

## 과숙청과물 연화제를 첨가한 소시지의 물성 연구

곽지혜 · 백무열 · 김병용\*  
경희대학교 식품공학과

### Rheological Studies of the Sausage Added the Over-matured Fruits Tenderizer

Ji-Hye Koak, Moo-Yeol Baik, and Byung-Yong Kim\*

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University

#### Abstract

This study was aimed to analyze the changes in rheological properties of sausages added tenderizer made with over-matured used-up fruits such as kiwifruit, grape, and pear. The tenderizers were manufactured by various concentration of fruit extract and added to the sausage at different heating temperatures. Failure stress and stress relaxation of beef sausage mixed with different tenderizers were measured with Rheometer, and analyzed with 3-element Maxwell model. As a result of the rheological measurements, over-matured kiwifruit extract showed the best tenderness effect among other fruit extracts, and the more kiwi contents were added, the beef texture turned to softer. The instantaneous stress and elastic component of beef mixed with various tenderizers were decreased at higher concentrations and lower heating temperatures. This study was well expressed the numerical magnitude of viscoelastic components of beef sausages to determine the tenderizer effect

**Key words:** over-matured fruits, tenderizer, failure stress, stress-relaxation

#### 서 론

최근 식생활 형태가 곡류 중심에서 육류 중심의 소비로 바뀌면서 보수성이 높고 부드러운 좋은 품질의 육류에 대한 수요가 증가하고 있다(Bai & Roh, 2000a). 육류의 연화 정도는 소비자들에 의한 품질 평가 시 가장 중요하게 고려되는 요소 중 하나로서(Savell et al., 1989), 식용하기 적당한 연화도를 유지하기 위해 기계적인 방법, 숙성과정을 거치는 방법 또는 식품의 단백질 분해효소를 이용하는 방법 등이 존재한다(Tsuji et al., 1987; Wenham & Locker, 1976). 이 중 다양한 과일에 존재하는 단백질 분해효소를 이용하는 방법은 추출 원이 과일이므로 보다 안전하고 효과적인 연화방법이 될 것으로 생각되어 많은 연구가 진행되고 있다(Choi et al., 1992; Han & Chin, 2004).

근래 과일의 재배 기술 발달로 인해 많은 양의 과일이 생산되고 있지만 과일의 특성 상 오랜 기간 보관 했을 때의 상품 가치는 떨어지게 되며 소비되지 못한 과일은 과숙되어 폐기 된다. 이러한 농산폐기물을 재활용하는 방법으로는 사료 혹은 비료가 있으나, 부패 및 구성성분의 불균형에 의한 위생 문제 등으로 식용으로 상품화에는 한계가 있다(Lee et al., 2005). 따라서 이렇게 과숙되어 폐기되고 있는 청과물을 재활용하는 연구의 필요성이 대두되고 있다.

과숙된 청과물 안에서 단백질 분해효소를 추출할 수 있으나(Soda et al., 1987), 실제 응용되고 있는 육류조리법에서 청과물로부터 얻어진 식육 연화에 관한 연구가 매우 부족한 실정이며(Bai & Roh, 2000b) 특히 조리응용에 있어 과일의 단백질 분해효소를 첨가한 육류의 물성학적 변화나 수학적 모델에 대한 연구는 거의 없는 상태이다.

이에 본 연구에서는 과숙 청과물에 함유된 단백질 분해효소를 추출하여 육류의 연화도에 영향을 주는 제조공정 중 청과물의 종류 및 양, 제조 시 가열온도를 달리하여 제조한 소시지를 파괴실험 및 점탄성 성질을 측정하여 최대의 연화 조건을 조사하고 소시지의 물성학적 역학모형분석을 통하여 연화도에 영향을 주는 인자들의 영향을 밝히고자 하였다.

