

# 통통마디(*Salicornia herbacea*)의 인공상토 재배 시 해수농도별 생육 및 무기성분 흡수에 미치는 영향

김영석<sup>1</sup> · 허무룡<sup>1\*</sup> · 박중춘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 농과대학 원예학과, <sup>2</sup>시설원예연구소

## Effects of Culture Media and Seawater on Growth and Mineral Concentrations in Glasswort (*Salicornia herbacea*)

Young-Suk Kim<sup>1</sup>, Moo-Ryong Huh<sup>1\*</sup>, and Joong-Choon Park<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Horticulture, Gyeongsang Nat'l Univ. Jinju 660-701, Korea

<sup>2</sup>The Research Institute of Geenhouse Horticulture

\*corresponding author

**ABSTRACT** The experiment was carried out to examine the effect of culture media and seawater on growth and mineral concentrations in Glasswort (*Salicornia herbacea*). Glassworts were grown in a greenhouse with 0, 10, 30 and 90% seawater and with or without nutrient media. The salinity tolerance affected on shoot height and Na, K and Ca concentrations significantly. The shoot height was increased with 10 and 30% seawater concentrations. At the higher seawater concentrations, more Na accumulated in a shoot was observed. The application of seawater concentration was effective on increasing Na, Mg, and Fe, concentrations and green leaf area rate and on decreasing K concentration. K/Na ratio of shoot was decreased at high seawater concentration, whereas Na concentrations was lowered at a low seawater concentrations. The mineral concentrations were changed according to the growing season. Na, K and Mg were high in June and Ca and P in September, respectively.

**Additional key words:** Na accumulation, K/Na ratio, salinity tolerance

### 서 언

염생식물의 생육에 영향을 미치는 환경요인으로는 해수의 유입, 토양의 염 함량과 배수성, 담수의 유입, 침수, 강수, 증발 및 토성 등이 복합체적으로 영향을 미친다고 할 수 있다(Kim과 Ihm, 1988). 또한 염생식물은 무기성분 중에서 Na의 측면에서 특이한 현상을 보이며 흡수하는 이온의 함량, 종류, 축적부위도 다르다(Flower 등, 1977; Greenway와 Munns, 1980). 자연상태의 식물은 다양한 형태의 환경 스트레스에 노출되고, 이로 인해서 식물체는 자신의 생장, 생리, 생존에 큰 변화를 일으킬 수 있다. 그리고 토양의 고염류화 환경을 만들고 있는 지역으로 항상 습한 상태를 유지하는 해안 염습지와 지속적인 토양의 수분증발로 인해 지표면에 집적된 염류가 축적되는 사막건조지대 등은 염류화 현상이 증가되고 있다(Cheeseman, 1988). 최근의 염해는 시설재배지역 및 간척지 등에서 매우 다양한 양상을 보이고 있는데 과도한 염류집적이

일어나면 특정이온에 의한 독성이나 수분흡수 장애가 나타나 생산성을 크게 저하시킨다(Bernstein, 1975). 식물이 염스트레스에 직면했을 때 줄기나 뿌리의 감소, 초장 및 건물중의 감소, 엽면적의 감소 등이 나타난다(Lee 등, 1998).

통통마디(*Salicornia herbacea*)는 우리나라 남해안과 서해안 간척지 바닷가의 염습지대에 자생하는 1년생 초본류로서 저위염습지, 하구의 간조대, 폐염전 등에 군락을 형성하고 있으며, 염스트레스에 대해 내성을 갖는 특징이 있다(Kim과 Song, 1983; Min, 1990). Ihm과 Lee(1986)는 염분농도에 따른 통통마디의 생존율을 측정할 결과 0-40% NaCl의 넓은 범위의 염분농도에 적응할 수 있으며, 생육기간 중 일정한 수분상태를 유지하기 때문에 내염의 범위가 넓다고 하였다. 갯벌식물인 통통마디는 고염습지지역에서 생육이 가능하고 염류를 흡수하여 체내에 저장하는 능력을 가지고 있다. 그리고 다량의 염분을 체내에 축적할 뿐 아니라 Mg, Ca, Fe, 그리고 K 등의 천연 미네랄을 다량 함유하는 식물로 알려져 예로부터 민간요법

※ Received for publication 9 May 2001. Accepted for publication 24 June 2001.

