

Study Note

## 옥수수 부산물과 토끼 분변의 이화학적 성분특성 및 퇴비 제조조건

김대균\* · 김진영\* · 이원석\* · 김혜형\* · 서명훈\* · 박인태\* · 현준기\*\* · 유가영\*\*\*  
경기도농업기술원\*, 경희대학교 환경응용과학과\*\*, 경희대학교 환경학 및 환경공학과\*\*\*

### Composting Method and Physicochemical Characteristics of By-products from Home Garden Plants and Small Herbivore Feces

Dae-Gyun Kim\* · Jin-Young Kim\* · Won-Suk Lee\* · Hye-Hyeong Kim\* · Myung-Whoon Seo\* · In-Tae Park\* · Junge Hyun\*\* · Gayoung Yoo\*\*\*

Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services\*  
Dept. of Applied Environmental Science, Kyung Hee University\*\*  
Dept. of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University\*\*\*

**요약:** 북한의 텃밭에서는 비료사용이 매우 제한적이므로 남북한 농업분야 협력사업의 하나로 텃밭 부산물을 이용한 퇴비 제조방법의 제안은 실용적 가치가 있다. 본 연구는 북한의 실정을 고려하여 토끼 분변과 옥수수 부산물이 가장 얻기 쉬운 원재료 물질로 판단하고 이를 이용한 퇴비 제조 방법을 제안하고자 하였다. 북한의 시료를 구하기는 불가능한 일이기 때문에 남한의 여러 지역에서 옥수수 부산물 시료를 구하여 이들의 이화학적 성질을 분석하였다. 분석 결과, 주요 비료 성분인 질소의 경우 남한 정도의 공간 규모에서 유의한 차이가 없었으므로 경기도 지역의 옥수수 부산물을 퇴비화 재료로 활용하였다. 토끼 분변도 여러 지역에서 수집 분석하였는데 이를 풀만을 급이한 중국 단동의 분변 시료와 비교하였다. 이 결과 사료를 먹은 토끼 분변의 질소 함량은 풀을 먹인 토끼 분변에 비해 유의하게 낮았다. 북한 상황을 고려할 때 텃밭에서 키우는 토끼는 사료가 아닌 풀을 급이할 확률이 크지만 재료의 가용성으로 인해 경기도 연천에

First Author: Dae-Gyun Kim, Dept. of horticulture research, R&D bureau, Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services, Hwasung-si, Gyeonggi-Do, 18399, Korea, E-mail: tonecom@gg.go.kr

Corresponding Author: Gayoung Yoo, Dept. of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University, Yongin-si, Gyeonggi-Do, 17104, Korea, Tel: +82-31-201-3858, E-mail: gayoo@khu.ac.kr

Co-Authors: Jin-Young Kim, Dept. of horticulture research, R&D bureau, Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services, Hwasung-si, Gyeonggi-Do, 18399, Korea, E-mail: k jy5122@gg.go.kr

Won-Suk Lee, Dept. of horticulture research, R&D bureau, Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services, Hwasung-si, Gyeonggi-Do, 18399, Korea, E-mail: bom815@gg.go.kr

Hye-Hyeong Kim, Dept. of horticulture research, R&D bureau, Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services, Hwasung-si, Gyeonggi-Do, 18399, Korea, E-mail: hyeong89@gg.go.kr

Myung-Whoon Seo, Dept. of horticulture research, R&D bureau, Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services, Hwasung-si, Gyeonggi-Do, 18399, Korea, E-mail: semw@gg.go.kr

In-Tae Park, R&D bureau, Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services, Hwasung-si, Gyeonggi-Do, 18399, Korea, E-mail: pit62@gg.go.kr

Junge Hyun Dept. of Applied Environmental Science, Kyung Hee University, Yongin-si, Gyeonggi-Do, 17104, Korea, E-mail: hyunjk0226@naver.com

Received: 20 November, 2018. Revised: 26 November, 2018. Accepted: 3 December, 2018.

서 토끼의 분변을 확보하여 퇴비화 재료로 활용하였다. 퇴비화 과정은 토끼 분변과 옥수수 부산물의 혼합 비율 1:1, 1:2, 1:3 로 각각 처리하여 60일 동안 진행하였다. 그 결과 1:1 혼합비를 통해 제조된 퇴비는 부숙 완료 후 총 질소 함량은 1.98%이었고 유기물/질소 비도 31.7에 달하여 시판되고 있는 상업용 퇴비와 질적으로 차이가 없음을 확인하였다.

