

## 김치공장 부산물 혼합처리에 따른 우분의 퇴비화특성 및 시비효과

김영선, 조성현, 이태순, 정제용, 안지예, 송혜연\*, 정영배\*†

효성오앤비㈜, 세계김치연구소\*

## Characteristics of Composting of Cow Manure With Kimchi Factory Waste and Effects on Growth of Lettuce by Its Application

Young-Sun Kim, Sung-Hyun Cho, Tae-Soon Lee, Je-Yong Jeong,  
Ji-Ye An, Hye-Yeon Song\*, Young-Bae Chung\*†

Hyosung O&B Co. Ltd., Daejeon 34054, Korea  
World Institute of Kimchi, Gwangju 61755, Korea\*

(Received: Aug. 9, 2017 / Revised: Aug. 28, 2017 / Accepted: Sep. 4, 2017)

**ABSTRACT:** This study was conducted to evaluate effects of Kimchi factory waste (KFW) as bulking agent on physicochemical properties of cow manure (CM) composting and of its application on lettuce growth. Treatments were designed as follows; CM compost [65 % CM + 35 % sawdust (SD); control], KFW 5 % (65 % CM + 30 % SD + 5 % KFW), KFW 10 % (65 % CM + 25 % SD + 10 % KFW) and KFW 15 % (65 % CM + 20 % SD + 15 % KFW). After composting for 25 days, temperature of KFW treatments was lower than that of control. As compared with control, water content of KFW 15 % treatment was low about 5°C, and content of organic matter (O.M.) and nitrogen (N) was higher. pH and O.M./N ratio of KFW treatments or control were unaffected. In comparison with germination index (G.I.), G.I.s of KFW treatments were more than 70 on 25 days and G.I. of control on 35 days. As applied with KFW composts in lettuce, dry weight of KFW 10 % and KFW 15 % were increased by 84 % and 67 %, respectively, than that of control. These results indicated that Kimchi factory waste was possible to use as the compost law materials in livestock manure composting and to replace some sawdust as bulking agent.

**Keywords:** Cow manure (CM), Composting, Kimchi factory waste (KFW), Lettuce growth

**초록:** 본 연구는 수분조절제로서 김치공장 부산물(KFW) 처리에 따른 우분의 퇴비화 특성 및 퇴비의 시비에 따른 상추의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다. 실험에 사용된 퇴비 처리구는 대조구(우분 65%+톱밥35%), KFW 5% 처리구(우분 65%+톱밥30%+KFW 5%), KFW 10% 처리구(우분 65%+톱밥25%+KFW 10%) 및 KFW 15% 처리구(우분 65%+톱밥20%+KFW 15%)로 설정하였다. 퇴비화 25일 경과 후부터 KFW 처리구의 온도는 대조구보다 낮았다. 대조구와 비교할 때, KFW 15% 처리구의 수분함량은 약 5°C 정도 낮았고, 유기물함량과 질소함량은 약간 높았으며, pH와 유기물대 질소비는 대조구와 비슷하였다. 발아지수를 통한 부숙도 평가에서 KFW 처리구들은 퇴비화 후 25일 경에, 대조구는 35일 경에 70이상을 나타내어 부숙이 완료되었다. KFW를 처리한 우분퇴비를 시비하였을 경우 KFW 10% 처리구와 KFW 15% 처리구에서 상추의 건물중이 각각 84%와 67%씩 증가하였다. 이러한 결과를 종합할 때, 김치공장 부산물은 가축분 퇴비화

† Corresponding author(e-mail : ybchung@wikim.re.kr)

과정에서 퇴비원료 및 수분조절제로서 사용이 가능하다는 것을 알 수 있었다.

**주제어:** 우분, 퇴비화, 김치공장 부산물, 상추 생육

## 1. 서 론

불고기와 더불어 한국을 대표하는 음식인 김치는 식생활에서 다양한 요리재료로 이용되고 있다<sup>1,2)</sup>. 김치는 대부분 가정에서 자급하고 있으나 시판김치의 소비비율은 1997년 3 %에서 2012년 약 12 % 정도로 시판김치의 이용이 증가하는 추세이다<sup>2,3)</sup>. 김치의 연간 소비량은 약 150만톤으로 추정되고 있고, 시판김치는 김치절임 가공업체(김치공장)를 통해 제조되어 유통판매되고 있다<sup>4,5)</sup>. 김치공장에서는 김치생산과정에서 약 13~25 % 정도의 배추 폐기물이 발생하는 것으로 알려져 있으며<sup>4,5)</sup>, 시판김치의 이용이 증가하면서 김치공장 폐기물의 발생이 증가하였고, 런던협약 실행으로 김치공장 폐기물의 해양투기가 금지되어 김치공장에서 발생하는 폐기물의 안전한 처리 및 자원화에 대한 관심이 증가하고 있다<sup>6,7)</sup>.