으로 이용되고 있어, 식용채배 및 기능성식품으로서 활용가능성을 충분히 가지고 있다. 따라서 자생지 통통마디의 생육단계별 무기성분의 변화를 파악하여 최적의 채취시기를 알아보고, 온실 내에서 인공상토를 이용해 염수농도별로 시험재배하여 생육 및 무기성분 흡수경향 변화와 재배가능성을 알아보기 위하여 실험을 실시하였다.

## 재료 및 방법

공시재료는 초장 10cm 내외의 통통마디 식물을 2000년 5월 29일에 경남 하동군 갈사면 자생지에서 채취하여 700mL pot에 정식하여 8월 31일까지 약 92일간 경상대학교 부속농장 유리온실에서 실험재배를 수행하였다. 공시상토는 무비상토와 유비상토(상품명 “토실이”, 신안그로(주), 진주, 이하 토실이라고 명명)를 사용하였으며, 토실이 상토의 성분조성은 코이어, 피트모스, 펄라이트, 질석, 훈탄 등이 혼합되었다. 유비상토는 50L당 N-P-K 비율이 0.29-0.52-0.29로 혼합처리되었으며 이때 pH는 6.3±0.5, EC는 1.0 mS·cm<sup>-1</sup> 범위였으며, 무비상토의 pH는 6.5±0.3, EC는 0.21mS·cm<sup>-1</sup>(상토 : 증류수 = 1 : 5) 범위였다.

처리구는 총 7처리 5개체 3반복 난괴법으로 저면관수하였으며, 관수용 해수는 하동군 갈사면 지역의 해안 해수를 관수용수로 사용하였다. 해수의 농도는 각각 10, 30, 90%의 농도로 희석하여 처리하였고, 대조구는 무비토실에 해수농도를 0%로 처리하였다. 그리고 자생지에서의 생육을 알아보기 위해 온실조사와 병행하여 자생지역

의 생육도 조사하였다. 생육조사는 초장(황화된 길이+녹색길이), 분지수(황화된 분지수+녹색분지수), 지상부 생체중과 건물중을 조사하였다. 자생지의 통통마디는 4월 30일, 6월 30일, 9월 31일에 각각 3회 채취하여 무기성분을 분석하였으며, 채취시기의 초장은 각각 10cm, 30cm, 40cm 내외의 식물체를 사용하였다. 토양분석은 재배종료 시에 채취하여 풍건시킨 후 2mm 체를 통과시켜 분쇄하여 시료로 하였다. 토양의 치환성 양이온은 Ammonium acetate용액을 사용하여 전처리를 하였으며(Koo 등, 1998), P는 Lancaster법을 사용하여 전처리를 한 다음 유도플라즈마 분광분석기(ICP, TJA Atomscans 25, U.S.A.)를 사용하여 분석하였다. 식물체 분석은 농촌진흥청 분석방법에 따라 건조시료 1g에 conc. HNO<sub>3</sub> 5mL을 가하여 180-200℃로 가열건고하여 냉각시킨 후 ternary solution (HNO<sub>3</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : HClO<sub>4</sub> = 10 : 1 : 4) 10mL을 넣고, 200℃에서 가열하여 분해한 다음 토양과 동일한 방법으로 분석하였다. 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System, V. 6.12, Cary, NC, U.S.A.) 프로그램을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

통통마디 자생지역인 하동 갈사지역의 해수와 자생간척지용수의 무기성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 갈사지역의 자생지용수의 무기성분은 Ca를 제외하고는 큰 차이가 없었는데 이것은 자생지역 해수의 증·발산의 결과로 판단된다. 일반적으로 해수는

**Table 1.** Mineral composition of seawater used in the experiment.

Seawater	Na (mg · L <sup>-1</sup> )	Mg (mg · L <sup>-1</sup> )	Ca (mg · L <sup>-1</sup> )	K (mg · L <sup>-1</sup> )	Fe (mg · L <sup>-1</sup> )	P (mg · L <sup>-1</sup> )
Galsa R. <sup>z</sup>	164.4±0.7	22.6±2.3	120.3±1.5	52.3±6.6	2.1±0.0	1.9±0.1
Galsa S. <sup>y</sup>	160.4±1.6	18.4±2.2	103.8±6.1	49.2±7.5	1.3±0.1	2.0±1.6

<sup>z</sup>Reclaimed habitat area.

