



난각막 분해물의 식품 소재로서 기능적 특성

전 태 옥 · 박 기 문

성균관대학교 식품·생명자원학과

Functional Properties of Egg Shell Membrane Hydrolysate as a Food Material

Tae-Woog Jeon and Ki-Moon Park

Department of Food and Life Science, Sungkyunkwan University

Abstract

The functional properties of egg shell membrane hydrolysate by *Bacillus licheniformis*(EESMH) and NaOH-ethanol(AESMH) as a food material were investigated.. The yield of egg shell membrane hydrolysate was about 15% by *Bacillus licheniformis*, whereas that was 70% by NaOH-ethanol. Histidine content was higher in EESMH (18.69%) than in AESMH (2.56%). Both EESMH and AESMH showed high protein solubility (>95%). Emulsifying activity and stability of EESMH were higher than those of AESMH. Foaming capacity and stability of AESMH were 2 times higher than those of EESMH in the pH ranges from 2 to 12. The AESMH had antioxidative activity whereas EESMH had not. Therefore, both AESMH and EESMH can be used for industrial food materials from the results of functional properties.

Key words : egg cell membrane hydrolysate, protein solubility, emulsifying activity, foaming capacity, antioxidative activity.

서 론

인간의 식생활에서 완전식품으로 중요한 위치를 차지하고 있는 계란은 인체에 필요한 대부분의 영양소를 함유하고 있다. 특히 계란은 우수한 단백질 공급원으로써 인체에 중요한 아미노산(amino acid)을 제공하고, 소화율이 매우 높아 우유와 더불어 2대 완전 식품으로 알려져 있다(Jolle et al., 2000; Ryu et al., 2000). 식품산업에서 계란의 활용은 난황의 경우 마요네즈 원료로, 난백은 제과업 및 수산연제품 등에 주로 활용되고 있으며 난각의 경우 난각칼슘을 제조하여 제과 및 면류 제품에 칼슘보충제로 첨가하고 있다. 따라서 계란 가공에서 발생하는 모든 원료를 식품원료로 사용하고 있으나 난각에 부착되어 있으면서 공기는 통과시키고 미생물 침입을 차단하는 기능을 가지고 있는 난각막(Egg Shell Membrane,

ESM)만이 유일하게 폐기물로 발생되고 있다(Okubo et al., 1997).

난각막의 구성성분으로는 유기물질 70% 그리고 무기물질 10%, 나머지 20%는 수분으로 구성되어 있으며 유기물질 중 80%가 주성분인 단백질로 구성되어 있고 그 외에 지방이 2.3%, 탄수화물이 3.4%인 것으로 보고되고 있다(Okubo et al., 1997; Leach et al., 1981). ESM은 불용성 섬유단백질인 keratin으로 깃털과 양모, 뿔, 비늘, 머리카락, 손톱 등과 같이 물리 화학적 그리고 생물학적 반응에도 강한 저항력을 가지는 것으로 알려져 있어 그 활용이 미미한 실정이다(Vignardet et al., 1999).

일반적으로 식품소재로서 동물성 단백질은 식물성 단백질에 비해 영양학적인 면과 기능 특성이 우수하기 때문에 동물성 단백질에 대한 기능적 특성 연구가 활발하게 진행되고 있다. 동물성 단백질의 기능적 특성으로 Cha 등(1988)은 난황 사용량에 따른 유화 안정성을 보고하였고, Kim과 Han(1991)은 폐기되는 돼지의 혈장 단백질, 근원 섬유 단백질 혼합물 등과 소금, 인산염, 산도(pH)의 영향에 따른 기능적 특성을

Corresponding author : Ki-Moon Park, Department of Food and Life Science, Sungkyunkwan University, 300 Chunchun-dong, Jangan-gu, Suwon, Kyunggi-do. 440-746, Korea. Tel: 82-331-290-7806, Fax: 82-331-290-7816

보고하였다. 또한 Yoo 등(1999)은 난백 단백질을 가수분해하여 그 특성을 연구 보고하였다. ESM 단백질의 경우 가수분해물을 이용한 조미료가 개발되었고(堀池俊介, 1999), 수용화한 난각막은 피부 보습, 상처 치유, 상피 형성 촉진, 피부 탄력, 주름제거, 항산화력 그리고 피부 외용제 등 기능성을 지닌 화장품 및 의약품 등 이용성에 관해 보고되고 있다(堀池俊介, 1999; 山下政續과 山口裕章, 1995; 岡部二郎, 1995). 단백질이 식품소재로 이용되기 위해서는 풍미, 색 및 조직성뿐만 아니라 용해성, 거품 형성력, 유화성, 점도, gel 형성, 열안정성, 유지 및 수분 흡착력 등이 있어야 하며, 특히 이러한 단백질의 기능적인 면은 식품의 물성 형성과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Park et al., 1990).

