

## 탈당(脫糖)된 육계와 돼지 혈장분(血漿粉)의 상온 저장에 따른 색깔, 단백질 함량, 용해도, 기포력과 pH 변화

이재준 · 이영현

서울산업대학교 식품공학과 및 식품생물공학연구소

### Changes in Color, Protein Content, Solubility, Foaming Capacity and pH of Desugarized Broiler and Porcine Plasma Powder During Storage at Room Temperature

Jae Jun Lee and Young Hyoun Yi

Food Science and Technology Department and Institute of Food Biotechnology  
Seoul National University of Technology

#### Abstract

Broiler and porcine blood plasma were desugarized by GOD (glucose oxidase 10 units/g) or baker's yeast (0.3% w/w) and dried. The color, biuret protein content, solubility, foaming capacity and pH of desugarized blood plasma powder during storage at room temperature were investigated. Desugarized plasma powder was lighter and less red and yellow than the control group ( $P < 0.05$ ). Biuret protein content and solubility of deglucosated plasma powder were higher than the control. Biuret protein content and solubility of all samples decreased during storage ( $P < 0.05$ ). Generally, deglucosated samples showed better foaming capacity than the controls ( $P < 0.05$ ). The pH of deglucosated broiler samples by yeast and porcine samples were decreased just after initial increasing, while the pH of other broiler powder was continuously decreased during storage. Deglucosated porcine powder always showed higher pH values than the control ( $P < 0.05$ ). Overall, desugarization of broiler or porcine blood plasma before drying improved color, biuret protein content, solubility and foaming capacity.

Key words: desugarization, blood plasma, physical characteristics

#### 서 론

도축장에서 발생하는 부산물, 특히 혈액의 처리는 축산업계의 중요한 관심 대상이다. 가금(家禽)이나 가축 혈액의 생물학적 산소요구량(BOD, Biological Oxygen Demand)은 147,000 ppm이나 되기 때문에 수질 오염의 주된 원인이 된다. 이를 처리하기 위해서는 막대한 폐수 처리 시설과 운영 경비가 필요하다<sup>(1-4)</sup>.

혈액을 재활용하기 위한 한가지 방법으로 혈액을 rendering (고온 고압의 가열처리후 건조와 분쇄)시켜 사료 원료로 업계 일부에서 사용하고 있다. 하지만 고온 고압의 rendering 공정은 영양소의 손실을 초래하거나 파괴시킨다. 또한 혈당(血糖)과 아미노산이 반응하는 Maillard 반응이 진행되어 실제 동물이 소화 흡

수할 수 있는 유효 lysine은 매우 적어지게 된다. 수질 오염을 줄이거나 혈액을 재활용하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다<sup>(1-4)</sup>.

돼지와 소의 혈장은 육가공 제품의 결착제로서 사용되었고 건조된 혈장분은 식육 조각이나 박편 사이의 겔을 형성하기 위한 결착제로써 재구성육에 이용되고 있다<sup>(5-9)</sup>. 그리고 돼지나 소 혈장이 emulsion<sup>(8,10-14)</sup>과 거품(foam) 형성<sup>(12,15,16)</sup> 그리고 gel(겔) 강도<sup>(17)</sup>에 미치는 영향에 대한 연구들도 이루어졌다.

식품 색깔은 소비자가 식품을 판별하는 중요한 요인의 하나이다. 돼지 혈장은 노란색을 띠다가 건조하게 되면 노란색은 없어졌다<sup>(2)</sup>. 건조된 혈장을 저장하면 변패취가 발생하게된다. 이는 혈장내 hemoglobin, 인지방질 및 고도불포화 지방산의 산화에 기인하는 것으로 여겨진다<sup>(2)</sup>. Kline 등<sup>(18)</sup>은 저장된 전란분(全卵粉)을 조사하였는데 포도당-cephalin 반응이 변패취 발생과 밀접한 관련이 있다고 하였다. 혈장내 포도당의 환

Corresponding author: Young Hyoun Yi, Department of Food Engineering, Seoul National University of Technology, 172 Kongnung-dong, Nowon-gu, Seoul 139-743, Korea

원력 때문에 유리지방산과 인지방질의 산화가 촉진되는 것으로 여겨진다.

Yasutoshi 등<sup>(19)</sup>은 가축 혈장에 glucose oxidase를 첨가함으로써 건조된 혈장 포도당의 함량을 줄일 수 있었다. 이 결과 상온에서 오랜 기간 저장한 후에도 높은 겔 강도가 유지되었다. 그러나 본 공정이 특허인 관계로 자세한 설명은 알려져 있지 않을 뿐만 아니라 경제적 측면으로 볼 때 glucose oxidase의 상업적 대량 사용은 현실성이 결여되어 있다.

