

(앞면)

발간등록번호

11-1543000-000149-01

주요 시설재배 작물용 수입대체 수경재배 배지 및 차광제 개발
농림축산식품부

주요 시설재배 작물용 수입대체 수경재배 배지 및 차광제 개발

Development of a phenolic foam
medium and a white wash agent to
replace import for hydroponic
culture of major greenhouse crops

주 의
(편집순서 8)

경상대학교

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “주요 시설재배 작물용 수입대체 수경재배 배지 및 차광제 개발”에 관한 연구
과제의 보고서로 제출합니다.

2013년 09월 30일

주관연구기관명 : 경상대학교

주관연구책임자 : 황승재

세부연구책임자 : 황승재

협동연구기관명 : 한국스미더스오아시스(주)
대성 C&S(주)

협동연구책임자 : 박상현, 강우람

연 구 원 :

강미정, 강정화, 김경태, 김광수, 김의수,
김정임, 김주영, 김지연, 김혜민, 김효중,
노경옥, 박미화, 박소윤, 박유경, 박지은,
서난희, 서용석, 서정현, 안동완, 안철근,
양종임, 윤여현, 이상복, 이운택, 이형정,
장술지, 조성준, 진혜정, 정병룡, 천영진,
하준봉, 하현태, 한정지, 홍예준

요 약 문

I. 제 목: 주요 시설재배 작물용 수입대체 수경재배 배지 및 차광제 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

- 가. 국내 수경재배농가에서 널리 사용되고 있는 암면 배지의 폐기문제와 코이어 배지의 효용상의 문제점 파악
- 나. 주요 시설재배 작물의 수경재배용 신배지(phenolic foam) 개발 및 최적배지 선발
- 다. 작물별 최적배지로의 개발을 위한 국산 신배지의 가공기술 개발
- 라. 파종용 플러그, 육묘용 큐브, 재배용 슬래브 등 재배단계별 사용 배지의 이·화학성 구명
- 마. 개발 배지의 작물별, 생육단계별 재배실험을 통한 재배매뉴얼 개발
- 바. 전량 수입되어 국내 시판 중인 온실용 차광제의 효용성과 문제점 파악
- 사. 온도 저감효과와 광과장별 선택적 차광효과가 우수한 차광제 및 박리제 개발
- 아. 유리, 플라스틱 온실 등 피복자재별 차광효과와 적용 가능성 검토

2. 연구개발의 필요성

<배지 개발의 필요성>

- 가. 우리나라의 시설원예 면적은 총 52,000ha(2011년 기준)이며, 이중 플라스틱 온실이 50,000ha, 유리온실이 300ha, 복합형구조 온실이 1,700ha를 차지하고 있음. 이러한 온실에서의 생산물로서는 과채류[토마토(5,600ha), 파프리카(367ha)]와 화훼류[장미(1,133ha)] 등이 주를 이루고 있음.
- 나. 원예작물의 배지사용 면적은 1983년에 약 18ha이었으나, 2004년에는 약 100ha까지 증가하였으며, 그 중 육묘작물비중이 약 50%를 차지하고 있음. 이와 같은 원예용 배지의 시장은 해가 갈수록 증가하며 전국 원예용 배지 소요액은 371억 원으로 추정되고 있음.
- 다. 암면은 1987년 IARC(국제암연구센터)에서는 광물면(암면과 석면 포함, 유리면, 광재면)을 발암성물질로 분류하였는데, 1990년부터 1991년에 걸쳐 실시된 광물별 종사자의 폐암발생 조사에서 평균치에 비해 높았지만, 도시지역의 다른 산업종사자와 차이는 없었음. EU에서도 암면은 광물면과 함께 발암성 물질로 규정하고 있으며, 폐 속에서 분해속도가 높은 HT-fibre는 폐 속에서 정화속도가 빨라 발암성 물질에서 벗어나게 되었음.
- 라. 현재 생산되는 제품은 거의 HT-fibre로 만들어지고 있음(Sjostrom, 2000). 유럽에서는 폐암면을 수거하여 벽돌가공을 위한 모래나 점토대체물질로 사용하고 있으나, 국내에서는 방출량이 적어 경제성이 부족하기 때문에 거의 전량 폐기하는 수준임.

- 마. 일부는 눈에 뿌리기도 하지만, 경운과정에서 건조해지면 공기 중에 날려 사람에게 영향을 줄 수 있는 가능성이 있으므로 주의를 요하고 있음.
- 바. 암면은 안전성과 환경에 문제가 없다고 주장하지만, 여전히 논란의 여지를 안고 있으며, 실제 재배하고 있는 농가에서도 일부 피부와 호흡기 질환을 호소하고 있기 때문에 대체 배지개발 필요성이 큼.
- 사. 코이어 배지는 무기양분을 함유한 유기배지이면서 pH가 낮고 초기의 수분 흡착력이 낮아 암면 배지에 비하여 물리 화학적 특성이 다르기 때문에 급액관리도 달라져야 하지만 이에 대한 기준 설정이 되어 있지 않아 전량 수입되는 암면 배지에 준해서 재배하고 있는 형편임.
- 아. 개발하고자 하는 배지는 비유기물인 합성수지 발포체로서 수입대체효과가 크고 기존 관행적으로 사용되어 온 배지의 문제점인 균일성, 가공성, 경량성, 흡수성 및 경제성 등을 개선할 수 있음. 또한 생산과정에서 porous type(open cell & closed cell) 조절 및 다양한 특성화 기능 부여를 통해 배지 기능을 최적화 시킬 수 있는 신 개념의 소재로 원예용 배지로서의 활용도가 매우 클 것이라 판단됨.

<차광제 개발의 필요성>

- 자. 하절기 온도저감을 위한 다양한 방법으로는 환기와 팬, 미스트와 포그 장치, 가습, 차광막 설치, 팬 앤드 패드, 지붕살수와 수막시설, 에어컨 가동, 식물체 분무, 냉방보조법(열선흡수 피복재 이용), 차광제의 사용 등이 있음.
- 차. 환기와 팬은 지나친 고온이 될 때 환기창(천창, 측창 포함)을 완전히 개방해도 그 효과가 미미함.
- 카. 미스트와 포그 장치는 공기를 차갑게 식혀 줌으로써 기화열을 이용하여 주위의 온도를 일시적으로 낮추어 주는 효과가 있음.
- 타. 가습(humidification)의 방법은 미스트와 포그와 유사한 효과를 가져다줌.
- 파. 온실 내외부 차광막(screen, shading) 설치 방법은 온실 내부 광을 차단하여 그늘을 제공하는 효과가 있으나, 차광막과 차광막 스크린의 교체를 위한 보조설치비가 고가인 단점이 있음.
- 하. 팬 앤드 패드(fan and pad)방식과 냉수코일과 팬을 사용하는 등의 방법은 초기투자비가 높고, 에너지 효율성 측면에서 그리 보편적인 방법이 아님.
- 거. 지붕살수(스프링클러) 방식 및 수막시설은 고온기 온도저감 효과가 미미할 뿐만 아니라 지하수 및 수원확보가 필요하며, 수질이 불량한 지역에서는 온실지붕에 철분이 묻어 광합성 효율 광을 차단하거나 작물의 생육에 불량한 영향을 주기도 함.
- 너. 에어컨(air cooling)을 가동하는 방법은 초기투자비와 에너지 효율성과 경제성 측면에서 권장되는 방법은 아님.
- 더. 식물체 분무나 냉방보조법(열선흡수 피복재)은 일시적인 효과는 있으나 고온기 대규모의 장기적인 재배를 위해서는 큰 효과를 거두지 못하고 있는 실정임.
- 러. 최근 시설내 하절기 고온극복 대책 및 온도강하의 방법으로 차광 페인트를 도포하는 방법이 유럽, 미국 등의 선진국에서 각광을 받고 있음. 특히, 광선택적 차광 페인트는 온실지붕에 도포하는 방법으로 유럽, 미국 등의 선진국에서 최근 활발한 연구·개발이 진행 중임.
- 머. 이러한 차광제는 과거의 차광용 페인트 보다 근적외선광(NIR: near infrared radiation)을

차단하고 광합성유효광(PAR: photosynthetically active radiation, 식물생육에 효율적인 광)을 선택적으로 잘 투과시킴. 유럽에서는 이러한 차광제가 이미 보편적으로 이용되고 있으나, 국내를 포함한 일본, 케냐, 콜롬비아, 에콰도르와 같은 농업생산국가에서는 아직 활성화 되어 있지 않음.

버. 온실에서 온도의 하강은 천창과 측창의 개폐를 통해 이루어지지만 식물체는 여전히 높은 광도에 노출되어 있기 때문에 식물체온은 높은 상태로 유지됨. 그래서 적외선광의 차단은 온실내 온도강하와 함께 식물체온을 낮출 수 있는 효율적인 방법이 될 수 있음.

서. 광선택적 차광제는 PAR광을 받아들이면서 온도와 스트레스를 저감하는 매력적인 물질이지만 이러한 원리를 설득하기가 힘들고, 차광제의 투자비용에 비교해서 작물생산량과 품질 및 수입이 높아진다는 인식을 덜 하고 있음. 또한 이러한 연구결과들이 단순한 이론일 뿐이라 생각하고 있음.

어. 이에 국내 대기업체인 대성C&S(주)에서는 이와 유사한 차광페인트 개발에 박차를 가하여 차광페인트 생산비용을 2/3에서 절반으로 줄이는 한편 보다 효율적인 광투과율(PAR을 선택적으로 흡수하면서 NIR광을 차단하여)을 보이는 차광페인트 개발을 주도하면서 온실 내부와 식물체 온도를 낮추면서 식물이 광합성을 위해 효율적으로 이용하는 blue광과 red광을 흡수할 수 있는 국내 유일의 차광제 개발을 착수함.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용
1차 년도 (2010)	(세부) 시설재배 과채류와 화훼류의 과중용, 육묘용, 수경재배 전용 수입대체 배지 개발 및 차광제 온도저감효과 구명 및 효용성 시험	수경재배농가에서 사용 중인 암면과 코이어 배지의 효용성과 문제점 파악 및 대체배지 탐색	수경재배용 전용배지의 효용성 파악 수경재배용 배지의 이화학적 특성 파악
		개발차광제 온실도포를 통한 작물재배	미기상 변화 측정 및 작물생육관찰
	(1협동)	수경재배용 국산배지(phenolic foam) 설계	수경재배용 배지의 이화학적 특성 파악 가격 및 국내외 제품 정보수집
	시설재배 과채류와 화훼류의 수입대체 배지 개발 및 상품화	Phenolic foam용 수지 및 발포 (Foaming)기술 개발	Phenolic foam용 수지개발 Phenolic foam용 발포 기술개발
		Phenolic foam 표면개질 연구 및 견본제품 제작	표면 개질 최적 조건 파악 Lab scale 견본제품 제작
	(2협동)	수입산 온실 차광제의 효용성과 문제점 스크린	기존 상품의 온도 저감효과, 작물 생육에의 영향, 도막 안정성, 내구성 등을 파악
	온도 저감효과가 우수한 온실용 선택적 차광제 개발 및 상품화	수입품과 1차 개발품의 품질 비교	수입품과 개발 시제품의 품질 비교
		산업화 및 실용화를 위한 가능성 검증	가격 및 외국제조업체들의 정보수집 및 현황파악

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용
2차 년도 (2011)	(세부) 시설재배 과채류와 화훼류의 과중용, 육묘용, 수경재배전 용 수입대체 배지 개 발 및 차광제 온도저 감효과 구명 및 효용 성 시험	최적배지 선발을 위한 재배실험	작물별, 재배단계별 최적배지 선발
		신배지의 장기재배를 위한 적정소독방법 구명실험	신배지 재배 농가에서 소독처리구와 비소독처리구(대조구)의 비교실험 및 효과적인 소독방법 구명실험
		신배지의 이화학적 평가	수경재배 전용 개발배지의 효용성 파악
		신배지 농가실증시험	파프리카, 장미 재배농가에서 기존배지 를 대조구로 신개발 배지의 현장실험
	(1협동) 시설재배 과채류와 화훼류의 수입대체 배지 개발 및 상품화	Phenolic foam 가공기술 개발	시험생산을 통한 개선된 견본제품 제조
		수경재배용 국산 배지 가공기 술 개발	상품화를 위한 파일럿 스케일 설정
		Foam배지의 가격 경쟁력을 고 려한 연구	견본제품 제작에 따른 경쟁력 분석
	(2협동) 온도 저감효과가 우 수한 온실용 선택적 차광제 개발 및 상품 화	폐기시 잔류물의 폐기에 따른 환 경오염 최소화 방안 연구	폐기물에 대한 환경오염 최소화 방안 설정
		하절기 차광제의 온도저감효과 스크린	기존 제품과 개발품의 온실내 온도저감 효과 비교 및 작물재배 실험
		1차 개발 보완제품인 2차 보 완품 성능검증	2차 보완품의 성능 검증 및 안정화
		산업화 및 실용화를 위한 가능 성 검증	경제성, 시장성 검토 및 제조기준 설정
		개발 차광제 농가실증시험	과채류 재배농가에서 신개발 차광제 도포를 통한 재배효율성 검증실험(유리, 플라스틱 온실)
선택적 차광제(도포/박리)의 노 동력 절감 및 생력화 방안연구	차광제 살포전용 스프레이 개발 효율적인 도포 및 박리 방법 방안 연구		

구분 (연도)	세부연구내용	세부연구내용	연구개발 수행내용
3차 년도 (2012)	(세부) 시설재배 과채류와 화훼류의 파종용, 육 묘용, 수경재배전용 수입대체 배지 개발 및 차광제 온도저감 효과 구명 및 효율성 시험	재배매뉴얼 개발	과채류(파프리카, 토마토)와 화훼류(장 미, 분국화)의 작물별, 생육단계별 재배 실험 및 전용배지의 효율적 사용을 위 한 재배 매뉴얼 개발
		국내산 과채류 양액재배용 인 공배지 가공, 생산 및 산업화를 위한 기준설정	상품화를 위한 양산화 기술개발
	(1협동) 시설재배 과채류와 화훼류의 수입대체 배지 개발 및 상품화	개발제품의 업그레이드 및 개발 제품의 사용 매뉴얼 개발	농가실증실험 및 효율성 검증 마케팅 및 실용화, 특허출원 및 등록
		산업화 및 실용화를 위한 가능 성 검증	농가실증실험 및 효율성 검증
		판매 생산을 위한 신배지의 마 케팅	상품 이미지를 위한 상품명 및 이미지 개발 마케팅 및 실용화, 특허출원 및 등록 경제성 분석
	(2협동) 온도 저감효과가 우 수한 온실용 선택적 차광제 개발 및 상품 화	차광제의 개발 및 개발제품의 매 뉴얼 개발 판매 생산을 위한 차광제 생산 품의 마케팅 개발 차광제의 경제성 분석	시설온실 내 효율적인 차광제의 농도 및 살포시기 설정

IV. 연구개발결과

1. 배지종류에 따른 파프리카 ‘Cupra’ 플러그 묘의 재배

파프리카 ‘Cupra’ 품종의 과종용(펠릿형) 수경재배 신개발 배지 phenolic foam의 농가 보급 및 암면 대체 배지로써의 가능성을 입증하였다. 과종용(펠릿형) 배지가 가져야 하는 이화학성이 우수하고, 재배 효율성이 높은 신배지 5 종류의 배지를 시험 재배하여 그 효과를 증명하였다.

2. 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종을 이용한 공정묘의 상업적 생산을 위한 신배지 phenolic foam의 이용

토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 과종용 수경재배 배지로서 신개발 배지인 phenolic foam을 이용함으로써, 과종용 육묘배지로서의 사용가능성을 입증하였다. 과종용(펠릿형) 배지가 가져야 하는 이화학성이 우수하고, 재배 효율성이 높은 신배지 2 종류와 대조구로서 펠릿형 암면과 입상형 암면을 대조구로 총 4종류의 배지를 시험 재배하여 그 효과를 증명하였다.

3. 배지 종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배전용 슬래브형 배지의 비교 실험

기준에 일반적으로 가장 많이 사용 중인 수경재배 인공배지 rockwool 슬래브와 cocopeat 슬래브배지를 대조구로 phenolic foam 슬래브 배지인 RUN 3813-4W 배지를 제외한 신개발 슬래브 배지 phenolic foam LC, RC, RUN 3813-4 처리구에서 초장, 경경, 엽수, 당도, 생체중, 건물중, 수량 등에서 기존 배지와 유사한 생육결과를 보였다.

4. 배지 종류에 따른 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과종용 플러그묘의 재배

파프리카 *Capsicum annum* ‘Fascinato’ 품종의 과종 20일 켜 생육은 phenolic foam 3813-4 배지를 제외한 phenolic foam LC와 RC 배지에서 대조구로 사용된 Grodan 암면배지와 UR암면배지와 비교하여 볼 때 유사한 생육을 나타냈다.

5. 펠릿형 배지와 큐브형 배지의 조합별 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 육묘용 최적배지 선발

파프리카 ‘Fascinato’ 품종을 각각 4종류의 pellet형 배지에 육묘하여 4종류의 큐브에 이식하였다. 과종 후 30일 켜의 생육변화는 대부분의 배지에서 유사한 결과를 보였고, 초장, 경경, 생체중과 건물중 등의 조사항목에서 큰 차이가 없었으나, phenolic foam RC pellet에 육묘하여 UR Rockwool 큐브에 이식한 처리구에서 생육이 가장 저조한 결과를 나타냈다.

6. 광선택적 차광효과가 우수한 국산 차광제 개발

기준에 사용되고 있는 수입산 차광제인 ReduHeat와 ReduSol은 연구진에서 개발한 GreenShade보다 광합성활성광(PAR) 파장대역의 광투과율이 낮고, GreenShade의 광합성활성광(PAR) 투과율이 유의적으로 높다는 긍정적인 효과를 lab scale 실험을 통해 도출해 냈다. GreenShade를 차광제로 사용할 경우 광합성에 효율적인 PAR광을 온실내부로 투과시켜 작물의 광합성을 증대시키고, 건전하고 활력 있는 생육과 수량증대효과를 유도하면서, 식물체 자체와 온실내부의 공기를 상승시킬 수 있는 NIR광을 차단함으로써 하절기 온실의 온도를 하강시키면서 작물에는 건전한 생육을 유도할 수 있다는 결론을 도출하였다.

7. 농가에 적합한 효과적인 박리제 개발

경도, 처리시간, 박리제와 물의 희석비율에 따른 차광제의 제거 효과를 광투과율로 측정하여 얻은 결과로서 물의 경도는 300ppm으로 적정하고, 박리제와 물의 비율을 1:5처리 또는 1:7처리를 사용하면서, 접촉하는 시간은 10분 혹은 24시간을 기다린 후 차광제 박리를 위한 세척작업을 시작하는 것이 효과적인 것으로 나타났다.

8. 슬래브형 배지 종류에 따른 파프리카 'Cupra'품종의 재배 실험

재배기간 중 배지 안정성은 함수율과 EC를 감안할 때 rockwool과 coir 배지가 높았다. phenolic foam 배지는 함수율과 EC가 다소 높게 유지되는 경향이 있다. 재배 중의 생육은 coir 배지가 다소 빨랐으나 나머지 배지는 비슷하였다. 과실크기는 coir 배지가 가장 크고 무거웠고, 과육두께, 당도, 경도, 심실수 및 색도 등은 배지에 따른 차이가 없었다. 수량은 rockwool 배지가 가장 높았고, 나머지 배지는 비슷하였다. 상품과수는 rockwool 배지가 많았고 coir 배지가 가장 적었다. 이상의 결과로 phenolic foam 배지는 rockwool 배지에 비해서는 수량이 낮았지만, coir 배지와는 비슷한 수준으로 파프리카 재배용 배지로서의 가능성이 높은 것으로 판단된다.

9. 암면배지와 개발배지 사용에 따른 장미 삽목묘의 수량성 비교

장미 'Rock Fire' 품종은 암면배지에서 상위 등급의 절화가 많이 생산되었으나, 'Bubble Pink' 품종은 개발배지에서 상위 등급의 절화가 많이 생산되었고, 두 품종 모두 암면배지와 개발배지의 총 수량은 유의성이 없었다. 이러한 결과로 절화 장미 'Rock Fire'와 'Bubble Pink' 품종은 개발배지를 사용함에 따라 기존에 사용하고 있는 암면배지의 생육과 큰 차이가 나지 않는 것으로 보아 장미 재배에 개발배지 사용이 가능할 것으로 판단된다.

10. 배지 종류별 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 육묘용 최적 배지 선발

신개발 배지인 phenolic foam LC와 phenolic foam LC-lite 배지의 물리성 및 화학성은 우수하였으나, 재배에 있어서 파종용 펠릿형 암면배지인 RW(G)와 RW(U)배지보다 다소 저조한 생육결과를 보였다. 특히 본 실험에서 대조구로 사용된 2개 회사의 암면 배지 중 RW(G) 펠릿형 배지보다 RW(U) 펠릿형 배지의 생육이 양호하였다. 또한 4가지의 펠릿형 배지와 4가지의 큐브형 배지를 조합하여 재배한 파프리카 'Fascinato'의 생육 역시 암면배지인 RW(G)와 RW(U)에서 생육이 양호하였다.

11. 배지 종류별 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 육묘용 최적 배지 선발

펠릿형 배지의 파프리카 'Special' 품종은 'Fascinato' 품종을 이용한 “배지 종류별 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 육묘용 최적배지 선발”의 재배 실험에서처럼 육안으로 뚜렷한 생육의 차이는 없었지만 phenolic foam 배지인 LC와 LC-lite는 암면배지인 RW(G)와 RW(U)보다 저조한 생육결과를 보였다. 하지만 평균발아일수, 평균발아속도 및 50%발아일수에서는 phenolic foam 배지에서 유의적으로 가장 우수한 결과를 보였다. 펠릿형 배지에서 큐브형의 배지로 이식된 파프리카의 생육은 전체적으로 암면배지인 RW(G)와

RW(U)에서의 양호하였다. 하지만, 암면 펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 육묘를 사용하여 4 종류의 큐브에 이식한 파프리카는 모든 종류별 큐브배지에서 유사하게 성장되었고 특히, LC-lite큐브형 배지의 파프리카의 생육은 암면 큐브형 배지와 비교해서 유사한 생육결과를 나타냈다.

12. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison'의 파종용 플러그 묘의 재배

신개발 배지인 phenolic foam LC와 phenolic foam LC-lite는 발아율과 평균발아속도에서 기존의 암면배지와 비교하여 우수한 효과를 보여주었고, pH는 LC와 LC-lite배지에서 토마토 육묘의 적정 pH값인 6.0~6.5범위에 있었으며, EC 또한 $1.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 이하의 안정적인 범위를 유지하여 배지 자체의 화학적 성질이 작물재배에 적합한 특성을 나타내었다. 전체적으로 토마토의 생육에서 암면배지의 생육이 우수하였으나 그 차가 미미하여 신개발 배지인 phenolic foam 배지의 기존 배지와 대체 가능성을 입증하였다.

13. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison'의 파종용 플러그 묘의 재배

Phenolic foam LC-lite배지에서의 발아율, 발아속도, 발아소요일수 등에서 기존 관행적으로 사용해 오던 암면배지에서보다 우수한 결과를 나타내었다. 신개발 배지 LC-lite의 물리적인 성질을 보완하거나, 현재 개발된 상태의 배지를 이용한 수분관리법만 정립이 된다면 충분한 상업적 가치가 인정되는 것으로 판단이 된다.

14. 펠릿형 배지에서 큐브형 배지로의 연계를 위한 종류별 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 플러그 묘의 재배

4가지 펠릿형 배지와 4가지 큐브형 배지의 조합에서 암면 큐브형 배지에서 생육이 양호하였는데 그 차는 아주 미미하였고, 신개발 배지인 phenolic foam LC와 LC-lite큐브배지를 포함하여 전체적으로 고른 생육을 보였다. 특히 phenolic foam 배지에서는 LC-lite 큐브형 배지에서의 토마토 생장이 가장 우수하였다. 이는 재배자와 재배방법에 따라 phenolic foam배지의 사용 가능성이 극대화 될 수 있다고 판단된다.

15. 펠릿형 배지에서 큐브형 배지로의 연계를 위한 종류별 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 플러그 묘의 재배

4가지 펠릿형 배지와 4가지 큐브형 배지의 조합에서 암면 큐브형 배지에서 생육이 양호하였는데 그 차는 아주 미미하여 전체적으로는 고른 생육을 보였다. 하지만 LC배지의 경우 생육이 타 처리구에 비해 유의적으로 저조한 생육결과를 나타냈다.

16. 슬래브 배지의 종류에 따른 파프리카 'Volcano'의 재배

슬래브형 phenolic foam LC 배지의 양·수분 보수력이 타 처리구에 비해 가장 낮았다. 암면배지와 비교하여 phenolic foam 배지에서 초장, 절간장, 지상부의 생체중과 건물중, 경경, 엽장이 양호하였다. 타 처리구에 비해 LC배지와 RC배지에서 과실의 수확량은 많았으나, 비정상과와 소과가 많이 발생하였다. 이는 암면 위주의 관수 방법으로 재배하였기 때문으로 판단된다. Phenolic foam배지에 맞춘 관수방법을 고려한 작물재배법과 재배 매뉴얼이 확립되어 phenolic foam배지와 함께 보급되어야 할 것으로 판단된다.

17. 광선택적 차광제의 농가 실증실험

모든 처리에서 최고 온도 값은 40℃로 유사하였고, GreenShade보다 WhiteShade의 상대습도가 10%정도 높아 GreenShade와 대조구보다 높은 상대습도를 유지하였다. 광도는 WhiteShade 처리구에서 광합성활성광 영역인 400~700nm 파장을 가장 많이 차단하여 온도하강 효과는 있으나 작물의 효과적인 광합성활성광의 투과율이 제일 떨어졌다.

18. 광선택적 차광 도포처리비율에 따른 광과장 특성 측정

광선택적 차광제(GreenShade)를 20% 비율로 도포 하였을 때 대조구인 유리보다 자외선(UV: Ultra-violet) 영역에서 300~400nm 영역에서 10%, 30% 비율로 도포한 유리보다 차광률이 높았음. 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)영역인 400~700nm에서는 20% 비율로 도포 한 처리구에서 대조구와 유사한 광투과율을 보여 광합성에 효율적인 광원의 투과율이 높게 나타남을 입증하였다. 근적외선(NIR: Near Infrared Radiation)영역인 800~2,500nm까지의 영역에서는 20% 비율로 도포한 유리에서 효율적으로 열선인 적외선 광투과율을 낮추어 이를 온실 차광제로 활용할 경우 광합성 활성을 증대시킴과 동시에 온실내부의 온도를 효율적으로 낮출 수 있을 것으로 판단된다. 광선택적 차광제(GreenShade)를 20%로 비율로 도포 하였을 때 광합성에 효율적인 광합성활성광(PAR)의 투과율을 높여서, 식물 생육과 수량을 증가 시키고, 근적외선(NIR)영역을 차단함으로써 식물체 온도를 증가를 낮출 수 있으며, 작물에 스트레스를 줄이고 건전한 생육 환경을 제공할 수 있다는 결과를 도출하였다.

19. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도에 따른 비닐온실 내·외부의 광과장 측정과 온·습도 변화 및 상추의 생육 변화

자외선(UV: Ultraviolet) 영역인 300~400nm에서 대조구와 비교 하였을 때, 차광제를 30% 비율로 도포한 처리구에서 자외선 투과율이 낮게 나타났다. 광합성활성광(PAR)영역인 400~700nm에서 광 투과율은 20%와 30% 비율의 도포 처리구에서 광투과율이 높았다. 근적외선(NIR)영역인 800~2,500nm까지의 영역의 광과장대역의 광 투과율은 30% 처리구에서 가장 낮아 광선택적 차광제가 열선을 효율적으로 차단하는 것을 알 수 있었다. 농도별 광선택적 차광제에 따른 파종후 71일 켜의 상추 생육변화를 조사한 결과 광선택적 차광제(GreenShade)를 30% 비율로 도포한 처리구에서 생육이 가장 우수하였다.

20. 농도에 따른 차광제 전용박리제 현장실험

개발된 전용 박리제를 이용하여 살포된 차광제의 효율적인 제거효과를 실험한 1차 실험에서는 50ppm의 5%, 15% 그리고 300ppm의 5% 순으로 박리율이 좋았는데 원수의 농도에서는 50ppm에서 박리율이 가장 좋았다. 2차 실험에서는 150ppm의 15%, 10% 그리고 300ppm의 15% 순서로 박리가 잘 되었고, 원수의 농도에서는 150ppm에서 박리율이 우수하였다.

21. 슬래브형 배지의 종류에 따른 수분분포와 물리성 및 화학성 변화

Phenolic foam LC배지에서 양액의 확산정도가 가장 좋았고, phenolic foam LC-lite가 그 뒤를 따랐지만, 슬래브에 여러 곳에 관주를 할 경우 상부와 하부에서의 번짐이 균일한 UR rockwool이 우수한 양상을 나타냈다. 슬래브 종류에 따른 pH의 변화는 LC-lite배지에서 아랫

부분과 윗부분의 pH변화가 유사하여 전 구역에서 pH 4~6의 범위로 다른 배지 보다 균일하였다. 슬래브 종류에 따른 EC 변화에서 RW(U)와 LC-lite에서 상부와 하부의 EC값이 거의 동일하여 균일한 EC분포를 보여주었다. 공극율은 LC배지에서 가장 높았고, 용기용수량에서는 RW(U)에서 가장 높아 물을 가장 많이 흡수하였다. 그리고 기상에서는 RW(G)의 수치가 가장 높았다. 가비중은 LC-lite가 가장 높아 부피당 밀도가 가장 높았다. 종합하여 봤을 때 LC-lite에서 pH와 EC가 배지의 전 범위에서 균일성이 우수하였으나 수분을 함유할 수 있는 능력에서는 암면균 보다 다소 떨어지는 경향을 나타내었다.

22. 신개발 슬래브형 phenolic foam배지의 장기 재배를 위한 정적 소독방법 구명

신개발 배지의 소독처리를 위해 시설내에서 가장 많이 발생하는 병인 *Fusarium*을 이용하여 실험을 진행하였다. 살균제(peracetic acid)농도에 따른 1차 실험 처리는 0, 100, 200, 300, 400, 500ppm으로 처리하였다. 실험 결과 대조구인 0ppm을 제외하고는 100~500ppm의 처리구에서 *Fusarium*이 모두 사멸되는 효과를 나타냈다. 1차 실험 결과 농도가 100ppm이상일 경우 모든 *Fusarium*이 사멸하여 살균제(peracetic acid)농도를 보다 낮게 설정하여, 2차 실험을 진행하였다. 2차 실험은 *Fusarium*을 이용한 peracetic acid의 농도를 0, 20, 40, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140ppm으로 1차 실험 때보다 농도를 더 낮추고 범위를 좁혀 처리하였다. 실험 결과 0>20>40>60ppm 순으로 병원균이 검출된 것을 알 수 있었다. 본 결과로 *Fusarium*의 사멸을 위한 살균제 peracetic acid의 적정 농도는 70ppm이상의 농도범위인 것으로 판단되었다.

23. 배지 종류가 분국화의 삼목번식과 분화 재배시의 생육에 미치는 영향

분국화 두 품종 모두 100% 발근한 것으로 보아 삼목번식에서 신개발 배지의 사용이 가능하다고 판단된다. 하지만 기존에 사용되고 있는 토실이 상토에 비하여 성장속도가 느리고 발근상태가 다소 불량하여 정식 후 성장에 차이를 보일 것으로 판단된다. 정식 전 성장에서와 같이 토실이상토 처리에서 분국화 ‘가야와인’ 품종의 초장과 화수가 가장 크고 많았으며, 암면과 phenolic form RC 처리가 유사하였고, phenolic form LC에서 가장 낮았다. 이것은 배지에 따른 ‘가야와인’ 품종의 정식 전 성장상태가 정식 후에도 영향을 미쳤기 때문인 것으로 판단된다. ‘가야엘로우’품종의 경우 토실이 상토에 비해 개발배지는 발근상태가 좋지 않았으며, 성장량이 감소하였고, 특히 개발배지인 form LC는 화수가 큰 폭으로 감소했다. 소형분화의 선호도가 증가하고 있는 추세에 따라 분국화는 초장이 작은 것이 유리하지만, 화수는 많은 것이 상품성이 높기 때문에 이러한 문제를 해결할 수 있다면 삼목시 개발배지의 사용이 가능할 것으로 판단된다.

24. 삼목 번식 시 배지 종류가 장미의 발근과 성장에 미치는 영향

신개발배지를 장미의 삼목 번식용 배지로 사용을 위한 실험을 진행하였다. 1차 실험에서 ‘뉴카펫’품종의 경우 발근율이 암면, form LC, form RC, 토실이 상토 순이었다. ‘엘로우킹’품종의 경우 기존에 장미 삼목번식에 사용되고 있는 암면과 비교시 개발배지는 성장에서 큰 차이가 없어 삼목 배지로 사용이 가능할 것으로 판단된다. 2차 실험에서 ‘핑크오로라’의 경우 고온으로 인해 개발배지가 건조되어 식물체가 일부 고사하였다. ‘엘로우킹’은 발근율이 토실이상토, 암면, form RC, form LC 순이었다. 여름철에 개발배지를 사용하여 삼목시 습도 유지가 가장 중요할 것으로 판단된다. 특히 환기 중에도 습도를 계속적으로 유지하지 않으면 건조로 인해 삼목번식

이 어려울 것으로 판단된다.

25. 큐브형 암면 배지에서 삼목 번식된 장미의 성장과 절화 수량에 미치는 재배배지의 영향 (경남 김해시 소재 장미수경재배 농가실증실험)

장미 ‘필립’ 품종의 경우 절화장, 5매엽수, 절화 생체중이 암면에서 가장 컸고, 펠라이트에서 가장 작았다. ‘락파이어’의 경우 절화장이 암면과 foam RC에서 가장 컸음. 배지 종류별 장미 삼목묘 ‘필립’의 4차 수확 후의 총 수량은 foam LC에서 가장 많았지만, 통계적으로 암면, foam LC 및 foam RC 간에는 차이가 없었다. ‘필립’ 품종의 경우 암면, foam LC, foam RC의 수량이 통계적으로 차이가 없었으므로 개발배지도 절화장미 재배용으로 사용가능할 것이라 판단된다. 또한 ‘락파이어’ 품종은 foam LC에서 수량이 가장 많았으므로 foam LC배지를 사용하는 것이 효과적일 것이라 판단된다.

26. 배지종류별 파프리카와 토마토의 생육과 수량 특성

Phenolic foam LC배지는 파프리카 수경재배용으로 충분한 가능성을 가지고 있지만, rockwool 배지에 비해 보수력이 다소 낮기 때문에 LC배지에 맞는 파프리카 수분관리 확립이 필요할 것으로 판단되었다.

27. Phenolic foam LC 배지와 rockwool 배지의 양액공급방법에 따른 파프리카 생육과 수량성

Phenolic LC배지는 rockwool배지보다 보수력이 낮아 배액량이 많기 때문에 슬래브 함수율이 낮고, EC가 높게 유지되어 rockwool배지의 양액공급방법으로 급액하면 생육의 위축과 함께 과실이 작아지고 수량이 낮아지는 원인이 될 수 있다. 따라서 기존 양액공급방법보다 적은 양으로 자주 공급하는 방법인 90-90처리가 생육이나 과실특성 및 수량에서 더 유리한 공급방법으로 판단되었다.

28. 온실 차광제 종류별 파프리카 생육과 수량

대조구는 생육이 위축되어 비상품과 발생이 많아지고, 과실크기도 감소하여 수량이 낮아졌고 WhiteShade처리는 차광률이 지나치게 높아 영양생장이 강해져 착과가 잘 되지 않았던 것으로 생각되었다. 개발 차광제인 GreenShade는 기존 수입제품인 ReduHeat와 비슷한 생육과 수량 특성을 보였다.

29. Phenolic foam LC 배지와 coir 배지의 양액공급방법에 따른 파프리카 생육과 수량성

배액 EC는 50-45 처리가 두 배지 모두에서 높았고, 50-50 처리가 낮게 유지되었다. 배액량은 100-100 처리가 많았고, 50-45 처리가 가장 적었으며, LC 배지의 배액량이 coir 배지보다 많았다. 생육특성에서 50-50 처리와 70-70 처리가 초장이 길고, 잎 크기도 가장 컸다. 50-45 처리는 초장이 짧고 잎이 작아 생육이 부진하였다. 배지간에는 coir 배지의 초장이 길고 잎크기도 커 LC 배지보다 생육이 촉진되는 경향을 보였다. 과실특성은 50-50과 70-70 처리가 과장과 과경이 길고 굵었고, 과중도 무거웠다. 50-45 처리는 과실크기와 과중이 가장 적고 가벼웠다. 배지간에는 coir 배지의 과실이 크고 굵었으며 과중도 증가하는 경향이 있었다. 과육 두께와 심실수는 차이가 없었다. 상품률은 50-50과 70-70 처리가 높았고, 50-45 처리가 가장 낮았다. 상품과수는 coir에서 50-45 처리가 15.8개로 많았고, 50-50과 70-70 처리가 적

었다. LC 배지에서는 50-50 처리의 상품과수가 16.8개로 많았고, 100-100 처리가 가장 적었다. 비상품과는 소과와 배꼽썩음과가 주로 발생하였는데, 50-45 처리가 가장 많았고 50-50과 70-70 처리는 발생이 적은 경향이였다. 배지 간에는 LC 배지에서 소과와 배꼽썩음과 발생이 많았다. 수량은 coir 배지에서는 처리간의 차이가 없었지만, LC 배지에서는 100-100 처리가 가장 낮았고 50-50 처리와 50-45 처리가 증가하는 경향이였다. 배지 간에는 차이가 없었다.

30. 신개발 phenolic foam sheet type배지의 수분 함수량 변화 추이와 무게 변화 측정을 통한 관수기준 설정 및 신개발 배지의 특성과악

본 실험에서 3가지 sheet type배지에서의 수분함수량 변화와 배지의 무게 측정을 통하여 적정 수분 공급시기 설정 실험을 진행한 결과, PF LC-lite배지 수분함수량과 무게 변화가 PF LC와 RW배지보다 급격한 변화 없이 안정적으로 유지 되는 것을 알 수 있었다. Sheet type배지의 완전 건조까지는 약 18일 정도가 소요되었다. PF LC, PF LC-lite배지 하부 바닥에 흙 여부에 따른 수분함수량, 무게 변화에 차이가 나타남으로 재배 실험 시 RW(G) 배지와 동일하게 배지 하부에 흙을 만드는 성형 작업 후 동일조건에서의 실험이 필요할 것으로 판단된다.

31. 신개발 phenolic foam sheet 배지를 이용한 토마토의 발아와 육묘

신개발 배지인 PF LC-lite배지의 발아율은 우수하였으나, 재배에 있어서 sheet type 암면배지인 RW(G)배지보다 PF LC, PF LC-lite 배지는 다소 저조한 생육결과를 보였다. RW(G)에서 생육은 우수 하였으나 도장의 문제가 발견되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 sheet type배지에 양액의 적정 공급 시간, 횟수를 설정을 위한 재배 실험을 진행하였다.

32. 신개발 phenolic foam sheet 배지를 이용한 토마토의 발아와 육묘 추가실험

신개발 배지인 PF LC-lite배지의 발아율은 우수하였으나, 재배에 있어서 sheet type 암면배지에서 재배된 토마토 묘에서의 생육이 더 좋았다. 하지만 신개발 배지의 생육 또한 암면 배지와 근접한 생육결과를 나타내었다. PF LC, PF LC-lite배지의 특성에 적합한 관수 시간과 관수횟수 기준을 설정하면 경제적이면서 효율적인 토마토 육묘를 위해 phenolic foam배지를 사용할 수 있을 것으로 판단되었다.

33. 신개발 phenolic foam 슬래브형 배지의 수분분포 변화

RW(U), RW(G)배지에서 수평 확산이 가장 좋았고, PF LC-lite배지가 그 뒤를 이었음. 상부와 하부에서의 변질 또한 암면배지가 우수한 경향을 나타내었다. PF LC배지는 다른 배지와 동일한 양을 관주하였을 때 슬래브 배지의 상부가 급속히 건조 되는 것을 알 수 있었음. 슬래브 종류에 따른 EC의 변화는 PF LC-lite배지에서 아랫부분과 윗부분의 EC가 유사하여 전 구역에서 EC $2.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 의 범위로 변화하여 다른 배지 보다 균일하였다. 슬래브 종류에 따른 pH 변화는 배지 내 상하부의 위치에 따른 pH를 비교하였을 때, EC변화 보다 큰 차이가 없었지만, 암면배지는 평균적으로 pH 6의 범위에 있었고, PF배지는 pH 5의 범위를 나타냄.

34. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 온실 내 환경변화 측정을 통한 온도저감 효과 구명

광도, 유리온도, 지온은 광선택적 차광제 No. 3를 도포하였을 때 효과가 가장 좋았다. 광선택적 차광제(GreenShade)를 도포 하였을 때 자외선과 적외선 영역에서 차광효과가 높았으며, 광합성

활성광영역인 400~700nm에서는 차광제 도포 처리구에서 대조구와 유사한 광투과율을 보여 광합성에 효율적인 광투과율이 나타남을 입증하였다. 근적외선 영역인 800~2,500nm까지의 영역에서는 차광제를 도포한 유리에서 효율적으로 적외선 광투과율을 차단하여 이를 온실 차광제로 활용할 경우 광합성 활성을 증대시킴과 동시에 온실내부의 온도를 효율적으로 낮출 수 있을 것으로 판단됨. 위치에 따라 광선택적 차광제(GreenShade)를 도포 하였을 때 식물의 광합성에 효율적인 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)의 투과율을 높여서, 식물 생육과 수량을 증가 시키고, 근적외선(NIR: Near Infrared)영역을 차단함으로써 식물체 온도상승을 감소시킬 수 있으며, 작물에 스트레스를 줄이고 건전한 생육을 유도할 수 있다는 결과를 도출함.

35. 신개발 광선택적 차광제의 광투과도, 광도 및 내구성변화 측정

광선택적 차광제 GreenShade No. 2, No. 3, No. 4의 시제품을 1:4, 1:7, 1:9의 처리농도별로 유리판넬에 살포 후 광도, 유리온도, 지온 및 내구성을 측정한 결과 처리간 유의차를 나타냈다. 차광제 No. 3 시제품을 도포하였을 경우 유리온도, 지온을 현저히 낮출 수 있었고, 효율성이 높았지만, 시간이 경과함에 따라 내구성이 낮아지는 문제점이 발견되었다. 차광제 도포 처리구에서 자외선과 적외선(열선) 투과율을 현저히 낮추는 긍정적인 효과를 나타내었으며, 광합성활성광 영역(400~700nm)에서 차광제 처리구의 광투과율이 높아 작물의 광합성에 효율적인 광을 투과하는 긍정적인 효과를 입증함. 근적외선 영역(800~2,500nm)인 열선의 광차단 효과는 고농도인 1:4비율로 처리 하였을 때 가장 효율적으로 나타남.

36. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 작물 재배실험을 통한 차광효과 구명

고농도의 차광제 처리구일수록 고추의 엽장, 엽폭의 값이 유의적으로 높은 것을 볼 수 있었으며, 대조구보다 20, 40, 60%로 처리한 처리구에서 식물체의 잎, 줄기와 배지의 온도가 더 낮게 나타나 유의성을 보였다. 시간에 따른 온실내의 온도변화는 60%의 차광율과 20%의 차광율로 처리된 온실에서 크게는 7℃까지 차이가 나 차광률이 높을수록 온실 내 온도하강 효과를 입증하였다. 또한, 차광률이 증가함에 따라 광도가 낮아졌으며, 하절기 광도를 낮춰주는 효과가 있었다. 차광율의 증가에 따라 UV와 NIR을 차단/감소하여 온실내 식물체와 공기 온도를 낮춰주는 효과가 입증되었다.

37. 슬래브형 페놀릭폼 배지의 높이에 따른 양액분포와 화학성

4.5cm 높이의 PF 슬래브 배지에서의 가장 넓고 균일한 양액의 분포와 흐름을 나타내었다. 슬래브 배지의 높이가 높을수록 염색된 양액의 분포가 좁은 원추형으로 염색되었다. pH는 양액 공급지점에서 가장 낮은 값으로 측정 되었으며, 4.5cm 높이의 PF배지에서 상부와 하부의 pH의 차이가 가장 작게 나타났음. EC는 암면에서 배지의 중심에서 오른쪽과 왼쪽의 차이가 가장 작았으며, 상부와 하부의 EC차이는 높이 4.5cm의 phenolic foam 배지에서 가장 작았다. 슬래브 배지의 높이가 낮을수록 균일한 양액의 분포를 나타냈으며, 배지의 pH는 양액 공급지점에서 가장 낮았고, EC는 양액 공급 지점과 배지의 하부에서 가장 높은 값을 나타냈음. 슬래브 배지의 pH와 EC는 높이가 큰 배지일수록 상부와 하부의 차이를 크게 나타내었다.

38. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 작물 재배실험을 통한 차광효과 구명

높은 농도의 차광제(40, 60%) 처리구에서 ‘적치마’ 상추의 엽장, 엽폭, 엽면적이 높게 나타났으

며, 식물체의 온도 역시 차광제 처리구에서 저감효과를 보임. 온실내부의 온습도는 차광률이 높아질수록 변화의 폭이 적었으며 변화 속도도 느려지는 긍정적인 효과를 나타내었다.

39. Phenolic foam용 수지 및 발포 기술 개발

배지용 발포 폼 제조에 사용되는 페놀수지는 2.3의 Formaldehyde/phenol의 몰비로부터 합성된 페놀수지가 최적의 조건이었으며, 이렇게 제조된 수지는 6.0% 이하의 잔류페놀함량을 보였다. 페놀 수지 제조조건에 있어서 페놀대비 2 중량비의 염기성촉매와 23 ~ 25 cst의 점도에서 합성된 수지가 우수한 재연성과 foaming reactivity를 보였다. 위의 조건에서 합성된 수지는 약 8%의 수분함량, 5,000~ 15,000 cps의 점도, 75~85%의 고형분, 산경화제와 반응할 경우 130~150C의 Tmax를 보였다. 제조된 페놀수지 대비 3중량비의 계면활성제, 32.5 중량비의 산경화제, 17.5중량비의 발포제에서 좋은 발포비율과 친수성을 나타내었다. 위 공정에서 얻어진 phenolic 원예용 배지는 85%이상의 공극률, 95%이상의 open cell 함유, 100~500um의 cell size를 가지고 있다. 위 공정에서 얻어진 phenolic 원예용 배지는 0.021g/cm³의 밀도, 무게당 40.5배의 수분흡수율, 0.033 sec/g의 수분흡수시간 및 3.63%의 drainage의 성질을 나타내었다.

40. Phenolic foam 견본제품 제작

40L 플라스틱 버킷에 합성된 수지 20kg을 넣고 이어서 계면활성제 0.8~1kg 정도를 넣고 10분가량 100rpm이하의 저속에서 교반을 시켜주었다. 이후 발포제 3kg를 넣고 500rpm으로 5분가량 교반해 주었다. 마지막으로 산경화제 7kg 정도를 추가 한 후 1,000rpm으로 교반속도를 올려서 30초가량 혼합시켰다. 혼합 후 서서히 경화가 시작되는데 이때 미리 준비해둔 몰드에 부어주면서 서서히 안정적으로 부풀어 오르도록 평형을 유지시켜 주었다. 배지용으로 사용하기 위해 기존에 사용되고 있는 압면제품의 모양과 비슷하게 발포 폼을 제단 하고, 홈 가공 등을 하여 단계별 견본을 제작하였다. 먼저 발아시험을 위해 작은 원통형 모양(펠릿형)의 견본을 제작하였다. 발포 폼을 사각 형태로 제단한 후 직경 2cm 높이 2.7cm의 원통형 도구를 사용하여 발아용 배지를 만들었다.

41. Phenolic foam과 압면의 비교 연구

제조된 배지용 발포폼은 가밀도 14~18kg/m³의 특성을 보여 압면의 66kg/m³보다 우수한 특성을 보였다. 제조된 배지용 발포폼의 총공극은 99%로 압면의 총공극 97%보다 우수한 특성을 나타내었다. 발아시험 결과 지하부에서 압면에 비해 개발 배지(LC-lite)의 생육 결과가 좋았다.

42. Phenolic foam 가공 기술 개발

배지용으로 사용하기 위해서 기존에 사용되고 있는 압면제품의 모양과 비슷하게 발포 폼을 제단 하고 홈가공 등을 하여 단계별 견본을 제작하였다. 먼저 발아시험을 위해 작은 원통형 모양의 견본을 제작하였다. 발포폼을 사각형태로 제단한 후 직경 2cm 높이 2.7cm의 원통형 도구를 사용하여 발아용 배지를 만들었다. 발아 후 이식용 배지로 사용하기 위해 발포폼을 10cm x 10cm x 6.5cm의 크기로 절단 한 후 중앙 부위에 직경 2cm 높이 3cm의 구멍을 파고 바닥부분에는 홈을 일자형의 2줄홈을 내어 샘플을 만들었다. 가공된 샘플은 2중 비닐을 이용하여 포장하였다. 마지막으로 정식단계에 사용할 슬래브 제작을 위해서는 폭 15cm, 길이 100m, 높이 7cm의 직사각형 블록형태로 절단 제작한 후 비닐을 씌워 사용하였다. 정식용 슬래브 비닐포장

을 위해 자체 제작한 포장기기를 사용하였다.

43. 산업화 및 실용화를 위한 가능성 검증

발아율은 약간의 차이가 있었지만 4개의 처리구가 다 비슷했고 평균 발아일수는 LC sheet, LC-lite sheet, 암면, LC-lite pellet 순으로 빨랐다. 생육에서는 LC-lite sheet가 눈에 띄게 좋은 생육을 보였다. 기존의 방식 이었던 LC-lite pellet이 가장 좋지 못한 생육을 보였다.

44. 차광제의 효과적인 도포 및 박리 방법

두 종류의 노즐 모두 도포 용이성 및 도막 안정성은 차이가 없었다. 다만, 희석액 소모량 및 작업 시간의 차이가 발생하는 이유는 두 노즐의 분사 형태 및 적용 면적의 차이에서 오는 것으로 판단된다. 경제성을 고려하면 차광제 전용 노즐을 사용하는 것이 바람직하며, 작업 소요 시간을 고려하면 농약 분무용 노즐을 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 이는 다른 관점에서 보면 직접 작업을 하는 온실의 경우 차광제 전용 노즐을 사용하는 것이 바람직하며, 대행업체의 경우 농약 분무용 노즐을 사용하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 도포 용이성 및 도막 안정성의 경우 분사 방법에 따라 차이가 발생할 가능성이 높은 것이 사실이나, 차광제의 분사 상태를 눈으로 확인하며 작업하기 때문에 두 방법에 따른 차이가 없다고 봐도 무방할 것으로 판단된다. 차광제 희석액 소모량에 비해 박리제 희석액 소모량이 적은 것은 박리제의 특성으로, 계면활성제의 작용에 의해 차광제에 비해 상대적으로 적은 양으로도 표면 전체를 원활히 덮을 수 있기 때문일 것으로 추측된다. 두 조건 모두 박리력에는 차이가 없는 것으로 관찰되었다. 차광제 분사 조건과 결과는 큰 차이가 없었으며, 시간 비교지수에서 차광제 분사에 비해 차이가 줄어든 것은 박리제 분사 후 행굼수 분사까지 확보되어야 하는 접촉시간 5분을 유지하기 위해 분사의 연속성이 떨어졌기 때문으로 판단된다. 경제성을 고려하면 차광제 전용 노즐을 사용하는 것이 바람직하며, 시간을 고려하면 농약 분무용 노즐을 사용하는 것이 좋은 것으로 판단된다.

45. 차광제 도포에 따른 경제성 분석

개발 제품의 단가는 수입품을 1로 기준하였을 때, 차광제는 0.69, 박리제는 0.63의 지수를 나타내고, 소모량은 20% 차광률 기준 수입품 1 기준 차광제는 0.83, 박리제는 0.80의 지수를 나타내었다. 단가 및 소모량을 종합한 비용적인 측면에서 분석해보면, 수입품 1 기준 차광제는 0.58, 박리제는 0.50을 나타내어 차광제와 박리제를 포함한 전체 비용에서는 수입품 1 기준 0.55의 지수를 나타내어 개발품이 수입품 대비 약 45%의 절감 효과가 있는 것으로 판단할 수 있었다. 금액을 구체적으로 보면, 1ha 온실 기준 순수한 차광제와 박리제의 소요 비용은 수입품의 경우 6,855,900원이 소요될 것으로 예측되었고, 국산 개발품은 이 비용의 약 55%인 3,791,500원이 소요될 것으로 판단되었다. 개발품인 선택적 차광제를 농가에서 적용할 경우, 차광 및 박리에 소요되는 용역 등의 전체 비용을 고려하여도 농가에서는 약 11.6%의 소득이 증가될 것으로 예측되었다.

46. 차광제의 살포 시기에 따른 작물에의 효과

고온기 온실 내부의 온도저감을 통한 에너지 비용 절감과 고온극복을 통한 작물의 안정적인 생육을 위해 온실 내부의 온도를 상승시키는 적외선은 차단하고, 광합성활성광인 가시광선은

투과시키는 차광제 개발품 GreenShade(광선택적 차광제)의 도포용이성, 도막안정성이 국내 온실의 대부분을 차지하는 플라스틱온실에 우수한 것으로 확인되었고, 작물의 영향성 측면에서 본 실험에 채택된 장미를 재배하는 수출하는 농가에 적용할 경우 고품질 절화의 생산을 통해 경쟁력 확보와 더불어 소득증대 및 수출증진에 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다. 더불어 우리나라에 더욱 심각하다고 보도되는 세계적인 기후변화와 수질조건이 열악한 농가에서도 걱정 없이 사용할 수 있도록 보다 내구성이 개선되어 우리나라의 실정에 적합한 차광제의 보급이 시급할 것으로 판단된다. 딸기하우스의 온도강하 효과는 55%차광망>전체광차광>광선택적차광 순이었다. 딸기의 건물중은 전체광차광>광선택적차광>55%차광망 순이었다. 딸기 수량은 55%차광망 처리에 비하여 전체광차광과 선택적차광 처리에서 23% 이상 증가하였다. 딸기 당도는 55%차광망 처리의 8.3°Brix에 비하여 전체광차광과 선택적차광 처리에서 증가하였다.

47. 온실용 차광제 전용 박리제 성능 보완 실험

차광제의 회석 및 도포 시 지하수를 사용할 경우 높은 경도 등의 요인들이 차광제의 내구성을 약하게 하고, 이로 인해 우리나라에서 빈번하게 발생하는 집중호우 시 차광제의 유실이 이루어지게 되면 원하는 기간 동안 도막이 유지되지 않는 문제점을 유발하게 된다. 이러한 문제점을 해소하기 위해 ‘금속이온봉쇄제’ 또는 ‘금속이온격리제’를 도입하면 차광제의 내구성을 개선 및 강화시킬 수 있을 것으로 판단된다.

48. 온실용 차광제 및 전용 박리제의 환경 영향 평가

온실용 차광제 및 전용 박리제의 사용 빈도수와 농도를 고려했을 때 일반적으로 쓰이는 샴푸와 COD, BOD, 생분해도 값이 비슷하다고 판단되며 4대 중금속은 검출 한계 이하로 측정되었고, 휘발성 유기화합물 또한 환경마크 인증 기준치 이하로 측정되어 환경에 악영향을 미치지 않을 것으로 판단한다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

1. 연구성과

가. 기술실시(유상기술 실시 2건)

(1) 대성씨앤에스(주)

(가) 농업용 차광제 실증 실험(작물への 영향성, 온실 내 미기상 등) 및 성능검증결과

(2) 한국스미더스오아시스(주)

(가) 수경재배용 국산배지 가공기술 개발

나. 논문발표(7편 논문게재 및 27편 발표)

(1) 논문투고 및 출판

(가) SCI급 논문(2편)

(나) 비SCI급 논문(5편)

(2) 학술논문 발표

(가) 포스터발표(27편)

다. 특허출원 및 등록(4건 출원 및 1건 등록)

(1) 특허출원(4건)

(2) 특허등록(1건)

라. 교육지도(30건)

마. 언론홍보(18건)

바. 저서(1건)

사. 국제학회 발표(1건)

아. 상품화(5건)

자. 매뉴얼 개발(4건)

차. 정책자료(5건)

2. 성과활용 계획

- 가. 국내기술력으로 제조한 수경재배용 과채류(파프리카, 토마토)의 생육단계별 과중용 플러그, 육묘용 큐브, 재배용 슬래브 등을 국내 수경재배농가에 보급하고 이의 활용방법을 현지 농가교육 및 매뉴얼로 제작하여 보급
- 나. 관행으로 사용하던 배지와는 차별화된 이화학성이 한층 업그레이드된 화훼류(장미, 포인세티아, 칼라코에, 국화) 번식용 국산배지의 공급
- 다. 기존 암면과 코코피트 등의 관행배지와의 대체효과를 통한 국산배지 생산 및 이의 역수출을 통한 국가경제 발전기여, 경제성 및 작물의 생산성 향상에 기여
- 라. 주요 시설재배 과채류(토마토, 파프리카)의 수경재배용 생육단계별 재배실험으로 최적배지 선별을 통한 과학적 데이터에 입각한 농가재배 및 소득향상에 기여
- 마. 생육단계별 재배실험을 통해 개발된 재배 매뉴얼의 보급 및 확산
- 바. 수입대체 저가형 고효율 배지의 농가보급
- 사. 하절기 온도 저감효과가 우수한 온실용 선택적 차광제 개발 및 제품화, 산업화
- 아. 도포방법이 쉽고, 전용 박리제를 통해 간편하게 제거할 수 있는 제품의 개발
- 자. 고품질 생산과 수입대체로 농가 소득향상 및 농자재 제조회사들의 신소득 창출
- 차. 생육단계별(과중용, 육묘용, 재배용) 개발 신배지의 특허출원 등록 및 상품화
- 카. 국내 유일의 광선택적 차광제의 특허출원 등록 및 상품화
- 타. 개발 신배지와 광선택적 차광제의 참여업체로의 기술이전 및 제품의 국내생산, 시판 및 해외수출
- 파. 국내외 저명 원예관련 학회지에 포스터 발표, 논문투고(SCI급 및 연구재단등재지 게재 등)
- 하. 본 과제의 연구수행으로 참여한 학부생, 대학원생의 인력양성 및 향후 배지제조회사 및 차광제 생산회사의 고급인력으로 입사
- 거. 국내외 언론홍보를 통한 배지와 차광제 관련 연구자, 재배자 및 산업체 관련자들과 정보의 공유 및 확산을 통한 개발품의 대외적인 브랜드 창출과 기반구축

SUMMARY

Development of a phenolic foam medium and a white wash agent to replace import for hydroponic culture of major greenhouse crops

This research was conducted in an effort to meet the need for the development of a phenolic foam medium and a white wash agent to replace import for hydroponic culture of major greenhouse crops. The research had the following two objectives: 1) Development of a novel inert phenolic foam medium comprising the pellet, cube, sheet, and slab types for production of vegetable (paprika and tomato) and ornamental crops (rose and chrysanthemum), and 2) development of a photo-selective white wash shading agent and also a cleaning agent for reducing excess heat radiation and optimizing the amount of natural growth light in plastic and glass house type greenhouses for the adaptation and growth of both vegetable and ornamental crops, and also comparison of the developed greenhouse shading products with the presently imported products used commercially.

1. Use of phenolic foam as a growing medium for commercial cultivation of tomato 'Superdoetaerang'.

This study was conducted in a glasshouse to examine the possibility of producing tomato plug seedlings using various inorganic growing media. Plug seedlings of 'Superdotaerang' tomato were grown in four media namely, granular rockwool, rockwool, phenolic foam #1, and phenolic foam #2 as a pellet type. A commercial plug medium, rockwool pellet was used as the control. All seeds were sown in 240-cell plug trays (60 cm x 41 cm x 5 cm) on January 22, 2010. Seeds were germinated in a growth chamber for three days and then seedlings were grown in a greenhouse in a completely randomized design with a nutrient solution supplied by a subirrigational method. Seedling growth was measured at 32 days after sowing. Seedlings in all treatments showed similar growth as those in the control. Plant height, and fresh and dry weights were significantly greater in the granular rockwool medium than those in the other media. However, seedlings grown in phenolic foam #1 or phenolic foam #2 had similar growth characteristics as compared to the control (rockwool pellet). The

medium pH was the highest in the granular rockwool, and medium EC was the highest in phenolic foam #1, although no nutrient toxicity symptoms were observed. The results obtained suggest that phenolic foam #1 and phenolic foam #2 may be used as a new material in the commercial scale production of plug seedlings of 'Superdotaerang' tomato.

2. Use of pellet and cube type phenolic foam as the medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika.

This study was conducted to examine the possibility of producing paprika plug seedlings in a newly developed inert phenolic foam medium. The pellet type was developed as the germination medium and the cube type as the growing medium for transplanted seedlings in the greenhouse. Seeds of 'Fascinato' paprika, sown in 240-cell plug trays (60 cm × 41 cm × 5 cm) on August 12, 2010, were germinated in a growth chamber (25°C, 80% RH, dark) for 4-5 days and then seedlings were grown in a glasshouse with a nutrient solution supplied by an overhead irrigation system. After 2 weeks, uniform plug seedlings fully grown in the pellet type were selected and transplanted into the cube type media for further growth in a completely randomized design. Growth of transplanted seedlings in two types, each of phenolic foam LC and RC was compared after 30 days against that in the corresponding rockwool medium manufactured by two companies, Grodan Co. Ltd., Denmark and UR Co. Ltd., Korea as the control. Growth parameters measured were plant height, leaf width, leaf length, leaf area, stem diameter, number of leaves, length of the longest root, number of roots, root grade, fresh and dry weights of shoot, and chlorophyll concentration. The medium pH and EC were the highest in the Grodan rockwool. Overall, phenolic foam LC and RC produced seedlings with a similar growth as the rockwool control. The greatest root grade was found in seedlings germinated in the Grodan pellet and transplanted into UR cube. Dry weight of shoot was the greatest in seedlings germinated in the Grodan pellet and transplanted into the RC cube. Plant height, leaf area, and fresh weight of shoot were greater in seedlings germinated in the RC pellet and transplanted into RC cube than those in a LC pellet and LC cube combination. The results suggested that both LC and RC foam have a great potential to be used in the production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika.

3. Use of shading paint cleaner to remove shading paint applied to a glasshouse.

Due to high solar radiation during summer in Korea, some glasshouse crops need to be cultivated in glasshouses applied with a white paint in order to avoid negative consequences of intense sun radiation, high leaf temperatures or plant burning. In Europe, some shading paint products are already widely used. A Korean company has

recently developed a shading paint cleaner to be used for removing shading paint applied on glasshouses. This experiment was performed in a Venlo-type glasshouse at Gyeongsang National University. A shade paint (Greenshade Co. Ltd., Korea) was sprayed using a power sprayer on June 22, 2010, and a shade paint cleaner at different dilution ratios of shade cleaner and water (1:5, 1:7, or 1:9) was applied on November 20, 2010 using a paint roller. Different exposure time (30 seconds, 10 minutes, or 24 hours) and water with different levels of hardness (50, 150, or 300 ppm CaCl_2) were evaluated. For the measurement of the degree of shade paint removal, light transmittance of the glass was measured. Shade paint cleaner at all dilution ratios showed a similar light transmittance, although the 24 hours exposure time gave better cleaning effect than the others. Among all the treatment combinations, the best cleaning was achieved with a 1:7 dilution ratio and the 24 hours exposure time.

4. Analysis of the shading effectiveness of photo-selective white wash agents on glass.

Photo-selective white wash agents have been the latest development to block solar radiation on the greenhouse roof in the summer season. They block near infrared radiation (NIR) and transmit more photosynthetically active radiation (PAR) than their traditional counterparts. During the summer season, excessive temperature increase caused by NIR negatively affects growth and development of greenhouse crops. A high PAR and a low NIR transmission of the greenhouse covering materials may improve environment for the crops. These products are already commonly used in European countries, but not in Korea, Japan, Kenya, Colombia, and Ecuador. A study was conducted to evaluate three different shading materials, Redusol, Reduheat (Mardenkro Co. Ltd., the Netherlands), and Greenshade (Daesung C&S Co. Ltd., Korea) for their photo-selectivity on the glass. The experiment was conducted on the roof of a concrete building in Gyeongsang National University at midday (13:00–14:00). Each shading agent was first coated on the rectangle glass (600 mm x 650 mm x 5 mm). Light transmittance of each coated-glass was measured to get the absolute irradiance spectrum analysis in the range of 300–2,600 nm: 300–400 nm, ultraviolet radiation; 400–760 nm, PAR; and 760–2,600 nm, NIR. When the full sunlight was assumed to be 100%, transmittance in the PAR was 88% for uncoated glass (the control), 60% Greenshade, 50% Redusol, and 34% Reduheat. The shading percentage in the NIR was the greatest in the Greenshade, followed by Reduheat, Redusol, and uncoated glass. These results looked promising for the use of photo-selective white wash agents in a commercial scale production for glasshouse crops.

5. Growth and flower yield of cut roses as affected by the growing medium.

This study was conducted to investigate effect of the growing medium on the growth and flower yield of two cut rose cultivars (*Rosa × hybrida* Hort. ‘Rock Fire’ and ‘Bubble Pink’), and to examine the potential use of newly developed phenolic foam as a medium for rose cultivation. The single nodal cuttings, each with a five-leaflet leaf, were stuck in rockwool cubes (5 cm × 5 cm × 5 cm, Myung Sung Placon Ltd., Korea) on April 19, 2010. After 31 days, rooted uniform samplings were transplanted to two different media, either phenolic foam (foam 3813-4, 10 cm × 15 cm × 100 cm, Smithers Oasis Co., Korea) or rockwool slabs (10 cm × 15 cm × 100 cm, Grodan, Denmark) in a completely randomized design on bench in the glasshouse. A nutrient solution was supplied uniformly through a drip irrigation system. Flower yield and quality were investigated for three successive harvests during a period of 10 months. Growth parameters measured were stem length, flower width, stem diameter, number of five-leaflet leaves per stem, number of flowers per stem, stem fresh weight, number of harvested cut flowers per plant by grade, and total yield. Overall, the phenolic foam produced cut roses with a similar growth and quality as the rockwool slabs. In a standard type ‘Rock Fire’, stem length and number of harvested cut flowers per plant by grade were greater in rockwool slabs than phenolic foam. However, stem diameter, number of five-leaflet leaves per stem, stem fresh weight, and total yield were not significantly affected by the growing medium in ‘Rock Fire’. Effect of growing medium on growth and flower yield was not significant in ‘Bubble Pink’. The results suggested that phenolic foam as a medium has potential to be used in rose cultivation.

6. Use of pellet type phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of ‘Fascinato’ paprika.

This study was conducted to examine the possibility of producing paprika plug seedlings in a newly-developed inert phenolic foam medium. Plug seedlings of ‘Fascinato’ paprika were grown in four pellet type media, Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), and phenolic foam LC and phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea). Seeds, sown in 240-cell plug trays (60 cm × 41 cm × 5 cm) on May 30, 2011, were germinated in a growth chamber (25°C, 80% RH, dark) for 4-5 days and then seedlings were grown in a glasshouse with a nutrient solution supplied by an overhead irrigation system. After 3 weeks, uniform plug seedlings, fully grown, were selected and transplanted into the cube type media for further growth in a completely randomized design. Seedling emergence was checked for 7 days. The medium pH and EC were the highest in the Grodan rockwool. Seedling growth was measured at 47 days after sowing. Growth parameters measured were seedling emergence, plant height, stem diameter, number of leaves, length of the longest root, fresh and dry weights of shoot, and chlorophyll

concentration. The emergence was significantly affected by medium. The greatest emergence was obtained in the Grodan rockwool medium. Also, plant height, leaf area, and fresh weights were significantly greater in the rockwool medium than those in the other media. In phenolic foam LC, seedlings had the lowest plant height, leaf area, and fresh weight. The results suggested that both LC and LC-lite foam have potential to be used in production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika. Further study is needed to improve through the balancing in container capacity, air porosity, or bulk density that meet the physical property as a commercial medium for production of plug seedlings of paprika.

7. Use of cube type phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika.

This study was conducted to examine the possibility of producing paprika plug seedlings in a newly-developed inert phenolic foam medium. Plug seedlings of 'Fascinato' paprika were grown in four pellet type media, Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC, and phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea). Seeds of 'Fascinato' paprika, sown in 240-cell plug trays (60 cm × 41 cm × 5 cm) on May 30, 2011, were germinated in a growth chamber (25°C, 80% RH, dark) for 4-5 days and then seedlings were grown in a glasshouse with a nutrient solution supplied by an overhead irrigation system. After 3 weeks, uniform plug seedlings, fully grown, were selected and transplanted into cube type media for further growth in a completely randomized design. Growth of transplanted seedlings in two types, each of phenolic foam LC and LC-lite were compared after 30 days against that in the corresponding rockwool medium manufactured by two companies as the control. Growth parameters measured were plant height, leaf width, leaf length, leaf area, stem diameter, number of leaves, length of the longest root, number of roots, root grade, fresh and dry weights of shoot, and chlorophyll concentration. Medium pH and EC were the highest in the Grodan rockwool. Dry weight of shoot was the greatest in seedlings germinated in the UR pellet and transplanted into the Grodan cube. Plant height, leaf area, and fresh weight of shoot were greater in seedlings germinated in the UR pellet and transplanted into Grodan cube than those in a UR pellet and UR cube combination. From the results, although growth was the greatest in the control (rockwool pellet and cube), both phenolic foam LC and phenolic foam LC-lite were proven to have potential to be used as a medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika. It is necessary to improve physical properties for commercial use of this new cube type media.

8. Effect of medium on rooting and subsequent growth of three *Rosa Hybrida* cultivars.

The aim of this study was to find out if phenolic foam medium can be used as a rooting medium for cutting propagation of three rose cultivars bred in Korea. The single nodal cutting of *Rosa hybrid* a 'New Carpet', 'Yellow King, and 'Pink Aurora' were stuck in cubes of rockwool, phenolic foam LC or phenolic foam RC, or a commercial propagation medium (Tosilee medium) in a glasshouse propagation bed with fogging (200 s/5 min). After 40 days, rooting and shooting percentages, number of roots, and root length were measured. Of the four media tested, rockwool cube was found to be the best for root induction in 'New Carpet', while phenolic foam LC was suitable for 'Yellow King' and 'Pink Aurora', and the corresponding rooting percentages were 93, 90, and 97%, respectively. Interestingly, the longest root of all cultivars was achieved in the Tosilee medium. Rockwool cubes had more number of roots in 'New Carpet' whereas the Tosilee medium had more number of roots in both 'Yellow King' and 'Pink Aurora'. There was no shoot growth in 'Pink Aurora' in the phenolic foam LC and RC media. Among the cultivars, shooting percentage of 'Yellow King' was the greatest in all types of media used. From the overall results, we can conclude that the Tosilee medium is the best medium for rooting of these rose cultivars.

9. Comparison of the environment changes in the plastic film house as affected by application concentrations of photo-selective white wash agents.

This study was conducted to compare environmental changes in the plastic film house as affected by application concentration of a newly-developed photo-selective white shade agent. Photo-selective white shade agents block near infrared radiation (NIR) which causes less temperature rise in greenhouse and more transmittance of photosynthetically active radiation (PAR) by decreased light blocking than their traditional counterparts. This experiment was performed in arch-type plastic film houses (each with 3 m width x 4 m length x 2.7 m height) at Gyeongsang National University. A shade paint (GreenShade, Daesung C&S Co. Ltd., Korea) was sprayed using a power sprayer on May 17, 2011, and shading ratios of applied shade paint by one time, two times, or three times at 1:9 dilution ratios (shade paint : water, v/v) were 10%, 20%, or 30%, respectively. Non shade paint in the greenhouse roof was used as the control. Changes in air temperature, RH, ground surface temperature, light intensity, and the absolute irradiance spectrum were measured during the experimental period. The air temperature and ground surface temperature in the internal greenhouse by all shade paint treatments was decreased by about 2-5°C, 1-3°C than in the control, respectively. Also, relative humidity in the internal greenhouse had increased by about 4-10%. The shading percentage in the light intensity by the application concentration of shade paint had positive correlations with increasing application concentration of shade agent. Although this experiment was performed without crop cultivation in internal greenhouses, a difference in trend can be expected in the results

when applied outside based on the environmental conditions. The results obtained by evaluating the effectiveness of the tested photo-selective white shade agent looked promising for the use of these photo-selective white wash agents in a commercial scale production for plastic film greenhouse crops.

10. Effect of medium on the rooting and growth of chrysanthemum 'Gaya Wine' and 'Gaya Yellow'.

Two experiments were carried to find out the effect of medium on the rooting and subsequent growth of two chrysanthemum cultivars. Terminal cuttings of 'Gaya Wine' and 'Gaya Yellow', stuck in cubes of rockwool, phenolic foam LC or phenolic foam RC, or a commercial medium (Tosilee medium), were rooted under shade with fogging (200 sec/5 min) on a greenhouse bench. After 20 days, shade was removed and half of the plants were measured for rooting, plant height, number of leaves, leaf area, root length, number of roots, stem diameter, chlorophyll content, and fresh and dry weights. The other half of the rooted cuttings were transplanted for further cultivation in a bed filled with a commercial medium on April 5 and harvested on June 25. A randomized complete block design was adopted with three replications, each consisting of five plants. Irrespective of medium, 100% rooting was observed in both cultivars, and the longest root of 'Gaya Wine' (6.0 cm) and 'Gaya Yellow' (6.3 cm) were observed in the Tosilee and foam RC media, respectively. Both cultivars showed more numbers of roots in the Tosilee (average 9.7 for 'Gaya Wine' and 14.3 for 'Gaya Yellow') medium. For rooting, the Tosilee medium was found to be the best for 'Gaya Wine', and there were no significant differences for 'Gaya Yellow'. In the cultivation experiment, both cultivars had the greatest number of flowers i.e., 154 and 115, respectively, in the Tosilee medium. Results suggest that the Tosilee medium was the best for cutting propagation of these chrysanthemums.

11. Use of pellet type phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Madison' tomato.

This study was conducted in a glasshouse to examine the possibility of producing tomato plug seedlings in a newly-developed inert phenolic foam medium. Plug seedlings of 'Madison' tomato (Syngenta Seed Co. Ltd., Korea) were grown in four pellet type media, Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC, and phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea). Seeds were sown in 240-cell plug trays (60 cm × 41 cm × 5 cm) on August 29, 2011. That were germinated in a growth chamber (25°C, 80% RH, dark) for 4 days and then seedlings were grown in a glasshouse with a nutrient solution supplied by sub-irrigation system. Seedling emergence was checked for 7 days. Seedling growth

was measured at 19 days after sowing. The greatest emergence was obtained in the phenolic foam LC and LC-lite media and the highest medium pH and EC were observed in the Grodan rockwool. Plant height, hypocotyl length, leaf area, dry weights, and fresh weights were significantly greater in the rockwool medium than those in the other media, however the T/R ratio was greatest and thickness of stem diameter was thicker in the phenolic foam LC than those in the other media. The bulk density of the LC-lite medium was obtained about 0.02 g/m³. It was four times lower than rockwool (Grodan and UR) media. The results suggested that both LC and LC-lite foam have potential to be used in production of plug seedlings of 'Madison' tomato. Further study is needed to improve the media quality and potential through the balancing of container capacity, air porosity, or bulk density that meet the physical property as a commercial medium for production of plug seedlings of tomato.

12. Use of slab-type phenolic foam as a medium for cultivation of 'Volcano' paprika.

This study was conducted in a greenhouse to examine the possibility of cultivating paprika using a newly-developed slab-type, inert phenolic foam as the medium. Seeds of *Capsicum annuum* L. 'Volcano' (De Ruiter Seed Co. Ltd.) were sown on July 8, 2011. Seedlings were transplanted into a cube-type rockwool (UR Co. Ltd., Korea) on July 28, 2011. Plants were transplanted to four slab-type (100 cm x 15 cm x 6.5 cm) media, Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Korea), coir (Daeyoung GS, Korea), phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea), and phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea) on August 16, 2011. Plants were fertigated with a nutrient solution through drippers controlled by an automatic water control system. Water potential of all media were set at 80~85% during the taking rooting stage, 63~65% during the fruit setting stage, and 65~67% during the fruit growth stage. Plant height, stem diameter, leaf width, leaf length, main stem length, number of branches, and internode length were measured once every week during cultivation. Fruits were harvested and growth parameters were measured on November 4, 2011. After cultivation, medium EC was the highest in the coir and medium pH was in the range 5.40 to 6.07. Water potential of the LC medium was the lowest during cultivation, requiring more frequent irrigation. Stem length and chlorophyll content were not significantly different. Plant height, stem diameter, number of branches, internode length, and fresh and dry weights of the shoot in the coir medium were the greatest. However, plant height, internode length, fresh and dry weights of the shoot, stem diameter, and leaf length were significantly greater in the phenolic foam media than in the rockwool medium. Pericarp thickness, firmness, and soluble solids contents of fruits in rockwool slab were significantly greater than in other media. Fruit weight, fruit width, fruit length, length of fruit stalk, and fruit stalk diameter were greater in the coir than in other media. The results suggested that both LC and RC foam have potential to be used in cultivation of

'Volcano' paprika.

13. Use of cube-type phenolic foam as a medium for production of young plants of 'Madison' tomato.

This study was conducted to examine the possibility for cultivating plug seedlings and young plants afterward using a newly-developed inert phenolic foam medium. Seeds of 'Madison' tomato (Syngenta Seed Co. Ltd., Korea), sown in 240-cell plug trays (60 cm × 41 cm × 5 cm) on August 29, 2011, were germinated in a growth chamber (25°C, 80% RH, dark) for 4–5 days. Uniform plug seedlings, grown for 15 days in a glasshouse in four pellet-type media, Grodan rockwool (G, Grodan Co. Ltd., Denmark), UR rockwool (U, UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea), and phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea), were selected and transplanted into each of four cube-type media for further growth in a randomized block design, and grown for another 21 days. All media had stable EC of lower than 1.50 dS·m⁻¹ and pH ranging from 7.20 to 7.41 after cultivation. Growth of the young plants in all four cube-type media were similar, regardless of the medium used for raising seedlings in plug trays with pellet-type media, suggesting both cube-type foam LC and RC having the potential to be used as the growing medium in cultivation of young tomato plants.

14. Use of phenolic foam cubes as the medium for cutting propagation of roses.

This experiment was conducted to investigate the feasibility of using different phenolic foam media for cutting propagation of roses on a fogged propagation bed set in a glasshouse. One standard cultivar 'Pink Aurora', and two spray cultivars 'Yellow King' and 'Bubble King' were used as test plants. Rooting and early growth were compared in cube-type propagation media phenolic foam (Smithers-Oasis, Korea) LC[®], LC-lite[®] and RC[®], against those in rockwool (Grodan, Denmark), each with the same volume of 5 cm × 5 cm × 5 cm. Single node cuttings each with a five leaflet leaf and an axillary bud were directly stuck into the pre-wet medium to a depth of about 2 cm. There were no significant differences in budbreaking percentage as affected by the medium in 'Yellow King'. The highest rooting percentage 96.7% was found in rockwool. The greatest number of roots was observed in foam LC and rockwool, and the lowest in foam RC. In 'Pink Aurora', the best shoot growth, such as budbreaking percentage and shoot length, was observed in rockwool, whereas the best root growth was found in foam RC. In 'Bubble Pink', the highest values in budbreaking percentage, shoot length, rooting percentage, root length, and number of roots were observed in rockwool. In 'Yellow King' and 'Bubble Pink', rockwool showed the greatest fresh and dry weights of newly-grown shoot and root. In 'Pink Aurora', the greatest fresh and

dry weights of cuttings and roots were observed in foam RC. Because there were no big differences between the foam media in supporting the rooting and subsequent early growth as compared to the widely used rockwool cube in propagation of rose cuttings, it is believed that foam media tested can also be used as the media for cutting propagation.

15. Use of phenolic foam as a medium for production of rose 'Rock Fire' and 'Feel Lip'.

Rose (*Rosa hybrida*) cultivars were tested in a newly developed inert phenolic foam growing medium under greenhouse conditions. Two cultivars, 'Rock Fire' and 'Feel Lip', were grown in four media, rockwool (100 cm × 20 cm × 7.5 cm, Grodan, Denmark), perlite (Green Biotech Co., Korea), phenolic foam RC (100 cm × 20 cm × 7.5 cm, Smithers Oasis Co., Korea), and phenolic foam LC (100 cm × 20 cm × 7.5 cm, Smithers Oasis Co., Korea). Stem cuttings of both cultivars were rooted in rockwool cubes for 17 days before being transplanted into the test media. Measured growth parameters, such as stem length, number and quality of harvested stems, number of main roots, and contents of inorganic ions, were similar in all media tested, except perlite. These values were the lowest in the perlite. The results obtained suggest that widely used rockwool can be replaced with a new phenolic medium such as phenolic foam RC for commercial scale productions of roses.

16. Analysis of the shading effectiveness of photo-selective white wash agents applied on even-span glasshouse on summer season.

Due to high solar radiation in summer in Korea, some glasshouse crops need to be cultivated in glasshouses applied with a white paint in order to avoid negative consequences of intense sun radiation, high leaf temperatures, or plant burning. In Europe, some shading paint products are already widely used. This experiment was conducted in an even span glasshouse at Gyeongsang National University. A shade paint, GreenShade No. 2, 3, or 4 (Daesung C&S Co. Ltd., Korea) at 1:4 ratio (shade paint : water, v/v) were sprayed using a power sprayer on May 22, 2012. Light transmittance of each coated-glasshouse part was measured to get the absolute irradiance spectrum analysis in the range of 300-2,600 nm: 300-400 nm, ultraviolet radiation (UV); 400-760 nm, photosynthetically active radiation (PAR); and 760-2,600 nm, near infrared radiation (NIR). Full sunlight was used as the control. PAR was significantly higher in the No. 2 and 3. UV was the lowest in the control. When the full sunlight was assumed to be 100%, transmittance in the NIR was 60% in No. 4, 3, and 2. The shading percentage in the NIR was the greatest in No. 4, followed by No. 3, No. 2, and the control. These results obtained are promising for the use of these tested photo-selective white wash agents in a commercial scale production for

glasshouse crops during the summer season.

17. Use of seed tray-type phenolic foam as medium for production of seedlings of 'Rafito' tomato.

A study was conducted in a glasshouse to examine the possibility of producing tomato seedlings in a newly-developed inert phenolic foam medium. Seedlings of 'Rafito' tomato were grown in three seed tray-type media, Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark), phenolic foam LC and phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea). A commercial seed tray-type rockwool was used as the control. Seeds sown in seed trays (250 mm × 500 mm × 38 mm) on July 9, 2012, were germinated in a growth chamber (25 ± 2°C, 90 ± 5% RH, dark) for 4 days and then seedlings were grown in a glasshouse with a nutrient solution supplied by sub-irrigation system. Seed germination was checked at 16 days and growth was measured at 22 days after sowing. The greatest emergence was obtained in the phenolic foam LC-lite. Plant height, epicotyl length, hypocotyl length, stem diameter, number of leaves, leaf width, leaf length, leaf area, shoot fresh and dry weights were significantly greater in the rockwool. Chlorophyll was the greatest in the phenolic foam LC-lite. However, incidence of damping off was about 40-50% in rockwool. The total porosity and container capacity of phenolic foam LC was higher than in the other media. The results suggested that both phenolic foam LC and phenolic foam LC-lite seed tray-type have potential to be used in the production of seedlings of 'Rafito' tomato.

18. Changes in environment in plastic film houses as affected by application concentration of white wash agents.

A study was conducted to examine changes in environment in the plastic film house with peppers growing as affected by shading percentage (0, 20, 40 or 60%) during the summer season. Seeds of *Capsicum annuum* L. 'Morning Putgochu' and 'Sinhong' were sown on April 21, 2012. Scion and rootstock (*Capsicum annuum* L. 'Tantan') were grafted on May 23, 2012. Grafted seedlings were transplanted to the slab-type rockwool medium on July 18, 2012. Plants were supplied with a nutrient solution through drippers which were controlled by an automatic fertigation system. Temperatures of the leaf, stem, medium and air, relative humidity, light intensity, and light quality were measured once a month during the three month (Aug., Sept. and Oct.) cultivation period. In August, leaf and medium temperatures were not significantly different in all shading treatments in the 'Morning Putgochu', while leaf and stem temperatures were the highest in the control (0% shading) in the 'Sinhong'. In September, leaf, stem, and medium temperatures were lower in the 40 and 60% shading treatments than in the 0 and 20% shading treatments in 'Morning Putgochu'.

The highest leaf, stem, and medium temperatures were recorded in the 0% shading treatment in 'Sinhong'. In October, stem temperature was the highest in the control in both cultivars. Plant, medium, and air temperatures were affected by shading percentage, especially the air temperature between 20 and 60% shading treatments was up to 7°C. The difference of relative humidity was up to 13%. Light intensity and temperature were the lowest in the high shading percentages. There were differences observed between months to the measurement and positions to the greenhouse, but not between the cultivars. In light quality analysis, shading blocked UV (ultraviolet) and NIR (near infrared), and therefore, plant, air, and medium temperatures decreased in the plastic film houses, suggesting potential use of these white wash agents to decrease air and plant temperatures in plastic film houses.

19. Distribution of nutrient solution and chemical properties of slab-type media.

This study was conducted to evaluate the distribution of the nutrient solution and chemical properties of several slab-type growing media used in a glasshouse. To evaluate flow patterns of four slabs (Grodan rockwool, UR rockwool, phenolic foam LC, and phenolic foam LC-lite) that were fertigated with a pigmented (bromophenol blue) standard solution with pH 5.5, EC of $2.7 \pm 0.5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. Fives pots in each slab were fertigated three times a day (9:00, 13:00, 17:00) with 30 mL for 5 minutes each. After three days, all slabs were horizontally cut into halves to evaluate the flow patterns. In the rockwool slab, flow pattern was spread more horizontally than in the phenolic foams labs. To investigate EC and pH gradients, slabs were fertigated three times a day (9:00, 13:00, 17:00) with a nutrient solution (pH 6.5 and EC of $2.5 \pm 5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) in five spots, each with 50 mL for 1 minute. After one week, EC and pH were measured in the upper and the lower half of the slabs by extracting the nutrient solution with a syringe in 40 different spots of the slab. The horizontal EC and pH gradients were small in the rockwool slab, while those of phenolic foam LC and LC-lite slabs were not uniform. The results of this study indicate the need for different irrigation time settings for more uniform root zone environmental conditions in the slab type medium.

20. Use of sheet-type phenolic foam medium with irrigation set point for production of seedlings of 'Rafito' tomato.

This study was conducted to examine the possibility of producing tomato seedlings in a newly-developed sheet-type phenolic foam medium in a glasshouse. Seedlings of 'Rafito' tomato were grown in three sheet-type media, rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark), phenolic foam LC, and phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea). A commercial sheet-type rockwool was used as the control. Seeds, sown in the sheet type medium (250 mm × 500 mm × 38 mm) on Oct. 5, 2012, were

germinated in a growth chamber ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $90 \pm 5\%$ RH, dark) for 4 days and then seedlings were grown in a glasshouse with a nutrient solution supplied by sub-irrigation system. In order to ensure the same irrigation level, each treatment was maintained on an electronic balance. All medium were irrigated with a solution formulated by Sonneveld when the amount of water was decreased by 1.5 g from the irrigation set point of each medium. Seed germination rate was checked for 18 days. Seedling growth was measured at 25 days after sowing. The greatest seedling emergence was obtained in the phenolic foam LC-lite. Plant height, epicotyl length, hypocotyl length, stem diameter, number of leaves, leaf width, leaf length, leaf area, length of the longest root, and fresh weight were significantly greater in the rockwool than those in the other media. The highest chlorophyll and ion leakage were obtained in the phenolic foam LC-lite. Plant dry weight was the greatest in the phenolic foam LC. The weight changes in phenolic foam LC-lite was similarly maintained as compared to that in rockwool. These results suggested that sheet-type phenolic foam LC-lite has potential as the germination medium to be used in the production of seedlings of 'Rafito' tomato.

21. Effect of shading methods on growth and fruit quality of paprika in summer season.

This study was carried out to investigate the effect of two shading methods, shading agent spray on the glasshouse and internal shading screen treatment, on the growth and fruit quality of paprika (*Capsicum annuum* L. 'Cupra' and 'Coletti') during summer season cultivation. In the shading agent treatment, a commercial shading agent diluted with water at a ratio of 1:4 was sprayed on the roof of a glasshouse. In the internal shading screen treatment, a 10~20% shaded screen was used during the day time when the sun radiation was greater than $700 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Compared to the unshaded control, photosynthetic photon flux density (PPFD) decreased in the greenhouse in the shading agent (SA) and shading screen (SS) treatments by 20% and 30%, respectively. Lower air temperatures and higher relative humidities were observed in the SA than in both the control and the SS treatment. Time to reach the break point of humidity deficit $8 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ was 2 hours late in the SA than in both the control and the SS treatment. Compared to control, both the SA and the SS treatments showed lower instantaneous temperatures of leaf, fruit, and flower by 2°C , 5°C and 3°C , respectively. There were no differences in number of branches, stem diameter, and leaf size among treatments although both shading treatments promoted plant height in both cultivars. Botrytis infection ratio declined with the SA treatment by 14.7% in 'Cupra' and 22.1% in 'Coletti' as compared to that in the control. Shading increased fruit size in both cultivars, whereas no differences were observed in the number of locules and thickness of fruit tissue among treatments. Shading treatment increased mean fruit weight by a range of 10 to 15 g per fruit, while it decreased soluble solids contents

as compared to that in the control. Similar Hunter values were observed among treatments, while fruit firmness increased slightly in shading treatments. Compared to the control, shading treatments improved marketable fruits by 11.7~22.6% and increased the number of fruits per plant by 4~9.2% in both 'Cupra' and 'Coletti'. The results of this study indicate that shading agent application on the roof of glasshouse would be one of the most effective options to reduce heat stress imposed on the paprika crop in summer cultivation, resulting in improved crop growth and fruit yield.

22. Irrigation method of nutrient solution affect growth and yield of paprika 'Veyron' grown in rockwool and phenolic foam slabs.

This study was carried out to find a reasonable irrigation method of a nutrient solution for the phenolic foam slab (foam LC) used in a trial experiment to substitute the rockwool slab in the production of paprika (*Capsicum annuum* 'Veyron'). 100, 90, and 80 mL of a nutrient solution was supplied per plant each time when the accumulated radiation reached to 100, 90, 80 J·cm⁻², and they were named as the 100-100, 90-90, and 90-80 treatment, respectively. The drain percentage per plant of the 100-100 treatment was high by 33.8% in rockwool and 36.7% in foam LC (Lettuce Cube), and that of 90-80 treatment was low by 30.4% and 33.7%. The water content and EC of the rockwool slab were maintained in the range of 63.6-68.9% and 4.4-5.1 mS·cm⁻¹, while those of the foam LC slab were in the range of 52.9-58.8% and 5.5-6.5 mS·cm⁻¹. The plant height and leaf size of the 100-100 and 90-90 treatments increased in a similar manner, while those of the 90-80 treatment decreased and those of the rockwool were greater than that of the foam LC. Similarly the fruit size and weight of the 100-100 and 90-90 treatments were bigger and heavier than those of the 90-80 treatment. The number of fruits harvested per plant was the greatest in the 90-80 treatment with 8 and 8.3 fruits in the rockwool and foam LC. The number of marketable fruits in the 90-90 treatment in the rockwool and foam LC were the greatest with 18.1 and 18.2, respectively, while those in the 90-80 treatment were 17.2 and 16.8, respectively. The number of unmarketable fruits of the 90-80 treatment was the greatest (1.7-1.8 fruits per plant) in both the rockwool and foam LC, and most of them were small sized or blossom end rot fruits. The yield of the 90-90 treatment was the greatest among the irrigation.

CONTENTS

- Chapter 1. Use of phenolic foam as a growing medium for commercial cultivation of tomato 'Superdoetaerang'.
- Chapter 2. Use of pellet and cube type phenolic foam as the medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika.
- Chapter 3. Use of shading paint cleaner to remove shading paint applied to a glasshouse.
- Chapter 4. Analysis of the shading effectiveness of photo-selective white wash agents on glass.
- Chapter 5. Growth and flower yield of cut roses as affected by the growing medium.
- Chapter 6. Use of cube type phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika.
- Chapter 7. Use of cube type phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika.
- Chapter 8. Effect of medium on rooting and subsequent growth of three *Rosa Hybrida* cultivars.
- Chapter 9. Comparison of the environment changes in the plastic film house as affected by application concentrations of photo-selective white wash agents.
- Chapter 10. Effect of medium on the rooting and growth of chrysanthemum 'Gaya Wine' and 'Gaya Yellow'.
- Chapter 11. Use of pellet type phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Madison' tomato.
- Chapter 12. Use of slab-type phenolic foam as a medium for cultivation of 'Volcano'

paprika.

- Chapter 13. Use of cube-type phenolic foam as a medium for production of young plants of 'Madison' tomato.
- Chapter 14. Use of phenolic foam cubes as the medium for cutting propagation of roses.
- Chapter 15. Use of phenolic foam as a medium for production of rose 'Rock Fire' and 'Feel Lip'.
- Chapter 16. Analysis of the shading effectiveness of photo-selective white wash agents applied on even-span glasshouse on summer season.
- Chapter 17. Use of seed tray-type phenolic foam as medium for production of seedlings of 'Rafito' tomato.
- Chapter 18. Changes in environment in plastic film houses as affected by application concentration of white wash agents.
- Chapter 19. Distribution of nutrient solution and chemical properties of slab-type media.
- Chapter 20. Use of sheet-type phenolic foam medium with irrigation set point for production of seedlings of 'Rafito' tomato.
- Chapter 21. Effect of shading methods on growth and fruit quality of paprika in summer season.
- Chapter 22. Irrigation method of nutrient solution affect growth and yield of paprika 'Veyron' grown in rockwool and phenolic foam slabs.

목 차

- 제 1 장 연구개발과제의 개요
- 제 2 장 국내외 기술개발 현황
- 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과
- 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도
- 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획
- 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보
- 제 7 장 연구시설·장비 현황
- 제 8 장 참고문헌

표 차 례

- 표 1-1. 배지의 종류에 따른 파프리카 ‘Cupra’ 품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아속도, 50% 발아소요일수.
- 표 1-2. 배지종류에 따른 파프리카 ‘Cupra’ 품종의 과중 42일 썬의 생육.
- 표 1-3. 배지종류에 따른 파프리카 ‘Cupra’ 품종의 과중 42일 썬의 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율 및 T/R율.
- 표 1-4. 배지종류에 따른 파프리카 ‘Cupra’ 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.
- 표 1-5. 배지종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 과중 32일 썬 생육변화.
- 표 1-6. 배지종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 과중 32일 썬 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율 및 T/R율.
- 표 1-7. 배지종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 과중 32일 썬 pH와 EC의 변화.
- 표 1-8. 슬래브형 배지의 종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 생육.
- 표 1-9. 배지 종류별 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아속도, 50% 발아소요일수.
- 표 1-10. 배지 종류별 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 20일 썬의 생육.
- 표 1-11. 배지종류별 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 20일 썬 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 건물율, T/R율 및 뿌리등급.
- 표 1-12. 배지종류별 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 전과 과중 후 20일 썬 pH와 EC의 변화.
- 표 1-13. 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 30일 썬의 배지에 따른 생육 변화(Grodan Rockwool Pellet + 4 종류의 큐브 배지).
- 표 1-13. 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 30일 썬의 배지에 따른 생육 변화(Grodan Rockwool Pellet + 4 종류의 큐브 배지)(계속).
- 표 1-14. 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 30일 썬의 배지에 따른 생육 변화(UR Rockwool

Pellet + 4 종류의 큐브 배지).

표 1-14. 파프리카 'Fascinato' 품종의 과중 30일 쟀의 배지에 따른 생육 변화(UR Rockwool Pellet + 4 종류의 큐브 배지)(계속).

표 1-15. 파프리카 'Fascinato' 품종의 과중 30일 쟀의 배지에 따른 생육 변화(LC Pellet + 4 종류의 큐브 배지).

표 1-15. 파프리카 'Fascinato' 품종의 과중 30일 쟀의 배지에 따른 생육 변화(LC Pellet + 4 종류의 큐브 배지)(계속).

표 1-16. 파프리카 'Fascinato' 품종의 과중 30일 쟀의 배지에 따른 생육 변화(RC Pellet + 4 종류의 큐브 배지).

표 1-16. 파프리카 'Fascinato' 품종의 과중 30일 쟀의 배지에 따른 생육 변화(RC Pellet + 4 종류의 큐브 배지)(계속).

표 1-17. 개발 박리제를 이용한 경도, 처리시간, 희석비율에 따른 차광제의 박리 효과(광투과율로 측정).

표 1-18. Effects of substrates on the amount, EC and pH of drain water and water content of paprika in soilless culture.

표 1-19. Effects of substrates on the growth of paprika in soilless culture.

표 1-20. Effects of substrates on the quality of paprika in soilless culture.

표 1-21. Effects of substrates on the yield of paprika in soilless culture.

표 1-22. 배지 종류에 따른 장미 삼목묘의 생장.

표 1-23. 배지 종류에 따른 장미 삼목묘의 수량성 비교.

표 1-24. 펠릿형 배지종류에 따른 파프리카 'Fascinato' 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.

표 1-25. 큐브형 배지종류에 따른 파프리카 'Fascinato' 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.

표 1-26. 펠릿형 배지 종류에 따른 파프리카 'Fascinato' 품종의 과중 후 19일 쟀의 생육.

- 표 1-27. 펠릿형 배지 종류에 따른 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 19일 썬의 엽록소함량, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 건물율, T/R율.
- 표 1-28. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 썬의 생육.
- 표 1-28. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 썬의 생육(계속).
- 표 1-29. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 썬의 생육.
- 표 1-29. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 썬의 생육(계속).
- 표 1-30. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 썬의 생육.
- 표 1-30. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 썬의 생육(계속).
- 표 1-31. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 썬의 생육.
- 표 1-31. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 썬의 생육(계속).
- 표 1-32. 펠릿형 배지의 종류에 따른 파프리카 'Special' 품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아속도, 50% 발아소요일수.
- 표 1-33. 펠릿형 배지종류에 따른 파프리카 'Special' 품종의 파종 후 26일 썬의 생육.
- 표 1-34. 펠릿형 배지종류에 따른 파프리카 'Special' 품종의 파종 후 26일 썬의 엽록소함량, 엽면적, T/R율, 건물율 및 지상부와 지하부의 생체중과 건물중.
- 표 1-35. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Special' 품종의 파종 후 44일 썬의 생육.
- 표 1-35. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Special' 품종의

과종 후 44일 째의 생육(계속).

표 1-36. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Special' 품종의 과종 후 44일 째의 생육.

표 1-36. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Special' 품종의 과종 후 44일 째의 생육(계속).

표 1-37. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Special' 품종의 과종 후 44일 째의 생육.

표 1-37. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Special' 품종의 과종 후 44일 째의 생육(계속).

표 1-38. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Special' 품종의 과종 후 44일 째의 생육.

표 1-38. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Special' 품종의 과종 후 44일 째의 생육(계속).

표 1-39. 배지 종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아속도 및 50% 발아소요일수.

표 1-40. 배지 종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.

표 1-41. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 과종 후 19일 째의 생육.

표 1-42. 배지종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 과종 후 19일 째의 엽록소함량, 엽면적, 뿌리등급, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, T/R율 및 건물율.

표 1-43. 펠릿형 배지의 종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아속도 및 50% 발아소요일수.

표 1-44. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 과종 후 26일 째의 생육.

표 1-45. 펠릿형 배지 종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 과종 후 26일 째의 엽록소함량, 엽면적, 건물율, T/R율 및 지상부와 지하부의 생체중과 건물중.

표 1-46. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.

- 표 1-47. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 40일 째의 생육.
- 표 1-47. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 40일 째의 생육(계속).
- 표 1-48. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 40일 째의 생육.
- 표 1-48. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 40일 째의 생육(계속).
- 표 1-49. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 40일 째의 생육.
- 표 1-49. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 40일 째의 생육(계속).
- 표 1-50. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 40일 째의 생육.
- 표 1-50. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 40일 째의 생육(계속).
- 표 1-51. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 44일 째의 생육.
- 표 1-51. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 44일 째의 생육(계속).
- 표 1-52. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 44일 째의 생육.
- 표 1-52. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 44일 째의 생육(계속).
- 표 1-53. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 44일 째의 생육.
- 표 1-53. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품

종의 파종 후 44일 째의 생육(계속).

표 1-54. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 품종의 파종 후 44일 째의 생육.

표 1-54. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 품종의 파종 후 44일 째의 생육(계속).

표 1-55. 슬래브 배지종류에 따른 파프리카 'Volcano' 품종의 정식 후 80일 째의 생육.

표 1-56. 슬래브 배지종류에 따른 파프리카 'Volcano' 품종의 정식 후 80일 째의 엽면적, 엽록소 함량, 절간장, 지상부의 생체중과 건물중.

표 1-57. 슬래브 배지 종류별 파프리카의 과실 특성.

표 1-58. 슬래브 배지 종류별 과실의 무게에 따른 수확량의 변화.

표 1-59. 농도별 선택적 차광제(GreenShade)에 따른 파종후 71일 째의 상추 생육 변화.

표 1-60. 웨이드 클리너의 농도와 원수의 정도에 따른 차광제의 박리효과 1차 실험.

표 1-61. 웨이드 클리너의 농도와 원수의 정도에 따른 차광제의 박리효과 2차 실험.

표 1-62. 배지 종류별 분국화 '가야와인'의 삼목 후 21일째의 생장.

표 1-63. 배지 종류별 분국화 '가야와인'의 삼목 후 21일째의 생체중과 건물중.

표 1-64. 배지 종류별 분국화 '가야엘로우'의 삼목 후 21일째의 생장.

표 1-65. 배지 종류별 분국화 '가야엘로우'의 삼목 후 21일째의 생체중과 건물중.

표 1-66. 배지 종류별 분국화 '가야와인'의 분화재배 후 60일째의 생장.

표 1-67. 배지 종류별 분국화 '가야와인'의 분화재배 후 60일째의 생체중과 건물중.

표 1-68. 배지 종류별 분국화 '가야엘로우'의 분화재배 후 60일째의 생장.

표 1-69. 배지 종류별 분국화 '가야엘로우'의 분화재배 후 60일째의 생체중과 건물중.

표 1-70. 배지 종류별 장미 삼목묘 '뉴카펫'의 삼목 후 44일째의 생장.

- 표 1-71. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘뉴카펫’의 삽목 후 44일째의 생체중과 건물중.
- 표 1-72. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘엘로우킹’의 삽목 후 44일째의 생장.
- 표 1-73. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘엘로우킹’의 삽목 후 44일째의 생체중과 건물중.
- 표 1-74. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘엘로우킹’의 삽목 후 34일째의 생장.
- 표 1-75. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘엘로우킹’의 삽목 후 34일째의 생체중과 건물중.
- 표 1-76. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘필립’과 ‘락파이어’의 4차 수확 후의 생장.
- 표 1-77. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘필립’과 ‘락파이어’의 4차 수확 후의 수량.
- 표 1-78. Effect of the substrates on the growth of paprika.
- 표 1-79. Effect of the substrates on the growth of tomato.
- 표 1-80. Effect of the substrates on the qualities of paprika.
- 표 1-81. Effect of the substrates on the yield of paprika.
- 표 1-82. Effect of the substrates on the yield of tomato.
- 표 1-83. Effect of irrigation methods of nutrient solution on conditions of the drain and slab of paprika (*Capsicum annuum* ‘Veyron’) in rockwool and phenolic foam slab.
- 표 1-84. Effect of irrigation methods of nutrient solution on the growth of paprika (*Capsicum annuum* ‘Veyron’) in rockwool and phenolic foam slab.
- 표 1-85. Effect of irrigation methods of nutrient solution on the qualities of paprika (*Capsicum annuum* ‘Veyron’) in rockwool and phenolic foam slab.
- 표 1-86. Effect of irrigation methods of nutrient solution on the yield of paprika (*Capsicum annuum* ‘Veyron’) in rockwool and phenolic foam slab.
- 표 1-87. Effect of shading agents on the growth of paprika.
- 표 1-88. Effect of shading agents on the qualities of paprika.

- 표 1-89. Effect of shading agents on the yield of paprika.
- 표 1-90. Effect of irrigation methods of nutrient solution on conditions of the drain, water content, EC and pH in coir and phenolic foam (LC) slab of paprika (*Capsicum annuum* 'Veyron') culture.
- 표 1-91. Effects of irrigation methods on the growth of paprika (*Capsicum annuum* 'Coletti') in the Coir and LC culture.
- 표 1-92. Effects of irrigation methods on the fruit size, weight, pericarp thickness and locules of paprika (*Capsicum annuum* 'Coletti') in the coir and LC slab culture.
- 표 1-93. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 'Rafito' 품종의 발아율.
- 표 1-94. Sheet type배지 종류에 따른 과종 후 23일 째 토마토 'Rafito' 품종의 생육.
- 표 1-95. Sheet type배지 종류에 따른 과종 후 23일 째 토마토 'Rafito' 품종의 생육.
- 표 1-96. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 'Rafito' 발아율.
- 표 1-97. Sheet type배지 종류에 따른 과종 후 23일째 토마토 'Rafito' 생육.
- 표 1-98. Sheet type배지종류에 따른 과종 후 23일째 토마토 'Rafito' 생육.
- 표 1-99. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 6, 7, 8월의 광도, 유리온도 및 지온 (GMO온실).
- 표 1-100. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 6, 7, 8월의 광도, 유리온도 및 지온(33동 온실).
- 표 1-101. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류와 농도에 따른 유리판넬에서의 광도, 유리온도, 지온 및 내구성 측정(6월 13일).
- 표 1-102. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류와 농도에 따른 유리 판넬에서의 광도, 유리온도, 지온 및 내구성 측정(7월 11일).
- 표 1-103. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류와 농도에 따른 유리판넬에서의 광도, 유리온도, 지온 및 내구성 측정(8월 8일).

