



ORIGINAL PAPER

<http://dx.doi.org/10.17137/korrae.2015.23.2.061>

원저

ISSN 1225-6498

가축분뇨를 활용한 도시텃밭 재배용토 제조 및 효능성 평가

이종진[†], 장기운, 한기필, 홍주화, 이동석*, 김영준**

(주)판코리아, (주)대지개발*, 가톨릭대학교 생명환경학부**

(2015년 6월 15일 접수, 2015년 6월 23일 수정, 2015년 6월 25일 채택)

The Efficacy Assessment and Manufacture of Kitchen Garden Soil Using Livestock Manure for an Urban Agriculture

Jong-jin Lee[†], Ki Woon Chang, Ki-pil Han, Joo-hwa Hong, Dong-soek Lee*, Young-jun Kim**

PanKorea Co.,Ltd, DAEJI Development Co.,Ltd*, School of Biological and Environmental Science, Catholic University of Korea**

ABSTRACT

In this study, manufacture of kitchen garden soil and its application on the growth of Lettuce has been performed. The optimal ratio of various raw materials for pH, total nitrogen, phosphate, cations, and salt content was found to be 49 : 35 : 10 : 5 : 1(w/w) in peatmoss, livestock manure, cocopeat, zeolite, and microbial fertilizer, respectively. In the growth experiment using Lettuce, the manufactured soil obtained 21% & 20% increase in leaf length and width, 17% increase in chlorophyll, and 22% in biomass, compared to the control.

Keywords : Livestock Manure, Kitchen Garden Soil, Lettuce, Growth Experiment

초 록

본 연구에서는 도시농업조성을 위한 텃밭재배용 용토의 제조실험 및 이를 통한 상추의 생육실험을 진행하였다. 용토의 제조를 위한 최적의 원료배합비율은 이탄, 축분, 코코피트, 제올라이트, 미생물제제를 각각 49 : 35 : 10 : 5 : 1(w/w)로 혼합한 비율에서 pH, 전질소, 가용인산, 양이온, 염분함량 등이 적합한 비율로 나타났으며, 상추를 이용한 생육실험결과, 대조구와 비교하여 엽장과 엽폭은 각각 21%와 20%, 클로로필 함량은 17%, 생체중은 22%까지 증가하는 것으로 나타났다.

주제어 : 축분, 텃밭재배용토, 상추, 생육실험

[†]Corresponding author(jinjaro@hanmail.net)

1. 서론

퇴비는 토양내의 양분의 공급능력을 제고하는 한편 토양의 이화학적 특성을 개선함으로써 작물의 생육과 수량, 품질을 높이는 효과가 있다. 이러한 효과는 퇴비의 성질과 사용조건 등에 의해 크게 변화하며, 따라서 잘못된 퇴비의 사용과 사용방법 및 조건이 따를 경우 식물에 장애가 발생할 수 있다. 이에 따라, 퇴비를 적절히 이용하기 위해서는 퇴비의 부숙정도 및 양분함유량 등을 사전에 숙지하는 한편, 토양의 성질 및 적용작물에 대한 적절한 사용법과 사용량에 따라 퇴비를 이용해야 한다^{1,2)}.

한편, 2012년 가축분뇨의 해양배출이 금지됨에 따라 가축분뇨의 육상처리를 위한 자원화 확대 및 기술보급이 매우 활발하게 진행되고 있다. 가축분뇨에는 식물이 필요로 하는 영양분이 다량 함유되어 있어 식물의 생육을 촉진하는 한편, 토양의 물리화학적 특성을 개선하는 효과가 있으며, 이를 보다 효과적으로 사용하기 위해서는 작물별 사용효과 및 토양환경에 미치는 영향 등에 대한 사전연구가 필요하다³⁾.

최근 도시농업의 열기와 더불어 상추 등의 텃밭을 가꾸는 가구들이 증가함에 따라 이에 대한 적절한 재배용토를 개발하여 보급할 필요성이 제기되고 있다.

