NaCl 처리가 민트류의 생육 및 항산화 활성에 미치는 영향

최 영 · 장매희*

서울여자대학교 원예생명조경학과

Effects of NaCl Treatment on Growth and Antioxidant Activity of Mints

Young Choi and Maehee Chiang*

Dept. of Horticulture, Biotechnology & Landscape Architecture, Seoul Women's Univ., Seoul 139-774, Korea

Abstract

To determine the metabolic response of salt stress in mint, the growth and physiological responses to NaCl were investigated. The growth and physiological metabolic reactions to salt concentration were compared in six species mints including peppermint(*Mentha × piperita*), eau de cologne(*Mentha × piperita* f. *citrata*), chocomint(*Mentha × piperita* f. *citrata* 'Chocolate'), spearmint(*Mentha spicata*), applemint(*Mentha suaveolens*), pineapplemint(*Mentha suaveolens* 'Variegata'). Plant height, leaf length, and leaf width decreased as salt concentration increased. Shoot fresh weight in the low salt concentration treatment was slightly higher than the control. Antioxidant activity, total polyphenols and total flavonoids increased in mint to salt stress with different responses by species. Chocomint and spearmint had high salt resistance, antioxidant activity, total polyphenols, and total flavonoids. The growth of spearmint was significantly different to salt concentration. On the other hand, applemint was sensitive to salts and had lower values of antioxidant activity, total polyphenols, and total flavonoids.

Key words : Herb, Antioxidant activity, Total polyphenols, Total flavonoids

I. 서론

염 스트레스는 삼투압으로 인한 이온 불균형 및 뿌리의 수분흡수 저하 뿐 아니라 이차적 산화스트레스를 동반하는 복합적 스트레스 요인 중의 하나인데, 식물체는 염 스트레스 시 수반되는 활성산소종의 증가를 막기 위해 항산화 물질 및 항산화 효소들을 생산한다. Kim et al.(2010)은 저 농도의 염처리가 배추의 생육 및 품질을 촉진시켰다고 보고한 바 있다. 그러나 염 스트레스 시 즉각적이고 일시적으로 증가하는 항산화 효소와는 달리, 항산화 물질들은 2차 대사산물로 생성된 후 식물체 내에 축적된다(Ross and Sombrero, 1991; Delfine et al., 2005). 항산화성을 나타내는 식물의 2차대사산물은 염 스트레스 외에 고온, 건조, 강광 등과 같은 환경 스트레스 요인을 포함한 외부자극에 대해 자신을 보호하기 위해 생성되는 물질로 알려져 있다(Munne-Bosch et al., 1999). 대표적인 항산화물

질로는 ascorbic acid(비타민 C), α -tocopherol(비타민 E), β -carotene, glutathione(GSH), ubiquinone, 요산 등의 저분자 항산화물질과 총 폴리페놀류 및 총 플라보노이드 등을 들 수 있다(Su et al., 1988; Alsher and Hess, 1993; Last et al., 1997). 식물 유래 천연물 항산화제로 많은 관심을 받고 있는 페놀성 화합물은 원래 photodamage로부터 자신을 보호하고(Close and Mcarther, 2002), 초식동물과 해충류에 대한 방어기작으로 생성, 축적되는 성분으로 알려져 있다(Stevenson et al., 1993).

허브식물의 정유 성분 생합성 역시 유전적 요인(Hay and Waterman, 1993) 외에 환경적 요인의 영향을 받는다. 정유 수율 및 품질은 재배지역 및 질소 형태(Shin and Park, 1999; Choi et al., 2010), 재배방법(Naiem et al., 1987; Mauro et al., 1994; Park et al., 1999), 채취시기(Kim, 2005) 등에 따라 차이가 난다. 이는 적절한 스트레스 처리가 오히려 식물의 방어 기작을 자극하여 정유의 주요 구성성분인 terpenoid나 항산화성을 나타내는 phenolic compound 등의 함량 증진에 영향을 끼치고, 아울러 경제적 고부가 가치산물의 창출 가능성을 시사한다.

꿀풀과(Lamiaceae) 허브식물의 phenolic diterpenes(Kivilompolo and Hyotylainen, 2007), flavonoid(Madsen and Bertelsen,

Received on January 12, 2015. Revised on February 23, 2015.

Accepted on February 24, 2015.

*Corresponding author: mhchiang@swu.ac.kr

본 연구는 서울여자대학교 2014학년도 교내 학술 특별연구비 지원을 받았음.

