

Effect of Chitosan and Wood Vinegar on the Growth and Nutrient Absorption of Red Pepper (*Capsicum annum* L.)

Mi-Jeong Uhm* · Hyun-Cheol Park · Young-Hun Moon · Kab-Cheol Kim · Soo-Gon Han

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of organic agricultural materials, chitosan and wood vinegar, on the growth and yield of red pepper and soil microflora. In the chitosan treatments, the density of actinomycetes in soils increased, while the density of fungi decreased. Compared with the conventional cultivation, the stem diameter of red pepper was greater in the chitosan or wood vinegar experimental plots at 50 days after transplanting, though there was no difference in chlorophyll content among treatments. The incidence of disease and insect was higher in the treatments of organic agricultural materials than the conventional cultivation, regardless of application frequency. Contents of cations such as Ca and K in leaves and fruits increased by chitosan treatment. In all experimental plots, fruit yield decreased because of diseases and insects. But in chitosan treatment plot with 10 times of application, characteristics of fruits were superior to others and the yield index of red pepper was the highest as 92.4% as compared to the conventional cultivation.

Key words : Actinomycetes, Cation, Organic agricultural materials

*Corresponding author

서 론

근래에 들어 농업환경 보존에 대한 관심과 무공해 식품에 대한 선호에 따라 친환경농업 실천농가가 증가하고 있다. '98년 현재 유기농재배, 무농약재배, 저농약재배 등의 환경농업 실천농가는 전국적으로 13,065호(전체농가의 0.9%)이고 재배면적은 10,718 ha(전체경지면적의 0.56%)이며 생산량은 '96년 74천톤, '97년 103천톤, '98년 155천톤으로 점차 증가하는 추세이다. 친환경적인 방법으로 영농하고 있는 이들 대부분의 농가들은 농약, 비료의 투입량을 줄이면서 다양한 종류의 자재를 이용하고 있으나 일정한 사용방법이 정해진 바 없이 경험에 의존하여 임의로 사용하고 있는 실정이다(Lee 등, 1999).

현재 농가에서 많이 쓰이고 있는 대표적인 유기농자재 중 키토산은 키틴의 유도체로서 계, 새우같은 갑각류의 주요 성분이며(Hirano & Nagao, 1989) 농업분야에서는 토양개선편제로 이용되고 있고, 몇 가지 식물병원균에 대한 항균활성도 보고되고 있다(EI Ghaouth

et al, 1991; Hadwiger & Beckman, 1980). 뿐만 아니라 平野(1988)는 세포의 활성화에 의한 식물체의 생장촉진효과가 크다고 하였다. 이와 같이 키토산 처리에 의해 생장이 촉진되는 원인은 키틴과 키토산을 식물세포조직과 접촉시키는 것만으로도 chitinase의 유도생성이 촉진되고 phytoalexin과 같은 식물의 자기방어기구가 발달되기 때문으로 보고 있다(Kim, 1998; Yoo 등, 1999).

또한 목초액은 천연목재를 고온으로 가열하여 탄화하는 과정에서 기화하는 가스를 냉각원리에 의해 기체와 액체로 분리하여 추출한 액체로서 일반적으로 발근 및 발육촉진, 저항력 증대 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Suck 등, 1998). 이와 같은 효과는 목초액의 제조과정 중 생성되는 초산 등의 유기산과 다양한 종류의 페놀화합물이 식물체 생육에 직간접적으로 영향을 주기 때문이며, 특히 일부 페놀화합물들은 auxin synergists 또는 co-factor로 알려져 있어 목초액의 발근 촉진효과는 이와 같은 페놀화합물과 연관이 있는 것으로 추정하고 있다(Lee 등, 2000).

