

## 퇴비단 여과액비와 막분리 농축액비를 이용한 고품배지경 양액재배가 고추의 생육과 수량에 미치는 영향

류 종 원  
상지대학교

### Effects of Compost Leachate and Concentrated Slurry on the Growth and Yield of Pepper in a Substrate Hydroponic Culture

Ryoo, Jong Won

College of Life Science and Natural Resources, Sangji University

#### Summary

This experiment was conducted to investigate the effects of compost leachate and concentrated pig slurry on growth of pepper in substrate hydroponic culture. In process of composting, compost leachate was through a saturated compost heap. Pig slurry was filtered by ultra filtration and concentrated by reverse osmosis process.

The pig slurry was mixed with chemical nutrient solution and byproduct based on nitrogen content. Peppers were grown in the seven different hydroponic solutions; compost leachate (CL), concentrated pig slurry (CS), compost leachate + byproduct (CL+BP), concentrated pig slurry + byproduct (CS+BP), compost leachate 50% + nutrient solution 50% (CL+NS), concentrated pig slurry 50% + nutrient solution 50% (CS+NS) and chemical nutrient solution for pepper. The chemical nutrient solution was the standard solution of National Horticulture Research Station for the growth of pepper. The concentration of nutrient solution was adjusted 1.6~2.0 mS/cm in EC.

The compost leachate and concentrated pig slurry were low in phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), but rich in potassium (K).

Growth characteristics as affected by the different nutrient solution were significantly different. Growth and fruit characteristics treated with CL 50+NS 50%CS and 50+NS 50% were similar with NS 100% control plot.

The dry weight of stem and leaf were 107.4, 104.2g in plot of NS 100% and CS 50%+NS 50%, respectively. The fruit of pepper showed lowest in the plot treated with 100% concentrated pig slurry, and the growth of pepper severely decreased after application of 100% CS treatment.

The yield of pepper was not significantly different between the plots treated with mixture of CS50 + NS50% and 100% nutrient solution treatment. Fruit yield of the compost leachate concentrated pig slurry plot were 59, 14% compared to control, respectively. In conclusion, the mixture solution of 50% of pig slurry and 50% of nutrient solution could be used as a nutrition solution of pepper in hydroponic culture.

**(Key words)** : Pepper, Compost leachate, Concentrated pig slurry, Hydroponic culture, Growth)

---

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 : 과제번호 20070301036031의 지원에 의해 이루어진 것임.

Corresponding author : Jong Won Ryoo, College of Life Science and Natural Resources, Sangji University, Wonju, 220-702, Korea. Tel: 033-730-0516, E-mail: jwryoo@sangji.ac.kr

2009년 7월 23일 투고, 2009년 7월 30일 심사완료, 2009년 8월 2일 게재확정

## 서 언

지금까지 가축분뇨는 퇴비와 액비로 노지 작물에 작물재배전 밑거름으로 이용되고 있었으나 하우스 재배면적이 증가되고 있으므로 시설하우스의 수경·관비재배에 활용가능한 유기액비의 개발 기술이 필요한 실정이다. 가축분뇨의 액상비료는 전국적으로 그 생산량이 막대함에 따라 화학비료를 대체 할 수 있는 관비, 양액재배용 비료에 대한 모색이 필요한 시기이다(이, 2004). 최근 관비·수경재배에서도 농약 및 화학비료의 사용량은 감소하여 환경친화적 재배기술 개발에 주력하고 있으므로(Seo, 1999) 친환경농업에 활용 할 수 있는 액비의 개발이 필요하다. 양액재배는 고효율 농업생산 방식에서 최근에는 친환경적 양액재배에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(유와 배, 2005). 또한 미국을 중심으로 유기양액재배에 대한 연구가 이루어지고 있으나(Jarecki, 2005) 우리나라에서는 이에 대한 연구가 미흡한 실정이다(유와 배, 2005).

가축분뇨 발효액비를 수경·관비재배용으로 활용하기 위해서는 관비시스템의 막힘이 생기지 않게 부유물질의 함량이 적게 70 $\mu$ m 정도로 여과되며 무기이온 함량의 감소가 적은 액비가 유리하다고 하였다(임과 이, 2003). 따라서 부유물질이 많고 TDS(Total Dissolved Solids)가 높은 가축분뇨 발효액비를 관비재배에 적용하려면 노즐과 밸브 및 관의 막힘을 예방하기 위하여 반드시 여과 과정을 거쳐야 한다. 부유물질의 함량이 높은 가축분뇨 발효액비를 관비재배에서 편리하게 여과하는 방법이 실용화되고 있지 않는 실정이다. 그러나 퇴비단 여과기술이나 막분리 기술의 적용을 통하여 부유물질의 제거가 가능하다.

