



## Mozzarella Cheese Analogue 제조에 관한 연구: 총설

†이준하<sup>1</sup> · †송광영<sup>2</sup> · 서건호<sup>2</sup> · 윤여창<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 동물생명과학대학 축산식품생명공학전공

<sup>2</sup>건국대학교 수의과대학 및 KU 식품안전센터

### Manufacturing of Mozzarella Cheese Analogues: A Review

†Joon-Ha Lee<sup>1</sup>, †Kwang-Young Song<sup>2</sup>, Kun-Ho Seo<sup>2</sup> and Yoh-Chang Yoon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Biotechnology of Animal Resources,

College of Animal Bioscience & Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

<sup>2</sup>KU Center for Food Safety and College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

#### Abstract

A number of recently developed cheese analogues that are available in dairy food markets are currently being produced for improving health or diet, and they include Mozzarella, Cheddar, American, Muenster, and other custom flavors. Cheese analogues have many benefits such as extended-and-improved shelf life, price stability, and functional qualities that include better texture, higher melting point, and better stretching properties. Various cheese analogues can now be made by using soybeans or soy protein products, gelatin, gum arabic, and other ingredients. Hence, in this study, on the basis of previously published studies, we recommend soy protein for cheese analogues, for improving the texture and flavor of cheese analogues. Moreover, the best conditions for making cheese analogues and the factors that affect the characterization of cheese analogues have been described in this paper.

Keywords: Mozzarella cheese analogue, soymilk, raw milk, soy protein

#### 서 론

Mozzarella 치즈를 포함한 다양한 치즈의 소비가 급격하게 증가하면서, 적당한 공급가로 일정하게 공급하기 어려워지면서, 치즈제품의 새로운 공정을 개발하거나 Mozzarella 치즈의 대용품을 만들어야 했다. 그래서 유제품성분의 한정적인 공급과 카제이네이트의 높은 가격 때문에, 대두단백이 Mozzarella cheese analogue의 제조에 사용되곤 하였다(Taranto와 Yang, 1982, 1983). 대두로 만든 Mozzarella cheese analogue는 카제인으로 제조한 Mozzarella cheese analogue보다 안정성

과 실질적인 가격 우위에 있어 높은 경쟁잠재력이 있다(Keily 등, 1991). Mozzarella cheese analogue는 저수분 Mozzarella 치즈에서 나타나는 풍미의 문제점은 없지만, Mozzarella cheese analogue의 몸체가 녹을 때 스트레칭이 잘 되지 않고, 과도한 카제이네이트를 사용하게 하는 문제점이 있다. 그리고 대두 단백질로 만든 Mozzarella cheese analogue는 짙은 냄새, 이상한 풍미, 갈색을 야기한다(Kosikowski와 Mistry, 1997; Bae와 Nam, 2005). 소비자들의 요구에 의해서, 저지방 Mozzarella 치즈를 발전시키는데 초점을 맞추고 있는데, 지방 함량 9~11%, 2.2~5.0%, 6.0~6.4%의 Mozzarella 치즈를 개발하였다(Tunick 등, 1991, 1993; Fife 등, 1996; Perry 등, 1997). Tunick 등(1995)은 조직, 멜팅, 스트레칭 품질이 좋은 저지방 Mozzarella 치즈를 고안하였다. 다시 말해서, 치즈는 단백질의 품질이 뛰어난 뿐 아니라 높은 함량을 가지고 있기 때문에, 전 세계

\* These authors contributed equally to this study.

\* Corresponding author: Yoh-Chang Yoon, Dept. of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, College of Animal Bioscience & Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel.: +82-2-450-3692, Fax: +82-2-458-7305, E-mail: ychoon@konkuk.ac.kr

적으로 각광을 받고 있다. 그럼에도 불구하고 중요한 한 가지 단점은 가격이 높다는 것이다. 대두 제품은 가격이 저렴하면서도 풍부한 단백질원이고, 품질 또한 뛰어나다(Wolf와 Cowan, 1975; Lee, 1997). 그래서 대두단백을 이용한 다양한 cheese analogue의 제조방법과 이용방안에 대한 방법을 연구하는데 많은 관심이 요구되어지고 있는 실정이다.

따라서, 본 총설 논문의 목적은 대두단백으로 만든 Mozzarella cheese analogue의 조직과 풍미를 향상시키고, 두유와 원유를 혼합한 혼합액으로 Mozzarella cheese analogue를 제조할 때 조건, 그리고 대두단백이 Mozzarella cheese analogue에 미치는 영향 등을 알아보고, 궁극적으로는 cheese analogue가 상업적으로 이용 가능성을 찾고자 문헌을 정리 서술하였다.

