

음식물 쓰레기를 이용한 퇴비가 감과육의 특성 및 저장성에 미치는 영향

조영제[†] · 천성숙¹ · 차원섭 · 박준희 · 오상룡 · 이원영 · 김정환 · 박제경²
상주대학교 식품공학과, ¹영남대학교 식품가공학과, ²상주대학교 응용화학공학부

Effect of Food-Garbage Compost on the Characteristics and Storage of Persimmon Fruits

Young-Je Cho[†], Sung-Sook Chun¹, Won-Seup Cha, Joon-Hee Park, Sang-Lyong Oh,
Won-Young Lee, Jeung-Hoan Kim and Jae-Gyeong Park²

Department of Food Engineering, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

¹Department of Food Science & Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

²Department of Applied Chemistry and Engineering, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

Abstract

Reducing sugar content of persimmon fruits was increased by applying food-garbage compost. Dungsri was brighter with yellow color than that of control. The Gabjubaekmok was darker than that of control with red color. It was suggested that taste of astringent was reduced because total phenol and soluble tannin contents were reduced by applying food-garbage compost. The vitamin C content of persimmon fruits during storage was higher than that of control. Stability of persimmon fruits by applying food-garbage compost and non-food garbage compost was about the same at room temperature. At low temperature, hardness of persimmon fruits was maintained for 20 days. Hardness and reducing sugar contents of persimmon fruits were increased by applying food-garbage compost. The result was shown that there was no effect on composition of persimmon fruits by applying food-garbage compost and maintaining hardness at room temperature, but at low temperature, the composition of persimmon fruits was changed.

Key words : food-garbage compost, characteristics, storage, persimmon fruits

서 론

음식물쓰레기는 귀중한 식량자원의 낭비일 뿐 아니라 소각이나 매립의 방법으로 처리할 시 환경적으로 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 또한 음식물쓰레기는 건조 중량 기준 발열량이 높고 수분이 충분하며, 유기성물질로서 염분농도, 향신료 등 문제의 일부분만 제거하면 퇴비나 사료 자원으로 충분히 재활용 할 수 있다. 한편, 가정에서 가정용 퇴비화 발효용기에 음식물쓰레기와 미생물 발효제를 넣어 퇴비화 할 수 있다. 가정에서 퇴비화 발효용기를 사용하면 썩는 냄새가 나지 않으며 음식물 쓰레기를 매일 처리할 수 있다. 버려지는 음식물은 식문화와 생활양식에 따라 나

라마다 차이가 있으며, 같은 동양권의 일본은 연간 식품 총공급량 6,000만톤의 약 20%인 1,200만톤이 발생되고 있다(1). 이러한 음식물 쓰레기를 어떻게 재 자원화 시키느냐가 중요한 관건으로 등장하고 있으며, 재 자원화방법의 궁극적인 대안으로 제시되는 것이 호기성미생물에 의한 퇴비화이다. 호기성 퇴비화 기술은 오래 전부터 알려져 있었으며, 유기성폐기물의 처리방법으로는 일반적인 방법 중에 하나이다. 선진국의 경우에는 70년대에 퇴비화에 대한 1차 붐이 있었으나, 80년대, 90년대에는 폐기물의 처리방법이 소각으로 진전되면서 퇴비화에 대한 붐이 저하되어 활성화 되지 못했다. 최근에 매립 및 소각에 대한 한계성이 등장하면서, 그 대안으로 또 다시 퇴비화가 거론되기 시작했으며, 자원순환체제 정립에는 퇴비화가 필수적인 것으로 인식되어 각종 폐기물 정책에 반영되고 있다.

