

비근육 단백질의 수화조건이 겔 형성에 미치는 영향

조민성⁺ · 이남걸* · 조영제
부경대학교 식품생명공학부, *동명대학 식품가공조리학과

Effect of Hydration Condition of Non-Muscle Protein on Gelling

Min-Sung CHO⁺, Nahm-Gull LEE and Young-Je CHO

Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

*Department of Food Technology & Cuisine, Tongmyong College, Busan 608-740, Korea

This study was investigated the changes of gel properties about pH, color and water holding capacity at various hydration time and temperature of food-grade additives (BPP: bovine plasma protein, DEW: dried egg white, SPI: soy protein isolate). The changes of rheological properties were checked about hydration time and temperature. Hydration time and temperature affected pH value, hydration decreased pH of SPI and DEW. The BPP was not influenced at hydration time and temperature. Some Hydration condition increased jelly strength of food-grade additive, but SPI did not form a gel at all hydration condition. Hydration increased lightness of food-protein.

Key words: Protein, pH, Hydration, Gel strength

서 론

난백, 혈장, 대두단백질과 같은 비근육 단백질은 높은 영양적 특성, 다양한 기능적 특성 및 식품의 겔 강화와 충전의 목적으로 다양하게 사용되고 있으며, 이 때 단백질의 겔화 특성은 중요한 응용성을 제공한다. 겔화에는 단백질의 종류, 가열온도와 시간, 염의 유무, pH 등이 복합적으로 작용하게 된다. (Hermansson, 1982a; 1982b). 수용액상에서 단백질의 상호작용은 소수성 상호작용, 정전기적 인력, 척력, 수소결합, 수화력, S-S 결합 및 입체적 공간배치 등의 영향을 받으며, 이들 중에서 소수성 상호작용, 수소결합, S-S 결합 및 정전기적 상호작용은 인력으로 작용하며, 수화력 및 입체적인 공간배치는 척력으로 작용한다. (Bryant and McClements, 1998). 식품속의 수분함량은 식품 재료 및 종류에 따라 아주 다양하지만, 실제 물은 식품의 가장 많은 부분을 차지하면서도 가볍게 취급되어온 성분으로 식품의 형태, 구조, 맛, 가공 및 저장에 중요한 영향을 미치는 비영양 물질이다. 단백질 겔 인력의 분야는 많은 연구가 이루어졌으나 척력에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 그러나 단백질 겔의 대부분은 물이 차지하고 있으며, 수화력은 두 개의 수화된 분자가 서로 밀접하게 가까워지면 생기는 척력이다. 물분자와 수화된 분자사이의 수소결합을 파괴하기 위해서는 에너지를 필요로 하고, 이러한 에너지는 수화정도에 따라 달라지며, 수화가 강할수록 척력이 광범위하게 발생하여 단백질 분자의 수용액상 응집을 막는 역할을 한다. 이 때 가열 처리는 단백질 용액이 부분적인 응집형태가 된 후에 겔구조로 변화하지 않고 연속적인 구조를 형성한 후 염이나 주위 환경의 영향으로 겔이 된다. 이러한 겔은 일반적인 가열겔에 비하여 더욱 강하고 보수력이 높으며, 투명한 겔이 형성될 수 있다. 이 때 염이 단백질 겔을 조절할 수 있으며, 강하고 탄력 있는 겔은 인력과 척력의 적

절한 균형이 중요한 요인이 될 수 있다 (Bryant and McClements, 1998).

혈장단백질은 pH가 등전점영역으로 이동할수록 무작위 응집이 늘어나면서 보수력은 감소하고, 색차의 밝기는 증가하는 경향이 보고되고 있다 (Choi et al., 2000).

본 연구에서는 비근육 단백질 첨가물의 다양한 수화 온도구간과 시간이 겔형성에 미치는 영향에 대하여 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용한 단백질은 대두단백 (soy protein isolate, SPI; Protein technology international, St. Louis, MO), 혈장단백 (bovine plasma protein, BPP; AMPC, Ames, IA), 건조난백 (dried egg white, DEW; Prineff, Cameron, Wisconsin 54822)을 사용하였으며, 그 외 sigma사의 전기영동용 시약과 증류 탈이온화한 재 증류수를 사용하였다.

실험방법

일반성분의 분석

수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로 분석하였다 (AOAC, 1990).

pH의 측정

10% 단백질 slurry를 제조하여 수화시키면서 pH meter (410A, Orion Co, Korea)로 측정하였다.

