진 견사와의 혼합에 의한 복합형 위생포의 제작을 목표로 하였다. 아울러 얻어진 위생포의 기초적인 물성 및 항세균 활성 등에 대하여 얻어진 결과를 소개하고자 한다.

재료 및 방법

1. 견사의 정련

본 연구에 사용한 견사는 가잠(*Bombyx mori*)으로부터 얻어지는 견사를 사용하였다. 정련은 생사를 육비 50 : 1

에서 5 wt%의 마르셀 비누 및 3 wt%의 Na_2CO_3 혼합 용액에 넣어 90°C에서 40분간 2회 처리한 후, 증류수로 3번 정도 같은 작업을 반복하여 충분히 수세한 후 건조하여 가위 등으로 1~2 mm 정도로 잘게 잘라서 사용하였다.

2. 폐 우유팩으로부터 셀룰로오스의 분리

폐 우유팩은 시판하고 있는 팩 우유의 것을 사용하였다. 입수한 우유팩을 깨끗이 수세한 후 가위로 적당한 크기로 잘랐다. 표면에 붙어있는 필름을 제거하기 위하여 적당한 크기로 잘라, 1:100의 액비로 20분 정도 끓여 팽윤시킨 후, 표면에 붙어있는 필름을 제거하였다. 그 후 액비 1:30 정도의 분량으로 믹서기에 넣어 분쇄하여 양질의 셀룰로오스를 얻었다.

3. 위생포의 제작

위에서 분리한 셀룰로오스에 정련한 견사를 0, 5, 10, 30%의 비율로 넣어 섞은 후 자체 제작한 망상틀에 의한 한지를 만드는 것과 같은 동일한 방법으로 견사함유 위생포를 제작하였다.

4. 위생포의 특성 및 성상

위생포의 특성 및 성상은 현미경에 의한 표면 형태, 폐 우유팩으로부터 어느 정도의 셀룰로오스가 얻어지는지의 수율, 두께 및 표준 상태(RH65%, 20°C)에서 완전히 건조시킨 후의 무게비에 의한 흡수율을 측정하였다. 인장강도는 4×1 cm의 크기로 자른 후 SHIMADZU사 Instron 방식을 택하여 그 강도를 측정하였다. 또한 위생포의 표면 형태 관찰은 견사 혼입 별 시료를 금코팅을 한 후 150배의 비율로 주사형 표면관찰(SEM)을 하였다.

5. 위생포의 생분해성 및 항 세균 활성

견사 함유별 생분해시험은 Protease IV의 효소를 이용하여 37°C에서 17일간 규칙적인 무게 비에 의한 생분해성을 측정하였다. 견사 함유별 항 세균 활성의 정도는 대표적으로 황색 포도상 구균계통(*Staphylococcus*)을 이용하여 활성 정도를 측정하였다.

6. 위생포의 동물 창상 피복실험

응성 Rat계 15마리에 의한 창상 피복 효과를 알아보았다. 우레탄으로 1 g/kg의 양으로 마취를 시킨 후 약 1.5×1.5 cm의 환부가 되도록 피부를 절취한 후, 소독을 하여 제작한 위생포에 의한 피복, 그리고 그 조직 단면 관찰에 의한 피부의 상태를 관찰하였다. 피부는 12% Formaldehyde 수용액에 의한 피부 고정을 한 후 M/T 염색에 의한 피부 조직 현미경 관찰을 하였다.

결과 및 고찰

1. 위생포의 형태

Fig. 1에 있는 것과 같이 견사 10%(A) 및 30%(B)혼합의 경우 외관 상 상이한 차이가 보여졌다. 즉 10% 견사를 혼입하였을 경우 매우 매끄럽고 형태가 양호한 외형이 얻어 졌으나, 두께가 너무 얇았다. 반면, 견사 30%혼입의 경우 견사의 영향으로 그 표면이 매우 굴곡이 있음을 나타내고 있다. 따라서 부직포의 적당한 형태를 유지하기 위하여는 최소한 10% 이상의 견사가 함유되어야 할 것으로 생각되어진다.

2. 위생포의 물성특성

Table 1에 폐 우유팩으로부터 얻어지는 셀룰로오스의 수율 및 견사 함유별 물성의 특성을 나타내었다.

Table 1에 나타나 있는 것과 같이 폐 우유팩으로부터 50~60% 정도의 양질의 셀룰로오스를 얻을 수 있었다. 두께는 평균 0.2 mm 정도이나 셀룰로오스의 양 및 견사의 양에 따라 그 두께는 조절될 수 있음을 나타내고 있다. 본 연구에서는 0.2 mm 정도를 표준 상태로 하였다.

