

차광재배가 돌나물의 수량 및 품질에 미치는 영향

이승엽^{1*} · 김효진¹ · 배종향¹ · 신장식¹ · 이수원²

¹원광대학교 생명자원과학대학, ²국립산림과학원 산림생산기술연구소

Effect of Shading on Shoot Growth and Quality of *Sedum sarmentosum* in Korea

Seung Yeob Lee^{1*}, Hyo Jin Kim¹, Jong Hyang Bae¹, Jang Sik Shin¹, and Soo Won Lee²

¹College of life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan, 570-749, Korea

²Forest Practice Research Center, Korea Forest Research Institute, Pocheon 487-821, Korea

Abstract. To product the edible fresh shoots of *Sedum sarmentosum* in summer season, 4 local strains were cultivated with cutting propagation under 0, 30, 50, 70, 90% shading. Effect of shading on shoot growth, leaf chroma value, SPAD value, and bitterness were investigated at 35 days after cutting. Plant height, the number of node and leaf, stem diameter in 30~90% shading were increased than in the control, and Pohang local strain had little-overgrowth shoot, thicker stem, a few branches per shoot, and larger leaf compared to the other local strains. Fresh and dry weight under shading were increased than in the control, dry weight of Pohang local strain was highest in 50% shading. Hunter L and b values were decreased out of proportion to higher shading rate. SPAD value in 50~90% shading was significantly lower than in the control. The bitterness of fresh shoot was decreased out of proportion to higher shading rate. In Summer season, producing the fresh shoot of *S. sarmentosum* was excellent in 50% shading, and Pohang local strain among 4 local strains was more stable and good in yield and quality under shading.

Key words : bitterness, fresh shoot, local strain, SPAD value, summer season

*Corresponding author

서 언

돌나물(*Sedum sarmentosum* BUNGE.)은 돌나물과에 속하는 다육질의 여러해살이 식물로, 줄기의 마디를 따라 두터운 타원형의 잎이 3장씩 윤생하며, 5~6월경에 별 모양의 노란색 꽃이 피고, 자방, 꽃잎, 꽃받침의 수는 5개이다. 꽃과 잎은 모두 관상가치가 높아서 분재배나 옥상정원 및 화단의 지피식물로 널리 이용되고 있다. 한방에서는 석상채(石上採), 수분초(垂盆草), 불갑초(佛甲草), 석연화(石蓮花) 등으로 불리며, 청열소종의 효능이 있어 인후염이나 만성간염 등의 치료에 이용되고, 해독작용이 있어 독충이나 해충에 물렸을 때 이용되기도 한다.

우리나라에서는 봄철에 자란 새순을 초장 무침이나 물김치 등으로 이용하여 왔으며, 비타민 C와 칼슘 함

량이 높아 최근 신선채소로서 도시근교를 중심으로 상업적으로 재배되고 있다. 이와 같이 돌나물은 건강채소로서의 가치가 높아 앞으로 건강식품은 물론 생식, 녹즙 등 신선채소로의 이용이 크게 증가할 것으로 기대된다. 그러나 국내외에서의 돌나물 관련 연구는 많지 않은데, Kwack(1976)은 지역 수집종의 형태적 특성을 조사한 바 있으며, 그 후 Kim과 Lee(2006) 수집된 31개 지역종에 대한 형태적 특성에 대한 군집분석을 통하여 유연관계를 분석하였다. 최근 약리적 측면에서 돌나물의 HIV 및 간염에 대한 항바이러스성 및 항암 효과(Woo 등, 1997; He 등, 1998; Park 등, 2002) 등이 알려졌다. 돌나물의 번식 및 재배와 관련해서는 청정재배를 위한 수경재배 기술 개발((Park과 Kim, 1997; Shin, 2000), 조직배양에 의한 식물체 분화(Ahn과 Lee, 2004), 질소소비량에 따른 생육 및 개화

특성(Lee 등, 2004), 삼목번식을 위한 배양토 및 삼목 시기(Ahan 등, 2007; Lee 등, 2006) 등에 관하여 연구되었다. 그러나 돌나물 소비확대를 위해서는 봄철 단경기에만 생산되는 채소라는 인식을 바꿔야 하며, 우량 품종 개발 및 주년생산을 통한 지속적 공급이 필요하다. 특히 돌나물은 개화 후 일사량이 증가하면 쓴 맛이 증가하여 소비자들의 선호도가 떨어진다. 이에 따라 여름철 차광재배를 위한 충분한 연구가 필요하다.