- 표 1-104. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 8월 ‘모닝꽃고추’의 생육.
- 표 1-105. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 8월 ‘신흥’의 생육.
- 표 1-106. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 9월 ‘모닝꽃고추’의 생육.
- 표 1-107. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 9월 ‘신흥’의 생육.
- 표 1-108. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 10월 ‘모닝꽃고추’의 생육.
- 표 1-109. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 10월 ‘신흥’의 생육.
- 표 1-110. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 4월 ‘적치마’의 생육.
- 표 1-111. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 5월 ‘적치마’의 생육.
- 표 1-112. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 6월 ‘적치마’의 생육.
- 표 2-1. 촉매의 양에 따른 주반응시간.
- 표 2-2. 주반응시간과 반응성과의 상관관계.
- 표 2-3. 산 경화제가 foaming 및 밀도에 미치는 영향.
- 표 2-4. 발포제가 foaming에 미치는 영향.
- 표 2-5. 개발배지(LC, RC)와 압면의 화학성 분석결과.
- 표 2-6. 개발 배지와 압면의 물리성 분석결과.
- 표 2-7. 개발 배지와 압면의 파프리카 발아 비교 실험.
- 표 2-8. 개발배지와 압면의 파프리카 생육 비교 실험.
- 표 2-9. Phenolic foam LC 배지 표준화 항목.
- 표 2-10. 개발 배지 종류별 규격 및 무게.
- 표 2-11. 견본 제품 발송 현황.
- 표 2-12. 압면과 개발배지 발아 조사.

- 표 2-13. 암면과 개발배지 생육 조사.
- 표 2-14. 개발배지 폐고형연료제품 성능 평가.
- 표 2-15. 수입배지 대비 개발 배지 가격 분석.
- 표 2-16. 작물 생장.
- 표 2-17. 과실 수량.
- 표 2-18. 과실 품질.
- 표 2-19. 배지 설치 및 폐기비용.
- 표 2-20. 경제성 분석.
- 표 3-1. 적용 농가.
- 표 3-2. 차광제 소모량 및 도포 용이성.
- 표 3-3. 박리제 소모량 및 박리력.
- 표 3-4. 작물 생장.
- 표 3-5. 과실 수량.
- 표 3-6. 과실 품질.
- 표 3-7. 분사 및 박리 비용.
- 표 3-8. 경제성 분석.
- 표 3-9. 온실용 차광제 및 전용 박리제의 4대 중금속 실험 결과.
- 표 3-10. 온실용 차광제, 전용 박리제, 샴푸의 BOD, 생분해도.
- 표 3-11. 온실용 차광제, 전용 박리제, 샴푸의 VOCs.
- 표 3-12. 온실용 차광제, 전용 박리제, 샴푸의 COD.

그림 차례

- 그림 1-1. 실험에 사용한 배지의 종류별 총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상율.
- 그림 1-2. 실험에 사용한 4종의 배지에 대한 총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상율.
- 그림 1-3. 배지 종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배 과정 동안의 초장 변화.
- 그림 1-4. 실험에 사용한 배지들의 총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상율.
- 그림 1-5. 종류별 차광제의 자외선과 PAR(Photosynthetically Active Radiation: 광합성활성광) 광과장대역에서의 광투과 실험.
- 그림 1-6. 종류별 차광제의 NIR(Near Infrared: 근적외선) 광과장대역에서의 광투과 실험.
- 그림 1-7. 실험에 사용한 펠릿형 배지의 종류에 따른 총공극율, 용기용수량, 기상률 및 가비중.
- 그림 1-8. 실험에 사용한 큐브형 배지 종류에 따른 총공극율, 용기용수량, 기상률 및 가비중.
- 그림 1-9. 실험에 사용한 펠릿(Pellet)형배지의 종류별 총공극율, 용기용수량, 기상률 및 가비중.
- 그림 1-10. 실험에 사용한 배지의 종류별 총공극율, 용기용수량, 기상률 및 가비중.
- 그림 1-11. 슬래브배지 종류별 수분함수량 측정.
- 그림 1-12. 슬래브배지종류에 따른 파프리카 ‘Volcano’ 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.
- 그림 1-13. 슬래브배지종류에 따른 파프리카 ‘Volcano’ 품종의 초장, 경경, 엽장, 엽폭, 분지수 및 절간장의 생육 변화.
- 그림 1-14. 차광제 처리에 따른 온실 내 온도와 상대습도 변화.
- 그림 1-15. 차광제 처리에 따른 온실 내부와 외부의 광과장 변화.
- 그림 1-16. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도에 따른 외부 태양광 하에서의 광과장 측정.
- 그림 1-17. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도에 따른 내부(실험실의 인공광원 사용) 광과장 측정.
- 그림 1-18. 아치형 미니 플라스틱온실의 규격 및 형태.

그림 1-19. 농도별 선택적 차광제(GreenShade)의 플라스틱 온실 외부와 내부의 광과장 변화.

그림 1-20. 슬래브 종류에 따른 pH 변화.

그림 1-21. 슬래브 종류에 따른 EC 변화.

그림 1-22. 슬래브 종류에 따른 총공극율, 용기용수량, 기상 및 가비중 변화.

그림 1-23. 작물 재배실험을 위한 배지의 배치도.

그림 1-24. Change of the drain solution EC of the slabs affected by irrigation methods in coir and phenolic foam(LC) culture.

그림 1-25. 신개발 phenolic foam sheet type배지의 종류에 따른 수분함수량 변화.

그림 1-26. 신개발 phenolic foam sheet type배지의 종류에 따른 무게 변화.

그림 1-27. Sheet type배지를 이용하여 토마토 육묘실험을 진행한 온실 내부 온도와 상대습도 변화(2012년 10월 6일~29일).

그림 1-28. Sheet type배지 따른 배지 무게 변화.

그림 1-29. Sheet type배지종류에 따른 배액량의 변화.

그림 1-30. Sheet type배지종류에 따른 pH의 변화.

그림 1-31. Sheet type배지종류에 따른 EC의 변화.

그림 1-32. 슬래브 종류에 따른 EC 변화.

그림 1-33. 슬래브 종류에 따른 pH 변화.

그림 1-34. 2012년 6월 진주 평균기온, 최고기온, 최저기온, 평균운량 및 강수량.

그림 1-35. 2012년 7월 진주 평균기온, 최고기온, 최저기온, 평균운량 및 강수량.

그림 1-36. 2012년 8월 진주 평균기온, 최고기온, 최저기온, 평균운량 및 강수량.

그림 1-37. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 GMO 온실 내부 광과장(6월 13일 측정).

그림 1-38. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 33동 온실 내부 광과장(6월 13일 측정).

그림 1-39. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 GMO 온실 내부 광과장(6월 27일 측정).

그림 1-40. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 33동 온실 내부 광과장(6월 27일 측정).

그림 1-41. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 GMO 온실 내부 광과장(7월 11일 측정).

그림 1-42. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 33동 온실 내부 광과장(7월 11일 측정).

그림 1-43. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 GMO 온실 내부 광과장(8월 8일 측정).

그림 1-44. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 33동 온실 내부 광과장(8월 8일 측정).

그림 1-45. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 GMO 온실 내부 광과장(8월 22일 측정).

그림 1-46. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 33동 온실 내부 광과장(8월 22일 측정).

그림 1-47. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 내구성 평가를 위한 유리판넬 배치도.

그림 1-48. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류별 유리판넬에서의 광과장 측정(6월 13일). A, No. 2; B, No. 3; C, No. 4.

그림 1-49. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류별 유리판넬에서의 광과장 측정(7월 11일). A, No. 2; B, No. 3; C, No. 4.

그림 1-50. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류별 유리판넬에서의 광과장 측정(8월 8일). A, No. 2; B, No. 3; C, No. 4.

그림 1-51. 12개 온실에 처리된 광선택적 차광제(GreenShade) 실험배치도.

그림 1-52. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 고추 수확량.

그림 1-53. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 미니온실 내부의 온도 변화.

그림 1-54. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 미니온실 내부의 습도 변화.

그림 1-55. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 미니온실 내부의 광도.

그림 1-56. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 온실내부 및 외부의 광과장의 변화.

그림 1-57. 슬래브 배지의 수직과 수평 방향의 pH 변화(A; rockwool slab, B; 7.5 cm phenolic foam slab)(양액 pH = 6.0, EC = 2.0).

그림 1-58. 슬래브 배지의 수직과 수평 방향의 EC 변화(A; rockwool slab, B; 7.5 cm phenolic foam slab)(양액 pH = 6.0, EC = 2.0).

그림 1-59. 4.5cm phenolic foam slab배지의 수직과 수평 방향의 pH와 EC의 변화(양액 pH = 6.0, EC = 2.0).

그림 1-60. 5.5cm phenolic foam slab배지의 수직과 수평 방향의 pH와 EC의 변화(양액 pH = 6.0, EC = 2.0).

그림 1-61. 6.5cm phenolic foam slab배지의 수직과 수평 방향의 pH와 EC의 변화(양액 pH = 6.0, EC = 2.0).

그림 1-62. 12개 온실에 처리된 광선택적 차광제(GreenShade) 실험배치도.

그림 1-63. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 미니온실 내부의 상대습도 변화(2013년 5월 9일~6월 6일까지 측정).

그림 1-64. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 미니온실 내부의 온도 변화(2013년 5월 9일~6월 6일까지 측정).

그림 2-1. 페놀수지 합성 메카니즘.

그림 2-2. 페놀수지 축합반응 메카니즘.

그림 2-3. 페고형 연료제품 시험 성적서.

사 진 차 례

- 사진 1-1. 파프리카 'Cupra' 품종의 과중용 배지선발 육묘실험에 사용된 6종류의 배지.
- 사진 1-2. 배지의 종류별 파프리카 'Cupra' 품종의 과중 후 42일 째 생육결과.
- 사진 1-3. 토마토 'Superdotaerang' 품종의 과중용 플러그 육묘실험에 사용된 4종류의 배지.
- 사진 1-4. 배지종류에 따른 토마토 'Superdotaerang' 품종의 과중 32일 째 생육.
- 사진 1-5. 6종의 슬래브 배지를 이용한 토마토 'Superdotaerang' 품종의 재배광경. 왼쪽, 정식 후의 모습; 오른쪽, 재배과정의 모습.
- 사진 1-6. 슬래브 배지 종류에 따른 토마토 'Superdotaerang' 품종의 재배 후 토마토 과실수량. 왼쪽, 재배 후 처리별 배지에서 수확된 토마토 과실의 모습; 오른쪽, 재배 후 종류별 배지의 토마토 뿌리의 근권발달 형태.
- 사진 1-7. 파프리카 'Fascinato' 품종의 플러그묘의 재배실험에 사용한 펠릿형의 5종류의 배지.
- 사진 1-8. 배지종류별 파프리카 *Capsicum annum* 'Fascinato' 품종의 과중 20일 째 생육.
- 사진 1-9. 파프리카 육묘에서 과중용 펠릿 배지에서의 육묘 후 큐브 배지로의 이식 과정.
- 사진 1-10. 펠릿배지와 큐브배지의 조합에 따른 파프리카 'Fascinato' 품종의 과중 30일 째의 생육.
- 사진 1-11. 온실용 차광제 전용 개발 박리제의 효율적 사용을 위한 물의 경도, 적정 희석농도 및 박리제의 접촉시간구명을 위한 실험광경.
- 사진 1-12. 암면과 개발배지 사용에 따른 장미 삼목묘의 수량성 비교.
- 사진 1-13. 파프리카 'Fascinato' 품종의 육묘실험에 사용된 4종류의 과중용 펠릿형의 배지.
- 사진 1-14. 파프리카 'Fascinato' 품종의 육묘실험에 사용된 4종류의 육묘용 큐브형 배지.
- 사진 1-15. 배지종류에 따른 파프리카 'Fascinato' 품종의 과중 후 19일 째의 생육.
- 사진 1-16. 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 과중 후 45일 째의 생육.
- 사진 1-17. 펠릿형 배지종류에 따른 파프리카 'Special' 품종의 과중 후 26일 째의 생육.

사진 1-18. 펠릿형과 큐브형배지 조합을 통한 파프리카 ‘Special’ 품종의 파종 후 44일 썬의 생육.

사진 1-19. 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Special’ 품종의 파종 후 44일 썬 지하부의 뿌리생육.

사진 1-20. 파프리카 ‘Special’ 품종의 파종 후 44일 썬 생육조사 당시 뿌리 등급기준.

사진 1-21. 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종용 육묘실험에 사용된 4종류의 펠릿형 배지.

사진 1-22. 토마토 ‘Madison’ 품종의 뿌리등급 판단을 위한 기준.

사진 1-23. 배지의 종류별 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 19일 썬 생육결과.

사진 1-24. 배지의 종류별 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 26일 썬의 생육결과.

사진 1-25. 토마토 ‘Madison’ 품종의 육묘실험에 사용된 4종류의 큐브형 배지.

사진 1-26. 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 40일 썬의 뿌리 등급.

사진 1-27. 펠릿형과 큐브형배지의 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 40일 썬의 생육.

사진 1-28. 펠릿배지와 큐브배지의 조합에 따른 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 44일 썬의 생육.

사진 1-29. 펠릿배지와 큐브배지의 조합에 따른 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 44일 썬의 지하부 뿌리의 생육.

사진 1-30. *Capsicum annuum* ‘Volcano’ 품종의 4종류의 슬래브 배지를 이용한 재배광경.

사진 1-31. 이식 후 80일 동안 재배한 슬래브배지의 종류별 뿌리의 생육상태.

사진 1-32. 슬래브배지 종류별 파프리카 과실의 등급별 수확량 측정기준.

사진 1-33. 온실 내 온·습도와 온실 내·외부 광과장 측정 장면.

사진 1-34. 광선택적 차광제(GreenShade)의 살포농도에 따른 광과장 측정 장면.

사진 1-35. 광선택적 차광제(GreenShade)살포와 광과장 측정 장면.

사진 1-36. 농도별 광선택적 차광제에 따른 상추 생육변화 실험광경.

- 사진 1-37. 농도별 선택적 차광제에 따른 과종후 71일 쟀의 상추 생육 변화.
- 사진 1-38. 경도에 따른 차광제 박리 실험 광경.
- 사진 1-39. 슬래브형 배지의 종류별 수분흐름과 확산형태를 알아보기 위한 실험 장면.
- 사진 1-40. 슬래브형 배지의 종류별 물리성 측정을 위한 실험 장면.
- 사진 1-41. 슬래브 종류에 따른 양액흐름과 분포.
- 사진 1-42. *Fusarium*을 이용한 peracetic acid 소독제의 적정 농도 구명을 위한 1차 실험결과.
- 사진 1-43. *Fusarium*을 이용한 peracetic acid 소독제의 적정농도 구명을 위한 2차 실험결과.
- 사진 1-44. 분국화 ‘가야와인’과 ‘가야엘로우’의 번식과 분화 재배에 사용한 4종류의 배지.
- 사진 1-45. 배지 종류별 분국화 ‘가야와인’과 ‘가야엘로우’의 삽목 후 21일쟀의 생장.
- 사진 1-46. 배지 종류별 분국화 ‘가야와인’의 분화재배 후 60일쟀의 생장.
- 사진 1-47. 배지 종류별 분국화 ‘가야엘로우’의 분화재배 후 60일쟀의 생장.
- 사진 1-48. 배지 종류별 장미 삽목묘의 삽목 후 44일쟀의 생장.
- 사진 1-49. 개발배지 RC와 LC에서 번식한 장미 삽목묘의 고사.
- 사진 1-50. 배지 종류별 장미 삽목묘의 삽목 후 34일쟀의 생장.
- 사진 1-51. 배지 종류별 장미 삽목묘의 생장과 수량에 미치는 영향 실험 모습.
- 사진 1-52. Pictures of coir and LC slabs after paprika cultivation.
- 사진 1-53. Sheet type배지 종류에 수분 함수량 변화 추이와 무게 변화 측정실험 광경.
- 사진 1-54. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 ‘Rafito’ 품종의 과종 후 23일 쟀의 생육.
- 사진 1-55. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 ‘Rafito’ 품종의 과종 후 23일 쟀의 생육.
- 사진 1-56. Sheet type배지 종류에 토마토 ‘Rafito’품종의 육묘실험 광경.

- 사진 1-57. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 'Rafito' 품종의 파종 후 24일 쯤의 생육.
- 사진 1-58. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 'Rafito' 품종의 파종 후 24일 쯤의 개별 생육.
- 사진 1-59. 파종 후 24일 동안 재배한 sheet type배지의 종류별 뿌리의 생육상태.
- 사진 1-60. 4종의 슬래브 배지에서의 양액의 확산 형태.
- 사진 1-61. 배지의 위치별 pH와 EC를 측정하기 위해 40 등분 한 모습.
- 사진 1-62. 높이별 신개발 슬래브형 phenolic foam배지와 암면(좌측부터 슬래브 높이가 각각 4.5, 5.5, 6.5, 7.5cm phenolic foam배지와 7.5cm 암면배지).
- 사진 1-63. 차광제 처리 후 외부에서 본 미니온실 모습.
- 사진 1-64. 차광제 처리 후 미니 온실 내부의 상추를 배치한 모습.
- 사진 1-65. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 '적치마' 상추의 생육.
- 사진 2-1. 페놀수지 합성장치(Lab scale 10L 반응기).
- 사진 2-2. 합성 후 제조된 액상형 페놀수지.
- 사진 2-3. 계면활성제 변화에 따른 foam의 셀 조직 비교.
- 사진 2-4. 페놀수지 산 경화 후 모습(수지 100g).
- 사진 2-5. 페놀수지를 이용한 발포 폼 실험 모습(수지 800g).
- 사진 2-6. 20kg base 발포 실험 단계별 사진.
- 사진 2-7. 300kg base 발포 실험 단계별 사진.
- 사진 2-8. 발아단계 배지(플러그) 제작과정.
- 사진 2-9. 이식단계 배지(큐브) 제작과정.
- 사진 2-10. 정식단계 배지(슬래브) 제작과정.

사진 2-11. 파종용 배지.

사진 2-12. LC-lite, RC, 암면, LC의 현미경 사진.

사진 2-13. 개발 배지 slab, cube, pellet 사진.

사진 2-14. 발아단계 배지(펠릿) 제작과정.

사진 2-15. 이식단계 배지(cube) 제작과정.

사진 2-16. 정식단계 배지(슬래브) 제작과정.

사진 2-17. 정식단계 배지(slab) 자동 포장 기계.

사진 2-18. 샘플 발송 사진.

사진 2-19. 개발배지 농가 실증 실험 모습.

사진 2-20. 개발배지 pellet 단계 암면 비교 실험.

사진 2-21. Grow Foam 제품.

사진 3-1. 차광제 전용 노즐 및 농약 분무용 노즐.

사진 3-2. 차광제 분사 모습.

사진 3-3. 박리제 분사 및 행굼수 분사 모습.

사진 3-4. WhiteShade 대상 박리 test 전, 후.

사진 3-5. GreenShade 대상 박리 test 전, 후.

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

1. 연구개발의 목적

- 가. 국내 수경재배농가에서 널리 사용되고 있는 암면 배지의 폐기문제와 코이어 배지의 효용상의 문제점 파악
- 나. 주요 시설재배 작물의 수경재배용 신배지(phenolic foam) 개발 및 최적배지 선발
- 다. 작물별 최적배지로의 개발을 위한 국산 신배지의 가공기술 개발
- 라. 과종용 플러그, 육묘용 큐브, 재배용 슬래브 등 재배단계별 사용 배지의 이·화학성 구명
- 마. 개발 배지의 작물별, 생육단계별 재배실험을 통한 재배매뉴얼 개발
- 바. 전량 수입되어 국내 시판 중인 온실용 차광제의 효용성과 문제점 파악
- 사. 온도 저감효과와 광과장별 선택적 차광효과가 우수한 차광제 및 박리제 개발
- 아. 유리, 플라스틱 온실 등 피복자재별 차광효과와 적용 가능성 검토

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 국내 시설재배 현황 및 시설작물 재배현황

- 가. 우리나라의 시설원예 면적은 2011년을 기준으로 52,000ha이며 이중 비닐온실이 50,000ha, 유리온실이 300ha, 복합형구조 온실이 1,700ha를 차지하고 있음.
- 나. 이러한 온실에서의 생산물로서는 과채류[토마토(5,600ha), 파프리카(367ha)]와 화훼류[장미(1,133ha) 등]가 주를 이루고 있음.
- 다. 토마토 생산량은 20만톤대 내에서 변동하다가 2004년부터 급속히 증가하여 2005~2006년 42만톤대를 유지하며 현재까지 지속적으로 생산량이 증가하고 있으며, 노지재배 보다는 주로 시설내에서의 양액재배가 주를 이룸.



<그림 1. 토마토의 생산량과 재배면적>

라. 우리나라 파프리카 재배는 1994년 재배한 것이 시초이며 재배면적과 생산량도 꾸준히 증가하여 2008년도에는 367ha에 32,778톤으로 급속도로 증가하고 있음.

마. 또한 파프리카는 1996년에 수출용 재배가 시작되었고, 신선농산물 수출의 30%, 일본시장에서 70%에 가까운 점유율을 기록하며 수출대표 작물로 자리매김 하고 있음.

표 1. 국내 파프리카 재배면적 및 생산량.

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
면적(ha)	110	133	149	171	260	249	304	343	367
생산량(ton)	7,500	12,146	15,734	16,380	20,551	21,631	26,378	32,250	32,778

바. 화훼의 생산액은 1990년 약 2,400억 원에서 지금은 약 1조원으로 무려 4배 이상 증가하였으며, 1인당 소비액 역시 1990년 약 5,600원 수준에서 약 2만 원 정도로 커지고 있음.

2. 원예용 배지 개발의 필요성 및 목적

가. 원예용 배지(상토)란 양질묘 생산에 적합한 이화학성 및 생물성을 갖춘 자재로서 식물체를 기계적으로 지지해 주고, 작물의 생육에 필요한 각종 양분과 수분을 공급해 주는 활성화된 물질로서 과채류와 화훼류의 파종, 육묘, 재배 전반에 걸친 생육에 있어서 가장 기본이 되는 요소임.

나. 배지는 작물이 필요할 때 마다 물과 양분을 저장하고 있고, 통기성이 좋아 뿌리에 산소 공급 및 탄산가스의 배출이 용이하며, 뿌리 보호 및 식물체를 지지하여 건강한 상태로 성장하게 하는 역할을 함.

다. 원예작물의 배지재배면적은 1983년에 약 18ha이었으나 2004년에는 약 100ha까지 증가하였으며, 그 중 육묘작물비중이 약 50%를 차지하고 있음.

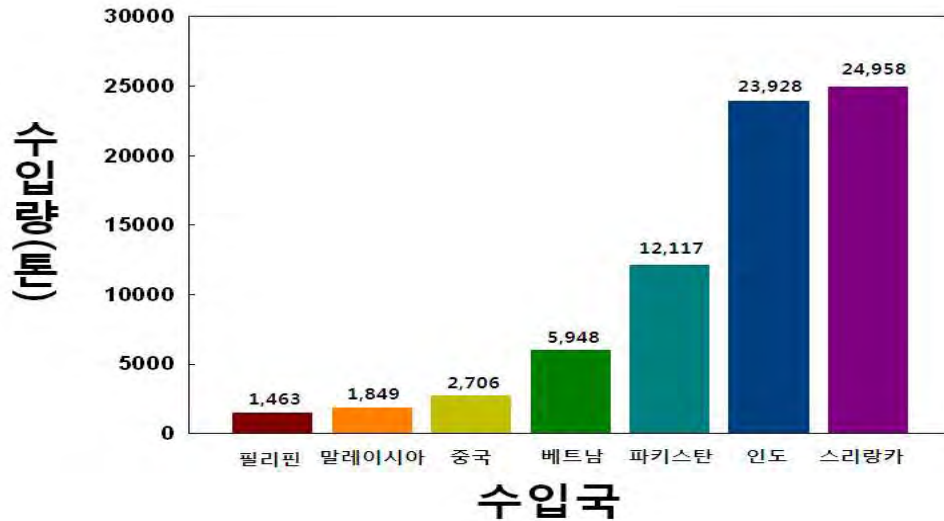
라. 이와 같은 원예용 배지의 시장은 해가 갈수록 증가하며 전국 원예용 배지 소요액은 371억 원으로 추정되고 있음.

마. 한국의 원예용 배지는 1794년부터 시작하여 2000년대까지 녹색혁명, 백색혁명, 세계화를 통한 다양한 범위로 발달하였음.

바. 지금까지는 과채류의 수경재배용 배지로서 암면(rockwool), 코이어, 피트모스 등이 사용되고 있으나 전량 수입에 의존하고 있으며 국내에서 생산 가공되어 저가에 공급될 수 있는 배지의 개발이 절실한 시점임.

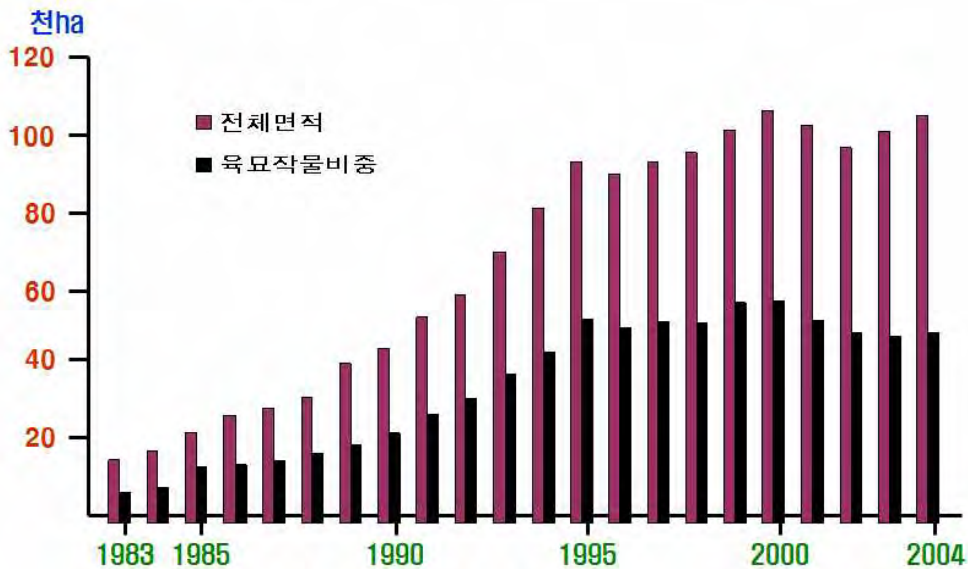
사. 시설재배용 과채류와 화훼류의 파종용 플러그, 육묘용 큐브, 재배용 슬래브 등 각 재배단계 별로 가장 많이 사용되고 있는 배지로 암면(rockwool)과 코이어(coir)가 있음.

아. 이는 전량 외국에서 수입되고 있으며, 특히 스리랑카, 인도, 파키스탄, 베트남 등에서 수입되는 코이어 배지의 경우 제품화 시기(제조년월)와 수입국에 따라 품질이 천차만별이며, 충분히 부숙이 안 된 상태로 염분이 과다하게 집적되어 있는 상태에서 수입되고 있는 실정임(그림 2).



<그림 2. 2009년 코이아 배지의 국가별 국내 수입현황(관세청 주요 무역통계 조사치)>

- 자. 또한 코코피트의 입자의 성분비율(dust, chip, fiber)도 주문한 상태와 다를 수 있으며 슬래브 상에 고루 분포되어 있지 않고 칩이나 섬유질이 혼합되어 있지 않고 단일상태로 좌우측으로 몰려있거나, 상부나 하부에 몰려있어 함수율이 불균일하고 수분관리가 어려울 뿐만 아니라 재배가 불균일한 문제가 야기되고 있는 실정임.
- 차. 코코피트의 allelochemical(allelopathic effects: 타감작용)로 인한 재배상의 문제가 야기되고 있어, 이를 해결하기 위해 최소 6개월 이상 후숙한 후 탈수한 다음 공급해야 하나 주문물량 부족으로 전처리 없이 공급되고 있는 실정임.



<그림 3. 원예작물 중 배지재배 면적 증가추이>

- 카. 파프리카는 도입초기부터 암면을 이용한 수경재배가 대부분을 차지하여 왔으나, 암면의 사

용 후 폐기문제와 비싼 가격 때문에 일부 농가에서 대체 배지인 코이어를 이용해 왔지만, 예전에 사용되었던 코코피트 배지는 재료나 제조공정 등의 문제 때문에 배지가 균일하지 못하고, 암면에 비해 생육단계별 근권의 함수율과 EC조절이 어려워 작과를 균일하게 시키지 못하는 단점이 있음(An 등, 2009).

- 타. 암면은 1987년 IARC(국제암연구센터)에서는 광물면(암면과 석면 포함, 유리면, 광재면)을 발암성물질로 분류하였는데, 1990년부터 1991년에 걸쳐 실시된 광물면 종사자의 폐암발생 조사에서 평균치에 비해 높았지만, 도시지역의 다른 산업종사자와 차이는 없었음.
- 파. EU에서도 암면은 광물면과 함께 발암성 물질로 규정하고 있으며, 폐 속에서 분해속도가 높은 HT-fibre는 폐 속에서 정화속도가 빨라 발암성 물질에서 벗어나게 되었음. 현재 생산되는 제품은 거의 HT-fibre로 만들어지고 있음(Sjostrom, 2000).
- 하. 유럽에서는 폐암면을 수거하여 벽돌가공을 위한 모래나 점토대체물질로 사용하고 있으나, 국내에서는 방출량이 적어 경제성이 부족하기 때문에 거의 전량 폐기하는 수준임.
- 거. 일부는 눈에 뿌리기도 하지만, 경운과정에서 건조해지면 공기 중에 날려 사람에게 영향을 줄 수 있는 가능성이 있으므로 주의를 요하고 있음.
- 너. 암면은 안전성과 환경에 문제가 없다고 주장하지만, 여전히 논란의 여지를 안고 있으며, 실제 재배하고 있는 농가에서도 일부 피부와 호흡기 질환을 호소하고 있기 때문에 대체배지개발 필요성이 큼.
- 더. 코이어 배지는 무기양분을 함유한 유기배지이면서 배지의 pH가 낮고, 초기의 수분 흡착력이 낮아 암면 배지에 비하여 물리 화학적 특성이 다르기 때문에 급액관리도 달라져야 하지만 이에 대한 기준 설정이 되어 있지 않아 전량 수입되는 암면 배지에 준해서 재배하고 있는 형편임.
- 러. 개발하고자 하는 배지는 비유기물인 합성수지 발포체로서 수입대체효과가 크고 기존 관행적으로 사용되어 온 배지의 문제점인 균일성, 가공성, 경량성, 흡수성 및 경제성 등을 개선할 수 있음.
- 머. 또한 생산과정에서 porous type(open cell & closed cell) 조절 및 다양한 특성화 기능 부여를 통해 배지 기능을 최적화 시킬 수 있는 신 개념의 소재로 원예용 배지로서의 활용도가 매우 클 것이라 판단됨.

3. 차광제의 개발의 필요성 및 목적

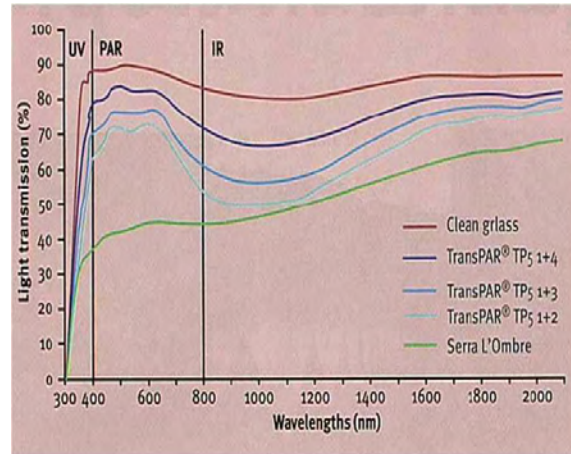
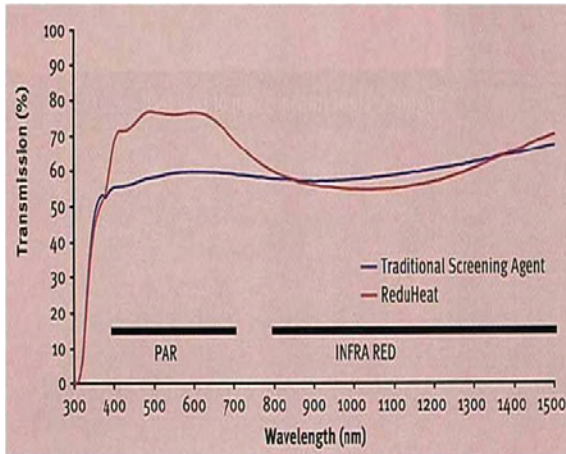
- 가. 우리나라는 대표적인 대륙성 기후로 겨울은 춥고, 특히 여름은 지나친 고온이 되어 유리온실 혹은 플라스틱 온실내 환기시설을 완전 개방하여도 실내온도가 35~65℃ 이상까지 상승하고 온실 내부와 외부의 온도차가 최고 30℃까지 차이가 나서 작물의 생육장해로 재배가 거의 불가능한 실정임.
- 나. 과거에는 아예 시설을 비워두거나 시설의 보수, 토양소독, 집적염류 제거작업 등으로 작물 재배를 포기하기도 하였지만, 현재에는 고소득 주요 시설재배 작목의 연중출하 및 수출을 위해 연중재배 해야 하는 실정임.
- 다. 이에 파프리카나 토마토 등의 시설재배 주요 과채류 및 장미 등과 같은 화훼류의 장기재배를 위한 다양한 냉방수단을 동원하여 온실 외기온과 같은 수준 혹은 더 낮은 생육적온으로의 유지를 위한 노력이 병행되고 있음.
- 라. 특히 과채류와 화훼류의 장기재배를 위해 냉방시설을 필수적일 수밖에 없는데 연중 계획생

산과 생산물의 품질향상을 위해서는 경제적이고 효율적인 냉방기술이 절실한 실정임.

- 마. 하절기 온도저감을 위한 다양한 방법으로는 다음과 같은 것들이 있음. 1) 환기와 팬을 들 수 있는데 이는 지나친 고온이 될 때는 환기창(천창, 측창 포함)을 완전히 개방해도 그 효과가 미미함. 2) 미스트와 포그 장치가 있는데 공기를 차갑게 식혀 줌으로써 기화열을 이용하여 주위의 온도를 일시적으로 낮추어 주는 효과가 있음. 3) 가습(humidification)의 방법이 있는데 이 또한 미스트와 포그와 유사한 효과를 가져다줌. 4) 온실 내외부 차광막(screen, shading) 설치 방법은 온실 내부 광을 차단하여 그늘을 제공하는 효과가 있으나 차광막과 차광막 스크린의 개폐를 위한 보조설치비가 고가인 단점이 있음. 5) 팬 앤드 패드(fan and pad)방식과 냉수코일과 팬을 사용하는 등의 방법이 있으나 이는 초기투자비가 높고, 에너지 효율성 측면에서 그리 보편적인 방법이 아님. 6) 지붕살수(스프링클러) 방식 및 수막시설은 고온기 온도저감 효과가 미미할 뿐만 아니라 지하수 및 수원확보가 필요하며, 수질이 불량한 지역에서는 온실지붕에 철분이 묻어 광합성 효율 광을 차단하거나 작물의 생육에 불량한 영향을 주기도 함. 7) 에어컨(air cooling)을 가동하는 방법이 있는데 이는 초기투자비와 에너지 효율성과 경제성 측면에서 권장되는 방법은 아님. 8) 식물체 분무나 냉방보조법(열선흡수 피복재)이 있으나 이 또한 일시적인 효과는 있으나 고온기 대규모의 장기적인 재배를 위해서는 큰 효과를 거두지 못하고 있는 실정임.
- 바. 최근 시설내 하절기 고온극복 대책 및 온도강하의 방법으로 차광 페인트를 도포하는 방법이 유럽, 미국 등의 선진국에서 각광을 받고 있음. 특히, 광선택적 차광 페인트는 온실지붕에 도포하는 방법으로 유럽, 미국 등의 선진국에서 최근 활발한 연구와 개발을 통해 현장에 활용되고 있음.
- 사. 이러한 차광제는 과거의 차광용 페인트 보다 근적외선광(NIR: Near Infrared Radiation)을 차단하고 광합성유효광(식물생육에 효율적인 광)을 선택적으로 잘 투과시킴.
- 아. 유럽에서는 이러한 차광제가 이미 보편적으로 이용되고 있으나, 국내를 포함한 일본, 케냐, 콜롬비아, 에콰도르와 같은 농업생산국가에서는 아직 활성화 되어 있지 않음.
- 자. 광선택적인 차광 페인트가 유럽 국가들에서는 이미 보편화 되어 있으나 국내뿐만 아니라 일본, 아프리카, 남아메리카에서는 상용화 되어 있지 않은 주요원인으로 차광제품을 생산하는 제조회사가 이러한 지역에서 없는 실정이고, 또한 사용을 하고 싶어도 제품구입비(예, ReduSol제품의 경우 200,000원/20L, ReduHeat의 경우 400,000원/15L)가 워낙 고가인데다 전량수입에 의존해야 하기 때문임.
- 차. 또한 이러한 지역의 재배자는 그들의 온실에 페인트를 바르거나, 칼슘카보네이트(chalk)를 거의 사용하지 않는 반면 유럽에서는 일반적으로 사용되고 있음.
- 카. 전통적인 차광제로서 칼슘카보네이트(chalk)가 태양광 차단 및 온실내부의 온도하강을 위해 주로 이용되었고, 아직도 사용되고 있으나 보다 진보된 제품개발이 진행되고 있음.
- 타. 최초의 개발품은 칼슘카보네이트보다 점착성이 강한 스크린 페인트였음. 이는 강한 폭우가 내려도 잘 씻겨 내리지 않는 장점이 있었음. 노동력을 절감하고, 효율적인 물질이었으나 가을이 왔을 때 수광량을 증대시키기 위해 재배재가 이 물질을 제거해야 했는데 추가비용이 많이 들어 이러한 작업을 덜기 위한 또 다른 제품 개발이 기대되었음.
- 파. 가장 최근에 개발된 스크린 페인트는 광선택적인 페인트임. 최근 3년 동안 시장에 출시되고 있는 이러한 코팅제는 고온기 온실내부의 열을 상승시키는 적외선 광을 차단시킴. 이러한 차광제는 식물생육에 이용되는 광스펙트럼의 일부인 광합성유효광(PAR: photosynthetic

active radiation)을 선택적으로 투과시킴.

- 하. 예를들어 온실내 근적외선광(NIR)보다 광합성유효광(PAR)을 25% 이상 더 투과시킴으로 인해 하절기 온실내 온도를 상승시키는 열원을 차단하면서 온도를 낮춤과 동시에 작물의 광합성에 사용되는 광을 투과/흡수시켜 작물생육을 최적의 상태로 관리할 수 있게 함.
- 거. 현실적으로 칼슘카보네이트(Chalk)에 비해 광선택적 차광제를 이용하기 위한 재배자의 비용은 2배 이상 비싼 실정임. 전량 외국에서 생산되고 있는 광선택적 차광제로 ReduHeat(그림 4 참조), ReduSol, ReduCoat, ReduPaint(Mardenkro Co. Ltd.), TransPAR(그림 5 참조), Eclipse(Sudlac Co. Ltd.)(그림 6 우측 참조), Luxotech(Hermadix Co. Ltd.) 등이 있음.



<그림 4. 기존 차광제와 ReduHeat의 광투과율> <그림 5. 유리와 TransPAR의 광투과율>

<그림 6. 전량 수입되어 시판 중인 대표적인 온실차광 페인트(좌, ReduHeat와 ReduClean (Mardenkro Co. Ltd.); 우, Eclips(Sudlac Co. Ltd.)>

- 너. 재배자들이 온실에 차광제를 사용하는 이유는 작물에 부정적인 영향을 끼치는 지속적인 강광의 회피, 하절기 온실내 온도저감, 식물스트레스 감소, 일소, 잎끝마름, 잎과 화기의 탈색, 조기개화를 막기 위함임.
- 더. 대부분 작물의 스트레스는 온도가 높은 수준으로 급상승할 때 일어나며 정도가 너무 과하면 식물체는 증산작용을 할 수 없는 정도에 도달함.
- 러. 결과적으로 식물체는 기공을 폐쇄하다가 온도상승이 더욱 심해지면 잎과 꽃잎이 타버리게 됨.
- 며. 온실에서 온도의 하강은 천창과 측창의 개폐를 통해 이루어지지만 식물체는 여전히 높은 광도에 노출되어 있기 때문에 공기온도는 낮아졌고 식물체온은 높은 상태로 유지될 수 있음.
- 버. 그래서 적외선광의 차단은 온실내 온도강하와 함께 식물체온을 낮출 수 있는 효율적인 방법이 될 수 있음.
- 서. 온도 외에도 상대습도 역시 식물의 냉각에 중요한 영향을 끼치는 요인임.
- 어. 고광이 내리쬐는 지역에서 온실용 차광페인트의 사용이 좀 더 기대되고 있지만 일반적인 현실에서는 그렇지 못함. 오히려 일본, 한국, 아프리카, 남아메리카 보다 유럽과 같은 온대 기후지역이 좀 더 보편화 되고 있는 실정임.
- 저. 나라마다 재배자들의 전통적인 재배습성의 차이가 있음. 아프리카, 에콰도르, 콜롬비아에서 강한 광선은 하절기동안 스트레스를 야기하고, 화기와 꽃을 작게 만들어 품질이 급격하게 하락함.
- 쳐. 이러한 측면에서 광선택적 차광제는 PAR광을 받아들이면서 온도와 스트레스를 저감하는 매력적인 물질이지만 이러한 나라에서의 이러한 원리를 설득하기가 힘들고, 차광제의 투자비용에 비교해서 작물생산량과 품질 및 수입이 높아진다는 인식을 덜 하고 있고, 이러한 연구결과들이 단순한 이론일 뿐이라 생각하고 있음.
- 커. 최근 열대지역의 장미 재배자들의 실증실험과 과학적인 데이터의 발표를 통해 차광제의 투자가 화기의 색깔을 진하게 해주고, 수량을 증대시켜 주며, 품질이 높아져 고수익을 창출해 준다는 결과가 입증되고 있음.
- 터. 사용의 편리성: 광선택적인 차광제는 고가의 기기나 장비의 투자가 필요하지 않고 단지 액상의 페인트를 살포함으로써 원하는 온도강하효과를 얻을 수 있기 때문에 더욱 매력이 있음. 또한 차광페인트를 무선조종 헬기나 분사용 노즐을 이용하여 1회의 작업으로 여름을 보낼 수 있기 때문에 사용자 측면에서도 노동력 절감 및 투자비용을 상쇄시켜 농가경영비 부담을 줄여줄 수 있는 장점이 있음.
- 퍼. 이에 국내 대기업체인 대성C&S(주)에서는 이와 유사한 차광페인트 개발에 박차를 가하여 차광페인트 생산비용은 2/3에서 절반으로 줄이는 한편 더 효율적인 광투과율(PAR을 선택적으로 흡수하면서 NIR광을 차단하여)을 보이는 차광페인트 개발을 주도하면서 온실 내부와 식물체 온도를 낮추면서 식물이 광합성을 위해 효율적으로 이용하는 blue광과 red광을 흡수할 수 있는 국내 유일의 차광제 개발을 착수하였음.
- 허. 국산 차광제의 개발은 고가의 외산 차광제의 수입대체 효과와 하절기 작물의 강광에서의 스트레스를 줄여 고품질의 작물생산과 동시에 생력적인 온실 내부 온도 강하효과를 함께 얻어낼 수 있는 장점이 있으며, 광선택적 차광제의 해외 역수출을 통한 농자재 제조회사들의 신소득 창출에 기여할 수 있음.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 배지 개발 현황

1. 암면, 코이어, 피트모스 등 원예용 배지 대부분의 원재료들이 전량 외국(인도, 베트남, 캐나다, 스리랑카, 필리핀 및 러시아 등)에서 수입된 후 가공 보급되고 있는 실정임. 이는 막대한 외화지출 및 작물의 생산단가를 높이는 요인이 되고 있으며, 또한 농가의 생산비를 늘리고, 농업자재의 무역수지역조에 일조를 함.
2. 위와 같이 원예용 배지 원자재를 전량 수입하여 국내업체에서는 이를 단순히 혼합 가공하여 보급하는 실정임.
3. 플러그 묘 생산과 원예작물 생산량의 증가에 따라 육묘용 배지의 이용량이 증가하고 있으며 최적의 배지조건을 갖추기 위해 두 종류 이상의 물질을 섞은 혼합배지를 사용하고 있음.
4. 수경 재배를 통한 원예작물의 생산이 급속히 증가하면서 재배 후 폐기되는 자원에 대한 재활용 방안에 관한 연구가 증가하고 있음.
5. 암면과 코이어(코코피트) 이외에 수경재배용 신배지 개발에 관한 최신연구 및 산업화, 실용화된 결과물이 거의 전무한 실정임.
6. 환경오염으로 인해 친환경기술의 필요성이 부각되고 있으므로 배지의 사용 후에도 재사용할 수 있는 방안의 연구가 필요하며 수입되고 있는 배지원료의 경제적 부담을 줄이기 위해 국내에서 이를 대체할 수 있는 새로운 배지가 필요함.
7. 기존 특허는 수입산 원자재(암면, 코이어, 피트모스 등)의 조합 및 단순한 혼합가공법에 치중되어 있음.
8. 기존 국내 양액재배용 배지와 관련된 특허는 무기물인 암면을 대체할 목적으로 다양한 소재를 사용해 배지로 사용하는 방법을 기술하고 있음.
9. 최근의 등록 특허를 살펴보면 특허 제10-2008-0049021은 마사토를 주재료로 하는 양액재배용 배지에 관한 것으로 국내 전역에 분포하는 마사토를 이용하여 배지를 제조함으로써 기존 배지의 폐기 시 야기되는 환경오염을 최소화 하고 원재료가 싸다는 장점을 소개하고 있음.
10. 특허 제10-2001-0082299는 암면에 대한 대체원료로 코코넛 화이버를 이용하는 배지 제조방법으로 코코넛 화이버의 화학적인 특성(염분, 칼리농도 및 C:N비율이 높음)을 개선 또는 조정하여 배지를 제조하는 방법을 기술하고 있음.
11. 제안된 이러한 국내특허들은 각각의 장점에도 불구하고 제품의 규격화를 이루지 못하고 있으며 지속적으로 동일한 품질의 배지를 공급하지 못하는 이유로 사용이 제한적일 수밖에 없는 실정임.
12. 기존 해외에 출원된 특허들 역시 암면을 대체할 목적으로 여러 소재가 제안되고 있는데 특히 친수성 경질 폴리우레탄을 소재로 배지로 이용하는 특허가 다수 출원되고 있는 것이 특징적임(WO 2009/102779 및 EP1192852, JP 2002165520등).
13. 그러나 이러한 친수성 경질 폴리우레탄 발포체는 원재료가 상대적으로 고가이며 발포체의 Cell벽이 두꺼워 잔뿌리의 발근이 어려운 문제점을 갖고 있음.
14. 제1협동과제 연구팀인 한국스미더스오아시스(주)는 친수성 페놀수지 발포체를 전문적으로 제조, 연구하는 회사로 세계적으로도 기술력을 인정받고 있으며, 현재 자체 합성기술을 보

유하여 수지내 페놀단량체 및 유리 포름알데히드의 함유량이 가장 적은 제 3세대 페놀수지를 사용하는 회사로 해외 특허들에서 언급된 폴리우레탄 발포체보다 훨씬 경제적이면서 품질경쟁력이 뛰어난 압면대체용 배지를 개발/생산/보급하는 회사임.

15. 이 회사가 보유한 제3세대 페놀수지 합성기술을 배지용 페놀수지 발포체의 개발에 적용함으로써 대체배지 개발초기의 발포체가 함유할 수 있는 잔류 페놀과 잔류 포름알데히드를 제거할 수 있게 되었으며, 2009년 배지용 페놀수지 발포체에서 용출한 수질을 관계기관을 통해 농업용수 적합성을 시험 분석한 결과 14개 항목에서 모두 적합 판정을 받음.
16. 대부분 최신배지의 개발보다는 주변에서 손쉽게 얻기 쉽고, 안정적으로 공급받을 수 있는 저렴한 배지의 탐색이 주를 이루고 있다. 또한 목재 부산물이나, 폐기물 혹은 사용한 배지를 수거하여 재활용하여 식물을 재배하는 방향으로 연구가 치중되어 있음.
17. 국내 시장 분석결과 양액재배용 배지는 2004년 기준 압면과 펠라이트가 각각 300ha를 차지하고 혼합배지가 100ha, 기타 150ha를 차지하고 있다. 국내는 최근 압면의 사용 시 피부자극 문제와 사용 후 폐기문제, 상대적으로 높은 가격 등의 문제로 코이어 등의 대체소재를 찾는 노력이 진행 중이나 압면을 대체할 만큼 품질이 뛰어나고 균일성을 갖는 소재발굴에 어려움을 겪고 있다. 국내 양액재배용 배지 시장은 연간 약 1,000억 원 정도로 추정됨.
18. 해외시장 분석결과 주로 양액재배용 배지는 네덜란드 Grodan사의 압면배지가 널리 사용되고 있는 실정이며 이 회사는 1969년 설립이후 한국을 포함해 전 세계 60여 개국의 나라에 지사를 보유하고 있음. 유럽, 북미, 아시아등지에 20개의 공장을 갖고 있고 2008년 매출액 기준 1.8 billion Euro를 넘어섰음.
19. 이 회사는 해마다 개선된 제품들을 내놓고 있으며 2007년 이후로는 수분분포도와 EC분포도가 훨씬 균일한 배지를 만들어 내면서 독보적인 기술을 바탕으로 판매영역을 확장해 나가고 있음.
20. 기존 양액재배용 배지가 갖고 있는 단점들을 개선할 수 있는 대체소재에 대한 필요성은 오래전부터 제기되어 왔으나 아직도 많은 부분에서 기술개발은 미흡한 실정임. 기존 국산 압면역시 품질개선 보다는 가격 경쟁력에만 초점을 맞추다 보니 아직까지도 많은 농가에서는 가격이 높음에도 불구하고 외국산 압면을 사용하고 있는 추세임.
21. 압면은 2001년 IARC(국제암연구소)가 잠재적 발암성물질에서 제외를 시키면서부터 세계적으로도 사용량이 증가하는 추세이나 피부반응 유해성이나 잠재적인 위험성은 여전히 끊임 없는 논란의 대상이 되고 있음.

제 2 절 차광제 개발 현황

1. 네덜란드 Mardenkro社 제품의 가격 및 시장동향: 수입품 차광제로 국내에 널리 알려져 있는 제품으로 merdenkro社의 ReduHeat(광선택적 차광제), ReduSol(전체광 차광제), ReduClean(차광제 전용 박리제) 등이 있음.
2. 이 중 Mardenkro의 ReduHeat 판매가는 100.5€/15kg-can로 파악되고, 운송비, 관세, 부가세, 관리비, 경비 등을 포함할 경우 국내 수입 원가는 22만원 수준일 것으로 예상됨. 이를 토대로 판단할 때, 최종 소비자인 농가에서 구매할 수 있는 가격은 25~35만원 수준일 것으로 예상할 수 있음.
3. 전용 박리제인 ReduClean의 가격은 20L 기준 ReduHeat와 유사한 것으로 알려져 있음.
4. 2010년 스페인, 포르투갈 현지의 시설원예농가의 차광제 사용현황을 보면 대부분 광선택적 차광제가 아닌 chalk(칼슘카보네이트) 혹은 일반 페인트를 사용하고 있으나 일부 첨단시설농가에서는 광선택적 차광제를 도입하여 시설 내부의 온도를 저감하면서 연중과채류와 화훼류를 안정적으로 생산해 내고 있음.
5. 네덜란드에서도 장미, 토마토, 파프리카, 오이 재배전용 대규모 첨단 Venlo온실에서 차광제가 일반적으로 사용되고 있으며, 주로 5월~9월까지 차광제를 도포한 후 9월초부터 광투과율을 증대시키기 위해 세척을 한 후 작물을 재배하고 있음. 주로 ReduSol(Mardenkro Co. Ltd., Netherland)을 사용하고 있음.
6. 시설원예 선진국인 네덜란드에서도 고온기 온도저감을 위해 시설내부에 다양한 조치를 취하고 있는데 주로 차광도포제를 이용하고 있음.
7. 이들 또한 차광도포제가 차광막(shade screen)과 미스트(mist system)보다 초기투자비와 설치비용을 줄이고, 지속적인 관리가 필요 없으며, 효과적인 온실내의 냉방효과를 과학적으로 입증하였음. 대규모 온실에 헬리콥터나 온실상부의 자동살포장치를 사용하여 온실 전체에 도포하고 있음.
8. 차광스크린은 태양광의 온실 내부 적외선광의 유입을 원초적으로 차단하여 내부에 차광스크린을 사용한 것 보다 훨씬 효과적임.
9. 우리나라는 대륙성 기후이기 때문에 겨울은 춥고, 여름은 더움. 여름철 온실이 최고 50℃까지 올라가는 경우가 있는데 다양한 냉방 기술을 이용하여 온도를 낮춰야 함.
10. 최근 이상고온현상으로 인해 고품질 원예작물을 재배하기 위한 고온장해를 해결할 수 있는 온실의 차광제가 필요함.
11. 온실 온도를 낮추기 위해서 환기창을 개방하고 팬을 가동하는 방법을 가장 많이 사용하고 있음.
12. 공기를 차갑게 식혀주는 미스트와 포그 시스템의 가동 방법, 기화열로 주변 공기를 식혀주는 가습방법, 냉방기를 돌리는 방법, 온실 내부 광을 차단하여 그늘을 제공을 하는 차광 방법, 차광제를 바르는 방법이 있음.
13. 태양광 스펙트럼은 적외선, 자외선, 가시광선 등이 있으며 가시광선대가 식물체가 필요로 하는 광합성에 유용한 광영역인 400~700nm의 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)이라 하고, 300~400nm의 광을 자외선(UV: Ultraviolet)이라 하며, 760~3,000nm의 광을 근적외선광(NIR: Near Infrared)이라 함.
14. 식물체가 필요로 하는 광은 PAR광이지만 근적외선광(NIR)이 온실에 같이 들어오기 때문에

온실 내부 온도를 올리고 작물체 온도를 높이는 것임. 이러한 원리를 이용하여 광합성활성 광인 PAR광을 온실내부로 최대한 투과시키면서 열선인 760-3,000nm의 근적외선광을 차단 하여 하절기 온실내부의 온도를 낮추면서 광합성효율은 극대화하기 위한 차광제가 개발됨. 국내에서 유일하게 차광제를 개발한 업체는 본 연구진의 제2협동팀인 대성C&S(주) 임.

15. 광선택적 차광제를 생산하는 세계 최대기업은 네덜란드에 본사를 두고 있는 마르덴크로 (Mardenkro Co. Ltd., Netherland) 회사인데 이 회사에서 개발한 ReduHeat, ReduSol이 가장 폭넓게 사용 중이며 현재 RuduFuse라는 온실 내 산란광을 유입할 수 있는 신개념의 차광제가 후속적으로 개발되어 관심이 집중되고 있음.
16. 네덜란드의 Improvement Center에서는 Scattered/Diffused glass(산란광 발생유리)개발연구가 진행 중(Hermadix Co. Ltd., Netherland에서 의뢰한 산란광 유리피복을 통한 토마토의 수량, 생육, 재배환경 변화 등을 연구)인데 이 또한 선택적광차단을 통한 온실내부 온도하강을 도모함과 동시에 식물의 광합성 효율을 높이기 위한 다양한 시도들임.
17. 일반 유리 + 도료의 도포를 통한 산란광의 효과 연구와 산란광 발생유리 제작을 통한 벤로형 유리온실 적용 효과연구는 본 연구진에서도 깊은 관심을 가지고 있는 분야임.
18. 산란광을 발생시키는 차광제를 코팅한 온실과 그렇지 않은 온실에 작물을 재배해 보니 처음에는 산란광을 코팅하지 않은 온실에서 수량이 높았으나, 재배 중기로 지나가면서 산란광을 코팅한 온실의 수량이 더 높아졌다는 연구결과에 따라 국내에서도 이와 차별화된 광선택적 차광제의 개발을 통한 농가실증실험을 진행하였음.

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

목차

제 1 절 : 시설재배 과채류와 화훼류의 과종용, 육묘용, 수경재배전용 수입대체 배지 개발 및 차광제 온도저감효과 구명 및 효용성 시험(1세부 연구팀: 경상대, 경상남도농업기술원)

1. 배지종류에 따른 파프리카 ‘Cupra’ 플러그 묘의 재배
2. 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종을 이용한 공정묘의 상업적 생산을 위한 신배지 phenolic foam의 이용
3. 배지 종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배전용 슬래브형 배지의 비교 실험
4. 배지 종류에 따른 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과종용 플러그묘의 재배
5. 펠릿형 배지와 큐브형 배지의 조합별 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 육묘용 최적배지 선발
6. 광선택적 차광효과가 우수한 국산 차광제 개발
7. 농가에 적합한 효과적인 박리제 개발
8. 슬래브형 배지 종류에 따른 파프리카 ‘Cupra’ 품종의 재배 실험
9. 암면배지와 개발배지 사용에 따른 장미 삼목묘의 수량성 비교
10. 배지 종류별 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 육묘용 최적배지 선발
11. 배지 종류별 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Special’ 품종의 육묘용 최적배지 선발 (추가실험)
12. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 ‘Madison’의 과종용 플러그 묘의 재배
13. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 ‘Madison’의 과종용 플러그 묘의 재배(추가실험)
14. 펠릿형 배지에서 큐브형 배지로의 연계를 위한 종류별 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 플러그 묘의 재배
15. 펠릿형 배지에서 큐브형 배지로의 연계를 위한 종류별 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 플러그 묘의 재배 (추가실험)
16. 슬래브형 배지의 종류에 따른 파프리카 ‘Volcano’의 재배
17. 광선택적 차광제의 농가 실증실험
18. 광선택적 차광 도포처리비율에 따른 광과장 특성 측정
19. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도에 따른 플라스틱 온실 내·외부의 광과장 측정과 온·습도 변화 및 상추의 생육 변화
20. 경도에 따른 차광제 전용박리제 현장실험
21. 슬래브형 배지의 종류에 따른 수분분포와 물리성과 화학성의 변화
22. 신개발 슬래브형 phenolic foam배지의 장기 재배를 위한 적정 소독방법 구명
23. 배지 종류가 분국화의 삼목번식과 분화 재배시의 생육에 미치는 영향
24. 삼목 번식 시 배지 종류가 장미의 발근과 생장에 미치는 영향
25. 큐브형 암면 배지에서 삼목 번식된 장미의 생장과 절화 수량에 미치는 재배배지의 영향 - 김해 농가실험
26. 배지종류별 파프리카와 토마토의 생육과 수량 특성

27. LC 배지와 rockwool 배지의 양액공급방법에 따른 파프리카 생육과 수량성
28. 온실 차광제 종류별 파프리카 생육과 수량
29. LC 배지와 Coir 배지의 양액공급방법이 파프리카 생육과 수량성
30. 신개발 phenolic foam sheet type배지의 수분 함수량 변화 추이와 무게 변화 측정을 통한 관수기준 설정 및 신개발 배지의 특성파악
31. 신개발 phenolic foam sheet 배지를 이용한 토마토의 발아와 육묘
32. 신개발 phenolic foam sheet 배지를 이용한 토마토의 발아와 육묘 실험(추가실험)
33. 신개발 phenolic foam 슬래브형 배지의 수분분포 변화
34. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 온실 내 환경변화 측정을 통한 온도저감 효과 구명
35. 신개발 광선택적 차광제의 광 투과도, 광도 및 내구성변화 측정
36. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 작물 재배실험을 통한 차광효과 구명
37. 슬래브형 페놀리폼 배지의 높이에 따른 양액분포와 화학성
38. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 작물 재배실험을 통한 차광효과 구명

**제 2 절 : 시설재배 과채류와 화훼류의 수입대체 배지 개발 및 상품화(1협동 연구팀:
한국스미더스오아시스(주))**

1. Phenolic foam용 수지 및 발포 기술 개발
2. Phenolic foam 견본제품 제작
3. Phenolic foam과 암면의 비교 연구
4. Phenolic foam 가공 기술 개발
5. 산업화 및 실용화를 위한 가능성 검증
6. 판매 생산을 위한 배지 마케팅
7. 배지 사용에 따른 경제성 분석

**제 3 절 : 온도 저감효과가 우수한 온실용 선택적 차광제 개발 및 상품화(2협동 연구팀:
대성C&S(주))**

1. 차광제의 효과적인 도포 및 박리 방법
2. 차광제 도포에 따른 경제성 분석
3. 차광제의 살포 시기에 따른 작물예의 효과
4. 온실용 차광제 전용 박리제 성능 보완 실험
5. 온실용 차광제 및 전용 박리제의 환경 영향 평가

제 1 절 시설재배 과채류와 화훼류의 파종용, 육묘용, 수경재배전용 수입대체 배지 개발 및 차광제 온도저감효과 구명 및 효용성 시험(1세부 연구팀: 경상대, 경상남도농업기술원)

1. 배지종류에 따른 파프리카 ‘Cupra’ 플러그 묘의 재배

가. 연구목적

- (1) 암면배지의 단점을 보완하고, 연중 안정적 공급이 가능한 신배지의 탐색 및 선발
- (2) 수경재배용 배지가 가져야 하는 이화학적성이 우수하고, 재배 효율성이 높은 파종용(펠릿형) 배지의 탐색 및 개발

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: *Capsicum annuum* var. *angulosum* ‘Cupra’, (주)코레곤
- (2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 Venlo형 유리온실
- (3) 실험기간: 2010년 4월 9일~5월 19일(42일)
- (4) 실험처리: 6종의 배지(pellet) × 3반복 × 30개체
 - (가) Rockwool (UR Co. Ltd., Korea)
 - (나) Phenolic foam #1 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (다) Phenolic foam #2 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (라) Phenolic foam #3 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (마) Phenolic foam #4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (바) Phenolic foam #5 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)

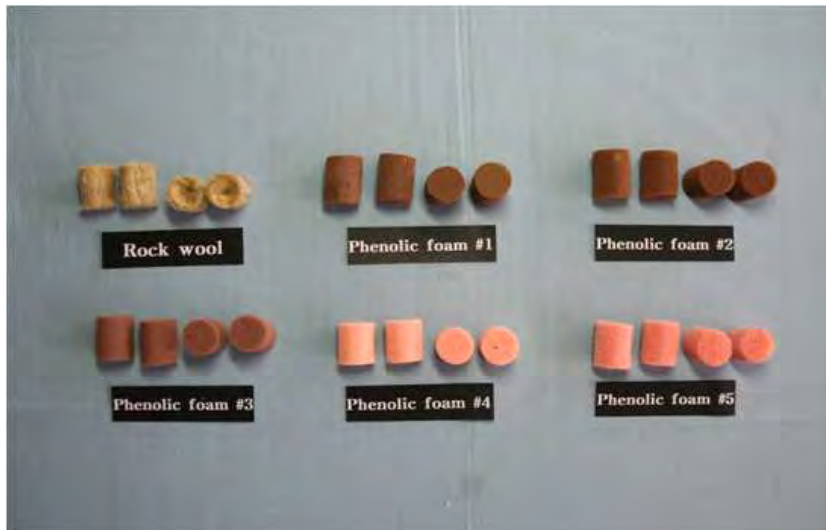


사진 1-1. 파프리카 ‘Cupra’ 품종의 파종용 배지선발 육묘시험에 사용된 6종류의 배지. 1, Rockwool (pellet); 2, Phenolic foam #1; 3, Phenolic foam #2; 4, Phenolic foam #3; 5, Phenolic foam #4; 6, Phenolic foam #5.

다. 조사항목

- (1) 배지의 화학성(pH, EC 등)과 물리성(총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상율 등)
- (2) 종자 발아율(Percent germination: PG), 평균발아일수(Mean germination time: MGT), 평균 발아속도(Mean daily germination: MDG), 50%발아소요일수(T_{50})
- (3) 초장, 최대근장, 상배축과 하배축의 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율, T/R율, 뿌리등급 등

라. 결과 및 고찰

발아율은 rockwool 배지와 phenolic foam #1을 제외한 모든 배지에서 80% 이상을 나타냈으며, 평균발아일수(MGT)는 처리간 유사한 결과를 나타냈으며 phenolic foam #2 배지에서 8.9일로 타 배지에 비해 약 1일 정도 단축되었음. 평균발아속도(MDG)는 phenolic foam #2 배지에서 19.6으로 가장 느렸음. 그리고 50% 발아 소요일수(T_{50})는 rockwool 배지에서 5.9일, phenolic foam #2 배지에서 4.5일 및 phenolic foam #3 배지 처리에서 6.3일의 순서로 빨랐음(표 1-1). 표 1-2와 표 1-3은 배지 종류에 따른 파프리카 'Cupra' 품종의 파종 42일 쯤의 생육변화를 나타냈음. 초장, 하배축, 뿌리길이를 포함한 대부분의 조사 항목에서 암면배지 보다 유의성이 있는 생육을 보였음. 엽수는 대조구인 rockwool 배지 처리구에서 유의적인 효과를 나타내었음. 경경은 phenolic foam #2와 Phenolic foam #4 배지 처리구에서 2.17 mm로 가장 두꺼웠고, 엽면적 또한 phenolic foam #2 배지 처리에서 가장 유의성 있게 넓은 효과를 나타냈음. 뿌리등급은 처리 간 통계적인 유의차를 나타내지 않았음. 총생체중은 phenolic foam #3과 phenolic foam #4 배지 처리구에서 각각 1.75g과 1.64g으로 가장 무거웠음. 건물중 또한 생체중과 유사하게 phenolic foam #2와 phenolic foam #3 배지 및 phenolic foam #4 배지 처리구에서 가장 유의성 있게 무거웠음. 엽록소 값은 대조구인 rockwool 배지 처리구에서 28.9로 가장 농도가 높은 결과를 보였음. 건물율은 phenolic foam #4 배지 처리구에서 가장 유의적으로 높았고, T/R율은 phenolic foam #3 배지 처리구에서 2.97의 수치를 나타내어 지상부의 건물율이 높았음을 알 수 있었음. 배지종류에 따른 파프리카 'Cupra'의 파종 42일 쯤의 pH와 EC의 변화는 표 1-4에 나타난 바와 같음. 육묘 전 rockwool 배지(대조구; pH=7.0)를 제외한 5가지 배지에서 pH가 6.3~6.5범위의 값을 나타내어 Nelson(1991)이 제시한 원예식물 생육 적정 pH 범위인 5.6~6.5범위 내에 있었는데, 재배 후기에도 유사하게 대조구인 rockwool 배지를 제외하고 모두 적정 범위 내에 분포되었으며, 전체적으로 재배 후기에 pH가 0.2정도 높아진 결과를 보임. Choi 등(1997)이 몇 가지 배양토 재료를 이용하여 고추를 육묘한 결과와 유사하게 본 실험에서도 작물 재배 중에 특별한 무기원소의 결핍증상이나 독성증상이 관찰되지 않아 특별한 pH 조절을 위한 관리를 위해 산 또는 알칼리 물질을 첨가하지 않아도 우수한 생육결과를 나타냄을 알 수 있었음. 실험 전·후 육묘배지의 전기전도도(EC)를 조사한 결과 전체적으로 육묘 전 보다 육묘 후 배지의 EC가 증가하였음. 이는 발아 후 온실 베드의 생육 상에서 양액에 공급되면서 배지 내 염이 잔류되었기 때문으로 추정 할 수 있었음. 실험 전 대조구인 rockwool 배지와 비교하여 5종류의 신개발 배지인 phenolic foam배지의 EC값은 큰 차이를 나타내지 않았고, 이는 무기물 배지의 특성을 잘 나타내 주고 있음을 알 수 있었음. 결과적으로 암면배지와 phenolic foam 배지를 포함한 모든 처리구에서 pH와 EC는 적정 생육범위를 나타냄. 그림 1-1은 종류별 배지의 물리성을 측정된 값을 나타내고 있음. Rockwool 배지에서 보다 5가지 phenolic foam 배지에서 총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상율이 우수하게 나타났는데 특히 기상율과 가비중이 유의성 있

게 높았으며, 용기용수량 또한 우수한 효과를 나타냄. 기상율은 근권부 산소의 이용에 중요한 요소로서 기상율이 좋은 배지는 관수 후 배수가 잘 되고 통기성이 좋아 묘의 도장을 억제하면서 강건한 고품질의 묘를 생산할 수 있는 장점이 있음. 또한 배지가 오랫동안 수분을 보유하여 과습하게 되면 근권부가 부패하게 됨. 그러므로 기상비율이 높은 배지가 파프리카 묘의 근권환경을 개선함과 동시에 묘의 생육에 효과적인 배지라 할 수 있음. 용기용수량 또한 배지가 함유할 수 있는 최대수분량을 나타내 주는데 배지 자체의 고유 용기용수량이 높으면 양수분 보유량이 높아지면서 수분과 양분의 손실을 막고, 관수 횟수를 줄일 수 있는 장점이 있으며 근권의 고른 분포를 나타내어 작물이 생육에 양호한 근권환경을 조성해 줄 수 있음. 가벼운 배지 자체의 고유한 무게를 나타내는데 대조구인 암면배지보다 가볍기 때문에 재배자가 다루기 용이하며 취급이 간편하고 운반 및 운송이 편리한 장점이 있음. 공극률 또한 배지의 통기성과 관련하여 근권의 가스교환 및 뿌리활력을 증대시킬 수 있는 다양한 장점이 있음. 배지의 종류별 파프리카 ‘Cupra’의 파종 42일 째의 묘 생육은 대조구인 rockwool 배지와 비교하여 유사한 생육을 보였고, 특히 phenolic foam #2, #3, #4 배지에서 rockwool 배지 보다 유사하거나 유의적으로 우수한 생육을 나타냄(사진 1-2).

표 1-1. 배지의 종류에 따른 파프리카 ‘Cupra’ 품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아속도, 50% 발아소요일수.

Medium no.	Germination (%)	MGT (days) ^y	MDG ^x	T ₅₀ (days) ^w
1 ^v	52 c ^z	9.4 a	9.7 b	5.9 bc
2	57 bc	9.5 a	8.8 b	10.7 a
3	98 a	8.9 b	19.6 a	4.5 c
4	89 ab	9.5 a	14.8 ab	6.3 bc
5	81 abc	10.0 a	11.2 b	8.4 ab
6	86 ab	9.7 a	14.0 ab	6.6 bc

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P=0.05$.

^yMean germination time.

^xMean daily germination.

^wDays to 50% germination.

^vSix media used in the experiment. 1, Rockwool (pellet); 2, Phenolic foam #1; 3, Phenolic foam #2; 4, Phenolic foam #3; 5, Phenolic foam #4; 6, Phenolic foam #5.

표 1-2. 배지종류에 따른 파프리카 'Cupra' 품종의 파종 42일 제의 생육.

Medium no.	Plant height (cm)	Hypocotyl length (cm)	Root length (cm)	Leaf count	Stem diameter (mm)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^y
1 ^x	8.7 d ^z	3.2 c	4.1 c	5.0 a	1.97 b	14.27 e	2.0 a
2	11.5 bc	3.2 c	5.1 b	4.3 e	1.97 b	20.75 bc	2.5 a
3	13.7 a	4.1 ab	5.4 ab	4.9 ab	2.17 a	26.23 a	2.0 a
4	13.6 a	4.3 a	5.9 a	4.7 bc	1.95 b	22.33 b	2.4 a
5	12.8 ab	4.4 a	5.5 ab	4.6 cd	2.17 a	17.89 cd	2.0 a
6	10.3 c	4.9 b	5.7 a	4.4 de	1.91 b	16.67 de	2.4 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

^yRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

^xSix media used in the experiment. 1, Rockwool (pellet); 2, Phenolic foam #1; 3, Phenolic foam #2; 4, Phenolic foam #3; 5, Phenolic foam #4; 6, Phenolic foam #5.

표 1-3. 배지종류에 따른 파프리카 'Cupra' 품종의 파종 42일 쟀의 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율 및 T/R율.

Medium no.	Fresh wt. (g)			Dry wt. (g)			Chlorophyll (SPAD)	Dry matter (%)	T/R ratio
	Shoot	Root	Total	Shoot	Root	Total			
1 ^y	0.71 b ^z	0.20 d	0.91 b	0.068 d	0.034 bc	0.10 d	28.9 a	11.1 a	2.14 c
2	0.61 b	0.42 c	1.04 b	0.077 cd	0.032 c	0.11 cd	27.2 ab	11.8 a	2.40 bc
3	0.65 b	0.60 b	1.26 b	0.116 a	0.042 ab	0.16 a	27.4 ab	6.7 b	2.85 ab
4	1.08 b	0.66 ab	1.75 b	0.111 a	0.038 abc	0.14 ab	26.0 bc	8.5 ab	2.97 a
5	0.92 b	0.70 a	1.64 b	0.102 ab	0.046 a	0.14 ab	25.4 c	12.0 a	2.68 ab
6	0.72 b	0.68 ab	1.41 b	0.090 bc	0.039 abc	0.13 bc	24.8 c	9.3 ab	2.34 bc

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

^ySix media used in the experiment. 1, Rockwool (pellet); 2, Phenolic foam #1; 3, Phenolic foam #2; 4, Phenolic foam #3; 5, Phenolic foam #4; 6, Phenolic foam #5.

표 1-4. 배지종류에 따른 파프리카 'Cupra' 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.

Treatment no.	pH		EC (dS·cm ⁻¹) ^x	
	Before	After	Before	After
1 ^y	7.0 a ^z	6.7 a	0.06 a	0.12 a
2	6.4 b	6.4 c	0.01 c	0.02 c
3	6.3 bc	6.6 b	0.02 b	0.07 b
4	6.2 c	6.4 c	0.02 b	0.03 c
5	6.2 c	6.3 d	0.01 c	0.03 c
6	6.3 bc	6.3 c	0.01 c	0.03 c

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

^ySix media used in the experiment. 1, Rockwool (pellet); 2, Phenolic foam #1; 3, Phenolic foam #2; 4, Phenolic foam #3; 5, Phenolic foam #4; 6, Phenolic foam #5.

^xSolutions of 1 medium to 5 H₂O (v/v) dilutions.

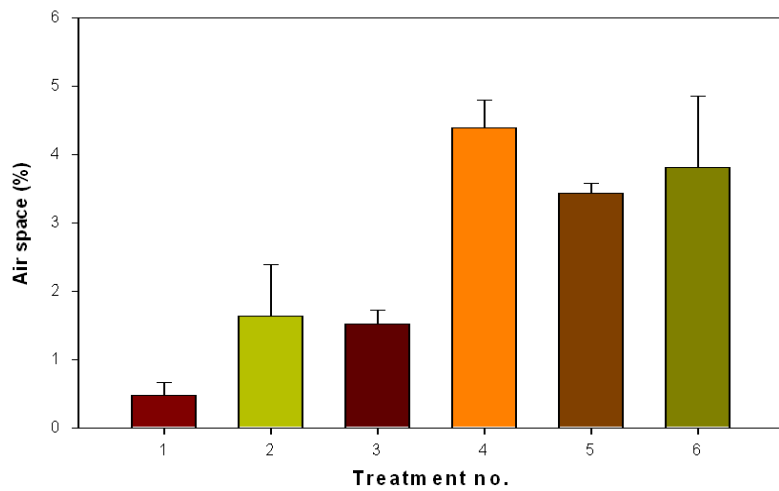
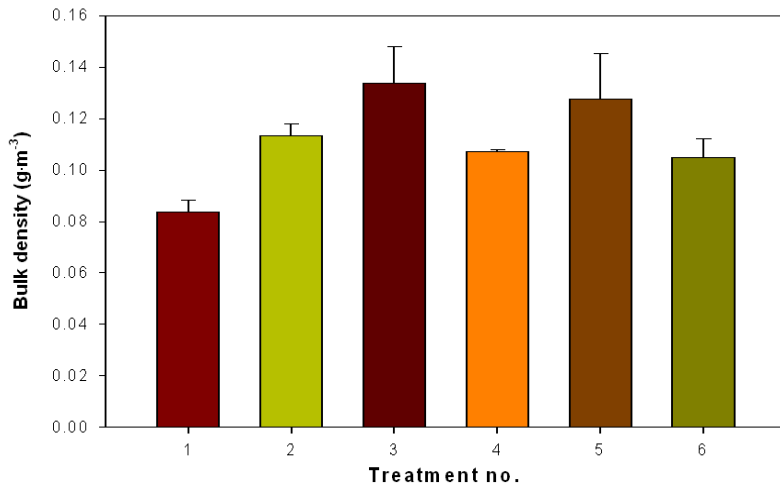
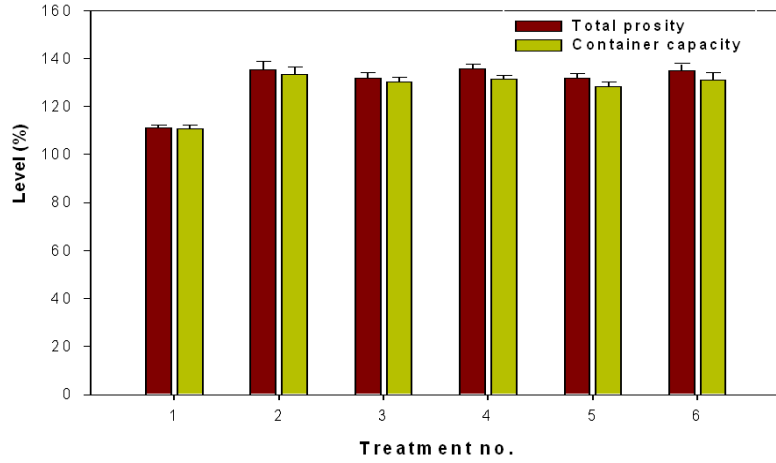


그림 1-1. 실험에 사용한 배지의 종류별 총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상율. 1, Rockwool; 2, Phenolic foam #1; 3, Phenolic foam #2; 4, Phenolic foam #3; 5, Phenolic foam #4; 6, Phenolic foam #5.



사진 1-2. 배지의 종류별 파프리카 'Cupra' 품종의 파종 후 42일 째 생육결과. 1, Rockwool; 2, Phenolic foam #1; 3, Phenolic foam #2; 4, Phenolic foam #3; 5, Phenolic foam #4; 6, Phenolic foam #5.

마. 요약

파프리카 'Cupra' 품종의 파종용(펠릿형) 수경재배 신개발 배지 phenolic foam의 농가 보급 및 압면 대체 배지로써의 가능성을 입증함. 파종용(펠릿형) 배지가 가져야 하는 이화학성이 우수하고, 재배 효율성이 높은 신배지 5 종류의 배지를 시험 재배하여 그 효과를 증명함.

2. 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종을 이용한 공정묘의 상업적 생산을 위한 신배지 phenolic foam의 이용

가. 연구목적

경제적이고 재배효율성이 높은 암면대체 과종 플러그용 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종 육묘를 위한 최적 생육배지 선발 및 이화학성 구명

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: *Lycopersicon esculentum* Mill. ‘Superdotaerang’ (주)코레콘
- (2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 Venlo형 유리온실
- (3) 실험기간: 2010년 1월 22일~2월 23일(32일)
- (4) 실험처리: 4배지(pellet) × 3반복 × 60개체
 - (가) Rockwool-pellet type (UR Co. Ltd., Korea)
 - (나) Rockwool-granular type (Grodan Co. Ltd., Netherland)
 - (다) Phenolic foam #1-pellet type (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (라) Phenolic foam #2-pellet type (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)



사진 1-3. 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 과종용 플러그 육묘실험에 사용된 4종류의 배지. 1, Rockwool (pellet); 2, Rockwool (granular); 3, Phenolic foam #1; 4, Phenolic foam #2.

(5) 조사항목

- (가) 배지의 화학성과 물리성
- (나) 초장, 최대근장, 상배축과 하배축의 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율, T/R율, 뿌리등급 등

다. 결과 및 고찰

표 1-5와 1-6은 4가지 종류별 배지의 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 과종 후 32일 째 생육변화를 나타냈음. 초장, 하배축 길이는 입상암면에서 각각 23.4 cm와 6.6 cm로 가장 유의성 있게

길었음. 뿌리등급은 4가지 배지 모두 유의적인 차이 없이 고른 생육을 나타냄. 엽수, 경경, 엽면적은 입상암면 배지에서 유의적인 차이를 보였으며 뿌리등급은 대조구인 펠릿형 암면에서 가장 우수한 생육을 보임. 총 생체중과 건물중은 입상암면 배지에서 각각 2.46 g과 0.18 g으로 가장 무거웠으며 엽록소함량과 건물율에서는 모든 처리의 배지에서 유의적인 차이를 나타내지 않음. 지상부와 지하부 건물중의 비율을 나타낸 T/R율에서는 phenolic foam #1 배지에서 11.5로 유의적으로 높은 수치를 나타냄. 표 1-7은 배지종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배 전·후의 pH와 EC의 변화를 조사한 내용임. 암면에서는 재배 후 pH가 낮아졌으나, phenolic foam 배지에서는 다소 높아짐(표 1-7). 이는 근권부의 양액흡수 및 배지 자체의 고유한 특성으로 인한 변화로 판단됨. EC는 대조구인 펠릿형 암면배지에서 $0.07 \text{ dS}\cdot\text{cm}^{-1}$ 로 가장 낮았고, 재배 후기에는 신개발 배지인 phenolic foam #1과 #2 배지에서 각각 0.70과 $0.40 \text{ dS}\cdot\text{cm}^{-1}$ 로 가장 높은 수치를 나타냄. 재배 전과 재배 후의 EC를 비교해 보았을 때 재배 후의 EC가 모든 처리 배지에서 다소 높은 경향을 나타냈으나 독성증상은 관찰되지 않았음. 입상암면이 총공극율과 용기용수량이 가장 낮았으며, phenolic foam 배지에서 가장 높음(그림 1-2). 가비중과 기상율은 phenolic foam 배지에서 가장 유의성 있게 높았음. 기상율은 근권부 산소의 이용에 중요한 요소로서 기상율이 좋은 배지는 관수 후 배수가 잘 되고 통기성이 좋아 묘의 도장을 억제하면서 강건한 고품질의 묘를 생산할 수 있는 장점이 있고 또한 배지가 오랫동안 수분을 보유하여 과습하게 되면 근권부가 부패하게 됨. 그러므로 기상비율이 높은 것이 파프리카 육묘에 더욱 효과적인 배지라 할 수 있음. 용기용수량 또한 배지가 함유할 수 있는 최대수분량을 나타내 주는데 배지 자체의 고유 용기용수량이 높으면 양수분 보유량이 높아지면서 수분과 양분의 손실을 막고, 관수 횟수를 줄일 수 있는 장점이 있으며 근권의 고른 분포를 나타내어 작물이 생육에 양호한 근권환경을 조성해 줄 수 있음. 가비중은 배지 자체의 고유한 무게를 나타내는데 대조구인 암면배지보다 가볍기 때문에 재배자가 다루기 용이하며 취급이 간편하고 운반 및 운송이 편리한 장점이 있음. 공극률 또한 배지의 통기성과 관련하여 근권의 가스교환 및 뿌리활력을 증대시킬 수 있는 다양한 장점이 있음. 배지 종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 전체적인 생육은 대조구인 rockwool(펠릿형과 입상형) 배지와 비교하여 유사한 생육결과를 보임(사진 1-4).

표 1-5. 배지종류에 따른 토마토 'Superdotaerang' 품종의 과중 32일 제 생육변화.

Medium no.	Plant height (cm)	Hypocotyl length (cm)	Root length (cm)	Leaf count	Stem diameter (mm)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^y
1 ^x	21.9 b ^z	6.2 bc	6.6 a	4.8 b	3.0 b	40.0 b	3.8 a
2	23.4 a	6.6 a	6.4 a	5.0 a	3.2 a	47.6 a	3.4 b
3	21.2 b	5.9 c	5.9 a	4.9 ab	3.0 b	42.2 b	3.3 b
4	19.7 c	6.3 b	6.1 a	4.8 ab	3.0 b	44.6 ab	3.9 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

^yRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

^xFour media used in the experiment. 1, Rockwool (pellet); 2, Rockwool (granular); 3, Phenolic foam #1; 4, Phenolic foam #2.

표 1-6. 배지종류에 따른 토마토 'Superdotaerang' 품종의 과중 32일 째 지상부와 지하부의 생체 중과 건물중, 엽록소함량, 건물율 및 T/R율.

Medium no.	Fresh wt. (g)			Dry wt. (g)			Chlorophyll (SPAD)	Dry matter (%)	T/R ratio
	Shoot	Root	Total	Shoot	Root	Total			
1 ^y	2.0 b ^z	0.20 a	2.23 ab	0.14 b	0.022 a	0.16 a	33.8 a	7.3 a	6.5 c
2	2.3 a	0.12 b	2.46 a	0.17 a	0.012 c	0.18 a	32.8 a	7.6 a	9.2 b
3	2.0 b	0.17 ab	2.18 b	0.15 b	0.014 bc	0.16 a	33.5 a	7.5 a	11.5 a
4	2.1 b	0.15 ab	2.26 ab	0.15 ab	0.017 b	0.17 a	33.6 a	7.7 a	9.7 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

^yFour media used in the experiment. 1, Rockwool (pellet); 2, Rock wool (granular); 3, Phenolic foam #1; 4, Phenolic foam #2.

표 1-7. 배지종류에 따른 토마토 'Superdotaerang' 품종의 과중 32일 째 pH와 EC의 변화.

Treatment no.	pH		EC (dS·cm ⁻¹) ^x	
	Before	After	Before	After
1 ^y	7.0 b ^z	6.4 c	0.07 c	0.31 b
2	7.5 a	7.5 a	0.11 b	0.44 b
3	7.0 b	7.2 b	0.14 c	0.70 a
4	6.8 b	6.9 b	0.11 b	0.40 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

^yFour media used in the experiment. 1, Rockwool (pellet); 2, Rock wool (granular); 3, Phenolic foam #1; 4, Phenolic foam #2.

^xSolutions of 1 medium to 5 H₂O (v/v) dilutions.

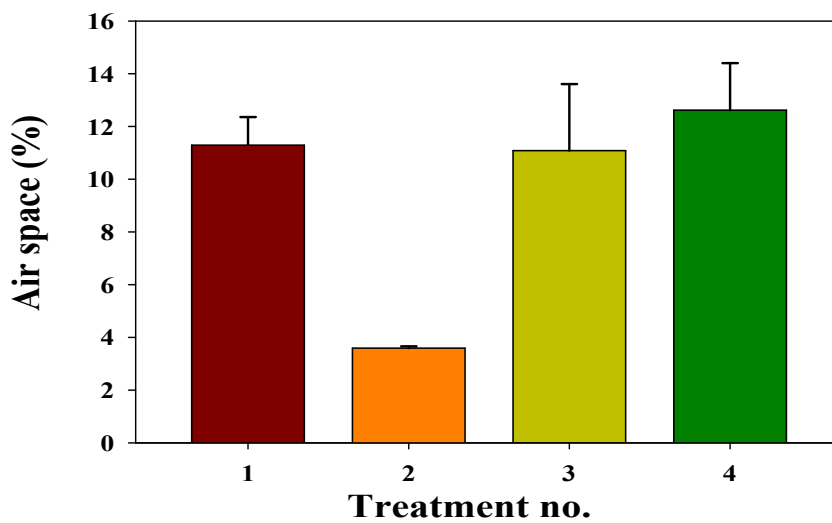
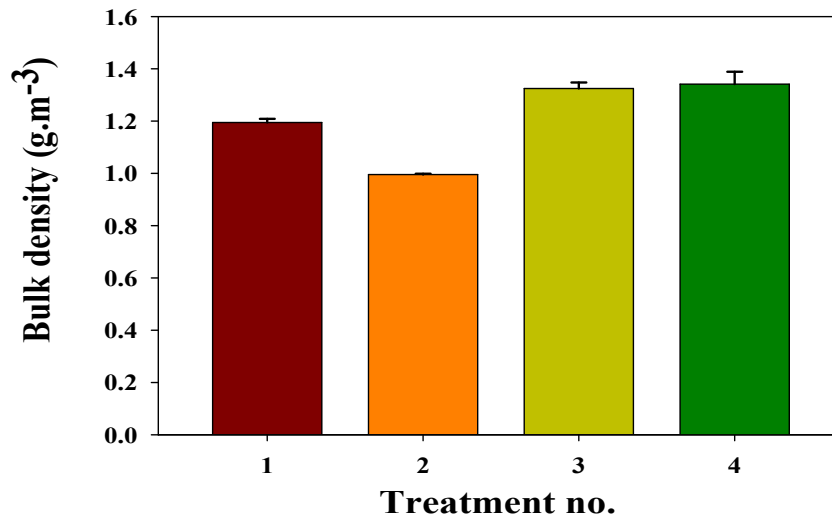
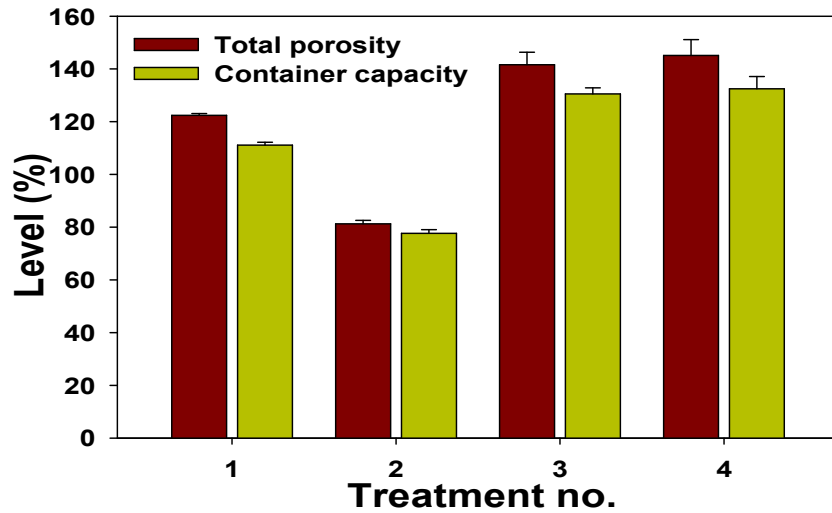


그림 1-2. 실험에 사용한 4종의 배지에 대한 총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상율.
 1, Rockwool (pellet); 2, Rock wool (granular); 3, Phenolic foam #1; 4, Phenolic foam #2.



사진 1-4. 배지종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’품종의 과종 32일 째 생육. 1, Rockwool (pellet); 2, Rock wool (granular); 3, Phenolic foam #1; 4, Phenolic foam #2.

라. 요약

토마토 ‘Superdotaerang’품종의 과종용 수경재배 배지로서 신개발 배지인 phenolic foam을 이 용함으로써, 과종용 육묘배지로서의 사용가능성을 입증함. 과종용(펠릿형) 배지가 가져야 하는 이화학성이 우수하고, 재배 효율성이 높은 신배지 2 종류와 대조구로서 펠릿형 암면과 입상형 암면을 대조구로 총 4종류의 배지를 시험 재배하여 그 효과를 증명함.

3. 배지 종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배전용 슬래브형 배지의 비교 실험

가. 연구목적

토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배전용 슬래브형(slab type) 배지개발 및 최적 배지 선발

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: *Lycopersicon esculentum* Mill. ‘Superdotaerang’ (주)코레곤
- (2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 Venlo형 유리온실
- (3) 실험기간: 2010년 5월 19일~7월 2일
- (4) 실험처리: 6배지(슬래브) × 3반복 × 5개체
 - (가) Rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland)
 - (나) Cocopeat (Daeyoung GS, Co. Ltd., Korea)
 - (다) LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (라) RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (마) RUN 3813-4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (바) RUN 3813-4W (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
- (5) 양액관리: pH는 5.5, EC 2.5 dS·m⁻¹로 조절하여 관리함(화란의 Sonneveld 양액처방 기준)



사진 1-5. 6종의 슬래브 배지를 이용한 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배광경. 왼쪽, 정식 후의 모습; 오른쪽, 재배과정의 모습.

다. 결과 및 고찰

표 1-8은 배지의 종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배 후 생육을 나타냄. 초장은 배지종류에 따른 유의성이 인정되지 않았지만 기존에 재배되고 있던 rockwool 배지와 cocopeat(coir) 배지에서 보다 phenolic foam 배지인 LC 배지에서 초장이 가장 길었음(표 1-8, 그림 1-3). 또한 경경도 Rockwool, Cocopeat, LC 배지 처리에서 높게 나왔음. 엽수, 생체중과 건물중, 당도에서도 이와 같은 유사한 결과를 얻었음. 그러나 Phenolic foam Run 3813-4W 배지에서 초장, 경경, 엽수, 생체중과 건물중, 당도에서 가장 낮은 결과가 나타내어 차후 최적배지 선발그룹에서 제외시켜야 할 것으로 판단됨. 이것은 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배 후 모

습에서도 볼 수 있음(사진 1-6). Phenolic foam Run 3813-4W 슬래브 배지는 ‘Superdotaerang’ 품종의 토마토의 과실품질과 토마토의 근권부의 생육이 저조한 것으로 나타남.

표 1-8. 슬래브형 배지의 종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 생육.

Treatment ^y	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves (ea/plant)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Soluble solid content (Brix°)
Rockwool	92.5 a ^z	9.0 ab	16.5 a	282.3 a	67.4 a	5.6 a
Cocopeat	92.0 a	9.8 a	16.8 a	261.4 ab	67.6 a	5.3 ab
LC	96.3 a	9.2 ab	15.1 a	235.9 bc	55.7 b	5.2 bc
RC	87.9 a	8.7 ab	16.2 a	225.3 c	52.1 bc	5.4 ab
Run 3813-4	89.1 a	8.9 ab	15.8 a	261.7 ab	70.1 a	5.2 bc
Run 3813-4W	86.8 a	8.0 b	15.0 a	157.7 d	45.0 c	5.0 c

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P=0.05$.

^yRockwool, Rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); Cocopeat, Cocopeat (Daeyoung GS, Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); Run 3813-4, phenolic foam RUN 3813-4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RUN 3813-4W, phenolic foam RUN 3813-4W (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

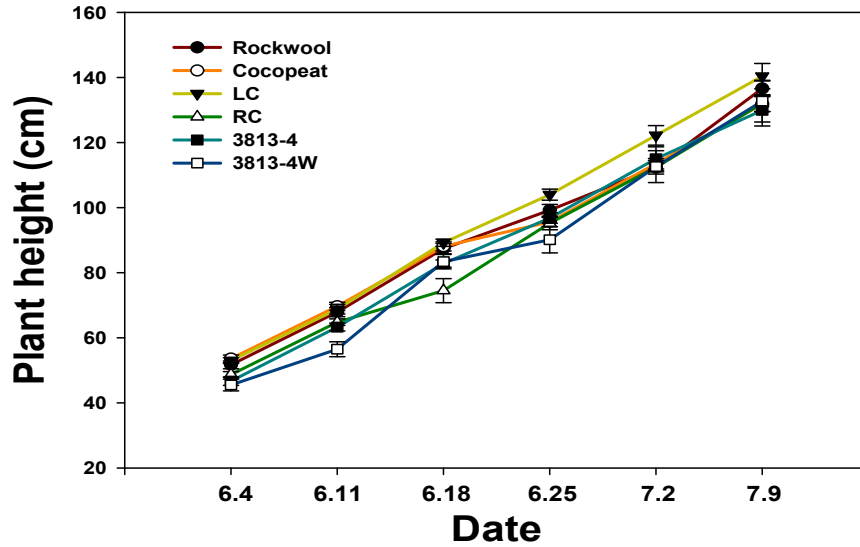


그림 1-3. 배지 종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배 과정 동안의 초장 변화.

^yRockwool, Rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); Cocopeat, Cocopeat (Daeyoung GS, Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); Run 3813-4, phenolic foam RUN 3813-4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RUN 3813-4W, phenolic foam RUN 3813-4W (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).



사진 1-6. 슬래브 배지 종류에 따른 토마토 ‘Superdotaerang’ 품종의 재배 후 토마토 과실수량. 왼쪽, 재배 후 처리별 배지에서 수확 된 토마토 과실의 모습; 오른쪽, 재배 후 종류별 배지의 토마토 뿌리의 근권 발달 형태. Rockwool, Rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); Cocopeat, Cocopeat (Daeyoung GS, Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); Run 3813-4, phenolic foam RUN 3813-4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RUN 3813-4W, phenolic foam RUN 3813-4W (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

라. 요약

기준에 재배되고 있던 rockwool 슬래브와 cocopeat 슬래브배지와 비교하여 phenolic foam 슬래브 배지인 RUN 3813-4W 배지를 제외한 신개발 슬래브 배지인 phenolic foam LC, RC, RUN 3813-4 처리구에서 초장, 경경, 엽수, 당도, 생체중, 건물중, 수량 등에서 유사한 생육결과를 보였음.

4. 배지 종류에 따른 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과종용 플러그묘의 재배

가. 연구목적

파프리카 ‘Fascinato’ 품종을 이용한 경제적이고 재배효율성이 높은 암면대체 과종 플러그 재배 전용 펠릿형(pellet type) 최적 생육배지 선발 및 이화학적 구명

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: *Capsicum annuum* ‘Fascinato’, 신젠타 종묘(주)
- (2) 실험장소: 경상남도농업기술원 파프리카 재배전용 온실
- (3) 실험기간
 - (가) 과종일자: 2010년 8월 12일
 - (나) 발아기간: 2010년 8월 17일(6일간)
 - (다) 육묘기간: 2010년 8월 17일~8월 31일(15일간)
- (4) 실험처리: 5배지(Pellet type) × 4반복 × 60개체
 - (가) Rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland)
 - (나) Rockwool (UR Co. Ltd., Korea)
 - (다) LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (라) RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
- (5) 양액 관리: pH는 5.5, EC 2.5~3.0 dS·m⁻¹로 조절하여 관리함(Grodan 양액처방 기준)



사진 1-7. 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 플러그묘의 재배실험에 사용한 펠릿형의 5종류의 배지. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

(6) 조사항목

- (가) 배지의 화학성과 물리성
- (나) 초장, 최대근장, 상배축과 하배축의 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율, T/R율, 뿌리등급 등

다. 결과 및 고찰

표 1-9는 5종의 배지종류별 파프리카 ‘Fascinato’품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아속도, 50% 발아소요일수를 나타낸 결과임. 발아율은 rockwool 2종류(2개의 회사에서 생산된 암면배지를 사용함)와 배지와 phenolic foam 배지인 LC 배지에서 발아율이 높았음. 발아율은 모든 배지에서 90% 이상을 나타냈으며, 평균발아일수(MGT), 평균발아속도(MDG), 50% 발아소요일수(T₅₀)는 phenolic foam 배지인 LC와 RC 처리에 가장 느렸음. 표 1-10과 1-11은 배지종류별 파프리카 ‘Fascinato’품종의 파종 20일 째 생육을 나타낸 결과임. 초장, 하배축, 뿌리길이를 포함한 대부분의 조사 항목에서 기존에 사용되고 있는 2종류의 암면배지에서 생육이 좋았음. 그러나 phenolic foam 배지인 LC와 RC배지도 암면배지와 유사한 생육을 보였음. 파프리카 ‘Fascinato’품종의 재배 전·후의 배지 종류별 pH와 EC 변화는 표 1-12에 나타냄. 암면배지와 phenolic Foam 배지를 포함한 모든 처리구에서 pH와 EC는 적정 생육범위를 나타냄. 암면보다 phenolic Foam 배지에서 물리성(충공극율, 용기용수량, 가비중, 기상율)이 우수하게 나타남(그림 1-4). 배지종류별 파프리카 ‘Fascinato’품종의 파종 20일 째 생육은 대조구인 rockwool 배지와 비교하여 유사한 생육을 보였고, 3813-4 처리에서는 다른 배지와 비교하였을 때 생육이 다소 부진한 결과를 나타냄(사진 1-8).

표 1-9. 배지 종류별 파프리카 ‘Fascinato’품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아속도, 50% 발아소요일수.

Medium ^z	Germination (%)	MGT ^y (days)	MDG ^x	T ₅₀ ^w (days)
RW(G)	95.0 b ^u	35.86 c	5.70 b	6.08 c
RW(U)	94.6 c	34.93 d	5.67 c	6.32 a
LC	96.7 a	38.29 b	5.80 a	5.59 d
RC	94.6 c	38.42 a	5.67 c	5.55 e
3813-4	94.2 d	34.50 e	5.65 d	6.20 b

^zFive media used in the experiment. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); 3813-4, phenolic foam 3813-4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean germination time.

^xMean daily germination.

^wDays to 50% germination.

^uMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P=0.05$.

표 1-10. 배지 종류별 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 20일 켜의 생육.

Medium ^z	Plant height (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Length of longest root	Chlorophyll (SPAD)
RW(G)	9.9 b ^y	3.3 a	5.6 a	4.2 c	4.5 b	2.6 b	3.8 a	3.7 a	30.0 a
RW(U)	11.1 a	3.3 a	5.6 a	4.5 bc	5.0 a	2.9 a	3.9 a	3.8 a	28.6 b
LC	10.0 b	3.1 b	5.6 a	4.7 b	4.2 c	2.6 b	3.9 a	3.9 a	30.3 a
RC	10.8 a	3.3 a	5.8 a	5.1 a	4.3 bc	2.8 a	4.0 a	3.8 a	29.8 a
3813-4	9.1 c	2.9 c	5.0 b	3.7 d	4.3 bc	2.5 b	3.9 a	3.9 a	30.5 a

^zFive media used in the experiment. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); 3813-4, phenolic foam 3813-4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

표 1-11. 배지종류별 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 20일 켜 엽면적, 지상부와 지하부의 생체 중과 건물중, 건물율, T/R율 및 뿌리등급.

Medium ^z	Leaf area (cm ²)	Fresh wt. (g)		Dry wt. (g)		Dry matter (%)	T/R ratio	Root grade ^x
		Shoot	Root	Shoot	Root			
RW(G)	23.2 b ^y	1.4 b	0.08 a	0.18 a	0.13 a	22.9 a	1.2 b	2.7 c
RW(U)	22.6 b	1.4 b	0.05 b	0.08 a	0.14 a	15.6 ab	0.7 b	3.3 ab
LC	23.5 b	1.4 b	0.08 a	0.09 a	0.05 b	9.6 b	1.7 b	3.4 ab
RC	27.8 a	1.6 a	0.06 b	0.09 a	0.05 b	8.8 b	2.8 a	3.0 bc
3813-4	19.2 c	1.2 c	0.06 b	0.07 a	0.05 b	9.6 b	1.7 b	3.6 a

^zFive media used in the experiment. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); 3813-4, phenolic foam 3813-4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=poor, 2=bad, 3=moderate, 4=good, 5=excellent).

표 1-12. 배지종류별 파프리카 'Fascinato' 품종의 과중 전과 과중 후 20일 째 pH와 EC의 변화.

Medium ^z	pH		EC (dS·m ⁻¹) ^x	
	Before	After	Before	After
RW(G)	6.8 a ^y	6.6 a	0.02 d	0.5 c
RW(U)	6.8 a	6.7 a	0.10 c	0.6 b
LC	6.3 b	6.7 a	0.13 b	0.3 e
RC	6.1 c	6.2 b	0.21 a	0.5 d
3813-4	6.0 d	6.2 b	0.10 c	0.7 a

^zFive media used in the experiment. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); 3813-4, phenolic foam 3813-4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$.

^xSolutions of 1 medium to 5 H₂O (v/v) dilutions.

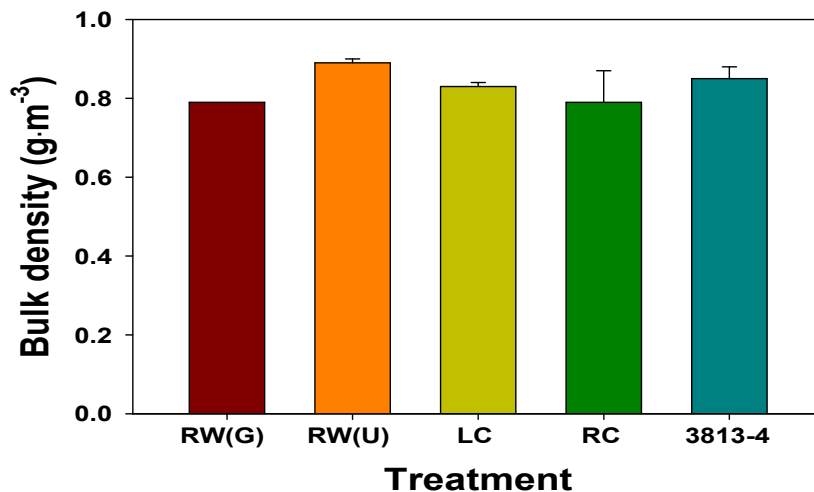
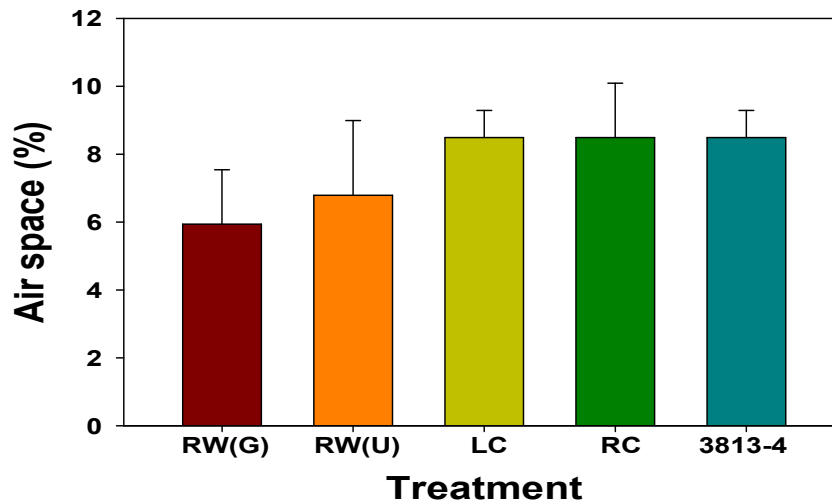
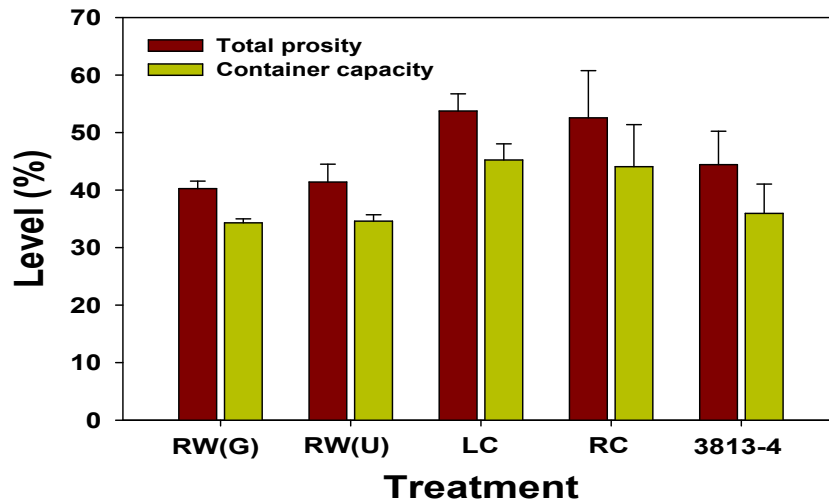


그림 1-4. 실험에 사용한 배지들의 총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상율. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); 3813-4, phenolic foam 3813-4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).