1995), phenolic acid(Cao and Cao, 1999) 등은 항산화성뿐만 아니라 항균을 나타내는 2차 대사산물로서, 천연 항산화제로서의 개발 가능성이 높은 성분들이다(Choudhury et al., 2006). 꿀풀과 식물의 대표적 허브식물로 꼽히는 민트는 약 40여종이 알려져 있는데, 경제적 가치가 큰 식물이지만 재배에 관한 연구는 많이 부족하다(Diaz-maroto et al., 2003; Park, 2003). 특히 염류집적 및 산업 부산물의 유입으로 인한 고염류 토양 조건에서의 재배법 연구와 이와 관련한 기능성탐색 연구도 필요한 실정이다(Amer, 1995). 따라서 본 실험은 경제적 가치가 높을 뿐 아니라 항균·항산화성이 높다고 보고된 민트를 이용하여 염 스트레스 처리 시 품종간의 생육 및 생리적 대사작용과 염에 대한 감수성이나 저항성을 비교하고자 실시하였다. 이는 앞으로 고기능성 작물의 안정적 재배시스템 개발 및 산업적 응용 가능성 확보에 활용이 가능할 것이다.

II. 연구방법

공시재료는 페퍼민트(peppermint, *Mentha × piperita*), 오데코롱민트(Eau de cologne mint, *Mentha × piperita* f. *citrata*), 초코민트(chocomint, *Mentha × piperita* f. *citrata* 'Chocolate'), 스피아민트(spearmint, *Mentha spicata*), 애플민트(applemint, *Mentha suaveolens*), 파인애플민트(pineapplemint, *Mentha suaveolens* 'Variegata') 등 민트류 6품종을 사용하였다. 허브농장인 허브다섯메에서 삽목묘를 구입하여 사용하였으며, 실험은 서울 여대 부속농장에서 실시하였다. 플라스틱 하우스의 온도는 25±5℃, 상대습도는 60-70%, 평균일장 15시간, 맑은 날 오전 10-12시경에 측정된 광합성유효광양자속은 330-370μmol·m⁻²·s⁻¹였다. 식물체는 평균 초장 10±1cm, 잎 5장의 균일한 개체를 선발하여 펄라이트를 채운 직경 10cm, 높이 10cm의 포트에 이식하여 2주간의 뿌리의 활착 및 안정 기간을 거친 후 염 처리를 실시하였다.

염 처리는 예비실험을 거쳐 수돗물 처리구인 대조구를 기준으로, 수돗물에 50, 100 및 200mM의 NaCl(Duchefa, 99%)을 처리한 4처리구로 구분하였고, 주 2회 포트당 50mL의 염처리 용액을 관수하였다. 아울러 hyponex 액비(질소 5%, 수용성인산 10%, 수용성가리 5%, 일수화학 제조) 1000배 희석액 50mL를 수확 시까지 주 2회 관수하였으며, 처리구당 5포트를 한 반복으로 하여 3반복 처리하였다.

염 처리 3주 후 초장, 엽장, 엽폭, 생체중 및 건물물을 조사하였다. 초장은 지상부와 지하부의 경계로부터 가장 긴 줄기의 정단까지의 길이를 측정하였고, 엽장과 엽폭은 상단 3마디의 잎을 대상으로 처리구 내에서 평균적인 크기의 잎의 길이와 폭을 측정하였다. 수확한 식물은 지상부와 지하부로 구분하여 각각 정량하고, 70℃

건조기에서 1주일간 건조시킨 후 무게를 측정하여 생체중에 대한 백분율로 환산하였다. 엽록소 측정은 엽록소 측정기(SPAD 502, Minolta, Japan)를 사용하여 측정하였다. 생리적 반응 물질을 분석하기 위한 시료는 염 처리 3주후에 최종 수확한 식물체를 채취하여 사용하였다. DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거활성은 Blies(1958)의 방법을 응용하여 사용하였고, 총 폴리페놀함량은 Folin-Denis법(Folin and Denis, 1915)을 응용(Velioglu, 1998)하여 측정하였으며, 총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법(NFRI, 1990)을 사용하였다. 통계처리는 SPSS를 이용하였으며, 각 군에 따른 유의차 검정은 분산분석을 한 후 5% 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

