工學碩士 學位論文

수화시간과 온도가 첨가단백질의 겔형성에 미치는 영향

2002年 2月

釜慶大學校 大學院

食品工學科

朱 正 美

工學碩士 學位論文

수화시간과 온도가 첨가단백질의 겔형성에 미치는 영향

指導敎授 趙永濟

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함

2002年 2月

釜慶大學校 大學院

食品工學科

朱 正 美

朱正美의 工學碩士 學位論文을 認定함

2002 2月 日

主 審 農學博士 安東賢 ㉧

委 員 工學博士 李南傑 ㉧

委 員 水産學博士 趙永濟 ㉧

목 차

Effect of Hydration Time and Temperature on Gelation Properties of Major Protein Additives

Jung-Mi, Joo

Department of Food Science and Technology, Graduate School,
Pukyong National University

Abstract

The most important functional property of a protein is the ability of gel formation. Gel formation is a complicated event and generally understood to be affected by protein concentration, quantity and state of water, ionic type and strength, heating time/temperature, pH, and interactions with other components. The pH changes net charges of protein molecules, and protein molecules are associated with each other through ionic linkages. While compression strain, a good indicator of protein-protein interaction, was increased by addition of egg white and beef plasma protein. BPP (bovine plasma protein), DEW (dried egg white), and SPI (soy protein isolate) are recognized for important ingredients in

food processing because of its functional properties such as gel formation, water holding capacity, foaming an emulsifying. The major protein components in egg white are ovalbumin(54%), conalbumin(12%), and ovomucoi(11%). BPP(bovine plasma protein) is water soluble albumin, salt soluble globulin, and fibrinogen. major proteins in soy protein are globulin, which consist of several subunits, such as 2S, 7S, 11S and 15S. among them, 7S(conglycinin) and 11S(glycinin) play a major role in the gel formation of soy protein. Therefore, it is necessary to know required processing conditions for protein additives. They are gelation temperature, cooking time, protein concentrations, ionic strength, pH and hydration time. Most of factors affecting gelation properties have been investigated. However, the effect of hydration on rheological properties and color has not been thoroughly studied. The objective of this study was to determine the gelation properties of major protein additives during various hydration time and temperature.

There was a significant difference between SPI and the other proteins. SPI did not form a gel 10% concentration. condition of BPP, DEW hydration of long time - high temperature decreased gel texture. However hydration of low temperature - 12, 24 hour increased gel texture.

서 론

단백질의 가장 중요한 기능적 특징 중 하나가 겔형성능이며 단백질의 양, 물의 상태, 이온 형태와 세기, 가열시간과 온도, pH등과 겔형성능은 밀접한 관계가 있다(Hermanson,1982). 이러한 겔형성능을 이용한 가공식품에서 첨가단백질은 영양성, 경제성, 기능성 개선의 목적으로 많이 이용되고 있다. 특히 전세계적으로 많이 사용되고 있는 EW(egg white)는 열변성, 거품능, 유화능의 특징을 가지고 있으며 좀더 낮은 단가의 대체품으로 BPP(bovine plasma protein)가 주목받고 있다(Brooks and Ratcliff, 1959; Johnson et al., 1979; Khan et al., 1979).

수산 연제품은 현재 국내수산가공업을 주도하고, 수출제품으로도 국제적 위치를 확보하고 있으나 원료인 surimi의 가격상승, 연근해 어자원이 감소 등에 의한 원료확보의 어려움 때문에 저급 surimi를 활용하고 있다. 이는 연제품의 품질요소인 탄력저하의 원인이 되고 있다. 따라서 gel 형성능이 다소 떨어지는 저급 surimi에 각종 첨가단백질을 활용하여 gel 형성능을 향상시키는 방법이 가장 적절하다고 할 수 있다. 연제품의 겔 강도 증진과 관련하여 일반적으로 사용 가능한 기능성 첨가물은 직접적으로 어육 단백질간 혹은 어육 단백질과 첨가물간의 화학적 상호작용을 증진시키며 전체적인 단백질 함량의 증가와 보수력 증강 및 사용되는 원료물질의 절감 등을 위하여 사용한다(Hayakawa et al., 1985, Lee et al, 1992). 이들 단백질성 첨가물로는 현재 SPI, EW, BPP등이 있으며 비단백질성 첨가물로서는 겔강화효과가 있는

주로 고분자 다당류인 전분, carageenan, 곤약등이 있으나 비단백질성 첨가물들은 겔강화시 화학적 보다는 공간구조 충전효과만 유효한 반면 단백질성 첨가물은 단백질과의 기능적 결합 역할을 한다. 이중 식품에 있어 단백질성 첨가물로 사용되는 난백과 혈장, 대두단백의 구성성분을 살펴보면 대두단백질의 주요단백질은 globulin이며, 2S, 7S, 11S, 15S의 subunit로 구성되어 있다. 이중 겔형성능에 관여하는 것은 7S와 11S로 두 개의 주요한 subunit 이며 이러한 2종류의 globulin은 서로 다른 구조와 분자특성을 가지고 있다. 혈장 분말은 혈청단백질과 피브리노겐의 혼합물로 햄, 소세지 등의 품질 개량제로 이용되고 있다. 현재 이용되는 혈장분말은 소 또는 돼지의 혈액을 원료로 하거나 또 양자의 혼합물도 있다. 이러한 혈장분말은 cystein 계열의 단백분해효소의 작용을 저해하는데 이러한 효소저해능은 α-macroglobulin 의 작용이며(Ashie 1996). 이러한 첨가단백질들은 다량 사용시에 색택과 향에 영향을 미쳐 품질 저하의 원인이 되기도 한다. 난백은 ovalbumin(54%), conalbumin(12%), ovmucoid(11%)로 구성되어 있는데 겔화되는 온도가 다르다. 이러한 식품소재 단백질의 겔화능력에 있어 단백질 구조와 수분 결합능은 아주 중요하며, 단백질 첨가물의 용해도와 수화능력은 단백질의 종류에 따라서 많은 차이가 나기 때문에 이에 대한 많은 연구가 이루어졌다. 수화력은 수화된 분자가 밀접하게 서로 접근할 때 생기는 척력이며, 수화가 강할수록 분자간의 척력은 강하고 광범위하게 발생한다. 이러한 척력은 단백질의 응집을 막는 역할을 하고 가열시 단백질 용액이 부분적인 응집형태가 된 후에 겔구조로 변화하지 않고 연속적인 직선상의 구조를 형성한 후 염이나 주위 환경의 영향으로 겔이 된다. 이러한 겔은 일반적인 가열겔에 비하여 더욱 강하고 보수력이 높으며 투명한 겔이 형성될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 각종 첨가단백질이 수분과 결합할 수 있는 수화능과 다양한 온도조건과 시간하에서 수화가 gel형성에 미치는 영향을 조사하여 수화정도와 gel 형성능의 상관관계를 물성, 탁도, 색차, 보수력등의 방법으로 파악하여 최적의 수화조건을 구하는 것을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

실험에 사용한 식품급 단백질은 soy protein isolate(SPI)(Protein - Technology International, St. Louis, MO. Supro 538), bovine plasma protein(BPP)(GOON;AMPC, Ames, IA), dried egg white(DEW)(Prinegg, Cameron, Wisconsin 54822)을 사용하였으며 그 외 시약은 특급품을 그리고 실험에 사용된 물은 증류 탈이온한 것을 사용하였다.

2. 실험 방법

2. 1. 단백질 및 수분함량

수분은 상압가열건조법(AOAC, 1990), 조단백질의 함량은 semi-micro Kjeldahl법(AOAC, 1990)으로 분석하였다.

2. 2. pH의 측정

pH는 단백질 10g에 탈이온수 90ml를 가한후 균질화시킨 현탁액을 pH meter(Orion, model 410A, USA)로써 측정하였다.

2. 3. 10% 단백질 gel 제조

Fig. 1과 같이 즉, 첨가 단백질에 증류수를 가하여 10% 단백질 농도로 맞춘 후 stephan mixer(model UM5 universal, Stephan machirnery Co., Columbus, OH)를 이용 혼합하고, 2시간동안 진공하에서 기포를 제거한 후 5, 15, 25, 35℃의 온도구간에서 48시간 동안 보관하면서 사용하였다. 단백질 슬러리를 뚜껑이 있는 스테인레스 튜브(지금 2.0cm. 길이 20cm)에 충전한 후, 충전한 관은 90℃로 조절된 water bath에서 30분간 가열한 후 0℃빙수에 급냉시켰다. 한편 조제한 겔은 1시간 방치후 punch test, 색차측정 보수력측정을 위한 시료로 사용하였다.

2.4. gel의 물성측정

단백질의 겔강도는 물성측정기 (CR-100D, Japan, SUN Science Co.)를 사용하여 측정하였다. 즉, 20mm인 실린더형 plunger로 시료대로 60mm/min의 속도로 상승시켜 단백질겔을 파열시킨다. 이때 Plunger에 가해진 하중량(W:Kg), 단백질겔이 파열될 때 Plunger가 침입한 깊이를 심도(L:mm)로 하여 W×L(Kg mm)를 젤리 강도로 하였다. 이때 가해진 하중량을 파괴강도, 심도를 단백질겔의 파괴변형율로 하였다.

2.5. 보수력의 측정

상법에 따라 조제된 단백질 gel을 직경 20mm, 높이 20mm가 되도록 절단한 후 상하면에 여과지(Toyo, No2)를 3장 겹쳐두고 물성측정기 (COMPAC-100,Japan)을 사용하여 50%의 변형을 10분간 가하여 가압전의 수분무게와 가압후의 잔류수분무게의 비로서 보수력을 나타내었다.

2.6. 탁도의 측정

10%의 단백질 slurry를 5, 15, 25, 35℃의 온도구간에서 각각 0, 12, 24, 48시간의 수화시간을 준후 10배 희석하여 40 90℃까지 가열하면서 각 온

도에 도달하였을 때 즉시 얼음물에 냉각하여 분광광도계 320nm에서 흡광도를 측정하여 탁도로 나타내었다.

2.7. 색차의 측정

색차의 측정은 조제한 gel을 절단한 단면에 대해 직시색차계(JUKI-JC801 Japan)로 표준 백색판(L:96.17 a:-0.11, b:0.07)을 대조로 하고 Hunter 색차계에 의한 L값(명도: dark(0) to light(100)), a값(적색도: red(60) to green(-60)), b값(황색도: yellow(60) to blue(-60))을 측정하였으며, 백색도 수식을 Park(1994)의 방법에 따라 간편법(whiteness = L-3b)으로 계산하였다.

