Journal of Bio-Environment Control, 15(4):412-416, (2006)

자기장 영향 하에서의 수질 특성 변화에 따른 채소재배

이형주[1]* · 황재문[2]
[1]국립안동대학교 전자정보산업학부 전자공학전공, [2]생명자원과학부 원예육종학 전공

Vegetables Cultivation by Characteristics Changes of Water with Magnetic Field Effect

Hyung Joo Lee[1]* and Jae Moon Hwang[2]
[1]Electronics Engineering Dept., [2]Horticulture & Breeding Dept., Andong National University, Andong 760-749, Korea

Abstract. A magnetic field oscillator was designed and made. The oscillator was installed around a water pipe and radiated into water which was provided for vegetables cultivation. The oscillator was made with a helmholtz coil and installed a magnetic field sensor inside. The class E amplifier circuit with frequency variance was also used. Hydroponic and soil cultural methods were used for cultivation of lettuce and chinese cabbage with magnetic field water and without. Vitamin C ingredients in the lettuce and chinese cabbage which were grown with magnetic field water were 2.8 times and 1.2 times higher than without the magnetic water. Moreover, the growth acceleration effect of vegetables was shown in lettuce cultivated with the magnetic field water.

Key words : hydroponic culture, magnetic field water, oscillator, vitamin C

*Corresponding authors

서 언

자기장과 전류와의 관계는 100여년 전에 발견되었고 수많은 생물들이 지구 자기장 영향 하에 생활하고 있지만 여전히 자기장의 근원 및 생물에의 영향은 뚜렷하게 밝혀지지 않고 있는 실정이다. 전자분야에서는 이러한 자기장을 이용하여 수많은 전자기기 즉 발전기, 모터, 센서, RFID 등이 개발되어 사용되고 있다. 자기장으로 처리된 물은 자기유체역학(MHD) 이론을 기초로 자기장을 통과시킨 물로서 보통의 물과 아무런 차이가 없는 듯하지만 물의 특성(침투, 용해, 세정, 전도성 등)을 더욱 강력하게 향상시킨 자화수가 된다. 이러한 자화수의 물리화학적 성질(Jeon 등, 2001; 2002)에 대한 연구가 보고 되었다. 그리고 공업용수를 자화시킨 경우 배관 내부에 Scale의 양이 감소되고(Coey와 Cass, 2000), 자화수를 사용하여 사육된 물고기에서 조직 내 칼슘의 농도가 일반적인 물고기보다 현저하게 낮았다고 보고 되었다(Zhang과 Wu, 1987). 또한 25°C의 물에 있어서 순수한 산소의 용해도에 대한 외부 자기장의 영향에 관한 연구가 발표되었다(Vack, 1980). 생체물질 내에서의 반응에 대하여 Ma 등(1992)은 일반적인 물보다 자화수에서 glutamate decaraboxylase의 활성도가 30% 정도 증가한다고 하였다. 본 연구는 자기장 발생장치를 개발하여 작물재배 분야에 접목하고자 엽채류의 수경재배 시스템에 장착하여 자기장 유무에 따른 수질, 채소의 생장량 및 성분을 분석하였다.

재료 및 방법

실험에 사용된 전자파 발생 장치는 일정한 자기장을 발생시키기 위해 헬름홀츠 코일을 사용하였으며, 내부에 자속밀도를 감지하는 자기장 센서를 설치하였고, CPU 및 Class E 증폭기로 주파수를 변화시킬 수 있도록 하였다. 이러한 자기장 발생 장치를 양액공급용 플라스틱 파이프 외곽에 장착하여 일정시간 간격으로

