

## 유용미생물 처리가 고추의 생육 및 과실성분에 미치는 영향

윤성탁\* · 김영소\*\* · 이명철\*\*\* · 김인숙\*\*

### Effect of Effective Microorganism Applications on Growth, Yield and Fruit Nutrient Contents in Hot Pepper

Yoon, Seong-Tak · Kim, Young-So · Lee, Myung-Cheol · Kim, In-Sook

The aim of this study was to determine the effect of effective microorganisms (EM) on growth, yield and fruit nutrient contents of two cultivars ('Muhanjilju' and 'Daetong') of hot pepper. The number of injection of EM cultivated are 6 times from the pepper plant seedlings until harvested in both cultivars. Stem girth was highest in the treatment of *Lactobacillus plantarum* whereas lowest in no EM control. In 'Muhanjilju', the number of branches was highest (79.3) in the treatment of *Bacillus subtilis* whereas in 'Daetong' was highest (119.0) as treated with *Lactobacillus plantarum*. Yield of the red hot pepper fruits that sum of two varieties was highest in the treatment of *Rhodopseudomonas capsulatas* (53.1kg FW per 10a). Regardless of EM treatments, average yield was 8% higher in 'Daetong' than is 'Muhanjilju' (33.8kg vs 31.2kg per 10a). The incidence of antracnose was lowest by the *Rhodopseudomonas capsulatas* treatment, which led to the highest yield. As for the effect on fruit mineral nutrients, total N and phosphorus concentrations were highest in the treatment of *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus subtilis* in both varieties, respectively. The highest content of total carotenoids was obtained from the treatment of *Lactobacillus plantarum* in both varieties.

Key words : *pepper, effective microorganisms, growth characteristics, carotenoid, capsanthin*

---

\* 대표저자, 단국대학교 생명자원과학대학(styoon@dankook.ac.kr)

\*\* 평택시 농업기술센터

\*\*\* 농촌진흥청 국립농업과학원

## I. 서 론

고추는 우리나라에서 양파, 마늘, 생강, 파와 함께 5대 조미채소로서 1인당 연간소비량은 건고추 기준 평균 3.5kg으로 매우 높아 한국인의 식생활에서 없어서는 안 될 중요한 위치를 차지하고 있지만 고추재배 농가가 지속적으로 감소하며 수입량이 증가되고 있는 실정이다(농업관측, 2011). 최근 한국경제연구원(KERI) 농업관측센터에서 조사한 소비자의 고춧가루 선호도 조사 결과를 보면 국내산 고춧가루가 수입산보다 2~3배의 높은 가격에도 불구하고 국내산 선호비중이 99%를 차지하고 있어 소비자들은 가격보다는 안전성 등 품질적인 측면을 더 중시하고 있다는 것을 보여주고 있다(고추산업동향, 2009; 농업관측, 2011).

고추는 영양소도 풍부하다. 고추에 풍부하게 함유된 Vitamin C는 사과와 20배, 귤의 2~3배로 매우 풍부하고 고추의 매운 맛 성분인 capsaicinoid 때문에 쉽게 파괴되지 않는 장점이 있다(강 등, 2008; 조, 2008). 뿐만 아니라 대표적인 고추의 매운맛 성분이라 할 수 capsaicinoid는 항산화작용(강 등, 2008) 및 비만성 염증과 대사질환 제어기능(강 등, 2008; Surh, 2002), 지방전구세포의 분화억제 및 지방분해 촉진(곡 등, 2008), 비만과 노화 등 질병억제 효과(Surh, 2002)가 있을 뿐 아니라 에너지 섭취량을 줄여주며(Yoshiok *et al.*, 1999) 지방조직량을 줄이고 에너지대사 증가를 통해 지질량도 줄이는(Kawada *et al.*, 1986) 등 그 기능성이 입증되고 있다. 항산화 작용에 탁월한 효과로 인정받은 carotenoid도 풍부하여 인체의 건강유지에 필요한 다양한 생리활동기능을 하는 것으로 최근 여러 연구논문에서 밝혀지고 있다(Kim *et al.*, 1998).

고추의 생육기간은 5~9월로 여름철 장마기간에 속한다. 장마는 고추생육에 필요한 일조량 부족과 습해로 인해 토양의 생물학적 균형이 깨져서 역병을 발생시키고 강우로 전염되는 탄저병은 고추재배의 주요 제한요인이 된다(조명철, 2008; 문 등, 2000). 특히, 탄저병은 우리나라에서 주로 재배되고 있는 *Capsicum annuum* L. 품종에서는 아직 저항성 유전자원을 찾지 못하여(Yoon, 2005) 노지 고추재배시 큰 걸림돌이 되고 있다. 이러한 고추의 생리적, 재배적 특성 때문에 일반적으로 농가에서는 고추재배시 병충해 방지를 위한 화학합성 농약을 10회 이상 살포하고 있다.

이처럼 고추재배에 사용되고 있는 농약 사용의 대안으로 최근 친환경 농자재인 미생물 제제를 이용하고 있는 농가가 늘고 있다. 그러나 토양의 물리적, 화학적 및 미생물적 상황을 고려한 적절한 사용방법으로 이용되지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 시험은 고추재배 시 발생하는 탄저병 등 병해를 해결할 수 있는 방안을 찾고 최근 국민들의 소득수준 향상과 더불어 소비자들의 친환경농산물에 대한 요구에 부응할 수 있도록 농업용 유용미생물을 활용하여 농약사용량을 경감시키며 수량 및 기능성물질 증대에도 기여할 수 있는 친환경 노지고추를 생산할 수 있는 기초자료를 얻고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 재배방법

본 연구에 사용된 고추는 역병저항성을 가진 ‘무한질주’와 ‘대통’ 품종으로 2011년 5월 13일에 70×20cm 간격으로 분할구 3반복으로 반복당 5주씩 정식하였다. 시험포는 정식 8일 전에 기비로 농촌진흥청 고추재배 표준영농교본(농촌진흥청, 2008) 시비법을 기준하여 사용한 후 검정비닐로 피복하였다.

