



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. C07C 227/40 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년06월11일 10-0726204 2007년06월01일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2002-7012855	(65) 공개번호	10-2002-0086721
(22) 출원일자	2002년09월27일	(43) 공개일자	2002년11월18일
심사청구일자	2006년03월10일		
번역문 제출일자	2002년09월27일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2001/008109	(87) 국제공개번호	WO 2001/72689
국제출원일자	2001년03월15일	국제공개일자	2001년10월04일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 아랍에미리트, 안티구와바부다, 코스타리카, 도미니카, 알제리, 모로코, 탄자니아, 남아프리카, 벨리제, 모잠비크, 콜롬비아, 그라나다, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 인도, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 가나,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨, 모잠비크, 탄자니아,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스, 터키,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(30) 우선권주장	60/192,891	2000년03월29일	미국(US)
	60/263,228	2001년01월23일	미국(US)

(73) 특허권자

아처 다니엘 미드랜드 캄파니  
미국 일리노이주 62526 데카투르 패리스 파크웨이 4666

(72) 발명자

소퍼존  
미국일리노이주62549마운틴지온폴로리안애비뉴1320

힐러리아마드  
미국일리노이주62704스프링필드브랜치우드드라이브3325

모어케빈  
미국일리노이주62549마운트지온알렉산더드라이브1510

바인더토마스피  
미국일리노이주62522데카투르웨스트팩카드스트리트2323

(74) 대리인                      김성기  
  김진희

(56) 선행기술조사문헌  
US 05431933 B(1995.07.11.)

Journal of Biotechnology, 59, 127-132(1997).

심사관 : 김동석

전체 청구항 수 : 총 14 항

---

## (54) 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법

---

### (57) 요약

본 발명은 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지를 발효 브로쓰와 접촉시키는 단계, 및 염기성 아미노산을 용리하는 단계를 포함하는, 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은 발효 브로쓰로부터 리신을 정제하는 통상의 방법과 비교해 볼 때, 수율 및 순도가 높은 리신을 제공할 뿐 아니라, 원료 처리량도 높다.

### 대표도

도 1

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

- (a) 모의 이동상 장치상에서 8% 미만의 가교율을 가지는 강산 양이온 교환 수지와 발효 브로쓰를 접촉시키는 단계, 및
- (b) 상기 교환 수지로부터 염기성 아미노산을 용리하여 상기 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 단계를 포함하는, 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법.

### 청구항 2.

삭제

### 청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 강산 양이온 교환 수지가 2% 내지 7%의 가교율을 가지는 방법.

### 청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 용리 단계가 상 부피의 3배 미만의 용리 부피를 사용하는 것을 포함하는 방법.

#### 청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 용리 단계가 상 부피의 1배 내지 2배의 용리 부피를 사용하는 것을 포함하는 방법.

#### 청구항 6.

제4항에 있어서, 상기 용리 단계가 상 부피의 1.2배의 용리 부피를 사용하는 것을 포함하는 방법.

#### 청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 용리 단계가 1% 내지 7%의  $\text{NH}_4\text{OH}$ 를 사용하는 것을 포함하는 방법.

#### 청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 용리 단계가 2% 내지 5%의  $\text{NH}_4\text{OH}$ 를 사용하는 것을 포함하는 방법.

#### 청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 염기성 아미노산이 상기 발효 브로쓰로부터 85% 이상의 순도로 분리되는 방법.

#### 청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 염기성 아미노산이 상기 발효 브로쓰로부터 90% 이상의 순도로 분리되는 방법.

#### 청구항 11.

제1항에 있어서, 상기 염기성 아미노산이 상기 발효 브로쓰로부터 0.8 내지 2.0의 농도비(생성물 중의 염기성 아미노산 농도/공급물 중의 염기성 아미노산 농도)로 분리되는 방법.

#### 청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 염기성 아미노산이 상기 발효 브로쓰로부터 1.0 내지 1.8의 농도비(생성물 중의 염기성 아미노산 농도/공급물 중의 염기성 아미노산 농도)로 분리되는 방법.

#### 청구항 13.

제1항에 있어서, 상기 염기성 아미노산이 천연 염기성 아미노산, 합성 염기성 아미노산 및 변형 염기성 아미노산으로 구성된 군에서 선택되는 방법.

