

# Ovotransferrin의 pH 및 온도에 따른 단백질 및 항균 특성

장애라\* · 이무하\*\* · 김재철\*\*\*

한국식품연구원\*, 서울대학교 동물생명공학전공\*\*, 인제대학교 식품생명과학부\*\*\*

## Protein Characteristics of Ovotransferrin Under the pH and Temperature and Its Anti-microbial Activity

A. Jang\*, M. Lee\*\* and J. C. Kim\*\*\*

Korea Food Research Institute\*, Department of Animal Science and biotechnology, Seoul National University\*\*, Department of Food and Life Sciences, Inje University\*\*\*

### ABSTRACT

Protein function of ovotransferrin with various pH and temperature, and its antimicrobial characteristics were determined. Foaming ability of ovotransferrin was high in alkali condition (pH 11), then diminished as time follows. In acidic condition (pH 3.0), very little amount of foam was produced and disappeared promptly in 30 min. However, neutral condition (pH 7.0) was revealed as the best area for foam production and foam stability of ovotransferrin. Temperature effect on foam stability of ovotransferrin showed that the highest foam was produced at 60°C. Ovotransferrin was shown weak antimicrobial activity against *E. Coli*, *S. typhi*, *P. aerug* and *Candida albicans* at dose of 12.5 mg/ml and 25 mg/ml. Anti-microbial effect of ovotransferrin with either lysozyme or albumine on pathogenic bacteria and fungi shows that the most effective dose was 25 mg/ml, especially on *S. typhi* and *C. albicans*.

(Key words : Ovotransferrin isolate, Protein function, Foam stability, Anti-microbial activity)

### I. 서 론

Ovotransferrin은 오랫동안 척추동물의 혈액과 조류 및 파충류의 난백의 주요 철 수송단백질로 인식되어오고 있다. 또한 난의 알부민의 화학적 방어 라인의 주요요소로 밝혀지고 있다. 단일체인의 당단백질인 이런 transferrin의 종에는 네 가지가 있다. 첫째, 척추동물의 혈액내 철 수송단백질인 serum transferrin, 둘째, 우유에서 최초로 발견된 lactoferrin, 셋째, 난백에서의 ovotransferrin, 넷째, 악성 melanoma 세포에서 발

견된 melanotransferrin이 있다(Mizutani 등, 2004).

이 중 ovotransferrin은 흔히 콘알부민이라고 불리는데 난단백질의 12.6%를 차지하며 철이 결합된 중성 당단백질로서 분자량이 77.7 kDa에 해당하고 등전점(PI)은 6.1이다(Brock, 1985). 난 단백질에서 두 번째로 많은 오보트랜스페린은 686개의 아미노산 잔기를 가지고 있으며, 15개의 이황화 결합과 4개의 mannose와 8개의 N-acetylglucosamin으로 구성된 한개의 glycan 사슬로 당화되어 있다 (양과 오, 1999; Doi와 Kitabatake, 1997). 이 ovotransferrin은 수송 철 [Fe

Corresponding author : Mooha Lee, San 56-1, Sillim-Dong, Gwanak-Gu, Animal science and biotechnology, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, 151-742, Korea  
Tel: 02-880-4804, Fax: 02-873-4804, E-mail : moohalee@snu.ac.kr

(III), Cu (III), Al (III)]과 매우 강하게 결합하고 있는데(Corda 등, 1983) 이러한 Ovotransferrin의 철원자에 대한 높은 친화력 때문에 미생물이 성장에 필요한 영양성분인 철을 결합하여 제거하므로 세균의 영양결핍을 일으켜 성장이 억제되기 때문에 이 단백질의 항균력은 주로 미생물의 성장억제력에 기인한다고 주장되었다(Baker 등, 1987; Kurokawa 등, 1995). 또한 유아의 급성 장염에 대한 치료효과도 보고되고 있다(Corda 등, 1983).

