

젤라틴, 분리대두단백 첨가가 녹두전분의 겔특성에 미치는 영향

최은정 · 오명숙*
가톨릭대학교 식품영양학과

Gelling Characteristics of Mung Bean Starch Supplemented with Gelatin and Isolated Soy Protein

Eun Jung Choi, Myung Suk Oh*

Department of Food and Nutrition, The Catholic University of Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the physicochemical properties of mung bean starch and the quality characteristics of mung bean starch gels supplemented with gelatin and isolated soy protein (0, 2, 5%) during storage at 5°C for 0, 24, 48, and 72 hours. The swelling power of mung bean starch supplemented with gelatin did not significantly change, whereas those supplemented with isolated soy protein (ISP) significantly increased. The solubility of mung bean starch supplemented with gelatin and ISP, however, significantly increased with increasing concentration. In addition, the soluble amylose and soluble carbohydrate of mung bean starch supplemented with gelatin and ISP significantly decreased with increasing concentration. In terms of pasting properties measured by the Rapid Visco Analyzer (RVA), the pasting temperature of mung bean starch supplemented with gelatin and ISP was not significantly different, whereas peak viscosity, minimum viscosity, final viscosity, breakdown, and consistency decreased. DSC thermograms showed that the onset temperature of mung bean starch supplemented with gelatin and ISP did not significantly change, whereas the enthalpy increased with the addition of 5% ISP. The lightness (L) and redness (a) of mung bean starch gels supplemented with gelatin, ISP, and without additives increased during cold storage, whereas the yellowness (b) decreased. The addition of gelatin and ISP suppressed changes in L, a and b of mung bean starch gel during cold storage. Synereses of mung bean starch gel supplemented with gelatin and ISP was lower than that without additives, with the addition of gelatin suppressing synereses more than ISP. The addition of gelatin and ISP also suppressed increases in hardness, chewiness, and gumminess of mung bean starch gels during cold storage. In the sensory evaluation, the addition of gelatin and ISP suppressed increases in hardness and brittleness of mung bean starch gels during cold storage. The addition of 2%, 5% gelatin and 2% ISP also suppressed a decrease in the overall acceptability of mung bean starch gels during 24-48 hr cold storage. Thus, the addition of 2-5% gelatin and 2% ISP to mung bean starch is appropriate for suppressing the quality deterioration of 24-48 hr cold-stored mung bean starch gels.

Key Words: Mung bean starch, gel, supplemented, gelatin, isolated soy protein

1. 서 론

녹두전분겔은 풍미가 부드럽고 탄력성이 높으며, 투명한 외관으로 기호도가 높아 예로부터 묵, 과편 등으로 이용되어 왔으며, 우리나라 전통식품중 세계화 가능성이 높은 식품이다(Shin 2008). 그러나 전분식품의 특성상 시간이 경과하면 노화가 일어나게 되고, 그 결과 겔이 푸석푸석해지고 백탁이 일어나 품질이 열화하게 되어 기호도가 떨어지게 된다(Choi 2002), 전분겔의 품질특성을 개선하는 방법에는 여러 가지가 있다. 산화 등 다양한 방법으로 전분의 구조를 변화시키는

경우도 있고(Han & Park 2003), 전분겔의 품질특성에 영향을 미칠수 있는 첨가물을 첨가하는 방법도 있다. 녹두전분겔은 유지첨가로 텍스처, 저장성 등 겔의 품질특성이 향상되었으며(Joo & Chun 1991; Joo & Chun 1992; Choi & Oh 2004; Choi & Oh 2011), 친수성다당류중 로커스트빈검첨가 시 녹두전분겔의 품질특성이 향상되었다(Choi & Oh 2009).

유지, 다당류 외에 전분겔의 품질에 영향을 미치는 물질로 단백질이 전분겔의 품질특성에 미치는 영향에 대한 연구는 다음과 같다. Lee & Shin(1995)은 탈지옥수수전분과 녹두전분의 혼합겔에 조직콩단백을 첨가하였을때 24시간 저장시에

*Corresponding author: Myung Suk Oh, The Catholic University of Korea, 43 Jibong-ro, Wonmi-gu, Bucheon-si, Gyeonggi-do. 420-743, Korea
Tel: +82-2-2164-4315 Fax: +82-2-2164-6583 E-mail: omsfn@catholic.ac.kr

는 조직감에 별 영향이 없었으나 72시간 저장시에는 탄력성, 점성, 씹힘성이 증가하였다고 보고하였고, Inaba 등(1989)은 감자, 고구마, 옥수수 등 8가지 종류의 전분에 카제인나트륨과 젤라틴을 첨가하였을 때 경도가 감소하는 경향이 나타났으며 응집성, 부착성은 전분과 단백질의 조합에 따라 다양한 결과를 나타내었다고 하였다. Han & Park(2003)은 옥수수전분과 산화옥수수전분에 분리대두단백질과 카제인나트륨을 첨가하였을 때 전분페이스트의 점조도가 떨어졌으며, 저장탄성률과 소실탄성률도 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다. Ribotta 등(2007)은 밀전분에 분리대두단백을 첨가하였을 때 전분호화액의 점도는 증가하였고 호화온도는 감소하였으며, 전분겔의 경도는 겔구조가 약화되어 저하하였다고 보고하였다. 이상 보고된 바와 같이 단백질첨가가 전분의 호화양상과 겔특성에 영향을 미치는 것을 알 수 있으나 녹두전분의 호화특성과 겔특성에 미치는 영향을 조사한 연구는 거의 보고되어 있지 않다.

이에 본 연구에서는 녹두전분에 젤라틴, 분리대두단백을 첨가하여 팽윤력과 용해도, 가용성 탄수화물과 가용성 아밀로오스 함량, Rapid Visco Analyzer(RVA)에 의한 점도특성, 시차주사열량기(DSC)에 의한 열적특성을 조사하여 젤라틴, 분리대두단백 등의 단백질첨가가 녹두전분의 이화학적 성질에 미치는 영향을 조사하고, 녹두전분겔을 제조하여 저온저장(5°C)중의 색도, 이수율, 텍스처, 관능특성 등을 조사하여 녹두전분의 겔특성을 증진하기 위한 기초자료로 사용하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 전분의 제조

녹두는 전라남도 농촌진흥원에서 구입한 금성녹두(나주산)를 사용하여, 알칼리 침지법으로 전분을 분리(Wilson 등 1978)하고, 실온에서 통풍 건조하여 100 mesh 표준망체를 통과시킨 후 데시케이터에 보관하면서 사용하였다. 첨가 단백질은 젤라틴(Gelatin Type B: From Bovine Skin, EC No 232-554-6, Sigma, USA), 분리대두단백(광일식품)을 사용하였다.

