

방사선 기술을 이용한 나노셀룰로오스 제조 기술

적용분야
- 제지, 포장재

기술완성도 : TRL 4
- 연구실 규모 성능평가

기술개요

- 방사선을 조사를 이용한 나노셀룰로오스의 제조 기술로, **추출에 필요한 시간과 수율을 크게 향상시킴**
*나노셀룰로오스 추출시간 : 75% 감소 / 나노셀룰로오스 수율 : 16% 향상
*나노셀룰로오스 : 식물 세포벽을 이루는 셀룰로오스를 100nm로 쪼갬을 때 나오는 물질
- 전자선 전처리를 통해 **그라인딩 공정 효율과, 경제성을 향상시켰으며**, 간단한 방법으로 **나노셀룰로오스의 직선 구조를 개선하여 나노입자로의 제조가 가능함**
- **제지 산업의 경우, 기존 공정에 적용이 가능하여 종이의 품질을 높일 수 있으며**, 화학적 처리를 하지 않아 친환경적임
- 다음과 같은 과정을 통해 나노셀룰로오스 섬유 제조
 - 1단계 : 펄프를 물에 2% 농도로 분산
 - 2단계 : 그라인더를 이용하여 펄프 현탁액 분쇄
 - 3단계 : 현탁액으로부터 나노셀룰로오스 섬유 취득

(2% 농도 제조, 9회 분쇄)

구분	Control		50 kGy		100 kGy		200 kGy	
	소비전력 (kW/h)	처리시간 (min)	소비전력 (kW/h)	처리시간 (min)	소비전력 (kW/h)	처리시간 (min)	소비전력 (kW/h)	처리시간 (min)
합계	0.45	56	0.42	57.5	0.35	50	0.31	50.5
절감 효과	-	-	7.7%	-2.6%	22.3%	10.7%	31.1%	9.8%

[전자선 전처리를 통한 그라인딩 공정의 우수한 특성 확인]

- 나노셀룰로오스의 산업 우위성
 - ☑ 우수한 인장강도보유, 제지의 내구성 향상
 - ☑ 각종 목재와 식물자원 등으로부터 취득(친환경)
 - ☑ 낮은 공기투과도와 우수한 기계적 성질
 - ☑ 낮은 열팽창 계수에 따른 리튬이온 전지, 태양전지, 디스플레이 등 적용 가능



나노셀룰로오스 디스플레이(우)

투과성과 내구성이 우수한 나노셀룰로오스 종이(좌),



방사선 기술을 이용한 나노셀룰로오스 제조 기술

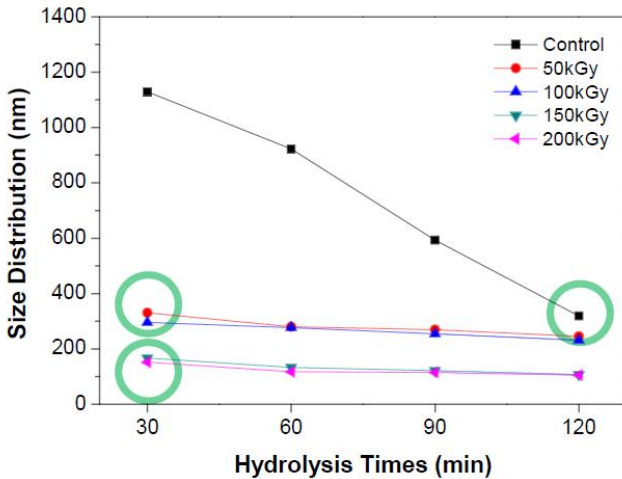
기술 우위성

기존 기술 대비 본 기술 우위성

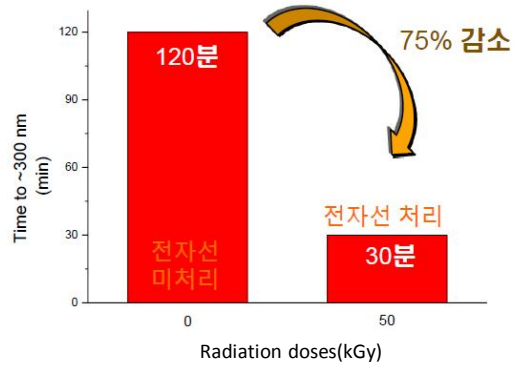
- 기존기술 한계**
- ☑ 강한 수소결합 및 낮은 용해도로 표면 개질이 어려움
 - ☑ 구조적 변함에 있어 한계점 보유
 - ☑ 화학공정을 거치게되어 인체에 유해할 수 있으며, 후 처리 공정이 발생
 - ☑ 추출 시간이 오래걸리고, 이를 통해 수득한 나노셀룰로오스의 수득율도 낮아 활용이 제한적