염 처리에 따른 민트 6품종의 생육 및 생리적 반응을 보면 초장, 엽장, 엽폭 등 외관상의 생육은 염 농도가 증가할수록 감소하였고, 농도에 따른 감소율은 품종 및 부위에 따라 차이가 나타났다(Table 1). Shim et al.(1998) 역시 식물의 염 치사농도, 생장 감소율은 같은 종 간에도 크게 차이가 나서 내염성 품종과 감수성 품종으로 나누어진다고 하였다. 초장을 보면 저농도인 50mM NaCl 처리구의 경우 오데코롱민트가 대조구의 67% 수준으로 감소하였고, 다른 민트류는 77~78%로 비슷한 수준의 초장 감소율을 보였다(Fig. 1). 100mM NaCl 처리구에서는 애플민트는 대조구의 76%로, 스피아민트는 73%, 파인애플민트 72%, 페퍼민트 68%, 오데코롱민트 62%, 초코민트는 59%의 수준으로 초코민트가 가장 많이 감소하였다. 엽 생장량을 보면 엽장과 엽폭 모두 대조구에 비하여 염처리 농도가 증가할수록 감소하였고, 페퍼민트와 애플민트는 저농도 처리에서도 감소가 뚜렷하였다.

지상부 생체중의 변화는 실제 이용 부위인 만큼 재배 및 수확 측면에서 중요한 요소이다. 염농도에 따른 품종별 생체 감소율은 달랐지만 페퍼민트, 오데코롱민트, 파인애플민트는 비교적 저농도에 속하는 50mM NaCl 처리구부터 지상부 생체중의 감소가 일어났다(Fig. 2). Cuartero and Rafael(1999)은 토마토가 염 스트레스를 받으면 뿌리보다는 지상부의 생육이 더 억제된다고 보고한 바 있다. 한편 초코민트와 스피아민트는 비교적 저농도 염처리구에서는 오히려 지상부 생체중이 대조구보다 약간 증가하였고, 그중 스피아민트는 100mM NaCl 처리구에서도 대조구보다 지상부 생체중이 약 1.18배 증가되어 염에 대한 저항성이 있는 것으로 생각되었다.

지하부 생체중은 고농도 처리구인 200mM NaCl 처리구에서는 감소하였으나 저농도 처리구인 50과 100mM NaCl 처리구에서는

Table 1. Effects of NaCl concentration for 3 weeks on the growth of 6 species of mints.

NaCl (mM)	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry matter (%)	
				Shoot	Root	Shoot	Root
Peppermint (<i>Mentha × piperita</i>)							
Control	28.01a ^z	2.67a	1.43a	12.06a	6.18ab	12.82b	9.02a
50	21.67b	1.62b	0.63b	11.07b	5.65b	16.27a	8.12a
100	19.17b	1.31b	0.57b	11.96ab	6.77a	15.78ab	8.37a
200	17.33b	1.12b	0.61b	10.54b	4.40b	12.80b	10.07a
Eau de Cologne Mint (<i>Mentha × piperita</i> f. <i>citrata</i>)							
Control	22.31a	2.50a	2.11a	16.03a	4.72a	9.04ab	8.60a
50	14.83b	2.13ab	1.60a	11.99ab	5.61a	9.80ab	6.70b
100	13.83b	1.93ab	1.53b	12.32ab	5.25a	11.40a	6.94b
200	9.17c	1.00b	0.83c	7.27b	4.41a	7.28b	6.55b
Chocomint (<i>Mentha × piperita</i> f. <i>citrata</i> 'Chocolate')							
Control	18.32a	2.62a	1.33a	12.03b	4.97b	11.51c	8.71b
50	14.01b	2.03b	1.03b	15.70a	6.28ab	14.80bc	16.91a
100	10.83c	1.87bc	0.67c	11.67b	6.89ab	20.25a	13.46ab
200	8.83c	1.43c	0.83c	10.56b	7.76a	17.47ab	10.28ab
Spearment (<i>Mentha spicata</i>)							
Control	17.01a	2.31a	1.42a	10.95ab	9.11ab	8.87b	7.34b
50	13.32b	2.03a	1.21ab	12.93a	11.42a	9.94b	8.95ab
100	12.38bc	1.23b	0.97bc	12.89a	8.27b	13.07a	9.14a
200	11.01c	0.93b	0.72c	8.80b	8.88b	12.87b	8.93ab
Applemint (<i>Mentha suaveolens</i>)							
Control	21.83a	2.12a	1.47a	11.81a	6.75ab	9.63b	7.58a
50	17.01b	1.43b	0.67a	11.76a	7.20ab	11.62b	7.92a
100	16.51b	1.23b	0.57a	10.71a	9.05a	14.24a	6.54a
200	12.12c	1.03b	0.61a	8.99b	4.81b	10.40b	5.24a
Pineapplemint (<i>Mentha suaveolens</i> 'Variegata')							
Control	20.83a	3.83a	1.67a	9.92a	5.19a	11.41b	10.42a
50	16.83b	2.87b	1.02ab	8.66a	6.31a	15.76a	4.71b
100	15.02b	1.97bc	0.67b	5.73b	4.19ab	13.49ab	5.28b
200	14.53b	1.31c	0.61b	1.95c	2.19b	13.46ab	5.12b

^zMean separation within columns in each plant by Duncan's multiple range test at the 5% level.