<sup>y</sup>Natural 'Galsa' area.

**Table 2.** Effects of culture media and seawater concentrations on the growth of Glasswort (*Salicornia herbacea*).

Treatment		Shoot height (cm)	Yellow shoot length (cm)	Green shoot length (cm)	No. of lateral shoot	No. of yellow lateral shoot	No. of green lateral shoot	Shoot (g)	
Media <sup>z</sup> (A)	Seawater (%) (B)							Fresh weight	Dry weight
Tosilee A	0	28.5	22.8	5.8	22.7	17.7	4.5	3.40	0.52
Galsa R.		36.7	34.1	2.6	21.2	18.0	3.2	13.30	2.68
F-test		*	**	*	ns	ns	ns	**	***
Tosilee A	10	29.5 b <sup>y</sup>	8.1 c	21.1 a	22.3 a	4.7 c	17.5 a	7.67 b	1.03 ab
	30	24.7 bc	2.1 c	19.4 a	18.2 a	3.3 c	14.8 a	9.55 ab	0.93 b
	90	18.9 c	0.0 d	18.9 a	19.2 a	1.5 c	17.5 a	4.43 b	0.48 b
Tosilee B	10	38.9 a	35.7 a	2.9 b	25.3 a	25.0 a	0.5 b	9.03 ab	1.33 ab
	30	40.2 a	40.3 a	0.0 b	26.3 a	25.7 a	0.3 b	11.90 a	1.95 a
	90	23.1 bc	25.4 b	2.2 b	19.1 a	19.2 b	0.0 b	5.66 b	0.80 b
Media	(A)	***	***	***	ns	***	***	ns	*
Seawater	(B)	***	**	ns	ns	ns	***	*	*
A×B		ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>Tosilee A (with nutrients), B (without nutrients), Galsa R. (soil of habitat area)

<sup>y</sup>Duncans multiple range test at 5% level.

ns, \*, \*\*, \*\*\* Nonsignificant, significant at P = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

약 3%의 NaCl을 함유하고 있으며, Na<sup>+</sup> 1.05%, Mg<sup>2+</sup> 0.12% 등의 이온을 포함하고 있지만, 실제 간척지 주변의 염도는 바닷물과의 거리, 해수와 담수의 종합비율, 증발량, 침전량 등의 여러 가지 요인에 의해 결정된다고 알려져 있다.

갈사지역의 해수를 이용하여 토실이상토 재배시험을 실시한 결과 통통마디의 생육정도는 Table 2와 Fig. 1에서 보는 바와 같이 거의 모든 조사형질에서 높은 유의차를 보였다. 유비 토실이(A)에서 초장은 해수의 농도가 0%에서 90%로 높아질수록 유의성 있게 감소하였으나, 농도가 0%일 때 황색길이는 길었으며 녹색길이는 짧은 경향을 나타내었다. 따라서 해수농도가 증가함에 따라 녹색길이의 유지가 가능하다는 것을 보여준다. Lee 등(1998)의 연구에서 담배는 염스트레스 환경에서 염분의 농도가 증가할 때 직경, 생체중, 건물중의 감소가 뚜렷한 것으로 보고하였다. 그리고 통통마디의 생육은 상토 종류보다는 해수농도의 변화에 따라 달라지는 것을 알수 있었다. Cho 등(1996a)은 토마토 양액재배 시 염도가 증가함에 따라 엽면적이 감소하고 엽생체중 및 건물중이 감소하였으며 고 염도로 인해 Ca 등의 양분흡수가 감소하여 생장이 감소된다고 하

였는데 본 연구에서도 비슷한 경향을 나타내었다.

