

석사학위논문

막걸기 재배가 엽채류의 생육 및 수량에
미치는 영향



제주대학교 대학원

원예학과

이안희

2004년 12월

막뎛기 재배가 엽채류의 생육 및 수량에 미치는 영향

지도교수 박 용 봉

이 안 회

이 논문을 농학 석사학위 논문으로 제출함



이안회의 농학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장

위 원

위 원


제주대학교 대학교

2004년 12월

Effects of Row Cover on the Growth and the Yield of Leafy Vegetables

An Hee Lee

(Supervised by Professor Yong Bong Park)

 A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
MASTER OF AGRICULTURE

**Department of Horticulture
Graduate School
Cheju National University**

December, 2004

목 차

Abstract

| | |
|--------------------|----|
| I. 서 론 | 1 |
| II. 재료 및 방법 | 4 |
| III. 결과 및 고찰 | 7 |
| IV. 적 요 | 30 |
| V. 인용문헌 | 31 |

Abstract

This study was conducted to evaluate row cover with three kinds of net cover, two kinds of cheesecloth cover, and three kinds of non-woven fabric cover for the production of high quality leafy vegetables using three species of vegetables [lettuce (*Lactuca sativa* L.), yeolmu (*Raphanus sativus* L.), ukkaribaechu (*Brassica capestris* L. Pekimensis(Lour.) Rupr.)] in National Institute of Subtropical Agriculture from 2003 to 2004.

We also investigated the growth and yield in four species of vegetables, anthocyanin in lettuce and oxalic acid content in spinaches (*Spinacia oleracea* L.) grown inside and outside of row cover.

Net cover showed higher light transmissivity than that of non-woven fabric cover. The average air and soil temperature increased by 0.3~1°C in net and cheesecloth cover and 0.5~3°C in non-woven fabric cover. There was no difference in relative humidity among covering materials. All vegetables has higher growth and yield in row cover than non-cover. The yield increased by 20~80% in yeolmu and 60~112% in ukkaribaechu. And the insect pest damages also decreased in row cover. In case of yeolmu, the growth in all sowing time was the highest in non-woven fabric cover. Especially, March sowing was significantly higher in the

growth with lower insect damage than those of other treatments.

In comparison of lettuce growth according to planting times, the plant weight and leaf number increased in covering treatments and October was the best. The plant height, leaf number, leaf area, fresh weight in lettuce increased in non-woven fabric cover. Anthocyanin in lettuce was higher in non-cover in early growth time than in non-woven fabric cover. But after 2 days removing the covering materials, there were no difference between two in anthocyanin.

The growth of two varieties of spinach, 'Mahoroba' and 'Titanic', were improved in non-woven fabric cover. The leaf area also significantly increased. Oxalic acid contents were less in row cover than those in non-cover.

I. 서 론

최근의 채소 산업은 신품종의 육성, 자재 개발 및 재배 기술의 향상에 힘입어 소비자들이 다양한 채소를 인근 가게에서도 연중 손쉽게 접할 수 있을 정도로 발전을 거듭하고 있다. 제주도의 경우 전체 채소 재배 면적 13,560 ha 중(2003년) 시설재배 면적은 141 ha로 1%에 불과하고, 99%가 노지 채소이다.

그러나 최근 태풍의 내습, 이상 저온 등 빈번한 기상 재해로 인해 노지 재배 작물은 파종, 정식 후 또는 월동 중 해마다 큰 피해를 입고 있어 작황이 불안정하고 품질이 저하되고 있는 실정이다. 또한 농산물의 국제 교역이 빈번해지면서 외래 해충들이 많이 도입되었을 뿐 아니라, 기존의 해충들도 농약에 대한 내성이 증가되어, 파종 후 30일이면 수확이 완료되는 열무나 엇갈이배추의 경우에도 적게는 1~2회, 많게는 4~5회 농약을 살포하고 있어, 허용치 이상의 농약이 잔류될 위험성이 높아지고 소비자의 신뢰성을 떨어뜨리고 있다.

외국에서는 오래 전부터 노지채소 재배 시 불량 환경에 대처하기 위하여 방풍 시설에 관한 연구를 비롯하여, 간이 피복 자재를 이용한 막덮기 재배 기술이 실용화되어 수량 증대는 물론 상당한 품질 향상을 가져오고 있다. 막덮기 재배란 영어권에서는 'row cover', 일본에서는 'べたがけ'로 불리고 있다. 농업용 부직포, 한랭사, 네트 등의 피복 자재를 파종 또는 정식 후에 생육 전 기간 혹은 일정 기간을 작물체 위에 피복함으로써, 강풍, 서리, 저온 등의 불량한 환경을 완화시켜 작물의 생육을 증대시킬 수 있는 재배법이다(岡田益己 등, 1997)

막뎛기 재배는 1980년대부터 이용되어 왔는데, CIPA(2000년) 통계에 의하면, 막뎛기 재배 면적은 영국 12,000ha, 이태리 10,000ha, 미국 5,000ha, 일본 6,000ha 로 증가하고 있는 추세이다. 일본의 경우 작물별로는 결구상추가 가장 많고 다음으로 시금치, 무, 당근 순이며, 감자를 비롯한 많은 작물에서 막뎛기 재배가 이루어지고 있다.

막뎛기 재배에 사용되는 자재는 방풍용 또는 방충용 넷트, 한랭사, 가는 필름을 격자 상태로 접착시킨 할섬유 부직포, 섬유를 접착시킨 장섬유 부직포를 들 수 있다. 부직포로는 가격이 저렴한 장섬유 부직포가 노지채소 재배에 많이 이용되고 있다.

피복 방법으로는 작물체를 파종 또는 정식 후 작물체 위에 바로 씌우는 직접 피복, 대나무나 FRP 활죽으로 터널을 설치하고 씌우는 터널 피복, 그리고 작물체 위에 수평으로 띄워 펼쳐서 피복하는 부유 피복이 있다. 그러나 부유 피복은 설치와 작업에 많은 노력이 소요되고 또한 바람이 강할 경우 벗겨지기 쉬우므로 대단위 재배 시에는 그다지 활용되고 있지 않다(岡田益己 등, 1997).

막뎛기 하의 환경 조건은 노지와는 많은 차이를 나타낸다(Wells 와 Loy, 1985). 일반적으로 기온 및 지온의 상승, 적습 유지, 서리 피해 방지, 충해 방지, 강풍 방지 등의 효과가 있다. 파종, 발아, 정식 및 정식 후 활착의 촉진으로 생육이 촉진되어 수량을 크게 증대시킬 수 있음을 물론 품질 향상의 효과도 높다(Hemphill 과 Mansour, 1986; 岡田益己 등, 1997; Orozco-santos 등, 1995; Waterer, 1992; Wells 와 Loy, 1985). Hemphill 과 Mansour (1986)는 자재의 피복 방법, 피복 시기와 제거 시기에 따라 생육과 수량에 차이를 보이고 품질에 미치는 영향도 크다고 하였다. Igarashi 등(2000)은 양배추의 겨울 재배 시 동해 방

지 시험을 하였는데, 직접 피복과 부유 피복한 결과, 부유 피복의 경우 피복 자재가 방사 냉각을 방해함과 동시에 측면으로부터 들어오는 바람으로 열이 보급되어 무피복 보다 엽온이 안정되고 높아졌으며, 직접 피복인 경우는 피복 자재에 서리가 붙게 되어 자재에 접촉되어 있는 잎은 식빙효과로 피해를 받기 쉬웠다고 하여 피복방법의 중요성을 강조하기도 하였다. Hamamoto(1991)는 시금치의 야간의 엽온을 조사한 결과, 막덮기 하에서 풍속도 감소하고 무피복에 비해 시금치의 엽온도 상승하여 작물의 생육에 유리하게 작용하고 서리 피해도 감소하였다고 하였다.

우리나라에서도 저온기에 부직포를 이용한 엽채류의 피복 재배가 연구되기 시작하고 있지만 자재 특성과 피복 하의 환경 해석 및 평가에 관한 연구는 미약하다. 또한 그 동안 우리나라에서는 1980년대 후반부터 시설 현대화 사업 등 시설 재배 분야에 막대한 투자를 한 결과, 재배 기술 뿐 만 아니라 자재나 부대 시설 등에 있어서는 눈부신 발전을 거듭해오고 있으나, 노지채소 분야는 연구 뿐 만 아니라 자재 개발, 기계화 등 기반 조성이 미흡한 실정이다.

따라서 이러한 노지채소의 기상재해를 경감시켜 품질을 향상시키고 수량을 증대시킬 수 있는 기초 자료를 얻기 위하여 본 실험을 수행하였다.

