



과제구분	기관고유	수행시기	전반기	
전략체계	1-3-3	기술분야 및 품목표준코드	E01	
과제번호	LP00433501		FT0605	
과 제 명		수행기간	과제책임자	
단감 과원 기상재해 대응 기술 개발		'20~'22	단감연구소	안광환
1) 단감 과원 기상재해 예방시설 활용기술 개발		'20~'22	단감연구소	안광환
책임용어	단감, 생육, 수확기, 기상재해, 예방			

### 단감 과원 기상재해 예방시설 활용기술 개발

Development of Sweet Persimmon field prevent facility from meteorological diaster

Gwang-Hwan Ahn\*, Eun-Gyeong Kim\*, Tae-Yeop Kim\*, Yeong-Bin Kim\*,  
Jae-Eun Jeong\*, and Seon-Mi Lee\*

\*Sweet Persimmon Research Insititude, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Gimhae, Korea

**ABSTRACT** : Climate change caused by global warming causes crop damage while growing and harvesting seasons. During the summer, high heat occurs, sunburn on fruit skin, and blackening and softening damage caused by frost during harvest season. This change causes significant damage to farm income. In this study, we try to prevent damage from abnormal weather with a meteorological disaster prevention facility and prove effectiveness. We also investigated what conditions were most effective for fruit growing and protection. A meteorological disaster prevention facility was installed in the research field in the Persimmon Research Institute of Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services located in Gimhae, Gyeongsangnam-do, and a multi-purpose screen was installed at 4m above the ground and anti-freezing fan at 6m above the ground. Experiment with sunburn damage during summer, when the daily temperature at 30°C, close the screen and turn off the temperature to 30°C below. It is treated for about 3 to 8 hours daily, depending on the weather conditions. To prevent frost damage during harvesting season, when the minimum temperature is 2°C in the evening of the day, turn on the prevention facility and anti-freezing fan and off in the next day morning. As a result, sunburn was prevented when using a multi-purpose screen during the high-temperature season, and the maximum temperature in the facility was lower than 2.6°C. At harvest season, screen treated group shows 1°C higher than the untreated group. As for fruit quality, the untreated group had better weight and sugar content, but there was no difference in hardness and color. The most common type was sunburned, but when the harvest was delayed, softened fruits were expected after a severe frost. However, the facility protected

against damage caused by frost, the harvest period was extended; and this covers the disadvantages.

**Key words** : Sweet persimmon, Grow, Harvest season, Meteorological disaster, Prevention

### 1. 연구목표

최근 기후 온난화 및 수확기 이상기온으로 인한 작물의 장애가 빈번하게 발생하고 있다. 특히 단감 재배에서는 하절기 고열로 인한 일소과 발생이 많으며, 수확기의 경우 서리로 인한 냉해를 입어 흑변, 연화 등 과실의 상품성이 하락하여 농가에 피해를 입히고 있다. 따라서 이상기후로 인한 장애과 발생률을 줄이기 위한 다양한 방재방법이 개발되어 현장에 활용되고 있으나 기상재해 방지 효과가 부족한 실정이다. 본 연구에서는 성장기 고온과 늦가을 수확 전 온도와 서리로 인한 피해를 줄이고자 기상재해 예방시설로서 차광시설과 방상팬을 설치하여 기상재해의 원인을 밝히고 장애과 발생을 감소시키는 대책을 수립코자 하였다.

### 2. 재료 및 방법

(시험 1) 고온기 단감 일소피해 경감 효과 분석

가. 시험재료 : 단감연구소 내 '부유' 성목

나. 처리내용

- 무처리 : 관행
- 다목적 스크린 : 지상 4m 설치
  - 알루미늄 스크린 : 차광율 75% 알루미늄 스크린
  - 차광막 스크린 : 차광율 55% 흑색 차광막
  - 부직포 스크린 : 차광율 45% 부직포
- ※ 처리방법 : 기온 30℃ 이상일 때 닫고, 30℃ 이하일 때 열기
- ※ 처리일수 : 22~27일(일별 3~8시간)

(시험 2) 단감 수확기 서리피해 경감 효과 분석

가. 시험재료 : 단감연구소 내 '부유' 성목

나. 처리내용

- 무처리 : 관행
- 방상팬 : 지상 6m, 팬 직경 1.1m
- 다목적 스크린 : 지상 4m 설치
  - 알루미늄 스크린 : 차광율 75% 알루미늄 스크린
  - 차광막 스크린 : 차광율 55% 흑색 차광막
  - 부직포 스크린 : 차광율 45% 부직포
- ※ 전달 밤 기온 2℃ 이하일 때 닫고, 낮에는 열기

### 3. 결과 및 고찰

(시험 1) 고온기 단감 일소피해 경감 효과 분석

가. 다목적 스크린 처리 효과



처 리	기온별 과피온도(°C)			일소과(%)	
	33.0	35.1	36.5	심함	약함
무처리	38.7	45.9	48.3	1.8	5.0
스크린 설치	32.4	33.7	34.7	0	0

