

최 중
연구보고서

밀양지역에서 고품질 잎들깨 생산을 위한
노력절감형 및 환경친화형 재배기술 개발

Development of Labor Saving- and
Environment Friendly-cultivation Method for the
Production of High Quality Perilla Leaf in Miryang Area

연구기관
밀양대학교

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “밀양지역에서 고품질 잎들깨 생산을 위한 노력절감형 및 환경친화형 재배기술 개발” 과제 (세부과제 1 “노력절감형 고품질 잎들깨 생산을 위한 재배기술 개발”, 세부과제 2 “환경친화형 고품질 잎들깨 생산기술 개발”)의 최종보고서로 제출합니다.

2002 년 11 월 19 일

주관연구기관명 : 밀양대학교
총괄연구책임자 : 최 영 환
세부연구책임자 : 최 인 수
연 구 원 : 안 중 길
연 구 원 : 강 점 순
연 구 원 : 손 병 구
연 구 원 : 김 용 철
연 구 원 : 김 성 만
연 구 원 : 김 근 기
연 구 원 : 김 용 균
연 구 원 : 이 영 근
연 구 원 : 손 길 우
연 구 원 : 윤 신 애
연 구 원 : 김 태 구
연 구 원 : 문 병 완
연 구 원 : 송 재 민
연 구 원 : 김 수 연
연 구 원 : 최 재 희
연 구 원 : 박 진 철

요 약 문

I. 재 목

밀양지역에서 고품질 잎들깨 생산을 위한 노력절감형 및 환경친화형
재배기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

농수산물의 수입개방화에 대응하여 국제 경쟁력을 갖춘 고품질, 고부가가치 농산물을 생산하기 위해서 작물재배 환경을 적극적으로 조절할 수 있는 기술집약적, 자본집약적 및 노력절감형 재배법에 의한 고품질 잎들깨의 생산은 필연적이다. 특히, 겨울철 전국 잎들깨 공급량의 99%를 차지하는 밀양지역을 중심으로 저비용 고부가가치 종묘 생산 기술과 재배법의 확립, 환경친화형 재배기술 개발 및 내환경 적응성 품종을 육성하여 고품질의 잎들깨를 생산할 수 있는 체계를 확립하는데 있다. 또한 개발된 기술들을 현지 재배농가에 직접 접목시켜 들깨 재배시에 문제되고 있는 현장애로점을 해결하여 농가소득을 향상시키는 것으로서 본 과제의 궁극적인 목표는 다음과 같다.

노력절감형 고품질 잎 들깨 생산을 위한 재배기술을 개발하기 위해서는 고품질 고부가가치 잎들깨 생산을 위한 기술집약적, 노력절감형 재배법 개발, 저비용과 부가가치가 높은 종묘생산 기술 확립, 잎들깨 파종과 수확작업의 생력화로 생산단가 절감, 재배방법 확립으로 주년 고품질 잎들깨 생산과 수요 창출 및 겨울철 하우스 들깨 재배시에 환경개선과 광질 개선에 의한 수량증대 등의 기술을 확립하고자 한다.

환경친화형 고품질 잎들깨 생산기술을 개발하기 위해서는 환경친화적인 재배법 개발로 잔류농약의 위험성으로부터 탈피, 길항균을 이용한 생물학적인 방제방법 구축 및 내병성이 높은 잎들깨 선발로 재배 안정성 확보 및 소득 증대를 기하고자 한다.

2. 연구개발의 필요성

현재 우리 농업은 소규모 경영체제로 인한 생산단가의 상승 등 열악한 조건에 놓여 있어 선진국에서 주도하는 대량생산 체제의 영농방식에 대항하기에는 불리한 조건이다. 그러나 파종과 입모관리의 생력화, 저비용 및 고효율 환경친화적인 재배법

의 개발, 병저항성 및 일장둔감형 계통을 선발한다면 잎들깨의 생산 효율성을 제고시킬 수 있다. 이와 같이 고품질의 잎들깨 생산을 위한 저비용 고효율 환경친화적인 생력 재배법 개발이 필요한 이유는 다음과 같이 정리할 수 있다.

기술적인 측면에서 중요성은 코팅된 들깨 종자를 이용한 기계화 정밀파종 및 종자처리의 기술축적, 유묘의 초기생육 촉진 및 균일도의 향상, 미세종자의 코팅 방법 개발에 의한 취급의 용이함, 야간 전조시 동시 전력사용으로 전력 차단 방지 및 개화 지연 조명기술 개발, 색소와 향기성분 및 영양학적인 방법으로 잎들깨 품질평가의 기준 마련, 잎들깨의 생식에 의한 농약잔류독성에 대한 위협성으로부터 탈피, 안정성이 높은 잎들깨 생산을 위한 생물학적인 방제 시스템의 개발, 병해충 저항성 계통 선발, 다양한 잎전용 품종 및 생력재배기술 개발 및 들깨 품종 육성을 위한 유전공학적 기법의 체계를 확립하여 안정성이 높은 고품질 잎들깨를 다수확을 할수 있는 방법을 농가에서 요구하고 있다.

이러한 일련의 연구를 수행함으로써 얻을 수 있는 경제·산업적 측면에서의 필요성은 다음과 같은 측면에서 중요하다. 먼저, 고품질의 코팅 종자생산으로 종자의 부가가치 상승, 기계화 파종으로 인건비 절감과 모숨음 작업의 배제, 코팅처리를 함으로서 생산단가의 절감(무처리 종자 100% --> 코팅종자 60%), 종자의 절감(10a당 종자소요량 : 무처리 종자 30만립 --> 코팅종자 5만립) 등으로 인하여 농가의 소득 향상(종자비용 절감, 기계화 정밀파종으로 파종과 슈음비용 절감)이 가능할 것이다. 또한 상품성 제고 등 부가가치 향상을 위한 새로운 기술개발과 도입으로 소득증대, 개화조절물질의 이용에 의한 내환경 적응성 향상(개화지연에 의한 소득 증대) 등의 기술을 개발하고, 이러한 기술들의 종합적인 처리를 함으로서 농가 소득향상이 가능할 것이다.

미생물농약을 개발함으로써 얻을 수 있는 효과는 화학농약의 사용에 의한 경제적 부담 경감, 잔류농약 독성회피를 위한 생물학적방제로 화학농약 사용량을 감소시킴으로서 안정성이 높은 고품질 잎들깨를 생산할 수 있다. 연작재배지의 병발생 억제로 농가 소득 향상 등의 효과를 상승시킴으로서 농가의 소득증대를 기대할 수 있을 것이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

WTO 체제하에서 상품의 경쟁력은 품질과 가격에 의해 결정될 수 있는데, 이러한 경쟁력 제고 방안은 일국의 기술수준에 의하여 결정된다고 할 수 있다. 선진국에서는 대량생산이 가능한 공산품은 후발 개발도상국의 저렴한 제품에 의하여 경쟁력을 잃어가고 있는 여건하에서 선진화된 과학기술을 이용하여 고품질의 제품을 생산하여 부가가치를 상승시키고 있다. 들깨는 겨울 신선채소로서 그 중요성이 높이 부각되고 있는데, 재배환경 및 재배법 개선으로 고품질 청정 잎들깨 생산이 가능할 뿐만 아니라 기능성 채소로서 개발될 수 있을 것으로 전망된다. 또한 잎들깨 육성을 위한 환경친화형 중간 모본을 선발함으로써 고품질 다수확 잎들깨를 생산하여 재배 농민들의 의식 고취와 아울러 잎들깨 품종 육성에 진일보한 발전을 도모할 수 있을 것이다.

이러한 목적을 달성하기 위해서 세부 1과제에서는 발아촉진을 위한 종자 처리법 개발, 종자 코팅의 적정 접착제 개발, 적정 코팅 고형물질 선발, 코팅종자의 파종방법 개발, 대량생산이 가능한 코팅공정 기술의 개발, 제초노력 절감을 위한 종자 코팅법 개발, 초기생장 촉진을 위한 코팅 첨가물질 개발, 코팅종자의 초기생육 검토, Seed sheet 공정기술 개발, 코팅종자의 발아촉진법 개발 (실내조건에서 simulation), 코팅종자의 건조조건 확립, 유용미생물을 이용한 종자코팅법 개발 등의 종자 처리에 관한 연구가 포함되어 있다.

품질향상 실험을 위해서는 광질을 이용한 야과방법의 개발, 무기원소 처리에 의한 품질 개선, 광합성 촉진법 개발, 광질에 따른 광합성 효율 및 생산성 검정, 성장조절제 처리에 의한 개화조절, 안료 첨가 필름의 개발 등의 연구가 수행되었다.

제 2세부 과제인 환경친화형 고품질 잎들깨 생산기술 개발에 관한 연구에서는 들깨 병원균의 분리 및 동정, 들깨 잎말림병의 원인 조사, 길항균 선발과 항균 spectrum 조사, 길항균의 생육 촉진효과, 길항균을 이용한 항균력의 생물검정, 환경친화형 재배기술 개발 등의 미생물을 이용한 고품질 안정 깻잎의 생산에 관한 연구를 수행하였다.

또한, 병 저항성 또는 개화 지연 계통의 선발을 위한 시험에서는 회색 곰팡이병 및 균핵병 저항성 중간 모본 선발, 우량계통 순계분리를 위한 RAPD 최적조건 구명, 탄저병 및 시들음병 저항성 중간 모본 선발, RAPD 분석을 통한 저항성 유전자원 특성 검정 및 잎들깨 재배품종 실태 조사를 수행하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 노력절감형 고품질 잎들깨 생산을 위한 재배기술 개발

1) 종자 처리 기술 개발

최적 priming 처리조건은 200 mM의 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 용액에 3일간 처리된 종자였다. 이들 조건에서 priming 처리된 종자는 최적조건 뿐만 아니라 불량환경조건에서도 높은 발아율을 보였고 발아촉진에도 유효하였다. Priming 후 건조방법은 실온에서 3시간 건조시킨 종자가 좋았다. 그러나 priming 처리 후 50℃에서 건조시킨 종자는 30℃에 건조시킨 종자에 비해 발아율이 감소되었다.

코팅 접착제 중 polyvinyl alcohol(PVA)는 처리농도에 관계없이 높은 발아율을 보여 다른 접착제에 비해 발아억제 정도가 낮았다. Polyvinyl pyrrolidone(PVP)와 span 및 tween 80도 발아를 크게 억제하지는 않았다.

코팅 피복물질중 benotonite, diatomaceous earth #300, calcium carbonate(CC) + talc 혼합물질, DME #300 + talc 혼합물질, DME #300 + kaolin + talc 혼합물질 등이 발아율도 높았고 발아를 억제하는 정도가 낮아 들깨의 종자코팅에 우수한 코팅 물질이었다.

무처리 종자에서 코팅착색제를 공급하면 methyl red에서는 발아율이 감소되었으나 착색처리된 코팅종자는 발아율에는 큰 차이가 없었다.

파종 깊이에 따라 코팅종자의 묘 출현 양상이 달랐다. 1 cm로 얇게 파종한 코팅종자에서 묘 출현이 빨랐으며, 파종 간격을 10cm로 밀식한 것이 좋았고, 파종립수가 많을수록 묘출현율이 높았다.

수분흡수력이 각기 다른 피복물질로 코팅하여 토양함수율을 달리한 조건에 파종한 결과 출현율은 토양함수율이 높아질수록 출현율은 감소하였고 발아속도는 지연되었다. 건조토양에서는 수분흡수력이 높은 diatomaceous earth로 코팅된 종자가 파습토양에서는 수분보유력이 낮은 calcium carbonate로 코팅된 종자에서 묘 출현율이 높았다. 따라서 코팅 종자는 파종 장소가 파습 또는 건조토양이나 따라 코팅 피복물질을 달리해야 될 것으로 판단된다.

코팅방법 중 회전하고 있는 드럼내에 종자를 넣고 이어서 접착제와 코팅물질을 서서

히 첨가하는 방법이 접착제 + 코팅물질 + 종자를 혼합한 후 증류수를 공급하는 공정방법보다 빈종자, 2립 코팅종자, 단립화된 코팅종자를 방지하는데 좋았다.

종자코팅용으로는 높은 발아력을 지닌 우량종자가 요구되나, 품종에 따라 코팅적응성이 높은 품종이 있는가 하면 코팅하면 발아력이 저하되는 품종도 있다. '잎들깨'와 '남천' 들깨는 코팅하면 출현율이 감소하였으나 '만백' 들깨에서는 묘출현과 초기생육이 나종자와 큰 차이가 없어 종자 코팅용으로 적합한 품종이었다.

잡초종자와 코팅하지 않은 들깨종자의 발아속도에는 큰 차이가 없었다. 그러나 코팅과정중 접착제의 농도가 높아질수록 코팅종자의 발아속도가 지연되었는데, 접착제를 2%로 사용한 코팅종자는 잡초종자보다 3일 정도 출현이 지연되어 이때 제초제를 처리한다면 잡초방제가 가능할 할 것으로 판단되었다.

코팅종자에 첨가되는 영양물질의 급원에 따라 코팅종자의 발아력에 차이가 있었는데, 대체적으로 MS medium이 monosodium phosphate 보다 좋았다. 영양물질이 첨가된 코팅종자의 발아율이 첨가되지 않는 대조종자에 비해 발아율이 약간 저하되었으며, 발아속도도 지연되었다.

*Phythium ultimum*에 감염된 토양에서는 살균제가 첨가된 코팅종자는 살균제가 첨가되지 않는 무처리 종자에 비하여 묘출현이 현저하게 높았다.

들깨 seed sheet에 적합한 접착제는 CMC 였으며, 처리농도가 높아질수록 발아속도가 약간 지연되었으나, 12.5%로 처리하면 발아도 원활하였고 종자 부착성 높았다. Seed sheet에 1공당 부착된 종자수가 많을수록 출현율이 높았다. 안정적인 입묘를 위해서는 4립이 적합하였다.

들깨종자에서 발아력을 향상시킬 수 있는 적정 SMP carrier는 Micro-Cel E였고, 종자: carrier: 증류수 혼합배율은 5: 3: 10.5였다. 들깨 코팅종자의 발아력 저하 문제를 해결하기 위해 SMP 및 GA₃ 및 osmo priming 처리한 후 코팅하면 발아력을 10% 이상 증진시킬 수 있었다. 코팅종자의 발아력을 극대화시킬 수 있는 최적 종자조합은 SMP 처리후 코팅된 종자였다.

유용미생물인 *Paenibacillus polymyxa* E681을 코팅과정중 첨가하면 무처리 종자보다 발아율이 10% 향상되었다.

코팅종자의 적정 건조온도는 35°C와 25°C가 코팅종자의 활력 유지에 좋았고, 45°C 건조는 발아율 감소하였으며, 발아속도도 지연되었다. 적정 건조온도 및 기간은 35°C에서 6시간 건조였다.

코팅종자는 저장기간이 경과하면 발아속도가 지연되었다. 코팅종자의 종자활력을 유지시킬 수 있는 저장온도는 5℃였다.

코팅종자를 기계화 정밀파종은 파종시간과 숙음시간을 관행방법에 비해 19.5시간 및 39시간을 단축시킬 수 있었다. 관행 손작업에 의한 파종은 파종과 숙음작업에 10a당 62시간이 소요되었으나, 코팅종자를 기계화 정밀파종하면 이들 노력에 소요되는 시간이 3.5시간에 불과하였다. 따라서 코팅종자를 기계화 파종하면 나종자를 인력에 의해 파종하는 것에 비해 파종과 숙음작업의 생력효과를 93% 이상 높일 수 있었다.

2) 고품질 잎들깨 생산을 위한 재배 기술 개발

잎들깨의 겨울철 재배시에 조기개화로 인한 수량 감소 및 품질저하를 억제하기 위하여 농가에서는 파종 직후부터 전조하기 시작하여 다음날 아침까지 점멸 전조를 하고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 단일 처리기간을 조사한 결과 단일 처리기간이 5일 이상이면, 잎, 줄기 뿌리 등의 식물체 전체 성장과 엽수와 엽면적 등의 채엽 수량 등이 감소되었다.

하우스 재배시에 생육초기에 유기된 잎은 농동력과 품질이 나쁘다는 이유로 채엽하지 않고 그대로 두는 경우가 있는데, 이러한 경우에는 상위엽이 하위엽의 수광을 차단하여 하위엽이 단일에 감응할 가능성이 높다. 이러한 문제점을 확인하기 위하여 시험한 결과, 광이 차단되는 잎의 수가 많으면 식물체의 생장이 감소하고 개화소요 일수도 단축되었다. 따라서 초기에 발생한 잎의 크기가 작아서 상품성이 없을 지라도 채엽을 하는 것이 후기의 정상적인 생육의 촉진은 물론 개화시기도 지연시킬 수 있는 좋은 결과를 얻었다.

기내배양에서 GA₃처리가 잎들깨의 성장과 개화에 미치는 영향을 조사한 결과, GA₃가 개화기에는 물론 성장에도 현저한 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 따라서 재배시에 GA의 합성을 억제할 수 있는 환경조건에서 식물체를 재배한다면 개화를 지연시킬 수 있는 방법으로 제시할 수 있다.

겨울철 하우스 재배시에 진조용으로서 사용하고 있는 등은 대부분 백색등이다. 적색, 청색 및 근적색 LED의 광질이 개화 및 깃잎 생산성에 미치는 영향을 조사한 결과, 적색광으로 야파를 하였을 때에 개화가 지연되고 생육이 가장 촉진되었다. 농가에서는 LEDs 광질의 사용시에 경비가 과도하게 지출되어 실제로 활용할 수 없다. 따라서 이러한 광질을 농가에서 실제적으로 활용하기 위해서 시중에서 시판되고 있는 적색, 청

색 및 삼색(적색+청색광+황색) 광질조절용 전구를 이용하여 시험을 한 결과, LEDs 광질을 사용한 것과 유사한 결과로서 적색등을 활용하는 것이 잎의 생장은 물론 식물체 전체의 생장을 촉진시켰다. 따라서 시중에서 판매되고 있는 적색등을 활용한다면 현재에 사용하고 있는 등을 이용하는 것보다 수량도 증대시키고 품질도 향상시킬 수 있는 좋은 결과로 평가된다.

무기원소의 효과를 조사하기 위하여 야마자키 용액내의 무기원소, P, K, Ca 및 Mg의 농도를 달리한 결과, 농도가 높을수록 잎의 생산량이 많았으며, 특히 1.5배 이상의 Ca를 처리하는 것이 잎의 생장에 가장 효과적이었다.

우리나라에서는 하우스 채소 재배면적이 노지채소 재배면적보다 많아진지 오래이다. 따라서 겨울철 하우스 재배시에 광질을 선택적으로 투과할 수 있는 안료를 개발한 다음 우리나라 시설원예의 대부분을 차지하고 있는 피복자재를 개선한다면 겨울철 하우스내에서 광질을 개선하여 수량의 증대시키고 고품질의 농산물을 생산할 수 있는 방법을 확립 할 수 있을 것이다.

따라서 서로 다른 색을 내는 적색, 청색, 적색과 청색의 혼합, 황색 및 오렌지색의 안료를 PE필름에 첨가하여 그 효과를 본 결과, 적색안료는 품종에 따라서 약간의 차이는 있었으나 S-FB와 FS4050의 적색안료 첨가가 생육을 가장 촉진시켰으며, S-D안료는 생육을 현저히 억제시켰다.

청색안료의 첨가는 전체적으로 식물체의 생장을 억제시켰다. 적색과 청색안료의 혼합 효과는 엽수의 경우에는 적색안료 250ppm과 청색안료 500ppm 혼용, 잎의 생체중과 건물중의 경우에는 적색안료의 첨가농도를 1,000ppm의 고농도로 첨가하는 것이 효과적이었다. 대부분의 황색안료 첨가는 식물체의 생장을 촉진시켰는데, panax yellow FS 520 안료첨가가 가장 효과적이었으며, yellow의 안료를 첨가하였을 경우에는 식물체 전체의 생장이 절반 이하로 감소하였기 때문에 안료의 선정이 중요한 것으로 나타났다. Orange 안료는 FB-400안료를 첨가한 피복하에서 생장한 식물체의 생장이 촉진되었다. PE필름내에 안료의 첨가는 동일한 색의 안료라고 할지라도 안료의 종류에 따라서 현저한 차이를 나타내었다. 적색, 청색, 황색 등의 안료는 초장의 생장이 촉진되면 줄기의 직경의 생장은 오히려 억제되었다. 그러나 황색의 안료를 첨가하였을 경우에는 초장의 생장, 줄기의 생장 및 잎의 생장이 동시에 촉진되었기 때문에 황색의 안료 첨가효과가 가장 좋았다.

식물체의 광합성은 생장을 촉진하는 조건인 적색광, 필름의 종류, 무기이온의 농

도 등은 광합성을 촉진하였다. 따라서 식물체의 생장과 광합성은 정비례하였고 생장을 촉진시킬 수 있는 조건이면 광합성도 촉진되었다.

갯잎의 수분, 조단백질, 조지방, 그리고 탄수화물, 비타민 A는 대략, 비타민 C, 아미노산 및 휘발성 향기성분 등을 조사하여 품질을 결정할 수 있는 기초를 확립하였다. 또한 소비자의 선호도를 나타낼 수 있는 뒷면의 자색정도는 L, a 및 b 값을 조사함으로써 그 정도를 결정할 수 있는 기초를 마련하여 외관상의 품질 평가 기준이 마련되었다.

나. 환경친화형 고품질 잎들깨 생산기술 개발

1) 길항균의 개발에 의한 환경친화형 재배법의 개발

잎들깨 재배지에서는 재배연수가 늘어갈수록 병발생이 많아지고, 병원체들의 저항성도 증가하여 피해가 심각해지고 있다. 잎들깨재배에 있어 발생하는 주요병원균을 분리하여 생육특성을 조사하고, 균의 morphology 등으로 균을 동정하였다. 균핵병원균은 *S. sclerotiorum* MK01로 명명하고, 생육적온은 23-25°C였으며 최적 pH는 산성조건인 pH4였다. 갯빛곰팡이병원균은 *B. cinerea* MK02로 명명하고 생육적온이 20-25°C였으며, pH는 4에서 9까지 조사를 했지만 생육에는 큰 영향이 없었다. 그 외에도 탄저병원균 *C. atramentarium* MK03, 시들음병원균 *F. oxysporum* MK04, *R. solani* MK05, 역병 병원균 *P. capsici* MK06분리하였다.

토양오염과 기상이변 및 병원체의 저항성생성으로 치유불명의 새로운 병들이 발생하기 시작했다. 잎들깨 재배지에서도 가칭 잎마름병이 발생하여 병의 원인과 방제법이 아직 개발되지 않아 재배농가에 상당한 피해를 주고 있다. 잎마름병의 원인 분석을 잎들깨의 재배지 토양과 식물체로부터 균을 분리하였으며, 식물체의 성분 분석을 하였다. 곰팡이 16종과 세균 55종을 분리하여 원인분석에 이용했다. 성분분석에는 7종의 일반성분과 미량성분은 GC/MS로 분석을 하였다. 잎마름병 발생 식물체를 분리한 길항균 AB17을 처리하고, 재배환경의 개선, 즉 토양관리와 수분조절의 생물학적방제 시스템으로 병의 진전을 막고 치료를 하였다.

잎들깨 재배지의 주요병의 예방과 치료 및 방제법이 개발되어지지 않은 새로운 병의 방제를 목적으로 길항균을 분리하였다. 길항세균은 18종, 길항곰팡이는 7종을 분리하였다. 분리한 길항균을 주요병원균에 대한 항균스펙트럼을 조사한 결과, 길항

세균은 AB2, AB5, AB8, AB17, AB18, 길항곰팡이는 AF2, AF5, AF6, AF7이 들개의 주요병원균에 우수한 항균력을 띠었다.

AB17을 이용한 병발생예방과 치료효과를 본 결과, 균핵병은 55%의 억제효과와 100%의 치료효과가 있었고, 잣빛곰팡이병은 40% 병발생 억제효과와 100%치료효과를 나타냈다. AB2도 AB17과 유사한 활성을 보였다.

길항균 AB2와 AB17을 이용한 생물학적방제 실험에서 길항균을 처리한 pot에서 control보다 들개의 생육이 촉진되어졌다. 잎들개 생육촉진 효과는 초장의 경우 길항균 AB2와 AB17 처리구가 16% 신장이 촉진되어졌고, 줄기의 직경은 AB2 처리구가 16% 커졌으며, 생체중과 건물량은 AB17 처리구가 약 40% 증가하였다.

엽면적도 AB17 처리구는 55%나 넓었으며, 잎의 생체중과 건물량은 AB17처리구가 각각 54%, 51%로 증가하였고, AB2처리구도 48%, 41%로 각각 증가하였다. 뿌리의 생체중과 건물량도 AB17처리구는 20%, 27% 증가하였고, AB2처리구는 70%, 50%의 아주 높은 증가를 보였다. 따라서 AB2와 AB17을 처리함으로써 들개의 주요 병해인 균핵병과 잣빛 곰팡이병은 50% 이상 방제할 수 있었고, 엽면적을 50% 이상 증가시켰으므로 들개의 생물방제는 물론 수량을 증대시킬 수 있었으며, 안정성이 높은 고품질의 잣잎생산이 가능하였다.

Bergey's Manual과 16S rRNA Gene sequencing법으로 균을 동정한 결과, AB2는 *Bacillus subtilis*로 동정되어졌고, AB17은 *Burkholderia* sp.로 동정되어졌다.

2) 내병성 및 일장 둔감형 고품질 다수확 잎들개 육성을 위한 계통 선발

회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및 시들음병 저항성 구멍을 통하여 최대한 이병발생이 높은 환경하에서도 강한 저항성(병징 정도 1~2)을 나타내는 유전자원들을 선발하였다. 회색곰팡이병에 저항성을 나타낸 유전자원들은 3개의 유전자원들(유전자원 2, 52, 78)이, 균핵병에 저항성을 나타낸 유전자원들은 3개의 유전자원들(유전자원 30, 64, 65)이, 탄저병에 저항성을 나타낸 유전자원들은 2개의 유전자원들(유전자원 46, 78)이 및 시들음병에 저항성을 나타낸 유전자원들은 2개의 유전자원들(유전자원 32, 42)이 선발되었다.

들개의 RAPD 분석을 위한 PCR 최적조건 구명한 결과, Template DNA 농도, MgCl₂ 농도, Taq polymerase 농도를 종합하여 볼 때, 3조건들(60ng of template DNA, 2.5mM MgCl₂ and 0.5unit taq polymerase; 60ng of template DNA, 2.5mM

MgCl₂ and lunit taq polymerase; 그리고 60ng of template DNA, 7.0mM MgCl₂ and lunit taq polymerase)에서 가장 좋았다. PCR 반응의 적정 온도는 84°C, 32°C, 62°C; 90°C, 40°C, 72°C; 그리고 92°C, 36°C, 72°C였다.

본 실험은 밀양 지역 잎들깨 재배 품종을 수집하여 형태적 특성검정과, 분자유전학적 특성검정을 통하여 균일성과 재배안정성을 밝히기 위하여 형태적 특성을 종피색, 개화시기, 경장, 그리고 엽수량을 조사 비교 분석하였다. 또한 RAPD 분석을 통해서 분자 유전학적 특성검정을 실시하였다. 품종의 종피색에서 재배품종의 균일도가 떨어짐을 볼 수 있었다. 개화기 분리양상을 조사해본 결과 각 재배농가의 종자 균일성(순도)에 문제가 우려할 만한 수준임이 판명되었다. RAPD 분석 결과, 상동 D, E 상남 B, D, E 단장 A, B, E의 지역들의 표본에서 나온 band들은 항상 같은 양상을 나타내었으며 이들 지역을 제외한 다른 모든 지역들에서 나온 band들은 다형화현상을 나타냈다. 본 실험을 종합적으로 고려해볼 때, 밀양의 들깨 재배농가들 중 상동 D, E 상남 B, D, E 단장 A, B, E 등지의 농가들에서는 순수한 품종을 유지하며 들깨 재배를 해 온 결과 높은 수량성이 가능하였으나, 다른 지역들에서는 그 정도의 차이는 있으나 현재 재배종자들이 혼형집단으로서 높은 수량성을 기대할 수 없는 실정이었다.

2. 활용에 대한 건의

원예상품의 경쟁력은 품질과 가격에 의해 결정될 수 있는데, 선진국에서는 이미 축적되어 있는 과학기술을 이용하여 고품질의 원예산물을 생산하여 부가가치를 상승시키고 있다. 이러한 경쟁력 제고 방안은 일국의 기술수준에 의하여 결정된다고 할 수 있다. 들깨는 겨울 신선채소로서 그 수요가 매년 증가하고 있으나, 생산기반이 취약하고, 경영규모가 영세한 실정이며, 파종노력, 수확작업 및 제조작업 등을 대부분 인력에 의존함으로써 악성 노동력이 심화되고 있다. 또한 타 품종이 혼입되어 발아율과 초기 생육이 불균일하여 규격화된 잎들깨를 확보하지 못하여 품질이 저하되고 있으며, 병해충 방제를 위해 맹독성 농약을 살포하여 식품 안정성 문제도 야기되고 있다. 이와 함께 개화 지연을 위해 일몰 후부터 실시하는 전조는 전력낭비를 초래하고 있으며, 이는 곧 생산단가를 상승시키는 요인이 된다. 이러한 관점에서 본 연구 과제인 ‘밀양지역에서 고품질 잎들깨 생산을 위한 노력절감형 및 환경친화형 재배기술 개발’이 성공적으로 수행되었을 때 앞서 언급된 들깨재배의 현장애로점들을 해결할 수 있어 활용방안은 크

다고 할 수 있다. 본 연구 결과의 활용방안은 아래와 같이 집약될 수 있다.

세부 1과제의 연구결과를 통하여 얻을 수 있는 활용방안은 1) 종묘회사의 고품질의 종자생산을 유도하고, 2) 종묘회사에 기술이전하므로 산업화가 가능하고, 3) 이제까지의 신품종 개발 위주에서 종자품질 향상 측면의 중요성을 인식시키고, 4) 종자처리 기술에 대한 특허출원이 가능하여 종자 코팅기술의 해외 이전시 royalty가 확보되며, 5) 코팅 종자의 기계화로 정밀과중함으로써 농업 생산자의 노령화로 인한 일손부족, 노임상승, 노동집약적인 악성노동의 문제해결에 기여할 수 있을 것이다. 아울러 코팅종자의 이용은 경영상 유리한 측면이 많을 것이며, 코팅 종자 보급에 따라 새로운 생력재배의 기술 체계가 확립될 것이다. 이를 뒷받침하기 위해서 정밀 파종기 등 코팅종자의 특성을 살릴 수 있는 기술, 자재, 기기 개발도 가속화 될 것으로 전망된다. 또한 6) 저비용 재배기술의 개발, 7) 효율적인 야간 조명관리로 야간 온도를 1-2℃ 상승시켜 난방비를 절감할 수 있고 현행 재배농가들이 야간에 동시 전력 사용으로 야기되는 전원 차단 문제도 극복될 수 있다. 8) 아울러 잎들깨의 색소발현을 증대시키고 규격화된 엽 생산이 가능하여 농가 소득향상이 가능할 것이다. 9) 또한 잎 들깨 품질평가의 기준이 확립되어 양보다는 질적상품 생산을 유도할 수 있을 것으로 본다.

세부 2과제의 연구결과를 통하여 얻을 수 있는 활용방안은 1) 생물학적 방제기술을 개발하여 청정 잎 들깨를 생산하고, 2) 각종 병해로부터 피해를 감소시켜 안정된 고품질 잎들깨를 생산하며, 3) 길항균을 이용한 생물학적방제로 화학농약의 사용량을 줄여 농약잔류 위험성을 줄이고, 4) 신품종 육성을 위한 유전자원의 확보 및 보존이 가능하며, 5) 내환경 적응성 품종의 육성으로 재배안전성이 확보되어 주년 재배가 가능하고, 6) 개화지연을 위해 야간 전조 비용을 절감할 수 있으며, 7) 유전 공학적 기법을 이용한 분자 육종을 활성화시키며, 8) 생산경비의 절감 및 품종 효율성 제고로 농가 소득 증대, 그리고 9)환경친화형 재배기술을 개발하여 재배환경개선과 토양오염을 막을 수 있다.

SUMMARY

This project has been conducted for 3 years from 1999 - 2002 to establish the system to produce high quality leaf perilla through development of labor-saving, high-profitable cultivation method and environmental friendly-cultivation method, and to promote the income of leaf perilla farmers through the application of results of this project to leaf perilla growing farm.

Subject 1. Development of labor saving-cultivation and the production of high quality leaf

1. Development of seed pretreatment and coating techniques

Among the nine different chemicals, at two concentrations each, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ at 200 mM resulted in the shortest days to 50% of the final germination percentage(T_{50}). Seeds primed at 20°C for 3 days germinated most rapidly at 25°C temperature tested.

Air-drying for 3h at 30°C and room temperature after priming maintained all the advantages achieved during priming treatment. However dried at 50°C significantly reduced germination and beneficial effect were lost gained by priming.

Priming has improved the rate and uniformity of seed germination in perilla, especially under adverse environmental such as osmotic, salt, and ABA stress. Germinability was decreased under the increased stress from osmotic, salt, and ABA. Under these increased stress, the germinability of primed seeds was higher and earlier than those of nonprimed seeds.

Perilla cultivars 'Ipdulgge', 'Miryang', 'Yeupsil', 'Jukjaso' and 'Chungjaso' were dark-treated in varied level solution of gibberellic acid(GA_3), 6-benzylaminopurine(BAP) and combined GA_3 with BAP for a 1 day at 20°C.

The effect of plant growth regulators varied among cultivars. Plant growth

regulators treated did not affect percentage germination of all perilla seeds, but showed shorter number of days to 50% of the final germination (T_{50}) and mean number of days to germination (MDG) than those untreated seeds. The germination behavior of all cultivar was highly correlated with plant growth regulators kinds and their concentrations. GA_3 had to improve germination in 'Miryang', 'Yeupsil', 'Jukjaso' and 'Chungjaso', but the effect varied with applying level.

GA_3 250 μ M treatment showed higher percent germination and shorter T_{50} and MDG of 'Ipdulgge' perilla than those of untreated, when the seeds were germinated at 15°C, 20°C and 25°C. When plant growth regulator treatment in 250 μ M GA_3 + 250 μ M BAP of 'Miryang', in 250 μ M GA_3 of 'Yeupsil' and 'Chungjaso', and 100 μ M GA_3 + 100 μ M BAP of 'Jukjaso' perilla seeds exhibited a faster rate of germination than those untreated seeds.

There were significant differences at percent germination and germination speed in accordance with the coating polymer and the concentration. Among the coating polymer, germination of seeds using polyvinyl alcohol (PVA) was generally smooth, and followed by polyvinyl pyrrolidone (PVP), hydroxyethyl cellulose (HEC), and methyl cellulose (MC).

The germinability was also different according to the coating materials. Generally, percentage germination and germination speed of seeds using the mixture of diatomaceous earth, talc and bentonite were higher and faster than using other coating materials, respectively. However, percentage germination using limestone was low, and percent germination of coated seeds with coating material showed the tendency of decreasing more than that of the seeds just added with coating materials.

Different kinds of colorants were spray-added while coating. Since the presence of the colorants affected germinability little, coloring could offer an added value in dealing with the coated seeds.

Dense planting of coated seeds tended to increase percent emergence of the seedlings. Planting the coated seeds at 10 cm apart exhibited a higher percentage

of seedling emergence than that at 15, 20, or 25 cm. Planting at 1 cm in depth and with more number of seeds per hole resulted in higher percentages of seedling emergence.

Among the coating materials tested in this study, calcium carbonate and diatomaceous earth were characterized respectively by low and high water-holding capacity. The seeds coated with calcium carbonate emerged better in wet soil, whereas those coated with diatomaceous emerged better in dry soil. Results indicated the necessity of using different coating materials depending on water availability in the soil. However, the emergence of the seeds coated with diatomaceous earth was largely unaffected by soil water concentrations.

Among the perilla cultivars, 'Manback' exhibited acceptable germinability after coating the seeds.

Nutrient incorporation into the coated seeds affected the germinability. GA₃ at 100 ppm, when incorporated into the seeds being coated, helped to induce earlier germination. Incorporating the salts of the MS medium or the Hoagland solution was helpful in improving the germinability of coated seeds.

Incorporating 1,000-ppm Redomil to coated seeds was helpful in establishing the stand in the *Pythium*-inoculated soil.

Production of seed sheets is an alternative to make planting the small-seed vegetables such as carrots much easier. Among the chemicals tested, CMC was found most suitable adhesive: almost 100% seeds adhered to the film at 12.5% CMC. Methyl cellulose could also be used as an adhesive. Number of seeds per hole affected percentage of seedling emergence, but not the speed. At least four seeds were required in a hole to ensure stable stand establishment.

Micro Cel-E was the most suitable carrier for solid matrix priming (SMP) of perilla seeds. Diatomaceous earth was a little less effective than Micro Cel-E, but with no significant difference between the two. Results suggested the possibility of replacing the imported Micro Cel-E with the earth. SMP was generally done best by mixing 5 parts seeds with 3 parts Micro Cel-E and 10.5 parts water by weight at 20°C for 3 days.

Imbibing the seeds in GA₃ solution for a day increased germinability; a combined treatment with benzylamino purine (BAP) did not exhibit any additive effect. A slight improvement of seed germinability was observed when 100-ppm GA₃ was added during the SMP.

Incorporating *Paenibacillus polymyxa* E681 to the seeds being coated not only increased percentages of germination but induced earlier germination as well. The microbe was most successfully incorporated by coating the seeds pre-imbibed in the culture solution of *Paenibacillus polymyxa* E681 after the SMP. Coated seeds were dried back to the initial moisture level in 2 hour at 35°C; nor did the dehudration affect percent germination and T₅₀, suggesting the convenience and safety of this method for mass-handling on a large scale. Coated seeds could be stored for up to 4 months at 5°C; germinability declined rather quickly when stored at room temperature. As the diameter of coated seeds was larger, the germination was lower and later. Results indicated that perilla seeds to be planted mechanically, the seeds could be coated to 3.5 mm in diameter to ensure acceptable percentages and the speed of germination.

Compared with the conventional hand planting, use of a mechanical planter for coated seeds resulted in a saving of seed by 85% and of planting time by 19.5 hours. An additional saving of 39 hours was obtained for thinning the seedlings. Besides a 85% saving of seeds, planting and thinning could be done only in 3.5 hours per 10-a field when the coated seeds were planted with a planter. This reduction in work hours sharply contrasted to 62 hours required for hand-planting the naked seeds and more thinning hours that came with it. All this was translated to a reduction of labor by more than 93%.

2. Development of practical use light spectral in night break and film containing color agents.

It's not uncommon for the amount of leaves to be reduced significantly due to the early differentiation of flower-bud by short-day condition when growing

perilla for harvesting the leaves in the greenhouse during the winter. This study analyzed the effect of day-length on the growth and regulation of flowering, which are closely related with differentiation of flower and amount of leaves. Development of new leaf was inhibited by short-day treatment for more than 5 days. As the period of short-day was longer, the effect on the development of new leaf inhibition was more evident. Number of leaves was reduced in both 40 days and 110 days short-day treatments as period of short-day length was longer. Short-day treatment for less than 3 days did not induce flowering, but short-day treatment for more than 5 days induced flowering. As the period of short-day treatment was shorter, percentage of flowering was lower and days to flowering was longer. That is, when treated for 20 days, flowering began in 20 days. Seed weight was reduced as the length of short-day treatment was longer.

The lower leaves shading in upper leaves is unknown to be reduced significantly due to the early differentiation of flower-bud by dark treatment of leaves when growing perilla for harvesting the leaves in the greenhouse during the winter. This study analyzed the effect of dark treatment of leaves on the growth and regulation of flowering, which are closely related with differentiation of flower and amount of leaves. One leaf and 3 leaves per plant were dark treated for 0, 5, 10 days. Plant height was reduced in 3 leaves treatment, but there was no difference in 1 leaf treatment. Stem diameter was reduced in both 1 leaf and 3 leaves treatments, which was more significant in 3 leaves treatment. Leaf area was reduced when 1 leaf was treated for 10 days, but there was no difference when 1 leaf was treated for 5 days. When 3 leaves were treated, leaf area was no difference between treatments. However, leaf area which 3 leaves were treated was reduced more significantly than that 1 leaf was treated. Seed weight was remarkably decreased when 1 leaf was treated for 10 days, and it was decreased when 3 leaves were treated for more than 5 days.

This study was conducted to estimate growth of leaf and shoot and flowering as affected by GA₃ treatment *in vitro*. Plant height was longer as the concentration of GA₃ was higher up to 2.0mg/ℓ. Stem diameter was thick up to the concentration of GA₃ was 0.1mg/ℓ, but become thinner as the concentration of GA₃ was higher. Root weight and root length were well developed in GA₃ concentration was 0.5~2.0mg/ℓ. Number of roots was more in GA₃ concentration was 0.5 and 1.0mg/ℓ. The first flowering occurred in 40 days after 0.5mg/ℓ GA₃ treatment. As the concentration of GA₃ was higher, flowering was delayed. Number of flowering was significantly increased in GA₃ concentration was 0.1 and 0.5mg/ℓ. However, it was gradually decreased after 60 days. Percentage of flowering per plant was highest in GA₃ concentration was 0.5mg/ℓ, but it was lower as the concentration of GA₃ was increased.

Light-emitting diodes (LEDs) are a potential irradiation source for intensive plant culture systems and photobiological research. The role of red, blue LEDs light and broad-spectrum metal halide (MH) with cool-white fluorescent lamps in plant growth and morphogenesis was investigated in perilla (*Perilla ocymoides* L.) grown under approximately 500 $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ photosynthetic photon fluxes (PPF) in red and blue LEDs or 1500 and 2000 $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ PPF in MH lamps.

Perilla development under blue LED light under a 16 h day-night photoperiod was similar in several respects to that of shaded plants, consistent with an important role for blue light photoreceptors in regulation of growth response to irradiance. Significant anatomical changes in stem and leaf morphologies were observed in plants grown under the blue and red LEDs arrays compared to plants grown under the broad-spectrum MH lamp. Red and blue LEDs light was extended leaf length and decreased leaf width. Especially purple color on lower face of leaf was diminished in blue LEDs light.

Plant biomass was reduced when perilla was grown under red and blue LEDs

compared to plants grown under MH lamps. Especially blue LEDs resulted in taller plants with thinner stem mass than red LEDs and MH lamps. There were fewer leaves and area (cm²) under blue than with lamps producing red LEDs and MH lamps. Photosynthetic rate was significantly affected by light source during culture. Higher photosynthetic rate was obtained in higher light intensity, however, red LEDs lights resulted in lower than those grown in blue LEDs light.

The effect of red, blue and far-red LEDs light in night break on the growth, flowering and photosynthesis of leafy perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1) was measured to develop basic data for increase leaf growth and delay flowering in green house in winter. Red LEDs light was the best effective night break for the growth of stem and T/R ratio, and followed by blue LEDs, far-red LEDs and dark. Red LEDs light was produced higher number, area, fresh weight and dry weight of leaf. Red LEDs light was not initiated flowering after 120 days after night break, and the rate of flowering was 84% in dark, 94% in far-red and 54% in blue LEDs night break. The photosynthesis rate was obtained with red LEDs light and followed by blue and far-red LEDs light.

In order to decrease cost of night break and to practical use of light source, the effect of an red, blue and tricolor(red+blue+yellow) electric light bulb in night break on the growth, flowering and photosynthesis of *Perilla ocymoides* L. (cv. Leafy perilla 1). Plant height and stem diameter was higher in red, blue and tricolor electric light bulb than dark. Higher fresh and dry weight of stem was obtained from tricolor electric light bulb, and followed by red and blue electric light bulb. Night break with red and tricolor electric light bulb was not flower and 85% and 31% flower with dark and blue electric light bulb after 100 days after treated. Flowers was initiated 60 days with dark, 80 days with blue and was not initiated with red and tricolor electric light bulb after night break. Red and tricolor electric light bulb was increased leaf number, leaf area and leaf

fresh weight. Leaf width/leaf length ration was higher in red, blue and tricolor electric light bulb than in the dark after 30 days treated. Red electric light bulb was increased photosynthesis rate with red electric light bulb, and followed by blue, tricolor electric light bulb and dark. Light compensation point was below $20 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ with tricolor electric light bulb and above $20 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ with red and blue electric light bulb.

The study was conducted to establish effective culture method in green-house for the winter through measure the growth, development and photosynthesis of perilla as affected by the strength of ionic, P, Ca, P and K concentration in Yamajaki's culture solution.

1) Effect of ionic compounds concentration.

To find out proper concentration of ionic compounds, the strength of 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 in Yamajaki's culture solution was tested. Plant height, stem diameter and leaf area was increased until the 1.5 strength of ionic compounds was increased. Photosynthesis rate and stomatal conductance was increased with the increasing ionic compounds for 2.0 strength. Lower intercellular CO_2 concentration was obtained at the 1.5 strength, and there was no difference between 0.0 and 2.0 strength.

2) Effect of phosphorus concentration.

Plant height, stem diameter, node number, leaf area and total fresh weight per plant was increased with the increasing in p concentration at 1.5 strength. The higher photosynthesis and stomatal conductance was obtained 1.5 strength, deficiency of p(0 strength) was decreased $0.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ in the photosynthesis rate.

3) Effect of Calcium concentration.

Plant height, stem diameter and leaf number was increased in 2.0 strength of Calcium than in standard concentration (1.0 strength). Leaf area was higher 2.3 times with 2.0 strength of Calcium than standard concentration, so we find out that Calcium was concerned with the growth of leaf. Total fresh weight per

plant and photosynthesis was increased with the increasing Calcium concentration at 2.0 strength.

3) Effect of potassium concentration.

Higher plant height was obtained at the 1.5 strength of potassium. Leaf area was higher 2.1 times with 2.0 strength of potassium than standard concentration. Fresh and dry weight per plant was increased with the increasing potassium concentration. photosynthesis rate was the higher at the 1.5 strength that was increased plant growth, and the deficiency in potassium was decreased photosynthesis as decreased plant growth.

4) Effect of Magnesium concentration.

Half strength of magnesium was increased leaf area. Photosynthesis rate was higher at 2.0 strength of magnesium that was promoted growth, and reduced at deficiency of magnesium that was inhibited growth.

In order to find out substitute mulching materials for vinyl film, the effect of news paper, white and black vinyl film as mulching materials on the plant growth and photosynthesis of perilla was estimated. Plant height, stem diameter and leaf number was higher at black film, and followed by white film, green film and news paper as mulching materials. Area, fresh weight and dry weight of leaf was fewer mulching with news paper than with black and white.

Photosynthesis rate was similar with shoot growth, black mulching was higher in white and green mulching and decreased news paper and non-mulching. We suggested that mulching with news paper was eradicate weeds, increased the plant growth and reduced waste of vinyl after mulching.

The studies was conducted to develop the film containing color agents transmit selective light spectral, it was promoted the plant growth, high quality of horticultural products and increased yield in the green-house during winter.

1) Effects of added red color agents in PE film

The reflectance of light spectral was measured with the PE film added 300

ppm FS540, FS4050, S-FG and S7-G red color agents. The reflectance between 400nm and 500nm was higher in S-FG red color agents, the PE film added S7-G color agents decreased reflectance. PE film added S7-G red color agents reduced reflectance between 600nm and 700nm, the reflectance between 650nm and 700nm was similar with red color agents. The PE film added S-FB agents was promoted the plant height, and followed by FS4050, FS540 and S-G agents, but PE film added S-D agents inhibited elongation of plant in 'Leafy perilla 1'. Stem diameter was lower in PE film added red color agents than white PE film, and the higher plant height was obtained from treatment, the thinner stem diameter was obtained in 'Leafy perilla 1' and 'Manchu perilla'. PE film added red color agents reduced the fresh weight and dry weight of leaves and photosynthesis rate compared with white film.

2) Effects of added blue color agents in PE film

The plants under the PE film containing EOB blue color agents was promoted the stem growth of 'Leafy perilla 1' and 'Manchu perilla' compared with white PE film, S-FG agents reduced plant height. Fresh weight of leaf was higher in white film than in added blue color agents. Photosynthesis rate was increased white film, non-tunnel, EOB agents and S-FG agents, in that order.

3) Effects of combined red and blue color agents in PE film

In the transmittance of PE film containing combined red and blue color agents, higher transmittance at the 460nm was obtained from 250 ppm red agent combined with 250 or 500 blue agent approximately 93.5%, The spectral quality from 600 to 700nm was transmit higher 250 ppm red agent combined 500 or 1,000 ppm blue agent than white or the other combination. Leaf number was increased the plants grown under the PE film containing 250 ppm red agents and 500 ppm blue agent or red and blue agent with 1,000ppm in 'Leafy perilla' and 'Manchu perilla'. The PE film containing 1,000ppm red and 250 ppm blue agent was increased leaf area. Diameter and fresh weight of stem and root length was higher two times with 250 ppm red and 500 ppm blue agent than white film. The plants grown in PE film containing 1,000 ppm red and 500 ppm

blue agent was increased a value of leaf, and followed by 1,000 ppm red and 1,000 ppm blue agent. Photosynthesis rate in 'Manchu perilla' was higher than 'Leafy perilla 1', Light compensation point was about $30\sim 40\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$, light saturation point was about $1,000\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$ in 'Leafy perilla 1' and 'Manchu perilla'. Higher photosynthesis rate was obtained from PE film containing 250ppm red and 500ppm blue agent, and followed by 250ppm red and 1,000ppm blue agent.

4) Effects of added yellow color agents in PE film

Plant height was 1.7 and 1.3 times higher in PE film containing panax yellow FS520 than white film in 'Leafy perilla 1' and 'Manchu perilla', respectively. Stem fresh weight was higher in film containing panax yellow FS520 than white film, but remarkably decreased fresh weight in film containing yellow agent. Number and area of leaf was increased in PE film containing panax yellow FS520 and panax lemon yellow FB in 'Leafy perilla 1'. Photosynthesis rate was higher in white film, followed by panax yellow FS 520, panax lemon yellow FB, yellow and lemon yellow.

5) Effects of added orange color agents in PE film

PE film containing FB-400 orange color agent was higher plant height in 'Leafy perilla 1' and 'Manchu perilla'. The higher plant height was obtained from treatment, the thinner stem diameter was obtained in 'Leafy perilla 1' and 'Manchu perilla'. Fresh weight of stem was heavier grown in PE film containing S-HS than white film, but decreased fresh weight in PE film containing FS-530. Plants grown in PE film containing S-SG agent was promoted initiation of leaf number and expanding leaf, but decreased plant fresh and dry weight grown under PE film containing orange agent in 'Leafy perilla 1' and 'Manchu perilla'.

Study was conducted estimate effect of spectral quality in cultivated or in night break, ions and covering materials on the photosynthesis rate, stomatal conductance, transpiration of water.

Light saturation point was about $1,000 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (photosynthesis rate is about $20 \mu \text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), light compensation point was about $80 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in summer. However, light saturation point was about $1,000 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (photosynthesis rate is about $7 \mu \text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), light compensation point was about $5 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in winter in the green-house.

1) Effect of red, blue and far-red LEDs light in cultivated.

Light saturation point was about $500 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, light compensation point was about $20\text{--}35 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in red, blue and far-red LEDs light.

2) Effect of red, blue and far-red LEDs light in night break

Photosynthesis rate was higher in red LEDs light, and followed by blue LEDs, dark and far-red LEDs light. Light saturation point was about $1,500 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in red and blue LEDs light, and $1,000 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in dark and far-red LEDs light, light compensation point was about $20 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in red LEDs light and $20 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in blue, far-red LEDs light and dark.

3) Effect of red, blue and tricolor electric light bulb in night break

Photosynthesis rate was higher in red electric light bulb, and followed by blue electric light bulb, tricolor electric light bulb. Light saturation point was similar about $1,000 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in red, blue and tricolor electric light bulb, light compensation point was about $8 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in blue electric light bulb and $20 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in red and tricolor electric light bulb.

4) Effect of flowering

Light saturation point was higher about $2,000 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ in non-flowering plants and about $2,000 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ grown in flower initiated plants and blooming plant. Light compensation point was about $10 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ in blooming plants, about $20 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ in non-flowering plants and about $40 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ in flower initiated plants. Photosynthesis rate was higher in non-flowering plants, followed by blooming and flower initiated plants.

Perilla leaf contains 84~88% moisture, 2.5~3.7% proteins, 0.4~0.9% fats,

6.9~9.2% carbohydrates, 3,000~4,000IU vitamin A and 30~60mg/100g vitamin C. Aspartic acid, glutamic acid, glycine, alanine, arginine, and threonine was contained higher amounts, and tyrosine and cysteine and methionine containing sulfate was little amounts in perilla leaf. Perilla leaf was contained 34 kinds of free amino acids, and major amino acids was glutamic acid, glycine, serine, aspartic acid and alanine that was structural amino acids. Volatile compounds in leaf was detected 52 kinds in 'Leafy perilla 1', 48 kinds in 'Yupsil perilla', 47 kinds in 'Miryang 9' and 'YCPL'. Major volatile compounds was perilla ketone, it's concentration was 145.75 $\mu\text{g/g}$ in 'Miryang 9', 187.00 $\mu\text{g/g}$ in 'YCPL', 301.59 $\mu\text{g/g}$ in 'Leafy perilla 1' and 551.42 $\mu\text{g/g}$ in 'Yupsil perilla', but the other volatile compounds less than 20 $\mu\text{g/g}$. The higher purple under leaf was obtained, the higher L and a value was increased. However, b value was reversed trends for the L and a value.

Subject 2. Development of environmental friendly-cultivation method for the production of high quality perilla leaf

1. Development of environmental friendly-cultivation with microorganisms.

The damage in the leaf perilla has greatly been increased because of the increased density of disease, and pathogens were have power of resistance to agricultural chemicals by replanting. Major fungal pathogens from in the perilla cultivation area were isolated and study of growth characterization, and then identified with the morphological characteristics using a microscope and cultural characteristics using the various cultural media, and pathogenicity. The pathogens of sclerotinia rot was then called *Sclerotinia sclerotiorum* MK01, and optimal temperature and optimal pH of mycelial growth were detected at the 23 $^{\circ}\text{C}$ to 25 $^{\circ}\text{C}$ and acid conditional pH 4, respectively. The pathogens of gray mold rot was then called *Botrytis cinerea* MK02, and optimal temperature was detected at the 20 $^{\circ}\text{C}$ to 25 $^{\circ}\text{C}$. The pH of conidial suspension did not affect on the

mycelial growth. Four other pathogens were isolated and identified, that the *Colletotrichum atramentarium* MK03, *Fusarium oxysporum* MK04, *Rhizoctonia solani* MK05, *Phytophthora capsici* MK06.

The soil pollution, as a result of excessively using agricultural chemicals and chemical fertilizer and unusual change of weather was bring of new disease. The new disease was then called leaf blight of perilla. This disease symptoms of initially appeared of the leaves showing black shrivel and drying of the edge infected leaves. Not discovery of prevention method of the disease, and then its serious damages on perilla. Isolated of microorganisms and analysed of chemical components from the disease leaf and stem for cause elucidation of leaf blight. The isolate of microorganisms, 16 strains fungi and 55 strains bacteria were used cause elucidation of the leaf blight on perilla. The 7 chemical compounds, that is arbutin, bitter principle, cardiac glycoside, alkaloids, valepotriates, and cumarins, were analysed with TLC system, and then analyzed microcompounds with GC/MS. Various experiments were performed in order to prevent leaf blight by the biological control method. The leaf blight progress was controlled by the biological control system of soil management, moisture regulation, and treated AB17. Antagonistic bacteria AB17 was separated from the disease perilla plant.

Antagonistic bacteria and fungi were separated for the prevention purpose of the major disease and new disease. As for new disease, the preventing method is not developed. *In vitro* assay for antifungal activity of collected isolates to major disease of perilla and major soil born pathogens such as *S. sclerotiorum*, *B. cinerea*, *C. atramentarium*, *F. oxysporum*, *R. solani*, and *P. capsici* were made in 1/5 PDA plates. Among the isolates, 18 strains antagonistic bacteria and 7 strains antagonistic fungi were isolated from perilla leaves, stems and cultivation soil. The perilla leaves, stems and cultivation soil were collected from land under cultivation leaf perilla in Miryang. The isolated antagonistic bacteria

and fungi were performed of antifungal spectrum to major disease of perilla and major soil born pathogens. Among the antagonistic bacteria, AB2, AB5, AB8, AB17 and AB18 were strong antifungal activity against pathogenic fungi of perilla, and the antagonistic fungi AF2, AF5, AF6 and AF7 were showed strong antifungal activity, too.

AB2 and AB17 inhibited the mycelial growth and germination of *S. sclerotiorum*, and *B. cinerea*, *in vitro*, which caused the sclerotinia rot and gray mold rot of perilla. Both of bacteria showed highly effect to prevent the sclerotinia rot and gray mold rot in the pot test with around 100% of control value. Application of AB17 effectively controlled the sclerotinia rot and gray mold rot in growth chamber test showing the control values of 55% and 40%, respectively. AB2 was showed similarly activity.

The plant growth promotion ability of the AB2 and AB17 were tested in pot experiments using perilla. The AB2 and AB17 enhanced the stem growth, leaf growth and root growth were germinated than that of untreated control. The stem growth of 25 days old perilla foliar spray that with AB2 and AB17 were revealed 16% increasement in plant height. The leaf growth of 25 days old perilla foliar spray that with AB2 and AB17 were revealed 17% increasement in leaf number, and AB17 revealed 55%, 54%, 51% increasement in leaf area, fresh and dry weight, respectively.

The AB2 and AB17 were identified as *Bacillus subtilis* and *Burkholderia* sp. on the basis of morphological, physiological characteristics and 16S rRNA gene sequencing kit with API system.

2. Selection of disease tolerant and photoperiodic blunting species in perilla.

The purpose of this study was to bioassay for resistance to *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Glomerella cingulata*, and *Fusarium oxysporum* in perilla germplasms. Three germplasms(2, 52, and 78) were resistant to *Botrytis cinerea*, the mean value for resistance was 1.83, 2.00, and 1.17, respectively.

Three germplasms(30, 64, and 65) were resistant to *Sclerotinia sclerotiorum*, the mean value for resistance was 1.33, 2.00, and 1.66, respectively. Two germplasms(46 and 78) were resistant to *Glomerella cingulata*, the mean value for resistance was 1.62 and 1.09. And, two germplasms(32 and 42) were resistant to *Fusarium oxysporum*, the mean value for resistance was 1.33 and 1.66.

The purpose of this study was to optimize PCR condition for RAPD analysis in perilla. 3×3×3 factorial experiment for template DNA concentration, MgCl₂ concentration, and amount of taq polymerase was conducted. Another factorial experiment for denature, annealing, extension temperature on the optimal PCR condition was also conducted. The best template DNA concentration was 60ng(0.5unit taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, 1unit taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, and 1unit Taq polymerase and 7.0mM MgCl₂). Clear bands were observed from 2.5mM, 4.5mM, and 7.0mM of MgCl₂ concentration if template DNA concentration and amount of taq polymerase were properly combined. Amount of taq polymerase for the optimal PCR condition was 0.5unit and 1unit when template DNA concentration and MgCl₂ concentration were properly combined. When we consider results from template DNA concentration, MgCl₂ concentration, and amount of taq polymerase, 3 conditions(60ng of template DNA, 2.5mM MgCl₂ and 0.5unit taq polymerase; 60ng of template DNA, 2.5mM MgCl₂ and 1unit taq polymerase; and 60ng of template DNA, 7.0mM MgCl₂ and 1unit taq polymerase) were best combinations for the optimal PCR condition. Reaction temperatures for the optimal PCR condition were 84°C, 32°C, 62°C; 90°C, 40°C, 72°C; and 92°C, 36°C, 72°C.

This experiment was carried out to elucidate the uniformity of leaf perilla in Miryang area through the collection of leaf perilla seeds, to survey agronomical traits, and to test molecular genetical features. Seed coat color, flowering time, stem length, and leaf yield were included for agronomical trait, and RAPD

analysis was employed for molecular genetic test. We noticed that the grade of uniformity of leaf perilla seeds was not high. From the segregating pattern for flowering time, we suggest that the seeds have been mixed with those of other varieties. We noticed that stem length does not effect significantly for leaf yield. The extent of stand deviation stands for the uniformity of cultivating seeds, and this effects leaf yield significantly. From the results of molecular genetical tests, we identified that leafs in Miryang area are not pure, that is, RAPD bands from Sangdong D, E, Sangnam B, D, E, Danjang A, B, E were always monomorphic, which means that the leaf perilla from these area are homogeneous, but those bands from other areas were polymorphic, which means that the leaf perilla from these area are heterogeneous. Much more effort is required for the Miryang area leaf perilla farms to have uniform leaf perilla seeds.

CONTENTS

Chapeter 1.	General introduction -----	45
Chapeter 2.	Development of seed treatment for germination enhancement -----	48
Chapeter 3.	Development of optimal adhesive for seed coating -----	73
Chapeter 4.	Development of covering material for coated seeds -----	78
Chapeter 5.	Development of how to enhance the coloration in coating seeds ---	92
Chapeter 6.	Development of planting method in coated seeds -----	97
Chapeter 7.	Development of high water absorption and low water absorption coating seeds -----	107
Chapeter 8.	Development of coating process for mass production -----	113
Chapeter 9.	Selecion of cultivars for high adaptability in coating seed -----	116
Chapeter 10.	Development of seed coating method for labor saving in weeding --	119
Chapeter 11.	Development of seed coating method for the promotion of early growth	121
Chapeter 12.	Early development of coated seeds -----	126
Chapeter 13.	Development of Seed sheet process -----	131
Chapeter 14.	Development of germination enhancement in coated seeds -----	135
Chapeter 15.	Development of seed coating method using useful microorganism ---	147
Chapeter 16.	Establishment of drying condition in coated seeds -----	151
Chapeter 17.	Identification of storage in coated seeds -----	155
Chapeter 18.	Comparison of efficiency in sowing and viability between coating seeds and seed sheet -----	158
Chapeter 19.	Establishment of labor-saving production model -----	161
Chapeter 20.	Effect of short day on the growth and flowering in <i>Perilla ocymoides</i> L. -----	170
Chapeter 21.	Effect of leaf number and days in dark on the growth and flowering in perilla(<i>Perilla ocymoides</i> L.) -----	181

Chapeter 22.	Control of growth and flowering in perilla(<i>Perilla ocymoides</i> L.) as affected by GA ₃ <i>in vitro</i> -----	188
Chapeter 23.	Photomorphogenesis and growth of perilla (<i>Perilla ocymoides</i> L.) grown under red or blue LED (light emitting diodes) light source -----	197
Chapeter 24.	Effect of red, blue and far-red LEDs light in night break on the growth and photosynthesis rate in <i>Perilla ocymoides</i> L.-	206
Chapeter 25.	Effect of red, blue and tricolor electric light bulb in night break on the growth and photosynthesis rate in <i>Perilla ocymoides</i> L. -----	218
Chapeter 26.	Effect of ionic, P, Ca, Mg and K concentration in Yamajaki's culture solution on the growth and photosynthesis rate in <i>Perilla ocymoides</i> L. -----	230
Chapeter 27.	Effect of soluble mulching materials on the growth and photosynthesis rate in <i>Perilla ocymoides</i> L. -----	181
Chapeter 28.	Effect of color agents in PE film on the growth and photosynthesis rate in <i>Perilla ocymoides</i> L. -----	188
Chapeter 29.	Factors affecting photosynthesis rate in <i>Perilla ocymoides</i> L.	308
Chapeter 30.	Analysis of compounds for food to assess quality in perilla leaf (<i>Perilla ocymoides</i> L.) -----	322
Chapeter 31.	Isolation, identification and characteristics from pathogens in leaf perilla -----	340
Chapeter 32.	Analysis of how the leaf blight occurs -----	359
Chapeter 33.	Development of microorganic agrochemical and biological control	378
Chapeter 34.	Collection of genetic resources and test of major agronomical characteristics in perilla -----	403
Chapeter 35.	Identification of resistance to major diseases in perilla genetic resources -----	408
Chapeter 36.	Identification of optimal PCR condition for RAPD analysis in perilla -----	426
Chapeter 37.	Test of agronomical traits and molecular genetic features for the survey of uniformity in Miryang leaf perilla cultivating area	442
	References -----	473

목 차

요 약 문 -----	2
Summary -----	13
Contents -----	30
목 차 -----	32
제 1 장 연구개발과제의 개요 -----	38
제 2 장 국내외 기술개발 현황 -----	41
제 3 장 연구개발 내용 및 결과 -----	45
제 1절 서 론 -----	45
제 2절 발아촉진 종자처리법 개발 -----	48
1. 서 언 -----	48
2. 재료 및 방법 -----	48
3. 결과 및 고찰 -----	50
제 3절 종자코팅의 적정접착제 개발 -----	73
1. 서 언 -----	73
2. 재료 및 방법 -----	73
3. 결과 및 고찰 -----	73
제 4절 코팅 피복물질 개발 -----	78
1. 서 언 -----	78
2. 재료 및 방법 -----	79
3. 결과 및 고찰 -----	80
제 5절 코팅종자의 착색증진법 개발 -----	92
1. 서 언 -----	92
2. 재료 및 방법 -----	92
3. 결과 및 고찰 -----	92
제 6절 코팅종자의 파종방법 개발 -----	97
1. 서 언 -----	97
2. 재료 및 방법 -----	97
3. 결과 및 고찰 -----	98

제 7절	수화형·소수형 코팅종자 개발	107
1.	서 언	107
2.	재료 및 방법	107
3.	결과 및 고찰	108
제 8절	대량생산이 가능한 코팅공정 기술개발	113
1.	서 언	113
2.	재료 및 방법	113
3.	결과 및 고찰	114
제 9절	코팅적응성 높은 품종 선발	116
1.	서 언	116
2.	재료 및 방법	116
3.	결과 및 고찰	117
제 10절	제초노력 절감을 위한 종자코팅법 개발	119
1.	서 언	119
2.	재료 및 방법	119
3.	결과 및 고찰	119
제 11절	코팅종자의 초기생육 촉진을 위한 종자코팅 방법 개발	121
1.	서 언	121
2.	재료 및 방법	121
3.	결과 및 고찰	122
제 12절	코팅종자의 초기생육	126
1.	서 언	126
2.	재료 및 방법	126
3.	결과 및 고찰	126
제 13절	Seed sheet 공정기술 개발	131
1.	서 언	131
2.	재료 및 방법	131
3.	결과 및 고찰	132
제 14절	코팅종자의 발아촉진법 개발	135
1.	서 언	135
2.	재료 및 방법	136
3.	결과 및 고찰	137
제 15절	유용미생물을 이용한 종자코팅법 개발	147
1.	서 언	147
2.	재료 및 방법	147
3.	결과 및 고찰	148

제 16절	코팅종자의 건조조건 확립 -----	151
1.	서 언 -----	151
2.	재료 및 방법 -----	151
3.	결과 및 고찰 -----	151
제 17절	코팅종자의 저장성 검정 -----	155
1.	서 언 -----	155
2.	재료 및 방법 -----	155
3.	결과 및 고찰 -----	156
제 18절	코팅종자와 seed sheet 종자간 파종 및 생력효율성 검정 -----	158
1.	서 언 -----	158
2.	재료 및 방법 -----	158
3.	결과 및 고찰 -----	159
제 19절	노력절감형 생산모델 정착 -----	161
1.	서 언 -----	161
2.	재료 및 방법 -----	161
3.	결과 및 고찰 -----	162
5.	참고문헌 -----	165
제 20절	단일처리 기간이 들깨의 생육 및 개화에 미치는 영향 -----	170
1.	서 언 -----	170
2.	재료 및 방법 -----	170
3.	결과 및 고찰 -----	171
4.	적 요 -----	178
5.	참고문헌 -----	179
제 21절	암처리 염수와 기간이 들깨의 생육 및 개화에 미치는 영향 -----	181
1.	서 언 -----	181
2.	재료 및 방법 -----	182
3.	결과 및 고찰 -----	182
4.	적 요 -----	186
5.	참고문헌 -----	186
제 22절	들깨 기내배양시 GA ₃ 처리에 의한 생육 및 개화조절 -----	188
1.	서 언 -----	188
2.	재료 및 방법 -----	188
3.	결과 및 고찰 -----	189
4.	적 요 -----	195
5.	참고문헌 -----	195

제 23절	적색, 청색 근적색의 LED처리가 들깨의 성장과 광합성 및 형태형성에 미치는 영향 -----	197
1.	서 언 -----	197
2.	재료 및 방법 -----	198
3.	결과 및 고찰 -----	198
4.	적 요 -----	204
5.	참고문헌 -----	205
제 24절	적색, 청색 및 근적색광 LED를 이용한 야과가 식물체의 생육 및 광합성에 미치는 영향 -----	206
1.	서 언 -----	206
2.	재료 및 방법 -----	206
3.	결과 및 고찰 -----	207
4.	적 요 -----	215
5.	참고문헌 -----	216
제 25절	광질 조절용 전구를 이용한 야과가 잎들깨의 개화 및 생육에 미치는 영향 -----	218
1.	서 언 -----	218
2.	재료 및 방법 -----	219
3.	결과 및 고찰 -----	219
4.	적 요 -----	228
5.	참고문헌 -----	228
제 26절	무기원소 처리가 식물체의 생육 및 광합성에 미치는 영향 -----	230
1.	서 언 -----	230
2.	재료 및 방법 -----	230
3.	결과 및 고찰 -----	231
4.	적 요 -----	251
5.	참고문헌 -----	252
제 27절	암처리 엽수와 기간이 들깨의 생육 및 개화에 미치는 영향 -----	181
1.	서 언 -----	181
2.	재료 및 방법 -----	182
3.	결과 및 고찰 -----	182
4.	적 요 -----	186
5.	참고문헌 -----	186
제 28절	들깨 기내배양시 GA ₃ 처리에 의한 생육 및 개화조절 -----	188
1.	서 언 -----	188
2.	재료 및 방법 -----	188
3.	결과 및 고찰 -----	189
4.	적 요 -----	195
5.	참고문헌 -----	195

제 29절	들깨의 광합성에 미치는 제 요인의 구명 -----	308
1.	서 언 -----	308
2.	재료 및 방법 -----	308
3.	결과 및 고찰 -----	309
4.	적 요 -----	319
5.	참고문헌 -----	320
제 30절	갯잎의 품질 평가를 위한 성분 분석 -----	322
1.	서 언 -----	322
2.	재료 및 방법 -----	322
3.	결과 및 고찰 -----	327
4.	적 요 -----	337
5.	참고문헌 -----	338
제 31절	잎들깨 병원균의 분리, 동정 및 특성조사 -----	340
1.	서 언 -----	340
2.	재료 및 방법 -----	341
3.	결과 및 고찰 -----	345
4.	적 요 -----	355
5.	참고문헌 -----	356
제 32절	들깨 잎마름병의 원인분석 -----	359
1.	서 언 -----	359
2.	재료 및 방법 -----	361
3.	결과 및 고찰 -----	362
4.	적 요 -----	373
5.	참고문헌 -----	373
제 33절	미생물농약의 개발과 생물학적 방제 -----	378
1.	서 언 -----	378
2.	재료 및 방법 -----	379
3.	결과 및 고찰 -----	382
4.	적 요 -----	399
5.	참고문헌 -----	399
제 34절	들깨 유전자원 수집 및 주요 형질, 특성조사 -----	403
제 35절	들깨유전자원들의 주요 병해충 저항성 검정 및 저항성 중간 모본 선 발, 중간 모본의 특성 검정 및 유전자원 증식 -----	408
1.	서 언 -----	408
2.	재료 및 방법 -----	409
3.	결과 및 고찰 -----	409
4.	적 요 -----	424
5.	참고문헌 -----	424

제 36절	들깨의 RAPD 분석을 위한 PCR 최적조건 구명 -----	426
1.	서 언 -----	426
2.	재료 및 방법 -----	427
3.	결과 및 고찰 -----	430
4.	적 요 -----	438
5.	참고문헌 -----	439
제 37절	밀양지역 재배 잎들깨의 현황 및 형태적·분자 유전학적 특성조사 --	442
1.	서 언 -----	442
2.	재료 및 방법 -----	443
3.	결과 및 고찰 -----	444
4.	적 요 -----	454
5.	참고문헌 -----	455
제 4장	목표달성도 및 과련분야에의 기여도 -----	456
제 5장	연구개발 결과의 활용 -----	465
제 6장	연구개발 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보 -----	468
제 7장	참고문헌 -----	473

제 1 장 연구개발과제의 개요

들깨잎은 오래 전부터 절임, 김치용, 된장에 갈무리 또는 통조림용 가공 등으로 주년채소로서 이용되어 왔다. 최근 국민소득의 증대로 육류와 생선회의 소비가 증가함에 따라 곁들임 생채쌈용으로서 신선 잎들깨의 소비가 급격히 증가하고 있다. 이로 인해 들깨잎의 주년소요에 대한 공급을 충족시키기 위하여 겨울철 비닐하우스 재배가 매년 증가하고 있는 실정이다.

또한 들깨잎에는 방향성이 강한 정유(精油)성분인 perilla ketone($C_{10}H_{14}O_2$)이 다량 함유되어 있어 생선회나 육류의 비릿한 냄새를 감소시켜줄 뿐만 아니라 식욕 증진, 미네랄 및 vitamin C와 vitamin B₂가 풍부하며, 결핵균의 발육억제, SOD(superoxide dismutase)가 다량함유되어 있어 기능성 채소로도 개발가치가 높은 채소이다. 이러한 특수성 때문에 들깨잎은 겨울철 단경기에 건강식품이기도 하며, 고유의 독특한 향기를 내는 새로운 신선 엽채소로서 각광받고 있다.

그러나 잎들깨는 대전 이북지방에서는 초상일이 빨라 안전채종이 불가능하며, 겨울철 하우스 재배시 난방비용이 과다하여 충남 이남 지역이 재배적지라고 할 수 있다. 특히 밀양은 겨울이 온난하기 때문에 무가온 수막재배가 가능하며 잎들깨의 가락동 시장 반입량은 11월~익년 3월까지 99%, 봄 파종과 겨울 하우스 재배의 생산이 겹치는 4월~5월에는 87%, 6월~10월에는 47% 이상을 공급하고 있어 밀양이 겨울 하우스 재배는 물론 노지 재배의 주산지임을 반증하고 있다.

우리 나라 잎들깨 재배시 문제되고 있는 현장애로 사항들은 파종, 솟음, 제초작업, 전조재배, 병충해 및 품종의 불균일성 등에 의해서 악성 노동력 투입, 품질하락 및 수량감소 등의 복합적인 문제점이 대두되고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 본 연구에서 계획하고 있는 코팅종자를 이용한 기계화 파종, 저비용 고효율, 환경친화적인 재배법 개발과 계통선발이 선행되어야 한다.

겨울철 하우스 재배시 활력이 낮은 종자를 파종함으로써 발아가 지연되어 초기생육과 개체간 생육이 불균일하다. 이에 따라 포장입묘율이 저하될 것을 우려한 농가에서는 간이 파종기를 이용하여 다량의 종자를 파종하고 있으며, 들깨 종자와 토양색깔이 비슷하여 파종여부의 정확한 판단이 불가능하므로 한 곳에 파종된 종자수가 20개 이상을 상회하여 솟음문제를 야기시키고 있다. 솟음 작업 또한 솟음 몸살과 입고병에 의한 결주 위험성이 있어 2~3회로 나누어 시행되는데 많은 노력이 소요된다. 이는 곧 생산비 상승으로 연결되며, 파종과 솟음작업에 소요되는 비용이 잎들깨 총생산비의 25%를

차지하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 저온, 고온 등 불량조건에서도 신속하게 발아하여 초기생육을 촉진시킬 수 있는 고효율 종자가 요구되며, 또한 파종, 솟음작업 등을 생력화할 수 있는 코팅종자의 도입이 절실하다고 할 수 있다.

우리 나라의 일부 종묘업계에서도 외국으로부터 종자코팅 기술도입이 진행되고 있으며, 이에 상응하는 기술료를 매년 지불하고 있다. 따라서 외화절감과 국내의 종자 코팅기술의 제고를 위해서 자체적인 기술 개발이 필요한 시기이다.

들깨는 대표적인 단일식물로서 야간조명에 의해서 개화를 지연시킬 수 있으나, 잎 수확을 목적으로 겨울철 비닐하우스 재배를 하는 대부분의 농가들이 일몰 후부터 전조재배를 함으로써 전력소모를 가중시키고 있다. 그러나 전조방법이 부적절하여 조기개화를 초래하여 품질이 저하되고 수량이 감소되고 있다. 또한 화아분화에 의한 조기 개화와 겨울철의 이상환경은 무기영양원의 불균형적인 흡수를 초래하고 있고 자색색소 발현이 불량하여 품질저하와 아울러 잎들깨 수확량도 현저하게 감소시키는 요인이 된다.

따라서 개화억제를 위한 저비용, 고효율적인 야간전조 조건과 생육단계별 최적 무기영양원 공급조건을 구명하여 전조비용을 절감할 수 있는 고품질 잎들깨의 생산 체계를 확립하고자 한다.

우리나라에서 재배되고 있는 잎들깨 품종들은 체계적인 품종 육성 과정을 거쳐 보급된 품종들이 아니라 오랫동안 각 농가에서 재배되어 온 품종을 자가 채종하거나 중간 수집상을 통해 구입한 종자들을 이용하고 있어 혼종에 의한 생장의 불균형 및 개화기의 불일치 등으로 인하여 고품질의 잎들깨를 수확하기 어렵다. 따라서 순도가 높고 잎이면이 자색색소 함량이 높은 계통의 선발 및 고정에 의해서 균일한 생육과 고품질의 잎들깨 품종 창출이 무엇보다도 시급한 과제이다.

겨울철 잎들깨 하우스 재배는 밀폐된 공간에서 지상부의 분무 호스로서 관수하기 때문에 하우스내 수분함량이 높아 곰팡이나 세균 등의 감염으로 회색곰팡이병 및 시들음병의 발생으로 치명적인 피해를 받는다. 외형적인 고품질 생산에 주력하다보니 화학농약의 과다살포가 따르게 되고 이에 농약잔류독성에 의한 안전성이 문제시된다. 최근에는 국민들의 건강에 관한 관심이 높아지고 전 세계적으로 농산물에 대한 농약의 규제가 심하기 때문에 엽채류에 농약의 살포는 중요한 문제로 대두되고 있다. 본 연구에서는 생물학적 방제 system을 개발하여 위의 두 문제를 해결하고자 한다.

현행 들깨 재배농가들의 현장어로 사항인 (1) 파종과 솟음작업에 과다한 인력소

모, (2) 야간 전조에 의한 생산비 상승, 연작재배로 양분흡수의 불균형 및 이로 인한 품질저하, (3) 과도한 화학농약 살포로 잎들깨의 농약잔류독성 위험성 (4) 이품종의 혼입에 의한 생육의 불균일 등이 시급히 해결되어야 할 사항들이다. 따라서 본 과제에서는 ‘밀양지역에서 고품질 잎들깨 생산을 위한 노력절감형 및 환경친화형 재배기술을 개발’의 연구결과를 들깨재배 농가에 접목시켜, 현장애로점을 해결하고 궁극적으로 농가 소득을 향상시키고자 한다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

들깨를 작물로서 재배하고 있는 지역은 우리나라를 비롯한 동남아시아 일부 국가에 한정되어 있고, 재배면적이 많지 않은 마이너 작물(minor crop)로 취급되면서 들깨에 관한 연구는 타작물에 비하여 매우 부진하였다.

그러나 최근에는 들깨의 용도가 다양해지고 재배면적도 증가됨에 따라 생장해석과 일장반응, 잎들깨의 수경재배법 개발, priming 처리에 의한 초기생육 촉진, 종실과 엽실 검용 품종 육성과 재배법 개발에 많은 연구가 이루어지고 있다. 일본에서는 잎들깨와 유사한 자소를 국가 및 종묘회사 차원에서 체계적인 유전자원을 수집하여 신품종을 육성한 바 있고 이를 산업화하였다.

들깨의 개화에 관여하는 요인들은 질소, 생장조절물질, CO₂ 또는 탄수화합물, 온도 등이 보고되고 있으나, 이들 요인들이 근본적인 개화반응에는 영향을 미치지 못하고 일장에 의해 지배되는 것으로 알려져 있다. 개화물질설을 입증하기 위해 한계 일장, 생육단계별 감응성, 개화자극을 위한 단일주기의 회수 및 자극물질의 집적, 적색광에 대한 반응, phytochrome의 분리 등의 연구가 1950년대 말부터 1960년대 사이에 이루어졌다. 그러나 이러한 일련의 연구들은 개화기작을 이해하기 위한 학문적 의의는 크다 할지라도 잎들깨 재배에서 전력소비량을 절감할 수 있는 저비용 고효율 전조재배 방법을 제시한 연구는 없었다.

코팅종자는 1868년 특허를 시초로 발전을 거듭하여 원예작물과 공예작물등에서 다양하게 적용되고 있다. 초기의 코팅 종자는 비활성 물질로 피복하여 크기를 증가시켜 기계화 파종이 가능하였지만, 발아력이 감소하는 단점이 있었다. 그러나 최근에는 priming 종자를 코팅함으로써 발아촉진 효율을 높이고 있다. 또한 코팅과정중 살균제, 살충제, 유용미생물, 생장촉진물질 및 영양물질을 첨가하여 병충해 방제와 발아 및 묘생육의 촉진도 가능하게 되었다. 이와 같이 선진국에서는 우수한 묘의 생산과 직결되는 종자의 품질향상에 큰 관심을 가지고, 80년 초반부터 priming에 지속적인 연구가 이루어졌고, 이를 산업화하려는 기업체들의 노력에 힘입어 90년에는 이미 고품질의 종자를 국외로 수출하고 있다. 우리 나라에서도 1990년 이후부터 종자 priming 및 coating에 대한 중요성이 인식되어 몇몇 대학 및 연구기관에서 활발한 연구가 이루어지고 있으나, 아직까지 보완해야 될 문제점이 많다. 또한 파종과 수음비용이 총생산비의 20%를 차지하고 있는 들깨에서는 코팅종자를 이용한 기계화 정밀 파종은 파종작업의 생력화와 아울러 종자를 절감할 수 있으나, 이를 시도한 연구는 없었다.

식물생장은 광질에 의해서 영향을 받는다고 알려져 있다. 특히, 적색광과 근적색광에 대한 반응은 phytochrome에 의해 조절되며(Butler 등 1964). 많은 연구자들이 광수용체와 연관된 형태형성조절을 설명하기 위해 수행되었고, 개화유도와 개화시기를 앞당기기 위해서는 일정량의 청색광과 근적색광이 필요하다고 보고되고 있다(Bagnall, 1993; Britz와 Sager, 1990; Davis와 Simmons, 1994; Hoenecke 등, 1992; McMahon 등, 1991; Perilleuk 등, 1994; Smith, 1982; Somers 등, 1991). 개화와 형태형성 반응은 여러 유전자와 관련되어 있고, 그 작용이 복잡하여 정확한 기작이 밝혀지지 않고 있다.

적색처리의 수고생장 억제효과는 낮은 FR/T(far-red/total irradiance) 또는 GY/T(green+yellow/total irradiance) ratio에 기인하는 반면, 청색처리의 수고생장 억제효과는 높은 B/T(blue/total irradiance) ratio에 기인한다고 하였다.(Britz와 Sager, 1990; Kadman-Zahavi와 Ephrat, 1976; Rajapakse와 Kelly, 1992; Vanderhoef등, 1979). 수고생장은 FR/T ratio와 낮은 B/T ratio에 의존하며, 높은 FR/T ratio와 낮은 GY/T ratio 또는 낮은 R/T ratio와 B/T ratio가 식물의 수고생장을 촉진시킨다는 연구보고가 있다(Kasperbauer와 Hunt, 1994; Vanderhoef 등, 1979)

생장에 대한 광질의 효과는, 상대적으로 낮은 R/FR ratio는 줄기신장을 촉진하고 엽장과 엽폭을 증가시킨다. 높은 FR/T, GY/T와 낮은 B/T ratio는 수고생장을 촉진시키고 높은 R/T ratio는 총 신초길이를 증가시키며 높은 B/T ratio는 엽장, 엽폭을 감소시키고 높은 R/T ratio는 엽록소 a와 총엽록소 함량을 감소시킨다.

개화에 대한 광질의 효과는 품종에 따라서 반응의 차이를 나타내고 있지만, 광평행치의 감소는 개화시기를 앞당기는 경향이 있다고 생각된다(Eskins, 1992). 화색은 R/T ratio와 상당한 관련성이 있다고 추측된다. 즉, 높은 R/T ratio를 갖고 있는 적색광은 L값을 감소시키고 a값과 FR값을 증가시키며, 무궁화에 있어서, 화색발현에 촉진적인 작용을 한다고 하였다. 또한 같은 광원이라도 광처리를 위한 차광막의 종류에 따라 광질에 차이가 나서, 그에 따른 효과에도 차이가 있음을 알 수 있었다.

플라스틱필름이나 경질판은 원료수지(原料樹脂)에 염료나 안료를 혼용 또는 분산시키는 것에 의해 투명도가 높은 착색품을 얻을 수 있다. 착색피복자재는 자연광을 그대로 되도록 많이 투과시키려는 투명피복자재와는 달리 자연광의 가시부에 있어 파장별 조성을 변화시키는 자재로서 하우스, 터널 또는 멀칭에 이용하여 작물의

생육촉진, 수량증대 또는 품질향상을 목적으로한 광선택성 자재이다. 그러나 착색염료는 실용적인 효과가 있는 경우는 한정되어 있으며 모든 작물에 공통적으로 유효한 특정 착색 피복자재는 현재까지 나타나지 않고 있다. 다음은 착색필름을 중심으로 그 분광특성과 생리적 의의를 말하고자 한다.

작물에 대한 효과를 고려하지 않고 만들어진 청(B), 녹(G), 황(Y), 등(O), 등적(OR), 적(R), 도(복숭아桃, P) 및 자(V)색의 연질 PVC필름 및 PE필름의 분광투과곡선은 안료에 따라서 다양하다. 가시부에 대해 보면, B 필름은 400~500nm의 청색부를 상대적으로 많이 투과하고, 청색과 보색의 관계에 있는 황등색을 포함한 500~700nm의 광을 흡수하는 특징이 있으며, O 및 OR필름은 약 550nm 이상을 투과하여 600nm 이상의 적색부 투과율이 가장 높고 400~500nm의 청옥색부의 대부분을 흡수하는 성질이 있다.

이처럼 착색자재의 가시부 투과성은 시각적인 색조에서 판단할 수 없는 경우가 많고 염·안료(染·顔料)의 종류나 농도에 따라 같은 색으로 보이더라도 투과곡선형이 다르거나, 다른 색으로 보이더라도 그다지 투과곡선형은 변하지 않는 경우가 있으므로 주의 해야 한다. 일반적으로 착색필름처럼색소가 거의 균일하게 분포하고 있는 물질에서는 반사광과 투과광의 광질이 대체적으로 같다. 우리들은 보통 그 색을 반사광으로 보는 경우가 많지만 같은 색의 필름이라도 광원의 종류에 따라서 반사광의 색조가 변한다. 그것은 대상작물에 작용하는 광질이 광원의 분광에너지 분포와 필름의 분광투과곡선과의 조합에 의해 결정되기 때문이다. 자연광하에서는 약 500nm 이상의 파장에서 장파장으로 됨에 따라 투과 에너지가 경감하는 형으로 변형되고 점감(漸減, 차차점)하는 형으로 변형되고, 인공광하에서는 램프의 종류에 따라 얻어지는 광질이 현저하게 변하는 것이 많다.

착색에 의한 투과율의 변화는 가시부만이 아니고 자외부에서도 나타난다. 일반적으로 자외부 투과율은 착색에 따라 저하하고 그 정도는 염·안료의 종류나 농도에 따라서 다르다. 그런데 800nm 이상의 적외부에서는 착색에 의한 투과율 변화는 대단히 작다. 이처럼 착색에 의한 투과율 변화가 적적으로 800nm 이하의 가시부와 자외부에 나타나는 성질은 안·염료로 착색한 플라스틱필름이나 경질판에 공통적으로 볼 수 있는 것이다.

따라서 착색 필름내에 여러 가지 안료 첨가효과는 광질의 변화와 온도 등의 환경을 변화시킴으로서 식물체의 생장은 물론 형태형성 등에도 영향을 미칠 것으로 예

측된다.

잎들깨의 소비가 증가함에 따라 재배면적이 급격히 증대하고 있으나 병해충의 피해는 날로 심각해지고 있다. 그럼에도 불구하고 잎들깨의 안정된 생산을 위한 연구와 기술개발은 상당히 저조한 실정이다. 특히 잎들깨의 병해에 관한 연구는 녹병(*Coleosporium perillae* Sydow), 균핵병(*Sclerotinia sclerotiorum*), 세균성 시들음병, 및 잎점무늬병(*Corynespora*) 등의 병발생에 대한 보고만 있을 뿐이며 이 병들에 대한 저항성 계통 및 품종 선발은 전무한 실정이다. 또한 병발생의 방제는 화학농약에 전적으로 의존함으로써 농약의 과다 살포에 따른 농약의 잔류독성과 토양 오염이 이미 심각한 실정이다. 이와 더불어 최근 재배농가의 가장 큰 애로사항은 원인 불명의 병에 의한 피해라 볼 수 있다. 일명 잎말이병이라는 병으로서 노지나 하우스에 발생하게 되면 병의 확산도 빠르고 피해도 아주 심각하여 발병된 이병주는 조기에 제거함으로써 그 피해를 줄이는데 그치고 있다.

따라서 본 연구에서는 과중에서부터 잎수확까지 들깨 재배시 문제되고 있는 농가 애로사항을 package화하여 해결함으로써 농가의 소득은 물론 국민 건강 증진에 기여하고자 한다.

제 3 장 연구개발 내용 및 결과

제 1절 서 론

들깨잎은 오래 전부터 절임, 김치용, 된장에 갈무리 또는 통조림용 가공 등으로 주년채소로서 이용되어 왔다. 최근 국민소득의 증대로 육류와 생선회의 소비가 증가함에 따라 곁들임 생채쌈용으로서 신선 잎들깨의 소비가 급격히 증가하고 있다. 이로 인해 들깨잎의 주년소요에 대한 공급을 충족시키기 위하여 겨울철 비닐하우스 재배가 매년 증가하고 있는 실정이다.

또한 들깨잎에는 방향성이 강한 정유(精油)성분인 perilla ketone($C_{10}H_{14}O_2$)이 다량 함유되어 있어 생선회나 육류의 비릿한 냄새를 감소시켜줄 뿐만 아니라 식욕 증진, 미네랄 및 vitamin C와 vitamin B₂가 풍부하며, 결핵균의 발육억제, SOD(superoxide dismutase)가 다량함유되어 있어 기능성 채소로도 개발가치가 높은 채소이다. 이러한 특수성 때문에 들깨잎은 겨울철 단경기에 건강식품이기도 하며, 고유의 독특한 향기를 내는 새로운 신선 엽채소로서 각광받고 있다.

그러나 잎들깨는 대전 이북지방에서는 초상일이 빨라 안전채종이 불가능하며, 겨울철 하우스 재배시 난방비용이 과다하여 충남 이남 지역이 재배적지라고 할 수 있다. 특히 밀양은 겨울이 온난하기 때문에 무가온 수막재배가 가능하며 잎들깨의 가락동 시장 반입량은 11월~익년 3월까지 99%, 봄 파종과 겨울 하우스 재배의 생산이 겹치는 4월~5월에는 87%, 6월~10월에는 47% 이상을 공급하고 있어 밀양이 겨울 하우스 재배는 물론 노지 재배의 주산지임을 반증하고 있다.

우리 나라 잎들깨 재배시 문제되고 있는 현장애로 사항들은 파종, 솟음, 제초작업, 전조재배, 병충해 및 품종의 불균일성 등에 의해서 악성 노동력 투입, 품질하락 및 수량감소 등의 복합적인 문제점이 대두되고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 본 연구에서 계획하고 있는 코팅종자를 이용한 기계화 파종, 저비용 고효율, 환경친화적인 재배법 개발과 계통선발이 선행되어야 한다.

겨울철 하우스 재배시 활력이 낮은 종자를 파종함으로써 발아가 지연되어 초기생육과 개체간 생육이 불균일하다(그림 1 B 참조). 이에 따라 포장입묘율이 저하될 것을 우려한 농가에서는 간이 파종기를 이용하여 다량의 종자를 파종하고 있으며(그림 1

A 참조), 들깨 종자와 토양색깔이 비슷하여 파종여부의 정확한 판단이 불가능하므로 한 곳에 파종된 종자수가 20개 이상을 상회하여 슈음문제를 야기시키고 있다. 슈음 작업 또한 슈음 몸살과 입고병에 의한 결주 위험성이 있어 2~3회로 나누어 시행되는데 많은 노력이 소요된다. 이는 곧 생산비 상승으로 연결되며, 파종과 슈음작업에 소요되는 비용이 잎들깨 총생산비의 25%를 차지하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 저온, 고온 등 불량조건에서도 신속하게 발아하여 초기생육을 촉진시킬 수 있는 고효율 종자가 요구되며, 또한 파종, 슈음작업 등을 생력화할 수 있는 코팅종자의 도입이 절실하다고 할 수 있다.

우리 나라의 일부 종묘업계에서도 외국으로부터 종자코팅 기술도입이 진행되고 있으며, 이에 상응하는 기술료를 매년 지불하고 있다. 따라서 외화절감과 국내의 종자코팅기술의 제고를 위해서 자체적인 기술 개발이 필요한 시기이다.

들깨는 대표적인 단일식물로서 야간조명에 의해서 개화를 지연시킬 수 있으나, 잎 수확을 목적으로 겨울철 비닐하우스 재배를 하는 대부분의 농가들이 일몰후부터 전조재배를 함으로써 전력소모를 가중시키고 있다. 그러나 전조방법이 부적절하여 조기개화(그림 1 D 참조)를 초래하여 품질이 저하되고 수량이 감소되고 있다. 또한 화아분화에 의한 조기 개화와 겨울철의 이상환경은 무기영양원의 불균형적인 흡수를 초래하고 있고 그림 1의 C에서 보는 바와 같이 자색색소 발현이 불량하여 품질저하와 아울러 잎들깨 수확량도 현저하게 감소시키는 요인이 된다.

따라서 개화억제를 위한 저비용, 고효율적인 야간전조 조건과 생육단계별 최적 무기영양원 공급조건을 구명하여 전조비용을 절감할 수 있는 고품질 잎들깨의 생산체계를 확립하고자 한다.

우리나라에서 재배되고 있는 잎들깨 품종들은 체계적인 품종 육성 과정을 거쳐 보급된 품종들이 아니라 오랫동안 각 농가에서 재배되어 온 품종을 자가 채종하거나 중간 수집상을 통해 구입한 종자들을 이용하고 있어 혼종에 의한 생장의 불균형 및 개화기의 불일치 등으로 인하여 고품질의 잎들깨를 수확하기 어렵다. 따라서 순도가 높고 잎이면서 자색색소 함량이 높은 계통의 선발 및 고정에 의해서 균일한 생육과 고품질의 잎들깨 품종 창출이 무엇보다도 시급한 과제이다.

겨울철 잎들깨 하우스 재배는 밀폐된 공간에서 지상부의 분무 호스로서 관수하기 때문에 하우스내 수분함량이 높아 곰팡이나 세균 등의 감염으로 회색곰팡이병 및 시들음병의 발생으로 치명적인 피해를 받는다. 외형적인 고품질 생산에 주력하다보니

화학농약의 과다살포가 따르게 되고 이에 농약잔류독성에 의한 안전성이 문제시된다. 최근에는 국민들의 건강에 관한 관심이 높아지고 전 세계적으로 농산물에 대한 농약의 규제가 심하기 때문에 엽채류에 농약의 살포는 중요한 문제로 대두되고 있다. 본 연구에서는 생물학적 방제 system을 개발하여 위의 두 문제를 해결하고자 한다.

현행 들깨 재배농가들의 현장애로 사항인 (1) 파종과 솎음작업에 과도한 인력소모, (2) 야간 전조에 의한 생산비 상승, 연작재배로 양분흡수의 불균형 및 이로 인한 품질저하, (3) 과도한 화학농약 살포로 잎들깨의 농약잔류독성 위험성 (4) 이품종의 혼입에 의한 생육의 불균일 등이 시급히 해결되어야 할 사항들이다. 따라서 본 과제에서는 '밀양지역에서 고품질 잎들깨 생산을 위한 노력절감형 및 환경친화형 재배기술을 개발'의 연구결과를 들깨재배 농가에 접목시켜, 현장애로점을 해결하고 궁극적으로 농가 소득을 향상시키고자 한다.

제 2절 발아촉진 종자처리법 개발

1. 서 언

들깨는 단명종자로서 1년 이상 경과된 종자는 발아력이 저조하며, 당년산 종자는 일정 기간 휴면으로 발아가 어렵다. 이들깨의 연중 생산체계를 확립하기 위해서는 우량종자의 확보와 아울러 휴면을 타파하여 연중발아가 가능한 종자처리 기술이 확립되어야 한다.

종묘시장이 개방됨에 따라 국내 채소종자 시장의 70%를 점유하고 있던 국내 종묘회사들이 외국의 거대 자본에 합병되었다. 이에 따라 남은 국내 종묘업체들은 외국회사와의 가격 및 품질 경쟁에서 우위를 점하지 않으면 살아남을 수 없다는 현실을 직시하고 재도약 할 수 있는 발판으로 삼아야 할 것이다. 선진외국에서는 종자의 발아력을 향상시킬 수 있는 종자처리 기술들은 자사의 판매이익과 직결되어 대외비로 하고 있다. 이러한 관점에서 발아를 촉진시킬 수 있는 종자처리의 기술 개발은 필연적이다.

Priming은 불량조건에서 발아증진과 묘출현의 균일성을 높일 수 있는 종자처리인데, 휴면타파를 위한 생장조절물질, 종자와 유묘를 유해 병원균으로 보호하기 위해 살균제 및 유용 미생물 등과의 통합처리가 가능하다(Khan, 1992).

따라서 본 연구에서는 불량조건에서 당근 종자의 안전발아와 발아의 균일성을 유지시킬 수 있는 종자처리 방법들을 모색하기 위한 priming과 생장조절제 적정 처리조건을 확립하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 최적 priming 조건구명

실험에 사용된 들깨 품종은 '잎들깨' 였으며, 5℃에서 8개월간 저장한 종자로 자연상태에서 휴면이 타파된 상태였다. 들깨 종자의 최적 priming 조건을 확립하기 위해 CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, K_3PO_4 , KCl , KNO_3 , MgSO_4 , Na_2SO_4 , NaCl 및 NH_4NO_3 처리제를 사용하였으며, 처리수준은 200 mM 및 300 mM였다. Priming 처리기간에 따른 priming 종자의 발아성을 검토하고자 처리기간을 3일과 6일로 달리하였다. Priming 처리는 내경 9.0cm의 petridish에 종자를 5g 넣고 각각의 priming 용액을 15mL 공급한 후 처리제의 증발 방지를 위해 밀봉한 후 20℃에서 암조건으로 처리하였다.

Priming 용기 설정 실험은 petridish(9cm), 유리병(H 12cm × D 9cm) 및 test tube (H 20cm x D 2.0cm)에 종자 5g을 넣고 처리제를 각각 15mL 공급한 후 암조건으로

priming(200mM Ca(NO₃)₂, 20℃, 3일) 처리하였다.

Priming 후 건조방법이 발아력에 미치는 영향을 조사하기 위하여 처리 후 수돗물에 2분간 수세하여 30℃와 50℃에서 3시간 건조시킨 종자를 15℃와 20℃에 치상하여 발아력을 평가하였다.

나. 불량조건에서 priming 종자의 발아성

실험에 사용된 공시품종은 '잎들깨'와 '홍농 들깨'였다. 불량발아조건에서 priming 종자의 발아성을 조사하기 위해 인위적으로 수분 스트레스, 염 스트레스 및 ABA 스트레스를 부여하였다. 수분 스트레스는 Michel(1983) 방식에 의해 수분포텐셜을 PEG 8000을 사용하여 각각 -0.2, -0.4 및 -0.6 MPa로 조성하였다. 염 스트레스는 NaCl 농도를 0.2%, 0.4% 및 0.6%로 조성하였고, ABA 스트레스는 ABA(Abscissic acid)를 이용하여 50 μM, 100 μM 및 200 μM 용액을 조성하였다. 이와 같이 조성된 용액을 발아배지에 5mL 공급하여 인위적으로 스트레스를 부여한 조건에서 priming 종자와 무처리 종자의 발아력을 15℃와 30℃에서 검정하였다. 이때 priming 처리 조건은 200mM Ca(NO₃)₂ 용액으로 20℃에서 3일간 처리하였다.

다. 성장조절제 처리가 발아에 미치는 영향

공시 품종은 잎 수확용인 '잎들깨', '밀양 들깨', 잎 수확과 종실검용인 '엽실' 및 자소계통인 '적자소' 및 '청자소' 등을 사용하였다. 실험에 사용된 종자는 모체에서 개화 결실된 후 85% 이상 등숙된 것을 수확하여 5℃에서 8개월간 저장한 종자로 자연상태에서 휴면이 타파된 상태였다.

식물성장조절제가 들깨 종자의 발아에 미치는 영향을 조사하기 gibberellic acid(GA₃) 및 6-benzylaminopurine(BAP)을 50 μM, 100 μM, 250 μM, 500 μM 및 1mM를 각각 조성하였다. 또한 성장조절제 혼용처리가 발아성에 미치는 영향을 보고자 GA₃와 BAP 혼용하여 50 μM, 100 μM, 250 μM, 500 μM 및 1mM 조성하였다. 성장조절제 종자처리 방법은 5g의 종자를 petridish에 넣고, 위와 같이 조성된 성장조절제 용액을 20mL 공급한 후 용액의 증발을 방지하기 위해 밀봉하여 암상태의 20℃ 항온기에서 1일간 처리하였다. 처리 후 종자는 종피에 잔존하는 성장조절제를 제거하기 위해 증류수에 2분간 수세하여 실온에서 12시간 건조시킨 다음 암조건외 15℃, 20℃ 및 25℃의 항온기에서 발아력을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 최적 priming 조건구명

들깨 종자의 최적 priming 처리제와 처리기간을 설정하기 위해 9종의 무기염으로 priming 하여 발아력을 비교한 결과 priming 처리제의 종류와 농도에 따라 발아율과 발아속도(T_{50})에는 큰 차이가 있었다(Table 2.1). Priming 종자의 발아촉진을 극대화시키기 위해서는 적정 처리기간 설정이 중요한데, 적정 처리기간보다 짧으면 발아가 지연되고 길어지면 처리과정중 유근이 돌출하게 된다(Bradford, 1986). Priming 처리기간은 3일 처리가 6일 처리보다 전반적으로 발아율도 높았고, 발아속도가 단축되었다. 그 원인은 6일 처리는 처리기간이 길어지면서 종자내로 이온 축적이 과다하여 胚生長을 억제시킨 것으로 풀이된다.

본 실험에 사용된 처리제 중 칼슘 이온을 함유한 처리제에서 대체적으로 발아력이 우수하였는데, 그중 200 mM의 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 용액에 3일간 priming 처리된 종자에서 높은 발아율을 보였고 발아촉진에도 가장 좋았다. 그러나 K_3PO_4 나 NH_4NO_3 처리제에서는 12%의 미만의 발아율을 보였는데, 발아억제 정도는 처리농도가 높을수록 처리기간이 경과할수록 뚜렷하였다. Priming 처리제의 농도는 처리제의 종류에 관계없이 200 mM이 300 mM보다 발아촉진에 좋았다.

Priming에 사용되는 처리제는 무기염과 화학적으로 비활성 물질인 PEG가 널리 사용된다. 그러나 PEG는 비활성 물질로써 胚에 손상을 가하지는 않으나, 처리비용이 비싸고 처리과정 중 산소공급이 불량하며, 처리 후 종피에 부착된 PEG의 분리가 어려울 뿐만 아니라 처리 후 폐기물은 수질오염을 유발하는 단점이 있어 본 실험에서는 고려되지 않았다. 이에 비해 무기염들은 처리과정 중 산소공급이 원활하며 영양공급 효과도 기대할 수 있으며, priming 후 종자에 부착되어 있는 처리제의 분리가 쉽고 처리비용이 저렴하다.

Table 2.1. Effect of priming duration, osmoticums and their concentrations on percent germination and time to 50% germination (T_{50}) of 'Ipdulgge' perilla seeds. Seeds were dark-primed at 20°C and dark germinated at 25°C for up to 18 days.

Duration (days)	Seed treatment		Germination (%)	T_{50} (days)
	Osmoticum	Conc. (mM)		
3	CaCl ₂	200	92.7	1.10
		300	90.2	1.27
	Ca(NO ₃) ₂	200	95.4	0.87
		300	92.8	1.10
	K ₃ PO ₄	200	8.3	2.82
		300	2.0	-
	KCl	200	88.3	1.37
		300	70.4	1.42
	KNO ₃	200	86.7	1.24
		300	82.4	1.36
	MgSO ₄	200	76.2	1.42
		300	68.4	1.66
	Na ₂ SO ₄	200	86.2	1.54
		300	80.0	1.78
	NaCl	200	88.0	1.38
300		80.2	1.44	
NH ₄ NO ₃	200	12.2	2.81	
	300	8.8	2.66	
6	CaCl ₂	200	90.5	1.36
		300	82.4	1.52
	Ca(NO ₃) ₂	200	90.0	1.12
		300	84.4	1.34
	K ₃ PO ₄	200	2.2	1.78
		300	0.0	1.70
	KCl	200	80.8	1.66
		300	74.6	1.74
	KNO ₃	200	76.6	1.82
		300	78.0	1.76
	MgSO ₄	200	60.2	2.62
		300	58.4	2.78
	Na ₂ SO ₄	200	70.5	1.67
		300	58.4	1.78
	NaCl	200	72.4	1.55
300		66.4	1.62	
NH ₄ NO ₃	200	2.6	-	
	300	0.0	-	
	Untreated		88.0	2.27
Significance				
Duration (A)			*** ^z	***
Osmoticum (B)			***	***
Osmoticum conc.(C)			***	**
A x B			***	***
A x C			*	*
B x C			*	**
A x B x C			*	*

^z NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

Priming 처리제의 농도는 적정 처리기간 설정과 종자활력에 영향을 주는 요인인데, 들깨에서는 200 mM이 발아촉진에 좋았고 300mM에서는 발아율이 감소하였다. 들깨종자에서 발아력을 증진시킬 수 있는 최적 priming 조건은 200mM의 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 용액으로 3일간 처리였다. Priming 종자의 발아촉진 원인을 초기연구자들은 처리제의 영양공급측면에서 이해하였으나, 본 연구에서는 칼슘이온이 세포막의 선택성 기능을 향상시킨 결과로 해석된다.

1) Priming 용기

Priming 이점인 발아촉진 효과를 극대화시키기 위해서는 내적으로 고품질 종자의 사용과 아울러 외적으로 처리효율을 높일 수 있는 환경조건이 설정되어야 한다. 외부환경 조절을 통한 처리효율의 증진 방안은 적정 처리용기의 선택 등도 포함된다. 이러한 목적으로 처리 용기를 달리하여 그 효과를 검토한 결과는 Table 2.2와 같다.

Petridish를 사용하여 priming 처리된 종자는 발아온도에 따라 차이는 있으나 전반적으로 test tube나 배양병으로 priming 처리된 종자에 비해 5~10%의 높은 발아율을 보였고, 발아속도도 단축되어 소규모 priming 시스템에서 적용하기에 좋았다.

Table 2.2. Effect of priming vessels on percent germination and T_{50} of 'Ipdulgge' perilla seeds. Seeds were dark-primed in 200 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ at 20°C for 3 days.

Priming vessels	Germination (%)	T_{50} (days)
<i>Germinated at 10°C</i>		
Glass bottle (H12cm × D9cm)	78.3 a ^z	5.88 b
Petridish (9cm)	80.8 a	4.42 c
Test tube (H20cm × D2.0cm)	75.3 a	4.97 bc
Unprimed	78.0 a	7.23 a
<i>Germinated at 15°C</i>		
Glass bottle (H12cm × D9cm)	77.4 b	3.31 b
Petridish (9cm)	87.2 a	2.68 b
Test tube (H20cm × D2.0cm)	73.6 b	3.07 ab
Unprimed	86.6 a	3.63 a
<i>Germinated at 20°C</i>		
Glass bottle (H12cm × D9cm)	79.3 b	2.47 a
Petridish (9cm)	94.3 a	1.62 c
Test tube (H20cm × D2.0cm)	88.6 a	2.21 b
Unprimed	98.7 a	2.47 a
<i>Germinated at 25°C</i>		
Glass bottle (H12cm × D9cm)	74.0 b	1.76 a
Petridish (9cm)	88.0 a	1.14 b
Test tube (H20cm × D2.0cm)	88.0 a	1.63 a
Unprimed	89.3 a	1.95 a
<i>Germinated at 30°C</i>		
Glass bottle (H12cm × D9cm)	85.0 a	1.68 a
Petridish (9cm)	81.7 a	1.18 a
Test tube (H20cm × D2.0cm)	85.3 a	1.31 a
Unprimed	89.7 a	1.37 a

^z Means in columns within each germination temperature were separated by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

2) Priming 처리 후 건조방법

Priming 후 건조방법에 따라 발아력에는 큰 차이를 보였다(Fig. 2.1). Priming 후 실온에서 3시간 건조시킨 종자와 30°C에서 3시간 건조시킨 종자는 priming 처리로부터 얻어진 발아촉진 효과를 유지하였다. 그러나 priming 처리 후 50°C에서 건조시킨 종자는 30°C에 건조시킨 종자에 비해 발아율이 발아온도 15°C에서 32%, 20°C에서는 18% 감소되었다. 이

는 실온 또는 30℃에서 건조시킨 priming 종자의 발아율이 90%인 점을 감안한다면 priming 처리로부터 얻어진 활력증진 효과가 처리 후 건조조건에 의해서 크게 영향을 받는다는 것을 제시하는 결과이다.

발아속도 또한 priming 처리 후 건조조건에 영향을 받았다. Priming 후 실온 또는 30℃에서 3시간 건조시킨 priming 종자를 15℃와 20℃에서 발아시키면 T_{50} 이 2.1일과 1.9일 소요되었으나, 50℃에서 3시간 건조한 종자는 3.4일과 3.2일이 각각 소요되어 실온조건에 비해 1.3일 및 1.2일이 지연되었다. 그러나 무처리 종자는 건조조건에 따라 발아력에는 큰 변화가 없었다.

이와 같이 priming 후 50℃에서 급속 건조는 priming 처리로부터 얻어진 발아촉진 효과가 상실되었다. 그 원인은 priming의 기본개념이 수분흡수 조절에 근거한 종자처리이므로 priming 처리과정중 종자는 수분을 흡수하여 함수율이 증가하게 되는데, priming 후 높은 함수율을 지닌 종자를 고온 급속건조는 유근정단과 세포막의 손상을 가함으로써 발아력이 저하된 것으로 풀이된다.

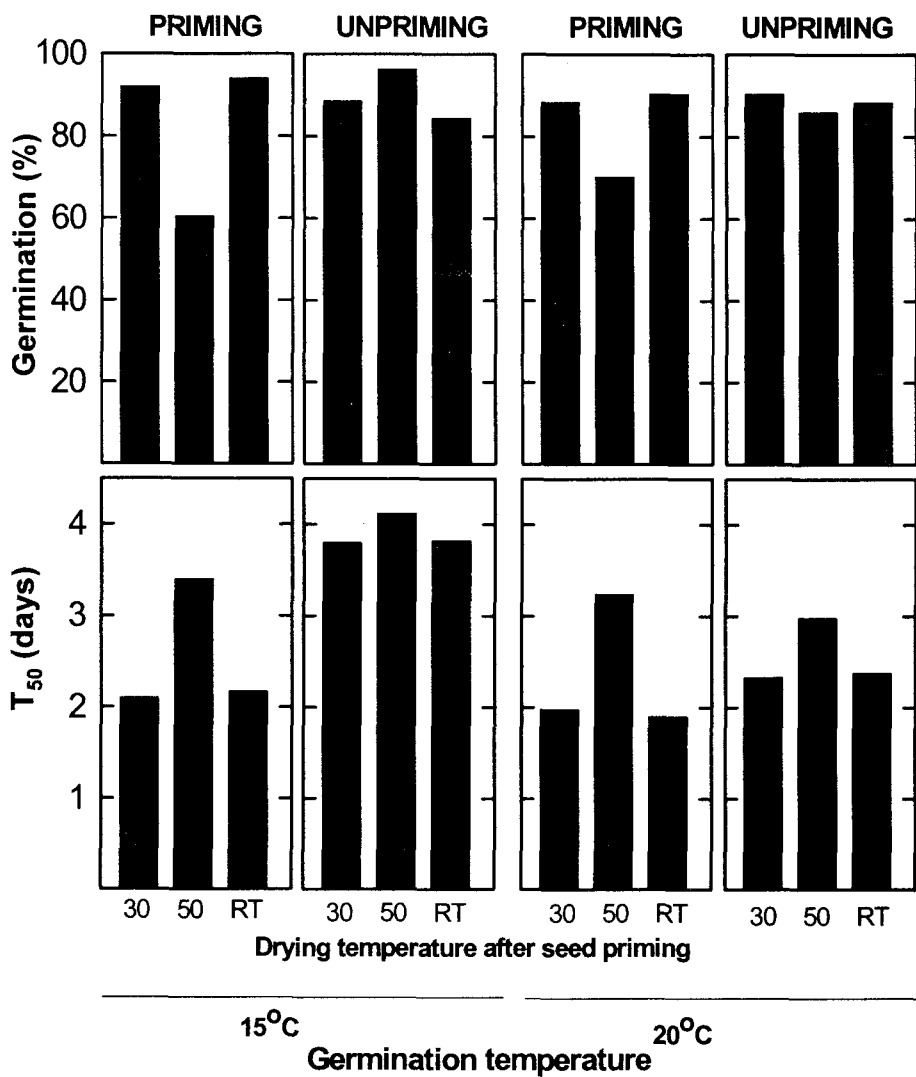


Fig. 2.1. Effect of drying condition after priming on percent germination and T_{50} of 'Ipdulgge' perilla seeds. Seeds dark-primed in 200 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ at 25°C for 3 days. Untreated seeds were those taken fresh from seed package.

나. 불량조건에서 priming 종자의 발아성

과중된 종자가 입묘를 형성하기까지 저온, 건조와 과습 등 불량환경 조건에 직면하게 된다. 들깨 종자를 적절한 종자처리를 가하여 불량조건에서 높은 발아력을 유지시킬 수 있다면 생산단가 절감뿐만 아니라 생산성에 향상에도 유용할 것이다.

Table 2.3~2.5는 '잎들깨' 종자를 발아배지에 인위적으로 수분, 염 및 ABA 스트레스를 부여하여 발아력을 조사한 결과이다. '잎들깨' 종자의 발아율과 T_{50} 및 MDG는 발아배지의 스트레스 조건, 종자처리간에 차이가 있었다.

발아배지에 수분, 염 및 ABA 스트레스가 가중될수록 발아율은 감소하였고, 발아속도는 지연되었다. 발아배지에 수분스트레스가 가해지지 않은 대조구에서 무처리 종자는 75%(15°C)와 80%(30°C)의 발아율을 보였고, priming 종자는 80%(15°C)와 81%(30°C)의 발아율을 보였다. 그러나 priming 종자는 -0.2 MPa 및 -0.4 MPa의 수분 스트레스가 가해진 조건에서 무처리 종자에 비해 발아율이 높았다.

특히 15°C의 발아온도에서 -0.4 MPa의 수분스트레스가 발아배지에 가해지면 무처리 종자는 발아율이 6.0%에 불과했으나, priming 종자는 55.3% 발아하여 49%의 발아증진 효과가 있었다. 동일한 수분스트레스가 가해진 30°C의 발아온도에서도 priming 종자는 무처리 종자에 비해 20%의 발아증진 효과가 있었다. 그러나 -0.6 MPa의 수분스트레스가 가해진 조건에서는 priming 처리된 종자라 할지라도 발아력이 극히 낮았다. 따라서 priming 종자는 일정영역을 벗어난 극한 불량조건에서는 발아증진과 같은 priming 이점이 약화되었다. 염 스트레스가 가해진 조건에서도 priming 종자는 무처리 종자에 비해 높은 발아율을 보였는데, 이러한 현상은 고온인 30°C보다는 저온인 15°C의 발아온도에서 염 스트레스가 가중된 0.6% 처리구에서 현저하였다.

0.6%의 염 스트레스를 부여하여 15°C에 발아시킨 경우 무처리 종자의 발아율은 22%에 불과했으나, priming 종자는 62.6% 발아하여 40%의 발아증진 효과와 아울러 T_{50} 도 2.8일 정도 단축되어 조기발아 하였다(Table 2.4).

Table 2.3. Effect of seed priming on percent germination, T₅₀ and MDG at water stress conditions of primed and unprimed 'Ipdulgge' perilla seeds. Germination was tested at 15°C and 30°C for up to 18 days.

Seed treatment ^z	15°C			30°C		
	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
<i>-0.0 MPa</i>						
Primed	80.0	3.42	3.76	81.3	2.07	2.66
Untreated	74.6	3.82	4.23	80.0	2.11	2.71
LSD(0.05)	NS	0.35	0.61	NS	NS	NS
<i>-0.2 MPa</i>						
Primed	74.0	5.11	5.92	71.3	3.42	3.85
Untreated	52.6	8.30	8.43	64.6	4.39	4.87
LSD(0.05)	NS	0.46	0.34	NS	NS	0.90
<i>-0.4 MPa</i>						
Primed	55.3	6.85	7.15	65.3	4.26	4.78
Untreated	6.0	9.02	9.29	43.3	6.27	6.66
LSD(0.05)	9.8	0.70	0.82	NS	NS	1.86
<i>-0.6 MPa</i>						
Primed	4.0	4.31	4.50	4.6	5.13	5.44
Untreated	0.0	- ^x	-	0.0	-	-
LSD(0.05)	0.0			NS		
Significance						
Osmotic stress (A)	*** ^y	***	***	***	***	***
Seed treatment (B)	***	***	***	**	**	**
A x B	***	***	***	NS	*	*

^z Seeds dark-primed in 200 mM Ca(NO₃)₂ at 25°C for 3 days. Untreated seeds

were those taken fresh from seed package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at *P*= 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

^x Unable to calculate due to low percent germination.

Table 2.4. Effect of seed priming on percent germination, T₅₀ and MDG at salt stress conditions of primed and unprimed 'Ipdulgge' perilla seeds. Germination was tested at 15°C and 30°C for up to 18 days.

Seed treatment ^z	15°C			30°C		
	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
<i>NaCl 0.0%</i>						
Primed	80.0	3.42	3.76	81.3	2.07	2.66
Untreated	74.6	3.82	4.23	80.0	2.11	2.71
LSD(0.05)	NS	0.35	0.61	NS	NS	NS
<i>NaCl 0.2%</i>						
Primed	71.3	4.46	4.96	76.6	2.40	2.85
Untreated	60.0	7.32	7.47	72.0	3.44	3.77
LSD(0.05)	NS	0.36	0.44	NS	0.33	0.33
<i>NaCl 0.4%</i>						
Primed	68.6	4.78	5.18	79.3	3.02	3.61
Untreated	51.3	7.84	8.04	68.0	3.90	4.33
LSD(0.05)	NS	0.39	0.37	NS	0.40	0.61
<i>NaCl 0.6%</i>						
Primed	62.6	5.23	5.74	70.6	3.56	3.93
Untreated	22.0	8.44	8.63	67.3	4.22	4.92
LSD(0.05)	19.8	0.58	0.66	NS	0.58	0.44
Significance						
Salt stress (A)	*** ^y	***	***	NS	***	***
Seed treatment (B)	***	***	***	NS	***	***
A x B	**	***	***	NS	**	*

^z Seeds dark-primed in 200 mM Ca(NO₃)₂ at 25°C for 3 days. Untreated seeds were those taken fresh from seed package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at *P*= 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

Table 2.5. Effect of seed priming on percent germination, T_{50} and MDG at ABA stress conditions of primed and unprimed 'Ipdulgge' perilla seeds. Germination was tested at 15°C and 30°C for up to 18 days.

Seed treatment ^z	15°C			30°C		
	Germ. (%)	T_{50} (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T_{50} (days)	MDG (days)
<i>ABA 0 μM</i>						
Primed	80.0	3.42	3.76	81.3	2.07	2.66
Untreated	74.6	3.82	4.23	80.0	2.11	2.71
LSD(0.05)	NS	0.35	0.61	NS	NS	NS
<i>ABA 50 μM</i>						
Primed	62.6	4.75	5.13	73.3	2.80	3.30
Untreated	64.6	6.89	7.22	73.3	3.30	3.67
LSD(0.05)	NS	0.46	0.31	NS	0.20	0.30
<i>ABA 100 μM</i>						
Primed	72.0	4.76	5.50	78.3	3.05	3.53
Untreated	70.0	7.12	7.34	80.0	3.62	3.88
LSD(0.05)	NS	0.14	0.46	NS	0.29	0.30
<i>ABA 200 μM</i>						
Primed	65.3	4.76	5.43	70.0	3.13	3.83
Untreated	56.0	6.73	7.11	79.3	3.16	3.55
LSD(0.05)	NS	0.46	0.30	NS	NS	NS
Significance						
ABA stress (A)	*** ^y	***	***	NS	***	***
Seed treatment (B)	NS	***	***	NS	***	NS
A x B	NS	***	***	NS	**	NS

^z Seeds dark-primed in 200 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ at 25°C for 3 days. Untreated seeds were those taken fresh from seed package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P = 0.05, 0.01, \text{ or } 0.001$, respectively.

Table 2.6. Effect of seed priming on percent germination, T₅₀ and MDG at water stress conditions of primed and unprimed 'Heungnong' perilla seeds. Germination was tested at 15°C and 30°C for up to 18 days.

Seed treatment ^z	15°C			30°C		
	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
<i>-0.0 MPa</i>						
Primed	99.3	2.39	3.55	99.3	1.20	1.44
Untreated	98.0	2.75	3.06	98.6	1.34	1.64
LSD(0.05)	NS	0.10	NS	NS	0.06	0.07
<i>-0.2 MPa</i>						
Primed	99.3	3.66	3.97	97.3	2.88	3.15
Untreated	95.3	7.15	7.42	100.0	2.82	3.10
LSD(0.05)	NS	0.91	0.90	1.8	NS	NS
<i>-0.4 MPa</i>						
Primed	97.3	4.44	4.70	94.6	2.95	3.27
Untreated	51.3	8.36	8.62	96.6	3.30	3.68
LSD(0.05)	41.0	0.56	0.26	NS	NS	NS
<i>-0.6 MPa</i>						
Primed	21.3	9.33	9.04	38.6	4.87	5.21
Untreated	0.0	- ^x	-	14.6	7.16	7.55
LSD(0.05)	NS			NS	NS	1.76
Significance						
Osmotic stress (A)	*** ^y	***	***	***	***	***
Seed treatment (B)	**	***	***	NS	**	**
A x B	*	***	***	NS	NS	**

^z Seeds dark-primed in 200 mM Ca(NO₃)₂ at 25°C for 3 days. Untreated seeds were those taken fresh from seed package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at *P* = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

^x Unable to calculate due to low percent germination.

Table 2.7. Effect of seed priming on percent germination, T_{50} and MDG at salt stress conditions of primed and unprimed 'Heungnong' perilla seeds. Germination was tested at 15°C and 30°C for up to 18 days.

Seed treatment ^z	15°C			30°C		
	Germ. (%)	T_{50} (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T_{50} (days)	MDG (days)
<i>NaCl</i> 0.0%						
Primed	99.3	2.39	3.55	99.3	1.20	1.44
Untreated	98.0	2.75	3.06	98.6	1.34	1.64
LSD(0.05)	NS	0.18	NS	NS	0.06	0.07
<i>NaCl</i> 0.2%						
Primed	98.6	2.92	3.25	100.0	1.53	1.81
Untreated	96.0	4.36	4.98	98.6	2.24	2.53
LSD(0.05)	NS	0.99	0.23	NS	0.15	0.22
<i>NaCl</i> 0.4%						
Primed	98.6	3.32	3.61	94.6	1.58	2.05
Untreated	95.3	5.33	5.64	98.0	2.43	2.82
LSD(0.05)	NS	0.38	0.20	NS	0.44	0.25
<i>NaCl</i> 0.6%						
Primed	96.6	3.53	3.76	99.3	1.85	2.14
Untreated	94.6	6.56	6.80	94.6	2.48	2.85
LSD(0.05)	NS	0.38	0.38	2.6	0.09	0.15
Significance						
Salt stress (A)	NS ^y	***	***	*	***	***
Seed treatment (B)	NS	***	***	NS	***	***
A x B	NS	***	***	**	***	***

^z Seeds dark-primed in 200 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ at 25°C for 3 days. Untreated seeds were those taken fresh from seed package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P=$ 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

Table 2.8 Effect of seed priming on percent germination, T₅₀ and MDG at ABA stress conditions of primed and unprimed 'Heungnong' perilla seeds. Germination was tested at 15°C and 30°C for up to 18 days.

Seed treatment ^z	15°C			30°C		
	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
<i>ABA 0 μM</i>						
Primed	99.3	2.39	3.55	99.3	1.20	1.44
Untreated	98.0	2.75	3.06	98.6	1.34	1.64
LSD(0.05)	NS	0.18	NS	NS	0.06	0.07
<i>ABA 50 μM</i>						
Primed	98.6	3.16	3.45	99.3	1.99	2.28
Untreated	94.0	4.64	5.02	92.0	2.47	2.81
LSD(0.05)	NS	0.26	0.31	NS	0.14	0.20
<i>ABA 100 μM</i>						
Primed	98.0	3.21	3.51	98.6	2.28	2.53
Untreated	98.0	5.03	5.41	98.6	2.68	3.04
LSD(0.05)	NS	0.26	0.31	NS	0.14	0.20
<i>ABA 200 μM</i>						
Primed	99.3	3.54	3.82	99.3	2.45	2.69
Untreated	90.6	6.13	6.28	97.3	3.05	3.28
LSD(0.05)	NS	0.16	0.25	NS	0.30	0.38
Significance						
ABA stress (A)	NS ^y	***	***	NS	***	***
Seed treatment (B)	*	***	***	NS	***	**
A x B	NS	***	***	NS	**	NS

^z Seeds dark-primed in 200 mM Ca(NO₃)₂ at 25°C for 3 days. Untreated seeds were those taken fresh from seed package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at *P* = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

ABA 스트레스가 부여된 조건에서도 priming 종자는 무처리 종자에 비해 발아증진 효과와 아울러 발아속도를 단축시켰는데, 발아증진보다는 발아촉진에 미치는 효과가 더 컸다 (Table 2.5).

Table 2.6은 '홍농들깨'를 priming 처리한 후 발아배지에 인위적으로 수분, 염 및 ABA

스트레스를 부여하여 발아력을 조사한 결과이다. 전반적인 경향은 ‘잎들깨’와 유사하여 발아배지에 스트레스가 가해지면 종자처리에 관계없이 발아율이 저하되었고 발아속도는 지연되었다.

발아배지에 스트레스가 가해지지 않은 대조구에서는 priming 종자와 무처리 종자 모두 99%의 발아율을 보여 priming 처리에 의한 발아율 증진 효과는 나타나지 않았다. 그러나 발아속도(T_{50} 과 MDG)는 priming 처리에 의해 약간 단축되는 경향이였다. 발아배지에 수분 스트레스가 가중되면 전반적으로 발아율이 감소하였고 발아속도는 지연되었다.

그러나 -0.4 MPa의 수분 스트레스가 가해진 조건에서도 priming 종자는 부여된 스트레스를 부분적으로 극복하여 무처리 종자에 비해 발아율도 증진되었으며, 발아속도는 단축되었다. 이러한 경향은 들깨의 발아적온을 벗어난 15°C 의 -0.4 MPa 및 -0.6 MPa의 수분 스트레스가 가해진 조건에서 뚜렷하였는데, 이들 조건에서 priming 종자는 무처리 종자에 비해 46% 및 21%의 발아증진 효과가 있었다. 또한 T_{50} 도 무처리 종자에 비해 4일 정도 단축되었다.

‘홍농들깨’는 염 스트레스가 가해지더라도 발아율에는 큰 변화가 없었으나, 발아속도는 지연되었다. 이러한 결과는 발아배지에 염 스트레스가 가중될수록 발아율이 감소되었던 ‘잎들깨’ 품종과는 다른 결과였는데, ‘홍농들깨’는 시설내에 염류집적 토양에 파종되더라도 발아가 원활할 것으로 예측된다. 염 스트레스가 가해진 조건에서 priming 처리된 종자는 무처리 종자에 비해 신속한 발아를 유도하였다(Table 2.7).

ABA 스트레스가 부여된 조건에서 priming 종자는 발아율 증진 효과는 없었고, T_{50} 과 MDG를 단축시켜 조기발아를 유도하였다. 그 효과는 ABA 스트레스가 가중된 $200\mu\text{M}$ ABA 처리구에서 뚜렷하였다(Table 2.8). 발아불량 조건에서 priming 종자의 발아율 향상과 조기발아력 증진은 priming 처리에 의해 얻어진 순수 효과라고 할 수 있다. 이와 같이 priming 종자는 부여된 스트레스를 부분적으로 경감시켜 종자활력 증강에 유용하였다.

다. 생장조절제 처리가 발아에 미치는 영향

들깨는 재배지역과 토양에 대한 적응성이 크고 파종기의 이동범위가 넓어서 다른 작물과 윤작이 쉽고 혼작과 간작이 가능하여 작부 체계상 매우 중요한 작물로 평가되고 있다.

그러나 들깨 종자는 1년 정도의 수명을 갖는 단명종자이고 품종에 따라 수확 후 일정기간 종자 휴면을 갖는 것으로 보고되고 있다. 이러한 현상은 들깨의 주년 재배를 제한

하는 요인이 될 수 있으며, 또한 겨울철 하우스 재배에서는 종자의 활력 상실로 저조한 발아율이 문제되고 있다. 식물생장조절제 종자처리는 많은 작물에서 휴면타파, 불량조건에서 발아증진 및 유묘생장 촉진에 유용하다고 알려져 있다(Karssen, 1995; Persson, 1993).

본 연구는 들깨 종자에서 발아력을 증진시킬 수 있는 식물생장조절제 최적 처리조건을 구명하고자 하였다.

Table 2.9는 잎 수확 전용 품종인 '잎들깨'를 식물 성장조절제 종류와 농도를 달리한 용액에 종자를 1일간 침지처리한 후 발아율과 발아속도를 검정한 결과이다.

'잎들깨'에서는 식물생장조절제 종류 및 처리농도에 관계없이 최종발아율에는 큰 차이가 없었다. 그러나 최종발아율에 대해 50% 발아하는데 소요되는 일수 즉 T_{50} 과 평균발아소요일수(MDG)는 식물 성장조절제 종류, 처리농도 및 이들 요인간 상호작용을 보였다.

생장조절제 종류 및 농도에 관계없이 성장조절제에 처리된 종자는 무처리 종자에 비해 T_{50} 이 15°C에서는 2.3~2.0일, 20°C에서는 1.65~1.3일, 25°C에서는 0.9~0.8일 정도 단축되었다. 또한 MDG도 무처리 종자보다 15°C에서는 2.5~2.1일, 20°C에서는 1.6~1.3일, 25°C에서는 0.9일 정도 단축되어 조기발아를 유도하였다.

전반적으로 발아촉진에는 BAP가 GA_3 처리보다는 약간 나은 경향을 보였다. 그러나 BAP와 GA_3 를 혼용하면 발아촉진 효과를 상승시킬 것으로 기대되었으나, '잎들깨'에서는 두 물질간 혼합에 의한 발아촉진의 상승효과는 없었다. 성장조절제 종류에 관계없이 1mM 처리농도에서는 발아속도가 약간 지연되는 경향이었고, 50 μ M~500 μ M 농도에서는 큰 차이가 없었다.

Table 2.9. Effect of plant growth regulators and their concentrations on percent germination, T₅₀ and MDG of 'Ipdulgge' perilla seeds.

Seed treatment ^z		15°C			20°C			25°C		
PGRs	Conc.	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
GA ₃	50 μM	88.6	4.30	4.61	88.6	2.40	2.89	90.0	1.38	1.81
	100 μM	84.6	3.40	4.00	85.3	2.29	2.70	88.6	1.28	1.63
	250 μM	94.0	3.75	4.09	84.6	2.30	2.64	86.6	1.28	1.64
	500 μM	93.3	3.86	4.22	87.3	2.29	2.66	92.6	1.28	1.62
	1mM	85.3	4.05	4.47	93.3	2.64	2.99	92.6	1.29	1.67
	Mean	89.2	3.87	4.28	87.6	2.38	2.78	90.1	1.30	1.67
BAP	50 μM	88.6	3.56	3.92	92.6	2.29	2.68	89.3	1.30	1.70
	100 μM	90.6	4.06	4.35	84.0	2.28	2.64	89.3	1.37	1.73
	250 μM	86.6	3.45	4.03	87.3	2.28	2.66	90.6	1.29	1.66
	500 μM	88.0	3.57	3.98	86.0	2.27	2.57	88.0	1.29	1.69
	1mM	82.6	3.40	3.83	83.3	2.28	2.64	84.0	1.27	1.60
	Mean	87.3	3.61	4.02	86.6	2.28	2.64	88.2	1.30	1.67
GA ₃ +BAP	50 μM	87.3	3.41	3.90	80.0	2.39	2.91	86.6	1.28	1.60
	100 μM	86.0	3.77	4.10	86.6	2.35	2.73	92.6	1.29	1.85
	250 μM	92.0	4.18	4.52	86.0	2.53	2.96	84.6	1.31	1.66
	500 μM	89.3	4.33	4.67	89.3	2.78	3.17	92.0	1.53	1.98
	1mM	87.3	4.25	4.70	89.3	2.73	3.13	88.6	1.70	1.96
	Mean	88.3	3.99	4.38	86.2	2.55	2.98	88.9	1.42	1.81
	dH ₂ O	83.3	6.05	6.42	85.3	4.32	4.66	85.3	2.35	2.79
	UNT	87.3	5.94	6.50	91.3	3.93	4.27	84.6	2.27	2.59
	LSD(0.05)	9.1	0.25	0.27	8.6	0.20	0.23	8.1	0.04	0.16
Significance										
	PGRs (A)	NS ^y	***	***	NS	***	***	NS	***	***
	PGRs conc. (B)	NS	**	*	NS	**	*	NS	***	NS
	A x B	NS	***	***	NS	*	*	NS	***	***

^z Seeds were dark-treated at 20°C for a 1 day and dark-germinated at 15°C, 20°C and 25°C for up to 18 days. Untreated seeds were those taken fresh from the seeds package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

Table 2.10. Effect of plant growth regulators and their concentrations on percent germination, T₅₀ and MDG of 'Miryang' perilla seeds.