**주요어:** 북한, 농업협력, 옥수수부산물, 토끼 분변, 퇴비

**Abstract:** This study was conducted to suggest a sustainable farming practice for resource recycling in vegetable gardens of North Korea. In North Korea, farmers are allowed to own private vegetable gardens less than 100 m<sup>2</sup>. However, usage of fertilizers in private vegetable gardens is very limited due to economic sanctions by UN security council. If North and South Korea initiated the cooperative action in the near future, agricultural sector would be the highest priority cooperation area. Considering the current North Korean situation in agriculture, we would like to suggest a method for producing organic fertilizer manure. For raw materials for producing manure, we selected corn byproduct, which is the most abundant material, and rabbits' feces, which are easily obtained from individual private farms in North Korea. As we cannot get corn byproducts and rabbits' feces from North Korea, we prepared samples of corn byproducts and rabbits' feces from many places in South Korea. After statistical analysis of variance, there was no significant difference in the T-N contents of corn byproducts from Gyeonggi, Gangwon, Chungnam, Chungbuk, Jeollabuk and Gyeongsangnam-dos, which indicates that the fertilizing quality of corn byproducts does not vary significantly in the spatial scale of South Korea. In this sense, if we use corn samples from Gyeonggi province, they would not be very different from those of North Korean regions. Physicochemical properties of rabbits' feces were different between those eating feed grains and those eating plants only. Hence, we used rabbits' feces of the rabbits from Yeonchun area, which were fed by plants only. Using three different mixing ratios of corn byproducts and rabbits' feces, composting was conducted for 60 days. The mixing ratio of 1:1 produced the manure with % T-N of 1.98% and OM/N ratio of 31.7 after 30 days of composting, which is comparable to the quality of commercial manure.

**Keyword:** North Korea, cooperation, corn byproduct, rabbits' feces, manure

## I. 서론

최근 진전된 남북한 관계에 따라 여러 분야의 상호 협력이 조심스럽게 제기되고 있다. 그 중 산림 및 농업 분야의 협력은 우선 협력 분야로 판단되며 이에 따라 국내 농업 분야도 단계적 준비가 필요한 실정이다. 북한의 농업은 대북제재로 인한 비료부족, 토양 유기물 부족으로 인한 황폐화, 기후변화로 인한 물부족 및 재배지 변화 등 여러 위협 요인들에 노출되어 열악한 실정으로 파악된다(Hong et al., 2008). 이를 해결하기 위한 지속가능한 친환경적 농업의 개발

및 적용은 향후 남북간 농업 분야 협력 사업의 핵심 요소가 될 수 있다 (Kim 2013).

북한의 농지면적은 2011년 현재 255만 ha로 경작지는 약 230만 ha에 달한다고 알려져 있다 (Kim 2013). 이 중 협동농장이 약 200만 ha 정도로 대부분을 차지하고 있지만 협동농장에서 일하는 모든 농가는 최대 30평(약 100 m<sup>2</sup>)의 텃밭을 경작할 수 있다고 한다. 2012년 현재 북한의 텃밭 및 이보다 작은 부업밭의 총 면적은 약 25,000 ha에 달하는 것으로 알려져 있다 (Kim & Nam 2013). 2007년부터 한반도 정세의 경색으로 대북 화학비료 지원이 중단되었으

므로 북한은 부족해진 화학비료를 유기질 비료공급으로 보충하려는 노력을 기울이고 있지만 여전히 비료부족 문제는 심각하다. 특히 협동농장이 아닌 텃밭에서의 화학비료 사용은 매우 제한적일 수밖에 없으므로 북한의 실정에 맞는 자연순환적 방법에 근거한 유기질 비료의 생산 및 활용은 북한의 지속가능한 농업정책을 위하여 남북한 협력차원에서 남한이 제공할 수 있는 실용적 기술이전의 하나가 될 수 있다고 생각한다.