\* 일소과 : 심함-과피가 직경 1cm 이상 뚜렷하게 갈변(비상품)  
 약함-과피가 직경 2cm 이상 연하게 변색(상품 가능)된 과실

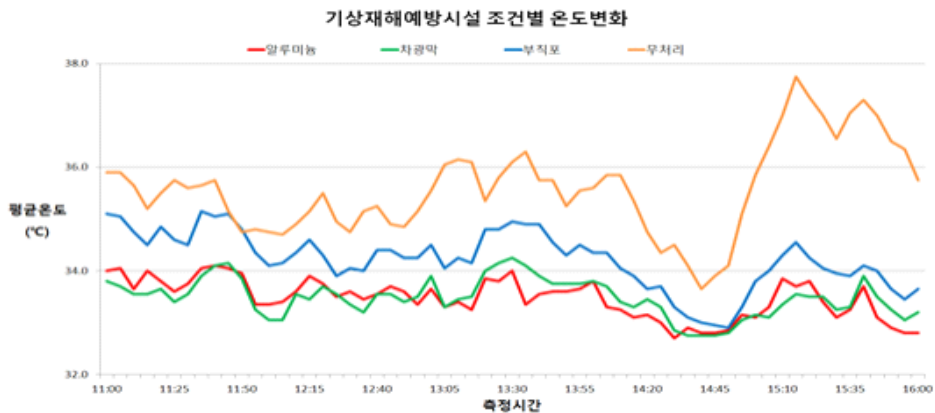
나. 수확 과실특성(2020년 11월 5일 수확)

처 리	과중 (g)	색도 (Hunter a)	경도 (N)	당도 (°Brix)
무처리	247	33.0	45.4	16.1
스크린 설치	246	32.7	44.2	15.9
T-test	NS	NS	NS	NS

다. 고온기 처리별 온도

내 용	시설내 온도(°C)		
	최고	최저	평균
무처리(외부)	37.8	33.7	35.6
알루미늄(차광율 75%)	34.1	32.7	33.5
차광막(차광율 55%)	34.3	32.8	33.5
부직포(차광율 45%)	35.2	32.9	34.2

\* 조사지점 : 처리시설 내, 지상 1.5m 높이, 처리별 3곳의 평균치, 맑은날 오전 11시 ~ 오후 4시 기준



\* 조사일 : 7월 30일, 맑은날 오전 11시 ~ 오후 4시 (5시간)

\* 조사방법 : 처리별 높이 1.5m에 설치 후 1분 간격으로 측정

라. 생육기 스크린별 조도 및 과피온도 효과

처 리	조도(lux)		과피온도(℃) 측정당일기준 (30℃)	광합성유효광량 (PPFD)		과실횡경 (mm)
	광원방향	광원 반대방향		Fo	Fm	
무처리(외부)	19,754	850	<b>33.4</b>	4,406	21,409	64.6
알루미늄(차광율 75%)	5,162	705	<b>28.6</b>	4,396	21,180	60.7
차광막(차광율 55%)	13,458	797	<b>29.1</b>	4,330	22,295	61.5
부직포(차광율 45%)	17,108	820	<b>30.1</b>	4,969	24,134	60.6

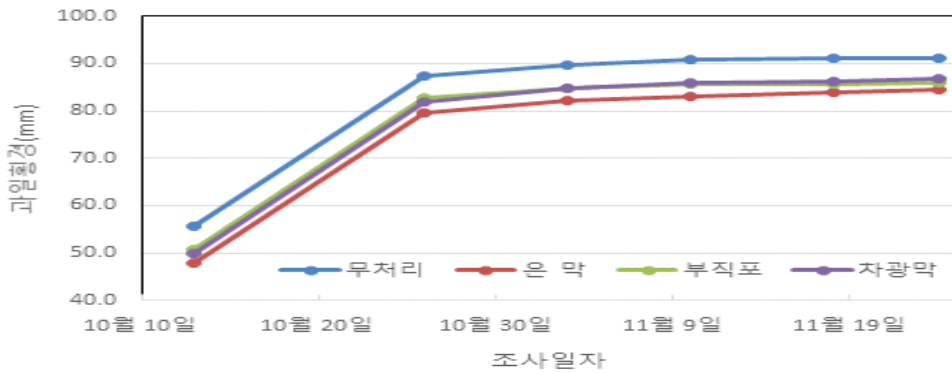
\* 조도, 광합성량 조사 : 8월 2일(조도), 8월 20일(광합성량), 맑은날 조사 실시

\* Fo : 초기 엽록소 형광량, Fm : 최대 엽록소 형광량(고온 스트레스시 값이 감소함)

