

임영진^{*}, 정화숙, 박강은¹

경북대학교 사범대학 생물교육과, ¹진주교육대학교 과학교육과

1. 서론

전기 분해시킬 때 발생하는 산소와 수소기체 중 일부는 수중에 용해되기도 하지만 발생된 기포의 대부분은 기포상태로 수면 상으로 상승하며, 양극측에는 활성산소류(O_3 , H_2O_2 등)가 발생한다. 물 속에 염분이나 염소가 존재하게 되면 여러 단계의 반응이 일어나서 안전하면서도 살균력을 갖는 활성염소(HOCl)를 생성하게 되어 양극측 수중에 용존하게 된다. 그리고 HOCl은 중성분자이기 때문에 미생물의 세포막에 OCl^- 보다 쉽게 침투할 수 있어 상대적으로 살균력이 강하다. 그러므로 물을 전기분해하여 만들어진 고농도의 산성 전해수는 매우 뛰어난 살균소독 효과와 유기물 처리효과를 가지면서도 생체에 의한 안정성과 무공해성의 장점을 가지고 있다(1). 특히 초고농도의 이온수는 살균력이 매우 뛰어난 활성산소와 다량의 용존 산소가 포함되어 있어 살균소독 효과(2, 3) 및 병해 방지 효과(4)가 탁월하다. 한편 알카리 전해수는 생명체에 필수적인 mineral (Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Cr 등)을 매우 풍부하게 함유하고(5) 있어서 생명체를 활성화하여 발아나 성장촉진(6), 배양수의 무공해살균 및 수경 재배수(7, 8)의 무공해적 이온 발란스 조절(9) 등에 활용 가능성이 높은 것으로 알려져 있으나, 식물의 발아 및 성장을 촉진할 수 있는 적절한 전해수의 제조 및 이 전해수가 식물체에게 미치는 성장촉진효과를 체계적으로 연구한 보고는 미진하다.

본 실험에서는 산성 및 알카리 전해수가 콩의 성장에 미치는 영향을 알아보기 위하여 전해수를 주면서 7일간 성장시킨 후 콩의 발아율과 생체량 증가, 길이성장 및 가시적인 상태를 알아보았다.

2. 재료 및 방법

1) 전해수 발생 원리

초고농도 전해수 발생장치는 평행평판전극간에 이온 분리기막(ion separation membrane)을 설치하고, 이 전극간에 전압을 인가하면 수중의 이온들이 쿨롱력(Coulomb's force)에 의해 반대극성을 갖는 전극으로 분리 집속되게 하는 작용과 전기분해작용이 일어나게 된다. 물의 전기분해시에 발생하는 산소와 수소기체는 일부가 수중에 용해되기도 하지만 발생된 기포의 대부분은 기포상태로 수면 상으로 상승하게 된다. 이때 양극측에서는 활성산소류(O_3 , H_2O_2 , 등)가 발생된다. 그리고 수도수 중에 염분이나 염소가 존재하게 되면 양극측에는 여러 단계의 반응이 일어나 활성염소(HOCl)가 생성되어 양극측 수중에 용존하게 된다. 그리고 음극측에는 Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Se, Cr 이온과 minerals 등을 풍부하게 포함한다(1). 본 실험에 사용한 전해수는 Fig. 1과 같은 전해수 발생장치를 사용하였으며, 수도수에 10 mM의 NaCl을 용해하여 원수로 사용하여 유

속을 0.5 LPM으로 하였고, 이 때 펄스휴지시간을 1.0 ms, 펄스지속시간을 100.0 ms로 고정하여 평균펄스전류가 1.0 A로 하여 전기분해 한 후 양극에서 분리한 물을 산성 전해수로 하였고 음극에서 분리한 물을 알카리 전해수로 하였으며, 실험시 수돗물로 적정하여 pH를 조절하였다.

2) 실험 재료 및 전해수 처리

농촌 진흥원에서 분양 받은 콩(*Glycine max* L.) 종자를 전해수에 4시간동안 침적한 후 plastic pot에 가재를 8겹으로 깔고 콩 종자 20개를 놓고 그 위에 가재를 2겹으로 덮어서 암조건에 7일간 두면서 발아율, 생체량 그리고 성장길이를 측정하였다. 이 때 온도는 25℃로 하였으며 전해수 공급은 1일 3회 하였다

3. 결과

콩 종자를 각각의 전해수에 4시간 동안 침적한 후 plastic pot의 가재에 파종하여 매일 3회씩 전해수를 준 다음 7일 후의 발아율 조사하였다. 산성 전해수를 주었을 때의 발아율은 대조구보다 높았으며 특히 pH 4.0의 경우 대조구보다 6%높았다. 알카리의 전해수는 pH가 높을수록 발아율은 낮아져서 pH 11.0에서는 대조구에 비해 70%만이 발아하였다.