농약살포는 지속되는 우기로 인해 발생하는 탄저병과 역병을 예방하는 차원에서 고추 전용 살충제와 살균제를 3회(6월 8일, 7월 4일, 7월 23일)에 걸쳐 처리하였다.

사용한 균은 평택시농업기술센터에서 계대배양하여 농가에 분양하고 있는 단일균으로 광합성균(*Rhodospseudomonas capsulatas*), 유산균(*Lactobacillus plantarum*), 고초균(*Bacillus subtilis*)과 복합균으로 KM(Korea microorganism)을 사용하였다. 복합균의 구성은 *Pseudomonas putida* LSW17S, *Pseudomonas ssp.* LSW25R, *Microbacterium aurum* MA-8, *Bacillus subtilis* KB-402 and *Bacillus amyloliquefaciens*, KB-MJK601로 되어 있다.

균 처리는 4개 시험구에 희석한 각각의 유용미생물을 고추 정식 후인 5월 13일부터 수확 전인 8월 7일까지 6회 관주 및 엽면 시비하였다. 이 때 농도는 계대배양한 균액 100ml을 100배로 희석하여 1~2회 때 사용하였고 3차부터 6차까지는 쌀뜨물 자가 배양액 5L을 물과 1:1 비율로 희석하여 관행구를 제외한 미생물 처리구에 약 300ml씩 사용하였다. 미생물 처리시에 관행구에는 동량의 물만 관주하였다(Table 1).

수량조사는 8월 2일부터 9월 10일까지 6차례에 걸쳐 수확한 붉은 고추 중량으로 합산하였다(Table 1).

Table 1. Materials and methods of treatment used in this experiment

Varieties	Treatment of EM <sup>z</sup>		Date of harvest
	Date	Dilution rate	
Daetong	~ May. 13 : SM <sup>x</sup>	1 : 100	~ 1st : Aug. 2
	~ May. 18 : SM	1 : 100	~ 2nd : Aug. 4
	~ Jun. 3 : SCM <sup>y</sup>	1 : 1	~ 3rd : Aug. 10
Muhanjilju	~ Jun. 14 : SCM	1 : 1	~ 4th : Aug. 18
	~ Jul. 23 : SCM	1 : 1	~ 5th : Aug. 25
	~ Aug. 7 : SCM	1 : 1	~ 6th : Sep. 10

<sup>z</sup> EM - Effective microorganisms

<sup>x</sup> SM - Subcultured Microorganism

<sup>y</sup> SCM - Self-Cultured Microorganism

균의 동정과 수의 측정은 (주)고려바이오에 의뢰하여 측정하였다(Table 2). 싨뜨물 발효는 신선한 싨뜨물 10L에 당밀과 배양균을 각각 200ml을 넣고 잘 혼합한 후 온도 27°C, 습도 60% 이상의 싨내에서 2주간 발효시켰다.

곰팡이와 세균의 동정에는 공용배지인 PDA(Potato Dextrose Agar)를 이용하였으며 구성 물로는 물 1L에 PDA 24g, agar 18g를 혼합하고 고압멸균 후 사용하여 측정된 균수는 Table 2와 같다.

Table 2. Concentration of effective microorganisms used in this experiment

Division	<i>Rhodopseudomonas capsulatas</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	Complex microorganisms (KM) <sup>z</sup>
Subcultured (cfu/ml)	$5.3 \times 10^7$	$3.1 \times 10^7$	$5.3 \times 10^7$	$1 \times 10^5$
Self-cultured (cfu/ml)	$1.8 \times 10^8$	$2.0 \times 10^8$	$1.0 \times 10^8$	$3.1 \times 10^7$

<sup>z</sup> Complex microorganisms (KM: Korea Microorganism) consist of *Pseudomonas putida* LSW17S, *Pseudomonas* ssp. LSW25R, *Microbacterium aurum* MA-8, *Bacillus subtilis* KB-402 and *Bacillus amyloliquefaciens*, KB-MJK601.

무기물 성분과 carotenoid 함량조사는 총 수확한 고추 중에서 무작위로 100g을 표본추출하여 45°C의 Dry oven에서 48시간 건조시킨 후 마쇄하여 사용하였다.

고추의 생육조사는 초장, 주경장, 경직경, 초폭, 분지수, 줄기/뿌리 비율을 조사하였다. 탄저병 이병을 조사는 수량조사와 동시에 실시하였는데, 탄저병에 감염된 성과의 개수를 이병 정도에 따라 0~20까지 범위로 정해서 전혀 병이 없는 고추는 0점을, 이병 갯수가 높으면 최고 20점으로 표기하였다. 통계처리는 SAS(v. 8.0, Cary, NC, USA)프로그램을 이용하였다.

## 2. 붉은 생고추 무기물 및 카로티노이드 분석

고추 무기물 분석은 수확한 고추 중에서 무작위 추출하여 0.01N HCl 용액에 1분간 침지한 후 증류수로 수세하였다. 이후 65°C의 건조기에서 고추씨와 태좌를 포함하여 48시간 건조시킨 후 20mesh의 screen(0.9mm)에 통과되도록 분쇄하였다. 분쇄된 시료는 습식분해 여액 이용법(Kjeldahl 방법)으로 전질소(T-N) 함량을 분석하였다. 또한 분쇄된 시료 0.5g에 Ternary solution(HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:HClO<sub>4</sub>=10:1:4) 10ml를 넣은 후 하루 저녁 방치시키고 200°C에서 20~30분 회화시킨 후, 회색으로 변한 시료를 여과지(No. 9)로 여과하였다. 다시 증류수를 첨가하여 100ml로 정량한 후 Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP)로 K, Ca, P, Mg, Fe, Mn, Zn 및 Cu를 분석하였다.

