

차광망 자동개폐기를 이용한 딸기재배 포장의 기후변화 대응

윤여신*/산과 들 딸기농장

연구 필요성

아열대기후에서도 재배가 가능한 시설 딸기 재배 포장 환경을 조성하는 데 이 연구의 목적이 있으며 기후 변화로 9월 정식 후 고온에 의한 정화방의 분화가 늦어져 딸기의 품질 저하와 생산량 감소로 이어지는 현상을 방지하고, 봄철 고온기에 급격한 과실품질 저하와 연속적인 화아 분화가 일어나지 않아 작기가 단축되는 문제를 해결하고자 한다.

연구 방법

기존의 시설 온실 외부에 별도의 골조를 세워 자외선을 차단할 차광망과 외기 고온의 내부 전열을 차단하는 냉수 수막을 형성하는 스프링클러를 설치하여 자외선을 부분적으로 차단하고 차광망과 기존 시설 사이에 물을 살수하여 수막을 만드는 구조를 연구했다. 시설이 가동되어 시설 내부 온도저하가 어느 정도 일어나는지 성과분석을 하고 기존 시설의 환경 하에서 외기 온도와 자외선량에 따른 차광과 수막의 한계를 파악하고 최적한 차광재료, 차광률과 차광시간, 냉수의 살수 시간과 조건별로 작물에 미치는 영향 등을 규명하고자 했다.

* **윤여신**: 산과 들 딸기농장 대표. 충남 논산에서 40여 년간 딸기 농사를 지었다. 농림축산식품부 현장실습교수로 그동안 연구 개발한 기술을 보급하며 후진 양성에 힘쓰고 있다.

연구 수행 내용 및 결과

1. 연구시설의 구조와 기능

가. 차광망 자동개폐용 골조와 차광망

차광망 자동 개폐용 골조시설은 기존의 시설 외측에 [그림 1]과 같이 차광망 시험용 골조를 별도로 설치하였고, 차광망은 [그림 2]와 같이 차광망이 측면에 감겨 있다가 예인을 하여 용마루로 올라가면서 덮는 방식으로 권취 파이프가 휘어지는 문제나 바람, 적설에 의한 문제가 없도록 하였고 차광망의 차광률은 75%로 하였다.



[그림 1] 차광망 시험용 골조



[그림 2] 차광망 설치_차광

나. 냉수살수용 스프링클러 시설

냉수를 살수하기 위하여 [그림 3]과 같이 차광망 시험용 골조 시설의 용마루 장대 하단부에 종으로 30mm 수도관용 파이프를 설치하고 1.5m 간격으로 120ℓ/hr 수막용 노즐 67개를 조립하여 시간당 총 8톤을 살수하는 스프링클러 시설을 설치하였다.

다. 차광망 자동개폐 장치

차광망 자동개폐 장치는 기존의 DC 24V 감속모터에 클러치를 양 측면과 용마루 양측에 각각 설치하여 차광망을 닫을 경우에는 [그림 4]의 차광망 자동개폐장치 모터가 구동을 하



[그림 3] 스프링클러 시설

여 차광망에 연결된 끈을 예인하게 되면 차광망 자동개폐장치_권취 모터는 정지된 상태에서 클러치가 이완되어 차광망이 용마루로 덮게 된다. 차광망을 열 경우에는 [그림 5] 차광망 자동개폐장치_권취 모터가 달을 경우와 반대로 작동되어 개폐하게 되는 구조이다.



[그림 4] 차광망 자동개폐장치_예인



[그림 5] 차광망 자동개폐장치_권취

라. 온도 측정용 데이터로거

하우스 내 온도는 [그림 6] 온도측정용_데이터 로거로 측정하였다. PT100Ω의 센서가 4

개인 온도측정기로서 본 시험을 위하여 2대를 이용하여 외기온도, 무차광동 실온, 차광동 실온과 체온, 차광+냉수살수동 실온과 체온 등 기본 6개의 센서를 이용하였으며 에러를 방지하기 위해 여분의 센서는 크라운과 잎자루에 중복으로 설치하여 딸기 묘의 체온을 측정하도록 준비하였다.



