

막분리 돈분뇨 농축액비를 이용한 양액재배가 토마토의 생육과 수량에 미치는 영향

류종원 · 서운갑*

상지대학교

Effects of Concentrated Pig Slurry Using Membrane Filter on the Growth and Yield of Tomato in Nutriculture

Ryoo, Jong Won and Seo, Woon Kab

College of Life Science and Natural Resources, Sangji University

Summary

This experiment was conducted to investigate the effects of concentrated pig slurry using membrane filter on growth of tomato in nutriculture. Pig slurry was filtered by ultra filtration and concentrated by reverse osmosis process. Filtration of pig slurry was necessary to prevent the hose clogging in nutriculture. The concentrated pig slurry (CS) and nutrient solution (NS) were mixed by six different mixing ratios of 0 : 100, 20 : 80, 40 : 60, 60 : 40%, 80 : 20 and 100% : 0% based on nitrogen content. The chemical nutrient solution was the solution of National Horticulture Research Station for the growth of tomato. The concentration of nutrient solution was adjusted a range of 1.6~2.0 mS/cm in EC.

The plant height of tomato treated with CS 20+NS 80% was similar with NS 100% control plot. Plant height was highest in the plot of CS 20+NS 80%. The treatment of 100% concentrated pig slurry was lowest in the growth characteristics of tomato. Number of cluster was very lower in 100% concentrated pig slurry compared with plot of chemical nutrient solution.

In the beginning of growth stage, SPAD reading value was reduced in plot treated with CS 100%, but CS 20+NS 80% plot was higher compared to 100% concentrated pig slurry. SPAD value of tomato leaves was decreased as the amount of CS was increased. The SPAD value also in treatment of concentrated pig slurry was lower in the middle growth stage compared to control plot.

The dry weight of stem and leaf were 107.4, 104.2 g in plot of NS 100% and CS 20%+NS 80%, respectively. The fruit number and weight were decreased at high application plots of concentrated pig slurry. The fruit setting of tomato showed lowest in the plot treated with 100% concentrated pig slurry, and the growth of tomato severely decreased after application of 100% CS treatment.

In conclusion, the growth characteristics such as plant height and fruit weight of tomato were not significantly different between the plots treated with mixture of 20%CS + 80%NS and 100% nutrient solution treatment. In conclusion, the mixture solution of 20% of concentrated pig slurry and 80% of nutrient solution could be used as a nutrition solution of tomato nutriculture.

(Key words : Tomato, Growth, Concentrated pig slurry, Nutriculture)

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

* 한바이오영농조합 (Han-Bio Farmer' Co-operative)

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

서 언

시설재배 토양은 강우가 차단된 상태이므로 염류의 용탈이 적으므로 연중 집약재배하면서 대량의 퇴비를 사용하거나 무분별한 화학비료의 과다한 시비로 인하여 염류가 과잉 집적되어 지속적인 작물생산을 위협하고 있다. 우리나라 시설원에 토양에서 비료분의 축적이 심하며 일부지역에서는 염류집적의 장애가 발생되고 있는 실정이다(이와 이, 1994; 이 등, 1993). 특히 인산의 경우 전국 시설토양의 평균 함량이 $1,092 \text{ mg kg}^{-1}$ 으로서 과도하게 집적되어 있으며 1970년대 평균 함량 811 mg kg^{-1} 에 비하여 34.6% 증가되었다(임 등, 2003).

정와 박(2000)은 우리나라에서 배출되는 가축분뇨 비료 성분 함량은 우리나라 경지의 비료 3요소 시비기준량을 상회하고 있어 이를 자원화 한다면 화학비료를 100% 대체 할 수 있는 양이라고 하였다. 또한 가축분뇨는 각종 영양분을 골고루 함유하고 있어 작물에 게 영양소공급, 탄산가스, 생육성장촉진 물질의 공급(Bernal and Kirchman, 1992 ; Douglas and Magdoff, 1991)은 물론 토양입단 형성, CEC 및 완충능 증대, 킬레이트 기능(Gilmour et al., 1998) 등이 있다.

