

Plastic 필름 포장에 따른 옥수수 전분과 분리 대두단백질의 이성분 혼합물의 흡습특성

김덕웅 · 우상규*

한양여자전문대학 식품영양과 · *한양대학교 식품영양학과

Sorption Characteristics of Binary Mixture of Corn Starch—Soy Protein Isolates in Plastic film Packaging

Duck—Woong Kim and Sang—Gyu Woo*

Dept. of food and Nutrition, Hanyang Women's Junior College, Seoul, 133—070, Korea.

**Dept. of Food and Nutrition Hanyang University, Seoul, 133—070, Korea.*

Abstract

Sorption properties of corn starch(CS) and Soy protein isolates(SPI) in plastic films packaging were investigated for binary system. The mixture were sealed in plastic films of low density polyethylene(LDPE), oriented polypropylene(OPP) and LDPE/OPP coated film and packaging effect on the changes of moisture sorption during storage at 40°C were studied. The following results were obtained. The water vapor permeability of material films was 32.6 g/m²/24hrs(below g) for 0.02 mm LDPE film, 14.01 g for 0.04 mm LDPE film, 7.30 g for 0.02 mm OPP film, 3.37 g for 0.04 mm OPP film and 4.86 g for 0.02 mm LDPE/0.02 mm OPP coating film at 40°C 90%RH, therefore the OPP film was more effective than LDPE film on the resistance of relative humidity. And the OPP film packaging sealed mixture of food samples was also more effective than LDPE film, having same thickness for increase of water vapor permeability during storage at 40°C. A general increase in sorption rate was found more in SPI than CS in the packaged mixtures.

서 론

식품중의 수분은 자유수와 결합수의 형태로 존재하며 주위환경의 온습도에 따라 흡탈습을 하면 형태수축현상, 조직연화현상, 분말의 固結현상이 있으며 조해하면 paste상으로 액화하는 경우도 있다. 이와같이 각종 원료식품이나 가공식품의 흡습특성에 관한 연구는 거대분자와 소분자사이의 성질차이, 결정질과 비결정질과의 관계, 보수성과 탈수성, 친수성기와 소수성기 및 ion과 비ion과의 작용 그리고 동일성질끼리의 상호작용관계 등 그 다양한 구성성분에서의 수분이동 및 형성에 관하여 많은 보고가 있었으나 아직도 어떤 식품의 흡습특성을 적용시켜

응용하기에는 어려움이 많다.^{1~7)} 다시말해서 Cherife 등⁸⁾과 Boguet 등^{9,10)}은 수십종의 방정식을 유도한 많은 연구자들의 연구결과로 부터 종합평가분석한 결과 유사한 어떤 식품에 뚜렷하게 적용키는 어려웠다고 하였다. 그리하여 최근 단일성분이나 일정성분의 혼합물로부터 기초연구들이 행해지고 있다.^{6,11~14)} 본연구에서도 단일성분으로 흔히 쓰이는 옥수수전분과 분리대두단백질을 선정하여 시료로 하였다. 이미 옥수수전분은 Shotton and Harb 등¹⁵⁾이, 분리대두단백질은 Hermanson 등^{16~18)}, 그리고 이들 각개 성분으로 부터 혼합물에 대하여 Chinachoti 등¹⁹⁾이 전분과 당, Elgdaily 등²⁰⁾이 단백질과 당 및 염분에 대하여 일부 연구된 바 있지만 이들 혼합물을 plastic film의 재료와 두께별로 포장하여 흡습특성을 규명

한 바는 없어, 일정 온습도상에서 어떠한 흡습특성을 가지고 있는가를 알기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

식품시료

본 실험에 사용된 시료는 미국산 마치종을 습식법으로 처리 가공한 옥수수전분[이하전분 : 미원(주)]이며 수분함량은 13.23%이었고 분리대두단백질(S. P.I, Archer Daniels midland Co.)은 단백질함량이 91.5%, 수분함량이 6.06%(W.B)로서 이들 재료를 체로 쳐서 입자크기를 모두 100mesh로 조정하였다.

