

## 脫脂大豆粕에서 抽出한 分離大豆蛋白의 食品學的 性質

邊 時 明 · 金 哲 鏞\*

韓國科學院 生物工學科

(1977년 2월 22일 수리)

## Functional Properties of Soy Protein Isolates Prepared from Defatted Soybean Meal

by

Si-Myung Byun and Chul-Jin Kim\*

*Department of Biological Science and Technology, Korea Advanced Institute of Science*

(Received February 22, 1977)

### Abstract

A laboratory study was made to develop a simple and economic model method for the systematic determination of functional properties of "Soy Protein Isolates (SPI)" prepared from defatted soybean meal. These are required to evaluate and to predict how SPI may behave in specific systems and such proteins can be used to simulate or replace conventional proteins.

Data concerning the effects of pH, salt concentration, temperature, and protein concentration on the functional properties which include solubility, heat denaturation, gel forming capacity, emulsifying capacity, and foaming capacity are presented. The results are as follows:

- 1) The yield of SPI from defatted soybean meal increased to 83.9 % as the soybean meal was extracted with 0.02 N NaOH.
- 2) The suitable viscosity of a dope solution for spinning fiber was found to be 60 Poises by using syringe needle (0.3 mm) with 15 % SPI in 0.6 % NaOH.
- 3) Heat caused thickening and gelation in concentration of 8 % with a temperature threshold of 70 °C. At 8~12 % protein concentration, gel was formed within 10~30 min at 70~100 °C. It was, however, disrupted rapidly at 125 °C of overheat treatment. The gel was firm, resilient and self-supporting at protein concentration of 14 % and less susceptible to disruption of overheating.
- 4) The emulsifying capacity (EC) of SPI was correlated positively to the solubility of protein at  $\mu=0$ . At pH of the isoelectric point of SPI (pH 4.6), EC increased as concentration of sodium chloride increased. Using model system (mixing speed: 12,000 r.p.m., oil addition rate: 0.9 ml/sec, and temperature:  $20 \pm 1$  °C), the maximum EC of SPI was found to be 47.2 ml of oil/100 mg protein, at the condition of pH 8.7 and  $\mu=0.6$ . The milk casein had greater EC than SPI at lower ionic strength while the EC of SPI was the same as milk casein at higher ionic strength.
- 5) The shaking test was used in determining the foam-ability of proteins. Progressively increasing SPI concentration up to 5 % indicated that the maximum protein concentration for foaming capacity was 2 %. Sucrose reduced foam expansion slightly but enhanced foam stability. The results of comparing milk casein and egg albumin were that foaming properties of SPI were the same as egg albumin, and better than milk casein, particularly in foam stability.

\*現住所: 韓國科學技術研究所, 食品工學研究室 (KIST).

序 論

大豆의 食品利用은 在來로 된장, 간장, 청국장등의 醱酵食品과 두부, 콩나물의 傳統食品으로 主로 利用되어 왔으나 外國에서는 大豆를 利用한 食品의 種類가 점차 多樣해지고 있고 우리나라에서도 이제 이 方面의 研究가 활발해지고 있다. 特히 高蛋白 大豆粉으로서 각종 食品에 添加效果, 濃縮大豆蛋白 또는 分離大豆蛋白으로서 利用, 豆乳製造 및 分離大豆蛋白을 纖維狀으로 組織化하여 大豆蛋白肉 (meat analog)으로서 利用할 可能性이 많으나 現時點으로서는 經濟性이 문제되고 있다. 그러나 이를 解決코저 여러 研究가 시도되고 있는 실정이다.

蛋白質의 食品學的 特性(functional property)은 食品內에서 蛋白質의 役割과 加工에 미치는 性質로서 食品中의 他成分과의 相互作用으로 인한 organoleptic property이며 texture의 改善, 接觸時의 感觸改善과 더불어 溶解度(solubility), 分散性(dispersibility), 膨潤性(swelling), 粘性(viscosity), 水化力(hydration), 乳化性(emulsifying), 泡氣性(foaming), 彈性(elasticity), 凝集性(cohesion), 겔 형성(gelation), gritness, chewiness, dough formation, extrudability, fiber formation 등등으로 區分할 수 있으며 이들의 綜合的인 結果로 人間의 官能에 섬세하게 촉감된다.

大豆蛋白質의 食品學的 性質을 利用하여 소세지같은 加工肉<sup>(1,2)</sup>을 製造함에 있어서 分離大豆蛋白(Soy Protein Isolate, SPI)의 機能은 鹽可溶性 筋肉 蛋白質인 myosin과 actomyosin의 乳化力을 補充하여 조리시 脂肪 分離와 meat juice의 消失을 막는 것이며 다른 binding agent보다 높은 營養的, 經濟的 利點이 있다. SPI는 또한 그의 表面活性을 利用하여 imitation milk, cream cheese, frozen dessert, 아이스크림등의 ingredient로도 사용할 수 있다<sup>(3-6)</sup>. 또한 SPI를 組織化하여 人造肉 自體를 만든다거나<sup>(7-10)</sup>, beef patties의 增量劑<sup>(11-13)</sup>로 使用하여 不足한 蛋白質을 補充하고자 하는 試圖가 있으며 以外에도 coffee whitener, 製빵시 milk casein의 對替劑와 高蛋白 清涼飲料의 ingredient로 利用하고자 試圖되고 있다<sup>(14)</sup>.