단백질 겔조제

비근육단백질에 증류수를 가하여 10%로 맞춘 후 stephan mixer (UM5, Stephan machinery Co. Germany)를 이용하여 혼합하였고, 2시간 동안 진공하에서 기포를 제거한 후 5, 15, 25, 35°C의

⁺Corresponding author: chominsung@mail1.pknu.ac.kr

온도구간에서 48시간 동안 보관하면서 사용하였다. 단백질 slurry를 뚜껑이 있는 스테인리스 튜브 (지름 2.0 cm, 길이 20 cm)에 충전한 후, 충전한 관은 90°C로 조절된 수조에서 30분간 가열한 후 0°C 빙수에 급냉시켰다. 조제한 겔은 실험에 앞서 실온에 도달하도록 방치한 후 색차, 물성, 보수력 측정에 사용하였다.

보수력의 측정

조제한 단백질 겔을 직경 20 mm, 높이 20 mm가 되도록 절단한 후 상하면에 여과지 (Toyo, No2)를 3장 겹쳐두고 물성측정기 (Compac-100, Sun, Japan)를 사용하여 50%의 변형율에 10분간 가압하여 가압전과 가압후의 무게비로서 보수력을 나타내었다.

탁도의 측정

10% 단백질 slurry를 5, 15, 25, 35°C의 온도 구간에서 각각 48시간 동안 수화시키면서 구간에 따라 10배 희석, 1% 단백질 농도로 하여 40~90°C까지 1°C/min의 속도로 가열하면서 각 온도에 도달하였을 때 즉시 얼음물에 냉각하여 분광광도계 320 nm에서 흡광도를 측정하여 탁도로 나타내었다.

겔의 물성 측정

단백질 겔을 mode 4를 장착한 물성측정기 (Compac-100, Sun, Japan)를 사용하여 직경 20 mm인 실린더형 plunger로 시료대를 60 mm/min의 속도로 상승시키고 stress limit를 10 kg, break sensitivity 30 g으로 하여 어묵을 파열시켰다. 이 때 plunger에 가해진 하중량 (W: g)과 어묵이 파열될 때 plunger가 침입한 깊이인 심도 (L: cm)를 사용하여 젤리강도 (W×L, g·cm)를 구하였다. 이 때 가해진 하중량을 파괴강도, 심도를 어묵겔의 파괴변형률로 하였다.

색차의 측정

색차는 조제한 겔의 절단면에 대하여 직시색차계 (JUKI-JC801, Minolta Co, Japan)로 표준백색판 (L=96.17, a=-0.11, b=0.03)을 대조구로 하여 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, 백색도는 Park (1994)과 같이 간편법 (백색도=L-3b)으로 계산하였다.

결과 및 고찰

일반성분

첨가단백질의 일반성분은 Table 1과 같다. 혈장단백의 경우 기타 비근육 단백질에 비하여 단백질 함량이 낮았는데, 이는 농축물과 분획물의 차이 외에 제조공정에 의한 것으로 추정된다. 수분의 함량의 차이는 각시료의 건조공정 외에 보관 방법에 의한 차이 때문이라 생각되었다.

수화시간에 따른 pH의 변화

세 가지 첨가단백질의 pH변화를 측정된 결과 (Fig. 1) 12시간까지는 거의 변화가 없었으나, 24시간에 이르러서는 각기 다른 경향을 보여주었다. 혈장단백은 모든 온도와 시간대에서 변화가 없거나 약간의 pH 상승이 관찰되었으나, 대두단백과 건조난백의 경

Table 1. Proximate composition of additive protein

Samples	Protein (%) [*]	Moisture (%) [*]
Soy protein isolate	78.9 ± 0.5	2.8 ± 0.2
Bovine plasma protein	66.6 ± 0.4	6.4 ± 0.3
Dried egg white	75.3 ± 0.5	7.5 ± 0.5

^{*}Mean value (%) ± S.D (n=3)