그리고 혼합시료의 조제비율은 전분과 단백질이 100 : 0, 70 : 30, 50 : 50, 30 : 70, 0 : 100으로 하였다.

포장시료

포장시료로는 0.02 mm Low density polyethylene (이하 L.D.P.E. 원동주) film, 0.04 mm Low density polyethylene film, 0.02 mm Oriented polypropylene

(이하 O.P.P, 삼영화학주) film, 0.04 mm Oriented polypropylene film 그리고 0.02 mm Low density polyethylene / 0.02 mm Oriented polypropylene coating film이 사용되었다.

수분측정

수분측정은 AOAC법²¹⁾에 의하여 측정하였으며 모든 수분함량의 표시는 건량기준(Dry base, 이하 D.B.)으로 하였다.

흡습속도의 산정

흡습속도는 전등²²⁾이 보고한 식을 적용하여 평형 수분함량변화를 computer program(VAX-11 / 750 system computer, D.E.C Equip. Co., 미국)하에서 대수적으로 처리하여 산출하였다.

포장재료의 밀도

밀도는 한국공업표준규격(KSM 3016)의 수중치환법²³⁾에 따른 비중측정법으로 하였다.

Table 1. Initial moisture contents of individual and mixed sample

Sample	Mixture ratio (%)	Misture contents(%)	
		Wet base	Dry base
Corn starch* : S.P.I.**	100 : 0	13.2284	15.2451
	70 : 30	11.0711	12.4570
	50 : 50	9.6428	10.8465
	30 : 70	8.2085	8.9426
	0 : 100	6.0572	6.4478

* Corn starch : 100 mesh

** Soy protein isolates(S.P.I.) : pH 7, protein : 91.5%, 100 mesh

Table 2. Some physical characteristics of film materials

Code No.	Film materials	Thickness of film(mm)	Density (g / cm ³)	Water vapor permeability (g / m ² / 24hrs · atm)
A	LDPE	0.02±0.002	0.9140	32.60
C	LDPE	0.04±0.001	"	14.01
D	OPP	0.02±0.001	0.9086	7.30
F	OPP	0.04±0.001	"	3.37
G	LDPE / OPP coating	0.04±0.002	"	4.86

포장재료의 투습도시험

투습도는 한국공업표준규격(KSA 1013)의 투습컵 방법²³⁾(ISO 추천규격 R 1195)에 준하였다. 즉 무수 CaCl₂을 넣은 투습컵 개봉면에 시편을 덮고 파라핀 왁스 용액으로 밀봉한 후 온도 40±1℃, 상대습도 90±2%의 항온항습기에 넣고 24시간동안 방치하였다. 무수CaCl₂의 흡수에 의한 중량증가를 g / m² / 24hrs 로 표시하였다.

포장시료의 수분침투특성

Paine의 방법²⁴⁾에 준하여 혼합시료 약 4g을 정확히 칭량하여 플라스틱 필름봉지(13cm×10cm)에 넣어 포장한 후 40±1℃, RH90±2%로 조절된 항온항습기(Yasuda Seiki Seisakusho Ltd, Japan)에 넣고 35일간 저장하면서 시간 경과에 따라 증가한 무게를 측정하였다.

결과 및 고찰

저장중 수분함량의 변화

옥수수전분과 분리대두단백질 그리고 이들을 혼합 하였을 때의 수분함량은 Table 1과 같다.

그리고 포장에 사용된 LDPE film, OPP film 및 두 필름을 접합시킨 LDPE / OPP coating film의 재료별 두께, 밀도 및 투습도는 Table 2와 같다.

전분과 단백질 및 이의 혼합물을 몇가지 plastic film으로 포장한 뒤 상대습도 90%와 40℃에서 저장 하는동안 수분함량의 변화를 보면 Fig 1에서 Fig 5와 같다.