[†]Corresponding author. E-mail : yjcho@sangju.ac.kr,
Phone : 82-54-530-5265, Fax : 82-54-530-5269

우리나라의 감 재배면적은 30,489 ha로 사과, 포도 등과 더불어 3대 과실중의 하나이다(2). 이중 뚝은감은 7,682 ha로서 해마다 재배면적이 급격히 증가하고 있으나 뚝은감을 재배하는데 있어서 고품질의 감을 안정적으로 생산하기 위하여 요구되는 재배요인들이 복합적이어서 매년 어려움을 겪고 있다. 특히 뚝은감의 뿌리는 양분에 대한 반응이 둔하여 비료효과가 쉽게 나타나지 않은 특징을 가지고 있으며 뿌리의 활동시기가 다른 과수보다 늦기 때문에 양분의 흡수시기도 자연히 늦어지는 특징을 가지고 있다(3,4). 또한 양분의 이동이 직선적이어서 도장성을 띤 가지들이 많이 발생되어 심한 세력경쟁으로 과실품질이 떨어질 뿐만 아니라 과실의 낙과를 유발하는 요인이 되기도 한다(5,6).

본 연구에서는 음식물쓰레기의 퇴비사용이 뚝은감 과실의 저장성에 미치는 영향을 검토하여 음식물 쓰레기의 퇴비화를 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

재 료

본시험은 국내에서 재배되고 있는 뚝은감의 주요 품종인 상주동시와 감주백목 품종을 이용하여 실시하였다.

음식물 쓰레기 퇴비의 제조 및 시비량 결정

음식물쓰레기는 상주대학교 부속 기숙사 식당에서 수집하여 탈수시킨 다음 사용하였으며, 음식물쓰레기 퇴비는 음식물쓰레기를 우분퇴비와 동량의 비율로 혼합하여 가꾸 뒤집어 섞어 습기, 공기를 공급하고 해충들을 막아주며, 1개월 발효시킨 다음 당해 10월과 익년 6월 하순에 각각 퇴비로 사용하였다. 시비량은 감나무를 실험구 종류별 9구루씩 총 54구루를 사용하였으며, 감나무 1주당 시비를 10 Kg으로 조정하여 처리하였다.

과육의 경도 및 색도

과육의 경도는 Reometer(CR-100D Sun scientific CO. LTD, JAPAN)를 사용하였으며 시료를 높이 1 cm 두께로 절단하여 직경 5 mm의 probe가 표피에서 3 mm되는 지점까지 가해지는 compressive force(kg/cm²)를 측정하였다(7). 과피의 색도는 색차계(Minolta CR-300, JAPAN)을 이용하여 L, a, b값을 측정하였다.

가용성 탄닌 함량 측정

탄닌 함량의 측정은 Duval과 Shetty의 방법(8)에 준하여 측정하였다. 즉, 감시료 10 g에 증류수 200 mL를 가하고 homogenizer로 20,000 rpm에서 1분간 균질화 시킨 뒤 24시간 shaking하여 탄닌을 추출하였다. 추출 후 여과한 여액 1 mL에 95% ethanol 1 mL와 증류수 5 mL를 가하여 잘

흔들어 주고 5% Na₂CO₃ 용액 1 mL와 1N Folin-ciocalteu reagent 0.5 mL를 가한 후 실온에서 60분간 발색시킨 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, gallic acid를 사용한 표준곡선에서 양을 환산하였다.

Total phenol 함량 측정

Total phenol의 측정은 Duval과 Shetty의 방법(8)에 준하여 측정하였다. 즉, 감시료 10 g에 60% acetone 200 mL를 가하고 homogenizer로 20,000 rpm에서 1분간 균질화 시킨 뒤 24시간 shaking하여 phenol성분을 추출하였다. 추출 후 여과한 여액은 상기의 탄닌 측정법과 같이 측정하였다.

당도 측정

당도 측정은 구의 방법(9)에 따라 분석하였다. 시료 과육 무게의 5배의 증류수를 넣고 균질기로 15,000 rpm에서 1분간 균질화 시킨 후 Whatman No. 1 여과지로 여과한 여액 1 mL를 디지털 당도계로 측정한 후 희석배수를 곱하여 Brix로 환산하였다.