II. 재료 및 방법

시험 1. 막덮기 자재별 미기상 환경 및 엽채류 생육 특성

○ 시험 작물 및 재배 관리

본 시험은 제주시 오등동에 있는 난지농업연구소 내의 노지 포장에서 수행되었다. 시험 작물로는 다조은엇갈이배추(*Brassica capestris* L. Pekimensis(Lour.) Rupr.), 잔치열무(*Raphanus sativus* L.), 뚝섬적측면상추(*Lactuca sativa* L.)를 2003년 5월 21일에 정식(파종)하여 상추와 엇갈이배추는 6월 24일에 수확하였고, 열무는 6월 17일에 수확하였다. 상추는 128공 플러그 트레이에서 1개월 육묘한 후 본엽이 4~5매 되었을 때 정식하였고 나머지는 직파하였다.

막덮기 자재로는 부직포로 Tech tech($15\text{g}/\text{m}^2$), Ilite(A: $16\text{g}/\text{m}^2$, B: $18\text{g}/\text{m}^2$), Jesbon($18\text{g}/\text{m}^2$)의 3종류를 이용하였고, 네트류로 white net, blue net($4\times 5\text{mm}$), kiwi net($3\times 3\text{mm}$)의 3종류를, 한랭사로 cheesecloth(1mm 이하)와 mesh net(0.5mm이하)의 2종류로 총 8종류를 이용하였다. 파종 또는 정식 후 FRP 활죽을 이용하여 생육 전기간 터널 피복 하였다.

시험구 배치는 난괴법 3반복으로 무농약 재배를 하였으며, 그 외 관리사항은 농촌진흥청 생육 조사 항목(농촌진흥청, 2003)에 준하였다.

○ 미기상 환경측정

일사량은 돛형일사계(인텍텔레콤)로 측정하였다. 피복 하의 기온과 상대 습도는 식물체 바로 윗부분에서 센서를 설치하였고, 지온은 지중 10cm 깊이에 온도 센서를 설치하여 HOBO logger로 측정하였다.

시험 2. 부직포 터널 피복 재배 시 엽채류의 생육 특성

○ 시험 작물 및 재배 관리

시험 작물로는 다조은엇같이배추, 잔치열무, 뚝섬적축면상추, 시금치 (*Spinacia oleracea* L.; Mahoroba, Titanic)을 이용하였다. 열무는 2004년 3월~9월까지 2개월 간격으로 4회 파종하였고, 상추는 2003년 10월에서 2004년 6월까지 1개월 간격으로 5회 정식하였다. 부직포 자재로는 Tech tech(15g/m²), Ilite(18g/m²)을 사용하였고, 피복 방법은 터널 피복하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였고, 무농약 재배하였다.

조사 항목으로는 미기상 환경 측정, 해충 피해 정도, oxalic acid 함량, anthocyanin 색소 등을 조사하였다.



○ Oxalic acid 분석

식물체를 균질기로 마쇄하여 여과한 후 증류수로 1,000배 희석하여 분석시료로 사용하였다. 분석기기는 Bio-LC(Dionex DX-500)을 사용하였고, 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Bio-LC conditions for oxalic acid analysis.

| | |
|----------------------|------------------------------|
| Column | Inpac® ICE-AS6 |
| Mobile phase | 0.4mM heptaflorobutyric acid |
| Detector | Conductivity |
| Injection volumn | 0.5 μ l |
| Flow rate | 0.9ml/min |
| Column temperature | 28 $^{\circ}$ C |
| Retention time (min) | 4.93 |

○ Anthocyanin 분석

안토시아닌 색소는 생체 5g을 잘게 마쇄한 후, 1% HCl-MeOH 용액에 침지시켜 0℃ 암소에서 24시간 방치 후 색소를 추출하고, UV-spectrophotometer를 이용하여 1% HCl-MeOH을 control로 하여 530nm에서 흡광도를 측정하고 OD값을 상대 비교 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

시험 1. 막덮기 피복 자재별 미기상 환경 및 엽채류 생육 특성

1. 피복 자재별 미기상 환경

피복 자재별 광투과율은 일사량이 많은 날과 적은 날에 따라 다른 양상을 보였는데, 일사량이 적은 날에는 무피복과 차이가 적었으나, 일사량이 증가할수록 그 차이가 크게 나타났다. 일사량이 비교적 높은 날 피복 자재별 광투과율을 조사한 결과(Fig. 1), 무피복에 비하여 네트류는 90%를 상회하였으며, 부직포는 83~89%로 다소 낮았다. 부직포 중에서는 Tech tech와 Jesbon이 Ilite 에 비해 다소 높은 광투과율을 보였다.

Table 2에 재배 기간인 5월 21일부터 6월 24일까지의 피복 자재별 평균 기온과 지온, 상대 습도를 나타내었다. 재배 기간 중 평균 기온과 지온은 무피복에 비해 막덮기 피복 시 모두 높은 경향을 보였는데, 네트와 한랭사는 0.3~1℃, 부직포는 0.5~3℃로 무피복에 비해 높아 부직포의 경우 온도 상승이 컸음을 알 수 있었다. 이는 안 등(2000)이 통기성 부직포 내의 기상 환경은 기온, 지온의 상승 및 상대 습도가 상승하였는데 특히 상대 습도의 경우 밤보다 낮에 습도 유지가 잘된다고 하는 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 본 실험의 경우 상대습도에서는 처리간 큰 차이가 없었는데 이는 재배 시기가 5~6월 고온기로 습도에는 큰 영향을 미치지 못했던 것으로 생각된다.

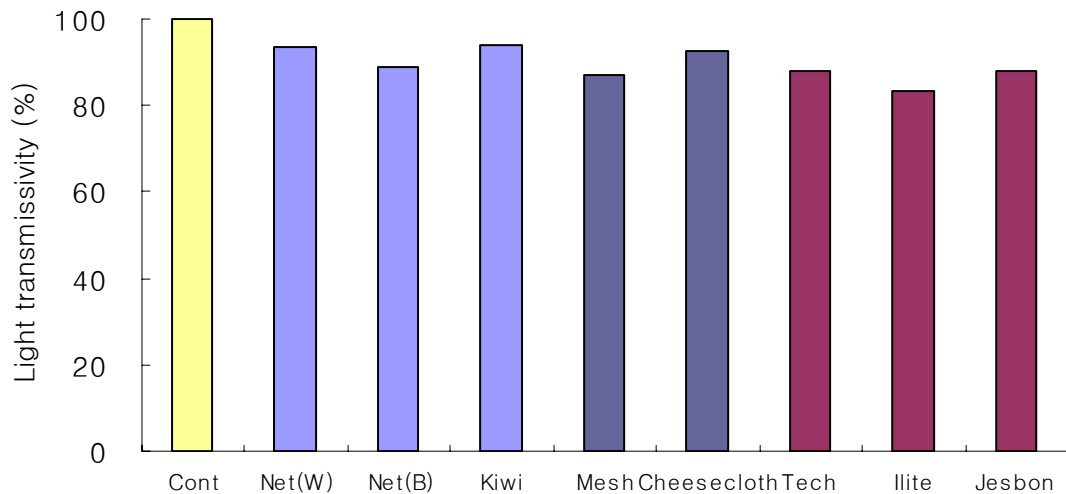


Fig. 1. Light transmissivity by different covering materials.

Table 2. Micro-meteorology under row cover with different covering materials from May 21 to June 24, 2003.

| Covering material | Mean air temperature (°C) | Mean soil temperature (°C) | Mean relative humidity (%) |
|-------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Tech tech | 21.6 | 20.8 | 78 |
| Ilite A | 22.7 | 21.7 | 81 |
| Ilite B | 23.2 | 21.2 | 82 |
| Jesbon | 23.4 | 21.3 | 80 |
| Mesh net | 21.3 | 20.8 | 80 |
| Cheesecloth | 21.2 | 20.4 | 80 |
| Net (White) | 21.3 | 20.9 | 79 |
| Net (Blue) | 20.9 | 20.1 | 79 |
| Kiwi net | 20.7 | 20.6 | 79 |
| Non-covered | 20.3 | 20.3 | 81 |

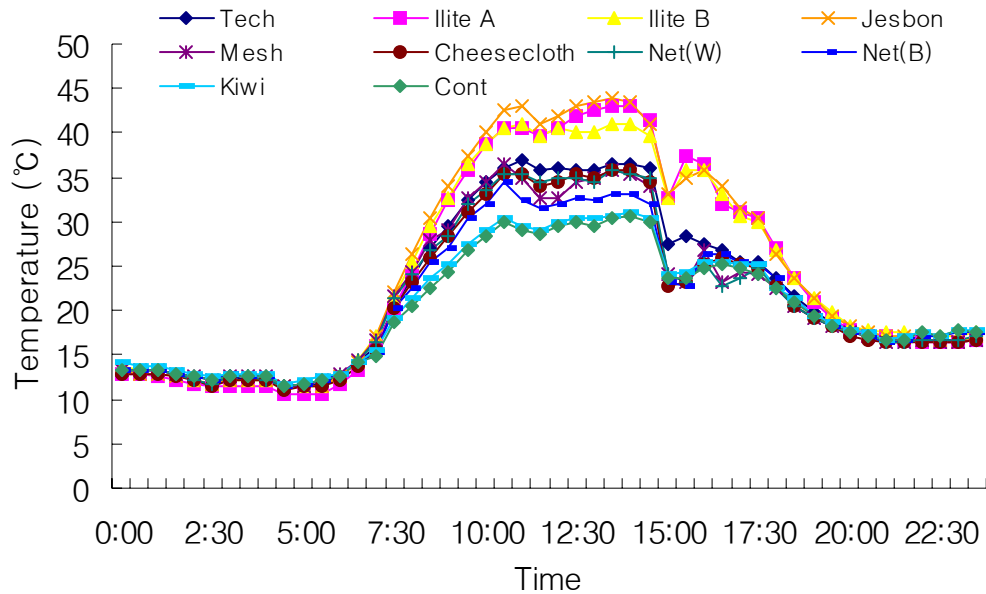


Fig. 2. Changes of air temperature under row cover with different covering materials on May 23, 2003.