[그림 6] 온도측정용_데이터로거

2. 시험연구 결과

가. 차광과 냉수 살수에 의한 시설의 온도관리

일사량과 외기 온도에 따라서 차광망 이용과 냉수 살수를 적절하게 조절하여 시설 하우스의 온도가 적정하게 유지되도록 하되 <표 1> 시험시설의 시간대별 조도 변화표에서 보듯이 최저 조도를 40,000lx 이상으로 관리하고 온도가 과도하게 오르는 것을 방지하기 위해 필요한 경우에는 주간에도 냉수 살수를 병행하였다.

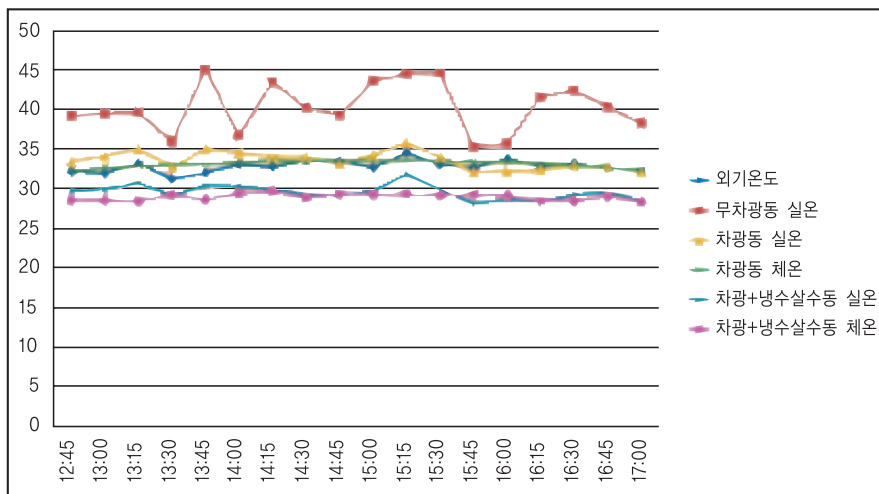
<표 1> 시험시설의 시간대별 조도 변화표

(실험일 : 2013. 8. 27)

시간	차광시험구	무차광 대조구	외부
11:00	42,000lx	75,000lx	95,000lx
14:00	58,000lx	95,000lx	120,000lx
16:00	52,000lx	83,000lx	104,000lx

나. 차광과 냉수 살수에 의한 시설의 온도변화 현황

주간 일사량에 대한 차광의 정도는 온도와 조도에 따라서 조절하였고 작물이 웃자라는 것을 방지하기 위하여 주간에는 주로 차광망을 이용하고 야간에는 냉수 살수를 하여 작물의 생육환경에 무리가 가지 않고 과호흡을 억제하는 것에 역점을 두고 시험하였다. 그 결과 [그림 7] 차광시설의 온도비교 그래프와 같이 실내온도, 딸기 작물 체온이 무차광에 비하여 최대 15℃ 이상 떨어졌으며 특히 작물 체온이 30℃ 이하로 형성되어 생육환경이 개선되는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 7] 차광시설의 온도비교 그래프

다. 차광이 딸기의 생리에 미치는 영향

(1) 육묘

차광 처리가 생리에 미치는 영향을 분석하기 위하여 재배 포장의 10m를 차광 처리 포장과 무처리 포장으로 각 5m씩 나누고 일반재배 포장 2배량의 시비를 한 후, 2014년 8월 1일부터 2014년 9월 30일까지 매일 11:00~16:00 사이 일사량에 맞추어 탄력적으로 차광하고 화아분화 영향을 확인하기 위하여 꽃눈 검경 검사를 시행하였다. 그 결과 <표 2>에서 보는 바와 같이 화아 분화에 현저한 차이가 발생하였다. 이로써 재배 포장의 온도가 화아분화에 미치는 영향이 매우 크다는 것을 알 수 있었다.

〈표 2〉 화아분화 상태 검경조사

(단위 : 개, %)

구분	화아분화 주수(개)		화아분화율(%)	
	9월 21일	9월 30일	9월 21일	9월 30일
차광처리	192	272	69	97
무처리	22	146	8	52

차광처리를 한 시험 포장의 딸기 묘의 소질은 [그림 8] 2013년 1차연도 차광처리묘 의 상태 비교에서 보듯이 무처리 포장의 묘보다 크라운 부분이 약간 크고 잎자루의 길이도 약간 크게 나타났다.



