

동물성 아미노산 시용이 토양이화학성과 노지고추 생육 및 품질에 미치는 영향*

채윤석*** · 홍점규** · 이상우**

Effect of “Animal Amino Acid’s Bestamin” on
the Physicochemical Properties of Soil, the Growth and Fruit
Quality of Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.)

Chae, Yun-Seok · Hong, Jeum-Kyu · Lee, Sang-Woo

This study was carried out to evaluate the effect of applying levels of Bestamin, animal amino acid, on growth and quality of hot pepper and physicochemical properties of soil. Treatment was given with 200, 400, 800, 1600kg per 10a to control of Bestamin, difference of physicochemical properties was lower than Bestamin, and P_2O_5 seems to be reduced, also K^+ , Ca^{++} were obviously low compared to the control. The content of NO_3-N was low compared to control at the Bestamin treated plot. Plant height was longest at 800 treatment and main stem length, main stem weigh and the number of leaves were significantly different with 400 and 800 treatment. No difference was found among the fruit weight, length, diameter in first harvest, but there was significantly different at control of 2nd, 3rd harvest and more increased than 400 and 800 treatment. Fruit weight per plant was the heaviest at 400 and 800 treatment, and the number of fruit was no difference at red pepper but increased with 400 and 800 at green pepper, and yield per 10a was significantly increased to 4503.6kg and 4582.5kg, respectively. Nitrogen in mesophyll accumulation content was obviously reduced at Bestamin treatment compared to control, and amino acid was reduced with control.

Key words : *hot pepper, fruit quality, animal amino acid, Bestamin, physico-chemical property*

* 본 연구는 2009년도 진주산업대학교 기성회연구비 지원에 의하여 수행되었음.

** 경남과학기술대학교 원예학과

*** 교신저자, 경남과학기술대학교 원예학과(yschae@jinju.ac.kr)

I. 서 론

작물의 다수확을 위한 가장 중요한 요소로서 작용하는 것이 질소비료이고 식물의 단백질, 핵산을 구성하는 필수요소 또한 질소이다. 하지만 최근 유기물자재와 화학비료의 부적절한 사용에 따른 작물의 생육 저해 및 환경오염 악화가 우려됨은 널리 알려져 있다. 또한 표준시비량이나 혹은 농가에서 습관적으로 사용해 왔던 비료를 매 작기마다 사용할 뿐 아니라 무분별하게 질소비료를 수량의 증가를 위한 목적으로 사용하고 있다. 비료로 사용된 질소비료는 토양 중 염류를 증가 시키는 가장 영향력이 큰 요소이다(정 등, 1994; 이 등, 1987).

시설축성재배지의 토양은 집약적 농법으로 과다시비 및 연작재배로 염류집적 현상(Sohn et al., 1996), 유용미생물의 현저한 감소(김 등, 1993), 엽육내의 질산태 질소 함량의 과다 축적(이 등, 2001) 등 시설 토양의 이화학성 악화와 작물의 수량 및 품질을 떨어지게 하며 각종 병해충을 만연시키고 있다. 채 등은 퇴비차(compost tea)의 시설 풋고추(2002) 및 유기액비 축성부추 사용(2004) 시험에서 아미노산과 칼슘의 흡수 및 이동이 빠르며, 아미노산 질소원인 gelamino acid(2009) 노지고추 사용에서 생육 및 품질이 우수하고 토양의 이화학성 개선에도 효과를 얻었다고 하였다. 작물수량을 증진시키는 질소원을 무분별한 사용에서 요소나 유안비료 흡수는 재해 환경 조건이나 토양환경이 양호한 상태에서도 절반정도 흡수하고 용탈이나 치환성 염기와 결합하여 불용상태로 된다(유 등, 1994). 친환경농업 뿐만 아니라 지력증진, 고품질농산물 생산을 위해서도 적절한 질소비료의 균형사용과 유기태질소의 개발로 토양 및 수질오염감소 뿐만 아니라 안전 농산물을 생산할 수 있는 방안을 마련해야 한다.