국내에서 개발된 퇴비단여과액비(compost leachate)는 일명 SCB(Slurry composting biofiltr-

ation) 이라고 하며 퇴비단의 과수분상태(포화수분 이상)에서 중력에 의해 여과액이 퇴비단 바닥으로 내려온 진한색의 액비를 말한다. 퇴비여과수는 다량의 수용성 유기물과 박테리아, 칼륨 등을 함유하고 있으며 인산함량은 낮으며 부유물질이 적어 관비, 양액재배에 활용이 가능하다. 퇴비단여과액비는 퇴비로부터 추출된 효소, 부식산, 수용성 양분으로 구성되어 있다. 또한 막분리 기술은 20세기 고분자 화학을 비롯한 재료공학의 발달로 기능성 고분자 재료물질이 개발됨으로써 해서 상업적 개발이 이루어지기 시작했다(한국막학회, 1998). 부유물질을 제거한 막분리 돈분뇨 농축액비를 제조하면 농작물의 추비시용과 관비 및 양액재배에 이용이 가능하게 된다. 막분리 과정에서 배출되는 농축액비는 각종의 무기물과 미량요소들이 함유되어 있는 양질의 유기성 비료이다.

고추는 원예작물 가운데 가장 많은 면적을 차지하고 있으며 붉은 고추는 조미용으로 쪄고추는 비타민C와 카로틴의 함량이 높아서 생식용으로 주로 소비되고 있다. 본 연구는 양액재배에서 액비를 화학비료와 대체하기 위하여 퇴비화 과정에 배출되는 여과액비와 막분리 처리과정에서 돈분뇨 슬러리를 환의여과막을 통과하고 역삼투막 처리에서 역류되어 나오는 농축된 액비를 재료로 하여 부산물과, 양액의 혼합처리가 고추의 생육과 수량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 액비 제조

본 연구의 공시 SCB 퇴비단여과액비는 경기도 이천군 개척농장의 여과액비를 이용하였으며 농축액비는 횡성군 안흥면 신천봉농장의 막분리 처리 돈슬러리 농축액비를 사용하였다. 양액재배에 있어서 노즐과 밸브 및

관의 막힘을 방지하기 위해서 반드시 여과과정을 거쳐야 한다. 본 농축액비 조제 공정은 축사 슬러리 저장조, 한외여과 및 역삼투막 처리 장치 순으로 설치하여 농축액을 실험재료로 활용하였다. 여과액비와 농축액비의 성분함량을 높이고 부족한 성분을 보충하기 위하여 액비에 부산물을 혼합하여 조제하였다. 액비와 부산물의 혼합액비 조제방법은 180ℓ의 여과액비, 농축액비에 골분 0.4ℓ, 동물성 아미노산 180g, 당밀 190g, 해초류추출물 24g, 난각칼슘 0.4ℓ를 첨가하여 조제하였다. 골분과 난각칼슘은 구연산에 용해하였다.

## 2. 시험 재료

고추 재배시험은 2008년에 강원도 횡성군 반곡리 농가 비닐하우스에서 수행하였다. 고추는 길상 품종을 이용하였다. 고추 파종은 5월 25일에 실시하였으며 정식은 큐브에서 암면배지로 2008년 7월 21일에 실시하였다. 시험은 2008년 7월 21일에서 2008년 10월 10일 까지 수행하였다.

양액재배 방식은 고행배지경 양액재배로 70ℓ 용량의 양액통에 양수량 40ℓ/min의 수

중 펌프를 사용하여 주야간 매 1시간 마다 15분씩 급액 되도록 하였다. 재배상은 800×70×15 cm(길이×너비×깊이)의 암면배지상의 바닥에 0.05 mm 두께의 PE필름을 깔았다. 정식은 20 cm 간격으로 1주씩 심어 재식거리가 140×20 cm가 되도록 하였다. 시험구 배치는 임의배치 3반복으로 배치하였다. 각 처리구의 효과를 비교하기 위하여 대조구의 양액은 원예연구소의 고추 배지경 양액재배 전용 배양액을 공급하였다. 1일 양액투입량은 주당 1~2ℓ로 하였다. 배양액의 전기전도도(EC)는 생육 초기에 1.6 mS/cm, 생육중기에 1.8~2.0 mS/cm, 생육후기에 1.8 mS/cm으로 조절하였다. 배양액의 pH는 인산용액으로 조절하였으며 pH는 5.5~6.0으로 유지하였다.

