

蓄熱물주머니의 保溫이 참외의 生育, 과실 品質 및 收量에 미치는 影響

신용섭* · 도한우 · 연일권 · 최성국 · 최부술¹
경북농업기술원 성주과채류시험장, ¹경북농업기술원

Effect of Thermokeeping-Water Bag on the Growth, Fruit Quality and Yield of Oriental Melon(*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.)

Shin, Yong Seub* · Do, Han Woo · Yeon, Il Kweon · Choi, Sung Kuk
and Choi, Boo Sull¹

Kyongbuk Provincial Agricultural Research and Extension Services, Songju
Fruit Vegetable Experiment Station, 719-860, Korea

¹Kyongbuk Provincial Agricultural Research and Extension Services, Taegu,
702-320, Korea

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effect of thermokeeping bag with 30 and 45cm width on the growth, fruit quality and yield of oriental melon. Difference of the highest temperature was not observed but the lowest temperature of thermokeeping bag with 30cm and 45cm width was higher than that of control by 0.9°C and 1.8°C, respectively. The highest soil temperature of thermokeeping bag with 30cm and 45cm width was higher than that of control by 1.9°C and 9.9°C, respectively and the lowest soil temperature of thermokeeping bag with 30cm and 45cm width was higher than that of control by 0.9°C and 1.2°C, respectively. Growth characteristics in terms of stem length, leaf number, leaf area, fresh and dry weight, fruit weight, flesh thickness and soluble solid were higher as the width of thermokeeping bag was wider. Marketable yield per 10a of 30 and 45cm thermokeeping bag was higher 5.3% and 19.2% than that of control with 996.4kg per 0.1ha.

주제어 : 발효과, 온실, 기형과

Key words : fermented-fruit, greenhouse, malformed-fruit

*Corresponding author

서 론

재료 및 방법

겨울철 시설재배에서 온도의 확보는 작물생육에 가장 중요한 요인으로, 온도의 확보를 위하여 주간에는 태양열을 시설내에 최대한 축적시키고 야간에는 열을 외기로 빼앗기지 않도록 하는 것이 무엇보다도 중요하다. 시설원예에서 보온력 증대를 위하여 지중열교환(李 등, 1982), 방열제어에 의한 보온력 연구(Danagnez, 1976; Gudín, 1976), 태양열을 이용한 보온력 증대방안(Takesono와 Takashi, 1979; 朴과 李, 1982), 지하수 이용(山本, 1988; 尹 등, 1986), 잠열, 축열 보온 시스템개발(宋 등, 1990) 등 많은 연구가 이루어져 왔으나, 시설비가 많아 영세한 경영규모를 가진 시설농가에서는 설치하는데 어려움이 많다. 반면 축열물주머니는 설치비가 적게 들어가며 재료도 쉽게 구할 수 있고 설치가 간편한 장점이 있다. 축열물주머니의 축열효과(響, 1981; 市, 1978; 黒, 1980; 能本農試, 1979; 森, 1980; 大田와 青木, 1980; 權 등, 1982; 金 등, 1991; 林 등, 1996)에 대하여 많은 연구가 이루어져 있으나 실용화되는 경우가 적었다. 그러나 1996년 하반기부터 유가상승으로 난방비 부담이 가중되고부터 조금씩 증가하고 있는 실정이다. 참외는 거의 대부분 12월 ~ 1월에 정식하여 무가온으로 재배되고 있는데, 지온 및 기온의 확보를 위하여 보온자재를 3 ~ 4중으로 피복하고, 오후에는 빨리 덮고 아침에는 늦게 벗기는 등 보온력 향상을 위하여 많은 노력을 하고 있다. 따라서 본 연구는 참외 무가온 재배시 터널내 축열물주머니를 설치하여 축열효과가 터널내의 지온 및 기온상승에 미치는 영향과 참외의 생육, 품질 및 수량에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

