

## Effect of biomass pyrolysis liquid on the quality characteristics of ‘Xiangshui’ pears (*Pyrus ussuriensis*) during storage

Xian Zhang<sup>1</sup>, Gui-Hun Jiang<sup>2</sup>, Fan-Zhu Li<sup>1</sup>, Jong-Bang Eun<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science, Yanbian National University, Yanji Jilin 133002, China

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

### 바이오매스 열분해액이 ‘향수’배의 저장 중 품질특성에 미치는 영향

장선<sup>1</sup> · 강귀훈<sup>2</sup> · 이범수<sup>1</sup> · 은종방<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>연변대학교 농학원 식품과학계, <sup>2</sup>전남대학교 식품공학과

#### Abstract

The quality characteristics of ‘Xiangshui’ pears (*Pyrus ussuriensis*) treated with different concentrations of biomass pyrolysis liquid (BPL) during storage at 25°C were investigated. The weight of ‘Xiangshui’ pears treated with BPL declined at a slower rate than that of the control. The rot index of BPL-treated ‘Xiangshui’ pears decreased with increasing storage times, and treatment with 20-fold-diluted BPL resulted in the lowest rot index after storage for 12 days. The total acid content of ‘Xiangshui’ pears treated with 20-fold-diluted BPL was 0.19%, and was the highest after storage for 12 days. After storage for 12 days, the total sugar content of ‘Xiangshui’ pears treated with 20-fold-diluted BPL was 7.19%; this was significantly higher than that of the control, but not significantly different from that of pears treated with other BPL dilutions. The vitamin C content of ‘Xiangshui’ pears showed a decreased trend, and pears treated with 20-fold-diluted BPL had a vitamin C content of 2.21 mg/100 g after storage for 12 days and showed the least decline compared to other treatments. In addition, respiration in ‘Xiangshui’ pears was effectively inhibited by treatment with BPL. In conclusion, BPL treatment exerts a protective effect on the quality of ‘Xiangshui’ pears during storage, with 20-fold-diluted BPL being the most effective.

Key words : biomass pyrolysis liquid, ‘Xiangshui’ pear, storage quality

#### 서 론

바이오매스 열분해 기술의 발전에 따라 옥수수대, 콩각지, 벼짚, 톱밥, 왕겨, 잡목 등 농림폐기물을 이용하여 바이오오일을 다량으로 생산하는 것이 현실로 되었으며 바이오매스를 이용하는 하나의 고효율적인 경로로 되었다(1). 바이오매스 열분해 기술을 이용하여 생산한 바이오 오일은 직접 기름보일러에 연료로 사용할 수 있고 정제하여 자동차 연료로도 사용이 가능하며 또 고부가가치의 화학제품도

분리할 수 있다(2). 바이오매스 열분해 기술을 이용하여 생산한 바이오 오일은 수분함량이 약 20%에 달하는데 수분이 있음으로 하여 오일의 점성을 낮추고 안정성을 높일 수 있지만 오일의 발열량을 낮추는 문제점이 있다(1,3). 어떤 바이오 오일은 층 분리 현상을 나타내며 상층은 물에 용해되는 경질의 액체로서, 이를 분석한 결과 주요성분은 초산 등 저 분자의 유기산과 알코올류, 페놀류 등이었다(4). 여기서 바이오 오일 중 분리하여 얻은 경질의 수용성 추출물을 바이오매스 열분해액(이하 열분해액)이라고 한다(5).

한편 목초액은 농림부산물물의 2차 가공 제품으로서 그 주요성분은 유기산, 페놀류, 알코올류와 케톤류 등이며 식물 생장을 촉진하고 토양 소독, 살균, 방충, 방부식 등 작용이 있을 뿐만 아니라 잔류독성이 없어 농업 생산에 널리 이용되고 있으며 특히 농산물의 친환경 재배에 많이 활용되고 있다(6-8). 또한 바이오매스 열분해액은 pH가 약 2.0,

\*Corresponding author. E-mail : jbeun@jnu.ac.kr

Phone : 82-62-530-2145, Fax : 82-62-530-2149

Received 12 December 2016; Revised 22 March 2017;

Accepted 12 June 2017.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

총산 함량은 6% 이상이며 Mg, Al, Ca, Mn, Zn, Fe 등 성분을 함유하고 있어(5), 목초액과 비슷한 특성을 갖고 있다. 따라서 열분해액도 목초액과 마찬가지로 소독, 살균 방부식 등 작용을 가지고 있을 것으로 예상된다.

