



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0052800
(43) 공개일자 2018년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A23L 3/26 (2006.01) A23L 3/00 (2006.01)
A23L 5/00 (2016.01) A61L 2/14 (2006.01)
A61L 2/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A23L 3/263 (2013.01)
A23L 3/001 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0149435
(22) 출원일자 2016년11월10일
심사청구일자 2016년11월10일

(71) 출원인
한국식품연구원
전라북도 완주군 이서면 농생명로 245
광운대학교 산학협력단
서울특별시 노원구 광운로 20, 광운대학교 내 (월계동)
(72) 발명자
김 윤지
경기도 성남시 분당구 탄천로 35 아름마을풍림아파트 503동 804호
최 은하
서울특별시 노원구 중계로 184 라이프아파트 110동 502호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
주은희

전체 청구항 수 : 총 7 항

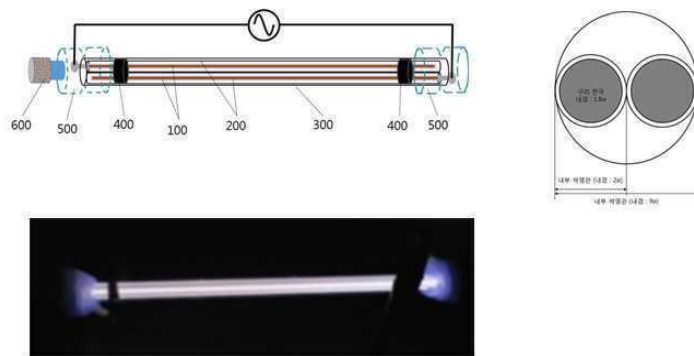
(54) 발명의 명칭 **비가열 살균을 위한 수처리용 플라즈마 활성화 발생장치 및 사용방법**

(57) 요약

본 발명의 목적은 플라즈마에 의해 발생하는 활성산소종 및 활성질소종의 발생 효율을 높이고 최종적으로 수중으로의 전달 효율을 높여 원활한 비가열 식재료 살균 장치를 제공하고자 하며, 이를 기반으로 휴대성, 전기적 안전성, 열적 안전성 등을 모두 구비한 플라즈마 저온 식재료 살균 장치를 제공하고자 하는 것이다.

본 발명은, 전극 외측을 밀착하여 에워싸는 유전체 관과, 주입되는 가스가 플라즈마 발생 구간만을 지날 수 있도록 가스관을 설치함으로써 활성산소종 및 활성질소종의 발생 효율을 높였고, 방전 구간과 수중으로의 주입구까지의 길이를 최소화하여 미세 버블 형태로 활성산소종 및 활성질소종을 수중으로 전달되게 하여 처리 효율을 높였다. 또한 본 발명은 외부유전체관의 외부에 보조전극을 설치하여 활성산소종 및 활성질소종의 발생효율을 높이는 개선된 형태의 플라즈마 장치이다. 본 발명은 플라즈마 처리수를 식재료 살균에 적용하였다

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A23L 5/57 (2016.08)
A61L 2/14 (2013.01)
A61L 2/26 (2013.01)
A61L 2202/17 (2013.01)
A61L 2202/24 (2013.01)

(72) 발명자

이 은정

경기도 성남시 분당구 분당로263번길 13 효자촌대
우아파트 610동 501호

지 상혜

경기도 부천시 원미구 소사로300번길 67 보강에버
그린 A동 402호

최기홍

서울특별시 강북구 삼양로 246-14 101동 106호 (미
아동,SH빌아파트)

기세훈

서울특별시 영등포구 대방천로 218-8

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	E0142103-03
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국식품연구원
연구사업명	한국식품연구원 주요사업
연구과제명	고품질 안전 식자재 생산을 위한 미생물 제어기술 및 시스템 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국식품연구원
연구기간	2014.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

각각의 내부 유전체 관에 넣어진 제1 전극과 제2 전극;

상기 제1 전극과 제2 전극이 각각의 내부 유전체 관에 넣어진 상태로 서로 나란히 배열되어 내장되며, 방전 가스가 공급되는 외부 유전체 관;

상기 외부 유전체 관 단부에 접속되며, 물속에 놓여지는 버블 디퓨저; 및

상기 제1 전극과 제2 전극에 접속되는 전원;을 포함하여 플라즈마 발생장치가 구성되고,

피처리물을 물에 넣고,

전극에 인가된 전압으로 인해 외부 유전체관 내에 주입된 가스를 통해 플라즈마가 방전되어 수산화기, 활성산소종 또는 활성질소종 중 하나 이상을 포함한 활성종들이 생성되어 물속으로 미세 버블 형태로 주입되어 플라즈마 처리수를 형성하되,

상기 플라즈마 발생장치에 의해 100 내지 150mJ/sec의 에너지의 플라즈마를 생성시켜, 이로부터 발생된 수산화기, 활성산소종 또는 활성질소종 중 하나 이상을 포함한 활성종들을 수중에 주입시킴으로써 피처리물을 살균 및 세정하는 것을 특징으로 하는 세정방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 피처리물은, 식재료, 식재료 처리도구, 식재료 처리환경, 의료기구, 의료기기 또는 피복류 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 세정방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 플라즈마로부터 발생된 활성종들을 수중에 적어도 30초 동안 주입하여 살균 및 세정하는 것을 특징으로 하는 세정방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 120 내지 150mJ/sec의 에너지로 상기 플라즈마를 발생시켜, 발생하는 활성종 중 오존의 농도를 낮추고 수산화기 또는 활성질소종들의 농도를 높여 살균 및 세정하는 것을 특징으로 하는 세정방법.

