

# 가시광 응답형 산화티탄 광촉매에 의한 수경재배의 배양액 재이용 살균 및 정화 시스템 개발(II) - 기본시스템 개발 -

## Development of a Hydroponic recycling system using the Visible Light-reactive Titanium Oxide Photo Catalyst for Sterilization and Purification of Nutrient Solution(II) -development of fundamental system-

이기명\*                      정성원\*\*                      이한용\*  
K. M. LEE                      S. W. CHUNG                      H. Y. LEE

### 1. 서론

본 연구에서는 가시광 응답형 산화티탄 광촉매에 의한 수경재배의 배양액 재이용 살균 정화 시스템 개발의 2단계 연구로서 요인시험에서 얻은 가시광 응답형 광촉매를 코팅한 필터의 특성을 이용하여 수경 배양액의 살균 및 정화의 기본적인 시스템을 구성하여 그 성능을 시험한 것이다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 실험장치

가시광 응답형 산화티탄 유기물분해 및 살균을 위한 기본 시스템은 요인시험에서 사용한 광촉매 필터(300×300×10mm) 20장을 그림 2와 같이 광촉매 필터 5장을 설치한 처리조(303×2100×30cm)를 낙차를 두어 4열로 설치하고, 처리조 아래에 탄저균 희석액을 공급하는 200ℓ 용량의 탱크 1과 처리한 탄저균 희석액을 집수하는 200ℓ 용량의 탱크 2를 설치하였다. 또한 탱크 1과 탱크 2에는 수중펌프를 설치하여, 먼저 탱크 1의 수중펌프를 이용하여 배양액을 공급하여 처리하고 탱크 2에 집수하도록 하였으며, 탱크 1의 배양액 처리가 종료되면 탱크 2의 수중펌프를 이용하여 집수된 탱크 2의 배양액을 처리하도록 제어 시스템을 구성하였다.

공급 시 수중펌프에는 공급유량 조절밸브를 설치하여 광촉매 필터 위의 수위가 1~2mm로 일정하게 유지되도록 하였고, 300평 규모의 비순환식 수경시스템으로부터의 배액(급액량의 20~30%) 180ℓ를 3시간 이내에 처리할 수 있는 시스템을 목표로 구성하였다. 또한 광촉매 필터의 매수를 20매로 한 것은 요인시험에서 광촉매 필터 1장으로서 처리할 수 있

\* 경북대학교 생물산업기계공학과

\*\* 부산대학교 바이오시스템공학부

는 용량의 14회 처리로서 균밀도가 10%이하로 되는 점을 감안하여 1회 처리로서 균밀도가 10%이하로 되는 필터의 매수 14매에 여유를 두어 구성한 것이다.

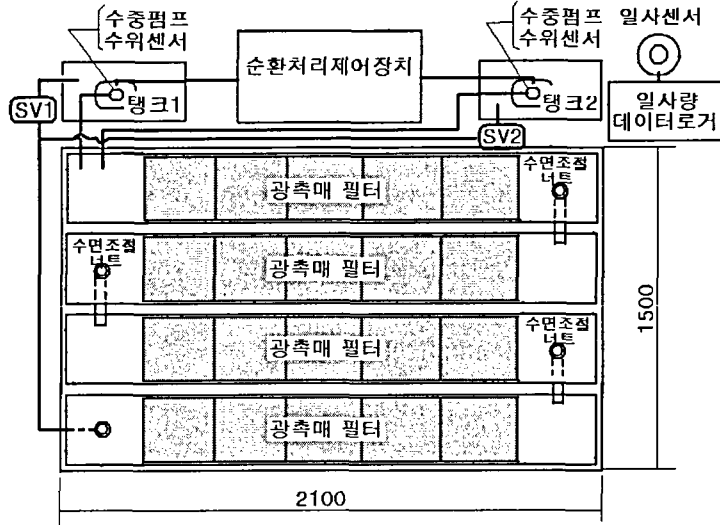


그림 1 가시광 응답형 산화티탄에 의한 배양액 및 유기물 살균분해 장치 구성도

그림 2는 실제로 구성된 산화티탄 광촉매에 의한 배양액의 살균 및 유기물 분해의 기본 시스템이다. 이 실험장치는 동일한 시스템을 2조 제작하여 가시광응답형 광촉매 필터 2종류(세라믹, 메탈)의 시험을 동시에 할 수 있도록 구성한 것이다.