하지만 이러한 항균력은 세균 종류와 조건에 따라 그 효과가 다르다. 최근 많은 연구결과에서 ovotransferrin 자체보다는 효소로 ovotransferrin을 가수 분해시켜 생성된 펩타이드의 항균력이 높다는 결과가 보고되고 있다. Ibrahim 등(2000)은 ovotransferrin을 2시간 동안 약산 가수분해를 시킨 후 peptide를 분리하였을 때 92개의 아미노산을 가진 분자량이 9.9 kDa이고 등전점이 pH 8.84인 양이온 펩타이드가 우수한 항균력을 보였다고 하였다. 이러한 펩타이드는 N-terminal lobe의 철결합 위치를 포함하는 cysteine이 다량 함유되어 있고 곤충의 defensin과 구조가 매우 유사한 물질이기 때문에 ovotransferrin은 난백의 항균 방어 시스템의 주된 성분이라고 할 수 있다(Garibaldi 등, 1960).

식품으로서 ovotransferrin은 영양성분으로서 철분 보강제, 즉석 음료와 스포츠 바와 단백질 보강제 제조에 이용되는 철분보강혼합물, 철분 보강 음료수와 같은 철분이 강화된 제품에 이용될 수 있다. 일반적으로 단백질의 기능적 성질은 단백질의 조성, 배열, conformation, 분자량과 구조 등의 내적 요인, pH, 온도, 이온강도, 단백질과 다른 식품 성분 간의 상호 작용 등의 환경적 요인, 가공 처리, 측정조건 등에 의해 영향을 받는다(Kinsella, 1979).

특히 난백 단백질의 기포성 기능에서는 열과 pH 등에 대한 안정성이 요구 되는데 단백질의 농도가 증가하면 기포형성이 용이하고 안정성도 증가하며 부분적인 열변성에 의해서도 단백질의 기포 특성이 증가 한다(윤과 전, 2004).

식품으로서 ovotransferrin은 열에 민감한 난백 단백질로서 변성온도는 60°C이고 70°C에서 기

능적 특성이 변한다. 하지만 금속이온과 결합된 오보트랜스페린 복합체는 열변성에 더욱 안정한 성질을 갖고 있다(Matsudomi 등, 2002). 하지만 계란 알레르기를 유발하는 것은 주로 난백단백질로서 ovomucoid (OM; Gal d 1)와 ovalbumin(OA; Gal d 2)이 주요 알레르겐으로 알려져 있으며 계란 난백 중 약 65% 이상을 차지하고 있다(류 등, 2004). 또한 계란의 12%를 차지하고 있는 ovotransferrin의 알레르기원으로서의 특성도(OT; Gal d 3) 보고되어(Langeland와 Harbitz, 1983) 이 부분에 대한 연구는 향후 더 진행이 되어야 할 것으로 보인다. 이렇게 ovotransferrin은 난백 내에 두 번째로 많이 들어있는 단백질임에도 불구하고 분리한 ovotransferrin의 단백질 특성에 대한 국내의 관련연구는 극히 미약하다. 이에 본 연구에서는 분리된 ovotransferrin의 식품소재로서의 단백질 특성을 알아보기 위해 기포성, 응고성, 보수성을 측정하였고 특유의 특징인 병원성 미생물에 대한 항균능력을 측정하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시재료 및 처리

본 실험의 공시재료는 시중에서 구입한 신선한 계란을 구입하여 실험실에서 난황과 난백을 분리 하였다. 분리된 난백에서 알끈을 제거 한 후 동량의 3차 증류수를 가한 후 mixer를 이용하여 저속으로 교반하였다. 교반이 끝난 난백액은 sonicator chamber에서 60분간 sonication을 실시하여 난백액 중의 공기를 제거하였다. Sonication 종료 후 난백액을 5,000 rpm에서 25분간 원심분리한 다음 침전물을 제거한 후 상등액을 급속 동결하였다. 급속 동결된 시료를 동결 건조기에서 건조하여 장 등(2005)의 방법으로 분리·정제하여 준비하였다.

### 2. 수분흡착력

Ovotransferrin의 수분 흡착력의 측정은 Beuchat (1981)의 방법에 따라 1g의 각 시료에 증류수를

10 ml 넣고 vortex 한 후 실온에서 30분간 정치한 다음 3,000 xg에서 20분간 원심 분리하여 얻은 상층액의 부피를 측정하였고 1 g의 시료에 흡착된 증류수의 부피 ml을 측정하였다.