청구항 5

각각의 내부 유전체 관에 넣어진 제1 전극과 제2 전극;

상기 제1 전극과 제2 전극이 각각의 내부 유전체 관에 넣어진 상태로 서로 나란히 배열되어 내장되며, 방전 가스가 공급되는 외부 유전체 관;

상기 외부 유전체 관 단부에 접속되며, 물속에 놓여지는 버블 디퓨저; 및

상기 제1 전극과 제2 전극에 접속되는 전원;을 포함하여 플라즈마 발생장치가 구성되고,

수조에 물을 채우고 상기 버블 디퓨저를 물에 넣고,

상기 제1 전극과 제2 전극에 인가된 전압으로 인해 외부 유전체관 내에 주입된 가스를 통해 플라즈마가 방전되어 수산화기, 활성산소종 또는 활성질소종 중 하나 이상을 포함한 활성종들이 생성되어 물속으로 미세 버블 형태로 주입되어 플라즈마 처리수를 형성하고,

상기 플라즈마 처리수로 피처리물을 세척하는 것을 특징으로 하는 세정방법.

청구항 6

각각의 내부 유전체 관에 넣어진 제1 전극과 제2 전극,
 상기 제1 전극과 제2 전극이 각각의 내부 유전체 관에 넣어진 상태로 서로 나란히 배열되어 내장되며, 방전 가스가 공급되는 외부 유전체 관,
 상기 외부 유전체 관 단부에 접속되는 버블 디퓨저 및
 상기 제1 전극 및 제2 전극에 접속되는 전원을 포함하는 플라즈마 발생장치;와,
 수조;를 포함하고,
 피처리물을 상기 수조 안의 물에 넣고,
 상기 버블 디퓨저는 상기 물에 놓여져,
 상기 제1 전극 및 제2 전극에 인가된 전압으로 인해 외부 유전체관 내에 주입된 가스를 통해 플라즈마가 방전되어 수산기, 활성산소종 또는 활성질소종 중 하나 이상을 포함한 활성종들이 생성되어 물속으로 미세 버블 형태로 주입되어 플라즈마 처리수를 형성하되,
 피처리물에 대해 100 내지 150mJ/sec의 에너지의 플라즈마를 발생시켜 이로부터 발생 된 수산기, 활성산소종 또는 활성질소종을 하나 이상 포함한 활성종들을 수중으로 공급하여 살균 및 세정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 외부 유전체관의 외부에 보조전극을 형성하여, 상기 활성종들을 생성을 향상시켜 물속에 주입하는 형태로 피처리물을 살균 및 세척하는 것을 특징으로 하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플라즈마를 이용한 수중 활성산소종 및 활성질소종을 포함하는 방전가스 발생 장치 및 그 사용방법에 관한 것으로, 좀 더 상세하게는 유전체 장벽 방전 플라즈마로부터 발생 된 활성산소종 및 활성질소종 등이 원활하게 수중으로 주입될 수 있는 전극 및 기체 관 구조와 이를 활용하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 플라즈마를 바이오 및 환경 분야에 적용하여 플라즈마에 의해 생성되는 반응성이 강한 활성산소종 및 활성질소종이 미생물 살균 작용을 일으킨다는 점이 알려져 플라즈마 응용 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그에 따라 플라즈마를 이용하여 살균수를 제조하기도 하고, 대기압에서 저온 플라즈마를 방전시켜 식재료살균에 이용하고 있다. 대한민국 특허 제10-1461085호 등은 대기압 저온 플라즈마를 식재료 표면에 처리하는 기술에 대해 기재한다. 이러한 방법은 이물질 등을 물로 세척하는 통상적인 식재료 세척과 병행되어야 하지만 방전가스를 이용한 처리수를 이용할 경우 물 세척과 동시에 플라즈마 살균 처리가 이루어지는 식재료 처리 방법이므로 대상물 특성에 따라 더욱 산업적 활용가치가 높을 것으로 보인다.

[0003] 플라즈마 방전에 의한 활성종의 생성효율을 높으려면 플라즈마 방전 구간에 대해 산소를 포함한 기체가 어느 정도 밀폐되어 한정되어야 하고, 플라즈마에 의해 생성된 활성종들의 손실 없이 수중으로 효과적으로 전달되어야 한다.

[0004] 또한, 장치의 휴대성을 부여해야 활용도가 높아지므로 가스 공급기를 없애고 대기를 이용하는 것이 바람직하므로 가스가 존재하는 공간의 한정성과 양립하는 플라즈마 발생장치를 요한다.

[0005] 추가적으로, 실생활에 다양하게 적용될 수 있는 식재료 비가열 살균용 플라즈마 장치는 전기적인 안전성과 열적 안정성도 구비하여야 한다.

[0006] 한편, 다양한 식재료에 대해 세정과 살균 효과를 나타내기 위해서는 플라즈마 방전에 의해 생성되는 활성 라디칼이 풍부해야 하는 것은 물론, 실질적인 실험을 통해 본 발명자들이 발견한 사실은 플라즈마 방전에 의해 생성된 오존보다 오히려 수산기(OH⁻) 또는 산화질소종(NO_x⁻)에 의한 처리효과가 더 높다는 것이다. 오존의 식재료 처

리 효과는 미미 한데 비해, 작업자의 호흡기 건강을 해할 수 있다는 문제점을 지니고 있어 플라즈마 방전 장치에 의해 생성되는 라디칼의 종류와 양을 제어해야만 실질적으로 원하는 처리를 할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 플라즈마에 의해 발생 되는 활성산소종 및 활성질소종 등의 발생 효율을 높이고 최종적으로 수중으로의 전달 효율을 높여 원활한 식재료 비가열 살균 장치를 제공하고자 하며, 이를 기반으로 휴대성, 전기적 안전성, 열적 안전성 등을 모두 구비한 플라즈마 식재료 비가열 살균 장치를 제공하고자 하는 것이다. 즉, 본 발명의 주목적은 물속에 들어있는 식재료와 가공장비 및 환경, 식기 등의 살균 세척을 위해 공기 중에서 발생 된 플라즈마의 활성기체를 수중에 주입시켜 대상물을 살균하고자 함이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적에 따라 본 발명은 전극 외측을 밀착하여 에워싸는 유전체 관과, 주입되는 가스가 플라즈마가 발생 되는 구간만을 지날 수 있도록 가스관을 설치함으로써 활성산소종 및 활성질소종 등의 발생 효율을 높였고, 방전 구간과 수중으로의 주입구까지의 길이를 최소화하여 미세 버블 형태로 활성산소종 및 활성질소종 등을 수중으로 전달되게 하여 처리 효율을 높였다.

