

Chitosan Coating이 계란의 저장중 품질에 미치는 영향

이신호^{*} · 노홍균 · 정영희

대구효성가톨릭대학교 식품공학과

Effect of Chitosan Coating on Quality of Egg during Storage

Shin-Ho Lee,^{*} Hong-Kyoon No and Young-Hee Jeong

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung, Hayang 712-702, Korea

Abstract

Weight loss, yolk index, Haugh unit, and emulsifying capacity of egg were measured to evaluate the effect of chitosan coating on egg quality during storage at 20°C. Reduction ratio of egg weight was 7.04% for chitosan-uncoated egg, 6.46% for 1% chitosan-coated egg, and 5.43% for 2% chitosan-coated egg after 60 days storage, respectively. Yolk index and Haugh unit of chitosan-coated or -uncoated egg were significantly different. Emulsifying capacity of egg yolk was less decreased in chitosan-coated egg than in chitosan-uncoated egg during storage. It was also found that quality of chitosan-coated egg was much better than that of uncoated egg during storage at 20°C. Effect of chitosan coating on egg quality was more apparent in washed egg than in unwashed egg.

Key words: chitosan, Haugh unit, Yolk index, emulsifying capacity, egg quality

서 론

Chitosan은 게, 새우 등 갑각류의 껍질, 곤충류의 cuticle층, 연체동물의 골격과 껍질 등에 존재하는 chitin을 고온, 강알칼리로 처리, 탈아세틸화시킨(1-3) 천연 고분자 물질로서, 분자내 유리아미노기가 존재하여 여러 분야에서 응용이 다각적으로 시도되고 있다. Chitosan은 식품 분야에서 콜레스테롤 강하제, 식품 방부제, 제산제, 유화제 등으로 이용되고 있으며(4-9), 최근에는 chitosan의 물리 화학적 특성 및 응용에 관한 연구가 진행되어 식이섬유로서 사용(10), 막형성능을 이용한 식품포장재로서의 이용(11)이 가능한 것으로 밝혀졌다. Chitosan coating으로 딸기(12)와 토마토(13)의 저장성이 증진되었다는 연구 결과도 보고된 바 있다. 계란은 자체 미생물 방어 기능이 있어 보존성은 다른 식품에 비해 높은 편이나 유통과정에서 관리 부주의로 계란내부의 품질 하락현상을 초래할 수 있고, 생산과정의 위생적인 관리 부족으로 식중독의 원인이 되기도 한다(14). 최근 계란의 세척 기술이 도입되어 위생관이 생산되고 있으며, 국내에서도 이에 대한 선호도가 점

차 증가하고 있는 실정이다. 세척란은 세척과정중 계란의 최외부 방어 기능인 cuticle층이 파괴될 수 있어 미세척란에 비해 저장중 품질이 떨어지는 단점이 있다. 일반적으로 계란은 저장중 식용 불가능한 부패 현상은 나타나지 않으나 난중의 감소와 계란 내부의 신선도가 감소되고, 이에 따라 유화력, 기포력, 유화안정성 등 기능적 특성의 감소 현상이 수반되어 식품가공상의 원료로서의 가치가 상실된다. 본 연구는 이러한 문제점을 해결하기 위한 시도로 chitosan의 막형성능을 이용하여, chitosan을 acetic acid에 용해시킨 후 계란 표면에 coating하여 계란의 저장중 품질 변화를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험에 사용한 계란은 청천농장(대구광역시 속천동)에서 당일 산란된 특란을 세척란과 미세척란으로 구분 처리한 것을 구입 사용하였다. Chitosan은 (주)금호화학에서 제조한 Chitosan-HW를 사용하였다.

^{*} To whom all correspondence should be addressed

Chitosan용액의 제조와 계란의 처리

Chitosan용액의 제조는 acetic acid(1%, 2%) IL에 chitosan을 각각 10g, 20g 첨가하여 용해시킨 후 6N NaOH를 사용하여 pH 5.6으로 조정하였다. 제조된 chitosan용액(1%, 2%)과 acetic acid를 이용 계란 표면에 각각 coating시킨 후 열풍 건조기를 이용 일정한 방향으로 찬바람을 송풍시켜 표면을 건조시킨 후 20°C에서 30일간 저장하면서 5일 간격으로 품질을 비교하였다.

난중 감소율

저장중 계란 무게를 측정하여 변화치를 저장 초기의 무게에 대한 백분율로 표시하였다.