Corresponding author: Byung-Yong Kim, Department of Food Science and Biotechnology, College of Life Science, Kyung Hee University, 1 Seochendong, Giheung-gu, Yongin-si, 446-701, Republic of Korea  
Tel: +82-31-201-2627; Fax: +82-31-202-0540  
E-mail: bykim@khu.ac.kr  
Received November 29, 2010; revised February 28, 2011; accepted March 03, 2011

### 재료 및 방법

#### 재료

본 연구에서 사용한 키위(*Actinidia chinensis*), 포도(*Vitis vinifera* L.), 배(*Pyrus serotina* L.)는 가락동 농수산물 시장에서 구입하여 실온에서 16일간 저장하면서 과숙시켜 사용하였으며 소시지용 고기로는 지방이 거의 없는 보섭살(Top sirloin)을 구입하여 -10°C에서 냉동 저장시키면서 사용하였다.

#### 연화제(조효소액)의 추출

시료의 가식 부분만을 갈아 2 배의(v/v) 증류수를 가하여 2 분 동안 균질화 한 후 두 겹의 거즈로 2 회 여과하였다. 위의 여과액을 3,000 rpm(2200 xg), 5°C에서 30 분간 원심 분리하여 상등액을 연화제로 사용하였다.

#### 소시지의 제조 및 파손강도(Failure stress) 측정

소시지의 제조는 보섭살 500 g을 상온에서 12 시간 해동 시킨 후, 수분함량을 고려하여 얼음 160 g, 소금 3%(w/w)과 과속청과물 추출물을 첨가하여 blender(Waring products, 38BL19, Torrington, CT, U.S.A)로 갈아서 sausage stuffer (Friedr. Dick GmbH, No.9070900, Deizisau, Germany)를 이용하여 stainless steel tube(길이=15 cm, 내경= 1.6 cm)에 충전 한 후 항온조에서 열처리하였다. 열처리 조건으로는 70-90°C에서 15 분 처리하는 작업을 수행하였으며, 제조 된 소시지는 4°C에서 하루 저장 한 후 물성 측정을 하였다.

소시지의 내부조직 강도를 나타내는 파손강도는 시료의 크기를 일정하게 자른 후(1.5 × 1.5 × 2 cm) Rheometer(Sun Co. CR-200D, Tokyo, Japan)를 이용하여 10 kg load cell 에 부착시키고 100 mm/min의 압축속도를 이용하여 50%의 변형도(strain)로 압축하여 파손강도를 측정하였다.

#### 응력완화(Stress-relaxation)의 측정 및 응력완화곡선의 분석

각 과속청과물의 농도에 따라 제조한 소시지의 응력완화 현상을 측정하기 위해 Rheometer를 이용하였다. 일정 크기(길이=2 cm, 지름=1.5 cm)로 자른 소시지를 10 kg load cell에 부착시키고 변형도(strain) 25% 하에서 수직방향으로 일정한 압축속도(300 mm/min)로 이동하여 힘을 가한 후 응력완화 현상을 측정하였다. 순간응력과 시간에 따른 응력의 감소는 chart speed 300 mm/min에서 20분간 실온에서 기록하였다.

응력완화 측정으로부터 얻어진 data를 이용한 점탄성 성질의 분석방법으로서 Fig. 1과 같은 2 개의 탄성성분(elastic element)과 1 개의 점성성분(viscous element)으로 이루어진 3 요소 generalized Maxwell 모형에 적용하여 과속청과물을 이용한 연화제의 첨가에 따른 탄성 및 점성 성분의 변화를 계산하며, 조직의 강도를 나타내기 위해 다음과 같은 식을

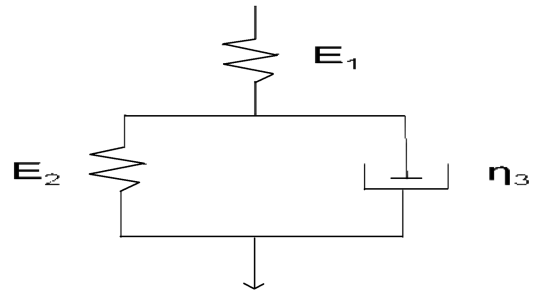


Fig. 1. Schematic diagram of a 3-element solid model.

