

여름철 溫室의 栽培時期別 시금치 生育에 대한 遮光效果

우영희 · 이정명* · 남윤일

원예 연구소 시설재배과, *경희 대학교 산업대학 원예학과

Effect of Shading Treatment on the Growth of Spinach (*Spinacia oleracea*) Affected by Different Growing Periods in Summer Greenhouse.

Woo, Young-Hoe · Lee, Jung-Myung* · Nam, Yooun-Il

National Horticultural Reserch Institute, *Kyung Hee University

Abstract

This experiments were carried out to investigate the growth responses of spinach to temperature controlling by shading treatments at different times during the summer, and the effects of environmental parameters on the growth and yield were evaluated.

The fourth cultivation was showed maximum temperature at air temperature of 33.1°C and soil temperature of 28.6°C, followed by third, second, fifth and first cultivation. Among the tested temperature decreasing by shading, shading with silver-coated PE film strips was the most effective in lowering greenhouse air temperatures by showing 1.1°C decrease as compared to the outside air temperature and 3.1°C decrease as compared to the air temperatures inside the non-shaded PE house and 2.3°C decrease as compared to the air temperatures shading with black-coated PE film strips, the soil temperature was showing 2°C decrease in both shading treatments than non-shaded PE and outdoor. In first cultivation, difficult cultivated as compared to others period owing to bolting of spinach. This first period was cultivated used two domestic cultivars and six imported cultivars, significantly better growth and higher yield of spinach were recorded in glory, manchuparuk and sunlighr cultivars. The effectiveness of shading on spinach, as expressed by the crop yield increase, was the highest in the planting from July 1 to August 24.

키 워 드 : 여름철, 시금치, 차광, 온도조절

Key words : summer, spinach, shading, temperature control.

緒 論

시금치는 명아주과의 장일성 작물로서 일장이 12시간 이상이 되면 추대가 시작하며 장일

고온 조건하에서 促進된다^{4,16)}, 생육적온은 15~20°C로서 저온에는 강하고 고온에는 극히 생육이 약하여 23°C에서 생육이 억제되고 25°C 이상이 되면 生理障害나 病蟲害가 만연한다^{13, 24, 25)}. 산성토양에 민감하며 pH 6.3~7.0이 최적이다^{4, 16)}. 이러한 生育特性 때문에 우리나라에서는 고온, 건조, 장일과 같은 不良環境條件이 가중되는 여름철 수확재배는 대단히 어렵다.

특히 장마후의 고온건조조건에서는 평지 재배가 극히 곤란하여^{7, 9, 13, 24, 25)} 현재는 고냉지에서 그 자연조건을 이용한 재배가 어느정도 성공을 거두고 있으나 매년 여름철에 入荷되는 양은 절대적으로 부족하며 그 중에서도 특히 6월~9월에는 대단히 고가이다. 여름철에 평지에서도 양질의 시금치를 대량 생산할 수 있는 技術이 確立되면 고냉지에 비하여 소비지에 가까워 출하면에서 絶對적으로 有利하여 收益性도 매우 좋은 매력있는 작형이고^{7, 13, 24, 25)} 작물적으로 보아도 이 시기는 파종후 30~35일 이면 수확출하가 가능한 단기성 작물이므로 회전이 빨라 전 후작과의 적절한 조절을 하면 경영적으로 극히 수익성을 높일 수 있는 작물이다. 본 실험은 여름철 평지에서도 양질의 시금치를 대량생산할 수 있는 기술 확립을 위한 연구로 여름철 온실의 재배시기별 차광 효과를 구명코자 실시하였다.

材料 및 方法

호냉성작물인 시금치의 供試品種은 기본적으로 국내종인 '쌈이나', '무궁화'와 수입종으로 '아틀라스', '타이탄', '파루크', '만추파루크', '선라이트', '오리온' 등 총 8품종을 이용하였다. 2차, 3차, 4차 작기에서는 내서성이 극히 약한 '쌈이나'와 '아틀라스'는 제외하였다.

發芽率을 높이기 위해 24시간 냉수(수돗물) 침종과 aeration을 並行하여 침지처리를 한후 10~20% 정도 유근이 출현한 종자를 20cm 간격으로 조파하였다.

밭아 후 수시로 솟음질하여 密植에 의한徒

長을 억제하였고 최종적으로 栽植距離를 20cm×주간 10cm로 솟아 주었다. 파종후 관수는 입고병 방제를 위하여 다찌가렌 1,000배액을 혼입하여 주었다. 관수는 과습을 주의하면서 수시로 실시하여 適濕을 유지하였다. 10a당 시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 10-15-10kg, 퇴비 2,000kg, 석회 100kg, 붓사 1kg을 전량 기비로 하였으며 추비는 요소 1,000ppm으로 2회에 걸쳐 관비하였다. 농약 살포는 예방적 차원으로 10일에 한번씩 리도밀과 다이센 M-45를 살포하였다.

공시 시설은 polyethylene (PE) film 하우스로서 규모는 폭 7m×길이 30m×높이 4m이었는데, 하우스 측면을 1/2이상 개방하여 자연환기가 원활하게 이루어지도록 하였다. 한동의 PE 하우스를 1/3로 분리하여 차광은 무차광 (PE), 흑색차광망 (PE+흑색차광망, 45%), 은색차광망 (PE+은색차광망, 45%) 등 3처리로 하였다. 차광망은 차광율을 45%로 조절하기 위하여 조도계로 측정하면서 설치하였다. 실험구 배치는 난괴법 4반복으로 統計分析은 Statistical Analysis System (SAS)를 이용하였다. 은색차광망은 Low & Bonar 회사에서 생산한 Phormium screen으로 알미늄으로 coating되어 있으며, 차광율은 약 45%이다.