Seed treatment ^z		15°C			20°C			25°C		
PGRs	Conc.	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
GA ₃	50 μM	84.6	3.09	3.98	80.6	2.30	2.67	80.0	2.29	2.85
	100 μM	83.3	2.90	3.36	84.0	2.38	2.80	90.0	2.27	2.86
	250 μM	86.6	2.91	3.63	85.3	2.30	2.67	88.0	2.25	2.69
	500 μM	92.0	2.67	3.58	93.3	2.27	2.63	87.3	2.75	3.27
	1mM	74.6	2.70	3.39	81.3	2.33	2.66	94.6	2.23	2.65
	Mean	84.2	2.85	3.58	84.9	2.31	2.69	88.8	2.36	2.86
BAP	50 μM	78.0	3.18	3.62	82.6	2.37	2.88	85.3	2.24	2.57
	100 μM	84.6	3.16	3.69	80.0	2.34	2.86	88.6	2.31	2.83
	250 μM	78.6	3.23	3.65	84.6	2.33	2.90	85.3	2.22	2.78
	500 μM	79.3	3.14	3.55	82.6	2.31	2.78	79.3	3.27	3.78
	1mM	96.0	3.35	4.33	84.6	2.50	2.91	69.3	3.17	3.65
	Mean	83.3	3.21	3.76	82.9	2.37	2.86	81.6	2.64	3.12
GA ₃ +BAP	50 μM	88.0	2.78	3.20	90.0	2.29	2.63	98.0	2.29	2.83
	100 μM	94.6	2.70	3.10	90.0	2.29	2.60	94.0	2.33	2.82
	250 μM	95.3	2.83	3.75	90.0	2.40	2.81	98.6	2.37	3.03
	500 μM	93.3	2.70	3.10	92.6	2.27	2.57	92.0	3.39	3.79
	1mM	90.0	2.78	3.21	94.0	2.27	2.60	90.6	3.60	4.00
	Mean	92.2	2.76	3.27	91.3	2.30	2.64	94.6	2.79	3.29
	dH ₂ O	92.0	2.36	3.17	85.3	2.28	2.92	78.0	1.36	2.06
	UNT	81.3	3.43	4.20	84.6	2.75	3.25	88.0	2.99	3.54
	LSD(0.05)	14.8	0.27	0.49	9.6	0.15	0.19	17.8	1.02	0.98
Significance										
PGRs (A)		** ^y	***	***	***	NS	***	**	NS	NS
PGRs conc. (B)		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	***
A x B		*	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^z Seeds were dark-treated at 20°C for a 1 day and dark-germinated at 15°C, 20°C and 25°C for up to 18 days. Untreated seeds were those taken fresh from the seeds package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

Table 2.11. Effect of plant growth regulators and their concentrations on percent germination, T₅₀ and MDG of 'Yeupsil' perilla seeds.

Seed treatment ^z		15°C			20°C			25°C		
PGRs	Conc.	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
GA ₃	50 μM	90.6	1.47	1.92	98.0	1.33	1.76	95.3	1.32	1.89
	100 μM	99.3	1.49	2.10	95.3	1.28	1.60	96.6	1.42	1.84
	250 μM	92.0	1.68	2.17	95.3	1.32	1.77	93.3	1.30	1.71
	500 μM	92.0	1.78	2.19	97.3	1.28	1.65	91.3	1.28	1.68
	1mM	93.3	1.71	2.10	97.3	1.35	1.74	97.3	1.31	1.75
	Mean	93.4	1.62	2.09	96.6	1.31	1.70	94.8	1.33	1.77
BAP	50 μM	91.3	2.37	2.77	94.6	1.78	2.12	98.0	1.76	2.35
	100 μM	94.0	1.92	2.28	96.0	1.41	1.93	96.6	1.42	2.14
	250 μM	92.6	1.83	2.14	96.6	1.34	1.82	95.3	1.30	1.75
	500 μM	95.3	2.02	2.39	88.0	1.33	1.69	96.0	1.30	1.80
	1mM	91.3	2.11	2.56	90.0	1.35	1.84	99.3	1.31	1.96
	Mean	92.9	2.05	2.43	93.0	1.44	1.88	97.0	1.42	2.00
GA ₃ +BAP	50 μM	88.0	2.06	2.31	97.3	2.05	2.37	100.0	1.55	1.86
	100 μM	96.0	1.93	2.30	94.6	1.67	1.97	98.6	1.43	1.81
	250 μM	96.0	1.71	2.00	99.3	1.96	2.16	100.0	1.62	2.01
	500 μM	86.6	1.60	2.04	97.3	1.51	1.86	98.0	1.32	1.72
	1mM	90.0	1.82	2.15	98.0	2.10	2.29	98.6	1.65	2.04
	Mean	91.3	1.83	2.16	97.3	1.86	2.13	99.0	1.51	1.89
	dH ₂ O	89.3	1.76	2.17	94.6	2.27	2.59	91.3	2.21	2.55
	UNT	96.0	2.33	2.88	96.0	1.40	1.75	97.3	1.34	1.72
LSD(0.05)		9.6	0.29	0.28	4.9	0.22	0.20	5.7	0.28	0.29
Significance										
PGRs (A)		NS ^v	***	***	**	***	***	**	*	**
PGRs conc. (B)		NS	*	*	NS	**	***	NS	NS	*
A x B		NS	**	**	*	**	NS	NS	NS	**

^z Seeds were dark-treated at 20°C for a 1 day and dark-germinated at 15°C, 20°C and 25°C for up to 18 days. Untreated seeds were those taken fresh from the seeds package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at P=0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

Table 2.12. Effect of plant growth regulators and their concentrations on percent germination, T₅₀ and MDG of 'Jukjaso' perilla seeds.

Seed treatment ^z		15°C			20°C			25°C		
PGRs	Conc.	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
GA ₃	50 μM	90.6	5.98	6.20	96.0	4.67	5.03	98.6	4.33	4.62
	100 μM	96.0	5.54	5.61	90.6	4.57	4.92	95.3	4.12	4.41
	250 μM	85.3	5.10	5.34	96.0	3.79	4.17	98.6	3.73	4.15
	500 μM	94.0	5.00	5.33	95.3	3.50	3.88	94.6	3.77	4.02
	1mM	94.0	4.95	5.36	94.6	3.86	4.23	97.3	3.76	4.06
	Mean	92.0	5.31	5.57	94.5	4.08	4.45	96.9	3.94	4.25
BAP	50 μM	96.6	5.54	5.97	91.3	5.29	5.62	93.3	4.24	4.48
	100 μM	97.3	5.30	5.59	95.3	4.51	5.10	96.6	4.18	4.34
	250 μM	98.6	5.28	5.59	96.0	3.74	4.54	93.3	3.97	4.21
	500 μM	70.6	4.87	5.80	92.6	3.71	4.36	94.0	4.01	4.33
	1mM	38.0	5.20	5.76	88.0	4.44	5.12	94.6	4.12	4.36
	Mean	80.2	5.24	5.74	92.6	4.34	4.95	94.4	4.10	4.34
GA ₃ +BAP	50 μM	98.0	4.91	5.79	96.6	4.30	4.72	96.0	4.00	4.22
	100 μM	96.0	4.68	5.39	92.6	3.71	4.07	97.3	3.60	3.98
	250 μM	96.0	4.80	5.61	95.3	3.80	4.25	97.3	3.69	3.96
	500 μM	91.3	4.72	5.42	95.3	3.75	4.12	95.3	3.89	4.23
	1mM	98.0	4.84	5.69	96.0	3.81	4.22	94.6	3.83	4.10
	Mean	95.8	4.79	5.58	95.3	3.87	4.27	96.1	3.80	4.10
	dH ₂ O	86.6	4.76	5.52	92.0	3.76	4.31	96.6	3.32	3.69
	UNT	95.3	6.27	6.57	95.3	5.24	5.59	93.3	4.34	4.66
	LSD(0.05)	12.1	0.26	0.22	8.4	0.36	0.25	NS	0.21	0.19
Significance										
PGRs (A)		*** ^y	***	***	NS	***	***	NS	***	***
PGRs conc. (B)		***	***	***	NS	***	***	NS	***	***
A x B		***	***	***	NS	***	***	NS	***	***

^z Seeds were dark-treated at 20°C for a 1 day and dark-germinated at 15°C, 20°C and 25°C for up to 18 days. Untreated seeds were those taken fresh from the seeds package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

Table 2.13. Effect of plant growth regulators and their concentrations on percent germination, T₅₀ and MDG of 'Chungjaso' perilla seeds.

Seed treatment ^z		15°C			20°C			25°C		
PGRs	Conc.	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
GA ₃	50 μM	82.6	4.88	5.23	84.0	4.47	4.65	90.6	3.87	4.33
	100 μM	96.0	4.82	5.14	90.6	3.82	4.10	96.0	3.75	4.12
	250 μM	98.0	4.52	4.93	95.3	3.29	3.66	93.3	3.25	3.67
	500 μM	79.3	4.31	4.88	93.3	2.86	3.23	94.0	3.12	3.52
	1mM	87.3	4.41	4.94	91.3	2.86	3.30	95.3	3.22	3.55
	Mean	88.6	4.58	5.02	90.3	3.46	3.79	93.8	3.44	3.84
BAP	50 μM	76.6	4.80	5.41	90.6	4.85	5.14	94.0	4.25	4.57
	100 μM	68.0	4.96	5.49	87.3	4.93	5.27	94.6	4.24	4.60
	250 μM	86.0	4.18	4.67	90.6	4.78	4.95	89.3	4.24	4.58
	500 μM	97.3	4.27	4.70	88.0	4.91	5.20	92.6	4.26	4.61
	1mM	92.6	4.23	4.72	93.3	4.96	5.27	92.6	4.63	5.00
	Mean	84.1	4.49	5.00	90.0	4.89	5.16	92.6	4.32	4.67
GA ₃ +BAP	50 μM	89.3	5.91	6.07	95.3	3.99	4.27	91.3	3.63	4.05
	100 μM	90.0	5.49	5.99	94.6	3.87	4.16	92.6	3.52	4.00
	250 μM	86.6	5.39	5.79	96.0	3.50	3.81	97.3	3.21	3.44
	500 μM	95.3	5.44	5.82	90.0	2.89	3.43	94.0	3.19	3.75
	1mM	83.3	5.62	6.21	93.3	3.03	3.49	90.0	3.22	3.61
	Mean	88.9	5.57	5.98	93.8	3.46	3.83	93.0	3.35	3.77
	dH ₂ O	95.3	5.24	5.52	91.3	3.52	4.02	93.3	3.08	3.41
	UNT	88.0	5.65	6.09	85.3	5.13	5.57	86.6	4.28	4.67
	LSD(0.05)	10.1	0.23	0.28	8.7	0.23	0.27	10.2	0.23	0.31
Significance										
PGRs (A)		NS ^y	***	***	NS	***	***	NS	***	***
PGRs conc. (B)		NS	***	***	NS	***	***	NS	***	***
A x B		***	**	**	NS	***	***	NS	***	***

^z Seeds were dark-treated at 20°C for a 1 day and dark-germinated at 15°C, 20°C and 25°C for up to 18 days. Untreated seeds were those taken fresh from the seeds package.

NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

최적 처리조건은 GA₃ 500 μM 였는데, 이들 조건에서 처리된 종자는 저온인 15℃에서도 높은 발아율을 보였고 발아촉진 효과도 컸다. 따라서 밀양지역에서 잎 수확용으로 60% 이상을 점유하고 있는 '잎들깨' 품종에서 GA₃ 종자처리는 겨울철 하우스 재배시에 직면하게 될 저온조건에서도 입묘율을 증진시킬 수 있을 것으로 예측된다.

Table 2.10은 잎 수확용인 '밀양' 들깨에서 식물 성장조절제 종류 및 처리농도를 달리하여 발아율과 T₅₀ 및 MDG를 조사한 결과이다. '밀양' 들깨의 무처리 종자는 15℃에서 81.3%, 20℃에서 84.6% 및 25℃에서 88%의 높은 발아율을 보여 성장조절제 처리는 최종발아율을 향상시키지는 못했다.

그러나 T₅₀ 및 MDG는 단축되어 조기발아를 유도하였는데, T₅₀은 무처리 종자에 비해 발아온도 15℃에서 0.6일, 20℃ 및 25℃에서는 0.4일 단축되었다. 성장조절제 처리된 종자의 MDG도 T₅₀과 동등한 단축효과를 보였다. 성장조절제 중 BAP 처리는 통계적인 차이는 인정되지 않았으나, 무처리에 비해 발아율이 약간 감소하는 경향이었고 발아촉진 효과도 GA₃ 단독처리 및 GA₃와 BAP를 혼용 처리한 것에 비해 낮았다.

그러나 GA₃ 처리는 발아율 증진 효과는 없었으나, 발아촉진에는 유효하였다. 또한 GA₃와 BAP 혼용처리하면 성장조절제를 단독 처리한 것보다 발아촉진에는 상승효과가 있었다. 이러한 결과는 GA₃가 발아촉진에 1차적으로 관여하며, 사이토키닌은 단독적으로 발아를 촉진하지는 않으나, GA₃가 존재할 때 발아촉진의 상승효과를 가진다는 Khan(1975)의 보고와 동일한 맥락으로 풀이된다.

'밀양' 들깨에서 발아력 증진에 적용될 수 있는 최적 식물성장조절제 처리수준은 GA₃ 100 μM + BAP 100 μM 혼용처리 였다. 그러나 1일간 물에 침지처리한 종자들도 전반적으로 무처리에 비해 발아속도가 단축되었다.

Table 2.11은 잎 수확용 및 종실 겸용인 '엽실' 품종을 성장조절제 종류 및 농도를 달리 처리하여 발아율과 T₅₀ 및 MDG를 다양한 발아온도에서 조사한 결과이다. 발아온도 15℃에서는 성장조절제 처리간 발아율에는 유의적인 차이는 인정되지 않았으나, 20℃와 25℃에 치상된 종자는 성장조절제를 처리함으로써 발아율이 향상되는 경향이였다. 그러나 성장조절제 처리 농도에 따라 발아율에는 큰 차이가 없었다. GA₃와 BAP 혼용 처리하면 발아온도에 관계없이 발아율이 향상되었고, GA₃ 단독 처리는 발아속도 단축에 좋았다. 그러나 BAP 처리구는 무처리 종자에 비해 오히려 T₅₀과 MDG가 약간 지연되는 결과를 보였다.

종자가 발아력을 상실하는 원인은 원형질을 구성하는 단백질의 변성과 호흡으로 인한

저장양분의 소모이며, 이에 관여하는 요인은 저장온도와 종자함수율이라고 알려져 있다 (Ellis, 1991). 또한 종자수명은 작물 고유의 유전적 성질에 따라 단명종자, 상명종자, 장명종자로 구별되는데, '엽실' 품종은 종자처리에 관계없이 90% 이상의 발아하였고, T_{50} 이 15°C에서 2.3일, 20°C에서 1.4일 및 25°C에서 1.3일이 소요되어 본 실험에 공시된 다른 품종에 비해 종자활력이 높았다. 따라서 성장조절제 처리에 의한 발아력 증진 효과가 다른 품종에 비해 낮게 나타났다.

자소 계통인 '적자소'와 '청자소'를 성장조절제에 종자처리 한 후 15°C, 20°C 및 25°C의 발아온도에 치상하여 발아율과 T_{50} 및 MDG를 검정한 결과는 Table 2.12 및 Table 2.13에 나타내었다.

성장조절제에 처리된 '적자소' 종자를 15°C에 치상하여 최종발아율을 검정한 결과 성장조절제 종류, 처리농도의 및 이들 요인 상호간에 유의성은 인정되었으나, 20°C와 25°C에서는 유의적인 차이는 없었다. 이에 비해 T_{50} 과 MDG는 전 발아온도에서 이들 단독요인 및 상호요인간 깊은 유의성을 보였다.

성장조절제에 처리된 종자는 성장조절제 종류 및 농도에 관계없이 무처리 종자에 비해 T_{50} 이 15°C에서는 2일, 20°C에서는 1.2일, 25°C에서는 0.6일 정도 단축되었으며, MDG도 T_{50} 과 유사한 단축 효과를 보였다. 전반적으로 BAP 단독처리는 발아력을 크게 증진시키지는 못했으나, GA_3 와 혼용 처리하면 발아율이 향상되는 경향이었고, 발아속도는 단축되었다.

'적자소'에서 최적 성장조절제 처리수준은 발아온도에 따라 약간의 차이는 있으나, GA_3 100 μ M + BAP 100 μ M 혼용처리가 좋았다. 그러나 물에 침지 처리된 종자들도 무처리 종자에 비해 조기발아 하였고, 발아속도 또는 성장조절제 처리된 종자에 비해 큰 차이는 없었다. 따라서 '적자소'에서는 침지처리도 발아력 향상에 유용하였다(Table 2.12).

Table 2.13은 '청자소' 품종을 성장조절제에 종자 처리하여 그 효과를 검정한 결과이다. 성장조절제 처리된 종자는 발아율이 향상되는 경향이나 발아율을 증진보다는 발아촉진에 미치는 효과가 컸다. 성장조절제 중 GA_3 는 발아촉진에 유용하였으나, BAP는 발아촉진 효과가 낮았다. 그러나 BAP는 GA_3 와 혼용됨으로써 발아를 촉진시키는 상승 작용이 있었다. '청자소' 품종에서 발아력 증진에 가장 효과적이었던 성장조절제 처리수준은 GA_3 250 μ M 였다.

몇 가지 들깨 품종들을 성장조절제로 종자 처리하여 발아력을 검정한 일련의 실험에서 성장조절제 처리는 발아율 증진보다는 발아를 촉진하였으나, 그 효과는 낮았다. 이러한 결

과는 본 실험에 사용된 종자들이 5°C에서 8개월간 저장하여 자연적으로 휴면이 타파된 것에 기인한 것으로 풀이된다. Kang(1997) 등은 휴면중인 종자에 GA₃를 처리하여 휴면타파 및 발아촉진 효과를 극대화시킨 예에서 볼 수 있듯이 들깨 종자에서 식물생장조절제 처리는 휴면중인 종자에서 처리 효과가 현저하나 휴면이 타파된 종자에서는 그 효과가 미약한 것으로 집약된다.

들깨 종자에 GA₃ 처리는 부분적으로 발아력이 향상되었으며, 그 효과는 BAP와 혼용될 때 상승 작용을 보였다. 이러한 원인은 GA₃가 들깨 종피 또는 배내에 존재하는 ABA, coumarin, phenolic acid 등 발아억제 물질의 활성을 저하시키고(Khan, 1975), 저장양분 분해 효소의 활성(Watkins 등, 1985)을 촉진시킴으로써 조기발아한 것으로 풀이된다.

제 3절 종자코팅의 적정 접착제 개발

1. 서 언

코팅종자에서 접착제 역할은 종피와 코팅물질간의 부착성을 높이고 궁극적으로 코팅층의 경도를 강화시키기 위해 사용된다. 코팅 접착제의 구비조건은 수분용해도가 우수하여야 하며, 운송이나 기계화 파종중에 깨어지지 않을 정도의 경도를 유지하여야 한다. 코팅종자 제조는 접착제를 종자 표면에 분사하고 코팅 피복물질을 서서히 첨가하면서 시작되는데, 접착제 없이는 코팅종자의 경도를 유지할 수 없다. 지금까지 코팅 접착제로 methyl cellulose 비롯한 몇 가지 물질이 보고(Baxter와 Waters, 1986; Taylor와 Harman, 1990)되고 있으나, 코팅 종자의 산업화를 위해서는 가격이 저렴하고 발아에 장애를 주지 않는 접착제 탐색이 선행되어야 한다.

본 연구는 들깨 종자코팅에 적합한 접착제의 종류와 처리농도를 구명하여 고품질의 코팅종자를 생산 할 수 있는 기초자료를 얻고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

실험에 사용된 품종은 '잎들깨' 였다. 종자펠렛에 사용되는 접착제의 종류 및 농도가 발아력에 미치는 영향을 조사하기 위하여 종자를 치상한 후 carboxymethyl cellulose, hydroxyethyl cellulose, methy cellulose, polyvinyl alcohol, polyvinyl pyrrolidone, span, tween 80을 0.5, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 및 3.5%로 농도를 달리한 용액을 5mL 공급하여 발아력을 비교하였다. 대조구는 접착제 대신에 증류수를 5ml 공급한 처리였다.

3. 결과 및 고찰

Table 3.1.은 발아배지에 코팅 접착제의 종류 및 농도를 달리한 용액을 공급하여 발아력을 15°C와 20°C에서 비교 검토한 결과이다. 발아온도 15°C와 20°C에 치상된 종자의 발아양상은 접착제의 종류에 따라 차이가 있었다. 무처리 종자는 15°C에서 86.6%, 20°C에서는 81.3%의 발아율을 보였으나, polyvinyl alcohol (PVA)에서는 처리농도에 관계없이 다른 접착제에 비해 전반적으로 발아가 원활하였고, 무처리 종자와 동등한 발아율을 보이거나 오히려 높은 경향이였다.

접착제 처리 농도가 증가하면 발아율이 약간 감소하였는데, 특히 carboxymethyl cellulose(CMC)와 methyl cellulose(MC)에서 이러한 현상이 뚜렷하였다. 그러나 그외의

접착제에서는 처리농도에 따라 발아율에는 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

최종발아율에 대한 50% 발아하는데 소요되는 일수 즉 T_{50} 과 평균발아소요일수(MDG)는 접착제 종류, 처리농도 및 이들 요인상호간 깊은 유의성이 인정되었다. 무처리 종자의 T_{50} 과 MDG는 15°C에서 5.9일과 6.5일이 소요되었고, 20°C에서는 2.9일 및 3.4일이 소요되었다. 그러나 접착제가 발아배지에 공급되면 접착제의 종류 및 농도에 따라 약간의 차이는 있으나, 발아속도가 0.5~5일 정도 지연되었다. 발아지연 정도는 접착제의 종류에 달랐는데, carboxymethyl cellulose(CMC), methyl cellulose(MC), hydroxyethyl cellulose (HEC)는 증류수를 공급한 무처리 종자에 비해 발아속도가 지연정도가 높았다.

접착제의 처리농도 또한 발아속도에 관여하였으며, 접착제의 종류에 관계없이 처리농도가 높을수록 발아 지연 현상이 뚜렷하였다. 그러나 PVA에서는 처리농도가 증가하더라도 발아지연 정도가 낮았고, PVP와 span도 발아를 크게 억제하지는 않았다.

Table 3.2는 25°C와 30°C의 발아온도에서 접착제의 종류 및 농도가 들깨 종자의 발아력에 미치는 영향을 비교한 결과이다.

Carboxymethyl cellulose(CMC)와 methyl cellulose(MC)에서는 접착제 처리농도가 증가하면 발아율이 감소하였다. 그 외의 접착제들은 들깨의 발아적온인 25°C와 30°C에서는 발아배지에 접착제를 공급되더라도 발아율에는 큰 변화가 없었다.

접착제 대신에 증류수를 공급한 대조구 종자는 25°C에서 T_{50} 과 MDG가 1.75일과 2.18일이 소요되었고, 30°C에서는 1.25일과 1.56일이 소요되었다. 그러나 접착제가 발아배지에 공급되면 증류수를 공급한 대조구와 동일한 발아속도를 보인 접착제도 있으나 대부분의 접착제들은 발아속도가 약간 지연되었다.

접착제 중 polyvinyl alcohol(PVA)는 처리농도에 관계없이 높은 발아율을 보여 다른 접착제에 비해 발아억제 정도가 낮았다. Polyvinyl pyrrolidone(PVP)과 span 및 tween 80도 발아를 크게 억제하지는 않았다.

Table 3.1. Effect of coating polymers and their concentrations on percent germination, T₅₀ and MDG of noncoated 'Ipdulge' perilla seeds. Seeds were dark-germinated at 15 and 20°C for up to 18 days.

Seed treatment		15°C			20°C		
Polymer	Conc. (%)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
Polyvinyl alcohol	0.5	86.0	6.75	6.97	92.0	3.25	3.67
	1.5	92.0	6.75	7.06	84.6	3.41	3.93
	2.0	86.6	6.58	6.90	83.3	3.25	3.64
	2.5	87.0	6.58	6.95	82.6	3.08	3.49
	3.0	85.3	6.75	7.51	89.3	3.25	3.77
	3.5	85.3	7.41	7.88	83.3	3.41	3.90
Span	0.5	82.6	6.75	6.93	82.0	3.08	3.53
	1.5	80.0	9.30	9.67	86.0	3.25	3.71
	2.0	84.0	6.58	7.68	78.6	3.08	3.45
	2.5	82.0	6.58	7.03	84.0	3.25	3.64
	3.0	86.6	6.75	7.11	87.0	3.25	3.67
	3.5	74.0	6.25	7.03	82.6	3.25	3.72
Tween 80	0.5	94.0	5.75	6.11	87.3	2.75	3.50
	1.5	83.3	5.91	6.29	85.0	2.75	3.43
	2.0	86.0	5.58	6.20	66.6	3.08	3.37
	2.5	94.6	5.75	6.18	78.0	3.25	3.56
	3.0	79.3	5.75	6.37	88.6	3.08	3.55
	3.5	83.3	5.75	6.32	84.6	3.25	3.59
Methy cellulose	0.5	81.3	5.91	6.57	87.3	3.25	3.67
	1.5	80.6	6.58	7.01	88.6	3.25	3.73
	2.0	78.6	6.75	7.44	83.3	3.25	3.77
	2.5	90.6	6.25	6.68	91.3	3.25	3.76
	3.0	74.0	6.58	6.72	80.0	3.41	3.93
	3.5	78.0	7.46	8.43	81.3	3.75	4.37
Carboxymethyl cellulose	0.5	82.0	6.25	6.92	88.3	3.25	3.87
	1.5	83.3	7.08	7.77	82.0	4.58	4.76
	2.0	74.0	6.91	7.92	76.0	4.41	4.65
	2.5	89.3	7.58	8.27	81.3	4.41	4.56
	3.0	86.6	9.26	9.46	72.0	4.75	4.94
	3.5	67.3	10.11	10.90	53.3	5.08	5.65
Polyvinyl pyrrolidone	0.5	84.6	6.25	6.40	88.6	3.25	3.72
	1.5	82.0	6.25	6.58	85.3	3.41	3.86
	2.0	86.0	6.08	6.48	86.6	3.25	3.76
	2.5	92.0	6.25	6.64	87.3	3.75	3.99
	3.0	90.6	6.75	7.25	86.0	3.75	4.28
	3.5	84.3	6.91	8.02	88.0	3.75	4.00
Hydroxyethyl cellulose	0.5	88.0	6.58	7.11	86.0	3.25	3.71
	1.5	89.3	6.58	6.92	84.6	3.91	4.22
	2.0	82.6	6.91	7.52	72.6	3.75	4.29
	2.5	75.3	7.25	7.82	82.6	3.75	4.30
	3.0	92.6	7.41	7.97	92.6	3.91	4.83
	3.5	86.0	9.10	9.81	80.0	4.25	4.81
Control(H ₂ O)		86.6	5.91	6.48	81.3	2.91	3.40
LSD(0.05)		13.1	10.7	0.96	14.2	0.31	0.31
Significances							
Polymer chemical(A)		*	***	***	**	***	***
Polymer conc.(B)		NS	***	***	**	***	***
A x B		NS	***	***	NS	***	***

z) NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P = 0.05, 0.01, \text{ and } 0.001$, respectively.

Table 3.2. Effect of pelleting polymers and their concentrations on percent germination, T₅₀ and MDG of noncoated 'Ipdulge' perilla seeds. Seeds were dark-germinated at 25°C and 30°C for up to 18 days.

Seed treatment	Conc. (%)	25°C			30°C		
		Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
Polyvinyl alcohol	0.5	78.6	1.75	2.16	87.6	1.35	1.83
	1.5	82.6	1.75	2.23	84.0	1.25	1.92
	2.0	84.6	1.75	2.38	81.3	1.25	1.75
	2.5	94.6	1.75	2.36	80.6	1.25	1.69
	3.0	90.6	1.75	2.31	92.0	1.25	1.71
	3.5	86.6	1.75	2.35	86.6	1.25	1.73
Span	0.5	82.0	1.75	2.28	76.0	1.25	1.92
	1.5	82.6	1.91	2.45	92.3	1.25	2.15
	2.0	84.0	1.75	2.39	75.3	2.65	3.02
	2.5	88.0	1.75	2.47	80.0	1.41	2.25
	3.0	85.3	1.75	2.24	66.6	2.91	3.41
	3.5	84.6	2.41	2.42	60.6	3.91	4.61
Tween 80	0.5	85.3	1.75	2.24	85.3	1.41	2.01
	1.5	87.3	1.75	2.53	72.6	1.91	2.26
	2.0	84.0	1.75	2.05	83.3	1.25	1.91
	2.5	79.3	1.75	2.11	90.0	1.25	1.89
	3.0	94.6	1.75	2.11	75.3	1.25	1.79
	3.5	94.3	1.75	2.19	54.0	1.41	1.86
Methy cellulose	0.5	90.0	1.75	2.20	82.0	1.25	1.82
	1.5	88.0	1.75	2.20	90.0	1.25	1.88
	2.0	86.6	1.75	2.27	77.3	1.25	1.65
	2.5	82.6	1.75	2.33	84.6	1.58	1.90
	3.0	81.3	2.08	2.55	88.6	1.58	2.20
	3.5	80.6	2.08	2.66	80.6	1.58	2.23
Carboxymethyl cellulose	0.5	79.3	1.91	2.42	74.0	1.25	1.90
	1.5	91.3	2.25	2.73	87.0	1.25	2.02
	2.0	85.3	2.25	3.04	83.3	2.91	3.32
	2.5	82.6	2.75	3.08	79.3	2.41	2.63
	3.0	84.6	2.75	3.26	73.3	3.25	3.48
	3.5	76.0	3.41	3.98	65.3	2.58	3.13
Polyvinyl pyrrolidone	0.5	82.0	1.75	2.16	87.3	1.25	1.83
	1.5	88.0	2.08	2.53	82.6	1.25	1.73
	2.0	89.3	1.91	2.42	80.6	1.25	1.83
	2.5	84.0	2.08	2.40	81.3	1.58	2.03
	3.0	88.0	2.08	2.38	88.0	2.58	3.00
	3.5	90.6	2.25	2.64	83.3	2.25	2.58
Hydroxyethyl cellulose	0.5	84.6	1.75	2.20	74.6	1.25	1.82
	1.5	92.6	1.75	2.29	92.0	1.91	2.20
	2.0	90.0	1.91	2.49	78.6	1.75	2.24
	2.5	80.0	1.91	2.47	76.6	1.75	2.16
	3.0	84.6	2.25	2.57	86.6	1.91	2.24
	3.5	78.6	2.58	2.99	84.0	3.08	3.53
Control(H ₂ O)		79.3	1.75	2.18	88.0	1.25	1.56
LSD(0.05)		10.8	0.43	0.28	17.9	0.63	0.69
Significances							
Polymer chemical (A)		NS	***	***	*	***	***
Polymer conc.(B)		NS	***	***	*	***	***
A x B		NS	**	***	NS	***	***

2) NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P = 0.05, 0.01, \text{ and } 0.001$, respectively.

그러나 span 및 tween 80은 비록 발아를 억제하는 정도는 낮다고 할지라도 높은 비중으로 인하여 물과 희석되지 않는 단점이 있었고, 이들 접착제로 코팅된 종자는 경도가 낮았다(결과 미제시). 이는 운송이나 기계화 파종작업 중 코팅층이 파열되기 쉽다는 것을 의미하고 있다.

발아배지에 공급되는 접착제 농도에 따라 들깨 종자의 발아력에 차이가 있었다. 저농도인 0.5%에서는 발아율이 전반적으로 높았으나, 고농도인 3.5%에서는 발아율이 감소되었으며, 발아속도도 지연되었다. 일반적으로 코팅과정중 접착제 농도가 높으면 경도는 강화되나, 발아력이 감소된다.

적정 처리농도는 접착제의 종류에 따라 다르나 일반적으로 0.5~4.0% 범위가 적당하다고 알려져 있다(Baxter와 Wates, 1986). 그러나 PVA는 고농도에서도 다른 접착제 비해 발아억제 현상이 낮았다. 이는 코팅 종자의 경도 강화를 위해 접착제 농도를 증가하더라도 발아를 크게 억제하지 않는다는 것을 시사하고 있다. 코팅종자에 적합한 접착제를 선발한 선행연구에서는 methyl cellulose와 gum arabic 등이 가장 우수했다고 하였고, 목초종자에서는 석회를 피복물질로 사용한 경우는 methyl cellulose가, 활성탄소를 피복물질로 사용했을 때는 polyvinyl acetate가 접착능력이 우수했다고 하여 코팅 피복물질에 따라 적정 접착제가 달라짐을 알 수 있었다.

또한 유용 미생물을 코팅할 경우 접착제 종류에 따라 미생물의 생존율, 저렴한 가격 및 접착력을 고려했을 때 methyl cellulose가 우수한 접착제라고 하였다.

그러나 본 연구에서는 들깨 종자코팅에 적용될 수 있는 최적 접착제는 PVA였고 다음이 polyvinyl pyrrolidone(PVP), hydroxyethyl cellulose (HEC)순으로 좋았다. 반면 carboxymethyl cellulose(CMC)와 methyl cellulose(MC)를 코팅 접착제로 사용했을 때 발아율이 감소될 뿐만 아니라 발아속도도 저하되었다.

제 4절 코팅 피복물질 선발

1. 서 언

들깨는 육묘를 거치지 않고 직파하는 것이 대부분이므로 코팅종자를 이용한 노력절감형 생산체계 확립은 부족한 노동력을 완화시킬 수 있을 뿐만 아니라 유묘시 병충해 방제, 제초제 절감과 아울러 고품질의 잎 들깨 확보할 수 있어 농가소득 향상에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

종자처리 기술 가운데 코팅기술은 농업분야에서 대표적인 지식산업에 속한다. 오늘날의 종자산업은 농작물 생산을 뒷받침하는 원자재의 원활한 공급이라는 단순한 역할에 그치지 않고 종자의 개발·생산에 독립적인 영역을 확보하고 있다. 그리고 신품종과 종자처리 기술에 대한 지적재산권을 보호하고 있다. 특히 우리나라와 같이 인적자원을 제외하면 이렇다 할 자원이 없는 국가에서는 신품종 육성이나, 종자 산업에서 전문인력을 확보하는 일이 대단히 시급한 일이다.

또한 코팅종자는 종자 주위에 입묘를 증진시킬 수 있는 여러 가지 생장촉진제, 살균제, 영양물질의 첨가가 가능하여 포장체계에 비하여 경제적이고 처리 효율성을 극대화시킬 수 있다. 특히 우리나라와 같이 농촌노동력 부족현상이 심화되고 있는 현실을 고려해 볼 때 코팅종자의 도입은 반드시 이루어져야 될 분야이나, 국내에서는 이에 대한 체계적인 연구가 없었다.

코팅 종자의 생산은 접착제를 분사하여 코팅물질이 종피에 연속적으로 부가됨으로써 치밀화 된 코팅 종자를 생산할 수 있다(Scott, 1989). 지금까지 알려진 코팅물질로는 여러 가지 광물질과 유기물인 peatmoss, sawdust 등이 사용되어 왔다(Roos와 Moore, 1975). 그러나 코팅종자에 사용되는 피복물질의 종류에 따라 형태가 불량하거나 상품성이 없는 코팅종자가 생산될 수 있다. 또한 외관이 우수하더라도 발아를 저해하는 물질은 실용성이 없을 것이다.

따라서 코팅 종자가 실용적으로 이용되기 위해서는 외관이 우수하고 발아에 장애를 주지 않는 코팅 피복물질이 탐색되어야 할 것이다. 이러한 관점에서 본 연구는 외국으로부터 수입에 의존하고 있는 코팅 피복물질을 국내 생산되고 있는 물질로 대체할 수 있는 물질 탐색과 아울러 발아에 미치는 영향을 검토하여 고품질의 코팅종자를 생산하기 위한 기초자료를 얻고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 코팅 피복물질에 따른 발아성

본 실험에 사용된 들깨 품종은 ‘잎들깨’였다. 본 실험에서는 들깨 종자의 코팅에 가격이 저렴하고 경제적 가치가 높은 코팅 피복물질을 탐색하기 위하여 Bentonite, Calcium carbonate (CC), Celite, Diatomaceous earth # 300(DME # 300), Diatomaceous earth #500(DME #500), Kaolin, Limestone, Peatmoss, Talc 등의 단용처리와 Bentonite + CC, Bentonite + Celite, Bentonite + DME #300, Bentonite + Kaolin, Bentonite + Limestone, Bentonite + Peatmoss, Bentonite + Talc, Bentonite + CC + Celite, Bentonite + CC + DME #300, Bentonite + CC + Kaolin, Bentonite + CC + Limestone, Bentonite + CC + Peatmoss, Bentonite + CC + Talc, CC + Celite, CC + DME # 300, CC + Kaolin, CC + Limestone, CC + Peatmoss, CC + Talc, CC + Celite + DME #300, CC + Celite + Kaolin, CC + Celite + Limestone, CC + Celite + Peatmoss, CC + Celite + Talc, Celite + DME #300, Celite + Kaolin, Celite + Limestone, Celite + Peatmoss, Celite + Talc, Celite + DME #300 + Kaolin, Celite + DME #300 + Limestone, Celite + DME #300 + Peatmoss, Celite + DME #300 + Talc, DME #300 + Kaolin, DME #300 + Limestone, DME # 300 + Peatmoss, DME #300 + Talc, DME #300 + Kaolin + Limestone, DME #300 + Kaolin + Peatmoss, DME #300 + Kaolin + Talc, Kaolin + Limestone, Kaolin + Peatmoss, Kaolin + Talc, Kaolin + Limestone + Peatmoss, Kaolin + Limestone + Talc, Limestone + Peatmoss, Limestone + Talc, Limestone + Peatmoss + Talc 및 Peatmoss + Talc 등을 부피비(v/v)로 혼합하여 종자코팅에 사용하였다.

종자코팅 방법은 코팅제조기에 100g의 종자를 넣고 코팅 접착제로는 PVA 0.5% 수용액을 종자표면에 분무한 후 각 조제된 피복물질을 서서히 첨가하여 코팅하였다. 코팅 접착제 분무는 코팅초기에는 PVA 0.5%용액을, 중기에는 PVA 1.0%액을, 후기에는 코팅층의 경도를 강화시키기 위하여 PVA 2.0%용액을 분무하였다. 코팅드럼의 회전속도도 초기, 중기 및 후기로 나누어 달리하였는데, 초기에는 종자의 기계적 손상을 경감시키기 위해 60~70 rpm, 중기에는 100~150 rpm, 후기에는 400~500 rpm으로 조절하였다. 이와 같이 코팅된 종자는 30℃에서 2시간 건조시킨 후 실험에 사용하였다. 코팅된 종자의 발아율 조사는 직경 9cm의 petridish에 흡습지(Whatman No. 2) 2장을 깔고

50립의 종자를 3반복으로 치상한 후 15℃, 20℃ 및 25℃에서 발아율과 T₅₀ 및 MDG를 조사하였다.

나. 코팅 피복물질의 물리성

코팅종자의 물리성은 기계화 파종에 대단히 중요하며, 발아에도 영향을 미치는 요인이다. 여러 가지 피복물질로 코팅 제조된 종자의 경도를 경도계(Hardness meter)로 사용하였고 수직으로 압박을 가하여 깨어질때의 압력 (N/cm²)으로 표시하였다. 코팅종자의 모양형성능은 달관으로 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 코팅 피복물질에 따른 발아성

양질의 코팅종자란 운반, 수송, 기계화 파종 중에 코팅층이 파열되지 않아야 하며, 코팅 피복물질이 발아와 출현 및 입묘에 지장을 주어서는 안 된다. 그러나 코팅종자 생산에 증량제로 첨가되는 피복물질은 발아율을 억제하지 않는 물질이 있는가 하면 발아를 억제하는 물질도 있다. 따라서 높은 발아력을 유지시킬 수 있는 양질의 피복물질의 탐색은 코팅종자의 산업화를 위해 우선적으로 고려되어야 할 사항이다.

코팅 피복물질의 종류를 달리하여 코팅제조된 들깨종자의 발아성을 다양한 발아온도에서 조사한 결과는 Table 4.1~4.3에 나타내었다. 15℃에서 발아시킨 코팅종자는 피복물질의 종류에 따라 발아율과 발아속도에 큰 차이를 보였다.

Table 4.1. Effect of different kinds of coating solid materials on percent germination and T₅₀ of 'Ipdulgge' perilla seeds at 15°C.

Coating solid materials	15°C		
	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (%)
Bentonite	90.6 a-d	6.58 t-w	7.35 s-u
Calcium carbonate (CC)	86.0 a-d	6.82 m-v	7.58 m-u
Celite	78.6 de	6.47 u-w	7.16 u-v
Diatomaceous earth # 300(DME # 300)	91.3 a-c	6.53 u-w	7.23 t-v
Diatomaceous earth # 500(DME # 500)	92.6 a-c	6.78 n-v	7.41 s-u
Kaolin	84.6 a-e	6.66 q-v	7.65 l-u
Limestone	14.6 ij	8.42 c-g	9.94 a-d
Peatmoss	89.3 a-d	7.51 h-q	8.25 h-q
Talc	91.3 a-c	6.71 p-v	7.45 p-u
Bentonite + CC	88.0 a-d	6.71 p-v	7.44 p-u
Bentonite + Celite	83.3 a-e	6.57 t-w	7.37 s-u
Bentonite + DME # 300	84.6 a-e	6.43 v-w	7.30 s-v
Bentonite + Kaolin	80.6 c-e	7.31 i-u	8.23 h-r
Bentonite + Limestone	14.0 ij	9.46 a	10.18 a-c
Bentonite + Peatmoss	81.3 b-e	7.55 h-p	8.30 h-p
Bentonite + Talc	82.6 a-e	7.33 i-u	7.92 j-u
Bentonite + CC + Celite	89.3 a-d	7.68 g-m	8.36 h-o
Bentonite + CC + DME # 300	84.6 a-e	7.64 g-m	8.45 g-l
Bentonite + CC + Kaolin	92.6 a-c	6.89 m-v	7.66 l-u
Bentonite + CC + Limestone	26.0 f-i	7.82 f-k	8.73 f-j
Bentonite + CC + Peatmoss	88.6 a-d	7.62 g-n	8.43 g-m
Bentonite + CC + Talc	78.6 d-e	7.22 i-v	7.96 j-u
CC + Celite	93.3 ab	7.19 m-v	7.71 k-u
CC + DME # 300	84.6 a-e	7.17 m-v	7.75 k-u
CC + Kaolin	86.0 a-d	6.88 m-v	7.53 n-u
CC + Limestone	23.3 g-i	9.50 a	10.16 a-c
CC + Peatmoss	87.3 ab	7.46 h-s	8.11 i-s
CC + Talc	94.6 a	6.74 o-v	7.47 p-u

Table 4.1. Continue.

Coating solid materials	15°C		
	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (%)
CC + Celite + DME # 300	86.6 a-d	7.59 g-o	7.84 k-u
CC + Celite + Kaolin	84.0 a-e	7.75 f-l	7.35 s-u
CC + Celite + Limestone	20.0 e-j	7.90 e-j	8.54 f-k
CC + Celite + Peatmoss	90.6 a-d	7.40 h-t	8.05 i-t
CC + Celite + Talc	91.3 a-c	7.28 i-v	7.90 j-u
Celite + DME # 300	92.0 a-c	6.60 s-w	7.33 s-v
Celite + Kaolin	86.6 a-d	6.99 m-v	7.65 l-u
Celite + Limestone	9.3 j	9.32 ab	9.40 c-f
Celite + Peatmoss	72.6 e	6.80 n-v	7.73 k-u
Celite + Talc	91.3 a-c	6.89 m-v	7.56 n-u
Celite + DME # 300 + Kaolin	90.6 a-c	6.73 o-v	7.56 n-u
Celite + DME # 300 + Limestone	38.0 f	8.74 a-e	10.17 a-c
Celite + DME # 300 + Peatmoss	86.0 a-d	7.12 m-v	7.85 k-u
Celite + DME # 300 + Talc	87.3 a-d	7.50 h-r	8.08 i-t
DME # 300 + Kaolin	89.3 a-d	6.66 q-v	7.32 s-v
DME # 300 + Limestone	20.0 h-j	8.58 b-f	9.26 d-g
DME # 300 + Peatmoss	80.6 c-e	6.53 v-w	7.28 s-v
DME # 300 + Talc	90.6 a-d	7.41 h-t	8.05 i-j
DME # 300 + Kaolin + Limestone	26.0 f-i	9.23 a-c	10.39 ab
DME # 300 + Kaolin + Peatmoss	84.6 a-e	6.71 p-v	7.38 s-u
DME # 300 + Kaolin + Talc	91.3 a-c	6.83 m-v	7.52 o-u
Kaolin + Limestone	26.0 f-i	8.08 e-i	8.89 e-i
Kaolin + Peatmoss	86.6 a-d	6.91 m-v	7.78 k-u
Kaolin + Talc	86.6 a-d	7.16 m-v	7.83 k-u
Kaolin + Limestone + Peatmoss	24.0 g-i	9.33 ab	10.50 a
Kaolin + Limestone + Talc	27.3 f-h	7.95 e-j	9.07 e-h
Limestone + Peatmoss	14.6 ij	7.86 f-k	8.39 h-n
Limestone + Talc	34.6 fg	8.25 d-h	9.61 b-e
Limestone + Peatmoss + Talc	24.6 gi	9.08 a-d	10.40 ab
Peatmoss + Talc	86.0 a-d	6.63 r-w	7.33 s-v
Control (dH ₂ O)	90.0 a-c	5.78 w	6.47 v
LSD(0.05)	12.2	0.86	0.86

^z Means in columns are separated by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 4.2. Effect of different kinds of coating solid materials on percent germination and T₅₀ of 'Ipdulgge' perilla seeds at 20°C.

Coating solid materials	20°C		
	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
Bentonite	95.3 ab	3.80 m-p	4.86 h-p
Calcium carbonate (CC)	86.6 a-g	3.75 m-p	4.70 j-p
Celite	86.6 a-g	3.71 m-p	4.50 m-p
Diatomaceous earth # 300(DME # 300)	92.0 a-e	3.72 m-p	4.34 m-p
Diatomaceous earth # 500(DME # 500)	84.6 a-g	3.84 k-p	4.75 i-p
Kaolin	82.0 e-g	3.70 n-p	4.59 l-p
Limestone	18.6 k-l	4.49 f-j	6.06 b-e
Peatmoss	87.3 a-f	4.14 h-p	4.83 h-p
Talc	88.6 a-f	3.78 m-p	4.55 m-p
Bentonite + CC	88.6 a-f	4.42 f-l	5.43 e-i
Bentonite + Celite	90.0 a-e	3.70 n-p	4.57 m-p
Bentonite + DME # 300	90.6 a-e	3.81 m-p	4.70 j-p
Bentonite + Kaolin	79.3 f-g	3.67 o-p	4.38 h-p
Bentonite + Limestone	29.3 ij	4.03 j-p	5.20 f-m
Bentonite + Peatmoss	90.6 a-e	3.66 o-p	4.37 o-p
Bentonite + Talc	76.6 g	3.86 k-p	4.83 h-p
Bentonite + CC + Celite	84.6 c-g	4.96 b-f	5.77 c-g
Bentonite + CC + DME # 300	82.0 e-g	3.62 p	4.33 op
Bentonite + CC + Kaolin	79.3 e-g	4.79 c-g	5.58 d-h
Bentonite + CC + Limestone	36.6 hi	4.93 b-f	6.24 a-d
Bentonite + CC + Peatmoss	84.0 c-g	3.98 j-p	4.90 h-p
Bentonite + CC + Talc	86.0 b-g	3.84 k-p	4.80 h-p
CC + Celite	86.6 a-g	3.83 k-p	4.44 m-p
CC + DME # 300	91.3 a-e	3.85 k-p	4.67 j-p
CC + Kaolin	92.0 a-e	3.66 op	4.47 m-p
CC + Limestone	35.3 hi	4.43 f-k	5.87 b-f
CC + Peatmoss	95.3 ab	3.83 k-p	4.59 l-p
CC + Talc	94.0 a-c	3.60 p	4.28 p

Table 4.2. Continue.

Coating solid materials	20°C		
	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
CC + Celite + DME # 300	88.0 a-f	3.83 k-p	4.49 m-p
CC + Celite + Kaoline	86.0 b-g	4.05 i-p	4.71 j-p
CC + Celite + Limestone	38.0 hi	3.70 n-p	4.56 m-p
CC + Celite + Peatmoss	83.3 d-g	4.02 j-p	4.85 h-p
CC + Celite + Talc	92.6 a-d	3.70 n-p	4.55 m-p
Celite + DME # 300	93.3 a-d	3.72 m-p	4.57 m-p
Celite + Kaolin	87.3 a-f	4.71 e-h	5.52 d-i
Celite + Limestone	34.6 hi	5.42 ab	6.43 a-c
Celite + Peatmoss	91.3 a-e	3.68 op	4.35 op
Celite + Talc	89.3 a-f	3.71 n-p	4.46 m-p
Celite + DME # 300 + Kaolin	84.0 c-g	3.68 op	4.57 m-p
Celite + DME # 300 + Limestone	44.6 h	4.23 h-o	5.09 f-o
Celite + DME # 300 + Peatmoss	88.0 a-f	3.65 op	4.54 m-p
Celite + DME # 300 + Talc	86.0 b-g	4.29 g-n	5.00 h-p
DME # 300 + Kaolin	90.0 a-e	3.77 m-p	4.67 j-p
DME # 300 + Limestone	23.3 j-l	4.71 e-h	5.36 e-l
DME # 300 + Peatmoss	88.6 a-f	3.95 j-p	4.64 k-p
DME # 300 + Talc	90.6 a-e	3.76 m-p	4.45 m-p
DME # 300 + Kaolin + Limestone	28.0 i-k	4.74 d-h	5.41 e-k
DME # 300 + Kaolin + Peatmoss	96.0 ab	3.82 l-p	4.56 m-p
DME # 300 + Kaolin + Talc	91.3 a-e	3.71 n-p	4.45 m-p
Kaolin + Limestone	29.3 ij	4.31 g-m	4.87 h-p
Kaolin + Peatmoss	88.6 a-f	3.92 j-p	4.76 i-p
Kaolin + Talc	95.3 ab	3.86 k-p	4.75 i-p
Kaolin + Limestone + Peatmoss	28.0 i-k	5.37 a-c	6.62 ab
Kaolin + Limestone + Talc	14.6 l	4.64 e-i	5.16 f-n
Limestone + Peatmoss	17.3 l	5.20 a-e	5.79 c-f
Limestone + Talc	16.0 l	5.33 a-d	5.77 c-g
Limestone + Peatmoss + Talc	17.3 l	5.57 a	6.94 a
Peatmoss + Talc	96.6 a	3.89 j-p	4.81 h-p
Control (dH ₂ O)	88.0 a-f	3.64 op	4.45 m-p
LSD(0.05)	10.4	0.60	0.78

^z Means in columns are separated by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 4.3. Effect of different kinds of coating solid materials on percent germination and T₅₀ of 'Ipdulgge' perilla seeds at 25°C

Coating solid materials	25°C		
	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
Bentonite	90.0 ab	2.89 m-p	3.70 j-p
Calcium carbonate (CC)	77.3 b-d	2.89 m-p	3.47 m-p
Celite	81.3 a-d	2.65 p	3.68 k-p
Diatomaceous earth # 300(DME # 300)	84.6 ab	2.79 op	3.48 m-p
Diatomaceous earth # 500(DME # 500)	84.0 a-c	2.77 op	3.51 l-p
Kaolin	92.0 ab	3.73 e-k	4.42 f-k
Limestone	18.0 k	5.89 a	6.73 a
Peatmoss	77.3 b-d	2.89 m-p	4.28 f-o
Talc	81.3 a-d	2.98 k-p	3.49 l-p
Bentonite + CC	84.6 ab	2.75 op	3.70 j-p
Bentonite + Celite	84.0 a-c	2.77 op	3.69 k-p
Bentonite + DME # 300	92.0 ab	3.73 e-k	3.45 n-p
Bentonite + Kaolin	78.6 a-d	3.60 f-m	4.78 d-i
Bentonite + Limestone	14.0 k	3.89 c-h	3.45 n-p
Bentonite + Peatmoss	82.0 a-d	2.75 op	3.54 l-p
Bentonite + Talc	88.0 ab	2.85 m-p	3.44 n-p
Bentonite + CC + Celite	87.3 ab	2.83 n-p	4.20 g-o
Bentonite + CC + DME # 300	88.6 ab	2.75 op	5.08 b-f
Bentonite + CC + Kaolin	89.3 ab	2.71 op	3.46 m-p
Bentonite + CC + Limestone	46.0 gh	4.05 b-f	4.58 e-j
Bentonite + CC + Peatmoss	86.6 ab	2.83 n-p	4.28 f-o
Bentonite + CC + Talc	92.0 ab	2.75 op	4.11 h-o
CC + Celite	80.6 a-d	3.41 g-p	3.48 l-p
CC + DME # 300	76.6 c-e	4.25 a-f	3.60 k-p
CC + Kaolin	88.0 ab	2.79 op	3.56 k-p
CC + Limestone	34.0 h-j	3.87 c-i	5.09 b-f
CC + Peatmoss	86.0 ab	4.63 a-c	3.91 i-p
CC + Talc	81.3 a-d	4.43 a-e	3.71 j-p

Table 4.3. Continue.

Coating solid materials	25 °C		
	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
CC + Celite + DME # 300	88.0 ab	4.80 ab	4.31 f-n
CC + Celite + Kaoline	84.6 ab	3.58 f-n	3.64 k-p
CC + Celite + Limestone	39.3 g-j	4.27 a-f	4.95 c-h
CC + Celite + Peatmoss	88.6 ab	2.90 m-p	3.97 i-p
CC + Celite + Talc	90.0 ab	3.40 g-p	3.66 k-p
Celite + DME # 300	87.3 ab	3.11 i-p	3.78 j-p
Celite + Kaolin	81.3 a-d	3.68 e-l	4.20 g-o
Celite + Limestone	48.0 gh	3.09 j-p	6.40 a
Celite + Peatmoss	90.0 ab	3.68 e-l	3.67 k-p
Celite + Talc	93.3 a	3.43 g-o	3.73 j-p
Celite + DME # 300 + Kaolin	89.3 ab	3.04 k-p	3.42 op
Celite + DME # 300 + Limestone	54.6 e-g	4.87 ab	5.92 ab
Celite + DME # 300 + Peatmoss	82.0 a-c	3.58 f-n	3.59 k-p
Celite + DME # 300 + Talc	82.6 a-c	4.97 a	3.53 l-p
DME # 300 + Kaolin	88.6 ab	2.99 k-p	3.58 k-p
DME # 300 + Limestone	66.6 d-f	3.01 k-p	4.33 f-m
DME # 300 + Peatmoss	86.6 ab	2.80 op	3.40 op
DME # 300 + Talc	90.0 ab	3.12 i-p	3.46 m-p
DME # 300 + Kaolin + Limestone	82.0 a-d	3.92 d-j	4.36 f-l
DME # 300 + Kaolin + Peatmoss	84.0 ab	2.92 l-p	3.49 l-p
DME # 300 + Kaolin + Talc	90.6 ab	2.76 op	3.92 i-p
Kaolin + Limestone	24.0 jk	3.85 d-j	5.05 b-g
Kaolin + Peatmoss	88.0 ab	2.73 op	3.81 j-p
Kaolin + Talc	89.3 ab	2.86 m-p	3.62 k-p
Kaolin + Limestone + Peatmoss	31.3 ij	3.70 e-k	4.99 c-g
Kaolin + Limestone + Talc	40.0 gh	2.79 op	4.89 c-h
Limestone + Peatmoss	42.4 gh	4.11 a-f	5.31 b-e
Limestone + Talc	47.3 gh	3.73 e-k	5.71 a-c
Limestone + Peatmoss + Talc	46.6 gh	4.20 a-f	5.49 b-d
Peatmoss + Talc	90.0 ab	3.00 k-p	3.71 j-p
Control (dH ₂ O)	90.0 ab	2.83 m-p	3.17 p
LSD(0.05)	15.7	0.76	0.87

^z Means in columns are separated by Duncan's multiple range test at $P= 0.05$.

발아율은 코팅 피복물질중 calcium carbonate(CC) + talc 혼합물질, calcium carbonate(CC) + celite 혼합물질, diatomaceous earth #300, diatomaceous earth #500, bentonite + CC + kaolin 혼합물질, CC + celite + talc 혼합물질, CC + celite + peatmoss 혼합물질, talc 단독물질, celite + talc 혼합물질, celite + DME #300 + kaolin 혼합물질, DME #300 + talc 혼합물질, DME #300 + kaolin + talc 혼합물질 및 bentonite 로 코팅된 종자들은 90% 이상 발아하였다.

이러한 결과는 대조구 종자가 90% 발아한 것에 비하면 이들 피복물질은 발아를 크게 저해하지 않는 피복물질이었다. 반면 limestone은 발아율이 20% 미만이었으며, 이와 혼합한 피복물질에서도 발아율이 50% 미만으로 급감하였고, 발아 지연 현상도 뚜렷하였다.

이와 같이 limestone의 발아 억제 원인은 코팅 피복물질의 높은 pH에 기인된 것으로 보여진다. 따라서 limestone은 들깨의 종자 코팅에는 적합한 코팅물질은 아니었다.

발아 속도도 코팅 피복물질의 종류에 따라 차이가 있었다. 발아 배지에 코팅 피복물질이 첨가되면 발아 속도는 약간 지연되는 경향을 보였다.

대조구 종자의 T_{50} 과 MDG는 각각 5.78일과 6.47일이 소요되었으나, bentonite, calcium carbonate(CC), celite, DME #300, DME #500, kaolin, talc, bentonite + CC 혼합물질, bentonite + celite 혼합물질, bentonite + DME #300 혼합물질, bentonite + CC + kaolin 혼합물질, CC + kaolin 혼합물질, CC + celite + DME #300 혼합물질, celite + DME #300 혼합물질, celite + peatmoss 혼합물질, celite + peatmoss 혼합물질, celite + DME #300 + kaolin 혼합물질, DME #300 + kaolin 혼합물질, DME #300 + peatmoss 혼합물질, DME #300 + kaolin + peatmoss, DME #300 + kaolin + talc 혼합물질, kaolin + peatmoss 혼합물질 및 peatmoss + talc 혼합물질 등에서는 T_{50} 이 대조구 종자에 비해 약 1일 정도 지연되었으나, 다른 피복물질에 비해 발아 지연 정도가 낮았다. 그러나 limestone이 혼합되면 발아 속도가 지연되어 T_{50} 이 10일 이상 소요되었다.

Table 4.2는 58개의 피복물질로 들깨 종자를 코팅 제조하여 20°C에서 발아성을 조사한 결과이다. 전반적인 경향은 Table 4.1과 유사한 경향을 보였다. 20°C에 치상된 들깨 대조구 종자의 최종 발아율은 88%였다. 그러나 bentonite, DME #300, peatmoss, talc 등의 단독 피복물질과 bentonite + CC 혼합물질, bentonite + celite 혼합물질, bentonite + DME #300 혼합물질, bentonite + peatmoss 혼합물질, bentonite + CC + talc 혼합물질, CC + celite 혼합물질, CC + DME #300 혼합물질, CC + kaolin 혼합물질, CC + talc 혼합물질, CC + celite + DME #300 혼합물질, CC + celite + kaolin 혼합물질, CC + celite + talc

혼합물질, celite + DME #300 혼합물질, celite + kaolin 혼합물질, celite + peatmoss 혼합물질, celite + talc 혼합물질, celite + DME #300 + peatmoss 혼합물질, celite + DME #300 + talc 혼합물질, DME #300 + kaolin 혼합물질, DME #300 + talc 혼합물질, DME #300 + kaolin + peatmoss 혼합물질, DME #300 + kaolin + talc 혼합물질, kaolin + peatmoss 혼합물질, kaolin + talc 혼합물질 및 peatmoss + talc 등의 혼합물질에서는 대조구 종자에 비해 높은 발아율을 보인 피복물질이였다.

반면 발아를 억제하는 피복물질은 limestone이었고, 이들 물질과 혼합되면 발아율은 급격하게 감소되었다. 발아속도는 코팅되지 않은 대조구 종자에서는 T_{50} 과 MDG가 3.6일과 4.5일이 소요되었으나, 코팅하면 발아속도는 약간 지연되는 경향이였다.

그러나 피복물질의 종류에 따라 발아지연 정도가 달랐는데, bentonite, calcium carbonate, celite, DME #300, DME #500, kaolin, peatmoss, talc 등의 단독물질, bentonite + celite 혼합물질, bentonite + DME #300 혼합물질, bentonite + kaolin 혼합물질, bentonite + peatmoss 혼합물질, bentonite + talc 혼합물질, bentonite + CC + DME #300 혼합물질, CC + DME #300 혼합물질, CC + kaolin 혼합물질, CC + talc 혼합물질, CC + celite + DME #300 혼합물질, CC + celite + kaolin 혼합물질, CC + celite + talc 혼합물질, celite + DME #300 혼합물질, celite + kaolin 혼합물질, celite + peatmoss 혼합물질, celite + talc 혼합물질, celite + DME #300 + peatmoss 혼합물질 및 celite + DME #300 + talc 등을 혼합한 피복물질에서는 T_{50} 과 MDG가 대조구 종자에 비해 약간 지연되는 경향이나 유의성은 인정되지 않았다.

Table 4.3은 여러 가지 피복물질로 코팅하여 25°C의 발아온도에서 코팅종자의 발아성을 조사한 결과이다. 전반적인 경향은 발아온도 15°C와 20°C와 유사한 경향을 보였다. 대조구 종자는 90%의 발아율을 보였고, 발아속도인 T_{50} 과 MDG는 2.83일과 3.17일이 소요되었다. 코팅 피복물질의 종류에 따라 발아율에는 큰 차이를 보였는데, limestone이 혼합된 피복물질에서는 발아율이 50% 미만으로 감소되었으나, 그 외의 피복물질은 대조구에 비해 큰 차이는 없었다. 종자를 코팅하면 T_{50} 과 MDG가 약간 지연되었으나, 그 정도는 15°C와 20°C에 비해 낮았다.

이상과 같이 코팅 피복물질이 들깨종자의 발아성에 미치는 영향을 다양한 발아온도에서 검토한 결과 bentonite, diatomaceous earth #300, calcium carbonate(CC) + talc 혼합물질, DME #300 + talc 혼합물질, DME #300 + kaolin + talc 혼합물질 등에서 발아율도 높았고 발아를 억제하는 정도가 낮아 들깨의 종자코팅에 적합한 피복물질이였다.

나. 코팅 피복물질의 물리성

종자코팅에 적합한 피복물질은 발아를 억제하지 않은 것이 선행되어야 하나 코팅형성이 불량하거나 기계화 파종중에 코팅층이 파열된다면 실용성이 없을 것이다.

Table 4.4는 여러 가지 코팅 피복물질로 들깨종자를 코팅하여 코팅형성 정도와 경도를 조사한 것이다.

코팅 피복물질 중 DME #300과 #500, kaoline, limestone 및 talc등의 단일 물질과 이를 혼합한 피복물질로 코팅하면 코팅형성이 좋았고 표면도 매끄러웠다. 반면 bentonite, celite 및 peatmoss등은 코팅형성이 불량하였고, 표면이 거칠어진 코팅종자가 생산되었다. 또한 이를 혼합한 피복재료로 종자를 코팅하더라도 코팅형성이 불량하였다.

코팅종자의 경도는 피복물질의 종류와 피복물질의 혼합형태에 따라 달랐다. 코팅 피복물질중 bentonite 사용한 코팅종자는 경도가 비교적 높았고, 이를 다른 피복물질과 혼합하여 코팅하더라도 경도가 높아지는 경향이였다. 반면 celite와 calcium carbonate로 코팅된 종자는 경도가 낮았다. Limestone은 단독으로 코팅하면 경도가 낮았으나 다른 피복물질과 혼합한 후 코팅하면 경도가 높아지는 특성이 있었다.

코팅종자의 경도는 전반적으로 단독 피복물질보다는 몇 가지 피복물질을 혼합한 후 코팅하면 경도가 높아지는 경향이였다. 따라서 코팅종자의 경도 강화를 위해서는 피복물질 혼합하여 사용하면 좋을 것으로 판단되었다.

Table 4.4. Easiuess of granulation and hardness of various coating solid materials used to coating perilla seeds.

Coating solid materials	Pellet shape ^z	Hardness (N)
Bentonite	-	21.9
Calcium carbonate (CC)	+	6.6
Celite	-	11.0
Diatomaceous earth # 300(DME # 300)	++	9.4
Diatomaceous earth # 500(DME # 500)	++	9.5
Kaolin	++	6.3
Limestone	++	9.4
Peatmoss	-	14.4
Talc	++	7.7
Bentonite + CC	-	8.1
Bentonite + Celite	+	17.0
Bentonite + DME # 300	++	22.4
Bentonite + Kaolin	+	9.2
Bentonite + Limestone	+	21.3
Bentonite + Peatmoss	+	13.8
Bentonite + Talc	++	13.2
Bentonite + CC + Celite	+	9.8
Bentonite + CC + DME # 300	+	13.6
Bentonite + CC + Kaolin	+	12.6
Bentonite + CC + Limestone	++	12.7
Bentonite + CC + Peatmoss	+	14.5
Bentonite + CC + Talc	+	14.5
CC + Celite	+	8.2
CC + DME # 300	+	7.7
CC + Kaolin	+	9.1
CC + Limestone	++	9.1
CC + Peatmoss	+	9.4

Table 4.4. Continue.

Coating solid materials	Pellet shape ^z	Hardness (N)
CC + Talc	+	9.1
CC + Celite + DME # 300	+	8.0
CC + Celite + Kaolin	+	9.7
CC + Celite + Limestone	+	9.2
CC + Celite + Peatmoss	+	7.4
CC + Celite + Talc	+	7.3
Celite + DME # 300	+	7.3
Celite + Kaolin	+	8.7
Celite + Limestone	+	8.9
Celite + Peatmoss	+	9.1
Celite + Talc	+	9.1
Celite + DME # 300 + Kaolin	+	6.2
Celite + DME # 300 + Limestone	+	7.4
Celite + DME # 300 + Peatmoss	+	6.3
Celite + DME # 300 + Talc	+	8.1
DME # 300 + Kaolin	++	11.1
DME # 300 + Limestone	++	6.4
DME # 300 + Peatmoss	+	8.9
DME # 300 + Talc	++	6.5
DME # 300 + Kaolin + Limestone	++	11.3
DME # 300 + Kaolin + Peatmoss	++	14.2
DME # 300 + Kaolin + Talc	++	10.7
Kaolin + Limestone	++	39.3
Kaolin + Peatmoss	+	15.1
Kaolin + Talc	++	13.2
Kaolin + Limestone + Peatmoss	++	13.2
Kaolin + Limestone + Talc	++	21.5
Limestone + Peatmoss	+	7.4
Limestone + Talc	++	7.5
Limestone + Peatmoss + Talc	+	7.3
Peatmoss + Talc	+	9.4

^z - rough in surface, + smooth in surface, ++ very smooth in surface.

제 5절 코팅종자의 착색증진법 개발

1. 서 언

들깨의 파종은 단순히 손작업에 의존하기 때문에 정밀파종이 어렵고 종자량이 과다하게 되어 종자비 지출 및 육묘관리비 상승 등 농가소득의 저해요인이 되고 있다. 이는 곧, 육묘비용의 상승, 생산물의 품질저하 및 경쟁력 약화의 원인이 되고 있으며, 외국의 고품질 코팅종자 수입을 유발시킴으로 외화낭비를 초래하고 있다.

착색된 코팅종자는 화훼종자의 경우 화색, 채소종자에서는 소독처리를 상징한다. 또한 착색된 코팅종자는 품종간 구별이 용이하고 파종된 종자를 쉽게 식별할 수 있다. 국내의 종자업체에서 시판되고 있는 원예작물 종자는 종자보호와 발아촉진을 위해 살균제, 살충제, 생물방제제 및 생장조절제 첨가되어 종자의 원래 형태와 모양을 유지시키면서 크기만 2% 증가시킨 필름 코팅종자가 대부분이다. 필름 코팅종자는 먼지 발생량을 적게 하고 산형화과 백합과에서는 종자끼리 서로 달라붙는 것을 방지하여 파종할 때 파종 균일도를 높일 수 있는 장점이 있다. 그러나 필름코팅에 사용되는 착색제 대부분이 외국으로부터 수입에 의존하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 저렴하고 경제적인 코팅착색제를 탐색하고 이들 착색제들이 발아에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

공시품종은 '잎들깨' 였으며, 코팅착색제가 발아력에 미치는 영향을 조사하기 위해 사용된 색소는 Crystal Violet, Methyl Bule, Methyl Orange, Methyl Red 및 Sarfamine O 등을 포함한 5 종류였고, 이들 농도는 1.0% 였다. 실험 방법은 무처리 종자를 증류수 대신 코팅색소를 공급하여 발아력을 비교한 실험과 2% PVA 용액으로 색소를 용해하여 코팅공정 최종단계에 이를 분무하여 코팅색소가 발아에 미치는 영향을 20℃와 25℃에서 조사하였다. 이때 사용된 코팅 피복물질은 kaoline 이었다.

3. 결과 및 고찰

코팅착색제가 들깨 종자의 발아율과 발아속도(T_{50} , MDG)에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5.1과 같고 시기별 발아율은 Fig. 5.1에 나타내었다. 코팅종자는 무처리 종자에 비해 발아율이 감소하였다. 착색제로 코팅된 종자와 코팅하지 않고 색소처리된 코팅

종자간에는 발아율과 발아속도 및 평균발아소요일수에는 약간의 차이는 있었다.

전반적으로 무처리 종자에서 코팅착색제를 공급하면 methyl red에서는 발아율에는 감소되었으나, 그 외의 코팅 착색제간에는 큰 차이가 없었다. 또한 발아속도 및 평균발아소요일수도 methyl red에서 지연되었으나, 그 외의 착색제 처리간에는 유의적인 차이는 없었다. 그러나 착색제로 코팅된 종자는 무처리 종자에 착색제만 처리한 것에 비해 발아온도에 관계없이 발아율이 15% 정도 저하되었다. Methyl red로 코팅된 종자는 전반적으로 발아율이 감소되었고 발아속도는 지연되었으나, 그 외의 색소 코팅 종자간에는 큰 차이를 발견할 수 없었다. 따라서 들깨의 코팅종자는 코팅층이 발아를 억제하는 주된 요인이며, 착색제 자체는 발아를 크게 억제하지 않는 것으로 사료된다.

본 연구에서 증명된 바와 같이 착색제들은 발아를 크게 저해하지 않았다. 따라서 필름 코팅을 위해 수입에 의존하던 착색제들을 가격이 저렴한 착색제로 대체할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 토양색과 대비되는 착색제로 코팅한 종자는 파종위치를 정확하게 식별 수 있는 장점이 있어 고부가가치를 창출할 수 있을 것으로 판단된다(Fig. 5.2).

Table 5.1. Effect of seed coating colorants on the percent germination, T₅₀ and MDG of coated 'Ipdulgge' perilla seeds.

Coating colorant	Non coated			Coated ^z		
	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
<i>Germinated at 15 °C</i>						
Crystal violet	84.6	7.85	8.49	60.0	8.39	9.09
Methyl blue	78.0	7.96	8.53	51.3	8.61	9.40
Methyl orange	84.0	6.70	7.85	56.6	8.72	9.68
Methyl red	20.0	9.67	9.80	73.3	8.41	9.05
Sarfanine O	86.0	8.53	8.92	54.4	9.32	10.26
Uncoated	81.3	6.38	7.12	82.6	6.78	7.48
LSD(0.05) ^y	9.0 ^y	2.05	0.84	17.8	0.52	0.72
<i>Germinated at 20 °C</i>						
Crystal violet	86.6	3.37	3.83	30.0	5.21	6.54
Methyl blue	88.0	3.34	3.89	33.3	5.84	6.60
Methyl orange	90.6	3.08	3.50	26.6	6.54	6.91
Methyl red	79.3	5.34	6.16	38.0	5.57	6.54
Sarfanine O	86.0	3.32	4.15	42.0	7.32	7.82
Uncoated	85.3	3.30	3.90	78.0	4.29	6.01
LSD(0.05)	9.5	1.45	1.94	9.5	1.45	1.94
<i>Germinated at 25 °C</i>						
Crystal violet	80.0	2.55	3.32	15.5	7.63	8.06
Methyl blue	86.0	2.60	3.02	23.3	8.46	9.22
Methyl orange	84.6	2.42	3.14	23.3	5.87	6.55
Methyl red	78.6	4.07	4.73	41.3	6.56	7.26
Sarfanine O	88.0	2.48	3.40	30.0	6.61	7.08
Uncoated	88.0	2.15	2.70	66.6	3.95	4.40
LSD(0.05)	NS	0.96	1.02	15.8	1.58	1.23
	Germination		T ₅₀	MDG		
Significance						
Seed coating(A)	*** ^x		***	***		
Colorants(B)	*		**	**		
A × B	**		**	**		

^z Seed coating with kaoline.

^y Means in columns are separated by LSD at $P = 0.05$.

^x *, **, *** Significant at $P = 0.05, 0.01, \text{ and } 0.001$, respectively.

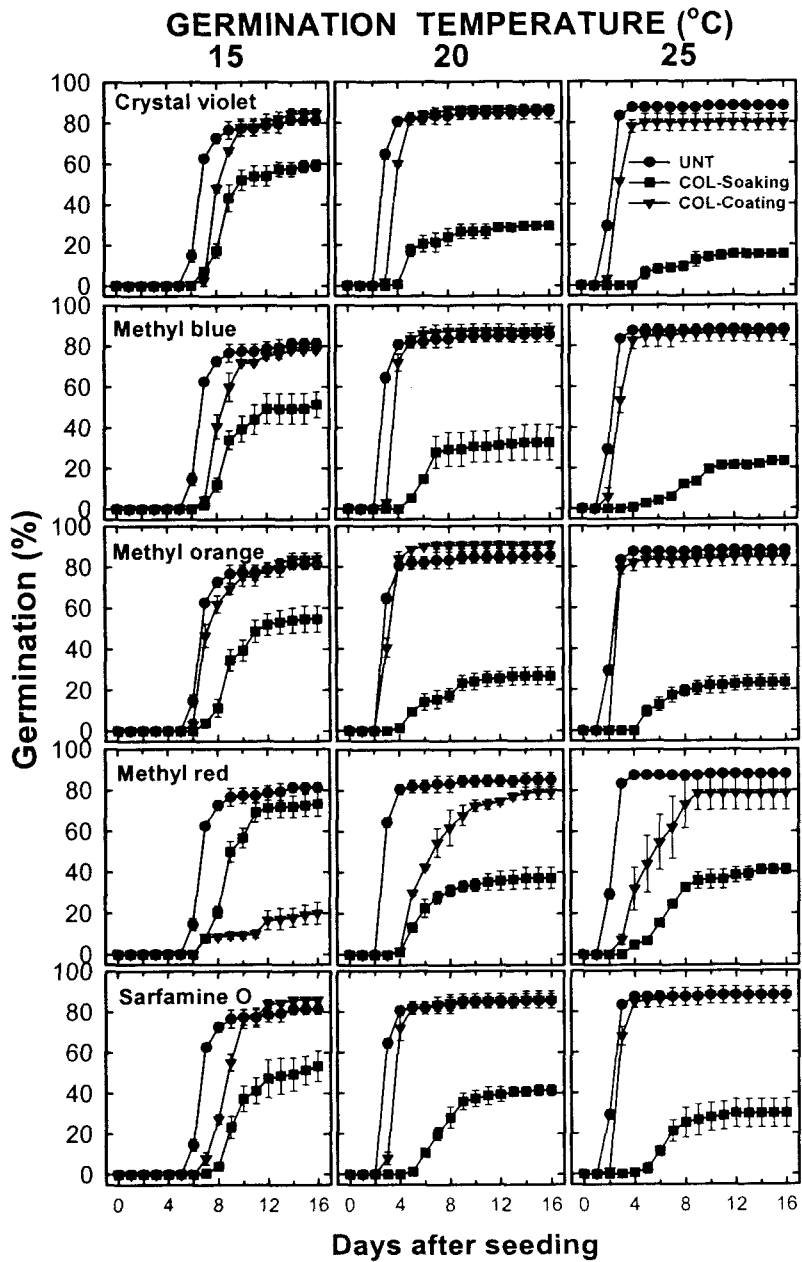


Fig. 5.1. Changes in percent germination of coated perilla seeds at 15°C, 20°C and 25°C in darkness as affected coating colorants.

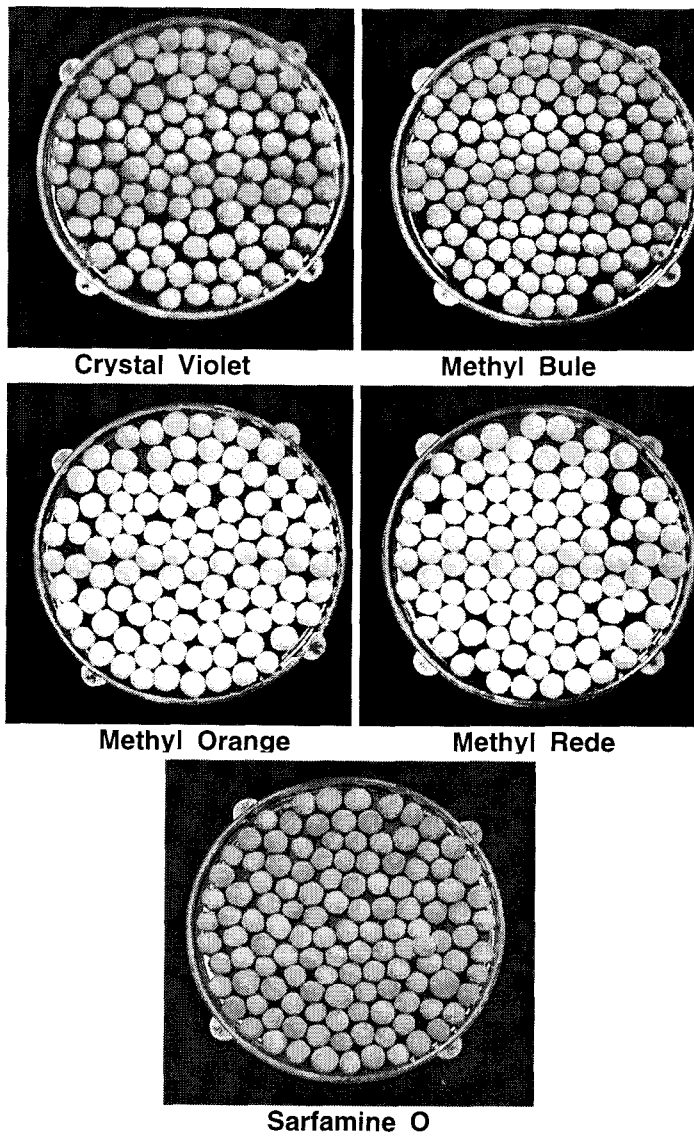


Fig. 5.2. Appearance of coated perilla seeds with different coating colorants.

제 6절 코팅종자의 파종방법 개발

1. 서 언

코팅종자는 부족한 노동력 문제를 완화시킬 수 있는 기계화 및 생력화, 유묘시 병충해 방제를 위한 방법으로 인식되어 이미 외국에서는 이에 관한 연구가 활발하여 일부 작물에서는 산업화되고 있다. 기계화 정밀파종이 가능한 코팅종자의 이용은 현행 재배농민들이 직면하고 있는 악성 노동력에서 해소시킬 뿐만 아니라 농가소득 향상에도 크게 기여할 것이다.

관행적으로 시행되고 있는 인력에 의존한 손 파종은 파종밀도가 불균일하여 발아 후에도 묘소질이 떨어진다. 또한 정밀파종이 어려워 한 파종구에 18~24립의 종자가 파종되어 출현 후에 묘 속음작업이 뒤따른다. 이는 파종과 묘속음 작업에 많은 노동력이 소요되어 육묘단가를 상승시키는 요인이 되고 있다. 따라서 들깨재배에서 효율적인 육묘관리를 위해서는 코팅종자의 도입이 절실하다. 그러나 코팅종자가 지닌 많은 이점에도 불구하고 나종자를 파종하고 있는 것은 들깨종자 가격이 다른 원예작물에 비해 저렴하고 무엇보다도 국내에서 코팅종자를 생산하는 전문업체가 없어 코팅종자의 인식이 부족하였던 것에 기인한 것으로 판단된다.

코팅종자를 에워싸고 있는 피복물질들은 산소나 수분공급을 제한하는 요인이며, 발아시에는 유근신장을 억제하는 기계적 장벽이다. 파종깊이도 코팅종자의 발아성에 관여하는 요인으로 깊게 파종하면 유아가 출현하는데 물리적 저항이 증가하게 된다.

본 연구는 코팅종자의 출현율을 향상시킬 수 있는 파종깊이, 파종간격 및 적정 파종입수를 설정하기 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 파종깊이, 파종간격 설정

공시품종은 ‘잎들깨’였고, 코팅 피복물질로 diatomaceous earth 사용하여 코팅종자를 제조하였다. 기계화 파종에 적합한 코팅종자의 파종깊이와 파종간격을 설정하기 위해 포장에서 실험을 수행하였다. 파종깊이 설정 실험은 표면파종, 1cm 및 3cm 깊이로 파종하였고, 파종간격 설정실험은 10(주간)×10cm(조간), 15×15cm 및 18×18cm로 달리하여 묘출현율, E₅₀ 및 MDE를 조사하였다.

나. 파종입수 설정

코팅 종자의 효율적인 파종입수를 설정을 위해 코팅종자를 1립 및 2립씩 파종하여 유묘출현 반응을 검정하였다. 이때 파종간격은 10×10cm, 파종깊이는 1cm였으며, 포장조건은 위의 실험과 동일하였다.

다. 파종깊이와 파종입수에 따른 코팅종자의 초기생육

코팅종자를 파종깊이와 파종입수를 달리하여 유묘의 초기생육에 미치는 영향을 조사하였다. 생육조사는 파종 후 35일 생육시킨 유묘를 각 처리당 10개체를 3반복으로 채취하여 초장, 경직경, 근장, 근수, 엽수, 엽면적, 생체중 및 건물중 등을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 파종깊이, 파종간격 설정

코팅종자를 만드는 가장 큰 목적은 파종의 기계화에 있으며, 파종이나 모숨작업의 노력을 절감함과 동시에 모숨작업을 할 때 발생하는 묘의 상처를 줄이는데 있다.

들깨 코팅종자에서 파종깊이를 달리하여 묘출현 반응을 검정한 결과는 Fig. 6.1에서 보는 바와 같다. 코팅종자는 파종깊이에 따라 묘출현 양상이 달랐다. 코팅종자를 지표면에 파종하면 82%의 출현율을 보였고, 1cm 깊이로 파종한 코팅종자는 91%, 3cm 깊이로 파종한 코팅종자는 77%의 출현율을 나타내었다.

따라서 코팅종자를 1cm로 깊이로 파종이 묘출현을 향상에 좋았다. 묘출현속도(E_{50} , MGE)는 얇게 파종한 것이 깊게 파종한 것보다 묘출현이 빠른 경향이였다. 1cm 깊이로 파종한 코팅종자는 표면파종과 3cm 깊이로 파종한 것에 비해 E_{50} 과 MDE가 0.4일 정도 지연되었으나 높은 묘출현율을 보여 코팅종자에 적용할 수 있는 파종깊이였다.

무처리 종자는 파종깊이에 따라 묘출현과 발현속도에 차이를 보였으나 통계적인 유의차는 인정되지 않았다. 무처리 종자의 출현율은 표면파종에서 88%로 가장 높았고, 묘출현속도(E_{50} , MGE)는 1cm 깊이로 파종한 종자에서 가장 빨랐다. 코팅종자의 묘출현 반응을 고찰한 선행연구들은 무처리 종자에 비해 묘출현이 약간 저하되고 묘출현속도가 지연된다는 보고가 대부분이었으나, 본 연구에서는 코팅종자와 무처리 종자간 출현율 및 출현속도에는 큰 차이가 없었다.

과중간격은 작물의 생육과 생산성에도 관여하는 요인이다. 과중간격이 너무 넓으면 개체간의 영양경합을 줄여 초기생육을 향상시킬 수 있으나, 재식본수가 감소되어 수확량은 감소된다. 이에 비해 재식밀도가 높으면 생산성을 향상시킬 수 있으나, 초기생육이 부진하고, 고품질의 생산물을 확보하기가 어렵다.

코팅종자의 과중간격을 달리하여 묘출현 반응을 검정한 결과는 Fig. 6.2에 나타내었다. 과중간격에 관계없이 코팅종자는 85~89%의 출현율을 보여 과중간격이 출현율에는 큰 영향을 주지는 않았다. 묘출현 속도인 E_{50} 및 MDE는 과중간격에 관계없이 4.27~4.4일과 5.3~5.6일이 소요되어 과중간격에 따른 통계적인 차이는 인정되지 않았다. 겨울철 시설내에서 들깨 재배농가들의 대부분이 단위면적당 생산성을 높이기 위해서 밀식하고 있으나, 본 연구의 결과에서 알 수 있듯이 코팅종자를 밀식하더라도 입묘율에는 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

나. 과중입수 설정

Fig. 6.3은 코팅종자의 과중입수에 따른 유묘출현을 검정하여 적정 과중입수를 설정하고자 하였다. 1립의 종자를 과중하면 코팅종자와 무처리 종자 모두 83~86%의 발아율을 보였으나 2립을 과중하면 묘출현율이 95~97%로 향상되었다. 그러나 2립 과중은 1립 과중에 비해 묘출현 속도가 약간 지연되었다.

손 작업에 의해 관행적으로 실시하는 들깨 과중방법은 다량의 종자를 과중하여(평균 20립 이상) 묘출현 후 2~3회 걸쳐 솟음작업을 실시하고 있는데, 이는 부실한 묘를 제거하는 이점도 있지만 많은 노동력이 소요된다. 따라서 코팅종자를 과중기를 이용하여 2립씩 과중한다면 입묘율도 확보할 수 있을 뿐만 아니라 소비되는 종자량도 절감할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 종자 전처리를 통하여 발아잠재력을 증진시킨 후 코팅한다면 결주발생율을 줄일 수 있을 것이다.

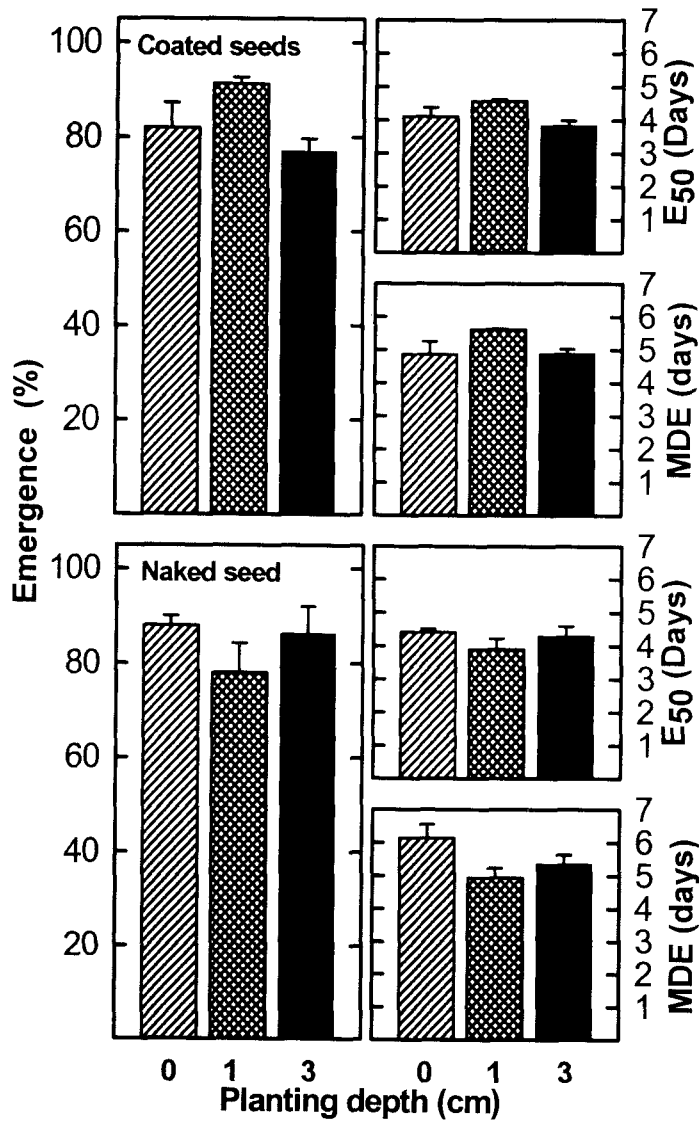


Fig. 6.1. Effect of planting depth on percent emergence, number of days to 50% of the final emergence percentage (E₅₀) and mean number of days to emergence (MDE) of coated 'Ipdulgge' perilla seeds under field conditions.

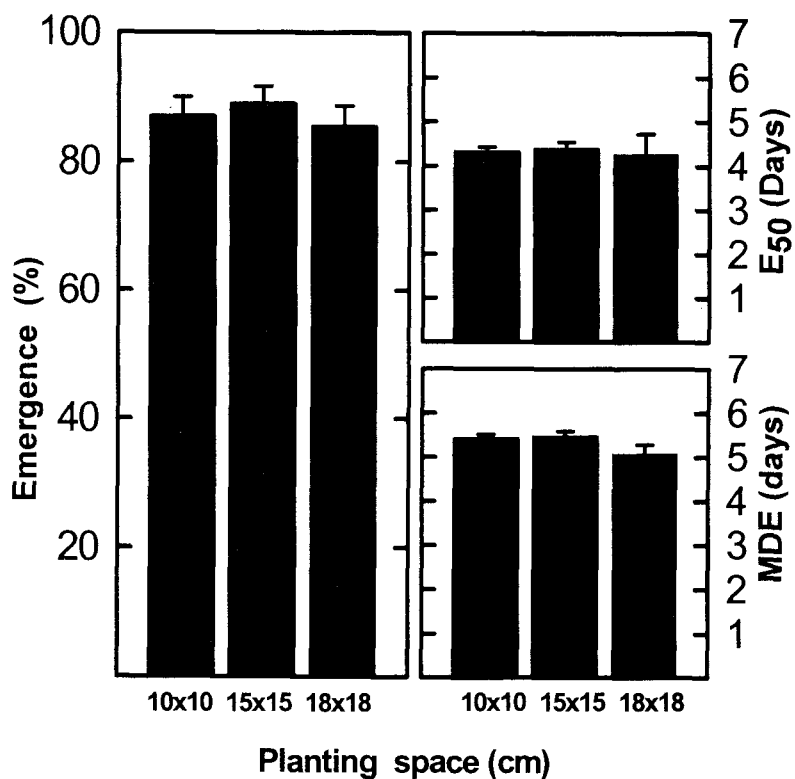


Fig. 6.2. Effect of planting space on percent emergence, number of days to 50% of the final emergence percentage(E_{50}) and mean number of days to emergence(MDE) of coated 'Ipdulgge' perilla seeds under field conditions.

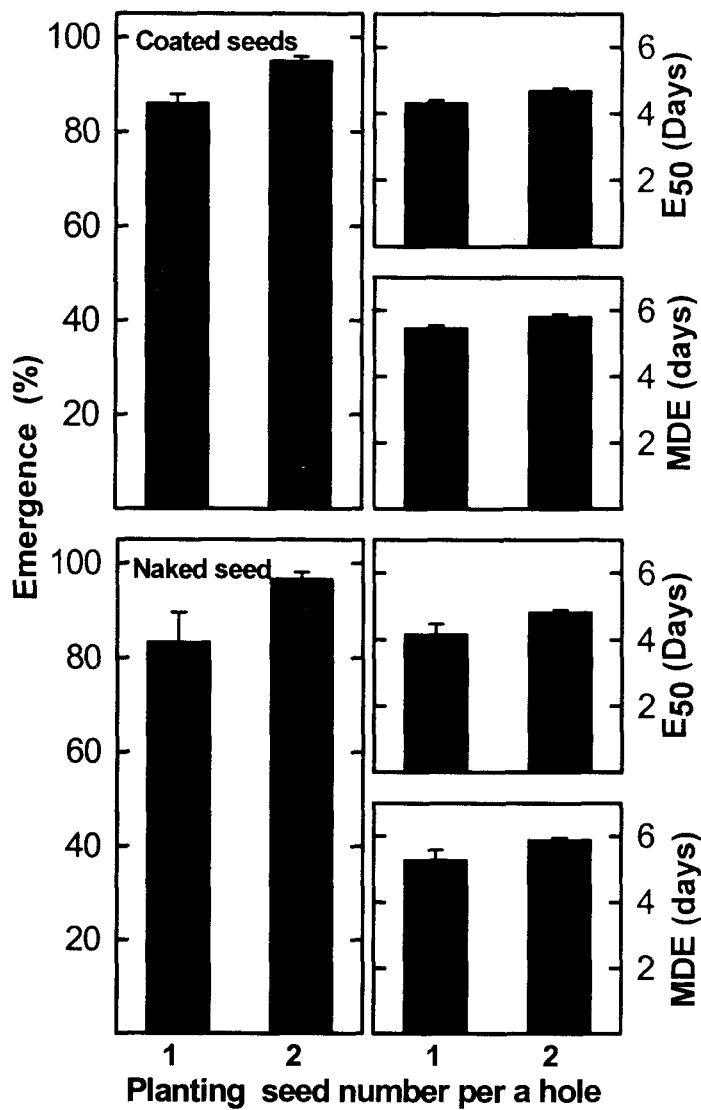


Fig. 6.3. Effect of planted seed number per hole on percent emergence, number of days to 50% of the final emergence percentage (E₅₀) and mean number of days to emergence (MDE) of 'Ipdulgge' perilla seeds under field conditions.

다. 파종깊이와 파종입수에 따른 코팅종자의 초기생육

파종된 종자는 발아와 출현 등 일련의 과정을 거쳐 입묘를 형성하게 되는데 유묘의 초기생육은 영양상태 및 여러 가지 환경조건에 의해 영향을 받게된다.

Table 6.1~6.4은 코팅종자를 파종깊이와 파종입수를 달리하여 유묘의 초기생육을 조사한 결과이다. 초장생장은 코팅종자가 무처리 종자보다 높았고, 3cm 깊이로 파종하면 표면파종 한 것보다 높은 길이생장을 보였다. 그러나 경직경과 근수, 엽면적 및 엽수에는 코팅유무 뿐만 아니라 파종깊이에 따른 차이도 없었다. 반면 엽면적은 파종깊이에 따른 차이는 없었으나 코팅종자들이 무처리 종자보다 높은 경향이였다(Table 6.1).

생체중과 건물중도 코팅종자와 무처리 종자 및 파종깊이에 따른 유의적인 차이는 인정되지 않았으나 전반적으로 3cm 깊이로 파종한 처리에서 유묘의 초기생육이 약간 향상되는 경향이였다(Table 6.2).

파종입수를 달리하여 35일경 생육시킨 유묘의 초기생육을 조사한 결과는 Table 6.3과 Table 6.4에 나타내었다. 길이생장은 코팅유무 및 파종입수에 관계없이 4.4cm~4.9cm의 초장을 보여 처리간 차이가 인정되지 않았다. 경직경은 1립 파종이 2립 파종보다 높은 경향이나 현저한 수준은 아니었다. 또한 근장 근수, 엽수, 엽면적, 생체중 및 건물중도 종자입수와 코팅유무에 따른 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다.

이상의 결과에서 알 수 있듯이 코팅종자의 출현율에는 파종깊이와 파종입수에 따라 차이가 있었으나, 입묘가 형성된 후 생육후기로 전전될수록 유묘의 생육에는 큰 영향을 없는 주지 않는 것으로 생각된다.

Table 6.1. Effect of planting depth on early growth of seed coated perilla seedlings for 35 days after sowing.

Seed coating ^z	Planting depth (cm)	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Root length (cm)	No. of Roots	No. of leaves	Leaf area (cm ²)
YES	0	4.66	1.50	23.6	42.0	4.0	8.21
	1	4.56	1.34	26.4	43.0	4.0	8.37
	3	5.46	1.55	29.1	37.6	4.0	9.72
NO	0	3.86	1.26	25.1	31.3	4.0	6.63
	1	3.46	1.28	18.4	33.3	3.3	6.17
	3	4.56	1.39	21.0	31.6	4.0	8.01
	LSD(0.05) ^y	0.54	NS	NS	6.6	NS	3.16
Significance							
Seed coating (A)		*** ^x	NS	NS	***	NS	*
Planting depth (B)		**	NS	NS	NS	NS	NS
A × B		NS	NS	NS	NS	NS	NS

^z Seed coating with diatomeaceous earth.

^y Means in columns are separated by LSD at $P = 0.05$.

^x NS,*,**,* Nonsignificant or significant at $P = 0.05, 0.01$ and 0.001 , respectively.

Table 6.2. Effect of planting depth on fresh and dry weight of seed coated perilla seedlings for 35 days after sowing.

Seed coating ^z	Planting depth (cm)	Fresh wt(mg)			Dry wt(mg)		
		Top	Root	Total	Top	Root	Total
YES	0	356	456	813	33	63	96
	1	333	376	710	33	53	86
	3	416	590	1,006	20	63	83
NO	0	303	503	806	23	46	70
	1	453	330	806	30	33	70
	3	350	196	546	36	56	93
	LSD(0.05) ^y	NS	23	33	NS	20	NS
Significance							
	Seed coating (A)	NS ^x	NS	NS	NS	*	NS
	Planting depth (B)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	A × B	NS	*	*	NS	NS	NS

^z Seed coating with diatomeaceous earth.

^y Means in columns are separated by LSD at $P = 0.05$.

^x NS, * Nonsignificant or significant at $P = 0.05$.

Table 6.3. Effect of planted seed number per hole on early growth of seed coated perilla seedlings for 35 days after sowing.

Seed coating ^z	Planted seed No. of per hole	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Root length (cm)	No. of		Leaf area (cm ²)
					Roots	leaves	
YES	1	4.86	1.94	22.7	42.0	4.0	10.99
	3	4.46	1.38	22.6	36.0	4.0	6.10
NO	1	4.96	1.54	24.1	40.0	4.0	9.60
	2	4.86	1.42	21.6	42.0	4.0	8.33
	LSD(0.05) ^y	NS	0.44	NS	3.7	NS	3.85
Significance							
Seed coating (A)		NS ^x	NS	NS	NS	NS	NS
Planting seed no.(B)		NS	*	NS	NS	NS	*
A × B		NS	NS	NS	***	NS	NS

^z Seed coating with diatomeaceous earth.

^y Means in columns are separated by LSD at $P = 0.05$.

^x NS, *, *** Nonsignificant or significant at $P = 0.05$ and 0.001 , respectively.

Table 6.4. Effect of planted seed number per hole fresh and dry weight of seed coated perilla seedlings for 35 days after sowing.

Seed coating ^z	Planted seed No. of per hole	Fresh wt(mg)			Dry wt(mg)		
		Top	Root	Total	Top	Root	Total
YES	1	373	553	926	50	83	133
	2	323	286	610	33	53	86
NO	0	420	340	760	46	63	110
	2	270	443	713	43	63	106
	LSD(0.05) ^y	130	240	240	NS	NS	45
Significance							
Seed coating (A)		NS ^x	NS	NS	NS	NS	NS
Planting seed no.(B)		*	NS	*	NS	NS	NS
A × B		NS	*	NS	NS	NS	NS

^z Seed coating with diatomeaceous earth.

^y Means in columns are separated by LSD at $P = 0.05$.

^x NS, * Nonsignificant or significant at $P = 0.05$.

제 7절 수화형, 소수형 코팅종자 개발

1. 서 언

들깨의 소비가 다양화되면서 연중과종의 필요성이 높아짐에 따라 재배적기가 아닌 불량 환경조건에 과종되는 경우가 많아졌다. 입묘를 저해하는 환경요인들은 저온, 토양내 병충해의 존재유무 등 여러 가지가 있겠으나, 토양의 수분환경에 의해서도 입묘율이 달라질 수 있다. 따라서 들깨 종자가 과종될 토양조건이 과습 또는 건조토양이나에 따라 이에 적합한 피복물질로 코팅된 종자를 이용한다면 입묘율을 향상시킬 수 있을 것이다.

수화형 종자코팅은 수분이 부족한 토양에서 발아율을 증진시킬 목적으로 수분흡수력이 높은 피복물질로 코팅한 것인데, 수화형 종자코팅은 자체 중량보다 1000배 이상 수분흡수가 가능한 친수성 폴리머가 개발된 이후 많은 발전이 있었다.

콩과작물과 목화종자를 저온과습 토양에 과종되면 수분이 종자내로 급속하게 유입되면서 종자의 생체막이 파괴되는 저온침윤장해 현상이 발생한다. 이러한 저온침윤장해에 의해 누출된 저장양분들은 입묘를 저해하는 유해 미생물들의 영양급원이 되어 묘출현율을 저하시키는 원인이 된다.

저온침윤장해에 민감한 종자는 수분흡수를 지연시킬 목적으로 소수형 피복물질로써 코팅한 후 저온과습 조건에 과종하더라도 높은 묘출현을 확보할 수 있다. 또한 소수형 종자코팅은 자용의 개화기가 일치하지 않아 F1 종자생산이 불가능한 작물에서 개화기 일치를 위해 발아를 지연시킬 목적으로도 사용된다.

이와 같이 수화형 코팅종자는 건조토양에 적합하며, 과습토양에서는 소수형 코팅종자가 적합하다고 알려져 있다.

본 연구는 토양함수율 조건에 적합한 코팅 피복물질을 탐색하기 위해서 수분보유력이 각기 다른 피복물질로 코팅한 종자를 수분함수량을 달리한 상토에 과종하여 유묘출현 반응을 검정하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 코팅 피복물질의 경도, 분해형태

본 실험에 사용된 품종은 '잎들깨'였다. 종자코팅에 사용된 피복물질은 diatomaceous earth 및 calcium carbonate 및 celite였고, 접착제는 PVA(2.0%)를 사용하였다. 코팅

종자의 경도는 경도계(Hardness meter)를 사용하여 수직으로 압박을 가하여 깨어질 때의 압력(N/cm^2)으로 표시하였다. 코팅종자의 모양형성능, 수분흡수 후 코팅의 열개성은 달관으로 조사하였다. 코팅방법은 4절에서 언급된 방법으로 하였다.

나. 토양 수분함수량에 따른 코팅종자의 발아성

코팅 피복물질 중 예비실험을 거쳐 수분보유력이 높았던 diatomaceous earth 및 수분보유력이 낮았던 calcium carbonate 및 celite로 코팅하여 토양함수량에 따른 출현양상을 검정하였다.

실험에 사용된 상토는 피트모스 50%, 버미큘라이트 30%, 펄라이트 20%(v/v/v)를 혼합한 것을 이용하였다. 토양의 수분함수율이 코팅종자의 유묘출현에 미치는 영향을 조사하기 위해 2ℓ의 밀폐된 플라스틱 용기에 상토 400g을 넣고 함수량을 각각 60%(±10), 80%(±10), 100%(±10)로 조절하여 14 시간 일장의 25℃ 생장조절실에서 묘출현 양상을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 코팅 피복물질의 경도, 분해형태

과중된 종자는 자연조건에 따라 건조에서 과습까지 넓은 수분 범위를 가지게 되는데, 선진외국에서는 발아환경 조건을 개선시킬 목적으로 수분흡수력이 각기 다른 피복물질로 코팅된 종자를 이용하고 있다.

코팅 피복물질중 수분흡수력이 대체적으로 높았던 diatomaceous earth와 수분흡수력이 낮았던 calcium carbonate 및 중간 정도인 celite로 코팅하여 물리성을 조사하였다(Table 7.1).

코팅종자의 펠렛형성 정도는 피복물질간 차이를 보였는데, diatomaceous earth는 펠렛형성이 잘 되었으나, calcium carbonate 및 celite는 펠렛형성이 용이하지 않은 피복물질이었다.

코팅종자의 경도는 취급 및 기계화 과중에 관여하는 중요한 물리적 요인이다. 코팅 피복물질의 종류에 따라 코팅종자의 경도도 달랐다. Diatomaceous earth를 피복물질을 사용한 코팅종자는 경도가 9.4N였고, calcium carbonate는 6.6N이었다. 그러나 celite는 펠렛형성이 용이하지 않아 코팅종자 생산에 많은 노력이 요구되었으나 코팅종자의 경도는 11N로 가장 높았다.

Celite나 diatomaceous earth는 기계화 파종에 견딜 수 있는 경도를 유지되었으나 calcium carbonate는 수송이나 기계파종 중 깨어질 수 있는 위험성이 있었다. 따라서 이를 방지하기 위해서는 코팅 접착제 농도를 높이는 방안과 경도를 강화시킬 수 있는 다른 물질간의 혼합을 고려해야 될 것으로 판단되었다.

Table 7.1. Easiuess of granulation dissolving type and dissolving time after imbibition of 'Ipdulgge' perilla seeds coated with three of coating solid materials.

Coating materials	Types of coating			
	Granulation capacity	Hardness ^z (N)	Dissolving type	Dissolving time (min)
Diatomaceous earth	+++ ^z	9.4	Split	1
Calcium carbonate	+	6.6	Melt	30
Celite	+	11.0	Split	30

^z + fair, +++ very good

^y Hardness is measured by applying force on a coated seed until it is crushed.

코팅층의 분해형태와 분해시간도 피복물질의 종류에 따라 달랐다. Diatomaceous earth와 celite로 제조된 코팅종자의 분해형태는 중앙부분이 열개되면서 깨어지는 파열형이었다. 반면 calcium carbonate는 코팅층이 물에 용해되는 용해형이었다.

파열형태를 보인 diatomaceous earth와 celite로 제조된 코팅종자는 용해형보다 토양함수율이 낮은 조건에서도 코팅층이 쉽게 파열된다고 알려져 있다.

코팅층의 신속한 분해는 발아중인 종자에 산소와 수분공급에 유리한 측면이 많다. 코팅 피복물질의 종류에 관계없이 수분흡수 후 코팅층의 분해시간이 빨랐다. 그중 diatomaceous earth로 코팅된 종자는 수분흡수 직후에 코팅층이 분해되었고, celite와 calcium carbonate는 수분을 흡수한 후 30분이 경과하면 코팅층이 분해되었다.

나. 토양 수분함수량에 따른 코팅종자의 발아성

파종된 종자가 발아에서 입모 형성기까지 건조와 과습 등 불량 환경요인을 경감시키기 위한 많은 노력이 있었다. 수화형 물질로 코팅된 종자는 친수성 고분자 화합물들이 토양수분을 흡수한 후 종자에 공급함으로써 수분이 부족한 건조토양에서도 발아율을 향상시킬 수 있다.

Fig. 7.1은 수분보유력이 높은 코팅 피복물질인 diatomaceous earth(165%)와 수분보유력이 낮은 calcium carbonate(75%) 및 수분보유력이 중간 정도인 celite(108%)로 코팅하여 함수량을 조절한 상태에 파종한 후 묘출현율과 50% 발아하는데 소요되는 일수(E_{50}) 및 평균출현소요일수(MDE)를 조사한 결과이다.

출현율은 토양함수율과 코팅 피복물질의 종류에 따라 차이가 있었다. 전반적으로 출현율은 토양함수율이 높아질수록 출현율은 감소하였고 T_{50} 및 MDG도 지연되었다. 종자코팅에 사용된 피복물질에 관계없이 60%의 토양함수율 조건에서 출현이 가장 원활하였다. 그러나 80% 조건에서는 60%에 비해 출현율에는 큰 차이가 없었으나, 발아속도가 지연되는 경향이였다.

100% 토양 함수율에 파종된 코팅종자는 출현율이 80% 미만으로 급속하게 감소되었다. 또한 출현속도도 60% 함수율 조건에 파종된 것에 비해 1~2일 정도 지연되었다. 100%의 높은 토양함수율에서 출현율이 급감한 이유는 토양내의 용존산소 부족에 기인된 것으로 추정된다. 이러한 결과에서 볼 수 있듯이 들깨는 발아에 필요한 산소 요구도가 높은 작물로 판단되었다.

토양함수율을 60%로 조절된 상태에 파종된 무처리 종자의 출현율은 88.6%였다. Diatomaceous earth로 코팅된 종자는 무처리보다 약간 낮은 81.3%의 출현율을 보였고, calcium carbonate로 코팅된 종자는 64.3%, celite로 코팅된 종자는 77.3%의 출현율을 보였다. 출현속도인 E_{50} 과 MDE도 코팅 피복물질의 종류에 따라 차이를 보였는데, 무처리 종자는 2.74일과 3.48일의 E_{50} 과 MDE를 보였으나, 코팅종자들은 이보다 0.3일 늦은 출현속도를 보였다. 그러나 diatomaceous로 코팅된 종자는 무처리보다는 E_{50} 과 MDE가 0.4일 정도 지연되었으나 다른 피복물질로 코팅된 종자에 비해 출현속도가 빨랐다. Calcium carbonate로 코팅된 종자는 다른 피복물질에 코팅된 종자에 비해 출현율이 낮았고 출현속도도 지연되었다.

토양함수율 80% 조건에서 파종된 무처리 종자의 출현율은 90.6% 였다. 수분흡수력이 높은 피복물질인 diatomaceous earth로 코팅된 종자는 88.5%의 출현율을 보여 무처리 종자보다 출현율이 약간 낮았으나 유의적인 차이는 없었다.

반면 수분흡수력이 낮은 calcium carbonate와 수분흡수력이 중간 정도인 celite로 코팅된 종자는 무처리 종자보다 10% 정도 낮은 80%의 출현율을 보였다. E_{50} 과 MDE도 코팅종자들은 무처리에 비해 0.4일~0.8일 지연되었으나, diatomaceous earth로 코팅된 종자는 다른 피복물질로 코팅된 것에 비해 묘출현속도가 빨랐다.

토양함수율이 100% 조건에 파종된 종자는 코팅 피복물질의 종류에 따라 출현율이 달랐는데, 무처리 종자의 출현율이 66%였고, calcium carbonate로 코팅된 종자는 오히려 무처리보다 높은 68%의 출현율을 보였다. Diatomaceous earth와 celite로 코팅된 종자는 58.6%와 47%의 출현율을 보여 calcium carbonate로 코팅된 종자에 비해 출현율이 낮았다. 피복물질의 종류에 관계없이 코팅된 종자는 E₅₀과 MDE가 무처리보다는 약 1일 정도 지연되었으나, calcium carbonate로 코팅된 종자는 diatomaceous earth와 celite로 코팅된 것에 비해 빠른 출현속도를 보였다.

따라서 수분흡수력이 낮은 피복물질인 calcium carbonate로 코팅된 종자는 토양함수율이 100% 조건에서는 묘출현율이 원활하였으나, 60% 및 80% 토양함수율에 파종하면 출현율이 감소되었고, 출현속도도 diatomaceous earth로 코팅된 종자에 비해 지연되는 결과를 보였다. 반면 수분흡수력이 높은 피복물질인 diatomaceous earth로 코팅된 종자는 토양함수율이 60% 및 80% 조건에서 calcium carbonate로 코팅된 종자에 비해 출현율도 높았을 뿐만 아니라 출현속도도 빨랐다.

따라서 코팅 종자는 파종 장소가 과습 또는 건조토양이나 따라 코팅 피복물질을 달리해야 될 것으로 판단되며, 건조토양에서는 diatomaceous earth로 코팅된 종자가 과습토양에서는 calcium carbonate로 코팅된 종자를 좋을 것으로 판단되었다.

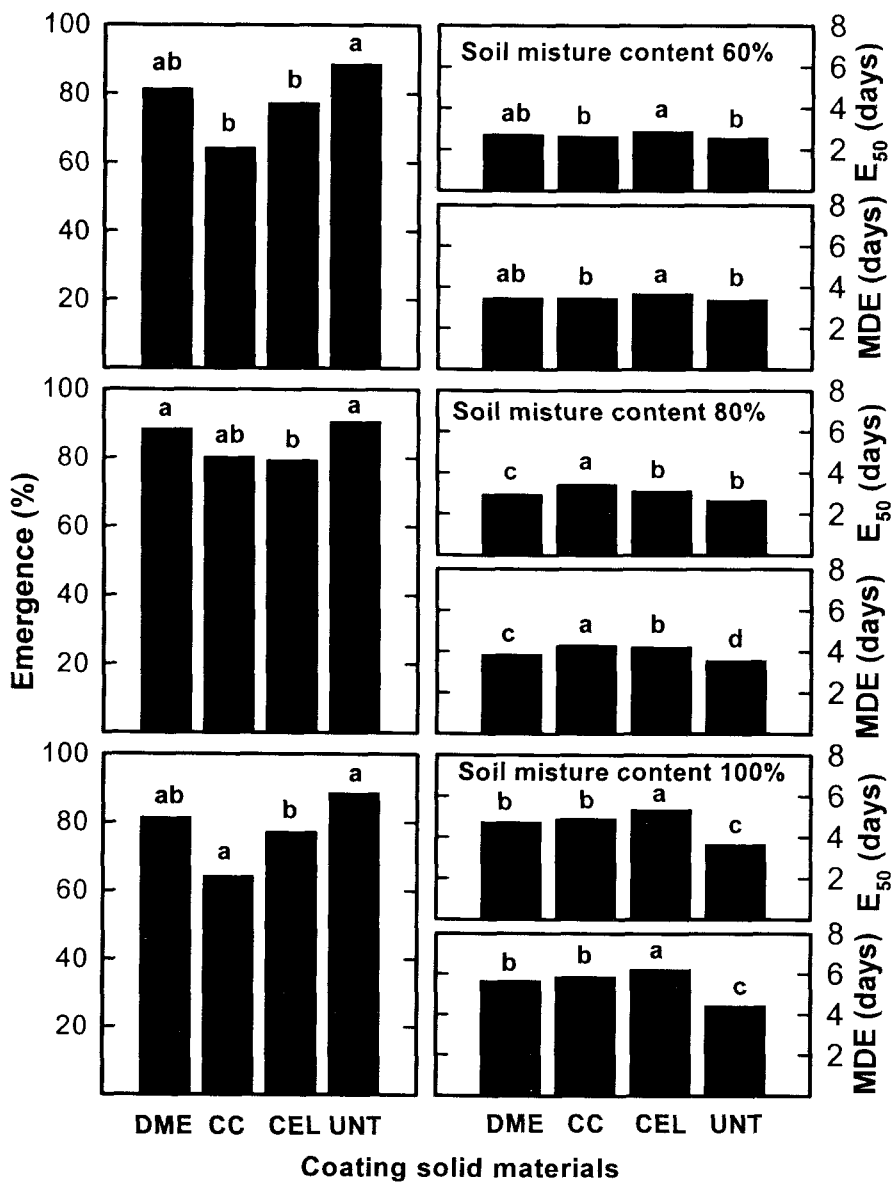


Fig. 7.1. Effect of moisture content on percent emergence, days to 50% emergence (T_{50}) and MDE of 'Ipdulgge' coated perilla seeds as influenced by three coating materials at 25°C. Bars with different letters are significant by Duncan's multiple range test at $P=0.05$. MDE; diatomaceous earth, CC; calcium carbonate CEL; celite, UNT; uncoated.

제 8절 대량생산이 가능한 코팅공정 기술 개발

1. 서 언

지금까지 알려져 있는 코팅방법은 코팅물질 사이에 종자를 넣어 찍어내는 stamping, 코팅 피복물질과 접착제를 혼합한 현탁액을 기계 밑에서 분무하면서 종자에 현탁액이 부착되도록 하는 slurry 코팅, 종자를 코팅제조기 내에서 회전시키면서 접착제를 종자에 분무하고 이어서 분말로 된 코팅 피복물질을 첨가하는 rolling machine 방법이 있다.

종자처리 기술중 코팅기술은 농업분야에서 대표적인 지식산업에 속한다. 우리나라에서도 근년에 들어 종자코팅 분야에 관심을 보이고 있으나, 아직까지 선진국의 기술을 답습하는 초보적인 단계에 있다. 이와 같이 선진국의 기술을 답습하는 모방형 기술발전으로는 근본적으로 국제경쟁력에서 우위를 확보할 수 없다.

우수한 코팅기술을 보유하고 있는 선진국에서는 크기가 미세한 종자일지라도 1개의 코팅종자에 1립의 종자가 포함되는 고급기술이 개발되어 있다. 또한 종자코팅의 화학조작 기법은 대부분 특허이거나 자사의 판매 이익과 직결되기 때문에 일반에게 공개되지 않고 있다.

따라서 문제 해결의 요체는 독자적으로 코팅기술 개발하는 것이다. 이러한 관점에서 국내에서 독자적으로 개발된 코팅기술들은 선진국의 경쟁에서도 핵심 무기화 될 수 있고 외국으로 기술이전 할 때는 로열티도 확보할 수 있어 외화획득에도 일익을 담당할 것이다.

본 연구는 대량생산이 가능하면서 경제적 비용을 절감할 수 있는 코팅방법을 모색하기 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

본 실험에서 사용된 코팅 피복물질은 diatomaceous earth였고, 접착제로는 PVA(2.0%)를 사용하였다. 종자코팅은 rolling machine 방법으로 시행하였다. 대량생산에 적합한 코팅공정 기술을 개발하기 위해 (1) 회전하고 있는 코팅제조기내에 종자와 코팅 피복물질을 서서히 공급하면서 접착제를 분무하는 방법과 (2) 코팅 제조기내에 접착제 + 코팅 피복물질 + 종자를 혼합한 후 증류수를 분무하는 방법을 비교하여 코팅공정의 효율성과 대량생산 가능성을 검정하였다.

조사항목으로서는 코팅공정의 효율성, blank 종자, 2립 종자, 3개 이상의 코팅종자용

집되어 있는 단립화 정도를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

아직까지 국내의 코팅기술은 외국 기술을 답습하는 초보적인 단계에 있다. 따라서 코팅종자를 외국시장에 진출하기 위해서는 대량생산이 가능한 경제적인 코팅공정 방법이 개발되어야 한다.

Table 8.1은 코팅공정 방법을 달리하여 코팅소요시간, 입단용이성, 코팅내에 종자가 포함되지 않은 빈 종자, 2립의 종자가 포함된 코팅 종자, 코팅종자들이 응집되어 있는 단립화 정도를 조사한 것이다.

코팅방법 중 (2) 회전하고 있는 코팅제조기내에 종자를 넣고 이어서 접착제와 코팅물질을 서서히 첨가하는 방법이 (1) 접착제 + 코팅물질 + 종자를 혼합한 후 증류수를 공급하는 공정방법보다 빈종자, 2립 코팅종자 및 단립화된 코팅종자를 방지하는데 좋았다.

Table 8.1. Effect of seed coating methods on coating time, granulation capacity, blank seed, double seed, and agglomeration.

Coating method	Coating time (min)	Granulation capacity	Blank seed (%)	Double seed (%)	Agglomeration
Coating 1 ²	20	+ ^y	10.7	4.3	high
Coating 2	40	++	2.6	1.4	low

² Coating 1; After mixture of binder, coating material and seed in the drum, during coating process only water spray, Coating 2; Tumbling seed in drum, added binder and coating material.

^y + good, ++ very good

그러나 코팅공정 1의 방법은 2의 방법보다 코팅종자를 생산하는데 소요되는 시간이 20분 정도 단축되었다. 지금까지 코팅방법은 회전(5~35 rpm)하고 있는 코팅제조기내에 종자를 넣고 이어서 접착제와 코팅물질을 서서히 첨가하는 공정방법을 대부분은 채택하고 있으나, 이러한 방법은 접착제를 조제하여 사용해야 되는 불편한 점이 있었다. 또한 코팅 후 남은 여분의 접착제들은 저장하는 과정에서 변색되거나 오염될 확률이 높았다.

그러나 1의 방법은 피복물질, 종자, 고체상태의 접착제를 코팅제조기내에 넣은 후 증류수를 서서히 분무하여 접착제를 용해시키면서 코팅을 완성하는 기법이므로 노력절감형 코팅방법이라고 할 수 있다.

이러한 기법은 Table 8.1에서 보는 바와 종자가 포함되지 않은 코팅종자, 2립 코팅종자, 단립화된 코팅종자가 양산되어 들깨에서는 적합한 코팅방법은 아니었다.

그 원인은 상대적으로 많은 피복물질이 부가되어 종자가 포함되지 않는 상태로 펠렛이 형성되거나, 완성단계에 있는 코팅종자들도 응집력에 의해 서로 부착되어 덩어리진 코팅종자가 형성되는 것으로 해석된다.

제 9절 코팅적응성 높은 품종선발

1. 서 언

잎들깨는 대전 이북지방에서는 초상일이 빨라 안전채종이 불가능하며, 겨울철 하우스 재배시 난방비용이 과다하여 충남 이남 지역이 재배적지라고 할 수 있다. 특히, 겨울철 하우스 재배시 활력이 낮은 종자를 과종함으로써 발아가 지연되어 초기생육과 개체간 생육이 불균일하다. 이에 따라 포장입묘율이 저하될 것을 우려하여 다량의 종자를 과종하고 있으며, 출현 후에 숙음문제를 야기시키고 있다.

숙음 작업 또한 숙음 몸살과 입고병에 의한 결주 위험성이 있어 2~3회로 나누어 시행되는데 이에 많은 노력이 소요된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 과종, 숙음작업 등을 생력화할 수 있는 코팅종자의 도입이 절실하다. 과종된 종자는 발아장해 요인이 없을 때 정상적인 발아 및 유묘출현을 통해서 생장 및 생육이 원활하게 이루어지는데, 코팅종자는 종자표면에 부가된 피복물질에 의해 발아가 지연될 수 있다.

따라서 종자코팅용 종자는 저온, 고온 등 불량조건에서도 신속하게 발아하여 초기생육을 촉진시킬 수 있는 우량종자가 요구된다. 또한 품종에 따라 코팅적응성이 높은 품종이 있는가 하면 코팅하면 발아력이 저하되는 품종도 있다.

본 연구는 국내에서 재배면적이 가장 높은 몇 가지 품종을 코팅한 후 출현율과 초기생육을 검정하여 코팅에 적합한 품종을 선정하기 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

들깨 재배의 생력화를 위한 방안으로 코팅적응성이 높은 품종을 선발하기 위해 밀양지역에서 재배면적이 가장 높은 ‘잎들깨’, ‘남천’ 들깨 및 ‘만백’ 들깨를 공시하였다. 종자코팅의 피복물질은 diatomaceous earth를 사용하였고, 접착제는 PVA였다. 이와 같이 코팅된 종자를 32 cell의 plug tray에 과종하여 묘출현과 초기생육을 조사하였다.

생육조사는 과종 후 35일간 생육시킨 유묘의 초장, 경직경, 근장, 엽수, 엽면적, 생체중 및 건물중을 조사하였다. 실험에 사용된 상토는 피트모스 50%, 버미큘라이트 30%, 펄라이트 20% (v/v/v)를 혼합한 것이었고, 실험은 비닐하우스내에서 수행되었다.

3. 결과 및 고찰

우리나라의 잇들깨 소비가 주년화되면서 연중파종의 필요성이 증가하고 있다. 그러나 재배적기가 아닌 겨울철 시설재배에서 저온 및 과습 등은 출현을 저해하는 요인이다. 또한 파종을 인력에 의존하여 파종과 솟음 작업에 과도한 노력이 투입되어 생력재배의 필요성이 높아지고 있다. 이를 극복할 수 있는 방안이 기계화 정밀파종이 가능한 코팅종자의 도입이다. 그러나 코팅종자는 여분의 피복물질을 종자표면에 부착하여 종자크기를 증가한 것이기 때문에 발아와 출현이 저하될 수 있다.

종자코팅용으로는 높은 발아력을 지닌 우량종자가 요구되나, 품종에 따라 코팅적응성이 높은 품종이 있는가 하면 코팅하면 발아력이 저하되는 품종도 있다. 따라서 코팅적응성이 높은 품종의 선발은 코팅종자의 실용화를 위해서 우선적으로 고려되어 할 사항이다.

Table 9.1은 코팅적응성이 높은 품종을 선발하기 위해 밀양지역에서 재배면적이 가장 높은 ‘잇들깨’와 ‘남천’ 및 ‘만백’ 들깨를 코팅한 후 묘출현율과 출현속도 및 35일간 생육시킨 유묘의 생체중 및 건물중을 조사한 결과이다.

묘출현율은 품종간 차이가 있었는데, 잇들깨의 무처리 종자는 88% 출현율을 보였고, 코팅종자는 무처리보다 6% 낮은 83%의 출현율을 보였다. 출현속도인 E_{50} 과 MDE는 코팅종자가 무처리 종자보다 0.6일 정도 지연되었다. 그러나 35일간 생육시킨 유묘의 생체중과 건물중은 코팅종자가 무처리 종자보다 전반적인 생육이 낮았으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

‘남천’들깨는 무처리 종자의 출현율이 93%였고, 코팅종자는 85%의 출현하여 코팅종자는 무처리보다 출현율이 8% 낮았다. 무처리 종자의 E_{50} 과 MDE는 3.0일과 3.8일였으나, 코팅종자는 4일과 4.9일 소요되어 출현속도가 무처리 종자에 비해 약 1일 정도 지연되었다. 그러나 35일간 생육시킨 코팅종자의 유묘 생체중은 2988mg였고, 무처리 종자는 3190mg을 보였다. 건물중도 또한 323mg과 346mg으로 나타나 두 처리간 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

‘만백’들깨에는 코팅종자와 무처리 종자의 출현율이 각각 90.5%와 88.7%를 보여 두 처리간 출현율에는 큰 차이가 없었다. 출현속도인 E_{50} 과 MDE는 코팅종자가 무처리 종자보다 약간 빨랐으나 출현촉진 정도는 낮았다. 또한 35일간 생육시킨 유묘의 생체중 및 건물중도 코팅종자가 무처리 종자보다 높았으나 유의성은 인정되지 않았다. 국내에서 재배면적이 가장 많은 들깨 3품종을 대상으로 코팅적응성을 타진할 결

과 품종에 따라 약간의 차이가 있었다. '잎들깨'와 '남천' 들깨에서는 종자를 코팅하면 무처리에 비해 출현율이 약간 감소하였고, 출현속도도 지연되었다. 또한 유의성은 인정된다고는 볼 수 없으나 묘의 초기생육도 무처리에 비해 약간 낮았다. 그러나 '만백' 들깨에서는 코팅처리를 하더라도 출현율과 출현속도 및 유묘의 초기생육에도 큰 차이가 없어 종자 코팅용으로 적합한 품종으로 판단되었다.

Table 9.1. Effect of seed coating on percent emergence, days to 50% emergence(E_{50}), mean number of days to emergence(MDE), fresh and dry weight of three cultivar of perilla.

Seed coating ^z	Emergence (%)	E_{50} (days)	MDE (days)	Fresh wt. ^y (mg/plant)	Fresh wt. (mg/plant)
<i>'Ipdulgge'</i>					
Coated	82.7	3.23	4.12	2577	267
Uncoated	87.5	2.66	3.48	2345	239
LSD(0.05) ^y	4.4	0.33	0.44	NS	NS
<i>'Namcheon'</i>					
Coated	84.7	3.98	4.88	2988	323
Uncoated	92.5	2.99	3.78	3190	346
LSD(0.05)	6.6	0.48	0.51	NS	NS
<i>'Manback'</i>					
Coated	88.7	3.07	3.55	2978	289
Uncoated	90.5	3.13	3.66	3123	323
LSD(0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
Significances					
Cultivar (A)	NS ^w	*	*	***	***
Seed coating (B)	**	**	**	NS	NS
A x B	NS	*	*	NS	NS

^z Seed coating with diatomaceous earth.

^y Determinated 35 days after sowing.

^x Means in columns are separated by LSD at $P = 0.05$.

^w NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P = 0.05$ and 0.01 , respectively.

제 10절 제초노력 절감을 위한 종자코팅법 개발

1. 서 언

진화를 거듭하여 자연환경에 적응되어온 야생종 및 잡초종자들은 휴면이 대체적으로 길기 때문에 잡초를 완전 방제하기란 어렵다. 들깨 재배에서 경영의 합리화를 위해 시급히 해결되어야 할 부분이 파종과 숙음작업의 생력화이며, 제초작업 또한 생력화가 요구되는 분야이다.

잡초방제를 위한 수단으로 코팅 피복물질에 소량의 제초제를 첨가시킨 연구는 벼에서 처음 시도된 이후 일부작물에서 실용적으로 이용되고 있다. 직파된 들깨종자는 잡초종자와 동시에 출현하여 제초작업에 많은 노동력이 소요된다. 따라서 묘출현이 잡초종자보다 3일 정도 지연되는 코팅종자를 개발하여 잡초종자를 조기 출현시킨 후 제초제를 처리한다면 제초작업의 효율화를 기할 수 있을 것이다. 발아지연 처리된 코팅종자는 종자표면을 에워싸고 있는 코팅층이 제초제 독성으로부터 보호 할 수 있어 안전한 입묘를 유도할 수 있다. 아울러 잡초와의 영양경합을 최소화하여 초기생육 향상에도 유용할 것이다. 본 연구는 제초 효율을 향상시킬 수 있는 방안을 모색하고자 발아지연 코팅하여 잡초와의 출현율과 출현속도를 비교하기 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

공시된 품종은 ‘잎들깨’였고, 코팅 피복물질은 diatomaceous earth를 사용하였다. 제초노력 절감을 위해 잡초종자보다 출현이 지연되는 코팅종자를 생산하기 위해 코팅접착제 농도를 1%, 1.5%, 2%, 2.5%로 각기 달리한 코팅종자를 제조하였다.

실험은 비닐하우스내의 1.2m 파종상에서 수행되었으며, 100립의 코팅종자를 3반복으로 1cm 깊이로 파종하였다. 육묘상토는 전년도에 들깨재배를 한 토양을 채취하여 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

들깨는 파종작업 뿐만 아니라 파종 후 제초작업에 많은 노동력이 소요된다. 잡초종자와 코팅하지 않은 들깨종자의 출현속도에는 큰 차이가 없었다. 이러한 결과는 들깨를 파종하면 잡초종자와 동시에 출현하여 영양경합을 한다는 것이며, 효율적인 잡초방제가 어렵다는 것을 의미한다.

코팅과정중 접착제의 농도가 높아질수록 코팅종자의 출현속도가 지연되었는데, 잡초종자의 E₅₀과 MDE가 2.76일 및 3.48일이 소요되었으나, 코팅된 들깨종자들은 잡초종자보다 전반적으로 출현속도가 지연되었다. 특히 2.5%의 접착제를 분무하여 제조한 코팅종자는 잡초종자에 비해 약 2일 정도의 출현속도가 지연되었다. 따라서 잡초종자를 조기출현 시킨 후 제초제를 처리한다면 효율적으로 잡초방제가 가능할 것으로 예측된다. 그러나 1.0%의 접착제를 분무한 코팅종자는 잡초종자에 비해 출현속도가 1일 정도 지연되는 것으로 나타나 제초제를 처리할 때 코팅종자가 일부 약해를 받을 위험성이 있었다(Table 10.1).

본 연구에서는 고려되지 않았으나, 코팅 종자내에 소량의 제초제를 첨가시킨다면 잡초방제를 효율화시킬 수 있을 것으로 예측되며, 이에 대한 실험은 추후 진행되어야 할 분야로 판단된다. 엘팔퍼 코팅종자에 제초제 EPTC를 첨가하면 정상적인 묘출현이 가능하였고 파종된 종자주변의 잡초를 방제할 수 있었으나, 제초제 첨가량이 많을 경우에는 유묘에 장애가 발생된다고 하였다. 본 연구에서는 코팅 종자내에 제초제를 첨가하지 않더라도 발아지연 코팅한 후 파종하면 잡초방제를 효율화시킬 수 있었다.

Table 10.1. Percent emergence, days to 50% emergence(E₅₀) and mean number of days to emergence(MDE) 'Ipdulgge' perilla seeds as influenced by seed coating for emergence delay under green house conditions.

Coating polymer	Emergence (%)	E ₅₀ (days)	MDE (days)
Coated with 1.0% PVA	73.3	3.52	4.33
Coated with 1.5% PVA	72.3	4.12	5.04
Coated with 2.0% PVA	70.3	4.43	5.32
Coated with 2.5% PVA	77.3	4.72	5.54
Uncoated	89.3	2.87	3.56
Weed seeds	86.6	2.76	3.48
LSD(0.05) ^z	8.6	0.32	0.43

Seed coating with diatomaceous earth.

^z Means in columns are separated by LSD at $P = 0.05$.

제 11절 코팅종자의 초기생육 촉진을 위한 종자코팅법 개발

1. 서 언

코팅종자는 토양의 발아 미세 환경을 개선시킬 수 있는 경제적인 종자처리법이다. 코팅종자에 영양물질 첨가하는 것은 종자의 영양물질 흡수를 증대시키고, 영양경합원인 잡초의 영양물질 흡수를 최소화하여 발아에 이은 유효생장을 향상시킬 수 있는 있기 때문이다.

토양속에는 작물 생육을 촉진하는 유용 미생물 뿐만 아니라 유해한 미생물들이 존재하는데, 작물은 이러한 유해한 미생물들에 의해 입묘가 불량해지고 생산성이 저하된다. 살균제를 첨가한 코팅종자는 내병성을 강화시키고 토양의 유해균으로부터 종자와 묘를 보호할 목적으로 사용된다. 지금까지 살균제를 이용한 종자처리는 곡류의 깜부기병, 보리의 흰가루병, 목화의 *Rhizoctonia*, 옥수수 및 사탕수수의 노균병 방제에 대단히 성공적이었다. 또한 살균제의 종자처리는 이를 엽면살포한 경우보다 병방제 효과가 우수하며, 묘출현율을 향상시킬 수 있는데 그 효과는 유해균의 생장이 왕성하고 불량 발아 조건인 저온에 파종된 종자에서 현저한 효과를 보인다는 견해가 대체적이다.