Yolk index와 Haugh unit

계란을 수평 유리판 위에 할란하여 Tri-pod micrometer(AMES S-6428, USA)를 사용 난백고와 난황고를 측정하였고 micrometer calipers(Mitutoyo, Japan)를 사용 난황폭을 측정하여 아래 공식에 의해 yolk index(난황계수)와 Haugh unit를 산출하였다.

$$\text{Yolk index} = \text{Yolk Height} / \text{Yolk Width}$$

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

H : Albumen height(mm) W : Weight of egg(g)

유화력 측정

계란 저장 중 난황의 유화력은 Borton 등(15)의 방법을 응용하여 측정하였다. 난황 1g을 0.1M NaCl 9ml에 희석하여 희석한 용액 1ml에 0.1M NaCl 9ml과 대두유 10ml을 첨가하여 2,500rpm에서 1차 유화물을 형성시킨 후, 계속해서 2,500rpm에서 대두유를 일정속도로 떨어뜨리면서 유화물의 점도가 증가하다가 유화가 파괴될 때까지 소요된 대두유량(ml)으로 표시하였다.

통계처리

반복 실험한 data를 SAS software package(16)를 이용하여 Duncan's multiple range test에 의하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

저장중 난중 감소율

저장 60일째, 각 처리구별 난중 감소율은(Fig. 1) 세

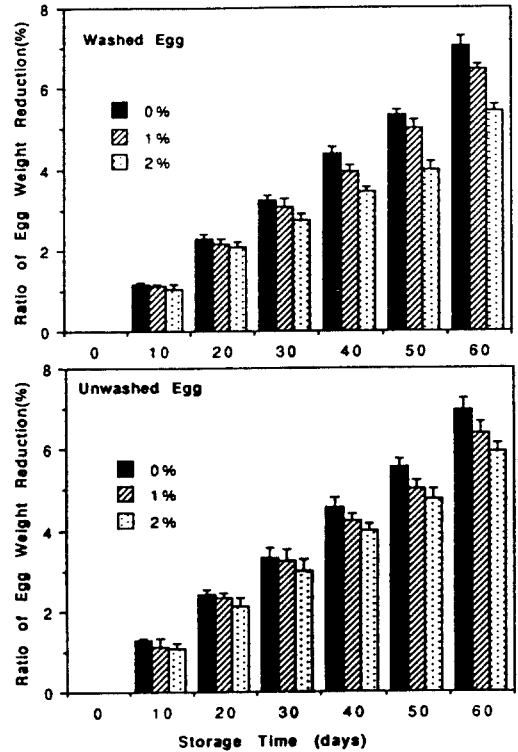


Fig. 1. Effect of chitosan coating on reduction ratio of egg weight during storage at 20°C.

척란의 경우 대조구가 7.04%, 1% 처리구가 6.46%, 2% 처리구가 5.43%이었으며, 미세척란의 경우 각각 6.98, 6.37, 5.91%로 저장 기간이 경과함에 따라 난중 감소율은 증가하였다. 각 처리구별 chitosan coating 효과는 다소 인정되었으며 미세척란에서 보다 세척란에서 뚜렷한 경향을 나타내었다. 난중 감소는 저장중 계란 내용물의 수분이 난각과 난각막의 세공을 통해 증발함으로써 일어나며, 수분 증발에 따라 기실의 크기는 커지며 비중은 작아진다(17). 계란 표면의 chitosan처리 효과는 계란 표면의 기공을 밀폐함으로써 계란 내부의 CO₂나 수분의 증발을 방지하여 난중 감소를 막아주는 작용(18)에 기인한 것으로 사료된다.

저장중 yolk index의 변화

난황의 높이를 난황의 직경으로 나눈 값을 yolk index라 하며 난황의 신선도 평가에 사용된다. 신선한 계란의 yolk index는 0.40 이상이며, 0.25 이하인 계란을 할란할 경우 난황의 형태가 쉽게 파괴된다(19). 세척란

Table 1. Effect of chitosan coating on yolk index¹⁾ of washed and unwashed egg during storage at 20°C