Carotenoid 분석은 전처리를 위해 고추 무기물 분석에 사용되었던 방법과 동일하게 만든 균질화된 시료 0.1g을 50ml conical tube에 취하여 EtOH 20ml에 녹인 0.2% ascorbic acid를 가하고 내부표준물질(trans-8'-apo-β-carotenal: 50ppm) 1ml을 넣어준 다음 항온수조(80°C)에서 15분간 추출 후 얼음 보관 상자에 옮겨 신속하게 냉각하였다. 상기 추출액에 80% KOH용액 5ml을 가하여 항온수조(80°C)에서 10분간 비누화 반응을 실시한 후, 얼음 보관 상자에 옮겨 신속하게 냉각하였다. 냉각 후 반응이 정지된 tube에 증류수 5ml 및 hexane 5ml을 넣은 후, vortex하여 10분간 4°C에서 1800rpm으로 원심분리하였다.

Table 3. HPLC conditions for analysis of carotenoid contents of red hot pepper

Parameter	Conditions
Column	YMC carotenoid, 4.6×250mm
Mobile phase A	MeOH : MTBE : water : triethylamine = 6 : 90 : 4 : 0.1 (v : v : v : v)
Mobile phase B	MeOH : MTBE : water : triethylamine = 81 : 15 : 4 : 0.1 (v : v : v : v)
Flow rate	1.0ml/min
Detector	450nm
Gradient program	0% A/100% B at 10min., 50% A/50% B at 40min., 100% A/0% B at 50min., 100% A/0% B at 60min., 0% A/100% B at 65min., 0% A/100% B at 70min.

원심분리 후 상층액(hexane층)을 micro-pipette으로 취해 10ml v-vial로 옮긴 다음, 하층액이 남아있는 tube에 앞에서와 동일한 조건으로 hexane 5ml을 넣고 vortex, 원심분리, 상층액을 취하는 과정을 2번 반복하였다. 총 3번의 상층액을 취하고 이 과정 중 2번째 이후 v-vial에 담긴 hexane층을 10분간 N<sub>2</sub> gas로 농축하였다. N<sub>2</sub> gas로 추출한 총액의 hexane(약 15ml)을 제거하여 MeOH : TBME(1:1, v/v; HPLC grade) 1ml을 넣어 완전히 녹인 다음, syringe와 syringe filter (PTFE, 0.45μm)를 이용하여 여과한 후 HPLC vial에 담아 분석하였다. 분석에 사용된 시약은 trans-8'-apo-β-carotenal in MeOH(50ppm), 0.2% ascorbic acid in EtOH, 80% KOH, D.D Water, Hexane, TBME(1:1, v/v; HPLC grade)를 사용하였다. HPLC 분석조건은 Table 3과 같다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 생육특성

경직경, 주경장, 분지수에서 처리간 유의한 차이를 보였다. 특히, 품종간의 경직경은 균 처리간에 고도의 유의성을 나타냈으며 광합성 처리구의 경직경이 5.5cm로 가장 두꺼웠고 대조군과 KM군이 4.9cm를 나타냈다. 분지수 역시 균 처리간 품종간 유의성이 인정되었으며 무한질주 품종이 65.6개, 대통 품종이 82.9개를 나타내었다(Table 4).

균 처리간 고추 생육상태의 조사결과 초장, 초폭, S/R율에서는 품종간 유의성이 전혀 나타나지 않았으나 균처리간에는 다양한 결과를 보여주고 있다. 특히 광합성균 처리구는 초장과 주경장, 생체중이 다른 처리구에 비해서 높았다(Table 4).

Table 4. Growth characteristics affected by application of effective microorganisms to hot pepper plants

Variety	Treatment	Plant height (cm)	Stem girth (cm)	Main stem length (cm)	Plant width (cm)	No. of branches	Shoot/root ratio	
							FW basis	DW basis
(%)								
Muhan-jilju	Control <sup>x</sup>	92.2 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	31.1 <sup>a</sup>	107.8 <sup>a</sup>	54.0 <sup>a</sup>	7.3 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>
	Rho. <sup>y</sup>	101.9 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>	32.3 <sup>a</sup>	115.4 <sup>a</sup>	63.3 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	7.3 <sup>a</sup>
	Lac.	104.4 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	33.7 <sup>a</sup>	113.6 <sup>a</sup>	69.0 <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	10.4 <sup>a</sup>
	Bac.	100.0 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	31.6 <sup>a</sup>	116.6 <sup>a</sup>	79.3 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	8.9 <sup>a</sup>
	Complex microbe (KM)	99.4 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	32.7 <sup>a</sup>	97.2 <sup>a</sup>	62.3 <sup>a</sup>	11.1 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>
Daetong	Control	101.1 <sup>ab</sup>	5.5 <sup>bc</sup>	35.4 <sup>a</sup>	108.3 <sup>a</sup>	79.7 <sup>ab</sup>	8.9 <sup>a</sup>	5.5 <sup>b</sup>
	Rho.	114.2 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	27.7 <sup>b</sup>	124.8 <sup>a</sup>	67.0 <sup>b</sup>	11.4 <sup>a</sup>	6.9 <sup>ab</sup>
	Lac.	102.8 <sup>ab</sup>	6.3 <sup>a</sup>	33.2 <sup>a</sup>	133.2 <sup>a</sup>	101.0 <sup>a</sup>	10.4 <sup>a</sup>	7.5 <sup>ab</sup>
	Bac.	97.2 <sup>b</sup>	5.9 <sup>ab</sup>	34.8 <sup>a</sup>	127.8 <sup>a</sup>	90.0 <sup>ab</sup>	10.7 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>
	Complex microbe (KM)	98.3 <sup>b</sup>	5.2 <sup>c</sup>	32.9 <sup>a</sup>	105.0 <sup>a</sup>	77.0 <sup>b</sup>	9.2 <sup>a</sup>	6.0 <sup>b</sup>
<i>Average</i>								
Muhanjilju		99.58	4.6	32.3	110.12	65.6	10.8	8.0
Daetong		102.7	5.8	32.8	119.8	82.9	10.1	7.0