따라서 본 연구는 불용성 단백질이 80% 함유된 ESM을 분해하여 수용화한 후 식품소재로 활용하고자 *Bacillus licheniformis*로 분해한 효소분해 난각막분해물(enzyme-degradation egg shell membrane hydrolysate, EESMH)과 1N NaOH-Ethanol로 분해한 알칼리분해 난각막 분해물(alkalic-degradation egg shell membrane hydrolysate, AESMH)을 제조하여 성분을 분석하고, 난각막 분해물의 기포성, 유화성, 항산화성 등의 식품학적 기능을 확인하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 난각막은 계란 할란후 폐기물로 발생되는 난각막이 부착된 난각에서 난각막을 회수한 후 흐르는 물로 5회 이상 세척하여 난각 및 난백을 제거하고 50℃의 열풍 건조기로 건조하여 분쇄한 후 사용하였다.

AESMH 및 EESMH의 제조

AESMH는 ESM 50g을 분쇄하여 1N NaOH과 ethanol (40%)을 반응조에 넣고 70℃에서 5시간동안 반응시켰으며 반응 후 acetic acid로 pH 8.0으로 조절하였다. 그리고 난각막 분해물을 탈염기(Microacylizer G3, Japan)로 탈염한 후 70% ethanol로 단백질을 침전시켰으며 침전된 단백질을 원심분리(8,000rpm, 15min)하여 동결 건조하고 화학적 ESM 가수분해물인 AESMH를 제조하였다. EESMH는 Nitrobacter 203배지에 ESM 3%와 0.5% glucose를 첨가한 후 난각막을 분해하는 keratinase 생성균인 *Bacillus licheniformis* strain 109를 접종하여 50℃에서 1주일간 175rpm으로 진탕 배양하였다(Jeon and Park, 2002). 배양 후 상등액에 30~80% ammonium sulfate를 처리하여 단백질을 침전시켰으며, 침전된 단백질을 50mM Tris-HCl buffer(pH 7.5)에서 투석하고 동결 건조하여 제조하였다.

Table 1. Analysis condition of HPLC for amino acids composition

Items	Conditions
Column	AminoQuant(200×2.1mm)
Column temperature	40℃
Injection volume	5 μ l
Detector	DAD(383nm, 262nm)
Flow rate	0.45ml/min
Mobile phase	(A), (B)

(A) Sodium Acetate Trihydrate(SAT) 1.36g/D.W 500 ml, Triethylamine 90 μ l, Tetrahydrofuran 1.5ml

(B) SAT 1.36g/ D.W 100ml, Acetonitrile 200ml, Methanol 200ml

ESM 분해물의 아미노산 분석

*Bacillus licheniformis*와 1N NaOH-Ethanol에 의해서 분해된 ESM의 아미노산 조성은 Pico-Tag(Young In Science Co, 1992) 방법에 따라 HPLC(HP 1100 HPLC system, USA)로 분석하였으며 분석 조건은 Table 1과 같다.

단백질의 기능적 특성

1) 용해성

단백질의 용해성은 pH 2.0부터 pH 12.0까지 측정하였다. 즉, 증류수 10ml에 난각막 분해 물 1g을 첨가하여 실온에서 1시간동안 용해시키고 25℃에서 15분간 원심 분리(8000rpm)하였다. 원심분리 후 상등액을 사용하여 Bradford법(Tsaffir and Zvi, 1996)으로 595nm에서 단백질을 정량하였다. 단백질 용해성은 난각막 분해물 1g중의 단백질 함량을 기준으로 상등액의 단백질 함량을 분석하여 백분율로 측정하였다.

2) 유화활성 및 안정성

Kato 등(1987)의 방법에 따라 2% NaCl(pH 6.5)용액에 단백질 함량이 0.1(w/v)% 되게 시료를 균질, 용해시킨 후 15ml을 취하여 5ml의 soybean oil(제일제당)을 가하고 polytron (PT3000, Switzerland)으로 9,500rpm에서 1분간 균질, 혼합하였다. 혼합된 유화물 50 μ l를 5ml의 0.1% SDS 용액에 가하고 교반 후 즉시 500nm의 흡광도에서 혼탁도의 변화로서 유화활성을 측정하였다. 유화 안정성은 Kim과 Han(1991)의 방법을 변형하여 실험하였다. 즉 2% NaCl 용액에 단백질 농도가 5%가 되도록 건조된 단백질 시료를 첨가하여 용해시킨 후 soybean oil과 1 : 1(v : v)로 혼합하였다. 이 혼합물을 polytron (PT3000, Switzerland)으로 9,500rpm에서 1분간 균질한 후 유화물을 75℃, 30분간 가열하여 분리된 soybean oil 량을 측정하였고, 가열 전 soybean oil 함량과 비교하여 잔량을 측정하였다.