김치공장에서 발생하는 폐기물의 종류에는 배추의 절임과정에서 발생하는 배추 겉껍질이나 절임배추 겉껍질(김치공장부산물)과 절임폐수 등이 있으며, 일부의 연구자들은 김치공장 폐기물인 절임폐수를 이용하여 효모균을 생산하거나 김치공장 부산물로부터 분리한 식이섬유를 이용하고자 하는 연구를 진행하였다<sup>5,8)</sup>. 이러한 연구들은 김치공장 폐기물을 이용하여 기능성 미생물 및 원료로 재활용할 수 있다는 가능성을 제시했다는 긍정적인 면은 있으나 이 방법들을 통해 모든 폐기물을 처리할 수 있는 것은 아니다. Shin and Hwang (1998)은 유기성 폐기물을 자원화하는 가장 안전한 방법이 퇴비화방법이라고 보고하였다<sup>9)</sup>. 김치공장 부산물은 다량의 염류를 포함하고 있어 퇴비화하여 자연에 환원하는 경우 염류에 의해 토양이나 작물에 영향을 주므로 안정적인 처리방법에 대한 연구가 필요하다<sup>10)</sup>.

가축분 중에서 우분은 다른 가축분에 비해 유기물대 질소비가 적절하고, 식물에 대해 안정적이고, 부숙기간이 단축되었다<sup>11)</sup>. 우분퇴비의 시비는 양이

온치환용량이 높아 토양 보비력 및 완충능력을 개선하고<sup>11)</sup>, 토양의 물리성을 개선하여 보수성이 향상되며<sup>12)</sup>, 사료작물의 생산성이 증가하지만<sup>13,14)</sup> 다른 가축분퇴비들보다 양분함량이 낮아 고추의 생육과 생산량은 상대적으로 감소하였다<sup>15)</sup>. 김치공장 부산물의 염분함량은 다른 퇴비원료들에 비해 매우 높으므로 김치공장 부산물만으로 퇴비화하는 것은 적절하지 않고, 가축분과 함께 퇴비화하여 처리하는 것이 필요하였다<sup>16)</sup>. 또한 김치공장 부산물은 퇴비화과정에서 수분공급원 및 조절제로 사용이 가능하여 현재 수분조절제로서 가장 많이 사용되는 톱밥을 대체할 수 있을 것으로 기대되었다<sup>16)</sup>.

따라서 본 연구는 김치공장 부산물의 퇴비원료로서의 활용가능성과 안정적인 처리방법을 평가하기 위해 수분조절제로서 김치공장 부산물을 처리한 우분의 퇴비화 특성 및 작물재배시험을 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 김치공장 부산물 혼합처리에 따른 우분의 퇴비화 시험

#### 2.1.1. 공시재료

본 연구는 2015년 10월부터 11월까지 경기도 안성시에 위치한 H사에서 2개월 동안 수행하였다. 우분과 톱밥은 H사에서, 김치공장 부산물은 E사에서 공급하였고, 각 원료의 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

#### 2.1.2. 퇴비화 처리구 설정

우분의 퇴비화는 우분(cow manure; CM)과 톱밥(sawdust; SD)을 유기물대 질소비를 고려하여 65 %와 35 %를 중량비로 혼합하였다. 퇴비화 시험의 처리구는 김치공장 부산물(Kimchi factory waste; KFW)

Table 1. The properties of law materials used for composting

Materials	W.C. <sup>1)</sup>	O.M. <sup>2)</sup>	T-N	O.M./N ratio	NaCl
		(%)			(g/kg)
Cow manure	10.6	80.8	4.85	16.6	N.D. <sup>3)</sup>
Sawdust	34.7	63.4	0.12	528.3	0.4
Kimchi factory waste	87.4	9.6	0.47	20.4	17.2

<sup>1)</sup>W.C.: Water content, <sup>2)</sup>O.M.: Organic matter, <sup>3)</sup>ND: not detected. These results were data base on fresh weight of law materials but NaCl content dry weight.

의 혼합에 따라 대조구(control; 65 % CM + 35 % SD), KFW 5 % 처리구(KFW 5 %; 65 % CM + 30 % SD + KFW 5 %), KFW 10 % 처리구(KFW 10 %; 65 % CM + 25 % SD + KFW 10 %) 및 KFW 15 % 처리구(KFW 15 %; 65 % CM + 20 % SD + KFW 15 %)로 구분하여 시험을 진행하였다. 배합 후에는 수분을 조사하여 퇴비화에 적합하도록 수돗물을 이용해 초기 수분을 66±2 % 수준으로 조절하였고<sup>17)</sup>, 각각의 처리구당 1,000 kg씩 적재하였다. 시험기간 동안 공기는 주입하지 않았고, 주당 1~2회 씩 뒤집기를 실시하였다. 퇴비화 과정 중 퇴비더미의 온도유지를 위해 방수덮개를 설치하여 보온하였고, 발아지수를 통해 부숙완료시기를 결정하였으며, 부숙 완료 후에는 보온덮개를 제거하여 10일 동안 자연건조 후 작물재배 시험에 이용하였다.