\* 과실횡경 : 2021년 7월 28일 조사

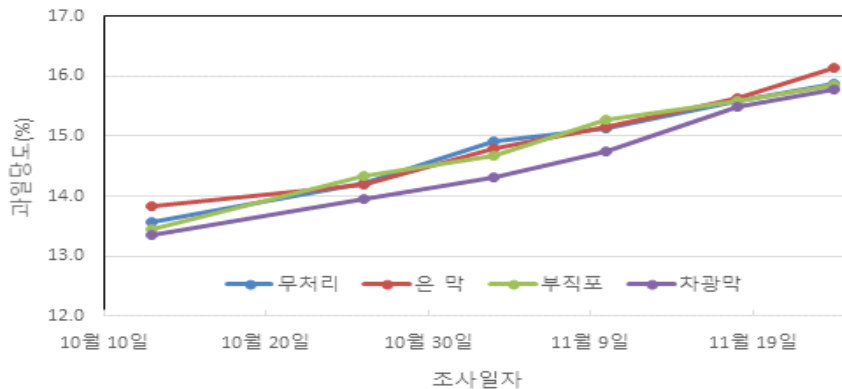
마. 처리별 생육 후기 과일 특성 조사

○ 과일 횡경 성장량 : 무처리에 비해 스크린 처리시 과일 생장이 감소하였음



○ 과일 당도(비과피 %)

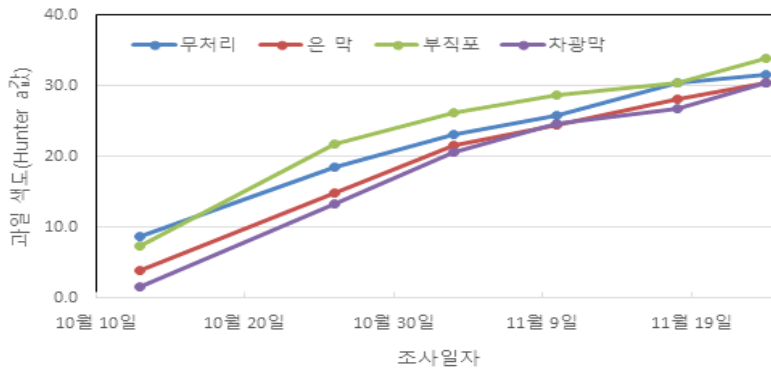
- 무처리에 비해 스크린 처리시 과일당도가 낮았으나 11월 중순 이후 같은 수준으로 증가함





○ 과일 색도(Hunter a값)

- 부직포 스크린 처리시 과일색도 Hunter a값이 전반적으로 높았음



바. 수확과일의 품질등급과 비상품과율

○ 수확일자 : 2021년 11월 11일

내 용	품질등급 비율(%)						비상품과율*(%)	비고
	3L	2L	L	M	S	S이하		
무처리(외부)	11.8	41.2	33.3	9.1	3.5	1.1	10.9±2.9	일소
알루미늄(차광율 75%)	0.0	24.0	42.0	25.2	6.8	2.0	13.0±3.0	연화
차광막(차광율 55%)	0.0	21.8	41.6	25.1	8.6	2.9	15.2±3.6	연화
부직포(차광율 45%)	7.9	27.6	37.6	14.2	11.9	0.7	11.9±3.1	연화

\* 비상품과율은 평균±SD임

- 과일의 품질등급은 무처리에서 대과의 생산비율이 스크린 처리에 비해 높았음
- 무처리에서는 일소과의 비율이 높았고, 스크린 처리에서는 연화과의 비율이 많았음
- 스크린 설치 높이가 4m 이므로 지상 5m 온도센스 위치는 스크린 외부임

(시험 2) 단감 수확기 서리피해 경감효과 분석

가. 방상팬 처리 효과

○ 기온 및 서리피해

서리피해일	처 리	수관 내 지상 1.7m 새벽 기온(℃)	서리 피해율(%)	
			잎	과실
2020년 11월 4일	무처리	-2.5	72.6	0
	방상팬	-1.5	1.2	0
			T-test **	
2020년 11월 5일	무처리	-3.3	94.8	2.5
	방상팬	-2.5	2.6	0
			T-test **	

\* 방상팬 위치 : 조사주에서 12~25m 거리, 지상 6m

\* 기온 : 방상팬에서 12~20m 거리, 오전 5~7시 10분 단위 측정 평균

\* 서리피해율 : 50% 이상 고사 잎, 약간이라도 피해가 있는 과실 기준

- 2020년 수확 한계일(과실 저온피해 기준)
  - 무처리 : 11월 3일
  - 방상팬 : 11월 28일(11월 29일 - 3.4 °C, 과실피해 5.4%)

나. 다목적 스크린 설치 효과

- 기온 및 서리피해

서리피해일	처 리	수관 내 지상 1.7m 새벽 기온(°C)	서리 피해율(%)	
			잎	과실
11월 4일	무처리	-2.5	72.6	0
	스크린	-0.3	0	0
T-test				
11월 5일	무처리	-3.3	94.8	2.5
	스크린	-1.4	0	0
T-test				

- \* 기온 : 수관내부(지상 1.7m), 오전 5~7시 10분 단위 측정 평균
- \* 서리피해율 : 50% 이상 고사 잎, 약간이라도 피해가 있는 과실 기준
- \* 다목적 스크린 : 지상 4m 설치

