

## 생분해성 포장재질이 달걀의 물성에 미치는 영향 연구

김지현 · 김병용\* · 박종신<sup>1</sup>

경희대학교 식품가공학과, <sup>1</sup>서울대학교 천연섬유학과

**초 록**: 생분해성 포장재질에 대한 달걀의 기능성 변화를 알아보기위해 달걀의 저장중 pH변화, 파손강도 및 응력완화현상을 측정하고 무포장 및 복합 필름에 포장한 달걀과 비교하였다. 생분해성 포장재질을 달걀에 사용한 경우 pH는 초기 8.39에서 최종 pH 9.3으로 최종 pH 9.48을 보인 무포장의 경우와 유사한 pH변화를 보이며, 파손강도의 변화에 있어서도 초기 14.25 N에서 생분해성 포장재질로 포장한 경우 6.76 N, 무포장의 경우 9.31 N의 변화를 보였다. 생분해성 포장재질이나 무포장에 비해 공기투과도가 상대적으로 무척 낮은 복합 필름 포장재를 사용한 경우는 저장이 진행됨에 따라 pH는 8.39에서 8.81로 적은 변화량을 보였으나 파손강도값은 14.25 N에서 5.29 N으로 크게 감소하는 것으로 보아 달걀내부의 물성학적 기능이 크게 저하됨을 보여주었다. 내부조직변화를 감지할 수 있는 응력완화 현상을 측정하여 3-elements Maxwell model에 적용하고 구하여진 점탄성의 값을 비교시 무포장한 달걀과 생분해성 포장재를 사용한 경우에는 큰 차이가 없었으나 복합 필름 포장재의 경우에는 저장이 진행됨에 따라 그 기능이 현저하게 떨어짐을 보여주었으며 따라서, 달걀의 기능성 변화를 살펴볼 때 공기 및 수분투과도가 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 생분해성 포장재질의 많은 인장력 증가가 현단계에서 요구되나 환경적인 문제를 고려할 때 기존의 달걀 포장재인 PE포장재의 대체품으로서 사용 가능성이 긍정적으로 여겨진다. (1997년 6월 18일 접수, 1997년 10월 27일 수리)

### 서 론

달걀은 경우는 깨지기 쉬운 특성이 있으므로 손상으로 부터 보호해야 하여 과실과 마찬가지로 살아있고 숨을 쉬므로 호흡을 늦추어 보존기간을 늦출 필요성이 있고, 곰팡이나 세균의 침입을 막기 위해 세척 및 적절한 건조과정을 거쳐야 한다.<sup>1)</sup> 또한 달걀은 외부 이취의 흡수에 민감하여 난황 등의 quality loss가 발생한다. 그러나 달걀저장의 경우는 포장과 연관되어서는 많은 연구가 수행되지 못하고 있다. 전통적으로 종이나 pulp를 이용하여 달걀을 포장하거나 강도의 부족으로 인해 최근의 경향은 대부분 PVC나 PVDC와 같은 수축 포장재를 사용하고 있다. 즉 적당한 mold에 polystyrene foam을 채우고 열을 가해 거품을 팽창시켜 만든 제품을 사용하고 있다.<sup>2)</sup> 이들은 그 질과 강도가 증가되고 우수한 완충력을 제공하며 매우 가벼운 포장재질을 형성하나 근래에 환경의 중요성이 절실하여지고 소비 후 버려진 플라스틱 폐기물이 분해되지 않고 환경 공해를 일으키는 등 사회문제로 대두되고 있다. 따라서 사용후 자연 붕괴 또는 분해되어 자연의 순환사이클로 흡수됨으로써 환경오염의 문제를 배제할 수 있는 분해성 물질에 대한 사회적인 요구가 급속히 높아지고 그에 따른 연구도 진행중에 있다.<sup>3-6)</sup> 또한 계란의 껍질에 chitosan등을 이용해 직접 코팅한 후 품질에 미치는 영향에 대한 연구도 이루어지고 있다.<sup>6)</sup>