### 1. 대두단백의 이용현황(Usage of soy protein)

대두단백을 분리, 주화시켜 만든 농축 대두단백은 볼로니아, 프랑크푸르티, 피자 토핑, 타고 고기, 미트볼, 미트 패티와 솔즈베리 스테이크 등에 이용될 수 있다. 농축 대두단백에는 지방 함량은 적고 단백질 함량은 높아서 수분을 더 오래 유지할 수 있다. 대두단백 성분은 이미테이션 우유, 이미테이션 치즈, 후로존 디저트, 크림, 커피 프림, 두유 등 낙농품의 여러 부분에 사용된다. 대두단백은 비용을 줄일 수 있고, 영양가는 향상시키며, 신경과민을 줄이고, 유당불내증을 완화시키고, 기능적 특성을 강화시킨다. 또한 대두단백은 겔의 형태로 수분과의 결합력을 기본으로 하여 지방 대체제로 이용할 수 있다(Giese, 1994). 대두단백은 아미노산 패턴의 균형이 잘 맞춰져 있는 단백질 중에서도 좋은 편에 속한다(Smith와 Circle, 1972). 대두단백은 동양의 많은 사람들의 식생활에 주요한 단백질 공급원으로 사용되었다. 이러한 영양학적 측면과 명성에도 불구하고, 콩에서 추출한 음료는 다른 지역에서는 제한되었는데, 주로 불쾌취 때문이었다. 그 문제를 해결하려는 시도는 겨우 부분적으로 성공했을 뿐이다. 그 불쾌취의 중요한 요인은 효소의 체계와 지방분해효소이다(Wilkens 등, 1967; Wilkens와 Lin, 1970). 일정 온도 아래에서 콩을 갈거나 수분에 노출할 때마다 즉시 효소 불활성을 나타내는 반응으로 나타났다(Nelson 등, 1971). 하지만 높은 단백질 회수로 부드러운 두유는 유아, 어린이, 어른에게 경제적인 단백질 원이 될 수 있기 때문에 중요하다. 또한 우유의 유당을 소화하지 못하는 사람들에게도 이용될 수도 있다(Smith와 Circle, 1972; Bae와 Nam, 2005).

### 2. 대두단백(Soy protein)

대두단백은 낮은 온도에서는 겔과 같은 형태를 지니고, 높은 온도에서는 늘어나는 성질을 가지기 때문에 치즈 아날로그로 쓰일 수 있다. 대두 단백질로 제조된 치즈 아날로그는

TPA(Texture Profile Analysis) 결과와 마이크로그래프 등의 측정치가 천연 Mozzarella 치즈와 비슷하고, 그 특성 또한 비슷하다(Smith 등, 1980; Taranto와 Yang, 1981; Yang와 Taranto, 1982).

Lundstedt와 Lo(1974)는 10~15% 대두 반죽에 높은 온도의 열을 가했을 때, 완전히 용해되어 분리되지 않는 안정성을 갖는다는 것을 발견했다. 그러나 대두 단백을 열처리에 의해 점착성 있는 물체로 변성시킨 것은 치즈와 같은 특정 물리적 특성을 가지고 있기 않기 때문에 그것만으로는 치즈 대용이 되기는 어렵다(Yang, 1983).

Hang와 Jackson(1967)이 20% 두유로부터 2% 젖산균 스타아터로 응고시켜 제조한 콩 치즈는 외관, 물체, 조직, 풍미가 우유로 제조한 치즈보다 부족했지만, 치즈대용으로 사용될 수 있었다. 콩치즈는 우유로 만든 치즈보다 높은 단백질함량, 낮은 지방 함량, 높은 수분함량을 가지고 있지만, 조직이 분리되는 문제가 있고 제조 시 점착성이 낮기 때문에, 두유와 우유를 혼합하여 제조한 방법이 더 낫다(Del Valle 등, 1984).

Metwalli 등(1982)은 두유를 120℃에서 15분간 동안 멸균한 후 CaCl<sub>2</sub>(0.02%)를 첨가하고 염산으로 pH를 5.5로 맞추어 송아지 렌넷을 첨가한 후 37℃로 식혀 수분과 가용성 질소함량이 높고, 산도가 높은 콩 치즈를 제조하였다. 두유는 유산균이 유산을 생성하는 능력과 단백질 분해효소의 활력을 증진시킨다. 우유로 제조한 치즈와 콩으로 제조한 치즈의 아미노산 역할이 다르기는 하지만, 낙농제품에 콩을 이용하는 것은 제품의 영양학적 가치에 있어 영향을 준다.

### 3. 대두단백의 영양학적 가치(Nutritional value)

일반적으로 단백질의 질과 양은 그 영양학적 가치에 의해 결정된다. 예를 들어, 대두는 건물(dry matter)의 약 40%의 단백질 함량을 가지고 필수 아미노산을 함유하기 때문에 좋은 단백질이라 할 수 있다. 대두단백의 아미노산 함량은 시스테인과 메티오닌의 함량을 제외하면 FAO(Food and Agriculture Organization)의 권장량에 가깝다(Richardson, 1977).

