

유청 및 대두 단백질의 상호작용

손 동 화 · 이 형 주
서울대학교 농과대학 식품공학과

Interaction between Whey and Soybean Proteins

Dong-Hwa Shon and Hyong-Joo Lee

Department of Food Science and Technology, College of Agriculture,
Seoul National University, Suwon, Korea

Abstract

To investigate the interaction between whey and soybean protein, thermal changes of component proteins were analyzed by column chromatography and gel electrophoresis. In the Sephadex G-200 chromatography of the mixture treated at above 80°C, the amount of low molecular weight proteins and high molecular aggregates were increased. This implicated that dissociation of 11s globulin into subunits and the formation of soluble aggregates between these subunits and whey proteins that contain thiol and disulfide groups. These interaction between soy proteins and β -lactoglobulin, α -lactalbumin, and proteose-peptone 3 were confirmed by gel electrophoresis. Bovine serum albumin, Immunoglobulin-G(H), Lactoferrin, 11s-subunits (basic and acidic), and subunit of 7s globulin were also considered to interact each other depending on the condition of the salt solutions.

서 론

필자 등은 열처리되지 않은 유청과 두유의 혼합 용액을 가열하는 경우, 용액중 특히 유청단백질 콜로이드의 안정성이 증가되는 점 등을 통하여 두 단백질간에 상호작용이 있음을 보고한 바 있다.¹⁾

유청단백질중 절반을 차지하는 β -lactoglobulin (β -LG)은 가열시 분자내의 S-S bond들의 교환이 개입된 변성이 일어나고 칼슘이온의 존재하에 K-casein(K-CN)과 중합물(45S)을 형성함으로써, 우유의 열안정성을 높이고 레닛에 의한 우유의 응집을 지연시킨다. 또한 β -LG은 α -Lactalbumin(α -LA)과 혼합가열시 중합물을 형성할 뿐 아니라 이것은 다시 K-CN과 중합물을 형성하기도 한다고 알려져 있다.²⁻⁵⁾

대두단백질의 평균 51%⁶⁾를 차지하는 11s globulin (glycinin)은 SH 기를 17개, S-S 결합을 15개 갖고 있으며⁷⁾ 6개의 monomer로 구성되어 있고, 각 monomer는 한 개의 acidic subunit (AS)와 basic subunit (BS)로 구성되어 대부분 S-S 결합으로 특이적인 짝을 이루고 있다.⁸⁾ 7S globulin (β -conglycinin)은 subunit이 3개의 조합으로 구성되어 소수성 및 소수결합이 관여된 매우 단단한 구조를 갖는다.^{9,10)} Hashizume와 Watanabe¹¹⁾는 대두단백질을 낮은 이온강도에서 80°C 이하로 가열시 11S globulin이 subunit로 해리되고, 80°C 이상으로 가열시는 주로 작은 분자량의 11S-subunit이 침전부분에, 큰 분자량의 11S-subunit 및 7S globulin이 상정액에 분포한다고 보고하였다.

Yamagishi 등¹²⁾은 11S globulin의 가열시 형성된 가용성 응집물은 AS로만 구성된 monomer 및 oligomer 등을 함유하고 있고 불용성응집물은 AS와 BS로 된 oligomer들과 BS의 monomer로 구성

1988년 9월 2일 수리
Corresponding Author: D.H. Shin

되어 있음을 밝혔는데, 이 불용성 응집물은 주로 소수성 이온 및 수소결합에 의해 일어나고, S-S 결합의 교환은 2차적으로 intermediary subunit (IS)의 상태유지에 관여한다고 보고하였다.¹³⁻¹⁵⁾ Damodaran 과 Kinsella¹⁶⁾는 7S globulin이 11S globulin의 불용성 열응집을 억제한다고 하고, 이는 7S와 BS 간의 비특이적인 정전기적 상호작용에 의한 중합물을 형성하기 때문이라고 보고하였다. Utsumi 등¹⁷⁾은 80°C 가열시 7S와 11S globulin의 상호작용으로 생긴 100만 dalton 이상의 불균일한 macro complex 들은 해리된 subunit 중 11S의 BS와 7S의 β 간의 정전기적 결합에 의한 것과 BS 간의 S-S 결합에 의한 것으로 구성되어 있다고 보고하였다.

본 실험에서는 유청 및 대두 단백질을 혼합가열시 그 조성 단백질간의 상호작용을 규명하기 위하여, 겔투과크로마토그래피와 전기영동을 행함으로써 열처리에 따른 조성 단백질의 변화 및 상호작용을 조사하였으므로 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재 료

냉동건조한 유청 및 대두 단백질은 전보¹⁾에서와 같은 방법으로 준비하였다. 관크로마토그래피용 겔인 Sephadex G-200-120과 Sodium dodecyl sulfate (SDS : 99%), 표준단백질(Dalton Mark VI), 기타의 전기영동시약은 Sigma 사 제품을, 그의 각종 시약은 G·R 또는 EP 등급을 정제없이 사용하였다.

겔투과 크로마토그래피

유청 및 대두 단백질을 인산칼륨완충액(pH 6.7, $\mu=0.5$)¹⁾에 수화시킨 후 단백질 농도 1%(w/v)로 조정하고 각 단백질용액 및 1:1 혼합용액을 네가지 온도(비가열, 60°C, 80°C, 100°C)에서 15분간 열처리하여 냉각 후, 용출완충액에 투석하고 원심분리(1,000×g, 30분)하였다. Sephadex G-200관(내경 25cm, 겔높이 93.5cm)에 상기시료 9ml을 주입 후, 시간당 10ml의 속도로 용출하여 10ml씩의 분획을 채취하였다. 단백질정량은 Lowry 법¹⁸⁾에 의한 750nm에서의 흡광도로 행하였다. 용출완충액으로는 β -mercaptoethanol (ME)이 함유되지 않은 Wolf 등의 표준완충액(pH 7.6, $\mu=0.5$)¹⁹⁾을 사용하였는데 ME는 단백질정량시 발색에 영향을