파종 및 수확은 5작기로 區分하였으며 그時期는 일반적으로 장마전인 5월 24일~6월 28일 (제 1차 작기), 장마가 시작되어 끝나는 6월 16일~7월 22일 (제 2차 작기), 장마중기에서 장마가 끝나고 고온기인 7월 1~8월 5일 (제 3차 작기), 장마가 끝나고 가장 고온기를 경과하는 7월 15일~8월 24일 (제 4차 작기), 고온기에서 가을로 접어드는 8월 5일~9월 12일 (제 5차 작기) 등 5번을 파종 및 수확을 하였다.

生育調査는 時期에 따른 遮光效果를 比較分析하기 위하여 각 作期마다 파종후 15일에 제 1차 생육조사를 한후 5~7일 간격으로 총 5차례 실시하였다. 조사방법은 품종별로 5주씩 4반복으로 채취하여 엽수(엽신장이 1cm 이상), 최대엽의 葉身長, 葉柄長, 葉身幅을 측정

하였으며, 성장해석을 위하여 葉面積, 生體重 및 乾物重을 調査하였다. 葉面積은 자동엽면 적계(Licor-3100)를 이용하여 측정하였고 건물중은 80℃의 항온기에서 무게의 변화가 없을 때까지 2~3일간 식물체를 건조시킨 후 측정하였다. 收穫時期에는 품종별로 추대고가 1cm 이상 된 것을 추대한 것으로 간주하여 추대율 및 生育特性和 收量을 調査하였다.

環境調査는 다점기록계 (Westronics-3000), Data Logger (Licor-1000)등을 이용하여 전 생육 기간동안 기온은 하우스 지상부 1cm (지표부근), 1.2m, 2.5m (차광망 직하부 20cm) 세 지점과, 지온은 지하 10cm에서 조사하였다. 엽온은 '신라이트' 품종에 처리별로 3주씩 最大葉 背面中央部位에 熱電對線인 C-C線 센서部位를 부착시켜 측정하였다.

結果 및 考察

1. 시기별 차광에 따른 환경특성과 엽온

시기별 차광에 따른 환경특성은 표 1과 같다. 작기별로는 제4차 作期の PE 온실이 기온과 지온 모두 각각 33.1℃, 28.6℃으로 가장 높았으며, 그 다음은 제3차, 제2차, 제5차, 제1차의 순이었다. 차광재료에 따른 기온상승 억제효과는 작기별로 차이가 있었으나 대체적으로 은색차광망이 흑색차광망보다 효과적이며 차광에 의한 기온상승 억제효과는 최저 및 평균기온보다는 최고기온에 더 관여되었다.

가장 고온기인 제4차 작기를 기준으로 차광에 의한 온도하강효과를 보면 乾球溫度는 PE 온실과 흑색차광 온실은 각각 34.2℃, 33.4℃로 외기온 32.2℃보다 1~2℃높았으나 은색차광은 31.1℃로 외기보다도 1.1℃ 낮았다. 차광자재 직하부 (20cm)온도는 흑색 39.5℃로 PE의 37.4℃, 은색차광망의 34.0℃보다는 5.5℃나 높아 은색차광망은 흑색차광망보다 2.3℃溫度上昇抑制 효과가 認定되었다. 이것은 은색과 흑색차광망 자재의 열수지 특성을 잘 나

타낸 것으로 은색이 흑색차광망보다 氣溫上昇抑制效果가 큰 原因은 흑색차광망은 自體的으로 태양광의 열을 흡수하는 蓄熱特性이 있는 반면, 은색차광망은 熱線의 50% 이상을 차지하는 赤外線을 效果의으로 遮斷할 뿐만 아니라 自體的으로도 태양광선 및 열을 反射하는 特性에 기인된 것이다^{7, 21, 24, 25}).

PE 온실에서 엽온은 강한 일사로 인하여 온실 기온보다 높은 39.5℃였으며 흑색, 은색차광은 온실 기온보다 낮은 29.3℃, 29.7℃였다 (표 2). 기존의 엽온에 대한 연구에서 Raschke¹⁹⁾와 Nobel¹⁴⁾은 엽온은 地上環境의 다른 因子 즉 빛, 空氣溫度, 空氣速度, 相對濕度들과 分離시켜 생각할 수 없으며 太陽輻射에너지가 클 수록 엽온은 주위 공기온도보다 높아지는 것이 일반적인 現象이라고 하였으며 또한 光 條件下에서 상대습도 증가와 더불어 풍속 1.2m/sec의 物理的 刺戟에 의하여 엽온이 증가한다고 하였다¹⁰⁾.

따라서 여름철 고온기에 작물이 받은 熱壓迫도 어느 정도 緩和시켜 줄 것으로 생각되나 기본적으로 은색차광망 선택은 作物生育을 고려하여 여름철 시기별로 상당한 주의가 필요한 것으로 판단된다. 그 이유는 시금치 생육은 온실의 氣溫보다는 光과 地溫이 더 직접적으로 관여되기 때문으로 推測된다^{17, 27)}. 遠山等^{24, 25)}은 은색차광망은 여름철 고온기에는 일반투명비닐과 同等한 수량을 얻을 수 있었으나 기타 다른 시기에서는 오히려 약 3할 정도 수량이 감소되었다고 하였다.