대두단백의 PER(protein efficiency ration, 단백질 효율비)는 1.8~2.0으로써, 카제인 식단 표준인 PER value인 2.5와 비교하여 약간 낮지만, 대두 제품은 우유 단백질의 영양가를 높이는데 자주 이용된다. Corn-soy-milk(CSM)와 가당 CSM은 cereal-soybean blend로 사용되고 있다(Graham 등, 1971; Graham 등, 1973). 게다가, 단백질에 설과아미노산의 함량이 높으면 노중 칼슘 배출 증가로 골다공증(osteoporosis)이 발생한다. 이러한 관계 때문에 뼈 건강에는 칼슘 배출이 아주 중요하다. 대두단백에는 설과아미노산 함량이 낮아 칼슘 배출작용을 감소시킨다. 대두의 칼슘은 우유만큼이나 흡수도 잘 되고 양도 풍부하다.

특히, 대두단백은 신생아부터 노인까지 유단백질이 원인

인 피부염, 설사, 알러지, 골다공증 및 폐경 후 증상, 고콜레스테롤혈증, 암, 소화관질환을 일으키지 않은 우수한 식품으로 알려져 있다(Bae와 Nam, 2005). 이러한 특성은 화학적 조성 때문인데, 유당, 아라키돈산, 알러지 원인 단백질이 결여된 반면 n-3 불포화지방산, 리놀렌산 및 아이소플라본류 등은 비교적 풍부하게 함유되어 있다(Lee, 1997; Bae와 Nam, 2005).

#### 4. 대두단백의 조직(Structure of soy proteins)

대두단백은 heterogenous, complex, quaternary 구조와 7S, 9S, 11S 15S처럼 무계로 분류되는 커다란 분자를 가진다. 그 분류들 가운데, 7S(conglycinin)와 11S(glycinin)가 오늘날 식품산업에 널리 사용되는 단백질이다. 7S는 대략 분자무게가 150,000~210,000이고, 11S는 320,000~373,000, 9S는 370,000이다(Wolf와 Briggs, 1958; Wolf, 1970; Koshiyama, 1972; Badley 등, 1975; Kitamura 등, 1976; Thah와 Shibasaki, 1978). 천연 7S 글로불린은 구형으로 촘촘히 겹쳐져 있어, 안쪽 부분들은 감고 있다(Fukushima, 1968). Thah와 Shibasaki (1978)는 7S 분자가 삼각형[trimetric (cyclic)] 구조를 가지고 있는 반면, 9S분자는 육각형(hexametric) 구조로 구성되어 있음을 밝혔다. 11S형은 두 개의 육각형 모양(hexagonal-shaped)을 가진 링이고, 탑을 이루고 있어 이중링을 만든다(Badley 등, 1975).

7S 글로불린은 50% 이상이 당단백(glycoprotein)이다 (Wolf와 Sly, 1967; Schmid와 Morris, 1984). 7S와 11S 분획들은 주요한 저장단백질인데, 용액상태에 의존하는 association-dissociation(조합과 분열) 반응을 수행하는 경향을 가진다. 그러나 구형으로 되어 있는 두 개의 대두 단백질은 기능적 성질이 뚜렷하게 구별된다. 예를 들어, 7S로 만든 두부 젤보다 11S로 만든 것이 더 단단하다. 왜냐하면 각각의 단편이 pH 조정이나 첨가제의 첨가 감소에 따른 결합력이 각기 다른 성질을 가지고 있기 때문이다(Saio와 Watanabe, 1978). 이황화 결합이 많은 11S 글로불린의 침전은 다른 분획보다 더 빠리, 그리고 더 크게 진행된다. 11S 분획으로 만들어진 젤은 높은 수분보유력과 장력을 가지기 때문에, 7S 분획으로 만들어진 젤보다 더 많은 가열을 요구한다(Thah와 Shibasaki, 1978). 온도, pH, 이온장력, 농도를 조정한다면 11S 분획(glycinin)도 association-dissociation 반응을 수행할 수도 있을 것이다(Catshmpoolas와 Meyer, 1970; Ehniger와 Prou, 1974; Hermansson, 1978; Kinsella, 1979). 이들 분획들은 결합될 때, 7S는 2개의 이황화 결합을 가지고, 11S는 2개의 이황화 결합을 가진다(Koshiyama, 1972). 다른 분획인 9S와 15S는 아직 연구되지 않았다.