광은 식물의 생육을 위한 가장 중요한 요소로서, 생체내 아미노산, 단백질, 핵산 등을 구성하는 필수원소 중의 하나이다. 대체로 신선채소의 시설재배에서 광량이 적정량보다 적으면 생육이 저하되고, 품질저하와 식물체내 NO₃⁻ 함량의 증가를 가져오기 때문에 바람직하지 않다(Lee 등, 2000; Shon과 Oh, 1993; Shon 등, 1995). 특히 여름철 비닐하우스나 유리온실의 경우 시설내 식물은 고온과 강광에 따른 증산 및 호흡량의 증가로 광합성 산물의 소모가 커져, 생육감소와 품질저하를 초래한다. 여름철 장일과 강광하에서 돌나물은 줄기가 자색으로 변하며, 조직감이 질기고 쓴맛이 증가하여 신선채소로서의 품질이 떨어진다.

본 연구는 돌나물의 고품질 돌나물의 주년 생산에 필요한 정보를 얻기 위하여, 생육특성이 다른 4개 지역에서 수집한 지역종을 재료로 차광정도에 따른 생육 특성과 품질 변화를 비교하여 돌나물의 여름철 재배 가능성을 조사하였다.

재료 및 방법

생육 및 수량

원주, 군산, 완도, 포항 등 4개 지역종을 재료로 차광에 따른 생육특성을 조사하기 위하여, 상업용 차광망을 2m 높이로 설치하여, 맑은 날 정오기준으로 0, 30, 50, 70, 90%로 각각 차광을 조절하였다. 7월 21일에 5cm 길이의 3마디로 된 신초를 삼목상자(48×33×8.6cm)에 10×5cm 간격으로 15개체씩 4반복 삼목한 다음, 35일후 생육조사를 하였다. 배양토는 깨끗한 강모래, 발효, 원예용 상토(Korea Horticulture Materials Co. Ltd., TKS2, N-P-K:330-220-400mg/L)를 1:1:1로 혼합하여 사용하였다. 생육특성은 반복당 10개체를 조사하였으며, 초장은 가장 큰 줄기선단까지의 길이를 측정하였고, 엽장, 폭은 신초의 가장 큰 성

Table 2. Estimation of bitterness value in *S. sarmentosum*.

Degree of bitterness	Bitter taste
1	No bitter taste (쓴맛이 없음)
3	Slightly bitter taste (쓴맛이 약간 있음)
5	Generally bitter taste (쓴맛이 보통임)
7	Strong bitter taste (쓴맛이 강함)
9	Very strong bitter taste (쓴맛이 아주 강함)
Mean value of bitterness	
$\frac{\text{Degree of bitterness} \times \text{No. of panelist}}{\text{No. of total panelist}}$	

숙엽의 기부에서 선단까지의 길이와 가장 넓은 부위의 폭을 측정하였으며, 줄기두께는 다이얼게이지로 줄기의 중앙부위를 측정하였다. 엽색은 Chroma meter(Model CR 2000, Minolta camera Co., Ltd)로 L(lightness: black=0, white=100), a(redness to greeness:red=100, green=-80), b(yellowness to blueness: yellow=+70, blue=-70)값과 SPAD 값(Model MINOLTA SPAD-502, Minolta camera co., Ltd)을 각각 측정하여 비교하였다. 또한 개체당 생체중을 측정된 다음, 70 건조기에서 3일간 건조후 건물중을 조사하였다.

쓴맛 검정

차광정도를 달리하여 재배한 돌나물의 쓴맛의 변화를 조사하기 위하여, 포장에서 자란 돌나물의 쓴맛을 잘 느끼는 10명의 관능요원을 선정하여, 신선한 줄기의 상부 5cm를 입에 넣어 씹으면서 느끼는 쓴맛정도를 1-9까지 5점 척도를 사용하여 조사하였다(Table 2). 각 시료의 쓴맛을 측정된 후에는 증류수로 입안을 행구어 뒷맛(lingering aftertaste)을 없앤 다음 반복 측정하였다. 쓴맛의 정도는 쓴맛 평가치(쓴맛등급×패널수/총패널수)로 환산하여 비교하였다.

