

## 대두유 첨가가 녹두전분의 이화학적 특성과 저온저장 녹두전분겔의 텍스처에 미치는 영향

최은정 · 오명숙\*  
가톨릭대학교 식품영양학과

### Physicochemical Properties of Mung Bean Starch and Texture of Cold-Stored Mung Bean Starch Gels added with Soy Bean Oil

Eun Jung Choi, Myung Suk Oh\*

*Department of Food and Nutrition, The Catholic University of Korea*

#### Abstract

This study was carried out to investigate the physicochemical properties of mung bean starch and the texture of cold-stored (5°C for 0, 24, 48, and 72 hours) mung bean starch gels added with soy bean oil (0, 2, 4, 6%). The swelling power of mung bean starch added with soy bean oil did not significantly change, whereas solubility increased significantly. Soluble carbohydrate content of mung bean starch added with soy bean oil decreased without any significant differences, whereas soluble amylose content decreased significantly. In RVA viscosity, pasting temperature and peak viscosity of mung bean starch added with soy bean oil were not significantly different, whereas minimum viscosity decreased and breakdown and consistency increased significantly. In RVA viscosity, there were no differences according to concentration of soy bean oil. DSC thermograms show that onset temperature of mung bean starch added with soy bean oil did not significantly change, whereas the enthalpy increased in the case of 4% and 6% oil addition. Rupture properties of freshly prepared mung bean starch gels added with soy bean oil increased in the case of 2% and 4% oil addition, and oil addition to mung bean starch gels suppressed changes in rupture properties during cold storage. There were no significant differences in the texture of freshly prepared mung bean starch gels added with soy bean oil, whereas hardness, chewiness, and gumminess of cold-stored mung bean starch gels added with soy bean oil decreased. In the above textural characteristics, there were no differences due to concentration of soy bean oil. Thus, the addition of 2-4% soy bean oil to mung bean starch is appropriate for improving the quality characteristics of cold-stored mung bean starch gels.

Key Words: mung bean starch, gel, addition, soy bean oil

### 1. 서 론

전분성 식품에 유지를 첨가하면 물성이 개선되고 노화가 지연되어 품질의 개선을 기대할 수 있어 우리 음식 중 묵과 같은 겔상식품, 송편반죽 등에 식용유를 첨가하는 경우가 있으며, 전분에 유지를 첨가했을 때의 품질특성에 미치는 영향에 관한 연구도 국내외에서 다수 수행되어 있다. 지방은 전분과 복합체(lipid-starch complex)를 이루어 전분 식품의 성질을 바꿀 수 있는데, Kweon 등(1994)은 밀가루빵에 amylose-lipid complex를 효과적으로 만들어 주는 phospholipid hydrolysate를 첨가하고 실온에서 저장했을 때 노화를 지연시켰다고 하였으며, Conde-Petit & Escher(1994)는 고농도의

감자, 밀, 옥수수 전분겔에서, 지방과 복합체를 형성하는 전분겔은 lipid-free 전분겔에 비해 단단해지는 속도가 느려지고, 파괴 응력이 감소한다고 보고하였는데, 이러한 지방의 antifirming 효과는 주로 amylose 복합체 때문이며, 이 복합체가 아밀로펙틴이 풍부한 전분입자 사이의 응집력을 약하게 한다고 하였다. Inaba 등(1989), Joo & Chun(1991, 1992), Choi & Oh(2004)는 녹두 전분겔에 지방을 첨가하면 전분겔의 텍스처가 개선되는 것을 나타내었으며, Mun 등(1996)은 유지첨가로 쌀가루겔의 저장중 노화가 억제되는 것을 나타내었다. 이처럼 유지첨가에 의해 전분성 식품의 텍스처 개선, 노화 지연 등 품질 특성이 개선되는 것은 잘 알려져 있는데 전분의 물리화학적 성질이 유지첨가로 어떻게 변화

\*Corresponding author: Myung Suk Oh, The Catholic University of Korea, San 43-1, Ykkok 2-dong, Wonmi-gu, Puchon, Kyonggi-do, 420-743, Korea  
Tel: +82-2-2164-4315 Fax: +82-2-2164-4310 E-mail: omsfn@catholic.ac.kr

하는지에 대한 연구는 수행된 것이 거의 없다.

녹두전분은 높은 겔화력을 가지는데, 겔화와 그 텍스처는 아밀로오스, 물, 단백질 등의 성분조성 및 함량, 분자량, 저장온도, 첨가물 등의 영향을 받는다(Han 등 2009). 이에 본 연구에서는 우수한 겔화력뿐 아니라 전분겔 제조시 부드러운 풍미와 투명한 외관, 탄력있는 텍스처 등을 가져 기호도가 높은 녹두전분을 시료로 대두유를 첨가하여 팽윤력과 용해도, 가용성 탄수화물과 가용성 아밀로오스 함량, RVA (Rapid Visco Analyzer)에 의한 점도 특성, 시차주사열량계(DSC)에 의한 열적 특성을 조사하여 대두유 첨가가 녹두전분의 이화학적 특성에 미치는 영향을 조사하고 전분겔을 제조하여 저온저장시의 텍스처 특성에 미치는 영향을 살펴본다. 전분겔의 품질개선을 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 실험재료 및 전분의 제조

녹두는 전라남도 농촌진흥원에서 구입한 금성녹두를 사용하여, 알칼리 침지법으로 전분을 분리(Wilson 등 1978)하고, 실온에서 통풍 건조하여 100 mesh 표준망체를 통과시킨 후 데시케이터에 보관하면서 사용하였다. 유지는 대두유(제일제당)를 사용하였다.

