

제 2 차 년 도
최 종 보 고 서

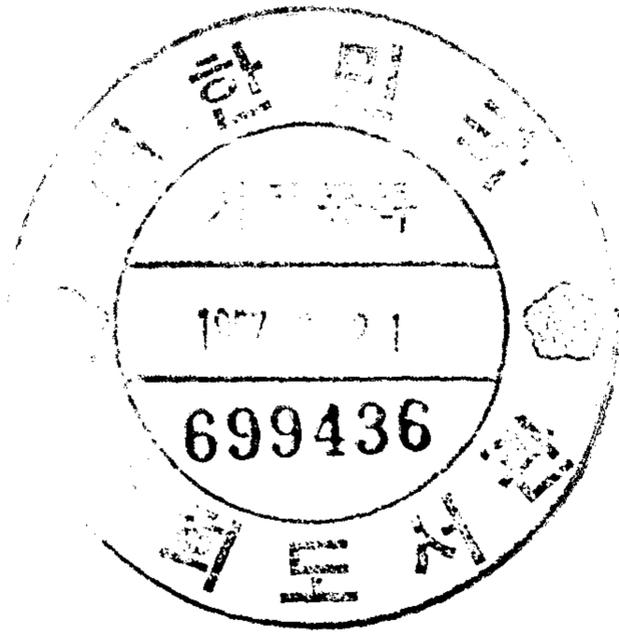
**시설포도재배의 환경제어 시스템 및 년 2회
생산 방법 개발**

**Environmental Control System in Grape
Vinylhouse Cultivation and Development of Two
Cropping System Within a Year**

연구기관

전북대학교 농과대학

농 립 수 산 부



제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “시설포도재배의 환경제어 시스템 및 년2회 생산방법 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1996. 11. 20

주관연구기관명 : 전북대학교 농과대학

총괄연구책임자 : 오 성 도

연 구 원 : 김 용 현

연 구 원 : 최 동 근

연 구 원 : 이 영 식

요 약 문

I. 제 목

시설포도재배의 환경제어 시스템 및 년2회 생산방법 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

거봉, 피오네를 중심으로 한 大粒系의 4배체 포도는 소비자 기호에 따른 소비 증가로 재배면적이 전국적으로 증가하고 있다. 全羅北道에서도 대립계 품종의 재배면적이 급증하고 있는 가운데 대부분의 시설재배 농가에서 단순히 熟期促進을 목표로 한 加溫栽培가 이루어지고 있다. 대립계 품종은 樹勢가 왕성하여 시설재배시 고도의 재배기술을 필요로 할 뿐만 아니라 花振현상과 같은 생리장해가 발생되어 재배농가들이 재배기술의 고위안정화와 품질 향상에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다. 더구나 가온재배가 3년이상 지속되면 수체에 노쇠현상이 나타나 樹勢 회복을 위하여 3년째에는 1~2년 정도의 露地栽培가 요구되고 있다.

한편 이제까지 시설포도 재배용 하우스에서의 생산은 年 1회가 대부분을 차지하므로 수확이 완료된 하우스는 거의 4~5개월 이상 시설이 방치 상태에 놓여 있게 된다. 하우스의 이용률 제고와 端境期 출하에 의한 수익 증대를 위하여 시설 내에서 年 2회 수확이 가능한 시설포도의 재배체계가 확립되어야 한다. 이를 위하여 年内 再生長을 도모하여 수확후 2차 생장을 촉진시킬수 있는 방법의 구명과 이에 따른 환경제어 기술의 확립이 요구된다. 이러한 원인때문에 日本에서는 포도 2期作 재배를 위한 연구가 많이 수행되고 있다. 그러나 포도 2기작 재배를 성공시키는데는 환경조절 측면에서 여러가지 문제점들이 많다.

현재 시설포도 재배농가에서는 수체의 지상부 가온을 목표로 하우스내에 온풍기를 설치한 후 설정온도의 조절에 의해서 내부 기온을 관리하고 있다. 조기가온 재배에서 수체의 지상부만을 가온시킬 경우 하우스의 내부온도는 적정 수준을 유

지하여 수체의 생장이 활발하게 이루어지려 한다. 한편, 신초생장기에 하우스내의 地溫은 지상부의 기온에 비해서 낮은 상태를 유지하므로 근부에서의 수분 및 양분의 흡수가 불충분하게 이루어질 수 있다. 이 때문에 시설포도의 조기가온재배에서 지상부 및 지하부의 환경요소 불균형에 의한 생육부진 및 생리장애의 발생이 우려되므로 地上部와 地下部 환경요소의 균형을 위한 효과적인 地中加溫방법이 필요하다.

최근들어 대립계 시설포도의 수세조절을 목표로 根域制限재배가 시도되고 있다. 근역제한재배의 장점을 충분히 활용할 경우 수체의 矮化 및 고품질의 시설포도 생산이 가능할 것이다. 더구나 대립계 시설포도의 적절한 수세조절과 더불어 고품질화 및 안정적 생산을 위한 기온, 토양수분, 광, CO₂ 등 생육 단계별 적정 수준의 환경제어가 뒷받침될 경우 年 2회 수확이 가능할 것으로 기대된다. 본 연구는 시설포도의 품질향상과 수량증대를 목표로 적정 환경관리를 통한 年 2회 생산 방법의 체계를 확립하고자 시도되었다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

시설포도의 환경제어 시스템 및 年 2회 생산방법 개발을 목표로 시도된 본 연구의 1차년도에서는 시설재배용 하우스내에 퍼스널 컴퓨터를 이용한 기온, 상대습도, 토양수분, 지온, CO₂ 농도 등의 환경요소를 연속적으로 계측할 수 있는 계측시스템을 보고한 바 있다. 아울러 근역제한재배 베드에 거봉 1년생 묘목을 재식한 후 수체의 안전 생육 및 고품질의 포도수확을 위한 수체의 성장상태 즉, 신초의 성장, 전정, 맹아 촉진제 처리 및 효과, 결실 등에 대해서 보고하였다. 1차년도에 나타난 연구 결과를 토대로 하여 수행된 2차년도의 연구개발 내용 및 범위를 제시하면 다음과 같다.

가. 1년차 2차결실 과실의 품질향상을 위한 근권부 환경 조절 시스템을 설치하였다.

(1) 근권부 가온에 의한 지온 변화 특성 분석

(2) 자동관수 시스템의 관수특성 분석

나. 년2회 생산과실의 품질향상을 위한 처리효과 및 수체의 생육특성을 분석하였다.

(1) 1년차 2기작 결실수의 성장 및 과실 특성 분석

(2) 년2회 결실수의 수체 영양상태 분석

(3) 2년차 2회생산을 위한 휴면타파, 발아 촉진 및 수체의 생육특성 분석

(4) 秋冬기간의 일장처리를 위한 인공광의 보광특성 및 CO₂ 시용 효과 분석

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

대립계 품종은 樹勢가 왕성하여 시설재배시 고도의 재배기술을 필요로 할 뿐만 아니라 花振현상과 같은 생리장해가 발생되어 재배농가들이 재배기술의 고위안정화와 품질 향상에 많은 어려움을 겪고 있다. 근역제한재배를 통한 대립계 시설포도의 적절한 수세조절과 더불어 고품질화 및 안정적 생산을 위한 기온, 토양수분, 광, CO₂ 등 생육 단계별 적정 수준의 환경제어가 뒷받침될 경우 年 2회 수확이 가능할 것으로 기대된다. 2년간에 걸쳐서 수행된 본 연구에서 1차 수확후 2차생장의 유도를 위한 효과적인 맹아 촉진 방법의 개발과 생육단계별 환경요소의 적정관리가 년 2회 고품질의 시설포도 생산을 목표로 한 재배체계의 확립에 중요한 것으로 나타났다.