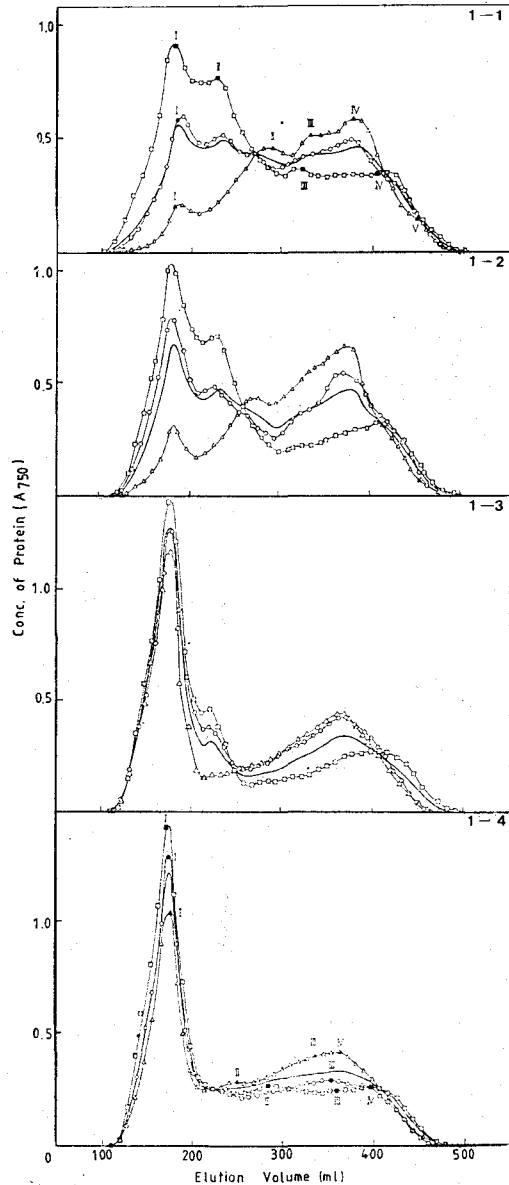


Fig. 1. Chromatograms of whey, soy, and the mixture of the two treated at 25°C(1-1), 60°C(1-2), 80°C(1-3), 100°C(1-4) for 15min respectively [Δ - Δ : whey(w), \square - \square : soy(s), \circ - \circ : 1:1 mixture, — : average value of the w and the s)

주기 때문에 제외시켰다.

전기영동

유청 및 대두 단백질을 앞의 인산칼륨완충액(KP) 및 우유염용액(MS)²⁰⁾에 1%(w/v) 농도로 용해시

킨 후, 1:1 혼합용액과 함께 100°C, 15분간 가열하고 냉각한 다음 열처리않은 시료들과 함께 원심분리(10,000×g, 15분)시키고, Tris-HCl buffer (pH 6.8, 0.0625M)에 투석 후 Urea(4M), SDS(5%), ME(5%)을 처리하였다. 또한 겔투과크로마토그래피로부터 얻은 분획은 위의 Tris buffer에 투석 처리를 하였다. Polyacrylamide disc gel electrophoresis(PAGE) 및 SDS-PAGE는 Davis²¹⁾와 Laemmli²²⁾의 방법에 따라 9.375% 또는 10%의 resolving gel과 4.5% 또는 3.75%의 stacking gel을 형성시켜 수직으로 행하였다. Agarose gel electrophoresis는 Tris-glycine buffer (pH 8.3, 0.22M)을 함유한 1%의 agarose gel에 수평식으로 행하였다. 단백질시료(200μg 이하)를 겔에 주입하여 20mA에서 3~6시간 전기영동한 후, 0.3%의 coomassie brilliant Blue R 용액으로 염색한 다음 탈색하였다.

결과 및 고찰

열처리에 의한 유청 및 대두 조성단백질의 변화

열처리에 따른 각 조성단백질의 변화를 보기 위하여 Sephadex G-200 겔투과 크로마토그래피를 행하였는데, 인산칼륨완충액에 수화시킨 유청 및 대두 단백질, 그리고 1:1 혼합물을 25°C, 60°C, 80°C, 100°C에서 열처리했을 때의 크로마토그램을 그림 1.1~1.4에 각각 나타내었다. 이중에서 25°C에서 처리한 결과(그림 1.1)와 100°C에서 처리한 결과(그림 1.4)에서 나타난 주요 peak의 성분을 동정하기 위해 SDS-전기영동을 행하고, 그 결과는 각각 그림 2와 그림 3에 나타내었다.

전기영동에서 각 성분의 동정은 기존 문헌을 참고하였다.^(21,22) 그림 2에서 열처리 않은 대두 단백질의 첫째 peak(S-I-I)에는 대두 단백질의 거의