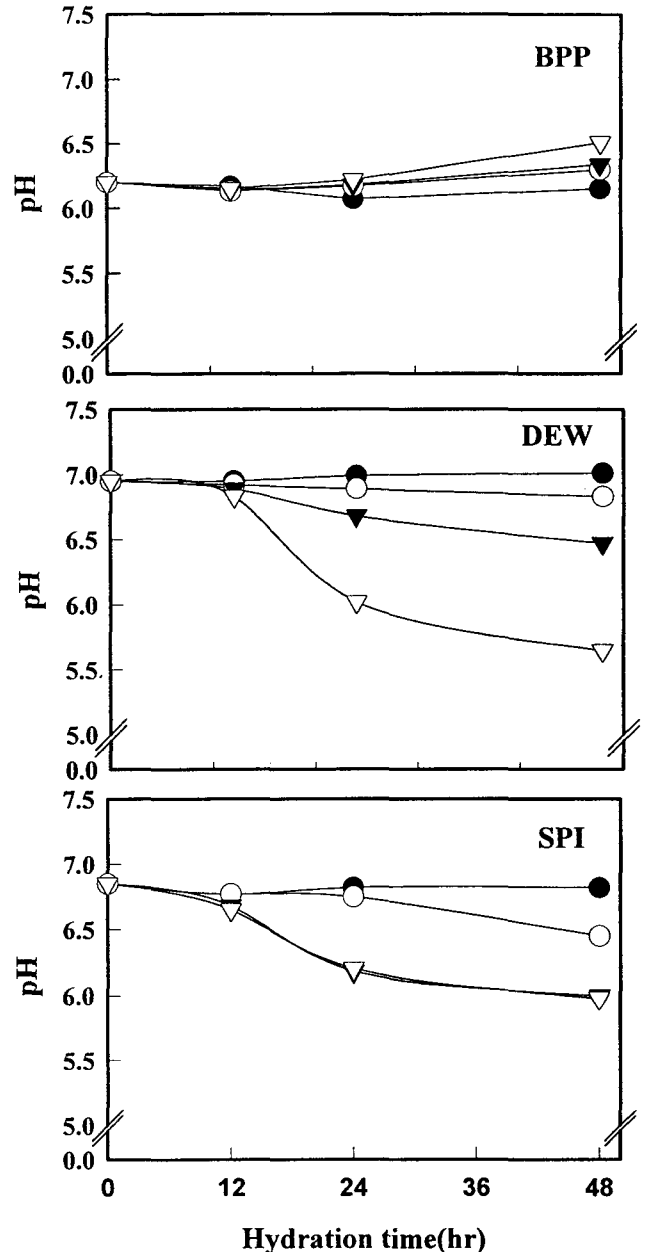


Fig. 1. Effect of hydration time and temperature (—●—, 5°C; —○—, 15°C; —▼—, 25°C; —▽—, 35°C) on pH of additive protein.

^{*}BPP: bovine plasma protein, DEW: dried egg white, SPI: soy protein isolate.

우 시간이 경과할수록 또 수화온도가 높을수록 pH가 감소하는 경향을 보였다. 수화시간의 경과에 따른 단백질 slurry의 pH가 감소하는 경향은 실온에서의 미생물적 성장의 결과로 보고한 Choi et al. (2000) 결과와 유사하였다. 건조난백과 대두단백의 경우 시간과 온도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나, 혈장단백의 경우 거의 변화가 없었다. 수화중 건조난백의 pH는 5°C와 15°C에서 거의 변화가 없었으나, 25°C에서 약간 감소하였고, 35°C에서는 감소폭이 컸다. 대두단백의 pH는 건조난백과 비교하여 수화온도에 더욱 민감한 반응을 보여 25°C와 35°C가 거의 비슷한 감소 경향을 보였다.

수화시간과 겔의 색차 변화

수화에 의한 단백질 겔의 색차측정 결과 (Table 2) 혈장단백의 경우 수화시간과 온도에 따라 명도가 증가하는 경향을 보였고, 황색도 역시 증가하는 경향을 보였으며, 적색도 역시 약간 증가하였으나 전체적인 색차범위 (+60에서 -60)에는 영향을 주지 않았다. 일반적으로 단백질의 무작위 응집물의 증가는 색차의 명도를 상승시키는 것으로 알려져 있으며, 명도의 증가는 연속적이고 정렬된 단백질의 구조가 아닌 무작위적인 응집물의 증가를 보여준다. 건조난백 명도의 경우 5, 15°C의 저온에서는 시간이 경과함에 따라 명도가 일정하거나 조금 감소하는 경향을 보였으나 25°C에

서는 서서히 증가, 35°C에서는 24시간에서 급격히 증가하는 경향을 보였다. Kitabatake et al. (1988)은 염이 존재하고 아주 낮은 pH에서도 투명한 ovalbumin을 형성할 수 있음을 보고하였다. 투명 또는 불투명한 겔은 단백질 사이의 상호결합에 의존하며, 심지어 일반적으로 불투명한 겔이 형성되는 조건에서도 약간의 화학적인 변형과 효소적인 조절로 투명한 겔을 형성할 수 있다고 보고하였다. 수화 시간과 온도의 증가에 따른 명도의 증가는 단백질의 변성에 의한 무작위적인 응집이 증가한 것으로 추정된다.

