과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
중장기Code		RIMS Code			
연구과제 및 세부과제		연구분야 (Code)	수행 기간	연구실	책임자
수출유망 신작목 개발 연구		채소 (LS0208)	'00~'10	원예연구과	정병찬
1) 착색단고추 고랭지 여름작형 근권 온도 조절 농가실증		채소 (LS0208)	'06	원예연구과 채소연구실	전신재
색인용어	착색단고추, 근권냉난방				

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effects of the regulations which were cooling and heating temperatures of the root-zone by circulation of underground water or hot water to achieve maximum yields of sweet pepper in hydroponics. During planting of sweet pepper in summer the severe yield reduction was induced because it were extreme temperatures in midsummer and poor sunlight in the rainy season. So we practiced cooling to circulate underground water from mid-June to late in August and heating to circulate hot water from September to the end of harvest to regulate optimum temperatures of root-zone in hydroponics. The obtained results were summarized as follows.

In case it were regulated temperatures, the average temperature(Ave. T), minimum temperature(Min. T) and maximum temperature(Max. T) of root-zone were respectively 25.4℃, 21.5℃ and 27.1℃. The other hand, the AveT, MinT and MaxT were respectively 26.7℃, 22.3℃ and 29.4℃ in Control. The differences of fresh weight and the number of fruit set couldn't be recognized between the 'special' and the 'piesta'. But it of the yield both them be recognized that 'special' was increased about 6.9%(21.6㎏) and 'piesta' was increased about 10%(2.52㎏) in contrast with control.

1. 연구목표

착색단고추 여름재배는 일본으로 연중 수출을 하기 위한 작형으로 개발되어 최근 강원도 평창, 횡성, 철원 등을 중심으로 재배면적이 크게 증가하여 2006년 126농가 63.8ha에 이르고 있다. 여름재배작형은 봄에 정식하여 생육초기 저온 약광의 조건을 거친 후 이후 강광과 고온조건에서 재배가 된다. 따라서 고온으로 인하여 생육이 억제되고 각종 생리장해가 발생하여, 수량 감소 및 품질 저하의 원인이 되고 있다. 특히 근권부 배지온도가 지나치게 높아질 경우 뿌리의 활력 저하에 따른 생육 지연 및 장해 발생이 빈번해진다. 또한 착색단고추 고랭지 재배시 정식 후 활착기와 생육 후기에는 저온으로 인해 난방비 상승에 따른 경영비 증가로 농가에 부담 가중 된다. 그간의 연구에서 착색단고추 수경재배시 동계 근권난방을 통한 경제적인 적정 근권온도는 23℃(2001, 한국원예학회지)이었고, 하계 지하수 환류에 의한 근권냉방시 적정 근권온도는 24℃(2005, 강원도원)로 조사 및 연구되었다. 따라서 본 시험은 이러한 기술의 농가조기 보급을 위하여 농가실증 재배를 통한 근권 냉·난방효과의 확인을 위하여 실시되었다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 강원도 철원군의 수출 착색단고추 재배농가에서 수행되었다. 시험품종은 스페셜(적색)과 피에스타(황색) 이었다. 4월 3일 배양액으로 충분히 포습시킨 암면 파종판에 1립씩 넣어 파종하였고, 5월 20일에 100×20×7.5㎝의 슬라브에 3주씩 정식하였다. 수확은 7월 31일을 시작으로 11월 17일까지 13회 실시하였다. 처리내용은 고온기 근권냉방의 효과를 알아보기 위하여 지하수 환류에 의한 근권냉방을 실시하였고, 생육후기 저온기에는 근권난방 효과 검토를 위하여 보일러를 이용하여 가온하면서 근권온도를 23~24℃로 유지하였다(그림 1). 냉방처리는 6월 15일부터 8월 30일까지 실시하였고, 난방처리는 9월 25일부터 작기종료인 11월 17일까지 실시하였다. 생육은 30일 간격으로 초장, 분지수, 경경 등을 조사하였고, 수량성은 수확시마다 수확된 모든 과실을 대상으로 과중을 각각 조사하였다. 그 외 조사는 농촌진흥청 표준 조사법에 준하였다.