Variety	Treatment	Plant height (cm)	Stem girth (cm)	Main stem length (cm)	Plant width (cm)	No. of branches	Shoot/root ratio	
							FW basis	DW basis
		(% )						
<i>Significance</i>								
Variety		ns	***	ns	ns	**	ns	ns
Treatment		ns	**	*	ns	*	ns	ns
V × T		ns	*	*	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup> Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at P = 0.05.

<sup>y</sup> Rho = *Rhodobacter capsulatus*, Lac = *Lactobacillus plantarum*, and Bac = *Bacillus subtilis*.

<sup>x</sup> Control : Basal fertilizer + Additional fertilizer

ns, \*, \*\*, \*\*\* : not significant or significantly different at P ≤ 0.05, 0.01

## 2. 수량 및 탄저병 이병율

미생물 처리간 붉은 생고추의 수량은 두 품종 모두 광합성균 처리구가 평균 53.1kg로 가장 높았고 다음으로 고초균 34.9kg, KM균 30.1kg, 유산균 22.3kg, 관행구 18.5kg 순으로 나타났다(Table 4). 이는 생육조사 시 실시한 S/R을 측정 결과 관행구보다 미생물 처리구가 훨씬 높은 결과를 나타내고 있는데 이처럼 생육 전반에 미치는 미생물 처리의 영향이 수확량으로 이어졌음을 알 수 있다(Table 5).

Table 5. Yield and antracnose incidence rate in hot pepper affected by application of effective microorganisms

Division	Muhangilju		Daetong		Average	
	Yield (kg/10a)	Antracnose incidence rate <sup>z</sup>	Yield (kg/ l )	Antracnose incidence rate	Yield (kg/10a)	Antracnose incidence rate
Control <sup>x</sup>	16.0	12.0	21.0	14.0	18.5	13.0
Rho. <sup>y</sup>	52.0	8.0	54.1	4.0	53.1	6.0
Lac.	22.3	13.0	22.3	13.0	22.3	14.0
Bac.	28.3	8.0	41.4	10.0	34.9	9.0
KM	30.0	12.0	30.1	9.0	30.1	10.5
Average	31.2	9.6	33.8	10.0	31.8	10.5

<sup>z</sup> Anthracnose incidence index: 0 = no incidence, 10 = moderate incidence, and 20 = severe incidence.

<sup>x</sup> Control: basal fertilizer plus additional fertilizer

<sup>y</sup> Rho = *Rhodobacter capsulatus*, Lac = *Lactobacillus plantarum*, and Bac = *Bacillus subtilis*.

Table 6. Yield and antracnose incidence rate in two hot pepper cultivars affected by application of effective microorganisms

Treatment	Yield <sup>z</sup> (kg/10a)	Antracnose incidence rate index
Control <sup>x</sup>	18.5 c*	13.0 a
Rho. <sup>y</sup>	53.1 a	6.0 b
Lac.	22.3 c	14.0 a
Bac.	34.9 b	9.0 ab
KM	30.1 ab	10.5 ab

<sup>z</sup> Fruits were harvested 6 times between Aug. 2 and Sept. 10, 2011.

<sup>x</sup> Control: basal fertilizer + additional fertilizers

<sup>y</sup> Rho = *Rhodobacter capsulatus*, Lac = *Lactobacillus plantarum*, and Bac = *Bacillus subtilis*.

\* Means with similar letter(s) are not significantly different at 5% level of probability (DMRT)

특히, 수확량 조사에서 보여주듯이 관행구의 평균 수량(18.5kg/10a)에 비해 광합성균 처리구의 수량(53.1kg/10a)이 약 3배까지 증가하였으며 상대적으로 탄저병 발생정도는 관행구(13)가 광합성균 처리구(6)에 비해 2배 정도 높았다(Table 6).

균 처리별 수확량을 비교해 보면 전반적으로 관행구에 비해 균 처리한 구의 수확량이 높았다. 이는 Rodale(1982)의 보고대로 토양속 균류균들의 공생에 의하여 작물의 생육 촉진에 기여한다는 설명을 입증하는 것이라 사료된다.

본 시험의 수확량과 탄저병 발생율과의 상호관계 결과 탄저병 발생이 가장 낮은 광합성균 처리구의 고추가 수확량이 가장 높았고, 이병율이 높은 관행구나 유산균 처리구는 생육 상태가 양호하였음에도 불구하고 상대적으로 수확량이 떨어진 것을 알 수 있다(Table 4, 5; Fig. 2, 3). 이는 광합성균의 기능 중 토양 속에서 유용한 영양성분을 만들어 작물을 건설하게 하는 체질강화 역할 및 병원균의 우점화를 방지하여 질병의 발생을 억제한다는 연구결과(이진웅, 2008; 전학문, 2002; Rodale., 1982)와 일치하는 경향이였다.