이에 본 연구에서는 북한의 텃밭 상황을 고려한 자연순환적 퇴비 생산의 기반을 분석하고, 이에 따라 옥수수 부산물 및 토끼 분변을 혼합한 최적 퇴비 생산조건을 제안하고자 한다. 북한의 텃밭에서 재배하는 주요 작물 중 퇴비화에 적합한 부산물은 옥수수 부산물로 판단된다. 옥수수는 벼 다음으로 북한에서 재배면적이 넓은 작물이다. 2016년 옥수수 생산량은 남한이 74 천톤인 반면 북한은 1,702 천톤으로 매우 높았으므로 옥수수 부산물은 북한 어느 곳에서도 쉽게 얻을 수 있는 재료이다 (Korean Statistical Information Service 2016). 한편, 북한의 텃밭에는 농가별로 소규모 가축을 키우는 경우가 많은데 토끼 사육두수는 2011년에 32,010 천마리에서 2015년 33,492 천마리로 늘었으며, 2016년에도 35,946 천마리가 사육되고 있다고 보고되었다 (Korean Statistical Information Service 2016). 염소 사육두수 또한 북한에서 2008년 3,441천마리, 2012년에 3,689천마리, 2013년에도 3,682천마리로 일정수준이 유지됨을 알 수 있다 (Jo & Park 2017). 이처럼 텃밭에서 사육되는 토끼 및 염소의 분변은 개별 농가에서 가장 확보하기 쉬운 유기질 비료의 원료가 될 것이다.

이런 상황을 고려할 때 본 연구는 옥수수 부산물 및 토끼 분변이 북한의 텃밭에서 가장 확보하기 쉬운 재료라고 판단하고, 이를 이용한 최적 퇴비 생산 조건을 구명하고자 하였다. 이를 위하여 국내 여러 지역의 옥수수 부산물 및 토끼 분변을 확보하여 이들의 이화학적 특성을 분석한 후, 이를 북한의 여러 상황과 비교함으로써 남한의 원재료를 이용한 실험결과가 북한의 실정에도 여전히 유효할 수 있는지를 파악하려고 한다. 이후 이화학적 특성 파악을 통해 선정

된 대표 시료를 이용하여 토끼분변과 옥수수 부산물의 혼합 비율을 변화시킴으로써 퇴비화를 진행하였으며 퇴비화 결과 분석을 통하여 북한의 실정을 고려할 경우 어떤 퇴비화 방법이 실용적으로 활용가능한 기술인지를 제안하였다.

## II. 연구방법

### 1. 옥수수 부산물과 토끼분변

텃밭 부산물(수확후 식물체)의 이화학적 특성조사를 위한 대상작물은 옥수수로 선정하였다. 옥수수 부산물에 대한 시료채취는 전국 6개도 27개 지점(경기 8, 강원 5, 충북 5, 충남 3, 전북 5, 경남 거창1)에서 각각 세 개의 반복 시료를 대상으로 실시하였다.

토끼 분변의 이화학적 특성조사를 위한 시료 채취는 전국 4개도 12개 지점에서 수행하였다. 경기 지역에서는 9점의 분변을 확보하여 분석을 실시하였으나 강원, 충남, 충북에 대해서는 각각 1점의 시료만 확보가 가능하였다. 이처럼 12개 지점인 경기, 강원, 충남, 충북에서 채취한 토끼 분변 시료는 모두 사료를 급이한 토끼로부터 나온 것이다. 그러나 북한에서는 토끼에게 사료를 먹이는 경우가 흔하지 않고 대부분의 텃밭 농가에서 풀을 먹이기 때문에, 풀만을 급이한 토끼로부터 채취한 분변시료를 중국의 단둥으로부터 1점 확보하여 급이 형태에 따른 분변의 이화학적 특성의 변화를 파악하고자 하였다. 이와 병행하여 국내에서도 경기도 연천에서 직접 풀만 급이하여 사육한 토끼의 분변을 5점 확보하여 분석하고 이를 비교하였다.

옥수수 부산물 및 토끼 분변에 대한 조사항목으로는 T-N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, 유기물 함량 및 수분함량이었으며, 주요 성분에 대한 분석법은 농업환경 실험분석법 (Kang et al. 2017)에 준하였다. 식물체 및 분변 시료는 60°C의 오븐에서 48시간 동안 건조하여 수분함량을 조사하였고, 나머지 시료에 대해서는 풍건을 진행하였다. 풍건 시료 2g를 대상으로 Kjeldahl 방법으로 질소분석기(Foss, Kjeltac 8400)를 이용하여 T-N에 대한 분석을 시행하였다.  $P_2O_5$ 은 UV/Vis Spectrometer(PerkimElmer Lambda 650)



Fig. 1. Composting Process using rabbits' feces and corn byproducts

를 이용하여 Vanadate 방법으로 측정하였고,  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Na_2O$ 는 유도결합플라즈마 발광광도계 (PerkimElmer Optima8300)로 정량하였다. 유기물 함량은 시료 10 g을 전열판에서 탄화하여  $550^{\circ}C$ 에서 2시간 회화하고 데시케이터에서 30분 동안 냉각시킨 후 중량법으로 분석하였다.

