



91년 설립 ... 10개 대학 25명의 교수 주축 농업 생물신소재 연구센터

지난 91년 한국과학재단의 지원으로 서울대 수원캠퍼스에서 창립된 농업 생물신소재연구센터는 10개 대학 25명의 교수를 주축으로 활발한 연구활동을 계속하고 있다. 이 연구센터는 탄수화물 신소재연구부, 무공해 생물농약연구부, 천연풍미료 및 색소연구부 등 3개 기초연구부서를 두고 있는데 그동안 대표적인 연구로는 충치에 해롭지 않고 당뇨병에도 유해하지 않은 분지 올리고당을 개발했다.

자연계 내에 존재하는 무한한 물질들에 대해 현대과학은 얼마큼 알고 있을까. 이번 호에서는 국내 대표적인 생물신소재연구소인 농업 생물신소재 연구센터(소장: 박관화 서울대 식품공학 과 교수)를 찾아 보았다. 생물신소재 연구란 자연계의 생물체 내에 존재하고 있는 수많은 물질 중에서 인간에게 유용한 신물질을 찾아내고, 발견한 신물질을 유전자공학, 효소공학, 생물공학 등의 생명공학 기법을 통해 산업적으로 생산하기 위한 기초 연구를 말한다.

당뇨병 무해 올리고당 개발

농업 생물신소재 연구센터는 농업 생물신소재 분야의 기초과학 연구 활성화를 목적으로 지난 1991년 한국과학재단의 지원으로 설립되었다. 서울대학교 수원캠퍼스 내에 자리하고 있는 본 연구센터에서는 보다 구체적으로는 안전성과 부가가치가 높은 농업 생물신소재를 탐색하고 개발하는 일, 생물신소재를 생물공학적으로 연구하



▲ 농업 생물신소재 연구센터의 연구원들

▶ 박관화소장

는 일, 농산물의 생산 안정성과 생산성을 향상시키는 일 등에 대해 연구를 진행하고 있었다.

“생물신소재 분야는 생화학, 분자생물학, 생물학, 유기화학, 생물공학 등 여러 분야에서 폭넓은 지식이 요구되며, 상호유기적인 협력연구가 필요한 분야입니다”라는 것이 박소장의 설명. 이러한 생물신소재 개발기법을 통해 생산된 고부가가치의 신규물질들은 식품, 농약, 의약품 분야 등 다방면에서 산업적으로 활용되게 된다.

농업 생물신소재 연구센터에는 서울대학교 농업생명과학대학을 비롯한 전

국 10개 대학 25명의 교수를 주축으로, Post-Doc과 석·박사 과정에 있는 대학원생들이 모여 활동하고 있다. 탄수화물 신소재 연구부, 무공해 생물농약 연구부, 천연 풍미료 및 색소 연구부 등 3개의 생물신소재 기초연구부로 이루어져 있으며, 특수사업부와 연구지원실, 자문위원회, 운영위원회, 평가위원회가 이들 기초연구부를 뒷받침하고 있다.

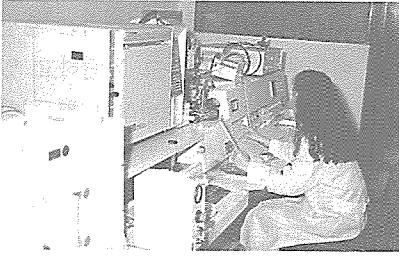
탄수화물 신소재 연구부는 고부가가치를 지닌 새로운 기능성 탄수화물 소재와 생산 효소를 개발하고, 이들의 산업적 생산체계를 마련하기 위해 탄수화물 소재 생산효소들을 분리하여 생화학적, 구조적, 분자생물학적으로 분석하며, 이들 효소의 유전자를 다른 미생물에 발현시켜 생산성을 높이는 연구를 수행한다. 탄수화물 신소재란 탄수화물을 효소나 화학적 반응으로

분해, 합성하여 얻어지는 새로운 형태의 당인데, 이들이 갖고 있는 다양한 기능성 때문에 식품, 의약 및 농업 등의 분야에서 그 이용가치가 매우 크다.

탄수화물 신소재 연구부에서 개발한 효소는 BLMA (Bacillus licheniformis maltogenic amylase), BSMA (Bacillus stearothermophilus maltogenic amylase), CGTase, CDase, endo-inulase, ThMA (Thermus strain IM6501 기원의 maltogenic amylase) 등으로 여러 가지가 있는데, 이 중 대표적인 연구로는 BLMA 단백질 효소를 이용하여 분지 올리고당(Branched tetraose)을 생산하는 것을 들 수 있다.

