한국유기농업학회지 제19권 4호
KOREAN JOURNAL OF ORGANIC AGRICULTURE
Volume 19, Number 4: 589-602, December 2011.


# 가축분뇨와 폐버섯 퇴비차의 양분 및 미생물적 특성과 상추의 생육에 미치는 영향*

류 종 원**

# The Nutrients and Microbial Properties of Animal Manure and Spent Mushroom Compost Tea and the Effect of Growth of Lettuce (*Lactuca sativa* L.)

Ryoo, Jong-Won

In this study, experiments were conducted to determine the effect of different compost teas on plant growth reponses and yield of leaf lettuce. Compost tea is a liquid extract of compost obtained by mixing compost and water for a defined period of time. The pig manure and spent mushroom compost were made by steeping compost in water. Compost tea was aerated from 24 hours and molasses and kelp were added as supplements. The four types of compost were tested growth of lettuce. EC of animal manure compost tea was higher than that of spent mushroom compost tea. Mineral nutrients were significantly higher in animal manure compost tea compared with spent mushroom compost tea. Compost tea contains nutrient and a ranges of different organisms. The beneficial fungi and actinomycetes were prominent in a spent mushroom compost tea. Compost tea from animal manure had the higher numbers of total bacteria. The actinomycetes densities were high in spent mushroom compost tea. But actinomycetes were not founded in animal manure compost tea. The growth characteristics of lettuce in animal manure compost tea were higher than those of spent mushroom compost tea. And also SPAD value in leaf was high in plot treated with animal manure compost tea. The fresh yield of lettuce in animal compost tea was higher by 181% that of control plot. The effect of compost tea on growth of lettuce was largely attributable to mineral nutrient.

Key words : *compost tea, additives, lettuce, growth, animal manure, spent mushroom compost*

---

* 본 연구는 2009년도 상지대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어진 것임.
** 상지대학교 유기농생태학과(jwryoo@sangji.ac.kr)

# Ⅰ. 서 론

퇴비차는 퇴비를 일정한 기간 동안 물과 혼합하여 조제하는 액상추출물이다(Ingham, 2002). 퇴비차는 양분을 함유하고 다양한 종류의 미생물을 함유하고 있어서 식물병을 억제하고 토양에 양분과 유기물을 공급한다(Ingham, 2002). 퇴비차는 4,000년 전 고대 이집트에서 사용되었고 로마에서도 사용되어진 기록이 있다. 20세기 농약이 사용되기 전에 퇴비차는 식물의 병균 방제에 유용하게 사용되었다. 염류를 기반으로 한 관행농업에서 사용하고 있는 화학비료는 자연계의 양분순환을 지원하는 유용미생물을 사멸한다. 최근에서 유기농업의 발전과 함께 퇴비차에 대한 과학적인 연구가 이루어지고 있다(Litterick 등, 2004).

최근 미국을 중심으로 퇴비차(compost tea) 관련산업(발효장비, 살포장비, 발효자재 등)이 확대되고 있다. 전통적인 퇴비차(compost tea)는 일명 퇴비추출물(compost extracts)이라고 하며 유럽에서 몇 백년 전에 삼베자루에 퇴비를 넣어 물에서 추출한 방법으로 시작되었다. 1970년대에 독일에서 미생물 학자들이 고밀도의 미생물이 포함된 퇴비차를 발전시켜 이용하기 시작하였으며, 미국에서 호기성 발효와 박테리아의 성장를 촉진하는 당밀, fungi의 생장를 축진하는 해초와 휴믹산, protozoa의 생육을 촉진하는 피트모스 등 발효촉진제를 첨가하는 방향으로 연구가 진행되어 왔다(Ingham, 2002).

퇴비차를 제조하는 방법은 공기공급 방법에 따라 호기성과 혐기성 퇴비차로 분류할 수 있다(Al-Mughrabi, 2008). 또한 퇴비차 원료에서 퇴비만 사용하는 방법과 퇴비와 첨가제(당밀, 수용성 해초, 암석분말 등)를 혼합하는 방법이 있다. 일반적으로 호기성 퇴비차에 첨가제 투여는 미생물의 밀도는 증가시키기 위한 목적으로 사용한다. 퇴비차에 대한 연구는 다수 이루어졌으나(Scheuerell와 Walter, 2002) 효율적인 적용에 대해서는 계속적인 개발이 필요한 실정이다.

본 연구는 퇴비차 조제시 퇴비의 종류와 첨가체 혼합에 따른 퇴비차의 양분함량과 우점 미생물 밀도를 조사 분석하고, 퇴비차 시용이 상추의 생육 및 수량에 미치는 영향을 검토하기 위하여 수행되었다.