사용하였다(Hamann & Macdonald, 1992).

$$\sigma(t) = \sigma_e + (\sigma_0 - \sigma_e)\exp^{-t(E_1 + E_2)/\eta_3} \quad (1)$$

여기서  $\sigma$ : stress at time  $t$ ,  $\sigma_e$ : equilibrium stress at time  $t = \infty$ ,  $\eta_3$ : viscous element constant,  $E_1$ : series elastic element constant,  $E_2$ : parallel elastic element constant

Viscous element( $\eta_3$ )와 elastic element( $E_1, E_2$ )와 같은 3 element solid parameter를 다음과 같은 방법으로 구하였다 (Lee et al., 1992).

Spring  $E_1$ 에 의해 초기 deformation이 일어난다.

$$\frac{\sigma_0}{z_0} = E_1 \quad (2)$$

Series로 나타난 두 spring에 의해 응력완화가 평형에 도달한다고 가정하며 식(3)에 의해  $E_2$ 를 구하였다.

$$\frac{\sigma_e}{z_0} = \frac{E_1 \times E_2}{E_1 + E_2} \quad (3)$$

응력완화시간은  $\sigma_0 - \sigma_e$ 의 1/2.72 까지 stress가 소멸하는데 걸리는 시간으로써 응력완화 곡선으로부터 얻어지며 점성 성분( $\eta_3$ )은 식(4)에 의해 구하였다.

$$\tau_{rel} = \frac{\eta}{E_1 + E_2} \quad (4)$$

이렇게 구한 constants를 식(1)에 넣어 시간에 따른 조직의 강도(stress)변화를 예측하였다.

### 결과 및 고찰

#### 과일의 조효소를 첨가한 소시지의 파손강도 측정

키위, 포도, 배 과속청과물에서 추출 한 조효소액의 첨가 농도(1-5%)를 달리하여 제조한 소시지의 파손강도의 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 과숙 된 배 추출물을 첨가한 소시지의 경우 연화제의 함량이 증가할수록 파손강도가 29.7에서 22.8 N으로 감소하는 경향을 보였으며, 과숙 된 포도나

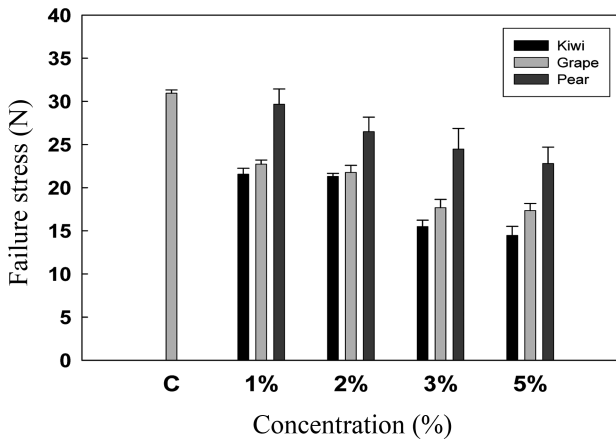


Fig. 2. Failure stress of sausages made by different concentrations of fruit enzyme extracts.

키위로 제조한 연화제를 첨가한 소시지의 경우도 마찬가지로 22.7에서 17.4 N, 21.6에서 14.5 N으로 파손강도가 감소하였다. Han & Chin(2004)의 연구에서도 국산 배에서 추출한 단백질 분해효소를 첨가하여 등심의 전단력을 측정하였을 때, 0.05% 보다 0.1%에서 전단력이 감소한다고 보고하였다. 또한 파인애플에서 분리한 bromelain의 효소액을 추출하여 돈육에 0.01-0.1% 첨가하였을 때 bromelain의 농도가 높아짐에 따라 육질이 연해졌다는 Choi et al.(1992)의 보고와도 유사한 결과를 나타내었으며, 이러한 결과는 Yoon & Yang(1974)의 papain농도가 높아질수록 연육효과가 증가한다는 보고와도 일치함을 알 수 있었다.