## 2. 퇴비화

옥수수 부산물과 토끼 분변에 대한 이화학적 성질 파악 후 경기지역에서 채취한 토끼분변 및 농업기술 원내 옥수수 재배 포장의 옥수수 부산물 시료를 이용하여 퇴비화를 진행하였다. 퇴비제조과정은 그림 1과 같다. 우선 토끼 분변과 10 cm 크기로 절단한 옥수수 부산물의 수분함량을 각각 65%로 조절하였다. 다음으로는 최적 조건의 혼합비를 찾기 위하여 토끼 분변: 옥수수 부산물 부피비를 1:1, 1:2, 1:3의 조건으로 달리하였고 이들을 잘 혼합한 후 비닐로 피복하였다. 퇴비 시료는 각 처리구 당 3개 씩 준비하였고 북한에서의 실용화 및 퇴비제조 특성상 노지조건에서 실시하였다. 시험기간은 2017년 9월 8일에서 11월 7일까지 수행하였다. 퇴비화 과정 중 퇴비화 정도를 측정하기 위하여 ONSET사의 U23-003 데이터로거를 이용하여 퇴비화 전과정동안 퇴비더미 내의 온도를 측정하였고, 퇴비화 정도는 CoMMe-100을 이용하여 조사하였다. CoMMe-100은 미부숙 퇴비에 적합한 수분함량을 유지시키면 미생물의 활성에 의해 이산화탄소와 암모니아가 발생되는데 이를 젤 상태

의 패들과 반응시켜 변화되는 패들의 색 변화를 기계적으로 측정하여 부숙도를 측정하는 원리이다(Kang et al, 2017)

## 3. 통계분석

자료의 통계적 분석은 SAS Software (SAS Institute 2002)를 이용하였으며 PROC GLM을 이용하여 지역간 토끼 분변 및 옥수수 부산물의 이화학적 특성의 차이를 5% 유의수준에서 파악하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 옥수수 부산물의 지역별 이화학적 성분 특성

옥수수 부산물을 전국 6개도 27개 지점에서 채취하여 분석한 결과는 표 1과 같다. 전국 시료의 T-N은 0.79~1.41%였으며, P2O5는 0.29~1.08%, K2O는 1.67~3.96%, 그리고 수분함량은 43.4~71.9%로 조사되었다. 식물의 생장에 가장 큰 영향을 주는 T-N 성분에 대하여 지역적으로 보면 조사한 모든 지역의 시료가 95% 유의수준에서 차이가 없음을 알 수 있다 (Fig 2). P2O5의 경우는 경기와 전북이 나머지 지역에 비하여 낮으며 나머지 지역인 강원, 충북, 충남 및 경남 사이에는 유의한 차이가 없었다.  $K_2O$ 의 경우는 경기, 강원, 전북이 충북, 충남, 경남에 비하여 유의하게 낮았으며 나머지 양분 성분인 Ca, Mg, Na, 및 유기물 함량은 지역별 유의한 차이를 찾을 수 없었다. 이는 옥수수 부산물의 양분 성상이 유효인 및



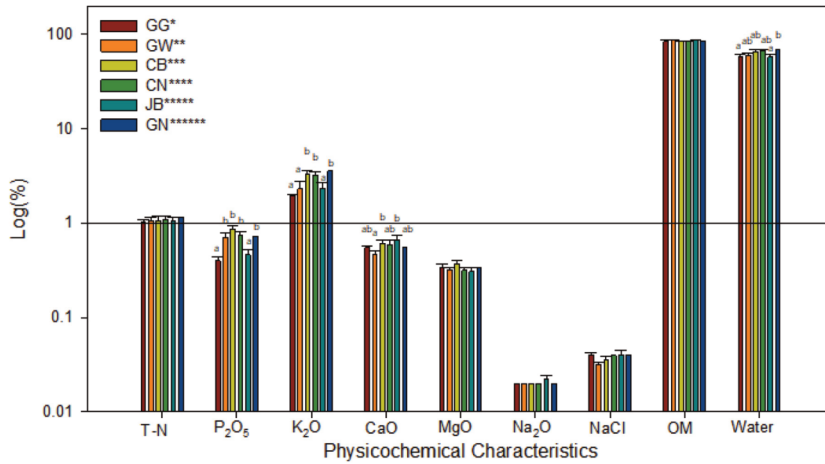


Fig. 2. Physicochemical characteristics of corn byproducts in different regions. \*Gyeonggi-do, \*\*Gangwon-do, \*\*\*Chungcheongbuk-do, \*\*\*\*Chungcheongnam-do, \*\*\*\*\*Jeollabuk-do, \*\*\*\*\*Gyeonsangnam-do