본 연구에서 시도된 근권부의 온도조절, 관수제어, 보광 및 CO₂ 시용 방법 등은 시설포도의 신초성장 지속, 낙엽 방지, 수량 및 당도 향상을 포함한 년2회 생산방법의 확립에 크게 기여할 것으로 전망된다. 아울러, 온실내의 환경제어 시스템 개발은 관리작업의 성력화를 위하여 해결되어야 할 과제의 하나로서 시설포도 재배용 온실 뿐만 아니라 향후 각종 온실에서 복합환경제어 시스템의 개발에 적용될 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구 결과는 2년간의 실험을 통하여 얻어진 것으로서 시설포도 2기작 재배의 실용화를 위해서는 이에 대한 연구가 추후 지속

되어야 할 것으로 판단된다. 즉, 안정적인 2기작 재배기술의 확보를 위하여 지속적인 연구가 필요 할 뿐만 아니라 광합성 속도, 수체생장 등과 같은 생체정보, 일사량, 기온, 지온, 상대습도, CO₂ 농도, 토양수분 등의 환경정보를 바탕으로 보광, 전조, CO₂ 시비 효과 등에 대한 구명이 필요하며 이들의 종합적인 환경조절 방법에 의해서 2차 생산 포도의 품질을 여름생산 과실(1차 생산)의 품질만큼 향상시킬 수 있는 생산방법의 개발이 요청된다.

SUMMARY

To produce the high quality of grapes in two cropping system within a year, it is very important to maintain the optimum soil temperature and water potential near the root zone of vine tree. Experiment was performed in a plastic greenhouse of grapes growing on restricted root zone system to control the environmental factors in root zone effectively. In order to establish the two cropping system within a year, the sprouting of dormant buds in summer and normal growth of shoot and berries during winter should be induced. For inducing this physiological process, various treatment in the environmental controlled plastic greenhouse have been performed. The results obtained in this study are summarized as follows:

1. Maximum diurnal air temperature inside plastic greenhouse ranged between 27.5 and 34.7°C. And the nocturnal air temperature approximately maintained at 18°C in winter season.
2. Although water potential at the depth of 15 cm maintained at pF 2.2~2.3, water potential just after irrigation sharply decreased to pF 1.3~1.5. Afterwards water potential at the same depth showed a slight increase. It is suggested that the water potential at the depth of 15 cm should be used as the standard for the determination of irrigation set point.
3. Considering the measured data for stem diameter, shoot elongation, and mean leaf area of vine trees, it was believed that vine trees was a little spindly and succulent. This tendency might be ascribed to the ill drainage

in restricted root zone system.

4. Although fluorescent lamps were used to increase the light intensity at the leaves surface of vine trees as supplemental lighting source, the quality of fruits was not increased. In order to improve the quality of fruits, it may be effective to use the light source with high intensity.
5. On the basis of the mineral nutrient content in the second fruiting vines, the growth of the vines was normal. In the seasonal change of mineral content, the leaves sampled on January 15 showed higher content than that sampled on March 14. However, this phenomenon is normal, because the mineral content usually decreased with advancing leaf senescence.
6. After harvesting the fruits from the second fruiting vines in the first year, the normal spring sprouting was performed by treatment of dormance breaking chemical and high humidity(RH 80%) maintenance with spraying water.
7. The first cropping vines in the second year showed normal growth, fruiting and fruit development.
8. Slightly lower sugar and higher acid content in the summer fruits (first fruiting in two cropping system) was recorded, but it was estimated that the characteristics of fruit might be derived from higher water content of the bed.
9. For second fruiting within a year, calcium cyanamide 10% solution was used as dormant breaking chemical and water on the buds was sprayed for absorbing water in buds, so the bud sprouting rates was as high as 92% in 17th day after treatment, but sprouting time was uneven.
10. Calcium cyanamide was the most effective on dormant breaking and growth of young shoots in the second fruiting grape vines within a year.
11. Shoot length of vine trees at the plot which metalhalide lamps, high-pressure sodium lamps, and fluorescent lamps were used as supplemental lighting was 5~16 cm higher than that at non-lighting plot.

CONTENTS

I . Introduction	13
1. Objective and scope of the study	13
2. Literature review	16
II. Materials and methods	25
1. Environmental control in plastic greenhouse	25
2. Management of vine tree for two cropping system	28
III. Results and discussion	31
1. Measurement and control system in plastic greenhouse	31
2. Development of two cropping system within a year	34
IV. Summary	47
References	49
Appendix (Photograph)	54

여 백

목 차

제출문	1
요약문	3
SUMMARY	7
CONTENTS	9
목 차	11
제 1 장 서 론	13
제1절 연구개발의 목적과 범위	13
1. 연구개발의 목적	13
2. 연구개발의 범위	15
제2절 연구사	16
1. 시설포도의 생육 적온	16
2. 시설포도의 관수제어	18
3. 시설포도의 전조 및 보광재배	20
제 2 장 재료 및 방법	25
제1절 하우스내의 환경제어 시스템	25
1. 환경요소의 측정	25
2. 근권부의 온도제어 시스템	25
3. 자동관수 시스템 구성	26
제2절 년 2회 생산 방법 개발	28
1. 재식 품종	28
2. 2차생장을 위한 전정	28
3. 휴면타과 처리	28

4. 보광처리 및 CO ₂ 시용	29
5. 생육조사	29
제 3 장 결과 및 고찰	31
제1절 하우스내의 환경요소 계측 및 제어 시스템	31
1. 하우스내 기온 및 상대습도의 변화	31
2. 근권부의 온도제어 시스템	31
3. 자동관수 시스템의 구성	34
제2절 년2회 생산방법 개발	34
1. 1년차 2기작 결실수의 성장특성	34
2. 2기작 과실수확 및 특성	36
3. 년2회 과실수확후 성장촉진 처리	39
4. 2년차 1기작 결실수의 성장 특성	40
5. 과실수확 및 특성	41
6. 2년차 2회생산을 위한 휴면타과 및 발아 촉진	42
7. 보광처리 및 CO ₂ 시용	44
제 4 장 적 요	47
참고문헌	49
부표(사진)	54

제 1 장 서 론

제1절 연구개발의 목적과 범위

1. 연구개발의 목적

거봉, 피오네를 중심으로 한 大粒系의 4배체 포도는 소비자의 기호에 따른 소비 증가로 재배면적이 전국적으로 증가하고 있다. 全羅北道에서도 대립계 품종의 재배면적이 급증하고 있는 가운데 대부분의 시설재배 농가에서 단순히 熟期促進을 목표로 한 加溫栽培가 이루어지고 있다. 대립계 품종은 樹勢가 왕성하여 시설재배시 고도의 재배기술을 필요로 할 뿐만 아니라 花振현상과 같은 생리장애가 발생되어 재배농가들이 재배기술의 고위안정화와 품질 향상에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다. 더구나 가온재배가 3년이상 지속되면 수체에 노쇠현상이 나타나 樹勢 회복을 위하여 3년째에는 1~2년 정도의 露地栽培가 요구되고 있다.

