

GOVP1199904531

636

1293원

축산가공 폐자원인 가축 및 가금(家禽)
혈액의 재활용(사료원료)을 위한 가축 및
가금 혈장과 혈분 (blood meal)의 유효
lysine 증가와 품질 향상

Increasing Available Lysine and Quality of
Poultry Blood Plasma and Blood Meal for Feed
Material

연 구 기 관

서 울 산 업 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “축산가공 폐자원인 가축 및 가금(家禽) 혈액의 재활용(사료원료)을 위한 가축 및 가금 혈장과 혈분 (blood meal)의 유효 lysine 증가와 품질 향상” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 12. .

주관연구기관명 : 서울산업대학교

총괄연구책임자 : 이영현

연 구 원 : 김창희

연 구 원 : 배현웅

연 구 원 : 김제중

연 구 원 : 양명호

연 구 원 : 김보석

연 구 원 : 이재준

연 구 원 : 최영미

요 약 문

I. 세 목

축산가공 폐자원인 가축 및 가금(家禽) 혈액의 재활용(사료원료)을 위한 가축 및 가금 혈장과 혈분 (blood meal)의 유효 lysine 증가와 품질 향상

II. 연구개발의 목적 및 중요성

도축장에서 직면하고 있는 한가지 문제점은 폐기 부산물, 특히 혈액의 처리이다. 생계 무게의 3.74~4.21%가 혈액으로 구성되었으며⁽¹⁾ 무게가 1.5 kg인 생계를 하루 100,000 수 처리하는 도계장에서는 매일 5.61~6.32 M/T의 혈액이 나오게 된다.

혈액의 60~70%는 혈장 그리고 30~40%는 적혈구로 구성되었다. 미국의 경우 1992년에 닭과 돼지 혈장은 각각 260,000과 144,300 M/T 생산되었다⁽²⁾. 도계장이나 도축장에서 나오는 가금(家禽) 및 가축 혈액은 폐기처분되거나 rendering (고온·고압의 가열처리후 건조와 분쇄) 공정을 거쳐 사료 원료로 사용된다.

도계장에서 가금 혈액이 폐기처분될 경우, 1,000배로 희석된 현탁액 (suspension)에서 혈액의 생화학적 산소요구량 (BOD, Biochemical Oxygen Demand)은 147 mg/l 인데 이를 ppm 단위로 나타내면 147,000 ppm이 된다. 가금 혈액은 도계장에서 수질오염의 주된 원인이며^(3,4), 이를 처리하기 위해서는 막대한 폐수 처리 시설과 운영 경비가 필요하다.

수질 오염과 경비를 줄이기 위하여 혈액의 재활용에 관한 많은 연구가 진행되고 있다⁽¹⁻⁴⁾. 돼지와 소의 혈장 및 혈장분은 육가공 제품의 결착제로서 사용되었고⁽⁵⁻⁹⁾ 혈장이 emulsion^(8,10-14)과 거품 (foam) 형성^(12,15,16) 그리고 gel⁽¹⁷⁾ 강도에 미치는 영향에 대한 연구들도 이루어졌다. 혈액을 재활용하기 위한 또다른 방법으로 rendering (고온·고압의 가열처리후 건조와 분쇄) 공정을 거쳐 사료 원료로 업계 일부에서 사용하고 있다.

Rendering 공정을 거칠 경우, 고온·고압에 따른 영양소 파괴나 손실도 생긴다. 또한 혈장을 건조시키면 혈장내 hemoglobin, phospholipid, 불포화지방산 때문에 산화반응이 가속화되어 변색과 변패취 발생이 촉진된다. 뿐만 아니라 혈당 (glucose)과 lysine이 축합하여 갈색의 물질을 생성하는 Maillard 반응도 빠르게 진행된다. 즉 혈액에 존재하는 lysine의 ϵ -NH₂ 기와 포도당의 carbonyl 기가 공유결합을 하여 영양적 가치가 없는 갈색의 화합물을 형성하는 Maillard 반응이 빠르게 진행된다.

이 화합물은 amino acid의 일반적인 분석 방법인 강산에 의해서 free lysine으로 가수분해된다⁽¹⁸⁾. 환원력을 갖고 있는 당을 포함한 단백질에서는 전체 lysine 양은 큰 의미가 없다. 그러므로 사료의 대표적인 제한 아미노산 (limiting amino acid)인 lysine이 blood meal이나 offal meal에는 많이 존재하나 실제 동물이 소화 흡수할 수 있는 유효 lysine은 매우 적어지게 된다.

Feeney와 Whitaker⁽¹⁹⁾는 포도당을 제거하면 Maillard 반응을 방지할 수 있다고 제안했다. Yasutoshi 등⁽²⁰⁾은 건조 혈당을 줄이기 위해서 소나 돼지 혈액에 glucose oxidase (GOD)를 첨가함으로써 상온에서 오랜 저장기간중 높은 gel 강도를 유지시켰다. 그러나 본 공정이 특허인 관계로 자세한 설명은 알려지지 않았다. 경제적 측면으로 볼 때 GOD의 상업적 대량 사용은 현실성이 결여되어 있다.

계란을 건조시키면 용해도와 foaming capacity가 감소되며 변색되고 변

패취 등이 발생했다⁽²¹⁾ 이런 현상은 포도당과 단백질 사이에서 일어나는 Maillard 반응 때문이다⁽²²⁾ Maillard 반응을 억제하기 위하여 계란에서 포도당을 제거하는 방법으로는 자연적인 미생물발효^(23,24), 통제된 세균 발효⁽²⁵⁾, 효모 발효⁽²⁶⁾와 효소 이용^(27,28) 등이 있다.

Kline과 Sonoda⁽²⁹⁾는 난백분(卵白粉)에서 포도당-cephalin 반응이 변패취 발생과 밀접한 관련이 있다고 하였다. 혈장내 포도당의 환원력 때문에 유리지방산과 phospholipid의 산화가 촉진되는 것으로 여겨진다. Carlin과 Ayres⁽²⁸⁾는 난백(卵白) 포도당을 제거하기 위하여 GOD와 catalase를 사용하여 변패취가 없는 제품을 생산했다. Lee와 Chang⁽³⁰⁾ 및 Lee 등⁽³¹⁾은 GOD나 효모에 의해 desugarized된 건조 계란의 제조 공정과 저장성 등을 연구했다. 동 연구에 의하면 저장기간중 포도당이 제거안된 시료의 pH, 용해도와 gel 강도는 감소한 반면 browning 값, emulsifying capacity와 emulsion stability는 증가했다. 하지만 육계나 돼지 혈장의 실용적인 desugarization 방법 모색과 이에 따른 이화학적 특성 변화에 관한 연구는 매우 드문 형편이다.

Lysine 유효도를 결정하는 여러 가지 방법들이 고안되었다. 그 중 하나가 Carpenter⁽³²⁾에 의해서 개발되고 Booth⁽³³⁾에 의해서 개선된 direct FDNB (1-fluoro-2,4-dinitrobenzene) lysine assay가 있다. 단백질 및 peptides의 free amino group을 표시하기 위해서 FDNB가 사용되었다. 각각의 free amino group은 하나의 dinitrophenyl (DNP) group과 결합함으로써 N-terminal amino acid는 α -DNP-amino acid로 전환된다. 이렇게 전환되어서 FDNB와 반응하는 lysine의 값은 동물의 신진대사에 유용한 lysine의 양을 나타내었다.

여러 건조 방법에 따라 동물 혈분의 lysine 유효도는 낮게 나타났다⁽³⁴⁻³⁵⁾. 냉동 건조로 혈분의 lysine 유효도를 높일 수 있었으나 비싼 비용때문

에 실용화되지 못했다⁽³⁷⁾. 만약 실용화가 가능한 경제적인 방법으로 혈분의 lysine 유효도를 높일 수 있다면 혈분은 양질의 단백질 공급원으로 사용이 가능하다. 하지만 혈장 포도당이 제거된 후 건조된 혈장분의 유효 lysine에 관한 연구도 매우 드문 형편이다⁽³⁸⁾

본 연구의 목적은 ① 육계와 돼지의 혈장에 GOD나 제빵용 효모의 첨가가 혈장 포도당 양과 pH 변화에 미치는 영향을 조사하고, ② glucose oxidase나 제빵용 효모를 사용하여 포도당이 제거된 육계와 돼지 혈장분의 상온 저장중 색도, 단백질 함량, 용해도, foaming capacity 그리고 pH의 변화를 조사하며, ③ GOD (glucose oxidase) 및 제빵용 효모에 의해서 포도당이 제거된 육계 혈장분의 상온 저장중 lysine 유효도 변화를 개선된 direct FDNB (1-fluoro-2, 4-dinitrobenzene) lysine assay 방법⁽³³⁾으로 조사하는 것이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

실험계획

육계와 돼지 혈장의 포도당을 제거하는 4가지 방법 (control, glucose oxidase 5 units/g 또는 10 units/g, baker's yeast treatment 0.3% w/w) X incubation time의 factorial arrangement로 CRD (completely random design)를 사용하였다. 저장 기간에 따른 혈장 포도당과 pH의 변화를 30분 간격으로 각 treatment마다 4번 씩 측정하였다.

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, foaming capacity와 pH의 변화를 각각 4번 씩 측정했다.

육계 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, 8 주)의 factorial arrangement로 CRD (completely random design)를 사용하였다. Glucose oxidase 및 제빵용 효모를 사용하여 포도당이 제거된 육계 혈장분의 상온 저장중 2주 간격으로 4주까지 lysine 유효도의 변화를 각각 4번 씩 측정하였다.