2.1.3. 조사내용

김치공장 부산물을 처리한 우분의 퇴비화 기간 중 물리화학적 특성 조사를 위해 온도 및 수분함량 변화와 pH, 전기전도도(electrical conductivity; EC), 유기물(organic matter; O.M.), 전질소(total nitrogen; T-N), 유기물대 질소비(O.M./N ratio), 부숙도 등을 조사하였다. 퇴비화 기간 중 시험용 시료는 퇴비화 시작 후 15일 동안은 매일 채취하였고, 이후부터 시험 종료 시까지는 5일 간격으로 총 19회 실시하였다. 퇴비의 온도변화는 디지털 온도계(A1.T9304C,

Daihan, Korea)를 이용하여 1일 3회 측정 후 평균하였고, 수분함량은 건조법, pH와 EC는 1:5법, O.M.은 회화법, T-N은 켈달증류법으로, 인산은 바나도몰리브데이트법, 칼리와 염분은 원자흡광광도법, 부숙도는 식물종자발아법(발아지수법)으로 농촌진흥청의 비료의 품질검사방법 및 시료채취기준에 준하여 분석하였다<sup>18)</sup>.

2.2. 김치공장 부산물을 혼합처리한 우분 퇴비의 작물재배 시험

2.2.1. 공시재료

김치공장부산물 처리 우분 퇴비를 이용한 작물재배 시험은 2016년 1월부터 3월까지 3개월간 대전광역시 소재의 H사의 연구용 온실에서 수행하였다. 공시작물은 상추(*Lactuca sativa*)를 이용하였고, 농자재 판매상에서 종자를 구매하여 사용하였다. 작물재배 시험에 사용할 우분 퇴비는 부숙을 완료한 시기에 채취한 퇴비시료를 이용하였다. 시험에 사용된 토양은 사양토였고, pH는 6.7, 전기전도도는 1.2 dS/m 수준으로서 상추를 재배하기 적합한 토양이었다(Table 2).

2.2.2. 처리구 설정

원예용 상토를 포설한 트레이에 상추를 파종하여

Table 2. Soil chemical properties used in this experiment

pH	EC	T-N	O.M.	Avail. -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exchangeable cations				CEC
					K	Ca	Mg	Na	
(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	(g/kg)	(mg/kg)	(cmol <sup>+</sup> /kg)				
6.7	1.2	4.42	92.4	771	1.10	13.08	6.10	1.16	19.5

약 4주간 유묘를 관리하였다. 작물 정식 15일 전에 퇴비를 1,500 kg/10a 수준으로 전층시비하고 15일 경과한 후 생육상태가 비슷한 유묘를 선별하여 각 처리구에 정식하였다. 처리구는 무처리구(non fertilizer; NF), 우분퇴비 처리구(cow manure compost; Control), KFW 5 % 퇴비 처리구(KFW 5 %), KFW 10 % 퇴비 처리구(KFW 10 %) 및 KFW 15 % 퇴비 처리구(KFW 15 %)로 구분하였고, 작물재배는 4 inch 육묘용 포트를 사용하였으며, 완전임의배치법(3반복)으로 배치하였고, 관수는 매일 1~2회 실시하면서 온실(대기온도 10~25°C, 상대습도 50~60%)에서 수행하였으며, 시험기간 중 병충해는 발생하지 않았다.

### 2.2.3. 조사내용

작물의 생육조사는 시험 종료 후 엽록소, 엽수, 엽장, 엽폭, 생물중 및 건물중을 조사하였다. 엽록소는 엽록소측정기(SPAD-502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였고, SPSS 19를 이용하여 던컨다중검정을 통해 처리구간 평균값을 비교하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 김치공장 부산물 혼합처리에 따른 우분의 퇴비화 시험

퇴비화 과정에서 유기물의 분해과정 및 발효정도를 판단하는 중요한 인자인 퇴비더미 온도를 측정 한 결과는 Fig. 1과 같다. 원료배합 후 퇴비더미의 온도는 35.0~40.0°C를 나타내었고, 퇴비화 시작 후 4일까지는 53~57°C 정도를 유지하였고, 6일 이후부터 20일까지 65~70°C의 고온을 유지하였으며, 이후 낮아지기 시작하였고, 퇴비화 시작 후 약 40일 경에 초기온도와 비슷하였다. 대조구는 퇴비화 시작 후 20일경부터 서서히 낮아지기 시작하여 40일 경에 초기온도와 비슷해졌고, 김치공장 부산물 처리구도 퇴비화 시작 후 20일 경부터 퇴비더미의 온도가 낮아지기 시작하였고, KFW 5 % 처리구는 대조구와 비슷한 경향을 보였으나 KFW 10 % 처리구와 KFW

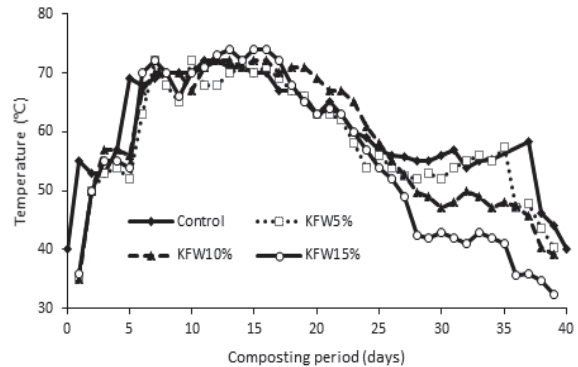


Fig. 1. Variations of temperature during composting after blending cow manure (CM) with Kimchi factory waste (KFW). Treatments were as follows. Control: 65 % CM + 35 % sawdust; KFW 5 %: 65 % CM + 30 % sawdust + 5 % KFW; KFW 10 %: 65 % CM + 25 % sawdust + 10 % KFW; KFW 15 %: 65 % CM + 20 % sawdust + 15 % KFW.