### 2. 대두유 첨가가 녹두전분의 이화학적 특성에 미치는 영향

#### 1) 일반성분과 아밀로오스 함량

녹두전분의 일반성분 함량은 AOAC 법(1984)에 따라 분석하였다. 수분은 105°C 상압건조법으로, 지방 함량은 ethyl ether를 용매로 하여 Soxhlet 방법으로, 단백질은 semi-micro-Kjeldahl법으로 분석하였다.

아밀로오스 함량은 Williams 등의 방법(1970)으로 측정하였다. 녹두전분 20 mg을 0.5 N KOH 20 mL에 완전히 분산시킨 후 100 mL로 정용하였다. 이 중 10 mL를 취하여 0.1 N HCl로 중화시킨 후 요오드용액(0.2% I<sub>2</sub>+2% KI) 0.5 mL를 넣어 발색시키고 50 mL로 정용하였다. 이 용액을 실온에서 5분간 방치한 후 625 nm에서 흡광도를 측정하여 아밀로오스 표준곡선으로부터 아밀로오스 함량을 계산하였다. 표준곡선은 아밀로오스(amylose type: from potato, Sigma, USA)와 아밀로펙틴(amylopectin from potato)을 일정비율 혼합한 후 위와 동일한 방법으로 측정하여 작성하였다.

#### 2) 팽윤력과 용해도

팽윤력과 용해도는 Schoch(1964)의 방법에 따라 측정하였다. 전분의 2, 4, 6%의 대두유를 첨가하거나 첨가하지 않은 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 식 (1)에 따라 용해도를 구하였고, 상정액 중 침전물의 무게로부터 식 (2)에 따라 팽윤도를 구하였다.

$$\text{용해도}(\%) = \frac{\text{상정액에서 증발되고 남은 시료의 무게}(g)}{\text{시료의 무게}(g)} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{팽윤력} = \frac{\text{침전된 시료의 무게}(g)}{\text{시료의 무게}(g, \text{건량기준}) \times (100 - \text{용해도}(\%))} \times 100 \quad (2)$$

### 3) 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 전분의 2, 4, 6%의 대두유를 첨가하거나 첨가하지 않은 2% 녹두전분 현탁액 30 mL를 원심관에 넣고 90°C 항온수조에서 20분간 100 rpm으로 흔들어주면서 가열한 후 ice bath에서 급속 냉각시켰다. 냉각된 전분호액을 2000×g에서 20분간 원심분리하여 상정액을 여과지(Whatman No. 42)로 여과시킨 후 시료액으로 사용하였다.

### 4) Rapid Visco Analyzer에 의한 점도특성

전분의 2, 4, 6%의 대두유를 첨가하거나 첨가하지 않은 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, T), 95°C에서 2분 30초간 유지시킨 후의 점도, 최종점도(final viscosity, F)를 측정하고 이들 측정값으로부터 breakdown(P-T), consistency(F-T), setback(F-P) 값을 계산하였다.

### 5) 시차주사열량계(DSC)를 이용한 열적 특성

무첨가 전분과 전분의 2, 4, 6%의 대두유첨가 전분의 양쪽 모두 녹두전분과 물이 1:2가 되도록 15 mg 알루미늄팬에 넣고 밀봉하여 1시간 방치한 후 시차주사열량계(Netsch DSC 200PC, Germany)를 사용하여 20°C부터 130°C까지 5°C/min의 속도로 가열하여 흡열 곡선을 얻었다. 얻어진 흡열곡선으로부터 초기 온도(T<sub>0</sub>), 피크온도(T<sub>p</sub>), 종결온도(T<sub>c</sub>)와 엔탈피(ΔH)를 구하였다. reference로는 empty pan을 사용하였고, 기기의 보정은 용융온도를 알고 있는 인디움(In)을 사용하였다.

3. 대두유 첨가가 저온저장 녹두전분겔의 텍스처에 미치는 영향

1) 전분겔의 제조

텍스처 측정에 사용한 전분겔은 다음과 같이 제조하였다. 전분의 2, 4, 6%의 대두유를 첨가하거나 첨가하지 않은 7% 전분 현탁액 30 mL를 원심분리관(Oak ridge centrifuge tube with sealing cap, PC, Nalge Company, USA)에 넣고, 실온(25)에서 1시간 동안 흔들면서 혼합하였다. 이때 전분농도를 7%로 한 것은 녹두전분을 사용한 목제조 시 보통 8~9%의 전분농도를 사용하고(Yoon & Kim, 2003), 과편제조 시는 5~6%의 전분농도를 사용(Lee & Lee 1994)하는 것을 고려하여 이러한 제품에 기초자료로 사용할 것을 염두에 두고 정하였다. 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. 텍스처 측정에는 성형직후 전분겔과 성형 후 5°C에서 0, 24, 48, 72시간 저장한 전분겔을 시료로 사용하였다.

2) 전분겔의 텍스처

전분겔의 텍스처는 Texture Analyzer(TX-XT2, Sable Micro System)를 사용하여 파단특성(rupture test)과 TPA특성(Texture Profile Analysis test)을 측정하였다. 측정조건은 파단특성은 measuring type: one bite compression, deformation ratio: 90%, plunger type (lucite): cylindrical type φ 50 mm, sample size: 20 mm×20 mm, probe speed: 1.5 mm/s로 하였고, TPA특성은 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/s로 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. 대두유 첨가가 녹두전분의 이화학적 특성에 미치는 영향

1) 일반성분과 아밀로오스 함량

녹두전분의 일반성분은 수분함량 13.5%, 조단백질 0.21%, 조지방 0.10%, 회분 0.03%이었다. 녹두전분의 amylose 함량은 35.93%로 Jang 등(2009)의 33.13%, Yoon & Kim (2003)의 33.8%보다 약간 더 높았으나, Lee & Shin(1993)의 36.0%와는 거의 비슷하였다.

