

Research Report

고추 논 재배시 일라이트부직포 터널을 이용한 막덮기 재배효과

장길수[†], 김찬용^{†*}, 권오훈, 전수경, 황지은, 권태영

경상북도농업기술원 영양고추시험장

Effect of Illite Non-Woven Fabric Tunnels on the Growth and Yield of Pepper (*Capsicum annuum* L.) in Paddy CultureKil -Su Jang[†], Chan Yong Kim^{†*}, Oh Hun Kwon, Su Gyeong Jeon, Ji Eun Hwang, and Tae Young Kwon

Youngyang Pepper Experiment Station, Gyeongbuk ARES, Youngyang 764-803, Korea

Abstract: This study was conducted to examine the effect of tunnel covering materials on the growth and yield of red pepper in paddy fields. Materials for tunnel coverings included illite non-woven fabric and P.E film. Air and soil temperature were higher in the illite non-woven tunnel and P.E film tunnel by 7-8°C and 2-3°C, respectively, compared to no covering. Relative humidity in those treatments was also higher than with no covering. The growth and yield were higher with illite non-woven tunnels and P.E film tunnels than with no covering. In particular, the yield was 30% and 26% higher in illite non-woven tunnels and P.E film tunnels, respectively, than with no covering.

Additional key words: covering material, P.E film, tunnel culture, red pepper, temperature

서 언

경북 북부지역의 노지 고추재배에 있어서 정식기와 생육 초기에 해당하는 5월초의 평균기온은 13-17°C로 생육적온인 24-28°C 보다 낮아 초기 활착 및 생육 불량으로 수량이 떨어지는 문제점이 있다. 경북 북부지역 고추주산지의 재배 방법별 비율을 조사한 결과에 의하면(YPES, 2012), 노지 1 열재배가 64.0%로 가장 많고, 다음이 노지 2열 17.1%, P.E 비닐피복 터널 2열 재배가 10.1% 순이었다.

현재는 노지에서 조기 정식을 할 경우 대부분 P.E필름을 이용한 터널 피복에 의존하게 되는데 한낮의 고온장해를 회피하기 위하여 피복자재에 구멍을 뚫어 환기를 하고 있으나, 이러한 환기방법의 적용은 전적으로 농가경험에 달려있어 생산 불안정의 주요 원인이 되고 있다. 또한 비닐터널을 이

용한 2열 재배 시 생육초기 구멍뚫기, 통풍구 내기, 지주꽃기 및 3-4단 정도의 유인끈 고정 등 많은 노동력이 소요되고, 비닐이 완전하게 제거되지 않아 여름철 과습에 의한 병해를 유발시키는 등의 문제점이 있다. 따라서 이러한 문제점과 고추재배 농가의 고령화 및 노동력 부족을 해소할 수 있는 재배법의 개선이 절실하게 요구되고 있다.

최근 우리나라에서도 저온기에 부직포를 이용한 엽채류의 피복 재배법이 연구되어, 봄배추 부직포 막덮기 재배(Kang et al., 2007)에서는 결구 엽수가 증가되었으며, 브로콜리 부직포 막덮기 재배(Seong et al., 2002)에서는 조기수확이 가능하였고, 화뢰종이 2배 이상 증가되었다는 보고가 있다. 최근에는 막덮기용 피복자재의 발달로 막덮기 재배가 늘어나고 있는데 이는 저온기에 생육 촉진을 위한 목적으로 많이 이용되고 있다(Hemphill and Cabtree, 1988; Westcott

*Corresponding author: kcyong12@korea.kr

[†]These authors contributed equally to this work.

※ Received 25 August 2014; Revised 12 January 2015; Accepted 29 January 2015. 본 연구는 농촌진흥청 FTA대응 경쟁력향상 기술개발사업(과제 번호 : PJ0084392013)의 지원에 의해 이루어진 것임.

© 2015 Korean Society for Horticultural Science

et al., 1991; Jimbo et al., 1992). 이러한 막덮기 재배는 파종이나 정식시에 한번 피복을 하게되면 수확시 까지 다른 작업들을 필요로 하지 않아 매우 생력적이다.

