

대두를 이용한 친환경 접착제와 목질 복합재

주 효 숙 · 박 영 준 · 김 현 중[†]

Soybean for Adhesives and Wood-based Composites

Hyo-Sook Joo, Young-Jun Park, and Hyun-Joong Kim[†]

1. 서 론

대두는 동양의 오곡 중의 하나로 우리나라에서는 1500년경부터 재배되었을 것으로 추정된다. 대두는 쌀, 보리 등을 주식으로 하는 우리나라에서 쌀 다음으로 중요한 부분을 차지해온 곡물이며, 단백질의 공급원으로 중요한 역할을 해왔을 뿐만 아니라 밭의 지력을 유지하게 해줌으로써 지속적인 밭농사를 가능하게 하는데도 큰 역할을 해 왔다.^[1] 대두는 동북아시아를 원산지로 하는 작물로 중국, 브라질, 미국, 남미 등의 넓은 지역에 분포한다. 대두의 생산량은 1950년대에 이르러 759%의 비약적인 생산증대를 이룩하였고, 그 이후로도 인류의 단백질 공급원이나 기름원료 및 가축사료 등으로 이용되면서 소비가 증대하였기 때문에 대두의 생산량은 지속적으로 증대하고 있다.^[2,3]

미국에서 대두의 생산량은 6,776만 톤이며, 옥수수 다음으로 최대 생산량을 가지는 곡물이다. 대두에서는 oil과 protein을 얻을 수 있는데, 대두의 낮은 oil 함량(20% 이하)에도 불구하고, 전세계 oil 생산량의 52%를 차지하고 있다.^[4] 하지만 최근에 미국은 남미 등의 국가와의 경쟁적인 수출로 인해 수출시장을 점차 잃어가게 되었다. 그래서 대두를 화학적 또는 물리적으로 변화시켜 각종 연구에 활용하고 있으며, 대두를 이용한 새로운 제품을 생산하고 있다. 미국의 경우 대두 단백질을 이용한 접착제나, 복합재의 연구가 진행되어왔다. 또한 대두를 이용하면 친환경적인 제

품을 생산할 수 있다는 장점으로 인해 더욱 더 연구가 가속화되고 있다.

대두유(soy oil)는 중국에서 이미 수백 년 전 배에 물이 새어들지 못하도록 뱃밥을 메우는데 이용되었으며 가정이나 사원에서 등(lamp)을 켜는데 사용되어 왔다. 또 금세기 초에 대두 단백질을 얻은 플라스틱은 공업용으로 쓰이기도 했고, 대두 추출물은 비누, 샴푸, 잉크, 시멘트, 가정용 세제, 수지, 접착제 및 섬유에 이르기까지 다양한 제품에 사용되고 있다. 이처럼 대두는 지구상에서 가장 다양한 형태로 이용할 수 있는 식물이라고 해도 과언이 아닌데, 이 중 대두를 이용한 접착제는 1923년 처음으로 개발되어, 1920년대 말 목재용 접착제, 종이, 코팅, 페인트 등의 산업적 용도로 사용되기 시작했다. 목재용 접착제에서 대두접착제는 합판용으로 사용되었고 산업적 용도로의 이용을 위해 대두 단백질의 접착강도, 내수성, 내유성, 색, 물에서의 분산력, 점도 등의 특성이 연구되었다. 이와 같이 여러 특성이 연구되어 1930년대와 40년대에 대두를 이용한 textile fibers, foams for fire extinguishers, plastics and lubricants 등으로 발전되었다. 현재 상업용으로는 목재 산업용 대두접착제가 미국에서 생산되고 있다.^[5-11]

2. 대두접착제 제조

대두는 일반적으로 단백질 40%, 지방 21%,

• 2004년 10월 4일 접수(received)

• 서울대학교 농업생명과학대학 환경재료과학전공, 바이오복합재료 및 접착과학 연구실 (Laboratory of Adhesion & Bio-Composites, Program in Environmental Materials Science, Seoul National University)

[†]주저자(Corresponding author): e-mail: hjokim@snu.ac.kr (www.adhesion.org)

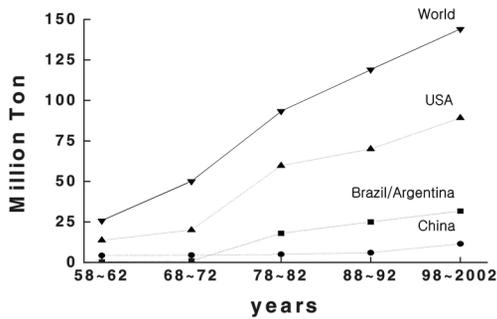


Figure 1. Soy production of major countries and total soy production.