2. 젤라틴, 분리대두단백 첨가가 녹두전분의 이화학적 특성에 미치는 영향

1) 팽윤력과 용해도

팽윤력과 용해도는 Schoch(1964)의 방법에 따라 측정하였다. 무첨가 및 전분의 2, 5%의 젤라틴, 분리대두단백을 첨가한 0.5 g의 녹두전분을 30 mL 증류수에 분산시킨 후 90°C 항온수조에서 20분간 100 rpm으로 흔들어주면서 가열한 후 2000×g에서 30분간 원심분리하였다. 상정액은 미리 무게를 재어 놓은 용기에 담아 105°C 오븐에서 항량이 될 때까지 건조시켜 용해도를 구하였고, 상정액 중 침전물의 무게로부터

터 팽윤도를 구하였다.

$$\text{용해도}(\%) = \frac{\text{상정액에서 증발되고 남은 시료의 무게}(g)}{\text{시료의 무게}(g)} \times 100$$

$$\text{팽윤력} = \frac{\text{침전된 시료의 무게}(g)}{\text{시료의 무게}(g, \text{건량기준}) \times (100 - \text{용해도}(\%))} \times 100$$

2) 가용성 탄수화물과 가용성 아밀로오스의 함량

가용성 탄수화물의 함량은 페놀황산법(Dubois 등 1956)으로 가용성 아밀로오스 함량은 Williams 등의 방법(1970)으로 측정하였다. 가용성 탄수화물과 가용성 아밀로오스의 함량은 무첨가 및 전분의 2, 5%의 젤라틴, 분리대두단백을 첨가한 2% 녹두전분 현탁액 30 mL를 원심관에 넣고 90°C 항온수조에서 20분간 100 rpm으로 흔들어주면서 가열한 후 ice bath에서 급속 냉각시켰다. 냉각된 전분호화액을 2000×g에서 20분간 원심분리하여 상정액을 여과지(Whatman No. 42)로 여과시킨 후 시료액으로 사용하였다.

3) Rapid Visco Analyzer에 의한 점도특성

무첨가 및 전분의 2, 5%의 젤라틴, 분리대두단백을 첨가한 7% 녹두전분현탁액의 점도특성은 RVA(Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific, RVA-3D+, Australia)를 이용하여 측정하였다. 측정 온도는 1분간 50°C를 유지하고, 95°C까지 12°C/min의 속도로 온도를 상승시킨 후 2분 30초 동안 95°C를 유지, 12°C/min의 속도로 50°C까지 온도를 하강시킨 후 50°C에서 2분간 유지하여 점도 곡선을 얻었다. 얻어진 점도 곡선으로부터 최고점도(peak viscosity, P), 최저점도(trough viscosity, 95°C에서 2분 30초간 유지시킨 후의 점도, T), 최종점도(final viscosity, F)를 측정하고 이들 측정값으로부터 breakdown(P-T), consistency(F-T), setback(F-P) 값을 계산하였다.

4) 시차주사열량기(DSC)를 이용한 열적 특성

무첨가 및 전분의 2, 5%의 젤라틴, 분리대두단백을 첨가한 녹두전분시료를 전분과 물이 1:2가 되도록 15 mg 알루미늄 냄펜에 넣고 밀봉하여 1시간 방치한 후 시차주사열량기(Netzsch DSC 200PC, Germany)를 사용하여 20°C부터 130°C까지 5°C/min의 속도로 가열하여 흡열 곡선을 얻었다. 얻어진 흡열곡선으로부터 초기 온도(T₀), 피크온도(T_p), 종결 온도(T_c)와 엔탈피(ΔH)를 구하였다. Reference로는 empty pan을 사용하였고, 기기의 보정은 용융온도를 알고 있는 인디움(In)을 사용하였다.

3. 젤라틴, 분리대두단백 첨가가 저온저장 녹두전분겔의 겔특성에 미치는 영향

1) 전분겔의 제조

색도, 이수율 및 텍스처 측정에 사용한 전분겔은 다음과

같이 제조하였다(Choi & Oh 2011). 무첨가 및 전분의 2, 5%의 젤라틴, 분리대두단백을 첨가한 7% 녹두전분 현탁액 30 mL를 원심분리관(Oak ridge centrifuge tube with sealing cap, PC, Nalge Company, USA)에 넣고, 실온(25°C)에서 1 시간 동안 흔들면서 혼합하였다. 혼합한 전분현탁액을 90°C 항온수조에서 20분간 100 rpm으로 흔들면서 가열한 다음, 원통형 유리 용기(20 mm×20 mm)에 주입하고 유리판으로 덮은 후 실온(25°C)에서 1시간동안 두어 성형하였다. 관능검사용 겔은 위와 같은 방법으로 제조한 전분현탁액 120 mL를 직사각형 내열성플라스틱(10.5×7.5×11 cm)에 넣고 90°C 항온수조에서 20분간 100 rpm으로 흔들면서 가열한 후 용기째 실온에서 1시간동안 두어 성형하였다. 각 실험에는 제조직후의 전분겔과 제조후 5°C에서 24, 48, 72시간 저장한 전분겔을 시료로 사용하였다.

2) 전분겔의 색도

겔의 표면 색도는 색차계(Tokyo Denshoku Digital Color Meter TC-3600, Japan)를 이용하여 L, a, b 값을 측정하였다.

3) 전분겔의 이수율

Nagasaka & Taneya(1996)의 방법을 이용하여 이수율을 측정하였다. 염류포화용액(NaNO₃)으로 상대습도를 65%로 조정된 데시케이터에 6 mesh 망을 설치하고 시료전분겔을 망위에 놓은후 5°C에서 24, 48, 72시간 저장하면서 이수율을 구하였다.

$$\text{이수율} = \frac{\text{분리된 액체량(g)}}{\text{시료전분겔의 무게(g)}} \times 100$$

4) 전분겔의 텍스처

전분겔의 텍스처는 Texture Analyzer(TX-XT2, Sable Micro Systmes, England)를 사용하여 Texture Profile Analysis (TPA) 특성을 측정하였다. 측정조건은 measuring type: two bite compression, deformation ratio: 50%, plunger type (lucite): cylindrical type φ 50 mm, sample size: 20 mm×20 mm, probe speed: 1.5 mm/s 로 하였다.

5) 관능검사

관능검사는 겔 특성에 대하여 사전 훈련된 식품영양학과

학부 및 대학원생 12명으로 실시하였다(Choi & Oh 2009). 관능검사의원은 훈련은 시료겔과 겔의 텍스처 특성치를 설명한 설명지를 함께 주어 겔의 텍스처 특성을 숙지하도록 하였으며, 실제의 검사에서는 설명지와 함께 제조직후의 무첨가겔을 기준시료로 제공하였다. 시료겔의 평가항목은 외관의 투명도(clarity)와 입안에서 씹을 때의 느낌으로 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 부서짐성(brittleness), 경도(hardness), 매끄러움성(smoothness)을 평가하게 하였으며, 마지막으로 전반적인 바람직성(overall acceptability)을 평가하도록 하였다. 시료겔의 평가는 7 point category scale에 특성강도를 표시하게 하였으며, 오른쪽 끝으로 갈수록 특성강도가 강한 것을 나타내었다. 시료의 제시 기준시료외에 4개의 시료를 무작위로제공하였으며 1.5×1.5×1.5 cm 크기의 겔을 흰색 용기에 담아 제공하였다. 이때 한 개의 시료의 평가가 끝나면 물로 입안을 헹구게 하고 1-2분 후 다음 시료를 평가하게 하였다.

