한국유기농업학회지 제12권 4호
KOREAN JOURNAL OF ORGANIC AGRICULTURE
Volume 12, Number 4: 427-436, December 2004.

EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리가 토양 미생물상의 변화 및 잎 상추의 생육에 미치는 영향

석 운 영* · 오 주 성** · 김 도 훈* · 정 원 복* · 정 순 재*

Effect of Microbial Product on Microorganisms in Soil and the Growth of Leaf Lettuce

Seok, Woon-Young · Oh, Ju-Sung · Kim, Doh-Hoon ·
Chung, Won-Bok · Jeong, Soon-Jae

This study was conducted to investigate the effect of microbial product on microorganisms in soil and the growth of leaf lettuce. The test material were treated with chitosan, wood vinegar and EM activity liquid, and treatment concentration was 50 times solution and 100 times solution level with foliar application. The results were summarized as follows : Among foliar application of microorganisms treatments diluted by chitosan 100 times solution level was effective considering growth of leaf lettuce as compared other dilutions and control plot. Change of microorganism number in the soil for cultivation of chinese cabbages and leaf lettuce was increased with microorganism treatment plot as compared with control plot. Specially chitosan 100 times solution level showes the most significant effect.

Key Words : Chitosan, Wood vinegar, EM activity liquid

I. 서 언

환경보전과 식품 안전성에 대한 소비자의 관심증대와 정부의 친환경농업 육성정책 추진으로 유기농산물 인증 농가가 증가하고, 재배면적도 확대되고 있으며, 생산 · 유통량도 매년 증가하고 있다. 이러한 시대적 흐름은 앞으로 우리 농업이 농산물의 생산성을 높이고,

* 동아대학교 생명자원과학대학
** 대표저자, 동아대학교 생명자원과학대학

고품질의 안전 농산물을 생산하여 소비자들의 기호에 부합하고, 외국 농산물과의 경쟁력을 높이기 위해서는 무엇보다 친환경농업의 실천이 우선이라 하겠다. 현재 친환경농업을 실시하고 있는 농가에서 무엇보다 중요하게 다루어야 할 재배기술은 지하부의 근권 영양관리로서 화학비료 대신 토양 비옥도를 증진시킬 수 있는 작물양분종합관리 기술을 우선적으로 터득해야 하며, 그 다음으로 지상부에 대한 병해충관리로서 농약 대신 예방차원에서 친환경자재의 적기 사용방법 · 종류, 천적이용 해충방제 방법과 병해충 발생시 병해충의 생리, 생태에 대한 다양한 지식을 바탕으로 발생상황을 판단하고, 방제하여 피해를 최소화할 수 있는 병해충 종합관리기술을 체험하여 터득하여야 할 것이다. 지금까지 친환경농업 실시 농가에서 많이 사용하고 있는 친환경자재는 미생물제제, 목초액(宋昌吉 · 姜奉均, 1999, 조성택, 1998), 효소액비, 토착미생물, 목탄(조성택, 1998), 키토산(Lee, Y. S. and C. O. Lee. 1999, Hirano, S., and N. Nagao. 1989, 천혜녹즙, 한방영양제, 유산균, 생선아미노산, 현미식초, 농업부산물, EM(Effective Microorganisms) 활성액 및 피트모스 등 그 종류가 다양하나 자재에 대한 효과가 명확하지 않고, 연구도 미흡한 실정이다(Pump, H. H. and H. Krist, 1988, 服部 勉 外, 1993). 따라서 본 연구는 안전한 농산물을 생산하기 위한 기초연구로서, 친환경농업 실시 농가에서 많이 사용하고 있는 키토산, 목초액 및 EM 활성액 등을 처리하여 토양 미생물상과 잎 상추의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 시험은 2003년 3월부터 동년 5월 30일까지 동아대학교 생명자원과학대학 옥상에서 수행하였다. 하우스는 동서방향으로 위치하고 있고, 면적은 33㎡인 플라스틱 하우스 내에서 Pot시험을 수행하였다. 공시작물은 적치마상추(경신종묘)를 사용하였으며, Pot는 Ø18×15㎝의 크기를 사용하였으며, 논흙을 20mesh 체로 쳐서 충진하였다. 시험처리내용은 EM 활성액, 키토산 및 목초액을 각각 50배액, 100배액 처리구와 대조구인 무처리구를 포함하여 7개 처리구로 하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 토양 관주는 정식 10일전인 3월 15일에 실시하였으며, EM 활성액, 키토산 및 목초액의 엽면처리는 정식 후 매일 오전 10시경에 처리하였다. 처리량은 각 농도별로 희석하여 각 Pot당 600㎖씩 처리하였으며, 4월 21일 수확하여 잎 상추의 생육 및 토양미생물상을 조사하였다. 그리고 엽록소 함량 측정은 정식 후 10일 간격으로 3회 측정하였다. EM 활성액, 키토산 및 목초액 전 · 후의 토양분석은 농촌진흥청 토양 화학분석법에 준하여 실시하였는데 토양시료 채취는 1개의 시험구에서 4반복으로 채취하여 고루 섞은 후 그늘에서 풍건한 후 20mesh 체로 쳐서 조제하여 pH(1:5)는 토양 시료 5g에 증류수 25㎖을 가한 후 가끔 저어주면서 1시간 방치 후 SUNTEX Digital pH meter로 측정하였고, EC(1:5)는 토양 시료 5g에 증류수 25㎖을 가한 후 가끔 저어

