KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 36, No. 4, pp. 568~573 (2004)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

건조가열이 전분과 콩단백질 혼합물의 호화 및 노화특성과 조직감에 미치는 영향

이기정 · 이수용[1] · 김용노[2] · 박장우 · 심재용*
한경국립대학교 식품생명공학과, [1]퍼듀대학교 식품공학과, [2]서울대학교 생물자원공학부

Effect of Dry Heating on the Pasting/retrogradation and Textural Properties of Starch-soy Protein Mixture

Ki-Jung Lee, Su-Yong Lee[1], Yong-Ro Kim[2], Jang-Woo Park, and Jaeyong Shim*
Department of Food & Biotechnology and Food and Bio-industrial Research Center, Hankyong National University
[1]Department of Food Science, Purdue University
[2]School of Biological Resources and Materials Engineering, Seoul National University

Effects of dry heating and pH on pasting, thermal, and textural properties of corn starch containing soy protein isolate (SPI) were investigated. Samples were prepared by drying corn starch dispersions containing 3% SPI at 40°C (unheated sample) or additionally heating dried mixtures at 130°C (heated sample). Pasting properties of starch samples and textural properties of starch gels were measured using Rapid Visco-Analyzer (RVA) and Texture Analyzer (TA), respectively. Effects of SPI addition and dry heating on retrogradation and microstructure of gel samples were investigated using DSC and SEM, respectively. Pasting viscosity of dry-heated samples was significantly higher than that of unheated samples, and at pH 8 compared to pH 6. Dry-heat treatment decreased fracture stress and strain of starch gels containing SPI. No significant effects of dry-heat treatment and pH were observed on retrogradation of starch gels. Addition of SPI retarded starch retrogradation and modified starch gel properties with increased nutritional value. Dry-heat treatment with SPI could be possible method for starch modification.

Key words: soy protein, corn starch, dry heating, pasting property, texture

서 론

전분은 물과 혼합하여 가열시 점도가 증가하며 냉각 후에는 겔을 형성하는 성질이 있기 때문에 증점제나 분산안정제등과 같은 식품 첨가물로 널리 사용되어진다. 전분을 충분한 수분과 함께 호화온도 이상으로 가열하면 전분입자가 물을 흡수하여 크게 팽윤되어 점성이 증가하고 또한 전분을 이루고 있는 선형고분자인 amylose가 전분입자로부터 빠져나오면서 결국 입자가 파괴된다. 이러한 과정을 호화 또는 알파화라고 하는데 전분의 호화성질은 전분의 종류와 여러 가지 첨가물(당, 염, 단백질 등)에 따라 달라진다(1). 호화를 거친 전분은 냉각 시 용출된 amylose와 전분입자가 서로 결합하여 특유한 3차원적 망상구조를 형성하는데 이는 제빵 시 빵에 특유한 조직감과 겔의 탄성에 영향을 주고 또한 공기와 수분의 함유를 돕는다. 전분이 첨가된 식품을 오래 저장하면 용출된 amylose의 재배열 및 아밀로펙틴의 결정화로 인해 조직감의 변화와 품질의 저하를 가져오게 되는데 이러한 현상을 노화라고 한다. 이를 방지하기 위해 유지, 당류, 유화제, 효소 등을 첨가하거나 hydrocolloide 등을 첨가해 주기도 한다. 또한 조직감의 향상을 위하여 변성전분을 첨가하기도 하는데 가교전분, 에스테르화 전분 또는 에테르화 전분 등이 주로 이용된다.

콩단백질은 영양적 가치 외에도 전분과 마찬가지로 가열처리 시 겔 생성 능력을 가지고 있어 식품에 적당한 조직감을 부여한다. 이러한 겔 생성 능력 및 생성된 겔의 유변학적 특성은 pH, 온도, 염 농도 그리고 첨가제의 종류 등에 의해 달라진다(2,3). 전분과 단백질 혼합물에 대한 연구는 전분과 밀 단백질의 혼합물에 대한 연구(4,5), 전분과 글루텐의 혼합물에 대한 연구(6), 전분과 유청단백질의 혼합물에 대한 연구(7) 등 활발히 진행되어져 왔다. 하지만 이러한 대부분의 연구는 단순혼합 후 여러 가지 요소(pH, 염, 당)를 변화시켜 얻어진 시료의 호화성질이나 유변학적인 특성을 조사한 것들이다. 단순한 혼합과 함께 적절한 처리를 통해 보다 나은 기능성을 부여하고자

*Corresponding author: Jaeyong Shim, Department of Food and Biotechnology, Hankyong National University, 37 Sukjeong dong, Ansung city, Kyonggi-do, Korea
Tel: 82-31-670-5158
Fax: 82-31-677-0990
E-mail: jyshim@hnu.hankyong.ac.kr

하는 연구는 미미한 실정이다.

