양액순환재배를 위한 막 제균기술 개발

Development of Membrane Disinfection Technology for Recirculation of Nutrient Solution

이공인[1*] · 지형진[2] · 김승희 · 김진영 · 최덕규[1]

[1]농업기계화연구소 생물생산기계과

[2]농업과학기술원 식물병리과

Lee, G.I.[1*] · Jee, H.J.[2] · Kim, S.H. · Kim, J.Y. · Choi, D.K.[1]

[1]Bio-Production Machinery Division, National Agricultural Mechanization Research Institute(NAMRI), Suwon, 249

[1]Plant Pathology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology(NIAST), Suwon, 441-707

서 론

우리 나라의 양액재배 면적은 2001년말 현재 736ha로 순환식이 296ha, 비순환식이 440ha를 차지하고 있다. 순환식은 작물이 흡수하고 남은 양액을 다시 사용하는 방식으로 NFT또는 DFT에서 많이 볼 수 있으며, 비순환식은 재배조에서 배출되어 나온 양액을 재사용하지 않고 시설 밖으로 흘러버리는 방식으로서 암면재배나 펄라이트재배에서 많이 채택되는 방식이다. 특히, 비순환식에서는 공급액의 15~40%에 이르는 폐양액이 재배도중에 하천이나 토양으로 폐기되고 있어 이를 재이용할 수 있는 양액순환방식으로의 전환은 환경보전과 비료절감이란 측면에서 반드시 필요하다.

본 연구에서는 양액순환재배를 위하여 폐양액내 양액성분에 영향을 미치지 않으면서 균을 제거하는 기술을 개발하고자 박막여과장치를 제작하여 분리막의 제균성능 및 양액성분변화에 대해 검토하였다.

재료 및 방법

가. 장치의 구성

폐양액의 제균을 위해 이물질을 제거하는 전처리부, 하우징 내부에 공시여과막을 카트리지식으로 장착할 수 있는 여과부 등으로 구성된 박막여과장치를 제작하였으며(그림1), 공시여과막으로 Pore size 0.2㎛인 Nominal type의 정밀여과막(Micro filter, MF)과 분자량 50,000의 한외여과막(Ultra filter, UF)을 사용하였다.

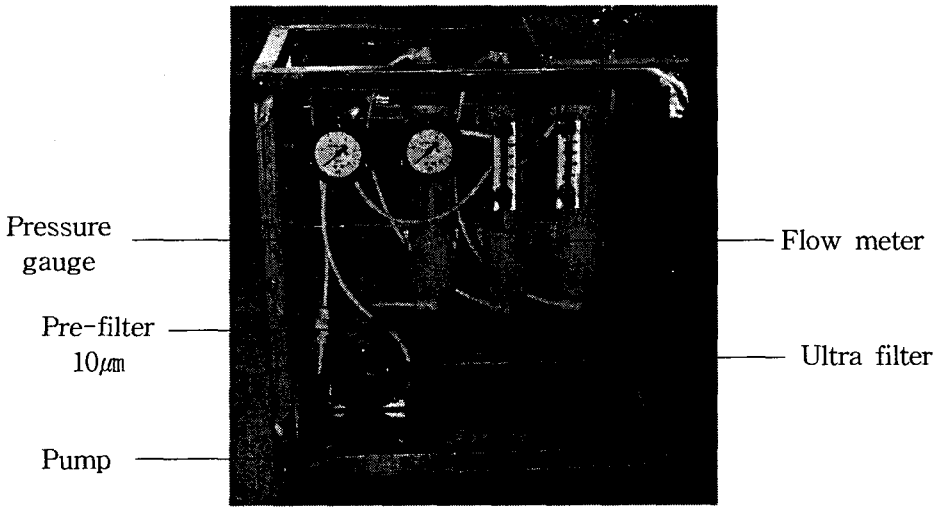

Fig. 1. Schematic of the membrane disinfection device.

나. 병원균 제균시험

공시병원균으로서 양액재배에서 많이 발생하는 풋마름병균(*Ralstonia solanacearum*)과 시들음병균(*Fusarium oxysporum f. sp. lycoprsici*)을 대상병원균으로 하여 여과장치의 통과전과 통과후의 균 밀도를 조사하였다. 풋마름병균은 액체 영양배지를 접종한 후 28℃에서 2일간, 시들음병균은 액체 감자 한천배지를 접종한 후 28℃에서 7일간 진탕배양하였다.

여과막의 성능검정은 풋마름병균의 경우 통과된 영양액을 Ralstonia 선택배양기에 도말하여 농도를 측정하였으며, 시들음병균은 시들음병균 선택배양기인 Komada 배양기에서 선택적으로 분리하여 Mycrosyring법으로 측정하였다.