15 % 처리구에서는 대조구보다 온도가 5~10°C 낮았으며, 김치공장부산물처리량이 증가할수록 퇴비더미의 온도가 낮았다. KFW 10 % 처리구는 퇴비화 후 25일 경부터 대조구보다 5°C 정도 낮았고, KFW 15 % 처리구는 퇴비화 후 25일 경부터 대조구보다 약 10°C 정도 낮게 측정되었다. 퇴비더미의 온도가 초기온도인 40°C 이하로 낮아지는데 소요된 기간은 KFW 5 % 처리구, KFW 10 % 처리구 및 KFW 15 % 처리구별로 각각 40일, 39일 및 34일로 김치공장부산물 혼합량이 많을수록 짧았다.

퇴비화의 수분함량은 Fig. 2와 같다. 원료배합 후 퇴비더미의 수분함량은 64.0~67.8 % 수준이었고, 퇴비화가 진행되면서 서서히 감소하는 경향을 보였으며<sup>19)</sup>, 시험 종료 시에는 대조구, KFW 5 % 처리구와 KFW 10 % 처리구의 수분함량은 57.7~61.3 %로 비슷하였으나 KFW 15 % 처리구는 51.1 %로 다른 처리구보다 낮았다. 이는 시험 시 퇴비화온도를 유지하기 위해 보온덮개를 사용하여 퇴비더미를 덮어 두었기 때문으로 판단되며, 퇴비화 종료 후 음지에서 풍건한 퇴비시료를 재배시험에 이용하였다.

김치공장 부산물이 혼합처리된 우분의 퇴비화 과정에서 pH의 변화는 퇴비화 시작 5일 경과 후부터 pH 8.5~8.8 정도를 나타내었고, 이후 시험 종료 시 기까지 유지되었다(Fig. 3). 일반적인 퇴비화 과정에

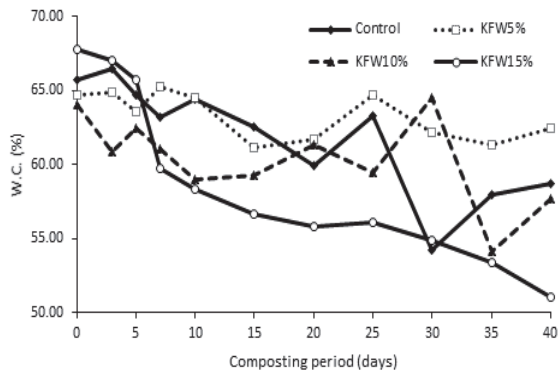


Fig. 2. Variations of water content (W.C.) during composting after blending cow manure (CM) with Kimchi factory waste (KFW). Treatments refer to Fig. 1.

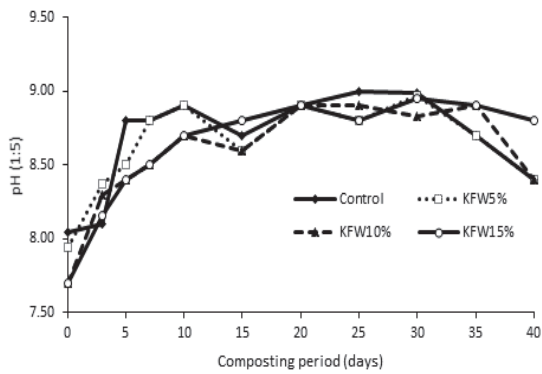
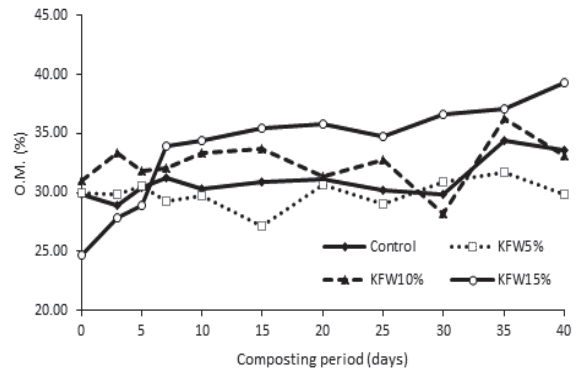


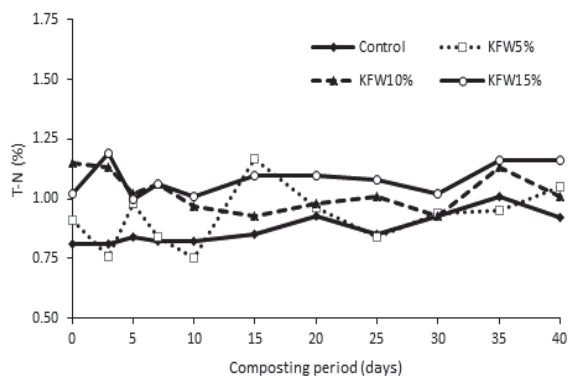
Fig. 3. Variations of pH during composting after blending after blending cow manure (CM) with Kimchi factory waste (KFW). Treatments refer to Fig. 1.

