

한국산 재배품종별 Kiwi fruit 단백질 분해효소의 특성 및 산업적 이용 가능성에 관한 연구

강병선* · 이응석** · 김병용* · 함영태**

(*경희대학교 식품가공학과 · ** 중앙대학교 생물공학과)

Studies on the characterization of protease in the Korean Kiwi fruit and its possibility of industrial application

Kang, Byung-Sun* · Lee, Eung-Suack** · Kim, Byung-Yong* ·

Hahm, Young-Tae**

*Dept. of Food Processing, Kyung Hee Univ., Suwon, Korea

**Dept. of Biotechnology, Chung Ang Univ., Ahnsung, Korea

적 요

우리나라 재배 kiwi fruit의 90% 이상이 Hayward 품종으로 그외에 향록, Borno, First Emperor, Golden Yellow, Golden King 등의 품종이 실험재배되고 있다. 본 실험에서는 Hayward 품종을 중심으로 단백질 분석, 효소 효능 분석 및 효소를 이용한 식품 조직의 물성측정-파손 강도 측정, 조직의 응력완화 측정 및 조직의 점탄성을 분석하였다.

Kiwi fruit extract의 총단백질량은 약 2.4 mg/ml of extract (1.5 mg/g of peeled fruit)이었으며, 단백질 분해 효소의 역가 분석에서는 30 - 35 S.U. (specific enzyme activity, 1 S.U = 0.001 A/min/mg of protein)로, 특히 냉동 건조에 따른 효소 역가의 감소는 보여지지 않았다. 단백질 분해효소의 최적온도는 50 - 60℃이며, 최적 pH는 pH 7~8 이었다. Kiwi fruit extract를 첨가한 쇠고기 gel에서는 처리시간이 길수록 파손 강도의 증가를 가져왔다. 즉 초기 2.55 kPa의 파손 강도를 보여 준 쇠고기 gel은 30분 경과시 3 kPa의 증가를 보였으나, kiwi fruit extract를 첨가한 시료에서는 초기 파손 강도 2.3 kPa에서 1.5 kPa의 급격한 파손 강도 감소를 보여 주었다. 첨가 농도를 0 - 0.5%로 달리하여 처리한 쇠고기 gel에서의 응력완화 현상을 측정하여 본 결과, 초기 응력이 95 kPa에서 50 kPa로, 잔존 응력의 감소는 30 kPa에서 17 kPa로 응력의 완화가 급격한 변화를 나타내었다. 이 결과치를 Maxwell model의 일종인 Three Element model에 적용하여 탄성율의 변화를 조사하여 본 결과, 쇠고기 gel에서 급격한 elastic constant의 감소를 보여주어, 파손강도 측정에서 나타난 결과와 일치함을 보여 주었다. 상기 실험 결과로부터 kiwi fruit의 단백질 분해효소는 식육 연화제로의 개발 가능성을 보여 주고 있다.

I. 서 론

Kiwi fruit (*Actinidia chinensis*)는 중국 양자강 유역이 원산지로서 양다래로 불리워지며, 1950년경부터 New Zealand에서 대량 생산 되기 시작한 이래, 현재는 미국, 프랑스, 이탈리아, 한국 등 세계 10 여개국에서 재배되고 있다. 국내에는 1970년대에 보급되어 1989년 전남에서 전체 생산량의 75%인 2,400 톤이, 제주도 500 톤, 경남 300 톤이 재배되었고 높은 수익성으로 인하여 그 재배면적이 계속적으로 확대되어 그 양도 증가 추세에 있다 (식품과 위생, 1990). 이와 같은 추세는 감귤이 가공성이 낮고 기호성이 다른 과일에 비교하여 높지 않아 경제성이 낮은 작물로 대두되고 부터 더 가속화되고 있는 실정이다.