본 시험에 사용한 은색차광망은 투명스크린과 알루미늄 스크린을 초강력 실로 짜서 제조된 것으로 여름철에 강한 일사를 遮斷하거나 反射하여 온실내로 유입되는 태양열을 흡수하지 않아 遮光效果 뿐만 아니라 遮熱效果도 있는 것으로 알려져 있다^{7, 26)}. 흑색차광망은 축열 특성으로 인하여 차광효과는 인정되나 氣溫低下에 대하여는 은색차광망에 비하여 저조한 것으로 판단되며 지온에 대한 온도하강에서는 은색차광망과 대등하였다. 은색, 흑색차광망 두처리 모두 PE온실과 外氣에 비하여 地溫이 약 2℃ 정도 낮았다. 여름철 온실 遮光栽培時

우 : 여름철 溫室의 栽培時期別 시금치 生育에 대한 遮光效果

Table 1. Variation of cumulative mean air and soil temperatures affected by growing periods and shading treatments in summer greenhouse.

Growing period (month/day)	Shading treatment ^z	Air temperature ^y			Soil temperature ^x
		Max. (°C)	M. (°C)	Mean (°C)	Mean (°C)
5/24~6/28	Check(PE)	37.0 ^w	15.9	26.5	23.1
	Black	30.3	16.0	23.2	20.7
	Silver	30.1	15.0	22.6	20.5
6/16~7/22	Check(PE)	38.1	23.1	30.6	26.8
	Black	32.4	22.4	27.5	24.4
	Silver	32.1	21.8	27.0	24.2
7/1~8/5	Check(PE)	38.6	24.0	31.3	27.9
	Black	35.8	23.0	29.4	26.4
	Silver	34.0	23.7	28.5	25.7
7/15~8/24	Check(PE)	40.2	25.9	33.1	28.6
	Black	35.3	24.8	30.1	26.0
	Silver	33.4	24.1	28.8	25.5
8/5~9/12	Check(PE)	33.6	20.3	27.0	25.9
	Black	32.0	21.7	26.1	24.9
	Silver	29.6	21.7	24.8	24.5

^xCheck(PE): Transparent PE film covering only, Black: 45% black PE shade covering under transparent PE film covering, Silver: 45% shading with phormium screen coated with aluminum under the transparent PE film covering. ^y1 cm above ground. ^x10cm below the soil surface. ^wEach value is the mean collected during the relevant growing periods.

Table 2. Effect of shading treatments^z on the growth environment of summer greenhouse for spinach.

Investigatedp eriod (month/ day)	Shading treatment ^y	Air temperature ^x		Air temp. under shaded material ^w	Soil temp. ^v (°C)	Relative humidity (%)	Leaf temp. (°C)
		Dry bulb (°C)	Wet bulb (°C)				
8/6~8/12	Check(PE)	34.2a ^u	28.5a	37.4ab	31.1a	63.7b	39.5a
	Black	33.4a	28.2a	39.5a	29.1b	68.6ab	29.3b
	Silver	31.1b	28.0a	34.0b	29.0b	79.8a	29.7b
	Outdoor	32.2ab	27.2b	—	31.2a	68.1ab	—

^pMean temperature between 12:00~15:00PM. ^yCheck(PE):Transparent PE film covering only. Black:45% black PE shade covering under transparent PE film covering, Silver:45% shading with phormium screen coated with aluminum under the transparent PE film covering.

^u1.2m above ground. ^v2.5m above ground. ^w10cm under ground.

^zMeans followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

氣溫에 대한 影響은 크지 않았으며 地溫만 약 2~3℃ 下降시켰다는 연구보고^{7, 12, 18, 24, 25)}도 있으나 본 결과는 지온뿐만 아니라 기온도 1~3℃ 낮게 나타났다.

2. 시기별 차광에 따른 시금치 생육반응

長日條件으로 인하여 추대의 위험성이 가장 높은 시기인 제 1차작기(5월 24~6월 28일)에 품종별로 추대율, 추대고, 수량을 조사한 결과(표 3) 국내종인 무궁화는 추대율 27.7%, 추대고 5.7cm, 수량 1198.2kg로 우수하였으며 수입종은 만추 파루크, 선라이트, 오리온이 각각 추대율은 1.0, 2.0, 0.2%. 추대고는 1.0, 2.9, 1.6cm. 수량은 1471.0, 1,888.1, 1,307.8 kg/10a로 우수하였으나 오리온품종은 무차광 재배시 수량이 2,623.5 kg/10a였으나 차광에 의한 생육억제가 심하여 흑색차광 하에서는 750.0 kg/10a, 은색차광 하에서는 550.0 kg/10a로 아주 불량하였다. 따라서 국내종 무궁화와 수입종 만추 파루크, 선라이트가 추대의 위험성이 비교적 적으며 생육도 우수하여 여름철 재배가 가능한 품종으로 판단되었다.

표 4는 作期에 따른 차광 처리별 시금치의 생육특성과 추대 및 수량을 나타낸 것으로, 장마전 시기인 제1차 작기는 비록 長日條件에 따른 추대로 인하여 재배하기가 어려운 시기^{13, 24, 25)}였으나 일조량이 많고 그 이외의 生育環境條件은 良好하여 타 작기에 비하여 생육이 왕성하고 수량도 많았다. 이 작기에서의 收量은 무차광이 1930.8kg/10a, 흑색차광망이 877.9kg/10a, 은색차광망이 655.4kg/10a으로서 차광이 오히려 시금치의 生育을 抑制하는 것으로 판단되며 모든 量의形質에서도 차광구가 무차광구보다 낮았는데, 生育抑制 정도는 흑색차광망보다 은색차광망에서 더 심하게 나타난 것으로 생각되었다.

장마기인 제2차 작기는 1차보다 더욱 차광에 의한 생육수량 억제가 심하게 나타났다. 수량은 무차광이 1274.8kg/10a, 흑색차광망이 610.7kg/10a, 은색차광망이 344.9kg/10a로서 1차와 같이 무차광, 흑색차광망, 은색차광망

순이었다. 결국 이 시험결과 1차와 2차 작기에서는 차광을 할 필요가 없을 것으로 판단되었다.