### 3. 기포 형성력 및 기포 안정성

기포 형성능력은 Wang과 Kinsella의(1976) 방법을 약간 변형하여 이용하였다. 0.1 g의 오보트랜스페린에 증류수 10 ml을 가하고 pH를 0.1N HCl과 0.1 N NaOH를 이용하여 3, 5, 7, 9 및 11으로 조절한 후 300 xg에서 30초간 homogenizing (T-25, IKA, Germany)하여 기포를 형성 시켰다. 발생된 기포의 부피를 측정하여 기포형성력을 측정하였고. 이의 안정성은 0, 10, 20, 30, 60, 120분 동안의 방치시간 후에 기포의 부피의 변화를 나타내었다.

### 4. 균주 및 배지

균주는 *L. Mono* (ATCC 19111), *S. typhi* (ATCC 14028), *Staph. aureus* (ATCC 12692), *E. Coli* (ATCC 25922), *B. cereus* (ATCC 11778)로서 한국 식품연구원에서 분양받았다. 곰팡이로는 *Candida albicans* (ATCC 10231), *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 4126), *Aspergillus oryzae* (ATCC 22788)을 이용하였다. 배지는 nutrient agar, mueller hinton agar, brain heart infusion agar (Difco. USA)를 이용하였다. Tryptic soy broth 는 계대배양용 액체 배지로 이용하였고 곰팡이의 증식을 위해서는 potato dextrose agar (Difco. USA)를 이용하였다.

### 5. 항균 활성

항균 활성 측정에 사용된 각각의 균주는 10 ml의 nutrient broth에 접종하고 37°C에서 18-24 시간 동안 2회 계대 배양하여 사용하였다. 항균력 검색을 위해 분리된 ovotransferrin은 0.22 µm membrane filter로 여과하여 제공한 후 3.15, 6.25, 12.5, 25 mg/ml 의 농도가 되도록 조절하였다.

항균 활성은 MacLowry와 Jaqua(1970)의 페이퍼 디스크법으로 측정하였다. 멸균된 8 mm 페이퍼 디스크를 각 미생물이 도말된 고체 배지에 깔고 50 µl의 각 농도의 ovotransferrin을 떨어 뜨려 37°C incubator에서 16-24시간 배양 후 디스크 주변의 inhibition clear zone의 직경을 mm 단위로 측정하여 비교하였다.

### 6. 통계 분석

통계 분석은 SAS(2000, Windows V8) 프로그램을 이용하여 분산 분석을 수행하였고, 평균 간 유의성 검정은 Duncan's Multiple range test로 처리간의 결과차이를 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 수분 흡착력

Fig. 1. 은 분리한 ovotransferrin을 pH 조건을 다르게 하였을 때 수분 흡착력을 측정한 것이다. Ovotransferrin 1g을 기준으로 하여 pH 3, 7, 11의 조건에서 각각  $0.8 \pm 0.14$ ,  $0.9 \pm 0.09$ ,  $0.7 \pm 0.04$  ml의 수분을 흡착하는 결과를 보였다. 즉, 산성과 염기적인 조건에서는 pH 7의 조건에서 보다 0.1-0.2 ml 정도의 낮은 수분 흡착력을 보였지만 처리간의 유의성은 보이지 않았다. 단백질의 수분 흡착력은 pH, 이온농도 등에 직접적인 영향을 받으며 단백질의 종류, 아미노산 조성, 탄수화물의 존재, 가공 등에 의해 크게 달라진다(김과 이, 1987).

Fig. 1. Water absorbtion capacity of ovotransferrin under different pH condition.

## 2. pH에 따른 기포형성 및 안정성

Fig. 2. Foaming capacity and stability of ovotransferrin in different pH range (p<0.05).