배에서 추출한 연화제의 경우 첨가량이 증가할수록 일정한 파손강도의 감소를 보였지만 포도나 키위에서 추출한 연화제의 경우 2%까지는 큰 감소를 보이지 않다가 3% 이상이 되었을 때 파손강도가 크게 감소하는 것을 알 수 있었다. 5% 연화제를 첨가하여 만든 소시지의 파손강도를 비교해보면 종류에 따라 배, 포도, 키위의 순으로 강도가 감소하는 경향을 보였는데, 이는 키위 추출물을 첨가하였을 때 육류의 연화효과가 가장 크다는 것을 나타낸다. 이는 배 및 키위 단백질분해효소의 actomyosin 분해 능력은 비슷한 경향을 보였다는 Kim et al.(2003)의 연구와는 차이를 보이거나, Bai & Roh(2000a)가 반복저작에 의해 나타난 육류의 전단력 감소가 키위가 배보다 크다는 보고와는 유사한 경향을 보인다. 또한 배, 키위 농축액을 첨가한 닭고기 육포의 이화학적 특성을 연구한 Yang(2006)은 키위 농축액을 첨가한 것이 배 농축액을 첨가한 닭고기보다 낮은 경도(hardness)를 보였다는 결과를 나타내 다른 청과물보다 키위가 연화효과가 크다는 것을 알 수 있었다.

조효소액을 첨가하여 제조한 소시지에서 우육의 가열온도(70-90°C)에 따라 소시지의 파손강도를 측정된 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 세 가지 과일 모두 70°C에서 90°C까지 가열온도가 증가함에 따라 파손강도가 증가하였으며,

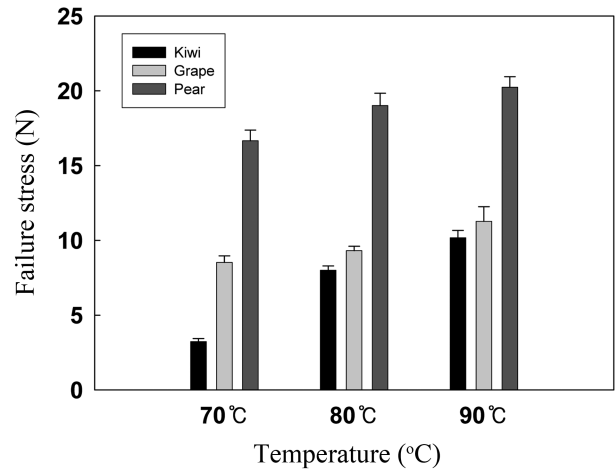


Fig. 3. Failure stress of sausages made with fruits enzyme extract at different temperatures.

90°C에서 최대치를 보여주었다. 배에서 추출한 연화제를 첨가하여 제조한 소시지의 경우 70-90°C에서 각각 16.7, 19.0, 20.2 N의 수치를 보였고, 포도에서 추출한 연화제를 첨가한 소시지의 경우 8.5, 9.3, 11.3 N이 측정되었다. 키위에서 추출한 연화제를 첨가하여 제조한 소시지의 경우 배나 포도보다 온도에 따라 파손강도의 차이가 크게 나타났다(3.2, 8.0, 10.2 N). 효소의 분해 작용은 식품내부에 있는 효소가 갖는 활성효소의 온도, 농도, 작용시간 등에 따라서 크게 달라지는데, 이러한 이유 때문에 각각의 요소에 대한 특성을 비교하는 연구가 많이 이루어지고 있다(Bai & Roh, 2000b). 특히 효소는 온도나 pH에 따라 활성에 차이를 보이는데(Oh, 2004), Yamaguchi et al.(1982)도 키위의 효소활동 최적온도가 60°C 전후라고 밝힌 결과를 보아 70°C에서 80, 90°C 보다 높은 활성을 나타내어 뛰어난 연육 효과가 발생되었음을 알 수 있었다. 마찬가지로 Guan et al.(2009)의 연구에서도 배로 meat tenderizer를 제조하기 위해 온도별 단백분해효소 활성을 측정해 본 결과 70까지 증가하던 활성이 80°C가 되면서 감소하는 것으로 볼 때, 온도가 올라감에 따라 효소활성이 감소하여 연육 효과가 감소하는 본 실험과 유사함을 알 수 있었다.