건조가열이 전분과 검 혼합물의 호화 시 점도변화에 영향을 미친다는 연구 결과가 있다(8). 건조가열시 첨가한 검의 종류나 pH에 따라 호화성질이 변하는데 이는 열처리 시 검이 전분과 가교결합을 하여 copolymer를 만들기 때문인 것으로 생각되었다. 단백질 또한 건조상태에서의 가열을 통해 여러 가지 기능성(거품생성능, 에멀션화능, 겔형성능 등)을 높일 수 있다는 연구도 있다(9,10). 이들에 의하면 건조상태에서의 가열은 단백질의 유연성(flexibility)을 증가시키고 단백질의 안정성(stability)을 감소시켜 단백질의 여러 기능성을 향상시킨다고 보고하였다. 특히 콩단백질은 두가지 단계를 통하여 겔을 형성하는데 가열시 2차원과 3차원적 구조의 상실로 인한 비가역적 변화 상태인 'progel state' 상태가 된다는 보고도 있다(11). 그러므로 가열시 progel state 상태의 단백질과 호화전분과의 결합이 가능하게 되어 전분의 호화성질을 변하게 하거나 노화를 늦추는 가공전분의 제조가 가능할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 pH의 변화는 단백질의 용해성을 변화시키고 3차원적 구조를 변화시켜 전분의 호화특성에 영향을 미칠 것으로 사료된다. Shim과 Mulvaney(7)에 따르면 유청단백질과 전분을 혼합하여 만든 호화전분은 겔 형성 후 저장 시에 pH에 따라 다른 호화억제 효과를 가져온다고 보고한 바 있다.

따라서 본 연구에서는 전분에 콩단백질을 섞어 이를 서로 다른 pH로 맞춘 혼합액을 상온 건조후 130°C로 건조가열시킨 전분의 호화 시 점성 변화와 겔화시의 텍스쳐의 변화 및 저장시 노화의 정도 변화를 측정하여 유용한 가공전분으로의 활용을 알아보려 하였다.

재료 및 방법

재료

전분으로는 Staley사(USA)의 옥수수전분을 이용하였고 콩단백질은 Protein Technology사(USA)의 soy protein isolate(SPI)를 이용하였다.

건조가열 방법

전분과 콩단백질의 혼합물의 건조가열은 임 등(8,12)의 방법을 보완하여 시행하였다. 콩단백질 0.3 g과 9.7 g의 전분을 30 g의 증류수에 현탁시키고 pH를 6과 8로 조정한 후 상온에서 이들이 cake를 형성할때까지 건조하였다. 이들을 40°C에서 3시간 정도 더 건조한 후 분쇄하여 이를 비가열건조시료(unheated sample)라고 하고, 이를 130°C에서 다시 건조가열 시켜 만든 시료를 고온건조가열시료(heated sample)라고 하였다. 이들 시료를 4°C에서 보관하며 실험하였다.

호화 특성 측정

콩단백질의 첨가가 옥수수전분의 온도에 따른 점도변화에 어떤 영향을 미치는가를 알아보기 위해 옥수수전분에 0, 3, 5, 7, 9%의 콩단백질을 혼합한 후 이들 시료 3 g을 25 mL의 증류수에 분산시킨 후 신속 점도 측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Ltd., Australia)를 이용하여 가열시 점도 변화를 측정하였다. 또한 건조가열시켜 만든 시료도 같은 방법으로 호화 시 점도변화를 측정하였다. RVA에서의 온도 변화는 STD1 방법을 이용하였는데 처음 1분간은 50°C로 유지시킨 후 95°C로 12°C/min의 가열속도로 가열한 후 95°C에서 2분 30초간 유지시킨 후 다시 50°C로 12°C/min의 속도로 냉각시켜 2분간 유지시키면서 점도를 측정하는 방법이다. 총 실험 시간은 13분으로 처음 1분간은 960 rpm의 속도로 RVA 패들을 회전시키고 나머지는 160 rpm으로 회전시키면서 점도측정을 하였다. 실험 후 peak viscosity, breakdown viscosity, setback viscosity, 그리고 final viscosity를 계산, 비교하였다.

