

과제구분	국책기술개발	수행시기		진반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
작물 친환경 재배를 위한 생물자원 활용방법 개발		농업환경	'13~'14	농업기술원 환경농업연구과	장명준
최근 개발된 유용미생물의 생육촉진 효과검정		농업환경	'13~'14	농업기술원 환경농업연구과	장명준
색인용어	상추, 토마토, 유용미생물, 생육촉진				

## ABSTRACT

This study was conducted to identify for the effect of promoting the plant growth of microorganism of lettuce and tomato.

Lettuce growing in the spring, yield is greater than non-control treatment at IKD09, KACC91283, and commercial yield is greater than the others microorganism at IKD09, KACC91283. In the autumn culture of lettuce, yield is greater than non-control treatment at IKD09, KACC91283, and they similar to the spring culture. In the tomato cultivation under structure, yield is greater than control treatment at IKD09, KACC91282, KACC91283, and commercial yield is greater than the others microorganism at IKD09, KACC91283, and commercial yield is greater than control at IKD09, KACC91283.

**Key words** : Growth promoting microorganism, Lettuce, Tomato

### 1. 연구목표

현재, 친환경농업에서 사용 가능한 미생물제제 중에서 미생물농약, 미생물비료, 친환경유기농자재의 관리 법 및 제도는 각각 농약관리법, 비료관리법, 친환경유기농자재 목록공시제도로 분화되어 있고, 자가제조 미생물은 관리법은 없으나 지자체나 농가에서 자가제조하여 활용하고 있다. 친환경유기농자재는 2008년 목록공시제가 도입된 이후 2012년 현재 1,370종의 제품이 목록에 등록되어 친환경재배 농가에 활용되고 있다 (2012, 농진청). 농업에서 유용미생물의 이용현황을 보면 길항성 미생물을 이용한 살균 및 살충성 생물농약의 이용으로 화학약제를 대체하는 것(Brown, 1974)과 발효미생물을 음식물쓰레기, 축산폐기물, 농업부산물 등에 처리하여 퇴비화를 촉진하는 것들(김, 1992; 오,

1994; 공, 1996)에 대한 연구가 진행되어 왔다.

그리고 최근 식물생장촉진 근권미생물 중 *Azospirillum* sp.(Morgenstern과 Okon, 1987), *Pseudomonas* sp.(Van Peer 등, 1988; Vogt와 Buchenaver, 1997) 및 *Bacillus* sp.(Brown, 1974) 등을 이용하여 오이, 토마토, 상추 및 감자 등의 생장을 촉진시킬 수 있었다는 일부 보고가 있다. Schippers와 Baker(1987)는 식물의 근권에 균집하여 유해미생물이 증식하는 것을 억제하고, 식물의 근권부를 보호하며, 대사작용을 원활하게 해줌으로서 양수분의 흡수를 도와주는 식물생장 촉진 미생물이 존재한다고 하였다. 근권부에 처리하는 미생물은 식물생장조절물질(옥신, 지베렐린, 사이토키닌 등)을 생산하고 (Brown, 1974), 인산가용화균을 이용한 토양내 불용성 인의 분해 및 흡수 등에 좋은 연구결과(Gerretsen, 1948; Glick 등, 1997)가 보고되어 있다.

그러나 최근 연구되고 있는 유용미생물의 경우 실내실험이나 포트검정 수준의 결과로 시설하우스 포장에 대한 결과가 부족한 편이다. 따라서 본 연구는 식물의 생장을 촉진하는 유용미생물에 대하여 작물별로 포장검정을 통하여 그 효과를 구명하기 위해 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 파종

상추(품종명 : 선풍)를 200구 파종트레이에 바로커 상토를 넣은 후 파종하였다. 봄재배는 1월 22일, 가을재배는 8월 5일에 각각 파종하여 경기도농업기술원 환경농업연구과 시험온실에서 정식전까지 생육관리를 수행하였다. 토마토(품종명 : 슈퍼도태랑)는 50구 파종트레이에 바로커 상토를 넣은 후에 2월 12일에 파종하였다.