- 2020년 수확 한계일(과실 저온피해 기준)
  - 무처리 : 11월 3일
  - 다목적 스크린 : 11월 30일(12월 1일 - 3.1°C, 과실피해 0.6%)
- 과실 특성

처 리	수확일 (월.일)	과중 (g)	색도 (Hunter a)	경도 (N)	당도 (°Brix)	수량지수
무처리	11. 5.	240	27.9	34.5	15.7	100
스크린 설치	11. 26.	259	38.3	32.4	17.2	104
T-test		**	**	NS	*	

- 서리피해를 받지 않은 스크린 설치 과원의 시기별 과실 특성(2019~2020, 2년 평균)

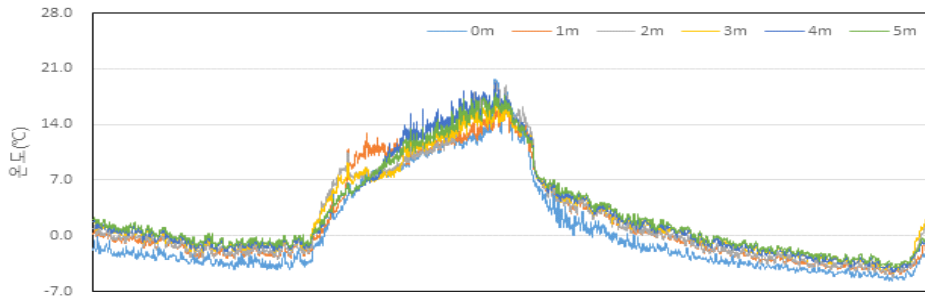
수확일 (월.일.)	과중 (g)	색도 (Hunter a)	경도 (N)	당도 (°Brix)	스크린 하부 최저온도 (7일, °C)	낙엽 (%)
10. 29.	228	22.2	38.2	16.4	3.0	0
11. 05.	240	26.8	34.3	16.6	-1.4	0
11. 12.	251	32.9	33.9	17.3	1.0	0
11. 19.	263	33.5	31.1	17.4	-1.1	10~30
11. 26.	262	36.0	32.2	17.8	-1.2	30~99
12. 03.	248	36.4	30.3	18.1	-3.1	80~99



다. 수확기 처리별 및 위치별 온도(2021년 11월 26일 22:00 ~ 28일 08:00)

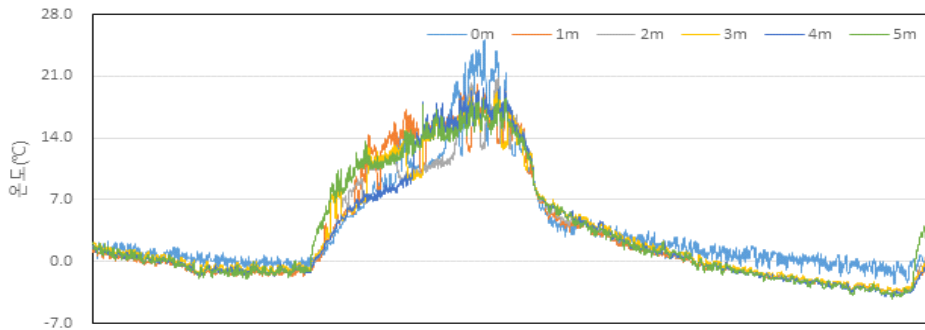
○ 무처리(외부)

내 용	시설내 온도(℃)		
	최고	최저	평균
지상0m	19.7	-5.7	0.6
지상1m	16.9	-4.9	1.9
지상2m	19.4	-5.2	2.2
지상3m	17.2	-4.7	2.6
지상4m	19.2	-4.6	2.8
지상5m	17.9	-4.0	2.9
<b>평균</b>	<b>18.38</b>	<b>-4.85</b>	<b>2.17</b>



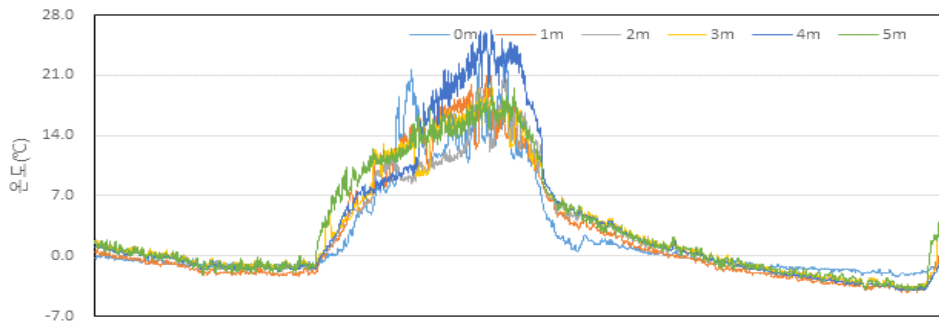
○ 알루미늄(차광율 75%)