# Ⅱ. 재료 및 방법

## 1. 퇴비차 조제

본 연구에서 퇴비차 제조 용기는 100리터 플라스틱 물통을 활용하였다. 저장조 하부에 3개의 거품발생기을 설치하고 0.5마력 펌프를 가동하여 공기호스로 산소를 공급하였다. 퇴비차의 부유물질을 제거하기 위하여 나이론 망을 활용하였다. 퇴비차 제조시 퇴비차와 물

의 비율은 1:20(물 10L당 퇴비 0.5kg)로 하고 퇴비차 추출시간은 대다수의 연구자(Scheuerell와 and Mahaffee, 2002)가 제시한 호기 퇴비차의 적정추출 시간인 24~32 범위인 24시간으로 설정하였다. 호기성 퇴비차 추출기간 중 용존산소(DO)는 5.5ppm 이상으로 유지하였다. 본 연구에 사용된 퇴비는 돈분퇴비와 느타리버섯 사육사에서 배출된 폐버섯퇴비를 사용하였다.

## 2. 퇴비의 부숙도 평가를 위한 종자 발아시험

공시 퇴비의 부숙도는 종자발아법으로 평가하였다. 퇴비의 건물중 5g에 상응하는 퇴비의 신선중 무게를 환산하기 위하여 퇴비시료를 105℃ 건조기에 12시간 건조 후 수분함량를 측정하였다. 퇴비 추출은 100mL 증류수에 평량한 퇴비 시료를 넣고 70±1℃에서 2시간 동안 환류냉각 추출 후 No.2 여과지로 여과하여 공시액으로 활용하였다. 발아시험은 직경 85mm Petri dish에 No.2 여과지를 2겹을 깔고 시험구에는 5mL의 공식액을 넣고, 대조구에는 증류수 5mL를 넣고 무 종자는 각각 30립 파종한 후 Petri dish를 파라필름으로 감아 항온기에 넣었다. 무 종자는 농우종묘의 태양무 품종를 사용하였다. 생육상의 온도는 25±1로 하고 인공적인 빛은 조사하지 않았다. 72시간 후에 공시액 3mL를 보충하고 파라필름으로 감았다. 종자 치상 후 125시간에 뿌리길이를 측정하고, 이 결과를 활용하여 퇴비의 부숙도를 측정하였다. 상대발아율(GR), 상대뿌리신장율(RE), 발아지수(GI)의 산출식은 아래와 같다.

(1) 상대발아율(GR, relative germination ratio) = (처리구의 발아율/control 발아율)×100
(2) 상대뿌리신장율(RE, relative root elongation) = (처리구 뿌리길이/control 뿌리길이)×100
(3) 발아지수(GI, Germination index) = GR×RE / 100

## 3. 처리내용

본 연구에서는 4종류의 퇴비차 처리구를 두었다. 퇴비차 원료로 돈분퇴비와 폐버섯퇴비를 원료로 활용한 퇴비차 처리구와, 각각의 퇴비에 첨가제를 혼합한 처리구 등 총 4개의 퇴비차 처리구를 두었다(Table 1).

Table 1. Treatments of this experiment

| Treatments | Compost types |
|---|---|
| AC* | Animal manure compost $50g \cdot L^{-1}$ |
| MC | Spent mushroom compost $50g \cdot L^{-1}$ |

| Treatments | Compost types |
|---|---|
| AC+A | Animal manure compost 50g·L$^{-1}$ + molasses 9g·L$^{-1}$ + kelp 2g·L$^{-1}$ |
| MC+A | Spent mushroom compost 50g·L$^{-1}$+ molasses 9g·L$^{-1}$+ kelp 2g·L$^{-1}$ |

* AC: animal manure compost tea, MC: spent mushroom compost tea, AC+A: animal manure+additives compost tea, MC+A: spent mushroom+additives mixture compost tea

## 4. 공시작물 및 재배방법

본 연구는 상추(*Lactuca sativa* L.)를 공시작물로 하였으며 품종은 권농종묘의 풍미맛 적상추를 사용하였다. 시험포장에 상추의 정식은 본엽이 4~5개인 개체를 2010년 9월 25일에 재식거리를 30cm×20cm로 이식한 후 50일간 재배하여, 각각의 시험구별 퇴비차 처리가 상추의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하였다. 퇴비차 살포는 분무기로 잎과 줄기에 골고루 뿌려주었다. 한편 대조구는 퇴비차와 같은 량의 물을 분무하였다. 퇴비차는 정식 후 1주 부터 1주 간격으로 4회 시용하였다.

