

공정육묘의 도장억제를 위한 광(End of Day
light) 처리기술 및 관수시비법 개발

Development of end-of-day (EOD) light treatment and irrigation
and fertilization methods for inhibition of over growth of plug
seedlings.

강원대학교

농림수산식품기술기획평가원

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “공정육묘의 도장억제를 위한 광(End of day light)처리기술 및 관수시비법 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001년 11월 일

주관연구기관명 : 강원대학교

총괄연구책임자 : 김 일 섭

세부연구책임자 : 김 일 섭

세부연구책임자 : 정 천 순

연 구 원 : 장 성 호

연 구 원 : 용 영 록

연 구 원 : 이 현 일

연 구 원 : 강 원 희

요 약 문

I. 제 목

공정육묘의 도장억제를 위한 광(End of day light)처리기술 및 관수시비법 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

공정육묘에서 일몰후 광(End of day light) 처리에 의한 연구는 기존 외국에서 연구한 것처럼 식물생장상내에서 인공광을 조사하거나 특정 파장만을 투과시키는 피복재를 이용하는 방법이 아니고, 주간에는 유리온실이나 비닐하우스내에서 자연광하에 생육한 다음 일몰 직후 선별된 광을 짧은 시간 조사하여 묘의 도장을 억제하는 새로운 방법을 시도하여 고온기, 우기 및 약광조건 등의 환경적 영향과 묘의 과밀도 재배에 따른 영향을 받지 않고 건전묘를 생산할 수 있는 광 처리 기술을 개발하는 것이 주된 목적이다. 또한 공정묘 생산현장에서 성장조절제 등 처리를 통해 도장을 억제하려는 시도가 일부 이루어지고 있으나, 작물별, 생육단계별 표준화가 이루어지지 않아 많은 시행착오를 이루고 있는 실정이다. 그리하여 작물별, 생육단계별 성장조절제 등 처리 기술의 표준화를 도모할 목적으로 triazole계 성장조절제, NaCl, CaCl₂ 및 접촉자극 등 처리가 공정육묘에서 작물별, 생육단계별 도장억제 효과를 검토하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 도장억제를 위한 광 처리 기술 개발

- 가. 다양한 광원 및 필터를 이용한 스펙트럼 분석 및 광 조사장치 제작
- 나. 도장억제 최적 광 파장영역 구명
- 다. 작물별 최적 광 조사시간 구명
- 라. 작물별 최적 광 조사시기 구명
- 마. 작물별 최적 광 강도 구명

2. Triazole계 성장조절제 처리 등을 통한 도장억제 기술 개발

- 가. Triazole계 성장조절제 처리가 공정육묘 도장억제에 미치는 영향
- 나. NaCl를 이용한 공정육묘 도장억제 효과
- 다. CaCl₂를 이용한 공정육묘 도장억제 효과
- 라. 접촉자극에 의한 공정육묘의 도장억제 효과 구명

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

적색 형광등의 스펙트럼 분석결과 600~700nm에서는 풍부한 스펙트럼분포를 나타내었으나 400~500nm에서 3개의 좁은 피크 파장대가 나타났다. 일반 형광등에 적색 셀로판지를 설치하였을 때 스펙트럼 분석결과 적색 형광등의 스펙트럼 분석결과와 비슷하였다. 그러나 적형광등에 적색 셀로판지를 설치하였을 때 3개의 좁은 피크가 제거된 공정육묘의 도장억제에 가장 효과적인 적색의 단색 광을 얻을 수 있다. 청색 형광등에 있어서는 400~500nm에서 풍부한 스펙트럼분포를 나타내었으며 청색형광등에 청색셀로판지를 설치할 경우 스펙트럼 분포는 필터가 없을 때와 유사하였으나, 광도가 저하되었다.

과채류의 도장억제 미치는 일몰후 광 처리 기술개발, triazole계 성장조절제 처리, NaCl와 CaCl₂를 이용한 공정육묘 도장억제 효과 및 접촉자극에 의한 공정육묘의 도장억제 효과를 구명하여 건전묘 생산을 목적으로 연구를 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 일몰후 광(end of day light) 처리 광질 있어서 적색 광 처리가 오이, 토마토 및 고추 묘의 도장억제에 가장 효과적이었으며 T/R율도 가장 작아 묘소질이 좋았다. 또한 청색광 처리도 약간 줄기신장이 억제되는 경향을 보였다. 작물별로 오이가 적색, 청색 광에 가장 민감하게 반응하였으며 다음으로는 토마토, 고추 순서로 반응하였다.
2. 일몰 후 광 처리시간의 증가에 따라 오이와 토마토에서 모두 초장이 감소하는 경향이 나타났으나 60분과 120분 처리간 유의성 차이는 없어, 광 처리시간에 있어서 60분 처리가 효율적이고 효과적이다.

3. 광 처리시기에 있어서 일몰후 처리에서 오이는 21.3%, 토마토의 경우 14.2% 왜화율을 보여 일몰후 처리가 효과적이었으며 일출전 처리에서도 약간의 줄기신장 억제현상이 나타났다.
4. 일몰 후 적색광 광도가 증가함에 따라 줄기신장을 억제하는 추세를 보였으나 처리간 현저한 차이를 보이지 않았다. 즉 일몰후 적색광 처리시 낮은 광도에서 광도의 변화에 의한 줄기 신장에 미치는 영향이 크지 않다고 판단된다.
5. Triazole계 약제선발에 있어서 토마토와 고추 모두 diniconazole이 약제 처리농도가 낮으면서 가장 좋은 왜화효과를 보였다. Diniconazole 처리가 과채류 묘에 있어서 처리농도는 5ppm 처리가 가장 효과적이었으며 처리시기에 있어서 5ppm 농도를 고추는 1단계, 토마토는 2단계, 오이는 2-3단계 처리가 가장 적합하다.
6. NaCl 처리에서 초장은 2000, 3000ppm 처리구가 좋은 왜화효과를 나타내었으나 3000ppm 처리에서는 토마토와 고추 모두가 하엽이 황화현상이 나타났으며 또한 심한 생육억제 현상이 나타나 2000ppm 농도가 적합하다. 처리시기에서 토마토는 25째, 고추는 35일째 처리한 시기가 줄기신장을 억제도 하고 또한 묘소질도 우수하였다. 처리방법에 있어서 저면관수 처리가 두산관수 처리에 비해 도장억제에 더 효과적이었다.
7. CaCl₂ 처리는 0.5% 농도가 적합하며 처리횟수는 6회를 처리하였을 때 도장억제도 하고 또한 묘소질도 우수하였다.
8. 접촉강도에 의한 육묘의 도장억제 효과를 보면 90, 135분 처리구에서 좋은 왜화율을 보였지만 135분 처리구에서는 하엽이 노화현상이 나타나 90분 처리가 효과적이며 접촉자극시기에 있어서 오전 처리구가 적합하다.

이상의 연구결과를 종합하여 불 때 공정육묘의 도장억제를 위한 광처리 및

triazole계 생장조절 등 기술 개발을 농가에 보급하면 고온기, 우기 및 약광 조건 등의 환경적 영향과 묘의 과밀도 재배에 따른 영향을 받지 않고 건전묘를 생산할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 상기의 확립된 기술들은 농가의 지도사업에 반영하여 농가보급을 도모할 수 있을 것으로 사료된다.

SUMMARY

I. Title

Development of end-of-day (EOD) light treatment and irrigation and fertilization methods for inhibition of over growth of plug seedlings.

II. Objectives and Importances

The objective of end-of-day (EOD) treatment was to develop the new method for inhibition of over growth in plug seedling. In the light control techniques, previous studies have been applied the methods of eliminating of the specific wave length and/or covering certain percentages of light using cover materials or adding of specific light to the seedlings during day time. However, EOD (end-of-day) light treatment is adding relatively short periods of specific light in the end of day, as well as using of natural light during day time to the growth of plug seedlings. Therefore, the new method did not affected by day time weather environments, such as hot temperature (heat) and cloud or rain (weak light for photosynthesis). In addition to EOD treatment, chemical applications (plant growth regulator, NaCl, and CaCl₂) and physical stress (mechanical stimulation) were treated to examine the effects on the inhibition of over growth in plug seedling. These results should be used as a standardization of growth control techniques for plug seedlings.

III. Research Scopes and Perspectives

1. Development of EOD light application techniques for inhibition of over growth.

- a. Spectrum analysis of the source light and used color filters.
- b. Study on the selection of the best light wave length domain for the inhibition of over growth.
- c. Study on the best suitable times of light irradiation by crops.
- d. Study on the best suitable periods of light irradiation by crops.
- e. Study on the best suitable light intensity by crops.

2. Development of chemical and mechanical (physical) stress application techniques for inhibition of over growth.

- a. Effect of triazole systemic treatment on the inhibition of over growth of plug seedlings.
- b. Effect of NaCl treatment on the inhibition of over growth of plug seedlings.
- c. Effect of CaCl₂ treatment on the inhibition of over growth of plug seedlings.
- d. Effect of mechanical stimulation treatment on the inhibition of over growth of plug seedlings.

IV. Results and Suggestions

The red fluorescent lamp showed abundant 600~700nm wavelength spectrum with three peak of 400~500nm wavelength range in the spectrum analysis. But, normal fluorescent lamp equipped with red cellophane paper had only 600~700 nm wavelength. These single red color light had the effect on the inhibition of over growth of plug seedling.

The blue fluorescent lamp appeared abundant distribution of 400~500 nm spectrum. Normal fluorescent lamp with blue color cellophane paper also had similar spectrum distributions, but intensity of light was lower than the blue fluorescent lamp.

The summaries of experimental results were as followed:

1. In the EOD treatments, red light had the best effect on the inhibition of over growth in plug seedlings. Thus, the seedling quality is improved due to low T/R ratio. Blue color light also inhibited the over growth of seedling but the effect was not significant. Among the crops, cucumber had the highest sensitivity to the red and blue light. The next sensitivity to the both lights was followed by tomato and pepper.
2. The long EOD treatment had the shorter growth of seedling in cucumber and tomato. However, there was no significant difference between 60 min and 120 min treatment. Therefore, 60 min of EOD treatment had the best effect on the inhibition of over growth of

cucumber and tomato seedlings.

3. In the timing of EOD treatment, just after sun set treatment decreased 21.3% and 14.2% of growth in cucumber and tomato, respectively. However, before sun rise treatment had little effect on the inhibition of seedling growth.
4. In the EOD treatments, light intensity had no significant effects on the growth of seedling. This results indicated that low light intensity of red color did not affect the growth of seedling after sun set.
5. In the treatments of trizole-type growth regulators, diniconazole had the best growth inhibition effect on the seedling with the lowest concentration. The best concentration of diniconazole was 5 ppm. And 5 ppm of diniconazole should be applied at the 1st step in pepper, 2nd step in tomato, and 2nd or 3rd step in cucumber.
6. In the application of NaCl, 2000 and 3000 ppm had suitable growth inhibition effects in plug seedlings. However, 3000 ppm of NaCl showed leaf chlorosis in the lower parts of tomato and pepper and severe growth inhibition. Therefore, 2000 ppm of NaCl should be most suitable application for the inhibition of over growth in plug seedlings. The best application times were 25 days and 35 days in tomato and pepper, respectively. And subirrigation system had the better growth inhibition effect than spray irrigation system.
7. Six times of 0.5% CaCl₂ application had the most suitable effect on the inhibition of over growth in plug seedlings, compared with other CaCl₂ applications. This treatment also produced the best quality of seedling.
8. In the mechanical (physical) stimulation experiment, 90 min and 135

min treatment had the suitable growth inhibition effects. However, 135 min treatment showed leaf chlorosis in the lower parts of plant. Therefore, 90 min of mechanical stress was the best suitable treatment for the inhibition of over growth of plug seedlings. Compared with afternoon treatment, before noon treatment had the better effect.

From above results, we concluded that the developed techniques could be used for the practical inhibition of over growth in plug seedlings, regardless plug environmental conditions, such as high temperature, lower light density, and high density cultivation. Also these information should be supply to growers for their benefit.

CONTENTS

SUMMARY	2
Chapter 1 Introduction	19
Section 1 Necessity of research	19
Section 2 Object and content of research	20
Chapter 2 Spectrum analysis and Construction of the light irradiation room	22
Section 1 Introduction	22
Section 2 Materials and methods	23
Section 3 Results and suggestions	25
Literature cited	30
Chapter 3 Development of EOD light technique for inhibition of over growth	31
Section 1 Introduction	31
Section 2 Materials and methods	33
1. Study on the selection of the best light wave length domain for the inhibition of over growth.	34
2. Study on the best suitable times of light irradiation by crops.	34

3. Study on the best suitable periods of light irradiation by crops.	35
4. Study on the best suitable light intensity by crops.	35
Section 3 Results and suggestions	36
1. Study on the selection of the best light wave length domain for the inhibition of over growth.	36
2. Study on the best suitable times of light irradiation by crops.	45
3. Study on the best suitable periods of light irradiation by crops.	54
4. Study on the best suitable light intensity by crops.	58
Section 4 Summary	65
Literature cited	66

**Chapter 4 Development of triazole-type growth regulator
treatment on the inhibition of over growth of
plug seedlings**

Section 1 Introduction	71
Section 2 Materials and methods	72
1. Selection of triazole-type growth regulator	73
2. Study of concentration, timing, and the number of diniconazole application	73
Section 3 Results and suggestions	74
1. Selection of triazole-type growth regulator	74
2. Study of concentration, timing, and the number of diniconazole application	79
Section 4 Summary	92

Literature cited 93

**Chapter 5 Development of NaCl and CaCl₂ treatment on
the inhibition of over growth in plug
seedlings 96**

Section 1 Introduction 96

Section 2 Materials and methods 97

1. Concentration, timing, and period of NaCl treatment on the inhibition
of over growth of plug seedlings 97

2. Concentration and the number of CaCl₂ application on the inhibition of
over growth of plug seedlings 98

Section 3 Results and suggestions 99

1. Concentration, timing, and period of NaCl treatment on the inhibition
of over growth of plug seedlings 99

2. Concentration and the number of CaCl₂ application on the inhibition
of over growth of plug seedlings 115

Section 4 Summary 124

Literature cited 125

**Chapter 6 Development of mechanical stimulation
treatment on the inhibition of over growth
of plug seedlings 129**

Section 1 Introduction 129

Section 2 Materials and methods	130
1. Study of inhibition of over growth in plug seedlings using different intensities of mechanical stimulation.	130
2. Study of inhibition of over growth in plug seedlings using different timings of mechanical stimulation.	130
Section 3 Results and suggestions	131
1. Study of inhibition of over growth in plug seedlings using different intensities of mechanical stimulation.	131
2. Study of inhibition of over growth in plug seedlings using different timings of mechanical stimulation.	136
Section 4 Summary	141
Literature cited	142

목 차

요 약 문	2
제 1 장 서 론	19
제1절 연구개발의 필요성	19
제2절 연구개발의 목적과 범위	20
제2장 스펙트럼 분석 및 광 조사실 건축	22
제1절 서설	22
제2절 재료 및 방법	23
제3절 결과 및 고찰	25
인용문헌	30
제3장 일몰 후 광 처리를 이용한 공정육묘의 도장억제 기술 개발	31
제1절 서 설	31
제2절 재료 및 방법	33
1. 일몰 후 광질별 처리가 묘의 도장억제에 미치는 영향	34
2. 일몰후 적색광 처리시간이 묘의 도장억제에 미치는 영향	34
3. 적색광 처리시기가 묘의 도장억제에 미치는 영향	35

4. 적색광 광도가 묘의 도장억제에 미치는 영향	35
제3절 결과 및 고찰	36
1. 일몰후 광질별 처리가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향	36
2. 처리시간이 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향	45
3. 적색광 처리시기가 묘의 도장억제에 미치는 영향	54
4. 일몰후 적색광 광도가 묘의 도장억제에 미치는 영향	58
제4절 결과요약	65
인용문헌	66

제4장 Triazole계 성장조절제 처리가 공정육묘의 도장억제에 미치는 영향

제1절 서 설	71
제2절 재료 및 방법	72
1. Triazole계 약제 처리가 과채류 묘의 도장 억제에 미치는 영향	73
2. Diniconazole 처리 농도와 처리시기가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향	73
제3절 결과 및 고찰	74
1. Triazole계 약제 처리가 과채류 묘의 도장 억제에 미치는 영향	74
2. Diniconazole 처리 농도와 처리시기가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향	79
제4절 결과요약	92
인용문헌	93

제5장 NaCl와 CaCl₂ 처리가 공정육묘의 도장억제에 미치는

영향	96
제1절 서 설	96
제2절 재료 및 방법	97
1. NaCl 처리농도, 시기 및 방법이 묘의 도장억제에 미치는 영향	97
2. CaCl ₂ 처리농도와 횃수가 묘의 도장억제에 미치는 영향	98
제3절 결과 및 고찰	99
1. NaCl 처리가 묘의 도장 억제에 미치는 영향	99
2. CaCl ₂ 처리농도와 횃수가 묘의 도장억제에 미치는 영향	115
제4절 결과요약	124
인용문헌	125

제6장 접촉자극 처리가 공정육묘의 도장억제에 미치는

영향	129
제1절 서 설	129
제2절 재료 및 방법	130
1. 접촉자극 강도가 과채류 묘의 도장억제 미치는 영향	130
2. 접촉자극 처리시기가 과채류 묘의 도장억제 미치는 영향	130
제3절 결과 및 고찰	131
1. 접촉자극 강도가 과채류 묘의 도장억제 미치는 영향	131
2. 접촉자극 처리시기가 과채류 묘의 도장억제 미치는 영향	136
제4절 결과요약	141
인용문헌	142

제 1 장 서 론

제1절 연구개발의 필요성

양질 묘의 안정생산과 육묘 능율의 향상을 목적으로 1992년부터 생산되기 시작한 플러그 육묘는 급속하게 발전하여 현재까지 전국적으로 100여개소 공정육묘장에서 채소와 화훼류의 플러그묘를 생산하고 있다. 현재 국내의 공정육묘 시스템도입은 아직 초기단계로 자재, 파종시스템 등의 hardware부분은 비약적인 발전을 하였지만 광, 온도, 습도, CO₂, O₂, 양·수분 등 환경조절기술(Chi 등, 1998)과 공정육묘기술의 software부분의 중요성이 상대적으로 인식되지 못하여 공정묘의 품질에 적지 않은 영향을 미쳐 환경조절을 통한 생장조절기술 개발이 시급한 실정입니다.

플러그묘는 작은 셀(cell) 내에서 육묘되기 때문에 재식밀도가 극히 높아 육묘 후반에는 도장하기 쉽다. 이러한 현상은 여름철 고온기 및 장마기간 동안 흐린 날씨의 연속으로 인한 광 부족시 또는 겨울철 약광하에서 특히 심하게 나타난다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 주간에는 유리온실이나 비닐하우스내에서 자연광하에 생육한 다음 일몰 직후 선별된 광을 짧은 시간 조사하여 묘의 도장을 억제하는 새로운 광 처리 기술을 개발할 필요가 있다. 또한 triazole계 생장조절제, NaCl, CaCl₂ 및 접촉자극 처리가 공정육묘에서 각 작물에 대하여 생육단계별 도장억제 효과를 구명할 필요가 있다.

제2절 연구개발의 목적과 범위

공정육묘에서 일몰후 광처리에 의한 연구는 기존 외국에서 연구한 것처럼 식물성장상내에서 인공광을 조사하거나 특정 파장만을 투과시키는 피복재를 이용하는 방법이 아니고, 주간에는 유리온실이나 비닐하우스내에서 자연광하에 생육한 다음 일몰 직후 선별된 광을 짧은 시간 조사하여 묘의 도장을 억제하는 새로운 방법을 시도하여 고온기, 우기 및 약광조건 등의 환경적 영향과 묘의 과밀도 재배에 따른 영향을 받지 않고 건전묘를 생산할 수 있는 광 처리 기술을 개발하는 것이 주된 목적이다. 또한 공정묘 생산현장에서 생장조절제 등 처리를 통해 도장을 억제하려는 시도가 일부 이루어지고 있으나, 작물별, 생육단계별 표준화가 이루어지지 않아 많은 시행착오를 이루고 있는 실정이다. 그리하여 작물별, 생육단계별 생장조절제 등 처리 기술의 표준화를 도모할 목적으로 triazole계 생장조절제, NaCl, CaCl₂ 및 접촉자극 등 처리가 공정육묘에서 작물별, 생육단계별 도장억제 효과를 검토하였다.

1. 스펙트럼 분석 및 광 조사실 구축

- 스펙트럼 분석
- 광 조사실 구축

2. 일몰 후 광처리를 이용한 도장억제 기술개발

- 작물별 도장억제 최적 광 파장 영역 구명
적색형광등과 청색형광등을 이용한 도장억제 효과
LED 적색, 청색광을 이용한 도장억제 효과
- 작물별 도장억제 최적 광 조사시간 구명
- 작물별 도장억제 최적 광 조사시기 구명

- 작물별 도장억제 최적 광 강도 구명
- 3. Triazole계 성장조절제 처리가 공정육묘 도장억제에 미치는 영향
 - Triazole계 성장조절제 선발
 - Diniconazole 처리농도와 처리시기 구명
- 4. NaCl와 CaCl₂를 이용한 공정육묘 도장억제 기술개발
 - NaCl 처리농도 구명
 - NaCl 처리시기 구명
 - NaCl 처리방법 구명
 - CaCl₂ 처리농도 구명
 - CaCl₂ 처리횟수 구명
- 5. 접촉자극에 의한 공정육묘의 도장억제 효과 검토
 - 접촉자극 강도에 의한 도장억제 효과
 - 접촉자극 처리시기에 의한 도장억제 효과

제2장 스펙트럼 분석 및 광 조사실 건축

제1절 서설

식물에 있어서 광은 광합성의 에너지원으로 반드시 필요하며 식물체의 각 부위에 작용하여 성장과 발육을 제어하는 반응계에 관여하고 있다. 광이 광화학적 반응을 일으켜 여러 가지 작용을 나타내는 경우, 반드시 어떤 광 수용체에 흡수된 후 반응을 일으킨다. 일반적으로 식물은 주위의 광 환경에 잘 적응하면서 성장한다. 즉, 식물은 광을 잘 감지하는 식물의 눈이라고 할 수 있는 피토크롬(적색광 및 원적색광 수용체) 또는 크립토크롬(청색광 및 자외선 수용체)이라는 색소를 갖고 있어(Kinderic and Kronenberg, 1994) 광의 량, 광의 방향, 광의 질에 대한 정보를 얻으면서 성장한다. 그러므로, 자연의 태양광은 자외선, 가시광선, 적외선으로 구성되어 있으며, 각 광과장에 따라 작물의 생육 반응도 다양하게 나타난다. 피토크롬 원리에 의하여 적색광은 줄기의 신장을 억제하는 반면 근적색광은 줄기의 신장을 촉진한다고 보고되었다(Hunt 등, 1989; Kasperbauer, 1971). 따라서 광필터를 사용하여 단일과장을 얻어 식물의 성장반응을 검토하고자 하는 연구가 진행되고 있으며 또한 인공광원으로 단일과장을 갖는 전등을 사용하여 식물에 대한 광 조사 연구도 활발하게 진행되고 있다(Kasperbauer, 1987; Brown 등, 1995).

따라서 본 연구는 여러 가지 형광등과 백열등에 적색과 청색 셀로판지를 단용 또는 혼용 설치하여 풍부한 적색, 청색, 근적색 등 단색광을 얻고자 수행하였다.

제2절 재료 및 방법

1 일몰후 광에 대한 스펙트럼 분석

표 도장억제에 최적인 광 환경을 조사하기 위해 다양한 종류의 형광등에 대한 스펙트럼을 분석하였다. 적색 및 청색 스펙트럼 영역 이외의 파장대 영역을 제거하기 위해 셀로판지를 광필터로 사용하였으며 여러 형광등에 적색 또는 청색의 셀로판지를 감싸 스펙트럼을 분석하였다. 또한 원적색 파장대의 광을 얻기 위해 백열전구 밑에 적색과 청색의 셀로판지를 포개서 설치하여 스펙트럼을 분석하였다. 스펙트럼 분석에 사용된 형광등의 종류 및 특성을 표1에 나타내었다. 스펙트럼 분석은 300 ~ 1,100nm 범위의 광 스펙트럼을 분석할 수 있는 PMT 광 검출기를 장착한 스펙트럼 분석기(Model 6800, Macam Photometrics Ltd, Scotland, UK)를 사용하였다.

Table 1. Specifications of fluorescent lamps used for spectrum analysis

Type	Model	Lamp wattage(W)	Dimension		Light source color	Luminous flux(lm)
			Length (mm)	Diameter (mm)		
Standard	FL20SD/18	18	580	28	Daylight	1,070
Red	FL20S · R	18	580	28	Red	700
Blue	FL20S · B	18	580	28	Blue	250

2. 광 조사실 건축

온실에서 생육되는 묘의 도장억제에 미치는 광처리 효과를 실험하기 위한 광조사실을 건축하였다. 두 개의 광 조사실이 건축되었으며, 하나는 적색 광처리를 위한 것이었고, 다른 하나는 청색 광처리 또는 원적색 광처리 실험을 위해 건축하였다. 적색 광처리 실험을 위한 광조사실을 Fig. 1에 나타내었다. 그림에서와 같이 광 조사실은 2부분으로 나누어져 있으며, 각 부분에는 8개의 적색 형광등 및 형광등 아래 묘 광처리를 위한 테이블로 이루어져 있다. 다른 하나의 광 조사실도 청색 형광등 또는 백열전구를 설치한 것 외에는 적색 광조사실과 같게 건축하였다.

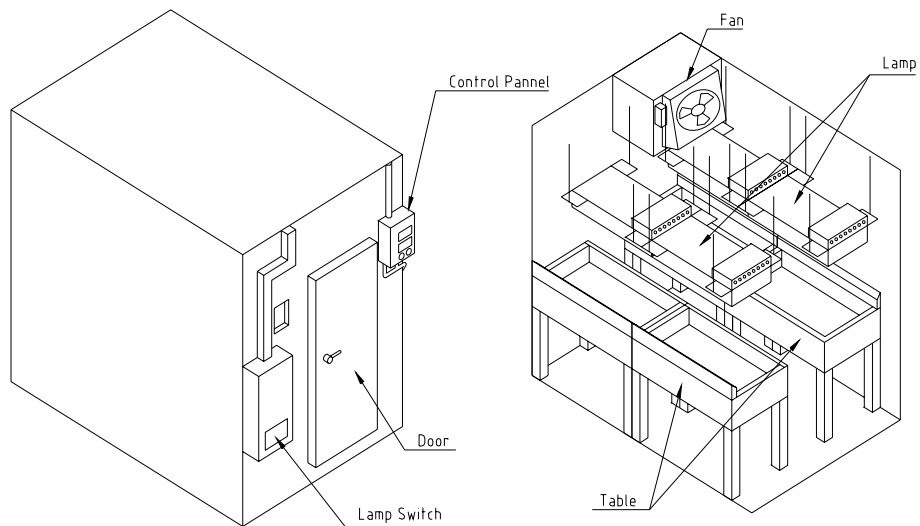


Fig. 1. The chamber constructed for light treatment of red light.

제3절 결과 및 고찰

여러 형광등 및 형광등과 셀로판지의 조합으로 만들어진 광원에 대한 스펙트럼 분석 결과를 각각 Fig.1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7에 나타내었다. 또한, 백열전구(100W)와 전구 밑에 적색 및 청색 셀로판지를 포개어 설치함으로 만들어진 광원에 대한 스펙트럼 분석 결과를 Fig. 8에 나타내었다.

표준 형광등의 경우 400 ~ 600nm의 가시광선 영역에서 풍부한 스펙트럼 분포를 나타내었으며(Fig. 1), 이러한 표준 형광등에 적색 셀로판지를 광필터로 사용하였을 때 적색광 스펙트럼인 600 ~ 700nm 범위의 적색 파장대가 풍부하였으나 400 ~ 500nm의 청색광 스펙트럼이 포함되어 완전한 적색의 단색광을 얻을 수 없었다(Fig. 2). 그러나, 표준 형광등에 청색 셀로판지를 광필터로 사용하였을 때 400 ~ 500nm의 청색 단색광을 효과적으로 얻을 수 있었다. 적색 형광등의 스펙트럼 분석 결과에 있어서 350 ~ 450nm에서 3개의 좁은 피크 파장대를 나타냈으나, 적색 파장대인 600 ~ 700nm에서는 풍부한 스펙트럼분포를 나타내었다(Fig. 4). 청색 형광등에 있어서는 청색 파장대인 400 ~ 500nm에서 풍부한 스펙트럼분포를 나타내었다(Fig. 5). 적색 형광등에 광필터로 적색 셀로판지를 설치하였을 때 350 ~ 450nm에서 나타났던 3개의 피크 파장대를 거의 제거시켜 적색의 단색광을 얻을 수 있었다(Fig. 6). 청색 형광등에 청색의 셀로판지를 설치할 경우 스펙트럼 분포는 필터가 없을 때와 유사하였으나, 광 강도를 저하시키는 결과를 가져왔다(Fig. 7). 백열전구 밑에 광필터로 적색 및 청색의 셀로판지를 포개서 설치할 경우 스펙트럼 분포는 원적색 파장대인 700 ~ 800nm 범위에서 풍부한 스펙트럼분포를 얻을 수 있었다(Fig. 8).

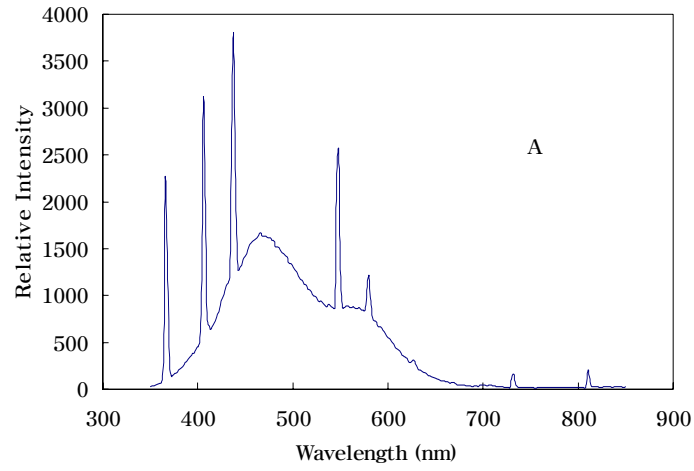


Fig. 1. Relative spectral energy distribution of standard fluorescent lamps.

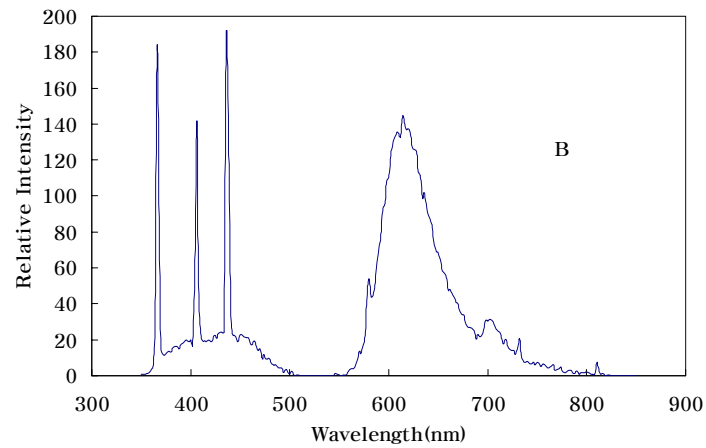


Fig. 2. Relative spectral energy distribution of standard fluorescent lamps with red cellophane paper.