결과 및 고찰

생육 및 수량

군산, 원주, 완도, 포항 등 4 지역종에 대하여 차광율에 따른 생육특성 및 수량성을 비교한 결과(Table 3), 무차광에서의 생육이 가장 부진하였으며, 외관상 생육관찰 결과 초장은 차광율이 높을수록 초장증가와 웃자람으로 인하여 생육이 왕성한 것처럼 보였다. 특히 초장은 무차광에서 유의하게 작았으며, 차광율이 높을

Table 3. Growth characteristics according to shading levels in four local strains of *S. sarmentosum* in Korea.

Shading level (%)	Plant height (cm)	No. of brench	Leaf (mm)			No. of leaf /stem	No. of node /stem	Stem diameter (mm)
			Length (L)	Width (W)	L/W			
<i>Wanju local strain</i>								
0	9.2 c ^z	7.5 a	28.4 b	7.7 b	3.7	29.3 b	9.8 b	2.2 a
30	16.3 b	9.4 a	30.2 ab	9.0 ab	3.6	41.0 a	13.7 a	2.4 a
50	19.6 b	9.5 a	30.7 ab	9.3 ab	3.3	42.6 a	14.2 a	2.3 a
70	21.4 ab	9.7 a	30.9 ab	9.9 a	3.1	46.5 a	15.5 a	2.2 a
90	25.4 a	10.4 a	31.2 a	10.3 a	3.0	45.6 a	15.2 a	2.1 a
<i>kunsan local strain</i>								
0	9.9 b	6.9 a	25.6 b	6.7 c	3.8	32.8 b	10.9 b	2.1 c
30	16.9 a	9.1 a	27.8 ab	8.8 bc	3.2	45.2 a	15.1 a	2.5 a
50	19.4 a	9.4 a	28.2 ab	9.1 ab	3.1	46.1 a	15.4 a	2.4 ab
70	19.8 a	8.7 a	31.5 a	10.4 ab	3.0	45.5 a	15.2 a	2.2 bc
90	21.1 a	7.6 a	32.1 a	11.1 a	2.9	44.6 ab	14.9 ab	2.0 c
<i>Wando local strain</i>								
0	9.6 c	8.4 a	26.6 b	7.9 a	3.4	30.0 b	10.0 b	2.4 a
30	16.6 b	8.4 a	29.0 ab	8.7 a	3.3	44.0 a	14.7 a	2.6 a
50	17.2 ab	8.4 a	30.4 a	9.0 a	3.4	43.5 a	14.5 a	2.5 a
70	19.1 ab	9.0 a	30.9 a	9.4 a	3.3	44.6 a	14.9 a	2.4 a
90	21.1 a	8.7 a	31.9 a	10.1 a	3.2	46.1 a	15.4 a	2.2 a
<i>Pohang local strain</i>								
0	8.4 c	3.4 b	26.7 c	8.1 c	3.3	26.2 b	8.7 b	2.7 ab
30	14.0 bc	4.4 ab	31.3 b	10.2 b	3.1	35.1 ab	11.7 ab	2.7 ab
50	17.6 ab	7.4 a	32.6 ab	10.8 ab	3.0	41.6 ab	13.9 ab	2.8 ab
70	21.5 a	6.4 ab	34.5 ab	11.1 ab	3.1	45.2 a	15.1 a	2.9 a
90	22.4 a	6.9 a	36.4 a	12.0 a	3.0	48.6 a	16.2 a	2.5 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

수속 증가하여 90% 차광에서는 유의한 초장신장을 보였다. 결가지 수는 포항 지역종을 제외하고는 차광율간에 유의한 차이를 보이지 않았으며, 엽장은 차광율이 높아질수록 무차광에 비하여 유의한 신장을 보였고, 엽폭도 완주 지역종을 제외하고는 같은 경향을 보였다. 엽의 형태는 차광율이 높아짐에 따라 원형으로 변하였는데, 이는 수광율을 높이기 위한 것으로 보인다. 가장 긴 줄기의 마디수와 엽수도 무차광에 비하여 유의한 증가를 보였고, 차광율이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였다. 줄기직경은 포항 지역종을 제외하고는 30% 차광에서 가장 컸다. 차광에 따른 들나물의 생육 특성은 50% 차광에서 초장, 마디수, 엽수, 줄기직경 등이 70%와 90% 차광에서의 생육과 유의한 차이를 보이지 않고, 웃자라지 않아 좋았다. 특히 포항 지방종은 결가지 수가 적고, 마디사이가 짧으며, 줄기직경 및