코팅종자는 발아측면에서 볼 때 종자표면에 여분의 피복물질에 의하여 산소공급이 억제되어 발아가 지연되고 발아율이 저하되기 쉽다. 따라서 본 연구는 코팅종자의 발아지연 문제를 해결하기 위한 방안으로 코팅종자에 성장조절제와 영양물질을 첨가하여 발아성을 검정하였고, 아울러 코팅 종자에 살균제를 첨가하여 입고병균을 점종시킨 상태와 멸균한 상태에 파종하여 발아성을 검정하기 위해 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 초기생장 촉진을 위한 코팅 첨가물질 개발

코팅공정중 성장조절제 및 영양물질 첨가가 코팅종자의 발아력에 미치는 영향을 조사하기 위하여 공시된 품종은 '잎들깨' 종자였다. 성장조절제인 gibberellic acid(GA₃)의 처리농도는 50 μ M 및 100 μ M였고, 영양물질로는 MS medium과 monosodium phosphate를 0.2%와 1.0%를 조성하였다. 성장조절제 및 영양물질 첨가방법은 점착제(2%)에 희석용해한 각각의 성장조절물질과 영양물질을 코팅하는 과정중에 분무하였다. 이때 사용된 코팅 피복물질은 diatomaceous earth였다. 기타 코팅방법은 4절에 언급된 방법에 준하였다.

코팅된 종자의 발아율 조사는 직경 9cm의 페트리디쉬에 흡습지(Whatman No. 2) 2장을 깔고 50립의 종자를 3반복으로 치상한 후 20°C 및 25°C에서 발아율과 T₅₀을 조사하였다.

나. 코팅종자에 살균제 첨가효과

살균제가 첨가된 코팅종자의 묘출현성을 검정하고자 사용된 종자는 '잎들깨'였다. 종자코팅의 피복물질은 diatomaceous earth 사용하였고, 접착제는 PVA였다. 그외의 코팅공정 방법은 위의 방법과 동일하였다. 살균제 첨가는 Redomil과 Captan를 각각 50 mg · L⁻¹, 250mg · L⁻¹, 500mg · L⁻¹ 및 1000mg · L⁻¹를 접착제에 용해시킨 후 코팅 공정중에 분무하였다. 이와 같이 코팅된 종자를 입고병균인 *phythium ultimum* 접종한 상토와 멸균한 상토에 파종하여 묘출현 반응을 조사하였다. 실험은 25°C의 성장조절실에서 14시간 일장 조건하에서 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 초기생장 촉진을 위한 코팅 첨가물질 개발

종자에 영양물질 첨가는 영양물질이 종자에 근접되어 토양시비보다는 시비효율을 높일 수 있는 장점이 있다. 본 실험에서는 코팅종자의 발아성을 증진시키고 더 나아가 유묘의 초기생장을 향상시킬 목적으로 GA₃ 및 영양물질을 코팅종자를 제조하는 과정에서 첨가하여 발아성을 검정하였다(Table 11.1).

코팅에 첨가되는 영양물질의 종류에 따라 발아율과 발아속도에는 차이가 있었다. GA₃가 첨가된 코팅종자는 이를 첨가하지 않은 코팅종자에 비해 발아율에는 큰 차이가 없으나, 발아속도는 단축되어 조기발아 하였다. 그러나 MS medium과 monosodium phosphate를 첨가하면 이를 첨가하지 않은 종자보다 발아율이 경미하게 감소하였다. 발아속도도 영양물질의 첨가농도가 높을수록 지연되었다.

첨가되는 영양물질의 급원에 따라서도 코팅종자의 발아력에 차이가 있었는데, 대체적으로 MS medium이 monosodium phosphate 보다 좋았다. 영양물질이 첨가되지 않은 코팅종자의 발아율은 20°C 및 25°C에서 80%와 82%을 보였고, 발아속도는 4.4일과 3.8일로 나타났다. 그러나 MS medium ½ 및 ¼ 첨가된 코팅종자는 발아율이 약간 저하되었으며, 발아속도도 지연되었다. Monosodium phosphate 첨가는 MS medium 첨가보다 발아억제 현상이 더욱 심하였다. 특히 1.0% 첨가에서는 영양물질 첨가되지 않

은 코팅종자보다 발아율이 16% 저하되었고, 발아속도는 1일 이상 지연되었다.

Table 11.1. Effect of incorporating GA₃ and nutrient into the seed coating polymer on the germination and T₅₀ of coated 'Ipdulgge' perilla seeds.

Seed treatment	20°C		25°C	
	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)
Coated	80.1	4.42	82.2	3.82
Coated + GA ₃ 50 μM	82.6	3.12	80.6	3.33
Coated + GA ₃ 100 μM	84.3	3.20	84.6	3.04
Coated	80.1	4.42	82.2	3.82
Coated + MS medium ½	80.6	5.12	78.6	4.33
Coated + MS medium ¼	76.3	4.90	80.6	4.02
Coated	80.1	4.42	82.2	3.42
Coated + Monosodium phosphate 0.2%	82.4	5.43	74.4	4.82
Coated + Monosodium phosphate 0.4	64.2	5.82	66.3	5.12
Uncoated	88.1	2.88	87.4	2.78
LSD.05	6.1	0.62	5.1	0.78
Significances				
Nutrient compound (A)	** ^z	**	*	***
Nutrient conc. (B)	*	**	*	*
A × B	*	*	*	NS

Seed coating with diatomaceous earth.

^z NS,*,*** Nonsignificant or significant at $P = 0.05, 0.01, \text{ and } 0.001$, respectively.

이러한 영양물질 첨가에 의한 발아가 지연되는 원인은 첨가된 영양물질이 (1) 수분 포텐셜을 낮춤으로써 종자의 수분흡수를 제한하고 (2) 고농도의 영양물질이 종자발아에 독성으로 작용한 것으로 추측된다.

Scott(1982)는 수용성 인산급원인 monocalcium phosphate를 코팅과정중 첨가하면 발아가 억제되었으나, 비료성분의 분해가 늦은 지효성과 불용성인 인산급원을 첨가하면 발아억제 현상이 경감되었다고 하였다.

본 실험은 petridish를 이용한 실험결과에서 발아에 이은 포장조건에서 출현율과 유묘생장을 검토하지는 않았다. 그러나 영양물질이 첨가된 코팅종자는 발아는 지연된다 하더라도 유묘의 초기생육을 향상시킬 수 있었다.

따라서 초기생육을 촉진시킬 수 있는 적정 영양물질 첨가 농도가 설정되면 종자가

입묘를 확보하기까지 투입되는 시비량을 절감할 수 있을 것으로 예측된다. 본 연구에서 코팅종자에 GA₃를 첨가하면 발아율이 향상되었고, 발아를 촉진하였는데 최적 처리는 농도는 100 μM이었다.

나. 코팅종자에 살균제 첨가효과

살균제 종자처리는 토양내에 잔존하는 유해균으로부터 종자나 유묘를 보호하여 입묘율을 향상시키기 위해 사용된다. 이런 관점에서 볼 때 기계화 파종이 가능한 코팅종자에 살균제를 첨가한다면 파종노력 절감과 아울러 입묘증진 효과를 기대할 수 있을 것이다.

Table 11.2는 코팅종자에 첨가되는 적정 살균제 종류와 농도를 구명하기 위해 묘잘록병원균인 *phythium ultimum*에 감염된 상토와 멸균된 상토에 코팅종자를 파종하여 묘출현율을 조사한 결과이다. *phythium ultimum*에 감염된 토양에서는 코팅종자에 살균제를 첨가하면 살균제가 첨가되지 않는 무처리 종자에 비하여 묘출현율이 현저하게 증가되었다. 이러한 경향은 멸균된 상토에 파종된 코팅종자에서도 유사한 경향이었으나, 코팅종자에 살균제 첨가효과는 *phythium ultimum*에 감염된 토양에서 현저하였다.

코팅종자의 묘출현과 50% 묘출현에 소요되는 일수는 첨가되는 살균제의 종류보다는 처리농도에 의해서 더 큰 영향을 받았다. 최적 살균제 종류 및 농도는 Redomil 1000mg/L 첨가구에서 묘출현율도 가장 높았고 T₅₀도 단축되어 조기 출현하였다.

본 실험에서는 *phythium ultimum*를 상토에 인위적으로 감염시켜 묘잘록병만 한정지어 검토한 것이므로 살균제를 첨가한 코팅종자는 흰가루병, 노균병으로부터 종자나 유묘보호에 큰 효과가 있을 것으로 예측된다.

Table 11.2. Maximum percentage emergence and days to 50% emergence (T_{50}) of coated 'Ipdulgge' perilla seedlings as influenced by fungicide incorporation in coating materials by *pythium* inoculum. Seeds were germinated at 25°C for up to 11 days

Fungicide compound	Fungicide conc. (mg/liter of coating materials)	<i>Pythium</i> inoculum		Non-infection	
		Germination (%)	T_{50} (days)	Germination (%)	T_{50} (days)
Redomil	0	28.4	6.53	82.4	5.53
	50	70.7	5.83	86.7	4.83
	250	84.3	5.22	92.3	4.42
	500	86.6	5.88	92.6	4.34
	1000	90.0	5.01	88.0	4.22
Captan	0	28.4	6.53	82.4	5.53
	50	56.7	5.43	88.7	4.34
	250	62.3	5.72	89.3	5.23
	500	88.6	5.21	86.6	4.96
	1000	86.0	5.11	88.0	4.65
Significance					
Fungicide compound (A)		* ²	*	NS	*
Fungicide conc. (B)		***	**	*	**
A × B		**	NS	NS	NS

Seed coating with diatomaceous earth.

^z NS, **, *** Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01 and 0.001, respectively

살충제를 첨가한 코팅종자는 많은 작물에서 실용적으로 이용되어 있는데, 살충제를 코팅종자에 첨가함으로써 벼, 보리, 콩과 작물에서 매미충 등의 해충 방제가 가능하였다고 하였다. 이와 같이 살균, 살충제 처리는 각종 병해충을 방제하기 위하여 경작토양의 전면적에 살포하는 것보다는 소량을 종자에 직접처리함으로써 농약 사용량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 한번 처리로 병해충을 방제할 수 있는 장점이 있다.

살균제나 살충제 혼합처리의 또 다른 이점은 파종된 종자를 개미, 조류 및 설치류들이 식량으로 인식하지 못하도록 하여 입묘율을 향상시킬 수 있다. 최근에는 조류나 설치류로부터 종자를 보호할 수 있는 종자코팅 방법과 보호제 개발에 많은 연구가 진행 중에 있다.

제 12절 코팅종자의 초기생육

1. 서 언

들깨재배에 코팅종자의 도입은 노력절감형 생력재배가 가능하지만 아직까지 국내에서 종자코팅의 기술수준은 외국 기술을 답습하고 있는 상태이다. 발아에 이어 출현된 유묘는 종자의 저장양분에 의존하던 종속영양 상태에서 벗어나 외부 영양물질을 이용하여 성장하는 독립영양 상태로 전환하게 된다. 이러한 관점에서 본다면 코팅종자에 성장조절물질, 영양물질 및 성장활성물질을 첨가하는 것은 코팅종자의 초기생장을 향상시킬 수 있는 유용한 수단이다. 코팅기술이 발달한 선진외국에서는 작물의 초기생육을 촉진시킬 목적으로 다량원소, 미량원소 및 발아활성물질을 첨가시킨 코팅종자가 실용화되고 있다.

코팅종자는 기계화 파종이 가능하여 미국, 유럽 및 일본 등에서는 수요가 증가하고 있지만 국내에서는 코팅종자의 유용성에 대한 인식 부족으로 실용화되지는 못했다. 그러나 일부 화훼농가들이 수입된 코팅종자를 이용하는 농가가 늘고 있어 머지 않아 국내에서도 코팅종자의 수요가 증가될 것으로 예측된다.

본 연구는 코팅종자를 파종하여 묘출현 반응과 초기생육 검정하여 들깨재배 농가에 적용시킬 수 있는 기초자료를 얻고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 들깨 종자는 ‘잎들깨’, ‘남천’ 들깨 및 ‘만백’ 들깨였다. 종자코팅의 피복물질은 diatomaceous earth였고, 접착제는 PVA였다. 이와 같이 코팅된 종자를 32 cell의 plug tray에 파종하여 묘출현과 초기생육을 조사하였다.

생육조사는 파종 후 35일간 생육시킨 유묘의 초장, 경직경, 근장, 엽수, 엽면적, 생체중 및 건물중을 조사하였다. 실험에 사용된 상토는 피트모스 50%, 버미큘라이트 30%, 펄라이트 20% (v/v/v)를 혼합한 것이었고, 비닐하우스내에서 수행되었다.

3. 결과 및 고찰

국내의 들깨 파종은 손작업에 의존하기 때문에 정밀파종이 어렵고 종자량이 과다하게 소요되어 종자비 지출 및 육묘관리비 상승등 농가소득의 저해요인이 되어 왔다. 이는 곧, 육묘비용의 상승, 생산물의 품질저하 및 외국의 고품질 코팅종자 수입을 유발시

김으로 외화낭비를 초래하고 있다. 이러한 관점에서 볼 때 파종과 수음노력을 절감할 수 있는 코팅 종자의 필요성이 높다고 볼 수 있다.

국내에서 재배면적인 가장 많은 '잎들깨'와 '남천' 및 '만백' 들깨를 코팅한 후 묘출현율과 출현속도를 조사한 결과 대체적으로 코팅종자는 무처리 종자보다 출현율이 5~7% 낮았고, 출현속도는 0.3~0.9일 정도 지연되었다(Fig. 12.1).

코팅종자의 묘출현 반응은 품종에 따라 차이가 있었는데, 잎들깨의 코팅종자는 무처리는 종자보다 출현율이 7% 낮았고, 출현속도인 E_{50} 과 MDE도 0.7일 정도 지연되었다.

'남천'들깨에서도 코팅종자는 출현율이 무처리 종자보다 8% 낮았으며, 출현속도는 약 0.9일 지연되었다. 반면 만백'들깨에는 코팅종자가 무처리보다 출현율이 3% 정도 높았으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 출현속도인 E_{50} 과 MDE 또한 코팅종자가 무처리 종자보다 빠른 경향을 보였다.

겨울철 시설재배에서 초기생육은 조기출하로 연결되기 때문에 중요한 의미를 가진다. 코팅종자를 파종 후 35일간 생육시킨 유묘 초기생육을 조사한 결과는 Table 12.1 및 Table 12.2와 같다.

코팅종자는 무처리 종자에 비해 묘출현 속도가 약간 지연되었으나 초기생육에는 무처리 종자와 큰 차이는 없었다. 품종에 관계없이 코팅종자를 파종하여 35일간 생육시킨 유묘의 초장과 경직경은 무처리에 비해 유의적인 차이가 없었고, 엽수 및 엽면적 또한 큰 차이가 없었다.

'잎들깨' 및 '남천' 들깨의 코팅종자를 파종하여 35일간 생육시킨 유묘의 생체중 및 건물중은 무처리 종자보다 낮았으나 유의성은 인정된다고는 볼 수 없었고, 오히려 '만백' 들깨의 코팅종자에서는 무처리에 비해 초장, 경직경, 근장, 엽면적 등이 증가되는 결과를 보였으나 통계적인 유의차는 인정되지 않았다.

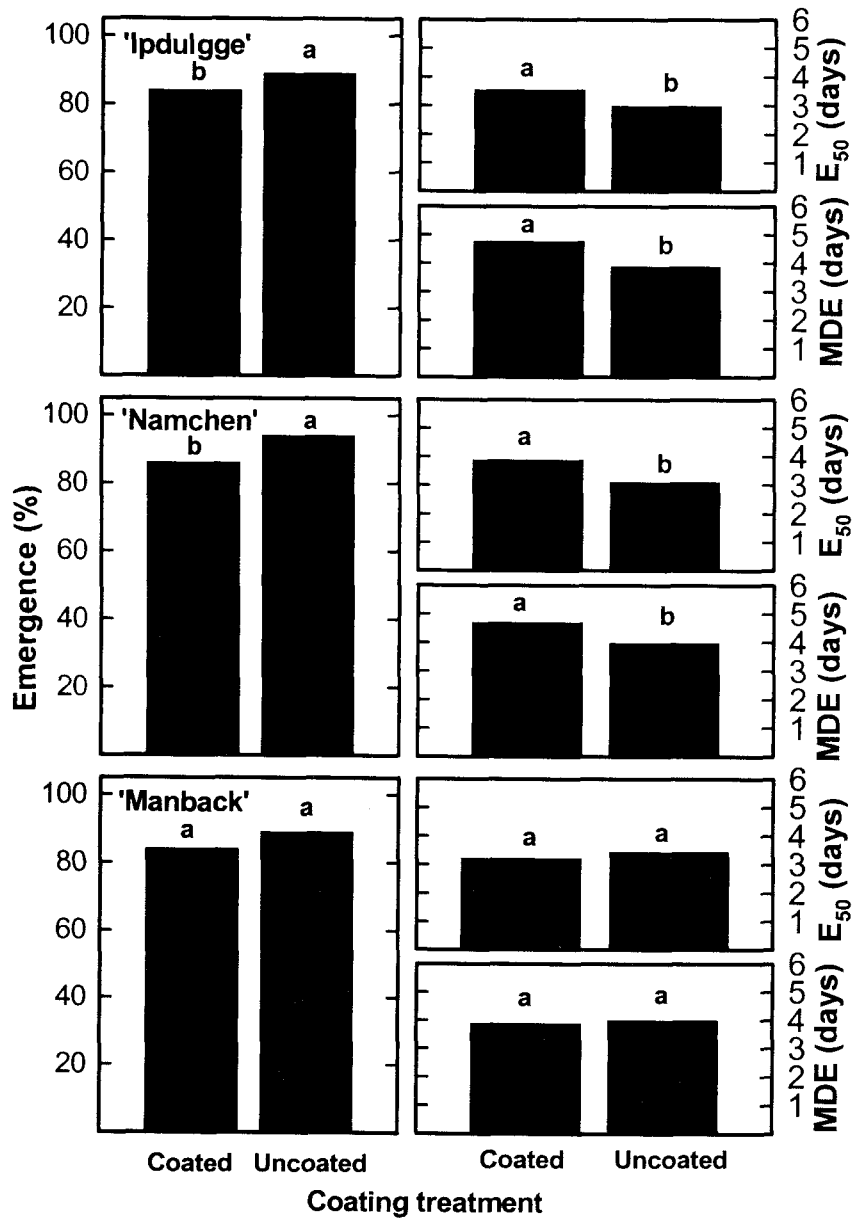


Fig. 12.1. Effect of seed coating on percent emergence, days to 50% emergence (E_{50}), mean number of days to emergence (MDE) of three cultivar of perilla. Bars with different letters are significant by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 12.1. Effect of seed coating on plant height, stem diameter, root length, number of leaves and leaf area of three cultivar of perilla plug seedling at 35 days after sowing.

Seed coating ^z	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Root length (cm)	No. of leaves	Leaf area (cm ²)
<i>'Ipdulgge'</i>					
Coated	4.0	2.49	17.0	6.0	19.8
Uncoated	3.6	2.36	17.8	6.0	17.3
LSD(0.05) ^y	NS	NS	NS	NS	NS
<i>'Namcheon'</i>					
Coated	5.1	3.09	16.0	6.0	26.0
Uncoated	4.6	2.63	16.5	6.0	25.0
LSD(0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
<i>'Manback'</i>					
Coated	5.0	2.76	15.9	6.0	26.0
Uncoated	5.1	2.49	14.0	6.3	28.2
LSD(0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
Significance					
Cultivar (A)	** ^x	**	NS	NS	***
Seed coating (B)	NS	**	NS	NS	NS
A × B	NS	NS	NS	NS	NS

^z Seed coating with diatomeaceous earth.

^y Means in columns within each cultivar are separated by LSD at $P = 0.05$.

^x NS, **, *** Nonsignificant or significant at $P = 0.01$ and 0.001 , respectively.

따라서 들깨재배에서 코팅종자의 이용은 출현율이 약간 낮았고, 출현속도는 0.3~1.0 일 지연되었을 뿐 초기생육에는 나종자를 파종한 것과 큰 차이가 없었다. 이러한 결과는 많은 시사점을 제공하고 있는데 코팅종자는 출현속도가 지연되는 단점도 있었으나, 파종과 수확작업 생력화시킬 수 있는 이점이 있으므로 코팅종자의 실용적 가치는 크다고 볼 수 있다.

Table 12.2. Effect of seed coating on fresh and dry weight of three cultivar of perilla plug seedling at 35 days after sowing.

Seed coating ^z	Fresh wt(mg/plant)			Dry wt(mg/plant)		
	Top	Root	Total	Top	Root	Total
<i>'Ipdulgge'</i>						
Coated	1560	716	2276	176	53	230
Uncoated	1306	606	1930	146	43	200
LSD(0.05) ^y	NS	NS	NS	NS	NS	NS
<i>'Namcheon'</i>						
Coated	2140	650	2790	243	63	306
Uncoated	1890	626	2516	223	63	290
LSD(0.05)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
<i>'Manback'</i>						
Coated	2006	656	2656	203	50	253
Uncoated	2016	823	2700	216	80	296
LSD(0.05)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Significance						
Cultivar (A)	*** ^x	NS	***	***	NS	***
Seed coating (B)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A × B	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^z Seed coating with diatomeaceous earth.

^y Means in columns within each cultivar are separated by LSD at $P = 0.05$.

^x NS, *** Nonsignificant or significant at $P = 0.05$ and 0.001 , respectively.

제 13절 Seed sheet 공정기술 개발

1. 서 언

종자 테이프는 이미 40년전 일본에서 벼 직파용으로 개발되었으나, 실용화는 채소작물에서 먼저 시행되었다. 종자 테이프의 개발 초기에는 종이가 테이프 재료로 사용되었는데, 종이는 토양에서 분해가 쉽고 발아를 억제하지 않는 장점이 있었다. 일본의 경우 생식용과 가공용 무의 30~40%, 양파는 70%, 우엉은 전량이 종자 테이프로 파종되고 있으며, 그 수요는 매년 증가하고 있다.

Seed sheet는 종자 테이프를 변형시킨 것으로 파종과 멀칭작업을 동시에 수행함으로써 파종노력과 제초작업을 간소화 할 수 있는 장점이 있다. 국내에서 seed sheet는 참깨와 더덕, 당귀와 같은 일부 약초 종자에서 산업화되고 있으며 특히, 참깨종자의 seed sheet는 보편화되어 있다. 그러나 들깨 종자의 seed sheet나 seed tape에 대한 연구는 아직까지 없으며, seed sheet는 파종노력을 절감시키고 제초나 솟음작업을 최소화하는 이점이 있으므로 기계파종을 위한 새로운 대안책으로 제시될 수 있다.

본 연구는 들깨재배에 seed sheet를 정착시키기 위한 기초 연구로써 seed sheet에 적합한 접착제 및 seed sheet에 부착되는 적정 종자입수를 설정하기 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 접착제 설정

본 실험에 사용된 품종은 '앞들깨'였다. Seed sheet에 적합한 접착제를 선별하기 위해서 carboxymethyl cellulose(CMC), gum arabic, methyl cellulose(MC), polyvinyl alcohol(PVA 1500) 및 polyvinyl pyrrolidone(PVP 15000)를 사용하였고, 이들 접착제의 농도는 각각 5, 10, 12.5, 15, 20%(w/v)였다. 접착제의 종류와 농도가 sheet와 종자간의 결속성에 미치는 영향을 조사하기 위해 각각의 종류 및 농도를 달리한 접착제로 sheet에 종자를 부착하여 실온에서 3시간 건조시킨 후 2분간 원심분리(200 rpm)하여 최종적으로 sheet에 부착된 종자수를 조사하였다.

Seed sheet 제작은 멀칭비닐에 ϕ 20mm로 50공을 펀칭하여 펀칭된 공간의 가장자리에 종자를 부착시켰다. Seed sheet의 발아성 조사는 20℃로 조절된 성장조절실에서 실시하였으며, 실험방법은 사각포트(30 x 25cm)에 페이퍼 타올을 2장 깔고 증류수를 공급하여 흡수시킨 후 sheet 종자를 파종하여 발아력을 검정하였다.

나. 종자입수 설정

Seed sheet의 부착되는 종자입수가 입묘율에 미치는 영향을 조사하기 위해 멀칭비닐에 $\phi 20\text{mm}$ 로 50공을 편칭하여 가장자리에 2, 3, 4 및 5립의 들깨 종자를 부착하였다. 이와 같이 제작된 seed sheet를 피트모스 50%, 버미글라이트 30%, 펄라이트 20%(v/v/v)를 혼합한 상토에 멀칭과중하여 입묘율과 25일 생육시킨 유묘의 초기생육을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

Seed sheet 종자의 장점은 파종과 멀칭작업을 동시에 수행함으로써 파종과 제초작업을 간소화시킬 수 있다. Seed sheet가 지닌 이러한 이점을 들깨에 적용시켜 그 가능성이 인정된다면 들깨 재배의 생력화에 크게 기여할 수 있을 것이다. Seed sheet에 사용되는 접착제는 sheet에 종자를 견고하게 부착시켜 종자가 이탈되지 않도록 하는데 있다. 또한 seed sheet에 사용되는 접착제들은 발아를 억제하지 않는 것이 좋다.

‘잎들깨’ 품종을 공시하여 seed sheet에 사용되는 접착제의 종류 및 농도가 sheet 종자의 발아율과 발아속도 및 종자부착율 등을 조사한 결과는 Table 13.1에 나타내었다.

Seed sheet 접착제의 종류에 따라 발아율과 발아속도에는 차이가 있었다. 대체적으로 PVP, PVA, CMC 및 gum arabic 등은 sheet에 종자를 부착하기 위해 접착제로 사용하더라도 발아력을 크게 저하시키지는 않았다.

그러나 MC로 접착시킨 sheet 종자는 발아가 약간 감소하는 것으로 나타났다. Seed sheet에 사용되는 접착제 종류에 관계없이 접착제 농도가 증가할수록 발아율은 감소하는 경향이었고, 발아속도는 지연되었다.

Seed sheet 접착제의 종류 및 농도가 sheet에 부착된 종자의 결속성을 조사한 결과 전반적으로 CMC에서는 5%의 저농도에서도 종자 부착성이 높았고, 10% 이상의 농도에서는 부착성이 100%에 근접하였다. Methyl cellulose(MC)도 처리농도에 관계없이 전반적으로 종자 결속력이 높았으나, 발아율이 감소하는 문제점이 있었다.

Table 13.1. Effect of seeds sheet polymers and their concentrations on percent germination, T₅₀ and adhesive percentage of 'Ipdulgge' perilla seeds. Seeds were dark-germinated at 20°C for up to 18 days.

Polymer	Conc. (%)	Germination (%)	T ₅₀ (days)	Adhesive degree (%)
Carboxymethyl cellulose(CMC)	5	84.6	4.12	81.8
	10	82.3	4.40	90.2
	12.5	80.3	4.23	98.6
	15	82.6	4.44	99.0
	20	74.6	5.44	99.0
Gum arabic	5	82.0	4.33	55.5
	10	86.3	4.46	76.4
	12.5	81.6	4.23	72.2
	15	80.6	4.40	97.5
	20	62.3	4.85	97.6
Methy cellulose (MC)	5	86.3	4.40	65.3
	10	69.4	4.56	78.0
	12.5	72.3	4.34	94.2
	15	70.3	4.66	99.3
	20	78.0	5.12	96.0
Polyvinyl alcohol(PVA)	5	82.6	4.12	62.3
	10	84.0	4.22	80.0
	12.5	80.0	4.15	95.3
	15	83.4	4.29	93.2
	20	83.3	4.72	98.4
Polyvinyl pyrrolidone(PVP)	5	82.6	4.31	52.0
	10	84.3	4.42	65.0
	12.5	88.6	4.38	84.0
	15	86.3	4.53	92.0
	20	83.0	4.83	94.0
Untreated		88.2	3.24	-
LSD.05		8.8	0.28	6.6
Significances				
Polymer chemical (A)		* ^z	**	**
Polymer conc.(B)		*	**	**
A x B		*	*	*

^z **, *** Significant at $P = 0.05$ and 0.01 , respectively.

그러나 gum arabic, PVA 및 PVP 등은 저농도인 5%에서는 종자 결속이 65% 미만으로 낮았다. 이와 같이 sheet에 부착된 종자가 이탈되거나 종자와 sheet간 결속도가 낮으면 파종작업을 생력화를 기대할 수 없다. 따라서 이들 접착제들은 사용할 때는 종자 결속력을 향상시키기 위해서는 12.5% 이상 농도로 사용하는 것으로 효과적일 것으로

판단되었다. 들깨 seed sheet에 적합한 접착제는 CMC 였으며, 처리농도가 높아질수록 발아속도가 약간 지연되었으나, 12.5%로 처리하면 발아도 원활하였고 종자 부착성 높았다.

나. 종자입수 설정

1공당 부착된 종자수에 따라 출현소요일수에는 뚜렷한 차이가 없었으나, 부착된 종자수가 많을수록 출현율이 높았다. 안정적인 입묘를 위해서는 4립 이상이 접착되어야 할 것으로 생각된다. 들깨의 평균발아율이 82% 이상을 상회하는 점을 감안한다면 2립 이상의 종자를 sheet에 부착하면 100%의 출현을 보여야 되나, 출현율이 82.2~98.8%로 나타난 것은 멀칭비닐이 지표면에 완전히 밀착되지 않았던 것에 기인된 것으로 풀이된다(Fig. 13.1). 또한 sheet 종자를 파종한 후 25일간 생육시킨 유표의 건물중은 부착된 종자에 따라 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

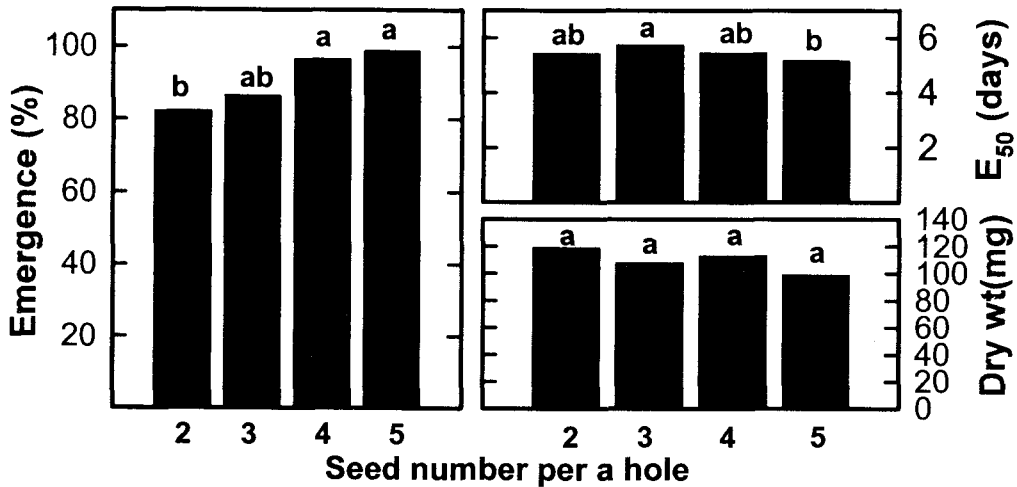


Fig. 13.1 Effect of seed number per punching on a sheet the performance of 'Ipdulgge' perilla seeds. Dry weight were derminated 25 days after sowing. Bars with different letters are significant by Ducan's multiple range test at $P=0.05$.

제 14절 코팅종자의 발아촉진법 개발

1. 서 언

균일하고 건전한 묘의 확보는 수확물의 고품질과 생산성 향상을 위해서 반드시 필요하다. 종자는 발아와 출현을 거쳐 수확이라는 일련의 생명과정을 거친다. 기계화를 통해 파종된 코팅종자도 발아에서 유묘로 성장하는 과정중에 입묘를 저해하는 불량환경에 직면하게 되는데, 이들 요인들은 단독 또는 복합적으로 작용하게 된다. 따라서 초기생육을 촉진시키고 강건한 식물체를 생산하기 위해서는 발아력을 향상시킬 수 있는 종자처리의 기술개발이 선행되어야 한다.

지금까지 발아촉진을 위해 액체 삼투용액에 종자를 침지시키는 osmo priming 처리가 널리 이용되었다. 그러나 osmo priming은 대립종자에서는 발아력 증진에 그다지 효과적이지 못했다. 또한 일부종자에서는 처리과정중과 처리 후 종자가 손상되어 발아력이 저하되는 경우도 있었다.

Solid matrix priming(SMP) 처리는 고체 carrier, 종자, 수분을 일정비율로 혼합하여 carrier의 매트릭포텐셜에 의해 종자의 수분흡수를 조절하는 것으로 종자처리의 새로운 분야이다.

SMP는 소립과 대립종자에서 대량처리가 가능할 만큼 효율적이고 이용 잠재력이 높으며, 많은 작물에서 발아력 향상에 유용한 처리로 보고되고 있다. SMP 시스템의 특성은 처리과정중 산소공급을 최소화시킬 수 있으며, 발아활성 물질과의 조합처리가 용이하다.

SMP와 osmo priming 처리의 차이점은 SMP는 처리종자의 수분흡수가 고체 carrier의 매트릭포텐셜에 의해 조절되는데 반해, 액체 삼투용액에 침지하는 osmo priming은 용액의 삼투압에 의해서 수분흡수가 조절된다. 따라서 SMP에 사용되는 carrier들은 매트릭포텐셜과 수분보유력은 높아야 하며, 처리과정중 수분과 혼합하더라도 용해되지 않는 물질이어야 한다. 또한 처리과정중 유용미생물을 첨가했을 때 미생물의 증식을 촉진하는 물질이면 더욱 좋다.

액체 용액에 실시하는 osmo priming은 처리후 수세하여 처리제를 제거해야만 발아력이 향상되나, SMP는 처리후 종자표면에 부착되어 있는 carrier들은 토양입자와 매트릭 성질 비슷하여 토양에 쉽게 혼합되기 때문에 반드시 제거할 필요가 없는 장점이 있다.

본 연구는 불량조건에서 들깨 종자의 안전발아와 발아의 균일성을 유지시킬 수 있는 SMP의 carrier 물질을 탐색하고 적정 혼합비율 및 성장조절제 첨가 농도를 설정하고자 하였다. 또한 코팅종자의 발아 지연 문제를 해결하고자 발아촉진 된 종자를 코팅하여 발아반응에 미치는 영향을 탐색하고자 하였다.

이와 병행하여 SMP에 사용되는 고체 carrier로 Micro Cel-E가 보편적으로 사용되고 있는데 이를 국내 생산되는 원료로 대체할 수 있는 물질 탐색에도 연구의 주안점을 두었다.

2. 재료 및 방법

가. 적정 SMP 물질 선발

공시된 품종은 '잎들깨' 였다. 들깨 종자의 SMP에 적합한 carrier를 선발하기 위해 celite 400, vermiculite, Micro Cel-E(synthetic calcium silicate) 및 diatomaceous earth를 사용하였다. SMP 처리는 종자: carrier: 증류수를 5:3:9 및 5:3:15(w/w/w) 비율로 혼합하여 20℃에서 3일로 처리하여 20℃에서 발아력을 검정하였다. 주요 조사항목은 발아율, T₅₀, MDG 및 유근돌출율을 조사하였다.

나. 적정 SMP 혼합비율 및 처리기간 설정

공시 품종은 '잎들깨' 였다. 각 종자는 5℃(±1)의 항온기에 보관하면서 시험 수행시마다 사용하였다. 들깨 종자에서 발아력을 극대화 시킬 수 있는 SMP 적정 혼합비율을 구명하고자 종자: carrier: 증류수 혼합비율을 (1) 5:3:9 (2) 5:3:10.5 (3) 5:3:12 (4) 5:3:13.5 및 (5) 5:3:15(w/w/w)등으로 조제하였다.

이때 사용된 carrier로는 Micro Cel-E였고, 처리온도는 20℃, 처리기간은 1일 및 3일로 각각 달리 처리한 후 20℃에서 발아력을 검정하였다.

다. 적정 SMP 처리온도 설정

공시품종으로 '잎들깨' 였다. SMP 처리의 carrier로는 Micro Cel-E를 사용하였으며, 종자: carrier: 증류수의 혼합비율은 5:3:10.5였다. SMP 적정 처리온도를 구명하고자 10℃, 15℃, 20℃, 25℃, 30℃ 및 35℃로 달리하여 SMP 처리한 후 20℃ 항온기에 발아력을 검정하였다.

라. SMP 처리종자의 발아성

공시품종은 '잎들깨'였으며, SMP 처리의 carrier로는 Micro Cel-E를 사용하였다. 종자: carrier: 증류수 혼합비율은 5:3:10.5였고, 처리온도 및 처리기간은 20°C에서 3일간 처리하였다. 처리된 종자의 발아력 검정은 15°C, 20°C, 25°C, 30°C 및 35°C의 항온기에서 실시하였다.

마. SMP 처리과정중 생장조절제 첨가

공시품종은 '잎들깨'였으며, SMP 처리의 carrier로는 Micro Cel-E를 사용하였다. 종자: carrier: 증류수 혼합비율은 5:3:10.5였다. SMP 처리중 생장조절제 첨가는 gibberellic acid(GA₃) 및 6-benzylaminopurine(BAP)을 50mg · L⁻¹, 100mg · L⁻¹ 및 200 mg · L⁻¹을 조성한 용액을 공급하여 종자와 carrier를 혼합하였다. SMP 처리된 종자의 발아력 검정은 20°C의 항온기에서 실시하였다.

바. 코팅종자의 발아촉진 처리법

실험에 사용된 공시품종은 '잎들깨'였다. Osmo priming 처리는 200 mM의 Ca(NO₃)₂ 용액으로 20°C에서 3일간 처리하였다. SMP처리는 Micro Cel-E를 사용하여 종자: carrier: 증류수 혼합비율은 5:3:10.5(w/w/w)였고 20°C에서 3일간 처리하였다.

코팅종자의 발아지연 문제를 해결하고자 발아를 촉진시킬 수 있는 osmo priming, SMP, GA₃ 및 hydropriming 처리된 종자를 코팅하여 발아성을 조사하였다.

GA₃와 hydropriming 처리는 100mg · L⁻¹의 GA₃ 및 증류수에 종자를 침지하였는데, 침지온도와 기간은 20°C에서 1일간 처리하였다. 이와 같이 발아촉진 처리된 종자를 diatomaceous earth 피복물질로 코팅하여 20°C 항온기에서 발아력을 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 적정 SMP 물질 선발

SMP의 carrier 및 혼합배율을 달리처리하여 발아성을 조사한 결과는 Table 14.1과 같다. '잎들깨'에서는 SMP carrier의 혼합 비율에 따라 발아양상은 약간의 차이는 있었으나 대체적으로 90% 이상의 높은 발아율을 보였고 무처리와도 큰 차이는 없었다. SMP 처리된 종자는 carrier 종류에 따라 부분적인 차이는 있었으나, 모든 품종에서 무처리에 비해 T₅₀과 MDE가 현저히 단축되었다. 대체적으로 수분 첨가비율이 높으면 발

아속도가 단축되는 경향을 보였으나, 처리중에 유근이 돌출되는 종자도 높았다.

SMP에 적합한 물질로는 (a) 메트릭 포텐셜은 높으나, 용질 또는 삼투포텐셜이 거의 없을 것 (b) 물에 용해되지 않을 것 (c) 화학적으로 재활성이 낮으면서 (d) 수분 보유력이 우수하고 수분변화에도 가동성이 있을 것, 건조력 또한 우수하여야 하며, 미세분말 일 것 (e) 입자크기, 구조, 공극성이 다양할 것 (f) 표면적이 높으면서 (g) 부피는 크고 용적밀도는 낮을 것, 첨가량이 적어도 결과가 나타날 것 (h) 종자표면에 부착능력이 우수할 것 (i) 발아에 독성을 주지 않을 것 (j) 처리 후 종자에서 분리가 쉬운 것 등이 적합하다고 알려져 있다.

이러한 특성을 가진 물질중에는 Marville사의 특허품인 여러 가지 등급의 Celite와 Micro-Cel E 및 W.R. Grace사의 특허품인 zomolite vermiculite 등이 시판되고 있고 이외의 물질은 버미큘라이트 및 GrowSorb도 SMP에 사용되고 있다.

SMP의 carrier 중 SMP 처리에 보편적으로 사용되고 있는 Micro Cel-E에서 전체적으로 높은 발아율을 보였다. 그러나 들깨종자의 SMP carrier 물질중 발아력 증진에 Micro Cel-E과 유사한 효과를 가진 물질도 있었다. 지금까지 SMP carrier로 외국에서 수입된 Micro Cel-E 대부분 사용하고 있었으나 Micro Cel-E를 대체할 수 있는 물질은 국내에서 대량 생산되어 가격이 저렴한 diatomaceous earth였다.

Micro Cel-E와 diatomaceous earth 처리에서 수분 첨가비율이 높아질수록 T_{50} , MGT등이 단축되는 경향이였다. 그러나 celite 400, vermiculite로 SMP 처리된 것은 수분비율이 증가하더라도 발아촉진 효과가 크지 않았다.

Table 14.1 Effect of SMP used carrier type and ratio of seed to carrier to water by weight on the performance of 'Ipdulgge' perilla seeds at 20°C.

Seed treatment ^z					
Carrier	Mixture (seed:carrier:water)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MGT (days)	RPDP (%)
Micro-cel E	5:3:9	95	0.8	1.5	-
	5:3:15	96	0.7	1.4	6
Celite	5:3:9	92	1.1	1.7	-
	5:3:15	86	1.4	2.0	6
Vermiculite	5:3:9	95	1.0	1.6	4
	5:3:15	95	1.0	1.6	4
Diatomaceous Earth	5:3:9	95	2.1	2.6	-
	5:3:15	92	2.6	2.8	-
	Untreated	92	3.1	3.7	-
Significance					
Carrier (A)		NS ^y	***	***	
Mixture ratio (B)		NS	**	*	
A × B		NS	***	***	

^z Seed were dark-treated with various carriers at 20°C for 3 days and dark-germinated at 20°C for up to 18 days. Untreated seed were those taken fresh from the seed package

^y NS, **, *** Nonsignificant or significant at $P = 0.05, 0.01$ and 0.001 , respectively

이러한 결과는 celite 400, vermiculite가 carrier로서 Micro Cel-E와 diatomaceous earth보다 메트릭포텐셜에 의한 수분 조절기능이 불균일하거나 미약한 때문으로 판단된다. 전체적으로 Micro Cel-E가 가장 효과적인 SMP carrier였고, 이를 대체할 수 있는 물질은 diatomaceous earth라고 보여진다.

나. 적정 SMP 혼합비율 및 처리기간 설정

SMP 처리에 의한 발아촉진 효과는 종자, carrier, 증류수의 혼합비율에 따라 달라질 수 있다. Table 14.2는 SMP의 수분 첨가비율과 처리기간이 들깨종자의 발아성에 미치는 영향을 조사한 것이다.

SMP 처리된 종자는 무처리 종자보다 발아율이 약 5~7% 향상되었고, T₅₀과 MDG를 1.3일 정도 단축시켜 발아촉진에 유효하였다. 발아속도는 수분 첨가비율이 높고, 처리기간이 길어질수록 빨랐다. 그러나 5:3:12.0 이상의 수분첨가 비율로 3일간 SMP 처

리하면 처리중에 유근이 돌출되는 종자가 관찰되었다.

Table 14.2. Effect of SMP duration and amount of water added to the Micro-Cel E on germinability of 'Ipdulgge' perilla seeds.

Duration (days)	Mixture (seed:carrier:water)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	RPDP (%)
1	5:3: 9.0	90.7	2.8	3.3	-
	5:3:10.5	92.0	2.3	3.2	-
	5:3:12.0	90.0	2.6	3.4	-
	5:3:13.5	86.0	2.8	3.1	-
	5:3:15.0	88.3	2.5	3.5	2.2
3	5:3: 9.0	93.7	2.3	3.6	-
	5:3:10.5	94.3	1.8	2.5	-
	5:3:12.0	94.0	2.0	3.4	11.6
	5:3:13.5	91.3	2.2	3.7	26.6
	5:3:15.0	88.3	2.0	3.3	42.6
	Untreated	88.3	3.2	4.1	-
	LSD(0.05) ²	3.3	0.9	0.9	-

Solid matrix priming was conducted at 20°C in the dark and then dark-germinated at 20°C for up to 18 days. Untreated seeds were those taken fresh from the seed package.

² Means in columns are separated by LSD at $P = 0.05$.

SMP 처리의 기본개념이 유근을 돌출시키지 않는 범위 내에서 종자의 생리적 발아를 완성시키는 것이다. 그러나 처리과정중 유근이 돌출된 종자는 건조에 대한 내성이 없기 때문에 발아력을 상실하게 된다.

따라서 생리적 발아를 완성시켜 발아잠재력을 극대화시킬 수 있는 적정 혼합비율과 처리기간의 설정이 무엇보다도 중요하다. '잎들깨'에서는 발아력을 극대화시킬 수 있는 최적 SMP 혼합비율은 5:3:10.5였고, 처리기간은 3일간이었다.

다. 적정 SMP 처리온도 설정

SMP 처리과정 중 수분과 산소 조절 및 처리온도와 처리기간이 SMP 종자의 발아력을 결정하는 요인이다. SMP 처리온도가 높으면 처리중에 유근이 돌출될 수 있고 처리온도가 낮으면 발아잠재력이 저하된다. 따라서 발아잠재력을 증진시킬 수 있는 적정 처리온도가 설정되어야 한다.

Table 14.3 Effect of temperature during SMP on percent germination, T₅₀, and MDG of 'Ipdulgge' perilla seeds at 20°C.

Temperature ^z (°C)	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
10	84.7 b ^y	2.24 b	2.76 b
15	92.0 a	2.03 b	2.56 b
20	92.0 a	1.07 d	1.47 d
25	89.3 ab	1.26 cd	1.64 cd
30	90.7 ab	1.58 c	1.99 c
35	90.0 ab	2.33 b	2.86 b
Untreated	88.0 ab	3.74 a	4.25 a

^z Solid matrix priming was conducted for 3 days in the dark in a mixture of seed: Micro-Cel E: water by weight was 5: 3: 10.5. Untreated seeds were those taken fresh from the seed package.

^y Means in columns are separated by DMRT at $P = 0.05$.

Table 14.3은 종자: carrier: 수분 혼합비율 설정실험에서 최적 혼합비율로 알려진 5:3:10.5(종자: carrier: 수분)조건에서 SMP 처리온도를 달리하여 발아성을 조사한 결과이다. SMP 처리온도에 따라 발아력에 차이가 있었다. SMP 처리된 종자는 발아율을 크게 증진시키지는 못했으나 무처리보다 T₅₀과 MDG는 현저하게 단축시켰다.

처리온도에 따라 약간의 차이는 있으나 무처리 종자보다 T₅₀을 1.5일~2.65일 단축시켜 조기발아를 유도하였다. '잎들깨'에서 발아력을 향상시킬 수 있는 최적 처리온도는 20°C였다. 무처리 종자의 T₅₀이 3.74일 였으나 20°C에서 SMP 처리된 종자는 1.07일이 소요되어 SMP 처리에 의해 T₅₀이 2.66일 단축되었다. 그러나 10°C에서 SMP 처리는 발아촉진 효과가 낮았고, 고온인 30°C와 35°C에서 SMP 처리는 발아율이 감소되는 경향을 보였다.

라. SMP 처리종자의 발아성

파종된 종자는 발아적온에서 정상적인 발아 및 유묘출현을 통하여 생장 및 생육이 원활하게 이루어진다. 최근의 들깨소비가 주년화되면서 겨울철 시설재배에서는 불량환경 조건에 파종하는 경우가 많아졌다. 따라서 불량환경에서도 발아력이 높은 종자가 요구되고 있다.

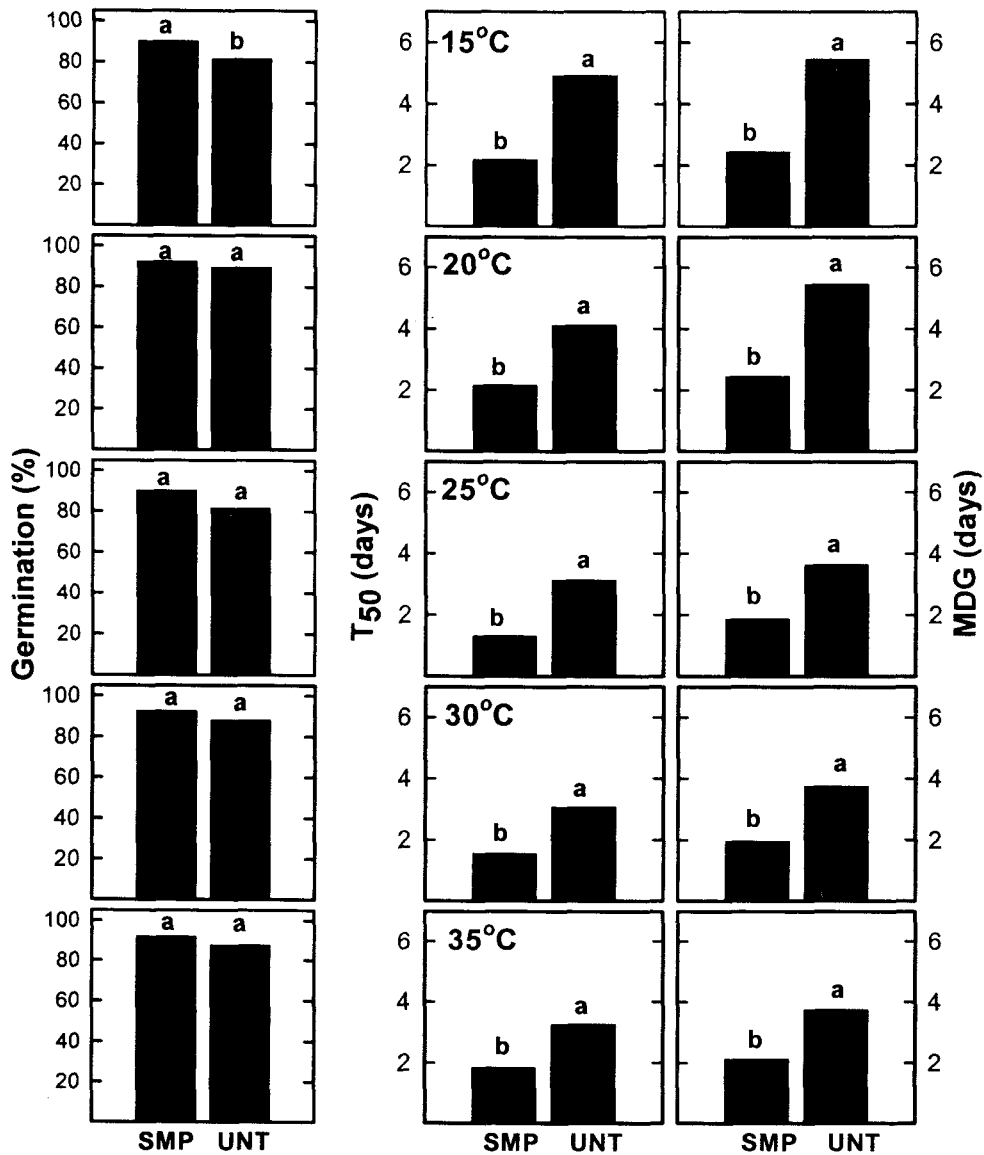


Fig. 14.1. The effect of germination temperature on percent germination, number of days to 50% of the final germination percentage (T_{50}) and mean number of days to germination (MDG) of solid matrix primed 'Ipdulgge' perilla seeds. Bars with different letters are significant by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Fig. 14.1은 들깨 종자를 SMP 처리한 후 다양한 발아온도에서 발아성을 조사한 것이다. SMP 처리된 종자는 발아온도에 관계없이 80% 이상의 높은 발아율을 보였고, 15°C와 35°C에서는 무처리 종자에 비해 발아증진 효과도 있었다. 또한 SMP 처리는 발아속도 단축에는 현저한 효과가 있었는데 특히, 발아적온을 벗어난 15°C에서 T_{50} 과 MDG를 무처리 종자보다 각각 2.8일과 3.0일을 단축시켰다.

이와 같이 SMP 처리에 의한 발아촉진 효과는 여러 연구자에 의해서 다양하게 보고되고 있다. SMP 처리한 토마토, 양파, 당근종자는 무처리 종자에 비해 묘출현 일수를 단축시켰으며, 고추에서는 Cacined clay를 이용한 SMP 처리는 신속한 발아와 발아증진 효과가 있었다고 하였다(Khan, 1992).

마. SMP 처리과정중 성장조절제 첨가

SMP는 신속하고 균일한 발아를 유도하는 종자처리이며, 식물성장조절제 종자처리에는 배 발육이 불완전한 종자, 발아억제물질을 함유한 종자에서 발아를 촉진시킨다. 이와 같이 각기 다른 방법으로 발아를 촉진시킬 수 있는 종자처리의 장점을 조합하면 발아율과 입묘율을 증진시키는 상승효과를 거둘 수 있을 것이다.

이러한 목적으로 SMP 처리중 GA_3 와 BAP를 첨가하여 들깨종자의 발아성을 조사한 결과는 Table 14.4와 같다. SMP 처리중 성장조절제 첨가에 따라 발아반응이 달랐는데, 성장조절제 첨가된 SMP 종자는 발아율을 증진시키지는 못했다. 그러나 $100mg \cdot L^{-1}$ 이하의 GA_3 를 첨가하면 단독 SMP 처리한 종자보다 발아속도는 단축되었으나, 처리농도가 $200mg \cdot L^{-1}$ 로 증가되면 발아속도는 지연되었다. BAP 첨가는 단독 SMP 처리한 경우보다 발아속도가 오히려 지연되었다. 발아력을 향상시킬 수 있는 성장조절제 최적 첨가농도는 GA_3 $100mg \cdot L^{-1}$ 였다.

SMP 처리중 GA_3 첨가에 의한 발아력 향상과 발아촉진 효과는 단독 SMP 처리에 비해 크지 않았으나, 이들 종자를 포장이나 불량환경 조건에 파종한다면 현저한 효과가 있을 것으로 예측된다.

본 실험에서는 SMP 처리중 BAP 첨가는 발아력을 향상시키지는 못했는데, 그 원인을 Khan(1992)은 지베렐린은 발아를 직접 촉진시킬 수 있으나, cytokinin, 에틸렌 및 ABA 등은 발아를 직접 촉진시키지는 못하지만 발아 스트레스를 제거 및 부여에 관여하기 때문이라 하였다. SMP 처리중 GA_3 를 첨가하여 발아력을 향상시킨 예는 상추, 셀러리 및 명아주 보고된 바 있는데, 첨가된 지베렐린이 광효과를 대신하여 암조

건하에서도 조기발아를 유도하였다고 하였다(Khan과 Karssen, 1980).

Table 14.4. Effect of plant growth regulators(PGR) added to the during SMP treatment on percent germination, number of days to 50% of the final germination percentage(T_{50}), mean number of days to germination(MDG) of 'Ipdulgge' perilla seeds.

Plant growth regulator ^z (mg · L ⁻¹)	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
SMP + GA ₃ 50	90.7 bc ^y	1.6 e	2.1 e
SMP + GA ₃ 100	97.3 a	1.4 e	1.8 f
SMP + GA ₃ 200	88.7 b	3.9 b	4.3 b
SMP + BAP 50	96.0 a	3.2 c	3.8 c
SMP + BAP 100	95.3 a	2.6 d	3.1 d
SMP + BAP 200	86.7 c	5.5 a	6.2 a
SMP only	93.0 a	1.9 e	2.6 d

^z Various regulators at 50, 100 and 200mg · L⁻¹ were added while the seeds were dark-SMP in a mixture of seed: Micro-Cel E: water by weight was 5: 3: 10.5 at 20°C for 3 days and dark-germinated at 20°C for up to 18 days.

^y Means in column are separated by DMRT at $P = 0.05$.

또한 고추종자의 priming 처리중 GA₃ 첨가는 발아율과 T₅₀ 단축에 효과가 있었으며, 특히 저온에서 발아시킨 경우 효과적이라 하였다(Nelson과 Sharples, 1980). 상추종자에서 priming 과정중 GA₃ 첨가는 발아억제 물질인 ABA 존재하더라도 높은 발아력을 보였다고 하였다(Khan과 Saminy, 1982). 그 효과는 priming 처리중 첨가된 지베렐린이 신속한 유근신장을 유도한 것에 기인된다고 하였다.

본 연구와 선행연구에서 볼 수 있듯이 SMP 과정중 성장조절제 첨가는 작물이나 품종에 따라 효과가 다르게 나타나므로 체계적인 연구 검토가 필요하다고 사료된다.

바. 코팅종자의 발아촉진법

여러 가지 종자 전처리들이 신속하고 균일한 묘출현을 유도할 목적으로 사용되어 왔다. 그러나 이러한 종자처리들은 입묘 증진에는 유용하나, 기계화에 의한 정밀파종은 불가능하다. 미세하여 발아가 낮은 원예작물 종자를 신속하고 균일한 모를 출현시킬 수 있는 osmo priming 및 SMP의 장점과 기계화 파종이 가능한 코팅의 장점을 조합한다면 코팅종자의 부가가치를 높일 수 있을 것이다. 최근에는 여러 가지 생리적 종자처리와 비생리적 종자처리의 장점을 조합하여 발아와 입묘율을 극대화시키려는

방법 개발에 많은 연구가 진행되고 있다.

이러한 관점에서 본 연구는 기존의 제품보다 발아력이 증강된 고품질의 코팅종자를 생산하기 위해서 발아촉진 처리된 종자를 코팅하여 그 효과를 검정하기 위해 수행되었다.

Table 14.5는 몇 가지 발아촉진 처리된 종자를 코팅하여 발아력을 검정한 결과이다. SMP 처리와 osmo priming 및 GA₃로 전처리된 종자를 코팅하면 전처리 하지 않고 코팅한 종자보다 발아력이 향상되었다. 그러나 hydropriming 처리 후 코팅된 종자는 발아력의 증진효과는 없었다.

Table 14.5. Effect of various pretreatments before coating on percent germination, number of days to 50% of the final germination percentage(T₅₀) and mean number of days to germination(MDG) of coated 'Ipdulgge' perilla seeds.

Seed treatment ^z	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
Coating	64.4	6.8	7.6
SMP + coating	80.6	3.3	3.8
Osmo priming + coating	80.4	5.4	6.0
GA ₃ + coating	75.5	5.8	6.5
Hydropriming + coating	74.2	6.7	7.5
Untreated	86.7	3.6	4.4
LSD(0.05) ^y	5.6	0.4	0.5

^z Solid matrix primed with a mixture of seed: Micro-Cel E: water by weight was 5: 3: 10.5 at 20°C for 3 days. Osmo primed with 200 mM Ca(NO₂)₃ solution at 20°C for 3 days. Gibberellin(GA₃) treatment with 100mg · L⁻¹ solution at 20°C for 1 day and then dark-germinated at 20°C for up to 18 days. Seed coating with diatomaceous earth.

^y Means in columns are separated by LSD at P = 0.05.

SMP 처리 후 코팅된 종자는 다른 전처리 후 코팅된 종자보다 높은 발아율을 보였는데, 단독으로 코팅된 종자에 비해 20%의 발아율 증진 효과가 있었다. 또한 발아촉진 효과도 단독으로 코팅된 종자에 비해 T₅₀을 3.4일 단축시켰다.

이러한 결과는 SMP 처리를 가하여 발아잠재력을 증진시킨 후 코팅하면 나종자와 거의 동등한 발아율과 발아속도를 보여 코팅종자의 저조한 발아율 문제를 극복할 수 있다는 것을 시사하고 있다.

Osmo priming 처리 후 코팅된 종자도 전처리를 가하지 않고 코팅된 종자에 비해 모든 품종에서 20% 정도의 발아증진 효과가 있었고 T₅₀도 2.4일 단축시켰으나, SMP 처

리후 코팅한 종자보다는 효과가 낮았다.

GA₃에 전처리한 후 코팅된 종자들도 높은 발아율을 보였으나, 그 효과는 osmo priming 처리된 종자를 코팅한 경우와 유사하였고, SMP 처리된 종자를 코팅한 것보다는 효과가 낮았다. 이와 같이 코팅종자들은 발아율이 낮았으나, 발아촉진 처리된 종자를 코팅함으로써 발아율을 증진시킬 수 있었다.

제 15절 유용미생물을 이용한 종자코팅법 개발

1. 서 언

종자코팅은 목적에 따라 토양의 환경 스트레스 완화시키는 형태와 식물생장을 직접 촉진시키는 형태가 있다. 작물에 부여되는 스트레스는 토양환경과 생물적, 비생물적 요인에 의해 유발된다. 유용미생물로 종자처리는 토양에서 발생하는 생물적 스트레스를 완화하여 종자나 유묘를 병원균의 침입으로부터 보호하는데 있다.

생물적 종자처리는 화학적 종자 처리와는 달리 종자에 접종된 미생물이 증식되어야만 작물의 생육을 촉진시킬 수 있다. 가장 보편적으로 사용하고 있는 생물적 종자처리 방법은 종자표면에 미생물을 코팅하는 것으로 접착제를 사용하면 미생물의 부착율과 생존율을 향상시킬 수 있다.

종자에 코팅된 미생물들이 증식되기 위해서는 생물적 및 비생물적 제한요인을 극복해야만 하는데, 이에 관여하는 중요한 외부요인은 pH, 영양성분 및 수분조절이라고 알려져 있다. 생물적 종자처리는 생육촉진 향상에 그 우수성이 입증되고 있으나, 처리비용과 시간이 많이 소요되는 단점이 있다.

종자에 접종된 미생물의 생존율을 결정하는 중요한 환경요인은 급속한 건조인데, 수태와 같은 유기물을 코팅 피복물질로 사용하면 급속한 건조를 방지할 수 있다. 그래서 유용미생물 종자코팅에는 광물질보다는 유기물이 적합하다고 알려져 있다.

최근 우리나라에도 시설재배의 확대와 화학비료 남용으로 인한 염류집적 등 토양오염이 가속화되고 있는 현 시점에서 유용미생물이 첨가된 코팅종자의 도입은 절실하다.

본 연구는 내병성 강화와 발아잠재력이 높은 코팅종자를 생산하기 위한 기초연구로써 들깨 종자코팅에 적합한 유용미생물 첨가방법을 설정하는데 있다.

2. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 공시품종은 '잎들깨' 종자였다. SMP와 유용미생물의 혼용처리가 발아에 미치는 효과를 검정하기 위해서 10^7 cfu, 10^8 cfu 및 10^9 cfu의 밀도로 조절한 *Paenibacillus polymyxa* E681를 SMP 처리중에 첨가하여 발아력을 검정하였다. SMP에 사용된 carrier는 Micro Cel-E였고 종자: carrier: 증류수 혼합비율은 5:3:10.5 (w/w/w)였다. SMP 처리는 20°C에서 3일간 처리하였다.

유용미생물이 첨가된 코팅종자의 발아력을 극대화시킬 수 있는 첨가방법을 구명하

고자 *Paenibacillus polymyxa* E681의 처리밀도 10^8 cfu로 고정한 후 첨가방법을 달리 하였다.

P. polymyxa E681 첨가방법은 (1) SMP 처리중 *P. polymyxa* E681 첨가하여 SMP 처리된 종자를 코팅, (2) SMP 처리후 *P. polymyxa* E681 균배양액 2 시간 침지한 후 코팅, (3) 접착제와 혼합한 현탁액을 코팅과정중 분무 등 처리방법을 달리하였다. 이와 같이 미생물이 처리된 코팅종자와 미생물이 처리되지 않은 코팅종자의 발아력을 25°C의 항온기에서 조사하였다

3. 결과 및 고찰

Priming 처리는 종자의 수분조절에 의해 발아성을 향상시키는 처리이며, biopriming은 유용미생물을 종자에 표매하는 종자처리이다. 종자표면에 유용미생물의 밀도를 증가시킨 biopriming 종자는 근권환경을 개선되어 초기생육이 향상되며, 유해 미생물의 피해로부터 종자나 유묘를 보호받아 안정적인 작물재배가 가능하다.

작물의 성장을 촉진하는 유용미생물로는 *Paenibacillus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*속 등이 알려져 있다. 최근에는 식물체의 근권환경을 개선하기 위하여 많은 유용미생물들이 개발되어 시판되고 있고, 작물에 따라 특이성을 갖는 유용미생물을 개발하기 위한 연구도 활발하다.

Table 15.1은 SMP 처리 과정에서 *Paenibacillus polymyxa* E681의 첨가밀도가 발아력에 미치는 영향을 조사한 것이다. SMP 처리중 *P. polymyxa* E681의 첨가밀도에 따라 발아율에는 큰 차이가 없었으나, 무처리 종자보다는 발아율이 높았다. SMP 처리중 *P. polymyxa* E681 첨가한 종자는 단독으로 SMP 처리된 종자에 비해 발아속도는 약간 지연되었다. *P. polymyxa* E681을 10^8 cfu로 SMP 처리중에 첨가하면 전반적으로 발아율이 높았고 발아속도도 단축되는 경향이였다.

Table 15.2는 SMP 첨가조건 실험에서 확립된 *P. polymyxa* E681을 10^8 cfu 밀도로 첨가방법을 달리하여 코팅종자의 발아성을 조사한 결과이다. *P. polymyxa* E681이 첨가되지 않은 코팅종자의 발아율은 66.5%였다. 그러나 *P. polymyxa* E681를 첨가하여 SMP 처리(SMP + Im + Coating1) 후 코팅한 종자는 86.3%의 높은 발아율을 보였고, 또한 SMP 처리된 종자를 *P. polymyxa* E681 배양액에 침지한 후 코팅한 종자(SMP + Im + Coating2)는 85.5%의 발아율을 보였다. 이와 같이 *P. polymyxa* E681가 첨가되면 발아율이 증진되었다. 미생물이 첨가되지 않은 코팅종자의 발아율이

66.5% 였고, 미생물에 침지 후 코팅한 종자 및 미생물이 첨가된 코팅종자의 발아율이 71%인 점을 감안한다면 미생물 첨가에 의해 10% 정도의 발아율을 증진시킬 수 있었다.

SMP 처리의 기본개념이 고체 carrier의 메트릭포텐셜에 의해 종자의 수분흡수가 조절되어 발아잠재력을 향상시키는 종자처리이다. 유용미생물 종자처리도 독립적으로 발아력을 향상시킬 수 있다. 이와 같이 독립적으로 발아력을 증진시킬 수 있는 SMP 처리의 이점과 유용미생물 처리의 이점을 조합하여 통합처리함으로써 발아촉진의 상승효과가 있었다.

Table 15.1. Effect of solid matrix priming with *Paenibacillus polymyxa* E681 on germinability of 'Ipdulge' perilla seeds at 25°C.

Seed treatment ^z	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
SMP	89.7	1.3	1.6
SMP + <i>Paenibacillus polymyxa</i> E681 10 ⁷ cfu	86.7	1.8	2.6
SMP + <i>Paenibacillus polymyxa</i> E681 10 ⁸ cfu	89.3	1.5	2.1
SMP + <i>Paenibacillus polymyxa</i> E681 10 ⁹ cfu	84.3	1.5	2.0
Untreated	84.7	3.6	4.2
LSD(0.05) ^y	3.9	0.2	0.3

^z Solid matrix priming was conducted at 20°C for 3 days in the dark in a mixture of seed: Micro-Cel E: water by weight was 5: 3: 10.5 and then dark-germinated at 25°C. Untreated seeds were those taken fresh from the seed package.

^y Means in columns are separated by LSD at *P*= 0.05.

입묘를 저해하는 식물병원균 방제를 위해 유용미생물을 종자코팅에 이용하여 강건한 유묘생장을 향상시킨 많은 연구들이 보고들이 있다. 길항균인 *Trichoderma harzianum*(Sivan 등, 1987), *Pythium oligandrum*(Martin과 Hancock, 1987)과 *Chaetomium globosum*(Walther와 Gindrat, 1988)을 종자코팅하면 입고병 방제에 효과적이라고 하였다.

이외에도 유용 박테리아인 *Bacillus subtilis*와 *Pseudomonads*(Digat, 1989)로 코팅된 종자는 종자전염성균과 곤충의 피해를 경감시킬 수 있다. 유용미생물을 이용한 발병빈도가 높은 토양에서 유효하며, 발아력을 증진시켜 유묘의 영양상태를 개선 할 목적으로 여러 가지 생리적 비생리적 종자처리와 혼합처리가 가능하다는 장점이 있다.

Table 15.2. Effect of seed treatment with *Paenibacillus polymyxa* E681 on germinability of coated 'Ipdulgge' perilla seeds at 20°C.

Seed treatment	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
Coating ^z	66.5	6.3	6.9
SMP + Coating ^y	87.2	3.1	4.8
SMP + Im + Coating 1 ^x	86.3	3.9	5.2
SMP + Im + Coating 2 ^w	85.5	5.1	6.1
B + Coating 1 ^v	70.5	5.9	6.4
B + Coating 2 ^u	72.7	5.3	6.2
Untreated ^t	84.5	3.3	4.3
LSD(0.05)	7.5	0.3	0.4

^z Seed coating with diatomaceous earth.

^y Coating after SMP.

^x Added *P. polymyxa* E681 during SMP and then coating.

^w Imbibed culture soln of *P. polymyxa* E681 after SMP and then coating.

^v Imbibed seed in *P. polymyxa* E681 culture soln for 2 hours and then coating.

^u Added culture soln of *P. polymyxa* E681 during coating.

^t Naked seeds.

제 16절 코팅종자의 건조조건 확립

1. 서 언

코팅종자의 제조 공정은 종자와 코팅 피복물질간 결속강도를 높이기 위해 접착제를 연속적으로 분사함으로써 이루어진다. 이와 같이 분사된 접착제에 함유된 수분을 종자와 코팅 피복물질이 흡수하게 되어 생체중이 증가하게 된다. 따라서 장기간 저장을 위해서는 코팅전의 함수량으로 수분을 탈수시키는 건조과정이 필요하다.

현재까지의 코팅연구는 기계화 파종에 역점을 둔 경우가 많았고, 코팅 후의 건조조건은 종자활력에 관여하는 요인이나, 이에 대한 연구는 없었다. 또한 코팅 후 건조조건에 따라 종자활력이 달라질 수 있으며, 고온건조는 건조효율을 높일 수 있으나, 코팅층이 파열될 수 있다. 반면 저온건조는 건조속도가 완만하여 산업화를 위한 대량 처리시 건조비용을 상승시키는 요인이다.

따라서 코팅 후 건조과정중에 종자의 활력에 손상을 가하지 않은 건조조건 확립은 코팅종자의 산업화를 위해서 해결되어야 할 요인이다. 본 연구는 들깨 코팅종자의 활력을 유지시킬 수 있는 적정 건조온도와 건조기간을 설정하는데 있다.

2. 재료 및 방법

공시품종은 '잎들깨'였고 코팅 피복물질은 diatomaceous earth였다. 코팅 후 건조온도와 건조기간이 건조속도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 코팅종자를 20℃, 35℃ 및 45℃에서 1, 3, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72, 96시간 건조하여 종자함수율을 조사하였다. 코팅종자의 함수율 측정은 ISTA(1993)의 고온항온건조 방법(130℃, 1시간 건조)에 따라 단위생체중으로(wet weight basis) 측정하였다. 또한 산업화를 위한 대량처리시 건조비용과 노력을 절감할 수 있는 적정 건조온도를 확립하기 위하여 코팅종자를 20℃, 35℃ 및 45℃에서 3, 6, 12, 24, 48, 72 및 96시간 건조하여 20℃와 25℃에서 발아율과 발아속도를 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

코팅 과정은 접착제를 연속적으로 분사함으로써 이루어지는데, 코팅종자는 수분을 흡수하여 생체중이 증가하게 된다. 따라서 취급이 용이하고 저장을 위해서는 코팅전의 함수량으로 탈수시키는 건조과정이 필요하다.

코팅 후 건조온도와 건조기간에 따른 코팅종자의 건조속도에는 차이가 있었다 (Fig. 16.1). 코팅종자를 제조하기 전 피복물질의(diatomaceous earth)의 함수율은 4.2%(FW basis)였고, 코팅종자를 제조하는 과정중 코팅 피복물질과 종자는 접촉제의 수분을 흡수하여 코팅제조 후에는 25.7%의 함수량을 보였다. 이들 종자를 25℃, 35℃ 및 45℃에서 통풍 건조하면 3시간 이내에 코팅전의 함수율에 근접하는 5% 수준으로 건조되었다. 특히 45℃에서는 건조가 급속하게 이루어져 1시간 후 처리전의 함수량으로 건조되었다. 그러나 건조 3시간 후부터는 처리온도에 따른 건조율에는 큰 차이가 없었다.

35℃에서 건조는 3시간 후 코팅전의 함수율과 동일한 수준으로 건조되었고, 또한 급속 건조시에 발생될 수 있는 코팅층의 균열현상도 발생되지 않아 산업화를 위한 대량건조시에 적용될 수 있는 적정 건조온도였다.

Table 16.1은 산업화를 위한 적정 건조온도를 설정하기 위해 코팅 후 건조온도와 건조기간이 코팅종자의 활력에 미치는 영향을 조사한 결과이다. 코팅 후 건조온도와 건조기간에 따른 발아율과 발아속도에는 차이가 있었는데, 코팅직후에 비해 건조시간이 경과하면 발아율이 약간 감소하는 경향이었고 T_{50} 은 지연되었다.

건조온도는 전반적으로 35℃와 25℃가 코팅종자의 활력 유지에 좋았고, 45℃ 건조는 발아율이 감소하였으며, 발아속도도 지연되었다. 적정 건조온도 및 기간은 35℃에서 6시간 건조였는데, 발아온도 20℃와 25℃에서 각각 67% 발아하였고 T_{50} 도 3.71일과 4.76일로 코팅직후 비해서도 오히려 발아속도가 단축되었다.

이러한 결과들은 산업화를 위한 대량처리시 단기간 동안 급속 건조가 가능하여 건조 비용 절감에 유용할 것으로 판단된다.

코팅종자는 건조온도와 건조기간에 관계없이 무처리 종자보다 발아율이 10~15% 정도 낮았는데, 무처리 종자와 동일한 발아력을 보유하기 위해서는 코팅방법의 개선과 발아잠재력을 향상시킬 수 있는 종자 전처리를 가한 후 코팅하면 이를 극복할 수 있을 것으로 예측된다.

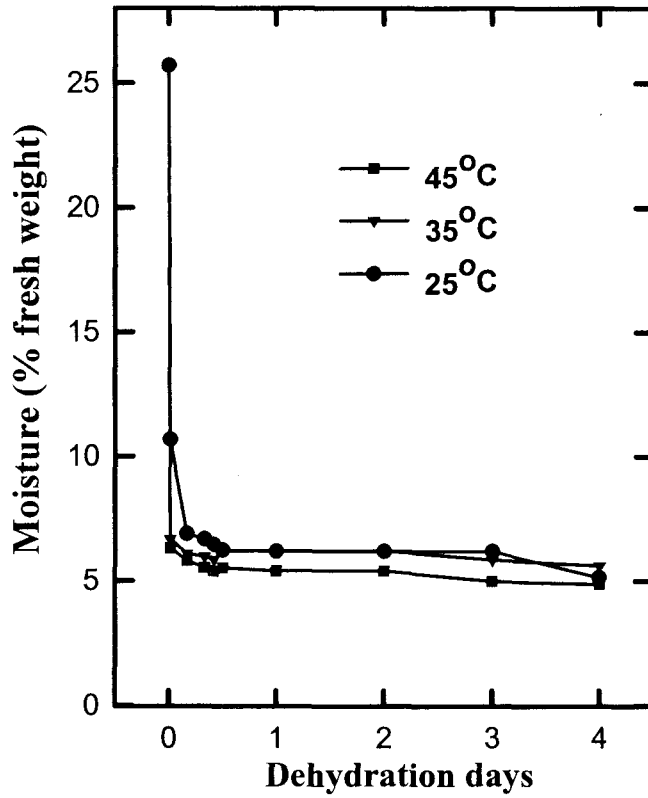


Fig. 16.1. Changes in moisture content calculated as percentage of the original fresh weight (4.2%) coating materials of perilla coated seeds as affected by drying at different temperature.

Table 16.1. Percent germination, T₅₀ of coated 'Ipdulgge' perilla seeds as affected by dehydration duration and dehydration temperature.

Dehydration duration (h)	Dehydration temp. (°C)	20°C		25°C	
		Germ. (%)	T ₅₀ (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)
0		68.6	4.63	63.0	5.35
3	25	60.6	4.74	59.3	5.25
	35	63.3	4.52	69.3	5.13
	45	58.0	5.14	58.0	5.03
6	25	58.6	4.08	62.3	5.59
	35	66.6	3.71	67.3	4.76
	45	62.0	5.17	50.6	5.76
12	25	57.6	4.66	63.3	5.06
	35	61.3	4.52	54.6	5.80
	45	56.6	5.03	68.0	5.34
24	25	69.3	5.05	67.3	5.17
	35	60.6	4.95	66.0	4.06
	45	63.3	4.24	54.0	4.89
48	25	60.6	5.67	59.3	4.77
	35	62.6	4.60	58.0	4.74
	45	68.0	5.50	51.3	5.61
72	25	61.3	4.92	62.0	5.37
	35	58.6	4.25	70.6	4.42
	45	60.6	5.77	54.0	5.95
96	25	60.0	5.28	56.0	4.64
	35	60.6	5.13	61.0	4.34
	45	68.0	5.15	56.6	4.97
Uncoated		77.3	5.10	80.7	4.56

Significances

Dehydration duration (DD)	NS ^z	NS	*	NS
Dehydration temp.(DT)	NS	*	*	*
DD x DT	*	NS	**	NS

^z NS,*,**, *** Nonsignificant or significant at $P = 0.05, 0.01, \text{ and } 0.001$, respectively.

제 17절 코팅종자의 저장성 검정

1. 서 언

종자코팅에는 피복물질을 부가하여 구형으로 만든 pelleting, 정제화 시킨 tablet 및 종자를 긴 수용성 테이프에 종자를 부착하여 파종작업을 편리하게 하는 seed tape 등이 포함된다.

코팅종자는 부족한 노동력 문제를 완화시킬 수 있는 기계화 및 생력화를 위한 방법으로 인식되어 이미 외국에서는 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 일부 작물에서는 산업화되고 있는 실정이다.

기계화 정밀파종이 가능한 코팅종자의 이용은 현행 재배농민들이 직면하고 있는 악성 노동력에서 해소시킬 뿐만 아니라 농가소득 향상에도 크게 할 것이다. 이와 같이 파종노력과 묘관리를 간소화시킬 수 있는 코팅 기술의 개발은 반드시 필요한 부분이며 고품질의 코팅공정 기술이 개발되면 생산단가 절감은 물론 외국으로의 수출도 가능할 것이다.

코팅종자는 여분의 피복물에 의하여 무처리 종자와는 저장조건이 달라질 수 있다. 따라서 코팅종자를 장기간 저장하기 위해서는 종자활력을 유지시킬 수 있는 적정 저장조건이 구명되어야 한다.

본 연구는 코팅종자의 활력을 지속적으로 유지시킬 수 있는 적정 저장방법과 저장온도를 구명하기 위하여 수행되었다.

2. 재료 및 방법

공시품종은 '잎들깨'였고 코팅 피복물질은 diatomaceous earth였다. 코팅종자의 저장성을 조사하기 위해 코팅종자를 5℃와 상온에서 1, 2, 3 및 4개월 저장하여 발아력을 비교하였다. 이를 위하여 코팅 후 35℃에서 3시간 건조하여 함수율을 5%로 건조시킨 코팅종자를 플라스틱 용기에(내경 40 mm x 높이 130 mm) 넣고 완전밀봉하여 각각의 건조온도와 건조기간에서 저장한 후 25℃의 항온기내에서 발아력을 비교하였다.

발아시험은 직경 9 cm의 petridish에 흡습지(Whatman No 2) 2장을 깔고 50 럽의 종자를 3반복으로 치상한 후 4 ml의 증류수를 가하여 암조건에서 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

코팅종자는 건조와 과습상태등 다양한 발아조건에서도 발아력이 우수하여야 실용적 재배가 가능하다. 그러나 코팅종자의 발아력은 저장방법과 저장조건 그리고 저장기간에 따라 달라질 수 있다.

Table 17.1은 들깨종자를 코팅한 후 저장온도 및 저장기간이 종자활력에 미치는 영향을 조사한 것이다.

들깨의 코팅종자에서 발아율은 저장기간, 저장기간과 저장온도의 상호요인 및 저장온도와 종자처리 등 모든 요인 상호간에 유의성을 보였다. 대체적으로 코팅종자는 코팅되지 않은 무처리 종자에 비해 발아율이 낮았으며, 5℃ 저장이 실온저장보다 발아력이 높았다. 코팅직후 종자는 발아율이 68% 였으나, 실온에서 4개월 저장하면 56%으로 발아율이 감소되었다. 이에 비해 5℃ 저장은 실온저장보다 10%의 높은 발아율을 보였다.

T₅₀ 및 MDG는 저장기간, 저장온도, 종자처리 및 이들 모든 상호요인간에 유의성을 보였다. 전반적으로 저장기간이 경과하면 발아속도가 지연되었는데, 이러한 경향은 코팅종자를 실온저장 할 경우 현저하게 나타났다. 따라서 코팅 종자에서 활력을 유지시킬 수 있는 저장온도는 5℃였다.

종자의 저장력은 유전적 요소, 수확전의 상태, 종자의 구성성분, 경실정도, 성숙도, 종자 크기, 휴면성, 수분 함량, 기계적인 손상 및 종자활력 등에 영향을 크게 받는다. 이상적인 저장환경은 건조와 저온저장이라고 할 수 있는데, Harrington(1970)은 종자의 안전저장을 위해서는 저장고내의 상태습도와 온도를 합하여 100이 넘지 않아야 한다고 하였다.

이와 같이 선행연구와 본 연구의 결과를 종합하여 볼 때 코팅종자에서 장기간 종자활력을 유지시킬 수 있는 저장조건은 5℃인 것으로 요약된다.

Table 17.1 Comparison of storability of coated and non-coated 'Ipdulgge' perilla seeds as affected by storage period and temperature.

Storage (month)	Storage temp.	Treatment	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
0	-	Coating	67.7	5.91	6.71
		Non-coating	89.0	3.82	5.60
1	5°C	Coating	65.3	6.02	7.89
		Non-coating	91.0	3.01	4.85
	Room temp.	Coating	62.0	6.39	8.12
		Non-coating	69.0	3.36	5.24
2	5°C	Coating	67.5	6.50	8.23
		Non-coating	88.2	3.40	3.23
	Room temp.	Coating	63.1	6.82	7.43
		Non-coating	58.0	3.56	5.23
3	5°C	Coating	65.0	6.23	8.04
		Non-coating	86.0	3.23	3.12
	Room temp.	Coating	64.0	6.73	8.54
		Non-coating	83.0	3.93	5.67
4	5°C	Coating	62.3	6.46	8.34
		Non-coating	88.7	3.34	5.11
	Room temp.	Coating	56.3	6.68	8.37
		Non-coating	80.3	3.93	5.65

Significances

Storage duration (A)	** ^z	**	***
Storage temp (B)	**	*	**
Seed treatment (C)	*	**	**
A × B	***	**	***
A × C	NS	NS	*
B × C	*	*	NS
A × B × C	**	**	*

^z NS, **, *** Nonsignificant or significant at $P = 0.05, 0.01, \text{ and } 0.001$ respectively.

제 18절 코팅종자와 seed sheet 종자간 파종 및 생력효율성 검토

1. 서 언

코팅종자란 크기가 미세하거나 형상이 불균일한 종자에서 발아를 억제하지 않는 피복물질을 부가하여 기계화 파종에 적합하도록 크기를 증가시킨 것이다.

Seed sheet는 멀칭비닐의 중앙부에 일정간격으로 원형의 구멍을 뚫은 후 그 가장자리에 일정립의 종자를 부착하여 파종과 멀칭작업을 동시에 수행하도록 제작된 것이다. 코팅종자나 seed sheet 모두 생력효과를 높일 수 있는 파종기술인데, 국내에서는 참깨에서 sheet 종자가 실용화되어 있다. 따라서 참깨와 유사한 재배적 특성을 지닌 들깨종자에 seed sheet의 가능성이 인정된다면 코팅종자와 더불어 노력절감형 생력재배법을 정착시킬 수 있을 것이다.

Seed sheet를 변형시킨 것으로 종자판이 있는데, 종자판은 수분 분해성이 높은 종이 판 위에 종자를 부착하여 파종이 용이하도록 한 것이다. 종자판의 이용은 인력에 의한 손파종보다 파종작업을 10배 빠르게 할 수 있고 슈음작업을 생력화시킬 수 있는 이점이 있어 일부 농가에서는 이를 이용되고 있다.

테이프 종자는 폭이 좁고 길이를 길게한 끈 위에 종자를 일정한 간격으로 부착한 것인데 사용하는 재료는 수분분해성이 높은 물질이 적합하다. 테이프 종자의 장점은 손으로 테이프를 간단히 늘어뜨리면 파종이 되기 때문에 파종의 생력효율을 높일 수 있는데, 일본에서는 십자화과 작물의 대부분이 테이프 종자로 파종되고 있다. 이와 같이 seed sheet는 파종작업의 생력화가 가능하여 코팅종자의 대안책으로 제시될 수 있다.

따라서 본 연구는 코팅종자와 seed sheet 종자를 파종하여 생력효과를 검토하며, 아울러 seed sheet에 적합한 필름의 종류를 설정하기 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 파종노력, 슈음시간, 초기생육 비교

본 연구에서는 코팅종자와 seed sheet를 파종하여 파종작업의 생력 효과를 비교하고자 하였다. 공시된 품종은 '잎들깨'였고 seed sheet 제작은 멀칭비닐에 ϕ 20mm로 펀칭하여 펀칭된 공간의 가장자리에 종자를 부착시켰다. 종자코팅은 diatomaceous earth 사용하여 코팅하였다. 이들 종자를 포장에 파종하여 파종소요시간과 묘출현 및 30일간 생육시킨 유묘의 초기생육을 조사하였다.

나. Seed sheet 적정 필름 설정

입묘율을 향상시킬 수 있는 seed sheet 필름을 구명하고자 투명필름 및 흑색필름을 천공하여 sheet에 부착되는 파종간격을 10×10cm하여 위의 방법과 동일하게 seed sheet를 제작하였다. 이들 종자를 파종하여 포장에 파종하여 묘출현과 30일간 생육시킨 유묘의 초기생육을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 파종노력, 숙음시간, 초기생육 비교

코팅종자와 seed sheet 종자를 파종하여 묘출현율과 파종 및 숙음시간을 비교 조사한 결과는 Table 18.1에서 나타내었다. 코팅종자는 무처리 종자보다 묘 출현율이 8% 낮았으며 출현속도는 약 2.0일 정도 지연되었다. Seed sheet 종자는 87%의 출현율을 보여 90%의 출현율을 보인 무처리 종자와도 큰 차이가 없었고, T₅₀ 또한 3.4일 소요되어 무처리 종자의 3.2일에 비해서도 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다.

파종 후 30일 경과한 유묘의 초기생육은 코팅종자, sheet 종자 및 무처리 종자간 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 이러한 결과는 코팅종자와 sheet 종자를 파종하더라도 묘출현 속도가 약간 지연되었을 뿐 초기생육에는 큰 차이가 없어 파종노력과 숙음작업의 생력화를 고려한다면 이들 처리종자의 실용적 가치는 크다고 볼 수 있다.

무처리 종자를 인력에 의한 손파종은 파종을 완료하는데 21시간이 소요되었다. 반면 sheet 종자는 3.2시간, 코팅종자는 1.5시간이 소요되어 무처리 종자의 손 파종에 비해 파종시간을 각각 17.8시간 및 19.5시간을 절감할 수 있었다. 또한 묘 숙음 시간도 코팅종자와 sheet 종자는 무처리 종자의 1/6수준에 불과하였다. 들깨 재배에서 숙음작업이 1~2회 정도 더 진행되어 될 것을 감안한다면 최종적으로 1/20의 노동력이 감소될 것으로 예상된다.

Table 18.2는 seed sheet에 사용되는 필름의 종류가 묘출현과 출현속도 및 초기생육에 미치는 영향을 조사한 것이다. Seed sheet 종자는 86% 이상의 높은 출현율을 보였고 출현속도도 무처리 종자와 뚜렷한 차이가 없었다. 또한 seed sheet에 사용되는 필름의 종류에 의해서도 묘출현과 출현속도에도 큰 영향을 받지 못했다.

파종 후 30일간 생육시킨 유묘의 초기생육도 seed sheet에 사용되는 필름의 종류에 의해 영향을 받지 않았는데 전반적으로 투명필름이 흑색 필름보다 초장, 근장 및 건물

중 등 초기생육이 향상되었으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

따라서 seed sheet 사용되는 필름은 sheet 종자의 출현과 생육에 크게 관여하지 않는 것으로 사료된다.

Table 18.1. Percent emergence, E_{50} , sowing and thinning time and dry weight of 'Ipdulgge' perilla as affected by different methods of seed treatment.(10a)

Seed treatment	Emer. (%)	E_{50} (days)	Dry weight ^z (mg/plant)	Sowing (hours)	Thinning (hours)	Total (hour)
Seed sheet	87.3a	3.42b	214a	3.2	1.2	4.4
Seed coating	82.4b	5.87a	208a	1.5	1.2	2.7
Untreated	90.7a	3.24b	223a	21.0	41.0	62.0

^z Determined 30 days after sowing

Table 18.2. Effect of seed sheet materials on seedling emergence, E_{50} and growth of 'Ipdulgge' perilla.

Seed sheet material	Emergence (%)	E_{50} (days)	Growth ^z		
			Plant height (cm)	Root length (cm)	Dry weight (mg/plants)
Hyaline film	88.4 a ^y	3.56 a	6.3 a	15.8 a	220 a
Black film	86.6 a	3.66 a	5.6 a	17.5 a	210 a
Untreated	89.2 a	3.44 a	6.0 a	14.0 a	242 a

^z Determined with 30-day-old seedlings.

^y Means in column are separated by DMRT at $P = 0.05$.

제 19절 노력절감형 생산모델 정착

1. 서 언

대립종자들은 종자 크기별로 선별하여 그에 적합한 파종기로 이용하여 기계화 파종하면 파종효율을 높일 수 있다. 그러나 크기가 미세하고 불균일한 들깨 종자는 기계화 파종에 문제점이 많다. 최근 들어 미세하고 불균일한 종자를 피복물질 첨가하여 크기를 증가시킨 코팅종자가 수요가 늘어나고 있으며, 이러한 코팅종자는 1본 1주에 기계화 파종된다. 그러나 활력이 저하된 종자가 코팅되면 결주가 발생되어 입묘율이 저하되고 궁극적으로 수량성이 감소하게 된다. 이를 방지하기 위해 한곳에 여러 개의 종자를 파종하면 속음작업에 많은 노동력이 소요된다.

들깨는 파종과 속음 작업이 전체 노동력의 30% 점유한다는 현실을 감안하여 볼 때 인력에 의한 손 파종은 정밀파종이 어렵고, 파종입수가 과다하여 속음작업이 뒤따르게 된다. 이는 곧 생산단가를 상승시키는 요인이 된다.

따라서 농가소득을 증대시키기 위해서는 생산비를 획기적으로 절감할 수 있는 새로운 생력재배 기술이 도입되어야 할 것이다. 이러한 관점에서 볼 때 파종과 속음노력을 절감할 수 있는 코팅 종자의 필요성이 높다고 볼 수 있다.

본 연구는 코팅종자를 이용한 기계화 파종이 관행 파종법과의 노력절감 효과를 비교 검토하여 인력 의존도를 낮출 수 있는 노력절감형 생력재배 기술을 정착시키는데 있다. 아울러 실험을 통해 얻어진 유용한 연구결과들을 현지 농가에 접목시켜 농가소득을 증대시키기 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 코팅크기

공시품종은 '엽실' 들깨였고 diatomaceous earth로 코팅하였다. 코팅은 무처리 종자의 중량을 기준하여 코팅 배율을 3.9배, 6.3배, 12.1배, 13.2배 및 17.5배로 각각 달리 하여 15℃, 20℃, 25℃ 및 30℃에서 발아성을 조사하였다.

나. 코팅종자 효율성 검정

코팅종자를 이용한 기계화 파종이 나종자를 손 작업으로 파종하는 관행방법과의 생력 효과를 검토하기 위하여 공시품종으로 '잎들깨'를 이용하였고, diatomaceous

earth를 피복물질로 사용하여 코팅하였다.

손 작업에 의한 파종시간의 측정은 성인 남자(30대) 1인이 20m² 면적에서 파종을 끝내는데 소요되는 시간을 3회 반복하여 10a당 파종시간으로 환산하였다. 코팅종자를 이용한 기계화 파종시간의 측정은 점파용 파종기(복음산업)를 이용하여 20m² 면적에서 파종하는데 소요되는 시간을 3회 반복하여 10a당 파종시간으로 환산하였다.

숙음노력 시간의 측정은 나종자와 코팅종자를 각각 인력과 점파 파종기로 파종하여 입묘가 확보된 후 20m² 면적에서 성인 1인이 묘숙음 작업에 소요되는 시간을 10a당 노력시간으로 환산하였다. 인력에 의한 손 파종의 파종간격은 10(주간) × 10cm(조간)였고 1cm 깊이로 파종하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 코팅크기

코팅종자의 크기는 기계화 파종에 중요하며 크기에 따라 발아력도 달라진다. Table 19.1은 기계화 파종에 적합한 코팅크기를 설정하고 코팅 종자의 크기에 따른 발아성을 다양한 발아온도에서 검정한 결과이다. 코팅하지 않은 무처리 종자의 발아율은 91.3%(15℃), 98%(20℃), 90.6%(25℃) 및 84.6%(30℃)을 보였으나, 코팅 종자는 무처리 종자의 비해 발아율이 약간 감소하였다. 이러한 현상은 코팅배율이 높을수록 현저하였는데, 3.9 배율로 코팅된 종자를 발아온도 30℃에 치상하면 71%의 발아율을 보였으나, 6.3 배율, 12.1 배율, 13.2 배율 및 17.5 배율로 코팅된 종자는 57%, 49%, 55% 및 37%의 발아율을 보였다.

이와 같이 코팅 종자에서 발아율이 저하되는 원인은 발아에 필요한 산소와 수분 공급을 두꺼운 코팅층들이 차단된 것에 기인하는 것으로 보여진다.

T₅₀과 MDG도 코팅 배율이 높을수록 지연되었다. 작물에 따라 기계화 파종에 적합한 코팅 배율이 각기 다르나 들깨에서는 10 배율로 코팅하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

Table 19.1. Effect of coating size on percent germination, T₅₀ and MDG of 'Yeupsil' perilla pelleted seeds.

Seed ^z coating	Coating diameter (mm)			Weight (mg)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
	Long size	Short size	Rate (%)				
<i>Germinated at 15 °C</i>							
Yes	2.63	2.41	3.9	122.0 ± 1.0	69.3 a ^y	4.03 c	4.45 b
Yes	3.56	3.44	6.3	197.0 ± 10.9	74.0 ab	5.06 ab	5.56 a
Yes	3.93	3.79	12.1	379.0 ± 21.0	68.6 a	5.35 a	5.87 a
Yes	4.19	4.07	13.2	412.0 ± 35.8	59.3 a	5.54 a	5.99 a
Yes	4.90	4.80	17.5	550.0 ± 52.7	65.3 a	5.00 ab	5.53 a
NO	2.17	1.88	0.0	31.3 ± 0.5	91.3 a	4.54 bc	4.88 b
<i>Germinated at 20 °C</i>							
Yes	2.63	2.41	3.9	122.0 ± 1.0	71.3 b	3.63 b	3.98 b
Yes	3.56	3.44	6.3	197.0 ± 10.9	80.0 b	4.52 a	5.07 a
Yes	3.93	3.79	12.1	379.0 ± 21.0	78.0 b	4.34 a	5.06 a
Yes	4.19	4.07	13.2	412.0 ± 35.8	72.6 b	4.62 a	5.36 a
Yes	4.90	4.80	17.5	550.0 ± 52.7	56.0 b	4.69 a	5.42 a
NO	2.17	1.88	0.0	31.3 ± 0.5	98.0 a	3.66 b	4.05 b
<i>Germinated at 25 °C</i>							
Yes	2.63	2.41	3.9	122.0 ± 1.0	71.3 b	2.85 bc	3.25 c
Yes	3.56	3.44	6.3	197.0 ± 10.9	65.3 ab	3.22 b	3.65 bc
Yes	3.93	3.79	12.1	379.0 ± 21.0	62.0 c	3.22 b	3.82 bc
Yes	4.19	4.07	13.2	412.0 ± 35.8	68.6 b	3.82 ab	4.13 ab
Yes	4.90	4.80	17.5	550.0 ± 52.7	43.3 d	4.77 a	4.95 a
NO	2.17	1.88	0.0	31.3 ± 0.5	90.6 a	1.85 c	2.40 d
<i>Germinated at 30 °C</i>							
Yes	2.63	2.41	3.9	122.0 ± 1.0	71.3 b	2.67 c	3.18 c
Yes	3.56	3.44	6.3	197.0 ± 10.9	56.6 c	3.29 abc	3.64 abc
Yes	3.93	3.79	12.1	379.0 ± 21.0	48.6 bc	3.01 bc	3.49 bc
Yes	4.19	4.07	13.2	412.0 ± 35.8	55.3 c	3.46 ab	3.93 ab
Yes	4.90	4.80	17.5	550.0 ± 52.7	37.3 d	3.83 a	4.33 a
NO	2.17	1.88	0.0	31.3 ± 0.5	84.6 a	1.50 d	1.92 d

^z Seeds coating with diatomaceous earth.

^y Means in columns within each germination temperature are separated by Duncan's multiple range test at *P*=0.05.

나. 코팅종자의 효율성 검증

코팅종자를 파종기로 기계화 파종한 것과 나중자를 손 작업으로 파종하여 파종 및 솟음 시간을 비교한 것은 Table 19.2에 나타내었다. 들깨 재배에서 파종과 솟음 및 수확 작업이 전체 노동력을 90% 이상을 차지하고 있고, 그중 파종과 솟음작업이 40% 이상의 노동력을 필요하다는 관점에서 파종과 솟음 작업의 생력화는 중요한 의미를 지닌다.

코팅종자를 점파용 파종기로 이용하여 기계화 정밀파종하면 관행 나중자의 파종방법에 비해 종자량을 85% 절감시킬 수 있었다. 또한 코팅종자를 기계화 정밀파종은 파종시간과 솟음시간을 관행방법에 비해 19.5시간 및 39시간을 단축시킬 수 있었다. 관행 손작업에 의한 파종은 파종과 솟음작업에 10a당 62시간이 소요되었으나, 코팅종자를 이용한 기계화 정밀파종은 이들 노력에 소요되는 시간이 3.5시간에 불과하였다.

따라서 코팅종자를 기계화 파종하면 나중자를 인력에 의해 파종하는 것에 비해 파종과 솟음작업의 생력효과를 93% 이상 높일 수 있었다.

Table 19.2. Comparison between coated and naked seeds for seed cost and sowing and thinning time to cultivate a 10a perilla patch.

Culture system	Seed cost (₩)	Labor input (hour /10a)			Labour saving
		Sowing (hour)	Thinning (hour)	Total	
Conventional	40,000	21.0	41	62.0	100
Mechanized sowing	20,000	1.5	2	3.5	7
Difference	20,000	19.5	39	58.5	93

Table 19.3. Effect of seed coating on percent emergence, T₅₀ and early growth of perilla seedlings at 35 days after sowing.

Seed treatment ^z	Emergence (%)	T ₅₀ (days)	Plant DW (mg/plant)
Coated	76.0	5.6	260
Uncoated	83.0	3.5	285
LSD(0.05) ^y	6.7	0.8	NS

^z Seed coating with diatomaceous earth matter.

^y Means in columns are separated by LSD at P=0.05.

경제성 비교에서도 나종자를 이용한 관행재배는 종자비용을 포함한 파종과 수확 작업에 10a당 40,000원이 소요되었으나, 코팅종자는 재료비를 포함해서 20,000원이 소요되어 종자비용을 20,000원을 절감할 수 있었다. 이러한 결과는 저비용으로 안전재배가 가능하여 농가소득 향상에도 크게 기여할 것으로 해석된다.

코팅종자의 묘출현율과 초기생육을 비교한 결과는 Table 19.3에서 보는 바와 같다. 코팅종자는 무처리 종자보다 약간 출현율이 낮았고 출현속도도 약 2일 정도 지연되었으나, 35일 경과된 유묘의 초기생육에는 큰 차이가 없었다.

따라서 일련의 실험을 통하여 얻어진 본 연구의 유용결과들을 현지 농가에 접목시켜 코팅종자를 이용한 인력 의존도를 낮출 수 있는 노력절감형 생력재배법이 정착된다면 농민들의 악성 노동력을 해소시킴과 동시에 농가소득 향상에도 크게 기여할 것으로 예측된다

인용문헌

1. **Alvarado, A. D., K.J. Bradford, and J. D. Hewitt.** 1987. Osmotic priming of tomato seeds: Effects on germination, field emergence, seedling growth, and fruit yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:427-432.
2. **Antonov, I., K. Slavov, P. Purvanov and S. Stanchev.** 1978. Pelleting of sugar beet seed and of some other crops. *Plant Sci.* 15:120-135.
3. **Baxter, L., and L. Waters.** 1986. Effect of hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cowpea. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:31-34.
4. **Baxter, J., L. Waters.** 1986. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration and germination of sweet corn at four matric potentials. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:17-20
5. **Berrie, A. M. M. and D. S. H. Drennan.** 1971. The effect of hydration-dehydration on seed germination. *New Phytol.* 70:135-142.
6. **Black, R. A. and F. M. Elhadi.** 1992. Presowing treatments of acacia senegal seed germination and growth. *Tropical Agriculture* 69:15-20.
7. **Bradford, K. J.** 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience* 21:1105-1112.
8. **Bradford, K. J., D. M. May, B. J. Hoyle, Z. S. Skibinski, S. J. Scott, and K. B. Tyler.** 1988. Seed and soil treatments to improve emergence of muskmelon from cold or crusted soils. *Crop Sci.* 28:1001-1005.
9. **Brocklehurst, P. A. and J. Dearman.** 1983. Effect of calcium peroxide as a supplier of oxygen for seed germination and seedling emergence in carrot and onion. *Seed Sci. & Techno.* 11:293-299.

10. Brocklehurst, P. A., W. E. Rankin, and T. H. Thomas. 1983. Stimulation of celery seed germination and seedling growth with combined ethephon, gibberellin and polyethylene glycol seed treatments. *Plant Growth Regulat.* 1:195-202.
11. Bujalski, W., A. W. Nienow, G. M. Petch, R. L. K. Drew, and R. B. Maude. 1992. The process engineering of leek seeds: A Feasibility study. *Seed Sci. & Technol.* 20:129-139.
12. Burris, J. S. and D. C. Mecgee. 1991. Seed coating technology. Reserach work at Iowa State University, Seed Science Center, Ames, Iowa 50011.
13. Canerday, R. 1990. Coating creates nutrient environment. *Seed World.* June. p48-49.
14. 조정래, 박중춘, 강성모, 최영환, 정연옥, 강점순, 김희규, 정현재, 신원교, 이도현. 1991. 인공 씨감자 및 채소종자의 coating 가공법 개발. 과학기술처 특정연구개발 사업 보고서.
15. 조정래, 강성모, 정연옥, 강남준, 강점순. 1994. 발아촉진과 입모율 향상을 위한 채소종자의 Priming 및 Coating에 관한 연구. 한국과학재단 핵심전문연구과제 보고서.
16. 조정래, 강성모, 강남준, 강점순. 1995. 원예작물 일관생산체계를 위한 공장육묘 시스템 개발. 농촌진흥청 특정연구과제 완결보고서.
17. 조정래, 정연옥. 1994. 원예작물 일관생산체계를 위한 공정육묘시스템 개발. 고추 종자 Coating에 의한 초기생육 촉진연구. 1993년도 농촌진흥청 특정연구과제 보고서.
18. Conway. K. E. 1986. Use of fluid drilling gels to deliver biological control agents to soil. *Plant Dis.* 70:835-39
19. Dadlani, M., V. V. Shenoy and D. V. Seshu. 1992. Seed coating to improve stand establishment in rice. *Seed Sci. & Technol.* 20:307-313.
20. Davis, T. D., J. E. Ells, and R. H. Walser. 1990. Emergence, growth and freezing tolerance of tomato seedlings grown from uniconazole-treated seeds. *HortScience* 25:312-313.
21. Dearman, J., P. A. Brocklehurst, and R.L.K. Drew. 1987. Effects of osmotic priming and ageing on the germination and emergence of carrot and leek seed. *Ann. Appl. Biol.* 111:717-722.
22. Duan, X., and J. S. Burris. 1995. Effect of pericarp factors on film coated sugar beet germination. Forurth. National Sympto. Stand Establishment of Horticultural Crops. p.51-60.
23. Durrant, M. J., and A. H. Loads. 1986. The effect of pellet structure on the germination and emergence of sugar-beet seed. *Seed Sci. & Technol.* 14:343-53
24. Finch-Savage, W. E. and C. J. Cox. 1982. Effects of adding plant nutrients to the gel carrier used for fluid-drilling early carrots. *J. Agr. Sci.* 99:295-303.

25. **Ells, J. E.** 1963. The influence of treating tomato seed with nutrient solutions on emergence rate and seedling growth. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83:684-687.
26. **Giammichele, L. A., and W. Pill.** 1984. Protection of fluid-drilled tomato seedling against damping-off by fungicide incorporation in a gel carrier. *HortScience* 19:877-79
27. **Gray, D. and J. R. A. Steckel.** 1977. Effects of presowing treatments of seeds on germination and establishment of parsnips. *J. Hort. Sci.* 52:525-534.
28. **Haigh, A. M., E. W. R. Barlow, and T. L. Milthorpe.** 1986. Field emergence of tomato, carrot, and onion seeds primed in an aerated salt solution. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:660-665.
29. **Halmer, P.** 1988. Technical and commercial aspects of seed pelleting and film-coating. In *Application to Seeds and Soil*(ed.). T.J. Martin, pp. 191-204. Thornton Health/Surrey, England, Bri. Crop. Prot. Counc.
30. **Halsey, L. H. and J. M.** 1985. White. Influence of raw and coated seed on production of carrots in relation to seeder device. *HortScience* 15:142-144.
31. **Harman, G. E., and A. G. Taylor.** 1988. Improved seedling performance by integration of biological control agents at favorable pH levels with solid matrix priming. *Phytopathology* 78:520-25
32. **Herner, R.C.** 1986. Germination under cold soil conditions. *HortScience* 21:1118-1122.
33. **Heydecker, W.** 1978. Stress and seed germination: An agronomic view, p. 237-282. In: A.A. Khan (ed.). *The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination.* Elsevier/North-Holland, Amsterdam.
34. **Hwang, W. D. and F. J. M. Sung.** 1991. Prevention of soaking injury in edible soybean seed by ethyl cellulose coating. *Seed Sci. & Technol.* 18:269-278.
35. **伊東 正.** 1988. シード・プライミング, p.199-210. *そ菜種子生産研究會.ハイテクによる野菜の採種.* 誠文堂新光社, 日本.
36. **Jackson, I. M., S. Roberts, P. Timmins, and H. Sen.** 1989. Comparison of laboratory-scale processing techniques in the production of coated pellets. *Pharm. Techno. Intl. Nov./Dec.,* p 22-32.
37. **Jeffs, K. A.** 1978. Seed treatment. Collaborative International pesticides analytical council. pp. 91-101.
38. **Jeffs, K. A., and T. J. Tuppen.** 1986. Application of pesticides to seeds. Requirements for efficient treatment of seeds. In *Seed Treatment.* ed, K. A. Jeffs, 3:17-45. Thornton Heath /Surrey, England: Brit. Crop Prot. Counc.
39. **정연옥, 조정래.** 1994. 토마토 및 고추 종자의 Coating 기술개발에 관한 연구. 한국원예학회지 인쇄중.
40. **강점순, 조정래.** 1996. 수박 종자의 Priming 처리가 발아 및 유묘생장에 미치는 영향. 한국원예학회. 37:12-18.

41. 강점순, 조정래, 정연옥. 1996. 토마토 종자의 Priming과 처리후 발아기간중의 형태학적 변화. 한국원예학회 37: 206-213.
42. 강점순, 조정래, 정연옥. 1996. 수분 및 염분 Stress 조건에서 토마토 종자의 발아에 미치는 priming 효과. 한국원예학회 37:616-521.
43. 강점순, 조정래. 1996. 적정 priming 조건이 토마토 종자의 발아와 유묘생장에 미치는 효과. 한국원예학회 37: 645-652.
44. Kaufman G. 1994. Seed coating: A tool for stand establishments: A stimulus to seed quality. HortTechnology. Oct/Dec. 98-102.
45. Khan, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. Hort. Rev. 13: 131-181.
46. Khan, A. A. and A. G. Taylor. 1986. Polyethylene glycol incorporation in table beet seeds pellets to improve emergence and yield in wet soil. HortScience 21:987-989.
47. Kitamura, S., Watanabe, M., and M. Nakazama. 1981. Process for producing coated seed. US Patent 4,250,660
48. Kurosawa, T. 1976. Effect of seed coating with calcium peroxide on seedling stand in the mechanized direct-sowing rice culture on the paddy field. Rpt. Tohoku Br. Crop Sci. Soc. Jpn. 17:42-43.
49. Langan, T. D., J. W. Pendleton and E. S. Oplinger. 1986. Peroxide coated seed emergence in water-saturated soil. Agron. J. 78:769-772.
50. Leaver, J. P., and E. H. Roberts. 1984. Peroxides in seed coatings. Outlook Agric.13:147-53
51. Lewes, J. A., and H. C. Papavizas. 1985. Characteristics of alginate pellets formulated with *Trichoderma* and *Gliocladium* and their effects on the proliferation of the fungi in soil. Plant Pathol. 34: 571-77
52. Longden, P. C. 1975. Sugar-beet pelleting. Agr. Dev. & Advisory Sery. Quart. Rev. 18:73-80.
53. Lowther, W. L. and P. D. Johnstone. 1979. Coating materials for commerial inoculated and coated clover seed. N.Z.J. Agric. Res. 22:475-478.
54. Matthews, A. 1981. Evaluation of techniques for germination and vigour studies. Seed Sci. & Technol. 9:543-551.
55. Maude, R. B., R. L. K. Drew, D. Gray, G. M. Petch, W. Bujalski, and A. W. Nienow. 1992. Strategies for control of seed borne *Alternaria daugi* (Leaf blight) of carrots in priming and process engineering systems. Plant Pathology 41:204-214.
56. Mayberry, K. S. and F. E. Robinson. 1982. Lettuce coatings. Amer. Veg. Grower 30:32.
57. Miller, W. F. and C. Sooter. 1967. Improving emergence of pelleted vegetable seed. Trans. Amer. Soc. Agr. Eng. 10:658-666.

58. **Markey, A. E.** 1990. Growers benefit from seed technology. *Amer. Veg. Grower* 38:14-16.
59. **Nakamura, A. and N. Enohara.** 1980. Germination improvement of vegetable seeds using polyethylene glycol. I. Eggplant, *Cryptotaenia japonica* and carrot. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 48:443-452.
60. **Nelson, J. M. and G. C. Sharples.** 1980. Stimulation of tomato, pepper, and sugarbeet seed germination at low temperature by growth regulators. *J. Seed Technol.* 5:62-68.

제 20절 단일처리 기간이 들깨의 생육 및 개화에 미치는 영향

1. 서 언

들깨(*Perilla oxymoides* L.)는 보통 자가수정을 하지만 부분 타화수정도 되는 작물로서 품종개량이 이루어지지 않아 현재 뚜렷한 품종이 없는 실정이다. 36개 재래종의 성장량 및 일장반응에 대하여 조사한 결과 많은 차이를 볼 수 있었고(Yu, 1974), 특히 거의 모든 품종이 일장에 매우 민감한 반응을 보였다고 하였으며, 개화 소요일수에 따라 6개의 생태형으로 분류한 바 있고(Yu and Lee, 1979), 개화형을 조, 중, 만생으로 품종을 구분하기도 하였다. 일장이 작물의 개화 및 생육에 미치는 영향에 관한 연구로서는 Garner & Allard(1920)의 실험 이래 많은 연구결과가 보고되었다. Lan & Leopold(1961)는 단일광주기의 기간이 20주기보다 적게 감응을 받을 때 영양생장으로 전환된다고 하였고, Raghavan & Jacobs(1961)는 White 배지에서 광을 처리하였을 때 단일하에서 정아는 31일만에 뚜렷하게 인지할 수 있는 변화를 보였고 82일 만에 정상 개화를 하였으나, 장일하에서 화아는 불임상태로 신장되었다고 하였다. 들깨는 단일식물로서 7-9주기의 단일에 의하여 개화하며, 만일 필요한 주기보다도 적은 경우에는 개화하지 않고 영양생장을 계속 한다(Jacobs & Raghavan, 1962). 그러나 개화유도에 필요한 일장주기에 대한 반응은 환경요인에 따라서 차이가 있으며(Jacobs, 1972), 들깨 잎의 개화유도 상태는 불가역적이라고 결론지었다(Moscove, 1941). 또한 들깨 유묘기의 일장에 관한 실험은 아직 많이 수행되어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 실험에서는 유묘기 들깨의 일장에 대한 감응이 생육 및 개화에 미치는 영향을 검토하여 엽과 종실의 수량에 관여하는 일장조건을 구명하기 위하여 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험은 1999년 5월~11월 동안에 밀양대학교 노지 시험포에서 잎의 단일처리가 들깨의 개화 및 생육의 관계를 구명하기 위하여 아래와 같은 방법으로 수행하였다.

가. 공시재료

잎들깨 1호(영남농업시험장)를 공시재료로 사용하였다.

나. 처리내용 및 재배법

과종은 밀양대학교 유리온실내에서 1999년 5월 4일에 4×4 (16공) pot에 과종하였고, 단일처리는 20℃ 8시간 15,000 PAR의 광조건과 10℃ 16시간 암조건의 성장상에서 6월 6일부터 처리하여 처리가 끝나는 시간을 동일하게 하였다. 노지시험포에 정식은 6월 27일 50×30cm의 재식거리로 6주씩 3반복으로 정식하였다.

단일처리는 20℃ 8시간 15,000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 광조건과 10℃ 16시간 암조건의 성장상에서 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20일 동안 처리하여 효과를 검토하였다.

다. 조사방법

1) 생육조사

생육단계별 초장, 경직경, 엽수는 처리후 각각 15일 간격으로 조사하다가 처리 45일 후부터는 30일 간격으로 조사하였다. 엽면적은 각 처리별 잎의 평균생체중을 기준으로 5주를 선정하여 측정하였다(Li-3100, Li-Cor, USA). 건물중은 72±2℃ dry oven에서 5일간 건조 후 조사하였다.

2) 개화조사

처리구별로 각 처리주당 개화시기와 처리구당 개화율을 조사하였다.

3) 수량조사

기간별 엽생육은 처리 40일과 110일 후에 조사하였고 각 주당 엽수, 엽중, 엽면적 및 건물중을 조사하였다. 엽면적 측정은 각 처리구당 엽중의 평균치 5주를 선발하여 조사하였다. 종자 수량은 10월 28일 채종하여 각 주당 무게를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

겨울철 하우스에서 잎들깨 재배시 단일에 의한 조기 개화로 인하여 생육이 감소되고, 깻잎의 수량이 감소되고 있다. 따라서 단일처리처리에 감응하는 기간을 확인하기 위하여 발아 후에 1일, 3일, 5일, 10일, 15일 및 20일 동안 단일처리를 하여 생육시기별 초장, 경직경, 엽면적 및 엽수를 비교한 결과는 그림 20.1, 20.2, 20.3, 20.4에서 보는 바와 같다. 단일처리 후 시기별 신초의 생육과 잎수를 조사한 결과(그림 20.1) 초장과 직경은 5일 이하의 단일처리구에서는 큰 차이를 나타내지 않았으나, 개화가 유도된 7일과 15일간의 단일처리구에서는 생육이 현저히 억제되었으며, 개

화시기가 가장 빨랐던 20일간의 단일처리는 처리 45일 이후부터 생육이 현저히 감소하였다. 경직경도 신초장과 비슷한 경향이었으나 단일처리기간이 길었던 20일 처리구에서는 15일 이후부터 억제되어 생육 75일 이후에는 약 30% 이상 억제되었다. 신초장과 경직경도의 생육차이는 생육기간이 길어질수록 더욱 현저하였다. 엽수는 일차개화를 하지 않았던 3일 이하의 단일처리에서는 엽수가 비슷하였으나 100% 개화한 7일부터 15일까지의 단일처리는 처리 45일 이후부터 엽수가 현저히 감소하였으며, 20일 처리구에서는 처리 30일 이후부터 현저히 감소하여 최종 수량은 대조구의 약 30% 정도로 낮았다. 이상의 결과로 볼 때 들깨는 일장에 매우 민감하게 반응하여 (會田 et al, 1955; Chung et al, 1967; Sung et al, 1976; 山崎, 1952) 단일처리를 함으로서 영양생장에서 생식생장의 단계로 전환하여 생육이 억제되는 것으로 사료되는데, 일주일 이상 단일에 감응하면 수량이 감소되고 특히 20일간의 오랜기간 동안 단일상태에 조우된다면 수량이 약 30% 이하로 감소하였다.

단일처리 40일과 110일 후 2회에 걸쳐 앞들깨 생산의 수량지표가 될 수 있는 엽수, 엽면적, 엽생체중 및 엽건물중을 조사하였다 (그림 20.2, 20.3, 20.4). 단일 처리 후 45일 조사에서 단일처리 일수가 길어질수록 엽수는 감소되었고, 처리 후 110일 조사에서는 7일 이상의 처리에서 급격히 감소되었다 (그림 20.2). 처리 45일과 110일 모두 단일처리기간이 길어질수록 엽수가 현저히 감소하여 20일간의 단일처리 기간에서는 각각 약 40%와 35%였다. 이상의 결과에서 단일처리 기간이 길어질수록 엽수가 감소하였는데 이는 단일처리에 의해서 개화가 유도되었기 때문인 것으로 사료되며, 전개엽수가 장일구에서 단일구보다 현저히 증가한다고 한 결과와 일치하는 경향이였다(Chung and Woo, 1988).

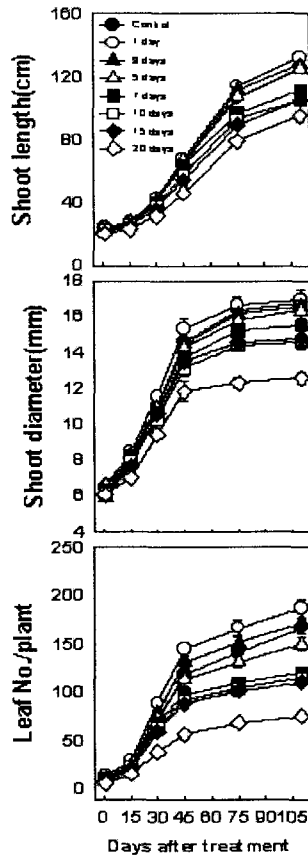


Fig. 20.1. Effect of short day-length on shoot length, shoot diameter and leaf number per plant of perilla (cv. Leafy perilla 1). Plants were treated for 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, and 20 days at 20°C with 8 hr day-length in $1500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, after which they were planted in the field.

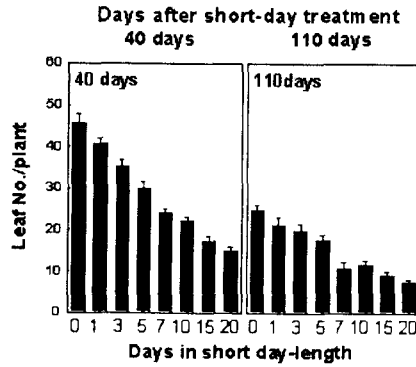


Fig. 20.2 Effect of short day-length on leaf number per plant of perilla(cv. Leafy perilla 1). Plants were treated for 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, and 20 days at 20°C with 8 hr day-length in $1500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, after which they were planted in the field.

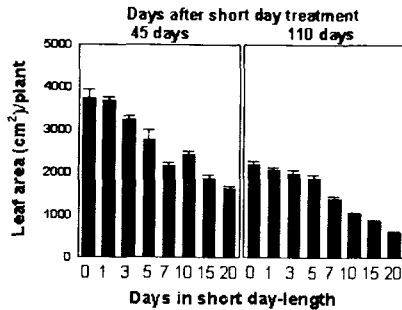


Fig. 20.3. Effect of short day-length on leaf area (cm^2) per plant of perilla(cv. Leafy perilla 1). Plants were treated for 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, and 20 days at 20°C with 8 hr day-length in $1500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, after which they were planted in the field.

단일 처리 45일 후 엽면적은 (그림 20.3) 1일 이하의 단일처리에서는 대조구와 차이가 없었으나 5일과 7일 간에는 급격히 감소하였고, 100% 개화하였던 7일 이상의 단일처리기간에는 거의 차이가 없었다. 110일 이후에는 5일 이하의 단일처리기간에는 차이가 없었으나, 7일 이상의 단일 처리기간에는 처리기간이 길어질수록 급격히

감소하여 20일 처리구에서는 약 30%로 감소하였다. 엽 생체중(그림 20.4)은 처리 45일 후 0, 1일의 짧은 단일처리구에서는 차이가 없었으나, 3일 단일 처리구에서 급격히 감소하였으며 20일까지 처리기간이 길어질수록 감소폭이 더욱 현저하였다. 처리 110일후 조사에서도 40일 조사와 비슷한 경향이었으나 단일 처리기간이 5일까지는 완만하게 감소하다가 개화가 100% 되었던 단일처리 7일에서 현저히 감소하여 7일부터 20일간의 단일처리 사이에서는 차이가 없었다. 단일처리 45일과 110일 후 건물중은 생체중과 비슷한 경향이었으나 무처리에 비해 1일 처리구에서 건물중이 무거웠다. 일장처리 시기 및 처리일수별 건물중은 일장감응이 빠른 작물의 경우 영양생장에서 생식생장으로의 전환이 빨라 모든 처리구보다 자연 일장처리구에서 건물중이 가장 무거웠다고 하였고(Yu, 1974), 장일처리구에서 단일처리구보다 주당 전개엽수, 생체중 및 건물중에 현저히 증가하였는데(Chung and Woo, 1988), 본 실험의 결과 0~5일 처리구보다 7일 이상의 단일처리시 생장이 현저히 억제되어 잎의 생장은 영양생장에서 생식생장으로 전환되는 것과 밀접한 관계가 있었으며 선행의 연구와 일치하는 경향이였다.

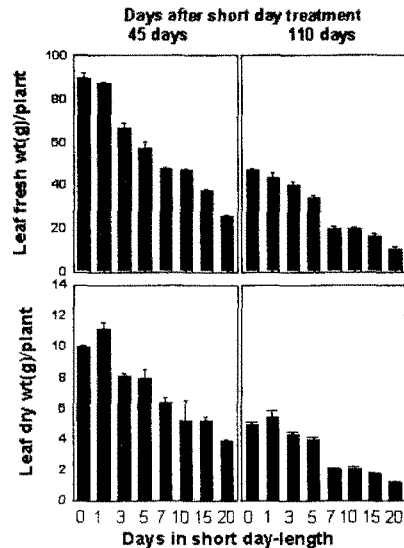


Fig. 20.4. Effect of days in short day-length on leaf fresh and dry weight(g) per plant of perilla(cv. Leafy perilla 1). Plants were treated for 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, and 20 days at 20°C with 8 hr day-length in $1500 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, after which they were planted in the field.

단일처리 기간이 개화일수와 개화율에 미치는 영향을 조사한 결과, 단일처리에 의해서 처리 50일 이내에 1차 개화하였으며, 장일조건에 의해서 다시 영양생장으로 전환하여 측아로부터 잎을 생산할 수 있었으나, 가을에 다시 2차 개화하였다. 단일처리에 의한 1, 2차 개화소요일수와 개화율을 조사한 결과(Table 20.1)는, 20일 단일 처리는 정식 19.4일 후에 개화하여 가장 빨랐고, 단일 15일 처리구는 33.8일, 10일 처리구는 37.8일, 7일 처리구는 40.6일, 5일 처리구는 48.2일 순으로써 단일처리 기간이 길어질수록 일찍 개화하였다. 개화율은 7일 이상의 단일 처리에서는 모두 1차 개화하였고, 단일 5일처리구에서는 1차 개화는 하였으나 개화율이 20% 미만으로서 매우 낮았다. 특히 20일 단일처리시 일장반응에 의한 1차 개화가 다른 처리구에 비해 현저히 빠른 것으로 나타났다. 잎들개는 단일처리 기간이 길수록 화퇴 출현시까지 소요 일수는 짧아지고 (Han et al, 1997), *Clerodendrum*으로서 실험한 결과 단일처리기간이 길어질수록 개화율이 증가 (Kim et al, 1995)하며, 최대 일장이 지나면 장일이 계속되더라도 영양생장이 중지되고 화아분화가 일어난다 (Yu and Lee, 1973). 또한 들개개의 일장감응일수는 5일 미만의 단일처리는 화아형성을 유도하지 못하며(Lim et al, 1989) *Perilla crispa*는 화아분화에 필요한 단일처리 일수가 7일이라고 보고 (Evans, 1971; Lang, 1965)한 결과와 단일 처리 기간이 5일 이상이 있을 때 개화한 본 실험의 결과는 일치하였다. 이차 개화에서는 일차 개화가 일어나지 않았던 3일 이하의 단일 처리구에서는 개화 소요일수에 차이가 없었으나, 일차 개화가 약간 일어났던 5일 처리구에서는 93.8일로서 중간 정도였으며, 이차 개화가 100% 되었던 7일부터 20일까지는 5일 이하의 처리구와 차이가 있었으며, 20일 단일에서 정식후 92.2일로 가장 일찍 개화하였다. 개화율은 모든 처리구에서 100% 개화하였다. 이러한 결과는 단일 처리가 1차 개화는 물론 이차 개화에도 영향을 미치는 것으로 사료된다.

Table 20.1. Effect of short-day period on days of flowering and percent of flowering of perilla(cv. Leafy perilla 1).

Days in short day-length	Flowering days from short day-length treatment	
	First Flowering	Second Flowering
0	0.0	94.1 ab
1	0.0	94.6 a
3	0.0	94.4 ab
5	48.2 a ^{y)}	93.8 b
7	40.6 b	93.1 c
10	37.8 bc	93.2 c
15	33.8 c	92.7 cd
20	19.4 e	92.2 d

^{z)} Plants were treated for 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, and 20 days at 20°C with 8 hr day-length in $1500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, after which they were planted in the field.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, $p = 0.05$.

단일처리 기간이 종자 생산량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 종실무게를 조사한 결과(그림 20.5), 자연일장 처리구에서 가장 많이 채종하였고, 20일 처리에서 종실무게가 현저히 감소하였다. 이러한 결과는 생육 및 개화에서 나타나는 결과와 마찬가지로 처리일수가 길어질수록 각각의 처리당 종실무게가 감소하였다. Zeevart(1957) 와 Yu(1974)는 들깨의 생태적 특성이 수량에는 별로 영향을 끼치지 않고, 형태적 특성에 더 밀접하게 영향을 미치는 것으로 보고하였는데, 그림 20.1, 20.2, 20.3, 20.4에서의 생육상의 결과를 볼 때 본 실험과 일치하는 경향이었다.

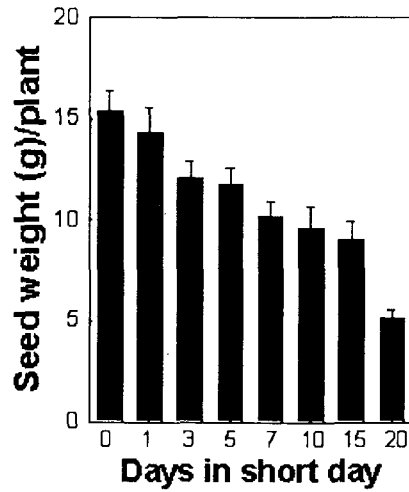


Fig. 20.5. Effect of short-day period on seed weight(g)/plant of perilla(cv. Leafy perilla 1). Plants were treated for 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, and 20 days at 20°C with 8 hr day-length in $1500 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, after which they were planted in the field.

4. 적 요

동절기 시설내에서 채엽을 목적으로 잎들깨를 재배할 경우 단일조건에 의한 조기 꽃눈분화로 인하여 잎의 수확량이 현저히 감소하는 경우가 많다. 화아분화 및 엽수량과 밀접한 관계가 있는 일장처리에 의한 생육 및 개화조절의 효과를 검토한 결과는 다음과 같다. 5일 이상의 단일처리는 신초생장이 억제되었는데, 처리기간이 길어질수록 생육의 억제효과는 더욱 현저하였다. 단일처리 40일과 110일 후 엽수는 처리일수가 길어질수록 감소하였고, 1일간 처리하였을 경우에는 대조구와 차이가 없었다. 3일 이하의 단일처리구에서는 1차 개화가 되지 않았으나, 5일 이상의 단일처리는 개화를 유기시켰으며, 단일처리기간이 짧을수록 개화율이 낮고 개화소요일수가 길었다. 20일간 처리하였을 경우에는 처리 약 20일 후 조기에 개화하였다. 종실무게는 처리일수가 길어질수록 감소하였다.

5. 인용문헌

- Chung, H.D. and W.Y. Woo.** 1988. Effect of day length and night interruption on flowering and chloroplast development of perilla. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 29(4):283-290.
- Chung, K.Y. and H.J. Han.** 1967. Experiment on the seeding date and transplanting time of perilla. Annual Report on Study of Crop Management, RDA. 360-403.
- Evans, L.T.** 1971. Flower induction and the florigen concept. A. Rev. Pl. Physiol. 22:365-394.
- Garner, W.W. and H.A. Allard.** 1920. Effect of the relative length of day and night and factors of the environment on growth and reproduction in plants. J. Agr. Res. 18:553-606.
- Han, S.I., J.K. Kwack, K.W. Oh, B.S. Bae, J.T. Kim, and Y.H. Kwack.** 1997. Flowering and maturing response to seeding date and short-day treatment in vegetable perilla. Korean J. Crop Sci. 42(4)466-472.
- Jacobs, W.P. and V. Raghavan.** 1962. Studies on the floral histogenesis and physiology of *Perilla*. I. Quantitative analysis of flowering in *P. frutescens*(L.) Britt. Phytomorphology 12:144-167
- Jacobs, W.P.** 1972. Rhythm of leaf development and sensitivity to photoperiodic floral induction. Amer. J. Bot. 59(5):437-441.
- Kim, H.D., H.Y. Chung, Y.M. You, and B.H. Han.** 1995. Studies on the flowering control of *Clerodendrum thomsoniae* to photoperiod and ancymidol treatment. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(2):423-426.
- Lam, S.L. and A.C. Leopold.** 1961. Reversion and reinduction of flowering in perilla. Amer. J. Bot. 48 (4):306-310.
- Lang, A.** 1965. Physiology of flower initiation. In Encyclopedia of plant physiology, ed. W. Ruhland, Springer-Verlag. 15-1:1380-1536.
- Lim, C.I., G.W. Park, and S.G. Park.** 1989. Studies on the year-round cultivation of perilla for leaf production. Res. Rept. RDA(H). 31:(3)23-30.

- Moskov, B.S.** 1941. On the photoperiodic after-effect. *Comp. Rend. (Doklady) Acad. Sci. USSR.* 31:699-701.
- Raghavan, V. and W.P. Jacobs.** 1961. Studies on the floral histogenesis and physiology of perilla. II. Floral induction in cultured apical buds of perilla. *Frutescens. Amer. J. Bot.* 48:751-760.
- Sung, W.S.** 1976. Studies on the element of domestic in perilla. *Korean J. Food Sci. Technol.* 5(1):69-74.
- Sung, W.S.** 1976. Studies on the element and cultivar of flowering of domestic in perilla. PhD Thesis., Dongkug Univ. p. 1-31.
- Yu, I.S., B.H. Choi, and S.G. Oh.** 1972. Effect of their character yield and correlation relation principal characters related to leaf yield in perilla. *Korean J. Crop Sci.* 11:99-103
- Yu, I.S.** 1974. Studies on the responses to day-length and temperature and their effect on the yield of perilla. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 17:79-114.
- Yu, S.H. and C.W. Lee.** 1979. Examination inquiry on defoliation rate of perilla in defoliation period. *Annual Report on Study of Agriculture Management, RDA(Kyeongki).* p. 189-195.
- Zeevart, J.A.D.** 1957. Studies on flowering by-means of grafting. I. Photoperiodic induction as an irreversible phenomenon in perilla. *Proc_Kon. Nederl. Akad Wetensch. series C.* 60:324-331.

제 21절 암처리 염수와 기간이 들깨의 생육 및 개화에 미치는 영향

1. 서 언

들깨(*Perilla oxymoides* L.)는 유료작물로서 방향성이 강한 perilla ketone 성분을 함유(Sung, 1976)하고 있어 독특한 향기가 있고, 유리아미노산, 비타민 C, B₂와 K 및 Ca와 같은 무기영양분(Sung, 1976) 등이 다량 함유되어 있기 때문에 영양상의 균형과 맛의 조화를 이룰 수 있는 식품으로 각광받고 있다. 최근 들어 깻잎 생산을 목적으로 겨울철 하우스 재배농가가 증가하고 있으며 특히 겨울철 신선엽채의 단경기에는 들깨잎이 상차와 함께 중요한 엽채류로서 공급되고 있다.