#### 5. 첨가제와 열처리가 대두단백의 조직적 특성에 미치는 영향(Effect of heat treatment and additives on textural characteristics of soy proteins)

대두 단백질과 우유 단백질은 입자 크기나, 단백질에 당이나 인의 부차 종류에 따라 차이점이 발견되어진다. 단백질 가수분해 효소는 대두단백을 부분적, 선택적으로 가수분해하여 크기를 감소시키고, 용해성 같은 기능적 성질을 개선한다(Puski, 1975; Boonvisnt와 Whitaker, 1976; Olsman, 1979; Nakai 등, 1980; Kimball 등, 1981; Jones와 Tung, 1983).

대두단백은 열에 의해 변형될 때, 단백질 분해효소를 활성화하는 효능이 있어서 그 영양학적 가치가 증가된다. 구형이 아닌 결합에 쉽게 응고된 소수성 아미노산은 노출되어 변형된다(Mohamed, 1985). 단백질 집합체인 치즈를 제조하는 공정에서 가열된 대두단백이 가열처리전의 대두단백보다 더 잘 혼합되는 것을 현미경 사진에서 발견할 수 있다. 대두 단백을 가열함으로써 구형 결합을 통해 우유 단백질과 결합할 수 있다. 가열된 대두단백이 카제인과 응고될 때, 카제인 형태의 망상조직(network)은 유리되는데, 유리된 조직은 유청의 높은 지방 손실을 야기한다. 이것은 변형된 대두 단백질이 친수성 체계에서 그들의 소수성을 노출하여, 높은 수분 보유력과 커드의 유리, 높은 지방 손실을 야기하는 것이다. 그러므로, 가열처리 된 두유젤은 그렇지 않은 것보다 더 부드러운 커드조직을 생성한다(Mohamed, 1985). 가열처리된 치즈의 강도, 탄성, 응집성에도 영향을 미친다(Lee와 Marshall, 1979, 1981).

Lee와 Rha(1978), 그리고 Yang(1983)은 가열처리를 한 것과 가열처리를 하지 않은 것을 산이나 칼슘에 의해 응고된 커드의 조직과 미세구조로 비교 연구하였다. 가열된 대두단백은 높은 수율과 탄력성, 수분 보유력을 가진 젤을 형성했지만, 가열처리가 안 된 대두단백의 젤은 덜 견고했다. 가열처리된 것으로 만든 젤의 미세구조는 3차원 벌집모양 망상구조를 보이고, 그렇지 않은 것으로 만든 젤은 구형의 덩어리를 보인다. 따라서, 대두단백의 열에 의한 변형은 매끄러운 망상구조(network)를 형성하는 데 매우 중요하다.

젤이 변화하는 동안, 젤의 강도는 수소결합에 의해 증가한다(Catshmpoolas와 Meyer, 1971ab; Furukaw 등 1979). 가열하는 동안 glycinin(11S)은 서브 유니트로 분열되고, 이것은 네트워크 구조를 형성하기 시작한다(Nakamura 등, 1984).

대두단백 젤의 형성은 온도, 가열시간, 단백질 농축 등의 여러 가지 용인에 의해 조절된다. 예를 들어, 가열시간이 길어짐에 따라 분산력이 증가하기 때문에 제조시간은 수용액에서 단백질의 처음 분산력에 영향을 미친다(Fukushima와 Van Buren, 1970). 젤의 형성에 적당한 가열처리는 70~100°C에서 10~30분 후 22°C로 냉각하는 것이다. 대두단백의 농축은 8~14% 정도 될 것이다(Circle 등, 1964; Catshmpoolas와 Meyer, 1970). Furukawa 등(1979)은 20% 대두 단백질 반죽을 0°C에서 30분간 가열하면 다공성의 조직과 얇으면서 조

밀한 막을 형성한다고 했다. 만약 대두단백 반죽을 40℃나 120℃로 가열하면 부드러운 겔이나 부분적으로 와해된 구조를 형성하고, 수용성 단백질에 의해 다공성의 구조를 형성된다. 수분분자는 3차원 망상 구조에서 40℃나 120℃보다 80℃에서 더 조밀해진다. Shimada와 Matsushita(1980)은 단백질끼리의 상호작용의 수와 강도가 대두단백질의 단단함에 영향을 끼친다고 주장했다.

pH 10으로 조정하는 것은 유제품과 함께 혼합하기 전에 대두단백을 처리하는 또 다른 방법이다. 대두단백의 알칼리 처리는 훨씬 적은 유청분리와 함께 아주 부드러운 응고를 유도한다. 높은 pH(10)은 대두 단백질의 해리를 유도하고, 연속적으로 노출하는 대두 단백질 반응 사이트가 우유단백과 반응하게 한다(Mohamed, 1985).