잎의 생육이 좋아 품질면에서 우수하였다. 이와 같이 차광은 일반적으로 수광에 필요한 표면적을 증대시키기 위하여, 엽면적이 늘어나게 된다(Grime, 1979). 그러나 생체중 및 건물중의 변화는 무차광보다 차광하에서 유의하게 증가하는 경향을 보였으며, 차광율간에는 유의한 차이가 없었다(Figs. 1-2). 차광율에 따른 생체중의 변화는 지역종에 따라 차이를 보였으나, 건물중은 30-50% 차광하에서 증가하는 경향이였다. 포항 지방종이 50% 차광에서 가장 높은 건물중을 보였다. Park (1993)도 들나물이 50% 차광하에서도 도장하지 않고 정상생육을 하는 내음성이 강한 식물이라고 하였다. 신선채소의 생육에 적합한 차광율을 보면 배추(Shon 등, 1995)의 생육은 15% 차광에서 양호하며, 상추와 미나리(Lee 등, 1998)의 생육도 50% 이하에서는 생체중에 유의한 차이가 없지만, 75% 이상의 차광에서는 뚜

차광재배가 돌나물의 수량 및 품질에 미치는 영향

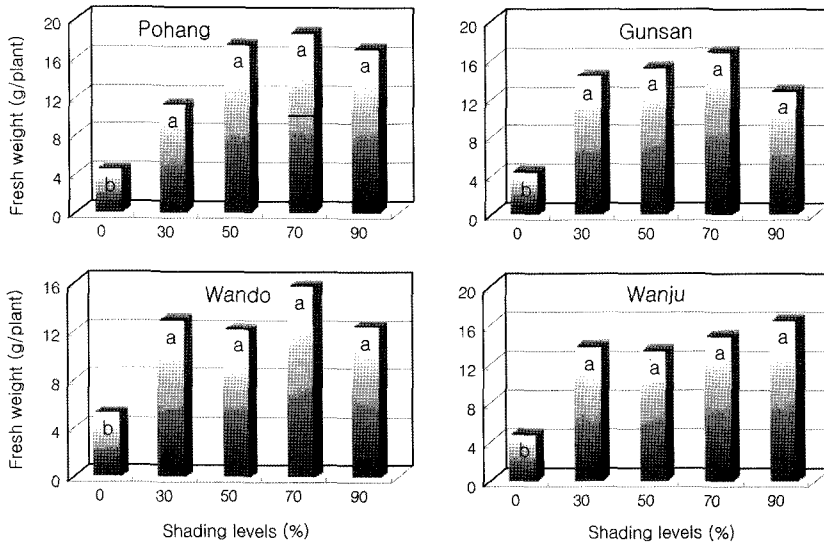


Fig. 1. Fresh weight according to shading levels in four local strains of Korean native *S. sarmentosum*.

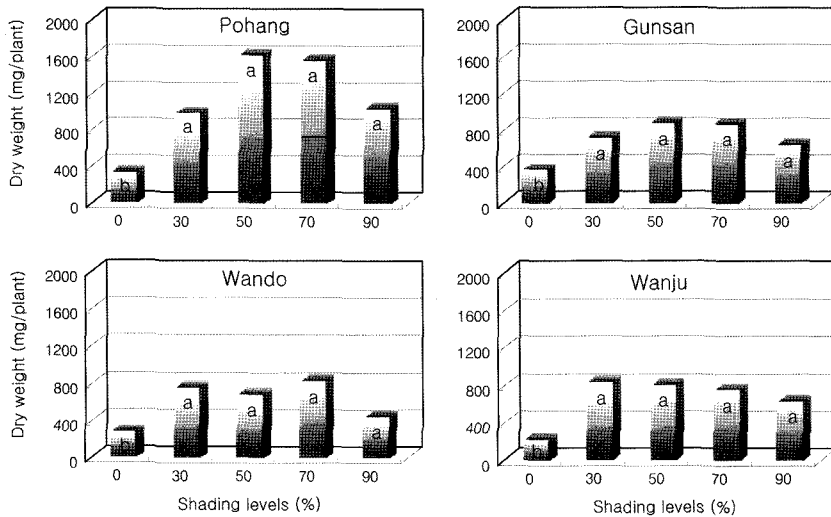


Fig. 2. Dry weight according to shading levels in four local strains of *S. sarmentosum* in Korea.

