KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 26, No. 2, pp. 138~140(1994)

Zein과 Gluten 포장지의 수증기투과도와 기계적 특성

김영호 · 김동만 · 김길환
한국식품개발연구원

Permeability and Mechanical Properties of Zein and Gluten-Based Films

Young-Ho Kim, Dong-Man Kim and Kil-Hwan Kim
Korea Food Research Institute

Abstract

Permeability and mechanical properties of degradable films prepared with zein and gluten were measured. Tensile strength of zein-based films was ranged from 30.1 MPa to 138.5 MPa and the strength of gluten-based films was 37.1~98.6 MPa. This strength was increased with increase of thickness in both films. Water solubility of zein-based films, 1.3%, was lower than those of the gluten-based films and the cellulose-based films. The range of water vapor permeability was 0.0711~0.1778 g mm/m^2 hr mmHg for zein-based films and 0.2134~0.2972 g mm/m^2 hr mmHg for gluten-based films. The permeabilty of the films was also increased with thickness.

Key words: zein, gluten, film, permeability, mechanical property

서 론

각종 폐기물에 의한 환경오염문제는 국내외적으로 주요한 관심사로 되어 있다. 미국의 Environmental Protection Agency(EPA)[1]는 전체 쓰레기 중에서 포장 폐기물에 의한 쓰레기가 약 32%(w/w)를 차지하며, 매립되는 포장 폐기물 중에서는 플라스틱 폐기물이 약 31%(w/w)의 높은 비율을 차지하는 것으로 보고한 바 있다. 이와 같은 플라스틱 폐기물에 의한 환경오염을 줄이는 방법의 일환으로 기존의 비분해성 플라스틱 포장지를 천연고분자 물질로 제조한 분해성 포장지로 일부 대체하는 방안이 최근 모색되고 있다[2,3].

분해성 포장지를 제조할 수 있는 천연고분자 물질 중에서 단백질원으로는 zein, gluten, soy protein, collagen, keratin 및 casein 등이 있다. 이중에서zein은 연속생산공정이 가능하며[4] 상업적으로 시판되고 있는 zein의 분자량은 25,000~35,000 정도이다. Zein은 alcohol에 녹는 단백질로서 용해성에 따라 95% ethanol에 녹는 α-zein과 60% ethanol에 녹는 β-zein으로 나눌 수 있으며, 아미노산 조성을 볼 때 lysine과 arginine이 미량 존재하고 glutamine, leucine, proline, alanine 등이 풍부하기 때문에 소수성을 지니고 있다. 이러한 물성을 지닌 zein은 오래전부터 제약, 사진필름 등의 피막형성제로 이용되어 왔으며 최근 분해성 포장지로의 이용에 대한 연구가 새롭게 조명되고 있다.

한편, gluten은 70% ethanol에 녹는 gliadin과 녹지않는 glutenin으로 구성되어 있으며 leucine, proline, phenylalanine, valine과 같은 비극성 아미노산 함량이 높기 때문에 소수성을 나타낼 뿐만 아니라 비교적 많은 양의 cystein이 존재하기 때문에 이들의 disufide 결합으로 탄성(elasticity)과 응집성(cohesiveness)을 나타내는 것으로 보고되어 있다[5,6].

본 연구에서는 zein과 gluten을 이용하여 포장지를 시험제조하였으며, 시험제조된 분해성 포장지의 기능성을 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

분해성 포장지 제조에 사용된 zein과 gluten은 Sigma사(U.S.A.)에서 구입하였다.

Zein 포장지 제조

본 실험에 사용된 zein 포장지 제조공정은 예비실험 과정을 거쳐 결정되었다. 즉, 300 ml의 70% ethanol 용액에 50~60 g의 zein을 용해시킨 후 glycerol 10 ml를 첨가하여 혼합하였으며 용액속에 녹아있는 공기를 제거하기 위하여 탈기 과정을 거쳤다. 탈기된 zein 용액을 수평이 유지된 유리판에 일정량씩 부어 50℃에서 건조하였다.

Gluten 포장지 제조

Corresponding author: Young-Ho Kim, Korea Food Research Institute, Baekhyun-dong, Seongnam-si, Kyungki-do 463-420, Korea

Gluten 포장지는 Okamoto[7]와 Anker 등[8]의 방법을 수정하여 제조하였는데 그 공정은 다음과 같다.