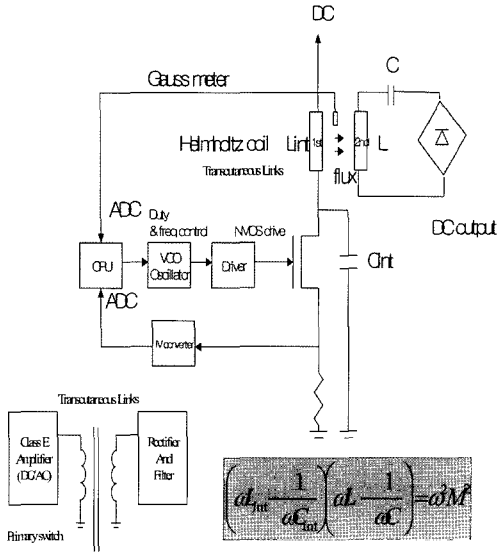

Fig. 1. Block diagram of a magnetic field oscillator.

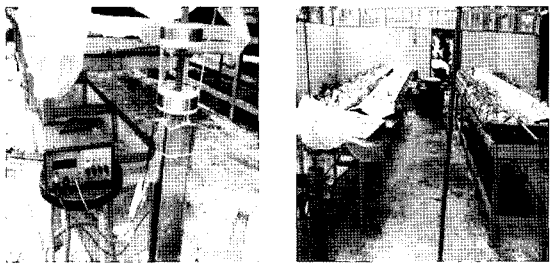

Fig. 2. A magnetic field oscillator and vegetables cultivation in a green house.

작물에 자회수를 공급하였다. 자기장 발생 장치 회로 블록 다이어그램을 나타내었고(Fig. 1), Fig. 2는 양액 공급용 파이프 외곽에 장착된 자기장 장치와 재배시스템을 나태낸 것이다. 수경재배는 비순환식 담액방식을 채택하였으며, 배지경(토경) 방식은 마사토와 시판상토(원조믹스)를 1:1의 부피비로 채운 플라스틱상자(45×40×20cm)에 모종을 심고 점적호스로 양액을 공급하였다. 양액은 수돗물을 원액으로 시판 양액비료(원더그로 1, 2호)를 엽채류의 표준 농도로 조성하였다. 전자파 자기장 발생 장치에 의한 자회수 처리 유무에 따라 적축면상추와 솎음배추를 봄과 가을에 각각 유리온실에서 재배하였다. 시험구는 작물별 2요인(수경과 배지경)으로 완전임의 배치하였으며, 생장량은 초장, 엽수, 엽장, 엽폭, 생체중 등을 조사하였다.

성분 분석용 시료는 수확기(정식 후 30일)에 도달된 상추와 배추이며, 일반 성분은 AOAC(Association of Official Analytical Chemists)법에 의해 분석하였다. 수분 함량은 상압가열건조법, 조회분 함량은 직접회화법으로 분석하였으며, 조단백질 함량은 Kijetec system을 사용한 Kjeldahl 법으로 총 질소함량을 구한 후 단백질 계수 6.25를 곱하여 산출하였다. 조지방은 Soxhlet법으로 추출하여 측정하였으며, 조섬유는 산 및 알카리 분해법을 이용하여 조섬유 분석장치(Fibertest System, Raypa Co.)로 측정하였다. 또한, 비타민 C 분석의 경우 Indophenol 적정법에 의해 환원형 Ascorbic acid를 정량하였다.

결과 및 고찰

자기장 발생 장치를 장착한 처리 유무에 따른 수질의 특성을 나타내었다(Table 1). 자회수 처리물에서 질소가 다소 증가하였고, 인은 줄었으며 산소량 및 전도성이 증가하였다

봄에 재배한 상추의 생장량을 보면(Table 2), 자화수 처리의 수경이나 토경(배지경)은 무처리보다 초장을 제외한 엽수, 엽장, 엽폭, 생체중 등이 많았으며, 특히 생체중에서 그 차이는 컸다. 배추는 수경재배에서 자화

Table 1. Comparison of water characteristics with magnetic field and without magnetic field.