## 5. 상추 생육 및 수량 조사

식물체 및 수량조사는 농촌진흥청 농사시험 연구 조사기준(농촌진흥청, 1995)에 준하였으며 식물체 생육은 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, SPAD, 주당 생체중과 건물중를 조사하였다. 상추 생육조사는 처리구당 20개체를 선정하여 조사하였다. 수량조사는 처리구에서 육안으로 평균적인 개체를 20포기씩 수확하여 지상부의 무게를 카스전자저울(모델명: XB 4200C)로 측정하였다. 상추 생체중의 무게는 정식 후 25일, 45일에 조사하였다. 측정 상의 오차를 줄이기 위해 측정 당일에는 관수를 하지 않았으며, 상추가 시들어 무게가 달라지는 것을 피하기 위해 수확 후 바로 측정 하였다. 건물중 측정은 건조기 105℃에서 1일간 풍건한 후 측정하였다. 엽록소 측정은 간이엽록소측정장치(Minolta Japan, SPAD-502)을 이용하였다. 측정엽은 완전 전개된 중상위 엽으로 하였으며 반복당 5주씩, 1주당 10회씩 측정하여 평균처리 하였다.

## 6. 퇴비차의 미생물 분석

퇴비차의 우점 미생물 분석은 퇴비차 시료를 살균 증류수에 $10^{-5}$~$10^{-8}$으로 희석하여 세균 밀도 조사를 위해서는 NA배지, 사상균 계수용은 Rose-bengal Agar배지, 방선균은 전분·casein 한천배지에 희석액을 접종하고 30℃ 항온기에서 5~7일간 배양 후 콜로니를 계수하였다.

### 7. 퇴비차의 성분 분석

퇴비차의 이화학성 분석방법은 폐기물 공정시험법에 따라 분석하였다. pH는 ORION model 420A을 사용하여 이온전극법(Ionic electronic method), EC(Electronic Conductivity)는 TOA model CM-7B으로 분석하였다. 또한, T-N(Total Nitrogen)은 spectrophotometric method으로, T-P(Total Phosphates)는 Ascorbic acid method으로 분석하였다.

### 8. 토양 화학성 분석

토양의 화학성은 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법에 준하여 실시하였다.

pH와 EC는 퇴비차 100mL 씩 채취하여 여과지 No.2로 여과 후 pH와 EC를 측정하였다. 토양 시료는 상추 재배 전과 시험 후에 시험구별로 10개소에서 10cm 깊이로 채취하여 건조 한 후, 전질소(T-N) 함량은 Kjeldahl법으로 분석하였다. 유효 인산은 Lancaster법으로 비색기(Varian cary-50, Mulgrave, Australia)를 사용하여 측정하였으며, 양이온인 K, Ca, Mg, Na은 AAS(Varian SF-200, Mulgrave, Australia)를 이용하여 정량하였다.

### 9. 통계분석

상추의 퇴비차 처리효과를 검토하기 위하여 난괴법 3반복으로 시험구를 배치하였다. 통계처리는 모든 자료들에 대하여 SAS package(SAS Institute, 1998)의 GLM procedure로 분산분석을 실시하였으며, Duncan's new multiple test를 이용하여 95% 수준에서 유의성을 검정하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 공시 퇴비의 성분함량

공시 가축분뇨 및 폐버섯 퇴비의 이화학적 특성은 Table 2와 같다. 가축분뇨 퇴비의 pH는 7.9를 나타내었으며, 폐버섯퇴비의 pH는 7.0으로 중성를 나타내었다. 가축분뇨 퇴비의 유기물 함량은 32.1%로 폐버섯퇴비 보다 높은 수준을 나타내었으며, 전질소는 1.32%를 나타내었다. 유기물 대 질소의 비율는 가축분뇨 퇴비가 24.3, 폐버섯 퇴비가 24.9를 나타내어 부숙이 완료된 퇴비의 특성을 나타내었다.

Table 2. Chemical properties of composts

| Composts | T-N(%) | Organic matter(%) | Organic matter/N | $K_2O$(%) | $P_2O_5$(%) | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Animal manure compost | 1.32 | 32.1 | 24.3 | 0.97 | 2.37 | 7.9 |
| Spent mushroom compost | 1.09 | 17.2 | 24.9 | 1.09 | 0.54 | 7.0 |

## 2. 공시퇴비의 부숙도

공시 퇴비의 부숙도를 조사하기 위하여 무(radish) 종자를 공시하여 발아에 미치는 영향을 조사한 것은 Table 3과 같다. 발아시험 결과 무의 발아율은 가축분뇨 퇴비에서 90.1%, 폐버섯퇴비는 93.2%로 폐버섯 퇴비에서 다소 높았다. 퇴비의 종류에 따라 발아율의 차이가 다소 있으나 90% 이상 발아하여 퇴비의 안정화률은 높았다. 가축분퇴비의 RE는 71.3, 뿌리 길이는 3.9cm, 발아지수(GI)는 74.4로 부숙 후기 상태의 퇴비로 판단되었으며, 폐버섯퇴비의 뿌리 길이는 4.23cm이었고, 상대뿌리신장율(RE)은 74.1, 발아지수(GI)는 78.8로 부숙이 완료된 퇴비로 판단되었다.