결과 및 고찰

음식물쓰레기 퇴비의 분석

물을 뺀 음식물 쓰레기를 우분퇴비와 섞어 1달간 발효시켰을 때 Table 1과 같이 수분은 거의 없는 건조한 상태가 되었으며, 질소의 양은 약간 늘어났으나, P와 K의 양은 다소 줄어든 것으로 확인되었다. 이는 숙성기간동안 완숙이 잘되어 질소성분의 함량이 다소 낮게 나타난 것으로 판단되었다.

Table 1. The composition of food garbage and food-garbage compost

| Components | Content (%) | |
|-------------------|--------------|----------------------|
| | Food garbage | Food-garbage compost |
| Organic compounds | 20.08±2.15 | 95.51±4.61 |
| N | 0.72±0.15 | 0.88±0.06 |
| P | 1.52±0.21 | 1.39±0.10 |
| K | 0.54±0.11 | 0.26±0.34 |
| Salt | 1.05±0.04 | 0.23±0.02 |

음식물쓰레기 퇴비사용에 따른 감 과실의 특성 변화

음식물쓰레기 퇴비사용에 따른 감 과실의 특성 변화를 살펴본 결과 Table 2와 같이 상주 동시는 처리별로 경도가 대조구가 3.5 kg/cm²인데 비하여 음식물쓰레기 처리의 경우 3.7 kg/cm², 퇴비 처리는 3.8 kg/cm²으로 증가하는 경향을 나타내었다. 감주백목의 경우도 대조구가 2.9 kg/cm²인데 비하여 음식물쓰레기 처리의 경우 3.0 kg/cm², 퇴비 처리는 3.0 kg/cm²으로 동시의 경우와 같은 경향을 나타내었다.

Table 2. The change of hardness, Brix and color of persimmon fruits

| Sample | Treatment | Hardness (kg/cm ²) | °Brix | Color | | |
|----------------------|----------------------|--------------------------------|-----------|-------|------|------|
| | | | | L | a | b |
| <i>Dungsi</i> | Control | 3.5±0.11 | 19.6±0.07 | 61.7 | 26.9 | 59.5 |
| | Food garbage | 3.7±0.05 | 19.7±0.11 | 64.9 | 26.1 | 63.3 |
| | Food-garbage compost | 3.8±0.08 | 20.0±0.04 | 64.3 | 25.4 | 62.2 |
| <i>Gabju baekmok</i> | Control | 2.9±0.07 | 17.7±0.08 | 65.2 | 23.6 | 66.5 |
| | Food garbage | 3.0±0.05 | 17.8±0.03 | 64.1 | 25.4 | 63.9 |
| | Food-garbage compost | 3.0±0.06 | 17.8±0.05 | 63.8 | 24.7 | 63.5 |

과육 경도의 경우 꺾임 제조를 위한 물성에서 대단히 중요한 인자로 여겨지며 저장성에도 상당한 영향을 미칠 것으로 판단되었다. 과육 당도의 경우 상주 동시가 대조구 19.6 Brix인데 비하여 음식물쓰레기 처리의 경우 19.7 °Brix로 별 차이가 없었으나, 퇴비 처리의 경우 20.0 °Brix로 높아지는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 감주백목의 경우 대조구의 17.7 °Brix에 비하여 음식물쓰레기 처리와 퇴비 처리의 경우 각각 17.8 °Brix, 17.8 °Brix로 차이를 나타내지 않았다. 각 처리군별 색도의 변화를 보면 Table 2에서와 같이 동시의 경우 밝기(L)는 다소 증가하며, 적색도(a)는 감소하고 황색도(b)가 증가하여 음식물 쓰레기와 퇴비 처리에 의해 과육이 황색빛을 많이 띄게 되며, 감주백목의 경우 동시와는 반대로 밝기(L)는 다소 감소하며, 적색도(a)는 증가하고 황색도(b)가 감소하여 음식물 쓰레기와 퇴비 처리에 의해 과육이 적색을 많이 띄게 됨을 알 수 있었다. Total phenol 함량은 Table 3과 같이 상주 동시가 대조구의 경우 19.35 µg/g인데 비하여 음식물쓰레기 처리의 경우 17.29 µg/g, 퇴비 처리는 18.72 µg/g으로 감소하는 경향을 나타내었다. 감주백목의 경우도 대조구가 20.26 µg/g인데 비하여 음식물 쓰레기 처리의 경우 18.52 µg/g, 퇴비 처리는 19.89 µg/g으로 동시의 경우와 같은 경향을 나타내었다. 가용성 탄닌의 함량은 Table 3과 같이 상주 동시가 대조구의 경우 16.17 µg/g인데 비하여 음식물쓰레기 처리의 경우 15.69 µg/g, 퇴비 처리는 16.06 µg/g으로 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 감주백목의 경우는 대조구가 19.35 µg/g인데 비하여 음식물 쓰레기 처리의 경우 20.51 µg/g, 퇴비 처리는 19.87 µg/g으로 약간 증가하여 동시와 반대의 경향을 나타내었다. Total phenol과 가용성 탄닌 함량은 감의 떫은맛을 부여하는 물질로서 가공 시 관능적 특성에 영향을 미칠 수가 있을 것으로