키토산의 경우 대부분은 미량요소복합비료 제조시 첨가제로 활용하고 있으며, 목초액은 사용농가의 약 80.4%가 병해충 방제 목적으로 사용되는 농약을 줄이기 위해 경엽에 살포하고, 7.7%는 토양에 영양분을 공급하기 위하여 비료 대용으로 사용하며, 11.8%는 농약감소와 비료효과를 동시에 기대하여 목초액을 사용하고 있다(Suck 등, 1998).

이에 따라 이들 유기농자재에 대한 구체적인 효과 검증이 요구되는 바, 본 시험에서는 목초액과 키토산을 고추 재배에 사용하여 이들이 작물생육과 토양에 미치는 영향을 살펴봄으로써 이들 자재의 농업적 이용에 관한 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

키토산과 목초액의 작물재배에의 이용효과를 검토하기 위하여 고추 품종인 금당고추(*Capsicum annum* L.)를 대상으로 전북 익산시 소재 농업기술원 발표장에서 2개년간 시험하였다. 2000년 5월 8일과 2001년 5월 13일에 재식거리 75 × 50 cm로 하여 각각 정식하였고, 토양진단을 통한 추천시비량으로 시비하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시험재료로 키토산은 영덕키토산에서 생산한 수용성분말을, 목초액은 한국유기농업협회에서 생산한 것을 사용하였다.

사용효과의 검증을 위해 예비시험을 통하여 키토산 2,000배액과 목초액 200배액을 미리 선발하였으며 본 시험에서는 이들을 단독 또는 교호로 생육기간 중 5, 10, 15회로 처리횟수를 달리하여 경엽살포와 토양관주를 동시에 처리하였고 병해충 방제를 위한 농약은 살포하지 않았다. 이들 시험구와 비교하여 농약방제를 한 관행재배를 대조구로 하여 총 10처리를 하였다.

시험에 사용된 키토산과 목초액의 분석방법으로 총 질소는 Kjeldahl법, 인산은 Tyurin법, 양이온 및 미량 원소는 원자흡광분광광도계(Varian SpectraAA 220FS)를 이용하였다. 각 처리에 따른 토양 중 미생물상의 밀도조사는 희석평판법으로 조사하였다. 세균은 Yeast

extract glucose agar배지, 방선균은 Starch casein agar 배지, 사상균은 Rose-bengal agar배지를 사용하였으며 각 시료당 미생물 수는 3개의 petri dish(φ 8.5 cm)에 나타난 colony의 형태적 특징을 이용하여 각각 계수한 후 평균한 값을 콜로니형성수(colony forming unit : CFU g⁻¹, dry soil)로 산출하였다.

생육조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 준하여 초장, 경경, 과중 등을 조사하였으며, 엽록소 함량의 측정은 SPAD meter(Minolta사)를 사용하였고, 병해충은 200파를 조사하여 병해충별 피해 발생과 수를 백분율로 환산하여 계산하였다.

식물체 및 과실 중 무기성분은 60°C에서 건조 후 분쇄한 시료를 H₂SO₄-H₂O₂ 혼액으로 분해하여 T-N는 Kjeldahl법, 인산은 Ammonium Vandate법, 양이온 및 미량원소는 원자흡광분광광도계를 이용하여 분석하였으며, 과실 중 일반성분함량은 식품공정시험법에 준하여 수분은 건조감량법, 회분은 회화법, 단백질은 Kjeldahl법, 환원당은 Somogyi법, 지방은 에테르추출법을 이용하였다.

결과 및 고찰

시험에 사용한 자재의 화학성분은 Table 1과 같다. 키토산과 목초액의 pH는 각각 3.3, 3.0으로 강산성이었으며, 질소, 인산, 칼륨 등 다량원소와 철, 붕소 등 미량원소 함량은 매우 적었다. 더욱이 이들 자재들은 200배~2,000배로 희석한 후 사용하여 영양분 공급 측면에서의 역할은 적었을 것으로 보인다.