육계와 돼지 혈장준비

닭피와 돼지피는 각각 대상마니커(주) (경기도 동두천시 하봉암동)와 우성농업(주) (서울 성동구 마장동)에서 채혈하자마자 40% (w/w)의 sodium citrate로 된 항응고제 용액 1% (v/v)를 첨가했다. 항응고제와 혼합한 혈액을 저온으로 유지되는 ice chest에 넣어 서울산업대학교 식품공학과 실험실로 운반했다. 혈장분리는 혈액 도착 즉시 3000rpm (1816 g-force)에서 15분간 원심분리 (비전과학 (주), VS-21SMTN, 경기도 부천시 오정구 삼정동)하여 혈장인 상등액을 얻었다.

혈장 desugarization 및 혈장 포도당과 pH 측정

원심분리된 닭과 돼지 혈장을 얻은 즉시 glucose oxidase (Product No. G-2133, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 혈장 1 g당 5 units 나 10 units 및 제빵용 효모 (대아상교 (주) 세프인스탄트 천연이스트, 서울 서대문구 충정로) 0.3% (w/w) 등을 각각 혈장에 첨가하였다. 상온 (25°C)에서 혈장의 포도당 함량과 pH가 일정한 수준에 도달할 때까지 진탕기에서

흔들면서 30분 간격으로 측정하였다. 혈장 포도당 함량은 glucose test strip 위에 시료 한 방울을 떨어뜨리고 glucose meter (One Touch Basic Lifescan, Johnson-Johnson Co., Milpitas, CA, USA)로 측정했다. 그리고 혈장의 pH는 pH meter (pH I 40, Beckman Instruments, Inc., Fullerton, CA, USA)를 사용하여 Scott⁽²²⁾의 방법으로 측정하였다.

육계와 돼지의 혈장분 (血漿粉) 준비

포도당이 제거된 혈장의 단백질 변성을 줄이기 위해서 혈장을 55℃의 중탕에서 modified pan drying method⁽³⁹⁾로 건조시켰다. 건조한 후 막자사발 (mortar와 pestle)을 이용하여 곱게 마쇄하였다. 마쇄한 혈장분을 plastic 병에 넣어 실험 때까지 상온 (25℃)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 단백질 함량

혈장분의 단백질 함량을 2주 간격으로 8주까지 biuret reactive protein method⁽⁴⁰⁾로 측정하였다. 혈장분 20 mg을 증류수 4.5 cm³에 넣은 후 6%의 NaOH 용액 4.5 cm³과 혼합하였다. 이 용액을 3%의 NaOH용액 0.75 cm³와 20%의 CuSO₄·H₂O용액 0.25 cm³과 혼합한 후 1 분간 심하게 흔든 뒤 10분간 정치시켰다. 시료를 1,816×g (gravity)로 15분간 원심분리하였다. 침전물인 수산화구리 (cupric hydroxide, Cu(OH)₂)를 제거하였다. 상등액의 absorbance

를 560 nm에서 측정하였다. Protein concentration standard curve를 이용하여 측정된 혈장 powder의 absorbance에 해당하는 단백질의 농도를 percent (%)로 나타내었다.

육계와 돼지 혈장분의 용해도

혈장분 용해도 (solubility)는 Thistle 등⁽⁴¹⁾의 방법에 따라 2주 간격으로 8주까지 측정하였다. 혈장분 2.2 g을 10% KCl 100 cm³이 들어있는 삼각 flask에서 녹였다. 상온의 shaking incubator에서 삼각 flask를 120 cycles/min로 1시간 동안 흔들어 주었다. 시료를 Advantec No. 1 filter paper (Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Japan)로 여과했다. 항량된 crucible에 여과액을 10 cm³씩 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 (%) 용해도 (solubility)를 얻었다.

육계와 돼지 혈장분의 기포력 (foaming capacity)

혈장분의 기포력을 Khan⁽¹⁵⁾의 방법에 따라 2주 간격으로 8주까지 측정하였다. Graduated cylinder (100cm³)에 혈장분 750 mg과 25 cm³의 deionized water를 넣었다. 각각의 시료를 2 cycle/sec로 1분간 흔들었다. 흔들어준 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⁽²²⁾의 방법으로 2주 간격으로 8주까지 측정하였다. 비이커 (25 cm³)에 혈장 powder 2.5 g를 넣고 증류수 7.5 cm³를 첨가한 후 잘 녹도록 저어 주었다. 상온에서 pH meter (Ati Orion, Boston, MA, USA, Model 520A)를 이용하여 시료의 pH를 4번씩 측정하였다.

육계 혈장분의 FDNB (1-fluoro-2,4-dinitrobenzene) reactive lysine 측정 Booth⁽³³⁾의 방법에 따라 육계 혈장분의 FDNB reactive lysine을 측정하였다.

통계처리

수집된 data는 SAS (Statistical Analysis System)의 GLM (General Linear Model)에 따라 처리되었다⁽⁴²⁾. 유의성 검정이 필요하면 Duncan's new multiple range test⁽⁴³⁾를 이용하였다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

육계와 돼지의 혈장에서 포도당과 lysine이 축합하여 갈색의 물질을 생성하는 Maillard 반응을 억제시키기 위하여 혈장에 GOD 5 또는 10 units/g 이나 제빵용 효모 (0.3% w/w)를 첨가하여 탈당시켰다. GOD와 제빵용 효모의 첨가가 혈장 포도당 함량과 pH 변화에 미치는 영향을 조사했다. 초기 닭과 돼지 혈장의 평균 포도당 농도는 각각 150 mg/100cm³과 143 mg/100cm³이었다. GOD나 효모를 첨가한 혈장의 포도당 농도는 시간이 지남에 따라 감소되었다. 효모를 이용한 경우, 육계와 돼지의 혈장 포도당이 거의 없어지는데는 약 4 시간 정도 걸렸다. 효모가 GOD 보다 혈장 포도당을 빨리 감소시켰

고 GOD의 농도 10 units/g이 5 units/g보다 효과적이었다. 혈장 포도당을 제거함으로써 Maillard 반응의 억제가 가능하리라 여겨진다. 혈장 포도당의 감소에 따라 pH도 같이 감소했다가 포도당 양이 안정된 후에는 pH 값이 약간 상승했다. 혈장의 pH를 측정함으로써 혈장의 탈당 정도를 간접적으로 알 수 있었다.

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” 값 (밝음)이 같거나 높았으며 “a” 값 (붉음)과 “b” 값 (노랑)은 낮았다 ($P<0.05$). 포도당이 제거되지 않은 난백분에 관한 Lee 등⁽¹⁾ 및 Sheen 등⁽²⁾ 그리고 Kato 등^(3,4)의 보고와도 일치한다. 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 혈장분 및 Sheen 등⁽²⁾의 보고와는 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.

GOD (glucose oxidase) 및 제빵용 효모로 포도당이 제거된 육계 혈장분의 상온 저장중 lysine 유효도 변화를 개선된 direct FDNB (1-fluoro-2,

4-dinitrobenzene) lysine assay 방법⁽²⁰⁾으로 조사하였다. 육계의 혈장 포도당을 거의 제거하는데 효모 (0.3%, w/w) 첨가시 약 4 시간 걸려 효모가 GOD (10 units/g) 보다 혈장 포도당을 감소시키는 데는 효과적이었다. GOD 첨가로 desugarization된 초기의 육계 혈장분의 lysine 유효도는 증진되었지만 상온 저장중 급속하게 감소하였다 (P<0.05). Meade⁽³⁷⁾가 fish meal 제조시 항산화제를 첨가함으로써 lysine 유효도를 증진시킨 것과 같이 혈장에 GOD와 함께 항산화제인 Tenox II를 0.2% (w/w) 첨가함으로써 혈장분의 lysine 유효도를 증진시켰다 (P<0.05). 효모로 desugarization된 혈장분의 lysine 유효도는 제일 낮았다 (P<0.05). 이는 desugarization중 효모가 lysine을 활용한 것으로 여겨진다.

V. 문헌

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-died 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. Carpenter, K. J.: Damage to lysine in food processing. Its measurement and its significance. *Nutritional Abstracts and Reviews*. **43**, 427-451 (1973)
19. Feeney, R. E. and Whitaker, J. R.: The Maillard reaction and its prevention. In *Food Protein Deterioration, Mechanisms and Functionality*. Cherry, J. P. (ed.) ACS Symposium Series 206, ACS, Washington, D.C., USA, p. 201-229 (1982)
20. 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)
21. Hill, W. M. and Sebring, M.: Desugarization. In *Egg Science and Technology* 2nd ed., Stadelman, W. J. and Cotterill, O. J. (ed.), AVI Publishing Company, Inc. Westport, CT, USA p. 187-196 (1977)

22. Scott, D.: Glucose conversion in preparation of albumen solids by glucose oxidase-catalase system. *J. Agric. Food Chem.*, **1**, 727-730 (1953)
23. Stuart, L. S. and Goresline, H. E.: Bacteriological studies on the "natural" fermentation process of preparing egg white for drying. *J. Bacteriol.*, **44**, 541-549 (1942)
24. Stuart, L. S. and Goresline, H. E.: Studies of bacteria from fermenting egg white and the production of pure culture fermentation. *J. Bacteriol.*, **44**, 625-632 (1942)
25. 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)
26. Satyanarayana Rao, T. S. and Murali, H. S.: Evaluation of compressed baker's yeast as a substitute for glucose oxidase for desugaring egg melange. *J. Food Sci. and Tech* (India), **22**, 47-51 (1985)
27. Baldwin, R. R., Campbell, H. A., Thiessen, R. Jr. and Lorant, G. J.: The use of glucose oxidase in the processing of foods with special emphasis on the desugaring of egg white. *Food Tech*, **7**, 275-282