4. 통계분석

실험을 통해 얻은 자료들은 SAS(SAS 9.1. Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석 및 Duncan의 다범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 시료간의 유의차를 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 젤라틴, 분리대두단백 첨가가 녹두전분의 이화학적 특성에 미치는 영향

1) 팽윤력과 용해도

젤라틴과 분리대두단백(isolated soy protein, ISP) 첨가에 따른 녹두전분의 팽윤력, 용해도를 <Table 1>에 나타내었다. 젤라틴 첨가군의 팽윤력은 무첨가군과 유의적 차이가 없으나, ISP 첨가군은 유의하게 증가하였다. 용해도는 무첨가군에 비해 젤라틴과 ISP 첨가군 모두 유의하게 증가하였고, 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다. Choi 등(2006)은 가교화 전분의 팽윤력과 용해도는 가교화가 증가할수록 전분입자내의 결합이 견고해짐으로써 팽윤력과 용해도는 낮아진다고 하였고, Kim 등(1997)은 동부암금의 팽윤력과 용해도는 단백질 함량이 높을수록 낮다고 하였는데, 본 연구에서는 녹두전분의 팽윤력, 용해도가 단백질 첨가에 의해 증가하여 첨가된 단백질이 전분과 결합체를 만들지 않고 단순히 용

<Table 1> Swelling power and solubility of mung bean starch with different gelatin and ISP levels

Mean±SD

	No addition	2% gelatin	5% gelatin	2% ISP ¹⁾	5% ISP	F-value
Swelling power	18.65±0.33 ^{2b)}	18.91±0.17 ^{b)}	18.53±0.38 ^{b)}	19.88±0.09 ^{a)}	19.59±0.32 ^{a)}	13.41***
Solubility (%)	18.61±0.27 ^{c)}	20.53±0.44 ^{b)}	23.63±0.20 ^{a)}	20.59±0.29 ^{b)}	23.57±0.05 ^{a)}	214.57***

¹⁾ISP: Isolated soy protein

²⁾Means of 3 replicates.

^{a-c)}Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

***Significant at p<0.001.

<Table 2> Contents of soluble carbohydrates and soluble amylose of mung bean starch with different gelatin and ISP levels

	No addition	2% gelatin	5% gelatin	2% ISP ¹⁾	5% ISP	F-value
Soluble amylose (mg/mL)	1.83±0.01 ^{2)a}	1.67±0.04 ^b	1.64±0.00 ^b	1.66±0.02 ^b	1.19±0.02 ^c	349.37***
Soluble carbohydrates (mg/mL)	7.64±0.13 ^a	6.86±0.19 ^b	6.77±0.10 ^b	6.94±0.12 ^b	6.20±0.63 ^c	8.20**

¹⁾ISP: Isolated soy protein

²⁾Means of 3 replicates.

^{a-c}Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

** , ***Significant at p<0.01 and p<0.001, respectively.

<Table 3> RVA characteristics of mung bean starch with different gelatin and ISP levels

	No addition	2% gelatin	5% gelatin	2% ISP ¹⁾	5% ISP	F-value
Pasting temp. (°C)	74.77±0.19 ²⁾	74.90±0.07	74.90±0.14	74.88±0.11	75.15±0.21	1.81
Peak Viscosity	174.3±0.58 ^a	152.5±0.71 ^d	132.0±1.41 ^c	162.5±0.71 ^b	156.50±0.71 ^c	810.73***
Minimum Viscosity	150.3±2.08 ^a	142.0±0.00 ^c	128.0±1.41 ^d	146.0±0.00 ^b	139.50±0.71 ^c	86.62***
Final Viscosity	284.0±1.00 ^a	266.5±2.12 ^b	238.5±0.71 ^c	278.5±2.12 ^a	262.50±4.95 ^b	116.36***
Break down	24.00±2.65 ^a	10.50±0.71 ^c	4.00±0.00 ^d	16.50±0.71 ^b	17.00±0.00 ^b	53.72***
Set back	109.7±1.53 ^{ab}	114.0±2.83 ^a	106.5±0.71 ^b	116.0±1.41 ^a	106.00±5.66 ^b	5.07*
Consistency	133.7±1.15 ^a	124.5±2.12 ^b	110.5±0.71 ^c	132.5±2.12 ^a	123.00±5.66 ^b	25.89***

¹⁾ISP: Isolated soy protein

²⁾Means of 3 replicates

^{a-d}Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

*, ***Significant at p<0.05 and p<0.001, respectively.

해되어 포함되어있는 것으로 보인다.

3) 가용성 탄수화물과 가용성 아밀로오스의 함량

젤라틴과 분리대두단백(ISP) 첨가에 따른 녹두전분 현탁액의 가용성 아밀로오스와 가용성 탄수화물의 함량을 <Table 2>에 나타내었다. 가용성 아밀로오스와 가용성 탄수화물은 젤라틴과 ISP의 첨가에 의해 유의하게 감소하였으며, ISP의 경우 첨가량이 증가할수록 더 많이 감소하여 젤라틴과 ISP 등 단백질이 탄수화물과 아밀로오스의 용출을 방해하는 것으로 나타났다. 가용성 아밀로오스는 냉각시 회합체를 형성하여 노화와 관련이 깊은데(Choi & Oh 2011), 젤라틴과 ISP 첨가에 의해 가용성 아밀로오스 함량이 감소한 것은 젤라틴과 ISP의 노화억제 가능성을 나타낸 것으로 생각된다.

4) RVA에 의한 녹두전분 현탁액의 점도 특성 변화

젤라틴, 분리대두단백(ISP) 첨가에 따른 녹두전분 현탁액의 RVA 특성치의 변화는 <Table 3>에 나타내었다. 젤라틴과 ISP 모두 호화개시온도에는 영향을 주지 않았지만, 최고 점도, 최저점도, 최종점도, breakdown, consistency는 무첨가군에 비해 대부분의 경우 유의적으로 저하하였다. 젤라틴과 ISP 첨가군의 RVA점도치가 무첨가군보다 감소한 것은 <Table 2>에 나타난 젤라틴과 ISP 첨가에 따른 가용성 아밀로오스 함량의 감소 때문으로 생각되며, 점도치의 감소는 젤라틴 첨가군이 ISP첨가군보다 더 크게 나타났다. ISP 첨가군의 가용성 아밀로오스 함량이 젤라틴 첨가군에 비해 같거나

작음에도 불구하고 ISP 첨가군의 점도치가 젤라틴 첨가군보다 큰 것은 <Table 1>에 나타난 팽윤력이 ISP 첨가군이 젤라틴첨가군보다 큰 영향때문으로 생각된다. Lee 등(2004)은 옥수수전분에 콩단백질을 3, 5, 7, 9% 첨가하였을 때 최고점도는 거의 차이가 없었으나 최종점도, breakdown, setback은 무첨가군보다 높다고 하여 본 연구결과와는 차이가 있었는데, Han & Park(2003)은 옥수수전분에 1% 분리대두단백을 첨가하였을 때 호화액의 점조도지수가 감소하였다고 하여 본 연구와 같은 결과를 나타내었다.

5) 시차주사열량기를 이용한 열적 특성

젤라틴과 분리대두단백(ISP)의 첨가에 따른 녹두전분 현탁액의 DSC 특성치를 <Table 4>에 나타내었다. 호화개시온도는 무첨가군, 젤라틴, ISP 첨가군 에서 유의차를 나타내지 않아, RVA의 호화개시온도 결과와 일치하였다. 젤라틴 첨가군과 ISP 2% 첨가군의 피크온도와 최종온도는 무첨가군과 유의차가 없었으나, ISP 5% 첨가군의 피크온도와 최종온도는 무첨가군에 비해 증가하였고, 흡열 엔탈피도 유의차는 없으나 ISP 5% 첨가군이 가장 높아 ISP는 5% 농도에서 전분의 호화를 지연시키는 것으로 생각되었다.