또한 막덮기용 자재에 따라서는 터널 내의 기온과 지온 상승 및 과도한 고온과 과습이 지속적으로 완화되면서 재배작물에 유리한 영향을 주는데 발아, 생육촉진, 저온방지는 물론 병해충 방지 등으로 품질향상에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Wells and Loy, 1985; Okata and Igarasi, 1987; Hamamoto, 1994a).

본 시험은 논 고추 조기재배시 막덮기 재배가 고추의 생육과 수량에 미치는 영향을 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시품종은 PR상록(씨드랜드 종묘)으로 2월 15일 72공 플러그 트레이에 시판용 육묘상토를 이용하여 파종한 후 65일간 육묘 후 4월 20일 본엽이 9-10매 자란 묘를 정식하였다. 정식은 노지포장에 1열 이랑재배는 이랑폭을 110cm로 하고, 주간 간격을 40cm로 정식하였고, 2열 이랑재배는 이랑폭을 150cm로 하고, 조간·주간을 각각 40 × 40cm 간격으로 정식하였다. 시비량은 정식 1주전에 10a당 요소 41.3kg, 용성인비 56kg, 염화칼리 25kg 및 퇴비 3,000kg으로 하여 인산, 퇴비는 전량 기비로 사용하였고, 요소와 칼리는 60% 기비, 40% 추비 4회로 분시하였는데 관수시에 점적호스를 이용하여 관수하였다. 터널재배는 일라이트 부직포(무게 15-20g·m⁻², 공기와 수분이동 용이, 광투과율 75-90%)를 이용하여 피복하고, 2열로 정식한 후 줄을 이용한 유인과 국화 유인용 망을 이용한 두가지 유인 방법으로 처리하였다. PE 필름(두께 0.05mm) 피복 터널 처리구는 2열 정식에 줄 유인, 무 피복의 경우는 1열로 정식한 후 터널을 설치하지 않고 농가 관행의 줄 유인 방법으로 관리하였다. 터널은 길이 1.8m, 직경 4mm의 강철로 된 철사를 사용하여 80-120cm 간격으로 꽂고, 유인끈으로 철사를 고정하여 터널을 설치하였다. 터널을 설치하여 재배할 경우에는 노지 재배와는 달리 정식 초기에는 고추가 비닐의 구멍을 통해 위로 올라와 골지주와 비닐이 지지를 해주므로 특별하게 유인을 위한 노력을 투입할 필요가 없다. 그러다가 고추가 50cm 정도 자람에 따라 줄 유인의 경우는 터널 양쪽에 2.4-3.6m 간격으로 지주를 꽂고 유인 끈으로 고정하였다. 유인 망을 이용할 경우는 국화 유인용 절화망(13.5 × 16.5cm)을 이용하여 수평으로 고추의 성장점 위쪽에 설치하고 고추가 자람에 따라 유인망을

위로 올리면서 가지들을 유인하여 쓰러지지 않게 관리하였다. 부직포를 이용한 터널 피복재는 고추의 경엽이 막덮기 터널 내에 닿기 시작하는 시기가 도달되는 피복 후 2개월 정도가 지난 6월 20일에 제거하였다. 고추 수확은 진홍색으로 완숙된 과실을 4회에 걸쳐 수확하였고 통계처리를 위한 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

결과 및 고찰

터널 내의 기온은 주간에는 부직포를 이용한 막덮기 및 P.E 비닐 터널 처리에서 높게 나타났으나, 야간에는 큰 차이 없이 모든 처리에서 비슷하게 유지되었다(Fig. 1). 하루 중 최고기온은 P.E비닐 터널 처리에서는 26.4°C, 부직포를 이용한 막덮기 터널 처리에서는 24.8°C로 무처리의 14.8°C 보다 높게 유지되었다. 최저기온은 P.E 비닐 및 부직포 막덮기 터널 처리에서 2.3°C로 터널을 설치하지 않은 무처리 3.2°C 보다 낮게 유지되었다. 이는 일반적으로 터널 내 야온이 외기온 보다도 낮아지는 기온역전 현장으로(Ikeya et al., 1975), 최저기온이 외기온보다 낮게 유지되어 터널 설치에 따른 야간의 보온효과는 없었던 것으로 생각되었다. 일 평균 기온은 P.E 비닐 터널에서 11.0°C로 가장 높았으며, 다음이 부직포를 이용한 막덮기 터널 처리구에서 10.7°C, 무처리 8.0°C 순으로 무처리에 비하여 부직포를 이용한 막덮기와 P.E 비닐터널 처리에서 3°C 정도의 기온 상승효과를 보였다.

