

大豆乳를 利用한 치이즈 類似製品의 製造에 관한 研究

柳洲鉉·申元澈·卞裕亮·梁 隆

延世大學 工科大學 食品工學科

(1978년 4월 7일 수리)

Preparation of Cheese-like Product Using Soybean Milk

Ju-Hyun Yu, Won-Cheol Shin, Yu-Ryang Pyun and Ryung Yang.

Department of Food Engineering, College of Engineering, Yonsei University.

(Received April 7, 1978)

Abstract

It has been investigated that preparation of cheese-like product from defatted soybean milk and changes during 6 weeks' ripening. Obtained results were as follows:

1. Defatted soybean milk was fermented at 37°C for 4 hours with *Streptococcus lactis* YUFE L-4 without addition of any other carbon sources.
2. Optimum concentration of coagulant such as $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ and $CaCl_2$ were 0.0125M and 0.0375M, respectively.
3. Coagulating time for 30 minutes was sufficient to make curd.
4. Optimal reaction temperature for coagulating were 50°C.
5. After 6 weeks' ripening, moisture content was approximately 62~63%.

Water and 10%-TCA soluble nitrogen contents of soybean cheese with *Asp. saitoi* protease were higher than those of Mucor rennet.

Water soluble nitrogen content of *Asp. saitoi* protease cheese was 50.5%, and 10%-TCA soluble nitrogen was 27.5%.

緒論

大豆는 高價의 動物性 蛋白質을 대체 할 수 있는 重
要한 蛋白質 資源으로서 최근에 와서는 이의 新로운
利用이 多方面으로 研究되고 있다.

大豆蛋白質은 용해도, 점도, 점착력, 아미노산 조
성 등 여러 가지 性質이 牛乳蛋白質과 類似하기 때문에⁽¹⁾
大豆乳를 利用하여 치이즈와 같은 製品을 製造하고자
하는 研究가 많이 報告되고 있으며⁽²⁻⁸⁾ 國內에서도 金
등⁽⁹⁾이 報告한 바 있다.

최근, 高度의 經濟成長과 더불어 식습관의 다양화

로 치이즈의 國內 生產이 기대되고 있다. 그러나 우리
나라 農業은 牛乳의 수요량을 충족시키지 못하고 있
는 단계로서 아직 치이즈의 生產에 이르지 못하고 있
다. 더욱이 우리나라에서는 옛날부터 大豆를 利用한
食品을 食用하여 있으므로 저렴한 大豆蛋白質을 利用
한 치이즈의 開發이 바람직 할 것으로 생각된다. 따라
서 本研究는 Mucor rennet을 利用한 大豆 치이즈 開發
을 위한 기초 연구이다.

實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

(1) 脱脂大豆粕 : 동방유량 製品인 두부제조용 太平豆를 使用하였으며 시료의 蛋白質 含量은 47.2% ($N \times 5.71$)이었다.

(2) 菌株의 선정 : 延世大學校 食品工學科에 보존되어 있는 젖산균 20종과 분리균 6종 중에서 가장活性이 높은 *Streptococcus lactis* YUFE L-4를 선정하였다.

(3) Mucor rennet; Meito Sangyo회사 제품인 Meito Rennet을 使用하였다.

2. 實驗方法

(1) 大豆乳의 抽出 : 脱脂大豆粕에 10배의 물을 넣고 冷藏庫에서 15時間동안 침지시킨 후 3분간 하고 cheese cloth로 여과하여 大豆乳를 製造하였다. (ml당 단백농도는 4.5%)

(2) mother starter의 제조 : 牛乳 10ml를 살균하여 (121°C , 20분) 선정된 *Streptococcus lactis* YUFE L-4를 배금선으로 이식한 후 37°C 에서 48時間 배양시킨 것을 다시 살균한 牛乳에 접종하여 37°C 에서 배양시켜 최종 산도가 0.4%인 것을 사용하였다.