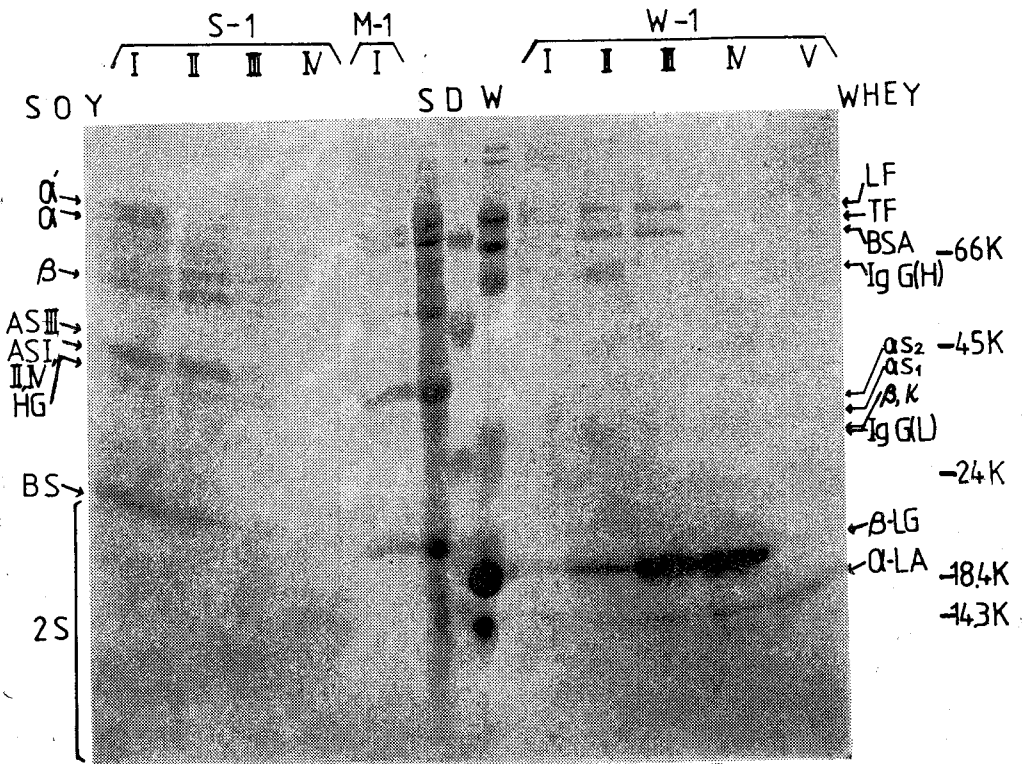


Fig. 2. SDS-Polyacrylamide gel electrophoretograms of not-heated (25°C) whey proteins (W-1, I~V), soy proteins(S-1, I~IV), mixture fractions (M-1, I) from the gel filtration (See Fig. 1-1). S,D, and W at the center designate unfractionated soy, dalton mark, and whey proteins, respectively. Samples were treated with urea, SDS, and mercaptoethanol

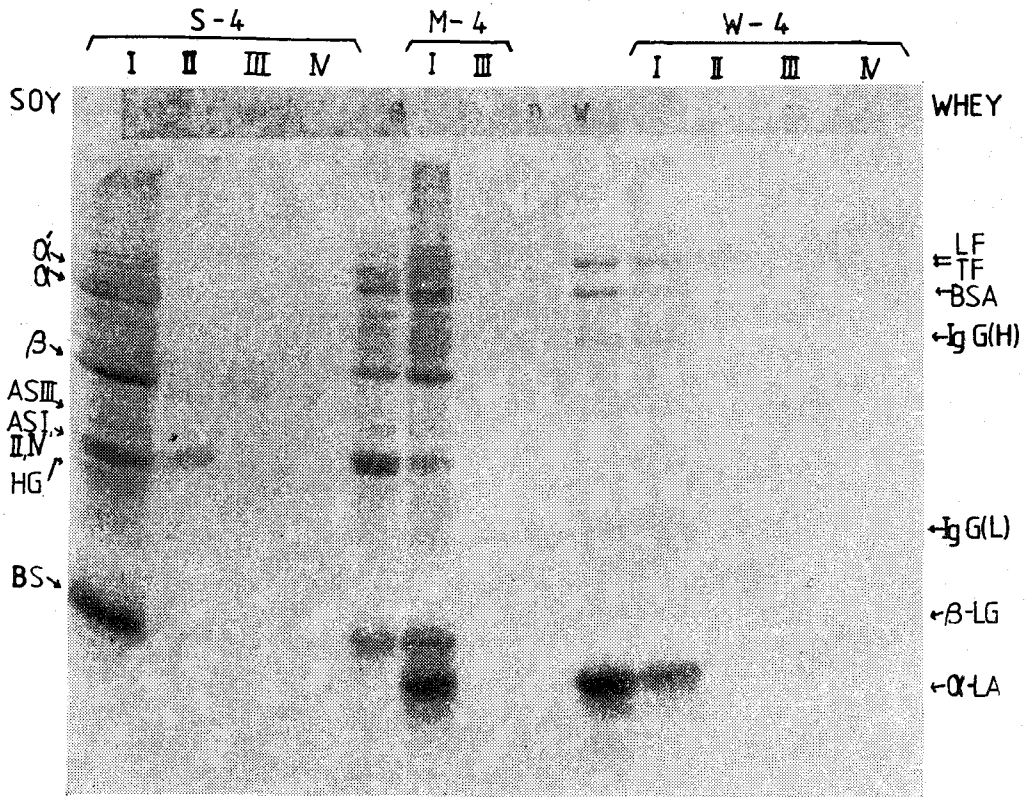


Fig. 3. SDS-Polyacrylamide gel electrophoretograms of 100°C heated whey proteins (W-4, I, II), soy proteins (S-4, I~IV), mixture fractions (M-4, I, III) from the gel filtration (See Fig. 1~4). Other conditions were same as those in Fig. 2.

모든 주요성분들로 구성된 매우 큰 분자들이 존재하며, 둘째 peak(S-1-II)에는 7S globulin의 β 및 11s globulin이, 셋째 peak(S-1-III)에는 haemagglutinin(HG)과 소량의 11s globulin 및 7S globulin의 β 가, 넷째 peak(S-1-IV)는 11S globulin의 BS 및 2s 성분이 존재하였다. 또한 같은 그림에서 열처리하지 않은 유청단백질의 첫째 peak(W-1-I)에는 소량의 α_{s1} , α_{s2} , β 및 K-casein을 포함한 유청단백질의 거의 모든 주요 성분들로 구성된 매우 큰 분자들이 존재하며, 둘째 peak(W-1-II)에는 케이스린 성분을 제외한 거의 모든 성분이, 셋째 peak(W-1-III)에는 소량의 AS I, II, IV 및 BS로, 넷째 peak(W-1-IV)에는 소량의 BS가 존재하였다. 한편 유청단백질의 첫째 peak(W-4-I)에는 모든 성분이 존재하며, 둘째 peak(W-4-II)에는 β -LG과 소량의 BSA 및 Immunoglobulin-G light chain(IgG(L))이, 셋째 peak(W-4-III) 및 넷째 peak(W-4-IV)에는 β -LG과 소량의 α -LA이 같이 존재하는 것으로 나타났다. 또한 혼합물의 경우에는 첫째 peak(M-4-I)에 유청 및 대두 단백질의 모든 성분이, 셋째 peak(M-4-III)에는 β -LG과 아주 소량의 β , AS I, II, IV 및 BS가 함유되어 있는 것으로 나타났다.

한편, 그림 2의 가운데 부분에서 볼 수 있는 바와같이 열처리 않은 혼합물의 첫째 peak(M-1-I)에는 주로 S-1-I의 성분이 나타났으나, W-1-I

의 성분도 함께 있을 것으로 생각된다.