- (1953)
28. 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)
 29. Kline, L. and Sonoda, T. T.: Role of glucose in the storage deterioration of whole egg powder. I. Removal of glucose from whole egg melange by yeast fermentation before drying. *Food Technol.*, **5**, 90-94 (1951)
 30. 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)
 31. 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)
 32. Carpenter, K. J.: The estimation of available lysine in animal protein foods. *Biochem. J.*, **77**, 604-610 (1960)
 33. Booth, V. H.: Problems in the determination of FDNB-available lysine. *J. Sci. Food Agric.* **22**, 658-666 (1971)
 34. Kratzer, F. H. and Green, N.: The availability of lysine in blood meal

- for chicks and poults. *Poultry Sci.* **36**, 562-565 (1957)
35. Waibel, P. E.: Processing and nutritional value of blood meals. *Meat Processing.* **13**, 102-103 (1974)
36. 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)
37. Hamm, D. and Searcy, G. K.: Some factors which affect the availability of lysine in blood meals. *Poultry Sci.* **55**, 582-587 (1976)
38. Lee, J. J. and Yi, Y. H.: Color, protein content, solubility, foaming capacity and pH of desugared broiler and porcine plasma powder during storage at room temperature. Paper presented at *61st Ann. Conference of Korean Society of Food Sci. and Technol.*, Seoul, Korean (1998)
39. Bergguist, 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)
40. Robinson, H. W. and Hogden, C. G.: The biuret reaction in the determination of serum proteins. *J. Biological Chemistry*, **133**, 707-725 (1940)

41. 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)
42. SAS/STAT: *SAS/STAT User's Guide*: Release 6.03, SAS Institute Inc., Cray, NC, USA (1988)
43. Duncan, D. B.: Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, **11**, 1-42 (1955)

SUMMARY

(영문요약문)

Broiler and porcine blood plasma were desugarized by GOD (glucose oxidase 5 or 10 units/g) or baker's yeast (0.3% w/w) to prevent the Maillard reaction which occurs between the glucose and protein. The effects of GOD and yeast on glucose content and pH of broiler and porcine blood plasma were investigated. The initial glucose concentration of broiler and porcine blood plasma were 150 mg/100cm³ and 143 mg/100cm³, respectively. Addition of GOD and yeast decreased glucose contents in broiler and porcine plasma. As expected, plasma glucose content decreased as incubation time increased. While 1080 and 1110 min were required to remove glucose from both broiler and porcine plasma at GOD 5 units/g and 480 and 1020 min were required at GOD 10 units/g, respectively; both required 240 min at 0.3% yeast (w/w). The Maillard reaction can be prevented by desugarization. During the removal of glucose, pH of the plasma decreased. As glucose content in plasma leveled off, the pH value of plasma increased. Therefore, pH may be used as an index of desugarization.

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 ($P < 0.05$). This agreed with those⁽¹⁻⁴⁾ who reported that non-deglucosed egg white powder increased the browning value after storage. Biuret protein content and solubility of deglucosed plasma powder were higher than the control. Biuret protein content and solubility of all samples decreased during storage ($P < 0.05$). Generally, deglucosed samples showed better foaming capacity than the controls ($P < 0.05$). The slight difference of foaming capacity between deglucosed porcine plasma powder and the control during storage discorded with Sheen et al.⁽²⁾ or broiler plasma powder. The pH of broiler powder decreased during storage except broiler deglucosed by yeast. However, the pH of broiler powder deglucosed by yeast and porcine powder increased before decreasing. Deglucosed 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.

Broiler blood plasma was desugarized by GOD (glucose oxidase, 10 units/g) or baker's yeast (0.3%, w/w). Procedures as described by Booth⁽²⁰⁾ for FDNB (1-fluoro-2, 4-dinitrobenzene) lysine tests were followed in determining the lysine availability of desugarized blood plasma powder. Desugarization by yeast (0.3%, w/w) was more effective than GOD (10 units/g). GOD desugarization improved lysine availability, although a rapid decrease was noted during storage at room temperature ($P < 0.05$). Meade⁽³⁷⁾ reported that by adding an antioxidant during fish meal processing could improve lysine availability. Desugarization by GOD with addition of antioxidant, Tenox II (0.02%, w/w) improved

($P < 0.05$) lysine availability for the broiler blood plasma powder, even after storage at room temperature. Yeast deglucosed blood plasma powder had the lowest available lysine ($P < 0.05$). This might be due to the utilization of lysine by yeast during the desugarization process.

CONTENTS

(영 문 목 차)

Chapter 1 Glucose Content and pH of Broiler and Porcine Blood Plasma
by Glucose Oxidase or Baker's Yeast Addition

Chapter 2 Color, protein content, solubility, foaming capacity and pH of
desugarized brolier and porcine plasma powder during storage
at room temperature

Chapter 3 Lysine availability of desugarized broiler blood plasma powder
during storage at room temperature

목 차

제 1 장 Glucose oxidase 및 제빵용 효모 첨가에 따른 육계와 돼지의 혈장 포도당과 pH 변화

제1절 Abstract

제2절 서론

제3절 재료 및 방법

제4절 결과 및 고찰

제5절 요약

제6절 문헌

제 2 장 탈당(脫糖)된 육계와 돼지 혈장분(血漿粉)의 상온 저장에 따른 색깔, 단백질 함량, 용해도, 기포력과 pH 변화

제1절 Abstract

제2절 서론

제3절 재료 및 방법

제4절 결과 및 고찰

제5절 요약

제6절 문헌

제 3 장 Glucose oxidase 및 제빵용 효모로 혈장 포도당이 제거된 육계 혈장분(血漿粉)의 상온 저장에 따른 lysine 유효도 변화

제1절 Abstract

제2절 서론

제3절 재료 및 방법

제4절 결과 및 고찰

제5절 요약

제6절 문헌

제 1 장 Glucose oxidase 및 제빵용 효모 첨 가에 따른 육계와 돼지의 혈장 포도 당과 pH 변화

제 1 절 Abstract

Broiler and porcine blood plasma were desugarized by GOD (glucose oxidase 5 or 10 units/g) or baker's yeast (0.3% w/w) to prevent the Maillard reaction which occurs between the glucose and protein. The effects of GOD and yeast on glucose content and pH of broiler and porcine blood plasma were investigated. The initial glucose concentration of broiler and porcine blood plasma were 150 mg/100cm³ and 143 mg/100cm³, respectively. Addition of GOD and yeast decreased glucose contents in broiler and porcine plasma. As expected, plasma glucose content decreased as incubation time increased. While 1080 and 1110 min were required to remove glucose from both broiler and porcine plasma at GOD 5 units/g and 480 and 1020 min were required at GOD 10 units/g, respectively; both required 240 min at 0.3% yeast (w/w). The Maillard reaction can be prevented by desugarization. During the removal of glucose, pH of the plasma decreased. As glucose content in plasma leveled off, the pH value of plasma increased. Therefore, pH may be used as an index of desugarization.

제 2 절 서론

도축장에서 직면하고 있는 한가지 문제점은 폐기 부산물, 특히 혈액의 처리이다. 생계 무게의 3.74~4.21%가 혈액으로 구성되었으며⁽¹⁾ 무게가 1.5 kg인 생계를 하루 100,000 수를 처리하면 매일 5.61~6.32 M/T의 혈액이 나오게 된다. 미국의 경우 1992년에 10,000,000 M/T의 육계가 생산되어⁽²⁾ 398,000 M/T의 혈액이 발생된 것으로 추정된다. 돼지 혈액은 한 마리 당 2.5 l 가 발생되고⁽³⁾ 비중이 1.045이기 때문에⁽⁴⁾ 85,000,000 두가 도축된 1992년에는⁽²⁾ 222,000 M/T의 혈액이 발생된 것으로 추정된다. 혈액의 60~70%는 혈장이고 30~40%는 적혈구로 구성되어 있으므로⁽³⁾ 1992년에 생산된 닭과 돼지의 혈장은 각각 260,000과 144,300 M/T으로 여겨진다.

도축장에서 나오는 가금(家禽) 및 가축 혈액이 폐기처분될 경우, 1,000 배로 희석된 현탁액의 생화학적 산소요구량 (BOD, Biochemical Oxygen Demand)은 147 mg/l 인데 이를 ppm 단위로 나타내면 147,000 ppm이 된다. 혈액은 도축장에서 수질오염의 주된 원인이며^(5,6), 이를 처리하기 위해서는 막대한 폐수 처리 시설과 운영 경비가 필요하다.

혈액이 rendering(고온·고압의 가열처리후 건조와 분쇄) 공정을 거칠 경우, 고온·고압에 따른 영양소 파괴나 손실이 생긴다. 또한 혈당과 lysine이 축합하여 갈색의 물질을 생성하는 Maillard 반응도 빠르게 진행된다. 따라서 사료의 대표적인 제한 아미노산인 lysine이 blood meal이나 offal meal에는 많이 존재하나 실제 동물이 소화 흡수할 수 있는 유효 lysine은 매우 적어지게 된다.

여러 종류의 혈장이 육류의 결합제로 사용되고 있다^(7,8). Suter 등⁽⁷⁾은

혈장 단백질 1%를 대두 단백질이 포함된 쇠고기 패티에 첨가함으로써 접착력을 증진시켰다. Terrell 등⁽⁹⁾은 혈장 단백을 프랑크푸르트 소시지 (frankfurter) 제조에 사용하였고 Siegel 등⁽¹⁰⁾은 대두 단백질의 접착력은 소 혈장 단백질과 비교시 매우 약하다고 하였다. 하지만 혈장분을 저장하게 되면 불쾌취가 발생하게 된다. 이는 혈장에 있는 헤모글로빈, 인지질 그리고 고도 불포화 지방산의 산화에 기인하는 것으로 여겨진다⁽³⁾. Kline 등⁽¹¹⁾은 저장한 전란분(全卵粉)을 조사하였는데 포도당과 cephalin의 반응이 불쾌취 발생과 관련이 있다고 제안하였다. 혈장 포도당의 환원력 때문에 유리 지방산과 인지질의 산화가 가속화될 수 있다.