Carlin과 Ayres<sup>(20)</sup>는 glucose oxidase와 catalase를 사용하여 난백(卵白) 포도당을 제거함으로써 변패취가 없는 제품의 생산이 가능하였다. Lee 등<sup>(21)</sup> 및 Lee와 Chang<sup>(22)</sup>은 glucose oxidase나 효모에 의해 탈당(脫糖, desugarized)된 건조 계란의 제조 공정과 저장성 등을 연구했다. 동 연구에 의하면 저장 기간중 포도당이 제거된 시료의 pH, 용해도와 겔 강도는 감소한 반면 browning 값, 유화력(emulsifying capacity)과 유화안정성(emulsion stability)은 증가했다.

이와 이<sup>(23)</sup>는 glucose oxidase 및 제빵용 효모를 사용하여 육계와 돼지 혈장의 실용적인 탈당 방법을 모색했다. 하지만 탈당에 의한 혈장분의 이화학적 특성 변화에 관한 연구는 매우 드문 형편이다. 따라서 본 연구에서는 glucose oxidase나 제빵용 효모를 사용하여 포도당이 제거된 육계와 돼지 혈장분의 상온 저장중 색깔, 단백질 함량, 용해도, 기포력(foaming capacity) 그리고 pH의 변화를 조사하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험계획

육계와 돼지 혈장의 포도당을 제거하는 3가지 방법(control, glucose oxidase 10 units/g, baker's yeast treatment 0.3% w/w) X 저장 기간(0, 2, 4, 6, 8주)의 factorial arrangement로 CRD (completely random design)를 사용하였다. glucose oxidase나 제빵용 효모를 사용하여 포도당이 제거된 육계와 돼지 혈장분의 상온 저장중 2주 간격으로 8주까지 색깔, 단백질 함량, 용해도, 기포력과 pH를 각각 4번 씩 측정했다.

### 육계와 돼지의 혈장준비

육계와 돼지 혈액은 각각 대상마니커(주) (경기도 동두천시 하봉암동)와 우성농업(주) (서울 성동구 마장동)에서 채혈하자마자 40%의 sodium citrate로 된 항응고제 용액 1% (w/w)를 첨가하였다. 항응고제와 혼합한 후 저온으로 유지된 ice chest에 넣어 본교 실험실로 운반하였다.

혈액 도출 즉시 1,816 × g (gravity) 즉 3,100 rpm에서 15분간 원심분리(비전 과학(주), VS-21SMTN, 경기도 부천시 오정구 삼정동)하여 혈장인 상등액을 얻었다.

### 육계와 돼지 혈장의 탈당과 혈장분 준비

원심분리된 육계와 돼지 혈장을 얻은 즉시 glucose oxidase (Product No. G-2133, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 혈장 1 g당 10 units 또는 제빵용 효모 (대아상교 (주) 세프인스탠트 천연이스트, 서울 서대문구 충정로) 0.3% (w/w) 등을 각각 혈장에 첨가하였다. 상온(25°C)에서 혈장의 포도당 함량과 pH가 일정한 수준에 도달할 때 까지 진탕기에서 흔들면서 30분 간격으로 측정하였다. 혈장 포도당 함량은 glucose test strip위에 시료 한 방울을 떨어뜨리고 glucose meter (One Touch Basic Lifescan, Johnson-Johnson Co., Milpitas, CA, USA)로 측정하였다. 그리고 혈장의 pH는 pH meter (pH I 40, Beckman Instruments, Inc., Fullerton, CA, USA)를 사용하여 Scott<sup>(24)</sup>의 방법으로 측정하였다.

포도당이 제거된 혈장의 단백질 변성을 줄이기 위해서 혈장을 55°C의 증탕에서 modified pan drying method<sup>(25)</sup>로 건조시켰다. 건조한 후 막자사발(mortar와 pestle)을 이용하여 곱게 마쇄하였다. 마쇄한 혈장분을 plastic 병에 넣어 실험 때까지 상온(25°C)에서 저장하였다.

### 육계와 돼지 혈장분의 색깔

육계와 돼지 혈장분의 색깔은 Tri-Stimulus Colorimeter (Model JC 801, Color Techno System Corp, Tokyo, Japan)를 이용하여 2주 간격으로 8주까지 측정하였다. 색깔을 "L" (밝음), "a" (붉음) 그리고 "b" (노랑) 값으로 나타내었다.