내 용	시설내 온도(℃)		
	최고	최저	평균
지상0m	25.1	-2.6	3.8
지상1m	20.1	-3.6	3.0
지상2m	20.8	-3.6	2.9
지상3m	19.6	-3.7	3.3
지상4m	19.7	-4.0	2.9
지상5m	18.6	-4.2	3.3
<b>평균</b>	<b>20.65</b>	<b>-3.62</b>	<b>3.20</b>



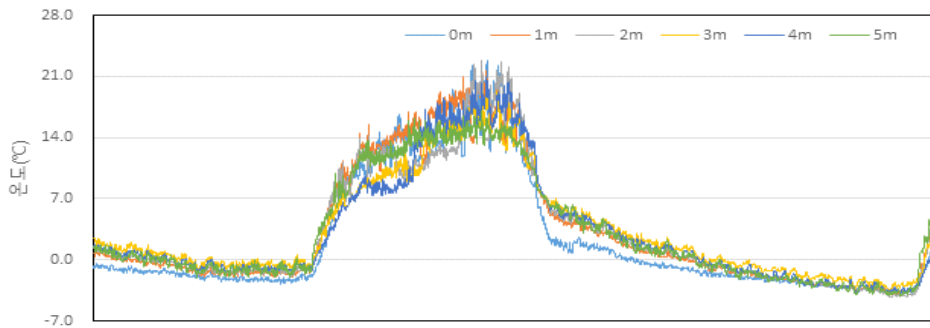
○ 차광막(차광율 55%)

내 용	시설내 온도(℃)		
	최고	최저	평균
지상0m	23.5	-2.4	2.4
지상1m	21.0	-4.2	2.4
지상2m	20.8	-4.0	2.5
지상3m	20.2	-3.8	3.0
지상4m	26.3	-4.0	3.5
지상5m	20.1	-4.0	3.3
<b>평균</b>	<b>21.98</b>	<b>-3.73</b>	<b>2.85</b>



○ 부직포(차광율 45%)

내 용	시설내 온도(℃)		
	최고	최저	평균
지상0m	22.8	-4.0	2.3
지상1m	22.3	-4.0	3.3
지상2m	22.8	-4.3	3.0
지상3m	19.8	-3.6	3.4
지상4m	20.9	-3.9	3.1
지상5m	17.1	-4.1	3.1
<b>평균</b>	<b>20.95</b>	<b>-3.98</b>	<b>3.03</b>



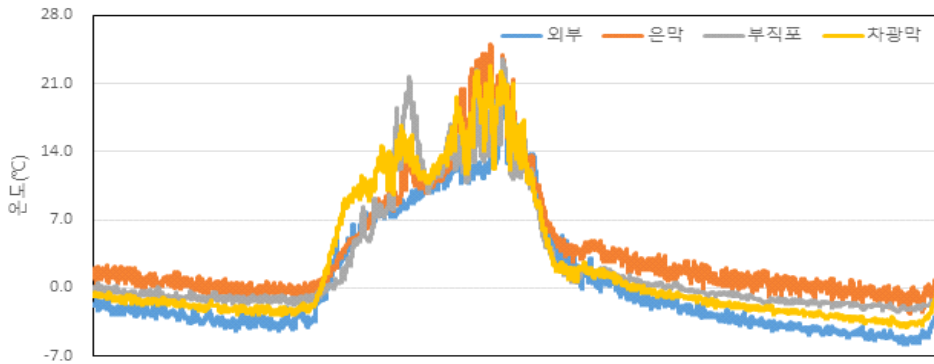




라. 수확기 스크린별 시설 내 온도(2021년 11월 26일 22:00 ~ 28일 08:00)

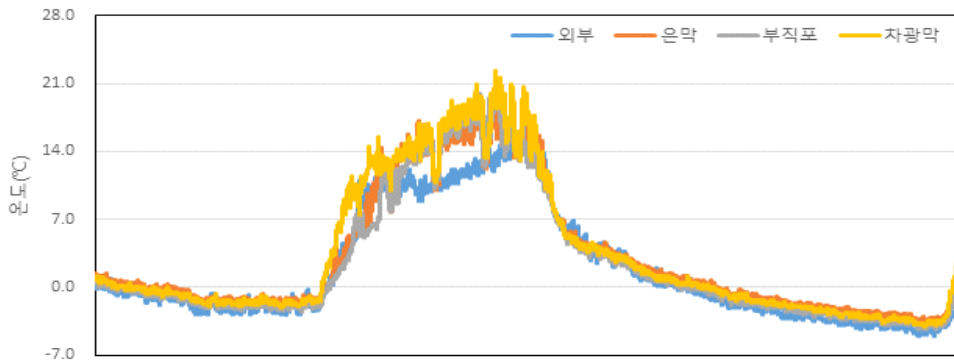
○ 초상온도(지상0m)

내 용	시설내 온도(℃)		
	최고	최저	평균
무처리(외부)	19.7	-5.7	<b>0.6</b>
알루미늄(차광율 75%)	25.1	-2.6	<b>3.8</b>
차광막(차광율 55%)	23.8	-4.0	<b>2.3</b>
부직포(차광율 45%)	23.8	-2.4	<b>2.4</b>