사진 1-8. 배지종류별 파프리카 *Capsicum annum* 'Fascinato' 품종의 파종 20일 째 생육. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); 3813-4, phenolic foam 3813-4 (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

라. 요약

배지종류별 파프리카 *Capsicum annum* 'Fascinato' 품종의 파종 20일 째 생육은 phenolic foam 3813-4 배지를 제외한 phenolic foam LC와 RC 배지에서 대조구로 사용된 Grodan 암면배지와 UR암면배지와 비교하여 볼 때 유사한 생육을 나타냄.

5. 펠릿형 배지와 큐브형 배지의 조합별 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 육묘용 최적배지 선발

가. 연구목적

과중용 펠릿배지의 연구를 통해 선발된 배지와 함께 이를 연계하여 사용할 수 있는 큐브(cube) 형태의 육묘용 최적 배지의 선발

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: *Capsicum annuum* ‘Fascinato’, ‘신젠타 종묘(주)
- (2) 실험장소: 경상남도농업기술원 파프리카 재배전용온실
- (3) 실험기간
 - (가) 과중일자: 2010년 8월 12일
 - (나) 발아기간: 2010년 8월 17일(6일간)
 - (다) 온실육묘기간: 2010년 8월 17일~8월 25일(9일간)
 - (라) 파프리카 이식: 2010년 8월 26일
- (4) 실험처리: 4배지(Pellet) × 4배지(Cube) × 6개체
 - (가) Rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland)
 - (나) Rockwool (UR Co. Ltd., Korea)
 - (다) LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (라) RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea)
- (5) 양액 관리: pH는 5.5, EC 2.5~3.0dS·m⁻¹로 조절하여 관리함(Grodan 양액처방 기준)
- (6) 조사항목: 초장, 최대근장, 엽수, 경경, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소 함량, 건물율, T/R율, 뿌리등급 등



사진 1-9. 파프리카 육묘에서 파종용 펠릿 배지에서의 육묘 후 큐브 배지로의 이식 과정. 왼쪽 상, Grodan과 UR암면펠릿배지에서 육묘한 파프리카; 오른쪽 상, LC와 RC 펠릿배지에서 육묘한 파프리카; 왼쪽 하, 실험에 사용한 Grodan과 UR 암면, LC, RC 큐브 배지; 오른쪽 하, 큐브에 파프리카를 이식한 모습.

다. 결과 및 고찰

4종류의 파종용 펠릿 배지에서의 육묘 후 4종류의 큐브 배지로 이식한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 30일 쯤의 생육결과를 표 1-13, 1-14, 1-15, 1-16에 각각 나타냄. Grodan rockwool pellet에 육묘하여 4 종류의 cube 배지에 이식하였을 때 생육은 대조구와 비교하여 대부분 유사한 결과를 보였음(표 1-13). 특히 초장, 경경, 생체중과 건물중 등의 조사항목에서 차이가 없었으나, Grodan rockwool과 LC 큐브 배지에서 엽면적이 유의성 있게 넓었음. 표 1-14는 UR rockwool pellet에 육묘하여 4 종류의 cube 배지에 이식하였을 때의 생육결과임. 초장은 큰 차이는 없었지만 Grodan rockwool과 LC 큐브에 이식한 배지에서 유의적으로 우수한 결과를 나타냄. 뿌리수와 뿌리 등급은 UR rockwool이 유의성 있게 우수한 결과를 나타냄. LC pellet에 육묘하여 4 종류의 cube 배지에 이식하였을 때 생육변화는 표 1-15에 나타낸 바와 같음. 타 배지 큐브에 이식한 처리들과 유사하게 비슷한 생육변화를 보였으나, UR Rockwool이 초장, 경경, 엽면적, 뿌리수가 다른 처리들에 비해서 좋았음. RC pellet에 육묘하여 다른 종류의 cube 배지에 이식하였을 때 생육은 표 1-16에 나타낸 바와 같음. 조사항목 간에 차이가 없었지만 LC pellet에서 육묘하여 UR rockwool 큐브이식한 처리와는 반대로 RC pellet에 육묘하여 UR rockwool 큐브에 이식한 처리에서 생육이 가장 저조한 결과를 나타냄. 이러한 실험 결과는 사진 1-10에서도 볼 수 있음.

표 1-13. 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 파종 30일 쯤의 배지에 따른 생육 변화(Grodan Rockwool Pellet + 4 종류의 큐브 배지).

Cube medium ^y	Plant height (cm)	Length of longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves
Grodan	19.4±0.50 ^z	1.9±0.24	6.8±0.37	12.7±0.33	4.4±0.14	9.0±0.54
UR	18.5±0.27	1.1±0.18	6.7±0.33	12.2±0.33	4.1±0.10	8.0±0.44
LC	18.0±0.22	2.1±0.36	6.2±0.25	12.0±0.31	3.8±0.10	8.4±0.40
RC	19.9±0.69	2.2±0.19	6.0±0.15	11.8±0.53	4.2±0.07	8.6±0.24

^zMean±standard error of 6 plants.

^yGrodan, rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); UR, rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-13. (계속).

Cube medium ^x	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	No. of root	Root grade ^z	Shoot	
					Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
Grodan	33.1±0.59 ^y	221.4±23.3	12.2±3.10	2.2±0.20	9.2±0.97	0.2±0.11
UR	31.3±0.67	171.4±38.9	34.8±3.95	3.8±0.37	8.8±0.45	0.9±0.10
LC	35.6±0.34	190.9±6.96	16.4±2.03	2.6±0.24	7.6±0.25	1.0±0.20
RC	35.2±0.20	253.5±45.9	15.2±1.80	2.8±0.20	8.8±0.36	1.2±0.15

^zRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=poor, 2=bad, 3=moderate, 4=good, 5=excellent).

^yMean±standard error of 6 plants.

^xGrodan, rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); UR, rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-14. 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 파종 30일 쯤의 배지에 따른 생육 변화(UR Rockwool Pellet + 4 종류의 큐브 배지).

Cube medium ^y	Plant height (cm)	Length of longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves
Grodan	20.6±0.24 ^z	2.0±0.38	6.6±0.24	12.2±0.37	4.3±0.05	8.2±0.20
UR	18.3±0.53	2.5±0.68	6.5±0.44	11.9±0.79	4.3±0.30	8.6±0.24
LC	19.9±0.57	2.1±0.40	6.9±0.33	11.8±0.25	4.2±0.19	8.6±0.24
RC	20.1±0.29	2.1±0.43	6.3±0.20	12.1±0.40	4.3±0.11	8.8±0.37

^zMean±standard error of 6 plants.

^yGrodan, rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); UR, rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-14. (계속).

Cube medium ^x	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	No. of root	Root grade ^z	Shoot	
					Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
Grodan	33.88±0.38 ^y	249.0±20.4	12.8±2.39	1.8±0.37	10.0±0.67	0.7±0.06
UR	32.64±1.29	241.6±28.7	18.6±1.83	3.2±0.37	9.07±1.17	0.6±0.05
LC	34.56±1.13	229.5±17.3	10.6±1.72	2.0±0.54	8.90±0.75	1.0±0.18
RC	34.06±0.51	247.0±9.61	11.6±0.87	2.6±0.24	10.2±0.48	1.0±0.11

^zRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=poor, 2=bad, 3=moderate, 4=good, 5=excellent).

^yMean±standard error of 6 plants.

^xGrodan, rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); UR, rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-15. 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 30일 쟀의 배지에 따른 생육 변화(LC Pellet + 4 종류 의 큐브 배지).

Cube medium ^y	Plant height (cm)	Length of longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves
Grodan	17.6±0.91 ^z	1.4±0.38	5.9±0.24	11.3±0.33	3.96±0.07	8.0±0.44
UR	18.9±1.00	3.5±0.63	6.6±0.29	12.4±0.57	4.33±0.12	8.4±0.40
LC	18.8±0.25	2.4±0.33	6.1±0.10	11.6±0.18	4.20±0.11	8.2±0.37
RC	19.5±1.02	2.7±0.20	6.3±0.48	12.2±0.66	4.25±0.25	8.8±0.20

^zMean±standard error of 6 plants.

^yGrodan, rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); UR, rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-15. (계속).

Cube medium ^x	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	No. of root	Root grade ^z	Shoot	
					Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
Grodan	33.1±0.67 ^y	179.3±10.4	15.4±2.22	2.0±0.00	7.53±0.40	0.6±0.01
UR	33.7±0.38	238.4±20.3	34.8±3.95	3.8±0.37	9.33±0.85	0.7±0.07
LC	33.3±0.62	199.6±19.3	22.4±2.97	3.0±0.44	8.60±0.39	0.6±0.06
RC	34.0±0.38	236.6±29.4	21.0±3.79	2.8±0.48	9.80±1.09	0.8±0.10

^zRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=poor, 2=bad, 3=moderate, 4=good, 5=excellent).

^yMean±standard error of 6 plants.

^xGrodan, rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); UR, rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-16. 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 30일 쯤의 배지에 따른 생육 변화(RC Pellet + 4 종류의 큐브 배지).

Cube medium ^y	Plant height (cm)	Length of longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves
Grodan	20.3±0.58 ^z	1.9±0.40	6.7±0.20	12.6±0.48	4.4±0.12	9.2±0.2
UR	18.0±0.57	2.9±0.55	6.1±0.18	9.2±1.94	3.9±0.12	8.2±0.2
LC	20.3±0.71	3.5±0.22	6.6±0.10	12.7±0.20	4.4±0.08	8.6±0.2
RC	21.5±0.27	1.5±0.15	6.2±0.25	11.7±0.25	4.4±0.09	9.0±0.3

^zMean±standard error of 6 plants.

^yGrodan, rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); UR, rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-16. (계속).

Cube medium ^x	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	No. of root	Root grade ^z	Shoot	
					Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
Grodan	34.1±1.11 ^y	261.6±18.2	17.6±2.29	2.4±0.40	10.1±1.25	1.12±0.22
UR	33.6±1.03	182.5±14.8	19.2±2.05	3.4±0.40	7.53±0.53	0.72±0.08
LC	35.6±0.42	265.5±9.0	27.6±1.90	3.8±0.20	11.0±0.42	0.56±0.07
RC	36.0±0.48	232.7±12.3	15.0±2.20	2.2±0.30	10.1±0.30	0.70±0.05

^zRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=poor, 2=bad, 3=moderate, 4=good, 5=excellent).

^yMean±standard error of 6 plants.

^xGrodan, rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); UR, rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

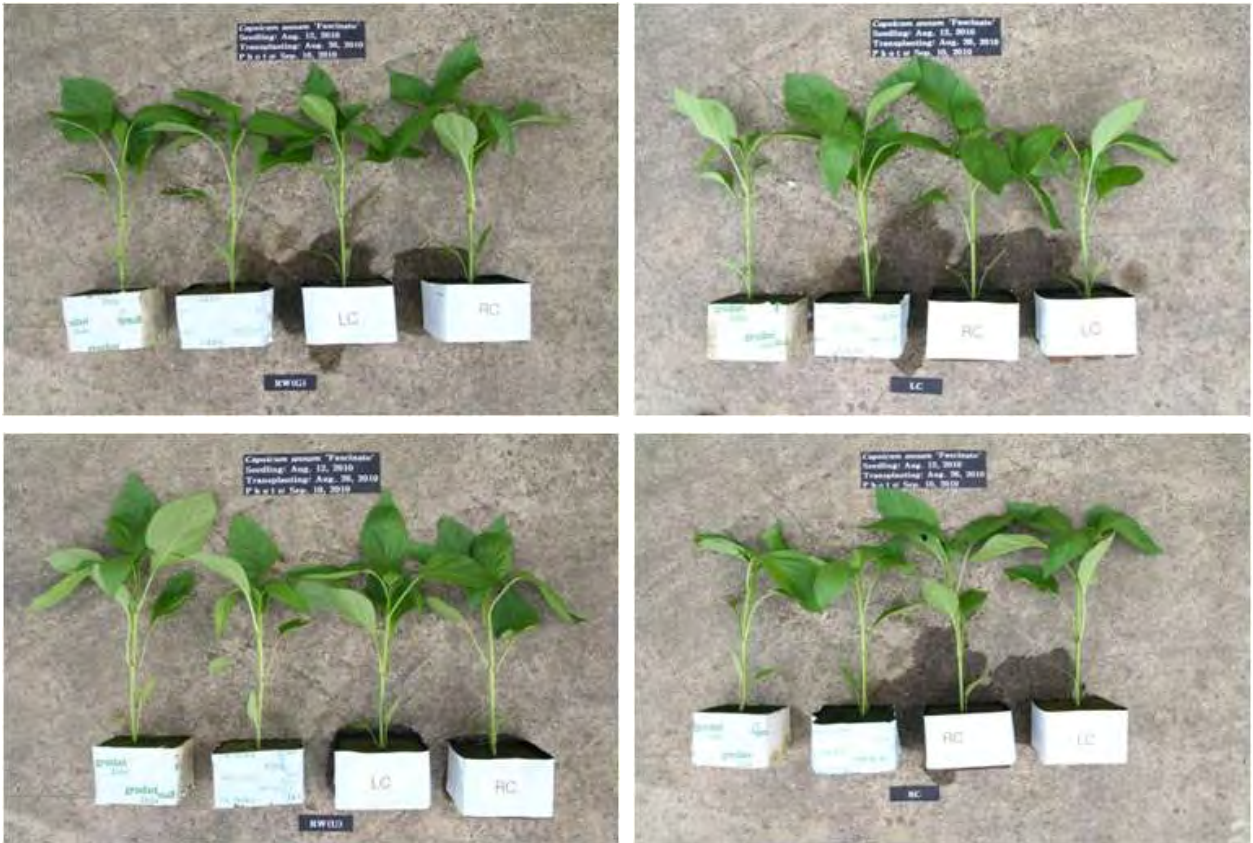


사진 1-10. 펠릿배지와 큐브배지의 조합에 따른 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 30일 쯤의 생육(위쪽 좌, 그로단 암면펠릿과 4종의 큐브배지의 생육; 위쪽 우, LC펠릿과 4종의 큐브배지의 생육; 아래쪽 좌, UR암면펠릿과 4종의 큐브배지의 생육; 아래쪽 우, RC펠릿과 4종의 큐브배지의 생육). 큐브배지의 배열순서는 왼쪽부터 Rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland), Rockwool (UR Co. Ltd., Korea), LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea), RC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea) 순임.

라. 요약

파프리카 'Fascinato' 품종을 각각 4종류의 pellet에 육묘하여 4종류의 큐브에 이식하였음. 파종 후 30일 쯤의 생육변화는 대부분의 배지에서 유사한 결과를 보였고, 초장, 경경, 생체중과 건물중 등의 조사항목에서 큰 차이가 없었으나 RC pellet에 육묘하여 UR rockwool 큐브에 이식한 처리에서 생육이 가장 저조한 결과를 나타내어 향후 이러한 조합을 제외하고, 선발되어진 배지 함께 이화학성 등을 개선한 신배지를 이용하여 다양한 조합을 통한 최적 배지선발 연구를 진행함.

6. 광선택적 차광효과가 우수한 국산 차광제 개발

가. 연구목적

하절기 온도 저감효과와 광선택적 차광효과가 우수한 국산 차광제 개발

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: 정사각형 유리(65cm × 65cm) 4장, 3종류의 차광제(ReduSol, ReduHeat, GreenShade), Spectroradiometer(RPS 900)
- (2) 실험장소: 경상대학교 455동 옥상
- (3) 실험일자: 2010. 10. 28. 14:00
- (4) 실험처리:
 - (가) 무처리 유리(대조구)
 - (나) ReduSol을 도포한 정사각형 유리
 - (다) ReduHeat를 도포한 정사각형 유리
 - (라) GreenShade를 도포한 정사각형 유리
- (5) 실험에 사용된 유리의 크기: 65cm × 65cm의 정사각형 유리
- (6) 실험에 사용된 유리의 두께: 5.0mm 온실전용 유리
- (7) 조사항목: 자연광(태양광)하에서 300~400nm의 자외선(UV: Ultraviolet), 400~700nm의 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation) 및 700~2,000nm의 근적외선광(NIR: Near Infrared)의 광투과량을 측정

다. 결과 및 고찰

4장의 정사각형(65cm × 65cm) 유리에 1장은 대조구로 사용하기 위해 아무런 처리를 하지 않았으며, 나머지 3장의 유리에 3종류의 차광제(ReduSol, ReduHeat 및 GreenShade)를 도포하였음. 현재 첨단시설원예온실 및 일반농가에 일부 보급되어 사용 중인 ReduSol(Mardenkro Co. Ltd., Netherland), ReduHeat(Mardenkro Co. Ltd., Netherland) 제품과 본 연구진에서 개발 진행 중인 GreenShade(Daesung C&S Co. Ltd., Korea) 제품을 도포하였음. 그리고 대조구(무처리 유리)를 포함한 모든 처리구에서의 광과장을 측정하였음(그림 1-5와 1-6). 자외선(UV: Ultraviolet)영역인 300~400nm와 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)영역인 400~700nm영역에서의 광 투과는 태양광과 무처리 유리에서 광 투과율이 가장 높았으며, 모든 처리구에서 400nm와 600~700nm 영역에서 피크를 그려냈음. 이미 알려진 바와 같이 식물이 광합성을 위해 가장 효율적으로 사용하는 광과장인 450nm와 660nm 영역에서의 광투과율을 높일 수 있는 선택적 차광제의 개발이 본 실험의 주요 연구목적으로 대조구인 유리 다음으로 기존에 출시되고 있는 외국산제품인 ReduSol 및 ReduHeat제품보다 본 연구진에서 개발된 GreenShade차광제가 PAR광을 가장 효과적으로 투과 시킬 수 있음을 확인함(그림 1-5). 또한 그림 1-6은 근적외선(NIR: Near Infrared)영역인 800~2,500nm까지의 영역의 광과장대역의 광투과 실험결과로서 이미 알려진 바와 같이 일반유리는 거의 95% 이상의 적외선 영역의 광을 투과 시켰으나, 본 연구진에서 개발된 GreenShade와 ReduSol 및 ReduHeat는 근적외선광을 효율적으로 차단할 수 있는 온실로 유입되는 열선을 효율적으로 차단시킬 수 있음을 확인하였음.

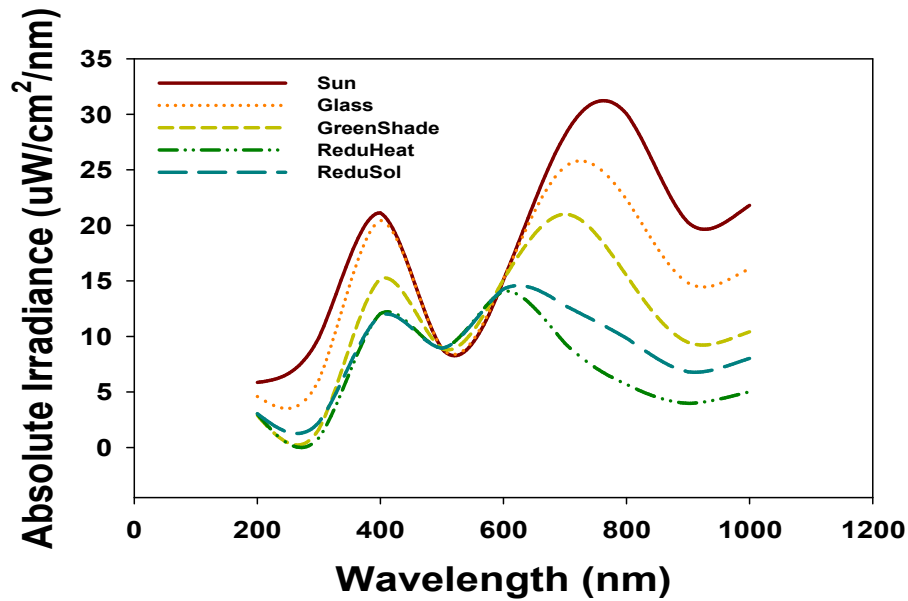


그림 1-5. 종류별 차광제의 자외선과 PAR(Photosynthetically Active Radiation: 광합성활성광) 광파장대역에서의 광투과 실험.

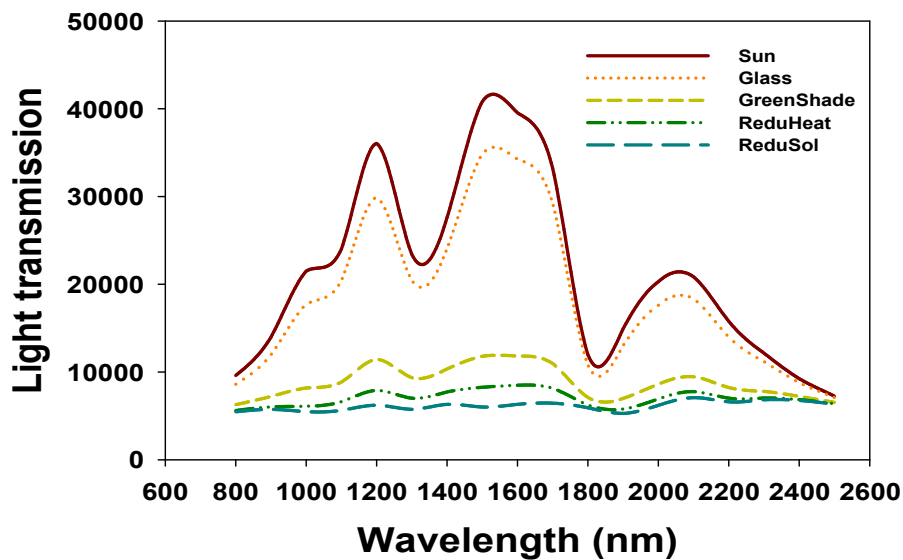


그림 1-6. 종류별 차광제의 NIR(Near Infrared: 근적외선) 광파장대역에서의 광투과 실험.

라. 요약

실험 결과 기존에 사용되고 있는 ReduHeat와 ReduSol은 GreenShade 보다 광합성활성광(PAR) 파장대역의 광투과율이 낮고, 현재 연구 중인 GreenShade의 광합성활성광(PAR) 투과율이 유의적으로 높다는 긍정적인 효과를 lab scale 실험을 통해 도출해 냈음. GreenShade를 차광제로 사용할 경우 광합성이 효율적인 PAR광을 온실내부로 투과시켜 작물의 광합성을 증대시켜 건전하고 활력 있는 생육과 수량증대효과를 유도하면서, 식물체 자체와 온실내부의 공기온도를 상승시킬 수 있는 NIR광을 차단함으로써 하절기 온실의 온도를 하강시키면서 작물에는 건전한 생육을 유도할 수 있다는 결론을 도출함.

7. 농가에 적합한 효과적인 박리제 개발

가. 연구목적

국내 농가에 적합한 효과적인 박리제의 사용방법 개발

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료: 온실용 차광제 전용 박리제(Shade Cleaner, Daesung C&S Co. Ltd., Korea)

(2) 실험장소: 경상대학교 원예학과 부속농장 벤로형 유리온실

(3) 실험기간: 2010. 11. 20.

(4) 실험처리: 차광제 도포(2010. 6. 22.)

(가) 물의 경도(50, 150, 300 ppm)

- ① 지하수의 성분으로 칼슘(Ca)과 마그네슘(Mg) 등의 경도 성분이 박리제의 성능에 영향을 줄 수 있는 것으로 예상
- ② 우수(빗물)은 경도가 약할 것으로 판단되며, 수돗물은 일반적으로 40~80ppm의 경도를 가지는 것으로 파악되며, 지하수는 지역에 따라 상이한 값을 가질 것으로 예측됨
- ③ 지하수는 50ppm, 150ppm, 300 ppm으로 선정함
- ④ 지하수의 경도는 염화칼슘(CaCl_2)을 이용하여 조절함

(나) 박리제와 물의 희석비율(1:5, 1:7, 1:9)

- ① 박리제의 일반적으로 추천 희석 비율은 1:7(12.5% soln.)임
 - ② 희석 비율은 추천 비율 전·후의 농도인 1:5(16.7%), 1:7(12.5%), 1:9(10.0%)로 선정함
 - ③ 접촉시간(30초, 10분, 24시간)
- (5) 조사항목: 박리제의 처리 후 온실내부로 유입되는 광도를 PAR(Photosynthetically Active Radiation)센서로 측정 후 PPFD(Photosynthesis Photon Flux Density: 광합성유효광량자속밀도) 단위인 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 단위로 표현함



사진 1-11. 온실용 차광제 전용 개발 박리제의 효율적 사용을 위한 물의 경도, 적정 희석농도 및 박리제의 접촉시간구명을 위한 실험광경.

다. 결과 및 고찰

표 1-17은 경도, 처리시간, 박리제와 물의 희석비율에 따른 차광제의 박리효과를 실험처리 후 온실내부의 광투과율로 측정하여 나타냈음. 차광제는 2010년 6월 22일 도포하였으며, 물의 경도를 각각 50, 150, 300ppm으로 하여 차광제를 제거하였을 때 300ppm 처리에서 가장 광투과율이 유의적으로 우수한 효과를 나타내었음. 그리고 물의 경도와 상관없이 차광제와 박리제의 접촉시간이 길어질수록 박리의 효과가 커져 투과율이 좋았음. 물의 비율이 높은 1:9 처리에서 투과율이 낮은 것을 알 수 있음. 박리제의 일반적인 추천 희석 비율은 1:7로 나타났으며, 박리제 처리후 물로 세척하는 시간은 24시간 후가 가장 효과적이었으며, 10분 후에 물로 세척을 해도 경도와 희석비율의 조절로 유사한 세척효과를 나타내었음.

표 1-17. 개발 박리제를 이용한 경도, 처리시간, 희석비율에 따른 차광제의 박리 효과(광투과율로 측정).

Hardness of water (ppm)	Treatment time	Shade cleaner : Water		
		1:5	1:7	1:9
		$\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$		
50	30 sec.	938 d	959 b	919 c
	10 min.	985 c	1,007 b	949 c
	24 hour	1,079 b	1,091 b	1,045 b
150	30 sec.	1,072 b	1,068 b	1,093 ab
	10 min.	1,088 b	1,055 b	1,041 b
	24 hour	1,134 a	1,120 b	1,045 b
300	30 sec.	1,102 ab	1,133 b	1,118 a
	10 min.	1,018 c	1,143 b	1,101 a
	24 hour	1,126 a	1,461 a	1,103 a

라. 요약

경도, 처리시간, 박리제와 물의 희석비율에 따른 차광제의 제거 효과를 광투과율로 측정하여 얻은 결과로서 물의 경도는 300ppm으로 적정하고, 박리제와 물의 비율을 1:5처리 또는 1:7처리를 사용하면서, 접촉하는 시간은 10분 혹은 24시간을 기다린 후 차광제 박리를 위한 세척작업을 시작하는 것이 효과적인 것으로 나타남.

8. 슬래브형 배지 종류에 따른 파프리카 ‘Cupra’ 품종의 재배 실험

가. 연구목적

암면의 단점 보완, 연중 안정공급, 이화학성이 우수, 경제적, 재배 효율성 높은 배지의 탐색 및 개발

나. 재료 및 방법

파프리카 빨간색 품종인 ‘Cupra’(Enza zaden, The Netherlands)를 2010년 7월 20일에 240공 암면플러그에 파종하여 2010년 8월 18일에 양액(EC 2.0 dS·m⁻¹, pH 5.5)으로 포수시킨 암면블럭(10cm×10cm×6.5cm)에 U자로 이식하였음. 육묘기간 중 파프리카 그로단 표준액(EC 2.0~3.0 dS·m⁻¹, pH 5.5)을 매일 오전에 공급하였음. 본엽이 10매 내외로 전개되었을 때인 2010년 8월 30일에 경남농업기술원 유리온실에서 암면슬래브(dry master, 90cm×15cm×6.5cm), 코이어(칩 50 : 분말 50, 섬유포함), 오아시스 A, B 등 4종류의 배지에 양액(EC 3.0 dS·m⁻¹, pH 5.5)으로 충분히 포수한 뒤 슬래브 당 3주씩 180 × 33cm간격으로 2조 정식하였음. 재배 중에는 급액 EC를 2.2~3.0 dS·m⁻¹, pH를 5.5~5.8의 범위를 유지하도록 공급하였음. 양액공급은 누적광량 100J/cm² 당 100~120mL/plant로 공급하였음. 줄기는 2분으로 유인하였고 기타 작물관리와 환경 관리는 관행에 준하였음. 함수율과 EC는 암면용 함수율측정기(WCM-H, Grodan Co., Denmark)와 코코피트용 함수율측정기(Wet meter, Clover Co. The Netherlands)를 이용하여 매일 13시경에 처리 당 10곳을 측정하여 평균으로 산정하였음. 수확은 과실이 90%이상 착색된 것을 기준으로 2010년 11월 29일부터 2011년 2월 28일까지 하였고, 수량조사는 100g이상의 모양이 정상적이고 병충해 흔적이 없는 과실을 상품으로 분류하였고, 100g미만의 사과, 배꼽씩음과, 병과, 기형과 등을 비상품으로 구분하여 조사하였음. 조사주수는 반복 당 10주로 하였고, 기타 조사는 농촌진흥청 시험연구조사기준(RDA, 1997)에 준하였음. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였고, 통계분석은 SAS 프로그램을 이용하여 분석하였음.

다. 결과 및 고찰

재배기간 동안의 배지별 평균 배액과 함수율은 표 1-18에서 보는 바와 같음. 공급량은 주당 557.1mL, pH는 5.7, EC는 2.7 dS·m⁻¹로 공급되었는데, 배액률은 rockwool이 29.2%로 가장 많았고, Oasis 배지는 23~23.5%로 배액률이 다소 낮았음. EC는 Oasis A가 4.6 dS·m⁻¹로 가장 높았고, coir 배지가 3.3 dS·m⁻¹로 가장 낮았음. 함수율은 coir 배지가 65.5%로 가장 높았고, rockwool 60.9%, Oasis B 배지 58.3%, Oasis A 배지 55.1%의 순이었음. 개발배지인 Oasis 배지는 배액율과 함수율이 기존 배지에 비해 낮았고, EC가 높게 유지되는 경향이었음.

표 1-18. Effects of substrates on the amount, EC and pH of drain water and water content of paprika in soilless culture.

Substrates	Supply				drain		Water content (%)
	Amount (mL/plant)	pH	EC (dS·m ⁻¹)	ratio (%)	pH	EC (dS·m ⁻¹)	
Coir	557.1	5.7	2.7	26.7	5.4	3.3	65.5
Rockwool	557.1	5.7	2.7	29.2	5.4	3.9	60.9
Oasis A	557.1	5.7	2.7	23.5	5.3	4.6	55.1
Oasis B	557.1	5.7	2.7	23.0	5.4	4.2	58.3

재배 중의 생육은 표 1-19에서 보는 바와 같이 coir 배지가 초장이 가장 길었고, Oasis A 배지가 가장 짧았음. 그 외의 생육특성은 유의적인 차이를 보이지 않았음.

표 1-19. Effects of substrates on the growth of paprika in soilless culture.

Substrates	Plant height (cm)	Main stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Branches	Leaf size (cm)	
					Length	Width
Coir	131.4 a*	28.4 a	14.3 a	16.1 a	30.5 a	17.2 a
Rockwool	127.5 ab	28.4 a	14.2 a	16.6 a	31.1 a	17.7 a
Oasis A	125.8 b	26.6 a	14.5 a	16.6 a	30.5 a	17.4 a
Oasis B	130.3 ab	27.9 a	14.1 a	16.2 a	30.5 a	16.9 a

* Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

과실크기는 coir 배지가 가장 컸고 Oasis 배지는 다소 작은 경향이였음. 이에 따라 과중도 coir 배지가 182.2g으로 가장 무거웠고, rockwool 배지 166.7g, Oasis B 배지 165.4g으로 비슷하였으며, Oasis A 배지는 163.8g으로 가장 낮았음. 과육두께, 당도, 경도, 심실수 및 색도 등은 배지에 따른 차이가 없었음(표 1-20).

표 1-20. Effects of substrates on the quality of paprika in soilless culture.

Substrates	Fruit size(cm)		Fruit weight (g)	Pericarp (mm)	Soluble solid (°Brix)	Hardness (kg)	Locules	Hunter value		
	Length	Width						L	a	b
Coir	9.5 a*	8.9 a	182.2 a	7.1 a	7.3 a	1,312 a	3.8 a	30.9 a	30.8 a	19.8 a
Rockwool	9.3 a	8.8 ab	166.7 b	6.8 a	7.5 a	1,346 a	4.0 a	31.5 a	30.7 a	18.0 a
Oasis A	9.1 a	8.5 b	163.8 b	7.1 a	7.3 a	1,311 a	3.7 a	30.8 a	28.9 a	16.6 a
Oasis B	9.2 a	8.7 ab	165.4 b	7.0 a	7.4 a	1,329 a	3.8 a	31.1 a	29.8 a	17.3 a

* Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

수량은 표 1-21에서 보는 바와 같이 rockwool 배지가 3,381g으로 가장 높았고, 나머지 배지는 3,142~3,241g의 범위로 통계적인 유의성이 없었음. 상품률은 Oasis A 배지가 88.2%로 다소 낮았으나 나머지 배지들은 비슷한 수준이었음. 상품과수는 rockwool배지가 20.3개로 가장 많았고 coir 배지가 17.6개로 가장 적었으며, Oasis A 배지는 19.8개, Oasis B 배지는 19.8개였음. 이상의 결과로 Oasis A 배지는 rockwool 배지에 비해서는 수량이 4.1% 감소하였지만, coir 배지보다는 1% 증가하여 파프리카 재배용 배지로서의 가능성이 높은 것으로 판단됨.

표 1-21. Effects of substrates on the yield of paprika in soilless culture.

Substrates	Marketable fruit (%)	Fruits per plant								Yield (g)
		Marketable**						Unmarketable	Total	
		2L	L	M	S	2S	Total			
Coir	91.1 a*	0.1	0.8	5.7	3.1	0.1	17.6	1.7	19.3	3,208
Rockwool	91.7 a	0.0	1.3	6.3	3.3	1.2	20.3	1.8	22.1	3,381
Oasis A	88.2 b	0.0	0.5	6.1	3.9	1.4	19.8	2.6	22.4	3,241
Oasis B	90.7 ab	0.0	0.4	6.3	3.5	1.2	19.0	1.9	20.9	3,142

* Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

** 2 L, >251 g; L, 221~250 g; M, 171~220 g; S, 131~170 g; and 2S, 100~130 g.

라. 요약

재배기간 중의 배지 안정성은 함수율과 EC를 감안할 때 rockwool과 coir 배지가 높았음. Oasis 배지는 함수율과 EC가 다소 높게 유지되는 경향이었음. 재배 중의 생육은 coir 배지가 다소 빨랐으나 나머지 배지는 비슷하였음. 과실크기는 coir 배지가 가장 크고 무거웠고, 과육두께, 당도, 경도, 심실수 및 색도 등은 배지에 따른 차이가 없었음. 수량은 rockwool 배지가 가장 높았고, 나머지 배지는 비슷하였음. 상품과수는 rockwool배지가 많았고 coir 배지가 가장 적었음. 이상의 결과로 Oasis A 배지는 rockwool 배지에 비해서는 수량이 낮았지만, coir 배지와는 비슷한 수준으로 파프리카 재배용 배지로서의 가능성이 높은 것으로 판단됨.

9. 암면배지와 개발배지 사용에 따른 장미 삽목묘의 수량성 비교

가. 연구목적

기준에 사용되고 있는 암면배지와 개발배지(phenolic foam)의 사용에 따른 장미 삽목묘의 수량성을 비교하여 장미 재배에서 개발배지 사용 가능성을 파악하고자 연구를 수행함.

나. 재료 및 방법

절화용 스탠다드 계통인 'Rock Fire'와 스프레이 계통의 'Bubble Pink' 장미를 사용하여 암면배지와 개발배지를 사용에 따른 삽목묘의 수량성을 비교함. 2010년 4월 19일에 절화 장미의 최상단과 하단의 3매엽과 7매엽의 마디를 제거한 후 5매엽 마디를 사용하여 암면 큐브(5 cm × 5 cm × 5 cm, 명성프라콘, 한국)에 삽목하여 경상대학교 원예생산공학실험실 벤로형 유리 온실에서 수행함. 삽목 31일 후, 발근이 된 균일한 삽목묘를 선별하여 암면 슬래브(10 cm × 15 cm × 100 cm, 그로단, 네덜란드)와 개발배지(Phenolic foam 3813-4, 10 cm × 15 cm × 100 cm, 스미더스 오아시스, 한국)에 완전임의배치법으로 정식함. 점적 관수(Golden Drip 8, 신안그로, 마산, 한국)로 양액을 공급하였으며 양액의 pH는 5.8로 조절하였고, EC는 1.2 dS·m⁻¹로 관리함. 온실의 환경 조건은 평균 온도 26.6℃, 상대 습도 73%로 재배함. 절화 장미의 품질과 수량은 10개월의 재배기간 동안 3번 수확하여 조사함. 삽목묘의 생육은 절화장, 화폭, 절화 경경, 5매엽수, 화수, 생체중, 절화등급, 총 수량을 조사함. 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System, V. 9.1, Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 던컨 다중검정으로 통계적 유의성을 검정함.



사진 1-12. 암면과 개발배지 사용에 따른 장미 삽목묘의 수량성 비교.

다. 결과 및 고찰

스탠다드 계통의 'Rock Fire' 품종의 절화장은 67.7 cm로 암면에서 유의적으로 높았고 절화 경경, 5매엽수, 생체중도 암면배지에서 높았으나 유의성은 없었음(표 1-22). 스프레이 계통인 'Bubble Pink' 품종의 절화장, 화폭, 절화 경경, 5매엽수, 생체중은 암면배지와 개발배지 사용에 따른 생장의 차이는 나타나지 않음. 'Rock Fire' 품종은 암면배지에서 ≥80, 79-70 cm의 절화가 많이 생산되었으나, 개발배지와 총 수량은 유의성이 없었음(표 1-23). 'Bubble Pink' 품종은 개발배지에서 상위 등급의 절화가 많이 생산되었고, 배지 종류에 따른 총 수량은 유의성이 나타나지 않음. 이러한 결과로 절화 장미 'Rock Fire'와 'Bubble Pink' 품종은 개발배지를 사용

함에 따라 기존에 사용하고 있는 암면배지의 생육과 큰 차이가 나지 않는 것으로 장미 재배에 개발배지 사용은 가능할 것으로 판단됨.

표 1-22. 배지 종류에 따른 장미 삽목묘의 생장.

Cultivar	Medium	Stem	Flower	Stem	No. of	No. of	Fresh
		length (cm)	width (cm)	diameter (mm)	five-leaflet leaves per stem	flowers per stem	weight (g)
'Rock Fire'	Phenolic foam (3813-4)	64.4 b ^z	- ^y	5.97 a	3.1 a	-	41.48 a
	Rockwool (Grodan)	67.7 a	-	6.10 a	3.3 a	-	43.24 a
'Bubble Pink'	Phenolic foam (3813-4)	68.8 a	12.2 a	6.8 a	5.2 a	5.4 a	52.58 a
	Rockwool (Grodan)	68.6 a	11.8 a	6.8 a	5.1 a	5.3 a	49.01 a

^zMean separation within columns for each cultivar by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

^y-, no measurement taken.

표 1-23. 배지 종류에 따른 장미 삽목묘의 수량성 비교.

Cultivar	Medium	Yield by grade (cm)					Total yield
		≥80	79-70	69-60	59-50	≤50	
'Rock Fire'	Phenolic foam (3813-4)	1.8 a ^z	3.7 a	6.2 a	6.8 a	0.3 a	18.8 a
	Rockwool (Grodan)	4.0 a	4.3 a	5.2 a	5.8 a	0.2 a	19.5 a
'Bubble Pink'	Phenolic foam (3813-4)	3.0 a	3.3 a	5.7 a	2.7 a	0.2 a	14.8 a
	Rockwool (Grodan)	2.2 a	4.7 a	4.0 a	3.5 a	0.0 a	14.3 a

^zMean separation within columns for each cultivar by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

라. 요약

'Rock Fire' 품종은 암면배지에서 상위 등급의 절화가 많이 생산되었으나, 'Bubble Pink' 품종은 개발배지에서 상위 등급의 절화가 많이 생산되었고, 두 품종 모두 암면배지와 개발배지의 총 수량은 유의성이 없었음. 이러한 결과로 절화 장미 'Rock Fire'와 'Bubble Pink' 품종은 개발배지를 사용함에 따라 기존에 사용하고 있는 암면배지의 생육과 큰 차이가 나지 않는 것으로 보아 장미 재배에 개발배지 사용은 가능할 것으로 판단됨.

10. 배지 종류별 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 육묘용 최적배지 선발

가. 연구목적

- (나) 펠릿형과 큐브형 배지의 조합을 통한 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 육묘용 최적 신배지 선발
- (다) 과종용 배지에서 육묘용 배지까지 연계할 수 있는 최적 배지의 선발 및 배지종류별 이화학적 특성 파악

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: 파프리카(*Capsicum annuum* ‘Fascinato’), 신젠타 종묘(주)
- (2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 GMO 온실
- (3) 실험기간: 2011년 5월 30일~2011년 7월 13일
 - (가) 파종: 2011년 5월 30일
 - (나) 이식: 2011년 6월 17일
 - (다) 최종 생육조사: 2011년 7월 13일
- (4) 실험처리
 - (가) 과종용: 4처리(펠릿형) x 4반복 x 60개체(완전임의 배치)
 - (나) 육묘용: 4처리(펠릿형) x 4처리(큐브형) x 3반복 x 60개체(난괴법)
 - (다) 배지종류
 - ① Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark).
 - ② UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea).
 - ③ Phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).
 - ④ Phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

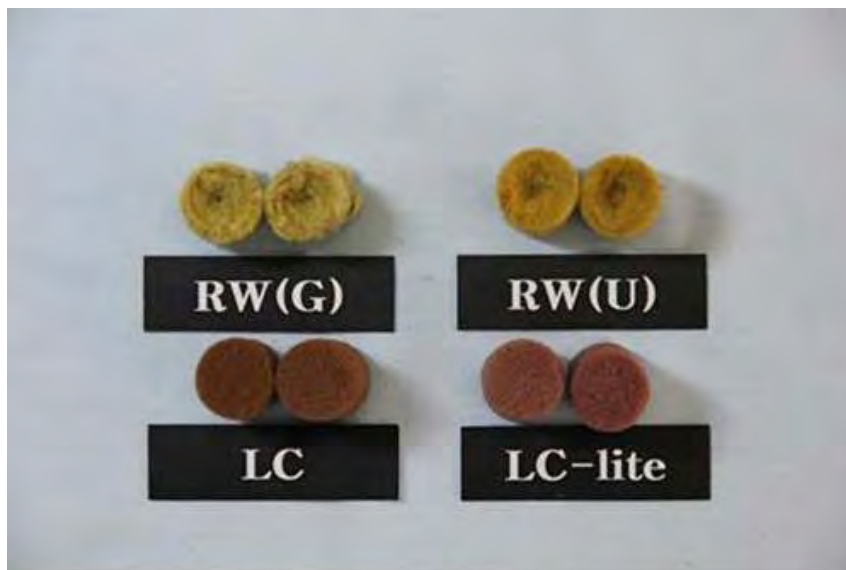


사진 1-13. 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 육묘실험에 사용된 4종류의 과종용 펠릿형의 배지. RW(G); Grodan rockwool, RW(U); UR rockwool, LC; phenolic foam LC, LC-lite; phenolic foam LC-lite.



사진 1-14. 파프리카 'Fascinato' 품종의 육묘실험에 사용된 4종류의 육묘용 큐브형 배지. RW(G); Grodan rockwool, RW(U); UR rockwool, LC; phenolic foam LC, LC-lite; phenolic foam LC-lite.

(5). 조사항목

- (가) 배지의 화학성(pH, EC 등)과 물리성(총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상률 등)
- (나) 이식 전: 초장, 하배축과 상배축 길이, 경경, 엽수 등
- (다) 이식 후: 초장, 뿌리등급, 최대 근장, 하배축과 상배축 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 엽폭, 엽장, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율, T/R율 등

다. 결과 및 고찰

육묘 전/후 pH와 EC를 측정된 결과 육묘 전 pH는 펠릿형 암면배지인 RW(G)와 RW(U)에서 각각 7.56과 7.65의 값을 나타냈으며(표 1-24), 큐브형 암면배지인 RW(G)와 RW(U)에서 7.41과 7.40의 값으로 측정되었음(표 1-25). 신개발 배지인 펠릿형 phenolic foam LC(이하 LC)와 phenolic foam LC-lite(이하 LC-lite)배지에서는 6.69과 6.31의 값을 나타냈으며(표 1-24), 큐브형 LC와 LC-lite배지에서 또한 유사한 화학성인 6.85와 6.71의 값으로 측정되었음(표 1-25). 이는 Nelson(1991)이 제시한 작물이 생육하기 위한 최적 pH범위인 5.6~6.5보다 경미하게 높은 값으로 측정 되었지만, 재배시 묘의 생육에 있어 영양성분의 결핍증상이나 과다증상 등의 문제가 발생하지 않고 전체적으로 고르게 생육되었음. 특히 관행으로 사용하고 있는 암면배지 보다 신개발 배지인 LC와 LC-lite배지에서 펠릿형과 큐브형 모두 초기 pH값이 6.31~6.85의 범위로 약 알칼리성인 암면배지보다 적정 생육 수치에 가깝게 나타남. 육묘 후에는 pH가 펠릿형 암면 RW(U)배지와 신개발 배지인 LC와 LC-lite배지에서 다소 상승한 값을 보였으나, 큐브형의 배지에서는 모든 처리구에서 pH값이 떨어지는 결과를 보였음. 특히 신개발 배지인 큐브형의 LC와 LC-lite배지의 6.75와 6.70으로 최적 범위에 근접한 화학적인 성질을 나타냄. 실험 전 측정된 펠릿형과 큐브형의 배지의 EC값은 모든 처리구에서 0.04~0.11dS·m⁻¹의 범위로 측정되어

전형적인 무기물 배지의 특성을 나타냄(표 1-24와 표 1-25). 전체적으로 육묘 후 모든 펠릿형 배지의 EC는 $0.29\sim 0.38\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 의 범위로 측정되었으며, 큐브형 배지의 EC는 $0.28\sim 0.53\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 의 범위로 펠릿형 배지의 EC값 상승률보다 큐브형 배지의 EC값의 상승률이 더 높음을 알 수 있었음. 펠릿형 배지의 물리성 측정 데이터는 그림 1-7에 나타냄. 펠릿형에서의 총공극은 LC배지가 가장 높았고, 다음으로 RW(U)>LC-lite>RW(G)순의 성적을 나타냈다. 용기용수량 역시 LC배지에서 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었으며 RW(G)배지에서 가장 낮은 값을 나타냄. 기상은 신배지인 LC-lite와 LC배지에서 가장 낮은 값을 보였고, RW(G)와 RW(U)배지에서 8-9% 정도로 신개발 배지에 비해 유의적으로 높은 값으로 측정 됨. 가비중은 암면에 비해 LC, LC-lite배지가 약 $0.01\sim 0.02\text{g}\cdot\text{m}^3$ 의 범위로 유의성 있게 가장 가벼운 것을 알 수 있음(그림 1-7). 큐브형 배지의 물리성 측정 데이터는 그림 1-8에 나타냄. 큐브형 배지의 물리성에서 총공극은 4가지 배지 모두 통계적 유의적인 차이가 없이 약 90%범위에 있었음. 용기용수량은 LC배지가 약 40%로 타 처리구에 비해 가장 낮은 결과를 보임. 기상은 암면배지인 RW(G)와 RW(U)에서 높은 데이터 값을 볼 수 있었으며, 신개발 배지인 LC와 LC-lite배지에서는 1~2% 범위로 상대적으로 7~9%범위에 있는 암면배지보다 유의적으로 낮은 결과를 보임. 가비중은 펠릿형 배지에서의 물리성 측정결과와 유사하게 LC와 LC-lite가 암면배지보다 유의적으로 가벼웠음(그림 1-8). 과중 후 19일째 펠릿형 배지에서 재배한 파프리카 유묘의 생육을 조사한 결과 RW(U)배지에서 초장, 엽폭, 엽장, 하배축, 경경, 엽수, 최대근장, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중과 T/R율이 각각 8.63cm, 2.09cm, 4.06cm, 5.76cm, 1.61mm, 2.20, 4.24cm, 16.72cm^2 , 6.3g, 0.08g, 0.05g, 0.007g, 76.9의 값으로 건물율과 엽록소함량을 제외한 모든 항목에서 유의성 있게 가장 우수한 생육 결과를 보임. 신개발 배지의 생육은 암면보다 월등히 우수하지는 않았지만 근접한 생육결과를 나타냈다(표 1-26과 표 1-27). 펠릿형에서 큐브형 배지로 이식 후 45일째의 생육조사 결과는 표 1-28, 1-29, 1-30, 1-31까지 나타내었음. 전체적으로 펠릿형 암면배지인 RW(G)와 RW(U)의 배지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4가지 종류의 큐브에 이식한 파프리카의 생육이 유의적으로 양호한 결과를 나타냄. 표 1-28은 RW(G) 펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. 초장, 최대근장, 엽폭 및 뿌리등급(수치가 낮을수록 우수한 결과임)은 LC-lite배지에서 유의적으로 가장 양호하였고, 그 데이터 값은 각각 37.0cm, 10.5cm, 10.9cm 및 2.3(수치가 낮을수록 우수한 결과임)의 값으로 나타남. 건물율은 RW(G)큐브형 배지에 이식된 파프리카 유묘에서 9.9%의 값을 나타냄. RW(G)배지에서 지하부의 생체중과 건물중은 각각 7.6g과 0.6g으로 3가지 큐브형의 배지에 비해 가장 양호함. 하지만 엽장, 엽록소 함량은 RW(U)배지에서 각각 19.4cm, 40.5로 양호한 결과를 나타냄. 엽수, 엽면적, 지상부의 생체중은 통계적 유의차가 없었음. 전체적으로 큐브형 신개발배지에서 보다 큐브형 암면배지인 RW(G)와 RW(U)배지에서 양호한 생육을 나타냄. 표 1-29는 RW(U) 펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. LC 큐브형 배지에서 초장은 36.0cm로 타 처리구에 비해 유의적으로 가장 길었으며, 통계적인 유의차는 없었지만 엽수 또한 10.9장으로 타 처리구에 비해 우수한 결과를 나타냄. 엽폭, 경경, 건물율은 RW(U)큐브형 배지에서 양호하였는데, 각각 10.5cm, 5.7cm, 9.5%의 데이터 값을 볼 수 있었음. 엽록소 값, 지상부의 생체중과 건물중은 RW(G)큐브형 배지에서 각각 42.4, 31.3g, 3.0g으로 가장 양호하였음. 뿌리등급은 2.3(수치가 낮을수록 우수한 결과임)으로 LC-lite큐브형 배지에서 생육이 양호하였음. 그 외 최대근장, 엽장, T/R율, 엽면적, 지하부의 생체중과 건물중은 통계적 유의차가 없었음. 표 1-30은 LC펠릿형 배

지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타 낸 표임. 초장, 엽폭, 엽장, 경경, 건물율, 엽록소 함량, 엽면적, 뿌리등급, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중은 RW(G)큐브형 배지에서 생육이 양호하였는데 각각 20.0cm, 7.1cm, 13.0cm, 3.7mm, 11.2%, 38.6, 230.0cm², 3.4, 7.1g, 0.9g, 2.3g, 0.2g의 데이터 값을 나타냄. 그 중 경경은 LC큐브형 배지에서 같은 3.7mm의 값으로 측정되었으며, 뿌리등급은 LC-lite큐브형 배지에서와 동일한 3.4의 값을 나타냄. 그 외 최대근장, 엽수, T/R율은 통계적 유의차가 없었음. 전체적으로 RW(G)큐브형 배지에 이식한 파프리카의 생육이 양호하였음. 표 1-31은 LC-lite펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타 낸 표임. 초장, 건물율, 뿌리등급, 지상부와 지하부의 건물중이 RW(G)배지에서 생육이 양호하였는데 각각 24.7cm, 11.6%, 3.4, 1.2g, 0.3g의 데이터 값을 나타냄. 그 중 지상부의 건물중은 LC큐브형 배지와 같은 값이 나타났으며, 지하부의 건물중 역시 RW(U)큐브형 배지와 LC큐브형 배지에서 같은 값을 나타냄. 최대근장, 엽폭, 엽장과 엽면적은 통계적 유의차가 나타나지 않았음. 경경, 엽수, 지상부와 지하부의 생체중은 LC큐브형 배지에서 생육이 양호하였는데, 각각 4.5mm, 8.3, 12.4g, 4.0g의 데이터 값으로 나타냄. T/R율은 LC-lite큐브형 배지에서 4.8의 값을 보였으며, 엽록소 값은 RW(U) 큐브형 배지에서 41.0의 값으로 유의적으로 가장 높은 농도를 나타냄.

표 1-24. 펠릿형 배지종류에 따른 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.

Media ²	pH		EC (dS·m ⁻¹)	
	Before	After	Before	After
RW(G)	7.56 b ^y	6.74 c	0.04 c	0.38 a
RW(U)	7.65 a	7.00 a	0.11 a	0.29 d
LC	6.69 c	7.16 a	0.07 b	0.33 b
LC-lite	6.31 d	7.17 a	0.04 c	0.30 c

²RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

표 1-25. 큐브형 배지종류에 따른 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.

Media ^z	pH		EC(dS·m ⁻¹)	
	Before	After	Before	After
RW(G)	7.41 a ^y	6.75 b	0.01 a	0.53 a
RW(U)	7.40 a	6.80 a	0.01 a	0.28 c
LC	6.85 b	6.75 b	0.01 a	0.31 b
LC-lite	6.71 c	6.70 c	0.01 a	0.31 b

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

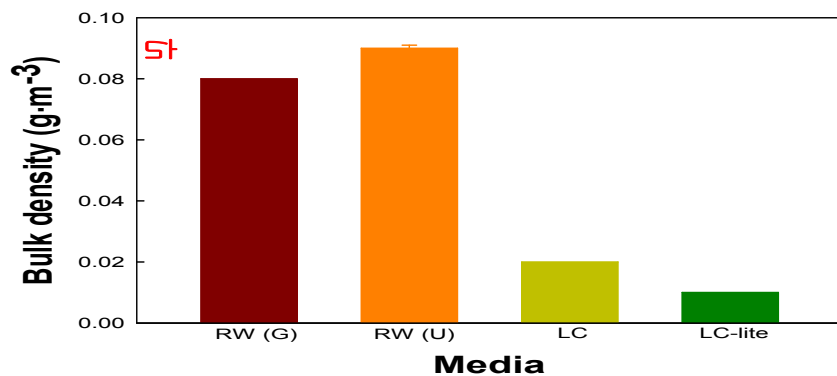
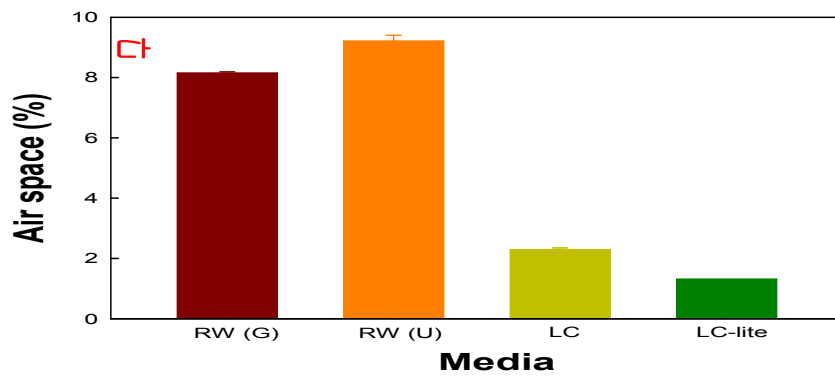
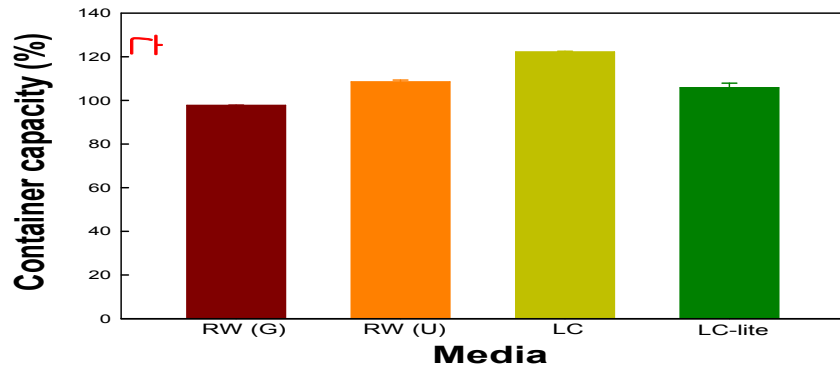
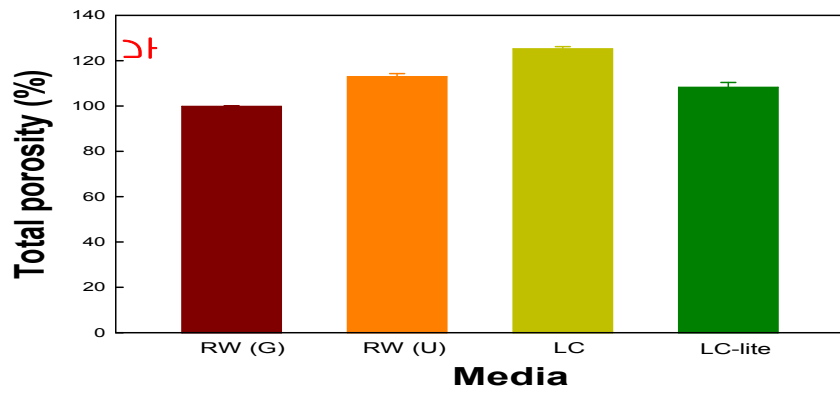


그림 1-7. 실험에 사용한 펠릿형 배지의 종류에 따른 총 공극률(가), 용기용수량(나), 기상률(다) 및 가비중(라). RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

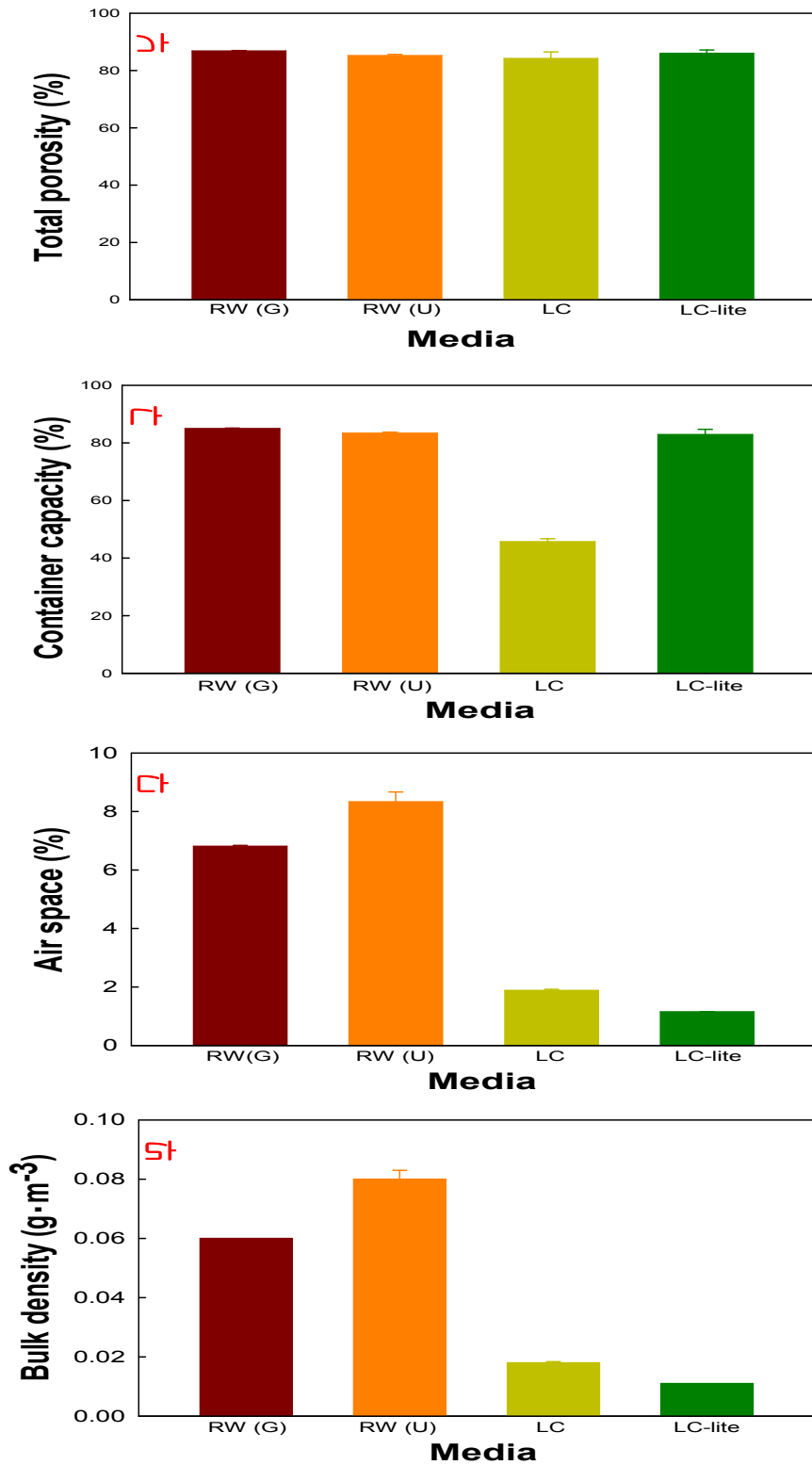


그림 1-8. 실험에 사용한 큐브형 배지 종류에 따른 총 공극률(가), 용기용수량(나), 기상률(다) 및 가비중(라). RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-26. 펠릿형 배지 종류에 따른 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 후 19일 께의 생육.

Media ^z	Plant height (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Hypocotyl length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Length of the longest root
RW(G)	7.11 b ^y	2.02 a	3.85 a	5.09 b	1.45 b	2.17 a	4.14 a
RW(U)	8.63 a	2.09 a	4.06 a	5.76 a	1.61 a	2.20 a	4.24 a
LC	3.21 d	0.48 c	1.01 c	2.60 d	1.24 d	1.90 b	1.60 b
LC-lite	5.77 c	1.34 b	2.68 b	4.25 c	1.31 c	2.00 ab	4.18 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

표 1-27. 펠릿형 배지 종류에 따른 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 후 19일 께의 엽록소함량, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 건물율, T/R율.

Media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Fresh wt. (g)		Dry wt. (g)		Dry matter (%)	T/R ratio
			Shoot	Root	Shoot	Root		
RW(G)	25.62 a ^y	14.41 b	5.4 b	0.08 a	0.04 a	0.006 b	0.9 a	74.1 a
RW(U)	24.58 ab	16.72 a	6.3 a	0.08 a	0.05 a	0.007 a	0.9 a	76.9 a
LC	19.46 c	4.80 d	1.1 d	0.02 c	0.02 c	0.003 d	2.5 a	40.6 b
LC-lite	23.57 b	7.93 c	3.2 c	0.06 b	0.03 b	0.004 c	1.0 a	59.3 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

표 1-28. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 과중 후 45일 켜의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	33.3 b ^y	8.8 b	10.4 a	19.3 a	5.6 a	10.7 a	4.1 c	9.9 a
RW(U)	32.8 b	8.5 b	10.8 a	19.4 a	5.6 a	10.5 a	5.2 b	8.9 b
LC	36.3 a	8.6 b	9.6 b	18.4 b	5.6 a	11.1 a	6.4 a	8.0 c
LC-lite	37.0 a	10.5 a	10.9 a	19.0 ab	5.0 b	10.9 a	4.0 c	8.0 c

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

표 1-28. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
				RW(G)	40.1 a ^y	776.2 a	2.5 ab
RW(U)	40.5 a	777.2 a	3.2 a	29.3 a	2.6 ab	5.9 b	0.5 ab
LC	37.8 b	781.6 a	2.9 ab	30.7 a	2.4 b	5.4 b	0.4 b
LC-Lite	38.4 b	852.7 a	2.3 b	29.1 a	2.4 b	7.5 a	0.5 ab

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-29. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 파종 후 45일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	35.3 a ^y	8.8 a	10.0 ab	18.4 a	5.6 a	10.8 a	5.1 a	8.9 b
RW(U)	33.2 b	8.2 a	10.5 a	19.0 a	5.7 a	10.6 a	5.5 a	9.5 a
LC	36.0 a	9.2 a	9.9 ab	18.3 a	5.5 ab	10.9 a	6.1 a	8.0 c
LC-lite	33.8 b	8.5 a	9.6 b	18.0 a	5.2 b	10.7 a	5.0 a	8.0 c

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

표 1-29. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	42.4 a ^y	898.0 a	2.8 b	31.3 a	3.0 a	6.1 a	0.5 a
RW(U)	40.6 b	743.0 a	2.8 b	29.1 a	2.8 a	5.8 a	0.5 a
LC	38.5 c	768.1 a	3.8 a	30.3 a	2.4 b	5.4 a	0.4 a
LC-Lite	40.1 b	728.4 a	2.3 c	26.4 b	2.2 b	5.9 a	0.4 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-30. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 쎄의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	20.0 a ^y	7.5 a	7.1 a	13.0 a	3.7 a	6.9 a	3.0 a	11.2 a
RW(U)	18.5 b	7.2 a	6.7 b	12.4 ab	3.6 ab	6.7 a	3.2 a	9.7 b
LC	17.1 c	7.5 a	6.4 bc	12.0 b	3.7 a	7.1 a	3.8 a	8.3 c
LC-lite	15.9 d	7.6 a	6.2 c	11.8 b	3.4 b	6.7 a	3.2 a	7.4 c

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-30. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	38.6 a ^y	230.0 a	3.4 b	7.1 a	0.9 a	2.3 a	0.2 a
RW(U)	37.6 a	192.5 b	4.1 a	6.7 a	0.7 b	2.0 a	0.1 ab
LC	35.0 b	183.2 b	4.5 a	6.5 a	0.6 c	1.8 a	0.1 b
LC-Lite	33.3 c	182.8 b	3.4 b	5.3 b	0.4 d	1.7 a	0.1 b

^zRW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-31. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 재의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	24.7 a ^y	9.0 a	7.7 a	14.0 a	4.2 b	7.1 b	2.8 b	11.6 a
RW(U)	23.9 ab	9.4 a	7.9 a	13.8 a	4.2 ab	7.4 b	2.8 b	10.0 b
LC	23.5 b	9.6 a	7.6 a	14.3 a	4.5 a	8.3 a	2.9 b	9.4 bc
LC-lite	22.3 c	7.7 a	7.8 a	13.8 a	4.3 ab	8.0 a	4.8 a	8.7 c

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-31. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^z	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	40.6 a ^y	313.7 a	3.4 c	9.8 b	1.2 a	3.8 ab	0.3 a
RW(U)	41.0 a	302.5 a	3.7 bc	10.2 b	1.1 ab	3.7 ab	0.3 a
LC	37.9 b	333.0 a	4.3 a	12.4 a	1.2 a	4.0 a	0.3 a
LC-Lite	38.8 b	323.4 a	3.9 ab	10.6 b	1.0 b	2.6 b	0.2 b

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).



사진 1-15. 배지종류에 따른 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 19일 쯤의 생육. RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

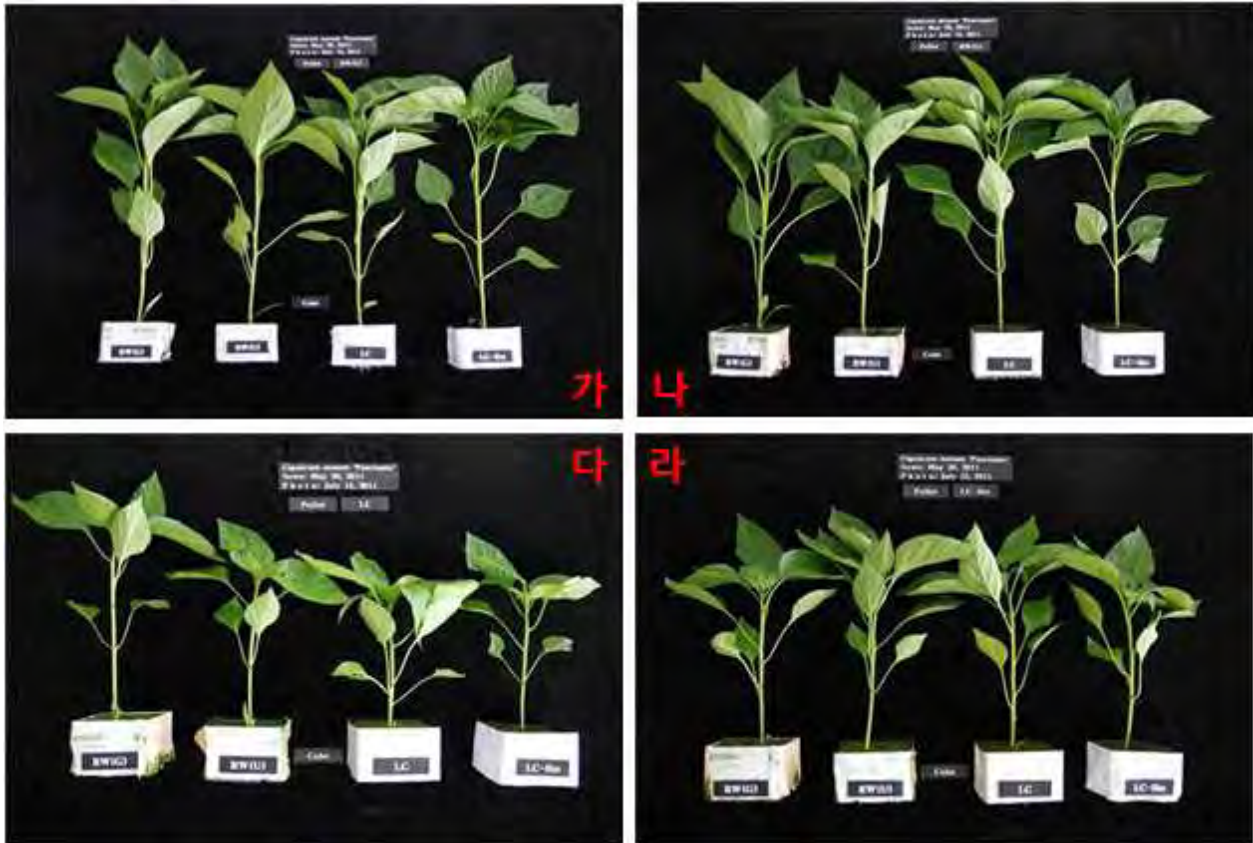


사진 1-16. 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Fascinato' 품종의 파종 후 45일 쯤의 생육. (가, RW(G)펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 나, RW(U)펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 다, LC펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 라, LC-lite펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육). 큐브배지의 배열순서는 왼쪽부터 Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea) 순서임.

라. 요약

신개발 배지인 LC와 LC-lite배지의 물리성 및 화학성은 우수하였으나, 재배에 있어서 파종용 펠릿형 암면배지인 RW(G)와 RW(U)배지보다 다소 저조한 생육결과를 보였음. 특히 본 실험에서 대조구로 사용된 2개 회사의 암면 배지 중 RW(G)펠릿형 배지보다 RW(U)펠릿형 배지의 생육이 양호하였음. 또한 4가지의 펠릿형 배지와 4가지의 큐브형 배지를 조합하여 재배한 파프리카 'Fascinato'의 생육 역시 암면배지인 RW(G)와 RW(U)에서 생육이 양호하였음.

11. 배지 종류별 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Special’ 품종의 육묘용 최적배지 선발(추가실험)

가. 연구목적

- (1) "10. 배지 종류별 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 육묘용 최적배지 선발연구"결과에 대한 결과 데이터의 재확인을 위한 재현실험
- (2) 파종용 펠릿(pellet)배지에서 육묘용 큐브(cube)배지까지 연계할 수 있는 최적 배지의 선발을 위한 추가 검증실험

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: 파프리카(*Capsicum annuum* ‘Special’), 신젠타 종묘(주)
- (2) 실험장소: 경상남도농업기술센터
- (3) 실험기간: 2012년 3월 5일~2012 4월 17
(가) 파종: 2012년 3월 5일
(나) 이식: 2012년 3월 30
(다) 최종생육조사: 2012년 4월 17일
- (4) 실험처리
 - (가) 파종용: 4처리(펠릿) x 4반복 x 60개체 (완전임의 배치)
 - (나) 육묘용: 4처리(펠릿) x 4처리(큐브) x 3반복 x 60개체(난괴법)
 - (다) 배지종류
 - ① Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark).
 - ② UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea).
 - ③ Phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).
 - ④ Phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

다. 결과 및 고찰

본 실험에서 발아율은 통계적 유의차가 없이 모든 처리구에서 93%이상의 균일한 발아율을 보였다. 평균발아 일수는 LC펠릿형 배지에서 5.17일로 가장 빨랐음. 평균발아속도는 모든 처리구에서 3~4일 정도 걸렸으며, 그중 LC-lite펠릿형 배지에서 2.71일로 가장 빨랐음. 50% 발아소요 일수는 LC펠릿형 배지에서 4.53일로 가장 빨랐음(표 1-32). 전체적으로 발아에 있어서는 신개발 배지인 phenolic foam LC(이하 LC)와 phenolic foam LC-lite(이하 LC-lite)배지에서 우수한 결과를 나타냄. 파종 후 26일째 펠릿형 배지종류별 파프리카 유묘의 생육 조사 결과 암면 배지인 RW(G)에서 초장, 최대근장, 엽폭, 엽장, 상배축, 하배축, 건물율, 지상부 생체중 각각 4.03cm, 9.14cm, 3.61cm, 1.04cm, 2.64cm, 6.64%의 값을 나타냄. 이 중 엽폭은 RW(U)배지에서 가장 넓었음. 경경, T/R율, 지상부의 건물중, 지하부의 생체중과 건물중은 통계적 유의차가 인정되지 않았음. 그 외 엽수, 엽록소 함량 및 엽면적에서는 phenolic foam배지인 LC와 LC-lite 배지에서 생육이 양호하였는데 엽수와 엽면적은 5.0과 4.87cm²로 LC-lite펠릿형 배지에서, 엽록소 값은 45.57의 값으로 LC펠릿형 배지에서 양호함(표 1-33와 표 1-34). 본 실험의 결과에서도 암면 배지에서의 파프리카의 생육이 전체적으로 우수한 결과를 나타냄(사진 1-17). 파종 후 44

일제 생육 조사에서 대체적으로 큐브형 암면배지에서 우수한 생육결과를 나타냄. 표 1-35는 RW(G)펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. RW(G) 큐브형 배지에서 초장, 엽수, T/R율, 엽면적, 뿌리등급, 지상부의 생체중과 건물중, 지하부의 생체중이 각각 16.5cm, 10.10, 3.61, 129.90cm², 4, 24.2g, 17.6g, 1.4g의 값으로 유의적으로 가장 우수한 결과를 보였음. 최대근장, 엽폭, 엽장, 경경, 지하부의 건물중은 통계적 유의차가 없었음. 그 외 건물율은 LC큐브형 배지에서 35.69%로 가장 높았으며, 엽록소 값은 RW(U)큐브형 배지에서 가장 높은 수치를 나타냄. 통계적으로 RW(G)큐브형 배지에서 우수한 생육을 나타내었지만 타 처리구와 비교하였을 때 그 차가 미미하여 육안으로는 4가지 큐브형 배지에서 생육의 차이를 볼 수 없었음. 이러한 결과를 유추해 볼 때 펠릿형 배지에서 큐브형 배지로 옮겼을 때 신개발 배지의 실용화 가능성이 높은 것으로 판단되며 차후 경제성 측면이나 재사용 및 폐기문제를 고려해 볼 때 충분한 효용가치가 있는 것으로 판단됨. 표 1-36는 RW(U)펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. 초장, 최대근장, 엽폭, 엽장, 경경, 건물율, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중이 RW(G)큐브형 배지에서 각각 16.8cm, 8.3cm, 5.4cm, 9.39cm, 4.3mm, 4.2%, 125.2cm², 24.32g, 1.7g으로 4가지 처리구 중에서 가장 우수한 결과를 나타냄. 엽수, T/R율, 지상부의 건물중은 phenolic foam LC와 LC-lite배지에서 생육이 우수하였는데, 특히 LC-lite배지에서 엽수와 지상부의 건물율이 각각 10.3과 17.8g으로 우수하였고, LC큐브형 배지에서 T/R율이 49.5의 값을 나타냄. 그 외 엽록소 함량과 지하부의 건물중은 통계적 유의차가 없었음(표 1-36). 표 1-37은 LC펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. 역시 암면 배지인 RW(G)와 RW(U)에서 전체적으로 모든 생육조사 항목에서 가장 우수한 결과를 나타내었음. 표 1-38은 LC-lite펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. 전체적으로 암면큐브형 배지중 RW(G)배지의 파프리카의 생육이 양호하였음.



사진 1-17. 펠릿형 배지종류에 따른 파프리카 ‘Special’ 품종의 파종 후 26일 쯤의 생육. RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-32. 펠릿형 배지의 종류에 따른 파프리카 ‘Special’ 품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아속도, 50% 발아소요일수.

Media ^z	Germination (%)	MGT ^x (days)	MDG ^w	T ₅₀ ^v (days)
RW(G)	97.50 a ^y	5.75 b	2.93 c	5.15 b
RW(U)	93.33 a	5.57 bc	3.40 b	5.15 b
LC	99.17 a	5.17 c	3.85 a	4.53 b
LC-lite	95.53 a	6.86 a	2.71 c	6.47 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P=0.05$.

^xMean germination time: 평균발아일수.

^wMean daily germination: 평균발아속도.

^vDays to 50% germination: 50%발아소요일수.

표 1-33. 펠릿형 배지종류에 따른 파프리카 'Special' 품종의 과중 후 26일 쯤의 생육.

Media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	No. of leaves
RW(G)	4.03 a ^y	9.14 a	1.13 ab	3.61 a	2.18 a	1.04 a	2.64 a	4.5 b
RW(U)	3.59 b	8.03 b	1.14 a	3.43 b	2.20 a	1.00 a	2.36 b	4.5 b
LC	3.55 b	7.28 b	1.10 bc	3.37 b	2.13 a	0.91 b	2.46 b	4.6 b
LC-lite	3.47 b	7.60 b	1.09 c	3.38 b	2.02 a	0.77 c	2.41 b	5.0 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-34. 펠릿형 배지종류에 따른 파프리카 'Special' 품종의 과중 후 26일 쯤의 엽록소함량, 엽면적, T/R율, 건물율 및 지상부와 지하부의 생체중과 건물중.

Media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	T/R ratio	Dry matter (%)	Shoot		Root	
					Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	42.22 ab ^y	3.21 c	0.11 a	6.64 a	0.43 a	0.05 a	0.07 a	0.008 a
RW(U)	41.63 ab	3.21 c	0.13 a	5.65 ab	0.40 a	0.05 a	0.07 a	0.018 a
LC	45.57 a	4.13 b	0.20 a	5.76 ab	0.34 b	0.08 a	0.06 a	0.007 a
LC-lite	39.36 b	4.87 a	0.12 a	4.83 b	0.32 b	0.04 a	0.07 a	0.008 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-35. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Special’ 품종의 파종 후 44일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	16.50 a ^y	7.72 a	4.97 a	8.14 a	3.57 a	10.10 a	3.61 a	18.70 b
RW(U)	11.95 b	7.20 a	4.59 a	7.22 a	3.70 a	9.70 ab	3.14 ab	23.01 ab
LC	12.00 b	7.22 a	4.49 a	7.28 a	3.22 a	8.90 c	2.19 b	35.69 a
LC-lite	11.75 b	8.45 a	4.38 a	7.44 a	3.39 a	9.10 bc	2.55 b	33.25 ab

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

표 1-35. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	38.87 ab ^y	129.90 a	4.0 b	24.2 a	17.6 a	1.4 a	0.1 a
RW(U)	42.84 a	101.23 ab	4.8 a	22.8 b	17.6 a	1.1 ab	0.1 a
LC	38.51 b	88.76 b	4.0 b	21.7 b	17.4 b	0.7 c	0.1 a
LC-Lite	39.04 b	93.31 ab	4.1 b	21.7 b	17.4 b	0.9 bc	0.1 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-36. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Special’ 품종의 파종 후 44일 쎄의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	16.8 a ^y	8.3 a	5.4 a	9.39 a	4.3 a	9.4 ab	14.5 b	4.2 a
RW(U)	13.1 b	5.8 b	4.5 bc	7.3 bc	4.2 a	9.9 ab	26.3 b	2.6 b
LC	10.0 c	5.3 b	4.2 c	6.8 c	3.2 b	9.1 b	49.5 a	1.5 c
LC-lite	12.3 b	7.9 a	4.8 b	7.9 b	3.6 b	10.3 a	23.5 b	2.9 b

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

표 1-36 (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	42.1 a ^y	125.2 a	3.0 c	24.32 a	17.7 b	1.7 a	0.1 a
RW(U)	42.4 a	91.9 bc	4.1 a	22.19 b	17.4 c	1.0 b	0.1 a
LC	40.8 a	68.7 c	4.1 a	21.5 b	17.5 c	0.5 c	0.1 a
LC-Lite	40.4 a	102.0 ab	4.0 b	22.5 b	17.8 a	1.1 b	0.1 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-37. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Special’ 품종의 과중 후 44일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	12.1 b ^y	8.5 a	4.5 ab	7.4 ab	3.3 ab	9.8 ab	20.1 a	3.2 a
RW(U)	14.7 a	6.5 c	7.9 a	8.0 a	3.8 a	10.7 a	26.9 a	2.5 ab
LC	9.6 c	8.4 ab	4.1 b	6.9 b	3.0 b	9.1 b	38.9 a	1.7 b
LC-lite	12.4 b	6.8 bc	4.6 ab	7.5 ab	3.3 ab	10.1 ab	34.4 a	2.6 ab

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

표 1-37. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	40.6 a ^y	93.0 bc	4.6 a	22.1 b	17.4 ab	1.2 a	0.1 a
RW(U)	41.0 a	128.5 a	4.1 b	23.5 a	17.4 b	0.9 ab	0.1 a
LC	41.7 a	67.5 c	4.4 a	21.0 b	17.4 b	0.6 c	0.1 a
LC-Lite	42.1 a	1 04.3 ab	4.5 a	21.8 b	17.6 a	0.8 bc	0.2 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5(1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-38. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Special' 품종의 파종 후 44일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	15.4 a ^y	8.2 b	4.7 a	7.8 a	3.9 a	10.3 a	17.3 b	3.9 a
RW(U)	12.2 b	7.9 b	4.0 b	6.8 bc	3.2 b	8.8 b	25.6 a	2.4 b
LC	10.1 c	8.5 ab	3.9 b	6.3 c	2.9 b	8.5 b	23.5 ab	2.9 b
LC-lite	11.4 bc	9.9 a	4.2 b	7.0 b	2.9 b	10.2 a	21.7 ab	3.2 ab

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-38. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	39.3 a ^y	123.7 a	3.6 b	23.2 a	17.5 a	1.4 a	0.11 a
RW(U)	36.6 b	68.6 b	3.8 ab	21.3 b	17.4 b	0.9 b	0.07 b
LC	37.9 ab	68.2 b	4.0 a	20.7 b	17.5 a	1.0 b	0.07 b
LC-Lite	39.1 a	148.1 a	4.0 a	22.6 a	17.5 ab	1.2 ab	0.09 b

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).



사진 1-18. 펠릿형과 큐브형배지 조합을 통한 파프리카 ‘Special’ 품종의 파종 후 44일 쯤의 생육(가, RW(G)펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 나, RW(U)펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 다, LC펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 라, LC-lite펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육). 큐브배지의 배열순서는 왼쪽부터 Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea) 순서임.



사진 1-19. 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 'Special' 품종의 파종 후 44일 쟀 지 하부의 뿌리생육(가, RW(G)펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 나, RW(U)펠릿과 4종의 큐브 배지에서의 생육; 다, LC펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 라, LC-lite펠릿과 4종의 큐브배지 에서의 생육). 큐브배지의 배열순서는 왼쪽부터 Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea) 순서임.



사진 1-20. 파프리카 'Special' 품종의 파종 후 44일 쟀 생육조사 당시 뿌리 등급기준(1=매우양 호, 2=양호, 3=보통, 4=불량, 5=아주불량).

라. 요약

본 실험에서 펠릿형 배지의 파프리카 ‘Special’ 품종은 ‘Fascinato’ 품종을 이용한 “10. 배지 종류별 펠릿형과 큐브형 배지 조합을 통한 파프리카 ‘Fascinato’ 품종의 육묘용 최적배지 선발”의 재배 실험에서처럼 육안으로 뚜렷한 생육의 차이는 없었지만 phenolic foam 배지인 LC와 LC-lite는 암면배지인 RW(G)와 RW(U)보다 저조한 생육결과를 보였음. 하지만 평균발아일수, 평균발아속도 및 50%발아일수에서는 phenolic foam 배지에서 유의적으로 가장 우수한 결과를 보임. 펠릿형 배지에서 큐브형의 배지로 이식된 파프리카의 생육은 전체적으로 암면배지인 RW(G)와 RW(U)에서의 양호하였음. 하지만, 암면 펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 육묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 파프리카는 모든 종류별 큐브배지에서 유사하게 성장되었고 특히, LC-lite큐브형 배지의 파프리카의 생육은 암면 큐브형 배지와 비교해서 유사한 생육결과를 나타냄. LC-lite배지의 물리성 보완을 통해 암면배지와 유사하거나 생육효과가 더 뛰어난 phenolic foam 배지의 개발연구를 진행함.

12. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison'의 과종용 플러그 묘의 재배

가. 연구목적

- (1) 토마토 육묘재배시 관행적으로 사용하고 있는 암면배지를 대체하기 위한 과종용 펠릿형 배지의 연구
- (2) 선발된 신개발배지 phenolic foam LC와 LC-lite의 과종용 펠릿 배지로서의 사용가능성 확인

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: *Lycopersicon esculentum* Mill. 'Madison', (주)신젠타종묘
- (2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 GMO 유리온실
- (3) 실험기간: 2011년 8월 29일~2011년 9월 16일
- (4) 실험처리: 4배지(pellet) × 4반복 × 60개체(완전임의 배치)
 - (가) Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark).
 - (나) UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea).
 - (다) Phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).
 - (라) Phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).
- (5) 조사항목
 - (가) 배지의 화학성(pH, EC 등)과 물리성(총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상률 등)
 - (나) 종자 발아율(Percent germination: PG), 평균발아일수(Mean germination time: MGT), 평균발아속도(Mean daily germination: MDG), 50% 발아소요일수(T₅₀)
 - (다) 초장, 최대근장, 상배축과 하배축의 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율, T/R율, 뿌리등급 등

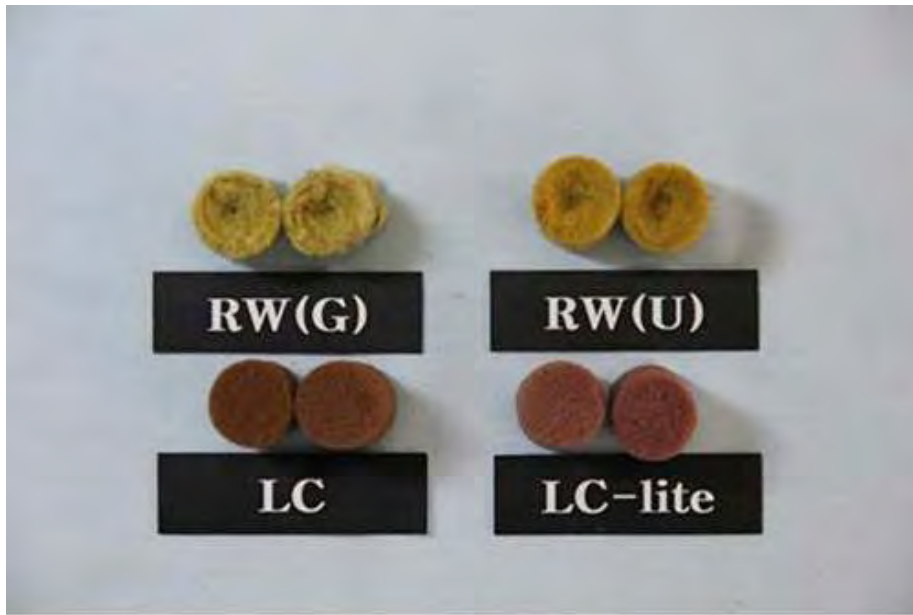


사진 1-21. 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종용 육묘실험에 사용된 4종류의 펠릿형 배지. RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

다. 결과 및 고찰

발아율은 phenolic foam 배지인 LC와 LC-lite배지에서 97%로 92~94%로 나타난 암면배지 RW(G)와 RW(U) 처리구보다 유의성 있게 높게 나타남. 평균발아일수는 약 4~5일 정도로 모든 처리구에서 유사한 값을 나타냄. 평균발아속도 역시 LC-lite배지에서 5.99로 가장 빨랐으나 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지는 않았음. 암면배지인 RW(G)처리구에서는 7.42로 가장 오래 걸림. 50% 발아소요일수는 모두 4~5일내에 완료됨. 이는 Hwang 과 Jeong(2004)이 발포유리, 탄화 밤나무 칩, 피트모스, 입상암면배지에서 토마토 ‘서건’ 품종의 육묘과정에서 T_{50} 이 4일 이내 완료 되었다는 보고와 일치하였음. 발아율과 평균발아속도 항목에서 신개발배지인 LC배지와 LC-lite에서 우수한 결과를 보여 관행적으로 널리 사용되고 있는 암면배지를 대체할 수 있는 가능성을 보여줌(표 1-39). 육묘 전 RW(G)와 RW(U)배지를 제외한 LC, LC-lite배지의 pH가 각각 6.58과 5.94로 토마토 육묘의 적정 pH값인 6.0~6.5범위(Choi, 1986; Kang et al., 2006)로 우수한 화학성을 갖추고 있음을 알 수 있었음. 육묘 후 대조구를 포함해서 배지의 pH가 6.21~6.68범위의 값을 나타내어, 모든 처리구의 pH가 안정적인 값을 나타냄. 재배 전 EC는 RW(U)배지에서 $0.09\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 가장 높았음. 재배 후 EC값은 LC-lite배지에서 $1.19\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 높은 값을 나타냄. 실험 전·후 육묘 배지의 EC를 조사한 결과 Bunt(1998)나 Nelson(1991)이 제시한 $1.50\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 이하의 안정적인 범위에 포함됨(표 1-40). 본 실험에서 총 공극은 58.1%로 LC배지에서 가장 높은 값을 나타냈으며, RW(G), RW(U) 및 LC-lite배지에서 각각 56.47%, 46.15%, 44.90%의 값을 나타냄. 용기용수량 역시 LC배지에서 52.91%로 가장 높았고, RW(G), LC-lite, RW(U)배지 순으로 각각 47.57%, 38.97%, 38.38%의 값으로 측정되었음. 기상률에 있어서는 RW(G)와 RW(U)배지에서 각각 8.90%, 와 7.77%로 높았으며, 다음으로 LC-lite배지와 LC배지에서 각각 5.93%, 5.09%순으로 측정되었음. 가비중은 RW(G), LC, LC-lite, RW(U)순으로 각각 $0.75\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, $0.78\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, $0.88\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, $0.99\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 의 순서로 가벼웠음(그림 1-9). 파종 후 19일째 토마토 묘의 생육조사를 실시한 결과, 초장은 RW(U)배지가 13.21cm로 가장 유의적으로 길었으며, LC-lite, LC배지에서 10.93cm, 10.84cm로 가장 짧았음. 최대 근장은 RW(U)배지가 6.88cm로 가장 길었으며, LC, LC-lite, RW(G)순으로 각각 6.28cm와 6.02cm, 그리고 5.47cm 순의 결과를 나타냄. 엽폭과 엽장은 배지 간 통계적 유의차가 없었음. 경경은 RW(U)배지와 LC배지가 각각 2.45mm와 2.30mm로 두꺼웠으며, 다음으로 RW(G)배지가 1.79mm, LC-lite 배지가 1.73mm로 가장 얇았음. 상배축은 LC-lite배지의 식물체가 제일 길었지만 배지처리 간의 통계적 유의성은 인정되지 않았음. 하배축은 RW(U)배지에서의 식물체가 가장 길었으며, 토마토의 엽수는 유의성이 없었음. 엽록소 함량 또한 배지 간 유의적 차이가 나타나지 않음. 엽면적은 RW(U)배지에서 23.33cm^2 로 타 처리구에 비해 가장 높은 값으로 측정되었으며, 뿌리등급에서는 유의적 차이가 없이 고른 지하부 생육을 보였음. 지상부 생체중과 건물중과 건물율에서는 유의적인 차이가 없었음(표 1-41과 표 1-42).

표 1-39. 배지 종류에 따른 토마토 ‘Madison’ 품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아속도 및 50% 발아소요일수.

Media ^z	Germination (%)	MGT ^x (days)	MDG ^w	T ₅₀ ^v (days)
RW(G)	94.75 ab ^y	4.65 a	7.42 a	4.11 a
RW(U)	92.75 b	4.65 a	6.83 a	3.91 a
LC	97.00 a	4.59 a	7.18 a	4.09 a
LC-lite	97.00 a	4.74 a	5.99 a	3.94 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P=0.05$.

^xMean germination time: 평균발아일수.

^wMean daily germination: 평균발아속도.

^vDays to 50% germination: 50% 발아소요일수.

표 1-40. 배지 종류에 따른 토마토 ‘Madison’ 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.

Media ^z	pH		EC (dS·m ⁻¹)	
	Before	After	Before	After
RW(G)	7.21 a ^y	6.24 bc	0.02 d	1.14 a
RW(U)	6.98 b	6.21 c	0.09 a	1.12 a
LC	6.58 c	6.68 a	0.07 b	0.86 b
LC-lite	5.94 d	6.41 b	0.04 c	1.19 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

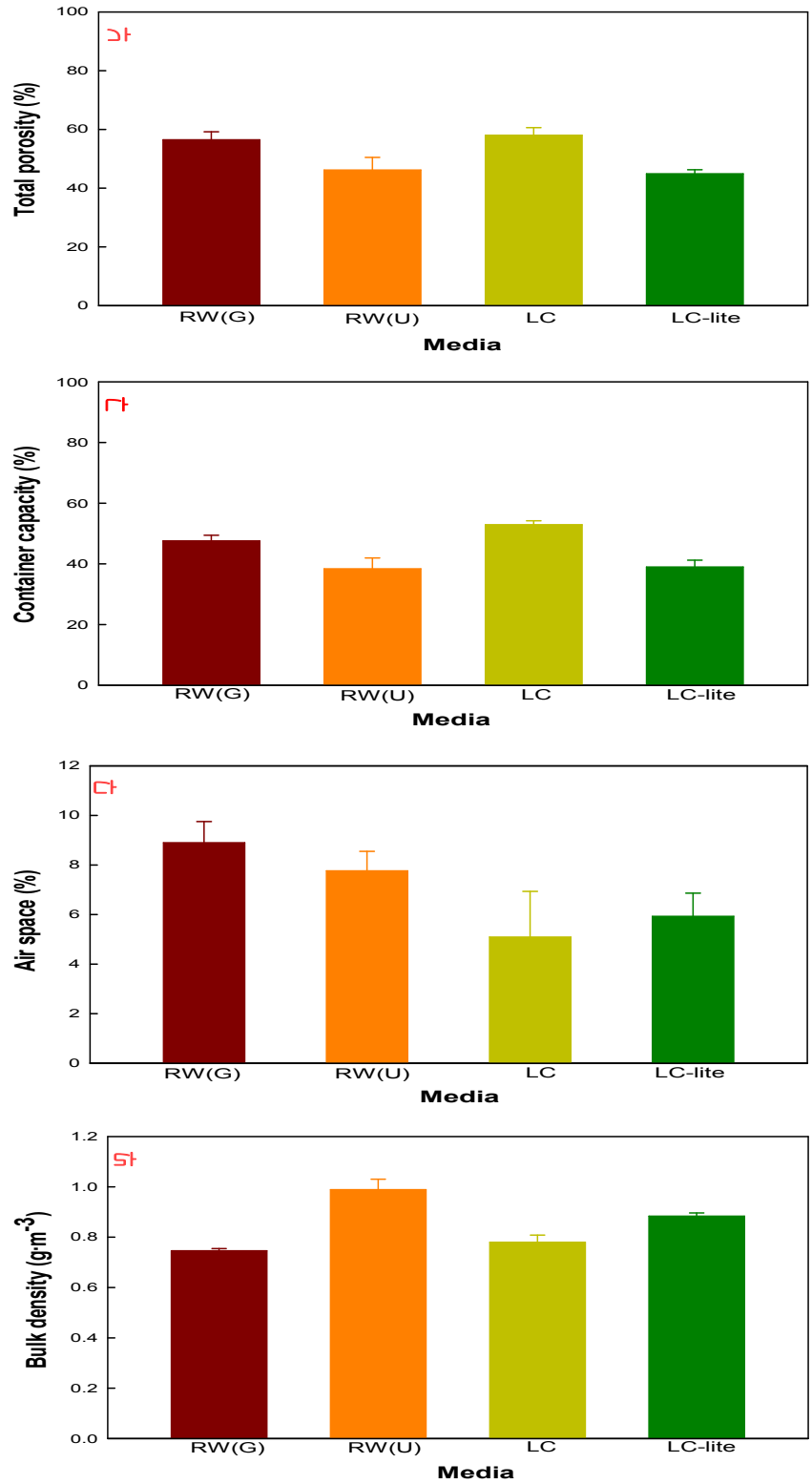


그림 1-9. 실험에 사용한 펠릿(Pellet)형배지의 종류별 총공극율(가), 용기용수량(나), 기상률(다) 및 가비중(라). RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-41. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 과중 후 19일 썬의 생육.

Media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	No. of leaves
RW(G)	12.07 b ^y	5.47 b	3.09 a	4.03 a	1.79 b	7.39 a	4.35 b	3.25 a
RW(U)	13.21 a	6.88 a	3.04 a	4.37 a	2.45 a	8.01 a	4.89 a	3.00 a
LC	10.84 c	6.28 ab	3.10 a	4.01 a	2.30 a	7.04 a	3.11 c	3.00 a
LC-lite	10.93 c	6.02 ab	3.97 a	4.14 a	1.73 b	10.70 a	3.25 c	4.40 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-42. 배지종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 과중 후 19일 썬의 엽록소함량, 엽면적, 뿌리등급, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, T/R율 및 건물율.

Media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root		T/R ratio	Dry matter (%)
				Fresh wt.(g)	Dry wt.(g)	Fresh wt.(g)	Dry wt.(g)		
RW(G)	32.63 a ^y	21.82 a	3.10 a	1.00 b	0.06 b	0.08 a	0.007 a	14.62 bc	6.73 a
RW(U)	32.02 a	23.33 a	3.22 a	1.12 a	0.07 a	0.14 a	0.008 a	12.62 c	6.63 a
LC	30.83 a	17.09 b	3.30 a	0.76 c	0.05 c	0.04 a	0.004 a	24.94 a	6.73 a
LC-lite	31.96 a	15.84 b	3.21 a	0.77 c	0.05 c	0.77 a	0.108 a	18.88 b	6.62 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.



사진 1-22. 토마토 'Madison' 품종의 뿌리등급 판단을 위한 기준(1=매우양호, 2=양호, 3=보통, 4=불량, 5=매우불량).

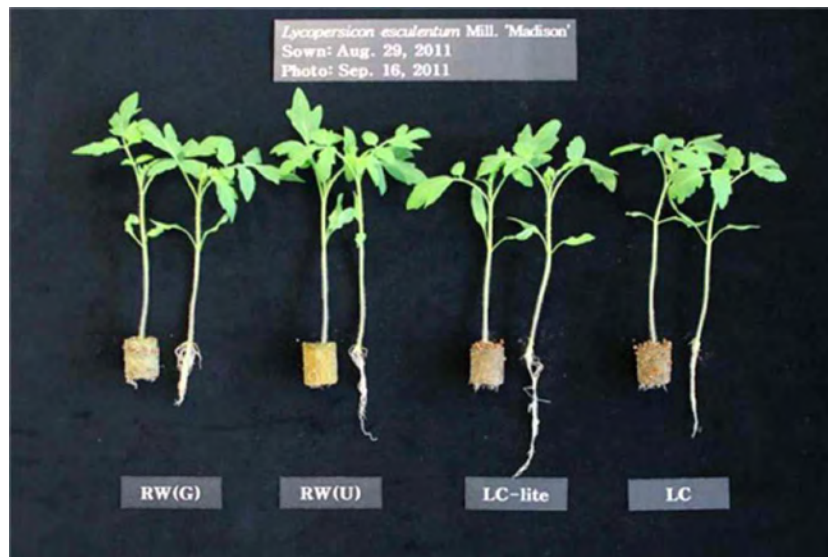


사진 1-23. 배지의 종류별 토마토 'Madison' 품종의 과종 후 19일 쯤 생육결과. RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

라. 요약

신개발 배지인 LC와 LC-lite는 발아율과 평균발아속도에서 기존의 암면배지와 비교하여 우수한 효과를 보여주었고, pH는 LC와 LC-lite배지에서 토마토 육묘의 적정 pH값인 6.0~6.5범위에 있었으며, EC 또한 $1.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 이하의 안정적인 범위를 유지하여 배지 자체의 화학적 성질이 작물재배에 적합한 특성을 나타내었음. 전체적으로 토마토의 생육에서 암면배지의 생육이 우수하였으나 그 차가 미미하여 실험 11과 실험 12의 실험결과와 유사하게 파프리카 'Fascinato' 품종의 경우처럼 육안으로 뚜렷하게 구별되지는 않았음. 이는 토마토 작물이 수분에 민감하지 않은 작물이기 때문이라 판단됨. 기존 암면배지에 적용하는 관수 방법이 아닌 phenolic foam 배지 고유의 물리적인 특성에 적합한 관수방법 적용과 작물의 종류에 따라 신개발 배지의 사용을 맞춘다면 향후 관행적인 배지를 대체 할 수 있는 기대 효과가 큰 배지로의 사용가능성이 유망할 것으로 판단됨.

13. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison'의 과종용 플러그 묘의 재배(추가실험)

가. 연구목적

- (1) “12. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison'의 과종용 플러그 묘의 재배” 연구결과에 대한 결과 데이터의 재확인을 위한 재현실험
- (2) 선발된 신개발배지 phenolic foam LC와 LC-lite의 과종용 펠릿 배지로서의 사용가능성 확인을 위한 추가 검증 실험

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: *Lycopersicon esculentum* Mill. 'Madison', (주)신젠타종묘
- (2) 실험장소: 경상남도농업기술센터
- (3) 실험기간: 2012년 3월 5일~2012 4월 17일
 - (가) 과종: 2012년 3월 5일
 - (나) 이식: 2012년 3월 30일
 - (다) 최종생육조사: 2012년 4월 17일

(4) 실험처리

- (가) 과종용: 4처리(펠릿) x 4반복 x 60개체(완전임의 배치)
- (나) 육묘용: 4처리(펠릿) x 4처리(큐브) x 15반복(난피법)
- (다) 배지종류
 - ① Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark).
 - ② UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea).
 - ③ Phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).
 - ④ Phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

(5) 조사항목

- (가) 종자 발아율(Percent germination: PG), 평균발아일수(Mean germination time: MGT), 평균발아속도(Mean daily germination: MDG), 50%발아소요일수(T₅₀)
- (나) 초장, 최대근장, 상배측과 하배측의 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율, T/R율, 뿌리등급 등

다. 결과 및 고찰

본 실험에서 발아율은 LC-lite배지에서 91.67%으로 가장 높았으며, 다음으로 RW(G), LC, RW(U)순으로 각각 89.17%, 85%, 82.5%로 나타남. 평균발아일수는 9~11일로 RW(U)배지가 9.48일로 가장 빨랐음. 평균발아속도와 50% 발아소요일수는 통계적 유의차가 나타나지 않음(표 1-43). 과종 후 26일째 토마토 생육 조사 결과 초장, 경경, 하배측, 엽면적 지수, T/R율, 지상부의 생체중은 phenolic foam배지에서 생육이 양호하였는데 각각 5.42cm, 2.01mm, 3.41cm, 6.22cm², 10.6, 0.54g의 값을 나타냄. 이 중 T/R율은 LC배지에서 높았음. 최대근장 엽폭, 엽장, 상배측, 건물율은 암면배지에서 생육이 양호하였는데, 각각 13.17cm, 3.80cm, 4.05cm, 1.61cm,

11%의 데이터 값을 나타냄. 엽수와 엽록소 함량은 통계적 유의차가 나타나지 않았음. 전체적으로 암면 배지중 RW(U)배지와 phenolic foam 배지중 LC-lite배지에서의 우수한 토마토 생육을 나타냄. 본 추가실험으로 신개발 배지에 적합한 수분관리를 통해 암면배지와 유사하거나 보다 더 우수한 과종용 배지로서의 신개발배지 phenolic foam배지의 우수성이 입증됨.



사진 1-24. 배지의 종류별 토마토 'Madison' 품종의 과종 후 26일 쯤의 생육결과. RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-43. 펠릿형 배지의 종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 발아율, 평균발아일수, 평균발아 속도 및 50% 발아소요일수.

Media ^z	Germination (%)	MGT ^x (days)	MDG ^w	T ₅₀ ^v (days)
RW(G)	89.17 ab ^z	10.30 ab	1.99 a	9.45 a
RW(U)	82.50 c	9.48 b	1.99 a	10.14 a
LC	85.00 bc	10.55 ab	1.93 a	9.73 a
LC-lite	91.67 a	10.77 a	2.10 a	10.18 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

^xMean germination time: 평균발아일수.

^wMean daily germination: 평균발아속도.

^vDays to 50% germination: 50% 발아소요일수.

표 1-44. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 파종 후 26일 짜의 생육.