2.8. 점탄성 측정

점탄성 측정은 5, 15, 25, 35℃의 온도구간에서 48시간 동안 저장한 시료를 20Din-Ti sensor를 사용하여 점탄성 측정 (Rheowave 1, HAAKE Instruments Inc, USA)로 측정하였다. 수화된 시료들은 10℃에서 80℃까지 의 가열온도로 가열되었으며 가열속도는 1℃/min로 하였고 시료의 분광 측정을 위해서 0.1HZ로 고정되어 측정되었다.

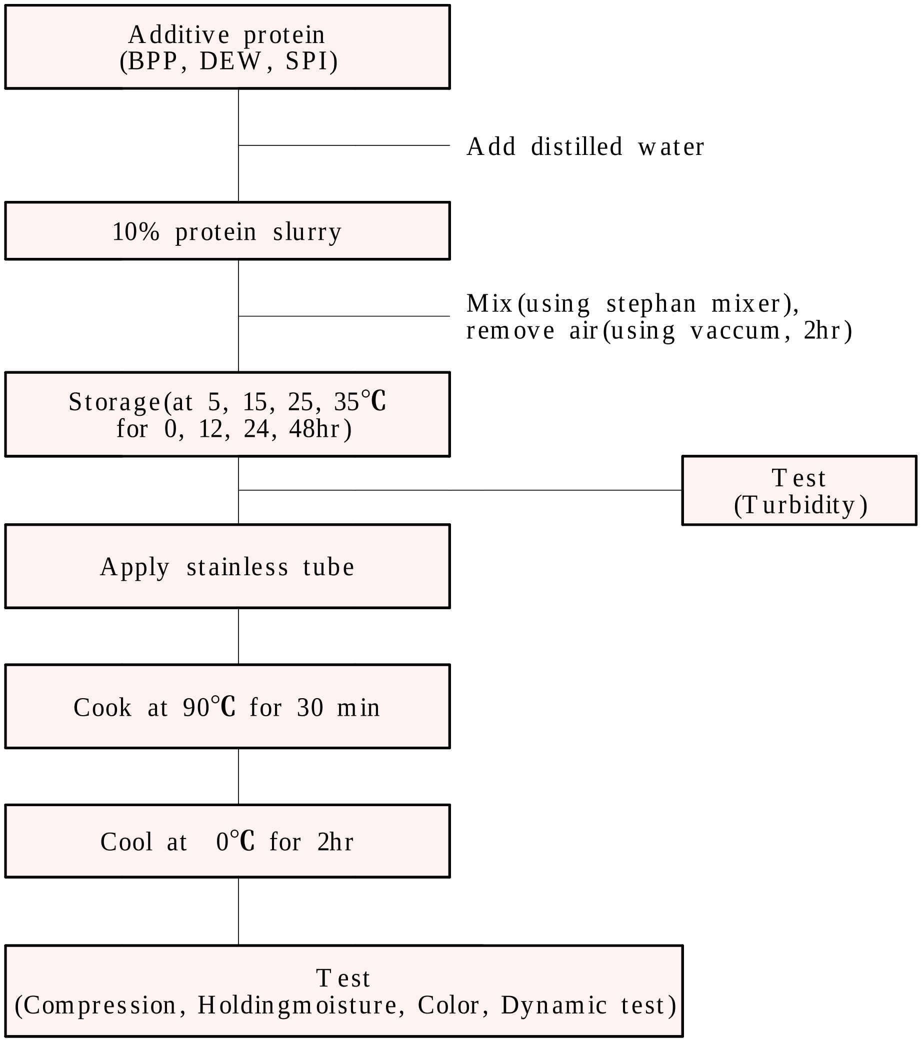

Fig. 1. Scheme for preparation of thermal gel and determination of gel properties from additive proteins.

결과 및 고찰

1. 첨가단백질의 일반성분

각종 첨가단백질의 일반성분을 비교하여 Table 1에 나타내었다. 각 첨가단백질의 단백질 함량과 수분은 비슷한 양을 함유하였고, 그 중 수분함량은 DEW가 7.5%로 제일 많고, BPP 6.4%, 그리고 SPI가 2.8%로 제일 적었다. 조단백질의 경우 SPI 78.9%로 제일 많았고, DEW 75.3%, BPP가 66.6%로 나타났다. SPI가 78.9%로 높은 것은 다른 첨가단백질이 농축물인데 반해 분획물이기 때문인 것으로 추정된다

Table 1. Moisture and Protein Content of various additives proteins

Sample	Protein content(%)	Moisture content(%)
DEW[1]	75.3	7.5
BPP[2]	66.6	6.4
SPI[3]	78.9	2.8

1; Dried egg white
2; Bovine plasma protein
3; Soy protein isolate

2. 수화시간 및 온도에 따른 첨가단백질의 변화

2.1. 수화조건에 따른 pH의 변화

일반적인 단백질의 특성을 볼 때 단백질이 등전점으로 갈수록 단백질의 전하는 0에 가까워지며 점차 단백질은 불용성이 되어 보수성이 저하한다. 반대로 단백질의 pH가 등전점보다 높아지면 단백질의 음의 전하가 증가하게 되어 단백질내 음전하의 반발로 인하여 그 내부에 물을 함유할 수 있게 된다. 이러한 pH의 변화는 단백질 gel 탄력에 영향을 주는 요인이 된다.

5, 15, 25, 35℃의 온도조건에서 48시간 동안 수화시킨 세 가지 첨가단백질의 pH변화는 온도별 수화시간 12시간까지는 두드러진 변화가 없었으나, Fig 2와 같이 24시간에 이르러서는 각기 다른 경향을 보여주었다. BPP는 모든 온도와 시간대에서 변화가 없거나 약간의 상승이 관찰되었으나, SPI와 DEW의 경우 시간이 경과할수록 또 수화온도가 높을수록 pH의 감소와 함께 심한 악취를 보였다. 냉동전 신선한 혈장단백질의 pH는 7.3 7.6, 9% 혈장단백질 용액은 대략 pH 9라고 보고한(Hermansson(1982))의 결과와 상이한 결과를 나타내었다. 일반적으로 serum albumin은 혈장 단백질의 60%를 차지하고, bovine serum albumin의 isoelectric point(pI)는 pH 5.0 6.0사이로 알려져 있다(Hegg, 1982). DEW와 SPI는 시간과 온도가 증가함에 따라 pH가 감소하는 경향을 보였으나, BPP의 경우 pH가 거의 변화가 없었다. 이는 BPP의 초기 pH 값이 9부근이었으며 실온(20℃ 부근)에서의 수화가 48시간째에 pH가 7근처로 감소하였다(Choi 등,1999)는 보고와는 다소 상이한 결과를 나타내었으나 DEW와 SPI가 수화시간이 경과하면서 pH 값의 감소는

비슷한 경향을 나타내었다. DEW는 15℃에서의 수화는 pH의 변화가 거의 없었으나 25℃에서 약간 감소하였고, 35℃에서는 감소의 폭이 컸다.
SPI는 DEW와 비교하여 수화온도에 더욱 민감한 반응을 보여 25℃와 35℃에서 거의 비슷한 pH 감소 경향을 보였다.

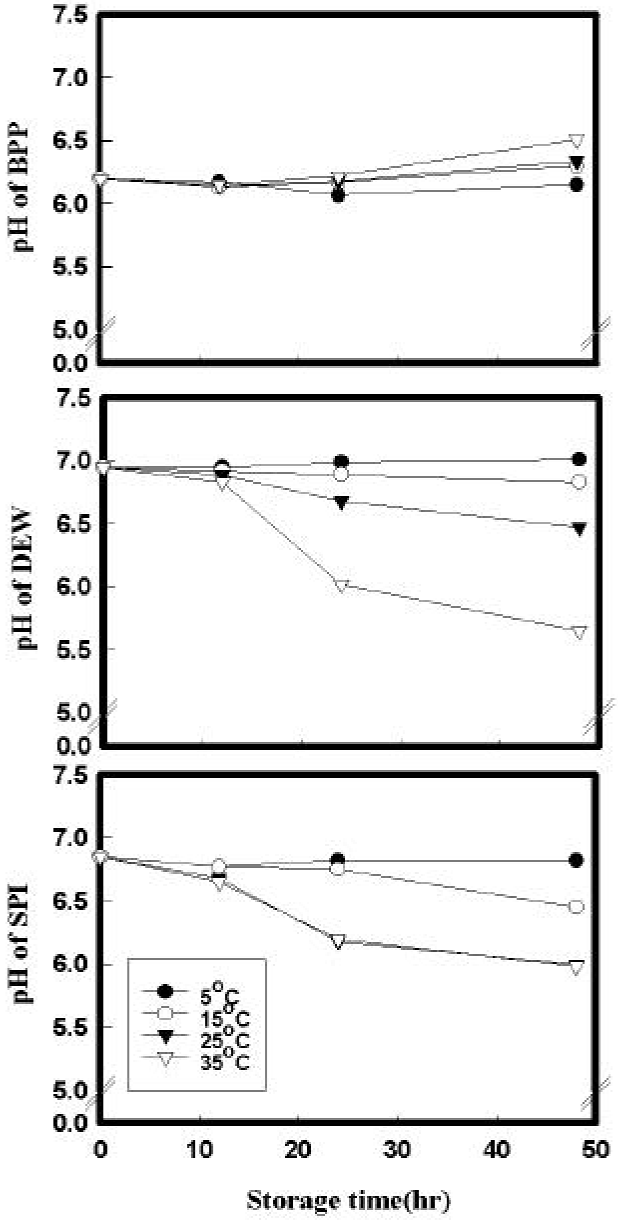

Fig. 2 . Changes pH of additive proteins at various hydration condition.

2.2. 수화조건에 따른 첨가단백질의 gel 형성능

세가지 첨가단백질을 수화시켜 5, 15, 25, 35℃에 0, 12, 24, 48시간 저장하여 gel 형성능을 측정하였다(Fig.3 8). SPI의 경우는 겔을 형성하지 못하였으며 전체적으로 BPP가 DEW보다 10%의 단백질농도에서 더욱 강한 겔을 형성함을 확인할 수 있었다. BPP 겔의 파괴강도와 변형율은 전체적으로 수화온도가 높을수록 수화시간이 길수록 약간 감소하는 경향을 보였다.