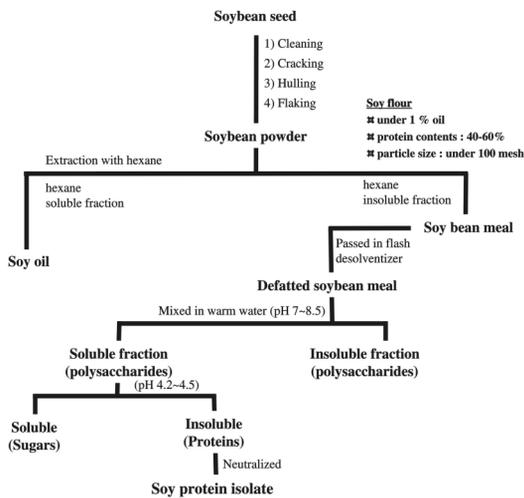


Figure 2. Soy protein isolate (SPI).

carbohydrate 34%와 ash 4.9%로 이루어져 있다.^[12] 대두를 접착제로 이용하기 위해서는 단백질을 추출하고, 변화시켜 사용해야 한다. 대두단백질의 물에 대한 용해도는 pH에 영향을 받는데, 산성에서 대두단백질의 용해도가 급격하게 떨어져 pH 4.2~4.6에서 용해도가 최소가 된다.^[13] 따라서 대두단백질은 중성이나 알칼리 상태에서 추출하게 되고 아무 처리도 하지 않은 대두단백질 접착제보다 알칼리에서 분산시킨 대두단백질 접착제가 더 높은 접착력을 나타낸다.^[10] 기본적인 추출과정은 대두가루(soy flour) 형태에서 헥산(hexane)을 사용하여 추출하여 탈지대두를 만들고 pH 7~8.5의 따뜻한 물에서 섞어 Soy Protein Isolate (SPI)를 추출한다. 이러한 과정이 Figure 2에 보여졌다.^[14] 이 탈지대두는 대두가루 형태로 이용되거나 SPI의 형태로 대두접착제에 이용된다. 대두가루는 값이 싸지만

Table 1. Grain Production of USA and South America (The United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), 2003) (Unit : ten thousand ton)

	USA	Argentina	Brazil	Chile
Wheat	6,359	1,453	590	180
Rice	903	72	1,020	14
Barley	601	55	30	7
Corn	25,690	1,504	4,781	114
Soybean	6,776	3,482	5,153	0

접착력을 나타내지 못할 뿐 아니라 물에 대한 저항성이 없다. 하지만, SPI는 값이 비싸지만 산업적으로 이용 가능할 정도의 접착력을 나타내고, 물에 대한 저항성을 증가시킬 수 있도록 다른 화합물과의 블렌딩이 가능하다. 그러므로 대두가루를 이용하여 외장용 목질복합재료용 접착제로 사용하는 것은 무리가 있으나 내장용 목질 복합재료의 사용이 가능하고, SPI는 외장용으로 사용되는 접착제의 대체용 개발도 가능하다.

3. 대두접착제 응용

대두는 점도가 낮아서 다루기 쉬우며, 열압과 냉압조건에서 모두 생산이 가능하기 때문에 대두 접착제는 파티클보드와 섬유판 등에 사용하기 위한 접착제로서 연구되었다. 파티클보드와 섬유판은 packing material, containers, tubes 등으로 사용되고 있고 목재와 비교하였을 때, 상대적으로 낮은 internal bond와 looser texture를 가지기 때문에 강한 접착력이 필요하다. 지금까지 접착제로 사용되어온 것은 열가소성 수지와 열경화성 수지이다. 이러한 합성수지의 일부는 환경적으로 유해한 특성을 지니고 있어, 식품의 포장 등의 산업에서 이용될 때 인체에 유해하다. 그래서 전분을 이용하거나 덱스트린(dextrin)을 이용한 접착제가 섬유판 산업에 사용되었으나 이들은 수분에 약하여 사용이 자제되었다.^[15] 또한 산림자원이 점차 고갈됨에 따라 산림자원을 대체하여 파티클보드와 섬유판에 적용되는 것도 연구되었다.^[16] 종래 파티클보드에는 urea-formaldehyde (UF), phenol-formaldehyde (PF), methylene diphenyl diisocyanate (MDI) 등의 접