판단되었다. 비타민 C의 함량은 Table 3과 같이 상주 동시가 대조구의 31.58 µg/g인데 비하여 음식물쓰레기 처리의 경우 32.74 µg/g, 퇴비 처리는 36.48 µg/g으로 퇴비처리에 의해 상당히 증가함을 알 수 있었고, 감주백목의 경우 대조구가 36.88 µg/g인데 비하여 음식물쓰레기 처리의 경우 38.61 µg/g, 퇴비 처리는 39.76 µg/g으로 음식물쓰레기나 퇴비처리에 의해 모두 증가하는 것을 관찰할 수 있었다.

음식물쓰레기 퇴비사용에 따른 상온 저장시 감 과실의 저장특성 변화

수확한 감과실의 저장성을 검토하기 위하여 떫은감 중 감주백목을 상온에서 30일간 보관하며 과육의 물성과 성분 변화를 살펴본 결과, Table 4와 같이 경도의 경우 대조구는 2.91~1.79 kg/cm²으로 저장기간이 경과할수록 낮아져 연화가 진행되는 경향이었고 음식물쓰레기 처리와 퇴비 처리의 경우 각각 3.02~1.72 kg/cm², 3.01~1.84 kg/cm²으로 대조구와 비슷한 양상을 나타내었다. 비타민 C 함량의 경우 대조구는 36.88~18.77 mg/g으로 저장기간이 경과할수록 급격히 낮아져 비타민 C의 산화가 매우 빠르게 일어나는 것으로 판단되었고, 음식물쓰레기 처리와 퇴비 처리의 경우 각각 36.61~18.78 mg/g, 39.76~18.76 mg/g으로 대조구와 비슷한 양상을 나타내었으며 저장 초기에 함량차이를 나타내었으나 저장 20일 이후부터 처리구간 격차는 거의 없었다. 환원당 함량은 대조구가 87.45~158.12 mg/g으로 저장기간이 경과할수록 급격히 높아져 단맛을 강하게 부여해주는 경향을 나타내었고, 음식물 쓰레기 처리와 퇴비 처리의 경우 각각 89.15~161.12 mg/g, 89.52~167.03 mg/g으로 대조구와 같은 양상을 나타내었으며 처리구간 환원당 함량의 차이를 다소 나타내었다.

Table 3. The change of total phenol, soluble tannin and vitamin C content of persimmon fruits

| Sample | Treatment | Total phenol (µg/g) | Soluble tannin (µg/g) | Vitamin C (µg/g) |
|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|------------------|
| <i>Dungsi</i> | Control | 19.35±0.86 | 16.17±1.09 | 31.58±2.99 |
| | Food garbage | 17.29±1.36 | 15.69±0.29 | 32.74±4.02 |
| | Food-garbage compost | 18.72±0.79 | 16.06±1.44 | 36.48±2.39 |
| <i>Gabju baekmok</i> | Control | 20.26±1.51 | 19.35±2.97 | 36.88±2.51 |
| | Food garbage | 18.52±0.09 | 20.51±1.03 | 38.61±3.89 |
| | Food-garbage compost | 19.89±1.93 | 19.87±2.17 | 39.76±1.92 |