한편 이제까지 시설포도 재배용 하우스에서의 생산은 年 1회가 대부분을 차지하므로 수확이 완료된 하우스는 거의 4~5개월 이상 시설이 방치 상태에 놓여 있게 된다. 하우스의 이용률 제고와 端境期 출하에 의한 수익 증대를 위하여 시설 내에서 年 2회 수확이 가능한 시설포도의 재배체계가 확립되어야 한다. 이를 위하여 年内 再生長을 도모하여 수확후 2차 생장을 촉진시킬수 있는 방법의 구명과 이에 따른 환경제어 기술의 확립이 요구된다. 이러한 이유때문에 日本에서는 포도 2期作 재배를 위한 연구가 많이 수행되고 있다(岡山農業試驗場果樹部, 1993; 阿部, 1994; 小林, 1994; 久保田등, 1993; 山本, 1993). 그러나 포도 2기작 재배를 성공시키는데는 환경조절 측면에서 여러가지 문제점들이 많다.

현재 시설포도 재배농가에서는 수체의 지상부 가온을 목표로 하우스내에 온풍기를 설치한 후 설정온도의 조절에 의해서 내부 기온을 관리하고 있다. 조기가온 재배에서 수체의 지상부만을 가온시킬 경우 하우스의 내부온도는 적정 수준을 유지하여 수체의 생장이 활발하게 이루어지려 한다. 한편, 신초생장기에 하우스내의 地溫은 지상부의 기온에 비해서 낮은 상태를 유지하므로 근부에서의 수분 및 양

분의 흡수가 불충분하게 이루어질 수 있다. 이 때문에 시설포도의 조기가온재배에서 지상부 및 지하부의 환경요소 불균형에 의한 생육부진 및 생리장해의 발생이 우려되므로 地上部와 地下部 환경요소의 균형을 위한 효과적인 地中加溫방법이 필요하다.

최근들어 대립계 시설포도의 수세조절을 목표로 根域制限재배가 시도되고 있다. 근역제한재배의 장점을 충분히 활용할 경우 수체의 矮化 및 고품질의 시설포도 생산이 가능할 것이다. 더구나 대립계 시설포도의 적절한 수세조절과 더불어 고품질화 및 안정적 생산을 위한 기온, 토양수분, 광, CO₂ 등 생육 단계별 적정 수준의 환경제어가 뒷받침될 경우 年 2회 수확이 가능할 것으로 기대된다. 시설포도의 환경제어 시스템 및 年 2회 생산방법 개발을 목표로 시도된 본 연구의 1차년도에서는 시설재배용 하우스내에 퍼스널 컴퓨터를 이용한 기온, 상대습도, 토양수분, 지온, CO₂ 농도 등의 환경요소를 연속적으로 계측할 수 있는 계측시스템을 보고한 바 있다. 아울러 근역제한재배 베드에 거봉 1년생 묘목을 재식한 후 수체의 안전 생육 및 고품질의 포도수확을 위한 수체의 성장상태 즉, 신초의 성장, 전정, 맹아 촉진제 처리 및 효과, 결실 등에 대해서 보고한 바 있다. 1차년도에 나타난 연구 결과를 토대로 하여 수행된 2차년도의 연구목적은 제시하면 다음과 같다.

가. 1년차 2차결실 과실의 품질향상을 위한 근권부 환경 조절 시스템을 설치한다.

- (1) 근권부 가온에 의한 지온 변화 특성을 분석한다.
- (2) 자동관수 시스템의 관수특성을 분석한다.

나. 年2회 생산과실의 품질향상을 위한 처리효과 및 수체의 생육 특성을 분석한다.

- (1) 1년차 2기작 결실수의 성장 및 과실 특성을 분석한다.

- (2) 년2회 결실수의 수체 영양상태를 분석한다.
- (3) 2년차 2회생산을 위한 휴면타과, 발아 촉진 및 수체의 생육특성을 분석한다.
- (4) 秋冬기간의 일장처리를 위한 인공광의 보광특성 및 CO₂ 시용 효과를 분석한다.

2. 연구개발의 범위

가. 근권부 환경조절 시스템

(1) 근권부 가온 및 지온변화 특성

플라스틱하우스 또는 유리온실에서 실내 난방용으로 온풍기를 사용할 경우, 가온에 의해서 실내온도는 적정 수준을 유지하여 수체의 광합성 작용이 활발하게 이루어지려 하나, 지온이 낮기 때문에 根部로부터의 수분 및 양분의 흡수가 충분하지 못하여 생육부진 및 생리장해가 발생할 우려가 있다. 가온재배의 경우 실내기온의 가온뿐만 아니라 지중가온에 의한 지상부와 지하부 환경의 균형이 필요하므로, 근권부 온도를 상승시킬 수 있는 온수파이프를 설치한다.

(2) 근권제한 및 근권온도 조절

근역제한 재배를 위하여 폭 50 cm x 높이 30 cm의 재배용 bed를 설치한 후 묘목을 재식한다. 시설포도의 생육에 적합한 근권부의 온도는 20~25℃ 이므로, 근권부의 온도가 최적 조건을 유지하도록 근권온도를 조절한다.

(3) 자동관수 시스템의 설치

시설포도 재배의 성력화와 신초의 목질화 등을 조절하기 위한 수분관리의 자동화를 위하여 토양수분을 연속적으로 계측하는 가운데 자동관수 개시점의 설정 및 자동관수를 실시한다.

나. 년 2회 생산과실의 품질 향상

시설내에서 년 2회 포도를 생산할 수 있는 체계를 확립하고자, 년내 재생장

을 도모하여 수확후 2차 생장을 촉진시킬 수 있는 방법을 구명한다. 대립계 품종은 수세가 왕성하여 시설재배시 고도의 재배기술을 필요로 할 뿐만 아니라, 화진 현상과 같은 생리장해가 초래되어 품질향상에 많은 어려움을 겪고 있다. 그러므로, 근역제한 재배를 통하여 수체를 왜화시키면서 우량품질의 생산이 가능한 년 2회 수확 체계의 확립이 요구된다.

(1) 년2회 생산과실의 생장 특성 조사

1년차 2기작 결실수의 생장특성, 2기작 과실 수확 및 특성, 년 2회 결실수체의 영양상태 조사, 과실수확후 휴면타파 처리, 2년차 1기작 결실수의 생장 특성 및 수확 조사, 2년차 2회 생산을 위한 휴면타파 및 발아 촉진 효과 등을 분석한다.

(2) 추동기간중 보광 처리

시설포도의 2차 결실기에 해당되는 추동기간에 일장 및 일조량이 부족하여 수세저하, 착과 또는 착색 불량, 당도저하와 높은 산함량으로 인한 품질 저하 및 수량 저하 등의 문제가 발생되므로 인공광을 사용하여 보광을 실시한다.

(3) 광합성 촉진을 위한 CO₂ 공급

보광처리와 더불어 수세의 쇠약방지 및 수체의 광합성을 촉진하고자 CO₂ 시용을 실시한다.

제2절 연구사

1. 시설포도의 생육 적온

4배체 포도의 생육적온은 15~32℃ 이다. 이 온도 범위에서 주야간의 기온차가 클수록 신초가 굵고 절간도 짧으며 엽색도 진하다. 1기작 재배에서는 신초가 이와 같은 생육을 나타내어 충실한 신초 생장을 하게 된다. 한편 2기작의 경우 신초는 생육초기가 하계의 고온기에 해당되므로 주야의 온도차가 적고 생육이 빠른 것은 줄기가 가늘고 절간은 길며, 엽색은 진하지 않아 연약한 생육을 나타낸다.

때문에 단립비대가 충분하게 이루어지지 않아 수량저하의 원인으로 작용한다 (山本, 1993). 山本(1993)과 武井(1994)의 연구 결과에 의하면 수체부위별로 볼 때 지상부의 최적 생육온도는 주간은 25~30℃, 야간은 16~18℃가 가장 이상적이나 가온을 하는 시기는 온실내의 기온이 14~32℃로서 약간 그 폭이 넓게 나타난다.