이에, 본 연구에서는 도시농업조성을 위한 적절텃밭재배용 용토를 공급하기 위해서 축분을 포함하여 이탄, 코코피트, 제올라이트 등, 상토의 원료를 대상으로 최적의 배합비율을 설정하는 한편, 이들의 사용시 토양내 물리화학적 특성변화를 조사하고, 대표적인 텃밭식물인 상추를 대상으로 생육실험을 실시하였다.

2. 실험재료 및 방법

상추에 대한 작물생육실험은 대전광역시 소재 충남대학교 농업생명과학대학 부속 비닐하우스에서 수행하였으며 풍건한 토양을 2mm 체로 친후, 1/5,000a Wagner pot에서 완전임의배치법으로 3

반복으로 포트당 1주 이상 실시하였다.

대조구는 공시토양과 시중축분을 7:3 또는 5:5(w/w)로 혼합하여 사용하였으며, 처리구는 공시토양에 축분과 이탄, 코코피트, 제올라이트, 미생물제제 등을 혼합하여 최적의 혼합비율을 도출한 혼합용토를 7:3 또는 5:5(w/w)로 배합하여 사용하였다.

작물의 생육조사는 농촌진흥청의 농사시험연구조사기준(1998)에 따라 측정하였으며, 엽록소함량은 Chlorophyll Meter(Minolta Chlorophyll Meter Spad-502)로 측정하였다^{4,5)}. 토양 및 각 시료의 이화학적 특성(pH, 전기전도도, 전질소, 유효인산, 수분, 용적밀도, 유기물함량, 양이온함량, 양이온치환능, 염분, 토양삼상, 공극률 등), 중금속 및 유해성분분석 등은 비료분석법해설(농업과학기술원) 및 토양화학분석법(농촌진흥청)에 준하여 분석하였다^{6,7,8)}.

3. 결과 및 고찰

3.1 공시재료의 이화학적 특성

공시재료로 사용된 공시토양 및 시중축분, 텃밭재배용으로 사용된 원료인 축분, 이탄, 코코피트, 제올라이트 등에 대한 이화학적 특성 및 중금속, 유해성분 등을 측정된 결과는 [Table 1, 2 & 3]과 같다.

3.2 최적의 원료투입을 위한 투입비율 설정

축분, 이탄, 코코피트, 제올라이트, 미생물제제의 적정 혼합비율을 설정하기 위하여 [Table 4]와 같이 각 원료의 비율을 달리하여 혼합한 후, 각 혼합비율에 따른 이화학적 특성 및 유해성분의 농도를 측정하였다[Table 5 & 6]. 실험결과, 이탄, 축분, 코코피트, 제올라이트, 미생물제제를 각각 49:35:10:5:1(w/w)로 혼합한 비율(No. 2)과 54:30:10:5:1(w/w)로 혼합한 비율(No. 3)에서 치환성양이온의 농도를 비롯하여 다양한 지표에서 양호한 결과를 보여 본 혼합비율을 상추재배에 사용하였다.

[Table 1] Physico-Chemical Properties of the Pot Soil

| pH (1:5) | EC dS/m | T-N % | O.M % | Ava.- P ₂ O ₅ mg/kg | Ex.-cations (cmolc/kg) | | | | CEC cmolc/kg |
|-------------|------------|----------|----------|---|---------------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | |
| 4.59 | 1.06 | 0.15 | 1.15 | 12.7 | 2.11 | 0.61 | 0.17 | 0.08 | 4.97 |