렸한 감소를 보여 광에 대한 반응이 식물에 따라 다르다는 것을 알 수 있다. 한편 차광율에 따른 지역종들의 엽색과 엽록소 함량을 조사한 결과(Table 4), 엽색의 명도를 나타내는 L값은 차광율이 증가할수록 낮아졌으며, 녹색·적색을 나타내는 a값은 차광율에 따른 차이가 뚜렷하지 않았으나, 황색·청색을 나타내는 b값은 차광율이 높을수록 감소하는 경향을 보였다. 엽록소 함량에서도 차광율에 따라 SPAD 값이 감소하였으나, 완도 지역종은 차광율에 따라 유의한 차이가 없었다. SPAD 값과 엽록소 함량과는 높은 상관관계가 있는데

(Kim 등, 2002), 50% 이상의 차광에서는 무차광에서보다 유의한 엽록소 함량의 차이를 보였으며, 이는 차광율이 높을수록 엽록소 함량이 낮아진다고 한 Hong 등(1996)의 보고와 비슷한 경향이었다. 또한 차광율에 따른 생체중과 건물중은 30-70% 차광시에 무차광에서보다 유의한 증가를 보였으며, 50-70% 차광에서는 양호한 생육을 보여 유의한 차이가 없었으나 90% 차광에서는 웃자라는 경향이 있어 품질이 낮아질 우려가 있다. 또한 경엽채류의 경우 차광율이 높으면 NO₃⁻ 집적량이 높아져 건강에도 좋지 않다.(Lee 등, 1998;

Table 4. Chroma value and SPAD chlorophyll value by shading levels in four local strains of *S. sarmentosum* in Korea.

Shading level (%)	Chroma value ^x			ΔE	SPAD value ^y
	L	a	b		
<i>Wanju local strain</i>					
0	49.59 a ^z	-15.51 a	25.85 ab	58.0	31.4 a
30	51.26 a	-17.03 a	28.44 a	61.0	30.4 ab
50	51.23 a	-17.09 a	28.59 a	61.1	29.4 b
70	49.86 a	-17.06 a	27.18 a	59.3	28.9 b
90	46.09 b	-15.30 a	23.37 b	53.9	28.6 b
<i>kunsan local strain</i>					
0	51.00 a	-16.52 a	25.83 bc	59.5	33.0 a
30	51.65 a	-18.08 b	30.24 a	62.5	30.6 ab
50	51.73 a	-18.32 b	30.40 a	62.7	29.6 bc
70	50.70 a	-16.54 a	26.65 b	59.6	28.8 bc
90	48.63 a	-15.52 a	24.06 c	56.4	28.1 c
<i>Wando local strain</i>					
0	48.52 ab	-14.18 a	24.91 b	56.4	32.8 a
30	50.17 a	-18.01 c	29.67 a	61.0	30.4 a
50	50.33 a	-18.61 c	30.54 a	61.7	29.3 a
70	49.76 a	-17.17 bc	27.83 ab	59.5	29.1 a
90	45.28 b	-15.96 b	23.98 b	53.7	28.6 a
<i>Pohang local strain</i>					
0	48.45 ab	-15.28 a	24.55 a	56.4	33.0 a
30	49.79 a	-16.05 a	27.24 a	59.0	32.5 a
50	48.81 ab	-16.30 a	28.39 a	58.8	29.4 b
70	47.22 bc	-16.01 a	26.92 a	56.7	28.6 b
90	44.76 c	-15.43 a	23.78 a	53.0	27.6 b

^xChroma value: Chroma meter CR-200 (Minolta camera co., Ltd); L, lightness: black=0, white=100; a, redness to greenness:green=-80, red=+80; b, yellowness to blueness:blue=-80, yellow=+80; $E=va^2+b^2+L^2$.

