

pH, 온도, 단백질함량에 따른 돼지혈장 단백질의 보수력 변화

김주봉 · 이영현*

제일제당(주) 종합연구소 · *강릉대학 식품과학과

Effects of pH, Temperature, and Protein Content on Water Binding Capacity of Hog Plasma Protein

J. B. Kim and Y. H. Yi*

R & D Center, Cheil Sugar Co., Ltd., Dokpyong, Kyunggi, 467-810, Korea

*Dept. of Food Science, Kangnung National University, Kangnung, 210-702, Korea

Abstract

The water binding capacity (WBC) of hog plasma protein was investigated. The centrifugal condition for optimal separation of plasma from hog blood was fixed at 1400 g-force. The WBC of 5% -plasma-protein-solution gel increased rapidly between pH 6 and 7 but gradually after pH 7 at 85°C for 30 min. The higher heating temperature demonstrated the higher WBC of 5% -plasma-protein-solution gel at pH 7 within short period of time. The WBC of 5% -plasma-protein-solution gel increased rapidly at the beginning of heating. The WBC per gram of plasma protein at pH 7 and 85°C for 30 min decreased as protein concentration of the plasma solution increased.

서론

돼지 혈액은 혈청(64%), 적혈구(35%), 그리고 섬유소원(1%)로 구성되어 있으며, 이중 혈청에 들어 있는 단백질은 전체 혈액의 약 7%를 차지하고 있다.¹⁾ 만약 도살장에서 방출되는 혈액을 식품에 이용할 수 있다면 폐수처리 경비의 절감과 폐기 부산물의 이용이라는 장점 때문에 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

가축 혈액은 채혈시 위생적인 처리나 혈액 자체의 metallic flavor 및 색에 대한 거부감등으로 식품에 사용이 제한되어 왔다. 그러나 최근 원심분리 기술과 효소처리에 의한 혈장 분리가 성공적으로 이루어져^{2,3)} 점차 그 이용 분야도 확대되어 가고 있어 육가공이나, 제과, 제빵등에도 이용되고 있다.⁴⁾ 中村 등⁵⁾에 의하면 -25°C에서 동결 저장한 혈장은 15주 동안 특별한 변화를 일으키지 않았으며, 얼음 대

신 혈장을 부분적으로 첨가한 소시지의 경우 품질이나 기호도에 별다른 차이를 나타내지 않고 오히려 향미를 증가시킨다 하였다. 또한 육(肉)대신 건조 혈장을 10% 대체 첨가하여 제조한 소시지나 햄버거 스테이크에서도 texture를 제외하고는 다른 차이점이 관찰되지 않았다.⁶⁾ Caldironi 등⁷⁾은 가축혈액으로부터 분리된 단백질이 isoleucine과 methionine은 부족하지만 양질의 단백질 공급원임을 밝혔다.

Alexander²⁾에 의하면 육가공에 있어서 혈액 단백질은 기능적인 측면에서 대두나 우유 단백질을 대체할 수 있으며, 향미를 증진시키고 지방의 손실도 감소시켰다. 돼지나 소의혈장은 gel을 만들 경우 가열 온도와 시간에 따라 gel strength가 증가하였으며,⁸⁾ 제과 제빵시 첨가되는 난백(卵白) 단백질보다 gel strength가 높았다.⁹⁾

본 실험에서는 육가공 제품 등의 품질 향상과 폐기 부산물을 이용한 신식품 소재개발을 위한 기초 자료를 얻기위하여 pH, 온도, 그리고 단백질 함량

변화에 따른 돼지 혈장 단백질의 보수력(water binding capacity, WBC)을 조사하였다.

조사 및 방법

1. 돈혈 : 실험에 사용된 돈혈은 신영 축산 주식회사 (경기도 이천군 부발면 아미리)에서 채혈 즉시 항응고제 용액과 혼합하여 저온으로 유지한 ice chest 에 넣어 실험실로 운반하였다. 돼지 혈장 분리는 Jouan 원심분리기(Jouan Co., Coueron, France)를 사용하여 4300rpm(1400 g-force)로 분리하였다.
2. 보수력 : 돼지 혈장 단백질의 보수력 측정은 Hermansson 과 Lucisano의 방법¹⁰⁾에 따라 그림 1과 같은 순서로 이루어졌으며, gram of bound water / gram of protein으로 표시하였다.

