

醱酵乳製品의 製造技術

김 기 성

〈農漁村開發公社 食品研究所 研究員〉

1. 머 리 말

醱酵乳製品이란 牛乳 또는 羊乳 등에 乳酸醱酵菌이나 알콜醱酵菌을 스타터로 접종, 발효시키므로써 乳糖이 유산, 초산, 이산화탄소 알콜, 아세트알데하이드, 에텔 등의 물질로 변화하여 특유한 맛과 향을 갖는 高級酪農乳製品으로 요구르트, 이머, 케피어, 발효버터유, 필름졸크, 그레드필, 쿠미스 등과 같은 제품이 있다.

원래 발효유제품은 近東에서 起原하여 동부 중앙유럽으로 전파되었으며 醱酵에 의한 乳糖의 감소로 유당소화능력이 약한 사람들에게도 쉽게 이용될 수 있으며 발효에 의한 pH의 저하로 부패성균의 번식이 억제되어 저장기간이 연장될 수도 있으나 酵母나 곰팡이 등에 오염될 경우 그 품질을 쉽게 상하게 될 수도 있다.

좋은 品質의 발효유제품을 生産하기 위해서는 좋은 品質의 原乳와 스타터가 混合되어 正常的인 발효가 이루어져 바람직한 風味와 組織이 이루어져야 하는데 이러한 모든 사항은 原乳의 적당한 殺菌 및 均質, 그리고 발효에 필요한 溫度 및 時間管理가 잘 實施되어야 이루어질 수 있으며 各種 添加物의 이용이 잘 이루어져야 되는데 발효유제품의 生産에 關連되는 사항을 검토해 보면 다음과 같다.

2. 요구르트

요구르트는 가장 널리 이용되고 있는 발효유제품으로 그 형태는 지역에 따라서 큰 차이가 있는데 조직이 부드러운 겔형태가 있는가 하면 아주 점도가 높은 액상요구르트도 있고 風味도 지역에 따라서 차이가 있으나 약간의 초산과 아세트알데하이드 등을 함유하고 있는데 그 製造方式은 2가지가 있다.

즉 前處理된 原乳를 스타터와 混合하여 발효후 냉각하여 용기에 채워서 포장한 다음 냉각, 流通하는 方式이 있고 前處理된 原乳를 스타터와 混合하여 용기에 채운 후 발효하여 냉각, 유통하는 방식이 있다.

(1) 요구르트品質에 영향을 끼치는 인자

좋은 맛과 香氣, 粘度, 均一性, 外觀, 乳清의 不分離, 오랜 저장기간 등을 갖는 좋은 品質의 요구르트를 만들기 위해서는 요구르트製造에 關連되는 모든 條件을 정밀하게 맞추어야 하고 특히 原乳의 品質 및 前處理, 그리고 사용되는 스타터의 品質이 가장 중요하게 되는데 品質에 영향을 주는 인자를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 原乳의 含量을 일정하게 하는 표준화 작업, 둘째, 製品의 粘度와 組織을 改善하기

위해서 첨가되는 각종 添加物의 種類 및 含量 셋째, 原乳의 均質化, 넷째, 原乳의 殺菌을 위한 적합한 열처리, 그리고 다섯째로 좋은 스타터의 使用 등이다.

(2) 原乳의 前處理

가. 原乳의 선택

요구르트製造에 使用되는 原乳는 스타터菌의 生長에 적합한 좋은 品質의 原乳라야 양질의 요구르트를 얻을 수 있다. 즉 各種 細菌의 汚染이 적은 원유라야 하며 그외에 異質酵素, 페니실린 등과 같은 抗生物質이나 박테리오파지, 乳加工施設 洗滌劑, 살균제 등의 오염량이 없어야 한다. 또한 原乳의 化學的, 微生物學的 含量이 정확하게 定량되어야 一定的 品質의 좋은 요구르트를 얻을 수 있다.

나. 原乳의 標準化

요구르트製造에 使用되는 原乳는 脂肪含量과 總固形分 含量을 표준화시키는데 그 내용은 다음과 같다.