다. 양액성분변화 시험

막 통과후 양액성분변화의 추이를 조사하기 위해 EC를 0.718(dS/m)로 조절한 후 압력 2kg/㎠의 조건에서 막종류별 여과장치 통과전과 통과후의 무기성분변화를 이온크토마토그래피(GBC사, Integra XL)로 분석하였다.

결과 및 고찰

막 종류별 제균시험 결과 풋마름병균과 시들음병균의 제거율은 정밀여과막에서 각각 99.5%, 98.5%, 한외여과막에서 각각 99.9%, 100%로 한외여과막의 제균성능이 우수한 것으로 나타났다(표 1, 그림 2).

Table 1. Effects of micro filter(MF) and ultra filter(UF) on filtration of plant pathogens.

Pathogen	Colony forming unit(cfu/mℓ)		
	Before filtration	After filtration	
		MF*	UF**
Ralstonia solanacearum	2.8×10^{7}	1.5×10^{5}	35
Fusarium oxysporum	2.1×10^{5}	3.1×10^{3}	0

* The pore size of MF was 0.2㎛.
** The molecular weight of UF was 50,000.

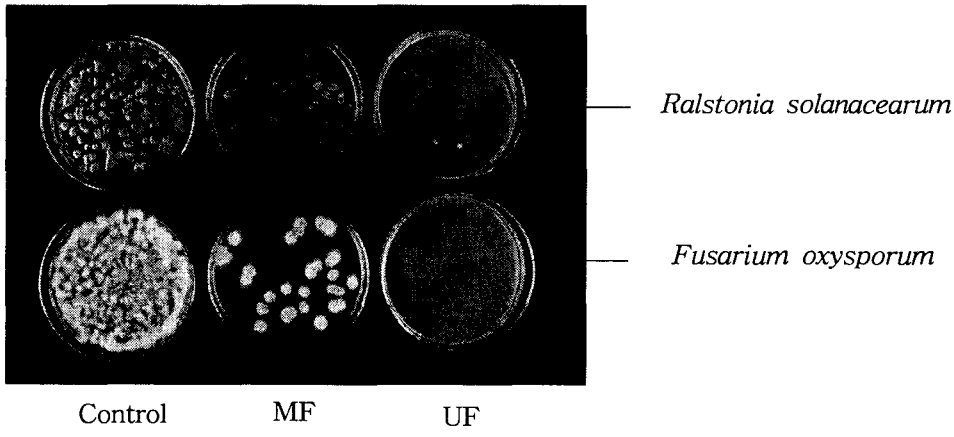

Fig. 2. Photographs of *Ralstonia solanacearum* and *Fusarium oxysporum* taken after incubation.

폐양액의 재순환을 전제조건으로 할 경우 진균제거율이 100%가 되어야 하기 때문에 본 시험의 공시여과막보다 분자량이나 Pore size가 작은 막을 선택한다면 제균능력은 더욱 높아질 것으로 생각된다. 또한, 여과막의 통과유량의 변화 및 내구성 시험에 대한 검토도 필요할 것으로 판단된다.

공시여과막의 통과전과 통과후의 양액성분변화를 조사한 결과 정밀여과막 및 한외여과막의 시험구 모두 폐양액내의 다량요소와 미량요소의 성분에 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 막을 이용한 폐양액 처리는 양액을 순환 사용함에 있어 유용한 기술이라 판단되었다(표3).

Table 2. Changes of mineral compositions in the nutrient solution after filtration by micro filter(MF) and ultra filter(UF). (Unit : ppm)

Filter	NH_4-N	NO_3-N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
MF	5.02	56.14	0.07	48.02	66.64	8.15	0.48	0.07	0.07	0.03
UF	4.94	54.60	0.07	46.01	65.65	8.16	0.49	0.07	0.07	0.03
Control	5.08	56.35	0.07	48.47	68.39	8.34	0.50	0.08	0.07	0.03

요약 및 결론

양액재배에서 배출되는 폐양액을 양액성분의 변화없이 완전제균하여 재사용할 수 있는 기술을 개발하고자 박막여과장치를 제작하여 제균성능 및 양액성분변화를 검토한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

가. 폐양액내 이물질을 제거하는 전처리부, 하우징 내부에 공시여과막을 카트리지식으로 장착할 수 있는 여과부 등으로 구성된 박막여과장치를 제작하였다.

나. 풋마름병균 및 시들음병균 제거율은 정밀여과막에서 각각 99.5%, 98.5%, 한외여과막에서 각각 99.9%, 100%로 나타났다.

다. 공시여과막의 통과전과 통과후의 양액성분변화는 정밀여과막과 한외여과막의 시험구 모두 폐양액내의 다량요소 및 미량요소의 성분에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

인용문헌

1. 李公仁. 1999. 養液循環栽培のための電氣加熱式養液殺菌裝置の開發. 日本農業施設學會大會 78-79.

2. 大谷敏郎. 1995. 養液やかんがい水のリサイクル化と膜技術の可能性. 研究ジャーナル 18(8): 25-31.