피복자재 및 유인 방법에 따른 생육을 보면(Table 1), 초

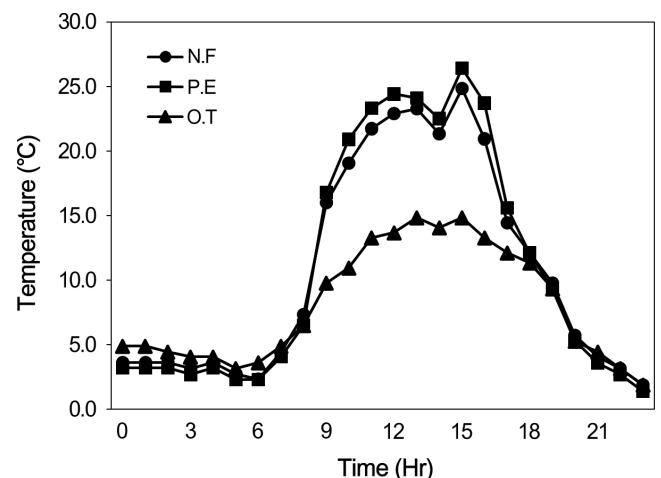


Fig. 1. Fluctuation of air temperature under different covering materials. These data were collected on Apr. 30, 2013. Covering materials N.F., non-woven fabric; P.E, polyethylene film; and O.T, Non-covered outside temperature.

장, 분지수 및 과장에 있어서 무처리에 비해 P.E 비닐피복 및 부직포 막덮기 터널 처리구에서 양호한 것으로 나타났다. P.E 비닐피복 및 부직포 막덮기 터널 재배하에서 작물의 생육촉진은 피복 초기의 순동화율 증가에 의해 상대생장율이 커지면서 초장 및 분지수가 커지는 것이 주요 요인이라고 하였는데(Hamamoto, 1994b), 이는 결국 고추의 수량과 직결되는 분지수와 과경의 크기에 크게 기여한 것으로 보고하였다(Yamazaki, 1962). 고추 수확에 따른 상품과율 및 건과율은 터널의 피복 재료 및 유인 방법에 따른 처리간 차이는 없었는데(Table 2), 이는 피복 후의 야간온도가 처리간 큰 차이를 보이지 않아 고추의 품질에는 큰 영향을 미치지 못했기 때문으로 생각된다. 생과중은 부직포를 이용한 막덮기 터널 줄 유인 처리에서 17.7g으로 가장 무거웠고, 다음은 부직포를 이용한 막덮기 터널 망유인 17.6g, 무처리 16.4g 및 P.E 비닐 터널 줄 유인 16.3g 순이었다. 생과중의 경우 부직포를 이용한 막덮기 재배가 P.E 비닐 피복 터널이나 무처리보다 유의성 있게 무거웠으나, 부직포를 이용한 막덮기 재배의 유인 방법간에는 통계적으로 유의성 있는 차이가 인정되지 않았다. 또한 P.E 비닐 피복 터널과 무처리 간에도 통계적으로 유의성 있는 차이는 확인되지 않았다. 10a 당 건과

수량은 부직포를 이용한 막덮기 터널 줄 유인 및 망유인 처리에서 각각 601.1kg, 601.5kg으로 무처리 461.5kg 보다 30% 정도 수량이 높았다. P.E 비닐 터널의 경우는 579.7kg으로 무처리 대비 26% 많았으나 부직포를 이용한 막덮기 터널 재배 대비 4% 정도 낮아 부직포를 이용한 막덮기 재배가 유인 방법에 상관 없이 높은 수량을 보여 부직포를 이용한 막덮기 재배가 앞으로 경북 북부지역의 노지 논고추 조기 정식 재배에 유리할 것으로 판단되었다.