Fig. 2와 Fig. 3에 피복 자재별 일중 기온 및 지온의 변화를 나타내었다. 일중의 기온은 일몰 후부터 일출까지는 거의 차이를 보이지 않았으나, 한낮에는 부직포의 경우 무피복에 비해 10°C 이상 상승함을 볼 수 있었다. 일중 최고 기온은 Jesbon이 43°C로 가장 높았고, Ilite, Tech 순이었다. 고온임에도 불구하고 본 시험에서는 생육기간 중 고온장해 증상은 나타나지 않았는데, 이는 차광으로 인해 작물체의 품온이 상대적으로 낮았기 때문인 것으로 생각된다(이정명 등, 1995).

최저 기온은 10.2~10.6°C 정도로 처리간에 차이가 없이 비슷하게 유지되었다. 일반적으로 터널 내의 야온은 외기온보다도 낮아지는 기온 역전 현상이 발생하는데(Ikeya 등 1975), 본 연구에서는 최저기온이 외기온과 비슷하게 유지되어 보온효과는 없었던 것으로 생각되었다.

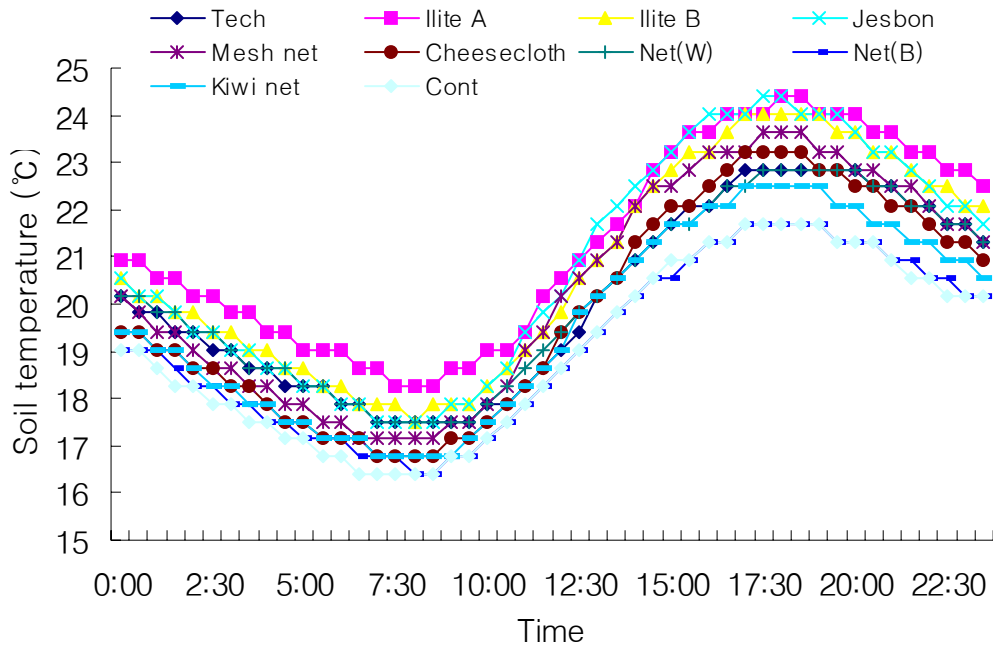


Fig. 3. Changes of soil temperature under row cover with different covering materials on May 23, 2003.

지온은 기온과는 달리 오전 9시 경에 최저, 오후 6시 경에 최고를 나타내었으며, 일중 내내 무피복에 비해 막덮기 피복 처리에서 높았는데, 무피복에 비해 막덮기 피복에서는 최저 지온은 2°C 정도, 최고 지온은 3°C 정도 높게 유지되었다.

막덮기 피복에서 지온이 높았던 것은 야간의 방사열이 피복 자재에 의해 차단되었기 때문이며, 이러한 지온 상승이 작물 생육에 유리하게 작용했던 것으로 생각된다(Loy와 Walls, 1982, 1985). Hamamoto(1994)는 막덮기 자재의 경우 기류속도를 약하게 하며, 지표면으로부터의 방사열의 방출을 감소시켜 지온을 상승시킨다고 하였으며, 막덮기 자재에 의한 방사열의 차폐는 최고 지온을 저하시키고 최저 지온을 높이는 작용

을 하는데 이는 계절 간에 차이가 있어 지온이 낮은 봄철의 경우 여름철 보다 지온 상승효과를 더 발휘한다고 하였다. 본 시험에서도 막덮기 피복에 의한 야간의 보온성은 없었으나 지온 상승 효과를 확인할 수 있었다.

2. 막덮기 피복 자재별 엽채류 생육 특성

막덮기 자재별 작물 생장을 비교해 본 결과, 상추(Table 3), 열무(Table 4), 엇갈이배추(Table 5) 에서 무피복에 비해 막덮기 피복을 한 경우 생육과 수량이 향상되었다. 상추인 경우 네트피복은 대체로 무피복과 큰 차이를 보이지 않았으나, 한랭사와 부직포 피복은 무피복에 비하여 53~92% 정도 수량이 증대되었다. 한편 부직포 자재별로는 Tech tech 에 비해 Ilite 와 Jesbon 피복에서 수량이 높았다.



Fig. 4. Effect of row cover on the growth in yeolmu and ukkaribaechu.

열무와 엇갈이배추도 부직포 피복시 무피복에 비하여 생육과 수량이 크게 향상되었는데, 열무는 20~80%, 엇갈이배추는 60~112% 정도 증가되었다. 특히 피복으로 인해 작물체를 배추흰나비, 과밤나방, 배추좀나방 등 해충의 침입으로부터 보호할 수 있어 해충의 피해가 거의 나타나지 않았다. 충해정도(0~9)를 무피복과 비교해 본 결과 무피복이 6.0~7.0인데 비하여 막덮기 재배는 1.0 내외로 월등히 낮아 앞으로 농약을 사용하지 않고도 엽채류 재배가 가능할 것으로 생각된다.

Table 3. Effect of row cover with different covering materials on the growth of lettuce.

| Covering material | No. of leaf (ea) | Plant height (cm) | Leaf width (cm) | Plant weight (g/plant) | Yield (kg/10a) |
|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------|------------------------|----------------|
| Tech tech | 13.3bc ^z | 19.4b | 17.0c | 70.2e | 927e |
| Ilite A | 15.0a | 22.8a | 19.4a | 95.1a | 1,255a |
| Ilite B | 14.7ab | 22.6a | 19.2a | 88.4ab | 1,167ab |
| Jesbon | 14.0abc | 20.4b | 18.2b | 78.8cd | 1,040cd |
| Mesh net | 15.0a | 20.9b | 18.2b | 80.8bc | 1,067bc |
| Cheesecloth | 13.0cd | 19.5b | 16.8c | 72.6de | 958de |
| Net (White) | 14.0abc | 18.0c | 15.7d | 60.1f | 793f |
| Net (Blue) | 12.7cd | 17.8c | 15.2de | 52.7fg | 696fg |
| Kiwi net | 13.0cd | 17.5c | 15.1de | 47.2g | 623g |
| Non-covered | 11.7d | 17.2c | 14.6e | 46.0g | 607g |

^z Duncan's multiple range test significant at 5% level within columns.