Fig. 2.는 pH 3, 5, 7, 9, 11에서의 ovotransferrin의 시간에 따른 기포의 형성과 그 안정성을 나타내고 있다. 가장 염기적인 조건인 pH 11에서 기포가 최대로 발생하였다가 시간이 지나면서 점차 감소하였는데 산성 조건인 pH 3에서는 기포의 형성이 가장 적게 발생되어서 pH의 조건에 의존하는 기포의 발생 형태를 보여주고 있다. 이 결과를 보았을 때, 기포 형성을 필요로 하는 경우엔 중성이상의 pH 조건이 적합한 것으로 보여졌다. 특히 pH 3의 조건에서 ovotransferrin의 기포는 시간이 지나면서 급속하게 사라지는 경향을 보였으나, pH 7의 조건에서는 감소의 폭이 적어 기포형성 후 안정하게 유지되었다. 따라서 열처리에 대한 ovotransferrin의 기포 형성과 안정성을 측정하기 위해 pH 7을 선택하였다. 대부분의 단백질은 net 전하가 0인 등전점에서 최소의 용해도를 가지는 전형적인 pH-solubility profile을 보이고 있지만 같은 전하를 가진 아미노산 사이의 정전기적 반발은 구상 단백질을 안정화시키고 수분 결합을 증가 시키므로 용해도 수화 젤화와 표면활성 등을 증가시킨다는 보고도 있다(이, 1993). 이와는 조금 다르게 본 실험결과 등전점 근처에서 기포형성력이 큰 것은 ovotransferrin의 분리시 이용했던

컬럼이나 완충액 등에 의해 극성을 띠는 부분이 노출되었거나 이 단백질에 영향을 준 것으로 판단된다. 단백질의 기포 안정성은 단백질-단백질과 단백질수막의 상대적 크기에 의해 달라지는데, 이는 단백질 분자상의 전하정도와 ionic environment에 의해 영향을 받기 때문이다(Kinsella, 1976). 또한 기포 안정성은 정전기적 반발이 최소가 되어 표면장력이 감소하는 등전점 부근에서 최대지만 단백질이 불용성이 되어 응고하면 그 안정성은 감소된다는 보고도 있다(Graham와 Phillips, 1976; 이, 1993).

본 실험결과 pH 7에서 보다 pH 3에서 기포가 급격히 감소하였던 것도 pH가 등전점에서 멀어지면서 단백질의 net 전하가 증가하여 기포안정성이 감소하게 된 것으로 판단된다(Wanisika와 Kinsella, 1979; Phillips 등, 1987; 이, 1993).

## 3. pH 7에서 온도에 따른 기포형성 및 안정성

Fig. 3. Foaming capacity and stability of ovotransferrin at pH 7 in different temperature (P<0.05).

Fig. 3.은 선정된 pH 7의 조건에서 ovotransferrin을 30, 60, 90, 120℃의 조건으로 열처리하였을 때의 기포 형성력 및 안정성을 나타낸 것이다. 모든 온도에서 기포는 발생 후 시간이 지남에 따라 감소하였고 기포의 발생은 60℃의 온도에서 가장 높았으나 처리 온도가 90℃ 이상이 되면 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. Zhu와 Samodaran (1994)은 whey protein isolate

를 70°C에서 1분 동안 가열하면 기포 안정성이 증가하였지만, 90°C에서 5분 가열하였을 때는 기포 안정성이 감소하였다고 보고하고 이는 disulfide-sulfhydryl 교환반응으로 인한 단백질의 중합반응이 확장되어 형성된 고분자 중합체들이 거품을 형성하는 동안 공기-물 계면에 흡착되지 않는다는데 이유가 있다고 설명하였다. 본 실험의 결과도 같은 원리에서 비롯된 것이라고 생각된다. 일반적으로 기포 형성력 및 안정성은 단백질 용액의 pH, 이온강도, 이물질, 온도 등에 영향을 크게 받고 기포형성력은 용해도와 높은 상관관계를 가지나 안정성은 상관관계를 갖지 않는다는 보고도 있어(김, 1987) 앞으로 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