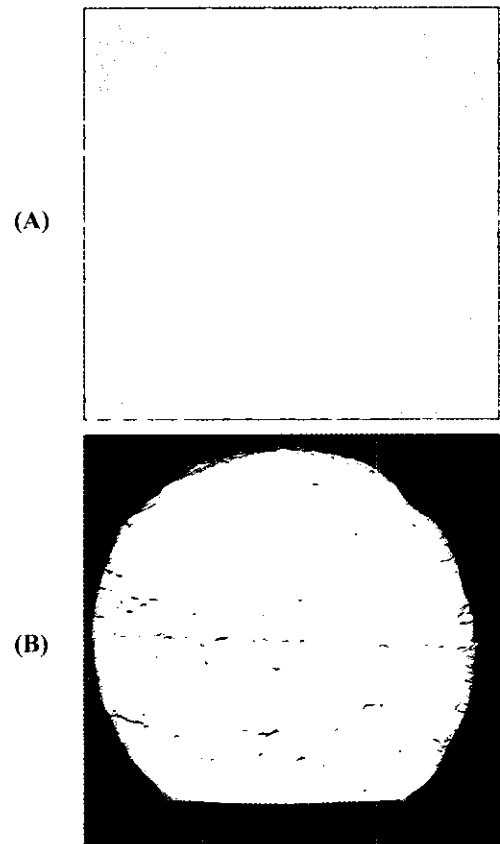


Fig. 1. Morphologies of 10%(A) and 30%(B) silk fibroin containing skin care gauze.

Table 1. Hygroscopic ratio, modulus and thickness of silk skin care gauze by different silk fibroin concentration

Yield (from waste milk pack)	Thickness (mm)	Hygroscopic ratio			Modulus(kg/mm ²)	
		5%	10%	30%	Traditional korean paper	Silk skin care gauze
50~60%	0.1	5	12	20	1.25	0.9
	0.2	12	26	44		1.1
	0.3	12	27	44		

또한 견사의 혼입량에 따른 흡수율은 견사가 많이 혼입될수록 수분을 함유할 수 있는 양이 증가함을 나타내고 있고, 예를 들어서 견사 30% 혼입시 약 44%의 수분함량을 나타내었다. 강신도의 경우는 대조로 사용한 한지보다도 다소 약한 강도를 나타내고 있으나 전통 한지에 거의 육박하는 1.0 kg/mm²의 수치를 나타냄으로써 어느 정도 물리적 성질이 있음을 나타내었다.

3. 위생포의 표면 관찰

Fig. 2에 나타나 있는 것과 같이 견사 함유별 위생포의 표면 형태는 큰 차이가 없는 것으로 보여진다. 즉, 견사를 최대 30% 함유함으로써 표면의 밀도가 약간 촘촘한 표면 형태를 보이는 것에 비하여 견사의 함유비율이 낮아질수록 형태에 있어서 느슨한 모습이 관찰되어졌다.

4. 견사함유별 위생포의 생분해성

생분해성의 의미는 대단히 중요하다. 왜냐하면 피부 결손부위에서 나오는 삼출액을 신속히 흡수할 수 있어야 할 뿐만 아니라 삼출액 안에 들어있는 효소에 의한 분해를 생각해야만 하기 때문이다. 때문에 효소에 의한 생분해성은 효소의 선택이 중요한 것으로 알려져 있다(민동선, 1998). 본 연구에서는 Protease IV에 의한 일수별 생분해성을 관찰하였다.

Fig. 3에 나와 있는 것과 같이 견사 함유별에 의한 생분해성이 차이가 있음을 알 수 있다. 즉, 단백질 성분인 견사의 경우, 단백질 분해효소에 의하여 일수별 생분해가 일어나고 있고, 견사 10% 및 30%의 경우, 14일이 경과한 후의 경우 약 11%의 생분해성을 나타내고 있다. 물론 효소의 양을 증가시키면 당연히 단백질 분해량이 많아져