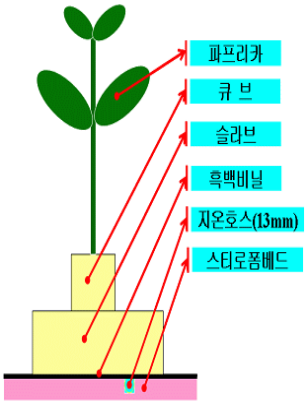

그림 1. 처리 모식도

3. 결과 및 고찰

근권냉방 처리에 의한 근권온도 특성은 처리구의 경우 평균, 최저, 최고 온도는 각각 25.4, 21.5, 27.1℃이었고, 무처리구는 각각 26.7, 22.3, 29.4℃를 나타내었다. 또한 일중 근권온도의 변화는 일출과 함께 온도가 상승하여 오후 3시경에 가장 높은 온도를 나타내었다. 일반적으로 착색단고추 재배시 적정 근권온도는 동절기 23℃, 하절기 24℃로 알려져 있다(김 등, 2001). 본 시험은 하절기로 적정 근권온도 보다는 1.4℃높은 것으로 조사되었다. 춘천지역의 경우 하절기 착색단고추 재배시 평균 근권온도는 28.9℃로 조사되었는데(원 등, 2006), 철원지역은 외부온도가 춘천보다 낮고, 시험농가의 정식기가 춘천지역보다 빨라 근권의 온도가 25.4℃로 유지된 것으로 생각되었다.

표 1. 근권냉방 처리에 따른 온도 특성 (기간 : 7.15~8.15, 단위 : ℃)

구 분	평 균	최 저	최 고
처 리	25.4	21.5	27.1
무처리	26.7	22.3	29.4

표 2. 시험 전 생육특성 (6. 15)

품 종	초장 (cm)	분지수 (매)	경 경 (mm)	착과수 (개/주)
스 페 셜	88.0	13.5	7.2	2.8
피에스타	88.0	13.8	7.1	2.8

근권냉방 처리전 생육특성은 초장은 스페셜과 피에스타 모두 88cm 이었고, 분지수는 피에스타가 13.8매로 스페셜 보다 0.3매 많았으나, 품종간 큰 차이는 없었다.

표 3. 생육특성 (11월 17일)

품 종	처 리	초 장 (cm)	분지수 (매)	생체중 (g/주)
스 페 셜	냉방처리	219	20.0	897
	무 처 리	229	19.7	891
피에스타	냉방처리	244	20.9	1,094
	무 처 리	249	19.0	1,037

생육특성은 전체적으로 피에스타 품종이 초장, 생체중에서 높게 나타났으며, 처리간에는 무처리가 냉방처리에 비해 초장은 스페셜이 10cm, 피에스타는 5cm 컸으며, 분지수는 냉방처리구가 0.3~1.9매 많았다. 생체중은 품종간에는 피에스타가 스페셜보다 무거웠는데, 처리간에는 대차없었다. 즉 초장은 냉방처리에 의하여 작아지는 경향이었고, 생체중은 처리간에 큰 차이가 없었다.

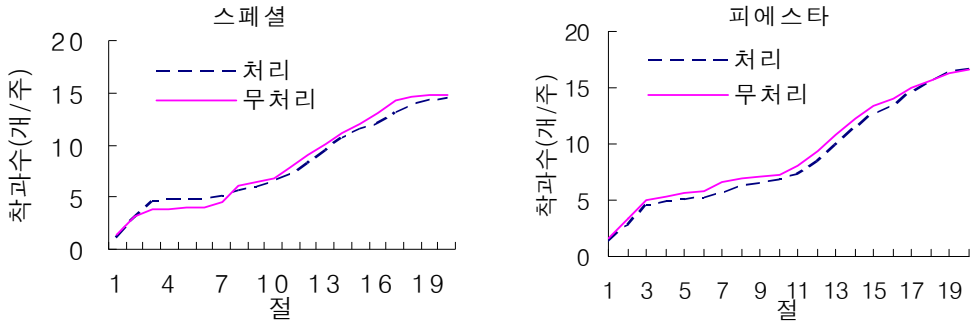

그림 2. 누적 착과특성

착색단고추 여름철 재배시 장마기 및 고온기를 거치면서 규칙적인 착과가 이루어지지 않아 9~10월경의 생산량이 떨어지고 있는 실정이다. 착과절위에 따른 착과수는 스페셜, 피에스타 두 품종에서 모두 처리간 큰 차이를 보이지 않았다.

