

053 플라즈마 활성수(PAW) 기술

전기물리 연구센터 | 진윤식

○ 본 기술은 대기압 플라즈마를 생성하여 플라즈마에서 생성되는 각종 활성종(라디칼), 이온, 전자, 자외선 등을 물과 반응시킴으로써 물속에 다양한 성분에 포함되도록 하여 이를 활용하는 기술이다. 대기중에서 방전을 일으키면 질소계와 산소계의 라디칼들이 다량 생성되며, 이들 라디칼을 포함한 플라즈마 활성수 (Plasma Activated Water; PAW)는 산성을 띠게 되며 질산의 형태로 질소성분을 포함한다. 플라즈마 활성수는 물과 공기만 있으면 제조할 수 있으므로 친환경적이며, 미생물에 대한 살균력이 있으므로 다양한 소독제로 활용되고 있으며, 물속에 포함된 질소 성분은 액체비료로서의 기능을 가지고 있음

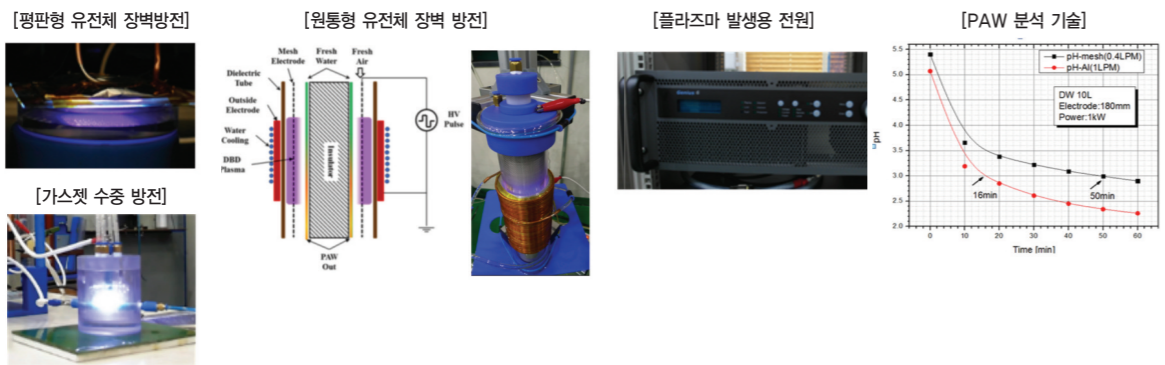
기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 살균 소독 및 액체비료로 활용되는 플라즈마 활성수를 제조하고 평가하는 기술로서, 대기압에서 고밀도 플라즈마를 안정하게 발생시키고 이를 물과 최대한 반응시키는 반응기를 개발하는 것임

기술의 구성도

▶ 대기압 플라즈마 발생기술과 플라즈마 활성수 분석기술



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 기존의 살균소독 기술은 염소 등 화학약품을 사용하여 인체에 악 영향을 미침. 이를 대체할 수 있는 의료분야의 살균소독기술 필요
- ▶ 농업분야에서 다양한 화학 살충제가 사용되고 있어 잔류 농약에 의한 인체의 손상, 토양과 수질의 오염이 발생하고 있으며, 화학비료의 과다 사용으로 토양의 산성화가 가속되고 있어, 이를 대체할 기술이 필요
- ▶ 식품산업에서 박테리아, 오염물질의 제거, 포장지의 소독 등에 활용되는 화학물질을 대체할 살균 세척 기술이 필요함

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - 플라즈마 활성수 제조에는 공기와 물, 전기만 있으면 가능
 - 원통형 유전체 장벽 방전 반응함은 플라즈마의 대면적화가 용이하고, 구조가 단순함
 - 전기연에서 개발된 내부 매쉬전극을 생략한 원통형 유전체 장벽방전 반응기는 플라즈마와 물이 밀접하게 반응하고 장시간 운전이 가능한 장점이 있음.
- ▶ 기술의 상세 규격
 - 시간당 500L의 플라즈마 활성수를 제조하는 기술
 - 플라즈마 활성수의 특성 평가기술: Ph, 전도도, ORP, NO3 농도, NO2 농도, H2O2농도 등

• 플라즈마 활성수의 살균효과 분석기술

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
- ▶ 대기압 플라즈마의 바이오메디컬 적용 기술

국내	기술명	Plasma Farming 기술
	기술 내용	플라즈마 처리수/비열 플라즈마를 농업의 전주기에 활용하기 위한 기술 개발
국외	기술명	바이오 플라즈마 연구센터
	기술 내용	다양한 소형(마이크로 젯) 비열 플라즈마 발생장치 개발 비열 플라즈마의 다양한 바이오 메디컬 적용 연구중
국내	기술명	PAW 제조장치
	기술 내용	미국 Advanced Plasma Solution (APS)사는 Drexel 대학의 지원을 받아 120L/h급의 PAW 제조장치를 개발함