수화시간 및 온도와 겔의 보수력 관계

수화에 의한 보수력의 변화 (Fig. 2)는 건조난백의 경우 5, 15°C에서는 수화시간에 따라 거의 변화가 없었으며, 25°C, 48시간의 구간에서 약간 감소하는 경향을 보였고, 35°C에서는 초기 값에 비교하여 24시간이 7%, 48시간이 17% 정도 보수력이 감소하였으며, 이러한 보수력 변화는 pH 감소와 비슷한 경향 (Fig. 2)을 보여준다. Serum albumin은 혈장 단백질의 60%를 차지하고 pI는 5.0~6.0 (Hegg, 1982) 범위 사이이고 난백의 54%를 차지하는 ovalbumin의 pI가 4.6 (김영교 등, 1995)이며 즉, pH가 수화에 의하여 단백질

Table 2. Effect of hydration time and temperature on color of non-muscle protein

Samples*	Color	Time (hr)	Temperature			
			5°C	15°C	25°C	35°C
Redness		0	76.5 ± 0.3	76.5 ± 0.3	76.5 ± 0.3	76.5 ± 0.3
		12	76.4 ± 0.5	76.6 ± 0.3	78.1 ± 0.3	78.7 ± 0.3
		24	78.4 ± 0.6	79.3 ± 0.4	78.9 ± 0.4	82.7 ± 0.5
		48	80.5 ± 0.3	80.7 ± 0.2	80.0 ± 0.3	83.2 ± 0.3
BPP Lightness		0	-0.7 ± 0.5	-0.7 ± 0.5	-0.7 ± 0.5	-0.7 ± 0.5
		12	-1.0 ± 0.2	-0.8 ± 0.2	-0.8 ± 0.1	-0.4 ± 0.2
		24	-3.9 ± 0.2	-3.7 ± 0.2	-2.9 ± 0.5	-1.5 ± 0.4
		48	2.4 ± 0.1	2.4 ± 0.3	2.3 ± 0.1	3.1 ± 0.2
Yellowness		0	0.1 ± 0.2	0.1 ± 0.2	0.1 ± 0.2	0.1 ± 0.2
		12	4.86 ± 0.2	4.9 ± 0.3	5.5 ± 0.2	5.7 ± 0.2
		24	9.8 ± 0.3	10.2 ± 0.3	10.0 ± 0.3	11.7 ± 0.2
		48	15.2 ± 0.1	15.2 ± 0.0	13.9 ± 0.1	15.6 ± 0.1
Lightness		0	79.1 ± 0.2	79.1 ± 0.2	79.1 ± 0.2	79.1 ± 0.2
		12	79.4 ± 0.4	79.3 ± 0.3	79.9 ± 0.2	80.3 ± 0.4
		24	79.1 ± 0.3	79.3 ± 0.2	81.4 ± 0.7	88.6 ± 0.6
		48	77.8 ± 0.2	79.4 ± 0.2	84.0 ± 0.2	89.8 ± 0.3
DEW Redness		0	-2.4 ± 0.2	-2.4 ± 0.2	-2.4 ± 0.2	-2.4 ± 0.2
		12	-2.5 ± 0.2	-2.1 ± 0.1	-2.0 ± 0.2	-1.8 ± 0.7
		24	-2.1 ± 0.2	-2.1 ± 0.1	-1.7 ± 0.2	-0.5 ± 0.1
		48	-0.8 ± 0.1	-0.3 ± 0.1	0.9 ± 0.2	2.3 ± 0.4
Yellowness		0	9.9 ± 0.2	9.9 ± 0.2	9.9 ± 0.2	9.9 ± 0.2
		12	10.8 ± 0.4	10.4 ± 0.3	10.5 ± 0.2	10.5 ± 0.3
		24	10.4 ± 0.2	10.2 ± 0.3	11.3 ± 0.2	14.9 ± 0.1
		48	6.6 ± 0.4	7.3 ± 0.2	8.8 ± 0.1	11.2 ± 0.3

*BPP, bovine plasma protein; DEW, dried egg white.