(3) 酸度의 測定法 : 시료 10ml에 대 同量의 증류수를 첨가하고 0.1% Phenolphthalein (70% alcohol solution) 용액을 1~2방울을 가한 후 0.1N-NaOH로 적정하여 30초간 미홍색이 없어지지 않는 점을 종점으로 하여 산도를 계산하였다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{0.1\text{N}-\text{NaOH소비 ml} \times 0.009}{\text{시료의 용량(ml)} \times \text{시료의 비중}} \times 100$$

(4) 凝固力의 測定法⁽⁹⁾ : 시료 10ml를 취하여 Centrifuge(IEC Model HT)를 使用하여 2,000rpm에서 10分間 원심분리 한다음 여액을 Spectrophotometer (Hitachi Model 101)를 使用하여 700nm에서 흡광도를 測定하여 흡광도가 가장 낮은 것을 最高의 응고점으로 하였다.

(5) 水分含量의 測定法 : A.O.A.C.方法에⁽¹⁰⁾ 따라 行하였다.

(6) 水溶性 窒素와 10% TCA (Trichloroacetic acid) 可溶性 窒素 含量의 測定法 : 實驗農藝化學에⁽¹¹⁾ 있는 方法에 준하여 시료 5g에 대 70°C의 물 35ml를 가하고 정제한 모래를 넣은 후 mortar에서 잘 마쇄하고 formalin (37%) 1~2방울을 가하여 2時間동안 진탕시킨다. 이것을 3,000rpm에서 10分間 원심분리 한 후 동양여지 No. 2로 여과하고 여액을 一定量 취하여 窒素 定量을⁽¹²⁾ 하였다.

$$\text{水溶性 窒素含量}(\%) = \frac{\text{水溶性 窒素}}{\text{總窒素}} \times 100$$

10% TCA可溶 窒素 含量의 測定은 위의 여액 一定量을 취하여 TCA溶液의 최종 농도가 10%되게 한 후 허룻밥 방치하여 蛋白質을 침전시킨 다음 동양여지

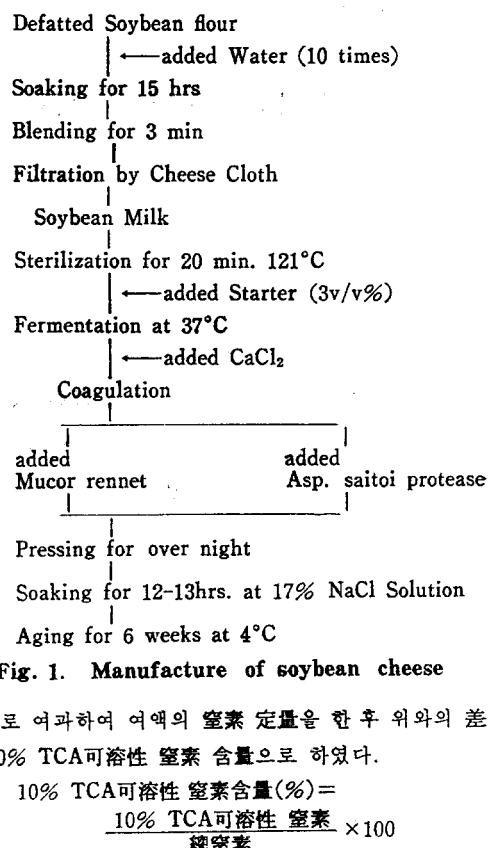


Fig. 1. Manufacture of soybean cheese

No. 2로 여과하여 여액의 窒素 定量을 한 후 위와의 差를 10% TCA可溶性 窒素 含量으로 하였다.

$$10\% \text{ TCA可溶性 窒素含量}(\%) = \frac{10\% \text{ TCA可溶性 窒素}}{\text{總窒素}} \times 100$$

(7) cheese의 製造 : 本 實驗에서 使用한 一般的의 cheese 製法은 Fig. 1. 과 같다.

