

## 토양조건이 통통마디의 생육에 미치는 영향

백정애 · 장매희\*  
서울여자대학교 원예조경학과

### Effects of Different Soil on the Growth of *Salicornia herbacea*

Jungae Baik and Maehee Chiang\*

Department of Horticulture, Seoul Women's University, 126 Kongnung 2-Dong, Nowon-Gu, Seoul 139-774, Korea

**Abstract.** This experiment was conducted to select the right artificial soil for the purpose of artificial cultivation by effect of NaCl and different artificial soil treatment on plant growth in *Salicornia herbacea* that live in coastal areas. The experimental plants were planted in light and easy-to-use artificial porous soil, vermiculite, perlite, and mixed soil and were cultured for 4 month treated by hyponex solution fertilizer and 200 mM NaCl. The height, fresh weight, and dry weight of plant growth was good in a mixed soil of porous soil and perlite. NaCl treatment on growth and chlorophyll contents, regardless of soil type decreased. Proline content of control was showed higher than salt treatment in planted by porous soil and perlite and antioxidant activity was similar value in all treatment. The antioxidant of *Salicornia* in different soil and salt treatment was not affected.

**Key words :** antioxidant, halophyte, proline, salt tolerance

## 서 언

염생식물(halophyte)은 주로 해변이나 해안 사구, 내륙의 염지 등에 서식하는 육상 고등 식물을 가리키며 우리나라에 생육하는 염생식물은 총 16과 40여종이 보고되었으며 특히 서남해안 갯벌의 상부 지역에 그 군락이 잘 발달하여 있다. 염습지에서 염생식물 군락을 형성하는 식물 종들은 그 생육의 특징에 알맞은 입지 조건에서 자생한다(Kim과 Song, 1983). 염생식물 군락에는 통통마디, 해홍나물, 나문재, 철면초, 갯개미취, 강피, 갯는쟁이, 갈대, 천일사초 등이 있는데, 순군락이나 혼군락을 이루는 경우가 많으며, 이 가운데 통통마디가 선구적인 개척자 식물이다. 통통마디(*Salicornia herbacea*)는 사포닌성분이 높아 바다의 인삼이라고 알려져 있으며, 필수아미노산 중 타우린 성분은 탁월한 당뇨예방 및 신장병 치료를 나타내며, 당뇨로 말미암는 합병증을 치유하는 효과가 매우 뛰어나다. 이에 따라

이러한 식물을 신선한 채소로 이용할 때 국민건강증진과 예방에 크게 기여할 것으로 보인다. 통통마디는 모래질 토양이나 건조한 지역에서는 생육이 좋지 않으며 저습한 염습지나 염전의 수로 부근에서 순군락을 형성하나 강우가 계속되어 장기간 침수되면 말라 죽는 특징을 가지고 있다. 또한 방대한 서남해안의 갯벌은 그동안 간척지로 조성되어 농경지로 변하였고, 또한 신도시, 신공항, 신항구 등의 건설을 위한 매립으로 광대한 염습지 식생이 잠식되고 있으며 그나마 약간 남아있는 간척지나 염습지도 빠른 속도로 파괴되고 있다. 유용염생식물은 주로 서해안 지역 충청 이하의 지역에 치중되어 있으며, 또한 갯벌에 의존한 유용 염생식물 생산의 경우 갯벌사구해안을 끼고 있는 지역의 염생식물 재배는 태풍 등의 자연재해 발생 시 생산이 현저히 감소하게 된다. 이는 품귀현상을 유발하는 동시에 산업화를 저해하는 요인이 되기도 한다. 경기권내의 식물생산은 산업화로 인하여 자연서식지내에서의 재배를 기대할 수 없는 실정이다. 따라서 앞으로 해안 매립 및 해수면상승으로 사라질 갯벌과 염습지에 자생하는 통통마디의 생존에 위협이 되고 있고 기존에 생산되고

\*Corresponding author: mhchiang@swu.ac.kr  
Received February 7, 2011; Revised September 16, 2011;  
Accepted September 19, 2011