BPP의 5℃에서의 수화는 12, 24시간에서 약간의 젤리 강도의 증가를 확인하였다. 15℃ 이상의 고온에서 장시간 수화는 겔형성능이 감소한 것을 확인할 수 있었다. DEW 겔의 파괴강도의 경우에는 25℃와 35℃에서 수화시간이 길어질수록 수화온도가 높을수록 감소하는 경향을 보였으며 변형율은 35℃에서 수화시간이 길어질수록 감소하는 경향을 보였다. 또한 겔강도에 있어서는 BPP와 비교 변형률에서는 큰 차이가 없었으나, 파괴강도에 있어서는 68%정도 BPP가 높은 값을 나타내었다. DEW는 수화에 따라 35℃ 이외의 조건에서 겔이 강화된 것을 확인할 수 있었다.

단백질 겔은 인력과 척력의 적절한 균형하에서 미세하고 연속적인 구조를 만들 수 있으며, 장시간 고온의 수화는 단백질의 변성을 일으켜 파괴강도 값이 감소한 것으로 추정되어지며 저온의 12, 24시간 수화는 효과적인 것으로 나타났다.

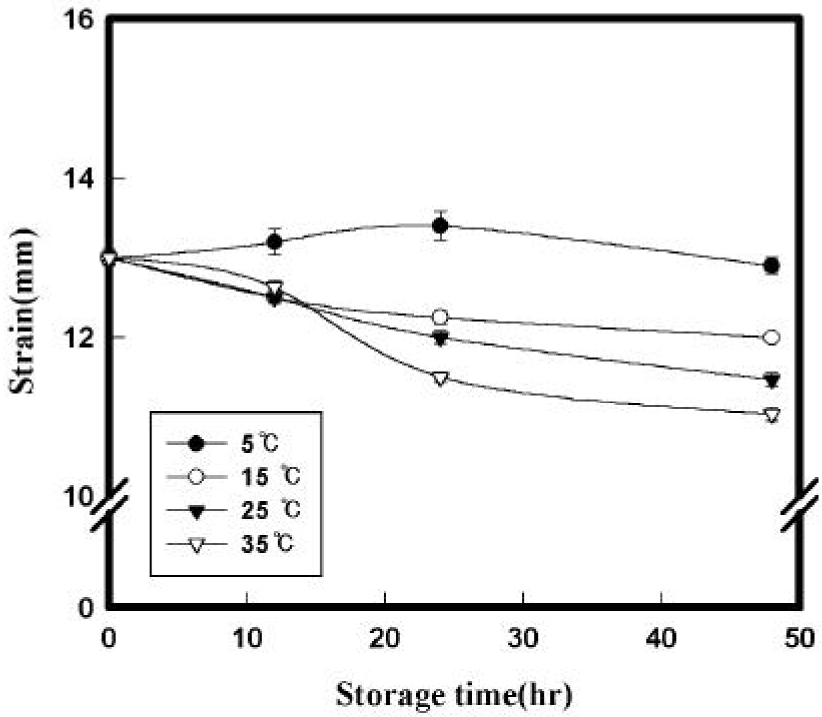

Fig. 3 . Hydration effect of BPP on compression strain at various hydration time and temperature.

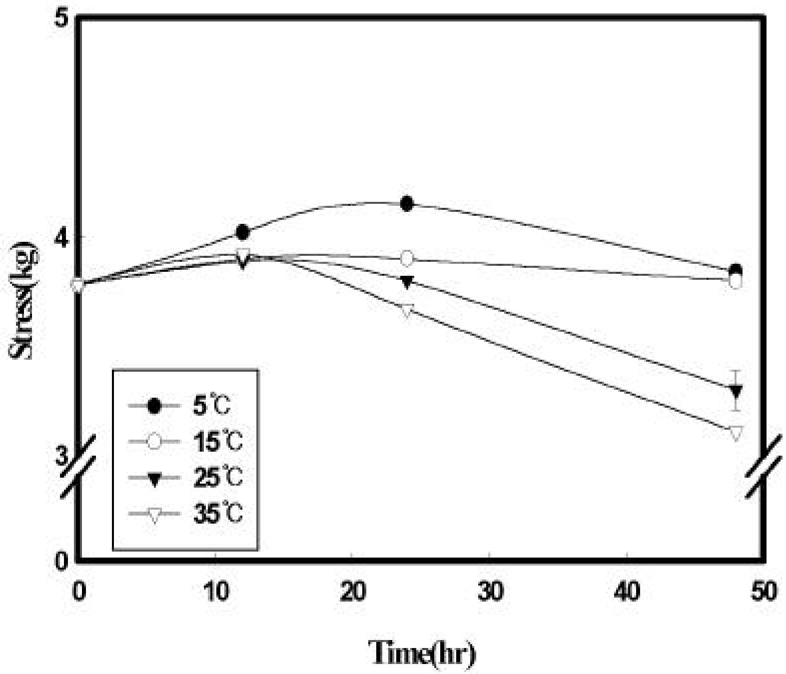

Fig. 4. Hydration effect of BPP on compression stress at various hydration time and temperature.

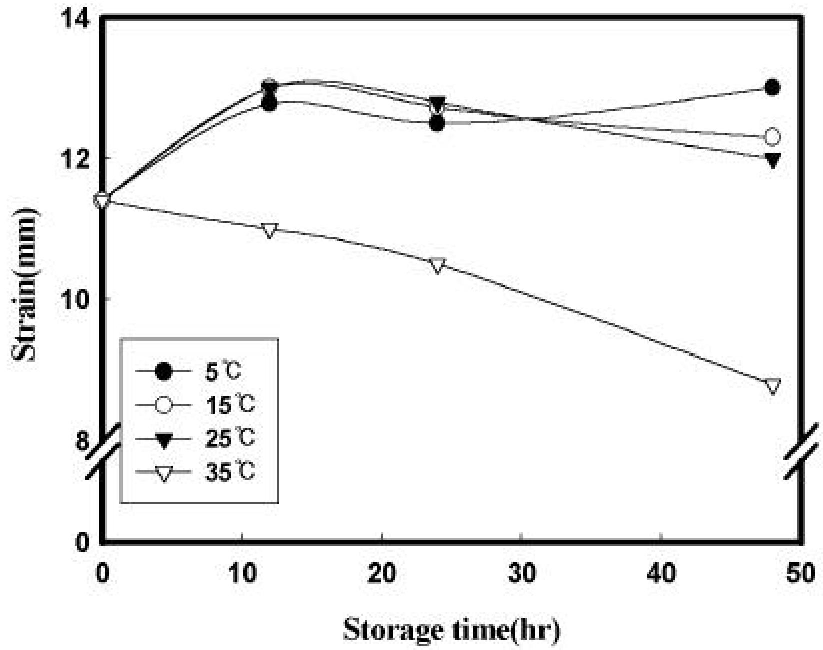

Fig. 5 . Hydration effect of DEW on compression strain at various hydration time and temperature.

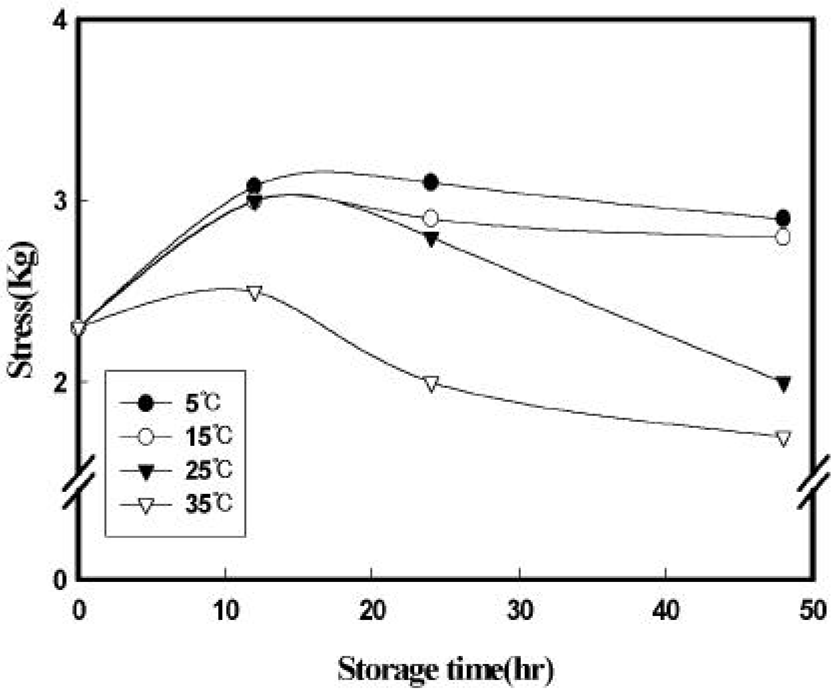

Fig. 6 . Hydration effect of DEW on compression stress at various hydration time and temperature.

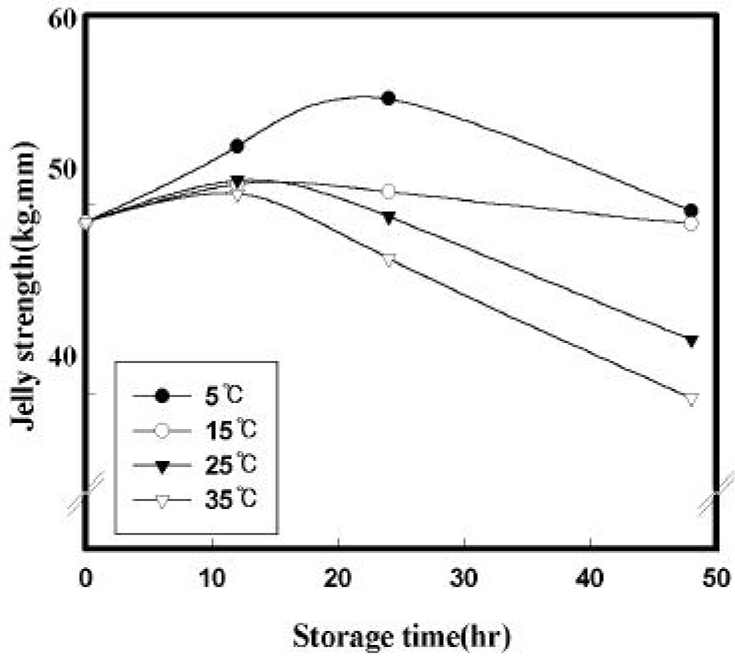

Fig. 7. Changes gel property of BPP at various hydration time and temperature.