Kiwi fruit내에 gelatin을 분해하는 강력한 단백질 분해효소가 있다는 것이 보고된 이래 (Arcus, 1959), 단백질 분해효소에 대한 연구가 진행되고 있다 (McDowall, 1970; 김복자, 1989). Kiwi fruit 단백질 분해효소인 actinidin (EC 3.4.22.14)는 식물성 thiol protease로 papain과 구조와 활성이 유사하나, aromatic N-substituents에 대해서는 activity의 차이를 보였으며 기질 결합부위 역시 차이가 있을 것으로 보고되었다 (McDowall, 1973; Baker, 1980). 분자량과 등전점에 있어서도 acridin은 23,500, 3.1로 papain 23,400, 8.75에 대해 차이를 보이고 있으며 (Carne and Moore, 1978), Kiwi fruit에서의 단백질 분해효소의 활성은 수확 후, 숙성기간 3주째에 가장 높았으며, 효소의 활성은 껍질보다는 pulp에서 높게 나타났다 (Lewis and Luh, 1988a).

이와 같이 kiwi fruit가 가지고 있는 단백질 분해효소는 산업적으로 육류의 연화제로서 사용할 수 있으며, 나아가 단백질이 갖는 식품학적 기능성을 높이는 데에도 사용할 수 있다. 단백질은 용해도, 유화성, 기포성, 젤형성능 등 다양한 식품학적 기능성을 가지고 있으며 (Phillips and Beuchat, 1981), 이러한 단백질이 갖는 고유의 기능성을 식품에 유용하게 이용할 수 있다. 단백질을 화학적으로 변형하여 식품학적 기능성을 향상시키는 방법에는 효소 처리에 의한 단백질 가수 분해 외에도 화학적 변형 방법 등이 있다. 다양한 종류의 단백질을 화학적인 방법을 이용하여 변형시킴으로써 단백질의 식품학적 기능성을 향상시키는 보고가 나오고 있으나 (Franzen and Kinsella, 1976a and 1976b; Choi et

al., 1982; Chobert et al., 1987; Kim and Kinsella, 1987), 화학적 방법은 필수아미노산의 함량을 감소시키거나 경우에 따라서는 독성물질을 생성할 수도 있다 (Cheftel, 1977).

단백질 가수분해물은 단백질 함량이 많은 식품 폐기물이나 생체내에서의 이용에 제한을 받는 식물성 단백질을 이용하여 생산되어 왔으며, 이 분해산물은 soup, 육류향기제, diet 식품 첨가제로 사용되고 있으며, 소화기관의 장애 환자의 식이 요법에도 유용하게 이용되고 있다. 이와 같은 단백질 가수 분해 방법에는 효소 처리의 방법외에 화학적인 방법이 널리 쓰이고 있다. 화학적 방법으로 산에 의한 가수 분해로 단백질 가수분해물을 얻을 수 있으나, 산 가수분해시에는 중성화 과정이 필요시 되며 염류 함량의 증가의 그 사용이 제한된다. 또한 일부 아미노산의 파괴를 가져오는 단점을 지니고 있다 (Fox et al., 1982). 따라서 단백질 분해효과가 높은 효소를 이용한다면 위와 같은 단점을 보완할 수 있다. 대두단백질을 효소적 방법으로 가수분해하여 가수분해물을 산업화할 수 있는 연구가 보고되고 있으며 (Adler-Nessen, 1978; Olsen and Adler-Nessen, 1979), 생선단백질을 효소를 사용하여 가수분해함으로써 영양가 높은 기능성 분해물을 얻은 연구 결과도 보고되고 있다 (Lalasis et al., 1978).

따라서 본연구에서는 국내 주 재배 품종인 Hayward 품종을 기준으로 실험재배 품종인 First Emperor와 Golden Yellow 품종사이의 단백질 분해효소를 비교 분석하고 고역가 단백질 분해효소를 탐색하며, 단백질 분해 효소를 함유한 kiwi extract를 육류에 첨가하므로써 육류의 연화 정도를 비교 분석코자 하였다. 이러한 실험 결과는 나아가 식품첨가 육류연화제 및 단백질 분해효소를 이용한 다양한 식품의 개발을 가능케 한다.

II. 재료 및 방법

국내 주 재배 품종인 Hayward를 재배지인 제주도로부터 구입하여 사용하였으며, 제주 농촌진흥원에서 실험재배되고 있는 First Emperor와 Golden Yellow를 제공받아 Hayward와 비교하였다. 근 단백질 젤 제조에 사용한 쇠고기는 살고기가 90% 이상인 미국산 쇠고기를 구입하여 사용하였다.

