

## 복합 필름(SPI/corn starch)이 메추리알 및 샌드위치 식품에 미치는 영향

김재연 · 박상규<sup>1</sup> · 이종옥<sup>†</sup>  
전남대학교 식품공학과, <sup>1</sup>광주 과학기술원 신소재공학과

### Effect of Composite Film on Quail Egg and Sandwich Breads

Jae-Youn Kim, Sang-Kyu Park<sup>1</sup> and Chong-Ouk Rhee<sup>†</sup>

Dept. of Food Science and Technology & Institute of Agricultural Science and Technology,  
Chonnam National University, Gwangju, 500-757, Korea

<sup>1</sup>Dept. of Material Science and Engineering, Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju, 500-712, Korea

#### Abstract

Yolk index (YI), Haugh unit (HU) and weight loss of quail egg were measured to evaluate the effect of composite film (SPI/corn starch). Also, the effect of composite film was investigated to extend the shelf-life of sandwich foods. The quality characteristics of sandwich food was measured by the weight increment. The weight reduction ratio for quail egg coated with composite film showed 8% increment after 20 day storage. Yolk index and Haugh unit were significantly different between the uncoated and coated quail eggs with composite film solution. Sandwich coated with composite film showed the less weight increase for 12 hour storage compared to controls.

**Key words :** composite films (SPI/corn starch), quail egg, sandwich food

#### 서 론

단백질, 지방, 탄수화물 등이 단일 또는 복합으로 제조된 가식성 필름(edible films)은 식용이 가능하며 쉽게 생분해 될 뿐 아니라 사용 후에는 동물 사료로도 이용될 수 있다(1, 2). 또한 식품 표면을 코팅하거나 식품의 내부에 사용하여 식품을 외부의 충격으로부터 보호하여 식품의 저장 수명을 증가시키는 동시에 수분, 기체 및 용질의 이동을 방지하는 기능을 한다(3).

분리 대두단백질은 극성 아미노산의 함량이 높아 필름 제조시 물을 용매로 사용하기 때문에 필름 제조에 비용이 적게 든다(4). 분리 대두단백질 필름은 이산화탄소, 산소와 같은 가스의 투과성이 매우 낮은 장점을 지니고 있다. 그러나 친수성이 강해 수증기 투과도가 높고, 물리적 강도가 낮은 것이 단점이다(5, 6). 전분으로 만들어진 필름은 우수한 기계적 특성과 산소 저해성을 가지고 있다(7). 그 중에서도 옥수수 전분은 비교적 가격이 저렴하며, 가장 많이 생산

되고 있는 전분 재료 중의 하나이다. 그러나 옥수수 전분은 가열하여 호화시킨 후 냉각하면 불투명하고 탄력성이 적은 겔이 된다. 이러한 성질은 필름 제조시 불리한 점으로 작용한다(8). 그래서 이들은 단독으로 사용하기보다는 서로의 장단점을 보완하기 위하여 유화, 분자구조의 변조 그리고 적층의 방법을 이용하여 복합필름을 제조하면 기계적 특성 및 수증기 투과성을 향상시킬 수 있다(9, 10).

메추리알은 종이나 펄프를 이용하여 메추리알 포장을 하나 강도의 부족으로 인하여 대부분 PVC나 PVDC와 같은 수축 포장재를 사용하고 있다(11). 그러나 이러한 포장재만으로는 외부 공기를 차단할 수 없으므로 포장 전 단계에서 메추리알을 가식성 재료로 개별 코팅함으로써 저장성 향상 및 품질 유지를 증대시킬 수 있고 충격으로 인한 파손을 예방할 수 있는 등 유통과정 중의 경제적 손실을 줄일 수 있을 것이다(12).

경제 활동 인구의 증가로 인하여 각종 편의점에서의 복합 조리 식품의 소비가 날로 증가하고 있다(13). 복합 조리 식품 중 큰 수요를 차지하고 있는 김밥이나 샌드위치의 경우, 식품 내에서 수분의 이동으로 인하여 내용물이 눅눅해 짐으로써 식품의 품질 저하 및 식중독균의 오염이 초래

<sup>†</sup> Corresponding author. E-mail : corhee@chonnam.ac.kr,  
Phone : 82-62-530-2142, Fax : 82-62-530-2149