겔의 강도

여러가지 시료를 RVA를 이용하여 호화시킨 후 냉각시켜 만든 겔 시료의 강도는 Texture Analyzer(TA, TA-XT2)를 이용한 압축파괴실험을 통해 측정하였다. 충분히 냉각시킨 겔을 RVA 캔에서 조심스럽게 분리한 후 두 압축판 사이에 놓고 0.2 mm/sec의 속도로 50%의 변형도까지 압축시키면서 압축 시 파괴되는 시점의 힘과 거리를 측정하였고 압축 시 나타나는 그래프의 기울기를 이용하여 fracture modulus를 비교하였다.

열적 특성 측정

시료의 호화온도 및 호화 엔탈피 그리고 저장 후 노화정도는 differential scanning calorimeter(DSC 2920, TA Instrument, USA)를 사용하여 측정하였다. 시료 5 mg을 DSC pan에 담고 2배의 증류수(w/w)를 가하여 신속히 밀봉한 다음, 상온에서 1시간 방치한 후 10°C/min의 가열속도로 30°C로부터 90°C까지 가열하면서 얻어진 흡열곡선에서 peak temperature를 구하고 endothermic peak의 면적을 계산하여 전분의 엔탈피의 변화(ΔH)를 구하였다. DSC에서 가열되어 호화된 시료를 4°C의 온도에서 7일과 14일간 저장한 후 30°C에서 90°C까지 10°C/min의 속도로 가열하면서 40-60°C 사이에 측정된 endothermic peak의 면적을 계산하여 전분의 노화정도를 측정하였다.

미세구조 관찰

겔시료의 미세구조는 scanning electron micrscopy(SEM, S-3500N, Hitachi, Japan)를 이용하여 관찰하였다. 호화되어 냉각시킨 각각의 겔시료를 서로 다른 농도의 에탄올 용액(50, 70, 90, 100%)에 각각 30분 이상씩 침지시켜 탈수 시킨 후 코팅한 후 3,500배 확대하여 관찰하였다.

결과 및 고찰

콩단백질의 농도에 따른 전분의 호화특성 변화

전분을 충분한 물과 함께 호화 온도 이상으로 가열하면 전분입자는 물을 흡수하여 수십배까지 팽윤되어 이로 인한 부피 증가로 점성이 증가한다. 계속적으로 가열하면 입자는 최대한도까지 팽윤되면서 전분입자내의 선형 고분자인 amylose가 용출되면서 결국 입자는 부서지고 이로 인해 점성이 감소하게 된다. 또한 냉각 시 용출된 amylose 분자들간의 엉킴으로 인해 망상구조를 형성하고 부서진 전분입자가 filler로서 망상구조의 결합을 강화시키면서 점성이 증가하게 된다. 이러한 일련의 점성변화를 통해 전분 입자의 팽윤정도, 팽윤된 입자의 열 및 전단에 의한 안정성, amylose에 의한 망상구조 형성정도 등을 알 수 있다(13). 콩단백질의 함량이 전분의 호화점성변화에 미치는 영향은 Fig. 1에 나타내었다. 전분에 3, 5, 7, 9%의 콩단백질을 섞어 만든 단순혼합시료와 콩단백질을 섞지 않은 전분시료를 비교해 보면 peak viscosity는 거의 차이가 나지 않았으며 혼합시료의 breakdown viscosity, setback viscosity 그리고 final viscosity가 전분시료보다 높게 나타났다. 이는 충분한 물과 함께 가열시 콩단백질의 첨가가 전분입자의 팽윤정도에 크게 영

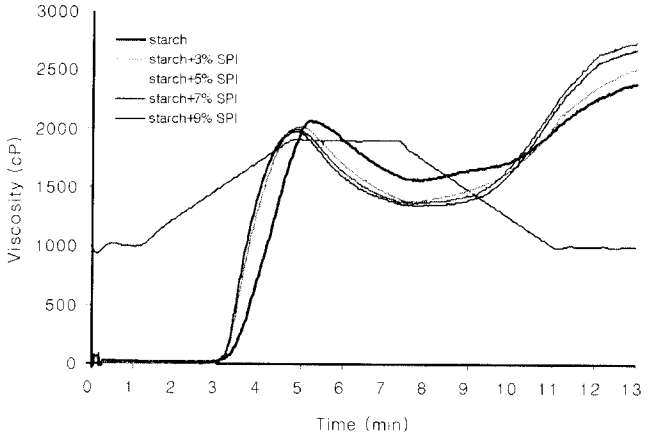

Fig. 1. Effect of soy protein concentration on the pasting properties of starch.