증가하는 경향을 보였다. 이러한 저농도 염 처리구에서의 지하부 생체중 증가는 토양 내 염 집적으로 인하여 높아진 삼투압 때문에 원활하지 못한 뿌리의 수분 흡수를 극복하기 위하여 뿌리 생육이 일시적으로 증가하고 이를 통해 염해를 조절하는 것으로 추측된다. Khan et al.(1999)은 해안가에 서식하는 *Halopyrum mocoronatum* L.의 경우 사경재배 하에서 염 처리를 하였을 경우 저농도인 90mM NaCl 처리구는 뿌리의 생체중과 건물중이 오히려 증가되었고, 그

이상의 농도에서는 감소하기 시작하여 360mM NaCl 처리의 경우는 고사하였다고 하였다.

건물물을 보면 지상부 생체중과는 달리 지상부 건물물은 염처리구에서 모두 증가하는 경향이었고, 지하부의 건물물은 스피아민트와 특히 초코민트를 제외하고는 염처리구에서 전반적으로 감소하는 경향을 보였다.

엽록소 함량은 애플민트, 스피아민트, 초코민트 및 페퍼민트는

Fig. 1. Effects of NaCl concentration for 3 weeks on the relative plant height of 6 species of mints.

염처리구에서 증가하였고, 오데코롱민트와 파인애플 민트는 염처리구에서 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3). 엽록소 증가현상은 일반적으로 염 스트레스 하에서 엽록소 함량이 떨어진다는 보고와는 상반된 결과였으나(Parida and Das, 2005), Kang and Shim(1998)이 보고한 것과 같이 심하게 생육이 억제되어 잎의 노화 및 고사가 일어나기 전의 초기 염 처리 상태에서는 엽내 엽록소의 함량이 일시적으로 증가된다는 보고와 유사한 결과로 생각된다.

특히 진한 암자색을 띠는 초코민트는 대조구의 47.28에 비하여 50mM NaCl 처리구 56.27, 100mM NaCl 처리구 54.59, 200mM NaCl 처리구 54.07로 더 높게 나타났다. Kennedy and De-Fillippis(1999)는 *Grevilea*에서 염 스트레스 처리에 의해 엽록소와 카로티노이드 전체 함량은 줄어들었지만 안토시아닌의 함량은 유의적으로 증가한다고 하였는데, 초코민트의 경우 염 처리에 의한 안토시아닌 함량 증가가 예상되며 이에 대한 추가 연구가 필요하다고 본다. 한편 염 축적은 장기적으로는 엽록소의 감소(Santos, 2004), 광합성 효율의 감소(Munns, 2002) 등을 유발하는데, 오데코롱민트와 파인애플 민트의 경우 엽록소가 감소하였다. 특히 연노랑~연녹색 반엽종인 파인애플민트의 염 특성을 고려할 때 현저한 엽록소 감소로 인한 생리적 대사 변화가 예상되었다. 일반적으로 식물은 염 스트레스를 받으면 기공이 닫히고 광합성 효율이 떨어지는데(Parida et al., 2002), Chon and Park(2003)은 염농도가 증가할수록 콩의 엽록소 함량과 광합성 효율이 떨어진다고 하였고, Choi et al.(1997)도 염농도가 증가할수록 보리의 엽록소 함량이 떨어진다고 밝혔다.

플라보노이드를 포함한 식물체 내의 페놀화합물은 여러 가지 스

Fig. 2. Effects of NaCl concentration for 3 weeks on the relative shoot fresh weight of 6 species of mints.

트레스 요인에 반응하여 식물이 항상성 유지를 위해 생성하는 2차 대사산물로서 항산화, 항균 등 다양한 생리적 반응을 나타낸다(Madsen and Bertelsen, 1995; Cao and Cao, 1999; Kivilompolo and Hyotylainen, 2007). 여러 가지 스트레스 요인 중의 하나인 염 스트레스는 산화적 스트레스 또한 유발시키는데, 식물은 이로 인하여 과다하게 발생하는 활성 산소종을 제거하기 위해 항산화 효소뿐만 아니라 2차대사산물인 항산화물질 또한 생성, 축적시킨다(Alsher and Hess, 1993; Last et al., 1997). 본 실험 결과에서도 품종별, 염 농도별로 증가량은 차이가 있었지만 대체로 염 처리구들이 대조구에 비해 항산화 활성 및 총 폴리페놀, 총 플라보노이드의 함량이 증가한 것을 확인할 수 있었다(Table 2).