거품 형성력 및 안정성

거품 형성력은 Wang과 Kinsella(1976)의 방법을 이용하였다. 즉, 각 시료 2g에 증류수 20ml씩을 가하여 눈금 실린더에 취하고 pH를 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0 및 12.0으로 조절한 후 균질기로 8,500rpm에서 30초간 거품을 형성하였다. 거품 형성력은 생성된 거품 부피(ml)로 나타내었으며 안정성은 0, 10, 20, 30, 60분 간격으로 방치시간에 따른 거품부피 변화로 나타내었다.

항산화력 실험

항산화력 실험은 Jeon 등(1997)과 Kiharu 등(1990)의 방법에 따라 증류수 1ml에 linolenic acid(Sigma Co.) 2mg를 첨가한 용액과 증류수 1ml에 Tween-20 10mg를 첨가한 용액 그리고 1시간동안 aeration시킨 0.2M potassium phosphate(pH 7.4) 1.0ml에 난각막 분해물을 농도별로 첨가하여 혼합물을 제조하였다. 혼합물은 37℃에서 27시간동안 반응시키면서 3시간 간격으로 반응액 0.1ml 취해 80% ethyl alcohol을 9.7ml을 첨가하고, 30% ammonium thiocyanate 0.1ml와 20mM ferrous ammonium sulfate-3.5% hydrochloric acid의 0.1ml을 첨가한 다음, 3분후 500nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

AESMH 및 EESMH의 제조

ESM 50g을 분쇄하여 1N NaOH과 ethanol(40%)을 반응조에 넣고 70℃에서 5시간동안 반응 후 탈염하여 동결 건조한 AESMH의 수율은 약 70%였다. 그리고 EESMH은 ESM이 30g 첨가된 1ℓ의 Nitrobacter 203배지에 *Bacillus licheniformis*를 접종하여 50℃에서 1주일간 배양한 후 규조토 여과 및 원심 분리하여 분해되지 않은 난각막을 제거하고, 고형분이 제거된 상등액에 30~80% ammonium sulfate로 단백질을 침전시켜 투석 후 동결 건조하여 수율 약 15%의 분해물을 획득하였다.

ESM 분해물의 아미노산 분석

3% 난각막과 0.5% dextrose을 첨가한 Nitrobacter 203배지에 *Bacillus licheniformis*을 접종하여 분해한 EESMH의 구성 아미노산 조성은 Table 2에서 보는 바와 같이 17여종의 아미노산으로 구성되어 있었다. 이중 EESMH의 경우 histidine, aspartic acid, glutamic acid, cystine등의 순으로 구성되어 있었으며, AESMH는 glutamic acid, cystine, aspartic acid, pro-line 등의 순으로 확인되었다. 또한 EESMH와 AESMH의 아미노산 구성은 대체적으로 큰 차이는 없었지만, 아미노산

Table 2. Amino acid composition of the egg shell membrane hydrolysates by *Bacillus licheniformis*(EESMH) and NaOH-ethanol(AESMH)

Composition	EESMH	AESMH
Aspartic acid	10.58 ¹⁾	8.67
Glutamic acid	9.39	13.56
Serine	5.55	5.97
Histidine	18.69	2.56
Glycine	3.69	6.19
Threonine	5.45	6.04
Alanine	2.59	3.47
Arginine	6.55	6.87
Tyrosine	2.82	2.31
Cystine	8.12	8.89
Valine	4.48	6.75
Methionine	2.42	3.28
Phenylalanine	3.53	2.54
Isoleucine	2.78	3.12
Leucine	4.67	4.72
Lysine	2.90	4.37
Proline	5.82	8.91

¹⁾ Amino acids, g/100g sample, dried.

중에서 histidine의 경우 EESMH이 18.69%였고 AESMH는 2.56%으로 큰 차이를 보여주었으며, aspartic acid는 10.58%, 8.67% 그리고 glutamic acid는 9.39% 와 13.56%로 약간의 차이를 보여줬다. George등(1981)은 6M HCl을 이용하여 가수 분해한 난각막의 아미노산의 조성을 보고하였는데, 이 보고된 내용과 비교했을 때 AESMH는 아주 유사한 함량을 보여주었고, AESMH와 마찬가지로 HCl로 분해했을 때 보다 EESMH의 경우는 histidine의 함량이 약 6배 정도 높게 나타났다. 결과적으로 전체적인 아미노산의 함량 차이는 화학적인 분해 방법과 keratinase의 분해 방법에 따른 차이로 사료된다.