향을 미치지 않지만 전분입자의 전단력(shear force)에 대한 저항성을 약화시키고 또한 amylose에 의한 망상구조 형성에 도움을 준다는 것을 알 수 있다. 또한 3% 이상의 콩단백질 첨가는 호화점도를 크게 변화시키지 않기 때문에 3% 콩단백질의 첨가만으로도 전분의 호화성질을 변화시킬 수 있다고 볼 수 있다. 이러한 실험결과를 토대로 건조가열 시료 제조를 위한 콩단백질 첨가량을 3%로 결정하였다.

건조가열시료의 호화 특성

3%의 콩단백질을 함유한 건조가열 시료의 호화특성은 Table 1에 나타내었다. 전분과 3% 콩단백질을 단순 혼합한 시료도 비교를 위해 이용하였다. 전반적으로 건조가열시켜 만든 시료가 전분시료나 전분과 3% 콩단백질의 단순혼합시료보다 높은 pasting viscosity를 나타내었다. 또한 건조가열 시 높은 온도에서 가열된 시료(heated sample)가 비가열건조 시료(unheated sample)보다 높은 pasting viscosity를 보였으며 pH 8의 시료가 pH 6의 시료보다 높은 pasting viscosity를 보였다. 단순혼합시료와 비교해 볼 때 건조가열된 시료의 pasting viscosity는 유의적으로 증가되었으며 건조가열된 전분시료의 pasing viscosity보다 혼합시료의 pasting viscosity가 증가함을 볼 수 있었다. Peak viscosity와 breakdown viscosity의 경우 pH의 변화보다 건조가열시 온도의 변화에 더 큰 의존성을 보였으며, 이와는 반대로 setback viscosity와 final viscosity는 건조가열의 온도보다 pH의 변화에 더 크게 의존함을 알 수 있었다. Peak viscosity는 가열시 전분입자의 초기 팽윤정도에 의해 결정되고 breakdown viscosity는 팽윤 후 기계적인 충격에 대한 저항성을 나타내므로 건조가열은 전분입자의 수분 흡수력을 증가시킴과 동시에 입자의 팽윤정도를 증가시키며 기계적 충격에 대한 저항성을 감소시킴을 알 수 있다. 이러한 변화는 건조가열의 온도가 높을수록 더 크게 나타났다. 콩단백질은 charged polymer로서 pH의 변화에 따라 그 성질이 변화하지만 전분은 pH의 변화에 크게 영향을 받지 않는다. 따라서 pH의 변화에 의존성이 큰 setback과 final viscosity는 첨가된 콩단백질에 의해 변화됨을 알 수 있다. 전분 입자의 팽윤과 파괴 등의 호화과정을 거친 후 냉각 시 용출된 amylose가 수소결합을 통해 3차원적 망상구조를 형성하고 부서진 전분입자가 filler역할을 하여 망상구조를 강화시킨다. 이러한 일련의 과정을 통해 냉각 시 점도(setback, final viscosity)가 증가한다. 그러므로 첨가된 콩단백질이 망상구조를 더욱 강화시키며, 콩단백질이 결합된 전분입자가 filler로서의 역할을 보다 효과적으로 수행할 수 있음을 추론할 수 있다. 임 등(12)은 waxy maize starch에 sodium alginate나 sodium carboxymethylcellulose (CMC)를 첨가하여 건조가열시킨 시료에서 pasting viscosity의 증가를 보고하였다.

Table 2. Effects of dry-heating and pH on gelatinization properties of corn starch-soy protein mixture

Sample		To (°C)[1]	Tp (°C)[2]	ΔH (J/g)[3]
Starch		65.4	72.4	3.36
Starch+3% SPI		66.4	72.4	2.75
Unheated sample	pH 6	64.7	71.8	2.82
	pH 8	65.1	72.4	2.87
Heated sample	pH 6	62.6	70.3	2.70
	pH 8	63.5	70.7	2.72

[1]Onset temperature.
[2]Max. peak temperature.
[3]Gelatinization enthalpy.