[0009] 즉, 본 발명은,

[0010] 각각의 내부 유전체 관에 넣어진 제1 전극과 제2 전극;

[0011] 상기 제1 전극과 제2 전극이 각각의 내부 유전체 관에 넣어진 상태로 서로 나란히 배열되어 내장되며, 방전 가스가 공급되는 외부 유전체 관;

[0012] 상기 외부 유전체 관 단부에 접속되며, 물속에 놓여지는 버블 디퓨저; 및

[0013] 상기 전극에 접속되는 전원;을 포함하여 플라즈마 발생장치가 구성되고,

[0014] 피처리물인 식재료, 식재료 처리도구 또는 식기를 물에 넣고,

[0015] 전극에 인가된 전압으로 인해 외부 유전체관 내에 주입된 가스를 통해 플라즈마가 방전되어 수산기, 활성산소종 또는 활성질소종 중 하나 이상을 포함한 활성종들이 생성되어 물속으로 미세 버블 형태로 주입되어 플라즈마 처리수를 형성하되,

[0016] 상기 플라즈마 발생장치에 의해 100 내지 150mJ/sec의 에너지의 플라즈마를 생성시켜, 이로부터 발생된 수산기, 활성산소종 또는 활성질소종 중 하나 이상을 포함한 활성종들을 수중에 주입시킴으로써 피처리물을 살균 및 세정하는 것을 특징으로 하는 세정방법을 제공한다.

[0017] 상기에 있어서, 상기 피처리물은, 식재료, 식재료 처리도구, 식재료 처리환경, 의료기구, 의료기기 또는 피복류 중 하나 이상을 포함한다.

[0018] 상기에 있어서, 플라즈마로부터 발생 된 수산기, 활성산소종 또는 활성질소종 중 하나 이상을 포함한 활성종들을 수중에 적어도 30초 동안 주입하여 살균 및 세정하는 것을 특징으로 하는 세정방법을 제공한다.

[0019] 상기에 있어서, 120 내지 150mJ/sec의 에너지로 플라즈마를 발생시켜, 생성되는 활성종 중 오존의 농도를 낮추고 수산기 또는 활성질소종들의 농도를 높여 살균 및 세정하는 것을 특징으로 하는 세정방법을 제공한다.

[0020] 또한, 본 발명은,

[0021] 각각의 내부 유전체 관에 넣어진 제1 전극과 제2 전극;

[0022] 상기 제1 전극과 제2 전극이 각각의 내부 유전체 관에 넣어진 상태로 서로 나란히 배열되어 내장되며, 방전 가스가 공급되는 외부 유전체 관;