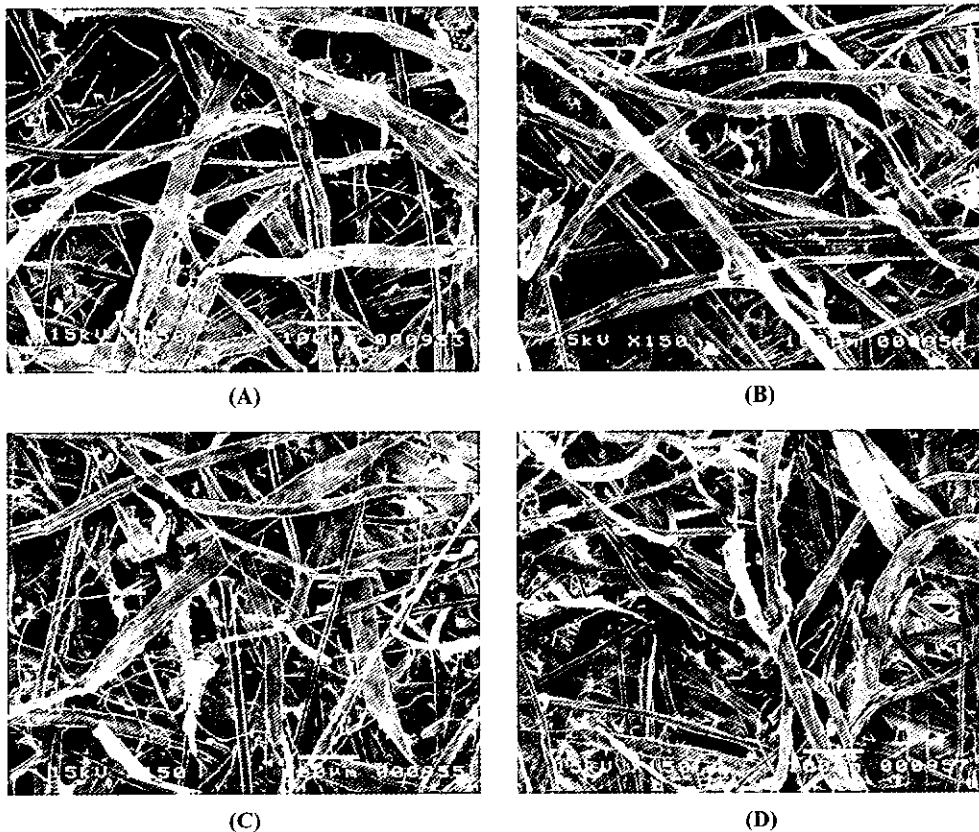


Fig. 2. Surface morphologies of various silk fibrin containing skin care gauze by SEM (A : 5%, B : 10%, C : 15%, D : 30%).

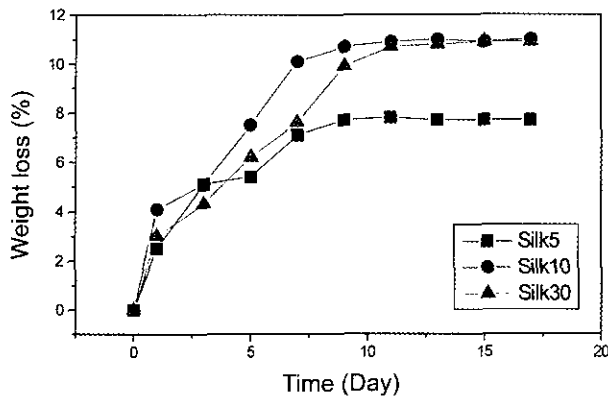


Fig. 3. Biodegradation of various silk fibroin containing skin care gauze by protease IV.

서 보다 높은 분해의 정도를 나타낼 것이지만 본 연구에서는 삼출액에 있는 효소의 양으로부터 1% 효소에 의한 생분해성을 측정하였다(민동선, 1998). 2주 후부터는 거의 일정한 생분해성을 나타내었다.

5. 항 세균 활성 효과

견사 단백질의 경우 그 자체가 항세균 활성을 나타낸다고 알려져 있다(赤井,1999). 따라서 견사가 함유된 부직포를 제작하여 피부의 결손부위에 적용을 할 경우, 세균에 대한 저항성을 기대할 수가 있고 아울러 다양한 용도로의 응용을 생각해볼 수 있다.

Table 2에 견사 함유별 항세균 활성의 정도를 나타내고 있다. 본 연구에서는 대표적인 화농부위에 발생하는 *Staphylococcus*의 몇 가지 변종에 의한 항세균 활성정도를 측정하였다. Table 2에 나와 있는 것과 같이 견사가 10% 함유될 때까지는 항세균 활성을 나타내지 않고 있다. 그러나 30% 견사 함유의 경우, 견사 10% 함유에 비하여 4배이상의 항세균 활성을 나타내고 있음을 보여주고 있다. 또한 본 연구에서 제작한 위생포의 경우, 항생제 등을 첨가하지 않고도 어느 정도의 세균 감염을 저지할 수 있을 것으로 기대되어진다.