아미노산 처리가 식물의 생육에 미치는 영향에 관한 연구는 국내·외에 걸쳐 그리 많지 않으며, 일반적으로 식물영양학적 측면에서는 대부분 필수원소를 중심으로 연구가 되어왔으나, 아미노산의 경우 그 흡수여부가 아직 불분명한 것으로 알려져 있다. 하지만 최근 연구 결과를 보면 아기장대의 변이체를 이용하여 아미노산의 흡수 여부를 측정한 결과 아미노산이 잎과 뿌리조직의 transpearase를 통해 흡수 가능한 것으로 보고되었다(김, 2008). 또한 1996년 Shimel과 Chapin의 연구를 보면 툰드라지역에 서식하는 식물의 경우 아미노산을 흡수한다고 보고하였다.

국내의 선행 연구로는 아미노산 액비를 처리한 경우 벤트그라스잔디의 생육이 좋아졌고(김 등, 2003), 토마토 유묘에 glycine을 엽면 처리한 결과 초장과 건물중이 증가하였다고 보고하였으며(강 등, 2006), 곡물 아미노산을 포도에 엽면살포 후 과방중 증가 및 저장성 향상으로 상품성이 높아졌다고 보고하였다(주 등, 2007). 이러한 몇 편의 선행연구는 사과나무에서도 아미노산 액비를 엽면살포할 경우 수체의 생육의 변화와 아미노산이 흡수될 수 있다는 가능성을 제시한다고 할 수 있다.

본 실험은 농업 생산성 향상과 농업 환경보전 및 오염 감소, 농산물의 안정성 추구, 유기농업과 저투입 농업에 중점을 두어 유안 등의 화학비료 시비 경감, 질산염 함량 감소, 고품질 생산과 수량 증진 및 농업 환경 개선에 기여하는 목적으로 산업부산물인 동물성 아미노산 Bestamin 비료를 사용하여 토양의 이화학성 변화와 노지고추의 생육과 품질에 미치는 영향과 엽육내 질소화합물 함량의 축적 양상을 구명하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료 및 처리

공시품종은 농우 종묘주식회사의 ‘부춘’ 품종을 공시재료로 하였으며 2009년 2월 10일 육묘하우스 내 파종상에 128구 tray plug에 파종하였으며 상토는 (주)농우바이오 “식물세계 (Plant World)” 경량혼합상토(코코피트 40%, 피트모스 30%, 펠라이트, 버미큘라이트, 제올라이트는 각각 10%로 조성)에 파종하였다.

3월 20일 본엽이 4~5매 정도 되었을 때 50 cell tray에 이식하였으며 육묘시 생육단계를 나누어 4회에 걸쳐 시비 관리하였다.

4월 20일(70일 묘)에 ○○대학교 채소실습포에 재식거리는 40cm 이랑 넓이 120cm, 주간 거리 65cm로 2열로 대조식으로 심었다.

처리방법으로는 정식 10일전에 동물성 아미노산인 Bestamin(주식회사 태양)을 10a에 200, 400, 800, 1,600kg(200, 400, 800, 1,600g·m²)사용하였으며, 대조구는 일반 관행재배에 준하여 10a당 퇴비는 3,000kg과 인산 11kg, 칼리 15kg, 석회를 80kg, 붕소 1.5kg을 시비하였고, 각 처리구당 2주로 난괴법 3반복으로 배치하였다. 퇴비는 영농법인 우리농민회에서 제조한 유기물함량이 40%인 발효우분(T-N: 1.09%, P₂O₅: 1.29% K₂O: 1.02%, 수분 50%)퇴비를 사용하였다.

공시재료로 사용된 동물성아미노산의 Bestamin은 아르기닌, 프롤린, 메치오닌 등의 18종이 골고루 함유되어 있으며 총질소함량은 6.5%이다.

2. 토양이화학성

토양조사는 시비전과 시험종료시에 시료를 채취하여 분석하였으며, 정식 10일전에 시비하지 않는 상태에서 전체 포장을 대각선으로 5곳을 선정하여 채취하였고, 시험 후 토양조사는 8월 20일 5회 수확 후 처리구별로 3장소를 채취하여 분석하였다.