2) 팽윤력과 용해도

대두유 첨가량에 따른 전분의 팽윤력, 용해도를 <Table 1>에 나타내었다. 대두유 첨가량의 증가에 의해 팽윤력은 유의차가 없었으나, 용해도는 유의적으로 증가하였다.

전분의 팽윤은 아밀로펙틴이 가장 중요한 인자이고 아밀로오스에 의해 저해된다고 알려져 있으며(Tester & Morrison 1990), 지방은 전분의 호화온도 범위에서 아밀로오스와 불용성 복합체를 이루어 전분 입자의 팽윤에 영향을 준다고 알려져 있다(Hoover & Hadziyev 1981). Lee & Shin(1993)은 탈지 녹두전분에 비해, 지질(탈지전분을 만들기 위해 추출했던 지질)을 다시 첨가(reintroduced)한 전분의 팽윤력이 낮아졌다고 하였다. 그러나 본 실험에서 사용한 대두유는 첨가량이 증가해도 팽윤력에 별로 영향을 미치지 않은 것을 보아, 아밀로오스-지질 복합체를 만들지 않고, 전분입자의 표면에 붙어있거나, 수분 중에 유화된 상태로 존재한 것으로 생각된다(Mun 등 1996). 대두유 첨가 녹두전분의 용해도가 증가한 것도 첨가한 대두유가 아밀로오스-지질 복합체 형태가 아닌 수분 속에서 유화된 상태로 존재하기 때문으로 생각된다. 이상의 결과로 녹두전분에 첨가한 대두유는 전분의 팽윤을 크게 억제하지 않는 것으로 생각된다.

3) 가용성 탄수화물과 가용성 아밀로오스의 함량

대두유 첨가량에 따른 가용성 탄수화물과 가용성 아밀로오스의 함량은 <Table 2>에 나타내었다. 대두유 첨가량의 증가에 의해 가용성 탄수화물은 유의적인 차이는 없었으나 감소하는 경향을 보였고, 가용성 아밀로오스의 양은 유의적

<Table 1> Swelling power and solubility of mung bean starch with different soy bean oil levels (Mean±SD)

	No addition	2% oil	4% oil	6% oil	F-value
Swelling power	18.65±0.33 <sup>1)</sup>	18.55±0.31	18.61±0.48	18.87±0.68	0.25
Solubility (%)	18.61±0.27 <sup>c</sup>	19.46±0.48 <sup>b</sup>	19.97±0.13 <sup>ab</sup>	20.21±0.19 <sup>a</sup>	17.15***

<sup>1)</sup>Mean±SD of 3 measurements.

<sup>a-c</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

\*\*\*Significant at p<0.001.

&lt;Table 2&gt; Contents of soluble carbohydrates and soluble amylose of mung bean starch with different soy bean oil levels

(Mean±SD)

	No addition	2% oil	4% oil	6% oil	F-value
Soluble amylose (mg/mL)	1.83±0.01 <sup>1)a</sup>	1.75±0.03 <sup>b</sup>	1.74±0.03 <sup>b</sup>	1.65±0.04 <sup>c</sup>	17.79***
Soluble carbohydrates (mg/mL)	7.64±0.13	6.90±0.55	7.04±0.49	7.01±0.46	1.71

<sup>1)</sup>Mean±SD of 3 measurements.<sup>a-c</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

\*\*\*Significant at p&lt;0.001.

로 감소하여 유지 첨가에 의한 용해성 감소를 나타내었다. Takahashi & Seib(1988)은 옥수수전분과 밀전분에서 전분입자내의 지질이 아밀로오스의 용출을 억제한다고 하여 본 연구와 같은 결과를 나타내었다.

#### 4) RVA에 의한 녹두전분 현탁액의 점도 특성 변화

대두유의 첨가에 따른 녹두전분 현탁액의 RVA 특성치의 변화는 <Table 3>에 나타내었다. 대두유를 첨가한 녹두전분 현탁액은 첨가량이 증가해도 최고점도에 도달할 때까지는 무첨가군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 지방은 전분입자를 둘러싸서 전분의 수화를 지연시켜 팽윤과 호화를 방해하고 불투명하게 하며 점도의 증가속도를 늦춘다고 알려져 있는데(Kim 등 2005), <Table 3>의 결과는 대두유 첨가량이 증가해도 전분의 팽윤을 크게 억제하지 않았던 <Table 1>의 결과와 마찬가지로 대두유 첨가량이 증가해도 전분의 호화 온도, 최고 점도에 차이가 나타나지 않았다. 그러나 최고점도에 도달한 후 95°C에서 2분 30초 유지하는 동안 대두유 첨가군의 점도는 무첨가군 보다 빨리 하강하여 최저점도의 값은 첨가농도에 따른 차이는 없었지만 무첨가군 보다 유의하게 낮아졌다. 이후 50°C까지 냉각하면 대두유 첨가군은 무첨가군에 비해 빠른 속도로 점도가 상승해 최종적으로 50에 도달했을 때는 무첨가군과의 사이에 유의적인 점도차를 보이지 않았다. 그러나 전분입자의 붕괴정도를 나타내는 breakdown과 노화경향을 나타내는 consistency값은 대두유첨가군이 무첨가군보다 유의하게 큰 값을 나타내었으며 이때 농도에 따른 차이는 없었는데(Choi & Oh 2009), 이것은 최

저점도가 대두유 첨가농도의 영향을 받지 않았기 때문이다.