### 나. 정식

작물별 정식일로 상추 봄재배는 2월 25일, 상추 가을재배는 8월 28일에 각각 정식하였고, 토마토는 4월 2일에 정식하였다. 이후 상추는 작기에 상관없이 2개월간 생육관리를 하며, 1주일에 1회 수확 후 농업과학기술 연구조사분석기준(2012)에 따라 생육특성 및 수량성을 조사하였고, 토마토는 4개월간 생육관리를 수행하였으며, 수시로 생육특성 및 수량성을 조사하였다.

### 다. 시험균주

노랑무당벌레 장내에서 분리한 IKD09(*Micrococcus* sp.), 식물생장촉진 미생물 KACC 91281(*Bacillus subtilis*), 난용성 인산염의 가용화균 KACC91282(*Pseudomonas* sp.)와 KACC91283(*Kluyvera* sp.)을 이용하였다. 이 균주 모두 TSB배지에 접종원을 접종하여 25℃에서 2일간 배양한 후 균수를 Hemocytometer을 이용하여 확인한 다음 사용하였다.

### 라. 유용미생물처리

각각의 포장에 점적관주장치를 설치하였고, 미생물처리는 상추 및 토마토 모두 정식일로부터 7일 간격으로 총 8회 처리하였으며, 균수가  $1 \times 10^9$  cfu/mL이었을 때 100배 희석하여 처리하였다. 미생물처리 1회당 상추 관주량은 약 300mL/m<sup>2</sup>이었고, 토마토의 관주량은 약 1,000mL/m<sup>2</sup>이었다.

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 상추재배시 유용미생물 점적관주 효과

상추 봄재배시 미생물별 점적관주에 따른 시험전후 토양화학성은 표 1과 같다. 시험처리전에 비해 시험후에는 EC, 유기물함량 및 양이온인 K, Ca, Mg의 함량은 낮아졌으며, pH는 높아지는 경향이였다. 영양원들이 다소 낮아지는 결과는 미생물들의 작용에 의해 뿌리에서 양분흡수가 활발히 이루어져 작물생육에 이용되었을 것으로 생각된다.

표 1. 봄재배 상추 유용미생물 처리시 토양화학성 변화

구분	pH (1:5)	EC (dS m <sup>-1</sup> )	OM (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Ex-Cations(cmol kg <sup>-1</sup> )		
					K	Ca	Mg
시험전	6.73	2.90	1.54	499	0.27	11.14	3.39
시험후	7.08	1.12	1.50	414	0.22	8.51	2.29

상추 봄재배시 점적관주에 따른 지상부 생육특성을 조사한 결과(표 2) 엽장과 엽폭은 처리간 차이가 나타나지 않았고, 엽수는 처리구별 통계적 유의차가 크지 않았으나 무처리에 비해 IKD09 처리구는 주당 27.5매, KACC91283은 28.0매로 많은 경향을 보였다. 수량은 IKD09 처리시 10a당 2,227kg이고, KACC91283처리시 2,196kg으로 무처리구 보다 많았고, 상품수량은 IKD09는 2,078kg이고, KACC91283은 2,038kg으로 다른 균주에 비해 높았다.

표 2. 처리별 봄재배 상추의 지상부 생육특성 및 수량비교

처리내용	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (매)	수량 (kg 10a <sup>-1</sup> )	상품수량 <sup>♪</sup> (kg 10a <sup>-1</sup> )
IKD09	11.3	12.8	27.5a	2,227a <sup>↓</sup>	2,078a
KACC91281	11.0	12.4	25.7ab	1,971ab	1,687b
KACC91282	11.1	12.6	25.3ab	2,012ab	1,767b
KACC91283	11.0	12.7	28.0a	2,196a	2,038a
대조(TSB배지)	10.7	12.6	25.7ab	1,805b	1,354c
무처리	10.9	12.4	24.3b	1,743b	1,485c

※ 미생물 100배액, 관주량 약 300mL/m<sup>2</sup>(정식 후 7일 간격, 총 8회 처리)

※ 상추품종: 선풍, 정식: 2월 25일(봄재배)

↓ DMRT at 5% level ♪ 상품수량 = 수량 - (수량 × 비상품율)

지하부 생육 및 시들음병 발병율은 표 3과 같다. 근중 및 근장은 처리간 차이가 크게 나타나지 않았고, 시들음병의 경우 발병율이 대조구에서 다른 처리에 비해 높은 경향이였다. 이는 대조구의 경우 TSB배지를 사용함으로써 시들음병원균의 영양원으로 이용되어 전염원이 높아지는 경향을 초래한 결과로 판단되였다.