유기농자재 처리에 의한 시험전후 토양 미생물상의 변화를 살펴 본 결과가 Fig. 1이다. 시험 후 키토산 시험포장에서 방선균이 증가하는 경향으로 처리횟수가 많을수록 그 밀도 또한 높아졌다. 반면, 사상균 수는 관행의 1.72 × 10⁵에 비하여 키토산 단독처리시 1.10~1.28 × 10⁵, 목초액과 병행처리시 1.32~1.52 × 10⁵으로 그 밀도가 감소하는 경향이었으며, 세균수는 처리간의 차이가 없었다. 이에 따라 A/F 비와 B/F 비가 증가

Table 1. Chemical properties of experimental materials.

	pH	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Na (%)	Si (%)	Fe (%)	B (%)
Chitosan	3.3	0.004	0	0.787	0.052	0.054	0.060	0.055	0.027
Wood vinegar	3.0	0.004	0.01	0.014	0.002	0.002	0.001	0.026	0.001

키토산과 목초액 처리가 고추의 생육 및 양분흡수에 미치는 영향

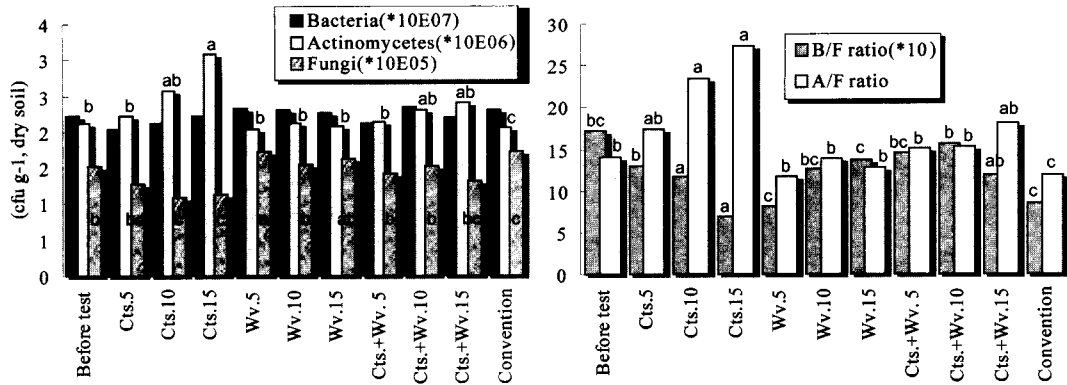


Fig. 1. Changes of soil microflora by chitosan and wood vinegar treatments. Cts.: chitosan. Wv.: wood vinegar. 5 · 10 · 15: the number of application frequency. B: bacteria. A: actinomycetes. F: fungi. Values with different letters differ significantly at P=0.05 level.

Table 2. Effect of chitosan and wood vinegar treatments on the growth of red pepper.

	Frequency	50 days after transplanting			80 days after transplanting		
		Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Content of chlorophyll (mg/100 cm ²)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Content of chlorophyll (mg/100 cm ²)
Chitosan	5	84.1	9.8a ^z	55.6	98.7	14.5	69.1b
	10	83.8	10.0ab	56.8	99.5	14.5	70.7ab
	15	84.0	9.3b	58.1	98.6	14.1	68.1b
Wood vinegar	5	84.1	10.4a	58.4	98.4	14.4	71.3ab
	10	84.2	10.1ab	55.1	99.1	14.7	70.5ab
	15	83.0	10.2ab	58.2	97.9	14.5	72.9a
Chitosan + Wood vinegar	5	83.7	10.0ab	55.4	96.4	14.8	70.2ab
	10	83.7	10.1ab	54.0	98.5	14.4	69.5b
	15	82.6	9.1b	54.8	98.6	14.5	69.3b
Convention		83.7	9.2b	56.1	97.0	14.5	69.6b

^zDuncan's multiple range test significant at 5% level within columns.