### 3. 붉은 생고추의 무기물 성분

품종별 균처리별 무기물 함량을 살펴보면 총 질소(T-N) 함량은 ‘무한질주’에서는 유산균 처리구가 1.81%로 가장 높게 나타났고 광합성 처리구가 1.46%로 가장 낮았다. ‘대통’ 품종에서는 관행구가 1.66%, KM 처리구가 1.50%를 나타내어 품종간, 균처리간 고도의 유의적인 차이가 인정되었다(Table 7).

인산함량은 두 품종 모두 고초균 처리구가 0.72%로 가장 높았으며 ‘대통’ 품종의 관행구



가 0.54%로 가장 낮아 품종간, 균처리간 유의적인 차이를 나타냈다.

칼륨과 나트륨 함량은 품종간, 균 처리간 유의성이 인정되지 않았다. 칼슘은 ‘무한질주’ 품종에서는 관행구가 0.15%로 가장 높았으며 KM 처리구가 0.11%로 가장 낮았다. 그러나 ‘대통’ 품종에서는 유의적인 차이가 없었다.

Table 7. Mineral contents of hot pepper fruit affected by application of effective microorganisms

Variety	Treatment	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	Fe	Mn	Zn	Cu
		(%)						(ppm)			
Muhan-jilju	Controlz	1.78 <sup>a</sup>	0.68 <sup>b</sup>	3.90 <sup>b</sup>	0.15 <sup>a</sup>	0.35 <sup>cd</sup>	0.02 <sup>a</sup>	40.33 <sup>d</sup>	27.02 <sup>c</sup>	11.99 <sup>e</sup>	8.79 <sup>a</sup>
	Rho.y	1.46 <sup>c</sup>	0.58 <sup>d</sup>	3.95 <sup>ab</sup>	0.12 <sup>bc</sup>	0.32 <sup>c</sup>	0.02 <sup>a</sup>	41.76 <sup>d</sup>	31.59 <sup>b</sup>	12.78 <sup>d</sup>	6.28 <sup>d</sup>
	Lac.	1.81 <sup>a</sup>	0.70 <sup>ab</sup>	4.41 <sup>a</sup>	0.10 <sup>d</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	49.35 <sup>a</sup>	33.74 <sup>ab</sup>	16.29 <sup>a</sup>	6.72 <sup>cd</sup>
	Bac.	1.61 <sup>b</sup>	0.72 <sup>a</sup>	3.84 <sup>b</sup>	0.13 <sup>b</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.02 <sup>a</sup>	43.66 <sup>c</sup>	26.82 <sup>c</sup>	14.75 <sup>b</sup>	8.08 <sup>b</sup>
	Complex microbe (KM)	1.56 <sup>b</sup>	0.62 <sup>c</sup>	3.70 <sup>b</sup>	0.11 <sup>cd</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	45.43 <sup>b</sup>	35.14 <sup>a</sup>	13.60 <sup>c</sup>	7.01 <sup>c</sup>
Daetong	Control	1.66 <sup>a</sup>	0.54 <sup>e</sup>	4.07 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.32 <sup>bc</sup>	0.02 <sup>a</sup>	41.76 <sup>c</sup>	38.65 <sup>b</sup>	12.74 <sup>b</sup>	7.65 <sup>bc</sup>
	Rho.	1.64 <sup>ab</sup>	0.63 <sup>d</sup>	3.97 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.31 <sup>c</sup>	0.02 <sup>a</sup>	45.29 <sup>ab</sup>	45.98 <sup>a</sup>	11.90 <sup>c</sup>	7.24 <sup>c</sup>
	Lac.	1.58 <sup>bc</sup>	0.68 <sup>b</sup>	3.43 <sup>b</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.32 <sup>c</sup>	0.02 <sup>a</sup>	46.75 <sup>a</sup>	42.14 <sup>a</sup>	11.47 <sup>d</sup>	8.46 <sup>b</sup>
	Bac.	1.61 <sup>ab</sup>	0.72 <sup>a</sup>	3.84 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	43.66 <sup>bc</sup>	26.82 <sup>c</sup>	14.75 <sup>a</sup>	8.08 <sup>bc</sup>
	Complex microbe (KM)	1.50 <sup>c</sup>	0.65 <sup>c</sup>	3.68 <sup>ab</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.35 <sup>ab</sup>	0.02 <sup>a</sup>	39.02 <sup>d</sup>	39.14 <sup>b</sup>	11.08 <sup>e</sup>	10.6 <sup>a</sup>
<i>Average</i>											
Muhanjilju		1.64	0.66	3.96	0.12	0.38	0.02	44.11	30.86	13.88	7.38
Daetong		1.60	0.64	3.80	0.13	0.33	0.02	43.30	38.55	12.39	8.41
<i>Significance</i>											
Variety (V)		*	*	ns	*	*	ns	ns	***	***	***
Treatment (T)		***	***	ns	***	**	ns	***	***	***	***
V × T		***	***	*	**	**	ns	***	***	***	***

<sup>z</sup> Control: basal fertilizer + additional fertilizers

<sup>y</sup> Rho = *Rhodobacter capsulatus*, Lac = *Lactobacillus plantarum*, and Bac = *Bacillus subtilis*.

ns, \*, \*\*, \*\*\*: Not significant or significantly different at  $P \leq 0.05$ , 0.01 and 0.001, respectively.

마그네슘 함량은 ‘무한질주’에서는 KM 처리구가 0.45%로 가장 높았고 ‘대통’ 품종에서는 고초균 처리구가 0.37%로 가장 높았으나, 광합성 처리구에서는 두 품종 모두 0.31~0.32%로 가장 낮게 나타났다.