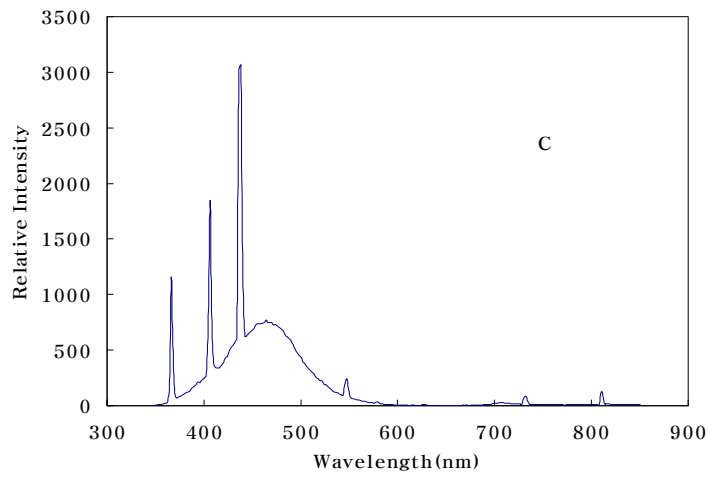


Fig. 3. Relative spectral energy distribution of standard fluorescent lamps with blue cellophane paper.

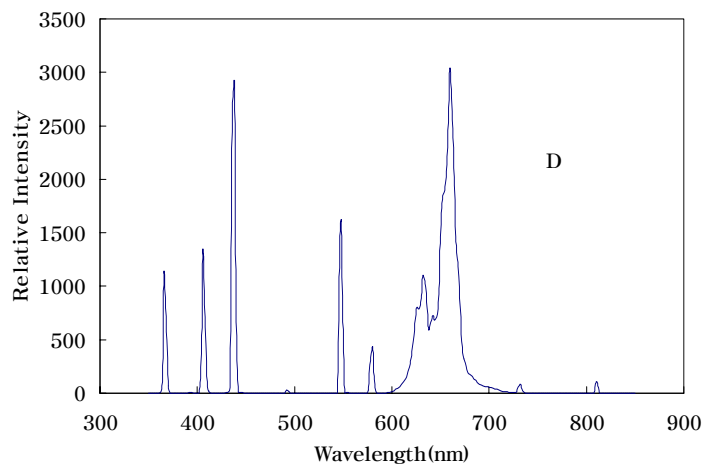


Fig. 4. Relative spectral energy distribution of red fluorescent lamps.

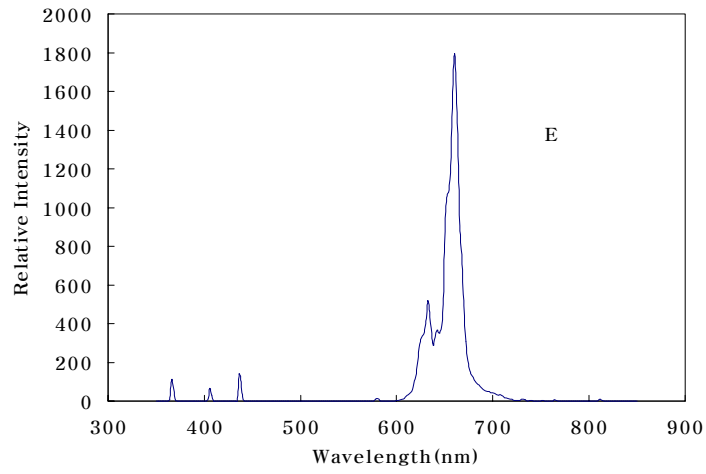


Fig. 5. Relative spectral energy distribution of blue fluorescent lamps.

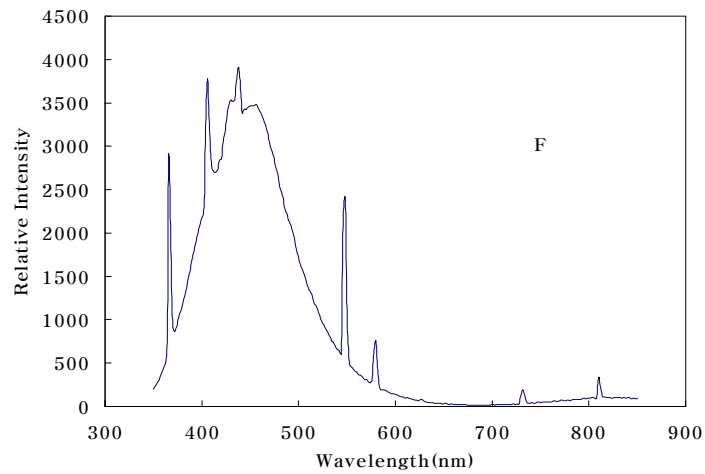


Fig. 6. Relative spectral distribution of red fluorescent lamps with red cellophane paper.

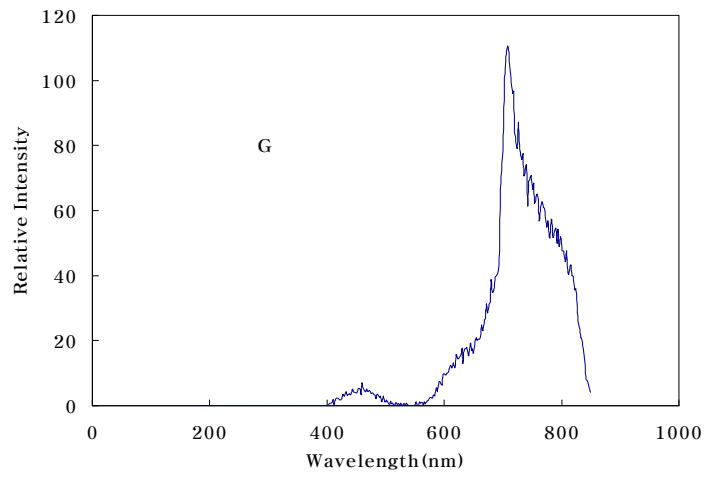


Fig. 7. Relative spectral energy distribution of blue fluorescent lamps with blue cellophane paper.

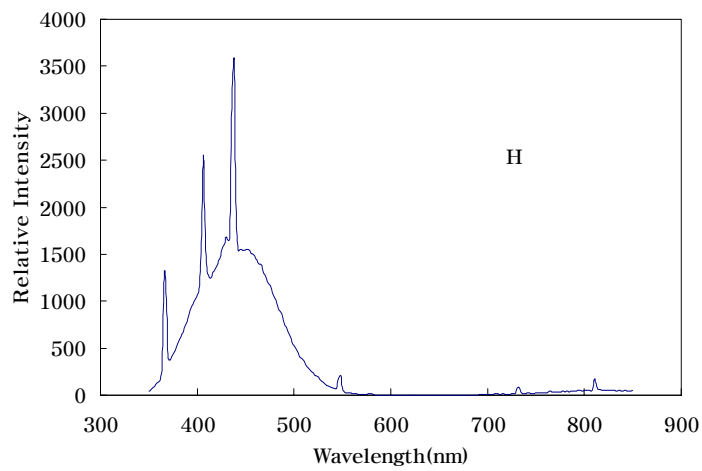


Fig. 8. Relative spectral energy distribution of incandescent lamps with red and blue cellophane papers.

인용문헌

- Erwin, J. E. 1991. Thermomorphogenesis in plants. Ph.D. Thesis. Michigan State Univ., East Lansing.
- Erwin, J. E., R. D. Heins and M. G. Karlsson. 1989. Thermomorphogenesis in *Lilium longiflorum* Thunb. Amer. J. Bot. 76:47-52.
- Hart, J. W. 1988. Light and plant growth. Unwin Hyman.
- Hunt, P.G., M.J. Kasperbauer, and T.A. Matheny. 1989. Soybean seedling growth responses to light reflected from different colored soil surfaces. Crop Sci. 29:130-133.
- Kasperbauer, M.J. 1971. Spectral distribution of light in a tobacco canopy and effects of end-of-day light quality on growth and development. Plant Physiol. 47:775-778.
- Kasperbauer, M.J. 1987. Far-red light reflection from green leaves and effects of phytochrome-mediated partitioning under field conditions. Plant Physiol. 85:350-354.
- Kendrick R. E. and G. L. Kronenberg. 1994. Phytochrome. In Photomorphogenesis in plants. 2nd ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. p. 3-69.
- Tucker, D.J. 1976. Effect of Far-red light on the hormonal control of side shoot growth in the tomato. Ann.Bot. 40:1033-1042.
- Yanagi, T., K. Okamoto and S. Takita. 1996. Effects of blue, red, and blue/red lights of two different PPF levels on growth and morphogenesis of lettuce plants. Acta Horticulturae 440:117-122.

제3장 일몰 후 광 처리를 이용한 공정육묘의 도장억제 기술 개발

제1절 서 설

식물은 광선을 이용하여 동화작용을 하고 생성된 물질을 이용하여 각종 생장과 대사작용을 영위한다. 광 환경만 적절히 주어진다면 나머지의 요인은 부수적으로 비교적 손쉽게 조절할 수 있다. 지형, 온실의 종류와 구조, 피복소재의 선정과 방법으로 최대의 태양 광 투과를 얻도록 하고 부족되는 광량은 고압나트륨등과 같은 저비용 고에너지등을 이용하여 광을 보충하도록 한다. 아울러 온실내의 구조와 반사경 등을 이용하여 투입되는 광을 최대한으로 이용하여 광도를 조절함으로써 우량한 건묘육성에 효과적이다.

일반적으로 식물공장의 재배 및 시험연구는 자연광과 동일한 24시간 명암주기로 이루어지고 있는데 최근에는 명암주기를 달리하여 식물형태반응을 검토하고자 하는 연구가 폭 넓게 진행되고 있다. Chi(1998) 등은 토마토와 고추에서 명암주기가 짧아질수록 초장, 엽록소 함량, 엽면적, 생체중 및 건물중이 감소하였고 T/R율과 SLA는 반대로 증가하였으며 토마토에서 황화현상이 나타났다. 전체적으로 명암주기의 단축에 의해 초장은 감소하였으나 토마토와 고추묘의 생장과 품질이 저하되었다고 보고하였다.

최근에는 광도나 광주기 문제보다는 광질에 관한 연구가 눈부시게 발전하고 있다. 특히 자외선과 적색광 이용에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 일반적으로 자외선은 단파장으로 투과성이 높아 식물은 물론 사람도 그 피해를 받기 쉽다. 그러나 자외선 B를 적절하게 식물체에 조명할 때 줄기신장억제효과

가 있으며, 또한 다양한 생리작용 등에 영향을 미친다고 보고되었다(Rozema 등, 1997). 하지만 자외선 B는 한국에서는 아직 제품화된 것이 없고 외국의 주문생산에 의존해야 하므로 단가도 무척 비싸고 용이하게 구할 수도 없다는 단점이 있다(배은정, 1999; Rozema 등, 1997).

피토크롬(phytochrome) 원리에 의하여 인공광 또는 자연광의 적색광/원적색광비(R/FR비)를 조절하여 식물의 생장을 조절하려는 시도가 다양하게 이루어지고 있다. 즉 자연광환경에서는 R/FR비=1.1~1.2이지만, 그 값이 크면 신장생장이 억제되고, 작으면 촉진된다는 것으로 알려져 있다.

적색광은 완두나 강낭콩 황화묘의 배축 및 엽 신장을 촉진시키고, 반대로 원적색광은 억제시키며(Hunt 등, 1989), 이러한 적색 및 원적색광은 가역적으로 작용하는 것으로 나타났고, 해바라기와 양배추의 줄기신장이 적색광 차단 피복재에 의해 현저하게 촉진되고, 원적색광 차단 피복재의 사용에 의해 억제된다고 보고하였다.

그리하여 최근에는 다양한 광 투과성 또는 단일 파장 선택성 필름이 개발되어 이용되고 있다(Chung 등, 1991). 즉 다양한 광선이 혼합되어 있는 태양광선에서 근적색 광선만을 효과적으로 제거하는 색소를 필름에 넣어 제조함으로써 하우스 광 조성에서 적색광이 풍부하여 효과적인 생육억제가 이론상으로 가능하나 광도가 낮아지는 단점이 있다.

또한 LED(light emitting diode)에서 방출되는 적색광, 청색광, 및 초적색광을 이용하여 묘의 생육을 조사하는 연구가 활발하게 진행되고 있다(Brown, 등 1995). LED는 소형의 단색광원으로서 높은 신뢰성과 응답성을 지니고 있고, 입력 전류의 조절에 의하여 광량 제어가 용이하며, 현열 발생량과 장파복사의 방출량이 작기 때문에 식물묘의 생장 및 형태형성 제어용 관원으로서 주목을 받고 있다(Kim, 1999; Kim and Park, 2000).

주간과 야간의 구별이 식물의 줄기신장에 대한 반응은 주간에 약 40%(일출

직후), 야간에 60%의 비율로 절간신장이 일어난다고 한다(Erwin, 1992). 하루 중에서 일출 시에는 Red light가 많이 조사되고 일몰시에는 Far-red light의 비율이 증가하므로 아침보다 일몰시에 절간신장이 용이하게 일어난다.

본 연구는 주간에는 묘를 자연광 하에서 생육하고 일몰 직후 선별된 광(End of day light)을 짧은 시간 조사하여 묘의 도장을 억제 방법을 개발하고자 실행하였다.

제2절 재료 및 방법

본 실험은 2000년 4월부터 2001년 6월까지 강원대학교 원예학과 온실에서 수행되었다. 작물은 중앙종묘(주)의 '백화다다기' 오이, '광수' 토마토 및 '올고추' 고추 종자를 사용하였고 27℃에서 최아후 홍농종묘(주)의 바이오상토 1호를 사용하여 각각 50공, 32공, 50공 트레이에 파종하여 처리하였다. 시비는 일본 원시배양액을 1/2농도(EC 1.1mS/cm, PH 6.5)로 각 작물별로 생육을 3단계로 나누어 1단계는 5일 간격으로 3회, 2단계는 3일 간격으로 5회, 3단계는 2일 간격으로 육묘 종료까지 두산관수 하였다.

최종 조사시에는 초장, 경경, 하배축, 엽수, 엽면적, 엽록소(MIN-LTA CHLOROPHYLL METER SPAD-502로 측정), 지상부와 지하부의 생체중 및 건물중(SHELLAB-1501 건조기로 80℃에서 48시간 건조한 다음 측정), T/R율(지상부와 지하부의 비율) 그리고 조직의 충실도(건물중과 초장과의 비율) 등을 측정하였다.

1. 일몰 후 광질별 처리가 묘의 도장억제에 미치는 영향

가. 적색과 청색 형광등 처리가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

과채류 묘의 도장억제에 미치는 적정 광질을 선별하기 위하여 광원은 적색과 청색형광등에 각각 적색, 청색 셀로판지를 감싸 600 ~ 700nm와 400 ~ 500nm 파장대에서 풍부한 적색 단색광과 청색 단색광을 얻어 사용하였으며 광도는 적색형광등 경우 $18.5\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 이고 청색형광등 경우에 $20.0\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 측정되었다. 광 처리는 주간에는 하우스에서 육묘하고 일몰 후(end-of-day)에 바로 광 조사실 식물성장상내에서 온도는 23℃, 광 처리시간은 60분으로 하여 처리하였다.

나. LED 광 처리가 묘의 도장억제에 미치는 영향

다양한 LED 광 광질이 오와 토마토 묘의 생육에 미치는 영향을 구명하기 위해 광원을 LED 적색, 청색, 근적색(Far-red) 광을 사용하였으며 광도는 각각 17.9, 15.5, 19.6 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 하였다. 주간에는 하우스에서 육묘하고 광 처리는 일몰 후로 예정되는 오후 7시부터 60분간 광 조사실에 설치한 LED 광 하에서 실시하였다.

2. 일몰후 적색광 처리시간이 묘의 도장억제에 미치는 영향

가. 적색형광등 처리시간이 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

과채류 묘의 도장억제에 미치는 적색형광등 처리시간을 구명하기 위하여 처리시간을 60, 120, 180분 3수준으로 하여 주간에는 하우스에서 자연광 하에 육묘하고, 일몰 후로 예정되는 오후 7시부터 60분간 광 조사실에 설치한 식

물생장상내에서 처리하였으며 광도는 $16.3\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 조절하였다.

나. LED 적색광 처리시간이 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

오이와 토마토 묘에 미치는 LED 적색광 처리시간을 구명하고자, 처리시간을 10, 30, 60, 120분 등 4수준으로 일몰 후 처리하였으며 광도는 $5.62\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 측정되었으며 온도는 23°C 로 조절하였다.

3. 적색광 처리시기가 묘의 도장억제에 미치는 영향

광 처리시기를 구명하기 위하여 처리구를 일몰 후, 야간 및 일출 전 등 3수준으로 하였는데 일몰 후(End of day) 처리는 PM 7시부터, 야간 처리는 PM 12시부터, 일출 전(Before sun rise) 처리는 AM 5시부터 시작하여 광 조사실에서 각각 60분간 처리한 다음 주간에는 자연광 하에서 육묘 하였다. 본 실험에서 사용한 광원은 적색형광등에 적색 셀로판지를 감싸 적색 파장대인 600 ~ 700nm에서 풍부한 적색 단색광을 얻었으며 광량자센서(LI-COR, LI-190SA)를 부착한 LI-1400(LI-COR, USA)를 사용하여 광도를 측정하니 $5.62\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 이었다.

4. 적색광 광도가 묘의 도장억제에 미치는 영향

적색광 광도가 과채류 묘의 생육에 미치는 반응을 검토하기 위하여 광원은 적색형광등에 적색 셀로판지를 감싸 얻었으며, 적색형광등 개수와 테이블 높이를 조절하여 광도를 각각 2.0, 8.0, $16.0\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 등 3수준으로 하여 오이와 토마토에 일몰 후인 오후 7시부터 위 실험에서 효과적으로 나타난 60분으로 각각 처리하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 일몰후 광질별 처리가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

가. 적색과 청색 형광등 처리가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

오이, 토마토, 고추 묘의 초장에 미치는 일몰 후 적색, 청색형광등 처리 효과를 조사한 결과, 전체적으로 적색, 청색 파장대가 무처리에 비하여 초장이 감소하였는데 오이에서 각각 25.0%, 16.1%(Fig. 1); 토마토는 14.3%, 8.9%; 고추는 8.1%, 2.0%의 왜화율을 보였으며 광질별 적색광 처리가 청색광 처리 보다 초장 억제효과가 더 좋았다(Fig. 2). 이것은 적색광을 조사하였을 때 phytochrome 원리에 의하여 R:FR 비율이 증가하여 줄기의 신장을 억제하였다고 판단된다(Smith, 1994). 작물별로 오이가 적색광에 대한 줄기의 신장이 가장 민감하게 반응하였으며 다음으로 토마토, 고추 순서로 반응하였다.

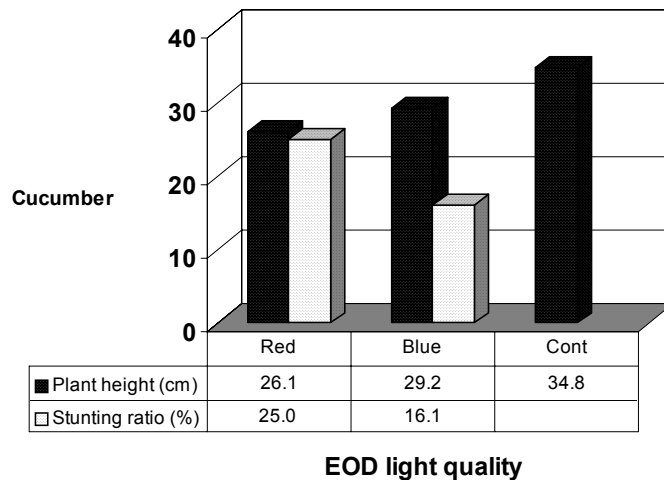


Fig. 1. Effect of EOD light quality on the plant height and stunting ratio of cucumber seedlings.

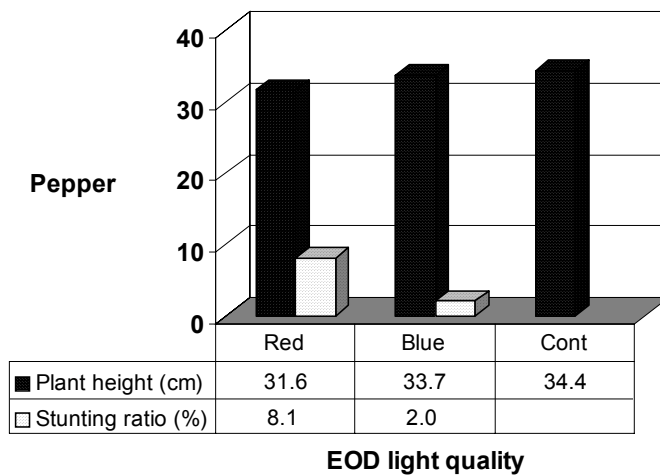
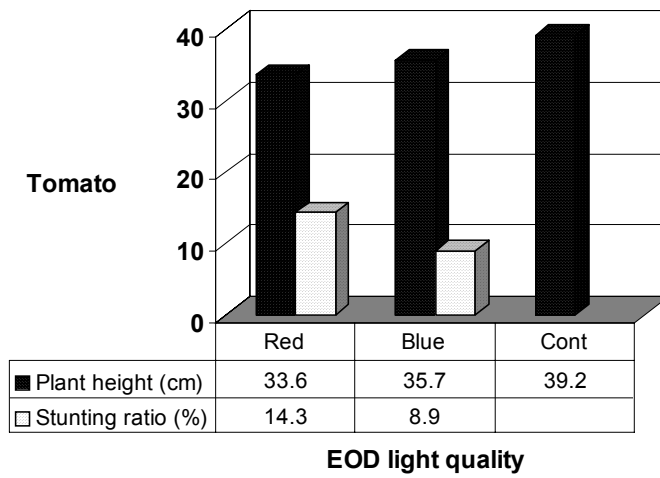


Fig. 2. Effect of EOD light quality on the plant height and stunting ratio of tomato and pepper seedlings.

세 작물 모두 경경, 엽수 및 엽록소 함량은 처리와 무처리간 현저한 차이가 나타나지 않았다(Table 1). 엽면적은 오이와 토마토에서 적색광과 청색광 처리간 차이는 없었으나 무처리구에 비하여 현저히 감소하였으며 고추에서 처리간 유의성 차이가 나타나지 않았다.

Table 1. Effect of EOD red and blue light on the growth of cucumber, tomato and pepper seedlings.

Crop	EOD light	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll	Leaf area (cm ²)
Cucumber	Red	5.8 a ^Z	5.4 ab	35.8 ab	302 b
	Bule	6.2 a	5.0 b	33.3 b	298 b
	Cont	5.9 a	5.8 a	35.9 a	335 a
Tomato	Red	5.7 a	9.3 a	37.2 a	276 b
	Bule	5.8 a	9.1 a	39.3 a	297 b
	Cont	5.6 a	9.2 a	37.7 a	328 a
Pepper	Red	3.2 a	13.1 a	48.0 a	113 a
	Bule	3.3 a	12.4 a	48.5 a	118 a
	Cont	3.3 a	13.3 a	47.4 a	108 a

^Zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

지상부의 건물중은 오이, 고추, 토마토 모두 적색광, 청색광, 무처리구 순서로 증가하는 경향이었다(Fig. 3). T/R율은 세 작물 모두 적색광 처리구가 가장 작았는데, 이것은 적색광 처리로 묘의 줄기생장이 억제된 반면 상대적으로 뿌리가 발달하였기 때문인 것으로 사료된다. 전체적으로 적색광 처리에서 묘소질이 좋은 것으로 나타났다.

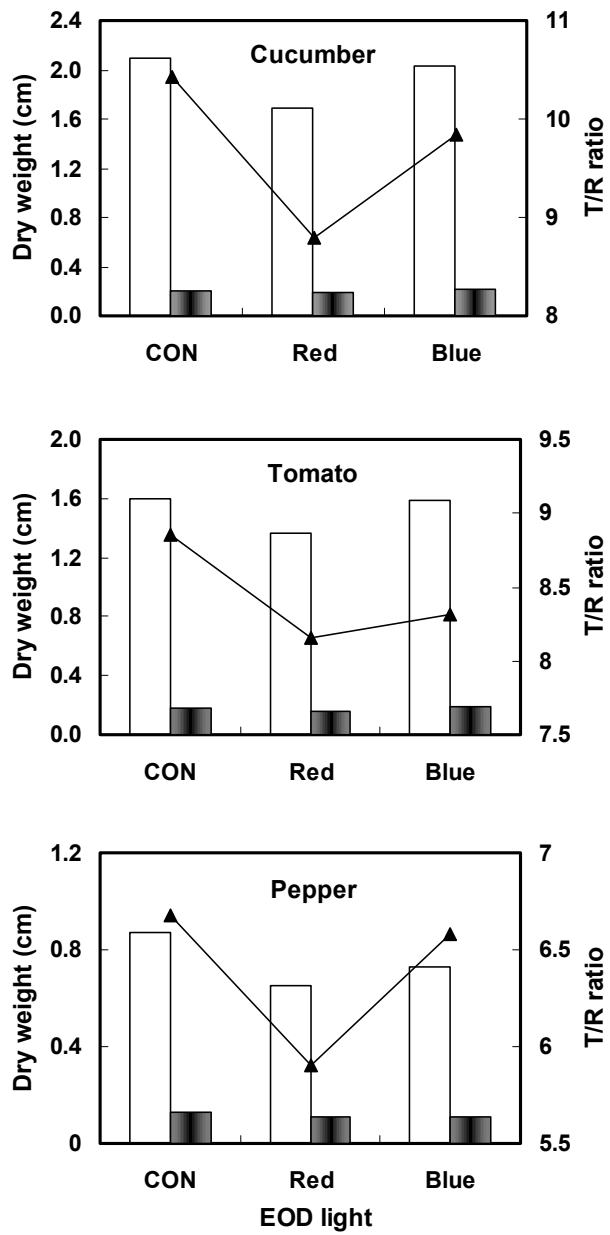


Fig. 3. Effect of EOD red and blue light treatments on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of cucumber, tomato and pepper seedlings.

나. LED 광 처리가 묘의 도장억제에 미치는 영향

LED 적색, 청색 및 근적색 광에 대한 과채류 묘의 생육반응을 조사한 결과 초장은 LED 적색광, 청색광 처리구가 대조구에 비하여 오이의 경우 약 23.8% 와 15.6%(Fig. 4), 토마토에서는 14.3% 와 8.9%, 고추는 8.1% 와 3.8% 각각 감소하였으며(Fig. 5), 반대로 LED 근적색광 처리구는 대조구에 비해 오이, 토마토 및 고추에서 각각 약 21.9%, 15.1% 및 11.9% 증가하였다. 이러한 결과는 멜론(Decoteau와 Friend, 1991), 피튜니아(Satoshi 등, 2000), 고추(Brown 등. 1995), 콩(Hunt 등. 1989) 등에서도 적색광 처리에 의하여 줄기의 신장이 감소되고 근적색광 처리에 의해 줄기의 신장이 촉진된다는 보고와 일치하였다.

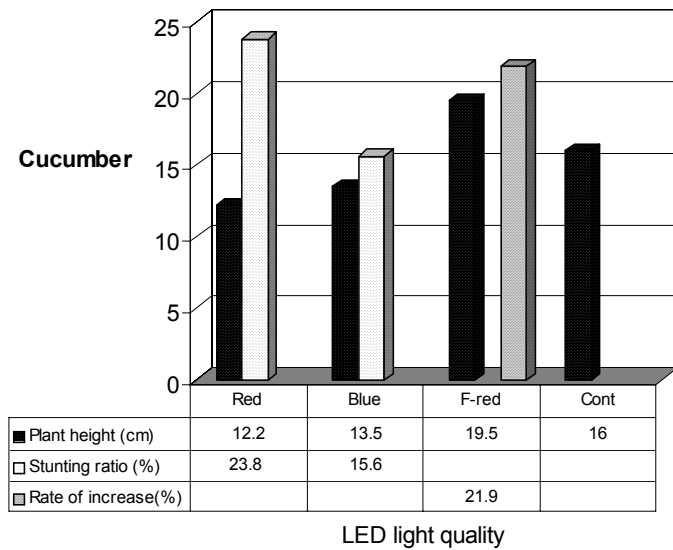


Fig. 4. Effect of LED light quality on the plant height, stunting ratio and rate of increase of cucumber seedlings.

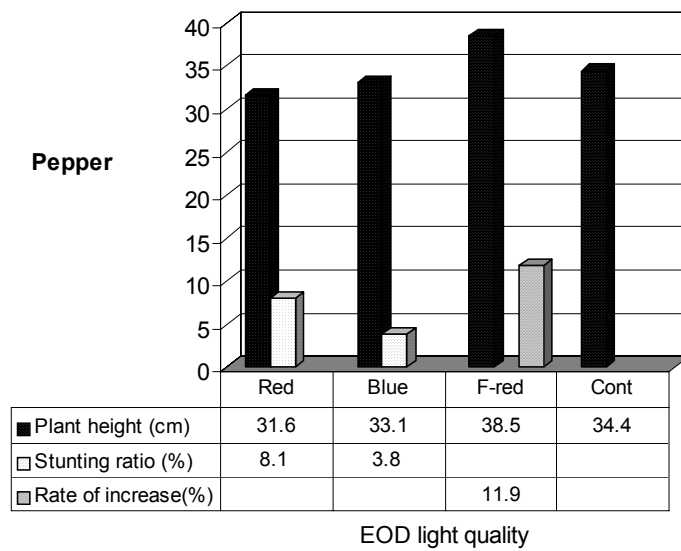
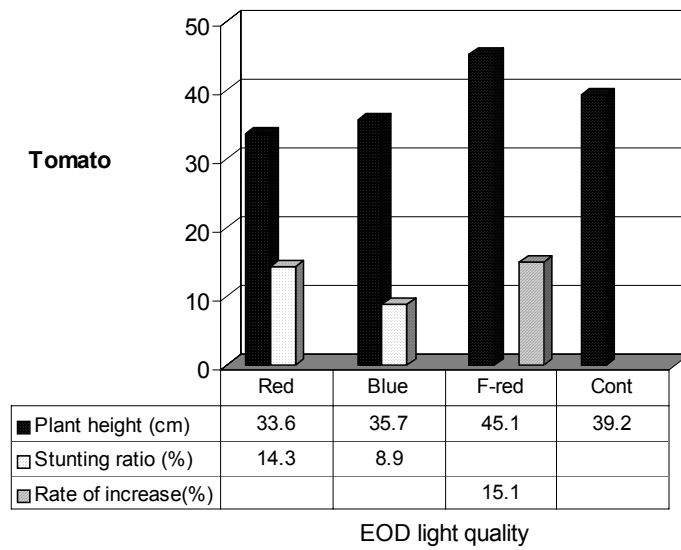


Fig. 5. Effect of LED light quality on the plant height, stunting ratio and rate of increase of tomato and pepper seedlings.

경경에서 오이와 고추는 처리간 유의성 차이가 없었으나, 토마토에서 근적색 처리구가 가장 가늘게 나타났다(Table 2). 엽수는 세 작물 모두 차이가 없었고, 엽록소 함량은 오이와 토마토에서 적색 처리가 근적색 처리보다 높게 나타났으며 고추에서는 처리간 현저한 차이가 없었다. 세 작물 모두 엽면적은 초장과 비슷한 경향을 보였는데 근적색, 청색, 적색 순서로 작아졌다. 그러나 적색과 청색처리간 유의성 차이가 없었다.