## 토양조건이 통통마디의 생육에 미치는 영향

있는 통통마디 재배는 서해사구를 중심으로 매우 초보적인 수준에 머무르고 있으며, 육묘기술에 관한 과학적 기초자료는 거의 전무하다. 현재 전체 채소류 중에 통통마디가 차지하는 비율은 극히 적으며, 자생지에서의 신선채소로서의 이용이 전부이며 통통마디의 항암효과, 당뇨병예방, 신장치료효과 등의 기능성과 고부가가치에 비해 재배관련 연구는 시급한 실정이며 인공적 재배기술은 시급한 과제이다(Jo 등, 2002). 따라서 시설재배를 통한 안정생산시스템 개발을 위하여 통통마디의 생육조건을 규명하여 인공적인 환경에서의 재배조건을 확립할 필요가 있으며 그 중 인공생장상에서 간편하게 이용이 가능한 식물의 토양조건을 우선적으로 규명하여 연구의 기초자료로 삼고자 본 연구를 실시하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 실험 재료

2010년 6월에 신안군의 갯벌에서 자생하고 있는 10cm 내외인 균일한 것을 채취하여 ice box에서 밀봉처리 후 서울여대 온실로 이송하였다.

식물을 직경 5inch인 플라스틱 화분에 1inch 크기의 난석, 버미큘라이트, 펄라이트, 난석 + 펄라이트를 매질로 하여 1주씩 처리별 15개체를 이식하였다. 생장상의 온도 및 광조건은  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $80 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  하였고, 광주기는 16시간 명기, NaCl 농도는 200mM (Nam 등, 2007), Hyponex는 2000배로 희석하여 처리하였다(Table 1).

#### 2. 토양의 종류에 따른 생장반응

생육조사는 초장과 근장, 생체중, 건물중, 분지수 등을 측정하였다. 건물중은  $70^\circ\text{C}$  건조기에서 3일간 처리하여 측정하였다. 토양종류별 함수율을 측정하였으며 토양에 따른 식물 잎의 엽록소 함량을 측정하기 위하여 지상부 중간부위의 잎 0.5g을 채취하여 DMSO에

침지시켜 상온에서 24시간 방치한 후 추출액을 분광광도계를 이용하여 645와 663nm에서 흡광도를 측정하여 Wellburn법(1994)으로 측정하였다. DPPH 항산화 활성을 알아보기 위해 Blois(1977) 방법을 변형하여 사용하였으며, 프롤린함량은 Chinard법에 따라 520nm에서 흡광도를 측정하여 L-프롤린 표준용액의 흡광도와 비교하여 정량하였다.

### 결과 및 고찰

인공생장상에서 통통마디를 재배하기 위해 토양은 인공토양 중 물성조건이 가볍고 수경베드상에서 그 이용이 간편한 난석, 펄라이트, 버미큘라이트를 실험토양으로 선발하였다. 인공토양의 종류에 따른 식물생육은 크게 차이가 나타나지 않았으나 모든 토양에서 엽과 복합비료 hyponex를 동시에 처리한 결과 식물의 건물중, 생체중, 초장 및 가지수에서 생육이 좋은 것으로 나타났다(Table 2 and Fig. 1). 식물의 200mM 염처리구가 다공성 난석을 제외하고 초장과 식물의 생체중, 건물중이 모든 매질에서 감소하였는데 이는 식물이 염 스트레스에 직면했을 때 줄기나 뿌리의 감소, 초장, 생체중 및 건물중의 감소 등이 나타난다는 보고와 유사한 결과를 보였다(Nam 등, 2007; Lee 등, 1998). Nam 등(2007)은 해홍나물, 나문재, 통통마디의 염처리에서 100mM 이상에서 생육의 감소가 나타났다고 보고하였다. 그러나 분지수는 일관성이 없었다. 이러한 결과는 토양의 물리적 조건이 식물생육에 영향을 미친다기 보다는 시비와 염조건이 생육에 더 밀접한 관련으로 여겨지며, 이는 통통마디가 생육기간 중 일정한 수분상태를 유지하기 때문에 내염의 범위가 넓은 조건을 가지고 있기 때문으로 사료된다(Ihm과 Lee, 1986).