전분의 RVA 또는 아밀로그래프에 의한 호화 거동은 전분과 지질의 상호작용에 영향을 받는다. Takahashi & Seib (1988)은 옥수수전분과 밀전분에서 지질을 제거하면 전분의 아밀로그래프는 호화온도가 낮아지고, 피크점도(pasting peak)를 나타내지 않으며, consistency와 setback 값이 낮아지지만, 지질을 2% 첨가하면 피크점도(pasting peak)와 consistency는 증가하고, 냉각하는 동안 강한 2번째 피크가 관찰된다고 하였다. 녹두전분, 옥수수전분, 고구마 전분도 탈지하면 최고 점도, 냉각점도, consistency, setback 모두 감소한다고 하였으며, 탈지시 추출된 지질을 다시 첨가하면, 녹두전분은 생전분보다는 낮게 탈지전분보다는 높게 증가하였으며, 옥수수전분은 최고점도는 생전분과 유사하였으나 다른 특성치들은 탈지전분보다 더 증가하였고, 고구마 전분은 최고점도는 감소하지만 setback과 consistency는 크게 증가한다고 하였다(Lee & Shin 1991; Lee & Shin 1993). Choi 등(1988)은 쌀전분이 탈지에 의해 최고점도, breakdown이 소실되고, setback은 증가한다고 하였다. 이와 같이 많은 연구들에서 지방의 존재는 전분의 호화특성에 큰 영향을 미치는 것을 나타내고 있다. 본 연구는 선행 연구와 비교해 볼 때 호화온도와 피크점도에 별 변화가 없게 나타나 팽윤력 결과에서와 같이 본 실험에서 첨가한 대두유는 아밀로오스와 상호작용을 하지 않고 전분 표면에 붙어있거나, 수용액에 분산되어 있는 상태라고 생각된다. 그러나 대두유 첨가에 의해 breakdown 값이 커져서 호화 중 열과 전단력(shear stress)에 의해 전분립의 붕괴가 더 크게 일어난 것을 나타내었다. Jang 등

&lt;Table 3&gt; RVA characteristics of mung bean starch with different soy bean oil levels

(Mean±SD)

	No addition	2% oil	4% oil	6% oil	F-value
Pasting temp. (°C)	74.77±0.19	75.05±0.07	75.30±0.28	75.03±0.11	3.52
Peak Viscosity	174.3±0.58	172.0±4.24	174.0±2.65	174.5±0.71	0.51
Minimum Viscosity	150.3±2.08 <sup>a</sup>	140.0±1.41 <sup>b</sup>	138.0±2.00 <sup>b</sup>	139.5±0.71 <sup>b</sup>	28.72***
Final Viscosity	284.0±1.00	283.5±3.54	280.3±4.04	279.0±1.41	1.73
Break down	24.00±2.65 <sup>b</sup>	32.00±5.66 <sup>a</sup>	36.00±1.73 <sup>a</sup>	35.00±1.41 <sup>a</sup>	9.42*
Set back	109.7±1.53	111.5±7.78	106.3±1.53	104.5±2.12	1.77
Consistency	133.7±1.15 <sup>b</sup>	143.5±2.12 <sup>a</sup>	142.3±2.52 <sup>a</sup>	139.5±0.71 <sup>a</sup>	15.55***

<sup>1)</sup>Mean±SD of 3 measurements.<sup>a-b</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

\*, \*\*\*Significant at p&lt;0.05 and p&lt;0.001, respectively.

<Table 4> DSC characteristics of mung bean starch with different soy bean oil levels

(Mean±SD)

DSC	No addition	2% oil	4% oil	6% oil	F-value
To	65.3±0.14 <sup>1)</sup>	65.0±0.31	64.87±0.31	64.63±0.12	3.23
Tp	70.1±0.07 <sup>a</sup>	69.9±0.12 <sup>a</sup>	70.0±0.17 <sup>a</sup>	69.53±0.12 <sup>b</sup>	9.21*
Tc	74.7±0.14	74.2±0.44	74.17±0.23	73.93±0.15	3.02
ΔH	4.4±0.16 <sup>c</sup>	4.5±0.05 <sup>bc</sup>	4.8±0.26 <sup>ab</sup>	5.04±0.17 <sup>a</sup>	6.59*

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

<sup>1)</sup>Mean±SD of 3 measurements.

<sup>a-c</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

\*Significant at p<0.05.

<Table 5> Rupture characteristics of mung bean starch gels with different soy bean oil levels during cold storage at 5°C