Time (days)	Washed egg			Unwashed egg		
	0% ²⁾	1%	2%	0%	1%	2%
0	0.49 ± 0.03 ^A	0.49 ± 0.03 ^A	0.49 ± 0.03 ^A	0.51 ± 0.02 ^A	0.51 ± 0.02 ^A	0.51 ± 0.02 ^A
5	0.41 ± 0.03 ^B	0.45 ± 0.04 ^{AB}	0.46 ± 0.02 ^{AB}	0.43 ± 0.02 ^B	0.45 ± 0.02 ^B	0.47 ± 0.01 ^{AB}
10	0.38 ± 0.01 ^{aB}	0.42 ± 0.02 ^{bB}	0.44 ± 0.02 ^{cB}	0.40 ± 0.03 ^B	0.42 ± 0.02 ^B	0.45 ± 0.02 ^{BC}
15	0.32 ± 0.04 ^{aC}	0.35 ± 0.06 ^{aC}	0.44 ± 0.04 ^{bB}	0.35 ± 0.03 ^C	0.37 ± 0.03 ^C	0.42 ± 0.02 ^{CD}
20	0.29 ± 0.03 ^{aCD}	0.32 ± 0.05 ^{abCD}	0.36 ± 0.05 ^{bc}	0.30 ± 0.02 ^D	0.32 ± 0.05 ^D	0.38 ± 0.02 ^D
25	0.27 ± 0.02 ^{aD}	0.29 ± 0.01 ^{aDE}	0.33 ± 0.03 ^{bCD}	0.28 ± 0.04 ^D	0.30 ± 0.03 ^{DE}	0.34 ± 0.04 ^E
30	0.22 ± 0.01 ^{aE}	0.26 ± 0.02 ^{bE}	0.29 ± 0.04 ^{aD}	0.24 ± 0.04 ^E	0.27 ± 0.03 ^E	0.30 ± 0.07 ^E

¹⁾ Mean ± Standard deviation, n=20

²⁾ Chitosan concentration

^{a-c} Means within each row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

^{A-E} Means within each column with different superscripts are significantly different (p<0.05)

Table 2. Effect of chitosan coating on Haugh unit¹⁾ of washed and unwashed egg during storage at 20°C

Time (days)	Washed egg			Unwashed egg		
	0% ²⁾	1%	2%	0%	1%	2%
0	77.18 ± 5.48 ^A	77.18 ± 5.48 ^A	77.18 ± 5.48 ^A	79.64 ± 8.76 ^A	79.64 ± 8.76 ^A	79.64 ± 8.76 ^A
5	41.75 ± 12.95 ^{AB}	48.48 ± 10.79 ^{AB}	60.33 ± 9.18 ^{AB}	59.69 ± 8.39 ^B	61.02 ± 13.66 ^B	69.99 ± 8.16 ^B
10	28.75 ± 17.98 ^{ABC}	48.45 ± 13.56 ^{bB}	55.07 ± 15.78 ^{bcBC}	38.93 ± 15.85 ^{aC}	51.86 ± 9.41 ^{bBC}	60.80 ± 7.98 ^{BC}
15	23.01 ± 16.48 ^{aBC}	40.48 ± 13.00 ^{bBC}	52.95 ± 11.84 ^{ABC}	29.07 ± 13.33 ^{aCD}	51.70 ± 11.86 ^{bBC}	59.07 ± 12.10 ^{BC}
20	20.67 ± 15.21 ^{aC}	36.74 ± 19.46 ^{abBC}	52.31 ± 15.18 ^{BCD}	27.30 ± 10.90 ^{aCD}	42.20 ± 9.64 ^{BC}	50.43 ± 9.47 ^{BD}
25	13.60 ± 8.82 ^{aCD}	28.07 ± 14.96 ^{bCD}	43.57 ± 16.16 ^{CD}	22.81 ± 11.27 ^{aD}	40.71 ± 14.49 ^{BC}	47.48 ± 7.93 ^{BE}
30	1.89 ± 11.25 ^{aD}	21.32 ± 14.11 ^{abD}	40.06 ± 15.41 ^{BD}	9.38 ± 3.63 ^{aE}	24.28 ± 12.99 ^{BD}	45.87 ± 14.85 ^{CE}

¹⁾ Mean ± Standard deviation, n=20

²⁾ Chitosan concentration

^{a-c} Means within each row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

^{A-E} Means within each column with different superscripts are significantly different (p<0.05)