본 시험은 1997년과 1998년 2회에 걸쳐 경상북도 농업기술원 성주과채류시험장의 폭 4.5m, 높고 2.3m, 길이 25m의 터널형 하우스 3개동에서 수행되었다. 공시품종은 성주지역에서 널리 재배되고 있는 단성화계통의 금싸라기 은천참외를 신토좌 대목에 접목하여 사용하였으며, 정식전 0.04mm 흑색비닐을 멀칭한후 1월 20일 180cm이랑에 45cm간격으로 1주씩 정식 하였으며, 야간의 보온을 위하여 하우스 내에 길이 2.4m강선으로 소형터널을 설치하여 두께 0.03mm의 터널용 비닐과 12온스 보온부직포를 4월 15일까지 피복하여 무가온 재배하였다. 적심은 정식 전에 주지 4마디에서 실시하여 그후 2개의 아들당굴을 유인하여 17마디에서 적심하였다. 0.1ha당 시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 25- 7.7-16kg, 퇴비 3,000kg, 석회 200kg을 시비하였는데, N 및 K₂O는 60%를 추비로 3회 분시하였고 나머지는 전량 기비로 사용하였다. 시험구당 면적은 36m²로 2처리를 만들어 구당 44주를 정식하여 난피법 2반복으로 조사하였다. 축열물주머니는 두께 0.1mm 정도의 P.E튜브를 이용하여 수돗물을 채웠으며 시험구는 폭 30cm(22 ℓ/m), 45cm(48 ℓ/m)의 축열물주머니구와 무처리구로 나누어 정식 3일전부터 5월 30일까지 야간의 보온을 위하여 설치한 소형터널내에 설치하였다. 하우스의 환기는 시설내 온도가 35℃ 이상이 되면 권취식개폐기를 이용하여 환기하였고, 25℃ 이하가 되면 개폐기를 닫아 관리하였다. 시설내 지온, 기온 및 수온은 데이터로그(Li-1,000, Li cor)를 이용하여 지온은 이랑의 가운데 지하 10cm부분에, 기온은 참외의 잎이 위치하는 지상 10cm부근에, 수온은 축열물주머니내에 센서를 넣어 측정하였으며, 수확은 4월 30일부터 6월 11일까지 3회 실시하였으며 기타조사는 농촌진흥청 조사기준에 의하여 실시하였다.

결과 및 고찰

가. 축열물주머니의 처리별 보온효과
 처리별 보온효과를 검토하기 위하여 3월 1일부터 일주일 동안 터널내의 기온, 지온, 수온 및 하우스 외기온을 조사한 결과는 표 1과 같다. 조사기간 동안 하우스 외부의 최고온도는 21.4℃, 최저온도는 -3.2℃였다. 축열물주머니의 최고수온은 폭 30cm 처리구에서는 27.8℃, 45cm 처리구에서는 31.7℃였으며, 최저수온은 폭 30cm 처리구에서는 17.2℃, 폭 45cm 처리구에서는 19.4℃로 축열물주머니 폭 30cm에 비하여 폭 45cm 처리구에서 최고수온은 3.9℃, 최저수온은 2.2℃ 높게 유지되었다. 최고지온은 무처리구의 27.8℃에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 처리에서는 1.9℃ 높았고 45cm 처리에서는 9.9℃ 높았으며, 최저지온은 무처리구의 14.9℃에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 및 45cm 처리구에서

각각 0.9℃, 1.2℃ 높았다. 하우스 터널내부의 최고온도는 처리간 차이가 없었으나 최저온도는 무처리구의 11.5℃에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 처리에서는 0.9℃ 높았고, 45cm 처리에서는 1.8℃ 높았다.

이와 같이 무설치구에 비하여 축열물주머니 설치구에서 터널내 최저온도 및 지온이 높아 보온효과가 있었는데, 축열물주머니 폭 30cm(22 l/m) 설치구 보다는 폭 45cm(48 l/m) 설치구에서 보온효과가 더욱 우수하여, 축열용량이 클수록 보온효과가 높다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 상추재배 시험에서 축열물주머니 설치시 최저기온이 2~3℃ 높았다는 보고(權等, 1982)와 축열물주머니내 물량이 m당 86리터 일 경우 최저기온이 4.3℃ 높았다는 보고(金等, 1991)와 같은 경향이었는데, 온도 차이의 원인은 면적당 蓄熱水量的 차이 때문인 것으로 생각되었다.

Table 1. Effect of thermokeeping-water bag on air, soil and water temperature in greenhouse²

Treatment	Air temp.(℃)		Soil temp.(℃)		Water temp.(℃)	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Control	47.2	11.5	27.8	14.9	-	-
Water bag (Width 30cm)	47.5	12.4	29.7	15.8	27.8	17.2
Water bag (Width 45cm)	47.4	13.3	37.7	16.1	31.7	19.4

