

하영분<sup>1</sup>, 임영진, 정화숙, 박강은<sup>1</sup>

경북대학교 생물교육과, <sup>1</sup>진주교육대학교 과학교육과

## 1. 서론

NaCl은 많은 지역에서 식물의 성장을 억제하며 농작물의 재배면적을 제한하고 있다. NaCl은 많은 식물 종에서 생장, 단백질 합성 및 CO<sub>2</sub>동화와 같은 여러 가지 생화학적 과정에 영향을 미침으로써 식물의 생장 속도를 억제하는데 억제 정도는 식물 종마다 차이가 있고 농도에 따라 다르다. 보리(*Hordeum vulgare* L.)는 50 mM 까지는 생장의 감소를 보이지 않으나 이 이상의 염 농도에서는 생장의 저해를 겪는 염 내성종이다. 황백화된 식물에 빛을 쬐일 때 엽록소가 형성되고 광합성기구가 발달됨으로서 광합성 활성이 증진되므로, 엽록체 발달에 있어서 매우 중요한 시기이다. 그럼에도 불구하고 황백화된 보리를 녹화시킬 때 NaCl의 영향을 살펴본 것은 많지 않고, 또한 녹화된 보리 유식물의 엽록체에 미치는 NaCl의 영향에 관한 보고도 거의 없다.

이 실험에서는 NaCl이 황백화된 보리 유식물의 녹화에 미치는 영향과 NaCl이 보리 유식물에 미치는 영향을 엽록소 함량과 엽록소 형광측정을 통해 알아보려고 한다.

## 2. 재료 및 실험 방법

### 2.1 실험재료

보리(*Hordeum vulgare* L.) 종자를 6시간동안 증류수에 담가 침전시킨 뒤, perite에 파종하여 온도는 22±2℃, 상대습도는 70±5%로 하여 키운 보리 유식물을 실험재료로 이용하였다. 측정에는 제 일엽의 끝에서 1cm 제거하고 난 후 2cm 길이 만큼 잘라서 사용하였다. NaCl의 농도는 0.2 mM에서 1 mM까지 0.2 mM간격으로 각 농도별로 처리하였다.

### 2.2 엽록소 함량

엽록소 추출은 Hiscox와 Israelstam(1979)의 방법에 따라 DMSO를 이용하였으며, 색소 함량 측정은 spectrophomrter(shimadzu)을 사용하였고, 엽록소a와 b의 함량은 Arnon(1949)의 방법에 따라 측정하였고, carotenoid 함량은 Jensen과 Jensen(1971)의 방법에 따라 측정하였다.

### 2.3 엽록소 형광

엽록소 형광은 PAM Chlorophyll Fluorometer( PAM 101, H.Walz, Effeltrich, Germny)를 이용하여 Fo(minnmal fluorescence), Fv, Fm 그리고 Fv/Fm 비(Van Kooten and Snel, 1990) 및 형광소멸요인 qP(photochemical fluorescence quencing), 비광화학적 형광소멸인 qNP(nonphotochemical fluorescence quencing) 그리고 광억제로 유발되는 형광소멸인 qI를 구하였다(Schreiber et al., 1986, Ting and Owens, 1992).

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 황백화된 보리 유식물을 녹화시킬 때 NaCl이 미치는 영향

황백화된 보리 유식물에 NaCl을 처리하면서 측정된 엽록소 a와 b 함량은 0.2 mM 처리구에서는 약 30시간까지는 대조구와 유사한 형태를 보였지만 그 이후부터 대조구 보다 현격히 작아져서 처리시간이 지남에 따라 그 차이가 커졌다. 그리고 0.4 mM에서는 약 10시간까지 증가하였으나 그 후 증가폭이 미세하였으며, 0.6 mM 이상에서는 거의 증가하지 않았다. Carotenoid 함량의 경우도 0.2 mM 처리구에서는 엽록소 a와 b 함량 변화와 유사한 양상을 보였으나 0.4 mM 이상 처리구에서는 처리시간이 지남에 따라 감소하였다.