단백질의 기능적 특성

1) 용해성

난각막 분해물의 용해성을 측정하기 위해 pH 2.0부터 pH 12.0까지 실험한 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 EESMH는 99% 이상 용해되었고 AESMH의 경우는 96% 이상 용해성을 나타냈다. Park 등(1990)과 Yang(1996)은 식품성 단백질과 whey protein을 가수 분해한 peptide가 등전점 부근에서 용해성이 낮게 나타난다고 보고하였으나 난각막 분해물의 용해성은 pH 영향을 받지 않는 것으로 확인되었다. Kim과 Han (1991)에 의하면 단백질의 용해성은 유화 형성에 중요

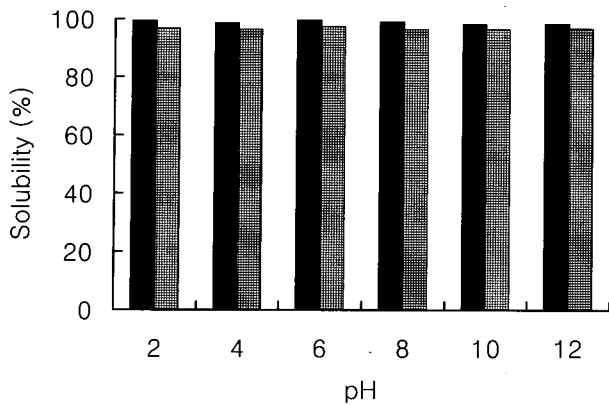
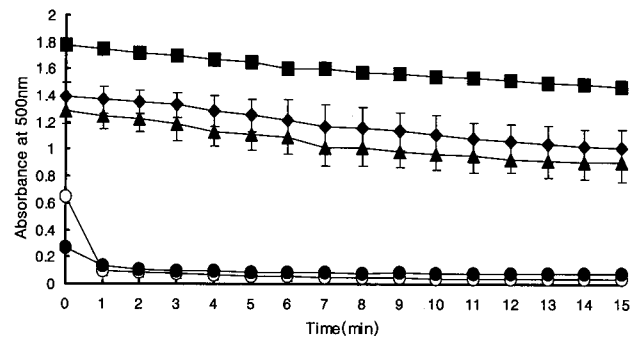


Fig. 1. Solubility of the egg shell membrane hydrolysates by *Bacillus licheniformis* (EESMH, ■) and NaOH-ethanol (AESMH, ▤) according to pH.

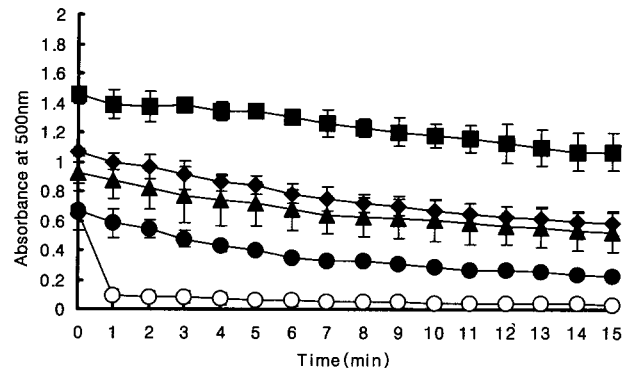
한 역할을 하며, pH와 NaCl 농도에 따라 단백질 용해성이 증가한다고 보고하였다. Kim과 Lee(1987)와 Kim과 Han(1991)이 보고한 루우핀 콩 단백질, 혈장 단백질과 근원 섬유 단백질의 기능적 특성에서 NaCl과 pH 조절에 의한 용해성이 약 80% 정도이며, Park 등(1990)은 참깨 단백질이 약 73%, 들깨 단백질은 63% 그리고 대두 단백질이 86%이라고 보고하였다. 이 결과로 볼 때 난각막 분해물은 Kim 등(1987)과 Kim 등(1991)이 보고한 단백질보다 용해성이 우수함을 확인하였다.

2) 유화 활성 및 안정성

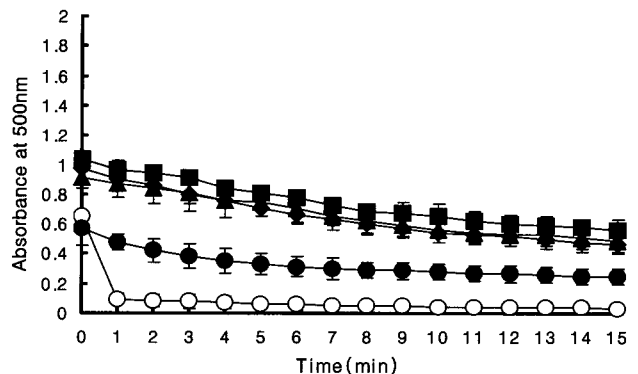
난각막 분해물의 유화 활성은 pH 6.5, 20°C에서 실험하였으며, 500nm에서 혼탁도의 변화로서 측정하였다. 그 결과 Fig. 2에서 보는 바와 같이 유화 활성은 대조구로 사용한 lecithin (A)의 유화력이 가장 높았고, EESMH(B), AESMH (C)의 순으로 나타났다. 또한 EESMH는 단백질 농도가 0.5%부터는 AESMH에 비해 약간 높은 유화력을 보여주었다. 그리고 각 단백질은 시간이 경과함에 따라 유화력이 서서히 감소하였다. 난각막 분해 단백질의 유화활성은 lecithin보다는 낮았지만 pH에 거의 영향을 받지 않는 안정한 유화성을 보여주었다. 中村禮郎 등(1986)에 의하면 유화성은 용해성과 아주 유사한 양상을 나타낸다고 보고한 바와 같이 AESMH보다 EESMH가 유화활성이 더 높게 나타났다. 이것은 용해성과 유화 활성은 분자의 표면상태에 의하여 영향을 받는 것으로 생각된다. 유화 안정성은 Fig. 3에 나타난 바와 같이 soybean oil을 lecithin, EESMH 그리고 AESMH와 1:1(v:v)으로 혼합한 다음 75°C에서 30분간 가열한 후 분리된 soybean oil을 측정할 결과 lecithin은 27%가 분리되었고, EESMH는 40.2% 그리고 AESMH는 48.8%로 나타났다. 유화 안정성도 AESMH보다 EESMH의 경우가 약 8% 정도 안정성을 보여