[그림 8] 2013년 1차연도 차광 처리묘의 상태 비교

이러한 현상은 차광에 의한 웃자람을 방지하기 위하여 전체적인 관수량을 무처리 포장보다 30% 줄여 관수하였으며 고온에 의한 과호흡의 억제로 체내 양분의 불필요한 소비를 줄여 묘의 성장 상태가 건강하게 유지되었고 이와 동시에 꽃눈 발달이 안정적으로 이루어진 것으로 보인다. 묘의 소질이 확연하게 차이가 나는 것은 차광처리로 인한 체온의 저하로 생육조건이 개선되었다고 본다.

차광처리를 한 포장에서 화아분화 상태도 매우 안정적인 것을 보면 차광을 하면서 관수량을 줄인 것이 고온에 의한 과호흡의 억제로 체내 양분소비의 변화를 가져온 결과이다. 차광

으로 인한 일사량의 감소는 고온화가 일어나는 11:00~16:00 사이에 적절하게 차광조절을 함으로써 웃자람은 막고 대사 양분의 소비를 줄이게 되어 세포조직이 고밀도화되고 크라운의 크기와 잎자루의 크기가 무처리 포장보다 약간 크며 잎을 제거해 보면 크라운 부근의 조직이 강해서 잎이 크라운에서 떼어내기 쉽지 않을 만큼 묘가 압축된다는 사실을 확인할 수 있었다.

실제로 [그림 7] 차광시설의 온도비교 그래프를 보면 8월 중에 차광과 냉수살수를 한 포장과 무처리 포장의 온도는 큰 차이를 나타내고 있는데 무처리 포장과 차광, 차광과 냉수처리 포장의 묘 체온이 결정적으로 묘의 소질을 바꾸어 놓았다고 판단한다.

결과적으로 기후가 변화되어 고온에 접하더라도 차광과 냉수살수로 딸기 재배를 하게 되면 기후의 영향을 극복하는 것은 어렵지 않다. 설향 품종의 경우 9월 10일 전후에 정식해야 화방의 연속 출뢰가 안정된다는 일반적인 생각을 깨고 충남 논산에서 본 시설을 이용하여 2014년 8월 25일에 설향을 정식하여 화방의 연속 출뢰에 전혀 문제없이 딸기재배를 하였다.

결국 이는 기후의 변화에도 대응할 수 있고 기존의 재배 기간을 더욱 확대할 수가 있어서 농가 소득의 증대로 이어지는 것이다.

(2) 화아분화 상태 비교

정식 후 화아분화 상태를 보기 위하여 차광처리를 한 포장과 무처리 포장의 화아분화 상태를 검정 조사한 결과 <표 2>에서 보는 바와 같이 정화방의 분화시점을 기준으로 비교해 볼 때 차광과 무차광 사이에 매우 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

이러한 결과는 8월 25일에 정식하고 시비량을 늘린 상태에 대한 결과이기 때문에 과거의 재배환경과 비교해 대단히 큰 차이이다. 조기 정식을 하고 시비량을 늘리면서 시험연구를 한 것은 딸기는 과중과 크기가 클수록 높은 가격을 받기 때문에 묘의 양분 축적을 늘려서 과를 키우고 적화(꽃 숙음)를 하여 정화방은 11~13개를, 2화방은 5~7개를, 3화방 이후에는 3~5개를 고품질로 수확하는 것을 목표로 한 것이다.

(3) 중량별 수확량 비교

정화방과 2화방의 수확량 비교는 (2) 화아분화 상태 비교에서 기술한 바와 같이 적화(꽃 숙음)를 하여 정화방은 11~13개를, 2화방은 5~7개를, 3화방 이후에는 3~5개를 목표로 재배한 결과 <표 3>과 같이 차광처리 포장에서는 26g 이상의 호칭 1(특)이 무차광 포장에

비하여 현저하게 많은 결과를 얻었다. 이러한 결과는 체내 양분의 축적이 충분히 이루어졌고 고온에 의한 소모가 크지 않았다는 것을 알 수 있다.