² Outside temperature was min. -3.2℃ and max. 21.4℃ between March 1 to 7, 1998

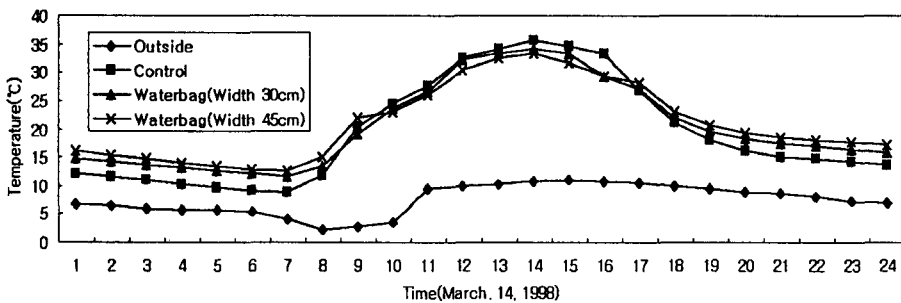


Fig. 1. Changes of air temperature in a day by thermokeeping-water bag

그림 1은 처리별 터널내 기온의 일변화로서 낮동안에는 터널은 개방하고 환기는 시키지 않았기 때문에 무처리구에서는 07시경에 최저를 보이다가 서서히 온도가 상승하여 10시경에는 축열물주머니 설치구보다 온도가 높아지기 시작하여 14시경에 최고를 보였으며 17시경에는 축열물주머니 설치구보다 온도가 낮아지기 시작하였다. 반면 축열물주머니 설치구에서는 10시부터 17시까지 최고기온은 무처리구보다 낮았으나 17시부터 08시까지는 최저기온이 높았는데, 최저기온은 터널을 개방하기전인 08시경에 최저치를 보였다. 이것은 축열물주머니 설치구에서는 10시부터 17시까지는 축열로 인하여 하우스내의 최고온도가

무설치구보다 낮게 유지된 것으로 보이며, 17시부터는 축열되었던 수온이 방열되어 최저기온이 높게 유지된 것으로 보인다. 이러한 결과는 林 等(1996)의 시험결과와 權 等(1982)이 보고한 축열물주머니구와 대조구인 축열물주머니 미설치 하우스간에 17시부터 기온 차가 나기 시작하여 03시경에 최저로 떨어졌다는 결과와 같은 경향이였다. 이상의 결과로 볼 때, 축열물주머니 폭이 클수록 야간온도가 높게 유지된 것으로 보아 축열면적이 클수록 보온효과는 우수한 것으로 생각되었다. 그러나 참외의 경우 터널내부의 폭이 2~2.4m인 점을 감안 할 때 축열물주머니의 폭은 45cm가 적당하다고 생각되었다.

Table 2. Growth of oriental melon plant at 30 days after planting influenced by thermokeeping-water bag

Treatment	Plant height (cm)	Leaf		Weight	
		Number	Area (cm ² /Plant)	Fresh (g/plant)	Dry (g/plant)
Control	62.4 b ^z	17.8 b	762.5 c	80.9 c	7.1 c
Water bag(Width 30cm)	67.4 b	24.3 ab	1,194.0 b	113.3 b	10.9 b
Water bag(Width 45cm)	80.2 a	31.5 a	1,751.4 a	170.2 a	15.9 a

^z Means separation within columns by Duncan,s multiple range test at 5% level

나. 참외의 생육 및 과실특성

표 2는 처리별 보온효과에 따른 정식 30일후 참외의 생육을 나타낸 것으로, 초장은 축열물주머니 무설치구의 62.4cm에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 설치구에서는 큰 차이가 없었으나 폭 45cm 설치구에서 17.8cm 더 신장하여 통계적 유의성이 인정되었다. 엽수는 무설치구의 17.8매에 비하여 축열물주머니 폭 30, 45cm 설치구에서 각각 6.5매, 13.7매가 많았으며, 엽면적은 무설치구의 762.5cm²에 비하여 축열물

주머니 폭 30cm 설치구에서는 57%, 폭 45cm 설치구에서는130% 증가하여 유의성이 인정되었다. 주당 생체중은 무설치 구의 80.9g에 비하여 축열물주머니 폭 30cm, 45cm 설치구에서 각각 40%, 110% 증가하여 유의성이 인정되었는데, 건물중도 같은 경향이였다. 이와 같이 무설치구에 비하여 축열물주머니 설치구에서, 축열용량이 클수록, 보온력이 높을수록 참외의 초기생육이 양호함을 알 수 있었는데, 이러한 결과는 대조구에 비하여 축열물주머니

설치구에서 상추의 엽수가 많고 엽면적이 증가하며 생체중 및 건물중이 증가한다는 權 等(1982)의 보고와 일치하는 경향이 있었다. 표 3은 축열물주머니 설치에 따른 과실의 특성을 조사한 것으로, 무설치구에 비하여 축열물주머니 설치구에서 과중, 과장, 과육두께 및 당도가 증가하는 경향이 있었으나 처리간 차이는 없었다. 이것은 참외의 경우 생육초기에는 엽수 및 엽면적이 적어 많은 양을 축열할 수 있는데 비하여

과실을 수확하는 생육후기에는 초장이 길고 엽수 및 엽면적이 증가하므로써 축열물주머니를 덮어 축열능력이 감소한 것과, 생육후기 외기온이 높아져 축열물주머니의 보온효과가 경감하였기 때문인 것으로 생각되었는데, 權 等(1982)이 축열물주머니의 보온효과는 3월하순 이후에는 외기온이 높아져 보온효과가 다소 경감된다고 보고한 것과 같은 경향이였다.