Table 3. Germination index of used composts in this experiment

| Items | Percent of germination(%) | Relative germination ratio(GR) | Relative root elongation(RE) | Germination index(GI) |
|---|---|---|---|---|
| Animal manure compost | 90.1a[z] | 91.8b | 71.3b | 74.4b |
| Spent mushroom compost | 93.2a | 97.7a | 76.1a | 78.8a |

[z] Mean with the same letters within rows are not significantly different at $P < 0.05$ using DMRT

## 3. 퇴비차의 성분 함량

### 1) pH

미생물이 증식 및 대사 반응에 대한 pH의 영향은 매우 크며 생산되는 산물의 종류와 양에도 중요한 영향을 끼친다. Table 4에서와 같이 가축분뇨 퇴비차의 pH는 7.2, 폐버섯 퇴비차는 7.5로 퇴비차 제조 초기 보다 후기에 상승하였다. 가축분뇨 퇴비차, 폐버섯 퇴비차 공히 퇴비차 제조 과정 중 pH가 상승되었다. 폐버섯퇴비+첨가제 혼합 퇴비차의(AC+A)의 경우 초기 pH가 6.6에서 퇴비차 제조 후 24시간에 8.1로 상승하였다. 특히 퇴비차에 첨가제 투여 처리구의 pH가 퇴비 단독재료 퇴비차 보다 pH가 높았다.

Table 4. Changes of pH during compost tea brewing

| Treatments | pH(after 1 hr.) | pH(after 24 hr.) |
|---|---|---|
| AC | 6.4b[z] | 7.2b |
| MC | 6.8a | 7.5b |
| AC+A | 6.9a | 7.9a |
| MC+A | 6.6a | 8.1a |

* AC: animal manure compost tea, MC: spent mushroom compost tea, AC+A: animal manure+additives compost tea, MC+A: spent mushroom+additives mixture compost tea,
[z] Mean with the same letters within rows are not significantly different at $P < 0.05$ using DMRT

2) EC의 변화

퇴비차 제조 중 EC의 변화는 Table 5와 같다. 가축분뇨 퇴비차의 발효 후 1시간 시점에 EC는 0.75mS · $m^{-1}$이었으나 첨가제 처리에서 2.18 mS · $m^{-1}$로 증가되었다. 폐버섯 퇴비차의 경우 EC가 1.65mS · $m^{-1}$로 가축분뇨 퇴비차 보다 낮았다. 폐버섯+첨가제 혼합 퇴비차의 EC는 1.82mS · $m^{-1}$로 폐버섯 퇴비차 보다 다소 높아 졌다.

Table 5. Changes of EC during compost tea brewing

| Treatments | EC(mS · $m^{-1}$) after 1 hr. | EC(mS · $m^{-1}$) after 24 hr. |
|---|---|---|
| AC | 0.75a[z] | 2.18a |
| MC | 0.56b | 1.65b |
| AC+A | 0.82a | 2..14a |
| MC+A | 0.62b | 1.82b |

* AC: animal manure compost tea, MC: spent mushroom compost tea, AC+A: animal manure + additives compost tea, MC+A: spent mushroom + additives mixture compost tea,
[z]Mean with the same letters within rows are not significantly different at $P<0.05$ using DMRT

3) 무기물 함량

퇴비차 조제에서 퇴비의 종류와 첨가제 투여 여부에 따른 퇴비차 조제 후 퇴비추출물의 성분 함량은 Table 6과 같다. 가축분뇨 퇴비차의 양분 함량(T-N, K, Ca, Mg)은 폐버섯 퇴비차 보다 높았다. 또한 가축분뇨 퇴비차, 폐버섯 퇴비차 공히 첨가제를 혼합한 퇴비차의 이화학적 성분이 다소 높아졌는데 수용성 퇴비차 조성시 첨가제 혼합은 수용성 무기양분의 함량을 증가시켰으며 퇴비차 제조시 비료조성의 관점에서도 중요하게 고려되어야 할 것이

다. 퇴비차 조제시 질소 성분 함량를 높이기 위해서는 두과작물이나 가축분뇨 재료가 효과적인 것으로 보고되었는데 가축분뇨 퇴비차의 질소, 인산 성분이 우분, 계분 같은 가축분에 많이 함유되어 있기 때문인 것으로 생각된다( Line and Ramona, 2003). 미량요소 함량은 해조류, 어분 첨가시 효과가 있다고 보고되었다(Ingham, 2002).