엽록소함량은 종에 관계없이 염처리에서 약간 감소하는 경향을 나타냈으나 감소폭은 토양별로 다르게 나타났다. 염 200mM 처리조건에서 엽록소 함량이 대조

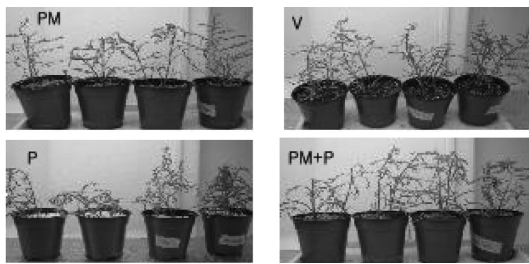
**Table 1.** Condition of experiment such as matrix, treatment, and salt concentration.

Matrix	Treatment	Concentration
Poros Mudball (PM)	Control (C), NaCl (N), Hyponex (H), N + H	Tap water
Vermiculite (V)		200 mM Salt water
Perlite (P)		2000 times diluted Hyponex solution (x H)
PM + P		200 mM N + x H

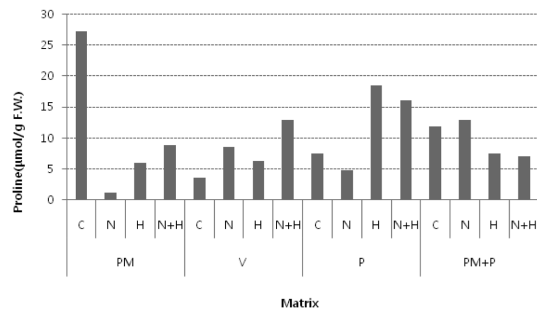
**Table 2.** Effects of different matrix on the growth of *Salicornia herbacea*.

Matix	Treatment	DW (g)	FW (g)	WC (%)	Plant height (cm)	No. of branch (ea)
PM	C	4.93 ± 0.15	8.95 ± 0.66	44.9	16.39 ± 3.48	16.25 ± 5.85
	N	5.29 ± 0.78	8.76 ± 2.13	39.6	16.11 ± 3.66	17.25 ± 3.11
	H	5.71 ± 0.46	11.46 ± 1.47	50.2	16.89 ± 3.82	15.38 ± 3.02
	N + H	6.65 ± 1.17	13.75 ± 3.75	51.6	18.89 ± 4.62	23.50 ± 2.67
V	C	5.52 ± 0.58	12.02 ± 1.35	54.1	19.23 ± 4.30	18.50 ± 4.47
	N	5.42 ± 0.45	11.68 ± 2.79	53.6	16.65 ± 3.78	16.88 ± 3.94
	H	5.28 ± 0.63	12.02 ± 1.35	51.5	19.69 ± 3.25	16.50 ± 4.07
	N + H	6.04 ± 0.89	15.24 ± 1.97	60.4	19.81 ± 2.75	24.88 ± 5.54
P	C	4.68 ± 0.29	7.49 ± 1.02	37.5	17.33 ± 2.45	16.88 ± 2.53
	N	4.20 ± 0.57	7.99 ± 2.51	47.4	17.22 ± 4.02	21.75 ± 3.77
	H	5.40 ± 0.55	12.64 ± 3.55	57.3	20.33 ± 2.83	21.88 ± 1.81
	N + H	5.67 ± 0.44	13.77 ± 4.87	58.8	18.33 ± 3.81	22.50 ± 2.73
PM + P	C	5.33 ± 0.50	8.62 ± 1.25	41.6	16.11 ± 4.26	17.43 ± 4.12
	N	5.27 ± 0.69	9.47 ± 3.62	44.3	16.33 ± 3.46	22.43 ± 3.99
	H	5.71 ± 0.21	10.45 ± 0.33	45.4	17.11 ± 2.80	19.43 ± 3.87
	N + H	5.79 ± 0.16	13.61 ± 0.39	57.5	19.78 ± 2.77	26.29 ± 2.87

DW; dry weight, FW; fresh weigh, WC; water content of plant, C; control, N; NaCl, H; hyponex.



**Fig. 1.** Effects of different matrix such as PM, V, P, and PM+P on the growth of *Salicornia herbacea* (from left C, N, H, and N + H treatment of each soil treatment).