되기 쉬운 실정이다. 또한 이들의 유통기한이 매우 짧고 유통기한 이내일지라도 가공유통 시의 위생 상태에 따라 식중독의 위험성이 증가하고 있다. 그러므로 복합 조리 식품(샌드위치)의 품질 유지를 위하여 부재료의 수분이 식빵으로 이동하는 것을 막아야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 가식성 필름이나 식품 포장재로 이용되는 분리 대두단백질과 기계적 특성이 좋은 옥수수 전분을 혼합하여 새로운 복합 필름을 제조하였다. 이 복합 필름의 막 특성을 이용하여 메추리알을 개별 외부 코팅하여 저장성 향상 및 품질 유지를 증대시키고자 하였다. 또한 복합 필름을 복합 조리식품(샌드위치)에 적용하여 식빵의 품질을 유지하기 위한 저장 실험을 하였다.

**재료 및 방법**

**재료**

본 실험에 사용된 분리 대두단백질(soy protein isolate, SPI)은 ADM Company의 PRO FAM 974를 사용하였으며, 옥수수 전분(corn starch, CS)은 Sigma사에서 구입하여 사용하였다. 메추리알은 코리아 메추리 농장 (전남 화순)에서 구입한 생후 4개월 된 메추리에서 산란된 메추리알을 사용하였다.

**필름 용액의 제조**

SPI 필름용액은 증류수 100 mL에 SPI 5 g에 가소제로 glycerol 40% (w/w)을 첨가하여 용해시킨 후 1.0 N NaOH 용액으로 pH를 10±0.1이 되도록 조정 후 이 용액을 85°C에서 30분간 가열하여 제조하였다. 복합 필름 용액은 5% (w/v)대두 분리단백질 용액에 6% (w/v)옥수수전분 용액을 각각 1 : 1 비율로 혼합하고, 이 혼합용액 100 mL에 glycerol 1 g을 첨가하여 85°C의 water bath에서 30분간 가열한 후 상온에서 냉각시켜 제조하였다.

**메추리알의 코팅**

메추리알을 수돗물로 세척하여 건조한 다음 5% SPI와 6% com starch, SPI/com starch 복합 용액으로 2초간 침지시켜 메추리알을 코팅한 후에 건조시켰다.

**메추리알의 저장 중 Yolk index와 Haugh unit의 변화**

메추리알을 수평 유리판 위에 할란하여 microcaliper를 사용하여 난백의 높이, 난황의 높이, 난황 폭을 측정하였고 아래 (1)과 (2)식에 의해 yolk index와 Haugh unit를 산출하였다.

$$\text{Yolk index} = \text{Yolk height} / \text{Yolk width} \quad (1)$$

$$\text{Haugh unit} = 100 \log(H - 1.7W^{0.37} + 7.6) \quad (2)$$

H : Egg albumen height(mm), W : Weight of egg(g)

**메추리알의 저장 중 중량 변화**

코팅된 메추리알을 25°C로 조절된 incubator에서 각각 20일 동안 저장하면서 메추리알의 중량 변화를 측정하였다.

**샌드위치 빵에 응용**

크기를 50×12 mm로 자른 식빵 위에 같은 크기로 자른 0.06mm 두께의 복합필름을 그 위에 얹고 샐러드를 위에 놓은 다음 랩으로 표면을 포장하였으며 수분이동의 변화를 알기 위해서 4°C의 incubator에 저장하면서 3시간 간격으로 식빵의 중량 변화를 측정하여 백분율로 환산하였다.

**통계처리**

본 실험은 전체적인 실험을 3회 반복하여 평균편차를 구하였으며, 각 평균값의 유의적인 차이를 SPSS program의 분산분석(ANOVA) 및 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**메추리알의 저장 중 yolk index의 변화**

코팅한 메추리알을 25°C, 50% RH로 20일간 저장한 메추리알의 yolk index의 값은 Fig. 1과 같이 나타났다.

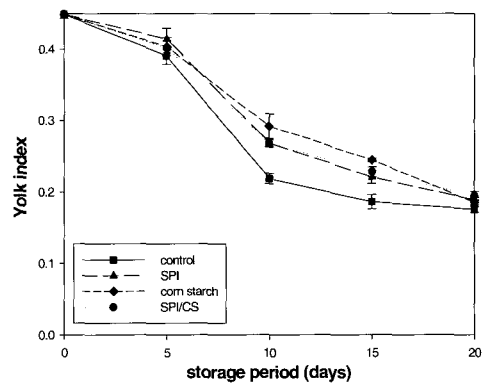


Fig. 1. Changes of yolk index of quail eggs coated with composite film during storage at 25°C and 50% RH.