3차 작기는 장마중기인 7월 1일에서 고온기인 8월 5일까지 였는데, 이 작기에서 수량은 무차광 422.9kg/10a에 비하여 흑색은 804.9kg/10a과 은색차광망은 658.0kg/10a로서 차광구에서 수량이 높았으며 차광망 종류에 따라서는 흑색차광망이 은색차광망보다 좋았다. 이 작기에서는 추대 위험성은 없으나¹⁶⁾ 장마와 무더위로 인하여 병발생이 다발하는 시기^{6, 24, 25)}로 재배에 주의를 요하는데, 이는 生育前期인 장마기에는 과습과 고온에 의한 입고병으로 결주발생이 많으며 생육중후기에는 고온으로 인한 障害가 憂慮되기 때문이다¹³⁾.

제4차는 장마가 끝나고 高溫期를 經過하는 시기(7월 15일~8월 24일)로 무차광에서의 수량은 349.5kg/10a. 흑색차광망은 544.8kg/10a, 은색차광망은 701.0kg/10a로서 3차 작기에서와 같이 차광효과가 認定되었는데 차광구간에는 은색차광구에서 오히려 수량이 높았다. 그러나 이 시기는 온실내 極限高溫으로 인하여 저온성 작물재배가 거의 불가능한 시기^{13, 24, 25)}로 단순한 비가림 재배만으로는 시금치 재배는 不可能한 것으로 생각되었다.

제 5차는 고온기에서 가을로 접어드는 시기(8월 5일~9월 12일)로 수량은 무차광 625.9kg/10a, 흑색차광망 634.8kg/10a, 은색차광망 365.4kg/10a로서 무차광과 흑색차광망간에는 有意性이 認定되지 않았으나 은색차광망은 생육이 타 시험구 비하여 抑制된 것으로 判斷되었다.

이상의 결과를 볼때 시금치의 차광재배는 여름철 극한 고온기인 7중순에서 8월중순 사이에 효과적이라는 시험보고와 같은 결과를 보여주고 있다^{13, 24, 25, 26)}.

표 5는 차광에 대한 시금치 生育反應을 알아보기 위하여 작기별로 生長 해석에 의한 相對生長率 등의 生長係數들을 분석한 結果이다. relative growth rate (RGR, 상대생장률)은 일정기간 동안 건물중의 증가를 표시하는 生長계수이며, crop growth rate (CGR, 生長속도)

우 : 여름철 溫室의 栽培時期別 시금치 生育에 대한 遮光效果

Table 3. Effect of greenhouse shading treatment on the growth of spinach in early summer greenhouse, investigated on June 28, 1994.

	Cultivar	Shading treatment ^c			Means
		Check	Black	Silver	
Bolting rate ^a (%)	Seamina	58.3	38.1	35.4	43.9
	Glory	23.7	31.1	28.2	27.7
	Atlas	66.7	87.7	89.0	81.1
	Titan	35.0	14.1	12.7	20.6
	Paruku	23.9	14.5	11.5	16.6
	Manchuparuku	3.0	0.0	0.0	1.0
	Sunlight	6.0	0.0	0.0	2.0
	Orion	1.0	0.0	0.0	0.3
	Means	27.2a ^b	23.2b	22.1b	
Flower stalk height (cm)	Seamina	14.3	7.8	13.3	11.8
	Glory	5.0	7.7	4.5	5.7
	Atlas	14.0	16.4	14.0	14.8
	Titan	9.0	6.6	7.0	7.5
	Paruku	8.0	6.1	3.9	6.0
	Manchuparuku	3.0	0.0	0.0	1.0
	Sunlight	4.7	0.0	0.0	2.9
	Orion	4.7	0.0	0.0	1.6
	Means	47.8a	5.6b	5.3b	
Yield (kg/10a)	Seamina	884.1	755.2	287.0	638.2
	Glory	1648.3	1012.8	933.4	1198.2
	Atlas	709.3	152.5	266.6	376.1
	Titan	1573.0	661.4	671.5	968.6
	Paruku	2115.6	1291.1	749.6	1385.4
	Manchuparuku	2800.0	1000.0	622.1	1474.0
	Sunlight	3092.6	1400.0	1171.8	1888.1
	Orion	2623.5	750.0	550.0	1307.8
	Means	1920.9a	877.9b	655.4c	

^aCheck(PE): Transparent PE film covering only.

Black: 45% black PE shade covering under transparent PE film covering,

Silver: 45% shading with phormium screen coated with aluminum under the transparent PE film covering.

^bNo. of inflorescence with height of 1 cm or higher.

^cMeans followed by the same letter within column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 4. Effect of greenhouse shading treatment on the growth of spinach affected by different growing periods in summer greenhouse.

