

# 나노셀룰로오스의 제조방법 및 활용분야

융복합섬유팀



ECO융합섬유연구원

Korea Institute of Convergence Textile

## 1. 나노셀룰로오스 개발 동향

○ 나노(Nano)란 그리스어로 난장이를 뜻하며 '나노스(Nanos)'에서 유래되어 '작다'라는 의미를 가진다. 최근,  $10^{-9}\text{m}$ 의 크기인 나노소재를 이용한 나노기술의 다양한 산업군에서 활발히 진행되고 있다. 이러한 나노분야의 연구들은 아직까지 나노클레이(Nanoclay)또는 탄소나노튜브(CNT: Carbon nanotube)와 같은 무기물의 연구가 대부분이지만, 최근 들어 천연 고분자 중 하나인 나노셀룰로오스를 이용한 다양한 연구개발로 주목을 받고 있다.

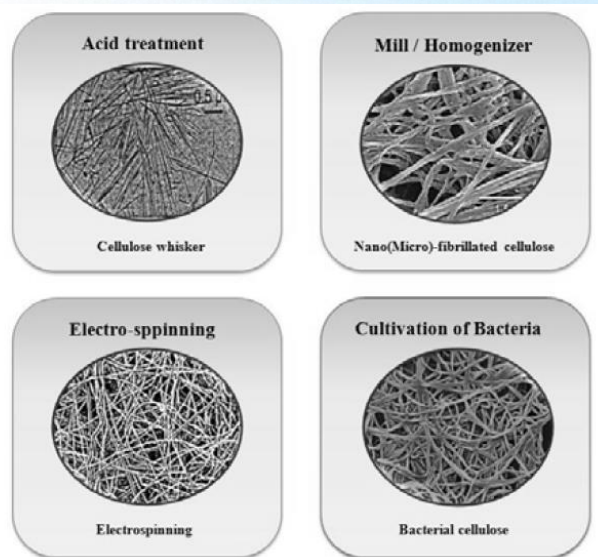


그림 1. 다양한 나노셀룰로오스

## 2. 나노셀룰로오스의 제조방법에 따른 종류 및 특징

○ 나노셀룰로오스는 그 제조방법에 따라 크게 4가지로 분류된다.

1. 산 가수분해방법을 활용한 나노휘스커(Nanowhisker)
2. 기계적-물리적 처리 방법을 통한 나노피브릴 셀룰로오스
3. 전기방사를 통한 전기방사 나노셀룰로오스(Electrospinningnanocellulose)
4. 박테리아 배양을 통해 생산된 박테리아 셀룰로오스(Bacterial cellulose)

## 2.1 화학적 처리에 의한 나노휘스커

○ 셀룰로오스는 결정, 비결정영역으로 이루어지며 이러한 결정영역의 차이로 화학적인 분해로 제조되는 나노셀룰로오스가 나노휘스커이다. 산에 의해 비결정영역은 글루코오스로 가수분해되고 결정영역은 각기 분리되어 작은 크기의 나노셀룰로오스를 형성하게 된다.

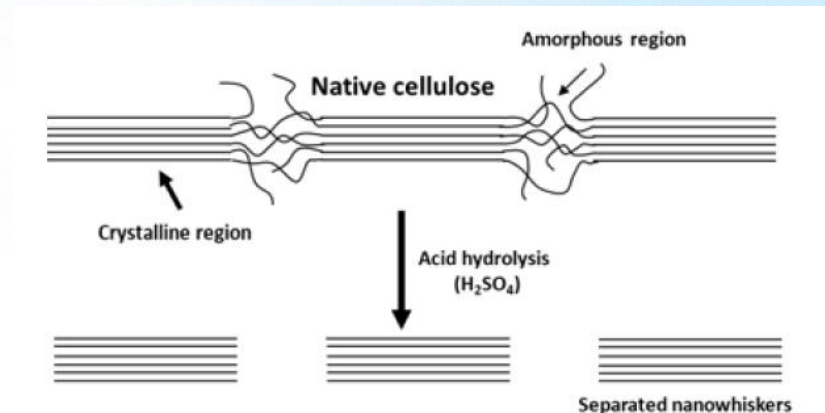


그림 2. 나노 셀룰로오스의 산 처리 공정



## 2.2 물리적 처리에 의한 나노피브릴 셀룰로오스

○ 마이크로 피브릴화 셀룰로오스(MFC)는 식물세포벽으로부터 분해된 피브릴화된 셀룰로오스를 말한다. MFC의 제조는 Sandberg 등에 의해 처음으로 연구되었다. 이후 MFC를 제조하기 위한 방법은 초음파, 고압, 동결파쇄법 등의 다양한 연구가 진행되었으며 그 중에서 주로 고압처리 법인 호모게나이저와 같은 기계적 처리 방법이 대표적으로 사용되고 있다.