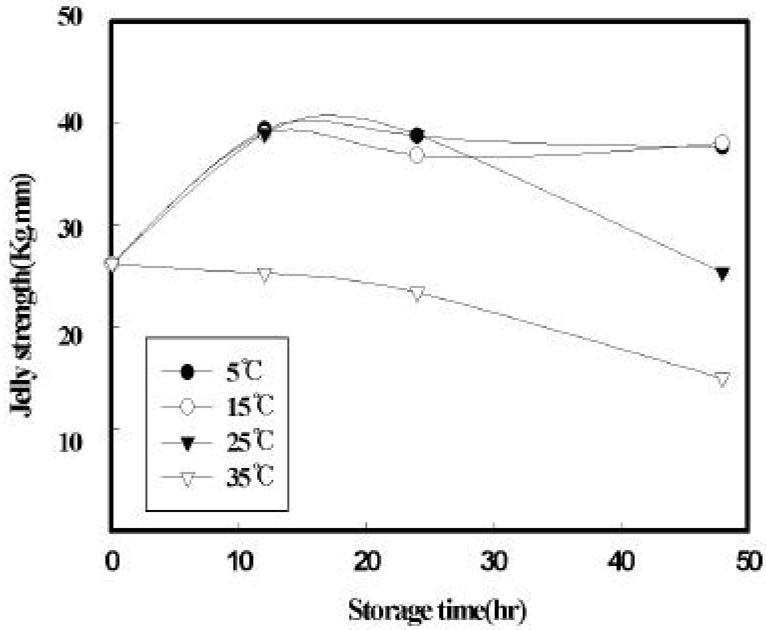

Fig. 8 . Changes gel property of DEW at various hydration time and temperarture.

2.3. 수화조건에 따른 첨가단백질 겔의 색차 변화

일반적으로 단백질의 무작위 응집물의 증가는 높은 lightness를 보이는 것으로 알려져 있으며, 수화조건에 따른 첨가단백질 gel의 색차는 Fig 9. 10과 같이 나타났다. BPP는 수화시간과 온도에 따라 lightness가 다소 증가하는 경향을 보였으며 pH의 변화, 겔강도와 유사한 경향을 나타내었다. yellowness, redness 역시 약간 증가하였으나 전체적인 색차범위(+60에서 -60)에는 영향을 주지 않는 범위였다.

lightness의 증가는 연속적이고 정렬된 단백질의 구조가 아닌 무작위적인 응집물의 증가를 보여주며, DEW의 경우 5, 15℃의 저온에서는 시간이 경과함에 따라 lightness가 일정하거나 조금 감소하는 경향을 보였으나 25℃에서는 서서히 증가하는 경향을 35℃에서는 24시간에서 급격히 증가하는 경향을 보였다. 염의 존재하, 심지어 아주 낮은 pH 에서도 투명한 ovalbumin을 형성할 수 있음을 보고(Kitabatake et al,1987) 하였고, 투명 또는 불투명한 gel은 단백질 사이의 상호결합에 의존하며, 심지어 일반적으로 불투명한 gel이 형성되는 조건에서도 약간의 화학적인 변형과 효소적인 조절로 투명한 gel을 형성할 수 있음을 보고하였다(Ma and Holm, 1982).

따라서 수화 시간과 온도의 증가에 따른 lightness의 증가는 단백질 내의 S-S결합이 분자간의 S-S결합으로 전환되어 정렬된 단백질의 구조보다는 좀 더 자유로운 구조가 형성되었음으로 추정된다.

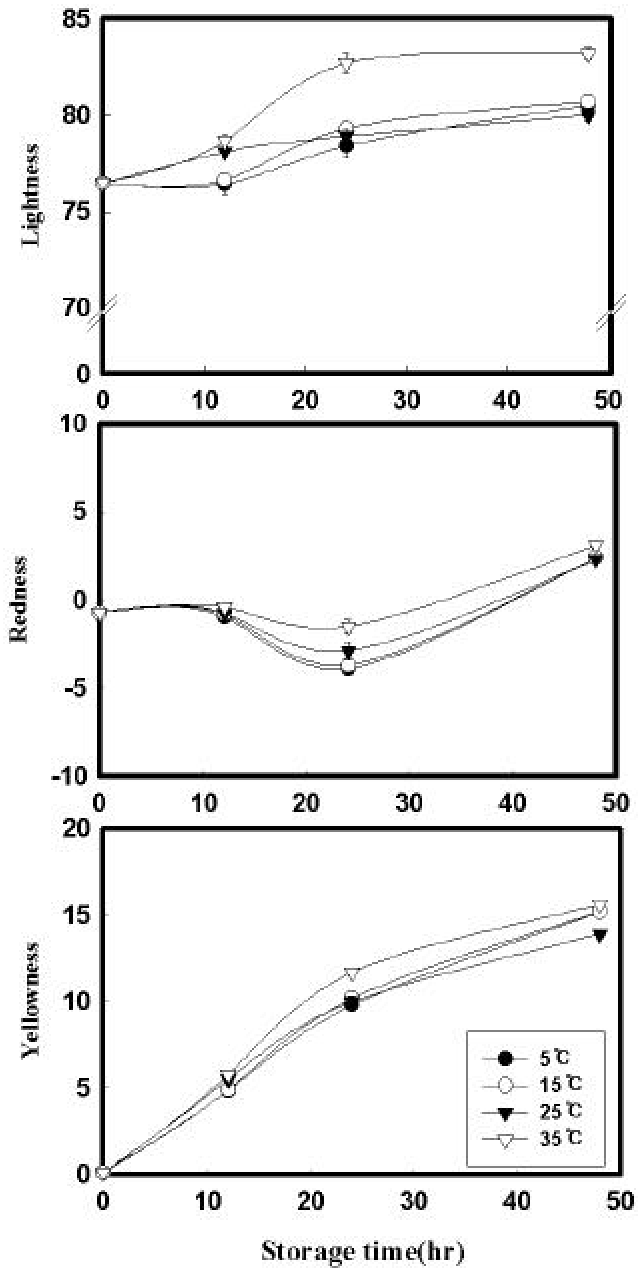

Fig. 9 . Changes color of BPP at various hydration time and temperature.

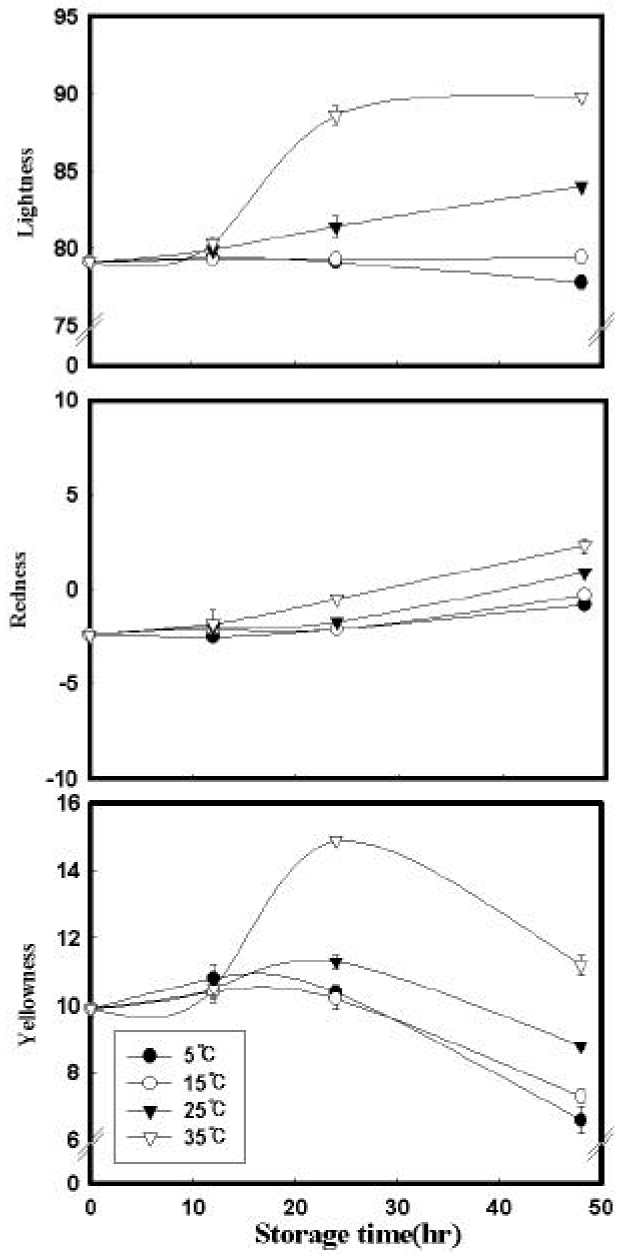

Fig. 10 . Changes color of DEW at various hydration time and temperature.

2.4 수화조건에 따른 첨가단백질 겔의 보수력 변화

SPI는 본 연구의 모든 조건에서 겔을 형성하지 못하였으며, 일반적으로 단백질내 무작위 응집물이 증가할수록 유출수분이 증가하는 것으로 알려졌고, 이는 단백질의 무작위 응집물이 증가할수록 거대한 구멍을 가진 단백질의 구조가 증가하기 때문이고, 이 경우 단백질구조가 가지는 많은 부분의 수분이 자유수와 같은 물리적 특성을 가진다. 단백질간의 상호결합이 강하고 gel에 단백질의 응고물이 형성되었을 때 수분은 겔로부터 쉽게 빠져나온다고 보고하였다(Hermansson et al,1982). 미세한 구조를 가지고 최적 수분결합능을 가진 겔형성은 인력과 척력의 균형이 중요한 관점이라고 보고하였으며(Ferry,1948). 미세하고 연속적인 단백질 구조의 형성이 단백질 겔의 보수력에 중요하며, 염의 첨가는 단백질의 자유 응집물의 형성을 고무시켜 수분결합능을 저하한다고 보고하였다(Hermansson,1982). 수화조건에 따른 첨가단백질 겔의 보수력의 변화를 나타내었다(Fig 11 12).

DEW의 경우 5, 15℃에서는 수화시간에 따른 보수력의 변화가 거의 없었으며, 25℃, 48시간의 구간에서 약간 감소하는 경향을 보였으며, 35℃에서는 24시간에서 7%, 48시간에서 17% 정도 초기 값에 비교하여 보수력이 감소하였으며, 이러한 보수력 변화는 pH 감소와 비슷한 경향을 보여준다. 즉 pH가 수화에 의하여 등전점으로 이동할수록 보수력이 감소하고 lightness가 증가하는 것으로 이해된다.