Media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	No. of leaves
RW(G)	4.56 b ^y	8.14 b	2.55 b	3.95 a	1.81 b	0.75 c	3.00 b	4.00 a
RW(U)	5.13 a	13.17 a	3.80 a	4.05 a	1.97 a	1.61 a	3.18 b	4.00 a
LC	4.03 c	6.73 b	2.03 c	2.39 b	1.61 c	0.67 c	3.03 b	4.00 a
LC-lite	5.42 a	11.42 a	3.50 a	3.88 a	2.01 a	1.24 b	3.41 a	4.00 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-45. 펠릿형 배지 종류에 따른 토마토 ‘Madison’ 품종의 과중 후 26일 썬의 엽록소함량, 엽면적, 건물율, T/R율 및 지상부와 지하부의 생체중과 건물중.

Media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Dry matter (%)	T/R ratio	Shoot		Root	
					Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	34.02 a ^y	4.88 b	11 a	8.08 a	0.33 b	0.04 a	0.04 b	0.005 a
RW(U)	36.56 a	6.03 a	9 ab	8.61 a	0.51 a	0.04 a	0.07 a	0.005 a
LC	31.44 a	3.86 c	9 ab	10.60 a	0.25 c	0.02 b	0.03 b	0.002 b
LC-Lite	33.05 a	6.22 a	9 b	8.19 a	0.54 a	0.04 a	0.07 a	0.005 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

라. 요약

본 실험에서도 역시 phenolic foam LC-lite배지에서의 발아율, 발아속도, 발아소요일수 등에서 기존 관행적으로 사용해 오던 암면배지에서보다 우수한 결과를 나타냄. 신개발 배지 LC-lite의 물리적인 성질을 보완하거나, 현재 개발된 상태의 배지를 이용한 수분관리법만 정립이 된다면 충분한 상업적 가치가 인정되는 것으로 판단 됨.

14. 펠릿형 배지에서 큐브형 배지로의 연계를 위한 종류별 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 플러그 묘의 재배

가. 연구목적

- (1) 펠릿형과 큐브형 배지의 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 육묘용 최적 신배지 선발
- (2) 과중용 배지에서 육묘용 배지까지 연계할 수 있는 최적 배지의 선발 및 배지종류별 이화학적 특성 파악
- (3) 펠릿형 배지연구를 통해 선발된 배지의 큐브형 배지로의 연계를 통한 신개발 배지 LC와 LC-lite의 실증재배실험

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: *Lycopersicon esculentum* Mill. ‘Madison’ (주)신젠타종묘
- (2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 GMO 온실
- (3) 실험기간: 2011년 9월 16일~2011년 10월 7일(과중 2011년 8월 29일)
- (4) 실험처리: 4처리(펠릿) × 4처리(큐브) × 15개체(난괴법)
 - (가) Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark)
 - (나) UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea)
 - (다) Phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)
 - (라) Phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)
- (5) 조사항목
 - (가) 배지의 화학성(pH, EC 등)과 물리성(총공극율, 용기용수량, 가비중 및 기상률 등)
 - (나) 초장, 최대근장, 상배축과 하배축의 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율, T/R율, 뿌리등급 등



사진 1-25. 토마토 ‘Madison’ 품종의 육묘실험에 사용된 4종류의 큐브형 배지. RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

다. 결과 및 고찰

실험에 사용한 4종류의 큐브형 배지의 물리성 측정결과를 그림 1-10에 나타냄. 각 처리별 배지에서 80% 이상의 총공극율을 가지고 있었으며, 용기용수량은 LC배지를 제외한 3가지 배지에서 80% 이상의 데이터 값을 볼 수 있었음. 이는 LC배지가 타 배지에 비해 양수분보유능력이 다소 떨어지지만 공극율과 배수율은 월등히 높다는 것을 알 수 있었음. 기상률은 기존의 암면 배지가 6% 이상으로 phenolic foam 배지보다 높은 값을 나타내었음. 가비중은 phenolic foam LC와 LC-lite배지가 $0.02\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 이하로 암면배지보다 가벼웠음(그림 1-10). 육묘 전 pH는 각 처리구에서 7.34~7.42를 나타냈으며, 육묘 후에는 7.20~7.41의 범위로 다소 높은 값이 나타났지만, 본 실험에서는 작물 재배 중에 특별한 무기원소의 결핍증상이나 독성증상이 관찰되지는 않았음(표 1-46). 육묘 전 배지의 EC는 $0.01\sim 0.06\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 LC배지에서 $0.06\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 다소 높았고, 육묘 후에는 모든 처리구에서 $0.16\sim 0.21\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 의 범위로 모든 처리구에서 통계적 유의차는 나타나지 않았음. 재배 후 측정된 배지별 EC 측정치 들은 Bunt(1998)나 Nelson(1991)이 제시한 $1.50\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 이하의 안정적인 범위에 포함되었음. 과종 후 40일째 토마토 묘의 생육조사를 실시한 결과를 표 1-47, 1-48, 1-49, 1-50에 나타냄. 표 1-47은 RW(G)펠릿형 배지에서 생육한 토마토 유묘를 사용하여 4종류의 큐브배지에 이식한 결과를 나타낸 표임. 전체적으로 균일한 생육을 나타냄. 초장, 엽폭, 엽장, 경경, 상·하배축, 지상부 생체중과 건물중에서 통계적 유의성이 나타나지 않았으나, phenolic foam배지 중 LC-lite배지에서 최대근장, 뿌리등급, 지하부의 생체중과 건물중, 건물율이 각각 16.12cm, 3.80, 8.73g, 0.72g과 10.85%으로 생육이 유의적으로 가장 우수하였음. 엽수, 엽면적, T/R율은 각각 9.27, 581.86cm^2 , 5.54로 암면배지인 RW(G)와 RW(U)에서 생육이 양호하였음. 엽록소 함량은 LC배지에서 47.37로 양호하였음. 표 1-48은 RW(U)펠릿형 배지에서 생육한 토마토 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. 전체적으로 LC-lite배지에서 생육한 토마토가 양호하였음. 초장, 최대근장, 엽장, 상배축, 엽면적, 뿌리등급, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중 모두 LC-lite배지에서 생육이 양호하였는데 각각 32.15cm, 15.02cm, 9.81cm, 29.90cm, 632.01cm^2 , 3.40cm, 33.74g, 4.03g, 14.26g와 0.84g의 값으로 측정됨. 하배축은 3.07cm로 LC배지에서 생육이 양호한 결과를 나타냄. 그 외 엽폭, 경경, 엽수, 건물율에서 처리간 통계적 유의차가 없었으며, 엽록소 함량은 49.89, T/R율은 4.37로 RW(G)배지에서 높은 데이터 값을 나타내었음. 표 1-49는 LC 펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. 이 조합 역시 전체적으로 고른 생육을 보임. 최대근장, 경경, 하배축, 엽수, 뿌리등급, 지상부의 생체중과 건물중은 phenolic foam배지의 토마토 생육이 양호하였는데 최대근장과 경경은 LC-lite큐브형 배지에서 각각 15.91cm와 5.59mm로 유의적으로 우수하였고, 하배축, 엽수, 뿌리등급, 지상부의 생체중과 건물중이 각각 2.20cm, 9.27, 2.60, 24.88g, 2.77g으로 LC큐브형 배지에서 생육이 양호하였음. 그 외 엽폭, 엽장, 엽록소 값, 건물율은 통계적 유의차가 인정되지 않았음. 표 1-50은 LC-lite 펠릿형 배지에서 생육한 파프리카 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. 최대근장, 하배축, 엽면적, 뿌리등급은, T/R율은 phenolic foam 배지에서의 생육이 우수하였고, 특히 LC 배지보다는 LC-lite 배지에서 유의적으로 우수한 결과를 보였음.

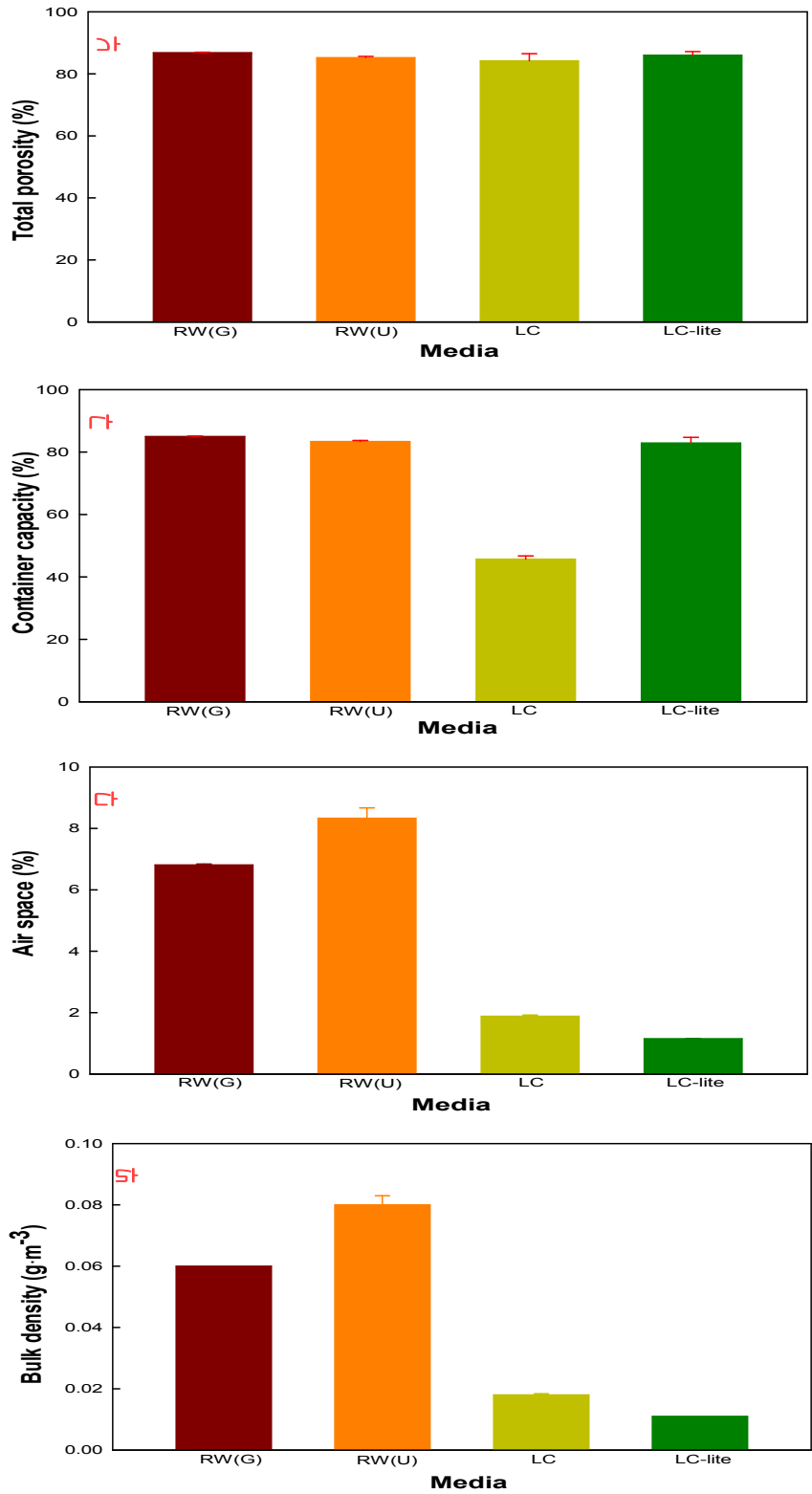


그림 1-10. 실험에 사용한 배지의 종류별 총공극율(가), 용기용수량(나), 기상률(다) 및 가비중(라). RW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-46. 펠릿형 배지종류에 따른 토마토 'Madison' 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화.

Media ^z	pH		EC (dS·m ⁻¹)	
	Before	After	Before	After
RW(G)	7.40 a ^y	7.30 b	0.02 b	0.16 a
RW(U)	7.42 a	7.41 a	0.01 b	0.17 a
LC	7.35 a	7.20 b	0.06 a	0.21 a
LC-lite	7.34 a	7.41 a	0.02 b	0.18 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.



사진 1-26. 토마토 'Madison' 품종의 과종 40일째의 뿌리 등급(1=매우양호, 2=양호, 3=보통, 4=불량, 5=아주불량).

표 1-47. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 품종의 과중 후 40일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	No. of leaves
RW(G)	30.43 a ^y	13.54 b	4.53 a	9.75 a	5.57 a	28.38 a	2.05 a	9.07 a
RW(U)	29.43 a	13.39 b	4.31 a	9.86 a	5.69 a	27.49 a	1.95 a	9.27 a
LC	29.60 a	14.27 b	4.14 a	9.61 a	5.56 a	27.30 a	2.30 a	9.07 a
LC-lite	30.97 a	16.12 a	4.24 a	9.38 a	5.29 a	28.70 a	2.27 a	8.60 b

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-47 (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root		T/R ratio	Dry matter (%)
				Fresh wt.(g)	Dry wt.(g)	Fresh wt.(g)	Dry wt.(g)		
RW(G)	46.25 a ^y	581.86 a	4.70 a	28.73 b	3.15 a	5.64 c	0.54 b	5.40 a	10.80 a
RW(U)	42.85 b	557.93 a	4.20 ab	31.95 b	3.07 a	5.92 c	0.54 b	5.54 a	9.14 b
LC	47.37 a	532.58 a	4.10 b	27.56 b	3.05 a	6.82 b	0.61 b	4.03 b	10.69 a
LC-lite	46.85 a	456.35 b	3.80 b	27.52 b	3.26 a	8.73 a	0.72 a	3.21 b	10.85 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-48. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 품종의 과중 후 40일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	No. of leaves
RW(G)	28.90 b ^y	14.26 a	4.15 a	8.95 ab	5.66 a	27.13 bc	1.77 b	9.00 a
RW(U)	27.70 b	11.44 b	4.20 a	8.63 b	5.60 a	25.47 c	2.23 b	9.00 a
LC	31.10 a	15.01 a	4.13 a	9.21 ab	5.58 a	28.03 ab	3.07 a	9.33 a
LC-lite	32.15 a	15.02 a	4.49 a	9.81 a	5.92 a	29.90 a	2.27 b	9.60 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-48. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root		T/R ratio	Dry matter (%)
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)		
RW(G)	49.89 a ^y	458.16 bc	3.80 b	24.92 b	2.80 bc	6.72 b	0.54 c	4.37 b	10.64 a
RW(U)	41.43 c	417.96 c	4.90 a	24.56 b	2.54 c	3.22 b	0.50 d	8.49 a	10.84 a
LC	45.70 b	532.80 b	3.40 b	30.60 a	3.34 b	7.94 b	0.71 b	3.99 b	10.54 a
LC-lite	47.01 b	632.01 a	3.40 b	33.74 a	4.03 a	14.26 a	0.84 a	3.11 b	9.78 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5(1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-49. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 품종의 파종 후 40일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	No. of leaves
RW(G)	31.53 a ^y	12.90 c	4.13 a	8.31 a	5.41 ab	29.41 a	2.13 a	9.07 a
RW(U)	27.61 b	14.05 bc	4.11 a	8.98 a	5.42 ab	26.25 b	1.36 b	8.57 b
LC	27.33 b	14.89 ab	4.27 a	8.82 a	5.21 b	25.13 b	2.20 a	9.27 a
LC-lite	26.93 b	15.91 a	3.88 a	8.63 a	5.59 a	26.00 b	0.93 b	9.14 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-49. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root		T/R ratio	Dry matter (%)
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt.(g)		
RW(G)	46.62 a ^y	474.94 a	4.00 a	21.98 a	2.73 a	6.88 a	0.61 a	3.30 c	12.10 a
RW(U)	48.16 a	414.85 b	4.00 a	21.59 a	2.59 a	2.72 c	0.37 b	7.89 a	12.14 a
LC	46.11 a	431.42 ab	2.60 b	24.88 a	2.77 a	5.01 b	0.45 ab	5.17 b	10.69 a
LC-lite	45.63 a	444.76 ab	3.60 a	22.34 a	2.43 a	6.40 a	0.48 ab	3.75 c	10.43 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-50. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 품종의 파종 후 40일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	No. of leaves
RW(G)	26.19 b ^y	13.94 b	4.19 a	9.06 a	5.59 b	24.41 b	1.78 b	8.93 ab
RW(U)	29.17 a	15.26 ab	4.19 a	8.96 a	6.17 a	27.45 a	1.71 b	9.53 a
LC	26.70 b	16.00 a	4.47 a	9.66 a	5.71 b	25.97 ab	0.73 c	8.67 b
LC-lite	28.10 ab	15.37 ab	4.45 a	9.24 a	5.36 b	25.73 ab	2.37 a	8.93 ab

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-50. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root		T/R ratio	Dry matter (%)
				Fresh wt.(g)	Dry wt.(g)	Fresh wt.(g)	Dry wt.(g)		
RW(G)	50.13 a ^y	419.23 b	3.90 a	26.65 a	2.80 a	6.84 a	0.56 a	4.00 b	9.94 a
RW(U)	48.71 ab	491.84 ab	3.50 a	27.82 a	3.15 a	5.79 a	0.52 a	5.13 ab	11.63 a
LC	44.24 c	507.55 a	2.50 b	30.07 a	2.99 a	5.95 a	0.53 a	5.32 a	9.83 a
LC-lite	47.51 b	457.74 ab	3.60 a	26.41 a	3.05 a	6.89 a	0.52 a	4.08 b	10.72 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

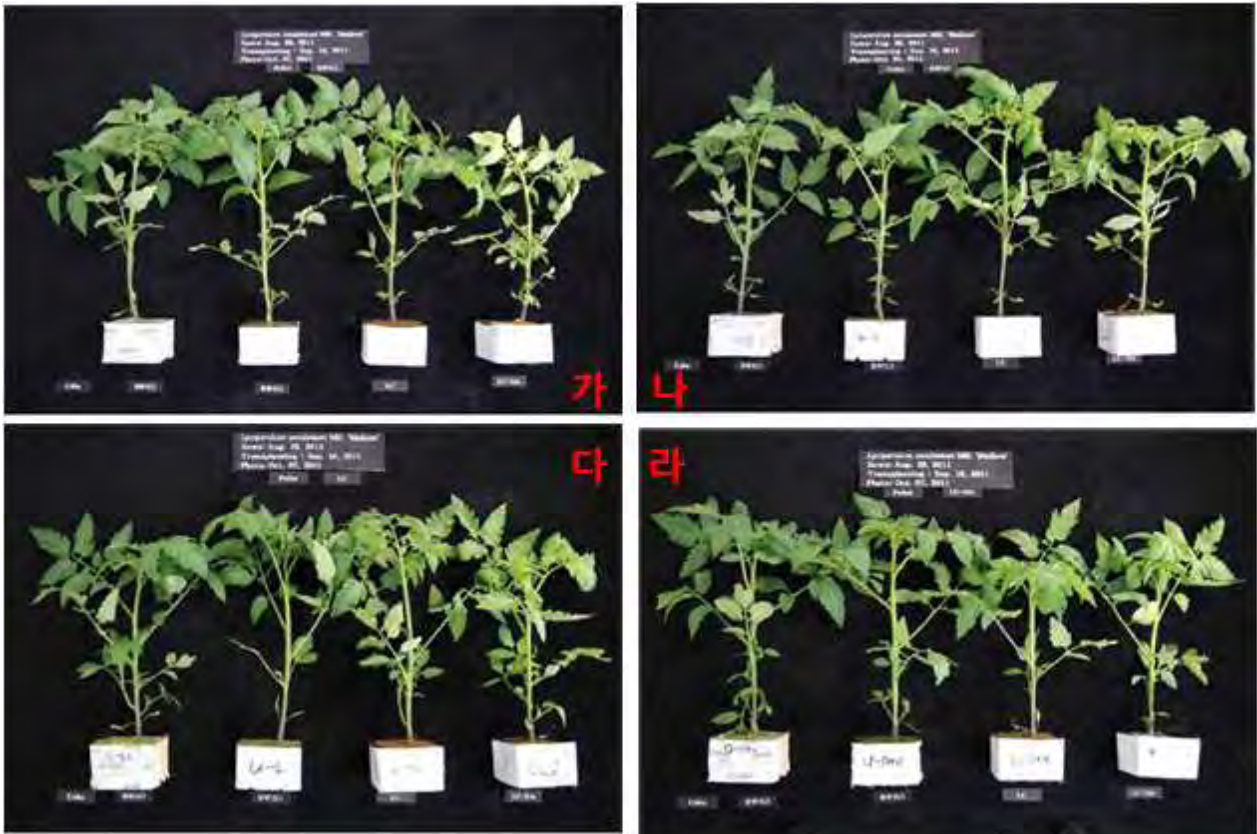


사진 1-27. 펠릿형과 큐브형배지의 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 품종의 파종 후 40일 쯤의 생육. (가, RW(G)펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 나, RW(U)펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 다, LC펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 라, LC-lite펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육). 큐브배지의 배열순서는 왼쪽부터 Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea) 순서임.

라. 요약

본 실험에서 4가지 펠릿형 배지와 4가지 큐브형 배지의 조합에서 암면 큐브형 배지에서 생육이 양호하였는데 그 차는 아주 미미하였고, 신개발 배지인 phenolic foam LC와 LC-lite 큐브배지를 포함하여 전체적으로 고른 생육을 보임. 특히 phenolic foam 배지에서는 LC-lite 큐브형 배지에서의 토마토 생장이 가장 우수함. 이는 재배자와 재배방법에 따라 phenolic foam배지의 사용 가능성이 극대화 될 수 있다고 판단됨.

15. 펠릿형 배지에서 큐브형 배지로의 연계를 위한 종류별 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 플러그 묘의 재배(추가실험)

가. 연구목적

- (1) “14. 펠릿형 배지에서 큐브형 배지로의 연계를 위한 종류별 배지 조합을 통한 토마토 ‘Madison’ 플러그 묘의 재배” 연구결과에 대한 결과 데이터의 재확인을 위한 재현실험
- (2) 토마토 육묘을 위해 선발된 신개발배지 phenolic foam LC와 LC-lite의 파종용 펠릿 배지에서 큐브형 배지로의 사용가능성 확인을 위한 추가 검증 실험

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: *Lycopersicon esculentum* Mill. ‘Madison’ (주)신젠타종묘
- (2) 실험장소: 경상남도농업기술센터
- (3) 실험기간: 2012년 3월 5일~2012 4월 17일
 - (가) 파종: 2012년 3월 5일
 - (나) 이식: 2012년 3월 30
 - (다) 최종생육조사: 2012년 4월 17일
- (4) 실험처리
 - (가) 파종용: 4처리(펠릿) x 4반복 x 60개체(완전임의 배치)
 - (나) 육묘용: 4처리(펠릿) x 4처리(큐브) x 15반복(난피법)
 - (다) 배지종류
 - ⑤ Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark).
 - ⑥ UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea).
 - ⑦ Phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).
 - ⑧ Phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).
- (5) 조사항목
 - (가) 초장, 최대근장, 상배축과 하배축의 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율, T/R율, 뿌리등급 등

다. 결과 및 고찰

표 1-51은 RW(G)펠릿형 배지에서 생육한 토마토 유묘를 사용하여 4종류의 큐브배지에 이식한 결과를 나타낸 표임. 초장은 42cm, 엽폭은 26.4cm, 뿌리등급은 2.6(수치가 낮을수록 우수한 등급임)으로 LC-lite배지에서 생장이 양호하였음. 최대근장, 경경, 엽수, 엽면적 지수, 뿌리등급, 지상부의 생체중과 건물중 그리고 지하부의 건물중은 암면배지에서 그 생육이 양호하였는데 각각 9.8cm, 7.7mm, 7.9, 401.2cm², 42.8g, 19.2g, 0.20g의 데이터 값을 나타내었음. 이 중 최대근장은 암면 배지중 RW(G)에서 생육이 양호하였음. 그 외 엽폭, T/R율, 건물율, 엽록소 함량, 지하부의 생체중은 개체 간 통계적 유의차가 인정되지 않았음. 통계적으로 암면 배지 중 RW(U) 배지에서 생육이 양호 하였으나 그 차가 미미 하여 전체적으로 고른 생장을 보임. 표 1-52는 RW(U)펠릿형 배지에서 생육한 토마토 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸

표임. 초장, 엽장, T/R율, 엽면적, 지수, 지상부의 생체중은 암면배지에서 생육이 양호하였는데 38.4cm, 26.1cm, 29.5, 481.5cm², 45.5g의 값으로 가장 우수하였으며, 이 중 초장을 제외한 나머지 항목이 암면배지 중 RW(U)에서 생육이 양호하였음. 최대근장, 엽폭, 경경, 엽록소 함량, 뿌리등급, 지하부의 생체중과 건물중은 개체 간 통계적 유의차가 인정되지 않았음. 엽수, 건물율, 지상부의 건물중은 phenolic foam배지에서 생육이 양호하였는데, 엽수는 LC-lite배지에서 7.9개로 가장 많았고, 건물율은 5.0으로 LC배지에서 높은 값이 나타났으며, 지상부의 건물율은 20.8g으로 LC-lite배지에서 더 무거웠음. 이 조합 역시 그 생육차이가 미미하여 전체적 생장은 고른 양상을 보여주었음. 하지만 육안으로 구별시 LC배지에서의 생장이 저조한 편이었음. 표 1-53은 LC펠릿형 배지에서 생육한 토마토 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. 초장은 개체 간 통계적 유의차가 인정되지 않았음. 최대근장, 엽폭, 경경, 건물율, 엽록소 함량, 엽면적, 뿌리등급, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중이 암면배지 중 RW(G)배지에서 생장이 양호하였는데 각각 12.6cm, 16.5cm, 8.0mm, 4.2%, 42.2, 415.7cm², 1.8, 41.7g, 22.9g, 2.5g, 0.21g의 데이터 값을 나타내었음. 엽장, 엽수, T/R율은 LC-lite배지에서 생육이 양호하였는데 각각 25.1cm, 8.0, 28.4의 데이터 값을 나타냄. 전체적으로 RW(G)배지에서의 토마토 생육이 양호함. 그 다음으로 LC-lite배지의 생육이 양호함. LC배지의 경우 생육이 제일 저조함. 표 1-54는 LC-lite 펠릿형 배지에서 생육한 토마토 유묘를 사용하여 4종류의 큐브에 이식한 결과를 나타낸 표임. 초장, 최대근장, 엽폭, 엽장, 건물율, 엽록소 함량, 엽면적, 뿌리등급, 지상부의 생체중, 지하부의 생체중과 건물중이 암면배지에서 그 생육이 양호하였는데 각각 38.3cm, 13cm, 18.2cm, 25.7cm, 5.19%, 40, 454.3cm², 2.6, 44.8g, 3.03g, 0.29g의 데이터 값을 나타냄. 이 중 초장, 최대근장, 건물율, 엽면적, 지상부의 생체중, 지하부의 생체중과 건물중은 암면배지 중 RW(U)배지에서 생육이 양호함. 경경, T/R율, 지상부의 건물중은 phenolic foam에서 그 생육이 양호하였는데 경경은 8.2mm로 LC-lite배지에서 양호하였고, T/R율은 35.7의 데이터 값으로 LC배지에서 높았으며, 지상부의 건물중 역시 LC배지에서 타 처리구보다 무거웠음. 4가지 펠릿형 배지 처리구에서 큐브형 배지로의 이식시 전체적 생육은 유사한 결과를 나타내었음.

표 1-51. 펠릿형 Grodan암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 품종의 과중 후 44일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	33.2 b ^y	9.8 a	16.3 a	24.6 ab	7.2 ab	7.6 ab	20.4 a	3.2 a
RW(U)	34.0 b	7.5 b	17.4 a	25.4 ab	7.7 a	7.9 a	23.3 a	3.6 a
LC	36.0 b	6.8 b	17.2 a	23.8 b	6.5 b	6.9 b	24.8 a	3.4 a
LC-lite	42.0 a	7.3 b	17.0 a	26.2 a	7.1 ab	7.4 ab	24.0 a	3.2 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-51. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	37.3 a ^y	384.4 a	3.44 a	37.5 a	18.8 ab	1.84 a	0.18 a
RW(U)	39.2 a	401.2 a	2.90 bc	42.8 a	19.2 a	2.0 a	0.20 a
LC	36.6 a	228.3 b	3.40 ab	31.0 b	18.4 b	1.7 a	0.11 b
LC-Lite	37.2 a	389.5 a	2.6 c	40.3 a	18.9 ab	1.8 a	0.16 ab

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5(1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-52. 펠릿형 UR암면배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 품종의 과중 후 44일 썬의 생육.

Media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	36.6 a ^y	10.1 a	17.2 a	26.1 a	8.0 a	7.6 ab	29.5 a	2.8 b
RW(U)	38.4 a	9.6 a	17.6 a	26.1 a	7.6 a	7.5 ab	24.4 ab	3.3 ab
LC	32.3 b	9.6 a	16.4 a	24.7 b	7.6 a	7.3 b	19.7 b	5.0 a
LC-lite	30.7 b	11.8 a	15.8 a	24.6 b	7.5 a	7.9 a	18.5 b	4.4 ab

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-52. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	39.0 a ^y	481.5 a	2.8 a	45.5 a	19.3 b	1.61 a	0.17 a
RW(U)	38.1 a	421.4 ab	3.2 a	43.3 ab	19.1 b	1.85 a	0.18 a
LC	38.2 a	334.3 b	2.9 a	39.5 b	18.9 b	2.70 a	0.19 a
LC-Lite	40.6 a	351.5 b	2.6 a	38.9 b	20.8 a	2.40 a	0.21 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5(1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-53. 펠릿형 phenolic foam LC배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 품종의 파종 후 44일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	33.4 a ^y	12.6 a	16.5 a	24.8 a	8.0 a	7.5 a	18.1 b	4.2 a
RW(U)	27.7 a	9.0 b	15.1 a	23.1 a	7.1 a	7.8 a	22.7 ab	3.5 ab
LC	29.7 a	6.9 b	10.5 b	14.5 b	5.8 b	6.9 b	26.8 ab	2.8 b
LC-lite	32.1 a	9.6 b	16.1 a	25.1 a	7.2 a	8.0 a	28.4 a	2.9 b

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-53. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	42.2 a ^y	415.7 a	1.8 c	41.7 a	22.9 a	2.5 a	0.21 a
RW(U)	40.0 ab	276.5 b	3.1 b	35.7 b	18.4 c	1.7 b	0.15 bc
LC	38.1 b	229.0 b	4.3 a	29.3 c	19.1 bc	1.2 b	0.10 c
LC-Lite	38.2 b	363.4 a	2.6 b	41.1 a	19.6 b	1.6 b	0.15 b

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5(1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).

표 1-54. 펠릿형 phenolic foam LC-lite배지+4종류의 큐브형 배지 조합을 통한 토마토 'Madison' 품종의 파종 후 44일 썬의 생육.

Cube media ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	T/R ratio	Dry matter (%)
RW(G)	35.7 ab ^y	12.1 ab	18.2 a	25.7 a	7.6 a	7.4 a	17.2 b	4.17 a
RW(U)	38.3 a	13.0 a	17.2 a	25.6 a	7.6 a	7.6 a	16.7 b	5.19 a
LC	25.2 c	9.7 b	14.2 b	20.0 b	5.6 b	7.7 a	35.7 a	2.33 b
LC-lite	33.1 b	10.2 b	17.1 a	25.8 a	8.2 a	7.8 a	17.6 b	4.68 a

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-54. (계속).

Cube media ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^x	Shoot		Root	
				Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)
RW(G)	40.0 a ^y	293.0 b	2.6 b	30.29 c	18.3 c	1.83 bc	0.18 ab
RW(U)	39.1 ab	454.3 a	2.8 b	44.8 a	20.0 b	3.03 a	0.29 a
LC	37.2 c	438.3 a	3.6 a	43.4 ab	21.0 a	1.41 c	0.09 b
LC-Lite	38.3 bc	396.9 a	2.7 b	34.0 b	19.4 b	2.57 ab	0.19 ab

^zRW(G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW(U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xRoot formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1=excellent, 2=good, 3=moderate, 4=bad, 5=poor).



사진 1-28. 펠릿배지와 큐브배지의 조합에 따른 토마토 ‘Madison’ 품종의 과종 후 44일 쯤의 생육(가, RW(G)펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 나, RW(U)펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 다, LC펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육; 라, LC-lite펠릿과 4종의 큐브배지에서의 생육). 큐브배지의 배열순서는 왼쪽부터 Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea) 순서임.



사진 1-29. 펠릿배지와 큐브배지의 조합에 따른 토마토 'Madison' 품종의 과종 후 44일 쎄의 지하부 뿌리의 생육(가, RW(G)펠릿과 4종의 큐브배지에서 생육; 나, RW(U)펠릿과 4종의 큐브배지에서 생육; 다, LC펠릿과 4종의 큐브배지에서 생육; 라, LC-lite펠릿과 4종의 큐브배지에서 생육). 큐브배지의 배열순서는 왼쪽부터 Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea) 순서임.

16. 슬래브형 배지의 종류에 따른 파프리카 ‘Volcano’의 재배

가. 연구목적

파프리카 ‘Volcano’ 품종을 이용한 암면 대체용 신개발 배지인 슬래브형 phenolic foam LC와 RC의 재배 가능성 확인 및 수확량 비교

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료: *Capsicum annuum* ‘Volcano’(De Ruiter Seed Co. Ltd., the Netherland)

(2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 GMO 온실

(3) 실험기간: 2011년 8월 16일~2011년 11월 04일(과종: 2011년 7월 8일)

(4) 실험처리: 4배지(슬래브) × 10반복 × 3개체(완전임의 배치)

(가) Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark)

(나) Coir (Daeyoung GS, Korea)

(다) Phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)

(라) Phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)

(5) 조사항목

(가) 생육조사

① 일주일 단위: 초장, 경경, 엽장, 분지수, 절간장 등

② 최종 생육조사: 초장, 최대근장, 상배축과 하배축의 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소함량, 건물율, T/R율, 뿌리등급 등

(나) 관수량, 배수량, 배지의 수분함수율 등

(다) 배지의 화학성(EC, pH)



사진 1-30. *Capsicum annuum* ‘Volcano’ 품종의 4종류의 슬래브 배지를 이용한 재배광경.

다. 결과 및 고찰

재배 초기인 활착기에 각 배지의 수분함수율이 80~85%를 유지 할 수 있게 설정하였으나, LC 배지의 경우 공극율이 높아 최대 65~70%의 수분함수율까지 유지가 되었고, 나머지 배지는 목표함수량에 도달 할 수 있었음. 전 재배 과정에서 타 처리구에 비해 LC배지의 보수력이 낮아 파프리카의 생육 및 수량도 저조한 성적을 나타냄. 하지만 LC배지에서 수분함량이 다소 떨어짐에 따라 근권부의 뿌리 형성은 타 처리구의 배지보다 많이 발달하였음. 이는 수분센서의 수분함수율의 설정이 암면배지의 재배방법에 맞추어 설정되었기 때문으로 판단됨. 하지만 RC배지의 경우 RW와 coir배지의 수분 함수율과 비슷한 패턴으로 유지되는 것을 알 수 있었음(그림 1-11과 사진 1-31). 재배 전 모든 배지의 EC는 $0.09 \sim 0.22 \text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 범위였으나, 양액 관수에 따른 염의 축적으로 재배 후에는 $0.39 \text{dS} \cdot \text{m}^{-1} \sim 0.89 \text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 의 범위로 유기물 배지인 coir배지에서 가장 높은 값을 나타냄. 재배 전 pH는 6.17~6.57 범위였으며, 재배 후에는 5.4~6.07의 범위에 포함됨. 파프리카의 토양재배 pH기준치는 6.0~6.5(NIAST, 1999)이지만, Seo(1999)의 토양 양액 재배에서 적정 pH는 5.5~6.5 범위 내에서 생육에 차이가 없었다는 보고에서와 같이 본 실험에서 재배 전·후 배지 내 pH는 문제가 되지 않았음(그림 1-12). 파프리카의 최종 생육조사 결과 초장, 경경, 분지수, 엽면적, 절간장, 지상부의 생체중과 건물중이 coir배지에서 생육이 양호하였는데, 각각 89.23cm, 16.93mm, 10.81, 4880.3cm^2 , 8.83cm, 352.91g, 48.70g의 값을 나타냄. 그 외 엽장은 28.69cm로 RC배지에서 유의성 있게 가장 길었으며, 엽폭은 17.59cm로 RW배지에서 넓었음. 주경장과 엽록소 값은 개체 간 통계적 유의차가 인정되지 않았음. 기존 농가에서 많이 사용하는 암면(RW)을 신개발배지인 phenolic foam LC와 RC배지와 비교 분석한 결과로 LC배지에서 초장, 절간장, 지상부의 생체중과 건물중이 각각 82.89cm, 8.12cm, 313.28g, 44.42g으로 우수하였고, RC배지에서는 경경, 엽장이 각각 16.62mm와 28.69cm로 우수하였음(표 1-55과 표 1-56). 식물의 성장지표를 알아보기 위해 초장을 3일 간격으로 측정하였는데 coir배지에서 식물의 초장이 가장 길었고, LC, RC, 그리고 RW순이었음. 또한 경경, 엽장, 엽폭, 분지수, 절간장을 일주일 단위로 측정하였는데 경경은 RC배지와 coir배지에서 우수하였으며, 다음으로 LC, RW순이었다. 엽장, 엽폭, 절간장, 분지수 모두 RW제외한 coir, LC, RC 모두 비슷한 성장 패턴을 보였다(그림 1-13). 과실의 품질특성은 과육두께, 경도, 당도가 5.21mm, 2.62kg/ Φ 5mm, 4.57°Brix로 RW배지에서 우수하였고, 과중, 과폭, 과장과 과병장은 104.60g, 59.83mm, 82.47mm, 3.42cm로 coir배지에서 우수하였음. 과병은 10.96mm로 RC배지에서 가장 두꺼웠음(표 1-57). 과실의 수량은 정상과와 비정상과를 포함하여 LC배지와 RC배지에서 가장 많이 수확되었으나, 총 수확량에 비해 비정상과가 30% 이상을 차지하였으며, 40g 이하의 소과가 많이 발생하였다. Coir배지의 경우 수확량은 적었으나 정상과가 많았으며, 과실의 무게별로 등급을 나누었을 때 100g이상의 과실이 타 처리구에서보다 많았다. RW배지의 경우 과실의 수확량이 239개였으며 비정상과 역시 18%로 정상과가 많았음. 과실의 무게별로 등급을 정했을 때 coir배지에서 무게가 가장 무거운 과실의 생산량이 많았고 크기가 컸음. 이는 파프리카의 재배에 있어 암면에 맞춘 수분관리로 인하여 RC와 LC배지의 수분관리 기준과 매뉴얼 확립이 선행된 후에 신개발 배지의 공급이 가능하리라 판단됨.

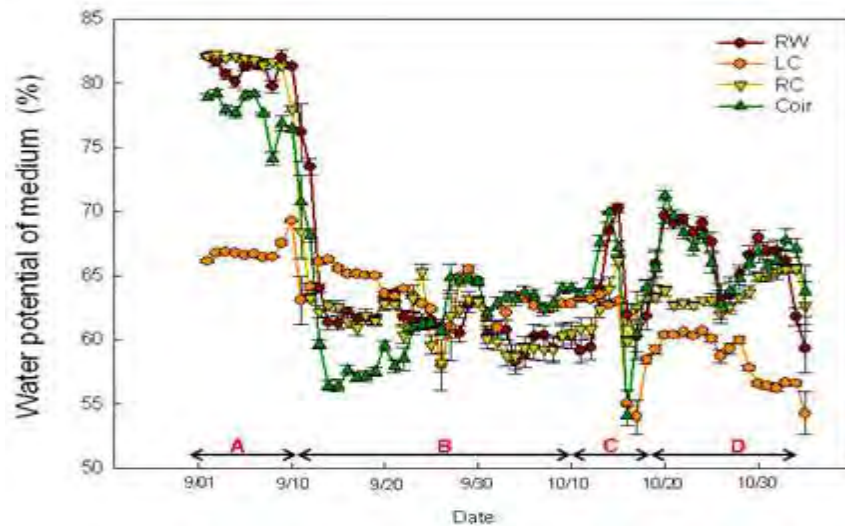


그림 1-11. 슬래브배지 종류별 수분함수량 측정. A, 활착기(8/16~9/13; 80~85%); B, 착과기(9/13~10/11; 63~65%); C와 D, 과비대기(10/11~10/19; 63~65%, 10/20~11/4; 80~85%). RW, grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); Coir (Daeyoung GS, Korea).

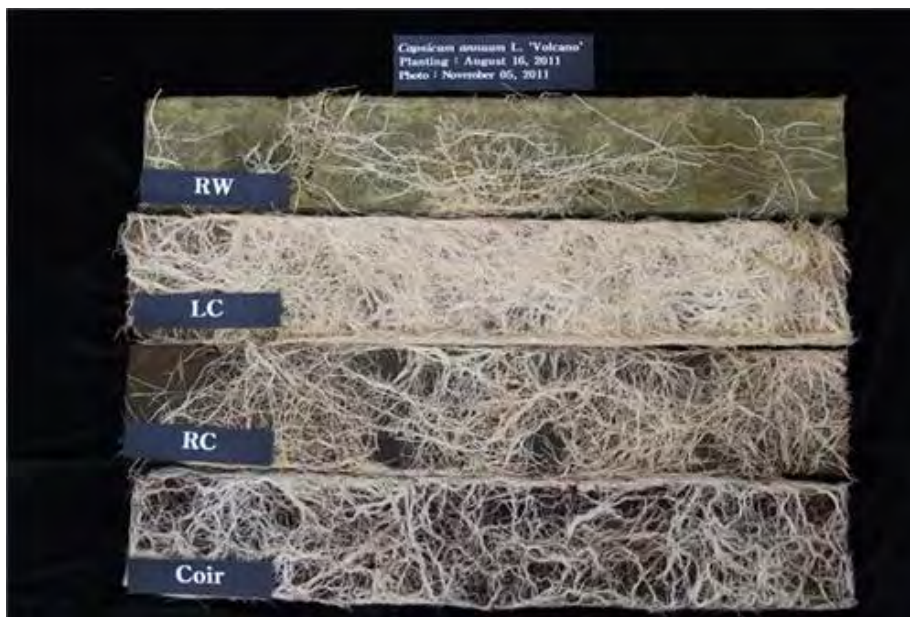


사진 1-31. 이식 후 80일 동안 재배한 슬래브배지의 종류별 뿌리의 생육상태. RW, grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); Coir (Daeyoung GS, Korea).

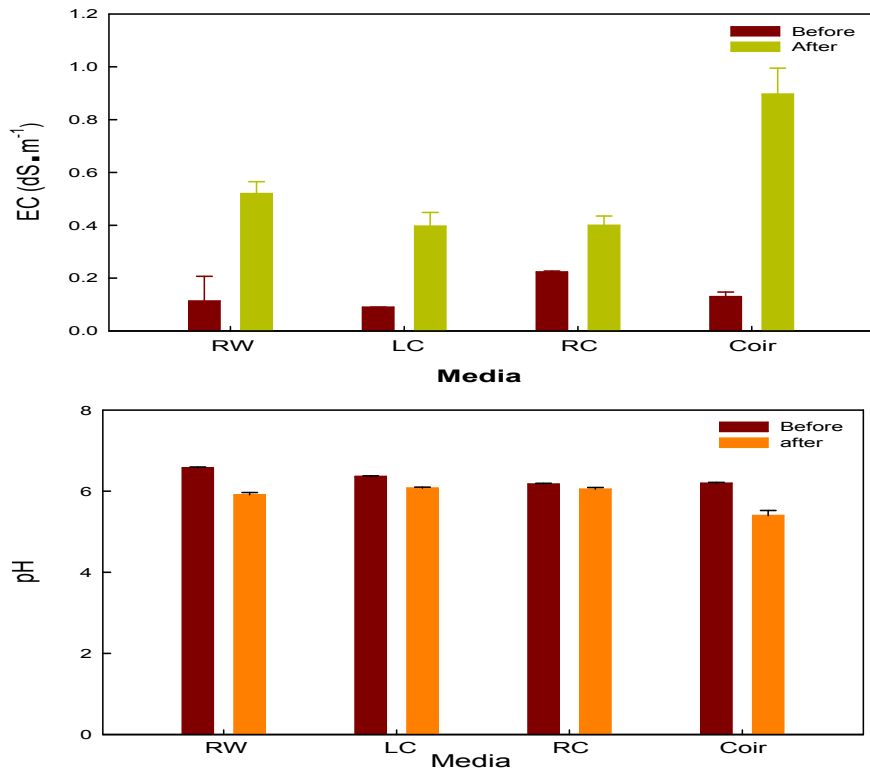


그림 1-12. 슬래브배지종류에 따른 파프리카 ‘Volcano’ 품종의 재배 전·후 배지의 pH와 EC의 변화. RW, grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); Coir (Daeyoung GS, Korea).

표 1-55. 슬래브 배지종류에 따른 파프리카 ‘Volcano’ 품종의 정식 후 80일 쎄의 생육.

Media ^z	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Main stem length (cm)	No. of branches per plant
RW	79.58 bc ^y	14.58 b	25.45 b	17.59 a	19.82 a	10.54 ab
LC	82.89 b	15.83 a	28.57 a	14.73 c	19.15 a	10.50 ab
RC	78.15 c	16.62 a	28.69 a	14.30 c	19.40 a	9.81 b
Coir	89.23 a	16.93 a	28.65 a	15.97 b	20.84 a	10.81 a

^zMean RW, grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); Coir (Daeyoung GS, Korea).

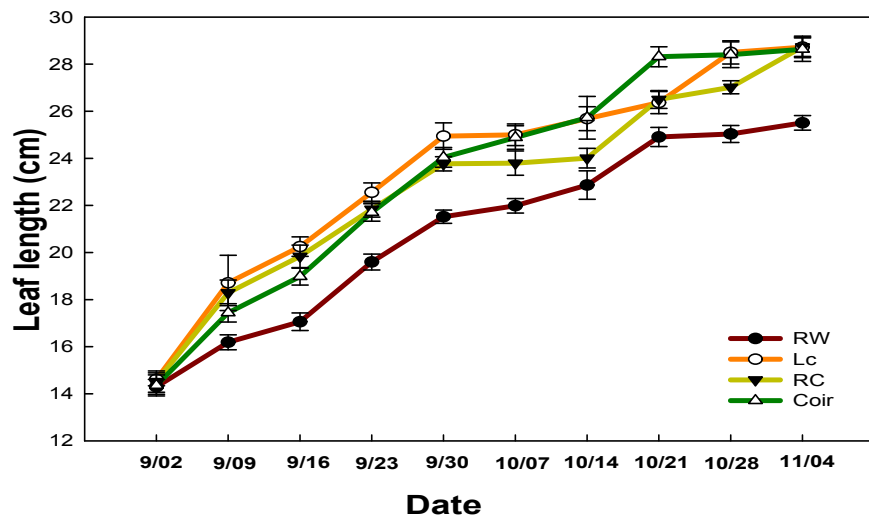
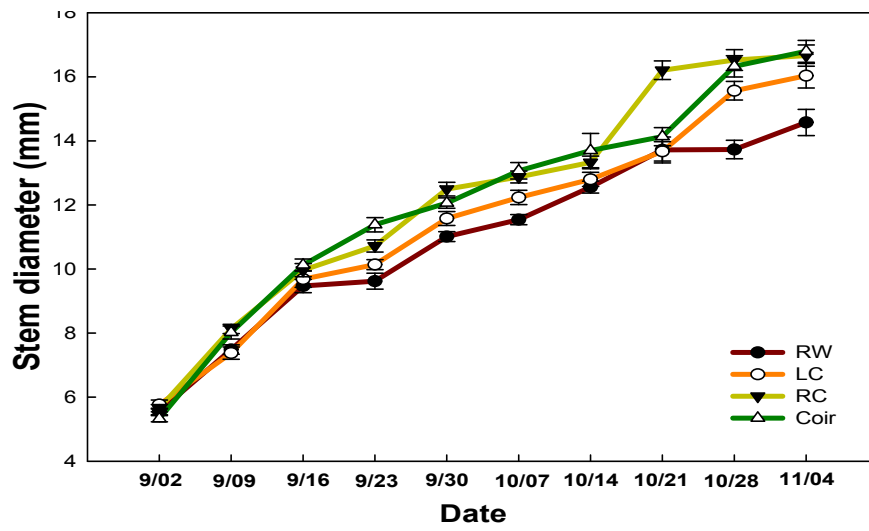
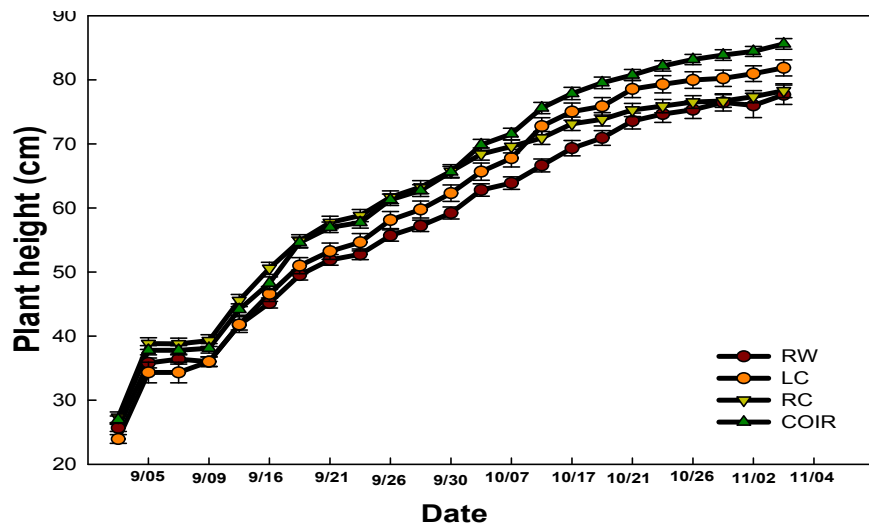
^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.

표 1-56. 슬래브 배지종류에 따른 파프리카 ‘Volcano’ 품종의 정식 후 80일 켜의 엽면적, 엽록소 함량, 절간장, 지상부의 생체중과 건물중.

Media ^z	Leaf area (cm ²)	Chlorophyll (SPAD)	Internode length (cm)	Shoot	
				Fresh wt.(g)	Dry wt.(g)
RW	3983.2 b ^y	67.22 a	6.81 b	258.92 c	38.67 c
LC	4098.8 b	65.72 a	8.12 ab	313.28 b	44.42 b
RC	3747.6 b	66.57 a	8.11 ab	298.54 b	43.94 b
Coir	4880.3 a	65.77 a	8.83 a	352.91 a	48.70 a

^zRW, grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); Coir (Daeyoung GS, Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p=0.05$.



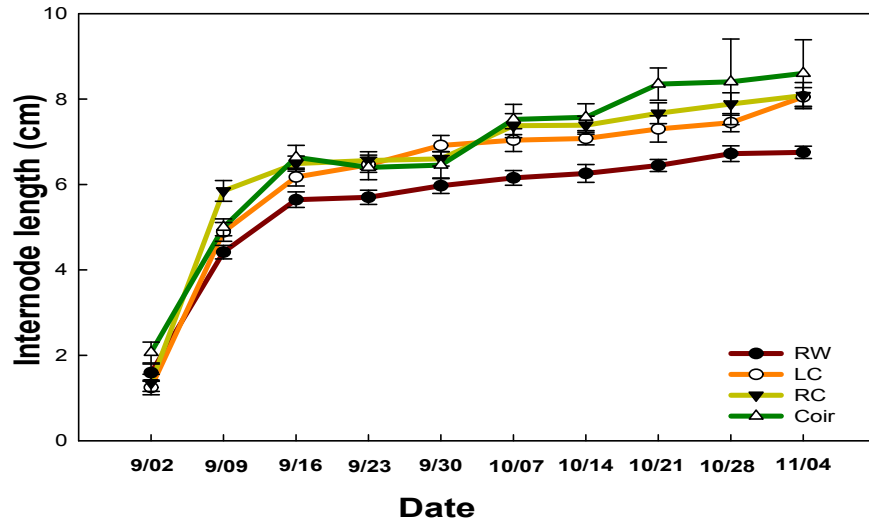
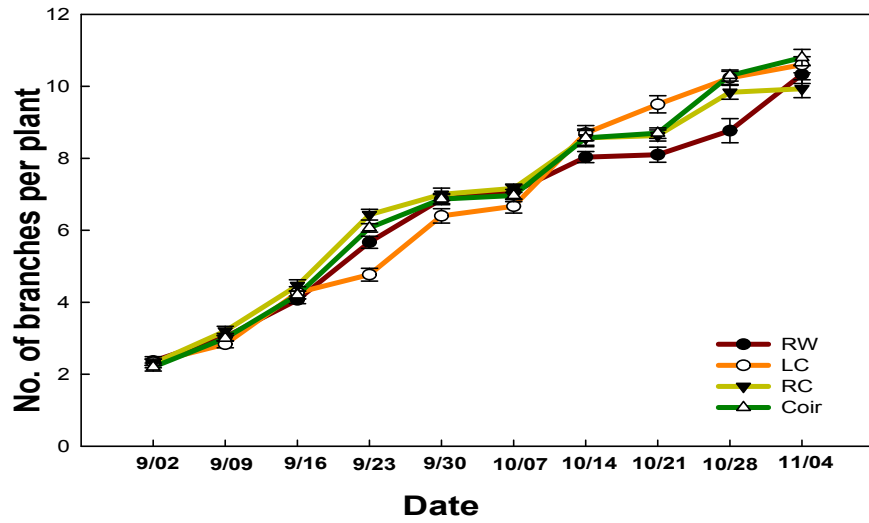
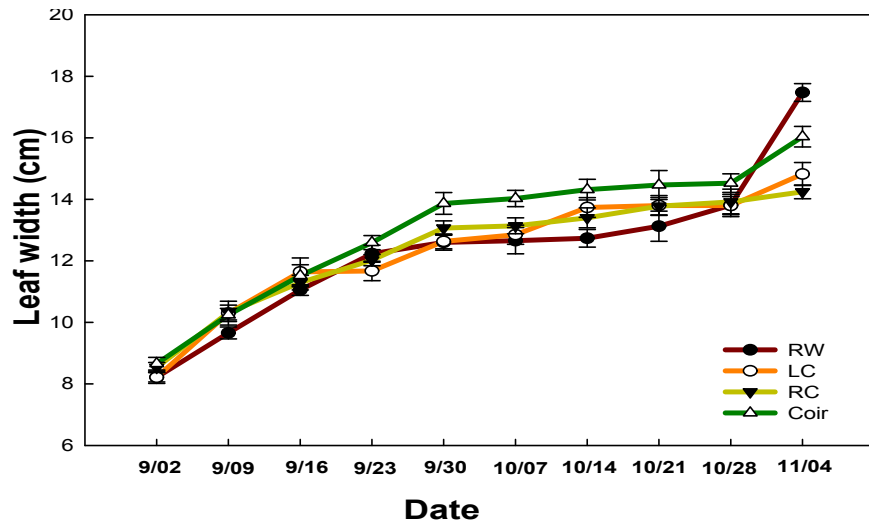


그림 1-13. 슬래브배지종류에 따른 파프리카 ‘Volcano’ 품종의 초장, 경경, 엽장, 엽폭, 분지수 및 절간장의 생육 변화. RW, grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); Coir(Daeyoung GS, Korea).

표 1-57. 슬래브 배지 종류별 파프리카의 과실 특성.

Media ^z	Pericarp thickness (mm)	Firmness (kg/Φ5mm)	Soluble solids (°Brix)	Fruit weight(g)	Fruit width (mm)	Fruit length (mm)	Length of fruit stalk (cm)	Fruit stalk (mm)	Normal yield ^x	Abnormal yield ^x
RW	5.21 a ^y	2.62 a	4.57 a	73.62 d	56.85 b	65.15 c	2.58 c	10.88 a	197	42
LC	4.07 c	2.03 b	4.29 b	85.55 b	56.89 b	70.70 b	2.94 b	10.53 a	159	82
RC	4.19 bc	2.01 b	4.32 b	79.26 c	56.50 b	69.03 b	2.59 c	10.96 a	165	76
Coir	4.46 b	2.12 b	4.02 c	104.60 a	59.83 a	82.47 a	3.42 a	9.55 b	147	32

^zRW, grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); Coir (Daeyoung GS, Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xMean total fruit yield in experiment.

표 1-58. 슬래브 배지 종류별 과실의 무게에 따른 수확량의 변화.

Media ^z	Total fruits	Normal yield ^x	Abnormal yield ^x	SSS <40g	SS 50~99g	S 100~149g	M 150~199 g	L>200g
RW	239 ^y	197 (82%)	42 (18%)	110 (56%)	72 (37%)	13 (6%)	2 (1%)	-
LC	241	159 (65%)	82 (34%)	89 (56%)	40 (25%)	30 (19%)	-	-
RC	241	165 (68%)	76 (32%)	106 (64%)	48 (29%)	9 (6%)	2 (1%)	-
Coir	179	147 (82%)	32 (18%)	57 (39%)	35 (24%)	40 (27%)	13 (9%)	2 (1%)

^zRW, grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); Coir (Daeyoung GS, Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^xMean total fruits yield in experiment.



사진 1-32. 슬래브배지 종류별 파프리카 과실의 등급별 수확량 측정기준. RW, grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); Coir (Daeyoung GS, Korea).

라. 요약

LC 배지의 양·수분 보수력이 타 처리구에 비해 가장 낮았음. 암면배지와 비교하여 phenolic foam 배지에서 초장, 절간장, 지상부의 생체중과 건물중, 경경, 엽장이 양호하였음. 타 처리구에 비해 LC배지와 RC배지에서 과실의 수확량은 많았으나, 비정상과와 소과가 많이 발생하였는데, 이는 암면 위주의 관수 방법으로 재배하였기 때문으로 판단됨. Phenolic foam배지에 맞춘 관수 방법을 고려한 작물재배법과 재배 매뉴얼이 확립되어 phenolic foam배지와 함께 보급되어야 할 것으로 판단됨.

17. 광선택적 차광제의 농가 실증실험

가. 연구목적

광선택적 차광제(GreenShade와 WhiteShade)의 농가 실증실험

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료: GreenShade, WhiteShade(Daesung C&S Co. Ltd., Korea)

(2) 실험장소: 경남 진례면 장미 농가

(가) GreenShade - 김원윤(8,250m²), 조용준(8,250m²)

(나) WhiteShade - 김정훈(5,123m²)

(다) 대조구 - 김종철(7,100m²)

(3) 실험기간

(가) 차광제 살포시기: 2011년 5월 16일~2011년 5월 17일(2일간)

(나) 살포농도: GreenShade 1:5(V/V), WhiteShade 1:9(V/V)

(다) 측정일자: 2011년 7월 6일

(4) 조사항목

(가) 온실 내부의 온/습도 측정(TR-72U, TANDD, Japan)

(나) 온실 내/외부의 광 파장 측정(RPS 900, Intl-High-Tech, USA)



사진 1-33. 온실 내 온·습도와 온실 내·외부 광 파장 측정 장면. 가: 온실 내부 광 파장 측정, 나: 온실 내 온·습도 자동 측정 장치, 다: 온실 외부의 광 파장 측정.

다. 결과 및 고찰

차광제 처리에 따른 온실내부의 온도와 상대습도의 변화양상을 그림 1-14에 나타내었음. 상대 습도의 최저값은 GreenShade에서 약 40%이고 WhiteShade에서는 약 50%의 상대습도를 나타 내었고, 대조구의 경우에는 약 40%로 GreenShade 처리구와 온실에서 스크린을 이용하여 광을

차단한 대조구의 최저값이 유사하였고 WhiteShade 보다는 값이 낮은 경향을 나타냈음. 온도는 3처리 모두 유사하게 40℃ 정도의 최고 온도를 기록하여 유의차가 없었음. 본 결과로 WhiteShade가 10% 정도 높은 습도를 유지하는데 도움을 줄 것으로 사료 됨. 광파장은 김원운 농가의 GreenShade에서 외부광파장과 비교했을 때 내부에서는 400~700nm 파장에서는 외부보다 낮은 평행선을 그리고 있음. 조용준 농가의 GreenShade에서는 외부와 내부의 광도가 유사한 그래프를 그렸지만 미미하게 300nm에서 외부보다 내부의 광도가 낮았음. WhiteShade를 사용한 김정훈 농가에서는 300nm~400nm까지의 파장에서는 외부보다 내부가 높았고, 400~700nm에서는 외부보다 내부가 낮았음. 대조구인 김종철 농가에서는 300~400nm에서 외부보다 내부의 강도가 낮았고, 400~700nm에서는 내부보다 외부가 높았음. 이러한 결과로 봤을 때 이 실험에 사용된 차광제는 300~400nm 광도를 높게 하여 내부로 흡수시켰으나 이 파장은 자외선 영역이고, 외부보다 낮았던 400~700nm는 광합성 활성광으로써 식물의 광합성에 도움을 주는 파장임. 그러므로 이 실험에 사용되었던 차광제 모두 400~700nm 파장의 광투과율을 향상시킬 수 있도록 노력하고 있으며, 일중 광도와 광파장의 변화 및 보다 정밀한 측정 장비의 개발과 활용으로 연구결과의 신뢰도를 향상시키고자 노력함.

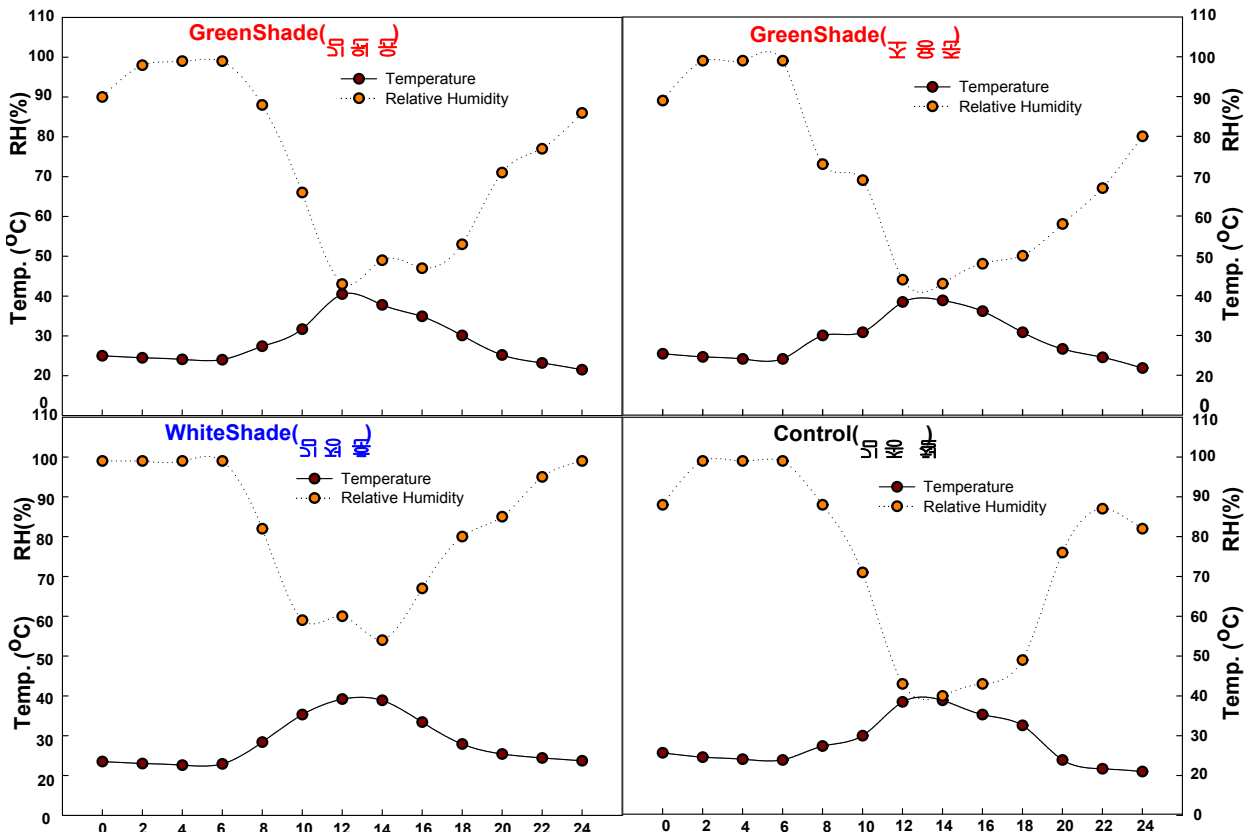


그림 1-14. 차광제 처리에 따른 온실 내 온도와 상대습도 변화.

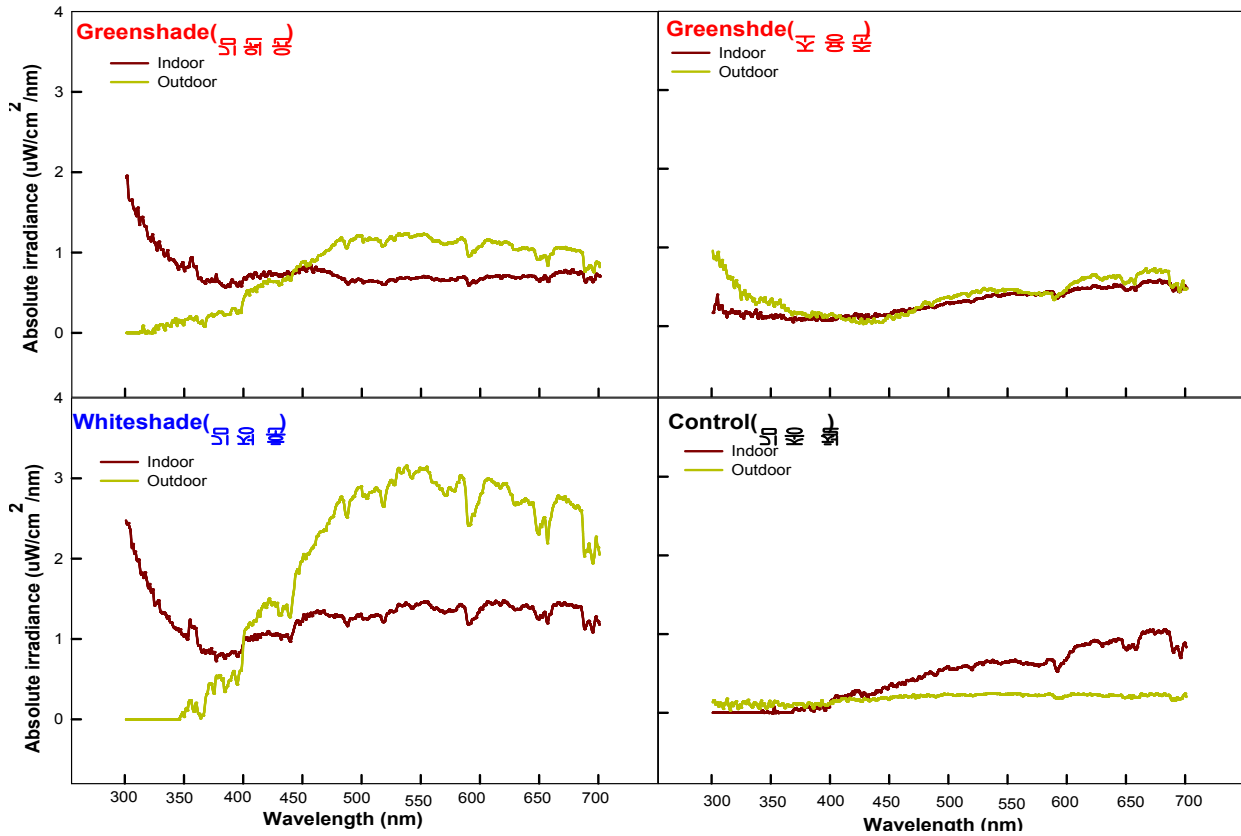


그림 1-15. 차광제 처리에 따른 온실 내부와 외부의 광과장 변화.

라. 요약

모든 처리에서 온실내부 최고 온도 값은 40℃로 유사하였고, GreenShade보다 WhiteShade의 상대습도가 10%정도 높은 경향을 나타냄. 광도는 WhiteShade 처리구에서 광합성활성광 영역인 400~700nm 파장을 가장 많이 차단하여 온도하강 효과는 있으나 작물의 효과적인 광합성활성광의 투과율을 제일 떨어졌음.

18. 광선택적 차광 도포처리비율에 따른 광과장 특성 측정

가. 연구목적

광선택적 차광제(GreenShade)의 도포 처리비율에 따른 광과장 특성 측정

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: 정육면체의 사각형 목재 틀(60cm x 60cm x 60cm), 사각형 유리(65cm x 65cm x 0.5cm), 흑색천, 차광제(GreenShade No. 31, 대성 C&S Co. Ltd., Korea)
- (2) 광과장측정장비:
 - (가) Spectroradiometer ILT900 (제조회사: International Light Technologies Co. Ltd., USA)
 - (나) Spectrometer NIR 256-2.5 (제조회사: Ocean Optics Co. Ltd., USA)
- (3) 실험장소:
 - (가) 경상대학교 농업생명과학대학 생물 산업기계공학과 공작실 실험동
 - (나) 경상대학교 원예학과 455동 옥상
- (4) 실험기간:
 - (가) 2012년 4월 1일(실외)
 - (나) 2012년 4월 3일(실내)

(5) 실험 배치도

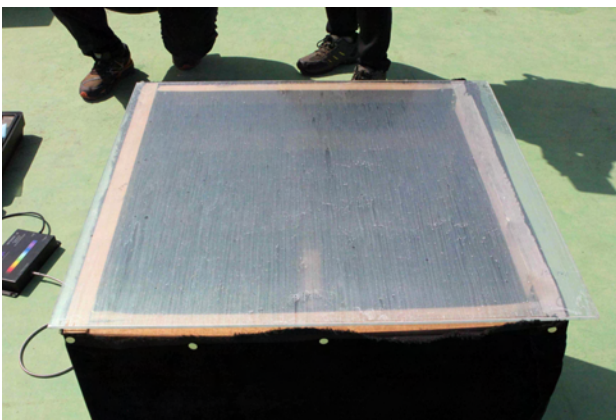
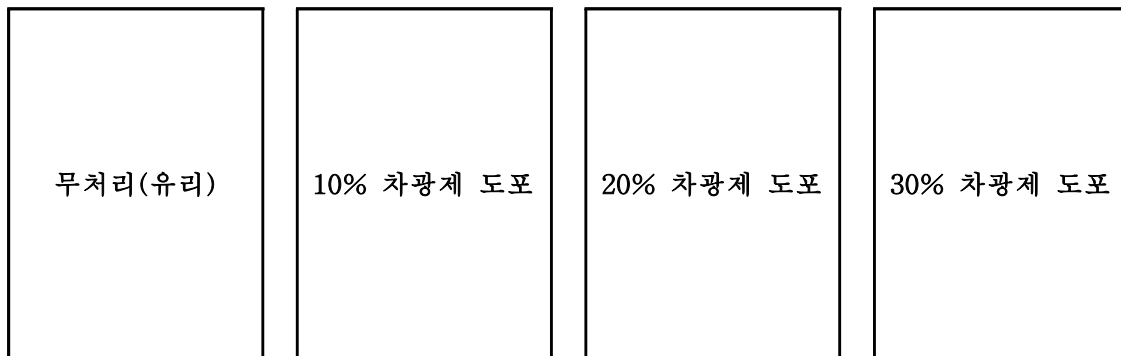


사진 1-34. 광선택적 차광제(GreenShade)의 살포농도에 따른 광과장 측정 장면.

다. 결과 및 고찰

광선택적 차광제(GreenShade)의 도포 처리비율에 따른 광 파장 특성 측정하기 위하여, 정사각형 유리판(65cm x 65cm x 0.5cm)을 사용하여 무처리(대조구)와 광선택적 차광제(GreenShade)를 10%, 20%, 30%로 비율로 도포한 처리구를 준비하였음. 정밀한 측정을 위하여 정사각형 틀의 측면에 광오염이 되지 않도록 검은 천을 씌움(사진 1-34). 이후 대조구 및 모든 처리구의 내부와 외부의 광파장을 측정하였음(사진 1-34). 광파장 측정장비에 따른 차이 유무를 비교하기 위하여 Spectroradiometer ILT900(International Light Technologies Co. Ltd., USA)과 Spectrometer NIR256-2.5(Ocean Optics Co. Ltd., USA) 장비를 사용하였음. 외부(건물옥상)에서의 광파장을 측정한 결과 자외선(UV: Ultra-violet) 영역인에서 300~400nm 영역에서 대조구와 비교 하였을 때, 차광제를 10% 비율로 도포한 처리에서 자외선 투과율이 가장 낮게 나타났음(그림 1-16). 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)영역인 400~700nm에서 광 투과율은 20% 비율로 도포한 처리구에서 광투과율이 대조구(무처리구)인 유리와 유사한 결과가 나타났음. 내부(실험실)에서 광파장을 측정한 결과는 그림 1-17에 나타내었음. 자외선(UV: Ultra-violet) 영역인에서 300~400nm 영역에서 대조구를 비교 하였을 때, 큰 차이가 나타나지 않았음. 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)영역인 400~700nm에서 광 투과율은 10%와 20% 비율로 도포 처리한 유리판에서 대조구인 유리와 유사한 결과가 나타났음. 근적외선(NIR: Near Infrared)영역인 800~2,500nm까지의 영역의 광파장대역의 광 투과 결과 10%, 20% 처리구에서 열선의 투과율이 낮아 효율적인 광선택적인 차광효과를 입증하였음. 광파장 측정장비에 따른 광파장 측정 차이가 거의 나타나지 않고 유사한 결과를 나타냄(사진 1-34과 그림 1-16).

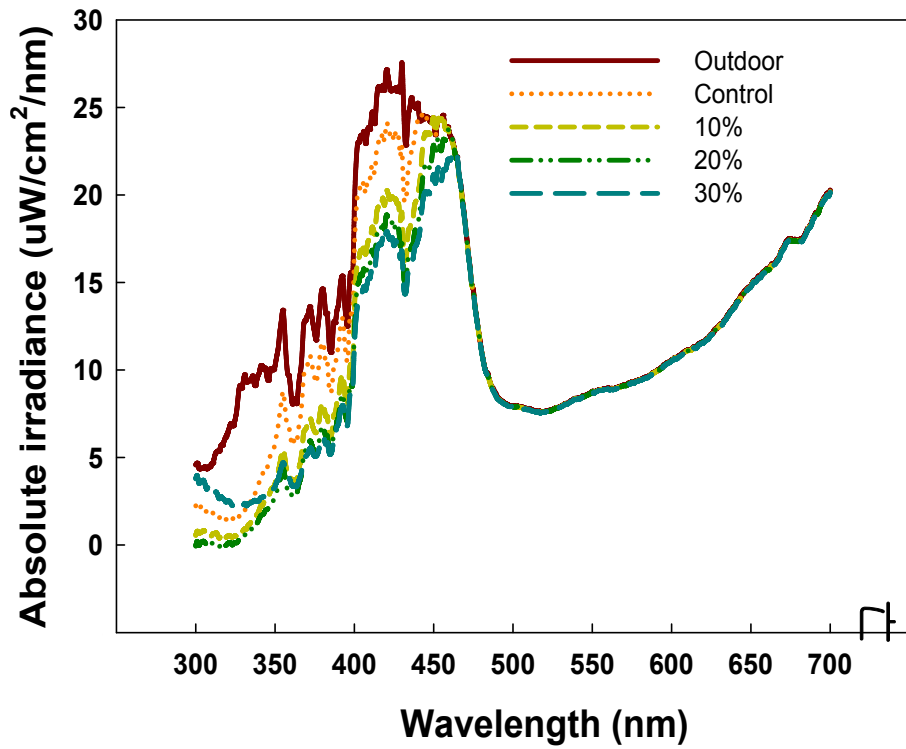
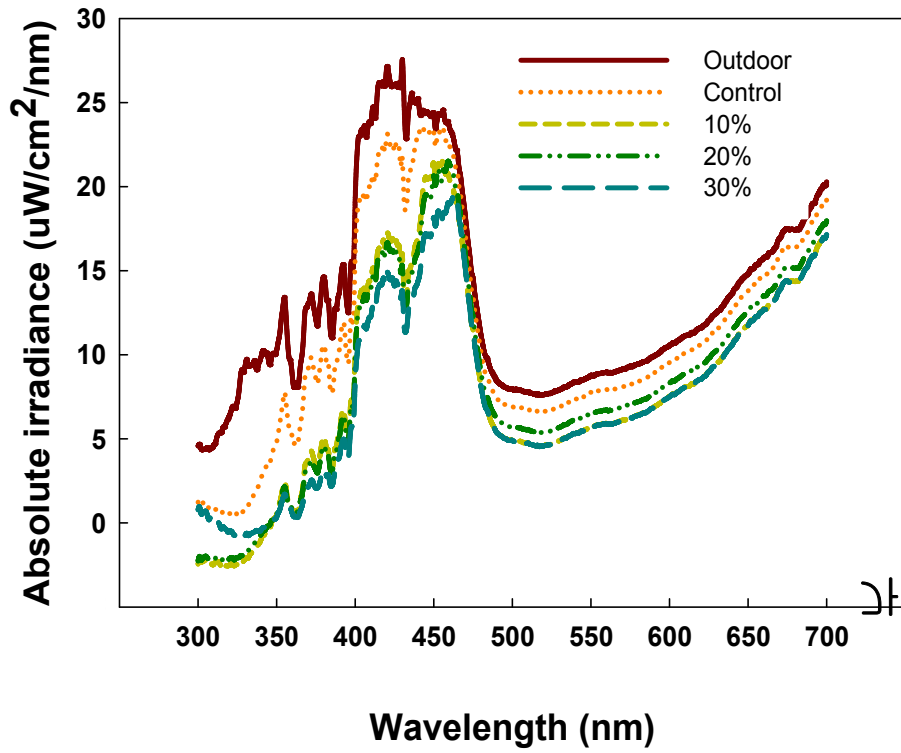


그림 1-16. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도에 따른 외부 태양광 하에서의 광파장 측정.
 가: 광파장 측정장비 Spectroradiometer ILT900, 나: Spectrometer NIR256-2.5.

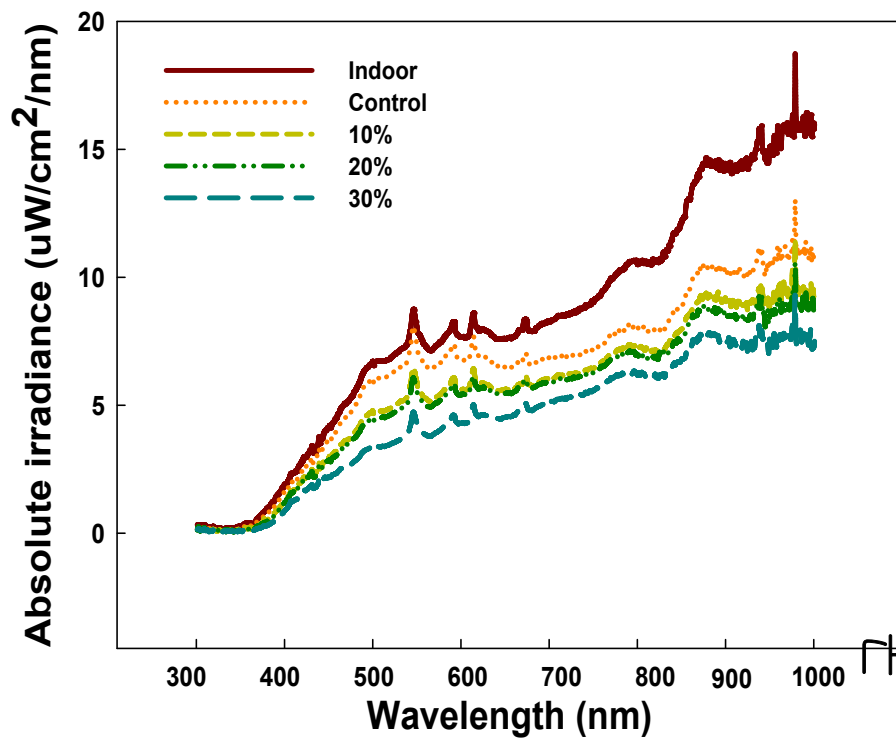
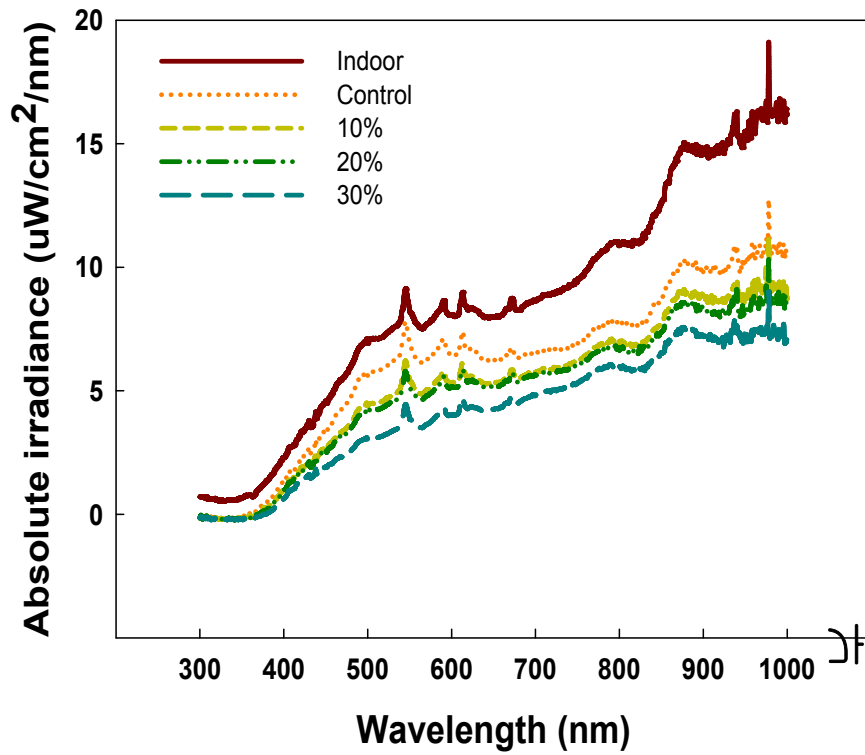


그림 1-17. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도에 따른 내부(실험실의 인공광원 사용) 광과장 측정. 가: 광과장 측정장비 Spectroradiometer ILT900, 나: Spectrometer NIR256-2.5.

라. 요약

실험 결과 광선택적 차광제(GreenShade)를 20% 비율로 도포 하였을 때 대조구인 유리보다 자외선(UV: Ultra-violet) 영역인에서 300~400nm 영역에서 10%, 30% 비율로 도포한 유리보다 차광률이 높았음. 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)영역인 400~700nm 에서는 20% 비율로 도포 한 처리구에서 대조구와 유사한 광투과율을 보여 광합성에 효율적인 광원의 투과율이 높게 나타남을 입증하였음. 근적외선(NIR: Near Infrared)영역인 800~2,500nm까지의 영역에서는 20% 비율로 도포한 유리에서 효율적으로 열선인 적외선 광투과율을 낮추어 이를 온실 차광제로 활용할 경우 광합성 활성을 증대시킴과 동시에 온실내부의 온도를 효율적으로 낮출 수 있을 것으로 판단됨. 광선택적 차광제(GreenShade)를 20%로 비율로 도포 하였을 때 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)의 투과율을 높여서, 작물의 광합성을 향상시켜 생육과 수량을 증가 시키고, 근적외선(NIR: Near Infrared)영역을 차단함으로써 식물체 온도 상승을 낮출 수 있으며, 작물에 스트레스를 줄이고 건전한 생육을 할 수 있다는 결과를 도출함.

19. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도에 따른 플라스틱 온실 내·외부의 광과장 측정과 온·습도 변화 및 상추의 생육 변화

가. 연구목적

광선택적 차광제의 농도에 따른 플라스틱 온실 내·외부의 광과장과 온·습도 변화를 알아보고 이에 따른 상추의 생육 변화를 관찰함

나. 재료 및 방법

(1) 광과장 측정

- (가) 실험재료: GreenShade(Daesung C&S Co. Ltd., Korea)
- (나) 실험장소: 경상대학교 부속농장 아치형 미니 플라스틱온실 14개 동
- (다) 실험기간: 2011. 10. 11(2011. 9. 16. 차광제 도포)
- (라) 조사항목: 비닐 온실 내·외부의 광과장 측정
- (마) 차광제 도포(GreenShade 1:9)처리와 무처리간의 비교 실험

(2) 비닐 온실 내·외부의 온·습도 변화와 상추 생육의 변화

- (가) 실험재료: *Lactuca sativa* L. 'Jeokchima' (주)농우바이오
- (나) 실험장소: 경상대학교 부속농장 아치형 미니 플라스틱 온실 4개 동
- (다) 실험기간
 - ① 파종: 2011. 09. 20.
 - ② 정식: 2011. 10. 20.
 - ③ 생육조사: 2011. 11. 30.
- (라) 처리방법: 4처리(무처리, 10%, 20%, 30%농도의 차광제 처리)
- (마) 조사항목: 초장, 엽수, 엽장, 엽폭, 생체중, 건물중 등

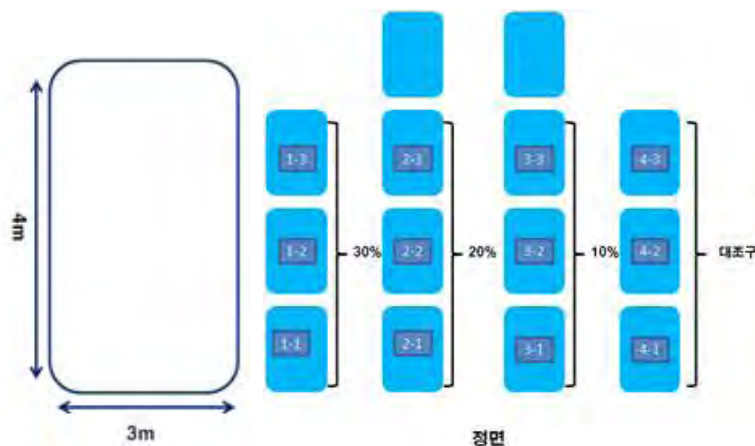


그림 1-18. 아치형 미니 플라스틱온실의 규격 및 형태(측고:1.6m, 동고: 2.7m, 면적: 12m² = 3.6평).



사진 1-35. 광선택적 차광제(GreenShade)살포와 광과장 측정 장면. 가, 나: 차광제 도포광경, 다: 미니온실 내부 광과장 측정, 라: 미니온실 외부 광과장 측정.

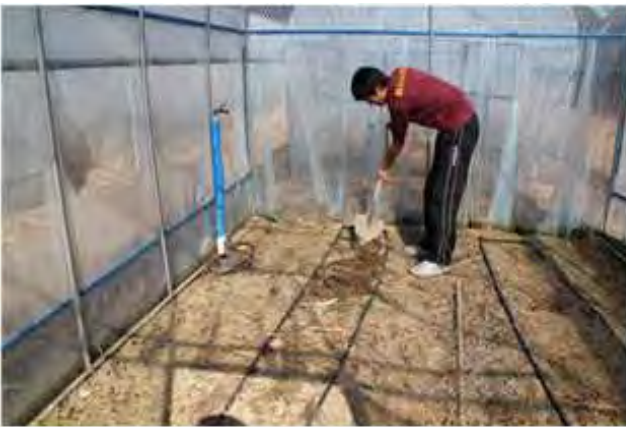


사진 1-36. 농도별 광선택적 차광제에 따른 상추 생육변화 실험광경.

다. 결과 및 고찰

광선택적 차광제(GreenShade)의 도포 처리비율에 따른 광과장 특성을 측정하기 위하여, 경상대학교 부속농장 아치형 미니비닐온실 측고 1.6m, 동고 2.7m, 면적 12m²(3.6평)에서 실험을 진행하였음. 4개의 온실 중 1개의 온실은 대조구로 사용하기 위하여 아무런 처리를 하지 않았음. 나머지 3개의 온실은 광선택적 차광제(GreenShade)를 10%, 20%, 30%의 비율로 도포하였음(그림 1-18, 사진 1-35, 사진 1-36). 온실에 각각 광선택적 차광제를 도포 처리를 한 후 광과장을 측정한 결과 자외선(UV: Ultra-violet) 영역인 300~400nm 영역에서 대조구와 비교 하였을 때, 차광제를 30%비율로 도포한 처리에서 자외선 투과율이 가장 낮게 나타났음. 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)영역인 400~700nm에서의 광 투과율은 20, 30% 비율로 도포한 처리구에서 대조구인 유리과 유사한 결과가 나타났음. 근적외선(NIR: Near Infrared)영역인 800~2,500nm 영역의 열선을 주로 방사하는 광과장대역의 광투과도는 30% 처리에서 광투과율이 가장 낮았음(그림 1-19). 농도별 선택적 차광제에 따른 과중 후 71일 째의 상추 생육변화를 조사한 결과 초장, 엽폭, 생체중, 건물중(지상부)은 광선택적 차광제(GreenShade)를 30%비율로 도포한 처리에서 생육이 가장 좋았음(표 1-59). 건물중(지하부)은 대조구인 무처리에서 높게 나타났음. 엽록소 값은 10% 비율로 도포한 처리에서 높게 나타났음(표 1-59, 사진 1-37). 광선택적 차광제의 30% 도포 처리구에서 광합성에 효율적인 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation) 투과율이 높았고, 근적외선(NIR: Near Infrared)영역에서 다른 차광제의 도포 처리보다 투과율이 낮게 나타나 광선택적 차광제의 전형적인 특성을 잘 나타내었음. 이러한 결과 온실내부 온도와 식물체 온도를 낮추어 고온에 의한 작물 스트레스를 저감할 수 있는 광선택적 차광제 30% 도포처리구에서 ‘적치마’상추의 생육이 가장 우수하였음.

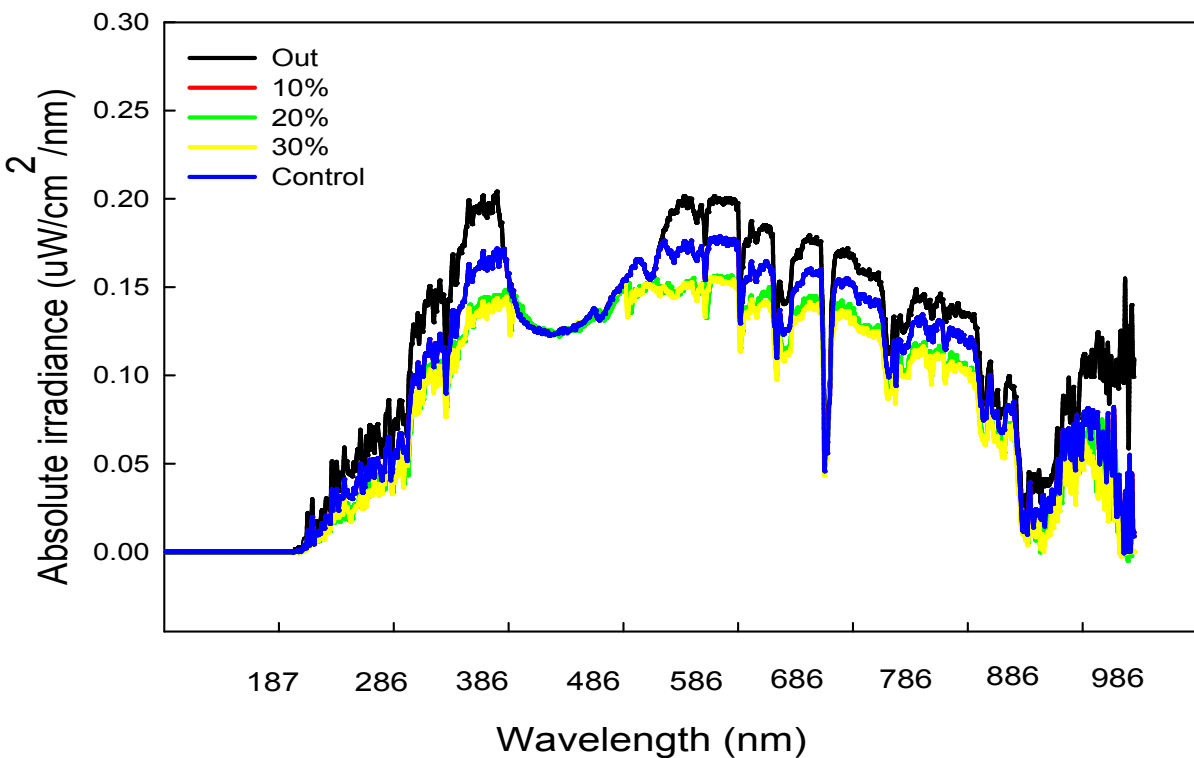


그림 1-19. 농도별 선택적 차광제(GreenShade)의 플라스틱 온실 외부와 내부의 광과장 변화.

표 1-59. 농도별 선택적 차광제(GreenShade)에 따른 파종후 71일 썬의 상추 생육 변화.

Conc. (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of branches per plant	Length of the longest root (cm)	Fresh wt.(g)	Dry wt.		Chlorophyll (SPAD)
						Shoot (g)	Root (g)	
0	20.60 bc ^z	13.40 a	8.93 ab	14.10 a	40.90 b	1.62 b	0.35 a	19.78 b
10	19.57 c	10.97 c	7.93 c	15.00 a	36.40 b	1.61 b	0.28 ab	21.36 a
20	21.20 b	12.10 b	8.20 bc	9.60 b	41.06 b	1.63 b	0.22 b	20.43 ab
30	23.67 a	13.40 a	9.53 a	13.47 a	61.64 a	2.19 a	0.31 a	20.33 ab

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.



사진 1-37. 농도별 선택적 차광제에 따른 파종후 71일 썬의 상추 생육 변화. 가: 측면촬영한 상추의 지상부와 지하부의 생육, 나: 두상에서 촬영한 지상부의 생육, 다: 지하부의 생육.

라. 요약

실험결과 자외선(UV: Ultraviolet) 영역인에서 300~400nm 영역에서 대조구와 비교 하였을 때, 차광제를 30% 비율로 도포한 처리구에서 자외선 투과율이 낮게 나타났음. 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)영역인 400~700nm에서 광 투과율은 20, 30% 비율의 도포 처리구에서 광투과율이 높았음. 근적외선(NIR: Near Infrared)영역인 800~2,500nm까지의 영역의 광과장대역의 광 투과율은 30% 처리구에서 가장 낮아 광선택적 차광제가 열선을 효율적으로 차단하는 것을 알 수 있었음. 농도별 선택적 차광제에 따른 파종후 71일 재의 상추 생육변화를 조사한 결과 광선택적 차광제(GreenShade)를 30% 비율로 도포한 처리구에서 생육이 가장 우수함.

20. 경도에 따른 차광제 전용박리제 현장실험

가. 연구목적

온실용 차광제 전용박리제인 ShadeCleaner의 현장적용 실험

나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료: 경도 적정용 시약($MgCl_2$, $CaCl_2$, $NaHCO_3$), 웨이드크리너(ShadeCleaner, Daesung C&S Co. Ltd., Korea)
- (2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 벤로형 유리온실
- (3) 실험기간: 2011년 10월 6일, 11월 14일(광도측정)
- (4) 실험처리: 3 차광제 농도 x 3 경도 x 3 반복 x 15점 측정
- (5) 조사항목: 온실 내·외부의 광도 측정



사진 1-38. 경도에 따른 차광제 박리 실험 광경.

다. 결과 및 고찰

표 1-60과 1-61은 원수의 경도와 웨이드 클리너의 농도에 따른 차광제 박리효과 검증을 위한 실험결과로 차광제 처리 후 온실 내부의 광 투과율과 외부의 광도의 차로 그 효과를 나타내었음. 1차 실험의 50ppm 경도와 5% 웨이드 클리너 농도에서 가장 박리가 잘 되었고, 10%에서 가장 효과가 낮았음. 150ppm의경도 에서는 15% 웨이드 클리너 농도에서 가장 박리가 잘 되었

고, 5% 농도에서 가장 효과가 낮았음. 300ppm의 경도에서는 5%에서 가장 박리가 잘 되었고, 15%에서 가장 저조했음. 종합적으로 판단해 볼 때 원수의 경도가 50ppm일 경우 5%와 15%의 웨이드 클리너의 농도에서 가장 효과가 좋았다. 또한 원수의 경도가 300ppm일 경우 5%의 웨이드 클리너에서 박리효과가 우수했다. 원수의 경도는 50ppm일때 박리율이 가장 좋았고, 클리너 농도에 따른 뚜렷한 차이는 없었다. 2차 실험에서 50ppm 경도에서는 15% 웨이드 클리너 농도에서 박리율이 가장 좋았고, 10%에서 가장 낮았음. 150ppm 경도에서는 15%에서 가장 박리율이 좋았고, 5%에서 가장 낮았음. 300ppm에서는 15%에서 가장 박리가 잘 되었고, 10%에서는 저조하였음. 종합적으로 봤을 때 150ppm의 15%, 150ppm의 10% 그리고 300ppm의 15% 순서로 박리가 잘 되었고, 원수의 경도에서는 150ppm에서 박리율이 가장 좋았다. 1차와 2차 실험의 결과가 동일하지 않아 반복 실험을 진행하였음.

표 1-60. 웨이드 클리너의 농도와 원수의 경도에 따른 차광제의 박리효과 1차 실험.

Firmness (ppm)	Conc. (%)	Before ($\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) ^z	After ($\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) ^y	After - Before
50	5	543.3 ab ^x	858.8 a	315.5
	10	550.0 ab	736.0 a	186.0
	15	515.0 b	758.2 a	243.2
150	5	643.3 a	671.7 a	28.4
	10	618.3 ab	731.0 a	112.7
	15	605.0 ab	754.1 a	149.1
300	5	560.0 ab	791.8 a	231.8
	10	528.0 ab	698.7 a	170.7
	15	553.3 ab	683.9 a	130.6

^z차광제 박리 처리 전 온실 안에서의 광도 측정.

^y차광제 박리 처리 후 온실 안에서의 광도 측정.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

표 1-61. 웨이드 클리너의 농도와 원수의 정도에 따른 차광제의 박리효과 2차 실험.

Firmness (ppm)	Conc. (%)	In ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$) ^z	Out($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$) ^y	Out-In
50	5	1,295.78 cb ^x	2,145.56 abc	849.78
	10	1,286.11 c	2,121.56 bc	835.45
	15	1,286.22 c	2,147.00 abc	860.78
150	5	1,276.44 cd	2,089.11 c	812.67
	10	1,284.33 c	2,201.89 ab	917.56
	15	1,261.89 d	2,200.33 ab	938.44
300	5	1,294.56 bc	2,194.11 ab	899.55
	10	1,310.89 ab	2,151.67 abc	840.78
	15	1,314.89 a	2,223.89 a	909.00

^z차광제 박리 처리 후 온실 안에서의 광도 측정.

^y차광제 박리 처리 후 온실 밖에서의 광도 측정.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

라. 요약

1차 실험에서는 50ppm의 5%, 15% 그리고 300ppm의 5% 순으로 박리율이 좋았는데 원수의 정도에서는 50ppm에서 박리율이 가장 좋았음. 2차 실험에서는 150ppm의 15%, 10% 그리고 300ppm의 15% 순서로 박리가 잘 되었고, 원수의 정도에서는 150ppm에서 박리율이 좋았음. 하지만 1차 2차 실험때마다 그 결과가 다소 상이하여 지속적인 반복실험과 재현성 있는 결과 값을 탐색하기 위한 검증실험을 진행 하였음.

21. 슬래브형 배지의 종류에 따른 수분분포와 물리성과 화학성의 변화

가. 연구목적

- (1) 슬래브형 배지의 종류에 따른 수분 분포를 확인하여 근권의 양·수분 확산형태를 예측하여 배지의 물리적 특성 구명
- (2) 배지의 위치별 화학성(pH와 EC) 변화 측정

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료

- (가) Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark)
- (나) UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea)
- (다) Phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)
- (라) Phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)

(2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 벤로형 유리온실

(3) 실험기간

- (가) 양액의 흐름과 분포 측정: 2012년 2월 20일~2월 23일
- (나) 물리성 측정: 2012년 2월 20일~2012년 2월 25일
- (다) 화학성 측정: 2012년 3월 6일~2012년 3월 12일

(4) 실험 처리 : 4처리 x 3반복

(5) 조사항목: 양액의 흐름과 분포 관찰, 화학성(pH, EC), 물리성(충공극, 용기용수량, 가비중, 기상 등)

(6) 조사방법

(가) 양액의 흐름과 분포 측정

- ① EC $2.7\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, pH 5.5의 양액으로 Bromophenol Blue(Sigma Aldrich Co., LLC.) 염색약을 희석하여 관수
- ② 150mL씩과 300mL씩 관수처리: 3일간 9시, 13시, 17시
- ③ 3일 후 흐름과 분포 관찰

(나) 물리성 및 화학성 측정

- ① EC $2.7\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, pH 6.6의 양액을 9시 13시 17시에 일주일 동안 관수
- ② 일주일 후 각각의 슬래브를 40조각으로 절단
- ③ 슬래브 각각의 40조각에서 EC와 pH의 측정

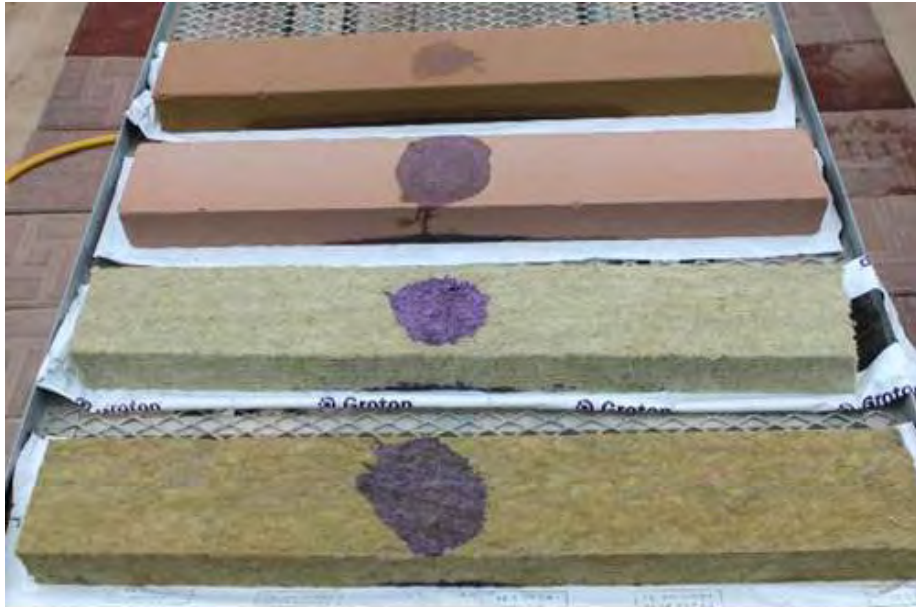


사진 1-39. 슬래브형 배지의 종류별 수분흐름과 확산형태를 알아보기 위한 실험 장면.



사진 1-40. 슬래브형 배지의 종류별 물리성 측정을 위한 실험 장면.

다. 결과 및 고찰

사진 1-41은 슬래브 종류에 따른 양액의 분포와 흐름을 나타낸 것인데 ‘가’와 ‘나’는 150mL씩 3일간 매일 3회씩 양액을 관주한 슬래브를 나타내는 것임. ‘나’에서 봤을 때 LC배지에서 변질이 가장 좋았고, LC-lite배지가 그 뒤를 따랐음. 하지만 슬래브에 여러 군데 관주를 한다고 생각했을 때는 상부와 하부에서의 변질이 균일한 UR rockwool이 수분의 분포도를 확인해 볼 때 우수하다고 판단됨. ‘다’와 ‘라’는 300mL씩 3일간 매일 3회씩 양액을 관주한 슬래브를 나타낸 것임. 하부에서의 변질은 LC와 UR rockwool이 유사했음. 하지만 ‘나’와 마찬가지로 UR rockwool에서 상부의 변질 면적이 더 넓었음. 슬래브 종류에 따른 pH의 변화는 RW(G)에서는 국부적인 부분에서만 pH의 변화가 있었음. 수평으로 잘랐을 때의 슬래브 아랫부분에서는 pH의 변화가 없었고 윗부분에서는 40~70cm사이에서 pH 4~6의 범위로 변화하였음. RW(U)에서는 아랫부분에서 pH 7에서 변화가 없었고 윗부분에서 변화가 있었는데 40~70cm사이에서 pH 3~7의 범위로 변화하여 산도가 많이 떨어지는 결과를 나타냄. LC배지에서 아랫부분은 pH 4~5의 범위에서 변화하였고 아랫부분에서는 20~50cm 부분과 60~90cm부분에서 pH 0~4의 범위로 변화하였음. LC-Lite에서는 아랫부분과 윗부분의 pH변화가 유사했는데 전 구역에서 pH 4~6의 범위로 변화하였음. 이러한 결과로 상단부와 하단부의 pH 변화와 유사한 LC-Lite에서 배지의 산도가 균일 했다고 볼 수 있음. 슬래브 종류에 따른 EC 변화에서 RW(G)배지의 윗부분의 EC는 3의 값을 유지하였고, 아랫부분인 40~70cm 범위에서 EC값이 $2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 까지 떨어졌음. RW(U)에서는 아랫부분과 윗부분이 모두 $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 정도를 유지하였음. LC에서는 아랫부분에서는 $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 정도의 값을 유지하였고, 윗부분의 20~50cm와 60~90cm의 범위에서 $0\sim 2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 범위를 보였음. LC-lite 배지에서는 RW(U)와 같이 $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 값을 유지하였음. 그림 1-22는 슬래브 종류에 따른 총 공극율, 용기용수량, 기상, 가비중을 나타낸 물리성 측정 결과이다. 총 공극율은 LC에서 가장 높았고, 용기용수량에서는 RW(U)에서 가장 높아 물을 가장 많이 흡수하였음. 그리고 기상에서는 RW(G) 슬래브 배지에서 가장 높은 값으로 측정되었음. 가비중은 LC-Lite가 가장 높아 부피당 밀도가 가장 높았음. 종합하여 봤을 때 LC-lite배지에서 pH와 EC가 배지의 전 범위에서 균일 하였고, 수분을 함유할 수 있는 능력에서는 RW군 보다는 다소 떨어지는 경향을 알 수 있었음.