결과 및 고찰

항응고제 선정 및 혈장 분리조건

돼지 혈장 제조에 사용되는 항응고제는 가격이 저렴하며 인체에 해가 없는것을 선택하였다. 예비 실험을 통하여 표 1과 같은 조성으로 제조하였다. 혈액에 첨가된 항응고제 용액의 양과 그때의 항응고 효과를 조사한 결과(표 2), 혈액에 대해 10% 이상의 항응고제 용액을 첨가할 때 안정된 효과가 있어 항응고제 용액의 양을 10%로 고정시켜 실험을

Table 1. Formula of anticoagulant solution

| ingredient | content (%) |
|----------------|-------------|
| citric acid | 0.05 |
| sodium citrate | 0.15 |
| glucose | 0.15 |

Table 2. Effect of anticoagulant solution quantity on the coagulation of hog blood

| anticoagulant solution quantity | 30min | 60min | 120min |
|---------------------------------|-------|-------|--------|
| 3% | ++ | ++ | ++ |
| 5% | + | ++ | ++ |
| 7% | - | + | + |
| 10% | - | - | - |
| 15% | - | - | - |

++, coagulated
 +, slightly coagulated
 -, not coagulated

Table 3. Centrifugal condition for optimal separation of hog plasma

| rpm | g-force | color of supernatant | remarks |
|------|---------|----------------------|----------------|
| 3000 | 977 | dark red | not seperated |
| 3500 | 1140 | red | not seperated |
| 4000 | 1300 | pink | riot seperated |
| 4300 | 1400 | reddish yellow | seperated |
| 4500 | 1460 | pink | |

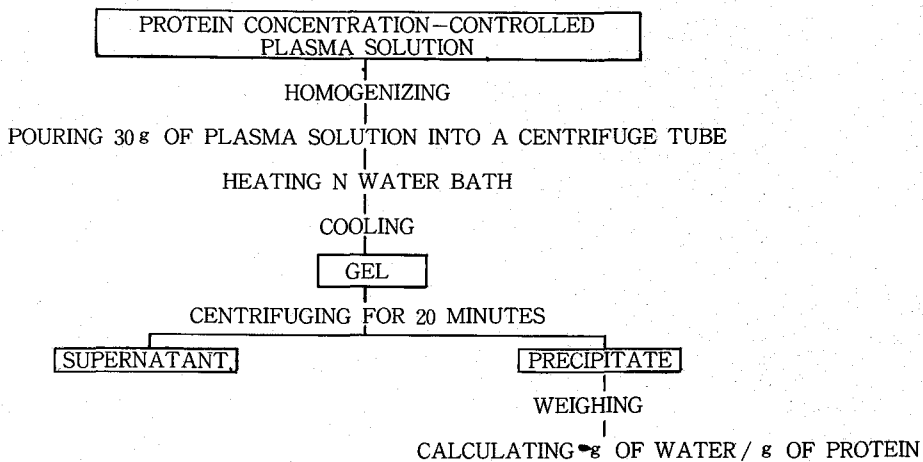


Fig. 1. Procedure for measurement of water binding capacity (WBC)

하였다.

혈장을 분리하기 위한 원심분리 조건을 검토한 결과 표 3와 같이 나타났다. 표 3에서 보면 가장 효과적인 혈장 분리 조건은 4300rpm 즉 1400 g-force 이었다. 위와 같은 조건으로 분리한 혈장의 일반성분은 수분 91.75%, 단백질 6.78%, 회분 0.79%이었으며 지방 성분은 0.03%로 거의 없는 것으로 나타났다(표 4).