#### 응력완화현상의 측정 및 분석

과일이나 채소, 육류 등의 가식부 조직에 일정한 압축응력을 가하면 여러 가지 현상이 일어나며, 이와 같은 점탄성을 갖는 식품의 응력완화 곡선은 전통적으로 몇 개의 모델에 의해 해석 될 수 있다(Yoo et al., 1992). 과숙청과물로부터 추출한 연화제를 종류와 함량 별로 소시지에 첨가해 응력완화 실험을 수행하였을 때 결과는 Fig. 4와 Table 1에 나타내었다. 과숙청과물의 함량 별로 살펴보면(Fig. 4), 배에서 추출한 연화제의 경우 1, 2, 3, 5%의 순으로 연화

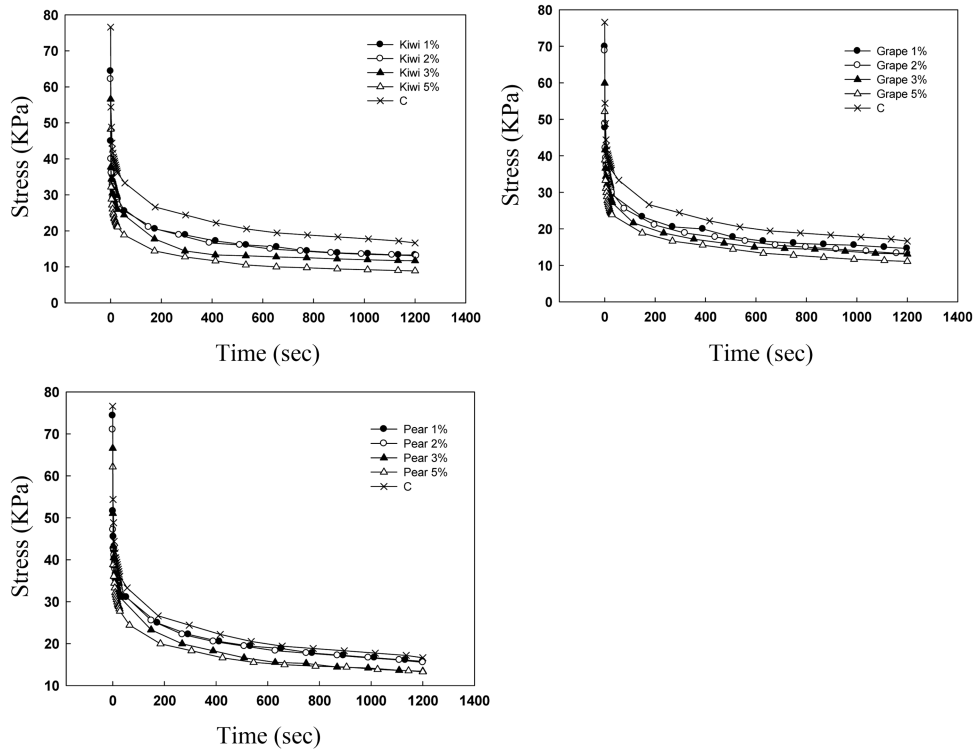


Fig. 4. Stress relaxation curves of sausages made by different concentration of each fruit enzyme extract.

제를 첨가 시 초기응력(instantaneous stress)이 74.4, 71.0, 66.6, 62.1 kPa로 감소하였고 파손강도의 결과와 같은 경향을 나타냄을 알 수 있었으며, 일정한 응력을 가한 20분 후의 잔존응력(equilibrium stress)도 초기 응력의 크기와 같은 순서(15.8, 15.5, 13.5, 13.3 kPa)대로 연화제 함량이 증가할수록 낮게 나타났다. Lee et al.(2001)의 연구 또한 키위와 배 첨가군에서 첨가량이 증가할수록 대조군에 비하여 연화 효과가 크다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사함을 알 수 있었다. 포도에서 추출한 연화제를 1, 2, 3, 5%로 첨가하여 소시지의 응력완화현상을 측정하였을 때 배의 경우와 마찬가지로 초기응력이 70.0, 68.8, 59.9, 52.2 kPa로 감소하였고, 20분 후의 잔존응력도 초기 응력의 크기와 같은 순서(14.7, 13.3, 13.1, 11.1 kPa)로 함량에 따른 차이를 나타내었다. 과숙된 키위에서 추출한 연화제를 첨가한 소시지의 응력완화현상을 측정하였을 때 다른 과속청과물과 비슷한 결과를 보였으나 전반적으로 낮은 값들을 나타내었다. 즉, 초기 응력의 경우 연화제를 1, 2, 3 및 5% 첨가 시 64.4, 62.1, 56.6, 48.3 kPa로 감소하였고, 20분 후의 잔존응력도 초기 응력의 크기와 같은 순서(13.3, 13.1, 11.7, 8.9 kPa)대로 함량에 따라 차이가 났다. 최종 첨가량인 5%의 경우를 보면, 초기응력이 배, 포도, 키위의 순으로 62.1, 52.2, 48.3 kPa로 감소하여 연화제의 종류별로 차이가 났다 (Table 1). 이 외에도 육질을 연화시키는 다양한 종류의 천연 연화제가 존재하는데, 능이버섯, 생강, 상백피 등 모두

