

통기성 부직포의 피복방법 및 GA₃처리가 저온기에 잎상추의 생육 및 수량에 미치는 영향

안종길* · 최영환 · 손병구 · 강점순
밀양대학교 원예학과

Effect of Covering Method of Ventilating Non-Woven Fabric and GA₃ Treatment on the Growth and Yield of Leaf Lettuce during Low Temperature Season

Chong Kil Ahn*, Young Whan Choi, Beung-Gu Son, and Jum-Soon Kang
Department of Horticulture, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

Abstract. This study was conducted to estimate stimulation of plant growth of green and red leafy lettuces (*Lactuca sativa* L. cv. Chungchima and Jugchima) as affected by covering method and time with protected film materials containing concentrated PO film and GA₃ foliar spray. Plants were covered with 'Pasraido' material from October 26 to November 31 (direct 1), from November 5 to November 31 (direct 2), or with a tunnel, or direct 2 + tunnel. Mean air temperature and relative humidity under the covering were higher in direct and tunnel, direct and non-covering, in that order. The fresh weight and dry weight of red and green lettuces increased in direct and tunnel followed by direct 1, direct 2, tunnel and the control. GA₃ treatment promoted the growth in all covering methods, but decreased the chlorophyll contents. Fresh weight and dry weight were higher in red lettuce than in green lettuce in the control.

Key words : covering method, GA₃, temperature, relative humidity, plant growth

서 언

우리나라에서는 결구상추보다 잎상추가 주로 재배되고 있고 특히 잎상추는 내한성이 강하여 0°C에서도 잘 견디고 5°C 이상이면 겨울 저온기에도 무난방 재배가 가능하다. 그러나 실제로 잎상추 재배는 지역에 따라 온도와 습도 등 시설내 환경이 불량하여 안정생산이 어려우므로 저온기에 효과적인 보온방법의 개선과 생장조절제 처리로 잎상추의 생육촉진 및 품질향상의 효과가 기대된다.

저온기에 부직포를 이용한 열채류의 피복효과는 생육촉진, 조기수확, 증수 등에 관한 많은 보고(Loy와 Wells, 1982; Wells와 Loy, 1985; Hemphill과 Mansour, 1986; Mansour와 Hemphill, 1987; Gaye와 Maurer, 1991)가 있었고, 기온, 지온, 작물의 체온, 토양수분, 및 광 등의 환경요인에도 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Hamamoto, 1991, 1992). 또 Ozawa 등(1996)

은 이랑을 만들어 낮은 골에 피종하여 부직포로 피복하는 구저(溝低)피복법을 고안하여 겨울철 일본 동북부 지역의 무거운 하우스에서 시금치 등 채소를 실용적으로 생산할 수 있는 기술을 개발하였다. 그리고 작물생육에 미치는 환경은 주로 기온과 지온을 측정하였으며 수증기압, 절대습도, CO₂의 농도와 기류속, 야간의 열온 등에 관한 보고도 일부 있었다(Wole 등, 1989; Hamamoto, 1991; Kim과 Song, 1999). 따라서 통기성 부직포의 효과를 결정하는 환경요인에 대하여 계속 구명되어야 할 것으로 생각된다.

현재 가장 많이 사용되고 있는 gibberellin acids (GAs)는 GA₃와 GA₄₊₇이 주종을 이루고 있는데, 작물의 생육을 촉진시키기 위한 목적으로 많이 이용하고 있는 추세(Kang, 2001)이다. Ota(1971)는 gibberellin이 작물의 물질대사와 생육을 촉진한다고 보고한 바 있고, 화훼류에서도 저온에서 생육 및 개화촉진의 효과가 나타난다(Cho 등, 2000)고 하였다.