칼륨에 있어서는 일부 차이가 있지만 남한이라는 공간적 규모에서 봤을 때 큰 차이가 없음을 시사한다. 이러한 분석에 근거하여 퇴비에 이용할 옥수수 부산물은 가장 접근성이 용이했던 경기도의 경기도농업기술원 원내에서 확보하여 진행하였다.

## 2. 토끼 분변의 지역별 이화학적 성분특성

토끼 분변에 대해 전국 12개 지점과 중국 단둥 1개 지점, 국내 경기도 연천에서 풀만 먹인 토끼 분변 5

점의 이화학적 성분을 분석한 결과는 표 2와 같다. 국내 전국에서 수집한 토끼 분변은 T-N 1.39~1.98%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.82~2.71%, K<sub>2</sub>O 0.64~2.57%로 조사되었다. 풀만 먹인 중국 단둥산 토끼 분변은 T-N 2.05%이었고, 국내에서도 풀만 먹인 토끼 분변의 T-N은 1.71~2.05%이었다. 이는 풀만을 급이한 토끼 분변의 T-N 함량이 사료를 먹인 토끼 분변에 비하여 통계적으로는 유의하지 않지만 높음을 의미한다. 이는 토끼에게 급이한 풀이 콩과 식물을 포함

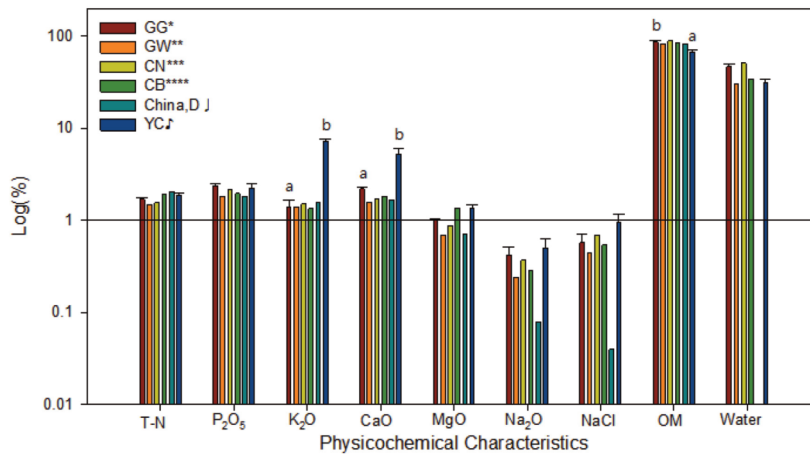


Fig 3. Physicochemical characteristics of rabbits' feces in different regions. \*Gyeonggi-do, \*\*Gangwon-do, \*\*\*Chungcheongnam-do, \*\*\*\*Chungcheongbuk-do, J Rabbits' feces fed with grass in Dandong, China, J Rabbits' feces fed with grass in Yeoncheon-gun

Table 1. Physicochemical characteristics of rabbits' feces and corn plants

Name	T-N(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O(%)	CaO (%)	MgO(%)	Na <sub>2</sub> O(%)	NaCl(%)	OM(%)	Water(%)
Rabbits' Feces	1.98	3.64	3.16	4.64	2.09	0.70	1.31	67.4	46.4
Corn Plants	0.91	0.65	2.56	0.31	0.32	0.06	0.12	93.7	62.9