Growing period (month/day)	Shading treatment	Largest leaf				No. of leaves developed	Bolting rate ¹ (%)	Yield (kg/10a)
		Length (cm)	Blade length (cm)	Petiole length (cm)	Width (cm)			
5/24~6/28	Check(PE)	22.68a [*]	11.67a	11.01a	8.30a	20.04a	27.9a	1930.8a
	Black	22.32a	10.82ab	11.50a	7.20a	14.71b	23.2b	877.9b
	Silver	19.35b	9.69b	9.67b	6.29b	14.33b	22.1b	655.4c
6/16~7/22	Check(PE)	18.40a	8.07a	10.34a	6.06a	15.50a	17.9a	1274.8a
	Black	14.24ab	6.80b	7.45b	4.71b	13.50ab	15.4ab	610.7b
	Silver	6.00b	5.40b	6.53b	3.64b	11.38b	13.2b	344.9c
7/1~8/5	Check(PE)	10.00c	5.31b	4.69b	3.08b	10.42a	10.2a	422.9c
	Black	17.89a	8.28a	9.60a	5.25a	10.63a	9.3a	804.9a
	Silver	15.45b	7.37a	8.09a	4.47a	10.67a	10.1a	658.0b
7/15~8/24	Check(PE)	8.72b	4.77b	3.95b	2.75b	9.40b	—	349.5c
	Black	14.81a	7.13a	7.68a	4.50a	9.21b	—	544.8b
	Silver	13.05a	6.95a	6.11a	4.84a	10.57a	—	701.0a
8/5~9/12	Check(PE)	14.25b	7.53a	6.72b	5.19a	9.67a	—	625.9a
	Black	17.63a	8.07a	9.57a	5.50a	8.75a	—	634.8a
	Silver	16.47ab	6.21b	10.26a	4.00b	7.81b	—	365.4b

¹Leaves longer than 1 cm were counted as developed. ²No. of inflorescence with height of 1cm or higher. ³Means followed by the same letter within each growing period are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

은 단위 엽면적당의 同化生産物의 增加量을 표시한 것으로 수분이 함유된 채로 生長量을 표시한 係數이다³⁾.

이 RGR과 CGR의 시기별 값을 보면 차광이 재배시기에 따른 시금치생육에 미치는 영향을 파악할 수 있는데, 제1차, 제2차 작기의 무차광 RGR (g/g/day)값은 각각 0.161, 0.135, 흑색은 0.143, 0.113, 은색은 0.130, 0.104이며, 제1차, 제2차 작기는 무차광구의 CGR (g/m²/day)이 각각 8.180, 3.713, 흑색은 3.606, 1.511, 은색차광망구는 3.043, 0.100으로 무차광구가 차광시험구(흑색, 은색)보다 높았다. 이것은 표 4에서 밝힌 바와 같이 遮光이 오히려 제 1, 2차 작기에서는 生育과 收量を 減少시키는 것으로 판단되었다. 제3차 재

배시 RGR과 CGR은 각각 무차광구가 0.097, 0.823, 흑색차광망은 0.114, 1.163, 은색차광망은 0.110, 0.985로 遮光效果를 보였으며 은색차광망보다는 흑색차광망에서 RGR, CGR값이 높았다.

제 4차 시기의 RGR, CGR은 각각 무차광에서 0.096, 1.148, 흑색은 0.099, 1.274, 은색은 0.113, 1.984로 遮光效果가 認定되었는데, 3차는 흑색에서 양호하였으나 4차는 은색차광망구가 시금치 生育收量에 有利한 것으로 생각되었다.

제 5차재배시 RGR, CGR를 보면 무차광은 각각 0.134, 2.134, 흑색은 0.126, 1.743, 은색은 0.107, 1.035로서 무차광구가 흑색, 은색차광망보다 시금치 생육이 좋았다.

우 : 여름철 溫室의 栽培時期別 시금치 生育에 대한 遮光效果

Table 5. Growth analysis of spinach affected by different growing periods and shading treatments in summer greenhouse.

Growing period (month/ day)	Shading treatment	Growth analysis parameters ^c					
		RGR (g/g/day)	CGR (g/m ² /day)	LAI (m ² /m ²)	SLA (cm ² /g)	LAR (cm ² /g)	LWR
5/24~6/28	Check(PE)	0.161 ^y	8.180	1.576	268.020	0.019	0.706
	Black	0.143	3.606	0.922	380.168	0.026	0.664
	Silver	0.130	3.043	0.885	359.896	0.026	0.710
6/16~7/22	Check(PE)	0.135	3.713	0.882	308.656	0.022	0.721
	Black	0.113	1.511	0.445	330.601	0.024	0.737
	Silver	0.104	1.000	0.261	281.510	0.021	0.736
7/1~8/5	Check(PE)	0.097	0.823	0.131	156.917	0.011	0.738
	Black	0.114	1.163	0.384	281.960	0.021	0.755
	Silver	0.110	0.985	0.336	303.667	0.022	0.767
7/15~8/24	Check(PE)	0.096	1.148	0.134	155.351	0.011	0.720
	Black	0.099	1.274	0.362	290.962	0.020	0.700
	Silver	0.113	1.984	0.383	248.332	0.018	0.720
8/5~9/12	Check(PE)	0.134	2.134	0.334	264.510	0.020	0.814
	Black	0.126	1.743	0.353	397.640	0.028	0.752
	Silver	0.107	1.035	0.247	323.460	0.022	0.733

^aRGR:Relative growth rate, CGR:Crop growth rate, LAI:Leaf area index SLA:Specific leaf area, LAR:Leaf area ratio, LWR:Leaf weight ratio. ^bEach value is the mean of 4 blocks.

그림 1은 1차, 2차, 3차 파종시기별로 무차광, 흑색차광망, 은색차광망의 CGR과 LAI값을 중회귀기식으로 구한 결과로 작기별로 차광에 따라 相關關係에서 高度의 有意性을 나타내 時期別로 遮光의 效果를 인정할 수 있었는데, 이는 앞에서 언급한 것과 동일한 경향을 나타내고 있다.