따라서 본 시험은 동계에 노지 및 무가온 시설내에서 엽채류를 재배할 때에 생육정지 온도에 가까운 불량한 환경조건하에서 재배되고 있기 때문에 이를 개선하기 위하여 통기성 간이 피복재의 피복시기, 방법 및 GA₃처리가 잎상추의 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명하여 피복재배기술을 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료는 청치마상추와 적치마상추(*Lactuca sativa* L. cv. Chungchima lettuce와 Jugchima lettuce)를 이용하였다. 육묘방법은 유리온실에서 2000년 9월 28일에 128공 plug tray를 이용하여 파종하였고, 정식은 농PO계 피복하우스내에서 10월 19일에 폭 120 cm의 토경베드에 재식거리 10 cm × 10 cm의 8조식으로 하였다. 피복처리는 PET계 장섬유부직포인 '피스라이드'(상품명, 일본)를 사용하였다. 피복시기를 두 단계로 구분하여 직접피복(1)은 10월 26일부터 11월 30일까지, 직접피복(2)는 11월 5일부터 11월 30일까지였다. 또 터널피복, 직접 + 터널피복은 직접피복(2)와 동일한 시기에 피복하였다. GA₃는 각 피복처리와 무처리에 대하여 GA₃ 100 ppm을 수확 일주일 전인 11월 22일에 엽면살포하였다. 시험구배치는 요인실험 3반복으로 하였다. 온도 측정은 0.1 mm 경전열대를 이용하여 피복내 기온은 식물체의 상단부, 지온은 지표면으로부터 5 cm의 깊이로 하였고 상대습도는 靜電容量式센서로 식물체의 바로 윗 부분에서 각 피복처리마다 1점씩 측정하였다.

생육 및 수량조사는 11월 29일에 초장, 엽수, 엽면적(林電光製 AAM8, 일본), 수량 등을 처리구당 10주로 하였고, 엽록소 함량은 SPAD meter (SPAD502, Minolta, 일본)를 이용하여 처리구당 2주씩(주당 4엽) 조사하였다.

결과 및 고찰

각 피복처리에 의한 지상부, 지하부의 온도를 측정 한 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 지상부와 지하부의 일중 평균온도는 피복처리기간중 전 처리구에서 잎상추의 생육적온에 미치지 못하였다. 지상부의 온도는 직접피복이 가장 높았으나 직접 + 터널피복의 병용

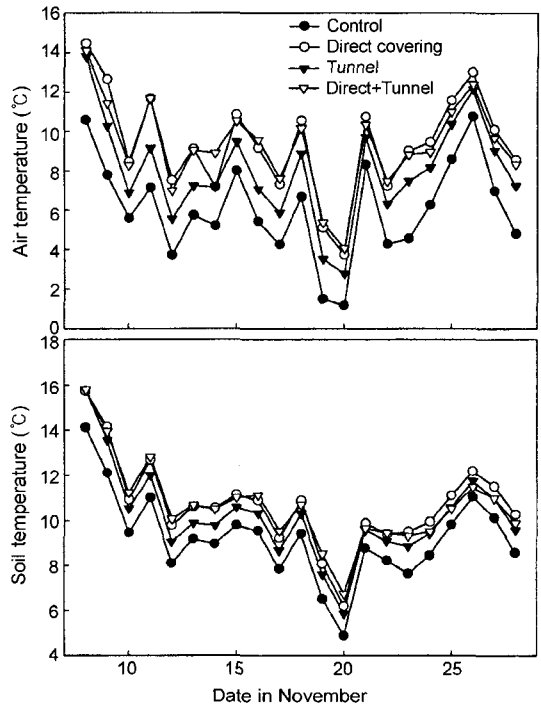


Fig. 1. Average temperature under the covering materials from Nov. 8 to 28 in 2000.