2. 젤라틴, 분리대두단백 첨가가 저온저장 녹두전분겔의 겔특성에 미치는 영향

1) 전분겔의 색도

젤라틴과 ISP의 첨가에 따른 녹두전분겔의 저장에 따른 색

<Table 4> DSC characteristics of mung bean starch with different gelatin and ISP levels

Mean±SD

DSC	No addition	2% gelatin	5% gelatin	2% ISP ¹⁾	5% ISP	F-value
To	65.3±0.14 ²⁾	65.40±0.17	65.57±0.55	65.00±0.10	65.33±0.06	1.61
Tp	70.05±0.07 ^b	70.03±0.15 ^b	70.17±0.12 ^b	69.93±0.15 ^b	70.50±0.10 ^a	8.83**
Tc	74.7±0.14 ^b	74.47±0.32 ^b	74.87±0.15 ^b	74.33±0.23 ^b	75.50±0.36 ^a	8.73**
ΔH	4.43±0.16	4.44±0.22	4.80±0.04	4.69±0.19	4.94±0.48	1.83

To: Onset temperature, Tp: Peak temperature, Tc: Conclusion temperature, ΔH: Enthalpy of endotherm

¹⁾ISP : Isolated soy protein

²⁾Means of 3 replicates.

^{a-b}Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

**Significant at p<0.01.

<Table 5> Color value of mungbean starch gels with different gelatin and ISP levels stored at 5°C

Mean±SD

Characteristics	Storage time (hr)				F-value	
	0	24	48	72		
L	No addition	25.84±0.94 ^{1)cC}	47.37±0.35 ^{ab}	50.80±0.18 ^{aA}	50.75±0.39 ^{aA}	2213.73***
	2% gelatin	26.17±0.56 ^{cd}	46.58±0.53 ^{bc}	49.43±0.12 ^{bcB}	50.74±0.09 ^{aA}	3871.21***
	5% gelatin	28.84±0.25 ^{ad}	45.40±0.36 ^{cC}	48.90±0.18 ^{dB}	50.17±0.34 ^{bA}	6064.76***
	2% ISP	28.1±0.50 ^{abD}	45.70±0.26 ^{bc}	49.33±0.29 ^{CB}	50.83±0.21 ^{aA}	3593.60***
	5% ISP	27.79±0.58 ^{bd}	46.77±0.37 ^{cC}	49.70±0.28 ^{BB}	50.49±0.21 ^{bA}	5507.58***
	F- value	23.27***	22.23***	44.99***	5.80**	
a	No addition	10.72±0.39 ^{bC}	17.88±0.22 ^{ab}	18.10±0.26 ^{aAB}	18.40±0.38 ^{aA}	671.34***
	2% gelatin	10.78±0.43 ^{bd}	17.15±0.23 ^{bc}	17.93±0.12 ^{abB}	18.50±0.07 ^{aA}	918.46***
	5% gelatin	11.42±0.23 ^{aC}	16.75±0.37 ^{cB}	17.57±0.19 ^{cA}	17.87±0.31 ^{bA}	585.81***
	2% ISP	11.36±0.35 ^{aC}	17.10±0.10 ^{bb}	17.65±0.30 ^{bcA}	17.97±0.15 ^{bA}	575.76***
	5% ISP	10.67±0.38 ^{bc}	15.77±0.12 ^{dB}	16.30±0.28 ^{dA}	16.20±0.27 ^{cA}	603.22***
	F- value	5.24**	60.19***	44.95***	86.69***	
b	No addition	-8.32±0.25 ^{aA}	-12.70±0.15 ^{dB}	-13.10±0.18 ^{dC}	-13.15±0.13 ^{cC}	766.01***
	2% gelatin	-8.20±0.19 ^{aA}	-12.38±0.12 ^{cB}	-12.80±0.10 ^{cC}	-13.02±0.08 ^{cd}	1551.29***
	5% gelatin	-8.34±0.09 ^{aA}	-12.07±0.14 ^{bb}	-12.60±0.09 ^{bc}	-12.81±0.09 ^{bd}	2204.23***
	2% ISP	-8.72±0.20 ^{bA}	-12.23±0.12 ^{bcB}	-12.63±0.50 ^{bc}	-12.77±0.06 ^{bc}	866.66***
	5% ISP	-8.25±0.25 ^{aA}	-11.36±0.09 ^{ab}	-11.73±0.10 ^{aC}	-11.59±0.12 ^{aC}	740.35***
	F- value	5.15**	81.99***	109.17***	271.15***	

¹⁾Means of 5 replicates.

^{a-c}Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

^{A-D}Means in the same row with different letter are significantly different (p<0.05).

** , ***Significant at p<0.01 and p<0.001, respectively.

도 변화는 <Table 5>에 나타내었다. 저장에 의해 모든 군에서 명도(L)와 적색도(a)는 증가하였고, 황색도(b)는 -값으로 청색색상을 나타내어 저장에 따른 전분의 노화로 인한 침전으로 겔의 투명도가 감소하고 백탁이 일어나며(Choi & Oh 2004), 적색색상과 청색색상이 더 강해지는 것을 나타내었다.

젤라틴과 ISP 첨가의 영향은 L값은 제조 직후는 무첨가군이 젤라틴과 ISP첨가군보다 낮았으나, 24, 48시간 저장후에는 무첨가군의 L값이 가장 높아 젤라틴과 ISP 첨가가 겔의 백탁을 억제하는 것을 나타내었다. 72시간 저장후에는 5% 젤라틴과 5% ISP 첨가군만 무첨가군보다 L값이 낮았다.

a값은 제조 직후에는 무첨가군이 2% 젤라틴첨가군, 5% ISP첨가군과는 유의차가 없고, 5% 젤라틴첨가군과 2% ISP

첨가군보다 낮았으나, 24, 48, 72시간 저장후에는 무첨가군의 a값이 높아서 젤라틴과 ISP 첨가가 저장에 따른 적색색상의 증가를 억제하는 것을 나타내었다.

b값은 제조 직후에는 무첨가군 및 젤라틴과 ISP 첨가군 사이에 차이가 거의 없었으나, 24, 48, 72시간 저장후에는 무첨가군의 청색도가 가장 높아 젤라틴과 ISP 첨가가 저장에 따른 청색색상의 증가를 억제하는 것을 나타내었다.

2) 전분겔의 이수율

젤라틴, ISP 첨가 녹두전분겔의 저장에 따른 이수율을 <Table 6>에 나타내었다. 무첨가군, 젤라틴첨가군, ISP 첨가군 모두 저장기간이 경과하면 이수율이 증가하였다. 첨가물

<Table 6> Syneresis of mungbean starch gels with different gelatin and ISP levels stored at 5°C

Mean±SD

Characteristics	Storage time (hr)			F-value
	24	48	72	
No addition	13.28±0.09 ^{1)aC}	22.39±0.16 ^{aB}	26.57±0.15 ^{aA}	30532.6***
2% gelatin	6.35±0.33 ^{cC}	14.84±0.40 ^{dB}	20.47±0.46 ^{dA}	947.64***
5% gelatin	4.60±1.53 ^{dA}	13.05±0.63 ^{dB}	18.26±0.56 ^{cC}	139.79***
2% ISP	11.36±0.28 ^{bA}	19.25±0.23 ^{cB}	23.95±0.04 ^{cC}	2659.88***
5% ISP	14.04±0.45 ^{aA}	21.33±0.35 ^{bB}	25.43±0.27 ^{bC}	744.23***
F- value	97.41***	325.24***	291.15***	

¹⁾Means of 5 replicates.

^{a-c}Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

^{A-C}Means in the same row with different letter are significantly different (p<0.05).