本 實驗에서는 大豆를 搾油하고 남은 低變性 脫脂大豆粕을 效率的으로 利用하고자 SPI를 製造하여 spun fiber의 製造를 研究하는 過程에서 SPI의 效率的인 食品 利用性을 檢討하기 위해 우선 食品學的 性質을 model system을 使用하여 條件究明을 行하므로서 값비싼 動物性蛋白質의 對替可能性을 檢討考察하였다.

實驗材料 및 方法

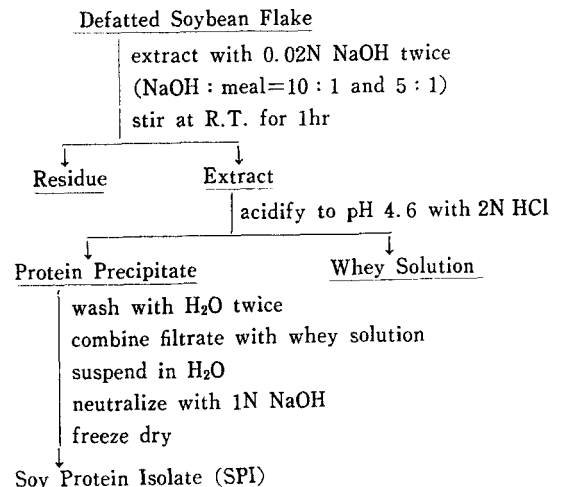
1) 試 料

Milk casein은 Wako (Japan)社 製品이고 egg albumin은 Sigma (USA)에서 구입하였다. 食用油는 東邦油糧 製品을 市中에서 구입하였으며 調味料로 使用한 글루타민산소다, 인산염, 아질산염, 질산염은 許可食品添加物로 市中에서 구입하였다. 以外的 化學試藥은 特別히 表示하지 않는한 試藥用 特級이다. 脫脂大豆粕은 低溫에서 hexane으로 抽出한 東邦油糧의 “Soy Flour F”製品이다.

2) 實驗方法

分離大豆蛋白 (SPI)의 製造 : 1 kg의 soy flour F에 0.02 N NaOH液 10 l를 加하고 室溫에서 1時間 攪拌한후 Sorbal super speed centrifuge (SS-3 및 GS-3 rotor)로 15,000 r.p.m.에서 10分 遠心分離시켰다. 抽出液 (I)을 分離하고 殘渣에 5 l의 증류수를 加하여 攪拌하여 재차 遠心分離시켜 抽出液 (II)을 分離하였다. 抽出液 I, II를 合하여 (13 l) 2N HCl로 pH 4.6으로 맞추어 가라앉은 蛋白質을 방치하였다가 上澄液을 減壓吸入으로 따라낸 다음 沈澱을 2회 증류수로 씻어 같은 方法으로 上澄液을 제거하였다. 남은 沈澱 (4.2 l)을 1N NaOH로 다시 pH 6.7로 맞춘다음 Virtis freeze drier(model 10-146 MR-8A)를 사용하여 凍結乾燥시켰다. SPI는 實驗에 使用하기 전 必要하다면 鹽을 제거하여 사용하였다. Scheme 1은 SPI 製造過程을 보여준다.

蛋白質 溶解度 測定 : Lowhan法<sup>(15)</sup>에 의하여 3,000 × g에서 15分 遠心分離하여 上澄液에 남아있는 蛋白質을 Lowry法<sup>(16)</sup>으로 定量하였다. 이를 溶解도가 가장



Scheme 1: Preparation of Soy Protein Isolate

좋은 pH 11로 처리한 試料의 可溶性 蛋白質量에 對한 百分比로 表示하였다. 加熱變性<sup>(17)</sup>에 依한 溶解度 變化는 一定 溫度에서 加熱後 冷却하여 pH를 11.0으로 調節, 遠心分離한 後 上澄液의 蛋白質을 定量하고 可熱 不溶性 蛋白質에 對한 百分比로 表示하였다.

**Alkali dope solution의 粘度測定:** SPI를 알칼리 용액에 녹인 alkali dope solution의 粘度를 測定하기 위하여 蛋白質水溶液 100 ml를 150 ml 비커(dia. 6×8 cm)에 取하여 28 °C에서 30分 溫度平衡을 이루었다. 이 液에 各 濃度別 NaOH 液을 加하여 最終容積을 120 ml로 만들고 Brookfield viscometer로 水槽에서 spindle의 回轉 速度를 5 r.p.m.으로 固定하여 一分 간격으로 recorder의 눈금을 읽어 apparent viscosity를 計算하였다.

**加熱 gel의 粘度:** SPI의 濃도와 加熱溫度가 gelation에 미치는 影響을 보기 위하여 gel의 apparent viscosity를 測定하였다. Gel化는 各 濃度의 SPI液을 一定 溫度(30~125 °C)에서 30分 加熱하여 蛋白分子를 충분히 unfolding시킨 後 이를 冷却시켜 5 °C 냉장고에서 9時間 保管하여 二次的인 association을 充分히 誘發시켰다. 28 °C에서 溫度平衡을 이루고 Brookfield viscometer를 사용하여 前述한대로 apparent viscosity를 測定하였다.