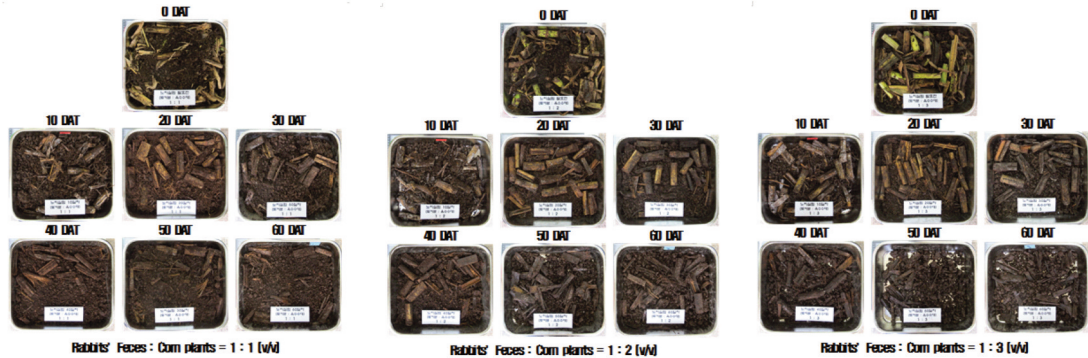


Fig. 4. Temporal changes after composting using Rabbits' Feces and Corn Plants.

하고 있기 때문에 사료된다. 한편, K<sub>2</sub>O 및 CaO의 함량은 풀만을 급이한 국내 토끼 분변에서 국내 사료를 급이한 토끼 분변과 중국의 시료에 비해서 유의하게 높았으며, 유기물 함량은 경기 지역에서만 다른 지역에 비해 유의하게 높았다. 토끼 분변에 대한 분석 결과, 비료 성상에 가장 중요한 항목인 T-N의 경우가 북한의 상황과 비슷한 중국 단둥지역 뿐만 아니라 국내 여러 지역의 토끼 분변의 성상과 크게 다르지 않다는 점에 기반하여 퇴비제조를 수행한 후속 실험을 국내 풀만 급이한 토끼의 분변을 이용하기로 결정하였다.

### 3. 토끼 분변 및 옥수수 부산물을 이용한 퇴비 제조

퇴비 제조에 사용된 경기도 농업기술원내에서 수집한 옥수수 부산물과 경기도 화성지역에서 사육한 토끼의 분변에 대한 이화학적 성분 분석의 결과는 아래와 같다.

〈Fig. 4〉는 퇴비화가 진행됨에 따른 시료의 시간적 변화를 보여준다. 1:1 혼합비율에서는 퇴비 제조 후 40일이 경과되자 옥수수 조직이 많이 깨지며 퇴비화가 진행된 것을 육안으로 확인할 수 있었으며, 1:2 혼합비와 1:3 혼합비에서는 1:1 혼합비에 비하여 옥수수 조직이 상당부분 남아 있는 것을 확인할 수

있었다. 혼합비 별 온도의 변화는 1:1 혼합비에서 가장 큰 온도변화를 나타냈고, 이를 통해 1:1 혼합비 시료에서 발효가 더 활발히 이루어지고 있다는 것을 의미한다. 1:2 혼합비에서도 1:1 혼합비에 비해서는 온도가 낮았으나 시간적 변화 패턴은 1:1과 비슷한 반면, 1:3 혼합비 시료에서는 온도 상승이 다른 혼합비 시료에 비해 현저히 떨어지고, 다른 혼합비에서와는 달리 대기 온도의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있었다.

토끼 분변과 옥수수 부산물의 혼합 후 경과에 따른 부숙도를 콤팩(ComMe-100)을 이용하여 측정된 결과는 표 4와 같다. 1:1 혼합에서는 30일차에 100% 부숙완료로 조사된 반면 1:2와 1:3에서는 40일차에 100% 부숙완료로 조사되어 1:1 혼합에서 가장 빠르게 부숙되는 것으로 나타났다. 〈Fig. 4〉에서는 1:1 혼합에서 퇴비 제조 후 40일이 경과되자 옥수수 조직이 많이 깨지며 퇴비화가 진행된 것을 육안으로 확인할 수 있었는데 콤팩으로 측정했을 때는 30일에 100% 부숙완료를 나타낸 것은 콤팩은 이산화탄소와 암모니아로 인한 패들의 색변화를 측정하는 것으로 실제 조직의 붕괴와 퇴비화 정도를 정확하게 분석하는 것은 어려웠다.