### 육계와 돼지 혈장분의 biuret 단백질 함량

혈장분의 단백질 함량을 2주 간격으로 8주까지 biuret reactive protein method<sup>(26)</sup>로 측정하였다. 혈장분 20 mg을 증류수 4.5 mL에 넣은 후 6%의 NaOH 용액 4.5 mL과 혼합하였다. 이 용액을 3%의 NaOH 용액 0.75 mL와 20%의 CuSO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O 용액 0.25 mL과 혼합한 후 1분간 심하게 흔든 뒤 10분간 정치시켰다. 시료를 1,816 × g로 15분간 원심분리하여 침전물인 수산화구리(cupric hydroxide, Cu(OH)<sub>2</sub>)를 제거한 후 상등액의 absorbance를 560 nm에서 측정하였다. Protein concentration standard curve를 이용하여 측정된 혈장 powder의 absorbance에 해당하는 단백질의 농도를 percent (%)

로 나타내었다.

#### 육계와 돼지 혈장분의 용해도

혈장분 용해도는 Thistle 등<sup>(27)</sup>의 방법에 따라 2주 간격으로 8주까지 측정하였다. 혈장분 2.2 g을 10% KCl 100 mL이 들어있는 삼각 flask에서 녹였다. 상온의 shaking incubator에서 삼각 flask를 120 cycles/min로 1시간 동안 흔들여 주었다. 시료를 Advantec No. 1 filter paper (Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Japan)로 여과했다. 항량된 crucible에 여과액을 10 mL씩 넣었다. Crucible을 110°C의 drying oven에 넣고 16시간 동안 건조시켰다. Crucible에서 건조된 시료의 무게를 계산하여 얻었다. 건조된 시료에서 KCl의 무게(1 g)를 뺀 뒤 혈장 무게(0.22 g)로 나누고 100을 곱함으로써 percent (%) 용해도를 얻었다.

#### 육계와 돼지 혈장분의 기포력

혈장분의 기포력을 Khan 등<sup>(15)</sup>의 방법에 따라 2주 간격으로 8주까지 측정하였다. Graduated cylinder (100 mL)에 혈장분 750 mg과 25 mL의 deionized water를 넣었다. 각각의 시료를 2 cycle/sec로 1분간 흔들었다. 흔들여준 각각의 시료를 2분간 정치시켰다. 시료의 전체 부피와 액상의 부피를 측정하였다. 시료의 전체 부피에서 액상의 부피를 뺀으로써 거품(foam)의 부피를 얻었다.

#### 육계와 돼지 혈장분의 pH

혈장분의 pH는 pH meter (pH I 40, Beckman Instruments, Inc., Fullerton, CA, USA)를 사용하여 Scott<sup>(24)</sup>의 방법으로 2주 간격으로 8주까지 측정하였다. 비이커 (25 mL)에 혈장 powder 2.5 g를 넣고 증류수 7.5 mL를 첨가한 후 잘 녹도록 저어 주었다. 상온에서 pH meter (Ati Orion, Boston, MA, USA, Model 520A)를 이용하여 시료의 pH를 4번씩 측정하였다.

#### 통계처리

수집된 data는 SAS (Statistical Analysis System)의 GLM (General Linear Model)에 따라 처리되었다<sup>(28)</sup>. 유의성 검정이 필요하면 Duncan's new multiple range test<sup>(29)</sup>를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

#### 육계와 돼지 혈장분의 색깔

Glucose oxidase나 효모를 첨가한 육계와 돼지 혈장

**Table 1. Hunter color values of broiler plasma powder as affected by desugaring and storage at room temperature<sup>1,3)</sup>**

Storage time (week)	Desugaring		
	Control	By glucose oxidase (10 units/g)	By yeast (0.3% w/w)
"L" values			
0	59.13Ce	65.98Aa	60.69Be
2	61.96Bb	61.87Cd	67.70Ab
4	61.72Cc	61.87Bd	67.50Ad
6	62.01Ca	64.01Bb	67.59Ac
8	61.61Cd	62.64Bc	67.80Aa
"a" values			
0	4.54Ae	1.39Cd	3.04Be
2	5.65Ac	2.02Cc	4.43Ba
4	5.82Ab	2.23Ca	3.59Bb
6	5.45Ad	2.11Cb	3.34Bd
8	6.59Aa	2.10Cb	3.42Bc
"b" values			
0	19.54Be	14.45Cd	19.95Ac
2	20.88Ac	14.57Cc	19.56Bd
4	22.00Ab	14.36Ce	20.41Ba
6	20.80Ad	14.72Cb	20.05Bb
8	22.53Aa	14.91Ca	20.05Bb

<sup>1)</sup>Means of 4 replications.

<sup>2)</sup>ABC Means within a row not followed by the same letter are Significantly different (P<0.05).

<sup>3)</sup>abcde Means within a column not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).