구와 차이가 적었고 대조구는 매우 낮았다. 이러한 결과는 시금치에 대한 통기성 부직포의 피복으로 야간의 보온력과 광선의 투과성이 관계하여 기온상승의 원인이 된다는 보고(Hamamoto, 1991, 1992)와 유사한 경향이었다. 피복처리간에 지하부의 온도 차이는 지상부보다 적었지만 직접 + 터널피복의 병용구가 가장 높았고 직접피복과의 차이가 적었으며 대조구는 약간 낮았다. 그러나 각 처리구의 피복기간중 평균온도는 지하부가 지상부보다 높았는데, 이는 지표면이 자체나 작물의 그늘에 의해서 태양광 수용량이 낮았고 또 지하에서 열의 이동이 있었기 때문이라고(Ahn 등, 1999) 한 바와 유사한 결과였다.

엽온(Table 1)은 평균온도가 무피복구의 6.7°C에 비하여 직접 + 터널, 직접피복 및 터널피복을 하였을 때에 각각 2.6°C, 2.5°C 및 1.0°C 높았고, 최저온도는 대조구의 -0.5°C에 비하여 3.7°C, 3.1°C 및 1.4°C가 높았으나, 최고온도는 대조구의 19.6°C 보다 각각 1.8°C, 3.1°C 및 0.8°C가 높았다는데, 이러한 효과는 Hamamoto(1991)의 보고와 일치하는 경향이었다.

일평균상대습도와 일중(10:00~14:00) 평균상대습도

Table 1. Effect of covering material on the temperature of leaf surface from Nov. 9 to 15, 2000.

Temperature (°C)	Control	Direct covering	Tunnel	Direct covering + Tunnel
Mean	6.7	9.2	7.7	9.3
Maximum	19.6	22.7	20.4	21.4
Minimum	-0.5	2.6	0.9	3.2

Table 2. Comparison with relative humidity under different covering materials from Nov. 15 to 28, 2000.

Temperature (°C)	Control	Direct covering	Tunnel	Direct covering + Tunnel
Daily mean	90.5	98.2	94.4	99.2
Mean during a day	67.9	91.2	79.0	96.1

를 조사한 결과 (Table 2) 직접 + 터널피복의 병용구와 직접피복구에서 가장 높았고 다음은 터널피복, 대조

구의 순위였다. 이러한 결과는 부직포의 피복이 야간의 보온과 함께 증발량 억제에 앞장추는 초기생육촉진에 영향을 미칠 것으로 사료되었는데, Hamamoto(1991) 및 Ahn과 Choi(2002)의 보고와 일치하였다. 또 직접 + 터널피복구는 부직포의 피복이 2중이고 1중에 비해서 피복내 공간의 환기율이 낮기 때문에 환기율이 저하하여 식물이나 토양으로부터의 증발산에 의해서 공급되는 수증기가 피복 외로 방출되는 것을 차단하였기 때문에 상대습도가 높은 것으로 생각된다. 일평균상대습도는 대조구와 피복처리구간의 차이가 적었으나 일중평균상대습도는 대조구와 피복처리구간의 차이가 컸던 것은 대조구가 일중에 기온 상승에 의한 상대습도가 저하하였기 때문인 것으로 생각된다.

청치마상추와 적치마상추 모두 부직포의 피복처리와 GA₃처리가 대조구에 비해서 초장, 엽수, 엽면적이 모두 증대하였다(Table 3). 피복처리중에서는 GA₃처리의

Table 3. Effect of covering method and GA₃ treatment on the growth and chlorophyll content in leafy lettuce.