시설포도의 온도관리에 있어서 중요한 것은 외기온의 저하로 말미암아 야간의 실내기온이 내려가는 시기인 10월 15일 이후의 온도관리이다. 본 연구의 공시품종으로 사용된 거봉의 근역제한재배를 통하여 수세를 조절하면서 2회 수확시기에 해당되는 동계에 근권온도를 상승시켜야 수체의 생육 및 과실비대가 정상적으로 이루어지게 된다. 조기가온재배에서 수체의 지상부만을 가온시킬 경우 하우스의 내부온도는 적정 수준을 유지하여 수체의 생장이 활발하게 이루어지려 한다. 한편, 신초생장기에 하우스내의 地溫은 지상부의 기온에 비해서 낮은 상태를 유지하므로 근부에서의 수분 및 양분의 흡수가 불충분하게 이루어질 수 있다. 이 때문에 시설포도의 조기가온재배에서 지상부 및 지하부의 환경요소 불균형에 의한 생육부진 및 생리장해의 발생이 우려되므로 地上部와 地下部 환경요소의 균형을 위한 효과적인 地中加溫방법이 필요하다.

杉浦(1991)는 포도의 생육에 필요한 최저 및 최적지온을 각각 13~15℃, 20~25℃로 제시하였다. 한편 Muromtsev(1984)는 생육적온을 21~32℃로 보다 넓게 제시하였다. 奥田(1987)은 조기가온이나 동계의 생육기간중에 토양온도 즉 지온이 내려가면 뿌리로부터 양분과 수분의 흡수, 지상부로의 전류 및 뿌리에 축적된 저장양분의 이용이 활발하게 이루어지지 않아 신초의 생육 불량 또는 화수의 발달이 불량하게 이루어진다고 보고하였다. 따라서 시설포도의 조기가온 또는 2기작에서 양분과 수분의 흡수 및 전류를 촉진하여 고품을 시설포도를 생산하려면 동계의 재배기간에 地上部와 地下部 환경요소의 균형을 위한 효과적인 地中加溫이 필요하다. 김등(1990a, 1990b)은 플라스틱 온실에서 태양에너지의 효율적인 이용을 위한 열저장 시스템을 개발하였으며, 오등(1995)은 시설포도의 재배용 bed에 지중가온 시스템을 설치하여 근권부 가온을 실시한 바 있다.

2. 시설포도의 관수제어

가. 토양 수분

토양의 표면과 미세공극사이에 존재하는 토양수분은 토양의 물리화학적 성질을 지배할 뿐만 아니라 식물체내에 흡수되어 구성성분의 일부가 되며 식물체내에서 일어나는 모든 생리작용을 원활하게 한다. 그런데 토양중에 수분함량이 과다하면 토양공기의 양이 감소되어 뿌리의 기능을 제대로 발휘하지 못하므로 식물의 정상적인 생육이 이루어지지 못한다. 수분은 세포액의 주성분으로서 물질의 생산 또는 이동, 세포의 비대 등과 깊은 관계를 갖고 있기 때문에 식물의 광합성 또는 호흡에 간접적인 영향을 미치게 된다. 한편, 수분함량이 부족하면 토양이 건조해질 뿐 아니라 식물은 고사될 수 있다. 또한 토양수분이 저하되면 식물의 CO₂ 교환속도는 저하된다. 왜냐하면 토양수분이 부족한 조건에서는 체내수분이 외부로 배출되지 않도록 하기 위하여 수분의 출구에 해당되는 기공이 폐쇄되어 기공을 통한 CO₂의 공급이 제한되기 때문이다. 이러한 상태가 지속되면 식물의 정상적인 생육 또는 수확이 불가능해진다. 일반적으로 식물의 CO₂ 교환속도를 저하시키지 않으려면 식물체 주위의 상대습도와 토양수분을 어느 정도 높게 유지시켜줄 필요가 있다.

관수방법에는 표면관수, 살수관수 및 점적관수 등이 있다. 이 가운데 점적관수는 관수량이 적게 들어 관수량이 부족한 곳에서 유리하다. 포도는 내건성 및 내습성이 강한 과수이나, 생육기간 중에 수분이 부족하면 줄기의 신장이 불량하며 수량의 감소와 더불어 당도가 저하될 수 있다. 성숙기에 수분이 적절하게 공급되면 생장이 촉진된다. 즉 과립중이 증가하며 당도가 향상되어 고품질의 포도 생산이 가능해진다. 또한 관수를 통하여 토양수분을 적당하게 유지시키면 열과를 방지하여 품질을 향상시킬 수 있다.

토양입자가 물을 흡인하여 그 주위에 수막을 형성하는 데 두가지 힘이 작용한다. 하나는 입자 표면에 정전기적 인력에 의해서 극성을 지닌 물분자를 잡아당기는 흡인력이고, 다른 하나는 흡인된 물분자가 다른 물분자들을 끌어모으는 응집

력이다. 이 두힘의 주요 근원은 수소결합이지만 흡인력이 응집력보다 큰 것으로 알려져 있다. 물이 토양에 흡착되는 힘은 기압 또는 일정면적에 가해지는 힘과 동일한 무게를 갖는 물기둥의 높이, 즉 수주로 표시하는 경우가 많다. 수주가 높을수록 일정면적에 큰 압력이 가해진다. 수주의 높이로서 표시되는 토양수분의 흡인압 h cm ($h \times 98$ Pa 에 상당함)의 상용대수치가 pF값으로 정의된다. 건조한 토양일수록 토양의 pF값이 크기 때문에 토양이 물을 흡인하는 힘이 커지며, 반대로 식물은 그 물을 흡수하기가 어려워진다. 보통 뿌리에 의해서 이용가능한 pF값은 1.5~4.2의 범위이나, pF값이 3.0~3.3 정도에 이르면 토양수분의 부족 현상이 나타나 생장이 저해되므로 그 이전에 관수를 해 주어야 한다. 일반적으로 생육에 적당한 pF값은 1.5~2.0 으로 알려져 있다. 이 경우에도 pF값 1.5 부근에서는 토양수분이 과다하게 되어 토양중의 가스 환경이 악화되고, 생육이 불량하게 이루어질 가능성이 있기 때문에 관수량에 주의하지 않으면 안된다.

나. 토양 수분관리의 자동화

시설포도의 년 2회 생산을 위하여 근역제한재배를 실시할 경우 생육이 진행됨에 따라 점차 근권부의 뿌리 밀도가 높게 되어 토양수분의 부족 현상이 나타나 엽의 노화 또는 과립의 비대불량을 초래하기 쉽다. 그러므로 시설포도의 2기작 재배에서 토양수분을 정밀하게 관리할 수 있는 수분관리의 자동화가 요구된다. 이제까지 포도수체에 대한 토양수분의 효과를 조사한 연구 결과는 많이 있으나, 최적의 토양수분조건 구명 및 이에 기초한 수분관리의 자동화에 관한 연구는 거의 보고되지 않고 있다.