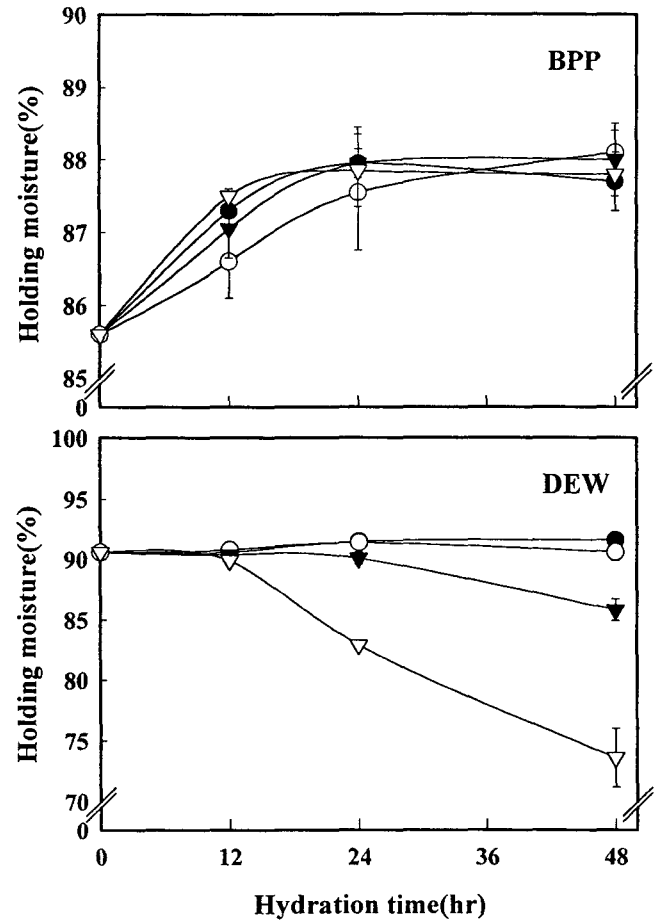


Fig. 2. Effect of hydration time and temperature (●, 5°C; ○, 15°C; ▲, 25°C; ▼, 35°C) on holding moisture of non-muscle protein.

젤의 등전점 영역으로 이동할수록 단백질 젤의 보수력이 감소하고 명도가 증가하는 것으로 이해된다. 혈장단백의 경우 수화에 의하여 보수력이 약간 증가하였으나 증가 범위는 2.5% 내외로 건조단백의 경우에 비하여 아주 적었으며, 이러한 보수력의 증가는 혈장단백의 pH가 수화중 등전점으로 부터 약간 상승한 것과 유사한 경향을 보여준다.

SPI는 본 연구의 모든 조건에서 젤을 형성하지 못하였으며, 일반적으로 단백질내 무작위 응집물이 증가할수록 유출수분이 증가

하는 것으로 알려졌고, 이는 단백질의 무작위 응집물이 증가할수록 거대한 구멍을 가진 단백질의 구조가 증가하기 때문이다. 이 경우 단백질 구조가 가지는 많은 부분의 수분이 자유수와 같은 물리적 특성을 가진다. Hermansson and Luciano (1982)는 단백질간의 상호결합이 강하고 젤에 단백질의 응고물이 형성되었을 때 수분은 겔로부터 쉽게 빠져나온다고 보고하였다. 미세한 구조를 가지고 최적 수분결합능을 가진 겔형성은 인력과 척력의 균형이 중요한 관점이라고 보고하였으며 (Ferry, 1948) 미세하고 연속적인 단백질 구조의 형성은 단백질 젤의 보수력에 중요하며, 염의