달걀 흰자(egg white)는 물과의 높은 결합력, 뛰어난

foaming과 emulsion 능력, 높은 영양학적인 수치 및 가열시에 응고되어 젤(gel)이 형성되는 특성을 가지고 있다.<sup>7,8)</sup> 그 중에서 열에 의한 응고는 달걀 흰자의 중요한 기능성 중의 하나이며 현재까지 많은 연구가 이루어져 왔다.<sup>9,10)</sup>

따라서 본 연구에서는 환경친화성 포장재질을 제작하여 여기에 저장한 달걀젤의 물성학적인 기능성을 측정하여 다른 포장재질의 경우와 비교하였다. 즉, 달걀을 저장하는 동안 기능성변화의 척도가 되는 pH의 변화를 알아보고, 가열 후 달걀흰자젤의 물성학적인 성질은 파손강도 및 응력완화현상으로 측정하였다. 또한 이러한 달걀흰자의 기능성을 수학적 model에 적용하여 점탄성의 변화를 밝혀내어 궁극적으로 분해성 포장재질의 역할을 밝혀내보고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재 료

일반 공장에서 직접 달걀을 구입하여 사용하였으며 포장재질로서는 복합(complexed) 필름(PE:나일론 = 1:1)포장과 생분해성 포장재질을 이용하였다. 본 실험에 사용된 생분해성(biodegradable) 포장재질은 pulp(쌍용제지)와 옥수수 전분(삼양 제넥스)를 혼합 사용하여 제작하였다.

#### 생분해성 포장재의 제조 및 물성측정

달걀 포장(sheet)의 제조는 먼저 건조된 board 상태의 pulp 일정량을 mixer로 잘게 분쇄한 후 증류수가 들어있는

찾는말 : 생분해성포장재, 달걀흰자, 파손강도, 응력완화  
\*연락처자

비이커에 전분:pulp의 비율이 9:1이 되도록 넣고 교반시켰다. 전분과 pulp 혼합물을 계속 교반, 가열하여 전분을 호화시킨 후, 호화된 혼합물을 mold에 넣고 170°C에서 압축, 성형, 건조과정을 거쳐 완성하였다.

여러 압력과 혼합조건에 따른 생분해성 포장재의 인장력(tensile force)과 신장도(elongation)의 측정은 Zwick Universal Testing Machine(Model Z10)을 이용하였다. 즉, 일정한 크기의 sample(가로 8 mm × 세로 15 mm)를 clamp에 부착한 후 10 mm/min의 crosshead로서 장력을 가하여 측정하였다.

**달걀의 pH 변화 측정**

저장중인 달걀(3-4개)에서 달걀 흰자질을 분리하고 균질화시킨 후 pH meter(Corning pH meter M220)를 이용하여 pH의 변화를 측정하였고 저장중 달걀 기능성의 변화 index로서 사용하였다.

**달걀의 파손강도(failure stress) 및 응력완화(stress relaxation)측정**

포장재질에 따라 변화하는 달걀 단백질 젤의 파손강도를 측정하기 위해 Rheometer(Sun Co., CR-200D, Japan)를 사용하였다. 달걀(3-4개)에서 흰자질을 분리한 후 균질기(Janke & Kunkel, Ultra Turrax T-25)를 이용하여 가장 낮은 속도로 거품이 생기지 않도록 유의하면서 균질화시킨 후 vacuum 상태에서 30초 동안 sonicate 시켰다. 균질화시킨 흰자질의 일정량을 heating tube(diameter = 16 mm, height = 200 mm) 안에 넣고 양쪽을 막은후 water bath에서 90°C에서 15분 동안 열처리하여 달걀 흰자젤을 만들었다.<sup>9,11,12)</sup> 이렇게 만든 달걀 흰자젤을 일정한 cylinder(height = 200 mm, diameter = 16 mm) 모양으로 자른 후 10 kg, load cell에 부착시키고 200 mm/min cross head speed를 이용하여 75% strain으로 압축시켜 실온에서 파손강도를 측정하였다.

제조된 달걀 흰자젤의 응력완화 현상을 측정하기 위해 Rheometer(Sun Co., CR- 200D, Japan)를 이용하였다. 일정한 크기(length = 200 mm, radius = 8 mm)로 자른 젤을 10 Kg, load cell에 부착시키고 수직방향으로 일정한 압축속도(200 mm/min)를 가하여 일정한 strain하(20%)에서 정지시킨 후 30분동안 기록하였으며 모든 측정은 실온에서 시행하였다.