종류에 따라 연화도 효과의 차이가 있다고 보고되었다 (Park & Park, 2001).

연화제의 종류 및 농도를 달리하여 얻어진 응력완화곡선을 3-element Maxwell model에 적용하여 분석한 결과를 Table 1에 나타내었다. 계산된 탄성성분( $E_1$ ,  $E_2$ )들은 각 과일에서 추출한 연화제의 농도가 증가할수록 낮아지는 현상을 보여주었다. 또한 첨가량 5%에서 각 과숙된 과일의 종류별로 비교해보면 배, 포도, 키위의 순으로 248.6, 208.6, 193.1 kPa로 나타났으며, 또 하나의 탄성성분( $E_2$ )은 5%에서 배, 포도, 키위의 순으로 67.8, 56.4, 43.5 kPa로 나타났다. 이와 같이 응력완화 실험의 결과에서 나타난 초기응력, 잔존평형응력과 탄성률이 파손강도의 결과와 일치하는 경향을 보였으며 이 결과로 볼 때 과숙된 키위가 가장 강력한 연육 효과를 나타냄을 알 수 있었다. 파손강도와 비파괴검사인 응력완화현상에서 나타난 응력이나 탄성률과의 관계는 점탄성 성질을 가지고 있는 두부제조(Kim et al., 1995)에서도 같은 현상을 보여주어 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 점성성분은 배, 포도, 키위의 순으로 4429.1, 4187.1, 3501.7 kPa·sec로 나타났다.

파손강도 실험에서 최소의 강도를 나타낸 5% 조효소액 첨가를 기준으로 소시지 제조 시 조직의 변화를 예측하기 위해 가열온도를 달리하여 응력완화 실험을 수행하였으며, 실험에서 얻어진 응력완화 곡선을 3-element solid model 식 (1)-(4)를 이용하여 분석한 결과를 Table 2에 나타내었

**Table 1. Factors of three element model at different extract concentration**

Over-matured fruits variety		Constants					
		$\sigma_0$	$\sigma_e$	$E_1$	$E_2$	$\tau_b$	$\eta_3$
Control		76.6	16.6	306.3	85.1	14.8	5792.0
Pear concentrations (%)	1	74.4	15.8	297.4	80.0	14.0	5283.3
	2	71.0	15.5	284.1	79.5	14.4	5236.2
	3	66.6	13.5	266.3	68.0	15.6	5215.1
	5	62.1	13.3	248.6	67.8	14.0	4429.1
Grape concentrations (%)	1	70.0	14.7	279.6	74.1	14.0	4952.7
	2	68.8	13.3	275.2	66.1	13.8	4709.3
	3	59.9	13.1	239.7	67.0	14.2	4355.4
	5	52.2	11.1	208.6	56.4	15.8	4187.1
Kiwi concentrations (%)	1	64.4	13.3	257.5	67.2	15.0	4869.2
	2	62.1	13.1	248.6	66.4	13.2	4157.1
	3	56.6	11.7	226.4	59.0	13.8	3938.8
	5	48.3	8.9	193.1	43.5	14.8	3501.7

$\sigma_0$  : instantaneous stress (kPa)