Yasutoshi 등⁽¹²⁾은 소나 돼지 혈장에 glucose oxidase (GOD)를 첨가함으로써 건조된 혈장 포도당 농도를 줄였다. 이 결과 상온에서 오랜 저장한 후에도 혈장분의 높은 겔 (gel) 강도가 유지되었다. 그러나 본 공정이 특허인 관계로 자세한 설명은 알려져있지 않다. 경제적 측면으로 볼 때 GOD의 상업적 대량 사용은 현실성이 결여되어 있다.

Feeney와 Whitaker⁽¹³⁾는 포도당을 제거하면 Maillard 반응을 방지할 수 있다고 제안했다. Maillard 반응을 억제하기 위하여 계란에서 포도당을 제거하는 방법으로는 자연적인 미생물발효^(14,15), 통제된 세균 발효⁽¹⁶⁾, 효모 발효⁽¹⁷⁾와 효소 이용^(18,19) 등이 있다. 상업적으로 계란 1,000 kg에 제빵용 효모 3.4 kg이 사용되는데 이 공정의 최적 온도는 30°C였다⁽²⁰⁾. Carlin과 Ayres⁽¹⁹⁾는 난백(卵白) 포도당을 제거하기 위하여 GOD와 catalase를 사용하여 변패취가 없는 제품을 생산했다. Lee와 Chang⁽²¹⁾ 및 Lee 등⁽²²⁾은 GOD나 효모에 의해 탈당(脫糖, desugarization)된 건조 계란의 제조 공정과 저장성 등을 연구했다.

그러나 육계나 돼지 혈장의 실용적인 탈당 방법 모색과 이에 따른 이화학적 특성 변화에 관한 연구는 매우 드문 형편이다. 본 연구의 목적은 난백

의 포도당을 제거함으로써 양질의 제품을 생산한 것처럼 기능성과 활용성이 좋은 혈장분을 생산하기 위하여 육계와 돼지의 혈장에 GOD나 제빵용 효모의 첨가가 혈장 포도당 양과 pH 변화에 미치는 영향을 조사하는 것이다.

제 3 절 재료 및 방법

3-1 실험계획

닭과 돼지 혈장의 포도당을 제거하는 4가지 방법 (control, glucose oxidase 5 units/g 또는 10 units/g, baker's yeast treatment 0.3% w/w) X 저장기간의 factorial arrangement로 CRD (completely random design)를 사용하였다. 저장기간에 따른 혈장 포도당과 pH의 변화를 30분 간격으로 각 시료를 4번 씩 측정하였다.

3-2 닭과 돼지 혈장준비

닭피와 돼지피는 각각 대상마니커(주) (경기도 동두천시 하봉암동)와 우성농업(주) (서울 성동구 마장동)에서 채혈하자마자 40% (w/w)의 sodium citrate로 된 항응고제 용액 1% (v/v)를 첨가했다. 항응고제와 혼합한 혈액을 저온으로 유지되는 ice chest에 넣어 실험실로 운반했다. 혈장분리는 혈액 도착 즉시 3000rpm (1816 g-force)에서 15분간 원심분리 (비전과학 (주), VS-21SMTN, 경기도 부천시 오정구 삼정동)하여 혈장인 상등액을 얻었다.

3-3 혈장 탈당 및 혈장 포도당과 pH 측정

원심분리된 닭과 돼지 혈장을 얻은 즉시 GOD (Product No. G-2133, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 혈장 1 g당 5 units나 10

units 및 제빵용 효모 (대아상교 (주) 세프인스탄트 천연이스트, 서울 서대문구 충정로) 0.3% (w/w) 등을 각각 혈장에 첨가하였다. 상온 (25℃)에서 혈장의 포도당 함량과 pH가 일정한 수준에 도달할 때까지 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 측정했다. 그리고 혈장의 pH는 pH meter (pH I 40, Beckman Instruments, Inc., Fullerton, CA, USA)를 사용하여 Scott⁽²³⁾의 방법으로 측정하였다.

제 4 절 결과 및 고찰

초기 닭과 돼지 혈장의 평균 포도당 농도는 각각 150 mg/100cm³과 143 mg/100cm³이었다 (Fig. 1과 2). GOD나 제빵용 효모를 첨가한 육계와 돼지 혈장의 포도당 농도는 시간이 지남에 따라 감소되었는데 그 경향은 육계와 돼지가 유사했다. 효모를 이용한 경우, 닭과 돼지 혈장의 포도당이 거의 없어 지는데는 약 4 시간 정도 걸렸다. 효모가 GOD보다 혈장 포도당을 감소시키는 데는 효과적이었다. 예상한 것과 같이 GOD의 농도 10 units/g이 5 units/g 보다 혈장 포도당을 빨리 감소시켰다.

난백분의 탄수화물 즉 포도당 제거를 통하여 Maillard 반응을 억제시켜서 양질의 난백분을 생산하는 것처럼^(21,22) 육계와 돼지 혈장의 포도당을 제거함으로써 Maillard 반응 및 혈장 포도당과 cephalin의 반응 억제가 가능하리라 여겨진다. 혈장에 있는 아미노산의 NH₂기와 포도당의 hydroxyl기가 공유결합하는 축합반응이 방지되면 혈장에 있는 아미노산의 유효도 감소를 줄일 수 있다. 그리고 혈장 포도당과 cephalin의 반응이 억제되면 혈장 포도

당 환원력으로 인한 유리 지방산과 인지질 산화가 억제되어 불쾌취가 줄어들 수 있다.

GOD를 이용하여 혈장 포도당이 감소하는 동안 gluconic acid가 생산되고 용액의 pH는 감소했다⁽²³⁾. 본 조사에서도 혈장 포도당이 감소하는 동안 pH도 따라서 감소했다가 포도당 양이 안정된 후에 pH 값이 약간 증가했다 (Fig. 3과 4). 증가된 pH는 미생물의 신진대사에 의한 탈아미노 반응 (deamination)으로 생성된 ammonia에 기인하는 것으로 추정된다. 미생물은 에너지원으로 포도당을 사용한 후에는 단백질을 사용하여 알칼리성 대사산물을 생성하기 때문이다. Scott⁽²³⁾ 및 Sheen 등⁽¹⁶⁾은 탈당의 한 지표로써 pH의 이용 가능성을 제안한 것처럼 혈장의 pH를 측정함으로써 혈장이 탈당될 때까지 탈당 정도를 간접적으로 알 수 있었다. 혈장 포도당이 제거된 시료와 제거가 안된 시료의 이화학적 특성 및 기능성 등을 비교하는 후속 연구가 필요하리라 여겨진다.

제 5 절 요약

육계와 돼지의 혈장에서 포도당과 lysine이 축합하여 갈색의 물질을 생성하는 Maillard 반응을 억제시키기 위하여 혈장에 GOD 5 또는 10 units/g 이나 제빵용 효모 (0.3% w/w)를 첨가하여 탈당시켰다. GOD와 제빵용 효모의 첨가가 혈장 포도당 함량과 pH 변화에 미치는 영향을 조사했다. 초기 닭과 돼지 혈장의 평균 포도당 농도는 각각 150 mg/100cm³과 143 mg/100cm³이었다. GOD나 효모를 첨가한 혈장의 포도당 농도는 시간이 지남에 따라 감소되었다. 효모를 이용한 경우, 육계와 돼지의 혈장 포도당이 거의 없어지는데는 약 4 시간 정도 걸렸다. 효모가 GOD 보다 혈장 포도당을 빨리 감소시켰

고 GOD의 농도 10 units/g이 5 units/g보다 효과적이었다. 혈장 포도당을 제거함으로써 Maillard 반응의 억제가 가능하리라 여겨진다. 혈장 포도당의 감소에 따라 pH도 같이 감소했다가 포도당 양이 안정된 후에는 pH 값이 약간 상승했다. 혈장의 pH를 측정함으로써 혈장의 탈당 정도를 간접적으로 알 수 있었다.

제 6 절 문헌

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. USDA: *Agricultural Outlook*, Economic Research Service, United States Department of Agriculture, Washington, D.C., USA (1993)
3. 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)
4. Swenson, M. J.: Physiological properties and cellular and chemical constituents of blood. In *Dukes' Physiology of Domestic Animals*, Swenson, M. J. (Ed.), Cornell University Press, Ithaca, NY, USA p. 14-35 (1977)

5. 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)
6. 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)
7. 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)
8. 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)
9. 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)
10. 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)

11. Kline, L. and Sonoda, T. T.: Role of glucose in the storage deterioration of whole egg powder. I. Removal of glucose from whole egg melange by yeast fermentation before drying. *Food Technol.*, **5**, 90-94 (1951)
12. 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)
13. Feeney, R. E. and Whitaker, J. R.: The Maillard reaction and its prevention. In *Food Protein Deterioration, Mechanisms and Functionality*, Cherry, J. P. (Ed.) ACS Symposium Series 206, ACS, Washington, D.C., USA, p. 201-229 (1982)
14. Stuart, L. S. and Goresline, H. E.: Bacteriological studies on the "natural" fermentation process of preparing egg white for drying. *J. Bacteriol.*, **44**, 541-549 (1942)
15. Stuart, L. S. and Goresline, H. E.: Studies of bacteria from fermenting egg white and the production of pure culture fermentation. *J. Bacteriol.*, **44**, 625-632 (1942)
16. 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)
17. Satyanarayana Rao, T. S. and Murali, H. S.: Evaluation of compressed baker's yeast as a substitute for glucose oxidase for desugaring egg melange. *J. Food Sci. and Tech* (India), **22**, 47-51 (1985)
18. Baldwin, R. R., Campbell, H. A., Thiessen, R. Jr. and Lorant, G. J.: The use of glucose oxidase in the processing of foods with special emphasis on the desugaring of egg white. *Food Tech*, **7**, 275-282 (1953)
19. 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)
20. Hill, W. M. and Sebring, M.: Desugarization. In *Egg Scienced and Technology*, 2nd ed., Stadelman, W. J. and Cotterill, O. J. (Ed.), AVI Publishing Company, Inc. Westport, CT, USA p. 187-196 (1977)
21. 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)