그림 3은 100°C에서 열처리한 결과를 보여주고 있다. 대두단백질의 첫째 peak(S-4-I)에는 대두 단백질의 모든 성분이 포함되어 있고, 둘째 peak(S-4-II)에는 AS I, II, IV가, 셋째 peak(S-4-III)에는 소량의 AS I, II, IV 및 BS로, 넷째 peak(S-4-IV)에는 소량의 BS가 존재하였다. 한편 유청단백질의 첫째 peak(W-4-I)에는 모든 성분이 존재하며, 둘째 peak(W-4-II)에는 β -LG과 소량의 BSA 및 Immunoglobulin-G light chain(IgG(L))이, 셋째 peak(W-4-III) 및 넷째 peak(W-4-IV)에는 β -LG과 소량의 α -LA이 같이 존재하는 것으로 나타났다. 또한 혼합물의 경우에는 첫째 peak(M-4-I)에 유청 및 대두 단백질의 모든 성분이, 셋째 peak(M-4-III)에는 β -LG과 아주 소량의 β , AS I, II, IV 및 BS가 함유되어 있는 것으로 나타났다.

이상 그림 1~3의 결과를 종합해 보면, 유청 및

대두 단백질은 대체로 열처리에 의하여 큰 분자로 응집되며, 60°C 처리시는 그 변화가 적으나 80°C 와 100°C 처리시는 온도가 높을수록 변화가 심함을 알 수 있었다. 특히 대두 단백질의 경우 80°C 처리를(그림 1~3) 60°C(그림 1~2) 처리한 것과 비교하였을 때, 용출용적 400ml 부근에서 단백질 함량이 그다지 감소하지 않았다. 이는 Wolf와 Tamura¹⁹⁾가 지적한 바와 같이 11S globulin이 열처리에 의해 subunit로 해리되기 때문으로 볼 수 있다. 유청단백질중 β -LG은 80°C 이상의 높은 열처리에도 peak를 유지하고 있음은 비교적 높은 열안정성과 많은 양 때문으로 생각된다. 그런데 대두단백질의 100°C 열처리시, S-4-III와 S-4-IV에 해리된 11S globulin의 BS가 소량이긴 하나 저분자물질로 존재함은 11S globulin 만의 가열시 가용성 단백질에 AS로 구성된 monomer 및 oligomer 들만 존재한다고 한 Yamagishi 등¹²⁾의 보고와 상이하였다.

두 용액을 혼합했을 경우 두 단백질간의 상호작용이 일어났는지 단순한 혼합효과가 나타나는지를 확인하기 위해 단백질함량을 혼합 전의 평균값(그림 1의 실선)과 비교하였는데, 80°C 처리시(그림 1~3) 용출용적 370ml 부근과 230ml 부근에서 혼합물의 단백질함량이 그 평균값보다 높게 나타났고, 용출용적 430ml 부근에서는 낮게 나타났다. 반면에 100°C 처리시(그림 1-4) 용출용적 170ml 부근에서는 높게, 용출용적 320ml 전후에서는 낮게 나타났다. 이 현상은 Hashizume와 Watanabe⁷⁾의 보고로 미루어 볼 때, 80°C 처리시 해리된 11s-subunit와 유청단백질간의 상호작용으로 저분자량의 가용성 응집물을 많이 생성하였고, 100°C 처리시는 보다 큰 분자량의 가용성 응집물을 많이 생성함으로써 저분자량의 단백질들이 감소된 것으로 추측된다.

한편, mercaptaethanol을 처리하지 않은 각 분획들의 SDS-전기영동도(그림 4)에서 보면 S-1-I 에서는 IS와 β 및 HG의 띠가 선명하였으나 W-1-I 에서는 윗쪽 띠만을 보이고 있다. M-1-I 에서는 S-1-I 과 W-1-I 에 나타난 띠들이 거의 나타나 있으나 S-1-I 의 α 띠로 아래쪽 띠와 BS의 dimer (BS₂)가 보이지 않았는데 이는 열처리 하지 않은 경우에도 두 단백질간 상호작용의 가능성을 시사한다고 하겠다. 그리고 S-4-I 에서는 S-1-I 과 비교시 IS를 식별하기 힘든 반면 7S-subunit 및 β 아래쪽의 새로운 띠들과 BS 등이 나타나 있다. 이는

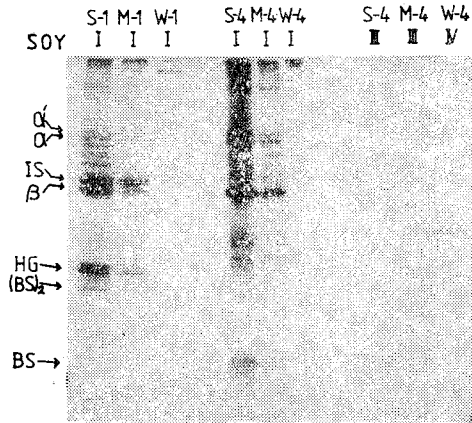


Fig. 4. SDS-Polyacrylamide gel electrophoretograms of unheated whey proteins(W-1, I), soy proteins(S-1, I), mixture(M-1, I), and heated whey proteins(W-4, I, IV), soy proteins (S-4, I, III), mixture fractions (M-4, I, II) from gel the filtration at Fig. 1. Samples were treated with urea and SDS without mercaptoethanol

해리된 subunit들의 응집에 의한 결과라고 생각된다. 한편 W-4-I 의 결과를 그림 3의 것과 비교해보면 S-S 결합이 개입된 매우 큰 응집물을 형성하고 있음을 알 수 있다. M-4-I 에는 상단의 띠가 혼합 전에 비하여 흐릿하게 나타났으며 S-4-I 에 나타나 있는 β 아래쪽의 띠들과 BS가 거의 없는 점으로 미루어 S-S 결합 등이 관여된 유청 및 대두 단백질의 상호작용으로 매우 큰 응집물을 형성하였음을 추측할 수 있다.

그리고 S-4-III에는 BS 부분이 흐릿하게 나타나 있고, W-4-IV에는 중간부분에 선명한 띠(*:그림 3을 통하여 β -LG이 주성분임을 알 수 있다)가 나타났으나 거의 같은 용출용적의 분획인 M-4-IV에는 *표시 아래쪽과 BS 부분 등에 흐릿하게 나타나 있어 유청 및 대두 단백질의 상호작용에 β -LG이 관여함을 추측할 수 있다.