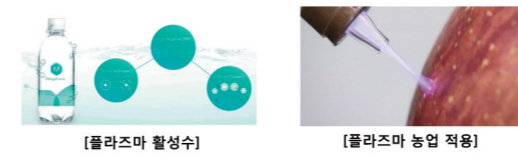
▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
대용량 PAW 제조장치 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 상기의 연구들에서는 소형 장치로 PAW를 제조하고, 각종 병원균, 미생물, 박테리아의 살균, 소독 효과와 각종 농산물의 발아 촉진 및 신선도 유지 등을 보고하고 있음 • 본 연구에서 개발된 PAW 제조장치는 시간당 500L의 증류수로 pH 3이하의 PAW를 제조할 수 있음 세계 최고 수준

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 의료,식품산업 : 살균 소독
 - 세정제, 피부, 상처, 치과 소독
 - 병원내 방역, 의료기기의 소독
- 농업 /환경 : 약취저감, 수질정화, 화학비료 대체
 - 원예농업에서의 살충제 감소
 - 식물의 생장저극/씨앗 발아 촉진
 - 도시농업(smart farm) 액체비료
 - 선박 평형수 처리 등

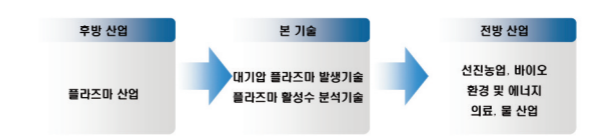


시장이슈

- 잔류독성, 발암성 부산물이 없는 안전한 살균(살충제)과 화학비료가 아닌 친환경 비료가 요구되고 있음
- 4차 산업혁명시대를 맞아 스마트 팜의 연구가 활성화되고 있음. 특히 도시농업에서의 스마트 팜은 수경재배가 주류를 형성할 것으로 예상되며, 수경 재배에서는 액체비료의 생산과 사용한 액체비료의 처리가 요구됨
- 현재의 질소화학비료를 생산하는 주요 공정인 하버-보쉬법은 지구 전체 생산에너지의 1%를 소모하고 있어 환경적 영향이 지대함. 따라서 이를 대체할 수 있는 질소고정법의 개발이 요구되고 있음

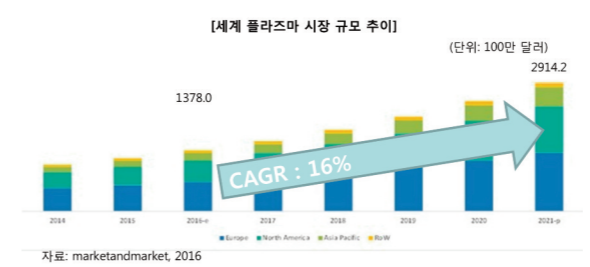
Supply chain

• 플라즈마 수처리 기술은 환경에 무해한 환경친화적 속성과 무공해 공정, 신소재 개발 용이성을 바탕으로 넓은 산업군에 적용 가능한 기술임



수요전망

- 세계 플라즈마 시장은 연평균 16% 성장으로 2016년 13,780억 달러 규모에서 2025년 29,142억 달러 규모로의 성장으로 전망되고 있음
- 물 살균, 정화, 의료용 등의 플라즈마 사용분야 확대로 말미암아 아태지역에서 가장 높은 성장세를 보일 것으로 예측되고 있음



4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	수처리용 수증 방전 장치	한국	1,01214E+12	2012
출원	플라즈마 활성수 제조장치	한국	10-2018-0131232	2018
출원	플라즈마 활성수 제조 시스템 및 방법	한국	10-2017-0135069	2017

기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : Full-Scale 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : 대용량 플라즈마 활성수 제조장치
 - 대기압 유전체 장벽방전 플라즈마 발생기술
 - 대기압 플라즈마 발생용 10kW급 펄스전원장치 기술
 - PAW 특성분석기술 - 물리화학적 특성분석기술
 - PAW 효과도 분석기술-PAW 적용 및 활용평가 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2019년 12월 : 500 L/h 급 플라즈마 활성수 제조장치

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적 효과
 - 농 식품 분야는 에너지 시장에 이어 전 세계 시장 규모가 두 번째로 큰 분야. 2011년에 5조 2천억 달러, 2015년에 6조 달러로 전망 (영국 데이터 모니터 추정)
 - 농 식품 분야는 에너지 시장에 이어 전 세계 시장 규모가 두 번째로 큰 분야. 2011년에 5조 2천억 달러, 2015년에 6조 달러로 전망 (영국 데이터 모니터 추정)
 - 친환경 농식품 시장은 유기농 및 무농약 농식품 시장 규모가 꾸준히 늘어날 것으로 예측되고, 이에 따라서 플라즈마-농식품 장비 시장도 점차로 늘어날 것으로 추정.

기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 산업용 대용량의 PAW 제조장치는 대량의 농산물 및 식품류의 실시간 소독, 살균, 세척에 적용 → 농가소독의 증대, 식품의 보존기간 연장을 통한 음식물 쓰레기 감소
 - PAW 제조시 공기와 물을 재료로 이용으로 화학약품 미사용 → 환경보존, 토양오염방지
 - 액체비료를 다량 소모하는 도시농업(스마트 농업) 발전 촉진 → 도시형 농업의 조기 정착