22. 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)

23. Scott, D.: Glucose conversion in preparation of albumen solids by glucose oxidase-catalase system. *J. Agric. Food Chem.*, **1**, 727-730 (1953)

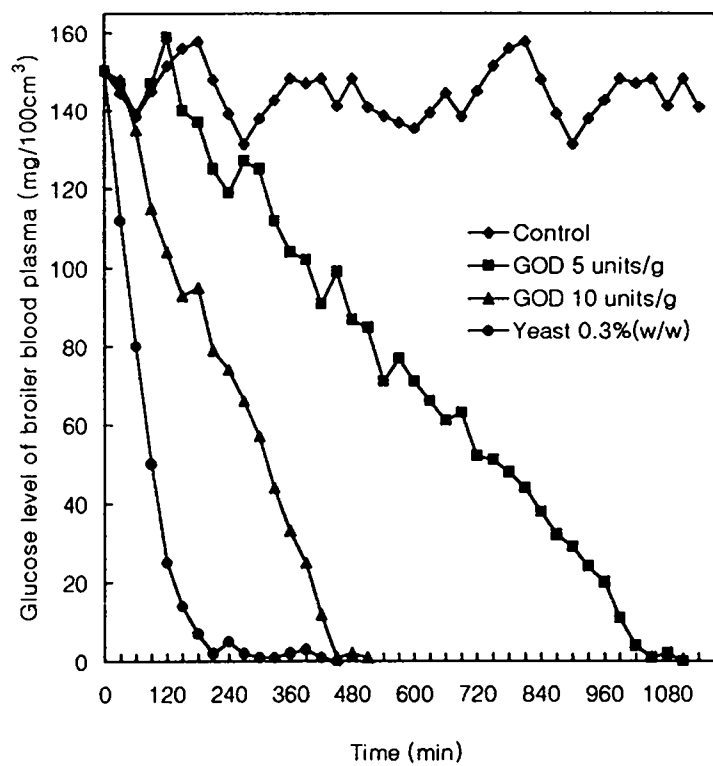


Fig. 1. Desuagrization of broiler blood plasma by glucose oxidase (GOD) and baker's yeast at 25°C

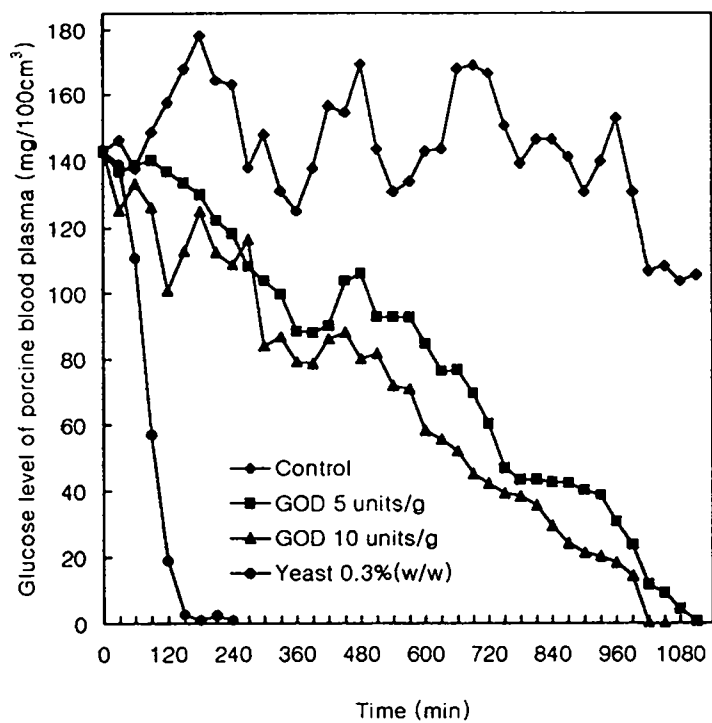


Fig. 2. Desugarization of porcine blood plasma by glucose oxidase (GOD) and baker's yeast at 25°C

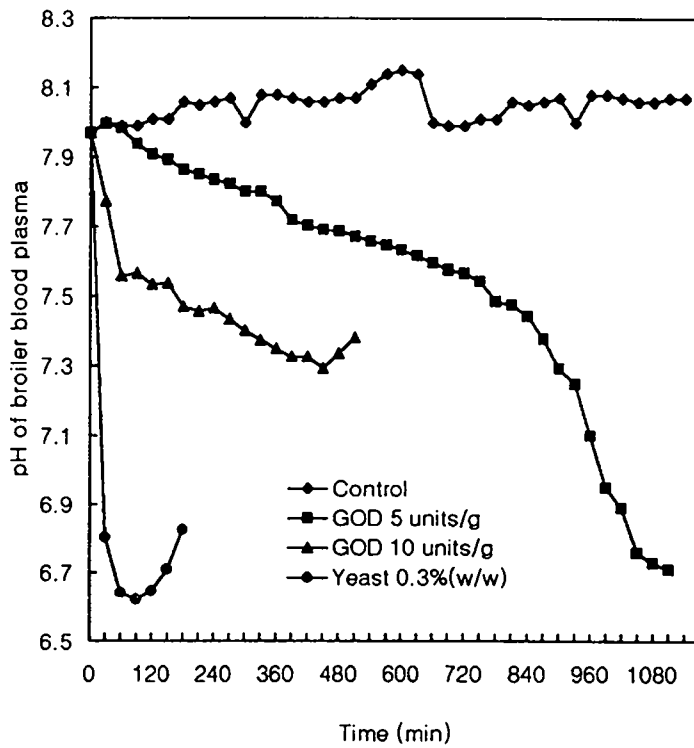


Fig. 3. pH of broiler blood plasma during desugarization by glucose oxidase (GOD) and baker's yeast at 25°C

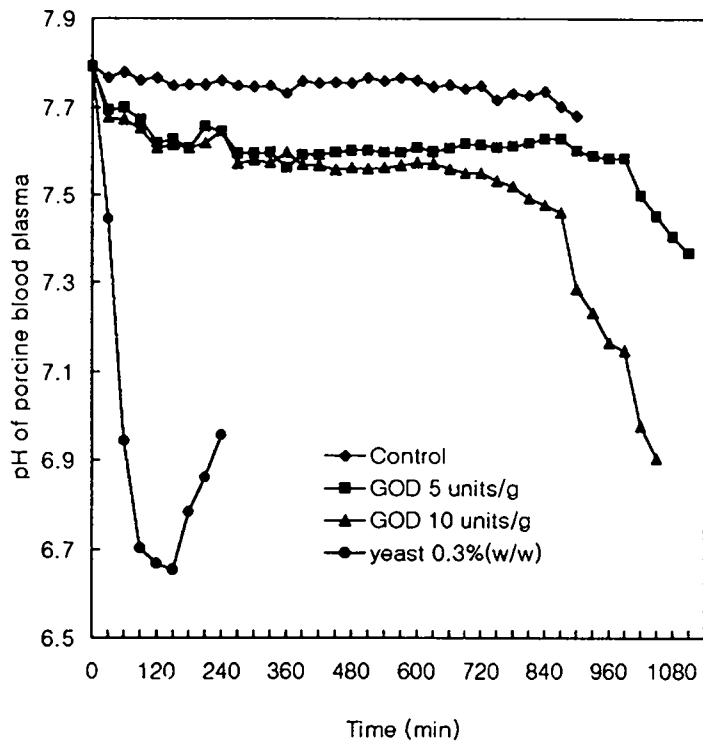


Fig. 4. pH of porcine blood plasma during desugarization by glucose oxidase (GOD) and baker's yeast at 25 °C.

제 2 장 탈당(脫糖)된 육계와 돼지 혈장분 (血漿粉)의 상온 저장에 따른 색 깔, 단백질 함량, 용해도, 기포력 과 pH 변화

제 1 절 Abstract

Broiler and porcine blood plasma were desugared 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 desugared blood plasma powder during storage at room temperature were investigated. Desugared plasma powder was lighter and less red and yellow than the control group ($P < 0.05$). This agreed with those⁽¹⁻⁴⁾ who reported that non-deglucosed egg white powder increased the browning value after storage. Biuret protein content and solubility of deglucosed plasma powder were higher than the control. Biuret protein content and solubility of all samples decreased during storage ($P < 0.05$). Generally, deglucosed samples showed better foaming capacity than the controls ($P < 0.05$). The slight difference of foaming capacity between deglucosed porcine plasma powder and the control during storage discorded with Sheen et al.⁽²⁾ or broiler plasma powder. The pH of broiler powder

decreased during storage except broiler deglucosed by yeast. However, the pH of broiler powder deglucosed by yeast and porcine powder increased before decreasing. Deglucosed 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.

제 2 절 서론

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⁽⁵⁻⁸⁾.

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 반응 진행되어 실제 동물이 소화 흡수할 수 있는 유효 lysine은 매우 적어지게 된다. 수질 오염을 줄이거나 혈액을 재활용하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다⁽⁵⁻⁸⁾.

돼지와 소의 혈장은 육가공 제품의 결착제로서 사용되었고 건조된 혈장분은 식육 조각이나 박편 사이의 젤을 형성하기 위한 결착제로써 재구성육에 이용되고 있다⁽⁹⁻¹³⁾. 그리고 돼지나 소 혈장이 emulsion^(12,14-18)과 거품(foam) 형성^(16,19,20) 그리고 gel(겔) 강도⁽²¹⁾에 미치는 영향에 대한 연구들도

이루어졌다.

