

# 식품공업분야의 막분리기술과 그 응용

金 世 權

<釜山水産大學 教授>

## 1. 서 론

1885년 Fick는 확산법칙을 발표하고 에테르와 셀룰로오스 질산염으로 콜로이드온이라는 반투과성 인공막을 제조하였는데 이를 시발점으로 하여 막(membrane)과 관련된 많은 연구가 진행되어 왔다.

최근 10여년 동안 고분자의 합성기술이 진보됨에 따라 각종 고분자막에 특이적인 기능과 구조를 갖게 하여 여러 가지 선택투과성을 갖는 기능성 막을 합성할 수 있게 되었다. 이런 선택투과성을 갖는 막의 특징을 살펴 전기투석, 확산투석, 한외여과 및 역삼투등 막분

리기술이 많은 공업분야에 실용화가 되고 있는 실정이다.

막분리법은 상변화를 일으키지 않기 때문에 에너지 소요량이 적고 연속조작이 가능하며 열이나 pH에 민감한 물질의 분리를 가능하게 할 수 있는 많은 장점을 가지고 있다.

식품공업분야에서 막분리기술의 이용은 급속히 진행되어 종래 공정을 변경시킨다든지 또는 전혀 새로운 공정개발이 이루어지고 있어 그 응용분야는 더욱 확대될 것으로 전망된다.

표 1에 막분리기술의 특성을 나타내었다. 이들 막분리법으로 이온영역에서 미립자영역의 물질까지 분리시킬 수 있다.

표 1. 식품공업 분야에 사용되는 막분리기술의 특징

막 분 리 법	막 기 능	물 질 투 과	효 과	추 진 력
확 산 투 석 (Dialysis)	확산에 의한 선택 투과성	용질분자, 물	용질상호간분리	농 도 차
전 기 투 석 (Electrodialysis, ED)	이온성 물질의 선택투과성	이온성물질, 물	이온과 비전해질 의 분리	전 위 차
정 밀 여 과 (Microfiltration, FM)	막외경에 의한 입자 크기의 분배	용질분자, 물	미립자나 미생물 의 분리	압 력 차
한 외 여 과 (Ultrafiltration, UF)	막외경에 의한 분자 크기의 선별	용질분자, 물	콜로이드, 고분자와 저분자의 분리	압 력 차
역 삼 투 (Reverse Osmosis, RO)	막에 의한 용질과 용매와의 분리	물	물 분리	압 력 차

식품공업에서 막분리기술이 가장 많이 이용되고 있는 분야는 乳工業이다. 이미 육아용 분유제조시 염류제거에 전기투석법, 치즈유청(whey)처리에 역삼투법과 한외여과법이 실용화되고 있다.

앞으로 막분리법을 이용한 신제품의 개발 또는 새로운 식품소재의 개발이 기대되고 있어 식품공업분야에 이용이 가능하다고 생각되는 막분리기술의 원리, 특징, 응용분야 및 이용상의 문제점과 산업화 추세에 대하여 살펴보고자 한다.

## 2. 각종 막분리기술의 원리 및 특징

### (1) 확산투석법(dialysis)

1861년 Thomas Graham이 투석원리를 이용하여 콜로이드를 분리한 이래 오랫동안 연구되어 왔으나 실제 공업적 응용은 크게 진전을 보지 못하고 있다. 확산투석법은 막을 통하여 용질이 높은 농도의 용액으로부터 낮은 농도의 용액으로 확산투과되는 단순공정이다. 농도 차이에만 의존하기 때문에 투과속도가 매우 느리고 선택성이 낮은 단점을 가지고 있다.<sup>1)</sup> 그러나 대상물질이 원래부터 가지고 있는 퍼텐셜 에너지를 이용하기 때문에 거의 에너지가 필요하지 않는 잇점도 있다.