분지수는 유비토실이와 무비토실이에서 해수처리 간에 유의차가 없었다. 그리고 온실에서 재배된 해수 농도별 pot 상토 시험구의 생육정도는 자생지에서 재배된 것보다 생육이 다소 저조하여 해수 농도가 증가할수록 초장이 감소하는 효과가 나타났다. Cho 등(1996b)은 토마토의 육묘 시 염도실험에서 염도 수준이 증가함에 따라 토마토의 초장이 뚜렷하게 감소한다는 결과를 보고하였다. 또한 Nam 등(1997)은 염해 시 기공이 닫히게 되면 광합성과 증산율이 감소되어 탄수화물 생성이 억제되고 양·수분의 흡수가 저해되어 결국 생육을 감소시킨다고 하였다.

이상의 결과에서 유비토실이는 해수농도가 10%, 그리고 무비토실이에서는 해수농도가 30%일 때 초장이 가장 길었으며, 90%의 농도일 때 가장 짧은 결과를 나타내었다. 상토 간에는 유의성을 나타내지 않았으며, 황색부분은 해수율이 낮을 때 증가하였으며 무비상토보다는 유비상토에서 감소하는 경향을 보였다. 그리고 자생지역의 생육을 비교한 결과 초장, 엽수 등에서 큰 차이가 없었으며, 인공적인 상토재배 시에도 무비토양에 해수 10-30% 정도의 염분을

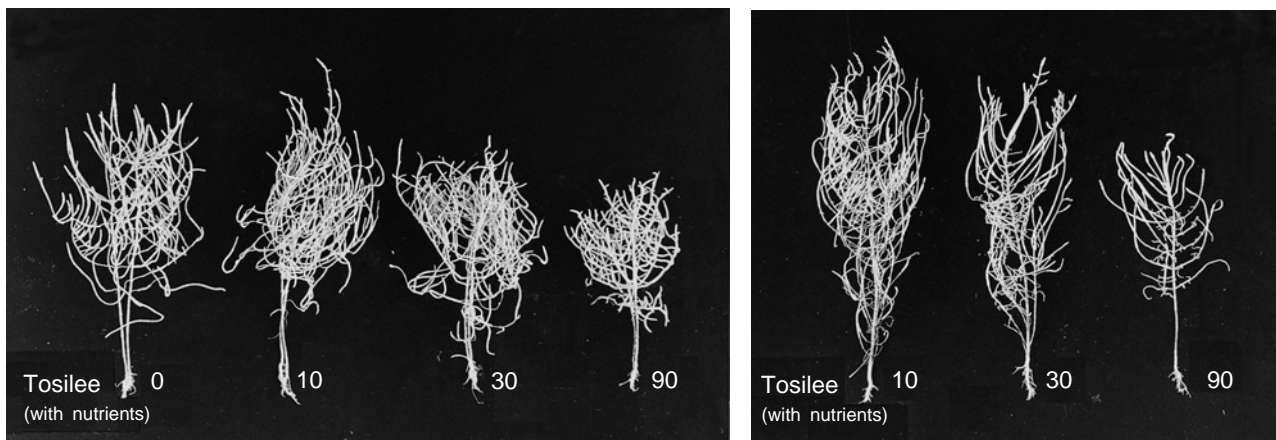


Fig. 1. Effects of seawater concentrations (%) and nutrients on Glasswort after 3 month, growth.

Table 3. Effects of culture media and seawater on the mineral concentrations in Glasswort (*Salicornia herbacea*).

Treatment		Na	Mg	Ca	K	Fe	P
Media <sup>z</sup> (A)	Seawater (%) (B)	(g · kg <sup>-1</sup> )	(g · kg <sup>-1</sup> )	(g · kg <sup>-1</sup> )	(g · kg <sup>-1</sup> )	(g · kg <sup>-1</sup> )	(g · kg <sup>-1</sup> )
Tosilee A	0	79.76	6.50	10.68	30.28	0.16	3.77
Galsa R.		74.12	5.43	4.53	1.18	0.30	2.87
F-test		*	**	***	***	***	***
Tosilee A	10	95.03 c <sup>y</sup>	6.11 c	9.74 a	30.38 a	0.14 b	3.20 a
	30	126.16 b	7.24 b	8.87 ab	20.85 b	0.16 b	3.37 a
	90	152.20 a	8.27 b	7.78 b	18.87 bc	0.37 a	2.76 a
Tosilee B	10	93.28 c	5.88 c	7.43 b	23.98 b	0.18 b	2.24 a
	30	123.85 b	7.96 ab	7.57 b	16.70 c	0.23 ab	2.05 a
	90	158.96 a	8.85 a	8.59 ab	16.24 c	0.25 ab	1.86 a
Media (A)		ns	*	*	***	*	ns
Seawater (B)		***	***	ns	***	ns	ns
A × B		ns	ns	*	**	*	ns