**Three element model을 이용한 달걀의 점탄성 분석**

달걀 흰자 젤의 점탄성을 분석하기 위해서 3-element model(Fig. 1)이 사용되며 그림과 관계식은 다음과 같다.

$$\sigma = \sigma_A = \sigma_B \tag{1}$$

$$\epsilon = \epsilon_A + \epsilon_B \tag{2}$$

여기서  $\sigma$ 는 stress,  $\epsilon$ 는 strain이며 만들어진 model의 조건에 따라 다음의 식 3과 4가 만들어진다.

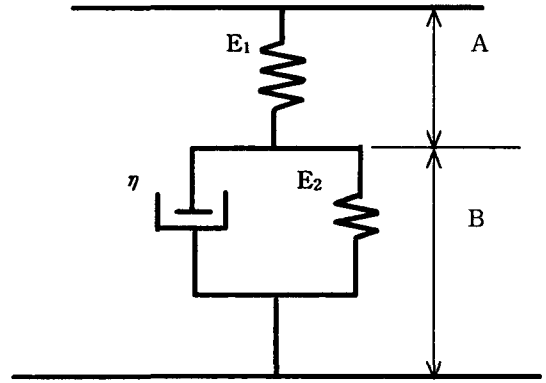


Fig. 1. Schematic diagram of 3-element Maxwell model.

$$\sigma_A = E_1 \cdot \epsilon_A \tag{3}$$

$$\sigma_B = E_2 \cdot \epsilon_B + \eta \frac{d\epsilon_B}{dt} \tag{4}$$

일반적인 미분형태의 식을 만들면 식 5가 된다.

여기서 E는 spring constant, η는 viscous constant 이다.

$$\frac{d\epsilon}{dt} = \frac{d\epsilon_A}{dt} + \frac{d\epsilon_B}{dt} \tag{5}$$

$$\frac{d\epsilon}{dt} = \frac{1}{E_1} \cdot \frac{d\sigma}{dt} + \frac{1}{\eta} (\sigma - E_2 \epsilon_B) \tag{6}$$

$$\frac{d\epsilon}{dt} = \frac{1}{E_1} \cdot \frac{d\sigma}{dt} + \frac{1}{\eta} (\sigma - E_2 (\epsilon - \frac{\sigma}{E_1})) \tag{7}$$

$$\frac{d\epsilon}{dt} = \frac{1}{E_1} \cdot \frac{d\sigma}{dt} + \frac{1}{\eta} (\sigma - E_2 \epsilon + \frac{E_2}{E_1} \sigma) \tag{8}$$

위의 식들을 정리하면 3 element model의 일반적인 식 9로 나타내어진다.

$$\frac{1}{E_1} \cdot \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\eta} (1 + \frac{E_2}{E_1}) = \frac{d\epsilon}{dt} + \frac{E_2}{\eta} \epsilon \tag{9}$$

식 9를 정리하면

$$\frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\eta} (E_1 + E_2) = E_1 \frac{d\epsilon}{dt} + \frac{(E_1 \cdot E_2)}{\eta} \epsilon \tag{10}$$

식 10을 시간 t에 대해 미분을 하면

$$\frac{d^2\sigma}{dt^2} + \frac{(E_1 + E_2)}{\eta} \cdot \frac{d\sigma}{dt} = E_1 \frac{d^2\epsilon}{dt^2} + \frac{(E_1 \cdot E_2)}{\eta} \cdot \frac{d\epsilon}{dt}$$

응력완화의 측정시에는 시간에 따른 strain의 변화량(dε/dt)은 0 이 되고

$$\frac{(E_1 + E_2)}{\eta} + \frac{1}{T_b} \text{ 라고 한다면}$$

$$\frac{d^2\sigma}{dt^2} + \frac{1}{T_b} \cdot \frac{d\sigma}{dt} = 0$$

여기서 T<sub>b</sub>는 relaxation time이다

$$\sigma = A + B \cdot e^{-\frac{t}{T_b}}$$

Boundary 조건으로 /  $t=0$ 일 때,  $\sigma_0 = A + B$ ;  $t = \infty$  일 때,  $\sigma_e = A$

$$\therefore B = \sigma_0 - \sigma_e$$

$$\therefore \sigma = \sigma_e + (\sigma_0 - \sigma_e) e^{-\frac{t}{T_b}}, \text{ 여기서 } T_b = \frac{\eta}{(E_1 + E_2)}$$