**乳化力 測定:** Swift<sup>(18)</sup> 變法을 使用하였고 比較實驗으로 milk casein도 併行하였다. pH와 鹽濃도가 乳化力에 미치는 影響을 보고서 SPI液 30 ml를 取하여 2N HCl와 1N NaOH로 pH를 調節하고 最終容積을 60 ml로 맞추어 蛋白質濃도를 1%로 만든 다음 이 溶液 50 ml를 Osterizer plastic mini container에 넣고 20 °C 水槽에서 溫度平衡을 이루도록 하였다. 4 bladed screw로 12,000 r.p.m.으로 攪拌하면서 screw에서 5 mm 떨어진 거리에서 0.9 ml/sec의 速度로 미리 20 °C로 加熱한 大豆油를 加하였다. 反應 終末點은 粘度가 급격히 떨어지는 點을 肉眼으로 判別하였다. 攪拌時 溫度 上昇을 막기 위하여 얼음으로 水槽의 溫度를 20±1 °C로 調節하였다. 乳化力은 蛋白質 100 mg當 乳化된 油의 ml로 表示하였다.

**泡氣性 測定:** SPI의 whipping capacity를 보기 위해 foaming expansion과 stability를 Eldrige法<sup>(19)</sup>으로 測定하였다. 100 ml mass cylinder (3×25 cm)에 1% SPI 수용액 20 ml를 加하고 고무마개로 봉한 후 수평으로 30 cm간격으로 30秒間 120回 振盪한 후 바로 세워서 30秒 경과후 남아 있는 foam의 부피를 測定하여 foam expansion으로 하였고 30分後 남아 있는 foam의 부피를 測定하여 30秒後 남아있는 foam의 부피의 百分比로 나타내어 foam stability로 하였다.

**結果 및 考察**

分離大豆蛋白의 收率: 東邦油糧에서 供給받은 低變性 脫脂大豆粕의 一般成分은 Table 1과 같다.

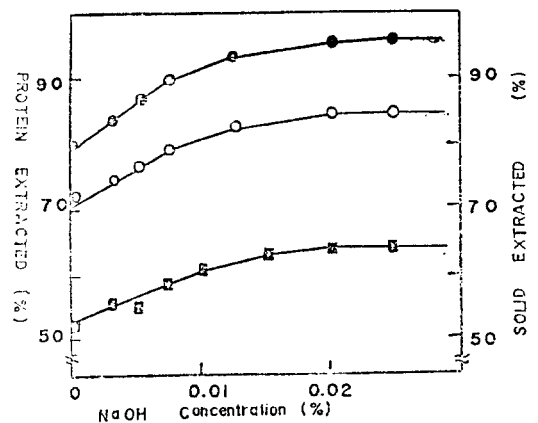
**Table 1. General Composition of Dafatted Soybean Meal**

Protein (N×6.25)	47.3 (%)
Fat	0.2
Carbohydrate	37.8
Ash	6.1
Moisture	9.3

大豆蛋白質은 glycine이 主成分으로 鹽의 種類와 濃도에 따라 溶解度가 달라지므로 收率을 높이기 위하여 本實驗에서는 NaOH로 抽出하였다. Fig. 1은 NaOH 濃度別 蛋白質의 抽出量, 固形物 및 SPI의 收率을 보여 준다. 이 結果에 依하면 NaOH濃도가 0 (증류수)일때 抽出된 蛋白質은 總蛋白質의 80%에 달했고 51%의 固形物이 抽出되었다. 그러나 0.02N NaOH로 抽出하면 蛋白質은 95%, 固形物은 65.7%가 抽出되어 좋은 結果를 나타냈다. 回收된 SPI는 증류수로 추출한 總蛋白質의 73%에서 0.02N NaOH 使用時 84%로 增加하였다. 0.02N NaOH를 使用하여 抽出時 各 fraction別 蛋白質의 變化는 Table 2와 같다

回收한 SPI의 一般分析 結果는 Table 3과 같다.

NaOH로 抽出하여 製造한 SPI가 증류수로 抽出한 경우보다 香味面에서 良好하여 콩비린내 (beany-off flavor)가 적었다. 이는 Kon<sup>(20)</sup>등이 밝힌 콩비린내 生成에



**Fig. 1. Extractability of Dafatted Soybean Meal as Function of NaOH Concentration.**

●—●—●; protein, ○—○—○; SPI, ■—■—■; soluble solid

**Table 2. Yield and Protein Content<sup>(a)</sup> of Soybean Meal Fraction on Dry Basis**

Fraction	Solid yield (%)	Protein (%)	Protein yield (%)
Defatted soybean meal	100	47.3	—
Acid ppt'd protein (SPI)	43.1	92.1	83.9
Residue	32.0 <sup>(b)</sup>	9.7	6.6
Total whey solid	24.8	38.1	9.5

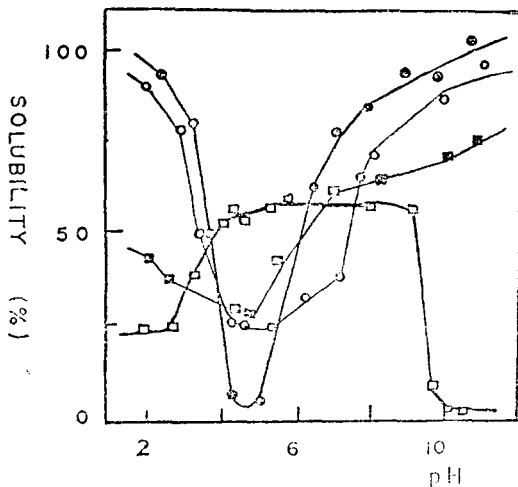
a) Extracted with 0.02N NaOH solution  
b) Difference

**Table 3. General Composition of SPI on Dry Basis**

Protein (N×6.25)	92.1 (%)
Carbohydrate	0.5
Ash	7.3
Fat	—

關與하는 lipoxigenase가 높은 pH 處理에 의하여 活性이 抑制되기 때문에 생각된다.