표 3. 지하부 생육 및 시들음병 발병율(봄재배)

처리내용	근중 (g)	근장 (cm)	시들음병 발병율(%)
IKD09	6.9a <sup>↓</sup>	18.2ns	6.7d
KACC91281	3.9b	17.9	14.4b
KACC91282	6.7ab	16.1	12.2bc
KACC91283	6.9a	19.0	7.2cd
대조(TSB배지)	5.7ab	15.9	25.0a
무처리	5.6ab	16.6	14.8b

※ 미생물 100배액, 관주량 약 300mL/m<sup>2</sup>(정식 후 7일 간격, 총 8회 처리)

※ 상추품종: 선풍, 정식: 2월 25일(봄재배)

↓ DMRT at 5% level

상추 가을재배시 미생물별 점적관주에 따른 시험전후 토양화학성은 표 4와 같다. 시험처리전에 비해 시험후에는 EC, 유기물함량, 유효인산 및 양이온인 K, Ca, Mg의 함량이 낮아졌으며, pH는 높아지는 경향이였다.

표 4. 가을재배 상추 유용미생물 처리시 토양화학성 변화

구분	pH (1:5)	EC (dS m <sup>-1</sup> )	OM (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Ex-Cations(cmol kg <sup>-1</sup> )		
					K	Ca	Mg
시험전	6.82	2.87	1.80	450	0.40	12.07	3.84
시험후	7.50	0.97	1.49	426	0.12	7.10	2.00

상추 점적관주에 따른 가을재배시 생육특성 및 수량성을 조사한 결과는 표 5와 같다. 엽장과 엽폭은 처리간 차이가 발생되지 않았고, 근중은 대조에 비해 IKD09에서 가장 높았다. 엽수는 대조에 비해 IKD09와 KACC91283에서 높았다. 수량은 IKD09와 KACC91283에서 10a당 각각 2,433kg과 2,417kg으로 다른 군주에 비해 높은 경향이였다.

표 5. 처리별 가을재배 상추의 생육특성 및 수량 비교

처리내용	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근중 (g)	근장 (cm)	엽수 (매)	수량 (kg 10a <sup>-1</sup> )	상품수량 (kg 10a <sup>-1</sup> )
IKD09	11.5ns <sup>↓</sup>	12.1ns	6.86a	16.2ns	24.5a	2,433a	2,384a
KACC91281	11.3	11.8	6.13ab	16.1	22.2ab	2,033bc	1,992bc
KACC91282	11.8	12.6	6.08ab	16.0	21.3b	2,054bc	2,013bc
KACC91283	11.0	11.6	6.27ab	16.5	24.7a	2,417a	2,369a
대조(TSB배지)	10.9	11.0	5.47b	15.5	21.0b	1,967c	1,928c
무처리	11.0	11.4	5.55b	15.1	22.7ab	1,858c	1,821c

※ 미생물 100배액, 관주량 약 300mL/m<sup>2</sup>(정식 후 7일 간격, 총 8회 처리)

※ 상추품종: 선풍, 정식: 8월 28일(가을재배)

↓ DMRT at 5% level

이상의 결과 상추에 있어서 IKD09와 KACC91283의 점적관주에 의한 효과를 확인할 수 있었다.

#### 나. 토마토 재배시 유용미생물 점적관주 효과

경기도농업기술원 보유 우수균주 IKD09를 포함하여 6종류를 점적관주 처리한 결과 토마토의 시험전후 토양화학성은 표6과 같다. 시험처리전에 비해 시험후에는 EC, 유기물함량, 유효인산 및 양이온인 K, Ca, Mg의 함량이 낮아지며, pH는 높아지는 경향이였다.