본 시험에 사용한 지하수의 성분함량은 표 1과 같다. 양액재배 농가에 이용된 원수의 수질분석 결과 EC 함량이 75.2 μS/cm이었다. 본 연구의 양액조성은 지하수의 무기물 함량을 고려하여 조성하였다.

## 3. 처리내용

본 시험의 처리내용은 표 2와 같다. 각 처

Table 1. Well water quality in experiment farm

T-N (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)	Ca (mg/ℓ)	Mg (mg/ℓ)	K (mg/ℓ)	EC (μS/cm)
0.66	0.012	26.2	4.2	0.4	72.5

Table 2. Treatment of experiment.

Treatment	Content
T1	Compost leachate
T2	Concentrated pig slurry
T3	Compost leachate + Byproduct
T4	Concentrated pig slurry + Byproduct
T5	Compost leachate 50%* + Nutrient solution 50%
T6	Concentrated pig slurry 50% + Nutrient solution 50%
T7 (control)	Nutrient solution for pepper

\* Treatment based on nitrogen content

CL : Compost leachate, CS : Concentrated pig slurry, BP: Byproduct

NS : Nutrient solution for pepper of National Horticultural Research Institute.

리구별 시용량은 질소 시비량을 기준으로 여과액비와 농축액비에 부산물과 원예연개발양액을 혼합하여 사용하는 조합처리를 두었다. 처리구는 여과액비 단독처리구 (CS 100%), 농축액비 단독처리구 (CS 100%)를 두었다. 또한 부산물의 혼합효과를 알아보기 위하여 여과액비, 농축액비에 부산물을 혼합하는 처리구를 두었다. 또한 여과액비, 농축액비 50%에 양액을 질소기준으로 50% 혼합하는 처리구를 두었다. 대조구로 양액단독처리구 (NS 100%)를 두었다.

#### 4. 가축분뇨 액비 분석

각 항목의 분석방법은 폐기물 공정시험법에 따라 분석하였다. pH는 ORION model 420A를 사용한 이온전극법 (Ionic electronic method), EC (Electronic Conductivity: mS)는 TOA model CM-7B를 사용하였다. 또한, T-N (Total Nitrogen)은 spectrophotometric method, T-P (Total Phosphates)는 Ascorbic acid method를 사용하였다. 이온성 원소 (F<sup>-</sup>: Fluoride ion, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>: Nitrite Nitrogen, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: Nitrate Nitrogen, PO<sub>4</sub><sup>-</sup>: Orthophosphates, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: ammoniac Nitrogen, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: Sulfuric ion, Cl<sup>-</sup>: Chloride ion)의 분석은 IC (Dionex model: DX-120)를 사용하였으며, Standard method 4110으로 분석하였다. 미량원소의 분석은 ICP-MS (Varian model: Ultramass 700)를 사용하였으며, EPA Method 3050B의 전처리방법과 EPA Method 200.8의 분석방법을 적용하였다. 단, Sodium은 EPA method 200.9의 분석방법을 적용하였다. 단종 다량원소 분석은 AA (Perkin Elmer model: 5100PC)를 사용하였으며, EPA Method 3050B의 전처리방법과 EPA Method 200.9의 분석방법을 적용하였다.

#### 5. 조사내용

조사항목은 초장, 줄기직경, 지상부 생체중

및 건물중, 엽록소 함량 등을 조사하였다. 고추의 생육조사는 과수, 과중을 조사하였다. 건물수량은 생체중을 측정 한 후 건조기에 넣어 65℃에서 72시간 건조시켜 건조중량을 측정하였다. 액비와 양액의 혼합에 의한 산도(pH)는 pH 미터기로, 전기전도도는 EC 메터기를 이용하여 측정하였다.

고추 생육조사는 처리구당 20개체를 선정하여 조사하였다. 엽록소 측정치 (SPAD reading value)는 간이엽록소측정장치 (Minolta Japan, SPAD-502)을 이용하였다. 측정엽은 가장 넓은 엽으로 하였으며 반복당 5주씩, 1주당 10회씩 측정하여 평균처리 하였다. 기타 생육 특성은 농촌진흥청이 제시한 농사시험연구조사기준 (농촌진흥청, 1995)에 의거하여 조사하였다. 통계처리는 모든 자료들에 대하여 SAS package (SAS Institute, 1998)의 GLM procedure로 분산분석을 실시하였으며, Duncan's new multiple test를 이용하여 95% 수준에서 유의성을 검정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 액비 성분 함량