주면서 1시간 방치 후 Conductivity electric meter로 측정하였다. 유기물함량 분석은 60mesh 체로 쳐서 토양 시료 1g에 0.4N-$K_2Cr_2O_7$ 용액 10㎖을 가하여 3분간 끓인 후 잔반의 $K_2Cr_2O_7$을 0.2N-$FeSO_4(NH_4)_2$ SO_4 $6H_2O$ 용액으로 적정하였다.

유효인산은 토양시료 5g에 Lancaster 침출액 20㎖을 가한 후 10분간 진탕 침출하여 Amonium molybdate의 청색으로 발색시켜 토양시료 5g에 Bray No1 침출액 50㎖을 가한 후 5분간 진탕 침출하여 Amonium molybdate로 발색 후 비색 측정하였다. 치환성 이온은 토양을 침출한 후 원자흡광분석기로 측정하였다.

시험 토양의 미생물 조사는 EM 활성액, 키토산 및 목초액을 처리하기 전 토양과 공시작물을 재배한 후 토양 표면으로부터 깊이 10㎝까지의 흙을 채취한 후, 가는 체(20mesh)로 쳐서 0.85%(w/v) NaCl 멸균수에 현탁시킨 다음 선택배지를 사용하여 미생물제제의 처리량 및 균 종류별로 희석법과 한천배지 평판 도말법으로 토양내의 미생물의 종류별 계수를 실시하였다(Pump, H. H. and H. Krist, 1988). 실험에 사용한 선택배지의 종류로는 일반 세균을 선별하는 Tryptic Soy Agar(TSA), 방선균을 선별하는 Actinomycetes Isolation Agar(AIA), 일반 곰팡이의 선별에 사용하는 Potato Dextrose Agar(PDA)에 50㎍/l의 Chloramphenicol을 함께 사용하였으며, 트리코데마를 선별하는데 사용하는 Malt Extract Agar(MEA)에 항생제로 Chlorotetracyclin을 20㎍/l 첨가한 배지를 사용하였다. 선별 배지에 도말한 미생물은 30℃에 6일간 배양하여 형성된 균수를 측정하였다. 총 균수는 이들 선택배지를 사용하여 계수된 개별 미생물들의 생균수의 총 합계로 계산하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리 전·후의 토양을 분석한 결과는 <Table 1>에서 보는 바와 같다. pH는 시험 전·후 토양이 각각 6.8 및 6.89로 적정범위(6.0~6.5)보다 높은 편이며, EC는 적정범위가 2.0이하인데 EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리 전·후 모두 적정치보다 낮게 나타났다. P_2O_5 함량은 적정범위보다 상당히 높은 편이였으며, 유기물함량은 적정범위인 2.5~3.5보다 다소 낮은 편이였다.

Table 1. Change of soil component before and after application microorganisms.