현재 확산투석법은 셀룰로오스판과 콜로이드온막을 사용하여 고분자물질을 분리시키는 방법으로 실험실 규모로 효소정제에 널리 이용되고 있다. 공업적으로는 레이온 펄프압착액의 알칼리 분리회수에 이용되고 있고, 의약용으로 인공신장기로서 요독제거용으로 널리 사용되고 있다. 또 응용이 검토되고 있는 분야로서 어패류를 자숙한 국물 및 어류나 육류의 가수분해액(천연조미료)의 탈염, 우유나 간장의 탈염, 각종 효소의 정제 등을 들 수 있다. 우유의 탈염에 관한 실험결과를 표 2에 나타내었다. 표 2에서 알 수 있는 바와 같이 투석법에 의해 염분의 50%정도가 제거되었지만 질소는 거의 제거되지 않았다.<sup>2)</sup>

최근 새로운 막제조기술이 진보됨에 따라 막

표 2. 우유에서의 탈회분

(module 6800cm<sup>2</sup>(20φ×2000L))

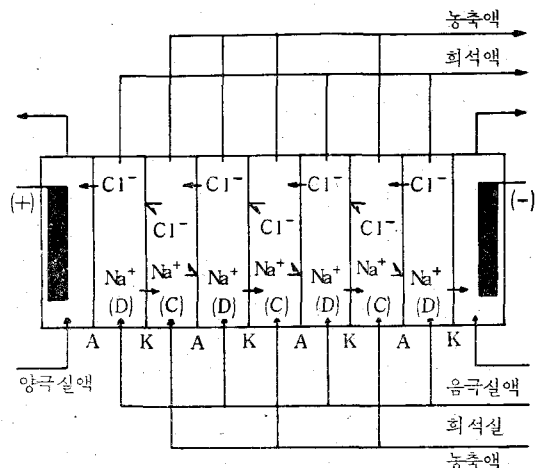
항 목	(섬유외) 우 유		(섬유내) 우 유		회 분 리 륜 (%)	질 소 손 실 (%)
유 량 (cc/min)	7.2	8.1	13.8	13.0	47	0
액 조 성 (g/l)			0	0		
전 질 소 전 회 분	7.22	3.68	0	1.70		

주) 향류식

면적을 크게 차지하는 中空섬유(hollow fiber) module이 개발되고 있고 투과속도가 느린 결점을 보완하기 위한 연구가 진행되고 있으므로 확산투석법도 다시 검토해 볼 필요가 있는 기술이라 생각된다.

### (2) 전기투석법(electro-dialysis)

전기투석법의 공정은 1940년 Meyer와 Strauss<sup>3)</sup>에 의해 제안되어 1950년 미국의 Juda 등<sup>4)</sup>이 균질형 이온교환막을 개발함으로써 실용화의 시발점이 되었다. 전기투석법의 원리는 그림 1에 나타낸 바와 같이 암모늄이온과 같은 양전하를 가진 음이온교환막과 카르복실기와 같은 음전하를 갖고 있는 양이온교환막을 교대로 설치하여 직류전류를 통하게 한다. 이때 Na<sup>+</sup>과 같은 양이온은 음전하를 갖고 있



〈그림 1〉 전기투석의 원리

는 양이온교환막은 투과하지만 양전하를 갖고 있는 음이온교환막은 투과할 수 없다.  $Cl^-$ 과 같은 음이온은 그 반대로 된다. 따라서  $NaCl$ 이 없는 탈염실과  $NaCl$ 이 집결된 농축실이 교대로 나타나게 된다.<sup>6)</sup> 이와 같이 전기투석에 의해 염류의 탈염과 농축액을 교대로 얻을 수 있다.

전기투석법에 사용되는 이온교환막은 구조적으로 이온교환수지와 같지만 이온교환수지는 이온의 선택흡착인 것에 비해 이온교환막은 선택적 투과이기 때문에 재생할 필요가 없고, 연속조작 및 고농도까지 처리가 가능한 잇점을 가지고 있다.

전기투석법의 원리는 간단하지만 농도분극을 회피하기 위한 조작법이 확립된 것은 1970년대이다. 이 조작법이 확립되어 이온교환막 및 장치의 개량이 이루어진 결과, 乳公업에 전기투석의 응용기술이 거의 완성단계에 이르게 된 것이다. 이 밖에 精糖公업 및 과즙公업에서도 전기투석법의 이용이 검토되고 있다.<sup>6)</sup> 정당公업은 설탕을 정제하는 공업이지만 염류를 제거하기 위한 공정은 적고, 洗糖 및 재결정법으로 탈염을 한다. 당액중에 회분이 많이 함유되어 있으면 설탕결정의 성장을 저해하여 회수율을 저하시키고, 쓴맛을 내기 때문에 좋지 않다. 또 당밀은 고형분 75%중 당분 50%, 염분 10%, 유기비당분 15%를 함유하고 있어 염분에 의한 쓴맛 때문에 식용으로 하기 곤란하다. 따라서 설탕회수율의 향상 및 당밀의 식용화를 목적으로 전기투석법이 검토되어 좋은 결과를 얻고 있다.<sup>7)</sup>