今井(1990)등은 밀식·근역제한재배에 의한 4배체 포도의 조기성원화에 관한 실증 실험에서 포도수체 각 부위의 비파괴연속측정에 의하여 얻어진 각종의 생체정보로부터 체내수분조건을 탐색한 후 거봉의 밀식·근역제한재배에서 수분관리의 자동화 시스템을 확립하였다. 그는 스트레인게이지식 변위계를 사용하여 모지, 과방 착생부의 하부 및 상부 줄기의 직경 변화를 측정하여 토양수분관리의 자동화를 시도하였다. 이들 각 측정부위에서의 줄기직경은 일사량의 증가에 따른

일변화를 나타내어 일사강도의 영향을 강하게 받는 것으로 나타났다. 줄기 직경의 측정과 더불어 전기접점식 토양수분계(tensiometer)를 사용하여 토양수분관리의 자동화를 시도한 그들은 관수개시를 위한 토양수분의 흡인압을 pF 1.5와 pF 2.2로 설정하여 관수를 실시한 후 거봉의 新梢와 副梢의 생장을 비교하였다. 발아기부터 pF 2.2의 관수를 지속하면 pF 1.5를 유지하는 관수구에 비해서 신초 및 부초의 신장량이 감소하여 과실의 착색기에 신초당 엽면적이 약 20% 정도 감소하였다. 그러나 新根의 생육은 pF 1.5에 비해서 pF 2.2의 구에서 활발하게 이루어져 경색기에 최대가 되는 것으로 나타났다. 한편, 과피의 착색, 과즙의 가용성고형물질의 함량은 모두 pF 2.2의 구에서 높게 나타났다.

포도 2기작 재배에서 나타나는 중요한 생리현상 주기 변화중에서 1차 수확후 곧 바로 눈을 맹아시켜야 하기 때문에 이 때 수체에 대한 수분공급이 필요하다. 여러 연구에서 휴면에 돌입하면서 休眠芽의 수분함량이 크게 떨어지므로(Faust, 1991; Liu 등, 1993; Rowland 등, 1992; Fennell, 1996) 휴면 상태에 들어가기 전 맹아를 시키기 위하여는 수분함량이 저하되지 않도록 하는 방법이 강구되어야 한다.

3. 시설포도의 전조 및 보광재배

거봉, 피오네, 블랙올림피아 등과 같은 大粒系 4배체 포도의 시설재배가 소비자의 기호와 시설의 현대화에 힘입어 재배면적이 전국적으로 증가하고 있다. 全羅北道에서도 대립계 품종의 재배면적이 급증하고 있는 가운데 대부분의 시설재배 농가에서 熟期促進을 목표로 한 加溫栽培가 이루어지고 있다. 과수의 시설재배는 시설화에 의한 조기출하, 품질의 향상, 재배노력의 분산, 출하시기의 조정에 따른 가격의 안정, 농약살포의 감소 등을 가능케 하는 가운데 궁극적으로 수익의 증가를 이룩할 수 있다. 한편, 작형의 변화 또는 매년 거듭되는 시설재배에 따라 수세의 저하, 착과 및 착색의 불량, 수량 저하의 문제가 나타날 수 있다. 그러므로 상기의 문제점을 극복하기 위한 방법으로 전조, 보광, CO₂ 시용 등의 연구가 시작되고 있다. 표 1-1은 포도의 주요 품종에 대한 광합성 특성을 나타낸 것이다.

표 1-1. 포도의 주요 품종에 대한 광합성 특성

품종	광보상점 (lux)	광포화점 (klux)	최대광합성속도 (mgCO ₂ dm ⁻² h ⁻¹)	암호흡속도 (mgCO ₂ dm ⁻² h ⁻¹)	SLA (cm ² g ⁻¹)
거봉 (노지)	400	48	18.6	1.1	146
거봉 (유리온실)	300	40	17.2	1.0	148
네오마스컷	400	48	19.0	0.6	148
캠벨얼리	400	50	22.7	1.6	252
텔라웨어	300	48	20.4	0.4	174

자료 : 電照・補光栽培の實用技術. 1996. 日本農業電化協會

시설과수의 전조 및 보광재배는 화훼 또는 채소의 경우와 비교해서 광원, 조도, 조명시간 및 시기 등에 대해 아직까지 충분히 구명되지 않은 실정이다.

포도는 일반적으로 9월부터 자발휴면에 돌입한 후 익년 2월경에 휴면에서 깨어나 타발휴면 상태에 이르게 된다. 포도의 휴면은 품종에 따라 차이가 있으나 보통 7.2℃ 이하의 저온에서 일정시간 이상 노출되지 않으면 휴면각성이 이루어지지 않는다. 포도의 2기작재배 또는 초조기가온재배에서는 무휴면재배에 해당되므로 휴면각성을 필요로 한다. 때문에 석회시아나미드(석회질소) 상징액, 시아나미드 상징액 등의 휴면타파제가 사용되고 있으나, 이 경우에도 포도가 일정시간 이상의 저온에 노출되지 않으면 휴면타파의 효과가 나타나기 어렵다. 휴면타파제의 휴면각성 효과는 7.2℃ 이하에서 500시간의 저온에 상당하는 것으로 알려져 있다.

한편, 포도의 생산력을 증대시키려면 가능한 한 빠른 시기에 적정 엽수를 확보할 필요가 있다. 그러므로 생육기간중 일장시간이 짧고 충분한 일사량의 확보가 불가능한 작형 또는 2기작 재배에서는 수세의 저하, 화수의 착색 불량, 비대 및 착색 불량 등의 문제를 해결하기 위한 방법으로서 전조 또는 보광재배가 시도되고 있다. 한편, 작형에 따라서는 근본적으로 전조 또는 보광을 필요로 하지 않거나, 전조 또는 보광을 실시하여도 효과가 나타나지 않거나, 당년에 효과가 나타날지라도 익년에 수체에 나쁜 영향을 초래될 수 있기 때문에 보광 또는 전조의

처리시기와 종료시기의 결정할 때에는 이에 대한 상세한 검토가 필요한 것으로 생각된다.

가. 보광과 신초 신장

평균일장시간 14.4시간인 5월 16일부터 7월 18일 사이에 12엽기의 거봉과 델라 웨어를 공신평종으로 하여 신초 생장에 미치는 일장처리의 효과(島根農試, 1989)를 살펴본 결과 양 품종에서 100W의 백열전구에 의한 일장처리후 10~14일이 경과한 날부터 일장이 길게 될수록 신초의 신장이 이루어지는 것으로 나타났다. 또한 광원의 종류가 신초의 생장과 등숙장에 미치는 영향을 살펴보고자 백열전구(4 m² 당 1개), 백열전구(8 m² 당 1개), 메탈할라이드램프(8 m² 당 1개), 나트륨램프(8 m² 당 1개)를 18시부터 4시간의 보광을 실시하였다. 이 경우 棚面에서의 평균 조도는 각각 105 lux, 85 lux, 2263 lux 및 2533 lux 이었다. 거봉의 신초장과 등숙장을 조사한 결과 신초장은 메탈할라이드램프구, 나트륨램프구, 백열전구구의 순서로 길게 나타났으며, 개화후 20일째의 엽면적지수도 각 처리구에서 동일한 순서로 나타났다.

나. 수량과 품질에 미치는 보광의 효과

보광처리가 거봉의 수량과 과신품질에 미치는 영향을 구명하기 위한 실험이 島根農試(1989)에서 시도되었다. 실험 결과 과색은 모두 9 이상이며, 一房重, 一粒重 및 당도가 모두 양호한 것으로 나타나 품질이 향상된 것으로 나타났다. 또한, 단위면적당 수량을 살펴보면 무처리구와 비교할 때 메탈할라이드구에서는 64%, 나트륨구에서는 33%의 증수가 이루어져 인공광을 사용한 보광처리의 효과가 높은 것으로 인정된다.

시설의 고도이용을 목적으로 한 피오네의 2기작재배에서 서로 다른 광원에 의한 보광처리가 결과지 생장과 수량에 미치는 영향(岡山農試, 1993, 1994)을 분석한 결과 백열전구에서는 보광효과가 낮게 나타났으나, 신초의 계속생장과 낙엽의

방지 효과는 나머지 광원에서 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 과실의 품질 가운데 과립중은 모든 광원에서 유효한 것으로 분석되었다.