4. 항균, 항곰팡이 효과

Table 1.은 분리된 ovotransferrin의 항균효과 및 항곰팡이 효과를 나타낸 것이다. 다섯 가지 병원성 미생물과 두 가지 이스트와 곰팡이에 대한 ovotransferrin의 농도별 저해효과를 측정하였는데 3.08, 6.25, 12.5 mg/ml의 농도에서는 유의적인 저해 효과는 볼 수 없었다. 다만 25 mg/ml의 농도로 적용했을 때 *E. coli*, *S. typhi*, *P. aerug*와 *Candida* 에서만 약한 저해 효과를 나타내었다. 혈청 트랜스페린과 오보트랜스페린은 생물학적 용액에서 시토졸로의 리셉터와 연관된 e-octosis에 의한 철(III) 수송에 관련되어 있지만 락토펜은 철 제거제로서 인식되고 있다(Abdallah, 2000; Anderson 등, 1990). 모든 트랜스페린은 약 700개의 아미노산 잔기의 단일 폴리펩타이드 체인으로 이루어져 있고 두 개의 lobe 안에(C와 N) 존재하여 약 10-12개 잔기의 interlobe에 의해 연결된다. 각각의 lobe에는 철이 coordianate된 네 개의 단백질 리간드로서 이루어진 두 개의 도메인이 있다. 단백질이 철 결합 상태가 되면 두개의 lobe는 대부분 open conformation되지만 반면에 철이 채워지면 닫힌 conformation 상태가 된다. 게다가 각각의 lobe에는 도메인내부 수소본드가 철과의 복잡한 구조상에 생긴다(Abdallah,

2000).

곰팡이 중 *Candida albicans*는 가장 많은 질병을 유발하는 진균 감염원으로 인체의 면역력이 저하되면 기회 감염균으로 발생 된다(장 등, 2003). 진균류는 자연계에서 널리 존재하며 종종 사람들에게 무좀, 백선 등 여러 가지 질병을 일으키고 있다. 최근 광범위한 항생물질 및 면역 억제제의 남용 등에 대한 기회성감염증의 증가로 진균 감염증은 그 중요성이 증대되고 있다(장 등, 2003). Ovotransferrin은 이러한 *Candida* 를 12.5 mg/ml의 농도에서도 *S. typhi*와 함께 억제시킴을 나타내었다.

Table 1. Antimicrobial and antifungal activity of ovotransferrin

Concentration (mg/ml)	Bacteria			
	<i>E. coli</i>	<i>S. typhi</i>	<i>P. aerug.</i>	<i>C. albicans</i>
3.1	-	-	-	-
6.3	-	-	-	-
13	-	+	-	+
25	+	+	+	+

- : not detected.  
+ : 1 ~ 2 mm inhibition zone.

이러한 ovotransferrin의 항균 특성은 여러 가지 메카니즘으로 설명되고 있는데 미생물의 생장에 영양성분으로 작용하는 철분의 흡착 및 제거로 인한 미생물 저해를 비롯해서 transferrin이 직접적으로 미생물의 막에 손상을 줄 수 있다는 주장도 있다. Aguilera 등(2003)은 serum transferrin, ovotransferrin과 lactoferrin이 *E. coli*의 외부 막에 투과할 수 있고 그 후 이온의 투과를 선택적으로 발생시키는 내부막에 도착할 수 있다고 주장하였고 또한 이들은 transferrin의 효과는 비록 다른 이온의 작용이 반드시 고려되어야 하고 앞으로의 더 많은 분석이 필요하긴 하지만 Na<sup>+</sup>이나 H<sup>+</sup>의 어떠한 작용도 없이 적어도 K<sup>+</sup>의 선택적인 투과가 가능한 세포와 인공 막에서 측정될 수 있다고 하였다.

5. 미생물 저해 특성 상승조건

Table 2는 알부민과 ovotransferrin의 혼합사용이 항균 및 항곰팡이 기능에 상승효과를 주는지를 나타내는 표이다. Ovotransferrin에 알부민을 혼합하였을 때 25 mg/ml의 농도에서 *S. typhi*의 억제 효과를 보였으나 3.08, 6.25, 12.5 mg/ml의 농도에서는 항균 효과를 보이지 않았다. 곰팡이류에서는 역시 *candida*에서 ++정도의 항균 활성을 보였으며 12.5 mg/ml의 농도에서도 약한 항균활성을 보였다. Eliison 등(1998)은 lactoferrin이 lysozyme과 항생제 등과 함께 항 미생물 역할의 상승효과를 준다고 보고 하였다. 따라서 본 실험에서도 분리한 ovotransferrin과 lysozyme, albumine의 항 미생물 효과의 상승작용을 측정하였다.