[Table 2] Physico-Chemical Properties of Various Raw Materials

| Raw Materials | pH (1:5) | EC dS/m | T-N % | O.M % | Ava.- P ₂ O ₅ mg/kg | Ex.-cations (cmolc/kg) | | | | CEC cmolc/kg | Water content % | Soil Bulk Density Mg/m ³ |
|---------------------|-------------|------------|----------|----------|---|---------------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|
| | | | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | | | |
| Peatmoss | 3.51 | 5.70 | 0.50 | 14.1 | trace | 11.0 | 2.55 | 0.3 | 0.19 | 30.1 | 56.3 | 0.67 |
| Livestock Manure | 8.35 | 16.6 | 1.20 | 36.6 | 213 | 14.1 | 22.2 | 12.5 | 7.15 | 34.3 | 28.9 | 0.56 |
| Zeolite | 7.52 | 1.20 | 0.01 | 4.75 | 60 | 23.7 | 12.4 | 14.2 | 11.5 | 63.7 | 15.8 | 1.04 |
| Cocopeat | 5.86 | 3.85 | 0.60 | 47.2 | 242 | 11.6 | 5.07 | 14.6 | 4.09 | 42.0 | 28.7 | 0.18 |

[Table 3] Heavy Metals & Salt of Various Raw Materials

| Raw Materials | As | Cd | Hg | Pb | Cr6+ | Cu | Ni | Zn | Salt |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------|
| | mg/kg | | | | | | | | |
| Peatmoss | trace | trace | trace | 10.67 | 58.08 | 18.41 | 27.29 | 57.08 | 0.01 |
| Livestock Manure | trace | trace | trace | 8.63 | 23.94 | 110.33 | 10.54 | 871.70 | 0.89 |
| Zeolite | trace | trace | trace | 6.27 | 2.10 | 0.71 | 1.21 | 64.23 | 0.62 |
| Cocopeat | trace | trace | trace | trace | trace | trace | trace | 19.4 | 0.41 |

[Table 4] Various Ratios of Each Raw Materials (w/w)

| Raw Materials | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Peatmoss | 44 | 49 | 54 | 59 | 64 | 69 |
| Livestock Manure | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 |
| Zeolite | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Cocopeat | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Microbial Fertilizer | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

3.3 원료의 적정혼합비율에 따른 상추의 생육 및 생체중 특성

텃밭재배용 원료의 혼합비율에 따라 No.2(A type soil) 시료와 No.3(B type soil) 시료를 대상으로 상추의 생육 및 생체중 특성을 조사하였

다. 대조구로는 공시토양과 시중축분을 7:3(w/w)과 5:5(w/w)의 비율로 배합하여 사용하였으며, A시료와 B시료의 경우에도 공시토양과 시료의 비율을 동일하게 적용하여 실험하였다. A와 B, 각각의 시료에서 미생물제제를 포함

[Table 5] Physico-Chemical Properties of Various Ratios

| No. | pH (1:5) | EC dS/m | T-N % | O.M % | Ava.- P ₂ O ₅ mg/kg | Ex.-cations (cmolc/kg) | | | | CEC cmol _c /kg | Water content % | Soil Bulk Density Mg/m ³ |
|------|-------------|------------|----------|----------|---|---------------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-----------------------|---|
| | | | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | | | |
| No.1 | 7.29 | 8.47 | 0.64 | 37.1 | 149 | 11.1 | 15.0 | 19.9 | 5.80 | 35.6 | 14.2 | 0.52 |
| No.2 | 7.24 | 8.39 | 0.62 | 35.6 | 135 | 10.6 | 13.9 | 19.0 | 5.67 | 37.9 | 15.7 | 0.53 |
| No.3 | 7.07 | 8.31 | 0.60 | 32.9 | 116 | 10.4 | 12.8 | 18.1 | 5.40 | 38.6 | 17.3 | 0.55 |
| No.4 | 7.06 | 8.30 | 0.61 | 32.8 | 108 | 10.3 | 12.4 | 18.0 | 5.16 | 40.2 | 18.1 | 0.56 |
| No.5 | 6.97 | 8.25 | 0.60 | 30.8 | 104 | 9.59 | 11.4 | 17.2 | 4.61 | 41.2 | 19.7 | 0.57 |
| No.6 | 6.54 | 8.18 | 0.59 | 29.1 | 99 | 8.78 | 10.5 | 16.5 | 3.56 | 44.2 | 23.4 | 0.58 |