표 6. 토마토 유용미생물처리시 토양화학성 변화

구 분	pH (1:5)	EC (dS m <sup>-1</sup> )	OM (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Ex-Cations(cmol kg <sup>-1</sup> )		
					K	Ca	Mg
시험전	7.07	2.24	1.35	531	0.52	7.24	2.12
시험후	7.50	0.96	1.48	420	0.61	7.12	1.98

미생물 점적관주에 따른 토마토의 지상부 생육을 조사한 결과 엽장, 엽폭, 초장, 경경 및 절간장은 무처리나 대조구와 비슷한 결과를 보였다. 이는 미생물 점적관주에 따른 지상부 생육에서는 크게 나타나지 않아 효과가 미미하였다(표 7).

표 7. 토마토 지상부 생육특성 비교

처리내용	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	초장 <sup>↓</sup> (cm)	경경 <sup>♯</sup> (mm)	절간장 (cm)
IKD09	15.9ns <sup>♯</sup>	9.13ns	168.8ns	28.1ns	28.6ns
KACC91281	16.4	9.33	166.3	23.3	27.7
KACC91282	16.7	9.07	163.6	24.1	27.3
KACC91283	16.6	8.93	168.5	23.7	28.1
대조(TSB배지)	15.2	8.27	166.6	24.5	27.8
무처리	16.0	8.32	163.6	24.3	27.4

※ 미생물 100배액, 관주량 약 1,000mL/m<sup>2</sup>(정식 후 7일 간격, 총 8회 처리)

※ 정식일 : 4월 2일

↓ 6화방 적심하기 전 조사, ♯ 3화방 기준, ♯ DMRT at 5% level

수확 완료 후 처리별로 식물체를 수거하여 건물중 및 T/R율을 조사한 결과는 표 8과 같다. 지상부 건물중은 무처리와 대조구에 비해 KACC91281균주 이외에 IKD09, KACC91282 및 KACC91283에서 모두 높았고, 지하부 건물중은 무처리구에 비해 모든 처리균주에서 높은 경향을 보였다. T/R율은 통계적으로 균주간 차이가 없었으나, 이 중 KACC91281에서 가장 높았다.

표 8. 토마토 건물중 및 T/R율

처리내용	건물중(g)			T/R
	지상부	지하부	계	
IKD09	469a <sup>↓</sup>	8.0a	477a	58.6b
KACC91281	406c	6.1d	412c	66.6a
KACC91282	446b	7.8ab	454b	57.2b
KACC91283	452ab	7.5b	460ab	60.3ab
대조(TSB배지)	427c	7.2b	434c	59.3b
무처리	412c	6.6c	419c	62.4ab

※ 미생물 100배액, 관주량 약 1,000mL/m<sup>2</sup>(정식 후 7일 간격, 총 8회 처리)

※ 정식일 : 4월 2일, ↓ DMRT at 5% level

표 9. 토마토 수량성 및 당도

처리내용	과수 (개/주)	수량 (kg 10a <sup>-1</sup> )	상품수량 <sup>♯</sup> (kg 10a <sup>-1</sup> )	당도 (°Bx %)	비상품율 (%)
IKD09	33a <sup>↓</sup>	4,542a	4,338a	5.8ns	4.5c
KACC91281	31b	3,864b	3,481b	5.5	9.9bc
KACC91282	33a	4,162b	3,683b	5.9	11.5b
KACC91283	33a	4,478a	4,142a	5.8	7.5bc
대조(TSB배지)	32ab	3,898b	3,173c	5.8	18.6a
무처리	31b	3,953b	3,471b	5.6	12.2b

※ 정식일 : 4월 2일

※ 미생물 100배액, 관주량 약 1,000mL/m<sup>2</sup>(정식 후 7일 간격, 총 8회 처리)

↓ DMRT at 5% level

♯ 상품수량 = 수량 - (수량 × 비상품율)

유용미생물 점적관주에 따른 토마토의 수량성, 당도 및 기형과율을 조사한 결과 표 9와 같다. 주당 과실 갯수는 KACC91281을 제외한 모든 균주에서 무처리구 보다 높았고, 수량은 IKD09와 KACC91283에서 10a당 각각 4,542kg과 4,478kg으로 대조구 보다 많았다. 또한 비상품율을 고려한 상품수량의 경우도 수량과 같이 IKD09와 KACC91283에서 각각 4,338kg과 4,142kg으로 대조구 보다 많았다. 당도에 있어서는 처리간 유의차가 없었고, 비상품율은 대조구에 비해 모든 처리균주에서 낮은 경향이었다.

