

## 김치공장부산물처리에 따른 아주까리유박의 퇴비화특성 및 시비효과

김영선, 이태순, 안지예, 송혜연\*, 정영배\*, 조성현†

효성오앤비(주)  
세계김치연구소\*

## Characteristics of Composting of Castor Oil Cake Mixed with Waste from KimChi Factory and Its Influence on Lettuce Growth

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

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

(Received: Apr. 13, 2017 / Revised: May 18, 2017 / Accepted: Jun. 2, 2017)

**ABSTRACT:** The consumption of KimChi, which Korean are a favorite food, has dramatically increased by changes of life style and waste as by-products in KimChi factory. This study was conducted to evaluate an effect of compost of castor oil cake (COC) mixed with waste from KimChi factory (KWF) and its growth effect of lettuce. Treatments were consisted of 4 treatments as COC compost (60% COC+40% sawdust) as control, control+35% KWF (K-1), control+50% KWF (K-2), and control+65% KWF (K-3). Temperature, pH, O.M. and microbial phase of COC composts blended various ratios of KWF or free were unaffected. It was appeared that nitrogen content of KWF treatments was higher, but the ratio of organic matter and nitrogen was lower than the control. Although KWF treatments were acceptable compost under the guideline of Korean, NaCl content of K-3 was 1.91%, and it was very higher than that of others. In comparison with fresh weight and dry weight of lettuce, K-1 and K-3 were similar to control. These results indicated that the waste from KimChi factory was possible to use the composting raw blended materials below 35% mixtures.

**Keywords:** Castor oil cake (COC), composting COC, Composting materials, Waste from KimChi factory (KWF), Lettuce growth

**초 록:** 한국인이 가장 좋아하는 음식인 김치의 소비가 증가하면서 김치공장부산물(KWF)도 증가하였다. 본 연구는 KWF를 처리한 아주까리유박의 퇴비화에서 이화학적 특성의 변화와 시비에 따른 상추의 생육을 평가하였다. 처리구는 아주까리유박(60%)과 톱밥(40%)을 혼합한 대조구, KWF 35% 처리구(K-1), KWF 50% 처리구(K-2) 및 KWF 65% 처리구(K-3)로 설정하였다. KWF처리 후 pH, 유기물 및 미생물상은 처리구별 차이를 나타내지 않았으며, 대조구와 비교할 때, KWF처리구의 질소함량은 증가하였고, 유기물대 질소비는 감소하였다. 퇴비화 종료 후 KWF처리구는 비료공정규격에 적합하였으나 K-3의 염분은 1.91%로 다른 처리구들 보다 높았다. K-1처리구와 K-3처리구에서 상추의 생물중과 건물중은 대조구와 비슷하였다. 이러한 결과들은 김치공장

† Corresponding author(e-mail : [esphyun@naver.com](mailto:esphyun@naver.com))

부산물이 퇴비원료로 사용이 가능하지만 작물에 안전한 아주까리유박퇴비의 생산을 위해서는 35% 이하로 사용하는 것이 적절함을 나타내었다.

**주제어:** 아주까리유박, 아주까리유박퇴비화, 퇴비원료, 김치공장부산물, 상추생육

## 1. 서론

김치는 한국의 식탁에서 빠져서는 안 되는 음식으로 한국인들이 가장 사랑하는 음식의 하나로 불고기와 더불어 한국을 나타내는 대표적인 음식 중 하나이다<sup>1)</sup>. 김치는 반찬으로 섭취하지만 반찬 외에도 김치찌개, 김치볶음밥, 김치비빔밥 등 다양한 요리 재료로 이용하고 있다<sup>1,2)</sup>. 2012년 국내 김치 소비 패턴은 약 88%정도가 가정에서 직접 담거나 제공받아 섭취하여 자급비율이 높은 편이다<sup>2)</sup>. 시판김치의 소비비율은 1997년 약 3.7%에서 2012년에는 12% 정도로 15년 만에 4배 이상으로 증가하였고, 앞으로도 시판김치의 소비시장은 증가할 것으로 보인다<sup>2,3)</sup>.