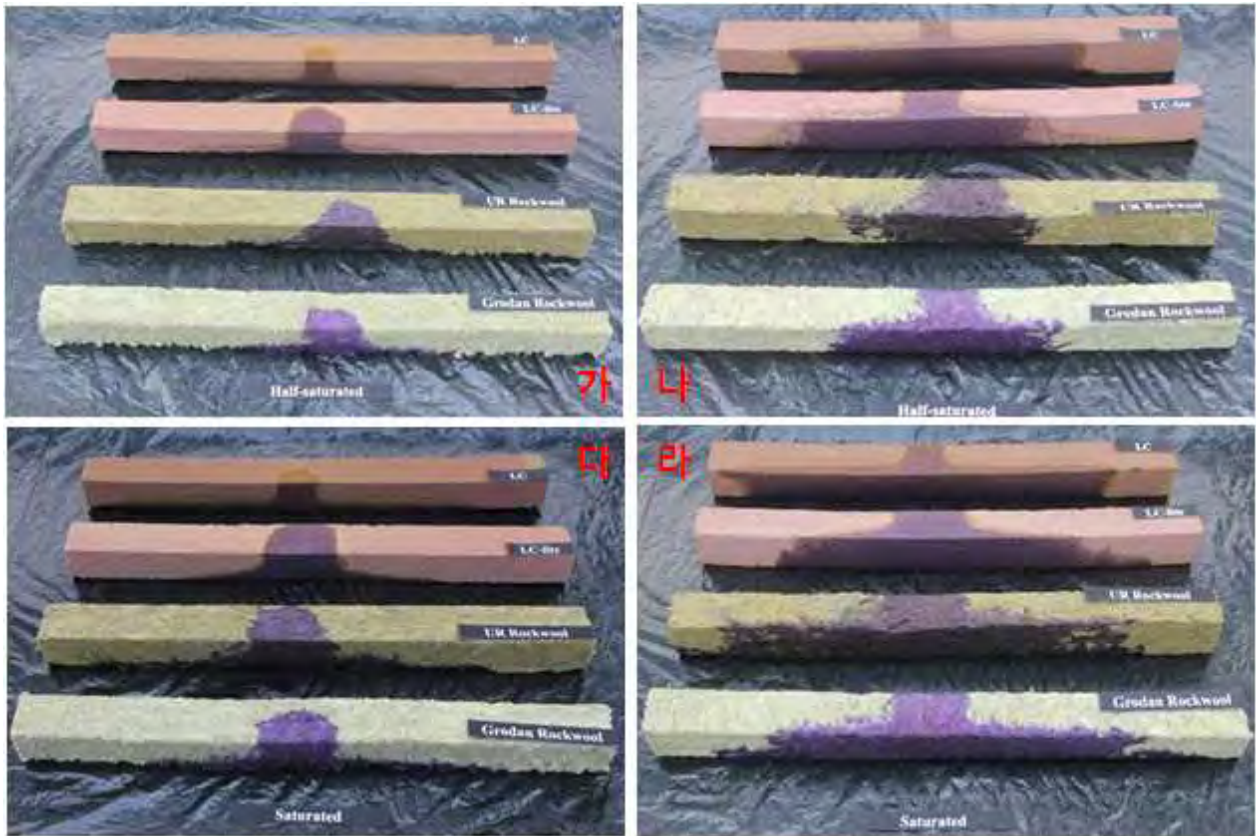


사진 1-41. 슬래브 종류에 따른 양액흐름과 분포. 가와 나: 150mL씩 관주한 슬래브. 다와 라: 300mL씩 관주한 슬래브. 위에서 아래로 LC, LC-lite, RW(U), RW(G) 순서 임. phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland).

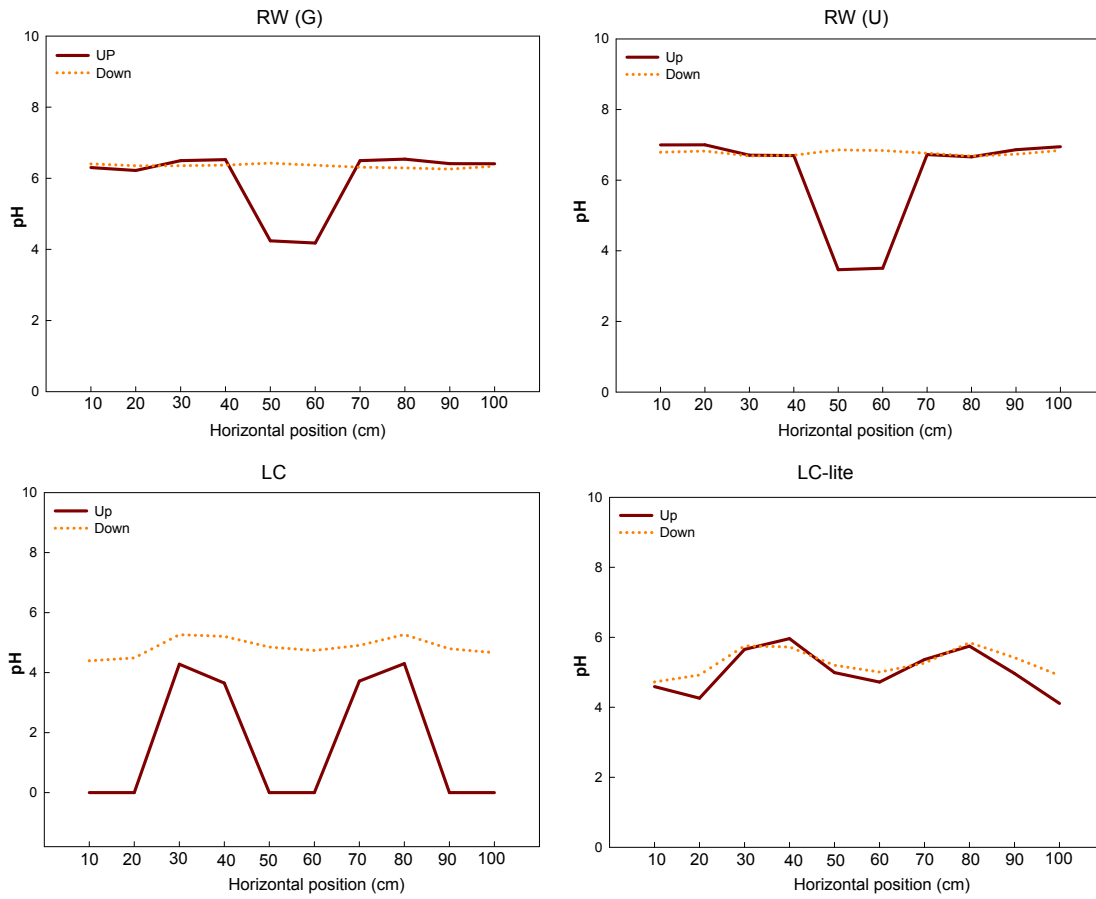


그림 1-20. 슬래브 종류에 따른 pH 변화. Up: 수평으로 잘랐을 때의 슬래브 윗부분, Down: 수평으로 잘랐을 때의 슬래브 아랫부분.

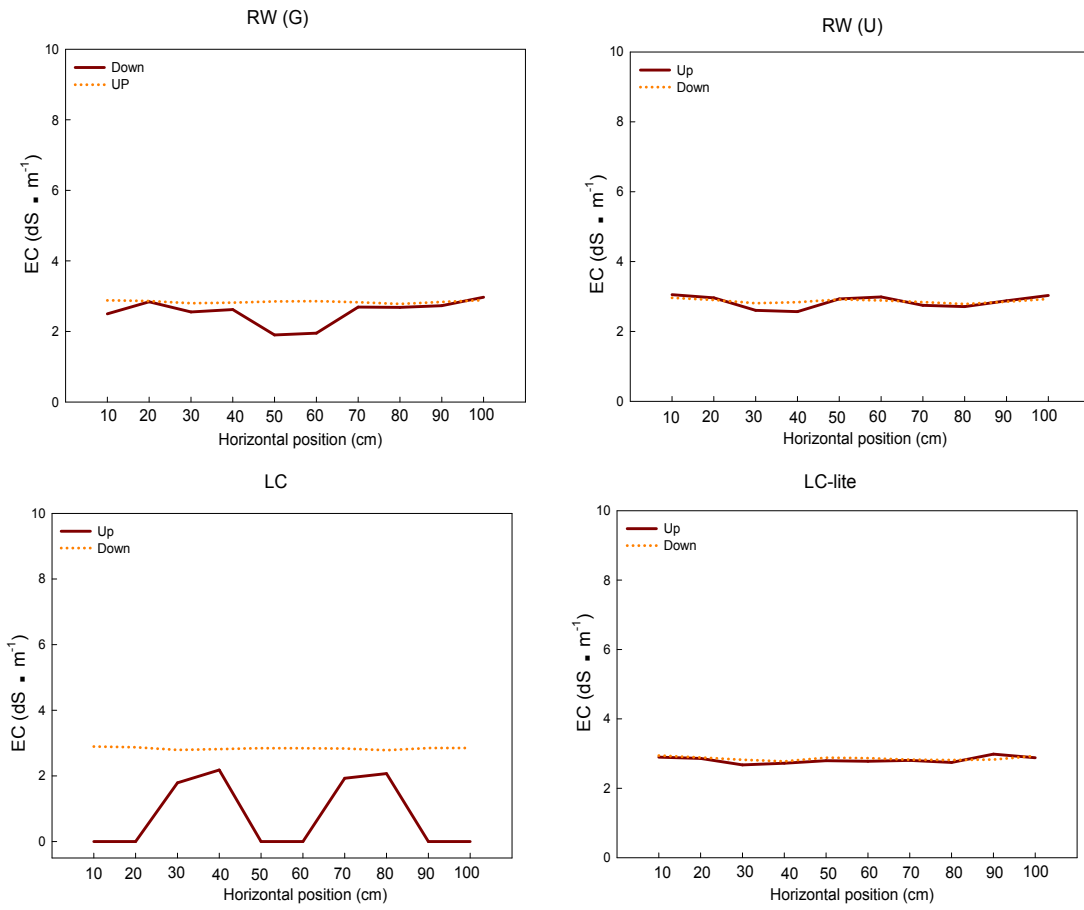


그림 1-21. 슬래브 종류에 따른 EC 변화 Up: 수평으로 잘랐을 때의 슬래브 윗부분, Down: 수평으로 잘랐을 때의 슬래브 아랫부분.

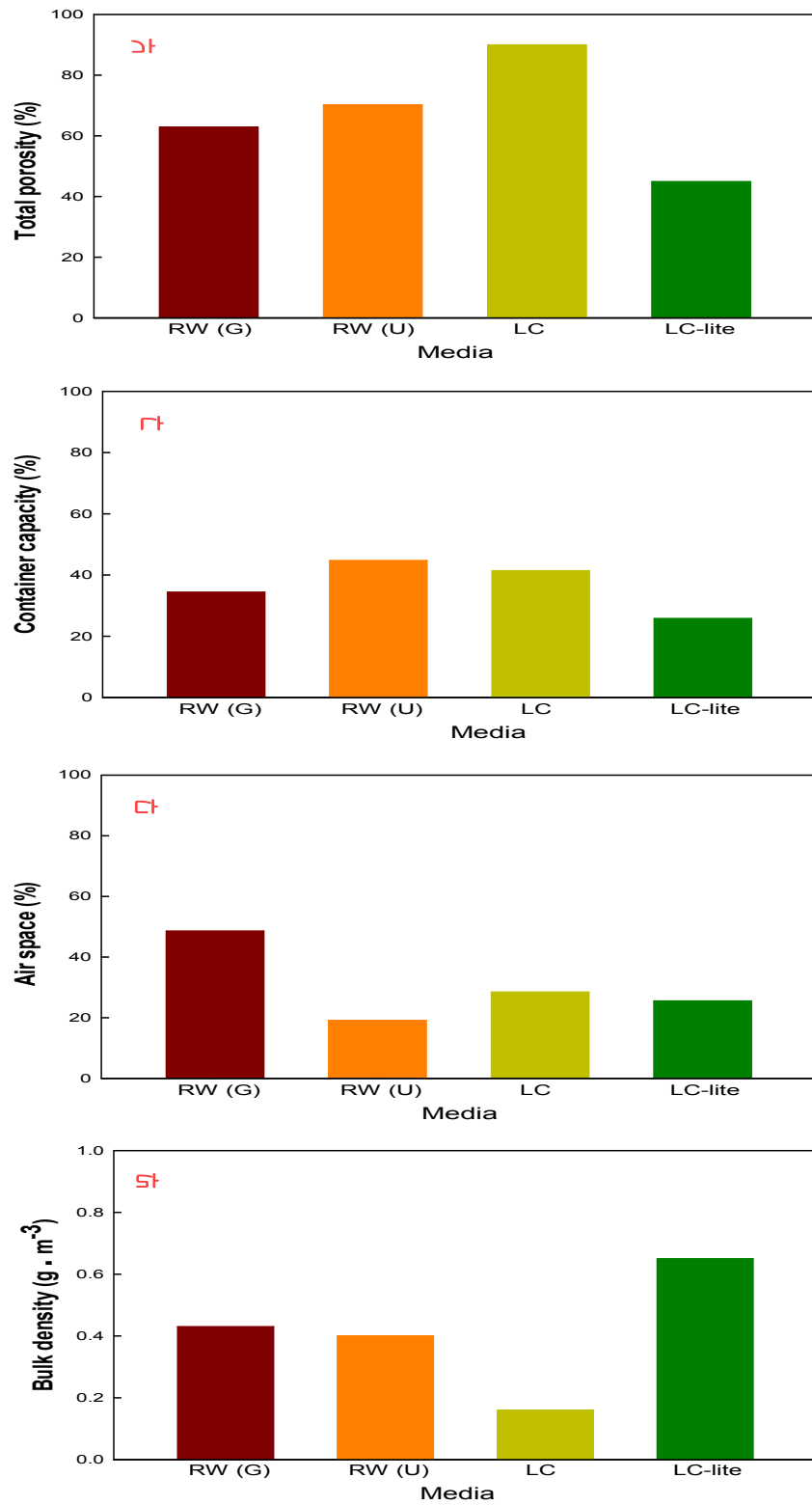


그림 1-22. 슬래브 종류에 따른 총 공극율(가), 용기용수량(나), 기상(다) 및 가비중(라) 변화.

라. 요약

LC배지에서 번짐이 가장 좋았고, LC-lite가 그 뒤를 따랐지만 슬래브에 여러 곳에 관주를 한다고 생각했을 때는 상부와 하부에서의 번짐이 균일한 UR rockwool이 우수한 양상을 나타냄. 슬래브 종류에 따른 pH의 변화는 LC-lite배지에서 아랫부분과 윗부분의 pH변화가 유사하여 전 구역에서 pH 4~6의 범위로 변화하여 다른 배지 보다 균일하였음. 슬래브 종류에 따른 EC 변화에서 RW(U)와 LC-lite에서 상부와 하부의 EC값이 거의 동일 하여 균일한 EC분포를 보여 줌. 공극율은 LC배지에서 가장 높았고, 용기용수량에서는 RW(U)에서 가장 높아 물을 가장 많이 흡수하였음. 그리고 기상에서는 RW(G)의 수치가 가장 높았음. 가비중은 LC-lite가 가장 높아 부피당 밀도가 가장 높았음. 종합하여 봤을 때 LC-lite에서 pH와 EC가 배지의 전 범위에서 균일성이 우수하였으나 수분을 함유할 수 있는 능력에서는 암면군보다 좋지 않음을 알 수 있었음.

22. 신개발 슬래브형 phenolic foam배지의 장기 재배를 위한 적정 소독방법 구명

가. 연구목적

신개발 배지의 재사용과 장기재배를 위한 살균처리 방법 구명

나. 재료 및 방법

(1) 살균처리를 위한 peracetic acid의 적용농도 규명

(가) 1차 실험 처리: 6농도(0, 100, 200, 300, 400, 500 ppm) x 4반복

- ① Peracetic acid(Daesung C&S Co. Ltd., Korea)
- ② 실험장소: 경상대학교 응용생물학과 실험실
- ③ 접종시기: 2012년 2월 29일
- ④ 27℃ 인큐베이터에서 3일 후 관찰

(나) 2차 실험 처리: 10농도(0, 20, 40, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140 ppm) x 3반복

- ① Peracetic acid(Daesung C&S Co. Ltd., Korea)
- ② 실험장소: 경상대학교 응용생물학과 실험실
- ③ 접종시기: 2012년 3월 19일
- ④ 27℃ 인큐베이터에서 3일 후 관찰

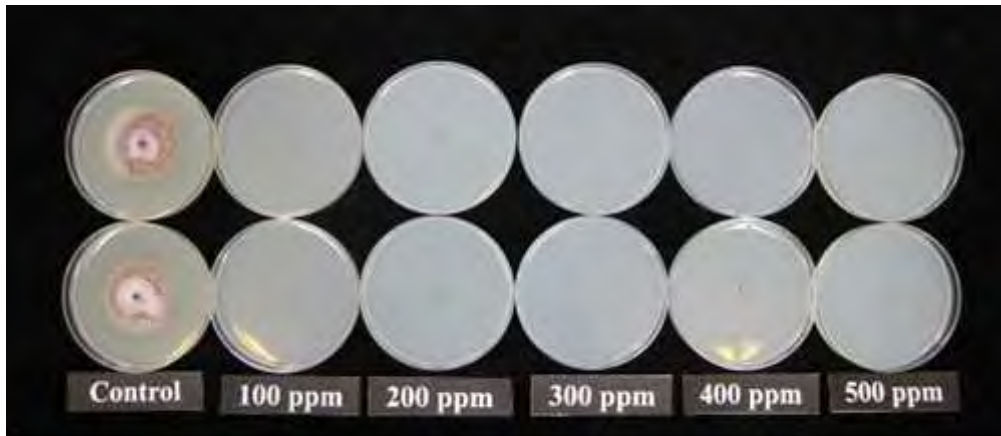


사진 1-42. *Fusarium*을 이용한 peracetic acid 소독제의 적정 농도 구명을 위한 1차 실험결과.

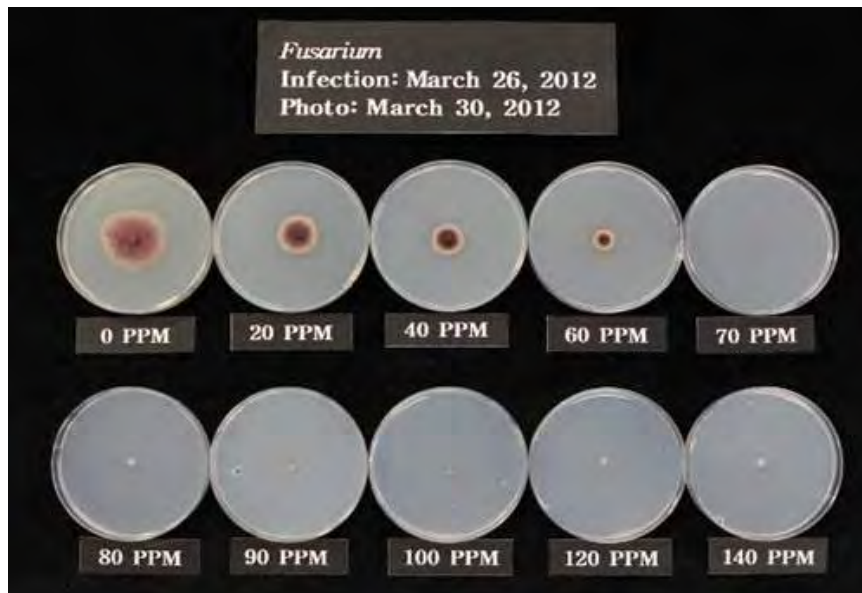


사진 1-43. *Fusarium*을 이용한 peracetic acid 소독제의 적정농도 구명을 위한 2차 실험결과.



그림 1-23. 작물 재배실험을 위한 배지의 배치도.

다. 결과 및 고찰

신개발 배지의 소독처리를 위한 *Fusarium*을 이용한 살균제(peracetic acid)농도에 따른 1차 실험 처리는 0, 100, 200, 300, 400, 500ppm으로 처리하였음. 실험 결과 대조구인 0ppm을 제외하고는 100~500ppm의 처리구에서 *Fusarium*이 모두 사멸되는 결과를 나타냄(사진 1-42). 1차 실험 결과 농도가 100ppm이상일 경우 모든 *Fusarium*이 사멸하여 살균제(peracetic acid)농도를 보다 낮게 설정하여 2차 실험을 진행하였음. 2차 실험은 *Fusarium*을 이용한 peracetic acid의 농도를 0, 20, 40, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140ppm으로 1차 실험때보다 농도를 더 낮추고 범위를 좁혀 처리하였음. 실험 결과 0>20>40>60ppm 순으로 병원균이 다량 검출된 것을 알 수 있었음(사진 1-43). 본 결과로 *Fusarium*의 사멸을 위한 살균제 peracetic acid의 적정 농도는 70ppm이상의 농도범위인 것으로 판단되었음. 향후 온실 내 재사용 배지에 살균처리 후 토마토를 정식하여 실증실험 진행할 계획임(그림 1-23).

23. 배지 종류가 분국화의 삼목번식과 분화 재배시의 생육에 미치는 영향

가. 연구목적

분국화의 삼목시 토실이 상토, 큐브형 압면, 큐브형 개발배지(phenolic foam)별 생장의 비교를 통한 개발배지 사용 가능성 파악

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료: *Dendranthema grandiflorum* ‘가야와인’ & ‘가야엘로우’

(2) 실험장소: 경상대학교 원예생산공학실험실 벤로형 유리온실

(3) 실험기간

(가) 삼목일자: 2011년 4월 05일

(나) 정식일자: 2011년 4월 26일

(다) 단일처리: 2011년 5월 16일

(라) 생육조사: ‘가야와인’ - 2011년 6월 25일, ‘가야엘로우’ - 2011년 6월 28일

(4) 실험 처리: 2품종 × 4배지 × 3반복 × 10주/반복

(가) 압면(5 cm × 5 cm × 5 cm, Grodan, Denmark)

(나) 토실이 상토(Shinan Grow Co., Korea)

(다) 개발배지(Foam RC, 5 cm × 5 cm × 5 cm, Smithers Oasis Co., Korea)

(라) 개발배지(Foam LC, 5 cm × 5 cm × 5 cm, Smithers Oasis Co., Korea)

(5) 조사항목

(가) 삼목번식(정식 전) 단계: 초장, 엽수, 엽면적, 최대근장, 뿌리수, 경경, 엽록소 함량, 생체중과 건물중(지상부, 지하부)

(나) 분화재배(정식 후) 단계: 초장, 초폭, 절간장, 분지수, 화수, 경경, 생체중과 건물중(지상부, 지하부, 꽃)



사진 1-44. 분국화 ‘가야와인’과 ‘가야엘로우’의 번식과 분화 재배에 사용한 4종류의 배지.

다. 결과 및 고찰

(1) 삼목번식(정식 전) 단계의 생육

두 품종 모두, 모든 처리에서 100% 발근함. 두 품종 모두 토실이상토 처리에서 전체적인 생장이 좋았고, 다음으로 압면, form RC, form LC 순으로 생장이 나타남(표 1-62, 1-63, 1-64, 1-65). 특히 토실이상토 처리에서 뿌리수가 가장 많았으며, 개발배지 form LC에서 가장 낮았음. 두 품종 모두 토실이 상토와 개발배지에서 지상부의 생장은 유사하였으나, 개발배지에서 지하부의 생장이 다소 불량함(사진 1-45). 분국화 두 품종 모두 100% 발근한 것으로 보아 삼목번식에서 개발배지의 사용이 가능하다고 판단됨. 하지만 기존에 사용되어온 토실이 상토에 비하여 성장속도가 느리고 발근상태가 다소 불량하여 정식 후 생장에 차이를 보일 것으로 판단됨.

표 1-62. 배지 종류별 분국화 ‘가야와인’의 삼목 후 21일째의 생장.

재배배지	초장 (cm)	엽수	엽면적 (cm ² /plant)	최대근장 (cm)	발근수	경경 (mm)	엽록소 (SPAD)
압면	9.2 b ^z	11.5 a	20.5 b	4.4 c	6.2 b	3.4 a	33.3 a
토실이상토	9.8 a	11.3 a	26.7 a	6.0 a	9.7 a	3.5 a	23.8 b
Foam LC	8.2 c	11.0 a	21.1 b	5.9 ab	5.3 b	3.3 a	33.0 a
Foam RC	8.9 b	10.8 a	22.0 b	4.8 bc	5.8 b	3.4 a	30.9 a
F-test ^y	***	NS	***	*	**	NS	*

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

표 1-63. 배지 종류별 분국화 ‘가야와인’의 삼목 후 21일째의 생체중과 건물중.

재배배지	생체중(g)		건물중(g)	
	지상부	지하부	지상부	지하부
압면	1.3 b ^z	0.29 b	0.12 a	0.028 ab
토실이상토	1.6 a	0.55 a	0.12 a	0.032 a
Foam LC	1.2 b	0.23 b	0.12 a	0.023 b
Foam RC	1.3 b	0.25 b	0.12 a	0.024 b
F-test ^y	***	***	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

표 1-64. 배지 종류별 분국화 ‘가야엘로우’의 삽목 후 21일째의 성장.

재배배지	초장 (cm)	엽수	엽면적 (cm ² /plant)	최대근장 (cm)	발근수	경경 (mm)	엽록소 (SPAD)
암면	10.0 a ^z	13.3 ab	30.1 ab	5.4 c	9.5 b	3.8 a	27.4 a
토실이상토	10.0 a	13.0 ab	31.8 a	6.0 ab	14.3 a	3.6 a	28.1 a
Foam LC	8.9 b	12.1 b	24.5 c	5.8 bc	7.7 b	3.6 a	26.0 a
Foam RC	9.4 b	13.9 a	28.7 b	6.3 a	10.2 b	3.7 a	26.9 a
F-test ^y	***	NS	***	**	**	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

표 1-65. 배지 종류별 분국화 ‘가야엘로우’의 삽목 후 21일째의 생체중과 건물중.

재배배지	생체중(g)		건물중(g)	
	지상부	지하부	지상부	지하부
암면	1.6 b ^z	0.32 b	0.15 a	0.056 b
토실이상토	1.8 a	0.84 a	0.14 a	0.080 a
Foam LC	1.5 b	0.35 b	0.12 b	0.033 c
Foam RC	1.5 b	0.31 b	0.13 b	0.032 c
F-test ^y	*	***	**	***

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

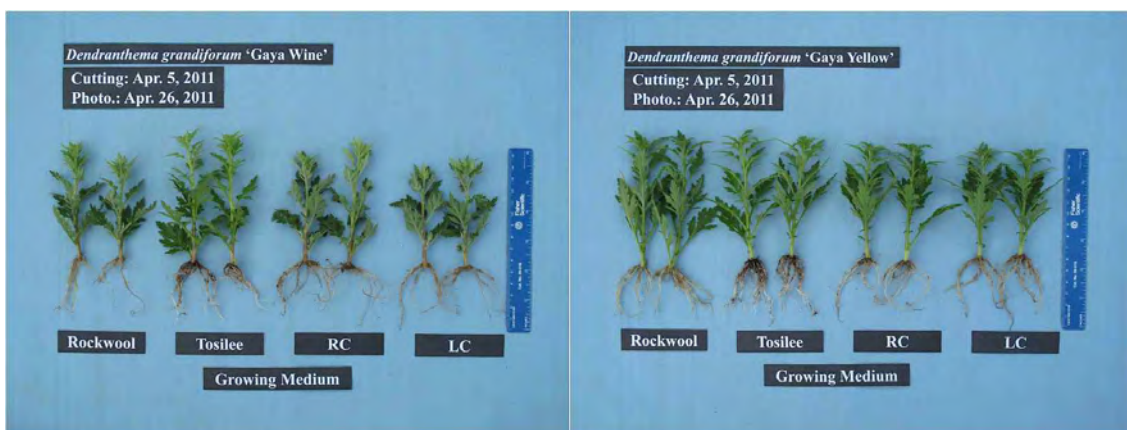


사진 1-45. 배지 종류별 분국화 ‘가야와인’과 ‘가야엘로우’의 삽목 후 21일째의 성장.

(2) 분화재배(정식 후) 단계의 생육

(가) ‘가야와인’

정식 전 생장에서와 같이 토실이 상토 처리에서 ‘가야와인’의 초장과 화수가 가장 크고 많았으며 압면과 form RC 처리가 유사하였고, form LC에서 가장 부진하였음(표 1-66, 표 1-67, 사진 1-46). 이것은 배지에 따른 ‘가야와인’의 정식 전 성장상태가 정식 후에도 영향을 미쳤기 때문인 것으로 판단됨. 또한 form LC의 경우 ‘가야와인’의 화수가 적고 성장속도가 느린 것으로 보아 ‘가야와인’의 삽목시 개발배지 form LC 사용 여부를 고려해야 할 것으로 판단됨.

표 1-66. 배지 종류별 분국화 ‘가야와인’의 분화재배 후 60일째의 생장.

재배배지	초장 (cm)	초폭 (cm)	절간장 (cm)	분지수	화수	최대근장 (cm)	경경 (mm)
압면	24.4 b ^z	24.2 a	2.6 a	19.0 ab	128 b	15.8 b	4.9 a
토실이상토	25.8 a	25.0 a	2.6 a	18.7 ab	154 a	12.7 c	5.3 a
Foam LC	22.8 c	20.1 c	2.2 b	17.4 b	100 c	16.5 ab	4.8 a
Foam RC	24.8 ab	22.7 b	2.3 b	19.5 a	128 b	17.3 a	5.0 a
F-test ^y	**	***	*	NS	***	***	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

표 1-67. 배지 종류별 분국화 ‘가야와인’의 분화재배 후 60일째의 생체중과 건물중.

재배배지	생체중(g)			건물중(g)		
	지상부	지하부	꽃	지상부	지하부	꽃
압면	40 b ^z	7.8 b	17 ab	5.0 b	1.0 a	2.2 b
토실이상토	49 a	9.5 a	18 a	6.5 a	1.0 a	2.5 a
Foam LC	32 c	7.5 b	13 c	3.8 c	0.7 b	1.6 c
Foam RC	42 b	7.8 b	16 b	5.0 b	0.7 b	2.0 b
F-test ^y	***	*	***	***	***	***

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



사진 1-46. 배지 종류별 분국화 ‘가야와인’의 분화재배 후 60일째의 성장.

(나) ‘가야옐로우’

초장은 처리에 따라 차이가 없었고, 화수는 토실이상토 처리에서 가장 많았고 암면, form RC, form LC 순으로 나타남. ‘가야와인’과 같이 전체적인 생장이 form LC 처리에서 가장 불량함(표 1-68, 1-69). 토실이 상토에 비해 개발배지(phenolic foam)는 발근상태가 좋지 않았으며 생장량이 감소하였고, 특히 개발배지 form LC는 화수가 큰 폭으로 감소함. 소형분화의 선호도가 증가하고 있는 추세에 따라 분국화는 초장이 작은 것이 유리하지만, 화수는 많은 것이 상품성이 높기 때문에 이러한 문제를 해결할 수 있다면 삼목시 개발배지의 사용이 가능할 것으로 판단됨.

표 1-68. 배지 종류별 분국화 ‘가야옐로우’의 분화재배 후 60일째의 성장.

재배배지	초장 (cm)	초폭 (cm)	절간장 (cm)	분지수	화수	최대근장 (cm)	경경 (mm)
암면	32.5 ab ^z	20.6 a	1.9 a	24.8 a	107 ab	12.3 a	5.9 a
토실이상토	33.2 a	20.8 a	1.9 a	24.5 a	115 a	11.8 ab	5.5 ab
Foam LC	31.2 b	18.0 c	1.7 a	23.9 a	92 c	11.2 ab	5.4 b
Foam RC	32.5 ab	19.3 b	1.8 a	24.5 a	102 b	10.6 b	5.5 ab
F-test ^y	NS	***	NS	NS	**	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

표 1-69. 배지 종류별 분국화 ‘가야엘로우’의 분화재배 후 60일째의 생체중과 건물중.

재배배지	생체중(g)			건물중(g)		
	지상부	지하부	꽃	지상부	지하부	꽃
암면	79 b ^z	5.8 c	24 a	6.7 b	0.8 b	2.5 a
토실이상토	86 a	9.0 a	23 a	7.3 a	1.0 a	2.4 a
Foam LC	70 c	7.4 b	19 b	5.9 c	0.6 c	2.0 b
Foam RC	83 ab	6.7 bc	22 a	7.0 ab	0.6 c	2.3 ab
F-test ^y	***	***	**	***	***	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

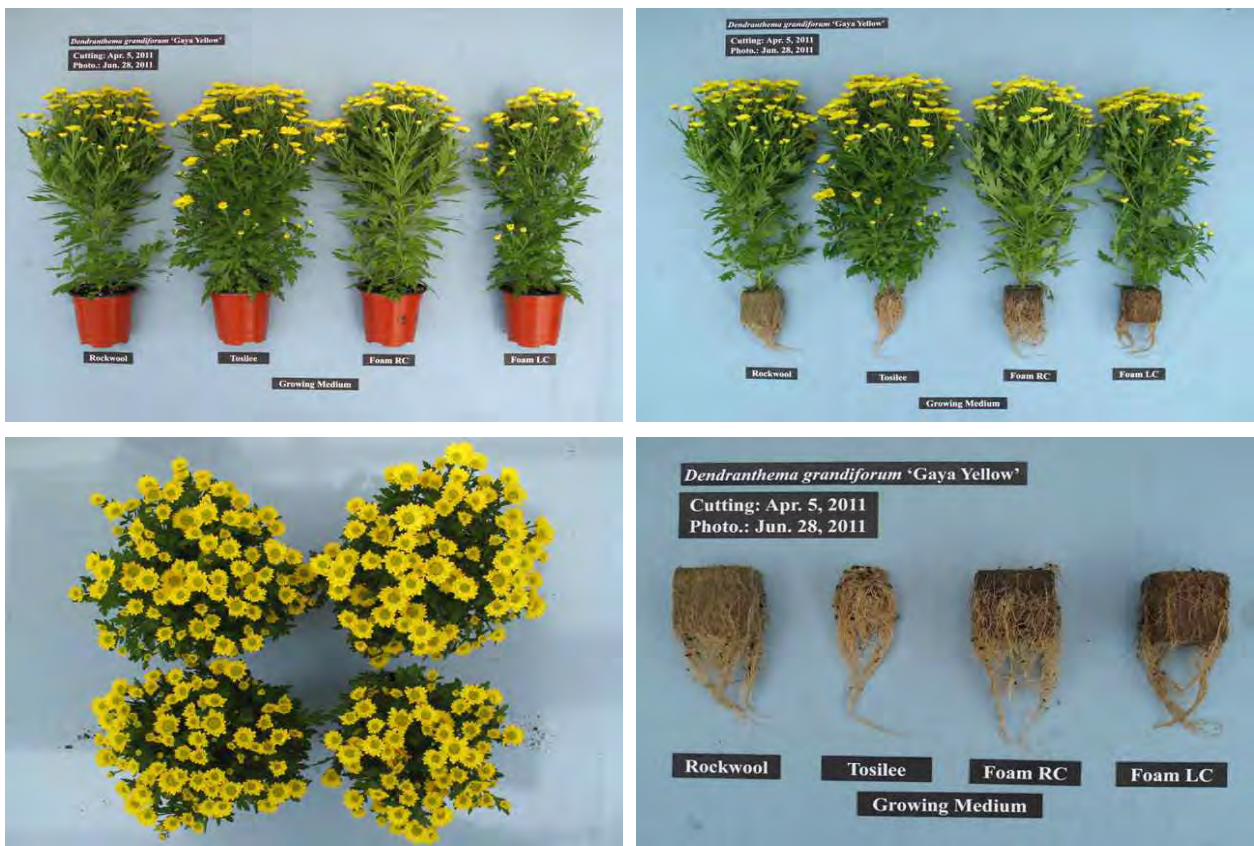


사진 1-47. 배지 종류별 분국화 ‘가야엘로우’의 분화재배 후 60일째의 생장.

라. 요약

분국화 두 품종 모두 100% 발근한 것으로 보아 삼목번식에서 개발배지의 사용이 가능하다고 판단됨. 하지만 기존에 사용되고 있는 토실이 상토에 비하여 성장속도가 느리고 발근상태가 다소 불량하여 정식 후 생장에 차이를 보일 것으로 판단됨. 정식 전 생장에서와 같이 토실이상토 처리에서 ‘가야와인’의 초장과 화수가 가장 크고 많았으며 암면과 form RC 처리가 유사하였고,

form LC에서 가장 낮았음. 이것은 배지에 따른 ‘가야와인’의 정식 전 생장상태가 정식 후에도 영향을 미쳤기 때문인 것으로 판단됨. ‘가야엘로우’의 경우 토질이 상토에 비해 개발배지는 발근상태가 좋지 않았으며 생장량이 감소하였고, 특히 개발배지 form LC는 화수가 큰 폭으로 감소함. 소형분화의 선호도가 증가하고 있는 추세에 따라 분국화는 초장이 작은 것이 유리하지만, 화수는 많은 것이 상품성이 높기 때문에 이러한 문제를 해결할 수 있다면 삼목시 개발배지의 사용이 가능할 것으로 판단됨.

24. 삼목 번식 시 배지 종류가 장미의 발근과 생장에 미치는 영향

가. 연구목적

장미의 삼목시 토질이 상토, 큐브형 암면배지, 큐브형 개발배지(phenolic foam)별 생장 비교를 통한 개발배지의 사용 가능성 파악

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료

(가) 1차 실험: *Rosa hybrida* ‘뉴카펫’ & ‘엘로우킹’

(나) 2차 실험: *Rosa hybrida* ‘핑크오로라’ & ‘엘로우킹’

(다) 3차 실험: *Rosa hybrida* ‘뉴카펫’, ‘엘로우킹’, ‘핑크오로라’ & ‘엘로우킹’

(2) 실험장소: 경상대학교 원예생산공학실험실 벤로형 유리온실

(3) 실험기간

(가) 1차 실험(삼목 발근 기간): 2011년 4월 5일~5월 19일

(나) 2차 실험

‘핑크오로라’: 2011년 6월 22일~8월 13일

‘엘로우킹’: 2011년 6월 22일~7월 26일

(4) 실험 처리: 2품종 × 4배지 × 3반복 × 10주/반복

(가) 1차 & 2차 실험

① 암면(5 cm × 5 cm × 5 cm, Grodan, Denmark)

② 토질이 상토(Shinan Grow Co., Korea)

③ 개발배지(Foam RC, 5 cm × 5 cm × 5 cm, Smithers Oasis Co., Korea)

④ 개발배지(Foam LC, 5 cm × 5 cm × 5 cm, Smithers Oasis Co., Korea)

(나) 3차 실험

① 암면(5 cm × 5 cm × 5 cm, Grodan, Denmark)

② 개발배지(Foam LC, 5 cm × 5 cm × 5 cm, Smithers Oasis Co., Korea)

③ 개발배지(Foam LC-lite, 5 cm × 5 cm × 5 cm, Smithers Oasis Co., Korea)

④ 개발배지(Foam RC, 5 cm × 5 cm × 5 cm, Smithers Oasis Co., Korea)

(5) 조사항목: 발근율, 신초 생성율, 신초장, 최대근장, 뿌리수, 생체중과 건물중(습수, 신초, 뿌리)

다. 결과 및 고찰

(1) 1차 실험

‘뉴카펫’의 경우 암면에서 발근율이 93%였고 form LC와 form RC는 각각 73%, 67%를 보였고, 토질이 상토는 가장 낮았음. 신초 생성율은 암면이 33%로 가장 높았고 form RC에서 3%로 가

장 낮았음. form LC는 뿌리수가 5.5개로 가장 낮아 정식 후 생장에 영향을 미칠 것으로 판단됨 (표 1-70, 1-71). ‘엘로우킹’은 form LC에서 90%로 발근율이 가장 높았으며 토실이 상토와 암면이 80%, form RC가 70%였음. 신초 생성율도 form LC가 가장 높았으며 form RC는 63%를 나타냄. 기존에 장미 삽목번식에 사용되고 있는 암면과 비교시 개발배지는 생장에서 큰 차이가 없어 ‘엘로우킹’의 삽목 배지로 사용이 가능할 것으로 판단됨(표 1-72, 표 1-73, 사진 1-48).

표 1-70. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘뉴카펫’의 삽목 후 44일째의 생장.

재배배지	발근율 (%)	신초 생성율 (%)	신초장 (cm)	최대근장 (cm)	발근수
암면	93 a ^z	33 a	8.9 a	4.4 bc	10.4 a
토실이상토	63 a	10 a	1.1 b	6.0 a	11.2 a
Foam LC	73 a	13 a	7.1 ab	3.9 c	5.5 b
Foam RC	67 a	3 a	8.3 a	5.0 b	8.5 a
F-test ^y	NS	NS	NS	***	**

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

표 1-71. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘뉴카펫’의 삽목 후 44일째의 생체중과 건물중.

재배배지	생체중(g)			건물중(g)		
	삽수	신초	뿌리	삽수	신초	뿌리
암면	2.6 a ^z	1.02 a	1.29 a	0.73 a	0.20 a	0.18 a
토실이상토	2.2 a	0.17 b	1.32 a	0.63 a	0.02 b	0.18 a
Foam LC	2.3 a	0.71 ab	0.82 b	0.71 a	0.15 ab	0.14 a
Foam RC	2.3 a	0.71 ab	0.99 b	0.70 a	0.16 a	0.16 a
F-test ^y	NS	NS	**	NS	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

표 1-72. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘엘로우킹’의 삽목 후 44일째의 생장.

재배배지	발근율 (%)	신초 생성율 (%)	신초장(cm)	최대근장 (cm)	발근수
암면	80 a ^z	77 a	6.3 a	5.4 b	19.1 a
토실이상토	80 a	73 a	4.8 ab	6.9 a	15.1 b
Foam LC	90 a	83 a	4.2 b	5.3 b	16.6 ab
Foam RC	70 a	63 a	4.2 b	5.8 b	17.6 ab
F-test ^y	NS	NS	NS	***	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

표 1-73. 배지 종류별 장미 삽목묘 '엘로우킹'의 삽목 후 44일째의 생체중과 건물중.

재배배지	생체중(g)			Dry weight (g)		
	삽수	신초	뿌리	삽수	신초	뿌리
암면	0.75 a ^z	0.55 a	1.01 a	0.22 a	0.11 a	0.12 a
토실이상토	0.75 a	0.50 a	0.99 a	0.20 a	0.09 a	0.10 b
Foam LC	0.88 a	0.43 a	0.95 a	0.24 a	0.08 a	0.10 b
Foam RC	0.84 a	0.40 a	0.92 a	0.23 a	0.11 a	0.11 ab
F-test ^y	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01 , or 0.001 , respectively.



사진 1-48. 배지 종류별 장미 삽목묘의 삽목 후 44일째의 성장.

(2) 2차 실험

6월 22일 삽목 후 미스트로 상대습도 약 90%를 유지하고 배지가 건조되는 것을 방지하기 위해 오전에 관수하였으나 고온으로 인해 개발배지(Phenolic foam)의 건조되어 식물체가 고사함(사진 1-49). Form RC와 form LC 배지는 삽목 3일 후부터 하엽이 발생하고 잎이 썩는 현상이 발생하였으나, 암면배지와 토실이상토는 건조되지 않고 촉촉한 상태가 유지됨. 특히 form LC배지는 물 빠짐이 빠르고 수분 보유력이 낮아 건조가 매우 빠른 것으로 판단됨. 무더운 여름의 경우 고온을 피하기 위하여 환기를 할 경우 건조가 촉진되는 것으로 보임. '엘로우킹'의 경우 '핑크오로라'에 비해 발근속도가 빨랐음. Form LC 배지는 식물의 90%가 고사하였고, form RC 배지는 53% 고사함. 토실이 상토에서 93%로 발근율이 가장 높았고, 암면은 87%로 나타남. 신초 생성율, 뿌리수, 최대근장도 토실이 상토에서 가장 높았고, 다음으로 암면이 좋은 결과를 보임(표 1-74, 표 1-75, 사진 1-50). 여름철에 개발배지(Phenolic foam)를 사용하여 삽목시 습도 유지가 가장 중요할 것으로 판단됨. 특히 환기 중에도 습도를 계속적으로 유지하지 않으면 건조로 인해 삽목번식이 어려울 것으로 판단됨.



사진 1-49. 개발배지 RC와 LC에서 번식한 장미 삽목묘의 고사.

표 1-74. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘엘로우킹’의 삽목 후 34일째의 성장.

재배배지	발근율 (%)	신초 생성율 (%)	신초장 (cm)	최대근장 (cm)	발근수
암면	87 a ^z	27 a	3.5 a	4.0 b	4.7 ab
토실이상토	93 a	63 a	4.9 a	7.1 a	5.9 a
Foam LC	10 c	0 b	0.0 b	4.0 b	4.0 ab
Foam RC	47 b	7 b	2.2 a	3.5 b	2.6 b
F-test ^y	*	NS	NS	***	*

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

표 1-75. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘엘로우킹’의 삽목 후 34일째의 생체중과 건물중.

재배배지	생체중(g)			건물중(g)		
	삽수	신초	뿌리	삽수	신초	뿌리
암면	1.44 a	0.12 a	0.18 b	0.43 a	0.02 a	0.02 a
토실이상토	1.44 a	0.16 a	0.31 a	0.41 ab	0.03 a	0.03 a
Foam LC	1.16 b	0.00 b	0.12 b	0.34 b	0.00 b	0.01 a
Foam RC	1.29 ab	0.05 a	0.11 b	0.40 ab	0.01 a	0.30 a
F-test ^y	NS	NS	***	NS	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



사진 1-50. 배지 종류별 장미 삽목묘의 삽목 후 34일째의 생장.

라. 요약

1차 실험에서 '뉴카펫'의 경우 발근율이 암면, form LC, form RC, 토실이 상토 순이었음. '엘로우킹'의 경우 기존에 장미 삽목번식에 사용되고 있는 암면과 비교시 개발배지는 생장에서 큰 차이가 없어 삽목 배지로 사용이 가능할 것으로 판단됨. 2차 실험에서 '핑크오로라'의 경우 고온으로 인해 개발배지의 건조되어 식물체가 고사함. '엘로우킹'은 발근율이 토실이 상토, 암면, form RC, form LC 순이었음. 여름철에 개발배지를 사용하여 삽목시 습도 유지가 가장 중요할 것으로 판단됨. 특히 환기 중에도 습도를 계속적으로 유지하지 않으면 건조로 인해 삽목번식이 어려울 것으로 판단됨.

25. 큐브형 암면 배지에서 삼목 번식된 장미의 성장과 절화 수량에 미치는 재배배지의 영향 - 김해 농가실험

가. 연구목적

기준에 사용되고 있는 암면, 펄라이트 및 개발배지(phenolic foam)의 사용에 따른 절화장미의 수량성을 비교하여 장미 재배에서 개발배지 사용 가능성 파악

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료: *Rosa hybrida* ‘필립’ & ‘락파이어’

(2) 실험장소: 경남 김해시 진례면 담안리 도원 장미원(김원윤 농가)

(3) 실험기간

삼목: 2011년 6월 4일

정식: 2011년 6월 21일

(4) 실험 처리: 2품종 × 4배지 × 3반복 × 10주/반복

(가) 암면(100 cm × 20 cm × 7.5 cm, Grodan, Denmark)

(나) 펄라이트(Green Biotech Co., Korea) 3호

(다) 개발배지(Foam RC, 100 cm × 20 cm × 7.5 cm, Smithers Oasis Co., Korea)

(라) 개발배지(Foam LC, 100 cm × 20 cm × 7.5 cm, Smithers Oasis Co., Korea)

(5) 시비와 관수: 장미 농가에서 사용하는 관행양액을 사용하여 점적관수법으로 공급

(6) 조사항목: 절화장, 절화중, 5매엽수, 절화등급, 절화경경

다. 결과 및 고찰

품종에 따라 5매엽수와 절화 생체중에서 차이가 있었음(표 1-76). 배지 종류에 따라 절화장, 경경, 절화 생체중, 5매엽수에서 유의차가 있었음. 품종과 배지 종류의 상호 영향은 5매엽수에서만 있었음. ‘필립’의 경우 절화장이 암면에서 73.5cm로 가장 컸고, 펄라이트에서 63.8cm로 가장 작았음(표 1-76). 경경은 5.7~5.8mm로 처리에 따라 거의 유사함. 5매엽수와 절화 생체중은 암면에서 가장 높았으며, 펄라이트에서 가장 낮았음. ‘락파이어’의 경우 절화장이 암면과 foam RC에서 가장 컸음(표 1-76). 경경은 암면이 5.9mm로 가장 높았고 펄라이트와 foam LC가 5.55mm로 가장 낮았음. 5매엽수는 foam RC가 3.8개였고, 펄라이트는 3.4개로 가장 낮았음. 생체중은 암면에서 38.3g로 가장 높았음. 배지 종류별 장미 삼목묘 ‘필립’의 4차 수확 후의 총 수량은 foam LC에서 가장 많았지만, 통계적으로 암면, foam LC 및 foam RC 간에는 유의적인 차이가 없었음(표 1-77). 또한 ‘필립’ 품종의 경우 암면, foam LC, foam RC에 비해 펄라이트에서 총 수량이 현저하게 많았음. ‘락파이어’ 품종은 foam LC에서 수량이 가장 많았고, foam RC, 암면, 펄라이트 순이었음. ‘필립’ 품종의 경우 암면, foam LC, foam RC의 수량이 통계적으로 차이가 없었으므로 개발배지도 절화장미 재배용으로 사용가능할 것이라 판단됨. 또한 ‘락파이어’ 품종은 foam LC에서 수량이 가장 많았으므로 foam LC 배지를 사용하는 것이 효과적이라고 판단됨.



사진 1-51. 배지 종류별 장미 삽목묘의 성장과 수량에 미치는 영향 실험 모습.

표 1-76. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘필립’과 ‘락파이어’의 4차 수확 후의 성장.

품종 (A)	재배배지 (B)	절화장 (cm)	절화 경경 (mm)	5매엽수	절화 생체중 (g)
‘필립’	펄라이트	63.8 d ^z	5.70 a-c	3.6 bc	35.9 bc
	암면	73.5 a	5.82 ab	4.3 a	38.9 a
	Foam LC	70.1 bc	5.74 a-c	3.9 b	36.9 a-c
	Foam RC	70.5 bc	5.84 ab	3.8 b	37.7 ab
‘락파이어’	펄라이트	64.0 d	5.69 a-c	3.4 c	34.8 c
	암면	72.0 ab	5.90 a	3.6 bc	38.3 ab
	Foam LC	68.6 c	5.55 c	3.7 bc	34.9 c
	Foam RC	71.3 ab	5.66 bc	3.8 b	34.7 c
F-test ^y	A	NS	NS	**	**
	B	***	*	**	***
	A*B	NS	NS	**	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

표 1-77. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘필립’과 ‘락파이어’의 4차 수확 후의 수량.

품종 (A)	재배배지 (B)	절화등급 (cm)					Total
		≥80	79-70	69-60	59-50	<50	
‘필립’	필라이트	2.4 b ^z	3.3 b	2.8 c	3.6 bc	0.7 b	12.7 d
	암면	9.9 a	5.4 ab	4.1 c	1.8 c	0.2 b	21.4 bc
	Foam LC	9.1 a	7.6 a	5.4 c	2.5 c	0.3 b	24.9 a-c
	Foam RC	9.8 a	8.1 a	4.2 c	1.3 c	0.2 b	23.7 bc
‘락파이어’	필라이트	1.0 b	2.7 b	5.9 c	6.6 ab	2.1 a	18.2 cd
	암면	2.3 b	7.0 a	7.4 bc	5.2 a-c	0.4 b	22.4 bc
	Foam LC	2.2 b	7.8 a	12.1 a	8.5 a	2.1 a	32.8 a
	Foam RC	1.2 b	8.1 a	10.7 ab	6.7 ab	0.8 b	27.4 ab
F-test ^y	A	***	NS	***	***	***	*
	B	***	***	*	NS	***	***
	A*B	*	NS	NS	NS	**	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^yNS, *, **, ***: Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

라. 요약

‘필립’의 경우 절화장, 5매엽수, 절화 생체중이 암면에서 가장 컸고, 필라이트에서 가장 작았음. ‘락파이어’의 경우 절화장이 암면과 foam RC에서 가장 컸음. 배지 종류별 장미 삽목묘 ‘필립’의 4차 수확 후의 총 수량은 foam LC에서 가장 많았지만, 통계적으로 암면, foam LC 및 foam RC 간에는 차이가 없었음. ‘필립’ 품종의 경우 암면, foam LC, foam RC의 수량이 통계적으로 차이가 없었으므로 개발배지도 절화장미 재배용으로 사용가능할 것이라 판단됨. 또한 ‘락파이어’ 품종은 foam LC에서 수량이 가장 많았으므로 foam LC배지를 사용하는 것이 효과적일 것이라 판단됨.

26. 배지종류별 파프리카와 토마토의 생육과 수량 특성

가. 연구목적

배지종류별 파프리카와 토마토의 생육과 수량 특성 조사를 통한 최적 신배지 선발

나. 재료 및 방법

파프리카는 ‘Scirocco’(red)와 ‘Coletti’(yellow) 품종을 사용하였고, 토마토는 ‘Madison’ 품종으로 2011년 1월 24일에 파종하여 2011년 3월 7일 경남농업기술원 유리온실에서 암면(Grodan Co.), LC, 3813(Oasis Co.), Coir(Plentin Co.) 배지에 슬래브 당 3주씩 180 × 33cm 간격으로 2조 정식함.

다. 결과 및 고찰

파프리카의 배지종류별 생육비교에서는 품종에 관계없이 coir 배지가 초장이 길고 엽장과 엽폭이 컸으며 ‘Scirocco’ 품종에서는 rockwool과 LC 배지는 비슷하였으나, ‘Coletti’ 품종은 LC 배지가 초장이 작고 잎도 rockwool 배지에 비해 다소 감소한 경향이었음(표 1-78). Coir 배지는 물리적 특성을 감안할 때 보수력이 높아 함수율이 높고, 슬래브 내의 EC가 낮게 유지됨으로 인해 영양생장이 강했을 것으로 판단되었으며, LC 배지는 rockwool 배지보다 배수가 잘되므로 슬래브 환경에서 함수율이 낮고 EC가 높아져 생육도 다소 위축되었을 것으로 생각됨.

표 1-78. Effect of the substrates on the growth of paprika.

Cultivar	Substrate	Plant height (cm)	Main stem length (cm)	Stem diameter (cm)	Leaf size(cm)		No. of branches per plant
					length	width	
Scirocco	Rockwool	212.0 b ^z	33.6	17.1	24.9 b	14.9 b	22.2 a
	Coir	224.0 a	35.2	17.9	27.8 a	16.4 a	22.6 a
	LC	212.9 b	35.4	17.7	25.5 b	14.3 b	22.3 a
Coletti	Rockwool	190.6 b	31.8	17.6	25.6 b	15.7 b	22.7 a
	Coir	202.3 a	30.5	17.7	27.4 a	17.1 a	23.0 a
	LC	180.9 c	30.9	18.1	24.8 b	15.5 b	22.4 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

토마토에서는 3813 배지의 초장이 가장 길었고 LC가 가장 짧았음. 잎 크기는 coir 배지가 가장 컸고 rockwool과 3813 배지는 비슷하였으며, LC 배지가 가장 작았음. 화방수나 마디 수는 배지 종류에 따른 차이가 없었음(표 1-79).

표 1-79. Effect of the substrates on the growth of tomato.

Cultivar	Substrate	Plant height (cm)	Stem diameter(cm)	Leaf size(cm)		No. of cluster	No. of node
				length	width		
Scirocco	Rockwool	422.8 b ^z	12.2	32.6 b	32.2 b	12.6 a	45.2 a
	Coir	424.3 b	13.2	40.2 a	37.0 a	12.6 a	45.9 a
	LC	400.2 c	13.2	38.7 a	35.4 a	12.8 a	45.3 a
	3813	441.3 a	13.2	35.6 ab	33.0 b	12.9 a	45.8 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

파프리카의 과실특성 비교에서는 과실크기는 배지종류별로 차이가 없었고 평균과중은 coir 배지가 무거웠다. 당도나 경도 과육두께 및 색도 등은 배지종류별로 차이가 없었음(표 1-80).

표 1-80. Effect of the substrates on the qualities of paprika.

Cultivar	Substrate	Fruit size(cm)		Mean fruit weight (g)	Soluble solids (° Brix)	Fruit hardness (g/5mm) ^y	Pericarp thickness (mm)	Hunter value		
		length	width					L	a	b
Scirocco	Rockwool	8.8 a ^z	9.1 a	192.0 b	5.9 a	1,780 a	0.70 a	33.5 a	32.3 a	20.1 a
	Coir	8.9 a	9.0 a	195.0 a	5.9 a	1,711 a	0.71 a	33.8 a	30.9 a	19.7 a
	LC	8.9 a	9.2 a	192.1 b	6.0 a	1,761 a	0.70 a	32.6 a	31.5 a	17.9 a
Coletti	Rockwool	8.8 a	9.1 a	184.4 b	6.4 a	1,692 a	0.68 a	53.9 a	8.4 a	52.5 a
	Coir	8.7 a	9.1 a	190.3 a	6.1 a	1,674 a	0.67 a	52.5 a	6.6 a	47.7 a
	LC	8.6 a	9.0 a	182.4 b	6.2 a	1,719 a	0.66 a	52.4 a	7.6 a	50.6 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

파프리카 상품률은 배지종류별로 차이가 없었음. 상품과수는 coir 배지가 'Scirocco' 품종은 5.9 개, 'Coletti' 품종은 10.6개로 가장 적었고, rockwool과 LC 배지는 비슷하였다. 비상품과는 LC 배지와 rockwool 배지에서는 소과와 배꼽썩음과 발생이 coir에 비해 많았다. 수량은 품종에 관계없이 coir 배지가 가장 낮았고 rockwool과 LC 배지는 비슷한 수준이었음(표 1-81).

표 1-81. Effect of the substrates on the yield of paprika.

Cultivar	Substrate	Marketable fruits (%)	No. of fruits per plant					Marketable	Total	Yield (kg plant ⁻¹)
			Unmarketable ^x							
			Small	BER	Others	Total				
	Rockwool	89.1 a ^z	0.3 a	0.2 a	0.5 a	0.9 a	7.8 a	8.7	1,488 a	
Scirocco	Coir	90.2 a	0.1 b	0.2 a	0.3 b	0.6 b	5.9 b	6.5	1,149 b	
	LC	89.7 a	0.3 a	0.2 a	0.4 ab	0.9 a	7.5 a	8.4	1,441 a	
	Rockwool	88.9 a	0.3 ab	0.5 a	0.5 a	1.3 a	10.7 a	12.0	1,967 a	
Coletti	Coir	90.5 a	0.2 b	0.3 b	0.4 a	1.0 a	9.6 b	10.6	1,818 b	
	LC	89.9 a	0.4 a	0.4 a	0.5 a	1.2 a	10.9 a	12.1	1,991 a	

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

토마토에서는 coir배지의 평균과중이 가장 무거웠고 LC배지가 가장 낮은 평균과중을 보였으며 rockwool과 3813배지는 비슷하였음. 상품과수는 LC배지가 가장 많았고 수량은 coir배지와 LC배지가 비슷한 수준으로 rockwool과 3813배지보다 높았음.

표 1-82. Effect of the substrates on the yield of tomato.

Substrate	Marketable fruits (%)	Mean fruit weight (g)	No. of fruits per plant					Marketable	Total	Yield (kg plant ⁻¹)
			Unmarketable ^x							
			Small	BER	Others	Total				
Rockwool	85.9 b	161.6 ab	2.1	0.1	0.5	2.7 a	16.3 b	19.0	2,631 b	
Coir	84.7 b	171.7 a	2.3	0.1	0.6	3.0 a	16.6 b	19.6	2,831 a	
LC	87.6 a	150.8 b	2.0	0.1	0.6	2.7 a	18.8 a	21.5	2,840 a	
3813	85.4 b	157.3 ab	2.5	0.0	0.4	2.9 a	17.1 b	20.0	2,683 b	

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

LC배지는 파프리카에서 rockwool배지와 비슷한 생육과 수량을 보여 파프리카용 수경재배 배지로서의 가능성이 높은 것으로 판단됨. 하지만 coir배지는 rockwool과 LC배지에 비해 다소 부진한 결과를 보였는데, 이는 수분관리를 rockwool배지의 특성에 맞게 하였기 때문에 coir의 보수력이 높은 물리적 특성을 감안할 때 함수율이 높게 유지되어 EC가 안정적인 상태로 영양생장

으로 치우쳤기 때문으로 판단됨. 토마토에서는 배지종류별로 큰 차이가 나지는 않았지만, coir와 LC의 수량 높았는데, coir는 과중이 증가하였고 LC는 수확과수가 많았음.

라. 요약

LC배지는 파프리카 수경재배용으로 충분한 가능성을 가지고 있지만, rockwool 배지에 비해 보수력이 다소 낮기 때문에 LC배지에 맞는 파프리카 수분관리 매뉴얼 확립이 필요할 것으로 판단됨.

27. LC 배지와 rockwool 배지의 양액공급방법에 따른 파프리카 생육과 수량성

가. 연구목적

LC배지와 rockwool배지의 양액공급방법에 따른 파프리카 생육과 수량성 조사를 통한 신개발 배지의 실용가능성 테스트

나. 재료 및 방법

파프리카 빨간색 'Veyron' (Enza zaden Co.) 품종을 2011년 8월 3일에 파종하여 2011년 9월 1일에 경남농업기술원 유리온실에서 암면(Grodan Co.)과 LC(Oasis Co.)배지에 양액 (EC 3.0 dS·m⁻¹, pH 5.5)으로 충분히 포수한 뒤 슬래브당 3주씩 180 × 33cm 간격으로 2조 정식하였음. 재배 중에는 급액 EC를 2.2~3.0dS·m⁻¹, pH를 5.5~5.8의 범위에서 공급함. 재배중의 양액공급은 누적 일사량 90~100J·cm⁻²에 주당 80~100mL로 조절하였는데, 기존의 방식인 100J·cm⁻²의 누적광량에 주당 1회 공급량 100mL(100-100)과 90J·cm⁻²의 누적광량에 주당 1회 공급량 90mL(90-90), 90J·cm⁻²의 누적광량에 주당 1회 공급량 80mL(90-80) 등의 방법으로 양액을 공급하였음. 정지유인은 2분으로 하였고 기타 작물관리와 환경관리는 관행에 준함. pH, EC, 배액량 등은 매일 13시경에 처리당 5곳을 측정하여 평균으로 산정하였다. 수확은 2011년 11월 24일부터 2012년 3월 30일까지 완료하였는데, 과실 수량조사는 100g 이상의 모양이 정상적이고 병충해 흔적이 없는 과실을 상품으로 조사하였고, 100g미만의 소과, 열과, 병과 등을 비상품수량으로 구분하여 조사하였음. 조사주수는 반복당 10주로 하였고, 기타 조사는 농촌진흥청 시험연구조사기준(RDA, 1997)에 준함. 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였고, 통계분석은 SAS 프로그램을 이용하여 분석하였음.

다. 결과 및 고찰

전 생육기간동안의 평균 주당 1일 공급량은 100-100처리가 619mL로 가장 많았지만, 배액률과 함수율은 90-90처리에서 높았다. 배액량은 LC가 rockwool배지 보다 38mL 정도 많았고, 함수율은 rockwool배지에서 10%정도 높게 유지되었음. 배지 내 EC는 LC가 rockwool배지보다 1.2dS m⁻¹ 높게 유지되었는데, 공급량이 적은 90-80처리에서 가장 높았음. pH는 rockwool배지가 0.5 정도 높게 유지되었고, 양액공급방법에 따른 차이는 없었음(표 1-83).

표 1-83. Effect of irrigation methods of nutrient solution on conditions of the drain and slab of paprika (*Capsicum annum* 'Veyron') in rockwool and phenolic foam slab.

Substrates	Irrigation methods	Irrigation amount per plant (mL day ⁻¹)	Drain amount per plant (mL day ⁻¹)	Drain rate (%)	Water content (%)	EC in slab (dS·m ⁻¹)	pH in slab
Rockwool	100-100	619 a ^v	209 b	33.8 b	65.6 b	4.9 a	6.1
	90-90	603 b	215 a	35.7 a	68.9 a	4.4 b	6.1
	90-80	582 c	177 c	30.4 c	63.6 c	5.1 a	6.1
	Mean	601	200	33.3	66.0	4.8	6.1
LC	100-100	619 a	227 b	36.7 b	52.9 b	6.1 a	5.7
	90-90	603 b	290 a	48.1 a	58.8 a	5.5 b	5.6
	90-80	582 c	196 c	33.7 c	52.9 b	6.5 a	5.6
	Mean	601	238	39.8	54.9	6.0	5.6

^zJ cm⁻² - mL plant⁻¹ drip⁻¹.

^vMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

생육특성 비교에서 rockwool이 LC배지보다 초장이 길고 생육이 왕성하였으나, 착과수는 LC배지가 많았음. 양액공급 방법별로는 90-90처리가 가장 초장이 길고 잎 크기도 컸으며, 90-80처리는 생육이 위축되는 경향이였으나 착과수는 가장 많았음(표 1-84).

표 1-84. Effect of irrigation methods of nutrient solution on the growth of paprika (*Capsicum annum* 'Veyron') in rockwool and phenolic foam slab.

Substrates	Irrigation methods ^z	Plant height (cm)	Main stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf size (cm)		No. of branches per plant	Fruits of 1st group per plant
					Length	Width		
Rockwool	100-100	170.1 a	30.4 a	14.9 a	16.5 b	9.7 a	24.4 a	7.7 ab
	90-90	171.2 a	29.9 a	15.7 a	18.3 a	10.4 a	23.3 a	7.5 a
	90-80	169.4 a	30.7 a	15.6 a	16.9 b	10.0 a	23.0 a	8.0 a
	Mean	170.3	30.4	15.4	17.2	10.0	23.6	7.7
LC	100-100	159.7 a	30.7 a	15.1 a	16.3 a	9.5 a	22.9 a	8.0 ab
	90-90	158.0 a	30.9 a	14.7 a	15.5 a	9.6 a	21.0 a	7.8 b
	90-80	163.0 a	30.0 a	15.1 a	16.5 a	9.7 a	21.3 a	8.3 a
	Mean	160.2	30.5	15.0	16.1	9.6	21.7	8.0

^zJ cm⁻² - mL plant⁻¹ drip⁻¹.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

배지 종류에 따른 과실특성의 차이는 없었지만, 양액공급방법별로는 90-90처리에서 과실이 크고 과중이 무거웠고 90-80처리에서 평균과중이 낮았음. 당도, 경도, 과육두께, 색도는 처리간의 차이가 없었음(표 1-85).

표 1-85. Effect of irrigation methods of nutrient solution on the qualities of paprika (*Capsicum annum* 'Veyron') in rockwool and phenolic foam slab.

Substrates	Irrigation methods ^z	Fruit size (cm)		Mean fruit weight (g)	Soluble solids (° Brix)	Fruit hardness (g/5mm) ^x	Pericarp thickness (mm)	Hunter value		
		length	width					L	a	b
Rockwool	100-100	9.6 ab ^y	9.1 a	171.9 ab	7.1 a	1,593 a	0.69 a	45.2 a	25.9 a	43.0 a
	90-90	9.8 a	9.2 a	174.0 a	7.0 a	1,609 a	0.70 a	44.9 a	26.7 a	42.5 a
	90-80	9.5 b	9.2 a	168.0 b	7.2 a	1,589 a	0.70 a	45.5 a	25.5 a	41.3 a
	Mean	9.6	9.2	171.3	7.1	1,597	0.70	45.2	26.0	42.3
LC	100-100	9.7 a	9.0 a	171.3 a	7.0 a	1,607 a	0.68 a	46.8 a	26.1 a	44.2 a
	90-90	9.7 a	9.2 a	172.7 a	7.3 a	1,610 a	0.69 a	48.1 a	27.4 a	43.2 a
	90-80	9.4 b	9.1 a	167.2 b	7.1 a	1,599 a	0.68 a	47.3 a	25.3 a	41.4 a
	Mean	9.6	9.1	170.4	7.1	1,605	0.68	47.4	26.3	42.9

^zJ cm⁻² - mL plant⁻¹ drip⁻¹.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^xRheometer probe ϕ 5mm.

상품률과 수량은 LC배지가 rockwool배지보다 높았음. 양액공급방법별로는 암면에서는 100-100과 90-90처리가 비슷하였지만, 90-80처리는 낮은 상품률과 수량을 보임. LC배지에서는 90-90처리에서 가장 높은 수량을 보였고 90-80처리에서 가장 낮은 수량을 보임(표 1-86).

표 1-86. Effect of irrigation methods of nutrient solution on the yield of paprika (*Capsicum annuum* 'Veyron') in rockwool and phenolic foam slab.

Substrates	Irrigation methods ^z	Marketable fruits (%)	No. of fruits per plant				Yield (kg plant ⁻¹)	
			Unmarketable ^x			Marketable		Total
			Small	BER	Total			
Rockwool	100-100	91.5 a ^y	0.5 a	0.2 a	0.7 a	6.9 a	7.6	1,220 a
	90-90	90.9 a	0.5 a	0.2 a	0.7 a	6.9 a	7.6	1,246 a
	90-80	87.4 b	0.6 a	0.2 a	0.8 a	6.2 b	7.0	1,076 b
	Mean	90.3	0.5	0.2	0.7	6.7	7.4	1,181
LC	100-100	91.2 ab	0.6 a	0.1 a	0.7 a	6.9 ab	7.6	1,226 ab
	90-90	93.7 a	0.4 a	0.1 a	0.5 a	7.3 a	7.8	1,318 a
	90-80	90.9 b	0.5 a	0.1 a	0.7 a	6.6 b	7.3	1,154 b
	Mean	91.9	0.5	0.1	0.6	6.9	7.6	1,233

^zJ cm⁻² - mL plant⁻¹ drip⁻¹.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^xSmall, <100g; BER, blossom end rot; Others, diseased and bent fruits.

라. 요약

LC배지는 rockwool배지보다 보수력이 낮아 배액량이 많기 때문에 슬래브 함수율이 낮고 EC가 높게 유지되어 rockwool배지의 양액공급방법으로 급액하면 생육의 위축과 함께 과실이 작아지고 수량이 낮아지는 원인이 될 수 있음. 따라서 기존 양액공급방법보다 적은 양으로 자주 공급하는 방법인 90-90처리가 생육이나 과실특성 및 수량에서 더 유리한 공급방법으로 판단됨.

28. 온실 차광제 종류별 파프리카 생육과 수량

가. 연구목적

온실 차광제 종류별 파프리카 생육과 수확량 실증재배

나. 재료 및 방법

파프리카 ‘Mazzona’ (Enza zaden Co.) 품종을 2011년 1월 24일에 파종하여 2011년 3월 7일에 경남농업기술원 유리온실에서 암면(Grodan Co.)배지에 슬래브당 3주씩 180 × 33cm 간격으로 2조 정식하였음. 재배관리 방법은 관행에 준하여 하였고, 유리온실 외벽 지붕에 차광제를 살포하였는데, 차광제는 ReduHeat, GreenShade, WhiteShade 등을 1:5의 비율로 희석해서 골고루 도포하였음.

다. 결과 및 고찰

생육특성 비교에서 WhiteShade 처리가 초장이 가장 길었고 잎이 컸음. 대조구(Control)는 초장이 가장 짧았고 잎도 작았으며 ReduHeat와 GreenShade 처리는 비슷한 수준이었음(표 1-87).

표 1-87. Effect of shading agents on the growth of paprika.

Shading agent	Plant height (cm)	Main stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf size (cm)		No. of branches per plant
				Length	Width	
Control	172.6 c ^z	35.2 a	17.2 b	27.8 b	18.1 b	23.6 a
ReduHeat	196.8 b	34.8 a	19.0 a	30.4 ab	20.1 ab	23.0 a
GreenShade	204.2 b	35.9 a	18.9 a	30.0 ab	19.9 ab	23.3 a
WhiteShade	248.0 a	36.7 a	16.2 b	32.9 a	21.9 a	23.6 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

과실크기와 평균과중은 WhiteShade 처리가 가장 크고 무거웠으며 Control의 과실크기는 가장 작고 평균과중도 낮았음. ReduHeat와 GreenShade 처리는 비슷한 수준이었음. 경도는 ReduHeat와 GreenShade 처리가 비슷한 수준으로 높았고 Control과 WhiteShade 처리는 낮았으며, 당도는 Control이 가장 높았고 WhiteShade 처리가 가장 낮았음(표 1-88).

표 1-88. Effect of shading agents on the qualities of paprika.

Shading agent	Fruit size(cm)		Mean fruit weight (g)	Soluble solids (° Brix)	Fruit hardness (g/5mm) ^y	Pericarp thickness (mm)	Hunter value		
	length	width					L	a	b
Control	9.7 b ^z	9.0 b	182.5 b	7.9 a	1,603 b	0.68 b	46.9 a	26.0 a	44.0 a
ReduHeat	9.5 b	9.4 ab	201.6 ab	7.7 a	1,709 ab	0.72 a	48.4 a	27.6 a	43.0 a
GreenShade	9.5 b	9.7 a	204.1 ab	7.4 a	1,827 a	0.71 a	48.8 a	27.6 a	43.0 a
WhiteShade	10.4 a	9.2 ab	214.2 a	7.1 a	1,620 b	0.71 a	47.2 a	25.2 a	41.4 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

상품률은 Control이 82.6%로 가장 낮았는데, 소과와 배꼽썩음과, 일소과 등의 비상품과 발생이 많았음. 상품 수확과수는 ReduHeat와 GreenShade 처리가 주당 8.1개와 8개로 비슷하였고 WhiteShade 처리는 7개로 가장 적었음. 수량은 ReduHeat와 GreenShade 처리가 가장 높았고 Control 가장 낮은 수량을 보였음(표 1-89).

표 1-89. Effect of shading agents on the yield of paprika.

Shading agent	Marketable fruits (%)	No. of fruits per plant					Marketable	Total	Yield (kg plant ⁻¹)
		Unmarketable ^x							
		Small	BER	Sunburn	Crack	Total			
Control	82.6	0.5	0.4	0.4	0.2	1.5	7.1	8.6	1,301
ReduHeat	91.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	8.1	8.9	1,638
GreenShade	91.1	0.3	0.3	0.1	0.1	0.8	8.0	8.8	1,642
WhiteShade	91.7	0.2	0.2	0.1	0.2	0.7	7.0	7.7	1,507

라. 요약

Control은 생육이 위축되어 비상품과 발생이 많아지고 과실크기도 감소하여 수량이 낮아졌고 WhiteShade 처리는 차광률이 지나치게 높아 영양생장이 강해져 착과가 잘 되지 않았던 것으로 생각됨. 개발 차광제인 GreenShade는 기존 수입제품인 ReduHeat와 비슷한 생육과 수량 특성을 보였음.

29. LC 배지와 Coir 배지의 양액공급방법이 파프리카 생육과 수량성

가. 연구목적

(1) 개발 배지와 coir 배지의 누적광량별 양액공급방법에 따른 파프리카 생육과 수량성 비교

나. 재료 및 방법

- (1) 파프리카 노란색 'Coletti' (Enza zaden Co.) 품종을 2012년 8월 26일에 240공 암면플러그에 파종하여 2012년 9월 10일에 양액(EC 2.0dS · m⁻¹, pH 5.5)으로 포수시킨 암면블럭 (10cm × 10cm × 6.5cm)에 U자로 이식하였음(An 등, 2002).
- (2) 본엽이 10매 내외로 전개되었을 때인 2012년 9월 25일에 200m²의 유리온실에서 coir(Dutch plentin Co.)와 LC(Oasis Co.) 배지에 양액(EC 3.0 dS · m⁻¹, pH 5.5)으로 충분히 포수한 뒤 슬래브 당 3주씩 180 × 33cm간격으로 2조 정식하였음. 재배 중에는 급액 EC를 2.2~3.0d S · m⁻¹, pH를 5.5~5.8의 범위에서 공급함.
- (3) 재배중의 양액공급은 누적일사량 100, 70, 50J · cm⁻² 당 1회 공급량 각각 100, 70, 50mL, 누적광량 50J · cm⁻² 당 1회 공급량 45mL로 조절하였음.
- (4) 배지의 화학성(pH, EC)은 농촌진흥청 표준조사기준에 의하여 분석하였음(R.D.A., 1997). 배지의 EC와 pH는 electric conductivity와 pH meter(F-54BW, Horiba Co., U.S.A.)로 측정하였음. 수확은 2013년 1월 8일부터 2013년 5월 6일까지 완료하였는데, 수량은 2L(250g 이상), L(200~249g), M(150~199g), SM(130~149g), S(100~129g)를 상품과로, 그리고 2S(100g 미만), 배꼽썩음과, 기형과, 병과 등을 비상품과로 구분하여 조사하였음.
- (5) 일반적인 과실특성의 비교를 위해 과장, 과폭, 과육두께, 심실수 및 당도 등을 조사하였음. 조사주수는 반복당 10주로 하였고, 기타 조사는 농촌진흥청 시험연구조사기준(RDA, 1997)에 준함.
- (6) 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였고, 통계분석은 SAS 프로그램을 이용하여 분석하였음.

다. 결과 및 고찰

배액 EC는 전생육기간동안 2.5~5dS·m⁻¹의 수준을 유지하였는데, 처리별 EC의 경시적 변화에서 50-45 처리가 두 배지 모두에서 높았고, 50-50 처리가 낮게 유지되었음(그림 1-24). 처리별 공급량은 50-45 처리가 가장 적었고, 50-50과 70-70 처리가 많았음. 배액량은 100-100 처리가 가장 많았고, 50-45 처리가 가장 적었으며, LC 배지의 배액량이 coir 배지보다 많았음. 이러한 이유 때문에 슬래브 EC도 50-45 처리가 가장 높았고, 50-50 처리에서 낮았으며, 배지 간에는 LC 배지의 EC가 높게 유지되었음(표 1-90). 양액 공급 방법별 생육특성에서 50-50 처리와 70-70 처리가 초장이 길고 잎크기도 가장 컸음. 50-45 처리는 초장이 짧고 잎이 작아 생육이 부진하였음. 배지 간에는 coir 배지의 초장이 길고 잎크기도 커 LC 배지보다 생육이 촉진되는 경향을 보였음(표 1-91).

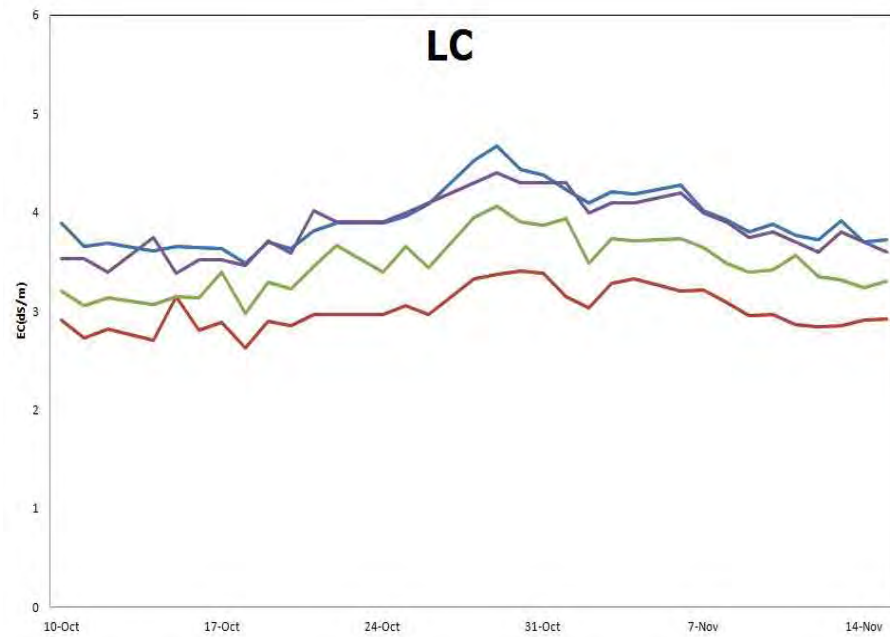
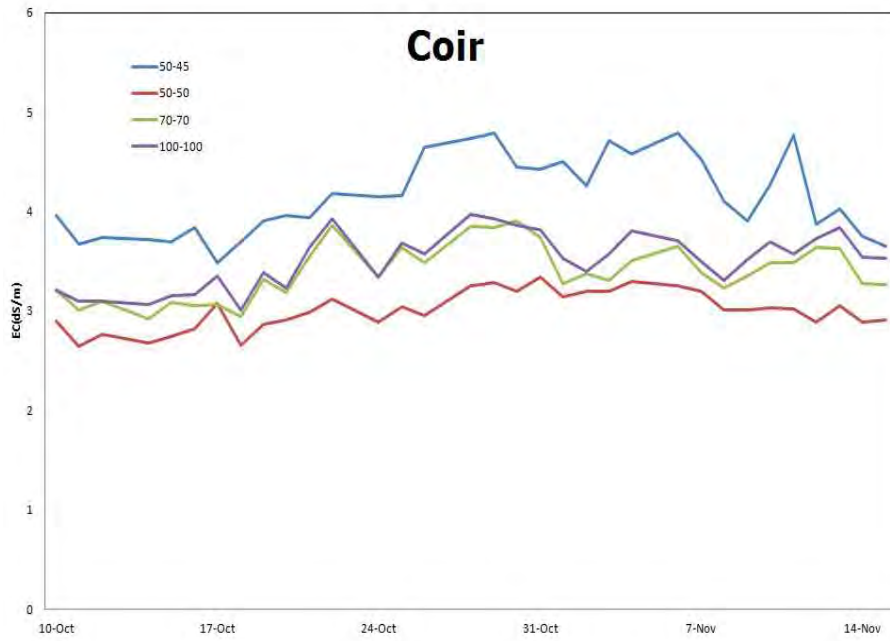


그림 1-24. Change of the drain solution EC of the slabs affected by irrigation methods in coir and phenolic foam (LC) culture.

☒ 1-90. Effect of irrigation methods of nutrient solution on conditions of the drain, water content, EC and pH in coir and phenolic foam (LC) slab of paprika (*Capsicum annum* 'Veyron') culture.

Substrates	Irrigation methods ^z	Irrigation amount per plant (mL · day ⁻¹)	Drain amount per plant (mL · day ⁻¹)	Drain rate (%)	EC in slab (dS · m ⁻¹)	pH in slab
Coir	100-100	715	305	42.7	4.9	6.1
	70-70	742	298	40.2	4.3	6.3
	50-50	751	282	37.5	4.1	6.3
	50-45	658	122	18.5	5.4	6.0
	Mean	687	214	30.6	5.2	6.1
LC	100-100	715	327	45.7	6.1	5.9
	70-70	742	322	43.3	5.4	5.7
	50-50	751	315	41.9	4.6	5.8
	50-45	658	138	20.9	6.7	5.6
	Mean	687	233	33.3	6.4	5.8
Significance ^y						
Coir (A)		**	*	*	*	ns
LC (B)		**	*	*	*	ns
A × B		ns	*	*	*	ns

^zIrrigation amount (mL) per accumulation radiation (J · cm⁻²) a plant.

^yns, *, ** Nonsignificant or significant at *p*=0.05, 0.001, respectively.

표 1-91. Effects of irrigation methods on the growth of paprika (*Capsicum annuum* 'Coletti') in the coir and LC culture.

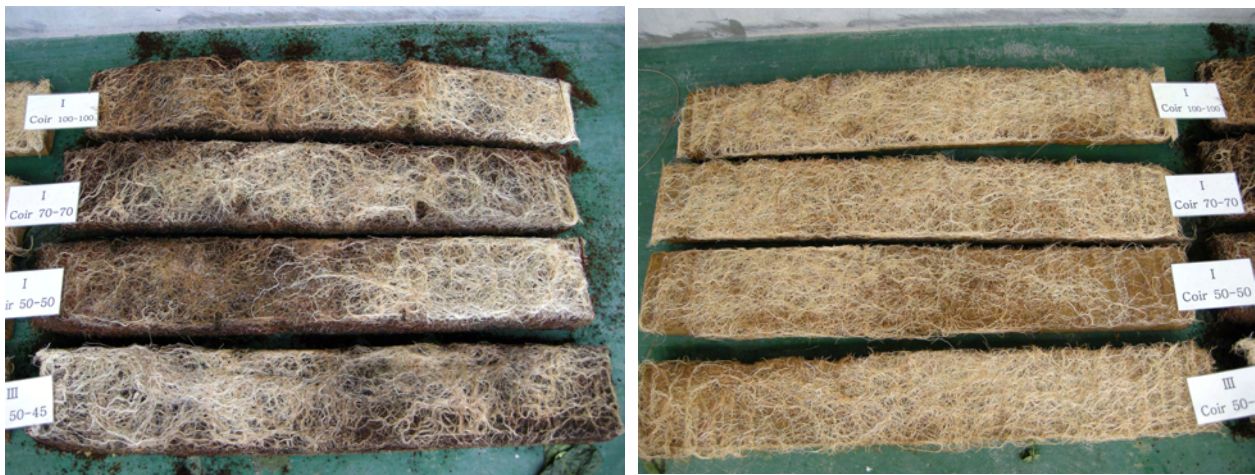
Substrates	Irrigation methods ($J \cdot cm^{-2} \cdot mL^{-1}$)	Plant height (cm)	No. of branches per plant	Stem diameter (cm)	Main stem length (cm)	Leaf size (cm)	
						Length	Width
Coir	100-100	205.4	26.6	20.0	27.1	27.7	15.8
	70-70	224.1	26.8	21.4	25.8	28.6	16.1
	50-50	221.0	27.3	20.9	27.0	29.3	16.2
	50-45	198.6	26.9	21.1	26.4	27.4	15.9
LC	100-100	203.2	25.9	19.6	26.9	27.2	15.7
	70-70	208.2	25.4	19.0	25.9	27.8	16.4
	50-50	204.4	26.2	21.5	27.3	27.9	16.3
	50-45	191.4	26.6	21.0	26.9	26.7	15.6
Significance ^y							
Coir (A)		*	ns	ns	ns	*	*
LC (B)		*	ns	ns	ns	ns	ns
A × B		*	ns	ns	ns	*	ns

^zIrrigation amount (mL) per accumulation radiation ($J \cdot cm^{-2}$) a plant.

^yns, *, ** Nonsignificant or significant at $p=0.05$, 0.001 , respectively.

파프리카 재배 후 배지의 뿌리 발육상태를 보면 50-45 처리가 뿌리 양이 가장 많고 왕성하게 발달하였고, 다음이 100-100 처리였음. 50-50과 70-70 처리는 뿌리 발육이 왕성하지 못한 모습이었음. 이는 50-45, 100-100 처리의 함수율이 낮아 뿌리 발육이 빨랐던 것으로 판단됨(사진 1-52). 과실특성은 50-50과 70-70 처리가 과장과 과경이 길고 굵었고, 과중도 높았다. 50-45 처리는 과실크기와 과중이 가장 적고 낮았음. 배지간에는 coir 배지의 과실이 크고 굵었으며 과중도 증가하는 경향이있음. 과육두께와 심실수는 차이가 없었음(표 1-92).

상품률은 50-50과 70-70 처리가 높았고, 50-45 처리가 가장 낮았음. 상품과수는 coir에서는 50-45 처리가 15.8개로 많았고, 50-50과 70-70 처리가 적었음. LC 배지에서는 50-50 처리의 상품과수가 16.8개로 많았고, 100-100 처리가 가장 적었음. 비상품과는 소과와 배꼽썩음과가 주로 발생하였는데, 50-45 처리가 가장 많았고 50-50과 70-70 처리는 발생이 적은 경향이있음. 배지간에는 LC 배지에서 소과와 배꼽썩음과 발생이 많았음. 수량은 coir 배지에서는 처리간의 차이가 없었지만, LC 배지에서는 100-100 처리가 가장 낮았고 50-50 처리와 50-45 처리가 증가하는 경향이있음. 배지간에는 차이가 없었음(표 1-92 계속).



Coir

LC

사진 1- 52. Pictures of coir and LC slabs after paprika cultivation.

표 1-92. Effects of irrigation methods on the fruit size, weight, pericarp thickness and locules of paprika (*Capsicum annuum* 'Coletti') in the coir and LC slab culture.

Substrates	Irrigation methods ($J \cdot cm^{-2} \cdot mL$) ^z	Fruit size (cm)		Mean fruit weight (g)	Pericarp thickness (mm)	No. of locules
		length	width			
Coir	100-100	8.6	9.3	207.0	7.3	3.8
	70-70	8.9	9.4	215.1	7.5	3.8
	50-50	9.0	9.5	215.7	7.5	3.9
	50-45	8.5	9.3	204.2	7.2	3.8
LC	100-100	8.4	8.9	201.9	7.0	3.9
	70-70	8.7	9.3	207.3	7.3	3.8
	50-50	8.7	9.2	206.4	7.3	3.9
	50-45	8.5	8.7	199.0	7.2	3.9
Significance ^y						
Coir (A)		*	*	*	ns	ns
LC (B)		ns	*	*	ns	ns
A × B		ns	ns	ns	ns	ns

^zIrrigation amount (mL) per accumulation radiation ($J \cdot cm^{-2}$) a plant.

^yns, *, ** Nonsignificant or significant at $p=0.05$, 0.001 , respectively.

표 1-92. (계속).

Substrate	Irrigation methods (J · cm ⁻² ·mL) ^z	Marketable fruits (%)	No. of harvested fruits per plant					Yield (kg·10a ⁻¹)	
			Market-able	Unmarketable ^y			Total		
				Small	BER	Others			
Coir	100-100	92.7	15.2	0.5	0.4	0.1	1.0	10.5	10,594
	70-70	94.3	14.4	0.2	0.2	0.1	0.5	10.9	10,429
	50-50	95.4	14.9	0.2	0.1	0.2	0.5	10.5	10,821
	50-45	91.2	15.8	0.7	0.4	0.1	1.2	11.0	10,863
LC	100-100	90.4	14.9	1.0	0.5	0.2	1.7	9.8	9,627
	70-70	93.9	16.0	0.6	0.3	0.1	1.0	9.5	11,168
	50-50	94.7	16.8	0.5	0.2	0.2	0.9	10.2	11,675
	50-45	89.5	16.5	1.3	0.5	0.1	1.9	9.9	11,333
Significance ^x									
Coir (A)		*	*	*	*	ns	*	ns	*
LC (B)		*	*	*	*	ns	*	ns	*
A × B		ns	ns	*	ns	ns	*	ns	*

^zIrrigation amount (mL) per accumulation radiation (J · cm⁻²) a plant.

^ySmall, <100g; BER, blossom end rot; Others, diseased and bent fruits.

^xns, *, ** Nonsignificant or significant at p=0.05, 0.001, respectively.

라. 요약

배액 EC는 50-45 처리가 두 배지 모두에서 높았고 50-50 처리가 낮게 유지되었다. 배액량은 100-100 처리가 많았고, 50-45 처리가 가장 적었으며, LC 배지의 배액량이 coir 배지보다 많았음. 생육특성에서 50-50 처리와 70-70 처리가 초장이 길고 잎 크기도 가장 컸음. 50-45 처리는 초장이 짧고 잎이 작아 생육이 부진하였음. 배지간에는 coir 배지의 초장이 길고 잎 크기도 커 LC 배지보다 생육이 촉진되는 경향을 보였음. 과실특성은 50-50과 70-70 처리가 과장과 과경이 길고 굵었고, 과중도 높았음. 50-45 처리는 과실크기와 과중이 가장 적고 낮았음. 배지간에는 coir 배지의 과실이 크고 굵었으며 과중도 증가하는 경향이었음. 과육두께와 심실수는 차이가 없었음. 상품과수는 50-50과 70-70 처리가 높았고, 50-45 처리가 가장 낮았음. 상품과수는 coir에서는 50-45 처리가 15.8개로 많았고, 50-50과 70-70 처리가 적었음. LC 배지에서는 50-50 처리의 상품과수가 16.8개로 많았고, 100-100 처리가 가장 적었음. 비상품과는 소과와 배꼽썩음과가 주로 발생하였는데, 50-45 처리가 가장 많았고 50-50과 70-70 처리는 발생이 적은

경향이었음. 배지간에는 LC 배지에서 소과와 배꼽씩음과 발생이 많았음. 수량은 coir 배지에서
는 처리간의 차이가 없었지만, LC 배지에서는 100-100 처리가 가장 낮았고 50-50 처리와
50-45 처리가 증가하는 경향이었음. 배지간에는 차이가 없었음.

30. 신개발 phenolic foam sheet type배지의 수분 함수량 변화 추이와 무게 변화 측정을 통한 관수기준 설정 및 신개발 배지의 특성 파악

가. 연구목적

- (1) 신개발 공정묘의 상업적 생산을 위한 암면대체 파종용 phenolic foam sheet배지 선발
- (2) Phenolic foam sheet type배지 수분함수량과 무게 변화측정을 통하여 적정 수분 공급시기 설정

나. 재료 및 방법

(1) 실험 재료:

- (가) Grodan rockwool (sheet type) (Grodan Co. Ltd., Denmark).
- (나) Phenolic foam LC (sheet type) (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).
- (다) Phenolic foam LC-lite (sheet type) (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

(2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 온실

(3) 실험일정: 2012년 6월 18일~7월 5일(18일간)

(4) 실험처리: 3처리 × 3반복 “완전임의 배치”

(5) 조사 방법

- (가) 배지 수분함수량 변화: WCM(water content meter, Model: WGM-H, Grodan Co. Ltd., Denmark)을 이용하여 4시간 간격 10일간 측정 → 관수기준 설정
- (나) 배지의 무게: 전자저울을 이용하여 4-8시간 간격으로 18일간 완전건조 시점까지 측정

다. 결과 및 고찰

대조구로 사용한 sheet type 암면(이하 RW)배지와 2종류의 sheet type 페놀폼 배지로서 phenolic foam LC(이하 PF LC)와 phenolic foam LC-lite(이하 PF LC-lite)의 총 3종의 배지를 이용하여 실험을 진행함. 배지를 완전 포수 시킨 다음 날인 2012년 6월 19일 모든 배지 내 수분함량(water contents)은 100%였음(그림 1-25). 최초 10일간은 4시간 간격으로 측정 하였으며, 11일째부터는 8시간 간격으로 측정하였음. 측정 이틀째 PF LC와 PF LC-lite배지는 70%로 유사한 수분 함수량이 나타났으며, 대조구인 RW(G)배지는 61%로 가장 낮은 수분 함수량이 나타내었음. 새벽에 측정 하였을 때 온실 내 상대습도가 높아져서 배지 내 함수량이 증가되는 것을 관찰 할 수 있었음. 비 오는 날 온실 내 상대습도가 높아지면서 배지 내 수분 함수량이 증가하는 것을 관찰 할 수 있었음(그림 1-25). 배지 수분 함수량은 PF LC-lite배지가 지속적으로 가장 높은 수분 함수량을 보유하였으며, PF LC와, RW배지 순으로 낮은 값을 나타냄. 배지 무게 역시 PF LC-lite가 가장 무거웠으며, 다음으로 RW배지와 PF LC배지 순서로 무거웠음(그림 1-26). PF LC배지가 PF LC-lite와 RW배지 보다 무게가 가벼웠음. 무게 측정 4일째 PF LC배지가 LC-lite sheet type배지 보다 낮은 값을 나타냈음. 배지가 완전 건조 될 때 까지 약 18일 정도 소요됨(그림 1-26). 배지 무게 변화는 측정 3일째 가장 무거웠던 LC sheet type배지 무게가 LC-lite sheet type배지 무게보다 낮아졌음. 측정 4일째에 RW배지 보다 PF LC배지가 더 가벼워지는 경향을 나타냄. 마지막 측정 시 까지 PF LC-lite배지가 가장 무거웠고 RW와 PF LC배지 순으로 낮은 무게를 나타냈음. RW배지는 배지의 산소공급과 배수를 용이하게 하고 묘를 쉽게 분리 할 수 있도록 바닥 하부에 홈을 만들어 배지 수분 함수량과 배지무게가 다

소 낮게 측정된 것으로 판단됨(사진 1-53). PF LC-lite는 배지 바닥 하부에 흠을 만들지 않았기 때문에 배지의 수분 함유량과 무게가 높게 유지 된 것으로 판단됨. Sheet type배지를 이용하여 식물 재배 시, PF LC배지는 수분 함유량이 약 55% 이하 일 때, PF LC-lite배지는 수분 함유량이 약 40%일 때 수분 공급을 해야 한다고 판단됨. 이러한 이유는 sheet type배지 상부의 증발속도와 하부의 증발속도가 달라 수분함수량의 차이가 나고 PF LC-lite배지보다 PF LC배지의 수분보유력이 다소 낮아 이를 보완하기 위해 양수분 공급기준을 위와 같이 설정함.

라. 요약

본 실험에서 3가지 sheet type배지에서의 수분함수량 변화와 배지의 무게 측정을 통하여 적정 수분 공급시기 설정을 위해 실험을 진행한 결과, PF LC-lite배지 수분함수량과 무게 변화가 PF LC와 RW배지보다 급격한 변화 없이 안정적으로 유지되는 것을 알 수 있었음. Sheet type 배지를 완전 건조까지 18일 정도가 소요됨. PF LC, PF LC-lite배지 하부 바닥에 흠 여부에 따른 수분함수량, 무게 변화에 차이가 나타남으로 재배 실험 시 RW(G) 배지와 동일하게 배지 하부에 흠을 만들어 동일한 조건에서의 실험이 필요함.

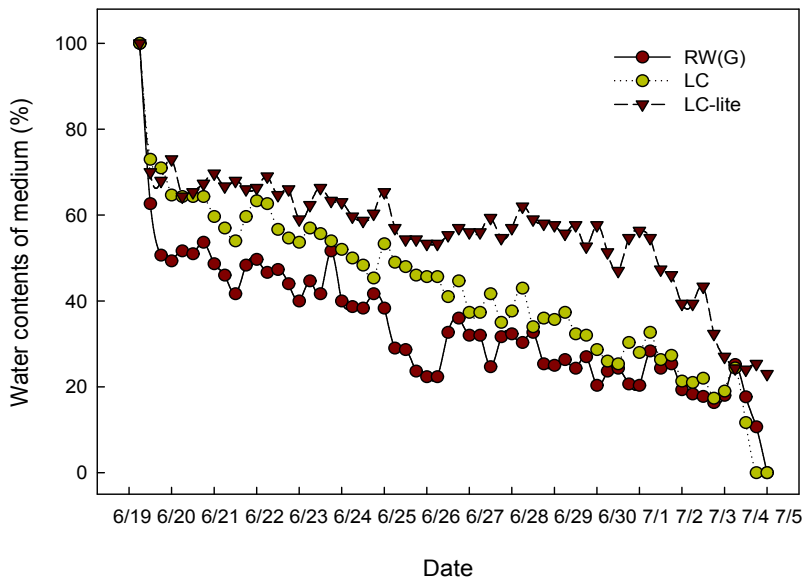


그림 1-25. 신개발 phenolic foam sheet type배지의 종류에 따른 수분함수량 변화. RW(G), rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

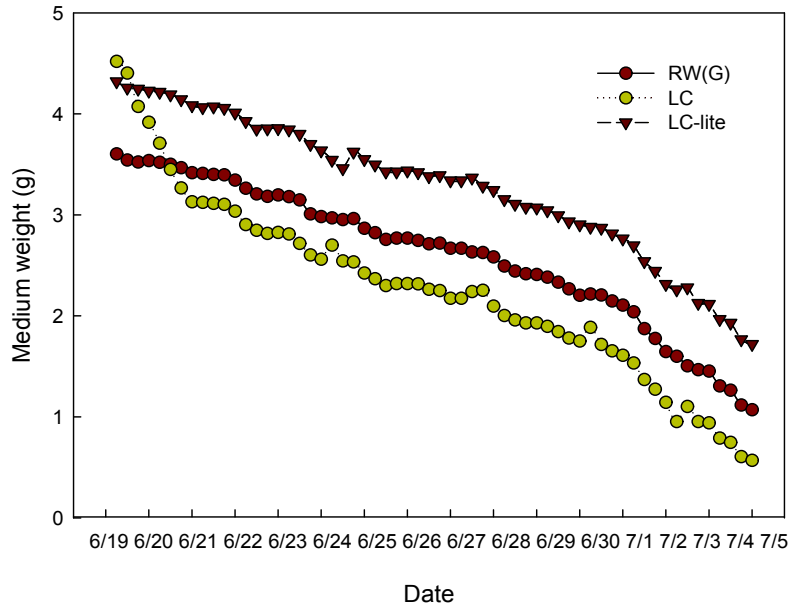


그림 1-26. 신개발 phenolic foam sheet type배지의 종류에 따른 무게 변화. RW(G), rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

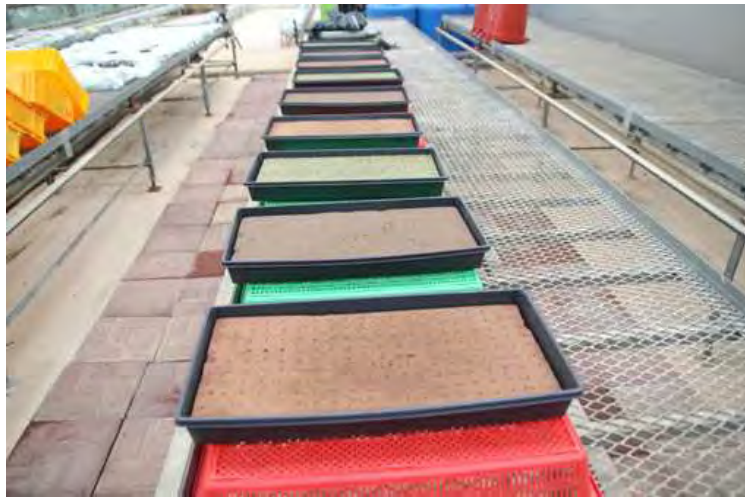


사진 1-53. Sheet type배지 종류에 수분 흡수량 변화 추이와 무게 변화 측정실험 광경.

31. 신개발 phenolic foam sheet 배지를 이용한 토마토의 발아와 육묘

가. 연구목적

- (1) 토마토 육묘 재배 시 사용하고 있는 암면배지를 대체하기 위한 신개발 phenolic foam sheet type배지를 이용한 식물재배 가능성 구명
- (2) 선발된 2종의 신개발배지 phenolic foam LC와 LC-lite의 sheet type배지의 과종용 배지로서 사용가능성 구명

나. 재료 및 방법

- (1) 실험 재료: *Lycopersicon esculentum* Mill. 'Rafito'(Monsanto Seed Co. Ltd., U.S.A)
- (2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 온실
- (3) 실험일정 : 2012년 7월 9일~30일(22일간)
- (4) 실험처리:
 - (가) 처리: 3처리 × 3반복 × 150개체 = 1,350립
 - (나) Sheet 배지종류:
 - ① Grodan rockwool (sheet type) (Grodan Co. Ltd., Denmark).
 - ② Phenolic foam LC (sheet type) (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)
 - ③ Phenolic foam LC-lite (sheet type) (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)

(5) 조사 방법

- (가) 배지의 화학성: 배지의 pH, EC 변화측정(재배 전, 후)
- (나) 조사항목: 초장, 하배축과 상배축 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 엽폭, 엽장, 지상부 생체중과 건물중, 엽록소 등

다. 결과 및 고찰

발아율은 PF LC-lite배지에서 91.8%로 암면배지 RW배지보다 높게 나타남. 평균 발아소요일수는 모두 15.9일내에 완료됨. 50% 발아소요일수는 모든 처리구에서 약 5~6일 정도로 유사한 값을 나타냄. 50% 발아소요일수는 PF LC-lite배지에서 5.0로 가장 빨랐고 RW배지는 5.1이 걸렸고, PF LC배지는 다른 처리구보다 6.4일로 다른 배지 보다 1일 정도 더 길었음. 발아율 항목에서 신개발배지인 PF LC-lite배지에서 우수한 결과를 보여 관행적으로 널리 사용되고 있는 암면배지를 대체할 수 있는 가능성을 보임(표 1-93). 과종 후 23일째 토마토 묘의 생육조사를 실시한 결과, 초장은 RW배지가 15.1cm로 유의성 있게 가장 길었으며, PF LC, PF LC-lite배지에서 6.7cm, 6.6cm의 길이로 각각 측정됨. 상배축은 RW배지가 7.8cm로 가장 길었으며, PF LC, PF LC-lite배지 순으로 각각 2.9cm와 2.7cm순의 결과를 나타냄. 이러한 결과로 RW배지에서의 토마토 묘는 다소 도장된 것으로 판단됨. 하배축은 RW배지에서 7.3cm로 유의적으로 길었음. 줄기의 직경을 나타내는 경경 역시 RW배지에서 1.9mm로 두꺼웠으며, 다음으로 PF LC-lite배지가 1.2mm, PF LC배지가 1.1mm로 가장 얇았음. 엽수 또한 RW배지에서 1매가 더 많은 결과를 나타냄(표 1-94). 엽폭, 엽장, 엽면적, 지상부 생체중과 건물중은 RW배지에서 타 처리구에 비해 가장 높은 값이 측정되었음(표 1-94). 전반적으로 PF LC, PF LC-lite배지는 균일하게 생육 하였으며, 암면 배지에서는 도장(상배축과 하배축이 길게 뻗어 자람)현상이 일어나는 것을 관찰 할 수 있었음(사진 1-54, 1-55).

라. 요약

신개발 배지인 PF LC-lite배지의 발아율은 우수하였으나, 재배에 있어서 sheet type 암면배지인 RW(G)배지보다 PF LC, PF LC-lite 배지는 다소 저조한 생육결과를 보였음. RW(G)에서 생육은 우수 하였으나 도장이 일어나는 문제점이 발견되었음. 이러한 문제점을 해결하기 위해 sheet type배지에 양액의 적정 공급 시간, 횟수를 설정을 위한 재배 실험을 진행함.



사진 1-54. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 'Rafito' 품종의 파종 후 23일 쯤의 생육. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).



사진 1-55. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 'Rafito' 품종의 파종 후 23일 쯤의 생육. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-93. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 'Rafito' 품종의 발아율.

Medium ^z	Germination (%)	MGT ^x (days)	MDG ^w	T ₅₀ ^v (days)
RW (G)	89.2 a ^y	15.9 a	11.2 a	5.1 b
LC	87.5 a	15.9 a	10.9 a	6.4 a
LC-lite	91.8 a	15.9 a	11.5 a	5.0 b

^zRW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC; and LC-lite, phenolic foam LC-lite.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

^xMean germination time.

^wMean daily germination.

^vDays to 50% germination.

표 1-94. Sheet type배지 종류에 따른 과종 후 23일 째 토마토 'Rafito' 품종의 생육.

Medium ^z	Plant height (cm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves
RW (G)	15.1 a ^y	7.8 a	7.3 a	1.9 a	3 a
LC	6.7 b	2.9 b	3.8 b	1.1 c	2 b
LC-lite	6.6 b	2.7 b	3.9 b	1.2 b	2 b

^zRW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC; and LC-lite, phenolic foam LC-lite.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-95. Sheet type배지 종류에 따른 과종 후 23일 째 토마토 'Rafito' 품종의 생육.