토양채취는 표토 10cm를 걷어내고 근권이 형성된 15~20cm 사이의 작토층에서 채취한

후 골고루 섞은 후 음건하여 분석하였다.

조사항목은 pH, E.C, NO₃-N, 유기물(OM), P₂O₅와 치환성양이온인 Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺와 염기 치환용량(cation exchange capacity: CEC) 등의 토양의 무기성분의 변화를 분석하였다.

3. 생육 및 품질

조사항목 및 방법은 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하여 실시하였으며, 생육조사는 각 처리별로 30주씩 3반복으로 초장, 주경장, 주경경, 마디수(분지수), 절간장, 절간경, 총엽수, 총엽면적, 엽록소함량을 측정하였다. 주경장과 경경은 마디의 중간을 측정하였고, 마디경과 마디장은 5~10번째 가지의 마디 중 제일 긴 것과 짧은 것을 제외한 세 개의 가지를 측정하였다. 총엽수와 총엽면적은 주경장 상위 세 가지의 잎을 수확 산출하였으며, 엽면적지수는 총엽면적/주당 단위면적으로 산출하였다. 과실의 품질조사는 주당 각각 5개씩을 선정하여 과중(생체중), 과병장, 과병경, 과장, 과경을 측정하여 품질을 조사하였다.

시험성적은 SAS프로그램(Ver. 9.0)을 이용하여 DMRT(5%) 통계분석을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토양이화학성 변화

Table 1은 시비전 토양의 분석결과는 pH는 5.9로 약산성으로 나타내고 있으며 유기물은 2.8%이고 E.C는 0.79로 질산태 질소는 197.3mg/kg으로 나타났고 치환성 염기등은 일반 노지토양과 비슷하였다. 질산태질소와 가용성인산 함량은 다소 낮은 편이며 치환성 양이온함량은 노지토양의 조건에서 적정한 상태인데 비하여 염기치환용량은 2.20Cmol⁺·kg⁻¹로 다소 낮은 편이지만 노지 고추재배 시험포로서는 최적지 상태라 사료되었다. 수확 후 토양의 이화학성변화는 pH가 무시용구에서는 5.8로 시비전과 비슷하게 나타내었는데 비해 모든 시용구에서 pH 6.3~6.4로 다소 높게 나타났다. 이는 유기물시용과 아미노산 질소원의 공급으로 토양유용미생물의 작용과 Oaks(1994)의 NO₃ reductase의해 NH₄로 환원되므로 pH가 다소 상승한다는 연구결과와 같은 경향이라 사료된다.

유기물함량은 무시용구에서 4.2%인데 비해 모든 시용구에서 5.2~5.4%로 1% 이상 높았으며 EC는 처리구간 유의적 차이가 없었다. 질산태질소함량은 무시용구에서 366.7mg·kg⁻¹로 높게 나타난 반면 Bestamin 시용구에서는 221.2~238.2mg·kg⁻¹로 낮게 나타났다. 일반관행 재배구의 Bestamin 무시용구에서는 화학비료의 질소를 19kg을 시용하였고, 흡수기작도 화학비료인 요소의 분해·흡수·이동과 동물성 아미노산 Bestamin의 흡수·이동이 상이하며,

Table 1. Change in physicochemical properties of soil by animal amino acid's Bestamin fertilizer on the hot pepper

Treatment (kg/10a)	pH (1:5)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg·kg ⁻¹)	Ex. cation (Cmol·kg ⁻¹)			EC (dS·m ⁻¹)	NO ₃ -N (mg·kg ⁻¹)	CEC (Cmol ⁺ /kg)
				K	Ca	Mg			
Before application									
	5.9	2.8	279.5	0.52	2.75	1.81	0.79	197.3	2.20
After application									
Cont.	5.8b ²⁾	4.2b	535.2a	1.73a	3.72a	2.37a	1.78a	366.7a	10.25a
200	6.3a	5.4a	425.3b	1.03b	1.66b	2.45a	1.02a	221.2b	10.65a
400	6.4a	5.4a	406.6b	1.05b	1.92b	2.66a	1.92a	236.2b	11.15a
800	6.3a	5.2a	421.5b	1.10b	1.72b	2.25a	1.66a	238.2b	10.72a
1600	6.5a	5.5a	431.7b	1.16b	1.78b	2.47a	1.87a	241.6b	11.36a

²⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

토양에 잔류되는 질산태 질소함량이 아미노산제 질소원을 사용하였을 때는 훨씬 적게 남아있다는 것을 알 수 있었다. Bray(1983)의 질소의 식물체내의 흡수기작과 환원과정으로 유기화합물로 변화되는 메커니즘과 Cho 등(1996), Won(1997) 등의 식물체내 질산염 축적은 질소대사 작용, 시비량, 기상조건, 특히 광조건, 지온 및 토양수분 및 관수 등 환경적 요인에 큰 영향을 받는다는 학문을 바탕으로 본 연구 결과로 시설원예작물의 축적재배시기에 적용시켜 과채류 및 엽채류의 품질에 미치는 효과에 대한 검토가 필요하다고 사료된다.

가용성인산염도 일반관행구인 대조구에 비해 Bestamin 시용구에서 유의적으로 낮았고, 치환성염기도 칼륨과 칼슘함량이 Bestamin 시용구에서 뚜렷한 유의차로 낮게 나타났다. 마그네슘과 CEC는 처리구간 유의적인 차이가 없었다.

동물성 아미노산 베스타민이 노지고추재배의 조기 생육에 미치는 영향은 Table 2와 같다. 초장은 800처리구가 135.5cm로 가장 길었고, 대조구와 1600처리구가 99.3cm와 97.2cm로 가장 짧았다. 200과 400처리구가 107.2cm와 101.6cm로 나타났는데 채(2009)의 Gelamino acid 액상 아미노산 사용 시험보다 다소 짧은 경향을 보였으나 800처리구는 도장하여 낙화 및 과실의 품질이 떨어지는 것으로 나타났고, Bestamin 시용량이 1600처리구에서는 대조구보다 앞이 농녹생이고 엽육이 두꺼워 보였다(no data).

초장 및 주경장, 분지수는 여름기상 및 토질에 따라 다소의 차이가 나타나며, 적정 길이에 대한 문헌이 없어 기술하지 못하였으나 2009년도 시험결과로 미루어 보아 대략 100cm 정도가 착과 고추품질면에서 좋은 것으로 사료된다.

Table 2. Effect of growth by application of animal amino acid's Bestamin fertilizer on the hot pepper

Treatment (kg/10a)	Plant height (cm)	Main stem length (cm)	Main stem diameter (mm)	No. of branch (unit)	Branch diameter (mm)	Main stem weight (g)	No. of leaves (ea)	Chlorophyll ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
Cont.	99.3c ²⁾	27.5c	11.8c	32.6c	7.23a	29.5c	192.7c	57.5a
200	107.2b	32.2a	12.3bc	48.2ab	8.12a	31.7b	211.9bc	55.6a
400	101.6b	32.3a	14.9b	52.7a	8.45a	48.1a	268.1a	53.7a
800	135.5a	27.9ab	16.3a	51.9a	7.16a	48.6a	263.1a	56.8a
1600	97.2c	23.1c	14.2b	42.5bc	7.22a	29.2b	225.1b	57.4a

²⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

주경장은 대조구와 1600처리구에서 짧았고, 200, 400, 800처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않고 비슷하였다. 주경경은 800처리구에서 가장 굵었으며 대조구에서 유의적인 차이로 가늘었다.

주경중은 400과 800처리구에서 다른 처리구보다 뚜렷한 유의차로 무거웠으며, 분지수 역시 400과 800처리구에서 가장 많아 평균 52.3개 이었으나 대조구는 32.6개로 뚜렷한 유의적 차이를 보였다.

분지는 화아가 형성되어 개화 결실 시키는 곳으로 분지수가 많으면 숙과로 생산하려고 할 때 생육기간 중 총 개화수의 약 20% 정도 수확 할 수 있지만 영양상태가 좋으면 착과율이 증가할 것이며 본 연구에서도 조기생육 및 수량에서 좋은 결과를 보였고, 조기 수확후 뿌리에서 흡수하는 양 수분의 여유가 생겨, 다시 생장을 하여 지속적으로 화뢰가 출현할 것이다. 착과지의 경경은 처리가 유의적인 차이가 없었으며 엽수도 역시 400과 800처리구에서 가장 많았으나 엽록소 함량은 처리구간 변화가 없었다.

