

膜分離技術을 이용한 乳製品 생산

김기성
(응용연구실)

1. 개요

유가공 산업에서 한외여과법(Ultrafiltration)의 적용은 짧은 역사에도 불구하고 그 범위가 점점 다양해져 가고 있다.

현재 각종 유제품을 생산하기 위한 산업용 한외여과장치가 세계적으로 많이 활용되고 있는데 이들 장치는 치즈, 요구르트 등과 같은 발효유제품 생산 및 그 부산물을 처리, 가공하는 공장에서 많이 이용되고 있고 한외여과장치를 활용하여 우유와 유청으로부터 단백질을 더욱 효율적으로 농축, 분리, 가공하게 됨으로써 제품의 수율을 향상시키고 나아가 유제품 제조 부산물로부터도 가공식품 소재를 얻을 수 있게 되었으며 또한 부산물 처리과정에서 발생하는 공해문제도 손쉽게 해결할 수 있게 되었다.

유가공 산업에서 활용하는 한외여과장치는 최근에 와서 분리막과 형틀 그리고 펌프장치의 개발과 발전으로 그 적용범위가 많이 넓어졌으며 주된 기능은 분리와 정제라고 할 수 있다.

저분자용질과 고분자용질이 함께 용해되어 있는 용액을 한외여과장치로 분리하게 되면 저분자용질과 용매는 분리막을 통과하게 되고 고분자용질은 소량의 저분자용질을 함유한 상태로 막을 통과하지 못하게 되어 결국 저분자용질과 소량의 저분자용질을 함유하는 고분자용질로 분리할 수 있게 된다. 또한 소량의 저분자용질을 함유하는 고분자용질 용액을 다시 한외여과장치로 정제하게 되면 고분자용질은 더욱 적은 량의 저분자용질을 함유하는 용액으로 정

제할 수 있다.

한외여과장치를 이용하여 유제품을 생산할 경우는

- 1) 우유의 이용율(특히, 단백질의 이용율)을 향상시킬 수 있고
- 2) 그 결과 치즈의 단백질(특히, 유청단백질) 수율을 향상시킬 수 있으며
- 3) 유제품 생산공정(치즈 등)을 좀더 자동화 할 수 있고
- 4) 유제품 생산(치즈, 요구르트 등)에 필요한 각종 첨가물(응유효소, 유산균스타터 등)의 양을 감소시킬 수 있으며
- 5) 생산공정을 자동화 함으로써 유제품의 오염도를 감소시켜 미생물학적 품질이 양호한 보존성 좋은 유제품 생산이 가능하고
- 6) 유제품제조 부산물(유청 등)의 양을 감소시키는 등의 장점이 있다.

전통적인 치즈생산 공정은 우유에 유산균스타터와 렌넷(응유효소)을 첨가하여 응고시킨 다음 유청을 분리하여 커드를 농축시킴으로써 치즈의 조직을 형성하게 되는데 부산물로 얻어지는 유청에는 우유 단백질의 25%에 해당하는 단백질성분(주로 유청단백질)과 유지방량의 10%에 해당하는 지방성분이 포함되어 있어서 이들은 곧 치즈생산에 이용되지 못하는 부산물이 되지만 한외여과장치를 이용하여 치즈를 제조하면 우유단백질중 5% 정도의 비단백태질소 화합물만 유청으로 나가고 95%의 단백질을 치즈에 이용할 수 있으며 지방성분이 유청으로 나오지 않고

100% 치즈제조에 이용할 수 있기 때문에 전통적인 방법으로 치즈를 제조하는 경우 보다 단백질은 약 20%, 지방은 약 10%씩 이용율을 향상시킬 수 있다.

또한 치즈 이외의 다른 종류의 발효유제품(요구르트, Ymer 등) 생산에도 한외여과장치를 이용함으로써 제품의 조직감과 경제성 등을 향상시킬 수 있는데 유제품 종류별 한외여과장치 이용효과를 보면 다음과 같다.

2. 요구르트

요구르트는 매우 잘 알려진 발효유 제품으로 점도가 높은 조직을 특징으로 하는 제품이므로 원하는 수준의 점도를 유지하기 위해서는 원료유를 농축하거나 분유 등을 첨가하여 고형분 함량을 높임으로써 가능해지게 되는데 농축공정에 한외여과장치를 이용하여 고형분 함량을 증가시켜 높은 점도와 균일한 조직의 요구르트제품 생산이 가능해진다. 한편 분유를 첨가하는 경우는 우유를 농축하는 경우 보다 조직의 밀도와 균일성이 떨어지는 제품이 나오게 된다.

3. Ymer

Ymer는 유럽에서 생산되는 발효유 제품으로 무고형분 11% 이상, 단백질 6% 이상 그리고 지방을 3.5% 함유하며 전통적으로 탈지유를 발효시켜서 유청을 분리한 다음 커드에 크림을 혼합, 균질하여 생산해 왔다. 그러나 최근에는 한외여과장치를 이용해서 고형분 함량이 조절된 농축된 원료유를 살균, 균질하고 발효시켜 응고된 커드를 균질하여 냉각 및 포장하게 되는데 한외여과장치를 이용해서 Ymer를 생산하면 1kg의 Ymer를 생산하기 위해서는 통상의 원료유 보다 0.4~0.8kg이 적은 1.7kg의 원료유가 소요됨으로 경제성이 높고 또한 농축유를 이용하여 제품을 생산하기 때문에 제품의 조직이 균일하고 견고하게 된다.

