P-18

아연 처리에 대한 전동싸리의 생장과 질소고정 활성의 변화

박태규, 송승달
경북대학교 자연과학대학 생물학과

1. 서 론

Zn은 금속가구, 배관, 도금, 합금재료, 수도관, 제련소 및 산업 폐수 등으로 오염되며, 식물체는 어린잎에서 이동성이 커 100 ppm 정도 함유하는데, 식물체내 Zn 결핍시 단백질과 탄수화물의 합성을 저해하고 황백화되나, 고농도 Zn은 식물체의 뿌리생장 저해와 황백화되며, 실제로 토양에는 식물체의 요구량 이상으로 존재하게 된다(강과 신 1987, 임 1993). 식물체의 중금속 흡수는 식물종과 중금속 종류에 따라 흡수율의 차이를 보인다(Andrew *et al.* 1973, Honma andirata 1978, Michel *et al.* 1994, Oliver *et al.* 1994). 실험실과 오염지에서 서식하는 내성 식물종과 축적된 중금속 함량에 대한 연구가 진행되었으나(Wong and Bradshaw 1982, 김 등 1984, Reeves and Baker 1984, 조와 김 1995) 단기간에 그쳤고, 도심지나 소규모 공단에서 배출되는 Zn이 콩과식물에 미치는 영향에 대한 고찰은 부족한 실정이다. 따라서 나지나 파괴지에 출현하여 군락을 이루는 콩과식물의 생장에 대한 Zn의 영향과 식물체를 통한 중금속의 제거효과에 대한 연구는 절실하다 하겠다.

이에 본 연구는 교란된 생태계나 비교적 오염된 지역에 주로 출현하는 2년생 콩과식물인 전동싸리를 대상으로 구배별로 Zn을 처리하였을 때 전동싸리 식물체의 생장반응과 식물체내 중금속의 축적정도 및 근류의 질소고정 활성의 변화를 분석하여, Zn에 대한 전동싸리의 생장반응의 특성을 밝히고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 식물체의 생장과 중금속처리

재료식물인 전동싸리(*Melilotus suaveolens* Ledeb.)는 야외에서 채종한 충실한 종자를 골라 0.1% $HgCl_2$에 10분간 표면살균하여 30℃ 항온기에서 48시간 발아시켜 뿌리가 1-2cm 되었을 때 직경 10 cm, 높이 17 cm 화분에 5개체씩 이식하여 사경재배를 실시하였다. 식물체는 야외생장실에서 1개월간 생장시킨후 무질소 Hoagland 배양액을 각 화분당 1주일에 2회 100 ml 씩 공급하였다. 14일간 사경재배한 식물은 대조구와 더불어 $ZnSO_4$를 0, 10, 30, 및 100ppm 처리한 배양액으로 생장시켰다. 각 처리구는 처리 후 14일 간격으로 56일까지 생장이 균일한 식물체를 생장과 중금속분석에 이용하였다.

2.2. 식물체의 생장과 질소고정 및 중금속 분석

식물체의 생장은 신장을 측정한 후 엽록소함량은 DMSO(dimethyl sulfoxide)법

(Arnon 1949), 질소고정 활성은 환원된 에틸렌 (C_2H_4)량을 정량하는 ARA(아세틸렌 환원법)을 사용하였다 (Patterson *et al.* 1979). 생체량의 변화는 식물체를 각 기관별로 생량을 측정한 후 70℃ 건조기에서 3일간 건조시켜 건량을 측정하였다. 중금속 축적량은 건조시료를 각각 1g 정도 회화시켜 0.1N HCl 20 ml에 침적, 여과시켜 Jobin Yvon Emission (JY 38 plus) 유도결합플라즈마(ICP, induced coupled plasma)를 이용하여 측정하였다.

3. 결 과

3.1. Zn의 흡수와 식물체내 분배

Zn을 처리했을 때 식물체를 통한 Zn의 흡수와 지상부로의 전이는 처리농도가 증가할수록 뿌리를 통한 흡수는 증가를 보여 10, 30 및 100ppm Zn 처리 14일째 뿌리의 흡수는 각각 128.4, 129.2, 및 269.3 μg/g dr.wt였고, 처리 42일째는 각각 146.1, 202.8 및 606.5 μg/g dr.wt.였다. 대개 식물체의 건물당 Zn의 농도는 100ppm 내외인데(강과 신 1987), Zn 처리 농도가 증가함에 따라 식물체에 과잉으로 축적되었다. 줄기를 통한 광합성기관으로의 전이는 10, 30 및 100ppm Zn 처리 14일째 각각 43.2, 43.5 및 51.4 μg/g dr.wt. 였고, 42일째는 각각 61.7, 77.6 및 179.6 μg/g dr.wt.로 분배율은 10%미만으로, Zn은 지상부로의 이동이 느리고 주로 뿌리에 축적되었다.

3.2. Zn처리에 따른 전동싸리의 생장반응

0, 10, 30 및 100ppm Zn을 처리한 전동싸리의 신장생장은 처리 42일까지는 Zn처리에 따른 차이가 미약하였으나 처리 56일째에는 처리구간 차이를 보여 0, 10, 30 및 100ppm Zn 처리구는 각각 30.3, 28.2, 25.6 및 25.1cm를 나타내었다.