열처리중 유청 및 대두 조성단백질의 상호작용

앞의 크로마토그래피 실험에서 유청 및 대두 단백질의 상호작용이 확인되었으므로 그 작용에 관여하는 조성단백질 등을 자세히 분석하기 위하여 전기영동을 행하였다. 실험방법에서 언급한 각 단백질용액의 상정액을 무처리하여 agarose 겔에서 전기영동하였을 때(그림 5), 전체적으로 불분명한 띠를 나타내어 가열 않은 유청단백질의 경우만

BSA, α -LA 및 β -LG을 알아볼 수 있었다. 인산 칼륨완충액(KP) 및 우유염용액(MS) 하에서 100°C 로 가열한 경우에는 혼합용액의 띠가 유청 및 대두 단백질의 띠보다 약간 아랫쪽(KP)이나 윗쪽(MS)에 나타났다.

또한 겔을 통과하지 못한 단백질들이 시료주입 구에 많이 존재하고 KP 용액하의 혼합가열시는 유청단백질의 경우보다 훨씬 많음을 알 수 있다. Nakamura 등²⁹⁾과 Mori 등³⁰⁾이 IIS globulin을 100°C, 1분 가열시 생긴 가용성 응집물의 분자량이 800만 dalton이었다는 보고에 비추어 볼 때 그림 5의 경우도 매우 큰 분자량의 응집물로 추측된다.

그림 6은 그림 5에서의와 같은 시료를 polyacr-

ylamide 겔상에서 전기영동을 행한 결과이다. 비가열시 유청단백질과 대두 단백질의 성분 동정은 기존문헌을³¹⁻³³⁾ 참고하였다. 그림 6에서 혼합액의 proteose-peptone 3(PP3)은 KP 및 MS 용액, 그리고 가열 및 비가열 어느 경우에도 혼합하지 않은 경우에 비하여 그 띠가 거의 나타나지 않았다. 그리고 그림에서 * 위치에 나타난 유청단백질은 별도의 전기영동 결과에서 β -LG이 주성분임을 알 수 있었다.

그림 7은 각 단백질의 KP와 MS 용액을 열처리 한 다음 원심분리하여 얻은 상정액을 SDS 전기영동한 결과를 보여 주는 것이고 그림 8은 원심분리 후 침전부분을 SDS 전기영동한 결과이다.

두 그림을 상호 비교함으로써 상정액 및 침전에

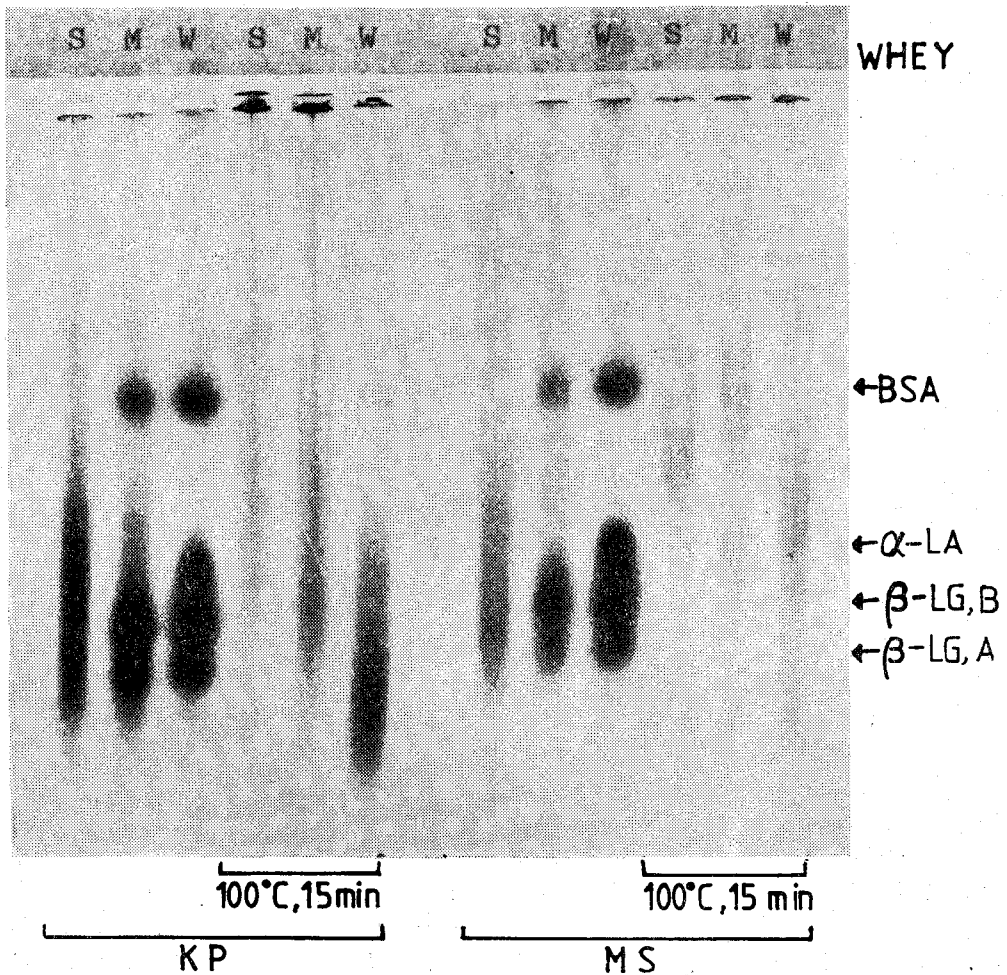


Fig. 5. Agarose gel electrophoretograms of whey proteins(W), soy proteins(S), and mixture of two (M) either potassium phosphate buffer(KP) or in milk salt soln. (MS), and with or without the heat treatment at 100°C for 15 min