이 등(14)의 연구에서는 난황의 높이를 난황의 직경으로 나눈 값인 yolk index는 난황의 신선도 평가에 사용되고 신선한 달걀의 yolk index는 0.40 이상이며, 0.25 이하인 달걀을 할란할 경우 난황의 형태가 쉽게 파괴된다고 하였다. 또한 저장 중 yolk index의 감소 원인은 난황막의 약화에 의한 것이고 저장 중에 난백의 수분은 난황막을 통하여 난황으로 이행됨으로써 난황의 높이는 낮아지고 직경은 커진다고 하였으며, 저장 기간이 길어지고 저장 온도가 높아질수록 수분 이행도가 빨리 진행되어 결국에는 난황막이 파열됨으로써 난황과 난백이 혼합된다고 하였다. 본 실험에서 초기 yolk index 값은 0.45였다. 대조구와 복합 필름으

로 코팅된 메추리알들의 yolk index 값이 급속히 감소하는 시점은 5~10일 사이였으며 각각 0.39에서 0.22, 0.40에서 0.27로 감소하였다. 필름 용액으로 코팅 처리된 메추리알들 사이에서는 서로 유의적 차이(p<0.05)가 발견되지 않았고 저장 20일 동안 복합 필름으로 코팅된 메추리알은 yolk index 값이 0.45에서 0.19로 감소하였으며, 대조구는 0.45에서 0.17로 감소하여 차이를 나타내었다.

**메추리알의 저장 중 Haugh unit의 변화**

Haugh unit는 달걀의 품질을 평가하는 종합적인 수치로 저장 시간에 따라 변하는 난백의 무게와 높이의 관계를 20~100 범위에서 수치화 한 것이다(15). 메추리알의 저장 중 Haugh unit의 측정값은 Fig. 2와 같이 나타났다. 미국 농무성(USDA) 기준(16)에 의해 달걀의 등급을 Haugh unit를 근거로 AA(72 이상), A(60~72), B(60 이하)로 나눈다. 그리고 신선한 난백 일수록 투명하고 점도가 높아서 퍼지는 면적이 좁을수록 좋다. 본 실험에서 초기 Haugh unit 값은 93.2 이었다. 모든 메추리알이 급속히 Haugh unit 값이 감소하는 경향을 보이는 시점은 0일에서 5일 사이의 기간이었다. yolk index와 마찬가지로 저장 기간 동안 필름 용액으로 코팅 처리된 메추리알들 사이에서는 서로 유의적 차이(p<0.05)가 발견되지 않았다. 저장 20일 동안 복합 필름으로 코팅된 메추리알의 Haugh unit의 변화값은 93.2에서 84.0으로 감소하였으며, 대조구는 이 보다는 더 낮은 82.6으로 감소하였다.

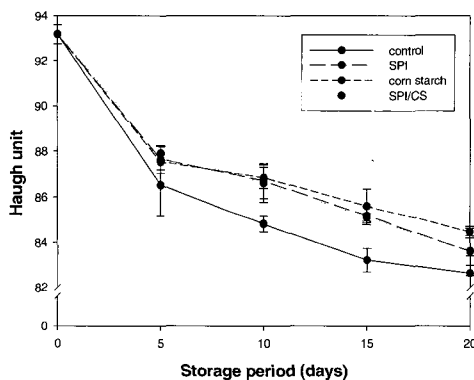


Fig. 2. Changes of Haugh unit of quail eggs coated with composite film during storage at 25°C and 50% RH.

**메추리알의 저장 중 중량 변화**

코팅한 메추리알을 25°C, 50% RH로 20일간 저장한 메추리알의 중량변화 값은 Fig. 3과 같다. 대조군의 경우 저장 20일 동안 17%의 감소를 보여준 반면, 여러 가지 가식성 용액으로 코팅 처리된 메추리알들은 10~12 %의 감소 경향을 보여 모든 코팅 처리된 메추리알들이 대조구 보다는 중량 감소율이 적음을 확인할 수 있었다. Johnson 등(17)은 실온에서 28일간 달걀을 저장하였을 때 28일 후 com zcin-

로 코팅한 계란의 수분 손실이 3.1%로 가장 적었다고 하였다. 이 등(14)의 연구에서는 달걀에 chitosan 코팅을 하여 20°C에서 60일간 저장하였을 때 세척란 chitosan 2% 처리구가 5.43%까지 난중 감소율을 줄일 수 있었다고 한다. 이와 같은 결과들은 본 실험의 결과와 같은 경향을 나타내었다.