<sup>z</sup>Tosilee A (with nutrients), B (without nutrients), Galsa R. (soil of habitat area)

<sup>y</sup>Duncan's multiple range test at 5% level.

ns, \*, \*\*, \*\*\* Nonsignificant, significant at P = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

공급하게 되면 자생지역과 비슷한 생육을 나타냄을 알 수 있었다.

통통마디의 무기성분을 분석한 결과는 Table 3에 나타나 있다. 자생지역 식물체의 Na의 농도는 각각  $74.12\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 와  $70.88\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 으로서, 온실에서 재배된 것보다 낮은 농도를 보였다. 인공상토에서 Na의 농도가 높은 것은 인공 상토재배 시 지속적인 해수의 저면관수로 인해 Na이 축적된 결과라고 판단된다.

He와 Gramer(1992)는 K와 Na는 길항작용이 있어 외부의 Na 농도가 높을 때 상대적으로 식물체에 흡수되는 K는 적어진다고 하였다. Lee와 Ihm(1988)은 통통마디의 염농도 처리에 따른 생존율 실험에서 적응범위가 넓기 때문에 내염력이 높다는 결과를 보고하였다. Mongi와 Parsons(1992)는 감귤대목의 염스트레스 실험에서 무처리와 염농도를  $4.9\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 으로 처리 시 염처리구에서 잎과 뿌리에서 Na이 유의성 있게 증가한다고 하였다. Flower 등(1977)은 염생식물에서 염의 축적에 의한 연구결과에서 Na는 필수원소이며 다량의 염을 축적할 수 있는 능력을 가지고 있으며 식물체내에 저장하는 양이나 부위가 다르다고 하였다. 그리고 명아주과 식물인 통통마디의 경우에는 염환경에 대한 적응방법으로 흡수된 염을 희석하는 다육질이 된다고 하였다. Min(1990)은 통통마디는 Na 축적형 식물로서 지하부보다 지상부에서 Na이 많으며 식물체내에 축적된 Na과 이들이 생육하는 토양은 정비례한다고 하였다.

통통마디의 특성은 염 흡수에 있어서 체내에 Na이 K보다 많고, Na의 흡수가 빠르며 Na이 식물체내에 축적되는 축적형 식물로서 다육질 형태가 된다고 보고하였다(Min, 1990). 또한 염의 농도가 증가할수록 Na의 흡수량은 증가하고 K와 Ca의 흡수는 감소한다고 하였으며, 염의 농도비율이 낮아진다고 하였다(Grant 등, 1987; Greenway와 Munns, 1980).

인공상토에서 재배된 통통마디의 K/Na 비는 해수의 농도가 증가할수록 뚜렷하게 감소하는 결과를 나타내었는데 상토의 종류와 관계없이 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 2). 이상의 결과는 Greenway와 Munns(1980)의 실험결과와 일치하였는데, 125mM NaCl에서 65일간 생육된 보리의 K/Na 비는 1mM NaCl처리보다 낮은 결과를 나타내었으며, 125mM NaCl처리에 있어 부위별 K/Na 비는 앞에서는 0.7이고, 종자는 8.66으로서 종자에서 K/Na 비가 높다고 하였다.

Lee 등(1998)은 담배의 염스트레스 실험에서 K/Na 비의 변화는 대조구의 1.2에서 NaCl 180mM 처리구에서는 0.21로 감소하였으며, 120mM 이상의 처리구에서 K/Na 비의 감소폭이 증가하였다고 하였다. 그리고 염분농도가 높아짐에 따라 K/Na 비가 감소하였는데, 이것은 식물체내의 Na의 증가 때문이라고 하였다. 특히 K과 Na과 경쟁적 흡수기작을 가지므로 K과 Na의 균형 정도는 단백질 과도 정의 상관관계를 가지고 있다고 하였다.