Planting time : May 21, 2003

Harvesting time : June 24, 2003

Table 4. Effect of row cover with different covering materials on the growth of yeolmu.

| Covering material | Plant height (cm) | No. of leaf (ea) | Plant weight (g/plant) | Yield (kg/10a) | Insect damage ^y (0~9) |
|-------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------------|----------------------------------|
| Tech tech | 32.9ab ^z | 10.2 | 38.7a | 5,147a | 1.0b |
| Ilite A | 32.1abc | 10.2 | 30.7c | 4,083c | 1.3b |
| Ilite B | 34.3a | 9.9 | 39.2a | 5,214a | 1.3b |
| Jesbon | 31.2abc | 10.4 | 26.6d | 3,538d | 1.3b |
| Mesh net | 30.6abcd | 10.4 | 33.0b | 4,389b | 1.3b |
| Cheesecloth | 30.5abcd | 9.9 | 30.6c | 4,070c | 1.3b |
| Net (White) | 25.9de | 9.6 | 24.9de | 3,312de | 2.0b |
| Net (Blue) | 28.9bcd | 9.8 | 24.1e | 3,205e | 1.7b |
| Kiwi net | 27.9cd | 10.2 | 24.8de | 3,298de | 1.7b |
| Non-covered | 22.1e | 9.6 | 21.4f | 2,846f | 5.3a |

^y Insect damage : 0(none)~9(severe)

^z Duncan's multiple range test significant at 5% level within columns.

Sowing time : May 21, 2003 Harvesting date : June 17, 2003

막덮기 피복이 수량을 증대시킨 것은 피복하의 미기상이 작물의 생육에 어느 정도 유리한 조건이 유지되었기 때문으로 생각된다. 그러나 고온기에는 피복 하의 최고기온이 35℃ 이상으로 올라가 오히려 작물의 생육에는 불리하게 작용하였을 것으로 생각되나, 차광으로 인해 작물체에 큰 영향을 미치지 않았으며, 또한 지온이 0.5~1℃ 정도로 무피복의 1.5~2℃에 비해 낮았는데 이는 지온의 급격한 변화로 인해 뿌리에 대한 스트레스가 감소하는 등 작물 생육에 알맞은 환경이 조성되었

기 때문인 것으로 판단된다(문, 2001).

또한 피복으로 인해 작물체를 배추흰나비, 파밤나방 등 해충의 침입으로부터 보호할 수 있어 해충 피해가 거의 나타나지 않았는데 충해 정도(0~9)를 보면 무피복의 5.3 에 비해 막덮기 재배는 1.0~2.0 정도로 월등히 낮아 앞으로 농약을 사용하지 않고도 신선한 엽채류를 재배할 수 있는 기술로 정착될 것으로 기대된다.

Table 5. Effect of row cover with different covering materials on the growth of ukkaribaechu.

| Covering material | Plant height (cm) | No. of leaf (ea) | Plant weight (g/plant) | Yield (kg/10a) | Insect damage ^y (0~9) |
|-------------------|--------------------|------------------|------------------------|----------------|----------------------------------|
| Tech tech | 17.4b ^z | 9.9ab | 20.2b | 2,687b | 1.7ed |
| Ilite A | 19.4a | 9.3bc | 25.2a | 3,352a | 1.0e |
| Ilite B | 19.9a | 10.2a | 26.8a | 3,564a | 1.7de |
| Jesbon | 18.9a | 9.8ab | 25.2a | 3,352a | 1.7de |
| Mesh net | 14.5d | 8.7cde | 15.3cd | 2,035cd | 2.0de |
| Cheesecloth | 16.4bc | 9.2bcd | 17.1c | 2,274c | 2.7cd |
| Net (White) | 12.2e | 8.4de | 16.0cd | 2,128cd | 4.7b |
| Net (Blue) | 14.0d | 9.3bc | 15.9cd | 2,115cd | 3.7bc |
| Kiwi net | 15.3cd | 9.1bcd | 14.1de | 1,875de | 2.7cd |
| Non-covered | 12.0e | 8.2e | 12.6e | 1,676e | 7.0a |

^y Insect damage : 0(none)~9(severe)

^z Dunan's multiple range test significant at 5% level within columns.

Sowing time : May 21, 2003 Harvesting time : June 24, 2003

시험 2. 부직포 터널피복 재배시 엽채류 생육 특성

1. 열무

Fig. 5, 6, 7, 8에 열무 재배 기간(3월 26일~4월 23일, 5월 20일~6월 16일) 기온 및 지온의 경시적 변화를 나타내었다. 재배 기간 동안 무피복에 비해 부직포 터널 피복이 기온과 지온 모두 상승하였다. 저온기인 3월에는 무피복에 비해 부직포 피복이 2~5℃ 정도 기온이 상승하였고, 지온도 1~2℃ 상승하였다. 5월에도 기온과 지온은 2~5℃ 상승하는 결과를 나타냈다.

Homamoto(1994)는 막덮기 자재에 의한 방사(放射)의 차폐는 최고 지온을 저하시키고 최저지온을 높이는 작용을 하는데 이는 계절간 차이가 있어 지온이 낮은 봄철인 경우 여름철보다 지온 상승 효과를 더 발휘한다고 하였다. 본 실험의 경우에서도 막덮기에 의한 지온 상승의 효과를 보였으나, 본 실험에서 지온 상승 효과는 3월보다 5월에 더 상승하는 결과를 나타냈다. 이는 환경조건의 차이에 의한 것일 수도 있으나 피복재 간의 차이로 생각된다.

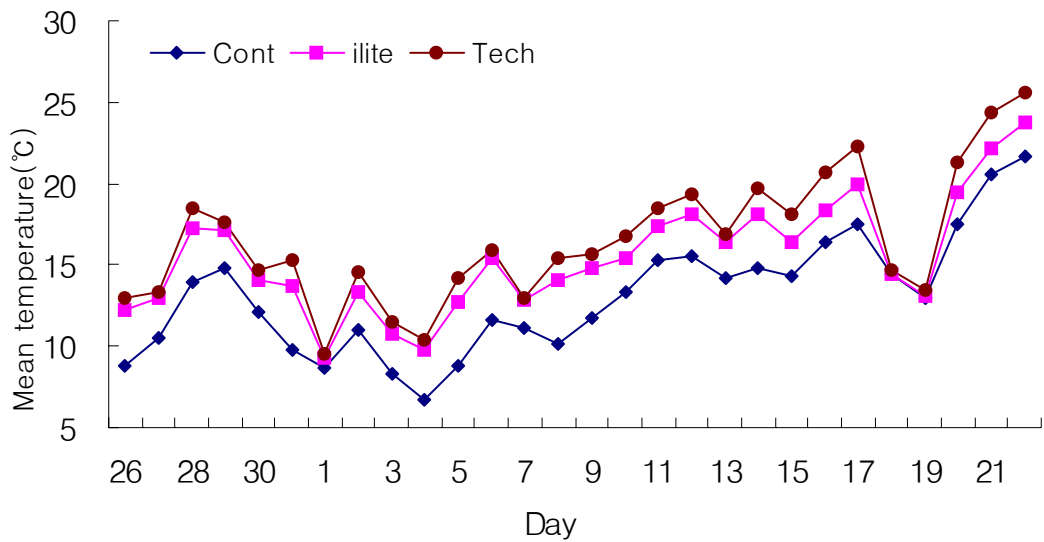


Fig. 5. Changes of air temperature under row cover with different covering materials from Mar. 26 to Apr. 23, 2004.

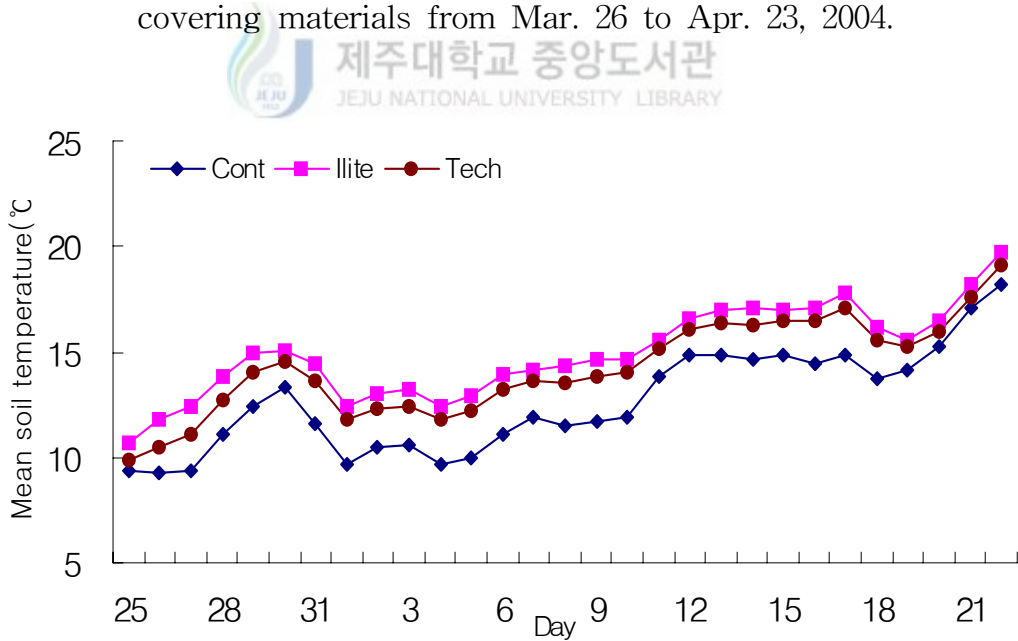


Fig. 6. Changes of soil temperature under row cover with different covering materials from Mar. 26 to Apr. 23, 2004.