엽록소 형광 중 Fo 변화는 0.2 mM과 0.4 mM 처리구에서는 대조구와 유사한 양상을 보였으나 그 이상의 NaCl 처리 농도에서는 그의 증가하지 않았다. 그리고 Fv 변화는 0.2 mM과 0.4 mM 처리구에서는 약 30시간까지는 대조구와 유사한 변화양상을 보였으나 그 이후 대조구보다 큰 폭의 감소를 보였다. 0.6 mM 이상의 처리구에서는 녹화초기에 증가하였으나 처리시간이 지속됨에 따라 감소하였다. Fv/Fm 비는 0.2 mM과 0.4 mM 처리구에서는 Fv 변화와 유사하였으나 0.6 mM 이상의 NaCl 처리구에서 녹화 초기에 대조구 보다는 낮지만 상대적으로 높은 수치로 나타났다. 엽록소 형광 소멸요인인 qP의 경우 NaCl 처리구에서 특히 녹화 초기에 대조구 보다 높게 나타났다. 이와 같은 결과로 보아 황백화된 보리 유식물을 녹화할 때 NaCl을 처리하므로 광계 발달보다는 엽록소 합성에 더욱 영향을 많이 준다는 것을 알 수 있었다.

#### 3.2 녹화된 보리 유식물에 NaCl이 미치는 영향

엽록소 a와 b 그리고 carotenoid 함량은 시간이 지날수록 점차적으로 감소하였으며 처리한 NaCl의 농도에 따라 큰 차이는 없었지만 처리 농도가 0.2 mM과 0.4 mM에서 감소의 폭이 크게 나타났다. 엽록소형광 중 Fo는 처리 시간이 지날수록 감소하였으며 0.6 mM에서 가장 많이 감소하였고, Fv 또한 점차적으로 감소하는 경향을 보였지만 Fo 변화와 달리 처리한 NaCl의 농도가 높을수록 감소의 폭이 크게 나타났다. Fv/Fm 비는 0.2 mM과 0.4 mM 처리구에서는 대조구와 유사한 변화를 나타내었지만 그 이상의 농도에서는 약 30 시간까지는 대조구와 큰 차이가 없었지만 그 후 급격히 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이것으로 보아 NaCl이 녹화된 보리 유식물의 엽록소 함량에 미치는 영향은 미세하지만 광계에 미치는 영향이 큰 것을 알 수 있다.

### 4. 요약

황백화된 보리 유식물을 녹화시킬 때 NaCl이 엽록소에 미치는 영향과 녹화된 보리 유식물에 NaCl이 엽록체에 미치는 영향을 엽록소 함량과 엽록소 형광을 측정하여 알아보았다. 황백화된 보리 유식물을 녹화시킬 때 농도에 따른 엽록소의 함량 변화는 0.4 mM에서 크게 차이가 났으며, 광합성 전자전달계에 미치는 영향은 0.6 mM에서 차이가 크게 나타났다. 녹화된 보리 유식물의 엽록체에 NaCl이 미치는 영향은 고농도의 NaCl을 처리했을 때 엽록소 함량 감소의 폭을 줄였으나, 광합성 전자전달 활성은 저농도의 NaCl 처리했을 때에도 크게 영향을 주었다.

참고문헌

- Bolhar-Nordenkamp, H.R. and G. Oquist, 1993, Chlorophyll fluorescence as a tool in photosynthesis, In, photosynthesis and production in a changing environment, D.O. Hall, J.M.O. Scurlock, H.R. Bolhar-Nordenkamp, R.C. Leegood and S.P. Long(eds.), Chapman and Hall, London, 193-206
- Chin, E. and J. Silverthorne, 1993, Lightdependent chloroplast development and expression of light-harvesting chlorophyll a/b-binding protein gene in the gymnosperm *Ginkgo biloba*, Plant Physiol, 103, 727-732
- Drieseaar, A.R.J., U. Schreiber and S. Malkin. 1994. The use of photothermal radiometry in assessing leaf photosynthesis: II. Correlation of energy storage to photosystem II fluorescence parameters. Photosynth. Res. 40: 45-54
- Mayfield, S.P. and A. Huff, 1986, Accumulation of chlorophyll, chloroplast proteins, and thylakoid membranes during reversion of chromoplasts to chloroplasts in *Citrus sinensis epicarp*, Plant Physiol, 81, 30-35
- 박강은, 1995, 오존이 보리 유식물의 엽록체 발달에 미치는 영향
- 박강은, 정화숙, 1997, 황백화된 보리 유식물의 녹화에 따른 엽록소 함량 변화, 한국생물 공학회지, 12, 47-52.
- 이진범, 홍영남, 이순희, 조영동, 권영명, 1983, Greeing에 따른 보리 어린 식물의 전자전달과 광인산화반응 활성의 변화, 한국생화학회지, 16, 61-71
- 정혜선, 1995, NaCl이 시금치 엽록체의 광합성 전자전달 활성에 미치는 영향