배는 배나무과속(*Pyrus*)에 속하는 낙엽고목 식물의 열매로서 단맛, 아삭함, 및 특유의 향기로 인해 소비자들에게 인기가 많으며(9) 주로 생과로 많이 섭취하고 있다. 그 중에서도 '향수'배는 중국에서 대표적인 배이며, 오랜 기간 동안 재배해왔으며 전국 각 지역에 많이 분포되어 있다(10). '향수'배 과실의 특성으로는 소과류이며 무게가 약 36 g, 가용성 당 함량은 약 13.74 g/100 g 정도 함유하고 있으며, 육질은 부드럽고 다즙성이며 향이 풍부하다(11,12). 배는 품종에 따라 저장성도 다르며, 일부 배 품종은 단기간의 저온 저장에서도 과실이 연화되어 저장성이 약하며, 또한 저장 후 유통온도가 높거나 유통기간이 길어지면 과실의 신선도가 현저히 저하되어(13) 상품성을 잃게 되는 경우도 있다. 이와 같이 '향수'배도 저장 기간이 지날수록 생리적 변화, 생화학적 변화 등으로 인해 조직이 연화되어 품질이 저하한다(10). 따라서 배의 저장성을 연장시킬 수 있는 새로운 방안이 필요하다.

현재 배의 저장성 향상에 관한 연구로는 수확시기(14,15), 저장 온도와 습도(16,17), CA저장(16,18) 등이 주를 이루고 있다. 또한 식물생장조절제로 1-methylcyclopropene (1-MCP)를 과실에 처리하여 저장성을 연장시키는 연구가 많이 보고되고 있는데, 이는 호흡 등과 같은 에틸렌에 의하여 촉진되는 다양한 대사경로를 제어하는 물질로 알려져 있다(19,20). 최근에는 바이오 오일이 병원성 미생물에 대한 항균 효과(21), 식품의 보존성 증진 및 우수한 항산화활성(22)을 나타내는 것으로 보고되고 있어, 바이오 오일에서 추출된 열분해액을 과채류에 처리 시 신선도 유지 또는 저장 기간을 연장할 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 바이오매스 열분해액이 과실의 신선도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 열분해액으로 연변의 '향수'배를 처리하여 저장 과정 중 품질변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

실험에 사용한 열분해액은 중국 광주디선회사에서 분양 받은 바이오 오일에 1:1의 비율로 물을 첨가하여 100-120°C에서 증류한 후 다시 감압 증류하여 57-60°C의 증류액을 회수한 것이다. 시료로 사용한 '향수'배(*Pyrus ussuriensis*)는 중국 길림성 연변지역에서 생산한 '소향수' 배로 크기가 균일한 것으로 시중에서 구입하여 사용하였다.

열분해액을 증류수로 10배, 20배, 30배, 50배, 100배로 희석하고 희석액을 '향수'배의 표면에 무게가 약 1.30 g

증가되도록 각각 균일하게 분무한 후 그늘에 건조하여 실온에서 저장하면서 품질특성을 측정하였다. 이때 증류수 분무처리를 대조구로 사용하였다.

### 중량 감소율 및 호흡량

중량 감소율은 초기중량에 대한 저장 후 측정된 시료의 중량 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었으며(23), 호흡량은 일정량의 '향수'배를 0.4 M NaOH가 함유한 데시케이터에 넣은 후 밀봉하여 한시간 동안 정치하였다. 그리고 10 mL의 0.4 M NaOH 용액을 삼각플라스크에 넣고 BaCl<sub>2</sub> 용액과 지시약을 혼합한 후 0.3 M 초산 용액을 이용하여 적정하여 계산하였다(23).

### 총산 함량

'향수'배의 과육 10 g에 20 mL의 증류수를 첨가하여 균질화시킨 후 여과한 여액으로 총산 함량을 측정하였다. 총산은 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4가 될 때까지 적정하여 이때 소모된 0.1 N NaOH 용액의 mL 수에 해당 사과산 양을 곱하여 시료에 대한 양으로 환산하여 총산 함량을 나타내었다(24).

### 총당 함량

총당 함량은 Phenol-sulfuric acid법(25)에 따라 다음과 같이 측정하였다. 과즙 일정량을 취하여 증류수와 희석한 후 여과한 시료를 1 mL를 시험관에 옮기고 5%(w/w) phenol 용액을 첨가하여 잘 혼합한 후 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 5 mL씩 첨가하여 30분 동안 정치시켜 발색시켰다. 이후 470 nm에서 흡광도를 측정하였으며 glucose를 표준 용액으로 하여 작성한 검량 곡선으로부터 총당의 함량을 나타내었다.

### 비타민 C의 함량

비타민 C 함량은 2,6-dichlorophenolindophenol 시약을 이용하여 적정법으로 측정하였으며 표준물질로 L-ascorbic acid를 이용하였다(24).