토끼 분변과 옥수수 부산물의 혼합 후 경과에 따른

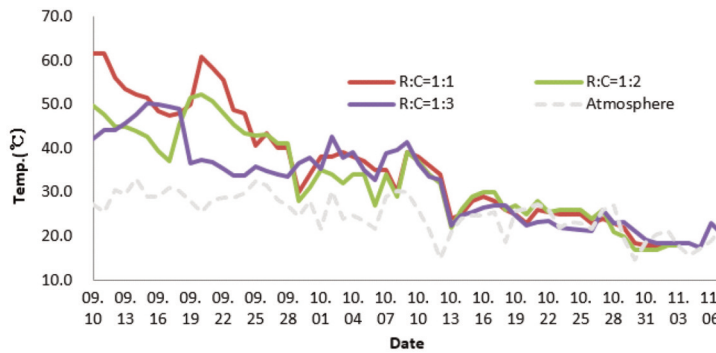


Fig. 5. Temporal changes in temperature

Table 2. Degrees of Compost Maturity by CoMME-100 after composting using Rabbits' Feces and Corn Plants.

Treatments	10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT	60 DAT
Rabbits' Feces : Corn Plants = 1:1	80%*	80%	100%**	100%	100%	100%
Rabbits' Feces : Corn Plants = 1:2	70%	80%	80%	100%	100%	100%
Rabbits' Feces :	70%	80%	80%	100%	100%	100%

\*80% composted, \*\*100% composted

T-N과 OM/N에 대하여 조사한 결과는 <Fig. 6>과 같다. T-N을 보면 1:1 혼합비에서 1:2와 1:3의 혼합비보다 높은 질소 함량을 나타내었다. 1:1 혼합비에서는 T-N이 30일까지 상승하다가 40일 이후부터 안정된 T-N양을 나타낸 반면, 1:2와 1:3 혼합비에서는 40일까지 상승 또는 변화가 크게 진행되다가 50, 60일부터 안정된 T-N 함량을 보였다. 시험 완료 후 T-N함량은 1:1에서 1.98%였고, 1:2 및 1:3 혼합비에서는 각각 1.77%, 1.44%로 혼합비가 1:1에서 1:3으로 증가됨에 따라 T-N 함량이 낮아졌다.

본 연구에서 제조된 퇴비의 성분을 시판퇴비 2개 제품과 비교한 결과는 표 5와 같다. 시판퇴비 2개 제품의 T-N함량은 각각 2.01%, 1.94%였는데, 이는 1:1 혼합비의 T-N함량인 1.98%과도 유사하여 이는 본 연구에서 1:1 혼합비로 제조한 퇴비가 시판퇴비와 비교할 때 낮지 않은 수준임을 보여주었다.

OM/N은 1:1 혼합비에서 시험 전 44.4에서 시험완료 후 31.7였으며, 1:2 혼합비에서는 시험 전 49.1에서 시험완료 후 36.4였다. 반면 1:3에서는 시험 전 57.4에서 시험 후 46.9로 나타냈는데, 가축분 퇴비

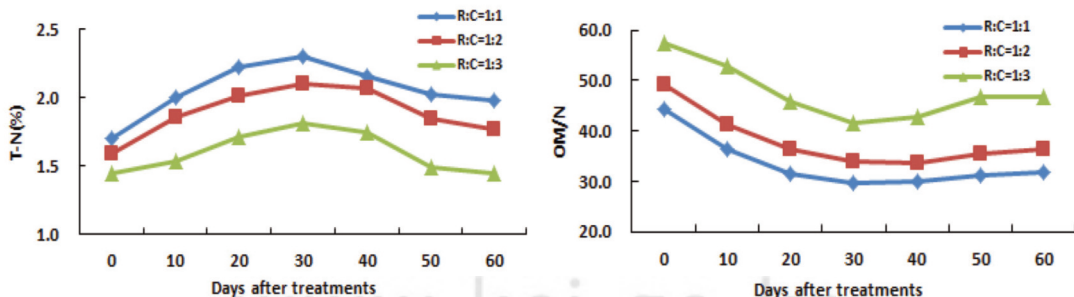


Fig. 6. Timely Changes of T-N, OM/N after composting using Rabbits' Feces and Corn Plants.

Table 3. Physicochemical Characteristics of Organic Compost Product in Commercial sale.

Product name	T-N(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O(%)	CaO(%)	MgO(%)	Na <sub>2</sub> O(%)	NaCl(%)	OM(%)	OM/N	Water(%)
Product A	2.01	3.12	3.65	4.74	1.86	0.89	1.68	66.9	33.3	41.4
Product B	1.94	2.75	2.88	5.14	1.34	0.70	1.33	73.8	38.0	36.5

합격 기준 (Rural Development Administration 2015)인 OM/N 45 이하라는 기준에 비추어 볼 때 1:3 혼합비율은 적절하지 못한 것으로 판단되었다.