Treatment	pH (1:5)		EC (dS/m)		P2O5 (㎎/㎏)		OM (%)		Ex. cation(Cmol/kg)					
									K		Ca		Mg	
	be.	af.	be.	af.	be.	af.	be.	af.	be.	af.	be.	af.	be.	af.
Control	6.8	6.9	1.5	1.5	674	675	1.6	1.5	0.32	0.33	8.1	8.2	2.5	2.6

Treatment	pH (1:5)		EC (dS/m)		P2O5 (mg/kg)		OM (%)		Ex. cation(Cmol/kg)					
									K		Ca		Mg	
	be.	af.	be.	af.	be.	af.	be.	af.	be.	af.	be.	af.	be.	af.
EM 50	6.8	6.8	1.5	1.4	674	673	1.6	1.6	0.32	0.30	8.1	8.1	2.5	2.5
EM 100	6.8	7.0	1.5	1.4	674	674	1.6	1.6	0.32	0.31	8.1	8.0	2.5	2.3
Chito 50	6.8	7.0	1.5	1.5	674	672	1.6	1.5	0.32	0.30	8.1	8.2	2.5	2.4
Chito 100	6.8	6.8	1.5	1.3	674	673	1.6	1.6	0.32	0.30	8.1	8.1	2.5	2.4
WV 50	6.8	6.8	1.5	1.4	674	674	1.6	1.4	0.32	0.31	8.1	8.0	2.5	2.3
WV 100	6.8	6.9	1.5	1.4	674	674	1.6	1.5	0.32	0.30	8.1	8.1	2.5	2.4
Mean	6.8	6.89	1.5	1.41	674	673.6	1.6	1.53	0.32	0.31	8.1	8.1	2.5	2.41

Note; be. : before experiment, af. : after experiment.
EM 50 : EM activity liquid 50, EM 100 : EM activity liquid 100,
Chito. 50 : Chitosan 50, Chito. 100 : Chitosan 100,
WV 50 : Wood vinegar 50, WV 100 : Wood vinegar 100.

EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리에 따른 잎 상추의 생육 특성을 <Table 2>에서 보면 엽장은 키토산 100배액 처리구에서 18.10㎝로 가장 길었으며, 대조구인 무처리구에서 16.97㎝로 가장 짧았으나 처리간 큰 차이는 없었다. 엽폭은 키토산 100배액 처리구에서 9.62㎝로 가장 넓었으며, 목초액 50배액 처리구에서 8.97㎝로 가장 좁게 나타났다. 엽수은 키토산 100배액 처리구에서 17.88매로 가장 많았으며, 목초액 100배액 처리구에서 17.28매로 가장 적게 나타났으나 처리간 차이는 거의 없었다. 엽면적은 키토산 100배액 처리구에서 337.85㎠로 가장 컸고, 대조구인 무처리구에서 335.08㎠로 엽면적이 적었으나 처리간 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 생체중은 키토산 100배액 처리구에서 53.79g으로 가장 무거웠고, 무처리구에서 35.40g으로 가장 가벼웠다. 이상의 결과를 요약하면 EM 활성액, 키토산 및 목초액 간에는 키토산 처리구가 전 처리간에는 키토산 100배액 처리구에서 생육이 대체적으로 양호하게 나타났고 대조구인 무처리구에서 생육이 저조하였으나 큰 차이는 없었다. 위

Table 2. Growth characteristics of leaf lettuce as affected by the microorganisms treatments.

Treatment	Leaf length (㎝)	Leaf width (㎝)	No. of leaves (ea/per plant)	Leaf area (㎠)	Fresh weight (g/plant)
Control	17.0 a[z]	9.4 a	14.9 b	335.1 a	35.4 b
EM activity liquid 50 times solution	17.4 a	9.5 a	17.4 a	337.5 a	52.5 a

Treatment	Leaf length (㎝)	Leaf width (㎝)	No. of leaves (ea/per plant)	Leaf area (㎠)	Fresh weight (g/plant)
EM activity liquid 100 times solution	18.1 a	9.6 a	17.3 a	337.8 a	53.2 a
Chitosan 50 times solution	17.8 a	9.6 a	17.5 a	337.6 a	53.3 a
Chitosan 100 times solution	18.1 a	9.6 a	17.9 a	337.9 a	53.8 a
Wood vinegar 50 times solution	17.3 a	9.0 a	17.5 a	337.1 a	52.3 a
Wood vinegar 100 times solution	18.0 a	9.3 a	17.3 a	337.8 a	53.2 a
s	0.44	0.28	1.01	1.09	6.69

[z]Mean separation in columns by Duncan's multiple range test at the 5% level.