따라서 시간에 대한 응력완화의 최종식은 식 11과 같고  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $\eta$  값은 초기응력상태, 최종응력상태 및 응력완화시간에서 각각 구한다.

$$\sigma = \sigma_e + (\sigma_0 - \sigma_e) e^{-\frac{t}{\eta}(E_1 + E_2)} \quad (11)$$

### 결과 및 고찰

#### Starch/Pulp(S/P) sheet의 인장력 측정 결과

생분해성 포장재질에 대한 두께, 신장도, 그리고 최대 인장력의 측정결과는 각각 Table 1-3에 나타내었다. 압력변화(500 psi~1500 psi)는 S/P 혼합 sheet의 두께에 큰 영향을 미치지 않으나 증류수의 양에 변화를 주었을 때, 두께는 200 ml의 증류수를 첨가한 경우 1.981 mm~2.098 mm에서 250 ml의 증류수를 첨가한 경우 1.35 mm~1.54 mm로 크게 감소하였다.(Table 1) 신장도(elongation) 측정에 있어서 200 ml의 증류수를 넣은 경우에는 단위 길이당 0.344 mm~0.396 mm를 나타냈고, 250 ml를 첨가하였을 때 가해진 압력에 따라서 (500~1500 psi) 0.288 mm~0.354 mm의 신장도를 유지하였으나 1000 psi에서 두드러진 신장도를 나타내었다.(Table 2) 최대 인장력 측정결과를 살펴보면 200 ml의 증류수를 섞었을 때는 2.073 N~2.759 N의 값을 나타냈고 250 ml를 첨가하였을 때는 2.031 N~2.423 N으로 두 경우 모두 큰 차이를 보이지는 않았다.(Table 3) 이와같은 결과를 볼 때 가해진 압력의 차이는 두께, 신장도, 인장력에 큰 영향을 미치지 않았으며 증류수와 포장재질의 mixing 조성이 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 본 실험에서는

Table 1. Thickness(mm) of S/P sheet.

증류수 조건	Starch + Pulp 30 g/200 ml 증류수			Starch + Pulp 30 g/250 ml 증류수		
	500psi	1000psi	1500psi	500psi	1000psi	1500psi
Thickness (mm)	2.065 <sup>a</sup>	1.981 <sup>a</sup>	2.098 <sup>a</sup>	1.49 <sup>b</sup>	1.35 <sup>b</sup>	1.54 <sup>b</sup>

\* a,b Means with different letters in each column are significantly different (p<0.05)

Table 2. Elongation(mm) at the max. force of S/P sheet.

증류수 조건	Starch + Pulp 30 g/200 ml 증류수			Starch + Pulp 30 g/250 ml 증류수		
	500psi	1000psi	1500psi	500psi	1000psi	1500psi
Elongation (mm)	0.396 <sup>a</sup>	0.354 <sup>a</sup>	0.344 <sup>a</sup>	0.288 <sup>b</sup>	0.354 <sup>a</sup>	0.288 <sup>b</sup>

\* a,b Means with different letters in each column are significantly different (P<0.05)

Table 3. Max. tensile force(N) of S/P sheet.

증류수 조건	Starch + Pulp 30 g/ 200 ml 증류수			Starch + Pulp 30 g/ 250 ml 증류수		
	500psi	1000psi	1500psi	500psi	1000psi	1500psi
Max. tensile force(N)	2.118 <sup>a</sup>	2.759 <sup>b</sup>	2.073 <sup>a</sup>	2.053 <sup>a</sup>	2.423 <sup>ab</sup>	2.031 <sup>a</sup>

\* a,b Means with different letters in each column are significantly different (P<0.05)

포장재질의 두께는 얇으면서 유연성이 높은 재질이 필요하므로 S/P 혼합 sheet의 두께가 가장 얇은 반면 신장도와 최대 인장력이 상대적으로 강한 starch+pulp 30 g에 증류수 250 ml를 혼합하여 gel화시킨 뒤 1000 psi의 압력으로 3분간 성형시킨 제품을 사용하였다.