#### 청구항 14.

제1항에 있어서, 상기 염기성 아미노산이 리신, 아르기닌 및 히스티딘으로 구성된 군에서 선택되는 방법.

## 청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 아미노산이 리신인 방법.

## 청구항 16.

삭제

## 청구항 17.

삭제

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 발효 브로쓰(fermentation broth)로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

리신과 다른 염기성 아미노산은 동물 사료 보충제로서 널리 사용되고 있다. 일반적으로, 리신은 텍스트로즈를 발효시켜 얻는다. 발효 브로쓰는 리신 외에도 여러가지의 불순물로서 착색체, 잔여의 당, 염 및 기타 부산물 등을 함유한다. 발효 브로쓰로부터 리신을 정제하는 방법의 주된 단계는 이온 교환 크로마토그래피를 수행하는 것이다(Tanaka 등, 미국 특허 제 4,714,767호(1985) 참조). 이 크로마토그래피에 의한 분리는 고정상 또는 모의 이동상 기술을 사용하여 회분식 또는 연속식으로 수행할 수 있다(Van Walsern, H.J., and Thompson, M.C., J. Biotechnol., 59:127-132(1997)). 높은 가교율을 갖는 강산 양이온 교환 수지가 일반적으로 사용된다.

모의 이동상(SMB, Simulated Moving Bed) 기술은 발효 브로쓰를 크로마토그래피로 분리할 수 있는 편리하면서도 효과적인 방법이다(Broughton, D.B., 미국 특허 제2,985,589(1961)). 가교율이 높은 통상의 강산 양이온 교환 수지를 SMB 공정에서 사용하는 경우, 얻어진 리신의 순도는 80-85%에 불과하고, 수율 또한 약 85-90%이다. 이렇게 가교율이 높은 통상의 강산 양이온 교환 수지를 사용하여 얻은 분리 과정에서 나타난 낮은 레벨의 순도는 산업적 규모의 생산에서는 만족스럽지 못할 수 있다. 그러므로, 발효 브로쓰의 정제시에 리신의 순도와 수율을 향상시킬 필요가 있다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명은 모의 이동상 기술을 사용하여 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법에 관한 것으로서, 이 방법은 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지를 발효 브로쓰와 접촉시키는 단계, 및 그 교환 수지로부터 아미노산을 용리하는 단계를 포함한다.

본 발명은 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 모의 이동상 기술을 사용하여 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법에 관한 것으로서, 그 방법은 (a) 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지와 발효 브로쓰를 접촉시키는 단계; 및 (b) 그 교환 수지로부터 염기성 아미노산을 용리하여 그 염기성 아미노산을 원래의 발효 브로쓰로부터 분리하는 단계를 포함한다.

본 발명의 방법은 모의 이동상(SMB) 장치를 사용한다. 이 SMB 장치는 도 1에 도시한 바와 같이 이온 교환 수지를 함유하는 다수의 칼럼들이 연속적으로 연결되어 있다. 공급물 및 용리물의 유입구 위치 뿐 아니라, 생성물과 라피네이트의 배출구의 위치는 유체 흐름 방향에 따라 주기적으로 변화시켜 그 유체에 대해 수지의 역류 운동을 모의(simulate)하는 것이 바람직하다. 또한, 생성물 배출구 옆의 배출구에 있는 장치로 생성물 스트림 일부가 재순환되는(이를 농축 스트림(enrichment stream)이라 함) 것이 바람직하다. 이 유입구 및 배출구 장치는 다수의 대역으로 분할된다. 이 장치는 세개의 대역으로 구성되는데, 즉 흡착 대역, 농축 대역 및 용리 대역이다. 흡착 대역은 공급물 유입구와 라피네이트 배출구 사이에