### 부패 지수

'향수'배의 부패 지수는 아래의 공식에 의하여 계산하였다.

$$\text{부패 지수}(\%) = \frac{\sum(\text{등급} \times \text{개수})}{(\text{최고등급} \times \text{총 개수})} \times 100$$

이때 등급 분류는 과실의 부패된 부분이 전체 표면적을 차지하는 비율에 근거하여 부패가 없는 과실은 0등급, 부패면적이 10%이하인 것은 1등급, 10-30%인 것은 2등급, 30-50%인 것은 3등급, 50%이상인 것은 4등급으로 하였다(25).

### 통계처리

본 실험은 열분해액을 처리한 '향수'배를 각각 5개씩 취

하여 분석하고자 하는 특성을 3회 이상 반복하여 측정하였다. SPSS 10.0 분석을 이용해 분산분석을 실시하여 유의차가 인정되는 항목을 Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 각 처리구별로 유의성을 검증하였다( $p < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 열분해액을 처리한 '향수'배의 중량 감소율 변화

열분해액의 희석배수를 달리하여 '향수'배에 처리한 후 저장 중 '향수'배의 중량 감소율을 조사한 결과 저장 기간이 지남에 따라 모든 처리구에서 과실의 중량 감소율은 유의적으로 증가하였다(Table 1). 열분해액의 희석 배수를 각각 달리하여 처리한 '향수'배의 중량 감소율을 살펴보면, 20배 희석액으로 처리한 '향수'배가 저장 9일과 12일에 각각 5.66%와 7.40%로 무처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 저장과정 중 과실의 중량 감소는 물질대사에 의한 수분증발과 영양분의 감소에 의해 초래된다. Lee 등(26)은 '홍로' 사과에 0.5% lemongrass oil(LO)을 함유한 carnauba shellac wax를 이용하여 코팅한 결과 무처리구보다 거의 50% 낮은 중량감소율을 나타내어 본 연구에서 열분해액을 처리한 '향수' 배 보다 중량감소율이 현저히 낮았다. 이러한 결과는 LO의 첨가로 코팅액의 소수성이 증가하고 이로 인해 수분 증발에 대한 저항성이 커져 water barrier 특성 때문이라고 보고하였다(27). 또한 Zhang(28)의 연구 결과에 의하면 폐놀성 물질은 세포막의 단백질 변성을 일으켜 막 투과성을 파괴함으로써 수분증발을 방해한다고 보고하였다. 따라서 열분해액을 20배로 희석하여 처리한 '향수'배의 중량 감소율이 무처리구에 비해 완만하게 증가하는 것은 열분해액에 함유된 폐놀성 물질이 막 세포의 파괴로 인한

**Table 1. Change of weight loss of 'Xiangshui' pear treated with different dilution of biomass pyrolysis liquid (BPL) during storage at room temperature**

BPL dilution (times)	Storage period (day)			
	3	6	9	12
Control	2.14±0.07 <sup>1)a2)D3)</sup>	4.02±0.17 <sup>aC</sup>	6.18±0.11 <sup>aB</sup>	8.17±0.24 <sup>aA</sup>
10	2.06±0.08 <sup>abD</sup>	3.87±0.04 <sup>aC</sup>	5.92±0.03 <sup>aB</sup>	8.07±0.38 <sup>abA</sup>
20	1.94±0.08 <sup>bd</sup>	3.67±0.11 <sup>aC</sup>	5.66±0.16 <sup>bb</sup>	7.40±0.56 <sup>ba</sup>
30	2.16±0.10 <sup>ad</sup>	4.42±0.76 <sup>aC</sup>	6.14±0.19 <sup>aB</sup>	8.10±0.35 <sup>abA</sup>
50	2.17±0.09 <sup>ad</sup>	4.02±0.03 <sup>aC</sup>	6.16±0.08 <sup>aB</sup>	8.12±0.21 <sup>aA</sup>
100	2.00±0.15 <sup>ad</sup>	3.97±0.34 <sup>aC</sup>	6.01±0.21 <sup>aB</sup>	8.07±0.38 <sup>abA</sup>

<sup>1)</sup> Means±SD (n=3).

<sup>2)a-b)</sup> Means with different small letters in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>3)a-d)</sup> Means with different small letters in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

수분증발의 감소 또는 호흡억제 작용에 기인한 것으로 사료된다.