實驗結果 및 考察

1. 脱脂大豆乳의 젖산 발효

Fig. 2.는 glucose, sucrose, lactose를 大豆乳에 5% (w/v)를 넣어 용해, 살균한 뒤 3% (v/v)의 mother starter를 가해 37°C 에서 경치 배양하면서 時間に 따른 酸生成을 관찰해 본 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 mother starter를 접종한 후 2時間까지는 酸의生成이 별로 없었으나 그후 급격히 증가하여 10時間 배양시킨 결과, 酸度가 모두 0.53정도에 달했다. Matsuoka⁽⁴⁾등의 報告에 의하면 *Streptococcus lactis*를 利用하여 大豆乳와 脱脂乳의 혼합 비율을 달리하여 배양한 結果, 3時間까지는 거의 酸度의 變化가 없으나 3~8時間사이에서는 酸度가 급격히 증가하고 그 이상의 배양에서는 酸度의 증가가 완만하였다는 實驗 結果와 일치하였다.

한편 탄소원의 종류는 酸의生成에 별 영향을 미치지 않았다. Angeles⁽¹³⁾의 報告에 의하면 大豆乳에는 可溶性 탄수화물이 많이 存在하기 때문에 따른 탄소원

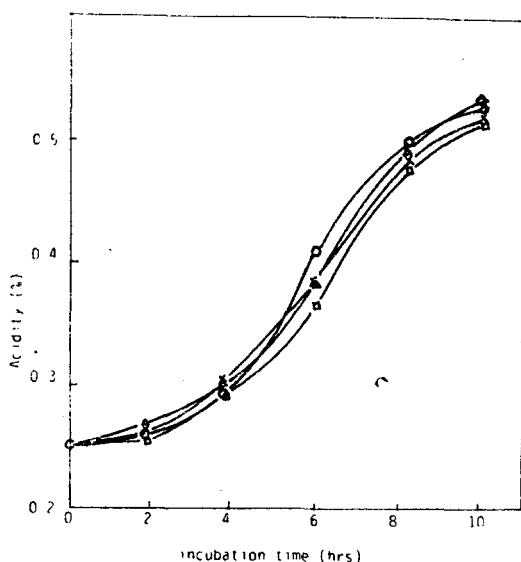


Fig. 2. Effect of carbon source and time on lactic acid fermentation of soybean milk.

○ —○—○ None △ —△—△ Glucose
× —×—× Sucrose □ —□—□ Lactose

을 가하지 않아도 생육이 잘되었다고 한다. 그러나 Wang 등⁽¹⁴⁾은 大豆乳 배지에서 *Lactobacillus bulgaricus*를 利用한 酸生成은 glucose, lactose, sucrose의 순으로 酸生成이 높다고 報告하였으나 이는 菌株의 차이 때문이라고 생각되며 그밖에 Yamanaka 등⁽⁵⁾이나 Matsuoka 등⁽⁶⁾의 實驗結果와는 거의 일치함을 보여 주었다.

다른 탄소원을 가하지 않고 젖산 발효를 시킨結果, curd의 형성은 발효 4時間부터 시작되었는데 이때의 pH는 5.8이었다. 그 이상의 발효 시간에서는 curd의 형성은 잘 되었으나 치이즈 製造시 신맛이 났으며 그 이하의 발효 시간에서는 젖산 발효만의 curd 형성이 잘 되지 않고 대두취도 많이 나므로 발효 대두유의 제조는 酸度 0.4인 mother starter를 大豆乳에 3% (v/v) 가한 뒤 37°C에서 4時間 동안 배양하였다.

2. 발효 大豆乳의 응고조건

(1) 염농도의 영향

발효 대두유 30ml에 농도를 달리한 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 와 $CaCl_2$ 용액을 2ml씩 가하여 염농도에 따른 蛋白質凝固力を 검토하여 보았다.

Fig. 3.에서 보는 바와 같이 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 는 최종 농도가 0.0125M (0.245g/100ml 발효 대두유). $CaCl_2$ 는 최종 농도가 0.0375M (0.415g/100ml 발효 대두유) 일 때에 凝固力이 가장 높게 나타났다. Matsuoka 등^(4,7)은

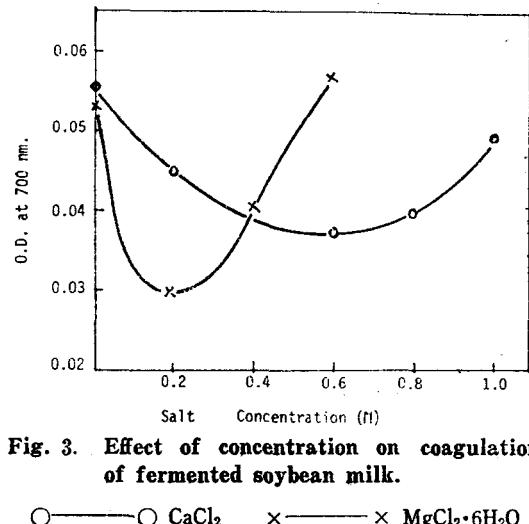


Fig. 3. Effect of concentration on coagulation of fermented soybean milk.