#### 6. 치즈의 품질에 대두의 효과(Soy effects on cheese quality)

Lee와 Marshall(1981)은 치즈의 카제인 망상 구조의 집단에서 대두단백이 결합한다고 주장했다. 그들은 섬유 망상조직 구조의 연속성과 배열은 대두단백에 의해 방해되기 때문에, 카제인 네트워크 구조 전체에 단백질이 존재한다고 결론지었다. 그럼에도 불구하고, Mohamed(1985)는 높은 pH(12)에 의한 대두단백의 변형과 흡착이나 단순유도, 카제인에 의해 네트워크 구조전체의 카제인 마이셀 사이에 분말 건조 후 혼합한 것을 조사하여 대두 단백질이 추가된 치즈는 탈지분유로 만들어진 것보다 덜 조밀하다고 보고하였다.

모짜렐라 치즈 외에 소프트 치즈의 일종인 Domiati cheese에도 대두단백이 첨가된다. Metwalli 등(1982)과 Del Valle 등(1984)은 콩, 렌넬, pH, 칼슘 또는 다른 응고제(황산 칼슘이나 황산 마그네슘)의 수준에 대한 효과를 연구하였다. 이들의 연구는 20% 이상의 두유 사용은 카제인 매트릭스에서 유청단백이 카제인 네트워크에서 방해하는 것과 유사하게 대두단백이 방해하기 때문에 응고시간의 증가와 커드강도의 감소를 보여주었다.

두유와 탈지유 분말을 혼합하여 치즈를 제조하였을 때, 탈지유의 첨가는 콩비린내의 감소나 조직의 개선에 효과가 없었다. 그리고 치즈표면에 *Rhizopus oligosporus*와 *Penicillium camemberti*를 첨가하면, 숙성 후의 조직이 향상되지만, 쓴맛은 더해진다(Schroder와 Jackson, 1971). Meheshwari 등(1977)은 대두단백에 procine liver aldehyde oxidase를 사용하였다. 그러나 콩비린내가 감소되었다. 대두단백을 배양한 후에 효소와 함께 추출하면 콩비린내는 90% 정도 감소된다. Maga(1971)는 Moshy(1964)가 특허를 낸, 대두 현탁액의 pH를 4.2로 조정하여 90℃에서 10분간 가열하는 방법을 소개했다. 냉각 후 상청액은 버린다. 이 대두 현탁액은 콩비린내가 훨씬 덜

했다. 그러나 Lee와 Rha(1978)는 등전점의 변화와 칼슘의 양이 열처리 등을 하지 않은 대두단백의 구형조직에 영향을 미치지 않는다는 것을 주장했다. 80℃에서 30분간의 열처리는 콩비린내를 형성하는 과산화수소를 발생시키는 지방분해 효소를 파괴한다(Nemethy 등, 1963). 그러므로, 스위스 치즈 유형과 혼합하기 전에 가열된 대두가 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus bulgaricus*에 의해 발효될 때, 생성되는 아세트알데히드, 아세톤, 디아세틸과 같은 바람직한 휘발성 복합체는 우유 요구르트 안에서 생성되는 휘발성 복합체와 비슷하다(Granata와 Morr, 1966). Abou El-Ella 등(1978)은 두유와 우유 조직의 응고시간과 커드 견고함에 대해 연구하였다. 그들은 응고 시간이 증가하면 커드 강도도 증가된다고 결론을 내렸다. 그러나 염화나트륨의 첨가는 반대의 효과를 보였다. Abou El-Ella(1980)는 우유 대신에 두유를 25%, 33%, 50%를 첨가하여 대용 "Ras"를 만들었다. 대용치즈의 수분 함량은 증가하였고, 향미와 몸체조직, 치즈의 구조는 향상되었다. 즉, 우유의 함량이 증가되면, 이들의 특성을 향상시킨다.

#### 7. 모조치즈의 품질에 안정제의 영향(Stabilizers effects on cheese analogue's quality)

대두단백으로 제조하는 Mozzarella 치즈 아날로그에 젤라틴(type-B, Baker Chemical Co., Phillipsburg, NJ, USA)이나 GFS gum(Food grade xanthan gum-agar gum-locust bean gum mixture, Kelco Co., Rahway, NJ, USA) 같은 하이드로 콜로이드를 첨가하면 조직상의 스트레칭 성질이 강화된다. 따라서, 그 아날로그는 천연 Mozzarella 치즈와 같은 성질을 가지게 된다. Mozzarella 치즈 아날로그의 열에 대한 안정성과 용해력과 적당한 강도는 적어도 10%정도의 지방 함량을 필요로 한다(Yang와 Taranto, 1982; Yang, 1983).

