

21

이금성 대천 유성종 1

식물의 성장을 조절할 수
있을까요

A



석원경 교수가 답하다

식물의 성장을 좌우하는 요인은 다양합니다. 물과 함께 질소, 인, 황 등 땅 속 영양분이 있어야 제대로 성장합니다. 물론 따뜻한 햇볕과 공기 중의 이산화 탄소도 필요합니다. 식물 성장의 가장 중요한 열쇠인 탄수화물은 광합성을 통해 태양 빛으로 물과 이산화 탄소를 반응시켜 만듭니다. 뿌리와 공생하는 다양한 곰팡이(균류)와 박테리아도 필요합니다.

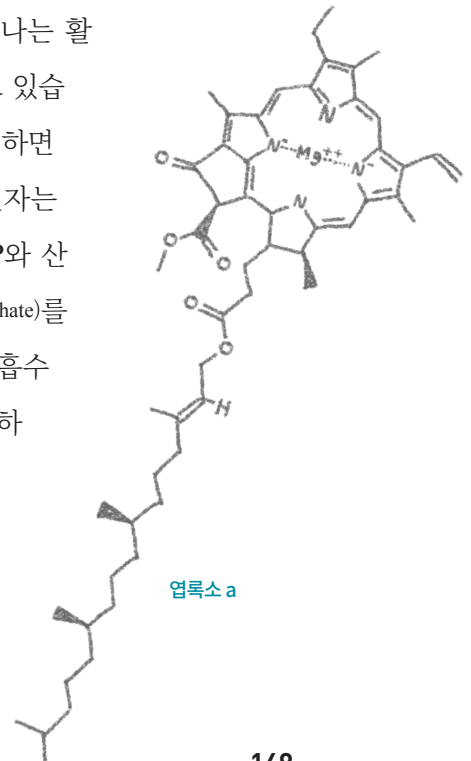
식량 생산에 필요한 농작물을 재배할 때는 성장 속도를 조절하는 기술이 중요합니다. 물 외에도 퇴비나 화학비료를 뿌려줘야만 농작물의 성장이 빨라지고 수확량도 늘어납니다. 농작물의 성장을 방해하는 잡초도 제거해야 하며, 토양을 비닐로 덮어주는 멀칭(mulching) 기술도 필요합니다. 햇볕이 잘 드는 따뜻한 온도의 환경을 유지하기 위해 비닐하우스도 사용합니다. 최근에는 농작물의 성장에 최적인 환경을 제공하는 수경재배, 에어로팜 등의 스마트팜 기술도 빠르게 발전하고 있습니다.

녹색식물의 광합성

식물의 잎을 구성하는 세포에는 엽록체라는 세포 소기관이 잔뜩 들어 있습니다. 엽록체는 광합성이 일어나는 장소입니다. 엽록체의 조상은 남세균(Cyanobacteria)입니다. 아득한 옛날 자연에서 스스로 광합성을 하며 독립적으로 살고 있던 남세균은 원핵세포 속으로 들어가 엽록체의 형태로 공생하기 시작했습니다. 남세균이 원핵세포가 필요로 하는 탄수화물을 만들어 주는 대신 원핵세포로부터 안전한 서식처를 받는 식입니다. 이렇게 서로 다른 성질을 가진 세포가 생존을 위해 공존하는 진화방식을 내부공생이라고 부릅니다. 우리 인간의 세포 속에 들어 있는 미토콘드리아 역시 내부공생의 예시입니다.

광합성은 엽록체에 들어 있는 엽록소라는 색소 분자에 의해서 일어납니다. 엽록소의 기본 뼈대는 평면 사각형 구조의 포르피린이라는 화합물입니다. 화학반응이 일어나는 활성 자리 중심에 마그네슘 금속 이온이 자리하고 있습니다. 엽록소가 햇빛을 흡수해서 들뜬 상태로 변하면 높은 에너지를 가진 전자를 내보냅니다. 이 전자는 물을 분해하고, 생물학적 에너지 전달물질 ATP와 산화효소 NADPH(Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate)를 만들어냅니다. ATP와 NADPH는 공기 중에서 흡수한 이산화 탄소를 환원시켜서 탄수화물을 합성하는 데 사용됩니다. 이 화학반응을 통틀어 ‘캘빈 회로’ 또는 ‘암반응’이라고 부릅니다.