Table 6. Mineral content of compost teas after 24 hours of extraction

| Treatments | T-N ($mg \cdot L^{-1}$) | P2O5 ($mg \cdot L^{-1}$) | Ca ($mg \cdot L^{-1}$) | Mg ($mg \cdot L^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| AC | 420a[z] | 391a | 19.3a | 3.9a |
| MC | 220b | 145b | 18.5a | 3.3b |
| AC+A | 485a | 421a | 20.5a | 4.2a |
| MC+A | 246b | 159b | 20.3a | 4.5a |

* AC: animal manure compost tea, MC: spent mushroom compost tea, AC+A: animal manure + additives compost tea, MC+A: spent mushroom + additives mixture compost tea,

[z] Mean with the same letters within rows are not significantly different at $P < 0.05$ using DMRT

## 4. 퇴비차의 미생물 동정 및 생균수 조사

퇴비차의 우점미생물을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 가축분뇨 퇴비차에는 세균과 사상균이 각각 $1.8\times10^6$, $1.2\times10^2$로 세균과 사상균의 비율이 약 3:1로 세균의 밀도가 월등히 높았다. 가축분뇨 퇴비차에서는 방선균이 검출되지 않았다. 또한 폐버섯 퇴비차에는 세균의 밀도가 $10^7$, 방선균은 $10^3$ 사상균은 $10^3$로 세균의 밀도는 높고 사상균의 밀도는 낮았다.

가축분뇨 퇴비차+첨가제 혼합퇴비차의 세균수는 $4.2\times10^6$로 퇴비 단독 퇴비차의 세균밀도 $1.8\times10^6$보다 다소 높아졌다 이러한 결과는 첨가제인 당밀, 해초가루가 미생물의 성장를 촉진 한 것으로 생각된다. 폐버섯 퇴비차의 방선균 밀도은 퇴비차+첨가제 혼합 퇴비차에서 $1.4\times10^4$로 퇴비 단독 퇴비차 보다 높아졌다. 방선균은 자연계에 널리 분포하며 토양. 식물체, 하천, 해수, 퇴비 등에 서도 검출되고 있다. 폐버섯퇴비차의 방선균은 폐버섯의 퇴비화 과정 중 방선균이 분리된 것으로 보인다. 방선균은 열악한 토양환경에 잘 생존하며 대부분 향균 활성 물질을 분비하거나 난분해성 유기물 분해능력이 우수하므로 퇴비차에서 방선균 집단의 측정은 퇴비차 평가의 매우 유용성의 척도로 판단된다.

또한 퇴비차의 사상균는 퇴비차+첨가제 혼합 퇴비차에서 $3.5\times10^2$로 단독 퇴비차 보다 높아졌다. 양질의 퇴비차에는 많은 유용미생물을 함유하고 있다. 유용한 fungi, 방선균이 우점하면 좋은 퇴비차로 알려져 있다. 또한 유해미생물로는 병을 옮기는 *E. coli*, *Salmonella*균이다. 방선균과 같은 길항 미생물은 환경의 건강성을 증진시켜 병원균을 통제하는 화학합성

살균제의 대체수단으로 이용되고 있다(Siddiqui 등, 2009). 퇴비차의 효과는 퇴비차의 조제수단(공기주입, 퇴비형태, 양분첨가, 발효기간 등)에 따라 상이하다고 보고하였다(Scheuerell와 Mahaffee, 2006). 많은 연구자들은 가축분뇨를 기본으로 하여 조제된 퇴비차가 식물재료를 기본으로 하여 조제된 퇴비차 보다 식물병원균 저항에 효과적이라고 보고하였다(Weltzien, 1991; Al-Dahmani 등, 2003; Haggag와 Saber, 2007). 퇴비차의 식물병원균을 억제하는 것은 퇴비차의 미생물의 함량과 관련이 있다고 보고되었는데 본 연구결과에서는 고밀도로 미생물이 배양된 퇴비차 생산이 가능하였다.

Table 7. Microbial population of compost teas(CFU/mL)

| Treatment | Total bacteria | *Actinomycetes* | *Fungi* |
|---|---|---|---|
| AC | $1.8\times10^{6}$ | 0 | $1.2\times10^{2}$ |
| MC | $3.6\times10^{7}$ | $2.4\times10^{3}$ | $5.0\times10^{3}$ |
| AC+A | $4.2\times10^{6}$ | 0 | $3.5\times10^{2}$ |
| MC+A | $1.3\times10^{7}$ | $1.4\times10^{4}$ | $4.0\times10^{3}$ |

* AC: animal manure compost tea, MC: spent mushroom compost tea, AC+A: animal manure + additives compost tea, MC+A: spent mushroom + additives mixture compost tea

## 5. 정식 후 생육특성

퇴비차의 상추 시용효과를 검토하기 위하여 농업용수 시용를 대조구로 하고 퇴비차 처리구를 두어 재배한 후 상추의 정식 후 25, 45일의 생육특성은 Table 8과 같다. 상추의 엽장, 엽폭은 가축분뇨 퇴비차 처리구에서 폐버섯 퇴비차 보다 높았다. 정식 후 45일의 상추 생육 특성은 정식 후 25일과 유사한 결과를 나타내었으며 상추 생육에 미치는 첨가제 혼합처리의 효과는 나타나지 않았다.