Yang(1983)은 젤라틴의 적당한 첨가는 젤라틴이 열에 안정하기 때문에 Mozzarella 치즈 아날로그의 물리적 성질을 향상시킨다고 여러 가지 하이드로 콜로이드 테스트에서 증명하였다. Yang(1983)의 방법에서는 건조된 혼합성분들을 5분간 혼합하고 5분간 80℃에서 혼합하면, 강도와 용해력이 향상되고, 수소결합, 이황화 결합, 수소성 상호작용을 통하여 단백질 상호작용이 발생한다고 보고하였다. 또한 16.6% soy isolate, 11.0% 지방, 0.55% GFS gum 그리고 55.2%물을 첨가하는 것이 좋은 방법이라고 권장하였다(Yang, 1983)

### 요 약

현재 한국에서 소비되는 치즈는 수입 의존도가 높은 편이며, Mozzarella 치즈의 경우 10% 미만이 한국에서 제조되나,

가격 경쟁력에서 수입제품에 비해 크게 불리한 입장이다. 무엇보다 높은 원유가격과 Mozzarella 치즈의 급격한 소비 증가는 적당한 공급가를 일정하게 공급하기에 많은 어려움이 있는 실정이다 따라서 대두단백을 이용한 Mozzarella cheese analogue 제품 제조가 요구되어 다양하게 생산 및 제조되고 있다. 대두단백은 유제품성분의 한정적인 공급과 caseinate의 높은 가격 때문에 Mozzarella cheese analogue 제조에 많이 사용되고 있다. Casein-based Mozzarella cheese analogue보다 soy-based Mozzarella cheese analogue가 오랜 기간 동안의 안정성과 실질적인 가격우위는 높은 경쟁 잠재력이 있다. 또한 Mozzarella cheese analogue는 저수분 Mozzarella 치즈처럼 풍미의 문제점은 없지만, 몸체가 용해될 때 신축이 잘 되지 않고, 과도한 caseinate, 대두단백 특유의 콩비린내(bean flavor), 이상한 풍미, 갈변화 등의 문제 등이 존재하는 것이 사실이지만, 대두를 이용한 다양한 cheese analogue는 기존의 자연치즈에 비하여 가격이 저렴할 뿐만 아니라, 소비자의 다양한 수요 요구를 충족할 수 있는 장점이 있다. 더 나아가서 콩의 부가가치 향상과 국민영양 개선의 측면에서도 효과가 많은 것으로 사료된다. 무엇보다 cheese analogue의 제조는 수입 억제 효과와 수출 증진 효과에도 크게 기여할 것으로 사료된다. 따라서 cheese analogue 제조에 많은 관심과 지속적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. Abou El-Ella, W. M. 1980. Hard cheese substitute from soy milk. *J. Food Sci.* 45:1777-1778.
2. Abou El-ella, W. M., Farahat, S. M., Guirguis, A. H., El-fak, A. M. and El-Neshawy, A. A. 1978. Effekt of using a starter culture grown on soy milk medium on some properties of "Ras" cheese. *Molecular Nutrition and Food Research* 22:471-475.
3. Badley, R. A., Atkinson, D., Hauser, H., Oldani, D., Green, J. P. and Steubbs, J. H. 1975. The structure, physical and chemical properties of the soybean protein glycin. *Biophys. Acta.* 412:214-228.
4. Bae, H. C. and Nam, M. S. 2005. Fermentation properties of the mixed yoghurt prepared with bovine milk an soybean milk. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 25:483-493.
5. Boonvisut, V. and Whitaker, J. R. 1976. Effect of heat, amylase, and disulfide bond cleavage on the *in vitro* digestibility of soybean protein. *J. Agri. Food Chem.* 26:1130-1135.
6. Catsimpoalas, N. and Meyer, E. W. 1970a. Gelation phenomena of soybean globulins. I. Protein-protein interation. *Cereal Chem.* 47:559-570.
7. Catsimpoalas, N. and Meyer, E. W. 1970b. Gelation phenomena of soybean globulins. II. Protein-water miscible solvent interaction. *Cereal Chem.* 47:151-158.
8. Circle, S. J., Meryer, E. W. and Whitney, R. W. 1964. Rheology of soy protein dispersions. Effects of heat and other factors on gelation. *Cereal Chem.* 41:157-172.
9. Del Valle, F. R., De Alba, E., Mariscal, G., Jimenez, P. G., Arellanes, J. Q., Portillo, A., Casas, R., Tristan, M. E. and Dominguez, G. M. 1984. Simultaneous curdling of soy/cow's milk blends with rennet and calcium or magnesium sulfate, utilizing soymilk prepared from soybeans of full-fat flour. *J. Food Sci.* 49:1046-1052.
10. Ehniger, J. N. and Prou, D. E. 1974. Some factors influencing gelatin and stability of soy protein dispersion. *J. Food Sci.* 39:892-896.
11. Fife, R. L., McMahon, D. J. and Oberg, C. J. 1996. Functionality of low fat Mozzarella cheese. *J. Dairy Chem.* 79:1901-1910.
12. Fox, P. E., Guinee, T. P., Cogan, T. M. and McSweeney, L. H. 2000. Fundamentals of cheese sciences. *Processed Cheese and Substitute of Imitation Cheese Products.* An Aspen Publication.
13. Fukushima, D. 1968. Internal structure of 7S and 11S globulin molecules in soybean proteins. *Cereal Chem.* 45: 203-224.
14. Fukushima, D. and Van Buren, J. P. 1970. Effects of physical and chemical processing factors on the redispersibility of dried soy milk properties. *Cereal Chem.* 47:571-578.
15. Furukawa, T., Ohta, S. and Yamamoto, A. 1979. Texture-structure relationships in heat-induced soy protein gels. *J. Texture Stud.* 10:33-346.
16. Giese, J. 1994. Protein as ingredients: types, functions, applications. *Food Technol.* 10:50-60.
17. Graham, G. G., Baertl, J. M., Placko, R. P. and Morales, E. 1973. Dietary protein quality in children. IX. Instants sweetened corn-soy milk blend. *Amer. J. Clin. Nutr.* 26:491-496.
18. Graham, G. G., Morales, E., Acevedo, G., Placko, R. P. and Cordano, A. 1971. Dietary protein quality in infants and children. IV. A corn-soy milk blend. *Amer. J. Clin. Nutr.* 24:416-422.
19. Granata, L. A. and Morr, C. V. 1996. Improved acid, flavor and volatile compound production in a high protein and fiber soymilk yoghurt-like product. *J. Food Sci.* 61:331-336.