SCB 퇴비단여과액비와 막분리 돈슬러리 농축액비의 이화학적 특성은 표 3과 같다. 농축액비의 부유물질 (suspended solid) 함량은 15.2 mg/l로 매우 낮아 하우스 관비 재배시 막힘 문제가 발생되지 않는 수준이었다. 농축액비의 질소함량은 620 mg/l이었으며 하우스 추비용으로 이용이 가능한 수준에 도달하였다. 칼륨함량은 5,885 mg/l으로서 질소, 인산에 비하여 상대적으로 높은 함량을 나타내었다. 농축액비의 인산함량이 84.4 mg/l로서 낮았는데, 이는 인산이 대부분 부유물질에 함유되어 있기 때문인 것으로 사료된다.

여과액비와 농축액비의 성분함량을 높이고 부족한 비료성분을 보충하기 위하여 부산물

류종원 등 : 퇴비단 여과액비와 막분리 농축액비를 이용한 고행배지경 양액재배가 고추의 생육과 수량에 미치는 영향

Table 3. Nutrient composition of concentrated pig slurry

Items	T-N (mg/ℓ)	NO <sub>3</sub> -N (mg/ℓ)	NH <sub>4</sub> -N (mg/ℓ)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/ℓ)	CaO (mg/ℓ)	MgO (mg/ℓ)	K <sub>2</sub> O (mg/ℓ)	Suspended solid (mg/ℓ)
Compost leachate	528.6	98	176.6	159.3	45.5	22.7	1,447.6	352.5
Concentrated slurry	620.2	12	216.0	84.4	318.2	352.5	3,870.1	15.2

을 첨가한 조제액비의 이화학적 성분함량은 표 4와 같다. 부산물 액비의 조제방법은 180 ℓ의 여과액비, 농축액비에 골분 0.4 ℓ, 동물성아미노산 180g, 당밀 190g, 해초류추출물 24g, 난각칼슘 0.4 ℓ를 첨가하여 조제하였다. 골분과 난각칼슘은 구연산에 용해하였다. 부산물을 첨가한 여과액비와 농축액비는 원료액비에 비하여 질소, 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등 주요 비료성분 함량이 높아졌다.

Table 4. Chemical properties of mixtures of pig liquid manure and byproduct

Items	Compost leachate + byproduct*	Concentrated slurry + byproduct
T-N (mg/ℓ)	2,572	1,952
NH <sub>4</sub> -N (mg/ℓ)	1,640	1,497
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/ℓ)	844	787
K <sub>2</sub> O (mg/ℓ)	3,040	5,790
CaO (mg/ℓ)	811	1,347
MgO (mg/ℓ)	111.1	300.2
B (mg/ℓ)	2.4	2.0

\*\* 180 ℓ of compost leachate and concentrated slurry mixed with 0.4 ℓ bone meal, 180g amino acids, 190g molasses, 24g seaweed extract, 0.4 ℓ and egg calcium

## 2. 정식 후 30일의 고추 생육 특성

퇴비단여과액비, 농축액비를 이용한 하우스 고추 양액재배의 적합성을 평가하기 위하여 원예연구소의 풋고추 암면재배용 표준양액 급액구를 대조구로 하여 여과, 농축액비에 부산물과 양액을 혼합조성한 처리구를 두

어 재배한 고추의 정식 후 30일의 생육상황은 표 5와 같다. 고추의 초장은 여과액비 + 양액 (CL 50% + NS 50%) 시용구, 농축액비 + 양액 (CS 50% + NS50%) 시용구에서 양액급액구 (대조구)와 대등한 초장을 나타내었다. 그러나 여과액비 단독처리구, 액비와 부산물 (CL+BP, CS+BP) 처리구의 초장은 55~56 cm로 양액 (대조구) 보다 작았다. 특히 농축액비처리구의 초장은 42.3 cm로 매우 작았는데 그 이유는 막분리 과정 중 양분 불균형이 발생되었기 때문으로 생각된다 (표 3). 주경장, 줄기직경은 초장과 같은 경향을 나타내었다. 이상의 결과에서 액비와 화학비료 양액혼용 처리구는 양분간의 균형이 맞아 초장과 줄기 직경의 증대효과를 가져 왔으나 농축액비 단독처리구는 질산태질소와 인산이 부족한 양분 불균형으로 인하여 정상적인 생육을 나타내지 못한 것으로 생각된다. 또한 여과액비 단독처리구와 농축액비+부산물 처리구도 화학양액의 생육에 미치지 못하는 결과를 나타내었다.

