

산 · 학 · 연 논문

발효 식·음료용 배지의 개발 방향

배현아[†] · 이대희 · 허병석

샘표식품주식회사 우리발효연구중심

Development of the Broth for Fermented Food and Beverage

Hyun Ah Bae[†], Dae Hee Lee, and Byung Serk Hurh

Sempio Foods Company, Sempio Fermentation Research Center

Soy Peptone 용도(식품산업에서의
미생물 배지의 활용)

대두 펩톤을 만드는 중요한 원료인 대두는 지금으로부터 5,000년 전 중국에서 최초로 재배되기 시작한 것으로 알려져 있으며, 미국에서 대규모로 재배되기 시작한 것은 1930년대 중반 이후이다. 전 세계적으로 대두를 많이 생산하는 나라는 브라질, 미국, 아르헨티나, 파라과이 등이다. 주요 수출국 역시 주요 생산국과 일치하는데, 브라질, 미국, 아르헨티나 3국의 수출량이 전 세계 수출량의 80% 이상을 차지하는 과점시장 구조이다. 한편, 주요 수입국은 중국, 유럽연합(EU-27), 멕시코 등이며, 특히 중국이 전 세계 대두 수입량의 60% 이상을 차지한다. 따라서 대두를 이용하여 제조하는 대두 펩톤 역시 대부분 수입에 의존하고 있다.

식품산업현장에서 미생물의 배지 영양원 중 질소원으로 사용되는 대두 펩톤은 상업적으로는 단백질 분해 효소를 사용하여 대두 단백질을 아미노산 또는 저분자량의 펩타이드 형태까지 가수분해하여 제조하고 있다(그림 1) (1). 대두 펩톤은 식물 조직의 탄수화물과 비타민, 특히 티아민을 풍부하게 함유하고 있어 진균을 포함하는 매우 광범위한 균의 발육에 적합하지만, 단독으로는 영양이 부족할 수도 있으므로 다른 펩톤과 병용하여 사용하는 것을 추천하기도 한다.

미생물 배지로 산업현장에서 사용되는 질소원 중에는 동물 단백질 유래와 식물 단백질 유래 펩톤이 있으며, 동물 유래 펩톤에는 카제인 펩톤과 미트(meat) 펩톤이 있고, 그 외에는 젤라틴 펩톤, 대두 펩톤 등이 존재한다. 카제인 펩톤은 우유 카제인을 펩신 등으로 분해한 것으로 가격이 저렴하므로 펩톤의 원료로 가장 많이 이용됐으며, 단백질로서 영양상으로 뛰어나고 아미노산이 많이 함유되어 있다. 미트 펩톤은 쇠고기를 펩신 또는 파파인으로 소화한 것으로 비교적 트립토판이 부족하지만, 시스틴 등

황을 함유하는 아미노산이 풍부할 뿐만 아니라 균이 요구하는 다양한 발육인자를 많이 함유하고 있다.

대두 펩톤은 분리 대두 단백질을 단백질 분해 효소를 이용하여 가수분해한 후 분말화한 것이다. 대두 단백질의 경우 혈청 콜레스테롤을 저하해 심혈관 질환을 예방할 수 있는 기능 및 골 대사에 유용한 역할을 하는 것이 다양한 임상연구 결과를 통해 입증됨에 따라 동물 단백질의 대체원으로 관심이 더욱 증가하고 있다(2). 일반적으로 동물 단백질은 포화지방의 비중이 높고 총콜레스테롤 및 LDL 콜레스테롤 등을 증가시켜 비만뿐 아니라 심혈관 질환의 위험성을 증가시키는 것이 입증되었으며, 체내 산성화를 증가시켜 체내 칼슘을 이노 중으로 방출하게 하여 골 대사에도 문제를 일으킬 수 있음이 보고되었다(3). 따라서 식물성 원료의 이용은 동물 단백질 섭취를 통해 나타날 수 있는 위험성을 방지할 수 있으며 특히 대두 단백질의 경우 다른 식물 단백질과 달리 균형 잡힌 아미노산으로 구성되어 있어 동물 단백질을 대신할 수 있는 훌륭한 대체원으로 이용 가능하다(4). 이와 같은 현재 상황에서 다양한 펩톤의 종류 중 발효 현장에서 가장 적합하게 사용될 수 있는 것은 대두 단백질을 원료로 한 대두 펩톤이라고 할 수 있겠다.