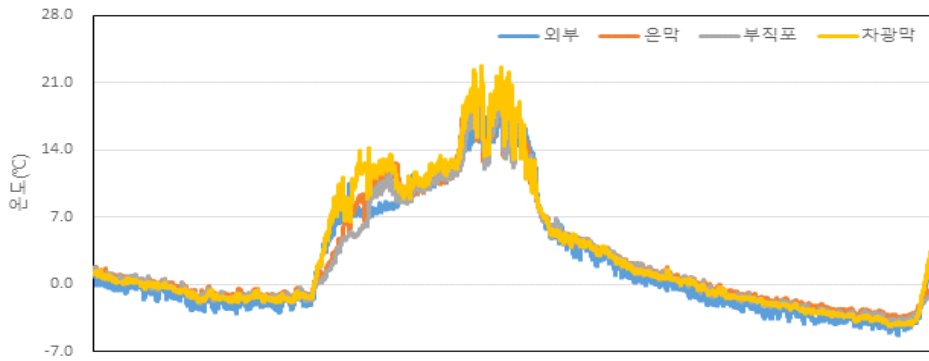
○ 지상온도(지상1m)

내 용	시설내 온도(℃)		
	최고	최저	평균
무처리(외부)	16.9	-4.9	<b>1.9</b>
알루미늄(차광율 75%)	20.1	-3.6	<b>3.0</b>
차광막(차광율 55%)	21.3	-4.2	<b>2.4</b>
부직포(차광율 45%)	21.0	-4.0	<b>3.3</b>



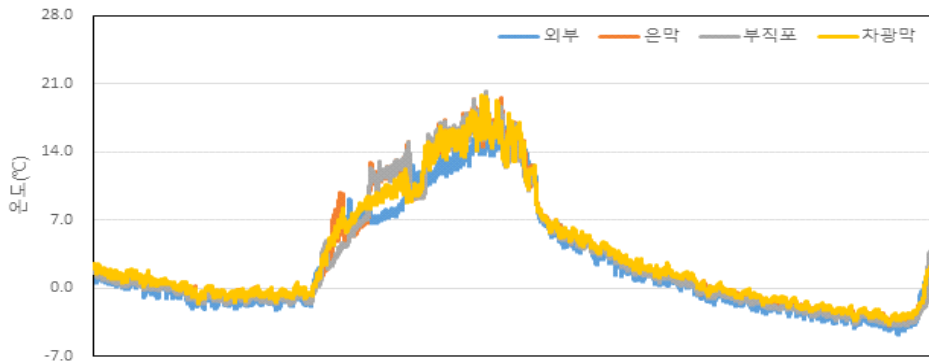
○ 지상온도(지상2m)

내 용	시설내 온도(℃)		
	최고	최저	평균
무처리(외부)	19.4	-5.2	2.2
알루미늄(차광율 75%)	20.8	-3.6	2.9
차광막(차광율 55%)	20.8	-4.0	2.5
부직포(차광율 45%)	22.8	-4.3	3.0



○ 지상온도(지상3m)

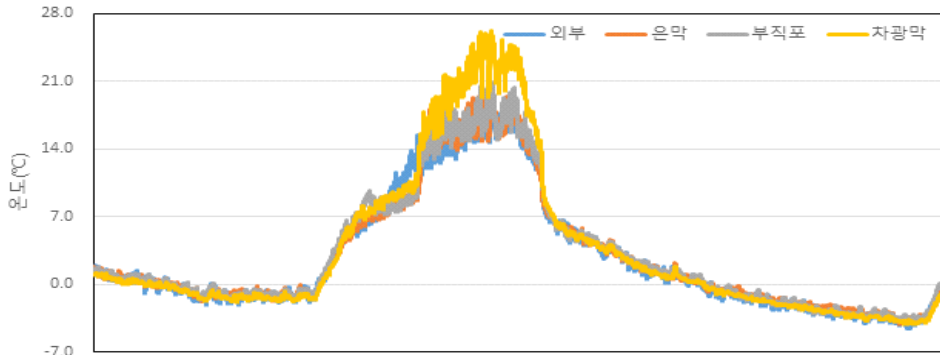
내 용	시설내 온도(℃)		
	최고	최저	평균
무처리(외부)	17.2	-4.7	2.6
알루미늄(차광율 75%)	19.6	-3.7	3.3
차광막(차광율 55%)	20.2	-3.8	3.0
부직포(차광율 45%)	19.8	-3.6	3.4





○ 지상온도(지상4m)