Factor	Non-Magnetic field water	Magnetic field water
pH	7.56	7.62
Temperature (°C)	21.8	21.8
DO (ppm)	6.72	7.20
Conduct (mV)	-32.6	-38.2
TOC (ppm)	2.44	2.09
Cl^- (ppm)	10.62	9.34
T-N (ppm)	0.033	0.048
T-P (ppm)	0.001	0.0007
Zn (ppm)	0.11	0.12
Cd (ppm)	0.001	0.001
Cr (ppm)	0.003	0.003
Fe (ppm)	0.001	0.001
Cu (ppm)	0.007	0.007
Mg (ppm)	3.08	3.11

Table 2. Comparison of vegetables cultivated according to magnetic and growing media treatments in spring.

Crop	Treatment[z]	Plant height (cm)	No. of leaf	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g/plant)
Lettuce	Cont-Hp	29.8	11.6	25.8	12.8	44.8
	-Sc	33.4	11.2	28.4	13.0	43.2
	Mag-Hp	32.2	12.4	26.6	13.4	51.0
	-Sc	32.8	13.2	29.0	14.4	57.6
	LSD(5%)	2.28	3.37	4.56	2.19	21.41
Chinese cabbage	Cont-Hp	39.0	8.4	36.8	13.6	67.8
	-Sc	42.4	10.2	40.4	15.2	88.8
	Mag-Hp	40.2	9.6	39.4	15.4	115.6
	-Sc	37.6	8.6	37.6	13.8	81.0
	LSD(5%)	3.81	1.98	4.32	2.09	28.24

[z]Cont. or Mag-Hp and -Sc mean hydroponic and soil cultured without or with magnetic water.

Table 3. Comparison of vegetables cultivated according to magnetic and growing media treatments in fall.

Crop	Treatment[z]	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaf	Fresh weigh (g/plant)
Lettuce	Cont-Hp	20.9	20.6	11.2	7.8	25.1
	-Sc	30.7	30.2	13.7	8.4	50.1
	Mag-Hp	23.3	22.1	11.4	7.5	31.3
	-Sc	30.9	28.9	12.7	7.5	51.1
	A(Mag- w/o)	*	ns	ns	ns	ns
	B(Culture)	**	**	**	ns	**
	A×B	ns	ns	ns	ns	ns
Chinese cabbage	Cont-Hp	39.0	32.3	11.8	8.4	50.4
	-Sc	40.5	35.7	13.5	8.5	85.5
	Mag-Hp	39.9	34.8	11.5	9.0	61.6
	-Sc	43.2	40.0	13.7	9.4	90.6
	A	ns	ns	ns	ns	ns
	B	**	**	**	ns	**
	A×B	ns	ns	ns	ns	ns

[z]Cont. or Mag-Hp and -Sc mean hydroponic and soil cultured without or with magnetic water.
*,** and ns are Significant at 5%, 1% and non-significant, respectiviely.

수 처리가 무처리보다 모든 생장량이 증가되었으나 토경에서는 이와 반대의 현상을 보였다. 한편 가을에 수경재배한 상추와 배추에서도 자화수 처리가 무처리에 비해 생장량이 높은 경향이었다. 그러나 토경 상추와 배추에서 자화수 처리는 무처리에 비해 생장량이 낮아져 봄과 다른 결과를 보였다(Table 3). 이런 현상은 토경과 수경에 따른 근권온도의 차이 또는 작물에 따라 근권온도의 적정 범위가 다름에서 기인될 것으로 추정되나 보다 자세한 연구가 필요하다고 판단된다. 자화수 처리에 의한 생장 촉진효과는 수경재배에서 현저하게 나타났으나 토경재배에서는 일정한 경향을 볼 수 없었다.

수경재배와 토경으로 재배한 엽채류의 일반성분 및 비타민 C을 분석한 결과(Table 4), 상추와 배추 모두

Table 4. Nutrient value and vitamin C comparison of vegetables in hydroponic culture.