Kwon 등(1999)은 배추에서 줄기의 K/Na 비는 뿌리나 잎부위보다 높으며, 유엽에서는 K, 프롤린 등을 선호하고, 성숙엽은 Na를 선호적으로 축적하기 때문에 유엽이 성숙엽보다 K/Na 비가 높다고 하였는데, 이는 본 실험의 결과와도 일치하는 경향을 보였다.

Table 4는 통통마디를 3개월 간 온실재배 후 토양을 분석한 결과이다. Na의 함량은 해수의 농도가 증가할수록 뚜렷하게 증가하였으나 다른 성분은 뚜렷한 차이가 없었다. 그리고 지속적인 해수의 저면관수로 인해 상토 내에 Na의 축적으로 자생지역인 '갈사' 지역의 토양보다 Na의 함량이 높은 결과를 보였다. 통통마디 자생지인 서해안 남부지역의 토양을 분석한 결과를 보면 T-N가 0.16%, Na이

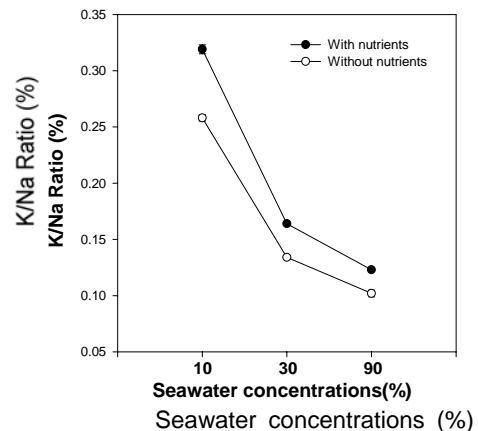


Fig. 2. Change of K/Na ratio with different seawater concentrations and nutrients. Standard error bars are smaller than the symbols used.

Table 4. Changes of mineral contents in used media after experiment.

Treatment		Ex. - cation				Fe	P
Media <sup>z</sup> (A)	Seawater (%) (B)	Na ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	Mg ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	Ca ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	K ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
Tosilee A	0	88±1.5	32±1.0	33±1.0	44±2.5	0.4±0.1	760±3.0
	Galsa R.	66±2.0	35±1.0	31±1.0	345±3.0	0.0±0.0	101±3.0
Tosilee A	10	244±2.2	82±3.5	77±3.5	94±4.5	0.8±0.1	91±1.5
	30	434±6.0	102±4.5	62±4.5	126±4.0	0.2±0.0	1258±4.5
	90	487±2.0	117±4.0	71±4.0	125±8.5	0.1±0.1	1295±5.0
Tosilee B	10	127±1.2	51±1.0	45±1.0	3±0.5	0.0±0.0	514±4.5
	30	207±4.0	67±2.0	38±2.0	32±2.5	0.0±0.0	987±3.5
	90	298±6.3	58±2.0	26±2.0	24±3.5	0.0±0.0	491±6.0

<sup>z</sup>Tosilee A (with nutrients), B (without nutrients), Galsa R. (soil of habitat area)

341mg · kg<sup>-1</sup>, P이 0.3mg · kg<sup>-1</sup>, K이 81mg · kg<sup>-1</sup>의 함량을 나타내었으며(Min, 1990), Koo 등(1998)이 전남 영산강 유역 토양을 분석한 결과를 보면 Ca이 15-25mg · kg<sup>-1</sup>, Mg이 27-42mg · kg<sup>-1</sup>, Na이 48-72mg · kg<sup>-1</sup>, K이 15-25mg · kg<sup>-1</sup>, 갈사지역의 토양과 비슷한 결과를 보였으나 칼륨의 함량은 조금 높았다.

이상의 결과에서 상토재배와 신간작지의 이식재배 가능성이 확인되었으며 상토 및 비료 시비량에 따라 생육과 무기물의 흡수가 달라짐으로 해수농도 및 재배의 적절한 관리를 통하여 통통마디의 생산량을 증대시킬 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 식물체내에 다량으로 축적된 Na 성분을 이용한다면 소금 성분으로서 이용도 가능할 것으로 생각된다.