**溶解度**: Mattil<sup>(21)</sup> 등은 여러가지 鹽濃度에서 溶解度를 調査하는 일은 利用可能 食品을 選定하는 基礎資料로서 加工工程의 最適化, 加熱處理의 影響 및 乳化力, 氣泡形成能과 密接한 關係를 갖는다고 報告하였다. 最終 SPI濃度가 2% 이고 鹽濃度和 pH에 따른 SPI의 溶解度는 Fig. 2와 같았다. Anderson<sup>(22)</sup>은 大豆粕을 pH 4.5로 處理할 때 鹽이 없으면 2S와 7S成分이 少量 녹



**Fig. 2. Solubility of SPI as Function of pH and NaCl Concentration.**

Protein of supernatant was determined after centrifugation at 3,000 r.p.m. for 15 min.

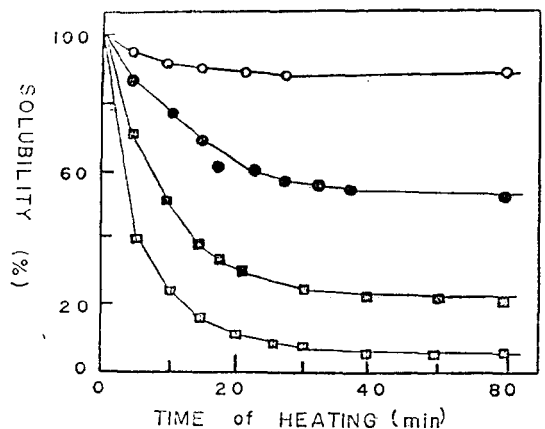
●—●—●; water, ○—○—○; 1.5% NaCl, ■—■—■; 3.0% NaCl, □—□—□; 6% NaCl

아 總窒素의 10%가 녹으나 鹽濃度가 증가하면 最高 65%까지 溶解됨을 보았으며 高濃度에서는 15S와 11S量이 증가하고 7S가 沈澱되어 全體적으로 可溶性 總窒素化合物이 어느 限界에 達한다고 報告하였다.

Fig. 2에서 볼 수 있는바와 같이 SPI를 液狀食品(高蛋白飲料)에 使用할때 SPI 溶解度는 重要한 特性으로 지적될 것이며 될 수 있는 한 溶解度가 높을수록 有利하다. 따라서 等電點 부근의 pH (4~5)를 갖는 食品에 SPI를 사용하려면 鹽濃度를 높이는 方法을 기대하겠으나 飲料品の 鹽은 제한되므로, SPI의 分子變形을 시도하는 方法을 강구해야 할 것으로 推測된다. Stapley와 Melnychyn<sup>(23)</sup>는 植物蛋白質을 acylation시켜 coffee whitener로 使用하여 蛋白質 沈澱現狀을 改善하였다.

**加熱에 의한 變性**: Fig. 3은 SPI의 熱變性 結果를 보여준다. SPI 2% 현탁액은 95°C의 熱處理에 의하여 溶解度가 8%로 減少하였으나 70°C에서 80分間 加熱하였을 때 溶解度는 95%로 되어 신제로 70°C以下の 熱處理는 大豆蛋白質의 變性を 別로 誘發시키지 않았다.

一般的으로 蛋白質의 熱變性は 初期에 polypeptide chain의 unfolding이 일어나 溶解度에는 큰 影響을 미치지 않으나 계속 加熱에 의하여 二次的 變性이 일어나 溶解度가 급격히 減少된다<sup>(24)</sup>. Kim<sup>(25)</sup>에 의하면 大豆에서 蛋白質 抽出時 抽出量 減少는 SPI自體의 溶解度減



**Fig. 3. Temperature Effect on SPI Solubility**

Ten ml of 2% SPI suspension in water was heated at various temperatures and adjusted pH 9.5 with 2N NaOH (final concentration of NaOH; 0.02N, final volume; 10.1 ml). Protein of supernatant was determined after centrifugation at 3,000 r.p.m. for 15 min.

○—○—○; 70°C ●—●—●; 80°C  
■—■—■; 90°C □—□—□; 95°C

少에 比하여 훨씬 적으며 이것은 蛋白質의 熱變性を 막는 保護物質에 基因한다고 推測하였고, Hegg<sup>(24)</sup> 등의 實驗結果에 의하면 anionic detergent 및 膠質物質이 蛋白質 熱變性を 막는 保護物質로서 作用한다고 하였다. 實際로 大豆中에는 脂肪酸 및 여러가지 鹽이 存在하여 이들의 保護作用을 생각할 수도 있을 것이나 이들의 보호작용에 의한 것인지는 분명치 않다.

**Alkali에 依한 gelling property:** SPI의 gelling property는 人造肉 製造時 重要な 性質로서 SPI를 알카리로 變性시켜 粘度變化를 본 結果 Fig. 4와 같다.

NaOH의 濃度 0.6%, SPI 12% 경우 8分後 最高 20 Poises의 粘度를 보인후 다소 減少하여 80分後 15 Poises를 나타내었고, SPI가 13%일때 43 Poises로서 계속 安定한 粘度를 나타내었으며 SPI 15% 일때는 60 Poises로서 良好한 粘度를 보였다. NaOH 濃도가 0.9%일때는 0.6%보다 높은 粘度를 보였으나 時間이 經過함에 따라 粘度의 減少現狀이 심해 Kelley<sup>(26)</sup> 등의 結果처럼 高濃度の NaOH에서 蛋白質이 分解되지 않나 推測되며 實際 dope 溶液에서 암모니아臭를 感知할 수 있었다.