1. 총단백질 분석

총단백질 추출

냉동 건조한 시료로부터 총단백질을 분리하여 낸다 (Hall, 1982; Ames and Nikaido, 1976). 2% SDS, 5% 2-mercaptoethanol 용액을 시료와 1:10 (w/v)으로 섞어 ultra-turrax로 2분 동안 추출한 후 12,000 x g로 20분간 원심분리하여 상등액을 얻는다. 이 상등액을 5분동안 증탕 가열하여 급냉시킨 후 원심분리하여 상등액을 전기영동한다.

총단백질 분리

SDS PAGE는 4% stacking gel과 10% running gel에서 0.1% SDS가 함유된 glycine buffer를 사용하여 단백질을 분리한다. 추출한 상등액 30 μ l와 2x sample buffer를 사용하여 stacking gel은 25 mA/gel로, running gel은 30 mA/gel의 전류를 사용한다. 표준 분자량 단백질은 Sigma Co.로부터 구입 사용한다. 염색은 0.125% coomassie blue R-250을 사용하고 탈색은 acetic acid:ethanol:H₂O = 8:25:65 (v/v/v)을 사용한다.

2. 단백질 분해효소의 추출 및 효소 활성 분석

단백질 분해효소의 추출

Kiwi 품종별로 껍질을 제거한 다음, 녹즙기로 과즙을 추출한다. 이 추출액에 5 mM cysteine과 2 mM EDTA가 함유된 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 6.0)를 1:2 (v/v)의 비율로 섞어 cheese-cloth로 여과한 다음 20,000 x g에서 4분간 원심분리한다. 상등액을 회수하여 65% ammonium sulfate 포화용액을 만든 후, 20,000 x g, 4°C에서 30분간 원심분리하여 침전물을 얻는다. 침전물을 1-2 ml의 동일 완충액에 용해시켜, cellulose dialysis bag (MW cut-off 12,000)으로 4°C에서 하룻밤 투석시킨 후 -70°C에서 냉동 보관한다. 단백질 함량은 Bio-Rad Protein assay kit를 사용하여 측정한다.

단백질 분해효소의 활성 분석

효소활성 측정을 위한 기질 용액은 casein을 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 7.0)에 0.1% 농도로 만들어 80°C 온탕 수조에서 5분간 열처리 한 후, 기질용액으로 사용한다. 효소의 활성 측정은 Kunitz (1947)를 변형하여 측정한다. 효소용액 0.2 ml에 1 ml 기질용액을 첨가하여 40°C에서 20분간 반응시킨 후, 5% TCA solution으로 반응을 중지시키고 실온에 30분간 정치하였다가 Filter paper (Whatman No. 42)로 여과한다. 이 여과액의 흡광도를 spectrophotometer로 280 nm에서 측정하여 효소활성을 산출한다 (1 specific unit = 0.001 A/min/mg of protein).

3. 단백질 분해효소의 특성 분석

최적 pH 측정

효소의 최적 pH는 1 ml의 1.0% casein용액과 0.2 ml 효소액을 1.8 ml의 서로 다른 pH buffer solution (pH 2-11)과 혼합한 후, 40°C에서 20분간 반응시킨 후, 효소 활성을 측정하여 상대 비교한다. Buffer solution은 pH range별로 0.1 M KCl-HCl (pH 2.0-2.5), 0.1 M Acetat (pH 3.0-6.0), 0.1 M sodium phosphate (pH 6.0-8.0), 0.1 M Tris-HCl (pH 8.0-9.0), 0.1 M Bicarbonate-NaOH (pH 9.0-11.0)을 사용한다.

pH 안정성 측정

pH 안정성 측정은 buffer solution과 효소액을 3:1 (v/v)의 비율로 혼합하여 10°C에서 48시간 방치한 후, 잔존 효소 활성을 비교한다.

최적온도 측정

효소의 최적 온도는 1.8 ml의 0.1 M acetate buffer (pH 3.0)와 1ml의 1.0% casein 용액을 10°C에서 100°C까지 10°C 간격으로 예열시킨 다음, 여기에 효소액 0.2 ml를 넣어 20 분간 반응시켜 효소 활성치를 구하고 상대 비교한다.

열안정성 측정

열안정성을 측정하기 위하여 0.2 ml의 효소액을 10℃에서 100℃까지 10℃ 간격으로 각 온도에서 20분간 열처리 한 후, 즉시 25℃로 조정하여 잔존 효소 활성을 측정 비교한다.