Table 2. Effect of albumin on antimicrobial and antifungal activity of ovotransferrin

Concentration (mg/ml)	Bacteria			
	<i>E. coli</i>	<i>S. typhi</i>	<i>P. aerug.</i>	<i>C. albicans</i>
3.1	-	-	-	-
6.3	-	-	-	-
13	-	-	+	+
25	-	++	+	++

- : not detected.  
 + : 1 ~ 2 mm inhibition zone.  
 ++: 3 ~ 4 mm inhibition zone.

Ovotransferrin의 항균 및 항곰팡이 활성의 상승요인으로 lysozyme이 작용할 수 있는지를 알아보았다(Table 3). 위의 Table 2와 비슷한 경향을 보였지만 *S. tiphy*가 12.5 mg/ml의 농도에서도 약한 저해 효과를 나타냈으나 *P. aerug*에 대해서는 아무런 효과를 보이지 않았다. 곰팡이류에서는 *candida*의 억제 효과가 ++의 수준으로 보였다. 결국, 본 실험결과에 의하면, ovotransferrin의 항균 및 항곰팡이 활성을 상승시키기 위한 lysozyme과 albumine의 역할이 그리 크지 않은 것으로 판단되었다. Ibrahim 등(2000)은 철이 결핍된 *E. coli*에서 lysozyme에 의한 용해를

발견할 수 없다고 하였고 최근에는 항 미생물 펩타이드인 lactofericin이 박테리아의 cytoplasmic mambrane을 탈극화시켜서 *E. coli*의 pH gradient의 손실을 일으키는 것으로 알려져 있고 ovotransferrin의 항 미생물 활성은 영양적 손실과 관련된 메카니즘과는 무관하다는 보고도 발표되고 있다. Aguilera 등(2003)도 트랜스페린이 직접적으로 미생물의 막에 손상을 주는 경우도 있다고 하여 정확한 transferrin 및 transferrin 효소 분해물의 항균 메카니즘의 확립에 대한 연구가 더욱 필요할 것으로 생각된다. 또한 Yoshinory 등(2004)은 계란 단백질 물질 중 특히 lysozyme의 신선채소, 생선, 식육, 과일, 새우 및 그 외 다른 해산물의 표면 미생물의 억제를 위해 항균 코팅제로 이용한 연구는 많이 진행되어 왔다고 하였는데 본 연구의 결과, 추후 경제성과 안전성에 대한 더 깊은 연구가 필요하지만 ovotransferrin도 앞으로 이와 같은 항균 코팅제로 이용될 수 있는 가능성이 있을 것으로 판단된다.

Table 3. Effect of lysozyme on antimicrobial and antifungal activity of ovotransferrin

Concentration (mg/ml)	Bacteria			
	<i>E. coli</i>	<i>S. typhi</i>	<i>P. aerug.</i>	<i>C. albicans</i>
3.1	-	-	-	-
6.3	-	-	-	-
13	-	+	-	+
25	-	++	+	++

- : not detected.  
 + : 1 ~ 2 mm inhibition zone.  
 ++: 3 ~ 4 mm inhibition zone.