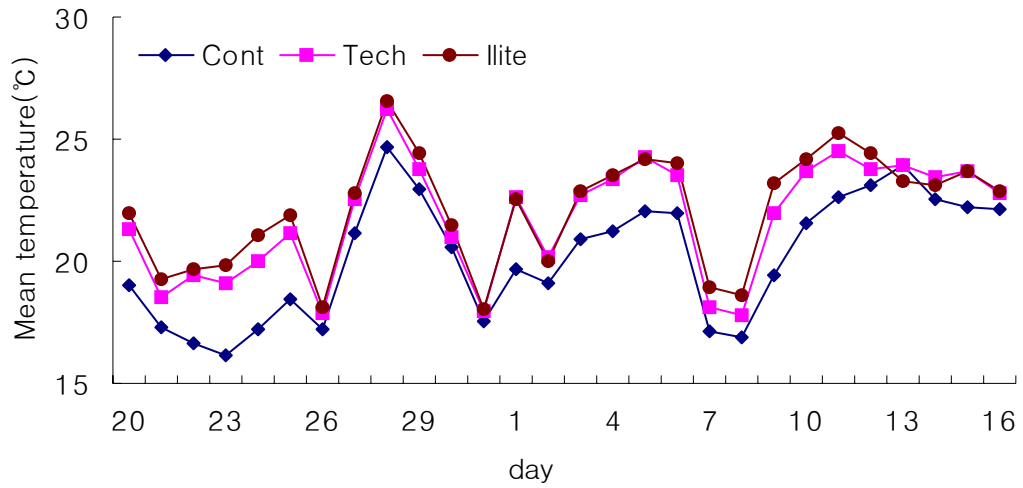


Fig. 7. Changes of air temperature under row cover with different covering materials from May 20 to June 16, 2004.

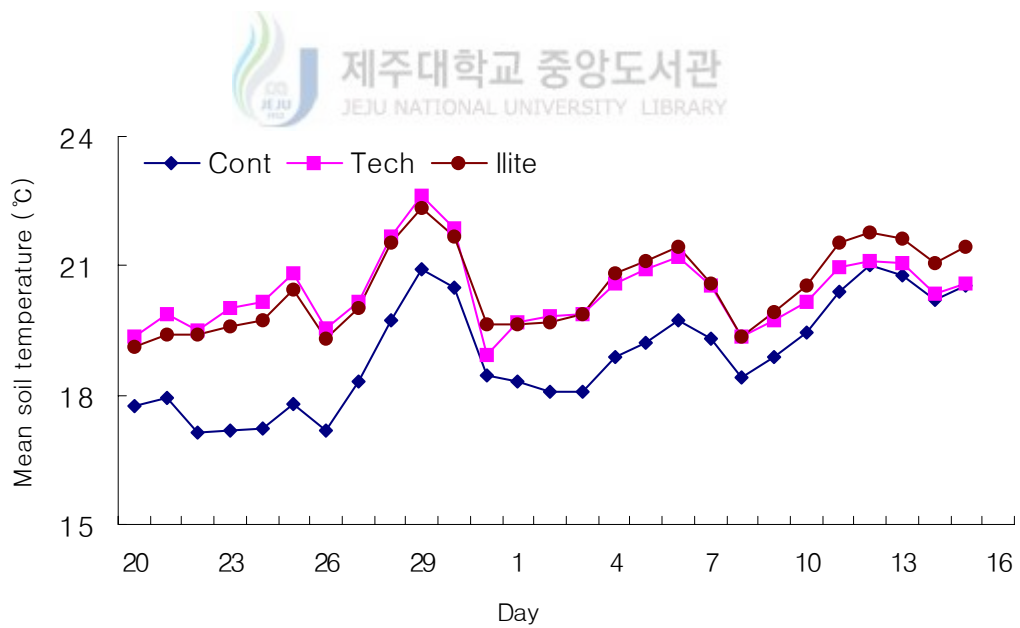


Fig. 8. Changes of soil temperature under row cover with different covering materials from May 20 to June 16, 2004.

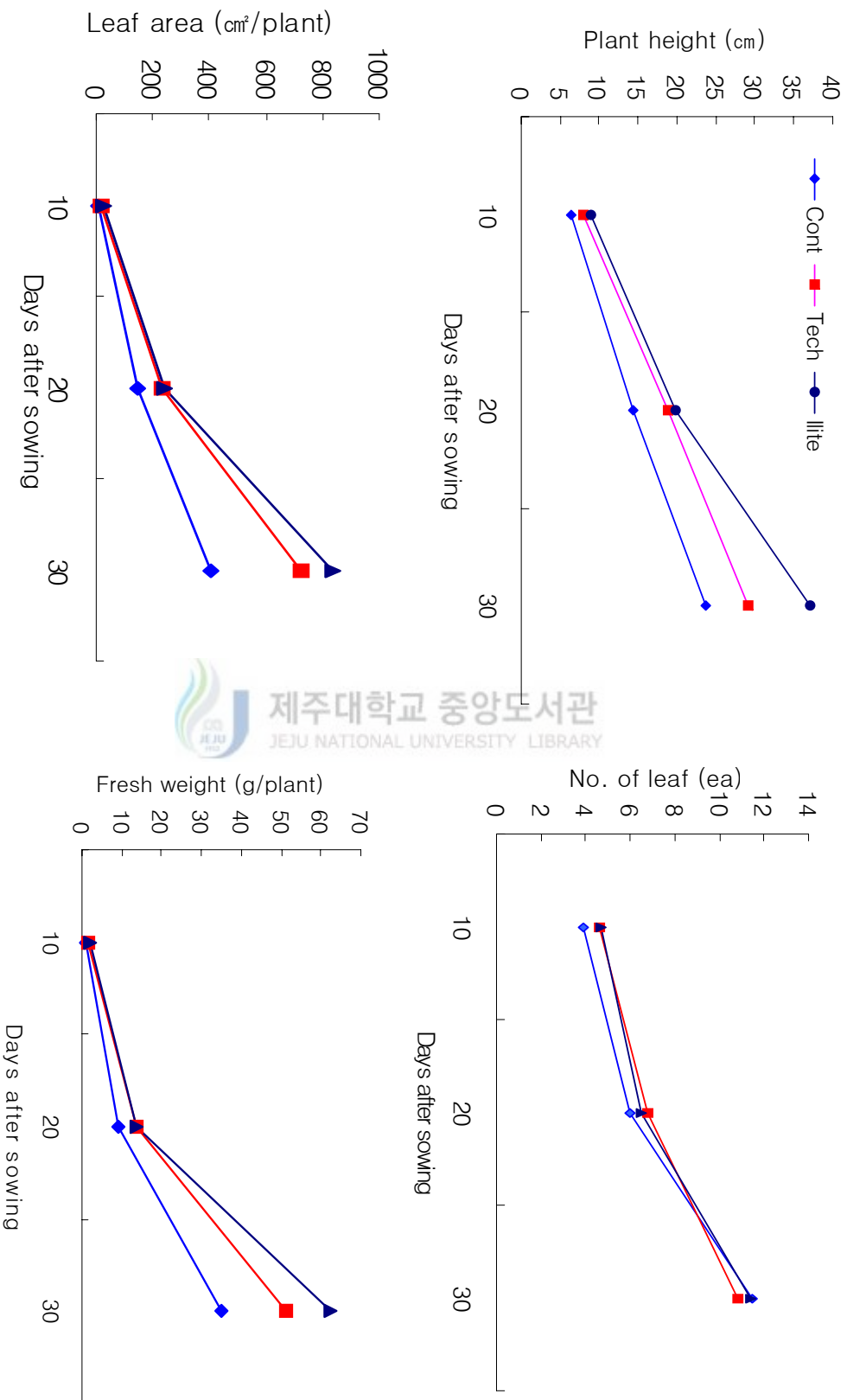


Fig. 9. Effect of row cover with different covering materials on the growth of yeolmu sowed on May 18, 2004.