전분만을 포장하여 수분증가량을 측정하였을 경우 가장 큰 수분증가의 속도순으로 보면 0.02 mm LDPE > 0.04 mm LDPE > 0.02 mm OPP > 0.02 mm LDPE / 0.02 mm OPP > 0.04 mm OPP film이었고 0.02 mm LDPE 필름이 투습성이 가장 높았고 0.04 mm OPP 필름이

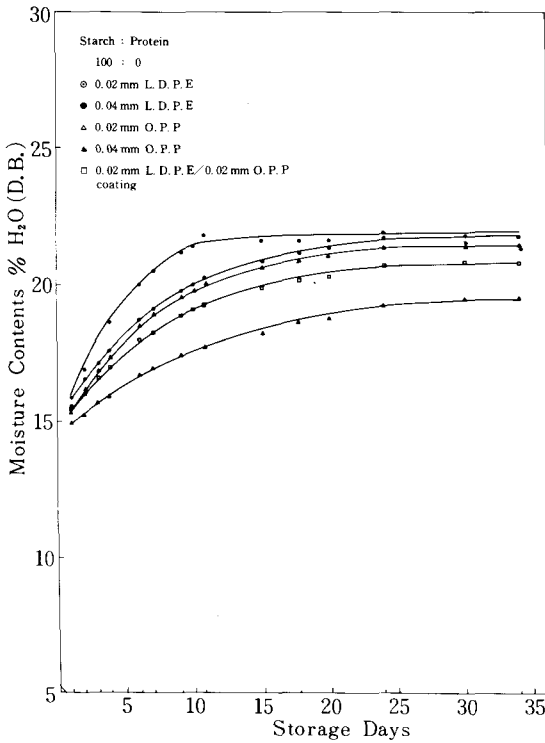


Fig. 1. Changes in moisture of corn starch— S. P.I. mixture during storage at 40℃ and RH 90%.

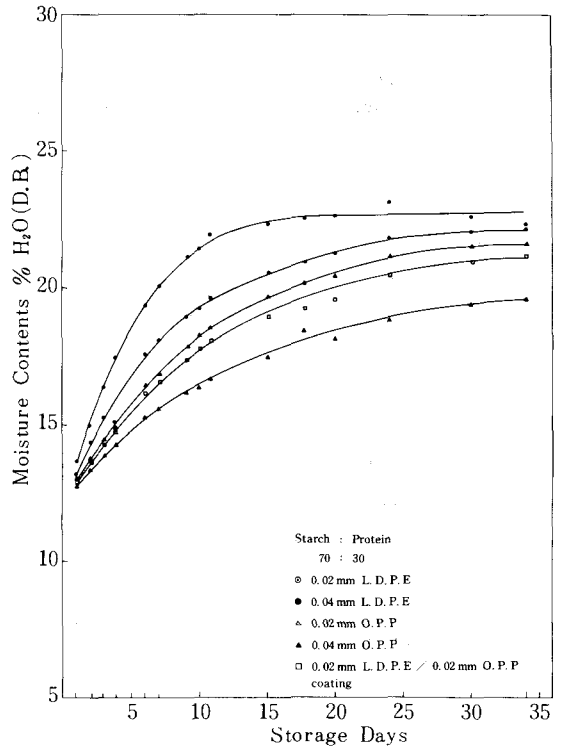


Fig. 2. Changes in moisture of corn starch—S.P. I. mixture during storage at 40℃ and RH 90%.