○ —○—○ $CaCl_2$ × —×—× $MgCl_2 \cdot 6H_2O$

치이즈 製造時 大豆乳 400ml에 대하여 2g의 $CaCl_2$ 를 첨가하였고, Hang 등⁽²⁾은 3kg의 大豆乳에 대하여 9g의 $CaSO_4$ 를 첨가한 것과 비교하여 볼 때 本 實驗結果는 이들 보고의 중간 정도의 값이었다. 따라서 本 實驗에서 curd의 형성 및 쓴맛 등을 고려하여 볼 때 $CaCl_2$ 를 大豆乳에 대하여 0.4% (w/v), $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 를 0.25% (w/v) 첨가하는 것이 좋다는 結論을 얻었다.

(2) 反應時間의 영향

발효 大豆乳 30ml에 0.2M- $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 와 0.6M- $CaCl_2$ 를 각각 2ml씩 가한 뒤 反應時間에 따른 凝固力의 변화를 실온에서 測定, 비교한 結果를 Fig. 4.에 표시하였다.

그림에서 보는 바와 같이 反應時間 30分까지는 蛋白質의 凝固가 서서히 진행되나 그 이후부터는 더 이

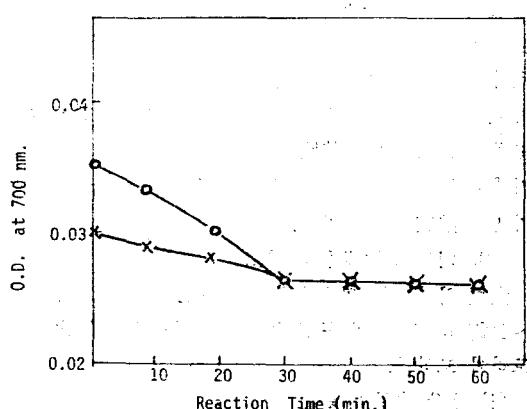


Fig. 4. Effect of reaction time on coagulation of fermented soybean milk.

○ —○—○ $CaCl_2$ × —×—× $MgCl_2 \cdot 6H_2O$

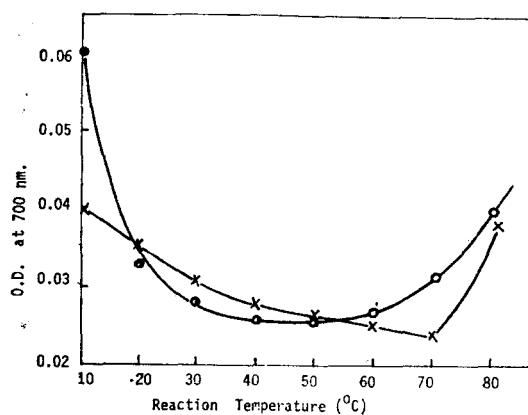


Fig. 5. Effect of reaction temperature on coagulation of fermented soybean milk

○ — ○ CaCl₂ × — × MgCl₂·6H₂O

상의 응고가 되지 않으므로 이후 實驗은 염용액을 加한 뒤 30分間 反應시켜 curd를 형성하였다.

(3) 反應溫度의 영향

0.2M-MgCl₂·6H₂O와 0.6M-CaCl₂용액 2ml를 발효大豆乳 30ml에 가한 뒤 溫度를 달리하여 烘乾조에서 30分間 반응시킨 후 응고력을 검토하여 Fig. 5.에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 MgCl₂·6H₂O이 경우는 70°C에서, CaCl₂인 경우는 50°C에서 응고력이 가장 높게 나타났다. Matsuoka 등⁽⁴⁾에 의하면 50°C이하에서 凝固를 시키면 curd가 약하게 되어 whey만의 분리가 어렵게 되고 또한 熟成中에 약하게 나마 作用하는 젖산균의 내열성을 고려하여 불때 50~55°C에서 응고를 시키는 것이 좋다는 實驗結果와 일치하였다.