Table 2. Anti-bacterial effects of various silk fibroin containing skin care gauze by *staphylococcus* strain

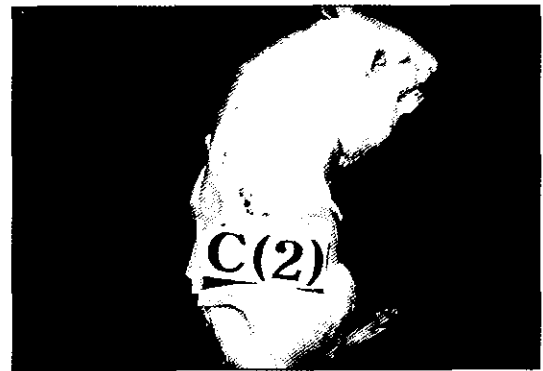
Strain	*MICs(μg/ml)			
	0	5%	10%	30%
<i>Staphylococcus aureus</i> 6538P	>512	>512	>512	256
" <i>giorgio</i>	>512	>512	>512	256
" 77	>512	>512	>512	128
" 241	>512	>512	>512	128

*Minimum Inhibitor Concentrations

6. 동물 창상 피복에 의한 피부조직관찰

어느 정도의 창상피복효과를 알아보기 위하여 마우스에 의한 창상 피복 실험을 하였다. 견사 함유별 창상피복효과의 경우 피복한 마우스 모두가 2일째부터 2차 감염의 증상이 나타났다. 거의 전 피복 동물에서 2차 감염에 의한 사망을 하였다. 이것은 위생포의 두께가 너무 얇아 효율적인 삼출액의 흡수문제가 원인인 것으로 생각되어진다. 때문에 창상피복제로 활용하기 위해서는 어느 정도의 두께가 필요함을 알수 있고, 본 연구에서 제작한 위생포의 경우는 가벼운 상처 도포용으로 적당하다는 결론에 도달할 수 있음을 알 수 있다.

Fig. 4에 보여지는 것과 같이 얇은 위생포 사이로 마우스의 피부 결손 부위에서 나온 삼출액이 오염되어 있음을 알 수 있고, 우측의 피부조직 단면에는 콜라겐은 전혀 생성이 되질 않고 있을 뿐아니라 피부의 재생에 의한 가피물도 전혀 생성되지 않고 있음을 나타내고 있다. 이상의 동물 실험까지의 결과로 미루어 볼 때 본 연구에서 제작한 위생포의 경우는 가벼운 상처용으로 적당할 것으로 결론 맺을 수 있다.



(A)



(B)

Fig. 4. Photographies of wound covering with rat(A) and histological appearance of rat skin section(B).

적 요

건과 폐 우유팩으로부터 분리한 셀룰로오스와의 복합 위생포 제작 및 그 특성 등을 행한 연구에서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 폐 우유팩으로부터 양질의 셀룰로오스를 얻을 수 있는 조건을 확립하였으며, 수율은 50-60%이었다.
2. 건사의 혼입량에 따라 위생포의 형태가 달라졌으며, 적정 위생포를 제조하기 위해서는 건사 10% 이상의 혼입이 요구되고 이때의 수분 흡수율은 35% 내외 정도였다.
3. 강신도에 있어서 같은 두께의 전통 한지보다 조금 약한 편이나 건사 증량에 따른 유의차도 없었다.
4. 건사가 많이 함유 될수록 단백질 분해효소에 의한 생분해성이 높았으며, 건사 30% 함유 위생포의 경우 약 11%의 분해율을 나타내었다.
5. 건사 함유별 항세균 활성에 있어서 10% 내외의 건사 함유시에는 활성을 나타내지 않았지만, 30% 이상의 건사를 함유 할경우, 10% 내외의 건사 함유 위생포에 비하여 4배 이상의 항세균 활성을 나타내었다.

인용문헌

- Cho C.S., Goto M., Kobayashi A., Kobayashi K., and T. Akaike (1996) Effect of ligand orientation onto the poly (N-*p*-vinylbenzyl-*o*- β -D-galactopyranosyl-D-gluconamide) as a model ligand of asialoglycoprotein, *Biomater. Sci. Polym. Edn.*, 7(12) : 1097-1104.
- Kim H.J., Jeong Y. I., Kim S. H., Lee Y. M., and C. S Cho (1997) Clonazepam Release from Core-shell Type Nanoparticles In Vitro, *Arch. Pharm. Res.*, 20(4) : 324-329.
- Kuroyanagi Y., and N. Shioya (1996) Advanced in Wound Dressing and Cultured Skin Substitute, Kitasato Univ. Press : 32-77.
- 민동선(1988) 생체적합성 개질 천연 고분자의 합성과 화상 치료용 인공 피부에의 응용, 한양대학교 박사학위논문
- 조선일보 (1999) 10월 13일자 신문
- 赤井弘 (1999) 絹素材の新しい機能性, 食品と開発, 34(7) : 45-47
- Qin Y., Agboh C., Wang X., and D. K. Gilding (1996) Medical textiles 96 Internation Conference, Woodhead Publishing limited : 15-20