[Table 6] Heavy Metals and Salt of Various Ratios

| Number | As | Cd | Hg | Pb | Cr ⁶⁺ | Cu | Ni | Zn | Salts |
|--------|-------|-------|-------|------|------------------|------|-------|-------|-------|
| | mg/kg | | | | | | | | |
| No.1 | trace | trace | trace | 6.23 | 33.21 | 60.1 | 19.81 | 540.5 | 0.58 |
| No.2 | trace | trace | trace | 6.65 | 36.04 | 56.9 | 21.02 | 493.6 | 0.49 |
| No.3 | trace | trace | trace | 7.03 | 41.28 | 52.8 | 21.98 | 441.7 | 0.44 |
| No.4 | trace | trace | trace | 7.39 | 43.45 | 46.8 | 23.15 | 385.5 | 0.40 |
| No.5 | trace | trace | trace | 7.56 | 45.21 | 39.8 | 24.27 | 376.9 | 0.33 |
| No.6 | trace | trace | trace | 7.98 | 46.72 | 28.4 | 25.06 | 315.7 | 0.27 |

시킨 것과, 포함시키지 않은 시료를 대상으로 실험하였다.

각 처리구의 토양의 화학적 특성은 **[Table 7]** 과 같다. 각각의 처리구를 비교한 결과, 모든 실험에서 대조구에 비해 처리구에서 pH와 질소함량, 양이온함량이 높게 나타났으며, 특히 미생물제제를 포함시킨 처리구에서 질소함량 및 양이온함량이 높게 나타났다.

각 처리구에 대한 토양의 물리적 성상을 비교한 결과, 대조구와 비교하여 모든 처리구에서 용적밀도와 토양 삼상 중, 고상이 감소하는 경향을 보였으며, 공극률은 미생물제제를 첨가한 처리구에서 가장 높은 결과를 나타냈다**[Table 8]**.

상추의 생육실험은 엽장과 엽폭, 엽수조사와 함께 클로로필의 함량과 생체량을 측정하였다. 대조구와 비교하여 공시토양과 A 토양을 7:3(w/w) 비율로 배합한 처리구에서 모든 측정 항목이 증가하였으며, 특히 미생물제제를 사용한

처리구에서 가장 높은 증가율을 보여주었다. 또한, 공시토양과의 배합비율을 5:5(w/w)로 혼합하였을 때, 7:3(w/w)의 비율과 비교하여 모든 항목에서 수치가 증가하고 있음을 보여주었다.

한편, A 토양과 B 토양을 비교한 결과를 보면, 모든 생육측정항목에서 A 토양이 B 토양보다 높은 수치를 나타냈다. A 토양과 B 토양의 원료조성을 비교해 보면 **[Table 9]**에서 보는 바와 같이 A 토양이 B 토양보다 축분원료의 함량이 5% 정도 높으며, 이화학적 특성에서는 전질소와 가용인산의 함량이 높게 나타나, 이 같은 결과가 생육결과의 차이로 이어진 것으로 판단된다.