의 결과로 볼 때 무처리구에 비해 EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리구에서 생육이 다소 양호하게 나타났는데 이는 EM 활성액, 키토산 및 목초액의 처리가 잎 상추의 생리활성을 활발하게 하고, 또한 영양원으로서의 역할도 하였기 때문인 것으로 생각된다.

EM 활성액, 키토산 및 목초액처리에 따른 엽록소함량의 경시적 변화는 <Fig. 1>에서 보는 바와 같다. EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리에 따른 잎 상추내 엽록소 함량의 경시적 변화는 생육기간이 길수록 엽록소 함량이 증가한 경향을 보였고, 처리간에는 키토산 100배액 처리구에서 엽록소함량이 다소 많은 것으로 나타났으나 큰 차이는 없었다.

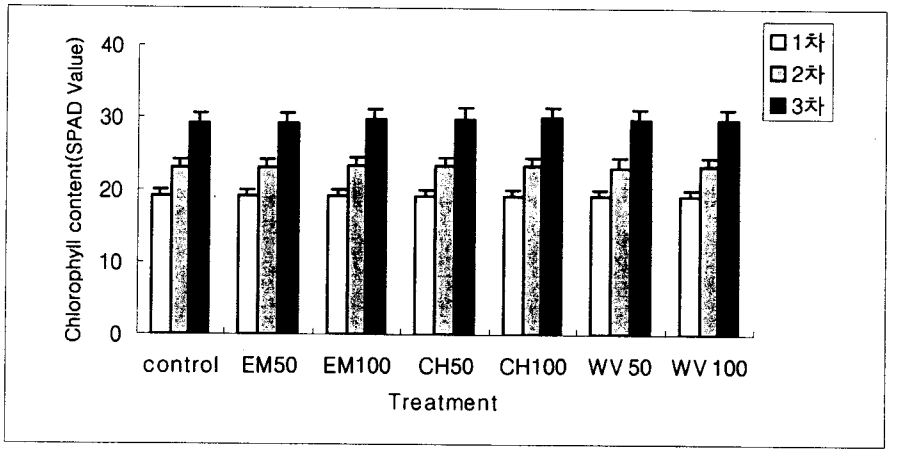

Fig. 1. Change in chlorophyll content in the leaf lettuce.

EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리 전·후의 일반 세균수의 변화는 <Fig. 2>에서 보는

바와 같다. EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리전에 토양을 채취하여 조사한 세균수는 33.33×10^3 CFU/g이었으나 토양관주 및 엽면처리를 하고, 잎 상추를 수확한 후의 세균수를 조사한 결과 전 처리구에서 미생물처리 전에 비해 다소 증가하였다. 처리간에는 키토산 100배액 처리구에서 46.33×10^3 CFU/g로 가장 많았으며, 대조구인 무처리구에서 35.67×10^3 CFU/g로 세균수가 가장 적었으나 처리간 뚜렷한 차이는 없었다.