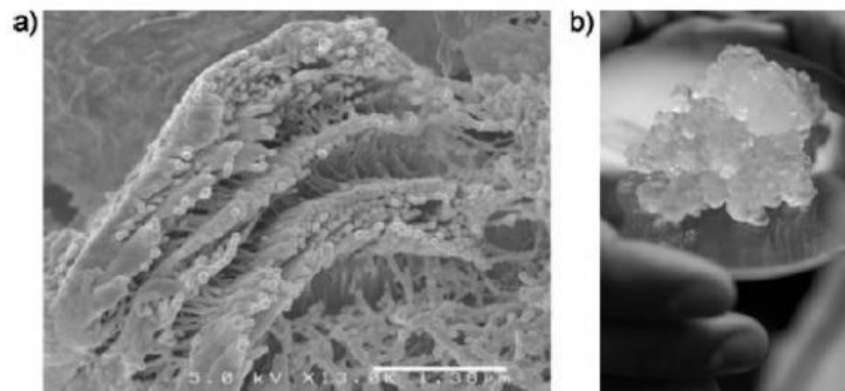


그림 3. 마이크로 피브릴화 셀룰로오스

## 2.3 전기방사에 의한 셀룰로오스

○ 나노섬유를 제조하는 대표적인 방법 중 전기방사법은 낮은 점도 상태의 폴리머 용액을 고압 상태에서 순간적으로 방사하는 것으로 간편하면서도 효율적인 방법이다. 전기방사로 만들어진 나노섬유는 섬유들이 무질서하게 방사된 부직포 형태로 유연성이 좋으며 3차원 다공구조로서 표면적이 큰 구조체이다.

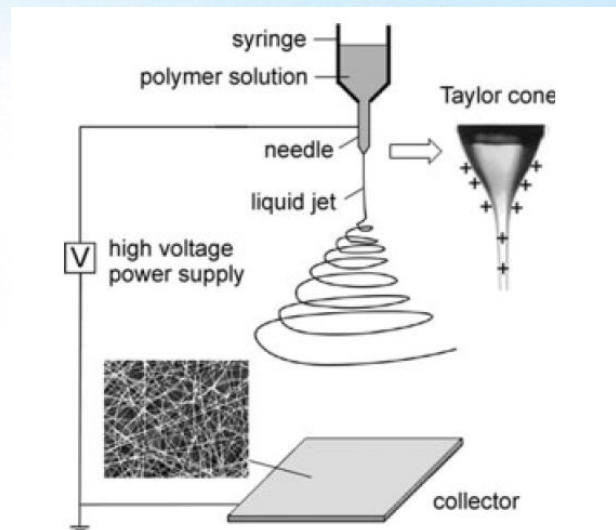


그림 4. 전기방사 장치의 기본 구조

## 2.4 박테리아의 생합성에 의한 박테리아 셀룰로오스

○ 나노셀룰로오스는 박테리아 종에 의해서 생성되며 *Acetobacter*속, *Rhizibium*속, *Agrobacterium*속 등이 대표적으로 알려져 있으며 호기성 *Acetobacter xylinum*는 그 중 생산 수율이 가장 우수하다. 박테리아 셀룰로오스는 탄소와 질소가 포함된 배지 안에서 배양하면 배양액의 계면에 흰색으로 피막이 형성된다. 박테리아 셀룰로오스는 높은 기계적 강도와 나노 사이즈의 순수 셀룰로오스로 구성된 3차원 망상구조를 보인다.

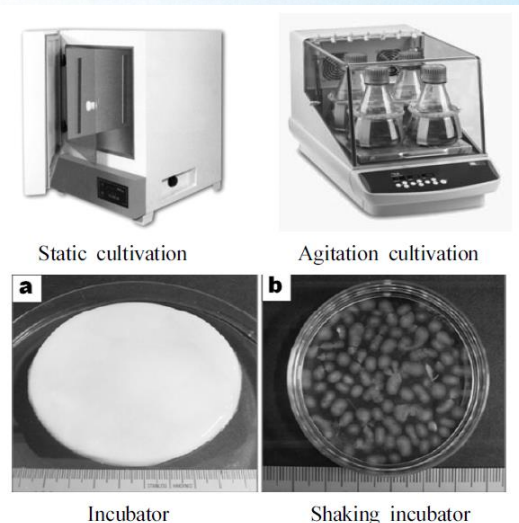


그림 5. 박테리아 셀룰로오스 제조과정

### 3. 박테리아 셀룰로오스의 활용

#### 3.1 의료용 재료

○ 박테리아 셀룰로오스는 생체적합성과 기계적성질이 우수하며, 밀도가 낮아서 인공피부, 인공연골, 창상보호제, 인공혈관, 화상치료제 등에 응용할 수 있는 첨단 소재로 Biofill®, Bioprocess®와 Gengifles® 등은 실제로 의료용 재료로서 활용되고 있다.