민트 품종별 항산화 활성을 DPPH 라디칼 소거법을 이용하여 측정된 결과 항산화 활성이 가장 높았던 품종은 초코민트였다. 초코민트는 대조구 84.14%, 50mM NaCl 처리구 87.03%, 100mM NaCl 처리구 87.83%, 200mM NaCl 처리구 88.03% 순으로 염 처리 시 항산화 활성이 증가하는 경향이었으나 이러한 초코민트의 높은 항산화 활성은 염 처리에 따른 산화적 스트레스를 억제하기 위한 것보다는 초코민트 품종 자체의 항산화 활성이 높은 특성에 기인한 것으로 생각된다. 염처리에 의해 항산화 활성 변화가 가장 뚜렷하였던 스피아민트는 특히 50mM NaCl 처리구에서 85.34%로 항산화 활성이 가장 높았고 200mM 처리구에서도 높은 활성을 보였다. 파인애플민트의 항산화 활성도 100mM NaCl 처리구까지는 대조구 63.61%와의 차이가 거의 없었으나 200mM NaCl 처리구에서 항산화 활성이 82.92%로 증가되는 것으로 나타났다. 오데코롱민트, 페퍼민트, 애플민트는 100mM NaCl 처리구까지는 염농

Fig. 3. Effects of NaCl concentration on the chlorophyll content measured by SPAD of peppermint (*Mentha × piperita*)(A), eau de cologne mint (*Mentha × piperita* f. *citrata*)(B), chocomint (*Mentha × piperita* f. *citrata* 'Chocolate')(C), spearmint (*Mentha spicata*)(D), applemint (*Mentha suaveolens*)(E) and pineapplemint (*Mentha suaveolens* 'Variegata')(F).

²Vertical bars represent $\pm$ SD of the means (n=10).

도가 높아질수록 항산화 활성이 증가되었고 고농도처리구인 200mM NaCl 처리구에서 다시 항산화 활성이 감소하는 경향이 나타났다으며, 애플민트의 항산화 활성은 다른 품종에 비해 낮았다.

염농도별 총 폴리페놀의 함량 변화를 비교한 결과 전반적으로 총 페놀 화합물 함량이 높았던 민트류는 초코민트와 스피아민트로, 이는 항산화 활성 또한 높았던 품종이었다. 또한 오데코롱민트의 총 폴리페놀화합물 함량은 염 처리구가 대조구보다 높았는데, 그중

50mM NaCl 처리구가 가장 높은 함량을 나타내었고 그 이상의 염 농도에서는 점차 감소하는 것으로 나타났다. 파인애플민트의 경우는 100mM NaCl 처리구까지는 대조구와 유사하였으나 200mM NaCl 처리구에서 대조구의 1.75 배로 증가하였다. 페퍼민트와 애플민트의 총 폴리페놀 화합물 함량은 다른 민트류에 비하여 낮은 편에 속하였는데, 그중에서도 애플민트의 총 폴리페놀화합물 함량이 더 낮았으며, 페퍼민트는 100mM NaCl 처리구까지는 염 처리

Table 2. Effects of NaCl concentration for 3 weeks on the DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity, total phenolics, and total flavonoids of 6 species of mints.

NaCl (mM)	DPPH assay ^z (EDA%) ^y	Total phenolics ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	Total flavonoids ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)
Peppermint (<i>Mentha × piperita</i>)			
Control	25.73c ^x	12.79b	2.86b
50	35.16b	17.88a	1.24d
100	41.46a	26.50a	2.66c
200	32.89b	21.58a	4.09a
Eau de Cologne Mint (<i>Mentha × piperita</i> f. <i>citrata</i>)			
Control	28.45c	12.71c	1.27c
50	51.62b	32.69a	2.92a
100	71.24a	30.44a	2.39b
200	46.45b	24.67b	3.06a
Chocomint (<i>Mentha × piperita</i> f. <i>citrata</i> 'Chocolate')			
Control	84.14b	30.52b	4.59b
50	87.03a	81.27a	5.09a
100	87.83a	88.98a	5.07a
200	88.03a	85.08a	5.08a
Spearmint (<i>Mentha spicata</i>)			
Control	41.48c	76.04a	4.94a
50	85.34a	40.48b	5.09a
100	47.06c	67.79a	4.62a
200	69.86b	41.56b	1.75b
Apple mint (<i>Mentha suaveolens</i>)			
Control	32.45a	18.69a	0.92c
50	34.98a	12.75b	0.91c
100	38.92a	7.23c	1.67b
200	30.60a	14.83b	2.41a
Pineapple mint (<i>Mentha suaveolens</i> 'Variegata')			
Control	63.61bc	24.98b	3.56a
50	64.89b	24.90b	2.93b
100	59.47c	24.04b	2.37b
200	82.92a	43.83a	2.35c

^z75% MeOH extracts were used for DPPH assay and quantitative analysis of total phenolics and total flavonoids.