재배시기별 최적 엽면적지수와 최대개체의 생장속도와의 관계를 보면 모두 LAI커짐에 따라 CGR은 증가하였다가 점차 감소하는 아취형 형태를 보이고 있는데, 비교적 광이 약하고 기온이 낮은 1차 재배시기 즉 호적 생육기에는 무차광의 경우 최고의 건물생산을 보이는 최적의 엽면적지수는 2~3m²/m²으로 재배환경이 불량한 2차(6월 16일~7월 22일)와 3차(7월 1일~8월 5일) 재배기로 갈수록 LAI

가 감소함을 알수 있고 CGR 역시 급격히 감소됨을 알수있다. 이런 현상은 차광한 경우 더 심하게 나타나는 경향으로 흑색보다 은색에서 LAI와 CGR이 작게 나타났다. 따라서 본 실험결과 여름철 작물재배에는 온실의 氣溫下降을 위하여 補助的인 手段으로 차광을 실시할 경우 光遮斷에 의한 작물의 生育抑制에 대한 考察없이 실시할 경우 오히려 불리한 경우가 있으므로 상당한 注意를 要하는 것으로 생각되는데, 여름철 시설을 이용한 시금치 재배시 차광효과를 고온기인 7월 중하순부터 8월 상순까지가 클 것으로 사료된다. 그러나 이때에도 全日遮光보다는 日射程度가 큰 12시~15시까지 차광을 실시하는 一時遮光이 바람직한 것으로 판단된다¹¹⁾.

여름철 시금치에 관련된 국내외 연구보고를

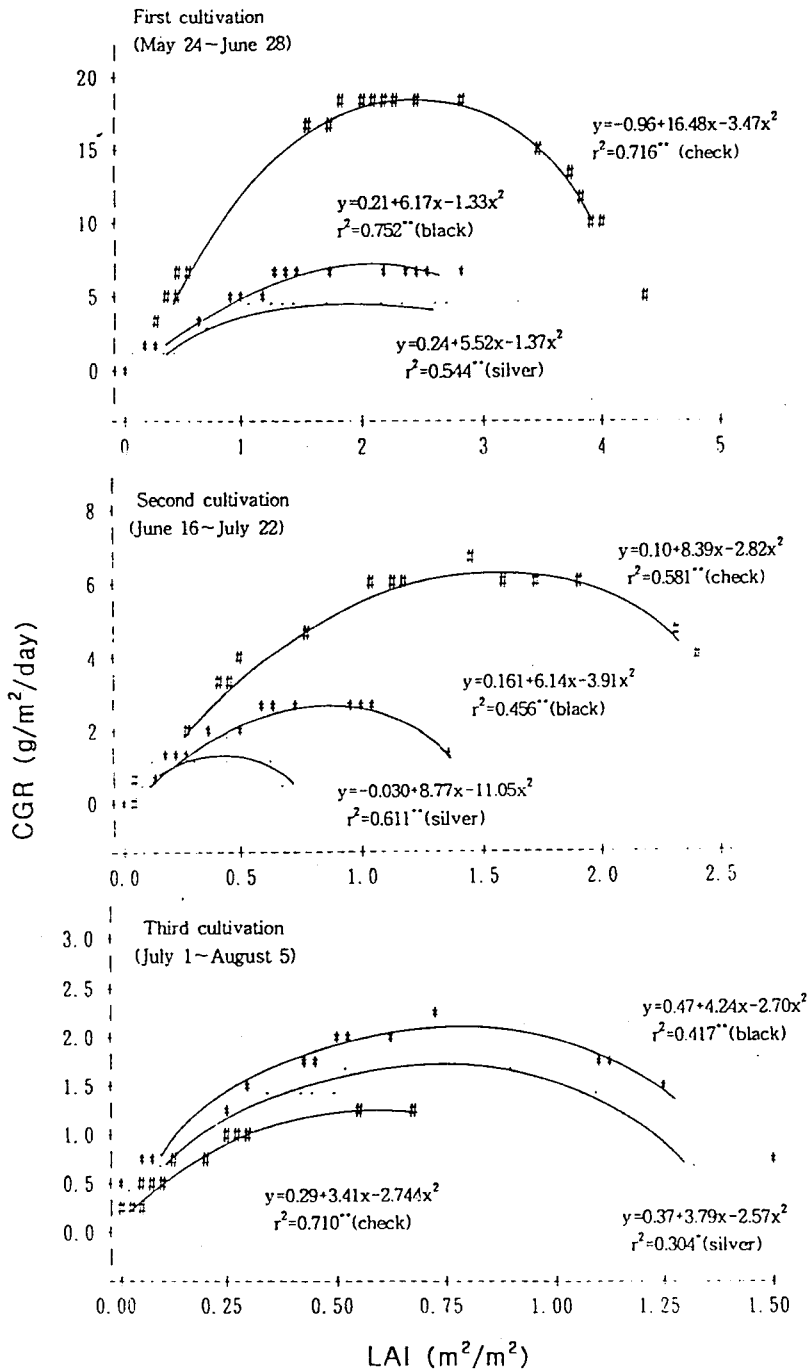


Fig. 1. Relationship between leaf area index(LAI) and crop growth rate(CGR) as influenced by sowing dates and shading treatments.

보면 林等⁹⁾은 차광율이 40, 50, 70%인 흑색 차광망을 이용한 시금치 하과재배시 40% 흑색차광구에서 가장 높은 수량을 얻었으며 그 다음은 50, 70%, 무차광 순이었다고 보고하였다. 文과 表¹²⁾는 고온기 (6월 2일~7월 26일)에 생육이 불량한 호냉성작물인 배추, 시금치, 상추, 무 등을 각각 35%, 55%, 70%차광하에서 재배한 결과 무, 배추는 35%, 상추, 시금치는 35% 및 55%까지의 차광에서도 自然日照에 비하여 生育이 促進되었으며 그 이상의 차광에서는 생육이 급격히 鈍化되었다고 하였다. 黑住等⁷⁾은 여름철 차광자재를 이용한 시금치 재배는 차광율이 높을수록 온실의 기온 및 지온은 낮아져 시금치 生育이 良好해 지지만 遮光率이 50%를 넘을 경우 日照不足으로 生育後半은 顯著하게 되면서 후기생육이 억제되어 결과적으로 수량도 떨어진다고 하였으며 遮光率이 낮은 39%에서 시금치 생육이 양호하고 차광율이 높은 56%에서는 생육이 불량하다고 하였다. 따라서 본 실험과 過去 實驗들을 綜合하여 보면 7~8월의 시금치 하과재배시 차광율 40% 전후가 적당한 것으로 判斷된다.