가축분뇨 발효액비는 통상 부유물질(suspended solid) 함량이 높아 작물재배에서 기비 사용에 주로 이용되었다. 가축분뇨 발효액비를 관비재배용으로 활용하기 위해서는 관비시스템의 막힘이 생기지 않게 부유물질의 함량이 적게 $70 \mu\text{m}$ 정도로 여과되며 무기이온 함량의 감소가 적은 액비가 유리하다고 보고하였다(임 등, 2003). 부유물질이 높은 가축분뇨 발효액비를 관비재배에서 편리하게 여과하는 방법이 실용화되고 있지 않는 실정이다. 그러나 막분리 기술의 적용을 통하여 부유물질의 제거가 가능하다. 막분리 기술은 20세기 고분자 화학을 비롯한 재료공학의 발달로 기

능성 고분자 재료물질이 개발됨으로 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.

관비재배는 물에 녹인 질소, 칼륨, 칼슘 등의 비료염을 근권부에 직접 공급하고 노동력을 줄이며 비료의 효율성을 높이는 것이 특징이다. 노지재배를 주로 하던 과거에는 어느 정도 화학비료를 많이 사용하더라도 염류 집적의 문제점이 발생하지 않았지만 비닐하우스를 이용하여 재배하면서 화학비료의 과다사용으로 염류 집적으로 수량감소와 품질 저하가 현실로 나타나고 있다.

본 연구는 양돈농가의 막분리 처리과정에서 돈분뇨 슬러리를 UF막을 통과하고 RO 처리에서 역류되어 나오는 농축된 액비를 제조한 후 이 돈분슬러리 농축액비가 하우스 토마토의 양액재배에서 농축액비와 양액의 혼합처리가 토마토 생육과 수량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

1. 농축액비 제조 및 이화학적 특성

본 연구의 공시 농축액비는 황성군 안흥면 농장의 막분리 처리 돈슬러리 농축액비를 사용하였다. 관비재배에 있어서 노즐과 밸브 및 관의 막힘을 방지하기 위해서 반드시 여과과정을 거쳐야 한다. 축산분뇨에 적용된 분리막은 단순 고액분리된 축산분뇨의 여과 농축 공정에 나노분리막의 회전판형 분리막 모듈과 디스크 튜브(DT) 형태의 역삼투 분리막 모듈이 적용되었다. 본 농축액비 조제 공정은 축사 슬러리 저장조, UF여과 및 RO

막처리 장치 순으로 설치하여 RO 처리 농축액을 실험재료로 활용하였다. 본 회전판형 분리막 모듈에 사용되고 있는 막은 미립자의 형태가 막 내부를 통과하지 못하고 막 표면에 쌓이게 된다.

막분리 돈슬러리 농축액비의 이화학적 특성은 Table 1과 같다. 농축액비의 부유물질 (suspended solid) 함량은 15.2 mg/ℓ로 매우 낮아 하우스 관비 재배시 막힘 문제가 발생되지 않는 수준이었다. 농축액비의 질소 함량은 1,588 mg/ℓ이었으며 하우스 추비용으로 이용이 가능한 수준에 도달하였다. 그러나 무기태질소 구성비에서 농축액비는 대부분 암모늄태질소로 되어 있었으며 질산태 질소 함량이 낮았다. 칼륨 함량은 5,885 mg/ℓ로서 질소, 인산에 비하여 높은 함량을 나타내었다. 농축액비의 인산함량이 84.4 mg/ℓ로서 낮았는데, 이는 인산이 대부분 부유물질에 함유되어 있기 때문인 것으로 사료된다.

2. 시험 재료

토마토 재배시험은 2007년에 강원도 횡성군 반곡리 농가 비닐하우스에서 수행하였다. 토마토는 사카다 종묘사의 슈퍼탑 품종을 이용하였고 대목으로 B블로킹 (조생토마토) 품종을 사용하였다. 토마토 파종은 5월 25일에 실시하였으며 정식은 큐브에서 암면배지로 1화방이 쪼개어 피기 시작하는 2007년 7월 25일

에 실시하였다. 시험은 2007년 7월 25일에서 2007년 10월 19일 까지 수행하였다.