식품 색깔은 소비자가 식품을 판별하는 중요한 요인의 하나이다. 돼지 혈장은 노란색을 띄다가 건조하게 되면 노란색은 열어졌다⁽⁶⁾. 건조된 혈장을 저장하면 변패취가 발생하게된다. 이는 혈장내 hemoglobin, 인지방질 및 고도불포화 지방산의 산화에 기인하는 것으로 여겨진다⁽⁶⁾. Kline 등⁽²²⁾은 저장된 전난분(全卵粉)을 조사하였는데 포도당-cephalin 반응이 변패취 발생과 밀접한 관련이 있다고 하였다. 혈장내 포도당의 환원력 때문에 유리지방산과 인지방질의 산화가 촉진되는 것으로 여겨진다.

Yasutoshi 등⁽²³⁾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 때도 glucose oxidase의 상업적 대량 사용은 현실성이 결여되어 있다.

Carlin과 Ayres⁽²⁴⁾는 glucose oxidase와 catalase를 사용하여 난백(卵白) 포도당을 제거함으로써 변패취가 없는 제품의 생산이 가능하였다. Lee 등⁽¹⁾ 및 Lee와 Chang⁽²⁵⁾은 glucose oxidase나 효모에 의해 탈당(脫糖, desugarized)된 건조 계란의 제조 공정과 저장성 등을 연구했다. 동 연구에 의하면 저장 기간중 포도당이 제거안된 시료의 pH, 용해도와 겔 강도는 감소한 반면 browning 값, 유화력(emulsifying capacity)과 유화안정성(emulsion stability)은 증가했다.

이와 이⁽²⁶⁾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.

제 3 절 제 료 및 방 법

3-1 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, 8 주)의 factorial arrangement로 CRD (completely random design)를 사용하였다. glucose oxidase나 제빵용 효모를 사용하여 포도당이 제거된 육계와 돼지 혈장분의 상온 저장중 2 주 간격으로 8 주까지 색깔, 단백질 함량, 용해도, 기포력과 pH를 각각 4번 씩 측정했다.

3-2 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. 혈장분리는 혈액 도착 즉시 1,816×g (gravity) 즉 3,100 rpm에서 15분간 원심분리 (비전과학(주), VS-21SMTN, 경기도 부천시 오정구 삼정동)하여 혈장인 상등액을 얻었다.

3-3 육계와 돼지 혈장의 탈당과 혈장분 준비

이와 이⁽²⁶⁾의 방법에 따라 육계와 돼지 혈장을 탈당시켰다. 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) 세프인스탄트 천연이스트, 서울 서대문구 충정로) 0.3% (w/w) 등을 각각 혈장에 첨가하였다. 상온 (25℃)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⁽²⁷⁾의 방법으로 측정하였다.

포도당이 제거된 혈장의 단백질 변성을 줄이기 위해서 혈장을 55℃의 증탕에서 modified pan drying method⁽²⁸⁾로 건조시켰다. 건조한 후 막자사발 (mortar와 pestle)을 이용하여 곱게 마쇄하였다. 마쇄한 혈장분을 plastic 병에 넣어 실험 때까지 상온 (25℃)에서 저장하였다.

3-4 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.

3-5 육계와 돼지 혈장분의 biuret 단백질 함량

혈장분의 단백질 함량을 2주 간격으로 8주까지 biuret reactive protein method⁽²⁹⁾로 측정하였다. 혈장분 20 mg을 증류수 4.5 cm³에 넣은 후 6%의 NaOH 용액 4.5 cm³과 혼합하였다. 이 용액을 3%의 NaOH용액 0.75 cm³와 20%의 CuSO₄·H₂O용액 0.25 cm³과 혼합한 후 1 분간 심하게 흔든 뒤 10분간

정치시켰다. 시료를 1,816×g (gravity)로 15분간 원심분리하였다. 침전물인 수산화구리 (cupric hydroxide, $\text{Cu}(\text{OH})_2$)를 제거하였다. 상등액의 absorbance를 560 nm에서 측정하였다. Protein concentration standard curve를 이용하여 측정된 혈장 powder의 absorbance에 해당하는 단백질의 농도를 percent (%)로 나타내었다.

3-6 육계와 돼지 혈장분의 용해도

혈장분 용해도는 Thistle 등⁽³⁰⁾의 방법에 따라 2주 간격으로 8주까지 측정하였다. 혈장분 2.2 g을 10% KCl 100 cm³이 들어있는 삼각 flask에서 녹였다. 상온의 shaking incubator에서 삼각 flask를 120 cycles/min로 1시간 동안 흔들어서 주었다. 시료를 Advantec No. 1 filter paper (Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Japan)로 여과했다. 항량된 crucible에 여과액을 10 cm³씩 넣었다. Crucible을 110℃의 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.

3-7 육계와 돼지 혈장분의 기포력

혈장분의 기포력을 Khan⁽¹⁹⁾의 방법에 따라 2주 간격으로 8주까지 측정하였다. Graduated cylinder (100cm³)에 혈장분 750 mg과 25 cm³의 deionized water를 넣었다. 각각의 시료를 2 cycle/sec로 1분간 흔들었다. 흔들어진 각각의 시료를 2분간 정치시켰다. 시료의 전체 부피와 액상의 부피를 측정하였다. 시료의 전체 부피에서 액상의 부피를 뺀으로써 거품 (foam)의 부피를 얻었다.

3-8 육계와 돼지 혈장분의 pH

혈장분의 pH는 pH meter (pH I 40, Beckman Instruments, Inc., Fullerton, CA, USA)를 사용하여 Scott⁽²⁷⁾의 방법으로 2주 간격으로 8주까지 측정하였다. 비이커 (25 cm³)에 혈장 powder 2.5 g를 넣고 증류수 7.5 cm³를 첨가한 후 잘 녹도록 저어 주었다. 상온에서 pH meter (Ati Orion, Boston, MA, USA, Model 520A)를 이용하여 시료의 pH를 4번씩 측정하였다.

3-9 통계처리

수집된 data는 SAS (Statistical Analysis System)의 GLM (General Linear Model)에 따라 처리되었다⁽³¹⁾. 유의성 검정이 필요하면 Duncan's new multiple range test⁽³²⁾를 이용하였다.

제 4 절 결과 및 고찰

4-1 육계와 돼지 혈장분의 색깔

Glucose oxidase나 효모를 첨가한 육계와 돼지 혈장의 포도당 농도는 시간이 지남에 따라 감소되었고 효모 (0.3%, w/w)의 첨가가 glucose oxidase (10 units/g)보다 효과적이었다⁽²⁶⁾. 난백분에 있는 포도당을 제거하여 Maillard 반응을 억제시킴으로써 양질의 난백분을 생산하는 것처럼^(1,25) 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" 값 (밝음)을 나타내었다. 혈장분의 종류와 혈당 제거 방법과는 상관없이 실

험기간 동안 혈당이 제거된 혈장분은 해당 대조구보다 일반적으로 “L” 값이 높았으며 “a” 값 (붉음)과 “b” 값 (노랑)은 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⁽¹⁾ 및 Sheen 등⁽²⁾ 그리고 Kato 등^(3,4)의 보고와도 일치한다.

4-2 육계와 돼지 혈장분의 biuret 단백질 함량

Albumin이나 globulin과 같은 혈청 단백질의 함량을 측정하는데 biuret reactive protein method가 이용되고 있다⁽²⁹⁾. 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⁽³³⁾. 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).

4-3 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 저장기간이 지남에 따라 감소하였다 ($P<0.05$) (Table 5와 6). 대조구의 용해도 감소는 Kato 등^(3,4)의 난백분 용해도 감소와도 일치하였다. 용해도 감소는 Maillard

반응에 의한 albumin과 globulin의 변성에 기인하는 것으로 여겨진다.

4-4 육계와 돼지 혈장분의 기포력

Table 7에서 보면 glucose oxidase 첨가로 탈당된 처음(week 0)의 육계 혈장분 기포력은 대조구와 비슷하였지만 나머지 탈당된 육계 혈장분의 기포력은 해당 대조구 보다 항상 높았다 ($P < 0.05$). Sheen 등⁽²⁾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 후 일정한 수준을 유지하였다 ($P < 0.05$). Table 8의 돼지 혈장분에서는 Table 7의 육계 혈장분 및 Sheen 등⁽²⁾의 보고와는 다르게 실험기간 동안 탈당된 돼지 혈장분과 상응하는 대조구 기포력은 큰 차이를 나타내지 않았다. 탈당에 따른 육계의 높은 기포력과 탈당과는 상관이 적은 돼지 혈장분의 기포력에 관한 후속 연구가 필요하리라 여겨진다.

4-5 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⁽²⁾ 및 Kline 등⁽²²⁾도 난백분을 저장함에 따라 pH가 감소

했으며 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)⁽³⁴⁾은 양질의 단백질 공급원이다. 하지만 혈분의 lysine 유효도는 낮게 나타났다⁽³⁵⁻³⁷⁾ 혈분이나 혈장분의 lysine 유효도를 높이기 위해서 Yasutoshi 등⁽²³⁾은 소나 돼지 혈액에 glucose oxidase를 첨가하였고 Hamm and Searcy⁽³⁸⁾는 혈액을 냉동 건조시켰으나 비용때문에 산업화되지 못하고 있다.

이와 이⁽²⁶⁾는 육계나 돼지 혈장에 제빵용 효모 첨가와 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.

제 5 절 요약

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” 값 (밝음)이

같거나 높았으며 “a” 값 (붉음)과 “b” 값 (노랑)은 낮았다 ($P < 0.05$). 포도당이 제거되지 않은 난백분에 관한 Lee 등⁽¹⁾ 및 Sheen 등⁽²⁾ 그리고 Kato 등⁽³⁾의 보고와도 일치한다. 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 혈장분 및 Sheen 등⁽²⁾의 보고와는 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.