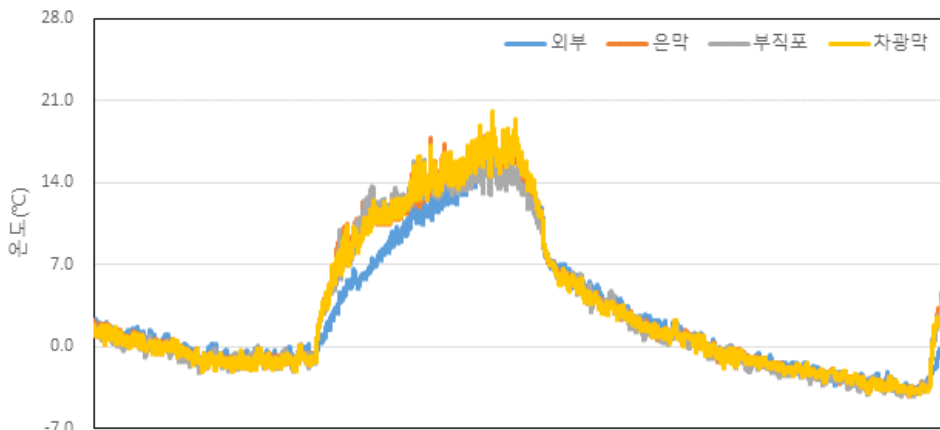
내 용	시설내 온도(℃)		
	최고	최저	평균
무처리(외부)	19.2	-4.6	2.8
알루미늄(차광율 75%)	19.7	-4.0	2.9
차광막(차광율 55%)	20.3	-4.0	3.5
부직포(차광율 45%)	20.9	-3.9	3.1



\* 스크린 설치 높이가 4m 이므로 지상 4m 온도센서는 스크린 바로 아래 위치함

○ 지상온도(지상5m)

내 용	시설내 온도(℃)		
	최고	최저	평균
무처리(외부)	17.9	-4.0	2.9
알루미늄(차광율 75%)	18.6	-4.2	3.3
차광막(차광율 55%)	20.1	-4.0	3.3
부직포(차광율 45%)	17.1	-4.1	3.1



\* 스크린 설치 높이가 4m 이므로 지상 5m 온도센서 위치는 스크린 외부임

마. 처리별 수확 과일의 특성 조사

○ 수확일자 : 2021년 11월 05일

내 용	평균과중 (g)	당도* (Brix)	경도* (N/Ø5mm)	색도(Hunter)*		
				L	a	b
무처리(외부)	274.6	16.3±0.7	25.5±4.9	50.0±2.7	27.6±4.5	24.2±1.7
알루미늄(차광율 75%)	229.5	16.1±1.1	29.4±3.4	53.5±2.7	28.1±3.7	27.6±2.3
차광막(차광율 55%)	246.8	15.6±1.1	30.9±5.8	54.8±1.3	25.5±3.9	27.7±1.6
부직포(차광율 45%)	268.0	16.2±0.8	28.7±8.1	51.7±2.2	27.0±4.9	25.8±2.6

\* 평균±SD

○ 수확일자 : 2021년 11월 28일

내 용	평균과중 (g)	당도* (Brix)	경도* (N/Ø5mm)	색도(Hunter)*		
				L	a	b
무처리(외부)	281.4	16.6±1.2	25.1± 8.5	49.9±2.4	36.0±5.5	26.0±2.5
알루미늄(차광율 75%)	237.0	16.9±0.8	26.5±10.4	49.9±2.9	33.4±4.4	25.5±2.4
차광막(차광율 55%)	252.3	17.0±1.1	24.8±10.3	49.9±3.1	34.6±3.1	26.0±2.5
부직포(차광율 45%)	275.4	17.1±1.3	24.9±10.4	48.0±2.9	34.9±2.8	24.0±2.4

\* 평균±SD

바. 수확시기 및 처리별 품질등급 비율 및 이상품과율

○ 무처리의 수확시기별 등급비율 및 이상품과율

수확 시기	품질등급 비율(%)							비상품과율*	비상품과 유형
	3L	2L	L	M	S	S이하	비상품과율*		
11.04	9.7	39.8	34.3	12.7	3.0	0.6	10.7±4.4	일소	
11.11	11.8	41.2	33.3	9.1	3.5	1.1	10.9±4.6	일소, 연화	
11.18	18.8	47.3	28.9	4.1	0.7	0.2	18.6±4.6	일소, 연화	
11.28	19.3	48.2	28.6	2.7	1.0	0.1	46.6±3.6	동해, 일소, 연화	

\* 평균±SD

○ 수확일자 : 2021년 11월 28일

내 용	품질등급 비율(%)							비상품과율*	비상품과 유형
	3L	2L	L	M	S	S이하	비상품과율*		
무처리(외부)	19.3	48.2	28.6	2.7	1.0	0.1	46.6±7.5	동해, 일소, 연화	
알루미늄(차광율 75%)	1.1	21.2	48.2	18.4	8.0	3.2	37.6±4.8	연화	
차광막(차광율 55%)	0.0	31.3	47.5	17.7	3.1	0.4	36.2±6.4	연화	
부직포(차광율 45%)	6.2	38.0	47.3	6.4	2.1	0.0	27.8±4.7	연화	