#### 달걀의 pH 변화

무포장, 복합 필름 포장, 생분해성 포장재질을 이용하여 8일동안 25°C에서 저장한 달걀의 pH변화는 Table 4에 나타내었다. 무포장과 생분해성 포장을 사용한 경우의 pH는 초기 8.39에서 최종적으로 무포장의 경우 9.48, 생분해성 포장의 경우 9.3으로 유사한 pH변화를 보이고 있으나 복합 필름 포장의 경우에는 초기 8.39에서 최종 pH가 8.81로 그 변화도가 완만한 것으로 보아 복합 필름은 무포장이나 생분해성 포장재질에 비해 상대적으로 가스 투과도(gas permeability)가 매우 적은 포장재이므로 외부의 변화에 따른 내부 공기조성의 변화를 적게 받게되어 pH의 변화량이 적게 나타난 것으로 보여진다.<sup>7)</sup>

일반적으로 신선한 달걀의 경우 초기 pH가 8.3~8.5를 나타내며, 저장기간이 증가할수록 달걀 흰자질이 알칼리성화되고 pH가 9.5 이상에 이르면 더 이상 상업적으로 사용하지 않고 있으며 albumin의 pH 증가는 달걀 껍질내에 존재하는 공기주머니를 통한 carbon dioxide의 손실에 의하는 것으로 알려져있다.<sup>13)</sup>

#### 달걀의 파손강도 (Failure stress) 변화

일정한 저장온도(25°C)에서 포장재질에 따라 저장한 달걀흰자질을 응고화시킨 젤의 파손강도는 Table 5에 나타내었다. 초기의 파손강도는 모두 14.25 N의 파손강도값을 나타내었고 저장기간이 경과함에 따라 일반적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 무포장 달걀의 경우 최종 8일째에는 9.31 N를 생분해성 포장재질을 사용한 경우에는 6.76 N으

Table 4. Change in pH of egg white sol stored under different package conditions.

day	Control (without package)	Biodegradable packaging material	Complexed film
0	8.39 <sup>a</sup>	8.39 <sup>a</sup>	8.39 <sup>a</sup>
2	9.3 <sup>a</sup>	9.08 <sup>a</sup>	8.82 <sup>b</sup>
4	9.3 <sup>a</sup>	9.15 <sup>a</sup>	8.63 <sup>b</sup>
6	9.37 <sup>a</sup>	9.36 <sup>a</sup>	8.96 <sup>b</sup>
8	9.48 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	8.81 <sup>b</sup>

\* a,b Means with different letters in each column are significantly different (p<0.05)

Table 5. Changes in failure stress(N) of egg white gel stored under different package conditions. (단위 : N)

day	Control (without package)	Biodegradable packaging material	Complexed film
0	14.25 (0.1)	14.25 (0.1)	14.25 (0.1)
2	11.96 (0.08)	8.87 (0.07)	10.68 (0.12)
4	10.29 (0.06)	7.89 (0.04)	10.98 (0.06)
6	11.91 (0.06)	9.41 (0.006)	5.68 (0.13)
8	9.31 (0.07)	6.76 (0.09)	5.29 (0.04)

\* Values in ( ) are standard deviation.

로 유사한 변화량을 보였으며 복합 필름으로 포장한 달걀 흰자젤의 경우는 초기 14.25 N에서 이틀 후에는 10.68 N으로 완만한 감소를 보이다가 4일 이후로는 급격한 감소를 보여 8일 저장후에는 가장 낮은 5.29 N으로 나타나 저장이 진행되면서 달걀의 기능성을 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 달걀의 중요한 기능성으로 나타내어지는 물성학적인 파손강도의 경우, 생분해성 포장재질과 같이 일반적인 투과성이 높은 포장재질에서는 커다란 영향을 받지 않는 것으로 보이며 무포장과 유사한 변화를 보여준다. 그러나 포장재질의 투과성 유무에는 커다란 영향을 받는 것으로 보여 투과성이 매우 낮은 복합 필름에서는 급격한 저하를 일으키는 것으로 여겨진다. 일반적으로 달걀자체는 살아있으며 냉장 상태에서도 천천히 호흡을 하며 기름에 완전히 적시던가 (dip), 혹은 투과성이 없는 재질을 사용하였을 때에는 달걀 자체의 flavor나 texture는 더욱 빠른 속도로 상하고 기능성이 저하되는 것으로 알려져 있다.<sup>1)</sup>