보수력 측정

보수력 측정시 원심분리 조건의 영향을 알아보기 위해 원심분리 rpm과 보수력 관계를 조사하였다. 측정시료의 단백질 함량이 5% 그리고 pH가 7이 되도록 조절한 혈장액을 원심분리 tube에서 gel화시킨 후 5,000 -15,000rpm에서 각각 30분씩 원심분리하여 보수력을 측정하였다. 그림 2에서와 같이 10,000rpm(12,000 g)까지는 급격히 감소하다가 이후 거의 일정한 값을 보였다. 따라서 원심분리 조건을 10,000rpm으로 정하고 이후 실험을 하였다.

그림 3은 혈장액을 85℃에서 30분간 가열하였을 때 혈장액의 pH에 따른 보수력의 변화를 본 것으로 pH 6과 pH 7에서 혈장 단백질의 보수력(단백질 농도 5%)은 각각 4.5와 17.0 g of water / g of protein 으로 혈장액의 pH가 6에서 7로 증가할 때 보수력은 급격히 증가한다고 pH 7이후에는 완만한 증가를 보였다. 단백질 gel의 보수력은 gel화시킬 때의 온도 및 가열시간에 따라 달라진다고 알려져있다. 본 실험에서도 혈장액(단백질 농도 5%, pH 7)의 gel 보수력은 gel화 온도가 높을수록 짧은 가열 시간내에 높은 보수력을 나타냈으며 모든 gel화 온도에서 보수력은 가열 초기, 가열 시간에 따라 급격히 증가다가 일정한 시간 이후 안정된 값을 보였다(그림 4). 그림 5는 pH 7에서 혈장액을 85℃에서 30분간

Table 4. Proximate analysis of hog blood plasma*

| composition | content (%) |
|---------------|-------------|
| moisture | 91.95±0.40 |
| crude protein | 6.98±0.29 |
| ash | 0.99±0.04 |
| crude fat | 0.03±0.01 |

*means of 6 observations

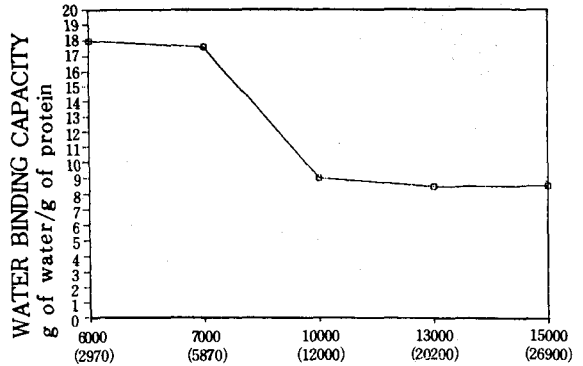


Fig. 2. Effect of cetrifugal rpm on gel WBC of 5% plasma protein solution at pH 7 and 85℃ for 30 minutes.

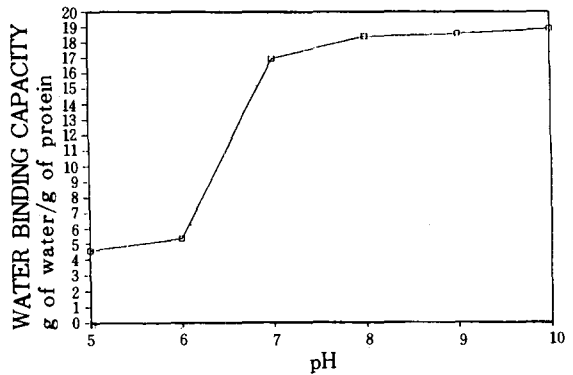


Fig. 3. Effect of 5%-plasma-protein-solution pH on WBC of gel at 85℃ for 30 minutes.

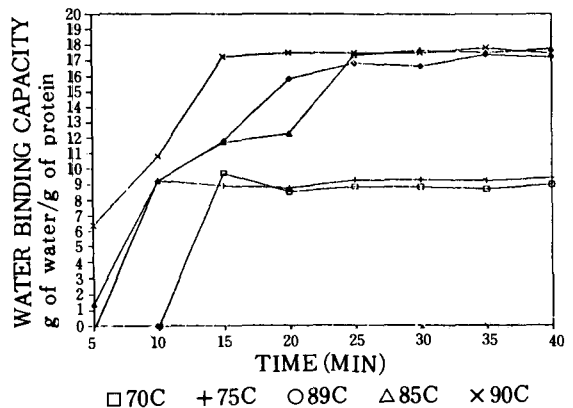


Fig. 4. Effect of heating temperature and time on WBC of 5%-plasma-protein-solution gel at pH 7.