위치한 칼럼들을 포함한다. 용리 대역은 용리물 유입구 및 생성물 배출구 사이에 존재하는 칼럼들로 구성된다. 농축물 유입구와 공급물 유입구 사이의 칼럼들은 농축 대역을 구성한다. 4번째 대역은 재충전(reload) 대역으로 알려진 것으로서, 이는 용매의 사용을 최소화하고자 자주 사용되는 대역이다. 상업적으로 이용되는 SMB 장치로는 몇가지 유형을 들 수 있다. 이들 장치는 두가지 범주로 분류할 수 있는데, 즉, 이동성 포트 시스템과 이동성 칼럼 시스템으로 나눌 수 있다 (Barker, P.E. and Deebie, R.E., Chromatographia 8:67-69(1975)). UOP(Universal Oil Products Inc.)가 개발한 SORBEX 시스템은 이동성 포트 시스템의 예에 속한다. 이동성 칼럼 시스템의 예로는 ADSEP 시스템과 ISEP 시스템이 있다. 전자 시스템은 IWT(Illinois Water Treatment)가 개발한 것으로서 문헌[Morgart, J.R. and Graaskamp, J.M., "Continuous Process Scale Chromatography", Pittsburg Conference on Analytical Chemistry and Applied Spectroscopy, Paper No. 230, New Orleans, LA(1988년 2월 22일)]에 개시되어 있고, 후자는 AST(Advanced Separation Technologies, Inc.)가 개발한 것으로서 문헌[Rossiter, G.J., "ISEP", A Moving Bed Contractor for Chromatographic Separations, "Fourth Workshop on Preparative HPLC, Salzburg, Austria(March 28, 1993)]에 개시되어 있다.

본 발명의 바람직한 구체예는 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법을 제공한다. 발효 브로쓰의 비제한적인 예들로는 액체, 또는 사탕무우 당밀, 사탕수수 당밀 또는 전분 또는 콩 단백질의 가수분해물에서 유래된 브로쓰 등을 들 수 있다. 임의의 발효 브로쓰는 여과처리된 것일 수도 있고, 그렇지 않은 것일 수도 있다.

본 발명은 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지를 사용하여 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 바람직하게는 가교율이 약 8% 미만인 강산 양이온 교환 수지를 사용하는 것에 관한 것이다. 더욱 바람직하게는 본 발명의 방법은 가교율이 약 2% 내지 7%인 강산 양이온 교환 수지를 사용한다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 방법은 가교율이 약 4% 내지 6.5%, 바람직하게는 약 4% 내지 약 6.5%인 강산 양이온 교환 수지를 사용한다. 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지의 비제한적인 예로는 4%의 가교율을 지닌 SK104(Mitsubishi), 6.5%의 가교율을 지닌 GC480(Finex)를 들 수 있다.

본 발명은 모의 이동상 장치를 사용하여 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법에 관한 것으로서, 이 방법은 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지와 발효 브로쓰를 접촉시키는 단계, 및 용리 단계를 포함한다. 용리 단계는 바람직하게는 약 1% 내지 7%의  $\text{NH}_4\text{OH}$ 를 사용하는 단계를 포함하고, 더욱 바람직하게는 약 2% 내지 5.1%의  $\text{NH}_4\text{OH}$ , 가장 바람직하게는 약 2.2%의  $\text{NH}_4\text{OH}$ 를 사용하는 단계를 포함한다. 본 발명의 바람직한 구체예는 용리 부피를 상 부피의 약 3배 미만으로 하는 용리 단계를 제공한다. 더욱 바람직하게, 본 발명의 용리 단계는 상 부피의 약 1 내지 2배의 용리 부피를 포함하는 것이 바람직하고, 상 부피의 약 1.2배의 부피를 함유하는 것이 가장 바람직하다. 모의 이동상 장치에서 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지를 사용하여 수행되는 본 발명의 방법은 가교율이 높은 수지와 비교해 볼 때 염기성 아미노산의 용리 시간이 증가되지 않는다.

본 발명의 다른 바람직한 구체예는 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산을 분리하는 방법을 제공한다. 본 명세서에서, 염기성 아미노산이란 용어는 중성 pH에서 양성의 전하를 갖는 임의의 아미노산(천연, 합성 또는 변형된 아미노산)을 의미한다. 발효 브로쓰에서 분리된 본 발명의 염기성 아미노산은 아르기닌, 히스티딘 및 리신을 포함하는 군에서 선택되는 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는, 본 발명은 발효 브로쓰로부터 리신을 분리하는 방법을 제공한다.