Alkali dope을 spinning할때 粘度는 重要な 因子로 Green<sup>(10)</sup> 등은 28~300 Poises가 가장 알맞는 粘度라고

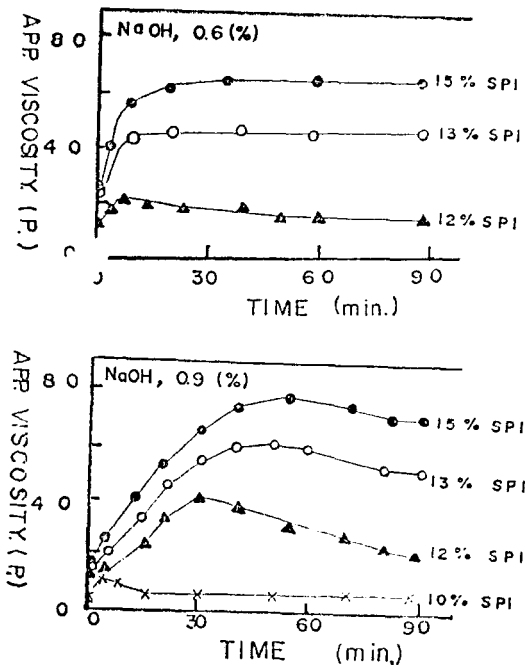


Fig. 4. Effect of Concentration of SPI, Time, NaOH Concentration on Viscosity of SPI Solution. Measured at 28 °C with Brookfield viscometer (10 r.p.m. spindle No. 4).

報告한 바 있다. Young<sup>(27)</sup> 등은 血漿에서 抽出한 蛋白質에 알카리를 加하면 粘度가 급격히 증가하여 短時間內에 300 Poises를 넘어 가르로 acetic acid (73 g/kg protein)을 加하여 50 Poises로 粘度를 調節하여 人造肉을 만들 수 있었다고 報告하였다. SPI dope의 fiber 形成을 보기 위하여 spinneret 代身 syringe needle (inner dia. 0.3 mm)를 사용하여 2 kg 추로 壓力을 加하면서 acid bath(pH 4.6, 20% NaCl 溶液)속으로 射出시켜 이때 응고된 纖維狀 蛋白質의 外觀을 觀察한 結果 28 °C에서 60 Poises의 粘度를 갖는 dope液이 매끄럽고 좋은 外觀을 나타내었다. 30 Poises일 경우엔 纖維가 形成되지 않고 acid bath에서 그대로 퍼져 나갔으며 90 Poises일 경우 射出速度가 느려 마디가 생기므로서 粒子形態로 되었다. 따라서 SPI의 경우 0.6% NaOH를 사용하여 安定한 粘度를 얻을 수 있었으며 좀더 나은 粘度를 얻기 위해서는 알카리 濃度を 增加시키는 것 보다 암모니아臭 發生을 억제키 위해 SPI 濃度を 增加시키는 것이 有利한 것을 알았다.

**加熱 gel의 性質:** SPI液을 40~120 °C사이의 溫度에서 加熱, 서서히 冷却시킨후, 28 °C에서 粘度를 測定한 結果는 Fig. 5와 같았다. SPI의 濃도가 8%일때 gel이 形成되기 시작하였으며 溫度의 影響은 80 °C까지는 gel의 強度가 對數的으로 增加하였으나 100 °C까지는 安定된 粘度를 보이다가 120 °C에서는 급격히 떨어졌다. 이때 部分的으로 coagulation된 蛋白質이 果粒狀態로 되는 것을 보아 gel의 continuity가 떨어짐에 基因한 것으로 생각된다. 그러나, SPI 濃도가 높으면 gel의 continuity가 계속 남아서 12%일 경우 120 °C로 加熱하여 20,000 Poises의 gel이 形成되었다. 따라서 쏘세지 등과

