

과제구분	기본	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야 (Code)	수행 기간	연구실	책임자
화학비료 사용저감을 위한 시비기술 개발		E02 SF24	'09 ~'12	환경농업연구과	강안석
5) 토양 유용미생물 활용연구		E02 SF24	'10 ~'10	환경농업연구과 토양환경연구실	최승출
색인용어	미생물제제, 신태조사, 효과				

ABSTRACT

Utilization of Microorganisms in agricultural practice has rapidly spreaded in Gangwon Province. but there is little scientific study about there usage and effectiveness. This study was conducted to survey the microorganism agent utilization method in agricultural practice and effect several microorganim agents application on soil biological and chemical properties and chinese cabbage yield. The average age of farmmers using microbial agent was 56.7 years old and their farming career was 28.6 years but microbial- farming carrier was only 4.4 years. The motivation and objective of microbial- farming was ordered by increasing income and quaility, controlling hamful insect and fungus and soil quality increase, respectively. Utilized microbial agents was surveyed by the order, city or county extention center supply> self-making> commmercial product.

After chinese cabbage cultivation, the microbial agent treatment with organic fertilizer increased soil pH and orgaic material contents. the population of aerobic microbes and *Bacillus* spp. increased and decreased fungus population. Therefore there was positive effect on soil environment. The yield of chiness cabage was almost the same level as chemical fertilizer treatment.

1. 연구목표

최근 고품질 안전농산물 생산에 관한 관심이 고조되고 소비자의 친환경농산물에 대한 선호도가 급증하면서 우리나라 친환경농산물 인증면적은 2000년 2,39ha에서 2009년 201,688ha로 연평균 66.6% 증가하여 전체 경지면적 대비 친환경농업 인증면적은 2000년 0.11%에서 2005년 2.7%, 2009년 11.9%로 지속적으로 확대되고 있다.(국립농산물품질관리원 2010) 하지만 유기농업 등 친환경농업이 확대 보급됨에 따라 작물의 재배형태 및 환경조건에 따라 병해충과 잡초 등의 발생 패턴이 변화되고 있으며 수많은 유기농자재와 친환경자재가 목록고시되고 적절한 검증과정 없이 유통되고 있는 실정으로 이들의 효과 및 안정성 그리고 환경에 미치는 영향에 대한 검증은 극히 미약한 실정이다.(양 등, 2010)

대표적인 친환경자재로 일본에서 개발된 혼합미생물제인 EM(Effective Microorganism)과 일부 소규모 벤처회사에서 생산하는 미생물제제의 이용이 급속히 확대되고 있다. 또한 원주 등 도내 7개 시군 농업기술센터에서는 EM균, 고초균 등 약 1,100톤의 미생물제제를 자체 생산하여 관내 농업인에게 무상 보급하고 있다. 본 연구에서는 우리도 농업현장에서 이용되는 미생물제제 현황을 알아보고 또한 시군 농업기술센터에서 생산 보급하고 있는 EM 및 미생물제제의 효과를 검증하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 강원지역 유용미생물 활용 실태조사

미생물제제 사용 실태조사는 도내 20농가를 대상으로 실시하였다. 조사는 영농현황, 미생물제제 사용 동기 및 목적, 사용미생물제제 종류 및 활용시기 등 설문지를 활용하여 농가에 방문하여 조사하였다.

나. 유용미생물 효과 검증

시군 농업기술센터에서 생산 보급하고 있는 미생물제제의 효과를 검증하고자 농업기술원 노지포장을 이용하여 배추를 대상으로, 처리는 검정시비량 질소기준의 유기질비료에 고초균(홍천), 광합성균, 복합균(원주), EM제(영월) 등 미생물제제를 첨가하거나, 각각의 미생물배지의 영양물질 효과를 배제하기 위하여 미생물을 멸균한 처리구 유기질비료 및 화학비료구를 각각 처리하였다. 본 시험에서 사용한 유기질비료의 양분함량은 표 1과 같았으며, 농가에서 흔히 사용하는 자재를 이용하였다. 시험전후 포장의 화학성 및 미생물상 변화, 배추 생육 및 수량 등을 조사하였다. 토양은 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법(2000)에 준하여 분석하였고, 생육 및 수량은 농사시험조사기준(1997)에 의하여, 미생물상은 각 미생물의 선택배지를 이용하여 평판계수법으로 각각 조사하였다.(2010, 국립농업과학원)

표 1. 유기질비료 식물 양분 함량(%)

T-N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)	CaO(%)	MgO(%)
2.9	1.6	0.6	5.1	0.4

3. 결과 및 고찰

가. 강원지역 유용미생물 활용 실태조사

미생물활용 농가현황을 조사한 결과 농업인의 평균 연령은 56.7세 이었고, 영농경력은 28.6년이었으나 미생물이용 영농기간은 4.4년에 지나지 않아 최근에 미생물농업이 성행함을 알 수 있었다(표 2). 그리고 미생물제제 사용 동기 및 목적은 소득 및 상품성 향상을 도모하기 위한 농업인이 가장 많은 비율을 차지하였고 다음이 병해충방제와 토양개량 순이었다(표 3).