4. Quarg

콰(Quarg)은 일종의 fresh cheese 제품으로 제품의 종류에 따라서 고형분 및 지방함량이 다양한데 대부분의 경우 총 고형분이 17-20%에 달하고 이 고형분의 45%까지 유지방을 함유하기도 한다. 제조공정은 Ymer와 동일하나 고형분 함량이 Ymer보다 높은 제품이며 한외여과장치를 이용하여 콰를 제조할 경우 원료유를 고형분함량 17-20%가 되도록 농축한 다음 살균하여 스타터와 렌넷을 첨가, 응고시킨 다음 응고된 커드를 교반하고 55°C에서 3분간 가열하게 된다. 유지방을 함유하는 제품을 생산하기 위해서는 크림을 첨가하기도 하며 그 다음은 냉각 후 포장하게 된다. 한외여과장치를 이용해서 콰를 제조할 경우 유청단백질도 이용할 수 있기 때문에 수율이 높고 제품의 색택이 희며, 유연한 조직감을 갖게 된다.

5. 치즈베이스

치즈베이스는 가공치즈 산업에서 쓰이는 숙성되지 않은 가공치즈 원료를 말하는 것으로 주로 경질 가공치즈의 원료로 이용되며 체다가공치즈 제조원료로 많이 이용되기 때문에 이 가공치즈의 각종 물리적 특성과 같은 특성을 갖추어야 할 필요가 있다. 즉 수분이 40% 이하, 고형분중 지방함량이 50% 이상 그리고 pH 5.0~5.2 등의 조건들이다. 한외여과장치를 이용하여 치즈베이스를 생산할 경우 원유로 치즈를 제조하는 것보다 단백질 및 지방 이용율 향상으로 수율을 16-18% 향상시킬 수 있으며 지방함량도 높아지게 된다.

생산공정을 보면 원료유를 유당함량 0.9~1.0%, 고형분함량 40% 수준까지 한외여과장치를 이용해서 농축하고 살균 균질한 다음 유산균스타터를 접종하여 pH 5.0~5.2까지 발효시키게 된다. 농축물은 정확하게 pH 및 산도를 조절하여 43°C에서 고형분 함량이 60% 수준까지 95% 진공상태에서 농축되어 블럭형태로 진공포장이 되고 곧 2°C 이하로 냉각시

키게 된다. 또한 원유를 고형분함량 40% 수준까지 한외여과장치로 농축한 다음 살균, 균질후 유산균스타터를 접종하여 포장후 pH 5.0~5.2 수준까지 발효하여 2°C로 냉각, 출고하는 경우도 있다.

이렇게 제조된 치즈베이스는 가공치즈나 치즈스프레드 제조원료로 이용되는데 가공치즈 제조시 원료 치즈의 25%까지 치즈베이스로 활용이 가능하고 치즈스프레드의 경우는 원료의 50% 이상까지 치즈베이스로 대체가 가능하다.

6. 각종 자연치즈

각종 자연치즈를 제조하는데 있어서도 한외여과장치를 이용한 농축된 우유를 이용하는데 이 경우에는 통상의 치즈제조 기술을 활용하면서 원유를 2배 정도 농축 시켜서 치즈를 제조하여 각종 첨가물(응유효소, 스타터 등)의 양을 반으로 줄이고 유청의 배출량도 줄이는 잇점을 얻는 경우가 있는데 이 경우는 기존의 시설을 2배로 이용할 수 있는 잇점이 있다. 또한 원유를 고형분함량 20~40% 수준까지 한외여과장치로 농축하여 기존의 자연치즈 제조방법으로 제조하는 경우에는 개방구조 치즈를 생산하는데 적합하며 전통적인 치즈제조 장비보다 자동화된 치즈제조 장비가 요구된다. 한편 치즈의 고형분함량 수준까지 한외여과장치를 이용하여 원료유를 농축 후 살균 및 균질하고 유산균스타터와 응유효소를 첨가하여 몰드에 채움으로써 폐쇄구조의 자연치즈를 제조하기도 하는데 이 경우에 있어서도 자동화된 치즈제조 장비를 이용하게 된다.

지금까지 한외여과장치를 이용해서 각종 발효유

제품 생산기술 현황에 관해서 검토해 보았는데 한외여과장치를 이용해 원유를 농축해서 유제품을 생산할 경우

- 1) 제품의 수율 및 조직이 향상되고
- 2) 같은 원료 및 설비로 더 많은량의 생산량을 올릴 수 있으며
- 3) 스타터 및 응유효소의 소비량 및 부산물의 양을 감소시킬 수 있고
- 4) 생산공정의 자동화를 이룩하여 품질관리를 용이하게 하여 제품의 품질을 향상시킬 수 있는 등의 장점이 있는 반면에 이 장치(한외여과장치)를 이용한 치즈제품이 유청단백질을 함유하게 되면 이는 기존의 치즈제품과 다른 용해특성을 갖게 되는데 이는 유청단백질과 케이신 단백질의 가열중 발생하는 화학반응에 의한 것으로 이를 방지하기 위해서는 치즈 가공 온도를 70°C 이상 올리지 않고 또한 용해성을 향상시킬 수 있는 화합물을 첨가하여야 한다. 그외에 한외여과장치를 이용해서 치즈제품을 생산할 경우는 전통적인 방법으로 치즈를 생산하는 경우보다 더 숙련된 치즈생산 기술자가 있어야 좋은 품질의 일관성있는 제품의 생산이 가능해 진다.

참 고 문 헌

1. Proceeding of Korea-Danish agro-industrial and food processing symposium. 1988.
2. Cheese biotechnology and international food development. 1987. F.V. Kosikowski.
3. Proceeding of Danish cheese seminar. 1986. Pasilac-Danish Turnkey Dairies LTD.