^yElectronic donating activity.

^xMean separation within columns in each plant by Duncan's multiple range test at the 5% level.

농도가 높아짐에 따라 대조구에 비해 총 폴리페놀화합물 함량이 증가하였다. 염 처리에 따른 항산화 활성과 총 폴리페놀 화합물 함량 변화를 연관시켜 고찰해보면 대부분 염 처리 시 대조구에 비해 항산화 활성이 증가하였고, 총 폴리페놀화합물 함량 또한 증가하는

경향이 나타났는데, 여러 연구결과에서도 항산화 활성 및 총 폴리페놀 화합물 함량의 상관성이 보고된 바 있다(Choi, 2001; Valko et al., 2007; Park, 2008; Woo et al., 2010). 한편 Park (2008)은 꿀풀과의 바질(*Ocimum basilicum*)은 품종간 총 폴리페놀 함량에 상당한 차이가 있다고 하였다.

Lee et al.(2001)은 민트류가 비교적 높은 플라보노이드 함량을 가지고 있다고 보고하였는데, 민트류의 총 플라보노이드 함량 변화를 보면 파인애플민트를 제외하고는 대체적으로 염 처리 시 총 플라보노이드의 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 총 플라보노이드 함량이 높은 편에 속하였던 품종은 초코민트와 스피아민트를 들 수 있었는데, 초코민트는 염처리구들이 대조구보다 총 플라보노이드의 함량은 증가되었지만 염 농도별 차이는 나타나지 않았고, 스피아민트는 50mM NaCl 처리구의 총 플라보노이드의 함량이 5.09mg·mL⁻¹로서 대조구 4.94mg·mL⁻¹보다 소폭 감소하였지만 그 이상의 염 농도 처리구에서는 대조구보다 낮아지는 경향을 나타내었다. 또한 파인애플민트는 대조구의 총 플라보노이드 함량이 가장 높았고 염 처리 농도가 높아짐에 따라 플라보노이드의 함량이 줄어드는 것으로 나타났으나 오데코롱민트, 페퍼민트, 애플민트의 경우는 이와 반대로 염 농도가 높은 처리구일수록 대조구 플라보노이드 함량보다 높아지는 경향을 나타냈다.

이상의 실험결과를 종합해보면 염 농도 처리에 따른 민트류의 생육은 염 농도가 높아질수록 억제된 반면, 지상부 생체중은 저농도에서는 대조구보다 약간 증가되는 경향이 나타났고, 지상부 건물중은 염처리구에서 뚜렷하게 증가하였다. 항산화 활성 및 총 폴리페놀의 함량도 역시 증가하는 경향이 나타났다. 또한 총 플라보노이드 함량은 품종에 따라 염처리에 의해 대조구보다 함량이 증가되기도 하고 오히려 감소되기도 하였다. Kim et al.(2010)은 배추의 염 스트레스 처리 시 저농도인 50mM NaCl 처리는 오히려 생장을 촉진하고 글루타치온 및 비타민 C 함량을 증가시키므로 식물의 생장 촉진에 의한 재배 기간의 단축 효과도 기대된다고 하였는데, 본 실험 결과에서도 저농도 염 스트레스 처리에서는 오히려 항산화 활성, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량이 대조구보다 증가되는 경향을 나타내었다. 이처럼 적절한 염 처리는 식물의 방어기작을 자극시켜 2차 대사산물인 항산화 성분을 증진시키고 아울러 생육 촉진효과가 발생하게 되므로 허브식물의 재배 시 활용가치가 높은 경종기술 요소가 될 수 있을 것이다. 특히 항산화성이 이미 보고된 민트류의 경우 더욱 세분화된 실험을 통해 간척지나 염 축적으로 인하여 작물 재배가 어려운 지역에서 간작식물로도 활용이 가능하며 아울러 향을 활용한 고기능성 허브 재배단지 조성을 위한 경관 조정 및 어메니티 증진 자원으로서의 활용 가능성 또한 기대된다.