대두 펩톤의 시장 상황을 살펴보면, 국내시장 규모는

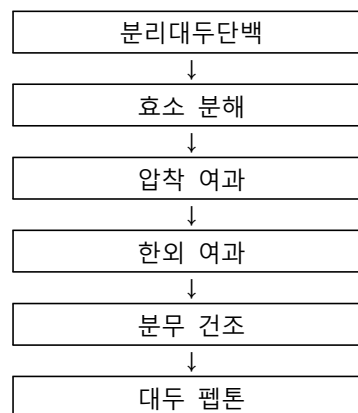


그림 1. 대두 펩톤의 제조 공정

[†]Corresponding author

E-mail: bhyunah@sempio.com, Phone: 043-249-6386

그렇게 크지 않은 실정이며 식품 산업용 배지 시장은 매우 작다. 기존 조미료와는 다르게 생산 공정이 매우 까다로운 소재(높은 분해율 및 낮은 탁도 유지)이므로 국내 업체에서 쉽게 접근하기 어렵기 때문이다. 반면에 국외 시장을 보면 산업용 배지는 Quest, Solabia, Mbccl(미국) 등이 세계시장의 80% 이상을 공급하고 있으며, 그 밖에 Suboneyo(인도), HIMEDIA(HI-veg, 인도), Organotechnie S.A.S., Shandong Tianci(중국) 등 여러 업체가 대두 펩톤을 생산하고 있다.

위의 업체 중 한 곳으로 산업용 미생물 배지를 생산하는 S사의 대두 펩톤과 미트 펩톤, 카제인 펩톤의 미생물 생육 정도를 비교한 결과를 보면, 대두 펩톤이 더욱 우수한 것을 알 수 있다(5). 물론 미생물의 종류에 따라서 요구되는 영양 성분이 다르므로 이 결과로 모든 것을 판단할 수는 없지만, 동물 유래 펩톤과 비교하였을 때도 식물 유래 펩톤이 결코 뒤지지 않는다는 것을 알 수 있다.

산업용 미생물 배지란?

식품산업 현장에서 사용되고 있는 미생물 배지란 미생물의 배양에 사용하는 액상 또는 고형의 물질로 미생물을 발육시키는 영양소, 삼투압이나 pH를 유지하는 염류, 특정의 미생물을 발육시키기 위한 선택제, 효소반응을 관찰하기 위한 기질이나 지시약, 고형화시키는 한천 등으로 구성된다. 배지의 조성은 생산하고자 하는 제품의 목적 또는 제품에 사용되는 균의 특성에 따라서 일부 또는 전부를 조합하여 사용될 수 있다.

위에서 언급한 것처럼 일반적으로 미생물을 배양하기 위해서는 성장에 필요한 영양분을 적절히 배합하여 공급하여야 한다. 특히 산업현장에서 미생물을 배양할 시에는 최소한의 비용이 소비되는 배지의 조성이 필수적이다. 이러한 경제적인 배지를 제조하기 위해서는 불필요한 영양소의 첨가를 최소화시키고 같은 영양소를 가지는 저렴한 물질의 개발이 필수적이다. 이를 위하여 미생물의 영양을 확실히 이해하여야 한다. 미생물의 영양요소는 주로 탄소원, 질소원, 인산, 마그네슘염, 기타 무기염류, 비타민 등으로 대별할 수 있다. 미생물의 거대분자 구성비를 살펴보면 단백질류 약 50%, 당류 17%, 지질류 10%, 기타 약 20%로 구성되어 있다. 따라서 산업현장에서 미생물을 배양할 경우에는 미생물의 구성 성분을 만드는 데 필요한 영양물질을 적절히 공급할 뿐만 아니라, 최소한의 비용으로 최대한의 효과를 낼 수 있는 영양배지의 선정이 필수적이라고 할 수 있다.