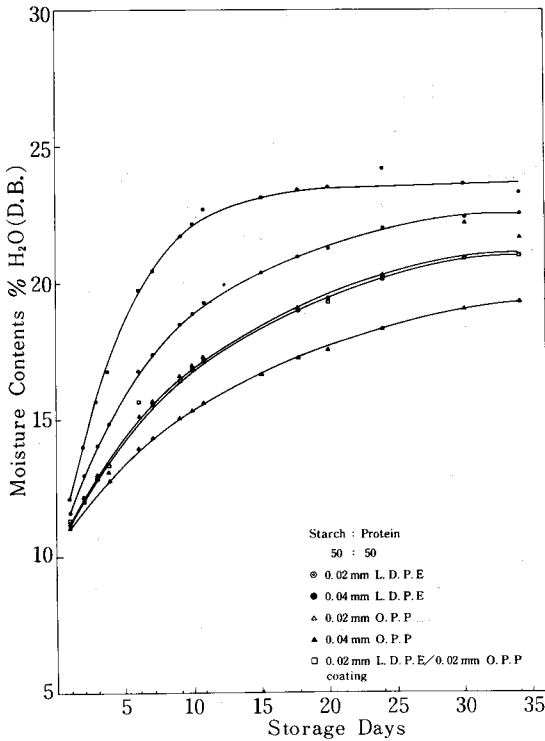


Fig. 3. Changes in moisture of corn starch-S.P. I. mixture during storage at 40°C and RH 90%.

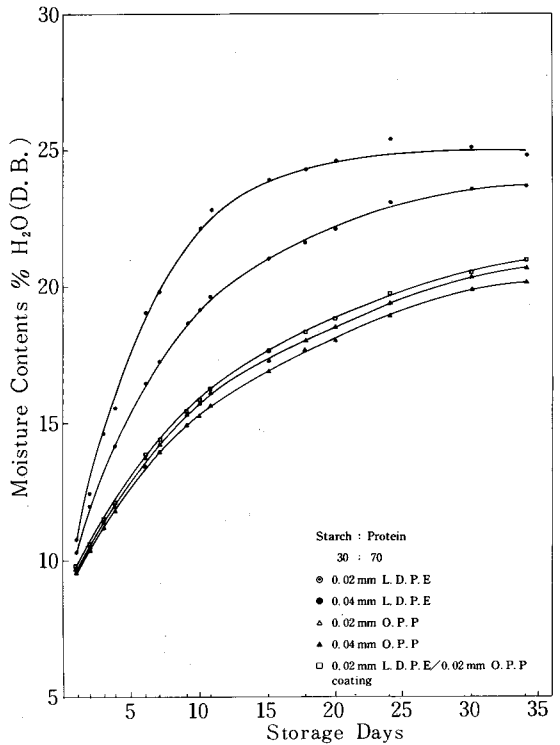


Fig. 4. Changes in moisture of corn starch-S.P. I. mixture during storage at 40°C and RH 90%.

가장 낮았다.

그리고 동일한 재료의 두께에서 0.04 mm LDPE 필름보다 0.02 mm LDPE 필름이 투습도가 컸으며 0.02 mm OPP 필름과 0.04 mm OPP 필름과의 관계에서도 마찬가지로, 두께가 얇을 수록 투습성이 크며 두꺼울수록 작은 것을 확인할 수가 있었다. 이와같이 투과도차이는 Paine²⁴⁾이 지적한 바와 같이 기체투과도는 두께에 비례한다는 사실과도 일치하였다.

그리고 LDPE 필름과 OPP 필름간의 비교에서 OPP 필름이 LDPE 필름보다 습기의 차단성이 좋아 습기 투과의 방지에 효과적인 것이다. 또한 0.04 mm LDPE / OPP 필름보다 같은 두께의 0.04 mm OPP 필름만으로 포장한 것이 습기의 차단성이 좋았으며 이는 Table에서 본 각 필름별 투습성과도 일치됨을 보였다.

그리고 평형에 도달한 시간과 수분함량을 보면 0.02 mm LDPE 필름, 0.04 mm LDPE 필름, 0.02 mm LDPE / 0.02 mm OPP 필름은 각각 11일, 17일, 20일, 23일, 27일 정도 후 평형에 도달하였으며 수분함량도 각

각 21.7%, 22.6%, 23.6%, 25.2% 및 27.5%이었다. 그러므로 평형수분에 도달하는 시간은 전분에 있어서 투습도에 크게 영향을 받고 있음을 추정할 수가 있었다.