SMB 기술과 관련하여 사용시, 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지는 가교율이 높은 통상의 염기성 아미노산 분리 수지와 비교해 볼때, 역학 용량이 높고, 교환 반응 속도가 빠르며, 정점 분리율이 높다는 유리한 특성을 갖는다. 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지의 독특한 특성들을 조합한 효과는 이들 수지로 하여금 염기성 아미노산, 구체적으로는 리신을 발효 브로쓰로부터 더욱 효과적으로 분리 가능하게 한다. 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지를 사용하는 모의 이동상 장치로 수행되는 공정은 가교율이 높은 수지를 사용하는 공정에 비해서, 원료처리량 비 및 농도비가 높다. 또한, 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지를 사용하는 모의 이동상 장치로 수행되는 공정은 가교율이 높은 수지를 사용하는 공정에 비해서 수율 및 농도비가 높은 개선된 분리를 나타낸다. 본 발명의 바람직한 구체예는 발효 브로쓰로부터 리신을 분리하는 방법으로서, 염기성 아미노산을 약 85% 이상의 순도로 산출하는 방법을 제공한다. 더욱 바람직하게는, 분리 방법으로부터 얻은 염기성 아미노산의 순도는 약 86% 내지 100%, 가장 바람직하게는 약 85%, 93% 또는 95%이다. 본 발명의 바람직한 구체예는 발효 브로쓰로부터 리신을 제공하는 방법으로서, 이 방법은 염기성 아미노산의 생성 수율이 약 94% 이상인 방법을 제공한다. 더욱 바람직하게는, 염기성 아미노산 생성 수율은 약 98% 이상, 가장 바람직하게는 약 98% 또는 100%이다.

높은 가교율을 지닌 수지를 사용하여 실험한 것과 비교해 보면, 가교율이 낮은 강산 양이온 교환 수지를 사용하는 모의 이동상 장치를 사용한 실험은 개선된 농도비가 나타낸다. 본 발명의 바람직한 구체예는 발효 브로쓰로부터 염기성 아미노산

을 분리하는 방법으로서, 약 0.8 내지 2.0의 염기성 아미노산의 농도비를 생성하는 방법을 제공한다. 더욱 바람직하게는, 염기성 아미노산의 농도비는 약 1.0 내지 1.8이다. 본 명세서에서, 농도비라는 용어는 생성물 중의 염기성 아미노산 농도를 공급물 중의 염기성 아미노산 농도로 나눈 것으로 정의한다.

하기의 실시예는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로서, 첨부된 청구범위에 의해 정의된 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다. 당업자라면 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않은 범주에서, 본 발명의 방법에 대한 다양한 수정 및 변형이 이루어질 수 있음을 명백히 알 수 있을 것이다. 그러므로, 본 발명은 첨부된 청구범위 및 이의 등가물 내에서 제공되는 본 발명의 수정 및 변형을 다 포함한다.

본 명세서에서 제시된 모든 특허와 문헌은 참고로 제시된 것이다.

## 실시예

본 실시예에 사용된 수지는 가교율을 기준으로 두가지 범주로 분류된다. 첫번째 범주는 가교율이 8% 이상인 HX(고가교성) 수지이다. 이들 수지는 통상의 리신 분리 공정에 통상적으로 사용된다. HX 수지의 예로는 C100/1633(Purolite) 및 T311(Thermax) 수지가 있다. 두번째 범주의 수지는 가교율이 8% 미만인 것으로서 LX(저가교성) 수지이다. 이러한 LX 수지의 예로는 SK104(Mitsubishi) 및 GC480(Finex)가 있다.

**모의 이동상 공정.** 모의 이동상(SMB) 실험은 도 1에 도시된 구조와 같이 강 양이온 교환 수지 300 ml가 충전된 12개의 연속 배열 칼럼을 사용하여 수행되었다. 물의 유속은 6 cc/min이었고, 14.5%의  $\text{NH}_4\text{OH}$ 의 유속은 33 cc/min 이었다. 그러므로, 흡착된 리신을 용리하기 위한  $\text{NH}_4\text{OH}$ 의 용액 농도는 2.2%였다. 33.3 ml/min의 수지 유속과 동일한 9 분의 단계가 모든 실험에 사용되었다. 공정은 상온에서 수행하였다. 리신-HCl 약 120 g/L를 함유하는 여과된 발효 브로쓰는 공급 원료로서 사용하였다. 공급물 유속과 생성물 스트림의 유속을 조정하여 소정의 분리 공정을 수행하였다.