그림 6. 박테리아 셀룰로오스를 이용한 인공혈관



### 3. 박테리아 셀룰로오스의 활용

#### 3.2 미용 재료

○ 3차원 망상구조로 이루어진 바이오셀룰로오스는 종래의 부직포 마스크 팩보다 표면적이 넓고 치밀하여 찢어지지 않고, 제 2의 피부처럼 피부 밀착력이 뛰어나고 10배 이상의 습윤성을 보유하고 있어 고농축 에센스의 증발을 막아 피부 흡수율을 높여줄 수 있다.

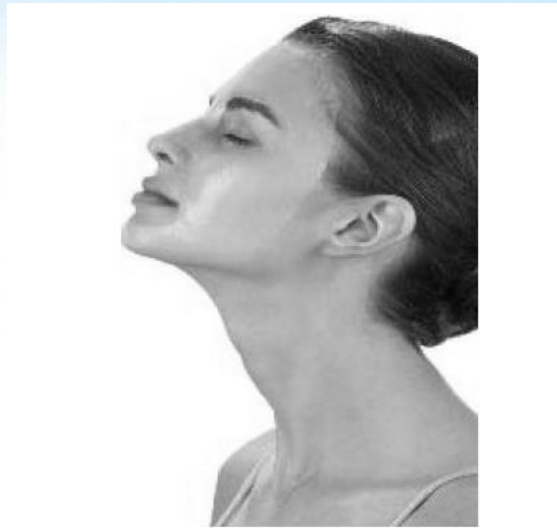


그림 6. 박테리아 셀룰로오스 마스크 팩

### 3. 박테리아 셀룰로오스의 활용

#### 3.3 식용 재료

○ 식품산업에서는 박테리아 셀룰로오스 섬유의 겔형성능과 수분흡수성 등의 특성을 다양하게 사용 할 수 있다. 기능성 음식물 첨가소재로서 다이어트 식품으로서도 활용가능성이 높으며 식감이 뛰어나, 특정한 맛, 성분, 향 등을 첨가하면 특유의 제품을 생산할 수 있다.



그림 6. 박테리아 셀룰로오스를 이용한 식용 재료

### 3. 박테리아 셀룰로오스의 활용

#### 3.4 전기·전자 재료

○ 박테리아 셀룰로오스에 실란 GPTMS(3-glycidoxypopyltrimethoxysilane)의 농도를 달리하여 복합재료를 제조한 결과, 농도가 증가할수록 박테리아 셀룰로오스의 섬유 간의 응집을 억제하여 투명도가 향상되는 것을 알 수 있었으며, 열안정성 또한 향상되어 플렉서블 기판으로 연구가 진행되고 있다.

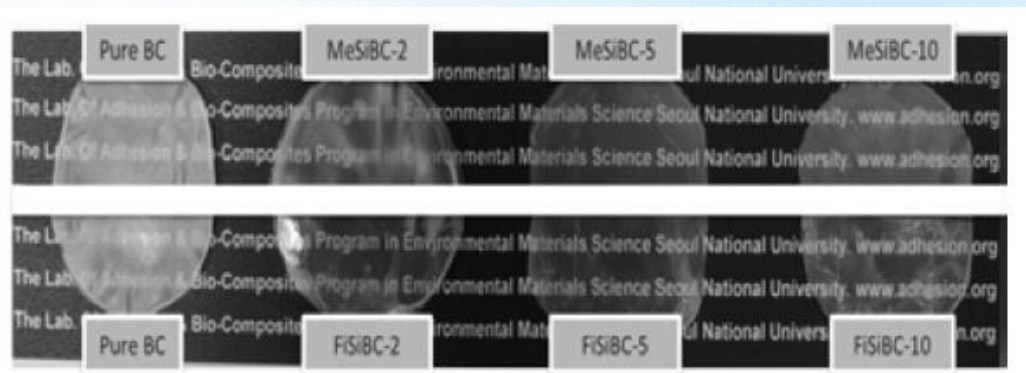


그림 6. 박테리아 셀룰로오스를 이용한 플렉서블 투명 기판

## 참고문헌

1. D. Klemm, F. Kramer, S. Moritz, T. Lindström, M. Ankerfors, D. Gray, and A. Dorris, Nanocelluloses: A New Family of Nature-Based Materials. Angewandte Chemie International Edition, 50, 5438 (2011).
2. <https://www.jnj.com/healthcare-products/medical-devices>
2. S. Renneckar, A. Zink-Sharp, A. R. Esker, R. K. Johnson, and W. G. Glasser, Cellulose Nanocomposites: Processing, Characterization and Properties, Oskman K., Sain M. Ed., ACS Symposium Series 938, Washington, DC. 78 (2006).
3. D. Klemm, F. Kramer, S. Moritz, T. Lindstrom, M. Ankerfors, D. Gray, and A. Dorris, Nanocelluloses: A New Family of Nature-Based Materials. Angewandte Chemie-International Edition, 50, 5438 (2011).