4. Kiwi분해효소의 활용특성

근단백질 겔의 제조

Kiwi 단백질 분해효소의 육질 연화능력을 측정하기 위하여 -25℃에 보관하던 쇠고기를 4℃에서 18시간 동안 해동 시켜서 사용하였다. 해동한 쇠고기를 silent cutter에서 3분간 1차 같이한 후, 소금을 2% (w/w) 가하고 5분간 2차 같이한 sol상태의 쇠고기를 소세지 충전기를 이용하여 stainless steel tube (길이: 250 mm, 직경: 20 mm)에 충전한 다음, 각 시간별로 50℃에서 배양한 후 90℃에서 20분간 가열하여 근육단백질 겔을 제조하였다. 냉동 보관하였던 kiwi extract를 실온에서 1시간동안 활성화시킨 후, 1차 같이하고 소금을 첨가한 졸 상태의 근육단백질에 첨가하였다.

파손강도의 측정

여러 제조 공정에 따라 만든 겔의 파손 강도를 측정하기 위해 Rheometer(Sun Co. Model CR-200D)를 사용한다. 일정한 크기 (직경: 18mm, 길이: 20mm)로 자른 겔을 10Kg load cell에 부착시키고, 200 mm/min의 cross-head speed를 이용하여 50%의 strain으로 압축시켜 겔의 파손 강도를 측정하였다. 기록계의 chart속도는 300 mm/min이며, 모든 측정은 실온에서 행하였다.

응력완화의 측정

단백질 분해효소의 농도에 따라 만든 근단백질겔의 응력 완화현상을 측정하기 위해 Rheometer (Sun Co. CR-200D)를 이용하였다. 일정한 크기로 자른 겔을 10Kg load cell에 부착시키고 축방향의 압축응력에 의해 일정한 strain 하에서 200 mm/min의 cross-head 속도를 이용하여 측정하였다. 시간변화에 따른 응력의 변화를 강 등 (1995)이 사용한 Three-element Maxwell Model을 이용하여 조직의

탄성성분과 점성성분의 변화를 분석하였다 (Rao, 1992). 순간 응력과 시간에 따른 응력 감소는 chart 속도 300 mm/min에서 30분간 기록되며, 제조 식품의 성질은 시간별 단계적 변화의 측정에 의해 다음과 같이 계산한다.

$$\text{Elastic Modulus}(t) = \text{Stress}(t) / \text{Strain}$$

조직변화의 수학적 예측식

응력완화시험에서 얻어진 결과를 이용하여 그 결과에 일치하는 rheological 모델을 설정하였다. 즉 spring(탄성성분)과 dash pot(점성성분)를 이용하여 그 조합형인 3 element 모델에 적용하였으며(식 1), 단백질 분해효소 농도에 따른 탄성성분과 점성성분의 변화를 계산하고 일정한 strain의 조건에서 조직의 강도를 나타내는 최종식을 구한다.(식 2)

$$\frac{d\epsilon}{dt} = \frac{1}{E_1+E_2} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{E_2}{E_1+E_2} \frac{\sigma - \epsilon E_2}{\eta} \quad \text{--- (식 1)}$$

$$\sigma = \sigma_e + (\sigma_0 - \sigma_e) e^{-\frac{t}{\eta}(E_1+E_2)} \quad \text{--- (식 2)}$$

여기서 σ = stress at time t

σ_e = equilibrium stress at time $t = \infty$

σ_0 = initial stress

η = viscous element constant

E_1 = series elastic element constant

E_2 = parallel elastic element constant

Table 1. Protease activities in kiwi fruit extracts

Div.	Protease Activity (S.U*)
Hayward	12.0
First Emperor	7.9
Golden Yellow	15.1

* Specific Unit (S.U): 1 S.U = 0.001 A/min/mg of protein

III. 결과 및 고찰

우리나라 재배 kiwi fruit의 90% 이상이 Hayward 품종으로 그외에 향록, Borno, First Emperor, Golden Yellow, Golden King 등의 품종이 농촌진흥원에서 실험재배되고 있으며, 그 수확시기가 11월 중순에서 하순으로 본 실험에서는 시중에서 항시 유통되고 있는 Hayward 품종을 중심으로 실험을 실시하였고, 11월 중순 제주 농진원에서 Hayward, First Emperor, Golden Yellow Kiwi fruit를 제공받아 품종간의 단백질 분해효소의 효능을 비교분석하였다. Kiwi 단백질 분해효소의 활용 특성에 대한 실험은 우리나라 주 재배 품종인 Hayward kiwi fruit를 가지고 단백질 분석, 효소 효능 분석 및 식품 조직의 물성측정-파손 강도 측정, 조직의 응력완화 측정 및 조직의 점탄성 분석실험을 통하여 식육 연화제 개발 가능성에 관하여 알아보려고 하였다.