BPP의 경우 수화에 의하여 보수력이 약간 증가하였으나 증가 범위는 2.5% 내외로 DEW의 경우에 비하여 아주 적었으며, 이러한 보수력의 증가는 BPP의 pH가 등전점으로부터 약간 증가하는 것과 비슷한 경향을 보여준다.

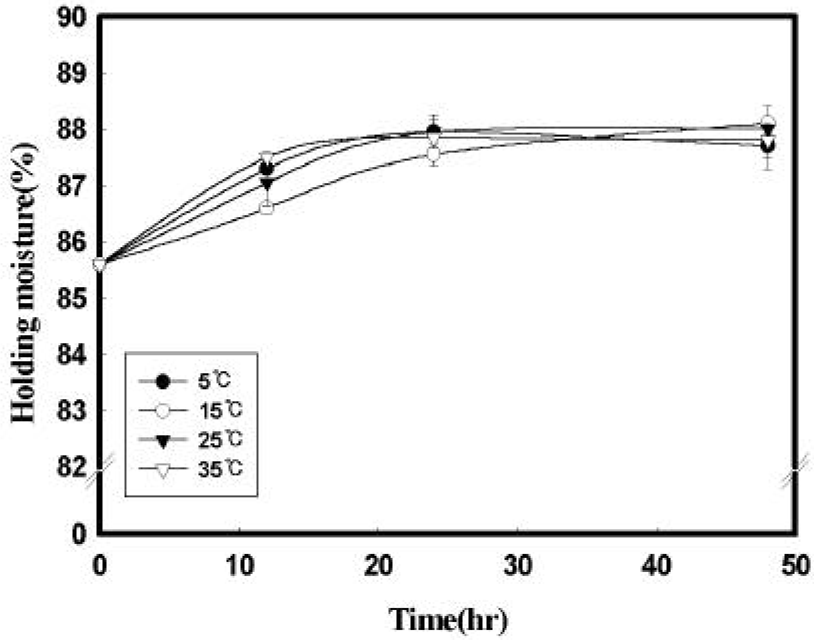

Fig . 11. Changes Holding moisture of BPP at various hydration time and temperature.

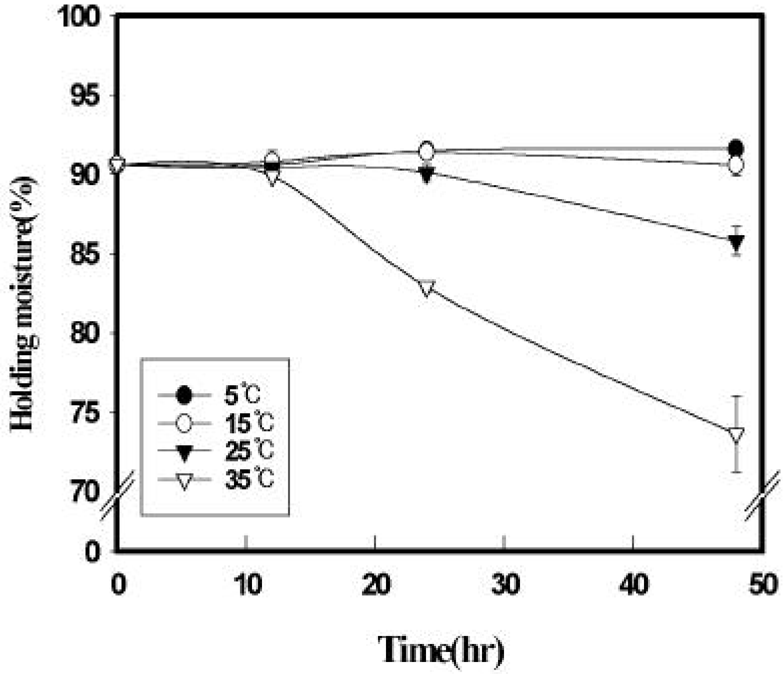

Fig. 12 . Changes holding moisture of DEW at various hydration time and temperature.

2.5 수화조건에 따른 탁도의 변화

세가지 첨가 단백질의 수화에 따른 탁도 변화는 각기 다르게 다양한 경향을 나타냈으며(Fig.13 15) BPP는 대조구와 비교하여 수화시간이 길어질수록, 수화온도가 높을수록 탁도가 증가하는 경향을 보였다. 이러한 탁도의 변화는 48시간에 이르러 변화를 보였으며, 25℃와 35℃, 48시간에서 가열에 의하여 오히려 탁도가 감소하는 경향을 보여주었다. 이러한 탁도가 가열에 의하여 감소하는 것은 gel 형성능이 감소하는 것과 비슷한 경향을 보여주고 있다. DEW는 대조구와 12시간 처리구에서 가열에 의하여 탁도가 전체적으로 감소하는 경향을 보였으나, 24시간에서 처리온도구가 높을수록 탁도가 증가하는 경향을 보였다. 그러나 48시간에서는 35℃ 처리구간에서 탁도가 급격히 증가하였고, 그 외 다른 구간에서는 거의 변화가 없었다. SPI는 처리구간의 온도가 높을수록 탁도의 증가를 보여주다 48시간에서는 35℃와 25℃에서 오히려 탁도가 감소함을 보여주었다.

이와 같이 35℃, 48시간의 구간에서 탁도의 감소는 단백질의 수화력에 있어서의 인력과 척력의 균형이 깨져 인력의 영향으로 인한 단백질의 변성에 의한 것으로 판단된다.

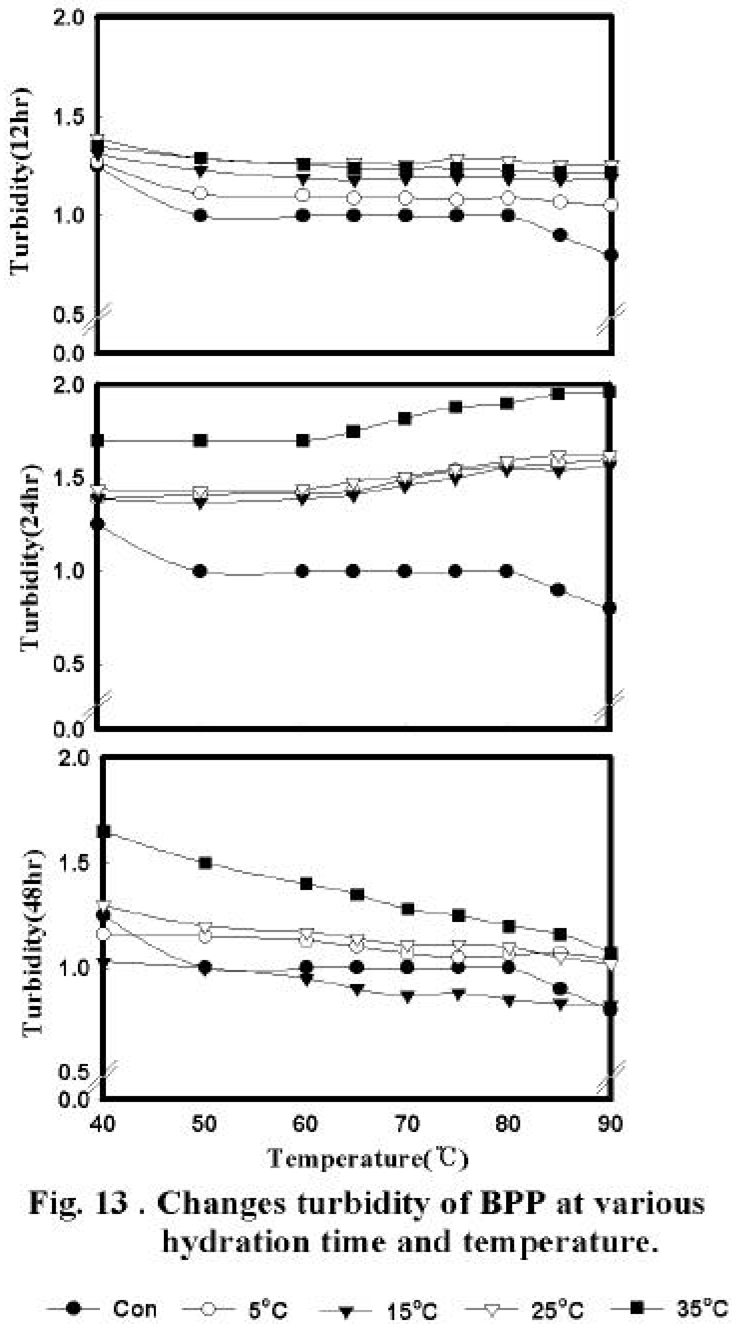

Fig. 13 . Changes turbidity of BPP at various hydration time and temperature.

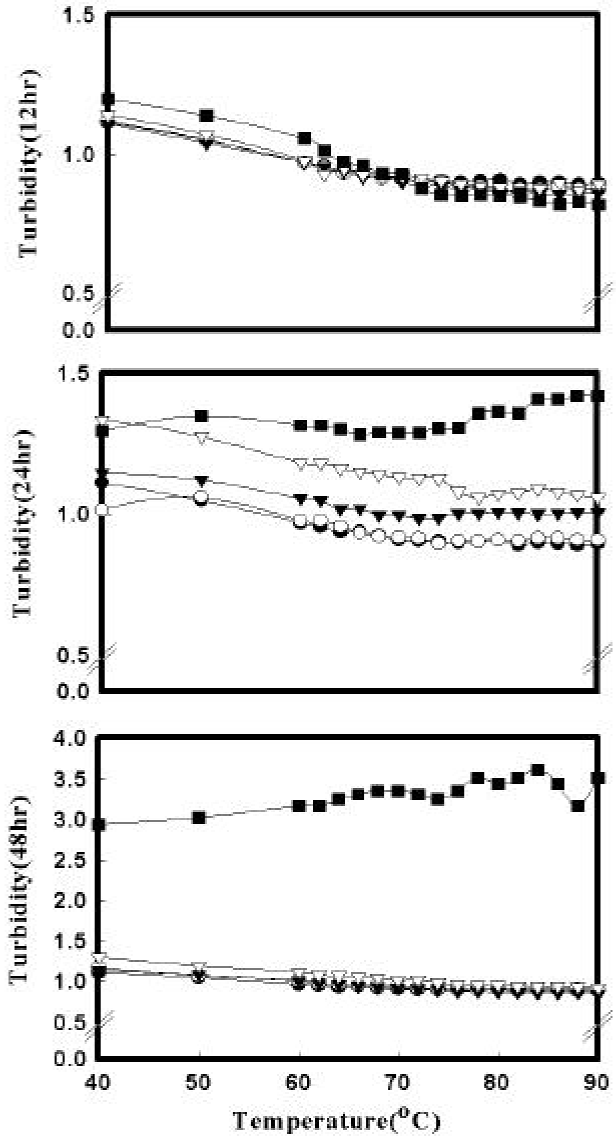

Fig. 14 . Changes turbidity of DEW at various hydration time and temperature.