[0023] 상기 외부 유전체 관 단부에 접속되며, 물속에 놓여지는 버블 디퓨저; 및

[0024] 상기 전극에 접속되는 전원;을 포함하여 플라즈마 발생장치가 구성되고,

[0025] 수조에 물을 채우고 상기 버블 디퓨저를 물에 넣고,

- [0026] 전극에 인가된 전압으로 인해 외부 유전체관 내에 주입된 가스를 통해 플라즈마가 방전되어 수산기, 활성산소종 또는 활성질소종 중 하나 이상을 포함한 활성종들이 생성되어 물속으로 미세 버블 형태로 주입되어 플라즈마 처리수를 형성하고,
- [0027] 상기 플라즈마 처리수로 피처리물을 세척하는 것을 특징으로 하는 세정방법을 제공한다.
- [0028] 또한, 본 발명은,
- [0029] 각각의 내부 유전체 관에 넣어진 제1 전극과 제2 전극;
- [0030] 상기 제1 전극과 제2 전극이 각각의 내부 유전체 관에 넣어진 상태로 서로 나란히 배열되어 내장되며, 방전 가스가 공급되는 외부 유전체 관;
- [0031] 상기 외부 유전체 관 단부에 접속되는 버블 디퓨저 및
- [0032] 상기 전극에 접속되는 전원을 포함하는 플라즈마 발생장치와,
- [0033] 수조를 포함하여,
- [0034] 피처리물인 식재료, 식재료 처리도구 또는 식기를 수조 안의 물에 넣고,
- [0035] 상기 플라즈마 발생장치의 버블 디퓨저는 물에 넣어져,
- [0036] 전극에 인가된 전압으로 인해 외부 유전체관 내에 주입된 가스를 통해 플라즈마가 방전되어 수산기, 활성산소종 또는 활성질소종 중 하나 이상을 포함한 활성종들이 생성되어 물속으로 미세 버블 형태로 주입되어 플라즈마 처리수를 형성하되,
- [0037] 피처리물에 대해 100 내지 150mJ/sec의 에너지의 플라즈마를 발생시켜 이로부터 발생 된 수산기, 활성산소종 또는 활성질소종을 하나 이상 포함한 활성종들을 수중으로 공급하여 살균 및 세정하는 것을 특징으로 하는 세정장치를 제공한다.
- [0038] 상기에 있어서, 외부 유전체관의 외부에 보조전극을 형성하여, 플라즈마의 수산기, 활성산소종 또는 활성질소종 중 하나 이상을 포함한 활성종들을 생성을 향상시켜 물속에 주입하는 형태로 피 처리물을 세정하는 것을 특징으로 하는 세정장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0039] 본 발명은 대기 중의 공기를 방전 가스로 사용하여 별도의 가스 공급통을 설치할 필요가 없어 휴대성이 매우 좋다. 상기 가스관 구조로 인해 방전된 플라즈마 가스가 손실되지 않고 처리시간에 따라 균일하고도 풍부한 활성산소종 및 활성질소종 등을 얻을 수 있다.
- [0040] 본 발명에 따르면 플라즈마 처리된 버블수에 의해 박테리아를 30초 내지 1분 내외에 살균할 수 있어 식재료의 살균 및 세척에 매우 유용하다.
- [0041] 또한, 본 발명에 따르면, 식재료의 살균 세정 처리에 유용한 수산기, 질소활성종 등의 생성율을 높이고 비교적 유용성이 낮고 작업자의 안전을 해할 수 있는 오존의 생성율은 낮출 수 있도록 제어되어 식재료 처리에 좀 더 최적화된 처리를 할 수 있다.
- [0042] 또한, 본 발명에 따른 플라즈마 처리수는 약품 처리에 의한 식재료 등의 세정 처리수에 비해 활성종들의 반감기가 짧아 잔류되지 않기 때문에 별도의 폐수 처리 단계없이 일반수와 같이 처리될 수 있어 산업상 유용하다.
- [0043] 또한, 본 발명에 따른 플라즈마 처리수로 식재료 등을 처리하거나, 가공장비, 도마 등의 도구를 담가놓거나 식재료 처리실에 대한 세척수 등으로 활용되어 미생물학적 안전성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1은 본 발명에 따른 플라즈마 발생장치를 보여주는 구성도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 플라즈마 발생장치에 구성을 전체적으로 보여주는 사진이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 플라즈마 발생장치를 이용하여 깻잎 등의 농작물에 대해 살균 처리하는 실험에 대한 장치 구성과 실험 조건표를 보여준다.

도 4는 도 3의 플라즈마 발생장치에 인가된 전압-전류 그래프와 플라즈마 발생장치로부터 발생하는 활성종에 대한 분석을 위한 광 스펙트럼 그래프를 보인다.

도 5는 플라즈마 발생장치로부터 발생 되는 활성종 NO₂의 농도를 방전기체 중에서 측정하기 위한 장치와 조건 및 측정 결과를 보여준다.

도 6은 플라즈마 발생장치에 대한 전압 인가 시간에 따른 활성종의 농도 변화를 비롯하여 온도, pH 등의 상태 변화를 수중에서 측정한 그래프들이다.

도 7은 본 발명의 플라즈마 발생장치를 이용하여 수중에서 박테리아를 살균한 것을 보이는 사진들이다.

도 8은 도 3의 실험과 같이 박테리아에 감염된 깻잎에 플라즈마를 처리하여 살균력을 확인한 실험에 대한 사진 및 그래프이다.

도 9는 본 발명에 따른, 개선된 플라즈마 전극 구성을 상세히 보여주는 정면도와 단면도 이다. 도 1의 바깥쪽 외부 유전체관의 외부에 보조 전극을 형성해 준 상태이다.

도 10은 도 9의 플라즈마 전극에 전원을 인가하여 플라즈마가 방전되는 것을 보여주는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해 상세히 설명한다.
- [0046] 도 1에는 본 발명의 플라즈마를 이용한 식재료 비가열 전처리 및 살균을 실시하는 데 사용되는 플라즈마 발생 장치의 구성이 나와 있다.
- [0047] 플라즈마 발생장치는 선형 전극(100)을 유전체 관(200)으로 밀착하여 에워싸, 가스관(300) 안에 넣어 구성한다. 일반적으로 피복 전선은 전극이 유전체로 피복된 상태이므로 이들을 가스관에 넣어 구성할 수도 있다. 본 실시 예에서는 유전체로 피복된 두 개의 전극(100)을 절연체 고리로 된 고정 부재(400)로 묶어 절연체로 된 가스관(300)에 넣고 가스관(300) 단부에 고정 부재를 이용하여 가스 연결관(500)을 고정하였다. 가스 연결관(500)의 정면에는 개구부가 있어 가스가 출입할 수 있다. 한 쌍으로 이루어진 전극은 서로 나란히 배열되어 양 전극 사이에서 플라즈마 방전이 일어난다. 편의상 제1 전극과 제2 전극으로 부를 수 있고, 유전체 관(200)은 내부 유전체 관으로, 가스관(300)은 외부 유전체 관으로 부를 수 있다.
- [0048] 교류 전원을 각각의 전극(100)의 한쪽 단부에 인가하였고, 타 단은 그대로 두어 플로팅 DBD 플라즈마 발생장치로 만들었다. 즉, 접지 전극을 별도로 구성하지 않고 방치하여 플라즈마는 수면을 접지면으로 하여 방전된다. 출력전압은 주파수는 100 kHz 이하의 교류로서 2.75 kV 내지 10 kV 정도로 상황에 따라 적절히 조절된다. 즉, 피처리물의 용량과 처리되어야 하는 박테리아 종 등 용도에 따라 가해주어야 하는 플라즈마 에너지를 선택적으로 조절하게 될 것이다.
- [0049] 방전 기체는 별도의 가스공급 통 없이 공기를 사용하며, 바람직하게는 가스관(300) 안으로 공기를 불어넣는 팬(미 도시)을 설치할 수 있다. 즉, 팬을 구비한 관를 가스관(300)에 연결하여 공기가 유입되고 고전압이 인가된 전극(100)으로 인해 플라즈마 방전이 일어난다. 플라즈마 방전으로 인해 다량의 활성산소종 및 활성질소종을 포함한 활성종들이 발생 되며, 팬의 송풍작용으로 인해 활성산소종 및/또는 활성질소종 등을 포함한 공기가 물속으로 보내지면서 마이크로 버블이 형성된다. 이러한 마이크로 버블은 활성산소종 및/또는 활성질소종 등을 실어 나르는 매체가 되어 공급된 물속에 퍼져 살균력을 부여한다. 마이크로 버블은 버블 자체가 라디칼을 고 농도화 하는 수단이 되어 이를 포함한 활성종 기체가 주입된 물은 매우 효과적인 살균 효과를 갖게 된다. 즉, 버블 하나하나 일종의 고립계를 형성하여 그 안에 포함된 활성산소종 및/또는 활성질소종 등은 고립계 내 고농도화 되며, 이러한 상태로 운반되어 피처리물에 대해 고농도 라디칼을 제공한다.
- [0050] 본 실시예에서, 주입되는 가스는, 플라즈마가 발생 되는 구간만을 지날 수 있도록 가스관을 설치함으로써 활성 산소 종의 발생 효율을 높였고, 방전 구간과 수중으로의 주입구까지의 길이를 최소화하여 미세 버블 형태로 활성 산소 종을 수중으로 전달되게 하여 처리 효율을 높였다.
- [0051] 도 2에는 본 실시예에 따라 플라즈마 발생장치에 구성을 전체적으로 보여주는 사진이다. 플라즈마 소스부, 샘플 처리용 챔버구조와 슬라이드스 전원 및 전압변압부가 나와 있다. 도 1에 따라 전극 구성 후, 일측 단부에 버블 디퓨저를 연결하여 수처리용으로 사용할 수 있다. 본 실시예에서 버블 디퓨저는 다공질 세라믹으로 된 것을 사용하였으며, 이러한 것은 상용화되어 있고, 수족관용품점에서 쉽게 구입할 수 있다.