갈사지역에서 자생하고 있는 통통마디의 생육시기별 지상부생체의 무기성분 분석결과를 보면 채취시기에 따라 큰 차이를 보였는데 Na, Mg, K은 6월이 가장 높았으며 Ca, P은 9월에 가장 높았다(Fig. 3). 그리고 4월 중의 무기성분이 6월과 9월에 비해 가장 낮은 결과를 보여 채취시기에 따라 성분이 다른 것을 알 수 있었다. Na과 K의 감소는 노화과정에서 줄기의 목질화로 진행되는 과정에서 소모되거나 체외로 이동된 것으로 판단된다. Min(1990)이 분석한 자생지역의 통통마디의 무기성분을 분석한 결과 T-N이 14.05g · kg<sup>-1</sup>, Na이 114g · kg<sup>-1</sup>, K이 9.1g · kg<sup>-1</sup>, P이 1.38g · kg<sup>-1</sup>으로 자생지역 통통마디의 분석결과인 Fig. 3의 6월 중의 분석결과와 비슷하였다. 따라서 식물체의 영양적인 요소를 고려할 때, 이용시기는 6월 말경이 적절할 것으로 판단된다.

인공상토재배 시 상토종류와 해수농도가 통통마디의 생육과 무기양분흡수 경향을 알아보고 자생지 식물의 생육단계별 무기양분흡수 변화를 알아보기 위해 실험을 실시하였다. 통통마디는 해수농도가 0, 10, 30, 90% 이고 무비 및 유비의 상토조건에서 재배되었다. 식물의 초장, Na, K, Ca 농도는 식물체의 내염성과 관련성을 가지고 있었으며, 초장은 해수농도가 10, 30%에서 가장 길었다. 해수 희석농도 간에는 상토종류에 따라 다르나 해수 10%와 30% 시험구에서 양호한 값을 보였고, 황색길이와 녹색길이의 비율은 해수율이 낮을수록 황색길이가 많은 경향을 보였다. 인공상토에서 재배한 식물체는 해수농도가 높을수록 Na, Mg, Fe를 많이 흡수하는 경향이었으나 Ca, P, K 등은 오히려 감소하는 경향이였다. 해수농도가 증가할수록 Na의 농도는 증가하고 K의 농도는 감소하는 경향을 보였다. 해수의 농도가 높을수록 식물체 안에서 Na의 축적이 증가하였으며, 식물체의 Na의 흡수증가로 K/Na 비는 감소하였다. 해수농도가 낮아질수록 Na농도가 낮았다. 자생지인 갈사지역에서 자생하고 있는 통통마디의 생육시기별 무기성분 분석결과를 보면 채취시기에 따라 큰 차이를 보였는데 Na, Mg, K은 6월이 가장 높았으며 Ca, P의 농도는 9월에 가장 높았다. 그리고 4월 중의 무기성분농도가 6월과 9월에 비해 가장 낮은 결과를 보여 채취시기에 따라 무기성분이 다른 것을 알 수 있었다.