제 6 절 문헌

1. 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)
2. 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)
3. 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)
 4. 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)
 5. 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)
 6. 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)
 7. 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)

8. 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)
9. 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)
10. 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)
11. 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)
12. Caldironi, H. A. and Ockerman, H. W.: Incorporation of blood proteins into sausage. *J. Food Sci.*, **47**, 405-408 (1982)
13. 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)
14. 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)
15. Tybor, P. T., Dill, C. W. and Landmann, W. A.: Effect of decolorization and lactose incorporation on the emulsification capacity of spray-died blood protein concentrates. *J. Food Sci.*, **38**, 4-6 (1973)
16. 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)
17. 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)
18. 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)
19. Khan, M. R., Rooney, L. M. and Dill, C. W.: Baking properties of plasma protein isolate. *J. Food Sci.*, **44**, 274-276 (1979)
20. 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)
21. 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)
22. 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)
23. 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)
24. 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)
25. 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)

26. 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. Paper presented at *60th Ann. Conference of Korean Society of Food Sci. and Technol.*, Pusan, Korea (1998)
27. Scott, D.: Glucose conversion in preparation of albumen solids by glucose oxidase-catalase system. *J. Agric. Food Chem.*, **1**, 727-730 (1953)
28. Bergguist, D. H.: Eggs. In *Food Dehydration*. Van Arsdell, W. B. and Copley, M. J. (Ed.) The AVI Publishing Co., Inc. Westport, CT, U.S.A., p. 652-693 (1964)
29. Robinson, H. W. and Hogden, C. G.: The biuret reaction in the determination of serum proteins. *J. Biological Chemistry*, **133**, 707-725 (1940)
30. 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)
31. SAS/STAT: *SAS/STAT User's Guide*: Release 6.03, SAS Institute Inc., Cray, NC, USA (1988)
32. Duncan, D. B.: Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, **11**, 1-42 (1955)

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)

Table 1. Hunter color value of broiler plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature^{1),2),3)}

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10units/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

¹⁾Means of 4 replications.

²⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

³⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

Table 2. Hunter color value of porcine plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature^{1),2),3)}

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10units/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	14.96Ce	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

¹⁾Means of 4 replications.

²⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

³⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

Table 3. Biuret reactive protein content of broiler plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature^{1),2),3)}

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

¹⁾Means of 4 replications.

²⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

³⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

Table 4. Biuret reactive protein content of porcine plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature^{1),2),3)}

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

¹⁾Means of 4 replications.

²⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

³⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

Table 5. Solubility of broiler plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature^{1),2),3)}

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

¹⁾Means of 4 replications.

²⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

³⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

Table 6. Solubility of porcine plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature^{1),2),3)}

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

¹⁾Means of 4 replications.

²⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

³⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

Table 7. Foaming capacity of broiler plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature^{1,2,3)}

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10units/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

¹⁾Means of 4 replications.

²⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

³⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

Table 8. Foaming capacity of porcine plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature^{1),2),3)}

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10units/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

¹⁾Means of 4 replications.

²⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

³⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

Table 9. pH of broiler plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature^{1),2),3)}

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10units/g)	By yeast (0.3% w/w)
0	8.41Ba	7.66Ca	8.73Ae
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

¹⁾Means of 4 replications.

²⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

³⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

Table 10. pH of porcine plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature^{1,2,3)}

Storage time (week)	Control	Desugarized	
		By glucose oxidase (10units/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

¹⁾Means of 4 replications.

²⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

³⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

제 3 장 GOD(glucose oxidase) 및 제빵용 효 모로 혈장 포도당이 제거된 육계 혈 장분(血漿粉)의 상온 저장에 따른 lysine 유효도 변화

제 1 절 Abstract

Broiler blood plasma was desugarized by GOD (glucose oxidase, 10 units/g) or baker's yeast (0.3%, w/w). Procedures as described by Booth⁽²⁰⁾ for FDNB (1-fluoro-2, 4-dinitrobenzene) lysine tests were followed in determining the lysine availability of desugarized blood plasma powder. Desugarization by yeast (0.3%, w/w) was more effective than GOD (10 units/g). GOD desugarization improved lysine availability, although a rapid decrease was noted during storage at room temperature ($P<0.05$). Meade⁽³⁷⁾ reported that by adding an antioxidant during fish meal processing could improve lysine availability. Desugarization by GOD with addition of antioxidant, Tenox II (0.02%, w/w) improved ($P<0.05$) lysine availability for the broiler blood plasma powder, even after storage at room temperature. Yeast deglucosated blood plasma powder had the lowest available lysine ($P<0.05$). This might be due to the utilization of lysine by yeast during the desugarization process.

제 2 절 서론

도계장(屠鷄場)에서 직면하고 있는 한 가지 문제점은 폐기 부산물, 특히 혈액의 처리이다. 육계 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. 수질 오염과 경비를 줄이기 위하여 혈액의 재활용에 관한 많은 연구가 진행되고 있다⁽¹⁻⁴⁾.

돼지와 소의 혈장 및 혈장분은 육가공 제품의 결착제로서 사용되었고⁽⁵⁻⁹⁾ 혈장이 emulsion^(8,10-14)과 거품 (foam) 형성^(12,15,16) 그리고 gel⁽¹⁷⁾ 강도에 미치는 영향에 대한 연구들도 이루어졌다. 혈액을 재활용하기 위한 또다른 방법으로 rendering (고온·고압으로 가열처리를 한 후 건조와 분쇄) 공정을 거쳐 사료 원료로 업계 일부에서 사용하고 있다.

Rendering 공정과 같이 열을 가하게 되면, 혈액에 존재하는 lysine의 ϵ -NH₂ 기와 포도당의 carbonyl 기가 공유결합을 하여 영양적 가치가 없는 갈색의 화합물을 형성하는 Maillard 반응이 빠르게 진행된다. 이 화합물은 amino acid의 일반적인 분석 방법인 강산에 의해서 free lysine으로 가수분해된다⁽¹⁸⁾. 환원력을 갖고 있는 당을 포함한 단백질에서는 전체 lysine 양은 큰 의미가 없다. 그러므로 사료의 첫번째나 두번째의 limiting amino acid인 lysine이 blood meal이나 offal meal에는 많이 존재하나 실제 동물이 소화 흡수할 수 있는 유효 lysine은 매우 적어지게 된다.

Lysine 유효도를 결정하는 여러 가지 방법들이 고안되었다. 그 중 하나가 Carpenter⁽¹⁹⁾에 의해서 개발되고 Booth⁽²⁰⁾에 의해서 개선된 direct FDNB

(1-fluoro-2, 4-dinitrobenzene) lysine assay가 있다. 단백질 및 peptides의 free amino group을 표시하기 위해서 FDNB가 사용되었다. 각각의 free amino group은 하나의 dinitrophenyl (DNP) group과 결합함으로써 N-terminal amino acid는 α -DNP-amino acid로 전환된다. FDNB와 반응하는 lysine의 값은 동물의 신진대사에 유용한 lysine의 양을 나타내었다.

여러 건조 방법에 따라 동물 혈분의 lysine 유효도는 낮게 나타났나⁽²¹⁻²³⁾, 냉동 건조로 혈분의 lysine 유효도를 높일 수 있었으나 비싼 비용때문에 실용화되지 못했다⁽²⁴⁾. 계란에서 포도당을 제거함으로써 Maillard 반응을 억제시키는 방법으로 자연적인 미생물발효^(25,26), 통제된 세균 발효⁽²⁷⁾, 효모 발효⁽²⁸⁾와 효소 이용^(29,30) 등이 사용되었다. 만약 실용화가 가능한 경제적인 방법으로 혈분의 lysine 유효도를 높일 수 있다면 혈분은 양질의 단백질 공급원으로 사용이 가능하다.

이와 이⁽³¹⁾는 육계나 돼지 혈장에 제빵용 효모 첨가와 같은 경제적이고 실용적인 방법으로 혈장 포도당을 제거하였다. 그리고 육계와 돼지 혈장의 포도당을 제거한 후 혈장을 건조시키면 혈장분의 색깔, biuret 단백질 함량, 용해도 그리고 foaming capacity를 증진시킬 수 있다고 하였지만⁽³²⁾ 혈장 포도당이 제거된 후 건조된 혈장분의 유효 lysine에 관해서는 언급이 없었다. 본 연구의 목적은 GOD (glucose oxidase) 및 제빵용 효모에 의해서 포도당이 제거된 육계 혈장분의 상온 저장중 lysine 유효도 변화를 개선된 direct FDNB (1-fluoro-2, 4-dinitrobenzene) lysine assay 방법⁽³⁰⁾으로 조사하는 것이다.

제 3 절 재료 및 방법

3-1 실험계획

육계 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, 8 주)의 factorial arrangement로 CRD (completely random design)를 사용하였다. Glucose oxidase 및 제빵용 효모를 사용하여 포도당이 제거된 육계 혈장분의 상온 저장중 2주 간격으로 4주까지 lysine 유효도의 변화를 각각 4번 씩 측정하였다.

3-2 육계의 혈장 준비

육계 혈액은 대상마니커(주) (경기도 동두천시 하봉암동)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. 혈장분리는 혈액 도착 즉시 1,816×g (gravity) 즉 3,100 rpm에서 15분간 원심분리 (비전과학 (주), VS-21SMTN, 경기도 부천시 오정구 삼정동)하여 혈장인 상등액을 얻었다.

3-3 육계 혈장의 desugarization과 혈장분 준비

이와 이⁽³¹⁾의 방법에 따라 육계 혈장을 desugarization시켰다. 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) 세프인스탄트 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.