과즙公업에서는 산도의 조정에 음이온교환막을 사용하여 과즙중 여분의 산을 제거할 수 있다. 과즙의 맛에는 당과 산의 비가 크게 관여한다. 오렌지과즙에서는 당도( $^{\circ}Bx$ )와 산도의 비가 13.5~14.5, 포도과즙의 경우는 10~11일 때 가장 맛이 좋다고 알려져 있다. 계절에 따라 변동하는 당도와 산의 비를 일정하게 하기 위한 수단으로서 전기투석법의 응용이 검토되고 있다. 또 전기투석법은 저염간장의 제조에 실용화되고 있고, 미국과 일본에서

는 전기투석법으로 해수를 농축하여 식염을 제조하고 있다.

### (3) 정밀여과법(microfiltration)

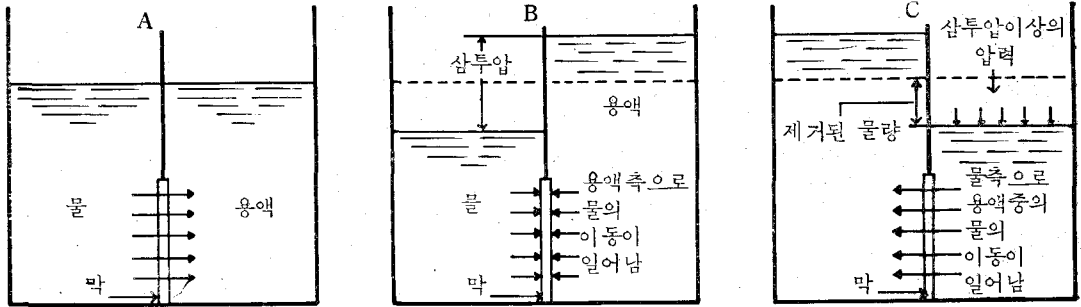
독일의 Zsigmody 등은 1919년에 니트로셀룰로오스, 빙초산, 물 등을 이용하여 공경을 자유로 제어할 수 있는 정밀여과막 제조특허를 미국에 신청한 바 있다.<sup>8)</sup> 그 이후 "membrane filter"로서 상품화되어 제 2차 대전중 독일에서는 음료수의 세균여과에 사용되어 여과기술의 획기적인 발전을 이루게 되었다. 그 후 1947년에 Alexander Goetz등이 정밀여과막의 제조기술연구로 오늘날 시판되고 있는 정밀여과막이 개발되게 된 것이다.

일반적으로 여과매체의 구조는 depth filter와 screen filter로 나누어진다. depth filter는 섬유 또는 고분자물질이 합쳐진 구조를 하고 있고, 큰 입자는 filter표면에, 미립자는 matrix내부에 포착된다. screen filter는 filter표면에서 내면까지 공경이 일정하여 공경보다 큰 입자는 막면에 포착되고, 공경보다 작은 입자는 세공을 통과한다. 보통 정밀여과막은 이들의 중간구조를 하고 있다.

정밀여과법은  $0.1 \sim 10 \mu$ 의 미립자를 제거하기 위해 이용되고 있다. 식품公업에서는 제균 및 생균수검사에 사용되고 있다. 또 맥주, 청주 및 포도주 제조시에 가열하지 않고 정밀막 여과로 제균하여 무균적으로 용기에 충전·밀봉하는 경우도 있다. 제균시 가장 중요한 것은 여과정도를 높이는 것이며 미생물을 조금이라도 통과시키는 막이 있어서는 안된다. 이러한 점에서 막외경이 균일한 것이 좋다. 일반적으로 screen type막이 depth type막보다 여과정도가 좋다.

막여과정도는 bubble point법<sup>9)</sup>, 수은압입법<sup>10)</sup>, 미생물여과법<sup>11)</sup> 등에 의해 평가된다. 이중 bubble point법이 가장 간편하고 제균성능과 좋은 상관관계를 나타내어 가장 많이 이용되고 있다.