추가 주요어 : Na 축적, K/Na 비, 내염성

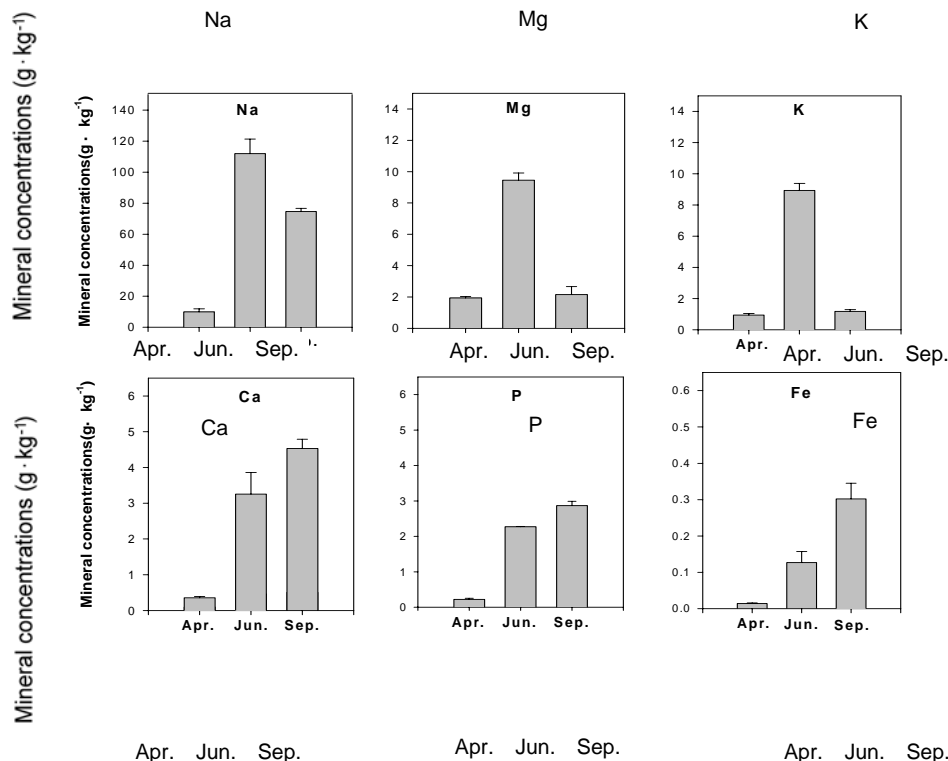


Fig. 3. Changes of mineral concentrations as according to season at habitat area. Vertical bars represent standard error.

- Bernstein, L. 1975. Effects of salinity and sodicity on plant growth. Amer. Rev. Phytopathol. 13:295-312.
- Cheeseman, J.M. 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. Plant Physiol. 87: 547-550.
- Cho, J.Y., B.S. Lee, and S.J. Chung. 1996a. Effects of salinity in nutrient solution after transplanting on the growth and fruit quality of aeroponically grown tomato. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:633-637.
- Cho, J.Y., B.S. Seo, and S.J. Chung. 1996b. Effects of NaCl in nutrient solution during seedling stage on the growth and fruit quality of tomato grown in aeroponics. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:28-32.
- Flowers, T.J., P.F. Troke, and A.R. Yeo. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 28:89-121.
- He, T. and G.R. Gramer. 1992. Growth and mineral nutrition of six rapid-cycling *Brassica* species in response to seawater salinity. Plant and Soil 139:285-294.
- Grant, R.C., J. Lynch, A. Lauchli, and E. Epstein. 1987. Influx of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> into roots of salt-stressed cotton seedlings. Plant Physiol. 83:510-516.
- Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 31:149-190.
- Ihm, B.S. and J.S. Lee. 1986. The strategies of *Salicornia herbacea* and *Suaeda japonica* for coping with environmental fluctuation of salt marsh. K. J. Environ. Biol. 4:15-25.
- Kim, C.S. and B.S. Ihm. 1988. Studies on the vegetation of the salt marsh in the southwestern coast of Korea. K. J. Ecology 11: 75-192.
- Kim, C.S. and T.G. Song. 1983. Ecological studies on the halophyte communities at western and southern coasts in Korea. K. J. Ecology 6:167-176.
- Koo, J.W., J.K. Choi, and J.G. Son. 1998. Soil properties of reclaimed lands and tidelands of western sea coast in Korea. K. J. Ecology 31:120-127.
- Kwon, T.R., P.J.C. Harris, and W.F. Bourne. 1999. Partitioning of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, proline and total soluble sugar in relation to the salinity tolerance of *Brassica juncea* and *Brassica rapa*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:425-430.
- Lee, S.G., J.S. Shin, Y.S. Seok, and G.K. Bae. 1998. Effects of salt stress on photosynthesis, free proline content and ion content in tobacco. K. J. Environmental Agriculture 17:215-219.
- Lee, J.S. and B.S. Ihm. 1988. Studies on the vegetation of the salt marsh in the southwestern coast of Korea. K. J. Ecology 11:175-192.
- Min, B.M. 1990. On the accumulation of minerals with the plant species in a reclaimed land. K. J. Ecology 13:9-18.
- Mongi, Z. and L.R. Parsons. 1992. Salinity tolerance of citrus rootstocks: Effects of salt on root and leaf mineral concentrations. Plant and Soil 147:171-181.
- Nam, Y.K., H.Y. Joung, C.H. Pak, and B.H. Kwack. 1997. Different extents of salt stress in *Epipremnum aureum* as influenced by uniconazole and GA<sub>3</sub>. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:56-60.