의 포도당 농도는 시간이 지남에 따라 감소되었고 효모(0.3%, w/w)의 첨가가 glucose oxidase (10 units/g)보다 효과적이었다<sup>(23)</sup>. 난백분에 있는 포도당을 제거하여 Maillard 반응을 억제시킴으로써 양질의 난백분을 생산하는 것처럼<sup>(21,22)</sup> 육계와 돼지 혈장의 포도당을 제거함으로써 Maillard 반응의 억제가 가능하리라 여겨진다.

혈당 제거와 저장 기간이 육계와 돼지 혈장분의 색깔에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 육계 혈장분은 저장 기간중 돼지 혈장분 보다 낮은 "L" 값을 나타내었다. 혈장분의 종류와 혈당 제거 방법과는 상관없이 실험기간 동안 혈당이 제거된 혈장분은 해당 대조구 보다 일반적으로 "L" 값이 높았으며 "a" 값과 "b" 값은 낮았다(P<0.05) (Table 1과 2). 이는 혈당 제거에 따른 느린 Maillard 반응의 진행에 기인하는 것으로 여겨진다. 포도당이 제거되지 않은 난백분에 관한 Lee 등<sup>(21)</sup> 및 Sheen 등<sup>(30)</sup> 그리고 Kato 등<sup>(31,32)</sup>의 보고와도 일치한다.

#### 육계와 돼지 혈장분의 biuret 단백질 함량

Albumin이나 globulin과 같은 혈청 단백질의 함량을

**Table 2. Hunter color values of porcine plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature<sup>1-3)</sup>**

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10 units/g)	By yeast (0.3% w/w)
"L" values			
0	66.93Cd	69.56Aa	67.75Bb
2	67.02Cc	69.08Ac	67.09Bd
4	66.76Ce	69.37Ab	67.65Bc
6	67.43Ba	68.94Ae	66.97Ce
8	67.35Cb	69.02Ad	68.40Ba
"a" values			
0	5.18Aa	1.04Cd	2.62Ba
2	4.49Ab	1.30Cb	2.55Bb
4	4.27Ad	1.08Cc	2.01Be
6	4.11Ae	1.10Cc	2.28Bc
8	4.37Ac	1.39Ca	2.17Bd
"b" values			
0	21.33Ab	14.96Cd	16.29Bd
2	20.97Ad	15.15Cd	16.51Ba
4	20.90Ae	15.40Cb	16.27Be
6	21.11Ac	15.41Ca	16.44Bb
8	21.37Aa	15.31Cc	16.33Bc

<sup>1)</sup>Means of 4 replications.  
<sup>2)</sup>ABC Means within a row not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).  
<sup>3)</sup>abcde Means within a column not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).

측정하는데 biuret reactive protein method가 이용되고 있다<sup>26)</sup>. 축종 또는 혈당 제거 방법과는 상관없이 탈당된 모든 시료의 단백질 함량은 상온 저장중 초기부터 실험기간 끝까지 해당 대조구 보다 매우 높았다. 그리고 모든 시료의 단백질 함량은 저장 기간이 경과할수록 감소하였다(P<0.05)(Table 3과 4). Biuret reactive protein method에서는 cupric ion이 peptide 질소의 비공유 전자쌍이나 물에 있는 산소의 비공유 전자쌍과 결합하여 색을 띄게 된다<sup>33)</sup>. Maillard 반응에서는 amino acid의 amino group과 당의 hydroxyl group이 결합하기 때문에 cupric ion이 결합할 질소가 줄어든다. Biuret 단백질 함량은 용해도와 관계가 있는 것으로 여겨지는데 탈당된 시료의 상온 저장중 단백질 용해도는 대조구보다 높게 나타났다(Table 5와 6).

**육계와 돼지 혈장분의 용해도**

Glucose oxidase나 효모를 첨가하여 혈장 포도당이 제거된 육계와 돼지 혈장분의 용해도는 실험기간 동안 해당 대조구 보다 항상 높았다. 육계와 돼지 혈장분 용해도는 축종이나 탈당과 상관없이 모든 시료에서 저장

**Table 3. Biuret reactive protein content of broiler plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature<sup>1-3)</sup>**

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10 units/g)	By yeast (0.3% w/w)
0	47.48Ca	88.76Ba	96.92Aa
2	32.48Cb	86.88Aa	71.96Bb
4	30.12Cb	80.52Ab	66.99Bbc
6	31.72Cb	78.48Ab	63.14Bcd
8	26.96Cb	68.14Ac	56.75Bd

<sup>1)</sup>Means of 4 replications.  
<sup>2)</sup>ABC Means within a row not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).  
<sup>3)</sup>abcd Means within a column not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).