(A)



(B)



(C)

Fig. 2. Emulsifying activity of the egg shell membrane hydrolysates. A : Lecithin, B : EESMH(by *Bacillus licheniformis*), C: AESMH(by NaOH-ethanol), ○: 0%, ●: 0.1%, ▲: 0.3%, ◆: 0.5%, ■: 1%.

줬다. 그러나 Kim과 Han(1991) 등은 혈장 단백질과 근원 단백질의 유화 안정성 실험에서 분리된 지방이 5% 이하였다고 보고한 내용과 비교했을 때 lecithin, EESMH 그리고 AESMH의 유화안정성이 떨어지는 결과를 보여주었다.

3) 거품 형성력 및 안정성

효소분해(EESMH)와 화학적 분해(AESMH) 난각막 단백질 가수분해물의 거품 형성력을 측정할 결과는 Fig. 4에서

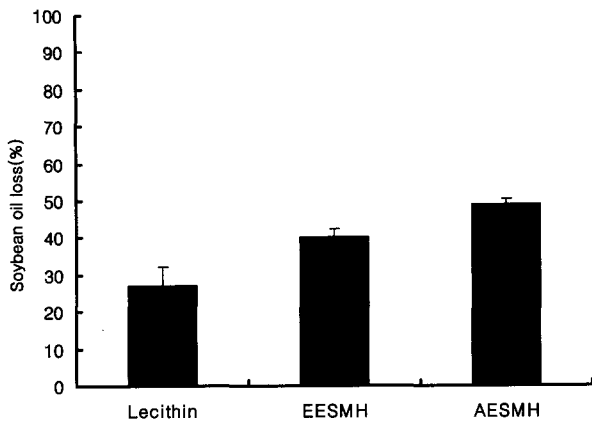


Fig. 3. Emulsifying activity of the egg shell membrane hydrolysates by *Bacillus licheniformis* (EESMH), NaOH-ethanol(AESMH) and lecithin at 75°C for 30 min.

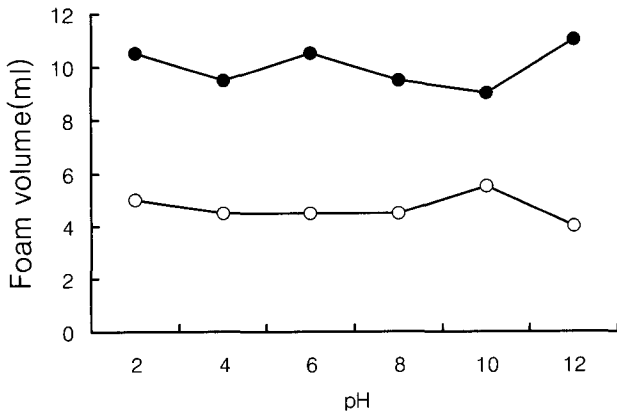


Fig. 4. Foaming capacity of the egg shell membrane hydrolysates by *Bacillus licheniformis* (EESMH, ○) and NaOH-ethanol(AESMH, ●) in the pH range of 2~12.

보는 바와 같이 거품형성 즉시 pH 2~12 범위에서 AESMH

가 EESMH보다 약 2배 정도 거품 형성력이 높았다. 이는 AESMH와 EESMH를 구성하고 있는 단백질의 함량과 구성 아미노산의 차이에 의한 것으로 생각된다. Kim 등(1987)에 의하면 등전점 부근에서 거품형성력이 최소 값을 나타낸다고 보고하였고, 거품 형성력과 안정성은 단백질 용액의 pH, 이온 강도, 이물질, 온도 등에 영향을 크게 받는다고 보고되었다. 그러나 본 실험에서는 등전점 부근에서 최소값이 확인되지 않았으며 따라서 EESMH와 AESMH는 pH에는 영향을 받지 않는 것을 확인할 수 있었다. 또한 거품 안정성은 Table 3에서 보는 바와 같이 EESMH의 경우 10분 후에 거의 기포가 소멸하는 것을 확인할 수 있었고, AESMH는 10분까지는 안정하였으나 30분 후에는 거의 소멸되었다. Chun 등(1998)은 참깨박 단백질이 거품 형성 후 30분 이후에 거품 부피가 50% 이하로 떨어졌고, 효소 처리한 경우에는 90분 경과 시 최고 80%까지 유지되었다고 보고하였다. 이것과 비교할 때 난각막과 참깨박 단백질의 아미노산 구성 성분의 차이와 거품 형성 후 참깨박 단백질의 표면 장력이 높아 거품을 유지하는 반면 난각막 분해물은 참깨박 단백질에 비해 표면 장력이 크게 떨어지는 것으로 생각된다.