이와 같이 IKD09와 KACC91283이 토마토의 수량을 증진시키는 것으로 판단되었고, 이는 앞서 보고한 상추의 경우와 비슷한 결과를 보였다.

#### 4. 적요

상추 및 토마토에 대하여 IKD09 등의 미생물 100배액을 수확기까지 7일간격으로 8회 관주처리한 결과는 다음과 같다.

- 가. 상추 봄재배시 수량은 IKD09 처리시 10a당 2,227kg이고, KACC91283처리시 2,196kg으로 무처리구 보다 많았고, 상품수량은 IKD09는 2,078kg이고, KACC91283은 2,038kg으로 다른 균주에 비해 높았다.
- 나. 상추 가을재배시 수량은 IKD09와 KACC91283에서 각각 2,433kg과 2,417kg으로 다른 균주에 비해 높은 경향이었다.
- 다. 토마토의 주당 과실수는 KACC91281을 제외한 모든 균주에서 무처리구 보다 높았고, 수량은 IKD09와 KACC91283에서 각각 4,542kg과 4,478kg으로 대조구 보다 많았다. 또한 비상품율을 고려한 상품수량의 경우도 수량과 동일하게 IKD09와 KACC91283에서 각각 4,338kg과 4,142kg으로 대조구 보다 많았다.

#### 5. 인용문헌

- 공혜숙. 1996. 계분, 톱밥 및 왕겨사용이 토양미생물 활동상에 미치는 영향. 건국대학교 농학박사학위논문.
- 김태우. 1992. 혐기성 광합성 세균의 bio fertilizer로서의 이용. 경북대학교 농화학과 석사학위논문.
- 오선행. 1994. 퇴비로부터 분리한 미생물의 동정 및 특성연구. 순천대학교 생물학 석사학위논문.
- Barker DA. 1978. Nutrient uptake. In interaction between nonpathogenic soil microorganism and plants(Dommergues YR and SW Krupa, Eds). Elsevier,

Amsterdam. pp 131-162.

Brown, ME. 1974. Seed and root bacterization, Annu. Rev. Phytopathol. 12:181-197.

Gerrestsen FC. 1948. The influence of microorganisms on the phosphate intake by the plant. Plant and Soil. 1(1):51-81.

Glick BR, Liv CP, Ghosh S and Dumbroff EB. 1997. Early development of canola seeding in the presence of the plant growth promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* Gliz-z. Soil Biology and Biochemistry. 29(8):1233-1239.

Morgenstern E, and Okon. 1987. Promotion of plant and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and Rb<sup>+</sup> uptake in *Sorghum bicolor* × *Sorghum sundanense* inoculated with *Azospirillum brasilense* Cd. Arid Soil Res. Rehabil. 1:211-217.

Schippers RP, Mihara KL, Mcdaniel and Bethlengalvay GJ. 1997. Mycorrhizal fungi influence plant and soil functions and interactions. Plant and Soil. 188(2):199-209.

Van Peer R, Xu T, Rattink H and Schipper B. 1988. Biological control of carnation wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* in hydroponic system. ISOSC Proc. pp. 361-373.

Vogt W and Buchenaver H. 1997. Enhancement of biological by combination of antagonistic fluorescent *Pseudomonas* strains and resistance induces against damping off and powdery mildew in cucumber. J. Plant Diseases and Protection. 104(3):272-280.

## 6. 연구결과 활용제목

- 시설상추 및 토마토의 생육촉진 미생물 관주효과(영농활용, 2014)

## 7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
						'13	'14
최근 개발된 유용미생물의 생육촉진 효과검정	책임자	농업기술원 환경농업연구과	농업연구사	장명준	시험수행총괄	○	○
	공동연구자	"	농업연구사	이현주	병해충조사	○	○
		"	농업연구사	이영수	분석자료검토	○	○
		"	농업연구관	정구현	연구방향설정	○	○
		"	농업연구관	주영철	과제수행자문	○	○