우리나라에서 재배되고 있는 들깨는 종실의 수량을 주로 하고 부차적으로 신선엽을 생산하기 위한 초기의 연구(Park et al., 1977; Yu et al., 1976; Yu et al., 1979) 결과는 최근의 들깨 재배가 깻잎수확을 목적으로 재배하고 있어 연구목적의 차이 때문에 만족할 만한 성과를 얻지 못하였다. 이에 대하여 채엽이 종실의 수량과 품질을 저하시키므로 두가지 목적을 동시에 추구하는 재배는 불가능하며 경영적인 사정으로 부득이 채엽할 경우에는 조기에 1-2회 정도로 그치는 것이 좋다(Chung and Bang, 1981). 36개 재래종에 대하여 생장량 및 일장반응에 대하여 조사한 결과 많은 차이를 볼 수 있었고, 특히 일장에는 매우 민감한 반응을 보였다고 하였다(Yu, 1974). 또한 파종기와 개화소요일수 사이에는 부의 상관관계가 있으며(Park, 1970), 단일에 민감하여 파종기가 늦어지면 그 만큼 영양생장 기간이 짧아져 엽수량이 감소된다(Chung and Han, 1967).

따라서 동계기 시설내에서 채엽을 목적으로 재배할 경우 단일로 인해서 조기에 꽃눈이 분화하여 깻잎 수량이 현저히 감소하기 때문에 재배농가에서는 전등조명에 의하여 화아분화를 억제시켜 영양생장기간을 연장하고 있다. 그러나 대체로 일반농가에서 10×10cm 정도의 밀식 직파재배를 하고 있기 때문에 들깨의 생장과 더불어 상위엽의 엽면적이 증가하여 하위엽의 차광에 의한 생육이나 잎의 형태와 개화에 미치는 영향에 대한 연구가 거의 이루어지지 않고 있는 실정이어서 생육 초기의 일장감응에 대한 연구가 요구된다.

따라서 본 연구에서는 일부 잎의 암처리 효과가 들깨의 생장반응과 개화에 미치는 영향 및 개화에 관련되어 있는 엽 수준을 구명할 수 있는 자료를 얻기 위하여

수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험은 1999년 5월~11월 동안에 밀양대학교 노지시험포에서 잎의 암처리가 들깨의 개화 및 생육의 관계를 구명하기 위하여 아래와 같은 방법으로 수행하였다.

가. 공시재료

잎들깨 1호를 공시재료를 사용하였다.

나. 처리내용 및 재배법

파종은 밀양대학교 유리온실내에서 1999년 5월 4일에 4×4 (16공) pot에 파종하였고, 일부 잎의 암처리는 노지시험포에 6월 8일 정식하였으며, 처리시기는 모든 개체의 잎이 5매 이상 전개된 식물체의 완전히 전개된 최상위 엽을 aluminum foil로 1매 와 3매를 광을 완전히 차단한 다음 5일과 10일간 암처리 하였으며, 6주씩 5반복으로 처리하였다.

다. 조사방법

1) 생육조사

생육단계별 초장, 경직경, 엽수는 처리후 각각 15일 간격으로 조사하다가 처리 45일 후부터는 30일 간격으로 조사하였다. 엽면적은 각 처리별 잎의 평균생체중을 기준으로 5주를 선정하여 측정하였다 (Li-3100, Li-Cor, USA). 건물중은 72±2℃ dry oven에서 5일간 건조후 조사하였다.

2) 개화조사

처리구별로 각 처리주당 개화시기와 처리구당 개화율을 조사하였다.

3) 수량조사

기간별 엽생육은 75일과 140일 2회에 걸쳐 잎을 채취하여 각 주당 엽수, 엽중, 엽면적 및 건물중을 조사하였다. 엽면적 측정은 각 처리구당 엽중의 평균치 5주를 선발하여 조사하였다. 종자 수량은 10월 28일 채종하여 각주당 무게를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

들깨를 밀식재배하였을 경우에는 상위엽에 의한 하위엽의 광 차단이 들깨의 생육 및 개화에 미치는 영향을 알아보기로자 식물체당 1매와 3매의 잎에 암처리 후 들깨의 초장, 경직경, 엽수, 엽중, 엽면적과 개화일수를 비교한 결과는 그림 21.1, 21.2, 21.3,

21.4에서 보는 바와 같다. 암처리 기간에 따른 식물체의 신초장(그림 21.1)은 1매 잎의 암처리시에는 처리기간에 따라 차이를 보이지 않았으나, 3매 잎 암처리에서는 현저히 감소하였다. 경직경은 1매와 3매 잎의 암처리 모두 75일 후 부터 무처리구보다 감소하였다. 엽수에서도 모든 암처리구는 대조구에 비해 처리후 일수가 길어질수록 적었다. 3매 잎의 암처리는 1매 잎의 암처리보다 엽수가 현저히 감소하였다.

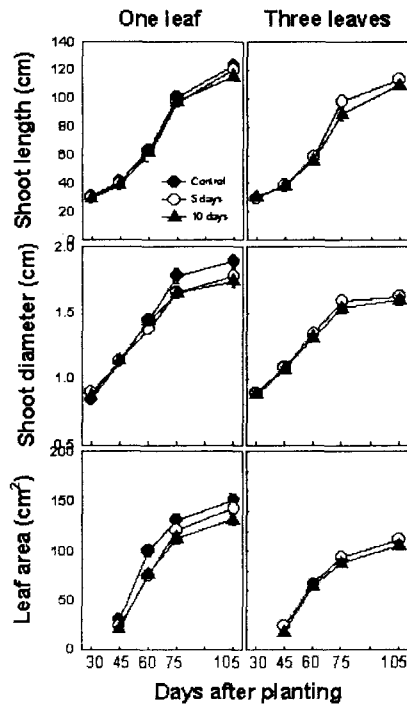


Fig. 21.1. Effect of days in dark on shoot length(cm), shoot diameter(mm) and leaf area(cm²) of perilla(cv. Leafy perilla 1). Plants were treated for 0, 5 and 10 days in the dark with 1 and 3 leaves from the apex.

암처리 처리기간별 엽수, 엽중, 엽면적 및 건물중을 2회에 걸쳐 조사한 결과(그림 21.2), 75일 후 엽수는 1매 잎의 암처리 처리기간에 관계없이 약 절반 정도로 감소하였다. 3매 잎의 암처리에서는 처리기간이 길어질수록 감소하였다. 140일 이후에는 처리간에 뚜렷한 차이가 없었다. 처리 75일 후 엽면적은 1매와 3매 잎의 암처리 모

두 처리기간이 길어질수록 현저히 감소하였으며, 140일 이후에는 처리간에 차이가 없었다. 처리 75일 후 잎의 생체중과 건물중은 엽면적과 비슷하였으며, 처리 140일 후 잎의 생체중은 1매 잎의 암처리에서는 현저한 차이가 없었으나 3매 잎의 암처리에서는 처리기간이 길수록 감소하였으며, 1매 잎의 암처리보다 3매 잎의 암처리에서 생체중이 낮았다. 그러나 건물중은 1매와 3매 잎의 암처리 모두 처리기간이 길어질수록 증가하였으나, 5일과 10일 처리에서는 잎의 생육이 현저히 억제되었다. 이와 같은 결과로 볼 때 1매와 3매 잎의 암처리 엽수는 엽 생육(그림 21.2)에 민감한 반응을 나타내어 약간의 일장감응을 받은 것으로 보여진다.

일장처리에 의한 들개의 개화조절(Table 20.1)은 타작물(山本健吾 and 官林達夫, 1951)과 달리 유묘시기에 일장처리를 함으로써 개화가 촉진되는 것(Chung and Yu, 1988)을 본 실험의 그림 5에서도 볼 수 있으나 1매와 3매 잎의 암처리에 의한 개화 촉진되는 것이 아니라 오히려 지연되었다.

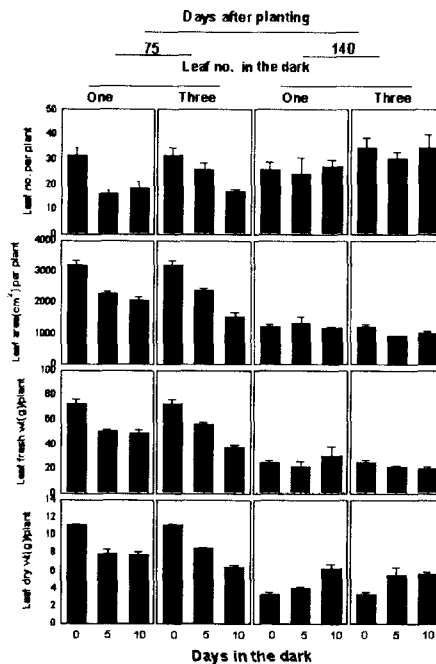


Fig. 21.2. Effect of days in the dark and dark period on leaf number leaf area, leaf fresh weight(g) and leaf dry weight(g) of perilla(cv. Leafy perilla 1). Plants were treated for 0, 5 and 10, days in the dark with 1 and 3 leaves from the apex.

Table 21.1. Effect of one and three leaves in dark on flowering days after dark treatment^{z)}.

Leaf no. in the dark	Days in the dark	Flowering days
0	0	111.4 b ^{y)}
1	5	112.0 ab
1	10	112.0 ab
3	5	112.3 a
3	10	112.5 a

^{z)} Plants were treated for 0, 5, and 10 days in the dark with 1 and 3 leaves from the apex.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, $p = 0.05$.

종실무게 (그림 21.3)는 1매 잎을 10일간 암처리하였을 때 대조구와 5일 처리구에 비하여 현저히 감소하였다. 3매 잎 암처리에서는 5일 이상 처리하였을 때 현저히 감소하였다. 이상의 결과에서 다른 처리구에 비해 생육이 좋은 대조구와 부분적인 암처리구와 비교하였을 때 수량은 대체로 건물중과 화방수 등의 형태적 특성에 기인한 (Yu, 1974) 수량의 감소라고 생각된다.

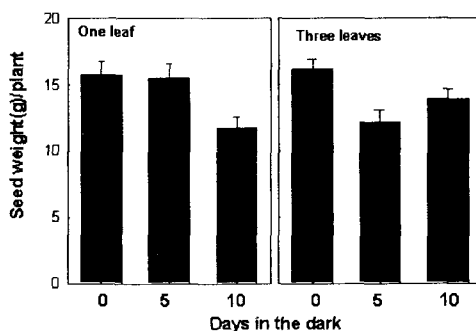


Fig. 21.3. Effect of one or three leaves in the dark on seed weight (g) of perilla(cv. Leafy perilla 1). Plants were treated for 0, 5 and 10, days in the dark with 1 and 3 leaves from the apex.

4. 적 요

재배시에 상위엽의 광 차단에 의한 개화 및 생장에 미치는 영향을 비교하기 위하여 식물체당 1매와 3매의 잎을 암처리한 결과 초장은 1매 암처리구에서는 차이가 없었으나 3매 엽처리구에서 초장이 감소하였다. 경직경은 1매와 3매 암처리 모두 감소하였으며, 1매보다 3매 암처리에 더욱 현저하였다.

엽면적은 1매 암처리시 5일간 암처리하였을 경우에 차이가 없었으나 10일간 암처리에서는 감소하였고, 3매 암처리한 경우 처리기간에는 차이가 없었으나 1매 암처리보다 현저히 감소하였다. 종실수량은 1매 엽을 암처리하였을 경우에는 10일간 암처리구에서 현저히 감소하였고, 3매엽 암처리는 5일 이상의 처리구에서 감소하였다.

5. 인 용 문 헌

Chung, H.D. and W.Y. Woo. 1988. Effect of day length and night interruption on flowering and chloroplast development of perilla. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 29(4):283-290.

Chung, K.Y. and H.J. Han. 1967. Experiment on the seeding date and transplanting time of perilla. Annual Report on Study of Crop Management, RDA. 360-403.

Chung, W.C. and J.K. Bang. 1981. Studies on the character variation and defoliation of perilla. Chungbuk Univ. Collection of leaned paper. 21:167-175.

Park, S.D., K.B. Choi, and J.P. Lee. 1977. Experiment on the defoliation of perilla. Annual Report on Study of Agriculture Management, RDA(Kyungbuk). p.357-360.

Sung, W.S. 1976. Studies on the element of domestic in perilla. Korean J. Food Sci. Technol. 5(1):69-74.

Sung, W.S. 1976. Studies on the element and cultivar of flowering of domestic in perilla. PhD Thesis., Dongkug Univ. p. 1-31.

Yu, I.S. 1974. Studies on the responses to day-length and temperature and their effect on the yield of perilla. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 17:79-114.

Yu, I.S. and S.G. Oh. 1976. Effect of leaf production yield and seed yield by

leafing treatment period and limit proper of perilla. Annual Report on Study of Agriculture Management, RDA. 18(c):187-191.

Yu, S.H. and C.W. Lee. 1979. Examination inquiry on defoliation rate of perilla in defoliation period. Annual Report on Study of Agriculture Management, RDA(Kyeonggi). p. 189-195.

제 22절 들깨 기내배양시 GA₃ 처리에 의한 생육 및 개화조절

1. 서 언

들깨의 개화에 관여하는 물질에 관해서는 확실히 알려져 있지 않았다. White배지에 정아를 치상하여 광주기 실험을 한 결과 단일하에서 IAA를 처리하였을 경우에 개화했는데 반하여 장일하에서는 생식생장으로 전환되지 않았다. 또한 *P. ocyroides* var. *nankinensis*에 있어서 내부 오옥신의 농도를 저하시키다고 생각되는 eosin을 처리한 결과, 오옥신이 일장 유도에 의한 개화효과를 감소시킬 수 있다는 것을 지적하였으나 IAA를 직접 처리하였을 경우에 억제효과는 볼 수 없었다 (Lona, 1952). 들깨의 개화에 관련된 물질은 잎의 단일처리 중지 후에도 상당한 기간동안 개화자극물질을 공합할 수 있으며(Zeevart 1957, 1958), Adenine 혹은 Kinein을 첨가한 배지에서 정아를 배양한 결과, 화아분화가 촉진되어 사이토키닌이 화아분화를 유도할 수 있는 물질이라고 추측하였다(Chailakhyan & Butenko, 1959). *Clerodendrum*의 생육 및 개화는 GA₃처리시 개화를 지연시키고, chloromequat은 개화를 촉진시킨다고 보고하였으며(Hildrum, 1973), 또한 GA₃와 ancymidol의 상호작용을 검토한 결과 ancymidol은 개화를 촉진시키나, GA₃는 개화를 억제시키며, GA₃에 의해서 ancymidol의 효과를 완전히 무효화시킨다고 하였다(Koranski et al., 1978). 그러나, 들깨 개화에 관한 물질은 구명되지 않아 본 연구에서는 성장조절제를 이용하여 들깨의 성장반응과 개화에 미치는 영향 및 개화에 관련되어 있는지 물질을 구명할 수 있는 기초 자료를 얻기 위하여 먼저 GA₃에 관한 실험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험은 1999년 5월~11월 동안에 밀양대학교 생리생태실험실에서 기내에서 GA₃처리가 들깨의 개화 및 생육의 관계를 구명하기 위하여 아래와 같은 방법으로 수행하였다.

가. 공시재료

만추잎들깨(서울종묘)을 공시재료로 사용하였다.

나. 처리내용

종자를 살균하기 위하여 75% EtOH에 30초 침지후 NaOCl 0.8%에 15분간 살균하여 멸균수로 4회 세척한 후 MS기본배지에 종자를 치상하여 발아한 종자를 1반복당 3주씩 4반복 처리하였다. GA₃ 처리는 MS 기본배지에 GA₃를 0, 0.1, 0.5, 1, 2.0mg/l 농도로 첨가하여 그 효과를 검토하였으며, 배양조건은 Growth chamber내 온도 20℃와 15,000 μmol · m⁻² · s⁻¹의 광에서 8시간, 암에서 16시간의 조건에서 배양하였다.

다. 조사방법

1) 생육조사

초장, 경직경, 경중, 마디수, 엽수, 엽중, 엽면적, 근장, 근중, 근수를 조사하였으며, 엽면적은 각 처리별 잎의 평균생체중을 기준으로 5주를 선정하여 측정하였다 (Li-3100, Li-Cor, USA). 건물중은 72±2℃ dry oven에서 5일간 건조후 조사하였다.

2) 개화조사

최초개화 후 1일마다 개화수를 조사하였고, 생육조사전 각 처리주당 개화율을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

일장처리시 들깨의 생육 및 개화는 성장조절제 및 개화호르몬에 의해 조절되는 것으로 보고하고 있는데, 본 실험에서는 일차적으로 기내배양시 GA₃처리가 개화 및 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 기내배양시 GA₃처리가 초장(그림 22.1)에 미치는 영향은 고농도인 2.0mg/l에서 가장 길었다. 경직경은 0.1mg/l 농도에서 생육이 좋았으며, 농도가 높을수록 감소하였다. 경중과 마디수는 처리간에 차이가 없었으나 대조구에 비해 생육이 좋은 것으로 나타났다. 일반적으로 작물의 생육을 촉진시키기 위하여 GA₃를 처리하여 초장 및 줄기의 신장생장을 촉진시킬 수 있으며 (Kohl 등, 1957), Phaseolus에 GA₃를 분무한 결과 GA₃는 세포의 분열과 신장을 촉진하며 절간을 신장시킨다고 하였는데(Kigel, 1981), 본 연구 결과는 고농도인 2.0mg/l 농도 처리구에서 초장의 생장이 현저하여 선행의 결과와 유사한 경향이였다.

GA₃ 처리에 의한 뿌리 생육은 그림 22.2에서 보는 바와 같다. 근중과 근장은 GA₃ 농도가 0.5~2.0mg/l에서 증가하였으며, 0.1mg/l GA₃ 처리구에서 현저히 감소하였다. 근수(그림 22.1)는 생육이 좋았던 0.5 및 1.0 mg/l 농도에서 현저히 증가하

였으며, 고농도인 2.0mg/ℓ GA₃ 에서는 오히려 감소하였다. Dahlia에 GA₃ 0.1mg/ℓ 를 처리함으로써 생장에 효과적이었다고 보고하였는데(Morel 等, 1968), 본 실험의 결과 0.5~1.0mg/ℓ GA₃를 첨가함으로써 줄기와 뿌리의 생장이 촉진되었으며, 0.1mg/ℓ GA₃ 첨가는 오히려 지상부와 지하부 모든 기관의 생장이 억제되었다.

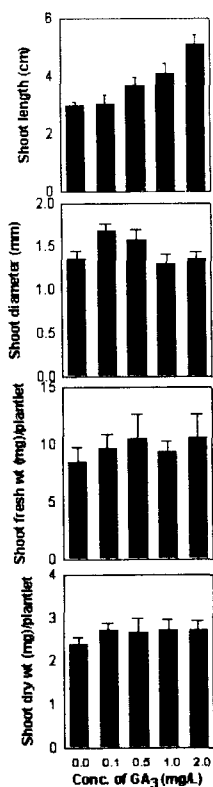


Fig. 22.1. Effect of GA₃ concentrations on shoot growth of perilla(cv. Manchu leafy perilla). Plantlets were cultured on MS basal medium containing 0.0, 0.1, 0.5, 1.0, and 2.0 mg/ℓ GA₃ at 20°C with 8 hr day-length in 1500 μmol · m⁻² · s⁻¹.

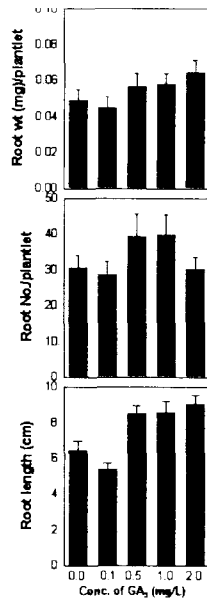


Fig. 22.2. Effect of GA₃ concentrations on root growth of perilla(cv. Manchu leafy perilla). Plantlets were cultured on MS basal medium containing 0.0, 0.1, 0.5, 1.0, and 2.0 mg/l GA₃ at 20°C with 8 hr day-length in 1500 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

개화시기(그림 22.3)는 GA₃ 0.5mg/l 농도에서 처리 40일후 최초로 개화하였고, 농도가 0.5mg/l 보다 높을수록 개화시기가 지연되었으나 대조구보다는 촉진되었다. GA₃ 0.1과 0.5mg/l 의 낮은 농도처리구에서는 개화수가 현저히 증가하였으나(그림 22.4), 60일 이후에는 증가율이 차츰 감소하였다. GA₃ 1.0, 2.0mg/l 농도 와 대조구에서 처리 70일 이후부터 개화수가 급속히 증가하였다. 이러한 결과로부터 GA₃가 개화를 촉진시키는 것으로 보여지며, 개화시기의 단축은 그만큼 생식생장단계로 전환이 빨리 이루어 졌으므로 영양생장은 억제되는 것으로 나타났다.

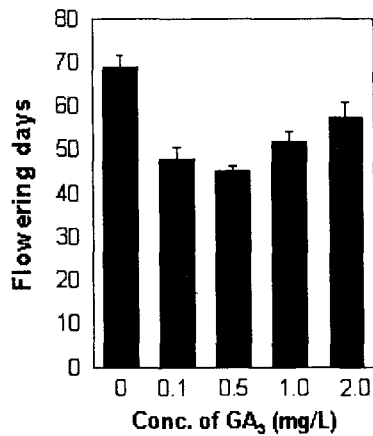


Fig. 22.3. Effect of GA₃ concentrations of flowering days in perilla(cv. Manchu leafy perilla). Plantlets were cultured on MS basal medium containing 0.0, 0.1, 0.5, 1.0, and 2.0 mg/l GA₃ at 20°C with 8 hr day-length in 1500 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

GA₃ 0.5mg/l 농도에서 주당 개화율이 가장 높았고(그림 22.5), 0.5mg/l 농도보다 증가할수록 개화율이 감소하였다. 특히 0.1mg/l GA₃ 농도에서는 개화율이 현저히 감소하여 대조구보다 낮았다. 이상의 결과를 종합하여 보면, 일장반응에 관한 실험을 하여 이들이 생태 및 형태적으로 현저한 차이가 있었고, 지상부의 생육이 억제되었던 GA₃ 0.5mg/l 농도에서 개화수, 개화율 및 개화소요일수가 다른 처리구에 비해 현저하게 좋은 것으로 나타났다. 또한 GA₃ 0.1mg/l 농도와 GA₃ 2.0mg/l 에서는 생육이 좋고 특히 GA₃ 0.1mg/l 에서는 개화수가 많았다. 대조구에서는 생육초기보다 처리 70일 이후에 개화가 급격히 이루어 졌기 때문에 개화율이 높은 것으로 나타났다. 기내배양시에 adenine 또는 kinetin이 첨가된 배지에 화아분화가 이루어 지지않는 정아를 배양함으로써 화아분화를 유도할 수 있기때문에 사이토키닌류가 화아유도 물질이라고 하였는데 (Chailakhyan & Butenko, 1959), 1차적으로 본 실험에서는 성장조절물질중 GA₃ 농도에 의한 개화양식을 살펴본 결과 저농도에서 개화에 관여하는 것으로 나타났다.

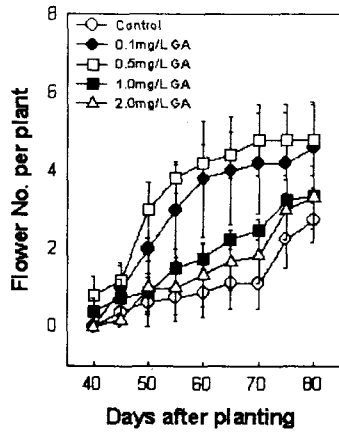


Fig. 22.4. Effect of GA₃ concentrations in MS medium on flowering number per plant(cv. Manchu leafy perilla). Plantlets were cultured on MS basal medium containing 0.0, 0.1, 0.5, 1.0, and 2.0 mg/ℓ GA₃ at 20°C with 8 hr day-length in 1500 μmol · m⁻² · s⁻¹.

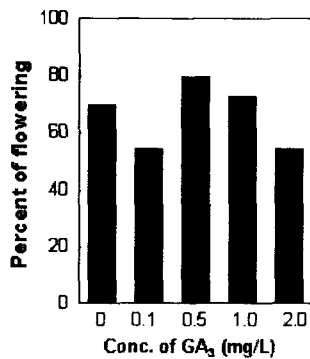


Fig. 22.5. Effect of GA₃ concentrations of flowering percent in perilla(cv. Manchu leafy perilla). Plantlets were cultured on MS basal medium containing 0.0, 0.1, 0.5, 1.0, and 2.0 mg/ℓ GA₃ at 20°C with 8 hr day-length in 1500 μmol · m⁻² · s⁻¹.

4. 적 요

기내배양에서 GA₃처리가 잎들깨의 성장과 개화에 미치는 영향을 조사한 결과, 초장은 2.0mg/ℓ GA₃까지 농도가 증가할수록 길었고, 경직경은 0.1mg/ℓ GA₃농도에서 굵었으나 농도가 증가하면 오히려 감소하였다. 근중, 근장은 GA₃ 농도가 0.5~2.0mg/ℓ 에서 다른 두 처리구보다 생육이 좋았고, 근수는 생육이 좋았던 0.5 및 1.0 mg/ℓ GA₃농도에서 현저히 많았다. 최초개화는 처리 40일 후 GA₃ 0.5mg/ℓ 농도에서 가장 빨랐고, 농도가 증가할수록 약간 지연되었으나 대조구에 비해 개화시기가 빨랐다. 개화수는 GA₃ 0.1과 0.5mg/ℓ 의 농도처리구에서 현저히 증가하였으나, 60일 이후에는 증가율이 차츰 감소하였다. 주당 개화율은 개화시기가 가장 빨랐던 0.5mg/ℓ GA₃농도에서 가장 높았고, 농도가 증가할수록 개화가 억제되었다.

5. 인 용 문 헌

Chailakhyan, M.Kh. and R.G. Butenko. 1959. The effect of adenine and kinetin on the differentiation of flower buds in perilla stem tips. Doklady Akad. Nauk USSR. 129:293-295.

Hildrum, H. 1973. The effect of day length, source of light and growth regulators on growth and flowering of *Clerodendrum thomsoniae* BALF. Scientia Horticulturae 1:1~11.

Kigel, J. 1981. GA and IAA interactions controlling internode growth in decapitate plants of *Phaseolus vulgaris* L. Bot. Goz. 147:7-12.

Kohl, H.C. and A.M. Kofromek 1957. Gibberellin by full solar radiation. Amer. J. Bot. 48:387-392.

Koranski, D.S., B.E. Struckmeyer and G.E. Beck. 1978. The role of ancymidol in *Clerodendrum* flower initiation and development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:813~815.

Lona, F. and A. Bocchi. 1952. L'azione ipoauxi-zzante delle sostanze fotodinamiche sulla pianta e relative manifestazioni morfogenetiche, organ-ogenetiche, di correlazione e di differenziazione. Nuovo Giorn. Bot. Ital. 59:511-514.

Morel, G., C. Matin, and J.F. Muller. 1968. La guerison des pommes de terre

atteintes de maladies a virus. Ann. Physiol. Vegetable 10:113-139.

Zeevart, J.A.D. 1957. Studies on flowering by-means of grafting. I
Photoperiodic induction as an irreversible phenomenon in perilla. Proc_Kon
Nederl. Akad Wetensch. series C. 60:324-331.

Zeevart, J.A.D. 1958. Flower formation as studied by grafting. Mededeel
Landbouwho-geschool(Wageningen) 58:1-88.

제 23절 적색, 청색 근적색의 LED처리가 들깨의 생장과 광합성 및 형태형성에 미치는 영향

1. 서 론

들깨의 개화에 관여하는 요인들은 질소, 생장조절물질, CO₂ 또는 탄수화합물, 온도 등이 보고되고 있으나, 이들 요인들이 근본적인 개화반응에는 영향을 미치지 못하고 일장에 의해 지배되는 것으로 알려져 있다.

특정 과장영역의 광이 식물체에 어떤 영향을 미칠 것인가 하는 의문은 오래된 과학적 과제중의 하나로서 1783년에 이미 그에 대한 연구가 보고된 바 있고(Tessier, 1973), 원예작물에 이용 가능성을 타진하기 위해 1926년에 실시된 Popp(1926)의 연구는 오늘날의 기준으로 상당한 비중을 차지하고 있다.

광은 작물의 생장, 형태형성, 색소형성 등에 대해 에너지원으로서 뿐만 아니라 조절인자로서 작용하고 있다(Hart, 1988; Fujiwara and Kozai, 1995). 광이 광화학적 반응을 일으켜 광형태형성(photomorphogenesis)을 지배하는 경우, 반드시 어떤 광수용체에 흡수된 후 반응을 일으키는데, 적색광과 근적색광에 대한 반응은 phytochrome에 의해 조절된다(Butler 등 1964). 특히 광수용체가 형태형성조절에 미치는 영향과 개화유도와 개화시기를 앞당기기 위해서는 일정량의 청색광과 근적색광이 필요하다고 하였다(Bagnall, 1993; Britz와 Sager, 1990; Davis와 Simmons, 1994; Hoenecke 등, 1992; McMahon 등, 1991; Perilleuk 등, 1994; Smith, 1982; Somers 등, 1991). 그러나 개화와 형태형성 반응은 여러 유전자와 관련되어 있고, 그 작용이 복잡하여 정확한 기작이 밝혀지지 않고 있다.

식물의 생장은 광합성 작용에 의한 결과로서, 광합성에 미치는 광질의 영향에 관해서는 많은 연구를 수행하였다. 자연광에는 다양한 광질이 포함되어 있으나, 식물의 생장 또는 형태형성 반응을 촉진할 수 있는 특정한 파장의 광을 선택하여 조사하는 것이 쉬운 일은 아니다. 농업에 있어서 광질의 이용은 광합성을 위한 에너지원으로서 뿐만 아니라 작물의 생장과 발육에 영향을 미치는 환경요인으로 생각하여 광질환경을 제어함으로써 작물을 인간에게 보다 유리한 방향으로 변환시켜 나가야 할 것이다.

따라서 광질 조절에 의해서 식물의 형태형성 반응의 촉진과 나아가서는 품질향상과 수량을 촉진시킬려면 특정한 과장영역의 선택적인 조사가 가능한 LED광원을

사용하는 것이 효과적일 것이므로 적색, 청색 및 근적색의 LED 파장이 들깨의 생장과 발육 및 품질에 미치는 영향을 조사하고자 한다.

2. 재료 및 방법

있들깨 1호(영남농업시험장)를 2002년 6월 2일에 16구 폴리그 트레이에 상토(그린상토, 서울농자재)를 채운 다음 종자를 파종하였다. 생장상의 조건은 주간 16간에서는 25℃, 야간 10시간에서는 15℃로 조절하였으며, 무기양분을 공급하기 위하여 야마자키용액을 조제하여 3일 간격으로 공급하였다. LED를 이용한 광질의 처리는 적색 LED, 청색 LED 및 근적색 LED를 사용하였으며, 또한 광도의 효과를 시험하기 위하여 $380 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (high)과, $180 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (medium) 및 $90 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (low)의 광도로 조절한 생장상에서 식물체를 재배하였다. 생육은 처리 45일 후에 초장, 경직경, 엽면적, 건물중, 생체중 등을 조사하였다. 엽록소 함량은 SPAD meter (SPAD502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 값은 SPAD unit로 상대값을 산정하였다. 채엽시에 상단부에서 완전히 전개한 3번째 잎을 10번씩 처리당 10주씩 3반복으로 평균값을 나타내었다. 광합성율, 기공전도도, 수분증발율, 및 증기압부족량은 portable photosynthesis analyzer (LI-6400, LI-COR, USA)를 이용하여 선단으로부터 3번째 잎을 선정하였는데, 완전히 전개하고 스트레스를 받지 않은 3장의 잎에 대해서 측정하였으며 처리당 3반복의 평균값으로 나타내었다.

실험결과는 Duncan' 다중검정, 최소유의차(LSD)를 SAS프로그램(6.12, USA), 그림은 Sigma Plot 2000(graphic, USA)으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

주간 25℃, 야간 15℃의 온도에서 청색광, 적색광 및 형광등과 백열등을 교호로 한 식물생장상하에서 식물체를 60일 동안 재배하는 기간중에 파장에 따른 식물체의 생장을 조사한 결과는 Fig. 23.1에서 보는 바와 같다. 초장의 생장은 적색광을 조사하였을 경우에 현저히 억제되었으나 청색광을 조사하였을 경우에는 신장생장이 촉진되어 도장하였다. 도장의 정도는 재배기간이 길수록 심하였다. 일반 생장상에서 고광도($380 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)와 저광도($90 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)의 조건에서 재배하였을 경우에 광도간에 초장의 차이는 거의 없었다.

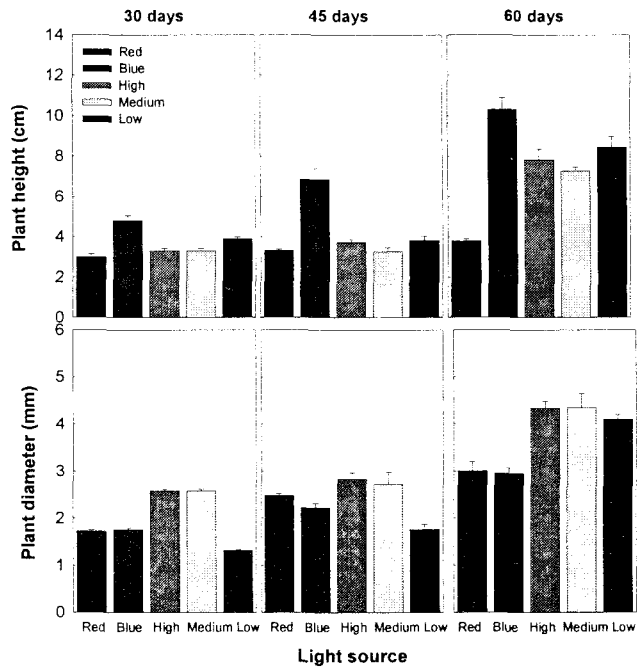


Fig. 23.1 Effect of LED light and light intensity on shoot growth of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

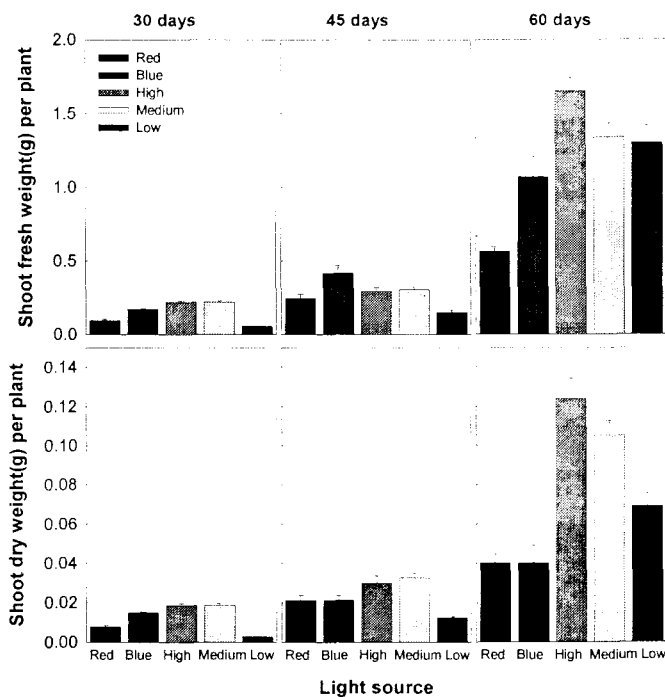


Fig. 23.2. Effect of LED light and light intensity on shoot fresh and dry (g) per plant of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

엽면적은 적색광과 청색광하에서 생육한 식물체의 생육초기에는 거의 차이가 없었 으며, 적색광하에서는 생육 후기로 갈수록 엽면적이 증가하였으나 청색광하에서는 45 일 후에는 엽면적이 거의 증가하지 않았다(Fig. 22.3). 그 원인은 도장으로 인하여 잎의 수가 증가되지 않았기 때문인 것으로 생각된다. 또한 고광도($380 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)의 생 장상에서는 위치에 따라서 엽면적에 차이가 있었는데, 낮은 광도에서 엽면적이 넓었으 나, 저광도($90 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)의 성장상에서 재배하였을 경우에는 엽면적이 오히려 감 소하였다. 잎의 두께는 고광도하에서는 두껍고, 거칠었으나 저광도하에서 재배하였을 경우에는 두께가 얇고 부드러웠다.

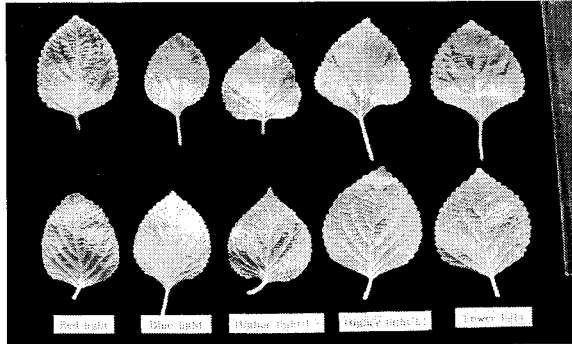


Photo. 1. Characteristics of leaf color and shape in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1) as affected by LED light and light intensity. Upper low is upper leaf surface and Lower low is lower leaf surface.

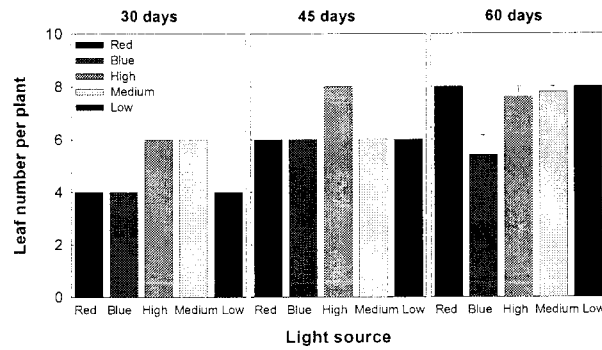


Fig. 23.3. Effect of LED light and light intensity on node number per plant of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

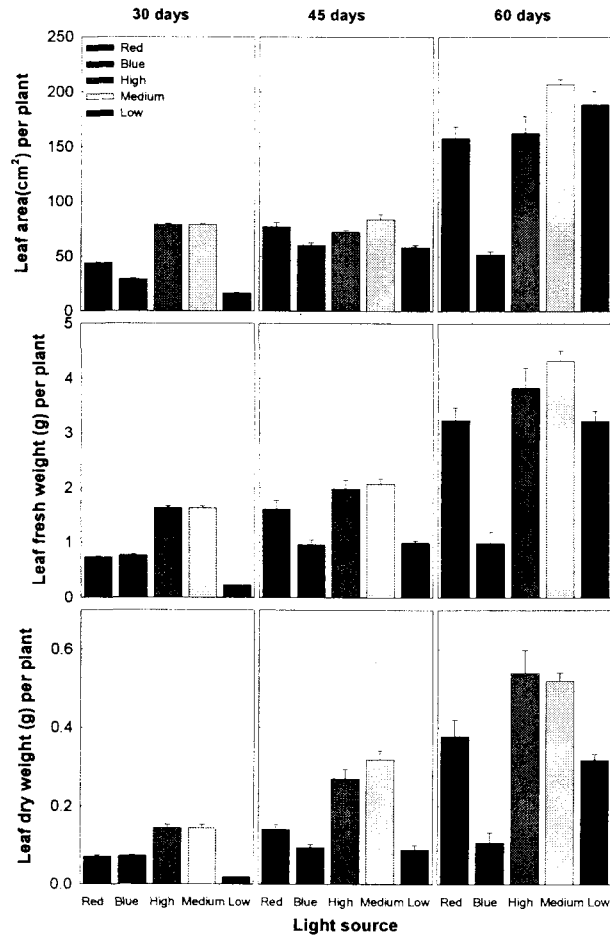


Fig. 23.4. Effect of LED light and light intensity on leaf area (cm²), fresh (g) and dry (g) weight per plant of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

앞의 생체중과 건물중은 처리 30일에는 강광($380 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)하에서 성장한 식물체의 생체중이 가장 높았고(Fig. 23.5), 다음은 청색광이었으며 적색광과 저광도($90 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)하에서 성장한 식물체의 생체중이 가장 가벼웠다. 그러나 45일과 60일 후에는 청색광하에서 성장한 식물체보다 적색광하에서 성장한 식물체의 생체중이 무거웠으며, 광도가 높을수록 생체중은 현저히 증가하였다. 건물중도 생체중과 유사한 경향이였다.

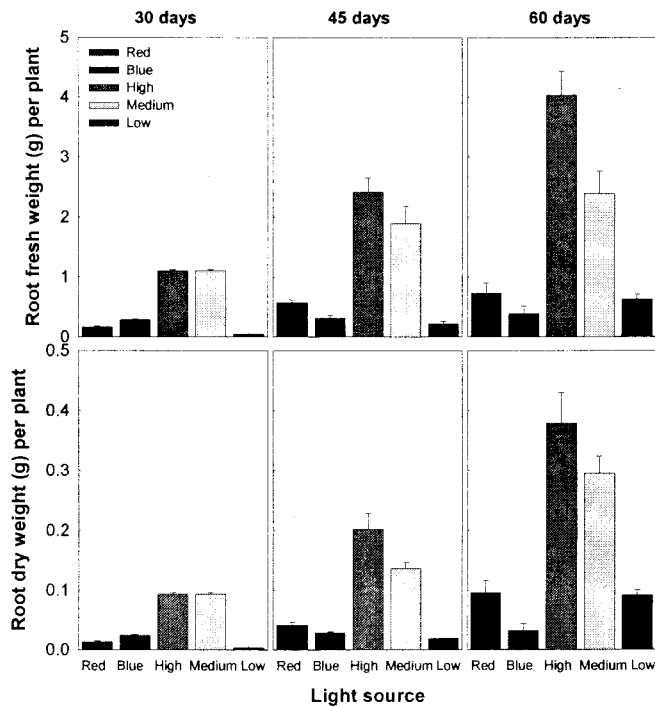


Fig. 23.5. Effect of LED light and light intensity on root fresh (g) and dry (g) weight per plant of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

뿌리의 건물중은 재배 30일 후에는 적색과과 청색광간에 차이가 없었으며, 재배 기간이 60일까지 길어질수록 적색광에서는 현저히 증가하였으나 청색광하에서는 뿌리의 생장이 거의 이루어지지 않았다(Fig. 23.5). 따라서 지상부의 신초생장은 청색광하에서 도장하였으나, 지하부의 뿌리 생장은 청색광에서 오히려 억제되었다. 고풍

도($380 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)의 성장상에서는 광도가 높을수록 뿌리의 생장이 현저하게 촉진되었다. 60일 후 저광도($90 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)의 성장상에서 재배하였을 경우에는 고광도에서 재배한 식물체 뿌리 생체중의 1/3정도로 아주 낮았다.

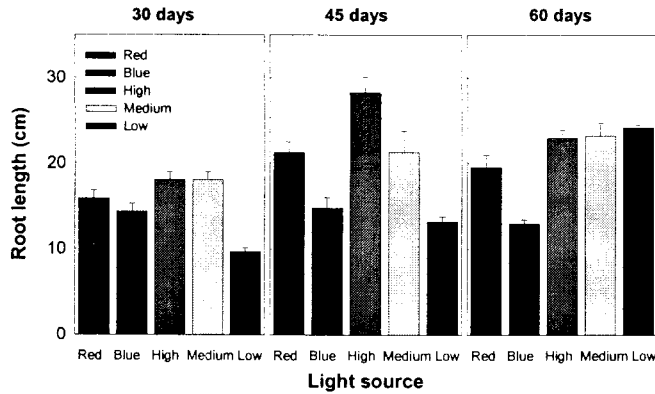


Fig. 23.6. Effect of LED light and light intensity on root length (cm) of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

4. 적 요

들개의 성장과 형태형성에 적색, 청색 및 근적색 LED 광과 380 , 180 및 $90 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 메탈할라이드와 형광등을 이용한 광도가 미치는 영향을 조사하였다. 청색 LED광하에서 성장한 잎들개의 잎은 차광하에서 성장한 잎과 유사하였다. 적색 광과 청색광하에서 성장 식물체의 잎은 엽장이 길었으며, 엽폭의 생장은 감소하였다. 특히 잎 뒷면의 자색은 적색 LED광하에서 성장하였을 때에 청색 LED광하에서 성장한 잎보다 강하였다. 식물체의 생체중은 메탈등과 형광등을 혼용한 광원하에서 성장한 식물체가 적색 LED광과 청색 LED광하에서 성장한 식물체보다 현저히 많았다. 청색 LED광하에서 성장한 식물체는 적색광하에서 성장한 식물체보다 초장이 길고 줄기의 직경과 엽면적이 현저히 감소하였다. 광합성율은 재배기간 중의 광원에 의해서 크게 영향을 받았는데, 고광도에서 성장한 식물체의 광합성율이 높았으며, 식물체의 생장은 청색 LED광보다는 적색 LED광하에서 양호하였는데, 광합성율은 청색광하에서 오히려 높았다.

5. 참고 문헌

- Bagnall, D.J. 1993. Light quality and vernalization interact in controlling late flowering in *Arabidopsis* ecotypes and mutants. *Ann. Bot.* 71:75-83.
- Britz, S.J. and J.C. Sager. 1990. Photomorphogenesis and photoassimilation in soybean and sorghum grown under broad spectrum or blue deficient light sources. *Plant Physiol.* 82:909-915
- Butler, S.J., S.B. Hendricks, and H. W. Siegelman. 1964. Action spectra of phytochrome in vitro. *Photochem. Photobiol.* 3:521-528
- Davis, M.H. and S.R. Simmons. 1994. Far-red light reflected from neighbouring vegetation promotes shoot elongation and accelerates flowering in spring barley plants. *Plant. Cell and Environment* 17:829-836.
- Fujiwara, K and T. Kizai. 1995. Physical microenvironment and its effects. In: Akitken-Christi, J., T. Kozai and M.A.L. Smith (eds.) *Automation and environmental control in plant tissue culture*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 342-350.
- Hart, J W. 1998. Light and plant growth. Unwin Hyman Ltd., London, pp. 5-9.
- Hoenecke, M.E., R.J. Bula, and T.W. Tibbitts. 1992. Importance of blue photon levels for lettuce seedlings grown under red-light-emitting diodes. *HortScience* 27(5):427-430.
- McMahon, M.J., J.E. Kelly, and D.R. Decoteau. 1991. Growth of *Dendranthema x grandiflorum* (Ramat.) Kitamura under various spectral filters. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(6):950-954.
- Perilleux, C., G. Bernier, and J.M. Kinet. 1994. Circadian rhythms and the induction of flowering in the longday grass *Lolium temulentum* L. *Plant, Cell and Environment* 17:755-761
- Popp, H. W. (1926): *Amer. jour. Bot.*, 13. 706.
- Smith, H. 1982. Light quality, photoperception, and plant strategy. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 44:481-518
- Somers, D.E., R.A. Shrarrock, J.M. Tepperman, and P.H. Quail. 1991. The hy3 long hypocotyl mutant of *Arabidopsis* is deficient in phytochrome B. *Plant Cell* 3:1263-1274.
- Tessier (1983): *Histoire de l'Academie des Sciences de Paris*, pp.133~156

제 24절 적색, 청색 및 근적색광 LED를 이용한 야파가 식물체의 생육 및 광합성에 미치는 영향

1. 서 론

작물이 정상적인 생육을 하기 위해서는 생육에 적당한 환경요인이 필요하다. 환경요인에는 기상환경, 토양환경 및 생물환경이 있지만 시설재배에 있어서는 기상환경을 더욱 중요시하고 있다. 특히 겨울철 하우스 재배시의 시설내에서 작물생장은 피복재를 통해 투과되는 광량, 광질, 및 광조사기간 등에 의해 지배를 받게된다(Bensink, 1971; Klein, 1979; Matsui 등; Noguchi 등, 1978; Wild and Wolf, 1980). 광은 광합성에서 뿐만 아니라 광형태형성(photomorphogenesis)과 광파괴(photodestruction)라는 광생물 물리화학적 현상을 통해 식물생장을 조절하는 절대적인 환경인자로 대부분의 시설재배에 있어서는 자연광에 의존하고 있으며, 다른 환경요인은 인위적인 조절을 하고 있다. 또한 식물의 생장과 발육은 외부환경과 내생 발육프로그램의 상호작용에 의해서 조절되는데, 식물체의 발육을 조절하는 여러 가지 환경요인 중에서 광은 광합성, 계절 또는 주간시간의 감지 및 발육의 형태를 변화시키는 신호로서 중요한 역할을 한다(Chory 등, 1996). 엽록소는 광흡수 스펙트럼에 있어서 660nm의 적색광보다는 450nm의 청색광을 더 많이 흡수하는 것으로 알려져 있으며, 청색광은 형태적으로 식물체의 건전한 생장에 필연적으로 요구되나 적색광은 식물체의 광합성에 관여하고 있다(Okamoto, 1996). LED스광원은 광질의 특이성 때문에 작물의 생장에 많은 영향을 미친다.

따라서 본 연구에서는 적색과장, 청색과장 및 근적색과장을 이용한 야파가 잎들개의 생육과 개화 및 광합성에 미치는 영향을 조사하고, 이를 근거로하여 겨울철 하우스에서 채엽용으로 많이 재배되고 있는 들개의 개화를 지연시키고, 수량을 증대시킬 수 있는 방법을 개발하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 수행하였다.

2. 재료 및 방법

잎들개 1호(영남농업시험장)를 2002년 6월 2일에 16구 플러그 트레이 상토(그린상토, 서울농자재)를 채운 다음 종자를 파종하였다. 성장상의 조건은 주간 10간에서는 25℃, 야간 16시간에서는 15℃로 조절하였으며, 무기양분을 공급하기 위하여 야마자키용액을 조제하여 3일 간격으로 공급하였다. 야파처리는 유료의 잎이 2매 이

상 확보된 6월 18일에 처리를 하였는데, 암기시작 8시간 후 즉 암기의 중간에 10분 동안 Red LED 광, Blue LED 광 및 Far-Red LED 광의 3종류를 이용한 야파와 야간의 완전암으로 처리하였다. 잎의 생육조사는 파종 30일, 60일 후에 채엽하였으며, 120일 후에 최종 생육을 조사하였다. 조사항목은 줄기, 잎 및 뿌리로 구분하여 생체중, 건물중, 및 길이 등을 조사하였다. 채엽 시기별로 잎내의 엽록소 함량은 SPAD meter (SPAD502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 값은 SPAD unit로 상대값을 산정하였다. 채엽시에 상단부에서 완전히 전개한 3번째 잎을 10번씩 처리당 10주씩 3반복으로 평균값을 나타내었다. 광합성율, 기공전도도, 수분증발율, 및 증기압부족량은 portable photosynthesis analyzer (LI-6400, LI-COR, USA)를 이용하여 선단으로부터 전개된 3번째엽을 측정하였다. 처리 80일 후에 처리당 3반복의 평균값으로 나타내었다.

실험결과는 Duncan' 다중검정, 최소유의차(LSD)를 SAS프로그램(6.12, USA), 그림은 Sigma Plot 2000(USA)으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

겨울철 하우스내에서 잎들개 재배시에 가장 문제점은 조기 개화로 인한 수량감소와 품질의 저하이다. 따라서 겨울철 하우스 재배시에 개화를 지연시키고 수량을 증대시키기 위하여 적색, 청색 및 근적색광의 LED light를 이용하여 야간의 중간에 10분간 야파처리한 다음 시중에서 시판되고 있는 등을 활용하기 위한 기초실험을 한 결과는 Table 24.1에서 보는 바와 같다.

초장은 적색광으로 야파를 하였을 때에 청색광과 근 적색광으로 야파하는 것보다 2배 이상 생장이 촉진되었으며, 야파를 하지 않은 암처리는 적색광하에서 성장한 식물체 초장의 약 1/4 정도였다. 줄기의 직경 역시 적색광으로 야파하였을 때에 가장 굵었으며, 청색광으로 야파하는 것이 그 다음으로 좋았으며, 근 적색광으로 야파하는 것이 야간의 완전암보다는 생육이 약간 촉진되었다. 마디수도 줄기의 직경과 유사한 경향이였다. 줄기의 생체중과 건물중도 적색광으로 야파하는 것이 청색광보다 약 2.4배, 근적색광보다는 약 5배, 야간의 완전암보다는 약 10배 가량 더 무거웠다. 줄기의 성장촉진은 적색광으로 야파하는 것이 가장 효과적이었으며, 다음은 청색광이었는데, 근적색광으로 야파하였을 경우에도 야간의 완전암보다는 줄기의 생육이 현저히 증가하였다.

Table 24.1. Effect of red, blue and far-red LED light in the night break on the growth of shoot in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).^{z)}

Light source in night break	Plant height(cm) ^{y)}	Plant diameter (mm)	Stem		
			Node number	Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
Dark	4.6 d ^{x)}	2.02 b	3.2 c	0.210 c	27 c
Red	17.2 a	3.25 a	6.5 a	2.037 a	246 a
Blue	9.4 b	3.21 a	4.9 b	0.840 b	99 b
Far-Red	7.0 c	2.64 ab	3.9 bc	0.408 c	49 bc

^{z)} Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

^{y)} Measured 120 days after sown.

^{x)} Means separation within columns by DMRT, p=0.05.

잎의 생장도 줄기의 생장과 마찬가지로 적색광으로 야파하였을 때에 잎수가 가장 많았으며, 엽면적 및 잎의 생체중과 건물중도 적색광의 야파 효과가 가장 뚜렷하였다(Table 24.2). 엽록소 함량은 적색광과 청색광으로 야파하였을 경우에는 약 33정도로서 유사하였으나, 근적색광의 야파과 야간의 완전암하에서는 절반 정도로 아주 낮았다. 따라서 겨울철 잎들깨의 재배시에 채엽을 목적으로 하는 경우에 개화를 지연시켜서 수량을 증대시키고 품질을 향상시키기 위해서는 야간에 적색등으로 야파를 하는 것이 가장 효과적일 것으로 생각된다.

Table 24.2. Effect of red, blue and far-red LED light in the night break on the growth of shoot in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).^{z)}

Light source in night break	Leaf per plant				Chlorophyll contents (SPAD value)
	Number ^{y)}	Area (cm ²)	Fresh weight (mg)	Dry weight (mg)	
Dark	0.7 c ^{x)}	3.9 c	0.087 c	9 c	14.5 b
Red	4.8 a	153.9 a	2.904 a	312 a	32.9 a
Blue	3.2 b	74.3 b	1.311 b	170 b	33.3 a
Far-Red	1.2 c	7.7 c	0.203 c	29 c	18.2 b

^{z)} Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

^{y)} Measured 120 days after sown.

^{x)} Means separation within columns by DMRT, p=0.05.

광질 처리가 야파 처리후 개화율과 개화에 미치는 영향을 조사한 결과(Fig. 24.1), 야간의 완전암하에서는 약 84% 개화하였으며, 적색광의 야파는 120일 후에까지 전혀 개화하지 않았으며, 청색광 야파는 54%, 근적색광 야파는 94% 개화하였다. 따라서 들깨의 광질을 이용한 개화억제효과는 적색광으로 야파를 하는 것이 가장 효과적이었으며, 다음은 청색광이었는데, 근적색광으로 야파를 하였을 경우에 야간의 완전암보다 개화율이 더 높았다. 그 원인은 들깨의 경우에는 광에 반응하기 위해서는 최소한의 유년기를 거쳐야 하는데, 본 실험에서 야간의 완전암보다는 근 적색광 야파를 하였을 때에 생육이 더 촉진되어서 충분한 성장량이 확보되었기 때문에 개화가 더 촉진되었을 것으로 생각된다.

야파 후 개화에 소요되는 일수를 비교하면 근 적색광으로 야파하였을 때에 가장 빨리 개화하였고 다음은 야간의 완전암이었으며, 청색광으로 야파하면 개화시기가 더욱 지연되었다. 그러나 적색광으로 야파를 하면 처리 120일까지 전혀 개화하지 않았으므로 농가에서 실제적으로 적색광 파장을 이용하여 야파를 한다면 들깨의 개화지연에 의한 생장촉진은 물론 수량도 증대시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

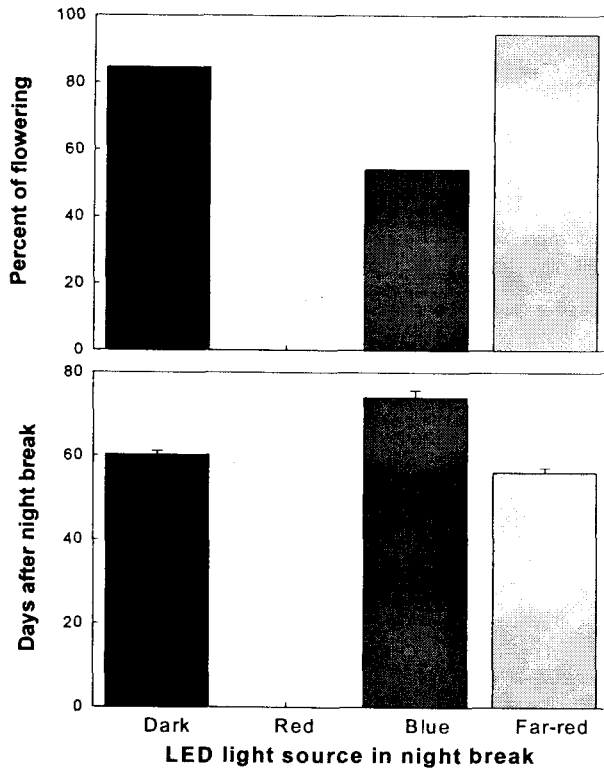


Fig. 24.1. Effect of red, blue and far-red LED light in the night break on the flowering in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

종자의 수와 생체중을 조사한 결과(Table 24.3) 적색광으로 야파하였을 때에는 파종 120일 후에까지 개화하지 않아서 종자가 형성되지 않았으며, 청색광으로 야파하였을 때에 종자수가 가장 많고 무게도 무거웠다. 그러나 조기에 개화하였던 야간의 완전암과 근적색광하에서는 종자의 수도 적고 무게가 가벼웠다. 이러한 원인은 생육의 초기에 암처리를 함으로서 야간의 완전암과 근적색광으로 야파한 식물체는 충분한 영양생장 기관을 확보하기 전에 개화하여 개화수가 감소하였기 때문이며,

청색광으로 야파를 하였을 경우에는 충분한 영양생장을 하여서 개화수가 많아졌기 때문에 종자의 수가 많고 무게가 무거웠다.

뿌리의 생장은 적색광으로 야파하였을 때에 가장 길었는데, 뿌리의 성장정도는 초장의 길이생장과 유사한 경향이었다. 생체중과 건물중도 줄기의 생장과 유사하였는데 들깨의 생장은 광질에 의해서 많은 영향을 받으며, 광질이 줄기와 뿌리의 생장에 미치는 영향은 유사하였다.

Table 24.3. Effect of red, blue and far-red LED light in the night break on the growth of shoot in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).^{z)}

Light source in night break	Seed ^{y)}		Root per plant		
	Number	Fresh weight (g)	Length (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
Dark	2.2 b ^{x)}	7.4 b	8.3 b	0.093 c	14 c
Red	0.0 b	0.0 b	18.5 a	1.256 a	188 a
Blue	30.2 a	72.6 a	15.7 a	0.446 b	98 b
Far-Red	3.1 b	10.5 b	7.0 b	0.124 c	17 c

^{z)} Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

^{y)} Measured 120 days after sown.

^{x)} Means separation within columns by DMRT, p=0.05.

식물체 전체의 생장을 비교하기 위하여 잎과 줄기의 성장량을 비교한 결과 (Table. 24.4), 적색광으로 야파를 하였을 때에 지상부의 생체중이 가장 무거웠는데, 청색광으로 야파를 한 것보다 약 1.7배 정도였으며, 근적색광과 야간의 완전암보다는 약 5.6배 이상으로 지상부의 생장이 촉진되었다. 광질을 다르게 하여 지상부와 비하부의 상대적인 성장량을 비교한 값인 T/R율은 전체적인 생장이 가장 왕성하였던 적색광으로 야파를 하는 것이 531로서 가장 낮았으며, 다음은 두 번째로 생장이 좋은 청색광으로서 898이었으며, 생장이 가장 낮았던 야간의 완전암과 근 적색광으로 야파를 한 경우에는 1100 이상으로서 아주 높았다. 광질에 따른 들깨의 성장양상은 잎, 줄기 및 뿌리의 생장이 촉진될수록 T/R율이 낮은 반면에 일찍 개화하고

생장이 억제되는 조건에서 성장한 식물체의 T/R율은 증가하는 경향이였다.

Table 24.4. Effect of red, blue and far-red LED light in the night break on the growth of shoot in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).²⁾

Light source in Night break	Top dry weight(g)/plant ^{y)}	T/R ratio in dry weight
Dark	133 c	1156.7 a
Red	915 a	531.3 b
Blue	551 b	898.3 ab
Far-Red	196 c	1170.0 a

²⁾ Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

^{y)} Measured 120 days after sown.

^{x)} Means separation within columns by DMRT, p=0.05.

광합성율은 식물체의 생장이 가장 왕성하였던 적색광으로 야파하는 것이 가장 높았으며, 다음으로 생장이 좋았던 청색광이었으며, 근적색광을 이용한 야파와 야간의 완전암하에서 성장한 식물체의 광합성율은 현저히 감소하였다(Fig. 24.2). 광포화점은 거의 차이가 없었는데, 광질에 의한 야파조건에 관계없이 약 $1,000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 유사하였다. 광보상점은 생장이 가장 왕성하였던 적색광 야파시에는 $10 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 으로서 비교적 낮았으나, 청색광, 근적색광 및 야간의 완전암하의 식물체는 약 $30 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 정도로서 약간 높았다.

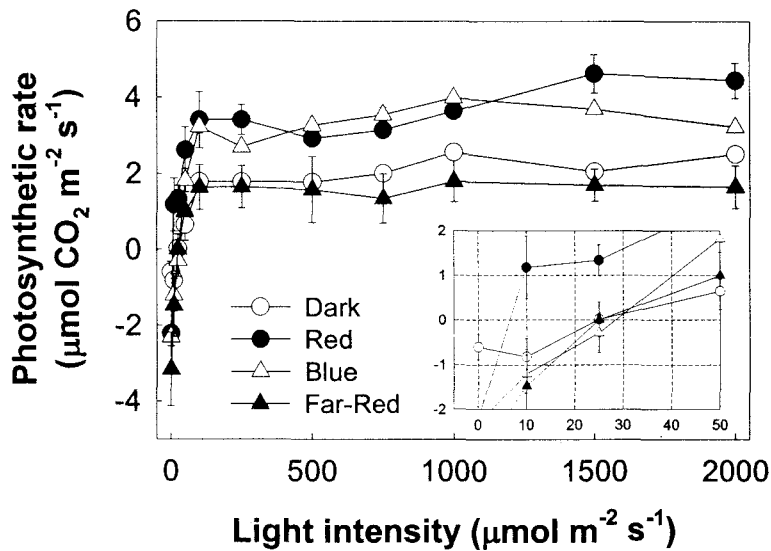


Fig. 24.2. Effect of red, blue and far-red LED light in the night break on the growth of shoot in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

일반 작물에서 광질별 광합성에 대한 보고를 보면 적색광하에서 광합성량이 가장 많다(Balegh와 Biddulph, 1970; Bulley 등, 1969; Clark와 Lister, 1975)고 하였으며 稻田 등(1980)은 광합성의 광질별 차이는 종에 따라서 차이가 있다고 하였다. 인삼의 경우에는 황색광이 백색광이나 적색광에 비하여 광합성율이 높거나(박 등, 1984), 적색광, 황색광, 녹색광의 순으로 광합성율이 높다(육 등, 1984)고 하여 서로 다른 의견을 보였다. 본 실험에서는 생장이 가장 왕성하였던 적색광으로 조사할 때에 광합성율이 가장 높았으며 다음은 청색광 근적색광의 순이었는데, 이러한 결과는 식물체의 생장이 왕성할수록 광합성율도 높다는 것을 확인 할 수 있었다.

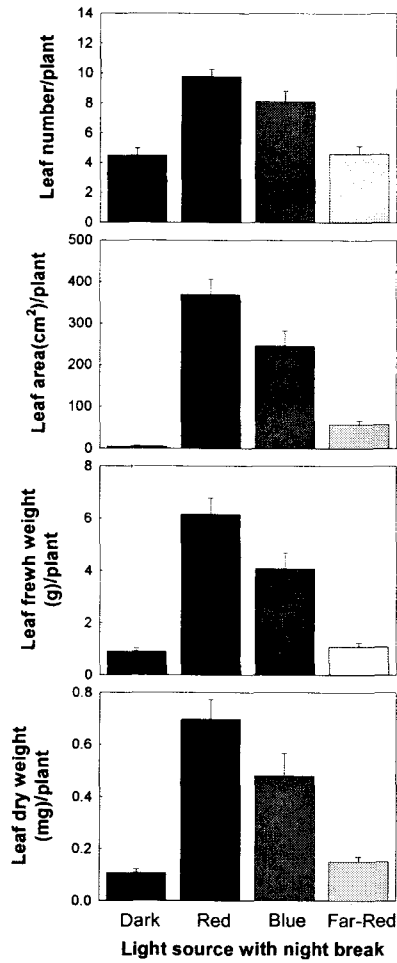


Fig. 24.3. Effect of red, blue and far-red LED light in the night break on the growth of shoot in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

광질별 광도의 차이에 따른 광합성율의 차이는 조도가 낮을 수록 광질간 광합성의 차이가 심하나 광포화점에 도달할수록 그 차이가 적어진다고(稻田 등, 1980)하였으나, 본 실험의 결과 서로 다른 광질을 이용하여 야파한 식물체의 광도별 광합성율을 비교한 결과 $10 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 저광도에서는 적색광하에서 식물체의 광합성율이 가장 높았고, 청색광, 근적색광 및 야간의 완전암하에서 생장한 식물체간에는 차이가 없었다. 그러나 $500 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이상의 고광도에서는 적색광과 청색광이 근적색광과 야간의 완전암보다 현저히 높아서 稻田 등(1980)의 보고와는 상이하였다. 또한 광질을 이용하여 야파를 하였을 경우에는 야파시의 광질에 의한 개화 조절은 물론 주간 광합성율에도 크게 영향을 미치고, 이러한 광합성율의 차이는 생장을 촉진시키는 효과도 상당한 높았다. 이상의 결과에서 비교적 낮은 조도일 경우에는 적색광하에서 광합성율이 높다는 것은 벼(Inada, 1973), 옥수수(Leister 등, 1960), 강남콩(Leister 등, 1960), 토마토(MoCree, 1971) 등에서 작물의 건물생산량이 광합성에 유효한 적색광 혹은 파장이 긴 광질하에서 높다는 보고와 비교하여 볼 때 잎들개의 겨울철 하우스 재배시에 광중단처리도 적색광으로 하는 것이 생장 촉진 효과는 물론 수량증대 효과도 매우 높았다.

4. 적 요

적색과장, 청색과장 및 근적색과장을 이용한 야파가 잎들개의 생육과 개화 및 광합성에 미치는 영향을 조사하고, 이를 근거로하여 겨울철 하우스에서 채엽용으로 많이 재배되고 있는 들개의 개화를 지연시키고, 수량을 증대시킬 수 있는 방법을 개발하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 수행하였다. 줄기의 생장은 적색광으로 야파하는 것이 가장 효과적이었으며, 다음은 청색광이었는데, 근적색광으로 야파하였을 경우에도 야간의 완전암보다는 줄기의 생육이 현저히 증가하였다. 잎수는 적색광으로 야파하였을 때에 가장 많았으며, 엽면적 및 잎의 생체중과 건물중도 적색광의 야파 효과가 가장 뚜렷하였다. 개화율은 적색광으로 야파시에는 야파처리 120일 후에 전혀 개화하지 않았으며, 야간의 완전암하에서는 약 84%, 청색광 야파는 54%, 근적색광 야파는 94% 개화하였다. T/R율은 생장이 가장 왕성하였던 적색광으로 야파를 하는 것이 531로서 가장 낮았으며, 다음은 청색광, 야간의 완전암 및 근적색광으로 야파를 한 경우에 가장 높았다. 광합성율은 적색광으로 야파한 경우에 가장 높았으며 다음은 청색광 근적색광의 순이었다.

5. 참고문헌

- Bagnall, D.J. 1993. light quality and vernalization interact in controlling late flowering in *Arabidopsis* ecotypes and mutants. *Ann. Bot.* 71:75-83.
- Bensink, J. 1971. On the morphogenesis of lettuce leaves in relation to light and temperature, *Moded. Landbouwhogeschool Wageningen.* 71(15):1-91.
- Britz. S.J. and J.C. Sager. 1990. Photomorphogenesis and photoassimilation in soybean and sorghum grown under broad spectrum or blue deficient light sources. *Plant Physiol.* 82:909-915
- Butler. S.J., S.B. Hendricks. and H. W. Siegelman. 1964. Action spectra of phytochrome in vitro. *Photochem. Photobiol.* 3:521-528
- Chory, J., M. Chatterjee, R.K. Cook, T. Elich, C. Fankhauser, J. Li, P. Nagpal, M. Neff, A. Pepper, D. Poole, J. Reed, V. Vitart. 1996. From seed germination to flowering, light controls plant development via the pigment phytochrome. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 93(22):12066-12071.
- Davis, M.H. and S.R. Simmons. 1994. Far-red light reflected from neighbouring vegetation promotes shoot elongation and accelerates flowering in spring barley plants. *Plant. Cell and Environment* 17:829-836.
- Fujiwara, K and T. Kizai. 1995. Physical microenvironment and its effects. In: Akitken-Christi, J., T. Kozai and M.A.L. Smith (eds.) *Automation and environmental control in plant tissue culture.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 342-350.
- Hart, J W. 1998. *Light and plant growth.* Unwin Hyman Ltd., London, pp. 5-9.
- Hoenecke, M.E., R.J. Bula, and T.W. Tibbitts. 1992. Importance of blue photon levels for lettuce seedlings grown under red-light-emitting diodes. *HortScience* 27(5):427-430.
- Klein, R.M. 1979. Reversible effects of green and orange red radiation on plant cell elongation. *Plant Physiol.* 63:114-116.
- Matsui, T., Y. Soojima and H. Eguchi. 1972. Interference of environmental factors with temperature effects on plant growth. III. Light intensity. *Environ. Control in Biol.* 10(4):183-186.

McMahon. M.J., J.E. Kelly, and D.R. Decoteau. 1991. Growth of *Dendranthema x grandiflorum* (Ramat.) Kitamura under various spectral filters. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6):950-954.

Okamoto, K., T. Yanagi, S. Takita, M. Tanaka, T. Higuchi, Y. Ushida, and H. Watanabe. 1996. Development of plant growth apparatus using blue and red LED as artificial light source. Acta Horticulturae 440:111-116.

육성균, 천성기, 이성식. 1984. 해가림방법 개선연구. 인삼연구보고서(재배분야) p. 64-68. 한국인삼연초연구소.

박훈, 윤종혁, 이미경. 1984. 인삼의 물질대사에 관한 연구. 인삼연구보고서 (재배분야) p. 151-160. 한국인삼연초연구소.

Perilleux. C., G. Bernier, and J.M. Kinet.1994. Circadian rhythms and the induction of flowering in the longday grass *Lolium temulentum* L. Plant, Cell and Environment 17:755-761 .

Smith. H. 1982. Light quality. photoperception, and plant strategy. Ann. Rev. Plant Physiol. 44:481-518

Somers. D.E., R.A. Shrarrock, J.M. Tepperman. and P.H Quail. 1991. The hy3 long hypocotyl mutant of Arabidopsis is deficient in phytochrome B. Plant Cell 3:1263-1274.

wild, A. and G. Wolf. 1980. The effect of different light intensities on the frequency and size stomata, the size of cells, the number, size and chlorophyll content of chloroplasts in the mesophyll and the guard cells during the ontogeny of primary leaves of *Sinapsis alba*. Zeitschrift fur Pflanzenphysiologist 97(4):325-342.

제 25절 광질 조절용 전구를 이용한 야과가 잎들개의 개화 및 생육에 미치는 영향

1. 서 론

광은 작물의 생장, 형태형성, 색소형성뿐만 아니라 에너지원 또는 조절인자로서 깊이 관여한다. 광이 광화학적 반응을 일으켜 여러 가지 작용을 나타내는 경우, 반드시 어떤 광수용체에 흡수된 후 반응을 일으킨다. 따라서 광에 반응하는 식물체는 광과장을 적극적으로 이용하여 작물의 생산성을 향상시킬 수 있는 기술의 개발이 필연적이다. 농업에 있어서 광질의 이용은 단순히 광합성을 촉진시키기 위한 에너지원으로 생각하는 것이 아니라, 작물의 생장과 발육을 촉진시킬 수 있는 환경요인의 하나로 생각하여 광질 환경을 제어하므로써 목적으로 하는 기관의 발육을 촉진시킬 수 있어야 한다.

광주기 조절에 의한 식물체의 개화에 관한 연구는 많이 수행되어왔다. 개화를 유도할 수 있는 일장하에서 식물체를 재배하면 개화촉진물질이 합성되고, 그 물질은 생장점으로 이동하여 생장점이 화아분화하여 개화하는 것으로 알려져 있다. 개화촉진은 일장이 결정적인 역할을 하고 있으며, 단일성 식물의 경우에는 야간의 중간에 광을 조사함으로써 개화를 지연시킬 수가 있다. 최근 들어 광질을 이용한 초장의 억제에 관한 연구가 진행되고 있는데(Moe와 Heins, 1990; Rajapakse 등, 1999), 식물종에 따라 그 반응이 다양하지만(Erwin, 1998; Kubota 등, 1996; Myster와 Moe, 1995), R:FR의 비율이 증가하는 조건에서 재배된 식물은 초장은 감소하지만, 마디간격이 줄고, 엽록소의 함량은 증가하였다(Rajapakse와 Kelly, 1992, 1994, 1995). 이러한 결과는 시설내에서 재배된 여러 식물에서 보고된바 있다(Dedoteau 등, 1997; Rajapakse 등, 1998).

따라서 겨울철 잎들개 재배시에는 야간에 야과를 함으로서 생식생장을 억제시키고 영양생장을 촉진시켜서 품질을 향상시키고, 수량을 증대시킬 수 있을 것이다. 그러나 야과 기간중의 광질이 개화에 크게 관여한다는 것이 전보에서 이미 보고하였는데, 과다한 경비소요로 인하여 적색의 LEDs 광을 사용할 수 없었기 때문에 경비를 절감시키고 실제 농가에서 활용하기 위하여 시중에서 판매되고 있는 광질 조절 전구를 사용하여 그 효과를 조사한 다음 실용적으로 활용하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

잎들깨 1호(영남농업시험장)를 2002년 6월 2일에 16구 플러그 트레이에 상토(그린상토, 서울농자재)를 채운다음 종자를 파종하였다. 생장상의 조건은 주간 10간에서는 25℃, 야간 16시간에서는 15℃로 조절하였으며, 무기양분을 공급하기 위하여 야마자키용액을 조제하여 3일 간격으로 공급하였다. 야파처리는 유묘의 잎이 2매 이상 확보된 6월 18일에 처리를 하였는데, 암기시작 8시간 후에 적색등, 청색등 및 삼색등(적색, 청색 및 황색)의 3종류를 이용하여 10분간 야파처리와 야간의 완전암으로 하였다. 잎의 생육조사는 야파처리 30일과 60일 후에 채엽하였으며, 120일 후에 최종 생육을 조사하였다. 조사항목은 줄기, 잎 및 뿌리로 구분하여 생체중, 건물중, 및 길이 등을 조사하였다. 채엽시기별로 잎내의 엽록소 함량은 SPAD meter (SPAD502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 값은 SPAD unit로 상대값을 산정하였다. 채엽시에 상단부에서 완전히 전개한 3번째 잎을 10번씩 처리당 10주씩 3반복으로 평균값을 나타내었다. 광합성율, 기공전도도, 수분증발율, 및 증기압부족량은 portable photosynthesis analyzer (LI-6400, LI-COR, USA)를 이용하여 선단으로부터 완전히 전개된 3번째엽을 측정하였다. 처리 80일 후에 처리당 3반복의 평균값으로 나타내었다.

실험결과는 Duncan' 다중검정, 최소유의차(LSD)를 SAS프로그램(6.12, USA), 그림은 Sigma Plot 2000(USA)으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

이전의 실험에서 LED광을 이용하여 야파처리를 하였을 경우에 광질의 종류에 따라서 식물체의 잎, 줄기 및 뿌리의 생장량에 상당한 차이가 있었다. 그러나 농가에서는 LED 광을 실제적으로 활용할 수 없었기 때문에 시중에서 판매하고 있는 서로 다른 파장을 나타내는 적색등, 청색등 및 삼색등을 구입하여 하루 16시간의 암기간중에서 암시작 8시간 후에 10분 동안 각각의 등으로 야파하였을 때 식물체의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음의 표에서 보는 바와 같다. 초장은 적색등, 청색등 및 삼색등으로 조사하였을 경우에는 차이가 없었으나, 야간의 완전암보다는 신장생장이 현저히 촉진되었다(Table 25.1). 줄기의 직경 역시 3종류의 등으로 야파하였을 경우에 야간 완전암보다 생장이 촉진되었다. 적색등, 청색등 및 삼색등으로 야파를 하였을 경우에 3처리간에 통계적인 유의차는 없었으나 삼색등 야파의

경우에 비대생장이 가장 촉진되었고, 다음은 적색등 및 청색등의 순이었으며, 암조건에서 성장한 식물체의 비대생장은 현저히 억제되었다. 마디수는 초장의 성장과 유사한 결과였다. 줄기의 생체중과 건물중은 삼색등으로 야과하였을 때에 가장 무거웠으며, 적색등 및 청색등의 순으로 생육이 촉진되었다. 따라서 초장의 성장과 줄기직경의 성장을 상호 비교해 보면, 식물체의 성장촉진 효과는 줄기의 신장생장보다는 줄기직경의 성장촉진에 의해서 더 큰 영향을 받는 것으로 생각되었다.

Table 25.1. Effect of light source in the night break on the stem growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Light source in night break	Plant height(cm) ^{y)}	Plant diameter (mm)	Stem		
			Node number	Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
Dark	10.92 b ^{x)}	2.01 b	4.8 a	0.592 c	92 c
Red	33.00 a	4.20 a	7.6 a	3.968 a	500 a
Blue	29.64 a	4.10 a	8.0 a	3.082 b	346 b
Tricolor	29.22 a	4.63 a	7.2 a	4.550 a	586 a

²⁾ Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

^{y)} Measured 120 days after sown.

^{x)} Means separation within columns by DMRT, p=0.05.

겨울철 하우스에서 잎들깨의 재배는 잎의 수량 증대와 고품질의 잎을 대량생산하는데 그 목적을 두고 있다. 일반적으로 식물체의 생장은 생식생장이 촉진되면 영양생장은 억제되는 것으로 알려져 있는데, 들깨의 경우에는 생식생장이 진행되면 더 이상 잎이 형성되지 않으며, 잎의 성장도 멈추기 때문에 더 이상 새로운 잎을 수확할 수 없게 된다. 따라서 채엽을 목적으로 할 경우에는 생식생장은 가능한 억제시키고 영양생장은 촉진시켜야 하는데, 본 실험에서는 시중에서 판매되고 있는 적색등, 청색등 및 삼색등으로서 야과처리 효과를 비교하였다. 적색등과 삼색등은 야과처리 120일 후까지 전혀 개화하지 않았고, 야과를 하지 않은 야간의 완암하에서 성장한 식물체는 조기에 개화하였으며, 청색광하에서는 암보다는 약간 지연되었다.

서로 다른 파장을 발생하는 전구를 이용한 광질 처리가 야과 처리 후 개화율과

개화에 미치는 영향을 조사한 결과(Fig. 25.1), 야간의 완전암하에서는 약 85% 개화하였으며, 적색등과 삼색등을 이용한 야과는 100일 후에까지 전혀 개화하지 않았으며, 청색광을 이용한 야과는 31% 개화하였다. 따라서 들개의 개화억제효과는 적색등 또는 삼색등으로 야과를 하는 것이 가장 효과적이었다. 야과후 개화에 소요되는 일수를 비교하면 야간의 완전암하에서는 야과처리 약 60일 후에 개화하였으며, 청색광으로 야과하면 약 80일 후에 개화하여 개화시기가 지연되으나, 적색광과 삼색광으로 야과를 하면 처리 100일까지 전혀 개화하지 않았다.

따라서 앞 실험의 LED 광을 사용한 야과와 마찬가지로 농가에서 겨울철 하우스 재배시에 적색등이나 삼색등으로 야과를 할 경우에 청색광으로 야과한 것보다 개화를 지연시키고 영양생장을 최대한 억제시킬 수 있었으므로 시중에서 사용되고 있는 특정 파장발생용 전구를 사용한다면 개화를 지연시키고, 수량을 증대시킬 수 있는 방법이 될 수 있을 것이다. 또한 청색등을 사용하였을 때에 야간의 완전암처리보다 식물체당 종자의 수와 생체중이 현저히 증가하였는데, 그 원인은 야간의 완전암하에서 성장한 식물체는 영양생장 기관을 충분히 확보하지 못한 상태에서 조기에 개화하였기 때문에 꽃의 수가 적게 확보된 반면, 청색등하에서는 충분한 영양생장을 확보한 다음에 개화하였으므로 꽃의 수가 많았으며, 결론적으로 종자수가 많고 무게도 무거웠을 것이다. 뿌리의 생장은 삼색등과 적색등으로 야과한 경우에 가장 길었으며, 청색광과 야간의 완전암하에서 성장한 식물체는 가장 짧았다. 뿌리의 생체중과 건물중은 삼색등으로 야과하였을 때에 생육이 가장 촉진되었으며, 다음은 적색등 그리고 청색등의 순이었는데, 야간의 완전암하에서는 생육억제 작용이 더욱 뚜렷하였다. 이러한 결과는 야간의 완전암하에서 성장한 식물체는 영양생장기간을 충분히 확보하지 못한 상태에서 생식생장으로 전환되면서 뿌리의 생장이 억제되었기 때문일 것으로 추측할 수 있다.

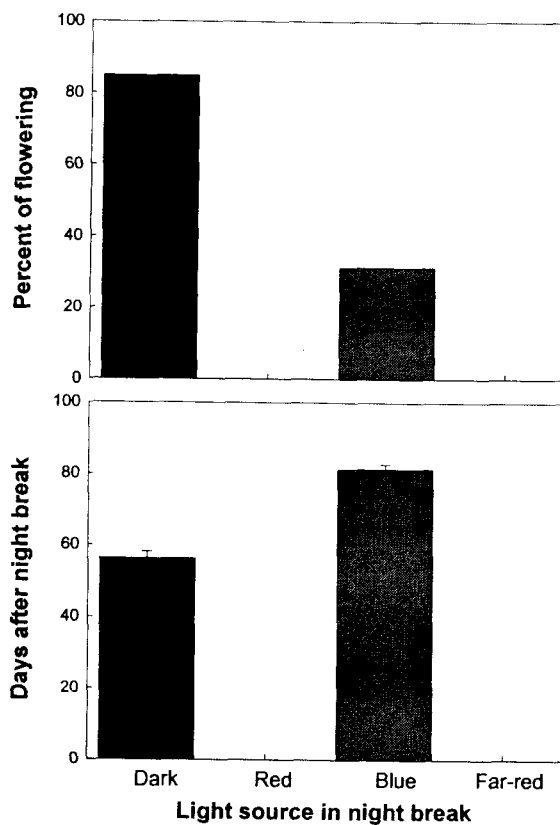


Fig. 25.1. Effect of light source in night break on the flowering in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

Table 25.2. Effect of light source in the light break on the seed and root growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Light source in night break	Seed ^{y)}		Root per plant		
	Number	Fresh weight (mg)	Length (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
Dark	7.6 b ^{x)}	16 b	6.0 b	0.11 b	20 b
Red	0.0 b	0 b	15.4 a	1.80 a	210 a
Blue	47.6 a	238 a	12.3 a	1.34 a	174 a
Tricolor	0.0 b	0 b	15.6 a	1.97 a	252 a

²⁾ Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

^{y)} Measured 120 days after sown.

^{x)} Means separation within columns by DMRT, p=0.05.

식물체당 잎의 생장을 비교한 결과(Fig. 25.2) 야간의 완전암하에서는 60일 이전에 개화하여 그 이후에는 전혀 잎이 형성되지 않았다. 엽수는 야파처리 60 후에는 청색광으로 야파하였을 경우에 가장 많았고, 다음은 삼색등이었으며 적색등으로 야파한 경우에 가장 적었으나, 120일 후에는 적색등과 삼색등으로 야파한 경우에는 비슷하였으나 청색등으로 야파하였을 경우에 가장 적었다. 엽면적도 엽수와 유사한 경향이었는데, 이러한 결과는 광질을 이용한 야파처리는 식물체의 생육 기간중에 생장을 변화시킬 수 있으나, 10분 동안의 짧은 야파처리로서는 잎의 크기에 거의 영향을 미치지 않았다는 것을 알 수 있었다.

엽록소 함량(SPAD value)은 야파처리 60일 후에 엽면적이 가장 적었던 완전암하에서 가장 높았으며, 다음은 삼색등, 적색등 그리고 청색등으로서 삼색등을 제외하면 잎의 생장이 촉진될수록 엽록소의 함량은 감소되는 경향이였다. 그러나 120일 후에는 잎의 생장이 왕성하였던 적색등과 삼색등에서는 엽록소 함량이 가장 높았으나 청색등하에서는 낮았는데, 그 원인이 개화와 관련이 있을 것으로 추측된다.

적색광과 청색광의 상대적인 양에 의해서 엽록소의 함량은 차이가 있는데, 높은 R/T ratio는 엽록소 총합량을 감소시킨다고 하였는데(Kasperbauer, 1988), 야간에 적색광을 이용한 야파에서도 야간의 완전암보다 엽록소 함량이 낮아져서 선행의 연

구와 유사한 경향이였다.

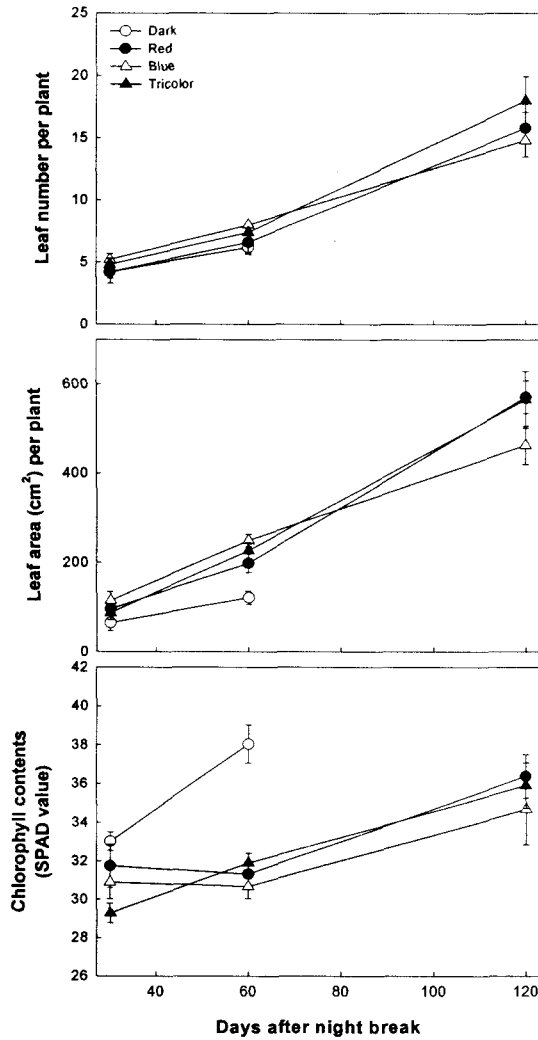


Fig. 25.2. Effect of light source in the night break on the leaf number, area and chlorophyll contents in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

잎의 생체중과 건물중을 비교하면(Fig. 25.3), 대체적으로 엽면적과 유사한 경향이 었으나, 청색광을 조사하였을 때에 120일 후에는 잎의 생육이 현저히 억제되었다.

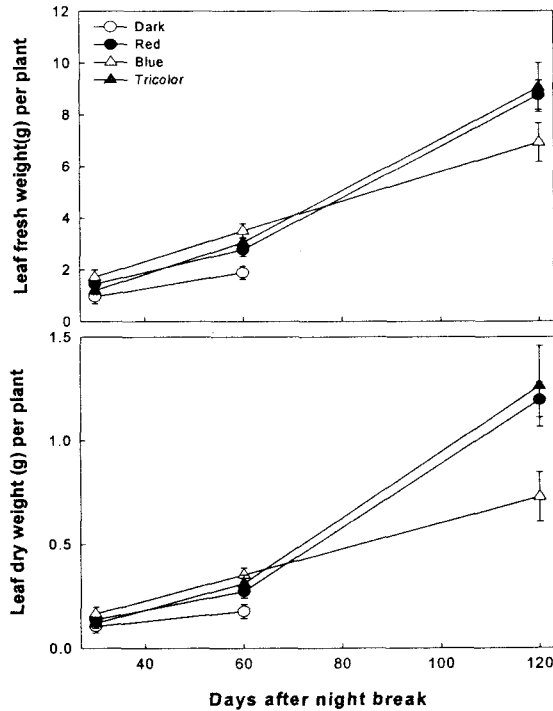


Fig. 25.3. Effect of light source in the night break on the leaf fresh weight and dry weight in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

야파시 서로 다른 파장을 발생하는 등의 종류가 엽형에 미치는 영향을 엽장/엽폭의 비율로서 조사하였다(Fig. 25.4). 일반적으로 소비자들은 엽폭에 비해서 엽장의

길이와 넓이가 길면 품질이 좋지 않은 것으로 평가하고 있다. 그러므로 엽폭/엽장 비율의 값이 낮다는 것은 품질이 좋지 않다는 것을 의미한다. 파종 30일 후에 적색등, 청색등 및 삼색등의 야파가 야간의 완전암하에서 성장한 식물체보다 엽폭/엽장의 비율이 높았다. 60일 후에도 유사한 경향이었는데, 적색등과 청색등의 야파하에서 성장한 식물체의 엽폭/엽장 비율이 가장 높았고, 삼색등은 적색등보다 약간 낮았으며, 조기에 개화한 야간의 완전암하의 식물체는 비율이 가장 낮았기 때문에 전체적으로 엽형이 좋지 않은 것으로 나타났다. 120일 후에는 적색등하에서 비율이 가장 높아져서 엽형이 가장 좋았으며, 삼색등하에서 성장한 식물체가 다음으로 좋았다. 그러나 청색등을 이용한 야파처리에는 60일까지는 엽형이 좋은 것으로 나타났는데, 120일 후에는 엽형이 불량하였다. 그 원인은 일반적으로 들깨가 개화를 시작하면 엽폭이 좁아지고 잎의 끝이 뾰족해지는 경향이 있는데, 청색광하에서는 약 80일 후에 개화를 하였기 때문에 잎이 이러한 형태로 전환되었을 것이다.

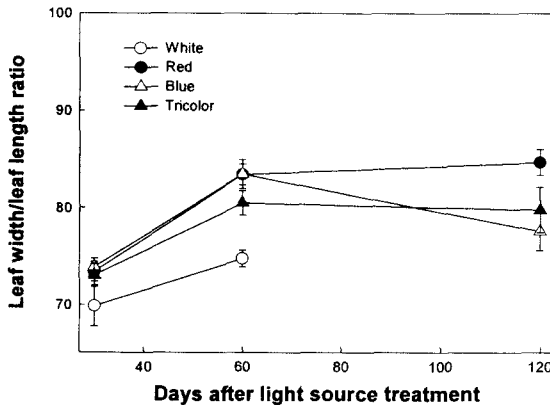


Fig. 25.4. Effect of light source in the night break on the leaf width/leaf length ratio in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours.

야파 처리 80일 후에 광합성율은 조사한 결과(Fig. 25.5), $250 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이상의 광도에서는 적색광으로 야파하였을 때에 가장 높았고 다음은 청색광이었으며, 삼색광하에서 가장 낮았다. 광보상점은 삼색등으로 야파한 경우에는 $20 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이하로서 낮았는데, 적색광과 청색광하에서는 $20 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이상으로서 약간 높은 경향이였다. 광포화점은 적색등, 청색등 및 삼색등 모두에서 $2,000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 까지 광도가 증가할수록 광합성도 높아지는 경향이였다. 들깨는 8월~9월의 맑은 날씨에 포장에서 성장하고 있는 잎의 광포화점은 약 $1,000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이었는데 적색, 청색 및 삼색등으로 야파한 생육상에서 성장식물체의 광포화점이 다른 원인은 생육상의 환경조건과 식물체의 생리적인 상태 등에 기인한 것으로 생각된다.

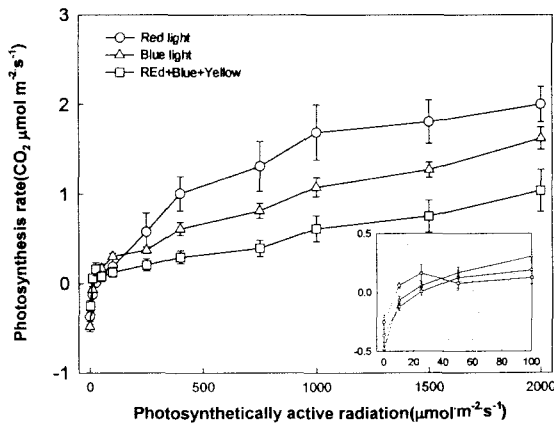


Fig. 25.5. Effect of light source in the night break on the photosynthetic rate in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Plants were sown in June 2, 2002, and then they were cultivated in growth chamber at 25°C in the day of 10 hours and 15°C in the dark of 16 hours. Photosynthesis was measured 80 days after sown.

4. 적 요

야과의 경비를 절감시키고 실제 농가에서 활용하기 위하여 시중에서 판매되고 있는 광질 조절 전구인 적색등, 청색등 및 삼색등을 구입하여 암기의 중간에 10분 동안 야과하였을 때 식물체의 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 초장과 줄기 직경은 적색등, 청색등 및 삼색등으로 조사하였을 경우에 야간의 완전암보다는 신장생장이 현저히 촉진되었다. 줄기의 생체중과 건물중은 삼색등으로 야과하였을 때에 가장 무거웠으며, 적색등 및 청색등의 순으로 생육이 촉진되었다. 적색등과 삼색등을 이용한 야과는 100일 후에까지 전혀 개화하지 않았으며, 야간의 완전암하에서는 약 85%, 청색광 야과는 31% 개화하였다. 야과후 개화에 소요되는 일수는 야간의 완전암하에서는 야과처리 약 60일 후, 청색광 야과는 약 80일 후에 개화하였다. 식물체 당 잎의 수와 엽면적 및 생체중은 적색등과 삼색등으로 야과한 경우에 가장 많았으며, 다음은 청색등 야과 및 야간의 완전암하에서 가장 적었다. 엽폭/엽장의 비율은 파종 30일 후에 적색등, 청색등 및 삼색등의 야과가 야간의 완전암하에서 성장한 식물체보다 더 높았다. 야과 처리 80일 후에 광합성율은 적색광으로 야과하였을 때에 가장 높았고 다음은 청색광이었으며, 삼색광하에서 가장 낮았다. 광보상점은 삼색등으로 야과한 경우에는 $20 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이하로서 낮았는데, 적색광과 청색광하에서는 $20 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이상으로서 약간 높은 경향이였다.

5. 참고문헌

- Decoteau, D.R., J.W. Kelly, and N.C. Rajapakse. 1997. Use of light quality to regulate horticultural crop morphogenesis-The Clemson University photomorphogenesis research program. *Acta Hort.* 435: 131-139
- Erwin, J.E. 1998. Temperature and light effects on stem elongation. *J. Japan. Soc. Hort. Sic.* 67: 1113-1120
- Kaczperski M.P. and A.M. Armitage. 1992. Short-term storage of plug-grown bedding plant seedlings. *HortScience* 27: 798-800
- Kambalapally, V.R. and N.C. Rajapakse. 1998. Influence of spectral filters on the flowering and postharvest performance of Easter lilies. *HortScience* 33: 1028-1029
- Kasperbauer, M.J. and P.G. Hunt. 1994. Shoot/root assimilate allocation and nodulation of *Vigna unguiculata* seedlings as influenced by shoot light environment. *Plant and Soil* 161(1):97-101.
- Khattak, A.M. and S. Pearson. 1997. The effects of light quality and temperature on the growth and development of *Chrysanthemum* cvs. Bright Golden Anne and

Snowdon. Acta Hort. 435:113-121

Kubota, C., N.C. Rajapakse, and R.E. Young. 1996. Low-temperature storage of micropropagated plantlets under selected light environments HortScience 31: 449-452

Lim, K.B., K.C. son, and J.D. Chung. 1996. Influences of DIF on plug seedling's growth and flowering of *Impatiens wallerana*. J. Kor. Soc. Hort. Sic. 37: 796-801

Lim, K.B., K.C. son, and J.D. Chung. 1998. Effects of photosynthesis by different DIF and light intensity regimes on the growth of *Salvia* plug seedlings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39: 610-640.

McMahon, M.J., J.W. Kelly, D.R. Decoteau, R.E. Young, and R. pollock. 1991. Growth of *Dendranthema x grandiflorum* (Ramat.) Kitamura under various spectral filters. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 950-954.

Moe, R, and Heins. 1990. Control of plant morphogenesis and flowering by light quality and temperature. Acta Hort. 272: 81-89.

Myster, J. and R. Moe. 1995. Effect of diurnal temperature and alternations on plant morphology in some greenhouse crops-A mini review. Scientia Hort. 62: 205-215.

Oi, R., N. Arai, Y. Matsuzaki, K. Seino, O. Kohgo, S. Ikado, M. Iwata, and K. Muraka-mi. 1998. photosensitive plastics and their effects on plant growth. Proc. Natl. Agr. plastics Congress 27: 35-40.

Rajapakse, N.C. and J.W. Kelly. 1992. Regulation of chrysanthemum growth by spectral filters. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 481-485.

Rajapakse, N.C. and J.W. Kelly. 1994. Influence of spectral filters on growth and postharvest Quality of potted miniature roses. Scientia Hort. 56: 245-255.

Rajapakse, N.C., R.E. Young, and R. Oi. 1998. plant growth regulation photosensitive greenhouse covers. Proc. Natl. Agr. Plastics Congr. 27: 23-29.

Rajapakse, N.C., R.E. Young, M.J. McMahon, and R. Oi. 1999. plant height control by photosensitive filters: Current status and future prospects. HortTechnology 9: 618-624.

제 26절 무기원소 처리가 식물체의 생육 및 광합성에 미치는 영향

1. 서 언

최근 시설원예에 있어서 잎들깨의 재배면적이 확대 보급되면서 전국적으로 그 수요가 안정되어 있는 겨울철 하우스내에서 잎들깨의 재배 실용화를 위한 다양한 실험과 연구를 수행하였다. 겨울철 하우스 재배시에 중요한 요인은 재배 시스템, 시설내 환경관리 그리고 시비방법을 들 수 있다. 그 중에서도 시비시에 무기원소의 적정 공급은 가장 중요한 요소로서 작물과 품종별 양액의 조성 및 농도의 합리적인 관리여부가 재배의 승패를 좌우하게 된다. 겨울철 하우스 재배시에 공급할 수 있는 이온농도를 조절하는데는 작물의 종류, 생육단계, 기상조건, 작형, 및 토양 조건에 따라서 양액의 공급방법에 따라 차이가 있으며, 양액내에서 이온균형을 이루어 전기적으로 중성을 지키려는 식물자체의 적응특성을 고려한 이온농도의 조절이 요구된다(Clark, 1982; Keltjens, 1981; 高野, 1987). 따라서 겨울철에 식물체의 개화를 지연시키기 위해서 영양생장을 촉진시키고 생식생장을 억제해야하는 잎들깨의 경우 특별한 영양관리가 필요하다.

겨울철 하우스내에서 들깨의 성장에 필요한 유기 및 무기염류를 공급하면서 채엽수확의 상관관계를 알아보기 위해 이들 성분의 일정농도에 대한 성장속도와 채엽수확과의 관계를 정확하게 설정하는데 많은 어려움이 따른다. 즉, 관수에 의한 토양의 유실과 이로 인한 화학성분 영양성분의 이탈이 심하여 성장에 직접영향을 미치는 유기물질과 무기물의 상관관계는 정확하게 도출하기 어렵다. 따라서 유기물질과 무기염류의 농도를 정확하게 유지하면서 들깨의 성장과 채엽 수확과의 관계를 알아보기 위하여 16구 트레이에서 무기원소의 종류 및 농도에 관한 실험을 실시하였다.

따라서 본 연구에서는 겨울철 하우스 재배 잎들깨에 대한 일련의 무기원소 공급농도 시험을 통해 잎들깨 재배에 있어서 가장 기초가 되는 배양액의 이온농도에 따른 생장과 발육반응 및 광합성율을 조사하여 효율적인 관리 방법을 확립하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 공시품종은 잎들깨 1호로서 영남농업시험장으로부터 분양받아

서 2000년 10월 26일에 16구 플러그 트레이에 상토(vermiculite)를 채운다음 종자를 파종하였다. 이때 육묘장의 온도는 낮에는 기온을 30℃ 이상 초과하지 않게 개폐기로서 조절하였으며, 밤에는 15℃이하로 내려가지 보온하였다.

무기이온의 처리는 야마자키 양액의 다량원소와 미량원소를 0, 0.5, 1.0 및 2배로 조절하여 무기이온의 농도 효과를 조사하였다. 또한 야마자키 용액중의 P, K, Ca, 및 Mg의 농도를 0, 0.5, 1.5와 2.0로 조절하여 3일 간격으로 관주하여 각각 원소의 효과를 조사하였다. 처리방법은 각 이온을 처리농도별로 조절한 다음 pH 5.5~5.8로 조정하여 3일 간격으로 각 포트당 1ℓ씩 관주한다. 생육 조사는 처리 후 15일 간격으로 생체중, 건물중, 엽록소, 광합성, 초장, 경직경, 경중, 마디수, 엽수, 엽면적, 엽중, 근장, 근중 등을 조사하였다. 건물중은 75℃ dry oven에서 3일간 건조 후 무게를 측정하였다. 엽록소 함량은 SPAD meter (SPAD502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 값은 SPAD unit로 상대값을 산정하였다. 측정방법은 각 처리당 5주를 선정하여 최상위 엽부터 조사 처리당 5주씩 3반복으로 평균값을 나타내었다. 광합성을, 기공전도도, 수분증발을, 및 증기압부족량은 portable photosynthesis analyzer (LI-6400, LI-COR, USA)를 이용하여 선단으로부터 완전히 전개된 3번째 엽을 측정하였다. 처리 80일 후에 처리당 3반복의 평균값으로 나타내었다.

실험결과는 Duncan' 다중검정, 최소유의차(LSD)를 SAS프로그램(6.12, USA), 그림은 Sigma Plot 2000(graphic, USA)으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 무기원소의 농도 효과

식물체의 생육을 촉진시키고 수량을 증대시키기 위해서는 우량건전묘의 생산이 무엇보다도 중요하기 때문에 우리 조상들을 예로부터 “묘농사가 반농사다”라고 하였다. 또한 식물체는 생육의 시기에 따라서 요구하는 무기원소의 농도가 다른 것으로 보고되고 있기 때문에 유묘기에는 성숙기의 식물체에 공급하여야하는 무기원소의 절반을 공급하여야한다는 보고도 있다. 따라서 본 실험에서는 비료의 공급효율을 높이고 들깨 재배의 유묘기에 최적 무기원소의 양을 조사하기 위하여 원예작물의 영양공급원으로 많이 사용되고 있는 야마자키 양액의 농도를 0, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0배로 조절하여 식물체의 생육 및 광합성의 특성을 구명하였다.

초장과 경직경은 1.5배까지 농도가 높을수록 생육이 현저히 촉진되었으며, 농도의 절반인 0.5배액을 공급하였을 때에는 1.0과 1.5배에 비하여 생육이 감소하였다 (Table 26.1). 마디수와 잎수는 0.5배 이상의 농도에서는 차이가 거의 없었다. 엽면적은 농도간의 차이가 현저하여 무처리와 0.5배의 농도간에는 약 2.9배, 0.5배와 1.0 배 사이에는 약 1.5배의 차이가 있었다. 또한 2배의 농도로 시비하였을 경우에는 1.0배 시비구보다 약 1.5배 증가하였다. 식물체당 잎수는 0.5배 이상의 농도로 시비하였을 경우에 차이가 거의 없었다(Table 26.2). 그러나 엽면적은 무기원소의 농도가 높을수록 현저히 증가하였는데, 그 원인은 잎 하나당 엽면적의 증가 때문이었다. 식물체의 생체중은 잎, 줄기, 뿌리 및 총 생체중이 야마자키의 표준용액(1.0배)를 시비하였을 때보다 1.6배 이상 증가하였다.

Table 26.1. Effect of strength of ionic salts in Yamajaki's culture solution on shoot, leaf and root growth of perilla(*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)^{z)}.

Strength of ionic salts	Plant length (cm)	Shoot diameter (mm)	Node number	Leaf number	Leaf area (cm ²)	Root length (cm)
0.0	4.5 c ^{y)}	2.15 c	5.2 b	4.8 c	15.35 e	22.3 b
0.5	8.2 b	2.57 bc	6.0 b	8.4 a	44.79 d	22.9 b
1.0	9.1 b	2.75 b	6.0 b	8.0 ab	70.54 c	22.1 b
1.5	10.6 a	3.45 a	5.6 b	7.0 b	89.65 b	25.9 a
2.0	10.2 a	3.52 a	7.0 a	8.0 ab	133.35 a	20.9 b

^{z)} Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

Table 26.2. Effect of strength of ionic salts in Yamajaki's culture solution on the fresh and dry weight per plant of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Strength of ionic salts	Fresh weight (mg) per plant				Dry weight (mg) per plant			
	Shoot	Leaf	Root	Total	Shoot	Leaf	Root	Total
0.0	164 d ^{y)}	362 d	724 d	1250 e	25.6 c	92.6 e	120.8 c	239.0 e
0.5	374 c	964 c	2270 c	3608 d	60.0 b	238.6 d	217.0 b	515.6 d
1.0	560 b	1538 b	2696 b	4794 c	81.6 b	331.0 c	255.0 b	667.6 c
1.5	896 a	1784 b	3550 a	6230 b	127.4 a	447.0 b	313.0 a	887.4 b
2.0	1016 a	3436 a	3436 a	7888 a	145.0 a	558.6 a	357.2 a	1060.8 a

²⁾ Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

엽록소의 함량은 엽의 위치에 관계없이 농도가 높을수록 증가하였다. 잎 뒷면의 L값은 1.5배의 농도에서 가장 명도가 밝았으나, 고농도인 2.0배에서는 오히려 흑색을 나타내었다. 적색에서 녹색을 나타내는 a값은 무기원소를 첨가하지 않은 대조구에서 -12.0으로서 적색이 가장 강하였고, 농도가 높을수록 감소하여 녹색에 가까웠다. 황색에서 청색을 나타내는 b값은 0.5와 1.5배 사이의 농도에서는 차이가 거의 없었으나, 무처리구와 2.0의 고농도에서 값이 가장 낮아 청색이 강하였다.

Table 26.3. Effect of strength of ionic salts in Yamajaki's culture solution on chlorophyll value in different leaf position, L, a, and b value of perilla(*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Strength of ionic salts	Chlorophyll value (SPAD value) at leaf position			L value	a value	b value
	Upper	Middle	Lower			
0.0	25.9 b ^{y)}	21.1 c	17.2 c	45.1 ab	-12.0 a	24.1 cd
0.5	22.5 b	21.2 c	15.8 c	45.4 ab	-15.0 b	28.1 b
1.0	25.7 b	26.9 ab	23.3 b	43.9 b	-15.6 b	26.8 bc
1.5	23.7 b	23.8 bc	21.2 bc	47.3 a	-15.3 b	32.1 a
2.0	31.7 a	29.4 a	30.3 a	40.6 c	-16.0 b	23.0 d

²⁾ Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

무기원소의 농도에 따른 식물체의 광합성율과 기공전도도는 2.0배까지 높을수록 증가하였다(Fig. 26.1). 세포간극내 CO₂의 농도는 생육이 양호하였던 1.5배에서 가장 낮았고, 0.5와 1.0배에서 가장 높았으며, 생육이 가장 불량하였던 무기원소 무처리와 2.0배 처리구간에는 거의 차이가 없었다. 일반적으로 광합성의 활성이 높으면 세포간극내에 CO₂의 농도가 낮아지는 것이 보편적인 현상이나 본 연구에서는 광합성율이 낮아서 생육이 억제되었던 무기원소 무처리구와 생육이 비교적 왕성하였던 2.0 배간에 차이가 없었던 것은 기공의 구조, 기공개폐 등에 관한 연구를 수행한다면 밝혀질 수 있을 것으로 생각된다. 증발율은 광합성율의 상승과 함께 증가하였는데, 이는 기공의 개폐와 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다. 증기압부족량은 동일 식물체에서 광도가 증가하면 광합성율이 증가되는 것으로 나타났으나, 무기원소를 이용한 실험에서는 광합성이 왕성할수록 증기압 부족량이 감소하였다. 이러한 결과는 동일한 식물체에서 광이 제한 요인이 되었을 때와 무기원소가 제한 요인이 되어 생육이 억제될 때와는 기공의 개폐, 기공의 크기, 세포내에서 생리활성의 정도 등이 원인이 되었을 것으로 생각되었다.

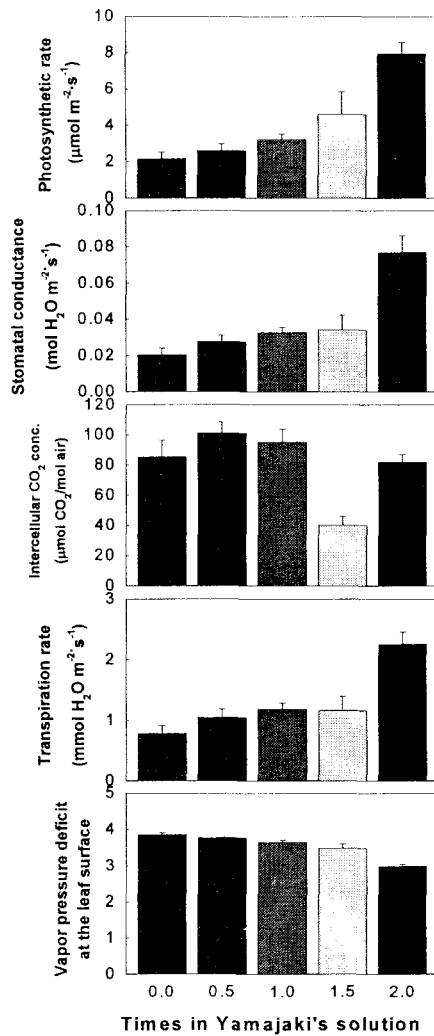


Fig. 26.1. Effect of strength of ionic salts in Yamajaki's culture solution on photosynthesis of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

나. P의 효과

인산의 농도가 식물체의 생육에 미치는 영향을 검토하기 위하여 야마자키 양액내의 인산의 농도를 0, 0.5, 1.0, 1.5 및 2배로 조절하여 식물체에 시비한 후 생육을 조사한 결과는 Table 26.4, 26.5, 26.6에서 보는 바와 같다. 초장, 경직경, 마디수 및 엽면적은 1.5배까지 농도가 증가할수록 현저히 촉진되었으나 1.5배와 2.0배의 농도간에는 차이가 없었다. 총 생체중은 농도가 높을수록 증가하였는데, 줄기와 잎에서의 생체중은 1배의 농도를 처리하였을 때 0.5배에서보다 낮았으나 뿌리에서는 0.5배의 농도보다 높았기 때문에 총 생체중이 증가하였다. 지상부와 지하부의 기관별로 생체중의 차이가 있었던 원인은 인산의 농도에 따라서 광합성산물의 이동과 밀접한 관계가 있었을 것으로 추측된다.

Table 26.4. Effect of strength of phosphate in Yamajaki's culture solution on shoot, leaf and root growth of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Strength of phosphate	Plant height(cm)	Shoot diameter (mm)	Node number	Leaf number	Leaf area (cm ²)	Root length (cm)
0.0	3.4 c ^{y)}	2.08 c	4.0 c	4.8 b	11.6 d	18.3 b
0.5	8.8 b	2.75 b	6.0 b	7.8 a	89.4 b	20.5 b
1.0	9.1 b	2.75 b	6.0 b	8.0 a	70.5 c	22.1 ab
1.5	10.8 a	3.24 a	6.8 ab	8.4 a	106.5 a	29.6 a
2.0	11.2 a	3.20 a	7.0 a	9.0 a	104.0 ab	28.4 a

²⁾ Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

Table 26.5. Effect of strength of phosphate in Yamajaki's culture solution on the fresh and dry weight per plant of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Strength of phosphate	Fresh weight (mg/plant)				Dry weight (mg/plant)			
	Shoot	Leaf	Root	Total	Shoot	Leaf	Root	Total
0.0	123 c ^{y)}	341 c	368 c	832 c	15.8 d	55 d	42 c	113 d
0.5	650 b	1839 b	2243 b	4732 b	104.2 b	387 bc	276 ab	767 bc
1.0	560 b	1538 b	2696 ab	4794 b	81.6 b	331 c	255 b	668 c
1.5	917 a	2207 a	2754 a	5878 a	125.6 a	482 a	307 a	915 a
2.0	907 a	2197 a	2391 ab	5495 ab	119.4 ab	426 ab	315 a	861 ab

²⁾ Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

잎의 착생부위에 따른 엽록소의 함량은 상위엽의 경우에는 0.5배의 농도에서 가장 높았으며, 중위엽과 하위엽에서는 차이가 없었다. 잎 뒷면의 L값(lightness; black=0, white=100), a값(red-green; +100~-80), b값(yellow-blue; +70~-70)을 비교한 결과, L값은 1.0배에서 43.9로서 명도가 가장 높았고, 0.5, 1.5 및 2.0배에서는 차이가 없었으며, 인산을 첨가하지 않았을 때에 명도가 가장 낮았다. a값은 인산이 전혀 첨가되지 않았을 경우에 가장 높게 나타나 적색의 강도가 가장 높았으며, 인산의 농도가 높을수록 감소하여 고농도에서 진한 녹색을 띠었다. 황색에서 청색을 나타내는 b값은 1.0배에서 황색의 정도가 가장 진하였고 인산이 첨가되지 않은 구에서 청색이 가장 진한 것으로 나타났다. 인산의 농도에 따른 식물의 색변화는 농도가 너무 진하거나 낮을 경우에 강하게 나타나는 경향이 있었다.

Table 26.6. Effect of strength of phosphate in Yamajaki's culture solution on chlorophyll value in different leaf position, L, a, and b value of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Strength of phosphate	Chlorophyll value (SPAD value)			L value	a value	b value
	at leaf position					
	Upper	Middle	Lower			
0.0	28.6 c ^{y)}	28.5 a	24.4 a	35.1 c	-10.6 a	17.4 b
0.5	35.4 a	32.8 a	21.2 a	39.9 b	-15.5 b	20.3 b
1.0	25.7 c	26.9 a	23.3 a	43.9 a	-15.6 b	26.8 a
1.5	31.9 b	28.4 a	22.9 a	39.6 b	-15.8 b	21.9 b
2.0	32.1 b	30.7 a	24.1 a	41.2 b	-16.2 b	22.3 ab

²⁾ Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

인산의 농도에 따른 광합성율은 식물체의 생장이 가장 왕성하였던 1.5배의 농도에서 가장 높았고, 생육이 가장 저조하였던 무첨가구에서는 0.2정도로서 외관상으로는 광합성이 거의 일어나지 않는 것으로 나타났다. 기공전도도는 광합성율이 높을 경우에는 증가하고 낮을 경우에는 감소하여 광합성율과 유사한 경향을 나타내었다. 세포간극내에 CO₂의 농도는 무처리구에서 250 μmol CO₂/mol air으로서 현저히 높았고, 광합성이 왕성하였던 0.5 ~ 1.5배구에서는 100 μmol CO₂/mol air 이하로서 낮았으며, 2배의 농도에서는 약간 높았다. 이러한 결과는 식물체가 광합성을 하기 위해서는 이산화탄소를 필요로 하고, 광합성이 왕성할 때에는 세포간극내의 이산화탄소의 소모량이 증가하기 때문에 잔존하는 CO₂의 양이 감소한 것으로 생각된다. 증발율도 광합성과 유사한 경향으로서 광합성이 왕성한 인산의 농도에서는 증발율이 높았고 낮은 조건에서는 낮았는데, 이러한 원인은 식물체가 광합성을 하기 위해서는 기공을 열고, 기공이 열리면 CO₂의 흡수량이 많아지는 것과 동시에 기공을 통한 증발량도 많아진다는 것을 의미한다. 공기가 수증기를 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압부족량은 1.0배의 농도에서 현저히 감소하였고, 나머지 농도에서는 높게 나타나 수증기의 증발이 많이 일어날 수 있는 조건이었다.

Brown(1978)과 Ryle and Hesketh(1969)도 옥수수, 목화, 콩 등의 작물에서 질소가 결핍되면 광합성능력이 떨어진다고 하였는데, 이는 mesophyll resistance가 증가하여 CO₂가 정상적으로 공급되지 못하였기 때문이라고 하였다. K와 P의 결핍과 광합성능력 감소에 관한 Terry와 Ulrich(1973a, 1973b)의 보고에 의하면 K 및 P가 부족하면 먼저 mesophyll resistance가 증가하고 다음에 기공저항이 증가하여 결국 광합성능력이 감소한다고 한다. Longstreth 와 Nobel(1976)도 목화 잎에서 N, P 및 K 결핍은 광합성능력을 저하시킨다고 하였다. 본 실험에서도 P를 전혀 공급하지 않았을 경우에는 광합성량이 현저히 억제되었으며, 인산의 농도가 표준용액의 1.5배까지 높을수록 광합성율은 증가하여, 인산이 결핍되면 광합성율이 감소한다는 선행의 연구와 일치하는 경향이였다.

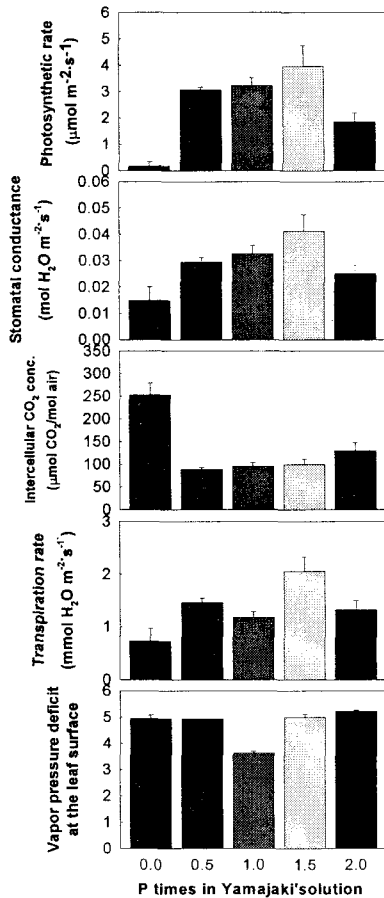


Fig. 26.2. Effect of phosphate on photosynthesis, stomatal conductance, intercellular CO₂ concentration, transpiration rate, and vapor pressure deficit in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

다. Ca의 농도가 유식물체의 생육 및 광합성에 미치는 영향

Ca처리 농도가 들깨 유묘의 생장에 미치는 영향을 조사한 결과, 초장, 경직경 및 마디수는 표준액보다 2.0배까지 농도가 높을수록 증가하였다(Table 26.7). 2.0배의 농도로 시비하였을 때에 표준액으로 시비한 것보다 초장은 약 1.6배, 경직경은 1.2배 정도 증가하였다. 엽수는 Ca를 시비하지 않았을 경우에는 현저히 감소하였고, 0.5배 이상의 농도에서는 통계적인 유의차는 없었으나, 농도가 높을수록 엽면적이 현저히 증가하는 경향이였다. 특히, 표준농도인 1.0배보다 2.0배에서는 엽면적이 2.3배 증가하였고, 무처리에서는 표준구보다 3.9배 감소하여 Ca의 농도가 엽면적과 아주 밀접하게 연관되어 있다는 것을 알 수 있었다.

Table 26.7. Effect of strength of calcium in Yamajaki's culture solution on shoot, leaf and root growth of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Strength of calcium	Shoot length (cm)	Shoot diameter (mm)	Node number	Leaf number	Leaf area (cm ²)	Root length (cm)
0.0	3.4 d ^{y)}	2.29 c	5.3 d	6.0 b	18.20 e	21.8 c
0.5	9.9 c	2.96 ab	6.2 bc	9.2 a	91.79 c	28.6 ab
1.0	9.1 c	2.75 b	6.0 c	8.0 a	70.54 d	22.1 c
1.5	11.4 b	3.35 a	7.0 a	8.6 a	117.41 b	25.3 bc
2.0	14.9 a	3.32 a	6.8 ab	8.4 a	165.23	31.5 a

²⁾ Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

식물체의 총 생체중 역시 농도가 높을수록 증가하였는데, 1.0배의 표준구에서는 4,794g 이었으나 2.0배의 농도에서는 8,556g으로서 표준구보다 약 1.8배가 증가하였다(Table 26.8.) 그러나 Ca 무처리는 표준구보다 6배 정도 감소하였다. 2.0배의 Ca를 처리하였을 때에 표준구보다 식물체의 각 부위별 증가정도를 보면, 줄기는 2.7배, 잎은 2.1배, 뿌리는 1.4배로 증가하였다. 또한 Ca를 전혀 처리하지 않았을 경우에는 표준구에 비하여 줄기는 4.1배, 잎은 4.0배 및 뿌리는 10.1배로 감소하였다. 따

라서 Ca의 농도가 높을 경우에는 줄기의 생육이 가장 촉진되었으나, Ca가 겹핍되면 뿌리의 생육이 가장 억제되는 것으로 나타났다. 건물중도 생체중과 유사한 경향이였다.

Table 26.8. Effect of strength of calcium in Yamajaki's culture solution on plant growth of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Strength of calcium	Fresh weight (mg/plant)				Dry weight (mg/plant)			
	Shoot	Leaf	Root	Total	Shoot	Leaf	Root	Total
0.0	135.0 e ^{y)}	387.5 e	267.5 d	790.0 d	15.5 d	54.5 d	42.8 d	112.8 d
0.5	680.0 c	2102.0 c	2522.0 c	5304.0 c	99.6 c	377.4 c	308.2 c	785.2 c
1.0	560.0 d	1538.0 d	2696.0 c	4794.0 c	81.6 c	331.0 c	255.0 c	667.6 c
1.5	982.0 b	2560.0 b	3302.0 b	6844.0 b	138.6 b	475.4 b	416.0 b	1030.0 b
2.0	1502.0 a	3278.0 a	3776.0 a	8556.0 a	214.8 a	707.8 a	518.6 a	1441.2 a

²⁾ Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

잎의 위치별로 엽록소의 함량을 조사한 결과(Table 26.9), 상위엽에서는 뚜렷한 경향을 볼 수 없었으며, 중위엽은 고농도에서 높았고, 하위엽에서는 0.5와 1.5배에서 가장 높았다. 밝음 정도를 나타내는 L값은 1.0배에서 가장 높았으며, 1.5배에서 가장 검은색으로 나타났다. 들깨 품질의 특성을 나타내는 적색의 a값은 모두 음(-)의 값으로서 적색보다는 강한 녹색을 나타내었으며, 0.5배의 농도에서 적색이 가장 강하였으며, 2.0배의 농도일수록 녹색이 강하였다. 황색을 나타내는 b값은 1.0배의 농도에서 26.8로서 가장 강한 황색이었으며, 다른 농도간에는 거의 차이가 없었다.

Table 26.9. Effect of strength of calcium in Yamajaki's culture solution on chlorophyll value in different leaf position, L, a, and b value of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)^{z)}.

Strength of calcium	Chlorophyll value (SPAD value)					
	at leaf position			L value	a value	b value
	Upper	Middle	Lower			
0.0	27.2 cd ^{y)}	20.8 c	23.3 b	42.0 ab	-15.0 ab	21.0 b
0.5	34.3 a	30.1 ab	31.8 a	38.2 c	-14.8 a	18.7 c
1.0	25.7 d	26.9 b	23.3 b	43.9 a	-15.6 ab	26.8 a
1.5	29.8 bc	33.9 a	30.4 a	39.5 c	-15.7 ab	21.8 b
2.0	31.8 ab	31.4 a	22.9 b	40.6 bc	-16.2 b	22.9 b

^{z)} Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

Ca의 시비 농도가 들깨 유묘의 광합성에 미치는 영향을 조사한 결과(Fig. 26.3), 광합성량은 농도가 높을수록 증가하는 경향이었으나, 1.0배에서 약간 감소하였다. 기공전도도는 1.5배까지는 증가하였으나, 2.0배에서는 광합성과는 달리 감소하였다. 세포간극내 CO₂의 농도는 광합성율이 가장 낮았던 Ca 무처리구에서 가장 높았으며, Ca의 농도가 높을수록 감소하였다. 이러한 결과는 식물체가 광합성을 하기 위해서는 이산화탄소를 필요로하고, 광합성이 왕성할 때에는 세포간극내의 이산화탄소의 소모량이 증가하기 때문에 잔존하는 양이 감소한 것으로 생각된다. 수분 증발율도 광합성과 유사한 경향으로서 광합성이 왕성한 칼슘의 농도에서는 증발율이 높았고 낮은 조건에서는 낮았는데, 이러한 원인은 식물체가 광합성을 하기 위해서는 기공을 열고, 기공이 열리면 CO₂의 흡수량이 많아지는 것과 동시에 기공을 통한 증발량도 많아진다는 것을 의미한다. 공기가 수증기를 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압부족량은 1.0배의 농도에서 현저히 증가하였으며, 광합성이 왕성하던 1.5배와 2.0배의 고농도에서는 오히려 감소하여, 상대적으로 생육이 감소되었던 1.0배와 무처리구에서 수증기의 증발이 많이 일어날 수 있는 조건이었다.

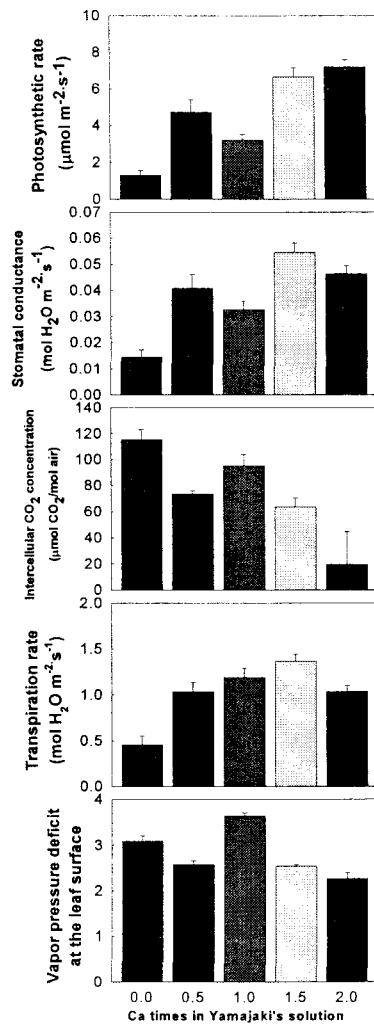


Fig. 26.3. Effect of calcium concentration on photosynthesis, stomatal conductance, intercellular CO_2 concentration, transpiration rate, and vapor pressure deficit in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

라. K의 농도가 식물체의 생육 및 광합성에 미치는 영향

칼리의 농도처리가 들깨 유묘의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 초장은 1.5배의 농도에서 가장 길었으며, 무처리와 1.0배의 농도간에는 차이가 없었다(Table 26.10). 마디수와 엽수도 칼리의 농도간에 차이가 없었다. 엽면적은 칼리의 농도가 높을수록 증가하였는데, 표준농도에 비하여 2배의 농도에서는 2.1배 증가하였고, 칼리 무처리는 1.2배 감소하여 K의 결핍에 의한 잎의 생육 억제작용은 낮았다.

Table 26.10. Effect of strength of potassium in Yamajaki's culture solution on shoot, leaf and root growth of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)^{z)}.

Strength of potassium	Shoot length (cm)	Shoot diameter (mm)	Node number	Leaf number	Leaf area (cm ²)	Root length (cm)
0.0	8.2 b ^{y)}	2.72 b	6.4 a	8.4 a	57.47 c	23.7 a
0.5	9.0 b	3.55 a	6.6 a	8.4 a	94.27 b	21.5 a
1.0	9.1 b	2.75 b	6.0 a	8.0 a	70.54 c	22.1 a
1.5	19.9 a	3.02 b	6.8 a	8.8 a	102.98 b	26.0 a
2.0	12.7 a	3.66 a	6.6 a	8.0 a	149.45 a	25.0 a

^{z)} Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

식물체당 생체중을 비교하여 보면(Table 26.11), K의 처리농도가 높을수록 총 생체중은 증가하였으며, 표준 농도에 비하여 2배의 고농도를 처리하였을 때, 줄기는 약 2.37배, 잎은 2배, 뿌리는 1.4배 증가하여, K의 농도를 증가시킬수록 줄기의 생장이 가장 촉진되었고 다음은 잎, 뿌리의 순이었다. 건물중을 비교한 결과, 잎과 줄기의 생장촉진효과는 유사한 경향이었으나, 뿌리는 표준처리구에 비하여 2배의 고농도로 처리하였을 때에 약 1.9배로서 줄기의 1.4배보다 높았으므로 뿌리에 광합성 산물의 축적이 상대적으로 많았다는 것을 알 수 있었다.

Table 26.11. Effect of strength of potassium in Yamajaki's culture solution on plant growth of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)^{z)}.

Strength of potassium	Fresh weight (mg/plant)				Dry weight (mg/plant)			
	Shoot	Leaf	Root	Total	Shoot	Leaf	Root	Total
0.0	474.8 c ^{y)}	1271.0 c	1925.8 d	3671.6 d	66.4 d	233.4 d	203.2 d	503.0 c
0.5	791.4 b	2108.0 b	3061.6 bc	5961.0 b	110.6 bc	413.6 bc	342.6 b	866.8 b
1.0	560.0 c	1538.0 c	2696.0 c	4794.0 c	81.6 cd	331.0 c	255.0 cd	667.6 c
1.5	955.2 b	2292.2 b	3327.0 ab	6574.4 b	123.6 b	462.4 b	327.0 bc	913.0 b
2.0	1330.6 a	3063.8 a	3737.4 a	8131.8 a	193.2 a	688.2 a	485.8 a	1367.2 a

^{z)} Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

상위엽과 중간엽의 엽록소 함량은 K의 농도에 따른 차이가 없었으나, 하위엽은 고농도의 K처리시에 엽록소의 함량이 감소하는 경향이였다(Table 26.12). L값과 b 값은 1배의 표준농도에서 가장 높았으며, a값은 농도간에 차이가 없었다.

Table 26.12. Effect of strength of potassium in Yamajaki's culture solution on chlorophyll value in different leaf position, L, a, and b value of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)^{z)}.

Strength of potassium	Chlorophyll value (SPAD value)					
	at leaf position			L value	a value	b value
	Upper	Middle	Lower			
0.0	29.6 ab ^{y)}	30.2 ab	30.7 a	40.5 b	-15.5 a	22.0 bc
0.5	33.1 a	35.2 a	31.6 a	39.6 b	-15.8 a	20.8 c
1.0	25.7 b	26.9 b	23.3 b	43.9 a	-15.6 a	26.8 a
1.5	32.3 a	31.1 ab	28.1 a	39.9 b	-15.4 a	22.8 bc
2.0	32.8 a	31.9 ab	28.9 a	40.2 b	-15.2 a	23.5 b

^{z)} Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

칼리의 농도에 따른 광합성율은 식물체의 생장이 가장 왕성하였던 1.5배의 농도에서 가장 높았고, 생육이 가장 저조하였던 칼리 무첨가구에서는 약 1.2로서 광합성율이 현저히 저하하였다(Table 26.4). 기공전도도는 광합성과 동일한 경향으로서 광합성율이 높을 때에는 기공전도도가 높았으며, 광합성율이 낮을 때에는 기공전도도도 낮았다. 세포간극내에 CO₂의 농도는 무처리구에서 120 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol air}$ 으로서 현저히 높았고, 광합성이 왕성하였던 0.5 ~ 1.5배구에서는 60 ~ 110 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol air}$ 정도로서 농도가 증가할수록 높았으나, 칼리 2배의 농도에서는 약간 감소하였다. 수분 증발율도 광합성과 유사한 경향으로서 광합성이 왕성한 칼리의 농도에서는 증발율이 높았고 낮은 조건에서는 낮았는데, 이러한 원인은 식물체가 광합성을 하기 위해서는 기공을 열고, 기공이 열리면 CO₂의 흡수량이 많아지는 것과 동시에 기공을 통한 증발량도 많아진다는 것을 의미한다. 공기가 수증기를 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압부족량은 1.0배의 농도에서 현저히 감소하였고, 나머지 농도에서는 높게 나타나 수증기의 증발이 많이 일어날 수 있는 조건이었다.

K와 P의 결핍은 광합성능력을 감소시키는데, 그 원인은 K 및 P가 부족하면 먼저 mesophyll resistance가 증가하고 다음에 기공저항이 증가하여 결국 광합성능력이 감소된다고 하였다(Terry와 Ulrich, 1973a; 1973b). Longstreth 와 Nobel(1976)도 목화 앞에서 N, P 및 K 결핍은 광합성능력을 저하시킨다고 하였다. 본 연구에서도 인산이 결핍되면 광합성율이 현저히 감소하여 선행의 연구결과와 일치하는 경향이 있었다.