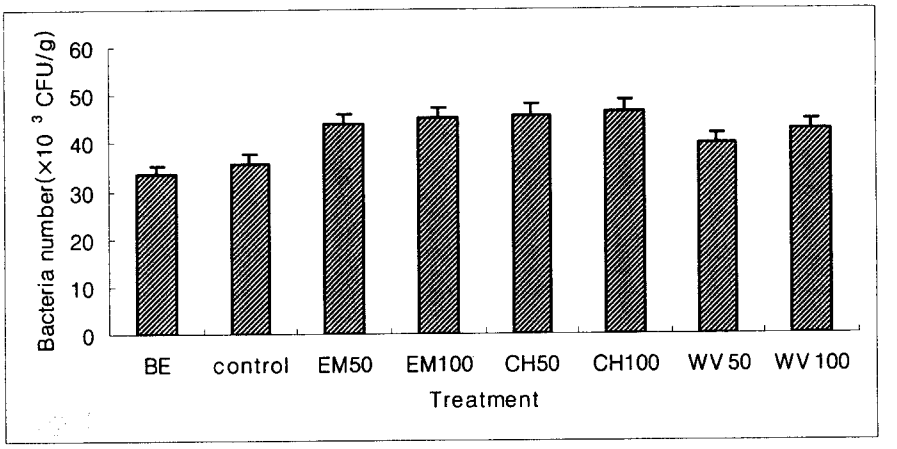

Fig. 2. Change in bacteria number in the soil for cultivation of leaf lettuce.

EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리 전 · 후의 사상균수의 변화는 <Fig. 3>에서 보는 바와 같다. EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리전의 사상균수는 11.67×10^3 CFU/g이였으며, 처리 후의 사상균수를 조사한 결과 처리간에는 대조구인 무처리구에서 12.67×10^3 CFU/g로 가장 많이 증가하였으며, 목초액 50배액 처리구에서 9.00×10^3 CFU/g로 감소하였다.

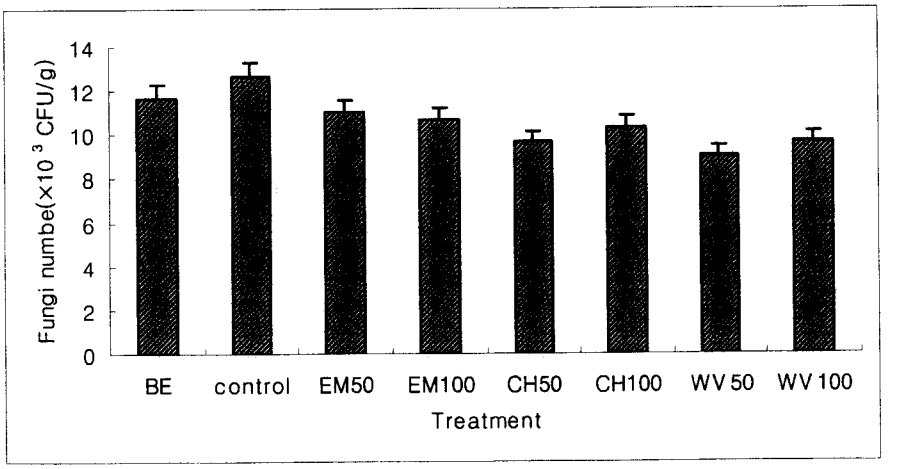

Fig. 3. Change in fungi number in the soil for cultivation of leaf lettuce.

EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리 전·후의 트리코데마수의 변화는 <Fig. 4>에서 보는 바와 같다. EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리전의 트리코데마수는 12.33×10^3 CFU/g이였으며, 처리 후의 트리코데마수를 조사한 결과 무처리구에서 12.67×10^3 CFU/g로 EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리전보다 비슷한 경향을 보였으며, EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리구에서는 다소 증가하였다. 전 처리간에는 EM 활성액 100배액 및 키토산 50배액 처리구에서 공히 14.67×10^3 CFU/g로 증가하였으나 뚜렷한 차이는 없었다.

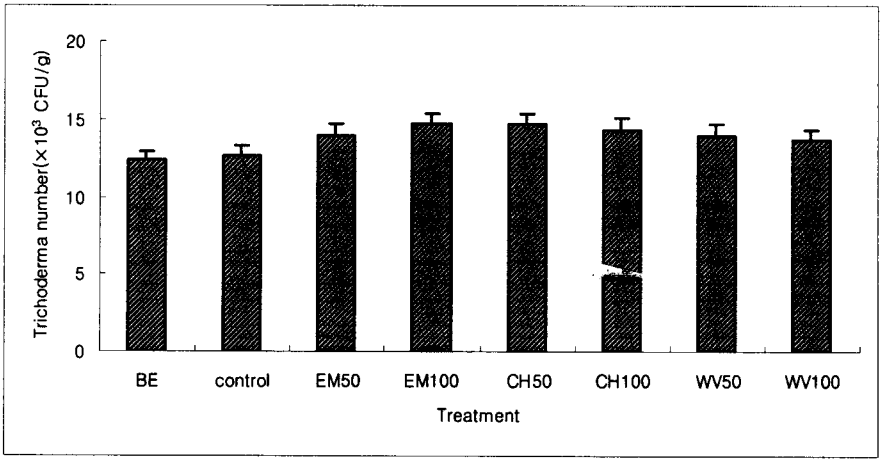

Fig. 4. Change in tricodema number in the soil for cultivation of leaf lettuce.

EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리 전·후의 방선균의 변화는 <Fig. 5>에서 보는 바와 같다. 처리전의 방선균수는 15.00×10^3 CFU/g이였으며, EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리 후에 방선균수를 조사한 결과 대조구인 무처리구에서 14.43×10^3 CFU/g로 처리전보다 약간 감소하였으며, EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리구에서는 다소 증가하였다. 전 처리간에는 키토산 100배액 처리구에서 19.00×10^3 CFU/g로 방선균수가 증가하였으나 처리간 뚜렷한 차이는 없었다.

EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리에 따른 토양 미생물상의 연구 결과를 종합하면 세균, 사상균, 트리코데마 및 방선균의 총 미생물수는 처리전 토양에서는 72.33×10^3 CFU/g이였으나 잎 상추를 수확한 후에 조사한 결과 대조구인 무처리구에서는 75.44×10^3 CFU/g, EM 활성액 50배액 처리구 84.00×10^3 CFU/g, EM 활성액 100배액 처리구 86.34×10^3 CFU/g, 키토산 50배액 처리구 88.67×10^3 CFU/g, 키토산 100배액 처리구 89.99×10^3 CFU/g, 목초액 50배액 처리구 79.00×10^3 CFU/g, 목초액 100배액 처리구 83.01×10^3 CFU/g로 전 처리구에서 증가하였으며, 특히 키토산 100배액 처리구에서 처리전에 비해 가장 많이 증가하였다. 균 종별 구성은 세균이 주종을 이루었고, 사상균과 트리코데마의 비율은 대체적으로 낮았다. 이는 자연환경에 존재하는 미생물상의 일반적인 구성과 미생물 개체수의 변화를 보여 주는 것이

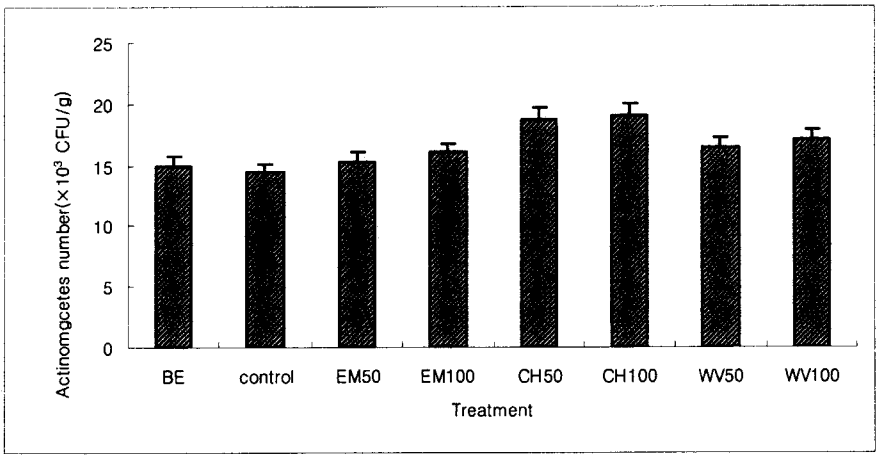

Fig. 5. Change in actinomycetes number in the soil for cultivation of leaf lettuce.

다. 잎 상추를 수확한 후 미생물상을 조사한 결과 처리전에 비해 세균, 방선균 및 트리코데마수는 일정한 비율로 증가하였고, 사상균수는 약간 감소하였으나 일정한 경향은 없었다. 특히 키토산 100배액 처리구에서 세균, 트리코데마 및 방선균수가 증가하였고, 사상균수가 감소하였는데 이와 같은 결과는 키토산을 처리함에 따라 토양중의 방선균 활동이 증가되고 사상균의 활동이 일시적으로 억제되었다는 Lee 등(Lee, Y. and B.C. jang, 2000)의 보고와 유사한 경향을 보였다.