**Table 4. Biuret reactive protein content of porcine plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature<sup>1-3)</sup>**

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10 units/g)	By yeast (0.3% w/w)
0	53.66Ba	88.96Aa	64.32Ba
2	40.54Cb	79.29Ab	65.16Ba
4	36.50Cbc	76.50Ac	62.99Bab
6	32.20Cbc	65.54Ad	59.63Bb
8	28.46Cc	55.06Ae	46.10Bc

<sup>1)</sup>Means of 4 replications.  
<sup>2)</sup>ABC Means within a row not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).  
<sup>3)</sup>abcde Means within a column not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).

**Table 5. Solubility of broiler plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature<sup>1-3)</sup>**

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10 units/g)	By yeast (0.3% w/w)
0	43.52Ca	90.83Aa	67.43Ba
2	34.29Cab	73.01Ab	60.57Ba
4	33.51Cab	61.89Ac	50.66Bb
6	21.65Bc	47.40Ad	47.84Ab
8	29.69Bc	53.63Acd	48.52Ab

<sup>1)</sup>Means of 4 replications.  
<sup>2)</sup>ABC Means within a row not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).  
<sup>3)</sup>abcd Means within a column not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).

기간이 지남에 따라 감소하였다(P<0.05)(Table 5와 6). 대조구의 용해도 감소는 Kato 등<sup>31,32)</sup>의 난백분 용해도 감소와도 일치하였다. 용해도 감소는 Maillard 반응에 의한 albumin과 globulin의 변성에 기인하는 것으로 여

**Table 6. Solubility of porcine plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature<sup>1,3)</sup>**

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10 units/g)	By yeast (0.3% w/w)
0	56.06Ca	89.45Aa	70.00Ba
2	48.52Ca	72.30Ab	57.79Bab
4	17.79Cb	67.73Abc	55.59Bb
6	17.84Cb	66.00Ac	51.35Bb
8	20.95Bb	65.89Ac	53.73Ab

<sup>1)</sup>Means of 4 replications.<sup>2)</sup>ABC Means within a row not followed by the same letter are significantly different ( $P < 0.05$ ).<sup>3)</sup>abc Means within a column not followed by the same letter are significantly different ( $P < 0.05$ ).

겨진다.

#### 육계와 돼지 혈장분의 기포력

Table 7에서 보면 glucose oxidase 첨가로 탈당된 서음(week 0)의 육계 혈장분 기포력은 대조구와 비슷하였지만 나머지 탈당된 육계 혈장분의 기포력은 해당 대조구 보다 항상 높았다( $P < 0.05$ ). Sheen 등<sup>(30)</sup>도 탈당된 난백분이 대조구 보다 foaming 성질(높이, 무게, 안정성)이 좋다고 하였다. 그리고 육계 대조구의 기포력은 초기에 매우 급격히 감소한 반면 glucose oxidase로 탈당된 육계 혈장분은 큰 변화를 보이지 않았고 제빵용 효모로 탈당된 육계 혈장분은 저장기간이 지남에 따라 완만하게 감소하였다( $P < 0.05$ ).

실험 기간 동안 돼지의 실험구 혈장분 기포력은 해당 대조구와 비슷하거나 높았다( $P < 0.05$ ). 돼지 혈장분 대조구와 glucose oxidase가 첨가된 실험구의 기포력은 저장기간에 따른 큰 변화를 나타내지는 않았지만 효모가 첨가된 돼지 혈장분 기포력은 초기에 증가한

**Table 7. Foaming capacity of broiler plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature<sup>1,3)</sup>**

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10 units/g)	By yeast (0.3% w/w)
0	27Ba	31ABa	35Aa
2	9Cb	24Bb	29Ab
4	6Bb	29Aab	26Abc
6	6Bb	34Aa	28Ab
8	6Cb	29Aab	24Bc

<sup>1)</sup>Means of 4 replications.<sup>2)</sup>ABC Means within a row not followed by the same letter are significantly different ( $P < 0.05$ ).<sup>3)</sup>abc Means within a column not followed by the same letter are significantly different ( $P < 0.05$ ).**Table 8. Foaming capacity of porcine plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature<sup>1,3)</sup>**

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10 units/g)	By yeast (0.3% w/w)
0	27Aab	28Aa	24Ab
2	24Bb	27ABa	31Aa
4	28Bab	28Ba	32Aa
6	28Aab	31Aa	32Aa
8	30Aa	31Aa	32Aa

<sup>1)</sup>Means of 4 replications.<sup>2)</sup>ABC Means within a row not followed by the same letter are significantly different ( $P < 0.05$ ).<sup>3)</sup>ab Means within a column not followed by the same letter are significantly different ( $P < 0.05$ ).