## 3. 정식 후 30일의 고추 과수 특성

정식 후 30일 고추 과수의 특성은 표 6과 같다. 식물체당 과수는 농축액비+부산물 (CS + BP) 처리구에서 17개로 대조구 보다 많았으나 통계적으로 유의성을 나타내지 않았다. 여과액비 50% + 양액 50%, 농축액비 50% + 양액 50% 처리구에서의 과수는 15개로 대조구 보다 많았으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 식물체당 과수는 여과액비, 농축액비 단독시용구, 여과액비 + 부산물 시

Table 5. Growth characteristics of pepper at 30 days after transplanting.

Treatments	Plant height (cm)	Main stem length (cm)	Stem diameter (mm)
CL	55.4c*	20.1b	9.8c
CS	42.3d	18.8c	8.0d
CL+BP	56.3b	20.2b	10.0b
CS + BP	56.7b	18.8c	10.2b
CL50% + NS50%	66.2a	22.3a	12.0a
CS50% + NS50%	63.6a	19.9b	12.1a
NS	62.9a	18.9c	12.1a

CL : Compost leachate, CS : Concentrated slurry, BP : Byproduct

NS : Nutrient solution

\* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

Table 6. Fruit characteristics of pepper at 30 days after transplanting by application of pig liquid fertilizer

Treatments	No. of fruit (No./plant)	Length of fruit (cm)	Width of fruit (cm)	Mean fruit wt. (g/plant)	Fruit fresh Wt. (g/plant)
CL	11.7c*	62.1ab	26.2ab	15.2b	178.4c
CS	4.2d	53.4d	24.9c	11.9e	49.8f
CL+BP	12.5c	59.1c	25.4c	14.1c	152.5e
CS+BP	17.0a	62.6ab	25.4c	13.0d	162.1d
CL50% + NS50%	15.0b	60.8b	27.5b	15.7b	267.0d
CS50% + NS50%	15.1b	64.5a	30.3a	18.2a	273.8a
NS	14.4b	62.3ab	27.4b	15.2b	218.4b

\* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

용구에서 각각 11.7, 4.2, 12.5개로 양액대조구에 비하여 적었다. 특히 농축액비 시용구의 과수는 4.2개로 매우 불량하였는데 생식생장기에 막분리 과정 중에 양분의 불균형이 원인이 된 것으로 생각된다.

고추의 과장은 CL50%+NS50% 처리구에서 64.5 mm로 가장 컸으며 다음으로 CL, CS + BP, CL50% + NS50% 처리구 순서로 컸다. 고추의 과장 역시 농축액비 처리구에서 가장 작았다. 과경은 CL50% + NS50% 처리구에서 가장 컸고 농축액비처리구에서 가장 작았으며 다른 처리구 사이에는 통계적인 유의차가 없었다.

고추의 평균과중은 CS50%+NS50% 처리구에서 18.2g으로 가장 무거웠으며 다음으로 CL50%+NS50% 처리구, 여과액비처리구 순서로 무거웠다.

정식 후 30일 1차 수확시 생과중은 CS50% + NS50%, CL50% + NS50% 처리구에서 각각 273.8 g, 267 g으로 대조구인 양액 보다 22, 25% 높았다. 1차 고추수확시 식물체당 고추과중이 여과액비 양액혼용구에서 높은 것은 여과액비속에 포함된 호르몬, 효소 성분 때문인 것으로 생각되지만 추후 검토가 필요할 것으로 생각된다. 그러나 농축액비처리구에서의 과중은 49.8 g으로 현저히 떨어지는

경향이였다.

#### 4. 정식 45일 후 고추과수 특성

정식 45일 후 2차 수확시 과수의 특성은 표 7과 같다. 식물체당 과수는 1차 수확시와 달리 대조구인 화학양액처리구에서 15.7개로 가장 많았다. 농축액비 50% + 양액 50% 처리구에서의 과수는 14.7개로 여과액비 단독처리구 보다 많았다. 주당과수는 여과액비, 농축액비 단독시용구, 여과액비+부산물 시용구에서 각각 8.1, 2.7, 4.3개로 대조구인 양액급액구에 비하여 현저히 적었다. 또한 과장은 여과액비 처리구에서 68.4cm로 대조구와 대등하였고 여과액비 + 양액 (CL 50% + NS 50%), 농축액비 + 양액 (CS50% + NS50%), 여과액비+부산물(CL + BP) 처리구에서는 대조구인 양액처리구 보다 다소 낮았다. 과경은 여과액비 + 양액(CL50% + NS50%) 처리구에서 가장 컸고 농축액비처리구에서 가장 작았으며 다른 처리구 사이에는 통계적인 유의차가 없었다. 고추의 평균과중은 여과액비 + 양액(CL 50% + NS50%), 여과액비, 양액처리구 순서로 높았으며 액비+부산물 혼합 처리구에서는 낮았다.