$\sigma_e$  : equilibrium stress (kPa)

$E_1, E_2$  : elastic components in three element Maxwell model (kPa)

$\eta_3$  : viscous component in three element Maxwell model (kPa·sec)

$\tau_b$  : Relaxation time (sec)

**Table 2. Factors of three element model at different heating temperatures**

Over-matured fruits variety		Constants					
		$\sigma_0$	$\sigma_e$	$E_1$	$E_2$	$\tau_b$	$\eta_3$
Pear heating temperatures (°C)	70	33.3	6.7	133.2	33.3	17.0	2829.7
	80	43.3	8.9	173.1	44.7	16.8	3658.8
	90	49.4	11.1	197.5	57.3	15.8	4025.5
Grape heating temperatures (°C)	70	30.0	4.9	119.8	23.3	11.0	1575.0
	80	42.2	7.9	168.7	38.8	13.4	2779.6
	90	47.7	10.0	190.9	50.5	11.0	2655.3
Kiwi heating temperatures (°C)	70	20.5	3.6	82.1	17.2	7.4	734.8
	80	41.6	8.4	166.5	42.3	8.0	1670.1
	90	43.0	9.2	172.0	46.5	8.0	1748.2

$\sigma_0$  : instantaneous stress (kPa)

$\sigma_e$  : equilibrium stress (kPa)

$E_1, E_2$  : elastic components in three element Maxwell model (kPa)

$\eta_3$  : viscous component in three element Maxwell model (kPa·sec)

$\tau_b$  : Relaxation time (sec)

다. 육제품의 조직감은 가공 중의 가열온도의 차이에 의한 단백질의 열변성 정도가 달라져서 조직성 특성이 다르게 나타날 수 있는데(Lee et al., 2004), 본 연구에서도 모든 과숙된 과일에서 추출한 연화제를 첨가하여 제조한 소시지의 경우 초기응력의 변화는 온도가 증가함에 따라 모두 증가하는 경향을 보여주었다. 또한 잔존평형응력 변화도 가열온도가 70-90°C로 올라감에 따라 배의 경우는 6.7에서 11.1 kPa로, 포도의 경우는 4.9에서 10.0 kPa로, 키위의 경우 3.6에서 9.2 kPa로 응력이 증가하였으며, 탄성성분과 점

성성분은 90°C에서 최대치를 보여주었다. 즉, 낮은 온도에서 가열할수록 소시지의 강도가 약하다는 것을 알 수 있었으며 이는 setting 효과를 보이도록 낮은 온도에서 전 처리한 생선단백질의 조직강도에서도 같은 현상을 보여주었다(Hamann & Macdonald, 1992). 이와 같은 결과를 통하여 과숙청과물로부터 추출한 조효소액을 넣고 제조한 소시지의 파손강도는 점탄성의 변화를 이용하여 유추할 수 있었으며, 점탄성의 변화 및 조직 강도의 변화를 비파괴적인 측정을 통해서도 예측할 수 있었다.

## 요 약

과속청과물에서 추출한 조효소액을 연화제로 사용하여 소시지 제조 과정에 있어 첨가 후 물성학적 성질의 변화를 파손강도와 응력완화현상을 이용하여 측정, 분석하였다. 키위, 포도, 배 중에서 키위가 가장 뛰어난 연육 효과를 보였으며 함량이 증가할수록 연화되는 정도가 컸다. 가열온도는 70°C에서 최대의 연육 효과를 나타내었으며 온도를 높일수록 점탄성의 성질이 크게 나타났다. 각 제조조건에 따른 응력완화 실험에서는 모든 초기응력, 잔존평형응력, 탄성성분과 점성성분이 파손강도의 변화와 같은 경향을 나타내었다. 응력완화실험을 통하여 측정된 연화제 사용 소시지의 물성을 수학적 모델에 적용하여 조직의 변화를 수치화 하여 설명하였다.

## 감사의 글

본 연구는 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이며 이에 감사드립니다(No. 20090071131).