이러한 부직포를 이용한 막덮기 터널 재배에 의한 생육촉진과 수량증가 원인은 낮 동안의 기온 상승(Fig. 1)과 야간의 지온 확보(Fig. 2) 및 터널 내 습도(Fig. 3) 유지 등이 고추의 생육에 유리하게 작용했을 것으로 생각되었다(Hemphill and Crabtree, 1988; Hamamoto et al., 1989). 또한 부직포를 이용한 막덮기 자재는 터널 내의 기류 속도를 약하게 하여 작물의 증산을 억제한다고 하였는데(Hamamoto, 1994b), 증산억제에 의한 수분스트레스 경감을 가져왔을 가능성도 있을 것으로 생각되었다. 한편, 막덮기 자재에 의한 투광율의 저하가 광합성에 영향을 주었을 것으로 생각할 수도 있지만, 오히려 지온상승이나 습도 유지 등 다른 요인에 의한 보상 효과로 생육촉진의 효과가 있었던 것으로 생각되었다.

Table 1. Effect of different covering materials and training methods on the growth of pepper.

Treatment	Plant height (cm)	Main stem height (mm)	No. of branching (no./plant)	Fruit diameter (mm)	Fruit length (cm)
N.C.S ^z	99.5 b ^y	19.8 a	9.2 b	9.7 b	19.0 b
P.E.S	106.4 a	19.8 a	10.7 a	10.6 ab	19.8 a
N.F.S	105.8 a	21.5 a	10.0 a	11.1 a	19.9 a
N.F.N	109.6 a	20.8 a	10.2 a	11.2 a	19.3 a

^zN.C.S, 1 row of non-covered + string; P.E.S, 2 rows of polyethylene film + string; N.F.S, 2 rows of non-woven fabric + string; N.F.N, 2 rows of non-woven fabric + net

^yDifferent letters within columns indicate different values based on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$).

Table 2. Effect of different covering materials and training methods on the yield components and overall yield of pepper.

Treatment	Rate of commodity (%)	Fresh weight of fruit (g)	Percentage of dry matter (%)	Yield (kg/10a)	Index
N.C.S ^z	86.2 a ^y	16.4 b	19.4 a	461.5 c	100
P.E.S	81.5 a	16.3 b	19.0 a	579.7 b	126
N.F.S	86.6 a	17.7 a	19.2 a	601.1 a	130
N.F.N	91.1 a	17.6 a	18.9 a	601.5 a	130

^zN.C.S, 1 row of non-covered + string; P.E.S, 2 rows of polyethylene film + string; N.F.S, 2 rows of non-woven fabric + string; N.F.N, 2 rows of non-woven fabric + net

^yDifferent letters within columns indicate different values based on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$).

지온의 경우 무처리에서는 주간과 야간의 지온변화가 컸으나, 부직포를 이용한 막덮기 터널 및 P.E 비닐 터널 재배 처리에서는 주·야간의 지온 변화가 크지 않는 경향을 보였다(Fig. 2). 평균지온을 보면 무처리에서 11.1°C, P.E 비닐 필름과 부직포 막덮기 터널 처리에서는 각각 12.7과 12.4°C로 무처리 보다 1.5°C 높게 유지되었다. P.E 비닐 터널과 부직포를 이용한 막덮기 터널 처리에서 지온이 높았던 것은 야간의 방사열이 피복자재에 의해 차단되었기 때문이며(Wells and Loy, 1985), 이러한 지온상승이 작물 생육에 유리하게

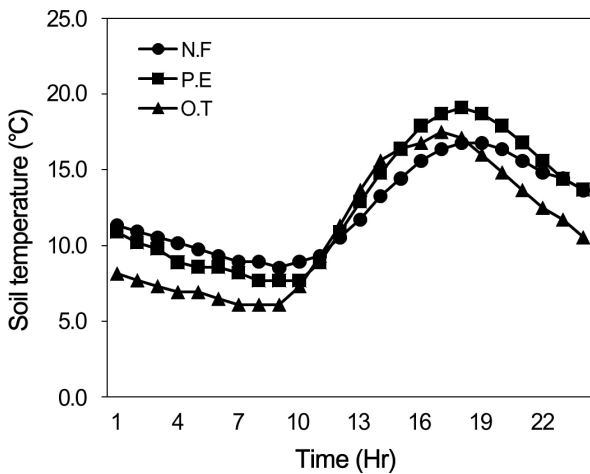


Fig. 2. Fluctuation of soil temperature under different covering materials. These data were collected on Apr. 30, 2013. Covering materials N.F, non-woven fabric covering; P.E, polyethylene film; and O.T, non-covered outside soil temperature.