유용미생물제제는 정식 및 재배기에 가장 많이 사용되었고 파종기와 육묘기에 사용하는 농가도 있었으며 사용하는 미생물제제는 시군에서 생산 보급하는 미생물제제를 단순히 이용하는 농가가 가장 많았고 자가제조 그리고 시판 미생물제제 순으로 이용하고 있었다(표 4). 또한 유용미생물은 생육촉진 > 토양개량 > 병해충방제 > 퇴·액비 제조 순으로 활용되고 있었다.

표 2. 미생물재배 농가 현황

평균연령	영농경력	미생물이용 영농기간	영농면적	미생물이용 면적
56.7	28.6년	4.4년	7,355평	5,240평

표 3. 미생물제제 사용 주요동기 및 목적

소득 및 상품성 향상	병해충 방제	토양개량
12	5	3

표 4 유용미생물제제 이용 현황

시군센터보급	자가제조	시판미생물제
12	6	2

2010년 현재 우리도에서는 7개 시군에서 약 1,100톤의 미생물제제가 생산 보급되었고, 2011년에는 3개 시군에서 추가로 미생물제제 생산 설비가 완공되어 미생물제제의 공급이 증가할 전망이다(표 5).

정부의 친환경농업 정책과 소비자의 고품질 안전농산물 선호 현상으로 유기농업 등 친환경농업 실천농가가 증가되고 화학농약과 비료의 대체제가 부족한 현 상황에서 미생물제제 생산 및 무상 보급은 현지 농업인에게 많은 호응을 받고 있으나 미생물제제는 생균제이므로 생산, 저장, 분양(보급)과정에서 유해균의 혼입 가능성이 크므로 세심한 품질관리가 요구된다고 사료된다.

표 5. 시군 미생물제제 생산 시설 현황(2010년 현재)

시군	생산용량	생산량(톤)	주요균주
춘천	500ℓ X 2대 1,500ℓ X 1대	300(09)	11균주 순수배양, 혼합분양
원주	1,000ℓ X 5대	171	광합성균,복합균,고초균,유산균
홍천	1,000ℓ X 2대	150	광합성균,고초균,유산균,효모,BT제
횡성	1,000ℓ X 3대	145	광합성균, 복합균
영월	2,500ℓ X 3대	180	EM
인제	1,000ℓ X 1대	67	EM
양구	500ℓ X 1대	80	광합성균, 복합균

※ 정선, 철원, 강릉 : 2011년 배양시설 설치, 보급예정

나. 유용미생물 효과 검증

미생물제제 처리에 의한 시험후 토양화학성 변화를 보면(표 6) pH와 유기물은 유기질비료 처리구와 모든 미생물제제 처리구에서 높아졌으며 미생물을 사멸처리한 시험구에서도 같은 양상이었고, 미생물제제 종류간에 차이는 없었으며 화학비료 처리구는 다소 낮아지는 경향이였다. EC, 유효인산은 낮아졌고 치환성 칼륨과 마구네슘 함량은 시험후 낮아졌으나 치환성 칼슘의 함량은 시험후 토양에서 다소 증가하였는데 이는 처리한 유기질비료의 특성에서 기인한 것으로 사료된다.

표 6. 시험전후 토양의 화학성 변화

구 분	pH	EC	OM	Av. P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Na
	1:5	dS/m	g/kg	mg/kg	----- Ex. Cat. cmolc/kg -----			
시험전	6.1	0.29	23	1,117	0.69	4.25	0.78	0.04
화학비료	5.7	0.08	22	768	0.57	3.64	0.42	0.01
유기질비료	6.4	0.25	36	769	0.42	9.07	0.64	0.04
고초균(생)	6.9	0.27	32	673	0.52	9.14	0.86	0.04
고초균(사)	6.9	0.21	34	695	0.47	7.96	0.74	0.02
복합균(생)	6.8	0.20	31	773	0.54	6.68	0.76	0.04
복합균(사)	6.9	0.21	33	693	0.56	8.05	0.77	0.06
광합성균(생)	6.7	0.14	29	830	0.65	5.54	0.75	0.03
광합성균(사)	6.7	0.15	28	718	0.56	5.86	0.69	0.04
EM(생)	6.8	0.16	28	730	0.59	6.15	0.67	0.02
EM(사)	6.9	0.20	27	661	0.57	6.49	0.67	0.04
적정수준	6.0-6.5	2이하	20-30	300-500	0.5-0.6	5.0-6.0	1.5-2.0	-

배추 수확후 재배토양의 토양미생물상 변화를 표 6에 나타내었다. 호기성세균은 전처리구에서 증가하였고 미생물제제 생균제를 처리가 사멸처리구보다 밀도가 높았으며 고초균생균제 처리와 복합균생균제 처리구가 각각 17.1×10^6 , 19.7×10^6 CPU/g건토로 가장 높았다. 시험후 토양의 고초균 밀도를 보면 화학비료 처리구에서는 큰 변화가 없었고 모든 처리구에서 증가하는 경향이였다. 특히 고초균 생균제 처리구에서는 11.1×10^5 CPU/g건토로 시험전보다 약 2배 증가하였다. 시험후 토양의 사상균 밀도는 전 처리구에서 감소하는 경향이 뚜렷하였는데 이는 유기질비료와 미생물제제처리로 토양 pH가 높아져서 사상균 밀도가 감소한 것으로 사료된다.