생체량의 경우는 대조구의 생체량을 100%로 하였을 때 처리한 산성 전해수의 pH가 낮을수록 콩의 생체량 증가는 대조구에 비해 둔화되었으며 pH3.0에서는 대조구에 비해 53%나 낮게 나타났다. 이와는 반대로 산성 전해수의 pH가 6.0과 6.5에서는 대조구에 비해 증가하였다. 알카리 전해수의 경우에는 pH가 높을수록 콩의 생체량 증가는 대조구에 비해 둔화되었으며 pH11.0처리구의 경우는 2일째부터 대조구에 비해 현저하게 감소되는 것을 볼 수 있었다. 그러나 pH 7.5, 8.0, 9.0에서는 콩의 생체량이 대조구에 비해 증가하였으며 이것은 전해수로 수경재배를 했을 때 식물의 성장을 촉진시킨다는 Matsuo와 Sima(1994)의 보고와 일치했다.

전해수가 콩의 길이에 미치는 영향은 산성 전해수에서 pH 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 6.5 로 갈수록 대조구에 비해 증가하였으며 알카리수에서는 감소하였다. 또한 외부적으로 나타나는 형태적인 특징은 pH3.0과 4.0인 산성 전해수를 처리한 경우에는 대조구에 비해 뿌리의 상태가 좋지 않았으며 pH5.0에서는 뿌리의 상태는 대조구와 유사하게 나타났으며 줄기는 대조구보다 더 좋은 상태를 보였다. 알카리를 처리한 경우에는 pH9.0과 10.0에서는 대조구에 비해 뿌리와 줄기의 상태가 모두 나쁘게 나타났으며 pH11.0에서는 부패가 심하게 일어났다.

4. 요약

본 실험에서는 산성 및 알카리 전해수가 콩의 성장에 미치는 영향을 알아보기 위하여 전해수를 주면서 7일간 성장시킨 콩의 발아율과 생체량 증가, 길이성장 및 가시적인 상태를 알아보았다.

강알카리 전해수 처리구의 발아율은 대조구에 비해 많이 낮았지만 pH 4.0인 강산성 전해수 처리구의 발아율은 대조구보다 높았다. 강산성 및 강알카리 전해수를 처리했을 때

콩의 생체량 증가는 대조구에 비해 적었으나 약산성 및 약 알카리 전해수를 처리했을 때에는 대조구보다 생체량 증가가 많았다. 그리고 약산성에서보다 약알카리 전해수 처리구에서 생체량 증가가 많았다. 강산성 및 강알카리인 pH 3.0, 4.0 및 11.0인 전해수 처리구에서 콩의 길이 생장은 심각하게 억제되었으나 pH 7.5인 약 알카리 전해수 처리구에서는 대조구보다 촉진되었다. 뿌리와 줄기의 가시적인 상태는 산성 전해수 처리구가 알카리성 전해수 처리구보다 양호한 것으로 나타났다. 그리고 약산성(pH 6.5)과 약알카리(pH 7.5) 전해수 처리구에서는 뿌리와 줄기 모두 대조구에 비해 가시적인 상태가 양호하게 나타났다. 이와 같은 결과를 종합해보면 약산성 전해수 처리구에서는 콩의 발아율 및 가시적 상태가 대조구보다 양호하였고 약알카리 전해수 처리구에서는 콩의 생체량 및 길이 생장이 촉진되었다.

참 고 문 헌

- 김진규 (1998), 평판전극계의 수중방전과 공간전하제어에 의한 효율적인 강전해수 발생, 경북대학교 박사학위논문, p. 146.
- Shiba, A. and K. Shiba (1994), Applications to dental remedy of aqua oxidation water, *Medical Technology*, **22**, 693-694.
- Nelson S.D. and E.R Walker (1961), *Agricultural Engineering*, p. 688.
- Kisida (1996), Functional water technology to agricultures, New Agriculture and Forest Co., pp. 97-99.
- Iwasawa, E. (1994), What is the aqua oxidation water?, *Expert Nurse*, **10**, 40-45.
- Matsuo, M. and A. Sima (1994), Effects of electrolytic water on the growth of soilless culture plant-Effects of the oxidation reduction potential of electrolytic water on the growth of *Komatsuna* in soilless culture, *Journal of Shita*, **6**, 142-146.
- Matsuo, M. and A. Sima (1994), Effects of electrolytic water on the growth of soilless culture plant-Physical and chemical characteristics of electrolytic water and its progressive variance, *Journal of Shita*, **6**, 128-133.
- Matsuo, M. and A. Sima (1994), Effects of electrolytic water on the growth of soilless culture plant-Effects of solution diluted by electrolytic water on the growth of *Komatsuna* in soilless culture, *Journal of Shita*, **6**, 134-141.
- Katsuhara, M., Y. Yazaki, K. Sakano and T. Kawasaki (1997), Intracellular pH and proton-transport in barley root cells under salt stress: in vivo ³¹P-NMR study, *Plant Cell Physiol.*, **38**, 155-160.
- Nakamura, Y., K. Kasamo, N. Shimosato, M. Sakata and E. Ohta (1992). Stimulation of the extrusion of proteins and H⁺-ATPase activities with the decline in pyrophosphatase activity of the tonoplast in intact mung bean roots under high-NaCl stress and its relation to external levels of Ca²⁺ ions. *Plant Cell Physiol.* **33**, 139-149.