Table 6. Influence of row cover with different covering materials on plant growth 30 days after sowing in yeolmu sowed in different seasons.

| Sowing time | Covering material | Plant height (cm) | No. of leaf (ea) | Plant weight (g/plant) | Insect damage ^y (0~9) |
|-------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------------|----------------------------------|
| Mar. 18 | Cont | 22.3 | 9.6 | 26.6 | 6 |
| | Tech | 36.2 | 11.3 | 51.5 | 2 |
| | Ilite | 40.6 | 9.9 | 60.8 | 2 |
| LSD(0.05) | | 6.7 | 1.1 | 12.4 | |
| May 18 | Cont | 23.6 | 11.5 | 35.0 | 7 |
| | Tech | 29.1 | 10.8 | 51.4 | 1 |
| | Ilite | 37.1 | 11.4 | 62.2 | 1 |
| LSD(0.05) | | 8.8 | 1.4 | 5.4 | |
| July 18 | Cont | 28.5 | 8.5 | 25.3 | 6 |
| | Tech | 33.8 | 8.7 | 35.0 | 2 |
| | Ilite | 34.0 | 8.7 | 35.9 | 2 |
| LSD(0.05) | | 3.1 | NS | 2.7 | |
| Sep. 21 | Cont | 31.3 | 7.5 | 26.0 | 4 |
| | Tech | 38.2 | 8.0 | 34.3 | 1 |
| | Ilite | 38.6 | 7.8 | 36.0 | 1 |
| LSD(0.05) | | 4.3 | NS | 4.8 | |

^y Insect damage : 0(none)~9(severe)

Table 6에 부직포 종류에 따른 열무의 과중 시기별 생육을 비교하였다. 재배 시기별 생육 결과 모두 무피복에 비해 막덮기 재배에서 초장, 주중이 증가되었다. 과중 시기별로는 3월과 5월에서 무피복에 비하여 초장, 엽수, 주중이 증가하였다. 특히 저온기인 3월에 가장 크게 증가되는 경향을 보여, 부직포 피복은 저온기의 생육 향상 효과가 클 것으로 생각된다. 특히 주중인 경우 무피복에 비해 부직포 피복에서 2배 가량 증가하는 경향을 나타내었다.

과중후 30일동안 10일 간격으로 생육을 비교한 결과(Fig. 9), 엽수를 제외한 초장, 엽면적, 생체중은 무피복에 비해 테크와 일라이트가 생육이 양호하였고, 특히 정식 후 20~30일 사이에 생체중과 엽면적이 크게 증가하는 것을 볼 수 있었다.

막덮기 피복하의 작물은 초기 생육이 향상되는데 특히 엽채류인 경우 정식 후 20~30일 사이에 생체중과 엽면적이 증가하는 것으로 보아 엽채류와 같이 단기간에 생육하는 채소의 경우 막덮기 재배가 유리할 것으로 생각된다.

2. 상추

Fig. 10, 11은 10월 16일부터 11월 4일까지의 상추 재배 기간 중 기온 및 지온의 경시적 변화를 나타내었다. 평균 기온과 지온 모두 무피복에 비해 막덮기 피복이 1~2℃ 정도 온도 상승 효과를 보였다. 특히 막덮기 피복의 경우 기온보다는 지온 상승 효과가 크게 나타났는데, 11월 보다는 10월에 지온 상승이 컸다.

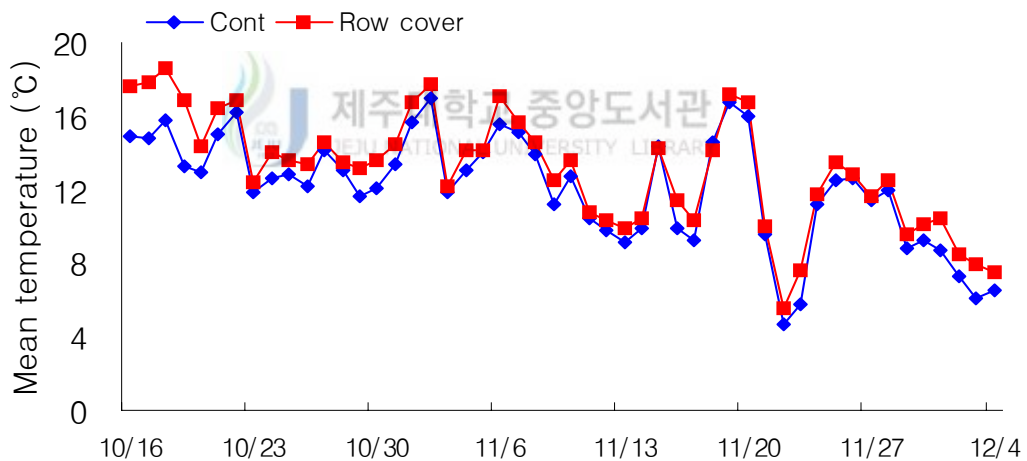


Fig. 10. Changes of air temperature under row cover from Oct. 16 to Dec. 4, 2003.

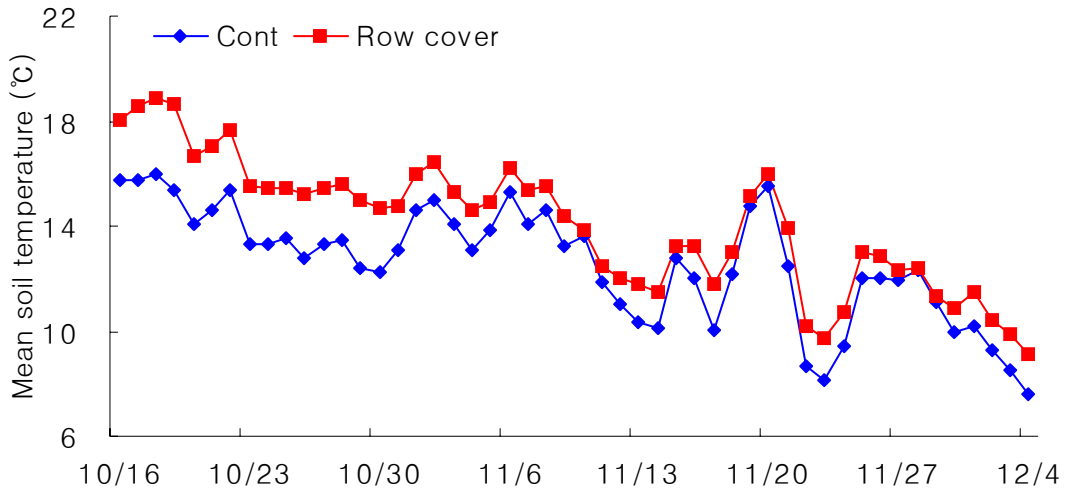


Fig. 11. Changes of soil temperature under row cover from Oct. 16 to Dec. 14, 2003.



Table 7은 정식 시기별로 상추의 생육을 비교한 것인데, 모든 정식 시기에서 무피복에 비해 부직포 피복 하에서 생육이 증가하였다. 특히 생육 차이는 저온기로 갈수록 현저해지는데 3월 이후 137.2 g 보다 10월에서는 251.5 g 으로 크게 향상되었다.

이와 같은 막덮기 피복에 의한 저온기의 생육 향상은 지온 향상이 작물체에 유리하게 작용한 것으로 생각되며, 지온 변화가 적을 경우 작물 뿌리에 대한 스트레스 감소도 한 요인으로 작용했을 것으로 생각된다(문, 2001).

Table 7. Effect of planting time on the growth of lettuce under row cover.

| Planting time | Treatment | Plant height (cm) | No. of leaf (ea) | Plant weight (g/plant) |
|---------------|-----------|-------------------|------------------|------------------------|
| Oct. 16 | Non-cover | 22.6 | 15.3 | 136.2 |
| | Row cover | 27.3 | 20.7 | 251.5 |
| LSD(0.05) | | 2.0 | 2.1 | 18.2 |
| Mar. 17 | Non-cover | 16.4 | 14.3 | 90.9 |
| | Row cover | 22.6 | 17.8 | 137.2 |
| LSD(0.05) | | 1.9 | 1.7 | 10.8 |
| Apr. 16 | Non-cover | 21.7 | 18.5 | 154.8 |
| | Row cover | 28.7 | 23.0 | 215.2 |
| LSD(0.05) | | 2.2 | 1.5 | 14.1 |
| May 18 | Non-cover | 19.5 | 16.4 | 181.9 |
| | Row cover | 25.3 | 25.1 | 236.8 |
| LSD(0.05) | | 2.3 | 0.8 | 12.6 |
| Jun. 14 | Non-cover | 23.2 | 16.2 | 135.5 |
| | Row cover | 29.4 | 17.3 | 157.5 |
| LSD(0.05) | | 1.6 | NS | 8.9 |