① 脂肪含量 標準化

요구르트는 脂肪含量이 0.1~4.0%가 되는데 高脂肪 요구르트인 경우 지방함량이 3.0% 이상이고 低脂肪 요구르트인 경우 지방함량이 1.5~3.0%이며 無脂肪 요구르트는 지방함량이 0.1% 내외이므로 요구르트의 종류에 따라 적합한 수준의 지방량으로 標準화시켜야 한다.

② 固形分含量 標準化

原乳 中の 高형분함량증가, 즉 케이스인과 乳清蛋白質의 증가는 좀 더 치밀한 조직의 요구르트를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 乳清의 分離現象을 감소시킬 수 있는데 원유중 高형분함량을 標準화시키는데는 세가지 방법이 있다.

첫째, 원유를 10~20% 농축시키므로써 전체 高형분함량을 1.5~3% 增加시켜 標準화시키기도 하고 둘째, 濃縮乳를 原乳에 添加하여 高형분함량을 標準화시키기도 하며 셋째, 탈지분유를 1.5~3.0% 첨가하여 高형분함량을 標準화시키는데 탈지분유를 첨가하는 것보다 원유를 농축하여 高형분함량을 標準화시키는 방법이 최종 요구르트의 점도가 높고 조직이

더욱 치밀할 뿐만 아니라 좀 더 윤기있는 요구르트 표면을 얻을 수 있다.

다. 安定劑 添加

요구르트의 粘度를 增加시키고 乳清의 分離를 防止하며 均一하고 치밀한 조직을 얻기 위해서 原乳에 소량의 安定劑를 첨가하게 된다. 安定劑의 첨가량과 그 종류는 生산공장에서 의 다양한 실험에 의해서 결정되어야 하는데 原乳만을 발효시켜서 얻어지는 요구르트가 높은 점도와 치밀한 조직을 유지할 때는 安定劑를 첨가할 필요가 없으나 부적합한 安定劑를 過多하게 使用할 경우 지나치게 굳은 고무와 같은 조직의 요구르트가 된다. 젤라틴, 펙틴, 아가 등과 같은 安定劑는 통상 0.1~0.5% 첨가되며 계절에 따라서 원유 中の 칼슘이온과 같은 양이온이 부족할 경우에는 요구르트겔의 조직강도가 약화되므로 이러한 경우에는 염화칼슘을 0.02~0.04% 첨가하여 品質을 개선할 수 있다.

라. 甘味料 첨가

요구르트에는 설탕, 과당, 또는 포도당을 감미료로 첨가하는데 그 첨가량은 7~15%에 이른다.

마. 原乳의 均質化

균일하고 安定된 요구르트 조직을 얻기 위해서 원유를 均질화시키고 均질화가 잘 될수록 치밀한 조직의 요구르트를 얻을 수 있는데 이는 均질화작업에 의해서 지방의 分離를 막을 수 있기 때문이며 요구르트용 원유의 均질화는 55~70°C의 온도에서 20Mpa(200kg/cm²)로 실시한다.

바. 原乳의 熱處理

原乳의 微生物學的 品質을 改善하여 接種된 스타터에 의한 元활한 발효를 이룩해서 良質의 組織을 형성하고 또한 乳清의 分離를 막기 위해서 가열처리를 하게 되는데 가열처리조건은 90~95°C에서 약 5분간 유지하게 되며 이러한 과정은 아울러 乳清蛋白質의 熱變性を 일으켜 좀 더 치밀한 조직의 요구르트를 형성하게 되고 乳清의 分離를 감소시킨다.

사. 스타터 製造

요구르트에 사용되는 스타터는 衛生的이고 無菌의 條件에서 제조되어야 정상적인 발효가 이루어져 좋은 품질의 요구르트를 얻을 수 있다. 일반적으로 요구르트용 스타터는 球菌과 桿菌의 비율을 1:1 또는 2:1의 비율로 하는데 繼代培養時間이 일정해야 정확한 비율의 구균과 간균의 비율이 형성되어 일정한 품질의 요구르트를 얻을 수 있으며 세균, 효모, 곰팡이, 박테리오파지 등의 오염을 방지하여야 한다. 특히 아포형성균에 오염될 경우에는 가열처리에 의해서도 사멸되지 않아 결국 요구르트에 쓴맛을 생성하기도 한다.