하여 토양 중의 미생물상이 호전되는 것으로 판단할 수 있었는데, 이와 같은 결과는 키토산 처리로 토양 중의 방선균 활동이 증가되고 사상균의 활동이 일시적으로 억제되었다는 Lee 등(2000)의 보고와 유사한 것으로, 일반적으로 키토산 처리가 토양 중 방선균의 밀도를 증가시켜 병원성 사상균을 억제시키기 위한 수단으로 사용하는데, 본 시험에서 이를 확인할 수 있었다.

키토산과 목초액 처리에 의한 고추의 생육은 Table 2와 같다. 정식 50일 후의 경계 조사치는 키토산 5회, 10회 처리 및 목초액 10회, 15회 처리구에서 관행에 비해 컸으나 초장 및 엽록소함량은 차이를 보이지 않았다. 또한 정식 80일 후의 엽록소함량은 키토산 10

회 처리 및 목초액 5회, 10회 처리구에서 관행에 비해 약간 높은 경향이었으나 초장 및 경계에서는 큰 차이가 없었고, 또한 키토산과 목초액의 교호살포로 인한 단독살포와의 차이는 나타나지 않았다. 이처럼 키토산이나 목초액 처리에 의한 큰 차이나 일정한 경향은 보이지 않아 고추의 지상부 생육에 미치는 이들의 효과는 생육후기에는 미비한 것으로 사료된다. 이는 벼의 초장이나 성숙도에 영향을 주지 않았다는 Kenneth 등 (1996)의 보고나 목초액 처리로 인한 고추의 광합성효율 측정에서 처리간의 차이를 확인할 수 없었다는 Lee 등(2000)의 결과와는 유사하나, 콩나물 재배시 키토산 처리구가 대조구에 비해 25.4%의 높은 성장률을

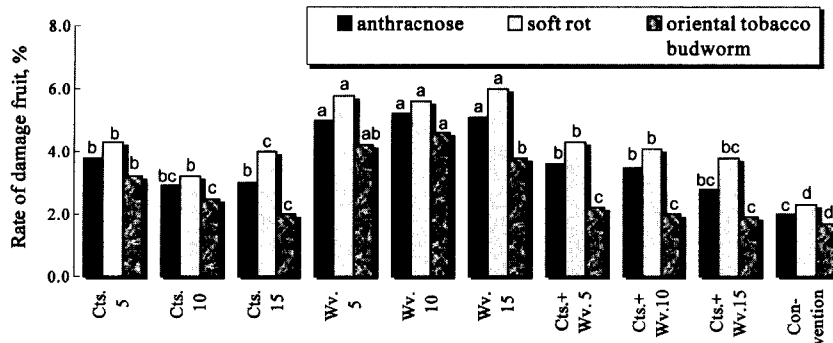


Fig. 2. Effect of chitosan and wood vinegar treatments on the incidence of disease and insect. Cts. : chitosan. Wv. : wood vinegar, 5 · 10 · 15 : the number of application frequency. Values with different letters differ significantly at P=0.05 level.

보이고 중량 또한 8.5%의 증가를 보인 Lee 등(1999)의 보고와 차이가 있다. 이러한 결과는 적용작물이나 사용방법, 희석배수 등이 상이하였던 결과인 듯 하다.

시험기간 중 발생한 대표적인 병해충의 발생정도는 Fig. 2와 같다. 탄저병, 무름병, 담배나방의 발생률이 각각 2.8~5.2%, 3.2~6.0%, 1.9~4.6%로 관행의 2.0%, 2.3%, 1.7%에 비하여 높아, 키토산과 목초액의 병해충 방제효과는 인정되지 않았으며, 처리횟수에 따른 경향도 일정하지 않았다. 이는 고추 재배시 목초액 처리후 농약 무방제시 진딧물의 발생이 감소되지는 않았다는 Kim 등(1998a)의 보고나 벼 재배시 키토산이나 목초액 처리후 농약 무방제시 병해충의 방제효과가 인정되지 않았다는 Moon 등(1999)의 보고와 유사한 경향이다.