***Significant at p<0.001.

의 영향을 보면 무첨가군에 비해 젤라틴, ISP 첨가군의 이수율이 모든 저장 기간에서 유의하게 낮았으며, 첨가군중에서는 젤라틴 첨가군의 이수율이 ISP 첨가군 보다도 더 낮아서 젤라틴 첨가가 ISP보다 이수율 감소에 더 효과적이었다. 전분겔의 이수현상은 겔형성 후 시간이 경과하면 전분입자에서 용출된 아밀로오스와 아밀로펙틴 사이의 상호작용에 기인하는 결정영역이 발달하기 때문인데(Ribotta 등 2007), 젤라틴, ISP 첨가에 의한 이수율의 감소는 <Table 2>에 나타난 것처럼 젤라틴과 ISP 첨가에 의해 가용성 아밀로오스 함량이 감소한 것이 영향을 미친 것으로 생각된다.

3) 전분겔의 텍스처

젤라틴과 ISP의 첨가에 따른 녹두전분겔의 저장에 따른 TPA 특성을 <Table 7>에 나타내었다. 겔의 경도(hardness)는 무첨가군, 젤라틴첨가군, ISP첨가군 모두 제조 직후 가장 작고 저장에 의해 증가하였다. 젤라틴과 ISP 첨가의 영향은 제조직후 젤라틴 첨가시와 5% ISP 첨가시 녹두전분겔의 경도가 저하하였으며, 저장기간이 경과해도 마찬가지로 젤라틴과 ISP 첨가로 녹두전분겔의 경도가 저하하였다. Ribotta 등(2007)은 밀전분에 분리대두단백을 첨가하였을 때 전분겔의 경도가 저하한다고 하였고, Inaba 등(1989)은 감자전분, 고구마전분, 옥수수전분 등 8종류의 전분에 카제인, 대두단백, 젤라틴 등의 단백질을 첨가하였을때, 대부분 경도가 저하한다고 하여 본 연구와 같은 경향이였다. Inaba 등(1995)은 collagen과 chitin이 더해진 전분겔의 텍스처에 관한 연구에서, collagen과 chitin은 녹두전분겔의 경도(hardness)를 감소시킨다고 하였으며, 겔 강도가 낮아지는 원인을 filler particle의 크기, particle의 팽윤력, gel matrix의 성질, 전분노화 속도, gel matrix 형성의 용이성(facility) 등이라고 하였다. 이상과 같이 전분겔에 단백질의 첨가는 전분, 단백질의 종류에 관계없이 대체로 전분겔의 경도를 감소시키는 것을 알수 있다.

부착성은 무첨가군, 젤라틴 첨가군, ISP 첨가군 모두 제조 직후 가장 작고 저장에 의해 증가하였다. 젤라틴, ISP 첨가

의 영향은 제조 직후에는 무첨가보다 부착성이 증가하였으나, 저장시는 유의차가 없었다.

응집성은 무첨가군, 젤라틴 첨가군, ISP 첨가군, 모두 제조 직후 가장 크고 저장에 의해 감소하였다. 응집성에 미치는 젤라틴, ISP 첨가의 영향은 거의 없었다.

탄력성은 무첨가군, 젤라틴 첨가군, ISP 첨가군 모두 제조 직후 가장 작고 저장에 의해 증가하였는데 저장기간의 영향은 거의 없었다. 젤라틴, ISP 첨가의 영향은 제조직후 5% 젤라틴 첨가군, 5% ISP 첨가군이 다른군보다 유의적으로 탄력성이 낮았고, 48시간 저장한 5% ISP 첨가군이 다른군보다 유의적으로 탄력성이 높았던 것을 제외하면 첨가물에 의한 영향은 나타나지 않았다.

씹힘성과 검성은 무첨가군, 젤라틴 첨가군, ISP 첨가군 모두 제조 직후 가장 작고 저장에 의해 증가하였다. 젤라틴과 ISP 첨가의 영향은 젤라틴과 ISP를 첨가하면 씹힘성과 검성이 감소하는 경향이였다.

이상의 TPA 특성 측정 결과로 젤라틴, ISP 첨가는 저장시 경도, 씹힘성, 검성의 증가를 억제시켰는데, 이는 젤라틴, ISP 첨가로 인한 전분겔의 노화억제에 의한 것 때문으로 생각된다.

4) 관능검사

젤라틴과 ISP 첨가 녹두전분겔의 저장에 따른 관능검사를 <Table 8>에 나타내었다. 투명도의 경우, 무첨가군, 2% 젤라틴 첨가군, 2%, ISP 첨가군은 저장기간이 경과하면 그 값이 감소하여 백탁이 일어나는 것으로 나타났는데, 이는 색도의 L값이 저장에 의해 증가한 것과 관련된 것으로 생각된다. 젤라틴과 ISP 첨가의 영향은 제조 직후는 5% ISP 첨가군이 투명도가 가장 낮고 다른 군들 사이에는 차이가 없으며, 저장시는 시간이 경과해도 투명도에는 차이가 없어서 젤라틴과 ISP 첨가로 저장에 따른 겔의 투명도에 변화를 주지는 못하였는데, 이는 젤라틴, ISP 첨가가 저장중 겔의 백탁을 억제하였던 색도의 L값 결과와는 차이가 있다.

부착성은 모든 군에서 저장에 따른 차이는 없었으며, 젤라틴과 ISP 첨가에 의한 차이도 나타나지 않았으며, 이는 TPA

<Table 7> TPA characteristics of mungbean starch gels with different gelatin and ISP levels stored at 5°C Mean±SD