철분은 품종간의 유의성은 보이지 않았으나 균 처리간에는 고도의 유의성이 인정되었다. 유산균 처리구가 두 품종 모두에서 가장 높게 나타났는데 ‘무한질주’ 49.35ppm ‘대통’ 46.75ppm의 성분을 함유하고 있다. ‘무한질주’의 관행구는 40.33ppm, ‘대통’의 KM 처리구는 39.02ppm로 가장 낮았다.

망간 함량도 균처리간, 품종간 고도의 유의적 차이가 인정되었다. ‘무한질주’의 망간 평균함량은 30.86ppm이었고, ‘대통’ 품종은 38.55ppm을 함유하고 있어 ‘무한질주’보다 ‘대통’ 품종의 망간 함유량이 7.69ppm로 약 25% 이상 높게 나타났다. 품종별 균 처리간에는 ‘대통’에서는 광합성균 처리구가 45.98ppm으로 가장 높게 나타났고 유산균 처리구가 26.82ppm으로 가장 낮게 나타나 광합성 처리구가 71%나 높게 나타났다.

아연 역시 균처리간, 품종간 고도의 유의적 차이를 보였으며, 균 처리별로 보면 고초균 처리구에서 ‘무한질주’는 16.29ppm, ‘대통’은 14.75ppm으로 두 품종 모두 가장 높게 나타났다.

구리 함량도 품종간, 균 처리간 고도의 유의성이 인정되었고 품종별로 보면 ‘무한질주’의 평균 7.38ppm보다는 ‘대통’의 평균 함량이 8.41ppm로 높게 나타났다. 균처리별로는 ‘대통’묘의 KM 처리구가 10.6ppm으로 가장 높았고 ‘무한질주’의 광합성균 처리구가 6.28ppm로 가장 낮게 나타났다(Table 7).

#### 4. 붉은 생고추의 Carotenoid 함량

고추 태좌와 씨를 포함한 생고추 0.1g 속에 함유되어 있는 총 carotenoid의 함량을 균처리별 평균치로 분석한 결과 capsanthin( $C_{40}H_{56}O_5$ )이 약 34~41%로 가장 많았다. 그 다음으로  $\beta$ -carotene이 약 20~30%로 많았으며 zeaxanthin이 14~19%,  $\beta$ -cryptoxanthin이 13~19% 그리고  $\alpha$ -carotene이 1~2% 순으로 높은 함량을 나타냈다. 품종별 그리고 균처리별 차이를 살펴보면 모두 고도의 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 8).

성분별 함량을 보면 capsanthin함량은 ‘무한질주’ 품종에서는 유산균 처리구가 137.6 $\mu$ g/g으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로는 고초균 처리구가 130.0 $\mu$ g/g의 함량을 보였다. ‘대통’에서는 고초균 117.8 $\mu$ g/g으로 높게 나타난 반면, 관행구는 60.7 $\mu$ g/g로 가장 낮았다. 품종별 평균값을 보면 ‘무한질주’가 117.0 $\mu$ g/g으로 ‘대통’ 평균 91.4 $\mu$ g/g보다 약 1.3배나 많은 capsanthin을 함유하고 있음을 알 수 있었다.

Zeaxanthin은 유산균과 고초균 처리구가 두 품종 모두에서 가장 높았다. 처리별로 살펴보면 유산균은 ‘무한질주’에서 51.6 $\mu$ g/g, ‘대통’에서는 54.1 $\mu$ g/g로 각각 나타났다. 고초균은 ‘무

한질주'에서는 49.1 $\mu\text{g/g}$ , '대통'은 57.4 $\mu\text{g/g}$ 의 함량을 보였으며, '대통'의 고초균의 경우 zeaxanthin 함량은 '무한질주' 관행구의 29.2 $\mu\text{g/g}$ 보다 약 2배나 높았다(Table 8).

Table 8. Carotenoid contents of hot pepper fruit affected by application of effective microorganisms

Variety	Treatment	Capsanthin	Zeaxanthin	$\beta$ -crypto-xanthin	a-carotene	$\beta$ -carotene	Total
		(μg/g)					
Muhan-gilju	Control <sup>x</sup>	93.74 <sup>b</sup>	29.18 <sup>b</sup>	26.39 <sup>d</sup>	4.04 <sup>b</sup>	53.06 <sup>c</sup>	206.41 <sup>c</sup>
	Rho. <sup>y</sup>	109.03 <sup>ab</sup>	33.37 <sup>b</sup>	31.0 <sup>dc</sup>	3.90 <sup>b</sup>	50.71 <sup>c</sup>	228.01 <sup>bc</sup>
	Lac.	137.56 <sup>a</sup>	51.57 <sup>a</sup>	45.9 <sup>ab</sup>	7.91 <sup>a</sup>	119.88 <sup>a</sup>	362.82 <sup>a</sup>
	Bac.	129.97 <sup>a</sup>	49.05 <sup>a</sup>	48.52 <sup>a</sup>	8.21 <sup>a</sup>	135.86 <sup>a</sup>	371.61 <sup>a</sup>
	Complex microbe (KM)	114.42 <sup>ab</sup>	38.23 <sup>b</sup>	39.08 <sup>bc</sup>	5.05 <sup>b</sup>	75.45 <sup>b</sup>	272.23 <sup>b</sup>
Daetong	Control	60.68 <sup>c</sup>	45.00 <sup>b</sup>	46.80 <sup>b</sup>	3.54 <sup>c</sup>	56.05 <sup>d</sup>	212.07 <sup>c</sup>
	Rho.	100.25 <sup>ab</sup>	50.65 <sup>ab</sup>	46.30 <sup>b</sup>	4.62 <sup>b</sup>	58.73 <sup>dc</sup>	260.56 <sup>bc</sup>
	Lac.	94.45 <sup>ab</sup>	54.1 <sup>a</sup>	56.16 <sup>a</sup>	4.59 <sup>b</sup>	78.91 <sup>ab</sup>	288.21 <sup>ab</sup>
	Bac.	117.75 <sup>a</sup>	57.43 <sup>a</sup>	57.69 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>	83.73 <sup>a</sup>	322.20 <sup>a</sup>
	Complex microbe (KM)	83.82 <sup>bc</sup>	49.50 <sup>ab</sup>	51.79 <sup>ab</sup>	4.60 <sup>b</sup>	70.34 <sup>bc</sup>	260.06 <sup>bc</sup>
<i>Average</i>							
	Muhangilju	116.94	40.28	38.18	5.82	86.99	288.22
	Daetong	91.39	51.34	51.75	4.59	69.55	268.62
<i>Significance</i>							
	Variety (V)	***	***	***	***	***	***
	Treatment (T)	*	**	***	***	***	***
	V×T	**	***	***	***	***	**