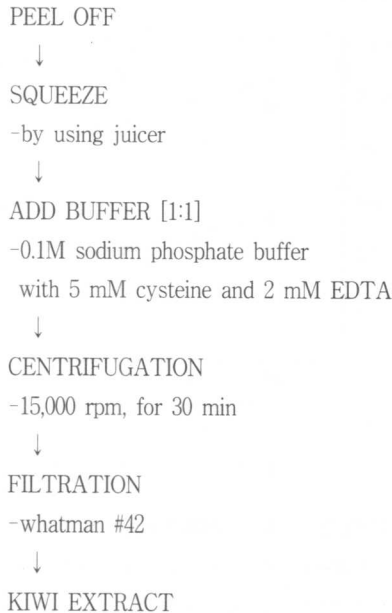


Fig. 1. Preparation of Kiwi Extract

Kiwi fruit 단백질 분석 (SDS PAGE)

Hayward kiwi fruits에서 kiwi fruit extract를 다음과 같이 얻었다. Kiwi fruit의 무게를 달고 난 다음, 껍질을 제거하

고 다시 무게를 측정하였다. 녹즙기 (Green Power)를 이용하여 과즙을 짜고 여기에 2배 부피의 완충용액 (0.1M sodium phosphate buffer, pH 6.0; 5 mM cysteine; 2 mM EDTA)를 첨가한 다음, cheese cloth를 이용하여 여과시켰다. 다시 Whatman paper (No.2)를 이용하여 여과시킨 과즙을 20,000 rpm (SS34 rotor)으로 4℃에서 15분간 원심분리시켜 상등액을 회수하였다. 이 상등액을 1ml씩 eppendorf tube에 넣어 -70℃에 보관하며 실험을 진행하였다.

이렇게 얻어진 kiwi fruit extract로부터 total protein concentration를 bovine serum albumin을 이용한 standard curve로부터 조사한 결과, 2.4 mg/ml of extract (1.5 mg/g of peeled fruit)이었다. Kiwi fruit extract를 이용한 15% SDS PAGE실험에서는 약 22, 15, 12, 8 kDa의 major protein bands를 확인하였다. 그 중에서도 kiwi의 major 단백질 분해효소로 추정되는 21-22 kDa의 단백질이 가장 높은 농도, 즉 강한 band intensity를 보여 주었다.

단백질 분해효소 역가 및 특성 분석

Kiwi fruit extract의 단백질 분해효소의 역가 분석은 세 가지로 처리한 시료로 측정하였다. 완충용액 5 mM cystein+2 mM EDTA, 완충용액 2 mM EDTA, 그리고

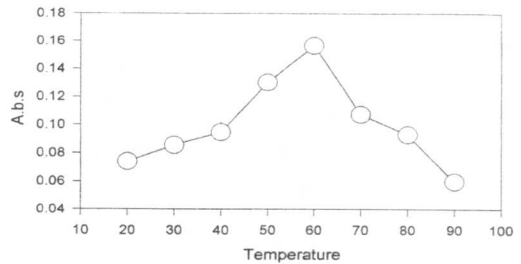


Fig. 2. Optimum temperature for protease activity in kiwi extract, Hayward.

kiwi fruit extract를 냉동 건조한 다음 다시 완충용액으로 녹여 각 시료의 효소 역가를 비교 측정하였다. 효소 역가의 분석시 specific enzyme activity는 1 S.U = 0.001 A/min/mg of protein으로 계산하였다. 각 시료의 단백질 분해효소의 역가는 32.3, 34.3, 35.3 specific unit로 추출 및 처리 방법에 따른 시료간의 효소 역가에는 별 차이가 없음

을 보여주고 있다. 특히 냉동 건조에 따른 효소 역가의 감소는 보이지 않았다. 11월 초순 제주 농진원에서 얻은 Hayward, First Emperor, Golden Yellow 세 품종에 대한 효소 활성 비교 분석에서는 12.0, 7.9, 15.1 S.U.의 실험 결과로 Golden Yellow에서 제일 높은 효소역가를 보여주었다.