전분 70%와 단백질 30%를 혼합하였을 때에도 저장시간에 따른 수분함량의 증가폭은 0.02 mm LDPE > 0.04 mm LDPE > 0.02 mm OPP > 0.02 mm LDPE / 0.02 mm OPP > 0.04 mm OPP film의 순으로 전분만 저장했을 때와 같은 결과였다. 그러나 수분함량변화의 경향은 전분만을 포장하였을 때 보다도 더 큰 폭으로 증가하였다. 0.02 mm LDPE 필름의 저장 10일 후 수분함량의 증가량은 약 6% 증가한 반면 전분과 단백질(70% : 30%)의 혼합물에서는 약 8% 이상 증가하였다. 그러므로 이와같은 현상은 전체적으로 전분 100% 보다는 단백질 함량이 30% 함유한 혼합물에서 흡습의 증가량이 커지는 경향은 Sponsler^{17-18, 25-26)}의 보고에서와 같이 단백질이 물과 결합할 수 있는 원자 및 기는 단백질의 peptide주쇄 및 amino

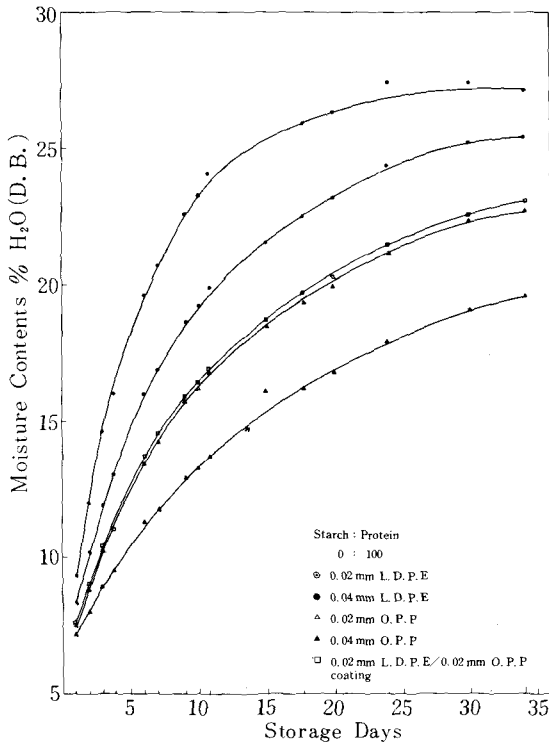


Fig. 5. Changes in moisture of corn starch-S.P. I. mixture during storage at 40°C and RH 90%.

산, 측쇄부분의 극성기에 의하여 단백질의 -O, -N 잔기의 수소결합에 기인된 것으로 사료된다.

전분과 단백질의 동량 혼합물에서 수분증가속도의 크기는 0.02 mm LDPE > 0.04 mm LDPE > 0.02 mm OPP / 0.02 mm LDPE / 0.02 mm OPP > 0.04 mm OPP film으로 전분 100%나 전분 70%와 단백질 30%의 혼합물과 같은 경향의 순서였으나 그 차이가 커졌으며 특히 0.02 mm OPP 필름과 0.02 mm LDPE / 0.02 mm OPP 필름간에는 차이가 거의 없음을 알 수 있었다. 이 두 포장재료의 수분증가량의 차이는 단백질 함량이 증가하면서 오히려 0.02 mm LDPE / 0.02 mm OPP 필름이 더 커지는 현상이 나타나고 있다.

이어서 전분과 단백질 함량의 비율이 30% : 70%의 혼합물에서 동량의 혼합물 이하에서 보다 수분함량이 현저히 증가되었을 뿐만 아니라 단백질 100%의 경우는 그 증가폭이 더욱 더 커졌음을 볼 수 있었다. 그러나 0.02 mm LDPE / 0.02 mm OPP 필름 보

다 단일필름인 0.02 mm OPP 필름이 습기의 차단성이 더 큰 것으로 나타나는 경향은 단백질 함량의 비율이 커지는 것과 비례하고 있음을 알 수가 있었는데 이러한 특이한 현상의 원인은 추후 더욱 더 연구되어야 할 과제라고 생각된다.