통상의 요구르트가 발효가 완료되면 산도가 0.9~1.0%가 되고 유통단계에서는 산도가 1.5%까지 올라가는데 pH는 4.2~4.4를 유지하게 되며 과다한 향신료의 첨가는 산도상승의 원인이 되기도 한다.

(3) 均質요구르트

前處理가 끝난 原乳에 유산균스타터를 첨가하여 42~45°C의 항온실에서 일정한 시간동안 발효시켜 커드를 형성시킨 다음 15°C에서 냉각 후 균질화하여 향신료를 첨가한 다음 포장 유통하는 요구르트제조 방식이 균질요구르트이다. 균질요구르트에서는 糖, 果汁 등의 添加物을 발효후 냉각하여 균질단계에서 첨가하는 경우가 많다.

(4) 겔상 요구르트

겔상요구르트는 前處理된 原乳에 일정비율의 유산균스타터를 첨가, 혼합후 각종 향신료를 첨가하여 용기에 채운 다음 항온실(42~45°C)에서 pH4.2~4.5에 도달할 때까지 발효시켜서 10~15°C에서 냉각, 저온유통하게 되는 요구르트이다. 이 요구르트는 균질요구르트에 비해서 치밀한 조직을 갖게 되며 발효후 냉각에 이르기까지 조심스럽게 취급되어야 좋은 조직을 그대로 유지할 수 있다.

(5) 香添加 요구르트

우유만을 발효시키지 않고 여러종류의 향신료나 果實을 첨가한 요구르트가 기호성이 높

기 때문에 다양화된 요구르트를 생산하게 되는데 과실을 첨가할 경우 시럽이나 푸리의 형태로 첨가되며 그 첨가량은 15% 내외를 이루고 그 외에 바닐라향 또는 커피 등을 첨가하기도 하고 식용색소와 설탕 또는 포도당 그리고 소량의 安定劑도 첨가된다.

(6) 장기저장 요구르트

生産된 요구르트를 장거리 수송하거나 장기간 보존할 경우에 요구르트 품질에 변질이 생겨서 상품성을 상실하게 되므로 이러한 단점을 보강한 요구르트가 장기보존 요구르트이다. 장기보존 요구르트는 발효가 끝난 요구르트에 안정제를 첨가한 다음 72~75°C에서 5~10分間 살균하여 미생물을 사멸시키거나 요구르트제조에 소요되는 모든 기기설비와 공기를 무균처리하여 모든 부패성균 오염을 막으로써 그 보존기간을 연장하게 된다.

3. 케피어 (Kefir)

케피어는 코카시안 산맥에서 유래하여 소련에서 많이 소비되고 있는 알코올 발효유의 일종으로 *Torula Kefir*, *Saccharomyces Kefir* 등의 효모와 *Lactobacillus caucasicum*, *Streptococcus lactis* 등의 유산균콜로니와 케이스인 단백질로 이루어진 케피어곡류로 스타터를 제조하여 前處理된 原乳에 접종 발효하므로써 유산, 알코올, 이산화탄소 등이 생성된 특유한 맛과 향을 지닌 알코올 발효음료인데 발효온도와 시간에 따라서 향미 성분의 함량이 달라지는데 그 제조공정은 다음과 같다.

(1) 원유의 선택

케피어製造에는 우유 이외에 綿羊乳나 山羊乳를 이용하기도 하는데 微生物汚染이 적은 좋은 품질의 原乳이어야 하며 고형분함량이 일정하여야 하는데 고형분함량조절을 위한 標準化作業은 실시하지 않는다.

(2) 원유의 균질화

최종제품의 조직을 좋게하기 위해서 실시하

는 원유의 균질화는 70°C 온도에서 15Mpa (150kg/cm²)의 壓力으로 실시한다.