과 미세척란을 각각 chitosan 용액으로 난각을 coating 한 후 20°C에 저장하면서 yolk index 변화를 조사한 결과(Table 1) 저장 30일째 세척란의 경우 대조구는 0.22, 1% 처리구는 0.26, 2% 처리구는 0.29이었으며 미세척란의 경우 각각 0.24, 0.27, 0.30으로 저장 기간이 지남에 따라 yolk index 값은 크게 감소하였고, 미세척란에서 보다 세척란에서 chitosan coating 효과가 뚜렷하였다. 세척란의 경우 5% 수준에서 각 처리구별 유의성은 인정되었다(p<0.05). 저장중 yolk index의 감소 원인은 난황막의 약화에 의한 것이며 저장중에 난백의 수분은 난황막을 통하여 난황으로 이행됨으로써 난황의 높이는 낮아지고 직경은 커지게 된다. 저장기간이 길어지고 저장온도가 높아질수록 수분 이행도도 더욱 빨리 진행되어 결국에는 난황막이 파열됨으로써 난황과 난백이 혼합된다(19).

저장중 Haugh unit의 변화

Haugh unit는 계란 품질을 평가하는 종합적인 수치이며 계란의 무게와 난백고를 측정하여 구한다(20). 미

국 농무성(USDA) 기준(21)에 의해 계란의 등급을 Haugh unit를 근거로 AA(72 이상), A(60~71), B(31~69), C(30 이하)로 나눈다. 20°C 저장 중 Haugh unit의 변화는 Table 2에서 보는 바와 같이 저장 기간이 경과함에 따라 Haugh unit는 급격히 감소하였고 저장 30일째 세척란의 경우 대조구는 1.89, 1% 처리구는 21.32, 2% 처리구는 40.06이었으며, 미세척란의 경우 처리구별 Haugh unit는 각각 9.38, 24.38, 45.87을 나타내었다. Chitosan coating 처리구의 경우 무처리구에 비해 Haugh unit는 높게 나타났으며 1% 처리구 보다 2% 처리구가 더 높은 경향을 나타내어, 저장기간 동안 chitosan coating에 의한 계란의 품질 보존 효과는 뚜렷하였으며 세척란과 미세척란 공히 chitosan의 처리 효과는 5% 수준에서 유의성이 인정되었다(p<0.05).

저장중 Haugh unit를 이용한 계란의 등급 변화(Table 3)는 저장 초기 계란의 등급 분포가 AA등급 95%, A등급 5%인 세척란과 미세척란의 저장 30일째 세척란에 있어서 대조구는 B등급 5%, C등급 95%, chitosan 1% 처리구의 경우 A등급 5%, B등급 30%, C등급

Table 3. Effect of chitosan coating on egg quality during storage at 20°C for 30 days (%)

Time (days)	Concentration of chitosan											
	0%				1%				2%			
	AA	A	B	C	AA	A	B	C	AA	A	B	C
Washed egg												
0	95	5			95	5			95	5		
10		60	25	15		80	15	5		80	20	
20		15	35	50		40	50	10		45	45	10
30			5	95		5	30	65		20	45	35
Unwashed egg												
0	95	5			95	5			95	5		
10	10	65	20	5	10	50	40		20	60	20	
20		30	25	45		45	45	10		50	40	10
30			20	80		10	45	45		35	25	40

AA : Haugh unit value above 72

A : " between 60 to 71

B : " between 31 to 59

C : " Below 30

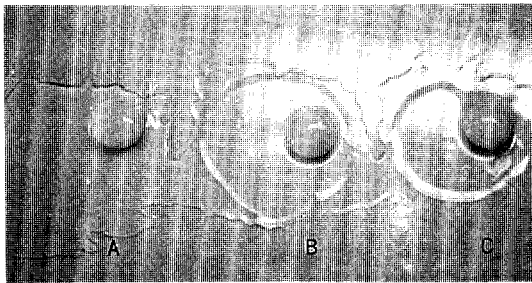


Fig. 2. Quality comparison of chitosan-coated and uncoated egg after storage for 10 days at 20°C.

A : Chitosan-uncoated egg

B : Chitosan-coated egg with 1% chitosan solution

C : Chitosan-coated egg with 2% chitosan solution

65%, chitosan 2% 처리구는 A등급 20%, B등급 45%, C등급 35%의 분포를 나타내었다. 미세척란의 경우 대조구는 B등급 20%, C등급 80%의 분포를 보인 반면 chitosan 1%와 2% 처리구의 경우 A등급, B등급, C등급의 분포는 각각 10%, 45%, 45%와 35%, 25%, 40%를 나타내었다. 저장 기간이 경과함에 따라 계란의 등급은 점차 낮아졌으며 세척란이 미세척란 보다 등급의 변화는 심하였다. Chitosan coating 처리구의 경우 계란등급 분포는 무처리구에 비해 훨씬 우수하여 chitosan 농도에 따라 처리효과는 뚜렷하였다.