**결과.** HX 수지 및 LX 수지는 2개의 가공 역량 레벨에서 SMB 시스템으로 평가하였다. 높은 레벨(HL)의 가공은 8.0-8.4 gal/day의 공급물을 의미한다. 저급 레벨(LL)의 가공은 5.4-6.1 gal/day의 공급물을 의미한다. 하기 표 1은 SMB가 HL 레벨에서 작동되었을 때 발효 브로쓰로부터 리신을 분리하는 데 있어서의 HX 수지 및 LX 수지의 효율성을 비교한 것이다.

[표 1]

수지 범주	HX		LX	
수지	T311	C100	GC480	SK104
가교율(%)	11.0	8.0	6.5	4.0
생성물의 순도(%)	85	74	85	85
생성 수율(%)	77	90	100	98
농도비*	0.89	0.75	1.12	1.09
생성물 유속(gal/day)	8.8	8.8	7.2	6.8
라피네이트 유속(gal/day)	9.5	13.3	15.9	17.5
공급물 가공처리 역량(gal/day)	8.0	8.0	8.4	8.4

\*농도비=(생성물 중의 리신 농도)/(공급물 중의 리신 농도)

표 1은 LX 수지가 HX 수지보다도 상당히 높은 수율을 양산했음을 제시한다. LX 수지로 얻은 농도비는 HX 수지로 얻은 것보다 높으며, LX 수지로부터 얻은 생성물 중의 리신 농도는 공급물 스트림보다 높다. 이것은 이후 증발 과정의 비용을 절감시킨다는 점에서 상당히 유리하다.

SMB가 LX 수지로 LL 레벨하에 작동되는 경우, 일부의 생성물 스트림을 재순환하고 새로운 공급물과 1:2의 부피비로 혼합하였다. 재순환 속도는 2.7-3.0 gal/day인 반면, 새로운 공급물의 속도는 5.4-6.1 gal/day였다. 그러므로, 이러한 배치에 의해, 동일량의 새로운 공급물을 LX 수지 및 HX 수지와 모두와 함께 SMB 시스템에 첨가하였다. 하기 표 II는 SMB가 LL 레벨로 작동시 발효 브로쓰로부터 리신을 분리하는데 있어서 HX 수지 및 LX 수지의 효율도를 비교한 것이다.

**[표 II]**

수지 범주	HX		LX	
수지	T311	C100	GC480	SK104
가교율(%)	11.0	8.0	6.5	4.0
생성물의 순도(%)	85	84	95	93
생성 수율(%)	91	93	100	98
농도비*	0.68	0.72	1.53	1.72
생성물 유속(gal/day)	8.8	8.4	5.3	4.6
라피네이트 유속(gal/day)	12.2	11.8	17.1	18.3
공급물 가공처리 역량 (gal/day)	6.1	6.1	5.4	5.8

\*농도비=(생성물 중의 리신 농도)/(공급물 중의 리신 농도)

상기 표 II는 LX 수지가 HX 수지에 비해서 높은 수율과 높은 순도를 지닌 리신 생성물을 양산했음을 보여준다. 더욱 중요하게는, LX 수지로 얻은 농도비 값은 HX 수지로 얻은 농도비의 값보다 상당히 높다. 통상의 SMB 공정은 생성물 스트림에서 리신의 농도를 감소시켰으나, 가교율이 낮은 수지를 사용하는 경우 리신의 농도비는 생성물 스트림에서 증가되었다. 앞서 언급한 바와 같이, LX 수지의 역학 역량이 높고 흡수율이 빠를수록 SMB 시스템의 흡착 대역에서의 유체 속도가 높고, 폐기물 스트림에서의 리신 손실이 최소가 되었다. 또한, LX 수지의 경우, 새로운 공급물에 첨가되는 비교적 순수한 재순환 스트림은 혼합된 공급물의 전체 불순물 레벨을 낮추었다. 이러한 모든 요인들이 함께 조합되어 발효 브로쓰에서 리신을 분리하는데 높은 수율과 리신 생성물의 순도를 유의적으로 개선하였다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 모의 이동상 공정에서 아미노산을 분리하는 컬럼 구조를 도시한 것이다.

도면

도면1