Characteristics	Storage time(hr)					F-value
	0	24	48	72		
Hardness	No addition	632.2±28.3 ^{1)abD}	1938.88±63.8 ^{aC}	2630.9±23.6 ^{ab}	2763.3±35.5 ^{aA}	1707.87***
	2% gelatin	564.3±23.9 ^{cD}	1838.1±34.5 ^{bcC}	2350.5±30.0 ^{bB}	2554.2±41.8 ^{cA}	2926.68***
	5% gelatin	605.3±2.79 ^{bd}	1708.0±56.2 ^{dC}	2213.9±59.9 ^{cb}	2413.9±43.1 ^{dA}	994.90***
	2% ISP	660.3±18.6 ^d	1916.7±30.1 ^{abC}	2581.4±16.2 ^{ab}	2685.5±26.6 ^{bA}	6069.06***
	5% ISP	568.1±18.3 ^{cd}	1792.9±25.8 ^{cC}	2094.0±30.0 ^{dB}	2540.6±77.43 ^{cA}	1249.19***
	F- value	14.98***	13.25***	112.52***	36.21***	
Adhesiveness	No addition	4.03±1.87 ^C	16.08±2.78 ^B	28.10±6.06 ^A	29.56±5.95 ^A	14.63***
	2% gelatin	5.13±3.00 ^{bcC}	12.78±4.22 ^B	26.67±4.20 ^A	32.42±1.47 ^A	47.85***
	5% gelatin	7.67±2.75 ^{bdD}	22.35±1.43 ^C	35.98±1.96 ^A	30.33±4.25 ^B	51.58***
	2% ISP	8.79±1.44 ^{abC}	15.87±3.50 ^B	30.32±1.54 ^A	31.30±2.89 ^A	72.05***
	5% ISP	12.07±1.18 ^{aB}	13.79±5.57 ^B	25.59±7.12 ^A	32.02±3.46 ^A	10.20**
	F- value	5.85**	2.80	2.59	0.26	
Cohesiveness	No addition	0.60±0.00 ^A	0.56±0.00 ^B	0.54±0.00 ^{aC}	0.54±0.01 ^{aC}	36.00***
	2% gelatin	0.60±0.01 ^A	0.56±0.01 ^B	0.54±0.01 ^{abC}	0.54±0.01 ^{aC}	27.01***
	5% gelatin	0.59±0.0 ^A	0.54±0.02 ^B	0.52±0.01 ^{bB}	0.55±0.01 ^{ab}	19.35***
	2% ISP	0.60±0.01 ^A	0.56±0.00 ^B	0.54±0.00 ^{abC}	0.53±0.01 ^{aC}	89.80***
	5% ISP	0.58±0.01 ^A	0.56±0.00 ^B	0.55±0.00 ^{Ba}	0.49±0.01 ^{bC}	84.16***
	F- value	3.22	2.82	3.76*	10.58***	
Springiness	No addition	0.91±0.01 ^{ab}	0.95±0.00 ^A	0.94±0.01 ^{bA}	0.95±0.01 ^A	9.72**
	2% gelatin	0.90±0.01 ^{ab}	0.94±0.02 ^A	0.95±0.00 ^{bA}	0.95±0.01 ^A	12.96***
	5% gelatin	0.89±0.00 ^{bc}	0.93±0.00 ^B	0.94±0.00 ^{bAB}	0.95±0.01 ^A	56.33***
	2% ISP	0.91±0.01 ^{ab}	0.95±0.00 ^A	0.95±0.00 ^{bA}	0.95±0.00 ^A	36.26***
	5% ISP	0.88±0.00 ^{cb}	0.95±0.01 ^A	0.96±0.00 ^{aA}	0.95±0.00 ^A	121.08***
	F- value	12.90***	1.16	5.06*	0.11	
Chewiness	No addition	344.3±14.5 ^{aD}	1026.7±43.8 ^{aC}	1333.3±48.5 ^{aB}	1412.1±43.8 ^{aA}	460.94***
	2% gelatin	304.6±11.5 ^{bcD}	965.4±47.8 ^{abC}	1200.9±39.4 ^{bB}	1302.2±37.2 ^{bcA}	612.29***
	5% gelatin	320.1±1.11 ^{bd}	860.6±60.0 ^{bc}	1090.8±49.2 ^{cb}	1244.8±28.7 ^{ca}	330.25***
	2% ISP	356.5±13.7 ^{ad}	1026.1±19.2 ^{aC}	1320.6±16.3 ^{aB}	1358.1±13.2 ^{abA}	3516.13***
	5% ISP	290.0±10.5 ^{cC}	883.0±11.7 ^{bB}	1101.1±11.1 ^{ca}	1179.2±63.2 ^{da}	88.02***
	F- value	19.68***	4.48**	24.97***	19.77***	
Gumminess	No addition	376.4±14.7 ^{abC}	1078.9±41.8 ^{aB}	1427.3±23.3 ^{aA}	1485.4±44.8 ^{aA}	675.03***
	2% gelatin	337.1±13.8 ^{cd}	1034.6±30.1 ^{abC}	1268.8±41.0 ^{bB}	1374.6±33.8 ^{bcA}	847.25***
	5% gelatin	359.0±18.3 ^{bd}	921.7±65.7 ^{cC}	1161.2±50.0 ^{cb}	1315.6±25.6 ^{ca}	329.82***
	2% ISP	393.4±11.3 ^{aA}	1081.9±18.1 ^{aB}	1394.8±14.9 ^{aC}	1431.6±17.5 ^{abD}	3716.80***
	5% ISP	330.7±13.1 ^{cd}	1001.9±13.0 ^{bc}	1152.60±72.7 ^{cb}	1245.8±67.9 ^{da}	511.37***
	F- value	17.20***	8.76**	38.51***	20.42***	

¹⁾Means of 5 replicates.

^{a-d}Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

^{A-D}Means in the same row with different letter are significantly different (p<0.05).

, *Significant at p<0.01 and p<0.001, respectively.

측정치의 부착성과 일치하는 결과이다.

탄력성은 2% 젤라틴 첨가군은 48시간 경과후 그 값이 가장 낮고 그 외의 기간에서는 차이가 없으며, 그 외의 군들은 저장기간이 경과해도 차이가 나타나지 않아서 저장기간의 영향이 거의 없었던 TPA측정치의 탄력성의 결과와 일치하였다. 젤라틴과 ISP 첨가의 영향은 제조 직후는 2% 및 5% 젤라틴 첨가군이 다른 군보다 탄력성이 낮고 저장시는 5% 젤

라틴 첨가군만 다른 군보다 탄력성이 낮아서 TPA측정치의 탄력성 결과와 일부 차이가 있었다.

응집성은 모든 군에서 저장기간에 따른 차이가 없었는데 저장기간이 경과하면 모든 군에서 응집성이 감소하였던 TPA 측정치와 차이가 있었다. 젤라틴과 ISP 첨가의 영향은 제조 직후와 24시간후에는 5% 젤라틴 첨가군이 응집성이 가장 낮고 다른 군들 사이에는 차이가 없으며, 48시간후에는 무첨가

<Table 8> Sensory characteristics of mungbean starch gels with different gelatin and ISP levels stored at 5°C Mean±SD