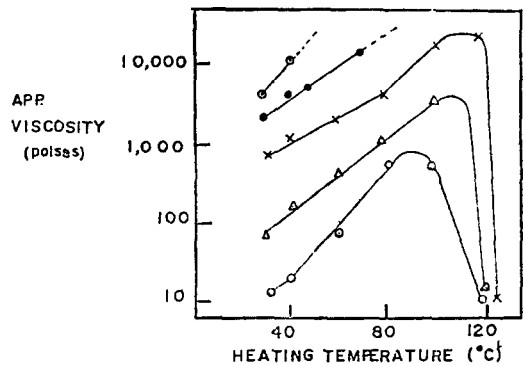


Figure 5. Apparent Viscosity of SPI Solution in Water

- : 8% SPI
- △—△—△: 10% SPI
- ×—×—×: 12% SPI
- : 14% SPI
- ◎—◎—◎: 16% SPI

같은 加工肉의 增量劑 및 人工肉의 材料로 SPI를 使用할 경우 SPI의 濃度가 12 %이상으로 하여야 調理後 일어나는 shrinkage 및 leaking現象을 줄이는 效果를 얻을 수 있다. Hermansson<sup>(28)</sup>에 依하면 unfolding된 polypeptide chain이 冷却에 依하여 association될 때 水素結合, hydrophobic bond, disulfide bond等이 形成되며, 蛋白質 濃度에 따라서 形成되는 結合力에 差異가 있어 gel의 continuity가 달라지므로 網狀構造속 에 포획될 수 있는 여러 食品 成分의 量이 左右된다고 하였다. 일반적으로 蛋白質 gel은 三次元的 網狀構造를 갖는 polypeptide chain으로 이속에 물, 香味成分등을 포획할 수 있어 固狀食品에 있어서는 蛋白質의 加熱에 의한 gel 形成能은 重要한 食品性質이다. 이로 미루어 보아 SPI를 가열하여 얻은 加熱 gel은 外觀上으로 좋은 三次元的 網狀構造를 가졌고 粘度도 良好하여 食品의 증량제 또는 食品成分을 포획하는 물질로 사용하여 제품의 texture 개선에 크게 기여할 것으로 기대된다.

乳化力 (EC): SPI의 乳化劑 및 fat binding agent로서 使用效果를 관찰하기 위하여 SPI의 pH 및 鹽濃度를 달리하여 乳化力을 測定한 結果는 Fig. 6와 같다. SPI의 EC는 pH의 溶解度曲線(Fig. 2)과 일반적으로 一致하는 경향을 나타내므로서 EC는 溶解된 蛋白質의 量에 영향을 주로 받는 것으로 추측되며 pH값이 9.7 以上이거나 3.6 以下일 때는 鹽濃度가 높을수록 낮은 EC를 나타낸 것은 蛋白質의 鹽析現象때문에 溶解된 蛋白質이 적은 것에 基因되는 것으로 추측된다.

Peason<sup>(29)</sup> 등은 soy sodium proteinate의 EC를 model system을 써서 測定하여 potassium caseinate보다 열등한 값을 나타낸다고 보고하였다. 本 實試에서 사용

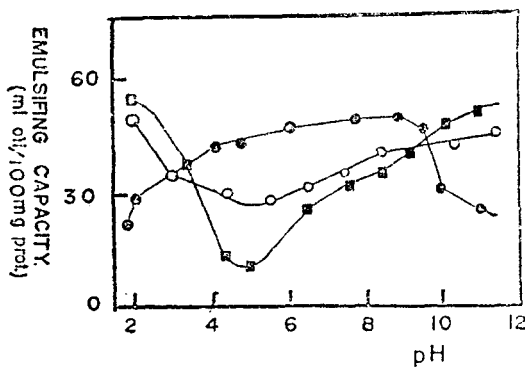


Fig. 6. Effect of pH on Emulsifying Capacities of SPI (1%) as Function of Ionic Strength (NaCl) ■—■—■;  $\mu=0$  ○—○—○;  $\mu=0.3$  (1.0% NaCl) ●—●—●;  $\mu=0.6$  (2.0%) Temperature 20°C, oil addition rate; 0.9 ml oil/sec, mixing speed; 12,000 r.p.m.

Table 4. Emulsifying Capacities\* of SPI and Milk Casein

Ionic strength	pH	Protein source	
		SPI	Milk casein
0	5.2	14.0	17.2
	7.0	30.1	40.2
	9.0	38.3	53.1
0.3	5.2	29.8	29.4
	7.0	33.2	40.3
	9.0	42.5	49.4
0.6	5.2	43.6	50.7
	7.0	46.8	50.0
	9.0	47.2	45.1

\*The EC measured at conditions of the temp, 20°C  $\pm 1$ , oil addition rate 0.9 ml/sec, and mixing speed 12,000 r.p.m

한 model test 경우 EC는 Table 4에서 볼 수 있는 바와 같이 milk casein과 큰 차이가 없었다.

Inkkaar<sup>(30)</sup> 등은 實際 쓰세지內에서 SPI에 依한 emulsion의 安定化는 casein경우보다 調理時 fat-loss를 현저히 減少시킨다고 報告하였다. 이로 미루어 보아 本 實驗에서 使用한 model system을 이용하면 SPI를 쓰세지의 좋은 fat binding agent로 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

泡氣性 (Foaming capacity): SPI의 whipping agent로서의 用途를 알아보기 위하여 pH와 鹽濃度가 SPI의 foam expansion과 stability에 미치는 影響을 1% SPI液을 使用하여 實驗한 結果 Fig. 7 및 8과 같았다. 이 結果에 依하면 蛋白質 溶解도와 密接한 相關關係를 보여 주는 것으로 나타났다. 鹽濃度의 影響은 NaCl이 1 8

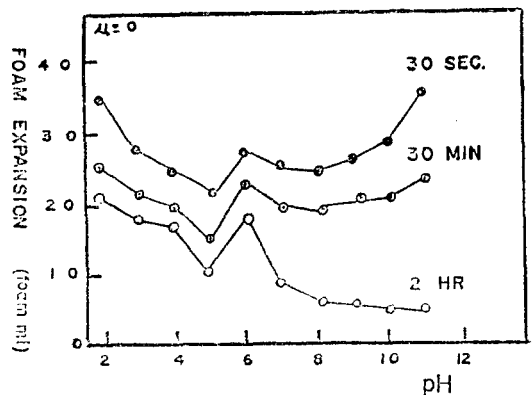


Fig. 7. Foaming Capacities and Stability of SPI at various pH.