Table 3. Fruit characteristics of oriental melon as influenced by thermokeeping-water bag

Treatment	Fruit			Soluble solids(°Brix)	
	Weight (g)	Length (cm)	Flesh thickness (mm)	Flesh	Placenta
Control	403.2	11.5	16.3	12.0	15.3
Water bag(Width 30cm)	411.6	12.3	16.8	12.0	15.5
Water bag(Width 45cm)	410.9	11.6	16.5	12.4	15.2

다. 참외의 품질 및 수량

표 4는 축열물주머니 설치에 따른 참외 과실의 품질을 조사한 것으로, 무설치구에 비하여 축열물주머니 설치구에서 발효과율, 기형과율 및 이병과율이 감소하고 상품과율이 증가하여 상품수량이 증가하는 경향이였다. 발효과율은 무설치구의 9.6%에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 및 45cm 설치구에서 3.3%씩 감소하였다. 기형과율은 무설치구의 16.1%에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 설치구에서는 1.9% 감소하였으며, 폭 45cm 설치구에서는 2.3% 감소하였다. 상품과율은 무설치구의 71.3%에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 및 폭 45cm 설치구에서 각각 5.6%, 5.9% 증가하였다. 0.1ha당 상품수량은 무설치구의

996.4kg에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 설치구에서는 5.3%, 폭 45cm 설치구에서는 19.2% 증가하였다. 이와 같이 축열물주머니 설치로 상품과율이 증가함에 따라 상품수량이 증가된 것은 무설치구에 비하여 축열물주머니 설치구에서 정식초기 지온이 높고 터널내 최저지온이 높아(Fig 1, Table 1) 뿌리의 활착이 빠르고 초기생육이 양호하여 기형화의 발생이 적어 기형과의 발생이 감소한 것과, 발효과 발생이 감소하였기 때문으로 추정되는데, 이는 참외 지증가온 재배시 지온 및 터널내 야간 최저지온이 높을수록 기형과율 및 발효과율이 감소하여 상품수량이 증가한다는 신 등(1997)의 보고와, 지온 및 기온이 높을수록 오이의 기형과율이 감소한 및 기온이

높을수록 오이의 기형과율이 감소한다는 李(1994)의 보고와 같은 경향이였다. 이상을 종합하면 무설치구에 비하여 축열주

처리간 차이가 없었으나 최저기온은 무처리구의 11.5℃에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 처리에서는 0.9℃높았고, 45cm

Table 4. Fruit quality of oriental melon fruit as affected by thermo keeping-water bag

Treatment	Marketable yield(kg/0.1ha)	Fermented (%)	Malformed (%)	Infected (%)	Marketable (%)
Control	996.4 b ^z	9.6 a	16.1 a	3.0 a	71.3 a
Water bag (Width 30cm)	1,049.4 ab	6.3 a	14.2 a	2.6 a	76.9 a
Water bag (Width 45cm)	1,188.6 a	6.3 a	13.8 a	2.7 a	77.2 a

^zMeans separation within columns by Duncan,s multiple range test at 5% level

머니 설치구에서, 축열물주머니의 폭이 클수록 최고기온은 낮고 최저 기온이 높았으며 지온 및 수온이 높아 참외의 초기생육이 양호하여 기형과율, 발효과율이 감소되고 상품과율이 증가하여 상품수량이 증가하였으나 과실의 당도, 과육두께 및 과중에는 큰 차이가 없었다. 따라서 생육후기 과실의 품질향상을 위해서는 참외재배시설의 폭을 넓혀 축열물주머니를 설치할 수 있는 공간을 확보해야 할 것으로 생각되었다.