계란의 내부품질은 할란을 통하여 판별하며, 계란의 신선도가 감소할수록 난백의 넓이는 넓어지고, 난황고, 난백고 등이 낮아진다. 20°C에서 10일 저장 후 각 처리구별 할란한 계란의 품질은 Fig. 2에서 보는 바와

같이 chitosan 처리구인 B, C는 대조구 A에 비해 난백의 폭이 좁고, 난황고 및 난백고가 높아 chitosan 처리에 의한 계란의 품질보존효과는 Yolk index와 Haugh unit의 결과와 일치하였다.

계란의 저장중 유효력의 변화

식품의 원료로 사용되는 계란의 중요한 기능중의 하나는 난황의 유효력이다. 난황의 유효력은 lecithin과 단백질이 결합한 lecithoprotein에 의한 것이며, 난황의 이러한 성질을 이용하여 계란은 마요네즈 제조 등 각종 식품에 유효제로 사용되고 있다. 유효제로써 난황은 액체의 표면장력을 감소시켜 유효액을 안정시키는 작용을 한다(22-24). 20°C 저장중 각 처리구별 chitosan 처리에 의한 난황유효력의 변화는(Fig. 3) 세척란과 미세척란에서 동일한 경향을 나타내었다. 저장 기간이 경과함에 따라 유효력은 점차 감소하였고 세척란과 미세척란 모두 chitosan coating효과가 뚜렷이 인정되었다($p < 0.05$). 저장 30일째 세척란의 경우 난황 1g당 대두유 소요량은 대조구는 2,620ml, 1% 처리구는 3,160ml, 2% 처리구는 3,350ml이었으며, 미세척란의 경우 각 처리구별 각각 3,100ml, 3,340ml, 3,640ml을 나타내어 chitosan coating효과는 미세척란에서 보다 세척란에서 더욱 뚜렷하였다. Chitosan coating 처리후 계란의 저장중 난중, 계란의 내적 품질, 계란의 기능성을 고찰한 결과 뚜렷한 효과가 관찰되었고, 특히 저장중 계란의 기능성 보존은 계란의 가공 이용 측면에서 매우 중요한 요인이므로 chitosan coating 처리 기법을 이용한 계란의 저장은 매우 효과적일 것으로 판단되며

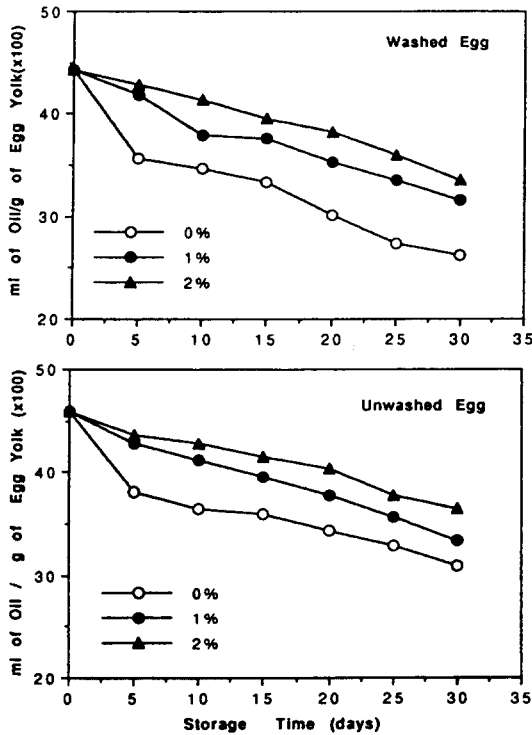


Fig. 3. Effect of chitosan coating on emulsifying capacity of egg yolk during storage at 20°C.

이러한 기술이 실용화되기 위해서는 난각표면에 chitosan을 coating시키는 효과적인 방법과 기계장치에 관한 연구가 선행되어야 할 것이다.