ns, \*, \*\*, \*\*\*: not significant or significantly different at  $P \leq 0.05, 0.01$ .

<sup>x</sup> Control: Basal fertilizer + Additional fertilizer

<sup>y</sup> Rho = *Rhodobacter capsulatus*, Lac = *Lactobacillus plantarum*, and Bac = *Bacillus subtilis*.

$\beta$ -cryptoxanthin 함량 역시 품종간, 균 처리간 고도의 유의성이 인정되었다. 균처리별로 보면 고초균 처리구가 두 품종('무한질주' 48.5 $\mu\text{g/g}$ , '대통' 57.7 $\mu\text{g/g}$ ) 모두에서 가장 높은 함유

량을 나타냈으며, ‘무한질주’에서는 관행구가 26.4 $\mu\text{g/g}$ , ‘대통’에서는 광합성균 처리구가 46.3 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았다. 따라서  $\beta$ -cryptoxanthin 함유량은 균처리 효과가 높은 것으로 판단되었으며, 품종간에도 고도의 유의적인 차이가 있음을 알 수 있었다. 품종간 비교에서는 ‘대통’의 평균이 51.8 $\mu\text{g/g}$ 으로 ‘무한질주’ 평균 38.2 $\mu\text{g/g}$  보다 약 36%나 높은 것으로 나타났다.

$\alpha$ -carotene도 품종간, 균 처리간 차이가 고도로 유의함이 인정되었으며, 균 처리별 함량에서는 ‘무한질주’의 고초균 처리구 8.2 $\mu\text{g/g}$ , 유산균 처리구 7.8 $\mu\text{g/g}$  순으로 높았다. ‘대통’에서도 마찬가지로 고초균 처리구가 5.6 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았다. 품종별 평균 함량을 보면 ‘무한질주’가 5.8 $\mu\text{g/g}$ 로 ‘대통’ 4.6 $\mu\text{g/g}$ 보다 높게 나타나 ‘무한질주’가 ‘대통’에 비해 높은 함량을 나타냈다.

$\beta$ -carotene 함량은 품종간 균 처리간 고도의 유의성이 인정되었으며, ‘무한질주’에서는 고초균 처리구가 135.9 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 많았고, 광합성균 처리구가 50.7 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았다. ‘대통’ 품종 역시 고초균 처리구가 83.7 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높게 나타났으며, 관행구가 56.1 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았다. 품종간 평균함량은 ‘무한질주’가 87.0 $\mu\text{g/g}$ 으로 ‘대통’의 70.3 $\mu\text{g/g}$ 에 비해 23.7%나 높게 나타났다(Table 8).

## 5. 고찰

본 실험에서 실시한 균처리와 품종간의 고추 생육조사 및 수확량과 탄저병 발생을 조사 그리고 무기물과 carotenoids 분석 결과를 고찰하고자 하였다.

처리한 유용미생물의 종류에 따라 고추생장에 미치는 반응이 다른 것을 알 수 있었으며, 특히 stem girth에서는 품종간, 균 처리간 두 조건 모두에서 고도의 유의차가 인정되었다. 이는 생육에 미치는 다양한 요인들이 복합적이며 유기적으로 상호작용하고 있어 당해 년도 실험 결과만으로 평가하기엔 다소 무리가 있을 것으로 판단된다.

또한 수량과 탄저병 발생을 조사에서는 균처리간 유의성이 인정되었는데 광합성 처리구의 경우 관행구에 비해 탄저병 발생율은 낮은 반면 수확량은 높은 것을 알 수 있었다. 이는 탄저병을 유발시키는 *colletotrichum acutatum* 균의 포자가 강우에 의해 전염되는 속도가 빠르는데(Jee *et al.*, 2010) 이를 유용미생물, 특히 광합성균이 가지고 있는 각종 식물 병원성균 억제능력과 뿌리 활력강화능력에 의한 것이라는 고바야시(고바야시, 1993)의 주장과 일치한다.

무기물 분석에서는 칼륨과 나트륨을 제외한 질소, 인산, 마그네슘, 망간, 아연, 구리 등에서 품종간, 균처리간 유의성이 나타났으나 전반적으로 특이한 사항은 없었다.

Carotenoid 분석결과에서는 품종간, 균처리간 고도의 유의성이 인정되었다. 총 carotenoid 함량은 두 품종 모두 고초균 처리구에서 가장 높게 나타났으며 관행구에서는 가장 낮게 나

타났다. 이는 강력한 항산화제(강 등, 2008)로 알려진 carotenoid가 녹색식물, 곰팡이 효모, 세균 등에 의해 만들어내는 색소라는 것이 알려졌으나(Kim *et al.*, 1998) 세균 중에서도 고초균에 의해 합성이 더욱 촉진된다는 것을 이번 실험을 통해 추측 할 수 있으며 향후 이 균을 이용한 기능성 식물색소를 연구할 필요성이 있을 것으로 사료된다.