고추의 식물체당 생과중은 농축액비+양액 (CS50% + NS50%) 처리구에서 282.6 g으로 대

조구인 양액처리구 보다 무거웠으나 통계적인 유의차는 나타내지 않았다. 농축액비처리구의 생과중은 40.8g으로 현저히 떨어지는 경향이였다.

#### 5. 정식 70일 후 고추생육 특성

고추의 정식 후 70일의 생육상황은 표 8과 같다. 초장은 여과액비 + 양액 (CL50% + NS50%), 농축액비+양액(CS50% + NS50%) 시용구에서 68~69 cm로 대조구인 양액시용구 보다 다소 컸다. 여과액비 단독처리구, 액비+부산물 혼합 (CL + BP, CS + BP) 처리구에서의 초장은 각각 63.1, 59 cm로 양액 (대조구) 보다 낮았다. 농축액비 처리구의 초장은 43.9 cm로 매우 낮았다. 이상의 결과에서 액비와 양액 혼용처리구는 양분간의 균형이 맞아 초장과 줄기직경의 증대효과를 가져 왔으나 농축액비 단독처리구는 질소와 인산의 양분 불균형으로 인하여 정상적인 생육을 나타내지 못한 것으로 사료된다.

엽록소 측정치는 식물체 영양상태를 나타내는 간접지표이다. SPAD502를 이용하여 엽록소 측정치를 조사한 결과를 보면 여과액비 +부산물 혼용구 (CL + BP)와, 여과액비 + 양액 (CS50% + NS50%) 처리구에서 각각 68.2, 72.2로 양액처리구와 대등한 엽록소 측정치

Table 7. Fruit characteristics of pepper at 45 days after transplanting by application of pig liquid fertilizer

Treatments	No. of fruit (No./plant)	Length of fruit (mm)	Width of fruit (mm)	Mean fruit wt. (g/plant)	Fresh Wt. (g/plant)
CL	8.1e*	68.4a	27.0b	18.1a	147.1b
CS	2.7g	62.6b	24.5c	11.9d	40.8c
CL+BP	4.3f	58.5c	26.9b	14.1bc	165.2b
CS+BP	10.5d	63.3b	26.4b	13.0c	165.8b
CL50% + NS50%	13.1c	61.4ab	30.7a	15.7b	251.7a
CS50% + NS50%	14.7b	64.2a	29.5a	18.2a	282.6a
NS	15.7a	68.5a	28.3a	15.2b	277.2a

\* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

Table 8. Growth characteristics of pepper at 70 days after transplanting

Treatments	Plant height (cm)	Stem Diameter (mm)	SPAD 502
CL	63.1c*	13.1b	62.0d
CS	43.9e	9.7c	45.8e
CL+BP	59.0d	13.4b	72.4b
CS+BP	59.1d	12.8b	69.4c
CL50%+NS50%	68.8a	15.5a	68.2c
CS50%+NS50%	69.1a	15.4a	72.2b
NS	66.8b	14.8a	75.1a

\* abcde : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

를 나타내어 양호한 질소 영양상태를 나타내었다. 여과액비, 농축액비 단독시용구에서의 엽록소 측정치는 각각 62.0, 45.8로 대조구의 75.1에 비하여 현저히 낮았다.

농축액비 단독시용구의 엽록소 측정치가 저하된 것은 농축액비의 무기태질소 중 질산태질소 부족의 양분불균형에 의한 영양상태의 악화가 원인이 된 것으로 생각된다. 홍등(2001)은 토마토 잎의 엽록소 측정치는 단위면적당 질소흡수량과 유의성 있는 정의 상관관계를 보여 식물체의 질소영양진단의 지표로 활용이 가능하다고 하였다.

#### 6. 정식 후 70일 고추 과수 특성

정식 70일 후 고추의 과수 특성은 표 9와 같다. 식물체당 과수는 대조구인 양액처리구

에서 30.3개로 가장 많았으며 여과액비+양액(CL50%+NS50%), 농축액비+양액(CS50%+NS50%) 처리구에서 23~24개로 양액처리구보다 적었다. 과수는 부산물혼합처리구(CL+BP, CS+BP) 처리구가 여과액비처리구보다 적었다. 농축액비 단독시용구의 과수는 3.6개로 가장 적었다. 고추의 과장은 여과액비+양액(CL50%+NS50%), 농축액비+양액(CS50%+NS50%) 처리구에서 대조구인 양액처리구와 대등한 과장을 나타내었다. 과경도 여과액비+양액(CL50%+NS50%) 처리구에서 가장 컸으며 농축액비처리구에서 가장 작았으며 다른 처리구 사이에는 통계적인 유의차가 없었다.