IV. 요약

본 연구는 분리한 ovotransferrin의 식품소재로서의 단백질 특성과 병원성 미생물에 대한 항균능력을 측정하기 위해 실시하였다. 분리한 ovotransferrin의 수분 흡착력을 pH 3, 7, 11의 조건에서 살펴보았을 때 중성조건에서 다소 증가하는 경향을 보였지만 유의적인 차이는 없었

다. 기포의 생성과 안정성은 산성조건인 pH 3에서 기포가 가장 적은 양이 발생되었고 시간이 지남에 따라 급속하게 사라지는 경향을 보였으며 중성조건인 pH 7에서는 기포의 감소의 폭이 적어 안정하게 유지됨을 보였다. 온도가 ovotransferrin의 기포의 발생과 안정성에 미치는 영향은 60°C에서 기포의 발생이 가장 높았으나 처리온도가 90°C 이상이 되면 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. Ovotransferrin의 항균 및 항 곰팡이 효과를 측정해 본 결과 농도에 따른 유의적인 저해효과는 없었으나 다만 25 mg/ml의 농도로 처리하였을 때 *E. coli*, *S. typhi*, *P. aeruginosa*와 *Candida albicans*에서만 약한 저해 효과를 나타내었다. Albumin과 lysozyme을 ovotransferrin과 혼합사용이 항균 및 항 곰팡이 효과에 영향하는지를 알아본 결과 albumin과 ovotransferrin을 혼합사용 하였을 때 25 mg/ml의 농도에서만 *S. typhi*와 *Candida albicans*의 억제(++) 효과를 보였고 lysozyme과 ovotransferrin의 혼합사용은 12.5 mg/ml의 농도에서만 *S. typhi*에서 약한 저해(+) 효과를 나타냈으며 *Candida albicans*에 대해서는 ++정도의 억제효과를 나타내었다. Ovotransferrin 자체의 항균 효과는 25 mg/ml의 농도에서만 약한 저해효과를 보였으며 ovotransferrin의 항균 및 항 곰팡이 활성을 상승시키기 위한 lysozyme과 albumin의 역할은 그리 크지 않은 것으로 판단되었다.

## V. 사 사

본 연구는 농림기술관리센터의 농림기술개발과제로 수행된 “계란의 유효성분 분리, 정제를 위한 일관공정 개발 및 그 이용에 관한 연구” 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사를 드립니다.

## VI. 인 용 문 헌

1. Abdallah, F. B. and El Hage Chahine, J. M. 2000. Transferrins: iron release from lactoferrin. *J Mol Biol.* 20; 303(2):255-66.
2. Aguilera, O., Quiros, L. M. and Fierro, J. F. 2003. Transferrins selectively cause ion efflux through bacterial and artificial membranes. *FEBS Lett.* 31; 548(1-3):5-10.
3. Anderson, B. F., Baker, H. M., Norris, G. E., Rumball, S. V. and Baker, E. N. 1990. Apolactoferrin structure demonstrates ligand-induced conformational change in transferrins. *Nature.* 19; 344(6268):784-7.
4. Baker, E. N., Rumball, S. and Anderson, B. 1987. Transferrins: insights into structure and function from studies on lactoferrin. *Trends Biochem. Sci.* 12:350-353.
5. Beuchat, L. R. 1981. Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour proteins. *J. Agric. Food Chem.* 46:71.
6. Brock, J. H. 1985. Transferrins, in *Metalloproteins, Part2, Meatal proteins with Non-Redox Roles*, Harrison, P. M.(Ed.): Verlag chemie GmbH, Weinheim.
7. Corda, R., Biddau, P., Corrias, A. and Puxeddu, E. 1983. ‘Conalbumin in the treatment of acute enteritis in the infant’, *Int. J. Tiss. React.* V(1); 117-123.
8. Doi, E. and Kitabatake, N. 1997. Structure and functionality of egg proteins, *Food Sci. Technol.* 80:325-340.
9. Ellison, R. T. Giehl, T. J. and LaForce, F. M. 1988. Damage of the outer membrane of enteric gram negative bacteria by lactoferrin and transferrin. *Infect. Immun.,* 56:2774-2781.
10. Garibaldi, J. A. 1960. Factors in egg white which control growth of bacteria. *Food Res.* 25(3):337-344.
11. Graham, D. E. and Phillips, M. C. 1976. The conformation of proteins at the air-water interface and their role in stabilizing foams. In “Foams”, Akers, R. J. (Ed.), Academic Press, New York, NY. p.237.
12. Ibrahim, H. R., Sugimoto, Y. and Aoki, T. 2000. Ovotransferrin antimicrobial peptide (OTAP-92) kills bacteria through a membrane damage mechanism. *Biochimica et Biophysica Acta* 1523:196-205.
13. Kinsella, J. E. 1979. Functional properties of soy proteins. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 56:242.
14. Kinsella, J. E. 1976. Functional properties of protein in foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 7:219.
15. Kurokawa, H., Mikami, B. and Hirose, M. 1995. Crystal structure of diferric hen ovotransferrin at 2.4 Å resolution. *J Mol Biol.* 24; 254(2):196-207.