20. Hermansson, A. M. M. 1978. Physico-chemical aspects of soy proteins structure formation. *J. Texture Stud.* 9:33-58.
21. Jones, L. J. and Tung, M. A. 1983. Functional properties of modified oilseed protein concentrates and isolates. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 16:57-62.
22. Kiely, L. J., McConnell, S. L. and Kindstedt, P. S. 1991. Observations on the melting behavior of imitation Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 74:3568-3572.
23. Kimball, M. E., Hsieh, D. S. T. and Rha, C. 1981. Chymotrypsin hydrolysis of soy protein. *J. Agric. Food Chem.* 29:872-874.
24. Kinsella, J. E. 1979. Functional properties of soy protein. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 56:242-258.
25. Kitamura, K. T., Takagi, T. and Shibasaki, K. 1976. Subunit structure of soybean 11S globulin. *Agric. Biol. Chem.* 40:1837-1844.
26. Koshiyama, I. 1972. Purification and physico-chemical properties of 11S globulin in soybean seeds. *Int. J. Peptide Protein Res.* 4:167-176.
27. Kosikowski, F. V. and Mistry, V. V. 1997. Cheese and fermented milk foods. 3th ed., Edwards Brothers. Inc. Ann Arbor, MI.
28. Lee, C. H. and Rha, C. 1978. Microstructure of soybean protein aggregates and its relation to the physical and textural properties of the curd. *J. Food Sci.* 43:79-84.
29. Lee, I. S. 1997. Chemopreventive potentials of soymilk versus cow's milk against a variety of human diseases. *Korean Soybean Digest* 14:108-112.
30. Lee, S. Y. 1997. Development of dairy analog using soybean. *Korean Soybean Digest.* 14:1-11.
31. Lee, Y. H. and Marshall, R. T. 1979. Rennet curd from milk plus soy protein mixtures. *J. Dairy Sci.* 62:1051-1057.
32. Lee, Y. H. and Marshall, R. T. 1981. Strength of rennet curd made from chemically modified soy proteins. *J. Dairy Sci.* 67:263-269.
33. Lee, Y. H. and Marshall, R. T. 1984. Microstructure and texture of process cheese, milk curds and caseinate curds containing native or boiled soy proteins. *J. Dairy Sci.* 64: 2311-2317.
34. Lundstedt, E. and Lo, F. Y. Y. 1974. Heat stable curd from soya bean milk and process of manufacture. U.S. Patents 3,743,515 and 3,743,516.
35. Maheshwari, P., Murphy, P. A. and Nikolovm, Z. L. 1997. Characterization and application of porcine liver aldehyde oxidase in the off-flavor reduction of soy proteins. *J. Agric. Food Chem.* 45:2488-2494.
36. Mega, J. 1971. Indigenous and derived flavor constituents in soy products. Soy: The wonder bean. AACC symposium.
37. Metwalli, N. H., Shalabi, S. I., Zagan, A. S. and El-Demerdash, O. 1982. The use of soybean in soft-cheese making. I. Effects of soybean milk on rennet coagulation property of milk. *J. Food Technol.* 17:71-77.
38. Mohamed, M. O. 1985. Effects of soy protein on rennet-induced reconstituted nonfat dry milk coagulum properties. Ph.D. Dissertation. Univ. of Minnesota. Minneapolis, MN.
39. Moshy, R. 1964. Process for treating soybean flour to improve its flavor. U.S. Patent 3,126,286.
40. Nakai, S., Ho. L. and Tung, M. A. 1980. Solubilization of rapeseed, soy and sunflower protein isolates by surfactant and proteinase treatments. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 13:14-22.
41. Nakamura, T., Utsumi, S. and Mori, T. 1984. Network structure formation in thermally induced gelation of glycine. *J. Agric. Food Chem.* 32:349-352.
42. Nelson, A. I., Steinberg, M. P. and Wei, L. S. 1976. Illinois process for preparation of soymilk. *J. Food Sci.* 41:57-61.
43. Nemethy, G., Steinberg, I. Z. and Scheraga, H. A. 1963. Influence of water structure and hydrophobic interactions on the strength of side-chain hydrogen bonds in proteins. *Biopolymers* 1:43-69.
44. Perry, D. B., McMahon, D. J. and Oberg, C. J. 1997. Effect of exopolysaccharide-producing cultures on moisture retention in low-fat Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 80:799-805.
45. Puski, G. 1975. Modification of functional properties of soy proteins by proteolytic enzyme treatment. *Cereal Chem.* 52:655-664.
46. Richardson, T. 1977. Functional changes in protein following action of enzymes. In food proteins improvement through chemical and enzymatic modification. *Advances in Chemistry Series.*
47. Saio, K. and Watanabe, T. 1978. Differences in functional properties of 7S and 11S soybean proteins. *J. Texture Stud.* 9:135-157.
48. Schmidt, R. H. and Morris, H. A. 1984. Gelation properties of milk proteins, soy proteins, and blended protein system. *Food Technol.* 85-96.
49. Schroder, D. J. and Jackson, H. 1971. Preparation of soybean cheese using lactic starter organisms. 3. Effects of mold