이상의 cheese 製造 조건 검토 결과 脱脂大豆粕 100g으로 부터 약 90g의 cheese를 얻을 수 있었고 치이즈 製造時 酵素液의 첨가는 Unit를 Folin비색법⁽¹⁵⁾으로 测定하여 600,000으로 조절한 후 첨가하였다. 본래 cheese는 牛乳에다 rennet을 作用시켜 제조하고 있으나 本 實驗에서는 大豆乳의 特性을 고려하여 염용액으로 응고시키고 Mucor rennet과 Aspergillus saitoi protease를 가지고 熟成시켜 보았다.

3. 치이즈 熟成中の 變化

大豆 치이즈를 製造하여 vinyl포장 후 냉장고에서 (0~4°C) 6週日 동안 熟成시키면서 熟成中の 變化를 검토하여 보았다.

(1) 水分含量의 變化

熟成期間에 따른 水分含量의 변화를 Fig. 6.에 표시하였다. 그림에서 보는 바와 같이 치이즈를 製造하였을 때 압착시키는 힘이 약간씩 다를 때 따라 65~68%

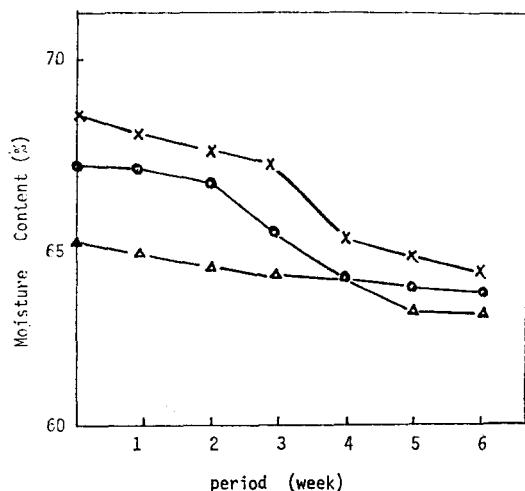


Fig. 6. Changes in moisture content during ripening of soybean cheese

○ — ○ None × — × Mucor rennet
△ — △ Asp. saitoi protease

의水分含量을 보이다가 6週日 熟成後에는 63~65%로 차이가 작아졌다.

Hang 등⁽⁸⁾은 처음 치이즈 製造時水分含量이 76%에서 63日 熟成後에는 67%정도 되었다고 報告하였고 Matsuoka 등⁽⁷⁾은 처음水分含量이 75%에서 3週日 熟成後에는 65%로 감소하였다고 報告하였다. 이상의

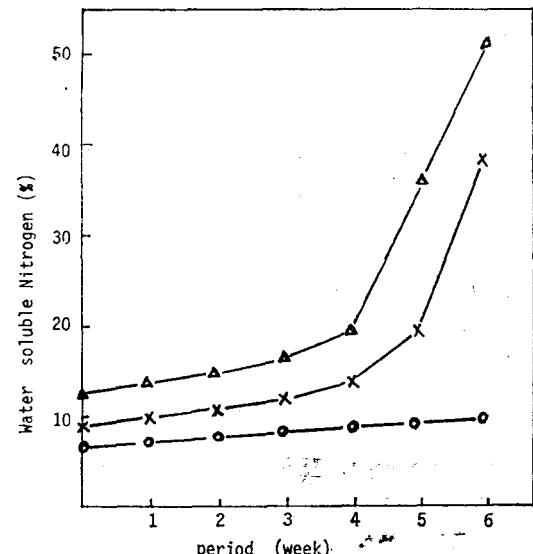


Fig. 7. Changes in water soluble nitrogen during ripening of soybean cheese

○ — ○ None × — × Mucor rennet
△ — △ Asp. saitoi protease

實驗 結果와 비교하여 볼때 本 實驗에서 製造한 cheese는 압착이 상당히 강하게 되었다는 것을 알 수 있었고 6週日 熟成 後의 水分 含量은 Hang 등⁽⁸⁾ 및 Matsuoka 등⁽⁷⁾의 實驗 結果와 비슷하였다.