Table 2. Effect of LED light quality on the growth of tomato, pepper and cucumber seedlings.

Crop	EOD Light	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll	Leaf area (cm ²)
Cucumber	Red	3.4 a ^z	3.2 a	31.3 a	33.8 b
	Bule	3.3 a	3.2 a	30.7 ab	33.3 b
	F-red	3.3 a	2.8 a	28.8 b	37.6 a
	Cont	3.2 a	3.0 a	30.0 ab	35.9 a
Tomato	Red	5.7 a	9.3 a	37.2 ab	276.1 c
	Bule	5.8 a	9.1 a	39.3 a	297.3 b
	F-red	5.3 b	9.4 a	36.5 b	345.8 a
	Cont	5.6 a	9.2 a	37.7 ab	328.4 a
Pepper	Red	3.2 a	13.1 a	48.0 a	108.2 b
	Bule	3.2 a	12.6 a	48.5 a	112.9 b
	F-red	3.3 a	12.8 a	47.0 a	132.3 a
	Cont	3.3 a	13.3 a	47.4 a	124.5 a

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

지상부 건물중은 세 작물 모두 적색, 청색, 근적색 처리 순서로 증가하였는데 적색, 청색처리구는 대조구에 비해 감소한 반면, 근적색 처리구는 대조구에 비하여 증가하였다. 지하부의 건물중은 일정한 경향이 없었으며 처리간 현저한 차이가 나타나지 않았다(Fig. 6; Fig. 7).

본 실험에서 T/R율은 적색광 처리구가 오이에서 7.3, 고추에서 5.6 및 토마토에서 7.4, 로 가장 작게 나타났으며 다음으로 청색광, 근적색 순서로 증가하였다. 광질별로 전체적인 묘소질이 적색광 처리구가 가장 우수한 것으로 나타났다.

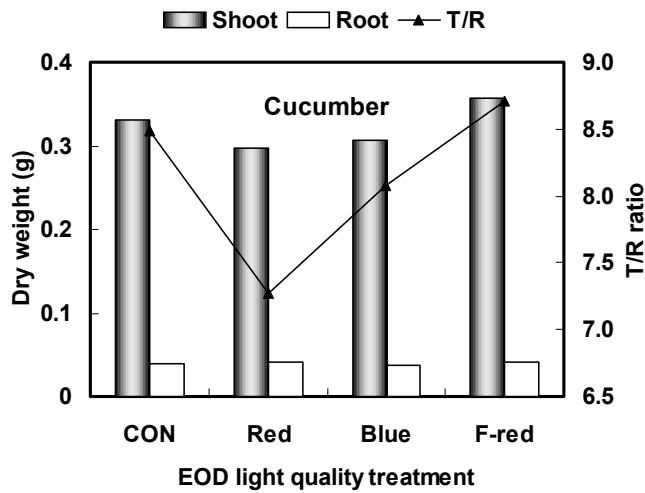


Fig. 6. Effect of LED light quality treatments on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of cucumber seedlings.

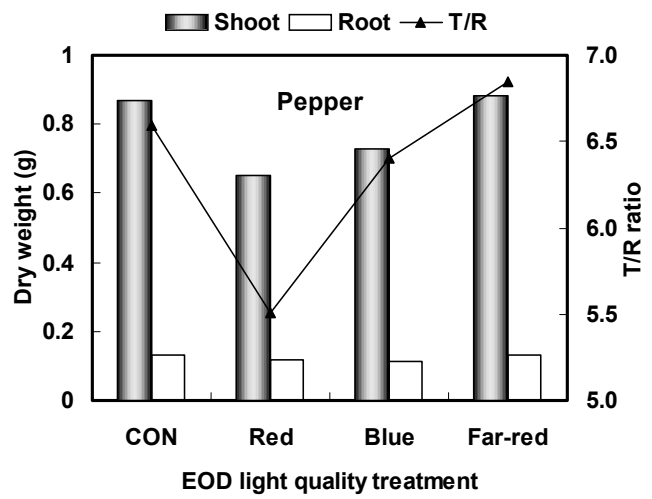
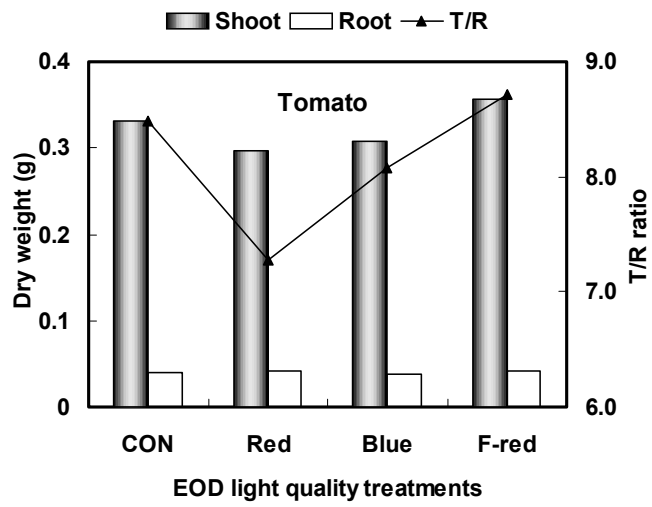


Fig. 7. Effect of LED light quality treatments on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of tomato and pepper seedlings.

2. 처리시간이 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

가. 적색형광등 처리시간이 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

일몰 후 적색형광등 시간을 60분, 120분 및 180분간 처리하였을 때 초장은 오이에서 각각 25.3%, 28.1%, 26.7%의 왜화율을 보였고(Fig. 8), 토마토에서 각각 14.3%, 15.7%, 13.1% 왜화율을 보였으며 고추에서는 각각 8.1%, 6.4%, 3.8% 왜화율을 보였다(Fig. 9). 세 작물 모두 처리시간에 일정한 경향을 보이지 않았으며 처리간 유의성 차이가 없었다. 따라서 전체적으로 적색광 처리에 의하여 작물에 따라 상이한 정도의 줄기억제 효과를 보여 오이에서 왜화율이 가장 높게 나타나 적색광 처리에 가장 민감하게 반응하였다. 그러나 60분부터 180분 처리범위에 있어서 처리시간에 대한 영향이 그다지 크지 않다고 판단된다.

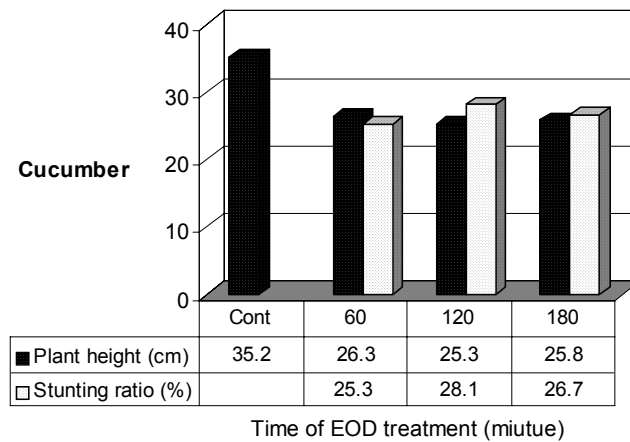


Fig. 8. Effect of time of EOD red light treatment on the plant height and stunting ratio of cucumber seedlings.

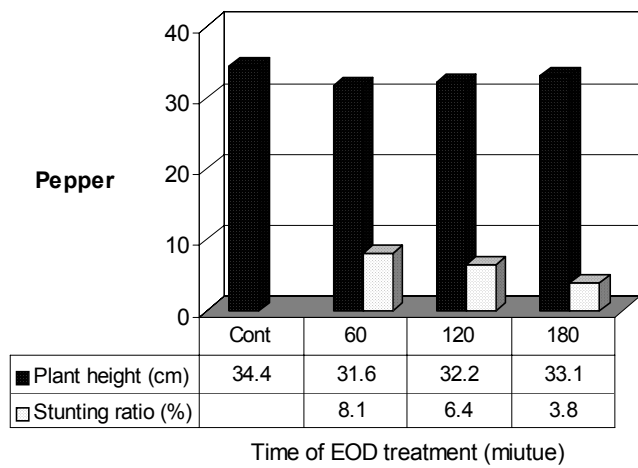
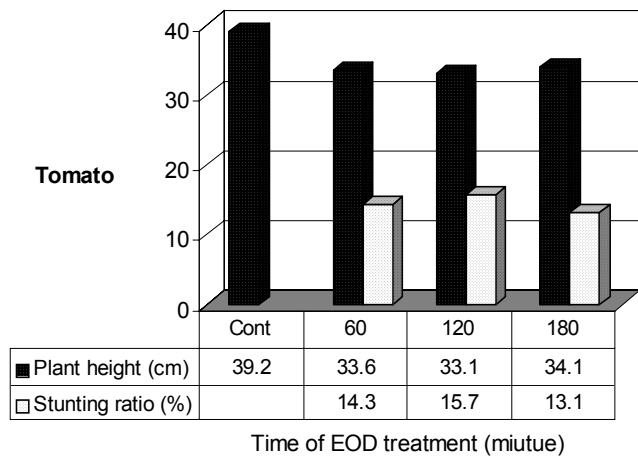


Fig. 9. Effect of time of EOD red light treatment on the plant height and stunting ratio of cucumber seedlings.

Table 3을 보면 일몰후 적색광 처리시간에 의하여 세 작물 모두 엽수와 줄기의 굵기에 미치는 영향에는 유의차가 없었으며 엽록소 함량은 고추의 경우 시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향이 나타났는데 이것은 적색광 처리에 의하여 엽록소의 생합성을 촉진한다는 보고와 비슷한 결과를 보였다(Akira 와 Naoko, 1993). 그러나 오이와 토마토는 처리시간별 현저한 차이를 보이지 않았다. 엽면적은 전체적으로 광 처리구가 무처리구에 비하여 감소하였다. 또한 처리간 세 작물 모두 180분간 처리가 가장 높게 나타났으며 60분과 120분 처리간 유의성 차이가 없었다.

Table 3. Effect of different light time of treatments on the growth of tomato, pepper and cucumber seedlings.

Crop	Treatment	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll	Leaf area (cm ²)
Cucumber	Cont	5.9 a ^z	5.8 a	34.9 a	335.1 a
	60	5.8 a	5.4 a	35.8 a	305.3 bc
	120	5.7 a	5.0 a	35.6 a	29.57 c
	180	6.0 a	5.5 a	36.5 a	313.5 b
Tomato	Cont	5.6 a	9.2 a	35.2 b	312.3 a
	60	5.7 a	8.9 a	36.5 ab	281.6 c
	120	6.1 b	9.6 a	36.6 ab	286.5 bc
	180	6.2 a	9.4 a	37.9 a	296.7 b
Pepper	Cont	3.2 a	11.8 a	43.6 c	146.8 a
	60	3.2 a	11.6 a	45.1 bc	130.2 b
	120	3.5 a	12.1 a	46.5 ab	127.9 b
	180	3.3 a	12.3 a	47.6 a	143.5 a

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

지상부의 건물중은 오이와 토마토에서 120분 처리구에서 가장 작게 나타났으며 고추에서는 시간이 길어짐에 따라 증가하였다(Fig. 10; Fig. 11). 지하부의 건물중은 세 작물 모두 처리시간별 현저한 차이가 나타나지 않았다. 이것은 광처리 결과 지상부 생육은 저하한 반면 지하부는 영향을 받지 않은 것으로 판단된다. T/R율은 오이와 토마토에서는 120분 처리가 가장 작게 나타났으나 처리간 유의성 차이가 나타나지 않았으며 고추에서는 60분 처리가 가장 작게 나타났다. 이것은 오이와 토마토에서 60분부터 180분 시간범위에서 처리시간에 의한 영향이 크지 않다고 사료된다.

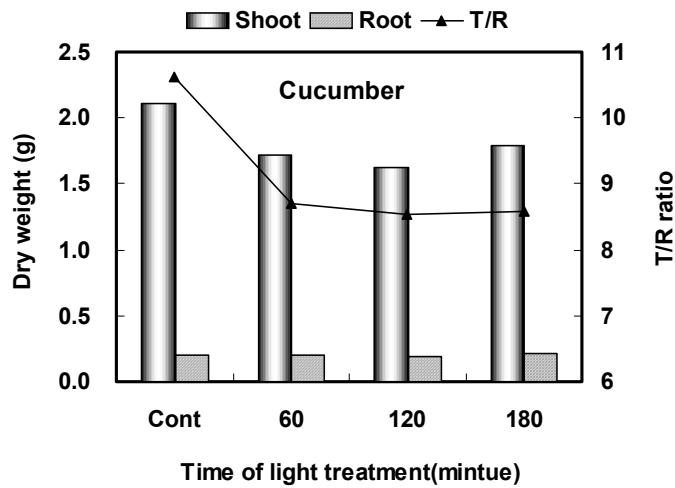


Fig. 10. Effect of time of light treatments on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of cucumber seedlings.

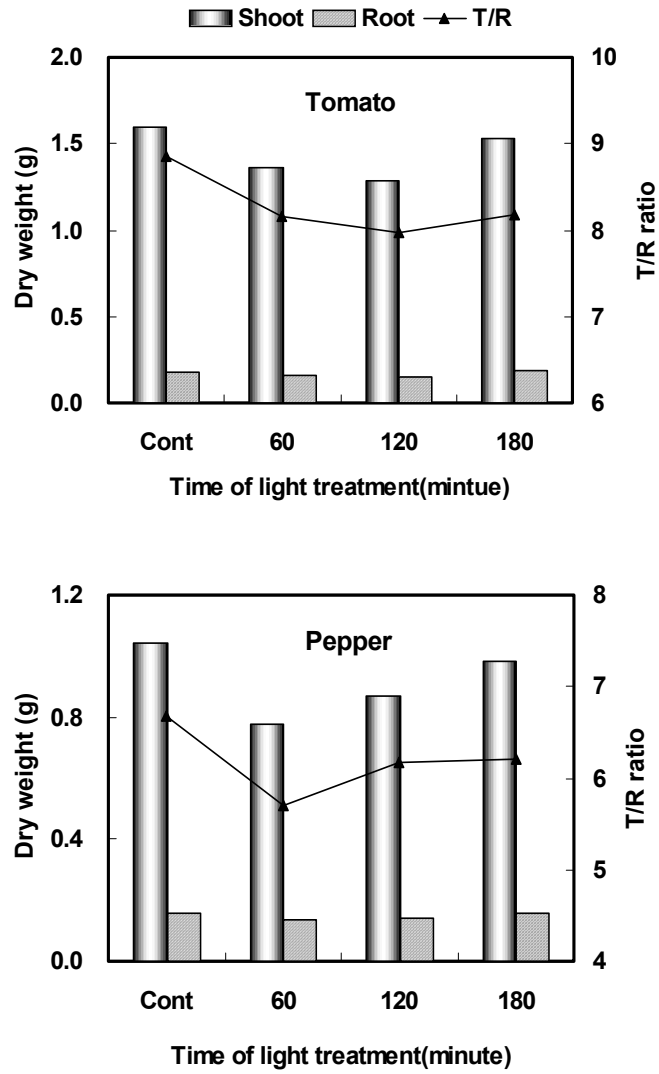


Fig. 11. Effect of time of light treatments on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of tomato and pepper seedlings.

나. LED 적색광 처리시간이 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

초장은 처리시간이 길어짐에 따라 감소하였는데 10분, 30분, 60분 및 120분 처리구가 대조구에 비해 오이는 각각 8.8%, 14.0%, 25.3%, 30.2% 감소하였으며 토마토는 각각 11.4%, 18.0%, 22.5%, 25% 감소하였다(Fig. 12). 두 작물 모두 60분과 120분 처리구에서 좋은 왜화율을 보였으며 또한 10분과 30분 처리구에 비하여 현저한 차이가 나타났다. 반면 10분과 30분, 60분과 120분 처리간 유의성 차이는 없었다.

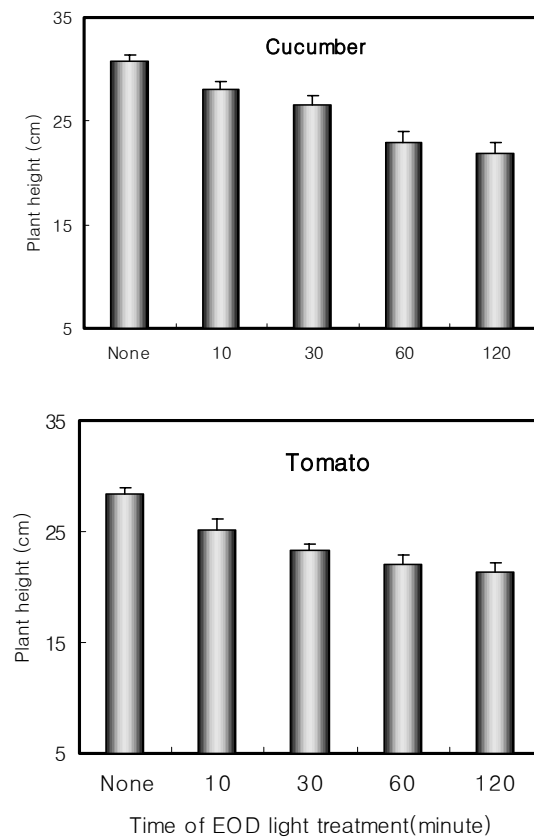


Fig. 12. Effect of time of EOD red light treatments on the cucumber and tomato plant height.

하배축은 시간이 길어짐에 따라 작아 졌으나 엽수, 경경, 엽록소함량은 처리 시간의 영향을 받지 않은 것으로 나타났으며 엽면적은 처리시간이 길어짐에 따라 감소하는 경향이었으나 10분과 30분, 60분과 120분 처리간 유의성 차이가 나타나지 않았다.(Table 4).

Table 4. Effect of time of EOD red light treatments on growth of cucumber and tomato seedlings.

Crop	Treatments	Hypocotyl length (mm)	No. of leaves	Stem diameter (mm)	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
Cucumber	CON	69.8 a	4.1 a	5.03 a	34.28 b	314.6 a
	10M	67.1 ab	4.0 a	4.89 a	35.63 ab	273.3 b
	30M	65.1 b	4.2 a	5.11 a	35.48 ab	272.0 b
	60M	64.3 b	4.0 a	5.06 a	36.48 a	240.8 c
	120M	54.7 c	4.1 a	5.12 a	35.78 a	230.2 c
Tomato	CON	35.5 a	6.8 a	4.76 b	36.18 b	221.4 a
	10M	28.4 b	6.0 c	4.92 a	37.88 ab	201.6 b
	30M	25.9 bc	6.0 c	4.93 a	36.60 b	191.0 b
	60M	24.6 c	6.0 c	4.97 a	37.89 ab	178.2 c
	120M	21.1 d	6.4 b	4.90 a	39.04 a	180.0 c

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

지상부의 건물중은 두 작물 모두 시간의 증가에 따라 감소하였는데, 특히 오이에서 현저한 차이를 보였다(Fig. 12). 건물율은 오이와 토마토에서 처리 시간의 영향을 받지 않은 것으로 나타났으며 T/R율과 SLA는 처리시간의 증

가에 따라 두 작물 모두 감소하는 경향을 보였으나 60M, 120M 처리간 유의성 차이가 나타나지 않았다(Table 5). 조직의 충실도(Compactness)는 오이와 토마토에서 시간의 증가에 따라 높아지는 경향을 보였다. 전체적으로 오이와 토마토는 묘소질이 시간의 증가에 따라 우수하였다.

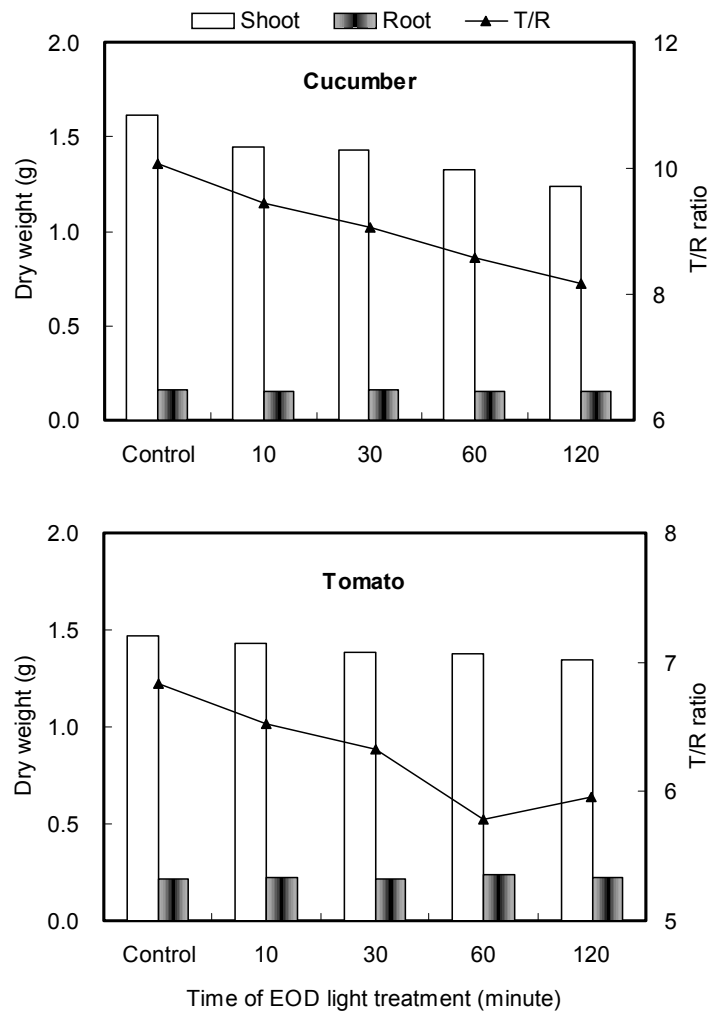


Fig. 12. Effect of different light time treatments on the dry shoot, root and T/R ratio of cucumber and tomato seedlings.

Table 5. Effect of different light time treatments on the dry matter rate, SLA and compactness of cucumber and tomato seedlings.

Crop	Treatments	Day matter rate (%)			SLA (cm ² /g)	Compactness (mg/cm)
		Leaf	Stem	Root		
Cucumber	10M	14.87	8.39	5.58	274.8 ab	57.54 b
	30M	14.36	7.30	4.87	269.8 b	59.97 b
	60M	14.12	7.86	5.63	252.8 c	64.32 a
	120M	13.87	7.93	4.81	260.6 bc	64.75 a
	CON	13.64	7.73	4.96	285.4 a	57.72 b
Tomato	10M	13.46	11.87	7.11	207.2 b	66.68 b
	30M	14.04	11.40	8.02	203.4 bc	68.96 ab
	60M	15.02	11.65	8.65	186.8 d	73.63 a
	120M	14.55	11.75	7.61	193.4 cd	74.04 a
	CON	11.74	10.26	8.40	235.6 a	58.64 c

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

3. 적색광 처리시기가 묘의 도장억제에 미치는 영향

초장은 일몰 후, 야간 및 일출전 처리구가 대조구에 비하여 오이에서 각각 약 21.3%, 11.9%, 15.5% 감소하였으며 토마토에서는 각각 14.2%, 4.7%, 7.9% 감소하여 일몰후 처리시기가 묘의 도장억제 효과가 가장 좋았다.(Fig. 13) 이것은, 일몰후의 환경변화는 광량과 온도가 낮아지고 상대습도가 높아지는 환경이었는데, 이러한 환경변화가 초장신장에 결정적인 영향을 미치는 환경요인으로써 하루신장 수준에서 일몰후에 줄기 신장율이 대부분 식물이 가장 높기 때문에(Son 과 Lee 1998) 이 시기에 광처리를 함으로써 줄기의 신장을 가장 효과적으로 억제할 수 있다고 판단된다. 또한 일출전 처리에서도 두 작물 모두약간의 도장억제 효과가 있는 반면 야간 처리에서 현저한 도장억제 현상이 나타나지 않았다.

이러한 결과는 *Lycopersicon esculentum*와 *Euphorbia pulcherrima*에 있어서 일몰때와 일출전에 줄기신장율이 가장 높았으며(Bertram, 1992) *Salvia* 는 일몰후 초장이 급격히 신장하며 일몰직후부터 자정까지 초장신장이 최대인 것으로 나타났다는 보고와 비슷하다(Son 과 Lee, 1998).

경경에서 오이는 3.58mm, 토마토는 5.65mm로 두 작물 모두 일몰 후처리구가 가장 굵게 나타났다(Table 6). 엽수와 엽록소는 처리시기별 현저한 차이는 나타내지 않았고, 엽면적은 오이에서 처리간 차이를 나타내지 않았으나 대조구에 비해 현저히 감소하였으며 토마토에서는 처리간 유의성 차이가 나타났는데 일몰후 처리구가 257.8cm²로 가장 작고 다음은 일출전, 야간 순서로 증가하였다. 이것은 일몰 후 광처리가 전체적으로 지상부의 생육을 억제한 것으로 사료된다.

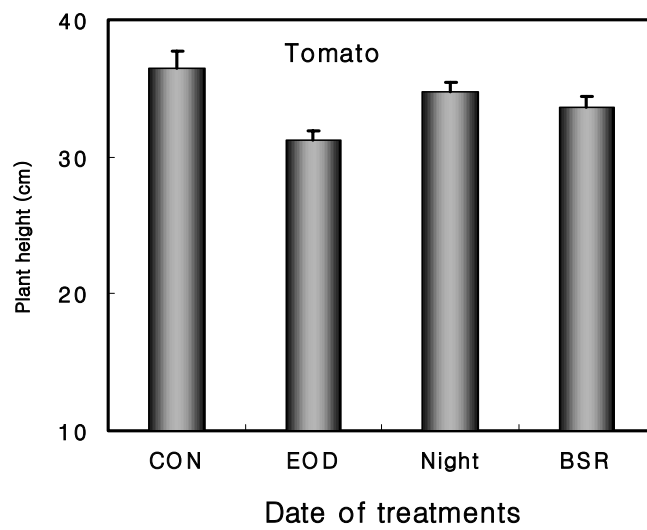
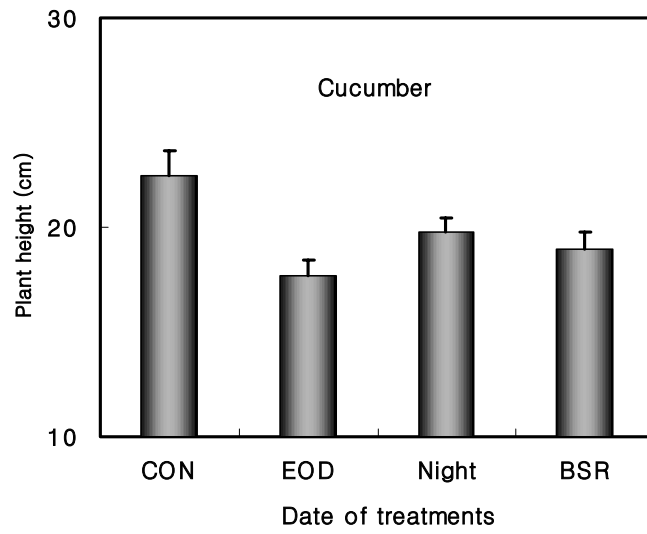


Fig. 13. Effect of different date of treatments on the plant height of cucumber and tomato seedlings.

Table 6. Effect of date of treatment on the stem diameter, No. of leaves, leaf chlorophyll and leaves area of cucumber and tomato seedlings.

Crop	Treatments	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll	Leaf area (cm ²)
Cucumber	EOD	3.58 a ^z	3.0 a	33.1 a	103.5 b
	Night	3.37 b	3.2 a	32.9 a	104.5 b
	BSR	3.51 ab	3.1 a	33.4 a	98.3 b
	Control	3.46 b	3.3 a	32.3 a	124.0 a
Tomato	EOD	5.65 a	7.3 a	39.7 a	257.8 c
	Night	5.38 bc	7.8 a	36.5 b	282.4 ab
	BSR	5.52 ab	7.5 a	37.9 ab	274.1 b
	Control	5.31 c	7.9 a	36.3 b	291.3 a

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

두 작물 모두 지상부의 건물중에서 일몰 후와 일출전 처리간 유의성 차이가 없었으며 두 처리 모두 야간 처리에 비하여 높게 나타났다(Table 7). 지하부의 건물중은 처리간 차이가 나타나지 않았다.

과채류 묘의 품질 평가 지수로서는 지상부와 지하부의 비율을 의미하는 T/R율은 작을수록, 건물중과 초장과의 비율인 조직 충실도가 클수록 우수한 것으로 알려져 있다(Lou와 Kato, 1988; Park 등, 1996).

오이와 토마토 모두 T/R율이 일몰후 처리에서 각각 8.64, 6.32로 타 처리에 비해 작았으며 조직의 충실도는 일몰후 처리에서 각각 28.63, 50.31mg/cm로 가장 크게 나타나 전체적이 묘 소질은 일몰후 처리구가 우수하였다

Table 7. Effect of date of treatment on the dry weight of shoot, root, T/R ratio and compactness of cucumber and tomato seedlings.

Crop	Treatments	Dry weight (g)		T/R ratio	Compactness (mg/cm)
		Shoot	Root		
Cucumber	EOD	0.459 b ^z	0.052 a	8.64 c	28.63 a
	Night	0.411 c	0.044 b	9.31 b	24.23 b
	BOD	0.457 b	0.050 a	9.10 b	25.87 b
	Control	0.536 a	0.053 a	10.22 a	26.15 b
Tomato	EOD	1.346 c	0.213 a	6.32 c	50.31 a
	Night	1.453 ab	0.209 a	6.95 a	47.22 b
	BOD	1.391 bc	0.210 a	6.62 b	48.26 b
	Control	1.503 a	0.211 a	7.21 a	46.07 b

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

4. 일몰후 적색광 광도가 묘의 도장억제에 미치는 영향

적색광 광도를 각각 2, 8, 16 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 달리하여 오이와 토마토에 처리하였는데 초장은 오이에서 처리구가 무처리에 비해 11.7%, 15.3% 및 22.3% 감소하였으며 토마토에서는 무처리구에 비하여 7.8%, 12.4% 및 14.8% 감소하여 광도가 증가함에 따라 초장은 감소하는 경향이 나타났다(Fig. 14; Fig. 15). 그러나 오이에서 2 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 와 8 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리간, 토마토에서 8 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 와 16 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리간 유의성 차이가 나타나지 않아 전체적으로 일몰후 적색광 처리시 광도가 줄기 신장에 미치는 영향이 크지 않다고 판단된다.

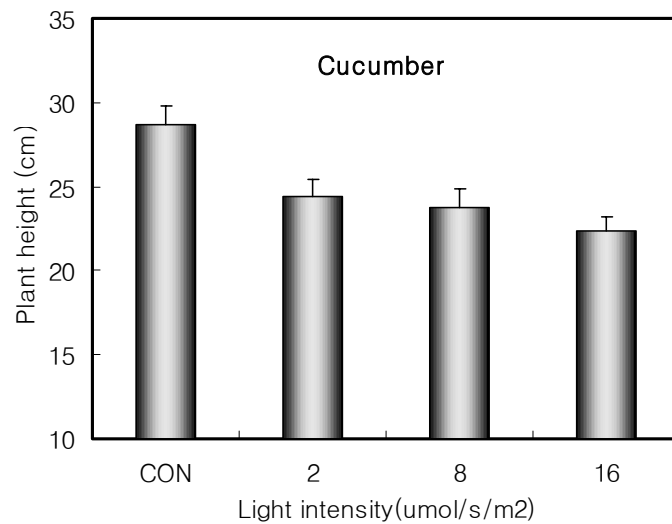


Fig. 14. Effect of EOD red light intensity on the plant height of cucumber seedlings.