Medium ^z	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf area (cm ² /plant)	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)
RW (G)	1.69 a ^y	5.1 a	10.25 a	0.44 a	0.03 a
LC	0.94 b	2.5 b	2.70 b	0.11 b	0.01 b
LC-lite	0.82 c	2.3 c	2.48 b	0.10 b	0.01 b

^zRW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC; and LC-lite, phenolic foam LC-lite.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

32. 신개발 phenolic foam sheet 배지를 이용한 토마토의 발아와 육묘 실험 (추가실험)

가. 연구목적

- (1) '31. 신개발 phenolic foam sheet 배지를 이용한 토마토의 발아와 육묘 실험'결과에 대한 추가실험
- (2) 토마토 육묘를 위해 선발된 신개발 phenolic foam sheet 배지의 양액 공급 시간, 횟수 설정

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료: *Lycopersicon esculentum* Mill. 'Rafito'(Monsanto Seed Co. Ltd., U.S.A)

(2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 온실

(3) 실험일정 : 2012년 10월 6일~29일(24일간)

(4) 실험처리:

(가) 처리: 3처리 × 3반복 × 150개체 = 1,350립

(나) Sheet type 배지

① Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark).

② Phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)

③ Phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)

(다) 양액조성: Sonneveld 토마토 조성 양액

(라) 공급 pH와 EC: 6.0, 3.5dS·m⁻¹

(5) 조사 방법

(가) 전자저울의 무게변화를 이용하여 각 배지별 관수 → 무게변화의 측정에 따른 관수기준 설정

(나) 배지의 화학성: 배지의 pH, EC 변화측정(매일)

(다) 조사항목: 발아율, 초장, 하배축과 상배축 길이, 엽수, 경경, 엽면적, 엽폭, 엽장, 지상부 생체중과 건물중, 엽록소 등

다. 결과 및 고찰

발아율은 PF LC-lite배지에서 85.7%로 유의적으로 높은 값을 나타냈으며, RW, PF LC 배지에서 각각 80.7%, 79.2% 순서의 발아율을 나타냄(표 1-96). 평균발아 일수는 PF LC-lite배지에서 0.5일로 가장 빨랐음. 평균발아속도는 모든 처리구에서 7~8일 정도 걸렸으며, 그중 PF LC배지에서 7.7일로 가장 빨랐음. 50% 발아소요일수는 모든 처리구에서 3일로 유의차가 나타나지 않았음(표 1-96). 전체적인 토마토 종자의 발아에 있어서는 신개발 배지인 PF LC, PF LC-lite배지에서 우수한 결과가 나타남. 파종 후 23일째 sheet type 배지에서 토마토를 육묘한 결과 RW 배지에서 초장, 상배축, 하배축, 경경, 엽수, 엽면적, 지상부 생체중과 지상부 건물중이 각각 13.1cm, 6.7cm, 6.4cm, 1.7mm, 3.2, 10.0cm², 5.5g, 1.13g의 값으로 모든 항목에서 유의성 있게 가장 우수한 생육을 보임(표 1-97와 표 1-98). 신개발 배지 PF LC와 PF LC-lite의 생육은 암면보다 월등히 우수하지는 않았지만 근접한 생육결과를 나타냄. 파종 후 24일 동안 재배한 sheet type배지의 종류별 뿌리의 생육상태를 관찰해 본 결과 PF LC-lite배지에서 다른 처리구보다 근근(root zone)이 많이 발달된 것을 관찰할 수 있었음(사진 1-59). 그림 1-28은 종류별 배지의 무게변화를 측정한 결과임. 동일한 양 1,500mL을 저면관수 후 포수된 배지에 무게는

RW(G), PF LC-lite배지에서 유사한 양인 4g 그리고 PF LC배지에서 2.5g이 측정됨. PF LC배지 무게가 절반 이하로 감소하는데 5일이 소요됨. 5일째에 LC배지에 관수를 해주었음. RW, PF LC-lite는 배지 무게가 2.2g으로 감소하였을 때 관수를 하였음. 그림 1-29는 배지 종류별 배액량의 변화를 측정한 결과임. RW, PF LC-lite 배지가 6일째에 약 30% 정도에 배액량을 배출한 것에 비해, PF LC배지는 5일째에 40% 배액량을 보여 PF LC 배지가 PF LC-lite와 RW 배지에 비해 10%이상 높은 배수율을 보였음. 같은 양의 양액을 관주 하였을 때, 다른 배지에 비해 PF LC배지에서의 수분 보유력이 적어 배지가 빨리 건조 되므로, 관수 횟수를 늘려 주어야 할 것으로 판단됨.

라. 요약

신개발 배지인 PF LC-lite배지의 발아율이 암면배지에 비해 우수하였음. 육묘에 있어 sheet type 암면배지에서 재배된 토마토 묘에서 생육속도는 빨랐으나 신개발 배지의 생육 또한 암면배지와 근접한 생육결과를 나타냄. PF LC, PF LC-lite배지의 특성에 적합한 관수 시간과 관수 횟수 기준을 설정하면 경제적이면서 효율적인 토마토 육묘를 위해 phenolic foam배지를 사용할 수 있을 것으로 판단됨.



사진 1-56. Sheet type배지 종류에 토마토 'Rafito'품종의 육묘실험 광경.

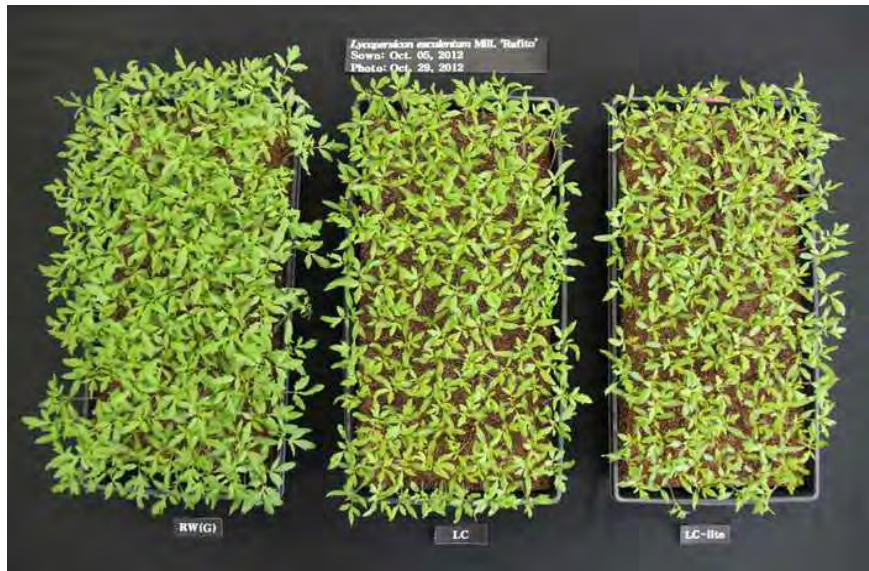


사진 1-57. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 'Rafito' 품종의 파종 후 24일 쯤의 생육. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).



사진 1-58. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 'Rafito' 품종의 파종 후 24일 쯤의 개별 생육. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).



사진 1-59. 과종 후 24일 동안 재배한 sheet type매지의 종류별 뿌리의 생육상태. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

표 1-96. Sheet type배지 종류에 따른 토마토 'Rafito'의 발아율.

Medium ^z	Germination (%)	MGT ^x (days)	MDG ^w	T ₅₀ ^v (days)
RW (G)	80.7 b ^y	3.0 a	8.4 a	3.0 a
LC	79.2 c	1.2 b	7.7 b	3.4 a
LC-lite	85.7 a	0.5 c	8.5 a	3.3 a

^zRW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC; and LC-lite, phenolic foam LC-lite.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

^xMean germination time.

^wMean daily germination..

^vDays to 50% germination.

표 1-97. Sheet type배지 종류에 따른 파종 후 23일째 토마토 'Rafito'의 생육.

Medium ^z	Plant height (cm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Chlorophyll (SPAD)
RW (G)	13.1 a ^y	6.7 a	6.4 a	1.7 a	3.2 a	3 a
LC	9.1 a	4.2 b	4.9 b	1.5 b	3.3 a	2 b
LC-lite	8.4 c	3.9 b	4.5 c	1.3 c	5.2 a	2 c

^zRW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC; and LC-lite, phenolic foam LC-lite.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-98. Sheet type배지종류에 따른 파종 후 23일째 토마토 'Rafito'의 생육.

Medium ^z	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf area (cm ² /plant)	Shoot F.W. (g)	Shoot D.W. (g)
RW (G)	3.7 a ^y	4.1 a	10.0 a	5.5 a	1.13 b
LC	2.8 b	3.1 b	5.7 b	5.1 a	1.28 a
LC-lite	2.3 c	2.8 b	5.3 b	4.6 a	1.34 a

^zRW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); LC, phenolic foam LC; and LC-lite, phenolic foam LC-lite.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

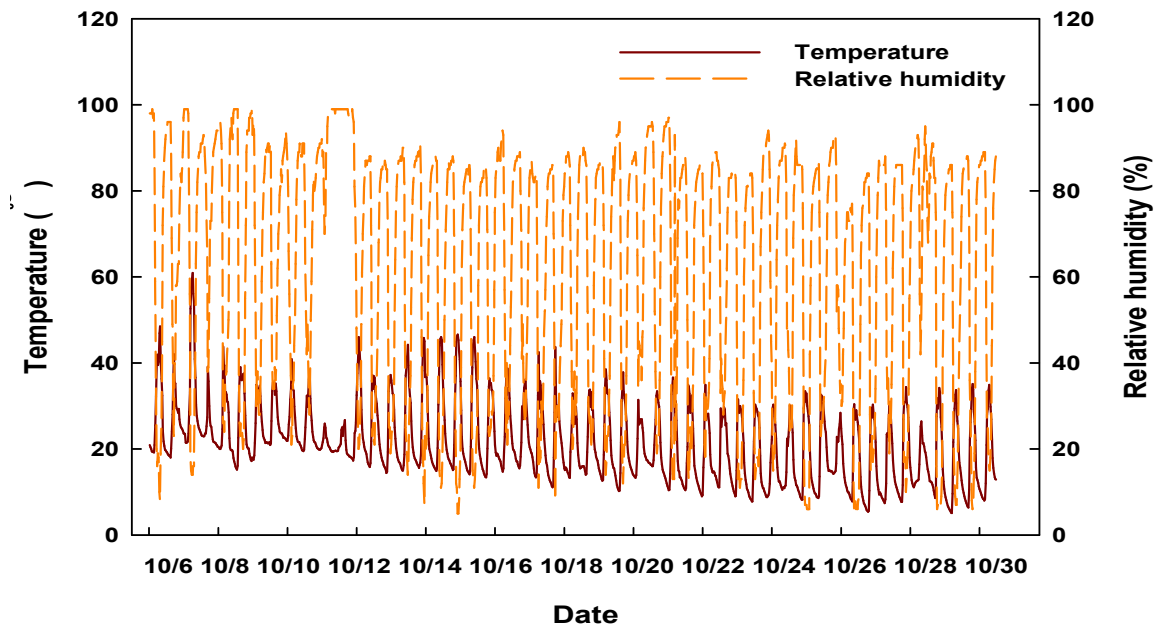


그림 1-27. Sheet type배지를 이용하여 토마토 육묘실험을 진행한 온실 내부 온도와 상대습도 변화(2012년 10월 6일~29일).

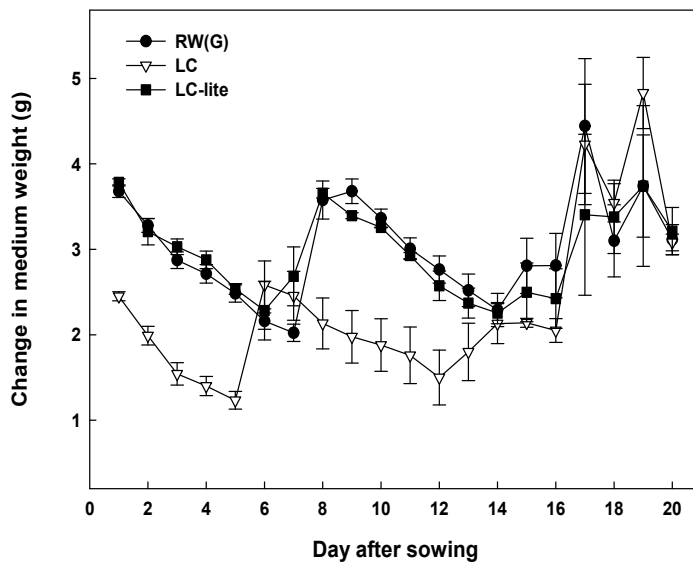


그림 1-28. Sheet type배지 따른 배지 무게 변화. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

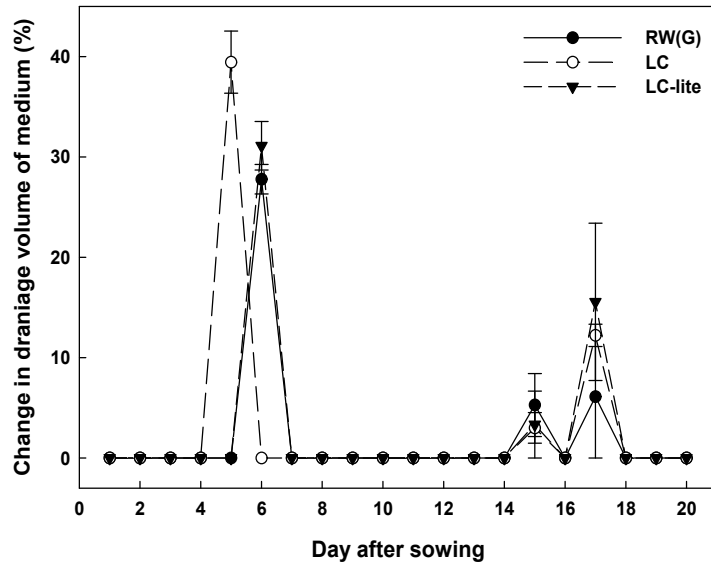


그림 1-29. Sheet type배지종류에 따른 배액량의 변화. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

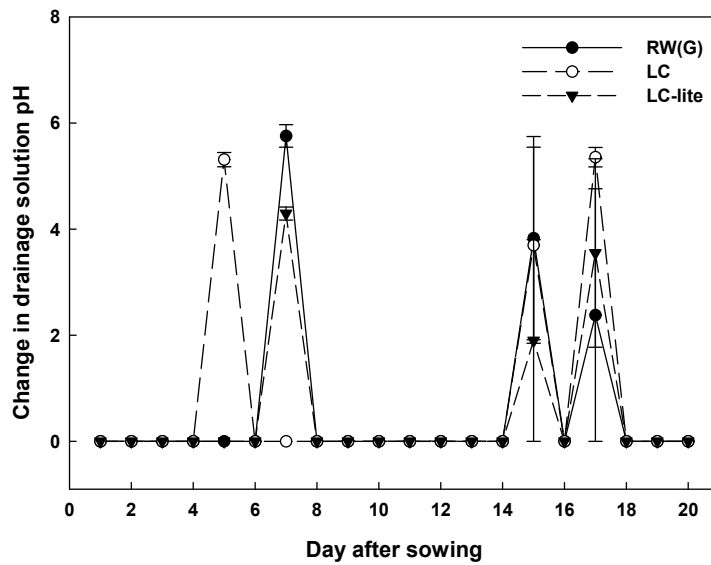


그림 1-30. Sheet type배지종류에 따른 pH의 변화. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

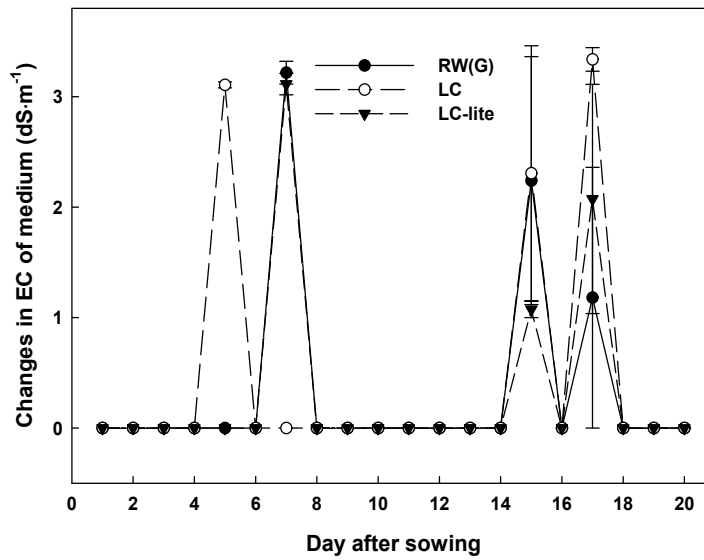


그림 1-31. Sheet type배지종류에 따른 EC의 변화. RW(G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); LC, phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

33. 신개발 phenolic foam 슬래브형 배지의 수분분포 변화

가. 연구목적

- (1) 신개발 슬래브형 배지의 종류에 따른 수분 분포를 확인하여 근권의 양·수분 확산형태를 예측하고, 배지의 물리적 특성 구명
- (2) 신개발 슬래브 배지의 위치별 화학성(pH와 EC) 변화 측정

나. 재료 및 방법

(1) 실험 재료(slab type)

- (가) Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark).
- (나) UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea).
- (다) Phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)
- (라) Phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)

(2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 온실

(3) 실험일정: 2012년 9월 20일~26일(7일간)

(4) 실험처리

- (가) 처리: 4처리 × 3반복
- (나) 양액조성: 온실 다용도 액비
- (다) 공급 pH와 EC: 6.5, 3.5dS·m⁻¹,

(5) 조사 방법

- (가) 염색용액(Thymol blue, Sigma Aldrich Co. Ltd., USA)을 1개의 슬래브 다섯 지점에 30mL 씩 총 150mL의 양액을 3일간 매일 3회(09:00, 13:00, 17:00) 처리함
- (나) 3일 후 흐름과 분포 관찰

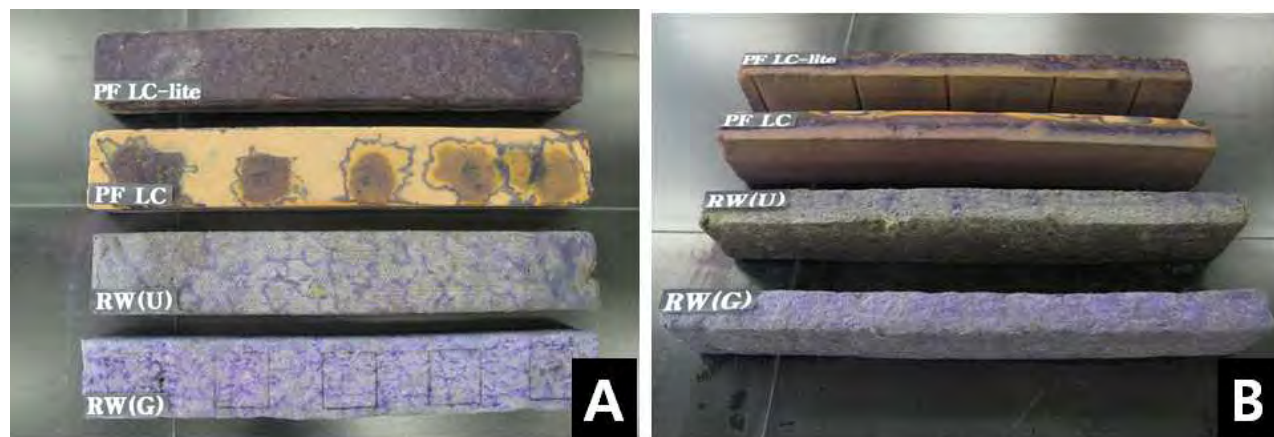


사진 1-60. 4종의 슬래브 배지에서의 양액의 확산 형태. 위에서 아래로 PF LC-lite, PF LC, RW(U), RW(G) 순서 임. Phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea), Phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); and Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland).

다. 결과 및 고찰

사진 1-60은 슬래브 종류에 따른 양액의 분포(확산형태)와 흐름을 나타낸 것으로 'A'와 'B'는 1개의 슬래브 다섯 지점에 30mL씩 총 150mL씩을 매일 3회씩 3일간 thymol blue로 염색된 양액을 관주한 슬래브를 나타낸 사진임. RW(U), RW(G)는 균일하게 양액이 확산된 것을 관찰할 수 있었으나 PF LC 배지는 다른 처리구와 비교하였을 때, 배지에 상부에서 수평 확산이 거의 없이 중력에 의한 하부로의 배수만 주로 일어난 것을 관찰할 수 있었음. PF LC-lite배지는 상부에서는 균일하게 양액이 번졌지만, 암면 배지 RW(U), RW(G)와 비교하였을 때 배지 하부로 갈수록 균일도가 떨어졌음(사진 1-60A 참조). 슬래브 종류에 따른 EC변화는 RW(U)배지의 윗부분의 EC는 2.0값을 유지하였고, 아랫부분에서는 EC값이 $1.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 범위를 유지함(그림 1-32A 참조). RW(G)에서는 배지의 윗부분의 EC는 $2.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 값을 유지하였고, 아랫부분에서는 $1.8\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 의 값을 지속적으로 유지하였음(그림 1-32B 참조). 암면배지는 제조회사에 따라 다소 차이가 있었으나 PF배지에 비해 배지의 상부와 하부의 EC값 차이가 $0.2\sim 0.3\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 정도로 차이를 나타냄을 알 수 있었음(그림 1-32C, D 참조). PF LC-lite배지는 상하에서는 EC $2.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 정도의 값을 유지하였고(그림 1-32C 참조), PF LC배지는 배지 윗부분에서는 EC $2.0\sim 2.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 의 값으로 상부와 하부의 값이 차이를 나타내며 변화하였음(그림 1-32D 참조). 배지 아랫부분에서는 $1.5\sim 2.2\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 값으로 변화추이를 나타냄. 다른 배지들과 비교하였을 때, PF LC배지에서 배지 윗부분, 아랫부분에서 EC의 차이를 관찰할 수 있었음. 슬래브 종류에 따른 pH의 변화는 암면배지 RW(U), RW(G)에서는 pH의 변화가 크게 나타나지 않았으며 수평으로 잘랐을 때의 슬래브 윗부분, 아랫부분에서는 pH 6.5~7.0의 범위의 값을 나타냄(그림 1-33A, B 참조). PF LC-lite에서는 아랫부분과 윗부분의 pH변화가 유사했는데 전 구역에서 pH 5.5의 범위를 유지하였음. 이러한 결과로 PF LC-lite배지는 상부와 하부의 pH가 균일함을 알 수 있음(그림 1-33C 참조). PF LC배지에서 윗부분, 아랫부분은 pH 5.5~5.8의 범위로 변화하였음(그림 1-33D 참조). 전체적으로 배지의 상하의 위치에 따른 pH변화를 비교하였을 때, EC변화 보다 큰 차이가 없었지만, 암면배지는 평균적으로 pH 6의 범위에 있었고, PF 배지는 pH 5의 범위를 나타냄.

라. 요약

RW(U), RW(G)배지에서 측면 확산이 가장 우수했으며, PF LC-lite배지가 그 뒤를 이었음. 상부와 하부에서의 번짐 또한 암면배지가 우수한 경향을 나타냄. PF LC배지는 다른 배지와 동일한 양을 관주하였을 때 슬래브 배지의 상부가 급속히 건조 되는 것을 알 수 있었음. 슬래브 종류에 따른 EC의 변화는 LC-lite배지에서 아랫부분과 윗부분의 EC가 유사하여 전 구역에서 EC $2.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 의 범위로 변화하여 다른 배지 보다 균일하였음. 슬래브 종류에 따른 pH 변화는 배지 내 상하부의 위치에 따른 pH를 비교하였을 때, EC변화 보다 큰 차이가 없었지만, 암면배지는 평균적으로 pH 6의 범위에 있었고, PF배지는 pH 5의 범위를 나타냄.

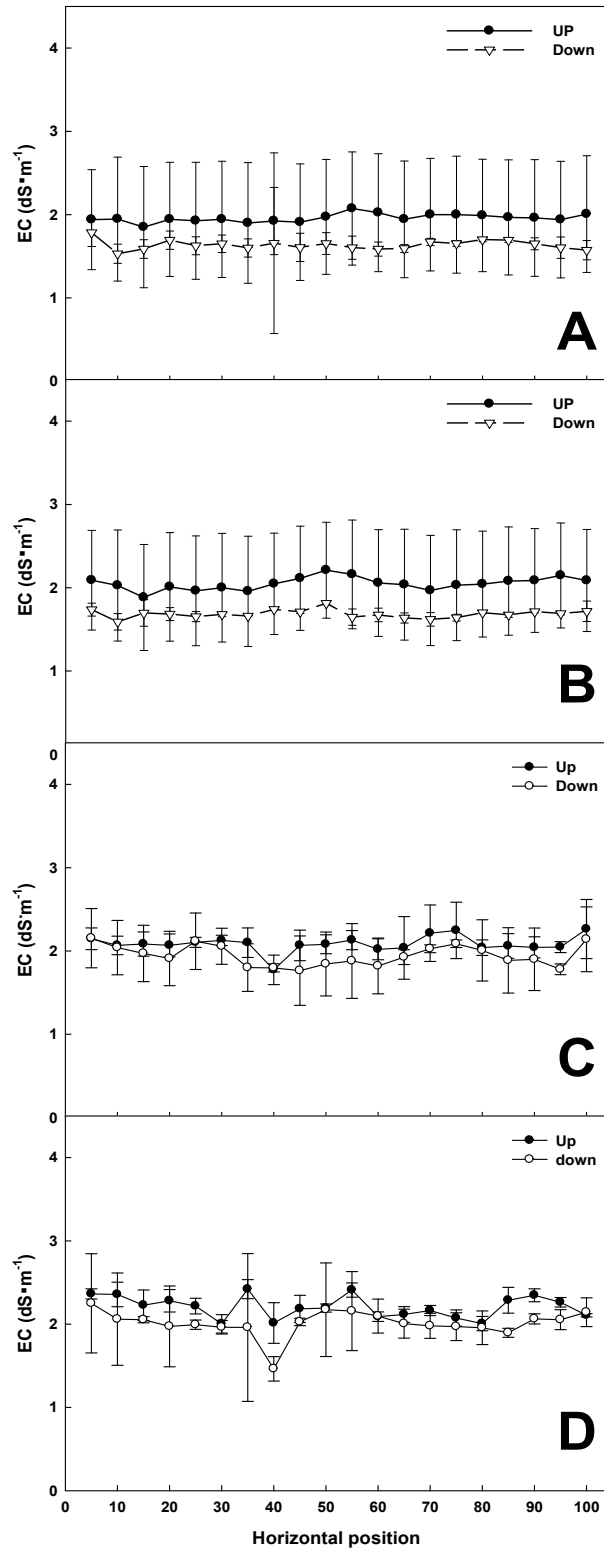


그림 1-32. 슬래브 종류에 따른 EC 변화(Up, 수평으로 잘랐을 때의 슬래브 윗부분; Down, 수평으로 잘랐을 때의 슬래브 아랫부분). A, UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); B, Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); C, Phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and D, Phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

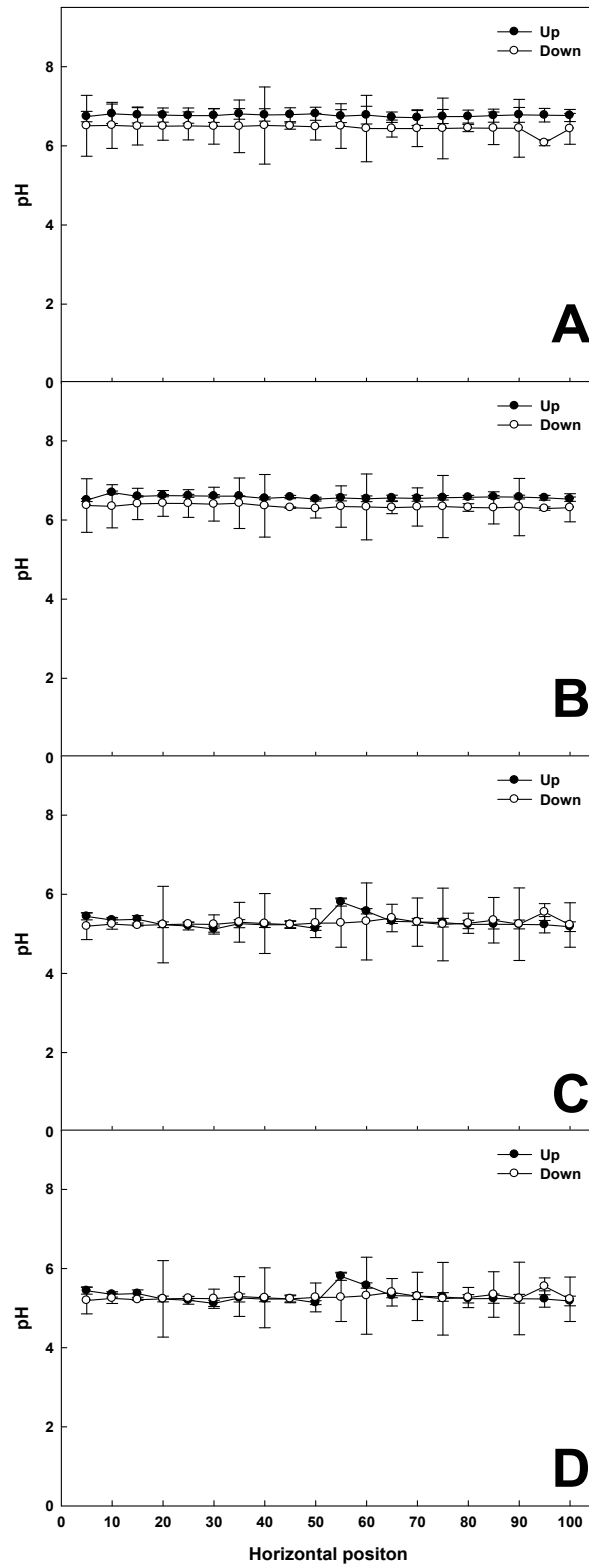


그림 1-33. 슬래브 종류에 따른 pH 변화(Up, 수평으로 잘랐을 때의 슬래브 윗부분; Down, 수평으로 잘랐을 때의 슬래브 아랫부분). A, UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); B, Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Netherland); C, Phenolic foam LC-lite (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea); and D, Phenolic foam LC (Smithers-Oasis Co. Ltd., Korea).

34. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 온실 내 환경변화 측정을 통한 온도저감 효과 구명

가. 연구목적

광선택적 차광제 GreenShade 처리를 통한 고온기(6, 7, 8월) 온실 내부의 광도, 온실내부 공기 온도, 지온, 광과장 측정을 통한 온실 내 환경변화와 온도저감 효과 구명

나. 재료 및 방법

- (1) 실험 재료: 광선택적 차광제 GreenShade No. 2, 3, 4(Daesung C&S Co. Ltd., Korea)
- (2) 실험 장소: 2곳(GMO온실과 33동 온실)의 양지붕형 유리온실(경상대학교 부속농장 내 위치)
- (3) 측정 장비: 광도(Model: TESTO-545), 광과장(Spectroradiometer ILT900)
- (4) 조사 내용: 광도, 광과장, 유리온도, 지온 등
- (5) 실험일자(총 5회에 걸쳐 2곳의 온실에서 측정)
 - (가) 2012 06. 13(수) 12시 30분~2시 30분
 - (나) 2012 06. 27(수) 12시 30분~2시 30분
 - (다) 2012 07. 11(수) 12시 30분~2시 30분
 - (라) 2012 08. 08(수) 12시 30분~2시 30분
 - (마) 2012 08. 22(수) 12시 30분~2시 30분

다. 결과 및 고찰

<GMO 온실에서 측정된 차광제 처리를 통한 환경측정 결과>

6월 13일 GMO온실 내부의 환경변화를 측정한 결과 광선택적 차광제 No. 4로 처리한 유리온실 지붕에서 광도가 $295.1\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 가장 낮게 나타났음. 광선택적 차광제 No. 2로 처리한 유리온실 지붕에서 광도는 $499.7\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 가장 높게 나타났음. 번호가 높을수록 고농도의 차광제임을 알 수 있음. 차광제 처리에 따른 온실 지붕 유리온도는 유의적으로 큰 차이가 나타나지 않았음. 온실 내 지온을 측정한 결과 광선택적 차광제 No. 2 처리구에서 31.1°C 로 가장 높은 온도 나타냄(표 1-99). 6월 27일 실험장소인 경상대학교 GMO온실이 위치한 진주시 가좌동 기상청에서 측정한 평균기온은 20.4°C , 최고기온은 21.6°C 를 나타냄(그림 1-34). GMO온실 내 광도, 유리온도, 지온을 측정 해본 결과 차광제 처리에 따른 유의차가 나타나지 않았음(표 1-99). 이러한 이유는 6월 27일 평균운량 즉 구름이 다소 많은 날로 인해 투과광도, 유리온도, 지온 등에 있어 유의적인 차이를 나타내지 않은 것으로 판단됨. 7월 11일 평균온도는 24.3°C , 최고온도 26.0°C , 일 강수량 70mm(그림 1-35)를 나타난 7월 11일에 차광제 처리에 따른 유리온실 내 광도를 측정해본 결과 역시 강수로 인해 유의적인 차는 나타나지 않았지만 No. 2, 4에서는 각각 $32.3, 33.4\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 값의 다소 높은 수치를 보였으나 No. 3를 도포한 유리온실에서 광도는 No. 2, 4보다 낮은 $29.4\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 값을 나타내었음. 처리에 따른 유리온도와 지온 역시 유의적인 차이가 없었음(표 1-99). 그림 1-36에서 보는바와 같이 2012년 8월 8일 날 평균기온은 26.4°C , 최고온도 33.0°C 를 나타냈으며 광선택적 차광제 No. 2의 도포 처리구에서 광도, 유리온도, 지온에서 각각 $889.34\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 32.6°C , 34.6°C 로 다른 처리구보다 높은 값을 나타냈음. No. 2 차광제 처리구는 타 처리구에 비해 농도가 낮은 이유로 투과율이 높지만 이에

따라 유리온도와 지온 또한 함께 상승시키는 효과를 보임. 차광제 No. 4를 도포한 유리에서 광도가 $735.5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광도로 측정되었으며 No. 2 처리구에 비해 유리온도와 지온은 유의적으로 하강시키는 효과를 나타냄. 그림 1-36에서 보는 바와 같이 2012년 8월 22일 평균기온 24.3°C , 최고온도 27.9°C , 일 강수량 60.5mm 를 나타냈으며 광선택적 차광제 No. 3로 처리한 처리구에서 $322.2\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 낮은 값을 나타냈음. 유리온도, 지온은 처리구별 유의적인 차이가 없었음. 그림 1-37, 1-39, 1-41, 1-43, 1-45은 모두 GMO온실에서 약 2주 간격으로 맑은 날과 흐린 날 광과장을 측정 한 결과임. 전체적으로 자외선(UV: Ultra-violet) 영역인에서 $300\sim 400\text{nm}$ 에서 차광제를 도포하지 않은 대조구에서 유리에서 투과율이 높았음. 무처리구인 대조구에서 자외선, PAR 및 적외선 영역의 투과가 가장 높았으며, 차광제 No. 2, 3, 4를 도포한 모든 처리구에서는 차광률이 높았음. 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)영역인 $400\sim 700\text{nm}$ 에서는 No. 2와 No. 3으로 도포 한 처리구에서 대조구와 유사한 광투과율을 보여 광합성에 효율적인 광원의 투과율이 높게 나타남을 입증하였음. 근적외선(NIR: Near Infrared) 영역인 $800\sim 2,500\text{nm}$ 까지의 영역에서는 광선택적 차광제를 도포한 유리에서 효율적으로 열선인 적외선영역의 투과율을 낮추어줌.

<33동 온실에서 측정된 차광제 처리를 통한 환경측정 결과>

33동 온실 내 광도, 유리온도, 지온을 측정 해본 결과 6월 13일 차광제 No. 4로 처리 하였을 때 광도가 $295.1\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 으로 유의성 있게 가장 낮은 값이 나타냄. 유리온도, 지온에서는 차광제 처리에 따른 유의차가 나타나지 않았음(표 1-100). 6월 27일 측정된 광도 역시 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 차광제 No. 2를 처리 하였을 때 광도가 $85.3\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 가장 높은 값을 나타내었음. 7월 11일 차광제 처리에 따른 유리 온실 내 광도를 측정해 본 차광제 No. 2와 No. 4를 도포한 유리에서는 각각 32.3 과 $33.4\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 값을 나타내었음. No. 3를 도포한 유리에서 $29.4\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 다른 처리구보다 차광률이 높았음. 유리온도, 지온은 유의적인 차가 없었음. 8월 8일 광도는 No. 3 처리구에서 $672.8\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 가장 낮은 광도를 나타내어 3가지 차광제중에 가장 농도가 높은 처리구임을 알 수 있었음. 또한 유리온도와 지온 역시 농도가 가장 낮은 차광제인 No. 2에서 도포한 처리구에서 유의적으로 높은 값을 나타냄. 8월 22일 광선택적 차광제 No. 3로 처리한 처리구에서 $332.2\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 낮은 값을 나타냈음. 유리온도와 지온 역시 유의적인 차이가 없었음(표 1-100). 그림 1-38, 1-40, 1-42, 1-44, 1-46는 33동 유리온실에서 광과장을 측정 한 결과임. 전체적으로 차광제를 도포하지 않은 대조구에서 자외선(UV: Ultra-violet) 영역인에서 $300\sim 400\text{nm}$ 에서 높은 투과율을 보였으며, 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)영역인 $400\sim 700\text{nm}$ 에서는 대조구에서 광투과율이 가장 높았음. 근적외선(NIR: Near Infrared)영역인 $800\sim 2,500\text{nm}$ 까지의 영역에서 광선택적 차광제를 도포한 처리구에서 효율적으로 적외선(열선) 투과율을 낮추어 온실내부의 온도를 저감하는 효과를 보임. 본 제품을 차광제로 활용할 경우 광합성 활성을 증대시킴과 동시에 온실내부의 온도를 효율적으로 낮추는 것으로 입증됨. 그림 1-42와 그림 1-44 그리고 그림 1-46는 각각 2012년 7월 11일, 8월 8일, 8월 22일의 비오는 날 온실 내부의 광과장을 측정 한 결과임. 대조구인 무처리구와 차광제 도포 처리구에서 우기에 광과장을 측정할 경우 PAR영역의 처리구에서 모두 균일한 투과율을 나타내는 것으로 측정됨. 이러한 결과는 우기 시에 차광제에 의한 차광효과가 상쇄되어 무처리나 차광제 처리구나 PAR영역에서는 균일한 광이 투과되며, 광도가 높은 맑은 날엔 다시 차광효과를 보여 투과율을 낮춤과 동시에 적외선(열선)을 차단하고 PAR

광을 선택적으로 투과하여 온실내부 온도를 저감함과 동시에 광합성에 효율적인 광을 제공하는 것으로 구명됨. 8월 이후 측정에서 부터는 장마기간 빗물에 의한 차광제의 박리로 인해 효과가 줄어들어 내구성 강화를 위한 추가연구를 진행함.

라. 요약

실험 결과 광도, 유리온도, 지온은 광선택적 차광제 No. 3를 도포하였을 때 효과가 가장 좋았음. 광선택적 차광제(GreenShade)를 도포 하였을 때 자외선과 적외선 영역에서 차광효과가 높았으며, 광합성활성광영역인 400~700nm에서는 차광제 도포 처리구에서 대조구와 유사한 광투과율을 보여 광합성에 효율적인 광투과율이 나타남을 입증하였음. 근적외선 영역인 800~2,500nm까지의 영역에서는 차광제를 도포한 유리에서 효율적으로 적외선 광투과율을 차단하여 이를 온실 차광제로 활용할 경우 광합성 활성을 증대시킴과 동시에 온실내부의 온도를 효율적으로 낮출 수 있을 것으로 판단됨. 위치에 따라 광선택적 차광제(GreenShade)를 도포 하였을 때 광합성이 효율적인 광합성활성광(PAR: Photosynthetically Active Radiation)의 투과율을 높여서, 식물 생육과 수량을 증가 시키고, 근적외선(NIR: Near Infrared)영역을 차단함으로써 식물체 온도를 증가를 낮출 수 있으며, 작물에 스트레스를 줄이고 건전한 생육을 유도할 수 있다는 결과를 도출함.

일요일	월요일	화요일	수요일	목요일	금요일	토요일
					1일	2일
					평균기온:20.0℃ 최고기온:26.0℃ 최저기온:14.5℃ 평균운량:7.4 일강수량:-	평균기온:20.6℃ 최고기온:27.6℃ 최저기온:16.4℃ 평균운량:6.5 일강수량:1.5mm
3일	4일	5일	6일	7일	8일	9일
평균기온:21.1℃ 최고기온:29.1℃ 최저기온:14.0℃ 평균운량:2.8 일강수량:-	평균기온:21.1℃ 최고기온:26.9℃ 최저기온:15.0℃ 평균운량:7.0 일강수량:-	평균기온:22.4℃ 최고기온:29.6℃ 최저기온:16.3℃ 평균운량:4.0 일강수량:-	평균기온:22.4℃ 최고기온:28.8℃ 최저기온:15.6℃ 평균운량:6.1 일강수량:-	평균기온:22.4℃ 최고기온:29.2℃ 최저기온:18.1℃ 평균운량:5.5 일강수량:-	평균기온:19.6℃ 최고기온:21.2℃ 최저기온:18.5℃ 평균운량:9.4 일강수량:1.5mm	평균기온:21.2℃ 최고기온:26.4℃ 최저기온:17.7℃ 평균운량:7.3 일강수량:-
10일	11일	12일	13일	14일	15일	16일
평균기온:22.1℃ 최고기온:29.1℃ 최저기온:16.5℃ 평균운량:4.3 일강수량:-	평균기온:21.5℃ 최고기온:27.7℃ 최저기온:15.7℃ 평균운량:6.9 일강수량:-	평균기온:22.9℃ 최고기온:29.3℃ 최저기온:17.3℃ 평균운량:4.8 일강수량:-	평균기온:22.1℃ 최고기온:27.7℃ 최저기온:18.3℃ 평균운량:4.8 일강수량:-	평균기온:21.2℃ 최고기온:25.3℃ 최저기온:17.6℃ 평균운량:4.3 일강수량:-	평균기온:19.1℃ 최고기온:20.8℃ 최저기온:15.8℃ 평균운량:8.5 일강수량:7.0mm	평균기온:22.0℃ 최고기온:27.8℃ 최저기온:16.7℃ 평균운량:4.8 일강수량:0.5mm
17일	18일	19일	20일	21일	22일	23일
평균기온:22.8℃ 최고기온:29.7℃ 최저기온:17.3℃ 평균운량:6.0 일강수량:-	평균기온:20.5℃ 최고기온:24.7℃ 최저기온:18.6℃ 평균운량:9.9 일강수량:7.5mm	평균기온:21.9℃ 최고기온:26.9℃ 최저기온:18.7℃ 평균운량:7.8 일강수량:11.0mm	평균기온:21.3℃ 최고기온:24.1℃ 최저기온:17.9℃ 평균운량:8.9 일강수량:-	평균기온:23.1℃ 최고기온:29.9℃ 최저기온:17.6℃ 평균운량:3.8 일강수량:-	평균기온:22.8℃ 최고기온:28.7℃ 최저기온:17.9℃ 평균운량:5.0 일강수량:-	평균기온:22.9℃ 최고기온:28.1℃ 최저기온:18.8℃ 평균운량:6.8 일강수량:-
24일	25일	26일	27일	28일	29일	30일
평균기온:22.0℃ 최고기온:24.9℃ 최저기온:18.1℃ 평균운량:8.4 일강수량:0.1mm	평균기온:22.3℃ 최고기온:26.8℃ 최저기온:18.7℃ 평균운량:5.9 일강수량:-	평균기온:21.0℃ 최고기온:23.4℃ 최저기온:19.2℃ 평균운량:9.4 일강수량:0.0mm	평균기온:20.4℃ 최고기온:21.6℃ 최저기온:19.6℃ 평균운량:9.5 일강수량:-	평균기온:23.2℃ 최고기온:28.9℃ 최저기온:18.9℃ 평균운량:6.5 일강수량:-	평균기온:21.8℃ 최고기온:27.9℃ 최저기온:18.1℃ 평균운량:8.8 일강수량:0.5mm	평균기온:24.1℃ 최고기온:26.5℃ 최저기온:20.6℃ 평균운량:10.0 일강수량:20.5mm

그림 1-34. 2012년 6월 진주 평균기온, 최고기온, 최저기온, 평균운량 및 강수량(출처: 기상대 홈페이지).

일요일	평요일	화요일	수요일	목요일	금요일	토요일
1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일
평균기온:24.1℃ 최고기온:28.0℃ 최저기온:21.0℃ 평균운량:7.3 일강수량:-	평균기온:24.2℃ 최고기온:29.9℃ 최저기온:18.6℃ 평균운량:6.6 일강수량:-	평균기온:25.5℃ 최고기온:30.6℃ 최저기온:21.3℃ 평균운량:6.5 일강수량:-	평균기온:25.6℃ 최고기온:29.9℃ 최저기온:22.6℃ 평균운량:8.1 일강수량:-	평균기온:24.3℃ 최고기온:26.9℃ 최저기온:22.0℃ 평균운량:10.0 일강수량:36.0mm	평균기온:25.0℃ 최고기온:26.5℃ 최저기온:23.4℃ 평균운량:9.8 일강수량:17.0mm	평균기온:23.5℃ 최고기온:26.1℃ 최저기온:20.5℃ 평균운량:8.0 일강수량:1.0mm
8일	9일	10일	11일	12일	13일	14일
평균기온:23.9℃ 최고기온:29.6℃ 최저기온:20.6℃ 평균운량:4.1 일강수량:-	평균기온:24.2℃ 최고기온:29.9℃ 최저기온:18.9℃ 평균운량:6.1 일강수량:-	평균기온:23.3℃ 최고기온:27.5℃ 최저기온:21.1℃ 평균운량:9.1 일강수량:6.5mm	평균기온:24.3℃ 최고기온:26.0℃ 최저기온:21.9℃ 평균운량:9.5 일강수량:70.0mm	평균기온:25.5℃ 최고기온:30.6℃ 최저기온:21.4℃ 평균운량:8.0 일강수량:-	평균기온:24.8℃ 최고기온:27.9℃ 최저기온:21.5℃ 평균운량:9.9 일강수량:19.0mm	평균기온:23.4℃ 최고기온:26.3℃ 최저기온:21.7℃ 평균운량:10.0 일강수량:61.5mm
15일	16일	17일	18일	19일	20일	21일
평균기온:24.3℃ 최고기온:27.9℃ 최저기온:21.6℃ 평균운량:9.6 일강수량:20.0mm	평균기온:24.4℃ 최고기온:29.3℃ 최저기온:22.0℃ 평균운량:8.8 일강수량:2.0mm	평균기온:23.3℃ 최고기온:25.7℃ 최저기온:21.5℃ 평균운량:10.0 일강수량:29.5mm	평균기온:25.0℃ 최고기온:27.1℃ 최저기온:22.7℃ 평균운량:9.9 일강수량:11.0mm	평균기온:25.7℃ 최고기온:28.8℃ 최저기온:24.4℃ 평균운량:9.1 일강수량:32.5mm	평균기온:26.9℃ 최고기온:31.6℃ 최저기온:23.9℃ 평균운량:5.3 일강수량:0.1mm	평균기온:26.5℃ 최고기온:31.3℃ 최저기온:23.4℃ 평균운량:5.3 일강수량:-
22일	23일	24일	25일	26일	27일	28일
평균기온:25.8℃ 최고기온:29.0℃ 최저기온:23.4℃ 평균운량:7.9 일강수량:0.0mm	평균기온:27.1℃ 최고기온:31.5℃ 최저기온:22.9℃ 평균운량:5.6 일강수량:-	평균기온:27.3℃ 최고기온:32.7℃ 최저기온:22.4℃ 평균운량:4.1 일강수량:-	평균기온:28.0℃ 최고기온:33.8℃ 최저기온:23.6℃ 평균운량:3.8 일강수량:-	평균기온:28.0℃ 최고기온:33.6℃ 최저기온:23.7℃ 평균운량:3.3 일강수량:-	평균기온:27.6℃ 최고기온:32.3℃ 최저기온:22.6℃ 평균운량:3.9 일강수량:-	평균기온:28.7℃ 최고기온:34.5℃ 최저기온:24.1℃ 평균운량:3.4 일강수량:-
29일	30일	31일				
평균기온:28.8℃ 최고기온:33.8℃ 최저기온:24.4℃ 평균운량:3.1 일강수량:-	평균기온:28.7℃ 최고기온:33.5℃ 최저기온:24.2℃ 평균운량:2.5 일강수량:-	평균기온:28.5℃ 최고기온:34.7℃ 최저기온:23.4℃ 평균운량:2.6 일강수량:-				

그림 1-35. 2012년 7월 전주 평균기온, 최고기온, 최저기온, 평균운량 및 강수량(출처: 기상대 홈페이지).

일요일	월요일	화요일	수요일	목요일	금요일	토요일
			1일	2일	3일	4일
			평균기온:29.4℃ 최고기온:35.4℃ 최저기온:22.9℃ 평균운량:3.0 일강수량: -	평균기온:28.5℃ 최고기온:31.9℃ 최저기온:25.6℃ 평균운량:5.6 일강수량: -	평균기온:28.0℃ 최고기온:33.1℃ 최저기온:23.7℃ 평균운량:2.3 일강수량: -	평균기온:28.0℃ 최고기온:34.9℃ 최저기온:22.1℃ 평균운량:1.8 일강수량: -
5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일
평균기온:28.6℃ 최고기온:34.8℃ 최저기온:22.2℃ 평균운량:3.3 일강수량: -	평균기온:28.4℃ 최고기온:34.3℃ 최저기온:24.3℃ 평균운량:4.3 일강수량: -	평균기온:27.7℃ 최고기온:33.5℃ 최저기온:22.4℃ 평균운량:4.0 일강수량: -	평균기온:26.4℃ 최고기온:33.0℃ 최저기온:21.2℃ 평균운량:7.0 일강수량: -	평균기온:27.1℃ 최고기온:32.8℃ 최저기온:22.6℃ 평균운량:8.0 일강수량: -	평균기온:26.4℃ 최고기온:31.0℃ 최저기온:24.1℃ 평균운량:9.1 일강수량:0.3mm	평균기온:27.1℃ 최고기온:33.0℃ 최저기온:22.8℃ 평균운량:6.6 일강수량:0.1mm
12일	13일	14일	15일	16일	17일	18일
평균기온:27.2℃ 최고기온:32.9℃ 최저기온:23.5℃ 평균운량:8.5 일강수량:3.0mm	평균기온:26.4℃ 최고기온:27.6℃ 최저기온:25.4℃ 평균운량:10.0 일강수량:18.5mm	평균기온:24.7℃ 최고기온:26.5℃ 최저기온:23.8℃ 평균운량:10.0 일강수량:3.5mm	평균기온:27.8℃ 최고기온:31.5℃ 최저기온:24.1℃ 평균운량:9.1 일강수량:4.0mm	평균기온:26.2℃ 최고기온:32.3℃ 최저기온:23.6℃ 평균운량:8.4 일강수량:9.5mm	평균기온:27.2℃ 최고기온:32.3℃ 최저기온:23.0℃ 평균운량:6.4 일강수량:0.1mm	평균기온:27.6℃ 최고기온:33.3℃ 최저기온:23.8℃ 평균운량:7.3 일강수량:21.0mm
19일	20일	21일	22일	23일	24일	25일
평균기온:28.1℃ 최고기온:32.4℃ 최저기온:25.4℃ 평균운량:6.8 일강수량:11.5mm	평균기온:27.3℃ 최고기온:30.0℃ 최저기온:24.9℃ 평균운량:8.0 일강수량:0.1mm	평균기온:25.9℃ 최고기온:30.3℃ 최저기온:23.4℃ 평균운량:7.6 일강수량:25.5mm	평균기온:24.3℃ 최고기온:27.9℃ 최저기온:22.8℃ 평균운량:10.0 일강수량:60.5mm	평균기온:22.4℃ 최고기온:29.6℃ 최저기온:20.9℃ 평균운량:10.0 일강수량:70.0mm	평균기온:22.8℃ 최고기온:25.3℃ 최저기온:20.6℃ 평균운량:10.0 일강수량:77.5mm	평균기온:25.5℃ 최고기온:31.4℃ 최저기온:22.4℃ 평균운량:6.3 일강수량: -
26일	27일	28일	29일	30일	31일	
평균기온:26.5℃ 최고기온:32.6℃ 최저기온:21.3℃ 평균운량:4.3 일강수량: -	평균기온:26.5℃ 최고기온:30.6℃ 최저기온:22.2℃ 평균운량:8.5 일강수량:5.5mm	평균기온:25.7℃ 최고기온:27.5℃ 최저기온:23.9℃ 평균운량:9.9 일강수량:48.0mm	평균기온: 최고기온:30.8℃ 최저기온:23.3℃ 평균운량: - 일강수량: -			

그림 1-36. 2012년 8월 진주 평균기온, 최고기온, 최저기온, 평균운량 및 강수량(출처: 기상대 홈페이지).

표 1-99. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 6, 7, 8월의 광도, 유리온도 및 지온(GMO온실).

Date	White shade agent	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Glass temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Ground temp. ($^{\circ}\text{C}$)
6/13	No. 2	499.7 a	29.5 b	31.1 c
	No. 3	337.6 ef	29.6 b	30.8 c
	No. 4	295.1 f	29.7 b	30.5 cd
6/27	No. 2	83.6 g	24.3 d	24.1 g
	No. 3	82.9 g	24.7 d	23.6 g
	No. 4	85.3 g	24.8 d	23.6 g
7/11	No. 2	32.3 h	24.2 de	25.5 f
	No. 3	29.4 h	24.3 de	25.4 f
	No. 4	33.4 h	24.6 de	25.1 f
8/8	No. 2	889.3 a	32.6 a	34.6 a
	No. 3	672.8 c	27.3 c	32.7 b
	No. 4	735.5 c	23.4 e	30.7 c
8/22	No. 2	336.5 ef	26.6 c	27.9 e
	No. 3	322.2 ef	26.5 c	27.1 e
	No. 4	350.8 e	27.2 c	27.0 e

^vMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-100. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 6, 7, 8월의 광도, 유리온도 및 지온(33동 온실).

Date	White shade agent	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Glass temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Ground temp. ($^{\circ}\text{C}$)
6/13	No. 2	499.7 d	29.5 b	31.1 c
	No. 3	337.6 ef	29.6 b	30.8 c
	No. 4	295.1 f	29.7 b	30.5 cd
6/27	No. 2	85.3 g	24.3 de	24.1 g
	No. 3	83.6 g	24.7 de	23.6 g
	No. 4	82.9 g	24.8 d	23.6 g
7/11	No. 2	32.3 h	24.2 de	25.5 f
	No. 3	29.4 h	24.3 de	25.4 f
	No. 4	33.4 h	24.6 de	25.1 f
8/8	No. 2	889.3 a	32.6 de	34.6 a
	No. 3	672.8 c	27.3 c	32.7 b
	No. 4	735.5 b	23.4 e	30.7 c
8/22	No. 2	336.5 ef	26.6 c	27.2 e
	No. 3	332.2 ef	27.5 c	27.1 e
	No. 4	350.8 e	27.2 c	27.0 e

^vMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

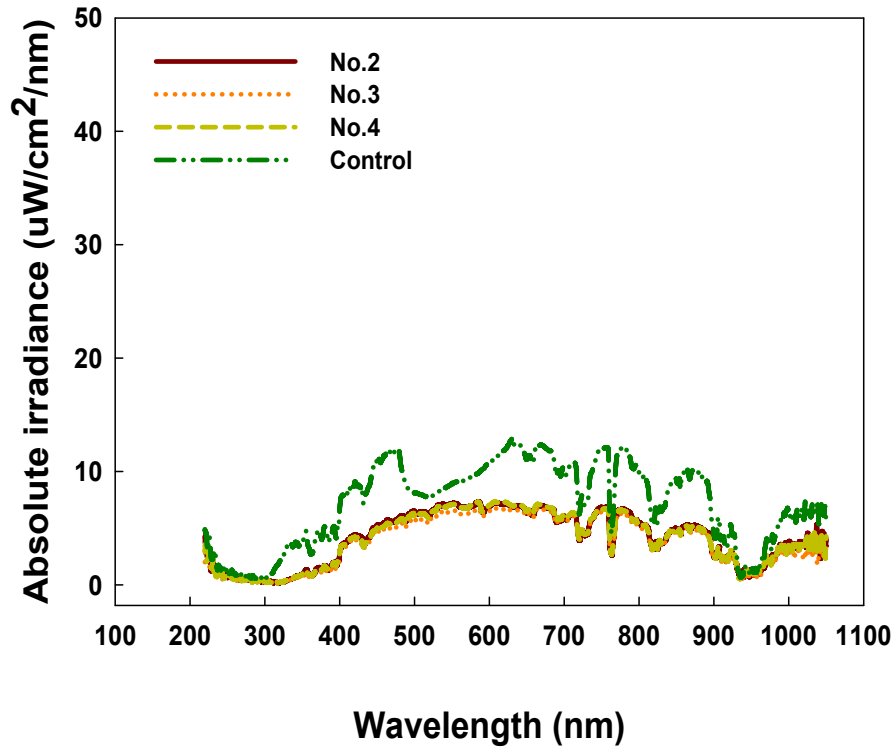


그림 1-37. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 GMO 온실 내부 광과장(6월 13일 측정).

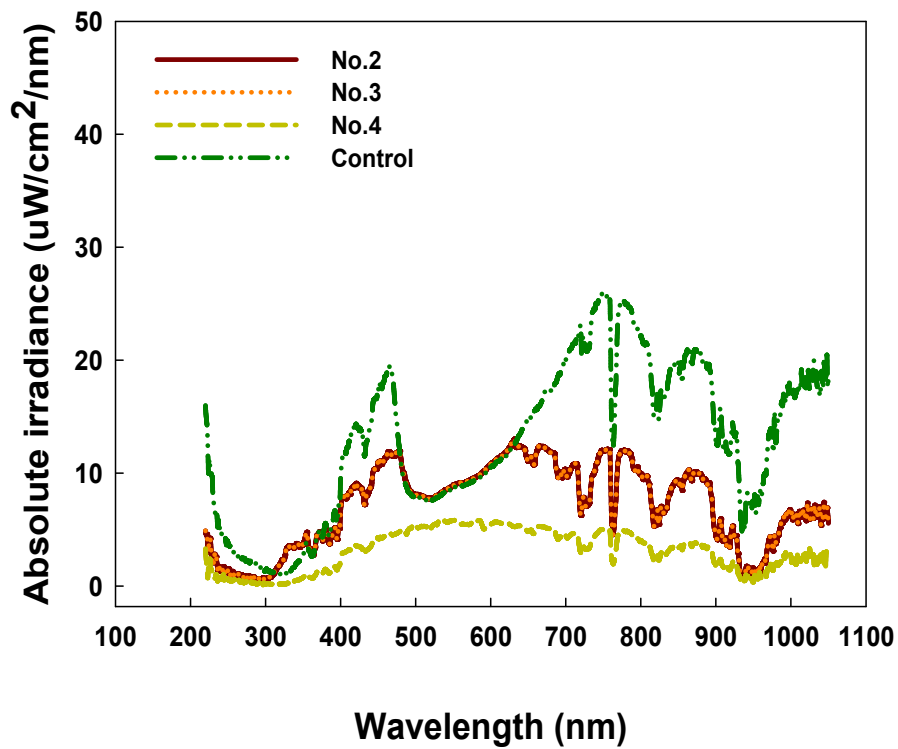


그림 1-38. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 33동 온실 내부 광과장(6월 13일 측정).

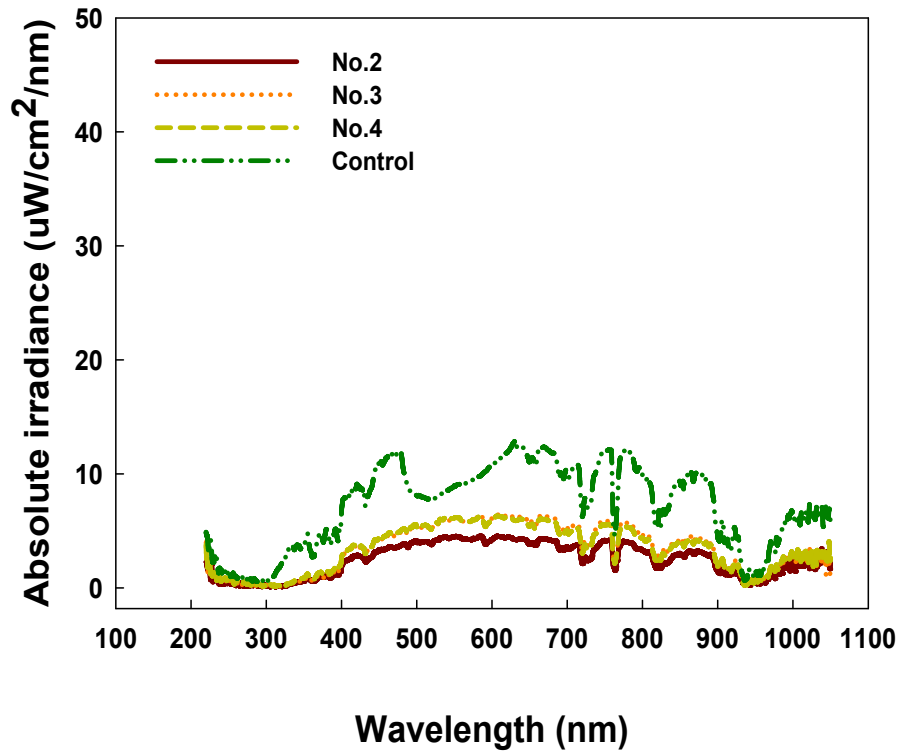


그림 1-39. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 GMO 온실 내부 광과장(6월 27일 측정).

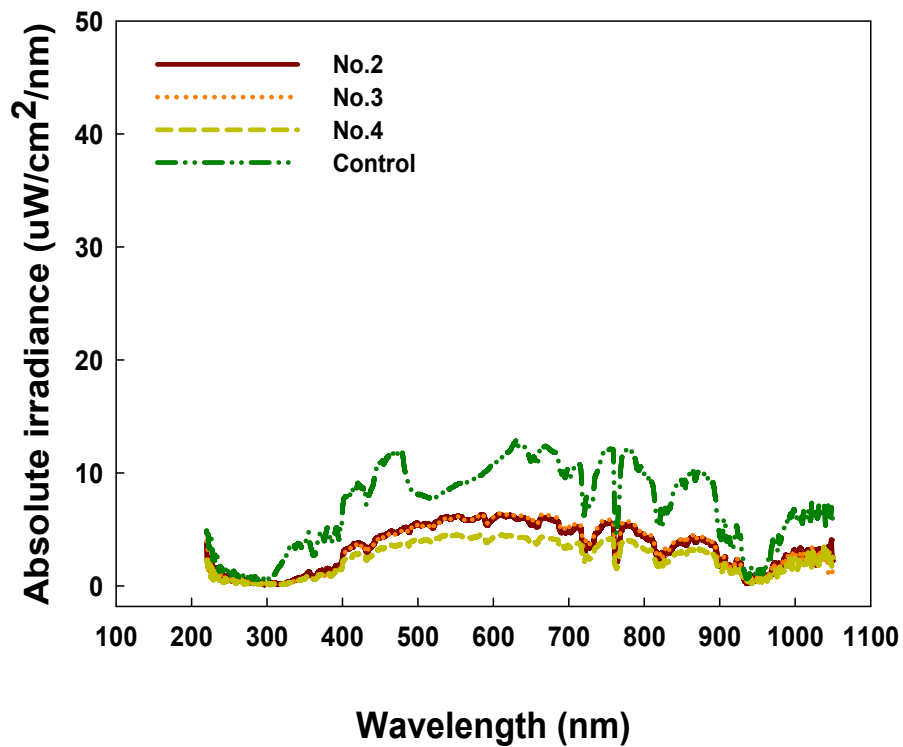


그림 1-40. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 33동 온실 내부 광과장(6월 27일 측정).

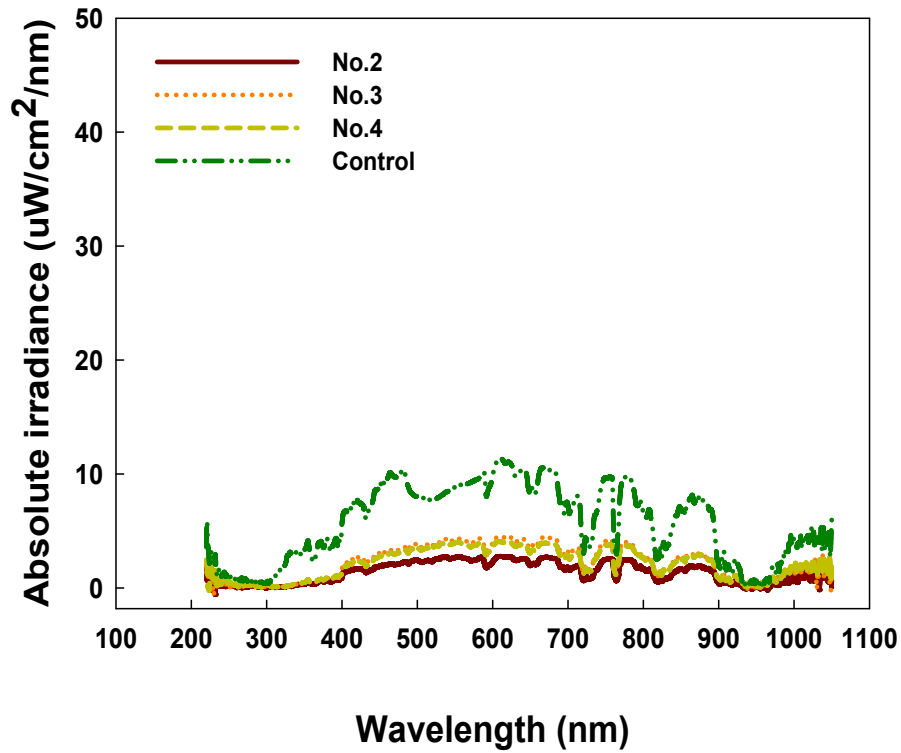


그림 1-41. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 GMO 온실 내부 광과장(7월 11일 측정).

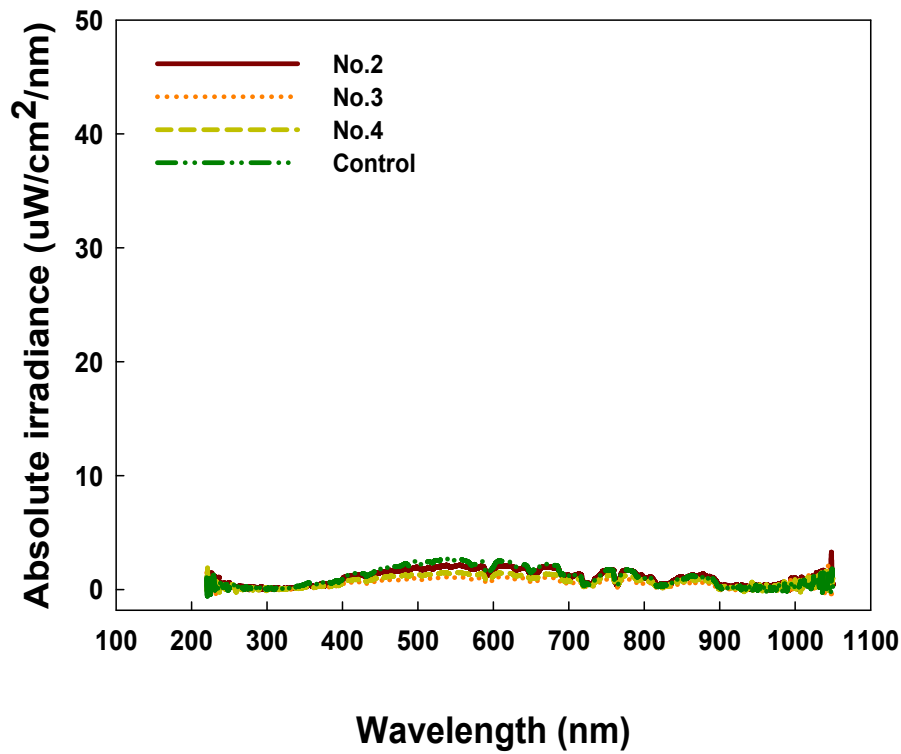


그림 1-42. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 33동 온실 내부 광과장(7월 11일 측정).

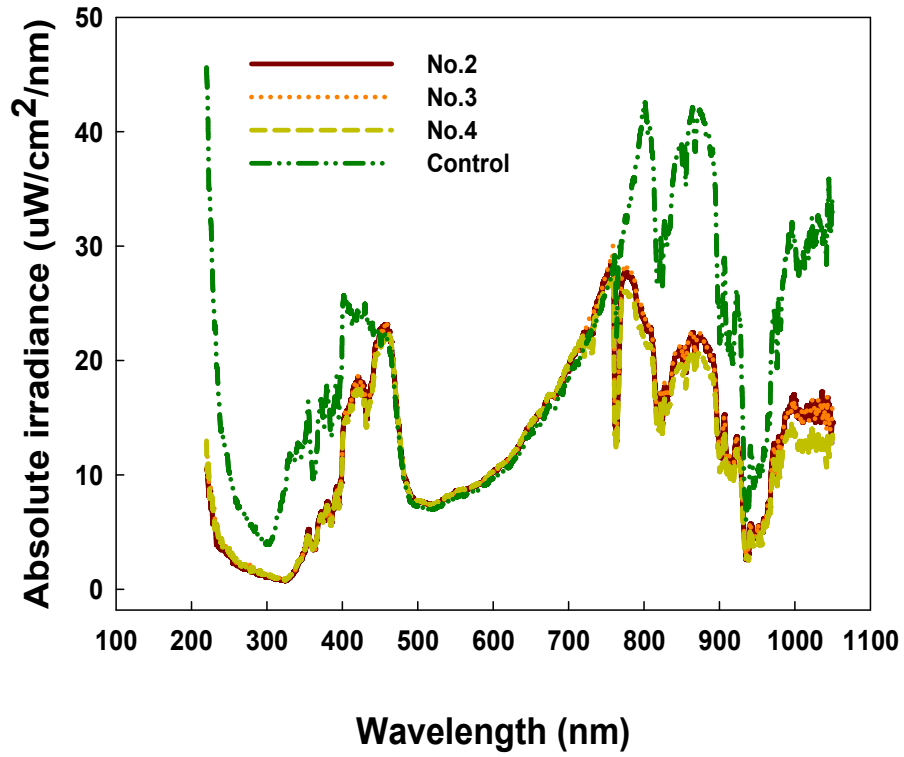


그림 1-43. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 GMO 온실 내부 광파장(8월 8일 측정).

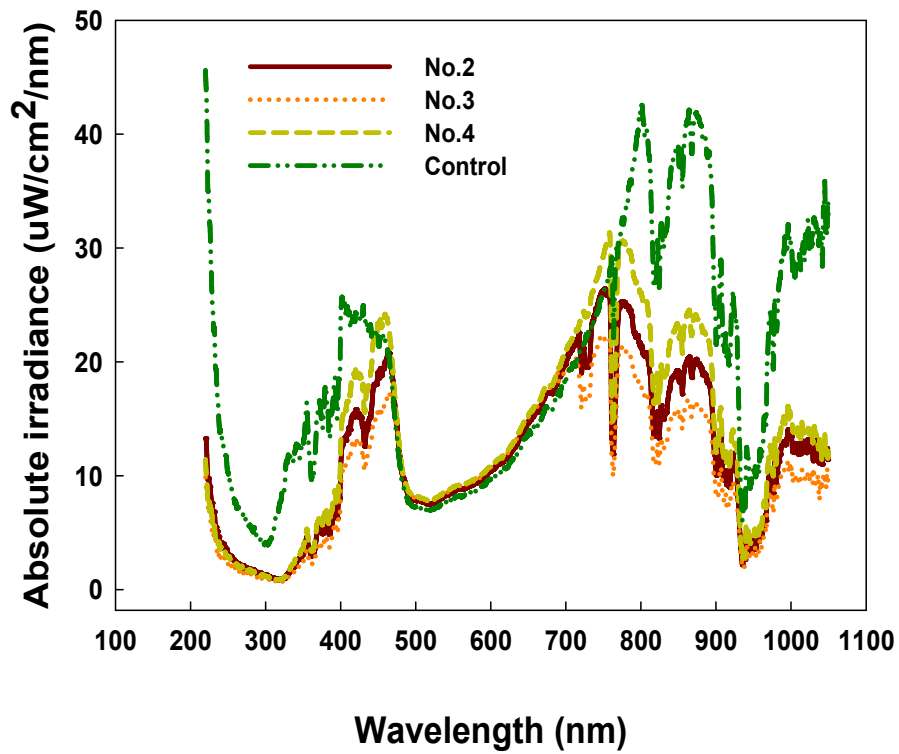


그림 1-44. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 33동 온실 내부 광파장(8월 8일 측정).

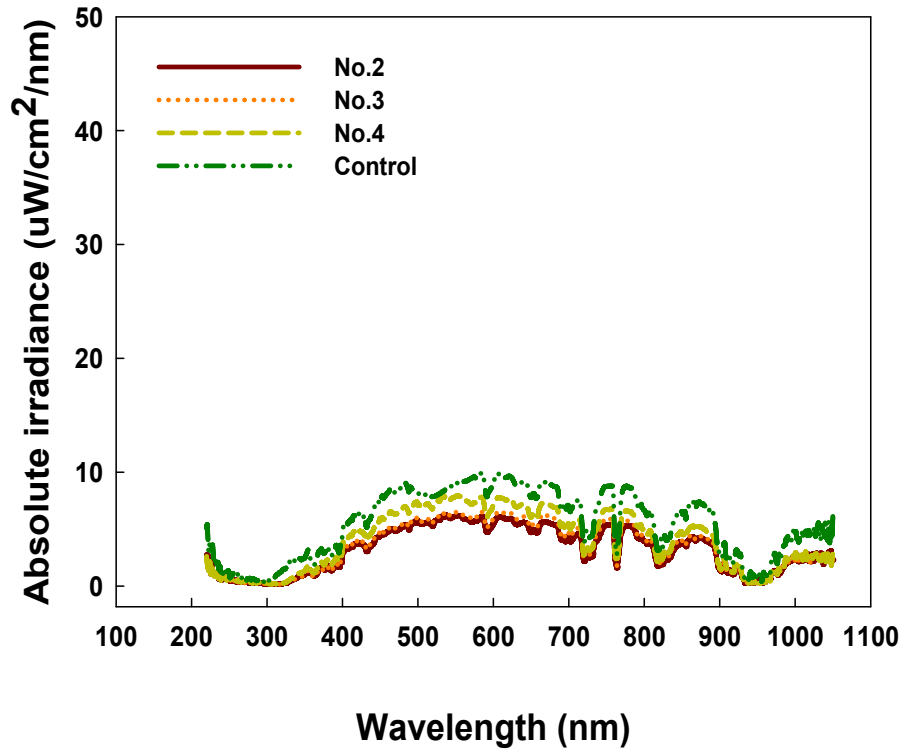


그림 1-45. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 GMO 온실 내부 광파장(8월 22일 측정).

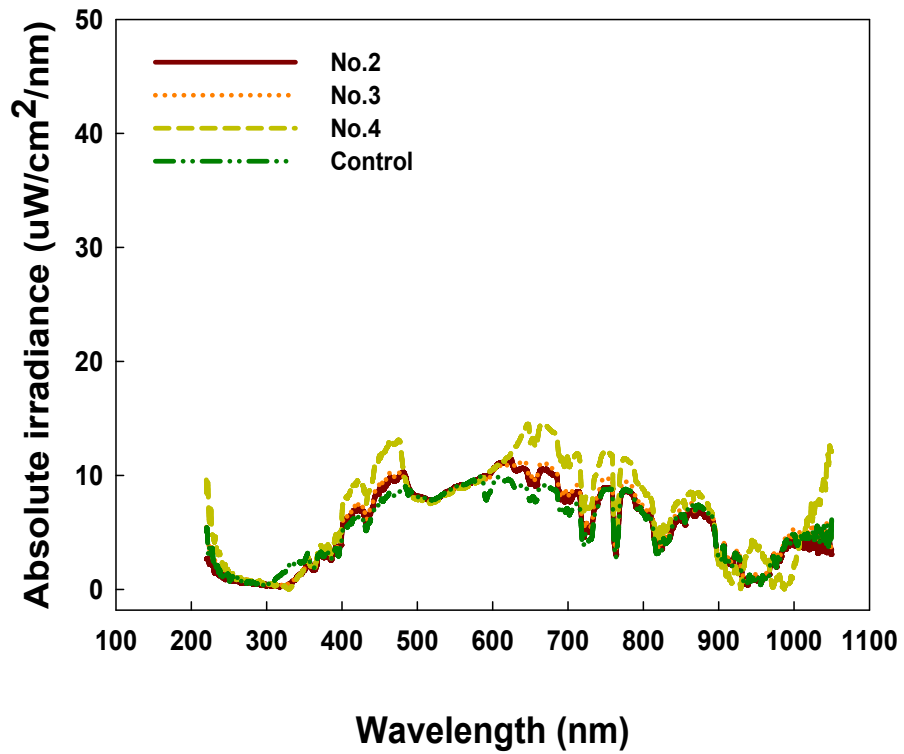


그림 1-46. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 33동 온실 내부 광파장(8월 22일 측정).

35. 신개발 광선택적 차광제의 광 투과도, 광도 및 내구성변화 측정

가. 연구목적

광선택적 차광제 비율에 따른 하절기(6월, 7월, 8월) 유리판넬에 투과된 광도, 유리온도, 지온, 광과장 변화측정

나. 재료 및 방법

(1) 실험 재료

(가) 광선택적 차광제 GreenShade No. 2, 3, 4 (Daesung C&S Co. Ltd., Korea) 1:4, 1:7, 1:9(v/v)의 농도로 처리

(나) 차광제 살포일자: 2012년 5월 23일

(다) 패널규격: 50cm x 100cm 총 28장

(라) 설치 높이: 71cm

(2) 실험 장소: 경상대학교 실습온실 앞 유리판넬

(3) 측정 장비: 광도(Model: TESTO-545), 광과장(Spectroradiometer ILT900)

(4) 조사 내용: 유리 위아래 광과장, 광도, 판넬 하부 유리온도, 하부지온, 내구성

(5) 처리: 4처리(대조구 포함) × 3농도 × 3반복

(6) 측정일자(일중 일사량과 광투과량이 가장 높은 시기)

(가) 2012 06. 13(수) 12시 30분~2시 30분

(나) 2012 07. 11(수) 12시 30분~2시 30분

(다) 2012 08. 08(수) 12시 30분~2시 30분

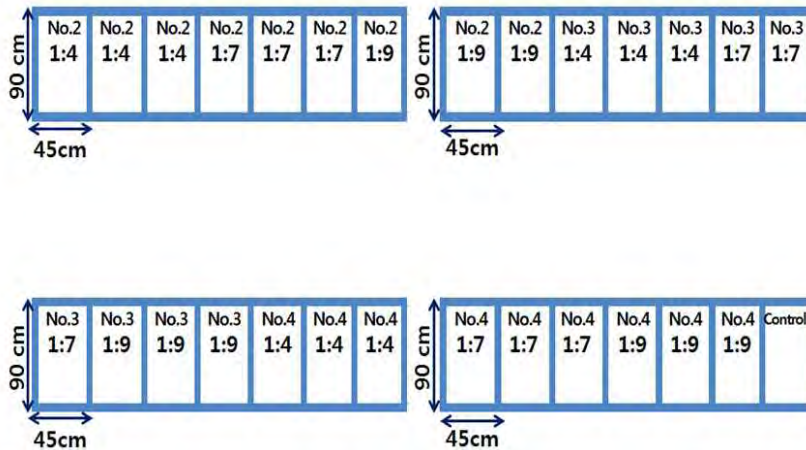


그림 1-47. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 내구성 평가를 위한 유리판넬 배치도.

다. 결과 및 고찰

2012년 6월 13일 신개발된 차광제 GreenShade의 시제품(No. 2, No. 3, No. 4)과 농도(1:4, 1:7, 1:9)별 처리를 통한 판넬에 투과된 광도, 유리온도, 지온 및 내구성을 측정해 본 결과를 표 1-101에 나타냄. 차광제 No. 2 시제품에서 가장 고농도인 1:4 처리구에서 광도가 $1,127.1\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 처리구 중에서 가장 낮음. No. 3(1:9) 처리구에서 $1,367.4\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 가장 높

은 광도를 나타냄. 유리온도는 유의적인 차이가 나타나지 않았음. 차광제 No. 2(1:9)로 처리한 판넬 아래의 지온이 38.4°C로 가장 높았음. 차광제 No. 3(1:7) 처리구에서 지온이 33.8°C 가장 낮은 값을 나타냈음. 차광제 살포 후 10일째 측정된 차광제의 벗겨짐 정도를 나타낸 내구성은 모든 처리구에서 안정성을 나타냄. 비 내린 날인 2012년 7월 11일은 광도, 유리온도, 지온 등의 수치가 낮음을 알 수 있었음(표 1-102). 유리판넬의 광도를 측정한 결과 광선택적 차광제 No. 3(1:9)를 처리한 유리판넬에서 광도가 $70.7\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 가장 높게 나타났음. 차광제 No. 3(1:4)로 처리한 유리판넬에서 광도가 $28.8\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 유의성 있게 가장 낮게 나타났음. 유리판넬 온도는 차광제 No. 3(1:7)와 No. 4(1:9)처리에서 24.1°C 가장 높았고, 차광제 No. 2(1:4) 처리구에서 23.8°C로 가장 낮은 값을 나타냄. 지온은 차광제 No. 4(1:9) 처리구에서 25.0°C로 가장 높았고, No. 2(1:4) 처리구에서 24.0°C로 가장 낮았음. 차광제 도막박리 정도를 나타내는 내구성을 조사한 결과 No. 3 시제품의 모든 비율처리구에서 도포한 차광제가 다소 벗겨지는 현상이 나타나 내구성이 다소 약해진 것을 관찰 할 수 있었음(표 1-102). 2012년 8월 8일 광도는 광선택적 차광제 No. 2(1:4) 처리구에서 $1,164.1\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 가장 낮게 나타났으며, No. 3(1:7) 처리구에서 광도가 $1,461.7\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 유의성 있게 가장 높게 나타났음. 유리판넬 온도를 측정한 결과 차광제 No. 3(1:7) 처리구에서 34.9°C로 가장 높았으며, No 4(1:9) 처리구에서 25.6°C로 가장 낮음. 지온은 No. 4(1:9) 처리구에서 32.1°C로 가장 높았고, No. 3(1:9) 처리구에서 23.2°C로 가장 낮았음. 처리 후 77일째 비가 오고 난 후에 차광제의 내구성을 측정한 결과 No. 3 시제품을 도포한 유리판넬에서 다른 처리에 비해 내구성이 많이 약해진 것을 관찰함. 이는 비로 인해 차광제가 상당부분 벗겨진 것을 의미함. 차광제 No. 2(1:4) 처리구에서 내구성이 가장 우수한 결과를 나타냄(표 1-103). 유리판넬에 차광제 도포 후 투과한 태양광의 광과장을 측정해 본 결과를 그림 1-48과 1-49에 나타냄. 자외선 영역(300~400nm)에서 대조구에 비해 차광제 처리구에서의 차단효과를 나타냄. 광합성활성광 영역(400~700nm)에서 대조구와 유사한 광투과율이 일어나는 것을 관찰 할 수 있었음. 근적외선 영역(800~2,500nm)에서 차광제 도포 처리구에서 열선인 적외선 광 투과를 차단시키는 긍정적인 효과를 관찰함. 이러한 결과로 신개발된 차광제가 식물의 광합성에 효율적인 광과장을 투과시키면서 자외선과 열선(적외선)을 효율적으로 차단시키는 광선택적 차광제임을 증명함. 그림 1-50의 근적외선 영역인(800~2,500nm)에서 차광제 No. 3와 No. 4를 도포 한 유리에서 대조구보다 높은 투과도를 나타낸 이유는 비로 인해 차광제가 일부 박리되면서 광 투과를 진행시킨 것으로 판단됨. 내구성을 보완하여 장마철에도 차광제가 유지될 수 있는 향상된 차광제를 개발하고 있음. 하지만 9월이 되어 차광제 박리작업시 효율적으로 세척이 될 수 있는 농도와 장마철에도 견딜 수 있는 내구성 간의 적절한 균형을 잡는 접착력 테스트가 진행 중임.

라. 요약

광선택적 차광제 GreenShade No. 2, No. 3, No. 4의 시제품을 1:4, 1:7, 1:9의 처리농도별로 유리판넬에 살포 후 광도, 유리온도, 지온 및 내구성을 측정해 본 결과 처리간 유의차가 나타났음. 차광제 No. 3 시제품 도포시 유리온도, 지온을 현저히 낮출 수 있었고 효율성이 높았지만, 시간이 경과함에 따라 내구성이 낮아지는 문제점이 발견되었음. 차광제 도포 처리구에서 자외선과 적외선(열선) 투과율을 현저히 낮추는 긍정적인 효과를 나타내었으며, 광합성활성광 영역(400~700nm)에서 차광제 처리구의 광투과율이 높아 작물의 광합성에 효율적인 광을 투과하는 긍정적인 효과를 입증함. 근적외선 영역(800~2,500nm)인 열선의 광차단효과는 고농도인 1:4비율로 처리 하였을 때 가장 효율적으로 나타남.

표 1-101. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류와 농도에 따른 유리판넬에서의 광도, 유리온도, 지온 및 내구성 측정(6월 13일).

Date	White shade agent	Ratio (v/v)	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Glass temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Ground temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Durability value
6/13	No. 2	1:4	1,127.1 f ^y	33.3 a	36.6 ab	5 a
		1:7	1,206.2 e	33.5 a	35.1 bc	5 a
		1:9	1,264.3 cd	33.7 a	38.4 a	5 a
	No. 3	1:4	1,146.9 f	34.4 a	35.4 bc	5 a
		1:7	1,267.9 cd	33.6 a	33.8 c	5 a
		1:9	1,367.4 a	33.0 a	34.2 c	5 a
	No. 4	1:4	1,228.6 de	33.2 a	35.9 bc	5 a
		1:7	1,316.0 b	33.4 a	37.1 ab	5 a
		1:9	1,303.1 bc	33.0 a	35.9 bc	5 a

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-102. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류와 농도에 따른 유리판넬에서의 광도, 유리온도, 지온 및 내구성 측정(7월 11일).

Date	White shade agent	Ratio (v/v)	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Glass temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Ground temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Durability value
7/11	No. 2	1:4	46.4 cd ^y	23.8 e	24.0 f	5 a
		1:7	55.6 bc	24.0 b-d	24.3 ef	5 a
		1:9	42.0 d	24.0 a-c	24.7 b-d	4 b
	No. 3	1:4	28.8 e	24.0 b-d	24.5 de	4 b
		1:7	36.9 de	24.1 a	24.6 cd	4 b
		1:9	70.7 a	24.0 c-e	24.6 cd	4 b
	No. 4	1:4	60.4 ab	23.9 de	24.8 a-c	4 b
		1:7	67.4 ab	23.8 de	25.0 a-b	5 a
		1:9	57.0 bc	24.1 ab	25.0 a	4 b

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-103. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류와 농도에 따른 유리판넬에서의 광도, 유리온도, 지온 및 내구성 측정(8월 8일).

Date	White shade agent	Ratio (v/v)	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Glass temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Ground temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Durability value
8/8	No. 2	1:4	1,164.1 c ^y	33.1 ab	30.3 ab	4 a
		1:7	1,376.7 ab	30.4 a-c	31.0 ab	3 ab
		1:9	1,452.8 a	30.6 a-c	28.2 bc	3 ab
	No. 3	1:4	1,281.8 b	28.6 a-c	26.5 cd	2 bc
		1:7	1,461.7 a	34.9 a	24.8 de	2 bc
		1:9	1,455.9 a	26.6 bc	23.2 e	2 bc
	No. 4	1:4	1,348.8 ab	30.6 a-c	28.8 bc	3 a-c
		1:7	1,393.6 a	27.3 bc	29.8 ab	2 bc
		1:9	1,388.9 ab	25.6 c	32.1 a	1 c

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

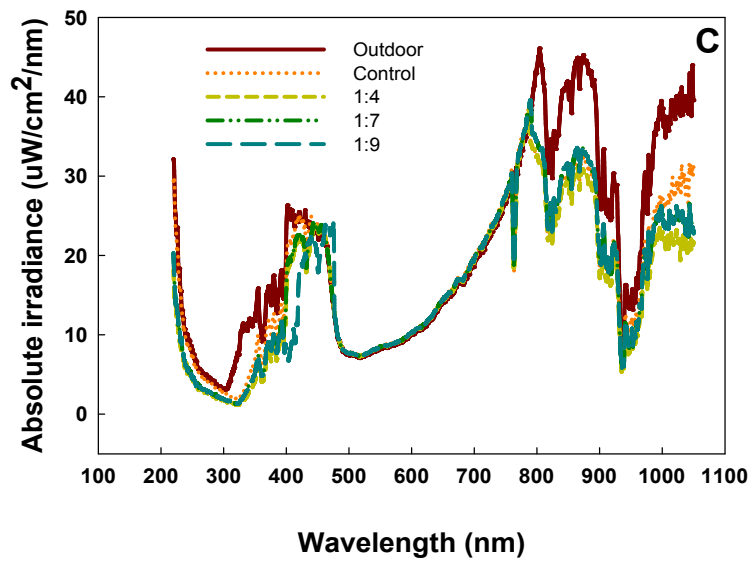
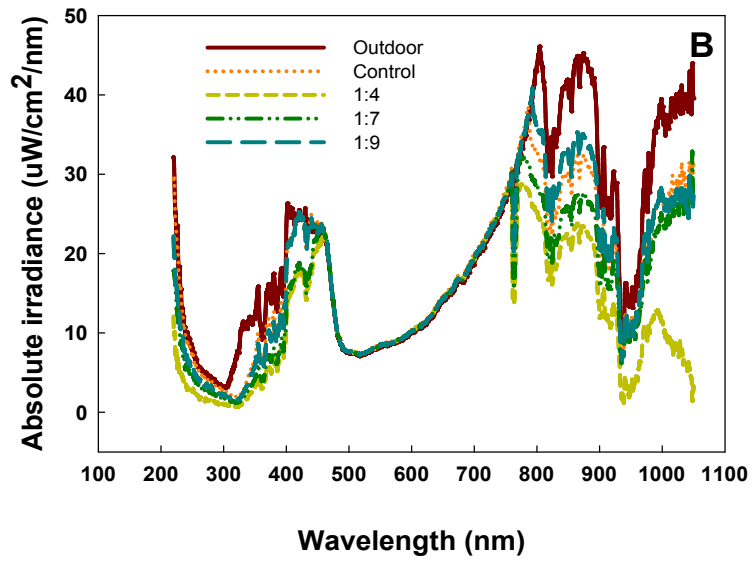
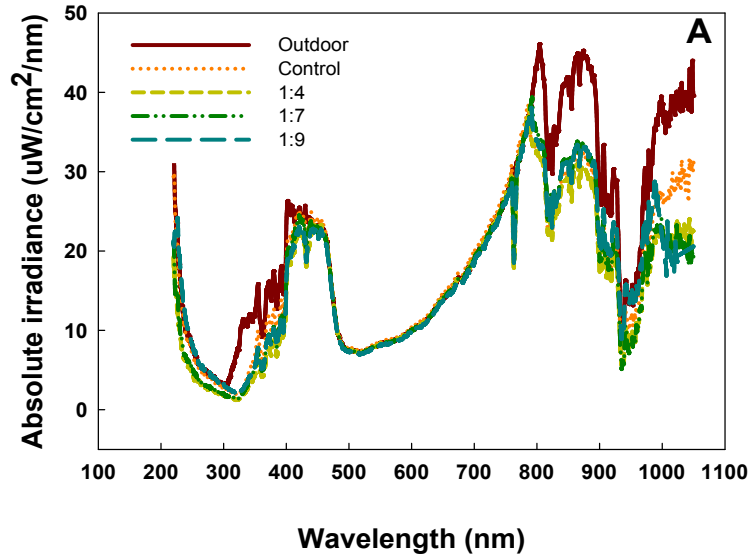


그림 1-48. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류별 유리판넬에서의 광과장 측정(6월 13일). A, No. 2; B, No. 3; C, No. 4.

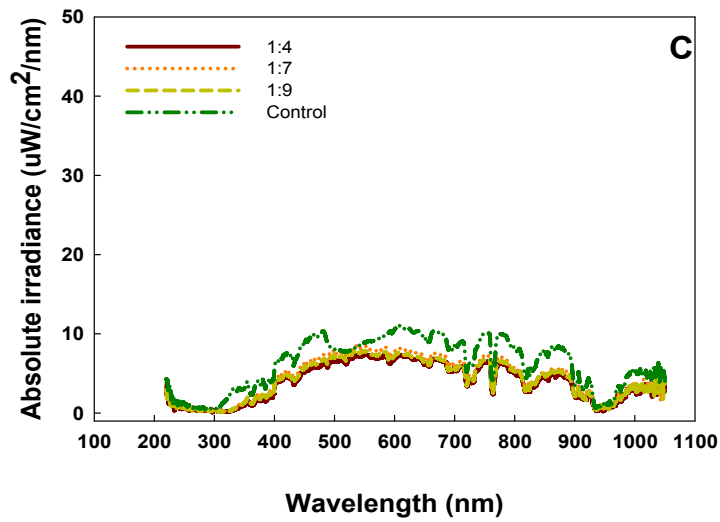
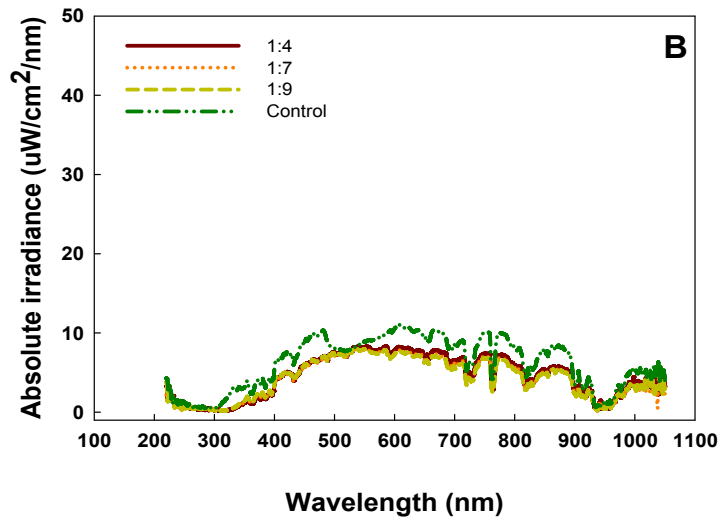
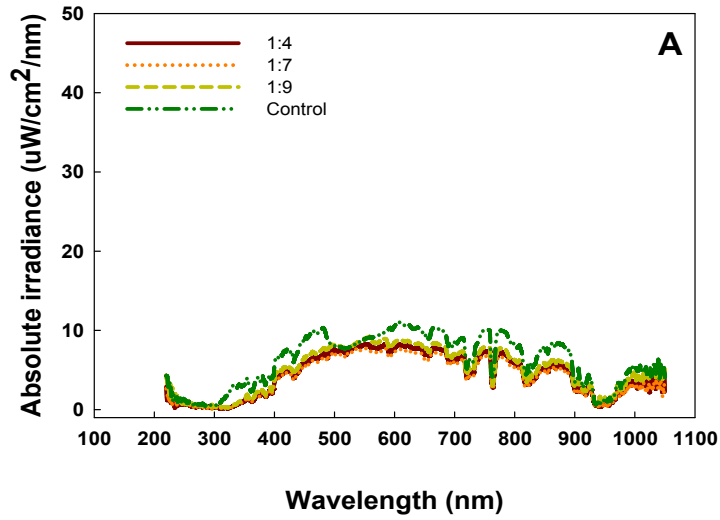


그림 1-49. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류별 유리판넬에서의 광과장 측정(7월 11일). A, No. 2; B, No. 3; C, No. 4.

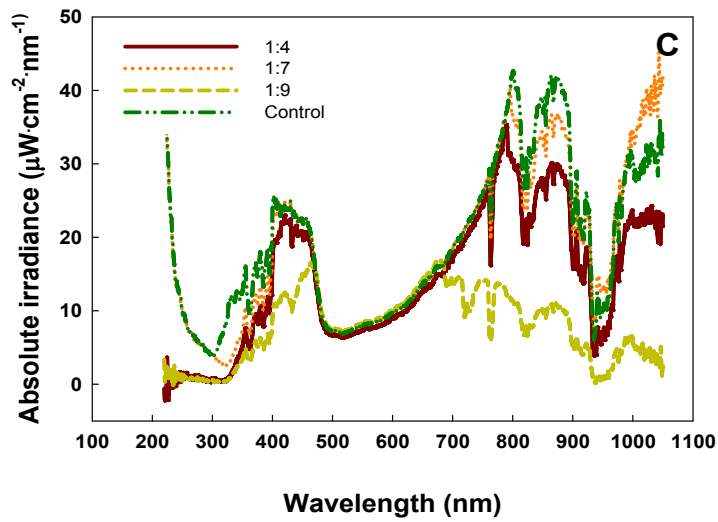
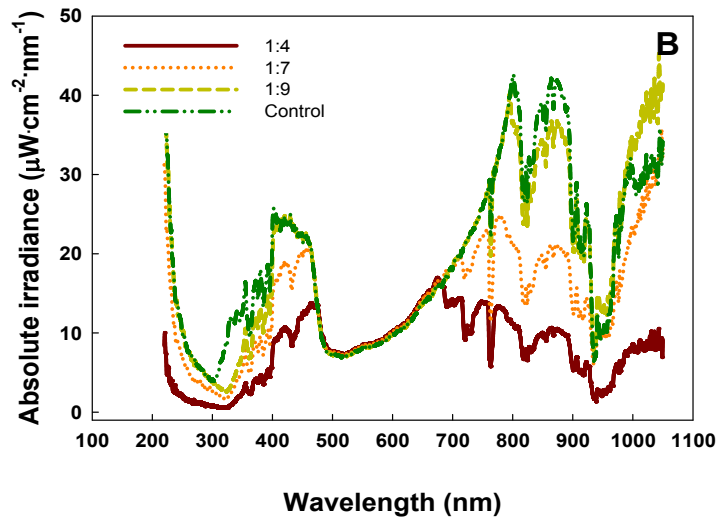
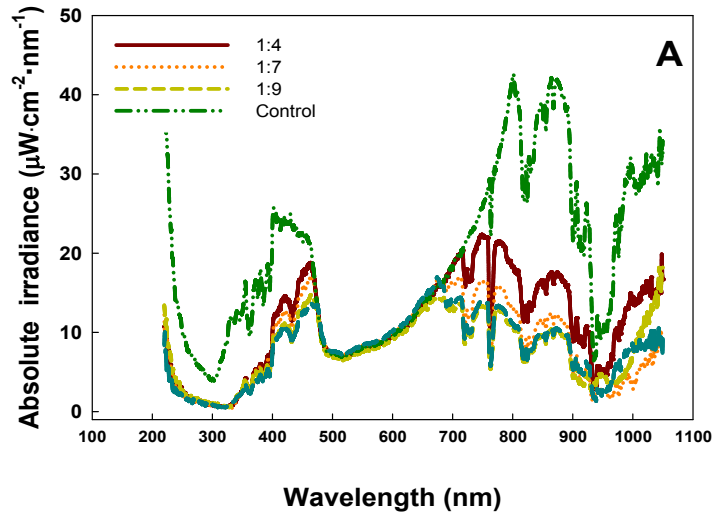


그림 1-50. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 종류별 유리판넬에서의 광과장 측정(8월 8일). A, No. 2; B, No. 3; C, No. 4.

36. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 작물 재배실험을 통한 차광효과 구명

가. 연구목적

- (1) 차광제 GreenShade No. 4(처리농도 1:4, 1회, 2회, 3회 각각 20%, 40%, 60% 차광)를 미니 온실에 처리한 후 작물의 생육상태와 온실 내부 환경변화 측정 및 온도저감 효과 구명

나. 재료 및 방법

- (1) 실험 재료: 광선택적 차광제 GreenShade No. 4
- (2) 실험 작물: 고추 2품종(*Capsicum annuum* ‘Morning Putgochu’, ‘Sinhong’)
- (3) 실험 장소: 경상대학교 부속농장 미니온실 12개 동
- (4) 파종 일자: 2012년 4월 21일
- (5) 접목 일자: 2012년 5월 23일
- (6) 정식 일자: 2012년 7월 18일
- (7) 생육 조사: 2012년 8, 9, 10월
- (8) 처리: 4처리(처리농도 1:4(v/v) 무처리, 20%, 40%, 60%) x 3반복 x 12개체(완전임의배치)
- (9) 조사 방법:
 - (가) 생육조사: 초장, 경경, 근장, 생체중과 건물중(지상부/지하부), 절간장, 엽수, 엽폭, 엽장, 엽면적, 엽록소 등
 - (나) 환경조사: 식물체온(잎, 줄기 등), 광도, 배지온도, 온실내부온습도, 광과장 등

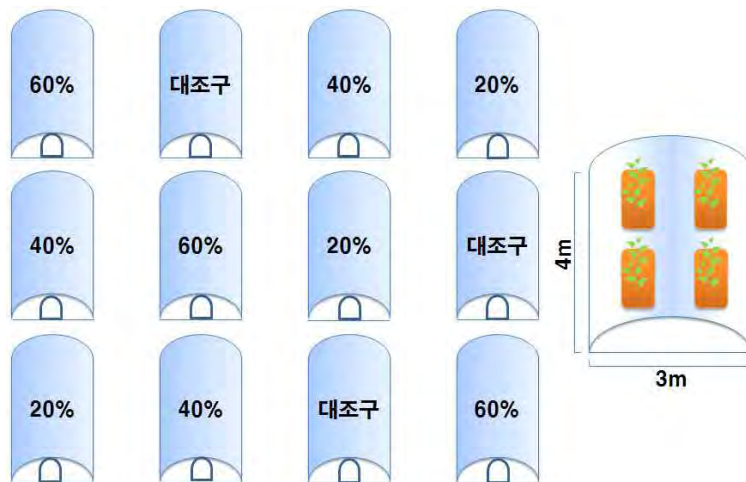


그림 1-51. 12개 온실에 처리된 광선택적 차광제(GreenShade) 실험배치도.

다. 결과 및 고찰

차광제 GreenShade No. 4(처리농도 1:4로 1회, 2회, 3회 각각 20%, 40%, 60% 차광)를 미니 온실에 처리한 후 작물의 생육상태와 온실 내부 환경을 알아보려고 본 연구를 수행함. 8월의 ‘모닝풋고추’ 품종에서는 초장, 엽폭, 엽장, 식물체 온도, 배지온도, 엽록소 값에서는 처리 간에 유의차가 없었으며, 고추의 경경은 60% 차광제 처리에서 가장 낮게 나타남. 8월의 ‘신홍’ 품종에

서는 초장, 경경, 엽폭, 엽장, 배지 온도, 엽록소 값에서는 유의차가 나타나지 않았으며, 고추의 잎과 줄기 온도는 차광제를 처리하지 않은 대조구에서 가장 높게 나타남. 9월의 '모닝꽃고추' 품종에서는 초장, 경경, 엽폭, 엽록소 함량에서는 처리구 간의 유의적인 차이나 나타나지 않았으며, 엽장에서는 대조구에서 가장 낮은 값을 나타냈고, 식물체 잎과 줄기, 배지 온도에서는 대조구에서 가장 높은 값을 나타냄. 9월의 '신홍' 품종에서는 초장, 경경, 엽폭, 엽장에서는 처리구 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 식물체 온도, 배지 온도, 엽록소 함량에서는 대조구에서 가장 높은 값을 나타냄. 10월의 '모닝꽃고추' 품종에서는 초장, 경경, 엽온, 배지 온도, 엽록소 값에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 엽폭과 엽장에서 60%의 차광제 처리구에서 가장 유의성 있게 가장 길게 측정됨. 10월의 '신홍' 품종에서는 초장, 엽폭, 엽장, 식물체 엽온에서는 처리구간의 유의적인 차이가 크게 나타나지 않았으나, 경경은 대조구에서 가장 높게 나타났고 식물체 줄기 온도와 배지 온도는 가장 높은 농도인 60%의 차광제 처리에서 가장 낮게 나타냄. 차광제의 처리 비율에 따른 온실 내부의 온습도의 변화는 차광제의 농도가 높아질수록 변화의 폭이 줄어들고 느리게 변화되는 것을 관찰 할 수 있었음. 고추의 수확량은 품종과 차광 농도에 따른 차이가 나타남. 식물체와 배지, 공기 온도는 차광 비율에 따라 영향을 받았으며, 특히 20%와 60% 차광제 처리의 공기 온도는 7℃까지 차이가 났으며, 상대 습도의 차이는 13%까지 차이를 보임. 광도는 높은 차광제 처리를 한 처리구에서 가장 낮은 값을 나타냄. 이것은 온실의 위치와 시간에 따른 차이는 다소 있었지만 품종간의 차이는 없었음. 광과장측정에서 차광제가 자외선(UV: ultra-violet)과 적외선(NIR: near infrared)을 차단하여 플라스틱 필름 하우스 내부의 식물체, 공기, 배지 온도를 저감하였음. 차광제의 농도가 높을수록 고추의 엽장, 엽폭의 값이 유의적으로 높은 것을 볼 수 있었으며, 식물체의 잎, 줄기와 배지의 온도에서는 대조구보다 20, 40, 60%로 처리한 처리구에서 온도가 더 낮게 나타나 유의성을 보임.

표 1-104. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 8월 ‘모닝꽃고추’의 생육.