Cultivar	Covering method ^c	GA ₃ (ppm) ^y	Plant height (cm)	Leaf number	Leaf area (cm ²)	Relative chlorophyll content (SPAD value)	
Chungchima	Control	0	12.1 h ^{x)}	8.8 f	172.3 ef	37.0 a	
		100	15.4 gh	10.8 a-c	255.5 d-f	30.4 cd	
	Direct 1	0	20.5 a-e	10.6 a-d	301.3 cd	32.7 bc	
		100	21.1 a-c	11.0 a-c	323.8 cd	28.1 de	
	Direct 2	0	17.9 c-g	10.2 b-e	242.1 d-f	33.7 b	
		100	19.7 b-f	11.1 a-c	288.6 c-e	28.9 de	
	Tunnel (T)	0	16.6 e-g	9.8 c-f	235.9 d-f	34.7 b	
		100	18.8 b-g	10.6 a-d	323.7 cd	27.5 ef	
	Direct 2 + T	0	20.3 a-e	10.8 a-c	310.1 cd	30.6 cd	
		100	23.9 a	11.7 a	324.7 cd	26.8 e-g	
	Jugchima	Control	0	12.2 h	9.2 ef	160.4 f	28.8 de
			100	15.9 f-h	10.1 b-e	281.4 c-e	22.7 h-j
Direct 1		0	20.8 a-d	11.0 a-c	471.4 a	23.9 hi	
		100	22.6 ab	11.1 a-c	482.0 a	19.8 kl	
Direct 2		0	18.1 c-g	10.8 a-c	345.6 b-d	25.1 f-h	
		100	20.6 a-e	10.9 a-c	387.6 a-c	20.1 jk	
Tunnel (T)		0	17.0 d-g	9.4 d-f	280.4 c-e	24.5 gh	
		100	19.3 b-g	10.3 b-e	352.0 b-d	21.4 i-k	
Direct 2 + T		0	21.2 a-c	11.2 ab	447.0 ab	23.4 hi	
		100	21.7 a-c	11.3 ab	452.2 ab	17.5 l	

^z Seeds were sown on September 29, 2000, and then plants were covered with Pasraido film from October 26 to November 30 (direct 1), November 5 to November 30 (direct 2), or with tunnel, or direct 2 + tunnel.

^y 100 ppm GA₃ foliar spray was conducted on November 22.

^x Mean separation within columns by DMRT, p=0.05

유무에 관계없이 초장, 엽수, 엽면적은 직접+터널피복의 병용구와 직접피복구(1)에서 가장 컸고 다음으로는 직접피복(2), 터널피복, 대조구의 순위였으며 GA₃를 처리함으로써 생육이 더욱 촉진되었다. 본 실험의 경우 피복 또는 무피복하에서 GA₃의 생육촉진 효과는 다른 작물에서도 유사한 생육촉진 효과가 있었는데(Ota, 1971, Kang, 2001), 저온기에 GA₃처리하는 생육촉진효과를 더욱 증대시키는 것으로 나타났다. 품종간에는 청치마상추보다 적치마상추의 생육이 좋았는데, 엽면적이 현저히 증가하였다. 엽록소의 함량은 2품종 모두 대조구의 GA₃무처리에 비해서 피복처리와 GA₃의 각 조합 처리구에서 더 낮았고 그 중 직접 + 터널피복과 직접피복(1)에서 가장 낮았으며 다음으로 직접피복, 터널피복구의 순위였다. 품종간에는 적치마상추가 청치마상추보다 낮았다. 여기에서 직접 + 터널피복의 병용구에서 엽록소의 함량이 낮았던 것은 2중피복에 의한 광투과량의 저하 때문이고 직접피복(1)은 광량의 감소기간이 다른 처리보다 길었기 때문이다. 이와 같이 부직포로 피복하였을 때에 엽색이 약간 낮은 값을 나타내었으나 육안으로 보아 문제가 없었고(Korekane 등, 1991), 실제로 느끼는 맛, 촉감 등이 다소 양호하였는데, 이러한 결과는 Ahn과 Choi(2002)의 보고와 유사한 경향이었다.