EM 활성액, 키토산 및 목초액 처리에 따른 잎 상추의 생육 및 토양 미생물상의 변화에 관한 연구결과를 종합하면 대조구인 무처리구보다 EM 활성액, 키토산 및 목초액을 처리한 시험구에서 생육이 다소 양호하였으나 처리간 뚜렷한 차이는 없었다. 공시재료간에는 키토산이, 전 처리간에는 키토산 100배액 처리구에서 생육이 다소 양호하였다. 토양 미생물상 변화을 보면 무처리구 보다 EM 활성액, 키토산 및 목초액을 처리한 시험구가 세균, 방선균 및 트리코데마수는 일정한 비율로 증가하였으나 사상균수는 약간 감소한 경향을 보였다. 이러한 결과는 토양 중의 생물, 특히 세균의 활성은 주변 토양의 입자나 식물뿌리와 밀접한 관계를 가지고 있으며(服部 勉 外, 1993), 전반적으로 미생물제제처리가 무처리에 비해 잎상추의 생육이 좋아졌는데 이는 EM 활성액, 키토산 및 목초액 자체가 잎 상추의 생육촉진에 기여하는 것도 있지만 대부분 토양중의 미생물상에 영향을 미침으로서 토양 미생물수와 양이 증가함으로 근권이 활성화되어 지상부인 생육도 다소 양호해지는 것으로 판단된다. 특히 EM 활성액, 키토산 및 목초액을 처리함으로서 세균수는 증대되고, 사상균수는 감소하므로 B/F(Bacteria/Fungi)비율이 증가하는 것으로 나타났으므로 B/F비율이 작물생육에 영향을 초래한 것으로 사료된다.

본 시험의 결과를 종합하면 공시재료 종류간에는 키토산처리에서 토양미생물상 및 잎 상추의 생육이 다소 양호한 것으로 나타났으나, 뚜렷한 차이는 없었다. 이는 키토산이나 목

초액 처리에 의한 고추의 초장 및 경경에서는 큰 차이는 없었다는 보고(엄미정 외, 2002)와 벼의 초장이나 성숙도에 영향을 주지 않았다는 Kenneith 등(Kenneith, W. T. and H. R. Caffey, 1996)의 보고와는 차이가 있으며, 콩나물 재배시 키토산 처리구가 대조구에 비해 25.4%의 높은 성장률을 보이고, 중량 또한 8.5%의 증가를 보인 Lee 등(Lee, Y. and B. C. Jang, 2000)의 보고와는 다소 유사한 결과를 보였는데 이러한 결과의 차이는 적용 작물이나 회석배수 등이 상이하였던 결과인 것으로 판단된다. 처리 농도간에는 50배액처리보다 100배액처리에서 잎 상추의 생육이 다소 양호하였는데 이는 엽채류 재배시 미생물제제의 엽면처리 농도를 대체적으로 100~500배액으로 처리했을 때 생육이 좋은 것으로 알려져 있고, 권장 배수로 알려져 있다. 따라서 본 시험에서도 이와 비슷한 50배액 처리보다 100배액 처리에서 식물의 생리 활성이 높아 잎 상추의 생장이 촉진된 것으로 판단된다. 처리간에는 키토산 100배액 처리구에서 생육이 대체적으로 양호하였다. 이는 平野(平野茂博, 1998)는 키토산의 작용이 세포의 활성화에 의한 식물체의 생장촉진효과가 크다고 보고한 것과 비슷한 경향을 보였으며, 특히 키토산에는 식물 체내의 성장활성제인 Hexosamine의 증가와 키틴, 키토산의 분해효소인 키티나제, B-13, 글루키나재 작용으로 생리활성이 높아 생육이 촉진된 것으로 판단된다.

미생물상을 살펴보면 처리간에는 키토산 100배액 처리구에서 세균, 방선균 및 트리코데마수가 증가하였고, 잎 상추의 생육도 다소 양호한 것으로 나타났다. 키토산 처리구에서 토양 미생물 및 잎 상추의 생육이 양호한 것은 키토산을 작물에 투여하면 토양미생물이나 식물자체에서 분비하는 효소에 의해 분해되어 <Hexosamine> 상태로 나뉘어져 흡수되면서 식물의 발아 및 성장을 촉진시키는 역할을 하기 때문인 것으로 판단된다(平野茂博, 1998).