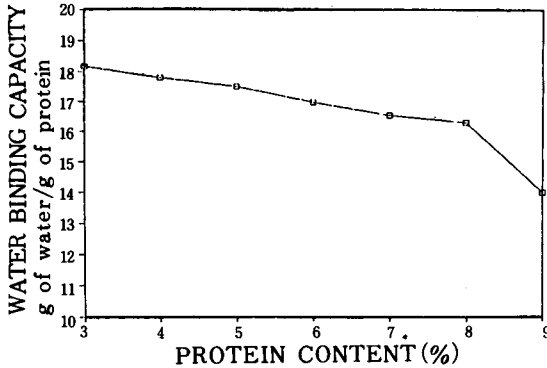


Fig. 5. Effect of protein concentration of plasma solution on gel WBC per gram of protein at pH 7 and 85°C for 30 minutes.

가열하였을 때 혈장 단백질 농도에 따른 단백질 g 당 보수력 실험 결과로 혈장액 단백질 농도가 3% 일 때 단백질 g 당 보수력은 18.2 g 이고 9%에서는 13.8 g 으로 혈장 단백질 농도가 증가할수록 단백질 g 당 보수력은 감소하였다.

요 약

도축장에서는 폐기되는 돼지 혈액으로부터 혈장을 분리하여, pH, 온도, 단백질함량에 따른 혈장 단백질 보수력의 변화를 조사하였다.

돼지 혈액으로부터 혈장분리는 1400 g -force에서 가장 좋았다. 단백질 농도가 5%인 혈장액을 85°C에서 30분간 가열하였을 때 pH가 증가함에 따라 혈장 단백질보수력은 급격히 증가하다가 pH 7 이후에는 완만한 증가를 나타냈다. 단백질 농도가 5%이고 pH 7인 혈장액에서의 보수력은 gel화 온도가 높을수록 짧은 시간 내에 높은 보수력을 나타냈으며 가열 초기에 급격히 증가하다가 일정 가열 시간 이후에는 큰 변화를 나타내지 않았다. pH가 7인 혈장액을 85°C

에서 30분간 가열하였을 때 혈장 단백질의 농도가 증가함에 따라 단위 단백질 무게당 보수력은 감소하였다.

문 헌

1. 戸田義郎 : 蛋白質素材としての plasma powder, *New Food Ind.*, 29, 15(1987).
2. Alexander, A. : Making a recovery, *Food*, July, 29, (1984).
3. Novo Industry : Blood protein recovery system, *Food Eng., Int'l.*, Dec. 53(1983).
4. Howell, N. K. and Lawrie, R. A. : Functional aspects of blood plasma proteins, I, Separation and characterization, *J. Food Technol.*, 18, 747(1983).
5. Nakamura, T., Numata, M., Yoshino, Y., and Nagai, T. : Application of frozen blood plasma to processed meat products, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 30, 585(1983).
6. Nakamura, T., Numata, M., Yoshino, Y., and Itosawa, K. : Application of dried plasma to processed meat products, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 30, 283(1983).
7. Caldironi, H. A. and Dickerman, H. W. : Incorporation of blood protein into sausage, *J. Food Sci.*, 47, 405(1982).
8. Howell, N. K. and Lawrie, R. A. : Functional aspects of blood plasma proteins, II. Gelling properties, *J. Food Technol.*, 19, 289(1984).
9. Howell, N. K. and Lawrie, R. A. : Functional aspects of blood plasma proteins, III. Interaction with other proteins and stabilizer, *J. Food Technol.*, 19, 297(1984).
10. Hermasson, A. -M. and Lucisano, M. : Gel characteristics—water binding properties of blood plasma gels and methodological aspects on the water binding of gel system, *J. Food Sci.*, 47, 1955(1982).

(Received April 6, 1989)