Characteristics		Storage time (hr)				F-value
		0	24	48	72	
Stress	No addition	18.74±0.73 <sup>1)cD</sup>	32.78±1.48 <sup>bC</sup>	41.65±2.96 <sup>B</sup>	44.33±0.96 <sup>aA</sup>	214.04***
	2% oil	26.90±1.02 <sup>aC</sup>	33.95±1.67 <sup>abB</sup>	40.07±3.65 <sup>A</sup>	39.72±1.78 <sup>bA</sup>	32.09***
	4% oil	27.47±1.93 <sup>aC</sup>	35.94±0.95 <sup>aB</sup>	38.29±1.38 <sup>aAB</sup>	40.15±1.64 <sup>bA</sup>	45.71***
	6% oil	23.15±0.68 <sup>bd</sup>	34.71±1.29 <sup>abC</sup>	36.96±1.64 <sup>B</sup>	39.72±1.56 <sup>bA</sup>	120.74***
	F-value	58.75***	4.24**	2.28	6.78**	
Strain	No addition	0.72±0.01 <sup>ba</sup>	0.62±0.01 <sup>B</sup>	0.62±0.01 <sup>B</sup>	0.61±0.01 <sup>B</sup>	84.29***
	2% oil	0.73±0.00 <sup>aA</sup>	0.61±0.02 <sup>BC</sup>	0.61±0.01 <sup>B</sup>	0.59±0.02 <sup>C</sup>	94.72***
	4% oil	0.73±0.00 <sup>aA</sup>	0.63±0.01 <sup>B</sup>	0.61±0.001 <sup>C</sup>	0.59±0.01 <sup>C</sup>	136.50***
	6% oil	0.71±0.01 <sup>ba</sup>	0.63±0.01 <sup>B</sup>	0.61±0.01 <sup>C</sup>	0.59±0.01 <sup>D</sup>	151.60***
	F-value	9.21*	1.93	0.48	2.41	
Energy	No addition	3.44±0.24 <sup>cd</sup>	5.95±0.36 <sup>abC</sup>	7.17±0.46 <sup>B</sup>	7.86±0.50 <sup>A</sup>	111.59***
	2% oil	4.82±0.14 <sup>aC</sup>	5.88±0.36 <sup>bB</sup>	7.19±0.61 <sup>A</sup>	7.12±0.57 <sup>A</sup>	23.40***
	4% oil	4.66±0.43 <sup>aC</sup>	6.41±0.14 <sup>aB</sup>	6.59±0.40 <sup>AB</sup>	7.20±0.58 <sup>A</sup>	22.13***
	6% oil	4.17±0.26 <sup>bc</sup>	6.35±0.16 <sup>aB</sup>	6.59±0.28 <sup>AB</sup>	6.84±0.33 <sup>A</sup>	85.84***
	F-value	23.36***	3.78*	1.97	2.43	

<sup>1)</sup>Mean±SD of 5 measurements.

<sup>a-c</sup>Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

<sup>A-D</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

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

(2009)은 녹두전분, 쌀전분, 옥수수전분의 RVA특성 비교에서 전분의 전단력 및 열처리에 대한 저항력과 관계있는 breakdown이 세 전분 중 가장 작은 녹두전분이 노화속도가 빠르다고 하였는데, 본 연구에서 대두유 첨가로 녹두전분의 breakdown이 증가한 것은 노화속도를 늦추는 요인이 되는 것으로 생각된다. 가용성 아밀로오스는 냉각시 회합체를 형성하여 노화와 관련이 깊은데, <Table 2>에서 나타나듯이 대두유 첨가에 의해 가용성 아밀로오스 함량은 감소했는데도 불구하고, 노화 경향을 나타내는 consistency 값이 커진 것은 최저점도는 떨어졌으나 그 후 점도 값이 회복되어 최종점도 값이 비슷한 수준으로 되었기 때문이다.

개시온도에 유의차를 나타내지 않아 RVA 특성의 호화온도와 일치하였다. 무첨가, 2, 4% 대두유 첨가군은 피크온도에 유의한 변화를 나타내지 않은 반면, 6% 대두유 첨가군의 피크온도는 유의적으로 감소하였다. 흡열 엔탈피 값은 무첨가군과 2% 대두유 첨가군은 유의차가 없었으나, 4, 6% 첨가군에서는 엔탈피 값이 증가하여 전분의 호화에 더 많은 흡열 에너지가 소요되는 것을 나타내어 지방이 전분 호화에 방해인자임을 나타내었다. Yoon & Kim(2003)은 녹두전분과 물의 비율을 1:3으로 하고 DSC 특성을 측정했을 때 호화온도 범위가 67-89°C로 본 연구와는 차이를 보였는데, 이는 실험조건의 차이가 원인이라고 생각된다.

5) 시차주사열량기를 이용한 열적 특성

대두유의 첨가에 따른 녹두전분 현탁액의 시차주사열량기 특성치의 변화는 <Table 4>에 나타내었다. 모든 시료에서 호화의 온도 범위는 65-74°C로 단일피크를 나타내었고, 호화

2. 대두유 첨가가 저온저장 녹두전분겔의 텍스처에 미치는 영향

1) 파단특성

전분겔의 물성치 중 실제 입속에서 평가되는 겔강도와 직

&lt;Table 6&gt; TPA characteristics of mung bean starch gels with different soy bean oil levels during cold storage at 5°C