서 미생물의 활동으로 단백질이 암모니아로 분해되는 암모늄화 작용에 의해 퇴비더미의 pH가 증가하는 것으로 알려져 있으며<sup>20)</sup>, 이후 퇴비화 초기에 발생한 암모니아태 질소는 퇴비화 진행과정에서 공기중으로 휘산되어 손실되거나<sup>21)</sup> 암모니아태 질소가 산화되어 질산태 질소로 전환되는 것으로 알려져 있다<sup>22)</sup>.

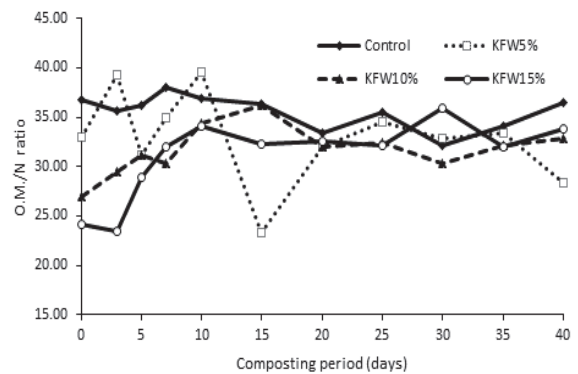
김치공장 부산물이 혼합처리된 우분의 퇴비화 과정 중 유기물함량, 질소함량 및 유기물대 질소비의 변화를 조사하였다(Fig. 4). 유기물함량은 퇴비화 시작 시에는 현물 기준 24.7~31.0 %로 대조구, KFW 5 % 처리구 및 KFW 10 % 처리구는 비슷하였으나 KFW 15 % 처리구는 상대적으로 낮았다. 초기 유기물함량이 낮았던 것은 퇴비더미의 초기 수분함량이 높았기 때문으로 판단된다. 이후 대조구, KFW 5 %



(a) O.M.



(b) T-N



(c) O.M./N ratio

Fig. 4. Variations of organic matter (a), T-N (b) and O.M./N ratio (c) during composting after blending cow manure (CM) with Kimchi factory waste (KFW). Treatments refer to Fig. 1.

처리구 및 KFW 10 % 처리구의 유기물함량은 유지되었으나 KFW 15 % 처리구는 퇴비화 7일차까지 퇴비더미의 수분함량 감소에 의해 퇴비더미 현물 중 유기물함량이 크게 증가한 후 유지되다가 퇴비화 후 25일 경과 후부터 서서히 증가하였다. 퇴비화 중

료 후 유기물함량은 KFW 15 % 처리구>KFW 10 % 처리구=대조구>KFW 5 % 처리구순으로 나타나 KFW 15 % 처리구의 유기물함량이 가장 높았다 (Fig. 4a). 이는 KFW 15 % 처리구에서 수분함량이 상대적으로 낮았기 때문인 것으로 판단된다(Fig. 2). 질소함량의 변화는 시기별로 약간의 차이는 있으나 시험전과 후의 변화는 크게 나타나지 않았고, 퇴비화 종료 후 김치공장부산물 처리구에서 대조구보다 높게 나타났(Fig. 4b). 이는 배합과정에서 대조구에서 톱밥이 가장 많이 혼합되었기 때문에 상대적으로 질소함량이 낮게 나타난 것으로 판단된다. 처리구별 질소함량의 유의차는 나타나지 않았으며, KFW 5 % 처리구는 대조구와 비슷한 경향을 보였고, KFW 10 % 처리구와 KFW 15 % 처리구는 대조구보다 약간 높은 경향을 보였다. 유기물대 질소비는 퇴비화 초기 24.2~36.8로 처리구에 따라 다소 차이가 있었으나 퇴비화 20일 경과 후부터는 처리구별 차이를 나타내지 않았다(Fig. 4c). 이는 퇴비화 시작 10일 경과 후부터 김치공장 부산물 처리구에서 유기물함량과 질소함량이 대조구보다 상대적으로 높은 경향을 보였기 때문에 유기물대 질소비가 비슷하게 조사된 것으로 판단된다.