### 열분해액을 처리한 '향수'배의 부패 지수 변화

저장 과정 중 열분해액의 희석 배수를 달리하여 처리한 '향수'배의 부패 지수는 저장 기간이 증가함에 따라 증가하는 추세를 나타내었으며, 저장 3일에서는 열분해액 10배, 20배, 30배의 희석액으로 처리한 '향수'배의 부패 지수는 무처리구보다 현저하게 낮은 값을 나타내었다(Table 2). 저장 12일째 열분해액 처리구의 부패 지수는 모두 무처리구의 0.68보다 현저하게 낮았으며, 그 중에서도 10배, 20배, 30배 희석액으로 처리한 '향수'배의 부패 지수는 0.60이하였으며, 20배 희석액으로 처리한 '향수'배의 부패 지수는 0.50으로 가장 낮은 값을 나타내었다. Choi 등(3)의 연구 결과에 의하면 주로 바이오매스의 섬유소 성분이 열분해에 의해 생성된 산류, 알코올류, 알데히드류, 케톤류, 퓨란계, 피란계 화합물 등과 리그닌의 열분해에 의해 생성된 폐놀화합물로 구성되었다고 하는데, 열분해액에도 주로 이러한 물질들이 함유되어 있을 것으로 사료된다. 따라서 이러한 물질들이 병원균에 대한 억제 혹은 살균작용과 생리대사에 대한 작용 등 복합적인 작용을 통하여 과일에 대해 부패 저지 효과를 나타내었을 것으로 판단된다.

**Table 2. Change of rot index of 'Xiangshui' pear treated with different dilution of biomass pyrolysis liquid (BPL) during storage at room temperature**

BPL dilution (times)	Storage period (day)			
	3	6	9	12
Control	0.18±0.04 <sup>1)a2)D3)</sup>	0.28±0.04 <sup>aC</sup>	0.48±0.04 <sup>aB</sup>	0.68±0.02 <sup>aA</sup>
10	0.02±0.01 <sup>bd</sup>	0.23±0.06 <sup>aC</sup>	0.40±0.08 <sup>aB</sup>	0.57±0.01 <sup>aA</sup>
20	0.01±0.01 <sup>cd</sup>	0.20±0.01 <sup>aC</sup>	0.38±0.04 <sup>bb</sup>	0.50±0.02 <sup>da</sup>
30	0.08±0.03 <sup>bd</sup>	0.25±0.05 <sup>aC</sup>	0.41±0.08 <sup>aB</sup>	0.59±0.02 <sup>bcA</sup>
50	0.18±0.02 <sup>ad</sup>	0.23±0.04 <sup>aC</sup>	0.43±0.04 <sup>aB</sup>	0.60±0.01 <sup>bcA</sup>
100	0.15±0.07 <sup>ad</sup>	0.27±0.04 <sup>aC</sup>	0.45±0.06 <sup>aB</sup>	0.63±0.05 <sup>ba</sup>

<sup>1)</sup> Means±SD (n=3).

<sup>2)a-c)</sup> Means with different small letters in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>3)a-d)</sup> Means with different small letters in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

### 열분해액을 처리한 '향수'배의 호흡율 변화

저장 과정 중 열분해액의 희석배수를 달리하여 처리한 '향수'배의 호흡율의 변화는 Fig. 1과 같았다. '향수'배의 호흡율은 저장 초기 증가하였다가 감소하는 추세를 나타내었으며 저장 3일에서 호흡율이 최고 높았다. 또한 저장 3일과 12일에서는 열분해액을 처리한 '향수'배의 호흡율이 무처리구의 42.87 CO<sub>2</sub> mg/kg·h과 35.12 CO<sub>2</sub> mg/kg·h에 비해 현저하게 낮았으며, 그 중에서도 열분해액 20배로 희석하

여 처리한 '향수'배의 호흡율이 가장 높은 억제효과를 나타내었다. 전반 저장 과정 중 열분해액으로 처리한 '향수'배의 호흡율은 무처리구에 비해 모두 낮은 값을 나타내어 열분해액 처리가 '향수'배의 호흡에 억제작용이 있는 것으로 나타났다. Kim 등(29)은 머스크멜론의 저장 중 1-MCP 처리구는 무처리구보다 현저하게 낮은 호흡율을 나타내어 호흡억제에 효과적이라고 보고하였다. Jiang과 Li(30)는 키토산 농도를 달리하여 'longan' 과일에 코팅한 후 호흡율과 폴리페놀 옥시데이스 활성을 측정한 결과 처리구가 무처리구보다 낮은 값을 나타내는 것으로 보아 본 연구에서의 열분해액을 처리한 '향수'배의 낮은 호흡율과 유사한 결과를 나타내었다. 결론적으로 본 연구에서의 열분해액이 '향수'배의 호흡과 관련된 효소 활성을 억제하여 호흡율의 증가를 억제하는 것으로 생각되며, 이에 관한 연구가 앞으로 더 필요하다고 생각된다.