동물성아미노산 Bestamin 시용이 조기수확 회수에 따른 과실의 특성에 미치는 영향은 Table 3과 같다.

첫 수확에서 과장, 과중 및 과경은 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 2회 수확에서는 대조구가 13.2g으로 Bestmin 처리구에 비해 유의적으로 낮았으며, 3회 수확에서는 400과 800처리구에서 13.0, 13.6g으로 대조구 및 1600처리구의 11.4g에 비해 약 2g 더 무거운 경향을 보였으며 과경도 3회 수확시에 1.35cm로 다른 처리구보다 유의적으로 가늘어 보였다.

Table 3. Characteristics of hot pepper fruits according to animal amino acid at 3 harvest times (July 25, Aug. 10, 20. 2010)

Treatment (kg/10a)	1st			2nd			3rd		
	Weight (g)	Length (cm)	Diameter (cm)	Weight (g)	Length (cm)	Diameter (cm)	Weight (g)	Length (cm)	Diameter (cm)
cont.	16.4a ²⁾	15.2a	1.62a	13.2b	13.3ab	1.47a	11.4c	10.6a	13.5c
200	16.6a	16.1a	1.83a	15.1a	14.7a	1.52a	12.3b	10.7a	14.2ab
400	16.2a	15.1a	1.69a	15.6a	14.4a	1.48a	13.0a	10.6a	15.3a
800	16.9a	15.8a	1.65a	16.4a	14.2a	1.53a	13.6a	10.8a	15.9a
1600	16.9a	16.4a	1.76a	15.5a	13.6ab	1.50a	11.4c	10.4a	14.5ab

²⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 4. Characteristics of fruit weight, no. of fruit per plant, and fruit yield of hot pepper by application of animal acid's Bestamin

Treatment (kg/10a)	Fruit weight (g) per plant			No. of fruits per plant			Fruit yields (kg/10a)		
	Red	Green	Total	Red	Green	Total	Red	Green	Total
cont.	513.7b ²⁾	420.6c	934.3c	37.5a	30.7c	68.2c	1746.6a	1430.0c	3176.6c
200	532.2ab	552.7b	1084.9b	36.2a	37.6b	73.8b	1809.5a	1876.1b	3685.6b
400	548.3ab	776.3a	1324.6a	36.8a	52.1a	88.9a	1864.2a	2639.4a	4503.6a
800	595.9a	751.9a	1347.8a	38.2a	48.2ab	86.4a	2026.1a	2556.4a	4582.5a
1600	576.7ab	537.3b	1114.0b	39.5a	36.8b	76.3ab	1960.8a	1826.8b	3787.6b

²⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

주당 과중 및 과실수는 3회 걸쳐 수확한 것을 산하였으며 수량은 10a당 3400식재 주수에 청과와 숙과를 환산하였다.

숙과의 주당 과중은 대조구가 Bestamin 시용구보다 유의적으로 가벼웠고, 청과는 400과 800처리구에서 가장 무거웠으며 주당 과중은 400과 800처리구에서 가장 무거웠다. 숙과의 주당 과실수는 처리구간 유의적인 차이가 없었으나, 청과에서는 400과 800처리구에서 많았다. 10a당 숙과의 수량은 처리구간 유의적인 차이는 없었으나 청과에서 400과 800처리구에서 높게 나타났고 대조구에서 가장 적었다. 조기 수확에 대한 연구로 첫 수확기에 숙과 수량이 처리구간 비슷하였으나 수확횟수가 많아질수록 Bestamin 시용구가 일반관행재배보다

사용효과가 높아 김(2003) 등의 아미노산액비 처리한 bentgrass의 시험과 강(2006) 등의 토마토 유묘에 glycine 엽면 처리하여 조창과 건물중 증가시험, 곡물아미노산을 포도에 사용하여 과방중 증가 및 저장성 향상으로 상품성을 높였다는 주 등(2007)의 연구보고와 유사하며 채(2009) 등은 아미노산 Gelamino acid 사용이 노지고추 조기생육 및 수량에서 과피와 과중, 과장이 증가하였다고 보고하였다.