Shading percent ^z	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf temp. (°C)	Stem temp. (°C)	Medium temp. (°C)	Chlorophyll (SPAD)
Control	30.3 a ^y	7.0 ab	3.8 a	7.3 a	33.5 a	33.6 b	33.6 a	39.1 a
20%	28.6 a	7.1 a	3.9 a	7.5 a	32.5 a	34.2 ab	34.2 a	40.1 a
40%	28.8 a	6.6ab	3.8 a	7.4 a	33.9 a	35.3 a	34.2 a	41.1 a
60%	30.2 a	6.4 b	4.0 a	7.6 a	32.6 a	36.4 ab	33.6 a	41.3 a

^zShading agent GreenShade No. 4(treatment percentage 1:4 & one time, two times, three times, respectively 20%, 40%, 60% shading).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-105. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 8월 ‘신흥’의 생육.

Shading percent ^z	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf temp. (°C)	Stem temp. (°C)	Medium temp. (°C)	Chlorophyll (SPAD)
Control	43.4 a ^y	7.2 a	3.3 a	6.0 a	35.1 a	35.1 a	36.2 a	36.8 a
20%	42.4 a	7.5 a	3.4 a	6.2 a	33.3 bc	32.4 b	33.3 a	39.2 a
40%	43.9 a	7.0 a	3.3 a	6.2 a	32.8 c	32.7 b	44.8 a	39.6 a
60%	43.4 a	7.2 a	3.3 a	6.2 a	34.4 ab	34.1 a	34.1 a	38.8 a

^zShading agent GreenShade No. 4(treatment percentage 1:4 & one time, two times, three times, respectively 20%, 40%, 60% shading).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-106. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 9월 ‘모닝꽃고추’의 생육.

Shading percent ^z	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf temp. (°C)	Stem temp. (°C)	Medium temp. (°C)	Chlorophyll (SPAD)
Control	30.0 a ^y	7.6 a	3.0 a	5.5 b	26.1 a	26.7 a	28.3 a	24.8 a
20%	29.5 a	7.8 a	3.3 a	6.7 a	26.1 a	26.8 a	26.7 ab	24.2 a
40%	27.9 a	7.5 a	3.4 a	6.6 a	25.9 ab	25.3 b	26.4 b	24.1 a
60%	30.7 a	7.5 a	3.6 a	6.6 a	24.9 b	25.1 b	26.1 b	24.5 a

^zShading agent GreenShade No. 4(treatment percentage 1:4 & one time, two times, three times, respectively 20%, 40%, 60% shading).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-107. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 9월 '신흥'의 생육.

Shading percent. ^z	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf temp. (°C)	Stem temp. (°C)	Medium temp. (°C)	Chlorophyll (SPAD)
Control	43.6 a ^y	7.8 a	2.6 a	7.3 a	28.4 a	28.5 a	30.8 a	29.9 a
20%	44.2 a	8.3 a	2.6 a	7.5 a	24.6 b	25.0 b	26.6 b	23.0 b
40%	43.5 a	7.9 a	2.7 a	7.4 a	25.6 b	25.6 b	26.2 b	22.8 b
60%	43.7 a	8.5 a	2.7 a	7.6 a	24.1 b	25.2 b	24.8 b	23.0 b

^zShading agent GreenShade No. 4(treatment percentage 1:4 & one time, two times, three times, respectively 20%, 40%, 60% shading).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-108. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 10월 '모닝꽃고추'의 생육.

Shading percent. ^z	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf temp. (°C)	Stem temp. (°C)	Medium temp. (°C)	Chlorophyll (SPAD)
Control	30.1 a ^y	7.0 a	2.5 b	5.2 b	15.9 a	15.3 a	15.6 a	21.9 a
20%	29.3 a	6.5 a	2.9 ab	5.7 ab	14.5 a	14.8 ab	14.9 a	20.2 a
40%	28.7 a	6.1 a	2.8 ab	5.3 b	15.1 a	13.8 b	14.0 a	20.7 a
60%	29.5 a	6.7 a	3.1 a	6.3 a	14.5 a	14.0 ab	14.2 a	22.1 a

^zShading agent GreenShade No. 4(treatment percentage 1:4 & one time, two times, three times, respectively 20%, 40%, 60% shading).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-109. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 10월 '신흥'의 생육.

Shading percent. ^z	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf temp. (°C)	Stem temp. (°C)	Medium temp. (°C)	Chlorophyll (SPAD)
Control	43.5 a ^y	8.43 a	2.1 a	4.8 a	14.6 a	15.4 ab	16.7 b	21.6 b
20%	42.9 a	7.65 ab	2.2 a	4.6 ab	14.6 a	15.9 a	15.8 b	21.1 b
40%	43.5 a	6.58 b	2.1 a	4.6 ab	15.0 a	15.4 ab	19.6 a	39.3 a
60%	44.5 a	8.19 ab	2.3 a	4.8 a	15.0 a	14.8 b	14.4 c	19.7 c

^zShading agent GreenShade No. 4(treatment percentage 1:4 & one time, two times, three times, respectively 20%, 40%, 60% shading).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

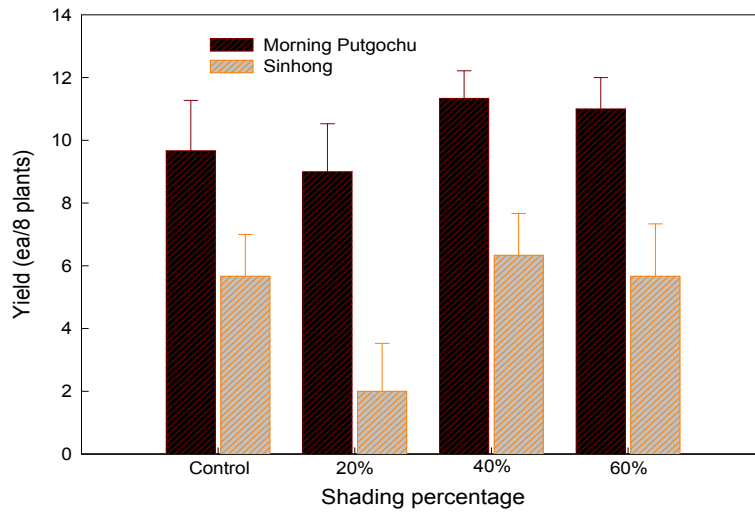


그림 1-52. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 고추 수확량.

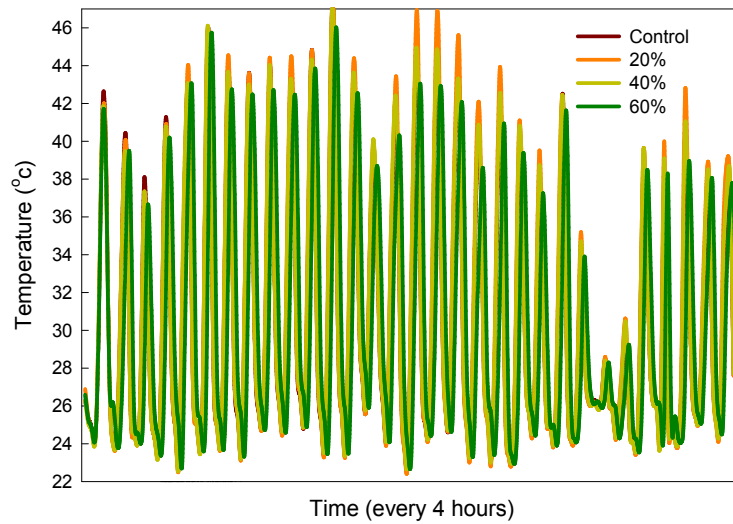


그림 1-53. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 미니온실 내부의 온도 변화.

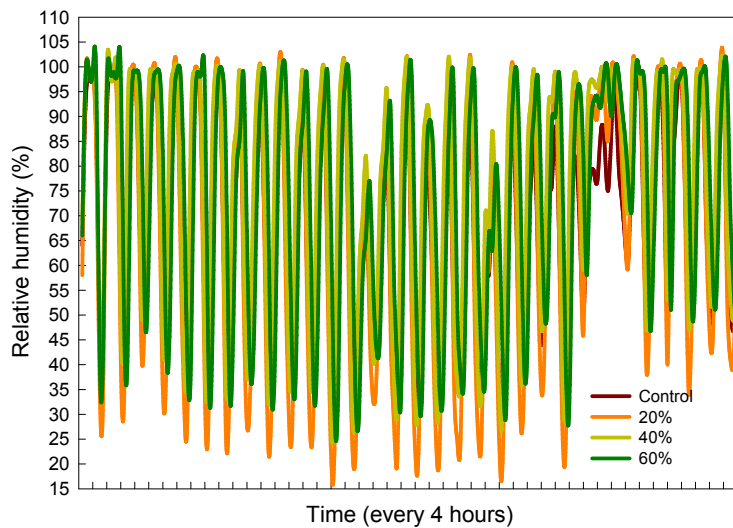


그림 1-54. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 미니온실 내부의 습도 변화.

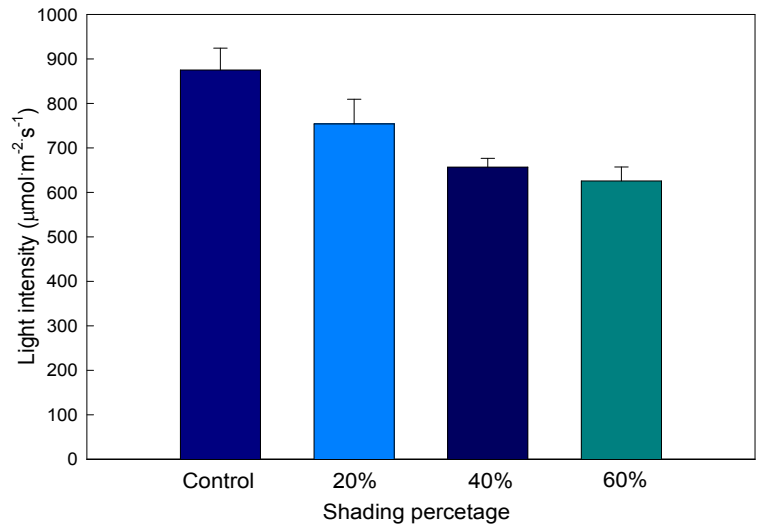


그림 1-55. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 미니온실 내부의 광도.

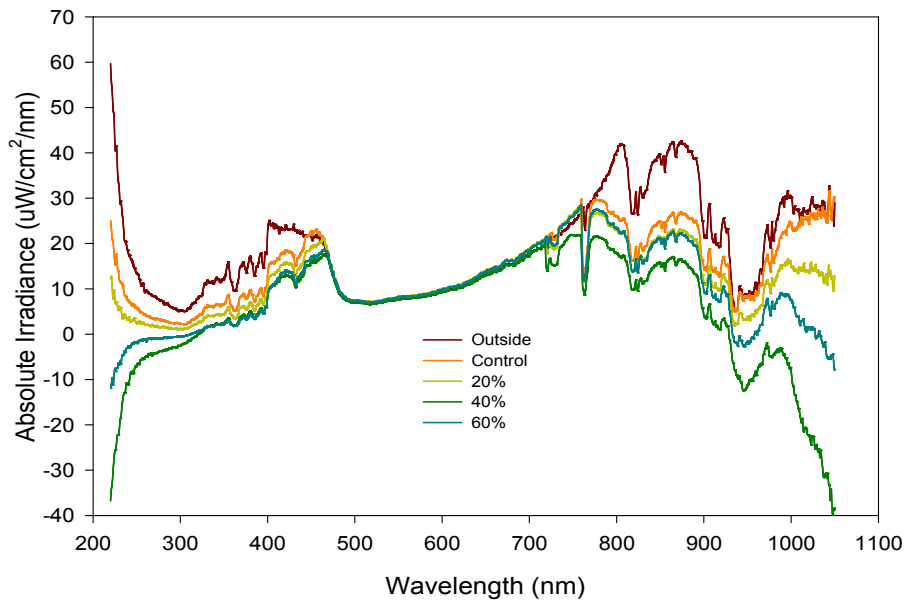


그림 1-56. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 온실내부 및 외부의 광파장의 변화.

라. 요약

차광제 처리에 따른 차광제의 농도가 높을수록 고추의 엽장, 엽폭의 값이 유의적으로 높은 것을 볼 수 있었으며, 대조구보다 20, 40, 60%로 처리한 처리구에서 식물체의 잎, 줄기와 배지의 온도가 더 낮게 나타나 처리간 유의성을 보였음. 시간에 따른 온실 내의 온도변화는 60%의 차광율과 20%의 차광율로 처리된 온실에서 크게는 7℃까지 차이를 보여 차광률이 높을수록 온실 내 온도하강 효과를 입증하였음. 또한, 차광률이 증가함에 따라 광도가 낮아졌으며, 하절기 광도를 낮춰주는 효과가 있었음. 차광율의 증가에 따라 UV와 NIR을 차단/감소하여 온실내 식물체와 공기 온도를 낮춰주는 효과가 입증됨.

37. 슬래브형 페놀릭폼 배지의 높이에 따른 양액분포와 화학성

가. 연구목적

- (1) 수경재배 농가에서 대부분 사용 중인 코이어와 암면배지를 대체하기 위한 슬래브형 신개발 배지인 phenolic foam(PF)배지의 이화학성 조사
- (2) 슬래브형 phenolic foam 배지의 높이에 따른 양액 흐름과 분포를 확인하여 근권의 양·수분 확산형태의 예측과 배지의 수직적 혹은 수평적 pH와 EC 측정을 통한 배지의 화학적 특성 파악

나. 재료 및 방법

(1) 실험 재료

(가) 성형 높이가 다른 슬래브형 신개발 PF배지 4종과 대조구(암면)

(나) 규격: 100 cm(길이) × 15 cm(폭) × 4.5, 5.5, 6.5, 또는 7.5 cm(높이)

- ① Rockwool 7.5 cm (Grodan Co. Ltd., Denmark)
- ② Phenolic foam LC-lite 4.5 cm (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)
- ③ Phenolic foam LC-lite 5.5 cm
- ④ Phenolic foam LC-lite 6.5 cm
- ⑤ Phenolic foam LC-lite 7.5 cm

(2) 실험장소: 경상대학교 부속농장 양지봉형 유리온실

(3) 실험처리: 5처리(1 Rockwool + 4 Phenolic foam) x 3반복

(4) 조사항목: 양액의 흐름과 분포 관찰, 배지의 화학성(pH, EC)

(5) 조사방법

(가) 양액의 흐름과 분포 측정

- ① EC $2.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, pH 6.0의 양액에 염색시약인 bromophenol blue(Sigma Aldrich Co., LLC.)를 희석하여 관주
- ② 3일 간 9:00, 13:00, 17:00시에 슬래브 상부 2곳에 각각 150mL씩 관주
- ③ 일주일 후 슬래브 배지내부에서의 양액 흐름과 분포 관찰

(나) 물리성 및 화학성 측정

- ① EC $2.7\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ pH 6.6의 양액을 9:00, 13:00, 17:00시에 7일간 관주
- ② 일주일 후 각각의 슬래브를 40조각으로 절단 후 각 위치 별 EC와 pH 측정



사진 1-61. 배지의 위치별 pH와 EC를 측정하기 위해 40 등분 한 모습.

다. 결과 및 고찰

슬래브 높이에 따른 양액의 분포와 흐름은 4.5cm 높이의 PF배지에서의 가장 넓고 균일하게 확산되었음. PF배지의 높이가 높아질수록 염색된 양액의 분포가 좁은 원추형으로 염색되는 것을 관찰 할 수 있었음. 대조구로 사용한 암면배지와 비교 하였을 때, PF배지 높이가 4.5cm 일 때, 상부와 하부에서의 양액 흐름이 대조구인 암면배지와 유사하게 분포되는 것을 확인할 수 있었음. 슬래브 종류에 따른 pH변화는 대조구인 암면배지의 상부와 하부의 수평방향의 중앙 부분에서 높은 값을 나타냈고, 양액이 공급된 지점에서 가장 낮은 값으로 측정되었음. PF배지에서도 암면과 유사한 결과를 나타냈음(그림 1-57). 높이 4.5cm PF배지에서 수평방향으로 상부 pH 7.10, 하부 pH 6.83, 높이 5.5cm 배지에서는 상부 pH 7.51, 하부 pH 7.00, 높이 6.5cm 배지에서는 상부 pH 7.84, 하부 pH 7.00, 높이 7.5cm 배지에서는 상부 pH 7.40, 하부 pH 6.81의 값으로 각각 측정되었음(그림 1-59, 그림 1-60, 그림 1-61). PF배지에서 4.5cm 높이의 배지에서 상부와 하부의 pH의 차이가 가장 작았음. EC의 변화는 배지의 중심에서 오른쪽과 왼쪽의 차이가 암면에서 가장 작았으며, 상부와 하부의 차이는 높이 4.5cm의 PF배지에서 가장 작았음. 암면배지의 상부 EC $0.56\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 하부 EC $0.76\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 높이 4.5cm PF배지의 상부에서는 EC $0.59\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 하부에서는 $0.62\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 배지의 중앙 부위에서 가장 낮았고, 높이 5.5cm PF배지의 상부에서는 EC $0.50\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 하부에서는 $0.62\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 6.5cm PF배지의 상부에서는 EC $0.49\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 하부에서는 EC $0.57\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 7.5cm PF배지의 상부에서는 $0.42\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 하부에서는 $0.58\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 중앙 부위에서 낮은 값을 나타냈음. 슬래브 배지의 높이가 낮을수록 균일한 양액의 분포를 나타냈음. 또한 배지의 pH는 양액 공급지점에서 가장 낮았고, EC는 양액 공급지점과 배지의 하부에서 가장 높은 값을 나타냈음. 슬래브 배지의 높이에 따른 pH와 EC는 높이가 커질수록 상부와 하부의 차이가 크게 나타났음.

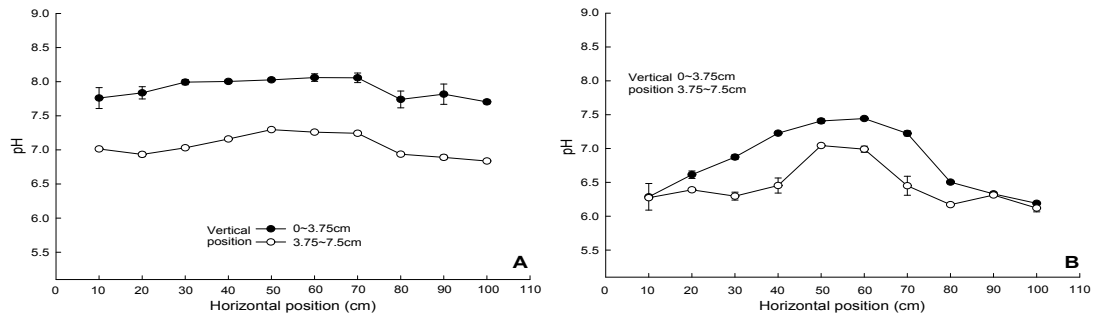


그림 1-57. 슬래브 배지의 수직과 수평 방향의 pH 변화(A; rockwool slab, B; 7.5 cm phenolic foam slab)(양액 pH = 6.0, EC = 2.0).

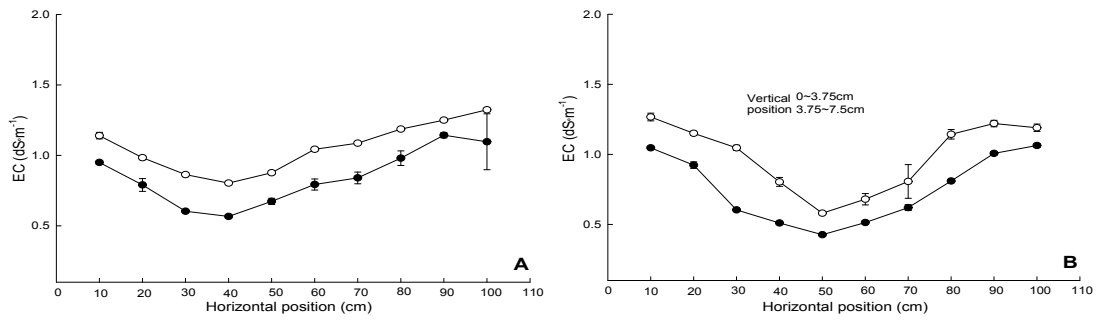


그림 1-58. 슬래브 배지의 수직과 수평 방향의 EC 변화(A; rockwool slab, B; 7.5 cm phenolic foam slab)(양액 pH = 6.0, EC = 2.0).

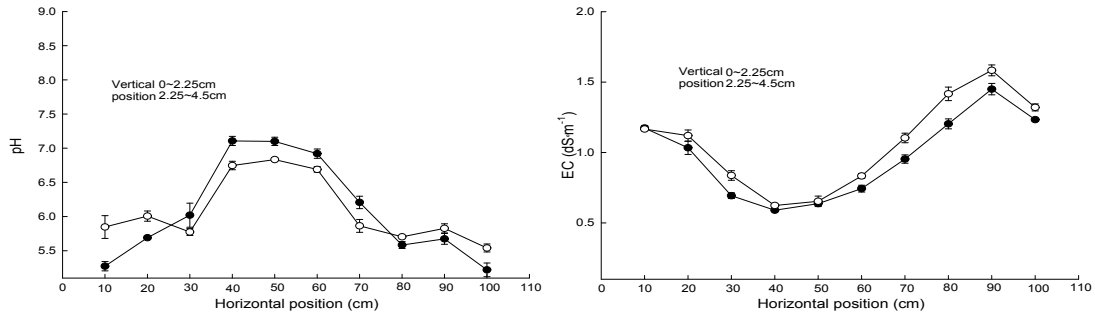


그림 1-59. 4.5cm phenolic foam slab배지의 수직과 수평 방향의 pH와 EC의 변화(양액 pH = 6.0, EC = 2.0).

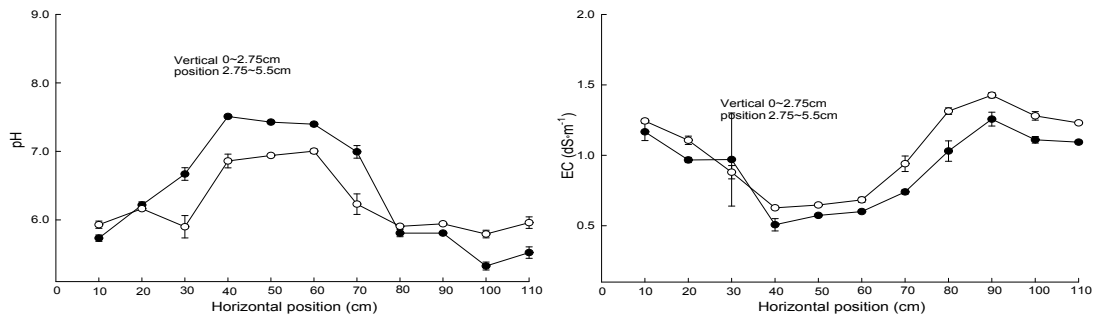


그림 1-60. 5.5cm phenolic foam slab배지의 수직과 수평 방향의 pH와 EC의 변화(양액 pH = 6.0, EC = 2.0).

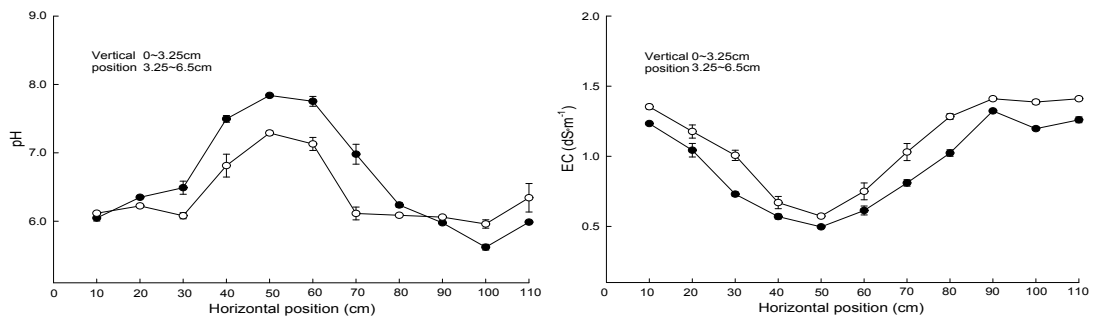


그림 1-61. 6.5cm phenolic foam slab배지의 수직과 수평 방향의 pH와 EC의 변화(양액 pH = 6.0, EC = 2.0).



사진 1-62. 높이별 신개발 슬래브형 phenolic foam배지와 암면(좌측부터 슬래브 높이가 각각 4.5, 5.5, 6.5, 7.5cm phenolic foam배지와 7.5cm 암면배지).

라. 요약

4.5cm 높이의 PF 슬래브 배지에서의 가장 넓고 균일한 양액의 분포와 흐름을 나타냄. 슬래브 배지의 높이가 높을수록 염색된 양액의 분포가 좁은 원추형으로 염색됨. pH는 양액 공급지점에서 가장 낮은 값으로 측정 되었으며, 4.5cm 높이의 PF배지에서 상부와 하부의 pH의 차이가 가장 작게 나타났음. EC는 암면에서 배지의 중심에서 오른쪽과 왼쪽의 차이가 가장 작았으며, 상부와 하부의 차이는 높이 4.5cm의 phenolic foam 배지에서 가장 작았음. 슬래브 배지의 높이가 낮을수록 균일한 양액의 분포를 나타냈으며, 배지의 pH는 양액 공급지점에서 가장 낮았고, EC는 양액 공급 지점과 배지의 하부에서 가장 높은 값을 나타냈음. 슬래브 배지의 pH와 EC는 높이가 큰 배지일수록 상부와 하부의 차이가 크게 나타났음.

38. 신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 작물 재배실험을 통한 차광효과 구명

가. 연구목적

- (1) 차광제 GreenShade No. 4(처리농도 1:4 & 1회, 2회, 3회 각각 20%, 40%, 60% 차광)를 미니온실에 처리한 후 작물의 생육과 온실 내부 환경변화 파악

나. 재료 및 방법

- (1) 실험 재료: 광선택적 차광제 GreenShade No. 4
- (2) 실험 작물: 상추(*Lactuca sativa* L. 'Jeockchima')
- (3) 실험 장소: 경상대학교 부속농장 미니온실 12개 동
- (4) 파종 일자: 2013년 3월 19일
- (5) 정식 일자: 2013년 4월 15일
- (6) 생육 조사: 2013년 5월 22일
- (7) 처리
 - (가) 차광비율: 무처리, 차광제 1:4(v/v)의 1회, 2회, 3회 처리로 각각 20%, 40%, 60% 차광
 - (나) 4처리 x 3반복 x 12개체(완전임의배치)
- (8) 조사 방법
 - (가) 생육조사: 초장, 경경, 근장, 생체중과 건물중(지상부/지하부), 절간장, 엽수, 엽폭, 엽장, 엽면적, 엽록소 등
 - (나) 환경조사: 식물체온(잎, 줄기 등), 광도, 배지온도, 온실내부 온습도, 광과장 등

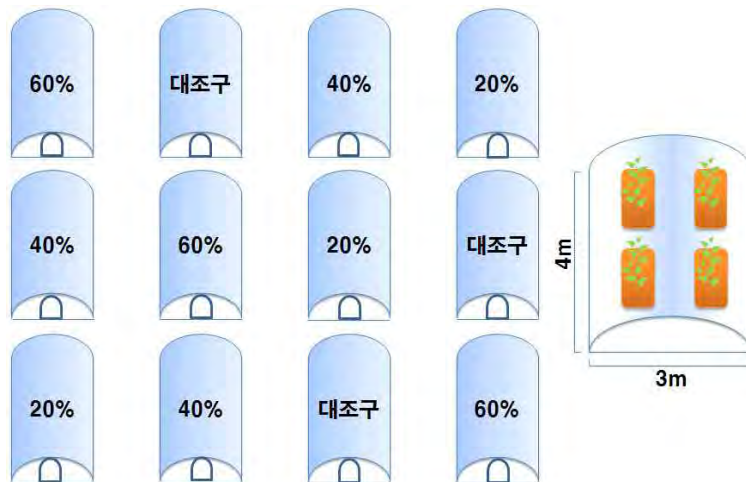


그림 1-62. 12개 온실에 처리된 광선택적 차광제(GreenShade) 실험배치도.

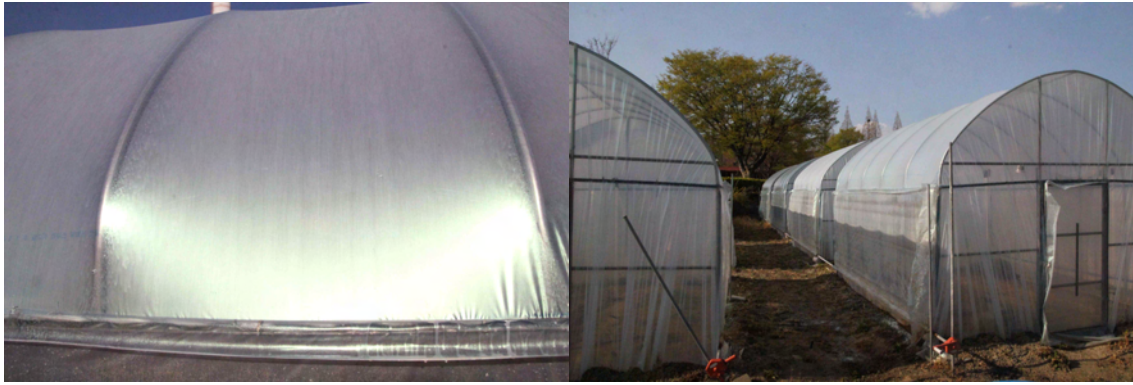


사진 1-63. 차광제 처리 후 외부에서 본 미니온실 모습.



사진 1-64. 차광제 처리 후 미니 온실 내부의 상추를 배치한 모습.

다. 결과 및 고찰

신개발 광선택적 차광제 GreenShade의 작물 재배실험을 통한 차광효과 구명을 위해 미니온실 12개 동에 차광제를 처리한 후 2013년 4월부터 상추를 재배하여 생육을 조사하였음. 4월에 초장, 엽장, 엽폭, 식물체 엽온 및 배지 온도, 엽록소 값과 광도를 측정된 결과 초장과 엽장은 높은 비율의 차광제 처리인 40%와 60% 차광제 처리구에서 증가함(표 1-110). 식물체 엽온과 배지의 온도, 광도는 차광제를 처리하지 않은 대조구에서 가장 높았음(표 1-110). 엽폭과 엽록소 값은 유의적이 차이가 나타나지 않았음. 5월의 측정 결과 초장, 엽록소 함량, 광도에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 엽장과 엽폭에서는 가장 높은 농도인 60% 차광제 처리구에서 가장 높게 나타남. 식물체 엽온과 배지의 온도는 40, 60%의 차광제 처리구보다 대조구와 20% 처리구에서 더 높은 값을 나타내어 차광제로 인한 온실내부 온도저감 효과를 증명함(표 1-111). 2013년 6월 최종 생육조사에서는 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 최대근장, 지상부와 지하부의

생체중과 건물중, 엽록소 값과 엽면적을 측정하였음. 초장, 엽장, 엽폭, 지상부 생체중과 엽면적은 60%의 차광제 처리에서 가장 높게 나타났고(사진 1-65), 엽수는 대조구에서 가장 작았음. 하지만 엽록소 값은 대조구와 20% 처리구에서 유의적으로 높게 나타났음. 최대근장, 지하부 생체중, 지상부와 지하부의 건물중은 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았음(표 1-112). 온실 내부의 온습도는 차광제의 비율이 높을수록 온습도의 변화의 폭이 적고, 변화하는 속도가 느렸음. 상대습도는 60% 차광제 처리와 대조구와 비교했을 때 최대 30% 정도로 차이가 낮으며(그림 1-63), 온도는 최대 10℃ 정도로 큰 차이를 보였음(그림 1-64). 결과적으로 높은 농도의 차광제(40, 60%) 처리구에서 ‘적치마’ 상추의 엽장, 엽폭, 엽면적이 높게 나타났으며, 식물체 엽온도 차광제 처리구에서 효과적으로 낮은 경향을 보임. 이는 차광제로 인하여 온실내부의 온도 및 광도를 낮추어 배지의 수분 증발률을 낮추었기 때문인 것으로 판단됨.

표 1-110. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 4월 ‘적치마’의 생육.

Shading ratio ^z	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf temp. (°C)	Medium temp. (°C)	Chlorophyll (SPAD)	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
Control	12.10 b ^y	12.50 b	9.22 a	22.02 a	21.20 a	27.56 a	999.52 a
20%	12.42 b	12.77 b	9.14 a	20.24 b	19.36 b	26.49 a	813.11 ab
40%	13.14 a	13.36 a	9.28 a	19.54 bc	19.62 b	30.57 a	650.57 b
60%	13.17 a	13.62 a	9.42 a	19.35 c	18.95 b	29.53 a	609.60 b

^zShading agent GreenShade No. 4(one time, two times, three times as diluted ratio 1:4 (v/v) were 20%, 40%, and 60% shading, respectively).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-111. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 5월 ‘적치마’의 생육.

Shading percent ^z	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf temp. (°C)	Medium temp. (°C)	Chlorophyll (SPAD)	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
Control	17.98 a ^y	16.44 b	10.23 c	22.90 b	19.93 a	31.10 a	1,347.74 a
20%	22.24 a	16.51 b	11.06 b	24.38 a	20.28 a	24.71 a	1,178.17 a
40%	18.42 a	17.40 a	9.60 c	21.09 c	19.25 b	24.30 a	1,006.96 a
60%	19.53 a	17.69 a	12.52 a	21.14 c	18.46 c	24.65 a	933.56 a

^zShading agent GreenShade No. 4(one time, two times, three times as diluted ratio 1:4 (v/v) were 20%, 40%, and 60% shading, respectively).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P = 0.05$.

표 1-112. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 6월 ‘적치마’의 생육.

Shading ratio ^z	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	Root length (cm)
Control	20.17 c ^y	16.79 c	11.54 c	17.67 c	36.39 a
20%	20.74 bc	17.33 bc	12.26 b	18.37 bc	25.80 a
40%	21.24 b	17.97 b	12.85 a	19.70 a	29.17 a
60%	22.96 a	19.18 a	12.91 a	19.19 ab	29.70 a

표 1-112. 계속.

Shading ratio ^z	Shoot fresh weight (g)	Root fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Root dry weight (g)	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ² /plant)
Control	64.15 b	47.63 a	6.25 a	6.55 a	25.10 a	1,399.84 b
20%	68.15 b	51.20 a	6.38 a	7.36 a	24.32 a	1,368.28 b
40%	70.14 b	46.70 a	6.05 a	6.99 a	22.33 b	1,527.54 b
60%	79.68 a	50.08 a	6.22 a	7.06 a	21.92 b	1,886.98 a

^zShading agent GreenShade No. 4(one time, two times, three times as diluted ratio 1:4 (v/v) were 20%, 40%, and 60% shading, respectively).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

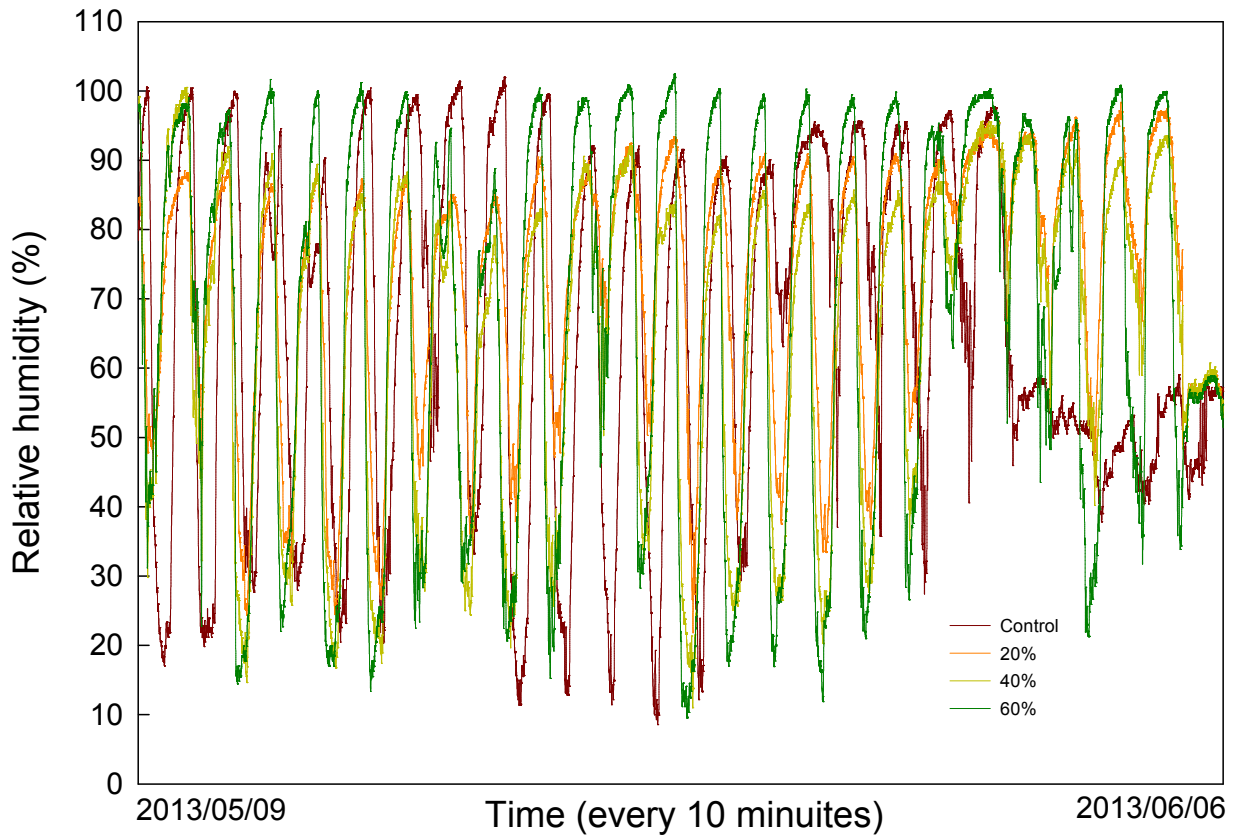


그림 1-63. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 미니온실 내부의 상대습도 변화 (2013년 5월 9일~6월 6일까지 측정).

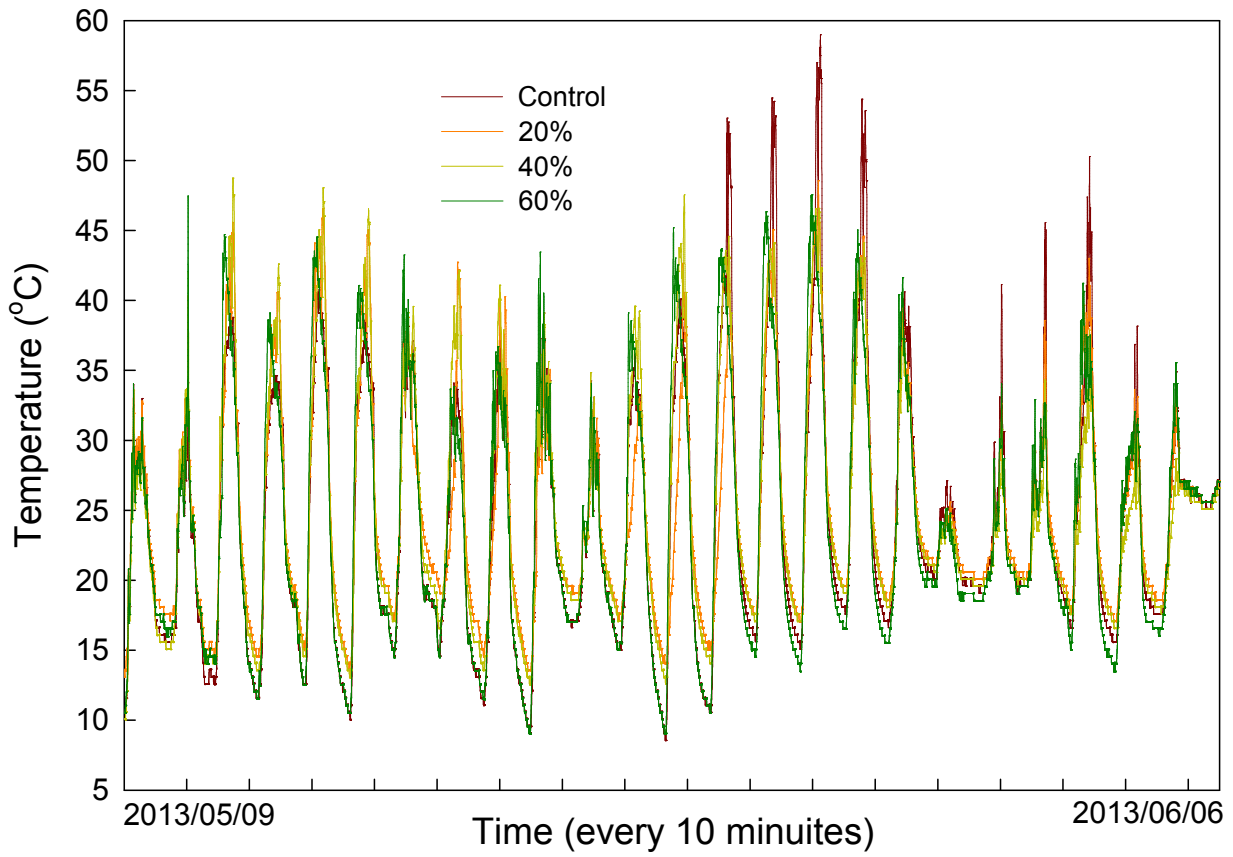


그림 1-64. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 따른 미니온실 내부의 온도 변화(2013년 5월 9일~6월 6일까지 측정).



사진 1-65. 광선택적 차광제(GreenShade)의 농도 처리에 ‘적치마’ 상추의 생육.

라. 요약

높은 농도의 차광제(40, 60%) 처리구에서 ‘적치마’ 상추의 엽장, 엽폭, 엽면적이 높게 나타났으며, 식물체의 온도 역시 차광제 처리구에서 저감효과를 보임. 온실내부의 온습도는 차광율이 높아 질수록 변화의 폭이 적었으며 변화 속도도 느려지는 긍정적인 효과를 나타냄.

제 2 절 시설재배 과채류와 화훼류의 수입대체 배지 개발 및 상품화 (1협동 연구팀: 한국스미더스오아시스(주))

1. Phenolic foam용 수지 및 발포 기술 개발

본 연구개발은 원예배지용 페놀수지 개발 및 이를 이용한 발포 폼 제조기술 개발에 관련된 내용으로 크게, 페놀수지 합성공정에 대한 연구와 foaming공정에 대한 연구로 나누어지며 제품 품질향상을 위한 계면활성제를 이용한 표면개질연구가 추가적으로 진행되었음. 액상의 페놀수지의 개발은 foamaldehyde/phenol의 몰비 및 반응조건에 대한 연구로 나누어 진행하였으며, 얻어진 페놀수지를 foaming공정에 도입하여 원예용 배지 성질과의 상관관계를 규명하였다. 본 연구에 대한 개략을 아래 그림에 도시하였다.

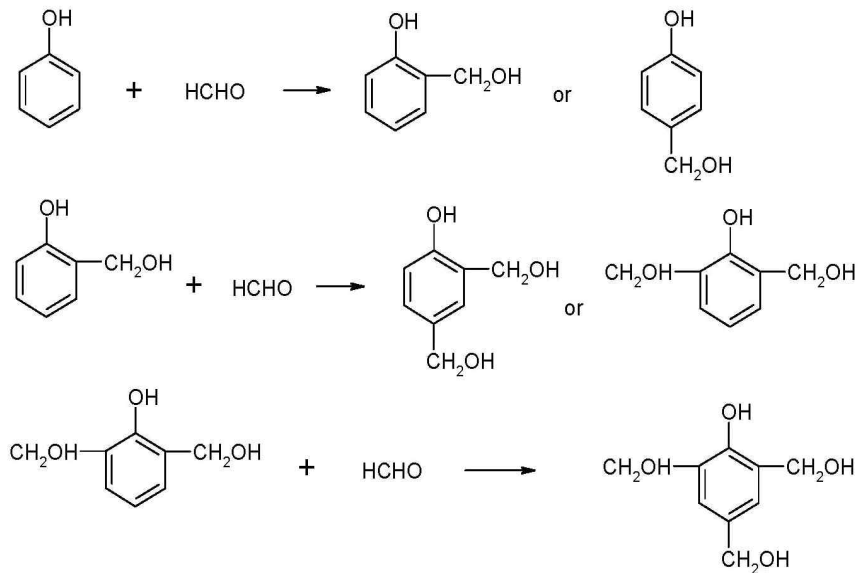


그림 2-1. 페놀수지 합성 메카니즘.

페놀은 시약급을 구입한 후 녹여서 액상으로 사용하였으며, 포르말린은 37%의 농도를 이용하였음. 염기성 반응촉매는 페놀대비 5이하의 중량비를 투입하여 90℃에서 주반응을 진행하였고, 얻어진 페놀수지는 foaming공정에 도입하여 연구를 진행하였음. 전체적인 세부연구 진행과정 및 결과는 아래에 항목별로 설명하였음.

가. 페놀수지에 대한 연구

(1) Formaldehyde/phenol의 mole ratio에 대한 연구

Formalin/Phenol (F/P)의 몰비를 1.5~2.5 까지 진행하여 잔류페놀이 상대적으로 낮은 페놀수지의 합성공정을 확립하였음. 이중 F/P 몰비 2.1~2.5에서 좋은 반응성과 6%이하의 낮은 잔류페놀 함량을 보임. 동일한 합성조건에서 formaldehyde의 몰비를 증가시키면 잔류페놀의 함량이 적어지는 결과를 나타내었음. 그러나 잔류포르말린의 함량 역시 증가하기 때문에 2.5 이상의

F/P 몰비는 반환경적인 요소로 인하여 기술적 가치가 떨어질 것으로 판단됨.

결과를 분석해 볼 때 F/P 몰비 2.1~2.3에서 적합한 주반응 시간을 보였으며, 수지의 물성은 점도가 약 5,000~15,000 cps, 고형분 75~85%의 성질을 나타내었고, 연속foaming (Continuous foaming) 생산방식에 적합한 foaming reactivity를 보였음. 따라서 2.1~2.3의 mole 비가 본 원예용 배지의 개발에 최적의 조건이라 사료되어 지나, 2.3의 F/P몰비가 잔류페놀의 측면에서 다소 유리하다고 판단됨.

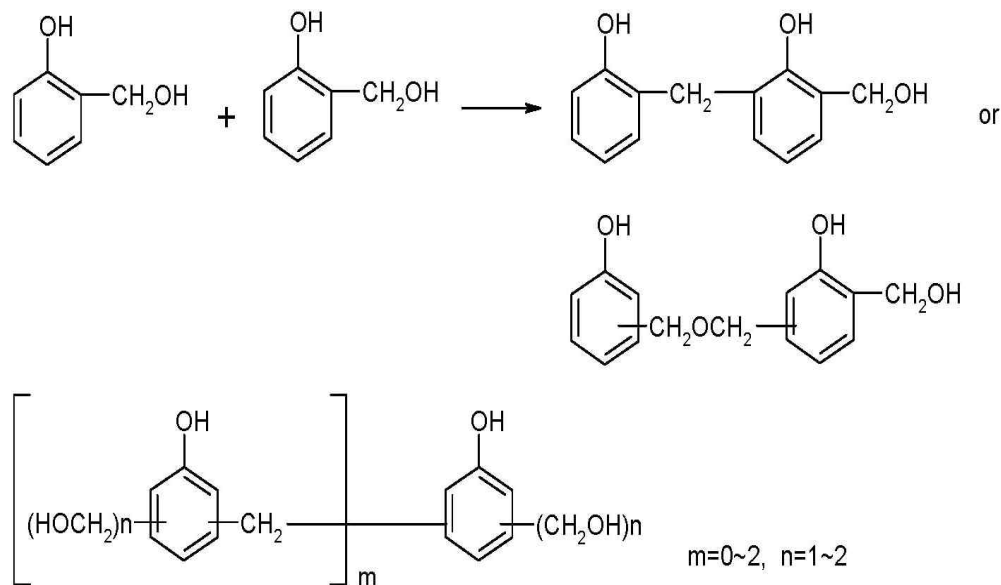


그림 2-2. 페놀수지 축합반응 메카니즘.

(2) 합성조건에 대한 연구

본 합성연구에서는 페놀대비 1~5 중량비의 염기성 촉매를 투입하여 실험을 진행하였음. 액상 페놀을 반응기에 넣고, 포르말린과 염기성 촉매를 넣은 후 주반응 온도인 90℃로 상승시킴. 우수한 안정성과 재연성을 확보하고자 온도를 일정하게 상승시켰는데, 그 이유는 페놀수지 합성 공정은 발열반응이고, 많은 양의 페놀과 포르말린을 이용한 생산에서는 온도가 급격히 상승할 수 있어 이로 인한 위험성이 항상 존재함. 또한 열이 주반응 이상 급격하게 올라가게 되면 주반응 온도조절에 추가적인 시간과 노력이 필요하고 이로 인하여 주반응 시간이 매회 달라지기 때문에 반응조절이 상대적으로 어려워짐. 온도를 일정하게 조절하는 것은 생산안정성과 주반응 시간의 재연성에 매우 중요한 요인임.

표 2-1. 촉매의 양에 따른 주반응시간.

	Example 1	Example 2	Example 3	Example 4
Base catalyst (part by wt of phenol)	1.0	2.0	3.0	5.0
Viscosity (cst)	22	23.5	24	26
Reaction time (hr)	4	3	2	1

표 2-1에서 나타난 바와 같이 주반응시간은 촉매의 양에 영향을 받음. 촉매의 양이 적을 경우에는 실험의 재연성이 상대적으로 좋은 결과를 보이지만 장시간의 주반응에 따른 비용증가로 인하여 경제성이 떨어짐. 이와 반대로 많은 양의 촉매 하에서는 주반응이 짧아 경제성 면에서는 유리하지만 반응이 빨리 진행되어 재연성면에서 떨어지는 결과를 보였음. 본 연구에서는 2.0 중량비에서 반응속도 및 재연성에서 좋은 결과를 보였기 때문에 2.0의 중량비로 고정하여 실험을 진행하였음.



사진 2-1. 페놀수지 합성장치(Lab scale 10L 반응기).

(3) 수지반응성에 대한 연구

상기 공정에서 얻어진 페놀수지는 foaming공정에 이용될 수 있도록 산경화제에 대하여 적절한 반응성을 유지하여야 함. 반응성이 너무 낮으면 foaming온도가 낮아 느린 경화속도를 보이며 고발포 효율을 기대할 수 없음. 또한 반응성이 너무 높으면 foaming반응을 일정하게 유지할 수 없으며, 폼의 균일성면에서도 문제를 초래하기 때문에 적절한 foaming반응속도를 유지하는 것이 매우 중요함. 따라서 최적의 반응성을 얻기 위하여 주반응시간을 조절하여 산경화제에 대한 반응성을 조사하였음.

표 2-2. 주반응시간과 반응성과의 상관관계.

	Example 5	Example 6	Example 7	Example 8
Viscosity (cst, 25°C)	15.2	21.3	23.5	30
Reaction time (hr)	2	2.5	3	3.5
T max (°C)	-	160	140	120

위의 표 2-2에서 나타난 바와 같이 15.2 cst의 고발열 수지는 반응성이 높아 발열실험 도중 additional blow가 진행되어 T max를 정확히 측정할 수 없었음. 이는 수지내의 물과, 산경화 반응 중 생성되는 물로 인하여 발포가 된 것으로 판단되어지는데 이러한 고발열의 수지는 foaming reactivity 조절 등이 매우 어렵기 때문에 연속생산에는 많은 문제점을 초래할 것으로 판단됨. 또한 30 cst 이상에서는 안정된 발열을 보이지만 같은 조건에서 open cell 및 발포비율 측면에서 기대치에 이르지 못하였음. 모든 실험결과를 토대로 하였을 때, 23~25 cst의 점도에서 원예용 배지에 유리한 높은 발포율과 안정된 open cell structure를 보였음.



사진 2-2. 합성 후 제조된 액상형 페놀수지.

나. Foaming에 대한 연구

(1) 계면활성제에 대한 연구

폼의 친수성은 많은 요인에 의해서 영향을 받음. 첨가제, open cell 함량, cell size, porosity 등에 의해서 성질이 크게 변하기 때문에 각각에 대해서 최적의 조건을 설정한 후 이를 토대로 종합적 검토를 진행하여야 함. 따라서 본 연구에서는 폼의 친수성을 각각의 조건들에 대하여 개별적으로 상관관계를 규명한 후 이를 조합하여 최적의 조건을 설정하였음.

첨가제에 의한 Foaming의 성질규명은 이온성계면활성제와 비이온성 계면활성제를 이용하여 실험 진행하였음. 연구에 이용된 비이온 계면활성제는 HLB (Hydrophilic Lipophilic Balance)값을 조절하여 계면활성제의 유화능력을 검토 진행한 후 이온성계면활성제의 투입량을 변화시켜가며 최적화를 이루었음. 이론상 비이온계면활성제의 HLB값이 높은 친수성의 유화제가 원예용 배지에 유리해 보이나, 10이상의 높은 HLB값을 갖는 비이온성 계면활성제는 본 연구에서 합성되는 수지와 병합성이 현저히 떨어져 안정적인 cell 구조형성 및 foaming과정을 원활히 수행할 수 없었음. 페놀수지 대비 0.2의 중량비의 비이온성 계면활성제는 수지, 발포제 및 산경화제에

대한 유화능력이 현저히 떨어져 foaming이 정상적으로 진행되지 못하였으며, 7.0의 중량비에서도 수지의 cross linking에 입체적인 장애물로 작용하여 경화반응이 효율적으로 진행되지 못하였음. 따라서 페놀대비 1.0~5.0 사이의 중량비가 효율적으로 판단되나 4.0에서 fine cell 조직을 보였음.

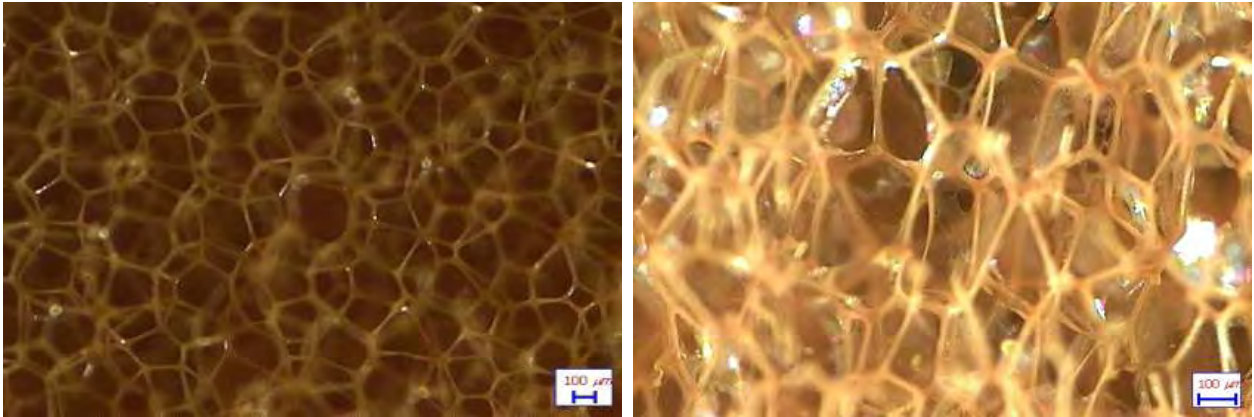


사진 2-3. 계면활성제 변화에 따른 foam의 셀 조직 비교.

(2) 산경화제에 대한 연구

산경화제는 아래 표에 나타낸 바와 같이 페놀수지 대비 20.0의 중량비에서 foam이 정상적으로 형성되었지만 낮은 foaming에너지로 인하여 cell조직을 효율적으로 open시키지 못하는 결과를 초래하였음. 중량비 30.0 이하에서도 상대적으로 open cell의 함량이 떨어져 수분 흡수 시간이 현저히 길어지는 결과를 나타내었음. 따라서 foaming과정의 에너지가 open cell 형성에 밀접한 관계가 있음을 확인하였음. 35이상 중량비의 산경화제에서는 foaming, 수분흡수 속도 및 친수성에서 좋은 결과를 보였으나, hardening process가 rising process과정에서 일찍 시작되어 상대적으로 높은 밀도의 foam이 형성되었으며, 이로 인하여 낮은 흡수율의 결과를 나타내었음.

표 2-3. 산 경화제가 foaming 및 밀도에 미치는 영향.

Property	Example 9	Example 10	Example 11
Phenolic resin	100.0	100.0	100.0
Emulsifier (g)	4	4	4
Acidic hardening agent (g)	20.0	30.0	35.0
Blowing agent	15.0	15.0	15.0
Density (g/cm ³)	0.038	0.025	0.027

따라서 종합적으로 결과를 고려해보면, 페놀수지 대비 35의 중량비에서 가장 좋은 결과를 보임.



사진 2-4. 페놀수지 산 경화 후 모습(수지 100g).

다. 발포제에 대한 연구

끓는점의 범위가 20℃~100℃인 탄화수소류의 발포제를 이용하여 foaming공정연구를 진행하였으며, 넓은 온도 범위의 foaming공정에 효율적으로 대처할 수 있도록 3종류 이상의 발포제를 적절히 혼합한 후 사용하였음.

표 2-4. 발포제가 foaming에 미치는 영향.

Property	Example 12	Example 13	Example 14	Example 15
Phenolic resin(g)	100.0	100.0	100.0	100.0
Emulsifier(g)	4	4	4	4
Acidic hardening agent(g)	32.5	32.5	32.5	32.5
Blowing agent (g)	10.0	15.0	17.5	20.0
Density (g/cm ³)	0.038	0.025	0.021	0.02
Weight (g, 2000cm ³)	75	50	43	40

위 표 2-4에서 나타난 바와 같이 발포제의 양은 foam의 밀도에 많은 영향을 미침. 따라서 낮은 밀도의 foam 형성에는 많은 양의 발포제가 필요하나, 중량비 20.0 이상의 발포제에서는 foaming진행과정에서 내부에너지를 떨어뜨리는 결과를 초래하기 때문에 상대적으로 open cell 함량이 적어 수분흡수시간이 현저히 길어지는 현상을 나타내었음. 위 결과를 종합해보면 15.0~17.5의 중량비가 적합한 것으로 판단되며, 이중 17.5의 중량비에서 밀도 및 수분흡수율에서 우수한 결과를 보였음.



사진 2-5. 페놀수지를 이용한 발포 폼 실험 모습(수지 800g).

라. Phenolic foam용 수지 및 발포 결과

배지용 발포 폼 제조에 사용되는 페놀수지는 2.3의 Formaldehyde/phenol의 몰비로부터 합성된 페놀수지가 최적의 조건이었으며 이렇게 제조된 수지는 6.0% 이하의 잔류페놀함량을 보였음. 페놀 수지 제조조건에 있어서 페놀대비 2 중량비의 염기성촉매와 23~25 cst의 점도에서 합성된 수지가 우수한 재연성과 foaming reactivity를 보임. 위의 조건에서 합성된 수지는 약 8%의 수분함량, 5,000~15,000 cps의 점도, 75~85%의 고형분, 산경화제와 반응할 경우 130~150C의 Tmax를 보였음. 제조된 페놀수지 대비 3중량비의 계면활성제, 32.5 중량비의 산경화제, 17.5중량비의 발포제에서 좋은 발포비율과 친수성을 나타내었음. 위 공정에서 얻어진 phenolic 원예용 배지는 85%이상의 공극률, 95%이상의 open cell 함유, 100~500um의 cell size를 가지고 있음. 위 공정에서 얻어진 phenolic 원예용 배지는 0.021g/cm³의 밀도, 무게당 40.5배의 수분흡수율, 0.033 sec/g의 수분흡수시간 및 3.63%의 drainage의 성질을 나타내었음.

2. Phenolic foam 견본제품 제작

가. 20kg base resin을 이용한 몰드 시험생산

본 연구를 토대로 개발된 수지를 이용하여 lab scale의 시험생산을 진행하였음. 시험생산을 위한 수지는 본사의 실험실에서 합성을 해서 사용하였음. 교반기는 Mitsubishi사의 2마력 교반기를 사용하였고, 발포조건은 상온에서 진행하였음. 시험방법은 다음과 같다. 먼저 아래 사진처럼 40L 플라스틱 버킷에 합성된 수지 20kg을 넣고 이어서 계면활성제 0.8~1kg 정도를 넣고 10분 가량 100rpm이하의 저속에서 교반을 시켜줌. 이후 발포제 3kg 정도를 넣고 500rpm 정도로 5분가량 교반해 줌. 마지막으로 산경화제 7kg 정도를 추가 한 후 1,000rpm으로 교반속도를 올려서 30초가량 혼합시킴. 혼합 후 서서히 경화가 시작되는데 이때 미리 준비해둔 몰드에 부어주어 서서히 안정적으로 부풀어 오르도록 평형을 유지시켜 주었음.



사진 2-6. 20kg base 발포 실험 단계별 사진.

나. 300kg base Resin을 이용한 연속발포 시험생산

Lab scale의 안정적인 시험생산을 기초로 하여 본사에서 보유하고 있는 연속 발포기 공정에서 300kg의 레진을 이용하여 시험생산을 진행함. 먼저 500L 용량의 혼합탱크에 수지 및 계면활성제 등을 미리 교반시켜 놓고 발포제 및 산경화제는 연속 발포기에서 자동으로 정량 투입되도록 세팅을 한 후 시험생산을 진행하였음. 시험생산 과정은 다음의 사진과 같음.

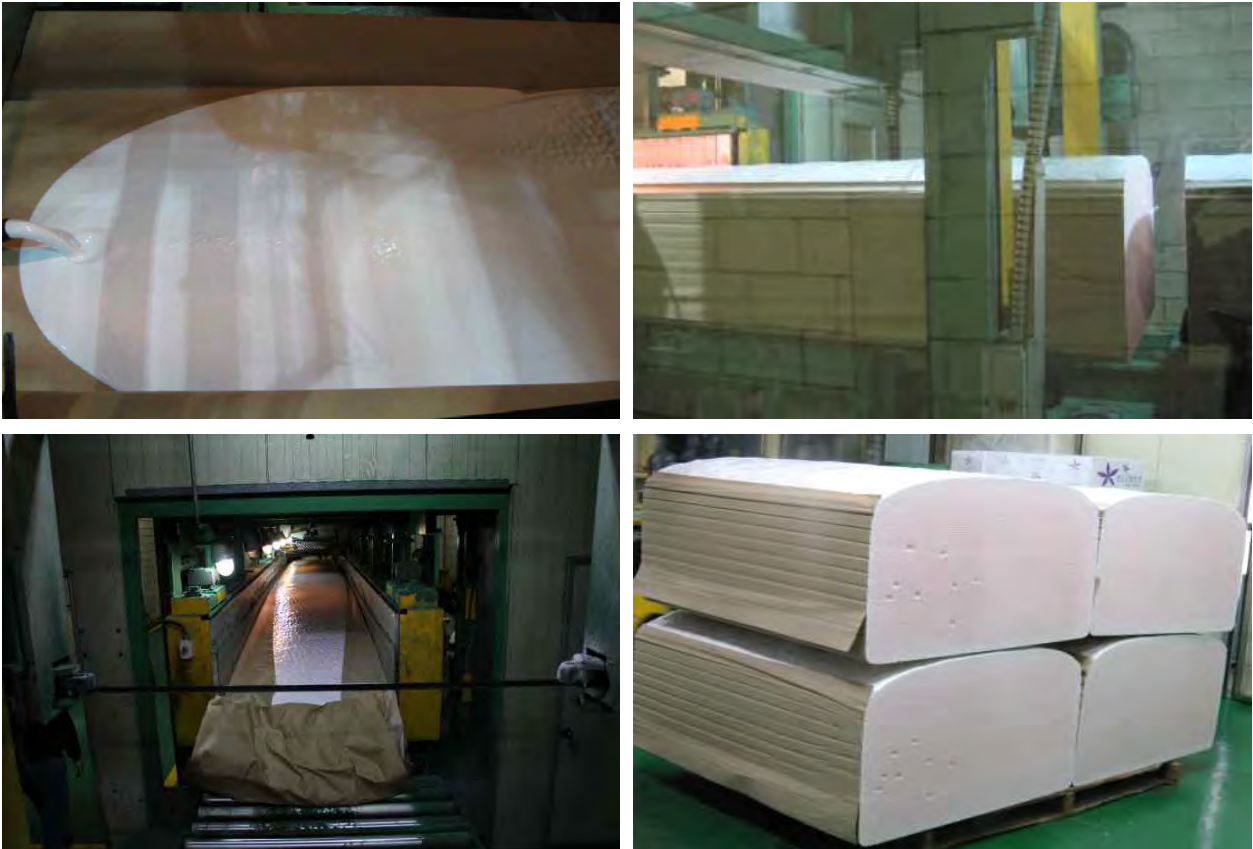


사진 2-7. 300kg base 발포 실험 단계별 사진(교반 후 토출→성형 후 절단→절단 후 Degassing).

다. Foam 가공 및 제품 단계별 견본 제작

배지용으로 사용하기 위해서 기존에 사용되고 있는 암면제품의 모양과 비슷하게 발포품을 제단 하고 흡 가공 등을 하여 단계별 견본을 제작하였음. 먼저 발아시험을 위해 작은 원통형 모양의 견본을 제작함. 발포품을 사각형태로 제단한 후 직경 2cm 높이 2.7cm의 원통형 도구를 사용하여 발아용 배지를 제작함(사진 2-8).



사진 2-8. 발아단계 배지(플러그) 제작과정.

발아 후 이식용 배지로 사용하기 위한 cube형태의 배지제작을 진행하였음. 발포품을

10x10x6.5cm로 크기로 절단 한 후 중앙 부위에 직경 3cm 높이 4cm의 구멍을 파고 바닥부분에는 홈을 일자형의 2줄홈을 내어 샘플을 만들었음. 가공된 샘플은 2중 비닐을 이용하여 겹을 싸 주었음(사진 2-9).

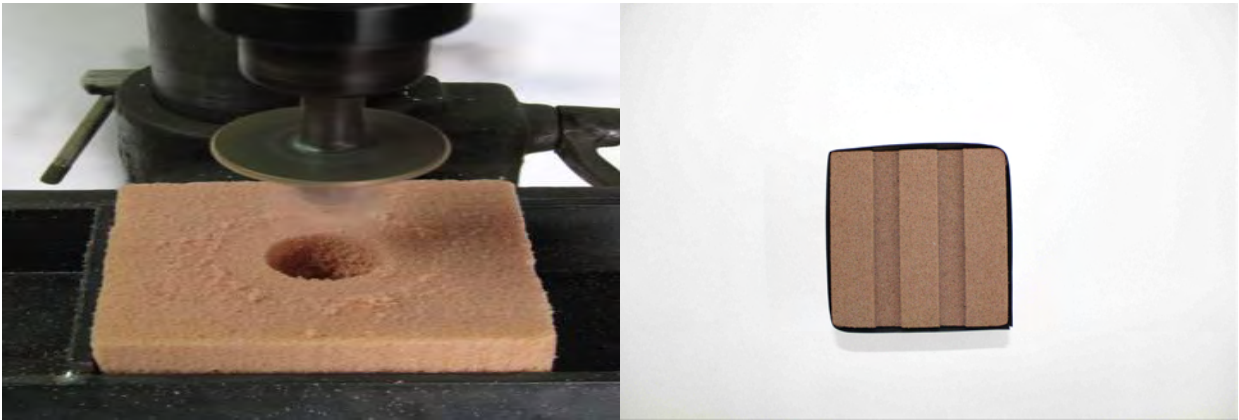


사진 2-9. 이식단계 배지(큐브) 제작과정.

마지막으로 정식단계에 사용할 슬래브 제작을 위해서는 폭 15cm, 길이 100m, 높이 7cm의 직사각형 블록형태로 절단 제작한 후 비닐을 씌워 사용하였음. 정식용 슬래브 비닐포장을 위해 자체 제작한 포장기기를 사용함(사진 2-10).

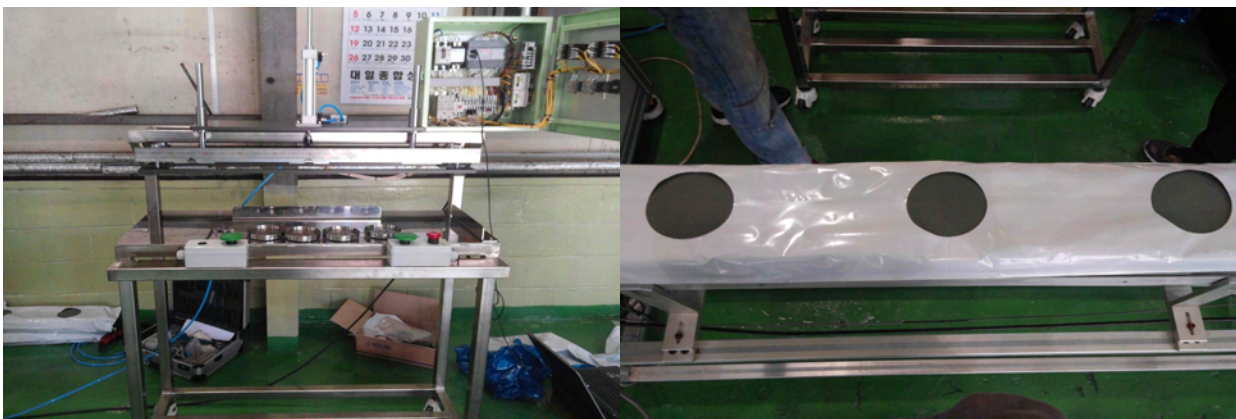


사진 2-10. 정식단계 배지(슬래브) 제작과정.

제작된 견본 제품들은 경상대학교 및 경상남도농업기술원에 제공하여 식물재배시험에 사용되었으며, 일부는 본사가 보유하고 있는 비닐하우스에서 피망, 파프리카의 작물재배 실험에 사용하였음. 아래 사진 2-11은 제작된 견본제품임.

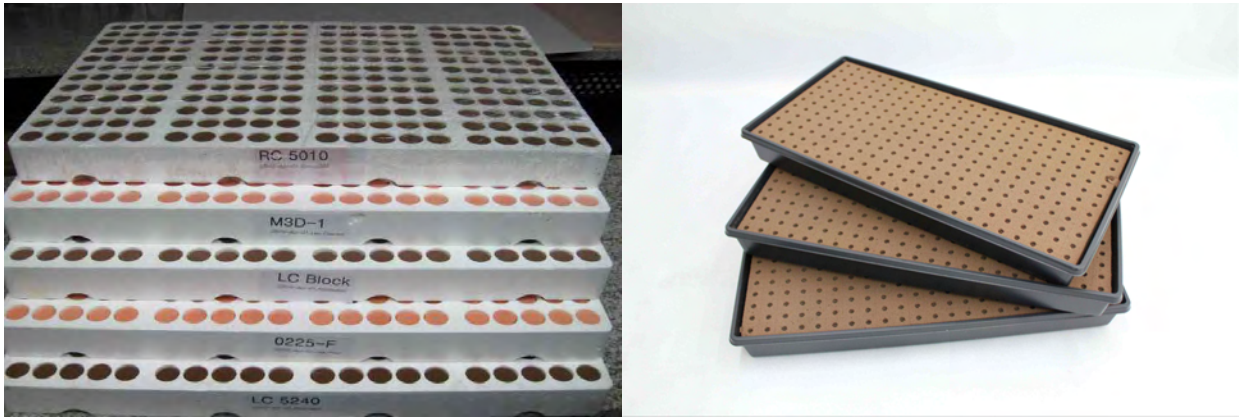


사진 2-11. 파종용 배지.

3. Phenolic foam과 암면의 비교 연구

가. Phenolic foam의 물리성 및 화학성

개발된 배지(샘플명 RC, LC)와 암면의 물리성 및 화학성을 비교 하였다. 표 2-5는 화학성을 분석한 결과이며, 표 2-6은 물리성을 분석한 결과임.

표 2-5. 개발배지(LC, RC)와 암면의 화학성 분석결과.

		EC	Ca	Mg	K	Na	Avail-P
		(uS/cm)	(ppm)				
RC	1	159.8	6.13	1.76	0.58	0.57	94.94
	2	160.8	6.27	1.76	0.37	0.50	88.59
	3	168.8	8.20	1.74	0.97	0.73	68.69
LC	1	87.4	3.79	0.32	0.59	0.60	0.66
	2	91.4	3.84	0.32	0.71	0.68	1.83
	3	90.8	3.87	0.30	0.66	0.72	1.06
암면	1	42.7	1.10	0.38	0.22	0.17	0.00

위 표 2-5에서 나타난 듯이 개발배지(LC, RC)가 암면에 비해 Ca가 높게 나왔으며, LC와 RC 사이에서도 차이점이 나타나는 것을 볼 수 있음.

표 2-6. 개발 배지와 암면의 물리성 분석결과.

	가밀도 (kg/m ³)	진밀도 (%)	총공극 (%)	액상 (%)	기상 (%)
RC	18.51	1,611.76	99	70	29
LC	14.52	1,627.19	99	62	37
RC	17.4	1,611.76	99	65	34
LC	15.26	1,627.19	99	57	42
암면	66.45	2,588.76	97	70	27

개발배지(LC, RC)의 물리성 결과로 볼때 기존 제품인 암면보다 총 공극율이 높아 식물 뿌리 발근에 좋은 영향을 미칠 것으로 판단됨.

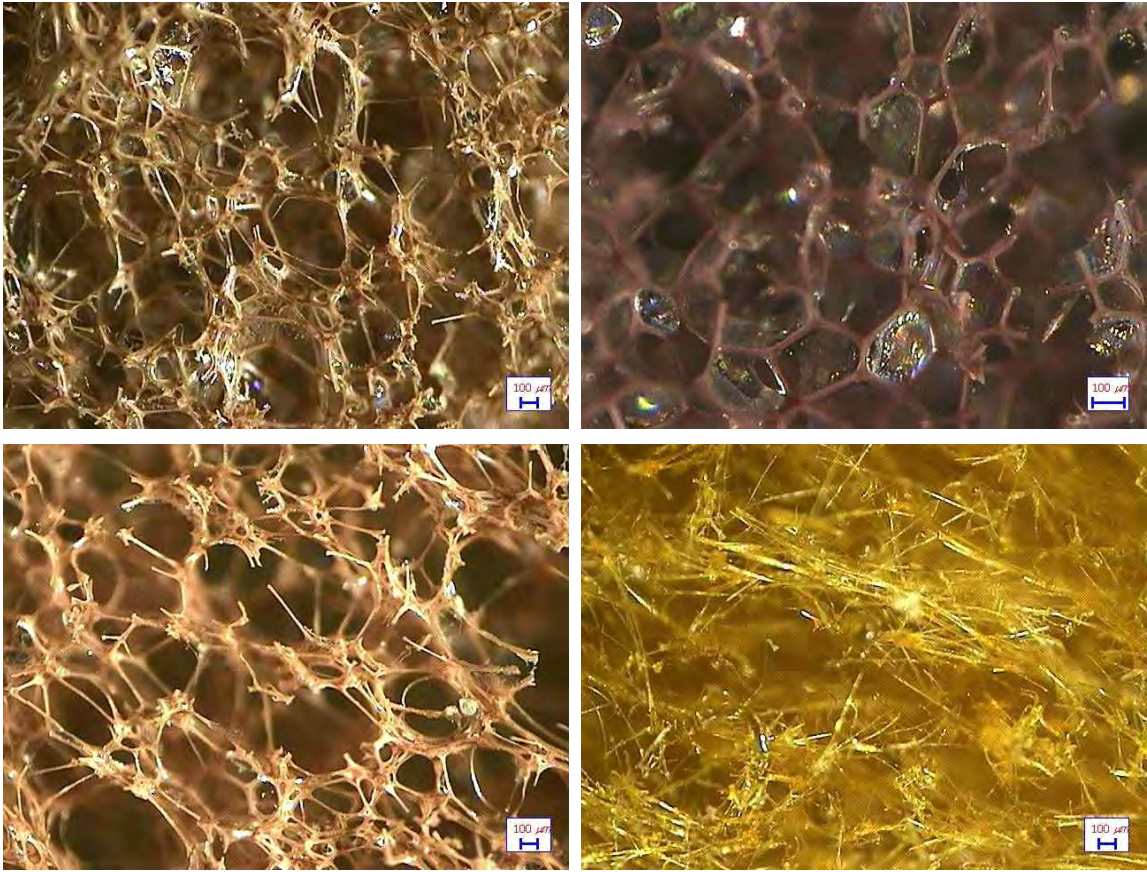


사진 2-12. LC-lite(왼쪽 위), RC(오른쪽 위), 암면(오른쪽 아래), LC(왼쪽 아래)의 현미경 사진.

나. 개발 배지와 기존 배지에서 생육 비교 실험

Phenolic foam과 암면과의 발아율 시험을 진행하였음. 실험결과 개발 배지 중 RC가 암면과 가장 유사한 결과를 보였고 발아 속도는 암면이 가장 빨랐음.

표 2-7. 개발 배지와 암면의 파프리카 발아 비교 실험.

	Germination percent	Mean germination time	Mean daily germination
LC	83.3%	13.2	3.0
RC	94.2%	12.9	3.4
LC2	84.2%	13.2	3.0
암면	93.3%	12.4	3.3

지상부에서는 암면이 가장 생육이 좋았으며, 지하부에서는 개발 배지 중 하나인 LC-lite가 암면 보다 좋았음.

표 2-8. 개발배지와 암면의 파프리카 생육 비교 실험.

	Plant height (cm)	Hypocotyl (cm)	Root length (cm)	Shoot fresh wt.(g)	Shoot dry wt.(g)	Root fresh wt.(g)	Root dry wt.(g)	T/R ratio
암면	4.03	3.72	3.06	0.16317	0.00845	0.00880	0.00198	4.27
RC	3.85	3.47	3.17	0.15777	0.00847	0.01150	0.00140	6.05
LC	3.65	3.32	3.14	0.11618	0.00903	0.01502	0.00191	4.21
LC2	3.30	3.07	3.84	0.10681	0.00751	0.01837	0.00228	3.28

다. Phenolic foam과 암면 비교 결과

제조된 배지용 발포폼은 가밀도 $14\sim 18\text{kg/m}^3$ 의 특성을 보여 암면의 66kg/m^3 보다 우수한 특성을 보였음. 제조된 배지용 발포폼의 총공극은 99%로 암면의 총공극 97%보다 우수한 특성을 나타냄. 발아시험 결과 지하부에서 암면에 비해 개발 배지(LC-lite)의 생육 결과가 좋았음.

4. Phenolic foam 가공 기술 개발

가. 배지 제조방법의 규격화 및 표준화 설정

(1) 표준화 기준

개발 배지 LC의 표준화 항목은 표 2-9와 같음.

표 2-9. Phenolic foam LC 배지 표준화 항목.

항목	무게(g)	강도(psi)	물 흡수 시간(초)	젖은 무게(g)	물 빠짐(g)	pH
LC	10~12	3.5~5.5	5~10	530~580	90~140	5.5~6.5

(2) 규격화 기준

개발 배지는 현재 압면과 같은 사이즈로 제작 되어 지고 있는데 현재까지 표준화 규격은 표 2-10과 같음.

표 2-10. 개발 배지 종류별 규격 및 무게.

종류	규격(cm)	무게(g)
Pellet	∅2 * 2.5	1
Cube	10*10*6.5 (w*d*h)	11
Slab	100*14*7.5 (w*d*h)	200

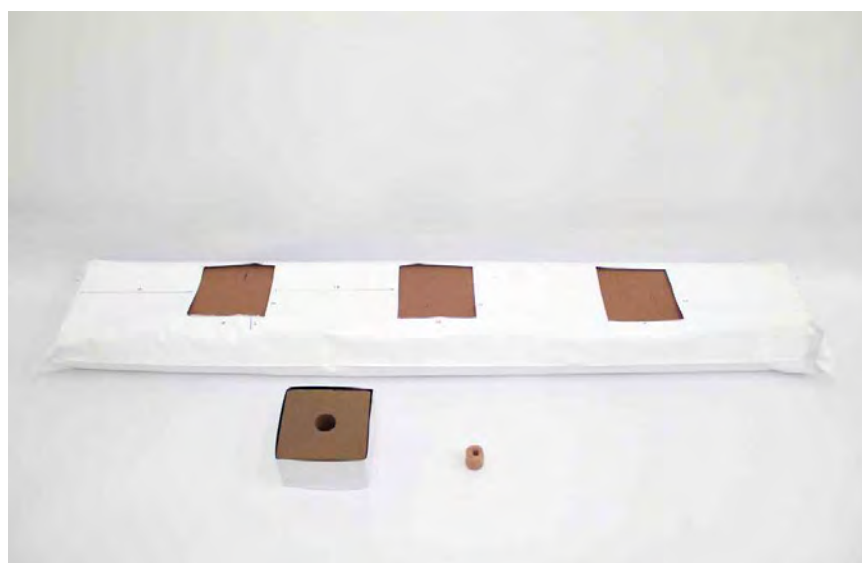


사진 2-13. 개발 배지 slab, cube, pellet 사진.

나. 수경재배 파종용, 육묘용, 재배용 가공 기술 개발

배지용으로 사용하기 위해서 기존에 사용되고 있는 암면제품의 모양과 비슷하게 발포폼을 제단하고 홈가공 등을 하여 단계별 견본을 제작하였음. 먼저 발아시험을 위해 작은 원통형 모양의 견본을 제작함. 발포폼을 사각형태로 제단한 후 직경 2cm 높이 2.7cm의 원통형 도구를 사용하여 발아용 배지를 제작함.

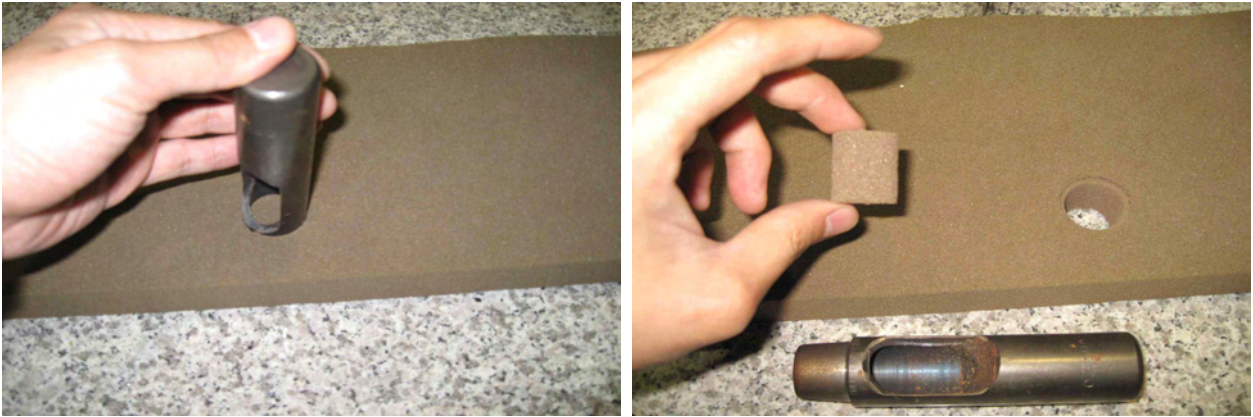


사진 2-14. 발아단계 배지(펠릿) 제작과정.

발아 후 이식용 배지로 사용하기 위해서는 발포폼을 10 x 10 x 6.5cm로 크기로 절단 한 후 중앙 부위에 직경 2cm 높이 3cm의 구멍을 파고 바닥부분에는 홈을 일자형의 2줄홈을 내어 샘플을 만들었음. 가공된 샘플은 2중 비닐을 이용하여 포장하였음.



사진 2-15. 이식단계 배지(cube) 제작과정.

마지막으로 정식단계에 사용할 슬래브 제작을 위해서는 폭 15cm, 길이 100m, 높이 7cm의 직사각형 블록형태로 절단 제작한 후 비닐을 씌워 사용하였음. 정식용 슬래브 비닐포장을 위해 자체 제작한 포장기기를 사용하였음.



사진 2-16. 정식단계 배지(슬래브) 제작과정.



사진 2-17. 정식단계 배지(슬래브) 자동 포장 기계.

다. 견본 제품 제조 및 발송 현황

제작된 견본 제품들은 경상대학교 및 경상남도농업기술원에 제공하여 식물재배시험에 사용되었으며 일부는 본사가 보유하고 있는 비닐하우스에서 피망, 파프리카의 작물재배 시험에 사용하였음.

표 2-11. 견본 제품 발송 현황.

날짜	품목	개수	목적지
2011.06	파프리카용 LC, LC-lite cube	각각 180개	경상대학교
2011.06	파프리카용 LC, RC slab	각각 40개	경상대학교
2011.07	파프리카용 LC, LC-lite pellet	각각 1,000개	경상대학교
2011.08	파프리카용 LC , RC cube	각각 230개	경상남도 농업기술원
2011.09	파프리카용 LC-lite pellet	240개	경상남도 농업기술원
2011.09	파프리카용 LC-lite cube, LC-lite, LC slab	각각 30개	경상남도 농업기술원
2011.09	장미용 LC, RC, LC-lite cube	각각 370개	경상대학교
2012.02	파프리카용 LC, LC-lite slab	각각 30개	경상대학교
2012.02	파프리카용 LC, LC-lite cube	각각 60개	경상대학교
2012.02	파프리카용 LC, LC-lite pellet	각각 300개	경상대학교
2012.03	장미용 LC, LC-lite, RC cube	각각 50개	경상대학교



사진 2-18. 샘플 발송 사진.

5. 산업화 및 실용화를 위한 가능성 검증

가. 농가 실증 실험

(1) 연구 목적

파프리카 재배를 위한 phenolic foam LC 슬래브 배지의 농가 실증 실험

(2) 재료 및 방법

(가) 실험 재료 : phenolic foam LC 슬래브 3,000개, Coir 3,000개

(나) 실험 장소 : 경남 함안 파프리카 농장

(다) 실험 기간 : 2012년 7월~2013년 6월

(3) 결과 및 고찰

물 퍼짐이 기존 coir, 암면에 비교하면 좋지 않고, 재 포수 시 물 흡수력이 타 배지에 비해 떨어지는 문제점이 발견 됨. 하지만 coir에 비해 생육이 균일하고, 과일 크기가 비대하지 않고 수량이 더 많음. 전체적으로 coir보다 10%정도 수익 증가 효과 발생.



사진 2-19. 개발배지 농가 실증 실험 모습.

나. 육묘용 배지 실험

(1) 연구 목적

새로운 타입의 육묘 단계 배지에서의 종자 발아 실험

(2) 재료 및 방법

(가) 실험 재료 : *Capsicum annum* 'Preludium'

(나) 실험 장소 : 스미더스오아시스(주) 부속 연구소

(다) 실험 기간 : 2012. 03. 07~2012. 04. 16

(라) 실험 처리 : 암면(UR), LC-lite(기존 스티로폼), LC-lite(sheet type), LC(sheet type)

(마) 조사 항목 : 초장, 하배축, 경경, 생체중과 건물중(지상부, 지하부)

(3) 결과 및 고찰

발아율은 차이가 있었지만 4개의 처리구가 다 비슷했고, 평균 발아 날짜는 LC sheet, LC-lite sheet, 암면, LC-lite pellet 순으로 빨랐음. 생육에서는 LC-lite sheet가 눈에 띄게 좋은 생육을 보임. 기존의 방식 이었던 LC-lite pellet이 가장 좋지 못한 생육을 보였음.

표 2-12. 암면과 개발배지 발아 조사.

배지	날짜					총합계 (240)	발아율 (%)	평균 발아일수	MDG
	8	9	10	11	12				
암면	58	108	17	46	6	235	97.9	9.3	18.1
LC-lite plug	0	54	70	89	15	228	95.0	10.3	19.0
LC-lite sheet	8	112	52	59	0	231	96.3	9.7	16.5
LC sheet	57	146	11	14	8	236	98.3	9.0	19.7

표 2-13. 암면과 개발배지 생육 조사.

배지	초장	경경	하배축	지상부 생체중	지하부 생체중
암면	3.96 c	1.71 a	3.11 b	0.23 b	0.14 a
LC-lite plug	3.35 d	1.53 c	2.40 c	0.22 b	0.15 a
LC-lite sheet	4.79 a	1.68 ab	3.26 ab	0.29 a	0.16 a
LC sheet	4.57 b	1.61 a	3.39 a	0.28 a	0.10 b



사진 2-20. 개발배지 pellet 단계 압면 비교 실험(왼쪽부터 LC-lite, 압면, LC-lite, LC).

다. 폐기 시 잔류물의 폐기에 따른 환경오염 최소화 방안 연구

(1) 연구목적

폐고형 연료제품(환경부고시 제 2007-201호) 성능평가

1차년도 때 사용되어진 개발배지의 폐고형 연료제품에 대한 시험성능을 평가하였음. 재배에 사용된 폐배지를 수거하여 한국환경공단에서 폐고형 연료로 사용가능한지를 평가하기 위해 폐고형 연료제품 성능 평가를 의뢰하였음. 시험결과 표 2-14에 서 볼 수 있듯이 시험항목인 5대 중금속은 불검출이 되었고, 발열량 또한 6,136kcal로 폐고형 연료로 사용가능한 법적기준치인 3,500kcal/kg 보다 훨씬 높은 6,136kcal/kg의 성능으로 평가되어 향후 사용하고 남은 폐배지를 고형 연료제품으로 사용가능하다는 평가를 받았음.

표 2-14. 개발배지 폐고형연료제품 성능 평가.

시험항목	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cl	S	수분	회분	저위발열량
단위	mg/kg					wt%			kcal/kg	
결과치	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.72	1.73	4.1	16.8	6,136
법적기준	200	9.0	1.2	13.0		2				3,500

6. 판매 생산을 위한 배지 마케팅

가. Phenolic foam 배지의 가격 경쟁력을 고려한 연구
수입배지 대비 phenolic foam 배지의 가격 경쟁력 비교 분석

표 2-15. 수입배지 대비 개발 배지 가격 분석.

종류	Pellet		Cube		Slab		
	Grodan 압면	개발배지	Grodan 압면	개발배지	Grodan 압면	Coir	개발 배지
가격(원)	75,000	65,000	50,000	40,000	2,700	2,000	1,600
비고	1박스 2,880개		1박스 216개		개당 가격		

나. 제품명 : GrowFoam

- (1) 개발 배지는 현재 기존 제품들과 비슷한 모양으로 제작 되고 있고, 현재까지 제품 모양 및 이미지는 다음(사진 2-21)과 같음.
- (2) 기존의 제품과 다르게 무균, 균일성, 영양 및 생식 성장 전환이 빠르고, 폐기시 압면과 같은 문제가 생기지 않는다는 점을 살려 환경 친화적인 배지로 이미지를 만들고 있음.

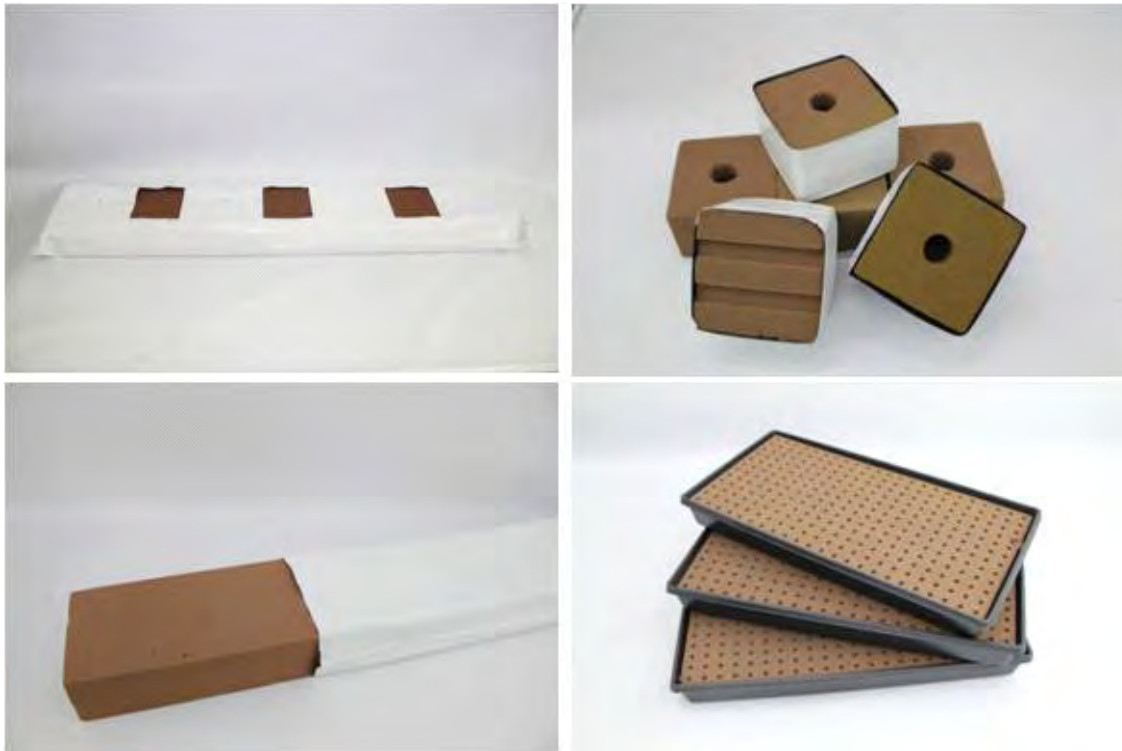


사진 2-21. Grow Foam 제품 (Slab, Cube, Sheet type).

7. 배지 사용에 따른 경제성 분석

가. 연구목적

(1) 개발배지와 경쟁 배지의 재배 비교를 통한 개발배지 사용의 경제성 분석

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료 : 국산 개발 배지(GrowFoam), Coir(GroZone)

(2) 실험장소 : 경남 함안 변사또 농장

(3) 실험기간 : 2012. 6. 26.~2013. 6. 25.

(4) 실험방법

(가) 동일수의 배지 사용

(나) 100J·cm⁻² 당 400cc관수

(다) 동일 조건에서 연속 재배를 하며 작물생장, 과실수량, 과실품질 등을 비교

다. 결과 및 고찰

(1) 재배 방법

(가) 파종 : 2012. 6. 26.

(나) 정식 : 2012. 7. 24.

(다) 수확 : 2012. 10. 20.~2013. 6. 25.

(라) 실험 온실 : 경상남도 함안 변사또 농장

(마) 작물 : 파프리카 자가토(yellow)

(바) 실험 주관 : 변중호 사장, 홍예준

(사) 재배 면적 : 1,500평

(아) 양액 등 동일 조건으로 재배

(2) 작물 생장

표 2-16. 작물 생장.

Medium	Plant height (cm)	Main stem length (cm)	Stem diameter (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of branches
Coir	357.2 a	33.4 a	17.7 a	28.2 a	15.8 a	29.8 a
Growfoam	336.0 b	31.1 b	17.1 a	26.6 a	16.3 a	28.7 a

(가) 초장을 제외하고 전반적으로 비슷한 생육 상태를 보임

(나) Coir 배지와 개발배지(Growfoam)는 생육적인 면에서 차이가 없음

(3) 과실 수량

표 2-17. 과실 수량.

Medium	Marketable rate(%)	No. of fruits					Marketable	Total	Yield (kg/plant)
		Unmarketable							
		Small	BER	SB	Crack	Total			
Coir	89.1 a	0.3	0.2	0.2	0.3	1.0 a	8.2 a	9.2	6.40 a
Growfoam	90.0 a	0.1	0.3	0.2	0.3	0.9 a	8.1 a	9.0	6.38 a

(가) Coir에 비해 Growfoam이 25.9% 수율 증대를 나타냄

(나) Coir와 비교하여 Growfoam은 상품화율이나 비상품과 비율 등 큰 차이가 없음

(4) 과실 품질

표 2-18. 과실 품질.

Medium	Fruit size(cm)		Mean Weight (g)	Soluble solid (°Brix)	Hardness (kg)	Pericarp (cm)
	Length	Width				
Coir	10.5 a	9.9 a	201.5 a	6.3 a	1,770 a	0.79 a
Growfoam	9.3 b	9.0 b	180.9 b	6.2 a	1,781 a	0.75 a

(가) Coir 비해 Growfoam은 과실 크기와 무게가 작음

(나) 과실 크기와 무게를 제외한 나머지 경도와 당도 등은 coir와 큰 차이가 없음

(5) 배지 설치 및 폐기 비용

표 2-19. 배지 설치 및 폐기 비용.

배지	소요량	단가	설치용역비	폐기 비용	합 계
Coir	3000ea	₩4,800,000	₩360,000	₩360,000	₩5,520,000
Growfoam	3000ea	₩4,500,000	₩360,000	₩360,000	₩5,220,000 (5.4% 감)

* Coir 단가는 시장 평균 가격

* 용역 비용은 배지 설치 시간과 하루 일당을 기준으로 계산(6명*6만원). 1500평 기준

* 폐기 비용은 배지 수거 시간과 하루 일당을 기준으로 계산(6명*6만원). 1500평 기준

(6) 경제성 분석(농가 소득 증대 예상)

표 2-20. 경제성 분석.

배지	수확량(kg)			단가(원/kg)			수입(원)	경영비(원)	소득(원)
	XL	L	M	XL	L	M			
Coir	4,600	27,600	13,800				201,342,000	124,992,290	76,349,710
Growfoam	2,325	20,925	23,250	4,170	4,300	4,600	206,622,750 (2.6%증)	124,692,290	81,930,460 (7.3%증)

- * 2010년 농촌진흥청 표준소득자료집 활용
- * 실증실험 결과 바탕으로 1500평 기준
- * 경영비 : Control 경영비 + 배지 설치 및 폐기 비용

- (가) 수확량 전체는 coir와 Growfoam과 큰 차이가 없음. 하지만 Growfoam이 coir보다 단가가 높은 M사이즈를 많이 생산해 수입이 2.6%가 증가했음.
- (나) Growfoam 배지 설치 및 폐기 비용에서 coir에 비해 5.4%감소를 보였고, 종합적인 소득은 coir보다 7.3% 증가를 보였음.
- (다) Growfoam을 사용하면 coir비해 생산량과 작물 생육은 비슷하지만, 단가가 높은 M사이즈 수확량이 상대적으로 coir보다 높아 농가 소득 증대에 도움이 되는 것으로 판단됨.

제 3 절 온도 저감효과가 우수한 온실용 선택적 차광제 개발 및 상품화(2협동 연구팀: 대성C&S(주))

1. 차광제의 효과적인 도포 및 박리 방법

가. 연구목적

차광제의 효과적이고 경제적인 도포방법 및 박리 방법 개발

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료

- (가) 차광제(GreenShade, WhiteShade)
- (나) 박리제(ShadeCleaner)
- (다) 차광제 전용노즐(스프레이 노즐)
- (라) 농약 분무용 노즐

(2) 실험장소: 일반 농가 5곳

(3) 실험기간: 2011. 05. 16.~2012. 10. 19.

(4) 실험방법

(가) 적용 농도 및 방법

- ① GreenShade, WhiteShade 및 ShadeCleaner를 각각 물과 1:5(GreenShade:물, 중량비) 및 1:9(WhiteShade, ShadeCleaner:물, 중량비)의 비율로 희석함.
- ② 분무노즐(농약 분무용 노즐 및 차광제 전용 노즐)을 이용하여 온실의 지붕 및 측면 외부에 분무 도포함. 이때, 각 노즐별로 차광제 및 박리제 희석액의 소모량 및 시간을 측정하여 동일 온실의 동일 면적 측정을 원칙으로 함.
- ③ 도포 후 정성적인 평가 항목인 도포용이성(1~2회 분무로 표면에 용이하게 도포 가능하여야 함)과 도막안정성(도포 후 도막이 깨어져 구멍이 생기거나, 도막을 안정적으로 형성하지 못하고 흘러내려선 안 됨)을 판단하여야 함.
- ④ 박리제 도포 후 노즐별로 박리 용이성(박리력)을 확인하여, 노즐의 종류와 박리력의 상관관계가 있는 지 구명함.

(나) 적용 농가

실험 적용 대상 농가는 김해지역에서 장미를 재배 중인 농가 3곳 및 보성 1곳, 하동 1곳으로 선정하였음.

(다) 차광제 도포 시 조사항목: 노즐 종류별 차광제 희석액 소모량, 시간, 도포용이성

(라) 박리제 도포 시 조사항목 : 노즐 종류별 박리제 희석액 소모량, 시간, 박리력

표 3-1. 적용 농가.

도포 일자	온실명	소재지	면적(m ²)	박리일자	비고
11/05/16	시온장미원	경남 김해	8,250	11/09/20	플라스틱온실
11/05/17	도원장미원	경남 김해	8,250	11/09/21	플라스틱온실
11/05/18	샛별장미농원	경남 김해	4,000	11/09/22	플라스틱온실
12/05/03	제석 영농법인	전남 보성	22,000	12/09/15	유리온실
12/05/04	북천화훼	경남 하동	4,600	12/09/18	유리온실



사진 3-1. 차광제 전용 노즐 및 농약 분무용 노즐.



사진 3-2. 차광제 분사 모습.



사진 3-3. 박리제 분사 및 행굼수 분사 모습.

다. 결과 및 고찰

표 3-2. 차광제 소모량 및 도포 용이성.

온실명	적용 노즐	적용 제품	분사 면적(m ²) (관찰 면적)	희석액 소모량(kg)	작업 시간 (분)	비교 지수	
						소모량	시간
시온장미원	차광제 전용 노즐	GreenShade	2,200	990	300	1	1
	농약 분무용 노즐		2,200	1,100	210	1.11	0.70
도원장미원	차광제 전용 노즐	WhiteShade	1,700	600	250	1	1
	농약 분무용 노즐		1,700	700	150	1.16	0.60
셋별장미농원	차광제 전용 노즐	GreenShade	1,500	630	220	1	1
	농약 분무용 노즐		1,500	730	150	1.16	0.68
제석 영농법인	차광제 전용 노즐	WhiteShade	10,000	4,000	750	1	1
	농약 분무용 노즐		10,000	4,300	530	1.08	0.71
북천화훼	차광제 전용 노즐	WhiteShade	1,100	440	150	1	1
	농약 분무용 노즐		1,100	480	110	1.09	0.73

두 종류의 노즐 모두 도포 용이성 및 도막 안정성은 차이가 없었음. 다만, 희석액 소모량 및 작업 시간의 차이가 발생하는 이유는 두 노즐의 분사 형태 및 적용 면적의 차이에서 오는 것으로 판단됨. 경제성을 고려하면 차광제 전용 노즐을 사용하는 것이 바람직하며, 작업 소요시간을 고려하면 농약 분무용 노즐을 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단됨. 이는 다른 관점에서 보면 직접 작업을 하는 온실의 경우 차광제 전용 노즐을 사용하는 것이 바람직하며, 대형 업체의 경우 농약 분무용 노즐을 사용하는 것이 바람직 할 것으로 판단됨.

도포 용이성 및 도막 안정성의 경우 분사 방법에 따라 차이가 발생할 가능성이 높은 것이 사실이나, 차광제의 분사 상태를 눈으로 확인하며 작업하기 때문에 두 방법에 따른 차이가 없다

고 봐도 무방할 것으로 판단됨.

표 3-3. 박리제 소모량 및 박리력.

온실명	적용 노즐	적용 제품	분사 면적(m ²) (관찰 면적)	희석액 소모량(kg)	작업 시간 (분)	비교 지수	
						소모량	시간
시온장미원	차광제 전용 노즐	ShadeCleaner	2,200	880	540	1	1
	농약 분무용 노즐		2,200	1,080	440	1.23	0.81
도원장미원	차광제 전용 노즐	ShadeCleaner	1,700	680	430	1	1
	농약 분무용 노즐		1,700	815	350	1.2	0.82
셋별장미농원	차광제 전용 노즐	ShadeCleaner	1,500	600	590	1	1
	농약 분무용 노즐		1,500	670	480	1.12	0.82
제석 영농법인	차광제 전용 노즐	ShadeCleaner	10,000	4,000	1,400	1	1
	농약 분무용 노즐		10,000	4,850	1,000	1.22	0.72
북천화훼	차광제 전용 노즐	ShadeCleaner	1,100	440	200	1	1
	농약 분무용 노즐		1,100	490	180	1.11	0.90

* 작업시간 : 박리제 분사 후 행굼수 분사까지의 시간.

차광제 희석액 소모량에 비해 박리제 희석액 소모량이 적은 것은 박리제의 특성으로, 계면활성제의 작용으로 차광제에 비해 상대적으로 적은 양으로도 표면 전체를 원활히 덮을 수 있기 때문일 것으로 추측됨. 두 조건 모두 박리력에는 차이가 없는 것으로 관찰됨. 차광제 분사 조건과 결과는 큰 차이가 없었으며, 시간 비교지수에서 차광제 분사에 비해 차이가 줄어든 것은 박리제 분사 후 행굼수 분사까지 확보되어야 하는 접촉시간 5분을 유지하기 위해 분사의 연속성이 떨어졌기 때문으로 판단됨. 경제성을 고려하면 차광제 전용 노즐을 사용하는 것이 바람직하며, 시간을 고려하면 농약 분무용 노즐을 사용하는 것이 좋은 것으로 판단됨.

라. 요약

(1) 차광제 분사

경제성 : 차광제 전용 노즐 > 농약 살포용 노즐

시 간 : 차광제 전용 노즐 < 농약 살포용 노즐

(2) 박리제 분사 및 박리

경제성 : 차광제 전용 노즐 > 농약 살포용 노즐

시 간 : 차광제 전용 노즐 < 농약 살포용 노즐

(3) 차광제 도포 용이성

차광제 전용 노즐, 농약 살포용 노즐 차이 없음.

(4) 박리제 도포 용이성 및 박리력

차광제 전용 노즐, 농약 살포용 노즐 차이 없음.

- (5) 실제 농가에서는 시간보다 경제성이 우선될 것으로 판단이 되지만, 차광제 전용 노즐을 구매하는 비용(약 20만원)이 발생되므로, 쉽게 구할 수 있는 농약 살포용 노즐을 사용하는 것이 좋을 것으로 판단됨.

2. 차광제 도포에 따른 경제성 분석

가. 연구목적

(1) 차광제 도포, 비도포의 재배 비교를 통한 차광제 도포의 경제성 분석

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료 : 국산 개발 차광제(GreenShade, WhiteShade), 수입 차광제(ReduHeat)

(2) 실험장소 : 경남남도농업기술원

(3) 실험기간 : 2011. 01. 24.~2011. 7. 22.

(4) 실험방법

(가) 동일 면적의 유리온실 설정

(나) 무차광, GreenShade(1:5), WhiteShade(1:9), ReduHeat(1:9)로 차광제 도포

(다) 동일 조건에서 연속 재배를 하며 작물생장, 과실수량, 과실품질 등을 비교

다. 결과 및 고찰

(1) 재배 방법

(가) 파종 : 2011. 1. 24.