엽록소측정치는 식물체 질소 영양상태를 나타내는 간접지표이다(최와 박, 2007; Shaobing 등, 1995). 엽록소 측정치는 가축분뇨 퇴비차 시용구에서 30.6로 대조구의 22.2에 비하여 높은 수치를 보여 양호한 질소 영양상태를 나타내었다(Westcott와 Wraith, 1995). 그러나 폐버섯퇴비차의 엽록소측정치는 가축분뇨 퇴비차 처리구 보다 낮아 다소 불량한 질소 영양상태를 나타내었다. 홍 등(2001)은 토마토 잎의 엽록소측정치는 단위면적당 질소흡수량과 유의성 있는 정의 상관관계를 보여 식물체의 질소영양진단의 지표로 활용이 가능하다고 하였다.

Table. 8. Growth of lettuce by different compost teas after 25 and 45 days transplanting

| Growing days | Treatments | Leaf length(cm) | Leaf width(cm) | Leaf number(ea) | SPAD |
|---|---|---|---|---|---|
| 25 days transplanting | Well water(control) | 14.8c[z] | 11.6b | 12.4c | 22.2b |
| | AC | 21.0a | 15.4 | 18.4b | 30.6a |
| | MC | 19.1b | 14.9b | 17.6b | 27.3b |
| | AC+A | 20.2a | 15.7a | 18.1a | 31.5a |
| | MC+A | 19.6b | 15.4a | 17.8b | 27.7b |
| 45 days transplanting | Well water(control) | 14.7c | 12.8c | 14.6c | 23.9c |
| | AC | 24.1a | 18.0a | 20.9a | 29.5a |
| | MC | 21.3a | 17.5b | 19.8b | 30.2b |
| | AC+A | 24.7a | 18.6a | 21.3a | 31.8a |
| | MC+A | 22.2b | 17.8b | 20.1b | 30.9a |

* AC: animal manure compost tea, MC: spent mushroom compost tea, AC+A: animal manure + additives compost tea, MC+A: spent mushroom + additives mixture compost tea,
[z] Mean with the same letters within rows are not significantly different at P<0.05 using DMRT

## 6. 개체당 생체중

정식 후 25일 상추의 개체당 생체중은 가축분뇨 퇴비차 처리구에서 80.2g로 대조구인 무처리구 대비 172% 높아졌다. 폐버섯 퇴비차의 생체중은 각각 77.1g 나타내어 대조구 대비 165를 나타내었다. 또한 첨가제 혼합이 상추 생체중에 미치는 효과가 크게 나타났지 않았다(Table 9).

Table 9. Fresh and dry weight of leaf lettuce by different compost teas in 25 days

| Treatments | Fresh Wt. (g/plant) | Index | Dry Wt.(g/plant) | Index |
|---|---|---|---|---|
| Well water(control) | 46.8c[z] | 100 | 5.74c | 100 |
| AC | 80.2a | 172 | 9.84a | 171 |
| MC | 77.1b | 165 | 9.41b | 164 |
| AC+M | 81.3a | 172 | 9.81a | 171 |
| MC+M | 78.2b | 167 | 9.52b | 166 |

* AC: animal manure compost tea, MC: spent mushroom compost tea, AC+A: animal manure + additives compost tea, MC+A: spent mushroom + additives mixture compost tea,
[z] Mean with the same letters within rows are not significantly different at P<0.05 using DMRT

정식 후 45일 상추의 식물체당 생체중은 퇴비차 처리구에서 99[5]~102g으로 대조구인 무처리구의 52.4g과 비교하여 유의성 있게 높았다. 상추 생체중은 퇴비차시용구에서 99.2~102g로 폐버섯퇴비차 보다 높았다. 그러나 상추 건물중에 미치는 퇴비차 첨가제의 혼합효과는 나타나지 않았다(Table 10).