포도의 생육특성상 엽이 5매 정도로 전개되면 저장양분에 의해서 생육이 지속된다. 그러므로 초기 생육을 촉진시키려면 수체내에 양분을 충분하게 저장시킴과 함께 5매 이후에 전개된 엽의 광합성능력을 높여주는 것이 필요하다. 따라서 보광 효과가 기대되는 보광 시기는 상기 사항을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다. 신초생장과 더불어 결실이 불량한 델라웨어에서는 초기에서부터 보광처리가 바람직하며, 신초생장이 과도하게 이루어질 때 화진이 발생되기 쉬운 거봉 등의 4배체 품종에서는 결실의 확인 후 보광을 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 한편, 보광처리를 끝내는 시기로서는 착색 초기가 바람직하다. 수확기까지 보광을 지속하면 착색의 지연 또는 작형에 따라서 次作의 화수 착생이 불량하게 이루어질 가능성이 있으므로 이에 유의하여야 한다.

여 백

제 2 장 재료 및 방법

제1절 하우스내의 환경제어 시스템

1. 환경요소의 측정

시설포도 하우스내의 기온 및 환기조절 기준을 확립하고자 환경요소 가운데 기온과 상대습도 측정용 발신기를 하우스 상면으로부터 각각 2.0 m의 높이에 설치하여 기온과 상대습도를 연속적으로 측정하였다. 온도 및 습도발신기는 센서와 센서의 전기적 신호를 온도 또는 습도에 비례하는 전류신호로 변환하여 출력하는 전자회로부 등으로 구성된다. 표 2-1은 본 실험에 사용된 온도 및 습도발신기의 사양을 나타낸 것이다. 발신기로부터의 출력신호는 data acquisition card 내에서 A/D변환과정을 거쳐 측정용 컴퓨터의 플로피디스크에 저장된다.

표 2-1. 온도와 습도발신기의 주요 사양

항목	온도발신기	습도발신기
감지소자	반도체형(IC화 온도센서)	고분자 전해질형(저항변화식)
측정범위	-10~50℃	0~100%RH
정확도	-10~50℃ ±0.3℃	30~90%RH ±3%RH
출력신호	DC 4~20 mA	
공급전원	DC 12~24 Volt	

2. 근권부의 온도제어 시스템

근역제한 재배를 위하여 폭 50 cm x 높이 30 cm의 재배용 bed를 설치한 후 묘목을 재식하였다. 아울러, 2기작 재배의 추동기간 동안 근권부의 지중을 가온시

킬 수 있는 온수보일러 시스템을 재배용 bed내에 설치하였다. 설치된 보일러 (TURBO21S)의 규격은 난방출력 21,000 kcal/hr, 효율 87 %, 전열면적 0.92 cm², 연료소비율 2.8 l/hr 이다. 온수파이프는 재배용 bed의 표면으로부터 30 cm 깊이의 지중에 매설되었다. 근권부의 온도제어는 재배용 bed의 표면으로부터 5, 15 및 25 cm의 깊이에 백금측온저항식(Pt 100 Ω) 온도센서를 각각 1개씩 설치하여 지중 온도를 연속적으로 측정하는 가운데 지중 15 cm에서의 온도가 25 $^{\circ}$ C의 설정치를 유지하도록 측정 및 제어 프로그램을 구성하였다. 백금측온저항 센서에서 나온 신호, 즉, 저항은 저항-전압변환기(resistance to voltage converter, R/V converter)를 거치면서 0~5V의 직류전압으로 변환된다. 직류전압으로 변환된 신호는 data acquisition card 내에서 A/D변환 과정을 거쳐 측정용 컴퓨터의 플로피디스크에 저장된다. 그림 2-1은 본실험에서 제작된 저항-전압변환기의 회로도에 해당된다. 한편, 지중의 온도가 설정치로부터 벗어날 경우 data acquisition card 의 digital output port로부터 신호가 출력된다. 출력된 신호는 무접점계전기(solid state relay)의 접점을 ON 상태로 하여 온수보일러를 가동시키게 된다. 온수보일러의 가동에 따라 지중온도가 상승하여 설정치를 유지하게 되면, digital output port로부터 신호가 출력되어 무접점계전기의 접점을 OFF 상태로 만든다. 이렇게 하여 온수보일러의 가동을 중지시키게 된다.

3. 자동관수 시스템 구성

시설포도 재배의 성력화 및 수분관리의 자동화를 위하여 토양수분을 연속적으로 측정하는 가운데 자동관수 개시점을 설정하고 자동관수를 실시하였다. 재배용 bed의 표면으로부터 15 cm 및 25 cm의 깊이에 수분측정 센서(tensiometer)를 각각 1개씩 설치하여 토양수분의 흡인압을 측정하였다. 수분측정 센서의 출력 단자로부터 나타난 신호는 근권부의 온도제어 시스템에서 언급한 바와 마찬가지로 data acquisition card 내에서 A/D변환과정을 거쳐 측정용 컴퓨터의 플로피디스크에 저장된다. 지중 15 cm 깊이에서 수분의 흡인압이 pF 2.8 (61.7 kPa에 상당함) 이상으로 상승하면, data acquisition card 의 다른 digital output port로부터 신호