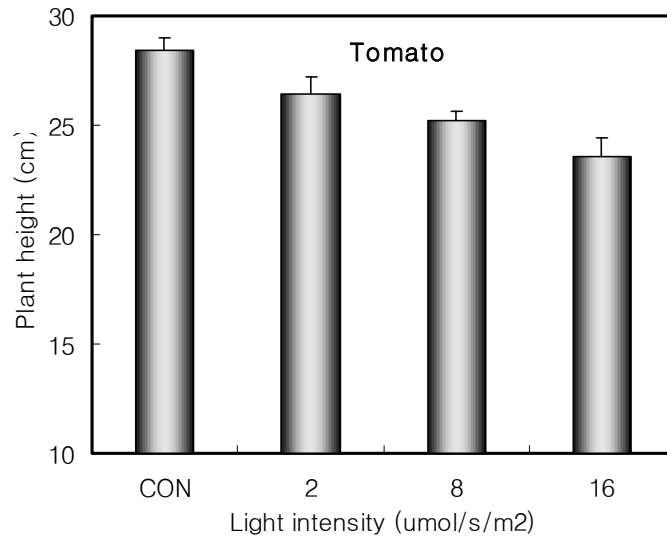


Fig. 15. Effect of EOD red light intensity on the plant height of tomato seedlings.

하베축도 초장과 비슷한 경향을 보여 두 작물 모두 일몰후 적색광 처리에서 적색광 광도의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였지만 처리간 현저한 차이는 없었다(Table 8). 경경과 엽록소는 오이와 토마토에서 광도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여 경경은 오이와 토마토가 $16\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리구에서 각각 5.4mm, 4.9mm로 가장 굵게 나타났으며 엽록소도 오이와 토마토가 $16\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리구에서 각각 38.48, 37.56로 가장 높게 나타났다. 엽면적은 광도별 뚜렷한 차이가 나타나지 않았지만 $8\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리구에서 오이와 토마토가 252.4cm^2 와 184.7cm^2 로 타 처리구에 비하여 작게 나타났다.

Table 8 .Effect of different light intensity treatments on the growth of cucumber and tomato seedlings.

Crop	Light intensity (mol/s ⁻¹ /m ⁻²)	Hypocotyl length (mm)	Stem diameter (mm)	Leaf chlorophyll	Leaf area (cm ²)
Cucumber	Non	67.4 az	5.0 b	35.0 c	292.6 a
	2	56.6 b	5.3 a	35.8 bc	266.4 b
	8	56.1 bc	5.2 ab	37.1 ab	252.4 c
	16	54.6 c	5.4 a	38.5 a	269.6 b
Tomato	Non	35.4 a	4.7 ab	36.1 a	221.4 a
	2	31.9 b	4.5 b	36.9 a	193.bc
	8	29.3 bc	4.6 b	36.2 a	184.7 c
	16	27.2 c	4.9 a	37.6 a	197.8 b

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

절간장은 광도증가에 따라 감소하여 초장과 비슷한 경향을 보였는데 오이에서는 특히 제3절간장에서 8 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 와 16 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리구가 2 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리에 비해 각각 14.7, 12.2mm 작아 현저한 차이가 나타났다. 토마토에서는 1절부터 6절까지 8 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 와 16 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리구가 2 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리에 비해 모두 현저한 차이가 나타났다. 그러나 8 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 와 16 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리간 차이가 없었다. (Table 9). 엽병에서는 광도별 뚜렷한 차이를 보이지 않았다(Table 10).

Table 9 .Effect of different light intensity treatments on the internode and petiole length of tomato seedlings.

Crop	Treatments	Internode Length(cm)						
		1	2	3	4	5	6	7
Cucumber	CON	67.4 a ^z	64.6 a	92.8 a	43.3 a			
	2	54.6 c	64.5 a	82.4 b	28.5 b			
	8	62.3 b	63.3 ab	67.7 c	24.3 c			
	16	55.6 c	59.7 b	70.2 c	24.9 c			
Tomato	CON	35.5 a	33.0 a	25.1 a	44.7 a	49.5 a	40.4 a	24.6 a
	2	32.9 a	32.0 a	25.3 a	44.7 a	40.6 a	38.0 a	21.0 b
	8	27.3 b	28.2 b	22.3 ab	38.6 b	33.7 b	35.9 b	23.5 a
	16	27.2 b	25.6 b	21.7 b	38.7 b	33.9 b	34.0 b	21.0 b

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

Table 10. Effect of different light intensity treatments on the internode and petiole length of cucumber seedlings.

Crop	Treatments	Petiole length(cm)				
		1	2	3	4	5
Cucumber	CON	68.9 a ^z	73.3 a	55.1 a	13.4 a	
	2	65.4 b	78.0 b	48.9 b	9.5 b	
	8	63.6 b	70.2 c	47.2 b	10.5 b	
	16	60.0 c	72.7 bc	47.5 b	9.7 b	
Tomato	CON	18.2 a	18.8 a	17.6 a	19.1 a	17.9 a
	2	15.6 b	16.3 b	15.3 b	16.2 c	14.3 c
	8	14.6 bc	15.8 b	14.8 b	16.1 c	16.1 b
	16	14.0 c	15.2 b	15.2 b	17.7 b	15.9 b

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

생체중의 지상부는 처리간 차이를 나타나지 않았지만 잎의 생체중은 두 작물 모두 처리구가 무처리구에 비하여 감소하였는데 오이에서는 가 가장 낮게 나타난 반면 토마토에서는 $8\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리구가 가장 높게 나타나 광도에 대한 잎의 반응은 작물별로 차이가 있다고 사료된다. 지하부에서 $8\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리구에서 오이는 3.578g, 토마토는 3.382g로 가장 크게 나타났다(Table 11).

Table 11 .Effect of different light intensity treatments on the fresh weight and dry weight of cucumber and tomato seedlings.

Crop	Treatments	Fresh weight (g)			
		Leaf	Stem	Root	Total
Cucumber	16	7.095	4.941	3.540	15.580
	8	6.802	5.141	3.578	15.518
	2	7.158	5.166	3.049	15.369
	CON	7.208	5.796	3.535	16.535
Tomato	16	7.224	4.017	2.878	14.120
	8	7.505	4.013	3.382	14.901
	2	7.314	3.962	2.799	14.074
	CON	8.123	4.845	2.595	15.563

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

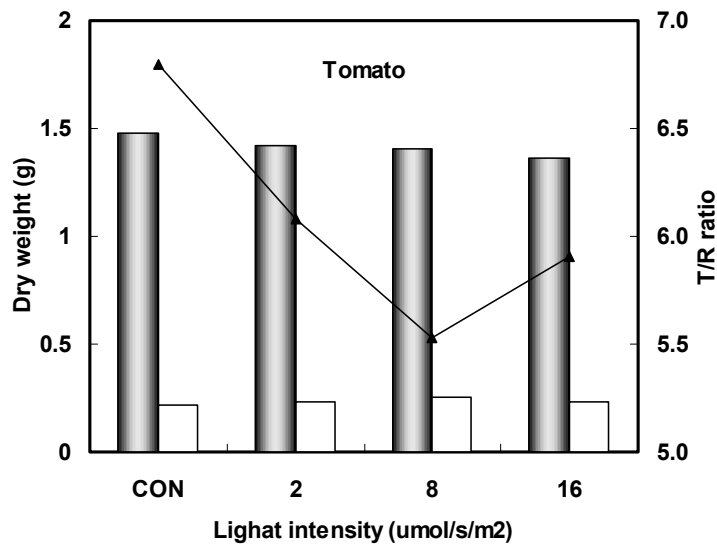
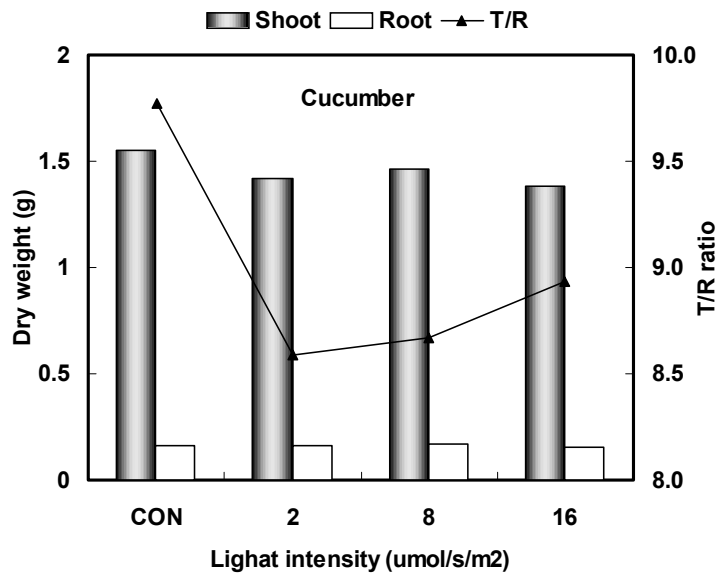


Fig. 16. Effect of different light intensity treatments on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of cucumber and tomato seedlings.

지상부와 지하부의 건물율은 광도증가에 따라 감소하는 경향이 나타났으며 T/R율은 $8\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리구에서 오이와 토마토가 각각 8.67, 5.57로 가장 작았다(Fig. 16). 한편 잎의 두께의 역수를 의미하는 SLA는 같은 엽면적 조건하에서 작을수록 바람직한데 오이와 토마토가 $8\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리구에서 잎의 두께가 두꺼워 졌다. 조직의 충실도는 광도증가에 따라 증가하는 경향이 나타났으며 8과 $16\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리간 차이가 없었다. 전체적 묘소질은 오이와 토마토에서 $8\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리가 우수하게 나타났다(Table 12).

Table 12 .Effect of different light intensity treatments on the dry matter rate, SLA and compactness of cucumber and tomato seedlings.

Crop	Treatments	Day matter rate (%)			SLA (cm ² /g)	Compactness (mg/cm)
		Leaf	Stem	Root		
Cucumber	CON	15.01	6.74	4.53	271.0 a ^z	59.73 c
	2	14.22	6.92	5.41	263.4 b	65.77 a
	8	15.63	7.72	4.90	242.4 c	68.09 a
	16	14.46	6.91	4.79	260.9 b	67.54 a
Tomato	CON	11.74	10.26	8.40	235.6 a	58.64 b
	2	12.62	11.25	8.03	217.7 b	61.57 b
	8	12.79	11.19	7.54	199.2 c	66.26 a
	16	12.18	11.11	7.61	219.8 b	67.52 a

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

제4절 결과요약

1. 일몰후(end-of-day) 광질에 있어서 적색형광등과 적색 LED광 처리에 의하여 오이, 토마토 및 고추 묘의 줄기신장이 억제되었고, T/R율도 가장 작아 적색광 처리가 좋았다. 또한 청색 광 처리도 약간 줄기신장이 억제되는 경향을 보였다. 작물별로 오이가 적색, 청색 광에 가장 민감하게 반응하였으며 다음으로는 토마토, 고추 순서로 반응하였다.
2. 일몰후 광 처리시간의 증가에 따라 오이와 토마토에서 모두 초장, 엽면적, 감소하는 경향이 나타났으나 60분과 120분 처리간 유의성 차이는 없었다. 조직의 충실도는 시간의 증가에 따라 높아졌다. 광 처리시간에 있어서 60분 처리가 효율적이고 효과적이다.
3. 광 처리시기에 있어서 일몰후 처리에서 오이는 21.3%, 토마토의 경우 14.2% 왜화율 보여 일몰후 처리가 효과적이었으며 일출전 처리에서도 약간의 줄기신장 억제현상이 나타났다.
4. 일몰후 적색광 광도가 증가함에 따라 줄기신장을 억제하는 추세를 보였으나 처리간 현저한 차이를 보이지 않았다. 즉 일몰후 적색광 처리시 광도가 줄기 신장에 미치는 영향이 크지 않다고 판단된다.T/R율과 SLA(비엽중)이 $8\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 처리가 작게 나타났다.

인 용 문 헌

- 김용현. 1999. 인공광원으로 발광다이오드를 이용한 묘생산 시스템에서 식물생장 및 형태형성 제어-발광다이오드의 분광 특성 및 광강도에 미치는 영향. 한국농업기계학회지 24(2): 115-122.
- 김용현, 박현수. 2000. 광량자센서와 분광광도계를 이용한 발광다이오드 광량자속의 정량화. 생물환경조절 9(4):223-229.
- 배은정. 1999. 생장억제제 및 자외선처리에 의한 채소묘의 생육조절. 경희대학교 박사학위논문.
- Akira, N. and K. Naoko, 1993. Light regulation of hypocotyl elongation and greening in transgenic tobacco seedling that over-express rice phytochrome. Plant cell physiol. 34:825-833
- Bertram. L. 1992. Stem elongation of *Dendranthema* and tomato plants in relation to day and night temperature. Acta Hort. 327: 61-70
- 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. 94:448-454.
- Brown, C. S., A. S. Schuerger and J. C. Sager. 1995. Growth and photomorphogenesis of pepper plants under red light-emitting diodes with supplemental blue or far-red light. J. Amer. Hort. Sci. 120(5):808-813. 1995.
- Chi, S.H., K.B. Ann. and J. I. Chang. 1998. Effect of the lighting cycle on the growth of tomato and hot pepper seedlings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39(3):233-237.

- Decoteau, D.R. and H.H. Friend. 1991. Phytochrome-regulated growth of young watermelon plants. *J. Amer. Hort. Sci.* 116(3):512-515. 1991.
- Decoteau, R.D., M.J. Kasperbauer and P. G. Hunt. 1990. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. *HortScience* 25(4):460-462.
- Erwin J.E. 1992. Building a better plug. *Growth Talks*. October:91-97.
- Erwin, J.E. and R.D. Heins. Temperature effects on lily development rate and morphology from the visible bud state until anthesis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:644-646.
- Erwin, J.E., P. Velguth, and R.D. Heins. 1994. Diurnal temperature fluctuations affect *Lilium* cell elongation but not division. *J. Expt. Bot.* 45:1019-1025.
- Hunt, P.G., M.J. Kasperbauer, and T.A. Matheny. 1989. Soybean seedling growth responses to light reflected from different colored soil surfaces. *Crop Sci.* 29:130-133.
- Kasperbauer, M.J. 1971. Spectral distribution of light in a tobacco canopy and effects of end-of-day light quality on growth and development. *Plant Physiol.* 47:775-778.
- Kasperbauer, M.J. and D.L. Karlen. 1986. Light-mediated bioregulation of tillering and photosynthate partitioning in wheat. *Physiol. Plant.* 66:159-163.
- Kendric R.E., G.H. M. Kronenberg. 1994. Phytochrome. In: *Photomorphogenesis in plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Lou, H. and Toru, Kato. 1988. The physiological study on the quality of seedlings in eggplant. Effects of daylength and light intensity. *J. Jpn. Soc. Environ. Control in Biol.* 26:69-78.

- Park, H.Y., K.C. Son, E.G. GU, K.B. Lim, and B. H. Kim. 1996. Effect of different day and night temperature regimes on the growth of hot pepper plug seedlings. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:617-621.
- Rozema, C. et. al. 1997. *UV-B and Biosphere*. Kluwer Academic Publishers.
- Rajapaske, N.C., R.K. Pollock, M.J. McMahan, J.W. Kelly, and R.W. Young. 1992. Interpretation of light quality measurements and plant response in spectral filter research. *HortScience* 27:1208-1211.
- Satoshi Kubota, Tokuko Yamato, Tamotsu Hisamatsu, Sadayuki Esaki, Ryu Oi, Mark S. Roh and Masaji Koshioka. 2000. Effect of Red- and Far-red-rich spectral treatments and diurnal temperature alternation on the growth and development of *petunia*. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 69(4):403-409.
- Smith, H. 1994. Sensing the light environment: the functions of the phytochrome family, p.377-416. In: R.E. Kendrick and G.H.M. Kronenberg (eds.). *Photomorphogenesis in plants*. 2nd ed. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Son, K.C. and M. I. Lee. 1998. Effect of DIF and temperature drop/rise on the stem elongation of plug seedlings of *Salvia splendens*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39(5):615-620.



사진 1. 공정육묘의 과밀도 재배



사진 2. 시설자재에 의한 공정육묘장내의 약광현상

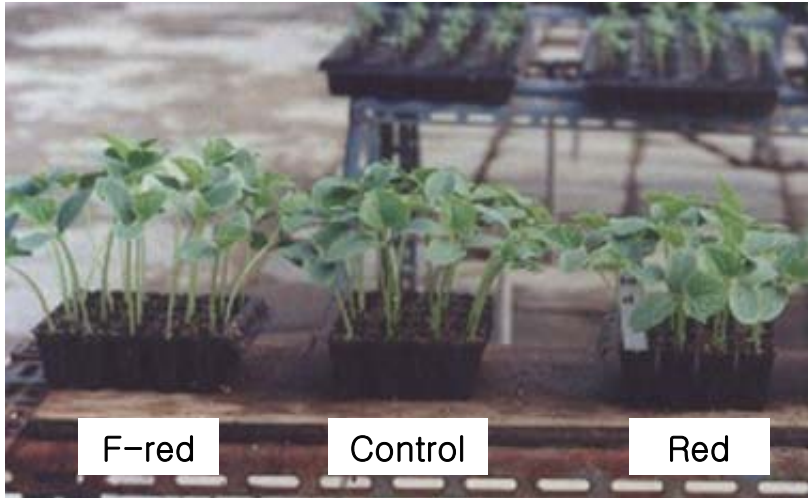


사진 3. 일몰후(end-of-day) LED 적색광과 근적색광 처리가 오이 묘의 줄기 신장에 미치는 영향

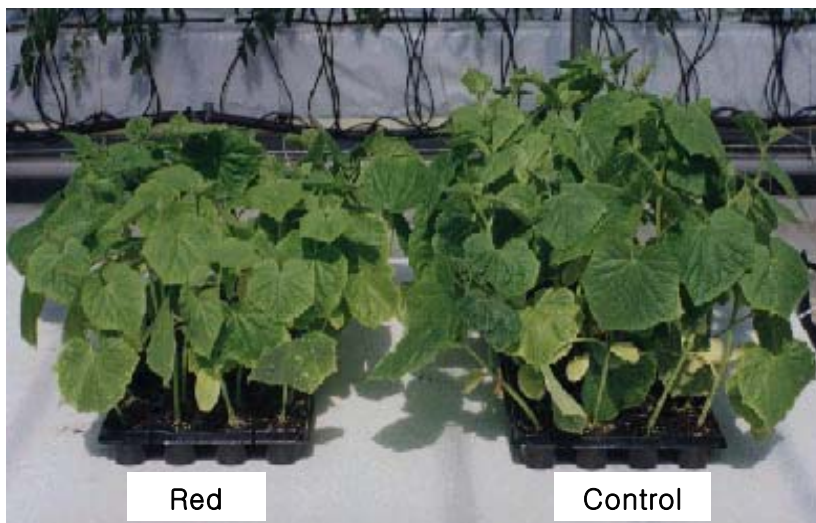


사진 4. 일몰후(end-of-day) 적색형광등 처리가 오이 묘에 미치는 영향

제4장 Triazole계 성장조절제 처리가 공정육묘의 도장억제에 미치는 영향

제1절 서 설

왜화제는 많은 화훼류의 초장을 조절하여 균형잡힌 분화를 생산하는데 주로 이용되고 있을 뿐만 아니라, 처리에 의해서 엽색의 농록화, 화아 분화의 촉진 등 원예적인 이용가치 즉 관상가치를 높이는데 이용되어져 왔다.

Triazole계 농약의 대부분은 살균제로서 이용되고 있는데 hexaconazole은 박과채소류의 흰가루병 및 덩굴마름병에, diniconazole, tebuconazole은 과수류의 붉은별무늬병 등에 사용되고 있으며(Hanmada 등, 1990; Gilbertz, 1992) 종자처리물질로 전세계적으로 가장 많이 이용되고 있다(PJB, 1994). 또한 Kim과 Lee(1997)는 몇몇 triazole계 살균제가 auxin 유사활성으로 상당한 발근효과 및 anti-gibberellin 효과로 줄기신장을 억제하여 채소 육묘산업에 이용 가능성이 높은 것으로 보고하였다.

최근 다양한 triazole계 약제들은 박과채소에 가장 안정적으로 그리고 효과적으로 이용되고 있다. 그리하여 고추에도 그 이용이 등록되면서 가지과 채소에도 그 이용이 확대될 수 있을 것으로 기대하고 있다(원, 1997; 배, 1998). 또한 여름배추의 육묘시에도 장마철에 건전묘를 육성하고 정식시 생존율을 높이는 기술의 하나로 주목을 받고 있다.

공정육묘에서 가장 확실하고 정확한 성장억제기술의 하나는 성장억제제를 이용하는 것이다. 성장조절제의 이용 중 가장 중요한 것은 직접-간접으로 식용되었을 때에 극 미량이더라도 인체에 미칠 수 있는 독성이나 부작용이다. 따라서 식용할 필요가 없는 화초류나 조경수목, 그리고 잔디 등에 관한 성장

조절물질은 상당히 개발되었고 많이 이용도 되고 있는 실정이다. 그러나 최근 triazole계 약제가 살균제로 등록되어 다양한 작물에 그 이용이 등록되어 있고 실제로 안정적으로 많이 이용되고 있다. triazole계 약제의 식물체내에서의 작용기작은 지베렐린 생합성 과정의 일부를 차단 또는 억제하여 식물체의 도장을 억제함과 동시에 엽록소 함량을 증가시키고 세포막을 강건하게 하여 식물로 하여금 강건한 생육을 보이게 하는 효과를 지닌다(Lee, 1998).

Triazole계 약제를 사용함에 있어서 가장 안정적인 농도 범위에서 우선 미량으로 줄기의 생장을 효과적으로 조절할 수 있는 약제의 선발, 그리고 가장 효과적인 처리방법 및 처리시기의 확립이 중요하다. Lee(2000)는 차후 더 효과적이고 안정적인 생장억제물질이 개발될때까지는 공정육묘에서는 triazole계 물질의 종자 또는 유식물체 처리에 의한 육묘생장조절이 가장 효과적인 방법의 하나로 이용될 것이라고 보고하였다.

본 연구는 Triazole계 약제들 중에서 과채류 묘의 도장억제에 가장 효과적인 약제를 선발하고, 또한 선발한 약제가 작물별 적정 처리농도와 처리시기를 구명하고자 실시하였다.

제2절 재료 및 방법

본 실험은 강원대학교 원예학과 하우스에서 2001년 4월부터 2001년 10월까지 수행하였다. 공시작물은 중앙종묘(주)의 '백화 다다기' 오이, '광수' 토마토 및 '올고추' 고추를 사용하여 27℃에서 최아후 흥농종묘(주)의 바이오 상토 1호를 사용하여 128공 파종하였으며 오이는 파종 10후, 토마토와 고추는 15일후 각각 50공 트레이에 이식하였다. 시비는 일본 원시배약액을 1/2농도(EC 1.1mS/cm, PH 6.5)로 생육을 3단계로 나누어 1단계는 5일 간격으로 3회, 2단계는 3일 간격으로 5회, 3단계는 2일 간격으로 육묘 종료까지

두상관수 하였다. 조사는 초장, 경경, 엽수 엽록소, 엽면적, 생체중, 건물중 등 일반생육과 T/R을 등을 조사하였다.

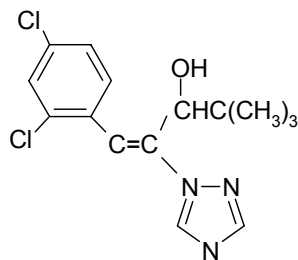
1. Triazole계 약제 처리가 과채류 묘의 도장 억제에 미치는 영향

약제는 Diniconazole 5ppm, 25ppm 및 100ppm, Tebuconazole 100ppm, 250ppm 및 625ppm, Hexaconazole 50ppm, 100ppm 및 200ppm, 그리고 Blteranol, Difenoconazole, Myclobutanil은 250ppm, 500ppm 및 1000ppm 농도로 토마토는 파종후 20일째, 고추는 파종후 35일째에 처리하였다.

2. Diniconazole 처리 농도와 처리시기가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

공시작물은 중앙종묘(주)의 '광수' 토마토, '올고추' 고추를 사용하였고, 약제는 Diniconazole을 1.25ppm, 5ppm, 25ppm 및 100ppm, 농도로 달리하였으며 처리시기는 오이는 파종후 12일째, 토마토는 20일째, 고추는 25째부터 1주일 간격으로 세 단계로 나누어 처리하였다. 그리고 파종, 이식, 시비는 위 실험과 동일하게 하였으며 최종조사시기는 모든 작물에서 세번째 단계 처리 2주후에 초장, 경경, 엽수 엽록소, 엽면적, 생체중, 건물중 등 일반생육과 T/R을 조사하였다.

Diniconazole 구조식은 아래와 같다.



Diniconazole 구조식

제3절 결과 및 고찰

1. Triazole계 약제 처리가 과채류 묘의 도장 억제에 미치는 영향

Triazole계 생장조절제의 처리가 토마토와 고추 묘에 미치는 효과는 Table 1, 2에서 보는 바와 같다. 초장의 경우 triazole계 약제 품종과 관계없이 농도가 증가할수록 줄기 신장이 억제되었다. 이와 같은 원인은 triazole계 물질이 gibberellin 생합성과정 중 kaurene 등의 산화를 억제시키며(Hedden과 Graebe, 1985), 또한 목부(xylem)의 생성을 억제시켜서 수분과 양분의 공급이 제한되어 부분적으로 생장을 억제시키기 때문이다(Wang 과 Gregg, 1989). 약제 품종별 diniconazole 처리시 가장 현저하였으며, 또한 tebuconazole과 hexaconazole에서도 좋은 왜화 효과를 보였다. 작물별로 약제처리에 대해 고추에서 더 민감하게 반응하였다(Fig. 1; Fig. 2).

두 작물 모두 줄기 직경은 약제 처리구가 무처리구에 비해 증가하여 묘가 강건한 느낌을 표현하였으며 엽수는 처리간 차이가 나타나지 않았다. 약제 처리에 의하여 잎이 농록화 되었고 엽록소 함량이 처리구가 무처리구에 비해 현저히 높게 나타났는데, 특히 diniconazole 처리에서 가장 높게 나타났다. triazole계 약제 처리에 의하여 엽록소 함량이 증가하였으며(Young, 1983), 다른 생장조절제인 CCC처리를 한 오이에서 같은 결과(정 등, 1966)를 보고한 바 있어 이것은 생장조절물질의 일반적인 성질의 하나인 것으로 보인다(Suh 등, 1986). 엽면적은 초장과 비슷한 경향으로 약제처리에 의해 감소하였으며 약제 농도의 증가에 따라 현저히 감소하였다.

약제 선발에 있어서 농도가 낮고 지속성이 비교적 짧은 것으로 선택하여 어느 정도의 생육억제효과를 보이는 것이 바람직하다고 하였다(이정명, 2000). 본 실험에서는 diniconazole이 타 약제에 비해 처리농도가 낮으면서, 또한 30%좌우의 좋은 왜화 효과를 보였다.

Table 1. Effect of mater of triazole systemic on the growth of pepper seedlings.

Treatment	Concentration (ppm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
Diniconazole (빈나리)	100	15.5	6.80	8.3	51.8	100.0
	25	21.8	6.71	8.9	47.9	121.7
	5	24.8	5.63	9.1	45.5	154.3
BItertanol (바이코)	1000	27.8	6.17	8.7	39.8	111.7
	500	29.6	5.63	8.9	37.9	126.7
	250	31.3	5.68	9.2	37.2	144.0
Difenoconazole (푸르겐)	1000	29.2	5.13	9.1	43.8	174.7
	500	30.7	5.47	9.0	38.2	185.7
	250	31.2	5.32	8.9	37.9	194.0
Tebuconazole (실바코)	625	16.3	6.65	8.7	44.0	113.5
	250	22.3	6.37	8.6	42.8	129.7
	100	20.1	5.81	8.5	39.7	155.5
Myclobutanil (시스템)	1000	20.3	5.52	8.6	48.9	104.0
	500	25.5	5.46	8.5	42.3	133.1
	250	28.1	5.76	8.7	39.5	147.2
Hexaconazole (헥사코나졸)	200	15.6	5.95	6.5	48.6	88.5
	100	24.5	5.60	8.5	44.2	136.2
	50	26.5	5.45	9.5	41.5	181.0
Control		31.6	5.25	8.9	37.4	210.3

Table 2. Effect of mater of triazole systemic on the growth of pepper seedlings.

Treatment	Concentration (ppm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
Diniconazole (빈나리)	100	9.77	2.66	10.7	52.4	39.3
	25	13.2	2.84	11.3	50.6	46.7
	5	18.2	2.87	11.4	44.8	54.3
Bltertanol (바이코)	1000	19.5	2.82	10.8	43.4	49.5
	500	21.0	3.01	11.1	41.5	51.4
	250	22.3	3.15	11.3	40.2	56.3
Difenoconazole (푸르겐)	1000	18.8	3.21	11.5	48.8	46.1
	500	19.9	3.16	11.7	43.2	54.2
	250	22.6	3.30	11.8	42.1	70.3
Tebuconazole (실바코)	625	14.2	2.86	10.7	50.7	46.2
	250	19.0	2.91	11.3	48.6	53.3
	100	20.4	2.93	11.7	45.2	58.6
Myclobutanil (시스텐)	1000	21.6	3.01	11.0	46.8	53.1
	500	23.0	3.12	11.3	45.1	57.3
	250	25.9	3.23	11.4	43.2	67.4
Hexaconazole (헥사코나졸)	200	16.4	2.93	11.3	52.2	48.9
	100	20.1	2.96	11.7	48.7	53.7
	50	22.6	3.12	11.8	45.9	57.2
Control		28.2	3.27	11.9	40.2	80.6

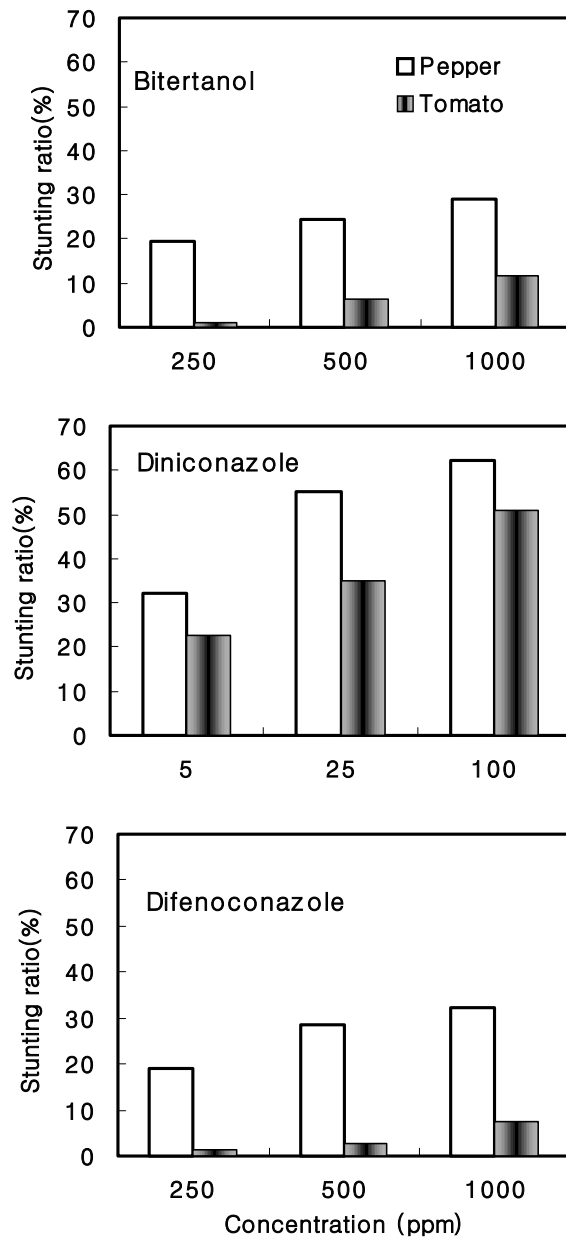


Fig. 1. Effect of Bitertanol, Diniconazole and Difenoconazole treatment on the stunting ratio of tomato and pepper seedlings.