- [0052] 상기에서 전극은 구리 외에 다른 도체로 구성될 수 있고, 내부 석영관과 외부 석영관도 유리, 세라믹 등의 다른 유전체 소재로 구성될 수 있다.
- [0053] 다음으로, 본 발명의 플라즈마 발생장치를 이용하여 생성된 플라즈마 처리 버블수를 깃잎에 대한 살균처리에 적용하였다.
- [0054] 도 3은 본 발명에 따른 플라즈마 발생장치를 이용하여 깃잎 등의 농작물에 대해 살균 처리하는 실험에 대한 장치 구성과 실험 조건표를 보여준다. 여기서는 슬라이닥스로 플라즈마 발생장치 전극에 인가되는 전압 세기를 조절하고 네온트렌스를 거쳐서 전극에 교류 전원을 인가하는 방식을 취하였고, 에어 컴프레서를 통해 공기를 공급하여 미세 버블을 생성하도록 하였다. 도 3의 좌측 상단에 보인 실험 장치는 플라즈마 발생장치의 단부에 버블 디퓨저를 연결하고 이를 수조에 인입시켜 수중으로 플라즈마에서 발생된 활성기체가 미세 버블형태로 수중으로 들어갈 수 있게 하였고, 수조에 박테리아 현탁액과 깃잎을 넣었다. 박테리아에 감염시킨 깃잎을 탈이온수(DI water)와 함께 넣을 수도 있다. 구체적인 실험 조건에 대해 테이블로 도시하였으나, 이러한 수치는 예시적으로 조절될 수 있다. 플라즈마에 의해 공급된 에너지가 120mJ/sec였지만 이로부터 다소 벗어난 100 내지 150mJ/sec에서도 동일한 결과를 나타낼 수 있다. 처리시간은 최소 30초 이상으로 하는 것이 바람직하며, 1분 내외로 충분한 효과를 얻을 수 있으며, 최장 300초 정도 유지될 수 있다.
- [0055] 도 4는 도 3의 플라즈마 발생장치에 인가된 전압-전류 그래프와 플라즈마 발생장치로부터 발생 되는 활성종에 대한 분석을 위한 광 스펙트럼 그래프를 보인다.
- [0056] 이로부터 활성종은 N_2^* (N_2 second positive system: 200~310nm 대역)와 O ($O : 777, 852$ nm 대역)결합에 의해, NO , NO_2 , NO_2^- , NO_3^- 활성종이 생성되며, 알려진 바와 같이 다음 반응으로 오존이 생성된다.
- [0057] $O_2 + O \rightarrow O_3$ (254 nm).
- [0058] 또한, $OH \cdot$ (OH radical : 309nm 대역) + $OH \cdot \rightarrow H_2O_2$ (254 nm)가 생성된다.
- [0059] 도 5는 플라즈마 발생장치로부터 발생 되는 NO_2 의 농도를 측정하기 위한 장치와 조건 및 측정 결과를 보여준다. 실측된 NO_2 의 농도는 115ppm 정도였다.
- [0060] 도 6은 플라즈마 발생장치에 대한 전압 인가 시간에 따른 활성종의 농도 변화를 비롯하여 온도, pH 등의 상태 변화를 측정한 그래프들이다. 2.75 kV와 3.75 kV의 인가전압으로 처리 시간을 최대 300초로 하여 데이터를 수집하였으며, 과산화수소, 일산화질소, 수산기의 농도가 도시되어 있다. 상기 인가전압은 하나의 실험 수치들이며, 50 ml 정도 용량의 처리수에 살균력을 부여함에 있어 2.75 내지 10 kV 정도가 인가될 수 있다. 오존 농도는 인가전압을 변인으로 하여 기체 상태에서 측정되었다. 도 6의 그래프에 표시된 전압은 슬라이닥스 인가전압이다.
- [0061] 플라즈마에 의해 발생된 활성기체인 과산화수소, 일산화질소, 수산기의 농도는 대부분의 경우 2.75 kV 인가시 보다 3.75 kV의 인가시 더 높아지는 것을 확인했고, 처리시간이 증가함에 따라 그 농도가 증가하는 경향을 보였다. pH는 처리 시간이 30초 경과되면 점차 감소되었고, 오존 농도는 인가전압이 증가할수록 감소됨을 보였다.
- [0062] 상술한 바와 같이, 식재료 처리에 더욱 효과적인 라디칼이 수산기와 산화질소종들의 농도는 높이고 오존의 농도는 낮추기 위해서는 50ml 처리수 기준으로 2.75 kV보다 높은 인가전압으로 30초 내지 3분 정도 처리하는 것이 바람직하다고 본다. 처리수 용량이 증가할 경우, 동일한 구조의 플라즈마 소스를 다수로 구성하거나 인가전압을 높이는 식으로 대응할 수 있다.
- [0063] 식재료 처리에 있어서, 수산기와 산화질소종들은 미생물 살균 효과를 발휘하나 상대적으로 오존은 살균효과는 미미하다. 특히, 항산화물질에 대해 활성종들은 Scavenging 반응을 보이기 때문에, 본 발명의 방법은 식재료를 절단하지 않은 상태인 초기단계 처리에 응용되는 것이 살균 효과 및 영양적인 면에서 바람직하다.
- [0064] 식재료에 대한 처리는 초기단계에서 상기와 같은 플라즈마 처리수를 이용하여 세정 및/또는 살균을 실시하며, 이후 순수를 이용하여 세정하여 식재료 표면에 남을 수 있는 잔류물질을 제거하는 것이 좋은데 이는 잔류물질에 의해 식재료를 갈변시키는 문제가 생길 수 있다.
- [0065] 도 7은 본 발명의 플라즈마 발생장치를 이용하여 액체배양 된 박테리아(*Escherichia coli* 및 *Staphylococcus aureus*) 현탁액을 살균한 것을 보이는 사진들이다. 60초 동안 플라즈마 처리된 박테리아의 농도가 크게 낮아졌음을 알 수 있다.