김치의 연간소비량은 약 150만톤으로 추정되며, 이 중에서 약 70%정도가 배추김치로 알려져 있다<sup>4)</sup>. 세계김치연구소 조사에 따르면 국내에 유통되는 김치는 도매시장과 김치절임 가공업체(김치공장)를 통해 94%정도가 유통되고 있고, 도매시장에서 40% 정도, 김치공장에서는 13~25%정도의 배추폐기물이 발생한다<sup>4,5)</sup>. 김치공장에서 발생하는 폐기물은 배추나 절임배추 등과 같은 고품폐기물과 절임폐수 등과 같은 액상폐기물 등이 발생하며, 고품폐기물인 배추쓰레기는 다양한 양분을 함유하고 있어 자원으로 이용가치가 높고, 액상폐기물인 절임폐수는 약간의 환원당과 높은 NaCl을 함유하고 있어 효모 생육이 가능하여 효모균 생산에 이용할 수 있었다<sup>5,6)</sup>. 이외에도 김치공장 배추폐기물(김치부산물)로부터 분리한 불용성 식이섬유를 이용해 건강기능보조식품의 원료로 활용이 가능하였다<sup>4)</sup>. 그러나 이러한 보고들은 김치공장 김치부산물을 재활용할 수 있다는 가능성을 제시한 것이지만 발생한 모든 김치 부산물을 안정적으로 처리할 수 있다는 의미는 아니므로 이들의 안정적인 처리기술에 대한 연구가 필요하다.

유기질비료는 양분함량이 높고, 지효성을 나타내어 퇴비에 비해 적은 시비량으로도 작물의 생육 및 수량이 증가하여 친환경농업자재로 많이 이용하고 있다<sup>7)</sup>. 하지만 유기질비료의 원료로 사용되는 아주까리유박은 부숙이 완료된 퇴비와 토양에 시비 후 발효기간을 거쳐야하므로 그 이용에 주의가 필요하다<sup>8)</sup>. 아주까리유박을 가축분과 함께 발효하는 퇴비화과정을 거치게 되면 여러 단백질 분해 효소의 영향으로 분해되어 작물 생육에 안전한 퇴비를 생산하기도 하였다<sup>9,10,11)</sup>. 그러나 아주까리유박은 가축분보다 수분함량이 낮고, 단백질 및 질소함량이 높으며, 유기물 분해율이 상대적으로 낮아 퇴비화에 어려운 점이 많다. 아주까리유박을 퇴비화하는 경우 과량의 수분 공급이 필요하지만 아주까리유박은 착유 후 얻어진 부산물이기 때문에 수분에 대해 소수성을 나타내어 퇴비더미의 수분을 보유하는데 어려움이 있다. 김치부산물은 수분보유능력이 좋고, 퇴비화 시 쉽게 분해되며, 다량의 미생물을 함유하고 있어 이를 아주까리유박 퇴비화에서 수분공급원 조절제로 사용이 가능할 것으로 판단된다.

따라서 본 연구는 김치부산물의 퇴비원료로서의 활용가능성을 평가하기 위해 아주까리유박의 퇴비화에서 수분공급원 및 조절제로 첨가되었을 때, 아주까리유박 퇴비화 특성 및 퇴비의 작물재배시험을 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 김치부산물 처리에 따른 아주까리유박 퇴비화 시험

#### 2.1.1. 공시재료

본 연구는 2015년 6월부터 8월까지 세종특별자치

Table 1. The properties of raw materials used for composting castor oil cake and waste from KimChi factory

Materials <sup>1)</sup>	W.C. <sup>2)</sup> O.M. <sup>3)</sup>		T-N	O.M./N ratio	NaCl (g/kg) <sup>4)</sup>
	(%)				
COC	10.6	80.8	4.85	16.6	N.D.
SD	19.4	77.2	0.14	551.4	0.3
KWF	92.1	5.3	0.29	18.3	18.7

<sup>1)</sup>COC : Castor oil cake, SD : Sawdust, KWF : Waste from KimChi factory.

<sup>2)</sup>W.C.: Water content, <sup>3)</sup>O.M.: Organic matter.

<sup>4)</sup>N.D.: not detected.

치시 연기군에 위치한 A사에서 4개월 동안 수행하였다. 아주까리유박과 톱밥은 H사에서, 김치부산물은 E사에서 공급하였고, 각 원료의 이화학적 특성은 [Table 1]과 같다.