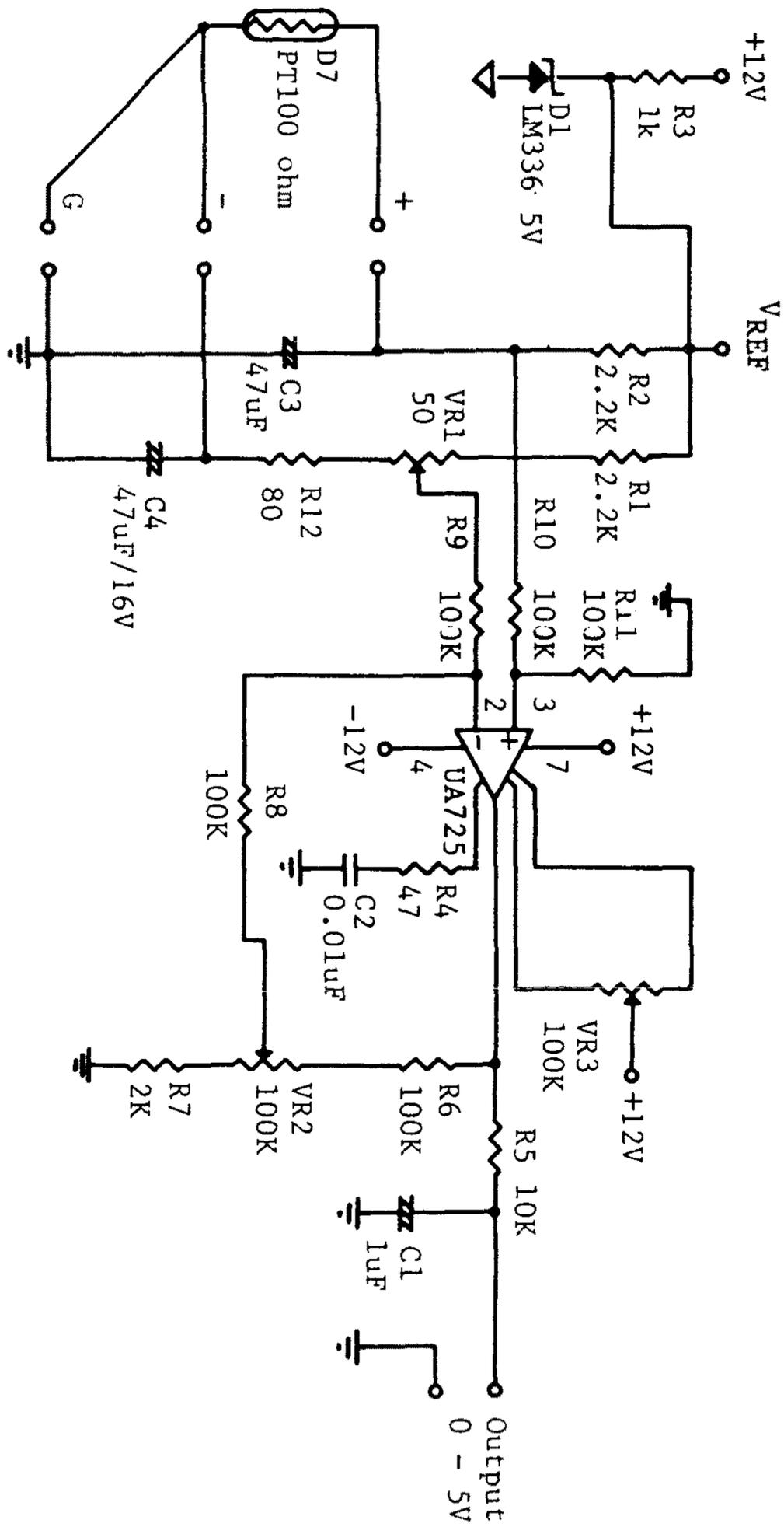


Fig. 2-1. Electric circuit of resistance to voltage converter

가 출력된다. 이 신호가 급수용펌프에 연결된 무접점계전기를 ON 상태로 하여 펌프를 작동시켜 관수를 실시한다. 자동관수에 의해서 토양수분의 흡인압이 설정치 pF 2.0 (9.8 kPa에 상당함) 이하로 내려가면, 펌프에 연결된 무접점계전기의 접점을 OFF 상태로 하여 펌프의 작동을 중단시키게 된다.

제2절 년2회 생산 방법 개발

1. 재식 품종

거봉 1년생 묘목(비닐주머니에서 근권제한된 상태로 육성된 것)

2. 2차생장을 위한 전정

년내 2기작 결실을 위해서는 신초가 등숙되어야 하므로 토양수분을 건조한 상태로 유지하면서 신초의 등숙을 촉진하였다. 생육반응을 조사하면서 수체의 등숙과 목질부가 붉게 등숙되는 것이 확인될 때 양분이 눈(芽)에 축적되도록 적심처리를 실시하였다. 상대적으로 굵은 가지(직경 0.8 cm 이상인 것)는 7~8마디 정도를 남기고 전정을 실시하고, 이보다 가는 가지는 4~5마디를 남기고 전정한 후 즉시 적엽처리하였다.

3. 휴면타파 처리

가. 공시 맹아촉진제 : 1년차 연구에서 석회시아나미드(석회질소) 10배액과 이액에 메리트액(300배액) 첨가구가 가장 효과적이었으므로 2차년도에는 석회질소 10배액을 처리하였다. 2차년도의 연구에서는 휴면타파보다 2회 생산 과실의 품질 향상을 위한 처리에 중점을 두었다.

나. 처리방법

석회시아나미드와 시아나미드는 희석용액의 상징액을 스폰지에 흡착시켜 눈에 발라주었다.

4. 보광처리 및 CO₂ 시용

시설포도의 2차 결실기에 해당되는 추동기간에 일장 및 일조량이 부족하여 수세 저하, 착과 또는 착색 불량, 수량의 저하 등의 문제가 발생되므로 인공광을 사용하여 보광을 실시하였다. 하우스내의 상면적을 4개로 나눈 각각의 실험구에 인공광원으로 메탈할라이드 램프(70 W), 고압나트륨 램프(70 W), 형광등(20 W)을 설치하고 무처리구와의 생장을 비교하였다.

표 2-2에서 볼 수 있는 바와 같이 인공광원을 설치한 메탈할라이드 램프구, 고압나트륨 램프구, 형광등구, 무처리구에서 수체 엽면에서의 평균조도는 처리구별로 각각 350 lux, 380 lux, 210 lux, 0 lux로 나타났다. 인공광원의 점등은 일몰 1시간 전부터 일몰 후 3시간까지, 즉 4시간 동안 실시하였다. 보광처리와 더불어 수세의 쇠약방지 및 수체의 광합성을 촉진하고자 CO₂ 시용을 실시하였다. 프로판가스를 연소시켜 CO₂ 를 공급할 수 있는 CO₂ 발생기를 하우스 내부에 설치한 후 실내의 CO₂ 농도를 800~900 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ 으로 유지하였다. CO₂ 발생기의 발생능력은 5.3 kg hr⁻¹ 이다.

5. 생육조사

농촌진흥청 농사시험 연구조사 기준에 따라 조사하였다.

표 2-2. 보광재배에 사용된 인공광원의 평균조도

광원의 종류	광속 (lm)	램프 1개당 조명면적 (m ²)	수체엽면에서의 평균조도 (lux)
메탈할라이드 램프	5,000	10	350
고압나트륨 램프	5,600	10	380
형광등	1,050	4	210
무처리구	0	0	0

제 3 장 결과 및 고찰

제1절 하우스내의 환경요소 측정 및 제어 시스템

1. 하우스내 기온 및 상대습도의 변화

'96. 2. 8~2. 14의 동계기간에 실험용 하우스내의 기온 및 상대습도를 측정한 결과가 그림 3-1에 실려 있다. 하우스내의 상면으로부터 2 m 높이에서의 기온은 외기온과 일사량에 따라 차이가 있기는 하나, 주간 최고기온은 27.5~34.7℃로서 시설포도의 생육적온 범위를 나타내었다. 한편, 야간기온은 18℃ 정도를 나타내어 난방에 의해서 기온이 일정 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 상대습도는 주간 경우 최저 43~50%를 나타내어 다소 낮게 나타났으나, 야간의 상대습도는 73~80%로서 과습하지 않은 것으로 나타났다.

2. 근권부의 온도제어 시스템

포도생육에 있어서 겨울 동안의 결실수의 생리적 문제는 지중온도 하강으로 인하여 결실가지가 목질화되어 양분이동이 되지 않으므로, 과실이 비대 성숙되지 않고 품질이 불량해질 우려가 있다. 재배용 bed의 표면으로부터 5, 15 및 25 cm의 깊이에 백금측온저항식(Pt 100Ω) 온도센서를 각각 1개씩 설치하여 지중온도를 측정한 결과가 그림 3-2에 실려 있다. 온수보일러의 작동에 의해서 지중온도는 5, 15 및 25 cm 깊이에서 28~30℃를 나타내어 근권부의 설정 온도인 25℃보다 다소 높게 나타났다. 지중가온을 중단시킬 경우 15 및 25 cm 깊이에서의 지온은 조금씩 하강하는 가운데 18℃ 정도를 유지하는 것으로 나타났다. 결국, 지중가온을 실시할 경우 지온은 18~30℃로서 적정 지온의 범위를 포함하게 된다. 한편, 5 cm 깊이에서의 지온은 온실내로 투과된 일사량의 영향을 받는 가운데 18~22℃를 나타내었다.