양액재배 방식은 담액형 양액재배로서 2.88 m³ (1.2 × 0.4 × 6 m) 크기의 배드를 제작하였다. 양액은 70 L 용량의 양액통에 양수량 40 L/min의 수중 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 난괴법 3반복으로 배치하였다. 대조구 양액은 원예연구소의 토마토 배지경 양액재배 전용 배양액으로(N-P-K-Ca-Mg = 9-2-5-4-2 me/L)을 공급하였다. 1일 양액투입량은 주당 1~2 ℓ로 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 성분 함량은 Table 2와 같다. 양액재배 농가에 이용되는 원수의 수질분석 결과 EC 함량이 82.5 μS/cm이었으며 양액조성은 지하수의 무기물 함량을 고려하여 조성하였다.

3. 처리내용

본 시험의 처리내용은 Table 3과 같다. 각

Table 1. Nutrient composition of concentrated pig slurry

T-N (mg/ℓ)	NO ₃ -N (mg/ℓ)	NH ₄ -N (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)	Ca (mg/ℓ)	Mg (mg/ℓ)	K (mg/ℓ)	Suspended solid (mg/ℓ)
1,588.2	22	216.0	84.4	400.2	852.5	5,885.1	15.2

Table 2. Nutrient composition (g/1 ton) of the nutrient solution for tomato of National Horticultural Research Institute

KNO ₃	NH ₄ H ₂ PO ₄	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	MgSO ₄ ·7H ₂ O
505	76	472	246

Table 3. 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)
0.655	0.013	28.1	4.51	0.49	82.5

처리구별 시용량은 질소 시비량을 기준으로 농축액비와 원예연구개발양액을 혼합하여 사용하는 조합처리를 두었다 (Table 3). 처리구는 농축액비 단독처리구 (CS 100%), 농축액비 80%+양액 20% 혼합처리구 (CS 80%+NS 20%), 농축액비 60%+양액 40% 혼합처리구 (CS 60%+NS 40%), 농축액비 40%+양액 60% 혼합처리구 (CS 40%+NS 60%), 농축액비 20%+양액 80% 혼합처리구 (CS 20%+NS 80%), 양액 100% 단독처리구 (NS 100%) 등 6개 처리구를 두었다.

Table 4. Treatments of experiment

Treatment	Concentrated pig slurry	Nutrient solution*
T1	100%	0%
T2	80%	20%
T3	60%	40%
T4	40%	60%
T5	20%	80%
T6	0%	100%

* Nutrient solution for tomato of National Horticultural Research Institute

4. 가축분뇨 농축액비 분석

각 항목의 분석방법은 폐기물 공정시험법에 따라 분석하였다. pH는 ORION model 420A을 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 method 를 사용하였다. 이온성 원소 (F⁻: Fluoride ion,

NO₂⁻: Nitrite Nitrogen, NO₃⁻: Nitrate Nitrogen, PO₄⁻: Orthophosphates, NH₄⁺: ammoniac Nitrogen, SO₄²⁻: Sulfuric ion, Cl⁻: 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, 건물율, 엽록소 함량 등을 조사하였다. 과일의 생육조사는 과수, 과중, 배꼽씩 음과를 조사하였다. 건물수량은 생체중을 측정 한 후 건조기에 넣어 65℃에서 72시간 건조시켜 건물중을 측정하였다. 액비와 양액의 혼합에 의한 산도 (pH)는 pH 미터기로, 전기 전도도는 EC 메터기를 이용하여 측정하였다.

토마토 생육조사는 처리구당 20개체를 선정하여 조사하였다. 엽록소 측정치 (SPAD reading value)는 간이엽록소측정장치 (Minolta Japan, SPAD-502)을 이용하였다. 측정엽은 완전 전개된 중상위 엽으로 하였으며 반복당 5주씩, 1주당 10회씩 측정하여 평균처리 하였다. 기타 생육특성은 농촌진흥청이 제시한 농사시험연구조사기준 (농촌진흥청, 1995)에 의거하여 조사하였다. 통계처리는 모든 자료들

에 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. 초장 및 분얼수

양돈분뇨 농축액비의 하우스 토마토 양액재배의 적합성을 평가하기 위하여 원예연구소의 토마토 암면재배용 표준양액 조성 (Sonneveld and Straver, 1992)을 대조구로 하고 농축액비와 양액을 혼합조성한 처리구를 두어 재배한 토마토의 생육특성은 Table 5와 같다. 토마토의 초장은 MS20 + NS80% 혼합액에서 192.6 cm으로 대조구인 원예연 양액처리구의 180.6cm 보다 높았다. 토마토의 초장은 CS 20% + NS 80% > NS 100% > CS 60% + NS 40% > CS 80% + NS 20% > CS 100% 순서로 농축액비의 혼합비율이 높을수록 낮아졌다. 특히 농축액비 100% 원액시용구의 초장은 74.2 cm로 매우 저조하였다.