4) 항산화력

Linoleic acid 2mg에 EESMH와 AESMH를 0.01, 0.05, 0.5%의 농도로 첨가하여 37°C에서 27시간까지 저장하면서 항산화력을 측정한 결과를 Fig. 5, 6, 7에 나타내었다. 그 결과 EESMH보다 AESMH가 항산화력이 우수한 것으로 나타났으며, 농도별로 볼 때 AESMH 0.5%일 경우에 항산화력이 인정되었다. 식품에 많이 사용되고 있는 천연 항산화제인 0.01% α -tocopherol, 0.01% ascorbic acid 그리고 0.01% BHT을 첨가한 것과 비교해 보면 항산화력은 비슷한 결과를 나타냈으며 Kim 등(1989)이 보고한 fish protein, defatted soybean

Table 3. Foaming capacity of the egg shell membrane hydrolysates by *Bacillus licheniformis*(EESMH) and NaOH-ethanol (AESMH) according to pH and time

Time(min)	pH	pH 2	pH 4	pH 6	pH 8	pH 10	pH 12
AESMH	0	10.5 ± 0.50 ¹⁾	9.5 ± 0.43	10.5 ± 0.30	9.5 ± 0.55	9.0 ± 0.45	11 ± 0.65
	10	8.5 ± 0.30	5.8 ± 0.30	6.5 ± 0.40	8.0 ± 0.50	8.8 ± 0.45	9.0 ± 0.40
	30	4.5 ± 0.33	3.3 ± 0.24	2.0 ± 0.35	2.3 ± 0.30	2.5 ± 0.30	2.5 ± 0.20
	60	3.5 ± 0.20	2.5 ± 0.20	1.9 ± 0.15	2.0 ± 0.40	2.3 ± 0.30	2.0 ± 0.25
EESMH	0	5.0 ± 0.50	4.5 ± 0.50	4.5 ± 0.45	4.5 ± 0.50	5.5 ± 0.40	4.0 ± 0.30
	10	1.3 ± 0.14	2.3 ± 0.16	2.0 ± 0.20	3.0 ± 0.25	3.0 ± 0.20	2.5 ± 0.20
	30	0	2.0 ± 0.10	1.8 ± 0.20	2.0 ± 0.50	2.5 ± 0.15	2.0 ± 0.15
	60	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

EESMH; enzymatically-degraded egg shell membrane hydrolysate, AESMH; alkalic-degraded egg shell membrane hydrolysate.

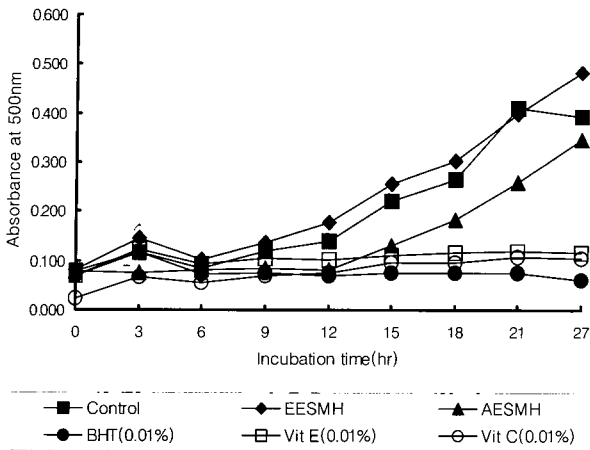


Fig. 5. Antioxidative activity of the 0.01% egg shell membrane hydrolysates by *Bacillus licheniformis* (EESMH) and NaOH-ethanol(AESMH) at 37°C for 27 hours.

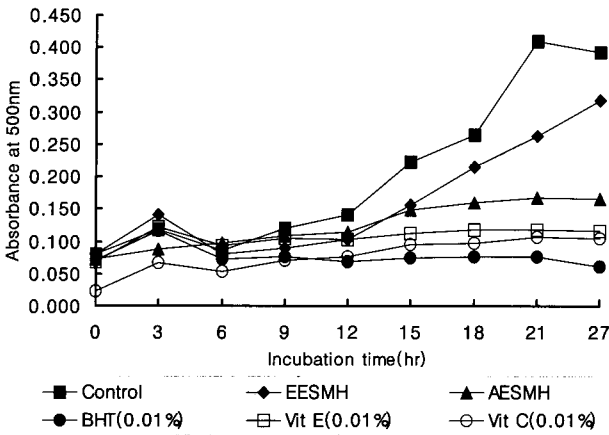


Fig. 6. Antioxidative activity of the 0.05% egg shell membrane hydrolysates by *Bacillus licheniformis* (EESMH) and NaOH-ethanol(AESMH) at 37°C for 27.