Characteristics		Storage time (hr)				F-value
		0	24	48	72	
Hardness	No addition	632.2±28.3 <sup>1)D</sup>	1938.8±63.8 <sup>aC</sup>	2630.9±23.6 <sup>aB</sup>	2763.3±35.5 <sup>aA</sup>	1707.87***
	2% oil	616.7±12.5 <sup>D</sup>	1852.7±42.7 <sup>bC</sup>	2475.3±43.2 <sup>bB</sup>	2612.1±56.2 <sup>bA</sup>	1466.04***
	4% oil	634.9±32.6 <sup>D</sup>	1839.2±28.0 <sup>bC</sup>	2397.2±57.0 <sup>bB</sup>	2639.0±39.2 <sup>bA</sup>	1432.49***
	6% oil	640.5±27.2 <sup>D</sup>	1781.9±34.4 <sup>bC</sup>	2286.6±44.5 <sup>bB</sup>	2580.4±40.7 <sup>bA</sup>	1567.16***
	F-value	0.45	8.01**	38.76***	10.10**	
Adhesiveness	No addition	4.03±1.87 <sup>C</sup>	16.08±2.78 <sup>B</sup>	28.10±6.06 <sup>A</sup>	29.56±5.95 <sup>A</sup>	14.63**
	2% oil	7.02±0.70 <sup>C</sup>	15.55±6.26 <sup>B</sup>	20.54±1.74 <sup>AB</sup>	25.30±1.42 <sup>A</sup>	12.83***
	4% oil	6.45±0.62 <sup>C</sup>	13.55±3.72 <sup>B</sup>	21.26±3.04 <sup>A</sup>	21.14±2.19 <sup>A</sup>	20.37***
	6% oil	8.55±4.14 <sup>C</sup>	14.31±5.31 <sup>BC</sup>	20.63±2.77 <sup>B</sup>	29.76±4.05 <sup>A</sup>	14.06**
	F-value	1.91	0.20	3.40	3.13	
Cohesiveness	No addition	0.60±0.00 <sup>A</sup>	0.56±0.00 <sup>B</sup>	0.54±0.00 <sup>bC</sup>	0.54±0.01 <sup>C</sup>	36.00***
	2% oil	0.60±0.00 <sup>A</sup>	0.56±0.00 <sup>B</sup>	0.55±0.00 <sup>aB</sup>	0.54±0.01 <sup>C</sup>	82.80***
	4% oil	0.60±0.01 <sup>A</sup>	0.56±0.01 <sup>B</sup>	0.56±0.00 <sup>aB</sup>	0.54±0.01 <sup>C</sup>	37.49***
	6% oil	0.61±0.01 <sup>A</sup>	0.57±0.01 <sup>B</sup>	0.56±0.00 <sup>aC</sup>	0.55±0.00 <sup>C</sup>	32.21***
	F-value	2.12	2.34	15.97***	0.25	
Springiness	No addition	0.91±0.01 <sup>B</sup>	0.95±0.00 <sup>A</sup>	0.94±0.01 <sup>bA</sup>	0.94±0.01 <sup>A</sup>	9.72**
	2% oil	0.91±0.00 <sup>B</sup>	0.95±0.01 <sup>A</sup>	0.96±0.00 <sup>aA</sup>	0.95±0.00 <sup>A</sup>	37.03***
	4% oil	0.91±0.01 <sup>B</sup>	0.95±0.00 <sup>A</sup>	0.95±0.00 <sup>aA</sup>	0.95±0.01 <sup>A</sup>	53.89***
	6% oil	0.92±0.01 <sup>B</sup>	0.95±0.01 <sup>A</sup>	0.95±0.01 <sup>abA</sup>	0.95±0.00 <sup>A</sup>	12.48***
	F-value	0.51	0.29	4.78*	0.43	
Chewiness	No addition	344.3±14.5 <sup>D</sup>	1026.7±43.8 <sup>C</sup>	1333.3±48.5 <sup>aB</sup>	1412.1±43.8 <sup>A</sup>	460.94***
	2% oil	325.6±15.8 <sup>C</sup>	987.0±23.1 <sup>B</sup>	1313.2±22.8 <sup>abA</sup>	1346.4±56.4 <sup>A</sup>	702.63***
	4% oil	347.3±15.6 <sup>D</sup>	968.9±21.5 <sup>C</sup>	1272.4±35.6 <sup>bB</sup>	1361.5±25.9 <sup>A</sup>	936.28***
	6% oil	356.1±20.7 <sup>D</sup>	971.5±29.4 <sup>C</sup>	1206.3±37.5 <sup>cbB</sup>	1353.8±51.2 <sup>A</sup>	469.84***
	F-value	1.75	2.71	10.10*	1.56	
Gumminess	No addition	376.4±14.7 <sup>C</sup>	1078.9±41.8 <sup>aB</sup>	1427.3±23.3 <sup>aA</sup>	1485.4±44.8 <sup>A</sup>	675.03***
	2% oil	371.9±5.4 <sup>C</sup>	1040.9±23.8 <sup>abB</sup>	1370.8±25.2 <sup>abA</sup>	1416.4±57.0 <sup>A</sup>	718.24***
	4% oil	381.0±18.2 <sup>D</sup>	1020.5±20.1 <sup>bC</sup>	1335.8±35.8 <sup>bB</sup>	1431.7±20.7 <sup>A</sup>	1067.82***
	6% oil	387.7±17.2 <sup>D</sup>	1019.0±21.1 <sup>bC</sup>	1261.0±29.6 <sup>cbB</sup>	1427.3±55.8 <sup>A</sup>	595.00***
	F-value	0.63	3.65*	19.98***	1.60	

<sup>1)</sup>Mean±SD of 5 measurements.

<sup>a-d</sup>Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

<sup>A-D</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (p<0.05).

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

접 관련되는 것은 겔이 파괴될 때의 파단특성으로 관능적 평가와 파단특성치는 상관관계가 높은 것으로 알려지고 있으며, 파단응력이 큰 겔은 강한 겔을 나타내며, 파단변형이 큰 겔은 탄력성이 높은 겔을 나타낸다(Watanabe 1998). <Table 5>에 무첨가 및 대두유첨가 녹두전분겔의 저온저장에 따른 파단특성을 나타내었다.

무첨가군과 대두유 첨가군의 파단응력(rupture stress)은 제조 직후 가장 작고 저장기간이 경과하면 커졌다. 제조 직후 및 24시간 저장 후에는 대두유첨가군의 파단응력이 무첨가군보다 유의하게 컸지만, 저장 시 무첨가군의 파단응력 값이 대두유첨가군보다 빨리 증가하여 48시간 저장 후에는 두군 사이에 유의하지는 않지만 무첨가군의 파단응력이 대두유 첨

가군보다 컸고 72시간 저장 후에는 유의하게 무첨가군의 파단응력이 큰 값을 나타내었다. 제조 직후 대두유 첨가군의 파단응력이 더 큰 것은 전분의 표면과 붙어있거나 수중에 분산된 유적(oil droplet)이 망상구조 내에서 filler로 존재하면서 겔 강도를 높여주고 있기 때문이라고 생각되며, 저장 시에는 대두유첨가로 인한 노화속도의 지연 때문에 대두유 첨가군의 파단응력 상승속도가 작아진 것으로 생각된다. Mun 등(1996)도 쌀가루겔에 대두유를 0.5-2% 첨가했을 때 노화가 억제됨을 보고하였다. Kim 등(1999)은 한천 유화겔이 단단할수록(가교결합이 많을수록) 유적에 의해 붕괴되기 쉬우며, 유적의 크기가 클수록 붕괴효과는 크다고 하여 유적이 겔구조에 관여하고 있음을 시사하였다. 파단 변형(rupture strain)