遠山等^{24, 25, 26)}은 여름철 온실 피복자재와 차광자재별 시험에서 일반투명비닐과 자외선 차단 필름온실은 온실내 氣象環境條件에 差異가 없으며, 여름철 고온기 (7월 14일~8월 16일)에 紫外線 차단 필름은 일반투명 비닐에 비교하여 13%의 시금치 생체중의 증가효과를 나타냈으며 은색차광망은 고온기인 7월 14일~8월 16일에서는 일반 투명비닐과 같은 수량을 얻었으나 기타 다른 시기에서는 약 3할 정도 收量이 減少되었다고 보고한 바 있다. 본 실험에서도 은색차광망은 여름철 가장 고온기인 7월 15일~8월 24일에서만 증수효과를 보여서 既存의 結果와 一致되고있다.

遮光에 의한 시금치 生長係數들의 變化를 보면 (표 5) 전 시험기간중 specific leaf area (SLA, 葉面積重量比)와 leaf area ratio (LAR, 葉面積比)값은 제 2차 작기에서 은색 차광만 제외하면 일정한 경향으로 차광구가 무차광에 비하여 높았다. 이것은 LAR은 단위

乾物重當의 葉面積을 나타내는 係數로, 光量不足에 의해 植物의 生長速度가 低下되면 NAR이 저하되고 이를 補償하기 위하여 LAR이 증가된다는 보고와 일치하고 있다^{3, 15)}. 이 LAR은 SLA와 매우 밀접한 관계를 가지고 있어서 弱光條件下에서의 生態反應과 그 對策 研究에 중요한 指標가 된다고 하는데, Hiroi and Monsi²⁾은 해바라기의 耐陰性 시험에서 SLA은 별로 높지 않으며, leaf weight ratio (LWR, 葉重比)도 오히려 낮아진다고 하였다. 그러나 星野等³⁾은 상추의 경우 차광을 할 경우 LWR, SLA 모두 높아지게 되며 그 결과 LAR을 증가시킨다고 하였으나 이것이 상추의 내음성과 어떠한 관계가 있는지는 밝히지 못하였다.

본 실험결과는 시금치 LWR값은 LAR, SLA과는 달리 遮光에 의하여 일정한 傾向을 나타내지 못함을 알 수 있다. 제 1차 作期를 정상적인 생육조건이라고 看做하면 시금치의 LAR값은 표 5에서 보는바 와 같이 0.019~0.026 cm²/g로 다른 작물과 비교하면 벼는 0.01 전후²²⁾, 상추³⁾는 0.03~0.05 로 시금치가 상추보다는 내음성이 약하고 벼 보다는 다소 강한 것으로 생각되었다.

SLA는 잎두께의 逆數로서 값이 크면 잎이 얇고 작으면 잎이 두꺼운 것을 표시하며 단위 면적당 건물증가량 SLA는 값이 적으면 많아지고 값이 크면 적어지는 것을 나타내는데^{1, 3)}, 표 5에서 보면 무차광은 차광에 비하여 잎이 두꺼운 것을 알 수 있다. 田中과 松島²³⁾는 벼에서, Irvine⁵⁾은 사탕수수에서 각각 엽의 두께와 光合成能率과는 밀접한 關係가 있다고 보고하였다. 시금치의 SLA (cm²/g)값을 제1차 작기를 정상적인 생육조건이라 보면 표 5에서와 같이 최대 380, 최소 268로 평균은 336이었다. 다른 작물과 비교하여 보면 林¹⁾은 벼 18품종의 SLA (cm²/g)를 검토한 결과 품종간에 차이가 인정되며 최대 249, 최소 168로서 200~250의 範圍에 있다고 하였으며, 酒井等²⁰⁾은 orchard grass는 320~450, 星野等³⁾은 상추는 최소 233, 최대 360라고 하였다. 시금치와 상추는 앞에서 검토한 타작물에 비하여

높은 수치를 보였는데, 이것은 수분이 많아서 건물 1g당 엽면적이 크다는 것을 의미한다. 시금치 生長解析結果 온실재배시 차광조건하에서 LAR과 그 構成要素로서 SLA나 LWR의 변화를 究明하여 弱光條件下에서의 生理反應과 그 對策에 關한 연구가 속행되어져야 한다고 생각되었다.

摘 要

여름철 平地에서도 良質의 시금치를 大量生産할 수 있는 技術 確立을 위해 栽培 時期別 遮光效果를 검토했던 結果를 요약하면 다음과 같다.

가. 環境調査 結果 제 4차작기(7월 15~8월 24일)의 無遮光 PE온실이 氣溫과 地溫 모두 각각 33.1℃, 28.6℃으로 가장 높았으며 그 다음은 제 3차(7월 1일~8월 5일), 제 2차(6월 16일~7월 22일), 제 5차(8월 5일~9월 12일), 제 1차(5월 24일~6월 28일) 순이었다

나. 遮光資材에 따른 溫室의 溫度環境은 8월 6일부터 12일까지 7일 동안 12시부터 15시까지 조사한 結果, 은색차광망은 외기 보다 1.1℃, 무차광 보다 3.1℃, 흑색차광망 보다 2.3℃ 기온 上昇抑制 效果가 認定되었다. 地溫에 대한 效果는 은색, 흑색 모두 PE온실과 외기에 비하여 약 2℃정도 온도 하강효과가 있었다.