호화온도

콩단백질을 첨가하고 pH를 달리하여 건조 가열시켜 만든 시료의 호화온도 및 엔탈피는 Table 2에 나타내었다. 전분과 단순 혼합 시료의 경우 최대 피크 온도가 72.4°C로 거의 비슷하였으며 엔탈피는 3.36 J/g에서 2.75 J/g으로 감소하였다. 비가열건조 시료의 경우 전분시료보다 pH에 따라 71.8°C와 72.4°C로 조금 낮거나 같은 최대 피크 온도를 보였으며 엔탈피 또한 2.82 J/g과 2.87 J/g으로 감소하였다. 하지만 pH 6와 pH 8간의 차이는 거의 없었다. 반면 높은 온도에서 건조가열시킨 시료는 호화의 최대피크 온도가 pH에 따라 70.3°C(pH 6)와 70.7°C(pH 8)로 유의적으로 감소하였다. 이러한 호화의 촉진은 앞에서 논의

Table 1. Effects of dry-heating and pH on RVA pasting properties of starch and corn starch-soy protein mixture

Sample		Peak viscosity (cP)	Breakdown viscosity (cP)	Setback viscosity (cP)	Final viscosity (cP)
Starch		2,100	550	850	2,400
Starch + 3% SPI		2,000	600	1,100	2,500
	Starch	2,444	484	880	2,840
Unheated sample	pH 6	2,500	800	1,200	2,900
	pH 8	2,600	1,050	1,700	3,250
	Starch	3,002	924	1,061	3,139
Heated sample	pH 6	3,300	1,620	1,270	2,950
	pH 8	3,600	1,750	2,150	4,000

Each value represents the mean of duplicates.

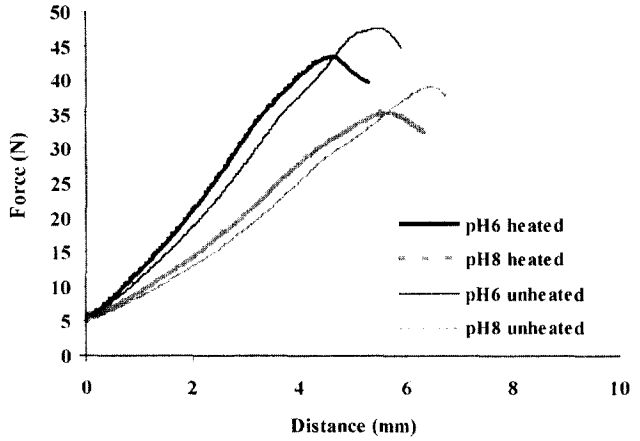

Fig. 2. Effect of dry-heating and pH on the fracture force and distance of corn starch-soy protein mixture.

한 RVA의 peak viscosity의 상승과도 연관이 있을 것이다. 결론적으로 호화온도의 변화는 pH에는 크게 영향을 받지 않으며 건조가열의 온도에 크게 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

겔의 강도

pH를 달리하여 건조가열시킨 시료를 호화시켜 만든 겔의 파괴성질을 결정하기 위해 TA-XT2를 이용하여 큰 변형을 가하면서 측정하였다. Fig. 2는 pH와 건조가열 온도에 따른 힘-거리의 관계를 보여준다. 시료가 압축되면서 변형에 필요한 힘이 압축되는 정도에 따라 선형적으로 증가하다가 결국 겔이 파괴되면서 급격한 힘의 감소를 보인다. 이때 최대지점에서의 fracture force와 distance를 이용하여 시료의 fracture stress와 strain을 계산할 수 있고 그래프의 기울기를 통해 Young's modulus(Modulus of elasticity)를 알 수 있다. pH 6인 겔은 같은 온도로 건조가열시킨 pH 8인 겔보다 높은 파괴강도와 Young's modulus를 나타냈으며 낮은 파괴 strain을 나타내었다. 즉 pH 6에서 더욱 hard하고 elastic 하나 부서지는 성질이 강한 brittle한 겔이 형성됨을 알 수 있었다. 같은 pH의 경우, 건조가열 시료가 비가열 건조 시료에 비해 낮은 파괴강도와 파괴 strain을 나타냈다. 즉 건조가열이 겔을 좀 더 weak하게 만들었음을 알 수 있었다. 전반적으로 겔의 큰 변형성질(large deformation properties)은 건조가열온도보다는 pH의 변화에 더 크게 의존한다는 것을 알 수 있고, pH의 변화에 의존하는 것은 겔 안에 존재하는 콩단백질에 의한 구조변화가 전체구조의 성질을 변화시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 위에서 논의한 바와 같이 건조가열이 콩단백질이 전분입자 표면에 결합하는 정도를 증가시켜 전분들 간의 결합을 약하게 하므로 겔의 형성에서 결합을 약화시켜 파괴강도나 파괴 strain을 감소시켰음을 알 수 있었다.