즉, 35~40 g의 gluten을 먼저 60% ethanol로 용해시킨 다음 glycerol 12 ml를 첨가하여 혼합하였다. Gluten 포장지 제조적성을 향상시키기 위하여 6 N ammonium hydroxide를 가하여 gluten 용액의 pH를 10.0으로 조절하였다. Gluten 포장지의 투명도를 높이기 위하여 알카리로 조절된 gluten 용액을 여과한 후 85℃에서 15분간 가열하였고, 수평이 유지된 유리판에 일정량씩 부어 50℃에서 건조하였다.

포장지 두께 측정

포장지 두께는 0.0025 mm의 정밀도를 지닌 다이알 캘리퍼스(Fowler, Japan)를 사용하여 무작위로 취해진 시료를 20번 측정한 후, 평균값으로 나타냈다.

인장강도 측정

인장강도는 KS A 1512[9] 방법으로 Instron(Model 1125, Instron Engineering Corp., USA)를 이용하여 포장지별로 10번씩 측정하였다. 각 포장지의 시험편은 너비 15±0.1 mm, 평행도 0.1 mm 이내, 길이 25 cm로 절단하였으며 Instron의 grip 거리는 50 mm, crosshead 속도는 500 mm/min.로 조절하였다. 측정된 포장지의 인장강도는 MPa로 표시하였다.

용해도 측정

용해도 측정은 전보[10]의 방법을 이용하였으며, 25℃ 물에 용해되는 고형분의 양을 백분율로 나타냈다.

수증기투과도 측정

수증기투과도는 ASTM E96-80[11]와 KS A 1013[12] 방법을 이용하여 전보[10]와 같은 방법으로 측정하였다.

결과 및 고찰

인장강도

Zein과 gluten으로 제조한 포장지의 인장강도를 Table 1에 나타냈다. Zein 포장지와 gluten 포장지의 인장강도 범위는 각각 30.1~138.5 MPa, 37.1~98.6 MPa로서, Aydt 등[13]의 결과(Zein 포장지 0.4 MPa, Gluten 포장지 1.8 MPa)보다는 높은 인장강도를 보였다. 이러한 차이는 제조공정의 차이 즉, 원료 사용량, 용제의 종류, pH조절, 가소제 사용여부 등에 따라 나타날 수 있는 것으로, 포장지의 용도에 따라 인장강도는 조절이 가능한 것으로 생각되었다. 한편, 포장지 두께에 따른 인장강도는 셀룰로오스 포장지의 경우[10]와 마찬가지로 두께가 두꺼워질수록 증가하였으나, zein 포장지가 gluten 포장지보다 두께 증가에 따른 인장강도 증가율이 컸으며, 증가 추세는 거의 직선적이었다(r=0.993).

Table 1. Tensile strength of zein and gluten-based films

Type of protein	Thickness (mm)	Tensile strength (MPa)
Zein	0.089 (0.015)[1]	30.12 (6.44)
	0.114 (0.030)	47.88 (8.75)
	0.157 (0.043)	105.02 (4.12)
	0.201 (0.023)	138.48 (8.49)
Gluten	0.254 (0.043)	37.07 (3.09)
	0.295 (0.046)	58.43 (6.95)
	0.333 (0.038)	98.58 (8.75)

[1]Values in parenthesis refer to standard deviation

용해도

Zein 포장지와 gluten 포장지의 물에 대한 저항성(water resistance)을 조사하기 위하여 용해도를 측정하였는데, 그 결과는 Table 2와 같다.

Zein 포장지의 용해도는 1.3%로 gluten 포장지의 용해도인 15.2%보다 낮았으며, 셀룰로오스 포장지의 경우[10]와 비교시에도 zein 포장지의 용해도가 상대적으로 낮게 나타났다. 따라서 물에 대한 내성이 강한 분해성 포장지를 제조하려면 zein을 이용하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

수증기투과도

분해성 포장지는 친수성을 갖기 때문에 수증기투과도가 높아[13,14], 실용화를 위하여 이들 분해성 포장지의 수증기투과도를 낮추려는 연구가 시도되고 있다[15]. Zein과 gluten으로 시험 제조한 단백질 포장지의 수증기투과도를 측정하였던 바, Table 3에 그 결과를 나타냈다.