### 2.1.2. 퇴비화 처리구 설정

아주까리유박의 퇴비화는 아주까리유박과 톱밥을 유기물대 질소비를 고려하여 40%와 60%를 중량비로 혼합하였다. 아주까리유박 퇴비화 시험의 처리구는 김치부산물(waste from KimChi factory; KWF)의 혼합에 따라 대조구(control), KWF 35% 처리구(K-1), KWF 50% 처리구(K-2) 및 KWF 65% 처리구(K-3)로 구분하여 시험을 진행하였다. 배합 후에는 퇴비화에 적합하도록 대조구와 K-1 및 K-2는 각각 155 L, 80 L, 50 L 씩 수분을 공급하여 초기 수분을 50~60%로 조절하였으나 K-3의 수분함량은 50% 이상을 나타내어 수분은 공급하지 않았다[Table 2]<sup>12)</sup>. 퇴비화 시험은 2015년 6월 26일 각 처리구별 원료의 중량을 측정 후 원료배합

Table 2. Blending ratio of composting castor oil cake and waste from KimChi factory

Treatment <sup>1)</sup>	Blending ratio of raw materials (%)			
	COC	SD	KWF	Waster supply
Control	33	22	-	45
K-1	30.6	20.4	35	16
K-2	27	13	45	10
K-3	21	14	65	-

<sup>1)</sup>Control, COC compost (60% COC + 40% sawdust); K-1, 65% Control + 35% KWF; K-2, 50% Control + 50% KWF; K-3, 35% Control + 65% KWF.



Fig. 1. Composting after blending with castor oil cake (COC) and waste from KimChi factory (KWF).

장치를 이용하여 혼합한 후 구획화된 퇴비 플롯에 혼합원료 500 kg씩 적재하였다[Fig. 1]. 6월 26일부터 7월 19일까지 발효기간을 거친 후 7월 20일부터 8월 14일까지 후숙기간을 가졌다. 시험기간 동안 공기주입은 실시하지 않았고, 발효를 촉진하기 위해 온도와 수분 함량을 고려하여 7일차와 21일차에 삽을 이용하여 뒤집기를 실시하였다[Fig. 1].

### 2.1.3. 조사내용

김치부산물을 처리한 아주까리유박의 퇴비화 기간 중 화학적 변화의 특성 조사를 위해 시료의 채취는 퇴비화 시작 후 15일 동안은 매일 채취하였고, 이후부터 시험 종료 시까지는 5일 간격으로 총 19회 실시하였다. 퇴비의 온도변화는 디지털온도계(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>13)</sup>. 미생물상을 조사하기 위해 각 처리구의 퇴비화 시작 후 1~35일 동안 5일 간격으로 시료를 채취하였고, 시료를 각각 10 g 씩 멸균수 90 ml에 넣은 후, 희석평판법을 통해 potato dextrose agar (PDA) 배지에 도말한 다음 30°C에서 배양하면서 형성된 콜로니들을 계수하였다. 형성된 콜로니들은 형태적 분류를 통해 단일분리하여 세균은 nutrient agar (NA) 배지에, 곰팡이

Table 3. Soil chemical properties used in this experiment

pH (1:5)	EC (dS/m)	T-N (g/kg)	O.M. (g/kg)	Avail. -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchangeable cations				CEC
					K	Ca	Mg	Na	
5.6	1.3	4.50	40.4	228	0.9	13.8	6.8	1.3	20.1

는 PDA 배지에 옮겨 각각 30°C와 25°C에서 배양하였다.

## 2.2. 김치부산물물 처리한 아주까리유박 퇴비의 작물재배시험

### 2.2.1. 공시재료

김치부산물물 처리 아주까리유박 퇴비를 이용한 작물재배 시험은 2015년 8월부터 10월까지 3개월간 대전광역시 소재의 H사의 연구용 온실에서 수행하였다. 공시작물은 상추(*Lactuca sativa*; 백일청치마, 동부팜)를 이용하였다. 퇴비화를 통해 발효가 완료된 가축분퇴비는 부숙이 완료된 시기인 퇴비화 시작 후 49일에 채취한 퇴비시료를 이용하였다. 시험에 사용된 토양은 사양토였고, pH와 전기전도도는 각각 5.6과 1.3 dS/m를 나타내어 상추를 재배하기 적합한 토양이었다[Table 3].

### 2.2.2. 처리구 설정

원예용 상토를 포설한 트레이에 상추를 2015년 8월 25일에 파종하여 약 4주간 유묘를 관리하였다. 작물 정식 10일 전인 9월 29일에 퇴비를 1,500 kg/10a수준으로 전층시비하고 15일이 경과한 후 생육상태가 비슷한 유묘를 선별하여 각 처리구에 2015년 10월 9일 정식하였다. 처리구는 아주까리유박퇴비(Control), K-1 처리구(K-1), K-2 처리구(K-2) 및 K-3 처리구(K-3)로 구분하였고, 작물재배는 4 inch 육묘용 포트를 사용하였으며, 완전임의배치법(3반복)으로 배치하였고, 관수는 매일 1~2회 실시하면서 온실에서 수행하였으며, 시험기간 중 병충해는 발생하지 않았다.