적 요

참외 무가온 시설재배에 있어 태양열의 축열효과를 높이기 위하여 참외재배 하우스 내에 소형터널을 설치하고 두께 0.1mm P. E튜브를 이용하여 수돗물을 넣은 축열물주머니 폭 30cm, 45cm 설치구와 무설치구로 나누어 참외를 재배하고 축열물주머니의 수온과 터널내의 지온 및 기온변화와 이들이 참외의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사한 결과, 최고기온은

처리에서는 1.8℃높았다. 최저기온은 무처리구의 27.8℃에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 처리에서는 1.9℃높았고 45cm 처리에서는 9.9℃높았으며, 최저지온은 무처리구의 14.9℃에 비하여 축열물주머니 폭 30cm 및 45cm 처리구에서 각각 0.9℃, 1.2℃높았다. 참외의 생육은 축열물주머니 면적이 클수록 초장, 엽수, 엽면적, 생체중 및 건물중이 증가하였는데, 특히 엽면적의 증가가 뚜렷하였다. 축열물주머니 면적이 클수록 과중, 과육두께 및 당도가 높고 품질이 좋았으며, 0.1ha당 상품수량은 무설치구의 996.4kg에 비하여 30cm 및 45cm 축열물주머니 설치구에서 각각 5.3%, 19.2% 증가하였다.

인 용 문 헌

1. 權永杉, 李龍範, 朴尙根, 李愚升, 徐榮教. 1982. 蓄熱물주머니의 保溫力이 상치의 生育 및 收量에 미치는 影響. 농시보고집 24(원예) : 41-50.
2. 金陸鍾, 尹千鍾, 石鐘先. 1991. 葡萄의

- 하우스 栽培時 蓄熱물주머니 利用效果. 農試論文集(園藝篇) 33(3) : 54-59.
3. 박상근, 이용범. 1982. 시설원예에서의 태양열 이용중대에 관한 연구. 농사총설 (농진청 농시보고 24집 부록) : 525-534.
 4. 宋鉉甲, 車均度, 延光錫, 趙誠瓚, 趙漢根, 柳瑩善. 1990. 潛熱材를 利用한 太陽에너지 貯藏 system研究. 忠北大 農村에너지 研究論文集 6(1) : 37-41.
 5. 신용습, 이우승, 연일권, 최성국, 최부술. 1997. 온수지중가온이 참외의 과실 특성 및 수량에 미치는 영향. 생물생산 시설환경학회지 6(2) : 110-116.
 6. 윤천중, 김목중, 유인철, 반채돈. 1986. 지하수를 이용한 하우스의 보온효과 시험. 시험연구보고서(원시, 채소편) : 358-363.
 7. 이용범, 표현구, 박상근, 권영삼. 1982. 지중열교환 하우스의 환경특성과 작물 (오이, 토마토, 상추) 생육에 미치는 영향. 농시보고집 24(원예) : 59-69.
 8. 李宰旭. 1994. 온수지중가온이 동계 시설오이의 근권환경, 생육 및 수량에 미치는 영향. 경북대학교 박사학위논문집.
 9. 林相喆, 丁南眞, 李倫相, 洪秀暎, 朴鍾天, 鄭載薰. 1996. 施設栽培時 蓄熱물주머니內 溫水循環이 施設內 保溫과 葡萄樹體生育 및 果實成熟에 미치는 影響. 農業論文集 38(2) : 518-525.
 10. Danagnez, S. 1976. Need and design for a solar greenhouse. Solar Energy in Agriculture(UKISES) : 82-85.
 11. 市村 尙. 1978. 蔬菜栽培における水封マルチの利用. 施設園藝における省エネルギー對策技術に關する研究(2回) : 87-88.
 12. Gudin, C. 1976. Bioconversion of Solar Energy. Solar Energy in Agriculture (UKISES) : 48-51.
 13. 黒住 徹. 1980. 水封マルチの保溫效果. 施設園藝における省エネルギー對策技術に關する研究(2回) : 113-114.
 14. 熊本農試. 1979. 施設野菜の太陽熱利用による蓄熱マルチの保溫效果試験. 施設園藝における省エネルギー對策技術に關する研究(1回) : 89-90.
 15. 森 俊八. 1980. 施設園藝の省エネルギー 新技術. : 115-135.
 16. 大田讓一, 青木和年. 1980. 施設野菜の太陽熱利用による蓄熱マルチの保溫效果. 施設園藝における省エネルギー對策技術に關する研究 : 120-121.
 17. Takesono, T. 1979. Use of solar energy through an integrated house design. Hokkaido National Agricultural Expt. Station : 96-109.
 18. 響場 務. 1981. 省エネ栽培のため水封マルチの利用. 農耕と園藝 36(2) : 212-213.
 19. 山本 孝司. 1988. 施設ブドウ栽培の省エネ的溫度管理法と保溫法<7>(山陰地方のブドウ栽培における地中熱及び水熱利用). 農業および園藝 63(4) : 77-82.