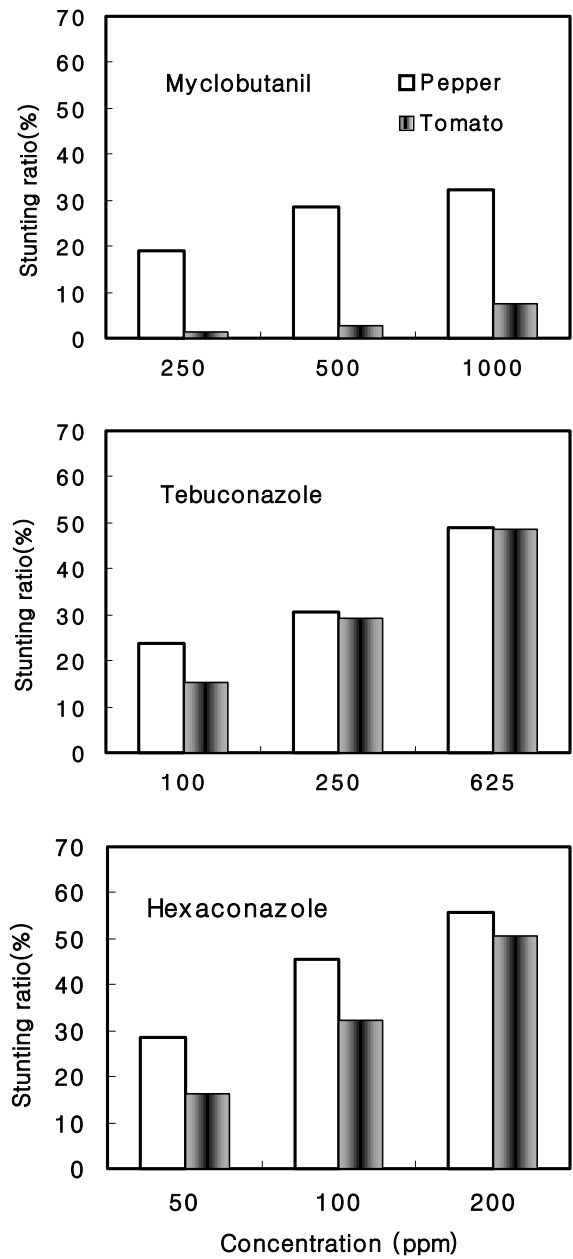


Fig. 2. Effect of Myclobutanil, Tebuconazole, and Hexaconazole treatment on the stunting ratio of tomato and pepper seedlings.

2. Diniconazole 처리 농도와 처리시기가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

Diniconazole 생장조절제 처리가 오이, 토마토 및 고추 묘의 초장의 변화에 미치는 효과를 보면 세 작물 모두 농도의 증가에 따라 초장이 감소하였는데 오이의 경우 5ppm에서 30% 왜화율을 보였으며 100ppm에서는 약 60%의 왜화율이 나타났다(Fig. 6). 또한 토마토와 고추에서는 처리시기와 관계없이 25ppm 처리구서 30% 왜화효과를 보았다. 처리시기에 있어서 처리시기가 빠를수록 줄기 신장이 더 억제되었는데 특히 토마토에서 가장 현저히 나타났다. 약제 처리후 줄기 신장 변화를 보면 1.25ppm와 5ppm 처리시 약 2주후부터 생육이 회복하였고 농도가 높아 질 수록, 처리시기가 빠를수록 회복 일수가 길어졌다(Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5).

경경은 세 작물 모두 농도가 증가할수록 굵게 나타난 반면 처리시기별 일정한 경향이 나타나지 않았다(Table 3, Table 4, Table 5). 엽수는 오이와 토마토에서 처리시기가 빠를수록 작아지는 경향을 보였지만 고추에서 엽수에 대한 처리시기 영향이 나타나지 않았으며 농도별 처리에 의하여 세 작물 모두 엽수 차이가 나타나지 않았다. 전체적으로 엽록소 함량은 농도의 증가에 따라 현저히 높게 나타났고, 오이는 처리시기가 빠를수록 엽록소 함량이 감소하였으나 토마토와 고추에서는 처리시기가 빠를수록 증가하는 경향이 나타났다. 오이, 토마토 및 고추 세 작물 모두 엽면적은 초장과 비슷한 경향을 보여 Diniconazole 처리농도가 증가할수록 또는 처리시기가 빠를수록 엽면적이 감소하였다. Strerrett(1985) 등은 사과에서 Stang과 Weis(1987)는 딸기에서 Suh와 Chung(1986)은 오이에서 paclobutrazol을 처리하였을 때 엽면적이 감소한다는 보고와 비슷하다.

Table 3. Effect of Diniconazole treatment on the growth of cucumber seedlings.

Stage	Concentration (ppm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
1 stage	1.25	29.17 b ^z	3.63 cd	6.2 bc	31.3 f	202.0 c
	5	19.37 d	3.27 e	5.7 d	33.4 d-f	144.7 f
	25	15.23 f	3.82 bc	5.8 d	39.8 bc	130.6 g
	100	13.99 f	3.87 bc	5.9 cd	40.5 b	128.9 g
2 stage	1.25	30.93 b	3.47 de	6.7 a	34.7 de	219.3 b
	5	23.42 c	3.90 b	6.2 bc	37.3 cd	217.7 b
	25	16.41 ef	3.86 bc	6.1 cd	40.1 bc	186.2 d
	100	14.33 f	3.84 bc	6.0 cd	41.6 ab	176.2 de
3 stage	1.25	29.18 b	3.43 de	6.5 ab	32.7 ef	204.5 c
	5	24.45 c	4.05 b	6.8 a	35.2 de	185.3 d
	25	19.33 d	5.03 a	6.7 a	42.6 ab	183.6 d
	100	18.60 de	4.90 a	6.5 ab	44.4 a	169.0 e
Control		34.43 a	3.52 de	6.7 a	30.7 f	232.6 a

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

Table 4. Effect of Diniconazole treatment on the growth of tomato seedlings.

Stage	Concentration (ppm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
1 stage	1.25	23.78 f ^z	4.72 c	6.25 de	39.3 d-f	133.7 fg
	5	19.68 g	4.74 c	6.12 e	42.6 bc	123.1 gh
	25	17.25 h	4.93 bc	5.77 f	43.9 ab	98.3 i
	100	15.94 h	5.03 b	5.75 f	45.6 a	91.6 i
2 stage	1.25	30.11 bc	4.85 bc	6.96 a	39.1 d-f	152.2 cd
	5	27.75 cd	5.05 b	6.76 a-c	40.2 c-e	145.4 df
	25	24.95 df	5.42 a	6.57 b-d	42.1 b-d	118.7 h
	100	23.28 f	5.51 a	6.23 de	44.2 ab	100.5 i
3 stage	1.25	36.72 a	4.13 e	6.82 ab	36.7 fg	193.5 a
	5	33.08 b	4.44 d	6.67 a-c	36.9 fg	178.6 b
	25	29.51 c	4.73 c	6.44 cd	38.1 e-g	162.1 c
	100	26.83 cd	4.95 b	6.43 cd	39.2 d-f	143.6 df
Control		37.88 a	4.08 e	6.52 b-d	35.2 g	205.8 a

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

Table 5. Effect of Diniconazole treatment on the growth of pepper seedlings.

Stage	Concentration (ppm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
1 stage	1.25	30.9 b-d ^z	2.78 ce	13.1 a	41.1 d-f	50.5 b-d
	5	28.1 e	2.84 b-e	12.4 b-d	43.5 cd	47.6 c-e
	25	20.7 g	2.93 a-d	12.1 c-f	46.8 b	41.5 fg
	100	13.8 h	3.05 ab	11.8 f	49.8 a	36.2 h
2 stage	1.25	32.5 bc	2.72 de	12.5 bc	40.5 ef	53.2 a-c
	5	29.6 de	2.83 b-e	12.3 c-e	42.1 de	49.8 cd
	25	23.5 f	2.95 a-c	11.9 ef	45.7 bc	43.8 e-g
	100	15.6 h	3.11 ab	12.0 d	48.6 ab	40.1 gh
3 stage	1.25	33.2 b	2.72 de	13.1 a	39.1 fg	55.6 ab
	5	30.2 c-e	2.74 ce	13.2 a	40.8 d-f	52.7 a-c
	25	24.3 f	2.83 b-e	12.5 bc	42.6 de	48.7 c-e
	100	20.3 g	2.91 a-d	12.1 c-f	45.9 bc	45.8 d-f
Control		35.8 a	2.65e	12.8 ab	36.7 g	57.1 a

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

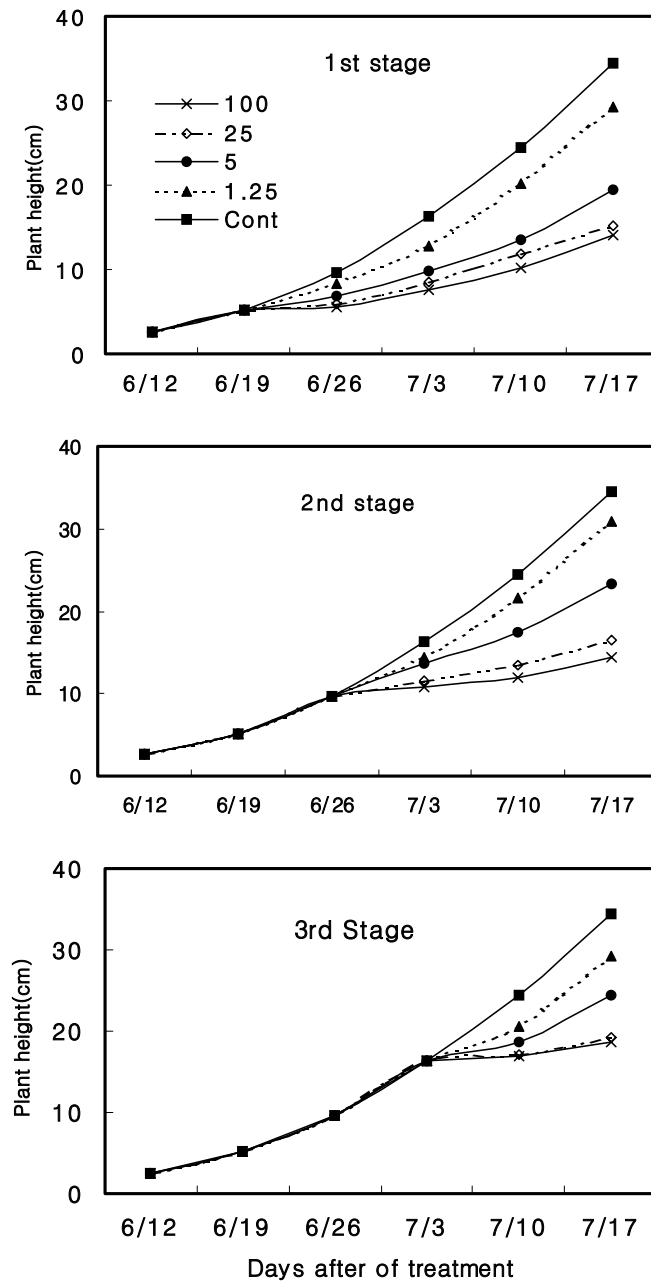


Fig. 3. Effect of Diniconazole treatment on the plant height of cucumber seedlings.

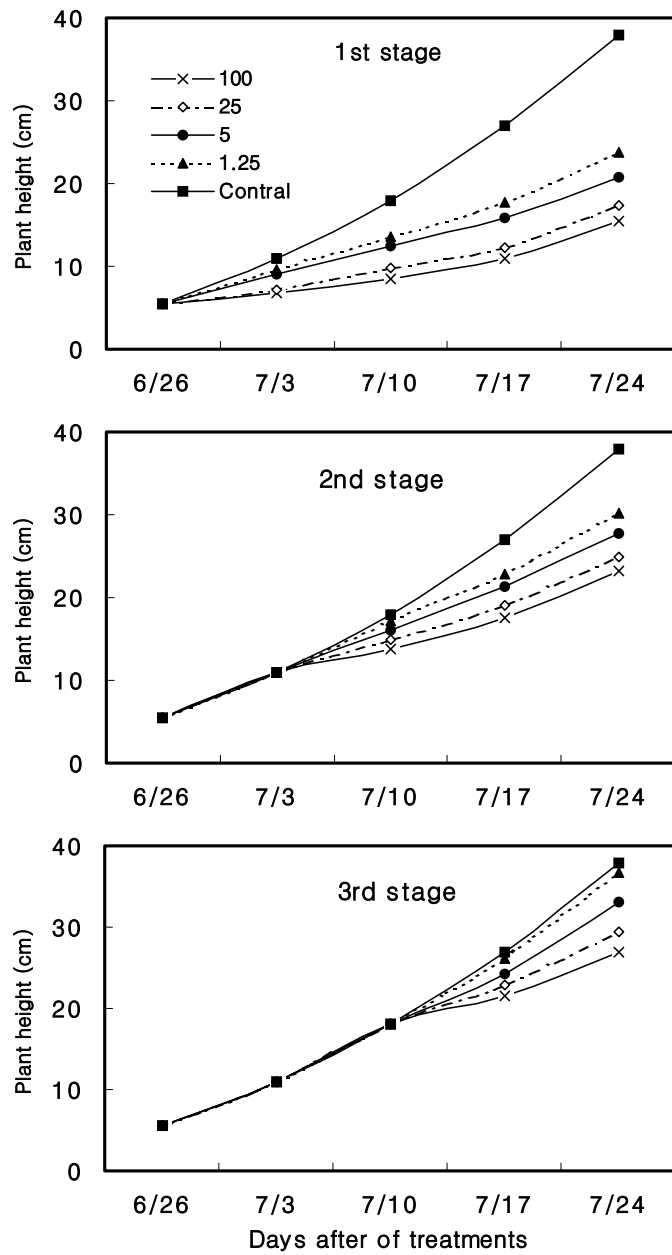


Fig. 4. Effect of Diniconazole treatment on the plant height of Tomato seedlings.

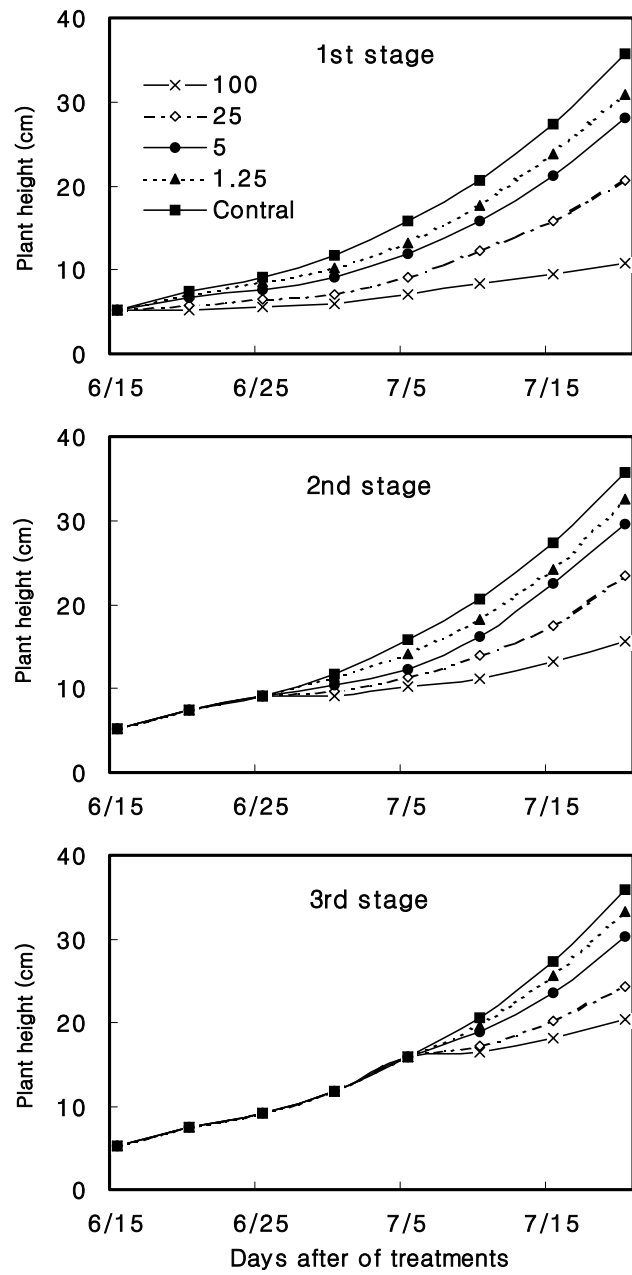


Fig. 5. Effect of Diniconazole treatment on the plant height of Pepper seedlings.

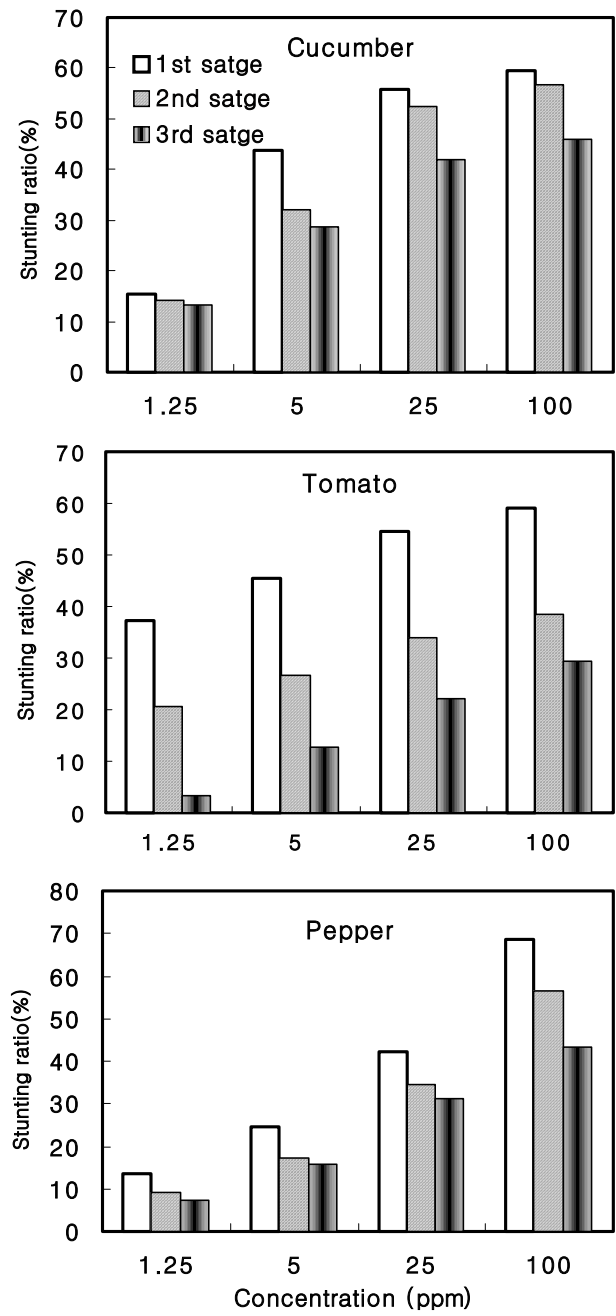


Fig. 6. Effect of Diniconazole treatment on the stunting ratio of cucumber, tomato and pepper seedlings.

지상부의 건물중은 농도의 증가에 따라 감소하였는데, 토마토와 오이 모두 25ppm와 100ppm 처리구가 1.25ppm와 5ppm 처리구에 비하여 현저히 감소하였다. 또한 각 농도별 처리시기에 있어서 토마토는 모든 농도에서 처리시기가 늦어짐에 따라 지상부 건물중이 증가하였고, 오이에서 5ppm, 25ppm 및 100ppm 에서는 처리시기가 늦어짐에 따라 지상부 건물중이 증가하였지만 1.25ppm 처리에서는 2단계 처리구가 가장 높게 나타났다. 전체적으로 diniconazole 처리에 의하여 지상부 건물중이 상이하게 감소하였다. 그런데 지상부의 생장억제에 반하여 근근의 발달은 diniconazole 처리구에서 더욱 왕성하였는데(Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10), 이와 같은 보고는 이미 다른 작물에서 실증되었다(Strerrett, 1985). 특히 처리농도에 있어서 두 작물 모두 1.25ppm와 5ppm 처리구에서 높게 나타났으며 처리시기에 있어서 토마토에서는 처리시기가 늦어짐에 따라 증가하는 경향이 나타났지만 오이에서 일정한 경향이 나타나지 않았다. kim(1998) 등이 hexaconazole 처리에 의하여 지상부의 생장억제 효과와 발근에 있어서 실용적 이용에 적합하다는 보고와 비슷하다. T/R율은 오이와 토마토 두 작물 모두 처리농도에 차이를 보이지 않았지만 처리시기에 있어서 토마토는 처리시기가 빨라짐에 따라 감소하여 1단계 처리에서 가장 작게 나타나 묘소질이 좋았으며, 오이에서는 2단계 처리구 각 농도에서 낮게 나타나는 경향을 보였는데 그 중에서도 5ppm 2단계 처리구가 가장 낮게 나타났다.

위의 결과들을 종합해보면, 공정육묘에 건설한 묘 생산을 목표로 할 경우에는 오이와 토마토는 5ppm 농도를 2단계, 고추는 5ppm 농도를 1단계에 처리하는 것이 바람직하다.

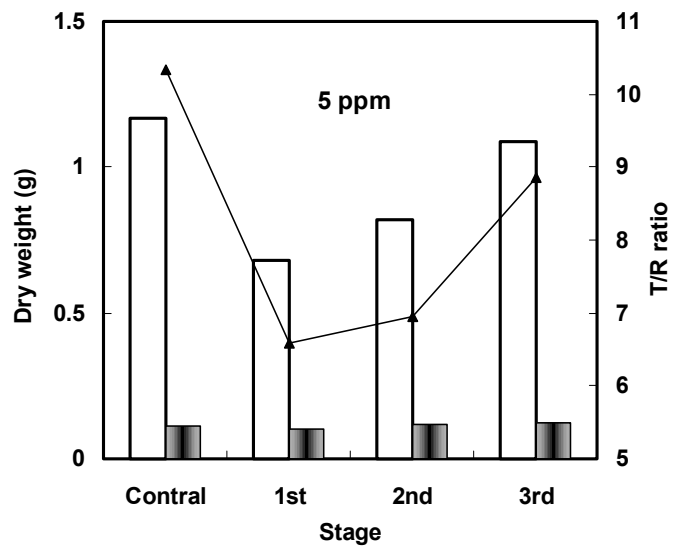
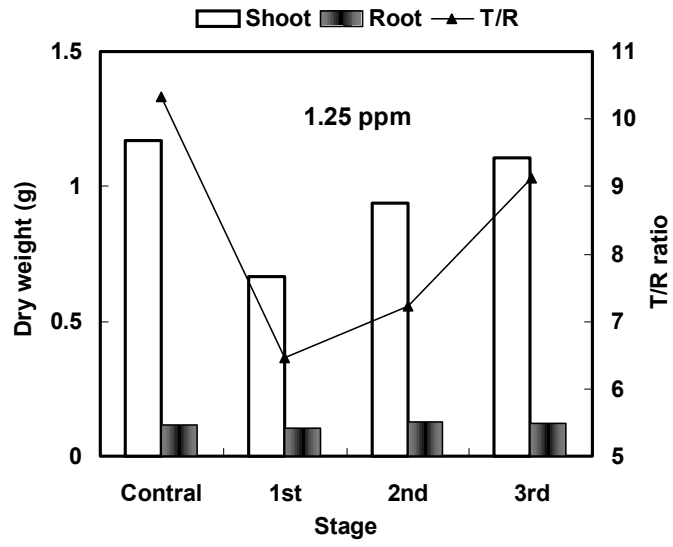


Fig. 7. Effect of Diniconazole treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of tomato seedlings.

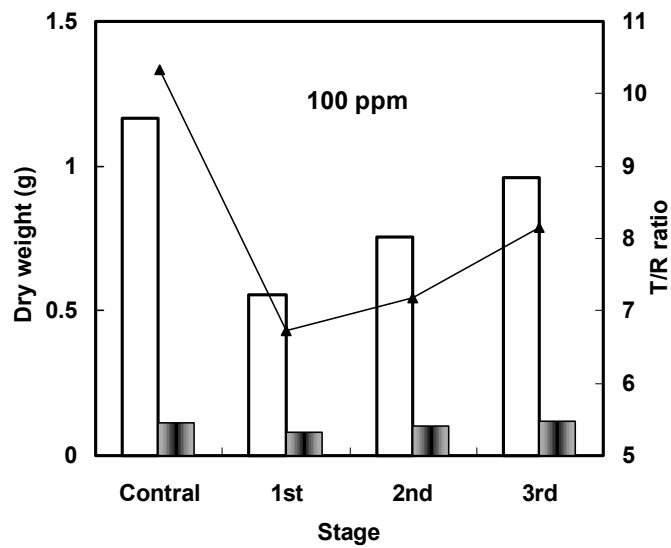
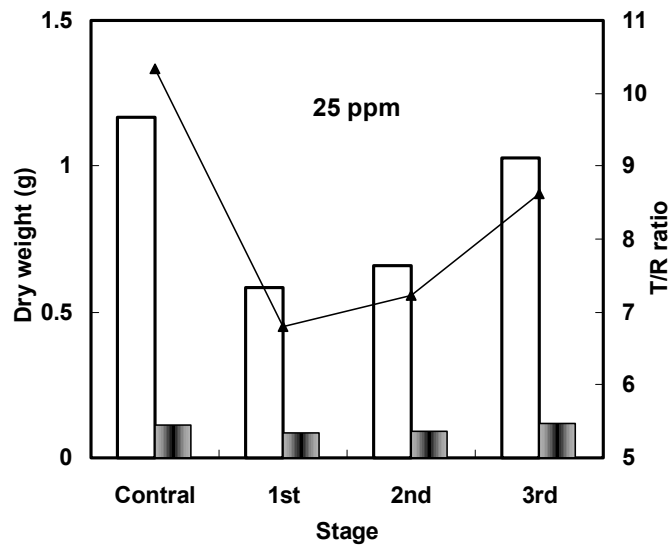


Fig. 8. Effect of Diniconazole treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of tomato seedlings.

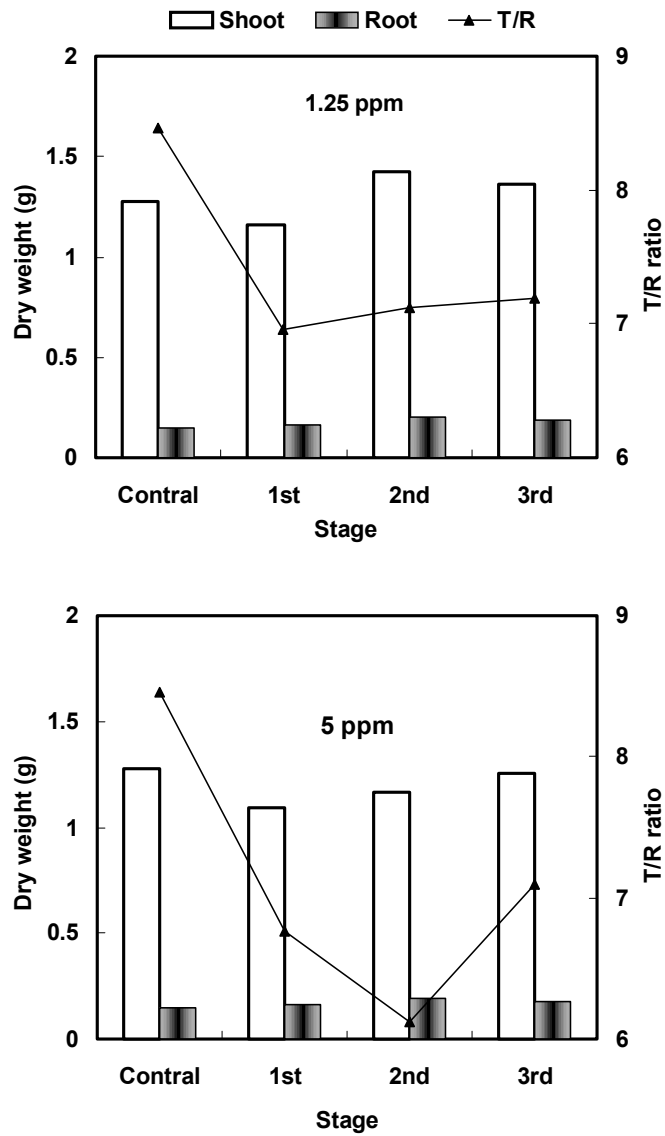


Fig. 9. Effect of Diniconazole treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of cucumber seedlings.

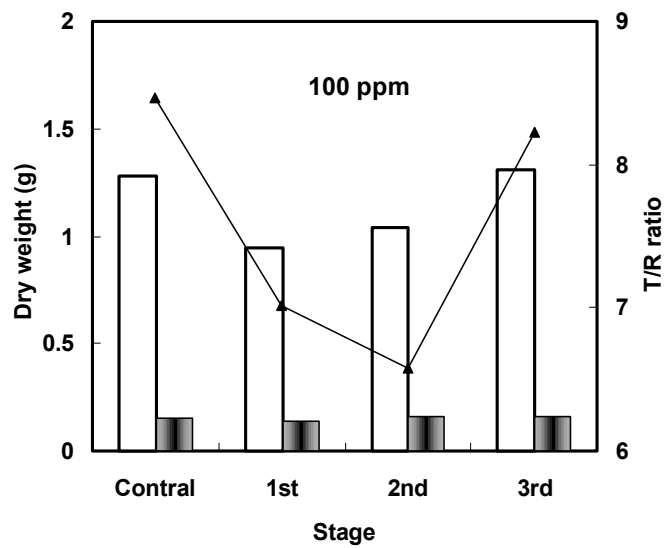
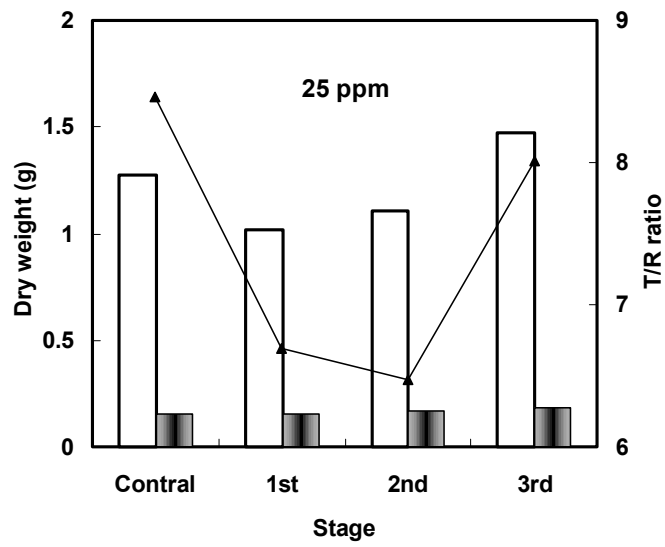


Fig. 10. Effect of Diniconazole treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of cucumber seedlings.