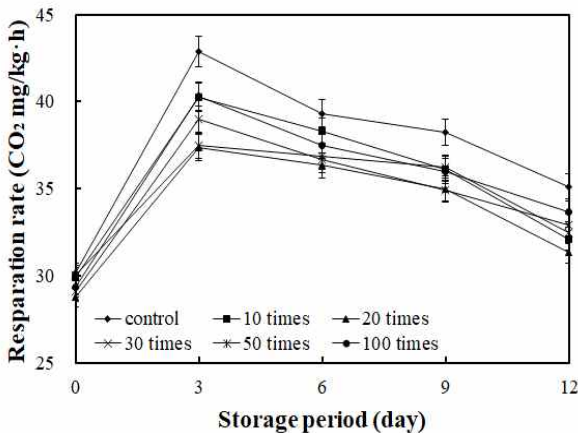


Fig. 1. Change of respiration rate of 'Xiangshui' pear treated with different dilution of biomass pyrolysis liquid during storage at room temperature.

**열분해액을 처리한 '향수'배의 총산 함량 변화**

Fig 2에서 볼 수 있듯이 저장 중 모든 열분해액을 처리한 '향수'배와 무처리구의 총산 함량은 감소하는 추세를 나타내었다. 본 연구에서의 총산 함량의 감소는 유기산이 저장 과정 중 호흡대사의 기질로 부단히 소모되고 또 세포내 많은 생화학반응 과정에 필요한 중간 대사물로 공급되기 때문이다(31). 저장 3일 후 열분해액으로 처리한 '향수'배의 총산 함량은 무처리구에 비해 비교적 완만하게 감소하였다. 이는 처리한 열분해액이 '향수'배의 대사를 억제하여 유기산의 소모를 감소하였기 때문일 것으로 사료된다. 열분해액으로 처리한 '향수'배 중 희석 배수가 20배인 처리구의 총산 함량 감소 속도가 가장 완만하였으며, 저장 6일부터 무처리구에 비해 현저하게 높은 값을 나타내었다. 저장 12일 후 열분해액 20배로 희석한 '향수'배의 총산 함량은 0.19%로 저장 초기보다 0.21% 감소하였고 무처리구의 총

산 함량은 0.13%로 저장 초기보다 0.26% 감소하였다. 저장 12일 후 열분해액 20배로 희석하여 처리한 '향수'배의 총산 함량은 저장 초기 0.40%에서 0.19%로 감소하였고 무처리구의 총산 함량은 0.13%로 감소하였다. Kim 등(29)의 연구 결과에 의하면 1-MCP를 머스크멜론에 처리 시 저장 기간 중 산도의 감소를 억제하여 일정하게 유지하는 경향을 나타내었으며, Moya-Le'on 등(32)은 1-MCP를 'Packham' Triumph'배에 처리 후 냉장 저장 시 산도의 감소를 지연하였다고 보고하였다. 따라서 과실에서의 1-MCP 처리 효과와 유사한 결과를 나타낸 열분해액도 마찬가지로 저장 중 과실의 숙성을 지연시켜주었으며, 호흡속도를 감소하여 '향수'배의 총산 함량 감소를 효과적으로 지연된 것으로 판단된다.

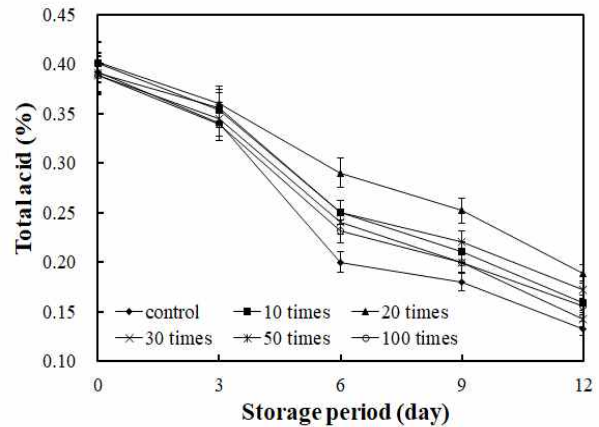


Fig. 2. Change of total acid content of 'Xiangshui' pear treated with different dilution of biomass pyrolysis liquid during storage at room temperature.

**열분해액을 처리한 '향수'배의 총당 함량 변화**

당 함량은 과일의 영양과 맛을 결정하는 중요한 지표 중의 하나이다. Fig. 3과 같이 '향수'배의 총당 함량은 저장 기간이 지남에 따라 모든 처리구에서 감소하는 추세를 나타내었으며, 그 중 열분해액 처리한 '향수'배의 총당 감소량이 무처리구보다 낮은 값을 나타내었다. 저장 기간 3일까지는 열분해액 처리구와 무처리구의 '향수'배의 총당 함량은 7.64-7.80%의 범위로 서로 유의적인 차이를 나타내지 않았지만, 저장 6일부터는 열분해액을 처리한 '향수'배가 무처리구보다 높은 값을 나타내었다. 저장 12일 이후 총당 함량 역시 무처리구가 6.40%, 열분해액 20 배로 희석하여 처리한 '향수'배가 7.19%로 유의적으로 높은 값을 나타내었다. Kim 등(29)은 1-MCP를 머스크멜론에 처리 후 저장기간이 경과 될수록 가용성 고형분 함량이 일정하게 유지되는 경향을 나타내었으며, 저장 후기 무처리구 머스크멜론에서 가용성 고형분 함량의 감소는 다른 물질로 전환되거나 호흡증가에 의한 수분손실이 원인으로 생각된다고 보고하였다