**Fig. 2.** Effects of salt treatment of on proline content of *Salicornia herbacea*.

구에 비해 낮아지지만 염과 복합비료를 동시에 시비한 경우에는 다시 엽록소 농도가 높아졌다. 일반적으로 염분농도가 증가할수록 엽록소의 함량이 감소하며, 이는 고염도에서 과량의  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  흡수는 엽록소의 구성분인  $\text{Mg}^{++}$ 의 흡수를 저해시켜 엽록소합성이 저해되므로 엽록소 함량이 감소된다고 한 연구보고와 같은 경향을 나타냈지만(Kim 등, 2002), 염처리와 복합비료의 시비를 통해 식물생육과 엽록소함량의 증가에 동시에 영향을 미친 것으로 여겨진다.

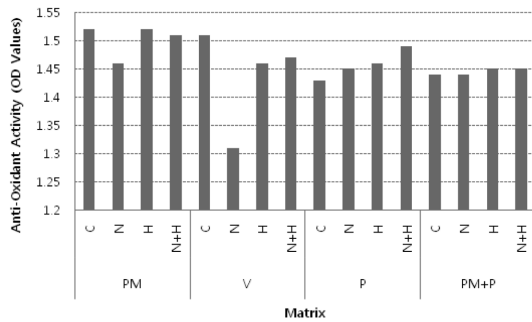
높은 염농도에서 자라는 식물이 낮은 수분포텐셜을 나타내는 토양에서 수분을 흡수하기 위해서는 토양보다 더 낮은 수분포텐셜을 가져야하므로 체내에 유기물질이나 무기용질 등을 축적하게 된다. 이 중에서 프롤린

은 식물이 염스트레스와 수분스 트레스를 받을 때 증가하는 아미노산의 일종으로 많은 연구자들에 의해 구명되었는데(Kim 등, 2004) 일반적으로 해홍나물, 나뭇재 등의 염생식물의 경우 염처리에서 체내 방어기작으로 프롤린합성이 증가하여 수분포텐셜을 조절하는 osmoticum으로 작용하는 것으로(Binzel 등, 1985) 알려져 있다. Lee 등(1998)은 염처리가 프롤린 함량이 증가에 영향을 미친다고 하였으나 본 연구는 기존의 보고와 동일한 경향을 나타내지는 않았다(Fig. 2). 특히 프롤린 함량의 값이 버미큘라이트 토양처리를 제외한 펠라이트와 난석에서 대조구가 염처리구보다 높은 결과를 보였는데 이는 토양 특성상 보습성이 낮고 배수가 많은 것이 원인으로 여겨지며 또한 염처리구는 토

토양조건이 통통마디의 생육에 미치는 영향

**Table 3.** Effects of salt treatment of chlorophyll contents (mg/g F.W) of *Salicornia herbacea*.

Matix	Treatment	Chl. a	Chl. b	Chl. total
PM	C	6.85 ± 0.99	2.66 ± 1.00	9.50 ± 1.99
	N	6.86 ± 1.08	2.22 ± 0.59	9.07 ± 1.67
	H	6.85 ± 0.68	1.69 ± 0.32	8.54 ± 0.84
	N + H	7.35 ± 1.84	1.85 ± 0.61	9.20 ± 2.42
V	C	8.61 ± 0.78	2.27 ± 0.27	10.88 ± 1.05
	N	7.57 ± 2.04	3.13 ± 1.73	10.70 ± 3.66
	H	10.64 ± 3.96	3.18 ± 1.68	13.81 ± 5.30
	N + H	10.39 ± 0.91	2.68 ± 0.33	13.06 ± 1.25
P	C	7.89 ± 1.25	2.42 ± 0.85	10.31 ± 0.42
	N	4.31 ± 0.73	1.09 ± 0.14	5.41 ± 0.85
	H	9.33 ± 1.09	2.34 ± 0.37	11.67 ± 1.44
	N + H	7.30 ± 0.62	2.79 ± 1.01	10.09 ± 1.63
PM + P	C	7.52 ± 0.83	2.02 ± 0.23	9.54 ± 0.99
	N	7.39 ± 0.98	2.10 ± 1.21	9.55 ± 2.11
	H	7.76 ± 1.93	2.29 ± 1.19	10.05 ± 2.88
	N + H	6.77 ± 0.80	1.59 ± 0.28	8.63 ± 1.08



**Fig. 3.** Effects of salt treatment of on Anti-oxidant activity of *Salicornia herbacea*.

양주변에 소금 콜로이드를 형성하여 토양조건을 완화시키는 결과를 보여 상대적으로 식물이 건조피해를 적게 입은 것으로 생각된다. 반면 버미큘라이트는 다른 실험토양에 비해 보습력이 높아 수분조건이 대조구나 염처리조건에서 변화가 적어 상대적으로 염처리조건에서 프롤린함량이 조금 더 높게 나온 결과로 사료된다.