또한 전분과 단백질 두 시료간의 비교에서 전체 그래프를 보면 전분은 포장재료간의 간격의 차이가 매우 적은 반면 단백질은 일반적으로 포장재료별간의 간격이 매우 큰 폭으로 증가하였다.

따라서 포장에서 전분함량이 많은 혼합물보다는 단백질함량이 많은 혼합물이 수분의 흡습량이 커짐을 알 수 있었고 동일한 두께에서 LDPE 필름보다는 OPP 필름의 습기 방지효과가 매우 커짐을 볼 수 있었다.

다만 전분과 단백질의 초기수분을 동일한 수분함량으로 하지 않고 달리 하였다 하더라도 전분 100%와 단백질 100%의 비교를 검토해 보면 0.02 mm LDPE 필름의 한 예에서 전분의 초기수분이 15.2%(DB)이고 단백질이 15.2%될 때의 시점인 3.1일째 부터 그래프를 비교해 보면 전분의 경우 평형수분에 도달하는 수분함량은 21.5%로서 13.2일이 경과한 반면 단백질은 27.2%로서 16.8일이 걸렸으며 이때의 흡습량이 전분보다 큰 것을 알 수 있다. 그리고 전분이 21.5%였을 때 단백질이 동일한 수분함량에 도달한 저장일수는 5.2일으로써 단백질이 전분보다 월등히 흡습되는 양상을 볼 수 있었다.

저장중 흡습속도

40°C, RH 90%에서 저장중 옥수수전분과 분리대두단백질의 혼합비율별 흡습속도는 전등²²⁾이 유도한 식에서 대수적으로 처리한 결과는 그림 6과 같다.

즉 전분의 경우 시간이 경과할 수록 흡습속도가 다른 혼합물보다 제일 떨어지는 직선을 볼 수 있으나 이와 반대로 수분함량이 적은 단백질의 경우는 시간이 경과 할 수록 흡습속도가 커지는 현상을 볼 수 있으며 포장재료별 간격에서도 전분보다는 단백질이 큰 폭으로 유지되는 것을 볼 수 있었다. 또 혼합시료의 경우는 전분과 단백질 각각의 함량에 따라 변화하였다.

따라서 포장재료 별 간 흡습속도의 순서를 보면 단백질 100% > 단백질 70% : 전분 30% > 단백질 50%

: 전분 50% > 단백질 30% : 전분 70% > 전분 100%
의 순이었음을 뚜렷이 알 수가 있었다.

요 약

전분가공식품의 주요 원료인 옥수수전분과 단백질 강화 또는 육란백질의 대치 단백질인 분리대두단백질을 사료로 하여 전분-단백질의 이성분혼합비율을 오늘날 흔히 사용되고 있는 plastic film으로 포장하여 상대습도 90%와 40℃에서 포장재료의 성질이 흡습특성에 미치는 영향을 조사하였다.

포장재료별 투습도는 0.02 mm LDPE 필름이 32.60 g / m² / 24hrs, 0.04 mm LDPE 필름이 14.01 g / m² / 24hrs, 0.02 mm OPP 필름이 7.30 g / m² / 24hrs, 0.04 mm OPP 필름이 3.37 g / m² / 24hrs 그리고 0.02 mm LDPE / 0.02 mm OPP coating 필름이 4.86 g / m² / 24hrs로서 동일한 두께성에서 비교해 볼 때 LDPE 필름보다 OPP 필름이 습기의 차단성이 대략 4배 이상 우수함을 알 수 있었다.

또 식품시료를 포장하여 저장하는 경우도 동일한 두께의 LDPE 필름보다 OPP 필름이 습기의 차단성이 우수하였다.

그리고 포장한 혼합물의 저장시간에 따른 흡습속도는 일반적으로 전분함량보다는 단백질함량이 많을수록 흡습속도가 크게 증가하는 것을 알 수 있었다.