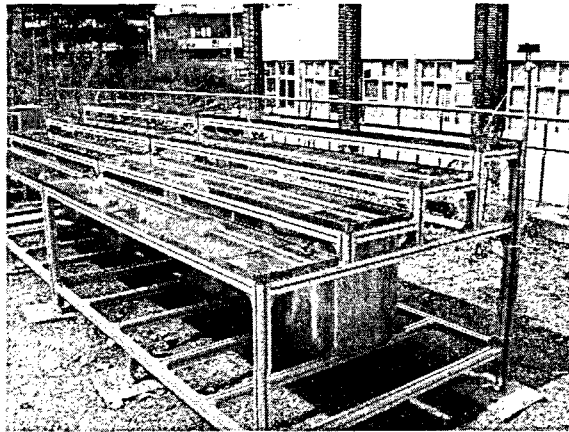


그림 2 광촉매 처리시스템

가시광응답형 광촉매 필터의 살균 성능은 일사량에 영향을 크게 받기 때문에 일사량 센서를 시스템에 설치하여 10분 간격으로 측정된 데이터를 연속 저장하였다.

### 나. 실험방법

배양한 탄저균을 수도수 180 l 에 희석하여 공급시의 균밀도를 측정 한 후, 수중펌프를 이용하여 유량 1 l/min로 광촉매필터를 통과시키고 각 광촉매 필터 5매로 구성된 처리조 종말 4개소에서 배양액의 샘플을 채취하여 균밀도를 측정하는 방법으로 시험하였다. 즉, 탱크 1에 수도수 180 l 에 배양한 탄저균 포자를 혼합 희석하여 수중펌프에 의해 산화티탄 광촉매 필터 5매로 구성된 처리조 4열(총 필터 20매)을 통과시켜 살균 및 정화처리를 하여 처리중 필터 5매 통과시, 10매 통과시, 15매 통과시, 20매 통과시 등 각 처리조 말단에서 배양액을 샘플링하여 광학현미경으로 탄저균의 포자를 계수하여 투입 초기의 균밀도가 각 처리조 말단에서의 균밀도를 측정하여 그 변화로서 성능을 평가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 3은 광촉매 필터의 설치매수별 통과매수에 따른 살균성능을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 광촉매 필터 5매씩의 처리조를 4열 처리하여 20매를 통과시킨 경우의 살균성능을 1매를 설치하여 14회 처리시켜 14매를 통과한 경우, 필터 2매를 설치하여 7회 처리시켜 14매 통과한 경우와 비교한 것이다.

그림에서 보는 바와 같이 가시광 응답형 산화티탄 광촉매 세라믹필터의 설치매수 1매의 경우가 2매를 설치한 매수 보다 살균 성능이 우수하다. 20매를 설치한 경우는 1매를 설치한 경우의 14회 통과시킨 경우와 대등한 성능을 나타냈다. 이와 같이 필터 1매의 장치를 반복하여 처리 통과시키는 경우와 필터를 연속하여 처리 통과시키는 경우는 적은 매수로 반복 통과시키는 것이 성능이 우수한 것으로 나타났다. 그러나 실제 시스템의 구성에 있어서 처리 용량 등을 고려하면 여러 매수의 필터를 연속 처리 통과시키는 것이 효율적이다. 따라서 실용적 시스템 설계에 연속처리 통과시의 성능 저하를 고려하는 것이 바람직하다.