#### IV. 적 요

고추재배시 발생하는 탄저병을 해결할 수 있는 방안을 찾고 농업용 유용미생물을 활용하여 농약사용량을 경감시키며 고추의 수량 및 기능성 물질 증가에도 기여할 수 있는 노지 재배법을 규명하고자 실시한 본 실험의 결과는 다음과 같다.

공시한 두 품종간 경직경 및 분지수는 유의한 차이를 나타냈으며, 균처리간에는 경직경, 주경장, 분지수에서 유의한 차이를 보였다. 품종간 비교를 보면 ‘무한질주’보다는 ‘대통’ 품종의 초장 및 초폭이 길고 분지수가 많았다.

생고추 수량은 광합성균 처리구가 53.1kg/10a로 가장 높았고, 다음으로 고초균이 34.9 kg/10a을 나타내었으며 관행구는 18.5kg/10a로 가장 낮았다. 탄저병 발생율은 유산균 처리구가 14개로 가장 높았고 다음으로 관행구가 13개였으며 광합성균 처리구가 6개로 가장 낮았다. 품종별 평균수량을 보면 ‘대통’은 33.8kg/10a로 ‘무한질주’의 31.2kg/10a에 비해 약 8% 높았다.

붉은 생고추 0.5g 속에 들어있는 무기물 함량은 칼륨과 나트륨 성분을 제외하고는 균처리간 고도의 유의적인 차이를 나타냈다. 균 처리별 무기물 함량을 살펴보면 총 질소함량은 ‘무한질주’에서는 유산균 처리구가 1.81%로 가장 높게 나타났다. 인산( $P_2O_5$ ) 함량은 두 품종 모두 고초균 처리구가 0.72%로 가장 높았다. 망간(Mn) 함량도 균처리간, 품종간 고도의 유의적 차이가 인정되었다. ‘무한질주’의 망간(Mn) 평균함량은 30.86ppm이었고, ‘대통’ 품종은 38.55ppm을 함유하고 있어 ‘무한질주’보다 ‘대통’ 품종의 망간 함유량이 약 25% 높았다. Carotenoid 총 함량은 ‘무한질주’ 및 ‘대통’ 모두에서 고초균 처리구가 각각 371.6 $\mu$ g/g, 322.2 $\mu$ g/g으로 가장 높게 나타났으며 관행구의 평균 carotenoid 함량 209.24 $\mu$ g/g에 비해 78~54%나 높게 나타났다.

[논문접수일 : 2012. 5. 22. 논문수정일 : 2012. 8. 10. 최종논문접수일 : 2012. 8. 28.]

## 참 고 문 헌

1. 강현민·박현수·권기록·임태진·박희수. 2008. 고추와 Capsaicin의 항산화 효능 비교. 대한약침학회지 11(1): 109-118.
2. 곡경승·권기록·임태진·김동희. 2008. 고추 추출물과 Capsaicin이 지방세포 대사에 미치는 영향. 대한약침학회지 11(1): 149-162.
3. 이건웅. 2008. 바실러스균을 이용한 고추역병의 생물학적 방제. 석사학위 논문, 전북대학교.
4. 전학문. 2002. 환경보존형농업과 미생물농업. 도서출판 펜과 파스텔, 서울. pp. 3-95.
5. 조명철. 2008. 표준영농교본(개정) No.115 고추재배. 농촌진흥청.
6. 문원·이승구. 2000. 재배식물생리학. 한국방송통신대학교 출판부, 서울. p. 14, pp. 134-1186.
7. Rodale J. I., 최병철 역. 1982. 유기농업. 북음출판사, 서울. pp. 15-42.
8. 고추산업동향. 농촌진흥청 국립식량과학원. [enews.rda.go.kr](http://enews.rda.go.kr). Accessed Mar. 4, 2009.
9. 농업관측 2011. 11호 : 양념채소 수급동향과 전망. KERI.  
<http://www.keri.org>. Accessed Nov. 11, 2011.
10. Kim H. H., S. P. Hong, and J. G. Hwang. 1998. Biological Functions and Production Technology of Carotenoids, J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 27(6): 1297-1306.
11. Kawada T., K. I. Hagihara, and K. Iwai. 1986. Effects of capsaicin on lipid metabolism in rats fed a high fat diet. J. Nutr. 116: 1272-1278.
12. Yoshiok M., S. St-pierre, V. Drapeau, I. Dionne, E. Doucet, M. Suzuki, and A. Tremblay. 1999. Effects of red pepper on appetite and energy intake. Br. J. Nutri. 82: 115-123.
13. Chung M. J., J. H. Shin, S. J. Lee, S. K. Hong, H. J. Kang, and N. J. Sung. 1998. Chemical compounds of wild and cultivated horned rampon, *Phyteuma japonicum* Miq. Kor. J. Food & Nutr. 11: 437-443.
14. Yoon J. B., D. C. Yang, W. P. Lee, S. Y. Ahn, and H. G. Park. 2005. Genetic resources resistant to anthracnose in the genus *Capsicum*. Kor. J. Hort. Sci & Tec. 23(1): 29.
15. Jee H. J., S. S. Shin, J. H. Lee, W. I. Kim, S. J. Hong, and Y. K. Kim, 2010. Conidial Disperse of the Pepper Anthracnose Fungus *Colletotrichum acutatum* and Its Density on Infected Fruits. Res. Plant Dis. 16(1): 101-105.
16. 小林達治. 1993. 光合成細菌で環境保全, 農山漁村文化協會, 東京.