줄기직경의 경우 CS 20% + NS 80% 시용구에서 11.8 cm로 대조구인 양액재배구와 대등하였다. 농축액비 100% 시용구의 줄기직경

은 7.3 cm로 가장 적었다. 토마토의 줄기직경은 초장 만큼 처리구 사이에서 현저한 차이를 나타내지 않았다. 화학비료 양액처리구는 양분간의 균형이 맞아 초장과 줄기직경의 증대효과를 가져 왔으나 농축액비를 60% 이상 혼합한 시용구는 질산태질소와 인산이 부족한 양분 불균형으로 인하여 정상적인 생육을 나타내지 못한 것으로 사료된다.

SPAD502를 이용하여 엽록소 측정치를 조사한 결과는 Table 6와 같다. 엽록소측정치는 식물체 영양상태를 나타내는 간접지표이다. 생육초기의 엽록소 측정치는 농축액비 20%, 40%, 60% 혼합시용구에서 각각 51.5, 54.5, 51.9로 처리수준간에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 또한 CS 80% + NS 20% 혼합시용구와 농축액비 100% 시용구의 엽록소 측정치는 각각 42.9, 38.9를 나타내어 대조구인 양액처리구의 52.5 보다 많이 낮아졌다. 그러나 CS 20% + NS 80% 혼합시용구는 대조구인 양액재배구에 상당하는 수치의 엽록소 측정치를 나타내었다.

생육중기에 농축액비 80% + 양액 20% 시용구의 엽록소 측정치가 49.7로 양액처리구의 59.5 보다 낮아졌다. 특히 농축액비 100% 시용구의 엽록소 측정치는 36.2로 영양상태가 매우 불량한 것으로 나타났다. 반면 양액

Table 5. Growth characteristics by different nutrient mixtures of tomato

Treatments	Plant height (cm)	Index (%)	Stem diam. (mm)	Index (%)
CS 100%	74.2d	41	9.73c	74
CS 80 + NS 20%	123.9c	67	9.0b	76
CS 60 + NS 40%	142.4b	79	9.2b	78
CS 40 + NS 60%	162.4b	90	10.2ab	86
CS 20 + NS 80%	192.0a	106	11.8a	100
NS 100%	180.6a	100	11.8a	100

CS : Concentrated pig slurry

NS : Nutrient solution

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

Table 6. Effects of nutrient mixture on chlorophyll content(SPAD value) of tomato

Treatments	10 Aug.	Index	30 Aug.	Index
CS 100%	38.9c*	74	36.2d	61
CS 80+NS 20%	42.9b	82	40.7c	68
CS 60+NS 40%	51.9a	99	40.9c	69
CS 40+NS 60%	54.5a	104	51.5b	87
CS 20+NS 80%	51.5a	98	49.7b	83
NS 100%	52.3a	100	59.5a	100

CS : Concentrated pig slurry

NS : Nutrient solution

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

100% 처리구의 엽록소 측정치는 59.5로 가장 높은 수치를 나타내었다. 농축액비 혼합시용구의 엽록소 측정치가 생육초기 보다 생육중기에 저하된 것은 농축액비의 무기태질소 양분불균형과 인산부족에 의한 영양상태의 악화가 원인이 된 것으로 생각된다.

토마토 잎의 엽록소 측정치는 농축액비 혼합비율이 높은 처리구 일수록 낮아져 농축액비 혼합비율이 높을수록 식물체의 질소 영양상태가 불량하여 지는 것으로 나타났다. 홍등(2001)은 토마토 잎의 엽록소 측정치는 단위면적당 질소흡수량과 유의성 있는 정의 상관관계를 보여 식물체의 질소영양진단의 지표로 활용이 가능하다고 하였다. 본 연구결과에서도 생육중기에 농축액비 혼합처리구 잎의 엽록소 측정치가 낮아진 것은 농축액비에 함유된 암모니아태질소의 과다와 질산태 질소 및 인산의 부족이 원인이 된 것으로 사료된다.