### 2.2.3. 조사내용

작물의 생육조사는 시험 종료 후 엽록소, 엽수, 엽장, 엽폭, 생물중 및 건물중을 조사하였다. 엽록

소는 엽록소측정기(SPAD-502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였고, SPSS 19를 이용하여 던컨 다중검정을 통해 처리구간 평균값을 비교하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 김치부산물물 처리에 따른 아주까리유박 퇴비화 시험

퇴비화 과정에서 온도는 유기물의 분해과정 여부를 판단하는 중요한 인자로 측정된 결과는 [Fig. 2]와 같다. 원료배합 후 온도는 34~36°C를 나타내었고, 대조구는 퇴비화 시작 후 7일간 60~70°C의 고온을 유지하였으나 김치부산물물 처리구는 45~57°C 정도를 유지하여 김치부산물물 처리구에서 온도가 낮았으나 1차 뒤집기 이후 처리구별 차이는 나타나지 않았다. 퇴비화 21일 경과 후 2차 뒤집기를 실시한 후 온도가 상승하였으나 서서히 감소하기 시작하였고, 40일 경과 후 대조구에서 가장 낮았다. 퇴비화

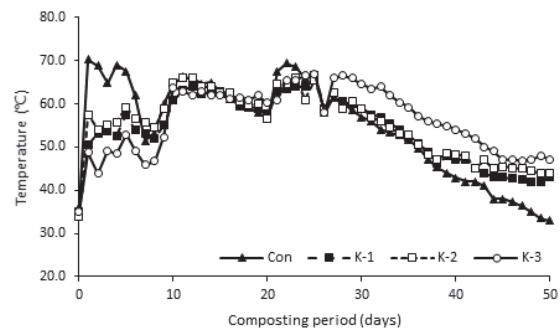


Fig. 2. Variations of temperature during composting after blending with castor oil cake (COC) and waste from KimChi factory (KWF). Control, COC compost (60% COC + 40% sawdust); K-1, 65% Control + 35% KWF; K-2, 50% Control + 50% KWF; K-3, 35% Control + 65% KWF.

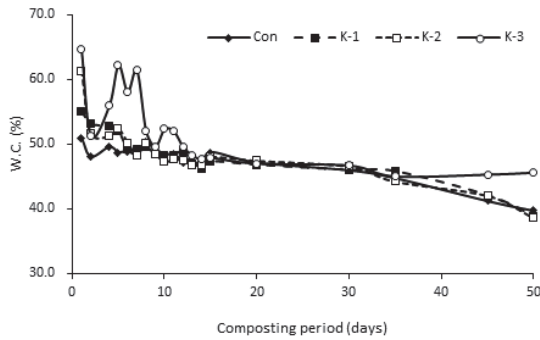


Fig. 3. Variations of water content (W.C.) during composting after blending with castor oil cake (COC) and waste from KimChi factory (KWF). Control, COC compost (60% COC + 40% sawdust); K-1, 65% Control + 35% KWF; K-2, 50% Control + 50% KWF; K-3, 35% Control + 65% KWF.

후 50일경 대조구는 온도가 33°C였으나 김치부산물을 처리한 퇴비더미 처리구(K-1, K-2, K-3)는 43~47°C 정도로 대조구보다 약 10~14°C 이상 높게 나타났다<sup>14,15</sup>.

퇴비화의 수분함량은 [Fig. 3]과 같다. 원료배합 후 대조구는 수분이 부족하여 수분을 보충하였고, 김치부산물 처리구는 김치부산물에 수분이 충분하여 수분을 보충하지 않았으며, 퇴비화 시작 시 퇴비더미의 수분함량은 50.9~64.6% 수준이었고, 퇴비화가 진행되면서 서서히 감소하는 경향을 보였으며<sup>14</sup>, 시험 종료 시에는 대조구, K-1 처리구와 K-2 처리구의 수분함량은 38.6~39.7%로 비슷하였으나 K-3 처리구는 45.6%로 다른 처리구보다 높았다.

김치부산물이 처리된 아주까리유박의 퇴비화 과정에서 pH의 변화는 퇴비화 시작 4일 경과 후부터 pH 8.1±0.3 정도를 나타내었고, 시험 종료 시기까지 유지하였다[Fig. 4]. 일반적으로 퇴비화 과정에서 미생물의 활동으로 암모늄화 작용에 의해 단백질이 암모니아로 분해되어 퇴비더미의 pH가 증가하는 것으로 알려져 있다<sup>16</sup>. 이후 퇴비화 초기에 발생한 암모니아태 질소는 퇴비화 진행과정에서 암모니아태 질소가 산화되어 질산태 질소로 전환되는 것으로 알려져 있다<sup>17</sup>.