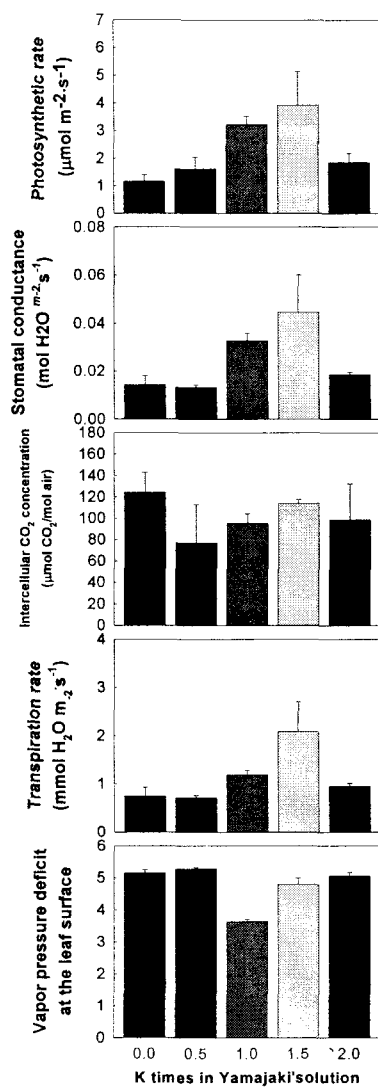


Fig. 26.4. Effect of potassium concentration on photosynthesis, stomatal conductance, intercellular CO_2 concentration, transpiration rate, and vapor pressure deficit in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

마. Mg의 농도가 유식물체의 생육 및 수량에 미치는 영향

마그네슘의 처리가 들깨 유식물체의 생장에 미치는 영향을 조사한 결과, 초장은 1.5배를 제외하고는 농도가 높을수록 생육이 촉진되었으며, 경직경은 0.5와 2배의 농도에서 가장 굵었다. 마디수와 엽수는 무처리를 제외하고는 농도간에 차이가 없었다. 엽면적은 0.5배의 처리 농도에서 가장 넓었으며, 다음은 2.0배와 1.배5였으며, 무처리구에서는 현저히 감소하였다. 뿌리의 길이는 무처리구에서는 현저히 감소하였으나, 0.5배 이상의 농도에서는 차이가 없었다.

Table 26.13. Effect of strength of magnesium in Yamajaki's culture solution on shoot, leaf and root growth of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)^{z)}.

Strength of magnesium	Shoot length (cm)	Shoot diameter (mm)	Node number	Leaf number	Leaf area (cm ²)	Root length (cm)
0.0	2.9 d ^{y)}	1.22 c	2.4 b	3.0 b	41.38 d	9.5 b
0.5	7.9 bc	3.35 a	6.6 a	8.2 a	114.41 a	26.0 a
1.0	9.1 ab	2.75 b	6.0 a	8.0 a	70.54 c	22.1 a
1.5	6.9 c	2.90 b	5.8 a	7.2 a	85.01 ab	26.6 a
2.0	10.4 a	3.49 a	6.4 a	8.0 a	101.34 ab	27.3 a

^{z)} Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

총 생체중은 0.5배 이상의 농도에서 통계적인 유의차는 없었으나, 2배의 고농도에서 5,159g으로서 가장 무거웠고 0.5배에서 5,127g으로서 1과 1.5배보다 더 무거웠다 (Table 26.14). Mg를 농도별로 처리하였을 때에 표준구에 비하여 2배 처리구의 생육촉진 효과는 신초의 경우 1.46배, 잎은 1.39배 및 뿌리는 0.8배로서 고농도의 Mg를 처리하였을 때에 뿌리의 생장이 오히려 억제되었다.

Table 26.14. Effect of strength of magnesium in Yamajaki's culture solution on plant growth of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Strength of magnesium	Fresh weight (mg/plant)				Dry weight (mg/plant)			
	Shoot	Leaf	Root	Total	Shoot	Leaf	Root	Total
0.0	232 c ^{y)}	842 c	812 b	1885 b	33 c	185 c	135 b	353 c
0.5	640 b	2311 a	2176 a	5127 a	90 ab	510 a	366 a	967 a
1.0	560 b	1538 b	2696 a	4794 a	82 b	331 b	255 a	668 b
1.5	524 b	1762 b	2061 a	4347 a	68 b	335 b	288 a	690 b
2.0	818 a	2133 a	2208 a	5159 a	105 a	354 b	315 a	775 ab

²⁾ Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

Table 26.15. Effect of strength of magnesium in Yamajaki's culture solution on chlorophyll value in different leaf position, L, a, and b value of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Strength of magnesium	Chlorophyll value (SPAD value)					
	at leaf position			L value	a value	b value
	Upper	Middle	Lower			
0.0	24.7 b ^{y)}	26.2 c	25.0 bc	42.2 a	-16.3 a	22.5 b
0.5	31.6 a	30.9 ab	27.9 ab	41.5 a	-15.8 a	23.9 b
1.0	25.7 b	26.9 bc	23.3 c	43.9 a	-15.6 a	26.8 a
1.5	30.2 a	32.1 a	29.7 a	41.9 a	-15.6 a	23.9 b
2.0	31.3 a	28.8 abc	27.1 abc	41.3 a	-16.4 a	23.7 b

²⁾ Seeds were planted on 26 October 2000 and they were cultured on 4×4 plug tray pot filled with vermiculate at above 15°C in the dark for two months.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

Mg의 처리 농도에 따른 잎의 위치별 엽록소의 함량을 비교하면(Table 26.15), 상 위엽과 중간엽의 경우 무처리와 표준구에서 가장 낮았다. 하위엽은 1.5배의 농도에서 가장 높았으며, 1.0배의 표준구에서 가장 낮았다. L값과 a값은 통계적인 유의차가 없었으나, b값은 표준농도를 처리하였을 때 가장 높아서 진한 황색으로 나타났다.

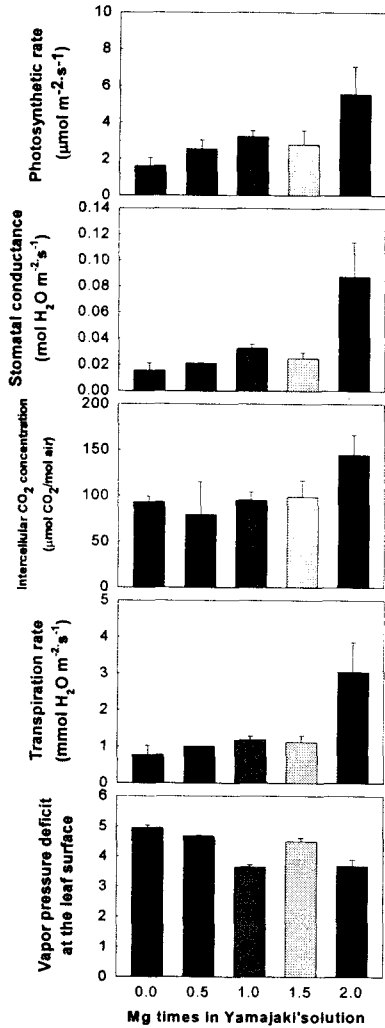


Fig. 26.5. Effect of magnesium concentration on photosynthesis, stomatal conductance, intercellular CO_2 concentration, transpiration rate, and vapor pressure deficit in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla)의 농도에서 현저히 감소하였고, 나머지 농도에

고, 기공이 열리면 CO_2 의 흡수량이 많아지는 것과 동시에 기공을 통한 증발량도 많아진다는 것을 의미한다. 공기가 수증기를 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압부족량은 1.0배와 2.0배

마그네슘의 농도에 따른 광합성율은 식물체의 생장이 가장 왕성하였던 2.0배의 농도에서 가장 높았고, 생육이 가장 저조하였던 무첨가구에서는 약 1.5정도로써 외관상 광합성율이 아주 낮았다 (Fig. 26.5). 기공전도도는 광합성과 동일한 경향을 나타내었다. 세포간극내에 CO_2 의 농도는 광합성이 가장 높았던 2.0배의 고농도 마그네슘 처리구에서 약 $150 \mu\text{mol CO}_2/\text{mol air}$ 으로서 현저히 높았고, 광합성이 낮았던 0.0 ~ 1.5배구에서는 $100 \mu\text{mol CO}_2/\text{mol air}$ 이하로서 낮았다. 이러한 결과는 식물체가 광합성을 하기 위해서는 이산화탄소를 필요로 하고, 광합성이 왕성할 때에는 세포간극내의 이산화탄소의 소모량이 증가하기 때문에 잔존하는 양이 감소한다는 일반적인 보고와는 정 반대의 형상으로 나타났다. 수분 증발율도 광합성과 유사한 경향으로서 광합성이 왕성한 마그네슘의 농도에서는 증발율이 높았고 낮은 조건에서는 낮았는데, 이러한 원인은 식물체가 광합성을 하기 위해서는 기공을 열

서는 높게 나타나 수증기의 증발이 많이 일어날 수 있는 조건이었다.

잎내의 N, K 및 Mg 등은 광합성에 간접적인 영향을 미치는데 질소는 잎의 생장을 촉진하여 광합성에 필요한 엽면적을 확보하고, 산소의 활력을 증진시키는데 필요한 단백질의 합성에 중요한 역할을 한다. 칼륨은 기공의 개폐작용에 영향을 주고, 이산화탄소고정반응계의 산소활성에 영향을 줌으로써 광합성 정도를 좌우하며, 마그네슘은 엽록소의 구성물질로서 대단히 중요하다.

4. 적 요

겨울철 하우스 잎들깨 재배시에 일련의 무기원소 공급 농도 시험을 통해 잎들깨 재배에 있어서 가장 기초가 되는 배양액의 이온농도에 따른 생장과 발육반응 및 광합성율을 조사하여 효율적인 관리 방법을 확립하고자 수행하였다.

1) 무기원소의 효과

무기원소의 농도 효과는 아마자키 양액의 농도를 0, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0배로 조절하여 식물체의 생육 및 광합성의 특성을 구명하였다. 초장과 줄기 직경은 1.5배까지 농도가 높을수록 현저히 생육이 촉진되었으며, 엽면적은 농도가 증가할수록 증가하였다. 광합성율과 기공전도도는 2.0배까지 높을수록 증가하였다. 세포간극내 CO₂의 농도는 생육이 양호하였던 1.5배에서 가장 낮았고, 생육이 가장 불량하였던 무기원소 무처리와 2.0배 처리구간에는 거의 차이가 없었다.

2) 인산의 효과

인산의 효과는 초장, 경직경, 마디수 및 엽면적의 경우에 1.5배까지 농도가 증가할수록 현저히 촉진되었다. 총 생체중은 인산의 농도가 높을수록 증가하였다. 인산의 농도에 따른 식물의 색변화는 농도가 너무 진하거나 낮을 경우에 강하게 나타나는 경향이였다. 광합성율과 기공전도도는 식물체의 생장이 가장 왕성하였던 1.5배의 농도에서 가장 높았고, 생육이 가장 저조하였던 무첨가구에서는 0.2정도로써 외관상으로는 광합성이 거의 일어나지 않는 것으로 나타났다.

3) 칼슘의 효과

Ca처리 농도가 들깨 유묘의 생장에 미치는 영향을 조사한 결과, 초장, 경직경 및 마디수는 표준액보다 2.0배까지 농도가 높을수록 증가하였다. 엽수는 Ca를 시비하지 않았을 경우에는 현저히 감소하였고, 엽면적은 농도가 높을수록 현저히 증가하는 경향이였다. 표준농도인 1.0배보다 2.0배에서는 엽면적이 2.3배 증가하여서 Ca의

농도가 엽면적과 아주 밀접하게 연관되어 있다는 것을 알 수 있었다. 식물체의 총 생체중 역시 농도가 높을수록 증가하였는데, 1.0배의 표준구보다 2.0배의 농도에서는 1.8배가 증가하였다. 광합성량은 Ca의 농도가 높을수록 증가하는 경향이였다.

4) 칼리의 효과

칼리의 농도처리가 들깨 유묘의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 초장은 1.5배의 농도에서 가장 길었으며, 무처리와 1.0배의 농도간에는 차이가 없었다. 엽면적은 칼리의 농도가 높을수록 증가하였는데, 표준농도에 비하여 2배의 농도에서는 2.1배 증가하였고, 칼리 무처리는 1.2배 감소하여 K의 결핍에 의한 잎의 생육 억제작용은 낮았다. 식물체당 생체중과 건물중은 K의 처리농도가 높을수록 총 생체중은 증가하였다. 광합성율은 식물체의 생장이 가장 왕성하였던 1.5배의 농도에서 가장 높았고, 생육이 가장 저조하였던 칼리 무첨가구에서는 약 1.2로서 광합성율이 현저히 저하하였다.

5) 마그네슘의 효과

마그네슘의 처리가 들깨 유식물체의 생장에 미치는 영향을 조사한 결과, 경직경은 0.5와 2배의 농도에서 가장 굵었다. 엽면적은 0.5배의 처리 농도에서 가장 넓었다. 광합성율은 식물체의 생장이 가장 왕성하였던 2.0배의 농도에서 가장 높았고, 생육이 가장 저조하였던 무첨가구에서는 약 1.5정도로서 외관상 광합성율이 아주 낮았다.

5. 참고문헌

Albert, R.S., J.P. Thornber, and E.L. Ficus. 1977. Water stress effects on the content and organization of chlorophyll in mesophyll and bundle sheath chloroplasts of maize. *Plant physiol.* 59:351-353.

Berry, J.A. 1975. Adaptation of photosynthetic processes to stress. *Science* 188:644-650

Brown, R.H. 1978. A difference in N use efficiency in C_3 and C_4 plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28:355-377.

Bjorkman, O. 1968. Further studies on differentiation of photosynthetic properties in sun and shade ecotypes of *Solidago vigaurea*. *physiol. Plant.* 21:84-99

Clack. R.B. 1982 Effects of various factors on nutrient composition of plants. *Handbook of Nutrient and Food.* CRC Press. Florida

Jollife, P.A. and E.B. Tregunna. 1968. Effect of temperature, CO_2 concentration and light intensity on oxygen inhibition of photosynthesis in wheat leaves. *Plant*

Physiol. 43:902-906

Longstreth, D.J. and P.S. Nobel. 1980. Nutrient influences on the leaf photosynthesis: effects of nitrogen, phosphorus, and potassium for *Gossypium hirsutum* L. *Plant Physiol.* 65:541-543.

Kageyama, Y. and K. Konishi. 1988. Morphological and physiological characteristics of tomato plant grown in nutrient solution in comparison with those grown in soil. *J. Japan. Soc Hort. Sci.* 57:408-407

Keltjens, W.G. 1981. Absorption and transport of nutrient cation and anions in maize. *Plant and Soil* 63:39-46

Masuda, M., T. Takiguchi and S. Matsubara. 1989. Yield and quality of tomato fruits and changes of mineral concentration in different strengths of nutrient solution. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58:641-648

Ryle, G.J.A. and J.D. Hesketh. 1969. Carbon dioxide uptake in nitrogen-deficient plants. *Crop Sci.* 9:451-454.

Terry, N. and A. Ulrich. 1973. Effects of phosphorus deficiency on the photosynthesis and respiration of the leaves of sugar beet. *Plant Physiol.* 51:43-47.

Terry, N. and Aulrich. 1973. Effects of potassium deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar beet. *Plant Physiol.* 51:783-789.

제 27절 분해성 멀칭재료를 이용한 잎들깨의 수량 증대

1. 서 언

들깨잎은 오래 전부터 절임, 김치용, 된장에 갈무리 또는 통조림용 가공 등으로 주년채소로서 이용되어 왔다. 최근 국민소득의 증대로 육류와 생선회의 소비가 증가함에 따라 곁들임 생채쌈용으로서 신선 잎들깨의 소비가 급격히 증가하고 있다.

우리 나라 잎들깨 재배시 문제되고 있는 현장애로 사항들은 과중, 숙음, 제초작업, 전조재배, 병충해 및 품종의 불균일성 등에 의해서 악성 노동력 투입, 품질하락 및 수량감소 등의 복합적인 문제점이 대두되고 있다. 들깨의 노지재배시에 제초 등의 효과를 높이기 위해서 비닐 멀칭을 할 경우에는 여름의 지온상승, 수확후의 페비닐 처리 등의 여러 가지 문제점이 대두된다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 연구에서는 과중 후에 잡초를 방제하고 여름철의 지나친 고온을 억제할 수 있는 멀칭재료를 개발하여 수량을 증대시키고 노동력을 절감시키고자 하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험에 사용된 공시재료는 잎들깨 1호로서 영남농업시험장으로부터 분양 받아서 2000년 5월 24일 밀양대학교 포장에 과중하였다. 멀칭재료는 폐신문지, 흑색멀칭비닐, 백색멀칭비닐, 녹색멀칭비닐 및 무처리 등으로 하였으며 일반적인 관리방법은 관행의 방법으로 재배하였다.

생육조사는 과중 60일 후에 줄기, 잎 및 뿌리로 구분하여 생체중, 건물중, 및 길이 등을 조사하였다. 채엽시기별로 잎내의 엽록소 함량은 SPAD meter (SPAD502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 값은 SPAD unit로 상대값을 산정하였다. 채엽시에 상단부에서 완전히 전개한 3번째 잎을 10번씩 처리당 10주씩 3반복으로 평균값을 나타내었다. 광합성율, 기공전도도, 수분증발율, 및 증기압부족량은 portable photosynthesis analyzer (LI-6400, LI-COR, USA)를 이용하여 완전히 선단으로부터 전개된 3번째엽을 측정하였다. 각 처리당 3반복의 평균값으로 나타내었다.

실험결과는 Duncan' 다중검정, 최소유의차(LSD)는 SAS프로그램(6.12, USA), 그림은 Sigma Plot 2000(graphic, USA)으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

최근들어 자연은 매연과 분해가 어려운 비닐 등에 의한 오염으로 점차 세계적인 문제로 대두되고 있다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 방법은 분해성이 높은 비닐을 합성하든지 아니면 비닐을 대체할 수 있는 재료의 개발이 시급한 실정이다. 따라서 본 실험에서는 멀칭재로서 비닐을 대체할 수 있는 재료를 구명하기 위한 기초연구로서 폐지로 이용되고 있는 신문과 색깔이 다른 멀칭재료의 효과를 검토하였다(Table 27.1). 초장은 흑색 비닐을 멀칭재료로 사용하였을 때에 가장 길었고, 다음은 흰색, 녹색의 순이었으며, 신문 피복은 무피복보다 초장이 더 짧았다. 줄기의 직경 역시 검정색을 피복하는 것이 가장 효과적이었으며, 신문피복을 하였을 때에는 흰색이나 녹색 피복을 하였을 때 차이가 없었다.

이러한 결과는 식물체의 신장생장은 고온에 의해서 촉진되는데, 그 원인은 고온에 의해서 식물체내에 GA의 합성량이 증가하기 때문인 것으로 알려져 있다. 본 실험의 결과 검정색 피복을 하므로 인해서 지온이 높아지고 높아진 지온에 의해서 식물체내에 GA의 함량이 증가되었기 때문에 초장의 신장생장이 촉진된 것으로 생각된다. 엽수 역시 검정과 흰색비닐 멀칭을 하였을 때에 가장 많았으나 녹색과 신문 멀칭간에는 차이가 없었다. 엽면적, 엽생체중 및 엽건물중은 신문으로 멀칭을 하였을 때 약간 감소되었다.

Table 27.1. Effect of mulching materials on plant height and diameter in perilla (*Perilla ocymoides* L. Cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Mulching	Plant height(cm)			Plant diameter(mm)		
	70 days	95 days	125 days	70 days	95 days	125 days
Control	85.8 b ^{y)}	98.3 c	112.0 a	23.1 c	25.3 d	26.7 d
New paper	73.4 c	86.1 d	95.7 b	25.2 b	27.0 c	28.3 c
White vinyl	90.9 a	103.9 ab	112.3 a	26.2 b	28.6 b	30.1 b
Black vinyl	93.9 a	109.2 a	116.6 a	29.9 a	32.1 a	33.4 a
Green vinyl	85.1 b	100.5 bc	113.0 a	24.9 b	27.6 bc	29.4 bc

²⁾ Perilla were planted on 24 May 2000 and harvested after 70, 95 and 105 days after planting.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

Table 27.2. Effect of mulching materials on the leaf number and area per plant in perilla (*Perilla ocymoides* L. Cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Mulching	Leaf number per plant			Leaf area (cm ²) per plant		
	70 days	95 days	125 days	70 days	95 days	125 days
Control	26.9 c ^{y)}	37.6 b	19.5 b	3387.6 b	3367.1 bc	1574.5 b
New paper	30.8 bc	35.0 b	20.1 b	3664.1 b	2897.0 c	1389.0 b
White vinyl	37.8 a	30.3 b	19.8 b	5043.3 a	2843.8 c	1552.4 b
Black vinyl	39.8 a	48.4 a	25.1 a	4977.5 a	3947.9 b	1838.1 a
Green vinyl	35.8 ab	46.3 a	21.9 b	4945.5 a	4876.9 a	1563.3 b

²⁾ Perilla were planted on 24 May 2000 and harvested after 70, 95 and 105 days after planting.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

Table 27.3. Effect of mulching materials on the leaf fresh and dry weight per plant in perilla (*Perilla ocymoides* L. Cv. Leafy perilla 1)²⁾.

Mulching	Leaf fresh weight (g) per plant			Leaf dry weight (g) per plant		
	70 days	95 days	125 days	70 days	95 days	125 days
Control	72.6 b ^{y)}	48.1 b	21.7 a	7.68 c	5.16 a	2.45 a
New paper	83.6 b	45.2 b	18.3 b	8.98 bc	5.50 a	2.25 a
White vinyl	100.9 a	41.0 b	18.3 b	11.79 a	4.50 a	2.58 a
Black vinyl	106.3 a	59.2 a	22.3 a	11.29 a	6.67 a	2.51 a
Green vinyl	106.2 a	59.0 a	22.1 a	10.76 ab	6.59 a	2.57 a

²⁾ Perilla were planted on 24 May 2000 and harvested after 70, 95 and 105 days after planting.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

광합성율은 전체적으로 생육이 왕성하였던 흑색비닐 멀칭을 하였을 때 가장 높았고, 흰색과 녹색 비닐멀칭처리시에는 차이가 없었으나 대조구와 신문 멀칭구가 가장 낮았다. 이상의 결과를 종합하면, 신문멀칭처리시 생육이 약간 증대되었고, 신문으로 멀칭하였을 때 잡초가 거의 없었으므로 조금만 개량을 한다면 식물체의 생

장은 촉진시키면서 농업 폐기물을 감소시킬 수가 있기 때문에 충분히 활용가치가 있을 것으로 기대된다.

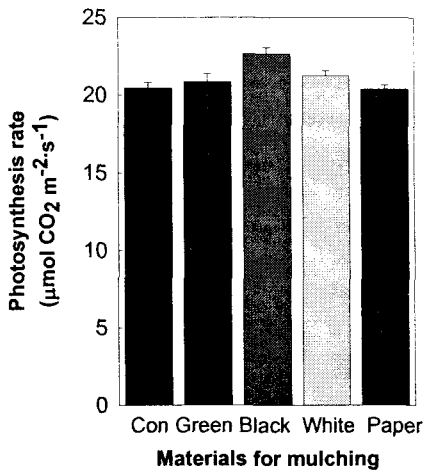


Fig. 27.1. Effect of mulching materials on photosynthesis rate in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Perilla were planted on 24 May 2000 and photosynthesis rate was measured after 70 days after planting.

4. 적 요

멀칭재료로서 비닐을 대체할 수 있는 재료를 구명하기 위한 기초연구로서 폐지로 이용되고 있는 신문과 색깔을 첨가한 멀칭재료의 효과를 검토하였다. 초장, 줄기의 경직경 및 엽수는 흑색 비닐을 멀칭재료로 사용하였을 때에 가장 길었고, 다음은 흰색, 녹색의 순이었으며, 신문 피복은 무피복보다 초장이 더 짧았다. 줄기의 직경 역시 검정색을 피복하는 것이 가장 효과적이었으며, 신문피복을 하였을 때에는 흰색이나 녹색 피복을 하였을 때 차이가 없었다. 엽면적, 엽생체중 및 엽건물중은 신문으로 멀칭을 하였을 때 약간 감소되었다.

광합성율은 흑색비닐 멀칭을 하였을 때 가장 높았고, 흰색과 녹색 비닐멀칭처리 시에는 차이가 없었으나 대조구와 신문 멀칭구가 가장 낮았다. 이상의 결과를 종합하면, 신문멀칭처리시 생육이 약간 증대되었고, 신문을 멀칭하였을 때 잡초가 거의 없었으므로 조금만 개량을 한다면 식물체의 생장은 촉진시키면서 농업 폐기물을 감소시킬 수가 있기 때문에 충분히 활용가치가 있을 것으로 기대된다.

제 28절 비닐에 유색 안료의 첨가가 들깨의 생육 및 광합성에 미치는 영향

1. 서 론

식물생산에 필요한 광은 자연조건하에서 오로지 태양방사에 의존한다. 지표에 도달하는 태양방사는 위도, 계절, 태양고도, 기후 등에 의해서 광의 강도나 일장이 현저히 변하므로 식물생산성의 효율적인 향상 및 계획적인 농산물 생산을 위해서 적지, 적기의 선정은 시설재배에서 적절한 온도관리와 함께 피복재의 합리적인 선택이 무엇보다도 중요하다.

하우스, 터널, 멀칭 등에 이용하는 피복재는 여러 종류가 개발되어 있지만 일부 착색제를 첨가하거나 투명, 반투명, 백, 흑 또는 회색과 같은 무채색이다. 그러나 외관적으로 완전히 구별이 되지 않는 투명자재에서도 기본재료의 종류나 첨가제의 유무, 다소에 의해서 자외부나 적외부의 투과성에 현저한 차이가 나타나는 경우가 있어, 그것이 피복하의 작물생육이나 온도에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 피복재의 이용에 있어 가시부만이 아닌 자외부 및 적외부를 포함한 넓은 파장영역에서 투과 또는 반사특성을 고려한 다음에 피복자재를 선택할 필요가 있다. 이와 같은 관점에서 농업용 피복자재는 식물생산의 향상에 목적으로 하는 태양방사 파장이 피복재를 잘 투과할 수 있어야 하고 광합성을 촉진시킬 수 있는 광질의 투과성이 좋은 등의 양면을 모두 포함할 수 있는 광활용 선택적인 자재의 개발이 필연적이다.

최근 들어 초장억제의 한 방법으로 광질의 이용에 관한 연구가 진행되고 있다 (Moe와 Heins, 1990; Rajapakse 등, 1999). 대부분의 연구결과에 따르면, 식물종에 따라 그 반응이 다양하지만(Erwin, 1998; Kubota 등, 1996; Myster와 Moe, 1995), R:FR의 비율이 증가하는 조건에서 재배된 식물은 초장이 감소하지만, 마디 간격이 줄고, 엽록소의 함량은 증가하였다(Rajapakse와 Kelly, 1992, 1994, 1995). 이러한 사실은 시설내 재배된 여러 식물에서 보고된바 있다(Dedoteau 등, 1997; Rajapakse 등, 1998). 또한, broccoli 'Green Duke'의 기내묘시에 저장중 저광도의 청색광과 적색광하에서 초장이 증가된 반면 흰색광하에서는 그대로 유지된 것을 보고하였다. 이처럼 식물체의 생장 및 발육의 조절에 의한 고품질의 농산물을 생산하기 위한 기술로서 광질 이용에 대한 가능성을 제시하고 있다.

이상과 같은 여러색의 광식물 반응을 적극적으로 작물재배에 이용하는 경우 2가

지 방법이 고려되고 있는데, 착색필름을 이용하여 자연광에서 특정 파장을 부분적 또는 완전히 제거하는 선택적 제거법과 야간 또는 광 강도가 낮은 야간에 유효한 파장역의 광을 조사하는 선택적 부가법이 있다. 선택적 부가법은 설비, 전력 등이 필요하고 경제성 또는 광합성 에너지의 측면에서 보면 문제가 많으나 적당한 처리방법을 선택하면 그 효과는 확실히 나타난다.

따라서, 본 실험에서는 광질을 선택적으로 투과할 수 있는 안료를 개발하여 우리나라의 시설원예의 대부분을 차지하고 있는 피복자재를 개선함으로써 수량을 증대시키고 고품질의 농산물을 생산할 수 있는 피복재를 개발하기 위하여 수행되었다.

2. 재료 및 방법

본 실험을 위하여 사용된 공시품종은 잎들개 1호(영남농업시험장)와 만추잎들개(서울종묘)를 사용하였다. 식물체의 파종은 2001년 4월 3일에 16구 플러그 트레이에 상토(바로커상토, 서울종묘주식회사, 비점목용 원예용상토)를 채운다음 종자를 파종하여 각각의 안료가 첨가된 피복하에서 발아시켰으며, 시험에 끝날때까지 계속 피복하여 두었다. 무기양분을 공급하기 위하여 야마자키용액을 조제하여 3일 간격으로 공급하였으며, 양분을 공급하지 않는 날은 매일 관수하였다.

필름의 제조는 9% base resin(EVA, 현대석유화학), 무적제 M/B(11.5%, 성진화학제조), 장수제 M/B(5.5%, 성진화학제조)에 각각의 안료 300ppm을 첨가하였다. 적색 안료는 grade명이 FS540 FS4050, S-FB, S-G 및 S-D로서 미국의 아트월사로부터 구입하여 사용하였다. 청색안료는 EOB(미국), S-FG(육성화학)을 사용하였다. 적색 안료와 청색안료의 혼합은 S-7G와 EOB안료를 각각 300, 500 및 1000ppm으로 조합하여 9처리를 만들어서 사용하였다. 황색의 색소는 Yellow, Lemon yellow, Panax yellow FS 520, Panax lemon yellow FB 203, Panax green FS 590를 사용하였다. 오렌지색 안료는 FB-400, S-SG, FS-530, FG-3000 및 S-HS를 사용하였다.

터널 피복방법은 가로와 세로 1m의 기본 구조를 만든 다음에 터널용 강철을 이용하여 높이 1m되게 터널을 만들어서 각각의 비닐로서 피복을 하였다. 생육은 파종 60일 후에 조사하였는데, 조사항목은 줄기, 잎 및 뿌리로 구분하여 생체중, 건물중, 및 길이 등을 조사하였다. 잎내의 엽록소 함량은 SPAD meter (SPAD502,

Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 값은 SPAD unit로 상대값을 산정하였다. 채엽시에 상단부에서 완전히 전개한 3번째 잎을 10번씩 처리당 10주씩 3반복으로 평균값을 나타내었다. 광합성율, 기공전도도, 수분증발율, 및 증기압부족량은 portable photosynthesis analyzer (LI-6400, LI-COR, USA)를 이용하여 완전히 선단으로부터 전개된 3번째엽을 측정하였다. 처리 80일 후에 처리당 3반복의 평균값으로 나타내었다.

실험결과는 Duncan' 다중검정, 최소유의차(LSD)를 SAS프로그램(6.12, USA), 그림은 Sigma Plot 2000(USA)으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 적색 안료의 첨가 효과

공시품종은 잎들깨 1호(영남농업시험장)와 만추잎들깨(서울종묘)를 사용하였으며, 2000년 4월 13일 16공 tray pot에 상토를 채운 다음 파종하였다.

적색안료의 종류가 광 파장의 반사율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 무처리, 안료의 종류를 FS540, FS4050, S-FG 및 S7-G를 각각 300ppm으로 첨가하여 파장의 반사를 조사한 결과(Fig. 28.1) 자외선중 390nm 이하의 파장에서는 S-FB안료를 첨가하였을 때에 반사율이 2% 이하로 가장 낮았으며, S7-G 안료의 첨가는 380nm 이하의 단파장에서 4% 이하였고, 안료 무첨가와 FS4050 및 FS540 안료의 첨가는 처리간의 차이가 없었다. 따라서 400nm 이하의 단파장 광의 투과는 S-FG가 가장 높았고 다음은 S7-G이었다. 또한 자외선 파장이 360nm에서 400nm까지 길어질수록 투과율이 높아지는 것으로 나타났다. 반면 400nm에서 500nm사이의 광 반사율은 400nm 이하의 단파장에서 반사율이 가장 낮았던 S-FG안료의 첨가 비닐이 가장 높게 나타났는데, 특히 약 430nm에서 현저하였다. 그러나 400nm 이하에서 유사하게 반사율이 낮았던 S7-G안료의 첨가 비닐은 오히려 반사율이 현저히 낮았다. 500nm에서 600nm 사이의 파장에서는 첨가한 안료에 따른 빛의 반사율은 FS540, FS4050, S-FG 및 안료무첨가 필름간에는 차이가 없었으나 S7-G의 안료를 첨가한 비닐은 500nm에서 540nm까지는 반사율이 현저히 낮았으나, 550nm 이상의 파장에서는 반사율이 증가하여 다른 적색의 안료를 첨가한 것과는 현저한 차이가 있었다. 600nm에서 700nm 사이의 반사율은 S7-G 안료를 첨가하였을 때에 600nm의 파장에서 서서히 감소하여 660nm 이상의 파장에서는 다른 안료첨가 처리와 차이가

없었으며, 650nm에서 700nm 사이의 파장에서는 모든 처리간에 반사율이 유사하였다.

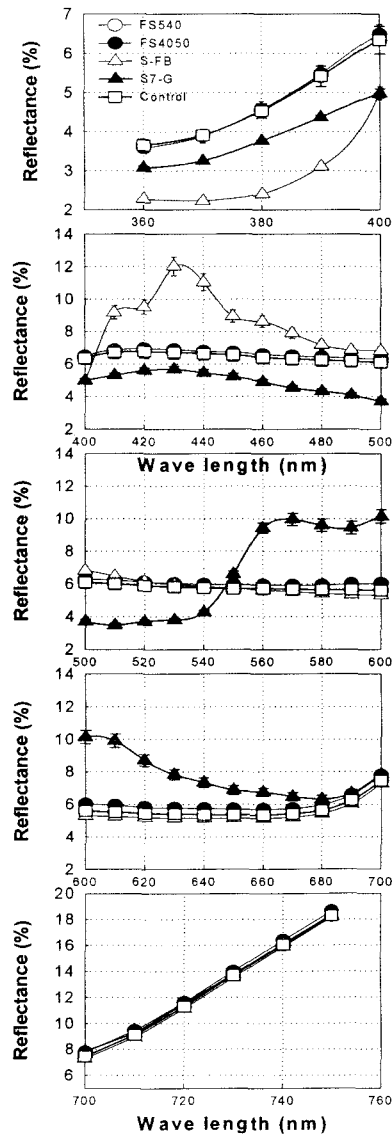


Fig. 28.1. Effect of red color agents in polyethylene film on the reflection in spectral quality of light.

적색안료를 첨가한 PE필름하에서 성장한 식물체의 줄기 성장을 비교하면(Table 28.1) 다음에서 보는 바와 같다. 잎들개 1호의 경우 S-FB안료를 첨가한 피복하에서 성장한 식물체의 초장이 가장 길었다. 다음은 FS4050, FS540 및 S-G의 안료를 첨가한 피복하에서는 성장한 식물체의 초장은 유사하였는데, 안료 무첨가 필름하에서 성장한 식물체보다는 초장의 생장이 현저히 촉진되었으며, S-D안료를 첨가한 PE필름 피복하에서 성장한 식물체의 신장생장은 오히려 억제되었다. 만추잎을개는 FS540안료를 첨가한 PE필름으로 피복하였을 때에 초장의 생장이 현저히 촉진되었으며, S-FB, S-G 및 S-D는 중간정도로 초장이 길었으나, 잎들개 1호의 초장생장이 상대적으로 촉진되었던 FS4050안료 첨가 피복하에서는 오히려 생장이 현저히 억제되었다. 이러한 결과는 적색안료를 첨가한 안료의 종류에 따라서 광과장의 흡수도에 차이가 있었으며, PE필름을 통해 흡수된 광과장에 반응하는 정도가 품종에 따라서 다르다는 것을 알 수 있었다. 또한 초장은 잎들개 1호와 만추잎들개 모두 무피복하에서 성장한 식물체의 신장생장이 가장 촉진되었는데, 그 원인은 무피복으로 재배하였을 때에 초기에는 생육이 현저히 억제되었으나, 생육후기에는 다른 피복처리와는 달리 무피복하에 두었기 때문에 식물체가 비를 맞거나 다른 환경요인으로 인하여 생육이 촉진되었기 때문일 것으로 추측된다.

줄기 직경은 두 품종 공히 안료 무첨가 피복하에서 성장한 식물체의 줄기직경 생장이 가장 촉진되었다. 잎들개 1호의 경우 초장이 길이가 길었던 S-FB와 FS540 안료의 첨가 피복하에서 성장한 식물체의 줄기 직경이 가늘었고, 초장의 생장이 중간정도였던 FS4050과 S-G안료 첨가는 줄기직경의 굵기도 중간정도였으나, 초장이 가장 짧았던 S-D안료 첨가시에는 줄기의 직경이 가장 굵어서 줄기신장과 줄기직경의 생장은 반비례하는 경향이였다. 만추잎들개의 경우에 적색안료의 첨가 효과는 S-D안료를 첨가하였을 때에 줄기의 직경이 가장 굵었으며, 줄기의 신장생장이 가장 억제되었던 FS4050과 S-G안료 첨가시에 줄기의 성장도 가장 억제되었다. 그러나 잎들개 1호는 줄기의 신장생장이 가장 촉진되었던 S-FB 안료 첨가시에 줄기의 비대생장이 불량하였으나, 만추잎들개는 줄기의 신장생장이 가장 좋았던 FS540에서 줄기의 비대생장도 양호하여 품종간에 서로 상이한 경향을 나타내었다.

잎들개 1호의 생체중은 FS540 안료첨가가 안료 무첨가보다 무거웠으나 다른 적색안료 첨가에서는 모두 감소하였다. 특히, S-D안료 첨가시에는 생체중의 감소현상이 뚜렷하였다. 만추 잎들개는 안료 무첨가보다 적색안료를 첨가하면 생체중이 현

저히 감소하였으며, F4050안료 첨가는 안료 무첨가처리 생체중의 39%에 불과하였다.

Table 28.1. Effect of red color agents on stem growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Red color agents in PE film	Plant height (cm)	Stem			Node number per plant
			Diameter (mm)	Fresh weight (g) per plant	Dry weight (mg) per plant	
Leafy perilla 1	Non-covering	29.2 a ^{y)}	5.72 b	6.06 a-c	372.4 a-c	4.8 ab
	White	16.4 d-e	7.58 a	5.40 a-d	339.8 bc	5.0 ab
	FS4050(F4)	21.2 b-d	6.22 ab	4.94 b-d	373.0 a-c	4.6 b
	FS 540(F5)	22.0 b-d	5.74 b	5.86 a-c	362.0 a-c	5.0 ab
	S-FB(SF)	23.8 a-c	5.94 ab	5.36 a-d	379.2 a-c	5.0 ab
	S7-G(SG)	21.6 b-d	6.40 ab	4.86 b-d	299.6 bc	5.0 ab
	S-D(SD)	15.4 d-e	6.64 ab	3.94 cd	252.0 c	4.8 ab
Manchu perilla	Non-covering	29.6 a	6.12 ab	7.24 ab	385.0 a-c	4.8 ab
	White	22.2 b-d	7.14 ab	7.72 a	485.8 a	5.6 a
	FS4050(F4)	14.0 e	5.72 b	3.02 d	360.0 a-c	4.6 b
	FS 540(F5)	27.8 ab	6.14 ab	5.68 a-c	386.6 a-c	5.4 ab
	S-FB(SF)	19.6 c-e	5.64 b	3.84 cd	354.8 a-c	4.8 ab
	S7-G(SG)	20.2 c-e	6.32 ab	4.86 b-d	397.8 ab	4.8 ab
	S-D(SD)	18.0 c-e	6.40 ab	5.30 a-d	402.6 ab	5.0 ab

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

서로 다른 종류의 적색안료 300ppm을 PE 필름내에 첨가하여 들깨잎의 생장을 비교한 결과(Table 28.2), 잎들깨 1호의 경우 엽수와 엽면적은 처리간에 차이가 없었다. 잎의 생체중은 흰색필름피복이 무피복구에 비하여 현저히 증가하였으며, FS4050과 S-FB 안료를 첨가하였을 경우에는 생체중이 현저히 감소하였다. 반면 FS540과 S7-G의 안료 첨가와 무색 필름으로 피복한 처리간에는 차이가 없었다. 건물중은 무색필름을 처리한 것보다는 FS540과 S7-G의 안료를 첨가하였을 때에 약간 무거웠다.

만추잎들깨의 경우에도 잎의 수는 차이가 없었으나, 엽면적은 무피복에 비하여 무색필름으로 피복하였을 때에 현저히 증가하였으나, 첨가한 안료의 종류에 따른 차이는 없었다. 생체중과 건물중은 적색의 안료를 PE 필름에 첨가함으로써 무색필름으로 피복하였을 경우보다 감소하였다.

Table 28.2. Effects of red color agents in polyethylene film on leaf growth of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Color agents in PE film	Leaf per plant			
		Number	Area(cm ²)	Fresh weight(g)	Dry weight(mg)
Leafy perilla 1	Non-covering	9.4 a ^{y)}	272.4 b-d	6.460 c	504.4 c
	White film	9.4 a	356.3 ab	9.560 ab	399.8 c
	FS4050 (F4)	9.2 a	292.9 b-d	6.860 c	534.8 c
	FS 540 (F5)	9.6 a	305.3 b-d	7.380 bc	575.2 bc
	S-FB (SF)	9.8 a	269.2 b-d	7.000 c	546.0 c
	S7-G (SG)	10.4 a	325.2 b-d	7.280 bc	568.6 bc
Manchu perilla	Non-covering	9.6 a	260.3 cd	5.960 c	464.8 c
	White film	10.8 a	427.3 a	10.540 a	821.8 a
	FS4050 (F4)	9.2 a	244.3 d	5.720 c	445.8 c
	FS 540 (F5)	9.4 a	305.5 b-d	6.780 c	528.4 c
	S-FB (SF)	9.6 a	302.9 b-d	6.080 c	474.0 c
	S7-G (SG)	9.6 a	312.3 b-d	7.280 bc	567.4 bc

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

적색의 안료의 첨가가 잎들깨 1호와 만추잎들깨의 뿌리 생육에 미치는 영향을 비교한 결과는 표 28.3에서 보는 바와 같다. 잎들깨 1호의 경우 뿌리의 생체중은 S-FG안료를 첨가한 PE필름하에서 성장한 식물체가 가장 무거웠으며, 다음은

FS540, FS4050, S-D S7-G의 순이었는데, 모두 무색필름이나 무피복보다 무거웠다. 그러나 만추 잎들깨의 경우에는 무색필름으로 피복이 적색안료 첨가 피복보다 뿌리의 생체중이 현저히 무거웠다. 적색안료의 종류에 따른 뿌리의 생육 촉진효과는 지상부의 생육이 가장 불량하였던 S-D안료를 첨가한 PE필름 피복이 뿌리의 생장을 가장 촉진시켰으며, S7-G안료의 첨가는 뿌리의 생장이 가장 저조하였다.

Table 28.3. Effect of red color agents in PE film on the root growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Red color agents in PE film	Root per plant	
		Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
Leafy Perilla 1	Non-covering	6.36 bc ^{y)}	560.2 c
	White film	6.80 bc	612.4 bc
	FS4050 (F4)	7.44 bc	676.2 bc
	FS 540 (F5)	7.78 a-c	706.4 a-c
	S-FB (SF)	8.30 a-c	744.2 a-c
	S7-G (SG)	6.84 bc	615.6 bc
	S-D (SD)	7.32 bc	658.8 bc
Manchu perilla	Non-covering	7.86 a-c	707.4 a-c
	White film	10.28 a	925.2 a
	FS4050 (F4)	7.08 b-c	637.2 bc
	FS 540 (F5)	8.38 a-c	754.2 a-c
	S-FB (SF)	6.58 bc	592.2 bc
	S7-G (SG)	5.80 c	522.0 c
	S-D (SD)	9.08 ab	817.2 ab

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

이러한 결과는 적색안료의 첨가에 의한 광질의 투과정도에 따라서 식물체 각 기관의 생장 패턴을 바꿀 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 앞으로 식물체의 재배목적에 따라서 피복자재의 개선에 의한 광질을 이용한다면 목적으로 하는 기관의 생육을 촉진시킬 수 있는 방법이 마련될 것으로 예측할 수 있다.

식물체의 광합성에 미치는 영향을 조사한 결과(Fig. 28.2), 잎들개 1호의 경우 PE 필름 무 피복에 비하여 무색 필름으로 피복하였을 때에 광합성이 촉진되었으며, 적색광의 안료를 첨가하였을 때에는 무색 필름으로 피복하였을 때보다 광합성이 감소하였다. 적색안료의 첨가 효과를 비교하면 잎들개 1호는 S-FB안료를 첨가하였을 때에 광합성율이 가장 높았으며, 다음은 FS540과 S7-G로서 광합성율이 약간 감소하였으며, FS4050이 가장 낮게 나타났다. 만추잎들개는 S-FB안료를 첨가하였을 때에 잎들개 1호와는 반대로 안료 무첨가 PE필름보다 광합성율이 오히려 더 높았으며, FS540과 S7-G 및 FS4050은 잎들개 1호의 결과와 유사하였다. 기공전도도는 광합성과 유사한 경향이었으나, 잎들개 1호의 경우에는 광합성율이 상대적으로 높았던 S-FB안료를 첨가한 PE필름처리구에서는 예외적으로 현저히 감소하였다.

세포간극내 CO₂의 농도는 무피복구와 무색 PE필름처리간에는 차이가 없었으나, 적색안료 첨가처리간에는 잎들개 1호의 경우에 FS540안료를 첨가시에 증가하였으며, 광합성율이 가장 높았던 S-FB안료 첨가는 세포간극내 CO₂의 농도가 현저히 감소하였다. 그러나 만추잎들개는 무피복, 무색필름 피복 및 적색안료 첨가 PE필름 피복처리간에 차이가 전혀 없었다.

잎 주변에서 수분을 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압부족량(vapor pressure deficit)은 무피복에 비하여 무색필름 피복이 현저히 높았으며, 다음은 광합성율이 비교적 높았던 S-FB와 S7-G안료 첨가구였으나, FS540안료를 첨가하였을 때에는 감소하였다. 만추잎들개의 경우에는 잎들개 1호와 약간의 차이가 있었는데, 광합성율이 가장 높았던 S-FB안료 첨가시에 가장 낮았던 반면, 광합성이 중간 정도였던 FS540과 S7-G안료첨가시에 가장 높았으며, 광합성율이 낮았던 FS4050안료 첨가는 증기압부족량이 낮은 것으로 나타났다.

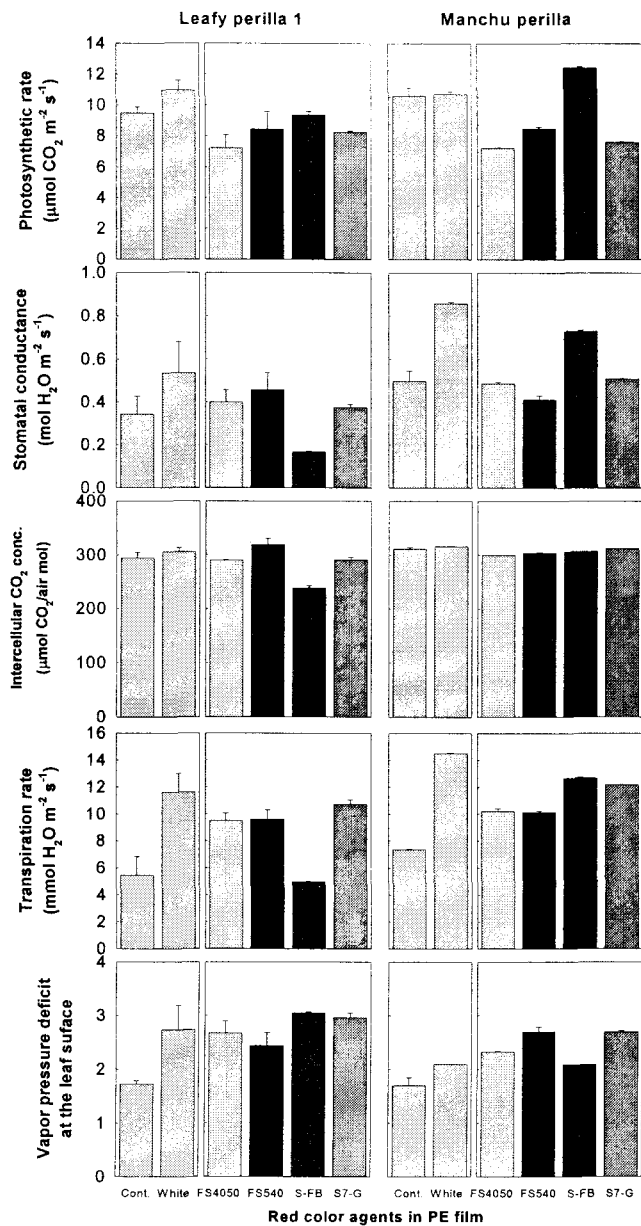


Fig. 28.2. Effect of red color agents on photosynthesis, stomatal conductance, intercellular CO_2 concentration, and transpiration rate of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla).

나. 청색안료의 효과

청색안료를 첨가한 PE필름하에서 성장한 식물체의 줄기 생장을 비교하면 다음 Table 28.4에서 보는 바와 같다. 잎들개 1호는 EOB안료를 첨가한 피복하에서 성장한 식물체가 안료 무첨가 필름하에서 성장한 식물체보다는 초장의 생장이 현저히 촉진되었으며, S-FG안료를 첨가한 PE필름 피복하에서는 초장의 생장이 오히려 억제되었다. 만추잎들개는 청색안료를 첨가하였을 때에는 안료 무첨가피복에 비하여 신장생장이 현저히 억제되었다. 이러한 결과는 품종에 따라서 광과장에 반응하는 정도가 다르다는 것을 알 수 있었다. 또한 초장은 잎들개 1호와 만추 잎들개 모두 무피복하에서 성장한 식물체의 신장생장이 가장 촉진되었는데, 그 원인은 생육의 초기에는 생육이 현저히 억제되었으나, 생육후기에는 다른 피복처리와는 달리 무피복하에 두었기 때문에 식물체가 비를 맞거나 다른 환경요인으로 인한 생육촉진 때문일 것으로 추측된다.

줄기 직경은 두 품종 공히 안료 무첨가 피복하에서 성장한 식물체의 줄기직경 생장이 가장 촉진되었다. 잎들개 1호는 초장의 길이가 길었던 EOB 안료를 첨가한 피복하에서 성장한 식물체의 줄기 직경이 가장 가늘었고, 초장이 가장 짧았던 S-GF 안료 첨가시에는 줄기의 직경이 굵어서 줄기신장과 줄기직경의 생장은 반비례하는 경향이었다. 만추잎들개는 청색안료를 첨가함으로써 줄기의 생장이 억제되었다. 잎들개 1호의 경우에 줄기의 신장생장이 억제되었던 S-GF 안료첨가시에 줄기의 비대생장이 양호하였으나, 만추잎들개의 경우에는 청색안료를 첨가한 PE 필름 피복하에서 성장한 식물체의 줄기의 비대생장이 억제되어 청색안료의 첨가에 의한 파장의 흡수정도에 따라서 품종간의 성장 촉진 효과가 서로 상이한 반응을 나타내는 것으로 나타났다.

생체중은 잎들개 1호의 경우에 신장생장이 촉진되었던 EOB 안료첨가시에 무첨가보다 무거웠으나, S-GF안료첨가는 생체중이 현저히 감소하였다. 만추 잎들개는 안료 무첨가보다 청색안료를 첨가하면 생체중이 현저히 감소하였다.

Table 28.4. Effect of blue color agents on stem growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Blue color agents in PE film	Plant height (cm)	Stem			Node number per plant
			Diameter (mm)	Fresh weight (g) per plant	Dry weight (mg) per plant	
Leafy perilla 1	Non-covering	29.2 a ^{y)}	5.72 c	6.06 a-c	372.4 ab	4.8 a
	White film	16.4 c	7.58 a	5.40 b-d	339.8 b	5.0 a
	S-FG	14.8 c	6.16 bc	3.40 d	298.0 b	4.8 a
	EOB	23.8 b	5.98 bc	5.62 a-c	353.6 ab	5.4 a
Manchu perilla	Non-covering	29.6 a	6.12 bc	7.24 ab	385.0 ab	4.8 a
	White film	22.2 b	7.14 ab	7.72 a	485.8 a	5.6 a
	S-FG	15.8 c	5.62 c	3.32 d	353.6 ab	5.0 a
	EOB	16.8 c	5.76 c	4.36 cd	362.6 ab	4.8 a

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

잎의 생장에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 28.5과 Fig. 28.3에서 보는 바와 같다. 잎들개 1호는 무피복과 무색필름 피복 처리간에 차이가 없었으며, S-FG 청색 안료를 첨가한 PE필름으로 피복하였을 경우에 통계적인 유의차는 없었으나 약간 많았다. 만추잎들개는 청색안료의 첨가종류간에는 엽수, 엽면적 및 생체중의 차이가 없었다. 잎들개 1호의 경우 엽면적은 무색필름 및 S-FG와 EOB 안료를 첨가한 PE필름으로 피복하였을 경우에는 차이가 없었으나 무피복처리에 비하여 현저히 증가하였다. 만추잎들개는 무색필름으로 피복하였을 때에 엽면적이 가장 넓었으며, 다음은 S-FG와 EOB 청색 안료의 첨가로서 종류에 따른 차이는 없었으나 무피복에 비교하면 약간 증가하였다. 잎들개 1호의 경우에 잎의 생체중은 무색필름으로 피복하였을 때에 9,560g으로서 가장 무거웠고, 다음은 S-FG 안료 첨가 필름이었으며, EOB 안료를 첨가하였을 때에는 무피복구와 차이가 없었다. 만추잎들개의 경우에도 무색필름으로 피복하였을 때 생체중이 가장 무거웠으며, 청색안료를 첨가한 필름으로 피복하였을 경우에는 무피복처리와 식물체당 생체중이 거의 동일하였다. 잎들개 1호의 경우 건물중은 S-FG안료를 첨가한 PE필름으로 피복하였을 때에

648.6mg으로서 가장 높았고, 다음은 EOB 필름 및 무피복의 순이었으며, 무색필름으로 피복하였을 때에 가장 가볍게 나타나 생체중과는 전혀 달랐는데, 이는 광합성 효율과 상당한 관계가 있을 것으로 추측할 수 있다. 만추잎들깨의는 무색필름으로 피복하였을 때에 가장 무거웠으며, 다음은 EOB, S-FG 및 무피복 순으로 생체중과 유사한 경향이였다.

Table 28.5. Effects of blue color agents on leaf growth of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)^{z)}.

Cultivar	Blue color agents in PE film	Leaf per plant			
		Number	Area (cm ²)	Fresh weight(g)	Dry weight(mg)
Leafy perilla 1	Non-covering	9.4 a ^{y)}	272.4 cd	6.460 cd	504.4 b-d
	White film	9.4 a	356.3 b	9.560 ab	399.8 d
	S-FG	10.8 a	349.1 b	8.320 bc	648.6 b
	EOB	10.0 a	287.0 b-d	7.580 cd	592.2 bc
Manchu perilla	Non-covering	9.6 a	260.3 d	5.960 d	464.8 cd
	White film	10.8 a	427.3 a	10.540 a	821.8 a
	S-FG	9.4 a	306.0 b-d	6.940 cd	541.0 b-d
	EOB	10.0 a	271.4 cd	7.080 cd	551.8 b-d

^{z)} Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

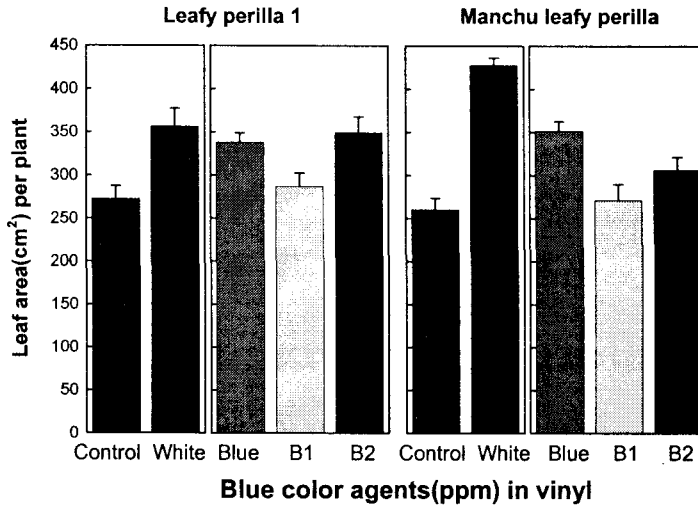


Fig. 28.3. Effect of blue color agents in PE film on the leaf area of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla).

PE필름에 청색안료 첨가가 엽록소 함량에 미치는 영향을 비교한 결과(Fig. 28.4)는 그림에서 보는 바와 같다. 잎들깨 1호는 무색필름으로 피복하는 것이 무피복에 비하여 엽록소 함량이 현저히 증가하였으며, S-FG안료를 첨가한 PE필름으로 피복한 처리는 무피복과 흰색필름으로 피복한 것의 중간 정도였으며, EOB 청색안료 첨가시에 엽록소 함량이 가장 적었다. 만추 잎들깨의 경우에는 잎들깨 1호와는 달리 무피복과 무색필름으로 피복하였을 경우에는 차이가 없었으며, S-FG안료를 첨가하였을 경우에 엽록소 함량이 약간 많았다. EOB 안료의 첨가는 엽록소의 함량이 감소하였으며, 잎과 줄기의 성장량도 가장 불량하였는데, 그 원인은 엽록소 함량이 감소하여 광합성이 억제되었으며, 광합성이 억제되었기 때문에 식물의 성장도 억제된 것으로 생각된다.

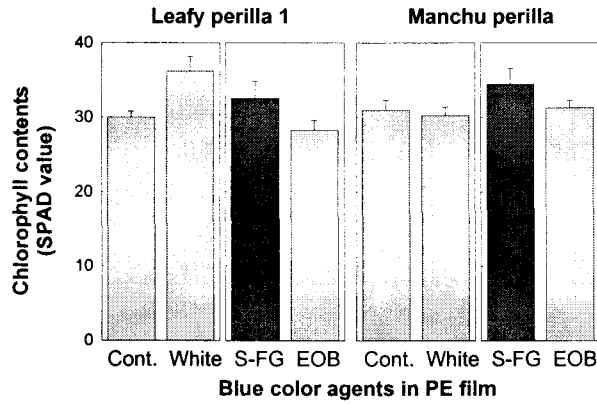


Fig. 28.4. Effect of blue color agents on chlorophyll contents in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla).

S-FG와 EOB의 청색안료를 PE필름에 각각 300ppm 첨가한 다음에 각각의 안료가 있들개 1호와 만추있들개의 뿌리 생육에 미치는 영향을 비교한 결과는 Table 28.6에서 보는 바와 같다. 있들개 1호의 경우 뿌리의 생체중은 S-FG와 EOB안료를 첨가한 PE필름하에서 생장한 식물체가 무색필름이나 무피복에서보다 무거웠다. 그러나 만추있들개는 무색필름으로 피복하는 것이 청색안료를 첨가한 필름으로 피복하는 것보다 뿌리의 생체중이 현저히 증가하였는데, 무피복보다도 오히려 가벼웠다. 이러한 결과는 식물의 품종에 따라서 광과장에 반응하는 시스템에 차이가 있기 때문일 것으로 추측할 수 있다.

Table 28.6. Effect of blue color agents in PE film on the root growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)^{z)}.

Cultivar	Blue color agents in PE film	Root per plant	
		Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
Leafy Perilla 1	Non-covering	6.36 b ^{y)}	560.2 b
	White	6.80 b	612.4 ab
	S-FG	7.58 ab	682.2 ab
	EOB	7.50 ab	604.4 ab
Manchu perilla	Non-covering	7.86 ab	707.4 ab
	White	10.28 a	925.2 a
	S-FG	7.42 ab	667.8 ab
	EOB	7.10 ab	639.0 ab

^{z)} Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

광합성율은 잎들개 1호의 경우에 무색필름으로 피복하였을 때에 약 11로서 가장 높았으며, 다음은 무피복처리구였으며, 잎의 생장이 좋지 않았던 EOB 청색안료를 첨가한 PE필름 피복이 S-FG 청색안료를 첨가한 처리구보다 광합성율이 오히려 더 높았다(Fig.28.5). 만추잎들개는 EOB 청색안료를 첨가하였을 때에 광합성율이 약 $11.5 \mu\text{mol m}^{-12} \text{s}^{-1}$ 로서 가장 높았으며, 무피복 처리와 무색필름 피복 처리구에서는 약 $10 \mu\text{mol m}^{-12} \text{s}^{-1}$ 이었으며, 식물체의 생장이 가장 왕성하였던 S-FG 청색필름으로 피복하였을 경우에는 광합성율이 가장 낮았다. 이러한 원인은 무피복처리에서는 동일한 비효성분을 공급받는 초기에는 생육이 억제되었으나 후기에는 무피복 상태로 되어있기 때문에 비를 맞는 등의 다른 환경 요인이 관여하였기 때문인 것으로 추측된다

기공전도도는 잎들개 1호의 경우에 무피복에 비하여 무색필름으로 피복하였을 때에 약간 높았으며, 광합성율이 낮았던 S-FG 청색안료 첨가 PE필름 처리구가 광합성율이 높은 EOB처리구보다 더 낮았다. 만추잎들개는 무피복과 무색필름 피복처

리시에 잎들개 1호와 유사한 경향이었으나, 광합성율이 높은 EOB 피복처리에서 현저히 높았으며, S-FG피복처리구에서 낮았다. 세포간극내 CO₂의 농도는 무피복, 무색필름 및 S-FG청색 안료 첨가 피복처리시에는 매우 높았으며, EOB 청색안료 첨가 PE필름 피복시에는 가장 낮았다. 만추잎들개는 S-FG청색필름으로 피복하였을 경우에 현저히 감소하였다. 수분 증발율은 잎들개 1호의 경우 무피복처리구에서 가장 낮았고, 다음은 EOB 청색 안료 첨가 피복처리, S-FG안료 첨가 피복처리 및 무색 필름의 순으로서 높았는데, 이러한 경향은 식물체당 잎의 성장량과 유사한 경향이였다. 만추잎들개는 S-FG안료 첨가 피복처리를 하였을 때에 가장 낮았으나, 무색피복처리구에서 가장 높았으며 다음은 EOB 및 무피복처리의 순으로 낮았다. 잎 주변에서 수분을 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압부족량(vapor pressure deficit)은 잎들개 1호의 경우에 수분증발량과 유사하였으며, 만추잎들개의 경우에는 잎들개 1호와 유사한 경향이였다. 이상의 결과를 종합하면 식물체의 종에 따라서 광합성율의 차이가 있었으며, 피복재료를 다르게 하였을 때에 광합성율에 따른 기공전도도, 세포간극내 CO₂의 농도, 수분 증발율 및 증기압부족량 등이 서로 다른 것으로 나타났다.

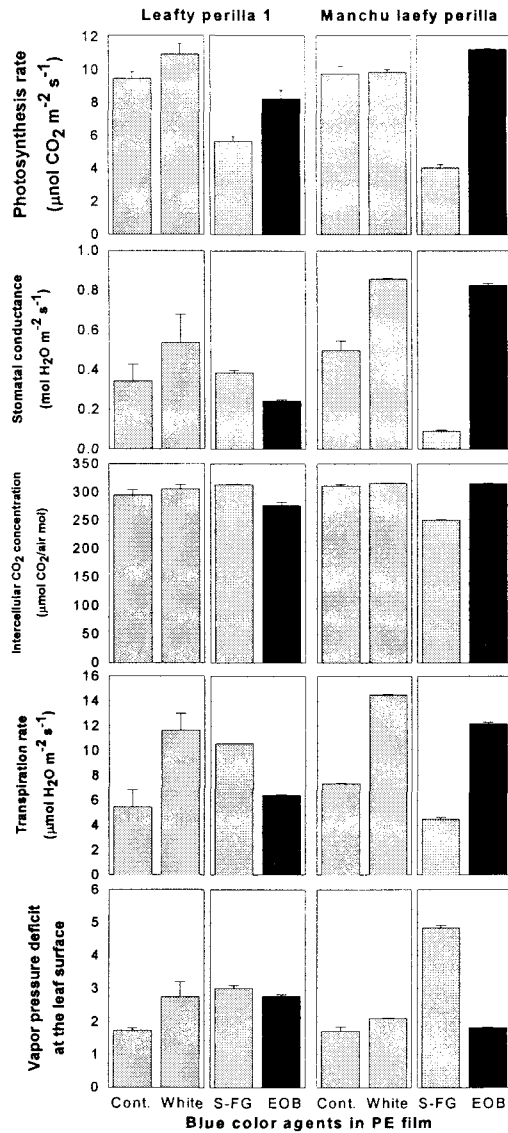


Fig. 28.5. Effect of blue color agents in PE film on the photosynthesis rate, stomatal conductance, intercellular CO_2 concentration, transpiration and vapor pressure deficit of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla).

다. 적색과 청색안료의 혼합 효과

청색과 적색안료의 서로 다른 농도를 조합하여 첨가한 후 광의 투과율을 조사한 결과는 Fig. 28.6에서 보는 바와 같다. 적색안료 250, 500ppm 및 1,000 ppm과 청색안료 250, 500 및 1,000ppm을 조합하여 첨가하였을 경우에 청색안료의 첨가농도가 높을수록 투과율이 감소하였다. 360nm에서 400nm 사이의 자외선 투과량은 적색안료 250과 500ppm 첨가시에는 청색안료의 농도에 따른 차이가 없었다. 그러나 적색안료 1,000ppm에 청색안료 첨가시 투과율은 360nm의 파장대에서는 청색안료의 농도에 관계없이 유사한 경향이었으나, 400nm까지 파장장이 길수록 청색안료의 농도가 높을수록 투과율은 현저히 감소하였다.

400에서 500nm 사이의 광투과율을 비교하면, 전체적인 경향은 약 400nm에서 430nm까지는 감소하였으나 그 이상의 파장에서는 투과율이 증가하였다. 식물체의 광합성에 효율이 높은 460nm에서의 광투과율은 적색안료 250ppm과 청색안료 250과 500ppm을 첨가하였을 때에 약 93.5%였으며, 청색안료의 농도를 1,000ppm으로 높였을 때에는 약 92.5%로 감소하였다. 적색안료 500 및 1,000ppm과 청색안료를 다르게 첨가하였을 때에도 청색안료의 농도가 높을수록 투과율은 감소하였는데, 그 차이는 적색안료 250ppm을 첨가하였을 때보다는 현저히 낮았다. 500nm에서 600nm 사이의 광투과율은 적색안료의 첨가농도에 관계없이 550nm이하에서는 94% 이상으로서 차이가 없었으나 550nm 이상의 파장에서는 급격히 감소하였다. 적색안료 250ppm을 첨가하였을 때에 녹색 파장인 520nm 전후의 파장을 비교해보면 청색안료의 첨가농도가 높을수록 광투과율이 감소하였으며, 반대로 560nm에서 600nm 사이의 황색 파장은 청색광의 농도가 낮을수록 현저히 감소하는 경향이였다. 적색안료 500ppm와 청색안료 250ppm을 첨가하였을 때와 유사하였는데, 전체적인 투과율은 높은 경향이였다. 적색안료 1,000ppm을 첨가시에 청색안료를 첨가하였을 경우에도 500과 1,000ppm 처리시에는 차이가 없었으나 250ppm을 첨가하였을 경우에는 550nm이상의 파장에서 급격히 감소하였다. 등색과 적색을 나타내는 600nm에서 700nm 사이의 광투과율을 비교하면, 600과 650nm 사이의 등색 파장에서는 적색안료 250ppm과 청색안료 500과 1000ppm 첨가시에 투과율이 높고, 저농도인 250ppm을 처리하였을 경우에는 현저히 낮았다. 적색안료 500ppm와 청색안료 1,000ppm 첨가에서는 광투과율이 92% 이상으로서 높았으나, 250과 500ppm 첨가시에는 감소하

었다. 적색안료 1,000ppm 첨가시에 청색안료의 농도별 첨가는 500ppm 이상의 고농도에서는 91% 이상으로서 높았고, 250ppm의 저농도에서는 투과율이 현저히 억제되었다.

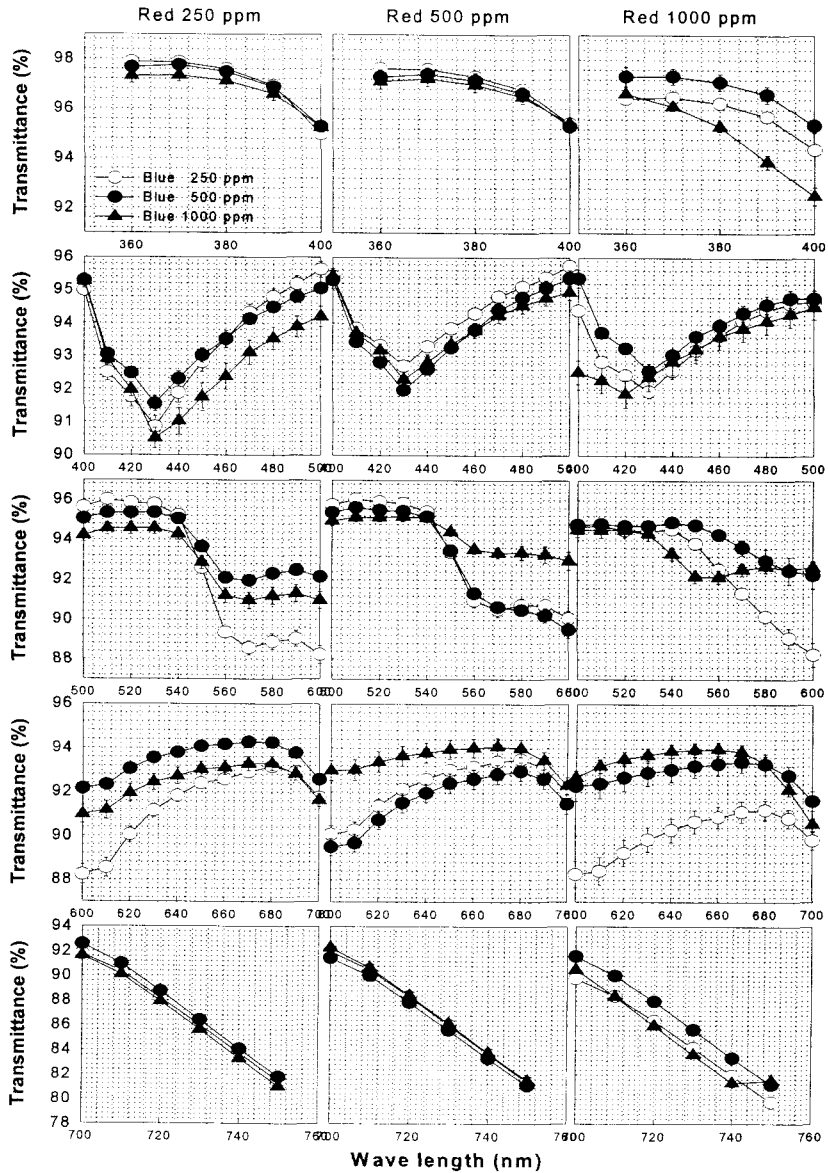


Fig. 28.6. Effect of combined red and blue color agents on transmittance in spectral quality of light.

650nm에서 700nm 사이의 적색광 투과의 경우에도 등색의 경우와 유사한 경향이었으나, 청색안료의 농도에 따른 차이가 적었다.

청색안료의 첨가를 기준으로하여 적색광의 농도를 다르게 하였을 때의 투과율을 비교하여 보면, 청색안료 250ppm에 적색안료 1,000ppm을 첨가하였을 때에 현저히 감소하였으며, 청색안료 500ppm을 첨가하였을 때에는 저농도의 적색안료인 250ppm을 첨가하였을 때에 적색광의 투과율이 가장 높았으며, 청색안료 1,000ppm의 고농도를 첨가하였을 때에는 투과율이 약 92% 이상으로서 적색안료의 농도에 의한 차이가 거의 없었다. 따라서 적색안료의 첨가량에 따른 적색광의 투과율은 적색안료의 첨가율에 의해서 영향을 받음은 물론, 청색안료의 첨가비율에 따라서도 현저한 차이를 나타내었다.

700nm에서 750 nm사이의 근 적색광 파장은 적색안료 250과 500ppm에서는 청색안료의 첨가농도에 의해서 거의 영향을 받지 않았으나, 고농도의 적색안료를 첨가하면 투과율이 약간 감소하는 경향이였다.

엽수는 잎들개 1호의 경우에 적색안료 250ppm과 청색안료 500ppm 혼용 첨가 PE필름 처리와 적색안료 1,000ppm과 청색안료 1,000ppm 혼용 첨가 PE필름 피복시에 가장 많았다(Table 28.7, Fig. 28.7). 엽면적은 적색안료 1,000ppm과 청색안료 250ppm 첨가 필름으로 피복하였을 때에 가장 넓었으며, 적색안료 250ppm 첨가시에는 청색안료의 첨가농도가 높을수록 엽면적은 감소하였으며, 적색안료 500ppm 첨가시에는 청색안료 500ppm 첨가 처리구에서 가장 높았으며, 고농도인 1,000ppm을 첨가하였을 때에 엽면적이 가장 감소되었다. 잎의 생체중과 건물중은 유사한 경향으로서 안료 무첨가 필름으로 피복하였을 때에 가장 무거웠으며, 다음은 적색안료와 청색안료를 각각 1,000ppm의 고농도로 첨가하였을 때에 양호하였으며, 적색안료의 첨가농도를 1,000ppm의 고농도로 첨가하는 것이 효과적이었다. 그러나 적색안료를 저농도인 250ppm 첨가시에는 청색광을 고농도로 첨가하면 생체중과 건물중이 현저히 감소하였으며, 적색광을 500ppm으로 처리시에는 청색안료를 500ppm 첨가하는 것이 가장 효과적인 것으로 나타나서, 식물체의 생장을 촉진시킬 수 있는 PE 필름내에 첨가하는 안료의 농도는 기준이 되는 안료의 상대적인 량에 따라서 다르게 조절할 필요가 있었다.

만추잎들개의 경우에도 잎들개 1호와 유사한 경향이었는데, 적색과 청색안료를 첨가하는 것보다는 안료 무첨가 PE필름 피복하에서 생장이 가장 촉진되었다.

Table 28.7. Effects of combined red and blue color agents on leaf growth of perilla (Perilla ocymoides L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Color agents(ppm)		Leaf per plant				
	Red	Blue	Number	Area(cm ²)	Fresh weight(g)	Dry weight (mg)	
Leafy perilla 1	Non-covering		9.4 a-c ^{y)}	272.4 e-i	6.460 d-f	504.4 d-i	
	0	0	9.4 a-c	356.3 a-d	9.560 abe	744.8 a-c	
	250	250	9.8 ab	294.3 c-h	6.680 c-f	518.8 d-i	
		500	10.0 ab	284.9 d-h	6.720 c-f	524.4 d-i	
		1000	9.2 bc	229.6 hi	5.740 ef	448.0 f-i	
	500	250	9.6 a-c	278.4 d-i	6.540 d-f	511.8 d-i	
		500	9.6 a-c	332.7 b-f	7.920 b-e	657.6 b-d	
		1000	9.6 a-c	248.2 hi	5.700 ef	444.2 g-i	
	1,000	250	9.0 b-c	369.7 a-c	8.300 b-d	647.2 b-d	
		500	9.8 ab	287.5 d-h	7.960 b-e	620.8 b-f	
		1000	10.0 ab	354.9 a-d	8.940 a-c	699.4 a-c	
	Manchu perilla	Non-covering		9.6 a-c	260.3 f-i	5.960 ef	464.8 e-i
		0	0	10.8 a	427.3 a	10.540 a	821.8 a
250		250	9.4 a-c	296.3 c-h	7.100 c-e	557.4 c-h	
		500	10.2 ab	294.0 c-h	6.780 c-f	528.4 d-h	
		1000	9.6 a-c	203.5 i	4.660 f	355.0 i	
500		250	9.2 b-c	297.7 c-h	6.900 c-f	537.6 c-h	
		500	10.4 ab	399.3 ab	9.540 ab	744.0 ab	
		1000	8.2 bc	278.2 d-i	6.880 c-f	536.4 c-h	
1,000		250	9.6 a-c	355.6 a-d	8.620 a-d	672.0 a-d	
		500	9.2 bc	277.5 d-i	6.640 c-f	517.6 d-i	
		1000	9.6 a-c	326.2 b-g	8.020 b-e	625.2 b-e	

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

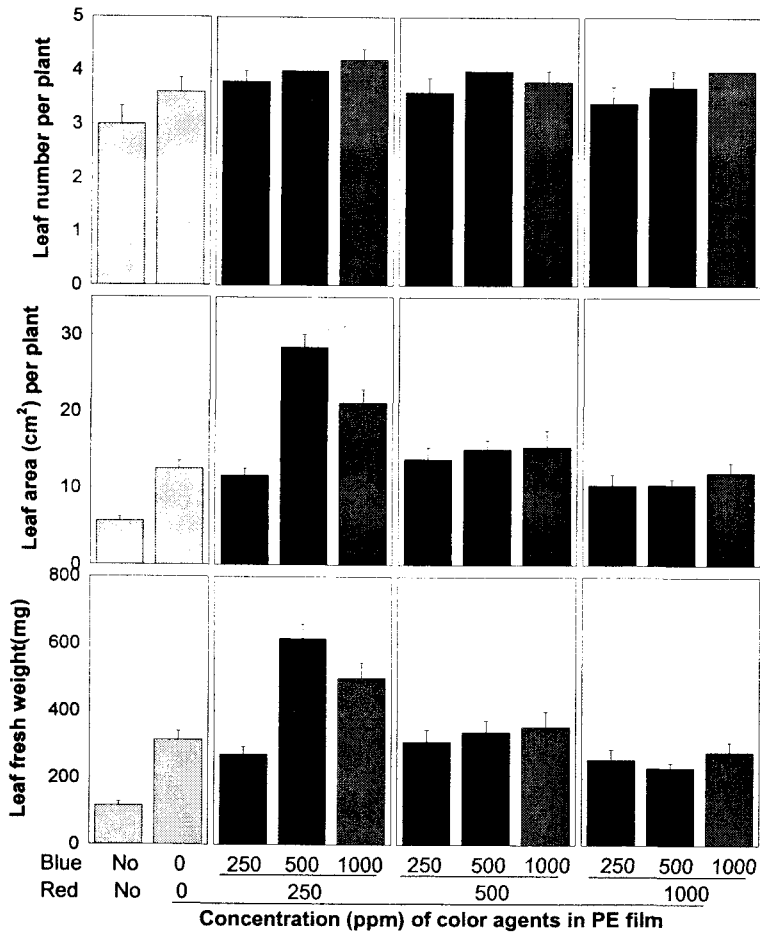
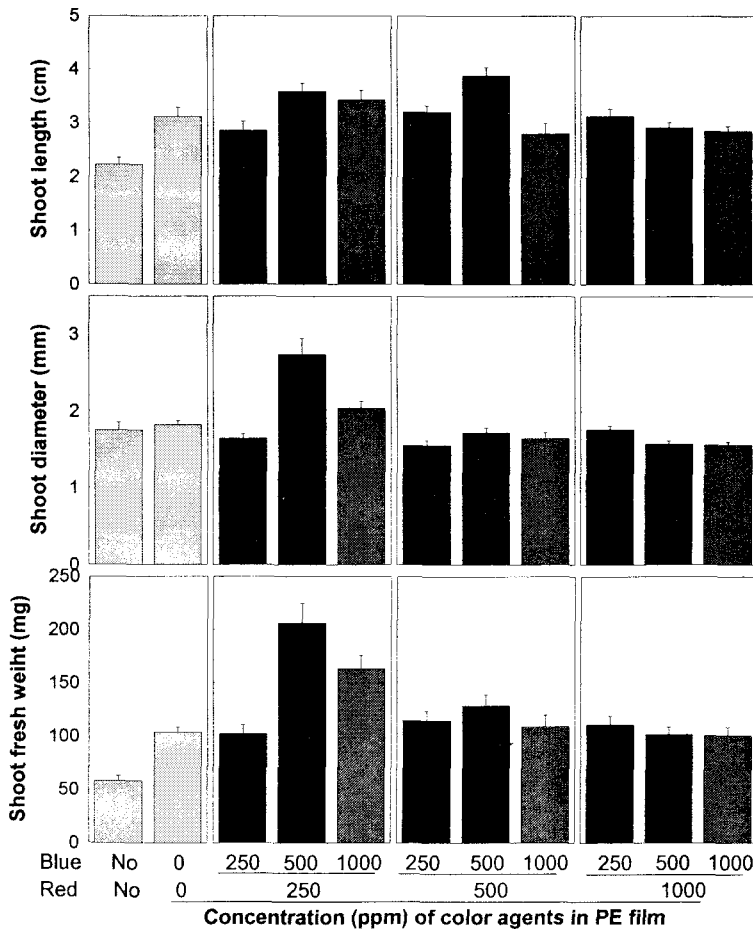


Fig. 28.7. Effect of combined red and blue color agents on leaf growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla).

식물체의 줄기생장을 비교한 결과(Fig. 28.8), 초장은 무피복 처리보다 안료 무첨가 PE필름으로 피복한 것의 생장이 촉진되었다. 안료의 첨가효과는 적색안료 250ppm과 청색안료 500 및 1,000ppm 첨가, 적색안료 500ppm과 청색안료 500ppm을 첨가한 PE필름으로 피복하였을 때에 무색필름으로 피복한 처리보다 신장생장이 촉진되었다.

청색안료의 첨가 농도에 따른 초장의 생장을 비교하면, 적색안료 250ppm을 첨가하였을 때에는 청색안료 500ppm을 첨가하였을 때에 가장 촉진되었고, 다음은 1,000ppm이었으며, 250ppm을 첨가하였을 때에 가장 억제되었다. 적색안료 500ppm 첨가시에는 청색안료 500ppm을 첨가하였을 때에 초장이 가장 길었으며, 적색안료 250ppm을 첨가하였을 때와는 달리 저농도인 250ppm을 처리하였을 때에 1,000ppm을 첨가한 처리보다 생장이 오히려 촉진되었다. 적색안료 1,000ppm첨가시에는 저농도보다는 전반적으로 초장의 생장이 억제되었으며, 청색안료의 농도가 높을수록 신장생장이 억제되었다.



경직경과 줄기의 생체중은 무피복과 백색 PE필름 처리 간에는 차이가 없었다. 적색안료와 청색안료 첨가에 의한 효과를 비교하면 적색안료 250ppm과 청색안료 500ppm을 첨가한 처리구에서 현저히 증가하여 무색필름으로 피복한 것보다 생장이 촉진되었으며, 전체적으로 식물체의 초장생장과 유사한 경향이였다.

Fig. 28.8. Effect of combined red and blue color agents on the growth of shoots in perilla(*Perilla ocymoides* L.)

PE필름내에 첨가된 안료의 농도에 따른 뿌리의 성장(Fig. 28.9)은 무피복과 무색 PE필름 피복처리간에 통계적인 유이가 없었으며, 초장과 마찬가지로 적색안료 250ppm과 청색안료 500ppm을 첨가한 PE필름 피복하에서 성장한 식물체의 뿌리 길이가 가장 길었다. 그러나 적색안료를 500ppm 이상의 농도로 첨가하였을 경우에는 통계적인 유의차가 없었다. 뿌리의 생체중은 무피복과 무색 PE필름 피복간에 차이가 없었으나, 적색안료 250ppm과 청색안료 500 및 1,000ppm을 첨가하였을 경우에는 무색필름으로 피복한 것보다 2배 이상 무거웠다. 반면 적색안료 500ppm을 첨가하였을 경우에는 뿌리의 생체중이 현저히 감소하였고, 1,000ppm첨가 피복과는 차이가 거의 없었다.

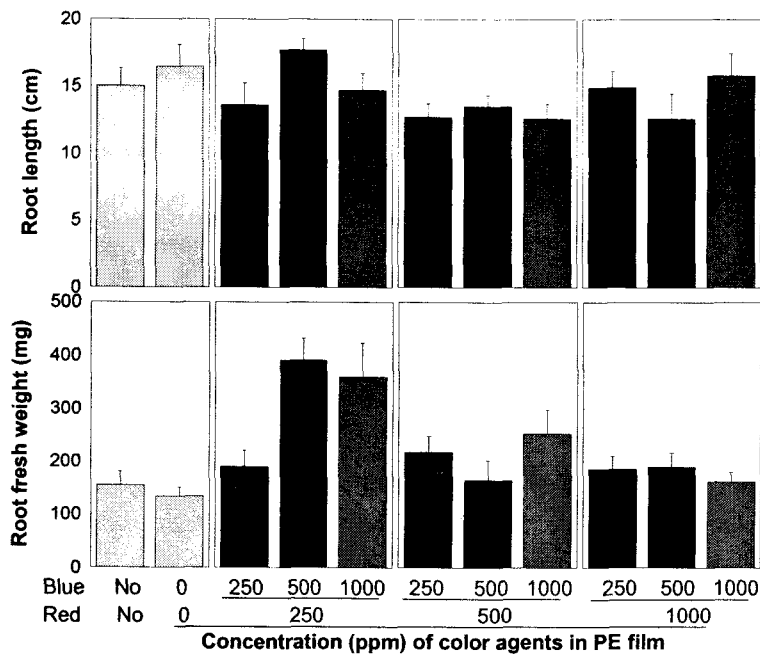


Fig. 28.9. Effect of combined red and blue color agents on the growth of roots in perilla (*Perilla ocymoides* L.)

엽록소의 함량은 무색필름으로 피복한 것보다는 무피복처리구에서 높았고, 안료

첨가 효과를 비교하면, 적색안료 250ppm과 청색안료를 500ppm 첨가하였을 때에 가장 높았으며, 다음은 1,000ppm이었고, 250ppm의 저농도로 첨가하였을 때에 가장 낮았다(Fig. 28.10). 그러나 적색안료를 500ppm 이상으로 첨가하였을 경우에는 통계적인 유의차가 없었다. 적색안료의 첨가가 엽록소 함량에 미치는 효과를 비교해 보면, 청색안료 250ppm의 저농도 첨가시에는 차이가 없었으나, 500ppm 첨가시에는 적색안료의 첨가농도가 높을수록 감소하였으며, 1,000ppm의 고농도처리에서는 적색안료 500ppm 이상의 농도에서 약간 감소하였다.

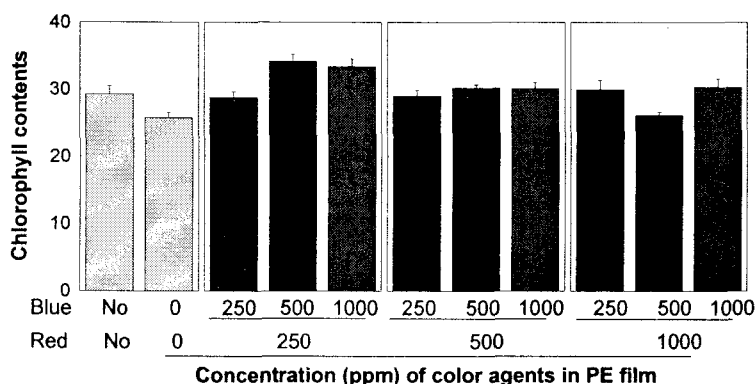


Fig. 28.10. Effect of combined red and blue color agents on the chlorophyll contents (SPAD value) in perilla (*Perilla ocymoides* L.)

앞의 L, a 및 b값을 비교해 본 결과(Fig. 28.11), L값은 적색안료를 500ppm 이하의 농도로 첨가하였을 경우에는 차이가 없었으나, 적색안료 1,000ppm과 청색안료 250과 1,000ppm을 첨가하였을 경우에는 약간 높았다. 적색에서 청색을 나타내는 a값은 적색안료 1,000ppm와 청색안료 500ppm을 첨가시킨 PE필름 피복하에서 재배한 식물체가 5정도로서 가장 높았으며, 다음은 청색안료 1,000ppm이었으며, 250ppm의 저농도로 처리하였을 경우에는 음(-)의 값으로 나타나 진한 청색을 나타내었다. 또한 적색안료 250과 500ppm첨가시에는 청색안료의 농도에 따른 차이는 없었다. b값은 적색안료 250ppm과 청색안료 250ppm을 첨가시킨 PE필름 피복하에서 성장한 식물체에서 가장 높았으며, 적색안료 1,000ppm 첨가시에는 청색안료의

농도가 높을수록 감소하였으며, 500ppm의 적색안료 첨가시에는 청색안료의 농도간에는 차이가 없었다.

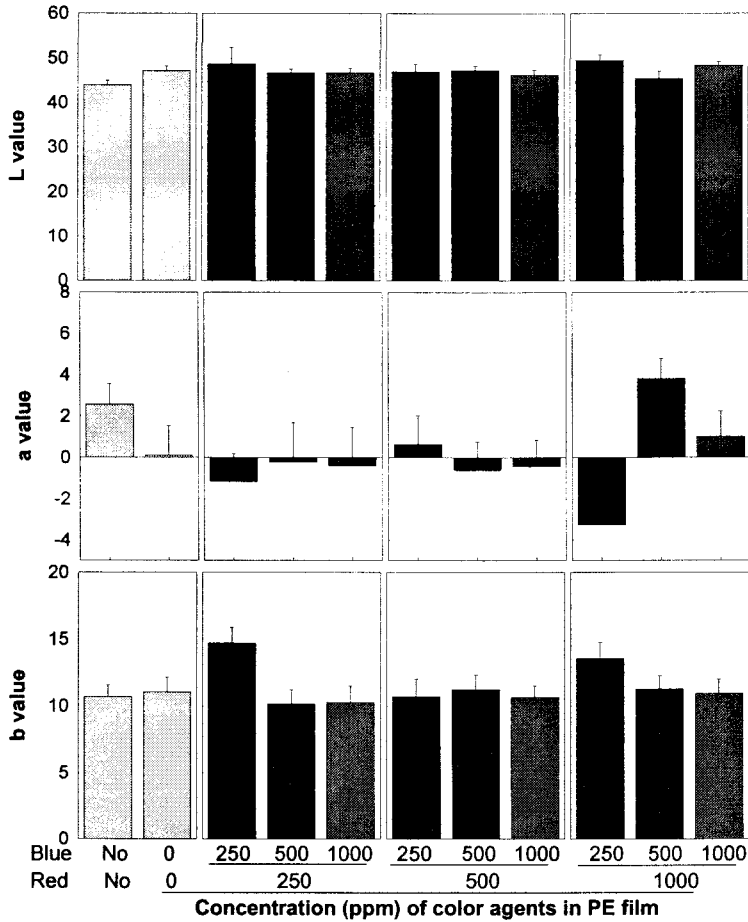


Fig. 28.11. Effect of combined red and blue color agents on the L, a and b value in perilla (*Perilla ocymoides* L.)

안료의 첨가 종류와 농도에 의한 광합성율을 비교한 결과(Fig. 28.12), 잎들개 1호와 만추 잎들개의 광합성율을 비교한 결과, 만추잎들개가 잎들개 1호보다 광합성율이 높았으며, 두 품종 모두 광보상점이 $30\sim 40 \mu\text{mol m}^{-12} \text{s}^{-1}$ 정도였으며, 광포화점은 약 $1,000 \mu\text{mol m}^{-12} \text{s}^{-1}$ 이었다. 광합성율은 무피복처리가 무색필름으로 피복한

처리보다 높았으며, 적색안료 250ppm과 청색안료 500ppm을 첨가한 PE필름 피복하에서 성장한 식물체의 광합성이 가장 높았으며, 다음은 250ppm과 1,000ppm의 청색안료 첨가 순으로 광합성율이 감소하였다. 적색안료 500ppm 첨가시에 청색안료를 고농도로 처리하면 광합성율이 오히려 감소하였으며, 적색안료 1,000ppm 첨가시에는 청색안료를 250ppm의 저농도로 첨가하였을 때에 광합성이 오히려 감소하였다.

청색안료를 기준으로 한 적색안료의 첨가효과를 보면, 청색안료 250ppm 첨가시에 적색안료를 1,000ppm의 고농도로 첨가하면 광합성이 감소하였으며, 청색안료 500ppm 첨가시에는 적색안료의 첨가농도에 의한 광합성율의 차이가 없었으나, 청색안료 1,000ppm 첨가시에는 적색안료의 첨가농도가 높을수록 광합성율도 증가하는 경향이 있었다.

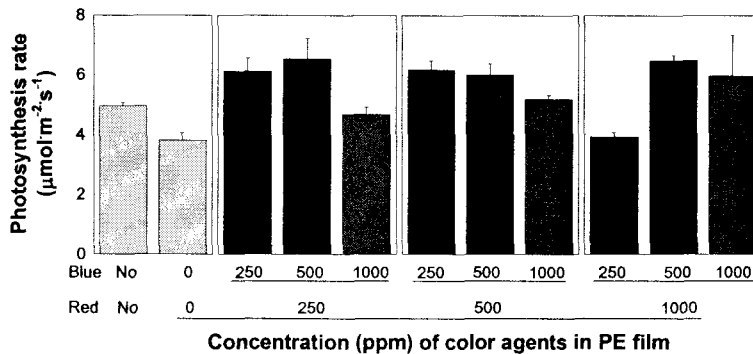


Fig. 28.12. Effect of combined with red and blue color agents in PE film on the photosynthesis rate of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla).

세포간극내 CO₂의 농도를 비교하면(Fig. 28.13), 광합성율이 높았던 무피복구가 무색필름 피복하에서 성장한 식물체보다 CO₂의 농도가 낮았으며, 적색안료 500ppm 첨가시에도 광합성율이 높을수록 낮았다. 그러나 적색안료 1,000ppm을 첨가하였을 경우에는 광합성율이 낮았던 청색안료 250ppm 첨가 피복하에서 성장한 잎의 세포간극내 CO₂함량이 현저히 낮았다.

적색안료의 첨가효과를 보면, 청색안료의 첨가 농도와 관계없이 적색안료를

500ppm의 농도로 첨가하였을 때 가장 높았다.

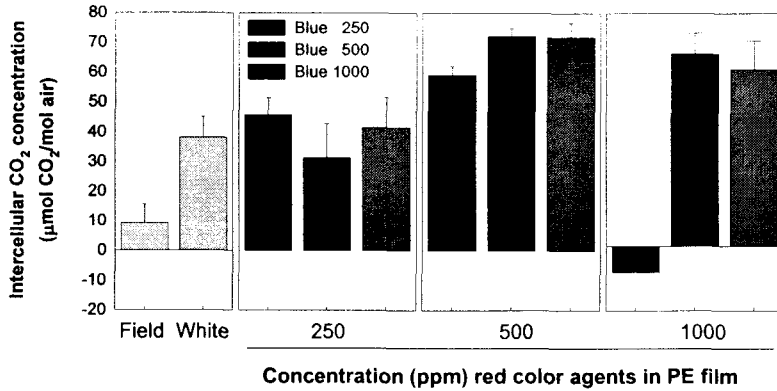


Fig. 28.13. Effect of combined with red and blue color agents in PE film on the intercellular CO₂ concentration of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla).

기공전도도는 광합성율이 높았던 무피복에서 성장한 식물체가 무색 PE필름하에서 성장한 식물체보다 낮았으며, 적색안료 250ppm 첨가시에 청색안료의 첨가농도가 높을수록 증가하여 광합성율이 높을수록 기공전도도는 낮아지는 경향이었으며, 적색안료 500과 1,000ppm 첨가 효과는 광합성율과 유사한 경향으로서 광합성율이 높을수록 기공전도도도 높았다(Fig. 28.14). 수분 증발율은 기공전도도와 유사한 경향이였다. 잎 주변에서 수분을 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압부족량(vapor pressure deficit)은 무피복이 무색 PE필름 피복하에서 보다 높았으며, 적색안료 250ppm 첨가시에 청색안료의 농도가 높을수록 낮았으며, 적색안료 500ppm 첨가시에 청색안료 1,000ppm 첨가시에 높았으나, 1,000ppm 첨가시에 오히려 청색안료 저농도인 250ppm에서 증기압 부족량이 높았다.

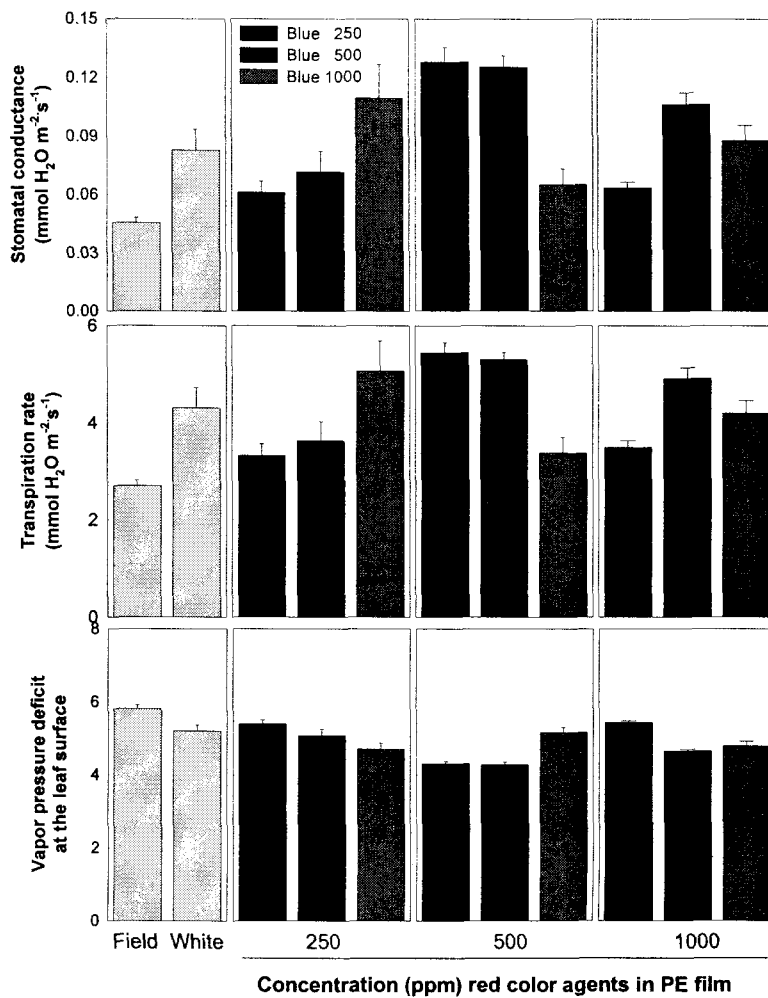


Fig. 28.14. Effect of combined with red and blue color agents in PE film on the stomatal conductance, transpiration and vapor pressure deficit of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla).

라. Yellow 안료의 효과

Lemon yellow(LY), panax lemon yellow FB(PL), Panax yellow FS 520(PY) 및 Yellow(YE)의 황색안료를 첨가한 PE필름하에서 생장한 식물체의 줄기 생장을 비교하면 Table 28.8에서 보는 바와 같다. 잎들개 1호의 경우에는 PY 안료를 첨가한 피복하에서 생장한 식물체의 초장이 안료 무첨가보다 1.7배로 신장생장이 촉진되었다. 다음은 LY와 PL로서 안료 무첨가의 약 1.4배였으나, YE안료를 첨가하였을 때에는 안료 무첨가 피복보다 초장의 생장이 오히려 억제되었다. 만추잎들개의 경우에도 PY 안료첨가 PE필름으로 피복하였을 때에 초장의 생장이 현저히 촉진되어 약 1.3배 증가되었으며, PL안료 첨가는 안료 무첨가와 유사하였으나, LY와 YE 안료 첨가 피복하에서는 생장이 현저히 억제되었다. 이러한 결과는 황색안료를 첨가한 안료의 종류에 따라서 광과장의 흡수도에 차이가 있으며, PE필름을 통해 흡수된 광과장에 반응하는 정도가 품종에 따라서 다르다는 것을 알 수 있었다. 또한 초장은 잎들개 1호와 만추잎들개 모두 무피복하에서 생장한 식물체의 신장생장이 가장 촉진되었는데, 그 원인은 생육의 초기에는 생육이 현저히 억제되었으나, 생육후기에는 다른 피복처리와는 달리 무피복하에 두었기 때문에 식물체가 비를 맞거나 다른 환경요인으로 인한 생육촉진 때문일 것으로 추측된다. 그러나 황색안료 첨가시에는 적색, 청색 및 오렌지색 안료의 첨가와는 다르게 두 품종 공히 초장의 성장촉진 효과가 뚜렷하였다.

줄기 직경은 두 품종 공히 안료 무첨가 피복하에서 생장한 식물체의 줄기직경 생장이 가장 촉진되었다. 그러나 잎들개 1호는 초장이 길이가 길었던 PY 안료첨가 피복하에서 생장한 식물체의 줄기 직경이 굵었고, 다음은 PL, PY의 순으로서 신장생장이 촉진될수록 줄기의 비대생장도 촉진되어 적색, 청색 및 오렌지색의 안료 첨가시에 신장생장을 촉진시킨 경우에는 비대생장은 반대로 억제되는 등의 서로 상반되는 저해 작용은 없었다. 만추잎들개는 PY 안료를 첨가하였을 때에 줄기의 직경이 가장 굵었으며, 다음은 LY, PL 및 YE 안료첨가 순으로써 줄기의 신장생장과 함께 비대 생장도 촉진되어 잎들개 1호와 유사한 결과였다.

잎들개 1호의 경우 생체중은 PY 안료첨가가 안료 무첨가보다 30% 정도 더 무거웠으며, PL 안료 첨가도 안료 무첨가보다 생체중이 무거웠다. 그러나 안료 무첨가 피복보다 LY와 YE 안료첨가는 생체중이 현저히 감소하였는데, 각각 안료 무첨가

의 87%와 52%였다. 만추잎들깨의 경우에는 PY 안료첨가와 안료 무첨가간에 생체 중이 거의 유사하였으며, PL, LY 및 YE 안료의 첨가시에는 안료 무첨가보다 생체 중이 약간 감소하였는데, 특히 YE 안료 첨가는 안료 무첨가 생체중의 39%에 불과하였다.

Table 28.8. Effect of yellow color agents on stem growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Color agents	Plant height (cm)	Stem			Node number per plant
			Diameter (mm)	Fresh weight (g) per plant	Dry weight (mg) per plant	
Leafy perilla 1	Non-covering	29.2 ab ^{y)}	5.72 a-e	6.06 a-c	372.4 a-c	4.8 a-c
	White film	16.4 d	7.58 a	5.40 bc	339.8 bc	5.0 a-c
	Lemon yellow	23.6 bc	4.80 e	4.68 cd	294.4 cd	5.0 a-c
	Panax lemon yellow FB	23.6 bc	6.68 a-d	6.26 a-c	394.0 a-c	5.2 ab
	Panax yellow FS 520	28.0 a-c	6.82 a-c	7.08 ab	445.8 ab	5.2 ab
	Yellow	15.2 d	5.30 de	2.90 d	198.4 d	4.2 c
Yupsil perilla	Non-covering	29.6 a	6.12 b-e	7.24 ab	385.0 a-c	4.8 a-c
	White film	22.2 c	7.14 ab	7.72 a	485.8 a	5.6 a
	Lemon yellow	16.6 d	6.18 b-e	4.22 cd	389.0 a-c	4.8 a-c
	Panax lemon yellow FB	22.4 c	5.84 b-e	5.46 bc	367.4 a-c	4.8 a-c
	Panax yellow FS 520	29.0 ab	6.54 a-d	7.56 ab	411.6 a-c	5.2 ab
	Yellow	14.0 d	5.52 c-e	3.08 d	347.4 bc	4.4 bc

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

무피복, PE필름내 황색(YE), lemon yellow(LY), panax lemon yellow FB(FB) 및 panax yellow FS520(FS520)의 황색안료 첨가가 잎들깨 잎의 생장에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 28.9에서 보는 바와 같다. 잎들깨 1호의 경우 엽수는 panax yellow FS520(FS520)과 panax lemon yellow FB를 첨가한 PE필름하에서 재배한 식물체에서 10.4개로서 가장 많았으며, yellow(YE)를 첨가하였을 때에는 엽수가 오히려 감소하였다. 엽면적도 엽수와 유사한 경향으로서 FS520안료첨가 PE필

름하에서 재배하였을 때 가장 넓었고, 다음은 FB처리였으며, LY와 YE안료를 첨가한 PE필름하에서 재배한 식물체의 엽면적은 무색필름에서 재배한 것보다 오히려 감소하였다. 그러나 생체중과 건물중은 무색 PE필름으로 피복한 식물체의 엽중이 가장 무거웠으며, 다음은 FS520, FB 및 무피복의 순이었으며, YE와 LY안료처리 피복하에서 생장한 식물체 잎은 무피복보다 더 가벼웠다.

Table 28.9. Effects of yellow agents on leaf growth of perilla(*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Color agents	Leaf per plant			
		Number	Area(cm ²)	Fresh weight(g)	Dry weight(mg)
Leafy perilla 1	Non-covering	9.4 a-c ^{y)}	272.4 d-f	6.460 ef	504.4 c-e
	White film	9.4 a-c	356.3 a-c	9.560 ab	399.8 e
	Lemon yellow	10.0 a-c	233.2 f	5.460 f	434.4 de
	Panax lemon yellow FB	10.4 ab	381.0 ab	9.240 a-c	720.2 ab
	Panax yellow FS 520	10.4 ab	388.4 ab	9.320 a-c	726.8 ab
	Yellow	8.4 c	244.4 f	5.940 ef	463.0 c-e
Yupsil perilla	Non-covering	9.6 ab	260.3 ef	5.960 ef	464.8 c-e
	White film	10.8 a	427.3 a	10.540 a	821.8 a
	Lemon yellow	9.6 a-c	289.8 c-f	7.440 c-f	580.0 b-d
	Panax lemon yellow FB	9.6 a-c	326.0 b-e	7.660 b-e	589.2 b-d
	Panax yellow FS 520	10.4 ab	357.5 a-c	8.100 b-d	618.8 bc
	Yellow	8.8 bc	251.1 ef	6.040 d-f	470.8 c-e

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

만추잎들개는 무색 PE필름으로 피복하여 재배한 식물체의 생장이 가장 촉진되었고, 다음은 FS520, FB였으며, YE안료첨가 PE 필름으로 피복한 식물체는 무피복보다 생육이 오히려 억제되었다.

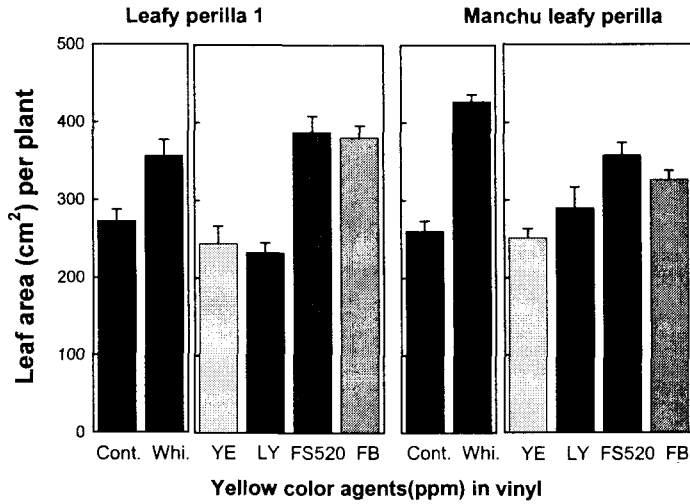


Fig. 28.15. Effect of yellow color agents on leaf area in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1, and Manchu perilla).

엽록소 함량은 잎들개 1호의 경우에 무색PE필름으로 멀칭하였을 때에 엽록소 함량이 가장 많았으며, 무피복, panax lemon yellow FB, yellow panax yellow FS520은 비슷하였으나, lemon yellow를 첨한 PE필름으로 피복하였을 때에는 엽록소 함량이 현저히 감소하였다. 그러나 만추잎들개는 처리간에 차이가 거의 없었다.

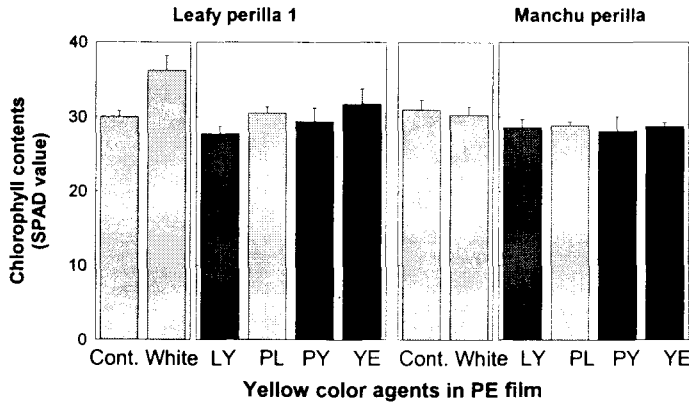


Fig. 28.16. Effect of yellow color agents on chlorophyll contents.

황색안료가 있들개 1호와 만추있들개의 뿌리 생육에 미치는 영향을 비교한 결과는 Table 28.10에서 보는 바와 같다. 있들개 1호의 경우에 뿌리의 생체중은 PY와 PL안료를 첨가한 PE필름하에서 성장한 식물체에서 가장 무거웠는데, 이는 무색필름으로 피복한 것보다 뿌리의 생육이 촉진되었다. 그러나 지상부의 생육이 불량하였던 YE나 LY안료를 첨가한 PE필름 피복하에서 성장한 식물체의 뿌리 성장도 불량하였다.

만추있들개의 경우에도 YE나 LY안료를 첨가한 PE필름 피복하였을 때에 무색필름으로 피복하는 것보다 생장이 약간 촉진되었고, YE또는 LY안료를 첨가한 필름으로 피복하였을 때에는 안료 무첨가 필름으로 피복한 것보다 생육이 현저히 감소하였다. 적색, 청색 및 오렌지색의 안료와는 달리 황색안료를 첨가하면 지상부는 물론 지하부의 생육도 촉진시켰으므로 추후에 황색안료를 이용한 엽채류와 근채류 등에 응용 가능성을 시험한 후에 활용한다면 농산물의 수량증대에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 28.10. Effect of yellow color agents in PE film on the root growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Yellow color agents in PE film	Root per plant	
		Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
Leafy Perilla 1	Non-covering	6.36 c ^{y)}	560.2 c
	White	6.80 bc	612.4 bc
	Lemon yellow	5.54 c	498.6 c
	Panax lemon yellow FB203	8.42 a-c	757.4 a-c
	Panax yellow FS520	8.72 a-c	784.8 a-c
	Yellow	6.98 c	538.6c
Manchu perilla	Non-covering	7.86 a-c	707.4 a-c
	White	10.28 ab	925.2 ab
	Lemon yellow	6.72 c	603.8 c
	Panax lemon yellow FB203	10.42 a	937.8 a
	Panax yellow FS520	10.48 a	943.2 a
	Yellow	7.34 a-c	660.6 a-c

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

식물체의 광합성율을 비교하면(fig. 28.17), 잎들개 1호와 만추잎들개 모두 무색 PE필름피복하에서 성장한 식물체의 광합성율이 가장 높았으며, 다음은 잎의 생장이 좋았던 FS520과 FB 안료침가 PE필름 피복하에서 성장한 식물체였으며, 잎의 생장이 좋지 않았던 YE와 LY의 광합성율은 낮았다. 기공전도도는 잎들개 1호의 경우 광합성율이 높았던 무피복, 무색필름피복 FS520피복하에서는 매우 낮았으며, 광합성율이 가장 낮았던 LY피복하에서 성장한 식물체의 기공전도도가 가장 높았다. 만추잎들개의 경우에는 약간 달랐는데, 광합성율이 높았던 무색 PE필름 피복하에서 가장 높았으며, 다음은 LY와 FS520필름 피복하에서 재배한 식물체에서 높았고, 무피복과 YE필름으로 피복하였을 때에 가장 낮았다.

세포간극내 CO₂의 농도는 무색필름, 무피복, YE피복하에서 가장 높았으며, 광합성율이 가장 낮았던 LY피복하에서 CO₂의 농도가 오히려 억제되어 일반적인 경향과는 전혀 다른 결과를 나타내었다. 만추 잎들개는 처리간에 세포간극내 CO₂농도 차이가 거의 없었다.

수분 증발율은 광합성율이 높았던 FB피복하에서 가장 높았으며, 광합성율이 높았던 무색필름과 광합성율이 낮았던 YE필름 피복간에 차이가 없었으며, LY피복하에서 생장한 식물체의 수분 증발율이 가장 낮았다. 만추잎들개는 광합성율이 가장 높았던 무색피복과 광합성율이 가장 낮았던 LY피복처리간에 차이가 없었으므로 광합성율과 증발율을 상호 비교한 결과 품종에 따라서 상당한 차이가 있었으므로 일정한 경향을 찾기 어려웠다.

잎의 주변에서 수분을 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압 부족량은 잎들개 1호의 경우에는 LY피복처리하에서 가장 높았고, 다음은 무색피복, FS520, FB YE처리간에는 비슷하였고, 무피복하에서 생장한 식물체가 가장 낮았다. 만추잎들개 의는 FS520피복하에서 생장한 식물체가 가장 낮았다.

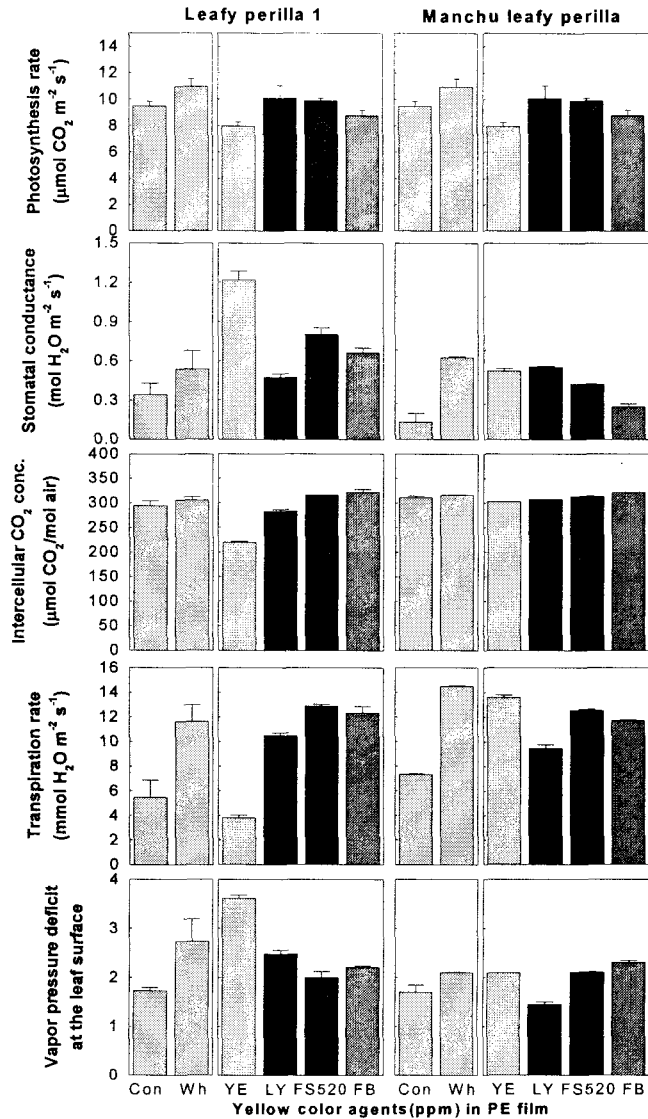


Fig. 28.17. Effect of yellow color agents in PE film on the photosynthesis rate, stomatal conductance, intercellular CO₂ concentration, transpiration and vapor pressure deficit of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla).

PE필름내에 panax yellow FS520(FS520)의 황색안료 첨가 농도가 광질별 반사율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 28.18에서 보는 바와 같다. 400nm 이하의 광

과장에서 안료 무첨가와 FS520 300ppm 첨가 필름의 반사율은 비슷하였으며, 500과 1,000ppm의 안료 첨가는 반사율이 낮았다. 400nm에서 600nm 사이에서는 500과 1,000ppm의 안료를 첨가하였을 때에 반사율이 현저히 낮았으며, 600에서 680nm에서는 그 차이가 약간 감소하였으며, 680nm 이상에서는 첨가농도간에 차이가 거의 없었다.

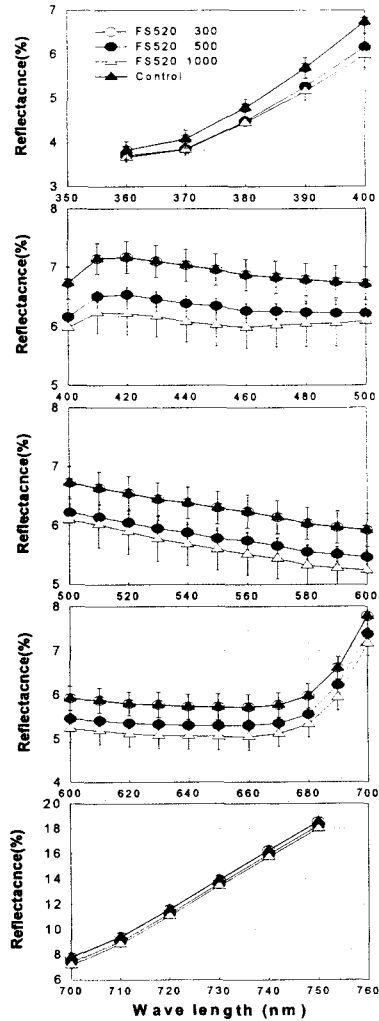


Fig. 28.18. Effect of concentration of yellow color agents on transpiration in spectral quality of light.

광합성율은 FS520의 황색안료를 1,000ppm까지 높일수록 광합성율도 증가하였다 (28.19).

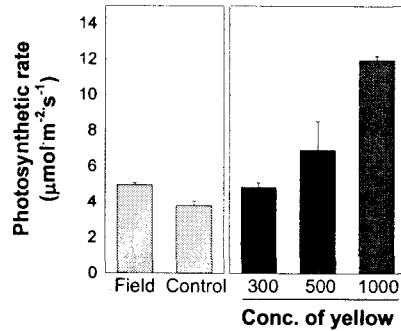


Fig. 28.19. Effect of concentration of yellow color agents on photosynthesis in perilla.

마. Orange 안료의 효과

오렌지색안료를 첨가한 PE필름하에서 성장한 식물체의 줄기 생장을 비교하면 Table 28.11에서 보는 바와 같다. 잎들개 1호의 경우에 FB-400안료를 첨가한 피복하에서 성장한 식물체의 초장이 가장 길었다. 다음은 FG-3000, FS-530 및 S-SG의 안료를 첨가한 피복하에서는 성장한 식물체의 초장은 유사하였는데, 오렌지색 안료 첨가시에 초장이 가장 짧았던 S-HS안료의 첨가시에도 안료 무첨가 필름하에서 성장한 식물체보다는 초장이 길었다. 만추잎들개이는 FB-400와 S-HS안료를 첨가한 PE필름으로 피복하였을 때 생장이 촉진되어 안료 무첨가피복보다 초장이 길었으며, FG-3000, FS-530 및 S-SG 안료 첨가시에는 안료 무첨가보다 초장의 생장이 억제되었다. 이러한 결과는 필름내에 첨가된 안료의 종류에 따라서 투과하는 광질의 차이가 있고 품종에 따라서 광과장에 반응하는 정도가 다르다는 것을 알 수 있

었다. 또한 초장은 잎들개 1호와 만추잎들개 모두 무피복하에서 생장한 식물체의 신장생장이 가장 촉진되었는데, 그 원인은 생육의 초기에는 생육이 현저히 억제되었으나, 생육후기에는 다른 피복처리와는 달리 무피복하에 두었기 때문에 식물체가 비를 맞거나 다른 환경요인으로 인한 생육촉진 때문일 것으로 추측된다.

줄기 직경은 두 품종 공히 안료 무첨가 피복하에서 생장한 식물체의 줄기직경 생장이 가장 촉진되었다. 잎들개 1호는 비교적 초장이 짧았던 FS-530안료 첨가시에 줄기 직경의 생장이 가장 억제되었고, 초장이 길이생장이 가장 억제되었던 S-SG안료 첨가시에 경직경이 가장 굵었는데, 오렌지색 안료를 첨가하였을 때에는 신장 생

Table 28.11. Effect of orange color agents on stem growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Orange color agents(ppm)	Plant height (cm)	Stem			Node number per plant
			Diameter (mm)	Fresh weight (g) per plant	Dry weight (mg) per plant	
Leafy perilla 1	Non-covering	29.2 a ¹⁾	5.72 de	6.06 a-c	372.4 a-c	4.8 bc
	White film	16.4 d	7.58 a	5.40 b-d	339.8 b-d	5.0 a-c
	FB-400(FB)	22.6 b	5.14 e	5.36 b-d	331.2 b-d	5.0 a-c
	FG-3000(FG)	20.4 b-d	5.16 e	4.24 cd	280.8 cd	5.0 a-c
	FS-530(FS)	18.8 b-d	5.12 e	3.76 d	235.8 d	4.8 bc
	S-HS(SH)	19.2 b-d	6.00 b-e	6.20 a-c	398.6 a-c	5.2 a-c
	S-SG(SS)	17.6 cd	6.82 a-d	4.70 cd	308.8 cd	5.4 ab
Manchu perilla	Non-covering	29.6 a	6.12 b-e	7.24 ab	385.0 ab	4.8 bc
	White film	22.2 bc	7.14 a	7.72 a	485.8 a	5.6 a
	FB-400(FB)	23.2 b	5.62 de	5.08 cd	353.6 cd	5.2 a-c
	FG-3000(FG)	18.2 b-d	5.58 de	4.18 cd	351.0 cd	4.8 bc
	FS-530(FS)	16.0 d	5.34 e	3.24 d	336.0 d	4.6 c
	S-HS(SH)	22.8 b	6.96 a-c	6.28 a-c	438.0 a-c	5.0 a-c
	S-SG(SS)	22.8 b	6.22 b-e	5.04 cd	391.4 cd	5.6 a

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

¹⁾ Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

장이 촉진될수록 줄기직경의 생장이 억제되어 줄기신장과 줄기직경의 생장은 반비례하는 경향이였다. 그러나 만추잎들개의 경우에 오렌지색 첨가 효과는 FG-3000안료를 첨가하였을 때를 제외하고는 줄기의 길이가 길수록 직경의 생장도 촉진되었다. 따라서 오렌지색 안료를 첨가한 PE필름으로 피복하였을 경우에는 줄기의 신장 생장 촉진효과와 비대생장의 촉진 효과가 품종에 따라서 상당한 차이가 있다는 것을 알 수 있었다.

잎들개 1호의 경우 생체중은 S-HS 안료를 첨가하였을 때에 안료 무첨가보다 무거웠으나 다른 오렌지색안료 첨가시에는 감소하였다. 특히, FS-530 안료 첨가시에는 안료 무첨가의 70%로서 생체중의 감소현상이 뚜렷하였다.

Table 28.12. Effects of orange agents on leaf growth of perilla (*Perilla ocymoides* L.cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Color agents(ppm)	Leaf per plant			
		Number	Area(cm ²)	Fresh weight(g)	Dry weight(mg)
Leafy perilla 1	Non-covering	9.4 b ^{y)}	272.4 fe	6.460 d	504.4 c-e
	White film	9.4 b	356.3 a-c	9.560 ab	399.8 e
	FB-400(FB)	10.0 ab	330.4 b-f	7.840 b-d	552.6 c-e
	FG-3000(FG)	9.4 b	261.1 ef	6.400 d	497.0 c-e
	FS-530(FS)	9.6 a	269.8 ef	6.340 d	500.2 c-e
	S-HS(SH)	10.4 ab	369.5 ab	8.780 a-c	646.4 bc
	S-SG(SS)	10.8 ab	359.1 a-c	9.160 ab	727.2 ab
Manchu perilla	Non-covering	9.6 b	260.3 ef	5.960 d	464.8 de
	White film	10.8 ab	427.3 a	10.540 a	821.8 a
	FB-400(FB)	10.2 ab	287.4 c-f	6.440 d	502.0 c-e
	FG-3000(FG)	9.6 b	258.7 f	6.100 d	475.6 de
	FS-530(FS)	9.6 b	278.4 d-f	7.000 cd	545.8 c-e
	S-HS(SH)	10.0 ab	368.2 ab	9.420 ab	734.2 ab
	S-SG(SS)	11.2 a	338.1 b-e	7.900 b-d	447.8 de

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

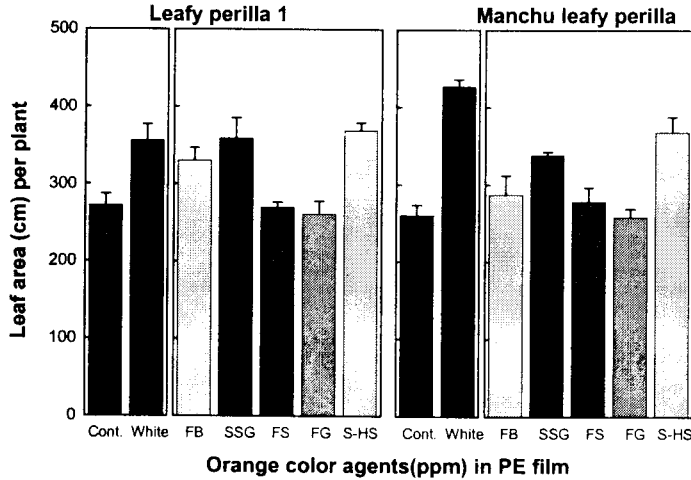


Fig. 28.21. Effect of orange color agents on leaf area in perilla

만추잎들개의 경우에는 안료 무첨가보다 오렌지색안료를 첨가하면 생체중이 현저히 감소하였다.

오렌지색 안료 첨가가 잎들개 잎의 생장에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 28.12.에서 보는 바와 같다. 잎들개 1호의 경우, S-SG안료를 첨가한 PE필름하에서 재배하였을 때에 10.8개로서 가장 많았으며, S-HS와 FB-400안료를 첨가하였을 때에 안료 무첨가 PE필름으로 피복하였을 때보다 엽수가 많았다. 엽면적은 S-HS과 S-SG안료를 첨가한 필름으로 피복하였을 때에 통계적인 유의차는 없었으나 엽면적이 넓었으며, FG-3000과 FS-530 안료를 첨가한 처리는 무피복보다 감소하였다. 잎의 생체중과 건물중은 무색필름으로 피복하였을 경우에 가장 무거웠으며, 다음은 S-SG, S-HS, 및 FB-400의 순으로서 무피복보다는 무거웠으나 FG-3000과 FS-300안료 첨가 피복하에서는 무피복보다 생체중과 건물중이 오히려 감소하였다.

만추잎들개의 경우에도 엽수는 S-SG안료 첨가시에 가장 많았으며, 다음은 무색 PE필름 피복, FB-400, S-HS의 순으로서 무피복처리보다는 많았다. 엽면적은 무색 필름하에서 성장한 식물체는 엽수가 많았던 S-SG안료 첨가 PE필름보다 오히려 넓었다. 생체중과 건물중도 무색필름하에서 성장하였을 때에 가장 무거웠으며, 다음은

S-HS, S-SG, FS-530, FB-400 및 FG-3000의 순으로서 무피복보다는 무거웠다.

잎들깨 1호는 무색필름으로 피복한 처리의 엽록소 함량이 가장 많았으며, 오렌지색 안료의 첨가효과는 FB-400과 S-SG안료를 첨가한 PE필름으로 피복한 식물체의 엽록소 함량이 무피복에 비하여 다소 높았으나, FG-3000, FS-530 및 S-HS안료 첨가후 피복하였을 경우에는 무피복과 유사하였다(fig. 28.22). 만추잎들깨의 경우에는 FS-530안료를 첨가한 피복을 제외하고는 오렌지색 안료를 첨가하였을 때에 무피복과 무색필름으로 피복보다 엽록소 함량이 감소하였다.

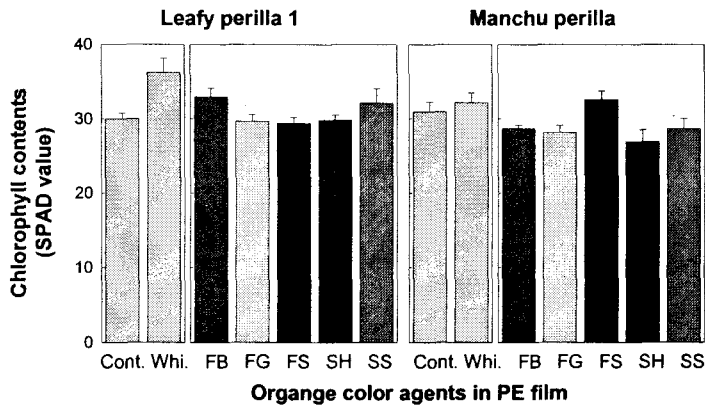


Fig. 28.22. Effects of orange color agents on chlorophyll contents in perilla.

오렌지색 안료가 잎들깨 1호와 만추잎들깨의 뿌리 생육에 미치는 영향을 비교한 결과는 Table 28.13에서 보는 바와 같다. 잎들깨 1호의 경우에 뿌리의 생체중은 FB-400과 S-HS안료를 첨가한 PE필름하에서 성장한 식물체에서 가장 무거웠는데, 이는 무색필름으로 피복한 것보다 뿌리의 생육이 현저히 촉진되었다. 그러나 지상부의 생육이 불량하였던 S-SG의 경우에는 지하부의 성장도 가장 저조하였다.

Table 28.13. Effect of orange color agents in PE film on the root growth in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla)²⁾.

Cultivar	Orange color agents in PE film	Root per plant	
		Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
Leafy Perilla 1	Non-covering	6.36 b ^{y)}	560.2 b
	White	6.80 b	612.4 b
	FB-400	8.50 ab	765.0 ab
	FG-3000	6.34 b	570.6 b
	FS-530	6.18 b	556.2 b
	S-HS	8.10 ab	728.6 ab
	S-SG	5.30 b	479.8 b
Manchu perilla	Non-covering	7.86 ab	707.4 ab
	White	10.28 a	925.2 a
	FB-400	7.54 ab	586.2 b
	FG-3000	7.90 ab	711.8 ab
	FS-530	6.72 b	604.8 b
	S-HS	8.34 ab	751.8 ab
	S-SG	8.36 ab	588.8 b

²⁾ Perillas were planted on 5 May 2000 in tunnel covered with each films and harvested after 50 days after planting. The tunnel was constructed 1m length × 1 m width × 1 m height.

^{y)} Mean separation within columns by DMRT, p = 0.05

그러나 만추잎들깨의 경우에는 안료의 종류에 관계없이 오렌지색 안료를 첨가하면 안료 무첨가 필름으로 피복하는 것보다 뿌리의 생체중이 현저히 감소하였다. 오렌지색 안료의 효과를 비교하면, S-SG와 S-HS안료첨가가 식물체의 뿌리의 생장을 가장 촉진시켰으며, FS-530안료를 첨가한 필름으로 피복하였을 때에 뿌리의 생장이 가장 불량하였다. 이러한 결과는 오렌지색 안료를 첨가하므로써 필름을 통하여 투과되는 광질의 차이로 인하여 안료의 종류에 따라서 식물체의 생장에 변화를 주었고 또한 품종에 따라서 동일한 안료를 첨가하더라도 성장형태에 상당한 차이가

있었는데,

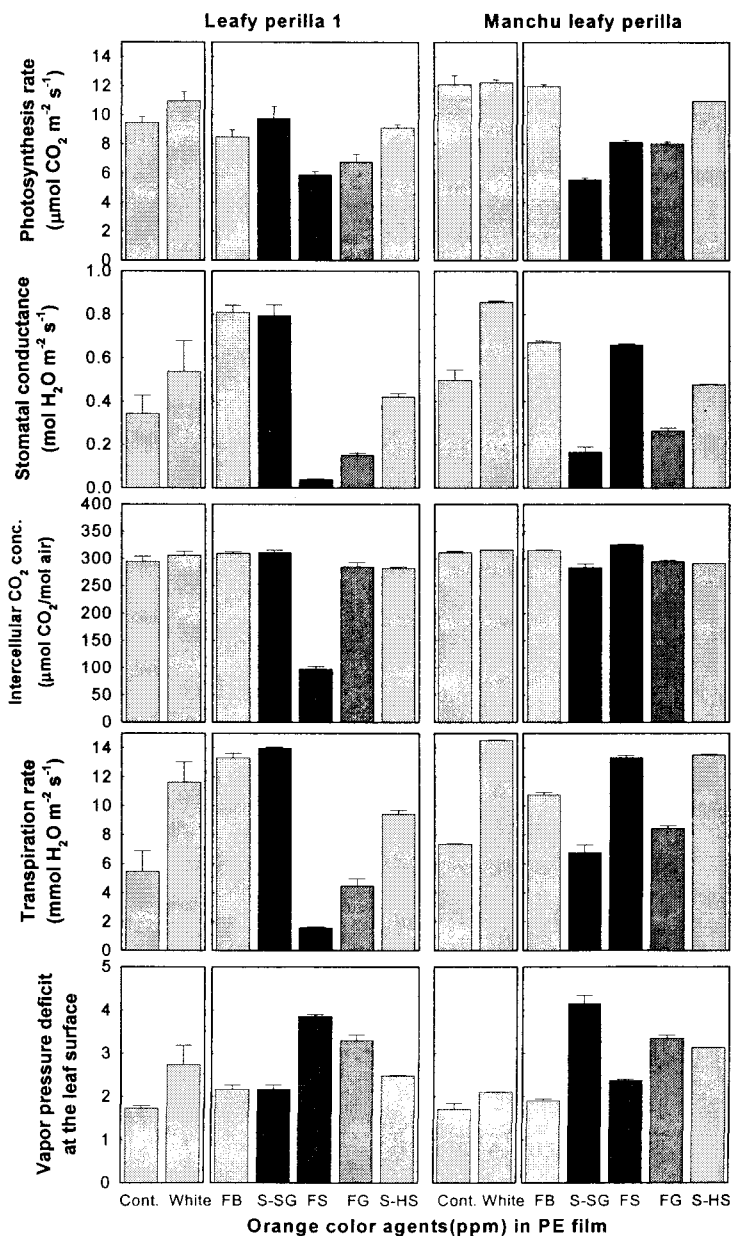


Fig. 28.23. Effect of orange color agents in PE film on the photosynthesis rate, stomatal conductance, intercellular CO₂ concentration, transpiration and vapor pressure deficit of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1 and Manchu perilla).

이러한 결과는 광질에 따라서 식물체내에서 일어나는 생리활성의 변화가 일어났기 때문일 것으로 생각된다.