2. 화방수

토마토 정식 80일에 처리구별 개화 및 착과된 화방수는 Table 7과 같다. 농축액비 20%와 양액80%의 혼합시용구(MS 20% + NS 80%)의 토마토는 정식 80일에 6.5 화방에 도

달하여 대조구인 원예연전용양액 100% 처리구와 비슷한 화방수를 나타내었다. 반면 농축액비 40, 60, 80% 혼합시용구는 각각 5.9, 5.7, 5.2의 화방수를 나타내어 농축액비 혼합비율이 높을수록 화방수가 낮아지는 경향이 있었다. 또한 농축액비 100% 시용구에서는 3.0 화방수에 불과하여 영양불균형에 의한 생식생장에 심한 장애를 받는 결과를 나타내었다.

토마토의 착과된 화방수는 농축액비 20, 40, 60% 첨가 수준까지는 대조구와 큰 차이가 없었으나 농축액비 80, 100% 혼합시용구에서는 현저히 감소하였다. 특히 농축액비 100% 시용구에서의 착과된 화방수는 2.4개에 불과하여 농축액비의 양분 불균형으로 인하여 생식생장에 장애를 초래한 것으로 사료된다. 이러한 결과는 농축액비에서 질소, 칼리 성분은 충분하지만 인산성분이 부족하여 영양생장 뿐만아니라 생식생장에 매우 장애를 받은 것으로 나타났다. 그러나 농축액비 20%와 양액 80% 혼합시용구는 양액의 혼합비율이 높아 양분불균형이 해소되어 정상적인 생식생장이 가능하였던 것으로 판단된다.

3. 토마토의 과증과 과수

토마토의 주당 과증은 CS 20%+NS 80%

Table 7. Flower cluster and fruit setting cluster of tomato under the different mixtures of concentrated pig slurry and nutrient solution

Treatments	No. of flower cluster	Index (%)	No. of fruit setting cluster	Index (%)
CS 100%	3.0c	48	2.4c	55
CS 80+NS 20%	5.2b	83	3.5b	80
CS 60+NS 40%	5.7b	90	4.2a	100
CS 40+NS 60%	5.9ab	94	4.2a	100
CS 20+NS 80%	6.5a	103	4.5a	102
NS 100% (control)	6.3a	100	4.4a	100

CS : Concentrated pig slurry

NS : Nutrient solution

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

처리구에서 1,396 g으로 대조구인 양액처리구보다 다소 높았으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 토마토 주당 과중은 농축액비 40%와 양액 60% 혼합시용구에서 1,180 g로 대조구에 비하여 6% 감소하였고, 농축액비 60%와 양액 40% 혼합구에서 1,162 g으로 18% 감소되었다. 또한 토마토 과중은 농축액비 80% 양액 20% 혼합구에서 691g으로 45% 감소되었다. 특히 농축액비 100% 시용구의 과중은 195 g으로 대조구에 비하여 84% 감소하였다.

토마토의 평균과중도 개체당 과중과 같은

경향의 결과를 나타내었다. 토마토 주당 과수는 영양생육이 좋았던 농축액비 20%와 양액 80%의 혼합처리구에서 (CS 20% + NS 80%)에서 12개로 가장 높았으며, 농축액비 100% 처리구에서 4.5개로 가장 낮았다.

개체당 배꼽썩음과 발생률은 CS 60% + NS 40% 처리구에서 1.35개로 높게 나타났으나 그 원인에 대해서는 추후 검토가 필요 할 것으로 생각된다. 다른 처리구의 배꼽썩음과 발생수는 개체당 0.4-0.9개 범위에 있었다 (Table 8).