겔의 노화

전분겔을 오랜 시간 저장한 후 DSC thermogram을 조사해 보면 40-70℃ 부근에서 엔탈피의 변화가 일어나는데 이는 노화과정에서 재결정화된 아밀로펙틴의 용융에 기인한 것이다(14). 그러므로 용융되는 온도 범위에서 나타나는 흡열곡선의 엔탈피의 크기를 측정하여 노화정도를 비교할 수 있다. Table 3은 콩단백질을 첨가하여 건조가열 시켜 만든 전분시료의 1주에서 2주간 저장후의 엔탈피 변화를 보여준다. 순수한 전분의 경우 1주간 저장 시 2.57 J/g에서 2주간 저장 시 2.77 J/g로 엔탈피가 증가하였다. 이는 저장기간이 길어질수록 아밀로펙틴에 의한 재결정의 증가, 즉 노화가 진행됨을 보여준다. 반면 단순히 3%의 콩단백질의 첨가만으로도 1주와 2주간의 저장동안 엔탈피를 각각 12%, 9% 감소시키는 것으로 보아 전분의 노화를 억제할 수 있음을 알 수 있었다. 콩단백질을 첨가하여 건조가열시킨 시료의 경우 전분시료에 비해 대체적으로 낮은 엔탈피를 보였다. pH의 변화에 따른 건조가열 시료간의 차이는 크지 않았으며 비가열건조 시료보다 높은 온도에서 건조가열시킨 시료가 조금 낮은 엔탈피를 보이는데 콩단백질의 첨가뿐만 아니라 건조가열시 높은 온도를 유지시켜줌으로서 콩단백질이 전분과 작용하여 호화후의 아밀로펙틴의 재결정을 방해함을 추론해 볼 수 있다. 결론적으로 콩단백질의 첨가뿐만 아니라 건조가열이 전분의 노화억제에 효과가 있음을 알 수 있었다.

Table 3. Effects of dry-heating and pH on retrogradation of corn starch-soy protein mixture

Sample		ΔH (J/g)[1]	
		1 week storage	2 week storage
Starch		2.57	2.77
Starch+3% SPI		2.26	2.52
Unheated sample	pH 6	2.34	2.65
	pH 8	2.40	2.69
Heated sample	pH 6	2.28	2.57
	pH 8	2.27	2.45

[1]Enthalpy of endotherm.

미세구조

전분시료, 3% 콩단백질 첨가시료 및 건조가열시킨 시료를 각각 RVA를 이용하여 호화시킨 다음 냉각하여 겔을 만든 후 탈수한 시료들의 미세표면구조를 SEM을 이용하여 관찰한 결과는 Fig. 3와 같다. 전분 겔의 경우 전분입자들과 부서진 입자들이 촘촘히 배열되어 있고 그 사이로 용출된 amylose로 생각되는 망상구조에 의해 연결되어 있는 구조를 보인다(Fig. 3 (a)). 이는 전분 겔의 전형적인 미세표면구조로 RVA에서 이루어진 호화과정은 가열온도(95℃)나 기계적인 shear의 크기(160 rpm)로 미뤄볼 때 모든 전분입자가 파괴되지는 않았으며 amylose의 용출 또한 충분치 않음을 알 수 있다. 전분에 3%의 콩단백질을 섞어 만든 겔의 미세표면구조는 전분의 미세구조와 비슷하지만 전분입자표면과 망상구조 곳곳에 콩단백질로 보이는 물질이 존재하고 있다(Fig.3 (b)). 전분과 콩단백질의 혼합물을 건조가열시킨 시료로 만든 겔의 표면미세구조는 pH와 건조가열 여부에 따라 각각 Fig. 3의 (c)-(f)와 같다. 건조가열시킨 시료는 전분시료에 비해 전분입자의 형태가 많이 없어지고 연결된 망상구조의 조직이 좀더 두껍고 치밀해졌음을 볼 수 있었다. pH 8인 시료의 경우 건조가열온도에 따른 구조 변화는 크지 않았지만 pH 6인 시료의 경우 건조가열 온도에 따라 구조의 변화가 생겼다. 비가열건조 시료의 경우 좀더 치밀하고 서로 뭉친 구조를 보였고 고온 건조가열의 경우 보다 엉성한 망상구조형태를 보였다. 이러한 미세구조의 차이는 큰 변형을 이용한 조직감의 차이를 보여주는데 앞서 실험에서 가장 높은 파괴강도와 파괴 strain을 보인 비가열건조 시킨 pH 6인 시료는 다른 시료의 미세구조에 비해 치밀하고 닫혀진 구조를 보였다(Fig 3(f)). 결과적으로 pH뿐만 아니라 건조가열 온도의 변화는 호화를 거쳐 겔을 형성할 때 filler 역할을 하는 전분입자의 배