일반적으로 여과는 filter에 직각방향으로 처리액을 흘려 filter표면에 케이크를 형성시키



〈그림 2〉 역삼투법의 원리(A 및 B는 정상적인 삼투를 나타내고, 반대로 C와 같이 용액측에 압력을 작용시키는 방법이 역삼투법의 원리이다)

는 수직류여과가 대부분이다. 그러나 막여과에서는 십자류여과(cross flow filtration)법을 많이 이용한다. 이 방법으로 하면 피처리액은 막표면을 흘러 여과액은 피처리액의 흐름과 직각 방향으로 흐르기 때문에 막표면에 형성된 케이크는 피처리액에 의해 씻겨 떨어지므로 여과속도는 증가한다.

#### (4) 한외여과법(ultrafiltration) 및 역삼투법(reverse osmosis)

한외여과법과 역삼투법은 매우 유사한 분리법이므로 먼저 역삼투법부터 살펴보겠다.

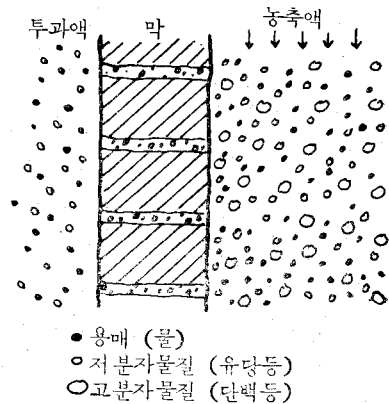
1950년대에 Reid는 합성고분자막이 염을 배척하는 특성을 발견하고 역삼투를 이용하여 수용액중의 염제거가 가능함을 시사하였다.<sup>12)</sup> 역삼투의 공정개발에 있어서 주요 돌파구는 Loeb와 Sourirajan<sup>13)</sup>에 의해 매우 얇은 초산셀룰로오스막을 제조하는 방법이 개발됨으로써 이루어졌다.

역삼투 원리는 그림 2에 나타낸 바와 같이 이상적인 반투막을 끼워 물과 용액을 넣으면 (A) 물은 용액측으로 이동하여 거의 삼투압과 균형을 이룬 점에서 물이 용액측으로 이동하는 것을 멈추게 된다(B). 반대로 용액측에 삼투압 이상의 압력을 가하면 용액중의 물은 반투막을 투과하여 물측으로 이동한다(C). 즉 역삼투 공정에서는 용질은 막을 통과할 수 없고 용매는 통과할 수 있어서 용매가 삼투압을 극복할 때까지 진한 용액으로 유입할 수

있다는 삼투현상을 역으로 적용시킨다. 따라서 삼투압보다 큰 압력을 용질을 포함하는 용액에 가함으로써 용액으로부터 용매를 생산하게 된다.

역삼투법에 사용되는 막은 종래 클로리온막과 같은 균질반투막과는 다른 비대칭 역삼투막이었다. 그러나 최근 Kunst와 Sourirajan<sup>13)</sup> 및 Michaels<sup>14)</sup>에 의해 공경이 큰 비대칭 세공막(asymmetrical macroporous membrane)이 개발되었다. 따라서 비대칭 역삼투막(최대 細孔徑, 3~10Å)으로 물을 분리하는 방법이 역삼투법이고, 비대칭 세공막(최대 細孔徑 10~100Å)으로 분자량이 큰 물질과 작은 물질을 분리하는 방법이 한외여과법이다.

한외여과법 원리는 그림 3에 나타낸 바와 같이 비대칭 세공막에 의해 적리된 우측의 분



〈그림 3〉 한외여과의 원리

자량이 다른 여러 가지 물질을 함유한 용액(예를 들면 우유 등) 중 막세포 지름보다 작은 지름을 가진 물질(예를 들면 물, 염류 또는 유당)이 막을 투과하여 좌측으로 이동하고 막세포 지름보다 큰 지름을 가진 물질(예를 들면 단백질)이 막을 투과하지 못하기 때문에 우측에 머물게 된다. 따라서 용액중에서 물, 염류 및 유당이 제거되고 용액은 농축되어 고농도의 단백질용액으로 된다.

한외여과법은 삼투현상을 크게 고려하지 않는다는 견해외에는 가압에 따른 분리를 나타내므로 역삼투와 유사하다. 따라서 Proter<sup>15)</sup>는 입자크기를 근거로 하여 역삼투와 한외여과를 구분하여 분자량이 500 이하인 물질은 대부분 물에 쉽게 용해되어 높은 삼투압을 나타내므로 역삼투법을 적용할 수 있고, 삼투압이 크게 영향을 미치지 않는 분자량이 500 이상의 물질 분리에 한외여과법이 사용된다고 하였다.