엽록소함량의 변화는 처리 28일까지 유사한 경향으로 변화하였으나 이후 처리구간에 현저한 차이를 보여 처리 56일째 0, 10, 30 및 100ppm Zn 처리구는 각각 1.974, 1.915, 1.868 및 1.806 mg /g fr.wt. leaf을 나타내어 Zn처리에 따라 잎의 생장억제 및 황백화를 초래한다는 결과와 유사한 결과였다(강과 신 1987).

Zn 처리에 따른 생체량의 변화는 처리 42일까지 점진적인 증가를 보였고. 처리 56일째 100ppm Zn 처리구의 생장감소가 나타났다. 10, 30 및 100ppm Zn 처리 42일째 잎량의 변화는 각각 대조구의 86.8, 78.8 및 70.4%였고, 뿌리의 경우는 각각 대조구의 62.7, 60.6 및 50.3%에 해당되었는데, 이는 수목에서 중금속 처리에 따라 뿌리생장이 억제되었다는 보고와 유사하였다(Godbold and Huttermann 1986, 강과 신 1987). 처리 56일째 10, 30 및 100ppm Zn 처리구의 생체량은 각각 대조구의 75, 68.7 및 48.1%로 100ppm 처리시 생체량은 50%이하로 감소하여 억제가 현저하였다.

Zn 처리에 따른 지상부의 비율은 처리 14일째 최고치를 보인 후 시간이 경과함에 따라 점차 감소하였으나 대조구에 비해 높은 값을 유지하여 Zn은 초기에 지하부의 생장억제를 초래하고 이로 인해 지상부의 생장이 억제되는 것으로 사려된다. Zn 처리에 따른 광합성기관의 변화는 시간경과에 따라 점차 감소하였으나 대조구에 비해 높은 값을 유지하여 Zn 처리에 따른 광합성기관의 저해는 미약함을 나타내었다.

3.3. 중금속 처리에 따른 근류형성과 질소고정 활성

Zn을 처리한 전동싸리 근류의 질소고정 비활성은 처리 28일까지 급격한 활성의 감소를 나타내었고, 42일째 10ppm Zn처리시 다소 증가하였으나 56일째 급격한 감소를 보였고, 56일째 0, 10, 30 및 100ppm Zn처리구는 각각 37.3, 23.2, 18.3 및 16.7 μM C_2H_4 g fr.wt. $nodule^{-1}$ h^{-1}로 10ppm 이상의 농도에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 근류형성량은 Zn를 처리했을 때 현저한 근류형성의 감소를 나타내 처리이후 완만한 증가를 나타내어 처리 56일째 10, 30 및 100ppm Zn처리구는 각각 대조구의 31.2, 23.1 및 17.5%를 나타내 Zn 처리로 근류형성이 현저하게 저해되었다. 총질소고정량의 변화에서 시간경과에 따라 신속한 증가를 보인 대조구와는 달리 Zn처리구에서는 초기부터 완만한 변화를 보였고, 처리 42일째 10ppm Zn처리구의 고정량이 다소 증가하였으나 56일째 급격히 감소하는 경향을 보였다.

4. 요약

농도별 Zn처리에 따른 전동싸리의 생장과 질소고정 활성의 변화를 살펴본 결과 식물체를 통한 Zn의 흡수와 지상부로의 전이는 처리농도가 증가할수록 뿌리를 통한 흡수는 증가했으나 지상부로의 분배율은 10%미만으로, Zn은 주로 뿌리에 축적되었다. 신장생장과 엽록소함량은 42일까지 처리구간 차이가 미약했으나 56일째 100ppm 처리구에서 저해를 보였다. 생체량은 처리 42일까지 점진적으로 증가했으나, 처리 56일째 100ppm Zn 처리구에서 생장감소가 나타났다. 10, 30 및 100ppm Zn 처리 42일째 잎량은 각각 대조구의 86.8, 78.8 및 70.4%였고, 뿌리는 각각 대조구의 62.7, 60.6 및 50.3%로 지하부의 생장이 억제되었다. Zn을 처리한 전동싸리 근류의 질소고정 비활성은 처리 28일까지 급격한 활성감소를 나타내었고, 근류형성량도 현저한 근류형성의 감소를 보였는데 처리구간 차이는 미약하였다. 결과적으로 아연의 처리로 전동싸리는 질소고정 활성계가 현저한 저해를 나타내었고, 더불어 지하부의 생장감소가 지상부의 생장억제로 나타났다.

참 고 문 헌

Andrew, C.S., A.D. Johnson and R.L. Sanolland, 1973. Effect of aluminium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legume. Aust. J. Agric. Res. 24: 325-339.

Oliver, D.P., R. Hannam, K.G. Tiller, N.S. Wilhelm, R.H. Merry and G.D. Cozens, 1994. The effects of zinc fertilization on cadmium concentration in wheat grain. J. Environ. Qual. 23: 705-711.

Patterson, R.F., C.D. Raper Jr. and H.D. Gross, 1979. Growth and specific nodule acttivity of soybean during application and recovery of a leaf moisture stress. Plant Physiol. 64:551-556.

Reeves, R.D. and A.J.M. Baker., 1984. Studies on metal uptake by plants from serpentine and nonserpentine populations of *Thlspi goesingense* Halaccy(Cruciferae). New Phytol. 98: 191-204.