은 저장기간이 길어지면 모든 군에서 파단 변형값이 작아져서 저장하면 탄력성이 떨어지는 것을 나타내었다. 대두유 첨가농도의 영향은 제조 직후에는 4% 첨가까지 무첨가군보다 대두유 첨가군의 파단변형이 컸으나, 6% 첨가에서는 무첨가군과 대두유 첨가군 사이에 유의차가 없었다. 저장 후에는 무첨가군, 대두유첨가군의 파단변형에 유의차가 없어서 파단 변형은 제조직후를 제외하면 대두유 첨가의 영향을 받지 않는 것으로 보인다. Kim 등(1999)은 유지첨가 한천 유희겔의 경우 파단변형은 거의 변하지 않았다고 하여 본 연구와 일치하였는데, 이는 유적의 크기가 파단변형을 변화시키기에 너무 작기 때문이라고 하였다. 파단에너지는 모든 군에서 저장기간이 길어지면 커졌다. 대두유첨가의 영향은 제조직후와 24시간 저장 후까지는 대두유 첨가군의 파단에너지가 무첨가군보다 컸으나 저장 시 무첨가군의 파단에너지 상승속도가 대두유첨가군보다 빨라 48시간 저장 이후는 유의하지는 않으나 무첨가군의 파단에너지가 대두유 첨가군보다 컸다.

이상의 파단특성 결과를 살펴보면 2-4%의 대두유 첨가로 제조직후 파단응력, 파단변형, 파단에너지가 더 커져 겔의 강도와 탄력성이 더 커지는 것을 나타내었으며, 대두유 첨가로 저장 시 노화에 따른 파단특성 변화가 줄어드는 것을 알 수 있다.

## 2) TPA 특성

대두유 첨가 녹두전분겔의 저장에 따른 TPA 특성을 <Table 6>에 나타내었다. 겔의 경도(hardness)는 무첨가군, 대두유첨가군 모두 제조 직후 가장 작고 저장에 의해 증가하였다. 대두유 첨가에 의한 영향은 제조직후에는 경도에 유의차가 없었지만, 저장 후에는 대두유 첨가군이 무첨가군보다 유의적으로 경도가 작았으며 이때 대두유 첨가농도의 영향은 거의 없었다. 저장 시의 이와 같은 경도 변화는 저장시 대두유첨가로 인한 노화속도의 지연 때문에 대두유 첨가군의 파단응력 상승속도가 작았던 파단특성 결과와도 부합되는 것으로 생각된다. 녹두 전분겔의 경도에 미치는 유지의 영향은 Inaba 등(1989)은 1% 유지첨가로 경도가 커진다고 하였고, Joo & Chun(1991)은 2-10% 유지첨가시 2% 첨가까지는 유의차가 나타나지 않았고 4% 첨가부터 경도가 감소하였다고 보고하여 유지의 첨가 농도에 따라 다른 결과를 나타내었다. 본 연구에서 제조직후 겔은 대두유첨가로 파단응력, 파단변형, 파단에너지가 무첨가겔보다 증가한 반면 경도는 유의적 차이가 없는 것으로 볼 때 대두유첨가로 겔의 물성이 단단해지는 않으면서 잘 부숩지 않는 탄력있는 텍스처로 된 것으로 생각된다. 부착성(adhesiveness)은 제조 직후 가장 작고 저장 기간이 길어짐에 따라 증가하였는데, 대두유 첨가량의 영향은 나타나지 않았다. 응집성(cohesiveness)은 제조직후 가장 크고 저장에 의해 감소하였으며, 대두유 첨가의 영향은 48시간 저장군을 제외하고 대두유 첨가군과 무첨가군 사이에 유의차가 없었다. 저장에 의해 응집성이 작아진 것은 노화에 의해 내부 응집력이 약해진 때

문으로 생각되며, 대두유첨가가 응집성에 별로 영향이 없는 것은 대두유 첨가에 의해 노화속도를 늦추지만 노화를 완전히 멈추게 하는 것은 아니기 때문으로 생각된다. 탄력성(springiness)은 저장에 의해 제조직후보다 그 값이 유의적으로 커졌으나 저장기간에 따른 차이는 없었다. 탄력성에 미치는 대두유 첨가량의 영향은 48시간 저장겔을 제외하고는 없었다. 씹힘성(chewiness)은 저장에 의해 제조직후보다 증가해서 저장 시 겔이 질겨지는 것을 나타내었으며, 대두유 첨가에 의한 영향은 48시간 저장 후 외에는 유의적이지는 않으나 대두유 첨가군이 무첨가군보다 더 작은 씹힘성을 나타내었다. 검성(gumminess)도 씹힘성과 마찬가지로 저장에 의해 제조직후보다 증가하며, 제조직후 겔에서는 유의차가 없으나 24, 48시간 저장겔에서는 대두유첨가에 의해 검성이 유의적으로 감소하였으며 이때 대두유 첨가농도의 영향은 거의 없었다.

이상의 TPA 특성 측정 결과로 대두유 첨가는 제조직후에는 녹두전분겔의 물성에 별다른 영향을 미치지 않았으나 저온저장시 정도, 씹힘성, 검성의 증가를 억제시키는 것을 나타내었으며 이때 대두유 첨가농도의 영향은 거의 없었다.

