

다량원소와 미량원소

식물의 무기물에는 약 50가지 이상의 화학원소가 있지만 식물체에 단순히 존재하는 원소들과 필수적으로 존재하는 원소들을 구분하는 것이 필요하다. 식물이 한 생활사를 마치고 다음 세대를 남기는 데 필요한 화학원소를 **필수원소(essential element)**라고 한다.

어떤 화학원소가 필수원소인지를 알기 위해서는 무기성분의 배양액을 사용하는 **수경재배(hydroponic culture)**를 한다(그림 37.6). 이러한 연구를 통하여 모든 식물에 필요한 17개의 필수원소가 밝혀졌다(표 37.1).

이들 필수원소 가운데 식물이 상대적으로 많은 양을 필요로 하는 9개를 **다량원소(macronutrients)**라 하는데 이 중 6개는 식물의 구조를 형성하는 유기화합물의 중요한 성분인 탄소, 산소, 수소, 질소, 인, 황이 있고 그 밖에 포타슘, 칼슘과 마그네슘이 있다. 모든 무기질 가운데 질소는 식물의 성장과 작물생산에 가장 크게 기여한다. 식물은 질소를 단백질, 핵산, 엽록소와 다른 중요한 유기분자의 구성성분으로 요구한다.

남은 8개의 원소는 식물에서 매우 소량이 필요하기 때문에 **미량원소(micronutrients)**라 하는데 염소, 철, 마그네슘, 붕소, 아연, 구리, 니켈, 몰리브덴 등이 포함된다. 어떤 경우에는 소듐이 9번째 미량원소가 될 때도 있다. C₄ 또는 CAM 광합성(10장)을 하는 식물에서는 2가지 유형의 탄소고정을 갖는데 CO₂ 수용체인 포스포에놀 피루브산을 생산하기 위해서는 Na⁺ 이 필요하다.

식물의 미량원소는 주로 효소작용의 보조인자나 비단백질인자로써 역할을 한다(8장). 예를 들면, 철은 시토크롬의 금속성분으로서 엽록체와 미토콘드리아의 전자전달계 단백질을 구성한다. 미량원소는 보통 촉매작용을 하기 때문에 식물체는 매우 소량만을 필요로 한다. 예를 들어, 몰리브덴은 식물의 건중량에서 수소원자 6,000만 개당 1개의 원자 비율로 존재한다. 그렇지만 몰리브덴이 나 그 외의 다른 미량원소가 결핍되면 식물은 죽거나 약해진다.

무기질 결핍증상

무기질 결핍증상은 부분적으로는 그 영양소의 기능에 따라 나타난다. 예를 들면, 엽록소의 구성성분인 마그네슘의 결핍은 잎의 황화현상을 유발한다. 그러나 무기질 결핍과 그 증상의 관계가 직접적이지 않는 경우도 있다. 예를 들면, 철분 결핍은 철분이 엽록소의 구성성분이 아님에도 불구하고 잎의 황화현상을 나타내는데, 그 이유는 철이온이 엽록소 합성단계에서 필요하기 때문이다.

무기질 결핍증상은 양분의 역할에 따라서 나타나기도 하지만 식물체내 무기질의 이동성에 의존하기도 한다. 만약 양분이 쉽게 이동한다면 결핍증상이 성숙된 기관에서 먼저 나타나게 된다. 그 이유는 성장 중인 어린 기관이 양분을 끌어당기는 힘이 더 강하기 때문이다. 예를 들어, 마그네슘은 비교적 이동성이 좋아서 먼저 어

그림 37.6 연구 방법

수경재배

적용 수경재배에서는 식물이 토양이 없는 무기질 용액에서 자란다. 어떤 이들은 식물에 필요한 필수원소를 알아보기 위해 수경재배를 이용한다.

방법 식물의 뿌리를 공기가 포함된 무기질 조성의 용액에 담근다. 물에 공기를 넣어서 뿌리의 세포호흡에 필요한 O₂를 공급한다. 포타슘과 같은 특별한 무기질은 필수적인지 알아보기 위해 뺄 수도 있다.



대조군: 모든 무기질이 포함된 용액

실험군: 포타슘이 결핍된 용액

결과 만약 첨가하지 않은 무기질이 필수적이라면 잘 자라지 않거나 잎이 탈색되는 무기질 결핍증상이 나타난다. 다른 원소들의 결핍증은 다른 증상을 나타내기도 하는데 이것을 통해 토양에서의 무기질 결핍증을 진단하는데 사용할 수 있다.

린 잎으로 이동한다. 따라서 만약 마그네슘이 결핍되면 성숙되고 오래된 잎에서 황화현상이 먼저 나타난다. 체관부의 당분 이동기작과 같이 무기질은 당분과 함께 성장 중인 조직으로 이동된다(그림 36.20). 반대로 이동성이 작은 무기질이 결핍된 경우에는 어린 조직이 먼저 영향을 받는다. 성숙한 조직은 이미 적당한 양을 보유하고 있으므로 무기질 공급이 부족한 기간을 견디어 낼 수 있다. 예를 들면, 철분은 식물체 내에서 쉽게 이동하지 않는데 철분이 결핍되면 성숙한 잎에서 어떤 증상이 나타나기도 전에 어린 잎(≡) 먼저 황화현상이 나타난다. **식물이 필요로 하는 무기질은 일년 중 시기와 식물의 나이에 따라 달라진다. 예를 들어, 어린 유식물은 무기질 결핍증상을 거의 보이지 않는데, 그 이유는 종자에 축적된 저장물질로부터 방출되는 무기질에 의해 식물체의 필요량이 채워지기 때문이다.**

식물체에서 질소, 인, 포타슘의 결핍은 가장 흔하게 일어난다.