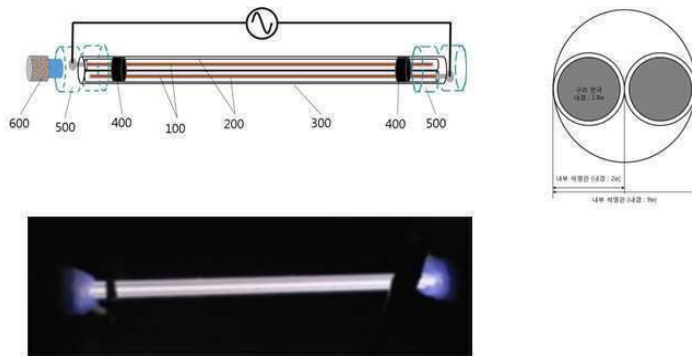
- [0066] 도 8은 도 3의 실험을 통해 깻잎에 접종된 박테리아 살균력에 대한 사진 및 그래프이다. 1분 동안 플라즈마 처리된 깻잎의 박테리아(*E. coli* 및 *S. aureus*)의 농도가 크게 낮아졌음을 확인하였다.
- [0067] 상기 실험을 통해 플라즈마 처리 버블수로 2분 정도 처리하면 박테리아 등은 충분히 사멸된다고 결론지을 수 있다. 따라서 채소, 과일, 생선, 육류, 어패류 등의 식재료와 공정장비 및 생산현장 세척에 플라즈마 발생장치를 이용한 처리수를 적용할 수 있다.
- [0068] 도 9 와 도 10은 플라즈마 전극 구성을 변형, 개선하여 좀 더 활발한 방전을 일으키도록 한 변형 실시예에 대한 것이다. 플라즈마 소스부와 슬라이드스 전원 및 전압변압부가 제시되어 있다. 플라즈마 소스부의 전극 구성은 도 9에 자세히 제시되어 있다. 두 개의 구리 전극을 절연체인 내부 석영관에 넣고 나란히 배열한 다음, 내부 석영관이 들어있는 상태로 외부 석영관에 넣는다. 석영관 양단은 실리콘 튜브를 끼워 고정하고 절연체 마개(예를 들면, 고무, 플라스틱 등)로 막는다.
- [0069] 이러한 전극 구성 후, 각각의 전극에 전원의 양단을 접속하는 것은 도 1과 같지만, 도 9의 경우, 외부 석영관의 외벽에 인접하여 구리로 된 보조 전극을 감아주었다. 외부 석영관 외벽에 감긴 구리 전극에도 전원의 어느 한쪽 단자가 연결된다. 즉, 교류 전원이 인가되는 전극 중 어느 하나가 내부 석영관 안에 놓여지고 외부 석영관 외벽에 감긴 형태로 형성된다고 볼 수 있다. 내부 석영관 안에 있는 서로 나란히 배열된 전극 사이에 주 방전이 일어나고 외부 석영관 외벽에 감긴 전극과 내부 석영관 안에 있는 대향 전극 사이에도 보조 방전이 일어나 플라즈마 방전의 효율성을 기대할 수 있고, 그에 따라 더 많은 라디칼이 생성될 수 있다. 대향 전극이란 보조 전극과 전원의 같은 단자가 접속되지 않은 전극을 뜻한다.
- [0070] 이와 같은 전극 구성 후, 일측 단부에 버블 디퓨저를 연결하여 수처리용으로 사용할 수 있다. 본 실시예에서 버블 디퓨저는 다공질 세라믹으로 된 것을 사용하였으며, 이러한 것은 상용화되어 있고, 수족관용으로 쉽게 구입할 수 있다.
- [0071] 상기에서 전극은 구리 외에 다른 도체로 구성될 수 있고, 내부 석영관과 외부 석영관도 유리, 세라믹 등의 다른 유전체 소재로 구성될 수 있다.
- [0072] 도 11에는 전극 사진과 전극에서 주방전과 보조방전이 일어나고 있는 사진을 보였다.
- [0073] 한편, 상기한 실시예에서와 같이 구성된 플라즈마 처리수에 의해 식재료 등을 세정 및/또는 살균한 이후, 남겨진 처리수에는 라디칼이 존재할 수 있으나 이들은 반감기가 매우 짧아 별도의 폐수 처리 단계를 밟지 않고 방류될 수 있다는 점에서 산업상 매우 유리하며 친환경적이다.
- [0074] 또한, 남겨진 처리수에 잔류 라디칼을 이용하여 도마 등의 식재료 처리도구를 담가놓거나 흘려주어 살균 세정의 효과를 얻을 수 있다. 즉, 잔류된 처리수를 재활용한 후, 폐수가 아닌 일반 수(水)로 하여 방류될 수 있다.
- [0075] 이러한 구성의 전극으로 인해 매우 풍부한 플라즈마 방전과 활성종을 얻을 수 있어 더욱 효율적인 식재료 및 식기, 식재료 처리 도구, 식재료 처리 환경(식재료를 다루는 공간을 말한다), 의료기기, 의료기구, 피복류 등의 살균 세척을 실시할 수 있다.
- [0076] 본 발명의 권리는 위에서 설명된 실시예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.