한외여과법과 역삼투법의 차이점을 살펴보면 역삼투법에서는 물만을 투과시킬 뿐 저분자량의 염류는 거의 투과되지 못한다. 한외여과법의 경우는 孔徑이 크기 때문에 저분자량 물질은 투과되지만 단백질과 같은 고분자량 물질은 투과되지 못한다. 따라서 역삼투법에서는 투과액은 거의 순수이고, 피처리액과 투과액의 삼투압 차가 크게 되므로 이 삼투압 차보다 높은 압력을 가해주지 않으면 물의 이동이 일어나지 않기 때문에 고압이 필요하다. 그러나 한외여과법의 경우는 저분자량 물질은 투과액쪽으로 투과되기 때문에 피처리액과의 삼투압차는 적게 되어 비교적 압력이 낮아도 분리시킬 수 있다. 일반적으로 한외여과법에서는 3~10kg/cm<sup>2</sup>, 역삼투법의 경우는 30~100kg/cm<sup>2</sup>의 압력이 사용된다.

역삼투법을 식품공업분야에 적용할 경우 다음과 같은 잇점을 들 수 있다.

첫째, 상변화가 없기 때문에 에너지 비용을 절감할 수 있다.

둘째, 가열하지 않으므로 조리향기(cooking flavor)가 생기지 않으며, 색소의 분해, 갈변

등이 일어나지 않고 영양가의 손실이 없다.

셋째, 증발공정이 없기 때문에 휘발성분의 손실이 적어 양호한 향기를 갖게 할 수 있다.

한외여과법의 잇점은 여과만으로 고분자량 물질을 분리·정제할 수 있기 때문에 한외여과법과 역삼투법을 조합시킴으로서 넓은 분야에 응용을 가능하게 할 수 있다는 점이다.

역삼투법과 한외여과법에 사용되는 막은 비대칭 막이다. 이 막은 표층과 이층(裏層)의 구조가 다르다. 즉, 표층은 치밀한 층으로 되어 있어 활성층이라 하고 두께는 0.1~1μ정도이며 활성층의 하부는 지지층이라 하며 다공성 구조를 하고 있다. 용질의 분리능 및 용매의 투과에 대한 저항은 활성층에 있고, 활성층을 투과한 용매는 저항을 받지 않아 지지층을 투과한다. 용매의 막투과 유속은 대칭막인 경우 막두께에 반비례하고, 막이 두꺼울수록 투과유속은 감소한다. 바꾸어 말하면 용매투과의 저항이 되는 층두께가 얇을수록 투과유속은 크게 된다. 따라서 비대칭 막의 경우처럼 활성층을 가진 막의 용매투과 유속은 크다. 이 비대칭 막이 개발됨으로써 역삼투법의 실용화가 가능하게 되었다.

액상식품에서 수분을 제거하는 방법에는 증발법, 동결농축법 및 역삼투법이 있지만 식품농축의 경우 에너지 소요량을 비교한 예가 없기 때문에 해수를 담수화할 때 각종 공정에 요하는 에너지를 비교한 예를 표 3에 나타내었다. 냉동법 및 증발법은 물→얼음, 물→수증기로 상변화를 수반하였기 때문에 소요에너지가 컸지만 역삼투법은 상변화를 수반하지

표 3. 해수의 담수화에 요하는 에너지

분리공정명	필요동력 (Kwh/m <sup>3</sup> )	필요열량 (Kcal/m <sup>3</sup> )
이상적일 (회수율 0%)	0.72	616
역삼투법 ( " 40%)	3.5	3,010
" ( " 30%)	4.7	4,042
냉동법	9.3	8,000
용매추출법	25.6	22,000
전기투석법	32.2	27,692
多段분체증발법	62.8	54,000

않고 분리할 수 있어 에너지가 절감됨을 알 수 있다.

향미(flavor)를 중요시하는 과즙과 같은 액상식품의 농축에 증발법을 적용시키면 수분증발로 인하여 많은 방향성분이 휘발하여 없어지게 된다. 역삼투법의 경우, 수용성 방향성분은 어느 정도 막을 투과하여 없어지지만 증발법에 비해 훨씬 방향의 손실이 적다.