제4절 결과요약

공정육묘의 양질묘 생산을 목적으로 여름철 고온기 및 장마기, 겨울철 약광 등 환경영향의 구애를 받지 않고 묘의 도장을 억제하면서도 안정적이고 표준화된 triazole계 성장조절제의 약제 선별, 처리농도 및 처리시기를 구명하고 수행하였다.

Triazole계 약제선발에 있어서 토마토와 고추 모두 diniconazole이 약제 처리 농도가 낮으면서 가장 좋은 왜화효과를 보였는데 두 작물 모두 diniconazole 5ppm 처리구에서 약 30%의 왜화율이 나타났다. 또한 tebuconazole 과 hexaconazole에서도 15~25%의 좋은 신장억제 효과가 있었다. 왜화율과 묘소 질을 종합적으로 볼 때 diniconazole 처리가 과채류 묘에 있어서 처리농도는 5ppm 처리가 약 30%의 왜화율을 보였으며 또한 T/R율도 작게 나타나 가장 효과적이었다. 처리시기에 있어서 5ppm 농도를 고추는 1단계, 토마토는 2단계, 오이는 2-3단계 처리가 가장 적합하다

인 용 문 헌

- 이정명. 2000. 공정묘의 생장조절기술. 생산환경조절학회지. 8(1):113-134.
- 정희돈, 이우승 와 광병화. 1966. CCC 및 phosfon-D가 오이의 생육 및 착화 습성에 미치는 영향. 한국원예학회지. 2:31-39.
- Gibertz, D.A. 1992. Chrysanthemum response to timing of paclobutrazol and uniconazole sprays. HortScience 27(4):322-323.
- Hedden, P. and J.E. Graebe. 1985. Inhibition of gibberellin biosynthesis by paclobutrazol in cellfree homogenates of *Cucurbita maxima* endosperm and *Malus pumila* embryos. J. Plant Growth Regul. 4:111-122.
- Kim. H.Y., B.J. Choi. and C.K. Sang. 1993. Effect of uniconazole, ancymidol and chlormequat on the growth of *Pilea cadierei*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34(2):129-135.
- Kim, S.E. and J.K. Lee. 1997. Analysis of the auxin-like activity in triazole chemicals. Memorial Thesis Collection, 80th Birthday Anniversary of Founder Chou, Young-Dik, Kyung Hee University. pp. 1029-1037.
- Kim, S.E. J.K. Lee, and C.K. Kang. 1998. Effect of seed treatment with triazole chemicals on Emergence, seedling growth, and adventitious rooting of gourd. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39(2):140-144.
- LeCain, D.R., K.A. Schekel, and R.L Wample. 1986. Growth retarding effects of paclobutrazol on weeping fig. HortScience 21:1150-1151.
- Lee, H.S. and B. . Kwack. 1991. Effect of paclobutrazol and gibberellin on the growth and flowering of *Phlox paniculata*(Indigenous Var.). J. Kor.

- Soc. Hort. Sci. 32(2):256-262.
- Lee, J.M. et al. 1998. Grafting of vegetables. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67(6):1098-1104.
- PJB. 1994. The seed treatment market. PJB Publications, Ltd.
- Sanderson, K.C., W.C. Martin, and J. McGuire. 1988 Comparison of paclobutrazole tablets, drenches, gels, capsules, and sprays on chrysanthemum growth. HortScience 23:1008-1009.
- Son, K.C. and M.I. Lee. 1998. Effect of DIF and temperature drop/rise on the stem elongation of plug seedlings of *Salvia splendens*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39(5):615-620.
- Steinberg, S.L., J.M. Zajicek, and M. J. McFarland. 1991. Short-term effect of uniconazole on the water relations and growth of *Ligustrum*.
- Suh, S.G. and H.D. Chung. 1986. Effect of paclobutrazol on growth and tolerance to chilling and drought stress in cucumber plant (*Cucumis sativus* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 27(2):111-118.
- Wang, Y.T., K. Hsiao, and L.L. Gregg. 1992. Antitranspirant, water stress, and growth retardant influence growth of golden of golden phthos. HortScience 27:222-225.
- Young, S.Y., D.T. Forno, and J.H. Cock. 1971. PP 333 (paclobutrazol). Pro. Plant Growth Reg. Soc. Amer. 192-194.



사진 5. Triazole계 약제 처리가 고추와 오이 묘의 도장 억제에 미치는 영향

제5장 NaCl와 CaCl₂ 처리가 공정육묘의 도장억제에 미치는 영향

제1절 서 설

작물은 염분조건에서 발육이 억제되고 생육, 효소활성, 수분흡수 및 엽록소 합성 저하에 의해 식물체 생육량이 감소하는 방향으로 줄기신장, 엽수 및 엽 면적을 감소시킴으로서 증산량을 억제시킨다(Navetiyl and Joshi, 1989). 또한 단위엽면적당 기공의 수를 감소시키며, 잎의 두께를 증가시키고 잎의 표피를 두껍게 하고 표피에 납질층을 축적시켜 증산량을 억제한다(Winter and Gademann, 1991). 그리고 T/R율의 변화가 나타났는데(Greenway, 1962; Kozlowski, 1972), 이는 염 처리에 의한 뿌리의 삼투압스트레스로 여러 가지 생리적 반응을 보인 것으로 추적된다. 따라서 염 처리가 공정육묘에서 도장억제 수단으로서의 가능성을 제시하였다. 또한 염 처리함에 있어서 강도, 처리기간 및 처리방법에 따라 식물체가 상이한 반응을 나타내므로 효과적이고 표준화된 염 처리 시스템 개발이 필요하다.

Ca의 역할은 세포벽을 유지하여 저항력 향상과 밀접한 관계가 있다. 또한 Ca는 식물체 분자 내에서 2차 signal로 여러 가지 많은 작용을 한다(Roberts와 Harmon, 1992; Alberts 등, 1996). 그리고 세포벽 유지를 위해서는 세포벽에 함유하고 있는 Ca 함량이 매우 중요한 요인으로 작용하고, 세포벽을 연결하는 중층의 주성분인 펙틴분자를 교차결합 시킴으로서 더욱 단단한 중층을 형성하게 한다(Bramlage 등, 1985; Burns와 Pressey 1987; Cheour 등 1990).

그리하여 Ca 처리에 의하여 식물체의 세포구조를 단단하게 하며 공정묘의 생장도 조절할 수 있다는 가능성을 제시하였다.

따라서 본 실험은 염 스트레스 원리를 이용하여 공정육묘 도장억제에 미치는 적절한 처리방법, 적정농도 및 처리시기를 검토하고, 공정육묘 도장억제 효과에 미치는 CaCl_2 처리농도와 처리횟수를 구명하고자 실행하였다.

제2절 재료 및 방법

1. NaCl 처리농도, 시기 및 방법이 묘의 도장억제에 미치는 영향

가. NaCl 처리농도가 과채류 묘의 도장 억제에 미치는 영향

묘의 도장억제를 위한 NaCl 처리농도는 1000ppm, 2000ppm 및 3000ppm 3 수준으로 하였다. 공시작물은 중앙종묘 토마토(광수)와 고추(올고추)를 사용하여 2000년 7월에 128공 트레이에 각각의 종자를 파종하였다. 실험에 사용된 상토는 흥농종묘(주)의 바이오 상토 1호 이고 본엽 2매 전개 후 50공 트레이에 이식한 다음 NaCl 농도별 처리를 시작하여 매일 1회씩 두상관수 하였다. 묘의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해 처리후 1주일 간격으로 초장과 엽면적을 조사하였으며 최종조사시에는 묘의 초장, 하배축, 절간장, 줄기 직경, 엽면적, 엽록소, 생체중, 건물중(80℃ 건조기에 48시간 건조한 후 측정), T/R(지상부/지하부)율 및 조직의 충실도(건물중/초장) 등을 조사하였다.

나. NaCl 처리시기가 과채류 묘의 도장 억제에 미치는 영향

NaCl 처리시기를 1주일 간격으로 3수준으로 하였는데 토마토는 처리시기를 파종후 18일(본엽 2매), 25일 및 32일째부터, 고추는 처리시기를 파종후

28일(본엽3매) 및 35일, 42일째부터 시작하여 각각 2주간 처리하였다. 처리농도는 위 실험에서 효과적으로 나타난 2000ppm로 두상관수 하였으며 기타 실험내용은 위 실험과 비슷하게 하였다.

다. NaCl 처리방법이 과채류 묘의 도장 억제에 미치는 영향

NaCl 처리방법을 두상관수와 저면관수 방법으로 위 실험에서 선발된 2000ppm 농도로 처리하였다. 작물별로 생육단계를 생육초기(1~2엽), 중기(3~4) 및 후기(5엽후)로 나누었다. 생육초기에는 두상관수와 저면관수를 공통적으로 2일에 1회 정도 하였고 중기는 두상관수는 1일에 1~2회 하였으며 저면관수는 1일에 1회관수하였다. 육묘후기의 두상관수는 1일에 3회 정도 20mm이상 충분히 관수하였고 저면관수는 1일 2회정도 포트지면의 80%정도 까지 저면관수하여 5~10분 정체시킨 후 물을 빼었다. 그리고 기타 조사내용은 위 실험과 비슷하다.

2. CaCl₂ 처리농도와 횡수가 묘의 도장억제에 미치는 영향

가. CaCl₂ 처리농도가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

CaCl₂ 처리농도가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향을 구명하고자 CaCl₂ 처리농도를 0.3%, 0.5% 및 0.7% 등 3수준으로 하였다. 공시작물은 중앙종묘(주) 오이(백화 다다기), 토마토(광수) 및 고추(올고추)를 사용하여 2000년 8월부터 2000년 12월까지 강원대학교 원예학과 하우스에서 진행하였다. 종자를 28℃에서 최아한 후 128공 트레이에 파종하였다. 실험에 사용된 상토는 흥농종묘(주)의 바이오 상토 1호 이고 본엽 2매 전개 후 세 작물을 각각 32공, 50공, 50공 트레이에 이식한 다음 오이는 4일 간격, 토마토는 5일 간격, 고추는 6일간격으로 6회씩 엽면살포 하였다. 시비는 일본 원시배양액을 1/2농도(EC 1.1mS/cm, PH 6.5)로 생육을 3단계로 나누어 1단계는 5일 간격

으로 3회, 2단계는 3일 간격으로 5회, 3단계는 2일 간격으로 육묘 종료까지 두상관수 하였다. 생육조사는 초장, 하배축, 절간장, 줄기직경, 엽면적, 엽록소, 생체중, 건물중(80℃ 건조기에 48시간 건조한 후 측정), T/R(지상부/지하부) 율 및 조직의 충실도(건물중/초장) 등을 조사하였다.

나. CaCl₂ 처리횟수가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

공시작물은 중앙종묘(주) 오이(백화 다다기), 토마토(광수) 및 고추(올고추) 를 사용하였고, CaCl₂ 처리농도는 위 실험에서 효과적으로 나타난 0.5%로 하였으며 처리횟수를 각각 4회, 6회 및 8회 등 3수준으로 하여 엽면살포하였다. 기타 실험 재료와 방법은 위 실험과 비슷하다.

제3절 결과 및 고찰

1. NaCl 처리가 묘의 도장 억제에 미치는 영향

가. NaCl 처리농도가 과채류 묘의 도장 억제에 미치는 영향

토마토와 고추 묘의 초장에 미치는 NaCl 농도의 효과를 구명하기 위해 처리 후 1주일 간격으로 초장을 측정하였다. 토마토는 1000ppm, 2000ppm 및 3000ppm 처리구가 대조구에 비해 각각 약 13%, 20% 및 30% 감소하였으며 고추는 처리구가 대조구에 비해 각각 약 7.5%, 15% 및 27% 감소하여 전체 적으로 농도가 증가함에 따라 초장은 현저하게 감소하였다.(Fig. 1.) 이것은 NaCl 처리에 의하여 생육이 저하되고, 양분과 수분흡수가 감소하여 식물체 생육량이 감소하는 방향으로 줄기신장이 감소하였다고 사료된다(Navetiyal and Joshi, 1989; Chartzoulkis.1992). 특히 2000ppm 및 3000ppm 처리구가 좋은 왜화효과를 나타내었으나 육묘후기에 3000ppm 처리구에서 다소 노화묘

가 생기는 경향을 보였는데 3000ppm 처리구는 과도한 stress에 의하여 묘의 생육장애가 왔다고 판단된다. 또한 토마토는 처리후 1주일, 고추는 처리후 2주째 부터 무 처리에 비해 초장이 현저히 감소하는 것을 관찰할 수 있었다.

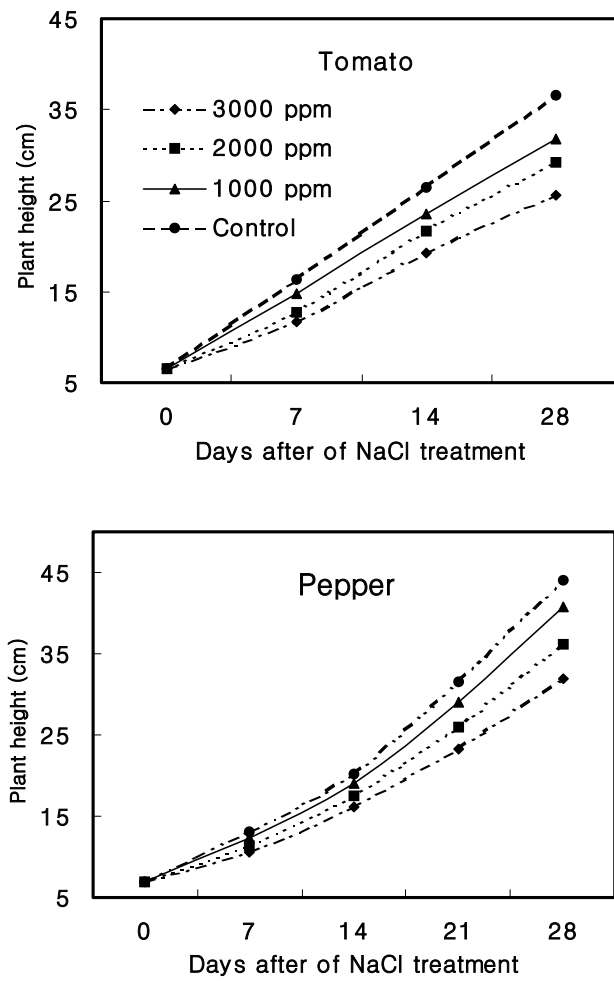


Fig. 1. Effect of NaCl concentration on the plant height of tomato and pepper seedlings.

엽면적도 초장과 같은 경향으로 농도의 증가함에 따라 감소하였는데, 토마토는 1000ppm, 2000ppm 및 3000ppm 처리구가 무처리구에 비하여 엽면적이 각각 약 7%, 16% 및 27% 감소하였으며(Fig. 2), 고추는 1000ppm, 2000ppm 및 3000ppm 처리구가 무처리구에 비하여 각각 약 8%, 19%, 30% 감소하였다(Fig. 3). 이것은 NaCl 처리에 의하여 엽면적을 감소시킨다는 보고(Navetiyal and Joshi, 1989; Chartzoulkis.1992)와 일치하였으며 또한 염 처리시 단위엽면적당 기공의 수를 감소시키며, 잎의 두께를 증가시키고 잎의 표피를 두껍게 하고 표피에 납질층을 축적시켜 증산량을 억제한다는 보고도와 비슷한 경향을 보였다(Winter와 Gademann, 1991). 2000ppm와 3000ppm처리구에서 두 작물 모두 현저한 감소를 보였지만 3000ppm 처리구에서는 과도한 stress에 의하여 하엽이 황화현상과 잎이 쪼그라드는 증상이 나타났다. 그러나 2000ppm 처리구에서는 이러한 현상이 나타나지 않아 좋은 왜화효과를 보였다. 엽면적 변화를 보면 토마토의 경우 처리후 7일째부터, 고추는 처리후 14일째부터 급속한 증가를 보였다.

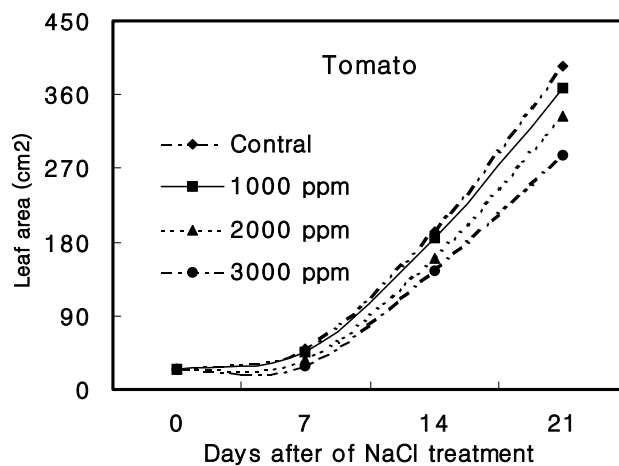


Fig. 2. Effect of NaCl concentration on the leaf area of tomato seedlings.

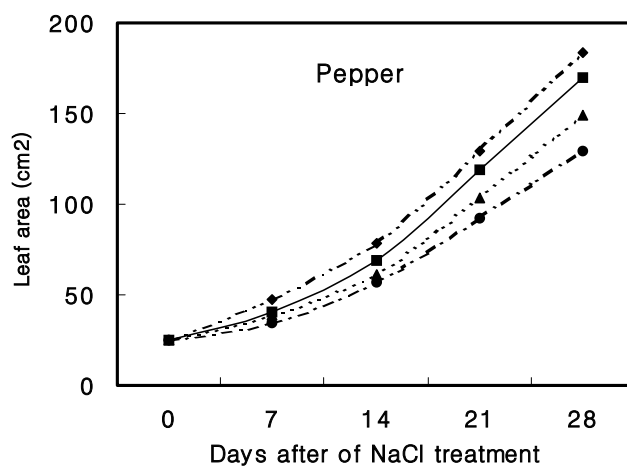


Fig. 3. Effect of NaCl concentration on the leaf area of pepper seedlings.

Table 1. Effect of NaCl treatment on the stem diameter, leaf number, leaf chlorophyll content and leaf area of tomato and pepper seedlings.

Crop	Treatments (ppm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
Tomato	CON	36.2 a ^z	5.7 ab	40.7 a	394 a
	1000	31.7 b	5.9 a	40.9 a	378 a
	2000	29.2 c	5.5 b	38.8 b	349 b
	3000	25.6 d	5.1 c	37.6 b	286 c
Pepper	CON	44.0 a	3.9 ab	46.8 a	184 a
	1000	40.7 b	4.0 a	47.0 a	170 a
	2000	38.2 c	3.9 ab	45.0 a	146 b
	3000	32.0 d	3.7 b	42.6 b	129 c

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

토마토와 고추에서 경경은 농도의 증가에 따라 가늘어 졌다(Table 1). 특히 3000ppm 처리에서 토마토는 5.1mm, 고추는 3.7mm로 타 처리구에 비하여 현저한 차이가 나타났다. 엽록소 함량도 두 작물 모두 농도의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였는데, 이는 보리(Choi 등. 1997; Lee와 Kim 1995)에서도 NaCl 처리에 의하여 엽록소 함량이 감소하였다는 보고와 일치하다. 또한 이러한 원인은 염 처리에 의해 식물체내의 효소활성과 엽록소 합성을 저해함으로써 엽록소 함량이 감소되었다고 판단된다.

Table 2. Effect of NaCl treatment on the fresh weight of shoot and root, SLA and Compactness of tomato and pepper seedlings.

Crop	Concentration (ppm)	Fresh weight(g)		SLA (cm ² /g)	Compactness (mg/cm)
		Shoot	Root		
Tomato	CON	19.98 a ^z	2.31 a	248.7 a	61.26 b
	1000	19.55 a	2.29 a	221.4 b	59.38 b
	2000	16.46 b	1.99 b	203.5 c	64.54 a
	3000	14.38 c	1.66 c	241.3 a	59.73 b
Pepper	CON	8.99 a	1.81 a	215.8 a	27.71 b
	1000	8.47 a	1.80 a	193.4 bc	28.18 b
	2000	7.52 b	1.69 a	188.9 c	30.09 a
	3000	6.27 c	1.25 b	206.5 ab	27.58 b

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

지상부와 지하부 생체중은 농도의 증가에 따라 감소하는 경향이 나타났는데(Table 2), 이것은 NaCl 처리에 의하여 지상부 뿐만 아니라 지하부도 일정하게 생장이 억제된 것으로 판단된다. 잎 두께의 역수를 의미하는 SLA(비엽중)은 같은 엽면적 조건하에서는 작을수록 바람직하다고 평가하는데, 토마토는 2000ppm 처리구에서 $203.5\text{cm}^2/\text{g}$ 로 가장 낮게 나타났으며 고추에서도 2000ppm 처리구에서 $188.9\text{cm}^2/\text{g}$ 로 가장 낮게 나타나 두 작물 모두 2000ppm 농도처리가 효과적이었다. 또한 묘소질 평가지수의 하나인 조직의 충실도(compactness)는 클수록 묘소질이 우수하다고 하였다(Lou와 Kato, 1988; Park 등, 1996.). 조직의 충실도는 두 작물 모두 2000ppm 처리에서 토마토는 65.54 mg/cm , 고추는 30.09 mg/cm 로 가장 높게 나타나 타 처리에 비해 현저한 차이를 보여 농도별로 2000ppm 처리구가 묘소질이 가장 우수한 것으로 나타났다. 반면 1000ppm와 3000ppm 처리간 유의차이가 없었다.

지상부와 건물중은 농도의 증가에 따라 감소하는 경향이 나타났는데 특히 3000ppm 처리구에서 과도한 stress에 의하여 현저히 감소하였다(Fig. 4.; Fig. 5.). 지하부의 건물중은 1000ppm와 2000ppm처리에서는 대조구와 비슷한 수준을 보인 반면 3000ppm에서 뿌리생육 억제현상이 발생하였다. 이것은 근권의 수분포텐셜 저하로 인해 작물체내 팽압의 저하(Nukaya 등, 1983a; 1983b;)하여 양분과 수분흡수를 억제한 것으로 사료된다. 지상부와 지하부의 비율을 의미하는 T/R율은 작을수록 묘소질이 우수한 것으로 알려졌는데, 본 실험에서는 처리간 일정한 경향이 나타나지 않았지만 고추와 토마토 모두 2000ppm 처리구에서 8.19와 6.35로 가장 낮게 나타나 처리농도에 있어서 2000ppm 처리가 묘소질에 좋았다.

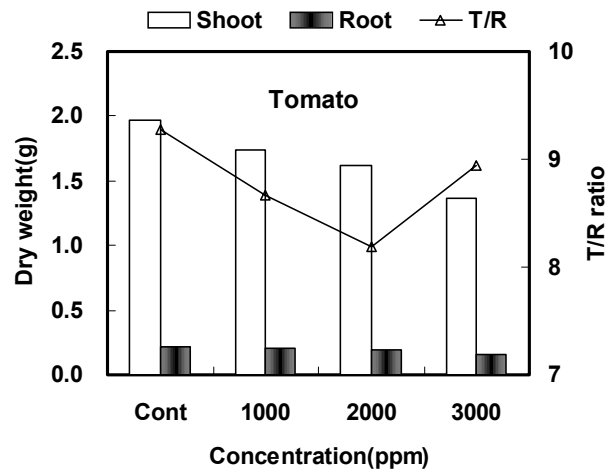


Fig. 4. Effect of NaCl treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of tomato seedlings.

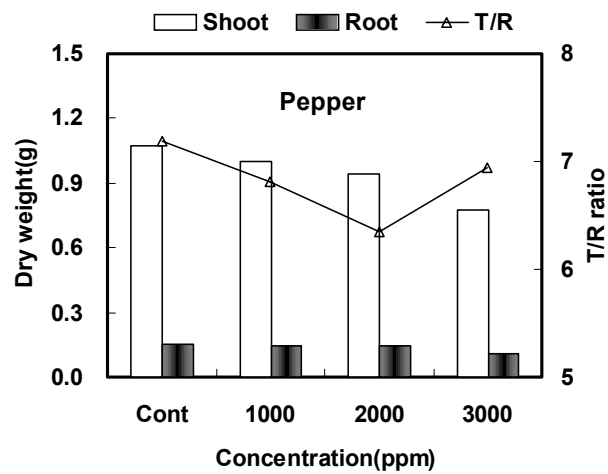


Fig. 5. Effect of NaCl treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of pepper seedlings.

나. NaCl 처리시기가 과채류 묘의 도장 억제에 미치는 영향

NaCl 처리시기에 따르는 과채류의 도장억제 효과를 구명하고자 토마토와 고추에 처리시기를 달리하여 수행하였다. 초장은 처리시기가 빨라짐에 따라 감소하는 경향을 보여 토마토에서 파종 후 18일, 25일 및 32일 처리가 무처리구에 비하여 각각 27.8%, 20.2%, 13.0% 감소하였고(Fig. 6.), 고추에서는 파종 후 28일, 35일 및 42일 처리가 무처리구에 비해 각각 27.7%, 23.5%, 13.4% 감소하였다(Fig. 7.). 토마토는 18일과 35일 처리구, 고추는 28일과 35일 처리구가 20% 이상의 왜화효과를 나타내었으나 육묘 후기에 토마토는 18일, 고추는 28일 처리구가 다소 노화묘가 생기는 경향을 보였다.

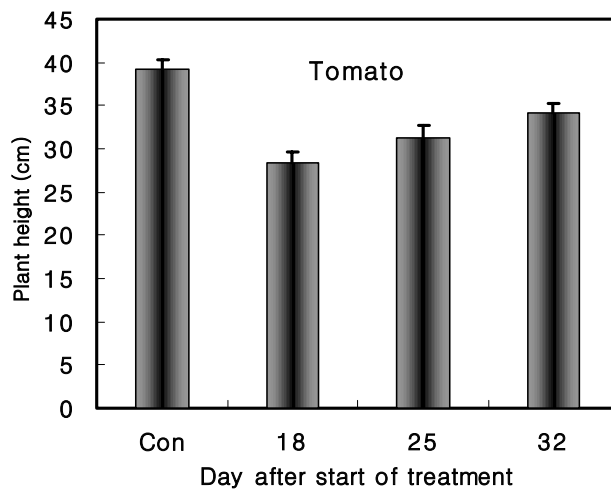


Fig. 6. Effect of NaCl treatment on the plant height of tomato seedlings.

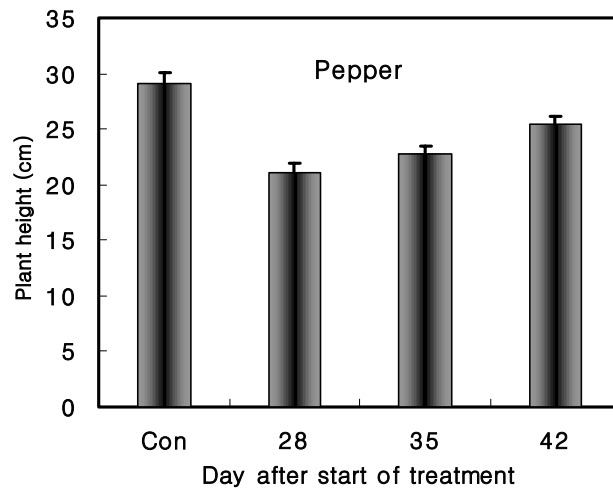


Fig. 7. Effect of NaCl treatment on the plant height of pepper seedlings.

경경은 토마토에서 처리시기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향을 보여 32일째 처리구가 4.22mm로 가장 가늘게 나타났으나 고추에서는 처리시기별에 의한 차이는 나타나지 않았다(Table 3). 엽수는 고추와 토마토 두 작물 모두 처리시기에 따른 차이가 없었으나 처리구가 대조구에 비하여 감소하는 경향을 보였다. 엽록소 함량은 토마토에서 처리시기가 늦어짐에 따라 감소하였지만, 고추에서는 반대로 증가하는 경향을 보였다. 또한 토마토에서 처리구가 대조구에 비해 엽록소 함량이 증가하였는데 이것은 NaCl을 공급할 경우 엽록소 함량이 실질적인 증가가 일어나는 것이 아니라 엽면적의 감소와 엽조직(세포)의 크기 감소가 단위면적의 엽록소 함량을 많이 하는 결과를 가져왔다고 할 수 있다(Lee 등 1996). 엽면적은 초장과 비슷한 경향을 처리시가 빠를수록 줄기신장이 감소하였는데, 토마토는 18일째 처리구, 고추는 28일째 처리구가 각각 215.0cm²와 60.1cm²로 가장 작게 나타났다.

Table 3. Effect of NaCl treatment on the leaf number, stem diameter, leaf chlorophyll content and leaf area of tomato and pepper seedlings.

Crop	Treatments (day ^z)	No. of leaves	Stem diameter (mm)	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
Tomato	18	6.5 b	4.42 ab	38.13 a	215.0 c
	25	6.8 ab	4.35 ab	36.10 b	233.3 b
	32	6.8 ab	4.22 b	35.50 bc	229.2 b
	CON	7.2 a	4.53 a	34.60 c	278.5 a
Pepper	28	3.02 ab	10.4 b	38.61 b	60.1 c
	35	3.07 ab	10.1 b	41.31 a	59.9 c
	42	2.92 b	10.5 b	40.13 a	67.9 b
	CON	3.12 a	11.1 a	40.93 a	76.7 a

^z18=sowed 18days after treatment, 25=sowed 25days after treatment, 32=sowed 32days after treatment, 28=sowed 28days after treatment, 35=sowed 35days after treatment and sowed 42days after treatment.

^xmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

지상부 생체중은 토마토와 고추 두 작물 모두 처리시기가 늦어짐에 따라 증가하는 경향을 보였으나, 처리간 유의성 차이는 나타나지 않았다(Table 4). 지하부 생체중은 토마토에서 감소하는 경향을 보였지만 고추에서는 증가하는 경향을 보였는데 특히 고추에서 처리간 뚜렷한 차이가 나타났다. 지상부의 건물중도 토마토와 고추에서 모두 생체중과 비슷한 경향이 나타나 처리시기

가 빠를수록 감소하였는데 낮는데, 특히 토마토에서 18일째 처리구가 타 처리구에 비하여 현저히 낮게 나타났다. 지하부의 건물중에 있어서 토마토는 지상부와 비슷한 경향을 보였지만 고추에서는 처리간 유의성 차이가 나타나지 않았다(Fig. 8.). T/R율은 토마토는 25일, 고추는 35일 처리구가 각각 6.31과 4.37로 가장 작게 나타났으며 조직의 충실도는 토마토는 25일, 고추는 28일 처리구가 각각 50.2mg/cm와 23.9mg/cm로 가장 크게 나타났다. 전체적으로 토마토는 25일, 고추는 35일 처리구가 묘 소질이 우수하였다.

Table 4. Effect of NaCl treatment on the fresh and dry weight of shoot, root, T/R ratio and compactness of tomato and pepper seedlings.