^ySPAD value:MINOLTA SPAD-502 (Minolta camera Co., Ltd).

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

Moon 등, 1991; Shon과 Oh, 1993). 이와 같이 지나친 차광은 광도가 낮아져 순광합성량의 감소로 영양생장이 충분치 못하여 수량 감소로도 나타난다(Brand, 1997; Hong 등, 1996; Russo, 1993; Son과 Chae, 2003). 본 연구에서 지역종간에는 포항과 군산 지역종에서 생체중과 건물중이 높은 경향을 보였으며, 특히 포항 지역종이 건물 수량 및 품질 면에서 차광재배에 대한 적응성이 가장 높았다. 따라서 포항 지역종은 여름철에 50% 차광하에서 재배시 고품질 들나물 생산에 적합한 계통으로 보였다.

쓴맛의 변화

차광재배한 들나물의 쓴맛을 1-9까지 5등급으로 조

사한 결과(Fig. 3), 무차광 재배에서보다 차광재배에서 쓴맛이 크게 감소하였다. 무차광에서의 쓴맛 정도는 4.2-5.0의 범위를 보였고, 30% 차광에서는 3.0-3.6, 50% 차광에서는 2.2-3.2, 70% 차광에서는 2.0-2.7, 90% 차광에서는 1.4-2.2의 값을 보여 차광재배에 따른 쓴맛의 감소가 뚜렷하였다. 50%-70% 차광에서는 4 지방종 모두 약간의 쓴맛만을 느낄 정도로 쓴맛이 감소하여, 고품질 들나물의 여름철 생산이 가능하다고 생각되었다. 특히 무차광 재배에서보다 적은 맛이 적어서 여름철에는 차광재배가 필요하다는 것을 알 수 있었다.

이상과 같이 차광처리되는 재배적으로 식물의 특성에 따라 수량증대와 품질향상을 위하여 이용하는 경우는 많다. 더덕과 같은 반음지 식물은 무차광 재배보다

차광재배가 돌나물의 수량 및 품질에 미치는 영향

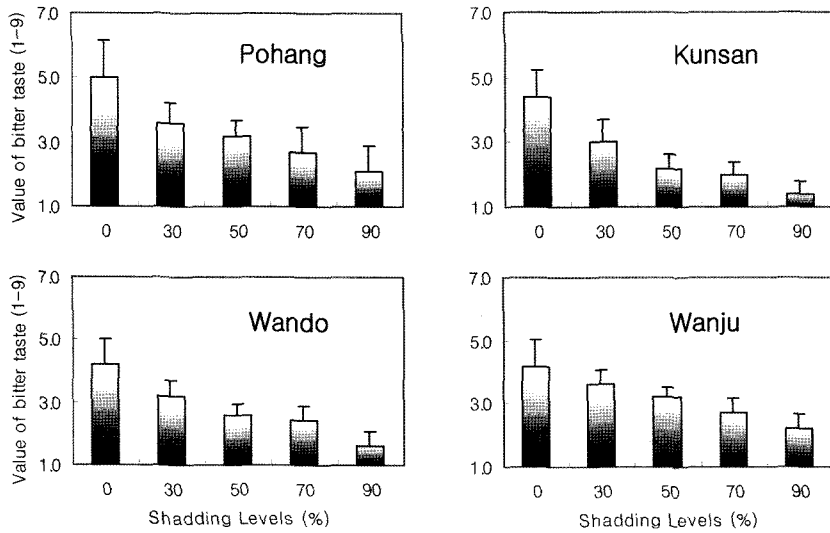


Fig. 3. Variation of bitter taste value according to shading levels in four local strains of *S. sarmentosum* in Korea.

