



배시후 서울 태릉중 1
오정원 중남 신명초 3
정다연 전주 비전국제학교 5

17

첨단 화학으로 생물체를
만들 수 있을까요

A



이덕환 교수가 답하다

합성생물학(synthetic biology)이라는 새로운 분야가 빠르게 성장하고 있습니다. 생물체를 만드는 정보를 담은 ‘생명의 책’인 DNA에 대한 지식을 이용해 온전한 인공 생물체를 만드는 것이 이 분야의 궁극적인 목표입니다. 이를 위해서 실험실에서는 무기물로부터 DNA 혹은 RNA와 같은 유전물질을 합성하고, 기본적인 생리 기능을 갖춘 인공 세포를 만들어내려는 연구가 계속되고 있습니다.

합성생물학은 우주에 생명이 등장한 과정을 구체적으로 알아낼 방법으로도 기대를 모으고 있습니다. 물론 코로나19와 같은 질병을 진단하고 치료하는 데 사용할 의약품이나 생물학적 장치를 개발하는 등의 실용적인 연구에도 활용할 수 있습니다. 이런 연구에 있어서 화학은 큰 역할을 차지합니다. DNA, RNA 등 유전물질 그리고 생명체를 이루는 세포는 모두 화학물질이기 때문입니다.

유전자 변형의 기적

1996년 복제로 만들어진 양 돌리의 탄생은 많은 사람에게 충격적인 일이었습니다. 정상적인 생식 과정을 거치지 않고, 체세포에 들어있는 DNA를 복제해서 어미를 닮은 복제 양을 탄생시키는 생명공학 기술의 발전을 반가워하는 사람도 많았습니다. 그러나 현대 과학이 생명의 탄생마저 건드렸다는 사실에 분노하는 사람도 많았습니다. 생물체를 만드는 건 인간이 함부로 해서는 안 되는 신의 영역이라고 믿었기 때문이었습니다.

그런데 사실 우리는 1만 2000년 전부터 자연에 사는 식물과 동물의 유전자를 변형해 왔습니다. 우리가 원하는 특성을 가진 동물이나 식물을 서로 교배시켜서 더 좋은 품종을 개발하는 육종이 바로 그런 기술입니다. 인류는 거친 야생에서 살아남기 위해서 다른 식물과 동물의 유전자를 변형시키는 일을 마다할 수 없었습니다.

맛있고 영양가가 높은 먹거리를 자연에서 쉽고 넉넉하게 구할 수 있을 것이라는 생각은 순진한 착각입니다. 오히려 우리 주위에는 치명적인 독을 가진 열매와 줄기가 훨씬 더 많습니다. 인류는 먹거리를 마련하기 위해서 육종이라는 유전자 변형 기술을 활용해야만 했습니다. 육종 덕분에 약한 짐승을 사냥하고 식물의 열매, 줄기, 뿌리를 채집하는 생활을 하던 인류가 가축을 사육하고 농작물을 키울 수 있게 됐습니다.

육종은 지금도 농작물과 가축의 품종 개량을 위해 중요하게 활용되고 있습니다. 고질적인 식량 부족에 시달리던 한국은 1970년대에 육종을 통해 개발한 통일벼를 보급해 쌀 자급의 꿈을 이뤘습니다. 하루 20L의 우유를 생산하는 얼룩 젖소도 육종으로 품종을 개량한 것입니다.

일각에서 우려의 목소리를 표하기도 하는 유전자변형작물(GMO)은 생



명공학 기술을 이용해 육종보다 훨씬 더 효율적으로 품종을 개량한 것입니다. GMO는 농작물의 DNA를 변형시킨다는 점에서 전통적인 육종 기술로 개발한 품종과 크게 다르지 않습니다. 육종으로 유전자를 변형한 농작물과 축산물의 안전성을 걱정하는 경우는 찾아보기 어렵습니다. 물론 GMO의 안전성에 대해서도 소비자의 우려를 극복하기 위해 적극적인 노력이 필요합니다.