본 시험은 처리농도에 따른 작물별, 지역별, 재배조건별 및 토질에 따른 연구와 체내성분 변화 및 생리 장해현상에 대한 연구도 앞으로 수행되어야 할 것으로 본다.

Ⅳ. 적 요

본 시험은 공시작물을 잎 상추로 하여, 키토산, 목초액 및 EM 활성액을 각각 처리하여 2003년 3월부터 동년 5월 30일까지 동아대학교 생명자원과학대학 옥상 플라스틱 하우스 내에서 Pot시험을 실시한 결과는 다음과 같다.

키토산, 목초액 및 EM 활성액 처리에 따른 잎 상추의 생육은 전반적으로 무처리구인 대조구에 비해 비교적 생육이 양호하였으며, 처리간에는 키토산 처리구에서 다소 양호하였다. 특히 키토산 100배액 처리구에서 잎 상추의 엽면적 및 생체중이 각각 337.85㎠ 및 53.79g으로 다른 처리구에 비해 높게 나타났다. 키토산, 목초액 및 EM 활성액 처리에 따른 잎 상추내 엽록소함량의 경시적 변화는 생육기간이 길수록 엽록소함량이 증가한 경향을

보였고, 처리간에는 키토산 100배액 처리구에서 다소 엽록소함량이 많은 것으로 나타났으나 큰 차이는 없었다. 토양 미생물상 변화는 무처리구에 비해 키토산, 목초액 및 EM 활성액 처리구에서 다소 증가하는 경향을 보였고, 특히 키토산 100배액 처리구에서 세균수가 46.33×10^3 CFU/g로 다른 처리구에 비해 증가한 경향을 보였다.

[논문접수일 : 2004. 10. 2. 최종논문접수일 : 2004. 11. 30.]

참 고 문 헌

1. 엄미정 · 박현철 · 문영훈 · 김갑철 · 한수곤. 2002. 키토산과 목초액 처리가 고추의 생육 및 양분 흡수에 미치는 영향. 생물환경조절학회. 11(2), 67-73.
2. 송창길 · 강봉균. 1999. Chitosan과 木酢液 엽면살포에 의한 감자 플러그 挿木苗의 發根 및 塊莖形成效率. 한국유기농업학회지, 8(1), 89-100.
3. 조성택. 1998. 목질탄화물의 규격화 및 자료개발. 목질탄화물의 농업 및 환경적 이용에 관한 국제 심포지움. pp. 151-166.
4. 服部 勉, 金澤普二郎, 木村龍介, 吉倉淳一郎, 南澤 究, 早野恒一, 木村眞人, 中村好男. 1933. 土壤生物. 日本土壤肥料學雜誌 第64券 第5号 515-526.
5. 平野茂博. 1998. ｷﾄｻﾝの關與する植物の細胞活性化および病原菌に對 する自己保護機能. 日農化會誌. 62:293-295.
6. Hirano, S., and N. Nagao. 1989. Effects of Chitosan, pectic acid, lysozyme, and chitinase on the growth of several phytopahogens. Agric. Sio. Chem. 53: 3065-3066.
7. Kenneith, W. T. and H. R. Caffey. 1996. 83rd-88rd Annual research report. U.S. Department of agriculture. Crowely Luisians pp. 233-355.
8. Lee, Y. S. and C. O. Lee. 1999. Change of free sugars, Lipoxygenase activity and effects of chitosan treatment during cultivation of soybean sprout. Korean Journal of Food Science and Technology 31(1): 115-121.
9. Lee, Y. and B. C. Jang. 2000. Identification and use of activated substance derived from the commercialized environmental friendly agro-materials on plant growth. Agro-Environment Research 2000. Department of Agro-Environment. National Institute of Agricultural Science and Technology. RDA. pp. 337-345.
10. Pump, H. H. and H. Krist. 1988. Laboratory manual for the examination of water, and soil, VCH., Weinheim, Germany.