잎들개 1호의 경우에 광합성율(Fig. 28.23)은 안료 무첨가 피복하에서 생장한 식물체가 가장 높았으며, 오렌지색 안료의 첨가 효과는 생장이 왕성하였던 S-SG와 S-HS 안료 첨가 PE필름하에서 생장한 식물체의 광합성율이 높았고, 생장이 낮았던 FB-400, FG-3000 및 FS-530 안료를 첨가한 PE필름하에서 생장한 식물체는 광합성율이 상대적으로 낮았다. 만추잎들개는 무피복과 무색필름 및 잎의 생장이 억제되었던 FB-400안료첨가 피복하에서 생장한 식물체의 광합성이 가장 높았고, 잎의 생장이 왕성하였던 S-SG는 광합성율이 가장 낮았으나, S-HS 안료 첨가시에는 광합성율이 상대적으로 높았다.

기공전도도는 잎들개 1호의 경우에 생장과 광합성이 억제되었던 FS-530 안료첨가시에 가장 낮았으며, 생장이 촉진되었던 S-SG는 높았으나, 생장과 광합성율이 낮았던 FB-400 안료 첨가시에는 높았다. 만추잎들개는 광합성율이 높았던 S-SG 안료 첨가시에 가장 낮았으며, 광합성과의 관계를 연관시키기는 어려웠다.

세포간극내 CO₂의 농도는 두 품종 공히 잎들개 1호의 경우에 광합성율이 낮았던 FS-530이, 만추잎들개의 경우에는 S-SG안료 첨가하에서 생장하였을 때에 가장 낮았다.

수분증발율은 기공전도도와 유사한 경향이었으며, 잎의 주변에서 수분을 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압 부족량은 잎들개 1호의 경우에는 광합성율과 비교하여 일정한 경향을 설명하기 어려웠으나, 만추잎들개의 경우에는 광합성율이 높으면 증기압 부족량은 낮아지고 반대로 광합성율이 낮으면 증기압 부족량은 높아지는 경향이였다.

4. 적 요

광질을 선택적으로 투과할 수 있는 안료를 개발하여 우리나라의 시설원예의 대부분을 차지하고 있는 피복자재를 개선함으로써 수량을 증대시키고 고품질의 농산물을 생산할 수 있는 피복재를 개발하기 위하여 수행되었다.

1) 적색안료의 효과

적색안료의 종류가 광 파장의 반사율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 무처리,

FS540, FS4050, S-FG 및 S7-G의 적색안료를 300ppm으로 첨가하여 반사율을 조사하였다. 400nm에서 500nm사이의 광 반사율은 S-FG안료의 첨가 비닐이 가장 높았으며, S7-G안료의 첨가 비닐은 반사율이 감소하였다. 600nm에서 700nm 사이의 반사율은 S7-G 안료를 첨가하였을 때에 낮았으며, 650nm에서 700nm 사이의 파장에서는 모든 처리간에 반사율이 유사하였다. 초장은 잎들개 1호의 경우 S-FB안료를 첨가한 피복하에서 가장 길었으며, 다음은 FS4050, FS540 및 S-G 안료첨가 피복간에는 유사하였는데, 안료 무첨가 필름하에서 생장한 식물체보다는 초장의 생장이 현저히 촉진되었으며, S-D안료를 첨가한 PE필름 피복하에서 생장한 식물체의 신장생장은 오히려 억제되었다. 만추잎을개는 FS540안료를 첨가한 PE필름으로 피복하였을 때에 초장의 생장이 현저히 촉진되었다. 줄기 직경은 두 품종 공히 안료 무첨가 피복하에서 생장한 식물체의 줄기직경 생장이 가장 촉진되었는데, 줄기신장과 줄기직경의 생장은 반비례하는 경향이였다. 잎의 생체중과 건물중은 적색의 안료를 PE 필름에 첨가함으로써 무색필름으로 피복한 것보다 감소하였다. 광합성은 적색광의 안료의 첨가에 의한 피복이 무색 필름으로 피복하였을 때보다 감소하였다.

2) 청색안료의 효과

청색안료의 첨가효과를 조사한 결과 잎들개 1호는 EOB안료를 첨가한 피복하에서 생장한 식물체가 안료 무첨가 필름하에서 생장한 식물체보다는 초장의 생장이 현저히 촉진되었으며, S-FG안료를 첨가한 PE필름 피복하에서는 초장의 생장이 오히려 억제되었다. 줄기의 생체중은 잎들개 1호의 경우에 신장생장이 촉진되었던 EOB 안료첨가시에 무첨가보다 무거웠으나, S-GF안료첨가는 현저히 감소하였다. 잎의 생체중은 잎들개 1호와 만추잎들개 모두 무색필름으로 피복하는 것이 청색안료 첨가 피복보다 무거웠으며, 잎들개 1호의 경우 건물중은 S-FG안료를 첨가한 PE필름으로 피복하였을 때에 가장 높았고, 다음은 EOB 필름 및 무피복의 순이었으며, 무색필름으로 피복하였을 때에 가장 가웠다. 광합성율은 잎들개 1호의 경우에 무색필름으로 피복하였을 때에 약 11로서 가장 높았으며, 다음은 무피복, EOB 청색안료, 및 S-FG 청색안료 첨가 PE필름 피복의 순이었다.

3) 적색과 청색안료의 혼합 효과

적색과 청색안료를 혼합하여 그 효과를 조사한 결과는 청색광인 460nm에서의 광 투과율은 적색안료 250ppm과 청색안료 250과 500ppm을 첨가하였을 때에 약 93.5%로서 가장 높았다. 600과 700nm 사이의 파장에서는 적색안료 250ppm과 청색안료 500과 1000ppm 첨가시에 투과율이 높았다. 엽수는 잎들개 1호와 만추잎들개 모두 적색안료 250ppm과 청색안료 500ppm 혼용 첨가 PE필름 처리와 적색안료 1,000ppm과 청색안료 1,000ppm 혼용 첨가 PE필름 피복시에 가장 많았다. 엽면적은 적색안료 1,000ppm과 청색안료 250ppm 첨가 필름으로 피복하였을 때에 가장 넓었다. 잎의 생체중과 건물중은 적색안료의 첨가농도를 1,000ppm의 고농도로 첨가하는 것이 효과적이었다. 경직경과 줄기의 생체중 및 뿌리의 길이는 적색안료 250ppm과 청색안료 500ppm을 첨가가 무색필름에서 성장한 식물체 생체중의 2배 이상으로 높았다. 잎의 a값은 적색안료 1,000ppm과 청색안료 500ppm을 첨가 PE필름 피복하에서 재배한 식물체가 가장 높았으며, 다음은 청색안료 1,000ppm이었으며, 250ppm의 저농도로 처리하였을 경우에는 음(-)의 값으로 나타나 진한 청색을 나타내었다. 광합성율은 만추잎들개가 잎들개 1호보다 광합성율이 높았으며, 두 품종 모두 광보상점이 $30\sim 40\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$ 정도였으며, 광포화점은 약 $1,000\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$ 이었다. 광합성율은 적색안료 250ppm과 청색안료 500ppm을 첨가한 PE필름 피복하에서 성장한 식물체의 광합성이 가장 높았으며, 다음은 250ppm과 1,000ppm의 청색안료 첨가 순으로 광합성율이 감소하였다.

4) Yellow 안료의 효과

초장은 panax yellow FS 520 안료첨가가 안료 무첨가보다 잎들개 1호는 1.7배, 만추잎들개는 1.3로 신장생장이 촉진되었다. 생체중은 두품종 모두 panax yellow FS 520 안료첨가가 안료 무첨가보다 무거웠으며, yellow 안료 첨가는 안료 무첨가 생체중의 39%에 불과하였다. 엽수와 면적은 잎들개 1호의 경우 panax yellow FS520과 panax lemon yellow FB를 첨가한 PE필름하에서 재배한 식물체에서 가장 많았다. 광합성율은 잎들개 1호와 만추잎들개 모두 무색 PE필름피복하에서 성장한 식물체의 광합성율이 가장 높았으며, 다음은 Panax yellow FS 520과 panax lemon yellow FB 안료첨가였으며, yellow와 lemon yellow의 첨가시에는 현저히 낮았다.

5) Orange 안료의 효과

잎들깨 1호와 만추잎들깨의 경우에 FB-400안료를 첨가한 피복하에서 생장한 식물체의 초장이 가장 길었다. 줄기 직경은 두 품종 공히 안료 무첨가 피복하에서 생장한 식물체의 줄기직경 생장이 가장 촉진되었다. 줄기의 직경은 오렌지색 안료를 첨가하였을 때에는 신장 생장이 촉진될수록 줄기직경의 생장이 억제되어 줄기신장과 줄기직경의 생장은 반비례하는 경향이었다. 줄기의 생체중은 잎들깨 1호의 경우 S-HS 안료를 첨가하였을 때에 안료 무첨가보다 무거웠으나, FS-530 안료 첨가는 안료 무첨가의 70%로서 생체중의 감소현상이 뚜렷하였다. 잎수와 엽면적은 잎들깨 1호와 만추잎들깨의 경우 S-SG안료를 첨가한 PE필름하에서 재배하였을 때에 가장 많았으나, 잎의 생체중과 건물중은 무색필름으로 피복하였을 경우에 가장 무거웠다.

5. 참고문헌

Clack. R.B. 1982 Effects of various factors on nutrient composition of plants. Handbook of Nutrient and Food. CRC Press. Florida

Denonald. V.G. 1984. A comparisons of transpiration in tomatoes grown in nutrient film culture and in border soil. ISOSC Proc. 6:173-182.

Kageyma. Y. and K. Konishi. 1988. Morphological and physiological characteristics of tomato plant grown in nutrient solution in comparison with those grown in soil. J. Japan. Soc Hort. Sci. 57:408-407

Keltjens. W.G. 1981. Absorption and transport of nutrient cation and anions in maize. Plant and Soil 63:39-46

Masuda, M., T. Takiguchi and S. Matsubara. 1989. Yield and quality of tomato fruits and changes of mineral concentration in different strengths of nutrient solution. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 58:641-648

제 29절 들깨의 광합성에 미치는 제 요인의 구명

1. 서 언

지구상의 모든 녹색식물은 대사에 필요한 에너지를 직접 또는 간접적으로 광합성을 통하여 태양 에너지를 받아들이고 있다. 식물은 뿌리로부터 물과 공기중의 CO_2 를 흡수하고 잎은 태양에너지를 받아들여 광합성을 하여 유기물질을 합성하는데 광합성율은 식물의 종류, 환경 조건 등에 따라서 큰 차이를 나타낸다.

벼의 잎은 30~40 Klux에서 광포화점에 도달하며, 엽수, 질소농도, 잎의 두께 등에 따라서 광합성율은 다르지만, 잎의 광합성 능력은 $10\sim 40 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dcm}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$ 이며, 잎이 두꺼운 품종은 얇은 품종에 비하여 광포화점이 높으며 광합성 능력이 크다고 하였다(Tanaka, 1972). 또한 벼 잎내의 질소의 농도가 영향을 미치는데, 질소농도가 높을 때에는 50~60 Klux에서 광포화점에 도달하는데, 질소농도가 낮을 때에는 83Klux에서도 광포화점에 도달하지 않는다고 하였다(Yoshida, 1972). Matsunak(1977)는 광합성 양식에 따라 C_3 식물, C_4 식물 CAM(crassulaccan acid metabolism)식물로 분류하였다. 일반적으로 C_3 식물은 식물의 광합성은 태양광의 20~40% 정도에서 광포화점에 도달하지만 C_4 식물은 태양광의 50%에서 광포화점에 도달한다고 하였으며, 높은 광도하에서 C_4 식물의 광합성은 C_3 식물의 광합성보다 높다고 하였다(Hesketh와 Moss, 1963).

광합성은 물질생산의 기초로서 Gregory(1956)는 건물량 증가에 관여하는 엽면적으로 동화량을 분석한 바 있고 이에 대하여 Milthorpe(1956)는 작물의 생산성은 동화율보다는 엽면적이 크게 영향을 미친다고 하였다. 재식밀도와 동화도와 관계 또는 온도, 온도 변화에 따른 광합성율의 차이는 현저하며, 오이의 경우에는 C^{14} 을 이용하여 광합성의 능력과 광합성 산물의 체내 이행의 경시적 추적에서 야온관리가 중요하다는 것을 확인하여 식물체의 광합성에는 여러 가지 요인이 복합적으로 관여한다는 것을 확인하였다.

따라서 본 실험에서도 생육시의 광질, 야과시의 광질, 무기 원소, 및 피복자재 등의 요인들이 광합성, 기공전도도, 수분증발율 등에 미치는 영향을 검토하여 들깨의 생산성을 향상시키기 위하여 실험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

광합성에 미치는 제 요인을 구명하기 위하여 자연상태에서 건전한 식물체, 광 환경

조건, 광도 및 무기원소의 과부족 상태에서 광합성, 기공전도도, 세포간극내 CO₂의 농도, 수분 증발을 및 증기압부족량 등을 측정(LI6400, LI-COR, USA)하였다. 또한 성장상내에서 생육기간중의 LED 광질, night break 중에 광질, 무기원소, 피복재의 안료 첨가 효과 등이 광합성에 미치는 영향으로 조사하였다. 측정값의 분석은 Sigmaplot(미국, 그래픽용)을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 들깨의 광합성 특성

생물체의 생육은 광합성 능력에 의해서 좌우된다. 광합성효율의 향상은 농산물의 생산성과도 직결된다. 따라서 광합성을 촉진시킬 수 있는 방법의 개발은 농업 생산성의 획기적인 전환을 가져올 것이다. 들깨의 정상적인 생육환경인 포장상태에서 생육이 왕성한 시기에 건전한 잎의 광도에 따른 광합성율을 조사한 결과는 Fig. 29.1에서 보는 바와 같다. 생육이 왕성한 시기에 들깨의 광포화점은 약 $1,000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도였으며, 광보상점은 약 $80 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도였다.

나. 적색, 청색 및 근적색광 LEDs 광 및 서로 다른 광도에서 성장한 식물체의 광합성 특성

여름철 노지에서 성장하고 있는 건전한 식물체의 완전히 전개된 최상위엽으로부터 3번째 잎의 광포화점이 $1,000 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 일 때에 광합성율은 약 $20 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로서 높았으며, 광보상점은 $80 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 였다(Fig. 29.1과 Fig. 29.2). 반면 겨울철의 비닐하우스내에서 성장하고 있는 잎들개의 광포화점이 $1,000 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 일 때에 광합성율이 약 $7 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 였으며, 광보상점은 $5 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로서 매우 낮았다.

서로 다른 광질과 광도의 성장상에서 성장한 식물체를 광의 세기에 따른 광합성 특성을 조사한 결과는 Fig. 29.3에서 보는 바와 같다. 광보상점은 약 $20\text{--}35 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 였으며, 광포화점은 약 $500 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로서 노지의 정상적인 조건에서 재배하였을 때보다 광보상점과 광포화점이 현저히 낮았다.

이러한 결과는 광질 뿐만 아니라 광도를 높여 주었을 경우에도 노지에서 재배하는 것보다 성장상에서 생육한 식물체의 광합성이 모두 낮았는데, Powles 등(1980)은 차광 처리한 식물체에서 광합성이 저하하는 이유는 RuBPCase의 활성이 현저하게 저하되

기 때문이라고 하였는데 본 실험의 경우에도 유사한 결과라고 생각된다. 또한 식물은 광적응 반응에 따라 양생식물(sun plant)과 음생식물(shade plant)로 분류할 수 있는데, 양생식물은 음생식물보다 광보상점과 광포화점이 매우 높으며, 본래 양생식물일지라도 인위적으로 저광도 혹은 차광하에서 생육시키면 음생식물과 같은 광합성특성을 나타낸다고 하였는데(Berry, 1975; Boardman, 1977), 본 실험의 결과 노지에서 여름의 고광도에서 재배한 식물체가 겨울철과 생장상에서 재배한 식물체보다 광합성율이 현저하게 증가된 원인은 고광도하에서 성장한 식물체는 양생식물화되어 광합성율이 높았고, 겨울철과 생장상에서 재배한 식물은 저광도에서 성장하여 음생식물화 되었기 때문에 광합성율도 낮고 광포화점도 낮았다고 생각된다.

광보상점은 광도가 증가함에 따라 광합성량도 점점 증가하는데 광합성량과 호흡량이 같게되어 결보기의 광합성량은 제로가 되며, 광포화점은 어느 광도까지 광도가 증가하면 광의 세기가 더 강해지더라도 이상 광합성량이 증가하지 않는 점을 말한다. 광보상점은 식물의 종류, 연령, 환경조건 등에 따라 다르지만 대개 최대 태양광의 2%정도 밖에 되지 않으며(Berry, 1975), 광보상점의 차이는 일차적으로 호흡율에 의해 좌우된다고 한다. 또한 저광도에서 자란 식물체는 비교적 낮은 광도에서 광포화가 일어나며 매우 낮은 광도에서도 광합성을 할 수 있으므로 광보상점이 상당히 낮아진다고 알려져 있다(Berry, 1975; Björkman, 1968; Björkman and Holmgren, 1963; Boardman, 1977). 본 연구에서도 여름의 고광도에서 성장한 식물체보다 겨울철 또는 생장상에서 성장한 식물체의 광합성율이 현저히 낮았고, 겨울 또는 생장상에서 성장한 식물체의 광보상점이 여름의 고광도에서 성장한 식물체보다 낮았는데 이러한 결과는 저광도에서 성장한 식물체의 광보상점이 낮아진다는 보고(Berry, 1975; Björkman and Holmgren, 1963; Boardman, 1977)와 일치하는 경향이었다.

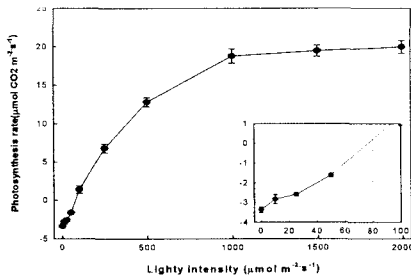


Fig. 29.1. Effect of light intensity ($\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) on photosynthesis rate of perilla (*Perilla ocymoides* L.) as affected by light intensity in summer.

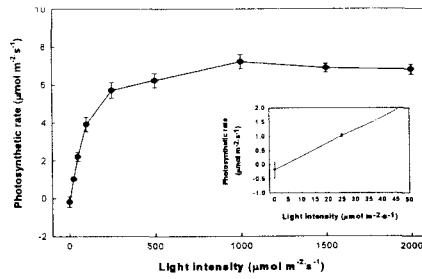


Fig. 29.2. Characteristics of photosynthetic rate ($\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1) as affected by light intensity in winter.

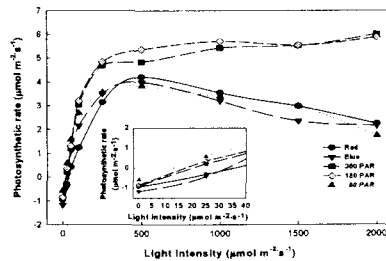


Fig. 29.3. Effect of LED light and light intensity on photosynthesis of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1) at different light intensity(0, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 1500 and 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$).

서로 다른 광질과 광도의 성장상에서 성장한 식물체의 기공전도도는 $180 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 광도를 제외한 모든 처리에서 광도가 증가할수록 감소하였는데(Fig. 29.4), 이러한 결과는 광합성이 증가할수록 기공전도도는 감소하는 경향이였다. 그러나 $180 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 고광도하에서 성장한 식물체는 광합성이 증가할수록 기공전도도도 증가하는 경향이였다. 세포간극내 CO_2 의 농도는 광합성이 가장 왕성하였던 $360 \mu\text{mol m}^{-2}$.

s⁻¹의 광처리구에서 가장 낮았고, 광도가 낮을수록 높았으며 광합성이 가장 낮았던 청색광에서 가장 높은 것으로 나타나 광합성과 세포내 CO₂의 함량간에는 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

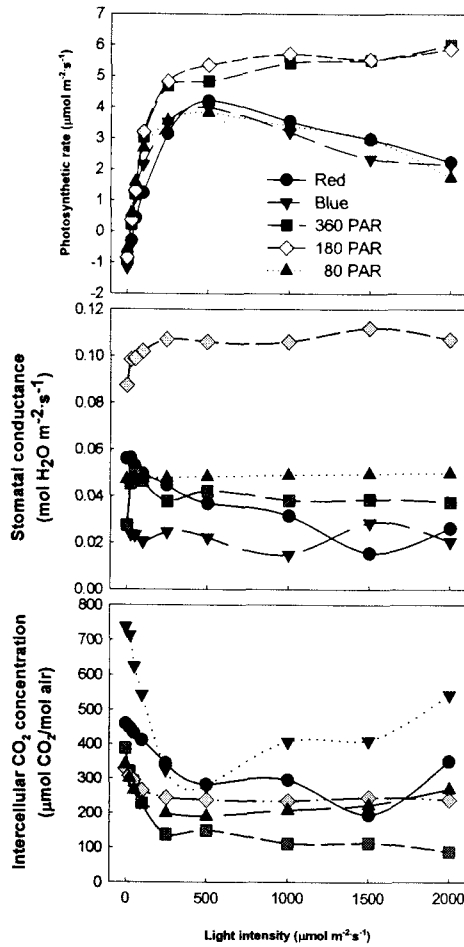


Fig. 29.4. Effect of LED light and light intensity on photosynthesis of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1) at different light intensity(0, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 1500 and 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$).

광질과 광도가 다른 조건에서 재배한 식물체의 광합성을 $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 광합성과 기공전도도를 조사한 결과는 Fig. 29.5에서 보는 바와 같다. $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 동일한 광도를 조사하였을 때 광합성은 적색광하에서 성장한 식물체가 청색광하에서 성장한 식물체보다 높았다.

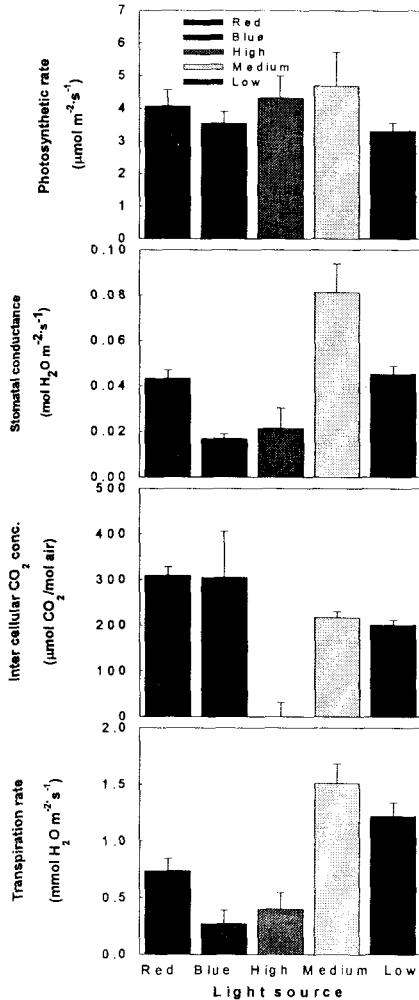


Fig. 29.5. Effect of LED light and light intensity on photosynthesis, stomatal conductance, Intercellular CO_2 concentration, and transpiration rate of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1) at natural light. Photosynthesis was measured at 250, 1000, 1500, 1000, 500 light intensity for red, blue, high, medium, and low light during cultivated, respectively.

광도에 따른 광합성은 고광도에서 성장한 식물체의 광합성이 4배 이상 증가하였다. 기공전도도는 광합성이 낮았던 적색광하에서 성장한 식물체가 청색광하에서 성장한 식물체보다 높았으며, 광도간에는 저광하에서 성장한 식물체가 고광도에서 성장한 식물체의 기공전도도가 높았다. 이러한 결과는 광합성이 높은 식물체는 기공전도도가 높고, 광합성이 낮은 식물체의 기공전도도는 높았다.

식물체 세포간극내 CO_2 농도는 광합성이 높은 고광도에서 성장한 식물체가 가장 낮았고(Fig. 8), 광합성이 가장 높았던 적색광 처리하에서 성장한 식물체에서 가장 낮았다. 수분 증발율은 고광도하에서 가장 높은 것으로 예측하였으나 오히려 저광도에서 성장한 식물체가 가장 높았고, 광합성이 가장 낮았던 적색광하에서 높았다(Fig. 9). 잎 주변에서 수분을 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압 부족량(vapor pressure deficit)은 광합성이 가장 높았던 고광도에서 가장 낮았고, 적색광과 청색광은 거의 차이가 없었으나, 저광도하에서는 오히려 감소하였다(Fig. 10).

기공전도도와 광합성량과의 관계를 보면, 적색광하에서는 기공전도도가 약 $40\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 일 때 광합성량이 약 $4\mu\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 청색광하에서는 기공전도도가 약 $15\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 일 때 광합성량이 약 $3.5\mu\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $380\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 고휘도하에서는 기공전도도가 약 $20\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 일 때 광합성량이 약 $4.3\mu\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $180\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광도하에서는 기공전도도가 약 $80\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 일 때 광합성량이 약 $5.3\mu\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 으로서 기공전도도가 높을 때 광합성율도 증가하여 정의 상관관계를 나타내었다.

기공전도도는 정상으로 성장하는 식물의 앞에서 기공의 개도를 진단하는 지수로 사용되는데 (Israel, 1969; Knapp and Smith, 1990), 기공은 CO_2 의 확산 통로이므로 기공전도도가 광합성과 상관이 있는 것은 당연한 결과일 것이다. 그러므로 광합성율이 높은 적색광과 광도가 $180\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서 기공전도도가 높았는데 들개의 기공전도도가 $40\text{mmol/m}^2/\text{s}$ 이상으로 높아지면 광합성량도 높아질 가능성이 있음을 뜻하는 것이며, 다른 한편으로 정상잎에서 청색광과 근적색광하에서 성장한 들개는 기공 전도도가 낮은 것과 관계가 있다는 것을 암시하는 것이다. 한편 인삼에서 기공전도도가 낮은 (Cooper 등, 1967) 원인은 기공의 수가 적기 때문이고, 그로 인하여 광합성량이 적을 것이라고 하였는데, 본 실험에서 기공수는 측정하지 않았으나 앞으로 광질과 기공 형성과의 관계를 구명한다면 밝혀질 수 있을 것이다.

다. 적색, 청색 및 근적색 LED 광 야파처리가 식물체의 광합성에 미치는 영향

2002년 6월 12일에 파종하여 낮은 온도 25°C 에서 10시간 광, 밤은 온도 15°C 에서 14시간 암처리와 암기 8시간 후에 10분간 야파(night break)를 적색 LED, 청색 LED 및 근적색광 LED를 이용하여 처리를 하였다. 야파 처리 80일 후에 광합성을 측정한 결과는 Fig. 29.6에서 보는 바와 같다.

광합성율은 적색광으로 야파처리하였을 때에 가장 높았으며, 다음은 청색광, 무처리였으며, 근적색광을 처리하였을 때에 광합성율이 가장 낮았다. 광포화점은 적색광과 청색광을 처리하였을 경우에는 약 $15,00\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로서 높았으나, 야파를 하지 않은 무처리와 근적색광으로서 야파를 하였을 경우에는 $1,000\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 으로서 낮았다. 광보상점도 야파시의 광질에 따라서 약간의 차이가 있었는데, 적색광이 $20\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이하로서 약간 낮았으며, 청색광, 근적색광, 무처리에서는 약 25 정도로 약간 높았다. 이러한 결과는 야파처리시의 광질이 주간의 광합성율은 물

론 광포화점과 광보상점 등에도 영향을 주기 때문에 작물의 생육에도 밀접하게 관여고 있을 것으로 추측된다.

수분 증발율은 기공전도도와 유사한 경향이였다. 잎 주변에서 수분을 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압부족량 (vapor pressure deficit)은 $250 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이하의 저광도에서는 차이가 없었으나, 광도가 높을수록 증가하는 경향이었는데, 광합성이 가장 왕성하였던 적색광으로 야과하였을 경우에 가장 낮았다.

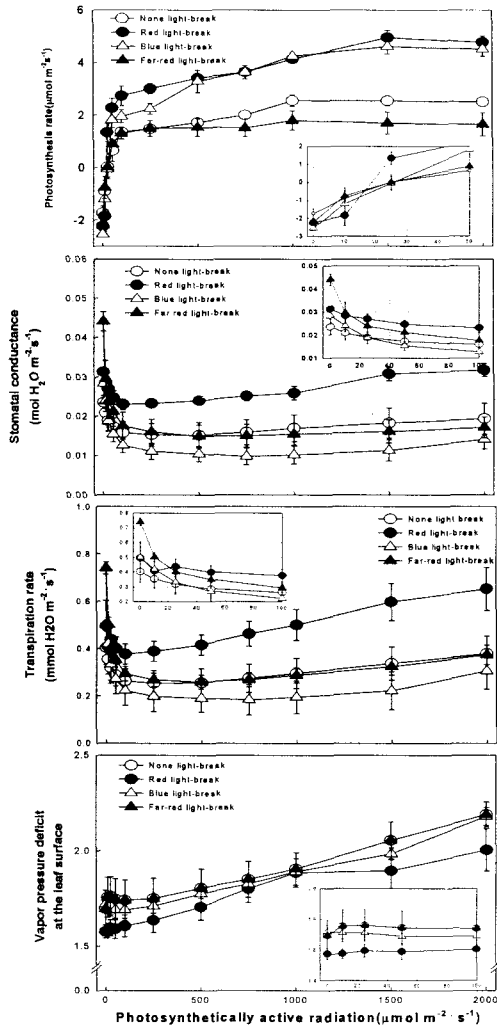


Fig. 29.6. Effect of LED night break on photosynthesis, stomatal conductance, intercellular CO_2 concentration, and transpiration rate of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1). Night break was treated for 10 min at 7 hours after dark.

라. 광질 조절용 전구의 종류가 광합성에 미치는 영향

시중에서 판매되고 있는 적색광 파장 생성 등(적색등), 청색광 파장생성 등(청색등) 및 적색+청색+황색 파장생성 등(삼색등)의 3종류를 구입하여 낮은 25°C의 10시간의 광, 밤은 15°C의 14시간 동안 암하에서 재배하고 있는 식물체에 3종류의 등을 이용하여 암흑 7시간 후에 10분 동안 야파를 하면서 재배하고 있는 식물체로부터 주간(주간)의 광합성율을 측정하여 Fig. 29.7과 29.8에서 보는 바와 같다.

광합성율은 적색광 야파시에 가장 높았고, 청색광 야파시에는 중간이었으며, 삼색등으로 야파를 하였을 경우에 광합성율이 가장 낮았다. 3처리 모두 광포화점은 유사한 경향이었으며, 광 보상점은 청색광으로 야파하였을 때에 약 $8 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 가장 낮았으며, 적색광과 삼색광은 약 $20 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 유사하였다.

기공전도도는 적색, 청색 및 삼색등 모두 $40 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 까지는 감소하는 경향이였으나, $100 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이상의 광도에서는 광도가 높아질수록 증가하였는데, 적색광하에서 가장 높았으며, 삼색광하에서 가장 낮았다.

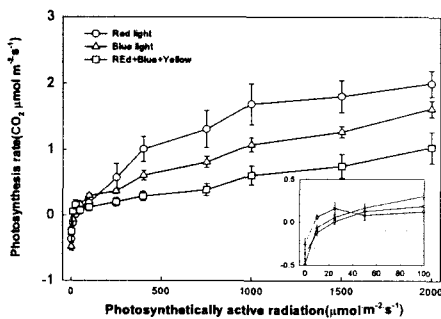


Fig. 29.7. Effect of light source on photosynthesis in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

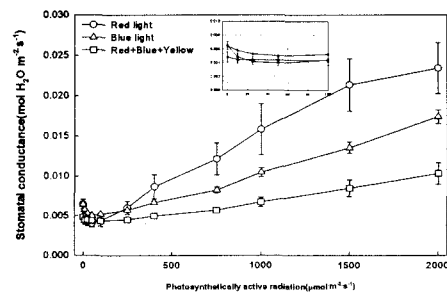


Fig. 29.8. Effect of light source on stomatal conductance in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

마. 개화정도가 잎들개의 광합성에 미치는 영향

2002년 6월 12일에 파종하여 낮은 온도 25°C에서 10시간 광, 밤은 온도 15°C에서 14시간 암처리 한 후, 무처리, 적색광, 청색광 및 근적색광 LED를 이용하여 암기 7시간 후에 10분간 야파(night break)처리를 하였다. 야파 처리 80일 후에 개화정도를 3단계로 구분하여 광합성을 측정된 결과는 Fig. 29.9에서 보는 바와 같다.

광포화점은 미개화 식물체의 잎은 약 $2,000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 으로서 가장 높았고, 개화개시 식물체와 만개한 식물체는 $1,000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 으로서 차이가 없었다. 광보상점은 만개한 식물체는 약 $10 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 가장 낮았고, 미개화 식물체는 $20 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 개화개시 식물체는 약 $40 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 으로서 가장 높았다. 광합성율도 약간의 차이를 나타내었는데, 미개화 식물체가 가장 높았고, 다음은 만개한 식물체였으며, 개화개시 식물체의 광합성율이 가장 낮았다.

기공전도도는 개화정도에 관계없이 $100 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 까지는 감소하였는데, 만개한 식물체에서 가장 높았고, 다음은 개화개시 식물체였으며, 미개화 식물체가 가장 낮았다. 또한 $100 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이상의 광도에서는 $2,000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 까지 광도가 높을수록 증가하였는데, 만개한 식물체가 가장 높고, 다음은 개화개시 및 미개화의 순으로 낮았다. 수분 증발율은 기공전도도와 유사한 경향이였다. 잎 주변에서 수분을 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압부족량(vapor pressure deficit)은 $2,000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 고 광도에서는 개화개시 식물체가 가장 높았고, 다음은 만개한 식물체, 미개화 식물체가 가장 낮았다.

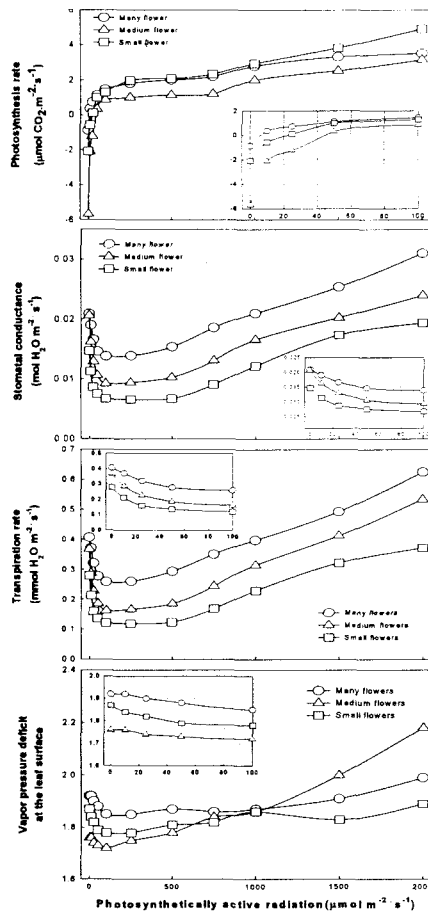


Fig. 29.9. Effect of flowering degree on photosynthesis, stomatal conductance, intercellular CO_2 concentration, and transpiration rate of perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

4. 적 요

들깨 생육시의 광질, 야파시의 광질, 무기 원소, 및 피복자재 등의 요인들이 광합성, 기공전도도, 수분증발을 등에 미치는 영향을 검토하여 잎들깨의 생산성을 향상시키기 위하여 실험을 수행하였다.

여름철 노지에서 성장하고 있는 건전한 식물체의 광포화점이 $1,000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 일 때에 광합성율은 약 $20 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 높았으며, 광보상점은 $80 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 였다. 반면 겨울철의 비닐하우스내에서 성장하고 있는 잎들깨의 광포화점이 $1,000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 일 때에 광합성율은 약 $7 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 였으며, 광보상점은 $5 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 매우 낮았다.

1) 적색, 청색 및 근적색 LEDs 처리가 식물체의 광합성에 미치는 영향

적색, 청색 및 근적색 LED광과 광도가 다른 성장상에서 성장한 식물체의 광보상점은 약 $20\text{-}35 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 였으며, 광포화점은 약 $500 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 노지의 정상적인 조건에서 재배하였을 때보다 광보상점과 광포화점이 현저히 낮았다.

2) 적색, 청색 및 근적색 LED 야파 처리가 식물체의 광합성에 미치는 영향

암기 중간에 10분간 적색 LED, 청색 LED 및 근적색광 LED를 이용하여 야파(night break)처리를 하였다. 광합성율은 적색광을 처리하였을 때에 가장 높았으며, 다음은 청색광, 무처리였으며, 근적색광을 처리하였을 때에 광합성율이 가장 낮았다. 광포화점은 적색광과 청색광을 처리하였을 경우에는 약 $15,00 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 야파를 하지 않은 무처리와 근적색광 야파시에는 $1,000 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이었다. 광보상점은 적색광이 $20 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이하로서 약간 낮았으며, 청색광, 근적색광, 무처리에서는 약 25정도로 약간 높았다.

3) 광질 조절용 전구의 종류가 광합성에 미치는 영향

시중에서 판매되고 있는 적색광 파장 생성 등(적색등), 청색광 파장생성 등(청색등) 및 적색+청색+황색 파장생성 등(삼색등)의 3종류를 구입하여 암기의 중간에 10분 동안 야파를 하면서 재배하고 있는 식물체로부터 주간의 광합성율을 측정된 결과는 다음과 같다. 광합성율은 적색등 야파시에 가장 높았고, 청색등 야파시에는 중간이었으며, 삼색등으로 야파를 하였을 경우에 광합성율이 가장 낮았다. 3처리 모

두 광포화점은 유사하였으며, 광 보상점은 청색광으로 야과하였을 때에 약 $8 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 가장 낮았으며, 적색광과 삼색광은 약 $20 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 유사하였다.

4) 개화정도가 잎들개의 광합성에 미치는 영향

광포화점은 미 개화 식물 잎은 약 $2,000 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 으로서 가장 높았고, 개화개시와 만개한 식물체는 $1,000 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 으로서 차이가 없었다. 광보상점은 만개한 식물체는 약 $10 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 가장 낮았고, 미개화 식물체는 $20 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 개화개시 식물체는 약 $40 \mu \text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 으로서 가장 높았다. 광합성율도 약간의 차이를 나타내었는데, 미개화 식물체에서 가장 높았고, 다음은 만개한 식물체였으며, 개화개시 식물체의 광합성율이 가장 낮았다.

5. 인용문헌

Barker, D.N. 1965. Effect of certain environmental factors on net assimilation in cotton. *Crop Sci.* 5:53-56.

Bjorkman, O. 1968. Further studies on differentiation of photosynthetic properties in sun and shade ecotypes of *Solidago vigaurea*. *physiol. Plant.* 21:84-99

Boardman, N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plant. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28:355-377.

Brown, R.H. 1978. A difference in N use efficiency in C_3 and C_4 plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28:355-377.

Gregory, F.G. 1917. Third Ann. Rep. Exp. Res. Sta. Chestnut. 19.

Hesketh, J.D. and D.N. Moss. 1963. Variation in the response of photosynthesis to light. *Crop Science* 3:107-110.

Longstreth, D.J. and P.S. Nobel. Nutrient influences on the leaf photosynthesis: effects of nitrogen, phosphorus, and potassium for *Gossypium hirsutum* L. *Plant Physiol.* 65:541-543.

Matsunaka, S. and H. Saka. 1977. C_3 and C_4 plants classification and weed

control. *Weed Sci.* 22(4):177-183.

Milthorpe, F.L. 1956. *Growth of leaves.* Butterworths Scientific Publ. London.

Powles, S.B., C.B. Osmond, and S.W. Thorne. 1980. Effect of light intensity during growth on photoinhibition of intact attached bean leaflets. *Plant Physiol.* 65:1181-1187.

Ryle, G.J.A. and J.D. Hesketh. 1969. Carbon dioxide uptake in nitrogen-deficient plants. *Crop Sci.* 9:451-454.

Tanaka, T. 1972. Studies on the light-curves of carbon assimilation of rice plants. The interrelation among the light-curves, the plant type and the maximizing yield of rice. *Agri. Sci. A*, 19:1-100.

Terry, N. and A. Ulrich. 1973. Effects of phosphorus deficiency on the photosynthesis and respiration of the leaves of sugar beet. *Plant Physiol.* 51:43-47.

Terry, N. and Aulrich. 1973. Effects of potassium deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar beet. *Plant Physiol.* 51:783-789.

Yashida, S. 1972. Photosynthesis. pp. 211-212 in annual report for 1972. International Rice Research Institute, Los Bonos, Philippines.

제 30절 깻잎의 품질 평가를 위한 성분 분석

1. 서 언

들깻잎은 독특한 향과 풍부한 비타민을 갖고 있어 채소나 부식으로서 수요가 급증하고 있다. 수요에 부응하기 위하여 들깨의 재배면적과 단위면적당 생산량도 계속 증가하는 추세이다. 최근에는 비닐하우스 재배가 늘어나면서 계절에 관계없이 들깻잎의 출하가 늘어나고 있다. 들깻잎의 채엽은 들깨의 성장속도, 지질에 포함된 각종 유기물질과 무기질의 함량에 따라 그 수확량이 크게 좌우된다.

들깨잎에는 방향성이 강한 정유(精油)성분인 perilla ketone($C_{10}H_{14}O_2$)이 다량 함유되어 있어 생선회나 육류의 비릿한 냄새를 감소시켜줄 뿐만 아니라 식욕 증진, 미네랄 및 vitamin C와 vitamin B₂가 풍부하며, 결핵균의 발육억제, SOD (superoxide dismutase)가 다량함유되어 있어 기능성 채소로도 개발가치가 높은 채소이다. 한국과 일본에서 양념과 천연의 의약품으로서 사용되고 있으며 일년생 초본으로서 널리 재배되고 있는 *Perilla frutescens*는 잎에 휘발성 오일의 구성에 차이가 있는 여러 가지 화학적인 변종으로 구성되어 있다. Ito(1970)는 주요 휘발성 화합물을 근거로하여 지역에서 수집한 계통이나 변종을 perillaldehyde, furylketone, citral와 phenylpropanoid형 등의 4가지의 화합물질로 구성된 화학형태로 분류하였다. 이러한 특수성 때문에 들깨잎은 겨울철 단경기에 건강식품이기도 하며, 고유의 독특한 향기를 내는 새로운 신선 엽채소로서 각광받고 있다.

따라서 몇가지 품종의 깻잎내 무기성분과, 비타민, 아미노산 함량, 향기성분 및 잎 뒷면의 자색 등을 분석하여 품질 구성의 지표로 삼기 위하여 실험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

재료로 이용한 깻잎은 밀양 근교에서 생산되고 있는 품종들로서 1999년 12월부터 2000년 3월까지 생산된 잎들깨 1호, 엽실들깨, 밀양 9호 및 YCPL의 4품종을 원료로 사용하였다.

각종 분석에 사용한 유기용매 및 일반시약은 Merk사(독일) 및 Junsei화학공업사(일본)의 특급 및 1급 시약, amino acid 표준품과 여러 가지 buffer 용액은 Pharmacia Biotech사, 그리고 휘발성 화합물의 동정에 사용한 기타 표준품은

Sigma사의 제품을 사용하였다.

가. 일반적인 성분의 분석

깻잎의 수분은 상압가열건조법, 그리고 회분은 회화법으로 측정하였으며, 질소 단백질 분석기(Büchi co.)로 조단백질을 정량하고 soxhlet추출법으로 조지방의 함량을 측정하였다. 또한 탄수화물의 양은 100%에서 수분, 회분, 조단백질 및 조지방의 백분율을 감한 것으로 결정하였다.

칼슘의 분석은 시료인 깻잎 1~2g 정도를 도가니에 정밀히 달고 가열판에서 탄화시킨 후 550~600℃의 온도에서 여러시간 가열하여 백색~회백색의 회분이 얻어질 때까지 회화하였다.

이 회분을 방냉 후 주의하여 물로 적신 후 염산용액(1→4)약 8~10ml을 가하고 수분간 가열 후 100ml 메스플라스크에 여과하였다. 불용물은 여과지와 함께 먼저 도가니에 옮겨 건조한 후 다시 회화하였다.

이 회분을 물로 적시어 염산용액(1→4) 약 2ml을 가하고 물 약 5ml로 희석한 후 수욕상에서 가온한 다음, 여과한 액을 앞의 100ml 메스플라스크에 합하고 표선까지 1N 염산액을 사용하여 칼슘농도 1~5µg/ml가 되도록 조정하여 일정량의 시험용액을 조제하였다.

칼슘측정용 증공음램프를 사용하여 422.7nm에서 시험용액과 각 측정용 표준용액의 흡광도를 측정하였다. 이 때 1N 염산용액(첨가)을 공시용액으로 하여 이의 흡광도로서 시험용액과 표준용액의 흡광도를 보정하였다. 칼슘을 측정위 위한 원자흡광계의 측정조건은 다음과 같다.

항목 (Items)	조건 (Conditions)
Model	Perkin-Elmer 5100PC
Wavelength	422.7 nm
Slit with	0.70
Flame	Type : Air/C ₂ H ₂ Oxid. flow : 10.00 l/min Fuel flow : 3.80 l/min

측정용 표준용액으로 작성한 검량선에서 시험용액의 칼슘농도를 구하고 다음 계산의 식으로 시료중의 칼슘함량을 구하였다.

$$\text{칼슘함량 (mg/100g)} = A \times \frac{\text{시험용액 전량(ml)}}{\text{시료채취량(g)}} \times \frac{100}{1,000}$$

A: 검량선에서 구한 시험용액중 칼슘농도 ($\mu\text{g/ml}$)

나. 비타민의 분석

깻잎의 비타민 A와 C의 함량은 정밀성이 비교적 높은 HPLC법을 이용하여 분석하였다.

Vitamin A(Retinoid)의 분석은 Vitamin A로 20~30 I.U (6~9 μg)에 상당하는 시료를 정밀히 달아 환저플라스크에 넣는다. Ethanol 30ml 및 10% pyrogallol·ethanol 용액 1ml을 가하여 잘 섞은 후 KOH 용액(9→10) 3ml을 가하고 환류냉각기를 달아 끓는 수욕조에서 30분간 비누화시킨다. 신속히 냉각하여 실온으로 한 다음 물 30ml를 가해 갈색 분액갈대기에 옮긴다.

플라스크는 물 10ml로 씻고 이어서 석유 ether(특급) 30ml로 씻은 후, 씻은 액은 분액갈대기에 합하여 잘 흔들어 혼합하고 방치한 후 물층을 별도의 갈색분액갈대기에 받는다. 물층을 석유ether 30ml씩으로 2회 추출하고 추출액은 앞의 석유ether 층에 합한다. 합한 석유ether추출액을 물 10ml과 50ml씩으로(페놀프탈레인시액으로 정색반응이 일어나지 않을 때까지) 씻어준 후, 분액갈대기중에서 물을 충분히 분리한 석유ether층을 무수황산나트륨으로 탈수하고 여과하여 석유ether층을 분리한다. 탈수에 사용한 황산나트륨은 석유ether 10ml씩으로 2회 씻고 씻은 액은 앞의 석유ether층에 합하였다.

석유ether층을 40~50℃에서 감압 건조한 후 잔류물을 이소프로판올(특급)으로 녹여 1.0ml로 한 것을 시험용액으로 하였다.

HPLC분석을 위한 column은 μ -Bondapak C18, mobile phase는 ethanol/water(95:5)를 유속 0.5ml/min.으로 사용하였으며, 형광검출기(Ex. wavelength 340nm, Em. wavelength 460nm)로써 검출하였다.

시험용액 및 각 농도별 표준용액들을 각각 20 μl 씩 위 조건의 HPLC에 注入하였

다. 이 결과에서 얻은 표준용액들의 피크면적들로 검량선을 작성하고, 검량선에 의하여 시험용액 중 vitamin A의 피크면적으로 시험용액중 vitamin A의 농도(I.U/ml)를 구한 후, 다음 식에 따라 시료중의 vitamin A함량(I.U/100g)을 산출하였다.

$$\text{Vitamin A(I.U/100g)} = S \times \frac{V}{\text{시료 채취량(g)}} \times 100$$

S : 시험용액중의 vitamin A 농도(I.U/ml)

V : 시험용액의 전량(ml), 1.0ml

Vitamin C (Ascorbic acid)의 분석은 5~10g 정도의 시료를 정밀히 달아 같은 량의 10% 메타인산용액을 가하고 10분간 현탁시킨 후 적당량의 5% 메타인산용액을 넣어 균질화 하였다. 균질화한 시료를 100ml 메스플라스크에 옮기고 전량을 100ml로 하고, 이것을 3,000rpm에서 10분간 원심분리하여 그 상등액을 취하여 HPLC분석용 시험용액으로 하였다.

HPLC(Dionex co.)의 분석은 μ -Bondapak C18 column, 0.05MKH₂PO₄/acetonitrile (60:40)을 이동상으로 하여 1.0ml/분의 유속으로 분리하여 자외선검출기(254nm)로 측정하였다.

다. 아미노산 분석

깻잎의 단백질을 구성하고 있는 아미노산(단백질 구성아미노산)의 종류 및 각 함량을 분석하기 위하여, 건조한 각 시료 0.5g 정도를 glass tube에 취하고 6N 염산 25ml씩을 주입하고 감압과 질소충진을 반복한 후 150℃의 가수분해장치(Pico-Tag workstation, Waters사)에서 1시간 가수분해시켰다. 가수분해한 시료용액은 방냉 후 7.5M NaOH용액으로 중화하고, 0.2M sodium citrate loading buffer(pH 2.2)로써 일정량으로 정용한 후 0.22 μ m membrane filter로 여과한 것을 단백질 구성아미노산 정량용 시험액으로 하였으며, sodium type의 ion exchange column을 정착한 아미노산자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia Biotech. Ltd)를 이용하여 각 시험액의 아미노산 함량을 구하였다.

한편, 깻잎중의 중의 유리아미노산을 분석하기 위하여, 시료의 10배량인 0.2M

lithium citrate loading buffer(pH 2.2)와 함께 블렌더에서 균질화한 용액 일정량을 0.22 μ m 멤브레인 필터로 여과하여 유리아미노산 분석용 시험용액으로 하였으며, lithium type의 ion exchange column을 장착한 아미노산자동분석기(단백질 구성아미노산과 동일 model)로 각 시험액의 유리아미노산 함량을 구하였다.

라. 휘발성 향기성분의 분석

휘발성 향기성분을 분석하기 위하여 마쇄한 깻잎 약 80g을 취하여 증류수 적량과 함께 그림 2의 SDE연속추출장치에 넣고 내부표준물질로 1000 ppm의 1-octanol 500 μ l을 첨가한 후 3시간동안 diethyl ether로 환류하여 휘발성 향기성분을 포집하고, 무수황산나트륨으로서 탈수시킨 후 질소기류로 농축하였다.

SDE추출장치로 추출한 휘발성 향을 GC-MS(HP 6890 series GC system+HP 5973 MSD)에서 표 2와 같은 조건으로 향기성분을 분석하였다. 각 화합물의 정량은 각 피크의 면적을 내부표준물질인 1-octanol의 피크면적과 비교하여 아래의 계산식으로 산출하였으며, 이때의 response factor는 1로 가정하였다.

$$\text{휘발성 향기성분의 농도}(\mu\text{l/g}) = \text{각 휘발성 향기성분의 피크면적} \times \text{내부표준물질의 양}(\mu\text{g}) / \text{내부표준물질의 피크면적}$$

Table 30.2. GC-MS conditions for analysis of ethyl acetate and methanol extracts from *Zanthoxylum piperitum* L.

Column	HP-5MS 5% Phenyl Methyl Siloxane(30m \times 250 μ m, film thickness 0.25 μ m)
Carrier gas	Helium, 20.0ml/min
Split ratio	30:1
Temp. program and heated zone	Initial temp. : 70 $^{\circ}$ C Initial time : 5min Rate : 5 $^{\circ}$ C/min Final temp. : 250 $^{\circ}$ C Final time : 5min
Injection port temp.	250 $^{\circ}$ C
Interface temp.	240 $^{\circ}$ C
Ionization voltage	70eV

3. 결과 및 고찰

가. 깻잎의 화학적 성분

들깨 4품종의 화학적 성분을 조사하여 Table 30.3에 나타내었다. 깻잎의 수분 함량은 약 84~88%이며, 조단백질 2.5~3.7%, 조지방 0.4~0.9%, 그리고 탄수화물 6.9~9.2%로 일반 채소류와 유사한 조성이었다. 깻잎 4품종중 엽실 깻잎의 수분함량이 가장 적었던 반면에 조단백질, 조지방, 탄수화물의 함량은 가장 많은 것으로 나타났다. 그리고 비타민 A는 대략 3,000~4,000IU, 비타민 C는 30~60mg/100g 정도 함유하고 있는 것으로 조사되었다.

Table 30.3. General compounds in perilla leaves (/100g)

Cultivar	Moisture (%)	Crude Protein (g)	Crude Fat (g)	Carbohydrate (g)	Ash (g)	(Vitamin)A IU	Ascorbic acid (mg)
Leaf perilla 1	86.6	3.3	0.6	7.9	1.6	3,630	36
Yupsil perilla	84.1	3.7	0.9	9.2	2.1	3,911	62
Miryang 9	88.4	2.9	0.4	7.2	1.1	2,761	47
YCPL	87.9	2.5	0.8	6.9	1.9	4,088	29

원자흡광광도법으로 분석한 깻잎 4품종의 칼슘함량을 깻잎 가식부분 100g당 mg으로 나타낸 결과는 Table 30.4에서 보는 바와 같다. 깻잎의 칼슘함량은 4품종 모두 150mg/100g 이상으로서 일반 타 채소류의 함량에 비하여 다소 높은 수준이었는데, 이러한 특성을 이용한 고칼슘 채소식품 등의 개발에 다소 유리한 면을 가지고 있었다.

Table 30.4. Contents of calcium in perilla leaves.

Cultivar	Contents of calcium(mg/100g)
Leaf perilla 1	159.27
Yupsil perilla	174.17
Miryang 9	154.60
YCPL	151.50

나. 깻잎의 아미노산 조성

깻잎의 단백질을 염산 가수분해한 후 아미노산 자동분석기로 분석한 구성아미노산의 종류와 그 함량을 품종별로 Table 30.5에 표시하였다. 주요 아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, glycine, alanine, arginine, 및 threonine 등이었다. 그 외 lycine, leucine, isoleucine 등도 적지 않게 검출되었으나 타 식물체에서 밝혀진 결과와 마찬가지로 tyrosine과 함황아미노산인 cysteine과 methionine의 함량이 가장 적었다.

아미노산 조성에서 valine, leucine, isoleucine, methionine, lycine, phenylalanine 및 tyrosine의 함량을 합한 총 필수아미노산은 총 아미노산량의 1/3에 못미치는 수준이며, 이러한 비율은 곡류, 콩류 및 일반 버섯류에서 밝혀진 비율에 비해서는 다소 적게 나타난 결과였다. 그리고 깻잎 품종별로 비교하면, YCPL이 총 아미노산의 함량이 가장 적은 것으로 나타났으나, 아미노산에 있어서 품종간의 차이는 뚜렷하지 않았다.

깻잎의 구성아미노산과는 별도로 깻잎의 유리아미노산을 아미노산 자동분석기로 분석하고 그 결과를 Table 30.6에 나타내었다. 깻잎을 음료형태로 제품을 개발시, 단백질 구성아미노산은 대개 물에 녹지 않아 여과과정에서 제거되어 제품의 품질에 미치는 영향은 적은 반면에, 대부분 수용성인 유리아미노산은 음료형태의 제품에 남아 맛을 형성할 것이므로 비록 그 양은 적지만 중요한 요소라고 생각되었다.

Table 30.5. Kinds and contents of structural amino acids in leafy perilla leaves.

Amino acid	Contents (mg/100g)			
	Leafy perilla 1	Yupsil perilla	Miryang 9	YCPL
1. Monoamino-monocarboxylic amino acids				
Glycine	286.3	203.5	153.1	182.3
L-Alanine	261.9	277.0	266.8	214.1
L-Valine	111.4	132.3	125.5	89.7
L-Leucine	135.5	182.4	139.6	108.6
L-Isoleucine	120.8	136.9	180.7	102.7
2. Hydroxy-amino acids				
L-Serine	170.4	211.0	154.6	161.1
L-Threonine	186.9	200.3	172.0	149.6
3. Sulfur containing amino acids				
L-Cysteine	72.1	90.6	48.1	49.6
L-Methionine	54.5	86.1	82.9	71.4
4. Monoamino-dicarboxylic amino acids				
L-Aspartic acid	482.7	413.6	392.7	259.1
L-Glutamic acid	348.5	424.6	371.5	306.7
5. Diamino-monocarboxylic amino acid				
L-Arginine	148.2	206.3	186.4	150.7
L-Lysine	198.7	221.8	176.3	136.8
L-Histidine	160.1	175.3	170.2	145.9
6. Aromatic amino acids				
L-Phenylalanine	184.6	181.1	129.7	166.2
L-Tyrosine	62.5	90.8	54.1	98.0
7. Imino acids				
L-Proline	109.1	145.1	142.8	150.8
Essential AA ^a	868.0	1031.4	888.8	773.4
Total amino acids	3094.2	3378.9	3077.0	2543.3

^a Essential amino acids : Sum of valine, leucine, isoleucine, methionine, lysine, phenylalanine and tyrosine.

Table 30.6. Kinds and contents of free amino acids in leafy perilla leaves.

Peak No.	Amino acids	Contents (μ mol/100g)			
		Leafy perilla 1	Yusil perilla	Miryang 9	YCPL
1	o-Phospho-L-serine	tr.	-	tr.	tr.
2	Taurine	tr.	tr.	tr.	tr.
3	O-Phosphoethanolamine	8.4	14.4	8.0	23.2
4	Urea	99.0	78.0	125.8	59.2
5	L-Aspartic acid	377.4	403.6	334.4	342.0
7	L-Threonine	84.0	66.4	178.2	124.8
8	L-Serine	444.0	576.8	385.4	524.2
9	L-Asparagine	304.4	260.4	421.2	196.8
10	L-Glutamic acid	624.0	594.4	618.4	383.6
11	L-Sarcosine	48.0	36.6	142.4	55.2
12	L- α -Aminoadipic acid	-	tr.	-	-
14	Glycine	547.0	600.8	475.6	607.2
15	L-Alanine	359.4	330.4	384.2	312.6
16	L-Citrulline	8.4	tr.	7.6	12.2
17	L- α -Amino-n-butyric acid	17.0	24.8	9.2	15.4
18	L-Valine	206.0	198.4	262.4	178.6
19	L-Cystine	10.0	17.2	11.4	22.2
20	L-Methionine	23.4	17.7	12.4	38.4
21	Cystathionine	-	-	8.2	tr.
22	L-Isoleucine	106.0	99.8	42.6	141.8
23	L-Leucine	175.0	184.2	205.6	94.6
24	L-Tyrosine	74.4	78.0	97.6	43.8
25	β -Alanine	64.4	20.4	78.6	55.0
26	L-Phenylalanine	52.0	18.4	34.6	61.2
27	DL- β -Aminobutyric acid	-	-	6.6	tr.
28	L-Homocystine	tr.	tr.	9.8	tr.
29	γ -Amino-n-butyric acid	156.0	116.8	160.4	59.2
30	Ethanolamine	58.4	87.4	44.0	25.8
31	Ammonium chloride	245.4	198.6	204.9	256.3
32	δ -Hydroxylysine	-	-	-	-
33	L-Ornithine	36.5	19.7	34.5	22.5
34	L-Lysine	196.2	200.9	177.2	181.9
35	1-Methyl-L-histidine	54.5	68.2	42.7	32.2
36	L-Histidine	82.0	142.7	108.0	68.7
37	3-Methyl-L-histidine	58.0	65.2	26.0	44.5
39	L-Carnosine	22.5	56.9	40.1	15.2
40	L-Arginine	280.0	186.5	207.3	303.2

*tr : trace is less than 5.0 μ mol/100g

갯잎의 유리아미노산 종류는 약 34종으로 검출되었으며, 이중 주요 성분은 glutamic acid, glycine, serine, aspartic acid 및 alanine 등으로 구성아미노산중 주요 성분과 거의 일치하는 것으로 볼 수 있었다. 주요 아미노산외에 γ -Amino-n-butyric acid 등 구성아미노산의 종류가 아닌 아미노산들이 다소 검출되었으며, 피로회복에 효능이 있다는 tyrosine도 약간 함유되어 있었다.

다. 갯잎의 휘발성화합물 조성

SDE방법을 이용하여 4종 갯잎의 휘발성 향기성분을 포집한 후 GC-MSD로써 분석한 결과, 잎들개1호(Fig. 30.1)에서는 52종, 엽실에서는 48종, 그리고 밀양9호와 YCPL에서는 47종의 화합물들로 분리되어 검출되었다.

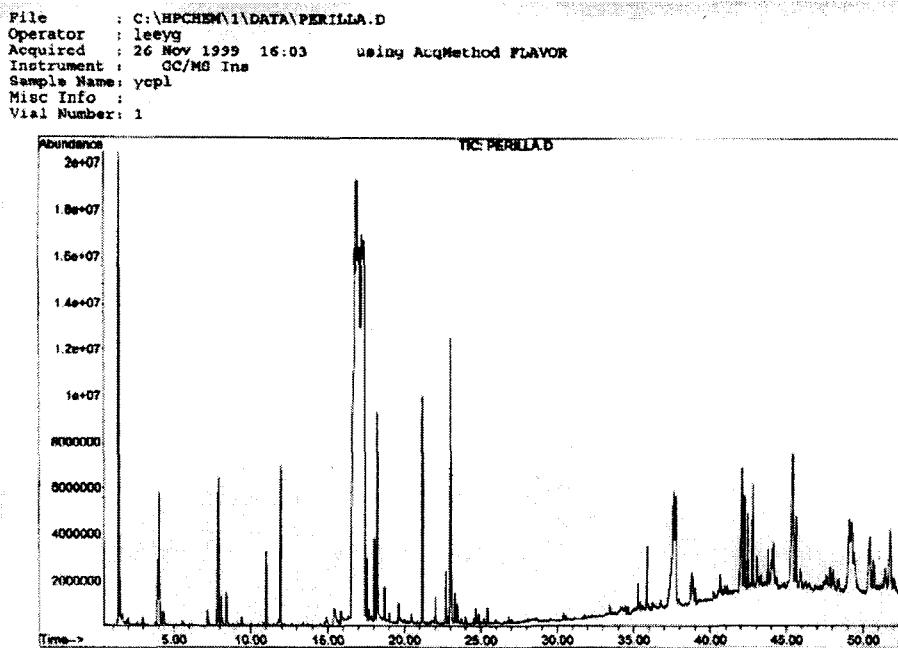


Fig. 30.1 Fig 30.1. Total ion chromatogram of volatile aromatic compounds in Leafy perilla 1.

분리된 각 peak의 mass spectrum을 Wikey library data base 및 표준물질들을 이용하여 잠정적으로 동정한 화합물들과 미동정물질들의 조성은 표 27에서 보는 바와 같다.

Table 30.7. Kinds and contents of volatile aromatic compounds in perilla leaves.

RT ^a	Volatile compounds	Contents (μ g/g)			
		Leafy perilla 1	Yupsil perilla	Miryang 9	YCPL
1.993	2-Ethyl furan	0.96	1.12	0.58	0.67
2.630	2-penten-1-ol	ND ^b	ND	ND	0.34
2.900	Unknown	ND	ND	tr.	ND
2.959	Hexanal	0.80	0.74	1.62	0.84
3.943	4-Pentenal	tr.	tr.	tr.	0.30
3.961	trans-2-Hexenal	4.35	5.39	7.28	5.87
4.045	3-Hexen-1-ol	16.12	10.63	7.28	5.87
4.281	2-Hexen-1-ol	2.40	2.18	2.16	2.42
5.608	2,4-Hexadienal	tr.	tr.	0.86	0.50
7.202	Unknown	1.10	0.57	2.85	1.80
7.848	1-Octen-3-ol	9.22	9.10	8.29	17.80
8.095	3-Octanone	0.40	0.63	0.31	2.80
8.173	Myrcene	tr.	tr.	tr.	tr.
8.415	Ethyl amyl carbinol	0.63	0.57	0.39	3.24
8.530	Iso limonene	tr.	tr.	ND	ND
9.031	Unknown	tr.	ND	ND	ND
9.160	Phellandral	ND	ND	ND	0.35
9.308	Unknown	tr.	ND	tr.	ND
9.435	Limonene	6.95	1.30	4.55	0.78
10.038	Propyl benzene	tr.	tr.	tr.	0.35
10.135	Unknown	tr.	ND	ND	ND
10.443	α -Pinene	ND	tr.	ND	ND
10.467	γ -Terpinene	1.78	tr.	1.13	0.26
10.814	Acetophenone	ND	ND	ND	0.32
11.461	Terpinolene	tr.	tr.	tr.	tr.
11.751	Methyl benzoate	tr.	tr.	0.58	0.66
11.819	Unknown	0.81	tr.	ND	ND
11.922	Unknown	2.05	4.55	2.16	13.90
12.625	α -Fenchene	tr.	ND	ND	ND
12.671	Unknown	ND	tr.	ND	0.18
13.336	L-Linalool	1.16	tr.	ND	ND
13.340	β -Terpineol	ND	tr.	ND	ND

<Continue Table 30.7>

RT ^a .	Volatile compounds	Contents ($\mu\text{g/g}$)			
		Leafy perilla 1	Yupsil perilla	Miryang 9	YCPL
13.418	Unknown	tr.	tr.	tr.	0.35
13.630	β -Farnesene	tr.	tr.	tr.	0.28
14.363	Terpinene-4-ol	tr.	ND	ND	ND
14.794	Linalyl propionate	3.18	1.59	0.81	0.37
15.003	Camphene	tr.	tr.	ND	ND
15.372	Unknown	0.82	1.74	0.77	5.37
15.853	Unknown	1.12	3.42	tr.	3.97
16.623	Perilla ketone	301.59	551.42	145.75	187.00
17.531	Citral	ND	tr.	tr.	6.19
17.604	cis-Jasmone	tr.	ND	0.49	1.55
17.842	Unknown	2.07	8.50	0.88	0.32
18.017	Unknown	4.22	39.12	1.96	7.21
18.945	α -Chamigrene	0.73	1.28	tr.	2.00
19.526	Eugenol	3.21	ND	2.68	3.85
19.964	δ -Cadinal	tr.	tr.	tr.	0.36
20.401	β -Elemene	tr.	0.87	tr.	ND
21.126	β -Caryophyllene	11.67	28.01	11.27	19.80
21.989	α -Humulene	2.10	5.06	2.27	2.47
22.683	Unknown	2.94	4.50	2.71	2.46
22.834	Unknown	0.61	ND	0.57	0.69
22.985	α -Farnesene	12.04	33.98	12.30	30.28
23.068	Bicyclo germacrene	3.21	4.35	2.46	tr.
23.305	Unknown	0.95	2.29	0.78	2.27
24.520	trans-Caryophyllene	tr.	0.53	tr.	0.44
24.644	Nerolidol	0.94	1.84	0.69	1.14
24.837	cis-3-Hexenyl benzoate	1.74	1.11	2.11	0.84
24.971	2,6-Dimethyl phenol	ND	tr.	tr.	0.24
25.206	Junipene	1.10	1.20	tr.	0.62
26.808	α -Muurolene	1.86	ND	tr.	0.66

갯잎의 휘발성 화합물 조성에서 가장 많은 것으로 검출된 화합물은 perilla ketone이었는데, 타 화합물의 함량이 대부분 $20\mu\text{g/g}$ 을 초과하지 않은 반면에, 이 화합물만은 밀양9호와 YCPL에서 각각 145.75 및 $187.00\mu\text{g/g}$, 잎들깨1호에서는 $301.59\mu\text{g/g}$ 그리고 엽실들깨에서는 무려 $551.42\mu\text{g/g}$ 이 검출되었다. Perilla ketone은 perilla

aldehyde와 함께 잎들개 고유의 향을 발현하는 대표적 화합물로 알려져 있지만 본 실험에서 perilla aldehyde는 검출되지 않은 것으로 나타났다.

Perilla ketone 이외 깻잎의 주요 휘발성 화합물은 3-hexen-1-ol, 1-octen-3-ol, β -caryophyllene 그리고 α -farnesene 등이었다. 1-Octene-3-ol은 살구 휘발성분의 약 26%를 차지하고 버섯에서도 주요 향기성분으로 알려져 있으며 그 향은 풋냄새로 보고되고 있다. 그리고 깻잎의 향기성분으로 Sesquiterpene류인 β -caryophyllene, humulene, α -farnesene이 다소 검출되었다. Clove, 어성초 및 cinnamon의 정유성분에서도 검출된 바 있으며 세균과 곰팡이에 대하여 항균력을 가지는 것으로 알려진 β -caryophyllene이 고미성분인 humulene(α -caryophyllene)과 함께 검출된 것은 어성초나 쑥의 정유성분을 분석한 결과와 유사하였으며, 이 화합물의 냄새는 terpene류 냄새 또는 clove와 turpentine의 중간 정도 냄새를 발산하는 것으로 알려져 있다.

깻잎의 휘발성 향기성분의 종류 중 가장 많은 것은 terpenoid이었으며, 이중 다른 식물에서도 자주 검출되고 있는 것으로서는 myrcene, isolimonene, limonene, α -pinene, γ -terpinene, terpinolene, α -fenchene 및 champhene 등과 sesquiterpene인 β -caryophyllene을 열거할 수 있다. 이중 pinene과 terpinolene은 향긋한 솔향, myrcene은 풀향, limonene은 레몬향을 발현하며, 그리고 terpinene은 꽃과 과일의 주요 향으로 알려져 있다.

그 외에도 terpene 유도체가 몇 종이 검출되어 terpenoid가 그 함량은 비록 적지만 깻잎의 전체 향기에 어느 정도 기여한다고 생각되어 진다. 이러한 terpenoid는 이미 쑥, 어성초 닳나무열매, 살구, 매실, 카모밀 및 미나리 등의 대부분 식물체들에 존재하는 것으로 밝혀져 있다.

Terpenoid은 식물체내에서 초산으로부터 mevalonic acid를 경유하여 isopentyl pyrophosphate(IPP)가 생성되고, 이 화합물 2분자가 축합되어 geranyl pyrophosphate(GPP)가 되며 GPP로부터 monoterpene이 생합성된다. 또한 sesquiterpene은 GPP와 IPP가 축합하여 생성된 farnesyl pyrophosphate 부분이 cyclase에 의해서 allylic 양이온으로 되고 이는 2가 금속 이온에 의해 안정화를 이룬다. 입체특이적 syn- 이성화에 의해 3s-linalyl 중간체를 형성한 후 C2-C3결합이 회전하고 이에 계속적인 이온화와 cyclization에 의해 4s- α -terpenyl ion을 형성한다. 이때 치환이 많은 위치에 고리가 형성되고 이중결합이 형성되면 camphene이

되고, 적게 치환된 위치에 결합이 일어나고 양자를 잃게 되면 pinene이 생성된다고 알려져 있다.

Terpene alcohol로서 L-linalool, β -terpineol, 그리고 terpinene-4-ol 등이 미량으로 검출되었는데, 비록 양적으로 차지하는 부분은 미미하지만 이들 성분이 꽃과 과일 향을 발현하는데 기인하는 것으로 알려져 있다. 깻잎 4종에서 이들 성분은 극소량씩 검출되었으며, 4종을 비교하면 잎들개1호에서 비교적 많아 향이 좋을 것으로 기대된다.

휘발성 향기성분중 또 다른 성분들로는 hexanal, trans-2-hexanal, 2,4-hexadienal, phellandral, 그리고 δ -cadinol 등의 aldehyde류가 검출되었으며, 이중 hexanal은 썩, 매실, 살구, 버섯, 및 어성초 등에서도 검출되는 풋냄새(oil green)를 발현하는 성분으로 알려져 있다.

깻잎 4종중 limonene 등 향기로운 향은 잎들개1호에서 비교적 많이 검출되었으며, 또한 이 품종은 풋냄새를 발현하는 hexanal과 1-octane-3-ol, 그리고 목초냄새를 발현하는 것으로 알려진 α -humulene과 trans-caryophyllene의 함량이 적을 뿐만 아니라 깻잎 고유향인 perilla ketone도 다소 많은 편이었다. 따라서 깻잎 고유향을 살리고 향이 보다 낮은 제품을 위해서는 잎들개 1호가 무난하다고 판단되었다.

라. 염색과 Lab 값과의 관계

최근 식품첨가제로 허용할 수 있는 착색제로서 천연색소의 사용에 많은 주의를 기울이고 있다. 이러한 관심은 많은 인공색소화합물의 사용을 금하면서 더욱더 관심이 높아지고 있다. 일본에서는 들개(*Perilla ocimoides* L. var. *crispa* Benth) 잎이 'Umeboshi' (Japanese plum pickles), 'Shibazuke' (Japanese red-dyed pickles) 또는 'Benishoga' (Japanese red-dyed ginger)에 대한 첨가조미료와 식욕을 돋구는 붉은색 색소로서 이용되어 왔다. 들개 잎의 적색색소에 관한 화학적인 연구는 Kondo (1931)에 의해서 처음으로 연구되었는데, Kuroda and Wada (1936)는 들개의 잎으로부터 염소를 함유하고 있는 shisonin A와 B라는 색소를 분리하였다. 비결정질의 shisonon B 염소화합물은 Gato et al. (1978)이 $^1\text{H-NMR}$ spectrum을 이용하여 분석한 결과 shisonin이 cyanidine 3-(6-O-trans- ρ -coumaroyl)- β -D-glucoside)-5-(β -glucoside)의 기하학적인 구조를 가지고 있다는 것을 밝혀낸 바 있다. 다른 여러 가지 식물체로부터 천연의 식품첨가제가 많이 발견되고 있으나

들깨 잎으로부터 추출한 shisonin은 식품에 적색색소의 첨가제의 가장 좋은 원료중의 하나이다.

들깨 잎 뒷면의 자색의 정도를 순차별로 분류한 다음 각각의 부위에서 L, a 및 b 값을 5회 측정한 다음 그 값은 L, a 및 b의 값으로 비교하였다.

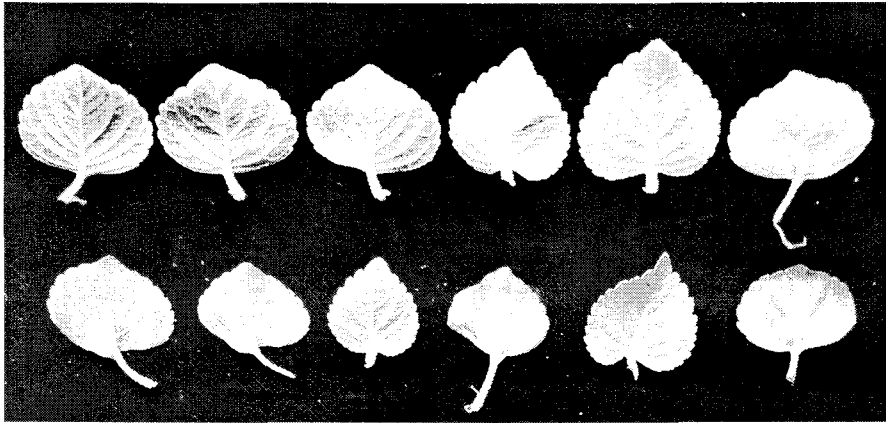


Fig. 30.2. Characteristics of purple color in perilla (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1).

명(white = 100) 암(black = 0)을 나타내는 L값은 정확한 경향을 설정하기 어려웠으나 시각상으로 보았을 때에 잎 뒷면의 자색 정도가 강할수록 L값이 높은 경향이였다. 적색(res = +100)에서 녹색(green = -80)을 나타내는 a값은 자색이 강할수록 높았으며, 자색의 정도가 낮아져서 녹색에 가까울수록 그 값이 낮아지는 경향이였다. 황색(yellow = +70)에서 청색(blue = -70)을 나타내는 b값은 자주색일수록 b값이 낮았으며, 청색일수록 거의 수직적으로 높은 값을 나타내었다.

소비자들은 일반적으로 잎 뒷면의 자주색이 강한 것을 선호하고 있으며, 청과물 시장에서도 높은 가격대를 형성하고 있다. 따라서 들깨잎은 뒷면의 자주색이 강할수록 a값이 높고 b의 값이 낮았으므로 a값과 b값으로 자주색의 정도를 판정할 수 있었다.

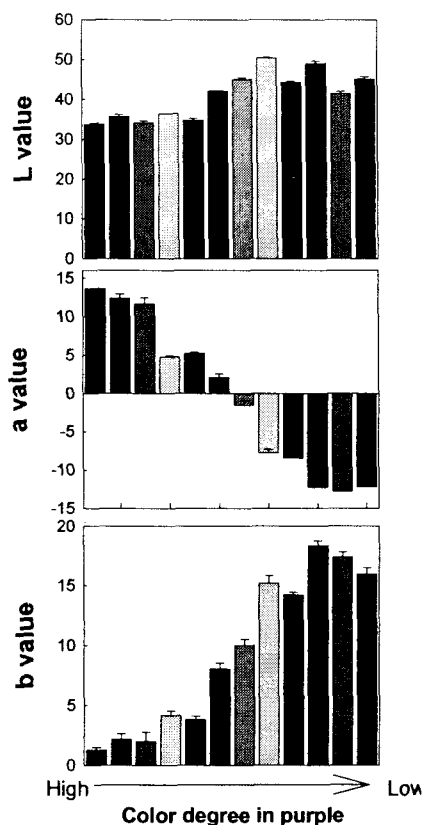


Fig. 30.3. Effect of purple color in the under face of leaf on L, a and b value.

4. 적 요

깻잎의 수분함량은 약 84~88%이며, 조단백질 2.5~3.7%, 조지방 0.4~0.9%, 그리고 탄수화물 6.9~9.2%로 일반 채소류와 유사한 조성이었다. 비타민 A는 대략 3,000~4,000IU, 비타민 C는 30~60mg/100g 정도 함유하고 있는 것으로 조사되었다. 주요 아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, glycine, alanine, arginine, 및 threonine 등이었다. 그 외 lycine, leucine, isoleucine 등도 적지 않게 검출되었으며, tyrosine과 함황아미노산인 cysteine과 methionine의 함량이 가장 적었다. 깻잎의 유리아미노산은 약 34종으로 검출되었으며, 이중 주요 성분은 glutamic

acid, glycine, serine, aspartic acid 및 alanine 등으로 구성아미노산중 주요 성분과 거의 일치하는 것으로 볼 수 있었다. SDE방법을 이용하여 깻잎의 휘발성 향기성분을 분석한 결과, 잎들깨1호에서는 52종, 엽실에서는 48종, 그리고 밀양9호와 YCPL에서는 47종의 화합물들로 분리되어 검출되었다. 깻잎의 휘발성 화합물 조성에서 가장 많은 것으로 검출된 화합물은 perilla ketone이었는데, 타 화합물의 함량이 대부분 20 μ g/g을 초과하지 않은 반면에, 이 화합물만은 밀양9호와 YCPL에서 각각 145.75 및 187.00 μ g/g, 잎들깨1호에서는 301.59 μ g/g 그리고 엽실들깨에서는 무려 551.42 μ g/g이 검출되었다.

잎 뒷면의 자색 정도가 강할수록 L값이 높은 경향이였으며, a값은 자색이 강할수록 높았으며, 자색의 정도가 낮아져서 녹색에 가까울수록 그 값이 낮아지는 경향이였다. b값은 자주색이 강할수록 낮았으며, 청색일수록 거의 수직적으로 높은 값을 나타내었다.

5. 참고 문헌

Cho, M. G., C. S. Chang and Y. A. Chae. 2002. Variation of volatile composition in the leaf of *Zanthoxylum schinifolium* Siebold et Zucc. & *Zanthoxylum piperitum* DC. Korean J. Medicinal Crop Sci. 10(3):162-166.

Doty, R.L., W.E. Brugger, P.C. Jurs, M.A. Orndorff, P.J. Snyder and L.D. Lowry. 1978. Intranasal trigeminal stimulation from odorous volatiles: Psychometric responses from anosmic and normal humans. Physiol. Behav. 20: 175-185.

Gato, T., S. Takase and T. Kondo. 1978. PMR spectra of natural acylated anthocyanins. Determination of stereostructure of Awobanin, Shisonin and Violanin. Tetrahedron Lett. 27:2413.

Kim, O. C., D. Y. Na, Y. T. Kim, H. J. Jang and Y. H. Kim. 1992. Volatile components of chamomile(*Matricaria chamomilla* L.) cultivated in Korea. J. Korean Agric. Chem. 35(2):122-125.

Kim, T. H., T. H. Kim, J. H. Shin, E. J. Yu, Y.S . Kim and H. J. Lee. 2002. Characteristics of aroma-active compounds in the pectin-elicited suspension culture of *Zanthoxylum piperitum* (prickly ash). Biotechnology Letters 24(7):551-556.

Kim Y. S., J. H. Lee, M. N. Kim, W. G. Lee and I. O. Kim. 1994. Volatile flavor compounds from raw mugwort leaves and parched mugwort tea. J.

Korean Soc. Food Nutr. 23(2):261-267.

Koezuka, Y., G. Honda and M. Tabata. 1986. Genetic control of the genetic control composition of volatile oils in *Perilla frutescens*. *Phytochemistry*. 25(4):859-863.

Kondo, K. 1931. Untersuchung über anthocyan und anthocyanidin (V) : Über den farbstoff von *Perilla ocimoides* L. var. *crispa* Benth. *J. Pharm. Soc. Japan*. 5:254.

Kuroda, C. and M. Wada. 1936. The constitution of natural coloring matters, Kuromin, Shisonin and Nasunin. *Proc. Imp. Acad. Japan* 11:272.

Kyozo Suyama, Makoto Tamate and Susumu Adachi. 1983. Colour stability of shisonin, red pigment of perilla (*Perilla ocimoides* L. var. *crispa* Benth). *Food Chemistry* 10:69-77.

Lim S. U., Y. H. Seo, Y. G. Lee and N. I. Baek. 1994. Isolation of volatile allelochemicals from leaves of *Perilla frutescens* and *Artemisia asitica*. *Agricultural chemistry and Biotechnology* 37(2):115-123.

Masahiro Tada, Risa Matsumoto and Kazuhiro Chiba. 1996. An oxidative metabolite of perillaldehyde from *Perilla frutescens*. *Phytochemistry* 43(4): 803-804.

Palamidis, N. and P. Markakis. 1975. Stability of grape anthocyanin in a carbonated beverage. *J. Food Sci.* 33:138.

William C. Wilson, Joe Simon and John E. Garst. 1990. The effects of selected bulky substituents on the pulmonary toxicity of 3-furyl ketones in mice. *J. Anim. Sci.* 68: 1072-1076.

Yasuda, I., K. Takeya, and H. Itokawa. 1982. Evaluation of Chinese *Zanthoxylifructus* commercial available in Japan by pungent principles and essential oil constituents. *Shoyakugaku Zasshi*, 36(4):301.

제 31절 잎들깨 병원균의 분리, 동정 및 특성조사

1. 서 언

들깨는 인도가 원산지로서 중국, 일본 및 동남아시아, 그리고 소련, 미국, 아프리카까지 재배가 되어지고 있다. 우리나라는 통일신라시대부터 재배가 시작되었으며, 현재는 전국어디서는 연중재배 되어지고 있다. 우리나라에서는 들깨잎 자체의 독특한 향미와 개운한 맛 때문에 돼지고기나 생선회 등의 음식에 쌈용으로, 그리고 통조림과 절임용으로 그 수요가 계속해서 증가하고 있으며, 국내소비 뿐만이 아니라 수출도 증가하고 있는 추세이다.

밀양지역의 들깨잎의 생산은 전국 생산량의 75%를 차지하며 타지 생산품에 비해 잎 뒷면의 적자색이 선명하고 페닐케톤 등의 유효성분의 함량이 높아 독특한 향이 있으며, 잎이 두껍고 칼슘과 철분, 비타민이 풍부한 것으로 알려져있다. 들깨잎은 채소 중에서 가장 영양가가 뛰어난 강한 알칼리성 식품이다.

들깨 종실과 잎의 성분 에 대한 연구에서는 항암과 노화방지 등의 효능에 대한 보고가 많이 있으며, 한의학에서는 강장, 해소, 소화, 충독, 음종 등에 약으로 사용되어지고 있다. 들깨잎의 기능성이 알려짐으로서 건강보조식품으로 개발되어지고 있다. 이와 같이 다양한 부분에 있어 수요가 증가함에 따라 생산량을 요구하게 되었고, 생산량만을 목적으로 화학농약과 비료의 사용에 크게 의존을 해왔으며, 수량향상에는 큰 역할을 해왔다. 하지만 화학농약의 과다사용과 화학비료의 과다시비로 생태계의 교란과 재배환경의 파괴로 병원균에 대한 저항성 생성과 새로운 병이 발생되어졌고, 잔류농약에 의해서 식품 안전성의 문제가 발생하였다. 뿐만아니라 반축성 재배의 경우는 환기의 불량과 하우스내 습도가 높아 특히 수막 보온재배의 경우 곰팡이병 발생이 심각하다. 국한된 재배면적에 의한 연작과 기상이변 또한 원인불명의 신종 병들을 유발시켰고, 이에 따른 방제의 해결점을 찾지 못함으로서 재배농가에서는 많은 어려움을 겪고 있다. 원인불명의 병이 발생하게되면 한해 농사를 포기하게되며, 이듬해도 또 그 병이 발생되어지는 경우가 많아 재배농가에 심각한 피해를 주고 있는 실정이다.

잎들깨의 주요 병은 *Alternaria* spp.에 의한 점무늬병, *Puccinia* spp.에 의한 녹병, *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병 및 *Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 균핵병 등이 보고되어져 있다. 녹병은 생육초기인 어린모 때부터 발생하며 병에 걸

린 잎은 뒷면에 자색을 띤 황색반점이 생기고, 병의 발생이 심하면 생육도중 잎이 일찍 떨어질 뿐만 아니라 잎의 품질도 나빠지므로 잎생산을 목적으로 하는 재배에서는 치명적인 병이다. 잣빛곰팡이병은 환기가 불량하고 다습한 시설하우스에서는 자주 발생하는 병이다. 들깨잎의 하우스 재배지에서는 자주 발생하며 감염도 쉬워 상당한 피해를 초래하므로 철저한 예방과 치료가 중요하다. 균핵병도 피해를 많이 주는 병으로서 줄기의 지상부에 병징이 처음 나타나고 확대되어가면서 갈색, 흑갈색으로 변하며 줄기의 질록증세와 함께 식물전체가 고사하고 만다. 균핵병이 발생되어진 하우스에서 관리가 소홀하면 하우스전체로 확산되어져 전멸하므로 심각한 피해를 주는 치명적인 병이다.

재배에 있어 병의 피해가 심해짐으로서 농약의 사용량은 나날이 증가하게 되고 병원균들은 약제저항성을 나타냄으로 방제의 어려움이 따르며, 과다살포로 환경문제 그리고 식품의 안정성에 큰 문제를 초래하게 되었다.

최근 농산물품질관리원 충남지원의 농산물 도매시장, 대형 유통업소 등에서 6천 219건의 농산물을 수거, 농약 잔류도를 조사한 결과, 들깨잎이 세 번째로 농약잔류 허용치를 초과했다고 발표했다.

이러한 문제들을 종합해 볼 때 화학농약의 사용을 줄이고 친환경적인 재배법의 개발이 절실히 요구된다. 세계적으로도 화학농약의 사용증가추세는 둔화되어지고 있는 반면 미생물농약의 사용은 매년 20%이상의 고속성장을 하고 있다. 현재 미생물 농약으로 개발되어진 균주를 보면, *Pseudomonas* spp. *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* 등이 있다. 미생물농약 시장은 더욱더 발전해 갈 것으로 보여지고, 농산물의 안정성과 환경의 보존의 측면에서도 개발이 절실히 요구되어지고 있다.

이에 본 연구진은 잎들깨 재배지로부터 큰 피해를 가져오는 각종 병원균을 분리하여 균을 동정하고, 병원균의 생육특성을 조사하여 병의 발생과 예방을 하고 치료를 하는 목적이 있다. 그리고 각 병원균에 대한 항균활성이 뛰어난 길항균을 분리하여 미생물농약을 개발하며, 개발한 미생물농약으로 환경친화형 고품질 잎들깨를 개발하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

가. 들깨재배 지역으로부터 병원균의 분리

1) 균핵병원균의 분리와 동정

가) 병원균분리

병원균을 분리하기 위하여 밀양 부북면과 단장면 등지의 잎들께 시설하우스 토양과 노지 토양 및 병징을 나타내는 식물체를 이용해서 병원균을 분리하였다. 먼저 균핵병원균의 분리를 위해 균핵병원균의 피해로 보이는 즉 잎 무름 증상과 줄기썩음 증상을 보이는 식물체의 하얀 솜털 같은 균사가 나타나는 줄기와 잎을 이용하였다. 병징이 있는 줄기와 잎의 절편을 3% sodium hypochloride로 3분간 표면 살균을 한 다음, 멸균증류수로 수 차례 세척을 하여 sodium hypochloride를 제거하고, 1/5 potato dextrose agar(PDA)배지 위에 치상을 한 다음 incubator(28℃)에서 3일간 배양을 하였다. 배양한 petri plate로부터 신장한 균사를 취하여 PDA배지에 계대배양을 하는 이 과정을 수 차례 반복하여 균을 6균주 분리하였다.

분리한 균주들은 병원성을 검정하고 균의 동정을 위하여 계대배양을 해가면서 균을 유지 보존하였다.

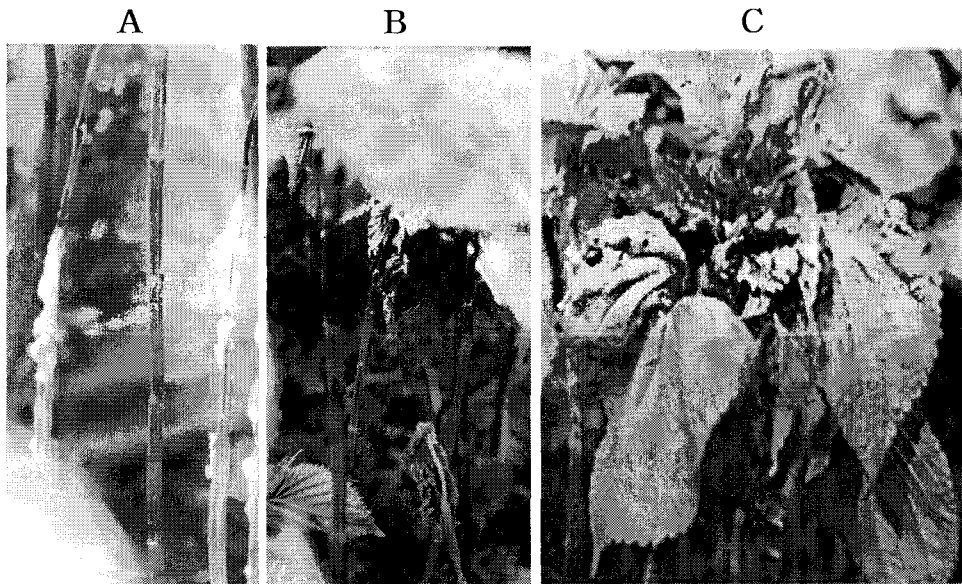


Fig. 31.1. Symptoms of perilla leaves and stems on the naturally infected by pathogens in a field. A: Sclerotinia rot, B: Gray mold rot, C: perilla dwarf.

나) 병원성 검정과 균동정

분리한 균주 6종의 병원성 검정을 위해 1/5 PDA petri plate에서 5일간 배양을 한 다음 agar절편을 식물체에 부착하는 방법과 pot토양에 균핵균을 벚집과 옥수수가루를 이용하여 만든 inoculum에 사전 배양을 한 다음, 이를 처리하여 식물체의 병발생과 생육상태를 관찰하였다.

균핵균의 동정은 균핵병의 증상이 나타나는 즉 잎 무름 증상과 줄기썩음 증상을 보이는 pot에 처리한 균주를 현미경으로 관찰하여 균의 morphology로서 균을 동정하였다.

2) 잣빛곰팡이병원균의 분리와 동정

가) 병원균분리

잣빛곰팡이의 감염에 의해 잣빛포자가 형성된 잎들깨의 줄기와 정단부의 갈록 증상을 띄는 들깨 잎과 줄기의 절편을 취하여, 3% sodium hypochloride로 3분간 표면살균을 한 다음, 멸균증류수로 수 차례 세척을 하여 sodium hypochloride를 제거하고, 1/5 potato dextrose agar(PDA)배지 위에 치상을 한 다음 incubator(28℃)에서 3일간 배양을 하였다. 배양한 petriplate로부터 신장한 균사를 취하여 1/5 PDA 배지에 계대배양을 하는 과정을 수 차례 반복하여 3균주 분리하였다.

분리한 균주들은 병원성 검정과 균 동정을 위하여 계대배양을 해가면서 균을 유지 보존하였다.

나) 병원성 검정과 균동정

분리한 3균주의 병원성 검정을 위해 1/5 PDA petriplate에서 5일간 배양을 한 다음 agar절편을 식물체에 부착하는 방법과 pot토양에 잣빛곰팡이병을 벚집과 옥수수가루를 이용하여 만든 inoculum에 사전배양을 한 다음, 이를 처리하여 식물체의 병발생과 생육상태를 관찰하였다.

잣빛곰팡이병원균의 동정은 잣빛곰팡이병의 증상이 나타나는 즉 정단부의 갈록 현상이 일어나며 회색의 포자가 생성되어지는 pot에 처리한 균주를 현미경으로 관찰하여 균의 morphology로서 균을 동정하였다.

3) 탄저병 병원균의 분리와 동정

가) 병원균분리

잎과 줄기에 흑색의 반점이 형성된 잎, 줄기, 엽병의 절편을 취하여, 3% sodium hypochloride로 3분간 표면살균을 한 다음, 멸균증류수로 수 차례 세척을 하여 sodium hypochloride를 제거하고, 1/5 potato dextrose agar(PDA)배지 위에 치상을 한 다음 incubator(28℃)에서 3일간 배양을 하였다. 배양한 petriplate로부터 신장한 균사를 취하여 1/5 PDA배지에 계대배양을 하는 과정을 수 차례 반복하여 균을 분리하였다.

분리한 균주들은 병원성 검정과 균 동정을 위하여 계대배양을 해가면서 균을 유지 보존하였다.

나) 병원성 검정과 균동정

분리한 균들의 병원성 검정을 위해 1/5 PDA petriplate에서 7일간 배양을 한 다음 agar절편을 식물체에 부착하는 방법과 pot토양에 처리하여 식물체의 생육상태를 관찰하였다.

잎, 엽병, 줄기에 흑갈색의 반점을 나타내는 균주를 탄저병 병원균으로 판단하여 현미경으로 균의 morphology를 관찰하여 균을 동정하였다.

4) 토양으로부터 병원균의 분리

가) 병원균 분리

병발생 시설재배지와 노지의 토양과 병 발생 식물체의 뿌리로부터 토양전염성의 병원균을 분리했다. 토양은 20여개소에서 1g씩 채취하여 살균된 0.85% 생리식염수를 이용한 균의 희석분리법으로서 분리를 하였다. 병든 식물체의 뿌리는 살균 식염수를 이용하여 세척을 한 다음 agar plate를 이용하여 균을 분리하였다.

나) 병원성검정과 균동정

분리한 균들을 식물체에 처리하여 식물의 생육상태를 관찰하고 병을 발생시키는 균들은 현미경 등을 이용해서 균을 동정했다.

5) 분리한 병원균의 특성조사

가) 균 생육특성조사

앞들개 재배지로부터 분리한 균핵병의 병원균인 *Sclerotinia sclerotiorum* MK01과 회색곰팡이 병원균인 *Botrytis cinerea* MK02의 생육적온을 확인하기 위해 15°C~30°C까지 5°C간격으로 각 처리당 3개의 PDA평판배지 중앙에 직경 8mm의 균총절편을 치상한 후 7일간 배양하여 균총직경을 측정하여 비교하였다.

분리한 병원균의 배지에 따른 생육정도와 온도에 따른 포자의 크기, 형태, 균핵 형성 여부를 조사하기 위해 PDA, CMA, V8A배지를 이용하여 병원균의 균총절편을 9cm petri plate에 치상하여 20°C, 25°C에서 3주간 배양한 후 조사하였다. pH에 따른 균의 생육을 조사하기 위하여 pH 4, 6, 9에서 MK01과 MK02의 생육을 조사하였다.

나) 발병을 조사

분리한 균핵균 *S. sclerotiorum* MK01을 PDA 평판배지에 7일간 배양한 다음, 직경 8mm의 균총절편을 pot당 3주씩의 들개 잎 뒷면에 상처를 낸 다음 부착 접종하여 상대습도 90%이상, 20±2°C growth chamber에서 생육을 시키며 발병을 관찰하였다.

분리한 회색곰팡이 병원균 *B. cinerea* MK02는 PDA 평판배지에 3주간 배양한 다음, NB배지를 이용하여 포자부유액을 만든 후 앞들개 식물체와 pot에 골고루 분무접종하여 상대습도 90%이상, 20±2°C growth chamber에서 생육을 시키며 발병을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 균핵병원균의 분리와 동정

분리한 6균주를 pot의 식물체에 처리하여 균의 생육상태를 관찰한 결과 3번과 4번의 균을 접종한 pot의 식물체에서 병징이 나타났다. 균을 접종한지 1일 후에 균을 집착시킨 부위의 주변이 연한갈색을 띄었으며, 3일 후에는 일면적 70%이상이 갈색으로 변하면서 시들어 갔다. 또 줄기도 갈색을 띄다가 4일이 지나고서는 잘록 현상을 보이며, 줄기와 잎에서는 흰 균사가 많이 형성되어지고 식물체는 완전히 고사를 하고 말았다. 고사한 식물체의 줄기를 취하여 내부를 관찰한 결과 식물체의 내부에 염소똥 정도크기의 불규칙형 균핵이 형성되어져있었고, 흰균사가 거미줄같이 얽혀있었다(Fig. 31.2. A).

이러한 증상을 보이는 pot에 접종한 균을 현미경관찰 등의 morphology를 관찰한 결과 초기에는 흰색의 균사색을 확인할 수 있었고, 균사가 뭉쳐져 솜뭉치같이 되어졌다. 흰색의 균사는 petri plate 가장자리로부터 점점 갈색을 띄면서 검은색의 쥐똥과 같은 부정형의 균핵이 형성되어졌고 자낭과 자낭포자 형성이 확인되어졌다(Fig. 31.2. B). 이와 같은 것은 균핵병원균의 *Sclerotinia sclerotiorum*의 특징적인 형태며 생육 최적온도를 조사한 결과 23-25℃로서 이를 *Sclerotinia sclerotiorum* MK01로 명명하고 이후 실험에 사용했다. *Sclerotinia sclerotiorum*는 저온다습의 시설재배 엽채류에 많이 발생하며 치명적인 피해를 일으킨다. 일반 재배지에서는 감염된 조직에서 균핵으로 월동하거나 지면위에 떨어진 균핵과 균사체로 월동한다. 시설재배등에서는 균핵의 직접균사발아에 의한 감염이 주로 이루어진다. 전염원인 균핵의 제거 및 밀도 감소는 균핵병 방제에 중요하다.

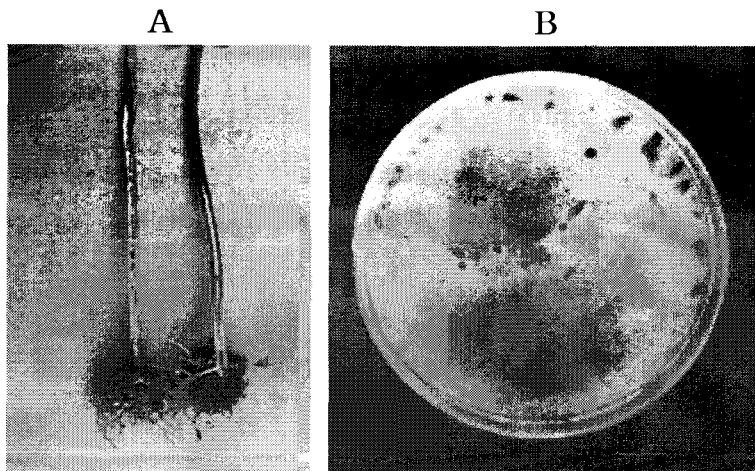


Fig. 31.2. Symptom of sclerotinia rot in the stem(A) and isolated *Sclerotinia sclerotiorum* MK01(B).

나. 잿빛곰팡이병원균의 분리와 동정

잿빛곰팡이병은 거의 모든 채소와 작물에 발생되며 특히 잎을 생채로 이용하는 시설하우스 잎들깨에 있어서는 경제적으로도 매우 심각한 피해를 입히는 병이다. 병징을 나타내는 식물체와 토양으로부터 분리한 13균주를 식물체에 처리하여 생육

상태를 관찰한 결과, 식물체에서 분리한 대부분의 균주는 잿빛곰팡이병의 병징이 나타났다. 초기에는 잎표면에 갈색의 병반이 형성되고 시간이 지나면서 병반의 크기가 앞전체로 진전되어지며, 특히 신초부위에 이병이 되면 신초가 검은색으로 변하면서 분생포자가 형성된다. 줄기에는 잿빛의 솜털로 에워싸아 놓은 듯 포자가 형성된 것을 볼 수 있었다(Fig. 31.3. A).

분리한 균의 morphology를 관찰한 결과, 균사의 선단이 부풀어올랐고 최선단부분에 작은 주루가 형성되었다. 그리고 분생자가 괴경에 착생하고 분생자는 회색을 띄었으며 단포자는 구형과 난형으로 하였으므로 *Botrytis cinerea*가 틀림없음을 확인하고, *Botrytis cinerea* MK02(Fig. 31.3. B)로 명명하였다.

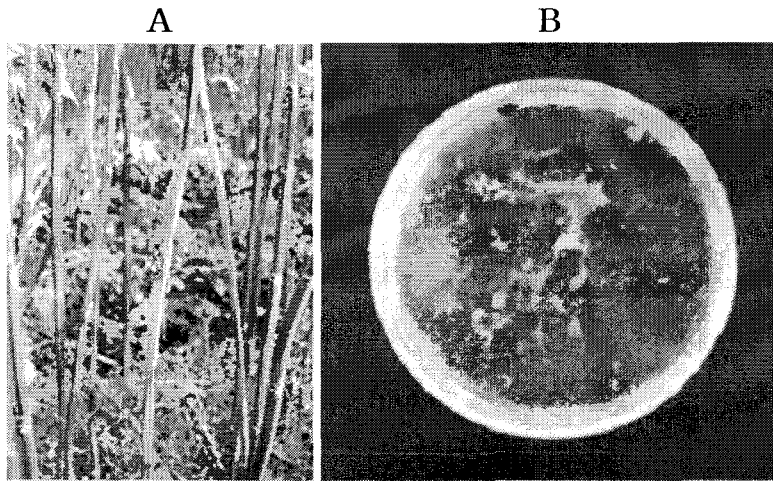


Fig. 31.3. Symptom of gray mold rot in the stem(A) and isolated *Botrytis cinerea* MK02(B).

*Botrytis cinerea*는 최적 성장과 포자형성, 방출 그리고 발아와 감염온도는 18-23°C 정도이며, 저온에서도 활동이 왕성하다. 병원균의 줄기, 엽병 등 식물체 전체에 이병이 되는 병원력이 매우 강하여 방제시기를 놓치게 되면 재배지 전체에 확산이 되어져 폐농의 경우까지 생긴다. 또 운송과 판매 중에 수침상의 급성무름증상을 일으켜 상품의 가치를 저하시키는 방제가 매우 까다로운 병이다.

다. 탄저병 병원균의 분리와 동정

탄저병의 발생으로 보이는 잎들깨로부터 분리한 균을 pot의 들깨에 접종을 하고 식물체의 생육을 관찰한 결과, 잎의 가장자리에서부터 작은 갈색반점이 형성되어지고 점차적으로 커지면서 윤문의 형태로 되어졌다. 줄기에도 흑갈색의 반점이 생성되어지면서 갈색의 점질성 액이 형성되어지고 분생포자가 누출되어졌다.

이와 같은 증상을 나타내는 균을 현미경으로 관찰한 결과, 포자층이 검은 색을 띠었으며 포자층에 균핵의 생성을 볼 수 있었다. 또 격막이 있는 각모가 확인되어졌으므로 *Colletotrichum atramentarium* 이라는 것을 알 수 있었다. 따라서 *Colletotrichum atramentarium* MK03(Fig. 31.4, B)으로 명명하고 이후 실험에 이용했다.

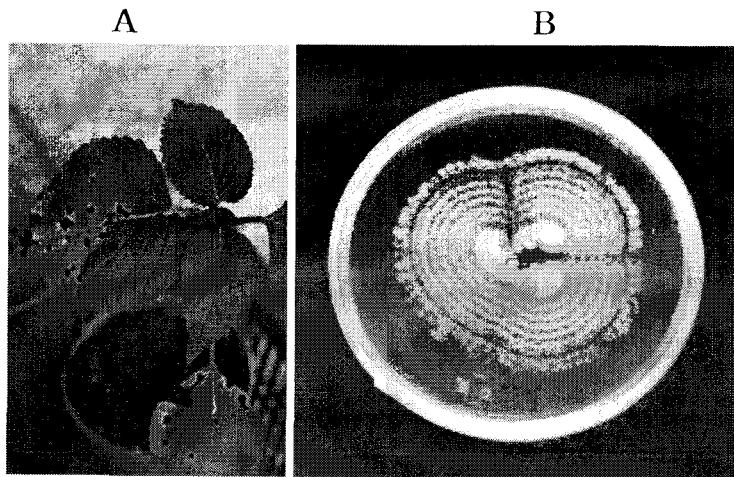


Fig. 31.4. Symptom of anthracnose in the leaves(A) and isolated *Colletotrichum atramentarium* MK03(B).

*Colletotrichum atramentarium*는 건조한 바람에 의해서는 전파되지 않으며 비, 바람, 빗방울 등에 의하여 비산하므로 고온다습 여름철 장마 시 발생이 심하며, 시설 재배에서는 상대적으로 피해가 적다.

라. 시들음병원균과 토양병원균의 분리와 동정

토양에서 분리한 균주를 접종한 식물체 중에서 두개의 pot에서 생육이 유난히 늦고, 잎이 누렇게 변하며 시들다가 서서히 말라죽는 현상이 나타났다. 이와같은 증상을 유발시키는 균을 현미경으로 관찰한 결과, 분생포자가 소형과 대형으로 두 형태의 분생포자가 생성되어지는 것을 확인했고, 균사의 생육형태와 보라색을 띠는 균의 색으로부터 *Fusarium oxysporum*이라는 것을 알 수 있었다. 이를 *Fusarium oxysporum* MK04(Fig. 31.5. A)으로 명명했다.

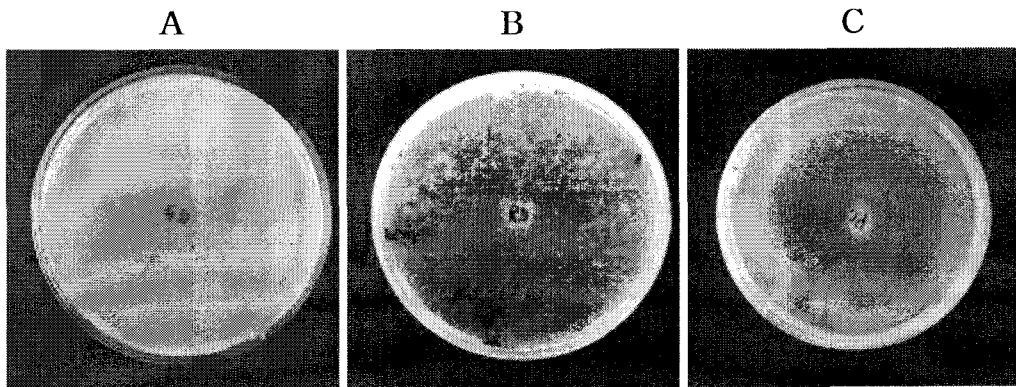


Fig. 31.5. Cultural characteristics of isolated pathogenic fungi on potato dextrose agar media. A: *Fusarium oxysporum* MK04, B: *Rhizoctonia solani* MK05, C: *Phytophthora capsici* MK06.

들깨 종자를 pot와 field에 파종한 이후 생육초기에 유묘가 쓰러져 죽는 현상을 볼 수 있어 식물체로부터 균을 분리한 결과 균사가 처음에는 흰색을 띠다가 나중에는 갈색으로 변하고, 직각형으로 분지되는 *Rhizoctonia*의 특성이 확인되어졌다.

그리고 균사의 융합이 확인되어져 *Rhizoctonia solani* MK05(Fig. 31.5. B)로 명명하고 실험에 이용했다.

식물체의 역병을 일으키는 균을 분리하여 균의 생육상을 확인한 결과 흰색의 균사색을 띠었으며, 타원형의 유주자낭에 돌기가 형성되는 것을 확인되어져 *Phytophthora capsici* MK06 (Fig. 31.5. C)로 명명하였다. 역병균은 물과 같이 생활하면서 이동, 전파되는 특성 때문에 토양온도가 높고 물빠짐이 나쁘거나 과습하면

발병이 많다. 잎들깨 역병은 시설재배에서 피해가 심한데, 기온이 낮고 일교차가 크고 다습할 때 심하게 발생하며, 기주작물이 재배되지 않을 때는 주로 병든 식물체의 잔재물 등에서 월동하여 1차 전염원이 된다.

이로써 위에 분리한 균들과 함께 잎들깨에 주로 발생하는 병의 병원균을 전부 분리하게 되었다.

2) 분리한 병원균의 생육특성조사

가) 균 생육특성조사

(1) 생육적온조사

잎들깨 재배지로부터 분리한 균핵병의 병원균과 회색곰팡이 병원균의 생육특성을 조사하기 위하여 먼저 생육적온을 PDA 배지를 이용하여 조사하였다. *S. sclerotiorum* MK01은 20℃, 25℃에서는 균의 생육에 큰 차이가 없이 양호한 생육을 보였고, 균핵의 생성도 확인할 수 있었다. 그러나 15℃, 30℃에서는 균의 생육이 잘 되지 않았고, 30℃에서는 균핵도 형성되지 않았다(Fig. 31.6). 15℃에서는 20℃에 비교했을 때 65%의 생육을 보였고, 30℃의 경우는 20%의 생육을 보였다.

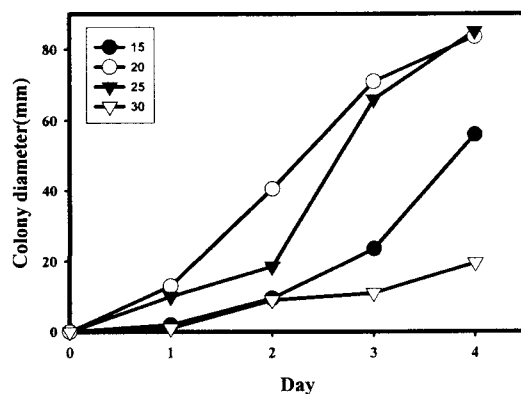


Fig. 31.6. Effect of temperature on the mycelial growth of *S. sclerotiorum* MK01 on PDA for 4days incubation at 15 to 30℃.

B. cinerea MK02는 20℃와 25℃에서 생육이 가장 좋았으며, 15℃에서는 생육속도가 느렸고, 30℃에서는 어느정도 자란 후에는 생육을 멈추었다(Fig. 31.7). 25℃와 비교했을 때 30℃의 경우는 24%정도의 생육을 보였다. 포자와 균핵의 생성에 있어서는 15℃에 배양을 한 균은 포자가 2주 후부터 형성되어졌으며, 균핵은 형성되어지지 않았다. 20℃에서 배양한 균주는 배양 7일 후에 균핵이 흰색으로 형성되어지고, 9일 후에는 검은색을 나타내었다. 25℃에서 배양한 균주는 배양 7일 후부터 포자가 형성되어지고, 11일 후부터는 균핵이 형성되어졌다. 30℃에서는 colony diameter가 24mm정도 이상 생육이 되어지지 않았으나 균핵은 형성되어졌다.

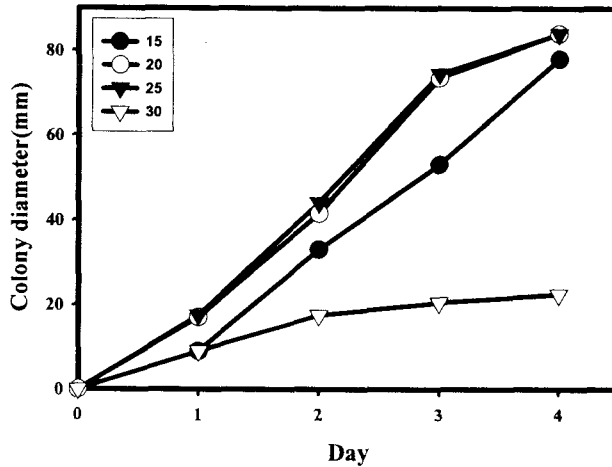


Fig. 31.7. Effect of temperature on the mycelial growth of *B. cinerea* MK02 on PDA for 4days incubation at 15 to 30℃.

(2) 배지에 따른 생육조사

S. sclerotiorum MK01과 *B. cinerea* MK02의 생육적온을 알았기 때문에, 배지의 종류와 온도에 따른 생육 특성 조사에서는 다음과 같은 결과가 나타났다.

S. sclerotiorum MK01를 25℃에서 PDA, CMA, 그리고 V8A의 배지에서 3일동

안 생육양상을 조사한 결과, V8A 배지에서 균의 생육이 가장 좋고, PDA배지에서도 균의 생육이 양호했으나 CMA배지에서는 균의 생육이 V8A의 36%이고, PDA는 87%생육을 보였다(Fig. 31.8).

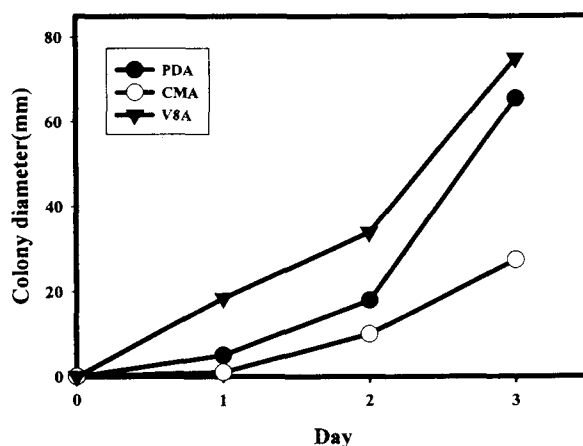


Fig. 31.8. Mycelia growth of *S. sclerotiorum* MK01 on different media for 3 days incubation at 25°C.

B. cinerea MK02도 V8A에서 생육이 가장 좋았으며 CMA 배지에서의 생육은 V8A의 25%정도밖에 생육을 하지 않았다. 그리고 PDA배지에서는 초기생육은 나뻐으나 2일 후부터는 급격한 성장을 하는 것을 확인할 수 있었다. *B. cinerea* MK02가 CMA배지에서는 plate 끝까지 성장을 하는데는 일주일이 걸렸고, *S. sclerotiorum* MK01은 4일이 소요되었다. 포자의 형성에 있어서도 V8A배지에서 가장 좋았고 CMA배지에서는 균핵도 형성되지 않았다(Fig 31.9).

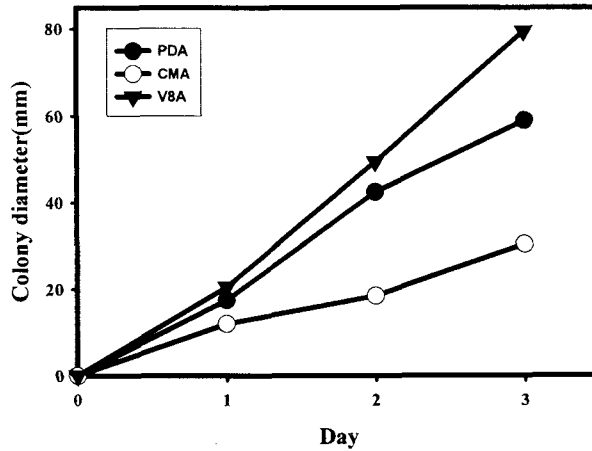


Fig. 31.9. Mycelia growth of *B. cinerea* MK02 on different media for 3 days at 25°C.

(3) pH에 따른 생육조사

분리한 *S. sclerotiorum* MK01과 *B. cinerea* MK02가 V8A 배지에서 그리고 25°C일 때 생육이 가장 좋았기 때문에 그 조건에서 pH에 따른 균의 생육을 조사했다. *S. sclerotiorum* MK01은 산성조건인 pH 4일 때 가장 생육이 좋았으며 다음으로 pH 6, 그리고 pH 9일 때 가장 생육이 나빴다.(Fig. 31.10) 균을 접종한 1일째는 생육에 차이가 없었으나 2일째부터 현저한 차이가 나타났다. pH4에 비하여 pH6의 균은 80%생육을 보였고, pH9의 경우는 59%생육을 보였다.

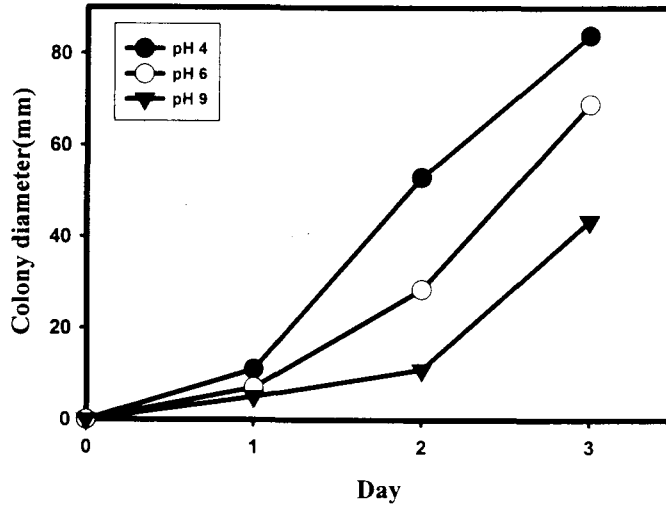


Fig. 31.10. Effect of pH on the mycelial growth of *S. sclerotiorum* MK01 on V8A for 3 days incubation at 25°C.

B. cinerea MK02의 경우는 *S. sclerotiorum* MK01과는 달리 pH 변화에 크게 영향을 받지 않았다. 접종 1일째부터 pH의 변화에 관계없이 일정하게 생육을 했고 접종 후 5일째까지 관찰을 했지만 차이를 볼 수가 없었다. pH9의 경우가 산성조건보다 초기 생육은 늦었지만 시일이 경과함에 따라 생육이 좋아졌다. pH 6의 경우가 생육이 가장 좋았다(Fig. 31.11).

위의 결과들을 종합해보면 *B. cinerea* MK02는 *S. sclerotiorum* MK01보다 생육 조건에 제약을 받지 않는 것으로 나타났다. 배지의 종류, 생육온도 그리고 pH 모두에 걸쳐 생육이 좋은 것으로 나타났다.

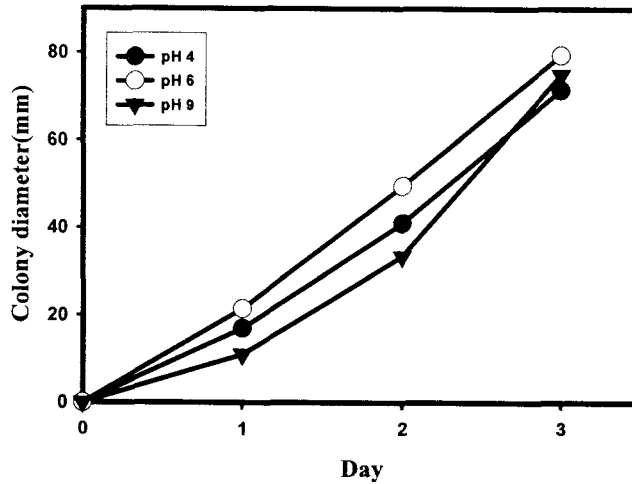


Fig. 31.11. Effect of pH on the mycelial growth of *B. cinerea* MK02 on V8A for 3 days incubation at 25°C.

나) 발병을 조사

분리한 *B. cinerea* MK02의 포자부유액(1×10^6 /ml)을 이용해 본엽이 6엽이 났을 때 엽면살포와 잎에 균사와 포자를 이용한 접종방법 그리고 inoculum을 이용해서 각각의 pot에서 회색곰팡이병의 발생율을 조사한 결과 100%의 발병을 보였다.

S. sclerotiorum MK01의 발병율조사는 식물체의 줄기와 잎에 가벼운 상처를 낸 다음 균을 접종했기 때문에 병징이 빠르게 나타났다. *B. cinerea* MK02와 마찬가지로 균총을 처리한 pot에서 100% 발병이 되어졌다.

4. 적 요

앞들깨 재배지에서는 재배연수가 늘어갈수록 병발생이 많아지고, 병원체들의 저항성도 증가하여 피해가 심각해지고 있다. 앞들깨재배에 있어 발생하는 주요병원균을 분리하여 생육특성을 조사하고, 균의 morphology 등으로 균을 동정하였다. 균핵 병원균은 *Sclerotinia sclerotiorum* MK01로 명명하고, 생육적온은 23-25°C였으며

최적 pH는 산성조건인 pH4였다. 잿빛곰팡이병원균은 *Botrytis cinerea* MK02로 명명하고 생육적온이 20-25℃였으며, pH는 4에서 9까지 조사를 했지만 생육에는 큰 영향이 없었다. 그 외에도 탄저병원균 *Colletotrichum atramentarium* MK03, 시들음병원균 *Fusarium oxysporum* MK04, *Rhizoctonia solani* MK05, 역병 병원균 *Phytophthora capsici* MK06분리하여 동정을 하고 실험에 이용했다.

5. 참고문헌

1. Cho, C. T. , and Moon, B. J. 1994 Sclerotinia rot of perilla caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and its new host. Res. Bull. Inst. Agr. Reso. Dong-A Univ. 3:11-24.
2. 신광규, 양차범, 박훈. 1992. 한국산 들깨잎의 지방질 및 지방산조성에 관한 연구. 한국식품과학회지. 24(6): 610-615.
3. 김광혁, 장명웅, 박건영, 이숙희, 류태형, 선우양일. 1993. 들깨잎에서 동정한 Phytol의 함량 및 면역활성증강 효과. 한국영양학회지. 26(4): 379-389.
4. : 문병주, 손영준, 노성환, 이재필, 손지희. 2000 년 춘계학술대회: 포스터 초록; *Bacillus megaterium* N4를 이용한 들깨 균핵병 (*Sclerotinia sclerotiorum*)의 생물학적 방제. 한국균학회
5. 문병주, 노성환, 이재필, 손지희, 강진동, 차외진. 2000 년 춘계학술대회: 포스터 초록; *Bacillus licheniformis* NI과 *B. mcgaterium* N4을 이용한 들깨 잎마름병 (*Alternaria alternata*) 생물학적 방제. 한국균학회
6. 김진호, 주길재, 이익희. 2002. 대과 뿌리로부터 흑색썩음균핵병균에 길항하는 *Serratia plymuthica* AL - 1의 분리 및 Chitinase의 생산. 한국미생물생명공학회. 30(2): 135-141.
7. 유익상, 최병한, 오성근. 1972. 들깨의 수량에 관여하는 주요 형질간의 상관 관계와 그들 형질이 수량에 미치는 영향. 한국작물학회지 11: 99-103.
8. 임채일, 박권우, 박상근. 1990. 채소용 잎들깨의 주년재배법 확립에 관한 연구. 1990. 농사시험연구논문집. 31: 23-30.
9. 정희돈, 우휘영. 1989. 일장 및 광중단처리가 들깨(*Perilla frutescens*)의 개화 및 엽록체발달에 미치는 영향. 한국원예학회지 29: 283-290.

10. 한국농림부. 1996. 들깨의 종합적 이용에 관한 연구. 농림수산특정연구사업 연구 보고서. 223p.
11. 황성자, 고영수. 1980. 한국산 식물식용유지의 성분에 관한 연구 - 제4보 : 참깨와 들깨종자중의 Sesamol 의 정량. 한국영양학회지. 13(4): 177-187.
12. Hasama, W. 1991 Newly discovered corynespora leaf spot of perilla caused by *Corynespora cassiicola* in oita prefecture. Plant Protection 45: 519-522.
13. Hong, W. F., S. T. Hsu, and K. C. Tzeng, 1993. Bacterial wilt of perilla crispa: new host and new transmission method. ACIAR proceedings Australian Center for International Agriculture Research 45: 373-375.
14. Hsu, S. T., W. F. Hong, and K. C. Tzeng, 1993. Bacterial wilt of perilla caused by *Pseudomonas aolancearum* and its transmission. Plant Disease.
15. Jacobs, W. P 1982. Comparison of photoperiodic sensitivity of green-leafed and red-leafed *Perilla frutescens*, compared with *Perilla crispa*. Plant physiology 70: 303-306.
16. Kang, R., R. Helms, and M. J. Stout. 1992. Antimicrobial activity of the volatile constituents of *Perilla frutescens* and its synergistic effects with polygodial. J. Agri. Food Chem.
17. Koester, R. P. 1993. Identification of quantitative trait loci controlling days to flowering and plant height in two near isogenic lines of maize. Crop science 33: 1209-1216.
18. Nabeta, K. 1995 Application of GC-MS analysis for studies on biosynthesis of flower terpenes incorporating deuterated precursors in plant cultured cells. Food flavors--generation, analysis, and process influence.
19. Ock, B. H., T. Saito; Y. Tomitaka, and H. Boo. 1997. Effect of plant growth regulators on the anthocyanin synthesis of *Perilla ocymoides* L., Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 38(1): 9-14.
20. Waters, C. M., J. S. Alexander, and T. R. Harris, 1993. Perilla ketone increases endothelial cell monolayer permeability in vitro. J. Applied Physiology.
21. Wright, C. P. 1994. The identification of random amplified polymorphic DNA markers for daylength insensitivity in oat. Genome 37: 910-914.
22. Yu, H., K. Kosuna, and M. Haga. 1997. Perilla: the genus Perilla.

Amsterdam: Harwood Academic Publishers.

23. Hausbeck, M. K., and Moorman, G. W. 1996. Managing Botrytis in greenhouse-grown flower crops. *Plant Dis.* 80:1212-1219.
24. Yu, H. and Sutton, J. C. 1997. Effectiveness of bumblebees and honeybees for delivering inoculum of *Gliocladium roseum* to raspberry flowers to control *Botrytis cinerea*. *Biological control.* 10: 113-122.
25. 이정일, 채영암, 강광희, 조재성. 1996. 공예작물학. 향문사. pp50-59.
26. Sirjusingh, C., Sutton, J. C., and Tsujita, M. J. 1996. Effects of inoculum concentration and host age on infection of geranium by *Botrytis cinerea*. *Plant Dis.* 80:154-159.
27. Zimand, G., Elad, Y., and Chet, I. 1996. Effect of *Trichoderma harzianum* on *Botrytis cinerea* pathogenicity. *Phytopathology.* 86:1255-1260.
28. 문병주. 1998. *Botrytis cinerea*에 의한 들깨 잿빛곰팡이병의 발생. *한국식물병리학회지.* 14(5): 467-472.
29. Adams, P. B., Marose, B. H., and Dutky, E. M. 1983. Cocklebur: A new host for several *Sclerotinia* species. *Plant Dis.* 67: 484-485.
30. McLaren, D. L., Huang, H. C., and Rimmer, S. R. 1996. Control of apothecial production of *Sclerotinia sclerotiorum* by *Coniothyrium minitans* and *Talaromyces flavus*. *Plant Dis.* 80: 1373-1378.
31. Purdy L. H. 1979. *Sclerotinia sclerotiorum*: History, Disease and symptomatology, Host range, Geographi distribution and impact. *Phytopathology.* 69: 875-880.
32. Adams, P. B., Lumsden, R. D., and Tate C. J. A new host for *Whetzelinia sclerotiorum*. *Plant Dis. Reotr.* 58: 700-701.
33. Uhm, J. Y., and Fujii, H. 1983. Heterothallism and mating type mutation in *Sclerotinia trifoliorum*. *Phytopathology.* 73: 569-572.

제 32절 들깨 잎마름병의 원인분석

1. 서 언

들깨의 종실과 잎의 성분연구에서 다양한 기능성이 보고되어짐에 따라, 종실과 깻잎의 수요가 기존의 쌈용뿐만이 아니라 통조림용, 절임용, 건강보조식품용, 의약품, 화장품용, 공업용 등 다양한 분야에 있어 증가하게 되었다. 수요의 증가에 따라 생산량이 요구되어지자 생산량만을 목적으로 재배농가에서는 화학농약과 비료의 사용에 크게 의존을 하며 향후 일어날 문제점을 전혀 고려하지 않았다. 화학농약과 화학비료가 수량향상에는 큰 역할을 해왔으며 사용이 불가피한 부분이 많다. 하지만 화학농약의 과다사용과 화학비료의 과다시비로 생태계의 교란과 재배환경의 파괴로 기존에 알려진 병원균에 대한 저항성이 생성되어졌고, 새로운 병이 발생되어졌다. 뿐만아니라 들깨잎 생산을 위한 반축성 재배와 수막 보온재배의 경우는 환기의 불량과 하우스내 습도가 높아 특히 곰팡이병 발생이 심각하다. 주요 발생병들을 보면, 균핵병(*Sclerotinia sclerotiorum*), 점무늬병(*Alternaria* spp.), 녹병(*Puccinia* spp.), 역병(*Phytophthora capsici*) 및 잿빛곰팡이병(*Botrytis cinerea*) 등이 있다. 녹병은 높은 습도 즉, 줄기와 잎이 무성하거나 여름철 비가 자주내리고 일조가 부족할 때 발생하므로 재식거리를 넓게 하거나 측지 제거, 하우스환기로 햇빛과 통풍이 잘 되도록 하고 모의 옷자람을 막아야 한다. 잿빛곰팡이병은 환기가 불량하고 다습한 시설하우스에서는 자주 발생하는 병이다. 균핵병은 높은 토양습도와 대기습도에서 발병되므로 배수가 잘되는 토양에 재배하여야하고 밀식을 하지 말아야하며 작물들 사이에 잡초가 없도록 힘써야 한다.

기존에 알려진 위의 병들에 대한 방제 대책이나 적용 농약은 나름대로 보고되어져 있어 어느 정도는 방제의 효과를 볼 수 있으나 병원균들의 저항성생성으로 계속적인 방제 대책의 개발이 절실하다.

들깨잎 재배지에서의 원인불명 병이 현재 상당한 피해를 초래하고 있다. 아직까지 병명도 공식적으로 붙여지지 않은 병으로서 일부에서는 잎마름병, 오갈병 등으로 불려지고 있는 병으로서 기존의 두 병과는 조금씩 증상이 상이하다.

참깨의 잎마름병은 잘 알려진 병으로서 주로 잎에 발생하며, 간혹 줄기에도 발생한다. 병원체는 *Corynespora cassiicola*로서 진균계의 불완전균에 속하며, 분생자경과 분생포자를 형성한다. 잎에 처음에는 흑자색의 작은 점무늬로 나타나고, 진전되

면 병반이 확대되면서 엽맥을 경계로 하는 부정형 병반이 형성된다. 심하게 감염된 잎은 잘 찢어지고, 후에 말라죽는다. 병원균은 종자 혹은 병든 식물체내에서 균사나 분생포자의 형태로 월동후, 분생포자를 형성하여 공기전염을 하는 것으로 알려져 있다. 농업기술원의 농업기술정보에 따르면 참깨잎마름 피해를 주는 병원균은 4가지가 관여하고, 이들 병원균은 포장에서 병징만 보고 구별하기는 불가능하고 현미경관찰로만 가능하다는 보고가 있다.

오갈병의 경우는 병원체가 바이러스로서 벼의 경우는 증상이 잎의 색깔이 짙게 되고, 초장이 짧아져 건전한 벼와 비교할 때 위축(dwarf) 증상을 보인다. 후기 출수기에는 잎 뒷면의 엽맥 부분과 줄기에서 백색의 돌기가 생기고, 진전되면 갈색 혹은 흑색으로 변한다. 병원체는 Rice black-streaked dwarf virus(RBSDV), reoviridae그룹에 속하는 구형 바이러스이다. 벼 이외에도 고추, 복숭아, 딸기 등 많은 작물에 오갈병이 발생하며 병원체는 바이러스이며, 잎과 과실이 쪼그라드는 것이 특징이며 색은 다양하게 나타났다.

본 과제에서는 이를 잎마름병으로 명명을 하고 진행시켰다.

밀양 단장면지역의 잎들깨 노지재배지에서 발생한 잎마름병의 병징(A)과 잎마름병이 발생한 이후에 재배를 포기한 잎들깨 포장(B)의 사진으로서, 병발생의 초기에는 잎이 오그라들며 시간이 지남으로서 오그라든 부분이 갈색으로 그리고 검정색으로 진전되어진다. 줄기부분도 흑갈색을 띄게 된다. 잎마름병이 발생하면 식물체를 제거해야하고 제거하더라도 계속확산 되어져 결국 재배지 전체가 피해를 입게 된다. 이병이 발생되어지면은 병의 확산이 빨라 그 해 수확은 포기해야하는 실정이며, 다음해에도 또 발생이 되어지는 특징이 있다.

병의 발생원인과 방제대책을 개발하기 위하여 병발생 식물체와 정상식물체를 이용한 성분을 비교분석했으며, 병원체의 분리를 목적으로 병든 식물체를 뿌리, 줄기, 잎으로 나누고, 병발생 토양으로부터도 균을 분리했다. 그리고 길항균과 재배조건을 달리하여 병의 발생진전 등을 조사했다.

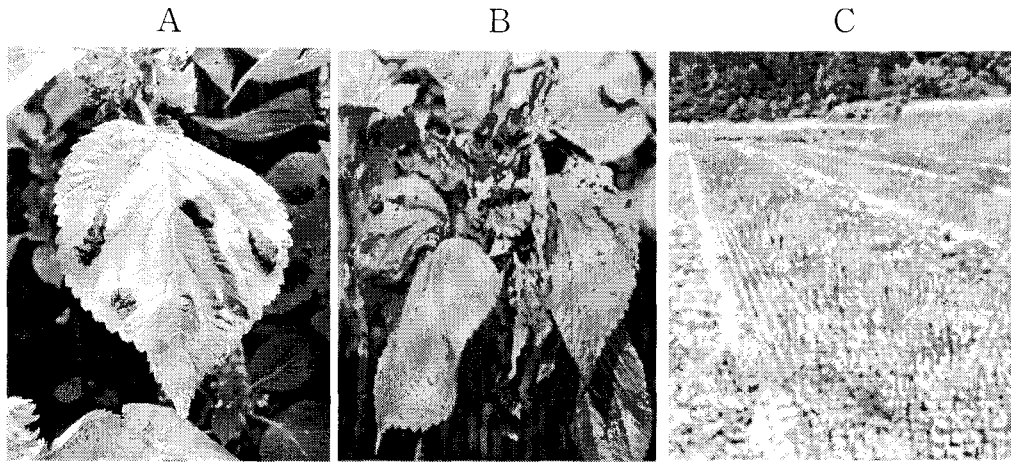


Fig. 32.1. Symptom of perilla dwarf in the leaves(A) and hole plant(B) and occurred field(B).