산업용 미생물 배지의 조건은 1) 수율 생성물의 농도, 생성되는 속도 등을 고려한 최대 생산성, 2) 최소 부산물 생성, 3) 멸균, 정제 및 추출, 폐기물 처리 등에 영향을 미치는 공정 수행 용이, 4) 안정성, 5) 공급의 안정성과 품질의 균일성, 보관성을 고려한 경제성을 들 수 있다.

산업용으로 사용되는 미생물 배지의 성분은 크게 물,

탄소원, 질소원, 무기염류로 나누어진다. 물은 수분활성도 유지에 중요하게 사용이 되며, 탄소원은 배지의 가장 중요한 성분으로 탄소골격을 공급하고 에너지원으로 사용하게 된다. 대표적인 탄소원에는 포도당, 당밀, 맥아추출물, 녹말, 텍스트린, 유청 등이 있다(6). 질소원은 단백질과 핵산을 생합성 하는 데 사용되며, 크게 무기질소원과 유기질소원으로 나누어진다. 무기질소원에는 암모늄염, 아질산염 등이 있으며, 유기 질소원에는 옥수수 침출액, 효모 추출물, 펩톤, 대두박, 요소 등이 있다.

최근 산업용 미생물 배지 공급형태를 살펴보고자 관련 업체 중에 대표적인 한 곳을 예를 들어 설명하고자 한다. Merck Millipore는 식품·의약품 연구 전 분야에 걸쳐 다양한 기자재를 연구, 개발, 제조하고 공급하는 업체로 산업용 미생물 배지도 제조하고 있다. Merck Millipore에 따르면 제약, 식음료, 바이오테크(7) 등 다양한 산업 분야의 연구자들은 기존의 배지에 변형을 가한 것, 혹은 아주 새로운 형태의 배지가 있어야 하는 경우가 많으므로 사용자들이 필요로 하는 다양한 형태의 조성, 용량 등을 충족하는 맞춤형 배지를 공급한다고 한다. 최근 들어 산업용 배지를 제조, 공급하는 업체들은 그들의 연구 경험을 바탕으로 이처럼 사용자들의 요구에 맞춤 배지를 제조하여 공급하는 형태를 띠고 있으며, 다양한 종류, 가격, 조성비를 공급하여 연구자들이나 산업체에서 효율적인 생산이 이루어질 수 있도록 하고 있다.

그 밖의 펩톤 종류와 역할

미생물의 질소원에는 효모 추출물(yeast extract), 우유 카제인, 비프 추출물(beef extract) 등이 있으며 이들에 대해 좀 더 자세히 살펴보았다. 미생물 배양에 이용되는 효모 추출물은 질소원 역할 외에도 다양한 비타민, 미네랄 및 성장 인자(growth factor)를 함유하고 있어 가장 효과적인 배지 원료로 활용되고 있다. 우유 카제인은 우유의 주요단백질로서 일종의 인 단백질이며, α_s , β , κ 카제인 및 기타 미량의 카제인으로 구성되어 있다. 발효

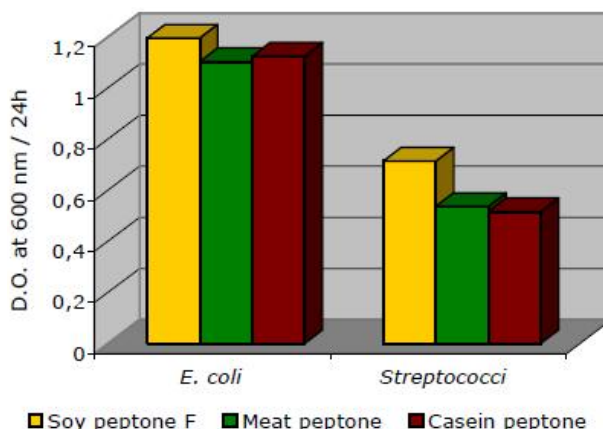


그림 2. 질소원에 따른 미생물별 성장 비교

식품 산업에는 대부분 유가공제품 제조 생산에 사용되고 있다. 비프 추출물은 배지로 사용될 때 가장 광범위한 균종의 배양에 사용할 수 있는 질소원이다(그림 2).