- ripening and increasing concentrations of skim milk solids. *J. Food Sci.* 36:22-24.
50. Shimadam, K. and Matsushita, S. 1980. Gel formation of soybeans 7S and 11S proteins. *Agric. Biol. Chem.* 44:637-641.
51. Smith, C. E., Rosenau, J. R. and Peleg, M. 1980. Evaluation of the flowability of melted Mozzarella cheese by capillary rheometry. *J. Food Sci.* 45:1141-1145.
52. Smith, K. A. and Sidney, J. C. 1980. Soybeans; chemistry and technology. Volume 1. AVI Publishing Company, Inc.
53. Taranto, M. V. and Yang, C-S. T. 1981. Morphological and textural characterization of soybean Mozzarella cheese analogs. *Scanning Electron Microsc.* 3:483-492.
54. Thah, V. H. and Shibasaki, K. 1978. Major proteins of soybean seeds. Subunit structure  $\beta$ -conglycinin. *J. Agric. Food Chem.* 26:692-698.
55. Tunick, M. H., Malin, E. L., Smith, P. W. and Holsinger, V. H. 1995. School lunch pizza topped with low-fat Mozzarella cheese. *Cult. Dairy Prod. J.* 30:6-9.
56. Tunick, M. H., Mackey, K. L., Smith, P. W. and Holsinger, V. H. 1991. Effects of composition and storage on the texture of Mozzarella cheese. *Neth. Milk and Dairy J.* 45:117-125.
57. Tunick, M. H., Malin, E. L., Smith, P. W., Shieh, B. C. S., Mackey, K. L. and Holsinger, V. H. 1993. Proteolysis and rheology of low-fat and full-fat Mozzarella cheese prepared from homogenized milk. *J. Dairy Sci.* 76:3621-3628.
58. Wilkens, W. F. and Lin, F. M. 1970. Gas chromatographic and mass spectral analyses of soybean milk volatiles. *J. Agric. Food Chem.*, 18: 333-336.
59. Wilkens, W. F., Mattick, L. R. and Hand, D. B. 1967. Effect of processing method on oxidative off-flavors of soybean milk. *Food Technol.* 21:1630-1633.
60. Wolf, W. J. 1970. Soybean proteins: Their functional, chemical and physical properties. *J. Agric. Food Chem.* 18: 969-976.
61. Wolf, W. J. and Briggs, D. R. 1958. Studies on the cold-insoluble fraction of the water-extractable soybean proteins. II. Factors influencing conformation changes in the 11S component. *Arch. Biochem. Biophys.* 76:377-393.
62. Wolf, W. J. and Cowan, J. C. 1975. Soybean as a food source. CRC press. Cleveland, OH.
63. Wolf, W. J. and Sly, D. A. 1967. Cryotrecipitation of soybean 11S protein. *Cereal Chem.* 44:653-667.
64. Yang, C. S. T. 1983. Process development for the manufacture of soybean Mozzarella cheese analogs. Ph.D. Dissertatin. University of Illinois at Urbana-Champaign, IL.
65. Yang, C. S. T. and Taranto, M. V. 1982. Textural properties of Mozzarella cheese analogs manufactured from soybeans. *J. Food Sci.* 47:906-910.

---

(Received 2012. 11. 1 / Accepted 2012. 11. 10)