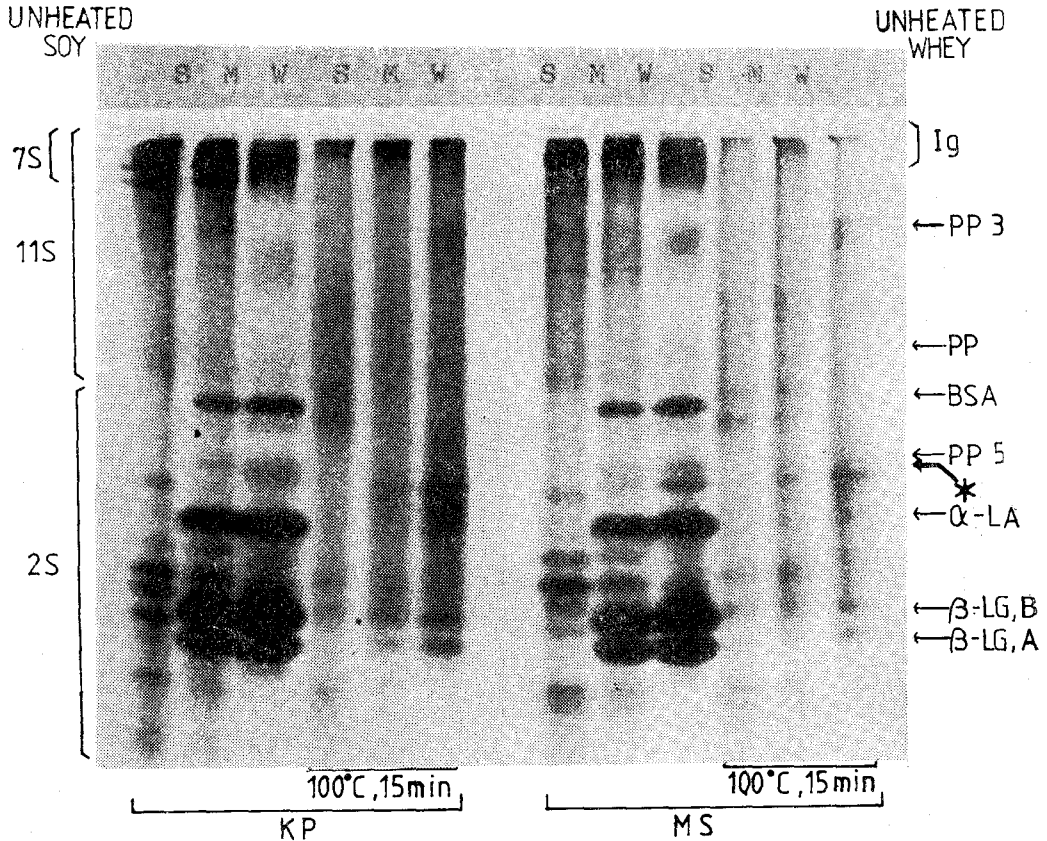


Fig. 6. Polyacrylamide gel electrophoretograms of whey proteins (W), soy proteins (S), and mixture of the two (M) either in potassium phosphate buffer (KP) or in milk salt soln. (MS), and with or without the heat treatment at 100°C for 15 min

상대적으로 많이 함유된 성분을 조사하여 혼합 않은 각 용액중 조성단백질의 용해성을 알 수 있었다.

비가열시 11S globulin (AS 및 BS)의 용해성은 낮았으며, KP 용액에서보다 MS 용액에서 용해성이 감소하는 대두조성단백질은 7S globulin(α' , α , β)와 Lipoxygenase (LP)로 나타났고, 가열시 KP 용액에서 용해성이 증가하는 대두조성단백질은 AS (I~IV)이며, MS 용액에서 침전중에 많이 존재하는 것은 BS가 가장 많고, 그 다음이 AS (I~IV), HG, 7S globulin 및 LP로 나타났다. 유청단백질의 경우, 비가열시 용해성은 두 용액하에서 모두 좋으며, 가열시 상정액중에 상대적으로 많이 존재하는 단백질은 BSA, α -LA으로 나타났으며, 침전중에 많은 것은 LF, TF, IgG, β -LG으로 나타났다는데, 이중 α -LA는 MS 용액에서 가열시 용

해성이 감소하며 β -LG은 KP 용액에서 가열시 용해성이 증가됨을 알 수 있었다.

또한 유청 및 대두 단백질 각각의 용액과 혼합물에서 나타나는 조성단백질을 비교하였을 때, 다음을 알 수 있었다. 혼합물의 KP 용액을 가열하지 않은 경우 혼합전에 비하여 상정액에 상대적으로 많이 존재하는 조성단백질은 α' , LP 및 LF이고, 침전의 경우는 β , HG였다. MS 용액하에서 혼합전에 비하여 상정액에 많이 존재하는 단백질은 LP이고, 침전에 많이 존재하는 것은 β 및 AS I, II, IV, HG였다.

한편, 혼합물의 KP 용액을 가열한 경우, KP 용액하에서 혼합전에 비하여 상정액에 상대적으로 많이 존재하는 조성단백질은 α' 및 LF, IgG(H), β -LG, α -LA이다. MS 용액하에서 상정액에 많이 존재하는 단백질은 AS (I~IV) 및 BS이고, 침전