김치부산물이 처리된 아주까리유박의 퇴비화 과정 중 유기물함량, 질소함량 및 유기물대 질소비의

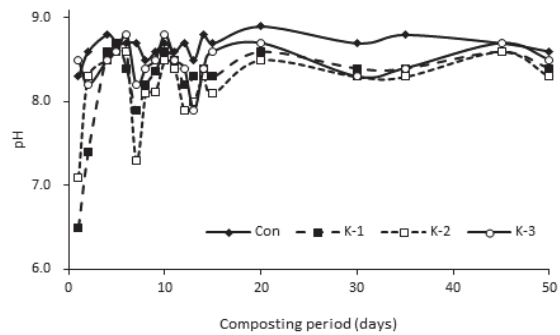


Fig. 4. Variations of pH during composting after blending with castor oil cake (COC) and waste from KimChi factory (KWF). Control, COC compost (60% COC + 40% sawdust); K-1, 65% Control + 35% KWF; K-2, 50% Control + 50% KWF; K-3, 35% Control + 65% KWF.

변화를 조사하였다[Fig. 5]. 유기물함량은 퇴비화 시작 시 29.3~45.7%로 김치부산물 처리량이 많은 처리구에서 유기물함량이 낮았고, 이는 배합 후 김치부산물 처리구에서 수분함량이 상대적으로 높았기 때문으로 판단된다. 퇴비화 시작 후 약 30일 정도까지는 처리구별로 큰 차이를 나타내지 않았으나 35일 경과 후부터 종료 시까지 대조구, K-1 처리구 및 K-2 처리구는 유기물함량이 증가하였고, K-3 처리구에서는 유기물함량이 감소하였다[Fig. 5]. 이는 K-3 처리구의 수분함량이 상대적으로 다른 처리구들에 비해 높았기 때문으로 판단된다[Fig. 3]. 질소함량의 변화는 시기별로 약간의 차이는 있으나 시험 전과 후의 변화는 크게 나타나지 않았고, 퇴비화 시작 7일 경과 후부터 김치부산물 처리구에서 대조구보다 높았다[Fig. 5]. 퇴비화 시작 후 질소함량은 1.09~1.67%를 나타내어 대조구, K-1 처리구 및 K-2 처리구에서 K-3보다 상대적으로 높았으나 퇴비화가 진행되면서 김치부산물 처리구에서 김치부산물이 분해되면서 질소공급이 이뤄졌고, 수분이 상대적으로 높게 유지되어 퇴비 중 질소 손실이 감소하기 때문으로 판단된다. 수분공급원 및 수분조절제로 사용된 김치부산물은 섬유소함량이 적고, 분해가 용이한 유기물(수용성 탄수화물)로 구성되어 있어 퇴비화 과정에서 발생한 다량의 유기산이 질소와 결합함으로써 질소손실을 줄여주는 것으로

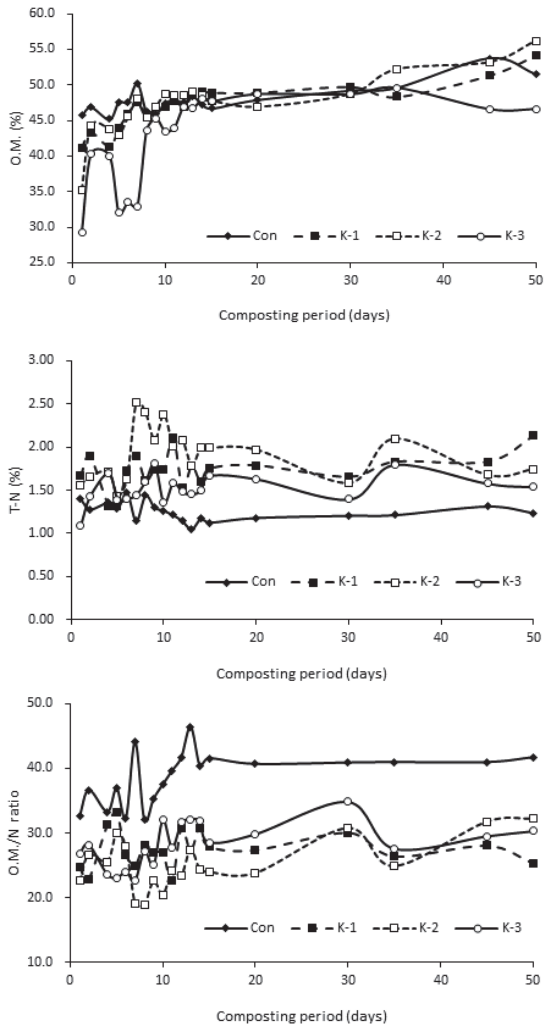


Fig. 5. Variations of organic matter, T-N and O.M./N ratio during composting after blending with castor oil cake (COC) and waste from KimChi factory (KWF). Control, COC compost (60% COC + 40% sawdust); K-1, 65% Control + 35% KWF; K-2, 50% Control + 50% KWF; K-3, 35% Control + 65% KWF.