다. 추대로 인하여 시금치 재배가 어려운 시기인 제 1차 작기에 국내종 2점과 도입종 6점을 재배한 結果 국내종은 무궁화, 도입종은 만추 과루크, 선라이트품종이 收量과 生育에서 우수한 特性을 보였다.

라. 여름철 시금치 栽培時 播種時期에 따라 遮光效果가 가장 현저하게 나타나는 시기는 7월1일부터 8월 24일 이었다.

引用文獻

1. 林 建一. 1972. 水稻品種の日射エネルギー利用效率に關する研究. 農技報告 D 23:40-48.
2. Hiroi, T. and M. Monsi. 1963. Physiological and ecological analysis of shade tolerance of plant. Bot. Mag. 76: 121-129.
3. 星野和生, 吉川雅夫, 野口正樹, 池田澄男. 1977. 野菜の收量成立要因の解析に關する研究. I. 生長解析法によるレタスの多收條件の檢索. 野菜試驗場報告 A 3: 1-29.
4. 位田藤久太郎. 1977. 施設園藝の環境と栽培. 誠文堂新光社 pp. 2-70, 85-194.
5. Irvine, J. E. 1967. Photosynthesis in sugarcane varieties under field condition. Crop Sci. 7: 297-300.
6. 加加美好信, 貞野光弘, 1988. 夏どりホウレンソウの萎ちょう病の發生實態と藥劑防除. 徳島農試年報 25: 36-47.
7. 黒住 徹, 大原正行, 土井正彦, 川嶋信彦. 1988. 遮光による昇溫抑制效果を活用した夏まきホウレンソウ栽培. 奈良農試研報 19:31-37
8. 林在昱, 崔柄滢, 李漢哲, 俞昶在. 1990. 시금치 周年栽培에 關한 研究, 2. 晩春 栽培時 品種間 生育特性의 差異. 農試論文集(원예편) 34(2): 1-5.
9. 林在昱, 崔柄滢, 韓永熙. 1987. PE와 遮光網 被覆이 여름栽培 시금치生育 및 數量에 미치는 影響. 京畿農業研究 (4): 101-106.
10. Matsui, T. and H. Eguchi. 1972. Effects of environmental factors on leaf temperature in a temperature-controlled(II), Effects of air movement. Environ. Control in Biol. 10: 105-108.
11. 三原義秋. 1980. 溫室設計の基礎と實際. 養賢堂 pp. 51-17, 145-169.
12. 文源, 表鉉九. 1981. 遮光程度가 몇가지 好冷性菜蔬의 生育에 미치는 影響. 韓國園學誌 22: 153-159.
13. Morita, T., H. Kitajima, T. Higashi and J. Ohta. 1988. Variety test and cultivation

- method for spinach harvested in summer in plastic greenhouse. Bulletin of the Kumamoto Agricultural Experiment Station 13: 69-87.
14. Nobel, P. S. 1983. Biophysical Plant Physiology and ecology. Freeman, San Francisco. pp.185-234, pp. 339-382, 387-454.
 15. 野口正樹, 吉川雅夫, 星野和生, 池田澄男, 小林和彦. 1978. 野菜の收量成立要因の解析に関する研究. II. レタスの 生育及び乾物生産に及ぼす日射量の影響. 野菜試験場報告 A 4: 55-76.
 16. 農山漁村文化協會. 1986a. 農業技術大系7卷(野菜篇), ホウレンソウ, ハクサイ.
 17. 小田雅行, 大野 元. 1980. コマツナの生育及ぼす積算溫度及び積算日射量影響. 野菜試験場報告A 7: 183-195.
 18. 朴尙根, 權永杉, 李龍範, 林采一. 1982. 夏節期 비닐 하우스에 遮光과 fog mist system의 利用이 菜蔬類(배추, 시금치, 상치)生育에 미치는 影響. 農試論文集(園藝) 24: 106-116.
 19. Raschke, K. 1960. Heat transfer between the plant and the environment. Ann. Rev. Plant Physiol. 11: 111-126.
 20. 酒井 博, 川鍋祐夫, 藤原勝見. 1969. オーチャードグラス草地の乾物生産と生産過程,刈取り高さの影響. 日草誌 15: 206-212.
 21. 田中免夫, 石井征亞. 1994. 赤外線へい材で被覆された溫室の熱的性能. 生物環境調節 32(1): 47-52.
 22. 田中市郎, 棟方 研. 1970. 水稻の生長率に及ぼす季節影響. IBP 成績書. 農業技術研究所.
 23. 田中孝幸, 松島省三. 1969. 水稻收量の成立原理とその應用に関する作物學的研究. 日作紀 38(1): 5-6.
 24. 遠山証雄, 竹内芳親, 山田 強, 中西保太郎. 1987a. 夏どりホウレンソウに関する研究(第2報), 氣象環境と數量. 鳥取大砂兵研報 26: 49-57.
 25. 遠山証雄, 竹内芳親, 中西保太郎, 山田 強. 1987b. 夏どりホウレンソウに関する研究(第1報), 被覆資材と數量. 鳥取大砂兵研報 26: 39-48.
 26. 遠山証雄, 竹内芳親, 中出吉彦, 杉本勝男. 1985. シルバー寒冷紗の被覆效果と菜蔬類の生育. 鳥取大砂兵研報 24: 21-30.
 27. 禹 永澮. 1995. 여름철 溫室의 氣溫下降方法 및 被覆 資材에 따른 시금치 生育反應과 冷房效率 分析. 慶熙 大學校 大學院. 博士學位論文.