후 일정한 수준을 유지하였다( $P < 0.05$ ). Table 8의 돼지 혈장분에서는 Table 7의 육계 혈장분 및 Sheen 등<sup>(30)</sup>의 보고와는 다르게 실험기간 동안 탈당된 돼지 혈장분과 상응하는 대조구 기포력은 큰 차이를 나타내지 않았다. 탈당에 따른 육계의 높은 기포력과 탈당과는 상관성이 적은 돼지 혈장분의 기포력에 관한 후속 연구가 필요하리라 여겨진다.

#### 육계와 돼지 혈장분의 pH

혈장 포도당이 제거되지 않은 육계 대조구와 glucose oxidase로 혈장 포도당을 제거한 육계 혈장분의 pH는 저장기간이 지남에 따라 감소하였다( $P < 0.05$ ). Sheen 등<sup>(30)</sup> 및 Kline 등<sup>(18)</sup>도 난백분을 저장함에 따라 pH가 감소했으며 이는 Maillard 반응에 따른 변화에 기인한 것이라고 가정하였다. 그러나 효모로 혈장 포도당을 제거한 육계의 혈장분과 모든 돼지의 대조구와 실험구 혈장분의 pH는 실험 기간중 증가하였다가 감소하였다. Glucose oxidase로 포도당을 제거한 육계 혈장분이 해당 육계 시료 보다 낮은 pH 값을 보인 반면 돼지 혈장분에서는 혈장 포도당이 제거되지 않은 대조구가 상응하는 실험구 보다 항상 낮은 pH 값을 나타내었다( $P < 0.05$ )(Table 9와 10).

조단백 49%와 lysine을 3.2% 함유하고 있는 soybean meal처럼 80% 이상의 조단백과 7.0~9.0%의 lysine을 함유한 혈분(blood meal)<sup>(34)</sup>은 양질의 단백질 공급원이다. 하지만 혈분의 lysine 유효도는 낮게 나타났다<sup>(35-37)</sup>. 혈분이나 혈장분의 lysine 유효도를 높이기 위해서 Yasutoshi 등<sup>(19)</sup>은 소나 돼지 혈액에 glucose oxidase를 첨가하였고 Hamm and Searcy<sup>(38)</sup>는 혈액을 냉동 건조시켰으나 비용때문에 산업화되지 못하고 있다.

이와 이<sup>(23)</sup>는 육계나 돼지 혈장에 제빵용 효모 첨가

**Table 9. pH of broiler plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature<sup>1,3)</sup>**

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10 units/g)	By yeast (0.3% w/w)
0	8.41Ba	7.66Ca	8.73Ac
2	7.95Bb	7.61Cb	8.97Ab
4	7.94Bb	7.62Cb	9.05Aa
6	7.90Bc	7.56Cc	8.90Ac
8	7.77Bd	7.50Cd	8.76Ad

<sup>1)</sup>Means of 4 replications.

<sup>2)</sup>ABC Means within a row not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).

<sup>3)</sup>abcde Means within a column not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).

**Table 10. pH of porcine plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature<sup>1,3)</sup>**

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10 units/g)	By yeast (0.3% w/w)
0	9.02Cc	9.70Ab	9.46Bb
2	9.14Ce	9.92Aa	9.81Ba
4	9.30Cb	9.46Bc	9.77Aa
6	8.91Ca	9.45Ac	9.37Bc
8	8.75Cd	9.43Ac	9.36Bc

<sup>1)</sup>Means of 4 replications.

<sup>2)</sup>ABC Means within a row not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).

<sup>3)</sup>abcde Means within a column not followed by the same letter are significantly different (P<0.05).

와 같은 경제적인 방법으로 혈장 포도당을 제거하였다. 이렇게 육계와 돼지 혈장의 포도당을 제거한 후 혈장을 건조시키면 혈장분의 색깔, biuret 단백질 함량, 용해도 그리고 기포력을 증진시킬 수 있었다.

### 요 약

GOD (glucose oxidase)나 제빵용 효모를 사용하여 포도당이 제거된 육계와 돼지 혈장분의 상온 저장중 색깔, biuret 단백질 함량, 용해도, 기포력과 pH의 변화를 조사하였다. 혈장분의 종류와 혈당 제거 법과는 상관없이 실험기간 동안 혈당이 제거된 혈장분은 해당 대조구보다 "L" 값이 같거나 높았으며 "a" 값과 "b" 값은 낮았다(P<0.05). 축종 또는 혈당 제거 방법과는 상관없이 탈당된 모든 시료의 단백질 함량과 용해도는 상온 저장중 해당 대조구보다 항상 높았고 저장 기간이 경과할수록 감소하는 경향을 보였다(P<0.05). 대체적으로 탈당된 육계와 돼지 혈장분 기포력은 해당 대조구와 비슷하거나 높았다. 그러나 돼지 혈장분의