판단된다<sup>18)</sup>. 반면에 톱밥은 리그닌 함량이 높아 분해가 어렵고, 양이온치환용량이나 유기산함량이 낮아 질소의 흡착이 어려워 아주까리유박의 질소손실이 많은 것으로 판단된다<sup>19)</sup>. 유기물대 질소비는 퇴비화 기간 동안 김치부산물 처리구에서 평균  $27.7 \pm 1.4$  정도를 나타내었으나 대조구에서는 평균 38.6 정도를 나타내어 약 11정도 높았다. 이는 김치부산물 처리구와 대조구의 유기물함량은 비슷하였으나 질소함량이 높았기 때문에 유기물대 질소비가 상대적으로 낮게 나타난 것으로 판단된다[Fig. 5].

퇴비화 과정 중 미생물상의 변화 조사에서 시간의 경과에 따라 점차 미생물이 감소하는 경향을 보였다[Table 4]. 처리구별 미생물상의 변화는 대조구는 1일차에, K-1 처리구는 10일차까지 곰팡이가 검출되었으나 K-2 처리구와 K-3 처리구는 시험기간 동안 곰팡이가 검출되지 않았다. 퇴비화 10일 경과 후에는 모든 처리구에서 곰팡이는 검출되지 않았고, 세균만 검출되었다. 퇴비더미에 존재하는 미생물은 대부분 세균이었고, 일부 곰팡이가 검출되기도 하였으나 퇴비화 진행과정에서 60°C 이상의 고온기간을 거치면서 사멸한 것으로 보인다<sup>11,20,21)</sup>.

발아지수를 통해 50일차 시료에서 퇴비화가 완료된 것을 확인한 후 시험 시작 후 재배시험을 수행하기 위해 70일이 경과한 시기에 채취한 각 아주까리유박퇴비의 이화학적 특성은 [Table 5]와 같다. 수분함량, 유기물, 유기물대 질소비 및 발아지수는 각각 36.6~45.7%, 48.6~53.2%, 28.4~44.6, 83~106으로 퇴비 기준에 적합하였다. 각 처리구별 질소, 인산 및 칼리함량은 각각 1.09~1.87%, 0.87~1.23%, 0.61~1.15%를 나타내어 일반적인 가축분퇴비의 성분함량과 유사하였고<sup>20)</sup>, 염분함량은 0.62~1.91%로 김치부산물의 처리량이 증가할수록 높았다.

### 3.2. 김치부산물을 처리한 아주까리유박퇴비의 작물재배시험

김치부산물을 처리한 아주까리유박퇴비의 상추에 대한 재배시험결과는 [Table 6]과 같다. 대조구와 비교할 때 김치부산물 처리구의 상추 생육은 대조구와 비슷하였으나 K-2 처리구에서 건물중이 대조구보다 감소하였다. 건물중으로 작물의 생산량을 평가할 때, 김치부산물 중 K-1 처리구와 K-3 처리구의 대조구와 비슷하여 본 시험에서는 염분에 의한 생육장애는 나타나지 않았다. 그러나 김치부산물에는 다량의 염분을 함유하고 있고, 김치부산물 처리구의 염분함량도 대조구보다 높기 때문에 연작 시험에 따른 토양의 염류집적 및 작물생육의 변화에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다<sup>22,23)</sup>.