포도당이 제거된 혈장의 단백질 변성을 줄이기 위해서 혈장을 55℃의 증탕에서 modified pan drying method⁽³³⁾로 건조시켰다. 건조한 후 막자사발 (mortar와 pestle)을 이용하여 곱게 마쇄하였다. 마쇄한 혈장분을 plastic 병에 넣어 실험 때까지 상온 (25℃)에서 저장하였다.

3-4 육계 혈장분의 FDNB reactive lysine 측정

Booth⁽²⁰⁾의 방법에 따라 육계 혈장분의 FDNB reactive lysine을 측정하였다.

3-5 통계처리

수집된 data는 SAS (Statistical Analysis System)의 GLM (General Linear Model)에 따라 처리되었다⁽³⁴⁾. 유의성 검정이 필요하면 Duncan's new multiple range test⁽³⁵⁾를 이용하였다.

제 4 절 결과 및 고찰

4-1 육계 혈장분의 탈당(脫糖, desugarization)

초기 육계 혈장의 포도당 농도는 150 mg/100 cm³이었다. GOD (glucose oxidase)나 제빵용 효모를 첨가한 육계 혈장의 포도당 농도는 시간이 지남에 따라 감소되었다. 효모를 이용한 경우, 육계 혈장의 포도당이 거의 없어 지는데는 약 4 시간 정도 걸렸다. 효모의 첨가 (0.3%, w/w)가 GOD (10 units/g) 보다 혈장 포도당을 감소시키는 데는 효과적이었다 (Fig. 1).

4-2 육계 혈장분의 lysine 유효도

GOD 첨가로 desugarization된 초기의 육계 혈장분의 lysine 유효도는 증진되었지만 상온 저장중 급속하게 감소하였다 ($P<0.05$) (Table 1). GOD 로 desugarization시키면 과산화수소와 산소가 발생하였다⁽³⁶⁾. 이렇게 생성된 산소는 혈장분의 산화에 나쁜 영향을 미치는 것으로 여겨진다. Meade⁽³⁷⁾는 fish meal 제조시 항산화제를 첨가함으로써 lysine 유효도를 증진시킬 수 있다고 하였다. Table 1에서도 GOD와 함께 항산화제인 Tenox II (20% butylated hydroxyanisole, 6% propylgallate, 4% citric acid in propylene glycol)를 0.2% (w/w) 첨가함으로써 혈장분의 lysine 유효도를 증진시켰다 ($P<0.05$). 제빵용 효모로 desugarization된 혈장분의 lysine 유효도는 제일 낮았다 ($P<0.05$). 이는 desugarization중 효모가 lysine을 활용한 것으로 여겨진다. 혈장분의 lysine 유효도를 좀 더 증진시키는 후속 연구가 필요하리라 여겨진다.

제 5 절 요약

GOD (glucose oxidase) 및 제빵용 효모로 포도당이 제거된 육계 혈장분의 상온 저장중 lysine 유효도 변화를 개선된 direct FDNB (1-fluoro-2,4-dinitrobenzene) lysine assay 방법⁽²⁰⁾으로 조사하였다. 육계의 혈장 포도당을 거의 제거하는데 효모 (0.3%, w/w) 첨가시 약 4 시간 걸려 효모가 GOD (10 units/g) 보다 혈장 포도당을 감소시키는 데는 효과적이었다. GOD 첨가로 desugarization된 초기의 육계 혈장분의 lysine 유효도는 증진되었지만 상온 저장중 급속하게 감소하였다 ($P<0.05$). Meade⁽³⁷⁾가 fish meal 제조시 항산화제를 첨가함으로써 lysine 유효도를 증진시킨 것과 같이 혈장에 GOD

와 함께 항산화제인 Tenox II를 0.2% (w/w) 첨가함으로써 혈장분의 lysine 유효도를 증진시켰다 ($P < 0.05$). 효모로 desugarization된 혈장분의 lysine 유효도는 제일 낮았다 ($P < 0.05$). 이는 desugarization중 효모가 lysine을 활용한 것으로 여겨진다.

제 6 절 문헌

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. Scideman, 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-died 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. Carpenter, K. J.: Damage to lysine in food processing. Its measurement and its significance. *Nutritional Abstracts and Reviews*. **43**, 427-451 (1973)
 19. Carpenter, K. J.: The estimation of available lysine in animal protein foods. *Biochem. J.*, **77**, 604-610 (1960)
 20. Booth, V. H.: Problems in the determination of FDNB-available lysine. *J. Sci. Food Agric.* **22**, 658-666 (1971)
 21. Kratzer, F. H. and Green, N.: The availability of lysine in blood meal for chicks and poult. *Poultry Sci.* **36**, 562-565 (1957)
 22. Waibel, P. E.: Processing and nutritional value of blood meals. *Meat Processing*. **13**, 102-103 (1974)
 23. 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)
 24. Hamm, D. and Searcy, G. K.: Some factors which affect the availability of lysine in blood meals. *Poultry Sci.* **55**, 582-587 (1976)

25. Stuart, L. S. and Goresline, H. E.: Bacteriological studies on the "natural" fermentation process of preparing egg white for drying. *J. Bacteriol.*, **44**, 541-549 (1942)
26. Stuart, L. S. and Goresline, H. E.: Studies of bacteria from fermenting egg white and the production of pure culture fermentation. *J. Bacteriol.*, **44**, 625-632 (1942)
27. 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)
28. Satyanarayana Rao, T. S. and Murali, H. S.: Evaluation of compressed baker's yeast as a substitute for glucose oxidase for desugaring egg melange. *J. Food Sci. and Tech. (India)*, **22**, 47-51 (1985)
29. Baldwin, R. R., Campbell, H. A., Thiessen, R. Jr. and Lorant, G. J.: The use of glucose oxidase in the processing of foods with special emphasis on the desugaring of egg white. *Food Tech.*, **7**, 275-282 (1953)
30. 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)
31. 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. Paper presented at *60th Ann. Conference of Korean Society of Food Sci. and Technol.*, Pusan, Korea (1998)
32. Lee, J. J. and Yi, Y. H.: Color, protein content, solubility, foaming capacity and pH of desugarized broiler and porcine plasma powder during storage at room temperature. Paper presented at *61st Ann. Conference of Korean Society of Food Sci. and Technol.*, Seoul, Korea (1998)
33. Bergguist, D. H.: Eggs. In *Food Dehydration*. Van Arsdell, W. B. and Copley, M. J. (Ed.), The AVI Publishing Co., Inc. Westport, CT, U.S.A., p. 652-693 (1964)
34. SAS/STAT: *SAS/STAT User's Guide*: Release 6.03, SAS Institute Inc., Cray, NC, USA (1988)
35. Duncan, D. B.: Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, **11**, 1-42 (1955)
36. Scott, D.: Glucose conversion in preparation of albumen solids by

glucose oxidase-catalase system. *J. Agric. Food Chem.* **1**, 727-730
(1953)

37. Meade, T. L.: A new development in fish meal processing. *Feedstuffs*
28(20), 14-16 & 121-122 (1956)

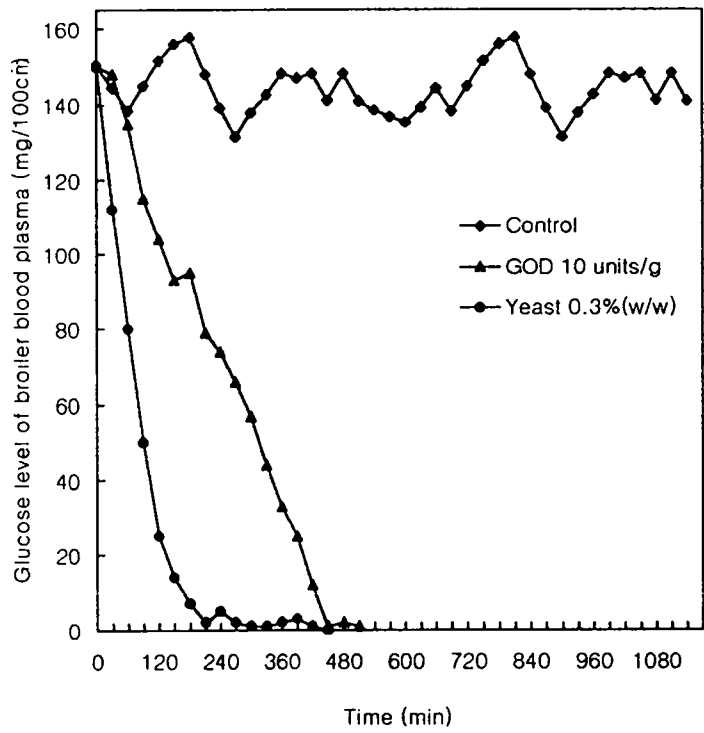


Fig. 1. Desugrization of broiler blood plasma by glucose oxidase (GOD) and baker's yeast at 25°C

Table 1. FDNB-lysine availability of broiler blood plasma powder as affected by desugarization and storage at room temperature (25°C)^{1),2),3),4)}

Storage time (week)	Lysine availability (%)			
	Control	Deglucosed		
		By glucose oxidase (10 units/g)	By glucose oxidase (10 units/g) + Tenox II ⁵⁾ (0.02% w/w)	By yeast (0.3% w/w)
0	9.03ABa	9.45Aa	9.35A	8.79Ba
2	8.57Bb	8.63Bb	9.36A	8.46Bab
4	8.23Bb	8.07Bc	9.35A	8.18Bb

¹⁾FDNB, 1-fluoro-2, 4-dinitrobenzene

²⁾Means of 4 replications.

³⁾ABC Means within a row not follow by the same letter are different (P<0.05).

⁴⁾abc Means within a column not follow by the same letter are different (P<0.05).

⁵⁾20% butylated hydroxyanisole, 6% propylgallate, 4% citric acid in propylene glycol.