퇴비의 부숙도를 평가하는 발아지수는 퇴비화 시작 후 10일차, 15일차, 20일차, 25일차, 30일차 및 35일차 시료를 대상으로 측정하였다(Fig. 5). 비료공정 규격에서는 발아지수가 70 이상을 나타낼 때, 퇴비에 의한 작물의 생육장해가 나타나지 않는다고 정하고 있다. 이를 기준으로 부숙도 및 식물안전성을 평가할 때, 김치공장 부산물 처리구는 퇴비화 시작

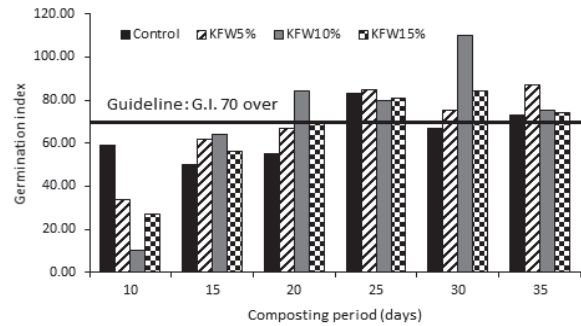


Fig. 5. Variations of germination index during composting after blending cow manure (CM) with Kimchi factory waste (KFW). Treatments refer to Fig. 1.

후 25일 이후부터 발아지수가 70 이상을 나타내었고, 대조구도 25일 이후 발아지수가 70 이상을 나타내기는 하였으나 30일차 시료에서 70 이하를 나타내어 최종적으로 안정적인 발아지수를 나타낸 것은 퇴비화 후 35일차 시료로 판단되었다. Chang et al. (2008)은 발아지수를 통한 퇴비의 부숙도를 결정하는 연구에서 우분의 경우 퇴비화 시작 후 약 20일부터 발아지수가 70 이상을 나타낸다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다<sup>1)</sup>. 상기 결과를 통해 김치공장 부산물 처리구에서 우분퇴비의 부숙시기가 단축되어 수분조절제로서 김치공장 부산물 처리가 퇴비화 공정을 개선하는 것으로 사료되었다.

퇴비화가 종료 후 10일 동안 자연건조된 퇴비의 처리구별 이화학적 특성은 Table 3과 같다. 수분함량, 유기물, 유기물대 질소비 및 발아지수는 각각 39.2~42.5 %, 43.3~51.3 %, 30.3~33.8, 73~87로 퇴비 기준에 적합하였다. 각 처리구별 질소, 인산 및

Table 3. The properties of compost blending cow manure (CM) with Kimchi factory waste (KFW)

Treatments <sup>1)</sup>	W.C.	O.M.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NaCl	O.M./N ratio	G.I.
	(%)							
Control	41.1	45.6	1.35	0.81	1.19	0.67	33.8	73
KFW 5 %	42.0	45.7	1.39	0.78	1.14	0.67	32.9	87
KFW 10 %	42.5	43.3	1.43	0.97	1.24	0.68	30.3	75
KFW 15 %	39.2	51.3	1.43	1.16	1.62	0.70	31.5	74
Guideline <sup>2)</sup>	55 below	30 over	-	-	-	2 below	45 below	70 over

<sup>1)</sup>Treatments refer to Fig. 1. These results were data base on fresh weight of composts but NaCl content dry weight.

<sup>2)</sup>Guideline of compost in Korea.

W.C. and O.M. represent water content and organic matter, respectively.



Table 4. The growth of lettuce by application of compost blending cow manure (CM) with Kimchi factory waste (KFW)

Treatments <sup>1)</sup>	Chlorophyll	No of leaves	Leaf length	Leaf wide	Fresh weight	Dry weight
	( $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ )	(ea/plant)	(cm)		(g/plant)	
NF	16.5a <sup>2)</sup>	11.0c	12.4a	3.9c	5.3b	0.38c
Control	16.4a	12.6b	9.7a	4.7b	6.9b	0.69b
KFW 5 %	16.1a	12.0bc	9.3a	4.6b	6.4b	0.65b
KFW 10 %	17.5a	15.0a	10.3a	5.6a	11.7a	1.27a
KFW 15 %	16.6a	14.3a	10.7a	5.6a	11.9a	1.15a

<sup>1)</sup>Treatments were as follows. Treatments were as follows. NF: no fertilizer; Control: cow manure compost (CMC); KFW 5 %: CMC 95 %+KFW 5 %; KFW 10 %: CMC 90 %+KFW 10 %; KFW 15 %: CMC 85 %+KFW 15 %. These composts were applied 1,500 kg/10a before 15 days planting lettuce.

<sup>2)</sup>Means with same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test  $p=0.05$  level.

칼리함량은 각각 1.35~1.43 %, 0.81~1.16 %, 1.14~1.62 %를 나타내어 일반적인 가축분퇴비의 성분 함량과 유사하였고<sup>23)</sup>, 염분함량은 0.67~0.70 %였다.