Table 4. The variation of microbial phase in compost blending castor oil cake and waste from KimChi factory

Treatment <sup>1)</sup>	Species	Viable cell count (CFU/g)						
		1 DAT <sup>2)</sup>	5 DAT	10 DAT	15 DAT	20 DAT	30 DAT	35 DAT
Control	Total	6.50×10 <sup>7</sup>	1.50×10 <sup>5</sup>	9.50×10 <sup>5</sup>	7.80×10 <sup>5</sup>	1.26×10 <sup>6</sup>	9.95×10 <sup>5</sup>	1.60×10 <sup>5</sup>
	Bacteria	6.15×10 <sup>7</sup>	1.50×10 <sup>5</sup>	9.50×10 <sup>5</sup>	7.80×10 <sup>5</sup>	1.26×10 <sup>6</sup>	9.95×10 <sup>5</sup>	1.60×10 <sup>5</sup>
	Fungi	4.00×10 <sup>6</sup>	—	—	—	—	—	—
K-1	Total	6.96×10 <sup>9</sup>	4.35×10 <sup>5</sup>	1.96×10 <sup>5</sup>	2.85×10 <sup>5</sup>	3.05×10 <sup>5</sup>	8.67×10 <sup>5</sup>	2.60×10 <sup>5</sup>
	Bacteria	6.94×10 <sup>9</sup>	1.00×10 <sup>4</sup>	1.76×10 <sup>5</sup>	2.85×10 <sup>5</sup>	3.05×10 <sup>5</sup>	8.67×10 <sup>5</sup>	2.60×10 <sup>5</sup>
	Fungi	5.00×10 <sup>7</sup>	1.00×10 <sup>4</sup>	4.00×10 <sup>4</sup>	—	—	—	—
K-2	Total	1.86×10 <sup>8</sup>	6.80×10 <sup>5</sup>	2.09×10 <sup>5</sup>	2.70×10 <sup>5</sup>	7.85×10 <sup>5</sup>	7.10×10 <sup>5</sup>	1.50×10 <sup>5</sup>
	Bacteria	1.86×10 <sup>8</sup>	6.80×10 <sup>5</sup>	2.09×10 <sup>5</sup>	2.70×10 <sup>5</sup>	7.85×10 <sup>5</sup>	7.10×10 <sup>5</sup>	1.50×10 <sup>5</sup>
	Fungi	—	—	—	—	—	—	—
K-3	Total	3.85×10 <sup>5</sup>	2.30×10 <sup>5</sup>	2.70×10 <sup>6</sup>	1.23×10 <sup>6</sup>	2.19×10 <sup>6</sup>	1.09×10 <sup>6</sup>	1.30×10 <sup>5</sup>
	Bacteria	3.85×10 <sup>5</sup>	2.30×10 <sup>5</sup>	2.70×10 <sup>6</sup>	1.23×10 <sup>6</sup>	2.19×10 <sup>6</sup>	1.09×10 <sup>6</sup>	1.30×10 <sup>5</sup>
	Fungi	—	—	—	—	—	—	—

<sup>1)</sup>Control, COC compost (60% COC + 40% sawdust); K-1, 65% Control + 35% KWF; K-2, 50% Control + 50% KWF; K-3, 35% Control + 65% KWF.

<sup>2)</sup>DAT: Days after treatment of KWF.

Table 5. The properties of compost blending castor oil cake and waste from KimChi factory

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	45.7	48.6	1.09	0.87	0.61	0.62	44.6	106
K-1	41.4	49.7	1.74	1.20	0.99	1.34	28.6	96
K-2	38.1	53.2	1.87	1.19	0.98	1.67	28.4	81
K-3	36.6	52	1.62	1.23	1.15	1.91	32.1	83
Guideline <sup>2)</sup>	55 below	30 over	—	—	—	2 below	45 below	70 over

<sup>1)</sup>Control, COC compost (60% COC + 40% sawdust); K-1, 65% Control + 35% KWF; K-2, 50% Control + 50% KWF; K-3, 35% Control + 65% KWF.

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

Table 6. The growth of lettuce by application of compost blending castor oil cake and waste from Kimchi factory

Treatments <sup>1)</sup>	Chlorophyll	No. of leaves	Leaf length	Leaf width	Fresh weight	Dry weight
	(μg/100cm <sup>2</sup> )	(ea/plant)	(cm)		(g/plant)	
Control	19.3a <sup>2)</sup>	16.2a	16.5a	10.3a	28.4a	3.18a
K-1	18.7a	12.7a	16.0a	9.3b	21.6a	3.01ab
K-2	17.6a	13.6a	15.9a	9.4b	22.3a	2.88b
K-3	19.3a	15.2a	16.3a	9.9a	25.8a	3.24a

<sup>1)</sup>Control, COC compost (60% COC + 40% sawdust); K-1, 65% Control + 35% KWF; K-2, 50% Control + 50% KWF; K-3, 35% Control + 65% KWF.