(3) 가열처리

원유를 殺菌하고 또한 加熱變性에 의한 凝固를 일으킬 수 있는 蛋白質을 응고시키므로써 최종제품의 조직을 좋게 하기 위하여 實施하는 가열처리는 95°C에서 약 5분간 실시한다. 그러나 U.H.T방법으로 열처리를 실시할 경우에는 乳清蛋白質의 65% 정도만 가열응고를 일으키므로 추가로 가열처리를 다시 실시하여야 한다.

(4) 스타터 제조

케피어의 스타터제조는 전처리된 원유의 5%에 해당하는 케피어 낱알을 원료유에 섞어서 23°C에서 약 20시간 정도 발효하여 적정산도에 도달한 다음 이것의 3~5%를 다시 전처리된 원유에 접종하여 23°C에서 20시간정도 발효하여 제조한다. 제조된 스타터를 전처리된 원유에 혼합하여 발효시키면 곧 케피어가 된다. 한편 처음 스타터제조에 사용된 케피어 낱알을 잘 水洗하여 다음 스타터 제조에 또 사용할 수 있다.

(5) 발효 및 숙성

전처리를 마친 原乳는 23°C로 냉각되어 2~3%의 스타터를 첨가하여 잘 혼합한 다음 23°C에서 18~20시간 동안 발효시켜서 pH가 4.5~4.6까지 떨어지면 발효를 중지하고 4~6°C로 빨리 냉각시켜서 더 이상의 pH저하를 방지하고 20분 동안 냉각시킨 다음 숙성실에서의 숙성과정을 거쳐 변성된 유청단백질이 수분을 최대한 흡수하도록 하브로써 알맞는 점도와 조직을 갖도록 해야 한다. 숙성이 끝난 케피어의 pH는 4.3~4.4로 약간 떨어지게 된다.

4. 필름졸크 (Filmjolk)

스칸디나비아의 신맛우유라고 불리는 필름졸크는 원유를 지방함량 0.5~3.0%로 표준화시킨 후 *St. lactis*, *St. cremoris*, *St. diacetis-*

lactis, 그리고 *Leu. citrovorum* 혼합유산균 스타터를 접종. 발효시켜 신맛과 향기를 생성한 부드러운 조직을 지닌 발효유제품이다.

필름졸크에서는 원유 중에 존재하는 공기가 곧 좋지 못한 조직을 갖게 하는 원인이 되므로 원유의 전처리 공정중 탈기를 꼭 시켜야한다. 원유를 지방함량 0.5~3% 수준으로 표준화시킨 후 70°C온도에서 10~20Mpa(100~200kg/cm²)壓力으로 균질화시킨 다음 95°C에서 3분간 가열처리하여 18~20°C까지 냉각시킨다. 20°C로 냉각된 원유에 1~2%의 스타터를 넣고 20°C에서 20시간동안 발효시켜서 특유의 맛과 향기를 생성한 후 냉각하여 포장하게 된다. 발효가 끝난 커드를 취급할 때는 조심스럽게 다루어야 좋은 조직을 그대로 유지할 수 있다.

5. 락토피 (Laktofil)

락토피는 농축된 발효유제품으로 스타터는 필름졸크와 같은 균주를 쓴다.

락토피는 제조과정 중 발효 후 가열과정을 거치면서 유청을 빼고 크림을 첨가하게 되므로 지방함량은 5% 수준, 그리고 고형분은 15%, 알부민은 6% 수준이므로 우유에 비해서 2배에 가까운 고형분을 함유하고 있다.

6. 그래드필 (Graddfil)

그래드필은 지방함량 12%인 크림에 필름졸크와 같은 스타터를 첨가 발효시킨 발효유제품이다. 殺菌된 原乳와 크림을 混合하여 脂肪含量이 12%가 되도록 표준화시킨후 50~60°C에서 15~20Mpa(150~200kg/cm²)압력으로 균질화하여 90°C에서 5분간 열처리를 거친 다음 21°C로 냉각시켜서 1~2%의 스타터를 첨가하고 산화취방지를 위한 dodecyl gallate와 같은 항산화제를 소량 첨가하여 20°C에서 18~20시간동안 발효시킨다. 발효가 끝난 후 20°C에서 일정시간 동안 경과한 후 저온에서 유통하게 된다. ■