### 3.2. 김치공장 부산물을 혼합처리한 우분 퇴비의 작물재배 시험

김치공장 부산물을 혼합처리한 우분퇴비를 이용한 상추재배 시험결과는 Table 4와 같다. 무처리구와 비교할 때, 모든 처리구에서 엽장, 엽폭, 생물중 및 건물중이 증가하였고, 대조구와 비교할 때 KFW 5 % 처리구에서 상추의 엽수, 엽폭, 생물중 및 건물중은 대조구와 비슷하였고, KFW 10 % 처리구와 KFW 15 % 처리구에서 상추의 엽수, 엽폭, 생물중 및 건물중이 증가하였다. 건물중으로 상추의 생산량을 평가한 결과, 김치공장 부산물 처리구 중 KFW 10 % 처리구와 KFW 15 % 처리구는 각각 84 %와 67 %씩 증가하였다. 이는 KFW 10 % 처리구와 KFW 15 % 처리구가 식물의 생육과 생장에 관여하는 비료성분인 질소함량이 높았기 때문인 것으로 판단된다<sup>24)</sup>. 비록 김치공장 부산물을 처리한 우분퇴비 처리구에서 상추의 작물생육이 증가하였으나, 여전히 김치공장 부산물은 다량의 염분을 함유하고 있고, 각각의 특성에 따라 작물의 생육정도가 다르게 나타나므로 김치공장 부산물 퇴비의 연작 시험에 따른 토양의 염류집적 및 작물생육의 변화에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다<sup>25,26)</sup>.

## 4. 결론

김치공장 부산물의 퇴비원료 중 수분조절제로서 활용가능성과 안정적인 처리방법을 평가하기 위해 김치공장부산물을 처리하지 않은 대조구(Control), 김치공장 부산물 5 % 처리구(KFW 5 %), 김치공장 부산물 10 % 처리구(KFW 10 %) 및 김치공장 부산물 15 % 처리구(KFW 15 %)로 설정하여 김치공장 부산물의 처리 시 우분의 퇴비화 특성 및 퇴비의 작물재배 시험을 수행한 결과는 아래와 같다.

1. 퇴비화 시작 후 5일까지 퇴비단의 온도가 상승하였고, 6~20일까지 60~70°C 정도의 고온을 유지하였으며, 이후 서서히 낮아지기 시작하여 시험 종료시기인 40일경에는 32~40°C 정도를 나타내었다. 김치공장 부산물 혼합처리구는 퇴비더미에서 퇴비화 후 25일부터 대조구에 비해 온도가 낮게 측정되었다.

2. 수분함량은 퇴비화 진행에 따라 서서히 감소하였으며, 처리구별로 차이를 나타내지는 않았으나 KFW 15 % 처리구에서 퇴비화 후 20일부터 상대적으로 낮게 나타났다.

3. 김치공장 부산물 처리구의 퇴비화 기간 중 pH는 퇴비화 시작 후 5일까지 증가한 후 pH 8.5~8.8 정도를 나타내었고, 처리구별 차이를 나타내지 않았다.

4. 퇴비더미 중 유기물함량과 질소함량은 김치공장 부산물 처리수준에 따라 큰 차이를 나타내지 않아 유기물대 질소비는 비슷하였으나 수분함량이 상대적으로 낮았던 KFW 15 % 처리구에서 약간 높았다.

5. 발아지수로 비료의 부숙도를 평가할 때, 김치 공장 부산물 혼합처리구는 퇴비화 25일 후에 비료 공정규격에 적합하였고, 대조구는 35일에 적합하였다.

6. 퇴비화 후 자연건조된 퇴비들의 이화학적 분석 결과 수분, 유기물, 유기물대 질소비 및 발아지수 등이 퇴비의 비료공정규격에 적합하였고, 이를 상추에 처리하였을 때, KFW 5 % 처리구의 건물중은 대조구와 비슷하였으나 KFW 10 %와 KFW 15 % 처리구의 건물중은 대조구보다 증가하였다.

이상의 결과를 종합할 때, 수분조절제로서 김치 공장 부산물을 처리한 우분퇴비는 퇴비기준에 적합하여 퇴비원료로 사용이 가능하였고, 작물의 생육이나 퇴비의 특성을 고려할 때, 가축분퇴비의 퇴비원료로서 15 % 정도까지 처리할 수 있을 것으로 평가되었다. 현재 김치공장 부산물은 산업체에서 발생하는 폐기물로서 산업폐기물 처리업체를 통해 처리되고 있고, 비료공정규격 상 식물성잔재물로 분류하여 퇴비화에 이용할 수 있다. 하지만 김치공장에서 염분을 이용해 가공과정을 거쳤다는 점을 고려한다면 향후 퇴비원료로 의 지정 및 수집 시스템의 구축 등이 필요할 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 세계김치연구소 기관고유사업(KE1502-1, KE1701-1)의 연구비 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## References