Hayward, First Emperor, Golden Yellow 세 품종 모두에서의 fruit extracts의 단백질 분해효소의 최적온도는 50 - 60°C였으며, 그 이상의 온도에서는 급격한 효소 활성의 감소를 보였다 (Fig 2). 또한 열안정성 분석에서도 60°C 이상에서 급격히 효소활성이 저하되는 것을 볼 수 있었다 (Fig. 3). 효소활성의 최적 pH는 pH 7 - 9 사이에서 제일 높은 활성을 나타내었으며 (Fig. 4), pH 7에서 안정한 특성을 보여주었다.

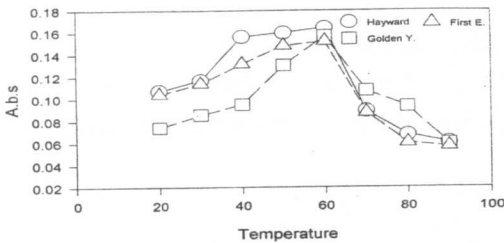


Fig. 3. Heat Stabilities for protease in kiwi extracts, Hayward, First Emperor and Golden Yellow.

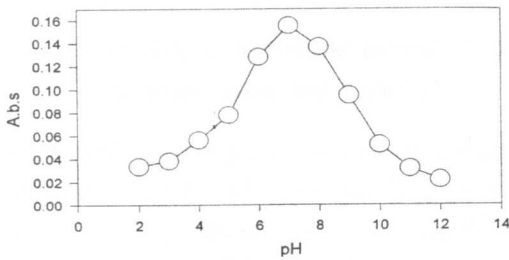


Fig. 4. Optimum pH for protease activity in kiwi extract, Hayward.

단백질 분해효소 첨가에 따른 식품조직의 물성 변화

파손강도

최고기에 kiwi fruit extract를 첨가하여 50°C에서 처리하여 만든 gel의 파손강도를 조사하여 본 결과, 처리시간이 길수록 파손 강도의 증가를 가져왔다. 즉 초기 2.55 kPa의 파손 강도를 보여 준 최고기 gel은 30분 경과시 3 kPa의 증가를 보였으나, kiwi fruit extract를 첨가한 시료에서는 초기 파손 강도 2.3 kPa에서 처리 시간을 증가시킬수록 감소하여 30분 경과 시, 1.5 kPa의 급격한 파손 강도 감소를 보여 주었다.

단백질 분해효소능을 측정하기 위하여 근단백질 젤의 파손강도를 측정하여 본 2차 실험 결과는 Fig. 5와 같다. 추

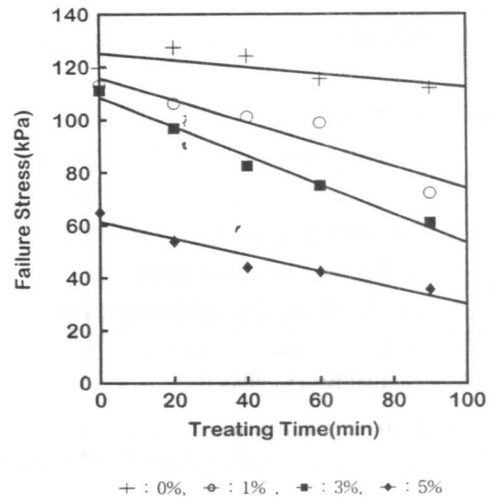


Fig. 5. Effects of the concentration of kiwi fruit extracts upon the failure stress of beef sausage at 50°C

출액을 넣지 않은 시료에 비해 각각의 농도별 (1 - 5%)로 키위 추출액을 첨가한 시료의 파손강도는 온도처리를 하지 않은 초기부터 감소하였다. 추출액의 첨가와 더불어 처리 온도에 따라서도 젤 강도의 변화가 발생하였다. 50°C와 실온 (25°C)에서 처리한 결과, 시간의 경과에 따라 파손강도가 더욱 감소됨을 알 수 있었다. 그러나 실온보다는 50°C에서

처리한 경우 파손강도의 감소가 더욱 두드러짐을 보여주었다.