(나) 정식 : 2011. 3. 7.

(다) 수확 : 2011. 6. 7.~7. 22.

(라) 실험 온실 : 경상남도농업기술원 내 PTC 온실

(마) 작물 : 파프리카

(바) 실험 주관 : 안철근 박사

(사) 재배 면적 : 각 조건 160m²씩 총 640m²

(아) 양액, 차광스크린 등 동일 조건으로 재배

무차광 온실은 온도를 낮추기 위한 방법으로 천창 개방, 팬(fan)등 활용하였으며, 차광제 없이 온도를 낮추기 위한 일반적 방법 적용

(2) 작물 생장

표 3-4. 작물 생장.

Shading agent	Plant height (cm)	Main stem length (cm)	Stem diameter (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of branches
Control	172.6 c	35.2 a	17.2 a	27.8 c	18.1 b	23.6 a
Reduheat	196.8 b	34.8 a	19.0 a	30.4 b	20.1 ab	23.0 a
Greenshade	204.2 b	35.9 a	18.9 a	30.0 b	19.9 ab	23.3 a
Whiteshade	248.0 a	36.7 a	16.2 a	32.9 a	21.9 a	23.6 a

(가) 무차광에 비해 선택적 차광제 도포군이 전체적으로 양호한 생장을 보임

(나) 전체광 차단제(WhiteShade)에 비해 선택적 차광제(GreenShade, ReduHeat)가 우수한 성장을 나타냄

(다) 국내 개발품(GreenShade)과 수입품(ReduHeat)의 차이는 거의 없음

(3) 과실 수량

표 3-5. 과실 수량.

Shading agent	Marketable rate(%)	No. of fruits							Yield (kg/plant)
		Unmarketable					Marketable	Total	
		Small	BER	SB	Crack	Total			
Control	82.6 b	0.5	0.4	0.4	0.2	1.5 a	7.1 b	8.6	1,301 c
Reduheat	91.5 a	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8 b	8.1 a	8.9	1,638 a
Greenshade	91.1 a	0.3	0.3	0.1	0.1	0.8 b	8.0 a	8.8	1,642 a
Whiteshade	91.7 a	0.2	0.2	0.1	0.2	0.7 b	7.0 b	7.7	1,507 b

(가) 무차광에 비해 수입 선택적 차광제(ReduHeat)은 25.9% 수율 증대를 나타냄

(나) 무차광에 비해 국산 개발 선택적 차광제(GreenShade)는 25.9% 수율 증대를 나타냄

(다) 선택적 차광제의 국산 개발품과 수입품은 차이가 없음

(라) 무차광에 비해 전체광 차단제(WhiteShade)는 15.8%의 수율 증대를 나타냄

(4) 과실 품질

표 3-6. 과실 품질.

Shading agent	Fruit size(cm)		Mean Weight (g)	Soluble solid (°Brix)	Hardness (kg)	Pericarp (cm)	Hunter value		
	Length	Width					L	a	b
Control	9.7 b	9.0 a	182.5 c	7.9 a	1,603 b	0.68 a	46.9 a	26.0 a	44.0 a
Reduheat	9.5 b	9.4 a	201.6 b	7.7 a	1,709 b	0.72 a	48.4 a	27.6 a	43.0 a
Greenshade	9.5 b	9.7 a	204.1 b	7.4 ab	1,827 a	0.71 a	48.8 a	27.6 a	43.0 a
Whiteshade	10.4 a	9.2 a	214.2 a	7.1 b	1,620 b	0.71 a	47.2 a	25.2 a	41.4 a

(가) 무차광에 비해 수입 선택적 차광제(ReduHeat)은 6.6% 경도 증가를 나타냄

(나) 무차광에 비해 국산 개발 선택적 차광제(GreenShade)는 14.0% 경도 증가를 나타냄

(다) 수입 선택적 차광제(ReduHeat)선택적 차광제에 비해 선택적 차광제(GreenShade, ReduHeat)가 우수한 경도 증가를 나타냄

(라) 과실 중량은 무차광에 비해 전체광 차단제(WhiteShade)가 17.4% 증가로 가장 우수한 결과를 나타냄

(5) 차광제 분사 및 박리 비용

표 3-7. 분사 및 박리 비용.

종 류	제품명	소요량	단가	약품 비용	용역 비용	합 계
선택적 차광제	ReduHeat	15can	₩230,000	₩3,450,000	₩4,050,000	₩9,170,000
박리제	ReduClean	14can	₩120,000	₩1,670,000		
선택적 차광제	GreenShade	15can	₩160,000	₩2,400,000	₩4,050,000	₩7,500,000
박리제	ShadeCleaner	7can	₩150,000	₩1,050,000		
전체광 차광제	WhiteShade	7can	₩ 80,000	₩ 560,000	₩4,050,000	₩5,660,000
박리제	ShadeCleaner	7can	₩150,000	₩1,050,000		

* GreenShade, ReduHeat 1:4 분사 기준. 면적은 1ha 기준.

* ReduHeat, ReduClean은 시장 평균 가격.

* 용역 비용은 분사 및 박리 시장 평균 가격 ₩1,350/평 적용.

(6) 경제성 분석(농가 소득 증대 예상)

표 3-8. 경제성 분석.

처리	수량(kg)	단가(원)	조수입(원)	경영비(원)	소득(원)
Control	1,160,000	3,442	399,272,000	238,944,580	160,327,420
Reduheat	1,235,400 (6.5% 증)	3,442	425,224,680	248,114,580	177,110,100 (10.5% 증)
Greenshade	1,235,980 (6.6% 증)	3,442	425,424,316	246,444,580	178,979,736 (11.6% 증)
Whiteshade	1,205,820 (4.0% 증)	3,442	415,043,244	242,994,580	168,598,664 (5.1% 증)

* 2010년 농촌진흥청 표준소득자료집 활용

* 실증실험 결과 바탕으로 1ha 기준

* 경영비 : Control 경영비 + 차광제 분사 및 박리 비용

* 연 12개월 중 차광제 적용 기간 3개월 기준으로 환산하여 수량증대를 표기(수량 증대는 표 3-5 참조)

(가) 무차광에 비해 국산 개발 차광제는 GreenShade 6.6%, WhiteShade 4.0%의 수량 증대를 나타냄. 국산 개발 선택적 차광제(GreenShade)와 수입 선택적 차광제(ReduHeat)는 큰 차이를 보이지 않았음.

(나) 무차광에 비해 국산 개발 차광제는 GreenShade 11.6%(약 1,800만원), WhiteShade 5.1%(약 800만원)의 소득 증대를 보임. 국산 개발 선택적 차광제(GreenShade)와 수입 선택적 차광제(ReduHeat)는 약 170만원 정도의 차이를 나타냄.

- (다) 경영비 중 차광제 분사 및 제거하는 비용 750만원은 무차광 기준 약 3.1%인 반면 소득 증대는 11.6%에 달해 차광제 분사가 농가 소득 증대에 도움이 되는 것으로 판단됨.
- (라) 무차광시 온도를 낮추기 위해 소요되는 비용(전기, 물 등) 및 온도 저감에 따른 작업 능률 향상 등은 반영되지 않았으므로, 실제 경제적인 효과는 나타난 지표보다 훨씬 크다고 할 수 있음.

3. 차광제의 살포 시기에 따른 작물에의 효과

가. 파프리카

(1) 생리적 특성

- (가) 발아단계 : 22~25℃(최저 20℃ 이상)
- (나) 육묘단계 : 낮 25~27℃, 밤 23~24℃, 공중습도 80%, CO₂ 400ppm(본엽 3매 출현 이후)
- (다) 정식-착과 시 : 낮 24~25℃, 밤 21~22℃, CO₂ 600~800ppm
- (라) 착과 후 : 낮 21~24℃, 밤 18~20℃, 근권 온도 18~20℃, CO₂ 400~500ppm
- (마) 습도조건 : 70~80%
- (바) 광포화점 : 3만 lux로 다른 작물 보다 낮음

(2) 선택적 차광제의 적용 목적 및 방법

- (가) 살포목적 : 화아분화 억제 방지, 일소과, 낙화 및 낙과, 기형과, 자색과의 발생 방지
- (나) 살포농도 : 1:4~1:5 희석비율로 살포(20~23% 차광)
- (다) 살포시기 : 시설 내 온도가 상승하는 4월 중순경부터 살포
- (라) 박리시기 : 9월 중순경부터 차광제 박리

(3) 선택적 차광제의 효과

- (가) 온도저감 : 온실 내 온도 3~8℃의 하강
- (나) 수량증대 : 과도한 자외선을 차단하여 일소과 및 기타 기형과 발생 방지
- (다) 품질향상 : 적외선 차단으로 엷은 및 과온 하강으로 품질향상

(4) 종합고찰

광선택적 차광제의 살포 시기는 농가의 재배 작기에 따라 차이가 있으나 일반적으로 시설 내 온도가 급격히 상승하는 4월 중순경부터 살포가 필요할 것으로 판단되었음. 유리온실에 비하여 플라스틱 온실의 경우 4월부터 온실내로 유입되는 자외선이 많아져 과실의 일소과 발생이 증가하게 되므로 피복자재에 따라서 차광시기를 조절해야 할 필요성이 있다고 판단됨. 차광제의 박리 시기는 남부지역의 경우 고온기 육묘 및 정식 초기 단계에 고온장해 및 자외선 피해를 막을 필요성이 있으므로 9월 중순 이후부터 차광제의 박리작업이 필요할 것으로 판단됨.

나. 딸기

(1) 생리적 특성

- (가) 생육적온 : 낮 17~20℃, 밤 10℃ 내외
- (나) 생육한계 : 25℃ 이상에서는 생육지연, 30℃ 이상에서는 생육정지, 37℃ 내외에서는 고온장해
- (다) 광포화점 : 4만 lux로 다른 작물 보다 낮음

(2) 선택적 차광제의 적용 목적 및 방법

- (가) 살포목적 : 재배기간 연장, 조숙과 방지

- (나) 살포농도 : 1:4~1:5 희석비율로 살포(20~23% 차광)
- (다) 살포시기 : 과실 성숙 일수 짧아지는 3월 중순경부터 살포
- (라) 박리시기 : 9월 초순경부터 보온이 시작되는 시점인 10월경까지 차광제 박리

(3) 선택적 차광제의 효과

- (가) 온도저감 : 온실 내 온도 3~8℃의 하강
- (나) 수량증대 : 온실 내 온도 하강으로 약 30일 가량 재배 기간 연장 가능
- (다) 품질향상 : 온실 내 온도, 엽온 및 과온 하강으로 과실 성숙 일수 증가하여 당도 및 크기 증가

(4) 종합고찰

광선택적 차광제의 살포 시기는 농가의 재배 작기에 따라서는 큰 차이가 없으며 온실 내 온도가 상승하여 과실의 성숙일수가 40일 이내로 짧아지는 3월 중순경부터 살포하는 것이 효과적으로 나타남. 차광제를 살포하지 않았을 경우 5월부터는 과실의 성숙일수가 약 20일가량으로 짧아져 당도가 떨어지고 신맛이 증가하며 과실이 조숙하게 되어 과실의 크기가 작아져 상품성이 크게 떨어지는 것으로 나타남. 차광제의 박리 시기는 딸기의 육묘가 끝나고 정식 이후 보온이 시작되는 시점인 10월 중순경까지 실시하는 것이 효과적으로 나타남.

다. 토마토

(1) 생리적 특성

- (가) 생육적온 : 낮 25~27℃, 밤 17℃ 내외
- (나) 생육한계 : 낮 30℃, 밤 20℃ 이상에서는 생육불량
- (다) 개화, 착과, 착색 적온 : 20~25℃
- (라) 화분발육 적온 : 20~30℃
- (마) 광포화점 : 7만 lux로 높음

(2) 선택적 차광제의 적용 목적 및 방법

- (가) 살포목적 : 개화 및 착과 불량 방지, 열과 및 일소과 방지
- (나) 살포농도 : 1:4~1:5 희석비율로 살포(20~23% 차광)
- (다) 살포시기 : 5월 초중순경부터 살포
- (라) 박리시기 : 8월 말경부터 차광제 박리

(3) 선택적 차광제의 효과

- (가) 온도저감 : 온실 내 온도 3~8℃의 하강
- (나) 수량증대 : 온실 내 온도 하강으로 착과율 상승
- (다) 품질향상 : 직사광선 차단으로 열과 및 일소과 방지

(4) 종합고찰

국내에서 재배중인 과채류 중 광포화점이 비교적 높아 광선택적 차광제의 살포 시기는 5월 초 중순경부터가 살포하는 것이 효과적임. 이는 4월 중순경부터 시설 내 온도는 급상승하게 되나

고온에 의한 피해보다 광 부족에 의한 영향이 더 크기 때문인 것으로 판단됨. 또한 차광제의 박리 시기도 타 작물에 비하여 빠른 8월 말경부터 시작하는 것이 효과적인 것으로 나타남.

라. 고추

(1) 생리적 특성

- (가) 발아단계 : 28~30℃(최저 20℃ 이상)
- (나) 가식단계 : 낮 25~27℃, 밤 15~17℃
- (다) 정식단계 : 낮 22~23℃, 밤 14~15℃
- (라) 재배단계 : 낮 25~28℃, 밤 18~22℃
- (마) 개화 및 착과적온 : 18~23℃
- (바) 광포화점 : 3만 lux로 다른 작물 보다 낮음

(2) 선택적 차광제의 적용 목적 및 방법

- (가) 살포목적 : 화아분화 억제 방지, 일소과, 낙화 및 낙과 방지
- (나) 살포농도 : 1:4~1:5 희석비율로 살포(20~23% 차광)
- (다) 살포시기 : 5월 초중순경부터 살포
- (라) 박리시기 : 9월 초순경부터 차광제 박리

(3) 선택적 차광제의 효과

- (가) 온도저감 : 온실 내 온도 3~8℃의 하강
- (나) 수량증대 : 온실 내 온도 하강으로 착과율 상승
- (다) 품질향상 : 과도한 자외선과 적외선을 차단하여 일소과 방지 및 엷은 및 과온 하강으로 품질향상

(4) 종합고찰

국내의 시설고추 재배는 대부분 플라스틱 필름을 사용하여 5월부터는 시설 내 자외선 투과량이 많아져 일소과의 피해를 입고 있음. 고온건조 시에는 생육이 나빠지게 되고 꽃봉오리나 어린 열매가 떨어지는 현상이 발생하며 수정이 잘 되지 않는 현상이 발생하고 있음. 그러므로 차광제의 살포 시기는 시설 내 기온이 상승하는 5월 초중순경부터 실시하는 것이 효과적으로 생각됨. 차광제의 박리 시기는 광포화점은 낮으나 고온 작물이므로 외부 기온이 떨어지는 9월 초순경부터 실행하는 것이 효과적인 것으로 나타남.

마. 장미

(1) 생리적 특성

- (가) 생육적온 : 낮 24~27℃, 밤 15~18℃
- (나) 생육한계 : 5℃ 이하 생육 정지, 0℃ 이하 휴면.
- (다) 개화적온 : 30℃ 이하
- (라) 광포화점 : 약 4만 lux

(2) 선택적 차광제의 적용 목적 및 방법

(가) 살포목적 : 개화 및 화색 불량 방지 및 절화 절간 신장

(나) 살포농도 : 1:4~1:5 희석비율로 살포(20~23% 차광)

(다) 살포시기 : 5월 초중순경부터 살포

(라) 박리시기 : 9월 초순경부터 차광제 박리

(3) 선택적 차광제의 효과

(가) 온도저감 : 온실 내 온도 3~8℃의 하강

(나) 품질향상 : 온실 내 온도 하강으로 착색 유도 및 절화 절간 신장

(4) 종합고찰

국내의 절화 장미의 경우 고온기에 접어들면서 꽃의 착색 및 꽃잎 수 감소 및 꽃의 크기 감소가 발생함. 이를 방지하기 위해서는 시설 내 온도를 하강시켜야하며 그 시기로는 5월 초중순경부터가 효과적인 것으로 나타남. 차광제 살포시 고온장해가 개선되어 절화절간은 약 20cm 정도 늘어났으며 화색도 좋아졌으며 꽃봉오리 역시 커지는 결과가 나타남. 차광제의 박리 시기는 고온기 이후 작물 회복기인 9월부터 실시하는 것이 효과적인 것으로 생각됨.

4. 온실용 차광제 전용 박리제 성능 보완 실험

가. 연구목적

온실용 차광제 전용 박리제인 ShadeCleaner는 차광제의 제거에 매우 효과적인 성능을 보였으나, 경도가 높고 온실 표면 온도가 많이 상승되는 일부 농가에서 박리 능력이 저하되는 경향을 보여 이를 보완하기 위한 테스트를 진행하였음

나. 재료 및 방법

(1) 실험재료 : GreenShade, WhiteShade, ShadeCleaner, ShadeCleaner 보완품(A, B)

(2) 실험장소 : 대성C&S(주) 마장동 사옥 옥상

(3) 실험기간 : 2012. 9. 23~9. 24

(4) 실험처리 및 방법

(가) 차광제 도포(2012. 7. 22)

GreenShade, WhiteShade를 각 1:4, 1:9의 농도로 희석함(물은 온도 20°d의 물을 이용하여 가혹조건 재현)

(나) 방치 : 2012. 7. 22.~2012. 9. 22.

자연방치를 원칙으로 하며, 주 1회 2시간 dry oven(90°C)에 가온하여 가혹 조건 재현 기간 중에는 자연 강수에 노출시킴

(다) 박리제(ShadeCleaner, 보완품 A, 보완품 B)와 물을 1:9로 희석

(라) 박리제를 분사하고 5분간 접촉

(마) 압력을 가하지 않은 흐르는 물에 행군 후 남아있는 박리제의 양을 육안 관찰

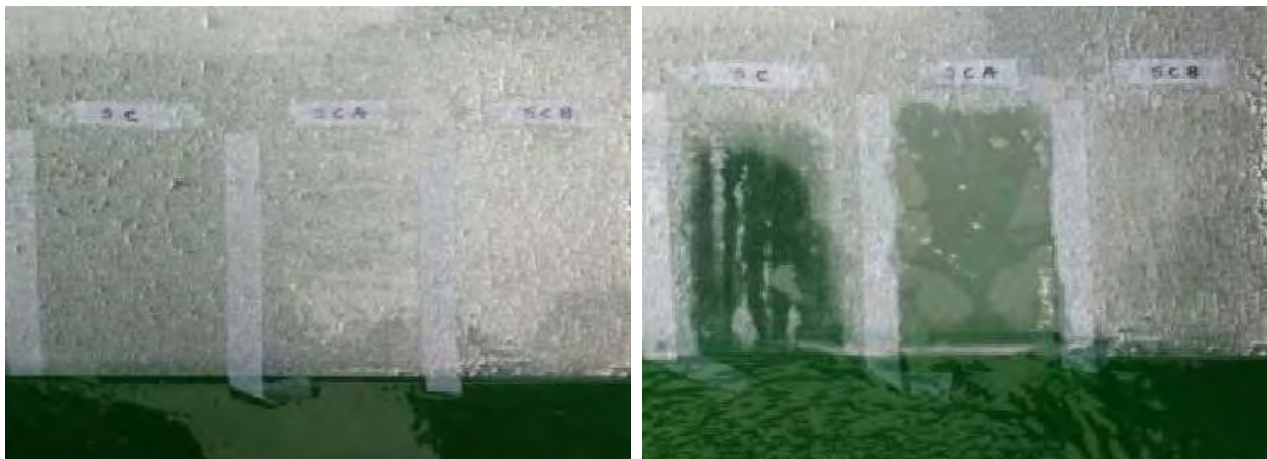


사진 3-4. WhiteShade 대상 박리 test 전, 후 (좌측부터 ShadeCleaner, 보완 샘플 A, 보완 샘플B).



사진 3-5. GreenShade 대상 박리 test 전, 후 (좌측부터 ShadeCleaner, 보완 샘플 A, 보완 샘플 B).

다. 결과 및 고찰

직사각형(60cm × 20cm × 0.5cm) 유리에 GreenShade, WhiteShade 제품을 2012년 7월 22일 도포하였고, 2개월간 야외 옥상에 방치한 후 구간을 나눠 박리제 박리 실험을 진행하였음. 2012년 하반기에 온실용 차광제의 박리가 다소 아쉽다는 일부 농가의 의견이 접수되어 이를 추적한 결과, 이 현상이 발생된 농가는 온실 표면온도가 매우 높고, 사용 용수의 경도가 매우 높다는 결과를 얻어냄. 이에 전용 박리제인 ShadeCleaner와 이를 개선한 보완 샘플 A, B에 대한 박리력 실험을 진행하였음. 사진 3-4와 3-5는 ShadeCleaner와 보완 샘플 A, B의 박리 정도를 나타낸 결과임. 박리 되는 경향을 보면 WhiteShade의 경우 고온으로 유리와 강한 흡착 및 스케일 형성으로 인하여 ShadeCleaner와 보완 샘플 B의 박리 성능이 다소 떨어짐을 확인 할 수 있으며, 보완 샘플 A의 경우 깨끗이 박리가 되었음. GreenShade 또한 명기한 이유로 인하여 ShadeCleaner는 다소 아쉬운 박리력을 나타내었고, 보완 샘플 A는 매우 우수한 박리력을 나타냄. 차광제 분사 시편은 각 20개를 준비 하였으며, 사진 3-4와 사진 3-5는 평균적 대표성을 갖는 사진을 첨부한 것임.

라. 요약

사용 용수의 경도가 높고, 고온에 노출되어 스케일 화 된 차광제의 박리력은 다음과 같음.

ShadeCleaner 보완품 A > ShadeCleaner > ShadeCleaner 보완품 B

5. 온실용 차광제 및 전용 박리제의 환경 영향 평가

가. 연구목적

차광제, 박리제의 환경관련 법적 기준이 없어 환경분야의 대표성을 갖는 여러 항목들을 일상생활에서 많이 사용하는 샴푸를 대조군으로 삼아 비교하기 위한 실험


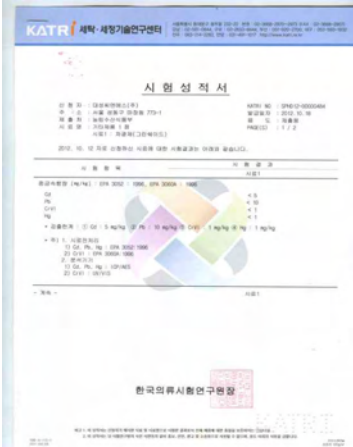
나. 재료 및 방법

- (1) 실험재료 : GreenShade, ShadeCleaner, 샴푸(L社 ****)
- (2) 실험기관 : KATRI 기술연구센터, 한국건설생활시험연구원, 한국화학연구원
- (3) 실험기간 : 2012. 10. 18~2013. 5.20
- (4) 실험항목 : 4대 중금속, 화학적산소요구량(COD), 생화학적산소요구량(BOD), 생분해도, 휘발성유기화합물(VOCs)
- (5) 실험방법:
 - (가) 4대 중금속 함량 측정
 - ① 시료 전처리 : Cd, Pb, Hg : EPA 3052:1996, CrVI : EPA :3060A:1996
 - ② 분석 기기 : Cd, Pb, Hg : ICP/AES, CrVI : UV/VIS
 - (나) 화학적 산소 요구량(COD) : 수질오염공정시험기준(환경부고시 제2012-99호)
 - (다) 생화학적 산소 요구량(BOD) : OECD 301C
 - (라) 생분해도 : OECD 301C
 - (마) 휘발성 유기화합물(VOCs) : ISO-11890-2
 - (바) 차광제 및 박리제에 대한 법적 판단근거(비교근거)가 없어 비교군은 샴푸를 선택

다. 결과 및 고찰

- (1) 4대 중금속(Cd, Pb, Hg, Cr)

표 3-9. 온실용 차광제 및 전용 박리제의 4대 중금속 실험 결과.

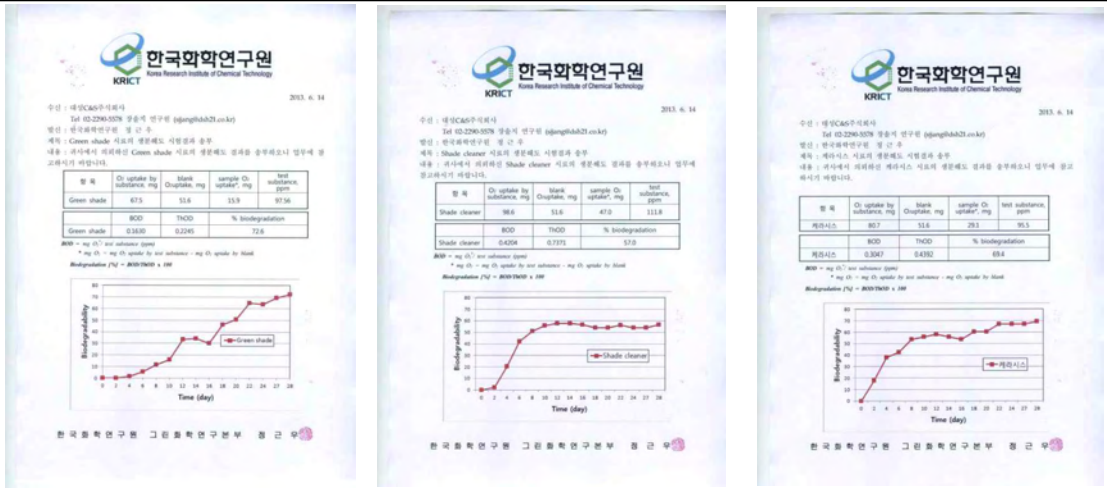
	GreenShade	ShadeCleaner
결과	검출한계 이하(불검출)	
성적서		

(2) BOD 및 생분해도

표 3-10. 온실용 차광제, 전용 박리제, 샴푸의 BOD, 생분해도.

Sample	GreenShade	ShadeCleaner	샴푸(L社 *****)
BOD (ppm)	0.1623	0.4167	0.3045
생분해도 (%)	72.3	56.5	69.3
기준 (농도)	원액	원액	원액

성적서

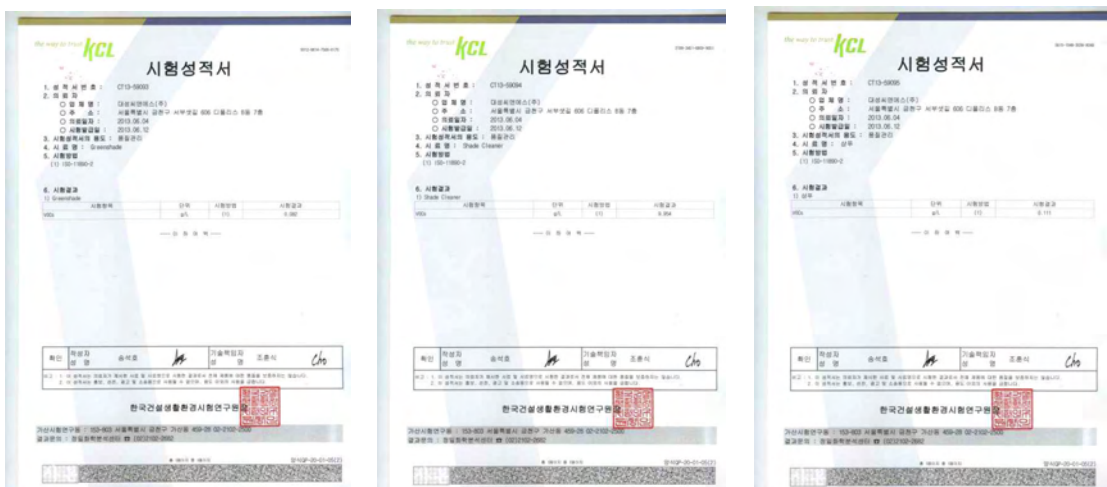


(3) VOCs

표 3-11. 온실용 차광제, 전용 박리제, 샴푸의 VOCs.

Sample	GreenShade	ShadeCleaner	샴푸(L社 *****)
VOCs (g/L)	0.082	9.954	0.111
기준 (농도)	원액	원액	원액

성적서



* 페인트 환경마크 인증 기준 : 180g/L - 환경마크협회(환경부 위탁 업무 수행 기관)

(4) COD

표 3-12. 온실용 차광제, 전용 박리제, 샴푸의 COD.

Sample	GreenShade	ShadeCleaner	샴푸(L社 *****)
COD (ppm)	12,000	12,200	5,000
기준 (농도)	4배 희석	9배 희석	20배 희석
원액 기준 환산	48,000	109,000	100,000

성적서



온실용 차광제 및 전용 박리제가 환경(수질, 대기)에 미치는 영향을 알아보기 위해 4대 중금속, BOD, 생분해도, VOSs, COD 항목을 측정하였음. COD, BOD, 생분해도 측정의 대조군으로는 일상생활에서 빈번하게 사용되는 샴푸를 대조군으로 설정하였음. 4대 중금속은 검출이 되지 않았음. BOD와 생분해도 측정 결과 온실용 차광제 및 전용 박리제는 1년에 한번 사용되며 일정 비율로 희석해서 사용한다는 점과 (GreenShade 20% 희석, WhiteShade 및 ShadeCleaner 10% 희석) 샴푸는 매일 사용하고 원액을 사용하는 사용 빈도수와 농도를 고려했을 때 BOD와 생분해도 수치는 대조군과 비교하여 비슷한 수치를 띠다고 판단됨. WhiteShade의 생분해도 측정결과 16.8%가 나왔는데 이는 WhiteShade의 원료에 절반 가량이 차지하는 탄산칼슘 때문이라 판단됨. 탄산칼슘의 경우 자연 상태에서 대리석, 석회석, 선석, 방해석 등으로 산출되며 산성 토양을 개선하는 효과와 함께 식물이나 과일에 칼슘성분을 공급해 주는 역할을 하므로 문제가 없다고 판단됨. COD 측정 결과와 마찬가지로 대조군으로 설정했던 샴푸를 20배로 희석된다고 가정했을 때 수치가 온실용 차광제 및 전용 박리제에 비하여 낮게 나왔지만 사용 빈도수와 농도, 희석배수를 고려했을 때 차광제는 환경에 큰 영향을 미치지 않는다고 판단 할 수 있음. 온실용 차광제를 일종의 수성 도료의 범주에 포함하고 대기 중에 영향을 미치는 휘발성 유기 화합물 (VOCs) 측정 결과 페인트 환경마크 인증기준 (EL241-1998/7/2010-13)에 의거하여 기준 VOCs 함량(g/l) 180이하에 포함됨. 명기한 항목의 실험 결과를 근거로 온실용 차광제 및 전용 박리제

는 대기와 수질에 악영향을 미치지 않을 것으로 판단됨.

라. 요약

온실용 차광제 및 전용 박리제의 사용 빈도수와 농도를 고려했을 때 일반적으로 쓰이는 샴푸와 COD, BOD, 생분해도 값이 비슷하다고 판단되며 4대 중금속은 검출 한계 이하로 측정되었고, 휘발성 유기화합물 또한 환경마크 인증 기준치 이하로 측정되어 환경에 악영향을 미치지 않을 것으로 판단됨.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표달성도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2010)	(세부) 시설재배 과채류와 화훼류의 과중용, 육묘용, 수경재배 전용 수입대체 배 지 개발 및 차광제 온도저감효과 구명 및 효용성 시험	수경재배농가에서 사용 중인 압 면과 코이어 배지의 효용성과 문 제점 파악 및 대체배지 탐색	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수경재배용 전용배지의 효용성 파악 - 압면, 코이어, 상업적 상토의 화학성 평가 - 압면 대체용 신배지 탐색/개발 및 과 중용, 육묘용, 재배용 생육배지의 비교 실험 - 대상작물: 과채류(파프리카)-압면, 코 이어, 개발배지의 화학성평가 및 재배 실험, 화훼류(장미)-압면과 개발배지 의 화학성평가 및 재배실험
		개발차광제 온실도포를 통한 작 물재배	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수경재배용 배지의 이화학적 특성 파악 ○ 가격 및 국내외 제품 정보수집 - 특허 및 문헌자료 조사를 통한 기존배 지의 장·단점 파악
	(1협동) 시설재배 과채류와 화훼류의 수입대체 배지 개발 및 상품화	수경재배용 국산배지(phenolic foam) 설계	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ Phenolic foam용 수지개발 - 수지물성 최적화 연구 ○ Phenolic foam용 발포 기술개발 - 발포제 종류별 발포 성능 비교실험 - 발포체(foam) 밀도가 기공 구조에 미 치는 영향 파악 - 경화제 종류에 따른 발포 패턴 분석
		Phenolic foam용 수지 및 발포 (Foaming)기술 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 표면 개질 최적 조건 파악 - 표면 개질제(surface agent)에 따른 발 포체 물성 변화 파악 - 첨가제 변화가 발포체에 미치는 영향 파악 ○ Lab scale 견본제품 제작 - 상용 제품과의 물성 비교 평가 - 과중, 육묘, 재배 단계별 샘플 제작
		Phenolic foam 표면개질 연구 및 견본제품 제작	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 상품의 온도 저감효과, 작물생육에 의 영향, 도막 안정성, 내구성 등을 파 악
		수입산 온실 차광제의 효용성과 문제점 스크린	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수입품과 개발 시제품의 품질 비교 - 도포용이성 및 도막 안정성 - 선택적 차광률 비교 - 온도 저감효과 및 내구성 비교 - 전용 박리제 개발 검토 - 보완사항 도출 및 계획수립
	(2협동) 온도 저감효과가 우수한 온실용 선 택적 차광제 개발 및 상품화	수입품과 1차 개발품의 품질 비교	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가격 및 외국제조업체들의 정보수집 및 현황파악
		산업화 및 실용화를 위한 가능 성 검증	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미기상 변화 측정 및 작물생육관찰 - 대상작물: 파프리카 - 처리: 무처리, 수입차광제, 개발차광제 - 온도, 습도, 광도, 광량 등의 미기상 변 화 데이터 수집 - 파프리카 식물염온, 과실온도변화, 수분변 화 등 관찰

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차 년도 (2011)	(세부) 시설재배 과채류와 화훼류의 과중용, 육묘용, 수경재배 전용 수입대체 배지 개발 및 차광제 온도저감효과 구명 및 효용성 시험	최적배지 선발을 위한 재배실험	100	○ 작물별, 재배단계별 최적배지 선발 - 작물: 과채류(파프리카), 화훼류(장미, 분국화) - 생육단계: 과채류(파종기, 육묘기, 재배기), 장미(육묘기, 재배기), 분국화(삼목 육묘기) - 처리: 과채류[암면(대조구), 코이어, 개발배지 2중 등], 화훼류[암면(대조구), 개발배지 2중 등]
		신배지의 장기재배를 위한 적정소독방법 구명실험	100	○ 신배지 재배 농가에서 소독처리구와 비소독처리구(대조구)의 비교실험 및 효과적인 소독방법 구명실험
		신배지의 이화학성 평가	100	○ 파프리카, 장미 재배농가에서 기존배지를 대조구로 신개발 배지의 현장실험
		신배지 농가실증시험	100	○ 수경재배 전용 개발배지의 효용성 파악 - 종류별 개발배지의 물리성(공극율, 기상률, 용기용수량 등) 및 화학성(pH, EC 등) 평가
	(1협동) 시설재배 과채류와 화훼류의 수입대체 배지 개발 및 상품화	Phenolic foam 가공기술 개발	100	○ 시험생산을 통한 개선된 견본제품 제조 - 재배단계별 최적의 배지 가공기술 개발 - 제조방법 및 제품규격 표준화 설정 - Pilot scale 시험생산 진행 및 시제품 제조
		수경재배용 국산 배지 가공기술 개발	100	○ 상품화를 위한 파일럿 스케일 설정 - 상품화를 위한 물리성질을 개선한 견본제품 제조 및 규격화, 표준화 설정
		Foam배지의 가격 경쟁력을 고려한 연구	100	○ 견본제품 제작에 따른 경쟁력 분석 - 수입배지 대비 foam배지의 가격경쟁력 비교분석 및 Foam배지의 가격경쟁력 향상방안 모색
	(2협동) 온도 저감효과가 우수한 온실용 선택적 차광제 개발 및 상품화	폐기시 잔류물의 폐기에 따른 환경오염 최소화 방안 연구	100	○ 폐기물에 대한 환경오염 최소화 방안 설정 - 폐기물의 연소시험 분석 - 폐고형연료제품(환경부고시 제2007-201호) 성능평가
		하절기 차광제의 온도저감효과 스크린	100	○ 기존 제품과 개발품의 온실내 온도저감효과 비교 및 작물재배 실험 - 작물: 토마토 - 차광처리: 무처리, 수입차광제, 개발차광제 - 온실내 미기상(온도, 습도, 광도, 광량 등) - 토마토의 생육, 수량, 품질, 착과수, 엽장, 엽폭, 초장, 과실수, 과실무게, 과실크기 등 조사
		1차 개발 보완제품인 2차 보완품 성능검증	100	○ 2차 보완품의 성능 검증 및 안정화 - 수입품 및 1차 개발품 대비 개선효과 확인 - 추가 보완사항 도출 및 적용 - 전용 박리제 개발품의 현장 적용
		산업화 및 실용화를 위한 가능성 검증	100	○ 경제성, 시장성 검토 및 제조기준 설정 - 보완품의 경제성 및 시장성 분석 - 실용화 가능성 및 문제점 파악 - 수입품 대비 농가 비용구조 비교
		개발 차광제 농가실증시험	100	○ 파프리카, 딸기, 장미 재배농가에서 신개발 차광제 도포를 통한 재배효율성 검증실험(유리, 플라스틱온실)
		선택적 차광제(도포/박리)의 노동력 절감 및 생력화 방안연구	100	○ 차광제 살포용 전용 스프레이 효율성 검증 ○ 효율적인 도포 및 박리를 위한 박리제 개발

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용	
3차 년도 (2012)	(세부) 시설재배 과채류와 화훼류의 과중용, 육묘용, 수경재배전용 수입대체 배지 개발 및 차광제 온도저감효과 구명 및 효용성 시험	재배매뉴얼 개발	100	○ 과채류(과프리카, 토마토)와 화훼류(장미, 분국화)의 작물별, 생육단계별 재배실험 및 전용배지의 효율적 사용을 위한 재배 매뉴얼 개발	
		국내산 과채류 양액재배용 인공배지 가공, 생산 및 산업화를 위한 기준설정	100	○ 상품화를 위한 양산화 기술개발	
	(1협동) 시설재배 과채류와 화훼류의 수입대체 배지 개발 및 상품화	개발제품의 업그레이드 및 개발제품의 사용 매뉴얼 개발	100	○ 농가실증실험 및 효용성 검증 ○ 마케팅 및 실용화, 특허출원 및 등록	
		산업화 및 실용화를 위한 가능성 검증	100	○ 농가실증실험 및 효용성 검증	
		판매 생산을 위한 신배지의 마케팅	100	○ 상품 이미지를 위한 상품명 및 이미지 개발 ○ 마케팅 및 실용화, 특허출원 및 등록 ○ 경제성 분석	
		차광제의 개발 및 개발제품의 매뉴얼 개발	100	○ 시설온실내 효율적인 차광제의 농도 및 살포시기 설정 - 농도별 차광제의 살포효과 구명 - 살포시기별 작물예의 효과 구명 - 효과적인 도포방법 구명 - 전용 박리제 개발 - 경제성, 시장성 검토 - 국내농가의 현실에 적합한 전반적인 작업 매뉴얼 작성 및 보급 - 경제성 분석	
	판매 생산을 위한 차광제 생산품의 마케팅				
	개발 차광제의 경제성 분석				
	(2협동) 온도 저감효과가 우수한 온실용 선택적 차광제 개발 및 상품화				

제 2 절 관련분야의 기술발전 기여도

1. 국내기술력으로 제조한 수경재배용 과채류(파프리카, 토마토)의 생육단계별 과중용 플러그, 육묘용 큐브, 재배용 슬래브 등을 국내 수경재배농가에 보급하고 이의 활용방법을 현지 농가교육 및 매뉴얼로 제작하여 활용도를 높임
2. 관행으로 사용하던 배지의 이화학적성을 한층 업그레이드 하여 화훼류(절화 장미, 포인세티아, 칼라코에, 국화) 번식용 국산배지의 공급
3. 기존 암면과 코코피트 등의 관행배지와와의 대체효과를 통한 국산배지 생산 및 이의 역수출을 통한 국가경제 발전기여, 경제성 및 작물의 생산성 향상에 기여함
4. 주요 시설재배 과채류(토마토, 파프리카)의 수경재배용 생육단계별 재배실험으로 최적배지 선발을 통한 농가적용 및 소득향상에 기여
5. 생육단계별 재배실험을 통한 인공배지 사용을 위한 재배 매뉴얼의 개발
6. 수입대체를 통한 고효율 배지 개발
7. 하절기 온도 저감효과가 우수한 온실용 선택적 차광제 개발 및 제품화, 산업화
8. 도포방법이 쉽고, 전용 박리제를 통해 간편하게 제거할 수 있는 제품의 개발
9. 고품질 생산과 수입대체로 농가 소득향상 및 농자재 제조회사들의 신소득 창출
10. 생육단계별(과중용, 육묘용, 재배용) 개발 신배지의 특허출원 등록 및 상품화
11. 국내 유일의 차광용 스프레이 개발제품의 특허출원 등록 및 상품화
12. 개발 신배지와 차광제의 참여업체로의 기술이전
13. 국내외 저명 원예관련 학회지에 포스터 발표, 논문투고(SCI 및 국내 산업체를 위한 학술지 등)
14. 본 과제의 연구수행으로 참여한 학부생, 대학원생의 인력양성 및 배지제조회사 및 차광제 생산회사의 고급인력으로 입사
15. 국내외 언론홍보를 통한 배지와 차광제 관련 연구자, 재배자, 및 산업체 관련자들과 정보의 공유 및 확산을 통한 개발품의 대외적인 브랜드 창출과 기반구축

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 실용화·산업화 계획(기술실시 등)

1. 기술실시(2건 완료)

가. 대성씨앤에스(주)

(1) 농업용 차광제 실증 실험(작물에의 영향성, 온실 내 미기상 등) 및 성능검증결과

실시기업 의견서			
실 시 기 업	대성씨앤에스 주식회사		대표자 김영대, 강성윤
사업자등록번호	218-81-04794		주민등록번호
기 업 용 령	<input checked="" type="checkbox"/> 대기업 <input type="checkbox"/> 중소기업 <input type="checkbox"/> 농업인(단체) <input type="checkbox"/> 기타()		업 태 제조, 도매
			종 목 합설재제, 비누제품, 무역
창 업 일 시	1989년 9월	조직 및 인원	90명
사업장주소	서울시 금천구 서부샛길 606 대성 디폴리스 B동 7층		담당자 강 우 략
			연락처/팩스 02-2290-5500/ 02-2290-5503
자 본 금	30,000백만원	연간대출액	19,105백만원
주요산제품	농업용 차광제, 살균소독제 및 산업용 세척제 및 위생 용품		
이전희망기술	농업용 차광제의 미기상 변화 측정결과		
기 술 요 감 면 사 유	<p>계사는 참여 대기업으로 정부 출연금의 30% 감면 요청과 기술실시의 실시남부에 따른 추가 30%감면을 요청함.</p> <p>농림수산식품 연구개발사업의 연구개발성과에 대해 참여 기업의 산업화를 통한 시설 재배 농가로의 조기 확산을 도모하고자 함. 주요 이전 기술은 차광제 적용에 따른 온실내 온도저감 효과 구별 데이터와 농업용 차광제의 미기상 변화 측정결과이며 주관(세무)과제 부분기술이전에 대한 기술요 감면을 요청함.</p>		
이 전 기 술 활 용 계 획	<p>계사는 거의 대부분을 수입에 의존하던 차광제를 국산화하고 이를 산업화 하기 위한 역량(생산, QC, 영업 등)이 충분하다고 판단됩니다. 향후 아래와 같이 활용코자 합니다.</p> <p>(1) 차광제의 본격 판매를 통한 수입 대폭 (2) 차광제의 손쉬운 적용을 위한 대량업 작설 및 보급 (3) 차광제의 수출</p>		
<p>귀 기관에서 수행한 과제에 기술에 대해 기술요 감면을 통한 기술이전을 받고자 상기와 같이 의견서를 제출합니다.</p> <p>첨 부 1. 사업자등록증 사본 1부 2. 대기업임을 증명할 수 있는 서류 1부. 3. 추가감면에 따른 증명서류(필요시 제출) 1부. 끝.</p> <p style="text-align: center;">2013년 9월 일</p> <p style="text-align: right;">실시기업의 대표자 : 김영대, 강성윤 [직인]</p> <p>주관연구기관장 귀하</p>			

<기술 이전 1: 농업용 차광제 실증 실험 및 성능검증결과>

- 나. 한국스미더스오아시스(주)
 (2) 수경재배용 국산배지 가공기술 개발

실시기업 의견서

실 시 기 업	한국스미더스오아시스		대표자	김광수
사업자등록번호	312-81-07021		주민등록번호	
기 업 유 형	<input type="checkbox"/> 대기업 <input checked="" type="checkbox"/> 중소기업 <input type="checkbox"/> 농업인(단체) <input type="checkbox"/> 기타()		업 령	제조업
			종 목	화학용품
창업일시	1990.04.01	조직 및 인원	42명	
사업장주소	충남 천안시 입장면 송정리 196-4		담당자	홍세준
			연락처/팩스	041-580-8009/041-582-0152
자 본 금	1,363 백만원	연간매출액	13,760 백만원	
주생산제품	플로말폼, 화훼제품, 배지, 질화수명 연장제			
이전희망기술	수경재배용 신배지 phenolic foam을 활용한 과채류 재배관리기술			
기술료 감면 사유	기술 집시기업인 한국스미더스오아시스는 참어 중소기업으로 경부 출연금의 80% 감면 요청 과 기술실시의 임시납부에 따른 추가 30% 감면율 요청함. 국내 수경재배농가에서 널리 사용되고 있는 일면 배지의 폐기문제와 코이어 배지의 불완전성이 문제되고 있는 시점에서 이를 대체할 수 있는 수경재배용 배지 가공기술을 개발하여 배지의 국산화와 물리성이 개선된 배지의 농가 확산을 도모하고자 함. 주요 이전 기술은 수경 재 배용 국산 신배지 phenolic foam의 과장을 팜릿/시트, 옥묘용 두트, 재배용 슬래브 배지를 이 용한 과채류 재배관리 기술로서 농가 소득 증대 및 국산배지 생산 및 마케팅 활용, 역수출을 통한 농산품 및 국가경제 발전에 기여함.			
이전 기술 활용 계획	- 수경재배 과채류(과프리카, 모야도)의 phenolic foam으로 제조된 과종용 pellet/plug/sheet, 옥묘용 cube, 재배용 slab 배지를 활용한 재배관리 기술의 국내 수경재배농가에 보급하고 이의 사용방법의 농가교육에 활용 - 기존 합면과 코이어 등 관행배지와 대체 효과를 통한 국산 배지 이용확대 및 이의 역수출 을 통한 직물의 생산성 향상 및 농가 및 관련농산업체 소득 증대에 기여			
귀 기관에서 수행한 과채의 기술에 대해 기술료 감면을 통한 기술이전을 받고자 상기와 같이 의견서를 제출합니다.				
첨부 1. 사업자등록증 사본 1부 2. 중소기업임을 증명할 수 있는 서류 1부, 3. 일시납부시 추가감면에 따른 증명서류(납부영수증 사본) 1부, 끝.				
2013년 9월 일				
실시기업의 대표자 : 김광수				
주관연구기관장 귀하				

<기술 이전 2: 수경재배용 국산배지 가공기술 개발>

제 2 절 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획 등

1. 교육지도(30건)

- 가. 경상남도농업기술원 첨단시설원예연구회 ‘시설원예작물의 고온기 온도저감 방안’초청강의: 발표자 황승재(2011.04.22)
- 나. 경상대 원예학과 455동 324호실 경상대학교 통섭연구회 ‘경상대학교 STS 통섭연구회 - 시설원예산업의 현황과 전망’ 초청강의: 발표자 황승재(2011. 06. 13)
- 다. 경상대학교 농업생명과학관 경남장미산학협력단, 경남장미연합회의회 2011 절화장미 번식과 생산 최신기술 심포지엄 ‘하절기 고품질 장미 생산을 위한 광선택적 차광제의 이용’ 초청강의: 발표자 황승재(2011. 08. 08)
- 라. 경기도 평택시 포승원예영농조합 농촌진흥청 국립원예특작과학원, 한국공정육묘연구회 한국공정육묘회 4차 현장토론회 ‘육묘용 신배지 개발 관련 내용 발표’ 초청강의: 발표자 황승재(2011.09.22)
- 마. 경상대학교 농업생명과학대학 누리홀 농촌진흥청 국립원예특작과학원, 한국공정육묘연구회 ‘한국공정육묘연구회(공정육묘 묘소질 향상기술 토론회-육묘장의 기상 환경조절과 에너지 관리)’초청강의: 발표자 황승재(2011. 11.11)
- 바. 제주농업마이스터대학 시설채소총론 특강-고온기 시설원예작물의 온도저감 방안 및 차광제의 효과 초청강의: 발표자 황승재(2011.6.25)
- 사. 농촌진흥청, 국립원예특작과학원, (사)한국육묘산업연합회 ‘한국공정육묘 연구회(공정묘 생산환경 개선 및 유통기술 개발)’ 초청강의: 발표자 황승재(2012.6.25)
- 아. 한국생물환경조절학회 임시총회 추계 학술대회 및 제4회 한중일 국제공동심포지엄 ‘식물공장 재배기술(광조절, 품질관리, 수경재배 및 환경조절 기술 분야)’ 초청강의: 발표자 황승재(2012.11.16)
- 자. 식물공장 기술연구회 특강 ‘식물공장 관련 수경재배기술 및 최근동향’ 초청강의: 발표자 황승재(2012.11.27)
- 차. 한국원예학회 국제심포지엄 및 2013 춘계학술발표회 ‘시설원예산업에서 자동화 장치와 인공광 이용기술 현황과 전망’ 초청강의: 발표자 황승재(2013.05.24)
- 카. 농촌진흥청, 국립원예특작과학원, (사)한국육묘산업연합회 한국공정육묘연구회 2013년 공정묘 생산환경 개선기술 심포지엄 ‘식물 생육조절기술의 공정묘 적용방안’ 초청강의: 발표자 정병룡 (2013.6.20)
- 타. 경남농업마이스터대학 딸기반 시설환경조절기술 ‘시설재배 현황, 종류와 구조 및 입지조건’ 초청강의: 발표자 황승재(2012.7.17)
- 파. 경남농업마이스터대학 딸기반 시설환경조절기술 ‘환경제어의 개념 및 관련 요소, 경남지역의 기후적 특성’ 초청강의: 발표자 황승재(2012.7.24)
- 하. 경남농업마이스터대학 딸기반 시설환경조절기술 ‘환경측정장치의 종류와 시설환경 조절장치’ 초청강의: 발표자 황승재(2012.7.31)

- 거. 경상대학교 최고농업경영자과정 시설원예Ⅱ 2010학년도 제2학기 ‘수경재배 배지의 종류와 이용현황’ 초청강의: 발표자 황승재(2010.2학기)
- 너. 경상대학교 최고농업경영자과정 시설원예Ⅰ 2011학년도 제1학기 ‘시설원예 종류와 자재’ 초청강의: 발표자 황승재(2011.1학기)
- 더. 경상대학교 최고농업경영자과정 시설원예Ⅱ 2011학년도 제2학기 ‘시설내 수분관리 및 관수 방법의 종류와 이용현황’ 초청강의: 발표자 황승재(2011.2학기)
- 러. 경상대학교 최고농업경영자과정 시설원예Ⅰ 2012학년도 제1학기 ‘육묘장의 기상환경 조절기술과 이용현황’ 초청강의: 발표자 황승재(2012. 1학기)
- 머. 경상대학교 최고농업경영자과정 시설원예Ⅱ 2012학년도 제2학기 ‘공정육묘용 장치의 효율적 이용기술’ 초청강의: 발표자 황승재(2012. 2학기)
- 버. 경상대학교 최고농업경영자과정 시설원예Ⅰ 2013학년도 제1학기 ‘시설내 하절기 온도하강을 위한 대책과 이용기술’ 초청강의: 발표자 황승재(2013.1학기)
- 서. 경상대학교 LINC사업단 첨단시설원예연구회 ‘파프리카와 토마토 무배액 수경재배 기술’초청 강의: 발표자 안철근(2013.08.05)
- 어. 한국스미더스오아시스 초청 세미나 ‘수경재배 현황과 주요 배지의 특성’: 발표자 정병룡 (2011.01.03)
- 저. 경남장미산학협력단 ‘장미의 번식과 재배 최신기술’ 심포지엄 발표: 발표자 정병룡 (2011.08.08)
- 처. 전라북도 농식품인력개발원 장미반 강의 ‘장미의 번식기술’: 발표자 정병룡(2012.03.23)
- 커. 경남농업마이스터대학 토마토·파프리카반과정 강의 ‘양수분조절론: 배지의 이화학적 성 강 의 및 배지의 이화학적 측정실습’: 발표자 정병룡(2012.05.10)
- 터. 경상남도농업기술원 야생화스터디그룹 강의 ‘삼목번식기술’: 발표자 정병룡(2012.05.22)
- 퍼. 경남농업마이스터대학 화훼(장미)반 과정 강의 ‘용기재배작물의 근권환경 관리’: 발표자 정병룡(2012.8.24)
- 허. 한국공정육묘연구회 심포지엄 ‘건묘 생산을 위한 신기술 및 육묘산업 발전방안’: 발표자 정병룡(2012.06.14)
- 고. 경남농업마이스터대학 화훼(장미)반 과정 현장강의 김해시 주촌면 채향심, 김옥남, 윤경조 장미농가 방문: 발표자 정병룡(2012.09.14)
- 노. 광주국제농업박람회 기념 심포지엄 발표 전남 원예산업의 현황과 발전방안 ‘화훼류 수출재배 현황과 발전전망’: 발표자 정병룡(2012.10.23)

2. 언론홍보(18건)

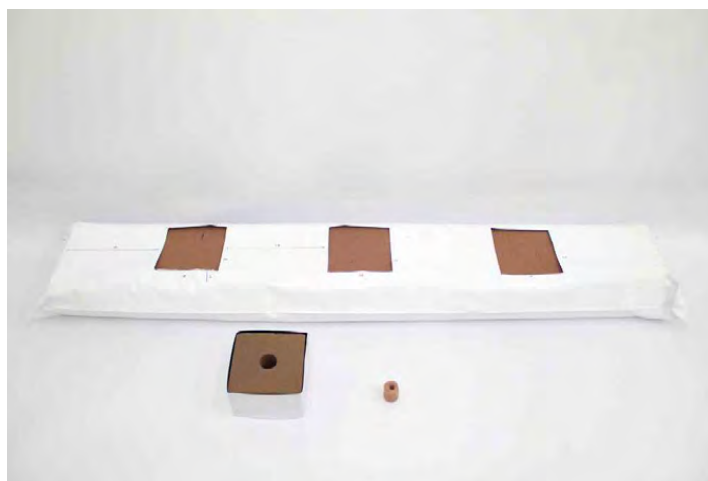
- 가. Dynamic KOREA ‘주요 시설재배 작물용 수입대체 수경재배 배지 및 차광제 개발’과제 수행 - 재배농가의 소득증대 및 원예관련 농산업체의 신소득 창출에 큰 역할(2011. 03)
- 나. 월간원에 ‘한국공정육묘연구회 제1차 현장토론회 고온기 극복방안과 해충발생억제·예방’(2011. 05)
- 다. 한국원예학회 News letter ‘경상대학교 원예학과 시설원예학연구실 및 수행연구과제 소개’(2011. 11)
- 라. 월간 농경과 원예 ‘TAMAS 2011 & 히트예감 Top 10’ 온실용 차광 및 광조절 시스템(그린 셰이드)소개(2011. 12)
- 마. 월간 농경과 원예 광고 게재(2012년 3월호)

- 바. 월간 농경과 원예 광고 게재(2012년 4월호)
- 사. 월간 농경과 원예 광고 게재(2012년 5월호)
- 아. 월간 농경과 원예 광고 게재(2013년 5월호)
- 자. 월간 농경과 원예 광고 게재(2013년 6월호)
- 차. 월간 농경과 원예 광고 게재(2013년 7월호)
- 카. 월간 원예 광고 게재(2012년 3월호)
- 타. 월간 원예 광고 게재(2012년 4월호)
- 파. 월간 원예 광고 게재(2012년 5월호)
- 하. 월간 원예 광고 게재(2013년 5월호)
- 거. 월간 원예 광고 게재(2013년 6월호)
- 너. 월간 원예 광고 게재(2013년 7월호)
- 더. 2012 진주국제농업박람회 대성 C&S 차광제 제품 홍보
- 러. 2012 진주국제농업박람회 한국스미더스오아시스 phenolic foam배지 제품 홍보

3. 상품화(5건)



- 가. 온실도포용 차광제 그린쉐이드
- 나. 온실도포용 차광제 화이트쉐이드



- 다. 수경재배용 펠릿형 phenolic foam 펠릿형 배지

- 라. 수경재배용 펠릿형 phenolic foam 큐브형 배지
- 마. 수경재배용 펠릿형 phenolic foam 슬래브형 배지

4. 정책자료(5건)

- 가. 차광제 살포를 통한 파프리카 효율적 재배 영농활용 제안: 파프리카 여름재배시 고온에 의한 품질 하락과 착과불량으로 수량 저하 극복방안으로 차광제 도포
 - (1) 파프리카 평지 유리온실(측고 4.5m)에서 외부 차광 도포제 살포
 - (가) 차광제 살포 시기 : 6월 상순부터 9월 하순까지
 - (나) 희석비율 : 30% 차광을 위해 1:8정도의 비율로 살포
 - (2) 재배조건
 - (가) 품종 : Red Glory, Orange Glory(Seminis Co.)
 - (나) 재배방법 : 코코피트(칩 50%함유) 재배(3.3주/m², 2 줄기재배)
 - (다) 재배기간 : 2008. 12. 20 ~ 2009. 11. 3
 - (라) 양액관리 : 그로단표준액으로 양액을 처방하여 공급 EC는 2.1~3.2dS/m, 근권 EC는 3.0~5.0dS/m로 유지

- 나. 환경친화형 인공배지 phenolic foam의 농업적 활용과 확대방안 제안
 - (1) 일자: 2012년 6월 22일
 - (2) 장소: ㈜농우바이오 여주연구소
 - (3) 주최: 2012년 채소포럼(서울시립대학교)
 - (4) 발표자: 김광수 사장, 한국스미더스오아시스(주)



- 다. Phenolic foam의 식물재배용 인공배지 활용도 제고를 위한 해외연구진과의 교류확대
 - (1) 일자: 2012년 11월 06일
 - (2) 장소: 경상대학교 농업생명과학대학 원예학과 시설원예학연구실
 - (3) 참석: 정병룡, 황승재(경상대), 홍예준, Smithers-Oasis 현지 연구자(스미더스오아시스(주))



라. 한국공정육묘연구회 “건묘 생산을 위한 신기술 및 육묘산업 발전방안”심포지엄을 통해 저가의 친환경적 인공배지 phenolic foam의 활용제안

(1) 일자: 2012년 6월 14일

(2) 장소: 충남대학교 농업생명과학대학 소강당

마. 경남농업마이스터대학 화훼(장미)반 과정 현장강의 phenolic foam의 실증재배 현장소개를 통한 활용도 제고방안 제안

(1) 일자: 2012년 10월 26일

(2) 장소: 경남 김해시 진례면 도원장미원

(3) 참석: 김해시 일대 장미재배 농민

5. 저서(1건)

가. 황승재, 정병룡 외 3인. 유럽의 온실작물 생산 신기술 현황과 재배기술 (ISBN:978-89-87750-62-0). 여의주 출판사(2011. 10).

6. 매뉴얼 개발(4건)

가. 장미, 분국화의 생육단계별 전용배지의 효율적 사용을 위한 재배 매뉴얼

나. 파프리카, 토마토 슬래브형 배지의 사용을 위한 재배 매뉴얼

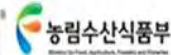
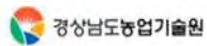
다. 파프리카, 토마토작물의 파종용, 육묘용 펠릿, 큐브, 시트형 배지의 사용을 위한 재배 매뉴얼

라. 차광제, 박리제 사용을 위한 작업 매뉴얼


Phenolic foam 배지를 이용한 재배기술 매뉴얼

장미와 분국화의 생육단계별 phenolic foam 배지의 효율적 사용방법



경상대학교 원예학과 원예생산공학 연구실 교수 정병룡




<매뉴얼 1. 장미, 분국화의 생육단계별 전용배지의 효율적 사용을 위한 재배 매뉴얼>



Phenolic foam(LC) 배지의 파프리카와 토마토 재배 매뉴얼

이 자료는 농림수산식품부 농림기술관리센터에서 수행되는 「주요 시설재배 작물용 수입대체 수경재배 배지 및 차광재 개발 (2010~2013)」 연구사업의 결과를 종합해 개발 배지와 기존의 배지를 비교하여 농가에서 쉽게 활용할 수 있도록 하였다.



농림수산식품부

<매뉴얼 2. 파프리카, 토마토 슬래브형 배지의 사용을 위한 재배 매뉴얼>

Phenolic foam(펠릿형, 큐브형, 시트형) 배지를 이용한 파프리카 육묘방법

경상대학교 원예학과 시설원예학연구실 교수 황승재



gnu
GYEONGSANG NATIONAL
UNIVERSITY



경상남도농업기술원

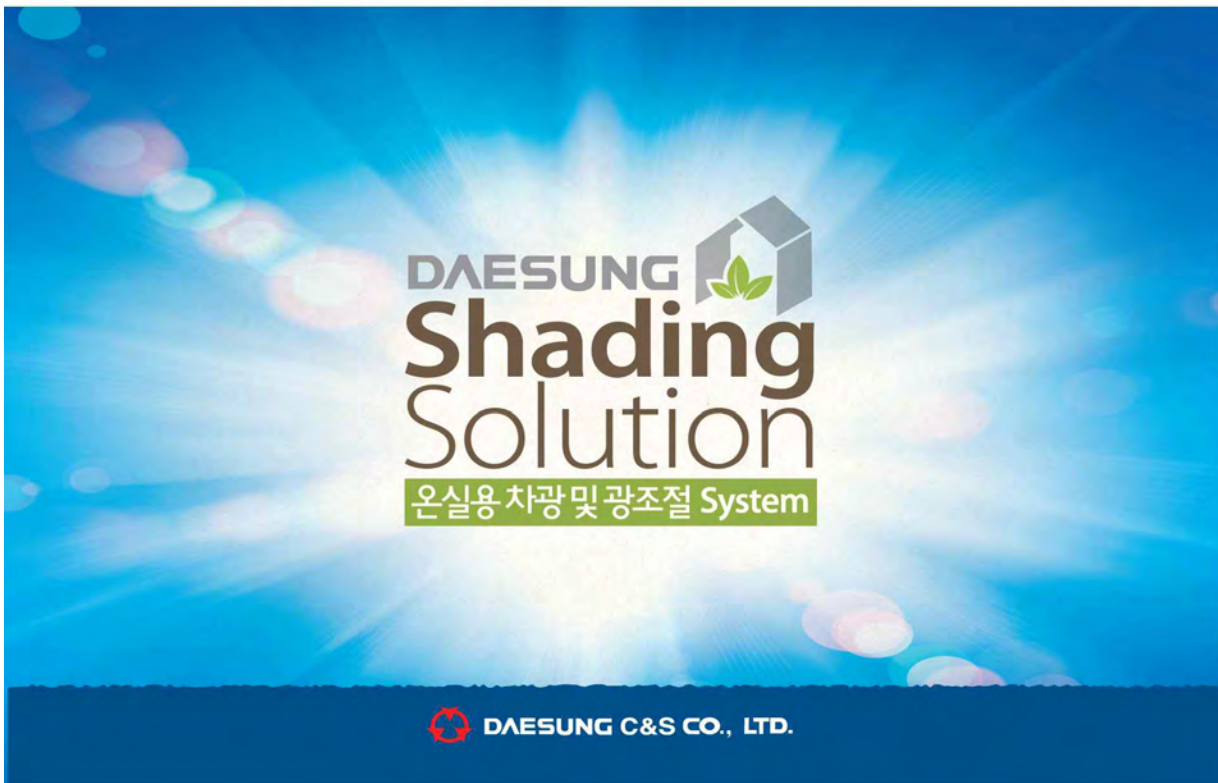


OASIS
FLORAL PRODUCTS



농림수산식품부
Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries

<매뉴얼 3. 파프리카의 파종용, 육묘용 펠릿, 큐브, 시트형 배지의 사용을 위한 재배 매뉴얼>



<매뉴얼 4. 차광제, 박리제 사용을 위한 작업 매뉴얼>

제 3 절 특허, 품종, 논문 등 지식재산권 확보 계획

1. 특허출원(4건)

특허명	출원연도	출원인	출원국	출원번호
가. 수경재배용 배지 및 이를 이용한 원예작물의 수경재배법	2011	경상대학교산학협력단	대한민국	10-2011-0038080
나. 페놀 폼을 배지를 이용한 파프리카 육묘법	2012	경상대학교산학협력단	대한민국	10-2012-0042081
다. 수경재배용 흡수성 발포체, 이의 제조 방법 및 이를 이용한 발포폼	2012	한국스미더스오아시스(주)	대한민국	10-2012-0042224
라. 농가용 선택적 차광제 조성물	2013	대성씨엔에스(주)	대한민국	10-2013-0074015

2. 특허등록(1건 예정)

특허명	출원연도	출원인	출원국	등록번호
페놀 폼을 배지를 이용한 파프리카 육묘법	2013	경상대학교산학협력단	대한민국	-

관인생략 출원번호통지서

출원일자 2011.04.22
 특기사항 심사청구(무) 공개신청(무)
 출원번호 10-2011-0038080 (접수번호 1-1-2011-0303561-37)
 출원인명칭 경상대학교산학협력단(2-2004-010719-4)
 대리인성명 김순웅(9-2006-000534-4)
 발명자성명 황승재 정병룡 박지은 박유경 김광수 박상현 천영진
 발명의명칭 수경재배용 배지 및 이를 이용한 원예작물의 수경재배법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 국내출원 권을 외국에도 출원하고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정 받을 수 있습니다.
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12월, 상표·디자인은 6월 이내
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

<특허 1: 수경재배용 배지 및 이를 이용한 원예작물의 수경재배법>

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2012.04.23
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
 출원번호 10-2012-0042081 (접수번호 1-1-2012-0321527-41)
 출원인명칭 경상대학교산학협력단(2-2004-010719-4)
 대리인성명 김순웅(9-2006-000534-4)
 발명자성명 황승재 정병룡 박지은 박유경 김광수 박상현 최영진
 발명의명칭 페놀폼을 배지를 이용한 파프리카의 육묘법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통행된 날입영수증에 성명, 대표자연락장을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
* 납부자번호 : 0121(기라코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보 변경(경장), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 발송할 수 있습니다.
* 특허포(patent.go.kr) 접수 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보장이 필요한 경우, 등록일전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 국내출원 건물 외국에도 출원하고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정 받을 수 있습니다.
* 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12월, 상표·디자인은 6월 이내
* 미국특허상표청의 선출원물 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권으로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자특허출원가서(PTO/68/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.

<특허 2: 페놀폼을 배지를 이용한 파프리카 육묘법>

관인생략

출원번호통지서

출원일자	2012.04.23
특기사항	실사청구(유) 공개신청(무)
출원번호	10-2012-0042224 (접수번호 1-1-2012-0322948-27)
출원인명칭	한국스미더스 오아시스 주식회사(1-1998-098933-2)
대리인성명	김순웅(9-2006-000534-4)
발명자성명	김광수 천영진 박상현 홍예준
발명의명칭	수경재배용 흡수성 발포체, 이의 제조방법 및 이를 이용한 발포품

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
* 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보 변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
* 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록 결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 국내출원건을 외국에도 출원하고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정 받을 수 있습니다.
* 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12월, 상표·디자인은 6월 이내
* 미특허청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 18개월 이내에 미특허청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.

<특허 3: 수경재배용 흡수성 발포체, 이의 제조 방법 및 이를 이용한 발포품>

관인생략
출원번호통지서

출원일자 2013.06.26
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2013-0074015 (접수번호 1-1-2013-0574685-47)
출원인명칭 대성씨앤에스 주식회사(1-2001-007840-5)
대리인성명 특허법인 세신(9-2001-100004-2)
발명자성명 안동완 김경태 김효중 장솔지
발명의명칭 산업용 차광제 조성물

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr-특허마당-PCT/마드리드>
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-00000000, 상표등록출원 40-2010-00000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

<특허 4: 농가용 광선택적 차광제 조성물>

3. 논문게재

가. SCI급 논문(2편)

- (1) Ji Eun Park, Chul Geon An, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2012. Phenolic foam 배지를 이용한 파프리카의 프러그묘 생산(Use of Phenolic Foam as a Medium for Production of Plug Seedlings of Paprika). Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30(1):34-41. (IF 0.416).
- (2) Kwang Soo Kim, Yong Beum Lee, Seung Jae Hwang, Byoung Ryong Jeong, and Chul Geon An. 2013. Rockwool과 Phenolic Foam 배지에서 양액공급 방법이 파프리카 (*Capsicum annuum*) 'Veyron'의 생육과 수량에 미치는 영향. Irrigation Method of Nutrient Solution Affect Growth and Yield of Paprika 'Veyron' Grown in Rockwool and Phenolic Foam Slabs. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 31(2): 179-185. (IF 0.416).

나. 비SCI급 논문(5편)

- (1) 김영복, 성현수, 윤남규, 이시영, 황승재, 김현태, 이장평. 2011. 포그냉방 온실에서 측창개폐 수준이 온습도 제어에 미치는 영향(Effects of the Open Level of the Side Window on the Control of the Temperature and Relative Humidity in the Fog Cooling Greenhouse). 농업생명과학연구지(J. Agriculture & Life Sci.) 45(6):165-278.
- (2) 안철근, 황연현, 안재욱, 윤희숙, 장영호, 손길만, 황승재. 2011. LED보광이 파프리카 (*Capsicum annuum* 'Cupra') 생육에 미치는 영향[Effect of LEDs (Light Emitting Diodes) Irradiation on Growth of Paprika (*Capsicum annuum* 'Cupra')]. 생물환경조절학회(J. Bio-Environment Control), 20(4):253-257.
- (3) Kyoung Ok No, Jeong Hwa Kang, Hye Min Kim, Chul Geun An, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2012. 토마토 플러그 묘 생산을 위한 배지로서 펠릿형 phenolic foam의 이용(Use of pellet type phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Medison' tomato). 생물환경조절학회(J. Bio-Environment Control). 21(3):199-206.
- (4) Jun Bong Ha, Chae Shin Lim, Hyo Yong Kang, Yang Su Kang, Seung Jae Hwang, Hyung Su Mun, and Chul Geon An. 2012. 파프리카 여름재배시 차광방법이 생육과 과실 특성에 미치는 영향. Effect of shading methods on growth and fruit quality of paprika in summer season. J. Bio-Environment Control. 21(4):419-427.
- (5) Kyoung Ok No, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2013. 토마토 플러그 묘 생산을 위한 배지로서 큐브형 phenolic foam의 이용(Use of pellet type phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Madison' tomato). 투고중.

4. 학술논문 발표

가. 포스터 발표(31편)

- (1) Ji Hyun Lee, Jung Ji Park, Ji Eun Park, Jae Sun Jeong, Sang Hyun Park, Young Jin Cheon, Kwang Soo Kim, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2010. Use of phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Superdotaerang' tomato. J. Hort. Sci. & Technol. 28 Supplement (II):46.

- (2) Ji Eun Park, Jung Hwa Kang, Chul Geun An, Jae Sun Jeong, Sang Hyun Park, Young Jin Cheon, Kwang Soo Kim and Seung Jae Hwang. 2010. Use of phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika. J. Hort. Sci. & Technol. 28 Supplement (II):47.
- (3) Ji Eun Park, Chung Ho Ko, Sang Bok Lee, Chul Geon An, Kwang Soo Kim, Byoung Ryong Jeong and Seung Jae Hwang. 2011. Use of pellet and cube type phenolic foam as the medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika. J. Hort. Sci. & Technol. 29 Supplement (I):79.
- (4) Ji Eun Park, Yoo Gyeong Park, Hyung Su Mun, Hyo Kyeong Kim, Hyun Soo Sung, Young Bok kim, and Seung Jae Hwang. 2011. Analysis of the shading effectiveness of photo-selective white wash agents on glass. J. Hort. Sci. & Technol. 29 Supplement (I):80.
- (5) Ji Eun Park, Jung Hwa Kang, Hyung Su Mun, Hye Jeong Chin, Byoung Ryong Jeong and Seung Jae Hwang. 2011. Use of shading paint cleaner to remove shading paint applied to a glasshouse. J. Hort. Sci. & Technol. 29 Supplement (I):80.
- (6) Seung Jae Hwang, Ji Eun Park, Jeong Hwa Kang, Jae Sun Jeong, Sang Hyeun Park, Young Jin Cheon, and Kwang Soo Kim. 2011. Use of phenolic foam as a growing medium for commercial cultivation of tomato 'Superdoetaerang'. GreenSys 2011, Advanced technologies and management towards sustainable greenhouse ecosystems, abstract (Oral presentation 16 "Growing media and hydroponics II" p. 36. June 5-10, 2011, Porto Carras, Halkidiki, Greece, Oral presentation
- (7) Yoo Gyeong Park, Sang Bok Lee, Chung Ho Ko, Seung Jae Hwang, and Byoung Ryong Jeong. 2011. Growth and flower yield of cut roses as affected by the growing medium. J. Hort. Sci. & Technol. 29 Supplement (I):159.
- (8) Ji Eun Park, Young Sang Park, Ye Rem Lee, Jeong Hwa Kim, Su Min Kim, Kwang Soo Kim, and Seung Jae Hwang. 2011. Use of cube type phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika. J. Hort. Sci. & Technol. 29 Supplement (II):84.
- (9) Ji Eun Park, Ye Rem Lee, Jeong Hwa Kim, Su Min Kim, Young Sang Park, Kwang Soo Kim, and Seung Jae Hwang. 2011. Use of pellet type phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika. J. Hort. Sci. & Technol. 29 Supplement (II):83.
- (10) Sang Bok Lee, Yoo Gyeong Park, Ye Jun Hong, Seung Jae Hwang, and Byoung Ryong Jeong. Effect of medium on rooting and subsequent growth of three *Rosa Hybrida* cultivars. J. Hort. Sci. & Technol. 29 Supplement (II):345.
- (11) Sang Bok Lee, Yoo Gyeong Park, Ye Jun Hong, Seung Jae Hwang and Byoung Ryong Jeong. 2011. Effect of medium on the rooting and growth of chrysanthemum 'Gaya Wine' and 'Gaya Yellow'. J. Hort. Sci. & Technol. 29 Supplement (II):49.
- (12) Kyong Ok No, Ye Rem Lee, Jeong Hwa Kim, Su Min Kim, Young Sang Park, Young Jin Kim, and Seung Jae Hwang. 2011. Use of pellet type phenolic as a medium for

- production of plug seedlings of 'Madison' tomato. J. of Bio-Environment Control Vol.20(2):109.
- (13) Kyong Ok No, Hye Min Kim, Jeong Hwa Kang, Sarah Louise Sua Atulba, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2012. Use of cube-type phenolic foam as a medium for production of young plants of 'Madison' tomato. J. Hort. Sci. & Technol. 30 Supplement (I):78.
- (14) Kyong Ok No, Hye Min Kim, Jeong Hwa Kang, Sarah Louise Sua Atulba, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2012. Use of slab-type phenolic foam as a medium for cultivation of 'Volcano' paprika. J. Hort. Sci. & Technol. 30 Supplement (I):76.
- (15) Dal Jin Sim, Jeong Ji Han, Yoo Gyeong Park and Byoung Ryong Jeong. 2012. Use of phenolic foam cubes as the medium for cutting propagation of roses. J. Hort. Sci. & Technol. 30 Supplement (II):132-133.
- (16) Jeong Ji Han, Yoo Gyeong Park, Chul Hwan Hwang, Dal Jin Sim, Sang Bok Lee, Mi Young Lim, Byoung Ryong Jeong. 2012. Use of phenolic foam as a medium for production of rose 'Rock Fire' and 'Feel Lip'. J. Hort. Sci. & Technol. 30 Supplement (II):138.
- (17) Jeong Hwa Kang, Kyoung Ok No, Hye Min Kim, Seung Jae Hwang. 2012. Comparison of the light transmittance character as affected by application concentration of a photo-selective white wash agent. J. of Bio-Environment Control Vol.21(1):208-209.
- (18) Kyoung Ok No, Hye Min Kim, Jeong Hwa Kang, Byoung Ryong Jeong and Seung Jae Hwang. 2012. Use of pellet type phenolic foam as an artificial medium for production of plug seedlings of 'Special' paprika. J. of Bio-Environment Control Vol.21(1):196-197.
- (19) Kyoung Ok No, Hye Min Kim, Jeong Hwa Kang, Byoung Ryong Jeong and Seung Jae Hwang. 2012. Use of cube type phenolic foam as a medium for production of young plants of 'Special' paprika. J. of Bio-Environment Control Vol.21(1):191-192.
- (20) Kyoung Ok No, Hye Min Kim, Jeong Hwa Kang, Byoung Ryong Jeong and Seung Jae Hwang. 2012. Use of pellet type phenolic foam as an artificial medium for production of plug seedlings of 'Madison' tomato. J. of Bio-Environment Control Vol.21(1):189-190.
- (21) Kyoung Ok No, Hye Min Kim, Jeong Hwa Kang, Byoung Ryong Jeong and Seung Jae Hwang. 2012. Use of cube type phenolic foam as an artificial medium for production of young plants of 'Madison' tomato. J. of Bio-Environment Control Vol.21(1):187-188.
- (22) Jeong Hwa Kang, Hyun Woo Jeong, Hye Min Kim, Seung Ho Shin, and Seung Jae Hwang. 2012. Use of seed tray type phenolic foam as medium for production of seedlings of 'Rafito' tomato. J. Hort. Sci. & Technol. 30 Supplement (II):73.
- (23) Jeong Hwa Kang, Doo Hyun Kwon, Hyun Woo Jeong, Hye Min Kim, Seung Ho Shin, Min Ji No, Ji Young Seo, Yeo Hyun Yoon, and Seung Jae Hwang. 2012. Analysis of the shading effectiveness of photo-selective white wash agents applied on even-span glasshouse summer season. J. Hort. Sci. & Technol. 30 Supplement (II): 172.

- (24) Hye Min Kim, Jeong Hwa Kang, Kwang Soo Kim, Ye Jun Hong, Jae Hun Lee, Chul Geon An, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2013. Distribution of nutrient solution and chemical properties as affected by different height of slab-type phenolic foam media. J. of Bio-Environment Control. p. 320-321.
- (25) Hye Min Kim, Jeong Hwa Kang, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2013. Changes in environment in plastic film houses as affected by application concentration of white wash agents(2013 Greensys 포스터 발표).
- (26) Jeong Hwa Kang, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2013. Distribution of nutrient solution and chemical properties of slab-type media(2013 Greensys 포스터 발표).
- (27) Jeong Hwa Kang, Hye Min Kim, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2013. Use of sheet-type phenolic foam medium with irrigation set point for production of seedlings of 'Rafito' tomato(2013 Greensys 포스터 발표).

5. 국제학회 발표(1건)

- 가. 2011 그리스 국제 시설원예학회(GreenSys 2011 congress: Advanced technologies and management towards sustainable greenhouse ecosystems), 주관기관(국제원예학회 ISHS), 발표제목: Use of phenolic foam as a growing medium for commercial cultivation of tomato 'Superdotaerang'. 구두발표(황승재).

제 4 절 추가연구, 타연구에 활용 계획 등

1. 개발된 신배지의 산업화를 위한 추가연구 계획

- 가. 국내기술력으로 제조한 phenolic foam의 박과작물(수박, 오이, 호박, 참외, 멜론 등)의 육묘용 배지로의 활용을 위한 추가연구 및 생산라인 설계
- 나. 신개발된 phenolic foam 배지를 수경재배농가에 보급하고 이의 활용방법을 현지 농가교육 및 매뉴얼로 제작하여 보급
- 다. 신배지 phenolic foam을 분화용 화훼류 전용배지(입상형, 큐브형, 포트형)로 활용 방안 연구
- 라. 주요 시설재배 작물(과채류-토마토, 파프리카; 화훼류-장미, 분국화) 수경재배 전용 국산 배지 생산시스템 확립
- 마. 관행으로 사용하던 배지와는 차별화된 이화학성이 한층 업그레이드된 화훼류(포인세티아, 칼라코에 등)의 번식용 전용배지로의 활용 연구, 적용방안 및 공급방안 탐색
- 바. 관행배지와 대체를 통한 국산배지 역수출을 위한 마케팅 및 통한 국가경제 발전기여, 경제성 및 작물의 생산성 향상에 기여
- 사. 배지의 형태에 따른 작물별, 생육단계별 재배실험
- 아. 작물별, 생육단계별 개발된 배지의 농가적용을 위한 재배 매뉴얼 개발
- 자. 개발된 신배지의 산업화 및 실용화를 위한 홍보, 마케팅
- 차. 개발된 신배지의 수출을 위한 해외 현지농가의 재배방식 및 작물의 종류의 파악을 통한 맞춤형 배지의 가공기술 개발
- 카. 선발된 최적배지의 생산 및 판매 후 농민의 반응도 파악과 문제점 개선방안 및 컨설팅 방안 마련

2. 차광제의 산업화를 위한 추가연구 계획

- 가. 개발된 차광제의 지속적인 대규모 시설농가 적용을 통한 현지 작물의 생육속도, 품질 향상 정도 및 농가 수익성 향상 및 선호도 파악
- 나. 온실용 광선택적 차광제 사용의 일반화를 위한 제품의 홍보와 마케팅 방안 연구
- 다. 온실용 차광제의 농업용 이외의 일반 사용자를 위한 확대방안연구(고온기 일반 사무실, 관공서, 학교, 유원지 등의 주택, 빌딩, 건물 등의 유리 도포효과 등)
- 라. 개발된 광선택적 차광제의 해외수출 홍보 및 마케팅
- 마. 신개발된 차광제의 농가보급과 이의 효율성을 현지 농가교육 및 매뉴얼로 제작하여 보급
- 바. 플라스틱 차광막 사용률 감소, 환경피해 감소, 에너지 절감 효과의 데이터화를 통한 지속적인 산업화, 실용화
- 사. 생육단계별(과중용, 육묘용, 재배용) 개발 신배지의 지속적인 특허출원 등록 및 상품화를 위한 업그레이드 연구
- 아. 국내외 언론홍보를 통한 배지와 차광제 관련 연구자, 재배자 및 산업체 관련자들과 정보의 공유 및 확산을 통한 개발품의 대외적인 브랜드 창출과 기반구축 연구

3. 신배지와 차광제 개발 연구결과의 타연구에 활용계획

- 가. 온실용 선택적 차광제 도포 ⇒ 온실 내 온도 강하 ⇒ 묘의 생육 및 품질 향상 ⇒ 여름 단경기 생산으로 공정육묘업체의 수익성 개선연구

- 나. 선택적 차광제 도포 ⇒ 자외선, 적외선 차단 ⇒ 광합성유효광선 통과 ⇒ 공정묘 생육 증진 및 묘소질 개선 연구
- 다. 신개발 배지와 차광제를 활용한 공정묘의 고품질 생산과 수입대체를 통한 육묘업체 소득향상 및 농자재 제조회사들의 신소득 창출방안 연구
- 라. 하절기 차광제를 활용한 최적 광도, 광조사를 통한 공정묘 묘소질 증진방안 기술개발 연구
- 마. 신배지를 활용한 저비용 식물공장 전용배지로의 활용방안 연구
- 바. 저면관비용 신배지의 개발을 통한 고효율 저에너지 생산기술 개발

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 1 절 미국 서부지역의 원예작물 수경재배용 배지 및 차광제 관련 기술활용 현황

1. 호접란 위주의 분화를 판매하고 있는 서양란 재배농장(농장명: Orchid farm)에서는 캘리포니아의 강한 광선을 차단하기 위해 차광 페인트를 사용하고 있음(양란은 강광에서 잎에 일소 현상이 야기되며 약광 하에서 생육이 우수하기 때문). 이때 차광페인트를 도포 후 2년 마다 새로 도포한다고 함. Poly carbonate 플라스틱 필름으로 온실을 피복하였고, 수명은 약 8년 정도 유지된다고 함.
2. 미국 캘리포니아주에 위치한 엽채류 수경재배 농장(농장명: Go Green)은 약 50,000 에이커 규모의 농장에서 순수 수경재배 시스템을 이용한 유기농 엽채류를 생산을 하여 하와이, 네바다주, 샌프란시스코 등의 유기농 슈퍼마켓에 납품을 하고 있다 함.
3. 'Go Green'농장에서는 2년 전부터 스미더스오아시스(주) 본사에서 생산한 phenolic foam(모델명: LC 1, HortiCube)을 구매하여 엽채류의 과중용, 육묘용 인공배지로 사용하고 있음.
4. 미국에서는 유기농 인증에 대한 기준이 한국과는 다소 차이가 있음. 유기물에 포함되지 않은 미량원소의 경우 인위적으로 추가해 주어도 유기농 재배에 포함시킨다고 함. 도시공학을 전공한 아버지와 컴퓨터공학을 전공한 아들이 함께 농장을 운영하고 있음. 부자지간 엔지니어들로서 재배 시스템이나 복합환경조절 장비의 활용 등은 전문성이 있었으나, 식물생리, 재배 기술 수준은 한국의 기술력이 더 우수한 것으로 판단됨. 특히나 몰리어다이아그램의 활용, 수분부족분(humidity deficit), 엽면적 지수(LAI: leaf area index) 등에 대한 용어조차 알지 못하여 재배현장에서 상추가 시들어 지는 현상에 대한 해결방안이나 문제해결 능력이 전무한 상태임. 이에 대해 국내 컨설팅 회사, 시군도농업기술센터의 연구사와 지도사 들의 역할이 국내에서는 정착되어 있으나 선진농업국인 미국에서는 찾아볼 수 없음.
5. 다만 광, 온도 등의 기후 환경이 연중 일정하여 고도의 재배기술이 필요치 않고 난방이 필요치 않아 생산단가를 낮출 수 있는 강점을 가지고 있음.
6. NFT(Nutrient Film Technique: 박막식 수경재배기술)시스템을 사용하고 있고, 재순환 양액 시스템을 사용하고 있음. 약 85% 투광되는 피복자재로 온실을 건축하였고, 온도, 습도, pH, EC수준을 모니터링 하고 있음. 엽면적지수(LAI: Leaf Area Index), 몰리어다이아그램(Mollier diagram), 기공(Stomata), 수분부족분(Humidity deficit), 수증기압(Vapor pressure) 등에 대한 개념을 알지 못하여 컨설팅을 수행함.

- 7. 또한 수경재배 시스템 상에 정식된 butter lettuce 상추의 생육이 불량(잎이 뒤로 젖혀짐)한 증상에 대한 원인을 찾아내지 못하여 광도, 습도에 대한 상관성과 엽면적지수의 중요성을 설명하여 대안을 제시하였음.
- 8. 어린 상추 묘가 시들어 가고 있는 일부 품종에 대해 강한 광에 대한 식물자체의 스트레스로 기공을 폐쇄하여 말라가고 있는 것이라 설명해 줌. 일부는 잿빛곰팡이에 감염되어 상품성이 저하된 상추도 있었음.



제 2 절 네덜란드 현지의 인공배지 재배현황과 시장동향 조사, 차광제 제품 가격 및 시장동향 조사

1. 차광제의 최고 생산기업인 네덜란드의 Mardenkro에서는 이미 산란광 유도를 위한 코팅제인 ReduCoat를 개발하여 Green Q Improvement Center라는 연구대행 시설에서 파프리카와 토마토의 대규모 실증재배연구가 진행되고 있는데, 일반유리온실, Coating 처리온실, 산란광을 발생시키는 특수유리가 피복된 유리온실에서 재배실험 결과 산란광 발생 특수유리에서 재배된 온실에서 재배효과가 탁월하다는 연구결과를 도출해 내고 있음.
2. 외부에서 유입되는 자연광의 산란광으로의 변환(특수유리, 스크린, 차광제, 코팅제)을 통한 작물광합성, 수량증대를 위한 연구가 진행 중에 있음.
3. 네덜란드 농가, 시설온실 방문 및 원예재배 연구소 견학을 통하여 광선택적 차광제, 전체광 차광제, 차광제 전용 박리제의 작물 생산성 증대효과와 ReduCoat의 마케팅 현황 등의 자료를 수행중인 연구과제로 개발된 제품의 산업화, 실용화를 위한 연구자료로 활용함.
4. 네덜란드의 3대작물인 파프리카, 토마토, 오이재배에 이용하고 있는 원예용 인공배지 사용현황 및 장단점을 파악하여 개발 중인 신개발 배지의 효용성과 실용화 산업화 가능성을 모색하기 위한 중요한 자료로 활용함.



제 3 절 미국 동남부지역의 원예작물 공정묘 생산을 위한 환경조절기술, 시설활용과 장치 이용기술 현황

1. James Greenhouse'는 경영주 Ken James와 Leah James에 의해 1998년 설립되어 고품질의 다년생 플러그묘를 생산하여 미국 남동부지역에 공급하고 있는 화훼류 공정묘 생산회사임. 650품종의 다년생, 열대작물 및 한해살이 특수작물을 생산하고 있으며, 조지아 대학과 산학연계를 통한 신품종의 개발, 마케팅 기술의 적용, 졸업생들의 취업지원을 통한 효율적인 경영시스템으로 운영되고 있음. 주로 72공 플러그 트레이에 재배되고 있으며, 고객의 요구에 따라 21-200구의 cell 트레이를 이용하여 증식, 생산하고 있음. 주로 고부가가치 조직배양식 물체를 수입하여 순화과정과 저온처리를 거쳐 플러그 셀에 정식하여 생산 판매하는 방식임. 저온성 화목류, 다육식물 등은 온실외부에서 재배 후 제품화하여 생산함.
2. 온실을 구획화 하여 작물별, 생육단계별 온습도 관리를 달리하여 품종별, 작물별로 생산하고 있음. 관수는 이동식 붐스프레이어 자동관수와 두상관수를 병행하고 있음. 상토(유기물 배지)로 pH 5.5의 Pindstrup사에서 생산되는 peatmoss를 사용하여 상토혼합기에 적정수분과 혼합한 상토를 트레이에 자동으로 채운 후 정식은 수작업으로 진행함. 조직배양묘는 중국, 대만 등에서 수입하여 번식함. 관리자는 현지인(미국인)이지만 노동자는 대부분 남미 혹은 멕시코인이 대부분인데 이는 한국실정과 유사하게 인건비와 노동의 강도 때문인 것으로 판단됨.
3. University of Georgia의 원예학과 식물생리 연구실에서는 자동관수 조절장치의 사용 효율화 및 물과 비료의 절약을 위한 정밀 관수장치 제어기술 개발연구에 집중하고 있으며, 수분센서와 유량측정기, 저면관수 트레이베드 및 환경측정장치를 이용한 연구가 진행 중임. 환경조절장치로는 'EnviroStep'을 사용하여 온도, 습도, 광 등의 기상환경을 자동조절하고 있음. 챔버를 이용한 작물의 CO₂이용효율과 식물환경제어를 통한 영양과 물질이동 등을 연구하고 있음.
4. 'Floralife' 주식회사는 1938년 설립되어 화훼류의 절화수명연장제를 생산하는 기업으로 재배자, 도매업자, 슈퍼마켓, 소매업자, 소비자들에게 고품질의 신선화훼류를 유지하기 위한 수확 후 관리를 위한 화학제를 생산 공급하는 회사임. Floral foam을 생산하는 Smithers Oasis (주)의 모기업으로서 최근 1-MCP처리제와 ClO₂처리제를 개발하여 절화수명을 장기간 연장할 수 있는 신제품을 출시함. 생산라인에서는 절화수명연장제, 살균제, 광택제, 세정제 등 다양한 종류의 postharvest care제품을 생산하고 있음. 장미, 튜립, 국화 등의 절화류의 절화수명연장제의 효과구명 연구가 진행 중임.
5. 완전밀폐가 되는 육면체 소형 캐비닛을 만들어 절화 화훼류의 수명연장 실험을 진행하면서 에틸렌, 산소, 이산화탄소 등의 가스 발생을 체크하고 채취 할 수 있는 장비가 구비되어 있으며 채취한 시료를 정밀 분석할 수 있는 gas chromatography 장비가 구비되어 있음. 회사에서 재배농가를 위한 간이분석 장비를 지원하고 있는데 total chlorine, free chlorine, total

hardness, total alkalinity, pH를 측정할 수 있는 test strips, 박테리아를 동정할 수 있는 test kit, 에틸렌 가스 샘플링 키트, EC와 pH meter, 온도와 상대습도 측정계, 원수 샘플링 플라스틱 비이커, pH buffer solution등을 한 개의 가방으로 제작하여 공급하고 있음. 이러한 아이디어는 국내 재배농가에 적용하여 이와 같은 간이분석 키트를 제공하여 실시간으로 문제를 진단하고 해결할 수 있도록 도움을 줄 수 있을 것임.

6. 클렘슨대학 농림환경과학부는 농학(농업작물, 농업교육, 농업/기계/사업, 농경제학, 초지학), 환경과학(생태/보존, 곤충학, 식물병리학, 토양학, 수리학), 원예과학(채소작물학, 번식학, 지속 농업, 관상원예, 잔디), 자연자원학(에너지, 산림, 도시와 공동산림, 야생생물학)의 4개의 학과가 통합된 학부시스템으로 구성되어 있음. Jeff Adelberg교수 연구실에서는 미세번식 시스템, 유전자원의 수집/향상과 고부가가치 작물의 이식묘 생산 시스템 확립, 기계화된 미세번식과 체세포번이, 그리고 LED광원을 이용한 식물생산 효율화 실험연구를 진행하고 있음.
7. 질산태질소와 암모니아태질소질의 비율을 조절하여 다년생 식물, 난, 자생식물 등의 대량번식과 순화시 생존율을 향상 시킬 수 있는 조건구명연구를 진행하고 있으며, 조직배양용 배양기의 개발과 온도에 따른 작물의 미세번식 향상을 위한 조건구명실험도 병행되고 있음. 형광등 및 LED를 이용한 적색과 청색 혹은 적청의 혼합광질과 온도에 따른 조직배양묘의 생육변화 실험이 진행되고 있으며 배양기 내부 식물과 배지오염을 방지하기 위해 배양용기를 parafilm으로 sealing작업 후에도 용기전체를 비닐로 밀폐하여 순화 전까지 관리하고 있음. 시설온실에서는 자동 저면관수 시스템을 자체 제작하여 조직배양묘의 순화 및 발근실험에 활용하고 있음.
8. 순화에 적합한 환경조성을 위해 차광막과 미스트 시설이 구비되어 있고 고온기 온도하강을 위해 fan and pad시설이 갖추어져 있음. Jim paust 연구실에서는 포그시스템과 저면관수 장치를 이용한 유묘증식 기술개발이 진행되고 있으며 관수횟수와 배지의 위치 및 베드의 기울기에 따른 수분손실변화를 정밀 측정 분석연구가 진행되고 있음.



제 7 장 참고문헌

1. An, C.G., D.S. Kang, C.W. Rho, and B.R. Jeong. 2002. Effects of transplanting method of seedlings on the growth and yield of paprika. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 20:15-18.
2. An, C.G., Y.H. Hwang, G.M. Shon, C.S. Lim, J.L. Cho, and B.R. Jeong. 2009. Effects of irrigation amount in rockwool and cocopeat substrates on growth and fruiting of sweet pepper during fruiting period. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:233-238.
3. An, C.G., Y.H. Hwang, H.S. Yoon, H.J. Hwang, G.M. Shon, G.W. Song, and B.R. Jeong. 2005. Effect of drain ratio during fruiting period on growth and fruiting of sweet pepper (*Capsicum annuum* 'Jubilee') in rockwool culture. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23:256-260.
4. Argo, W.R. 1998a. Root medium physical properties. *HortTechnology* 8:481-485.
5. Argo, W.R. 1998b. Root medium chemical properties. *HortTechnology* 8:486-494.
6. Asakura, T. 1998. Changes in evapotranspiration of summer and winter crops of netted melon grown under glass in relation to meteorological and plant-related factors. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 67:843-848.
7. Bar-Tal, A. and E. Pressman. 1996. Root restriction and potassium and calcium solution concentrations affect dry matter production, calcium uptake and blossom end rot in greenhouse tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:649-655.
8. Benoit, F. 1992. Practical guide for simple soilless culture techniques. *Europ. Vegetable R & D Centre, Belgium* p. 28-37.
9. Bunt, A.C. 1984. Physical properties of mixtures of peats and minerals of different particle size and bulk density for potting substrates. *Acta Hort.* 150:143.
10. Bunt, A.C. 1998. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman, London.
11. Choi, J.M., I.Y. Kim, and B.K. Kim. 2009. Root substrates. Hackyesa. Daejeon, Korea.
12. Choi, J.M., J.H. Chung, and J.S. Choi. 1999. Physical properties of pine bark affected by peeling method and improving moisture retention capacity. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:363-367.

13. Choi, J.M., J.W. Ahn, J.H. Ku, and Y.B. Lee. 1997. Effect of medium composition on physical properties of soil and seedling growth of red pepper in plug system. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:618-624.
14. Choi, J.M., J.W. Ahn, J.H. Ku, and Y.B. Lee. 1997. Effect of medium composition on physical properties of soil and seedling growth of red-pepper in plug system. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36:618-624.
15. Coolbear, P., A. Francis, and D. Grierson. 1984. The effect of low temperature presowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificialy aged tomato seeds. *J. Exp. Bot.* 35:1609-1617.
16. Dorji, J. and M.H. Behboudian. 2003. Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. *Sci. Hort.* 89:257-267.
17. Doyle, A.S., W.L. Dickens, and J.R. Stansell. 1994. Irrigation regimes affect yield and water use by bell pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:936-939.
18. Fonteno, W.C. 1996. Growing media: Types and physical/chemical properties, p. 93-102. In: D.W. Reed (ed.). *Water, media, and nutrition for greenhouse crops*. Ball Publishing, Batavia, IL.
19. Fonteno, W.C. and P.V. Nelson. 1990. Physical properties of and plant responses to rockwool-amended media. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:375-381.
20. Han, W.T., Y.D. Kim, S.G. Kang, J.S. Moon, C.H. Song, J.I. Chang, and Y.B. Park. 1993. Studies on the establishment of hydroponics for fruit vegetable. 1. The effect of media on the quality and yield of strawberry in hydroponics. *RDA J. Agr. Sci.* 35:401-409.
21. Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1983. *Plant propagation: Principles and practices*. 4th ed. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
22. Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davis, Jr., and R.L. Geneve. 1997. *Plant propagation: Principles and practice*. 6th ed. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ.
23. Hayata, Y., T. Tabe, S. Kondo, and K. Inoue. 1998. The effects of water stress on the growth, sugar and nitrogen content of cherry tomato fruit. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 65:759-766.

24. Hayata, Y., T. Tabe, S. Kondo, and K. Inoue. 1998. The effects of water stress on the growth, sugar and nitrogen content of cherry tomato fruit. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 65:759-766.
25. Hendershot, W.H., H. Lalonde, and M. Duquette. 1993. Ion exchange and exchangeable cations, p. 167-176. In: M.R. Carter (ed.). *Soil sampling and methods of analysis*. Can. Soc. Soil Sci., Lewis Publisher, Toronto.
26. Hwang, S.J. and B.R. Jeong. 2002. Effect of medium composition of cellular glass foam particles and carbonized chestnut woodchips on growth of plug seedlings of 'Nokkwang' pepper and 'Segye' tomato. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43:399-405.
27. Hwang, S.J. and B.R. Jeong. 2004. Use of CGF and CCW as medium components for commercial production of plug seedlings of seogun tomato. *J. Bio-Env. Cont.* 13:81-89.
28. Ito, H. and S. Kawai. 1994. Effects of watering control on the fruit qualities of tomato and cherry tomato. *Res. Bull. Aichi Agric. Res. Center* 26:191-199.
29. Ito, T. 1992. Present state of transplant production in Japanese horticultural industry, p. 65-82. In: K. Kurata and T. Kozai(eds.). *Transplant production systems*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.
30. Jeong, B.R. 1998. Technology and environment management for the production of plug transplants of flower crops. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 16:282-286.
31. Jeong, B.R. 2000. Current status and perspective of horticultural medium reuse. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18:876-883.
32. Kuriyama, T. 1996. Influence of quantitative control of nutrient solution on yield and Brix of fruit juice in ash ball culture of tomato. *Res. Bull. Kyushu Branch of the Japan. Soc. Hort. Sci.* 4:85-86.
33. Lee, E.H., B.Y. Lee, Y.B. Lee, Y.S. Kwon, and J.W. Lee. 1998. Nitrate content and activities of nitrate reductase and glutamine synthase as affected by ionic strength, nitrate concentration, ratio of nitrate to ammonium in nutrient solution for culture of leaf lettuce and water dropwort. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:161-165.
34. Lee, E.H., J.W. Lee, J.S. Kwon, Y.I. Nam, I.H. Cho, and Y.S. Kwon. 1996. Effect of substrates on growth and yield of hydroponically grown cucumber in bag culture. *Kor.*

- J. Biol. Fac. Environ. 5:15-22.
35. Lee, J.P., J.H. Lee, D.J. Myung, S.D. Lee, and B. Hellemans. 2005. Glasshouse environments and paprika production technology. Sion Publication. pp. 117-120.
 36. Lemaire, F. 1995. Physical, chemical and biological properties of growing medium. *Acta Hort.* 396:273-284.
 37. Li, X.R., H.N. Cao, K.C. Yoo, and I.L. Kim. 2001. Effect of limited supplying frequency and amount of nutrient solutions on the yield and fruit quality of tomato grown in ash ball. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42: 501-505.
 38. Lim, J.H., J.T. Yoon, I.S. Kim, and B.S. Choi. 1995. Effect of amount of rice hulls mixture on growth and yield of tomato by nutria-culture media. *RDA J. Agr. Sci.* 37:363-366.
 39. Lorenzo, P., E. Medrano, and M.C. Sanchez-Guerrero. 1998. Greenhouse crop transpiration: An implement to soilless irrigation management. *Acta Hort.* 458:113-119.
 40. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press Inc., San Diego, CA.
 41. Martin, P.E., J.C. Lingle, R.M. Hagan, and W.J. Flocker. 1970. Irrigation of tomatoes in a single harvest program. *Calif. Agr.* 6:13-14.
 42. Martin, P.E., J.C. Lingle, R.M. Hagan, and W.J. Flocker. 1970. Irrigation of tomatoes in a single harvest program. *Calif. Agr.* 6:13-14.
 43. Milks, R.R., W.C. Fonteno, and R.A. Larson. 1989. Hydrology of horticultural substrates: II. Predicting physical properties of media in containers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:53-56.
 44. Nelson, P.V. 1991. Greenhouse operation and management, 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
 45. Nelson, P.V. 2003. Greenhouse operation and management. 6th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
 46. Ootake, Y., Y. Ban, Y. Tanaka, and G. Hayashi. 1994. Changes of chemical constituents in tomato fruit in relation to soil moisture. *Res. Bull. Aichi Agric. Center* 26:209-212.

47. Park, J.E., C.G. An, B.R. Jeong, and S.J. Hwang. 2012. Use of phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of paprika. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 30:34-41.
48. Park, S.K., K.Y. Kim, E.H. Lee, N.D. Hur, and J.B. Suh. 1992. Effect of charcoal on tomato cultivation by hydroponic media. *Res. Rep. RDA (Hort.)* 34:51-56.
49. Rhee, H.C., T.C. Seo, G.L. Choi, M.Y. Roh, and M.H. Cho. 2010. Effect of air humidity and water content of medium on the growth and physiological disorder of paprika in summer hydroponics. *J. Bio-Env. Con.* 19(4):305-310.
50. Rhee, H.C., T.C. Seo, G.L. Choi, M.Y. Roh, M.H. Cho, and Y.C. Kim. 2011. Effect of water content in substrates on the growth and yield of mini-paprika in summer hydroponics. *J. Bio-Env. Con.* 20(4):258-262.
51. Rural Development Administration (RDA). 1997. Theory and application to cultivation of crop physiology. RDA, Suwon, Korea p. 304-330.
52. Saure, M.C. 2000. Blossom end rot of tomato a calcium or a stress-related disorder. *Sci. Hort.* 90:193- 208.
53. Shin, W.G. and B.R. Jeong. 2002. Growth and development of pot chrysanthemum 'Pink Pixie Time' in various mixtures of shattered PUR and CGF. *J. Bio. Environ. Control* 11:29-34.
54. Smith, D.L. 1996. Rockwool in horticulture. The development of rockwool as a substrate. *Grower Book*, London p. 15-23.
55. Soffer, H. and D.W. Burger. 1989. Plant propagation using an aero-hydroponics system. *HortScience* 24:154.
56. Stardiot, P. and P. Battistel. 2003. Improved plant management with localized crop heating and advice on distance in the Mediterranean climate. *Acta Hort.* 614:461-467.
57. Tadesse, T., M.A. Nichols, and K.J. Fisher. 1999. Nutrient conductivity effects on sweet pepper plants grown using a nutrient film technique. 2. Blossom-end rot and fruit mineral status. *New Zealand J. Crop Hort. Sci.* 27:239-247.
58. TAPPI. 1975. Tappi standards and suggested methods. Technical Association of Pulp and Paper Industry.

59. Wallach R., F.F. da Silva, and Y. Chen. 1992. Hydraulic characteristics of Tuff (Scoria) used as a container medium. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:415-421.
60. Warncke, D.D. 1986. Analysing greenhouse growth media by the saturation extraction method. *Hort- Science* 211:223-225.
61. Won, J.H., B.C. Jeong, J.K. Kim, and S.J. Jeon. 2009. Selection of suitable cultivars for the hydroponics of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in the alpine area in summer. *J. Bio-Env. Con.* 18(4):425-430.
62. Xu, H.L., L. Gauthier, and A. Gosselin. 1994. Photosynthetic responses of greenhouse tomato plants to high solution electrical conductivity and low soil water content. *J. Hort. Sci.* 69:821-832.
63. Yu, G., J. Kim, and S. Guak. 2006. Effect of cultivation time on the incidence of brown fruit stem of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Bio-Env. Con.* 15(2):162-166.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 생명산업기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 생명산업기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.