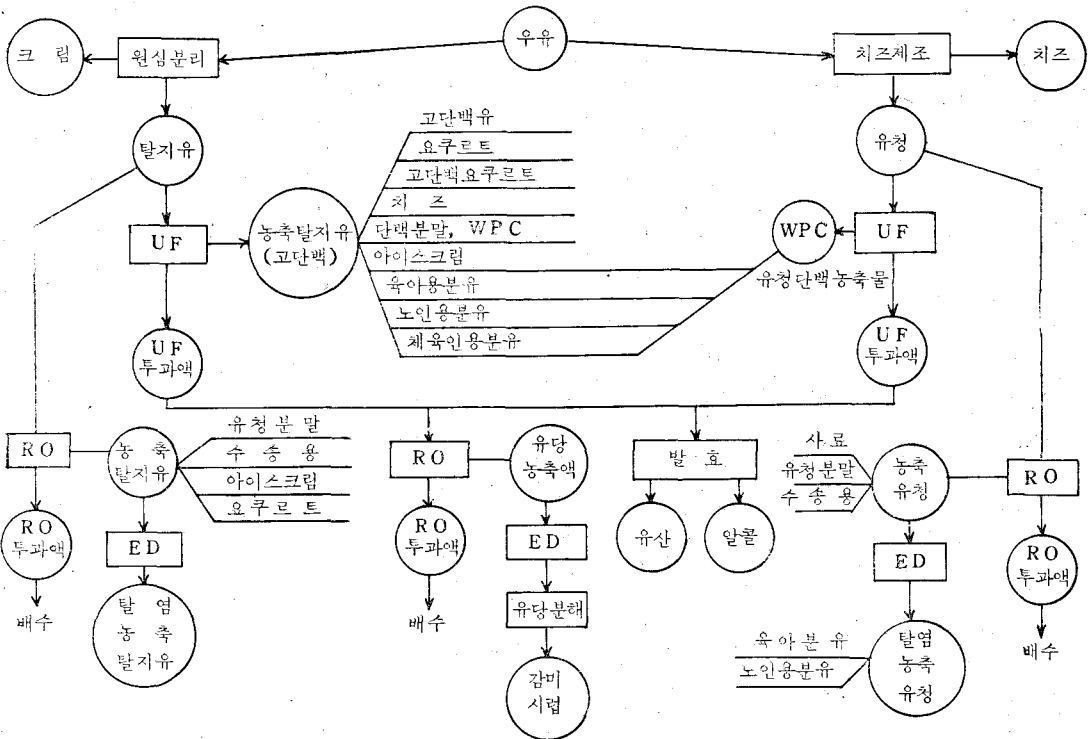
### 3. 식품공업 분야에 응용

#### (1) 乳工業에 응용

유공업의 경우, 막분리기술의 응용에 대하여 그림 4에 나타내었다. 이중 급속한 발전을 이룬 것은 유청(whey)처리이다. 치즈제조 과정에서 배출된 유청은 과거에는 그대로 폐기되었다. 그러나 유청에는 건물량기준으로 단

백질이 10%, 유당이 70%의 고농도로 함유하고 있어 현재는 식량자원으로 유효이용을 도모하고 공해를 방지할 목적으로 막분리법으로 이들 성분을 회수하고 있다. 그러나 유청을 그대로 회수하면 염분이 약 10%정도 함유하고 있어 식량자원으로 이용하기 곤란하므로 사료로 이용할 수밖에 없다. 따라서 그림 4에서 처럼 먼저 한외여과법으로 유청에서 단백질을 회수하고, 투과액을 역삼투법으로 농축시킨 후 다시 전기투석법으로 탈염을 하면 유당을 얻을 수 있다. 이와 같이 막분리기술을 이용하여 각 성분을 목적에 따라 분리·회수할 수 있다.

미국의 Abcor社는 유청단백질의 분리농축을 목적으로 Crowley's Milk社와 공동으로 한외여과막을 사용하여 유청을 처리한 결과, 고형분 6.5%의 유청원료를 투과액 회수율을



〈그림 4〉 유공업에의 막기술 이용

95%까지 처리하였을 때 고형분 17.0%의 농축액(단백질 67%, 유당 24%, 회분 4%)을 얻었다. 이들은 제품의 조성이나 경제적인 처리의 관점에서 투과액 회수율이 95%가 가장 적합하다고 하였고 운전온도가 50°C, 공급량이 76~95l/min인 조건에서 투과액 회수율 95%까지 처리하였을 때 투과유속은 평균 400l/m<sup>2</sup>·day였다고 기술하였다.<sup>16)</sup>

Holsinger 등<sup>17)</sup>은 치즈유청을 한외여과법으로 처리한 후 이 농축유청을 다시 겔여과로 단백질을 분리농축하여 건조품(단백질 81.4% 유당 10.2%, 회분 1.5%)을 얻었다. 이 방법으로 만든 유청단백질은 pH2.0~3.5에서 완전히 용해하였으며, pH3.5에서 가장 열변성하기 어려운 성질이 있었다. 또 1%유청단백질을 강화시킨 탄산음료를 실온에서 1년간 보존하여도 투명도에는 아무 변화가 없었다고 보고한 바 있다.