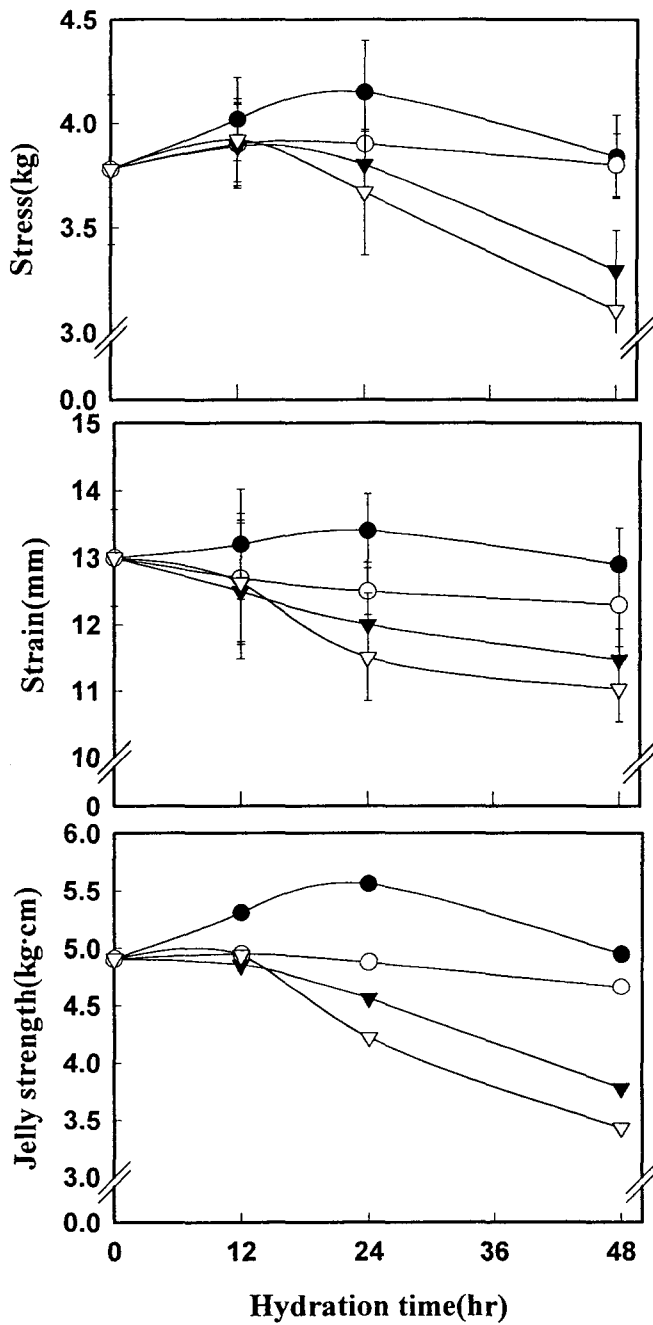


Fig. 3. Effect of hydration time and temperature (—●—, 5°C; —○—, 15°C; —▼—, 25°C; —▽—, 35°C) on gel property of BPP.

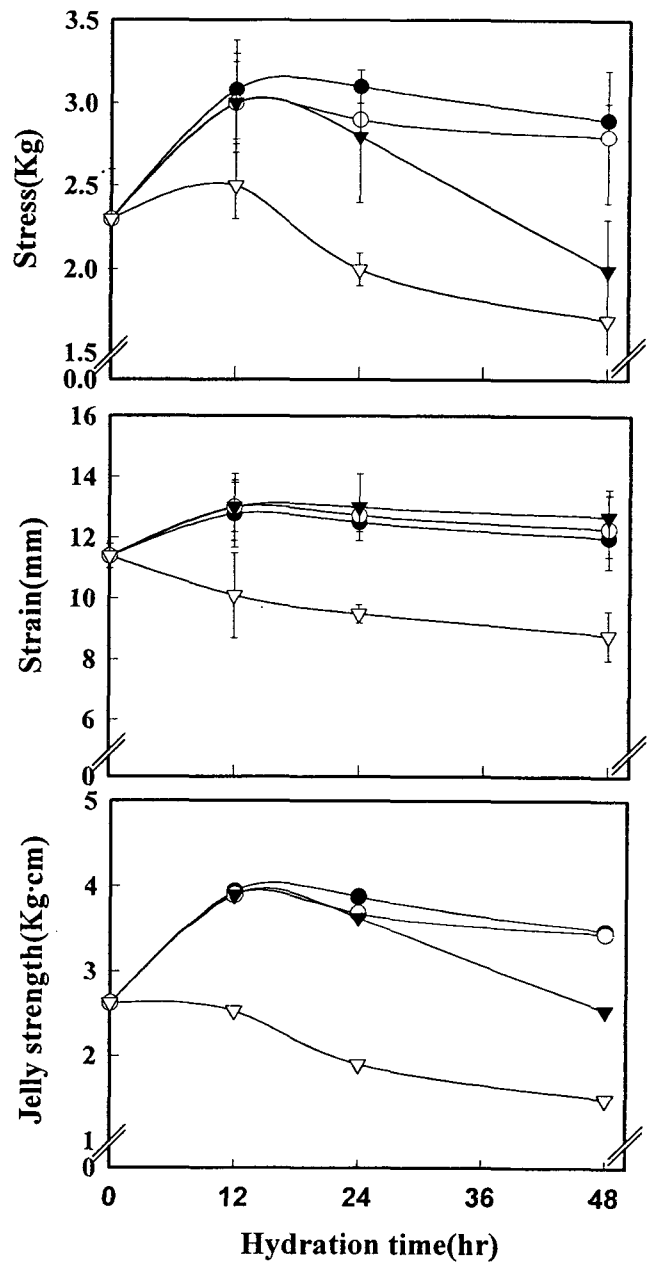


Fig. 4. Effect of hydration time and temperature (—●—, 5°C; —○—, 15°C; —▼—, 25°C; —▽—, 35°C) on gel property of DEW.

침가는 단백질의 자유 응집물의 형성을 고무시켜 수분 결합능을 저하시킨다고 보고하였다 (Hermansson and Luciano, 1982).

수화조건에 따른 겔 형성능

수화조건에 따른 단백질 겔 형성능의 차이 (Fig. 3~4)는 10% 단백질 농도에서 젤리강도 초기 값이 혈장단백이 5 kg·cm로 건조난백보다 2배 정도 강한 겔을 형성함을 확인할 수 있었다. 한편 戶田 (1986)은 10% 동일농도에서 젤리강도는 혈장단백이 500~700 g/cm²으로 건조난백의 300~400 g/cm²보다 1.25~2.33배 정도 높다고 보고하였다. 혈장단백의 5°C에서의 수화는 12, 24시간에서 10% 정도의 젤리강도의 증가를 확인하였다.