#### IV. 결론

옥수수 부산물과 토끼 분변에 대하여 전국적으로 수집한 시료를 분석하여 이화학적 성을 파악하고 이를 활용하여 북한 소규모 텃밭 적용을 위한 퇴비화 제조 방법을 구명하고자 하였으며 이에 대한 결과는 다음과 같다.

1. 옥수수 부산물은 전국 6개도 27개 지점에서 채취하여 분석하였으며, 전체 시료의 수분은 43.4 ~ 71.9%였으며, T-N 0.79~1.41%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.29~1.08%, K<sub>2</sub>O 1.67~3.96%로 조사되었다. T-N을 지역적으로 보면 경기 0.83~1.33%, 강원 0.85~1.20%, 충북 0.79~1.40%, 전북 0.88~1.41%로 조사되었다.

2. 토끼 분변은 국내 12개 지점에서 채취하여 분석하였고, 중국 단둥산 토끼 분변 1점 및 직접 풀만 급이한 후 채취한 토끼 분변을 확보하여 분석한 결과 국내 전국에서 수집한 토끼 분변은 T-N 1.39~1.98%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.82~2.71%, K<sub>2</sub>O 0.64~2.57%로 조사되었다. 중국 단둥산 토끼 분변의 T-N 2.05%로 조사되었으며, 국내에서도 풀만 먹인 토끼 분변의 T-N은 1.71~2.05%로 조사되었다.

3. 토끼 분변과 옥수수 부산물의 혼합비율별 온도 변화는 토끼 분변과 옥수수 부산물을 1:1(v/v)로 혼합했을 때 온도가 가장 높게 진행되었고, 콤백을 이용한 부숙도 측정결과에서도 1:1 혼합에서 1:2와 1:3에 비하여 먼저 부숙이 완료 되었다.

4. 토끼 분변과 옥수수 부산물의 혼합 후 경과에 따른 T-N은 1:1 혼합에서 1:2와 1:3의 혼합보다 높은 T-N 함량을 나타내었으며 시험완료 후 T-N 함량도 1:1 혼합에서 가장 높아 시판퇴비와 비슷한 T-

N함량을 나타냈다. OM/N은 1:3 혼합에서는 시험 후 46.9로 높게 나타냈는데, 가축분퇴비 합격기준 (45 이하)에 미치지 못하였다.

5. 이상의 결과로 퇴비제조 후 양분의 함량, 북한 가정에서 퇴비 제조의 편의성, 부숙안정도 등을 종합할 때 토끼 분변과 옥수수 부산물의 가장 적합한 혼합비율은 부피비로 1:1로 판단되었으며, 부숙기간은 퇴비의 온도, 양분의 변화 등을 고려할 때 40일 이상으로 판단되었다.

#### 사사

본 연구는 농촌진흥청 어젠다 과제인 주관과제명 '농업분야 국외협력 대비 북온대 지역에 적용 가능한 텃밭모델 개발'과제(과제번호 PJ011866)과 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호 PJ011855)의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

#### References

- Hong SY, Rim SK, Lee SH, Lee JC, Kim YH. 2008. Spatial Analysis of Agro-Environment of North Korea Using Remote Sensing-Landcover Classification from Landsat TM imagery and Topography Analysis in North Korea. Korean Jour. Environmental Agriculture. 27(2): 120-132 [Korean Literature]
- Jo CH, Park CH. 2017. Status of animal disease control in North Korea. North Korean Economy Watch. 2017(3): 39-53 [Korean Literature]
- Kang CS, Park JS, Sim JM, Roh AS, Park YS, JOO OJ. 2017. Method of agricultural



- environment analysis(Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services). 175-177 [Korean Literature]
- Kim YH. 2013. North Korea's agriculture. Quarterly Agricultural Trends in North Korea. 15(2): 1-24 [Korean Literature]
- Kim YH, Nam MJ. 2013. North Korea's food supply and demand in 2012/2013. Quarterly Agricultural Trends in North Korea. 13(1): 3-19 [Korean Literature]
- Korean Statistical Information Service. 2016. Livestock breeding in North Korea. Kosis.kr [Korean Literature]
- Rural Development Administration. 2015. Specification and designation of fertilizer process. Rural Development Administration notification 2015-21. [Korean Literature]