(33,34). 따라서 본 연구결과에서도 열분해액을 처리한 ‘향수’배가 저장 후기에 수분손실이나 생리대사가 일정하게 억제되어 영양물질의 소모가 지연되었기 때문일 것으로 사료된다.

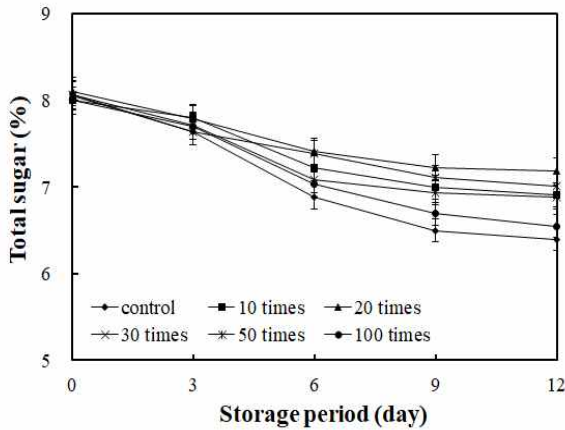


Fig. 3. Change of total sugar content of 'Xiangshui' pear treated with different dilution of biomass pyrolysis liquid during storage at room temperature.

#### 열분해액을 처리한 ‘향수’배의 비타민 C 함량 변화

저장 중 ‘향수’배의 비타민 C 함량은 모든 처리구에서 점차적으로 감소하는 추세를 보였으며 저장 초기에는 감소 속도가 완만하였고 저장 3일 이후 감소속도가 비교적 빠르게 나타났다(Fig. 4). 저장 3일 이후부터 열분해액을 10배, 20배, 30배, 50배를 희석하여 처리한 ‘향수’배의 비타민 C 함량의 감소 속도가 무처리구에 비해 현저하게 억제되었음을 알 수 있었다. 또한 저장 12일 후 열분해액을 10배, 20배, 30배, 50배 희석하여 처리한 ‘향수’배의 비타민 C 함량이 각각 1.98 mg/100 g, 2.21 mg/100 g, 1.93 mg/100 g, 1.54 mg/100 g으로 무처리구의 1.21 mg/100 g 보다 높았으며 그 중 열분해 20배를 희석하여 처리한 ‘향수’배의 비타민 C 함량은 무처리구 저장 6일의 함량과 비슷하였다. Lee 등(26)의 연구에서는 ‘홍로’ 사과에 CSW-LO를 이용하여 코팅 후 저장 기간별 비타민 C 함량 변화에서 사과 코팅 처리구가 무처리구보다 비타민 C의 감소가 적게 나타났다고 보고하였다. 이는 CSW-LO 코팅이 산소의 확산을 방지하여 비타민 C 감소를 지연시켰으며, LO의 폐놀 화합물의 항산화 효과 때문에 비타민 C 함량이 더욱 유지되었다고 보고하였다(35). 이와 유사한 결과로 본 연구에서의 열분해액은 바이오매스를 급속 열분해하여 생성된 바이오오일에 분리정제한 수용성물질로서 바이오오일에 함유된 페놀성 화합물과 같은 저분자량의 물질들이 함유되어 있을 것으로 생각된다(4). 따라서 본 연구에서 열분해액의 처리로 ‘향수’배의 비타민 C의 감소가 적게 나타나게 한 것은 열분해액에 함유된 항산화물질들이 비타민 C의 산화를 지연시

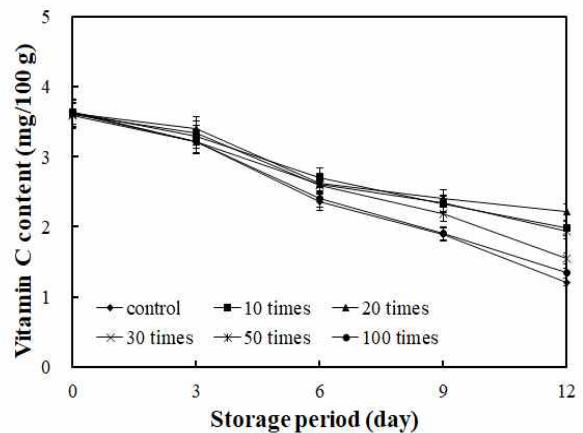


Fig. 4. Change of vitamin C content of 'Xiangshui' pear treated with different dilution of biomass pyrolysis liquid during storage at room temperature.