Soy Peptone의 장점

다양한 미생물 증식 기능과 풍부한 영양원

대두 펩톤은 효소 분해된 대두 단백질로, 높은 비율의 저분자량 펩타이드, 유리 아미노산 및 성장 촉진 인자가 함유되어 있어 발효 산업에서 다양한 미생물 성장에 뛰어난 배지 원료로 사용이 가능한 소재이다. 동물 유래 추출물 등의 원료와는 달리 100% 식물성 기원이기 때문에 광우병, 조류인플루엔자 등의 전염병으로부터 안전하며, 높은 용해성과 살균 시 열에 대한 안정성, 미생물 콜로니 동정을 위한 높은 투명도를 나타낸다. 펩톤은 미생물 증식에 있어서 중요한 질소원으로 사용되는데, 이러한 대두 펩톤은 주로 병원성 미생물의 검출이나 유산균 증식용의 선택배지에 일부 또는 주된 배지 성분으로 많이 사용되어 발효 산업, 실험실에서의 식품 미생물 검출, 병원에서의 각종 병원성 세균의 검출 및 동정 등을 위한 배지 원료로 사용된다.

대두 펩톤은 표 1에서 보는 바와 같이 유리 아미노산 등 다양한 아미노산을 함유하고 있어 영양학적으로도 미생물을 증식시킬 수 있는 풍부한 영양원을 제공하고 있다(2). 또한, 유제품 산업에서 널리 사용되고 있는 *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* sp. 계열의 유산균과 *Bacillus* sp., *E. coli*, yeast & mold 검출에도 높은 성능을 발휘한다.

실제 발효 현장에서의 적용성

앞서 설명한 것과 같이 미생물 증식은 배지에 첨가된 여러 가지 성분에 의하여 증식 속도 및 회수되는 균체량에 있어서 차이를 나타낸다. 특히 미생물이 증식을 시작

할 때에는 일차적으로 당을 탄소원으로 이용하여 증식하므로 당이 첨가된 배지에서는 펩톤의 종류와 관계없이 미생물의 증식 속도는 거의 일정한 모양을 취하게 되어 질소원이 미생물 증식에 미치는 영향을 확인하기 어려울 수도 있다. 미생물은 적당한 환경만 만들어주면 다량 배양이 가능하다. 그러므로 효과적으로 미생물의 증식을 촉진하기 위해서는 미생물의 종류나 조건에 따라 배지에 대한 요구가 달라지므로 각각 적당한 배지를 선택해야 하며 특히 질소원의 사용이 중요하다고 할 수 있다.

미래 전망

대두 펩톤은 발효 배지 및 미생물 증식용 이외에 식품 첨가물로서의 식품 원료, 동물 사료의 첨가용 등에 활용이 되며, 이것은 대두라는 천연물 유래의 펩톤이므로 특별한 부작용 없이 안전하게 활용될 수 있기 때문으로 보인다. 대두 펩톤의 활용도에 관하여 아직은 미생물 검출 및 발효 현장에서의 사용이 주를 이루고 있으나, 앞으로는 다양하게 그 활용도가 늘어날 것으로 보인다.