75% 차광재배에서 수량 및 향기성분이 증가한다(Lee 등, 1998). 차 재배에서는 고급차 생산을 위해서 잎이 1-2매 전개할 무렵부터 10일 내외의 50% 정도 차광을 한 후, 다시 그 위에 95% 정도의 차광을 10여일 정도 하는 것이 좋은데, 차광기간이 길수록 theanine, 유리 아미노산 및 지방산 함량이 무차광에 비하여 증가한다(Park과 Choi, 1996). 또한 차광정도에 따라 잎의 무기성분(NH_4^+ , K^+ , Mg^{++} , PO_4^{--} 등), 유리 아미노산 및 지방산 함량이 달라져 차의 맛에 영향을 미치게 된다. 또한 감자재배에서도 괴경형성초기에 12일간 12-15%의 단기차광은 최종수량을 30% 정도 증대시킨다(Gray와 Holmes, 1970). 반면에 호광성 식물에서는 차광이 수량 및 품질에 좋지 않은 영향을 미치는데, 일년생 목초인 cheatgrass(*Bromus tectorum*)에서 60%와 90%의 차광처리를 할 경우 무차광보다 개화시기가 평균 2주와 6주 정도 늦어지고, 바이오매스, 분얼수 및 엽수 등을 감소시킨다(Pierson 등, 1990). 상추 시설재배에서도 장일과 고풍도 조건하에서는 nitrate reductase의 활성은 높고, NO_3^- 함량이 적어지지만, 차광정도가 증가할수록 NO_3^- 집적량은 증가하여 품질저하가 나타난다(Shon과 Oh, 1993; Moon 등, 1991).

이상의 결과 돌나물은 햇빛이 많은 것을 좋아하는 양지식물이지만, 여름철 생산을 위해서는 50% 차광재배를 하는 것이 씹는 맛을 부드럽게 하고, 쓴맛을 줄일 수 있기 때문에 고품질 상품생산이 가능하였다. 또

한 지역종간에 차광에 따른 생육정도가 달라, 차광재배 하에서 적응성이 높은 포항 지역종이 여름재배용으로 유망하였다.

적 요

여름철 고품질 돌나물 생산을 위하여, 군산, 완도, 완주, 포항 등 4 지방 수집종을 재료로 차광수준(0, 30, 50, 70, 90%)에 따른 생육특성, 엽색 및 엽록소 함량 변화와 쓴맛의 변화를 삼복재배 35일 째에 조사하였다. 차광재배에 따른 초장, 마디수, 엽수, 줄기직경 등의 생육은 무처리보다 증가하였으며, 포항 지방종이 줄기직경이 굵고 곁가지가 적게 발생하며, 잎도 크고 웃자라는 경향이 적어 양호하였다. 생체중 및 건물중도 무처리보다 유의하게 증가하였으며, 건물중은 포항 지역종의 50% 차광에서 가장 높았다. 차광에 따른 엽색의 명도를 나타내는 L, b 값은 차광율이 증가할수록 낮아졌으며, SPAD 값은 50%-90% 차광 하에서 무처리보다 유의하게 감소하였다. 또한 차광재배에 따른 쓴맛의 변화도 차광율에 비례하여 낮아졌으며, 50% 이상의 차광하에서는 약간의 쓴맛만을 느낄 정도로 양호하였다. 따라서 여름철 돌나물 재배시 차광정도는 지상부 생육과 품질면에서 50%가 적합하였으며, 지역종간에는 포항 지방종이 차광재배에 대한 적응성이 높아 수량 및 품질 면에서 양호하였다.