미국의 Express Food社는 치즈유청을 처리하는 전문공장이다. 이 공장 주위 반경 20~80마일 거리에 5개 치즈공장이 있다. 이들 공장에서 배출되는 유청을 역삼투법으로 2배로 농축한 것을 모아 한외여과법으로 단백질과 유당으로 분획·농축한 후 건조하여 단백질은 유청단백질로, 유당은 과자 원료로 판매하고 있다.

## (2) 과즙 및 야채주스 농축에 응용

과즙공업에 응용된 막분리기술중 농축법으로 가장 주목을 끌고 있는 것은 역삼투법이다.

과실 및 야채중 수확시에 착즙·농축하는 것으로 밀감, 포도, 사과, 토마토, 양파 등을 들 수 있다. 이들은 과즙과 케첩 등의 원료로 이용되고 있다. 이들 착즙액은 삼투압이 높기 때문에 역삼투법으로 농축시키는데는 한계가 있다. 따라서 현재 행해지고 있는 고농도까지 농축시키는 것은 불가능하다고 생각되지만 역삼투법의 특징인 품질향상과 에너지 절감 또는 예비농축법으로 고려될 수 있다.

사과과즙의 청정화는 일반적으로 pectinase에 의한 효소적 반응에 의해 이루어지고 있

다. 그러나 이 방법은 시간이 걸리므로 미생물 오염을 일으키기 쉬워 분획분자량이 큰 막을 사용하여 펙틴과 펄프를 분리시키는 연구가 시도되고 있다. Morgan 등<sup>18)</sup>은 초산셀룰로오스 막을 사용하여 오렌지와 사과과즙을 170기압에서 고형물 40%까지 농축한 결과 맛과 향미가 우수한 농축과즙을 얻었으며, 萩原 등<sup>19)</sup>은 温州밀감과즙을 막분리법으로 2.5배 농축하였을 때 당분은 거의 손실되지 않았지만 유기산은 약 10%가 투과되어 제거되었다. 그러나 신맛이 다소 강한 점이 결점인 温州밀감 과즙에서는 식미의 개선효과가 기대되었으며, 수용성 향기성분인 에스테르류, 알콜류, 알데히드류는 상당히 투과되었지만 지용성 테르펜류는 거의 투과되지 않았다고 기술하였다.

한외여과의 경우 사용 온도(내열 온도)가 100°C, pH범위가 1~14인 양호한 polysulfone 막이 개발되어 이미 실용화가 되고 있다.

한외여과법에 의한 주스의 청정화는 단일조작이므로 처리시간을 단축시킬 수 있고 노동력을 절약할 수 있는 잇점을 가지고 있다. 또 여과조제와 같은 첨가물이 필요하지 않기 때문에 펙틴과 고형분 등을 부산물로서 이용할 수 있다. 이 외에 투석법으로 산과 당을 거의 100%회수할 수 있다. 이와 같이 과즙제조시에 생기는 부산물을 이용한 펙틴제조에도 막분리기술이 이용된다.

## (3) 卵白이용공업에 응용

난을 원료로 하는 가장 대표적인 식품은 마요네즈이다. 마요네즈는 난황을 사용하는데 이를 위해서는 난백이 분리되어야 한다. 난백은 기포력이 우수하기 때문에 과자와 빵 제조에 널리 이용되고 있다. 그러나 저장성 면에서 동결 또는 건조를 해야 하며, 경제성을 고려할 경우 동결 또는 건조 어느 쪽을 하려고 해도 미리 농축을 하는 것이 바람직하다.

난황의 기포성은 단백질에 의한 것이며 가열을 하면 단백질이 변성하여 기포성이 저하하게 되므로 저온에서 농축시킬 필요가 있다. 또 색깔면에서 당과 아미노산 반응에 의한 갈

변을 방지한다는 의미에서 가열하지 않는 것이 좋다. 이와 같은 점에서 난백의 농축법으로서 막분리기술이 주목되어 덴마크의 Sanovo社에서는 이미 실용화가 되고 있다.