반면, Kim 등(1998b)에 의하면 실험실 수준에서 키토산 처리로 식물생장촉진, 내병성 증강 등의 효과가 나타난다고 하였고, 목초액을 사용하고 있는 대부분의

농가에서는 농약과 목초액을 혼용함으로써 농약 사용량을 절감하면서도 농약을 전량 사용한 효과가 있다고 주장하고 있으며, Kim 등(1999)은 목초액과 농약을 혼용살포시 특정 해충에 선택적으로 영향을 주고 있다고 보고하였는데, 이런 유기농자재의 병해충 방제에 대한 효과가 서로 상이한 것은 처리시기, 시용량, 시용방법, 농약과의 혼용여부 뿐만 아니라 토양상태, 기후조건 등의 환경조건에 따라서도 그 효과발현이 상이하기 때문으로 보인다. 따라서 키토산이나 목초액 등의 유기농자재를 이용한 병해충 방제에는 농약을 전혀 사용하지 않고 유기농자재만을 사용하는 방법으로는 효과발현이 어려울 것으로 보이며 비율을 달리한 농약과의 혼용시험이 더욱 필요할 것으로 사료된다.

작물의 양분흡수에 미치는 유기농자재의 효과를 알아보기 위해 처리별로 잎을 채취하여 분석한 결과가 Table 3이다. 키토산 처리시 고추 잎의 Ca, K 함량이

Table 3. Contents of inorganic elements in red pepper leaves as affected by chitosan and wood vinegar treatments.

Division	Frequency	T-N (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	P (%)
Chitosan	5	4.22b ²	1.61b	0.89c	2.47c	0.08
	10	4.14c	1.64b	0.98b	2.90b	0.06
	15	4.17c	1.83a	0.91c	3.27a	0.07
Wood vinegar	5	4.28b	1.58b	0.98b	2.28c	0.08
	10	4.23b	1.60b	1.05a	2.57b	0.07
	15	4.18a	1.61b	1.08a	2.66b	0.08
Chitosan + Wood vinegar	5	4.25a	1.62b	0.97b	2.32c	0.06
	10	4.21b	1.71b	0.97b	3.81a	0.08
	15	4.23b	1.76a	1.00b	3.86a	0.07
Convention		4.31a	1.55c	0.88c	2.32c	0.07

² Duncan's multiple range test significant at 5% level within columns.

키토산과 목초액 처리가 고추의 생육 및 양분흡수에 미치는 영향

Table 4. Tissue analysis of red pepper fruit as affected by chitosan and wood vinegar treatments.

	frequency	Moisture	Protein	Reduced sugar	Ash	Fat	Ca	P	K	Na	Fe
		% of fresh weight						mg · kg ⁻¹ dry weight			
Chitosan	5	87.0	1.61	1.89b ^z	0.64	0.31	1.24b	3.80	17.9ab	0.72b	0.06
	10	87.2	1.63	1.93a	0.63	0.31	1.32a	3.78	18.3a	0.73b	0.05
	15	87.1	1.62	1.94a	0.64	0.29	1.34a	3.81	18.1a	0.72b	0.05
Wood vinegar	5	87.3	1.57	1.87b	0.65	0.30	1.24b	3.78	18.2a	0.74a	0.06
	10	87.8	1.59	1.84b	0.63	0.31	1.22b	3.69	17.9ab	0.72b	0.06
	15	87.2	1.61	1.88b	0.63	0.31	1.26b	3.81	17.8ab	0.74a	0.05
Chitosan + Wood vinegar	5	87.7	1.60	1.78b	0.62	0.30	1.23b	3.80	18.1a	0.75a	0.06
	10	87.4	1.61	1.82b	0.64	0.29	1.24b	3.75	17.7ab	0.77a	0.05
Wood vinegar	15	87.3	1.60	1.84b	0.63	0.30	1.26b	3.79	18.1a	0.76a	0.06
Convention		87.6	1.59	1.88b	0.65	0.29	1.25b	3.76	17.6b	0.77a	0.05

^zDuncan's multiple range test significant at 5% level within columns.