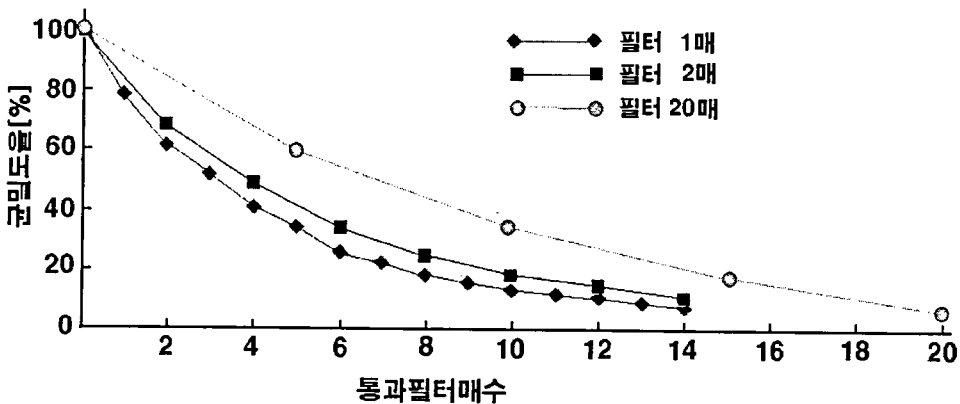


그림 3 광촉매필터 설치매수별 통과매수에 따른 살균 성능

#### 4. 결론

본 연구에서는 가시광 응답형 산화티탄 광촉매에 의한 수경재배의 배양액 재이용 살균 정화 시스템 개발의 2단계 연구로서 요인시험에서 얻은 가시광 응답형 광촉매를 코팅한 필터의 특성을 이용하여 수경 배양액의 살균 및 정화의 기본적인 시스템을 구성하여 그 성능을 시험하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 가시광 응답형 산화티탄 광촉매 세라믹필터의 설치매수 1매의 경우가 2매를 설치한 매수보다 살균 성능이 우수하다. 20매를 설치한 경우는 1매를 설치한 경우의 14회 통과시킨 경우와 대등한 성능을 나타냈다. 따라서 필터 1매의 장치를 반복하여 처리 통과시키는 경우와 필터를 연속하여 처리 통과시키는 경우는 적은 매수로 반복 통과시키는 것이 성능이 우수한 것으로 나타났다.

2) 실제 시스템의 구성에 있어서 처리 용량 등을 고려하면 여러 매수의 필터를 연속 처리 통과시키는 것이 효율적이다. 따라서 실용적 시스템 설계에 연속처리 통과시의 성능 저하를 고려하는 것이 바람직하다.

#### 5. 참고문헌

- (1) K.Sunada, N.Ohnishi, K.Hashimoto, New Application of Photoinduced Super-hydrophilic TiO<sub>2</sub> Surface Cooling System Using Rainwater and Sun Light, 14th INTERNATIONAL CONFERENCE on PHOTOCHEMICAL CONVERSION and STORAGE of SOLAR ENERGY, Book of Abstracts, 2002, W2-P-30
- (2) H.Kiriya, K.Sunada, T.Isowa, K.Hashimoto, Purification System of Soil Polluted by VOCs Utilizing Solar Light and Photocatalyst Sheets, 21st INTERNATIONAL CONFERENCE on PHOTOCHEMISTRY, Book of Abstracts, 2003, 580
- (3) Jae-Seoun Hur and Youngjin Koh, Bactericidal activity and water purification of immobilized TiO<sub>2</sub> photocatalyst in bean sprout cultivation, Biotechnology Letters 24, 2002, 23-25
- (4) Y.Miyama, K.Sunada, K.Hashimoto, Photocatalytic Water Treatment of Tomato Hydroponic Culture System using Solar Light, 14th INTERNATIONAL CONFERENCE on PHOTOCHEMICAL CONVERSION and STORAGE of SOLAR ENERGY, Book of Abstracts, 2002, W2-P-34
- (5) Y.Miyama, K.Sunada, S.Fujiwara, K.Hashimoto, Waste water treatment utilizing solar light and large area, 8th INTERNATIONAL CONFERENCE on TiO<sub>2</sub> Photocatalysis, Book of Abstracts, 2003, 197-198
- (6) Y.Miyama, K.Sunada, M.kubo, A.Soga, K.Kusano, S.Fujiwara, K.Hashimoto, photocatalytic Degradation of Pesticides. in Water Using Solar Light, 21th INTERNATIONAL CONFERENCE on PHOTOCHEMISTRY, Book of Abstracts, 2003, 581