〈표 3〉 중량별 수확량

(단위: %)

호칭	규격	수확율(%)		비 고
		차광처리 포장	무차광 포장	
1	26g 이상	82.6	67.2	특
2	20~25g	13.6	21.3	상
3	16~19g	3.5	11.2	중

차광처리 포장과 무차광 포장에서 평균 9.2개/화방의 과를 생산하여 수확량은 비슷하지만 상위 중량이 큰 차광처리 포장의 생산량이 월등히 높았고 초세 또한 무차광 포장에 비하여 우수하며 이후 연속화방의 수확량에서 그 차가 더욱 커지는 것이 확인되었다.

기대효과

1. 정식 후 체온상승 억제로 화아분화 불안정 해소

정식 후 고온으로 인해 딸기 체온상승으로 쌓아놓은 생식물질을 소모하게 되어 정화방과 2화방의 꽃눈발달이 불안정하게 되고 심한 경우 꽃눈형성이 되지 않고 영양생장이 지속되어 계획된 기간에 화아 분화가 되지 않는 것을 방지할 수 있다.

2. 고온기 과호흡에 의한 왜소과 발생 억제

정화방 화아분화기에 고온에 접하게 되면 작물은 호흡량이 늘어나게 되고 이에 따른 양분의 소모가 늘어나 화아 분화가 이루어지더라도 화성 물질이 적게 축적된다. 이로써 왜소과 발생을 억제해 전체적인 수확량이 떨어지는 것을 방지할 수가 있다.

3. 혹한기 외피복의 성애 발생 방지로 생육환경 개선

축성 딸기는 12월부터 이듬해 2월까지 무가온으로 혹한기를 거치는데 차광망을 야간에 씌워서 외피복에 성애가 생기는 것을 방지하면 일출 후 짧은 시간 내에 투광이 되어 광합성

하는 시간을 앞당기고 광합성량도 늘릴 수가 있어 흑한기의 열악한 딸기 생육상태를 개선할 수가 있다.

4. 봄철 고온기 숙기 지연으로 과숙 억제

봄철 고온기에는 겨울 흑한기에 비하여 숙기가 약 1/2까지 짧아지므로 당도가 약하게 형성되고 짧은 시간에 과숙이 되어 과일의 품질이 급속히 떨어지는 문제가 있는데 하루 약 4시간 정도 차광을 하고 냉수를 살수하여 과숙을 방지할 수 있다.

5. 봄철 고온기 온도 조절로 인한 생식생장 유도로 생산기간 연장

3~4월의 고온은 5~6월 생산할 수 있는 꽃눈 분화를 불안정하게 하는데 이를 개선하여 수확기간을 연장하고 꽃을 크게 생성하여 4~6월의 왜소과를 개선할 수 있다.

6. 농작업 환경개선과 정식기 과호흡 억제로 딸기 묘 조기 착근 유도

경운 작업시기에 시설내부 온도를 낮추어 농작업 환경을 개선하고 정식 후 과호흡의 억제로 뿌리의 이른 착근을 유도할 수 있다.

최근 몇 년 사이에 봄, 가을이 빠르게 지나가고 겨울이 짧아지며 여름이 길어지는 현상이 일어나고 있다. 이러한 기후 변화는 일부 작물의 재배를 불가능하게 하고 새로운 작물 재배가 가능해지는 등 작부 체계에 큰 변화가 일어날 것으로 판단한 위와 같이 차광망을 이용해 작물의 재배환경을 현저히 개선함으로써, 일정기간이나마 현 체계를 유지하여 농가의 이중 작물재배라는 큰 변화를 지혜롭게 피해갈 수 있는 대안을 생각해 본다.

[참고문헌]

鹿野 弘・加藤春男, 宮城縣園芸試験場, 1997, 遮光處理によるイチゴ‘女峰’の花芽分化誘起技術

농업실용연구총서 5
지역을 살리는 농업, 지역이 살리는 농촌

인 쇄 2015년 12월 29일

발 행 2015년 12월 31일

발행인 오교철

발행처 대산농촌재단

서울특별시 동대문구 왕산로 10

교보재단빌딩 9층

전 화: (02)922-1600

<http://www.dsa.or.kr>

인쇄처 이만근인쇄편집회사(02-2274-0332/3)

(비매품)