기포력은 육계 혈장분과는 다르게 실험기간 동안 탈당된 돼지 혈장분과 상응하는 대조구는 큰 차이를 나타내지 않았다(P<0.05). 육계 대조구와 GOD로 혈장 포도당을 제거한 육계 혈장분의 pH는 저장기간이 지남에 따라 감소하였지만 효모로 포도당을 제거한 육계 혈장분과 모든 돼지 시료의 pH는 실험 기간중 증가하였다가 감소하였다. GOD로 포도당을 제거한 육계 혈장분이 해당 육계 시료 보다 낮은 pH 값을 보인 반면 돼지 혈장분에서는 대조구가 상응하는 실험구 보다 항상 낮은 pH 값을 나타내었다(P<0.05). 육계와 돼지 혈장의 포도당을 제거한 후 혈장을 건조시키면 혈장분의 색깔, biuret 단백질 함량, 용해도 그리고 기포력을 증진시킬 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림특정연구사업으로 이루어진 연구 결과의 일부이며 지원에 감사드립니다. 그리고 통계처리에 도움을 주신 육군사관학교 수학과 배현웅 박사님께도 감사를 드립니다.

### 문 헌

1. Kotula, A.W. and Helbacka, N.V.: Blood volume of live chickens and influence of slaughter technique on blood loss. *Poultry Sci.*, **45**, 684-688 (1966)
2. Ockerman, H.W. and Hansen, C.L.: Blood utilization. In *Animal By-Product Processing*. Ockerman, H.W. and Hansen, C.L. (Ed.) VCH. Publishing Company, Inc. New York, NY, USA, p. 232-255 (1988)
3. Chen, T.C., Hill, J.E. and Haynes, R.L.: Quality characteristics of raw and treated effluents from Mississippi poultry processing plants. *Poultry Sci.*, **55**, 2390-2395 (1976)
4. Chen, T.C., Hill, J.E. and Haynes, R.L.: Characteristics of wasteloads of poultry processing wastes. *Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station Research Report*, **7**(2), 1-3 (1982)
5. Suter, D.A., Sustek, E., Dill, C.W., Marshall, W.H. and Carpenter, Z.L.: A method for measurement of the effect of blood protein concentrates on the binding forces in cooked ground beef patties. *J. Food Sci.*, **41**, 1428-1432 (1976)
6. Seideman, S.C., Smith, G.C., Carpenter, Z.L. and Dill, C.W.: Plasma protein isolate and textured soy protein in ground beef formulations. *J. Food Sci.*, **44**, 1032-1035 (1979)
7. Siegel, D.G., Church, K.E. and Schmit, G.R.: Gel structure of non-meat proteins as related to their ability to bind meat pieces. *J. Food Sci.*, **44**, 1276-1279 & 1284 (1979)
8. Caldironi, H.A. and Ockerman, H.W.: Incorporation of blood proteins into sausage. *J. Food Sci.*, **47**, 405-408 (1982)