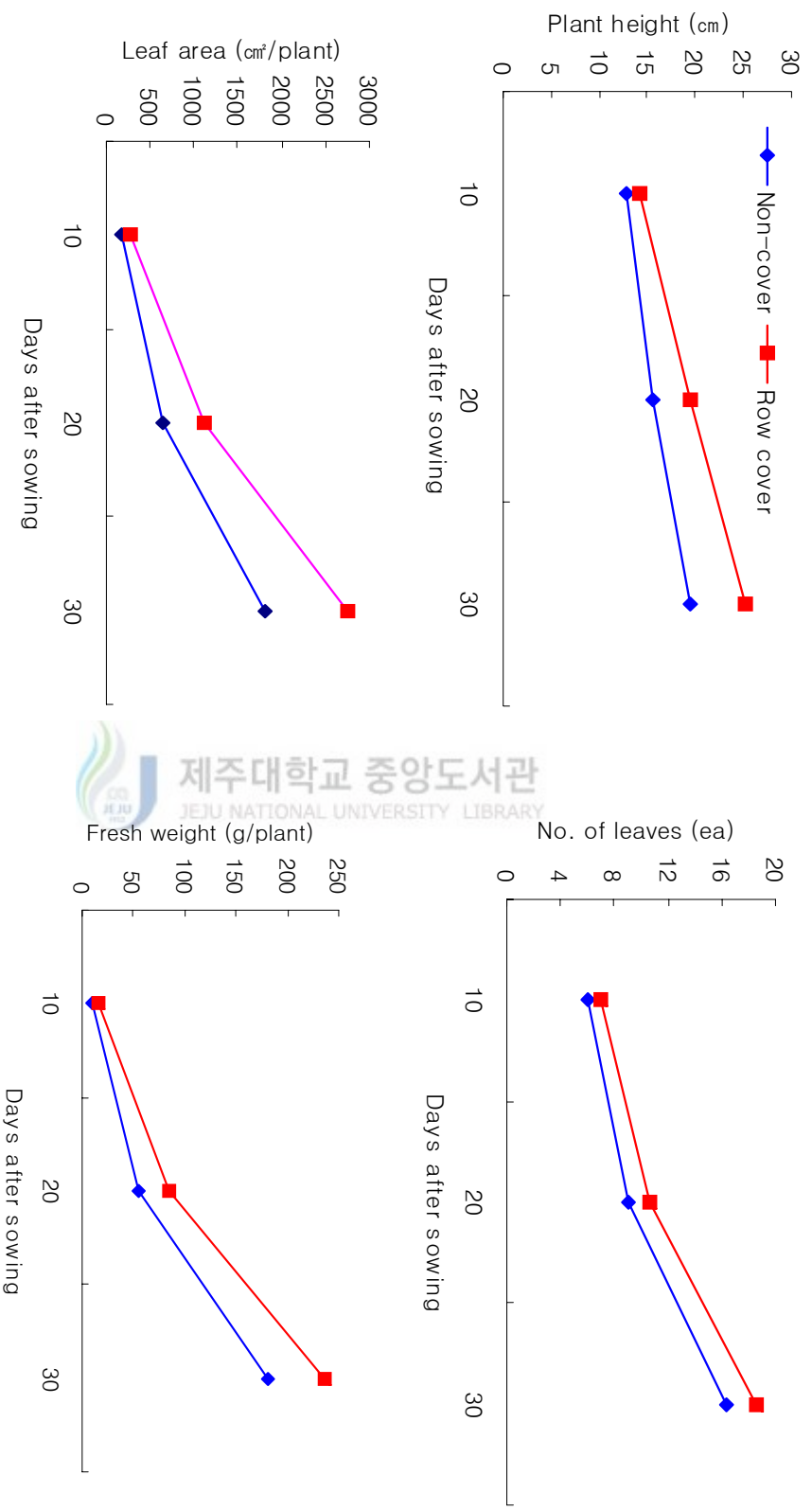


Fig. 12. Changes of the growth in row cover of lettuce. Lettuce was planted on May 18, 2004.

Fig. 12는 상추를 5월 18일에 정식한 후 30일 동안 10일 간격으로 생육상황을 조사한 것으로, 무피복에 비해 막덮기에서 초장 등 생육이 증가하였다. 특히 생체중과 엽면적은 정식 후 20일 이후에 크게 증가하였는데, 이러한 결과는 부직포 피복에 의한 정식 후의 활착이 빨랐기 때문으로 생각된다. 이(2003)는 양배추 막덮기 재배에서 부직포로 피복한 것이 정식 후 활착이 빨랐으며, 이러한 결과가 결국은 생육 향상에 큰 영향을 미쳤다고 하였는데 본 실험의 결과도 이와 유사한 결과를 나타냈다.

Table 8. Effect of removing time of covering materials on anthocyanin in lettuce.



| Covering Material | Day after removing cover (day) | | |
|-------------------|--------------------------------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 |
| Cont. | 0.4851 | 0.6050 | 0.6100 |
| Tech | 0.2953 | 0.5626 | 0.5995 |
| Ilite | 0.2754 | 0.5530 | 0.5705 |

최근 채소가 가지고 있는 항암 작용이나 면역력 증강 등의 새로운 생리·기능성 물질이 주목을 받고 있다. 인체에 유익한 작용을 하는 기능성 성분을 늘리되, 식물체 생육은 증진시키고, 경비도 절감할 수 있

는 방법에 대한 연구가 많이 되고 있다. 그 중 안토시아닌은 항산화작용, 콜레스테롤 저하작용 등 생리활성 기능이 있는 것으로 알려져 있다. (Kataoka, 1983)

Table 7은 상추 막뎛기 재배시 막뎛기 자재의 피복물 제거시기에 따른 안토시아닌 함량 변화를 조사한 결과이다. 안토시아닌 색소발현은 차광정도가 많을수록 저하되었는데, 광투과율이 다소 낮은 일라이트에서 가장 색소발현이 크게 낮아졌다. 그러나 안토시아닌 색소 발현이 피복재를 벗긴 후 1일이 되었을 때 크게 증가하는 것을 볼 수 있었고, 2일째 되는 날에는 거의 무피복과 같이 회복되는 결과로 보아 막뎛기 재배에 대한 상추의 품질에는 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.

임(2002)은 차광정도에 따라 적상추의 안토시아닌 색소발현에 크게 영향을 미친다고 하였는데, 본 실험의 결과와 마찬가지로 안토시아닌의 색소발현에는 광이 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다. 부(2003)도 적측면상추의 색소발현을 위해서는 저온, 고광량하에서 안토시아닌 생성이 촉진된다고 하였고, 광량이 높을수록 안토시아닌 생성이 증가하여 적측면 상추의 착색과 관련이 있다고 하였다.

3. 시금치

Table 9는 시금치 품종에 따른 막덮기 자재별 생육을 비교한 것이다. 부직포 피복자재에 따른 생육을 보면, 'Mahoroba', 'Titanic' 모두 부직포 피복에서 생육이 좋았으며, 특히 엽면적인 경우 무피복 184 cm²에 비하여 부직포 피복에서는 412, 332 cm²로 두배 이상 증가하였고, 품종간에는 'Titanic'에서 생육이 더 양호하였다.

Table 9. Effect of row cover with different covering materials on the growth of spinach.

| Variety | Covering material | Plant height (cm) | No. of leaf (ea) | Fresh weight (g/plant) | Leaf area (cm ² /plant) |
|-----------|-------------------|-------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|
| Mahoroba | Cont. | 17.3 | 14.8 | 17.1 | 184 |
| | Tech | 21.3 | 16.8 | 22.5 | 412 |
| | Ilite | 21.8 | 17.0 | 22.2 | 332 |
| LSD(0.05) | | 2.2 | 1.5 | 1.7 | 18.6 |
| Titanic | Cont. | 17.4 | 14.7 | 18.9 | 276 |
| | Tech | 25.8 | 19.6 | 37.5 | 548 |
| | Ilite | 29.7 | 19.1 | 46.7 | 652 |
| LSD(0.05) | | 3.2 | 1.5 | 3.9 | 48.3 |

Sowing time : Mar. 21, 2004

Harvesting time : May 3, 2004.

이러한 결과는 시금치 막뫼기 재배 실험에서 총 엽면적이 증가하였다는 Hamamoto(1994)의 보고와 유사하였다. 이러한 막뫼기 재배에 의한 생육 촉진과 수량 증가의 원인은 낮 동안의 기온 상승과 야간의 지온 확보, 터널 내의 습도 등이 작물의 생육에 유리하게 작용했을 것으로 생각된다(Hamamoto 등, 1989, Hemphill 과 Crabtree, 1988).

시금치는 수산(oxalic acid)이 많으면 인체의 신진대사 과정에서 칼슘흡수를 저해하고 당뇨병의 발생과 산모의 칼슘 대사에 큰 영향을 미친다(Kameno 등, 1990). 또한 재배시 질산암모늄을 다량 사용하거나 고온·저광도 하에서 생육시키면 질산염이 아질산염으로 변하고, 헤모글로빈은 산화하여 인체의 신진대사 과정을 억제하는 메트헤모글로빈을 생성하므로 다량 섭취시 주의해야 한다(이정명 등, 2003). 수산은 수용성이기 때문에 익혀서 먹으면 문제가 없다고 하지만 최근에는 쌈채소용으로도 연중수요가 늘고 있어 이 수산의 함량을 낮추기 위한 재배 연구가 많이 이루어지고 있다.