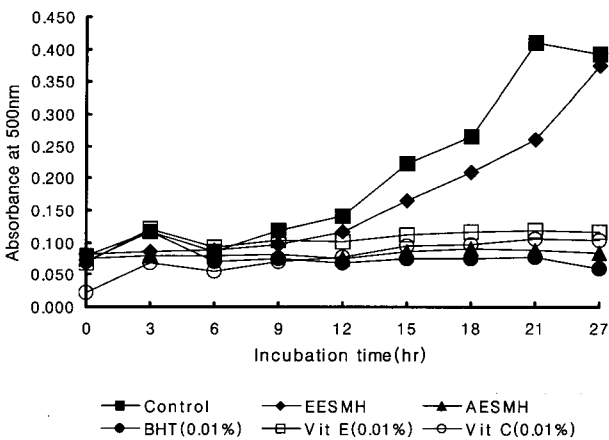


Fig. 7. Antioxidative activity of the 0.5% egg shell membrane hydrolysates by *Bacillus licheniformis* (EESMH) and NaOH-ethanol(AESMH) at 37°C for 27.

cake, egg albumin, casein의 항산화력 실험결과 농도가 높을 수록 항산화력이 증가한다는 내용과 일치하였다. 그러나 AESMH 0.01%, 0.05%일 때에는 약 18시간까지 항산화력이 인정되었으나 그 이후는 감소함을 나타내었다. EESMH의 경우에는 전체적으로 항산화력이 매우 약하게 나타나 山口直彦 등(1975)이 보고한 구성 peptide의 성상에 따라 항산화력에 다소 차이가 나타난다 보고와 관련이 있는 것으로 판단된다. 즉, Dipeptide이 경우 alanine을 N말단으로 하였을 때 Ala-His, Ala-Met, Ala-Tyr 및 Ala-Try의 항산화력이 좋은 것으로 나타났으며, 특정 아미노산이 N 말단에 위치하는가 C말단에 위치하는가에 의하여 항산화력이 크게 영향을 받기 때문에 peptide중의 아미노산의 위치에 의한 입체 배위가 항산화력에 크게 관여한다고 추정하고 있다. 따라서, EESMH와 AESMH의 항산화 효과는 peptide 함량과 생성된 peptide의 종류 즉 peptide의 분자량이나 구성 아미노산의 종류 등에 기인하는 것으로 생각되며 분해물 내에 존재하는 peptide에 대한 연구가 좀더 진행되어야 명확할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 난각막(egg shell membrane)에 keratinase를 생성하는 *Bacillus licheniformis*를 배양하여 제조한 효소분해 난각막분해물(enzyme-degradation egg shell membrane hydrolysate, EESMH)과 1N NaOH-Ethanol로 분해한 알칼리분해 난각막분해물(alkalic-degradation egg shell membrane hydrolysate, AESMH)을 제조하여 식품소재로 활용하고자 성분 분석 및 분해물의 유화성, 거품형성력, 항산화력 등의 식품학적 기능을 확인하였다. 즉, EESMH의 생산수율은 약 15%였고 AESMH의 경우 약 70%의 수율로 가수분해물이 생성됐으며 아미노산 분석 결과 EESMH와 AESMH의 아미노산 구성은 주성분이 aspartic acid, glutamic acid, cystine으로 큰 차이가 없었으나 EESMH의 경우 histidine이 18.69%로 AESMH의 2.56%에 비해 6배 정도 함량이 높게 나타났다. 단백질의 기능적 특성 측면에서 용해성은 EESMH와 AESMH 모두 95%이상의 높은 용해성을 나타내었다. 유화 활성의 경우 EESMH가 더 효과가 있었으며, 유화 안정성도 EESMH가 AESMH보다 약 8% 안정하였다. 거품 형성력은 AESMH가 EESMH보다 모든 pH 범위에서 약 2배 정도 높았으며 안정성도 우수하였다. 항산화력의 경우 AESMH가 항산화력이 높은 것으로 확인하였고 EESMH의 경우 전체적으로 매우 약하게 나타났다.

감사의 글

이 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 연구비에 의하

여 연구되었으므로 이에 감사드립니다
(KRF-99-005 -G00004).