고추의 평균과중은 농축액비+양액(CS50%+NS50%) 처리구에서 20g으로 가장 무거웠으며 여과액비, 여과액비+부산물(CL+BP),

Table 9. Fruit characteristics of pepper in 70 days after transplanting

Treatment	No. of fruit (No./plant)	Length of fruit (cm)	Width of fruit (cm)	Mean fruit wt. (g/plant)	Fruit Wt. (g/plant)
CL	17.9c*	63.7b	25.7c	14.7d	263.7d
CS	3.6f	59.1c	22.3d	14.4d	52.0f
CL+BP	15.8d	62.7b	28.0b	17.7b	279.9c
CS+BP	13.4e	58.4c	27.9b	16.9bc	226.4e
CL50%+NS50%	24.3b	67.4a	28.4b	16.5c	492.3a
CS50%+NS50%	23.9b	68.4a	29.9a	20.0a	480.4b
NS	30.3a	69.4a	29.9a	16.5c	498.8a

\* abcdef : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.



류종원 등 : 퇴비단 여과액비와 막분리 농축액비를 이용한 고행배지경 양액재배가 고추의 생육과 수량에 미치는 영향

여과액비+양액 (CL50% + NS50%) 처리구에서는 대조구인 양액처리구와 대등한 평균과중을 나타내었다. 식물체당 생과중은 여과액비+양액 (CL50% + NS50%), 농축액비+양액 (CS50% + NS50%) 처리구에서 각각 492.3g, 480.4g으로 대조구인 양액시용구와 대등하였다. 농축액비처리구에서 49.8g으로 현저히 떨어지는 경향이였다.

### 7. 고추수량

고추의 1차, 2차, 3차 수확의 합계수량은 표 10과 같다. 고추의 1차 수확시 수량은 액비+양액 (CL50% + NS50%, CL50% + NS50%) 혼용구에서 대조구 대비 22~25% 높았다. 1차 수확시 고추수량은 여과액비 단독시용구에서 대조구인 양액시용구 대비 82%의 수량을 나타내었으나 농축액비 단독시용구의 경우 양액 대비 23%에 불과하여 여과액비가 농축액비 보다 초기수량이 현저하게 높은 결과를 나타내었다. 고추의 2차, 3차 수확시 수량은 액비 50% + 양액 50% 시용구에서 대조구인 원예연 표준양액과 대등한 수량을 나타내었다.

고추의 1차, 2차, 3차 수확의 합계 생체중은 농축액비 50% + 양액 50% 시용구에서 주당 1,037 g으로 가장 높은 수량을 나타내었다. 여과액비 단독처리구는 대조구 대비 59%

의 수량을 나타내어 여과액비를 활용하여 유기농 수경재배의 가능성을 제시하였으나 수량은 양액재배에 미치지 못하였다. 또한 농축액비 단독시용구의 수량은 원예연 양액 (대조구) 대비 14%에 불과하였다. 농축액비 단독시용구는 인, 칼슘, 마그네슘의 부족에 기인하는 양분불균형에 의하여 충분한 영양생장이 이루어지지 않고 생식생장이 이루어져 상대적으로 합계수량이 적어진 것으로 생각된다. 최 등 (2007)은 잎들개 시험에서 인산 결핍은 지상부의 생육이 심하게 억제 되었다고 하였는데 본 고추 양액시험에서도 농축액비의 양분 불균형에 의한 인산부족이 지상부 잎 + 줄기 생육을 저해한 것으로 사료된다. Blair 등 (1970)은 양액내의  $NH_4-N$ 이 적을 때 수량이 증대된다고 하였다. 또한 무 시험에 있어서  $NH_4-N$ 이 10% 이상 일 때 생육이 저하된다고 (Gericke, 1929) 하였는데 이는 양액재배에서는 식물체내에 질소영양에서 흡수되는  $NO_3:NH_4$ 의 비율이 더 중요하다는 것을 보여 주었다. 본 연구 결과에서도 농축액비의  $NH_4$ 의 함량이 높은 것에 의하여 잎줄기의 생육이 억제된 원인이 된 것으로 생각된다.