- Kim, D.Y., Lee, H and Choue, R., "Comparative study on awareness, preference and sensory evaluation of Kimchi in Chinese and Korean students residing in Korea", Kor. J. Food Culture 28(2) pp. 158-166. (2013).
- Kim, J.H., "A study on Kimchi consumption pattern and consumer's perception about the functional Kimchi in Seoul and Gyeonggi-do area", Kor. J. Food Culture 28(5), pp. 480-487. (2013).
- Koo, N.S., "Housewives' consumption aspects of Korean fermented foods in Taejon", J Ko. Soc. Dietary Culture, 26(4), pp. 714-725. (1997).
- Liu, W., Ko, K.H., Kim, H.R. and Kim, I.C., "The effect of insoluble dietary fiber extracted from Chinese cabbage waste on plasma lipid profiles in rats fed a high fat diet", J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 41(1), pp. 33-40. (2012).
- Choi, M.H. and Park, Y.H., "Production of yeast cell mass from waste brine and cabbage waste of Kimchi factory", J. of KOWREC. 4(2), pp. 1-9. (1996).
- Jeon, B.G. and Hur, D., "A fundamental study on composting of garbage", J. of KOWREC. 4(2), pp. 19-25. (1995).
- Lee, S.S. and Chang, K.W., "Changes of soil chemical properties and uptake of salts by the plants according to the application of the food waste compost", J. of KOWREC. 6(2), pp. 59-67. (1998).
- Choi, M.H. and Park, Y.H., "Production of yeast biomass from waste brine of Kimchi factory", Agric. Chemi & Biotechnol. 41(5), pp. 331-336. (1998).
- Shin, H.S. and Hwang, E.J., "State and prospects of organic waste composting in Korea", J. of KOWREC. 6(2), pp. 7-30. (1998).
- Lee, S.S. and Chang, K.W., "Changes of soil chemical properties and uptake of salts by the plants according to the application of the food waste compost", J. of KOWREC. 6(2), pp. 59-67. (1998).
- Chang, K.W., Hong, J.H., Lee, J.J., Han, K.P. and Kim, N.C., "Evaluation of compost maturity during the active composting of cow manure and coator meal", Jour. Agri. Sci. Chungnam Nat'l Univ. Korea 35(1), pp. 25-32. (2008).
- Kim, P.J., Chung, D.Y., Lee, B.L. and Kim, K.Y., "Hydraulic conductivity in multi-layered soil amended with cow manure compost", J. Kor. Soil Environ. Soc. 2(3), pp. 59-67. (1997).



13. Hwang, K.J., Park, H.S., Park, N.G., Jeong, H.Y., Ko, M.S., Kim, M.C., Song, S.T. and Kim, D.W., "Effect of cattle manure application on mineral contents of grazing pasture", *J. Kor. Grassl. Forge Sci.* 29(1), pp. (2009).
14. Jung, M.W., Choi, K.C., Pyo, H.Y., Choi, E.M., Kim, C.M., Kim, J.G., Song, C.E., Kim, M.J., Kim, W.H. and Lim, Y.C., "Effect of cattle manure and chemical fertilizer application on productivity and nutritive value of silage corn in reclaimed paddy field", *J. Lives. Hous. & Env.* 17(2), pp. 123-130. (2011).
15. Ryu, I.S. and Lim, S.J., "Effects of animal manure application on crops yield and reducing the application rate of fertilizer", *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 32(3), pp. 232-238. (1999).
16. Kim, Y.S., Lee, T.S., An, J.Y., Song, H.Y., Chung, Y.B. and Cho, S.H., "Characteristics of composting of castor oil cake mixed with waste from KimChi factory and its influence on lettuce growth", *J. of KORRA.* 25(2), pp. 49-52. (2017).
17. Kang, H.W., Park, H.M., Ko, J.Y., Lee, J.S., Kim, M.T., Kang, U.G., Lee, D.C. and Moon, H.P., "Investigation on optimal aeration rate for minimizing odor emission during composting poultry manure with sawdust", *Korean J. Environ. Agric.* 20(4), pp. 225-231. (2001).
18. NIAST, "The methods of analysis and sampling for fertilizer", RDA. (1998).
19. Miller, F.C., "Thermodynamic and matric water potential analysis in field and laboratory scale composting ecosystem, PhD dissertation, Rutgers University, University Microfilms, Ann Arbor, MI. (1985).
20. Lee, D.J., Kim, J.K., Jeong, K.H., Cho, W.M. and Ravindran, B., "Characteristic changes of swine manure by air suction composting system", *J. of KORRA.* 24(3), pp. 63-74. (2016).
21. Song, Y.H., Lee, D.M., Baek, K.M. and Jeong, Y.K., "Reduction of nitrogen loss in aerobic composting process using phosphorus-bearing waste", *J. of KORRA.* 19(3), pp. 54-62. (2011).
22. Hong, J.K., Park, H. and Park, Q.H., "Mineralization of organic materials applied to Korean ginseng", *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 13(1), pp. 13-19. (1980).
23. Lee, J.T., Nam, Y.G. and Lee, J.I., "Changes of physico-chemical properties and microflora of pig manure due to composting with some bulking agents", *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 34(2), pp. 134~144. (2001).
24. Kussow, W.R., Soldat, D.J., Kreuser, W.C. and Houlihan, S.M., "Evidence, regulation and consequences of nitrogen-driven nutrient demand by turfgrass. *Inter. Scholar. Res. Net. Agronomy,* 10:1-9. (2012).
25. Kang, B.G., Jeong, I.M., Min, K.B. and Kim, J.J., "Effect of salt accumulation on the germination and growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.)", *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 29(4), pp. 360-364. (1996).
26. Lee, S.S. and Chang, K.W., "Changes of soil chemical properties and uptake of salts by the plant according to the application of the food waste compost", *J. of KOWREC.* 6(2), pp. 59-67. (1998).