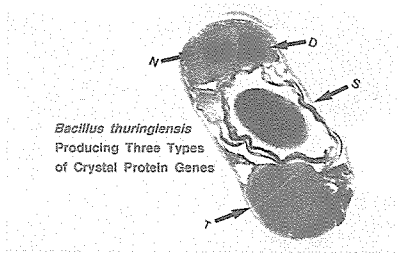
분지 올리고당은 충치의 위험이 적





▲ 농업 생물신소재 연구센터의 분자질량 측정기(Mass Spectrometer)

고 당뇨병에 유해하지 않으며 유익한 장내 세균인 비피더스(Bifidus)의 증식에 뚜렷한 효과가 있기 때문에 설탕이나 전분당을 대체할 수 있는 새로운 식품소재로 인정받고 있다. 분지 올리고당을 생산하려면, 먼저 단백질 효소의 유전자를 재조합하여 이것을 미생물 발효에 의해 다량으로 만들어내는 과정을 거친다. 그리고 액화전분을 원료로 하여 BLMA의 가수분해(加水分解)하는 능력과 당 전이작용을 이용하여, 올리고당을 생산해 낸다. 이 과정에서 효모 발효를 이용하여 만들어진 올리고당에 있는 포도당과 맥아당을 제거하면, 분지 올리고당의 함량을 85.7%로 증가시킨 올리고당을 얻을 수 있다. 실제로 연구센터에서는 BLMA 유전자로 감자를 형질전환하여 효소를 발현시키는 것을 확인하였고, 이를 바탕으로 형질전환 식물체를 제조하는 데 성공하였다. 또한 이후에는 BLMA 효소에 비해 내열성과 효율성이 높아서 더 효율적인 올리고당을 생산하는 것으로 확인된 BSMA 효소도 발견한 바 있으며, 또 다른 탄수화물 소재 생산효소인 ThMA에 대해서는 오랜 연구 끝에 단백질 효소의 작용기전을 밝혀냈다. 또한 ThMA를 결정화하고 X-선 회절법(X선의 파동이 장애물의 뒤로 돌아 전달되는 것을 이용한 방법)을 사용하여, 분자의 3차 구조를



▲ 세가지의 독소를 생산하는 재조합 미생물(Bacillus thuringiensis)

파악하는 과정을 거쳐, 효소의 당 전이 작용기전을 밝힐 수 있었다. 앞으로 연구팀은 3차 분자구조에 대한 정보를 바탕으로 유전자 돌연변이를 통한 형질변이주를 만들어 당 전이 작용을 증가시키는 연구를 계속 추진할 계획이다. 무공해 생물농약 연구부는 작물 병해충의 효과적인 제어와 환경오염을 근원적으로 방지할 수 있는 천연 생물농약에 관한 연구를 수행하는 부서이다. 각종 농업 생물활성물질을 분리, 동정(同定, 생물의 분류학상의 속속을 정하는 일)하고 그 특성을 규명하여 무공해 생물농약을 개발하는 연구, 곤충의 성호르몬을 이용하여 해충을 방제하는 연구, 곤충 병원성 미생물의 살충력과 숙주범위를 확대하는 연구 등을 수행해 왔다. 천연 풍미료 및 색소 연구부는 미생물과 식물의 세포공학적 방법을 이용하여 천연 풍미료와 색소의 생산 조건을 최적화하고, 생합성 경로(biosynthetic pathways)와 관련 유전자를 규명하여 세포 배양에 의한 생합성 효율을 향상시키는 연구를 주로 진행한다.

특히 천연 풍미료와 천연 색소는 최근 화학적 합성물의 생체독성이 알려지면서 대체물질로 주목받고 있는 것으로, 연구팀은 최근 박하향료 성분과 쪽(마디풀과의 일년초)에서 인디고계(남색계열) 색소의 생합성 경로와 효

소반응 메커니즘을 연구하였다. 여기에서 연구팀은 세포를 배양할 때 정유(식물에서 채취하여 정제한 휘발성 기름)와 색소를 생산하기 위한 조건과 생물반응기 운전 조건을 연구하고 있다. 이외에도 꼭두서니(꼭두서니과의 다년생 만초로써 뿌리가 빨간 물감의 재료가 됨)의 천연색소와 은행 플라보노이드의 생산 조건을 연구하였다.

해마다 국제심포지엄 열어

농업 생물신소재 연구센터에서는 연구활동을 국제적인 수준으로 끌어올리기 위해 여러 가지 노력을 기울이고 있다. 해마다 국제심포지엄을 개최하고 있을 뿐 아니라 교수들의 외국 연구기관 방문연구와 공동연구, 박사과정 학생의 해외 연수 등을 실시하고 있는데, 특히 지난 1996년부터는 한국 과학재단 지원으로 미국 아이오와주립대학교 생화학 및 생물물리학과 탄수화물 연구실에 현지 연구실을 설치하여 운용하여, 교수들의 공동연구와 Post-Doc 연수생이나 박사과정 학생들의 현지 연수에 많은 도움을 주고 있다. 연구센터 설립 당시부터 소장을 맡아온 박관화교수는 서울대학교에서 농화학을 전공하고, Karlsruhe대학에서 효소공학 박사학위를 받았다. 무엇보다 체계적인 공동 연구의 필요성을 강조하는 박소장은 “그러나 무엇보다도 연구자들간의 상호 신뢰가 없다면 오늘날의 연구성과는 존재하지 못했을 것”이라고 말한다. 그의 말을 듣고 ‘과학은 몇몇 소수의 과학자가 아닌 인류 모두의 화합에 의해 발전하는 것’이라는 평범한 진리를 떠올리며 연구센터를 나섰다. ⑤7

장미라<본지 객원기자>