16. Langeland, T. and Harbitz, O. 1983. A clinical and immunological study of allergy to hen's egg white. V. Purification and identification of a major allergen (antigen 22) in hen's egg white. *Allergy*. 38(2):131-139.
  17. MacLowry, J. D. and Jaqua, M. J. 1970. Detailed methodology and implementation semiautomated serial dilution microtechnique for antimicrobial susceptibility testing. *Appl. Microbiol* 20:46-53.
  18. Matsudomi, N., Nakano, K., Soma, A. and Ochi, A. 2002. Improvement of gel properties of dried egg white by modification with galactomannan through the Maillard reaction. *J. Agric Food Chem.* 3;50(14):4113-4118.
  19. Mizutani, K., Okamoto, I., Fugita, K., Yamamoto, K. and Hirose, M. 2004. Structural and functional characterization of ovotransferrin produced by *Pichia pastoris*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 68(2): 376-383.
  20. Phillips, R. D. and Beuchat, L. R. 1981. Enzyme modification of proteins. In "Protein Functionality in Foods," Cherry, J. P.(ED), p 275. ACS. Washington, DC. Phillips, L. G., Haque, Z. and Kinsella, J. E. 1987. A method for the measurement of foam formation and stability. *J. Food Sci.* 52:1074.
  21. SAS. 2000. User's Guide. SAS Institute Inc. Cary. NC. USA.
  22. Wang, J. C. and Kinsella, J. E. 1976. Functional properties of novel proteins; alfalfa leaf protein. *J. Food. Sci.* 41:286.
  23. Wanisika, R. D. and Kinsella, J. E. 1979. Foaming properties of proteins: Evaluation of a column aeration apparatus with ovalumin. *J. Food Sci.* 44:1938.
  24. Yoshinory, M., Fupeng, M. A. and Lauriau, S. 2004. Antimicrobial peptides released by enzymatic hydrolysis of hen egg white lysozyme. *J. Agric. Food Chem.* 52:1088-1094.
  25. Zhu, J. and Samodaran, S. 1994. Heat induced conformational changes in whey protein isolate and its relation to foaming properties. *J. Agric. Food Chem.* 42:846-855.
  26. 김영옥, 이철호. 1987. 루우핀콩 단백질 농축물 (LPC)의 식품기능성. *한국식품과학회지*. 19(6):400-505.
  27. 류주연, 박춘옥, 이종미, 손동화. 2004. NaOH, 열, 및 효소 처리에 의한 계란 난백 중 ovomucoid와 ovalbumin의 항원성 변화. *한국식품과학회지*. 36(1): 147-151.
  28. 양재승, 오봉윤. 1999. 달걀 단백질 특성. *식품과학과 산업*. 32(3):42-56.
  29. 윤혜현, 전은재. 2004. 열처리 대두에서 분리한 대두 단백질의 기능성. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36(1):38- 43.
  30. 이숙영. 1993. 단백질의 기능적 성질과 식품에서의 이용. *한국조리과학회지*. *한국조리과학회 추계 심포지움 및 정기총회*. 9(4):359-374.
  31. 장소영, 유시용, 김성덕. 2003. 식물추출물의 *Pityrosporum ovale* 및 *Candida albicans*에 대한 항진균 활성. *생약학회지*. 34(4):303-307.
  32. 장애라, 조운제, 이무하, 김재철. 2005. 난백내 ovotransferrin의 분리방법에 관한 연구. *한국동물자원과학회*. 47(6) : 1025-1032.
- (접수일자 : 2005. 8. 12. / 채택일자 : 2005. 11. 30.)