표 7. 시험전후 토양의 미생물상 변화

구 분	호기성세균 (CPU/g건토)	고초균 (CPU/g건토)	사상균 (CPU/g건토)
시험전	4.5×10^6	5.4×10^5	8.7×10^4
화학시료	5.7×10^6	5.1×10^5	6.0×10^4
유기질비료	6.0×10^6	8.7×10^5	3.8×10^4
고초균(생)	17.1×10^6	11.1×10^5	1.3×10^4
고초균(사)	7.9×10^6	5.6×10^5	3.3×10^4
복합균(생)	19.7×10^6	8.7×10^5	2.7×10^4
복합균(사)	9.7×10^6	5.3×10^5	3.7×10^4
광합성균(생)	6.8×10^6	8.6×10^5	3.8×10^4
광합성균(사)	5.3×10^6	8.2×10^5	3.4×10^4
EM(생)	6.4×10^6	8.7×10^5	2.8×10^4
EM(사)	5.8×10^6	5.4×10^5	2.3×10^4

수확기 배추의 생육 및 수량을 보면(표 8), 모든 처리에서 생육이 양호하였고 배추의 수량은 고초균 생균주 처리가 화학비료보다 다소 높았으나 대체로 화학비료와 유의적인 차이는 없이 대등하였다.

표 8. 수확기 배추 생육 및 수량구성요소

처 리	구고(cm)	구폭 (cm)	외엽수 (개)	내엽수 (개)	주중(g)	구중(g)
화학비료	33.7	19.8	18.3	48.7	3224	2333
유기질비료	32.0	19.2	17.3	47.9	3210	2284
고초균(생)	31.8	18.9	16.0	49.1	3445	2398
고초균(사)	31.2	18.1	15.6	48.3	3092	2253
복합균(생)	33.2	18.4	16.3	44.2	3136	2265
복합균(사)	33.8	18.2	17.4	45.0	3153	2233
광합성균(생)	30.1	18.0	14.2	48.3	3048	2285
광합성균(사)	30.6	18.5	14.7	50.0	3110	2287
EM(생)	30.6	18.4	13.9	49.5	3214	2279
EM(사)	31.6	18.2	13.6	48.7	3220	2233

4. 적 요

가. 강원지역 유용미생물 활용 실태조사

도내 유용미생물제제 활용 농가의 평균 연령은 56.7세, 영농경력 28.6년이었고 미생물이용 영농기간은 평균 4.4년으로 최근에 활발히 이용됨을 알 수 있었다. 미생물제제 사용 목적은 소득 및 상품성 향상 > 병해충 방제 > 토양개량 순 이었고, 사용하는 미생물제제는 시군생

산 미생물제제 > 자가제조 > 시판 미생물제제 순으로 조사되었다. 7개 시군에서 약 1,100톤의 미생물제제가 생산 보급되었고, 유해균의 오염 방지를 위한 철저한 품질관리가 요구되었다

나. 유용미생물 효과 검증

시군 생산보급 미생물제제를 처리하여 배추재배 시험후 토양의 산도와 유기물 함량은 증가하였고, 유효인산과 친환성 양이온류는 감소하는 경향 이었다. 토양미생물 중 호기성세균과 고초균이 밀도는 증가하였고, 사상균의 밀도는 감소되어 토양환경 개량이 인정되었고 배추의 생육은 양호하였고 수량은 화학비료와 대등하였다.

5. 인용문헌

- 국립농산물품질관리원. 2010. <http://www.enviagro.go.kr>
 양재의, 김혁수, 김계순. 2010. 친환경 유기농자재 안전성 평가 기법 확립
 한국유기농업학회 학술대회 초록집
 농촌진흥청. 2000. 토양화학분석법
 농촌진흥청. 1997. 농사시험연구조사기준
 국립농업과학원. 2010. 토양미생물 검정 워크샵
 농촌진흥청. 2007. 농촌진흥공무원 전문교육교재, 유용미생물

6. 연구결과 활용 : 기초자료 활용

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무
책임자	환경농업연구과	농업연구사	최승출	과제총괄
공동연구자	〃	〃	임수정	토양분석
공동연구자	〃	〃	김세원	생육조사
공동연구자	〃	농업연구관	강안석	자료검토