Table 10. Fresh and dry weight of leaf lettuce by different compost teas in 45 days

| Treatments | Fresh Wt.(g/plant) | Index | Dry Wt.(g/plant) | Index |
|---|---|---|---|---|
| Well water(control) | 52.4c[z] | 100 | 4.86c | 100 |
| AC | 99.2.a | 189 | 8.03a | 165 |
| MC | 93.3b | 178 | 7.65b | 157 |
| AC+M | 102.1a | 195 | 8.37a | 172 |
| MC+M | 95.7b | 183 | 7.75b | 159 |

* AC: animal manure compost tea, MC: spent mushroom compost tea, AC+A: animal manure + additives compost tea, MC+A: spent mushroom + additives mixture compost tea,

[z] Mean with the same letters within rows are not significantly different at P<0.05 using DMRT

## 7. 상추의 평균 생체 및 건물수량

상추의 1차, 2차 수확 평균 생체 및 건물수량은 Table 11과 같다. 가축분뇨 퇴비차처리구에서 생체 및 건물수량은 대조구 대비 각각 179~182, 169~172%의 수량 증가를 나타내었다. 가축분뇨 퇴비차 처리구 상추 수량은 폐버섯퇴비차 처리구 보다 높았다. 가축분뇨 퇴비차

Table 11. Mean fresh and dry matter yield of lettuce by different compost teas

| Treatments | Mean fresh matter yield (kg/10a) | Index | Mean dry matter yield (kg/10a) | Index |
|---|---|---|---|---|
| Control | 1,653c[z] | 100 | 93.2c | 100 |
| AC | 2,989a | 181 | 149.0a | 169 |
| MC | 2,839b | 172 | 142.2b | 161 |
| AC+M | 3,041a | 184 | 151.5a | 172 |
| MC+M | 2,894b | 175 | 144.0b | 163 |

* AC: animal manure compost tea, MC: spent mushroom compost tea, AC+A: animal manure+additives compost tea, MC+A: spent mushroom + additives compost tea,

[z] Mean with the same letters within rows are not significantly different at P<0.05 using DMRT

처리구의 상추의 생체 및 건물수량이 폐버섯퇴비차 보다 높은 것은 가축분뇨 퇴비의 질소, 칼륨 성분 함량이 폐버섯퇴비 보다 높아, 제조된 가축분뇨 퇴비차에도 질소 등의 비료 성분함량이 높았기 때문인 것으로 생각된다(Table 11).

## 8. 토양의 이화학성 변화

시험 포장의 토양화학성의 변화는 Table 12와 같다. 공시 토양의 pH는 6.5로 일반 밭토양 5.6 보다 높고 유효인산함량이 230mg(/kg), 치환성염기함량도 높은 토양이었다. 퇴비차 처리 토양은 무처리구 토양에 비하여 처리구 간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다(Table 12). 퇴비차 처리가 토양의 화학성(pH, EC) 변화에 별다른 영향을 미치지 않고 대조구와 같은 수준을 보였다.

Table 12. Soil properties after experiment

| Treatment | pH (1:5) | EC ($dS \cdot m^{-1}$) | OM ($g \cdot kg^{-1}$) | $P_2O_5$ ($mg \cdot kg^{-1}$) | K | Ca | Mg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ($cmol^{+}/kg$) | | |
| Control | $6.4^{ns}$ | $1.1^{ns}$ | $23^{ns}$ | $230^{ns}$ | $0.54^{ns}$ | $3.5^{ns}$ | $1.4^{ns}$ |
| AC | 6.5 | 1.2 | 24 | 227 | 0.52 | 3.6 | 1.4 |
| MC | 6.5 | 1.1 | 23 | 228 | 0.53 | 3.6 | 1.5 |
| AC+A | 6.6 | 1.3 | 25 | 228 | 0.54 | 3.7 | 1.6 |
| MC+A | 6.5 | 1.1 | 23 | 232 | 0.52 | 3.6 | 1.5 |

* AC: animal manure compost tea, MC: spent mushroom compost tea, AC+A: animal manure + additives compost tea, MC+A: spent mushroom + additives mixture compost tea,
ns, Not significant

# Ⅳ. 적 요

본 연구는 퇴비차 조제시 퇴비의 종류와 첨가체 혼합에 따른 퇴비차의 양분함량과 우점 미생물 밀도를 조사 분석하고 퇴비차 시용이 상추의 생육 및 수량에 미치는 영향을 검토하기 위하여 수행되었다.

1. 가축분뇨 퇴비차, 폐버섯 퇴비차 공히 퇴비차 제조 과정 중 pH와 EC가 상승되었다. 가축분뇨 퇴비차의 발효 후 1시간 시점에 EC는 $0.75dS \cdot m^{-1}$에서 퇴비차 종료 시점에서

2.18로 증가되었다. 또한 첨가제 혼합 퇴비차의 EC는 무첨가구 다소 높아 졌다. 가축분뇨 퇴비차의 성분함량(T-N, K, Ca, Mg)은 폐버섯 퇴비차 보다 높았다.