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

#### 4. 결론

김치부산물이 아주까리유박의 퇴비화에서 수분 공급원 및 조절제로서의 활용가능성을 평가하기 위해 김치부산물을 처리하지 않은 대조구(Control), 김치부산물 35% 처리구(K-1), 김치부산물 50% 처

리구(K-2) 및 김치부산물 65% 처리구(K-3)로 설정하여 김치부산물의 처리 시 아주까리유박 퇴비의 특성 및 퇴비의 작물재배시험을 수행한 결과는 아래와 같다.

1. 퇴비화 시작 후 7일 동안 60~70°C 정도의 고온을 유지하였고, 이후 감소하기 시작하여 시험 중

료시기인 50일경에는 33~47°C 정도였으며, 김치부산물 처리구에서 퇴비더미 온도가 높았다.

2. 김치부산물 처리구의 퇴비화 기간 중 pH와 수분함량의 변화는 처리구별 차이를 나타내지 않았고, 퇴비화 시험 종료 후 K-3 처리구의 수분함량은 대조구보다 높았다.

3. 퇴비더미 중 유기물함량은 처리구별 차이를 나타내지 않았고, 질소함량은 김치부산물 처리구에서 높았으며, 유기물대 질소비는 김치부산물 처리구에서 낮았다.

4. 김치부산물을 처리한 아주까리유박의 퇴비화 시험 중 미생물상의 변화는 곰팡이보다 세균이 검출되었고, 퇴비화 직후 생균수 감소 후 일정 범위에서 유지되었으며, 처리구별 차이는 나타나지 않았다.

5. 퇴비화 후 이화학적 특성 분석결과 수분, 유기물, 유기물대 질소비 및 발아지수 등이 퇴비의 비료공정규격에 적합하였고, 이를 상추에 처리하였을 때, K-1 처리구와 K-3 처리구는 대조구와 비슷하였으나 K-2 처리구는 대조구보다 감소하였다.

이상의 결과를 종합할 때, 김치부산물을 처리한 아주까리유박퇴비는 퇴비기준에 적합하여 퇴비로 사용이 가능하였으며, 작물의 생육이나 퇴비의 특성을 고려할 때, 김치부산물은 35% 이하로 처리하는 것이 적절한 것으로 평가되었다.

## 사 사

본 연구는 세계김치연구소 기관고유사업(KE1502-1)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), pp158-166. (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)
- 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).
- Yang, C.H., Yoo, C.H., Kim, B.S., Park, W.K., Kim, J.D. and Jung, K.Y., "Effect of application time and rate of mixed expeller cake on soil environment and rice quality", *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 41(2), pp. 103-111. (2008).
- Jo, S.H., Park, T.H. and Chang, K.W., "Effects of *Brassica capestris* L. and *Lactuca sativa* L. Yield by application of organic fertilizer and microorganisms", *J. of KOWREC*, 9(3), pp. 88-92. (2001).
- Yoon, J.O., "Studies on the preparation of food proteins from castor bean protein", *Kor. J. Food Sci. Technol.* 12(4), pp. 263-271. (1980).
- 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 castor meal", *Jour. Agri. Sci. Chungnam Nat'l Univ. Korea* 35(1), pp. 25-32. (2008).
- Chang, K.W., Lee, J.J., Hong, J.H., Kim, N.C., Kim, W.J. and Choi, W.Y., "Composting of the mixtures with pig manure and castor meal", *Jour. Agri. Sci. Chungnam Nat'l Univ. Korea* 34(2), pp. 181-188. (2007).
- 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).
13. NIAST, “The methods of analysis and sampling for fertilizer”, RDA. (1998).
  14. 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).
  15. Min, K.H., Chang, K.W. and Yu, Y.S., “Changes of physico-chemical properties of paper mill sludge amended with pig manure in composting process”, J. of KOWREC 8(4), pp. 86–92. (2000).
  16. 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).
  17. 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).
  18. Lim, J.S., Hwang, O.H., Lee, S.R., Cho, S.B., Kwag, J.H., Lee, D.H., Jung, M.W. and Han, D.W., “Optimized pH and mitigated ammonia emission in pig manure slurry by soluble carbohydrate supplementation”, J. of KORRA, 25(1), pp. 103–110. (2017).
  19. Kim, Y.S., Lee, T.S., Cho, S.H., Jeong, J.Y., An, J.Y., Lee, J.J., Han, K.P. and Hong, J.H., “Plant growth responses and characteristics of composting of poultry manure with peatmoss and cocopeat as bulking agent”, J of KORRA, 25(1), pp. 79–86. (2017).
  20. 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).
  21. Whang, K.S. and Chang, K.W., “Change of microflora in livestock manure during composting process”, Kor. J. Soil Sci. Fert. 29(3), pp. 303–311. (1996).
  22. 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).
  23. 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).