본 기술의 우위성

- ☑ 낮은 전자선 조사로 나노셀룰로오스를 취득하기 위한 최적의 조건 달성 (기존대비 시간 단축 및 수율 향상 확인)
- ☑ 공정 시간 단축과 원가 절감, 생산성 향상으로 경제성 향상 (기존대비 생산 비용절감 확인)
- ☑ 용액상 분산성이 우수하고, 충분한 기공을 확보하여 활용도가 높음



추출시간 비교 (particle size : 300nm)



[전자선 조사량과 가수분해 시간에 따른 평균 입도분포(좌)와 추출시간 비교(우)]

지식재산권 현황

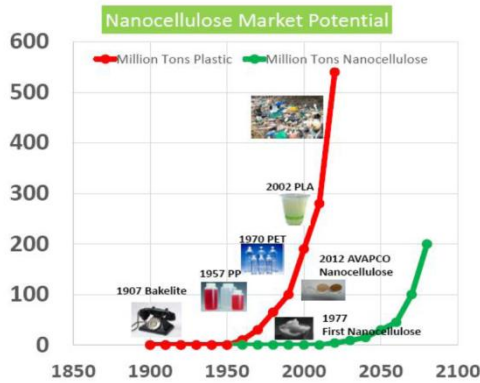
구분	명칭	출원국	등록(출원)번호	등록일
특허	방향족 화합물을 포함하는 나노셀룰로오스 제조 및 이를 통한 유무기복합체 제조방법	대한민국	10-1751349	2017.06.21
특허	나노셀룰로오스의 제조방법	대한민국	10-1725078	2017.04.04
특허	나노셀룰로오스의 제조방법	대한민국	10-1725079	2017.04.04
특허	나노셀룰로오스의 제조방법	대한민국	10-1702576	2017.01.26
특허	나노셀룰로오스제조및추출장치	대한민국	10-1690475	2016.12.22
특허	금속나노입자를 포함하는 나노셀룰로오스계 복합체	대한민국	10-1688949	2016.12.16
특허	나노셀룰로오스의 제조방법	대한민국	10-1686550	2016.12.08
특허	나노셀룰로오스의 제조방법	대한민국	10-1686551	2016.12.08
특허	나노셀룰로오스를 포함하는 하이드로겔 복합재 및 이의 제조방법	대한민국	10-1677979	2016.11.15
특허	전자선 조사와 카르복시메틸화반응을 이용한 셀룰로오스 나노섬유의 제조방법	대한민국	10-1912736	2018.10.23

방사선 기술을 이용한 나노셀룰로오스 제조 기술

시장현황

● 나노셀룰로오스 시장 전망(세계)

- 세계가 나노 셀룰로오스의 가능성에 주목하고 있어 향후 나노 셀룰로오스의 활용에 관한 연구가 더욱더 활발히 진행될 예정
- 2016년 전 세계 셀룰로오스 섬유 시장 규모는 206억 1천만 달러로 평가되었으며 꾸준히 성장세를 유지하고 있음



Market	Market Size(k ton)	Loading (%)	Market penetration	Demand (k ton)	연평균 성장률 (%)
제지업계	400,000	5	5-10	1,000-2,000	6
포장용 Composite	16,000	5	5-10	40-80	4-5
High barrier 포장필름	1,600	50	3-10	24-80	5
페인트	40,000-44,000	50	3-6	26-53	4
Oil & Gas	17,500	2	5	9	-
시멘트	15,000-16,000	2	2-5	1.5-8	7-8

[나노셀룰로오스 시장 잠재력(좌) 및 적용 시장별 시장 규모(우)]

● 나노셀룰로오스 시장 전망(국내)

- CNF의 국내 시판 가격은 Kg당 18,000원으로 현재 대량생산을 위한 인프라 구축이 활발히 진행되고 있으며, 대량생산 시설이 확충될 경우 단가 절감과 함께 다양한 산업군에서 요구될 것으로 기대됨
- 기능성 첨가제부터, 화장품, 도료 등 기존 첨가제에 없는 결정구조능력이 있어 다양하게 활용이 가능할 것으로 기대

● 주요 시장 참여자(도입기대)

- 제지 산업 : 전주페이퍼, 한솔제지, 삼화제지, 대림제지, 영풍제지, 국일제지
- 셀룰로오스 취급 : 무림P&P, 내추럴프렌드CNF, 유셀, 인선이엔티

기술도입 필요 인프라

- 펄프 수급처 또는 유통 계약
- 나노셀룰로오스에 대한 이해도(전공자, 관련 학위 취득자)
- 제지 공정 또는 나노셀룰로오스 활용을 위한 공정라인 보유

기술도입 기대효과

- 친환경 재료를 이용한 기존 제품의 효율 향상 및 기업이미지 제고
- 다소 저조한 국내 나노셀룰로오스 시장 선점 기대
- 차세대 신소재 제품의 생산능력 보유 및 미, 일 등과 같은 선진국과의 교류

문의처

구분	성명(직급)	전화	이메일
기술이전 담당	이상민 선임행정원	042-868-8553	sangmin@kaeri.re.kr
발명자	전준표 책임연구원	063-570-3063	jpjeun@kaeri.re.kr