퇴비단여과액비 + 부산물, 농축액비 + 부산물 처리구의 수량은 대조구 대비 각각 60, 54%를 나타내어 여과액비 단독시용구와 비슷한

Table 10. Yield characteristics of pepper by application of pig liquid fertilizer

Treatment	1st yield (g/plant)	2nd yield (g/plant)	3rd yield (g/plant)	Total yield (g/plant)	Index
CL	178.4c	147.1b	263.7b	589.2b*	59
CS	49.8d	40.8c	52.0c	142.6c	14
CL+BP	152.5c	165.2b	279.9b	597.6b	60
CS+BP	162.1c	165.8b	226.4b	554.3b	56
CL50%+NS50%	267.0a	251.7a	492.3a	1,011.0a	102
CS50%+NS50%	273.8a	282.6a	480.4a	1,036.8a	104
NS	218.4b	277.2a	498.8a	994.4a	100

\* abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

수량을 나타내어 부산물 첨가 효과가 나타나지 않았다. 그 이유는 양액재배에서는 무기물질이 이용되는데 부산물의 무기화가 충분하지 않았기 때문인 것으로 사료되며 추후 무기화가 용이한 부산물 재료의 첨가에 대한 추가연구가 필요할 것으로 생각된다.

### 적 요

본 연구는 고휘배지경 양액재배에서 화학양액 대체가능성을 검토하기 위하여 여과액비, 농축액비에 양액 및 부산물의 혼합처리가 고추의 생육과 수량에 미치는 영향을 검토하였다. 처리는 질소함량을 기준으로 여과액비, 농축액비에 부산물과 양액을 혼합하는 처리구를 두어 전기전도도와 pH를 조정하여 고추 양액재배를 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 여과, 농축액비에는 다량 및 미량원소를 함유하고 있으며 부유물질(SS)이 낮아 수경재배시 관배수의 막힘문제 없이 활용이 가능하였다. 또한 여과, 농축액비는 인산, 칼슘, 마그네슘 함량이 낮고 칼륨이 높은 양분불균형을 나타내었다.

2. 양액재배에서 고추의 합계수량은 여과액비 단독시용구에서 원예연 표준양액재배 대비 총수량 59%를 나타내었으며 농축액비의 경우 양액 대비 14%에 불과하였다. 퇴비 단여과액비 + 부산물, 농축액비 + 부산물 처리구의 수량은 대조구 대비 각각 60, 54%를 나타내어 여과액비 단독시용구와 비슷한 수량을 나타내어 부산물 첨가 효과가 나타나지 않았다.

3. 여과액비와 농축액비에 양액을 50%:50% 비율로 혼합 처리구의 수량은 표준양액과 대등한 수량을 나타내었다. 결론적으로 여과액비, 농축액비 50%에 양액을 50% 첨가하면 고추 양액재배에 활용이 가능할 것으로 판단된다.

### 인 용 문 헌

1. 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준.
2. 유성오, 배종향. 2005. 순환식 수경재배에 적합한 토마토 배양액 개발. 한국생물환경조절학회. 14(3):203-211.
3. 이명규. 2004. 양돈분뇨의 양액재배용 비효연구. 축산시설환경학회지. (3):169-174.
4. 임상철, 이명규. 2003. 유기액비를 이용한 과채류 관비시스템 확립에 관한 연구. 유기성 액비의 조제 및 균질화 기술 개발. 농림부. p 65~82.
5. 한국막학회. 1998. 막분리의 기초. 한국막학회. pp.1~28.
6. 최종명, 박종윤. 2007. 인산시비농도가 잎들개의 생육, 결핍증상 및 무기원소 함량에 미치는 영향. 한국생물환경조절학회. 16(4):358-364.
7. 홍순달, 김기인, 박효택, 김성수 2001. 시설재배 토마토 잎의 엽록소 측정치와 토양 질소공급능력의 상호관계. 한국토양비료학회지. 34(2):85~91.
8. Blair, G. J., H. Miller and W. A. Mitchell. 1970. Nitrate and ammonium as sources of nitrogen for corn and their influence on the uptake of other ions. Agron. J. 62: 530-532.
9. Jarecki, M. K., C. Chong and R. P. Voropney. 2005. Evaluation of compost leachates for plant growth in hydroponic culture. Journal of Plant Nutrition. 28: 651-667.
10. Gericke, W. F. 1929. Aquaculture a means of crop production. Amer. J. Botany. 16 : 862.
11. Seo, B. S. 1999. Future prospects and countermeasures for hydroponics in 21C. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 17(6).