생명의 신비에 대한 갈증

‘생명이란 도대체 무엇인가. 어디에서, 어떻게 등장했을까.’ 누구나 간절하게 알고 싶어 하는 가장 심오하면서도 오래된 의문입니다. 생명에 대한 현대 과학적 이해는 1953년 영국의 프랜시스 크릭과 미국의 제임스 왓슨이 DNA의 이중 나선 구조를 밝혀낸 업적으로부터 시작됐습니다.

DNA는 디옥시리보스라는 당과 인산, 그리고 염기가 연결된 단위체 ‘뉴클레오타이드’가 길게 연결된 사슬입니다. 이 사슬은 A(아데닌) · T(티민) · G(구아닌) · C(사이토신)이라는 4종류의 염기 부분에서 두 가닥씩 연결돼 이중나선 구조를 이룹니다. 염기 4종류가 배열되는 서열은 생명의 신비를 담고 있는 열쇠입니다. 우리가 부모를 닮거나, 또 닮지 않거나 하는 것은 모두 DNA의 염기서열이 만들어내는 유전 현상입니다. 핵심은 4종류의 염기가 3개씩 연결돼 한 단어를 만드는 64진법의 암호, 코돈입니다. 세포는 이 코돈에 담겨있는 암호를 해석해 아미노산을 연결합니다. 아미노산은 생명 현상을 조절하는 단백질을 이룹니다.

현대 생명과학은 DNA에 숨겨진 암호를 읽어내는 화학 기술에 의해 눈부시게 발전했습니다. DNA를 빠르게 증폭시키는 중합효소연쇄반응(PCR)

이 대표적입니다. 코로나19 방역에 핵심 역할을 하는 진단법에도 사용되는 기술입니다. DNA를 복제하는 유전자 클로닝(cloning) 기술도 개발했습니다. 최근에는 DNA에서 원하는 부분이나 손상된 부분을 마음대로 편집하는 기술마저 개발되고 있습니다.

합성생물학을 활용하면 또 다른 유전물질인 RNA도 만들 수 있습니다. 코로나19의 확산을 막아주는 전령 RNA(mRNA) 백신은 화학적으로 합성되었습니다. 백신 속 합성 mRNA가 체내에서 코로나바이러스의 특징인 스파이크 단백질을 만듭니다. 그러면 스파이크 단백질로 인해 자극된 면역 체계가 코로나바이러스와 싸울 항체를 미리 만들어 둡니다. 이론적으로는 합성 mRNA의 염기서열만 변경하면 변이 바이러스에도 효과적인 백신을 제조할 수 있습니다. mRNA 구조를 안정시켜주는 나노 지질 입자도 화학적으로 합성한 인공 물질입니다. 아울러 DNA와 RNA의 기본 구조인 뉴클레오타이드가 사슬 형태로 수십 개씩 이어진 올리고뉴클레오타이드를 화학적으로 합성할 수 있으며, 이미 자동화에도 성공했습니다.

합성 생물학은 생체에서 일어나는 화학반응을 모방하는 생체모방화학의 발전에도 활용될 것으로 기대됩니다. 녹색식물의 잎에서 일어나는 광합성은 매우 유용한 화학반응입니다. 그러나 이 반응은 전통적인 화학기술로는 실험실에서 흉내 낼 엄두조차 내기 어려울 정도로 복잡합니다. 이산화 탄소와 물이 결합해서 탄수화물을 만드는 여러 단계마다 정교한 관리가 필요하기 때문입니다. 이를 위해 미래에는 생물체의 몸속 화학반응을 정교하게 관리하는 효소를 활용할 가능성도 있습니다. 효소, 엽록소, 헤모글로빈 등과 같이 물질 속 활성 자리에서 금속의 역할을 연구하는 생무기화학은 이미 화학의 주요 분야 중 하나로 자리 잡았습니다.