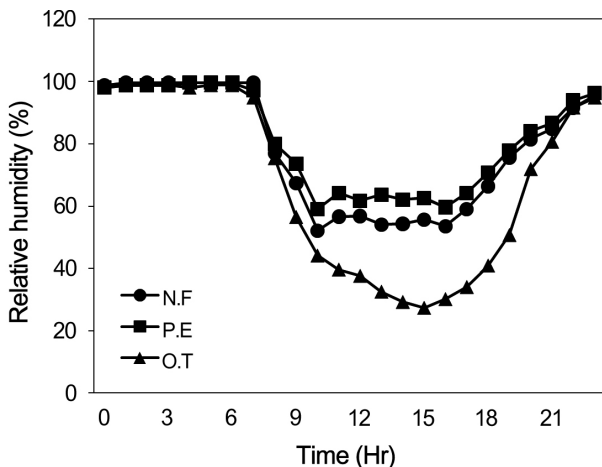


Fig. 3. Daily fluctuation of relative humidity under different covering materials. These data were collected on Apr. 30, 2013. Covering materials N.F, non-woven fabric; P.E, polyethylene film; and O.H, non-covered outside humidity.

작용했던 것으로 생각되었다. Hamamoto(1994b)는 막덮기 자재의 경우 기류속도를 약하게 하며, 지표면으로 부터의 현증열의 방출을 감소시켜 지온을 상승시킨다고 하였으며, 막덮기 자재에 의한 방사의 차폐는 최고지온을 저하시키고 최저지온을 높이는 작용을 하는데 이는 계절에 따라 차이가 있어 지온이 낮은 봄철의 경우 여름철 보다 지온 상승 효과를 더 발휘한다고 하였다. 본 시험에서도 막덮기 피복에 의한 야간의 보온성은 없었으나 지온상승 효과를 확인할 수 있었다. 일중 상대습도는 무처리의 경우 주·야간에 큰 변화를 보인 반면 부직포를 이용한 막덮기와 P.E 필름 터널의 경우 큰 변화 없이 높게 유지되는 특징을 보였다(Fig. 3).

본 시험결과, 터널 내의 기온은 주간에는 일라이트 부직포를 이용한 막덮기 및 P.E 비닐터널 재배에서 높게 나타났으며, 야간에는 큰 차이 없이 모든 처리에서 비슷하게 유지되었다. 하지만 지온의 경우 터널 재배에서 야간의 지온상승 효과가 있었다.

생육상황은 P.E 비닐피복 및 부직포를 이용한 막덮기 터널 재배에서 피복 초기 초장 및 분지수가 많았다. 생과중은 일라이트 부직포를 이용한 막덮기 터널 재배에서 17g 이상으로 가장 무거웠고, 다음은 P.E 비닐 피복 터널, 그리고 무처리 순이었다. 이는 부직포를 이용한 막덮기 및 P.E 비닐 피복 터널 처리에서는 기온과 지온이 높아 작물의 생육에 유리하게 작용하였기 때문으로 판단된다(Loy and Wells, 1982; Wells and Loy, 1985). Seong(2002)은 브로콜리 봄재배 시 막덮기 재배로 기온과 지온의 상승으로 인해 생육이 촉진되어, 무처리에 비해 2주 이상 조기 수확이 가능하였으며, 화퇴중도 2배 이상 증가하였고 250g 이상의 화퇴중 비율이 증가하여 상품성이 향상되었음을 보고한 바 있다.