킴으로써 저장 중 ‘향수’배의 비타민 C 분해가 이에 따라 완만해져 ‘향수’배의 품질을 유지하였을 것으로 판단된다.

## 요 약

바이오매스 열분해액이 ‘향수’배에 대한 신선도 유지 효과를 관찰하기 위하여 서로 다른 농도로 희석한 바이오매스 열분해액을 ‘향수’배에 분무처리하고 실온에 저장하면서 그 품질 변화를 조사하였다. 저장 기간 중 열분해액을 20배로 희석하여 처리한 ‘향수’배의 중량 감소와 부패 지수는 무처리구에 비해 낮은 값을 나타내었으며, 또한 호흡율을 효과적으로 억제하였다. 총산 함량 및 총당 함량은 저장 12일 후 열분해액 20배를 희석하여 처리한 ‘향수’배가 무처리구보다 현저하게 높았으며 그 함량이 0.19% 및 7.19%를 나타내었다. ‘향수’배의 비타민 C 함량에 있어서, 저장 12일째에 열분해액 20배를 희석하여 처리한 ‘향수’배의 비타민 C 함량이 2.21 mg/100 g으로 그 감소량이 가장 작았다. 결론적으로 바이오매스 열분해액 처리가 ‘향수’배의 선도 유지에 일정한 효과가 있다는 것을 알 수 있었으며 20배로 희석한 열분해액의 처리가 ‘향수’배의 저장 중 품질 변화를 가장 적게 하여 그 효과가 가장 좋은 것으로 나타났다. 따라서 열분해액이 이화학적 특성에서 목초액과 비슷하나 구체적으로 어떤 화합물들을 함유하고 있고 또 이들이 어떤 기작을 통하여 과일의 선도유지 효과를 나타내는지에 대해서는 추후 연구가 필요하다고 생각된다.

## 감사의 글

This work was supported by the Science and Technology

Agency of Jilin Province, China.