부호의 설명

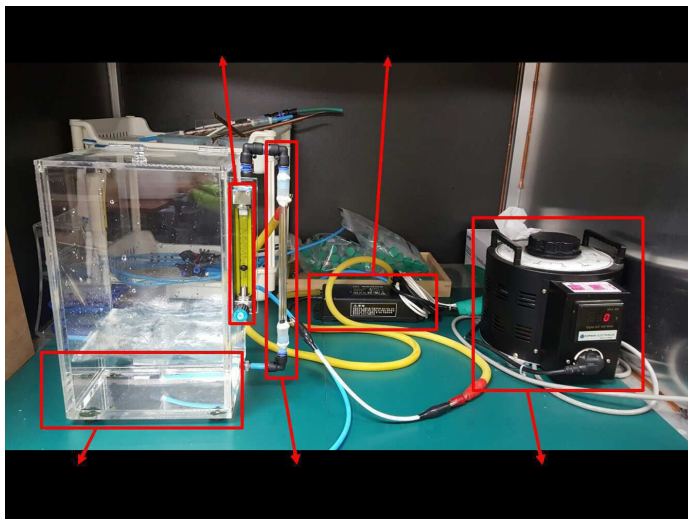
- [0077] 100: 전극(제 1 전극, 제 2 전극)
- 200: 유전체 관(내부 유전체 관)
- 300: 가스관(외부 유전체 관)
- 400: 고정부재
- 500: 가스 연결관
- 600: 디퓨저