노지고추 엽육내 질소화합물 축적함량 변화를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 총질소함량은 화학비료를 사용한 대조구에서 가장 높았으며 200, 400, 800처리구에서 낮았다. 아미노산 함량은 대조구에서 낮았고 Bestamin시용구에서 높게 나타났으며 가용성 단백질 함량은 대조구에서 5.56% Bestamin시용구보다 월등히 높았으며, 200과 400처리구에서 낮게 나타났다. 토양에서의 질소흡수는 질산태(NO_3) 형태로 흡수하는데 엽육에서 암모니아(NH_3)로 환원되어야 하며 이런 경우 탄수화물은 암모니아의 결합에 필요한 탄소원을 공급할 뿐만 아니라 호흡작용으로 분해되어 질산 환원에 필요한 에너지를 공급하는데 토양 및 엽육에서 효소의 작용에 의해 이루어진다고 보고하였다(Ludden & Burris, 1985). 시험 결과에 따르면 화학비료를 시비한 대조구의 엽육의 전 질소 함량율은 높게 나타나고 있는데 반해 아미노산 시용구에서 낮게 나타났다. Kataoka(1983) 등은 안토시아닌 색소발현 및 chlorophyll, NO_3 , 비타민C 함량은 광과 호르몬뿐만 아니라 온도와 유용미생물 발효제 사용에 따른 시험결과에서 봄의 일장기간이 길고 동화작용의 환경여건은 좋지만 야간의 호흡량이 많고 화아가 분화되어 추대되므로 품질 및 생산량이 떨어진다고 보고하였다.

Table 5. Variation of nitrate nitrogen in the mesophyll of hot pepper by animal amino acid's Bestamin fertilizer

Treatment (kg/10a)	Total nitrogen	Amino acid	Protein
	(% of Dry weight)		
Cont.	0.89a	1.37b	5.56a
200	0.34c	1.42a	2.13c
400	0.33c	1.47a	2.06c
800	0.42bc	1.50a	2.63bc
1600	0.52b	1.46a	3.25b

²⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.



Fig. 1. Effect of application of animal amino acid's Bestamin fertilizer on the hot pepper plant growth at harvest time of 3rd.

IV. 적 요

본 연구는 동물성 아미노산 Bestamin이 노지 고추의 생육 및 품질과 토양 이화학성에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

Bestamin을 10a에 200, 400, 800, 1,600kg을 사용한 결과 토양의 이화학성 변화 분석결과, 대조구의 pH, 유기물 함량이 대조구가 낮았으며, 가용성 인산은 아미노산을 사용한 구에서 감소하는 경향을 보였고, NO₃-N, K⁺, Ca⁺⁺ 대조구에 비해 뚜렷이 낮았다. 생육은 400과 800 처리구에서 좋았고, 과실의 특성은 첫 수확에서는 차이가 없었으나 2회, 3회 수확에서는 대조구에 비해 과중은 무거웠고, 과장은 길었다. 주당 과중은 400과 800처리구에서 가장 무거웠고, 과실수는 숙과에서는 처리구간 차이가 없었으나 청과는 400과 800처리구에서 증가하였고, 10a당 총수량은 400과 800처리구에서 각각 4503.6kg과 4582.5kg으로 높게 증수하였다.

엽육내 질소화합물 함량은 대조구에 비해 Bestamin 처리구에서 유의적으로 감소하였고

아미노산은 대조구에서 감소하였다.

[논문접수일 : 2011. 2. 8. 논문수정일 : 2011. 10. 17. 최종논문접수일 : 2011. 12. 10.]