15°C 이상의 고온에서 24시간 이상의 수화는 젤리강도를 감소시켰다. 혈장단백은 건조난백과 비교시 변형률에서는 큰 차이가 없었으나, 파괴강도에 있어서는 1.7배 정도 강한 값을 나타내어 유연성은 비슷하나 더 단단하였다.

건조난백은 수화에 따라 35°C 이외의 조건에서 겔이 강화된 것을 확인할 수 있었다. 겔의 강화는 변형율의 증가보다는 경도의 증가에 의하여 나타났다. 단백질 겔은 인력과 척력의 적절한 균형하에서 미세하고 연속적인 구조를 만들 수 있으며, 분자의 크기가 단백질의 기능적인 특성을 지배하는 주요 요소이며, 수화기간동안의 효소적 가수분해에 의하여 분자량이 감소될 수도 있을 뿐만 아니라, 거대한 분자량의 물질은 다른 분자량의 물질로 제공 될 수 있다 (Zhang et al., 1996).

수화에 의한 탁도의 변화

세종류의 식품급 단백질의 수화에 따른 탁도변화 (Table 3)는 각기 다양한 경향을 나타냈으며, 혈장단백은 대조구와 비교하여 수화시간이 길어질수록, 수화온도가 높을수록 탁도가 증가하는 경향을 보인다. 이러한 탁도의 변화는 48시간에 이르러 변화를 보였으며, 25°C와 35°C, 48시간에서 가열에 의하여 오히려 탁도가 감소

Table 3. Turbidity of non-muscle protein at various hydration condition

Samples*	Temp (°C)	Hydration condition														
		control			5°C			15°C			25°C			35°C		
		0hr	12hr	24hr	48hr	12hr	24hr	48hr	12hr	24hr	48hr	12hr	24hr	48hr		
BPP	40	1.20	1.27	1.39	1.16	1.31	1.39	1.03	1.39	1.44	1.30	1.35	1.70	1.65		
	45	1.00	1.10	1.41	1.15	1.27	1.38	1.01	1.34	1.44	1.25	1.32	1.70	1.57		
	50	1.00	1.10	1.41	1.14	1.23	1.37	1.00	1.29	1.43	1.20	1.29	1.70	1.50		
	55	1.00	1.10	1.41	1.13	1.21	1.38	0.97	1.28	1.43	1.18	1.27	1.70	1.45		
	60	1.00	1.10	1.42	1.13	1.19	1.39	0.95	1.27	1.44	1.17	1.26	1.70	1.40		
	65	1.00	1.09	1.43	1.10	1.18	1.41	0.90	1.27	1.48	1.14	1.24	1.75	1.35		
	70	1.00	1.09	1.49	1.07	1.19	1.46	0.87	1.26	1.51	1.11	1.24	1.82	1.28		
	75	1.00	1.08	1.54	1.05	1.19	1.50	0.88	1.29	1.55	1.11	1.24	1.88	1.25		
	80	1.00	1.09	1.56	1.06	1.19	1.55	0.85	1.28	1.59	1.10	1.23	1.90	1.20		
	85	0.90	1.07	1.58	1.07	1.18	1.54	0.83	1.26	1.62	1.05	1.22	1.95	1.16		
90	0.80	1.05	1.60	1.04	1.19	1.57	0.82	1.26	1.62	1.02	1.22	1.96	1.07			
DEW	40	1.11	1.11	1.01	1.17	1.10	1.14	1.14	1.14	1.33	1.30	1.19	1.29	2.94		
	45	1.08	1.08	1.08	1.12	1.08	1.13	1.11	1.10	1.30	1.25	1.16	1.32	2.98		
	50	1.05	1.05	1.06	1.07	1.03	1.12	1.08	1.07	1.27	1.20	1.13	1.34	3.02		
	55	1.01	1.00	1.03	1.04	1.00	1.08	1.04	1.02	1.23	1.20	1.10	1.32	3.10		
	60	0.96	0.96	0.97	1.01	0.97	1.05	1.00	0.97	1.18	1.20	1.05	1.31	3.16		
	65	0.94	0.93	0.93	1.01	0.91	1.01	0.95	0.92	1.18	1.12	0.95	1.28	3.31		
	70	0.90	0.91	0.91	0.94	0.90	0.99	0.92	0.92	1.13	1.02	0.92	1.29	3.35		
	75	0.90	0.88	0.90	0.90	0.87	1.00	0.88	0.89	1.08	0.97	0.85	1.30	3.35		
	80	0.90	0.86	0.91	0.91	0.86	1.00	0.87	0.88	1.07	0.95	0.85	1.36	3.43		
	85	0.89	0.88	0.91	0.91	0.85	1.00	0.86	0.89	1.08	0.94	0.82	1.40	3.43		
90	0.89	0.87	0.90	0.90	0.86	1.00	0.85	0.89	1.06	0.93	0.81	1.42	3.51			
SPI	40	0.78	1.01	1.00	1.04	1.04	1.07	1.05	1.02	1.14	0.86	1.10	1.03	0.85		
	45	0.78	1.00	1.00	1.02	1.03	1.08	1.07	1.03	1.15	0.86	1.11	1.01	0.85		
	50	0.78	0.98	0.99	0.99	1.03	1.09	1.08	1.05	1.15	0.87	1.12	1.00	0.86		
	55	0.78	0.98	0.99	0.98	1.03	1.07	1.08	1.04	1.16	0.86	1.11	0.99	0.86		
	60	0.77	0.98	0.99	0.98	1.03	1.05	1.09	1.04	1.17	0.85	1.10	0.99	0.86		
	65	0.87	0.98	0.99	1.01	1.03	1.06	1.11	1.03	1.19	0.85	1.09	1.02	0.92		
	70	0.89	1.03	0.98	1.04	1.03	1.10	1.18	1.02	1.22	0.83	1.10	1.04	0.92		
	75	0.88	0.96	1.04	1.07	1.06	1.12	1.16	1.09	1.26	0.87	1.11	1.06	0.87		
	80	0.86	0.97	1.04	1.09	1.13	1.18	1.18	1.06	1.25	0.83	1.14	1.08	0.85		
	85	0.90	1.07	1.05	1.12	1.16	1.08	1.27	1.08	1.26	0.88	1.16	1.11	0.96		
90	0.90	1.08	1.07	1.10	1.20	1.05	1.32	1.07	1.26	0.85	1.16	1.08	0.93			