## References

1. Lee IG, Hwang KR (2012) Production of bio-oil from lignocellulosic Biomass by fast pyrolysis. KIC News, 15, 28-38
2. Zhang RX, Zhong ZP, Huang YJ (2008) The current research status of biomass pyrolysis and liquefaction technology. Energy Conserv, 6, 16-19
3. Choi JW, Choi DH, Cho TS, Meier D (2006) characterization of bio-oils produced by fluidize bed type fast pyrolysis of woody biomass. J Korean Wood Sci Technol, 34, 36-43
4. Zhu XF, Zheng JL, Guo QX, Zhu QS (2005) Property, up-grading and utilization of bio-oil from biomass. Engineering Sci, 7, 83-88
5. Zhang X, Li FZ, Li XJ, Piao HS (2013) Refining process and physical and chemical properties of biomass pyrolysis liquid. J Agric Sci Yanbian University, 35, 156-159
6. Wu H, Han SY (2010) Research progress on properties and application of wood vinegar. Proceeding of Annual Conference Chinese Academy of Environment Science, 9, 4132-4134
7. Lee SY, Li GY, Yin HQ, Jung EJ, Kim YS, Lee HY, Lee BH (2006) Studies on the genetic toxicity of Guh Sung Y.L.S.-95. J Fd Hyg Safety, 21, 107-112
8. JU IO, Jung GT, Cheng SS, Moon YH, Ryu J, Choi JS (2007) Effects of chitosan, grain amino acid and wood vinegar foliar spray on the quality and storability of grapes (Campbell Early). Korean J Food Preserv, 14, 119-123
9. Chen JL, Wang Z, Wu JH, Wang Q, Hu XS (2007) Chemical compositional characterization of eight pear cultivars grown in China. Food Chem, 104, 268-275
10. Zhang AD, Zhang X, Bei ZL, Zhang H (2015) Study on the changes of cell wall compositions of *Pyrus Ussuriensis* Maxim fruit under normal temperature. Mod Agric Sci Technol, 20, 247-248
11. Cao YF, Tian LM, Gao Y, Liu FZ (2015) Genetic diversity of cultivated and wild Ussurian Pear (*Pyrus ussuriensis* Maxim.) in China evaluated with M13-tailed SSR markers. Genet Resour Crop Evol, 59, 9-17
12. Gao HY, Wang SG, Liao Xj, Hu XS (2004) Study on determination and correlation of soluble sugars and organic acids in pear juice from different cultivars. Acta Agric Boreali-Sinica, 19, 104-107
13. Park HS, Lim HT, Park YM (1994) Effect of fruit maturity on the quality of 'Tsugaru' apples during cold storage and simulated marketing. J Korean Soc Hort Sci, 35, 593-598
14. Moon SJ, Han CH, Lim BS, Lee CH, Kim MS, Hwang YS (2008) Effect of storage temperature and 1-MCP treatment on the incidence of flesh browning disorder in 'Wonhwang' pears. Kor J Hort Sci Technol, 26, 144-148
15. Lee SJ, Park SM, Jeong CS, Ngo BX, Kim HH (2002) Changes of fruit quality by storage temperature for maketing during off-season in 'Wonhwang' pear. J Kor Soc Hort Sci, 43, 716-720
16. Hong SK, Hong YP, Im BS, Jeong DS, Shin IS (2004) Influence of picking stage and storage type on the fruit respiration changes and panel test in 'Wonhwang', 'Hwasan', and 'Mansoo' pear. Kor J Hort Sci Technol, 22, 55-62
17. Lim BS, Lee CS, Hong SS, Choi ST, Kim WC, Kim YB, Lee JC, Hwang YS (1998) Postharvest quality changes as affected by storage humidity in Niitaka' pear fruit. J Korean Soc Hort Sci, 39, 736-740
18. Park YS (1999) Effects of storage temperatures and CA conditions on firmness, fruit composition, oxygen consumption and ethylene production of Asian pears during storage. J Korean Soc Hort Sci, 40, 559-562
19. Anaytula M, Suzuki A, Komori S (2005) Effects of 1-methylcyclopropene on storage life and fruit qualities of three apple cultivars. Hort Res Japan, 4, 439-443
20. Sisler EC, Serek M, Dupille E (1996) Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene, and 3, 3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. Plant Growth Regulation, 18, 169-174
21. Patra JK, Hwang HW, Choi JW, Baek KH (2015) Bactericidal mechanism of bio-oil obtained from fast pyrolysis of *Pinus densiflora* against two food borne pathogens, *Bacillus cereus* and *Listeria monocytogenes*. FoodBorne Pathog Dis, 12, 529-535
22. Patra JK, Kim SH, Hwang HW, Choi JW, Baek KH (2015) Volatile compounds and antioxidant capacity of the bio-oil obtained by pyrolysis of Japanese red pine (*Pinus Densiflora* Siebold and Zucc.). Molecules, 20, 3986-4006
23. Xiong QE (2004) Textbook of plant physiology. Sichuan Science and Technology Press, Sichuan, China, p 30-31
24. Huang XY, Llu LW (2008) Comprehensive experiments

- of food chemistry and analysis. China Agricultural University press, Beijing, China, p 40-42
25. Xue GX, Chen ZJ, Li YH (2009) Study on keeping-fresh effect of Jingya grape with wood vinegar. *Food Sci Technol*, 34, 46-50
  26. Lee JH, Min SC, Song KB (2015) Effects of edible coating on the quality change in 'Hongro' apples during storage. *J Appl Biol Chem*, 58, 61-64
  27. Sanchez-Gonzalez L, Pastor C, Vargas M, Chiralt A, Gonzalez-Martinez C, Chafer M (2011) Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. *Postharvest Biol Technol*, 60, 57 - 63.
  28. Zhang HC, Xue W (2014) Application of chitosan and burdock extraction in preservation of cherry tomato. *J Anhui Agri Sci*, 42, 6787-6790
  29. Kim JY, Lee HO, Yoon DH, Kim BS (2009) Freshness prolongation of muskmelon (*Cucumis melo* L.) with 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment. *Korean J Food Sci Technol*, 41, 536-540
  30. Jiang YM, Li YB (2001) Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chem*, 73, 139-143
  31. Pang LY, Zhan LJ, Li Y, Zhu MY, Song J (2012) Effects of various intensity cold shock treatments on storage quality of cherry tomatoes. *Food Machinery*, 28, 172-174
  32. Moya-Leon MA, Vergara M, Bravo C, Montes ME, Moggia C (2006) 1-MCP treatment preserves aroma quality of 'Packham' Triumph' pears during long-term storage. *Postharvest Biol Technol*, 42, 185-197
  33. Lee SW, Kim ZH (2002) Inheritance of sucrose content in melon. *Korean J Breed*, 34, 251-259
  34. Choi HK, Park SM, Jeong CS (2001) Comparison of quality changes in soil and hydroponic cultured muskmelon fruits. *J Korean Soc Hort Sci*, 42, 264-270
  35. Xing Y, Li X, Xu Q, Yun J, Lu Y, Tang Y (2011) Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Food Chem*, 124, 1443 - 1450