응력완화 측정

Kiwi fruit extract의 첨가 농도를 0 - 0.5%로 달리하여 처리한 쇠고기 gel에서의 응력완화 현상을 측정하여 본 결과, 초기 응력이 95 kPa에서 50 kPa로, 잔존 응력의 감소는 30 kPa에서 17 kPa로 응력의 완화가 급격한 변화를 나타내었다. 이 결과치를 Maxwell model의 일종인 Three Element model에 적용하여 탄성율의 변화를 조사하여 본 결과, 무처리 쇠고기 gel에서는 elastic constant의 변화가 없었으나, kiwi fruit extract를 처리한 쇠고기 gel에서는 급격한 elastic constant의 감소를 보여주어, 파손강도 측정에서 나타난 결과와 일치함을 보여 주었다.

2차 실험에서 젤의 물성학적인 특성도 파손강도 측정결과와 비슷하게 나타났다 (Fig. 6). 시간의 경과에 따라 초기 변형에서 평형응력간의 변화를 나타내는 탄성요소 (Eo)를 three-factor Maxwell 모형에 의해 분석되어 구하여졌다.

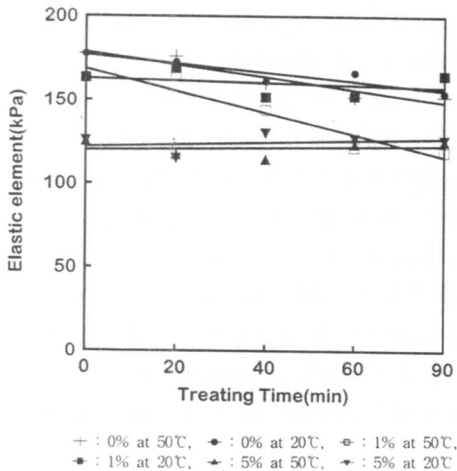


Fig. 6. Comparison of elastic elements of Three-element Maxwell model of beef sausage treated by kiwi fruit extract with various incubation temperatures and the concentrations

탄성요소는 처리 시간과 추출액의 첨가량에 따라 뚜렷한 감소를 나타내었다. 1%를 첨가하여 50°C에서 처리한 경우, 탄성 요소가 시간의 경과에 따라 감소하는 경향을 나타내었으나, 실온에서 처리한 경우에는 변화가 거의 없었다. 5%를 첨가한 경우에는 무처리군에 비하여 급격히 감소한 탄성 요소가 처리 초기의 측정치와 90분 처리 후의 측정치와 거의 변화가 없는 유사한 결과치를 나타내었다. 이는 파손 강도 측정결과와 마찬가지로 kiwi 추출액 중의 단백질 분해효소가 염을 첨가하여 졸상태로 만들어진 쇠고기 단백질의 peptide 결합을 분해하여 젤 형성이 저하되었고 이와 더불어 가열 중에 효소가 계속 작용하여 단백질의 peptide 결합을 분해하여 단백질 망상구조 형성을 방해하였기 때문인 것으로 사료된다. 또한, 효소가 비교적 고농도로 첨가되어진 경우에는 효소가 졸상태의 쇠고기 단백질에 미리 작용하였기 때문에 처리시간이 경과되어도 더 이상의 분해작용이 발생하지 않은 것으로 사료된다.

IV. 결론

본 연구에 대한 기대효과 및 활용방안은 거시적인 측면에서 보아야 할 것이다. 계속적으로 밀려오는 외국 농산물의 증가추세에도 불구하고 국내에서 재배생산되는 농산물에 대한 기초연구 및 활용방안이 전무한 현실점에서, 한국산 키위효소의 추출, 이용 및 가공 식품에 첨가시 품질의 변화 측정은 대단히 중요한 의미를 갖는다. 즉, 식품가공에서 이용할 수 있는 단백질 분해효소의 pH 안정성, 열안정성과 같은 활성화 특성을 연구하여 최대 역가를 낼 수 있는 분해효소를 탐색하고 특정 키위의 열특성이나 성분 변화를 규정한다. 그와같이 규정된 특정 키위의 단백질 분해효소를 식품가공, 특히 육가공에 첨가하여 키위 종류에 따른 조직형성 속도나 정도를 규명하여 농산물 개방시 비교 우위에 설 수 있는 가능성과 성질 규명을 제시할 수 있다. 또한 그것의 역학적 해석에 의하여, 식품가공품의 조직 구조 및 원하는 조직감과 필요한 생산공정을 제시할 수 있는 기대 효과가 있다.