2. 재료 및 방법

가. 균분리

밀양시 단장면 들갯잎 재배지에서 잎마름병발생지의 토양과 병발생 들깨 식물체로부터 곰팡이와 세균을 분리하였다. 곰팡이분리는 병징이 있는 줄기와 잎의 절편을 3% sodium hypochloride로 3분간 표면살균을 한 다음, 멸균증류수로 수 차례 세척을 하여 sodium hypochloride를 제거하고, 1/5 potato dextrose agar(PDA)배지 위에 치상을 한 다음 incubator(28℃)에서 3일간 배양을 하였다. 배양한 petri plate로부터 신장한 균사를 취하여 PDA배지에 계대배양을 하는 이 과정을 수 차례 반복하여 분리하였다.

세균의 분리는 병징이 있는 줄기와 잎의 절편을 3% sodium hypochloride로 3분간 표면살균을 한 다음, 멸균증류수로 수 차례 세척을 하여 sodium hypochloride를 제거하고, 각 시료를 살균증류수로 10^{-1} ~ 10^{-9} 까지 희석하는 material dilution agar methods로 균을 분리했다. 순수한 단일 colony가 얻어질 때까지 NA배지로 계대배양을 하면서 순수분리를 하였다.

분리한 균주들은 병원성을 검정하고 균의 동정을 위하여 계대배양과 냉동보존으

로 균을 유지 보존하였다.

나. 잎마름병징을 나타내는 식물체와 정상 식물체의 일반성분 비교분석

밀양지역의 잎들깨 재배 포장으로부터 잎마름병 발생 잎들깨의 식물체를 채취하여, 줄기와 잎을 100g 취하고, MeOH을 시료중량의 10배량(1 L) 가한 다음 150 rpm으로 2일간 진탕추출을 했다. 추출용액을 여과 한 다음 회전농축기로 농축을 하였다. 정상 들깨식물체도 병징을 나타내는 식물체와 동일한 량을 취하여, 같은 방법으로 MeOH 추출을 실시하여 TLC로 두 식물체의 일반성분을 비교하였다.

다. GC/MS 분석

일반성분 분석 시료를 이용해 GC/MS(HP 5973 MS, 6890 GC)로서 성분을 비교하였다. GC/MS 분석조건으로 column은 HP-5MS capillary(30m)를 이용했고, temperature program은 80℃에서 5min 유지시키고, 290℃까지 분당 10℃ 상승을 시켰으며, 290℃에서 다시 10min간 유지하는 방법으로 분석을 실시했다.

라. 잎마름병의 생물학적 방제

밀양시 단장면 잎들깨 재배지에서 잎마름병발생의 들깨를 가져와 살균용 토양과 원예용 상토를 이용한 pot (190x550x150mm)에 3주씩 이식을 한 다음, 무처리와 길항균을 처리한 pot로 구분하여 생육상태를 조사하였다. 그리고 길항균은 일주에 한 번씩 1×10^6 /ml의 농도로 희석한 균배양액을 처리하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 들깨 잎마름병 원인분석

1) 균분리

잎마름병발생지의 토양과 식물체로부터 잎마름병 원인분석의 일환으로 균을 분리했다. 들깨 식물체로부터 곰팡이 6종을 순수분리했으며, 세균은 뿌리에서 8종, 줄기에서 10종, 잎에서 6종을 분리했다. 토양으로부터는 곰팡이 10종과 세균은 31종을 분리했다. 분리한 곰팡이와 세균은 들깨에 접종시켜가며 잎마름병의 원인규명을 위해 냉동보존하면서 실험에 이용했다.

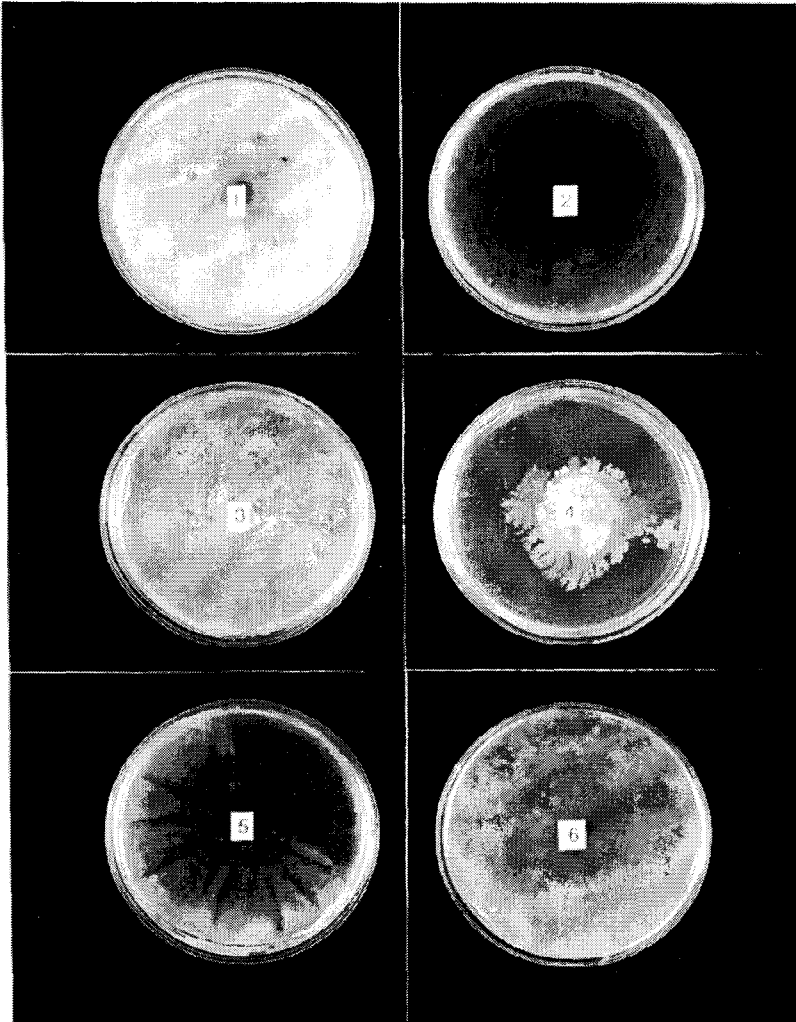


Fig. 32. 2. Photograph of isolated microorganisms from occurred plant of perilla leaf blight..

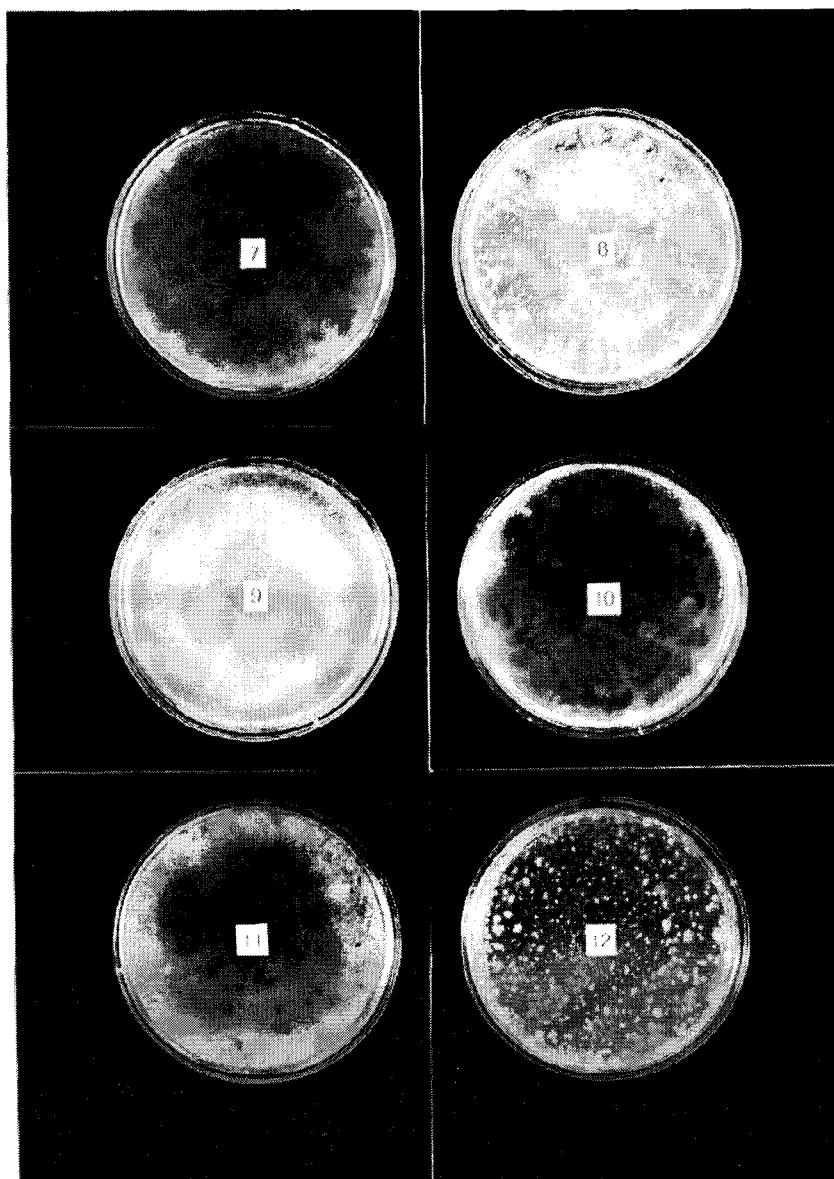


Fig. 32.3. Photograph of isolated microorganisms from occurred field of perilla leaf blight.

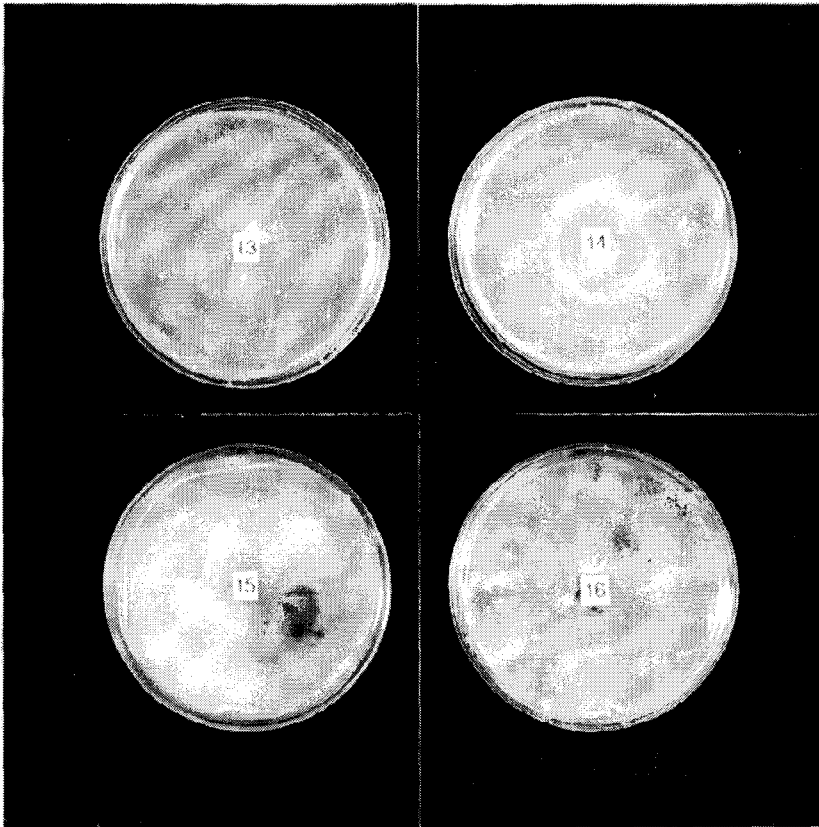


Fig. 32.4. Photograph of isolated microorganisms from occurred field of perilla leaf blight.

2) 일반성분 분석

가) Arbutin 분석

정상식물체와 잎마름병발생 식물체의 추출물들을 TLC(solvent system: EtOAc:MeOH:H₂O(100:13.5:10))전개를 실시한 다음 Berlin blue reagent를 이용해서 arbutin drug 검출했다. 정상잎의 추출물에서 잎마름병 발생 잎에서보다 높게 나타났으며, 잎마름병 발생 줄기에서는 arbutin을 확인할 수 없었으나, 정상식물체에서는 arbutin을 확인할 수 있었다.

나) Bitter principle 분석

정상식물체와 잎마름병발생 식물체의 추출물들을 TLC(solvent system: EtOAc:MeOH:H₂O (77:15:8))전개를 실시한 다음 vanillin-sulphuric acid reagent를 이용해서 Bitter principle drug 검출했다. Rf 0.37에서 정상 잎, 잎마름병발생 잎, 정상줄기 순으로 검출이 되어졌고, 잎마름병발생 줄기에서는 확인할 수 없었다.

다) Essential oil 분석

Essential oil의 TLC는 toluene : ethylacetate(93:7)의 용매조건으로 실시를 하였고, 검출은 vanillin-sulphuric acid reagent를 이용했다. 그 결과 essential oil이 Rf 0.25와 0.1, 0.91, 그리고 0.39부근에서 spot을 확인할 수 있었다. 특히 Rf 0.39의 spot은 정상 잎에서는 쉽게 확인되어졌지만, 잎마름병발생의 식물체에서는 확인할 수 없었다.

라) Cardiac glycoside 분석

Cardenolides의 함량비교분석은 EtOAc:MeOH:H₂O(81:11:8)의 조건으로 TLC를 실시하였으며 검출은 Kedde reagent를 이용했다. 그 결과 정상 잎과 잎마름병발생 잎에서는 다양하게 나타났으며, 양적으로는 정상 잎에서 많이 나타났다. 그리고 잎마름병발생 줄기에서는 start line을 제외하고는 물질이 검출되어지지 않았다.

마) Alkaloids 분석

Alkaloid 분석은 EtOAc:MeOH:H₂O(100:13.5:10)의 조건으로 TLC를 실시하였으며 검출은 Dragendorff reagent를 이용했다. 그 결과 Rf 0.3에서 Alkaloid류가 확인이 되어졌는데(Fig. 32.5) 정상잎에서 많이 함유되어있음을 확인할 수 있었다. Rf 0.9부근에서도 다양한 성분들이 잎마름병발생 잎과는 현저한 함량의 차이를 보이고 있다.



Fig. 32.5. TLC patterns of alkaloids from perilla extracts.
 1: Disease leaf, 2: Normal leaf, 3: Disease stem, 4: Normal stem.

바) Valepotriates 분석

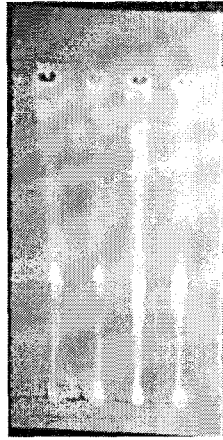
Valepotriate 분석은 Toluene : Ethylacetate(75:25)의 조건으로 TLC를 실시하였으며, Hydrochloric acid-acetic acid를 이용한 valepotriates의 spot은 Rf 0.28, 0.5, 그리고 Rf 0.8부근에서 확인을 할 수 있었고, 정상 잎과 줄기에서 높게 나타났다 (Fig. 32.6).



Fig. 32.6. TLC patterns of valepotriates from perilla extracts.
 1: Disease leaf, 2: Normal leaf, 3: Disease stem, 4: Normal stem.

바) Coumarins 확인

Coumarin의 비교분석은 Toluene : Ether(1:1)의 조건으로 TLC를 실시하였으며, 검출은 NH₃/KOH reagent를 이용하였다. 그 결과 Rf 0.44와 0.38에서 Coumarin이 검출되어졌으며(Fig. 32.7), 잎마름병 발생잎과 정상잎의 비교에서 Rf 0.44의 coumarin은 잎마름병발생 잎에서 특이하게 높게 검출되어졌다. Rf 0.38의 spot도 병 발생 잎과 줄기에서 높게 확인되어졌다. Anthraquinone은 Rf 0.78-0.95에 이르기까지 많은 spot을 확인되어졌고, 정상잎보다 잎마름병발생 잎에서 높게 나타났다.



1 2 3 4

Fig. 32.7. TLC patterns of cumarins from perilla extracts.

1: Disease leaf, 2: Normal leaf, 3: Disease stem, 4: Normal stem

3) GC/MS 분석

들깨의 정상식물체 줄기(Table 32.1)와 잎마름병발생식물체 줄기(Table 32.2)의 추출물을 GC/MS로 분석을 한 결과 아래 Table 32.1, 32.2와 같다.

Table 32.1. GC/MS analyze of methanol extract from perilla stems.

At(min)	Compound
4.065	2-Pyrrolidinethione
5.568	Carbamic acid
7.994	4H-Pyran-4-one
8.013	1-Octanamine
10.674	3-Hexyn-2-ol, 5-methyl
10.735	1-Azabicyclo [2.2.2] octan-3-one
11.067	1-Hexadecanol, acetate
24.079	NEOPHYTADIENE
24.103	NEOPHYTADIENE
24.121	trans-1,3-Dideuterio-1,3-Cyclohexanedicarboxylic acid
24.966	Clovane
26.686	3-(Ethoxycarbonyl)-4,5-trimethylene-8-fluor
26.698	Heneicosanoic acid
26.71	[2.2] (2,6)pyrazinophane
29.97	9,12,15-Ocyadecatrien-1-ol
30	ETHYL LINOLEOLATE
30.03	Tetracyclo[5.4.0(4,10).0(5,9)]undec-2-en
44.473	Tungsten,pentacarbonyl
44.491	Bicyclo[2.2.2]octan-1-ol, 4-phenyl
44.509	1,2,3,3a,4a,5,6,7,8,9,9a,9b-Dodecahydroc
44.6	10-(1,3-Benzodioxol-5-yl)-4,10-dihydro-1

Table 32.2. GC/MS analyze of methanol extract from leaf curls stem of perilla.

Rt(min)	Compound
4.041	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydrox
4.059	1-Ocyanamine
6.564	4H-Pyran-4-one
7.898	1,3-Dioxolane
7.976	1-Octanamine
9.799	3,4-Furandiol
10.487	3-(dimethylamino)-2,2-dimethyl-2H-azirin
10.578	2-Furancarboxaldehyde
11.242	Acetic acid, hexyl ester
24.115	Dodecanal
24.604	Neophytadiene
24.954	1,4-Heptadiene
26.668	Benzaldehyde
26.705	Docosanoic acid
29.861	Methyl 3-hydroxyoctadec-9-enoate
29.97	7,10,13-Hexadecatrienoic acid
29.982	ETHYL LINOLEOLATE
30.012	9-12-15-Octadecatrienal
33	4H-Dibenzo[de,g]quinoline
36.192	4,11,11-trimethyltricyclo[5.3.1.0 (5,8)
36.506	IRON, 1,3-CYCLOHEPTATRIENE TRICARBONYL
36.524	Benzene, 1-methoxy-4-(2-propenyl)
42.524	11H-Dibenzof[1,4]diazepin-11-one,5,
47.068	3,3':5,3''-bis(trimethylene)-2,6-di
47.074	Stigmasta-5,22-dien-3-ol

4) 잎마름병의 생물학적 방제

잎마름 증상이 나타난 들깨 식물체를 pot에 이식 한 다음 여러 가지 처리로서 식물의 생육상태를 관찰하면서 병의 치료효과를 봤다. 무처리의 경우는 새로나는 잎도 잎이 어느정도 크기가 되어졌을 때 잎에 쪼그라드는 현상이 나타나면서 검은 반점으로 진전되어져갔다(Fig. 32.8. A). 반면 길항균을 주기적으로 처리한 pot에서는 새잎이 나고 출하정도의 크기가 될 때까지도 병발생이 되지 않는 것을 볼 수 있었다(Fig. 32.8. B). Fig. 8의 사진을 자세히 보면 알 수 있지만 잎에서 뿐만아니라 줄기에서도 무처리에서는 줄기의 상단부까지 흑갈색의 반점이 보이지만 길항균을 처리한 pot의 식물체에서는 길항균을 처리한 이후에는 더 이상 줄기에 흑갈색의 반점이 진전되지 않는 것을 확인 할 수 있다.

잎마름병의 발생지 토양을 그대로 이용한 pot에서는 무처리구 보다 빨리 식물체에 병이 진전되어 졌으며, 식물체가 빠르게 고사하고 말았다.

이로써 잎들깨의 잎마름병은 세가지원인으로 방제대책을 구축할 수 있을 것이다. 먼저 잎마름병은 병원체가 존재하여 들깨의 생육에 지장을 초래하며 병원성을 나타내는 것으로 여겨지고, 둘째는 재배지의 토양오염을 원인으로 생각할 수 있다. 그리고 마지막으로 재배지의 배수관계가 나쁜 곳 또한 잎마름병 발생의 큰 원인이 되는 것으로 결론이 되어진다. 이로써 잎마름병의 예방은 재배전에 토양을 살균하고, 배수가 좋게 고랑의 높이를 높게 해준다. 그리고 병의 발생이 의심이 되어지면 길항균이나 방제가 가능한 제제를 이용해 병의 확산을 막아야한다.

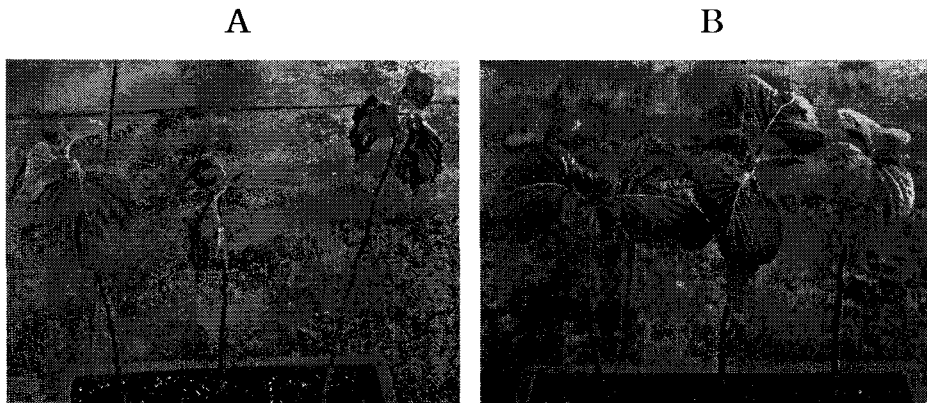


Fig. 32.8. Effect of treatment against leaf blight by antagonistic bacterium AB17.

A: Control, B: Treat AB17

4. 적 요

토양오염과 기상이변 및 병원체의 저항성생성으로 치유불명의 새로운 병들이 발생하기 시작했다. 잎들깨 재배지에서도 가칭 잎마름병이 발생하여 병의 원인과 방제법이 아직 개발되지 않아 재배농가에 상당한 피해를 주고 있다. 잎마름병의 원인 분석을 잎들깨의 재배지 토양과 식물체로부터 균을 분리하였으며, 식물체의 성분 분석을 하였다. 곰팡이 16종과 세균 55종을 분리하여 원인분석에 이용했다. 성분분석에는 7종의 일반성분과 미량성분은 GC/MS로 분석을 하였다. 잎마름병 발생 식물체를 분리한 길항균 AB17을 처리하고, 재배환경의 개선, 즉 토양관리와 수분조절의 생물학적방제 시스템으로 병의 진전을 막고 치료를 하였다.

5. 참고문헌

1. 김홍기, 박종성, 유승헌, 강여규. 1981. 참깨 검은무늬병 및 잎마름병에 관한 연구. 한국균학회. 9(4): 169-174.
2. 박은우, 김윤정, 김성기, 홍순성, 김기우, 양장석. 1997. 울무 잎마름병을 일으키는 *Bipolaris coicis* 의 분리 및 동정. 한국균학회. 25(4): 291-296.
3. 권병선, 박희진, 신종섭. 2000. 살균제에 의한 텍사 갈색잎마름병 방제. 한국작물

학회지. 45(1):180-181.

4. 김희동, 장석원, 전대훈. 2000. 울무 잎마름병과 감부기병에 대한 종자소독 효과. 한국약용작물학회. 8(1): 79-82.

5. 문병주, 노성환, 이재필, 손지희, 강진동, 차외진. 2000. *Bacillus licheniformis* N1 과 *B. mcgaterium* N4 을 이용한 들깨 잎마름병 (*Alternaria alternata*) 생물학적 방제. 한국균학회 2000년 춘계학술대회 포스터 발표. 학회소식, 12(1). pp73.

6. 김병섭, 전환홍, 황영아. 2001. 살균제 저항성 백합 잎마름병균 (*Botrytis elliptica*) 의 발생과 변화. 한국농약과학회지. 5(1): 61-67.

7. 박창석, 권진혁. 2002. *Pseudocercospora dendrobii* 에 의한 덴드로비움 검은잎마름병. 한국균학회지. 30(2): 173-175.

8. 윤재탁, 최성용, 김산영, 추연대. 1997. 복숭아 잎오갈병의 발생 상태. 한국원예학회. 15(2): 630-633.

9. 이재창, 김영택, 백현준. 1987. 뽕나무오갈병(위축병) 발생실태조사. 한국잠사학회. 29(1): 39-47.

10. 이용선, 정봉조, 이순형. 1974. Downey mildew of rice plant , *Sclerophthora macrospora* (Sacc.) Thirum. , Shaw & Naras (The Occurrence of Downey Mildew of Rice in Korea). 한국응용곤충학회지. 13(4): 232-234.

11. 정봉조, 이순형, 이기운 , R. H. Halliwell. 1977. 벼 오갈병 바이러스의 순화와 항혈청체조에 관한 연구. 한국응용곤충학회지. 16(1): 65-67.

12. Christine Helloco-Kervarrec, Gerard Riault and Emmanuel Jacquot, 2002, Biolistic-mediated inoculation of immature wheat embryos with Barley yellow dwarf virus-PAV, Journal of Virological Methods, 102(1-2): 161-166.

13. Francis Moonan, Joe Molina and T. Erik Mirkov, 2000, Sugarcane Yellow Leaf Virus: An Emerging Virus That Has Evolved by Recombination between *Luteoviral* and *Poleroviral Ancestors*, Virology, 269(1): 156-171.

14. R. Musetti, L. Bruni and M. A. Favali, 2002, Cytological modifications in maize plants infected by barley yellow dwarf virus and maize dwarf mosaic virus, Micron, 33(7-8): 681-686.

15. Khaled M. Makkouk and Safaa G. Kumari, 2001, Reduction of incidence of three persistently transmitted aphid-borne viruses affecting legume crops by seed-treatment with the insecticide imidacloprid (GauchoR), Crop Protection,

20(5): 433-437.

16. Marie Charlotte Anstett, 1999, An experimental study of the interaction between the dwarf palm (*Chamaerops humilis*) and its floral visitor *Derelomus chamaeropsis* throughout the life cycle of the weevil, *Acta Oecologica*, 20(5): 551-558.

17. T. J. Chausalet, J. A. Mann, J. N. Perry and J. C. Francos-Rodriguez, 2000, A nearest neighbour approach to the simulation of spread of barley yellow dwarf virus, *Computers and Electronics in Agriculture*, 28(1): 51-65.

18. Inger K. Schmidt, Liliane Ruess, Erland Baath, Anders Michelsen, Flemming Ekelund and Sven Jonasson, 2000, Long-term manipulation of the microbes and microfauna of two subarctic heaths by addition of fungicide, bactericide, carbon and fertilizer, *Soil Biology and Biochemistry*, 32(5): 707-720.

19. Markus Fischer and Sonja Wipf, 2002, Effect of low-intensity grazing on the species-rich vegetation of traditionally mown subalpine meadows, *Biological Conservation*, 104(1): 1-11.

20. Ashis Kumar Nandi, Kumuda Kushalappa, Kalika Prasad and Usha Vijayraghavan, 2000, A conserved function for *Arabidopsis* SUPERMAN in regulating floral-whorl cell proliferation in rice, a monocotyledonous plant, *Current Biology*, 10(4): 215-218.

21. Jari P. T. Valkonen, Thomas Moritz, Kazuo N. Watanabe and Veli-Matti Rokka, 1999, Dwarf (di)haploid potato mutants obtained from a tetraploid potato cultivar (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) via anther culture are defective in gibberellin biosynthesis, *Plant Science*, 149(1): 51-57.

22. Sami Aikio, Henry Vare and Rauni Strommer, 2000, Soil microbial activity and biomass in the primary succession of a dry heath forest, *Soil Biology and Biochemistry*, 32(8-9): 1091-1100.

23. Kerstin Wydra and Valerie Verdier, 2002, Occurrence of cassava diseases in relation to environmental, agronomic and plant characteristics, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93(1-3): 211-226.

24. L. Willocquet, S. Savary, L. Fernandez, F. A. Elazegui, N. Castilla, D. Zhu, Q. Tang, S. Huang, X. Lin, H. M. Singh and R. K. Srivastava, 2002, Structure and validation of RICEPEST, a production situation-driven, crop growth model simulating rice yield response to multiple pest injuries for tropical Asia, *Ecological Modelling*, 153(3): 247-268.

25. N. A. Amusa and J. B. Ojo, 2002, The effect of controlling *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) the cassava green spider mite using *Typhlodromalus aripo* (Acari: phytoseiidae) on the severity of cassava diseases in Transition forest, Nigeria, *Crop Protection*, 21(7): 523-527.
26. Miyuki Takaichi and Kenji Oeda, 2000, Transgenic carrots with enhanced resistance against two major pathogens, *Erysiphe heraclei* and *Alternaria dauci*, *Plant Science*, 153(2): 135-144.
27. Hilla Tabibian Keissar, Bilha Bashan, Yehouda Levy and David Kenigsbuch, 2002, Stage specificity of catalase isoform activity in *Exserohilum turcicum*, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 60(4): 163-168.
28. William W. Turechek and Laurence V. Madden, 2001, Effect of scale on plant disease incidence and heterogeneity in a spatial hierarchy, *Ecological Modelling*, 144(1): 77-95.
29. Chemedo Fininsa and Jonathan Yuen, 2001, Association of maize rust and leaf blight epidemics with cropping systems in Hararghe highlands, eastern Ethiopia, *Crop Protection*, 20(8): 669-678.
30. S. J. Refshauge and M. Nayudu, 2001, Invasion by *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* is responsible for bacterial blight of coriander, *Plant Science*, 161(3): 621-625.
31. H. G. M Fadden, R. Chapple, R. Feyter and E. Dennis, 2001, Expression of pathogenesis-related genes in cotton stems in response to infection by *Verticillium dahliae*, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 58(3): 119-131.
33. T. H. Booth, T. Jovanovic, K. M. Old and M. J. Dudzinski, 2000, Climatic mapping to identify high-risk areas for *Cylindrocladium quinqueseptatum* leaf blight on eucalypts in mainland South East Asia and around the world, *Environmental Pollution*, 108(3): 365-372.
34. D. B. Vandermast, D. H. Van Lear and B. D. Clinton, 2002, American chestnut as an allelopath in the southern Appalachians, *Forest Ecology and Management*, 165(1-3): 173-181.
35. John A. Manthey, Karel Grohmann, Mark A. Berhow and Brent Tisserat, 2000, Changes in citrus leaf flavonoid concentrations resulting from blight-induced zinc-deficiency, *Plant Physiology and Biochemistry*, 38(4): 333-343.

36. M. J. Stout, A. L. Fidantsef, S. S. Duffey and R. M. Bostock, 1999, Signal interactions in pathogen and insect attack: systemic plant-mediated interactions between pathogens and herbivores of the tomato, *Lycopersicon esculentum*, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 54(3-4): 115-130.
37. Fabienne Mourgues, Marie-Noelle Brisset and Elisabeth Chevreau, 1998, Activity of different antibacterial peptides on *Erwinia amylovora* growth, and evaluation of the phytotoxicity and stability of cecropins, *Plant Science*, 139(1): 83-91.

제 33절 미생물농약의 개발과 생물학적 방제

1. 서 언

최근까지 농업생산의 큰 전제는 {농산물의 안정적인 공급}이었기 때문에 이러한 전제 아래 다량의 화학 비료와 농약이 사용되어 왔다. 이는 토양과 수질 환경을 급격하게 오염시키는 원인이 되었고 나아가서 생산 농민의 건강을 해치고 농업생산 환경이 파괴되어 안전한 농산물을 기대할 수 없는 자기모순적 상황에 이르게 될 우려가 높아지고 있다. 이렇게 높아져가는 농산물의 안전성에 대한 국민들의 관심은 유기농법으로 생산된 저공해 농산물에 대한 소비자들의 큰 호응으로 나타나고 있다. 현재 농산물에 대한 안전성 문제와 토양환경의 보존을 통한 지속 가능한 농업에 관한 관심으로 유기농업과 자연농법 운동이 전 세계적으로 급격하게 확산되고 있는 실정이다. 이러한 배경 아래 유기농법으로 안전한 농산물을 생산하여 우리 농산물의 식품으로서의 안전성을 높이려는 노력들이 수입개방에 대응한 우리 농촌의 당면 과제로 더욱 주목을 끌게 되었으며, 환경위기에 대처하는 생명운동으로까지 확대되고 있는 실정이다. 유기농업을 이끌어갈 다양한 미생물의 농업적 활용 방안은 크게 나누어 토양미생물제 및 미생물 비료 분야와 미생물 농약 분야로 나누어 설명할 수 있다. 미생물을 이용하여 기존의 화학비료와 농약을 적게 쓰고도 농사를 지을 수 있다면 토양환경을 지속적으로 보존하여 장기적인 생산성을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 저공해 농산물을 생산할 수 있게 되어 농산물의 안전성을 확보할 수 있을 것이며 화학비료와 농약에 의해 야기되는 생산자의 건강 문제와 환경오염 문제를 해결할 수 있게 될 것이다. 이는 자연 생태계와 조화를 이루는 지속적인 농업기술과 관련된 것으로 발효부숙 퇴비를 이용하여 흙을 살리고 길항미생물 등을 이용한 생물학적 방제를 기본으로 하는 유기농업의 방법을 이야기하는 것이다.

대부분의 농민들은 농약중독의 경험을 갖고 있어 농약으로 인한 피해가 심각한 정도에 이르렀다는 점을 인식하고 있지만 어쩔 수 없이 독성이 점점 강해지는 농약을 다량 쓸 수밖에 없는 농사현실에 직면해 있다. 살균제, 살충제, 제초제 등의 농약의 과다한 사용은 토양을 오염시키며 수질을 오염시켜 자연 생태계의 균형을 파괴한다. 자연 생태계의 원리를 이용한 유기농업으로 유익한 미생물과 곤충의 효과를 극대화하여 농작물을 건강하게 자라게 하며 환경에 대한 독성이 낮고 잔류성이 없는 미생물 농약을 활용하게 되면 농약을 적게 사용할 수 있게 되어 농약으로 인

한 생산자 농민의 피해를 줄이고 농업환경과 자연 생태계를 보존할 수 있으며 안전한 농산물을 생산할 수 있게 될 것이다. 특히 미생물농약의 개발은 자연보존에 대한 사회적 관심과 전세계적으로 확산되어 가고 있는 농약사용에 관한 규제 강화 때문에 더욱 더 관심을 끌게 될 것이 분명하다.

토양 중에는 무수한 미생물이 서식하고있어 미생물의 보고라고 일컬어진다. 그 중에는 병원균을 죽이는 작용을 갖는 매우 유용한 미생물도 있다. 미생물농약은 원래 자연계에 존재하는 미생물 그 자체, 또는 미생물이 생산하는 생리활성물질을 이용해 식물병을 억제하는 것이다.

미생물농약은 화학농약과 비교했을 때, 첫째 목적으로 하는 병원균을 공격하여 생태계를 교란할 염려가 없고, 둘째는 작물에 해가없다. 셋째는 인축, 어패류에 대해 위해가 없다. 넷째 병해충이나 병원균이 미생물농약에 대해 저항성을 나타내기 어렵다. 다섯째 물, 토양 그리고 작물에 오염이나 잔류성이 없다. 이와같이 미생물농약은 인간이나 환경에 대해 무해하다는 특징을 갖고있어 세계적으로 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 연구에서도 안전한 미생물을 이용하여 미생물제제를 개발하여 환경친화적인 농법의 개발로 고품질 잎들깨 생산을 목적으로, 길항곰팡이와 길항세균을 분리, 동정했으며, 그 특성을 조사하고 생물검정법으로 활성을 확인했다.

2. 재료 및 방법

가. 길항세균 분리와 특성조사

1) 길항세균 분리

잎들깨 재배의 노지와 하우스로부터 병징이 있는 식물체와 정상식물체 그리고 토양을 시료로 하였다. 식물체의 줄기와 잎의 절편을 3% sodium hypochloride로 3분간 표면살균을 한 다음, 멸균증류수로 수 차례 세척을 하여 sodium hypochloride를 제거하고, 살균증류수로 $10^{-1} \sim 10^{-9}$ 까지 희석하는 material dilution agar methods로 균을 분리했다. 단일 colony가 얻어질 때까지 NA배지로 계대배양을 하면서 순수분리를 하였다.

분리한 균주들은 병원성을 검정하고 균의 동정을 위하여 계대배양과 냉동보존으로 균을 유지 보존하였다.

2) 길항세균의 항균 spectrum

토양과 식물체 등에서 분리한 18종의 길항세균을 이용해 들깨 주요병원균, 즉 잣빛곰팡이균 *B. cinerea*, 균핵병원균 *S. sclerotiorum*과 모잘록병원균인 *P. ultimum*, 시들음병원균의 *F. oxysporum*, 및 줄기썩음병원균의 *R. solani*에 대해 PDA plate 대치배양법으로 항균력을 조사하였다.

3) 길항세균의 생장곡선

길항균의 생육곡선을 조사하기 위하여 AB17을 BHI배지에 24시간동안 전 배양을 한 다음 NB배지에 본 배양을 하면서 660nm에서 36시간동안 OD를 측정했다. 초기 5시간은 매시간 측정을 하고, 그 이후에는 30분마다 OD를 측정했다.

나. 길항곰팡이 분리와 항균 spectrum

1) 길항곰팡이 분리

있들깨 재배의 노지와 하우스로부터 병징이 있는 식물체와 정상식물체 그리고 토양을 시료로 하였다. 식물체의 줄기와 잎의 절편을 3% sodium hypochloride로 3분간 표면살균을 한 다음, 멸균증류수로 수 차례 세척을 하여 sodium hypochloride를 제거하고, 1/5 potato dextrose agar(PDA)배지 위에 치상을 하였다. 치상을 한 다음 incubator(25℃)에서 3일 이상 배양을 하여 옆의 균의 생육을 억제한 균을 선택하여 계대배양을 해가면서 순수분리를 하였다.

분리한 균주들은 병원성을 검정하고 균의 동정을 위하여 계대배양과 냉동보존으로 균을 유지 보존하였다.

2) 길항곰팡이의 항균spectrum 조사

있들깨 재배지의 토양과 식물체 등에서 분리한 7종의 길항곰팡이를 이용해 들깨 주요병원균, 잣빛곰팡이병원균 *B. cinerea*, 균핵병원균 *S. sclerotiorum*, 모잘록병원균인 *P. ultimum*, 시들음병원균의 *F. oxysporum*, 및 줄기썩음병원균의 *R. solani*에 대해 plate 대치배양법으로 항균력을 조사하였다.

다. 생물검정

1) 길항균을 이용한 예방 및 치료효과 검정

가) 균핵균에 대한 예방과 치료효과

길항균 AB17과 균핵균 *S. sclerotiorum* MK01을 잎들깨에 처리하여 균핵병 발생의 예방과 치료효과를 검정하였다. 예방효과는 AB17을 6~8엽기의 잎들깨에 먼저 처리하고, PDA 배지상에 7일간 배양한 *S. sclerotiorum* MK01을 접종하여 병발생을 관찰하여 예방효과를 검정했다. 치료효과 검정은 *S. sclerotiorum* MK01을 PDA 배지상에 7일간 배양한 균사절편을 잎들깨 뒷면에 먼저 접종하여 발병시킨 다음, 길항균 AB17을 1일 간격으로 3일동안 처리하여 병발생 치료효과를 검정하였다.

나) 잿빛곰팡이균에 대한 예방과 치료효과

길항균 AB17과 잿빛곰팡이 병원균인 *B. cinerea* MK02를 잎들깨에 처리하여 잿빛곰팡이병 발생의 예방과 치료효과를 검정하였다. 예방효과는 AB17을 6~8엽기의 잎들깨에 먼저 처리하고, 병원균은 PDA 배지상에 7일간 배양한 다음 포자부유액으로 잎들깨에 접종시켜 병발생을 관찰하여 예방효과를 검정하였다. 치료효과 검정은 *B. cinerea* MK02의 포자부유액으로 발병시킨 다음, 길항균 AB17을 1일 간격으로 3일동안 처리하여 병발생 치료효과를 검정하였다.

다. 길항균의 들깨 생육촉진효과

길항균 AB17과 AB2를 이용한 병원균방제 실험에서 control보다 생육이 촉진되는 현상이 나타남으로써, AB17과 AB2의 잎들깨 생육촉진효과를 조사하였다.

잎들깨의 종자를 파종하고 10일 후에 길항균 AB2와 AB17을 1×10^6 /ml의 농도로 조절한 후 엽면살포의 방법으로 처리했으며, growth chamber는 25°C로 16시간, 15°C로 8시간의 주기로 관리를 했다. 식물의 생육조사는 길항균의 엽면살포 후 25일 후 실시했다.

마. 길항균 동정

분리한 길항균 중 항균력이 가장 뛰어난 AB2와 AB17을 동정하기 위하여 Bergey's Manual을 이용하여 생리, 생화학적인 특성을 조사하였고, 분자유전학적 분류법으로서 16S rRNA Gene(1,541 bases) sequencing kit를 이용하여 sequencing한 후(6개 fragments로 PCR증폭한 후 sequencing함) 그 결과를 ATCC 표준 균주

들의 16S rRNA 분석결과 Library를 비교하여 동정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 길항세균 분리와 특성조사

1) 길항세균 분리

들깨 재배지로부터 병징을 나타내는 식물체의 뿌리, 줄기, 잎, 그리고 토양으로부터 56종의 세균을 분리했다. 분리한 56종의 세균을 잿빛곰팡이병원균 *B. cinerea*, 균핵병원균 *S. sclerotiorum*, 모잘록병원균인 *P. ultimum*, 시들음병원균의 *F. oxysporum*, 및 줄기썩음병원균의 *R. solani*에 대해 plate 대치배양법으로 항균력을 조사하여 18종의 길항세균을 분리하였다. 그림 1의 경우는 분리한 길항세균을 이용하여 잿빛곰팡이병원균인 *B. cinerea*에 항균력 여부를 조사한 것이다.

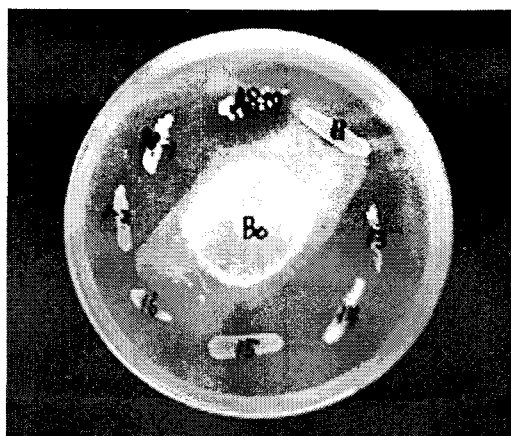


Fig. 33.1. Growth inhibition of *B. cinerea* by isolated antagonistic bacteria from soil and plants.

2) 길항세균의 항균 spectrum

토양과 식물체 등에서 분리한 세균을 이용해 들깨 주요병원균, 잿빛곰팡이병원균 *B. cinerea*, 균핵병원균 *S. sclerotiorum*과 모잘록병원균인 *P. ultimum*, 시들음병원균의 *F. oxysporum*, 및 줄기썩음병원균의 *R. solani*을 이용하여 plate 대치배양법으로 항균력을 조사하였다(Table 33.1). 그 결과 AB2, AB5, AB8, AB17 등이 항

균활성이 뛰어났다. AB2의 경우는 잎들개 주요병원균인 잣빛곰팡이병원균(*B. cinerea*)과 균핵병원균(*S. sclerotiorum*)에 항균활성이 뛰어났다. AB5와 AB8도 AB2와 같은 항균spectrum을 보였으며, AB5의 경우는 *F. oxysporum*에도 좋은 항균력을 띠었다. AB12도 분리한 전 병원균에 항균활성을 보였으며, AB18도 잣빛곰팡이균에 좋은 활성을 보였다. 그리고 AB17은 분리한 병원균에 고른 활성을 보였으며 특히 잣빛곰팡이균과 균핵균에 탁월한 항균력을 보임으로써 잎들개재배에 문제시되는 항진균성 병 방제에는 크게 기대 되어진다.

Table 33.1. Antifungal spectrum of plant pathogens by isolated antagonistic bacteria.

	<i>B. cinerea</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>S. sclerotiorum</i>	<i>P. ultimum</i>	<i>R. solani</i>
AB1	+	+	-	++	+
AB2	++++	+	+++	+	++
AB3	+	-	-	-	+
AB4	-	-	.	-	++
AB5	++++	++	+++	+	++
AB6	+	-	-	-	+
AB7	-	+	-	-	-
AB8	+++	+	+++	+	++
AB9	+	+	+	-	+
AB10	+	+	.	+	+
AB11	+	-	.	+	+
AB12	++	+	++	++	++
AB13	+	-	-	-	-
AB14	+	-	+	+	+
AB15	+	+	-	+	+
AB16	-	-	-	+	+
AB17	++++	++	+++	+	+++
AB18	+++	+	+	-	++

+: 항균활성, -: 비활성

3) 길항세균의 생장곡선

선발한 길항균 중에서 항균활성이 가장 우수한 AB17을 이용한 생물방제법을 개발하기 위한 1차적인 방법으로 균의 생육곡선을 조사하였다. 12시간부터 22시간에 걸쳐 대수증식기가 형성되었으며, 최대생육은 접종한지 28시간이 경과해서였다.

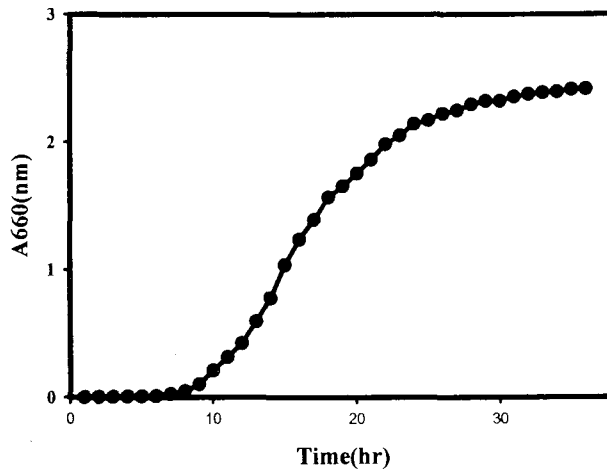


Fig. 33.2. Growth curve of antagonistic bacterium AB17.

4) AB17의 항균활성

있들개의 시설재배지에 있어서 가장문제시 되는 진균성 병은 균핵병과 잣빛곰팡이병이다. 잣빛곰팡이병은 노지에서는 발병빈도가 낮으나 시설하우스에서는 생육전반에 걸쳐서 발생하며, 치명적인 병해로 알려져 있다. 잎뿐만이 아니라 줄기에도 감염이 되며 방제시기를 놓치면 전혀 수확이 불가능하다. 균핵병의 원인균인 *S. sclerotiorum*와 잣빛곰팡이병의 원인균인 *B. cinerea*에 대한 AB17의 항균효과를 plate assay법으로 확인한 것이 Fig. 3으로 두 균에 대한 활성이 뛰어난 것을 볼 수 있다.

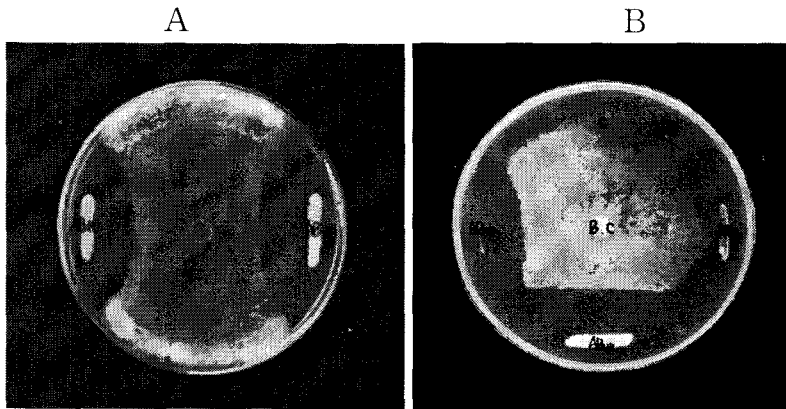


Fig. 33.3. Growth inhibition of antagonistic bacterium AB17 by *S. sclerotiorum* MK01(A) and *Botrytis cinerea* MK02(B).

나. 길항곰팡이 분리

들깨 재배지로부터 병징을 나타내는 식물체의 뿌리, 줄기, 잎, 그리고 토양으로부터 7종의 길항곰팡이를 잿빛곰팡이병원균 *B. cinerea*, 균핵병원균 *S. sclerotiorum* 과 모잘록병원균인 *P. ultimum*, 시들음병원균의 *F. oxysporum*, 및 줄기썩음병원균의 *R. solani*을 이용하여 plate 대치배양법으로 항균력을 조사하면서 분리를 하였다.

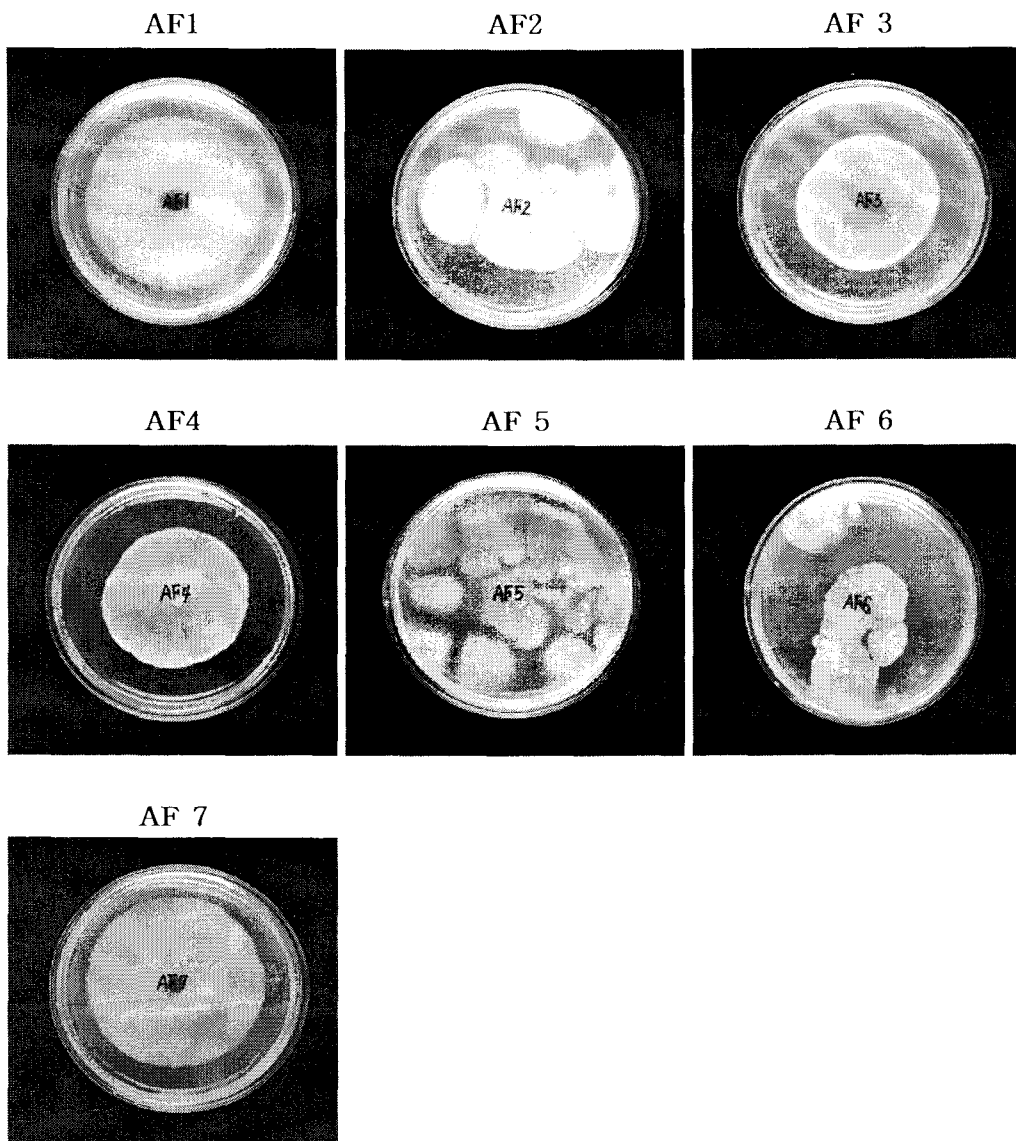


Fig. 33.4. Isolated antagonistic fungi on plant pathogens from soil and plant.

다. 길항곰팡이의 항균 spectrum

Table 33.2. Antifungal spectrum of plant pathogens by isolated antagonistic fungi.

	<i>B. cinerea</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>S. sclerotiorum</i>	<i>P. ultimum</i>	<i>R. solani</i>
AF1	+	+	+	++	+
AF2	+++	+	++	+	++
AF3	++	-	++	-	+
AF4	+	-	-	-	+
AF5	++	++	+++	+	++
AF6	++++	-	++++	+	+++
AF7	+++	+	+++	+	+++

+: 항균활성, -: 비활성

라. 생물학적 방제

1) 균핵병 발생의 예방과 치료효과

길항균 AB17을 이용해 *S. sclerotiorum* MK01의 균핵병 발생 예방효과를 검정 결과, *S. sclerotiorum* MK01 포자액을 처리한지 1일이 경과하면 병징이 나타나기 시작하여 균처리 5일 후에는 100% 발병이 되어져 식물체가 고사한다.(Fig. 5) 그리고 AB17 처리 1일 후부터 3일동안 *S. sclerotiorum* MK01을 처리한 결과 2일째까지 병발생을 거의 볼 수 없었고 3일째부터 병징이 나타나기 시작하여 병원균만 처리한 pot에서 식물체가 고사할 때 45%의 발병이 일어나 55%의 예방효과를 볼 수 있었다. (Fig. 33.5)

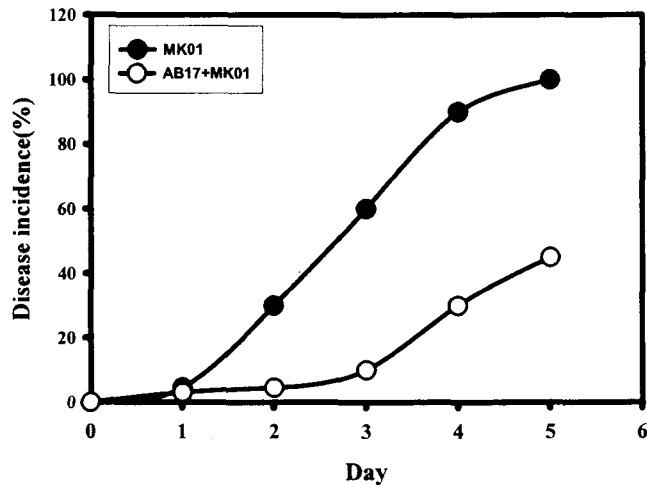


Fig. 33.5. Preventive effect of antagonistic bacterium AB17 on the incidence of sclerotinia rot on perilla in a growth chamber.

AB17을 이용한 병발생의 치료효과 검증에서는 병원균을 처리 후 병징이 나타날 때부터 3일간 길항균을 처리한 결과 처음 병징이 발생이후의 병징은 전혀 진전되지 않았다(Fig 33.6) 병원균만 처리한 pot에서는 식물체가 5일만에 전부 고사하였으나 (Fig. 33.6. 화살표) AB17을 처리한 pot에서는 11일까지 생육시킨 결과 2번에 걸쳐 잎이 새로 나오 병징의 잎은 확인되어지지 않았다.

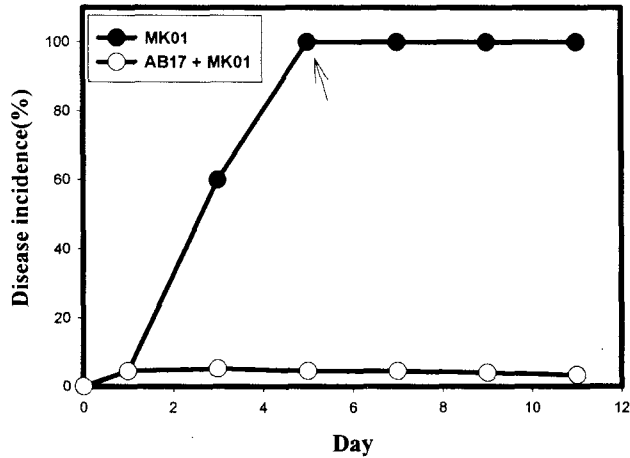


Fig. 3.6. Curative effect of antagonistic bacterium AB17 on the incidence of sclerotinia rot on perilla in a growth chamber.

2) 잿빛곰팡이병 발생의 예방과 치료효과

길항균 AB17을 이용해 *B. cinerea* MK02의 잿빛곰팡이병 발생 예방효과를 검증한 결과, *B. cinerea* MK02 포자액을 처리한지 2일이 경과하면 병징이 나타나기 시작하여 균처리 9일 후에는 100% 발병이 되어져 식물체가 고사한다.(Fig. 33.7) 그리고 AB17 처리 1일 후부터 3일동안 *B. cinerea* MK02를 처리한 결과 2일째까지 병발생을 거의 볼 수 없었고 3일째부터 병징이 나타나기 시작하여 병원균만 처리한 pot에서 식물체가 고사할 때 60%의 발병이 일어나 40%의 예방효과를 볼 수 있었다.

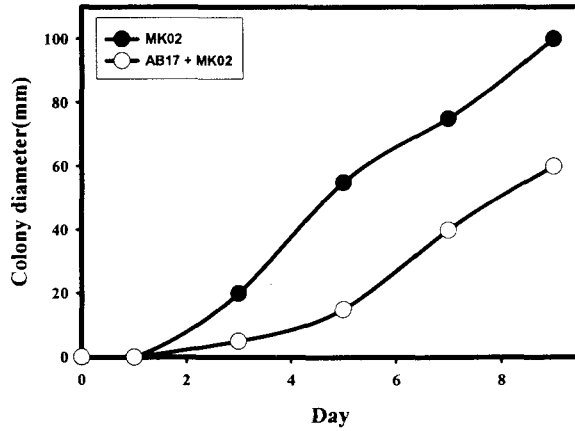


Fig. 33.7. Preventive effect of antagonistic bacterium AB17 on the incidence of gray mold rot on perilla in a growth chamber.

AB17을 이용한 병발생의 치료효과 검증에서는 병원균을 처리 후 병징이 나타날 때부터 3일간 길항균을 처리한 결과 처음 병징이 발생이후의 병징은 전혀 나타나지 않았다.(Fig 8) 병원균만 처리한 pot에서는 식물체가 9일만에 전부 고사하였으나 (Fig. 33.8. 화살표) AB17을 처리한 pot는 13일까지 생육시킨 결과 잎이 새로 나오 병징의 잎은 확인되어지지 않고 들깨의 생육도 좋았다.

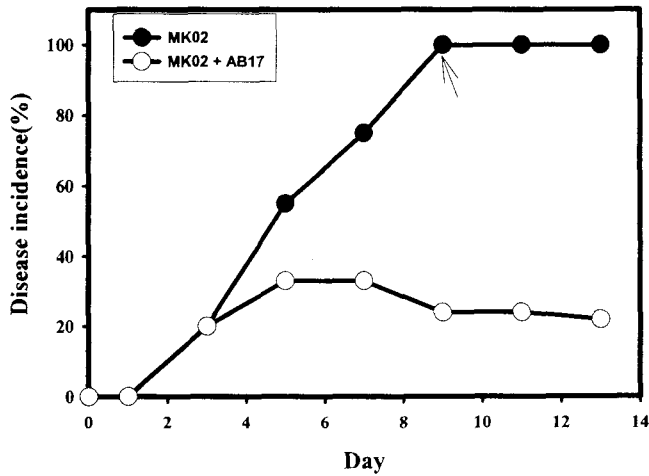


Fig. 33.8. Curative effect of antagonistic bacterium AB17 on the incidence of gray mold rot on perilla in a growth chamber.

3) AB17 pot assay

AB17 배양여액을 이용한 잿빛곰팡이병 발생의 억제와 치료효과를 검정한 결과는 Fig. 33.9와 같다. Fig.에서 A는 무처리, B는 *B. cinerea* MK02 처리, C는 AB17 처리 후 *B. cinerea* MK02를 처리, D는 *B. cinerea* MK02 처리 후 AB17을 처리, 그리고 E는 AB17 처리구이다. *B. cinerea* MK02만을 처리한 pot에서는 전부 감염이 되어졌으며, 첫 번째 식물체는 고사를 했고, 두 번째와 세 번째 식물체는 감염이 되어져 잎이 떨어져 나간 것을 볼 수 있다. 몇 일 후에는 두 식물체 모두 고사하고 말았다. 반면 C와 D pot에서는 병의 발생이 되어졌지만 AB17 처리 후에는 병의 진전을 볼 수 없었다. 그리고 E pot의 식물체는 다른 처리구보다 생육이 우수한 것을 확인할 수 있었다.

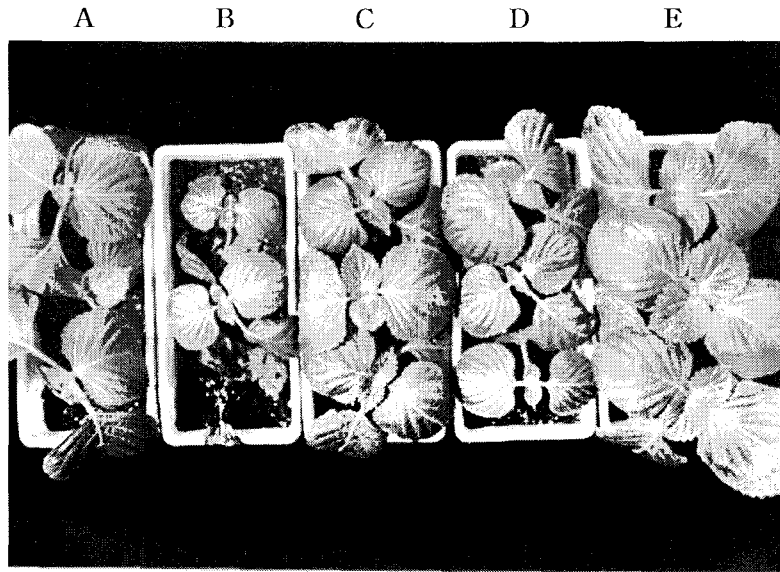


Fig. 33.9. Antagonistic effect of antagonistic bacterium AB17 on perilla growth treated with *B. cinerea* MK02.

A: Control, B: Treat of *B. cinerea* MK02, C: Treat with AB17 and then *B. cinerea* MK02, D: Treat with *B. cinerea* MK02 and then AB17, E: Treat AB17.

AB17 배양여액을 이용한 균핵병 발생의 억제와 치료효과를 검정한 결과는 Fig. 33.10과 같다. Fig. 33.10에서 A는 무처리, B는 AB17만을 처리, C는 *S. sclerotiorum* MK01 처리, D는 *S. sclerotiorum* MK01 처리 후 AB17을 처리, E는 AB17 처리 후 *S. sclerotiorum* MK01를 처리했다. *S. sclerotiorum* MK01만을 처리한 C에서는 전부 감염이 되어져 5일째 완전히 고사하고 말았다. D는 균핵균을 처리하고 3일째 AB17을 처리하였는데 상당히 병이 진전되었었다. 하지만 AB17을 처리한 후에는 병징이 더 이상 확산이 되어지지 않고 차츰차츰 정상적인 생육을 하였다. E의 경우는 AB17을 처리한 후에 균핵균을 처리했는데 병의 진전이나 발생은 전혀 되지를 않았다.

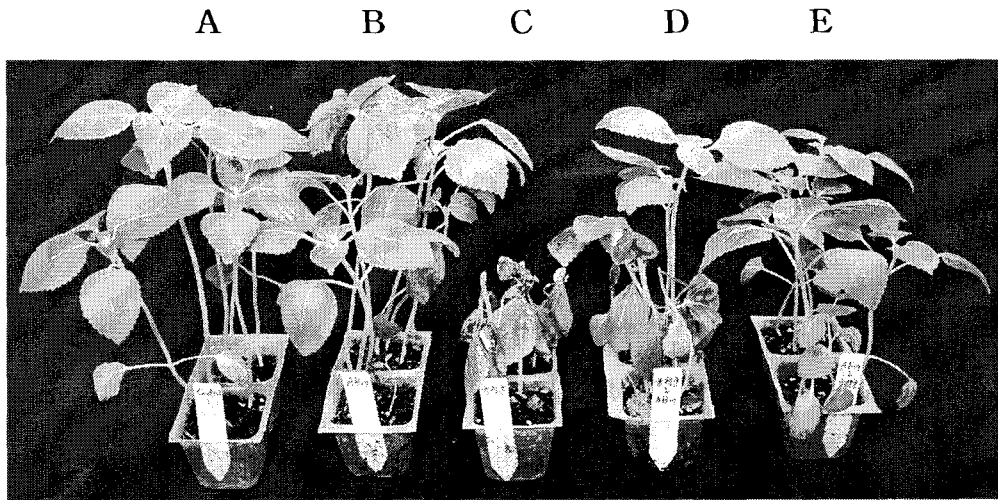


Fig. 33.10. Antagonistic effect of antagonistic bacterium AB17 on perilla growth treated with *S. sclerotiorum* MK01.

A: Control, B: Treat of AB17, C: Treat of *B. cinerea* MK02, D: Treat with *S. sclerotiorum* MK01 and then AB17, E: Treat with AB17 and then *S. sclerotiorum* MK01.

4) AB2 pot assay

AB2 배양여액을 이용한 균핵병 발생의 억제효과를 검정한 결과는 Fig. 33.11과 같다. Fig. 33.11에서 A는 무처리, B는 AB2만을 처리, C는 *S. sclerotiorum* MK01 처리, D는 AB2 처리 후 *S. sclerotiorum* MK01를 처리했다. *S. sclerotiorum* MK01만을 처리한 C에서는 전부 감염이 되어져 5일째 완전히 고사하고 말았다. D의 경우는 *S. sclerotiorum* MK01 처리한 후 3일 후에 AB2를 처리한 것으로 병이 상당히 진전된 이후라서 피해가 크다. E는 AB2를 처리한 후에 *S. sclerotiorum* MK01을 처리했는데 병의 진전이나 발생은 전혀 되지를 않았다.

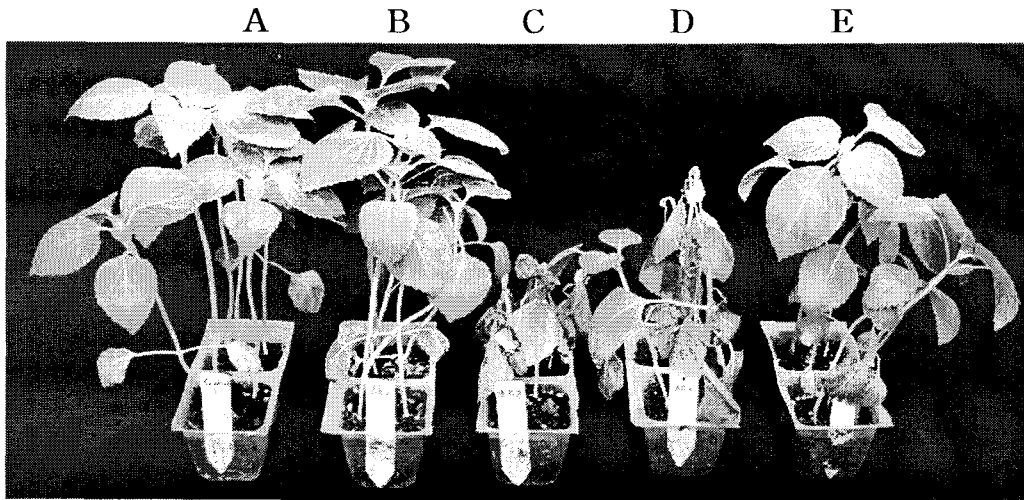


Fig. 33.11. Antagonistic effect of antagonistic bacterium AB2 on perilla growth treated with *B. cinerea* MK02.

A: Control, B: Treat of AB2, C: Treat with *B. cinerea* MK02, D: Treat with AB2 and then *B. cinerea* MK02, E: Treat with AB2 and then *S. sclerotiorum* MK01..

4) 길항균의 생육촉진효과

길항균 AB2와 AB17을 이용한 생물학적방제 실험에서 길항균을 처리한 pot에서 control보다 들깨의 생육이 촉진되어지는 것이 확인되어져, 길항균을 이용해 들깨의 생육촉진 효과를 조사한 결과가 Table 33.3, 33.4, 33.5와 같다. Table 33.3에서는 잎들깨의 전장, 줄기의 직경, 줄기의 생체중, 줄기의 건물량을 비교한 것으로서, 전장은 길항균 AB2와 AB17 처리구가 16% 신장이 촉진되어졌다. 줄기의 직경은 AB2 처리구가 16% 커졌으며, 생체중과 건물량은 AB17 처리구가 약 40% 증가하였다. Table 33.3으로부터는 지상부의 생육이 길항균을 처리하므로써 촉진되어진 것을 알 수 있다.

Table 33.3. Effect of foliar spray of AB17 and AB2 on the stem growth in perilla. (*Perilla ocymoides* L. cv. Leafy perilla 1)^{z)}

Bacterial	Plant height (cm) ^{y)}	Stem diameter (mm)	Stem fresh weight (mg)	Stem dry weight (mg)
Control	4.1 b ^{x)}	1.50 b	107 c	13.9 b
Medium	4.5 ab	1.60 ab	134 bc	21.5 a
AB17	4.9 a	1.70 ab	175 a	22.6 a
AB2	4.9 a	1.79 a	155 ab	19.6 a

^{z)}Plants were sown Sept. 26 2002 in growth chamber in 16 hours day at 25°C and 8 hours night at 15°C and then they were treated foliar spray with AB2 and AB17 after 10 days.

^{y)}Plants growth was measured at 25 days after foliar spray.

^{x)}Means separation within columns by DMRT, p = 0.05.

Table 33.4에서는 잎들개의 엽수, 엽면적, 잎의 생체중량과 건물중량, 그리고 엽록소 수를 비교조사를 했다. 그 결과 엽수는 길항균 처리구가 17% 많았으며, 엽면적도 AB17 처리구는 55%나 넓었다. 그리고 잎의 생체중과 건물량은 AB17처리구가 각각 54%, 51%로 증가하였고, AB2처리구도 48%, 41%로 각각 증가하였다. 이는 같은 품종으로서 광합성효율이 같다고 볼 때 엽수가 많고 엽 면적이 넓으므로 광합성량이 많아 생체중과 건물량이 증가한 것으로 여겨진다.

Table 4. Effect of foliar spray of AB17 and AB 2 on the leaf growth in perilla. (*Perilla ocymoides* L. cv. Yupsil perilla)²⁾

Bacterial	Leaf number ^{y)}	Leaf area (cm ²)	Leaf fresh weight (mg)	Leaf dry weight (mg)	Chlorophyll contents (SPAD value)
Control	6.2 ab ^{x)}	22.0 b	414 b	61.2 c	20.7 b
Medium	5.8 b	25.1 b	488 b	69.8 bc	23.1 ab
AB17	7.4 a	48.6 a	895 a	125.4 a	23.9 a
AB2	7.5 a	40.6 a	789 a	109.9 ab	24.8 a

²⁾Plants were sown Sept. 26 2002 in growth chamber in 16 hours day at 25°C and 8 hours night at 15°C and then they were treated foliar spray with AB2 and AB17 after 10 days.

^{y)}Plants growth was measured at 25 days after foliar spray.

^{x)}Means separation within columns by DMRT, p = 0.05.

Table 33.5에서는 뿌리의 생체중과 건물량으로서 AB17처리구는 20%, 27% 증가하였고, AB2처리구는 70%, 50%의 아주 높은 증가를 보였다.

Table 33.5. Effect of foliar spray of AB17 and AB 2 on the root growth in perilla. (*Perilla ocymoides* L. cv. Yupsil perilla)²⁾

Bacterial	Root fresh weight (mg) ^{y)}	Root dry weight (mg)
Control	150 c ^{x)}	25.1 b
Medium	177 b	37.4 ab
AB17	193 b	34.5 b
AB2	491 a	50.3 a

²⁾Plants were sown Sept. 26 2002 in growth chamber in 16 hours day at 25°C and 8 hours night at 15°C and then they were treated foliar spray with AB2 and AB17 after 10 days.

^{y)}Plants growth was measured at 25 days after foliar spray.

^{x)}Means separation within columns by DMRT, p = 0.05.

길항균 AB17과 AB2는 병원균에 대한 항균활성을 갖고 있어 병의 예방과 치료효과의 활성도 보이고 식물의 생육을 촉진하는 효과도 있는 것으로 조사되어졌다.

5) 길항균 동정

AB2와 AB17을 Bergey's Manual을 이용한 생리, 생화학적인 특성을 조사와 분자유전학적 분류법으로서 16S rRNA Gene(1,541 bases) sequencing kit를 이용하여 sequencing한 결과 AB2는 *Bacillus subtilis*로 동정되어졌고, AB17은 *Burkholderia* sp.로 동정되어졌다.

분리한 AB2와 AB17을 이용하여 생물학적방제제로 개발이 가능할 것이다.

Table 6. Physiological properties and carbon utilization of strain AB2 and AB17.

	AB2	AB17
Catalase	+	-
Oxydase	+	+
Motility	+	d+
Shape	rod	rod
Gram Stain	+	-
Indol	+	-
Methyl Red	-	-
Citrate	-	+
O/F test	o/a/n	o/a/n
Arginin dihydrolysis	+	+
Starch hydrolysis	+	-
Casein hydrolysis	+	-
Gelatin hydrolysis	+	-
Cellulose hydrolysis	+	-
King'B	-	-
Nitrate reductase	+	+
Glucose	d+	+
Arabinose	d+	d+
Lactose	+	+
Sucrose	-	+
Maltose	+	+
Fructose	d+	+
Sorbitol	d+	+
Manitol	d+	+
β -alanine	-	d+

4. 적 요

있들개 재배지의 주요병의 예방과 치료 및 방제법이 개발되어지지 않은 새로운 병의 방제를 목적으로 길항균을 분리하였다. 길항세균은 18종, 길항곰팡이는 7종을 분리하였다. 분리한 길항균을 주요병원균에 대한 항균스펙트럼을 조사한 결과, 길항세균은 AB2, AB5, AB8, AB17, AB18, 길항곰팡이는 AF2, AF5, AF6, AF7이 들개의 주요병원균에 우수한 항균력을 띠었다.

AB17을 이용한 병발생예방과 치료효과를 본 결과, 균핵병은 55%의 억제효과와 100%의 치료효과가 있었고, 잿빛곰팡이병은 40% 병발생 억제효과와 100%치료효과를 나타냈다. AB2도 AB17과 유사한 활성을 보였으며, 두 균은 들개의 지상부와 지하부의 생육을 촉진하는 효과가 있었으며, 잎의 수량증가에도 높은 활성을 나타냈다.

AB2와 AB17을 균을 동정한 결과, AB2는 *Bacillus subtilis*로 동정되어졌고, AB17은 *Burkholderia* sp.로 동정되어졌다.

5. 참고문헌

1. 유승현, 박종성, 신관철, 임길조, 1987, 참깨 토양전염성병의 생물학적방제, 한국응용곤충학회지, 26(4): 229-237.
2. 홍기성, 정봉구, 1991, *Streptomyces* sp. 에 의한 참깨 시들음병(*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*) 및 역병(*Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*)의 생물학적 방제, 한국균학회지, 19(3): 231-238.
3. 성기영, 신평균, 1996, *Pseudomonas fluorescens* ps88 이 생성하는 siderophore 가 병원균의 생물학적 방제와 식물생육에 미치는 영향, 한국농화학회지, 39(1): 20-24.
4. 박동진, 김판경, 최정섭, 황인택, 홍경식, 1997, *Penicillium* sp.를 이용한 토끼풀의 생물학적 방제, 한국농화학회지, 40(1): 65-70.
5. 김상달, 장종원, 1995, 길항세균 *Bacillus subtilis* YBL-7 건조포자체의 종자피막화에 의한 생물학적 방제, 산업미생물학회지, 23(2): 243-248.
6. 김상달, 김규영, 1997, 토양길항세균 *Bacillus* sp. KL - 3 의 대사산물을 이용한 벼도열병균 *Pyricularia oryzae*의 생물학적방제, 산업미생물학회지, 25(4): 396-402.
7. 김영재, 이인구, 주길재, 김삼선, 엄재열, 1997, 사과 겹무늬썩음병균에 대한

Bacillus sp . SS279의 항진균활성과 생물학적 방제, 산업미생물학회지, 25(5): 527-533.

8. 이동훈, 최정, 장상문, 장윤희, 1996, 고추역병균(병원균: *Phytophthora capsici*)의 생물학적 방제-II. 항균물질의 분리 정제 및 항균활성, 한국환경농학회지, 15(4): 399-405.

9. G. Y. Yu, J. B. Sinclair, G. L. Hartman and B. L. Bertagnolli, 2002, Production of iturin A by *Bacillus amyloliquefaciens* suppressing *Rhizoctonia solani*, Soil Biology and Biochemistry, 34(7): 955-963.

10. Maarten H. Ryder, Zhinong Yan, Teri E. Terrace, Albert D. Rovira, Wenhua Tang and Raymond L. Correll, 1998, Use of strains of *Bacillus* isolated in China to suppress take-all and rhizoctonia root rot, and promote seedling growth of glasshouse-grown wheat in Australian soils, Soil Biology and Biochemistry, 31(1): 19-29.

11. T. T. Adams, M. A. Eiteman and B. M. Hanel, 2002, Solid state fermentation of broiler litter for production of biocontrol agents, Bioresource Technology, 82(1): 33-41.

12. Pirkko Helisto, Gleb Aktuganov, Nailia Galimzianova, Alexander Melentjev and Timo Korpela, 2001, Lytic enzyme complex of an antagonistic *Bacillus* sp. X-b: isolation and purification of components, Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications, 758(2): 197-205.

13. Zheng X. Y. and Sinclair J. B., 1996, Chemotactic response of *Bacillus megaterium* strain B153-2-2 to soybean root and seed exudates, Physiological and Molecular Plant Pathology, 48(1): 21-35.

14. O. G. G. Knox, K. Killham and C. Leifert, 2000, Effects of increased nitrate availability on the control of plant pathogenic fungi by the soil bacterium *Bacillus subtilis*, Applied Soil Ecology, 15(2): 227-231.

15. Makoto Shoda, 2000, Bacterial Control of Plant Diseases, Journal of Bioscience and Bioengineering, 89(6): 515-521.

16. Robert Manasherob, Eitan Ben-Dov, Arie Zaritsky and Ze'ev Barak, 1994, Protozoan-Enhanced Toxicity of *Bacillus thuringiensis* var. israelensis-Endotoxin against *Aedes aegypti* Larvae, Journal of Invertebrate Pathology, 63(3): 244-248.

17. Katia R Araujo da Silva, Leon Rabinovitch and Lucy Seldin, 1999, Phenotypic and genetic diversity among *Bacillus sphaericus* strains isolated in

Brazil, potentially useful as biological control agents against mosquito larvae, *Research in Microbiology*, 150(2): 153-160.

18. Larry J. Halverson, Murray K. Clayton and Jo Handelsman, 1993, Population biology of *Bacillus cereus* UW85 in the rhizosphere of field-grown soybeans, *Soil Biology and Biochemistry*, 25(4): 485-493.

19. H. Sugita, Y. Hirose, N. Matsuo and Y. Deguchi, 1998, Production of the antibacterial substance by *Bacillus* sp. strain NM 12, an intestinal bacterium of Japanese coastal fish, *Aquaculture*, 165(3-4): 269-280.

20. S. Harish, K. Manjula and A. R. Podile, 1998, *Fusarium udum* is resistant to the mycolytic activity of a biocontrol strain of *Bacillus subtilis* AF 1, *FEMS Microbiology Ecology*, 25(4): 385-390.

21. C. Estevez de Jensen, J. A. Percich and P. H. Graham, 2002, Integrated management strategies of bean root rot with *Bacillus subtilis* and *Rhizobium* in Minnesota, *Field Crops Research*, 74(2-3): 107-115.

22. A. R. Harris, K. Siwek and B. M. Wiseman, 1997, Interactions between damping-off fungi, antagonists and Capsicum seedlings, *Applied Soil Ecology*, 6(3): 251-263.

23. Jo Handelsman, Larry Halverson, Eric V Stabb, Benjamin Lethbridge and Laura Silo, 1997, Method of identifying *bacillus cereus* having biocontrol activity, *Biotechnology Advances*, 15(2): 405.

24. M. Mari, M. Guizzardi and G. C. Pratella, 1996, Biological Control of Gray Mold in Pears by Antagonistic Bacteria, *Biological Control*, 7(1): 30-37.

25. Bertagnolli B. L., Dal Soglio F. K. and Sinclair J. B., 1996, Extracellular enzyme profiles of the fungal pathogen *Rhizoctonia solani* isolate 2B-12 and of two antagonists, *Bacillus megaterium* strain B153-2-2 and *Trichoderma harzianum* isolate Th008. I. Possible correlations with inhibition of growth and biocontrol, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 48(3): 145-160.

26. Maki Kondoh, Mitsuyo Hirai and Makoto Shoda, 2001, Integrated biological and chemical control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* using *Bacillus subtilis* RB14-C and flutolanil, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 91(2): 173-177.

27. Bert M Zuckerman, M Bes Dicklow and Nahum Marban-Mendoza, 1995, Nematocidal *bacillus thuringiensis* biopesticide, *Biotechnology Advances*, 13(4):

28. M. Paquot, V. Heuze, J. Destain, Ph. Lepoivre, P. Tossut and Ph. Thonart, 1994, Surface hydrophobicity and electrical properties of *Bacillus subtilis* strains, potential phytopathogen antagonists in tomato crops, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 2(5): 451-456.
29. A. R. Harris and P. G. Adkins, 1999, Versatility of Fungal and Bacterial Isolates for Biological Control of Damping-Off Disease Caused by *Rhizoctonia solani* and *Pythium* spp., *Biological Control*, 15(1): 10-18.
30. Hary Razafindralambo and Michel Paquot Choukri Hbid and Philippe Jacques Jacqueline Destain and Philippe Thonart, 1993, Purification of antifungal lipopeptides by reversed-phase high-performance liquid chromatography, *Journal of Chromatography A*, 639(1): 81-85.
31. Elizabeth A. B. Emmert and Jo Handelsman, 1999, Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective, *FEMS Microbiology Letters*, 171(1): 1-9
32. I. J. Misaghi, M. W. Olsen, J. M. Billotte and R. M. Sonoda, 1992, The importance of rhizobacterial mobility in biocontrol of bacterial wilt of tomato, *Soil Biology and Biochemistry*, 24(4): 287-293.
33. P. A. Maplestone and R. Campbell, 1989, Colonization of roots of wheat seedlings by bacilli proposed as biocontrol agents against take-all, *Soil Biology and Biochemistry*, 21(4): 543-550.

제 34절 들깨 유전자원 수집 및 주요 형질, 특성조사

들깨의 유전자원을 영남농업시험장 전작과와 농업과학기술원 유전자원과 등지에서 111개의 들깨 유전자원들을 수집하여 각 유전자원들의 품종 육성과 관련된 주요 형질 및 특성들을 조사하였는데 그 결과는 Table 34.1에서 보는 바와 같다.

수집된 유전자원들은 이미 잎들깨 장려품종으로 재배되고 있는 밀양들깨와 잎들깨1호를 비롯하여 우리나라 재래종, 재배농가 수집종, 그리고 러시아, 네팔 등지에서 수집한 외국수집종 등 다양한 유전자원들을 포함하였다.

주요 형질 및 특성 조사에서는 경장, 마디수, 분지수, 유효 분지수, 엽장, 엽폭, 장폭비, 개화기, 종자크기 및 종자색을 포함시켰다. 이러한 형질 및 특성들은 잎의 수확을 목적으로하는 잎들깨 재배에 있어서 중요할 뿐만 아니라 추후 잎들깨 품종 육성에 있어서도 반드시 고려해야 할 필수적인 형질 및 특성들이다.

경장은 64cm(유전자원 40, 41)로부터 225cm(유전자원 28)까지 다양하게 나타났는데, 64cm로 가장 단간인 유전자원 40과 41은 러시아로부터 수집된 수집종들이다. 3 유전자원들(유전자원 31, 38, 39)은 결과가 나타나 있지 않은데, 이 유전자원들은 모두 네팔에서 수집한 도입 유전자원들로서 아직 개화가 되지 않은 상태로 영양생장이 계속되고 있기 때문이다.

마디수는 적게는 11개(유전자원 41), 12개(유전자원 42)로부터 많게는 21개(유전자원 35, 59, 60)까지 다양하게 나타났으며, 분지수는 5.0개(유전자원 82), 8.0개(유전자원 41, 42)로부터 33개(유전자원 22, 34)까지 다양하게 나타났다. 마디수와 분지수에서 모두 가장 적게 나타난 유전자원 41과 42는 둘 다 러시아에서 도입된 유전자원들로서 국내 재래종 및 재배품종들보다 훨씬 이른 개화기(7월 27일)로 미루어 보아 영양생장에서 생식생장으로의 전환이 타 유전자원들보다 빠르기 때문인 것으로 판단된다. 유효분지수도 0.0개(유전자원 23, 104)로부터 많게는 21개(유전자원 22, 35)까지 다양하게 나타났다.

엽장은 10.6cm(유전자원 25)에서 19.7cm(유전자원 47), 19.8cm(유전자원 66)의 분포를 보였으며, 엽폭은 7.9cm(유전자원 25)에서 18.1cm(유전자원 31)의 분포를 보였다. 엽장과 엽폭의 장폭비는 1.0~1.7의 분포를 보였는데, 14유전자원들(유전자원 5, 9, 31, 34, 50, 62, 65, 70, 77, 78, 80, 81, 100, 102)이 잎들깨의 품종으로서 바람직한 장폭비 1.0을 나타냈으며, 1.7을 나타낸 2 유전자원들(유전자원 24, 51)을 제외하고

는 나머지 모든 유전자원들이 1.0~1.5의 분포양상을 나타냈다.

Table 34.1. 들깨 유전자원들의 주요 형질 및 특성조사

유전 자원	경장 (cm)	마디수 (개)	분지수 (개)	유효 분지수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	장폭비	개화기	종자 크기	종자색
1	121.0	17.0	20.0	6.0	14.4	13.5	1.1	10월5일	대	흰색
2	138.0	18.0	15.0	14.0	14.2	11.3	1.3	9월21일	대	흰색
3	134.0	17.0	20.0	9.0	15.1	13.2	1.1	10월3일	대	회색
4	127.0	14.0	18.0	4.0	14.7	13.9	1.1	9월29일	중	검은색
5	108.0	14.0	20.0	10.0	15.3	15.2	1.0	9월29일	중	흑색
6	125.0	13.0	19.0	5.0	14.7	13.0	1.1	9월29일	중	갈색
7	117.0	16.0	19.0	9.0	14.4	13.5	1.1	10월2일	중	흰색
8	112.0	15.0	16.0	4.0	14.2	12.9	1.1	10월1일	중	흰색
9	135.0	17.0	25.0	12.0	13.7	13.2	1.0	9월21일	대	흰색
10	151.0	19.0	22.0	8.0	13.4	10.9	1.2	9월21일	대	흰색
11	176.0	17.0	24.0	17.0	14.0	10.0	1.4	9월2일	대	회색
12	200.0	18.0	21.0	10.0	14.0	10.3	1.4	9월8일	대	갈색
13	213.0	19.0	23.0	14.0	12.9	9.0	1.4	9월5일	중	갈색
14	200.0	17.0	16.0	1.0	15.9	11.0	1.4	9월4일	중	검은색
15	208.0	19.0	23.0	19.0	15.7	10.7	1.5	9월2일	중	검은색
16	170.0	15.0	18.0	5.0	12.9	12.2	1.1	9월7일	소	검은색
17	191.0	17.0	25.0	19.0	15.3	11.1	1.4	9월7일	대	회색
18	194.0	17.0	19.0	11.0	15.9	11.4	1.4	9월8일	대	회색
19	192.0	16.0	20.0	10.0	14.0	10.3	1.4	9월11일	대	갈색
20	147.0	17.0	23.0	17.0	14.9	10.1	1.5	9월2일	중	갈색
21	145.0	16.0	23.0	14.0	13.3	10.2	1.3	9월4일	소	검은색
22	155.0	20.0	33.0	21.0	14.0	11.5	1.2	9월26일	소	검은색
23	182.0	18.0	11.0	0.0	15.0	10.7	1.4	9월2일	중	검은색
24	195.0	20.0	25.0	10.0	16.2	9.4	1.7	9월11일	중	검은색
25	138.0	18.0	24.0	12.0	10.6	7.9	1.3	9월15일	소	검은색
26	205.0	18.0	26.0	15.0	17.4	13.6	1.3	9월8일	대	회색
27	205.0	18.0	22.0	9.0	17.8	13.4	1.3	9월11일	대	검은색
28	225.0	20.0	23.0	14.0	17.4	13.5	1.3	9월14일	대	흰색
29	125.0	15.0	19.0	12.0	16.7	13.5	1.2	10월4일	중	검은색
30	152.0	19.0	19.0	9.0	17.3	14.0	1.2	9월23일	대	흰색
31					19.0	18.1	1.0		대	회색
32	135.0	17.0	26.0	12.0	13.0	9.6	1.4	9월12일	소	검은색
33	164.0	19.0	24.0	14.0	14.3	10.2	1.4	9월13일	소	검은색
34	144.0	20.0	33.0	20.0	17.6	16.8	1.0		소	검은색

Table 34.1. Continue

유전 자원	경장 (cm)	마디수 (개)	분지수 (개)	유효 분지수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	장폭비	개화기	종자 크기	종자색
35	145.0	21.0	32.0	21.0	13.1	10.7	1.2	9월26일	소	검은색
36	141.0	20.0	30.0	17.0	13.2	10.5	1.3	9월27일	소	검은색
37	151.0	17.0	20.0	7.0	16.3	12.1	1.3	9월18일	중	회색
38					15.2	11.7	1.3		중	흰색
39					18.6	13.7	1.4		대	갈색
40	64.0	12.0	8.0	4.0	14.0	11.5	1.2	7월27일	중	검은색
41	64.0	11.0	8.0	5.0	14.0	11.5	1.2	7월27일	대	흰색
42	134.0	16.0	19.0	8.0	16.3	14.5	1.1	9월23일	대	흰색
43	143.0	16.0	19.0	8.0	16.2	14.3	1.1	9월22일	대	흰색
44	161.0	16.0	18.0	6.0	18.6	14.3	1.3	9월21일	대	흰색
45	132.0	14.0	13.0	6.0	17.7	15.3	1.2	9월21일	대	흰색
46	143.0	15.0	17.0	10.0	19.7	14.3	1.4	9월19일	중	검은색
47	153.0	18.0	24.0	13.0	19.4	16.4	1.2	9월21일	소	검은색
48	192.0	17.0	22.0	10.0	15.8	11.3	1.4	9월2일	소	검은색
49	155.0	18.0	30.0	15.0	15.2	10.7	1.4	9월13일	중	검은색
50	163.0	16.0	24.0	7.0	14.1	14.0	1.0	9월7일	소	검은색
51	169.0	18.0	26.0	9.0	15.8	9.2	1.7	9월8일	대	회색
52	136.0	18.0	23.0	11.0	18.0	16.9	1.1		중	회색
53	128.0	18.0	22.0	10.0	13.4	10.8	1.2	9월21일	중	회색
54	141.0	19.0	23.0	7.0	12.3	9.3	1.3	9월22일	대	검은색
55	165.0	17.0	20.0	8.0	13.6	9.9	1.4	9월17일	소	검은색
56	155.0	17.0	20.0	6.0	14.1	10.7	1.3	9월14일	중	회색
57	167.0	17.0	30.0	13.0	15.7	10.8	1.5	9월12일	중	검은색
58	176.0	17.0	26.0	15.0	16.0	12.1	1.3	9월16일	대	검은색
59	189.0	21.0	21.0	14.0	15.5	10.6	1.5	9월17일	대	흰색
60	191.0	21.0	20.0	13.0	16.0	10.9	1.5	9월19일	중	갈색
61	160.0	18.0	24.0	15.0	17.4	13.9	1.3	9월19일	대	갈색
62	135.0	15.0	18.0	11.0	14.5	13.9	1.0	9월24일	대	검은색
63	142.0	17.0	23.0	16.0	13.5	11.7	1.2	9월20일	중	회색
64	142.0	16.0	19.0	11.0	18.1	17.1	1.1	9월30일	대	갈색
65	160.0	17.0	22.0	15.0	17.3	16.9	1.0	9월30일	대	회색
66	148.0	16.0	25.0	16.0	19.8	13.0	1.5	9월28일	대	갈색
67	143.0	15.0	12.0	7.0	14.3	12.4	1.2	9월28일	중	갈색
68	126.0	16.0	18.0	7.0	14.2	13.3	1.1	9월27일	중	갈색

Table 34.1. Continue

유전 자원	경장 (cm)	마디수 (개)	분지수 (개)	유효 분지수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	장폭비	개화기	종자 크기	종자색
69	111.0	17.0	18.0	7.0	12.4	10.4	1.2	9월25일	중	갈색
70	104.0	14.0	14.0	4.0	12.5	12.1	1.0	9월30일	중	갈색
71	111.0	14.0	15.0	6.0	14.8	13.5	1.1	9월30일	대	회색
72	95.0	12.0	17.0	6.0	15.3	14.5	1.1	10월1일	중	회색
73	117.0	16.0	15.0	2.0	15.0	13.1	1.1	10월1일	중	회색
74	131.0	15.0	20.0	10.0	17.0	15.6	1.1	10월1일	중	흰색
75	125.0	13.0	17.0	7.0	17.0	15.4	1.1	10월1일	대	흰색
76	120.0	17.0	17.0	6.0	15.7	14.9	1.1	10월4일	대	갈색
77	110.0	16.0	18.0	5.0	13.5	13.0	1.0	10월5일	중	갈색
78	117.0	15.0	12.0	4.0	16.3	16.0	1.0	10월2일	대	검은색
79	133.0	14.0	16.0	6.0	13.6	11.6	1.2	9월28일	대	갈색
80	184.0	18.0	22.0	13.0	16.4	15.8	1.0	9월24일	대	회색
81	141.0	16.0	22.0	12.0	15.6	14.9	1.0	9월26일	대	회색
82	153.0	18.0	5.0	12.0	17.5	15.1	1.2	9월23일	대	검은색
83	158.0	17.0	23.0	16.0	15.7	13.5	1.2	9월27일	중	회색
84	162.0	15.0	17.0	7.0	17.8	15.9	1.1	9월23일	대	회색
85	167.0	18.0	19.0	10.0	15.7	13.3	1.2	9월24일	대	회색
86	140.0	17.0	18.0	8.0	15.6	14.5	1.1	9월22일	중	회색
87	143.0	16.0	16.0	3.0	16.2	13.7	1.2	9월25일	대	회색
88	185.0	15.0	14.0	1.0	14.6	13.2	1.1	9월23일	대	흰색
89	145.0	16.0	18.0	7.0	16.9	16.0	1.1	9월29일	중	회색
90	165.0	17.0	22.0	8.0	15.7	12.3	1.3	9월21일	중	검은색
91	149.0	17.0	22.0	10.0	16.8	14.9	1.1	9월27일	중	회색
92	158.0	18.0	23.0	12.0	15.8	13.1	1.2	9월24일	대	갈색
93	151.0	18.0	18.0	11.0	15.3	13.2	1.2	9월18일	중	갈색
94	130.0	17.0	12.0	8.0	16.4	13.5	1.2	9월27일	중	갈색
95	136.0	18.0	25.0	14.0	13.7	11.9	1.2	9월25일	중	갈색
96	135.0	17.0	22.0	17.0	13.3	11.4	1.2	9월23일	중	검은색
97	119.0	16.0	20.0	7.0	13.2	11.6	1.1	9월27일	중	갈색
98	117.0	15.0	14.0	4.0	14.2	12.9	1.1	9월27일	대	갈색
99	122.0	14.0	16.0	4.0	14.1	12.4	1.1	9월28일	대	갈색
100	116.0	15.0	20.0	11.0	13.1	12.9	1.0	9월27일	대	갈색
101	125.0	15.0	22.0	7.0	17.0	15.8	1.1	10월1일	대	검은색
102	138.0	15.0	21.0	12.0	17.6	17.0	1.0	9월30일	중	갈색

Table 34.1. Continue

유전 자원	경장 (cm)	마디수 (개)	분지수 (개)	유효 분지수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	장폭비	개화기	종자 크기	종자색
103	135.0	16.0	20.0	9.0	14.0	13.3	1.1	10월1일	대	검은색
104	101.0	14.0	14.0	0.0	14.1	13.2	1.1	9월30일	대	회색
105	95.0	14.0	14.0	1.0	13.6	11.9	1.1	9월30일	소	검은색
106	110.0	15.0	18.0	13.0	16.4	14.7	1.1	10월1일	중	검은색
107	144.0	18.0	21.0	10.0	16.9	15.1	1.1	9월29일	소	검은색
108	138.0	16.0	21.0	10.0	18.0	16.4	1.1	10월2일	대	회색
109	122.0	13.0	15.0	4.0	15.2	13.8	1.1	9월26일	중	회색
110	147.0	16.0	22.0	13.0	15.2	13.6	1.1	9월25일	중	회색
111	148.0	16.0	19.0	7.0	17.7	16.0	1.1	9월26일	중	검은색

앞들깨에 있어서 가장 중요한 고려사항 중의 하나인 개화기는 7월 27일로부터 10월 초순까지 다양한 분포를 보였는데, 앞에서 언급하였듯이 3 유전자원들(유전자원 31, 38, 39)은 아직 개화가 되지 않은 상태로 영양생장이 계속되고 있다.

제 35절 들깨유전자원들의 주요 병해충 저항성 검정 및 저항성 중간 모본 선발, 중간 모본의 특성 검정 및 유전자원 증식

1. 서 론

들깨(*Perilla*)는 우리나라를 중심으로 한 동북 아시아 지역이 원산지이며 들깨잎은 오래 전부터 절임, 김치용, 된장에 갈무리 또는 통조림용 가공 등으로 주년채소로서 이용되어 왔다. 최근 국민소득의 증대로 육류와 생선회의 소비가 증가함에 따라 곁들임 생채쌈용으로서 신선 잎들깨의 소비가 급격히 증가하고 있다. 이로 인해 들깨잎의 주년소요에 대한 공급을 충족시키기 위하여 겨울철 비닐하우스 재배가 매년 증가하고 있는 실정이다^{3, 4, 13}. 또한 들깨잎에는 방향성이 강한 정유(精油)성분인 *perilla ketone*($C_{10}H_{14}O_2$)이 다량 함유되어 있어 생선회나 육류의 비릿한 냄새를 감소시켜줄 뿐만 아니라 식욕 증진, 미네랄 및 vitamin C와 vitamin B₂가 풍부하며, 결핵균의 발육억제, SOD(superoxide dismutase)가 다량함유되어 있어 기능성 채소로도 개발가치가 높은 채소이다^{11, 12}. 이러한 특수성 때문에 들깨잎은 겨울철 단경기에 건강식품이기도 하며, 고유의 독특한 향기를 내는 새로운 신선 엽채소로서 각광받고 있다.

잎들깨의 소비가 증가함에 따라 재배면적이 급격히 증대하고 있으나 병해충의 피해는 날로 심각해지고 있다. 그럼에도 불구하고 잎들깨의 안정된 생산을 위한 연구와 기술개발은 상당히 저조한 실정이다. 특히 잎들깨의 병해에 관한 연구는 녹병(*Coleosporium perillae* Sydow), 균핵병(*Sclerotinia sclerotiorum*), 세균성 시들음병, 및 잎점무늬병(*Corynespora*) 등의 병발생에 대한 보고만 있을 뿐이며^{7, 8, 9, 10} 이 병들에 대한 저항성 계통 및 품종 선발은 전무한 실정이다. 또한 병발생의 방제는 화학농약에 전적으로 의존함으로써 농약의 과다 살포에 따른 농약의 잔류독성과 토양오염이 이미 심각한 실정이다. 이는 들깨를 작물로서 재배하고 있는 지역이 우리나라를 비롯한 동남아시아 일부 국가에 한정되어 있고, 재배면적이 많지 않은 마이너 작물(minor crop)로 취급되면서 들깨에 관한 연구는 타작물에 비하여 매우 부진한 것때문으로 추측된다.

본 실험의 목적은 들깨유전자원들의 회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병, 시들음병 등 주요 병들에 대한 저항성을 검정하고 나아가 저항성을 나타내는 중간 모본 선발 및

중간 모본의 특성 검정 그리고 유전자원 증식을 위함이었다.

2. 재료 및 방법

가. 식물재료

공시재료로 사용한 들깨유전자원들은 밀양대학교 부속농장 온실에서 재배하였다.

나. 회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병, 시들음병 저항성 구명

밀양지역의 회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병, 시들음병 피해 시설하우스로부터 토양과 들깨 식물체로부터 회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병, 시들음병균을 순수 분리하여 PDA배지(Petridish 300개)에 접종한 후 인큐베이터(25℃)에서 증식하였다. 10일 후 증식된 병원균을 각각의 유전자원들에 접종하였는데 접종방법은 spray 방법을 사용하였다. 각각의 병원균을 유전자원들에 접종한 후 3일까지는 가슴기를 이용하여 온실내 습도를 가능한한 포화상태로하여 들깨잎에 각각의 병의 발병이 용이하도록 하였으며, 7일 후부터 나타나는 병징 정도에 따라 1~5의 5단계로 저항성의 정도를 표시하였다. 균핵병 저항성 구명을 위해서는 균총접종과 spray 방법을 병행하였다. 시험방법은 난괴법 3반복을 2회 반복 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 들깨유전자원들의 주요 병해충 저항성 검정

1) 회색곰팡이병 저항성 구명

회색곰팡이병 저항성 검정을 위해 1차시기와 2차시기 두차례의 난괴법 3반복 시험 결과 전체 유전자원들의 Mean값과 SD값은 Table 35.1에서 보는바와 같다. 1차시기의 Mean과 SD는 4.05와 1.14였으며, 2차시기의 Mean과 SD는 3.97과 1.09였다. 두 시기 다 전체 유전자원들의 평균은 회색곰팡이병에 대해 비교적 감수성인 것으로 나타났는데, 이는 재료 및 방법에서 언급하였듯이 300개의 Petridish에 증식된 회색곰팡이병균을 모두 접종하여 과다할 정도의 접종량과 무관치 않은 것으로 판단된다. 이는 최대의 회색곰팡이병 이병성을 나타낼 수 있는 환경조건하에서 저항성을 나타내고자 하는 본 과제의 목적이었다.

Table 35.1. Mean and SD from 2 bioassays for the resistance to *Botrytis cinerea*

Bioassay	N	Mean	SD
1	333	4.05	1.14
2	333	3.97	1.09

각 유전자원들의 Mean값과 SD값은 Table 35.2에서 보는 바와 같다. 각 유전자원들을 저항성과 감수성의 단계별로 나누어 볼 때, 가장 감수성인 4~5그룹에는 60개의 유전자원들이 포함됐으며, 3~4그룹에는 38개의 유전자원들이 포함됐으며, 2~3그룹에는 10개의 유전자원들이 포함됐다. 그리고 본 과제에서 선발하고자하는 가장 저항성을 나타내는 1~2그룹에는 3개의 유전자원들(유전자원 2, 52, 78)이 포함됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.83, 2.00, 1.17이었다.

Table 35.2. Mean and SD of 111 Perilla germplasms for the resistance to *Botrytis cinerea*.

유전 자원	Mean	Standard error	유전 자원	Mean	Standard error	유전 자원	Mean	Standard error	유전 자원	Mean	Standard error
1	4.50	1.22	31	4.33	1.03	61	4.67	0.52	91	4.17	1.17
2	1.83	0.41	32	2.50	0.55	62	4.00	1.67	92	4.67	0.52
3	4.83	0.41	33	4.67	0.52	63	4.00	0.00	93	4.67	0.51
4	4.83	0.41	34	2.50	0.55	64	4.33	0.52	94	3.83	0.75
5	4.33	0.82	35	4.50	0.55	65	4.67	0.52	95	3.83	0.98
6	4.50	0.84	36	5.00	0.00	66	3.67	1.75	96	3.83	0.41
7	4.00	0.89	37	4.00	1.10	67	3.17	1.84	97	4.33	0.52
8	4.67	0.52	38	5.00	0.00	68	4.17	0.75	98	3.50	0.83
9	4.50	0.55	39	4.67	0.82	69	3.50	1.52	99	4.67	0.52
10	4.33	1.21	40	4.00	0.89	70	3.00	1.55	100	4.00	1.55
11	4.50	0.55	41	4.00	0.89	71	4.00	0.89	101	4.50	0.84
12	4.00	0.00	42	4.83	0.41	72	3.17	1.47	102	3.67	0.52
13	4.33	0.52	43	3.17	1.72	73	2.67	1.86	103	4.83	0.41
14	4.00	1.10	44	3.83	1.47	74	4.00	1.55	104	5.00	0.00
15	4.50	0.55	45	4.83	0.41	75	4.17	1.17	105	4.33	0.82
16	3.00	1.10	46	4.33	0.52	76	4.67	0.51	106	4.33	0.82
17	4.67	0.52	47	4.67	0.52	77	3.33	1.21	107	4.67	0.52
18	4.67	0.52	48	4.50	0.55	78	1.17	0.41	108	4.00	1.26
19	4.33	0.52	49	2.67	0.52	79	3.33	1.51	109	4.50	0.55
20	3.83	0.41	50	3.00	0.63	80	4.20	0.84	110	4.50	0.84
21	2.50	0.55	51	4.67	0.52	81	3.83	1.17	111	4.83	0.41
22	4.17	0.41	52	2.00	0.00	82	3.83	0.41			
23	4.00	0.00	53	3.50	1.64	83	3.67	0.52			
24	3.67	0.82	54	5.00	0.00	84	3.67	1.37			
25	2.67	0.52	55	2.83	1.47	85	4.00	1.10			
26	3.67	0.52	56	4.00	1.55	86	4.33	0.82			
27	4.33	0.52	57	2.33	0.52	87	4.33	0.52			
28	4.17	1.17	58	5.00	0.00	88	4.50	0.55			
29	3.83	1.33	59	4.83	0.41	89	4.17	0.76			
30	3.67	1.51	60	5.00	0.00	90	3.50	1.22			

1차와 2차시기의 시험간에 유의성이 있는지의 여부에 대한 결과는 Table 33.3에서 보는 바와 같다. 1차와 2차 두 시험간의 F Value = 0.70, Pr > F = 0.40로 보

아 본 과제에서 선발한 회색곰팡이병 저항성 유전자원들의 잎들께 품종 육성이 크게 기대된다 하겠다.

Table 33.3. ANOVA between 2 bioassays for resistance to *Botrytis cinerea*

Source	DF	S.S.	M.S	F Value	Pr > F
Repeat	1	0.8648648600	0.86486486	0.70	0.4044
Error	664	825.08108108	1.24259199		
Corrected Total	665	825.94594595			

2) 균핵병 저항성 구명

균핵병 저항성 검정을 위해 1차시기와 2차시기 시험 결과 전체 유전자원들의 Mean값과 SD값은 Table 35.4에서 보는 바와 같다. 1차시기의 Mean과 SD는 3.80와 1.08였으며, 2차시기의 Mean과 SD는 3.92과 1.15였다. 두 시기 다 전체 유전자원들의 평균은 회색곰팡이병과 마찬가지로 균핵병에 대해 비교적 감수성인 것으로 나타났는데, 그 이유는 앞에서 언급한 바와 같은 이유로 설명된다.

Table 35.4. Mean and SD from 2 bioassays for the resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*

Bioassay	N	Mean	SD
1	333	3.79879880	1.07759147
2	333	3.92492492	1.14744756

각 유전자원들의 Mean값과 SD값은 Table 35.5에서 보는 바와 같다. 가장 감수성인 4~5그룹에는 52개의 유전자원들이 포함됐으며, 3~4그룹에는 40개의 유전자원들이 포함됐으며, 2~3그룹에는 16개의 유전자원들이 포함됐다. 그리고 본 과제에서 선발하고자하는 가장 저항성을 나타내는 1~2그룹에는 3개의 유전자원들(유전자원 30, 64, 65)이 포함됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.33, 2.00, 1.66이었다. 이 유전자원들은 회색곰팡이병에서와 마찬가지로 추후 잎들께 품종 육성에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 35.5. Mean and SD of 111 Perilla germplasms for the resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*

유전 자원	Mean	Standard error	유전 자원	Mean	Standard error	유전 자원	Mean	Standard error
1	3.67	0.82	41	4.50	0.84	81	4.33	0.82
2	2.17	0.41	42	4.17	1.17	82	3.00	1.10
3	3.00	1.41	43	3.83	1.47	83	3.50	1.38
4	3.17	1.17	44	4.83	0.41	84	3.50	1.05
5	3.33	1.03	45	4.00	1.26	85	3.50	1.38
6	3.83	0.75	46	4.17	0.98	86	4.00	0.63
7	3.83	1.17	47	4.67	0.52	87	3.17	1.60
8	3.33	1.21	48	4.00	0.63	88	3.83	0.98
9	3.00	0.63	49	2.50	0.55	89	3.00	1.55
10	3.17	0.98	50	3.33	0.82	90	4.67	0.52
11	3.50	0.55	51	4.50	0.84	91	4.50	0.84
12	3.50	0.55	52	2.17	0.41	92	4.67	0.52
13	4.00	0.63	53	3.50	1.38	93	4.50	0.84
14	4.50	0.84	54	4.00	0.89	94	4.00	1.26
15	4.33	0.52	55	4.50	0.55	95	4.67	0.52
16	3.00	0.63	56	4.00	0.00	96	3.50	1.22
17	4.50	0.84	57	2.50	0.55	97	4.50	0.55
18	3.50	1.05	58	5.00	0.00	98	4.17	1.33
19	4.00	0.63	59	4.50	0.55	99	4.67	0.52
20	3.67	0.52	60	4.83	0.41	100	4.17	0.98
21	2.83	0.41	61	2.50	0.84	101	4.17	0.75
22	4.50	0.55	62	4.83	0.41	102	4.50	0.84
23	4.33	0.52	63	4.83	0.41	103	5.00	0.00
24	4.33	0.52	64	2.00	0.00	104	4.50	0.55
25	2.67	0.52	65	1.67	0.52	105	4.33	0.82
26	3.83	0.41	66	2.50	1.22	106	4.67	0.52
27	4.33	0.52	67	3.33	1.97	107	4.33	0.82
28	3.17	0.75	68	4.50	0.83	108	4.17	0.98
29	3.50	1.05	69	3.33	1.36	109	4.00	0.63
30	1.33	0.51	70	3.67	1.21	110	4.67	0.52
31	4.83	0.41	71	4.17	0.75	111	4.67	0.52
32	2.67	0.52	72	3.50	1.38			
33	4.83	0.41	73	4.00	0.63			
34	2.50	0.55	74	3.67	1.21			
35	5.00	0.00	75	4.50	0.55			
36	4.33	0.82	76	4.33	0.82			
37	4.00	1.26	77	4.17	0.75			
38	4.83	0.41	78	3.67	1.21			
39	4.33	0.52	79	3.00	1.26			
40	4.33	1.03	80	3.80	1.64			

1차와 2차시기의 시험간에 유의성이 있는지의 여부에 대한 결과는 Table 35.6에서 보는 바와 같다. 1차와 2차 두 시험간의 F Value = 2.14, Pr > F = 0.14로 보아 본 과제에서 선발한 균핵병 저항성 유전자원들은 회색곰팡이병에서와 마찬가지로 품종 육성이 크게 기대된다 하겠다.

Table 35.6. ANOVA between 2 bioassays for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*

Source	DF	S.S.	M.S	F Value	Pr > F
Repeat	1	2.6486486500	2.64864865	2.14	0.1442
Error	664	822.64264264	1.23891964		
Corrected Total	665	825.29129129			

3) 탄저병 저항성 구명

탄저병 저항성 검정을 위해 1차시기와 2차시기 두차례의 난괴법 3반복 시험 결과 전체 유전자원들의 Mean값과 SD값은 Table 35.7에서 보는 바와 같다. 1차시기의 Mean과 SD는 3.86와 1.02였으며, 2차시기의 Mean과 SD는 3.93과 1.04였다. 두 시기 다 전체 유전자원들의 평균은 탄저병에 대해 비교적 감수성인 것으로 나타났는데, 이는 앞에서 언급한 바와 같은 이유로 설명된다.

Table 35.7. Mean and SD from 2 bioassays for the resistance to *Glomerella cingulata*

Bioassay	N	Mean	SD
1	333	3.86	1.02
2	333	3.93	1.04

각 유전자원들의 Mean값과 SD값은 Table 35.8에서 보는 바와 같다. 각 유전자원들을 저항성과 감수성의 단계별로 나누어 볼 때, 가장 감수성인 4~5그룹에는 74개의 유전자원들이 포함됐으며, 3~4그룹에는 27개의 유전자원들이 포함됐으며, 2~3그룹에는 8개의 유전자원들이 포함됐다. 그리고 본 과제에서 선발하고자하는 가장 저항성을 나타내는 1~2그룹에는 2개의 유전자원들(유전자원 46, 78)이 포함됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.62와 1.09이었다.

Table 35.8. Mean and SD of 111 Perilla germplasms for the resistance to *Glomerella cingulata*

유전 자원	Mean	Standard error	유전 자원	Mean	Standard error	유전 자원	Mean	Standard error	유전 자원	Mean	Standard error
1	3.90	1.11	31	4.00	1.03	61	3.83	0.76	91	2.83	1.60
2	3.43	0.96	32	3.50	1.64	62	4.00	1.67	92	4.67	0.52
3	3.87	1.02	33	3.50	0.52	63	4.50	0.55	93	4.67	0.51
4	4.87	1.41	34	3.33	0.55	64	4.33	0.52	94	4.67	0.59
5	4.30	1.23	35	5.00	0.14	65	4.67	0.52	95	3.83	0.98
6	4.50	0.84	36	5.00	0.00	66	3.67	1.75	96	3.83	0.41
7	4.00	0.89	37	4.00	1.10	67	3.17	1.84	97	4.33	0.52
8	4.67	0.52	38	5.00	0.00	68	4.17	0.75	98	4.67	0.52
9	4.50	0.65	39	4.67	0.82	69	3.50	1.52	99	4.67	0.52
10	4.00	1.11	40	4.00	0.89	70	4.17	0.82	100	5.00	0.00
11	4.00	0.46	41	4.00	0.89	71	4.00	0.89	101	4.50	0.84
12	4.00	0.23	42	4.83	0.41	72	3.17	1.47	102	3.67	0.52
13	4.33	0.59	43	3.17	1.72	73	2.67	1.86	103	4.83	0.41
14	4.50	1.10	44	4.83	0.41	74	3.50	1.34	104	4.50	0.55
15	4.00	0.55	45	4.83	0.41	75	4.17	1.17	105	3.33	0.91
16	3.33	1.07	46	1.62	0.47	76	4.67	0.51	106	4.00	0.79
17	4.00	0.49	47	4.67	0.52	77	2.50	0.56	107	4.67	0.52
18	4.67	0.52	48	4.50	0.55	78	1.09	0.37	108	4.00	1.26
19	4.50	0.61	49	4.50	0.53	79	3.33	1.51	109	2.67	0.61
20	4.00	0.76	50	4.50	0.91	80	4.20	0.84	110	3.00	0.64
21	3.50	0.72	51	4.67	0.52	81	4.00	0.84	111	3.83	1.47
22	4.00	0.40	52	2.00	0.00	82	4.50	0.12			
23	4.50	0.82	53	2.50	0.55	83	3.67	0.52			
24	3.33	0.77	54	5.00	0.00	84	3.67	1.37			
25	2.50	0.50	55	4.17	1.24	85	4.00	1.10			
26	3.67	0.52	56	4.00	1.55	86	4.33	0.82			
27	4.33	0.63	57	2.33	0.52	87	4.33	0.52			
28	4.00	1.08	58	5.00	0.00	88	4.00	0.00			
29	4.50	1.12	59	4.83	0.41	89	3.00	1.56			
30	4.00	1.23	60	4.00	1.55	90	4.00	1.46			

1차와 2차시기의 시험간에 유의성이 있는지의 여부에 대한 결과는 Table 35.9에

서 보는 바와 같다. 1차와 2차 두 시험간의 F Value = 1.23, Pr > F = 0.24로 보아 본 과제에서 선발한 탄저병저항성 유전자원들의 잎들깨 품종 육성이 크게 기대된다 하겠다.

Table 35.9. ANOVA between 2 bioassays for resistance to *Glomerella cingulata*

Source	DF	S.S.	M.S	F Value	Pr > F
Repeat	1	1.04532962	1.04532962	1.23	0.2439
Error	664	853.74160551	1.28575543		
Corrected Total	665	854.78693514			

4) 시들음병 저항성 구명

시들음병 저항성 검정을 위해 1차시기와 2차시기 시험 결과 전체 유전자원들의 Mean값과 SD값은 Table 35.10에서 보는 바와 같다. 1차시기의 Mean과 SD는 3.98와 1.05였으며, 2차시기의 Mean과 SD는 3.85과 0.98였다. 두 시기 다 전체 유전자원들의 평균은 탄저병과 마찬가지로 시들음병에 대해 비교적 감수성인 것으로 나타났는데, 그 이유는 앞에서 언급한 바와 같은 이유로 설명된다.

Table 35.10. Mean and SD from 2 bioassays for the resistance to *Fusarium oxysporum*

Bioassay	N	Mean	SD
1	333	3.98	1.05
2	333	3.85	0.98

각 유전자원들의 Mean값과 SD값은 Table 35.11에서 보는 바와 같다. 가장 감수성인 4~5그룹에는 59개의 유전자원들이 포함됐으며, 3~4그룹에는 38개의 유전자원들이 포함됐으며, 2~3그룹에는 12개의 유전자원들이 포함됐다. 그리고 본 과제에서 선발하고자하는 가장 저항성을 나타내는 1~2그룹에는 2개의 유전자원들(유전자원 32, 42)이 포함됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.33과 1.66이었다.

Table 35.11. Mean and SD of 111 Perilla germplasms for the resistance to *Fusarium oxysporum*

유전 자원	Mean	Standard error	유전 자원	Mean	Standard error	유전 자원	Mean	Standard error
1	4.67	0.63	41	3.33	1.01	81	3.00	1.20
2	3.00	1.34	42	1.66	0.37	82	4.83	1.20
3	4.33	0.64	43	3.83	1.47	83	3.50	1.38
4	3.50	0.96	44	4.00	0.60	84	3.17	1.14
5	4.50	0.74	45	4.00	1.26	85	3.50	1.38
6	4.00	0.69	46	2.83	0.40	86	3.33	0.51
7	3.83	1.17	47	4.67	0.52	87	3.17	1.60
8	3.67	1.20	48	4.00	0.63	88	3.83	0.98
9	3.00	0.63	49	4.33	0.92	89	5.00	0.46
10	4.17	0.75	50	3.33	0.82	90	4.67	0.52
11	3.50	0.55	51	4.50	0.84	91	4.50	0.84
12	4.83	0.78	52	4.33	0.90	92	4.67	0.52
13	4.83	0.40	53	3.50	1.38	93	2.05	1.02
14	4.50	0.84	54	4.00	0.89	94	4.00	1.26
15	4.33	0.52	55	4.50	0.55	95	4.67	0.52
16	3.00	0.63	56	3.33	1.27	96	3.50	1.22
17	4.17	0.71	57	2.50	0.55	97	2.83	0.49
18	3.50	1.05	58	3.00	1.12	98	4.17	1.33
19	4.00	0.63	59	4.50	0.55	99	4.67	0.52
20	3.67	0.52	60	4.83	0.41	100	4.17	0.98
21	4.17	0.98	61	4.50	0.67	101	4.50	1.11
22	4.50	0.55	62	4.83	0.41	102	4.50	0.84
23	4.33	0.52	63	4.83	0.41	103	4.33	0.63
24	4.33	0.52	64	3.33	0.54	104	4.00	0.81
25	4.33	0.81	65	4.00	0.76	105	4.33	0.82
26	3.83	0.41	66	2.50	1.22	106	4.67	0.52
27	4.33	0.52	67	3.33	1.97	107	2.67	0.55
28	3.17	0.75	68	4.50	0.83	108	4.17	0.98
29	3.50	1.05	69	4.00	0.00	109	3.83	0.62
30	4.00	0.76	70	3.67	1.21	110	3.17	1.53
31	4.00	0.89	71	4.17	0.75	111	3.67	0.79
32	1.33	0.41	72	4.00	1.14			
33	2.67	0.74	73	3.50	0.86			
34	2.50	0.55	74	3.67	1.21			
35	5.00	0.00	75	4.50	0.55			
36	2.50	0.31	76	2.17	0.39			
37	4.00	1.26	77	4.17	0.75			
38	3.00	1.11	78	3.33	1.11			
39	3.50	0.55	79	2.17	0.50			
40	3.50	1.11	80	2.17	0.72			

1차와 2차시기의 시험간에 유의성이 있는지의 여부에 대한 결과는 표 12에서 보는 바와 같다. 1차와 2차 두 시험간의 F Value = 0.87, Pr > F = 0.26로 나타났다. 본 과제에서 선발한 회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및 시들음병 저항성 유전자원들은 추후의 잎들깨 우량계통 선발과 품종 육성에 이용이 기대된다 하겠다.

Table 35. 12. ANOVA between 2 bioassays for resistance to *Fusarium oxysporum*

Source	DF	S.S.	M.S	F Value	Pr > F
Repeat	1	2.6486486500	2.64864865	0.87	0.26
Error	664	822.64264264	1.23891964		
Corrected Total	665	825.29129129			

나. 저항성 중간 모본 선발, 중간 모본의 특성 검정 및 유전자원 증식

1) 회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및 시들음병 저항성 중간 모본 선발

1차년도(2000년)과 2차년도(2001)에 실시하였던 회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및 시들음병 저항성 구멍을 통하여 최대한 이병발생이 높은 환경하에서도 강한 저항성(병징 정도 1~2)을 나타낸 유전자원들을 앞으로의 들깨 병저항성 육종을 위한 중간 모본으로 선발하였다. 1차년도(2000년)에 구멍된 회색곰팡이병저항성 육종을 위한 중간 모본으로서는 3개의 유전자원들(유전자원 2, 52, 78)이 선발됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.83, 2.00, 1.17이었다. 균핵병저항성 육종을 위한 중간 모본으로서는 3개의 유전자원들(유전자원 30, 64, 65)이 포함됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.33, 2.00, 1.66이었다. 2차년도(2001년)에 구멍된 탄저병저항성 육종을 위한 중간 모본으로서는 2개의 유전자원들(유전자원 46, 78)이 선발됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.62와 1.09이었다. 또한 시들음병 저항성 육종을 위한 중간 모본으로서는 2개의 유전자원들(유전자원 32, 42)이 포함됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.33과 1.66이었다.

2) 중간 모본의 특성 검정 및 유전자원 증식

회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및 시들음병 육종을 위한 중간 모본으로 선발된 유전자원들의 주요 형질 및 특성들은 Table 35.13, 35.14, 35.15, 35.16에서 보는 바

와 같다.

Table 35.16. Major agronomical traits and characteristics of *Perilla* germplasms for resistance to *Botrytis cinerea*

Germ-plasm	Height (cm)	No. of node	No. of branch	No. of effective branch	Leaf length (L.L.)	Leaf width (L.W.)	Ratio of L.L./L.W.	Flowering date	Seed size	Seed color
2	138.0	18.0	15.0	14.0	14.2	11.3	1.3	9월21일	대	흰색
52	136.0	18.0	23.0	11.0	18.0	16.9	1.1		중	회색
78	117.0	15.0	12.0	4.0	16.3	16.0	1.0	10월2일	대	검은색

Table 35.14 Major agronomical traits and characteristics of *Perilla* germplasms for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*

Germ-plasm	Height (cm)	No. of node	No. of branch	No. of effective branch	Leaf length (L.L.)	Leaf width (L.W.)	Ratio of L.L./L.W.	Flowering date	Seed size	Seed color
30	152.0	19.0	19.0	9.0	17.3	14.0	1.2	9월23일	대	흰색
64	142.0	16.0	19.0	11.0	18.1	17.1	1.1	9월30일	대	갈색
65	160.0	17.0	22.0	15.0	17.3	16.9	1.0	9월30일	대	회색

Table 35.15. Major agronomical traits and characteristics of *Perilla* germplasms for resistance to *Glomerella cingulata*

Germ-plasm	Height (cm)	No. of node	No. of branch	No. of effective branch	Leaf length (L.L.)	Leaf width (L.W.)	Ratio of L.L./L.W.	Flowering date	Seed size	Seed color
46	143.0	15.0	17.0	10.0	19.7	14.3	1.4	9월19일	중	검은색
78	117.0	15.0	12.0	4.0	16.3	16.0	1.0	10월2일	대	검은색

Table 35.16 Major agronomical traits and characteristics of *Perilla* germplasms for resistance to *Fusarium oxysporum*

Germ-plasm	Height (cm)	No. of node	No. of branch	No. of effective branch	Leaf length (L.L.)	Leaf width (L.W.)	Ratio of L.L./L.W.	Flowering date	Seed size	Seed color
32	135.0	17.0	26.0	12.0	13.0	9.6	1.4	9월12일	소	검은색
42	134.0	16.0	19.0	8.0	16.3	14.5	1.1	9월23일	대	흰색

중간 모본의 주요 형질 및 특성 조사에서는 1차년도(2000년)와 마찬가지로 경장, 마디수, 분지수, 유효 분지수, 엽장, 엽폭, 장폭비, 개화기, 종자크기 및 종자색을 포함시켰다. 이러한 형질 및 특성들은 잎의 수확을 목적으로하는 잎들개 재배에 있어서 중요할 뿐만 아니라 추후 잎들개 품종육성에 있어서도 반드시 고려해야 할 필수적인 형질 및 특성들이다. 선발된 중간 모본들 중 시들음병에 강한 저항성을 나타낸 유전자원 42는 러시아에서 도입된 유전자원으로서 유전자원들 중 가장 적은 마디수(11개)와 분지수(8.0개)를 나타내었는데, 국내 재래종 및 재배품종들보다 훨씬 이른 개화기(7월 27일)의 특성을 지니고 있어 앞으로 육종소재로서의 활용가치가 매우 높을 것으로 생각된다. 또한 회색곰팡이병과 탄저병에 강한 저항성을 나타낸 유전자원 78과 균핵병에 강한 저항성을 나타낸 유전자원 65는 잎들개의 품종으로서 바람직한 장폭비 1.0을 나타내었는데 이 유전자원들은 고품질들개 품종육종소재로서의 활용가치가 매우 높을 것으로 생각된다.

회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및 시들음병 저항성 중간 모본으로 선발된 유전자원들은 5월 25일 파종, 증식하였으며 금후 우량계통 육종 소재로 활용할 계획이다.

3) RAPD 분석을 통한 저항성 유전자원 특성 검정

회색 곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및 시들음병에 저항성을 나타내는 유전자원들의 분자 유전학적 특성 분석을 위해 RAPD 분석을 실시하였다. RAPD 분석을 위한 PCR 조건은 본과제의 1차년도(2000년)에 구명된 최적조건들 중 60ng of template DNA, 4.5mM MgCl₂ and 0.5unit taq polymerase으로 실시하였다. Table 35.13, 35.14, 35.15, 35.16에서 나타난 유전자원들의 분자 유전학적 특성 분석을 위해 200개의 Operon Primer(Kit A~J)을 사용하였는데, 그 결과는 Table 35.17에서 설명된다.

Table 35.17. RAPD analysis of 111 *Perilla* germplasms

Total number of primers tested	200
Number of good working primers	139
Number of not good working primers	61
Total number of bands generated	1,157

RAPD 분석에서 사용된 200개의 Operon Primer들 중 139개의 Primer들은 선명한 결과를 나타내었으며(Fig. 35.1), 61개의 Primer들은 결과가 나타나지 않았거나 선명하지 않은 결과를 나타내어 분석에서는 제외시켰다.

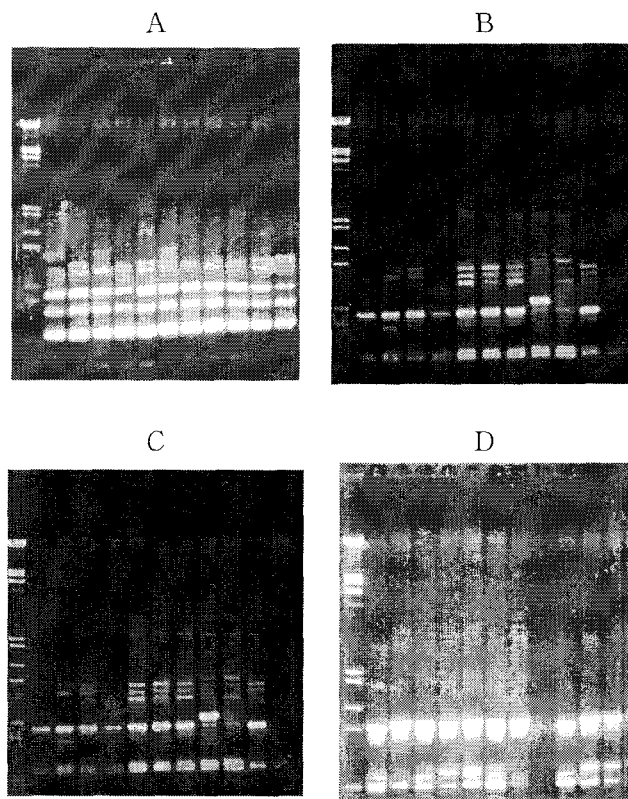


Fig. 35.1. Examples of RAPD analysis for *Perilla* germplasms.

A: OPA13, B: OPJ20, C: OPW06, D: OPX11

선명한 결과를 나타낸 Primer들의 밴드 pattern을 비교 분석하여 Table 35.13, 35.14, 35.15, 35.160에서 나타난 회색 곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및 시들음병에 저항성을 나타내는 유전자원들에서만 특이한 양상을 나타내는 Primer들을 선발하였다 (Fig. 35.2, 35.3, 35.4, 35.5).

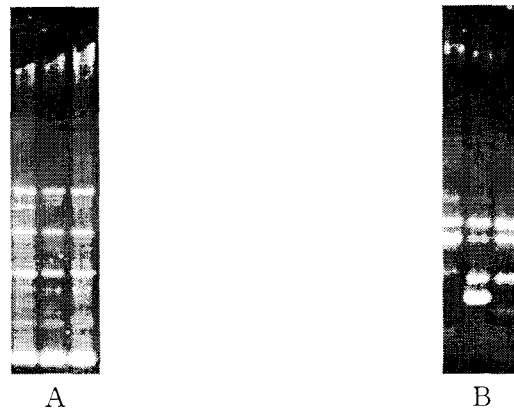


Fig. 35.2. Primers that show specific band patterns in germplasm for resistance to *Botrytis cinerea*. A: OPB07, B: OPD06

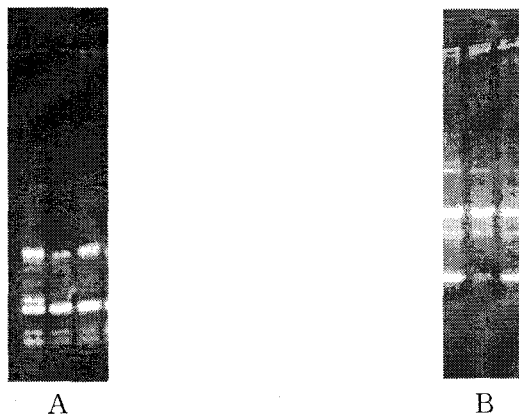


Fig. 35.3. Primers that show specific band patterns in germplasm for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. A: OPA08, B: OPB11

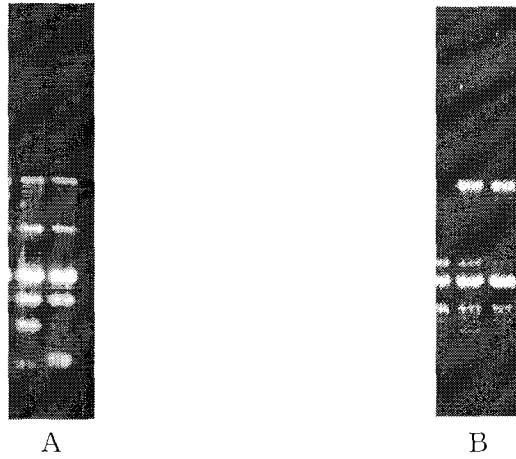


Fig. 35.4. Primers that show specific band patterns in germplasms for resistance to *Glomerella cingulata*. A: OPC20, B: OPH02

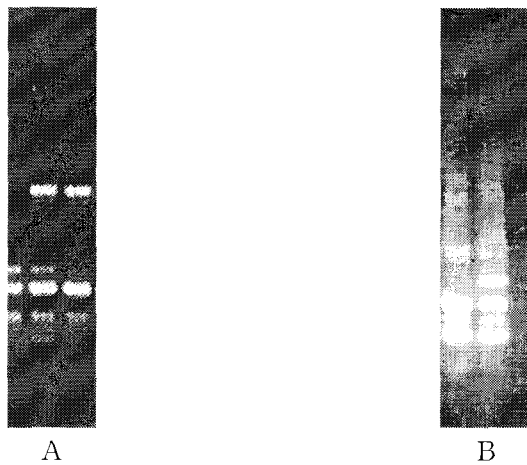


Fig. 35.5. Primers that show specific band patterns in germplasms for resistance to *Fusarium oxysporum*. A: OPC11, B: OPD20

이와 아울러 본 과제의 결과를 극대화시킴은 물론 결과의 최대 활용성을 위해 총 500개의 Operon Primer(Kit A~Z)을 사용하여 회색 곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및

시들음병에 저항성을 나타내는 유전자원들의 분자 유전학적 특성 분석은 물론 들깨 유전자원들의 유연관계구명 분석도 거의 완료 단계에 와 있는 바 추후 발표할 예정으로 있으며 이 결과는 들깨 유전자원들의 우량품종 육성을 위한 자료로 매우 유익하게 활용될 수 있으리라 여겨진다.