9. Kim, J.B., Kang, J.S., Chang, H.C. and Yi, Y.H.: Yields, microbial content, TBA value and color change of hog plasma-added sausage (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**(3), 326-330 (1989)
10. Satterlee, L.D. and Free, B.: Utilization of high protein tissue powders as a binder/extender in meat emulsions. *J. Food Sci.*, **38**, 306-309 (1973)
11. Tybor, P.T., Dill, C.W. and Landmann, W.A.: Effect of decolorization and lactose incorporation on the emulsification capacity of spray-dried blood protein concentrates. *J. Food Sci.*, **38**, 4-6 (1973)
12. Tybor, P.T., Dill, C.W. and Landmann, W.A.: Functional properties of proteins isolated from bovine blood by a continuous pilot process. *J. Food Sci.*, **40**, 155-159 (1975)
13. Terrell, R.N., Weinblatt, P.J., Smith, G.C., Carpenter, Z. L., Dill, C.W. and Morgan, R.G.: Plasma protein isolate effects on physical characteristics of all-meat and extended frankfurters. *J. Food Sci.*, **44**, 1041-1043 & 1048 (1979)
14. Kim, J.B. and Yi, Y.H.: Effects of pH, temperature, and protein content on water binding capacity of hog plasma protein (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **18**(2) 195-198 (1989)
15. Khan, M.R., Rooney, L.M. and Dill, C.W.: Baking properties of plasma protein isolate. *J. Food Sci.*, **44**, 274-276 (1979)
16. Etheridge, P.A., Hickson, D.W., Young, C.R., Landmann, W.A. and Dill, C.W.: Functional and chemical characteristics of bovine plasma proteins isolated as a metaphosphate complex. *J. Food Sci.*, **46**, 1782-1784 & 1788 (1981)
17. Harper, J.P., Suter, D.A., Dill, C.W. and Jones, E.R.: Effects of heat treatment and protein concentration on the rheology of bovine plasma protein suspensions. *J. Food Sci.*, **43**, 1204-1209 (1978)
18. Kline, L., Hanson, H.L., Sonoda, T.T., Gegg, J.E., Feeney, R.E. and Lineweaver, H.: Role of glucose in the storage deterioration of whole egg powder. III Effect of glucose removal before drying on organoleptic, baking and chemical changes. *Food Tech.*, **5**, 323-331 (1951)
19. Yasutoshi, T., Iwao, S., Yoshinobu, K. and Katsuya, K.: Dry plasma product and process for the production thereof. European Patent Application Ep 0447 897 A2 (1991)
20. Carlin, A.F. and Ayres, J.C.: Effect of the removal of glucose by enzyme treatment on the whipping properties of dried albumen. *Food Tech.*, **7**, 268-270 (1953)
21. Lee, C.J., Chang, H.S., Sheen, H.S. and Hung, L.T.: Studies on storage of dried whole egg (in Chinese). *J. Chin. Soc. Anim. Sci.*, **20**(4), 521-530 (1991)
22. Lee, C.J. and Chang, H.S.: Researches on the preparation of dried whole egg (in Chinese). *J. Chin. Soc. Anim. Sci.*, **19**(3-4), 159-172 (1990)
23. Lee, J.J. and Yi, Y.H.: Glucose content and pH of broiler and porcine blood plasma by glucose oxidase or baker's yeast addition. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**(2), 416-420 (1998)
24. Scott, D.: Glucose conversion in preparation of albumen solids by glucose oxidase-catalase system. *J. Agric. Food Chem.*, **1**, 727-730 (1953)
25. Bergquist, D.H.: Eggs. In *Food Dehydration*. Van Arsdel, W.B. and Copley, M.J. (Ed.) The AVI Publishing Co., Inc. Westport, CT, U.S.A., p. 652-693 (1964)
26. Robinson, H.W. and Hogden, C.G.: The biuret reaction in the determination of serum proteins. *J. Biological Chemistry*, **133**, 707-725 (1940)
27. Thistle, M., Lee, T.C. and Gibbon, N.E.: Dried whole-egg powder. I. Methods of assessing quality. *Can. J. Res.*, **21**, 1-7 (1943)
28. SAS/STAT: SAS/STAT User's Guide: Release 6.03, SAS Institute Inc., Cray, NC, USA (1988)
29. Duncan, D.B.: Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, **11**, 1-42 (1955)
30. Sheen, H.S., Chang, H.S. and Hung, L.T.: Studies on the preparation of egg white powder I. Removal of sugar from raw egg white by three strains of bacteria. (in Chinese). *J. Chin. Soc. Anim. Sci.*, **19**(1-2), 73-85 (1990)
31. Kato, Y., Watanabe, K. and Sato, Y.: Effect of the Maillard reaction on attributes of egg white proteins. *Agric. Biol. Chem.* **44**, 2233-2237 (1978)
32. Kato, Y., Watanabe, K. and Sato, Y.: Effect of the Maillard reaction on some physical properties of ovalbumin. *J. Food Sci.* **46**, 1835-1839 (1981)
33. West, E.S. and Todd, W.R.: Proteins. In *The textbook of biochemistry*. The Macmillan Company, New York, NY, U.S.A., p. 285-357 (1957)
34. Seerley, R.W.: Major feedstuffs used in swine diets. In *Swine Nutrition*. Miller, E.R., Ullrey, D.E. and Lewis, A.J. (Ed.), Butterworth-Heinemann, Stoneham, MA, U.S.A., p. 451-481 (1991)
35. Kratzer, F.H. and Green, N.: The availability of lysine in blood meal for chicks and poults. *Poultry Sci.* **36**, 562-565 (1957)
36. Waibel, P.E.: Processing and nutritional value of blood meals. *Meat Processing.*, **13**, 102-103 (1974)
37. Waibel, P.E., Cuperlovic, M., Hurrell, R.F. and Carpenter, K.J.: Processing damage to lysine and other amino acids in the manufacture of blood meal. *J. Agric. Food Chem.* **25**, 171-175 (1977)
38. Hamm, D. and Searcy, G.K.: Some factors which affect the availability of lysine in blood meals. *Poultry Sci.* **55**, 582-587 (1976)