Crop	Treatment (day ^z)	Fresh weight (g)		SLA (cm ² /g)	Compactness (mg/cm)
		Shoot	Root		
Tomato	18	11.9 b	2.19 b	224.5 b	45.2 b
	25	12.1 b	2.17 b	215.1 c	50.2 a
	32	12.3 b	2.09 c	233.6 ab	46.6 b
	CON	14.8 a	2.39 a	239.4 a	46.0 b
Pepper	28	3.44 c	0.68 c	201.8 b	23.9 a
	35	3.59 bc	0.77 b	190.3 c	23.1 a
	42	3.88 ab	0.84 a	213.6 a	21.2 a
	CON	4.20 a	0.76 b	217.7 a	22.2 a

^z18=sowed 18days after treatment, 25=sowed 25days after treatment, 32=sowed 32days after treatment, 28=sowed 28days after treatment, 35=sowed 35days after treatment and sowed 42days after treatment.

^xmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

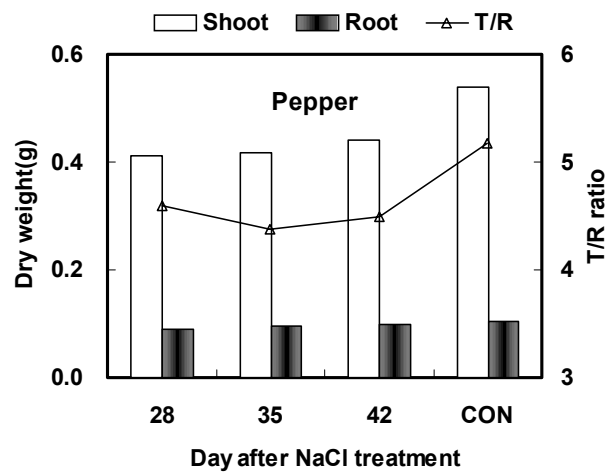
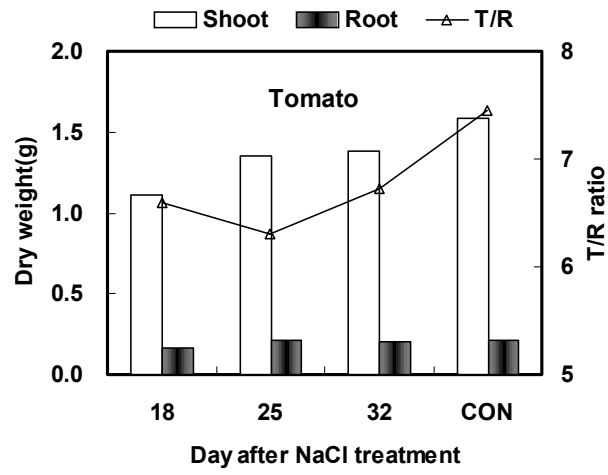


Fig. 8. Effect of NaCl treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of tomato and pepper seedlings.

다. NaCl 처리방법이 과채류 묘의 도장 억제에 미치는 영향

NaCl 저면관수와 두상관수 처리는 무처리에 비하여 초장이 토마토의 경우 약 30.4%와 24.2%, 고추의 경우 약 32.3%와 24.2% 감소하여 두 작물 모두 NaCl 저면관수 처리방법이 도장억제에 더 효과적이었다(Fig. 9; Fig. 10).

엽수는 두 작물 모두 NaCl 저면관수 처리 방법과 두상관수 처리방법에 따른 차이가 없었으나 대조구에 비해 적었다. 경경은 저면관수 처리가 두상관수 처리에 비해 토마토에서 약 0.18mm, 고추에서 약 0.34mm 가늘었다. 엽록소 함량과 엽면적은 두 작물 모두 처리방법간 차이를 나타내지 않았으나 대조구에 비하여 뚜렷한 감소를 보였다(Table 5).

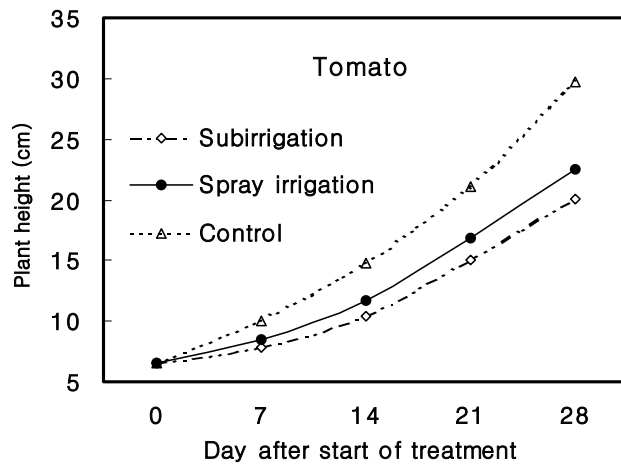


Fig. 9. Effect of irrigation method of NaCl treatment on the plant height of tomato seedlings.

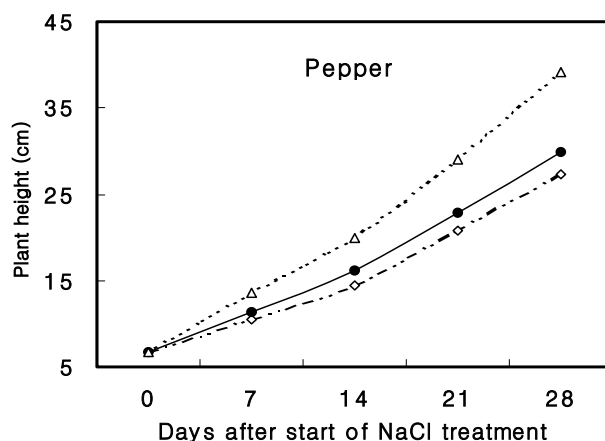


Fig. 10. Effect of irrigation method of NaCl treatment on the plant height of pepper seedlings.

Table 5. Effect of Method of NaCl treatment on the stem diameter, leaf number, leaf chlorophyll content and leaf area of tomato and pepper seedlings.

Crop	Method of treatment	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
Tomato	Subirrigation	4.27 b ^z	6.7 b	36.38 a	208.2 b
	Spray irrigation	4.42 ab	6.5 b	38.13 a	215.0 b
	Contral	4.53 a	7.2 a	34.60 b	278.5 a
Pepper	Subirrigation	2.68 b	8.9 c	38.56 b	61.1 b
	Spray irrigation	3.02 a	10.3 b	38.61 b	60.1 b
	Contral	3.12 a	11.1 a	40.93 a	76.7 a

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

지상부와 지하부의 생체중은 두 작물에서 모두 저면관수 처리방법이 두상관수 처리방법에 비하여 감소하였다(Table 6). 지상부 건물중은 NaCl 저면관수 처리가 두상관수 처리에 비해 고추에서는 감소하였지만 토마토에서 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 지하부 건물중은 두 작물 모두 NaCl 처리방법별 차이가 없었다.

Table 6. Effect of NaCl treatment on the fresh weight of shoot and root, SLA, compactness of tomato and pepper seedlings.

Crop	Treatments	Fresh weight(g)		SLA (cm ² /g)	Compactness (mg/cm)
		Shoot	Root		
Tomato	Subirrigation	10.5 c ^z	1.92 c	210.8 b	48.32 a
	Spray irrigation	11.9 b	2.19 b	215.1 b	44.62 b
	Contral	14.8 a	2.39 a	239.4 a	42.12 c
Pepper	Subirrigation	2.67 c	0.55 b	193.2 b	23.38 a
	Spray irrigation	3.44 b	0.68 a	190.3 b	23.29 a
	Contral	4.20 a	0.76 a	217.7 a	20.70 b

^zmean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

T/R율은 토마토의 경우 NaCl 처리방법별 차이가 없었으나 고추의 경우 NaCl 저면관수 처리가 두상관수 처리에 비해 감소하였다(Fig. 11). 조직 충실도는 반대로 토마토에서 NaCl 저면관수 처리가 두상관수 처리에 비해 증가

하였으나 고추에서는 NaCl 처리방법별 차이가 없었다. 전체적으로 두 작물 모두 묘 소질이 NaCl 저면관수 처리구가 우수하였다.

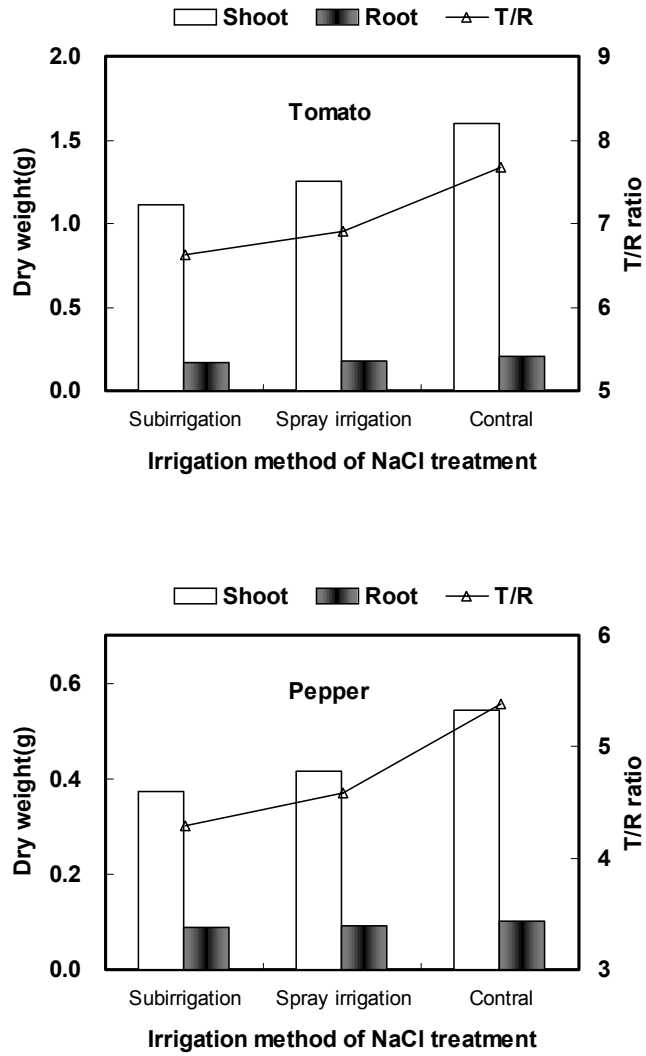


Fig. 11. Effect of irrigation method of NaCl treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of tomato and pepper seedlings.

2. CaCl₂ 처리농도와 횃수가 묘의 도장억제에 미치는 영향

가. CaCl₂ 처리농도가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

오이, 토마토 및 고추 묘의 초장에 미치는 CaCl₂ 농도의 효과를 Fig. 12와 Fig. 13과 같이 표시하였다. 오이는 0.3%, 0.5% 및 0.7% 처리구가 각각 5.6%, 16.0%, 23.7%의 왜화율을 보였고, 토마토는 0.3%, 0.5% 및 0.7% 처리구가 각각 3.2%, 10.2%, 15.0%의 왜화율을 보였으며 고추에서는 0.3%, 0.5% 및 0.7% 처리구가 각각 7.0%, 10.4%, 13.6%의 왜화율을 보여 세 작물 모두 농도의 증가에 따라 줄기신장이 감소하는 경향이 나타났다. 그러나 세 작물 모두 가장 높은 농도인 0.7% 처리구에서 노화현상이 나타났다.

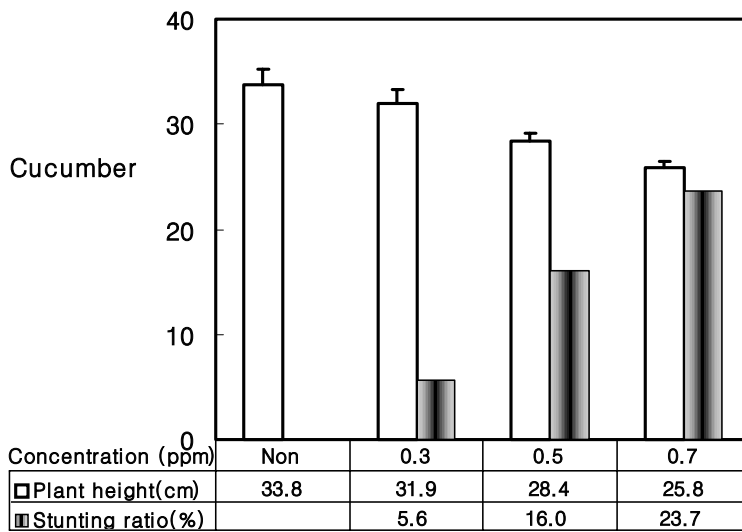


Fig. 12. Effect of CaCl₂ concentration treatment on the plant height and stunting ratio of cucumber seedlings.

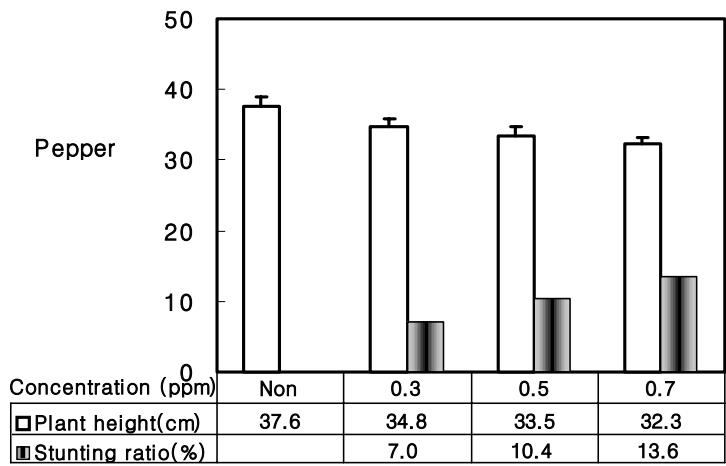
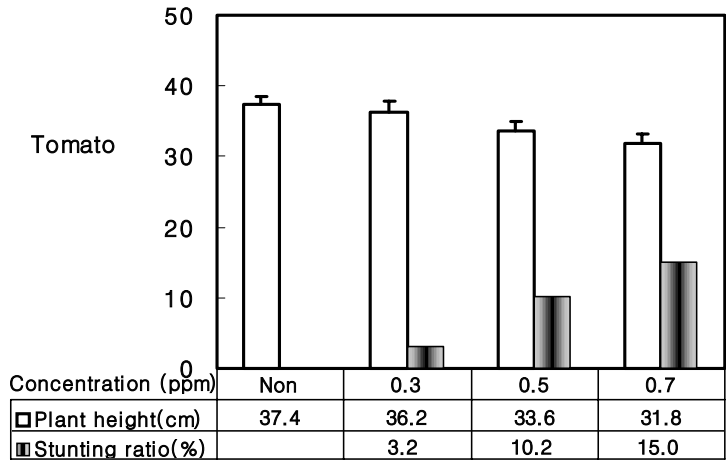


Fig. 13. Effect of CaCl_2 concentration treatment on the plant height and stunting ratio of tomato and pepper seedlings.

줄기의 굵기는 토마토에서 0.3% 처리에서 5.8mm로 가장 굵게 나타났으나, 0.5%와 0.7% 처리간 차이가 없었으며 오이와 고추에서는 처리농도에 따른 차이가 없었다. 엽수는 세 작물 모두 0.3% 처리에서 많이 나타났지만 농도별 처리간 현저한 차이를 보이지 않았다(Table 7).

Table 7. Effect of CaCl₂ concentration on the stem diameter, No. of leaves, leaf number, leaf chlorophyll content and leaf area of cucumber, tomato and pepper seedlings.

Crop	Treatment	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
Cucumber	Non	4.6±0.4	3.5±0.1	33.4±1.5	329.2±15.2
	0.3	4.2±0.2	3.6±0.5	34.6±2.0	289.4±12.6
	0.5	4.3±0.3	3.3±0.2	35.9±1.3	278.8±10.9
	0.7	4.4±0.1	3.3±0.1	31.7±0.8	258.9±9.3
Tomato	Non	5.6±0.3	6.5±0.3	36.4±1.8	232.2±13.2
	0.3	5.8±0.3	6.4±0.2	37.8±0.9	226.1±13.7
	0.5	5.5±0.2	6.3±0.2	38.7±1.0	215.5±11.2
	0.7	5.5±0.3	6.1±0.1	34.2±1.2	204.3±12.4
Pepper	Non	4.5±0.2	9.2±0.3	37.6±1.2	182.3±15.6
	0.3	4.5±0.1	8.9±0.3	38.5±0.9	172.3±12.2
	0.5	4.4±0.2	8.8±0.2	39.8±1.0	165.8±10.7
	0.7	4.6±0.2	8.6±0.2	37.3±1.3	161.1± 8.8

엽록소 함량은 세 작물 모두 0.5% 처리에서 각각 35.9, 38.7, 39.8로 가장 높게 나타났으며 다음으로 0.3% 처리구 이고 0.7% 처리에서 타 처리에 비하여 현저히 감소하였다. 이것은 높은 농도의 CaCl_2 처리에 의하여 엽록소 합성이 억제된 것으로 사료된다.

엽면적은 초장과 비슷한 경향을 보여 처리농도의 증가에 따라 감소하는 경향이 나타났다. 작물별 오이에서 엽면적의 감소가 두드러지게 나타났다. 또한 고추에서 CaCl_2 를 0.7%농도로 엽면시비 하였을 때 엽소현상이 나타났는데 이것은 CaCl_2 를 엽면시비하고자 할 때 고농도, 고온기에 한낮의 처리는 엽소현상(Chung 등, 1993; Jeong 등, 1998)의 우려가 있다는 보고와 비슷하다.

지상부 건물중은 오이에서 0.5% 처리에서 약 1.00g로 가장 작게 나타났으며 토마토와 고추에서 처리농도 증가에 따라 감소하는 경향이 나타났다. 지하부의 건물중은 토마토에서 약 0.014g로 가장 작게 나타났으며 오이와 고추에서 처리간 차이가 없었다(Fig. 14). 특히 0.7% 처리에 의하여 지상부와 지하부의 건물중이 오이와 고추에서 현저히 감소하였는데, 높은 농도의 Ca처리에 의하여 지상부와 지하부의 생육이 저하하였기 때문이라고 판단된다.

묘소질 평가지수의 하나인 T/R(지상부와 지하부의 비)율은 작으면 묘소질이 우수하다고 보고되었다(Lou와 Kato, 1988; Park 등, 1996). T/R율은 세 작물 모두 CaCl_2 0.5% 처리에서 가장 작게 나타났는데 오이에서는 7.41, 토마토는 9.23 및 고추에서 7.53으로 나타났다. 그리하여 CaCl_2 처리에 있어서 0.5% 농도에서 묘소질이 우수하게 나타났다.

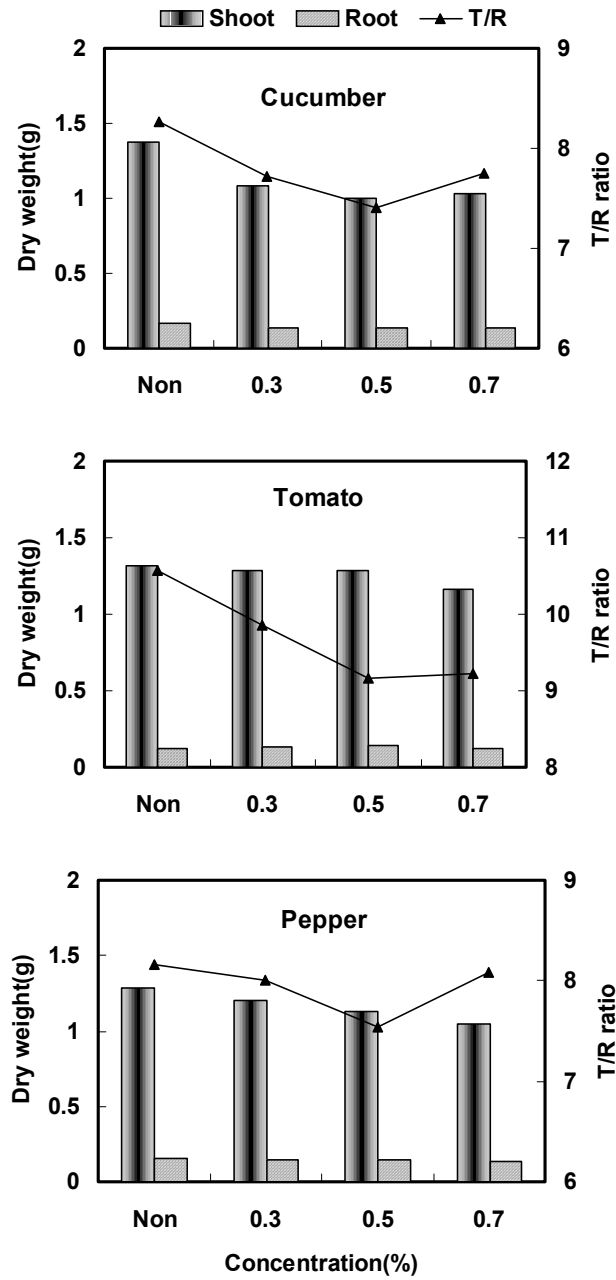


Fig. 14. Effect of CaCl_2 concentration treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of cucumber, tomato and pepper seedlings.

나. CaCl₂ 처리횟수가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

CaCl₂ 처리횟수가 오이와 토마토 묘의 도장억제에 미치는 영향을 구명하고자 본 실험을 실시하였다. CaCl₂ 처리횟수의 증가에 따라 줄기의 신장이 감소하였는데 오이는 4회, 6회 및 8회 처리에서 각각 12.7%, 16.0%, 19.8% , 토마토에서는 4회, 6회 및 8회 처리에서 각각 5.3%, 10.7%, 14.1%의 왜화율을 보였다. 또한 작물별 오이가 토마토보다 CaCl₂ 처리에 더 민감한 반응을 보였다.

줄기의 직경은 오이와 토마토 두 작물 모두 처리횟수의 증가에 따라 굵어지는 경향이 나타났지만 처리간 현저한 차이가 나타나지 않았다. 이것은 Ca 처리에 의하여 식물체의 세포구조를 탄탄하게 함으로써 줄기의 직경이 굵어졌다고 판단된다. 엽수는 처리횟수의 증가에 따라 감소하였으며 엽록소 함량은 6회 처리구에서 오이는 35.9, 토마토는 38.7로 두 작물 모두 높게 나타났다. 엽면적도 엽수와 비슷한 경향을 보여 처리농도의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였는데 처리간 현저한 차이는 없었다.

지상부 건물중은 오이에서 처리횟수의 증가에 따라 높게 나타났지만 토마토에서는 처리횟수에 따른 차이를 보이지 않았다. 지하부의 건물중도 지상부의 건물중과 비슷한 경향을 보였다. 또한 CaCl₂ 8회 처리에서 지상부가 심한 생육 저하 현상이 나타난 반면 지하부의 생육은 처리횟수에 의한 영향이 그다지 크지 않다고 판단된다.

묘소질 평가지수의 하나인 T/R(지상부와 지하부의 비)율은 작으면 묘소질이 우수하다고 보고되었다(Lou와 Kato, 1988; Park 등. 1996). T/R율은 세 작물 모두 CaCl₂ 6회 처리구에서 오이와 토마토 두 작물에서 가장 작게 나타났고 다음으로 8회, 4회 처리구 순서로 증가하였다. 전체적으로 6회 처리가 묘소질이 우수하고 도장억제에도 효과적이다.

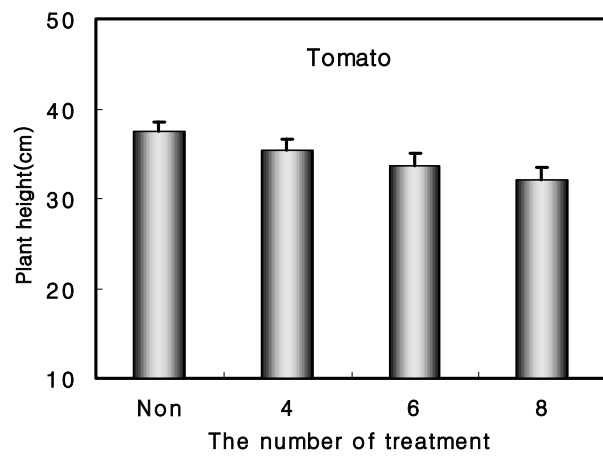
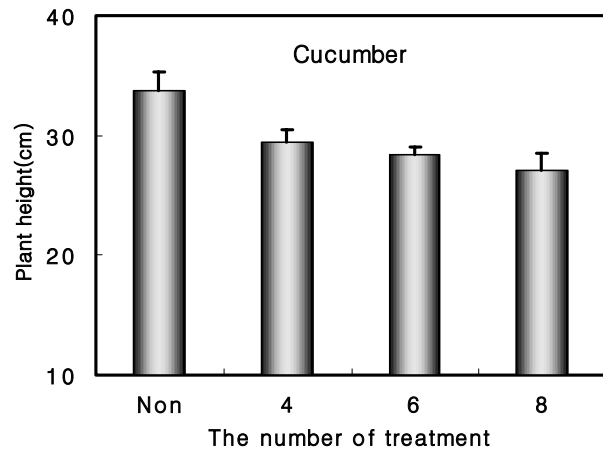


Fig. 15. Effect of the number of CaCl_2 treatment on the plant height of cucumber and tomato seedlings.

Table 8. Effect of the number of CaCl₂ treatment on the stem diameter, No. of leaves, leaf number, leaf chlorophyll content and leaf area of cucumber and tomato and pepper seedlings.

Crop	Treatment	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
Cucumber	Non	4.6±0.4	3.5±0.1	33.4±1.5	329.2±15.2
	4	4.2±0.2	3.6±0.3	35.3±1.3	297.8±14.7
	6	4.3±0.3	3.3±0.2	35.9±1.3	278.8±10.9
	8	4.4±0.1	3.2±0.1	33.9±1.2	267.3±12.5
Tomato	Non	5.6±0.3	6.5±0.3	36.4±1.8	232.2±13.2
	4	5.7±0.3	6.5±0.2	36.7±1.2	222.5±11.8
	6	5.8±0.3	6.3±0.2	38.7±1.0	215.5±11.2
	8	6.1±0.3	6.0±0.1	35.5±1.1	209.6±12.4

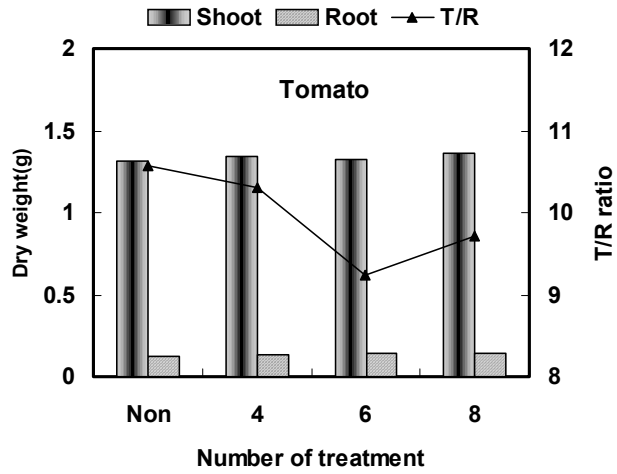
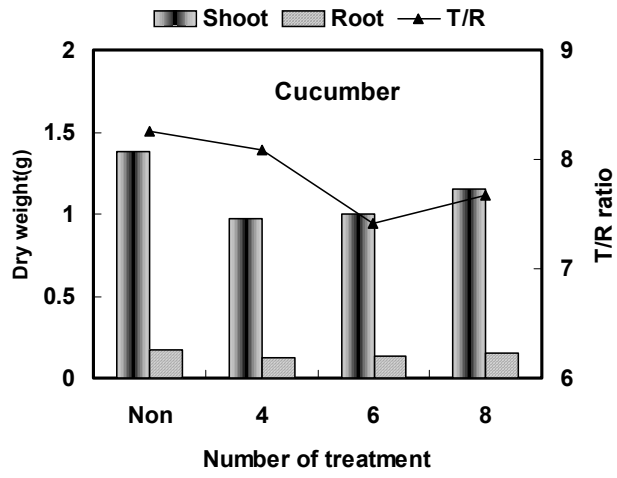


Fig. 16. Effect of the number of CaCl_2 treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of cucumber, tomato and pepper seedlings.

제4절 결과 요약

공정육묘의 양질묘 생산을 목적으로 NaCl 처리농도, 처리시기 및 처리방법과 CaCl₂ 처리농도와 처리횟수를 구명하고 수행하였다.

NaCl 처리에서 초장은 2000, 3000ppm 처리구가 좋은 왜화효과를 나타내었으나 3000ppm 처리에서는 토마토와 고추 모두가 하엽이 황화현상이 나타났으며 또한 심한 생육억제 현상이나 2000ppm 농도가 적합하다. 처리시기에서 토마토는 25째, 고추는 35일째 처리한 시기가 줄기신장을 억제도 하고 또한 묘소질도 우수하였다. 처리방법에 있어서 저면관수 처리가 두산관수 처리에 비해 도장억제에 더 효과적이었다.

CaCl₂ 처리에 있어서 처리농도 0.5% 농도가 적합하며 처리횟수는 0.5%농도로 6회 처리하였을 때 묘소질도 우수하였으며 도장억제에도 효과적이었다. 또한 CaCl₂를 고농도 및 고온기 여름철 한낮에 처리할 때 엽소현상의 우려가 있기 때문에 주의가 소요된다.

인 용 문 헌

- Albers, B., D. Bray., J. Lewis., M. Raff., K. Roberts. and J.D. Watson. 1994. *Molecular Biology of the Cell*, 3rd ed. Garland, New York.
- Bramlage, W.J., M. Drake, and S.A. Weis. 1985. Comparisons of calcium chloride, calcium phosphate and calcium chelate as foliar sprays for 'mcIntosh' apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:786-789.
- Burns, J.K. and R. Pressey. 1987. Ca_2^+ in cell walls of ripening tomato and peach, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:783-787.
- Chartzoulakis, K.S. 1992. Effect of NaCl salinity on germination, growth and yield of greenhouse cucumber. *J. Hort. Sci.* 67(1):115-119.
- Chour, F., C. Willemot, J. Arul, Y. Desjardins, J. Makhlof, P.M. Charestr, and A. Gosselin. 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:789-792.
- Chung, H.D., K.K. Kang, S.J. Yun, and B.Y. Kim. 1993. Effect of foliar application calcium chloride on shelf-life and quality of strawberry fruita. *J. kor. Soc. Hort. Sci.* 34:7-15.
- Greeneay H. 1962. Plant response to saline substrates. I. Growth and ion uptake of several varieties of *Hordeum* during and after sodium chloride treatment. *Aust. J. Bio. Sci.* 15: 16-38.
- Hunt, P. G., M. J. Kasperbauer, and T.A. Matheny. 1989. Soybean seedling growth responses to light reflected from different colored soil surfaces. *Crop Sci.* 29:130-133.
- Jeong, C.S, K.C. Yoo and Y.R. Yeoung. 1998. Effect of foliar application of

- CaCl₂ on quality of netted muskmelons during postharvest storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39(2):170-174.
- Kasperbauer, M. J. 1971. Spectral distribution of light in a tobacco canopy and effects of end-of-day light quality on growth and development. Plant Physiol. 47:775-778.
- Kozlowski T.T. 1972. "Water Deficits and Plant Growth." Vol. III. Academic Press: New York.
- Lee, S.Y., C.S. kim, J.W. Cho, and Y.G. Kand. 1996. physiological response of barley seedlings to salt stress. Kor. J. Crop. Sci. 41(6):665-671.
- Lou, H. and Toru, Kato. 1988. The physiological study on the quality of seedlings in eggplant. Effects of daylength and light intensity. J. Jpn. Soc. Environ. Control in Biol. 26:69-78.
- Navetiyal, R.C., V. Ravindra and Y.C. Joshi. 1989. Germination and early seedling growth of some ground nut(*Arachis hypogea* L.) cultivars under salt stress. Indian J. Plant Physiol. 32:251-253.
- Nukaya. A., M. Masui. and A. Ishida. 1983. Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in nutrient solution culture. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 52(2):167-173.
- Nukaya. A., M. Masui. and A. Ishida. 1983. Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in sand culture. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 51(4):427-434.
- Park, H Y., K.C. Son, E.G. GU, K.B. Lim, and B.H. Kim. 1996. Effect of different day and night temperature regimes on the growth of hot pepper plug seedlings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:617-621. Rozema. C. et.