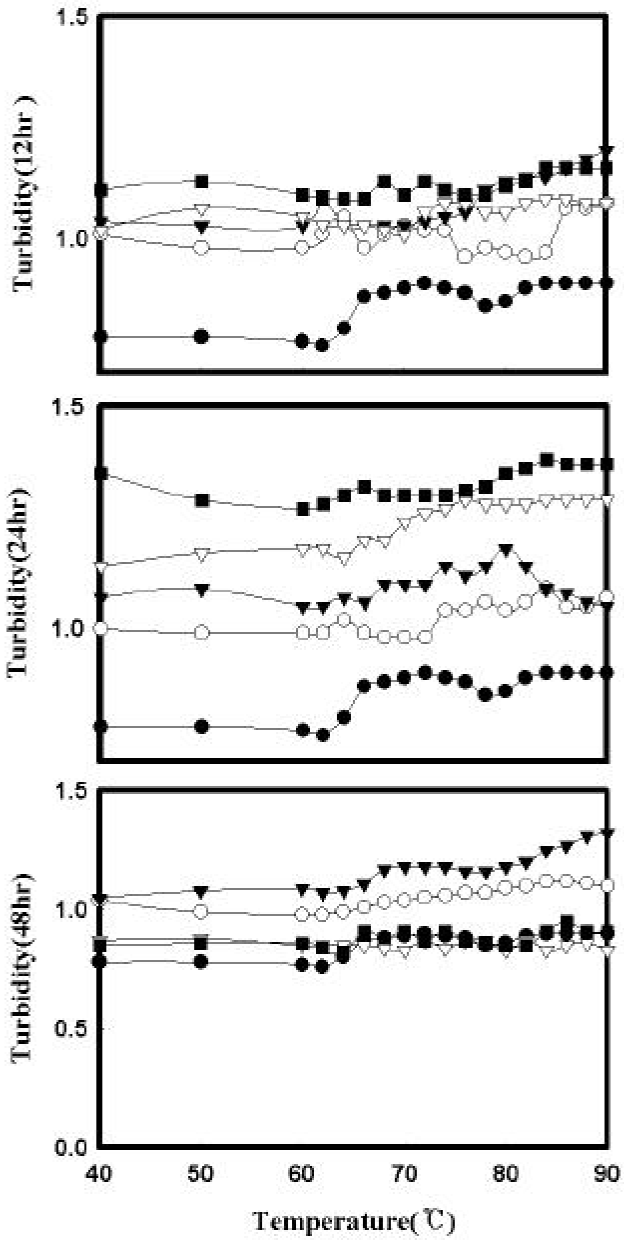

Fig .15 . Changes turbidity of SPI at various hydration condition

2.6. 수화조건에 따른 점성의 변화

10%농도의 첨가단백질 BPP, DEW, SPI의 수화시간과 수화온도에 따른 점성을 비교하였다(Fig.16 24). DEW는 5, 15℃에 12, 24시간 48시간 저장시 단백질의 가열변성시작 온도가 수화시간에 관계없이 거의 일정하게 나타났으며 25℃에는 가열변성온도의 범위가 ±2℃내외로 약간의 차이가 나타났으나 48시간 저장시에는 가열변성시작 온도가 67.2℃로 나타났다. SPI의 경우에는 G'값의 변화는 없었다. 이는 수화시간과 온도에 관계없이 gel을 형성하지 못했음을 나타낸다. BPP는 5℃의 경우 수화시간에 따라 가열변성시작 온도는 77~78℃에서 거의 일정하게 시작되었으며 G`값은 12, 24시간의 경우 약 830 pascal로 비슷한 값을 나타냈으며 48시간 저장시 512pascal로 나타났다. 15℃의 48시간 저장시 전체적으로 G`값이 상승하였으며 24, 48시간의 경우 가열변성시작온도가 1~2℃정도 단축되었으나 25℃ 48시간 저장시에는 가열변성온도가 72℃로 나타났다. 고온에서의 장시간의 수화는 단백질 변성온도를 낮추었고 높은 탁도를 형성하였으며 이는 단백질의 무작위 응집을 증가시켜 전체적인 겔강도를 감소시키는 것으로 생각할 수 있다. 따라서 첨가단백질 중 BPP와 DEW의 5, 15℃ 저온의 12, 24시간의 수화는 첨가단백질의 겔형성을 강화시킬 수 있는 것으로 나타났다.

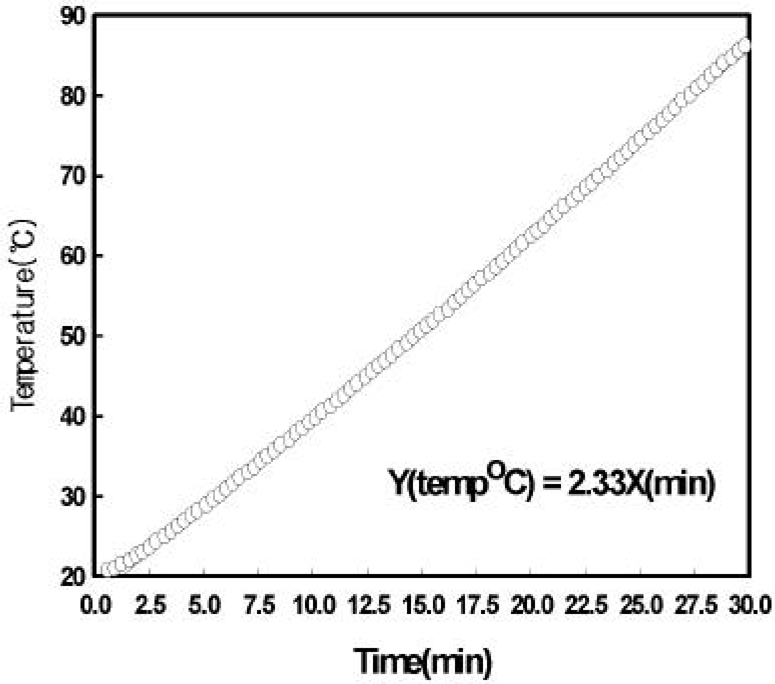

Fig. 16 . Relationship of time and temperature for dynamic test.

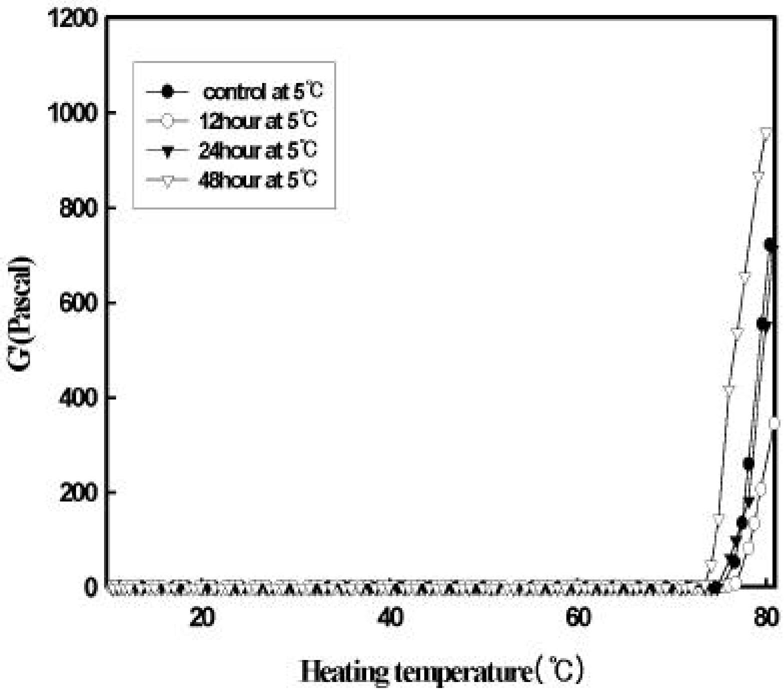

Fig. 17. The effect of various hydration time on strage modulus rigidity(G') of 5℃ temperature hydration DEW.

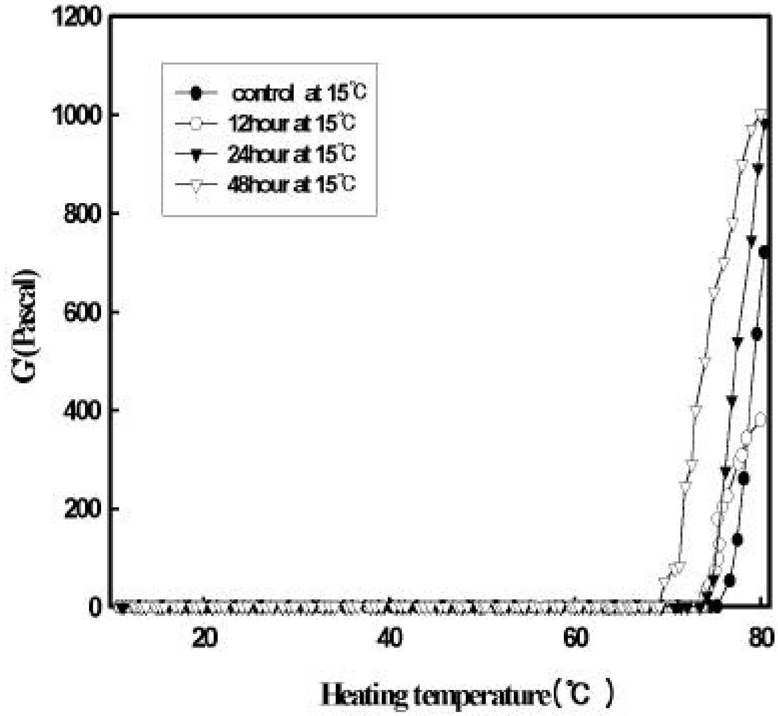

Fig. 18. The effect of various hydration time on strage modulus rigidity(G') of 15℃ temperature hydration DEW.