## IV. 요약 및 결론

본 연구는 전분겔 식품의 품질개선을 위한 기초자료로 사용하고자 전분의 2, 4, 6%의 대두유 첨가가 녹두전분의 이화학적 특성과 냉장저장(5, 0, 24, 48, 72시간) 녹두전분겔의 텍스처 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 녹두전분의 팽윤력은 대두유 첨가량의 증가에 의해 유의적인 변화가 없었으나, 용해도는 유의적으로 증가하였다. 녹두전분의 가용성 탄수화물의 양은 대두유 첨가량의 증가에 의해 유의적인 차이는 없었으나 감소하는 경향을 보였고, 가용성 아밀로오스의 양은 유의적으로 감소하였다. 녹두전분 현탁액의 RVA 특성은 대두유 첨가량의 증가에 의해 호화온도, 최고 점도에는 변화가 없었으나, 최저점도는 유의적으로 감소하였으며 breakdown과 consistency의 값은 유의적으로 증가하였으나 대두유 첨가농도에 따른 차이는 없었다. 대두유 첨가에 따른 녹두전분 현탁액의 DSC 특성치는 모든 시료에서 호화의 온도 범위는 65-74°C로 단일피크를 나타내었고, 호화 개시온도에 유의차를 나타내지 않아 RVA 특성의 호화온도와 일치하였다. 흡열 엔탈피 값은 4, 6% 대두유 첨가군에서 엔탈피 값이 증가하여 4% 이상 대두유 첨가시 전분의 호화에 더 많은 흡열 에너지가 소요되는 것을 나타내었다. 녹두전분겔의 제조직후의 파단특성은 2-4%의 대두유 첨가로 파단응력, 파단변형, 파단에너지가 더 커져 겔의 강도와 탄력성이 더 커지는 것을 나타내었으며, 대두유 첨가로 저온저장시 노화에 따른 파단특성 변화가 줄어 드는 것을 나타내었다. 녹두전분겔의 TPA특성은 대두유 첨가가 제조직후에는 녹두전분겔의 물성에 별다른 영향을 미치지 않으나 저온저장시 정도, 씹힘성,

검성의 증가를 억제시키는 것을 나타내었는데, 이때 대두유 첨가농도의 영향은 거의 없었다. 이상으로 대두유 첨가가 녹두전분의 이화학적 특성을 변화시키며, 이러한 변화가 저온 저장 중의 녹두전분겔의 텍스처를 개선하는 요인으로 생각되며 이때 대두유 첨가농도는 2-4%가 적당하다고 생각된다.

#### ■ 참고문헌

- AOAC. 1984. Official methods of analysis, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
- 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 HT, Lee SY, Yang R, Oh DW. 1988. Effects of defatted and reincorporation with fatty acid on the physicochemical characteristics of rice starch. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20(6):834-839
- Conde-Petit B, Esher F. 1994. Influence of starch-lipid complexation on the aging behaviour of high concentration starch gels. *Starch*, 46(5):172-177
- 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 HJ, Jang KI, Bae IY, Lee KY, Koo SH, Kim MK, Jun SJ, Lee HG. 2009. Effect of cooking method and additives on the freeze-thaw stability of mung bean starch paste for preparation of omija-eui. *Food Sci. Biotechnol.*, 18(5):1230-1236
- Hoover R, Hadziyev D. 1981. Characterization of potato starch and its monoglyceride complexes. *Starch*, 33(9):290-300
- 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
- Jang KI, Han HJ, Lee KY, Bae IY, Lee JY, Kim MK, Lee HG. 2009. Physicochemical properties of mung bean starch paste, a main ingredient of omija-eui. *Food Sci. Biotechnol.*, 18(4):991-995
- 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 KH, Gohtani S, Matsuno R, Yamano Y. 1999. Effects of oil droplet and agar concentration on gel strength and microstructure of o/w emulsion gel. *J. Texture Studies*, 30(3):319-335
- Kim KS, Kim HS, Oh MS, Hwang IK. 2005. *Food & Cookery Science*. Soohaksa. Seoul. pp 151-152
- Kweon MR, Park CS., Auh JH, Cho BM, Yang NS, Park KH. 1994. Phospholipid hydrolysate and antistaling amylase effects on retrogradation of starch in bread. *J. Food Sci.*, 59(5):1072-1080
- Lee JY, Lee HG. 1994. Texture characteristics of Mokwapyun as affected by ingredients. *Korean J. Soc. Food. Sci.*, 10(4):386-393
- Lee SK, Shin MS. 1991. Characteristics of defatted and lipid-reintroduced sweet potato starches. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23(3):341-348
- Lee SK, Shin MS. 1993. Physicochemical properties of defatted and lipid-reintroduced kidney bean, mung bean and corn starches. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25(6):710-715
- Mun SH, Kim JO, Lee SK, Shin MS. 1996. Retrogradation of sucrose fatty acid ester and soybean oil added rice flour gels. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(2):305-310
- 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
- Takahashi S, Seib DA. 1988. Paste and gel properties of prime corn and wheat starches with and without native lipid. *Cereal Chem.*, 65(6):474-483
- Tester RF, Morrison WR. 1990. Swelling and gelatinization of cereal starches I. Effects of amylopectin, amylose and lipids. *Cereal Chem.*, 67(6):551-557
- Watanabe Y. 1998. Firmness and mechanical properties of food. *Nippon Shokuhin Kogaku Kaishi*, 45(5):287-293
- 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
- Yoon JI, Kim SK. 2003. Effect of annealing on pasting properties and gel hardness of mungbean starch. *Food Sci. Biotechnol.*, 12(5):526-532