(2) 水溶性 窒素 含量의 變化

熟成 期間에 따른 水溶性 窒素 含量의 變化를 Fig. 7.에 표시하였다.

그림에 나타난 바와 같이 *Asp. saitoi* protease를 첨가하여 6週日 熟成시킨 結果, 水溶性 窒素 含量이 50.5 %에 달했고 *Mucor rennet*을 첨가한 것은 39.5%로 나타났다. 이러한 實驗結果는 Matsuoka 등⁽⁴⁾이 *Pen. caseicolum*을 使用하여 熟成시킨 結果, 水溶性 窒素 含量이 45.8%에 달했다는 報告와 비교하여 볼때 *Asp. saitoi* protease를 첨가한 것보다는 낮게 나타났고 *Mucor rennet*을 첨가한 것보다는 높게 나타났다. 그러나 Hang 등⁽⁸⁾의 報告에 의하면 stamper만 첨가한 것은 56日 熟成後에도 生育이 되지 않았고 starter와 rennet 및 starter, skim milk, rennet을 함께 첨가한 경우는 水溶性 窒素가 全窒素의 2.5% (dry basis)에 달했다는 결과에 비해서는 모두 높게 나타났다.

本 實驗에서는 *Asp. saitoi* protease가 *Mucor rennet*보다 大豆蛋白質에 대한 protease의 活性이 높음을 알 수 있었으며 이들을 첨가하지 않았을 경우에는 熟成이 잘되지 않는 것을 알 수 있었다.

(3) 10% TCA 可溶性 窒素 含量의 變化

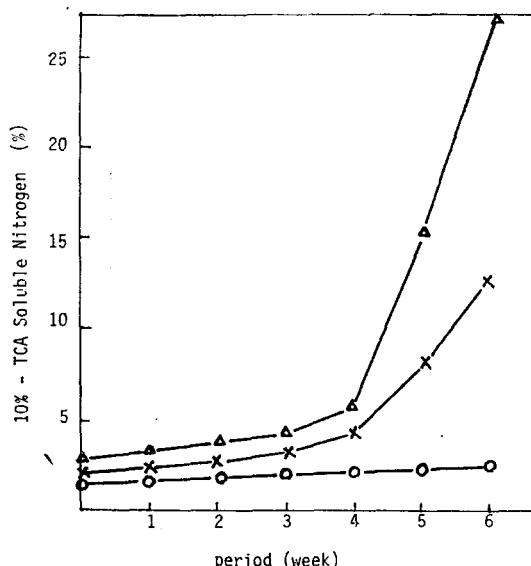


Fig. 8. Changes in 10%-TCA soluble nitrogen during ripening of soybean cheese.

○——○ none ×——× mucor rennet
△——△ *Asp. saitoi* protease

熟成 期間에 따른 10% TCA 可溶性 窒素 含量의 變化를 Fig. 8.에 표시하였다.

그림에 표시된 바와 같이 6週日 熟成後, *Asp. saitoi* protease를 첨가한 것은 27.5%, *Mucor rennet*을 첨가한 것은 12.5%, 효소를 첨가하지 않은 것은 거의 변화가 없었다. 이러한 結果는 *Pen. caseicolum*으로 23日 동안 熟成시킬 경우 12% TCA 可溶性 窒素 含量이 20~30%라는 報告와^(4,5) 비교하여 볼때 *Mucor rennet*을 첨가한 것이 상당히 낮게 나타났고 *Asp. saitoi* protease를 첨가한 것과는 비슷하게 나타났다.