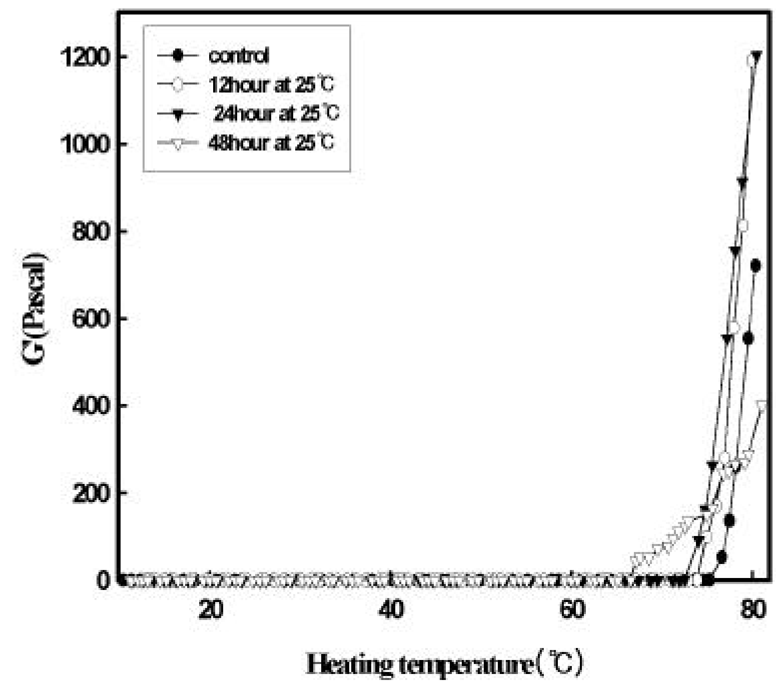

Fig. 19. The effect of various hydration time on strage modulus rigidity(G') of 25℃ temperature hydration DEW.

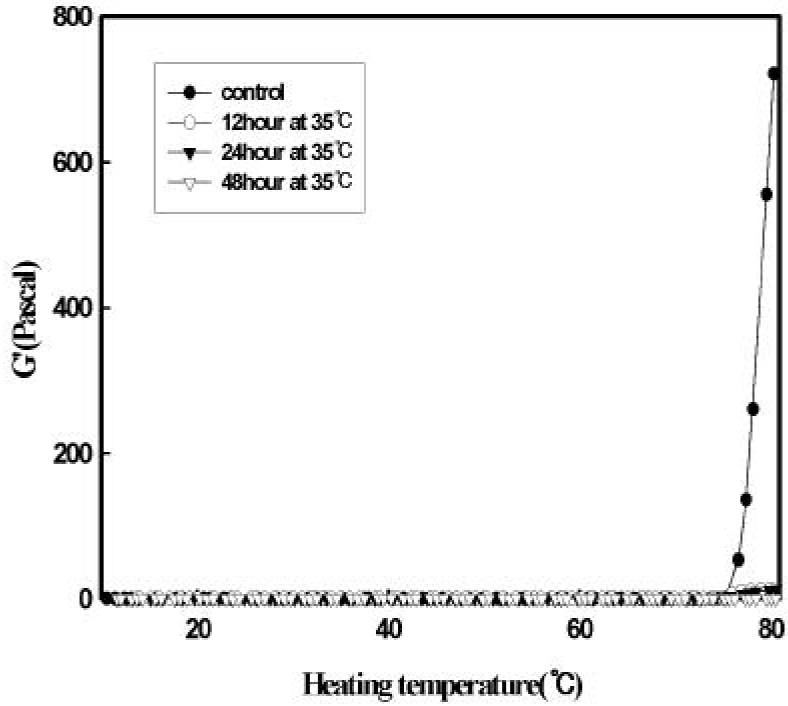

Fig. 20 . The effect of various hydration time on strage modulus rigidity(G') of 35℃ temperature hydration DEW.

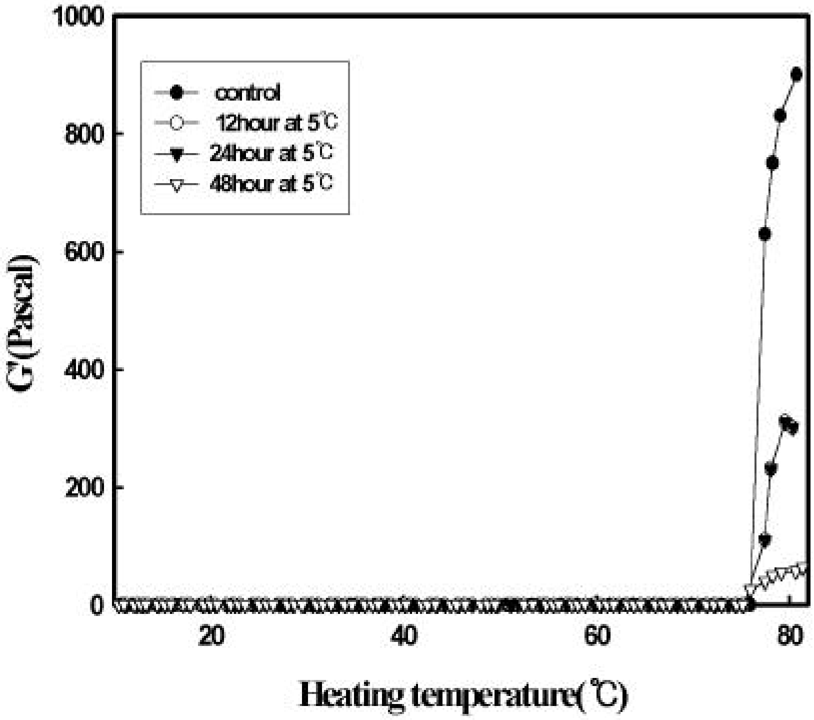

Fig. 21. The effect of various hydration time on strage modulus rigidity(G') of 5℃ temperature hydration BPP.

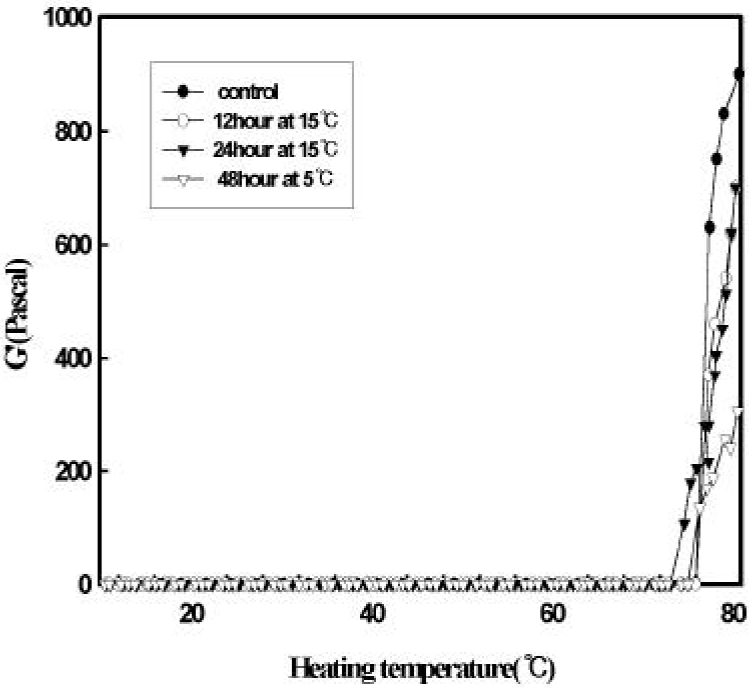

Fig. 22 . The effect of various hydration time on strage modulus rigidity(G') of 15℃ temperature hydration BPP.

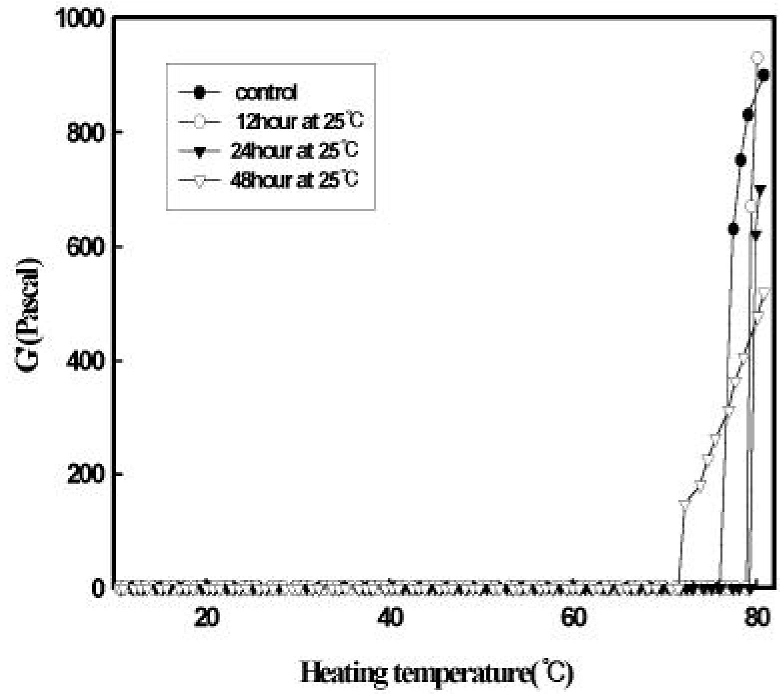

Fig. 23 . The effect of various hydration time on strage modulus rigidity(G') of 25℃ temperature hydration BPP.

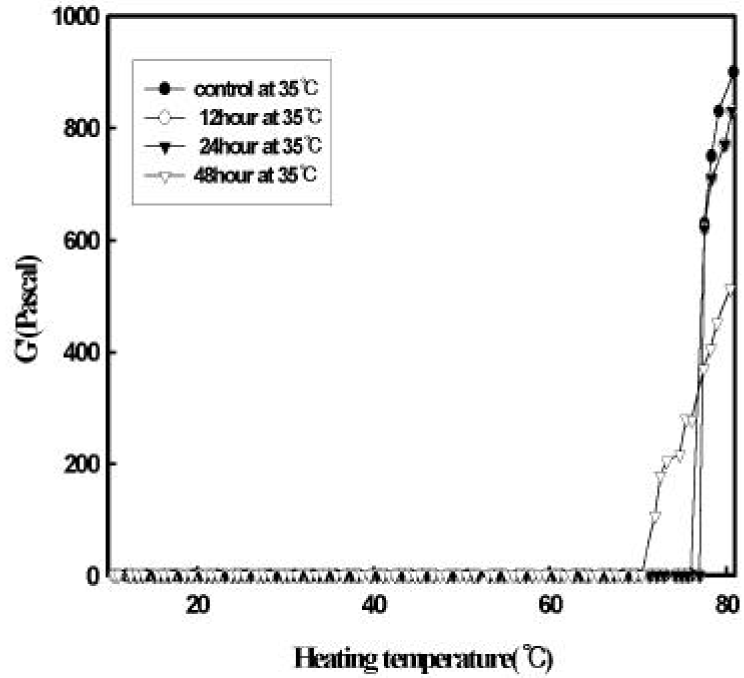

Fig. 24. The effect of various hydration time on strage modulus rigidity(G') of 35℃ temperature hydration BPP.