*BPP, bovine plasma protein; DEW, dried egg white; SPI, soy protein isolate

하는 경향을 보여주었다. 이러한 탁도가 가열에 의하여 감소하는 것은 겔 형성능이 감소하는 것과 비슷한 경향을 보여주었다. 건조난백은 대조구와 12시간 처리구에서 가열에 의하여 탁도가 전체적으로 감소하는 경향을 보였으나, 24시간에서 수화온도가 높을수록 탁도가 증가하는 경향을 보였다. 그러나 48시간에서는 35°C 처리구간이 탁도가 급격히 증가하였고, 그 외 다른 구간에서는 거의 변화가 없었다. 35°C에서의 탁도 증가는 건조난백이 변성을 일으켜 많은 응집이 유도되었음을 나타내며 이러한 응집은 보수력이 떨어지는 것과 일치한다. 대두단백은 수화온도가 높을수록 탁도가 증가하다 48시간 35°C와 25°C에서 오히려 탁도가 감소하였다. 탁도의 급격한 증가는 겔 형성능과 보수력을 저하시키는 것으로 판단되었다.

요 약

10%의 단백질농도에서 5, 15, 25, 35°C에서 각각 48시간까지 수화시킨 침가단백질의 겔 형성능을 조사하였을 때 대두단백이 혈장단백, 건조난백과 같은 다른 2가지 침가단백질 사이에는 중요한 차이가 있었으며, 이는 대두단백은 모든 조건에서 겔을 형성하지 못하였고, 수화는 5°C, 12시간 24시간에서 혈장단백의 겔리강도를 10% 정도 상승시켰으며, 건조난백의 경우 5, 15, 25°C에서 12, 24시간에서 60% 정도 겔리강도를 증가시켰다. 이와 같이 겔 형성능이 상승한 경우는 수화가 단백질의 인력과 척력의 적절한 균형을 제공한 것으로 추정되며, 실제 단백질의 겔 형성능을 이용하는 많은 식품이 있고 또한 가공공정이 다양하지만 적절한 수화공정의 추가는 겔 형성능을 상승시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC., 69~74.
- Bryant, C.M. and D.J. McClements. 1998. Molecular basis of protein functionality with special consideration of cold-set gels derived from heatdenatured whey. *Trend in Food Sci. & Tech.*, 9, 143~151.
- 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.
- Ferry, J.D. 1948. Protein gels. *Adv. Protein Chem.*, 4, 1~78.
- 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.
- 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, 73, 5~738.
- Park, J.W. 1994. Functional protein additives in surimi gels. *J. Food Sci.*, 59, 525~527.
- 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.
- 戶田義郎. 1986. 血漿粉末の特性と品質改良制としての利用. *フードケミカル*, 12, 49~55.
- 김영교, 김영주, 김현구, 성삼경, 송철원, 이유방. 1995. 축산식품학, 선진문화사, pp. 356.

2001년 12월 31일 접수

2002년 11월 15일 수리