**달걀의 응력완화 (Stress Relaxation) 변화**

일정한 저장온도(25°C)에서 포장재질에 따라 저장한 달걀 흰자젤의 응력완화현상의 초기응력(instantaneous stress), 평형응력(equilibrium stress) 및 이완시간(relaxation time)은 각각 Fig. 2와 Table 6에 나타내었다. 무포장

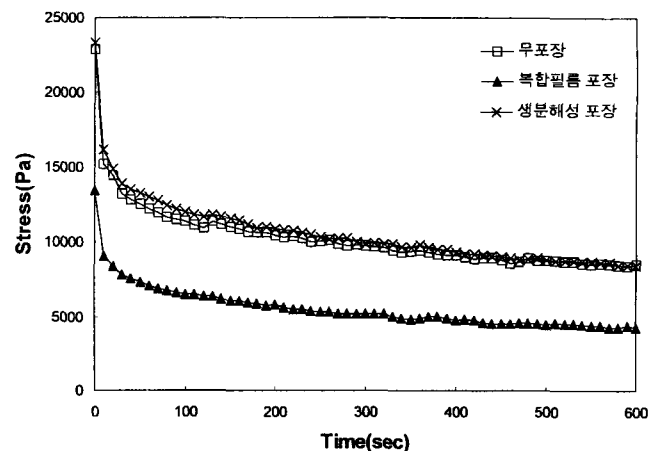


Fig. 2 Stress relaxation curve of egg white gels stored in different packages.

Table 6. Instantaneous stress, equilibrium stress, and relaxation time of eggs at different packages after 8 days of storage.

	Instantaneous Stress (kpa)	Equilibrium Stress (kPa)	Relaxation Time (sec)
Control (without package)	22.90 <sup>a</sup>	8.49 <sup>a</sup>	20.8 <sup>a</sup>
Complex film	23.32 <sup>a</sup>	8.48 <sup>a</sup>	28.5 <sup>b</sup>
Biodegradable packaging material	13.43 <sup>b</sup>	4.31 <sup>b</sup>	35.6 <sup>c</sup>

\* a,b,c Means with different letters in each column are significantly different (P<0.05)

과 생분해성 포장의 경우 초기응력값이 약 23 kPs에서 평형응력값은 각각 20.8 kPs과 28.5 kPs로 그 효과가 거의 같고 복합 필름 포장의 경우는 초기응력의 값에 있어서 약 10 kPs정도 떨어지는 13.43 kPs을 나타냄으로서 달걀 내부의 물성이 현저하게 떨어짐을 나타내었다.(Table 6) 이러한 결과 또한 포장재질의 투과성 유무에 따라 무포장, 생분해성 포장재질에 비해 상대적으로 투과성이 매우 낮은 복합 필름 포장에서 달걀 흰자젤의 기능성에 급격한 저하를 일으키는 것으로 여겨진다.<sup>1,16)</sup>

측정한 응력완화 현상을 이용하여 점탄성에서의 변화를 알아보기 위해 3 element Maxwell model에 적용하고 계산한 elastic constant의 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 무포장 달걀의 경우, 탄성성분이 저장 이틀째에는 43.5 kPs에서 59.2 kPs로 상승을 보였으나 그후 저장기간이 증가할수록 변화없이 57.6 kPs-59.5 kPs를 유지하는 것으로 나타났으며 생분해성 포장재질에 포장한 달걀의 경우에는 저장중 약간의 변화가 있기는 하나 초기의 값이 거의 유지되면서 약간의 증가를 보였다. 그러나 복합 필름 포장재에 포장한 달걀의 경우 초기에 증가한 elastic constant 값은 4일 이후에는 급격한 감소를 보여 36.5 kPs의 값을 나타내었다(Fig. 2).