결론 및 요약

수화력은 수화된 분자가 밀접하게 서로 접근할 때 생기는 척력이며, 수화가 강할수록 분자간의 척력은 강하고 광범위하게 발생한다. 이러한 척력은 단백질의 응집을 막는 역할을 하고, 가열시 단백질 용액이 부분적인 응집형태가 된 후에 겔 구조로 변화하지 않고, 연속적인 구조를 형성한 후 염이나 주위환경의 영향을 받아 겔이 된다. 이러한 겔은 일반적인 가열 겔에 비하여 더욱 강하고 보수력이 높으며 투명한 겔이 형성될 수 있다.

본 연구에서는 각종 단백질 첨가물들이 다양한 온도조건과 시간에서 수화시켰을때 겔 형성에 미치는 영향을 조사하여 수화정도와 겔형성능의 상관관계를 탁도, 물성, 색차, 보수력, dynamic test등의 방법으로 파악하여 각종 첨가단백질들이 겔 보강제로 첨가될 때의 기초자료로 이용하고자 연구 검토되었다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 10%의 농도로 5, 15, 25, 35℃에서 각각 48시간까지 수화처리한 첨가단백질의 겔형성능은 SPI와 DEW, BPP 사이에는 중요한 차이가 있었으며, SPI는 모든 조건에서 겔을 형성하지 못하였으나, BPP의 jelly 강도는 5℃, 12시간과 24시간의 수화처리로 약 10% 상승하였으며, DEW의 경우 5, 15, 25℃의 12, 24시간에서 약 15%의 jelly 강도가 상승하였다.

2. 수화 중 BPP의 모든 구간에서 pH는 6.25정도를 유지하거나 약간 상승하였으나, DEW와 SPI는 시간이 길고 온도가 높아질수록 pH의 감소폭이 커 DEW는 7.0에서 5.70, SPI는 6.8에서 6.0까지 감소하는 경향을

보였다. 수화처리 중 pH가 첨가단백질의 등전점 영역으로 이동하면서 DEW의 보수력은 감소하였고, pH 변화가 없는 BPP의 보수력은 비슷하거나 약간 증가하는 경향을 보였다

3. 3가지 첨가단백질 모두 장시간의 수화는 탁도를 증가시켰으며, 35℃, 48시간처리의 SPI는 24시간에서 최대로 증가된 탁도가 급격히 감소하고 90℃까지의 가열처리에도 탁도의 변화를 볼 수 없었다.

4. BPP의 수화 온도 및 시간의 증가에 따라 lightness와 yellowness가 증가하였으나 DEW의 경우 5℃와 15℃의 처리구간에서는 lightness와 yellowness가 비슷하거나 감소하였다.

5. 3가지 첨가 단백질 중 BPP와 DEW는 탄력있는 겔을 형성하였으며 수화시간과 온도에 따라서는 BPP의 경우 5℃ 12, 24시간에 DEW는 5℃, 15℃ 12시간과 24시간이 효과적인 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 끊임없는 충고와 세심한 지도로 이끌어주신 지도교수님 조영제 교수님께 깊이 감사드립니다. 아울러 논문의 오류를 바로잡아주신 안동현 교수님과 동명대학의 이남걸 교수님께도 깊이 감사드립니다. 그리고 학과의 장동석 교수님, 김선봉 교수님, 양지영 교수님, 전병수 교수님, 이양봉 교수님께도 무한한 감사를 드립니다. 2년간의 대학원 시절동안 항상 든든한 버팀목이 되어주신 국립수산진흥원에 계신 김태진 선배님께 고개숙여 감사드리며 언제나 격려해주시고 힘을 주시는 해양생물학과 강용주 교수님께도 깊이 감사드립니다.

기쁠때나 슬플때나 언제나 함께 해주던 조민성 선배님, 심길보 선배님, 임철환 선배님, 우리동기 이기봉에게 진심으로 감사드리며 궂은 표정없이 선배들을 잘 따라준 후배님들께도 감사드립니다.

제가 학업의 길을 갈 수 있도록 항상 격려해주신 나의 정신적 지주이신 부모님과 오빠, 언니들에게 깊이 감사드리며 내편에서 항상 이끌어주고 감싸주는 우리 남편 서덕훈님과 시부모님께도 감사드립니다.

마지막으로 프랑스에 있는 덕이와 지윤이에게 감사드립니다.

참고 문헌

AOAC. 1990. Official Methods of Anlaysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC., 69 74.

Abe, Y. 1994. Quality of kamaboko gel prepared from wallye pollack surimi with bovine plasma powder. Nippon Suisan Gakkaishi, 60, 779 785.

Acton, J. C., M. A. Hanna and L. D. Statterlee. 1998. Heat induced gelation and protein-protein interaction of actomyosin. J. Food Biochemistry, 5, 101 103.

Aguilera, J. M. and Kessler, H-G. 1989. Properties of mixed and fille-type dairy gels. J. Food Sci., 54, 1213.

Akahane, Y., Y. Shimizu. 1990. Effects of setting incubation on the water-holding capacity of salt-ground fish meat and its heated gel. Nippon Suisan Gakkaishi, 56, 139 146.

Ashie, I. n. a and B. K. Simpson. 1996. α2 - Macroglobulin inhibition of endogenous protease in fish muscle. J. Food Sci., 61, 357 361.

Brooks, J. and P. W. Ratcliff. 1959. Dried bovine plasma. I. Storage of spray dried plasma and the freeze-concenetration of liquid plasma. J. Sci. Food Agric., 10, 486 492.

Brandenberg, A. H., C. V. Moor and C. L. Welller. 1992. Gelation of commercial whey protein concentrates : Effect of removal of low-molercular-weight components. J. Food Sci., 57, 427 429.

Chen, J. S. 1987. Optimization in the formulation of surimi based extrude product. MS thesis, University of Rhode Island, Kingston, USA.

Choi, Y. J., M. S. Cho, and J. W. Park. 2000. Effect of hydration time and salt addition on gelation properties of major protein additives. J. Food Sci., 65, 1338 1342.

Chung, K. H. 1990. Texture modifying effect of non muscle proteins in surimi gel. Doctorial thesis. University of Rhode Island, Kingston, USA.

Kinpe, C. L. and C. B. Frye. 1990. Characteristics of bovine plasma gels as affected by pH sodium chloride and sodium tripolyphosphate. J. Food Sci., 55, 252 253.

Deng, J., R. T. Toledo and D. A. Lillard. 1976. Effect of temperature and pH on protein-protein interaction in actomyosin in solutions. J.

Food. Sci., 41, 273 277.

Ferry, J. D. 1948. Proteingels. Adv. Protein chem., 4, 1 78.

Hayakawa, S. and S. Nakai. 1985. Relationships of hydrophobicity and net charge to the solubility of milk and soy protein. J. Food Sci., 50, 486 491.

Hegg, P. O. 1982. Conditions for the formulation of heat-induced gels of some globular food proteins. J. Food Sci., 47, 1241-1244.

Hermansson, A. M. 1982a. Gel characteristics-compression and penetration of blood plasma gels. J. Food Sci., 47, 1960 1964.

Hermansson, A. M. 1982b. Gel characteristics-structure as related to texture and water binding of blood plasma gels. J. Food Sci., 47, 1965 1969.

Hermansson, A. M. and M. Luciano. 1982. Gel characteristics-water bindings of blood plasma gels and methodological aspects on the water binding of gel systems. J. Food Sci., 47, 1995 1959, 1964.

Hamann, D. D., P. M. Amato, M. C. Wu and E. A. Foegeding. 1990. Inhibition of Modori(Gel weaking) in surimi by plasma hydrolysate and egg white. J. Food Sci., 55, 665 669.

Johnson, L. A., E. F. Havel and R. C. Hoseney. 1979. Bovine as a replacement for egg in cakes. cereal chem., 56, 339 342.

Kitabatake, N., A. Shimizu and E. Doi. 1988. Preparation of transparent egg white gel with salt by two step heating method. J. Food Sci., 53, 735 738.

Kitabatake, N., A. Shimizu and E. Doi. 1988a. Prepartion of heat-induced transparent gel from egg white by the control of pH and ionic strength of the medium. J. Food Sci. 53, 735 738.

Lee, C. M., M. C. Wu, M. Okada. 1992. Ingredient and formulation technology for surimi-based products. In "Surimi Technology" Lanier, T. C, and Lee., C. M(eds). Marcel Dekken Inc., New York, 273 302.

Kocher, N. and E. A. Foegeding. 1993. Microcentrifuge-based method for measuring water-holding of protein gels. J. Food Sci., 58, 1040 1046.

Park, J. W. 1994. Functional protein additives in surimi gels. J. Food Sci., 59, 525 527.

Watanabe, k., S. Hayakawa, T. Matsuda and R. Nakamura. 1986. Combined effect of pH and sodium chloride on the heat-induced aggregation of whole egg proteins. J. Food Sci., 51, 1112 1114.

Weerasinghe, V. C., M. T. Morrissey and H. An. 1996a. Characterization of active components in food-grade proteinase inhibitors for surimi manufacture. J. Agric. Food Chem., 44, 2584 2590.

Weerasinghe, V. C., M. T. Morrissey, Y. C. Cheng and H. An. 1996b. Whey protein concentrate as a proteinase inhibitor in Pacific whiting surimi. J. Food Sci., 61, 367 371.

Woodward, S. A. and O. J. Cotterill. 1986. Texture and micro structure of heat formed egg white gels. J. Food Sci., 51, 333 339.

Yizhen Zhang, Koji Muramoto and Fumio Yamauchi. 1996. Hydrolysis of soybean proteins by a vortex flow filtration membrane reactor with aspergillus oryzae proteases. J. Food. Sci., 61, 1996 1999.

Zhang, Y., K. Muramoto and F. Yamauchi. 1996. Hydrolysis of soybean proteins by a vortex flow filtration membrane reaction with aspergillus oryzae protein. J. Food Sci., 61, 928 931.