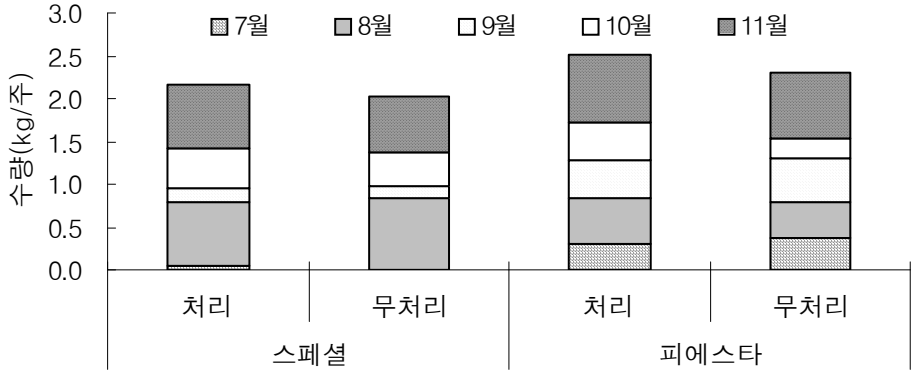

그림 3. 월별 수량 특성

월별 수량특성은 스페셜 품종은 9월까지는 처리 0.97kg/주, 무처리 0.98kg/주로 처리간에 차이가 없었으나, 10월~11월에는 처리 1.19kg/주, 무처리 1.04kg/주로 주당 150g의 차이가 나는 것으로 나타났다. 피에스타 품종도 9월까지는 처리와 무처리가 각각 1.27, 1.30kg/주로 큰 차이가 없었으나, 10~11월에는 각각 1.25, 0.99kg/주로 처리가 무처리에 비하여 주당 260g이 높아졌다. 이렇게 수량이 늘어나는 원인은 착과수와 평균과중의 증가에 따른 것으로 분석되었는데, 특히 평균과중의 변화가 더 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다(그림 4). 또한 품종간에 있어서는 처리구의 경우 피에스타 품종이 수확이 시작되는 시점부터 종료시까지 일정한 착과 및 과비대로 일정한 수량이 확보되는 것으로 조사되었다.

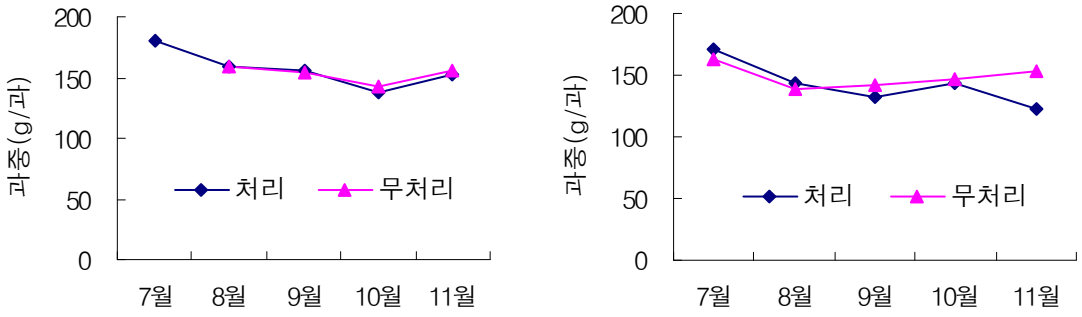

그림 4. 과중의 경시적 변화(좌 스페셜, 우 피에스타)

대일 수출을 위한 파프리카의 적정 과중은 M 사이즈인 151~180g 중심이고, 121~210g 까지는 M 사이즈와 같은 가격을 받고 있다. 따라서 M 사이즈의 과실을 많이 생산하는 것이 매우 중요한데, 스페셜 품종은 처리간에 큰 차이를 보이지 않았지만, 피에스타 품종은 M 사이즈 과실의 비율이 처리구에서 무처리에 비해 7.3% 증가하여 85%를 나타냈다. 이것은 냉난방 처리에 의하여 근권환경의 개선으로 양수분 흡수가 원활히 이루어져 정상적인 과실 비대가 이루어졌기 때문인 것으로 생각된다.