Hickson 등<sup>14)</sup>은 무포장과 살균한 plastic bag에 저장한 달걀의 elasticity를 저장기간별로 측정하였으며 그 결과 무포장의 경우 elasticity는 계속 상승하였으나 plastic bag에 저장한 달걀젤의 경우에 5일까지는 증가하다가 10일 이후에

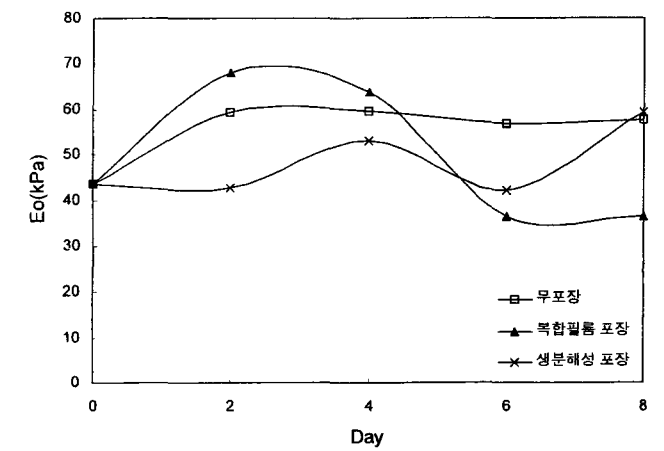


Fig. 3. Changes in elastic constant(E) of egg white gels stored in different packages.

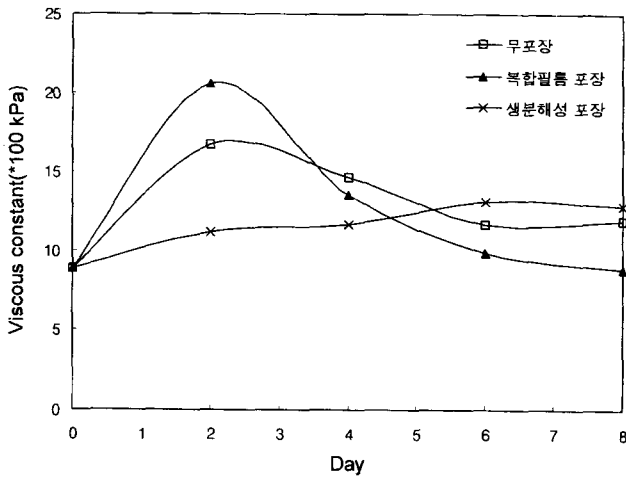


Fig. 4. Changes of viscous constant( $\eta$ ) of egg white gels stored in different packages.

는 감소하는 본 실험과 유사한 현상을 보고하였다. 이는 pH와 ovomucin-lysozyme의 복합물이 elasticity 및 최종 달걀 젤의 물성에 주된 영향을 미치며, plastic bag에 저장한 달걀로 만든 젤의 경우는 pH가 8.6을 경과한 이후에는 lysozyme-ovomucin의 복합물에 파괴가 일어나면서 elasticity를 감소시키는 것으로 여겨진다.<sup>13,15)</sup>

Three element Maxwell model에 적용하고 계산한 viscous constant의 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 무포장한 달걀의 경우와 생분해성 포장재에 포장한 달걀의 경우 저장이 진행되면서 거의 유사한 값을 나타내지만 복합 필름 포장재에 포장한 달걀의 경우는 초기 빠른 증가이후 저장이 진행됨에 따라 급격한 감소를 보였다.(Fig. 3) 따라서 공기의 투과성이 떨어지는 복합 필름 포장재의 경우에는 장기적인 저장효과가 다른 재질에 비해서 급격히 떨어지는 것으로 보여진다.<sup>16)</sup>

### 감사의 글

본 연구는 농림수산특정 연구과제의 연구비지원으로 수행된 연구의 일부입니다.