참고문헌

1. Cha, G. S., Kim, J. W. and Choi, C. U. (1998) A Comparison of Emulsion Stability as Affected by Egg Yolk Ratio in Mayonnaise Preparation. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **20**(2), 225-230.
2. Chun, S. S., Cho, Y. J., Cho, K. Y. and Choi, C. (1998) Change of Functional Properties and Extraction of Sesame Meal Protein with Phytase and Protease. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **30**(4), 895-901.
3. George, C., Rebecca, S., Barbara, F. and Carl, F. (1981) Lysine-derived cross-links in the egg shell membrane. *Biochem. Biophys. Acta*, **640**, 365-367.
4. Jeon, C. O., Oh, J. Y., Koh, J. S., Jung, S. W. and Kim, J. Y. (1997) Antimel-anogenesis effect of 2,5-dimethyl-4-hydroxy-3 [2H]-furanone. *Society of Cosmetic Scientist of Korea*, 70-75.
5. Joen, T. W. and Park, K. M. (2002) Purification and Characteristics of a Keratinase from *Bacillus licheniformis* Strain for degradation of Egg Shell Membrane. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **22**(3). in press.
6. Joëlle, L., Valérid, G., Daniel, M., Stéphane, P. and Saïd, B. (2000) Application of chromatography and mass spectrometry to the characterization of food proteins and derived peptides. *J. Chromatography. A*, **881**, 1-21.
7. Kato, A., Tanaka, A., Lee, Y., Matsudomi, N. and Kobayashi, K. (1987) Effects of deamidation with chymotrypsin at pH 10 on the functional properties of protein. *J. Agric. Food Chem.*, **35**, 285-290.
8. Kiharu, I., Miho, I. and Toshimi, H. (1990) Major antioxidative substances in leaves of atsumi-kabu (red turnip, *Brassica campestris* L.). *Agric. Biol. Chem.*, **54**(4), 1053-1055.
9. Kim, C. J. and Han, E. S. (1991) Effect of NaCl, Phosphate and pH on the Functional Properties of a Mixed System of Pork Myofibrillar and Plasma Proteins. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **23**(4), 428-432.
10. Kim, S. B., Yeum, D. M., Yeo, S. G. and Ji, C. I. (1989) Antioxidative effects of food protein hydrolysates by protease. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **21**(4), 492-497.
11. Kim, Y. W. and Lee, C. H. (1987) Functional Properties of Lupinseed Protein Concentrate. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **19**(6), 499-505.
12. Leach, R. M., Rucker, R. B. and Dyke, G. P. V. (1981) Egg shell membrane protein: A non elastin desmosine/iso-desmosine containing protein. *Arch. Biochem. Biophys.*, **207**, 353-359.
13. Okubo, T., Akachi, S. and Hatta, H. (1977) Structure of hen eggs and physiology of egg laying. *Hen eggs.*, 1-12.
14. Park, H. S., Ahn, B. and Yang, C. B. (1990) Studies on the Functional Properties of Sesame and Perilla Protein Isolate. *Kor. J. Food Sci. Tech.*, **22**(3), 350-356.
15. Ryu, J. H., Lee, J. M. and Shon, D. H. (2000) Changes in the Antigenicity of Chicken Egg White by the Treatments of Protease, Trifluoromethanesulfonic Acid, Heat, and NaOH. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **32**(3), 720-725.
16. Tsafrir Z. and Zvi, S. (1996) Linearization of the Bradford protein assay increases its sensitivity: Theoretical and experimental studies. *Analytical Biochemistry*, **236**, 302-308.
17. Vignardet, C., Guillaume, Y. C., Friedrich, J. and Millet, J. (1999) A first order experimental design to assess soluble proteins released by a new keratinase from *Doratomyces microsporus* on human substrate. *Int. J. Pharmaceutics.*, **191**, 95-102.
18. Wang, J. C. and Kinsella, J. E. (1976) Functional properties of novel proteins; alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.*, **41**, 286-292.
19. Yang, H. J. (1996) Emulsifying properties of whey protein hydrolysates. Master thesis, Sung Kyun Kwan University.
20. Yoo, I. J., Park, W. M., Jeon, K. H., Choi, S. H. and Choi, S. Y. (1999) Hydrolysis of Egg Protein by Animal Proteases. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.*, **19**(1), 72-80.
21. Young In Scientific Co. (1992) Application of Amino Acid Analysis System. Young In Scientific Co., Seoul p.5.
22. 堀池俊介 (1999) 卵殻膜を素材にした調味料の開発. *食品工業* **36**-42.
23. 山口直彦, 横尾良夫, 藤巻正生. (1975) 脂質の安全性に及ぼすアミノ化合物の影響. *日本食品工業學會誌*. **22**(9), 425-429.
24. 中村禮郎, 吉原忠志, 井上志保子 (1986) 血清フラスマ分劃成分の機能特性. *日本畜産學會誌*. **10**, 823-831.
25. 岡部二郎 (1995) 皮膚外用剤. 日本特許. 特開平 7-133217.
26. 山下政績, 山口裕章 (1995) 水溶性 卵殻膜の製造法. 日本特許. 特公平 7-110210.

(Accepted August 19, 2002)