증가된 것을 알 수 있었으며 이는 처리횟수가 많을수록 증가하는 경향이었다. 또한, 목초액 처리시에는 Ca, Mg, K 등의 양이온 함량이 관행에 비해 높은 경향이며, 질소흡수량은 약간 적은 경향이었다. 일반적으로 질소, 인산 등의 양분이 축적된 농기포장에서 목초액을 사용할 때 도장이 억제되고 건전한 작물생육이 유지된다고 주장하는 것이 목초액 사용에 의한 작물로의 질소와 인산의 과다 흡수를 억제하는 작용에 의한 것으로 본 Kim 등(1999)의 의견과 유사한 결과였다. 이들 양이온의 흡수가 식물체의 생장 및 병해충의 억제에 효과를 보이기 위해서는 앞서 기술한 것처럼 자재의 사용방법과 더불어 토양 및 기상환경 등의 전체적인 조건이 갖추어져야 할 것으로 보인다.

고추 과실에 대한 성분분석 결과는 Table 4와 같다.

수분과 단백질 등 일반성분 함량에서 처리간 차이는 보이지 않아, 이들 성분에 미치는 키토산과 목초액에 의한 영향은 극히 미약한 것으로 보인다. 한편, 무기성분 중 Ca의 함량이 키토산 처리구에서 다소 높은 편으로, 식물체 분석결과와는 일정부분 유사하여 양분흡수 이용 면에서의 이들 유기농자재의 효과가 어느 정도는 있는 것으로 판단되었다.

과실특성 및 수량은 Table 5에 나타난 것처럼 과중이 키토산, 목초액 처리에서 크게 나타났으며 수량은 관행에 비하여 모든 시험 처리구에서 감소하여 유기농 자재에 의한 수량증대효과는 기대할 수 없었다. 한편, 키토산 10회 처리에서 10a당 354 kg, 목초액 10회 처리에서 352 kg으로 관행 383 kg에 대비 각각 92.4%, 91.9%에 해당하는 수량성을 보였다. 병해충 발생

Table 5. Effect of chitosan and wood vinegar treatments on the yield and fruit characteristics of red pepper.

	Frequency	Fruit length (cm)	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g)	Yield (kg/10a)
Chitosan	5	11.6b ^z	17.5b	11.8bc	324de
	10	11.3b	18.3a	12.1ab	354b
	15	11.1b	18.1a	11.2c	349bc
Wood vinegar	5	11.4b	17.9b	12.1ab	341bc
	10	12.2a	18.2a	12.4ab	352bc
	15	12.1a	18.3a	12.3ab	339cd
Chitosan + Wood vinegar	5	11.4b	17.9b	12.2ab	318e
	10	11.9a	18.5a	12.5a	336cd
Wood vinegar	15	11.5b	17.1b	11.0c	316f
Convention		11.4b	17.3b	11.5bc	383a

^zDuncan's multiple range test significant at 5% level within columns.

이 관행에 비하여 많았는데도 불구하고 이렇게 관행에 가까운 수량을 보인 것은 앞서 기술한 바와 같이 토양 내의 식물성장에 유용한 미생물인 방선균의 증식 촉진에 의해 토양 미생물상이 호전되고 이에 따라 작물의 양분이용 측면에서 유리하게 작용하여 과중 등의 과실특성이 관행에 비해 더 나았던 결과인 것으로 보인다. 따라서 이런 유기농자재 처리에 의한 무농약 농산물이 농약을 처리한 일반농산물과 차별화되어 어느 정도의 가격 상승을 유도할 수 있다면 관행수준 이상의 소득은 가능할 것으로 생각된다.