0.9%일때 가장 큰 foam expansion을 보였으며 CaCl<sub>2</sub>는 0.9%일때 foam expansion이 가장 컸다. SPI의 濃度에 따른 foam capacity는 蛋白質 濃度에 따라 hyperbolic曲線을 나타낸다 (Fig. 9) 이것은 Tybor<sup>(81)</sup> 등이 egg albumin이나 血漿蛋白에 대하여 얻은 結果와 一致하였다.

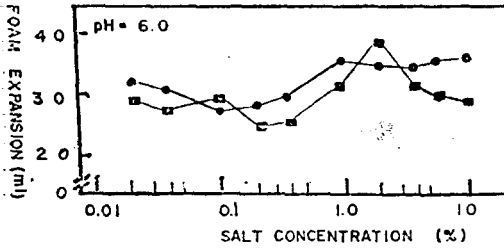


Fig. 8. Foaming Capacity and Stability of SPI at various salt concentrations.

●—●—●; CaCl<sub>2</sub>, ■—■—■; NaCl

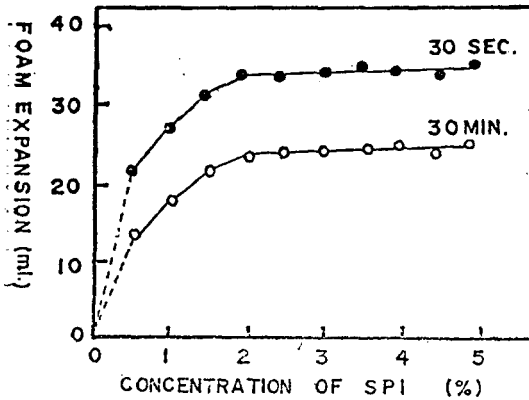


Fig. 9. Foam Expansion of SPI at various SPI Concentrations at pH 6.0,  $\mu=0$ .

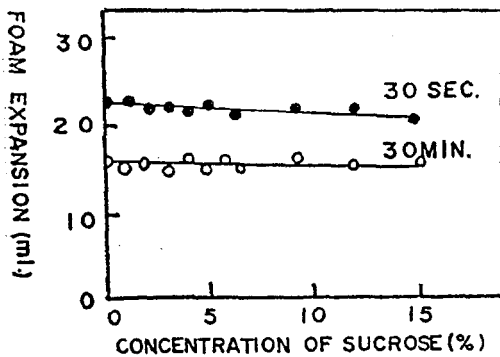


Fig. 10. Sucrose Concentration Effect on Foam Expansion of SPI dispersion (1%) at pH 6.0,  $\mu=0$ .

설탕이 SPI의 foam expansion 및 stability에 미치는 영향을 본 결과 Fig. 10과 같이 별 영향은 없었으나 stability가 약간 증진되는 경향을 보였다.

여러種類의 蛋白質의 foaming capacity 比較實驗 結果를 Table 5에 表示하였다.

Table 5. Foaming Capacities of SPI, Milk Casein, Skim Milk, and Egg Albumin ( $\mu=0$ , pH=6.0)

Protein source	Foam expansion		Foam* stability
	30 sec	30 min	
SPI (1%)	(ml) 28.0 (100.0)	(ml) 23.5 (100.0)	83.9
Skim milk (1%)	(ml) 17.5 (62.5)	(ml) 13.0 (55.3)	74.3
Skim milk (2%)	(ml) 18.5 (66.0)	(ml) 12.0 (51.0)	64.9
Milk casein (1%)	(ml) 41.8 (149.3)	(ml) 5.0 (21.2)	12.0
Egg albumin (1%)	(ml) 30.8 (110.0)	(ml) 24.6 (104.7)	79.9

\* Foam expansion (30 min)/foam expansion (30 sec)  $\times 100$

이 結果에 의하면 foam expansion은 milk casein이 가장 크고 egg albumin, SPI의 순이었다. 그러나 stability에 있어서는 SPI가 가장 크고 egg albumin, milk casein 순이었다. 일반적으로 whipping agent로 쓰이는 蛋白質은 두가지 特性, 즉 表面 活性劑로서의 물의 표면장력을 줄이는 특성과 기포주위에 연속적이고 凝集力이 강한 膜을 形成하는 特性을 갖고 있어야 한다<sup>(82)</sup>. 따라서 whipping agent로서 蛋白質의 foaming capacity는 stability가 더 重要한 因子로 지적되므로 SPI는 milk casein보다 나은 whipping agent임을 알 수 있다.

以上の 實驗으로서 脫脂大豆粕의 効率的인 利用을 살펴보기 위하여, 粕에서 얻은 SPI의 食品學的 性質을 model system을 利用하여 測定하였다. 이 결과 SPI를 gelation 시켜 組織化함으로써 加工肉의 증량제나 人造肉의 主原料로 사용할때 제품의 官能의 特性을 充足시킬 수 있으리라 생각되며 whipping agent로서 milk casein을 代身할 수 있어 frozen dessert나 아이스크림에 사용할 수 있는 可能性을 보여 주었다. 그러나 製造한 SPI는 아직도 약간의 beany flavor를 함유하고 있어서 아이스크림 처럼 香味가 크게 作用하는 製品에 利用하고자 할 때는 爲先 이문제를 解決하여야 하리라 믿는다.

本 研究室에서는 앞으로 이 문제를 해결하기 위하여 現在 Spinning machine으로서 加工肉 제조實驗과 香味 改善을 위한 大豆蛋白質의 plastein 反應을 進행중에 있다.