Table 10. Effect of row cover with different covering materials on oxalic acid content in 'Mahoroba' and 'Titanic' spinach.

| Variety | Covering Material | Oxalic acid (mg/100g) |
|----------|-------------------|--------------------------|
| Mahoroba | Cont | 0.19 |
| | Tech | 0.11 |
| | Ilite | 0.11 |
| Titanic | Cont | 0.13 |
| | Tech | 0.11 |
| | Ilite | 0.10 |

Table 10은 피복 자재에 따른 시금치의 수산 함량을 비교한 것이다. 수산의 함량은 무피복에 비해 부직포 피복에서 두 품종 모두 감소되는 경향이였다. 특히 'Mahoroba'인 경우 무피복이 0.19 mg인데 비하여 부직포 피복에서는 0.11 mg 으로 크게 감소되었는데, 부직포의 피복 자재 간에는 차이가 없었다.

또한 'Mahoroba'에서 수산의 함량이 높았는데 이는 'Mahoroba'는 가을 재배 품종으로 품종간 차이에 기인하는 것으로 생각된다(이정명, 2003). 따라서 막뎃기 재배시에는 작물에 따라서는 재배 시기에 따라 알맞은 품종을 선택하는 것도 중요할 것으로 생각된다.

IV. 적 요

본 연구는 뚝섬적축면상추, 잔치열무, 엇갈이배추의 고품질 엽채류 생산을 위하여 2003년에서 2004년까지 3종류의 네트와 2종류의 한랭사, 그리고 3종류의 부직포를 이용하여 미기상 특성, 생육 및 수량, 그리고 품질에 미치는 영향에 대하여 분석하였다.

막덮기 자재별 처리 결과, 부직포보다 네트류가 광투과율이 높았고, 평균 기온과 지온은 네트와 한랭사에서 $0.3\sim 1^{\circ}\text{C}$ 증가하였으며 부직포에서는 $0.5\sim 3^{\circ}\text{C}$ 상승하였다. 그러나 상대습도는 처리간 차이가 없었다. 무피복보다 막덮기에서 모든 엽채류의 생육과 수량이 향상되었으며, 특히 열무는 20~80%, 엇갈이배추는 60~112% 수량이 증가하였다. 그리고 해충의 피해 또한 크게 경감되었다.

열무 파종시기별 생육은 부직포피복에서 생육이 양호하였으며, 3월에 생육이 월등히 향상되었고 해충의 피해가 크게 감소하였다.

상추의 정식시기별 생육을 비교한 결과, 부직포 피복에서 10월에 생체중과 엽수가 크게 증가하였으며 초장, 엽수, 엽면적 모두 같은 양상을 나타내었다. 안토시아닌은 부직포 피복에 비해 무피복이 높았으나 피복재를 제거한 후 2일이 지나면 무피복과 차이가 없었다.

시금치 두품종, 'Mahoroba', 'Titanic' 도 막덮기에서 생육이 향상되었으며, 특히 엽면적이 크게 증가하였다. 수산 함량은 막덮기 처리를 한 것이 무피복에 비해 감소하는 경향을 나타내었다.

V. 인용문헌

- 안종길, 조동, 손병구, 최영환, 강점순. 2000. 통기성 간이 피복재의 피복방법이 저온기에 잎상추의 생육, 수량 및 품질에 미치는 영향. 96-101.
- 부희옥, 이병일. 1999. 붉은 양배추에 있어서 안토시아닌 생합성에 미치는 광의 영향. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40(3):322-326.
- 부희옥, 신공식, 백기엽. 1999. 환경요인이 적축면상추의 안토시아닌 축적에 미치는 영향. *J. Hort. Sci. & Tech.* 17(2):206.
- Chen, Q., M. Okada, and Aihara. 1988. Relationships between microclimate plant blankets and their physical properties. *Acta Hort.* 230:559-564.
- Hamamoto, H. and H. Nakamura. 1989. Seasonal variations in the effect of fabric row covers on vegetables seed emergence. 野案・茶業試験場研究報告. A. 3:15-21.
- Hamamoto, H. and H. Nakamura. 1990. Effects of row cover on surface soil conditions and crop seed emergence. *J. Agr. Met.* 45(4):265-269.
- Hamamoto, H. 1991. Night leaf temperature under row covers. *J. Agr. Met.* 46(4):229-232.
- Hamamoto, H. 1992. Effects of environment under floating row cover on spinach growth. *J. Agr. Met.* 48(3):247-255.
- Hamamoto, H. 1994. Growth analysis of spring spinach under the row cover. *Environ. Control in Biol.* 32(2):87-93.
- Hamamoto, H. 1996. Effect of non-woven row cover on plant environment and growth. *JARQ* 30:49-53.

- Hemphill, D. D. and N. S. Mansour. 1986. Response of muskmelon to three floating row covers. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 111: 513-517.
- Hemphill, D. D. and G. D. Crabtree. 1988. Growth response and weed control in slicing cucumbers under row covers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113:41-45.
- Igarashi, D., H. Uematsu, and Y. Miura. 2000. Development of new contacting row cover materials to prevent cold injury in cabbages during growing. *J. Agric. Meteorol.* 56(4):295-301.
- 임지수. 2002. 광 및 온도처리가 상추의 수량과 엽록소 및 안토시아닌 함량에 미치는 영향. 단국대학교 석사학위논문. 한국.
- 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.
- Gerber, J. M., I. Mohd-khir, and W. E. Splittstoesser. 1988. Row tunnel effects on growth, yield, and fruit quality of bell pepper. *Scientia. Hort.* 36:191-197.
- Kameno, T., T. Kinoshita, M. Kusuhara, and M. Noguchi. 1990. Effects of cultural conditions and cultivars on the changes of contents of components related to the quality of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Bill. Chugoku Natl. Agric. Exp. Stn.* 6:157-178.
- Kataoka, I. Y. Kubo, A. Sugimura, and T. Tomana. 1983. Changes in L-phenylalanine ammonialyse activity and anthocyanin synthesis during berry ripening of three grape cultivars. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 52:273-279.
- Kliwer, M. W. 1977. Influence of temperature, solar, radiation, and nitrogen of coloration and composition of 'Emperor' grapes.

- Am. J. Enol. Vitic. 28:96-103.
- 이재욱. 2003. 간이 피복자재를 이용한 노지채소 막덮기 재배기술. 시설 원예연구 16(2):8-13.
- 이재욱. 2003. 난지채소 기상재해 경감기술. 난지농업연구소. p. 33-98.
- 이정명 외. 2003. 신고 채소원예각론. 향문사. p. 389-403.
- 이정명, 우영희, 남윤일. 1995. 여름철 온실의 재배시기별 시금치 생육에 대한 차광효과. J. Bio. Fac. Env. 4(2):211~222.
- Loy, J. B. and O. S. Wells. 1982. A comparison of slitted polyethylene and spunbonded polyester for plant row covers. HortScience 17:405-407.
- Loy, J. B. and O. S. Wells. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience 20:822-826.
- Mansour, N. S. and D. D. Hemphill. 1987. Bunching onion response to three floating row covers. HortScience. 22:318-319.
- 문지혜. 2001. 근권온도에 따른 오이의 생리적 반응. 서울대학교 대학원 농학박사학위논문. 한국.
- 농촌진흥청. 2003. 제 4판 농업과학기술연구조사분석기준. p.439-468.
- 岡田益己, 小澤 聖. 1997. 베타가게를使いこなす. 農文協.
- Okimura, M. and T. Hanada. 1993. Effects of row cover on the growth of leafy vegetables in summer in the subtropical zone of Japan. JARQ 26:294-303.
- Orozco-Santos, M., O. Perez-Zamora, and O. Lopez-Arriaga, 1995. Floating row cover and transparent mulch to reduce insect populations, virus diseases and increase yield in cantaloupe. Florida Entomologist 78:493-501.
- Ozawa, K. 1989. Effect of row cover on the protection of vegetables from typhoon damage. 44(4):295-299.

- 성기철, 이정수, 이재욱. 2002. 막뎃기 재배가 봄재배시 녹색꽃양배추의 생육 및 수량에 미치는 영향. J. Bio-Environment Control. 11:175-180.
- Waterer, D. R. 1992. Influence of planting date and row covers on yield and economic value of muskmelons. J. Can. Plant. Sci. 73:281-288.
- Westcott, M. P., N. W. Callan, and Knox, M. L. 1991. Planting date and row cover interactions in broccoli production in cold climates. Hort Science 26:1221.
- Wolfe, D., L. Albright, and J. Wyland. 1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield : I. Growth response of tomato and cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114:562-568.