사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Ahn J.H., and S.Y. Lee. 2004. Effects of growth regulators on callus induction and plant regeneration from leaf explants of *Sedum sarmentosum*. Kor. J. Plant Tiss. Cult. 31:25-29.
- Ahn, J.H. S.S. Choe, J.H. Bae, and S.Y. Lee. 2007. Effects of cutting date and bedsoil on root and shoot growth in autumn cutting of *Sedum sarmentosum*. J. BioEnviron. Cont. 16:240-246.
- Brand, M.H. 1997. Shade influences plant growth, leaf color, and chlorophyll content of *Kalmia latifolia* L. cultivar. HortScience 32:206-208.
- Gray, D. and J.C. Holmes. 1970. The effect of short period of shading at different stages of growth on the development of tuber number and yield. Potato Res. 13:215-219.
- Grime, J.P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. John Wiley & Sons, New York, p. 222.
- He, A.M., M.S. Wang, H.Y. Hao, D.C. Zhang, and K.H. Lee. 1998. Hepatoprotective triterpenes from *Sedum sarmentosum*. Phytochemistry 49:2607-2610.
- Hong, C.K., S.B. Bang, and J.S. Han. 1996. Effect of shading net on growth and yield of *Aster scaber* Thunb. and *Ligularia fischeri* Turcz. RDA J. Agri. Sci. 38:462-467.
- Kim, D.S., Y.H. Yoon, J.C. Shin, J.K. Kim, and S.D. Kim. 2002. Varietal difference in relationship between SPAD value and chlorophyll and nitrogen concentration in rice leaf. J. Kor. Crop Sci. 47:263-267.
- Kim, H.J. and S.Y. Lee. 2007. Genetic relationships based on morphological characteristics in Korean native *Sedum sarmentosum*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 25:103-109.
- Kwack, B.H. 1976. On the ecology of *Sedum sarmentosum* Bunge in Korea. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 17:69-77.
- Lee, G.J., B.G. Kang, H.J. Kim, and M.B. Min. 2000. Effect of shading and nitrogen level on the accumulation of NO_3^- in leaf of lettuce (*Lactuca sayiva* L.). J. Kor. Environ. Agri. 19:294-299.
- Lee, S.Y., J.H. Ahn, and H.J. Kim. 2004. Characteristics of growth and flowering by nitrogen levels in *Sedum sarmentosum*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 22:426-430.
- Lee S.Y., J.H. Ahn, and H.J. Kim. 2006. Factors affecting shoot multiplication and rooting from cutting and in vitro node culture of *Sedum sarmentosum*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24:43-47.
- Lee, S.P., S.K. Kim, S.H. Chung, B.S. Choi, and S.C. Lee. 1998. Changes of crude components and essential oil content by shading treatment in *Codonopsis lanceolata* Trautv. Korean J. Medicinal Crop Sci. 6:149-153.
- Moon, C.H., G.C. Chung, and S.H. Ha. 1991. Effect of light and nitrate on the nitrate reductase activity in cucumber plants. J. Korean Soc. Hort. Sci. 32:157-162.
- Park, I.H. 1993. Studies on the shade adaptation of native ground cover plants, *Disporum* spp. and *Sedum sarmentosum*. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 21:1001-1012.
- Park J.H. and H.K. Choi. 1996. Effect of shading Period on contents of inorganic components, free amino acid and fatty acids in *Thea sinensis* L. Korean J. Medicinal Crop Sci. 4:247-254.
- Park, K.W. and Y.H. Kim. 1997. Effect of different nutrient solutions on growth and quality in sedum (*Sedum sarmentosum*) deep flow culture. J. Kor. Soc. Hort. Sci. & Tech. 15:152-153.
- Park, Y.J., M.H. Kim, and S.J. Bae. 2002. Enhancement of anticarcinogenic effect by combination of *Sedum sarmentosum* Bunge with *Platycodon grandiflorum* A. extracts. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 31: 136-142.
- Pierson E.A., R.N. Mack, and R.A. Black. 1990. The effect of shading on photosynthesis, growth, and regrowth following defoliation for *Bromus tectorum*. Oecologia 84:534-543.
- Russo, V.M. 1993. Shading of tomato plants inconsistently affects fruit yield. HortScience 28:1133.
- Shin, Y.M. 2000. Effects of substrate and nutrient solution concentration on growth and quality in hydroponically grown sedum (*Sedum sarmentosum* Bunge). MS. thesis. Korea Univ. Seoul. p. 56.
- Shon, S.M. and K.S. Oh. 1993. Influence of nitrogen level on the accumulation of NO_3^- on edible parts of Chinese cabbage, radish and cucumber. Korean J. Soil Sci. & Fert. 26:10-19.
- Sohn, S.M., K.S. Oh, and J.S. Lee. 1995. Effects of shading and nitrogen fertilization on yield and accumulation of NO_3^- in edible parts of Chinese cabbage. Kor. J. Environ. Agri. 28:154-159.
- Son, H.Y. and S.C. Chae. 2003. Effect of shading, potting media, and plant growth retardant treatment on the growth and flowering of *Spiranthes sinensis*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 21:129-135.
- Woo, E.R., S.H. Yoon, J.H. Kwak, H.J. Kim, and H. Park. 1997. Inhibition of gp 120-CD4 interaction by various plant extracts. Phytomedicine 4:53-58.