## 要 約

東邦油糧에서 供給받은 低變性 脫脂大豆粕을 0.02N NaOH液으로 抽出하여 Soy Protein Isolate (SPI)의 收率을 증류수나 鹽溶液으로 抽出할때 보다 높이는 過程 (84 % 收率)을 確立하였으며 製造된 SPI는 92.1 %의 蛋白質을 含有하였다.

SPI를 70 °C에서 moisture heat를 하면 80分間에 5 %의 變性이 일어났으나 95 °C에서는 20分 處理에 依하여 95 %의 變性이 일어났다.

SPI의 alkali 현탁액 (dope solution)은 SPI의 濃度 15 %, NaOH 濃度 0.6 %일때 7分만에 60 poises를 나타내고 계속 安定된 粘度를 유지하였다. NaOH의 濃度가 0.9 %일 때는 時間이 經過함에 따라 粘度는 增加하였다가 減少하는 傾向을 보였다. syringe needle (dia. 0.3 mm)로서 模擬 實驗 結果 粘度가 28 °C에서 60 Poises일때 가장 적합한 蛋白質纖維의 texture를 보여 주었다.

加熱에 依한 SPI의 gelation은 8 % 이상의 SPI濃度일 때 gel이 形成되기 시작하였으며 100 °C까지 安定한 gel을 形成하였고 SPI의 濃度가 12 %일때 120 °C에서 30分 加熱에 依하여 20,000 Poises의 좋은 粘度를 가졌으나 120 °C이상에서는 gel의 continuity가 떨어져 果粒上的 gel이 生成되었다.

SPI의 乳化力은 pH가 8.7, NaCl의 濃度가 2 %일때 가장 큰 乳化力을 나타냈다. milk casein과 比較 實驗 結果 乳化力은 약간 낮았으나 鹽이 存在하는 경우는 큰 乳化力을 보였다. 그러나 SPI의 foaming capacity는 foaming stability 면에서 egg albumin이나 milk casein과 比較하여 良好한 結果를 보여주었다.

## References

1. Rock, H. and Meyer, E. W.: *Meat*, 32 52 (1960).
2. Rakosky, J.: *J. Agr. Food Chem.*, 18, 1005 (1976).
3. Smith, A. K. and Wolf, W. J.: *Food Technol.*, 15, 4 (1961)
4. Smith, A.K. and Beckel, A.C.: *Chem. Eng. News*, 24, 54 (1964).
5. Hand, D.B.: *Food Technol.*, 18, 39 (1964).
6. Yamanaka, Y., Okamura, O. and Hasegawa, Y.: US Patent 3,535,117 Oct 20 (1964).
7. Boyer, R.A., Atkinson, W.T. and Robinette, C.E.: US Patent 2,377,854 June 12 (1945).
8. Boyer, R.A., and Saewert, H. E.: US Patent, 2,730,448 Jan 10 (1956).
9. Odell, A.D.: *Int. Conf. Soybean Protein Foods*. USDA APS 71 p.163 (1967).
10. Green, E. and Graham, R.W.: US Patent 2,958,606 (1960).
11. Wu, L.C. and Bates, R.P.; *J. Food Sci.*, 40, 160 (1975).
12. Judge, M.D., Haugh, C.G., Zachariah, G.L., Parmelee, C.E. and Pyle, R.L.: *J. Food Sci.*, 39, 137 (1974).
13. Rosenfield, D.: *Chem. Tech.* June p. 352 (1974).
14. Inglett, G.E.; *Symposium Seed Protein* p. 246 Avi. Pub. Co., West Port, Conn. (1972).
15. Lowhon, I. J. and Cater, C.M.: *J. Food Sci.*, 37, 778 (1972).
16. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., and Randall, R.J.: *J. Biol. Chem.*, 193, 265(1951).
17. Pence, J.W.: *Cereal Chem.*, 29, 115 (1953).
18. Swift, C.E., Lockett, C. and Fryer, A.J.: *Food Technol.*, 17, 106 (1963).
19. Eldrige, A.D., Hall, P.K. and Wolf, W. J.: *Food Technol.*, 17, 1592 (1963).
20. Kon, S., Wagner, J.R. and Harvot, R.J.: *J. Food Sci.*, 35, 343 (1970).
21. Mattil, K.F.: *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 48, 477 (1971).
22. Anderson, R.L., and Wolf, W.J.: Abst. A13. 153<sup>rd</sup> Meeting Amer. Chem. Soc. (1967).
23. Stapley, R.B., and Melnychyn, P.: *S. African Patent* 68—07,706 June 27 (1969).
24. Hegg, P.O., and Lofquist, B.: *J. Food Sci.*, 39, 1231 (1974).
25. Kim, B. K.: *MS Theis*, Korea Advanced Institute of Science, Seoul, (1976).
26. Kelley, J. J., and Pressey, R.: *Cereal Chem.*, 43, 195 (1966).
27. Young, R.H. and Lawrie, R.A.: *J. Food Technol.*, 9, 171 (1974).
28. Hermasson, A. M. and Akesson, C.: *J. Food Sci.*, 40, 595 (1975).
29. Peason, A.M., Spooner, M.E., Hegerty, G.R., and Bratzler, L.J.: *Food Technol.*, 19, 1841 (1965).
30. Inklaar, P.A., and Fortuin, J.: *Food Technol.*, 23, 103 (1969).
31. Tybor, P.T. and Landman, W.A.: *J. Food Sci.*, 40, 155 (1975).
32. Bikerman, J. J.: *Foams, Theory and Industrial Application*, Reinhold, New York (1953).