### 참고문헌

- Savarian, B. (1980) Poultry and Eggs., In "Principles of Food Packaging", Sacharow, S. and Griffin, Jr., R.C.(eds.) AVI Publishing Co., Westport, C.T.
- Weller, C.L. (1996) An overview on the need and po-

tential of biopolymer-based films for food and industrial uses. *식품과학과 산업.*, **29**:2

- Lim, S.T. (1996) Utilization of modified starches in biodegradable PE films. *식품과학과 산업.*, **29**:30
- Nishiyama, M. (1996) Biodegradable plastics derived from homogenized cellulose and chitosan. *식품과학과 산업.*, **29**:38
- Saito, T., S. Nakao, M. Abe, Y. Kawase, and T. Kobayashi, (1996) Enzymatic degradation of natural and synthetic polyesters. *식품과학과 산업.*, **29**:42
- 이신호, 노홍균, 정영희. (1996) Chitosan coating이 계란의 저장중 품질에 미치는 영향. *한국영양식량학회지.*, **25**:2
- Hsieh, Y.L., J.M. Rogenstein, and M.A. Rao (1983) Gel point of whey and egg proteins using dynamic rheological data. *J. Food Sci.*, **58**:116
- Hsieh, Y.L. and J.M. Regenstein (1992) Elastic attributes of heated egg protein gels. *J. Food Sci.*, **57**:862
- Nakamura, R., H. Sugiyama, and T. Sato, (1978) Factors contributing to the heat-induced aggregation of ovalbumin. *Agric. Biol. Chem.*, **48**:819
- Mine, Y., T. Noutomi, and N. Haga (1990) Thermally induced changes in egg white proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **38**:2122
- Hsieh, Y.L., J.M. Rogenstein, and M.A. Rao (1983) Gel point of whey and egg proteins using dynamic rheological data. *J. Food Sci.*, **58**:116
- Hsieh, Y.L. and J.M. Regenstein (1992) Elastic attributes of heated egg protein gels. *J. Food Sci.*, **57**:862
- Johnson, T.M. and M.E. Zabik (1981) Gelation properties of albumin proteins, singly and in combination. *Poultry Sci.*, **60**:2071
- Shimada, K. and S. Matsushita (1980) Thermal Coagulation of Egg Albumen. American Chemical Society, p 409
- Powrie, W.D. (1977) Chemistry of Eggs and Egg products. *Egg Sci. and Tech.*, 2nd ed.
- Hickson, D.W., E.S. Alford, F.A. Gardner, K. Diehl, J.O. Sanders, and C.W. Dill (1982) Changes in heat-induced rheological properties during cold storage of egg albumen. *J. Food Sci.*, **47**:1908
- Ma, C.Y. and J. Holme, (1982) Effect of chemical modifications on some physicochemical properties and heat coagulation of egg albumen. *J. Food Sci.*, **47**:1454
- McEvoy, H., S.B. Ross-Murphy, and A.H. Clark (1985) Large deformation and ultimate properties of biopolymer gels : 1. Single biopolymer component systems. *Polymer* **26**:1483

---

**Influence of the Biodegradable Packaging Material on the Rheological Properties of Eggs**

Ji-Hyun Kim, Byung-Yong Kim\*, and Jong-Shin Park<sup>1</sup>(*Department of Food Science and Technology, Kyunghee University, Yong-In 449-700, Korea, <sup>1</sup>Department of Natural Fiber Science, Seoul National University, Suwon 441-774, Korea*)

**Abstract:** The changes in rheological properties of egg white stored in biodegradable package were investigated by pH change, failure stress and stress relaxation curve, and compared with control without package and complex PE. Initial pH of egg white stored in biodegradable package changed from 8.39 to 9.3 after 8 day storage, showing similar trend in pH change as that of control without package. Initial 14.25 N failure stress was changed into 6.76 N in biodegradable package and 9.31 N in control. Complex PE, having a relatively low gas permeability compared to biodegradable package, showed less pH changes from 8.30 to 8.81, but a greater decrease in failure stress into 5.29 N, indicating more deteriorating effect in complex PE package. Viscoelastic constants, such as elastic constant and viscous constant, obtained from stress-relaxation curve by three element Maxwell model were not significantly different between control and biodegradable package, but eggs stored in complex PE showed greater changes during storage. Therefore, the permeability seems to be the major factors to influence the rheological properties of egg and biodegradable packaging materials showed a potential substitute package for eggs.

---

**Key words :** biodegradable package, egg white, failure stress, stress relaxation

\*Corresponding author