Table 8. Characteristics of tomato fruit under the different mixture of nutrient solution

Treatments	No. of fruiting (No./plant)	Fruit wt. per plant (g/plant)	Index	Mean fruit wt. (g)	BER ** (No./plant)
CS 100%	4.5c*	195.6d	16	44.0b	0.5b
CS 80+N 20%	6.4b	691.8c	55	108.1a	0.42b
CS 60+NS 40%	9.4ab	1,062.4b	82	113.6a	1.35a
CS 40+NS 60%	10.8a	1,180.3ab	94	109.3a	0.9b
CS 20+NS 80%	12.0a	1,396.5a	111	116.3a	0.7b
NS 100%	11.1a	1,255a	100	113.1a	0.4b

CS : Concentrated pig slurry

NS : Nutrient solution

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

**Percentage of Blossom-end rot (%).

4. 엽과 줄기의 건물중

농축액비의 시용에 따른 토마토의 개체당 엽+줄기의 건물중은 Table 9와 같다. 지상부 엽+줄기의 건물중은 CS 20%+NS 80% 처리구에서 양액 100% 시용구와 대등한 지상부 건물중을 나타내었다. 그러나 농축액비 혼합비율이 40% 이상 처리구에서는 지상부 엽+줄기 건물중이 대조구에 비하여 현저히 저하되었다. 특히 농축액비 100% 처리구의 엽+

줄기 건물중은 대조구 대비 78% 감소하였다. 최 등 (2007)은 잎들개 시험에서 인산 결핍은 지상부 생육이 심하게 억제 되었다고 하였는데 본 토마토 양액시험에서도 농축액비의 양분 불균형에 의한 인산부족이 지상부 엽+줄기 생육을 저해한 것으로 사료된다. Blair 등 (1970)은 양액내의 NH₄-N이 적을 때 수량이 증대된다고 하였다. 또한 무 시험에 있어서 NH₄-N이 10% 이상 일 때 생육이 저하된다고 (Gericke, 1929) 하였는데 이는 식물체내에 질소영양에서 흡수되는 NO₃:NH₄의 비율이 더 중요하다는 것을 보여 주었다. 본 연구 결과에서도 농축액비의 NH₄의 함량이 높은 것이 잎줄기의 생육이 억제된 원인이 된 것으로 생각된다.

Table 9. Dry weight of vegetative part (stems and leaves) grown different mixtures of nutrient solution

Treatments	Dry wt. (g/plant)	Index
CS 100%	23.9e*	22
CS 80 + NS 20%	39.7d	37
CS 60 + NS 40%	53.4c	50
CS 40 + NS 60%	71.6b	67
CS 20 + NS 80%	104.2a	97
NS 100%	107.4a	100

CS : Concentrated pig slurry
 NS : Nutrient solution
 * abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

5. 엽줄기와 과실의 비율

가축분뇨 막분리 여과농축액과 양액 혼합 처리가 영양생장 부위인 엽+줄기와 생식생장 부위인 과실의 비율을 비교한 결과는 Table 10와 같다. 영양생장 부분인 엽+줄기의 생체중은 농축액비 시용량이 증가 할수록 감소되었다. 엽줄기와 과실의 비율은 대조구인 양액 처리구에서 가장 높았고 농축액비

Table 10. Ritio of vegetation part (stems and leaves) and fruits grown different nutrient solution mixtures

Treatments	Stem and leaf wt. (g/plant)	Fruits (g/plant)	Stem and leaf/Fruits Ratio(FW basis)
CS 100%	161.3f*	44.0b	3.16b
CS 80 + NS 20%	292.4e	108.1a	2.77b
CS 60 + NS 40%	376.2d	113.6a	3.31b
CS 40 + NS 60%	542.6c	109.3a	4.96a
CS 20 + NS 80%	783.9b	116.3a	6.74a
NS 100%	826.9a	113.1a	7.31a

CS : Concentrated pig slurry
 NS : Nutrient solution
 * abc : Same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