역삼투법으로 난백을 농축시킬 때 압력조정변을 통하여 갑자기 고압에서 대기압으로 방출하면 압력조정변을 통과할 때의 전단력으로 인하여 단백질이 변성하여 기포성이 저하하게 되는 경우가 있다. 따라서 압력을 서서히 저하시키는 방법으로 이 문제를 해결하고 있다.

#### (4) 대두증자액의 농축에 응용

된장공장에서 된장생산량 1톤당 5~8톤의 물이 사용되고 있다. 이 중 대두증자액의 BOD는 2~4만ppm으로 현저하게 높아, 폐수처리에서 차지하는 비율이 높다. 종래에는 대두를 증자하는 방법이 사용되었지만 폐수부하량을 낮출 목적으로 고압하에서 대두를 증기로 찌는 방법으로 변화되고 있다. 찌짐의 BOD는 2~3만ppm 정도이다. 대두증자액은 원료 1톤당 2톤정도인데 비해 찌짐은 원료 1톤당 0.5톤정도이다. 폐수부하량으로는 상당히 낮아졌지만 폐수 BOD부하의 주체인 것에는 변화가 없다. 이 찌짐의 처리방법으로서 역삼투법의 적용이 검토되어 찌짐을 농축하여 재이용하는 방법이 개발되고 있다.

종래에는 대두증자액을 사료로서 이용하였지만 현재 역삼투법으로 농축하여 된장으로 환원하여 이용하기도 한다.

#### (5) 대두단백질의 정제에 응용

최근 정제대두단백질 제조가 널리 행해지고 있다. 대두단백질의 정제는 탈지대두중의 단백질을 물 또는 묽은 알칼리로 용해시킨 후

산으로 pH를 조절하여 등전점 침전을 시키는 것이 일반적인 방법이다. 이때 침전하지 않은 비교적 저분자량의 단백질, 펩티드, 소당류 등은 유청으로서 배출되지만 이 유청중에는 원료대두중의 단백질이 9~14%가 함유되어 있다. 보통 이들은 폐수로 폐기되어지고 있지만 먼저 한외여과법으로 단백질을 회수한 다음 역삼투법으로 펩티드 및 소당류를 회수함으로써 자원의 유효이용 및 폐수처리를 할 수 있는 방법이 검토되고 있다. <다음 호에 계속>

#### 참 고 문 헌

- 1) 최창균: 화학공업과 기술, 3, 264, (1985).
- 2) 泰平信夫: 膜利用技術ハンドブック, 781, 幸書房(1983).
- 3) Meyer, K.H. and W. Strauss: Helv. Chim. Acta., 23, 795(1940).
- 4) Juda, W. and A. Mcrae: J. Am. Chem. Soc., 72, 1044(1950).
- 5) 清水 博, 西村正八: 最新の膜處理技術とその應用, pp.5, エジラフノシステム (1984).
- 6) Merson, R. L. and A.I. Morgan: Food Technol., 22, 632(1968).
- 7) 江原 亮: 食品工業, 17, 18 (1974).
- 8) U. S. Pat. 1,421,341.
- 9) Bechold, H.: Zphysik, Chem., 60, 257(1907).
- 10) Wachburn, E.W.: Pro. Natl. Acad. Sci., 7, 115(1921).
- 11) 日本公定書協會: 「日本藥局方第10改正」, 廣川書店 (1981).
- 12) Reid, C.E. and J.R. Koppers: J. Appl. Polymer. Sci., 2, 264(1959).
- 13) Kunst, B. and S. Sourirajan; Appl. polym. Sci., 18, 342(1970).
- 14) Michaeles, A.S.: Ind. Eng. Chem., 75, 32(1965).
- 15) Porter, M.C.: CEP, 71, 55(1975).
- 16) Abcor product Bullentin, MS-70-12,
- 17) Holsinger, V. H., L.P. Postat and M.J. Pollansch: Food Technol. 27, 59(1973).
- 18) Morgan, A.I., E. Rowe and E. L. Durke: Food Technol., 19, 1790(1965).
- 19) 萩原文二, 橋本光一: 膜による分離法, p.214, 講談社 (1980).

너와나의 건강생활 밝아오는 우리사회