Literature cited

1. Korean Food & Drug Administration. 2001. Official method of food test. KFDA
2. El Ghaouth, A., J. Arul, R. Ponnampalam, and M. Boulet. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *J. of food science* 56:1618-1620.
3. Hadwiger, L. A., and J. Beckman. 1980. Chitosan as a component of Pea-*Fusarium solani* interactions. *Plant Physiol.* 66:205-211.
4. Hirano, S., and N. Nagao. 1989. Effects of chitosan, pectic acid, lysozyme and chitinase on the growth of several phytopathogens. *Agric. Bio. Chem.* 53:3065-3066.
5. Kenneith, W.T. and H.R. Caffey. 1996. 83rd-88rd Annual research report. U. S. Department of agriculture. Crowley Luisians p. 233-355.
6. Kim, H.J., G.Y. Nam and J.J. Kim, 1998a. Effects of organic and natural agro-materials on red pepper. Report of Research. Chungcheongbukdo Agricultural Research & Extension Service p.439-442 (in Korean).
7. Kim, S.G. 1998b. Use of Chitin and chitosan in field of agriculture. *Korean research journal of chitin-chitosan* 3(4):327-342. (in Korean).
8. Kim, S.H., D.H. Choi and H.B. Yun. 1999. Studies on the properties of practical-use materials and effects of them on crop cultivation in organic-natural farming system. National Institute of Agricultural Science and Technology. RDA. p. 5-49 (in Korean).
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. p. 337-345 (in Korean).
10. 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.
11. Moon, Y.H. J.S. Choi, S.G. Han, S.S. Jung, H.C. Moon and S.S. Han. 1999. Effects of environmental agro-materials on rice. Report of Research. Jeollabukdo Agricultural Research & Extension Service p. 397-407. (in Korean).
12. Rural Development Administration. 1999. Report for technique extension of organic and natural agriculture. RDA. p. 6-7 (in Korean).
13. Suck, H.D. 1998. Use state and prospect of woody carbide in agricultural and stockbreeding industry. Mokpo University symposium p. 129-150. (in Korean)
14. Yoo, Y.K., H.J. Park, S.W. Kang and H.K. Kim. 1999. Effect of chitosan and sucrose on the cut rose 'Cardinal'. *Kor. J. Hort. Sci. and Tech.* 17(4):482-485 (in Korean).
15. 平野茂博. 1988. きとせん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 (in Japanese).

키토산과 목초액 처리가 고추의 생육 및 양분흡수에 미치는 영향

키토산과 목초액 처리가 고추의 생육 및 양분흡수에 미치는 영향

엄미정* · 박현철 · 문영훈 · 김갑철 · 한수곤

전북농업기술원

적 요

유기농자재인 목초액과 키토산의 농업적 이용을 위하여 고추의 생육과 양분흡수 및 토양미생물상에 미치는 영향을 살펴본 결과는 다음과 같다. 키토산 처리구에서 토양의 방선균수가 증가하고 사상균 수는 감소하는 경향으로 A/F 및 B/F비가 커졌으며, 정식 후 50일에 경경이 약간 큰 편이었으나, 엽록소함량은 처리별 큰 차이를 보이지 않았다. 병해충은 관행에 비해 키토산 및 목초액 처리구 모두 발생률이 많아 병해충의 방제효과는 볼 수 없었다. 식물체 분석 결과 키토산과 목초액 처리구 모두 Ca, K가 관행보다 다소 높았으며 키토산 처리구는 과실의 무기성분 중 Ca와 K와 같은 양이온 함량이 다소 많은 편이었다. 키토산과 목초액 처리에 의한 수량은 병해충 발생으로 관행에 비하여 모든 시험구에서 감소하여 수량증대효과는 기대할 수 없었으나, 과중 등의 과실특성이 좋게 나타나 키토산 10회 처리의 경우 관행대비 92.4%로 관행에 가까운 수량지수를 보였다.

주제어 : 방선균, 양이온, 유기농자재