시용구는 상대적으로 낮은 경향이었다. 이러한 결과는 가축분뇨 막분리 농축액비 혼합처리구는 잎줄기가 충분히 자라지 않는 상태에서 영양생장기에 도달하여 엽줄기와 과실의 비율이 낮아진 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 양돈농가의 막분리 처리과정에서 U/F막을 통과하고 R/O 처리에서 역류되어 나오는 돈슬러리 농축액비를 제조한 후 농축액비와 양액의 혼합처리가 토마토 생육에 미치는 영향을 검토하기 위하여 수행하였다. 본 연구는 하우스 토마토의 양액재배에서 질소함량을 기준으로 농축액비와 양액의 혼합하는 처리구를 두었다. 처리구는 농축액비 단독처리구 (CS 100%), 농축액비 80% + 양액 20% 혼합처리구 (CS 80% + NS 20%), 농축액비 60% + 양액 40% 혼합처리구 (CS 60% + NS 40%), 농축액비 40% + 양액 60% 혼합처리구 (CS 40% + NS 60%), 농축액비 20% + 양액 80% 혼합처리구 (CS 20% + NS 80%), 양액 100% 단독처리구 (NS 100%) 등 6개 처리구를 두었다. 농축액비와 양액혼합처리 후 전기전도도와 pH를 조정하여 토마토의 양액재배를 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 농축액비는 UF/RO 막 분리 공정을 통하여 SS (suspended solid)의 수치가 15.2로 하우스 양액 재배시 막힘 문제가 없었다. 가축분뇨 농축액비는 질소 및 다양한 식물양분은 함유하여 하우스 추비용 액비로 적합하였으나 질소와 칼륨 함량은 높으나 인산 함량은 낮고 무기태질소 중 NH_4 함량은 높으나 NO_3 함량은 낮은 이화학적 성상을 나타내었다.

2. 막처리 농축액비는 칼리 함량이 상대적으로 높고 질소, 인산 함량이 낮아 농축액비 100% 처리구는 양분의 불균형을 초래하여 양액재배에서 토마토의 지상부의 생육이 지

연되고 과중이 감소되었다. 그러나 농축액비 20% + 양액 80% 혼합시용구는 대조구인 표준양액과 대등한 토마토 과실 수량을 나타내었다. 따라서 막분리 농축액비 20%에 양액 비료성분을 80% 첨가하여 혼합용액을 조제하면 토마토 양액재배로 활용이 가능 할 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

1. 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준.
2. 이상은, 이춘수. 1994. 염류가 집적된 시설재배 토양에서 질소와 가리의 시비효과. 한국토양비료학회지. 27(2):78-84.
3. 이용환, 신용광, 황광남, 이경수. 1993. 비닐하우스 토양의 화학적 특성에 관한 연구. 한국토양비료학회지. 26(4):236-240.
4. 임상철, 이명규. 2003. 유기액비를 이용한 과채류 관비시스템 확립에 관한 연구. 유기성 액비의 조제 및 균질화 기술 개발. 농림부. p 65~82.
5. 정이근, 박백균. 2000. 가축분뇨(액비)의 제조와 이용. 축산분뇨처리시책 및 기술 교육. 농림부. 축협중앙회. pp. 61-108.
6. 한국막학회. 1998. 막분리의 기초. 한국막학회. pp. 1-28
7. 최종명, 박종윤. 2007. 인산시비농도가 잎들깨의 생육, 결핍증상 및 무기원소 함량에 미치는 영향. 한국생물환경조절학회. 16(4):358:364.
8. 홍순달, 김기인, 박효택, 김성수. 2001. 시설재배 토마토 잎의 엽록소 측정치와 토양 질소공급능력의 상호관계. 한국토양비료학회지. 34(2):85-91.
9. Bernal, M. P. and Kirchman, H. 1992. Carbon and nitrogen mineralization and ammonia volatilization from fresh, aerobically and anaerobically treated pig manure during incubation with soil. Biol. Fertil.

- Soils 13:135-141.
10. Blair, G. J., H. Miller and Mitchell, W. A. 1970. Nitrate and ammonium as sources of nitrogen for corn and their influence on the uptake of other ions. *Agron. J.* 62:530-532.
 11. Douglas, B. F. and Magdoff, F. R. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization induce for organic residues. *J. Environ. Anal.* 20:368-372.
 12. Gericke, W. F. 1929. Aquaculture a menas of crop production. *Amer. J. Botany.* 16: 862.
 13. Gilmour, J. T., Mauromoustakos, A., Gale, P. M. and Norman, R. J. 1998. Kinetics of crop residue decomposition : variability among crops and years. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62:750-755.
 14. Park B. K., J. S. Lee, N. J. Cho., and K. Y. Jung. 2001. Effect of liquid pig manure on growth of rice and infiltration water quality. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 34: 153-157.
 15. Sonneverd, C. and Straver, N. 1992. Nutrient solution for vegetables and flowers grown in water or substrates. p. 22-23 presentation voor tuinboud onder glas te Noaldnijk, Netherlands.