등록 특허 KR1020050124253 “미생물 배양용 영양배지”에 의하면 미생물 배양용 영양배지에 관한 것으로, 새로운 제조방법으로 제조한 트립톤, 소이펩톤 및 펩톤을 사용함으로써 종래에 제품과 비교하여 가격은 저렴하면서 매우 우수한 품질을 가지는 미생물 배양용 영양배지에 대한 연구 결과가 있다(8). 락토바실러스 람노수스(*Lactobacillus rhamnosus*)에 의한 젖산의 경제적 생산을 위해 효모 추출물의 대체 성분으로 대두 단백질의 영향을 연구하였는데, 적당한 비타민 보충제로서 대두의 효소분해물인 대두 펩톤은 포도당 또는 젖당으로부터 젖산 생산에 크게 효과가 있음이 증명되었다(9).

이처럼 미생물의 배양에 있어서 배지의 성분 조성에 따라 미생물의 생육은 밀접한 연관성이 있으며, 이로부터 미생물의 생산물질을 조절할 수 있음을 알 수 있다. 그리고 산업에 이용하는 미생물일 경우에는 배지가 매우 중요한 요인으로 작용할 수 있으며, 새로운 배지의 개발은 부가가치가 높다고 할 수 있다.

대두 펩톤은 동물성 유래 펩타이드보다 영양학적인 면에서 미생물을 생육하는 데 부족한 부분이 있을 수 있다. 그러한 이유로 앞으로 연구 개발되는 산업용 미생물 배지는 미생물의 종류에 따라서 다양하게 접목할 수 있도록 다른 펩톤들과 적절하게 배합하여 사용자의 요구에 맞추어서 생산 판매할 필요가 있다.

대두 펩톤은 국내 사용량의 대부분을 수입 제품에 의존하고 있기 때문에 수입 제품 대비 동등하거나 뛰어난 제품력을 가지면서 가격 경쟁력이 있는 제품이 연구 개발되어 품질과 가격 면에서 우수성을 갖추게 된다면, 국내 사용량의 상당수를 차지하고 있는 수입 제품을 대체할 수 있다고 판단된다. 정확한 국내 사용량을 추정할 수는 없으나, 통상적으로 미생물 및 발효산업에서 적지 않은 비

표 1. Soy peptone의 아미노산 분포

	총 아미노산	유리 아미노산
Aspartic acid	10.34	0.45
Serine	4.82	2.35
Glutamic acid	16.28	1.07
Proline	4.57	0.44
Glycine	3.60	0.37
Alanine	3.57	1.20
Cysteine	0.00	0.00
Valine	2.57	1.75
Methionine	1.45	0.60
Iso-leucine	2.14	1.48
Leucine	5.39	3.18
Tyrosine	3.74	1.18
Phenylalanine	3.62	1.89
Histidine	1.98	1.15
Lysine	6.64	5.47
Arginine	2.45	0.92
Treonine	3.74	0.63
Total	74.83	24.13

율로 사용되고 있는 바, 앞으로 대두 펩톤 시장에서는 국내의 기술력을 바탕으로 한 제품들이 활발하게 연구개발되어 사용되기를 기대한다.

참고문헌

1. 조동운. 2007. 미생물 성장에 뛰어난 배지 원료 여러 균종에 발육 지지력 풍부. *Food J* 122: 92-97.
2. Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME. 1995. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipid. *N Engl J Med* 333: 276-282.
3. Barzel US. 1995. The skeleton as an ion exchange system: Implications of the role of acid-base imbalance in the genesis of osteoporosis. *J Bone Miner Res* 10: 1431-1436.
4. Dudek SG. 2001. *Nutrition essentials for nursing practice*. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, USA. p 129-157.
5. Solabia biotech product brochure.
6. 구경모, 이인수, 김영범. 2013. 대두분말이 포함된 락토바실러스 속 박테리아 배지 조성물. 특허번호 1012468710000.
7. <http://www.merckmillipore.com/KR/ko>.
8. 최성현, 조갑연, 이종수, 염동길. 2007. 미생물 배양용 영양 배지. 특허번호 KR1020050124253.
9. Kwon S, Lee PC, Lee EG, Chang YK, Chang N. 2000. Production of lactic acid by *Lactobacillus rhamnosus* with vitamin-supplemented soybean hydrolysate. *Enzyme Microb Technol* 26: 209-215.