참 고 문 헌

1. 강남준·권준국·이재한·박진면·이한철·최영하. 2006. Glycine betaine 엽면처리가 토마토 유묘의 생육과 삼투조질물질 함량에 미치는 영향. 한국생물환경조절학회지 15(4): 390-395.
2. 김광수·최석호. 1993. 액상유제품의 아미노산, 지방산, 당, 미생물수에 관한 연구. 한국낙농학회지 15(2): 118-127.
3. 김병갑. 2008. 아미노산 액비 처리에 따른 'Fuji' 사과의 생육 및 과실품질. 안동대학교 대학원논문집.
4. 김영선·이규승·함선규. 2003. 아미노산 액비가 벤투그라스잔디의 생장과 토양에 미치는 영향. 한국잔디학회지 17(4): 147-154.
5. 오왕근·오재섭·이규하. 1975. 아미노산 발효부산물물의 농업적 이용에 관한 연구. 한국토양비료학회지 8(2): 97-103.
6. 유관식·유순호·송관철. 1994. 관수에 의한 시비양분의 토양중 이동에 관한 연구. III. 토양수분조건에 따른 질소의 이동. 한토비지 27(3): 232-237.
7. 이경자·강보구·김현주·박성규·민경범. 2001. 질소비종이 토양의 pH, EC, NO₃-N 함량 및 상추 생육에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 34(2): 122-128.
8. 이상은·박준규·윤정희·김만수. 1987. 비닐하우스 토양의 화학적 특성에 관한 연구. 농기 논문집 29(1): 166-171.
9. 정구복·유인수·김복영. 1994. 중북부지역 시설원예지 토양의 토성, 염농도 및 화학성분의 조성. 한토비지 27(1): 33-40.
10. 주인옥·정기태·정성수·문영훈·류정·최정식. 2007. 키토산, 곡물아미노산, 목초액의 엽면살포가 포도의 품질 및 저장성에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지 14: 119-123.
11. 채윤석·강호중. 2002. 퇴비차 시비수준이 시설 풋고추의 생육 및 수량에 미치는 영향. 진주산업대학교 농업기술연보 15: 123-131.
12. 채윤석·김영근. 2004. 부추시설 재배의 유기액비와 고형물시비가 토양의 이화학성에과 생육에 미치는 영향. 진주산업대학교 농업기술연보 17: 85-90.
13. 채윤석. 2009. Gelamino acid 시용이 노지고추 조기생육 및 수량에 미치는 영향. 진주산

업대학교 농업연구소보.

14. Ahmad, M. M., S. Al-Hakim, A. Adely, and Y. Shehata. 1983. The antiocidant activity of amino acids in two vegetable oils. *J. Aner. Oil Chem. Soc.* 60: 837-840.
15. Bray, C. M. 1983. Nitrogen metabolism in plants. Longman. London.
16. Cho, S. M., K. W. Han, and J. Y. Cho. 1996. Nitrate reductase activity by change of nitrate form nitrogen content on growth stage of radish. *Kor. J. Environ. Agric.* 15: 383-390.
17. Huppe, H. C. and K. H. Turpin. 1994. Integration of carbon and nitrogen metabolism in plant and algal cells. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 45: 577-607.
18. Kataoka, I. Y. kubo, A sugimura, and T. Tomona. 1983. Changes in L-phenylalanine ammonialyase activity and anthocyanin synthesis during berry ripening of three grape cultivars. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 52: 273-279.
19. Ludden, P. W. and J. E. Burris. 1985. Nitrogen fixation and CO₂ metabolism. Elsevier. New York.
20. Sohn, S. M., K. S. Oh, and J. S. Lee. 1995. Effects of shading and nitrogen fertilization on yield and accumulation of NO₃⁻ in edible parts of Chinese cabbage. *J Kor. Soc. Soil Sci. Fert.* 28: 154-159.
21. Sohn, S. M., D. Han, and y. H. Kim. 1996. Chemical characteristics of soils cultivated by the conventional farming, greenhouse cultivation and organic farming and accumulation of NO₃⁻ in Chinese cabbage and lettuce. *Kor. J Organic Agric.* 5:149-165.
22. Won, K. P., N. K. Kim, W. S. Sho, S. Y. Chung, H. K. Yun, K. J. Ryu, Y. M. Joen, E. Y. Kim, and M. I. Chang. 1997. Nitrate contents of some vegetables grown in Korea. *Annual Rpt. of KFDA.* 1: 50-56.