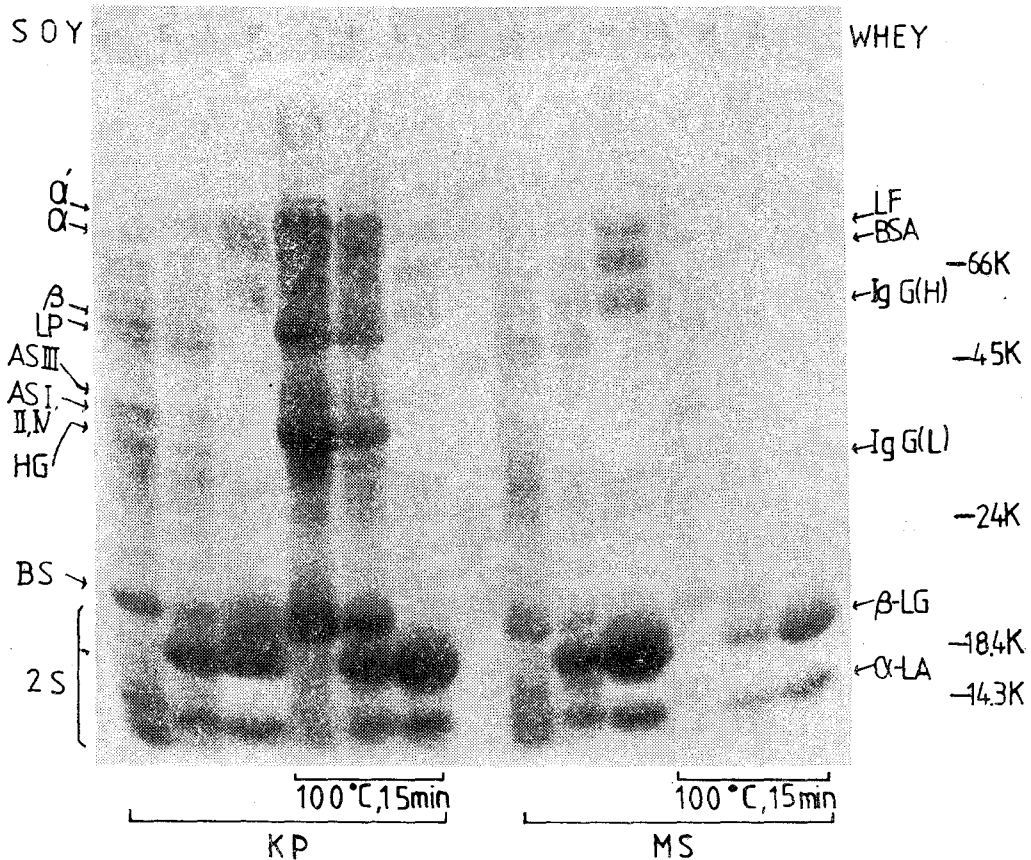


Fig. 7. SDS-Polyacrylamide gel electrophoretograms of supernatants of whey proteins (W), soyproteins (S), and mixture of the two (M) either in potassium phosphate buffer (KP) or in milk salt soln. (MS), and with or without the heat treatment at 100°C for 15min., and dalton mark (D). The supernatants after the centrifugation (10,000×g, 15min.) were dialyzed against Tris-HCl buffer (pH 6.8, 0.0625M), and treated with urea(4M), SDS(5%), and mercaptoethanol (5%), and then applied to the gel

의 경우는 BSA, β-LG, α-LA이다.

이상의 전기영동결과를 종합하면, 유청 및 대두 단백질은 용액중 염의 조성 및 열처리 유무에 따라 조성단백질의 용해성 차이가 많음을 알 수 있다. 또한 혼합물의 경우 혼합전에 비하여 조성단백질의 용해성 차이가 생기는 것은 조성단백질간의 상호작용에 의한 결과라고 생각되며 특히 혼합 가열시 용해성이 높은 조성단백질은 가용성 응집물의 형성에, 용해성이 낮은 조성단백질은 불용성 응집물의 형성에 관여하는 것으로 생각된다. 따라서 두 단백질용액을 혼합가열시 상호작용의 가능성을 가장 많이 보여주는 유청단백질은 β-LG, α-LA, PP3인데 특히 PP는 PI가 매우 낮으므로(3.3, 3.7 등) 11S의 BS와 정전기적 상호작용으로 응집물을 형성할 수 있음을 Damodaran과 Kinsella²²⁾

의 보고를 통해 짐작할 수 있다. 또한, 그들의 실험중 BSA는 11S globulin과 약하기는 하나 정전기적 상호작용을 일으킴을 보여주었는데, MS 용액하에 혼합가열시 BSA는 그 용해성의 감소로 미루어 칼슘이온이 개입된 불용성 응집물을 많이 형성하는 것으로 추측된다.

결국 유청 및 대두 단백질의 혼합 가열시 용해성이 증가되는 것은 소수성, 수소, 이온, 정전기적 및 S-S 결합과 van der waals 힘 등이 개입된 두 이종 조성단백질간의 상호작용으로 인하여 일부 불용성 응집물을 형성하기도 하나, 상대적으로 가용성 응집물을 더 많이 형성하기 때문으로 추측되며, 이는 단백질의 농도 및 pH, 염의 종류, 이온강도, 산화환원전위, 가열온도 등 용액 중의 환경에 의해 영향을 많이 받는 것으로 생각된다. 구

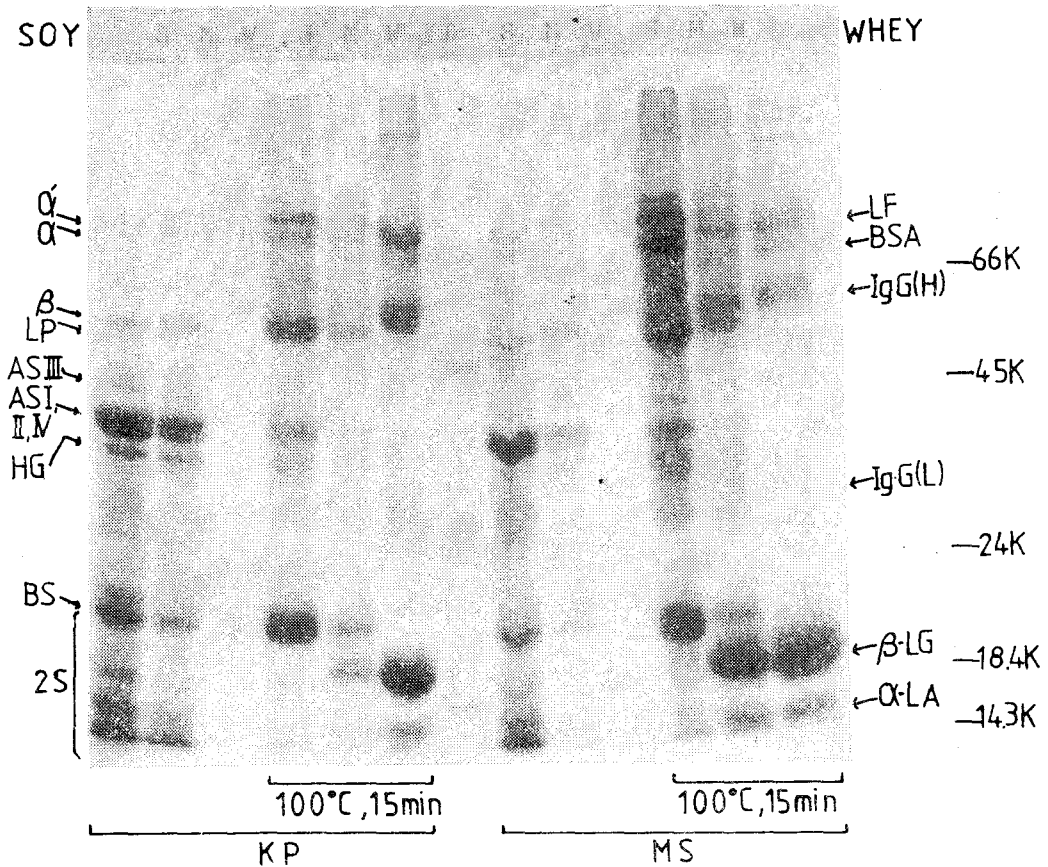


Fig. 8. SDS-polyacrylamid gel electrophoretograms of precipitates of whey proteins(W), soy proteins (S), and mixture of the two(M) either in potassium phosphate buffer(KP) or in milk salt soln.(MS), and with or without the heat treatment at 100°C for 15min., and dalton mark(D). Precipitates after the centrifugation were solublized with urea and mercaptoethanol, and treated as in Fig. 7.