요 약

Chitosan의 막형성능을 이용하여 계란의 저장성 증진 효과를 검토하기 위하여 세척란과 미세척란을 chitosan용액 1%와 2%를 이용하여 coating 처리하여 20°C에서 저장하면서 난중 감소율, yolk index, Haugh unit 및 유화력 등을 측정하여 대조구와 비교한 결과 난중 감소율은 chitosan 처리에 의해 저장 기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. Yolk index와 Haugh unit 측정결과 chitosan의 처리 효과는 $p < 0.05$ 수준에서 유의성이 인정되었다. 난황의 유화력은 저장 기간이 경과함에 따라 감소하였으며 chitosan 처리구는 대조구에 비해 완만하게 감소하였다. Chitosan coating의 농도별 처리는 계란의 저장중 무처리구에 비해 품질보존 효과가 점차 뚜렷하였으며, 미세척란 보다 세척란에서

더욱 뚜렷하였다.

문 헌

- Muzzarelli, R. A. A. : Chitin. Pergamon Press, Oxford (1977)
- Knorr, D. : Use of chitinous polymers in food. *Food Tech.*, **38**, 85(1984)
- Skjak-Break, G., Anthonsen, T. and Sandford, P. : Chitin and chitosan. Elsevier, New York(1989)
- Austin, P. R., Brine, C. J., Castle, J. E. and Zikakis, J. P. : Chitin : New facets of research. *Science*, **212**, 749(1981)
- Mathur, N. K. and Narrang, C. K. : Chitin and chitosan, versatile polysaccharide from marine animals. *J. Chem. Educa.*, **67**, 938(1990)
- Bough, W. A. : Chitosan-a polymer from seafood wastes, for use in treatment of food processing wastes and activated sludge. *Process Biochem.*, **11**, 13(1976)
- No, H. K. and Meyers, S. P. : Crawfish chitosan as a coagulant in recovery of organic compounds from seafood processing streams. *J. Agric. Food Chem.*, **37**, 580(1989)
- Bissett, F. and Sternberg, D. : Immobilization of *Aspergillus* beta-glucosidase on chitosan. *Appl. Environ. Microbiol.*, **35**, 750(1987)
- Li, Q., Dunn, E. T., Grandmaison, E. W. and Goosen, M. F. A. : Applications and properties of chitosan. *J. Bioactive and Compatible Polymers*, **7**, 370(1992)
- Knorr, D. : Functional properties of chitin and chitosan. *J. Food Sci.*, **47**, 593(1982)
- Kienzle-sterzer, C. A., Rodriguez-Sanchez, D. and Rha, C. : Mechanical properties of chitosan films : Effect of solvent acid. *Macromol. Chem.*, **183**, 1353 (1982)
- El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R. and Boulet, M. : Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *J. Food Sci.*, **56**, 1618(1991)
- El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R. and Boulet, M. : Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. *Hort Science*, **27**, 1016(1992)
- Baker, R. C. : Microbiology of eggs. *Milk Food Technol.*, **37**, 147(1974)
- Borton, R. J., Webb, N. B. and Bratzler, L. J. : Emulsifying capacities and emulsion stability of dilute meat slurries from various meat trimmings. *Food Tech.*, **2**, 506(1968)
- SAS : SAS/STAT Guide for personal computers, Version 6Ed. SAS Institute Inc., NC, p.378(1985)
- Meyer, R. and Spencer, J. V. : The effect of various coatings on shell strength and egg quality. *Poultry Science*, **52**, 703(1973)
- Frazier, W. C. and Westhoff, D. C. : Food microbiology. 4th ed., McGraw-Hill Book Company, p.264(1988)
- Stadelman, W. J. and Cottrell, O. J. : Egg Science and Technology. 2nd ed. The AVI Publishing Co., Westport, Connecticut(1977)

20. Haugh, R. R. : The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult. Mag.*, **43**, 551, 572(1937)
21. USDA : *Egg grading manual* : USDA, AMS, Agriculture Handbook 75. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.(1983)
22. Mizutani, R. and Nakamura, R. : Emulsifying properties of egg yolk low-density lipoprotein(LDL) : Comparison with bovine serum albumin and egg lecithin. *Food Sci. Technol.*, **17**, 213(1984)
23. Mizutani, R. and Nakamura, R. : Physical state of the dispersed emulsions prepared with egg yolk low-density lipoprotein and bovine serum albumin. *J. Food Sci.*, **50**, 1621(1985)
24. Chong, S. L. and Ferrier, L. K. : pH and sodium chloride effects on emulsifying properties of egg yolk phosphovitin. *J. Food Sci.*, **57**, 40(1992)

(1996년 2월 27일 접수)