4. 결론

1. 도시농업을 위한 텃밭재배용 용토를 제조하기 위해 수집된 각 원료의 최적배합비율은 이탄, 축분, 코코피트, 제올라이트 및 미생물이 각각

[Table 7] Chemical Properties of Various Treatments

| Treatment | pH (1:5) | EC dS/m | T-N % | O.M % | Ava. - P ₂ O ₅ mg/kg | Ex. -cations (cmol _c /kg) | | | | CEC cmol _c /kg |
|--------------------|-------------|------------|----------|----------|--|---|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|
| | | | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | |
| Control (7 : 3) | 5.11 | 2.01 | 0.10 | 5.48 | 251.5 | 6.59 | 2.95 | 0.92 | 0.66 | 12.48 |
| A soil (7 : 3) | 5.55 | 2.65 | 0.12 | 4.85 | 267.0 | 7.01 | 3.84 | 1.07 | 0.78 | 13.69 |
| A soil + M (7 : 3) | 5.69 | 2.94 | 0.14 | 4.41 | 316.5 | 7.25 | 4.51 | 1.21 | 0.79 | 14.76 |
| B soil (7 : 3) | 5.34 | 2.54 | 0.10 | 4.26 | 246.9 | 6.87 | 3.66 | 1.05 | 0.71 | 13.30 |
| B soil + M (7 : 3) | 5.53 | 2.87 | 0.13 | 3.86 | 307.5 | 7.02 | 4.21 | 1.18 | 0.75 | 14.16 |
| Control(5 : 5) | 5.38 | 4.03 | 0.10 | 8.74 | 245.2 | 9.10 | 6.34 | 1.63 | 0.11 | 19.50 |
| A soil (5 : 5) | 6.13 | 4.67 | 0.12 | 7.56 | 331.5 | 10.43 | 7.15 | 2.04 | 1.12 | 21.73 |
| A soil + M (5 : 5) | 6.25 | 4.86 | 0.15 | 7.44 | 349.7 | 11.33 | 7.19 | 2.48 | 1.50 | 23.51 |
| B soil (5 : 5) | 5.97 | 4.38 | 0.14 | 7.23 | 288.4 | 10.27 | 6.54 | 1.96 | 1.07 | 20.84 |
| B soil + M (5 : 5) | 6.05 | 4.53 | 0.15 | 7.02 | 305.1 | 10.35 | 6.59 | 2.14 | 1.13 | 21.21 |

Control : The ratio of common soil to livestock manure is 7:3 (w/w)

A soil (7:3) : The ratio of the common soil to A type soil is 7:3 (w/w)

A soil + M : A soil + Microbial Fertilizer

[Table 8] Physical Properties of Various Treatments

| Soil Types | Soil Bulk Density | Solid Phase | Liquid Phase | Gaseous Phase | Porosity |
|--------------------|----------------------|-------------|--------------|---------------|----------|
| | Mg/cm ³ | | | | |
| Control (7 : 3) | 0.98 | 37.0 | 17.1 | 45.9 | 63.0 |
| A soil (7 : 3) | 0.91 | 34.2 | 19.7 | 46.1 | 65.8 |
| A soil + M (7 : 3) | 0.89 | 33.5 | 19.9 | 46.6 | 66.5 |
| B soil (7 : 3) | 0.91 | 34.4 | 19.6 | 46.0 | 65.6 |
| B soil + M (7 : 3) | 0.89 | 33.6 | 20.1 | 46.3 | 66.4 |
| Control(5 : 5) | 0.74 | 27.9 | 24.2 | 47.9 | 72.1 |
| A soil (5 : 5) | 0.69 | 26.0 | 25.7 | 48.3 | 74.0 |
| A soil + M (5 : 5) | 0.68 | 25.8 | 26.1 | 48.1 | 74.2 |
| B soil (5 : 5) | 0.69 | 26.2 | 25.5 | 48.3 | 73.8 |
| B soil + M (5 : 5) | 0.68 | 25.5 | 26.1 | 48.4 | 74.5 |

Control : The ratio of common soil to livestock manure is 7:3 (w/w)

A soil (7:3) : The ratio of the common soil to A type soil is 7:3 (w/w)

A soil + M : A soil + Microbial Fertilizer

49 : 35 : 10 : 5 : 1(w/w), 또는 54 : 30 : 10 : 5 : 1(w/w)의 비율이 적합한 것으로 나타났으며, 이는, pH, 질소전량, 양이온 및 염분 등을 고

려한 결과이다.