체적인 각 조성단백질간의 상호작용과 그 기작에 대하여는 더 연구해볼 필요가 있으리라 생각한다.

초 록

유청 및 대두 단백질의 상호작용을 규명하기 위하여 두 단백질용액 및 1:1 혼합용액에 대한 겔 투과크로마토그래피와 전기영동에 의하여 열처리 중 조성단백질의 변화 및 상호작용에 관여한 조성 단백질을 조사하였다. 크로마토그래피 결과 80°C 이상에서 열처리할 경우, 대두단백질 및 혼합물에서 저분자량의 단백질과 고분자량의 응집물이 증가한 것으로 나타났는데, 이는 열처리에 의하여 대두의 11S globulin이 subunit로 해리되고, 이것이 thiol 기, disulfide bond 등을 함유한 유청단백질과 가용성 응집물을 형성하기 때문으로 생각되

었다. 전기영동에 의하여, 가열시 유청조성단백질 중의 β -Lactoglobulin, α -Lactalbumin 및 proteose-peptone 3이 대두단백질과 상호작용을 일으키는 것으로 나타났다. 그리고 용액의 염환경에 따라 Bovine Serum Albumin, Immunoglobulin G (H) 및 Lactoferrin도 상호작용을 일으킬 수 있으며, 대두조성단백질 중의 11S globulin의 basic subunit와 acidic subunit, 7S globulin의 α' subunit가 유청단백질과 상호작용을 일으킬 수 있음을 추측할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 손동화, 이형주 : 한국농화학회지, 29 : 83(1986)
2. Elfagm, A.A. and Wheelock, J.V.: J. Dairy

- Res., 44 : 367(1967)
3. Elfagm, A.A. and Wheelock, J.V.: *J. Dairy Sci.*, 61 : 159(1978)
 4. Sowyer, W.H.: *J. Dairy Sci.*, 52 : 1347(1969)
 5. Smits, P. and Van Brownershaven, J.H.: *J. Dairy Res.*, 47 : 313(1980)
 6. Murphy, P.A. and Resurrection, A.P.: *J. Agr. Food Chem.*, 32 : 911(1984)
 7. Hoshi, Y. and Yamauchi, F.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 31 : 263(1983)
 8. Staswick, P.E., Hermodson, M.A. and Nielson, N.C.: *J. Biol. Chem.*, 256 : 8752(1981)
 9. Koshiyama, I.: *Agr. Biol. Chem.*, 35 : 385(1971)
 10. Thanh, V.H. and Shibasaki, K.: *J. Agr. Food Chem.*, 26 : 692(1978)
 11. Hashizume, K. and Watanabe, T.: *Agr. Biol. Chem.*, 43 : 683(1979)
 12. Yamagishi, T., Yamauchi, F. and Shibasaki, K.: *Agr. Biol. Chem.*, 44 : 1575(1980)
 13. Takagi, S., Okamoto, N., Akashi, M. and Yasumatsu, K.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 26 : 35(1979)
 14. Yamagishi, T., Tomisawa, T. and Yamauchi, F.: *Agr. Biol. Chem.*, 47 : 2475(1983)
 15. Yamagishi, T., Yamauchi, F. and Shibasaki, K.: *Agr. Biol. Chem.*, 45 : 1661(1981)
 16. Damodaran, S. and Kinsella, J.E.: *J. Agr. Food Chem.*, 30 : 812(1982)
 17. Utsumi, S., Damodaran, S. and Kinsella, J.E.: *J. Agr. Food Chem.*, 32 : 1306(1984)
 18. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J.: *J. Biol. Chem.*, 193 : 265(1951)
 19. Wolf, W.J. and Tamura, T.: *Cereal Chem.*, 46 : 331(1969)
 20. Jenness, R., and Koops, J.: *Neth. Milk and Dairy J.*, 16, 153(1962)
 21. Davis, B.J.: *Ann. NY Acad. Sci.*, 121 : 404(1964)
 22. Lamli, U.K.: *Nature*, 227 : 680(1970)
 23. Baschi, J.J., Douglas, F.W. JR., Procino, L.G., Holsinger, V.H. and Farrell, H.M. JR.: *J. Dairy Sci.*, 68 : 23(1985)
 24. Fisher, C.E., Leach, I.B. and Wilding, P.: *J. Sci. Food Agr.*, 27 : 1039(1976)
 25. Tumer, N.E., Thanh, V.H. and Nielson, N.C.: *J. Biol. Chem.*, 256 : 8756(1981)
 26. Utsumi, S. and Kinsella, J.E.: *J. Agr. Food Chem.*, 33 : 297(1985)
 27. Van der Aar, P.J., Berger, L.L., Mujek, K.M., Mastenbrock, I. and Fahey, G.C. JR.: *J. Dairy Sci.*, 66 : 1272(1983)
 28. Yamauchi, K., Shimizu, M. and Kamiya, T.: *J. Food Sci.*, 45 : 1237(1980)
 29. Nakamura, J., Uisurni, S. and Mori, T.: *J. Agr. Food Chem.*, 32 : 349(1984)
 30. Mori, T., Nakamura, T. and Utsumi, S.: *J. Food Sci.*, 47 : 26(1981)
 31. Andrews, A.T.: *J. Dairy Res.*, 50 : 45(1983)
 32. Iwabuchi, S. and Yamauchi, F.: *J. Food Sci.*, 49 : 1289(1984)
 33. Li-Chan, E.: *J. Food Sci.*, 48 : 47(1983)