광합성이 원활하게 일어나기 위해서는 적





N.THING

당한 양의 이산화 탄소가 필요합니다. 식물의 잎에는 반달 모양의 공변세포가 이산화 탄소 흡수량을 조절합니다. 마주 보고 있는 한 쌍의 공변세포 사이에는 ‘기공’이라고 불리는 구멍이 있습니다. 식물은 기공을 통해서 엽록체가 필요로 하는 이산화 탄소를 흡입하거나, 엽록체에서 배출한 산소를 내보냅니다. 뿌리에서 빨아올린 물을 증발시키는 증산작용도 기공을 통해 일어납니다. 공변세포의 발달을 유전적으로 조절해 농작물의 수확량을 늘릴 수 있는 기술이 개발되고 있습니다.

광합성에 필요한 가시광선의 세기를 조절하는 일도 중요합니다. 식물의 잎에서는 피토크롬이라는 단백질이 빛을 흡수하는 역할을 맡고 있습니다. 동물의 눈에 있는 홍채나 카메라 렌즈의 조리개처럼 피토크롬에도 빛의 흡수량을 조절하는 정교한 생화학적 조절 메커니즘이 있습니다. 남홍길 대구경북과학기술원(DGIST) 교수는 포스텍 재직 중이었던 2005년 인산화 반응을 조절해서 피토크롬의 활성을 조절하는 ‘PAPP5’라는 유전자의 존재를 밝혀냈습니다. 이 유전자의 기능을 강화하면 햇볕이 잘 들지 않는 환경에서도 식물이 잘 자라도록 할 수 있을 것입니다.

엽록체에서 일어나는 광합성을 실험실에서 흉내 내는 인공 광합성 연구도 활발하게 이뤄지고 있습니다. 인공 광합성의 목적은 대기 중 이산화 탄소를 포집하고 수소나 물과 결합해서 연료로 사용할 수 있는 탄화 수소나 메탄올 등을 생산하는 것입니다.

이산화 탄소와 같은 온실가스로 생기는 기후변화 문제를 해결할 새로운 기술로 기대를 모으고 있습니다. 인공 광합성에는 값싸고 효율적이며 오래 사용할 수 있는 금속 촉매가 필요합니다. 이를 위해 망가니즈, 타이타늄, 이리듐과 같은 금속을 포함하는 착화합물인 광촉매 연구가 활발하게 이뤄지고 있습니다.

미래의 농업

최근에는 화학·생명공학과 정보통신기술(ICT)을 융합시켜서 농업효율을 극대화하기 위한 새로운 기술이 개발되고 있습니다. 농작물이 효율적으로 광합성할 수 있도록 온도, 습도, 밝기를 유지하고, 공기 중의 이산화 탄소 농도를 조절해 주는 스마트팜입니다. 사물 인터넷(IoT)을 이용해서 원격으로 스마트팜을 관리하는 일도 가능해지고 있습니다.

스마트팜은 농지에 농작물을 심는 대신 영양성분을 녹인 물로 농작물을 재배하는 수경재배에서 시작됐습니다. 그러나 재배 과정에서 낭비되는 물의 양이 너무 많습니다. 이제는 공기 중에서 농작물을 재배하는 에어로 팜 기술을 이용해 필요한 자원을 최소화하면서 수확을 극대화하고 있습니다.

에어로팜은 작물을 공중에 매달고 정해진 시간에 맞춰서 분무기로 수분과 영양분을 뿌려가며 키우는 기술입니다. 뿌리가 공기에 노출돼 있다 보니 뿌리가 외부 온도 변화에 취약한 문제가 있습니다. 이를 해결하기 위해 특수 제작한 천으로 농작물의 뿌리를 덮고, 그 아래에 물과 영양성분을 분사시켜 주는 방법이 사용되고 있습니다. 물의 낭비를 줄이면서 뿌리에도 산소를 공급해 줄 수 있는 것이 장점입니다. 농작물의 성장을 어렵게 만드는 잡초나 해충에 대한 걱정도 해결됩니다.

에어로팜 기술을 한 단계 높여 햇볕에 의존하지 않는 스마트팜도 등장하고 있습니다. 수명이 길고, 전기 소비가 적은 LED를 사용하면 수확량을 75%까지 높일 수 있습니다. 재배 기간을 단축해 농장 단위의 생산량을 무려 약 400배까지 높일 수 있을 것으로 기대됩니다. 그러나 아직은 시설을 갖추는 단계라서 많은 투자가 필요합니다.