도면

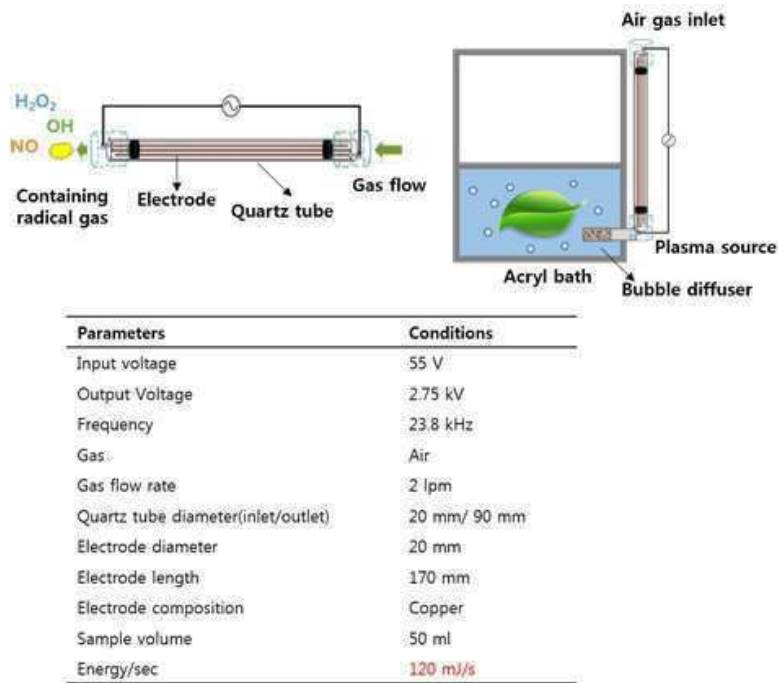
도면1



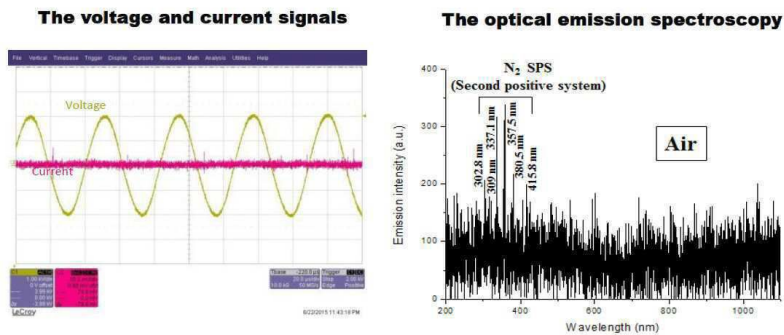
도면2



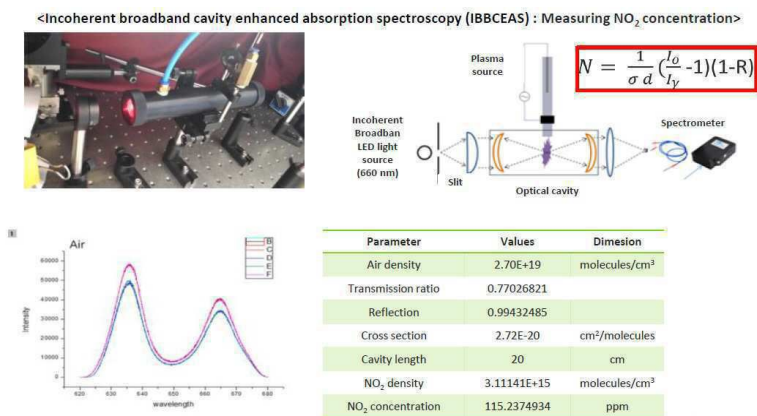
도면3



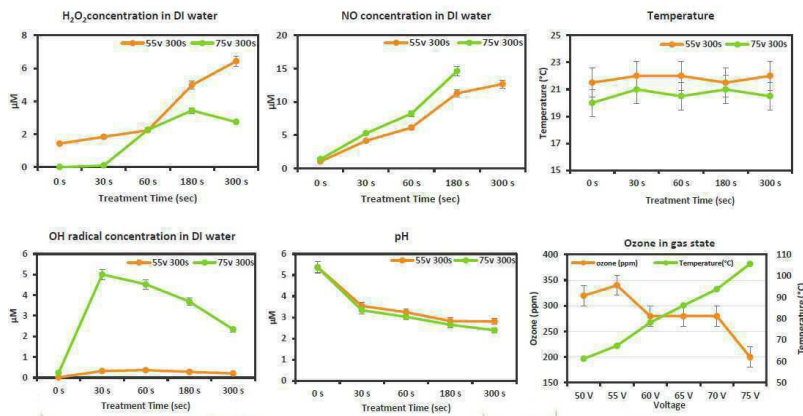
도면4



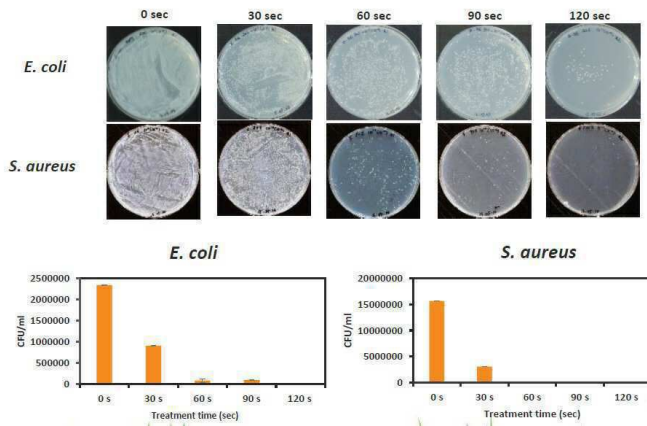
도면5



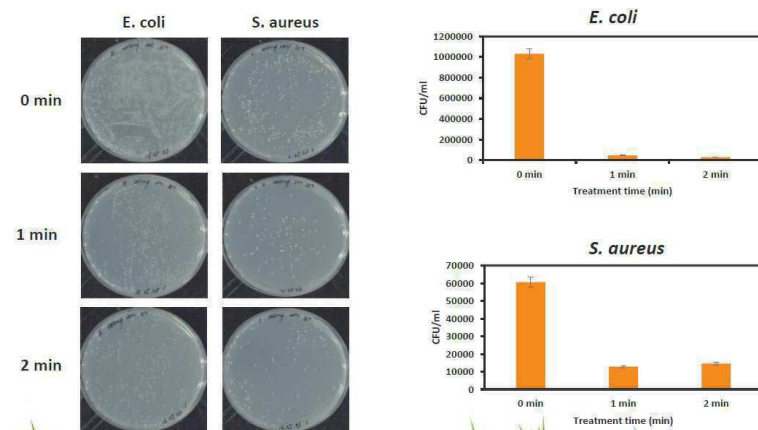
도면6



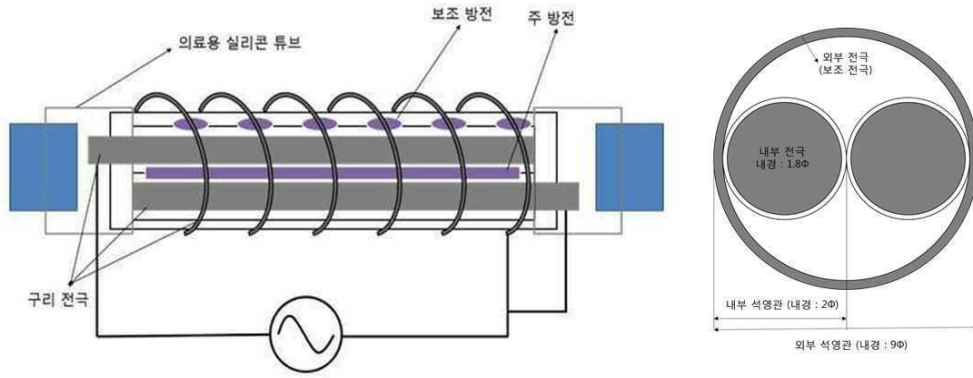
도면7



도면8



도면9



도면10