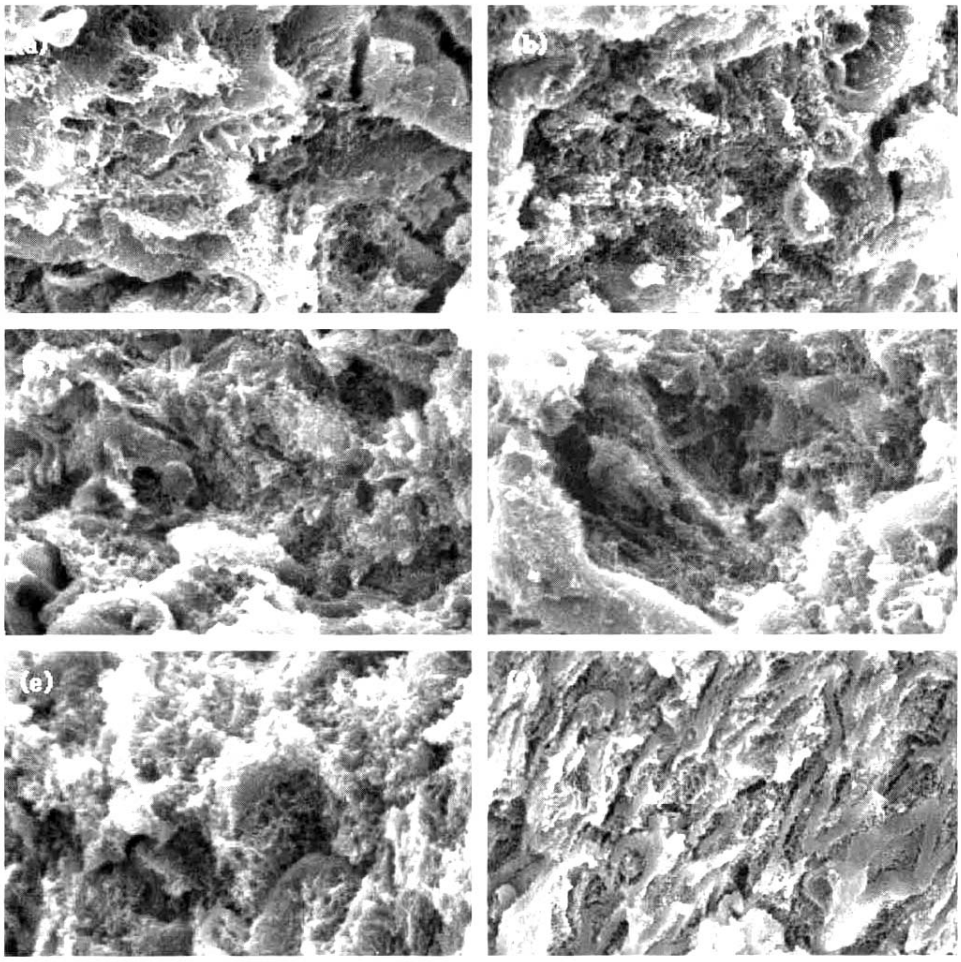

Fig 3. Microstructure of starch and dry-heated starch samples with 3% soy protein: (a) starch, (b) starch+3% soy protein, (c) pH 8 heated, (d) pH 6 heated, (e) pH 8 unheated, and (f) pH 6 unheated.

열형태와 부서짐 정도와 망상구조를 형성하는 amylose와 콩단백질의 network의 형태를 변화시켜주어 겔의 미세구조 변화와 겔의 조직감에도 크게 영향을 미침을 알 수 있었다.