以上에서와 같이 효소에 의한 熟成 효과는 품평기에 의한 것보다 효과가 있었으며 만약 酶素의 力價를 높인다면 단시간內의 生育도 가능할 것으로 생각된다. 또한 *Mucor rennet*으로 처리한 것은 맛, 조직에 있어서 *Asp. saitoi* protease보다 우수하였다. 그러나 大豆乳만을 使用한 치이즈 製造에 있어서는 콩비린내와 鹹은 맛의 제거⁽¹⁸⁻²⁰⁾, 본래 치이즈에 비해 색깔이 다소 검고 향이 부족한 점의 문제가 있어서 품질 개선에 대한 研究가 앞으로 더욱 진행되어야 할 것이다.

要 約

脫脂大豆粕으로 부터 大豆乳를 製造하여 젖산 발효 · 大豆乳의 凝固 條件과 酶素 處理한 cheese를 熟成시키면서 熟成 中의 變化를 검토하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. *Streptococcus lactis* YUFE L-4를 使用한 大豆乳의 젖산 발효는 다른 탄소원을 가하지 않아도 生育이 잘되었으므로 37°C에서 4時間 동안 大豆乳만을 사용하여 발효 대두유를 제조하였다.
2. $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 와 $CaCl_2$ 를 응고제로 사용할 경우, 최적용고 농도는 각각 0.0125M, 0.0375M (final concentration)이었다.
3. 凝固 反應 時間 검토 결과, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $CaCl_2$ 모두 30분이 적당하였다.
4. 凝固 溫度는 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 가 70°C에서 $CaCl_2$ 가 50°C에서 最大의 凝固力を 나타내었다.
5. 6週日 熟成 後, 최종 수분 함량은 63~65%이었으며 水溶性 窒素 含量과 10% TCA 可溶性 窒素 含量은 *Mucor rennet*을 사용한 것보다 *Asp. saitoi* protease를 사용한 것이 각각 50.5%, 27.5%로 상당히 높게 나타났으나 cheese의 맛, 조직 색깔 등을 고려하여 볼때 *Mucor rennet*을 사용하는 것이 바람직하였다.

參 考 文 獻

- 1) Klare S. Markley; *Soybean and Soybean Products* vol. I, II. Interscience Publishers (1950).
- 2) Hang, Y.D., Jackson, H.; *Food Technol.*, 21, 1033 (1967).
- 3) Hang, Y.D., Jackson, H.; *Food Technol.*, 21, 1035 (1967).
- 4) Matsuoka, H., Sasago, K., Sekiguchi, M.; 食品工業學會誌 (日本), 15, 103 (1968).
- 5) Yamanaka, Y., Furukawa, N.; 食品工業學會誌 (日本), 17, 26 (1970).
- 6) Schroder, D.J., Jackson, H.; *J. Food Sci.*, 36, 22 (1971).
- 7) Matsuoka, H., Fuke, Y.; 食品工業學會誌 (日本), 22, 22 (1975)
- 8) 김창식, 신효선; 한국식품과학회지, 3, 57 (1971).
- 9) Hashizume, K., Shirotori, M., Nakamura, N., Watanabe, T.; 食品工業學會誌 (日本), 22, 37
- (1975).
- 10) A.O.A.C.; 11th. ed. p. 272, (1970).
- 11) 實驗農藝化學 下卷; 東京大學 農學部 農藝化學教室, 朝倉書店, p. 658, (1962).
- 12) 鄭東孝外; 最新食品分析, 三中堂, p. 105, (1973).
- 13) Angels, A.G., Marth, E.H.; *J. Milk Food Technol.*, 30, 30 (1971).
- 14) Wang, W.L., Kraidej, L., Hesseltine, C.W.; *J. Milk Food Technol.*, 37, 71 (1974).
- 15) 柳洲鉉外; 食品工學實驗書 Ⅱ卷, 探求堂 p. 476, (1975).
- 16) Snyder, H. E.; 한국식품과학회지, 5, 33 (1973).
- 17) Bourne, M.C.; *PAG Bulletin*, 10, 14 (1970).
- 18) Fujimaki, M., Kato, H., Arai, S., Tamaki, E.; *Food Technol.*, 22, 889 (1968).
- 19) Noguchi, M., Arai, S., Kato, S., Fujimaki, M.; *J. Food Sci.*, 35, 211 (1970).
- 20) Kon, S., Wagner, J.R., Guadagni, D.G., Horvat, R.J.; *J. Food Sci.*, 35, 343 (1970).