문 헌

1. Troller, J.A and Christian J.H.B. : *Water Activity and Food*, AP., N.Y.(1978)
2. Duckworth R.B. : *Water Relations of Food.*, AP. London(1975)
3. 兪井芳人 · 満田久輝 · 紫崎一雄 : 食品保藏, 水と惡變 10, 朝倉書店(1966)
4. Labuza, T.P. : Sorption phenomena in foods. *Food Technol.*, 22, 263(1968)
5. Sharp P.F. and Hugodoob J.R., : Effect of humidity on moisture content and forms of lactose in dried whey. *J. Dairy Sci.*, 24, 679 (1941)
6. Salwin, H and Slawson, J : Moisture Transfer in combinations of dehydrated foods. *Food Technol.*, 13, 715(1959)
7. Saltmarch M. and Labuza T.P. : Influence of relative humidity on the physicochemical state of Lactose in Spray-dried sweet whey powders. *J. Fd. Sci.* 45, 1231(1980)
8. Chirife, J and Iglesias H.A. : Equations for fitting water sorption isotherms of food, part I—a review *J. Food, Technol* 13, 159(1978)
9. Boguet R., Chirife J. and Iglesias H.A. : Equations for fitting water sorption isotherms of foods. II, Evaluation of various two-parameter models. *J. Fd. Technol.*, 13, 319(1978)
10. Boguet R. Chirife J. and Iglesias H.A. : Equations for fitting water sorption isotherms of foods. III, Evaluation of various three-parameter models, *J. Fd. Technol.*, 14, 527(1979)
11. Ross, K.D. : Estimation of water activity in I.M.F. *Food Technol.*, 29, 26(1975)
12. Chuang L and Toledo R.T. : Predicting the water activity of multicomponent systems from water sorption isotherms of individual component. *J. Food Sci.*, 41, 922(1976)
13. Lang K.W and Steinberg M.P. : Predicting water activity from 0.30 to 0.95 of a multicomponent food formulation. *J. Food Sci.*, 46, 670(1981)
14. Lang K.W and Steinberg M.P. : Calculation of moisture content of a formulated food system to any given water activity, *J. Food Sci.*, 45, 450(1980)
15. Shotton, E. and Harb, N. : The effect of humidity and temp. On the equilibrium moisture content of powders. *J. Pharm. Pharmacol.*, 17, 504(1965)
16. Hermansson A.M., : Functional properties of proteins for foods water vapour sorption. *J. Fd. Technol.*, 12, 177(1977)
17. Hansen J.R., : Hydration of soybean protein. *J. Agric Food Chem.*, 24, 1136(1976)
18. Kinsella J.E., : Functional properties of soy proteins. *J. Am. Oil chemists Soc.*, 56, 242(1979)
19. Chinachoti P and Steinberg. M.P. : Interaction of sucrose with starch during dehydration as shown by water sorption. *J. Food Sci.*, 49, 1604 (1984)
20. Elgdaliy, A., Campbell, A.M. and Penfield, M. P. : Solubility and water adsorption of systems containing soy protein isolates, salt and sugar. *J. Food Sci.*, 47, 806(1982)
21. Association of Official Analytical Chemists : A. O.A.C. *Methods of Analysis(13thrd)*, Washington, D.C.(1980)
22. 전재근, 서정식 : 고추가루의 저장온도와 흡습속도와의 관계, 한국농화학회 23, No.1(1980)
23. 하진필 : 포장기술편람, 한국디자인포장센터간(1-

- 978). 봉산균, 문권호, 이대성, 이정일, 이명영, 이정웅
24. Paine F.A. : *Fundamentals of Packaging*, 52, Blacke and Son, Ltd. (1962)
25. Sponsler, Bath and Ellis : *J. Phys. Chem.*, **44**, 996(1940)
26. Iglesias, H.A., Chirife, J. and Viollaz : Evaluation of some factors useful for the mathematical prediction of moisture gain by packaged dried beef. *J. Fd. Technol.*, **12**, 505(1977)
(Receive May 30, 1988)