- al. 1997. UV-B and Biosphere. Kluwer Academic Publishers.
- Roberts, D.M., and A.C. Harmon. 1992. Calcium-modulated protein targets of intracellular calcium signals in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 43:376-414.
- Son, k. c. and M. I. Lee. 1998. Effect of DIF and temperature drop/rise on the stem elongation of plug seedlings of *Salvia splendens*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39(5):615-620.
- Steinberg. S. L., J. M. zajicek, and M. J. McFarland. 1991. Short-term effect of uniconazole on the water relations and growth of *Ligustrum*.
- Winter, K. and R. Gsdemann. 1991. daily change in CO₂ and water vapor exchange, chlorophyll fluorescence and leaf water relations in the halophyte *Mesembryanthemum crystallinum* during the induction of Crassulacean acid metabolism in response to high NaCl salinity. *Plant Physiol.* 95:768-776.

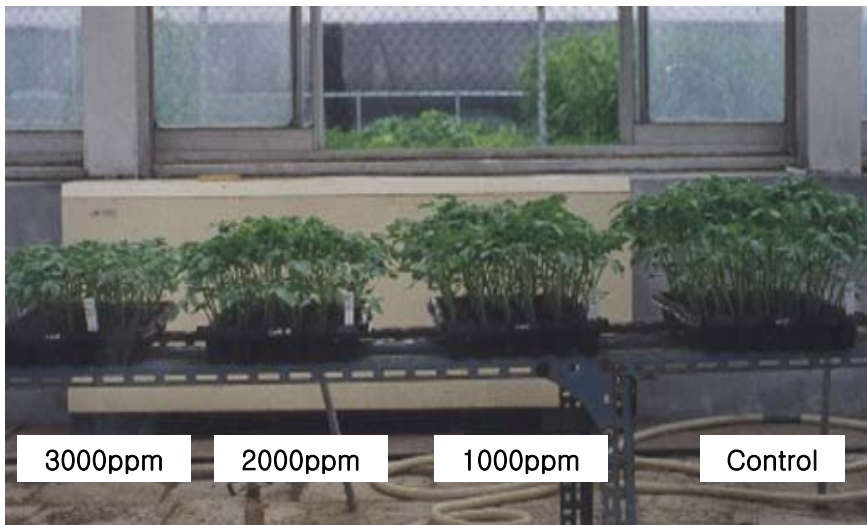


사진 6. NaCl 처리 농도가 고추 묘의 도장억제에 미치는 영향



사진 7. NaCl 저면관수처가 고추와 토마토 묘의 도장억제에 미치는 영향

제6장 접촉자극 처리가 공정육묘의 도장억제에 미치는 영향

제1절 서 설

물리적인 방법으로 접촉자극에 의해 식물로부터 에틸렌의 발생을 유발하여 줄기 신장을 억제하는 방법이 있는데(Goeschl, 1966), 太田(1975)은 식물에 대하여 물리적인 접촉자극을 할 경우 내생 에틸렌이 생성되고, 식물의 줄기나 엽, 뿌리 등의 생장이 억제된다고 하였다. 또한 川崎와 楊(1986)은 토마토의 육묘기에 진동자극을 주어 줄기와 엽의 발육 특히 절간신장을 억제시켜 충실한 양질의 묘를 생산할 수 있다고 하였다. 그러나 그 강도가 크면 왜화율이 높아질 뿐만 아니라 노화가 촉진된다(Salisbury,1963). 또한 작물마다 접촉자극에 의한 반응이 달라 오이, 미모사는 왜화효과가 민감하고, 토마토는 약간 왜화되고, 호박, 완두는 거의 효과가 보여지지 않는다고 보고하였다(Jaffe, 1973). 접촉자극에 의한 도장방지 방법은 작물에 독해작용이 전혀 없고, 오염물질을 전혀 배출하지 않기 때문에 권장되고 있다. 특히 줄기 비대와 측지의 발달, 조기 개화가 두드러진다. 그러나 플러그묘는 매우 어리고 작은 연약한 식물체이기 때문에 상처받기 쉽기 때문에 적절한 처리방법과 강도를 표준화하는 것이 필요하다.

본 연구는 고온기 양질묘의 목적으로 과채류 묘의 도장억제 미치는 접촉자극 강도와 처리시기를 구명하고자 실행하였다.

제2절 재료 및 방법

과중상은 토마토는 50공, 고추는 72공 플러그 트레이에 과중하였으며 상토는 peatmoss와 peralie을 3 : 1 비로 혼합하여 이용하였다. 타이머는 독일 Wechselstrim사 026.0type 15분 간격의 타이머를 사용하였으며, 접촉자극은 선풍기의 날개를 제거하고 막대기를 고정시켜 선풍기의 회전력을 이용하여 본엽 4매 발생 후부터 처리하였다. 시비는 일본 원시배양액을 1/2농도(EC 1.1mS/cm, PH 6.5)로 생육을 3단계로 나누어 1단계는 5일 간격으로 3회, 2단계는 3일 간격으로 5회, 3단계는 2일 간격으로 육묘 종료까지 두상관수 하였다. 생육조사는 초장은 처리후 1주일 간격으로 조사하였으며, 최종조사시에는 하배축, 절간장, 줄기직경, 엽면적, 엽록소, 생체중, 건물중(80℃ 건조기에 48시간 건조한 후 측정), T/R(지상부/지하부)율 및 조직의 충실도(건물중/초장) 등을 조사하였다.

1. 접촉자극 강도가 과채류 묘의 도장억제 미치는 영향

접촉자극 강도에 따른 도장억제효과를 알아보기 위하여 처리구를 각각 15분, 30분, 45분으로 처리시간을 달리하여 8시, 10시 및 12시마다 처리하여 총 45분, 90분 및 135분으로 토마토와 고추에 접촉자극 처리를 하였다.

2. 접촉자극 처리시기가 과채류 묘의 도장억제 미치는 영향

접촉자극 처리시기에 따른 도장억제효과를 알아보기 위하여 처리시기를 오전, 오후 및 야간 처리구로 나누었다. 오전 처리구는 오전 8시, 10시 및 12시에 각각 30분씩 처리하고, 오후 처리구는 오후 2시, 4시 및 6시에 각각 30분씩 처리하였으며 야간처리구는 완전 일몰 후 저녁 10시, 12시 및 새벽 2시에 각각 30분씩 처리하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 접촉자극 강도가 과채류 묘의 도장억제 미치는 영향

접촉자극에 따른 토마토와 고추 묘의 초장변화는 전체적으로 접촉자극 강도(시간)가 증가할수록 왜화율이 증가하였는데, 오전 90분과 135분 처리구에서 고추는 약 20%와 24%, 토마토는 40%와 38%로 왜화율을 보였다(Fig. 1; Fig. 2). 그리하여 90분과 135분 처리구에서 두 작물 모두 좋은 왜화효과를 보였지만 135분 처리구에서 노화현상이 발생하였다. 또한 접촉자극에 의한 줄기신장변화를 보면 3주와 4주 사이에 왜화율이 가장 높았는데 이시기가 식물 성장이 가장 왕성할 때라서 효과가 높으며, 아울러 고추, 토마토가 접촉자극에 대한 적응력이 형성되지 않은 상태라 여겨진다. 그러나 그 이후 왜화율이 비슷한 것은 어느 정도 적응된 것을 보여준다. 이러한 결과는 도꼬마리의 잎에 매일 수초간 손으로 접촉해주면 정상적인 잎의 약 30%정도의 성장량이 억제되고 노화가 촉진된다는 보고와 일치하다(Salabury, 1963).

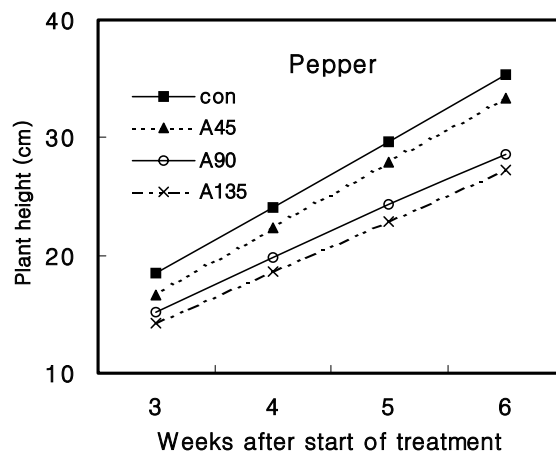


Fig. 1. Effect of mechanical stimulation treatment on the plant height of pepper seedlings.

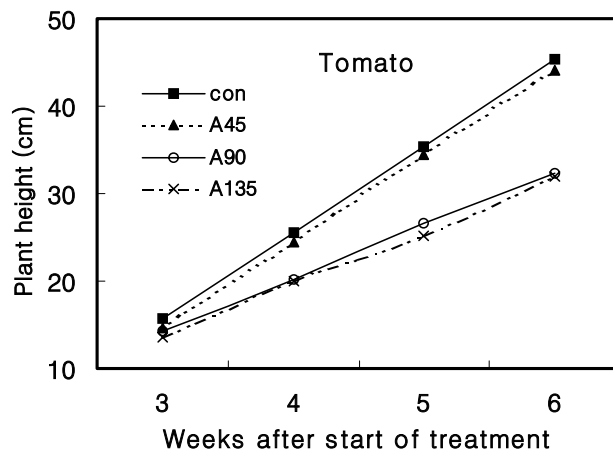


Fig. 2. Effect of mechanical stimulation treatment on the plants height of tomato seedlings.

경경에서 고추는 처리시간에 따른 차이가 없었으나 토마토에서는 처리시간이 길어짐에 따라 증가하였다(Table 1). 고추는 90분과 135분 처리구가 대조구에 비해 감소한 반면 토마토는 90분과 135분 처리구가 대조구에 비하여 증가하였다. 이것은 고추의 경우 접촉자극에 의하여 전체적으로 생육이 저하함으로써 줄기직경이 가늘어진 반면 토마토에서는 접촉자극에 의한 반응이 더 민감하여 성장장애로 인하여 굵어졌다고 판단된다.

엽수는 처리간 두 작물 모두 차이가 나타나지 않았으나 대조구에 비해 감소하였다. 엽면적은 전체적으로 처리구가 대조구에 비해 감소하였는데 90분과 135분 처리구가 대조구에 비해 고추는 약 42%와 41%, 토마토는 약 20%와 10% 감소하였다. 고추에서 접촉자극 처리구가 잎이 둥글게 말리는 현상이 나타났는데, 접촉자극 강도의 증가에 따라 더 심하게 나타났다. 또한 두 작물 모두 135분 처리구에서 황화현상이 나타났는데 이것은 과도한 접촉자극 강도

에 의한 것으로 사료된다.

엽록소는 전체적으로 처리구가 대조구에 비하여 감소하였는데 접촉자극 강도별로 큰 차이는 나타나지 않았다. 90분 처리에서 고추가 토마토에 비하여 감소량이 2배정도 되어 접촉자극이 고추의 엽록소 함량에 미치는 영향이 더 크다.

Table 1. Effect of mechanical stimulation treatment on the stem diameter, number of leaves, leaf chlorophyll content and leaf area of tomato and pepper seedlings.

Crop	Treatment	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
Pepper	Con	2.9±0.1	12.6±0.4	36.7±2.7	72±6.5
	A45	2.7±0.1	11.5±0.3	32.3±1.0	60±3.7
	A90	2.8±0.1	12.0±0.2	30.2±1.4	42±2.4
	A135	2.6±0.1	12.1±0.3	32.0±1.5	43±3.6
Tomato	Con	4.9±0.4	10.3±0.4	32.4±2.0	183±24.3
	A45	4.9±0.2	9.4±0.2	30.1±1.5	174±15.3
	A90	5.3±0.2	9.3±0.3	30.7±1.4	147±14.3
	A135	5.5±0.3	9.6±0.3	29.9±1.9	167±25.7

절간장은 초장과 비슷한 경향으로 접촉자극 강도의 증가에 따라 감소하였는데, 고추에서 135분 처리구가 대조구에 비하여 4절, 5절 및 6절이 약 40% 감소하였으며 토마토에서는 4절, 5절 및 6절이 약 45% 감소하였다(Fig. 3).

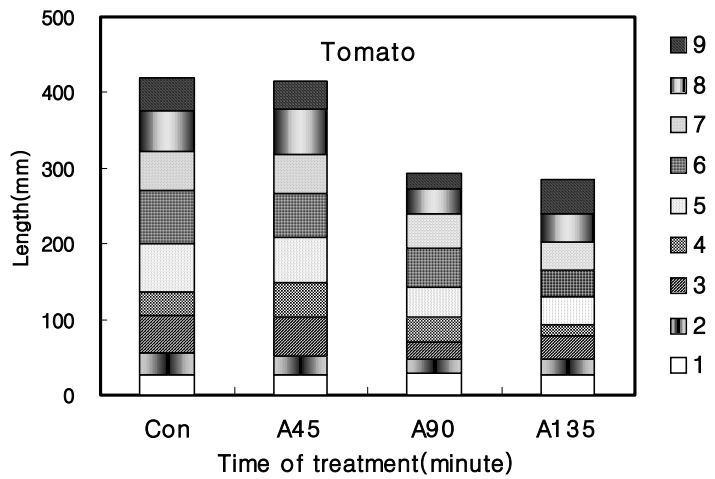
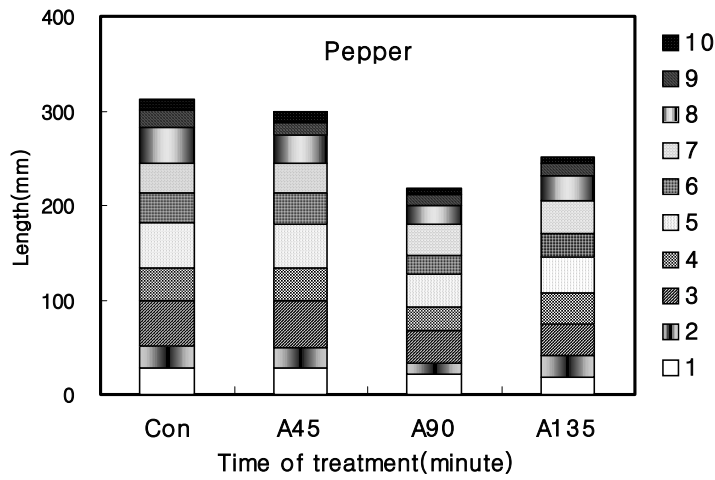


Fig. 3. Effect of mechanical stimulation treatment on the internode length of tomato seedlings.

지상부 건물중은 처리구의 시간이 길어짐에 따라 감소했다(Fig. 4). 고추에서는 90분과 135분 처리구에서 0.59g과 0.62g, 토마토는 2.14g과 1.58g로 나타났다. 지하부 건물중은 고추에서는 90분과 135분 처리구에서 모두 0.22g로 가

장 작았으나 토마토에서는 90분 처리구에서 0.36g로 가장 높게 나타났다. T/R 율은 두 작물 모두 90분 처리에서 효과적으로 나타나 전체적으로 90분 처리가 효율적이며 또한 묘소질이 우수하였다.

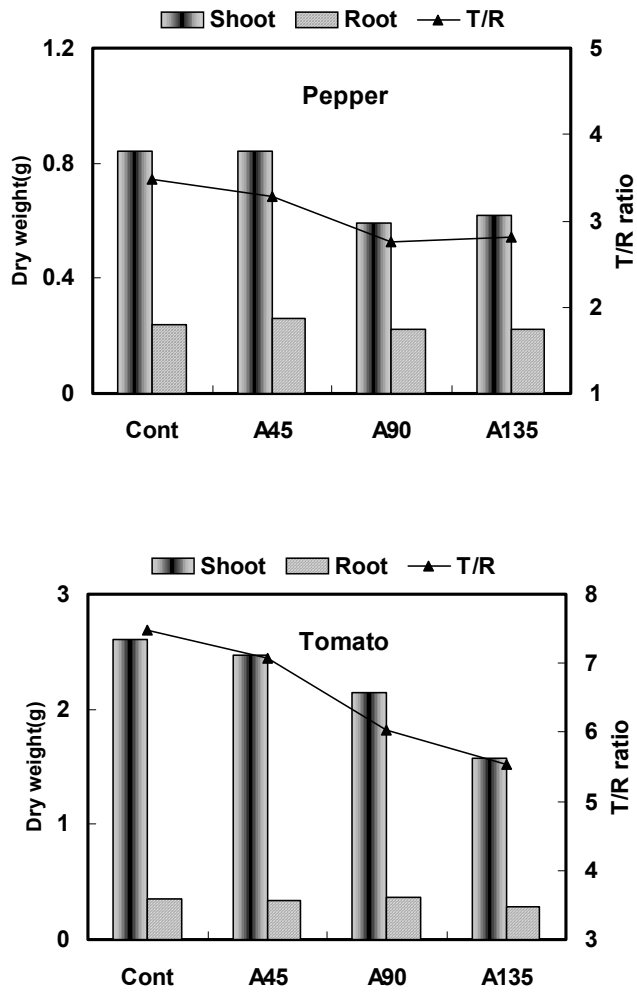


Fig. 4. Effect of mechanical stimulation treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of tomato seedlings.

2. 접촉자극 처리시기가 과채류 묘의 도장억제 미치는 영향

접촉자극 처리시기에 따른 토마토와 고추 묘의 초장변화는 Fig. 5와 같다. 오전, 오후 및 야간 처리 순서로 증가하였다(Fig. 5). 따라서 두 작물 모두 오전 처리구에 왜화 효과가 가장 좋았다. 이것은 식물체가 오전에 대부분 광합성을 진행하는데 접촉자극에 의하여 생성된 에틸렌이 광합성 과정의 일부 과정을 억제한 것으로 판단된다.

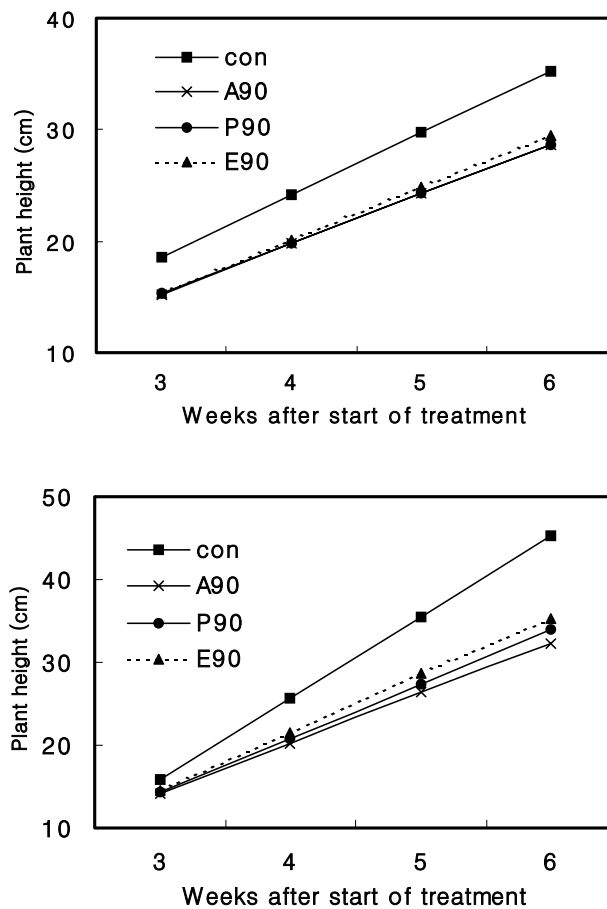


Fig. 5. Effect of time at the mechanical stimulation on the height of pepper plants.

경정은 고추의 경우 접촉자극 처리구가 무처리구에 비하여 가늘었는데, 특히 야간 처리구에서 2.7mm로 가장 가늘었다(Table 2). 토마토에서는 반대로 접촉자극 처리구가 무처리구에 비하여 굵게 나타났는데 오후 처리구가 무처리구에 비해 0.6mm 굵게 나타났다.

엽수는 고추에서 야간처리가 타 처리에 비하여 현저히 적게 나타났으며 토마토에는 오전처리가 가장 적게 나타났으며 다음으로 오후, 야간 순서로 작아졌다. 엽록소함량은 전체적으로 처리구가 대조구에 비하여 감소하였는데, 특히 고추에서 심하게 감소하였다. 접촉자극 처리시기별로 유의성 차이는 나타나지 않았다.

Table 2. Effect of time at the mechanical stimulation treatment on the stem diameter, number of leaves, leaf chlorophyll content and leaf area tomato and pepper seedlings.

Crop	Treatment	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf chlorophyll content	Leaf area (cm ²)
Pepper	Con	2.9±0.1	12.6±0.4	36.7±2.7	72±6.5
	A90	2.8±0.1	12.0±0.2	30.2±1.4	42±2.4
	P90	2.8±0.1	12.1±0.3	29.7±1.5	41±2.1
	E90	2.7±0.1	11.3±0.4	28.8±2.1	41±3.0
Tomato	Con	4.9±0.4	10.3±0.4	32.4±2.0	183±24.3
	A90	5.3±0.2	9.3±0.3	30.7±1.4	147±14.3
	P90	5.5±0.3	9.6±0.3	31.6±1.6	180±17.6
	E90	5.3±0.2	9.9±0.3	31.3±1.5	187±21.8

엽면적은 토마토에서 오전처리구가 146.5cm²로 가장 적게 나타났으며 오후와 야간 처리구는 대조구에 비하여 차이가 나타나지 않았다. 그러나 고추에서는 처리간 차이가 없었으나, 대조구에 비하여 약 40% 감소하였다. 이것은 고추의 잎이 접촉자극에 대한 반응이 민감하다고 판단된다.

절간장은 고추에서 처리시기에 따라 차이가 나타나지 않았으나, 고추에서는 오전 처리구가 가장 작게 나타났는데 각 절간마다 대조구에 비해 약 24% 정도 작게 나타나 접촉자극에 의한 심한 반응을 보였다(Fig. 6; Fig. 7).

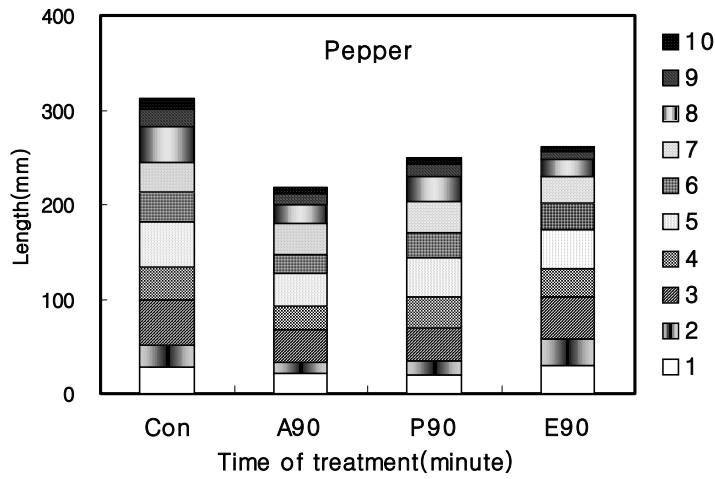


Fig. 6. Effect of time at the mechanical stimulation treatment on the internode length of pepper seedlings.

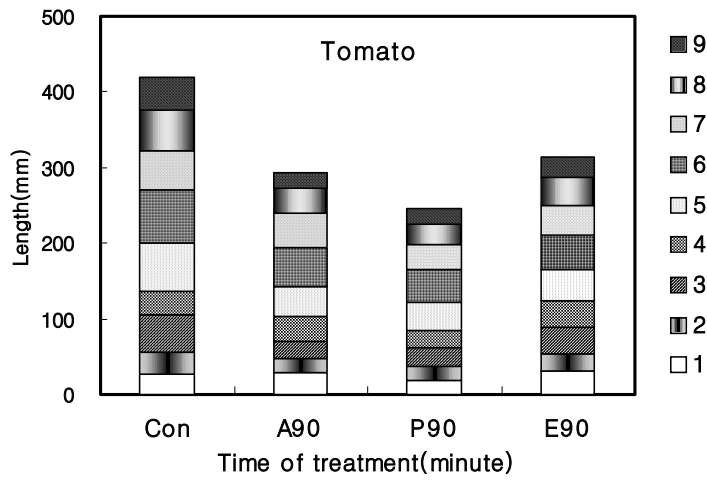


Fig. 7. Effect of time at the mechanical stimulation treatment on the internode length of tomato seedlings.

지상부 건물중은 두 작물 모두 오전, 오후 및 야간처리구의 순서로 증가하였으며 대조구에 비해서 감소하였다(Fig. 8). 지하부의 건물중은 고추에서 처리간 차이가 나타나지 않았으며 토마토에서는 오전처리구가 타 처리에 비하여 높게 나타났다. T/R 율은 두 작물 모두 오전 처리에서 효과적으로 나타나 전체적으로 오전 처리가 묘의 도장억제에 효과적이었다.

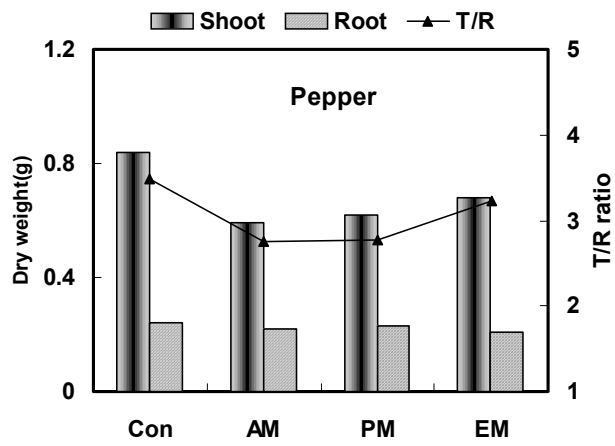
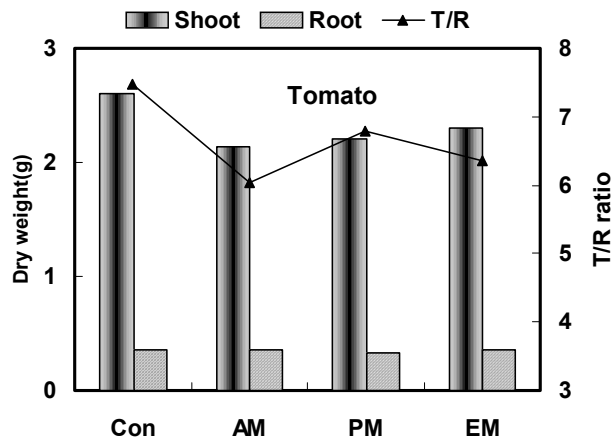


Fig. 8. Effect of time at the mechanical stimulation treatment on the dry weight of shoot, root and T/R ratio of tomato seedlings.

제4절 결과요약

공정육묘의 건전묘 생산을 목적으로 접촉자극 강도와 처리시기가 고추와 토마토 묘의 도장억제 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

접촉강도에 의한 육묘의 도장억제 효과를 보면 90, 135분 처리구에서 약 30%의 좋은 왜화율을 보였으며 엽록소함량은 감소하였으며 엽면적과 절간장이 약 40%의 감소가 나타났다. 그러나 135분 처리구에서는 하엽이 노화현상이 나타나 90분 처리가 효과적이었다.

접촉자극시기에 있어서 오이와 고추 두 작물 모두 오전 처리구가 초장, 엽수 경경 및 엽면적에서 가장 좋은 효과를 보였고, 다음으로 야간처리구도 일정한 도장억제 효과가 있었다. 접촉자극 시기에 따른 효율적인 생장억제 시기는 오전에 처리하는 것이 바람직하다.

인용문헌

- Baden, S.A. and J.G. Latimer. 1992. An effective system for brushing vegetable transplants for height control. HortTechnology. 2:412-414.
- Björkman, T. 1999. Dose and timing of brushing to control excessive hypocotyl Elongation in cucumber transplants. HortTechnology 9(2)
- Goeschl, J.D., L. Rappaport and H.K Pratt. 1966. Ethylene as a factor regulating the growth of pea epicotyls subjected to physical stress. Plant physiol. 41:877-884.
- Jaffe, M.L. 1973. Thigmomorphogenesis : The response of plant growth and development to mechanical stimulation. Planta 114:143-157.
- Latimer, J.G. 1998. Mechanical conditioning to control transplnt height. HortTechnology. 8:529-534.
- Latimer, J.G. and R.B. Beverly. 1994. Conditioning affects growth and drought tolerance of cucurbit transplnts. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:943-948.
- Salisbury, F. B. 1963. The flowering process. Pergamon press, Oxford. London, New york, Paris.
- Yoo, K.C., I.S. Kim, C.S. Jeong and H.K. Yun. 1997. Effect of mechanical stimulation and uniconazole treatment on the growth inhibition of tomato plug seedling during warm season. Inst. of Agri. Sci. Kangwon Nat. Univ. J. Agr. Sci. Vol. 8 (1997)

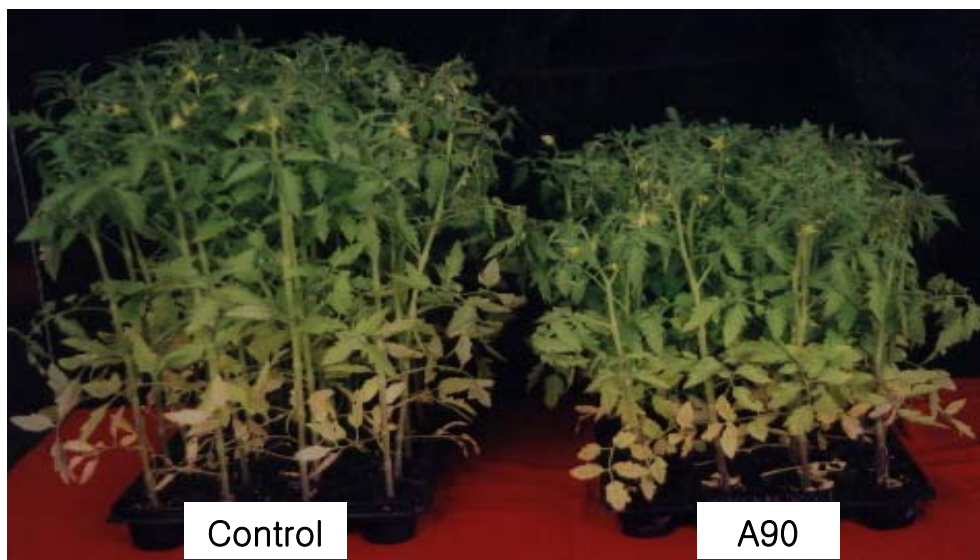


사진 8. 접촉자극 처리가 고추와 토마토 묘의 도장억제에 미치는 영향