\*평균±SD



#### 4. 결과요약

##### (시험 1)

- 가. 여름 고온기에 다목적 스크린 설치로 일소가 방지됨을 확인할 수 있었다.
- 나. 여름 고온기에 단감의 일소과 방지를 위한 다목적 스크린 설치시 무처리에 비해 다목적스크린의 시설내 최고온도는 2.6℃이상 낮았고 알루미늄(차광율 75%)처리에서 효과가 가장 컸음
- 다. 다목적 스크린 시설내 조도는 무처리에 비해 낮았으며 특히 알루미늄(차광율 75%)처리에서 무처리의 26%에 불과하였고 부직포(차광율 45%)처리에서는 87%수준이었다.
- 라. 생육후기 과일 성장량과 당도, 색도 등 품질수준이 무처리에 비해 낮았으며, 특히 알루미늄과 차광막 처리에서 3L, 2L 등 대과 비율이 크게 낮았다.
- 마. 수확과일의 비상품과는 무처리에서 일소과가 많았고, 스크린 설치구에서는 연화과의 비율이 높았는데 이는 생육후기 일조량 부족이 원인인 것으로 판단된다.

##### (시험 2)

- 가. 성숙기 저온 때 방상팬 및 다목적 스크린 활용으로 잎과 과실의 서리 피해율이 현저히 감소하였으며 수확가능 기간이 연장되었음. 무처리보다 21일 연장하여 수확했을 때 과실크기 8%, 당도는 1.5°Brix 증가하였음
- 나. 수확기 서리 피해 방지를 위한 스크린 설치에서 무처리에 비해 스크린설치시 최저온도의 상승효과가 있었고, 최저온도 평균이 알루미늄(차광율 75%)처리에서 1.2℃, 차광막(차광율 55%)에서 1.1℃, 부직포(차광율 45%)에서 0.9℃ 상승 효과가 있었다.
  - 무처리의 높이별 최저온도는 지상0m에서 가장 낮았고 대체로 높이가 높아질수록 높아지는 경향이었고 지상5m와의 온도차는 1.7℃정도였다.
  - 반면 스크린 설치구의 내부 최저온도는 알루미늄(차광율 75%)과 차광막(차광율 55%)는 지상0m에서 가장 높았고, 처리구내 온도가 전체적으로 비슷한 수준이었음.
- 다. 수확기 시기별 과일 품질은 무처리의 수확과일이 스크린 설치구에 비해 과중과 당도가 높았고, 경도와 색도는 차이가 없었다.
  - 서리가 내리기전 1차 수확기인 11월 05일의 처리별 수확과일의 평균과중은 무처리에서 274.6g으로 가장 높고, 알루미늄(차광율 75%)처리가 229.5g으로 가장 낮았고, 부직포(차광율 45%)처리가 268.0g으로 무처리의 97%수준이었다.
  - 서리가 내린 후 2차 수확기인 11월 28일 수확과일의 평균과중은 무처리에서 281.4g에 비해, 알루미늄(차광율 75%) 237.0g, 차광막(차광율 55%) 252.3g, 부직포(차광율 45%) 275.4g 순이었다.
- 라. 무처리에서 비상품과일은 수확시기가 늦을수록 증가하였고 비상품과 유형은 초기에는 주로 일소과였으나 수확이 늦을수록 연화과의 발생이 증가하였고 된서리가 내린 후에는 동결과의 발생이 많아 비상품과 발생이 크게 증가하였다.
  - 2차 수확과일의 비상품과율은 부직포(차광율 45%) 27.8%로 가장 낮았고, 알루미늄(차광율 75%) 37.6, 차광막(차광율 55%) 36.2로 비슷한 수준이었고, 무처리는 46.6%로 가장 높았다.
  - 비상품과 유형은 무처리에서 주로 동해, 일소, 연화 이었고, 스크린 처리구에서는 대부분 연화이었다.

5. 인용문헌

농촌진흥청 국립원예특작과학원. 2017. 농작물 자연재해 예방 매뉴얼. 20-22, 34, 최성태. 2013. 수확기 동안의 기상 변화에 따른 ‘부유’ 감의 과실 생장 : p32-37  
 한국농촌경제연구원. 2012. 농업전망 2012  
 Nishikawa, Y. 2002. Retardation of persimmon fruit ripening by covering trees and/or branches with non-woven clothes. Agr. Res. Div., Mie Prefectural Sci. Technol. Promotion Ctr. 29:43-51

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2020년도 (1년차)	영농기술정보	○ 만생종 부유 단감 수확기 연장 및 서리피해에 따른 과실 특성
2021년도 (2년차)	영농기술정보	○ 다목적 스크린을 활용한 단감 수확기 동상해 경감 기술

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
						'20	'21	'22
1) 단감 과원 기상재해예방 시설 활용기 술 개발	책 임 자	단감연구소	연구소장	안 광 환	연구총괄		○	○
	공동연구자	단감연구소	농업연구사	김 은 경	업무조정	○	○	○
	공동연구자	단감연구소	농업연구사	김 태 엽	자료분석	○	○	○
	공동연구자	단감연구소	농업연구사	김 영 빈	자료분석	○	○	○
	공동연구자	단감연구소	농업연구사	정 재 은	자료분석	○	○	○
	공동연구자	단감연구소	연구원	이 선 미	자료분석	○	○	○