2. 퇴비차의 우점미생물은 가축분뇨 퇴비차에는 세균의 밀도가 $10^6$, 사상균은 $10^2$로 세균과 사상균의 비율이 약 3:1로 세균이 우점하였다. 가축분뇨 퇴비차에서는 방선균이 검출되지 않았으나 폐버섯 퇴비차에는 방선균 밀도가 $1.4\times10^4$를 나타내었다. 첨가제 혼합 퇴비차의 세균수는 $4.2\times10^6$로 퇴비 단독 퇴비차의 보다 높아져 첨가제 처리에 의하여 미생물의 활성도가 증가되었다.
3. 퇴비차 시용구는 상추의 엽수, 엽장, 엽폭이 높아져 퇴비차가 식물 생육 촉진 효과를 나타내었다. 엽록소 측정치는 가축분뇨 퇴비차 처리구에서 30.6로 대조구의 22.2에 비하여 현저히 높았다. 상추의 수량은 가축분뇨 퇴비차 처리구에서 대조구 대비 169% 높아졌다. 폐버섯퇴비차 처리구의 수량은 161% 증가되어, 가축분뇨 퇴비차가 높은 질소, 칼륨 비료성분 함량에 의하여 증수 효과가 높았다. 퇴비차 처리가 시험 후 토양의 이화학성 성분의 변화에는 별다른 영향을 미치지 않았으나 퇴비차 처리가 식물양분 공급에 의하여 상추의 생육이 촉진되어 유의한 증수효과를 나타낸 것으로 생각된다.

[논문접수일 : 2011. 7. 18 논문수정일 : 2011. 12. 20. 최종논문접수일 : 2011. 12. 27.]

## 참 고 문 헌

1. 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준.
2. 최종명·박종윤. 2007. 인산시비농도가 잎들깨의 생육, 결핍증상 및 무기원소 함량에 미치는 영향. 한국생물환경조절학회 16(4): 358-364.
3. 홍순달·김기인·박효택·김성수. 2001. 시설재배 토마토 잎의 엽록소 측정치와 토양 질소공급능력의 상호관계. 한국토양비료학회지 34(2): 85-91.
4. Al-Dahmani, J. H., P. A. Abassi, S. A. Miller, and H. A. J. Hoitink. 2003. Suppression of bacterial spot of tomato with foliar of compost extracts under greenhouse and field conditions. Plant Disease 87: 913-919.
5. Al-Mughrabi, K. I., C. Berthélémé, T. Livingston, A. Burgoyne, R. Poirier, and A. Vikram. 2008. Aerobic compost tea, compost and a combination of both reduce the severity of common scab (Streptomyces scabiei) on potato tubers. Journal of Plant Sciences 3: 168-175.
6. Haggag, W. M. and M. S. M. Saber. 2007. Suppression of early blight on tomato and puple blight on onion by foliar sprays of aerated and non-aerated compost teas. Journal of Food

Agriculture and Environment 5: 302-309.

7. Ingham ER 2002. The compost tea brewing manual, 3rd edn. Soil Foodweb Incorporated, Corvallis, Oregon, USA.
8. Line M. and Y. Ramona. 2003. The making of compost teas-the next generation. Biocycle. 44(12): 55-56.
9. Litterick AM, Harrier L, Wallace P, Watson CA. and M, Wood. 2004. The role of composted materials, composts, manures and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production-a review. Crit Rev Plant Sci. 23(6): 453-479.
10. Scheuerell S. and W. Mahaffee. 2002. Compost tea: principles and prospects for plant disease control. Compost Sci. Util. 10(4): 313-338.
11. Scheurell, S. and M. Walter. 2002. compost tea; principles and prospects for plant disease control. Compost Science & Utilization. 10(4): 313-338.
12. Shaobing Peng, Ma. Rebecca C. Laza, Felipa V. Garcia, A. Kenneth, and G. Cassman. 1995. Chlorophyll meter estimates leaf area-based nitrogen concentration of rice. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 26(7 & 8): 927-935.
13. Siddiqui, Y., S. Meon, R. Ismail, and M. Rahmani. 2009. Bio-potential of compost tea from agro-waste to suppress Choanephora cucurbitarum L. the causal pathogen of wet rot of okra. Biological Control 49: 38-44.
14. Weltzien, H. C. 1991. Biocontrol of folial fungal diseases with compost extracts. in: Andrews, J. H., Hirano, S. S. (Eds.), Microbial Ecology of Leaves. Springer-Verlag, New York, NY, pp. 430-450.
15. Westcott, M. P. and J. M. Wraith. 1995. Correlation of leaf chlorophyll reading and stem nitrate concentration in peppermint. Commun. Soil Sci.. Plant Anal. 26(9 & 10): 1481-1490.