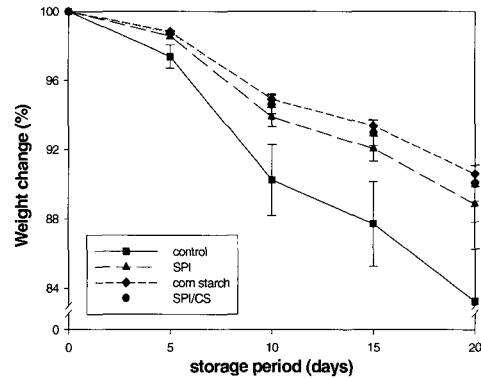


Fig. 3. Changes of weight of quail eggs coated with composite film during storage at 25°C and 50% RH.

난류 식품은 수분 증발과 이동으로 Haugh unit, 난황지수나 난백지수가 감소한다(15). 이와 같이 난류의 코팅 처리로 인한 중량 감소 지연 효과는 메추리알 표면의 기공을 밀폐함으로써 메추리알 내부의 CO<sub>2</sub>나 수분의 증발을 방지하여 메추리알의 중량 감소를 막고 난백의 수분이 난황막으로 이행하는 것을 지연시켜 메추리알의 품질을 유지하는 것으로 사료된다.

Table 1. Thickness of composite films made of SPI and corn starch (unit: mm)

	Films		
	SPI	6% CS	SPI/CS
Thickness	0.08 <sup>a1)</sup> ±0.01	0.05 <sup>b</sup> ±0.01	0.06 <sup>b</sup> ±0.01

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation

<sup>a,b)</sup>Means with different superscripts in each column are significantly different(p<0.05).

**샌드위치 빵에 응용**

분리 대두단백질과 옥수수 단백질의 적층 필름을 샌드위치에 적용할 경우 필름의 두께가 0.22 mm로 두꺼워지는 경향이 있어서 문제가 있다(8, 18). 이에 대한 대처 방안으로 적층 필름 대신 본 실험에서는 옥수수 전분과 분리 대두단백질을 혼합하는 방법을 이용하여 복합 필름을 제조함으로써 적층 필름보다 더 얇은 0.06 mm의 두께(Table 1)를 가지는 필름을 제조할 수 있었다. 이 복합 필름을 샌드위치 빵과 부 재료 사이에 넣고 빵의 저장 중 중량 변화를 측정 한 결과는 Fig. 4와 같다. 대조구의 경우 12시간 후에는 빵의 중량이 31.9% 까지 증가하였으며 분리 대두 단백질 필름이 7.0%의 증가를 보였다. SPI/CS 복합 필름의 중량 증가율은

5.3%를 나타내었다. 이와 같이 복합 필름을 샌드위치와 같은 조리 식품에 적용함으로써 대조구와 분리 대두단백질 필름보다 수분의 이동이 억제됨을 알 수 있었다.

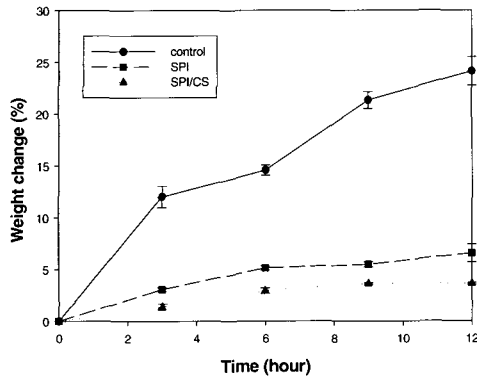


Fig. 4. Weight changes of sandwich breads during storage at 4°C.

## 요 약

분리 대두단백질과 옥수수 전분을 혼합한 복합 필름의 막 특성을 이용하여 메추리알을 코팅하고 저장성 향상 및 품질 유지를 증대시키고자 하였으며 복합 필름을 복합조리 식품(샌드위치)에 적용하여 식빵의 품질을 유지하기 위한 저장 실험을 하였다.