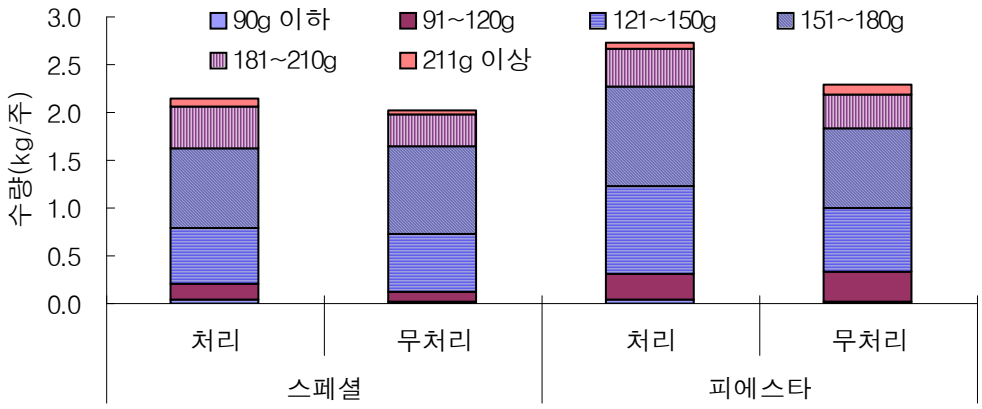

그림 5. 등급별 과중 비율

표 4. 과실특성

품 종	처 리	과형지수[z]	당도 (Bx°)
스 페 셜	냉방처리	1.04	6.12
	무 처 리	1.03	6.14
피에스타	냉방처리	1.14	5.80
	무 처 리	1.14	5.77

[z] : 과고/과폭

처리에 따른 과실의 품질은 과형지수, 당도 등에 있어서 처리간에 큰 차이를 나타내지 않았고, 품종간에는 스페셜이 과형지수가 낮았고, 당도가 피에스타에 비하여 0.3 Bx° 정도 높은 것으로 나타났다.

4. 적 요

착색단고추 여름재배시 고온기에 착과불량 등에 의한 수량감소가 심각하여 이를 해결하기 위한 기술적인 대책이 필요한 실정이므로 근권냉방 및 난방을 통하여 근권온도를 조절하여 6월 중순부터 8월 하순까지는 지하수를 환류하여 근권냉방을하고, 이후 9월부터 작기 종료시까지 근권을 가온하면서 재배하였다. 근권냉방 처리에 의한 근권온도 특성은 처리구의 경우 평균, 최저, 최고 온도는 각각 25.4, 21.5, 27.1℃ 이었고, 무처리구는 각각 26.7, 22.3, 29.4℃를 나타내었다. 생체중 및 착과수는 스페셜과 피에스타 두 품종 모두에서 처리간 큰 차이를 보이지 않았으나 수량은 처리구에서 스페셜의 경우 2.16kg/주로 6.9% 증수되었으며, 피에스타는 2.52kg/주 으로 무처리 대비 10% 증수되는 효과가 있었다.

5. 인용문헌

원재희, 전신재, 이성열. 2006. 고랭지 여름 착색단고추 안정생산 기술개발 1년차 보고서

이재한, 권준국, 권오근, 최영하, 박동금. 2002. 고온기 근권냉방방식에 따른 냉방효과와 토마토 생육. Journal of Bio-Environment Control. 11(2):81-87

김경제, 김진한, 우인식, 배종향. 2001. 양액재배시 근권온도가 책색 단고추의 수량과 품질에 미치는 영향. 한국원예학회지. 42(1):48-52

이재욱, 이응호, 김기덕, 이우승. 2003. 시설오이 양수분 흡수 및 광합성에 미치는 지중 가온 효과. 한국원예학회지. 44(5):635-638

Marcelis L.F.M. and L.C.Ho. 1999. Blossm-end rot in relation to growth rate and calcium content in fruits of sweet pepper. Journal of Experimental of botany. 50:357-363

Dodd, I.C. J. He, C.G.N. Turnbull, S.K.Lee, and C. Critchley. 2000. The influence of supra-optimal root-zone temperatures on growth and stomatal conductance in pepper. Journal of Experimental of botany. 51:239-248

6. 연구결과 활용

년도(년차)	활용구분	제 목 명	달성
'06(1년차)	현장활용	착색단고추 고랭지 여름작형 근권 온도조절 농가실증	○

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						06
착색단고추 고랭지 여름작형 근권 온도 조절 농가실증	책임자	강원도원 원예연구과	농업연구사	전신재	과제 총괄수행	○
	공동연구자	〃	〃	원재희	데이터 해석	○
	공동연구자	〃	〃	이성열	연구협의	○