Characteristics		Storage time (hr)				F-value
		0	24	48	72	
Clarity	No addition	5.40±0.52 ^{1)jaA}	4.00±0.89 ^B	3.90±0.74 ^B	3.73±0.65 ^B	11.79***
	2% gelatin	4.95±0.69 ^{abA}	3.83±0.72 ^{BC}	4.27±0.65 ^B	3.55±0.93 ^C	6.88***
	5% gelatin	4.70±0.95 ^{ab}	4.08±0.51	4.00±0.63	3.81±0.98	2.45
	2% ISP	5.20±0.59 ^{aA}	4.08±0.79 ^B	3.82±0.60 ^B	4.30±0.67 ^B	8.19***
	5% ISP	4.40±0.97 ^b	3.75±0.75	3.64±0.50	3.91±0.70	2.13
	F- value	2.69*	0.50	1.55	0.92	
Adhesiveness	No addition	5.40±0.70	5.27±0.79	5.40±0.52	5.09±0.83	0.40
	2% gelatin	4.85±0.67	4.83±0.58	5.00±0.63	4.90±0.70	0.15
	5% gelatin	4.75±0.42	5.17±0.58	4.73±0.65	4.45±0.82	2.47
	2% ISP	4.85±0.74	5.17±0.72	4.82±0.60	5.20±0.79	0.86
	5% ISP	4.75±0.63	5.33±0.65	5.09±0.54	5.18±0.75	1.55
	F- value	1.64	1.01	2.05	1.90	
Springiness	No addition	5.50±0.71 ^a	5.27±0.65 ^a	5.10±0.99 ^a	5.18±0.60 ^{ab}	0.54
	2% gelatin	4.90±0.32 ^{bcAB}	5.33±0.65 ^{aA}	4.45±0.82 ^{abB}	5.00±0.45 ^{abcA}	4.20*
	5% gelatin	4.65±0.67 ^c	4.42±0.90 ^b	3.90±0.83 ^b	4.55±0.69 ^c	1.89
	2% ISP	5.10±0.74 ^{abc}	5.50±0.52 ^a	4.91±0.70 ^a	5.30±0.48 ^a	1.92
	5% ISP	5.35±0.47 ^{ab}	5.00±0.95 ^{ab}	4.55±0.69 ^{ab}	4.73±0.65 ^{bc}	2.46
	F- value	3.20*	3.78**	3.44*	3.54*	
Cohesiveness	No addition	5.30±0.48 ^a	5.55±0.52 ^a	5.40±0.52 ^a	5.45±0.52 ^a	0.42
	2% gelatin	4.95±0.50 ^a	5.00±0.74 ^a	4.55±0.69 ^b	4.81±0.60 ^{ab}	1.11
	5% gelatin	4.20±0.63 ^b	4.17±0.83 ^b	3.90±0.94 ^c	4.73±0.90 ^b	1.83
	2% ISP	5.00±0.94 ^a	5.50±0.67 ^a	4.73±0.79 ^b	5.30±0.67 ^a	2.17
	5% ISP	4.95±0.60 ^a	4.92±0.90 ^a	4.73±0.47 ^b	4.64±0.81 ^b	0.47
	F- value	3.89**	6.53***	5.98***	3.22*	
Brittleness	No addition	2.60±0.52 ^C	4.36±0.67 ^{AB}	5.10±0.88 ^A	5.09±0.54 ^{aA}	31.92***
	2% gelatin	2.80±0.63 ^C	3.83±0.39 ^B	4.18±0.87 ^{bcAB}	4.55±0.82 ^{abA}	11.92***
	5% gelatin	2.60±0.66 ^B	3.75±0.62 ^{ba}	3.55±0.69 ^{cA}	4.00±1.00 ^{bA}	6.77***
	2% ISP	2.70±0.67 ^C	3.83±0.72 ^{bb}	4.64±0.50 ^{abA}	5.00±0.82 ^{aA}	22.43***
	5% ISP	2.45±0.60 ^B	3.58±0.51 ^{ba}	3.64±1.29 ^{cA}	4.27±0.47 ^{ba}	9.58***
	F- value	0.44	2.74*	5.88***	4.56**	
Hardness	No addition	1.60±0.52 ^{bD}	3.73±0.47 ^C	4.70±0.48 ^{abB}	5.36±0.50 ^{aA}	114.18***
	2% gelatin	2.40±0.52 ^{aC}	3.33±0.49 ^B	4.18±0.40 ^{abA}	4.55±0.93 ^{ba}	24.84***
	5% gelatin	1.60±0.52 ^{bb}	3.33±0.78 ^A	3.55±0.52 ^{cA}	3.82±0.87 ^{cA}	21.27***
	2% ISP	1.85±0.75 ^{abcC}	3.58±0.79 ^B	4.36±0.50 ^{abA}	4.90±0.74 ^{abA}	35.96***
	5% ISP	2.15±0.75 ^{abC}	3.00 ±0.60 ^B	3.90±0.94 ^{bcA}	4.36±0.67 ^{bcA}	18.14***
	F- value	3.22*	2.17	5.59***	6.59***	
Smoothness	No addition	5.80±0.42 ^A	4.73±0.47 ^{abB}	4.30±0.48 ^{abB}	4.36±0.50 ^{abB}	22.01***
	2% gelatin	5.50±0.47 ^A	4.83±0.72 ^{abB}	4.09±0.70 ^{bcC}	4.90±0.70 ^{aB}	8.05***
	5% gelatin	5.50±0.58	4.92±0.90 ^a	4.73±0.79 ^a	4.90±0.70 ^{ab}	2.02
	2% ISP	5.35±0.67 ^A	5.00±0.60 ^{aA}	4.18±0.60 ^{abcB}	4.20±1.03 ^{abB}	6.57**
	5% ISP	5.10±0.57 ^A	4.08±0.67 ^{bb}	3.64±0.67 ^{cB}	3.91±0.94 ^{bB}	7.91***
	F- value	2.16	3.37*	3.88**	3.28*	
Acceptability	No addition	5.20±0.63 ^{aA}	4.55±0.52 ^{bbB}	3.90±0.57 ^{abC}	3.91±0.54 ^C	12.28***
	2% gelatin	4.90±0.88 ^{ab}	4.67±0.65 ^{ab}	3.90±0.70 ^{ab}	4.18±0.98	3.33
	5% gelatin	4.10±0.32 ^c	4.75±0.87 ^{ab}	4.37±0.80 ^a	4.18±0.87	1.63
	2% ISP	4.50±0.53 ^{bcB}	5.17±0.58 ^{aA}	4.27±0.65 ^{abB}	4.50±0.85 ^B	4.01*
	5% ISP	4.00±0.67 ^c	3.75±0.75 ^c	3.45±0.93 ^b	3.91±0.70	1.03
	F- value	6.61***	6.78***	2.57*	0.90	

¹⁾Means of 12 panels. As the value increases 1 to 7, the intensity of sensory characteristics increases.

^{a-c}Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

^{A-C}Means in the same row with different letter are significantly different (p<0.05).

*, **, ***Significant at p<0.05, p<0.01 and p<0.001, respectively.

군의 응집성이 가장 높고 5% 젤라틴 첨가군이 가장 낮으며, 72시간후에는 5% 젤라틴 첨가군, 5% ISP 첨가군이 낮아 젤라틴 첨가로 응집성이 낮아져 젤라틴, ISP 첨가의 영향이 거의 나타나지 않았던 TPA 측정치와 차이가 있었다.

부서짐성은 모든 군에서 저장기간이 경과하면 그 값이 증가하였다. 젤라틴과 ISP 첨가의 영향은 제조직후는 차이가 없었는데, 24시간후에는 젤라틴 첨가군과 ISP 첨가군이 무첨가군보다 부서짐성이 작았고, 48시간후에는 젤라틴 첨가군과 5% ISP 첨가군이 무첨가군보다 부서짐성이 작았으며, 72시간후에는 5% 젤라틴 첨가군, 5% ISP 첨가군이 무첨가군보다 부서짐성이 작아서 저장기간이 경과하면 젤라틴과 ISP 첨가로 부서짐성이 저하하는 것을 나타내었다.

경도도 부서짐성과 같이 모든 군에서 저장기간이 경과하면 그 값이 증가하여 저장에 의해 겔이 단단해지는 것을 나타내었는데, 이는 TPA 측정치의 경도와 일치하는 결과이다. 젤라틴과 ISP 첨가의 영향은 제조 직후는 2% 젤라틴 첨가군이 경도가 가장 높고 다른 군들 사이에는 차이가 없으며, 24시간 저장에서는 모든 군에서 경도에 차이가 없으나, 48시간 후에는 5% 젤라틴 첨가군, 5% ISP 첨가군이 경도가 작았고, 72시간후에는 젤라틴 첨가군, 5% ISP 첨가군이 경도가 작아서, TPA 측정치의 경도 결과와 대체로 일치하였다. Choo & Lee(1991)는 겔의 품질차이를 가장 잘 구분해 주는 특성치로 경도를 들었고 옥수수전분겔에 젤라틴을 첨가하였을 때 경도가 감소했다고 하여 본 연구와 같은 결과를 나타내었다.

매끄러움성은 젤라틴과 ISP 첨가의 영향은 제조 직후에는 모든 군에서 매끄러움성에 차이가 없었으나, 무첨가군, 2% 젤라틴 첨가군, ISP 첨가군은 저장기간이 경과하면 그 값이 감소하여, 젤라틴, ISP 첨가로 매끄러움성의 개선효과는 거의 나타나지 않았다.