4. 적 요

본 실험은 회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및 시들음병 저항성 구명을 통하여 최대한 이병발생이 높은 환경하에서도 강한 저항성(병징 정도 1~2)을 나타내는 유전자원들을 선발하고자 함이었는데, 그 결과를 요약하면 아래와 같다. 회색곰팡이병에 저항성을 나타낸 유전자원들은 3개의 유전자원들(유전자원 2, 52, 78)이 선발됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.83, 2.00, 1.17이었다. 균핵병에 저항성을 나타낸 유전자원들은 3개의 유전자원들(유전자원 30, 64, 65)이 포함됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.33, 2.00, 1.66이었다. 탄저병에 저항성을 나타낸 유전자원들은 2개의 유전자원들(유전자원 46, 78)이 선발됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.62와 1.09이었다. 시들음병에 저항성을 나타낸 유전자원들은 2개의 유전자원들(유전자원 32, 42)이 포함됐는데, 이 유전자원들의 Mean값은 각각 1.33과 1.66이었다.

5. 참고문헌

1. Ibrahim, R K. and D. Edgar. 1976. Phenolic synthesis in perilla (Ocymoides) cell suspension cultures *Phytochemistry* 15(1): 129-131.
2. 성환상. 1976. 재래종 들깨의 성분에 관한 연구. *한국식품영양과학회지*. 5(1): 69
3. 이봉호, 이승택, 김영상. 1998. 들깨 연구에 관한 문헌 고찰. *특용작물연구논문집*. 40: 80-112.
4. 한국농림부. 1996. 들깨의 종합적 이용에 관한 연구. *농림수산특정연구사업 연구보고서*. 223p.
5. 황성자, 고영수. 1980. 한국산 식물식용유지의 성분에 관한 연구 - 제4보 : 참깨와 들깨종자중의 Sesamol 의 정량. *한국영양학회지*. 13(4): 177-187
6. 황성자, 고영수. 1982. 한국산 식물식용유지의 성분에 관한 연구 - 제5보 : High performance liquid chromatography에 의한 참깨와 들깨종자중의 지방산분석. *한국영양학회지*. 15(1): 15-21.

7. **Cho, C. T. , and Moon, B. J.** 1994 Sclerotinia rot of perilla caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and its new host. Res. Bull. Inst. Agr. Reso. Dong-A Univ. 3:11-24.
8. **Hasama, W.** 1991 Newly discovered corynespora leaf spot of perilla caused by *Corynespora cassiicola* in oita prefecture. Plant Protection 45: 519-522.
9. **Hong, W. F., S. T. Hsu, and K. C. Tzeng,** 1993. Bacterial wilt of perilla crispa: new host and new transmission method. ACIAR proceedings Australian Center for International Agriculture Research 45: 373-375.
10. **Hsu, S. T., W. F. Hong, and K. C. Tzeng,** 1993. Bacterial wilt of perilla caused by *Pseudomonas aolancearum* and its transmission. Plant Disease.
11. **Kang, R., R. Helms, and M. J. Stout.** 1992. Antimicrobial activity of the volatile constituents of *Perilla frutescens* and its synergistic effects with polygodial. J. Agri. Food Chem.
12. **Waters, C. M., J. S. Alexander, and T. R. Harris,** 1993. Perilla ketone increases endothelial cell monolayer permeability in vitro. J. Applied Physiology.
13. **Yu, H., K. Kosuna, and M. Haga.** 1997. Perilla: the genus Perilla. Amsterdam: Harwood Academic Publishers.

제 36절 들깨의 RAPD 분석을 위한 PCR 최적조건 구명

1. 서 론

특정 DNA의 인지부위를 절단하는 제한효소에 의해 유발되는 RFLP(restriction fragment length polymorphism)가 유전자형의 fingerprinting, 육종에서의 선발, 분자유전자지도의 작성 등 다방면에 활용되면서부터 DNA-based marker는 급속도로 발전되었는데, PCR-based marker인 RAPD(randomly amplified polymorphic DNA), microsatellites, AFLP(amplified fragment length polymorphism) 등의 개발과 더불어 작물유전육종의 과학화, 체계화를 위한 중요한 수단이 되고 있다.^{7,13)} 지금까지 가장 활용도가 높은 분야는 유전자형간 DNA분석을 통하여 유전자형을 감별하고, 품종의 계보를 추적하며, 유전자형간 유전적 관련성을 판정 이용하는 분야인데 장차 품종의 등록시에도 유용하게 이용될 것으로 보인다.¹⁰⁾ 그 다음은 육종선발시 DNA-based marker를 이용하는 것으로서 질적형질의 경우 내병성과 같이 특성검정에 경비가 많이 소요되고 어려운 형질, 이형접합체의 감별을 통한 열성형질의 유지등이 그 대상인데 이는 유전자의 표지(tagging)를 기초로 이루어지며, 양적형질의 유전자좌를 분석하고 동정된 유전자좌의 marker들을 이용하여 선발하게 된다. 고밀도 유전자지도가 구비되면 이를 기초로 유전자 분리를 하게 되는 데 추후 gene cloning시 주요 수단으로 이용될 가능성이 있다.¹²⁾ 이렇듯 작물 육종에 긴요하게 이용될 DNA-based marker들은 계속적으로 개발되고 있어 장차 손쉽고 값싸게 활용할 수 있을 것으로 보인다.^{7,8,11)} RAPD분석에 있어서 primer의 염기서열, polymerase chain reaction (PCR) 반응용액 내의 DNA 농도, Taq polymerase 농도 등은 RAPD양상에 영향을 미치는 요인으로 작용한다고 하여 RAPD를 행함에 있어서 PCR 반응용액을 구성하는 필수적인 요소이며 이들 요소가 완비된 조건하에서 일정 횟수 이상의 반복된 PCR과정을 거쳐야만 특정DNA의 amplification이 이루어질 수 있다. 들깨에 있어서 PCR을 이용한 보고 한⁴⁾ 등에 의해 RAPD를 이용한 들깨속의 유연분석이 보고된 바 있으나 아직 활발하지 못한 실정이다. 이는 들깨를 작물로서 재배하고 있는 지역이 우리나라를 비롯한 동남아시아 일부 국가에 한정되어 있고, 재배면적이 많지 않은 마이너 작물(minor crop)로 취급되면서 들깨에 관한 연구는 타작물에 비하여 매우 부진한 것때문으로 추측된다. 그러나 최근에는 들깨의 용도가 다양해지고 재배면적도 증가됨에 따라 품종 육성과 재배법 개발에

많은 연구가 이루어지고 있다.

본 실험의 목적은 들깨의 Template DNA 농도, MgCl₂ 농도, Taq polymerase 양 등을 각각 3 수준씩 요인 실험하여 PCR 최적 조건을 구명하고자 함은 물론 Denature, Annealing, Extension 온도를 달리하여 최적 온도를 구명하고자 함이었다.

2. 재료 및 방법

가. 식물재료

공시재료로 사용한 가지 들깨 잎은 밀양대학교 부속농장 온실에서 재배하여 DNA 추출을 위한 재료로 사용하였다.

나. Genomic DNA 분리 및 quantification

Genomic DNA의 추출은 Dellaporta 등²⁾의 방법을 변형하여 실시하였다. 액체 질소에서 마쇄한 2~3g의 어린 잎을 extraction buffer(100mM Tris·Cl, pH 8.0, 200mM Na₂·EDTA, pH 8.0, 500mM NaCl, 10mM β-mercaptoethanol, sterilized d.H₂O)에 옮긴 후 60℃에서 15분간 둔 후 5ml의 5M KoAc를 첨가하여 상온에서 30분간 방치하였다. 14,500rpm에서 20분간 centrifuge 시킨후 cheesecloth를 통해 다른 centrifuge tube로 옮긴 후 4℃에 20분 동안 두었다. 80% ETOH를 처리하여 여분의 salt를 제거하는 과정을 2회 반복한 후 침전된 pellet을 1X TE(10mM Tris-HCl, pH8.0, 0.1mM EDTA) 용액에서 용해시켰다. 분리된 genomic DNA를 다시 3M NaOAc와 2-propanol을 처리하여 침전시킨 후 80% ETOH 처리를 반복하여 DNA를 정제시켰다. 위의 과정을 4회 반복하여 RAPD 분석을 위한 충분한 양의 DNA를 추출하였다. 분리된 genomic DNA는 0.8% agarose gel에서 확인한 다음 flurometer(Hoefler, D-200)를 사용하여 농도를 측정하였다.

다. PCR 조건

PCR 반응을 위한 반응용액은 10mM Tris·HCl, pH 8.3, 50mM KCl, 200 μM dNTP, 0.4 μM Primer, MgCl₂, Template DNA, 그리고 Tag polymerase을 넣어 전체 volume이 25 μl가 되게 하였다. Template DNA 농도는 각각 20, 40, 60ng, Taq polymerase 농도는 0.25, 0.5, 1unit, Mgcl₂의 농도는 25, 45, 70ng으로하여 Table

36.1에서 보는 바와 같이 3×3×3 요인실험을 하였다. Perkin Elmer Cetus Thermocycler(model 9600)을 사용하였는데, PCR 반응온도는 94℃에서 1분간 denaturation, 36℃에서 1분간 annealing, 그리고 72℃에서 2분간 extension의 주기로 45cycle 실시하고 마지막으로 72℃에서 5분간 안정화하였다.

또한 반응온도를 조사하기 위하여 표2에서 보는 바와같이 PCR 반응온도는 Table 36.2에서 보는 바와 같이 denaturation 온도를 86, 90, 94℃, annealing 온도를 35, 40, 45℃, 그리고 extension 온도를 64, 72, 80℃의 요인실험을 하였다. PCR 산물은 1X TBE(45mM Tris-borate, 1mM EDTA) 완충 용액에 녹인 1.4% agarose gel에서 75V, 4시간 동안 전기 영동하였다. Ethidium Bromide 용액에 staining한 후 UV lamp하에서 DNA band를 확인하여 polaroid 667필름으로 인화하였다. DNA band 확인을 위해 Operon Primer kit A와 kit B를 RAPD분석하여 이들 중 Primer A02(5' -TGCCGAGCTG- 3')와 A03(5' -AGTCAGCCAC- 3')를 선발하여 사용하였다.

Table 36.1. 3×3×3 factorial experiments on template DNA, taq polymerase, and MgCl₂ for PCR optimization in *Perilla*

Template DNA (ng)	Taq polymerase (unit)	MgCl ₂ (mM)
20	3.5	25
20	3.5	45
20	3.5	70
20	7	25
20	7	45
20	7	70
20	14	25
20	14	45
20	14	70
40	3.5	25
40	3.5	45
40	3.5	70
40	7	25
40	7	45
40	7	70
40	14	25
40	14	45
40	14	70
60	3.5	25
60	3.5	45
60	3.5	70
60	7	25
60	7	45
60	7	70
60	14	25
60	14	45
60	14	70

Table 36.2. Factorial experiments on denature, annealing, and extension temperature for PCR optimization in *Perilla*

Denature temp. (°C)	Annealing temp. (°C)	Extension temp. (°C)
82	30	60
84	32	62
86	35	64
90	40	72
92	36	72
94	45	80
95	47	83
97	50	85

3. 결과 및 고찰

PCR을 이용한 RAPD 등의 실험에 있어서 PCR 적정 조건 구명은 매우 근본적이면서 중요하다 할 수 있다. 본 실험은 들깨의 Template DNA 농도, MgCl₂ 농도, Taq polymerase 양 등을 달리하여 PCR 최적 조건을 구명하고 Denature, Annealing, Extension 온도를 달리하여 최적 온도를 구명하여 앞으로의 PCR을 이용한 실험에 적용하고자 실시하였는데, 그 결과는 다음과 같다.

가. Template DNA 농도

Template DNA 농도별로 PCR한 결과는 그림1에서 보는 바와 같다. Template DNA 농도가 20ng일때에는 모든 조건들에서 밴드가 나타나지 않거나 희미하게 나타났다.

Template DNA 농도가 40ng일때에는 밴드가 나타나지 않거나 선명하게 나타나는 조건들이 뚜렷하게 구별 되었는데, 6조건들(0.25unit taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, 0.25unit taq polymerase and 4.5mM MgCl₂, 0.25unit taq polymerase and 7.0mM MgCl₂, 0.5unit taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, 0.5unit taq polymerase and 7.0mM MgCl₂, 그리고 1unit taq polymerase and 2.5mM MgCl₂)에

서는 결과가 나타나지 않았거나 밴드가 희미했으며, 3조건들(0.5unit taq polymerase and 4.5mM MgCl₂, 1unit taq polymerase and 4.5mM MgCl₂, 그리고 1unit taq polymerase and 7.0mM MgCl₂)에서는 선명한 결과가 나타났다.

Template DNA 농도가 60ng일때에는 3조건들(0.25unit taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, 0.25unit taq polymerase and 4.5mM MgCl₂, 그리고 0.25unit taq polymerase and 7.0mM MgCl₂)에서는 결과가 나타나지 않거나 희미하게 나타났으나, 6조건들(0.5unit taq polymerase and 7.0mM MgCl₂, 0.5unit taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, 0.5unit taq polymerase and 4.5mM MgCl₂, 1unit taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, 1unit taq polymerase and 4.5mM MgCl₂ 그리고 1unit taq polymerase and 7.0mM MgCl₂)에서 아주 선명한 결과가 나타났다.

이 결과들을 보아 template DNA 농도는 60ng의 경우가 40ng이나 20ng의 경우보다 더 좋은 것으로 나타났다.

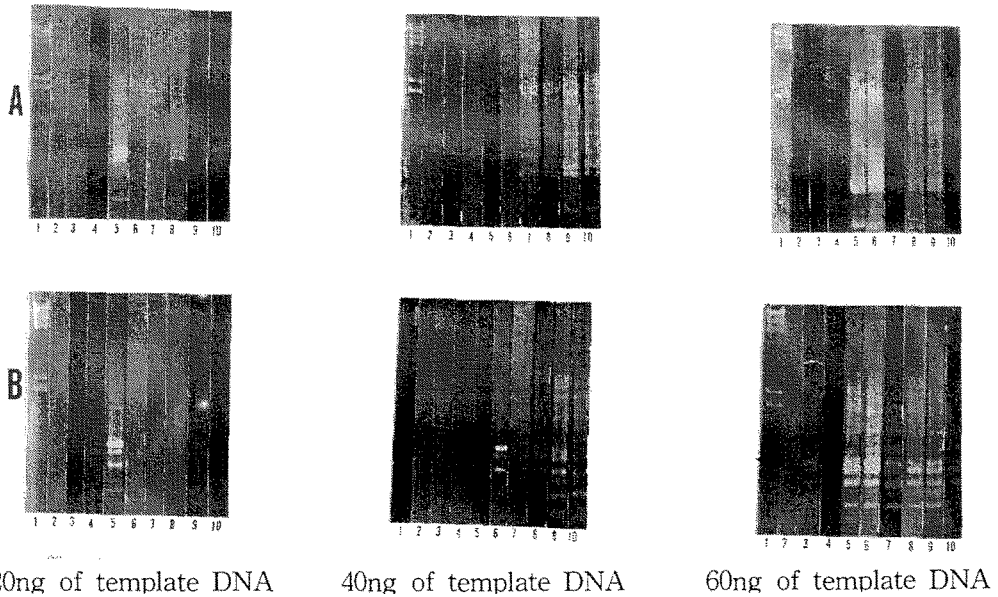


Fig. 36.1. Effect of template DNA concentration on PCR amplification in *Perilla*.

Lane 1: λ DNA digested with HindIII, Lane 2: 0.25unit Taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, Lane 3: 0.25unit Taq polymerase and 4.5mM MgCl₂, Lane 4: 0.25unit Taq polymerase and 7.0mM MgCl₂, Lane 5: 0.5unit Taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, Lane 6: 0.5unit Taq polymerase and 4.5mM MgCl₂, Lane 7: 0.5unit Taq polymerase and 7.0mM MgCl₂, Lane 8: 1unit Taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, Lane 9: 1unit Taq polymerase and 4.5mM MgCl₂, Lane 10: 1unit Taq polymerase and 7.0mM MgCl₂. A: Miryang dulgge, B: Ipdulgge 1.

나. MgCl₂ 농도

MgCl₂ 농도별로 PCR한 결과는 Fig. 36.2에서 보는 바와 같다. MgCl₂ 농도가 2.5mM일때에는 8조건들(20ng template DNA and 0.25unit taq polymerase, 20ng template DNA and 4.5unit taq polymerase, 20ng template DNA and 1unit taq polymerase, 40ng template DNA and 0.25unit taq polymerase, 40ng template DNA and 0.5unit taq polymerase, 40ng template DNA and 1unit taq polymerase, 60ng template DNA and 0.25unit taq polymerase, 그리고 60ng

template DNA and 1unit taq polymerase)에서는 밴드가 나타나지 않거나 희미하게 나타났으나, 나머지 1 조건(60ng template DNA and 0.5unit taq polymerase)에서는 결과가 뚜렷하게 나타났다.

MgCl₂ 농도가 4.5mM일때에는 5조건들(20ng template DNA and 0.25unit taq polymerase, 20ng template DNA and 4.5unit taq polymerase, 20ng template DNA and 1unit taq polymerase, 40ng template DNA and 0.25unit taq polymerase, 그리고 60ng Template DNA and 0.25unit Taq polymerase)에서는 밴드가 나타나지 않거나 희미하게 나타났으나, 나머지 4조건들(40ng template DNA and 0.5unit taq polymerase, 40ng template DNA and 1unit taq polymerase, 60ng template DNA and 0.5unit taq polymerase, 그리고 60ng template DNA and 1unit taq polymerase)에서는 결과가 뚜렷하게 나타났다.

MgCl₂ 농도가 7.0mM일때에는 1조건(40ng template DNA and 1unit taq polymerase)을 제외한 나머지 8조건들에서는 모두 희미하거나 밴드가 나타나지 않았다.

이 결과로 보아 MgCl₂ 농도는 2.5mM(60ng template DNA and 0.5unit taq polymerase)와 4.5mM(40ng template DNA and 0.5unit taq polymerase, 40ng template DNA and 1unit taq polymerase, 60ng template DNA and 0.5unit taq polymerase, 그리고 60ng template DNA and 1unit taq polymerase)에서 뚜렷한 결과를 가져왔다. 즉, MgCl₂ 농도는 2.5mM와 4.5mM에서는 template DNA와 taq polymerase 농도가 적합하면 좋은 결과가 나타나는 것으로 판명된다.

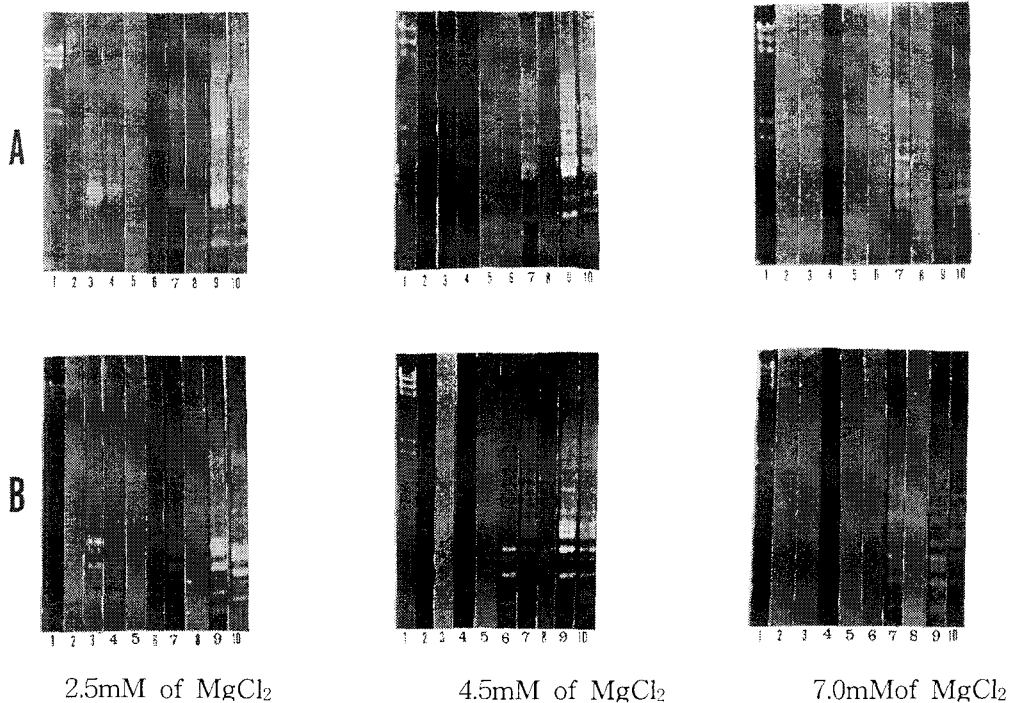


Fig. 36.2. Effect of $MgCl_2$ concentration on PCR amplification in *Perilla*. Lane 1: λ DNA digested with HindIII, Lane 2: 20ng Template DNA and 0.25unit Taq polymerase, Lane 3: 20ng Template DNA and 4.5unit Taq polymerase, Lane 4: 20ng Template DNA and 1unit Taq polymerase, Lane 5: 40ng Template DNA and 0.25unit Taq polymerase, Lane 6: 40ng Template DNA and 0.5unit Taq polymerase, Lane 7: 40ng Template DNA and 1unit Taq polymerase, Lane 8: 60ng Template DNA and 0.25unit Taq polymerase, Lane 9: 60ng Template DNA and 0.5unit Taq polymerase, Lane 10: 60ng Template DNA and 1unit Taq polymerase, A: Miryang dulgge, B: Ipdulgge 1.

다. Taq polymerase 농도

Taq polymerase 농도별로 PCR한 결과는 Fig. 36.3에서 보는 바와 같다. Taq polymerase 농도가 0.25unit일 때에는 9조건 모두 결과가 나타나지 않았으며, Taq polymerase 농도가 0.5unit 일 때는 6조건들(20ng template DNA and 2.5mM

MgCl₂, 20ng template DNA and 4.5mM MgCl₂, 20ng template DNA and 7.0mM MgCl₂, 40ng template DNA and 2.5mM MgCl₂, 40ng template DNA and 4.5mM MgCl₂, 40ng template DNA and 7.0mM MgCl₂, 그리고 60ng template DNA and 7.0mM MgCl₂)에서는 결과가 나타나지 않았거나 희미하게 나타났으며, 나머지 2조건들(60ng template DNA and 2.5mM MgCl₂, 60ng template DNA and 4.5mM MgCl₂)에서는 결과가 선명하게 나타났다.

Taq polymerase 농도가 1unit 일때는 3조건들(20ng template DNA and 2.5mM MgCl₂, 20ng template DNA and 4.5mM MgCl₂, 그리고 20ng template DNA and 7.0mM MgCl₂)에서는 결과가 희미하게 나타나고 나머지 5조건들(40ng template DNA and 2.5mM MgCl₂, 40ng template DNA and 4.5mM MgCl₂, 40ng template DNA and 7.0mM MgCl₂, 60ng template DNA and 2.5mM MgCl₂, 60ng template DNA and 4.5mM MgCl₂, 그리고 60ng template DNA and 7.0mM MgCl₂)에서는 결과가 뚜렷하게 나타났다.

이 결과들을 보아 Taq polymerase 농도는 0.5unit(60ng template DNA and 2.5mM MgCl₂, 60ng template DNA and 4.5mM MgCl₂)와 1unit(40ng template DNA and 2.5mM MgCl₂, 40ng template DNA and 4.5mM MgCl₂, 40ng template DNA and 7.0mM MgCl₂, 60ng template DNA and 2.5mM MgCl₂, 60ng template DNA and 4.5mM MgCl₂, 그리고 60ng template DNA and 7.0mM MgCl₂)가 가장 좋은 것으로 나타났다. 즉, Taq polymerase 농도는 0.5unit 와 1unit에서는 template DNA와 MgCl₂ 농도가 적합하면 좋은 결과가 나타나는 것으로 판명된다.

본 실험에서 template DNA 농도, MgCl₂ 농도, taq polymerase 양 등을 종합하여 볼 때, 4조건들(60ng of template DNA, 2.5mM MgCl₂ and 0.5unit taq polymerase; 60ng of template DNA, 4.5mM MgCl₂ and 0.5unit taq polymerase; 60ng of template DNA, 4.5mM MgCl₂ and 1unit taq polymerase; 그리고 40ng of template DNA, 4.5mM MgCl₂ and 1unit taq polymerase)에서 가장 선명하고 재연성 있는 결과가 나타났다.

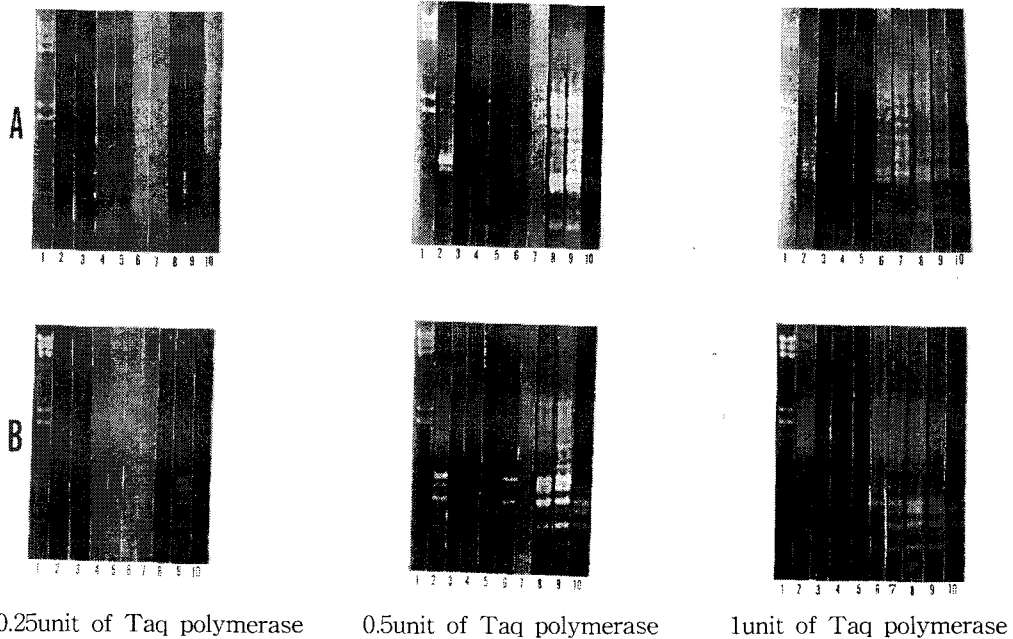


Fig. 36.3. Effect of Taq polymerase concentration on PCR amplification in *Perilla*.

Lane 1: λ DNA digested with HindIII, Lane 2: 20ng Template DNA and 2.5mM MgCl₂, Lane 3: 20ng Template DNA and 4.5mM MgCl₂, Lane 4: 20ng Template DNA and 7.0mM MgCl₂, Lane 5: 40ng Template DNA and 2.5mM MgCl₂, Lane 6: 40ng Template DNA and 4.5mM MgCl₂, Lane 7: 40ng Template DNA and 7.0mM MgCl₂, Lane 8: 60ng Template DNA and 2.5mM MgCl₂, Lane 9: 60ng Template DNA and 4.5mM MgCl₂, Lane 10: 60ng Template DNA and 7.0mM MgCl₂. A: Miryang dulgge, B: Ipdulgge 1.

라. 반응온도

들개의 PCR 반응온도의 결과는 Fig. 36.4와 같다. 반응은 8조건으로 하여 실험한 결과 7조건들(denature temp. 82°C, annealing temp. 30°C, and extension temp. 60°C; 84°C, 32°C, 62°C; 86°C, 35°C, 64°C; 90°C, 40°C, 72°C; 94°C, 45°C, 80°C; 95°C, 47°C; 83°C, 그리고 97°C, 50°C, 85°C)에서는 밴드가 희미하거나 나타나지 않았고, 1조건(92°C, 36°C, 72°C)에서는 결과가 뚜렷하게 나타났다. 즉, PCR 반응의 적정 온도는 92°C, 36°C, 72°C로 판명되었다.

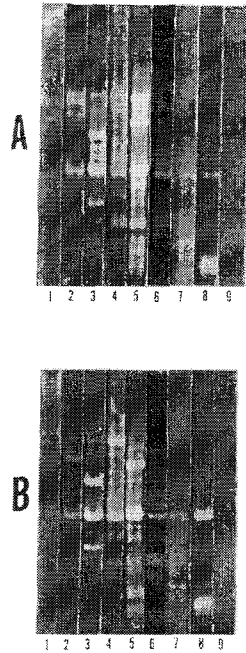


Fig. 4. Effect of reaction temperature on PCR amplification in *Perilla*.

Lane 1: λ DNA digested with HindIII, Lane 2: denaturing temp. 82°C, annealing temp. 30°C, and extension temp. 60°C, Lane 3: 84°C, 32°C, 62°C, Lane 4: 86°C, 35°C, 64°C, Lane 5: 90°C, 40°C, 72°C, Lane 6: 92°C, 36°C, 72°C, Lane 7: 94°C, 45°C, 80°C, Lane 8: 95°C, 47°C, 83°C, Lane 9: 97°C, 50°C, 85°C, A: Miryang dulgge, B: Ipdulgge 1.

안 등(1998)¹⁾은 무에서 Template DNA 농도가 40ng이하에서는 일부 밴드가 약하게 나타나거나 전혀 밴드가 나타나지 않았다고 발표하였는데 이는 본 실험의 결과와 유사하나, 예 등(1995)¹⁶⁾은 사과에서 Template DNA 최적농도는 10~20ng 범위인 것으로 보고하였으며, Devos and Gale(1992)³⁾은 밀에서 10~20ng가 적합한 농도라고 보고하였다. 또한 Koller et al(1993)⁹⁾은 사과에서 0.1ng 이하의 template DNA 농도에서도 반복성 있는 결과를 얻었다고 보고한 바 있어 본 실험과 다른 결과를 나타내었다. 이러한 원인은 PCR 조건의 다른 요인들(dNTP 농도, primer 농도 등)이 서로 달랐던 데서 기인한 것으로 생각된다.

최적 Taq polymerase 농도에 대해서는 안 등(1998)¹⁾은 무에서 0.6~1.2unit이 최

적 Taq polymerase 농도라고 보고 하였으며, Hoelzel and Green(1992)⁵⁾도 반응용액 50 μ l당 Taq polymerase를 0.5~2.0unit 정도 사용함이 적당하다고 하였다. 또한 예 등(1995)¹⁶⁾은 사과에서 2.0 unit인 것으로 보고하였다.

이들 Template DNA 최적농도와 최적 Taq polymerase 농도외에도 최적 Primer 농도에 대해서는 Weeden et al (1992)¹⁵⁾은 primer농도가 0.1 μ M에서 1.3 μ M로 높아질수록 짧은 밴드가 뚜렷하게 나타났다고 하였으며, 안 등(1998)¹⁾은 20ng정도가 최적 Primer 농도라고 보고하였다. 또한 예 등(1995)¹⁶⁾은 사과에서 10ng정도인 것으로 보고하였다. 최적 dNTP농도에 대해서는 안 등(1998)¹⁾은 100 μ M이 적당한 농도 범위인 것으로 보고하였으며, 예 등(1995)¹⁶⁾은 50~100 μ M의 범위가 적당한 농도범위인 것으로 보고하였다. PCR amplification 횟수에 대해서는 Hoelzel and Green(1992)⁵⁾은 일반적으로 적정 PCR 횟수는 template DNA 양의 다소에 의하여 좌우 된다고 하였으며 PCR 횟수가 너무 많아지게 되면 background가 많이 생기고 반면에 너무 횟수가 부족한 경우는 밴드가 옹게 나타나지 않는 결과를 보인다고 하였으며, 안 등(1998)¹⁾은 45~55회 사이는 시험의 반복성이 문제되지 않는 것으로 나타났다고 보고한 바 있다. 예 등(1995)¹⁶⁾은 사과에서 Primer와 template DNA의 농도를 각각 10 및 20ng씩 농도별로 교호처리하여 PCR을 한 결과 DNA농도 10ng과 20ng간에 차이가 거의 나타나지 않았고 primer는 20ng에 비하여 10ng이 더 균 일하게 나타나서 좋은 것으로 나타났다고 보고한 바 있다.

작물에 따라 PCR cycling의 온도 조성이 다르고^{14,17)} denaturing 온도도 그의 지속시간이나 template DNA내 G+C함량의 다소에 따라 달라진다고 이미 보고 된 바 있는데,⁶⁾ 이로 미루어 보아 PCR 반응시간, dNTP농도, primer농도, PCR 반응시간, 그리고 이들 요인들의 요인시험 등 본 연구에서 밝히지 못한 제반 요인에 대한 연구가 계속 필요할 것으로 생각된다.

4. 적 요

본 실험은 밀양 대학교 부속농장 온실에서 재배한 재료를 사용하여 들깨의 PCR 요인들을 연구하였다. 실험한 요인은 다음과 같이 Template DNA 농도, MgCl₂ 농도, Taq polymerase 양 등을 달리하여 PCR 최적 조건을 구명하고 Denature, Annealing, Extension 온도를 달리하여 최적 온도를 구명하여 앞으로의 PCR을 이용한 실험에 적용하고자 실시하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다. Template

DNA 농도는 60ng(0.5unit Taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, 1unit Taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, 그리고 1unit Taq polymerase and 7.0mM MgCl₂) 일때에 가장 좋은 것으로 나타났다. MgCl₂ 농도는 2.5mM(40ng Template DNA and 0.5unit Taq polymerase DNA, 60ngTemplate DNA and 0.5unit Taq polymerase, 그리고 60ng Template DNA and 1unit Taq polymerase)와 4.5mM(40ng Template DNA and 1unit Taq polymerase, 60ng Template DNA and 0.5unit Taq polymerase), 그리고 7.0mM(40ng Template DNA and 1unit Taq polymerase, 60ng Template DNA and 1unit Taq polymerase)에서는 Template DNA와 Taq polymerase농도가 적합하면 좋은 결과가 나타나는 것으로 판명되었다. Taq polymerase 농도는 0.5unit(60ng Template DNA and 2.5mM MgCl₂, 60ng Template DNA and 4.5mM MgCl₂)와 1unit(40ng Template DNA and 2.5mM MgCl₂, 40ng Template DNA and 4.5mM MgCl₂, 40ng Template DNA and 7.0mM MgCl₂, 60ng Template DNA and 2.5mM MgCl₂, 그리고 60ng Template DNA and 7.0mM MgCl₂)에서는 Template DNA와 MgCl₂ 농도가 적합하면 좋은 결과가 나타나는 것으로 판명되었다. Template DNA 농도, MgCl₂ 농도, Taq polymerase 농도를 종합하여 볼 때, 3조건들(60ng of template DNA, 2.5mM MgCl₂ and 0.5unit taq polymerase; 60ng of template DNA, 2.5mM MgCl₂ and 1unit taq polymerase; 그리고 60ng of template DNA, 7.0mM MgCl₂ and 1unit taq polymerase)에서 가장 좋은 결과가 나타났다. PCR 반응의 적정 온도는 84°C, 32°C, 62°C; 90°C, 40°C, 72°C; 그리고 92°C, 36°C, 72°C로 판명되었다.

5. 참고문헌

1. Ahn, C.H, W.M. Youn, B.W. Yae, B.N. Chung, H.Y. Park, and Y.P. Lim. 1998. Factors Influencing RAPD Band Patterns in Radish. J. Kor. Soc. Hert. Sci. 40(2):9-13.
2. Dellaporta, S.L., J. Wood, and J.B. Hicks. 1993. A plant DNA miniprep: version II. Plant Mol. Biol. Reporter 1:19-21.
3. Devos, K.N. and M.D. Gale. 1992. The use of random amplified polymorphic DNA markers in wheat. Theor. Appl. Genet. 84:567-572.
4. Han, W.Y., C.S. Jung, Y.C. Kwon, B.J. Kim, H.K. Kim, H.S. Kim, Y.H.

Kwack, and M.S. Ko. 2000. Genetic diversity among *Perilla* species using RAPD Analysis. *Korean J. Breed.*32:6-11.

5. Hoelzel, A.R. and A. Green. 1992. Analysis of population level variation by sequencing PCR amplified DNA. In : *Molecular genetic analysis of populations. A practical approach.* p.159-187. IRI. Press.

6. Innis, M.A. and D.H. Gelfand. 1990. Optimization of PCRs. In: *PCR protocols. a guide to methods and applications* (Innis. M. A. et al. , eds.) pp. 3-12. Academic Press. Inc. SanDiego.

7. Kochert, G. 1994. RFLP technology. in " *DNA- Based Markers in Plants*", R.L. Phillips & I.K. Vasil (eds.), Kluwer Acad. Publ., Netherlands pp.8-38.

8. Koh, H.J., J.J. Myung, M.H. Heu, and R.M. Susan. 1996. Taffing of *ge^s* gene controlling the super-giant embryo character using RFLP, RAPD. and microsatellite markers in rice. *Korean J. Breed.* 28:436-444.

9. Koller, B., A. Lehmann, J.M. McDremott, and C. Gessler. 1993. Identification of apple cultivars using RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 85:901-904.

10. Paterson, A.H., S.D. Tanksley, and M.E. Sorrels. 1991. DNA markers in plant improvement. *Adv. Agron.* 46:39-90.

11. Robeniol, J.A., S.V. Constantino, A.P. Resurreccion, C.P. Villareal, B. Ghareyazie, B.R. Lu, S.K. Katuyar, N. Huang, C.A. Menguito, E.R. Angeles, H.Y. Fu, S. Reddy, W. Park, S.R. McCouch, G.S. Khush, and J. Bennett. 1995. Sequence-tagged sites and low-cost DNA marker technology for rice. in *Abstracts of the 3rd Intl Rice Genet. Sympl*, 16:20 Oct., 1995, IRRI:184.

12. Tanksley, S.D., M.W. Ganal, and G.B. Martin. 1995. Chromosome landing : a paradigm for map-based cloning in plants with large genomes. *Trends in Genet.* 11:63-68.

13. Tanksley, S.D., N.D. Young, A. H. Paterson, and M.W. Bonierbale. 1989. RFLP mapping in plant breeding : new tools for and old science. *Biotechnology* 7:257-264.

14. Tragoonrung, S., V. Kanazin, P.M. Hayes, and T.K. Blake. 1992. Sequencet-tagged-site-facilitated PCR gor barley genome mapping. *Theor. Appl. Genet.* 84:1002-1008.

15. Weeden, N.F., G.M. Timmerman, M. Hemmat, B. E. Kneen, and M.A. Lodhl.

1992. Identification and reliability of RAPD markers. In : Applications of RAPD technology to plant breeding. p.12-17. Joint Plant Breeding Symposia Series. Minnesota.

16. Yae, B.W., H.Y. Park., Y.U. Yong., D.K. Lee., J.H. Kim, and K. C. Ko. 1995. Factors Influencing RAPD Band Patterns in *Malus domestica*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36(5): 649-654.

17. Yang, X. and C. Quiros. 1993. Identification and classification of celery cultivars with RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 86:205-212.

제 37절 밀양지역 재배 잎들깨의 현황 및 형태적·분자 유전학적 특성조사

1. 서 론

들깨는 식물분류학상 꿀풀과에 속하는 1년생 초본으로 동부 아시아 지역이 원산지로서 인도, 한국 및 중국 동북부 지역에서 예로부터 재배되어온 기름작물이다. 근래에는 경제성장으로 국민 소비형태가 다양화되는 추세로 들깨를 종실 뿐 아니라 신선 잎채소로 이용하는 양이 크게 증가하고 있으며 들깨 기름에 들어있는 α -리놀렌산이 DHA, EPA 등과 같은 오메가-3지방산으로서 고혈압 등의 성인병 예방과 학습능력향상에 효과적이라는 사실이 밝혀짐에 따라 들깨를 이용한 오메가 계란, 오메가 돼지고기, 오메가 양식어류 등의 기능성 건강 보조식품의 원료 및 사료로 이용되는 등 새로운 소득작물로 자리 잡아가고 있는 실정이다.

우리 나라에서 들깨 품종육성연구는 1920년대 권업모범장에서 품종 비교시험을 실시한 이래 1958년 농업시험장에서 지방 수집종의 순계분리를 시작하여 1968년 대구종을 선발·보급한 것이 최초의 품종이다. 식용유 이외의 용도로서 수요의 증가와 들깨잎의 소비가 증대되면서 육종방향의 전환이 요구되어 초기에는 종실과 엽검용 품종인 엽실들깨, 대엽들깨 등이 선발되었으나 엽전용으로 재배하기에는 미흡한 점이 많으며 1990년대 중반이후 순계분리에 의한 엽전용 품종인 잎들깨 1호가 1995년 최초로 육성되었다. 그러나 잎들깨는 우리 나라의 전통 엽채류이면서도 식량작물의 중요성에 밀려 체계적인 연구는 아직 미흡한 실정이다.

신선 잎채소로서의 수요 및 재배면적이 증가하고 있는 잎들깨는 주년 시설하우스 및 하계노지에서 재배되고 있는데 전국의 시설하우스는 약 900 ha에서 4만 6천 톤 정도를 생산하며, 노지재배가 약 300 ha 정도로 추산된다. 시설하우스 면적은 밀양, 부산, 경산 등 영남권이 약 600 ha로 전국 잎들깨 재배면적의 65%를 차지하고 있고 그 외 금산, 남양주, 광양, 곡성 등을 포함한 기타지역에서 35%가 재배되고 있는데, 특히 밀양지역에서 생산되는 잎들깨는 동계기간동안(10월 하순~다음해 4월 말) 가락동시장 출하량의 99%를 차지하며 그 규모도 연간 약 350억원에 이른다. 따라서 잎들깨 재배는 밀양지역에서 얼음골 사과, 무안 청양고추와 더불어 주 농업 수입원 중의 하나이며, 농가소득 향상 면에서 재배면적이 앞으로는 증가할 것으로 전망된다.

본 실험의 목적은 밀양 지역 잎들개 재배 품종을 수집하여 형태적 특성검정 및 균일성과 재배안정성 검정이 그 첫째이고, RAPD 분석을 통해서 각 농가별 수집 종자들의 분자유전학적 특성검정과 균일성 검정을 위함이었다.

2. 재료 및 방법

가. 식물재료

밀양의 잎들개 재배지역들 중 상동면, 상남면, 그리고 단장면 각각 5재배농가를 임의 선정하여 잎들개의 형질들 중 가장 중요한 특성인 종피색, 개화시기, 경장, 그리고 엽수량을 조사 비교 분석하였다. 또한 각각의 재배농가에서 잎을 채취하여 밀양대학교 실험실에서 분자 유전학적 특성검정과 균일성 검정을 실시하였다.

나. Genomic DNA 분리 및 quantification

Genomic DNA의 추출은 Dellaporta 등의 방법을 변형하여 실시하였다. 액체 질소에서 마쇄한 2~3g의 어린 잎을 extraction buffer(100mM Tris·Cl, pH 8.0, 200mM Na₂·EDTA, pH 8.0, 500mM NaCl, 10mM β-mercaptoethanol, sterilized d.H₂O)에 옮긴 후 60℃에서 15분간 둔 후 5ml의 5M KoAc를 첨가하여 상온에서 30분간 방치하였다. 14,500rpm에서 20분간 centrifuge 시킨후 cheesecloth를 통해 다른 centrifuge tube로 옮긴 후 4℃에 20분 동안 두었다. 80% ETOH를 처리하여 여분의 salt를 제거하는 과정을 2회 반복한 후 침전된 pellet을 1X TE(10mM Tris-HCl, pH8.0, 0.1mM EDTA) 용액에서 용해시켰다. 분리된 genomic DNA를 다시 3M NaOAc와 2-propanol을 처리하여 침전시킨 후 80% ETOH 처리를 반복하여 DNA를 정제시켰다. 위의 과정을 4회 반복하여 RAPD 분석을 위한 충분한 양의 DNA를 추출하였다. 분리된 genomic DNA는 0.8% agarose gel에서 확인한 다음 flurometer(Hoefler, D-200)를 사용하여 농도를 측정하였다.

다. PCR 조건

PCR 반응을 위한 반응용액은 10mM Tris·HCl, pH 8.3, 50mM KCl, 200 μM dNTP, 0.4 μM Primer, MgCl₂, Template DNA, 그리고 Tag polymerase을 넣어 전체 volume이 25 μl가 되게 하였다. Template DNA 농도, MgCl₂ 농도, 그리고 Taq

polymerase 농도는 2001년도 들깨의 RAPD 분석을 위한 PCR 최적조건 구명에서 밝혀진 최적 조건들 중 60ng of template DNA, 2.5mM MgCl₂ and 1unit taq polymerase을 실시하였다. Perkin Elmer Cetus Thermocycler (model 9600)을 사용하였는데, PCR 반응온도는 94℃에서 1분간 denaturation, 36℃에서 1분간 annealing, 그리고 72℃에서 2분간 extension의 주기로 45cycle 실시하고 마지막으로 72℃에서 5분간 안정화하였다. PCR 산물은 1X TBE(45mM Tris-borate, 1mM EDTA) 완충 용액에 녹인 1.4% agarose gel에서 75V, 4시간 동안 전기 영동하였다. Ethidium Bromide 용액에 staining한 후 UV lamp하에서 DNA band를 확인하여 polaroid 667필름으로 인화하였다.

분자유전학적 특성조사를 위한 primer는 2000년도와 2001년도의 primer 선발과정에서 선명하고 재연성있는 bands를 나타낸 primer들을 선발하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 종피색

있들깨의 종피색은 크게 암갈색과 백색으로 구별되는데 상동면, 상남면, 그리고 단장면 각각 5재배농가에서 수집한 종피색은 Table 37.1에 나타나 있다. 상동면의 5개 지역은 암갈색과 백색의 비율이 98% : 2%였으며, 상남면의 5개 지역은 암갈색과 백색의 비율이 95.2% : 4.8%였으며, 그리고 단장면의 5개 지역은 암갈색과 백색의 비율이 99.6% : 0.4%로 나타났다. 이 들 조사된 15 재배 농가들 중 단일 종피색인 농가가 60% 에 불과하였으며, 특히 상남 C는 암갈색과 백색의 비율이 88% : 12% 로 백색의 비율이 높았다. 위의 사항들을 고려할 때 밀양지역 있들깨 재배 농가에서 재배하는 품종의 종피색에서 품종의 균일도가 떨어짐을 볼 수 있었다.

Table 37.1. 밀양지역 잎들깨 재배농가의 종피색 분리양상

조사지역	암갈색 (%)	백색 (%)	
상동	A	100	-
	B	94	6
	C	96	4
	D	100	-
	E	100	-
	소계	98	2
상남	A	92	8
	B	100	-
	C	88	12
	D	96	4
	E	100	-
	소계	95.2	4.8
단장	A	100	-
	B	100	-
	C	100	-
	D	98	2
	E	100	-
	소계	99.6	0.4
계	97.6	2.4	

나. 개화시기

잎전용 들깨 재배시 품종의 일반적인 특성은 1. 키가 작고 줄기가 굵은 품종, 2. 절가지의 발생이 작고 마디사이가 짧으면서 잎이 큰 품종, 3. 잎이 둥글고 잎살이 두꺼우며 잎뒷면이 자색을 띠는 품종, 4. 일장반응이 둔감하며 만생종인 품종, 5. 저온신장성이 좋으며 불량환경에 잘 견디는 품종, 6. 발아율이 높고 순도가 높은 품종, 7. 내병충성인 품종으로 알려져 있다. 이 중에서 가장 중요한 특성은 일장감응성 즉, 개화기가 가장 중요하다. 꽃이 늦게피어 영양생장 기간이 길면 그 만큼 잎수량성을 높일 수 있고 동계시설 재배시 안정적인 재배가 가능하기 때문이다.

밀양지역의 상동면, 상남면, 그리고 단장면 각각 5재배농가의 개화기 분리양상은 Table 37.2와 Fig. 37.1에 잘 나타나 있다. 개화기는 9월 15일 이전, 9월 16일~20일, 9월 21일~25일, 그리고 9월 26일 이후로 나누어 조사를 하였다. 조사결과 9월 15일 이전 0.2%, 9월 16일~20일 0.5%, 9월 21일~25일 3.5%, 그리고 9월 26일 이후가 95.8%로서 대부분을 차지하였다. 7농가(46.7%)에서는 재배 잎들깨 모두가 9

월 26일 이후였으나, 상남 A는 개화기가 9월 21일~25일 사이에 분포하는 개체가 13%였으며, 상남 C와 같이 개화기가 9월 21일~25일 사이에 분포하는 개체가 22%가 되는 재배 농가도 있었다. 그림1에서보는바와 같이 재배중에 화뢰가 출현하여 잎생산을 할 수 없는 농가도 있었다. 이와 같이 밀양지역의 잎들깨 재배농가의 개화기 분리양상을 조사해본 결과 각 재배농가의 종자 균일성(순도)에 문제가 우려할 만한 수준임이 판명되었다.

Table 36.2. 밀양지역 잎들깨 재배농가의 개화기 분리양상

조사지역	~ 9월 15일 (%)	9월16~20일 (%)	9월21~25일 (%)	9월 26일 ~ (%)
상동 A	-	3	5	92
B	-	2	3	95
C	-	-	3	97
D	-	-	-	100
E	-	-	-	100
소계	-	1.0	2.2	96.8
상남 A	3	-	13	84
B	-	-	-	100
C	-	2	22	76
D	-	-	2	98
E	-	-	-	100
소계	0.6	0.4	7.4	91.6
단장 A	-	-	-	100
B	-	-	-	100
C	-	-	3	97
D	-	-	2	98
E	-	-	-	100
소계	-	-	1.0	99.0
계	0.2	0.5	3.5	95.8



Fig. 37.1. 밀양지역 앞들개 재배농가의 개화기 분리 모습.

다. 경장, 엽수량, 그리고 지수

밀양지역의 상동면, 상남면, 그리고 단장면 각각 5재배농가의 경장, 엽수량, 그리고 지수는 표3, 그림2, 그리고 그림3에 잘 나타나 있다. 조사된 재배농가들의 경장(cm)은 $121.5 \pm 4.2 \sim 136.5 \pm 9.7$ 사이에 분포하는 것으로 나타났다(Table 37.3). 엽수량(kg/10a)은 5166 ~ 7379의 분포로서 농가별 엽수량의 차이는 아주 큰 것으로 나타났다. 지수는 상동면 A지역을 100으로 가정하였을 때, 적게는 상남면 C 지역의 77로부터 크게는 상동면 D, E지역 과 상남면 B, D, E지역의 109에 걸쳐 큰 차이를 나타내었다.

이번 연구를 통하여 밝혀낸 매우 중요한 사항은 재배농가별 경장조사에서 앞부분에 언급하였듯이 재배농가별로 경장이 다양하게 나타났으며, 경장의 표준편차도 $\pm 1.9 \sim \pm 9.7$ 까지 커다란 차이를 나타냈는데, 표준편차가 클수록 이종 종자의 혼입에 의한 종자의 순도가 떨어지기 때문이라는 것이다. 이는 표3에 잘 나타나 있음

며 Fig. 37.2와 37.3에서 이중 종자의 혼입으로 경장 등 주요형질들의 차이를 보여주는 모습과 이중 종자의 혼입없이 균일한 모습을 보여주는 모습이 극명하게 대비된다. 표준편차가 가장 작은 지역인 상동면 E, 상남면 E, 단장면 B, 상동면 D, 상남면 B등지의 엽수량은 7,311~ 7,379kg/10a로 수량성이 아주 높았으나, 상대적으로 표준 편차가 큰 지역들(상남면 C, 단장면 D, 단장면 C, 상남면 A)일수록 엽수량이 5,166~ 5,742kg/10a에 머물렀다. 또한 표3에서 볼 수 있듯이 경장의 차이는 엽수량에 크게 영향을 미치지 않으며 편차의 정도가 재배 품종(종자)의 균일성을 나타내며, 종자가 균일할수록 엽수량에 절대적인 영향을 미친다는 사실이다.

Table 37.3. 밀양지역 잎들개 재배농가의 경장, 엽수량, 그리고 지수 비교

조사지역	경장 (cm)	엽수량 (kg/10a)	지수	
상동	A	131.5±5.6	6,745 b	100
	B	127.4±7.6	6,901 b	102
	C	129.6±7.6	7,200 ab	107
	D	122.4±2.5	7,366 a	109
	E	122.2±1.9	7,379 a	109
상남	A	127.1±6.7	5,742 c	85
	B	122.4±2.7	7,357 a	109
	C	136.5±9.7	5,166 c	77
	D	124.9±2.6	7,355 a	109
	E	123.9±2.1	7,369 a	109
단장	A	125.7±3.4	7,254 a	108
	B	125.5±2.2	7,311 a	108
	C	121.5±4.2	5,866 c	87
	D	129.5±6.8	5,357 c	79
	E	127.6±3.6	7,250 a	107



Fig. 37.2. 밀양지역 앞들개 재배농가의 재배 모습(I)- 이종 종자의 혼입으로 경장 등 주요형질들의 차이를 보여주는 모습.



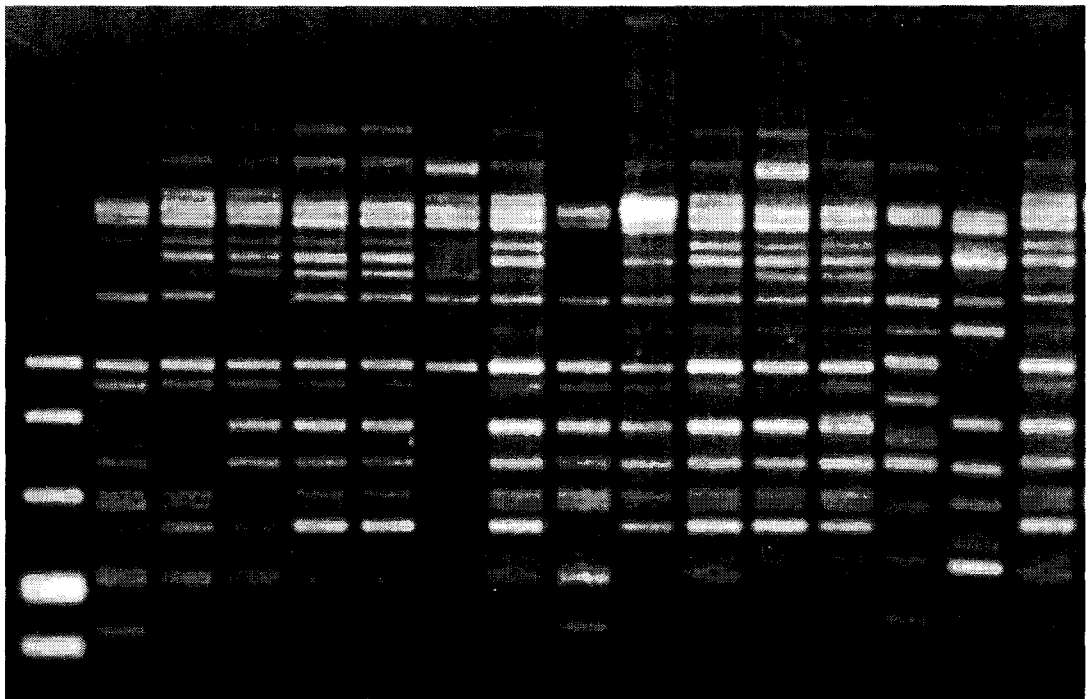
Fig. 37.3. 밀양지역 잎들깨 재배농가의 재배 모습(II)- 이중 종자의 혼입없이 균일한 모습을 보여주는 모습.

라. 분자 유전학적 특성조사.

경장 및 엽수량에서 나타난 차이가 각 재배농가별 종자의 유전적인 차이인지 혹은 환경적인 요인 등 외부적 원인에 기인한 것인지를 검정하기 위한 RAPD 분석 결과는 Fig. 37.4, 37.5, 37.6(OPE12, OPF06, 그리고 OPV04)에 잘 나타나 있다. 여기에 나타난 결과와 여기에 나타나진 않지만 비교 분석한 다른 Primer들의 결과들을 종합할 때 분자 유전학적 특성조사에서도 경장과 엽수량에서 밝혀진 사실과 똑같은 결과가 나타 난다는 것이다. RAPD 분석 결과, 상동 D, E 상남 B, D, E 단장 A, B, E의 지역들의 표본에서 나온 band들은 항상 같은 양상을 나타내었으며 (Fig. 37.4, 37.5, 37.6), 이들 지역을 제외한 다른 모든 지역들에서 나온 band들은 같은 양상의 band들은 전혀 나타나지 않았으며 다형화 현상을 나타내었는데, 특히

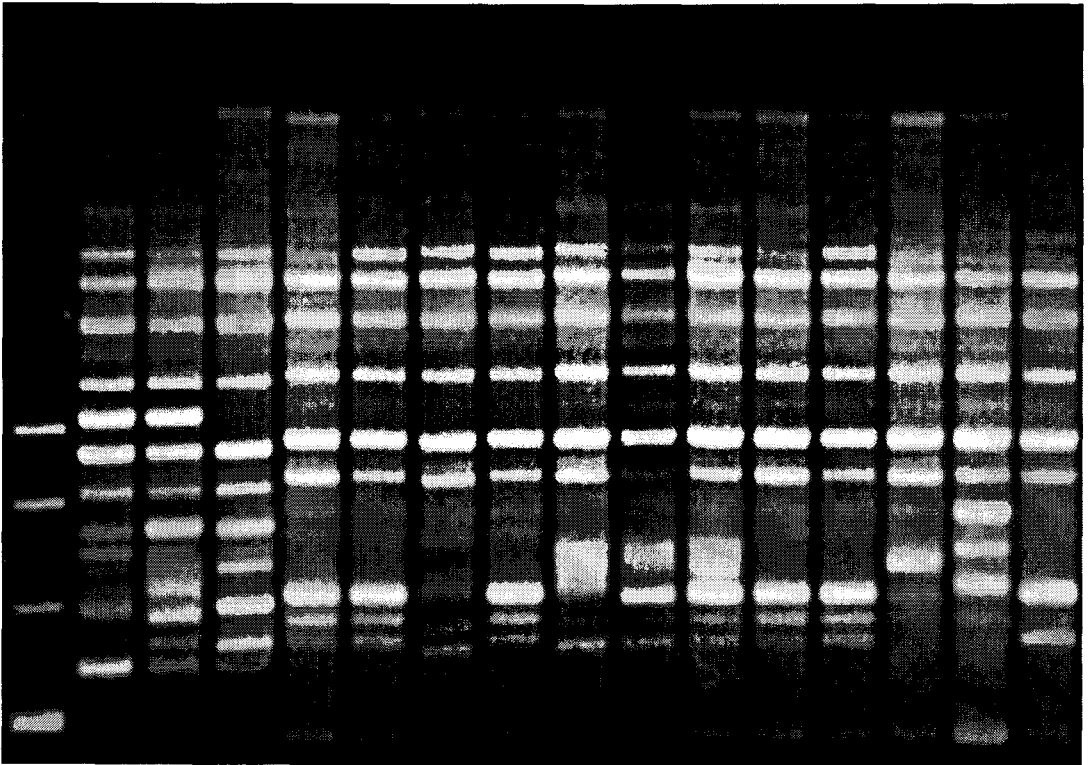
편차가 심한지역(상남면 C, 단장면 D, 단장면 C, 상남면 A)일수록 다형화 현상의 정도가 심하였다.

지금까지의 실험결과들을 종합적으로 고려해 볼 때, 크게 한 곳으로 모든 결과들이 귀착되는 것 같다. 밀양의 들깨 재배농가들 중 상동 D, E 상남 B, D, E 단장 A, B, E 등지의 농가들에서는 순수한 품종을 유지하며 들깨 재배를 해 온 결과 높은 수량성이 가능하였으나, 다른 지역들에서는 그 정도의 차이는 있으나 현재 재배종자들이 혼형집단으로서 높은 수량성을 기대할 수 없는 실정이었다.



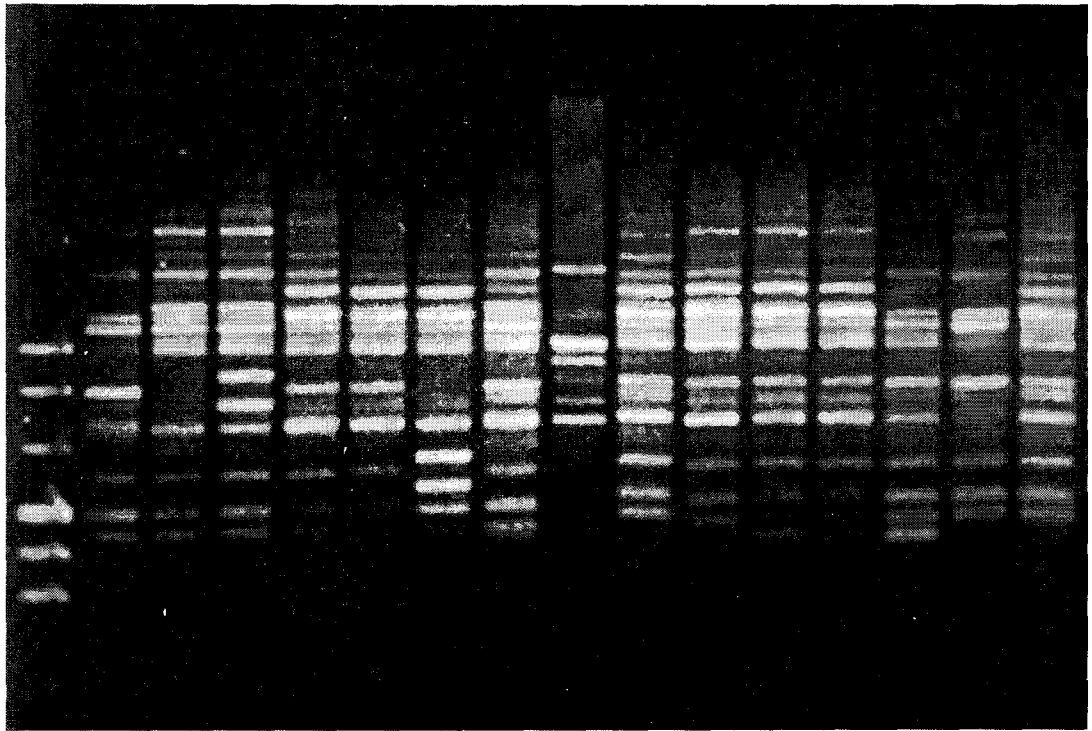
A B C D E A B C D E A B C D E

Fig. 37.4. 밀양지역 들깨 재배농가별 종자의 RAPD band pattern (OPE12)



A B C D E A B C D E A B C D E

Fig. 37.5. 밀양지역 앞들개 재배농가별 종자의 RAPD band pattern (OPF06)



A B C D E A B C D E A B C D E

Fig. 37.6. 밀양지역 앞들개 재배농가별 종자의 RAPD band pattern (OPV04)

밀양지역 재배농가들의 고품질 앞들개 생산과 농가소득증대의 차원에서 크게 2가지 사항이 아주 절실히 필요함을 분석하게 된 것은 이번 연구의 큰 성과라 하겠다.

그 첫째는 밀양지역 앞들개 재배농가들의 스스로의 문제점이다. 본 연구를 통하여 밀양지역 앞들개 재배농가들뿐만 아니라 금산을 비롯한 타지역의 앞들개 재배농가들과 비교, 분석이 가능하게 되었다. 밀양지역은 앞들개 재배농가당 2,000 ~ 3,000평의 대규모 재배이며, 금산지역은 400 ~ 500평정도의 소규모 경영이 대부분이다. 밀양지역의 소요 인력은 고용에 의존할 수 밖에 없으며, 금산지역의 소요 인력은 고용에 의존할 필요없이 자가 인력으로 가능하다. 이런 규모적인 차이에서 기인할 수 밖에 없는 차이일 수 있으나 밀양지역의 앞들개 재배는 생산에 급급한 반

면, 금산지역의 잇들깨 재배는 가락동 농산물 시장에 출하시 리콜제를 실시하여 소비자에 대한 신뢰도 향상은 물론 밀양의 상품보다는 높은 가격으로 농가소득 향상에 크게 기여하고 있다. 이 두지역의 비교분석에서도 확연히 드러나듯이, 밀양지역 잇들깨 재배농가들의 균일하고 고품질 잇들깨 생산을 통한 농가소득향상에 대한 인식이 아직 부족함에 아쉬움을 금할 수 없었다.

그 두 번째는 재배농가들의 해결범위를 넘는 근본적인 문제로서 국가적인 차원에서 해결이 필요한 문제이다. 잇들깨 품종은 만숙종으로 채종이 어렵다. 즉 잇들깨 1호의 성숙기는 10월 28일 이후가 되나 밀양지역 평균 초상일이 10월 24일이므로 채종을 위해서는 차광막 및 비가림 시설등 서리방지 시설이 필요하다. 이를 위해 드는 노력과 비용 등을 고려할 때 개인적인 차원에서보다는 국가기관에서 육성된 우수한 품종의 농가보급이 절실히 요망된다 하겠다. 일반적으로 벼, 보리, 콩 등을 비롯한 거의 모든 작물들은 시험장(수원, 호남, 영남)에서 기본식물이 생산되면 각 도의 도원에서 원원종을 생산하며, 원종장에서 원종을 생산하고 마지막으로 종자보급소에서 보급종을 생산하여 농가에 보급되는 체계로서 장려품종들이 보급되어오고 있다. 그러나 현재의 잇들깨 육성품종의 보급체계는 각 도원에서조차 원원종 생산이 아주 미흡하거나 아예 원원종을 생산하지 않는 실정이다. 이렇게 볼 때, 시험장에서 기본식물을 생산하여 직접 농가에 보급할 수 밖에 없는 실정이다. 시험장에서 생산하는 기본식물은 그 양에 있어서 한계가 있으며, 따라서 잇들깨 재배농가들에 우량품종을 보급할 수 있는 길 그 자체가 막혀 있다는 것이다. 농가 못지 않게 국가적인차원에서 종자보급체계의 중요성을 일깨워주는 대목이라 하겠다.

4. 적 요

본 실험은 밀양 지역 잇들깨 재배 품종을 수집하여 형태적 특성검정과, 분자유전학적 특성검정을 통하여 균일성과 재배안정성을 밝히기 위함이었다. 형태적 특성검정을 위해서는 종피색, 개화시기, 경장, 그리고 엽수량을 조사 비교 분석하였으며, RAPD 분석을 통해서 분자 유전학적 특성검정을 실시하였다. 품종의 종피색에서 재배품종의 균일도가 떨어짐을 볼수 있었다. 개화기 분리양상을 조사해본 결과 각 재배농가의 종자 균일성(순도)에 문제가 우려할 만한 수준임이 판명되었다. 경장의 차이는 엽수량에 크게 영향을 미치지 않으며 편차의 정도가 재배 품종(종자)의 균일성을 나타내며, 종자가 균일할수록 엽수량에 절대적인 영향을 미친다는 사실은

알게 되었다. 분자 유전학적 특성조사에서도 경장과 엽수량에서 밝혀진 사실과 똑같은 결과가 나타 난다는 것이다. RAPD 분석 결과, 상동 D, E 상남 B, D, E 단장 A, B, E의 지역들의 표본에서 나온 band들은 항상 같은 양상을 나타내었으며 이들 지역을 제외한 다른 모든 지역들에서 나온 band들은 다형화현상을 나타냈다.

본 실험을 종합적으로 고려해볼 때, 밀양의 들깨 재배농가들 중 상동 D, E 상남 B, D, E 단장 A, B, E 등지의 농가들에서는 순수한 품종을 유지하며 들깨 재배를 해 온 결과 높은 수량성이 가능하였으나, 다른 지역들에서는 그 정도의 차이는 있으나 현재 재배종자들이 혼형집단으로서 높은 수량성을 기대할 수 없는 실정이었다.

5. 참고 문헌

1. Dellaporta, S.L., J. Wood, and J.B. Hicks. 1993. A plant DNA miniprep: version II. *Plant Mol. Biol. Reporter* 1:19-21.
2. 광 용호, 권 준국, 김 수동, 김 현경, 박 충범, 배 석복, 배 순도, 오기원, 윤 을수, 이 동창, 이 명희, 정 찬식, 최 영하, 홍 연규. 2003. 1. 출간 예정. 우리나라의 재배 내력 pp. 3-4. 들깨. 농촌진흥청 영남농업시험장.
3. 광 용호, 권 준국, 김 수동, 김 현경, 박 충범, 배 석복, 배 순도, 오기원, 윤 을수, 이 동창, 이 명희, 정 찬식, 최 영하, 홍 연규. 2003. 1. 출간 예정. 생산 및 수급전망 pp. 5-9. 들깨. 농촌진흥청 영남농업시험장.
4. 광 용호, 권 준국, 김 수동, 김 현경, 박 충범, 배 석복, 배 순도, 오기원, 윤 을수, 이 동창, 이 명희, 정 찬식, 최 영하, 홍 연규. 2003. 1. 출간 예정. 개화기의 유전 pp. 55-63. 들깨. 농촌진흥청 영남농업시험장.
5. 광 용호, 권 준국, 김 수동, 김 현경, 박 충범, 배 석복, 배 순도, 오기원, 윤 을수, 이 동창, 이 명희, 정 찬식, 최 영하, 홍 연규. 2003. 1. 출간 예정. 들깨잎의 주요성분 pp. 279-281. 들깨. 농촌진흥청 영남농업시험장.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

세부과제 1 : 노력절감형 고품질 잎 들깨 생산을 위한 재배기술 개발

1. 종자전처리 및 코팅 기술 개발

들깨종자의 발아촉진을 위한 전처리 기술인 osmo priming의 적정 처리제, 처리농도, 성장조절제 첨가 농도 및 처리 후 건조조건을 확립하여, 발아율의 촉진과 균일한 잎모양, 초기 생육 촉진 등의 효과를 얻을 수 있게 되었다.

들깨종자 코팅에 가격이 저렴하면서 발아를 억제하지 않은 피복물질과 접착제를 탐색하여 국내에서 대량 생산되면서 가격이 염가인 규조토를 선발하였고, 접착제로는 접착능력이 우수하면서 종자와의 친화성이 있는 PVA를 선발하였다. 종자 코팅시의 문제점은 발아가 지연되고 발아율이 저하되는 등의 문제점이 야기되었는데, 본 연구의 개발 결과를 활용한다면 이러한 문제점을 해결 할 수 있을 것이다.

대량생산이 가능하고 입단형성이 용이한 경제적인 코팅방법을 체계화하였고, 건조나 파습 조건에서도 발아가 가능한 코팅종자의 생산기술을 개발하였다.

코팅종자는 발아측면에서 볼 때 산소공급이 억제되어 발아가 지연되고 발아율이 저하되는 현상이 나타난다. 코팅종자의 발아지연 문제를 해결하기 위해 발아를 촉진하는 성장조절제, 영양물질을 첨가하는 코팅기술을 개발하였다. 아울러 코팅종자의 부가가치를 상승시킬 목적으로 신속하고 균일한 묘출현을 유도하는 SMP 이점과 기계화 파종이 가능한 코팅의 이점을 조합한 종자처리법을 개발하였다.

토양속에 존재하는 유해한 병원균으로부터 종자와 유묘를 보호할 목적으로 코팅 종자내에 살균제 첨가 농도를 설정하였고, 이와 병행하여 근권환경 개선을 위해 들깨종자에 특이성을 갖는 유용미생물을 코팅종자에 첨가하는 공정기술을 개발하였다.

필름 코팅에 사용되는 착색제들은 외국으로부터 수입에 의존하였으나 이를 대체할 수 있는 여러 가지 착색제들을 개발하였다.

기계화 파종에 적합하고 코팅종자의 묘출현을 향상시킬 수 있는 코팅직경, 파종깊이, 파종간격 및 파종입수를 구명하였다. 들깨의 품종에 따라 코팅반응이 각기 다른데, 국내에서 재배면적인 가장 높은 품종을 대상으로 코팅적응성이 높은 품종을 선발하였다. 잡초방제의 효율화를 위하여 잡초종자보다 출현이 4일 늦은 발아가 지연되는 코팅기술

을 개발하여 발아기간의 변환으로 재초제를 이용하여 재배할 수 있는 기틀을 마련하였다.

코팅종자를 대량처리 할 때 건조효율을 높이면서 종자활력을 유지시킬 수 있는 건조조건과 저장방법을 구명하였다.

들깨의 재배 시스템에 seed sheet의 가능성을 타진하고자 seed sheet의 필름의 종류, 접착제, 파종간격 및 종자부착수 등을 확립하여 실용화 할 수 있는 기술을 개발하였다.

이상과 같이 본 연구를 통해 자체적으로 개발한 코팅물질들과 첨단 종자 코팅기술들을 외국으로 기술이전시에는 로열티 확보도 가능할 것이다. 또한 축적된 코팅기술을 국내 종묘업계에 기술이전하면 외국 기술을 모방하는 단계에서 벗어나 종자코팅의 기술개발이 활발해 질 것이다.

경제·사회적 측면에서도 고품질의 코팅종자 생산으로 외국에서 수입되던 코팅종자를 국내 생산이 가능함에 따라 수입대체 효과를 가져올 수 있다. 아울러 코팅종자를 기계화 정밀파종 함으로써 종자비용 절감, 파종과 묘숙음 노력을 경감시켜 궁극적으로 농가 소득 향상에 크게 기여할 것이며, 농촌 노동력 부족문제가 자연스럽게 해결될 것이다.

이외에도 처리종자와 코팅종자 보급에 따라 새로운 생력재배의 기술 체계가 확립될 것으로 예측된다. 이를 뒷받침하기 위해서 정밀 파종기 등 코팅종자의 특성을 살릴 수 있는 기술, 자재, 기기 개발도 활발해 질 것이다.

2. 저비용 고효율 잎들깨 재배기술 개발

가. 단일에 의한 잎들깨의 개화억제 및 품질 향상

잎들깨의 겨울철 재배시에 조기개화로 인한 수량 감소 및 품질저하의 억제방법을 구명하기 위한 기초실험에서 5일 이상 단일 조건에 두면 식물체의 생장이 감소되고, 채엽 수량이 감소되었다.

이러한 원인을 확인하기 위하여 ① 기내배양에서 GA₃처리가 잎들깨의 성장과 개화에 미치는 영향을 조사한 결과, GA₃가 개화기에는 물론 성장에도 현저한 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 따라서 재배시에 GA의 합성이 많이 될 수 있는 환경조건을 피하는 것이 개화를 지연시킬 수 있는 방법으로 제시할 수 있다. ② 적색, 청색 및 근적

색 LEDs 광질이 개화 및 깃잎 생산성에 미치는 영향을 조사한 결과, 적색광으로 야파를 하였을 때에 개화가 지연되고 수량을 증대시킬 수 있었다.

그러나 농가에서는 경비가 과도하게 지출되기 때문에 LEDs 광질을 실용적으로 활용할 수 없다. 따라서 광질을 농가에서 실제적으로 활용하기 위해서 ③ 시중에서 시판되고 있는 적색, 청색 및 삼색(적색+청색광+황색) 광질조절용 전구를 이용하여 시험을 한 결과, LEDs 광질을 사용한 것과 유사한 결과로서 적색등을 활용하는 것이 잎의 생장은 물론 식물체 전체의 성장을 촉진시켰다. 따라서 시중에서 판매되고 있는 적색등을 활용한다면 현재에 사용하고 있는 등을 이용하는 것보다 수량도 증대시키고, 품질도 향상시킬 수 있을 것이다.

하우스 재배시에 생육초기에 유기된 잎은 채엽하지 않고 그대로 두는 경우가 있는데 이러한 경우에는 상위엽의 광 차단에 의해서 조기 개화 또는 생육이 억제되는 경우가 있다. ④ 일부 잎의 광차단시에 차광되는 잎의 수가 많으면 식물체의 생장이 감소하고 개화소요 일수도 단축되었다. 따라서 초기에 발생한 잎의 크기가 작아서 상품성이 없을 지라도 채엽을 하는 것이 후기의 정상적인 생육의 촉진은 물론 개화시기도 지연시킬 수 있는 좋은 결과를 얻었다.

나. 무기원소의 효과

야마자키 용액내의 몇가지 무기원소의 농도를 달리하여 처리한 결과, 무기원소의 농도가 높을수록 잎의 생산량이 많았으며, 특히 1.5배 이상의 Ca를 처리하는 것이 잎의 생장에 가장 효과적이었다.

다. 광합성효율, 수량 및 품질 향상을 위한 안료첨가 비닐의 개발

겨울철 하우스 재배시에 광질을 선택적으로 투과할 수 있는 안료를 개발하여 우리나라 시설원예의 대부분을 차지하고 있는 피복자재를 개선하기 위해서 수행하였다. 서로 다른 색을 내는 몇 가지의 안료를 PE필름에 첨가하여 그 효과를 본 결과, ① 적색안료는 품종에 따라서 약간의 차이는 있었으나 S-FB와 FS4050의 적색안료 첨가가 생육을 가장 촉진시켰으며, S-D안료는 생육을 현저히 억제시켰다. ② 청색안료의 첨가는 전체적으로 식물체의 성장을 억제시켰다. ③ 적색과 청색안료의 혼합 효과는 엽수의 경우에 적색안료 250ppm과 청색안료 500ppm 혼용, 잎의 생체중과 건물중은 적색안료의 첨가농도를 1,000ppm의 고농도로 첨가하는 것이 효과적이

었다. ④ 황색안료의 첨가는 식물체의 생장을 촉진시켰는데, panax yellow FS 520 안료첨가가 가장 효과적이었다. ⑤ Orange 안료는 FB-400안료를 첨가한 피복하에서 생장한 식물체의 생장이 촉진되었다.

PE필름내에 안료의 첨가효과는 동일한 색의 안료라고 할지라도 안료의 종류에 따라서 현저한 차이를 나타내었다. 필름내에 적색, 청색, 황색 등의 안료의 첨가는 초장의 생장이 촉진되면 줄기의 직경의 생장은 오히려 억제되었다. 그러나 황색의 안료를 첨가하였을 경우에는 초장과 줄기의 비대 생장 및 잎의 생장이 동시에 촉진되었기 때문에 황색의 안료를 첨가한다면 들깨의 수량을 증대시킬 수 있는 좋은 결과를 얻었다.

라. 광합성 촉진 요인 구명

식물체의 광합성은 생장을 촉진하는 조건인 적색광과 필름의 종류 및 무기이온의 농도 등은 광합성을 촉진할 수 있는 조건이었다. 따라서 식물체의 생장과 광합성 활성은 정의 상관관계를 나타내었으므로 생장을 촉진시킬 수 있는 방법이 광합성을 촉진시키는 방법인 것으로 확인되었다.

마. 잎들깨의 품질 향상을 위한 기초 시험

4가지 품종에 대해서 깻잎의 수분, 조단백질, 조지방, 그리고 탄수화물, 비타민 A는 대략, 비타민 C, 아미노산 및 휘발성 향기성분 등을 조사하여 품질을 결정할 수 있는 기초를 확립하였다. 또한 소비자의 선호도를 나타낼 수 있는 뒷면의 자색정도는 L, a 및 b값을 조사함으로써 그 정도를 결정할 수 있는 기초를 마련하여 외관상의 품질 평가 기준이 마련되었다.

세부과제 2 환경친화형 고품질 잎들깨 생산기술 개발

1. 환경친화형 재배법 개발

가. 들깨병원균의 분리 및 동정

잎들깨 재배지로부터 분리한 균의 생육특성과 병발생의 특징, 균의 morphology

관찰 등의 결과로 균핵병 병원균 *S. sclerotiorum* MK01, 잭빛곰팡이병원균 *B. cinerea* MK02, 탄저병 병원균 *C. atramentarium* MK03, 시들음 병원균 *F. oxysporum* MK04, *R. solani* MK05, *P. capsici* MK06를 동정하였다. 병원균의 생육능성에 대한 결과를 알고 있기 때문에 병의 예방과와 초기 방제가 가능하다.

나. 들깨 잎마름병(가칭) 원인분석

잎마름병 발생 원인규명을 위해 발생지의 토양과 식물체로부터 병원체분리를 위해 곰팡이 16종, 세균 55종을 분리했다. 그리고 식물체의 대사이상 등의 분석을 위해 Arbutin, Bitter principle, Essential oil, Cardiac glycoside, Alkaloids, Valepotriates, Coumarins의 일반성분 분석과 GC/MS를 통해 미량성분의 분석을 통하여 그 원인을 분석하여 방제 방법을 설정하였다.

다. 길항균 분리 및 항균 spectrum조사

들깨 재배지의 병징을 나타내는 식물체의 뿌리, 줄기, 잎, 그리고 토양으로부터 18종의 분리한 길항세균 중에서 AB2, AB5, AB8, AB17이 잎들깨의 주요병원균에 항균활성이 뛰어났다. 길항균을 Bergey's Manual과 16S rRNA Gene sequencing법으로 균을 동정한 결과, AB2는 *Bacillus subtilis*로 동정되어졌고, AB17은 *Burkholderia* sp.로 동정되어졌다. 길항곰팡이도 들깨 재배지 식물체의 뿌리, 줄기, 잎, 그리고 토양으로부터 7종의 길항곰팡이를 분리했다. 항균spectrum을 조사한 결과 AF2, AF5, AF6, AF7이 균핵균과 잭빛곰팡이균에 뛰어난 항균력을 나타냈다. 분리한 길항균들을 이용하여 미생물농약 개발이 가능하고 농약 잔류에 의한 식물의 안정성 유지에 크게 기여할 것이다.

라. 길항균의 생육촉진효과

길항균 AB2와 AB17을 이용한 생물학적방제 실험에서 길항균을 처리한 pot에서 control보다 들깨의 생육이 촉진되었는데, 잎들깨의 엽수, 엽면적, 잎의 생체중량과 건물중량을 비교한 결과 엽수는 길항균 처리구가 17% 많았으며, 엽면적도 AB17 처리구는 55%나 넓었다. 그리고 잎의 생체중과 건물량은 AB17처리구가 각각 54%, 51%로 증가하였고, AB2처리구도 48%, 41%로 각각 증가하였다. 따라서 길항균은 항균 효과 뿐만 아니라 생육 촉진 효과도 있어, 수량증대 및 무농약 들깨잎의 생산

으로 농가 소득에 크게 기여할 것이다.

마. 생물학적방제

1) 잎마름병의 생물학적 방제대책 구축

잎마름 증상이 나타난 들깨 식물체를 pot에 이식 한 다음 여러가지 처리로 병의 진전을 막았다. 길항균을 처리한 pot에서는 새잎이 나고 수확정도의 크기가 될 때까지 병발생이 되지 않았다. 잎들깨의 잎마름병은 세가지원인으로 방제대책을 구축할 수 있다. 먼저 잎마름병은 병원체가 존재하여 들깨의 생육에 지장을 초래하므로 병원성을 나타냄으로 미생물농약을 이용하여 예방을 하고, 들깨는 재배지의 토양오염이므로 파종전 토양살균을 실시한다. 마지막으로 재배지의 배수관계가 나쁜 곳은 잎마름병 발생의 큰 원인이 되므로 배수를 좋게한다.

2) 균핵병 발생의 예방과 치료효과

길항균 AB17을 이용해 균핵병 발생 예방효과를 검정결과, 병원균만 처리한 것과 비교를 했을 때 55%의 발병억제의 효과를 볼 수 있었다. 병의 치료효과 검정에서는 AB17을 처리하지 않은 처리구는 5일 후에 완전히 고사를 했지만, AB17을 처리한 pot에서는 11일까지 생육시킨 결과 2번에 걸쳐 잎이 새로 나도 전혀 발병이 되지 않아 100%의 치료효과를 볼 수 있었다. 길항균을 이용하여 균핵병의 예방과 치료가 가능하므로 화학농약의 사용을 하지 않는 청정 잎들깨 생산이 가능하다.

3) 잿빛곰팡이병 발생의 예방과 치료효과

길항균 AB17을 이용해 잿빛곰팡이병 발생 예방효과를 검정한 결과, *B. cinerea* MK02 포자액을 처리한 것은 100%발병으로 고사를 하는데, AB17 처리 1일 후, *B. cinerea* MK02를 처리한 pot에서는 60%의 발병이 일어나 40%의 예방효과를 볼 수 있었다. 병의 치료효과 검정에서는 AB17을 처리하지 않은 pot에서는 9일만에 전부 고사하였으나, AB17을 처리한 pot는 13일까지 생육시킨 결과 병징이 나타나지 않았다. AB2와 AB17의 이용으로 잿빛곰팡이병 방제와 치료가 가능하며 농약 사용에 의한 토양의 오염과 잔류농약의 피해를 막을 수 있고, 병해로부터 피해를 줄여 안정된 고품질 잎들깨의 생산에 기여할 수 있을 것이다.

2. 내병성 및 일장둔감형 고품질 다수확 잎들깨 육성

가. 유전자원의 수집 및 특성 조사

국내외에서 111개의 들깨 유전자원들을 수집하여 각 유전자원들의 품종 육성과 관련된 주요 형질 및 특성들을 조사하였다. 경장은 64cm로부터 225cm까지 다양하게 나타났는데, 러시아로부터 수집된 종들은 단간종이 많았다. 들깨의 개화시기는 7월 27일로부터 10월 초순까지 다양한 분포를 보였는데, 이들 중에서 3 유전자원들(유전자원 31, 38, 39)은 10월 초순까지 개화하지 영양생장을 계속하는 종을 수집하였는데, 겨울철 하우스내에서 개화를 지연시킬 수 있는 잎들깨 재배용 품종을 개발하기 위한 자료로서 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

나. 들깨 주요 병원균에 대한 중간 모본 선발

잎들깨의 소비가 증가함에 따라 재배면적이 급격히 증대하고 있으나 병해충의 피해는 날로 심각해지고 있다. 잎들깨의 주요 병해는 녹병, 균핵병, 세균성 시들음병, 및 잎점무늬병 등의 병이 발생되고 있으나 이 병들에 대한 저항성 계통 및 품종 선발은 전무한 실정이다. 따라서 본 실험은 회색곰팡이병, 균핵병, 탄저병 및 시들음병 저항성 구멍을 통하여 최대한 이병발생이 높은 환경하에서도 강한 저항성(병징 정도 1~2)을 나타내는 유전자원들을 선발하고자 하였다. 회색곰팡이병에 저항성을 나타내는 3개의 유전자원들(유전자원 2, 52, 78), 균핵병에 저항성을 나타내는 3개의 유전자원들(유전자원 30, 64, 65), 탄저병에 저항성을 나타내는 2개의 유전자원들(유전자원 46, 78) 및 시들음병에 저항성을 나타내는 2개의 유전자원들(유전자원 32, 42)을 선발하였다. 앞으로 이들은 병 저항성 품종을 개발하기 위한 계통으로 활용이 가능할 것이다.

다. 우량계통 순계분리를 위한 RAPD 최적조건 구명

특정 DNA의 인지부위를 절단하는 제한효소에 의해 유발되는 RFLP가 유전자형의 fingerprinting, 육종에서의 선발, 분자유전자지도의 작성 등 다방면에 활용되면서부터 DNA-based marker는 급속도로 발전되었는데, PCR-based marker인 RAPD, microsatellites, AFLP 등의 개발과 더불어 작물유전육종의 과학화, 체계화를 위한 중요한 수단이 되고 있다. 본 실험의 목적은 들깨의 Template DNA 농도,

MgCl₂ 농도, Taq polymerase 양 등을 각각 3 수준씩 요인 실험하여 PCR 최적 조건을 구명하고자 함은 물론 Denature, Annealing, Extension 온도를 달리하여 최적 온도를 구명하여 들깨 병 저항성에 대한 유전자원을 찾기 위한 자료로 활용하고자 하였다. Template DNA 농도는 60ng(0.5unit Taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, 1unit Taq polymerase and 2.5mM MgCl₂, 그리고 1unit Taq polymerase and 7.0mM MgCl₂)일때에 가장 좋았다. MgCl₂ 농도는 2.5mM(40ng Template DNA and 0.5unit Taq polymerase DNA, 60ngTemplate DNA and 0.5unit Taq polymerase, 그리고 60ng Template DNA and 1unit Taq polymerase)와 4.5mM(40ng Template DNA and 1unit Taq polymerase, 60ng Template DNA and 0.5unit Taq polymerase), 그리고 7.0mM(40ng Template DNA and 1unit Taq polymerase, 60ng Template DNA and 1unit Taq polymerase)에서는 Template DNA와 Taq polymerase농도가 적합하면 좋은 결과가 나타나는 것으로 판명되었다. Taq polymerase 농도는 0.5unit(60ng Template DNA and 2.5mM MgCl₂, 60ng Template DNA and 4.5mM MgCl₂)와 1unit(40ng Template DNA and 2.5mM MgCl₂, 40ng Template DNA and 4.5mM MgCl₂, 40ng Template DNA and 7.0mM MgCl₂, 60ng Template DNA and 2.5mM MgCl₂, 그리고 60ng Template DNA and 7.0mM MgCl₂)에서는 Template DNA와 MgCl₂ 농도가 적합하면 좋은 결과가 나타나는 것으로 판명되었다. Template DNA 농도, MgCl₂ 농도, Taq polymerase 농도를 종합하여 볼 때, 3조건들(60ng of template DNA, 2.5mM MgCl₂ and 0.5unit taq polymerase; 60ng of template DNA, 2.5mM MgCl₂ and 1unit taq polymerase; 그리고 60ng of template DNA, 7.0mM MgCl₂ and 1unit taq polymerase)에서 가장 좋은 결과가 나타났다. PCR 반응의 적정 온도는 84℃, 32℃, 62℃; 90℃, 40℃, 72℃; 그리고 92℃, 36℃, 72℃로 판명되었다.

라. 밀양지역 재배 잎들깨의 현황 및 형태적·분자 유전학적 특성조사

겨울철의 하우스 재배면적이 95% 이상을 차지하는 밀양 지역 잎들깨 재배 품종을 수집하여 본 실험은 밀양 지역 잎들깨 재배 품종을 수집하여 형태적 특성검정과, 분자유전학적 특성검정을 검정하여 상품의 균일성과 재배안정성을 밝히고자 하였다. 품종의 종피색이 균일하지 않을 때에 재배품종의 균일도가 감소하였다. 개화기 분리양상을 조사해본 결과 각 재배농가의 종자 균일성(순도)에 문제가 우려할

만한 수준임이 판명되었다. 경장의 차이는 엽수량에 크게 영향을 미치지 않으며 편차의 정도가 재배 품종(종자)의 균일성을 나타내며, 종자가 균일할수록 엽수량에 절대적인 영향을 미친다는 사실을 알게 되었다. 분자 유전학적 특성조사에서도 경장과 엽수량에서 밝혀진 사실과 똑 같은 결과가 나타내었다. RAPD 분석 결과, 상동 D, E 상남 B, D, E 단장 A, B, E의 지역들의 표본에서 나온 band들은 항상 같은 양상을 나타내었으며 이들 지역을 제외한 다른 모든 지역들에서 나온 band들은 다형화현상을 나타냈다. 본 실험을 종합적으로 고려해볼 때, 밀양의 들깨 재배농가들 중 상동 D, E 상남 B, D, E 단장 A, B, E 등지의 농가들에서는 순수한 품종을 유지하며 들깨 재배를 해 온 결과 높은 수량성이 가능하였으나, 다른 지역들에서는 그 정도의 차이는 있으나 현재 재배종자들이 혼형집단으로서 높은 수량성을 기대할 수 없는 실정이었다. 따라서 상품의 균일성을 높이고 품질을 향상시키기 위해서는 이품종이 혼입되지 않은 순수 계통을 보급하여 재배하는 것이 가장 우선적으로 선행되어야 할 과제라고 생각된다.

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

들깨는 겨울 신선채소로서 그 수요가 매년 증가하고 있으나, 생산기반이 취약하고, 경영규모가 영세한 실정이며, 과중노력, 슈음작업 및 제초작업 등을 대부분 인력에 의존함으로써 악성 노동력이 심화되고 있다. 또한 타품종이 혼입되어 발아율과 초기생육이 불균일하여 규격화된 잎들깨를 확보하지 못하여 품질이 저하되고 있다. 또한 병해충 방제를 위해 맹독성 농약을 살포하여 식품 안정성 문제도 야기되고 있다. 이와 함께 개화 지연을 위해 일몰 후부터 실시하는 전조는 전력낭비를 초래하고 있으며, 이는 곧 생산단가를 상승시키는 요인이 된다.

현재 세계 종자산업의 시장규모는 100억불 정도이며, 우리 나라는 450억원 정도 추산되는데, 이럴 경우 기술료는 총매출액의 2-3%인, 10-15억원을 매년 기술료로 지불해야 될 것으로 본다. 전세계적으로 대규모로 코팅종자를 산업화하고 있는 회사는 미국의 Peto seed Co. 일본의 스미도모사가 있으나, 이들 회사는 자사의 판매이익과 직접적으로 관련되어 있어서 코팅공정상의 기법과 코팅물질의 종류 및 특성은 공개를 기피하고 있는 실정이다. 설사, 이들 회사로부터 코팅기술을 도입한다 하더라도 royalty를 지불하여야만 가능하기 때문에 코팅공정 기술은 반드시 자체적으로 개발되어야 할 것으로 본다.

따라서 세부 1과제의 연구결과를 통하여 얻을 수 있는 활용방안은 1) 종묘회사의 고품질의 종자생산을 유도하고, 2) 종묘회사에 기술이전하므로 산업화가 가능하고, 3) 이제까지의 신품종 개발 위주에서 종자품질 향상 측면의 중요성을 인식시키고, 4) 종자처리 기술에 대한 특허출원이 가능하여 종자 코팅기술의 해외 이전시 royalty가 확보되며, 5) 코팅 종자의 기계화로 정밀과중함으로써 농업 생산자의 노령화로 인한 일손부족, 노임상승, 노동집약적인 악성노동의 문제해결에 기여할 수 있을 것이다. 아울러 코팅종자의 이용은 경영상 유리한 측면이 많을 것이며, 코팅 종자 보급에 따라 새로운 생력재배의 기술 체계가 확립될 것이다. 이를 뒷받침하기 위해서 정밀 과중기 등 코팅종자의 특성을 살릴 수 있는 기술, 자재, 기기 개발도 가속화 될 것으로 전망된다. 또한 6) 저비용 재배기술의 개발, 7) 효율적인 야간 조광관리로 야간 온도를 1-2℃ 상승시켜 난방비를 절감할 수 있고 현행 재배농가들이 야간에 동시 전력 사용으로 야기되는 전원 차단문제도 극복될 수 있다. 8) 아울러 잎들깨의 색소발현을 증대시키고 규격화된 잎 생산이 가능하여 농가 소득향상이 가능할 것이다. 9) 또한 잎들깨 품질평가의 기준이 확립되어 양보다는 질적상품 생산을 유도할 수 있을 것으로 본다.

세부 2과제의 연구결과를 통하여 얻을 수 있는 활용방안은 1) 생물학적 방제기술을 개발하여 청정 잎 들깨를 생산하고, 2) 각종 병해로부터 피해를 감소시켜 안정된 고품질 잎들깨를 생산하며, 3) 길항균을 이용한 생물학적방제로 화학농약의 사용량을 줄여 농약잔류 위험성을 줄이고, 4) 신품종 육성을 위한 유전자원의 확보 및 보존이 가능하며, 5) 내환경 적응성 품종의 육성으로 재배안전성이 확보되어 주년 재배가 가능하고, 6) 개화지연을 위해 야간 전조 비용을 절감할 수 있으며, 7) 유전 공학적 기법을 이용한 분자 육종을 활성화시키며, 8) 생산경비의 절감 및 품종 효율성 제고로 농가 소득 증대, 그리고 9)환경친화형 재배기술을 개발하여 재배환경개선과 토양오염을 막을 수 있다.

가. 추가연구의 필요성 및 타 연구에의 응용

본 연구 결과의 활용을 위한 분야별 추가 연구의 필요성은 다음과 같이 요약할 수 있다. 종자 코팅분야에서는 종자 발아를 촉진시킬 수 있는 방법이 개발되었으며, 이를 공장생산화하여 활용하는 기술을 도입하여야 할 것이다. 이러한 기술은 들깨는 물론 다른 채소종자와 미세 화훼종자 등에도 응용이 가능 할 것이다.

안료 첨가 피복재의 개발에 관한 연구의 결과를 활용하기 위해서는 안료 첨가 후의 온도 습도 등의 환경 변화와 실용화에 관한 검증이 이루어져야 할 것이며, 이러한 결과의 활용분야는 모든 겨울철 시설 재배식물의 피복재로서 사용될 수 있을 것이다.

미생물 농약의 개발과 생물학적인 방제 시험에서는 균핵병과 잿빛곰팡이병에 대해서 항균력을 나타내고, 식물의 생장을 촉진시키는 AB2와 AB17균을 분리하였으며, 이들 균의 활용을 위해서는 대량 배양방법과 제제화할 수 있는 기술의 개발이 필요하다. 또한 이러한 방법이 확립된다면 들깨뿐만 아니라 딸기, 고추 등의 채소류의 병원균 방제에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

들깨 유전자원들의 주요 병해충 저항성 검정 및 저항성 중간 모본 선발, 중간 모본의 특성 검정 및 유전자원 증식에 관한 연구에서 얻어진 병저항성 유용 자원을 이용하여 병저항성 잎들깨 품종을 육성하기 위한 추가적인 실험이 요구된다.

나. 기업화 추진방안

종자의 코팅 분야에서는 기업체에 기술을 이전하거나, 대학내에 벤처 기업을 만

들어서 본 연구결과를 활용할 수 있을 것이다. 본 연구결과는 신문을 통하여 홍보된 이후에 주문이 쇄도하여 현재 본 대학의 종자연구실에서는 종자 코팅기계를 구입하여 들깨 종자를 매년 수십 kg의 종자를 코팅하여 농민에게 공급하고 있다. 따라서 이를 토대로 하여 들깨 종자뿐만 아니라 채소나 화훼종자들도 코팅하여 판매할 수 있을 것으로 기대된다.

안료를 이용한 필름의 개발은 기업체에 기술 이전이 가능할 것으로 생각된다.

병원균에 대한 항균력과 식물생장촉진 활성을 갖는 AB2와 AB17을 이용하여 미생물 농약과 미생물 비료로 개발이 가능하므로, 미생물 제재 업체에 기술 이전이 가능할 것이며, 본 대학에서 실용화 할 수 있는 생산체제를 완비하여 벤처기업을 만드는 것도 고려중에 있다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

들깨 종자는 1년 정도의 수명을 갖는 단명종자이고 품종에 따라서 수확 후 85~200일 정도의 종자 휴면을 갖는 것으로 보고되고 있는데(조 등, 1986), 특히 잎 수확용 들깨인 광엽계 품종들은 휴면 기간이 긴 것으로 알려져 있다(서와 이, 1992). 이러한 들깨의 휴면성은 주년 재배를 제한하는 요인이 될 수 있다. 따라서 잎 채소가 부족되기 쉬운 겨울철 시설내에서의 들깨 재배는 저온과 토양의 염류집적 등으로 발아가 저조하여 입묘를 확보하는데 많은 어려움이 있다.

종자의 활력 상실은 불가피한 생리현상이지만 활력이 저하된 종자를 priming 처리(Bradford, 1986; Kang 등, 1997; Khan, 1992), 식물생장조절제(Karssen, 1995; Persson, 1993)처리 등 적절한 종자처리에 의해 부분적인 활력 회복이 가능하다.

종자의 발아력을 향상시키는 방법들은 침지처리, 습도조절처리, priming, solid matrix priming(SMP), 최아, 습윤저온처리(moist chilling), 건열처리, 광조사, 산소공급, 성장조절제 처리 등이 있다. 또한 입묘를 억제하는 불량 환경요인들을 경감시켜 발아와 입묘율 향상시킬 수 있는 종자처리로는 화학적, 물리적인 파상처리, 종자코팅과 펠렛팅, 살균제와 영양물질 처리 및 유용미생물 종자 접종 또는 코팅 등이 포함된다.

지금까지 발아촉진을 위해 액체 삼투용액에 종자를 침지시키는 osmo priming 처리가 널리 이용되었다. 그러나 osmo priming은 대립종자에서는 발아력 증진에 그다지 효과적이지 못했다. 또한 일부종자에서는 처리과정중과 처리 후 종자가 손상되어 발아력이 저하되는 경우도 있었다.

Solid matrix priming(SMP) 처리는 고체 carrier, 종자, 수분을 일정비율로 혼합하여 carrier의 매트릭포텐셜에 의해 종자의 수분흡수를 조절하는 것으로 종자처리의 새로운 분야이다.

SMP는 소립과 대립종자에서 대량처리가 가능할 만큼 효율적이고 이용 잠재력이 높으며, 많은 작물에서 발아력 향상에 유용한 처리로 보고되고 있다. SMP 시스템의 특성은 처리과정중 산소공급을 최소화시킬 수 있으며, 발아활성 물질과의 조합처리가 용이하다.

SMP와 osmo priming 처리의 차이점은 SMP는 처리종자의 수분흡수가 고체

carrier의 매트릭포텐셜에 의해 조절되는데 반해, 액체 삼투용액에 침지하는 osmo priming은 용액의 삼투압에 의해서 수분흡수가 조절된다. 따라서 SMP에 사용되는 carrier들은 매트릭포텐셜과 수분보유력은 높아야 하며, 처리과정중 수분과 혼합하더라도 용해되지 않는 물질이어야 한다. 또한 처리과정중 유용미생물을 첨가했을 때 미생물의 증식을 촉진하는 물질이면 더욱 좋다.

액체 용액에 실시하는 osmo priming은 처리후 수세하여 처리제를 제거해야만 발아력이 향상되나, SMP는 처리후 종자표면에 부착되어 있는 carrier들은 토양입자와 매트릭 성질 비슷하여 토양에 쉽게 혼합되기 때문에 반드시 제거할 필요가 없는 장점이 있다.

또한 코팅종자는 종자 주위에 입묘를 증진시킬 수 있는 여러 가지 성장촉진제(Valdes와 Bradford, 1987), 살균제(Taylor와 Harman, 1990), 영양물질(Canerday, 1990; Sharples과 Gentry, 1980; Smid와 Bates, 1971)의 첨가가 가능하여 포장체계에 비하여 경제적이고 처리 효율성을 극대화시킬 수 있다. 특히 우리나라와 같이 농촌노동력 부족 현상이 심화되고 있는 현실을 고려해 볼 때 코팅종자의 도입은 반드시 이루어져야 될 분야이다. 지금까지 코팅 접착제로 methyl cellulose 비롯한 몇 가지 물질이 보고(Baxter와 Waters, 1986; Taylor와 Harman, 1990)되고 있으나, 코팅 종자의 산업화를 위해서는 가격이 저렴하고 발아에 장애를 주지 않는 접착제 탐색이 선행되어야 한다.

코팅을 위한 적정 처리농도는 접착제의 종류에 따라 다르나 일반적으로 0.5~4.0% 범위가 적당하다고 알려져 있다(Baxter와 Wates, 1986). 그러나 PVA는 고농도에서도 다른 접착제 비해 발아억제 현상이 낮았다. 이는 코팅 종자의 경도 강화를 위해 접착제 농도를 증가하더라도 발아를 크게 억제하지 않는다는 것을 시사하고 있다. 코팅종자에 적합한 접착제를 선발한 선행연구에서는 methyl cellulose와 gum arabic 등이 가장 우수했다고 하였고, 목초종자에서는 석회를 피복물질로 사용한 경우는 methyl cellulose가, 활성탄소를 피복물질로 사용했을 때는 polyvinyl acetate가 접착능력이 우수했다고 하여 코팅 피복물질에 따라 적정 접착제가 달라짐을 알 수 있었다.

코팅 종자의 생산은 접착제를 분사하여 코팅물질이 종피에 연속적으로 부가됨으로서 치밀화 된 코팅 종자를 생산할 수 있다(Scott, 1989). 지금까지 알려진 코팅물질로는 여러 가지 광물질과 유기물인 peatmoss, sawdust 등이 사용되어 왔다(Roos와 Moore, 1975). 그러나 코팅종자에 사용되는 피복물질의 종류에 따라 형태가 불량하거나 상품성이 없는 코팅종자가 생산될 수 있다. 또한 외관이 우수하더라도 발아를 저해하는 물질은 실용성이

없을 것이다.

코팅종자에 살균제 등의 첨가효과는 토양속에는 작물 생육을 촉진하는 유용 미생물 뿐만 아니라 유해한 미생물들이 존재하는데, 작물은 이러한 유해한 미생물들에 의해 입묘가 불량해지고 생산성이 저하되는 것을 막을 수 있다. 살균제를 첨가한 코팅종자는 내병성을 강화시키고 토양의 유해균으로부터 종자와 묘를 보호할 목적으로 사용된다. 지금까지 살균제를 이용한 종자처리는 곡류의 깜부기병, 보리의 흰가루병, 목화의 *Rhizoctonia*, 옥수수 및 사탕수수의 노균병 방제에 대단히 성공적이었다. 또한 살균제의 종자처리는 이를 엽면살포한 경우보다 병방제 효과가 우수하며, 묘출현율을 향상시킬 수 있는데 그 효과는 유해균의 생장이 왕성하고 불량 발아조건인 저온에 파종된 종자에서 현저한 효과를 보인다는 견해가 대체적이다.

Seed sheet는 멀칭비닐의 중앙부에 일정간격으로 원형의 구멍을 뚫은 후 그 가장자리에 일정립의 종자를 부착하여 파종과 멀칭작업을 동시에 수행하도록 제작된 것이다. 코팅종자나 seed sheet 모두 생력효과를 높일 수 있는 파종기술인데, 국내에서는 참깨에서 sheet 종자가 실용화되어 있다. 따라서 참깨와 유사한 재배적 특성을 지닌 들깨종자에 seed sheet의 가능성이 인정된다면 코팅종자와 더불어 노력절감형 생력재배법을 정착시킬 수 있을 것이다.

Seed sheet를 변형시킨 것으로 종자판이 있는데, 종자판은 수분 분해성이 높은 종이판 위에 종자를 부착하여 파종이 용이하도록 한 것이다. 종자판의 이용은 인력에 의한 손파종보다 파종작업을 10배 빠르게 할 수 있고 솟음작업을 생력화시킬 수 있는 이점이 있어 일부 농가에서는 이를 이용되고 있다.

테이프 종자는 폭이 좁고 길이를 길게한 끈 위에 종자를 일정한 간격으로 부착한 것인데 사용하는 재료는 수분분해성이 높은 물질이 적합하다. 테이프 종자의 장점은 손으로 테이프를 간단히 늘어뜨리면 파종이 되기 때문에 파종의 생력효율을 높일 수 있는데, 일본에서는 십자화과 작물의 대부분이 테이프 종자로 파종되고 있다. 이와 같이 seed sheet는 파종작업의 생력화가 가능하여 코팅종자의 대안책으로 제시될 수 있다.

생물농약은 생물체 자체인 미생물(세균, 곰팡이, 바이러스)과 선충(線蟲) 및 천적 곤충(天敵昆蟲)을 활용하는 것과 미생물이 생산하는 활성물질을 이용하는 것으로 분류할 수 있으며, 활용분야는 살균살충(殺菌殺蟲), 제초, 성장조절제 및 상해(霜害) 방지제가 개발되어 있는 실정이다.

국내에서 사용하고 있는 농약은 모두 선진국에서 개발된 것을 도입하거나, 특히

가 끝난 제품의 복제 생산 또는 기술 제휴에 의한 것으로 새로운 제품의 개발은 아직도 많은 난관을 극복하지 않으면 안되는 것이 현재의 실태라 할 수 있겠다. 또한 현재의 농약 관리법에는 미생물, 천적 등의 생물자원을 이용한 생물농약이 포함되어 있으나, 유기합성 농약의 시험 기준이나 등록 기준에 준하여 취급되므로 새로운 기준설정도 필요한 과제라 할 수 있다.

미생물 생산 활성 물질인 농약용 항생물질 역시 외국에 비해 20~30년 후에 출발하였으나 많은 연구가 추진되었으며, 현재도 신물질 탐구에 힘쓰고 있다.

병해 방제용으로 흰마름병(42), 제초제용인 Cychloheximide(8, 58)를 분리 동정한 바 있으며, 방선균(放線菌) Streptomyces균에 의한 최초의 Maculocin을 분리한 바 있으나, 신 천물질 분리나 유망한 물질의 활성까지는 이르지 못하고 있다.

국내에서 개발시 문제점은 자체개발에 의한 실용화를 추진하고 있으나, 여러 가지 요인이 문제점으로 대두되고 있다. ① 국내 개발기술은 연구역사가 짧고 기술수준이 낮으며 연구인력이 수적으로 부족하다. 또한 산발적이고 흥미위주의 연구가 주류를 이루고 있으며 체계적인 연구에 의한 기술축적과 산,학,관,연의 공동연구가 부족하다. ② 방제대상의 선택성이 좁아, 1~2종에 대해서만 효과를 보여 사용이 제한적이다. ③ 농약을 조제판매하는 입장에서 볼 때 한정된 방제대상, 개발시 많은 인원, 시설 투자 등 수익보장이 어렵다. ④ 사용자의 입장에서는 효과가 속효성(速效性)인 화학농약의 선호. ⑤ 농약 등록시 화학농약과 같은 동일한 조건의 제출서류 작성시 해결능력 부족 및 많은 시일 소요 등을 들 수 있다.

이용상의 문제점을 보면 생물농약은 화학농약과는 달리 항생물질을 제외하고는 생명체인 관계로 현재 사용하고 있는 화학농약과 같은 품질 보증 기간을 정하는데 많은 어려움이 있으므로 별도의 방법을 제시하지 않으면 안될 것이다(보존기간, 활성분석 방법 등)

따라서 금후 생물농약의 전망을 살펴보면 전 세계 농약시장에서 생물농약이 차지하는 매출액은 전체농약 278억\$('94)중 1%인 2~3억\$에 지나지 않으며, 개발 실용화된 70여종(항생물질 제외)중 각국에서 가장 많이 사용하고 있는 Bt제를 제외하면 대부분의 생물농약은 사용량이 미미한 실정이다. 사용중인 생물농약도 화학농약보다 우수하거나 농약저항성 문제로 약효를 볼 수 없는 병해충 방제에 한하거나 화학농약으로 방제하기 어려운 뿌리혹 세균병(細菌病) 등과 같은 방제제(防除劑)로 이용되고 있다.

그러나 이제까지 매우 효과적이며 사용량이 많았던 우수한 화학농약이 과학기술의 발달에 의해 전에 구명되지 않았던 독성이 밝혀져 사용제한 또는 폐기되는 현실로 볼 때 저독안전(低毒安全)한 생물농약의 매력은 높아질 것이며, 새로운 약제 개발과 실용화는 더욱 촉진될 것으로 생각된다.

특히, 환경생태계에 영향을 주지 않는 점, 약제 저항성 출현이 거의 없고, 저항성 병해충에 효과적이며, 생물농약 사용으로 깨끗하고 안심할 수 있는 농산물을 생산할 수 있다는 의식변화, 부존자원(賦存資源)을 이용한 저렴한 개발비 등으로 볼 때 생물농약의 개발 실용화는 매우 기대된다 하겠다.

또한 농약을 필수적으로 사용치 않으면 안될 국내의 입장에서는 생물농약의 개발은 필히 이루어져야 할 과제라 할 수 있다.

지금까지 개발하고 있는 국내의 연구결과를 확대발전시킨다면 단기간내에 실용화가 가능할 것이며, 2000년전에 최소 2~3종의 새로운 생물 농약이 개발되어 세계농약시장에 참여할 수 있을 것으로 전망된다.

따라서 본 연구에서 수행한 내용은 국내에서 시장성을 물론 국제 시장에서도 경쟁력을 충분히 갖출 수 있을 것으로 기대된다.

제 7 장 참고문헌

1. Allot-Deronne, M. and F. Blondon. 1980. Acquisition d'une induction florale indirecte dans la feuille du *Perilla*: comportement oppose du *Perilla ocymoides* L. et du *Perilla nankinensis laciniata* Decne. Acquisition of indirect floral induction in the *Perilla* leaf: behaviour opposed to that of *Perilla ocymoides* L. and *Perilla nankinensis laciniata* Decne. Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Academie des sciences. Serie D: Sciences naturelles. 291(9): 785-788.
2. Allot-Deronne, M. 1980. Effets d'une temperature fraiche (5 degrees C) appliquee soit au niveau des racines, soit au niveau des parties aeriennes, sur la floraison du *Perilla ocymoides* L. Flowering of *Perilla ocymoides* L.: action of low temperature (5 degrees Celsius) applied either on root system or aerial parts Floral induction of *Perilla ocymoides*. Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Academie des sciences. Serie D: Sciences naturelles. 290(14): 1035-1038.
3. Boyer, G.L. and J.A.D. Zeevaart. 1981. Analysis of the EDTA-enhanced phloem exudate obtained from flowering and vegetative *Perilla Ocymoides*. Annual report - Michigan State University, MSU/DOE Plant Research Laboratory. p. 125-126.
4. Bulakh, A.A. and D.M. Grodzinskii. 1970. Red-far red effect and the formation of anthocyanins in plants (rye, *perilla ocymoides*). Physiol Biochem Cultiv Plants 2(1): 16-20.
5. Cho, J.L. Y.W. Choi, H. Kang, and S.K Um. 1986. Studies on the germination of *perilla* seeds (*Perilla ocymoides* L.). I. Effect of temperature and storage method on the germinability. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 27(4): 320-330.
6. Danilova, M.F. and T.K. Kashina. 1982. Nucleolar ultrastructure in shoot apex of *Perilla ocymoides*. Phytomorphology. 32(4): 323-334.
7. Danilova, M.F. and T.K. Kashina. 1984. Ultrastructure of the nucleolus in cells of the shoot apex of *Perilla ocymoides* (Lamiaceae). Botanicheskii zhurnal. 69(3): 371-376.
8. Danilova, M.F. and T.K. Kashina. 1987. Ultrastructure of glandular hairs in *Perilla ocymoides* (Lamiaceae) in connection with their possible participation in photoperiodic induction of flowering. Botanicheskii zhurnal. 72(5): 561-568.
9. Danilova, M.F. and T.K. Kashina. 1987. Ultrastructure of glandular scales in *Perilla ocymoides* (Lamiaceae) in connection with their possible involvement in the synthesis of steroid hormones and gibberellins. Botanicheskii zhurnal. 72(4): 427-435.
10. Danilova, M.F. and T.K. Kashina. 1988. Ultrastructure of peltate glands in *Perilla ocymoides* and their possible role in the synthesis of steroid hormones and gibberellins. Phytomorphology. 38(4): 309-320.
11. Danilova, M.F. and T.K. Kashina. 1989. Ultrastructure of glandular hairs

in *Perilla ocymoides* (Lamiaceae) in connection with their possible involvement in photoperiodic induction of flowering. *Phytomorphology*. 39(4): 265-275.

12. **Hahn, S.J. G.H. Choi and S.M. Oh.** 1986. Studies on the quantitative analysis of growth and response of photoperiods in perilla (*Perilla ocymoides* L.). *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*. 27(3): 213-223.
13. **Ibrahim, R K. and D. Edgar.** 1976. Phenolic synthesis in perilla (*Ocymoides*) cell suspension cultures *Phytochemistry* 15(1): 129-131.
14. **Karmanov, V.G. G.A. Odumanova-Duaeava, and E.V. Solov'ev.** 1980. Dynamics of the activation of physiological processes in plants during a light period in the middle of the dark period of the daily cycle *Perilla ocymoides*, *Phaseolus mexicanus*, beans. *Doklady, botanical sciences*. 250/252 p. 39-43.
15. **Karmanov, V.G. and G.A. Odumanova-Dunaeva.** 1981. On the role of photosynthesis in the light interruption of dark processes of photoperiodic reaction in plants Short-day plant *Perilla ocymoides*, long-day plant *Kalanckoe daigremontiana*. *Botanicheskii zhurnal*. 66(5): 674-683.
16. **Kashina, T.K.** 1976. Ontogenesis of leaf in perilla *Ocymoides* L. (Labiatae) *BOT ZH* 61(4): 547-555.
17. **Kashina, T.K. M.F. Danilova, and B.S. Moshkov.** 1981. Chloroplast ultrastructure in the leaves of *Perilla ocymoides* (Lamiaceae) and photoperiodic response of flowering Thylakoids, *Botanicheskii zhurnal*. 66(12): 1685-1694.
18. **Kashina, T.K. M.F. Danilova, and B.S. Moshkov.** 1983. Structure of thylakoids in chloroplasts of *Perilla ocymoides* leaves and photoperiodic response of flowering. *Phytomorphology*. 32(1): 55-66.
19. **Moshkov, B.S. G.A. Odumanova-Dunaeva, E.V. Solov'ev, and N.V. Khovanskaia.** 1974. The correlation of photoperiodic relation with photosynthesis during the ontogenesis of perilla *ocymoides*, *brassica*, *carinata*). *Bot Zh* 59(11): 1559-1575.
20. **Moshkov, B.S. and G.A. Odumanova-Dunaeva.** 1970. Dark carbon dioxide fixation and photoperiodism (*perilla ocymoides*, *Kalanchoe Daigremontiana*). *Acad Sci USSR DOKL Bot Sci* 190/192: 39-42.
21. **Moshkov, B.S. and G.A. Odumanova-Dunaeva.** 1970. Relation between carbon dioxide fixation in dark and photoperiodism (*perilla ocymoides* *Kalanchoe Daigremontiana*). *Akad Nank SSSR Dokl* 192(6): 1387-1390.
22. **Ochesanu, C. M. Bianu-Morea, and A. Marki.** 1972. Quelques aspects de l'induction photoperiodique chez perilla *ocymoides* L. I. Some aspects of the induction of photoperiodism in perilla *ocymoides* L. *Rev Roum Biol Ser Bot* 17(1): 43-46.
23. **Ochesanu, C. M. Bianu-Morea, and A. Marki.** 1972. Respiration intensity as related to photoperiodic induction in perilla *ocymoides* L. *Rev*

- Roum Biol, Ser Bot 17(6): 377-381.
24. **Odumanova-Dunaeva, G.A.** 1983. Carbon dioxide exchange of the overground part and root system of *Perilla ocymoides* L. during the period of photoperiodic induction of flowering.
 25. Doklady : botanical sciences - Akademiia nauk SSSR. 268/270 p. 57-61.
 26. **Odumanova-Dunaeva, G.A.** 1983. Dynamics of photosynthesis and respiration of shoots and roots in *Perilla ocymoides* (Labiatae) during photoperiodic induction of flowering. *Botanicheskii zhurnal*. 68(9): 1168-1176.
 27. **Savin, V.N. and T.K. Kashina.** 1974. The effect of acute gamma-irradiation of a whole plant on leaves of different levels (*Perilla ocymoides*). *Bot Zh* 59(3): 354-365.
 28. **Sergeeva, E.A.** 1976. Effects of gamma rays on the respiration and growth of perilla (*Ocymoides*) plants. *Radiobiology* 16(2): 196-199.
 29. **Zeevaart, J.A.D. G.L. Boyer.** 1987. Photoperiodic induction and the floral stimulus in *Perilla*. *Manipulation of flowering* / J.G. Atherton, [eds]. London : Butterworths, 1987. p. 269-277.
 30. **Antonov, I., K. Slavov, P. Purvanov and S. Stanchey.** 1978. Pelleting of sugar beet seed and of some other crops. *Plant Sci.* 15:120-135.
 31. **Baxter, L., and L. Waters.** 1986. Effect of hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cowpea. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:31-34.
 32. **Baxter, J., L. Waters.** 1986. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration and germination of sweet corn at four matrix potentials. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:17-20
 33. **Bradford, K. J.** 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience* 21:1105-1112.
 34. **Burris, J. S. and D. C. Mecgee.** 1991. Seed coating technology. Reserach work at Iowa State University, Seed Science Center, Ames, Iowa 50011.
 35. **Canerday, R.** 1990. Coating creates nutrient environment. *Seed World*. June. p48-49.
 36. **Conway, K. E.** 1986. Use of fluid drilling gels to deliver biological control agents to soil. *Plant Dis.* 70:835-39
 37. **Dadlani, M., V. V. Shenoy and D. V. Seshu.** 1992. Seed coating to improve stand establishment in rice. *Seed Sci. & Technol.* 20:307-313.
 38. **Duan, X., and J. S. Burris.** 1995. Effect of pericarp factors on film coated sugar beet germination. Forurth. National Sympo. Stand Establishment of Horticultural Crops. p.51-60.
 39. **Durrant, M. J., and A. H. Loads.** 1986. The effect of pellet structure on the germination and emergence of sugar-beet seed. *Seed Sci. &*

40. **Giammichele, L. A., and W. Pill.** 1984. Protection of fluid-drilled tomato seedling against damping-off by fungicide incorporation in a gel carrier. HortScience 19:877-79
41. **Halmer, P.** 1988. Technical and commercial aspects of seed pelleting and film-coating. In Application to Seeds and Soil(ed.). T.J. Martin, pp. 191-204. Thornton Health/Surrey, England, Bri. Crop. Prot. Counc.
42. **Halsey, L. H. and J. M. White.** 1985. Influence of raw and coated seed on production of carrots in relation to seeder device. HortScience 15:142-144.
43. **Hwang, W. D. and F. J. M. Sung.** 1991. Prevention of soaking injury in edible soybean seed by ethyl cellulose coating. Seed Sci. & Technol. 18:269-278.
44. **伊東 正.** 1988. シードプライミング, p.199-210. そ菜種子生産研究會.ハイテックによる野菜の採種. 誠文堂新光社, 日本.
45. **Jackson, I. M., S. Roberts, P. Timmins, and H. Sen.** 1989. Comparison of laboratory-scale processing techniques in the production of coated pellets. Pharm. Technol. Intl. Nov./Dec., p 22-32.
46. **강점순, 조정래.** 1996. 수박 종자의 Priming 처리가 발아 및 유효생장에 미치는 영향. 한국원예학회. 37:12-18.
47. **강점순, 조정래, 정연옥.** 1996. 토마토 종자의 Priming과 처리후 발아기간중의 형태학적 변화. 한국원예학회 37: 206-213.
48. **강점순, 조정래, 정연옥.** 1996. 수분 및 염분 Stress 조건에서 토마토 종자의 발아에 미치는 priming 효과. 한국원예학회 37:616-521.
49. **강점순, 조정래.** 1996. 적정 priming 조건이 토마토 종자의 발아와 유효생장에 미치는 효과. 한국원예학회 37: 645-652.
50. **강점순, 조정래.** 1996. Priming후 저장온도와 종자함수량이 토마토 종자의 발아에 미치는 영향. 한국원예학회. 37:652-656.
51. **강점순, 조정래, 최영환.** 1997. 들깨 종자의 priming 조건이 발아력에 미치는 영향. 한국원예학회. 38:333-341.
52. **강점순, 최영환, 조정래.** 1998. Priming 후 건조조건이 토마토 종자의 활력과 막의 Integrity에 미치는 영향. 한국원예학회. 39: 250-255.
53. **강점순, 최영환, 문보식, 조정래.** 1999. 고추종자의 priming 기간중 형태적 변화와 배유의 물리적 장벽 제거가 발아에 미치는 영향. 한국원예학회. 40:(223-224)
54. **Kaufman G.** 1994. Seed coating: A tool for stand establishments: A stimulus to seed quality. HortTechnogy. Oct/Dec. 98-102.
55. **Khan, A. A.** 1992. Preplant physiological seed conditioning. Hort. Rev. 13: 131-181.
56. **Kitamura, S., Watanabe, M., and M. Nakazama.** 1981. Process for

producing coated seed. US Patent 4,250,660

57. **Kurosawa, T.** 1976. Effect of seed coating with calcium peroxide on seedling stand in the mechanized direct-sowing rice culture on the paddy field. Rpt. Tohoku Br. Crop Sci. Soc. Jpn. 17:42-43.
58. **Langan, T. D., J. W. Pendleton and E. S. Oplinger.** 1986. Peroxide coated seed emergence in water-saturated soil. Agron. J. 78:769-772.
59. **Leaver, J. P., and E. H. Roberts.** 1984. Peroxides in seed coatings. Outlook Agric. 13:147-53
60. **Lowther, W. L. and P. D. Johnstone.** 1979. Coating materials for commercial inoculated and coated clover seed. N.Z.J. Agric. Res. 22:475-478.
61. **Mayberry, K. S. and F. E. Robinson.** 1982. Lettuce coatings. Amer. Veg. Grower 30:32.
62. **Pyzik, T. P., and M. D. Orzolek.** 1986. The effect of plant growth regulators and other compounds in gel on the emergence and growth of tomato seedling in a cool potting medium. J. Hortic. Sci. 61:89-94
63. **Robabi, H.** 1994. Film-coating of horticultural seed. HortTechnology. 4: 104-105.
64. **Robinson, F. E. and K. S. Mayberry.** 1976. Seed coating, precision planting and sprinkler irrigation for optimum stand establishment. Agron. J. 68:694-695.
65. **Roos, E. E. and E. D. Moore.** 1975. Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:573-576.
66. **Sachs, M., Cantliffe, D. J., and T. A. Nell.** 1981. Germination studies of clay coated sweet pepper seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:385-89
67. **Sachs, M., Cantliffe, D. J., Nell, T. A.** 1982. Germination behavior of sand coated sweet pepper seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:412-16
68. **Scott, J. M.** 1989. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. Advances in Agronomy 42:43-83.
69. **Scott, J. M., R. S. Jessop, R. J. Steer and G. D. Mclacjan.** 1987. Effect of nutrient seed coating on the emergence of wheat and oat. Fertilizer Res. 14:205-217.
70. **Sharples, G.C. and J.P. Gentry.** 1980. Lettuce emergence from vermiculite seed tablets coating activated carbon and phosphorus. HortScience 15:73-75.
71. **Silcock, R. G., and F. T. Smith, F. T.** 1982. Seed coating and localized application of phosphate for improving seedling growth of grasses in acid, sandy red earths. Aust. J. Agric. Res. 33: 785-802.
72. **Smid, A. E. and T. E. Bates.** 1971. Response of corn to small amounts of fertilizer placed with the seed : V. Seed coating compared with banding.

Agron. J. 63:380-384.

73. Sooter, C. A., and W. F. Milier. 1978. The effect of pellet coating on the seedling emergence from lettuce seed. Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 21:1034-39
74. Tarquis, A. M., R. L. A Bruno, G. B. and J. M. Duran. 1995. A geometrical method to quantify seed coating treatments. Forurth. National Sympo. Stand Establishment of Horticultural Crops. p.261-268.
75. Taylor, A. G. 1987. Seed coatings to reduce imbibitional chilling injury. Ann. Rep. Bean Improve. Crop. 30: 30-31
76. 성환상. 1976. 재래종 들깨의 성분에 관한 연구. 한국식품영양과학회지. 5(1): 69
77. 오명구, 유숙중, 김종태, 오윤섭, 정영근, 장영선, 박인진, 박근용. 1996. 광강도와 야간조명에 따른 들깨의 개화 반응. 한국작물학회지 40: 543-547.
78. 유익상. 1984. 들깨의 일장 및 온도에 대한 감응성과 그의 수량에 미치는 영향에 관한 연구. 한국작물학회지 17: 79-114.
79. 유익상, 최병한, 오성근. 1972. 들깨의 수량에 관여하는 주요 형질간의 상관 관계와 그들 형질이 수량에 미치는 영향. 한국작물학회지 11: 99-103.
80. 유익상, 최병한, 오성근. 1973. 들깨의 수량에 관여하는 주요 형질간의 상관 관계와 그들 형질이 수량에 미치는 영향. 농사시험연구보고 15: 105-109.
81. 이봉호, 이승택, 김영상. 1998. 들깨 연구에 관한 문헌 고찰. 특용작물연구논문집. 40: 80-112.
82. 이희덕, 노태홍, 서관석, 김소년. 1990. 일장 및 야간조명정도가 들깨의 개화 및 수량에 미치는 영향. 농사시험연구논문집. 32: 38-42.
83. 임채일, 박권우, 박상근. 1990. 채소용 잎들깨의 주년재배법 확립에 관한 연구. 1990. 농사시험연구논문집. 31: 23-30.
84. 정희돈, 우휘영. 1989. 일장 및 광중단처리가 들깨(*Perilla frutescens*)의 개화 및 엽록체발달에 미치는 영향. 한국원예학회지 29: 283-290.
85. 한국농림부. 1996. 들깨의 종합적 이용에 관한 연구. 농림수산특정연구사업 연구보고서. 223p.
86. 한상정, 최국희, 오세명. 1987. 들깨의 양적 성장해석과 일장반응에 관한 연구. 한국원예학회지 27: 213-223.
87. 황성자, 고영수. 1980. 한국산 식물식용유지의 성분에 관한 연구 - 제4보 : 참깨와 들깨종자중의 Sesamol 의 정량. 한국영양학회지. 13(4): 177-187
88. 황성자, 고영수. 1982. 한국산 식물식용유지의 성분에 관한 연구 - 제5보 : High performance liquid chromatography에 의한 참깨와 들깨종자중의 지방산 분석. 한국영양학회지. 15(1): 15-21.
89. Cho, C. T. , and Moon, B. J. 1994 Sclerotinia rot of perilla caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and its new host. Res. Bull. Inst. Agr. Reso.

Dong-A Univ. 3:11-24.

90. **Hann, S. J.** 1986. Studies on the quantitative analysis of growth and response of photoperiods in perilla. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 27: 213-223.
91. **Hasama, W.** 1991 Newly discovered corynespora leaf spot of perilla caused by *Corynespora cassiicola* in oita prefecture. *Plant Protection* 45: 519-522.
92. **Hong, W. F., S. T. Hsu, and K. C. Tzeng,** 1993. Bacterial wilt of perilla crispa: new host and new transmission method. *ACIAR proceedings Australian Center for International Agriculture Research* 45: 373-375.
93. **Hsu, S. T., W. F. Hong, and K. C. Tzeng,** 1993. Bacterial wilt of perilla caused by *Pseudomonas aolancearum* and its transmission. *Plant Disease*.
94. **Jacobs, W. P.** 1982. Comparison of photoperiodic sensitivity of green-leafed and red-leafed *Perilla frutescens*, compared with *Perilla crispa*. *Plant physiology* 70: 303-306.
95. **Kang, R., R. Helms, and M. J. Stout.** 1992. Antimicrobial activity of the volatile constituents of *Perilla frutescens* and its synergistic effects with polygodial. *J. Agri. Food Chem.*
96. **Koester, R. P.** 1993. Identification of quantitative trait loci controlling days to flowering and plant height in two near isogenic lines of maize. *Crop science* 33: 1209-1216.
97. **Laurie, D. A.** 1994. Genetic analysis of a photoperiod response gene on the short arm of chromosome 2(2H) of *Hordeum vulgare*. *Heredity* 72: 619-627.
98. **Laurie, D. A.** 1995. RFLP mapping of five major genes and eight quantitative trait loci controlling flowering time in a winter x spring barley cross. *Genome* 38: 575-585.
99. **Mackill, D. J.** 1993. A major photoperiod-sensitivity gene tagged with RFLP and isozyme markers in rice. *TAG.* 85: 536-540.
100. **Nabeta, K.** 1995 Application of GC-MS analysis for studies on biosynthesis of flower terpenes incorporating deuterated precursors in plant cultured cells. *Food flavors--generation, analysis, and process influence.*
101. **Ock, B. H., T. Saito; Y. Tomitaka, and H. Boo.** 1997. Effect of plant growth regulators on the anthocyanin synthesis of *Perilla ocymoides* L., *Journal of the Korean Society for Horticultural Science.* 38(1): 9-14.
102. **Odumanova-Dunaeva, G. A.** Integral action of light in photoperiodic regulation of plant reproductive development. *Soviet plant physiology* 34: 647-654.
103. **Ohkuro, T., M. Nemoto, and I. Nouchi.** 1993. Effect of exposure to simulated acid rain and ozone on the visible injury of several weed and crop plants. *Weed Research Tokyo.* 38(3): 223-229
104. **Park, H. C., D. G. Choi, S. K. Kim, S. K. Chin, K. H. Park, and B. J.**

- Choi.** 1991. Studies on suitable sowing times, seedling growing periods and planting distances for late-planted *Perilla ocymoides* cultivar Yuepsildggae. Research Reports of the Rural Development Administration, Upland and Industrial Crops. 33(3): 47-53.
- 105. Rodionova M. A., I. K. Lapa, T. K. Kashina, and N. P. Shuvalova.** 1995. Effect of photoperiod on the content and metabolism of phenolic compounds in *Perilla ocymoides*. Russian Journal of Plant Physiology. 1995, 42: 6, 746-751; translated from Fiziologiya Rastenii (1995) 42 842-848
- 106. Waters, C. M., J. S. Alexander, and T. R. Harris,** 1993. Perilla ketone increases endothelial cell monolayer permeability in vitro. J. Applied Physiology.
- 107. Wright, C. P.** 1994. The identification of random amplified polymorphic DNA markers for daylength insensitivity in oat. Genome 37: 910-914.
- 108. Yu, H., K. Kosuna, and M. Haga.** 1997. Perilla: the genus Perilla. Amsterdam: Harwood Academic Publishers.
- 109. Zeevaart, J. A. D.** Photoperiodic induction and the floral stimulus in Perilla. In: Manipulation of flowering, J. G. Atherton ed., pp: 269-277.