Table 4. The change of hardness, vitamin C and reducing sugar content of persimmon fruits at room temperature by applying food garbage compost

| Sample | Hardness(kg/cm ²) | | | | Vitamin C(mg/g) | | | | Reducing sugar(mg/g) | | | |
|----------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|------------|------------|------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Storage time(Day) | | | | Storage time(Day) | | | | Storage time(Day) | | | |
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 0 | 10 | 20 | 30 | 0 | 10 | 20 | 30 |
| Control | 2.91±0.07 | 2.93±0.33 | 2.61±0.17 | 1.79±0.41 | 36.88±2.51 | 31.92±1.49 | 29.14±0.58 | 18.77±5.87 | 87.45±2.15 | 92.30±1.10 | 109.89±2.29 | 158.12±5.96 |
| Food garbage | 3.02±0.05 | 2.94±0.06 | 2.66±0.59 | 1.72±0.33 | 38.61±3.90 | 33.87±1.04 | 29.60±2.85 | 18.78±1.82 | 89.15±1.67 | 108.85±9.90 | 115.21±1.52 | 161.12±6.45 |
| Food-garbage compost | 3.01±0.06 | 2.96±0.17 | 2.81±0.05 | 1.84±0.49 | 39.76±1.92 | 34.08±2.83 | 29.28±6.98 | 18.76±3.45 | 89.52±3.68 | 100.08±3.00 | 121.62±1.69 | 167.03±4.98 |

음식물쓰레기 퇴비사용에 따른 저온 저장 시 감 과실의 저장특성 변화

수확한 감과실(감주백목)을 4℃의 저온에서 30일간 보관하며 과육의 물성과 성분 변화를 살펴본 결과, Table 5와 같이 경도의 경우 대조구는 2.91~2.58 kg/cm²으로 저장기간이 경과할수록 다소 낮아졌으나 상온 저장시와 같은 큰폭의 하락은 관찰되지 않아 저온저장시 연화가 상당히 억제될 수 있음을 확인하였다. 음식물쓰레기 처리와 퇴비 처리의 경우 각각 3.02~2.59 kg/cm², 3.01~2.64 kg/cm²으로 경도의 저하는 별로 발생하지 않았으며 저장 초기에는 처리구간 격차가 거의 없었으나 저장기간이 경과할수록 처리구의 물성이 더 좋은 것으로 판단 할 수가 있었다. 비타민 C 함량은 대조구는 36.88~24.84 mg/g으로 저장기간이 경과할수록 점차 낮아지는 경향이었고, 음식물쓰레기 처리와 퇴비 처리의 경우 각각 36.61~24.07 mg/g, 39.76~24.26 mg/g으로 대조구와 비슷한 양상을 나타내었으며 저온저장에 의해 비타민 C의 산화가 억제되었음을 알 수 있었고 저장기간의 경과로 인한 처리구간 격차는 거의 없었다. 환원당 함량은 대조구가 87.45~108.42 mg/g으로 저장기간이 경과할수록 급격히 높아져 단맛을 강하게 부여해주는 경향을 나타내었고, 음식물 쓰레기 처리와 퇴비 처리의 경우 각각 89.15~129.95 mg/g, 89.52~123.48 mg/g으로 대조구와 같은 양상을 나타내었으며 상온저장시 보다 환원당 함량은 낮게 나타났다. 처리구간 환원당 함량의 차이는 크지 않았다.