청치마상추의 지상부 생체중은 부직포의 피복에 의해서 증대하였는데, 직접 + 터널피복 및 직접피복(1)이 가장 무거웠으며 다음으로 직접피복(2), 터널피복구의 순이었다(Table 3). 적치마상추도 피복에 의해서 지상부의 생체중이 증가하였으며 그 중 가장 증가한 것은 직접피복(1)과 직접 + 터널피복이었으며 다음은 직접피복(2), 터널피복구의 순이었다. 이는 피복하의 기온, 지온 등의 온도환경과 토양수분 함량 등의 환경요소의 변화로 인하여 저온기에 작물의 생육이 촉진된다고 한바(Hamamoto, 1992)와 동일한 결과였다. GA₃처리에 의해서도 피복에 관계없이 지상부의 생체중이 증가하였는데, Ota(1971)와 Kang(2001)의 성적과 유사하였다.

건물중은 청치마상추가 부직포의 피복에 의해서 직접 + 터널피복과 직접피복(1)구에서 가장 높았고 GA₃ 처리에 의해서 더욱 증가하였다. 적치마상추도 부직포로 피복하므로 건물중이 증가하였고 특히 직접피복(1)과 직접 + 터널피복구에서 그 효과가 컸다. 또 적치마상추도 GA₃ 엽면살포에 의해서 건물중이 증가하는 경향을 보였으나 그 효과는 청치마상추보다 낮았다. 품

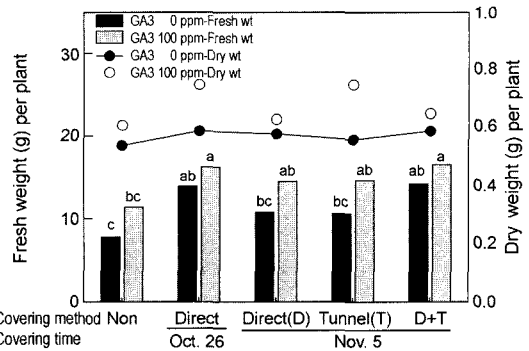


Fig. 2. Effects of covering method and time on the leaf fresh and dry weights per plant in Chungchima lettuce. Seeds were sown on September 29, 2000, and then plants were covered with PE film from October 26 to November 30 (direct 1), November 5 to November 30 (direct 2), or tunnel, or direct 2 + tunnel. 100 ppm GA₃ foliar spray was conducted on November 22.

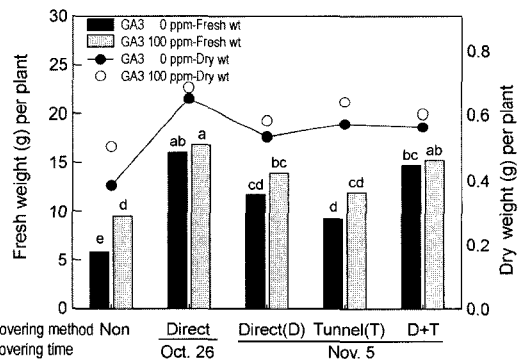


Fig. 3. Effects of covering method and time on the leaf fresh and dry weights per plant in Jugchima lettuce. Seeds were sown on September 29, 2000, and then plants were covered with PE film from October 26 to November 30 (direct 1), November 5 to November 30 (direct 2), or tunnel, or direct 2 + tunnel. 100 ppm GA₃ foliar spray was conducted on November 22.

종간에는 처리간의 차이가 적었으나 특히 대조구는 청치마상추보다 적치마상추의 중량이 더 감소하였는데 이는 적치마상추가 저온에 대한 감응이 더 컸던 것으로 생각된다. 따라서 저온기의 잎상추 재배시에 부직포의 피복과 GA₃처리하는 생육을 촉진시킴으로서 증수효과가 높은 것으로 나타났다.

적 요

동계의 노지 및 무가온 하우스 재배시에 통기성 간

이 피복재의 효과적인 보온방법과 GA₃처리로 잎상추의 생육 촉진효과를 구명하기 위하여 공시재료를 청치마상추와 적치마상추로 하였다. 농PO계 필름하우스 내에서 '파스라이드' 피복재를 이용하여 10월 26일부터 처리한 직접피복(1), 11월 5일부터 처리한 직접피복(2) 및 터널피복 후, 수확 일주일 전에 GA₃를 식물체에 엽면살포하여 그 효과를 조사하였다.