수량은 부직포를 이용한 막덮기 터널 재배에서 무처리 보다 10a당 수량이 30%정도 높아피복 효과가 크게 나타났다. 이러한 수량 증가는 일라이트 부직포를 이용한 막덮기 터널 재배에서 낮 동안의 기온 상승과 야간의 지온 확보, 터널 내 습도 유지 등이 고추의 생육에 유리하게 작용한 것으로 판단된다. 따라서 봄철 논에서의 노지고추 조기재배시 부직포를 이용한 막덮기 터널 재배를 함으로써 냉해, 동해, 방충, 차광, 보습, 방풍 및 이상 온도 상승억제 등의 피해를 감소시킬수 있어 조기 수확 및 증수 효과를 가져올 수 있었던 것으로 판단되었다.

금후 막덮기 자재를 이용한 미기상, 토양의 물리성, 병해충 발생정도 등에 대한 구체적인 검토가 필요하며, 추가적으로 노동력 투입 시간과 자재별 단가 및 내구연한 등을 고

려한 경제성 분석 또한 이루어져야 할 것으로 생각된다.

초 록

본 시험은 노지 논고추 터널 재배시 피복용 재료에 따른 고추의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행되었다. 터널 피복용 재료는 일라이트 부직포, P.E 비닐을 사용하였다. 기온과 지온은 일라이트 부직포 및 P.E 비닐 터널 처리구에서 노지보다 각각 7-8°C, 2-3°C 높았고, 상대 습도도 터널 설치구가 노지보다 30% 더 높게 유지되었다. 고추의 생육과 수량은 일라이트 부직포 및 P.E 비닐 터널 설치구에서 높았고, 10a당 수량은 일라이트 부직포 및 P.E 비닐을 이용한 터널 재배시 노지 재배 대비 각각 30%, 26% 증수되어 고추 논재배시 수량확보를 위한 재배법으로 적용이 가능할 것으로 판단된다.

추가 주요어 : 피복재, P.E 필름, 터널재배, 고추, 온도

인용문헌

- Hamamoto, H.H., Nakamura and H. Isimata. 1989. Effects of row covers on the soil characteristics under the row cover. *J. Agr. Met.* 47:15-18.
- Hemphill, D.D. and G.D. Crabtree. 1988. Growth response and weed control in slicing cucumber under row cover. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 113:41-45.
- Hamamoto, H. 1994a. Cover effects of spunbonded polypropylene mulch and row cover on spinach growth and environment. *J. Agr. Met.* 49:279-283. (in Japanese)
- Hamamoto, H. 1994b. Growth analysis of spring spinach under the row cover. *Environ. Control in Biol.* 32:87-93. (in Japanese)
- Ikeya, H.S., K.C. Ninoyama and C.S. Inada. 1975. Effect of perforated film cultivation in some vegetavles. *Ann. Res. Rep. Sizoka Exp. Sta.* 18:23-27.
- Jimbo, N., S. Aoyagi and M. Masakazu, 1992. Effect of row covers on growth of winter to spring harvesting Japanese radish cultivated under plastic tunnels. *Bull. Chiba Agric. Exp. Stn.* 33:67-75. (in Japanese)
- Kang, Y.K., M.K. Yon, D.Y. Kim, and S.Y. Chae. 2007. Effect of row covering of non-woven fabric on growth and components if Chinese cabbage (*Brassica campestris* M..) in spring. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25 (SUPPL. 1).
- Loy, J.B. and O.S. Walls. 1982. A comparison of slitted polyethylene and spunbonded polyester for plant row covers. *HortScience* 17:405-407.
- Okata, E.K., and O.S. Igarasi. 1987. Growth and environmental characteristics under low covers. *J. Agr. meteorol.* 46-47. (Abstr.)
- Seong, K.C., J.S. Lee, and J.W. Lee. 2002. Effect of row covers on the growth and yield of broccoli during spring culture. *J. Bio-Env. Con.* 11(4):179-180.
- Yamazaki, K.B. 1962. Studies on flower bud differentiation of some vegetables. *Ann. Res. Rep. NRIVOPT.* p. 88-141.
- Wells, O.S. and J.B. Loy. 1985. Intensive vegetable production with row covers. *HortScience* 20:822-826.
- Westcott, M.P., N.W. Callan, and M.L. Knot. 1991. Planting date anc row cover interactions in broccoli production in cold climates. *HortScience* 26:1221
- Youngyang Pepper Experiment Station (YPES) 2012. Annual subvey report of red pepper current status. www.pepper.gba.go.kr