IV. 적요

본 연구는 대표적 허브식물로 알려져 있는 민트류의 염스트레스에 대한 반응 기작을 구명하기 위한 목적으로 NaCl을 처리하여 민트의 생육 및 생리적 반응을 조사하였다. 페퍼민트, 오데코롱민트, 초코민트, 스피아민트, 애플민트, 파인애플민트 등 6가지 민트류의 생육 및 생리적 대사반응을 조사 비교분석한 결과 염 처리 농도가 증가될수록 민트류의 초장, 엽장, 엽폭은 줄어든 반면, 지상부 생체중은 저농도 염 처리에서는 대조구보다 약간 증가되는 것으로 나타났다. 또한 민트 품종 별로 차이가 있긴 하였지만 일정 염 농도까지는 항산화 활성, 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량이 대조구보다 증가되는 것을 알 수 있었다. 내염성이 강하면서 항산화 활성, 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량이 많은 품종은 초코민트와 스피아민트이며, 스피아민트는 염 농도에 따라 차이가 뚜렷하였다. 반면에 염에 민감하면서 항산화 활성, 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량이 낮은 품종은 애플민트로 나타났다.

V. References

- Alsher, R.G. and J.L. Hess. 1993. Antioxidants in higher plants. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p.1-174.
- Amer, A. 1995. Antioxidative role of some aromatic herbs in refrigerated ground beef patties. Pure Appl. Sci. 22:1475-1487.
- Banchio, E., J.A. Zygadlo, and G.R. Valladares. 2005. Effects of mechanical wounding on essential oil composition and emission of volatiles from *Minthostachys mollis*. J. Chem. Ecol. 31: 719-727.
- Blios, M.S. 1958. Antioxidant determination by the stable free radical. Nature 26:1198-1204.
- Cao, Y.H. and R.H. Cao. 1999. Angiogenesis inhibited by drinking tea. Nature 398(6726):381-384.
- Choi, H.R. 2001. Antimicrobial and antioxidative activities of Korean and Western herbs. MS thesis, Seoul Women's Univ., Seoul, Korea.
- Choi, I.Y., Y.J. Song, D.C. Choi, and W.H. Lee. 2010. A comparative maximum essential oil from six herbs on the basis of harvesting time, cultivation regions & type and drying methods. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28(3):492-496.
- Choi, W.Y., Y.W. Kwon, and J.H. Park. 1997. Physiological responses of winter barley to salt stress at seedling stage. Kor. J. Crop Sci. 42(5): 534-538.
- Choudhury, P., R. Kumar, and A.N. Grag. 2006. Analysis of Indian mint (*Mentha spicata*) for essential, trace and toxic elements and its antioxidant behavior. J. Pharm. Biomed. Anal. 41: 825-832.
- Chon, S.U. and J.H. Park. 2003. Parameters on physiological responses of soybean (*Glycine max* Merr.) to salinity. Kor. J. Environ. Agr. 22(3):185- 191.
- Close, D.C. and C. Mcarther. 2002. Rethinking the role of many plant phenolics-protection from photodamage not herbivores? Oikos 99:166-172.
- Cuartero, J. and F.M. Rafael. 1999. Tomato and salinity. Sci. Hort. 78:83-125.
- Delfine, S., F. Loreto, P. Pinelli, R. Tognetti, and A. Alvino. 2005. Isoprenoid content and photosynthetic limitations in rosemary and spearmint plants under water. Agr. J. Ecosys. Environ. 106:243-252.
- Diaz-maroto, M.C., M.S. Perez-coello, V. Gonzalez, and M.D. Callo. 2003. Influence of drying on the flavor quality of spearmint (*Mentha spicata* L.). J. Agr. Food Chem. 51:1265-1269.
- Folin, A.D. and W. Denis. 1915. A colorimetric method for the determination of phenols and phenol derivatives in urine. J. Biol. Chem. 22:305-308.
- Hay, R.K.M. and R.G. Waterman. 1993. Volatile oil crops. Longman Scientific & Technical, England.
- Kang, B.H. and S.I. Shim. 1998. Screening of saline tolerant plants and development of biological monitoring technique for saline stress. 1. Survey of vegetation in saline region and determination of saline tolerance of the plant species of the region. Kor. J. Environ. Agr. 17(1):26-33.
- Kennedy, B.F. and L.F. De-Fillippis. 1999. Physiological and oxidative responses to NaCl of the salt tolerance *Grevillea ilicifolia* and the salt sensitive *Grevillea arenaria*. J. Plant Physiol. 155:746-754.
- Khan, M.A., I.A. Ungar, and A.M. Showalter. 1999. Effects of salinity on growth, ion content, and osmotic relations in *Halopyrum mucronatum* (L.) Stapf. J. Plant Nutr. 22:191-204.
- Kim, J.S., I.S. Shim, and M.J. Kim. 2010. Physiological responses of chinese cabbage to salt stress. Kor. J. Sci. Technol. 28(3):343-352.
- Kim, S.W. 2005. Seasonal variation of essential oil during the growing season in *Agastache rugosa* Kuntze. MS thesis, Kyungnam Univ., Changwon, Korea.
- Kivilomopolo, M. and T. Hyotylainen. 2007. Comprehensive two-dimension liquid chromatography in analysis of Lamiaceae herbs: Characterization and quantification of antioxidant phenolic acids. J. Chromatography 1145:155-164.
- Last, R.L., P.L. Conklin, and D.J. Kliebenstein. 1997. Genetic approaches to studies of free radical detoxification in *Arabidopsis*. In Abstracts of keystone symposium in metabolic engineering in transgenic plants. Copper Mountain, Colorado, USA. p.8.
- Lee, J.M., E.S. Son, S.S. Oh, and D.S. Han. 2001. Contents of total flavonoid and biological activities of edible plants. Kor. J. Dietary Culture 16(5):504 -514.
- Madsen, H.L. and G. Bertelsen. 1995. Spices as antioxidants. Trends Food Sci. Technol. 6:271-277.
- Mauro, M., R. Piccaglia, and E. Giovannelli. 1994. Effects of planting time and mineral fertilization on peppermint (*Mentha × piperita* L.) essential oil composition and its biological activity. J. Flavour Fragr. 9:125-129.
- Munne-Bosch, S., K. Schwarz, and L. Alegre. 1999. Enhanced formation of α -tocopherol and highly oxidized abietane diterpenes in water-stressed rosemary plants. Plant Physiol. 121:1047-1052.

- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.* 25:239-250.
- Naiem, E., E. Keltawi, and R. Croteau. 1987. Influence of foliar applied cytokinins on growth and essential oil content of several members of the Lamiaceae. *Phytochemistry* 26(4):891-895.
- NFRI. 1990. Manual of quality characteristic analysis for food quality evaluation(2). National Food Research Institute, Skuba, Japan.
- Parida, A.K., A.B. Das, and P. Das. 2002. NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove *Bruguiera parviflora* in hydroponic cultures. *J. Plant Biol.* 45:28-36.
- Parida, A.K. and A.B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants. *Ecotoxicol. Saf.* 60:324 -349.
- Park, K.W. 2003. Herb and aromatherapy. Sunjinmunhwasa, Seoul, Korea.
- Park, K.W., J.H. Jeoung, and M.J. Lee. 1999. Effect of solution concentration and nitrogen form on the content of internal quality of Japanese mint grown in hydroponics. *Hort. Environ. Biotechnol.* 40(3):341- 344.
- Park, M.H. 2008. A study on the measurement of antioxidation substance in basil and the development of antioxidation food. PhD dissertation, Uiduk Univ., Gyeongju, Korea.
- Ross, J.D. and C. Sombrero. 1991. Environmental control of essential oil production in mediterranean plants. In: J.B. Harbone and F.A. Thomas-Barberan. (eds.). *Ecological chemistry of plant terpenoids*. Clarendon Press, Oxford, UK. pp. 83-84.
- Santos, C.V. 2004. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *Sci. Hort.* 103:93-99.
- Shim, S.I., S.G. Lee, and B.H. Kang. 1998. Screening of saline tolerant plants and development of biological monitoring technique for saline stress. II. Responses of emergence and early growth of several crop species to saline stress. *Kor. J. Environ. Agr.* 17(2):122-126.
- Shin, K.E. and H.K. Park. 1994. Changes of essential oils from *Mentha piperita* L. influenced by various cultivation conditions and harvesting time. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 26(5):512-519.
- Stevenson, P.C., J.C. Anderson., W.M. Blaney, and M.S.J. Simmons. 1993. Developmental inhibition of *Spodoptera litura* (Fab). larvae by novel caffeoylquinic acid from the wild groundnut, *Arachis paraquariensis*. *J. Chem. Ecol.* 19:2917-2933.
- Su, J.D., T. Osawa, and M. Namiki. 1988. Tanin antioxidants from *Osbeckia chinensis*. *Phytochemistry* 27:1315-1317.
- Valko, M., D. Leibfritz, J. Monocol, M.T.D. Cronin, M. Mazur, and J. Telser. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human diseases. *Intl. J. Biochem. Cell Biol.* 39:44- 48.
- Velioglu, Y.S., G. Mazz, L. Cao, and B.D. Oomah. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.* 46:4113-4117.
- Woo, J.H., H.S. Jeong, Y.D. Chang, S.L. Shin, and C.H. Lee. 2010. Antioxidant activities of fractions obtained from flowers of *Coreopsis tinctoria* Nutt. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28(1): 115-119.