## 참고문헌

- Kim EM, Choe IS, Hwang SG. 2003. Effects of singular manner or mixed type treatment of proteases isolated from pear, pineapple and kiwifruit on actomyosin degradation. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 23: 193-199.
- Kim HJ, Kim BY, Kim MH. 1995. Rheological studies of the tofu upon the processing conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 324-328.
- Bai YH, Roh JH. 2000a. Application of proteolytic enzymes in fruits for meat tenderization. *Korean J. Soc. Food Sci.* 16: 367-371.
- Bai YH, Roh JH. 2000b. The properties of proteolytic enzymes in fruits (pear, kiwifruit, fig, pineapple and papaya). *Korean J. Soc. Food Sci.* 16: 363-366.
- Choi C, Son GM, Cho YJ, Chun SS, Lim SI, Seok YR. 1992. Purification and characteristics of bromelain from Korean pineapple. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 35: 23-29.
- Guan HL, Mandal PK, Lim HK, Oyungerel B, Lee CH, Jeon GJ, Choe IS, Choi KD. 2009. Purification and characterization of a protease from Korean pear (*pyrus serotina L.*) as meat tenderizer. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 29: 157-163.
- Hamann DD, MacDonald GA. 1992. Rheology and texture properties of surimi and surimi-based foods. In: *Surimi Technology*, Lanier TC and Lee CM (ed). Marcel Dekker, Inc., NY, USA. pp. 429-500.
- Han SK, Chin KB. 2004. Study on meat tenderness of a protease extracted from domestic pear. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 24: 326-328.
- Lee KS, Kang CM, Motoki K, Chung SY. 2005. Hydrogen production of *Enterobacter cloacae* YJ-1 from fruit wastes of agricultural products market. *J. Mater. Cycles Waste.* 22: 294-300.
- Lee JR, Jung JD, Hah YJ, Lee JW, Lee JI, Kim KS, Lee JD. 2004. Effects of addition of mugwort powder on the quality characteristics of emulsion-type sausage. *J. Anim. Sci. Technol.* 46: 209-216.
- Lee SA, Song YS, Cho JW, Lee JH, Cho JS. 2001. Effect of the *Sarcodon aspratus* on the physicochemical and sensory properties of cooked beef. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 266-272.
- Lee SI, Kim BY, Cho JS. 1992. A mechanical model for texture changes and rheological properties of radish during salting. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 335-340.
- Oh SH. 2004. Trend in the utilization of enzyme in food industry. *Food Ind. Nutr.* 9: 1-9.
- Park CJ, Park CS. 2001. Quality characteristics of pork by cooking conditions. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 17: 490-496.
- Savell JW, Branson RE, Cross HR, Wise JW, Hale DS, Wilkes DL. 1989. National consumer retail beef study; interaction of tri level, price and grade on consumer acceptance of beefsteaks and roasts. *Food Qual.* 12: 251-274.
- Soda I, Kaneko M, Sato T, Nakagawa H, Ogura N. 1987. Studies on utilization of kiwifruit, 2: Studies on utilization of kiwifruit [*Actinidia chinensis*] protease. *J. Jpn. Soc. Food Sci.* 34: 35-41.
- Tsuji RF, Hamono M, Koshiyama I, Fukushima D. 1987. Conditioning of the meat with raw soysauce and its proteinases; Their effects on the quality of beef. *J. Food Sci.* 52: 1177-1179
- Wenham LM, Locker RH. 1976. The effect of marinading on beef. *J. Sci. Food Agric.* 27: 1079-1084.
- Yamaguchi T, Yamashita Y, Takeda I, Kiso H. 1982. Proteolytic enzymes in green asparagus, kiwi fruit and mint; Occurrence and partial characterization. *Agr. Biol. Chem.* 45: 1983-1986.
- Yang CY. 2006. Physicochemical properties of chicken jerky with pear, pineapple and kiwi extracts. *Korean J. Culinary Res.* 12: 237-250.
- Yoo MS, Song WJ, Rho YT, Pyun YR. 1992. A linearization model of the stress relaxation curves for fruits and vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 226-231.
- Youn JE, Yang R. 1974. Studies on the aging of beef at adding the proteolytic enzyme. *Korean J. Food Sci. Technol.* 6: 163-168.