평균기온과 상대습도는 대체로 직접 + 터널피복, 직접피복 및 대조구의 순으로 높았다. 청치마상추와 적치마상추의 생육은 대체로 직접 + 터널피복, 직접피복(1), 직접피복(2), 터널피복, 대조구의 순이었고, 또 GA₃처리하는 생육을 촉진시켰다. 엽록소 함량은 대조구, 터널피복, 직접피복(2), 직접피복(1), 직접 + 터널피복의 순으로 높았다. GA₃처리에 의해서 엽록소의 함량은 반대로 저하하였다. 청치마상추와 적치마상추의 생체중은 직접 + 터널피복, 직접피복(1), 직접피복(2), 터널피복, 대조구의 순이었고 건물중도 같은 경향이었다. GA₃처리하는 생체중과 건물중을 약간 증가시켰다. 그러나 대조구간에 비교한 결과 적치마상추의 생체중과 건물중이 청치마상추보다 낮았다.

주제어 : 피복방법, GA₃, 온도, 상대습도, 식물생장

인 용 문 헌

- Ahn, C.K., D. Cho, B.G. Son, Y.W. Choi and J.S. Kang. 1999. Effects of row cover on the growth, development, yield and quality in the lettuce. J. Tech. Dev. Inst.3:29-32.
- Ahn, C.K. and Y.W. Choi. 2002. Effects of covering methods with ventilating non-woven fabric on the growth and yield in leaf lettuce during low temperature season. J. Bio-Environment Control. 11:88-92.
- Cho, K.S., J.E. Jang, D.L. Yoo, S.T. Yoo, and Y.R. Yong. 2000. Effects of artificial low temperature and gibberellin treatment on growth and flowering of *Hanabusaya asiatica*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18(2):223.
- Gaye, M.M. and A.R. Maurer. 1991. Modified transplant production techniques to increase yield and improve earliness of brussels sprouts. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:210-214.
- Hamamoto, H. 1991. Night leaf temperature under row covers. J. Agri. Met. 46:229-232.
- Hamamoto, H. 1992. Effects of environment under floating row cover on spinach growth. J. Agr. Met. 48:247-264.
- Hemphill, D.D.Jr. and N.S. Mansour. 1986. Response of muskmelon to three floating row covers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:513-517.
- Kang, C.K. 2001. Current status and new trend in the development and registration of plant growth regulators. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 19:244-252.
- Kim, Y.H. and D.B. Song. 1999. Effects of CO₂ concentration and air current speed on the growth and development of plug seedlings under artificial lighting. J. Bio. Env. Con. 8:275-280.
- Korekane, K., N. Inagoki, and S. Maekawa. 1991. Growth of spinach (*Spinacia oleracea* L.) and komatsuna (*Brassica campestris* L.) and environmental condition under covering of non-woven fabrics. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 60:352-353.
- Loy, J.B. and O.S. Wells. 1982. A comparison of slitted polyethylene and spunbonded polyester for plant row covers. HortScience 17:405-407.
- Mansour, N.S. and D.D. Hemphill. Jr. 1987. Bunching onion response to three floating row covers. HortScience 22:318-319.
- Ota, T. 1971. Physiological meanings of gibberellin metabolism in crop plant. Japan. J. Crop Sci. 40:414-416.
- Ozawa, K. and M. Okada. 1996. Furrow bottom seeding under row cover to accelerate vegetable growth in a cold season. Acta Hort. 440:87-92.
- Wells, O.S. and J.B. Loy. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience 20:822-826.
- Wolfe, D.W., L.D. Albright, and J. Wyland. 1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield. 1. Growth response of tomato and cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114:562-568.