요 약

3%의 콩단백질을 첨가한 옥수수전분 용액을 건조가열 시켜 만든 시료의 호화특성, 겔의 조직감 및 노화특성에 대해 연구하였다. 건조가열로 만들어진 시료의 경우, 단순 혼합 시료보다 낮은 pasting 온도와 높은 RVA 점도들을 보였으며 유의적으로 낮은 호화엔탈피를 보였다. 높은 온도에서 가열 건조한 시료(heated sample)의 경우, 낮은 온도에서 건조가열한 시료(unheated sample)보다 pasting 온도가 낮았으며 peak viscosity, breakdown viscosity가 유의적으로 높았다. 또한 pH가 증가할수록 보다 높은 점도 profile을 보였다. 가열 건조한 시료는 낮은 파괴강도 및 파괴 strain을 보였으며 pH가 높을수록 elastic modulus와 파괴강도는 감소하고 파괴 strain은 증가하였다. 콩단백질의 첨가와 더불어 건조가열은 전분의 노화방지에 도움을 주며 겔의 미세구조를 변화시켜 겔의 조직감을 변화시켰다. 전분의 호화 및 노화특성과 겔의 조직감을 콩단백질의 첨가와 더불어 건조가열과 pH 조절을 이용하여 변화시킬 수 있었으며, 이는 전분의 호화온도와 단백질의 변성온도 이하의 온도에서 건조 후 고온 건조가열을 통해 전분-단백질의 구조적 변성과 결합을 유도하여 새로운 기능성 전분을 만들 수 있는 가능성을 보여준다.

감사의 글

본 연구는 국립한경대학교 2002년 자체학술연구조성비의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Wootton M, Bamunuarachchi A. Effect of sucrose and sodium chloride on starch gelatinization. Starch 32: 126-129 (1980)
2. Nagano T, Mori H. Nishinari K. Rheological properties and conformational states of β-conglycinin gels at acidic pH. Biopolymers 34: 293-298 (1994)
3. Renkema JMS, Gruppen H. Vliet T. The influence of pH and ionic strength on heat-induced formation and rheological properties of soy protein gels in relation to denaturation and their protein composition. J. Agric. Food Chem. 50: 1569-1573 (2002)
4. Dahle LK. Wheat protein-starch interaction. I. Some starch binding effect of wheat flour. Cereal Chem. 48: 706-715 (1971)
5. Eliasson AC, Tjerneld E. Adsorption of wheat proteins on wheat starch granules. Cereal Chem. 67: 366-372 (1990)
6. Eliasson AC. Differential scanning calorimetry studies on wheat

starch-gluten mixture. J. Cereal Sci. 30: 199-205 (1983)
7. Shim J, Mulvaney SJ. Effect of heating temperature, pH, concentration and starch/whey protein ratio on the viscoelastic properties of corn starch/whey protein mixed gels. J. Sci. Food Agric. 81: 706-717 (2001)
8. Lim ST, Han JA, Lim HS, BeMiller JN. Modification of starch by dry heating with ionic gums. Cereal Chem. 79: 601-606 (2002)
9. Kato A, Ibrahim HR, Watanabe H, Honma K, Kobayashi K. New approach to improve the gelling and surface functional properties of dried egg white by heating in dry state. J. Agric. Food. Chem. 37: 433-437 (1989)
10. Kato A, Ibrahim HR, Watanabe H, Honma K, Kobayashi K. Structural and gelling properties of dry-heating egg white protein. J. Agric. Food. Chem. 38: 32-37 (1990)
11. Chronakis IS. Network formation and viscoelastic properties of commercial soy protein dispersions: effect of heat treatment, pH and calcium ions. Food Res. Intern. 29: 123-134 (1996)
12. Lim HS, BeMiller JN, Lim ST. Effect of dry heating with ionic gums at controlled pH on starch paste viscosity. Cereal Chem. 80: 198-202 (2002)
13. Baek MH, Shin MS. Effect of water activity on the physiochemical properties of sweet potato starch during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 532-536 (1995)
14. Kweon MR, Shin MS. Comparison of emzyme resistant starches formed during heat-moisture treatment and retrogradation of high amylose corn starches. Agric. Chem. Biotechnol. 40: 508-513 (1997)

(2004년 2월 17일 접수; 2004년 6월 14일 채택)