참고문헌

1. Adler-Nissen, J. (1978) Enzymatic hydrolysis of soy protein for nutritional fortification of low pH food. *Ann. Nutr. Alim.*, 32:205
2. 알칼리성 식품 키워. (1990) 식품과 위생.
3. Ames, G.F-L. and Nikaido, K. (1976) *Biochem.*, 15:616.
4. Arcus, A.C. (1959) Proteolytic enzyme of *Actinidia chinensis*. *Biochem. Biophys. Acta.*, 33:242.
5. Baker, E.N., Boland, M.J., Calder, P.C. and Hardman, M.J. (1980) The specificity of actinidin and its relationship to the structure of the enzyme. *Biochem. Biophys. Acta.*, 616:30.
6. Carne, A. and Moore, C.H. (1978) The amino acid sequence of the tryptic peptides from the fruit of *Actinidia chinensis*. *Biochem. J.*, 173:73.
7. Cheftel, J.C. (1977) Chemical and nutritional modifications of food proteins due to processing and storage. In "Food Proteins" (ed. Whitaker, J.R. and Tannenbaum, S.R.) AVI Pub. Co., Inc. Westport, Connecticut.
8. Choi, Y.R., Lusas, E.W. and Rhee, K.C. (1982) Effects of acylation of defatted cotton seed flour with various acid anhydrides on protein extractability and functional properties of resulting protein isolates. *J. Food Sci.*, 47:1713.
9. Fox, P.F., Morrissey, P.A. and Mulvihill, D.M. (1982) Chemical and enzymatic modification of food proteins. In "developments in Food Proteins-I", (ed. Hudson, B.J.F.) Appl. Sci. Pub., London and NY.
10. Franzen, K.L. and Kinsella, J.E. (1976a) Functional properties of succinylated and acetylated soy protein. *J. Agr. Food Chem.*, 24:788.
11. Franzen, K.L. and Kinsella, J.E. (1976b) Functional properties of succinylated and acetylated leaf protein. *J. Agr. Food Chem.*, 24:914.
12. Hall, J.L. (1982) In "Cell membranes in plant cell structure and metabolism" Lougman.
13. 강병선, 김병용, 이재권. (1994) 열처리 공정에 따른 생선 단백질의 물성연구, *한국식품과학회지*, 26:106.
14. Kim, S.H. and Kinsella, J.E. (1987) Surface active properties of proteins: Effects of progressive succinylation on film properties and foam stability of glycine. *J. Food Sci.*, 52:1341.
15. Lalasidis, G., Bostrom, S. and Sjoberg, L.B. (1978) Low molecular weight enzymatic fish protein hydrolysates: Chemical composition and nutritive value. *J. Agr. Food. Chem.*, 26:1987.
16. Lewis, D.A. and Luh, B.S. (1988a) Development and distribution of actinidin in kiwi fruit (*Actinidia chinensis*) and its partial characterization. *J. Food Biochem.*, 12:147.
17. Lewis, D.A. and Luh, B.S. (1988b) Application of actinidin from kiwi fruit to meat tenderization and characterization of beef muscle protein hydrolysis. *J. Food Biochem.*, 12:147.
18. McDowall, M.A. (1970) Anionic proteinase from *Actinidia chinensis* preparation and properties of the crystalline enzyme. *Eur. J. Biochem.*, 14:214.
19. Olsen, H.S. and Adler-Nissen, J. (1979) Industrial production and applications of a soluble enzymatic hydrolysate of soy protein. *Process. Biochem.*, 14:6.
20. Phillips, R.D. and Beuchat, L.R. (1981) Enzymatic modification of proteins. In "Protein functionality in foods" (ed. Cherry, J.P.) Amer. Chem. Soc., Washington, D.C.
21. Rao, V.N.M. (1992) Classification, description and measurement of viscoelastic properties of solid foods, In "Viscoelastic properties of foods" ed., M.A. Rao and J.F. Steffe, Elsevier Applied Science. p.3.