전반적인 바람직성은 무첨가군은 저장기간이 경과하면 바람직성이 유의적으로 떨어졌으나, 2% ISP 첨가군은 24시간 후가 가장 바람직성이 높았고 나머지군은 저장기간에 따른 바람직성에 유의적인 차이가 없었다. 젤라틴, ISP 첨가의 영향은 제조 직후는 무첨가군, 2% 젤라틴 첨가군이 다른 군보다 바람직성이 높으나, 24시간 저장시에는 2%, 5% 젤라틴 첨가군, 2% ISP 첨가군이 바람직성이 높고, 48시간후에는 5% 젤라틴 첨가군, 2% ISP 첨가군이 유의적이지는 않으나 바람직성이 높으며, 72시간 후에는 모든 군에서 차이가 나타나지 않았다. 이상으로 2%, 5% 젤라틴 첨가와 2% ISP 첨가로 24시간-48시간 정도의 기간 동안 녹두 전분겔의 품질 저하를 억제할수 있다고 생각된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 녹두전분의 겔특성을 증진하기 위한 기초자료로 사용하고자 전분의 2, 5%의 젤라틴, 분리대두단백 첨가

가 녹두전분의 이화학적 특성과 냉장저장(5°C, 0, 24, 48, 72 시간) 녹두전분겔의 겔특성에 미치는 영향을 조사하였다. 녹두전분의 팽윤력은 젤라틴 첨가군은 무첨가군과 유의적 차이가 없으나, ISP 첨가군은 유의하게 증가하였다. 용해도는 무첨가군에 비해 젤라틴 첨가군과 ISP 첨가군 모두 유의하게 증가하였고, 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다. 가용성 아밀로오스와 가용성 탄수화물은 젤라틴과 ISP의 첨가에 의해 유의하게 감소하였으며, ISP의 경우 첨가량이 증가할수록 더 많이 감소하였다. 녹두전분 현탁액의 RVA 특성은 젤라틴과 ISP 모두 호화개시온도에는 영향을 주지 않았지만, 최고점도, 최저점도, 최종점도, breakdown, consistency는 무첨가군에 비해 저하하였다. 녹두전분 현탁액의 DSC 특성치는 호화개시 온도는 무첨가군, 젤라틴 첨가군, ISP 첨가군 사이에서 유의차를 나타내지 않아 RVA의 호화개시온도 결과와 일치하였다. 흡열 엔탈피는 유의차는 없으나 ISP 5% 첨가군이 가장 높아 ISP는 5% 농도에서 전분의 호화를 지연시키는 것으로 생각되었다. 녹두전분겔의 색도는 저장에 의해 모든 군에서 명도(L)와 적색도(a)는 증가하였고, 황색도(b)는 -값으로 청색색상을 나타내었으며, 젤라틴, 분리대두단백 첨가로 L, a, b 값의 변화가 억제 되었다. 녹두전분겔의 이수율은 모든 군이 저장기간이 경과하면 증가하였고, 무첨가군에 비해 젤라틴, ISP 첨가군의 이수율이 유의하게 낮았으며, 젤라틴 첨가군의 이수율이 ISP 첨가군 보다도 더 낮았다. 녹두전분겔의 TPA 특성은 젤라틴, ISP 첨가로 저장시의 경도, 씹힘성, 검성 증가가 억제 되었다. 관능검사 결과 젤라틴, ISP 첨가로 녹두전분겔의 저장시의 경도, 부서짐성 증가가 억제되었으며, 전반적인 바람직성은 2%, 5% 젤라틴 첨가와 2% ISP 첨가로 24시간-48시간후 바람직성의 저하가 억제되었다. 이상으로 젤라틴, 분리대두단백 첨가가 녹두전분의 이화학적 특성을 변화시키며, 이러한 변화가 저온저장 중의 녹두전분겔의 겔특성을 개선하는 요인으로 생각되며 2%, 5% 젤라틴 첨가와 2% ISP 첨가로 24-48시간 정도의 기간 동안 녹두 전분겔의 품질저하를 억제할수 있다고 생각된다.

References

- Choi EJ. 2002. Studies on gelling characteristics of mungbean starch by addition of ingredients. Doctorate degree thesis. The Catholic University of Korea. pp 26-27
- Choi EJ, Oh MS. 2004. Sensory and textural characteristics of mungbean starch gels with soy bean oil and sucrose fatty acid ester during room temperature storage. *J. Korean Home Eco. Asso.*, 42(2):213-227
- Choi EJ, Oh MS. 2009. Quality characteristics of mung bean starch gels with various hydrocolloids. *Korean J. Food Culture*, 24(5):540-551
- Choi EJ, Oh MS. 2011. Physicochemical properties of mung bean starch and texture of cold-stored mung bean starch gels

- added with soy bean oil. *Korean J. Food Culture*, 26(5):513-520
- Choi HW, Chung KM, Kim CH, Moon TH, Kim DS, Park CS, Baik MY. 2006. Physicochemical properties of cross-linked rice starches. 49(1):49-54
- Choo NY, Rhee HS. 1991. The characteristic change of corn starch gels by various types of additives. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 7(2):19-23
- Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and its related substances. *Anal. Chem.*, 28(3):350-356
- Han JS, Park KS. 2003. Effect of protein and degree of oxidation on viscoelastic behavior of corn starch gel. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 32(7):1046-1052
- Inaba H, Hatanaka Y, Kageyama O, Matsumura Y, Mori T. 1989. Effects of Oil and protein on the degree of self-supporting (property) and texture of starch gels. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 36(11):884-890
- Inaba H, Hoshizawa M, Fujiwara A, Matsumura Y, Mori T. 1995. Textural properties of starch gels filled with collagen and chitin. *J. Texture Studies*, 26(5):577-586
- Joo NM, Chun HJ. 1991. Effect of oil addition on texture of mungbean starch gel. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 7(4):63-69
- Joo NM, Chun HJ. 1992. Effect of oil addition on texture of mungbean starch gel. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 8(1):21-25
- Kim KA, Lee SY, Jung LH, Jeon ER. 1997. Effect of cowpea precipitate flour protein on characteristics of gel. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 13(5):627-634
- Lee KJ, Lee SY, Kim YR, Park JW, Shim JY. 2004. Effect of dry heating on the pasting/retrogradation and textural properties of starch-soy protein mixture. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 36(4):568-573
- Lee SK, Shin MS. 1995. Textural characteristics of mixed starch gels with various additives. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(6):928-933
- Nagasaka K, Taneya S. 1996. Analysis of syneresis rate of agar gel. *J. Japanese Soc. Food Sci. Technol.*, 43(11):1176-1182
- Ribotta PD, Colombo A, Leon AE, Anon MC. 2007. Effects of soy protein on physical and rheological properties of wheat starch. *Starch*, 59(12):614-623
- SAS. 2005. SAS User's Guide. SAS Institute. Ver.9.1. Cary, NC. USA
- Schoch TJ. 1964. Method in carbohydrate chemistry. by Whistler RL. Academic press. New York, NY. Vol. 4, p 106
- Shin DH. 2008. Current status and globalization strategy of Korean traditional ethnic food. *Food Sci. Ind.*, 41(3):2-22
- Williams PC, Kuzina FD, Hlynka I. 1970. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.*, 47(4):411-421
- Wilson LA, Birmingham VA, Moon DP, Snyder HE. 1978. Isolation and characterization of starch from mature soybeans. *Cereal Chem.*, 55(5):661-670

2013년 7월 24일 신규논문접수, 11월 11일 수정논문접수, 11월 28일
수정논문접수, 11월 28일 채택