2. 텃밭재배용 용토의 이화학적 성상은 대조구에 비해 처리구에서 pH와 질소함량, 양이온함량

[Table 9] Growth Characteristics of Lettuce with Various Types of Soils

| Soil Types | Leaf (Length) | | Leaf (Width) | | Leaf (Number) | | Chlorophyll | | Biomass | |
|--------------------|-------------------|-----|-------------------|-----|---------------|-----|---------------------------------|-----|-------------------|-----|
| | (cm) | (%) | (cm) | (%) | (ea/week) | (%) | Weight (mg/100cm ²) | (%) | (g/week) | (%) |
| Control (7 : 3) | 17.2 ^a | 100 | 10.1 ^a | 100 | 15.7a | 100 | 2.51 ^a | 100 | 45.2 ^a | 100 |
| A soil (7 : 3) | 18.9 ^a | 110 | 11.0 ^a | 109 | 16.7a | 106 | 2.80 ^a | 112 | 50.7 ^a | 112 |
| A soil + M (7 : 3) | 20.2 ^a | 118 | 11.7 ^a | 116 | 17.7a | 113 | 2.94 ^a | 117 | 54.0 ^a | 119 |
| B soil (7 : 3) | 18.2 ^a | 106 | 10.6 ^a | 105 | 16.7a | 106 | 2.72 ^a | 108 | 49.0 ^a | 108 |
| B soil + M (7 : 3) | 19.7 ^a | 115 | 11.0 ^a | 110 | 17.0a | 109 | 2.78 ^a | 111 | 52.3 ^a | 116 |
| Control (5 : 5) | 17.4 ^a | 100 | 10.3 ^a | 100 | 16.3a | 100 | 2.58 ^a | 100 | 47.2 ^a | 100 |
| A soil (5 : 5) | 19.8 ^a | 114 | 12.0 ^a | 116 | 18.0a | 110 | 2.86 ^a | 111 | 54.5 ^a | 116 |
| A soil + M (5 : 5) | 21.0 ^a | 121 | 12.4 ^a | 120 | 19.3a | 118 | 3.00 ^a | 116 | 57.7 ^a | 122 |
| B soil (5 : 5) | 19.1 ^a | 109 | 11.0 ^a | 106 | 17.7a | 108 | 2.76 ^a | 107 | 51.9 ^a | 100 |
| B soil + M (5 : 5) | 20.6 ^a | 118 | 11.8 ^a | 114 | 18.7a | 114 | 2.83 ^a | 109 | 55.7 ^a | 118 |

등이 높았으며, 특히 미생물제제를 포함시킨 처리구에서 질소함량 및 양이온함량이 높게 나타났다.

3. 텃밭재배용 용토의 물리적 성상은 대조구와 비교하여 모든 처리구에서 용적밀도와 토양 삼상 중 고상이 감소하는 경향을 보였으며, 공극률은 미생물제제를 첨가한 처리구에서 가장 높은 결과가 나타났다.
4. 텃밭재배용 용토에 대한 상추의 생육실험은 대조구와 비교하여 처리구에서 엽장, 엽폭, 엽수, 클로로필, 생체량에서 모두 높게 나타났으며, A 토양의 처리구에서 B 토양보다 높은 수치를 보였고, 미생물제제를 사용한 처리구에서 가장 높은 수치를 나타냈다.

참고문헌

1. 김민경, 권순익, 강성수, 한민수, 정구복, 강기경, “돈분뇨 액비가 사용된 논토양 특성 변화”, 유기

물자원화, 19(4), pp 97-105. (2011).

2. 박영희, 장기운, 홍재구, “Phylite를 이용한 퇴비 사용에 따른 토양 특성변화 및 작물에 대한 효율성 평가”, 폐기물자원화, 10(2), pp 92-99. (2002).
3. Burrows, S., “Nitrogen changes during the composting and cropping processes”, Journal of the Science of Food & Agriculture, 2, pp 403-410. (1951).
4. 농촌진흥청 농업기술연구소, 토양화학분석법. (1998).
5. Martin, R.C., “Soil Sampling and Method of Analysis”, Canadian Soc. Soil Sci., pp 529-555. (1993).
6. 농림부, “축산연구소 연구보고서”. (2000).
7. 농업과학기술원, “비료분석법해설”. (1995).
8. 농촌진흥청, “농사시험연구조사기준”. (1995).