메추리알에 필름 용액을 코팅시킨 후 저장 중 Haugh unit, yolk index, 중량변화를 측정하였다. 25°C, 50% RH로 조절된 incubator에서 20일간 저장된 대조구와 복합 필름으로 코팅된 메추리알의 Haugh unit, yolk index를 측정한 결과 코팅 처리된 메추리알이 감소율이 적었으며, 중량 변화에서도 복합 필름으로 코팅된 메추리알이 대조구 보다 더 낮은 중량 감소를 나타내었다.

샌드위치 사이에 복합 필름을 넣고 부재료의 수분이 식빵으로 이동하는 현상을 알아본 결과 12시간 후 복합 필름은 5%의 중량 증가를 나타내었으며 대조군은 31% 중량 증가를 보여 복합필름이 대조군 보다 수분 이동을 억제시킬 수 있음을 알 수 있었다. 그러므로 SPI/CS 복합 필름 용액을 이용하여 난류에 코팅하면 제품의 품질 유지 및 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대되고 복합 조리 식품에 적용할 경우 부재료의 수분이동을 막아 빵의 눅눅해짐으로 인한 품질 저하와 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 2004년도 전남대학교 특별연구사업비에 의하여 수행되었으며 이에 깊이 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Rhim, J.H. (1998) Modification of soy protein film by

- formaldehyde. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 372-378
2. Cho, S.Y., Park, J.W. and Rhee, C. (1998) Edible films from protein concentrates of rice wine meal. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 1097-1106
3. Gennadios, A. and Weller, C.L. (1990) Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technol.*, 44, 63-69
4. Guilbert, S. (1986) Technology and application of edible protective films. In : *Food Packaging and Preservation: Theory and Practice*, Mathlouthi, M. (Ed.), Elsevier Applied Science Publisher, London, p.375-380
5. Krochta, J.M. (1992) Control of mass transfer in foods with edible coatings and films. In : *Advances in Food Engineering*, Singh, R.P. and Wirakartakusumah, M.A. (Eds.), CRC Press, Boca Raton, FL. p.517-538
6. McHugh, T.H., Avena-Bustillos, R. and Krochta, J.M. (1993) Hydrophilic edible films: modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. *J. Food Sci.*, 58, 899-903
7. Forsell, P., Lahtinen, R., Lahelin, M., and Myllarinen, P. (2002) Oxygen permeability of amylose and amylopectin films. *Carbohydrate Polymers*, 447, 125-129
8. Yook, C., Pek, U.H. and Park, K.H. (1991) Physicochemical properties of hydroxypropylated com starches. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23, 175-182
9. McHugh, T.H., Avena-Bustillos, R. and Krochta, J.M., (1993) Hydrophilic edible films. modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. *J. Food Sci.*, 58, 899-903
10. Park, J.W., Testin, R.F., Park, H.J., Vergano, P.J. and Weller, C.L. (1994) Fatty acid concentration effect on tensile strength, elongation and water vapor permeability of laminated edible films. *J. Food Sci.*, 59, 916-919
11. Savarian, B. (1990) Poultry and Eggs., In : *Principles of Food Packaging*, Sacharow, S. and Griffin, Jr., R.(eds.) AVI Publishing Co., Westport, C.T
12. Cho, J.M., Park, S.K., Lee, Y.S. and Rhee, C.O. (2002) Effects of soy protein isolate coating on egg breakage and quality of eggs during storage. *Food Sci. Biotechnol.*, 11, 392-396
13. Davies, R., Birth, G.G. and Parker, K.J. (1976) Intermediate moisture foods, Applied Science Publishers, London, p.6
14. Lee, S.H., No, H.K. and Jeong, Y.H. (1996) Effect of chitosan coating on quality of egg during storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 25, 288-293
15. Jagannath, J.H., Nanjappa, C., Das Gupta, D.K. and Bawa, A.S. (2003) Mechanical and barrier properties of edible

- starch-protein-based films. J. Appl. Poly. Sci., 88, 64-71
16. Lee, S.K. (1999) The science of eggs and chickens. Yuhan Publishing Co. Seoul, Korea, p.49
17. USDA. (1995) United States standards, grades, and weight classes for shell eggs. USDA, Agricultural Marketing Service, Poultry Division, p.4
18. Pol, H., Dawson, P., Acton, J. and Ogale, A. (2002) Soy protein isolate/ corn-zein laminated films: transport and mechanical properties. J. Food Sci., 29, 212-217

---

(접수 2004년 12월 13일, 채택 2005년 1월 21일)