염처리와 토양에 따른 통통마디의 황산화작용은 거의 차이 없고 비슷한 결과로 나타났으며(Fig. 3) 이는 통통마디의 생육은 인공토양조건에 따른 생육변화가 없어 어떤 토양조건에서도 잘 생육할 수 있으리라 여겨진다. 이상의 결과에서 인공토양과 적정의 염분농도 처리에 따른 인공상의 조건에서 생육이 가능하여 내륙에서의 재배 및 다양한 용도로서 이용 범위가 넓은 유

용한 식물자원으로 활용할 수 있을 것이다.

적 요

해안지대에 서식하는 염생식물인 통통마디의 염처리와 인공토양에 따른 생육반응을 조사하여 시설 내 인공재배상에 적합한 토양을 선발하고자 본 연구를 실시하였다. 토양은 가볍고 인공재배상에서 이용이 간편한 난석, 버미큘라이트, 펄라이트 및 혼용처리로 하였으며 염처리는 NaCl 농도를 200mM로 처리하였으며 복합 비료를 시비하여 4개월간 재배하였다. 초장, 생체중, 건물중에 있어서 식물 생육은 다공성 난석과 펄라이트를 혼합한 토양에서 생육이 좋았으며 NaCl 처리 시 생육과 엽록소 함량은 토양종류에 관계없이 감소하였다. 프롤린 함량은 보습성이 낮은 난석과 펄라이트의 경우 대조구 값이 염처리에 비해 높은 것으로 나타났다. 황산화활력은 처리별 그 차이가 거의 없었고 통통마디의 경우 염처리가 황산화물질의 증가에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

**주제어 :** 내염성, 염생식물, 프롤린, 황산화

사 사

이 논문은 2010년도 농림수산식품부(농림, 식품, 수

산)기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

### 인 용 문 헌

1. Binzel, M.L., P.M. Hasegawa, A.K. Handa, and R.A. Bressan. 1985. Adaptation of tobacco cells to NaCl. *Plant Physiol.* 79:118-125.
2. Blois, M.S. 1977. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1198-1200.
3. Ihm, B.S. and J.S. Lee. 1998. Soil Factors affecting the plant communities of wetland on southwestern coast of Korea. *Kor. J. Ecology* 21: 321-328.
4. Jo, Y.C., J.H. Ahn, S. M. Chon, K.S. Lee, T.J. Bae, and D.S. Kang. 2002. Studies on Pharmacological effects of Glasswort (*Salicornia herbacea* L.) *J. Kor. Soc. Medical Crop Science* 10:93-99.
5. Kim, C.S. and T.G. Song. 1983. Ecological studies on the halophyte communities at western and southern coasts in Korea. *Kor. J. Ecology* 6:167-176.
6. Kim, J.A., Y.S. Choo, I.J. Lee, J.J. Bae, I.S. Kim, B.H. Choo, and S.D. Song. 2004. Adaptations and Physiological Characteristics of Three Chenopodiaceae Species under Saline Environments. *Kor. J. Ecology* 25: 101-107.
7. Kim, Y.S., Y.O. Jeong, J.C. Park, and M.R. Huh. 2002. Growth characteristics and mineral concentrations in glasswort (*Salicornia herbacea*) as affected by NaCl concentration. *Kor. J. Soc.r Plants, People & Environ.* 5:15-24.
8. 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. *Kor. J. Environ. Agr.* 17:215-219.
9. Nam. Y.K., J.A. Baik, and M.H. Chiang. 2007. Effects of different NaCl concentrations on the growth of *Suaeda asparagoides*, *Suaeda maritima*, and *Salicornia herbacea*. *Kor. J. Soil & Fertilizer* 40:349-353.
10. Wellburn, A.R. 1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoides, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant Physiol.* 144:307-313.