요 약

음식물쓰레기 퇴비사용에 따른 감 과실의 특성 변화는 경도, 당도 등이 증가하였으며, 상주 동시의 경우 색이 더욱 밝아지고 과육이 황색빛을 많이 띄게 되고, 감주백목의 경우 색이 다소 어두워지는 반면 붉은색을 많이 띄는 특징을 나타내었다. Total phenol 함량과 가용성 탄닌은 음식물쓰레기 및 음식물 퇴비 처리에 의해 감소하는 경향을 나타내어 떫은맛이 다소 줄어들리라 판단되었고, 비타민 C의 함량이 대조구에 비해 증가하여 상큼한 맛을 더 많이 느끼게 될 것이라 생각되었다. 음식물쓰레기 퇴비사용에 따른 수확한 감과실의 저장성을 검토하여본 결과 상온저장 시에는 음식물 쓰레기 처리에 의한 저장성의 증대는 기대하기 어려웠으나 저온저장 시에는 음식물 쓰레기 퇴비 처리에 의해 경도가 상당기간 유지되는 것으로 나타나 음식물 쓰레기 퇴비사용이 상온저장조건에서 미치는 영향은 크지 않으나, 저온저장조건에서는 감과육의 물성 및 성분 조성에 효과적인 영향을 미칠 수 있다고 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 “경북지역 환경기술개발센터에서 시행한 환경기술 연구개발 사업”의 연구결과이며 연구비 지원에 감사드립니다.

Table 5. The change of hardness on persimmon fruits at 4℃ by applying food garbage compost

| Sample | Hardness(kg/cm ²) | | | | Vitamin C(mg/g) | | | | Reducing sugar(mg/g) | | | |
|----------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|------------|------------|------------|----------------------|------------|-------------|-------------|
| | Storage time(Day) | | | | Storage time(Day) | | | | Storage time(Day) | | | |
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 0 | 10 | 20 | 30 | 0 | 10 | 20 | 30 |
| Control | 2.91±0.07 | 2.92±0.18 | 2.78±0.12 | 2.58±0.21 | 36.88±2.51 | 34.18±9.26 | 33.00±3.95 | 24.84±7.05 | 87.45±2.15 | 88.60±3.12 | 96.45±1.82 | 108.42±3.84 |
| Food garbage | 3.02±0.05 | 3.02±0.02 | 2.81±0.11 | 2.59±0.18 | 38.61±3.90 | 36.22±1.66 | 33.05±1.73 | 24.07±9.54 | 89.15±1.67 | 98.94±1.67 | 102.34±0.95 | 129.95±4.83 |
| Food garbage compost | 3.01±0.06 | 3.02±0.04 | 2.82±0.02 | 2.64±0.09 | 39.76±1.92 | 37.61±1.66 | 33.27±1.66 | 24.26±8.33 | 89.52±3.68 | 86.57±0.31 | 105.73±5.24 | 123.48±6.15 |

참고문헌

1. 한국자원재생공사 (2001) 전국 폐기물 발생 및 처리현황, p.6-8
2. 농림부 (2001) 작목별 통계자료집, p.15
3. 고재영 (1997) 음식물쓰레기 퇴비시용이 자생화 생육에 미치는 영향. 강원도농촌진흥원 시험연구보고서, p.678-682
4. 농촌진흥청 (2001) 감재배 표준영농교본, p.12-16
5. Lee, I.B., Park, C.K. and Kim, P.J.(2001) Study on the lowering of NaCl content by co-compositing food wastes. Kor. Soc. Soil Sci. Ferti., 34, 17-21
6. 최승출, 안문섭, 조수현, 윤세영 (1998) 음식물쓰레기 퇴비시용이 작물생육 및 토양에 미치는 영향. 농촌진흥청 시험연구보고서, p.380-389
7. Kim, H.Y and Chung, H.J. (1995) Changes of physicochemical properties during the preparation of persimmon pickles and its optimal preparation conditions. Kor. J. Food Sci. Technol., 27, 697-702
8. Duval, B. and Shetty, K. (2001) The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea(*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. J. Food Biochem., 25, 361-377
9. Ku, K.H. (1984) Organic acid fermentation for effective utility of persimmon fruits. MS thesis, Hyosung Woman Univ, p.5-6

(접수 2005년 3월 5일, 채택 2005년 5월 20일)