Crop	Treat.	Water (g%)	Crude protein (g%)	Crude fat (g%)	Crude fiber (g%)	Ash (g%)	Vitamin C (mg%)
Hydroponic culture							
Lettuce	Control.	95.7	1.4	0.3	0.6	0.8	10.3
	Magnetic	95.7	1.3	0.3	0.6	0.9	9.8
Chinese cabbage	Control.	96.4	1.1	0.1	0.5	0.6	11.9
	Magnetic	96.0	1.2	0.2	0.5	0.6	10.8
Soil culture							
Lettuce	Control.	96.8	1.0	0.3	0.4	0.9	4.1
	Magnetic	96.3	1.0	0.3	0.8	0.9	11.4
Chinese cabbage	Control	96.0	0.9	0.1	0.4	0.9	9.9
	Magnetic	95.3	0.9	0.1	0.6	1.1	12.2

Fig. 3. Growth comparison of vegetables grown with magnetic field water in soil (right) and hydroponic (left) culture.

무처리와 자화수 처리간에 차이가 별로 없었다. 그러나 배지경에 재배한 채소의 일반성분은 무처리 및 자화수 처리간에 차이가 크지 않았으나, 비타민 C 함량에 있어서는 자화수 처리가 무처리에 비해 상추 2.8배, 배추 1.2배 더 많은 것으로 조사되었다. 따라서 수경에 비해 배지경 채소의 생장량이 월등한 것으로 나타난 생육 결과(Table 2, 3 및 Fig. 3)와 비타민 C 분석 결과(Table 4)를 동시에 고려하면 토경 상추에 자화수 처리를 적용시키는 것이 효과적이라고 판단된다.

적 요

전자파 자기장 발생 장치를 개발하여 제작한 후, 이를 수경재배와 배지경의 양액 공급관에 장착하여 물에 자기장을 쬔 자화수 처리의 유무에 따른 수질 성분 변화, 배추와 상추의 생장량 변화, 그리고 성분 변화를 분석하였다. 자화수 처리구는 무처리구에 비해 비타민 C 함량이 상추 2.8배, 배추 1.2배로 더 많았다. 또한 자화수 처리에 의한 생장촉진 효과는 상추의 수경과 배지경 재배에서 현저히 나타났으나 배추의 토경재배는 자화수 처리의 효과가 미미하였다. 따라서 토경재배 상추에서 자화수 처리에 의해 생장과 비타민의 함량을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 비타민 C, 수경재배, 자기장수(자화수), 전자파발생장치

사 사

이 논문은 2003년도 국립안동대학교 특별 학술 연구 지원사업에 의하여 연구 발표되었다.

인 용 문 헌

1. Coey, J.M.D., Cass, S.J. 2000. Magnetism and Magnetic Materials. Ashgate Publishing. p. 71.
2. Jeon, S.I., .D.R. Kim, and S.K. Lee. 2001. Changes of solubility speed of salts in magnetized water and crystal patterns of NaCL, KCL, and Gypsum intermediated by magnetized water. J. Korean Chem. Soc. 45(2):116-130.
3. Jeon, S.I., D.R. Kim, S.K. Lee, and D.S. Kim. 2002. Study on the effect of magnetized water in the precip-

itation reaction of salts and in the hydration hardening speed of Gypsum plaster. J. Korean Chem. Soc. 46(1):76-89
4. Ma, Y.L., H. Ren, S. Ren, E.K. Zhen, G. Hao, and Y.W. Zhao. 1992. Activity of glutamate decaraboxylase in the magnetized water. J. Tongji Med. Univ. 12(4):193.
5. Vack, V. 1980. Change of the oxygen solubility in water under magnetic field. Thermochim. Acta, Czech. 35(2):181-185.
6. Zhang, Y.S. and H.W. Wu. 1987. Effects of fish in the magnetized water. Z. Urol. Nephrol. 80(9):517.