Zein과 gluten 포장지의 수증기투과도는 각각 0.0711~0.1778 g mm/m² hr mmHg, 0.2134~0.2972 g mm/m² hr mmHg 범위를 보였으며, 포장지 두께가 두꺼워질

Table 2. Solubility of zein and gluten-based films

Type of protein	Solubility (%)
Zein	1.30 (1.00)[1]
Gluten	15.22 (1.13)

[1]Values in parenthesis refer to standard deviation

Table 3. Water vapor permeability of zein and gluten-based films

Type of protein	Thickness (mm)	Permeability (g mm/m² hr mmHg)
Zein	0.051 (0.003)[1]	0.0711 (0.0152)
	0.107 (0.003)	0.1092 (0.0203)
	0.185 (0.005)	0.1778 (0.0254)
Gluten	0.234 (0.013)	0.2134 (0.0025)
	0.302 (0.023)	0.2972 (0.0051)

[1]Values in parenthesis refer to standard deviation

수록 수증기투과도는 증가되었다. 본 실험에서 얻은 zein과 gluten 포장지의 수증기투과도는 셀룰로오스 포장지의 수증기투과도[10]와 유사하였으며, 이러한 결과는 단백질 필름의 수증기투과도는 셀룰로오스 필름의 경우보다 10배 정도 높았다는 Park 등[14]의 연구결과와 차이를 보였는데, 이는 가소제의 사용여부 및 종류, pH조절, 가열 등 제조공정 상의 차이에 기인된 것으로 생각되었다.

요 약

Zein과 gluten을 이용하여 시험제조한 분해성 포장지의 기능성을 조사하였다.

Zein과 gluten 포장지의 인장강도는 각각 30.1～138.5 MPa, 37.1～98.6 MPa 범위를 나타냈으며 제조된 포장지의 두께가 두꺼워질수록 인장강도는 증가하였다. 용해도는 zein 포장지가 1.3%로서 gluten 포장지 및 셀룰로오스 포장지의 용해도에 비하여 상대적으로 낮게 나타났다. 한편, 수증기투과도는 zein 포장지의 경우 0.0711～0.1778 g mm/m^2 hr mmHg, gluten 포장지의 경우 0.2134～0.2972 g mm/m^2 hr mmHg였으며 인장강도와 마찬가지로 제조된 포장지의 두께가 두꺼워질수록 증가하였다.

문 헌

1. EPA: *Methods to manage and control plastics wastes.* Congressinal Executive Summary, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Water, EPA/530-SW-89-051-A(1990)
2. Maddever, W.J. and Chapman, G.M.: Additives-Modified starch based biodegradable plastics. *Plast. Eng.,* **45**(7), 31(1989)
3. *Modern plastics.* March, p.22(1990)
4. Reiners, R.A., Wall, J.S. and Inglettes, G.E.: Corn proteins. Potential for their industrial use. In *Industrial Uses of Cereals,* Y. Pomeranz (Ed), American Assn. of Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minn. p.285(1973)
5. Krull, L.H. and Inglett, G.E.: Industrial uses of gluten. *Cereal Sci. Today,* **16**(8), 232(1971).
6. Kasarda, D.D., Nimmo, C.C. and Kohler, G.O.: Principal chemical components of wheat and flour. In *Wheat Chemistry and Technology,* Y. Pomeranz (Ed), American Assn. of Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minn. p.227(1971)
7. Okamoto, S.: Factors affecting protein film formation. *Cereal Sci. Today,* **23**(5), 25(1978)
8. Anker, C.A., Foster, G.A. and Ader, M.A.: Methods of preparing gluten containing films and coatings. *U.S. Patent,* 3,653,925(1972)
9. 공업진흥청: 식품포장용 플라스틱 필름(KS A 1512). 한국공업표준협회(1981)
10. 김영호, 박현진, 김동만, 김길환: 셀룰로오스 포장지의 기능성. 한국식품과학회지, 투고중(1993)
11. ASTM: Standard methods for water vapor transmission of materials (E96-80). *Annual Book of ASTM Standard,* American Society For Testing and Materials, Philadelphia, U.S.A. (1987)
12. 공업진흥청: 방습포장재료의 투습도 시험방법(KS A 1013). 한국공업표준협회(1981)
13. Aydt, T.P., Weller, C.L. and Testin, R.F.: Mechanical and barrier properties of edible corn and wheat protein films. *Transaction of the ASAE* **34**, 207(1991)
14. Park, H.J. and Chinnan, M.S.: Properties of edible coatings for fruits and vegetables. *ASAE Paper* No. 906510, ASAE, St. Joseph, MI(1990)
15. Greener, I.K. and Fennema, O.: Barrier properties and surface characteristics of edible, bilayer films. *J. Food Sci.* **54**, 1393(1989)

(1993년 11월 20일 접수)