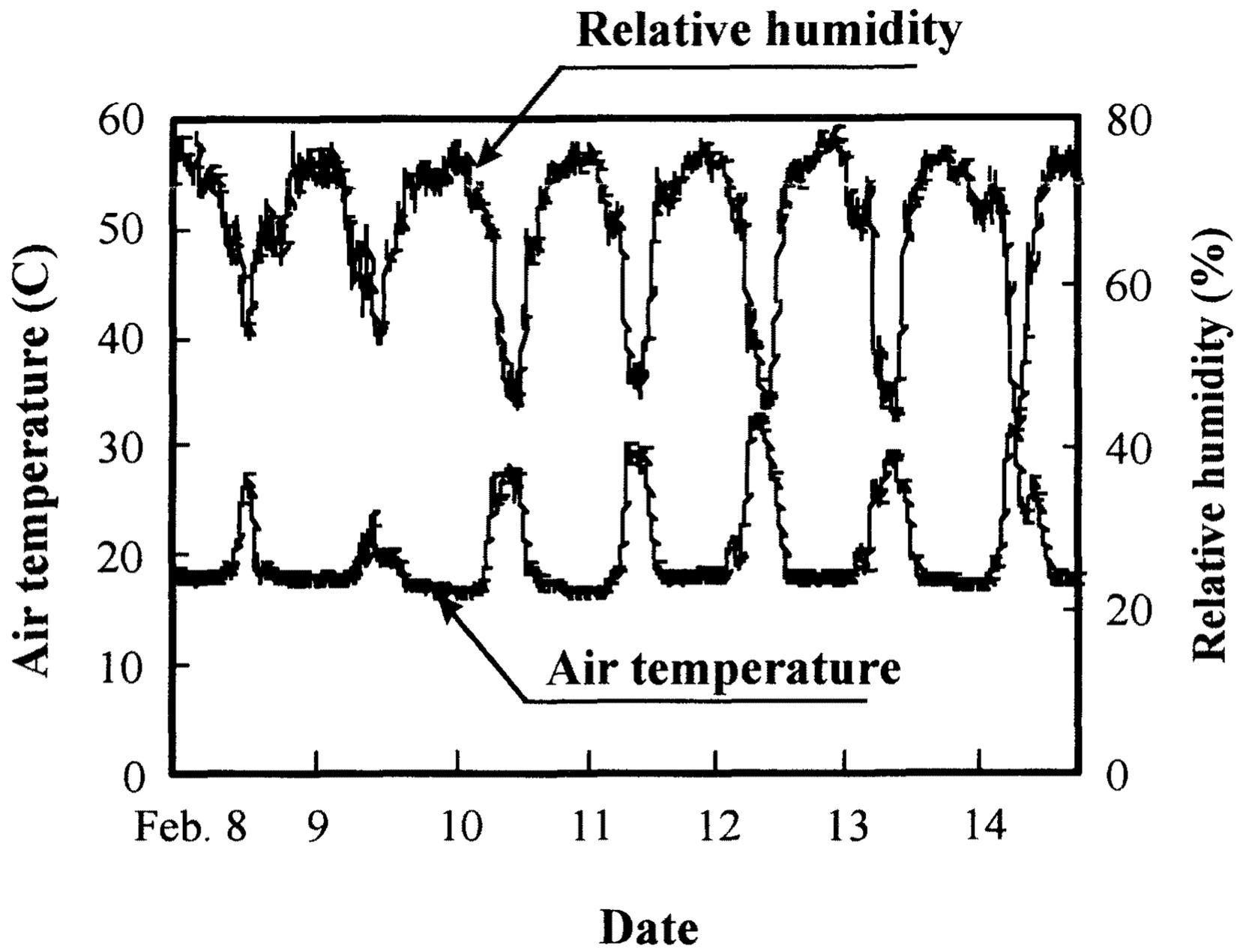


Fig. 3-1. Variation of air temperature and relative humidity in plastic greenhouse.

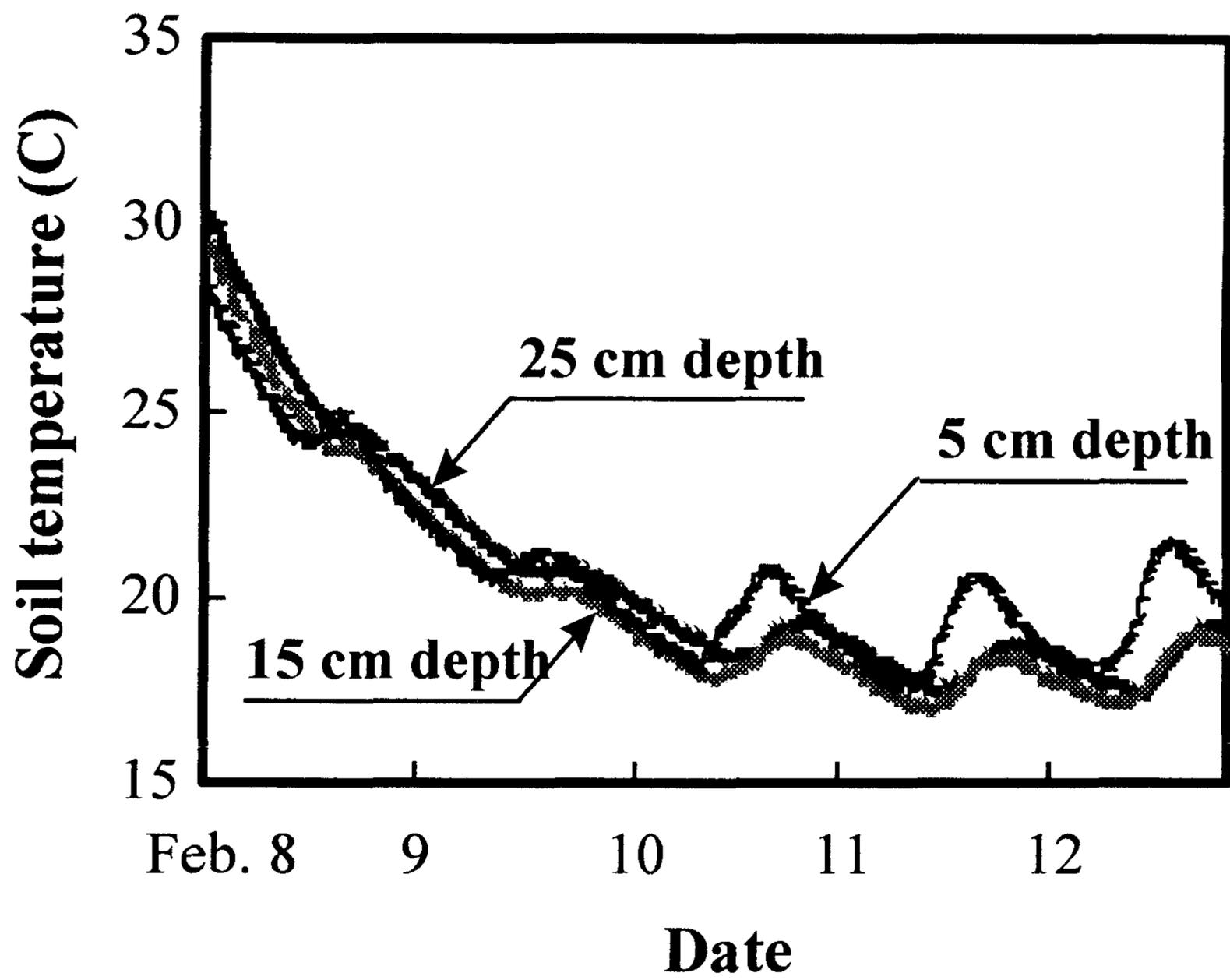


Fig. 3-2. Variation of soil temperatures at the depth of 5, 15, and 25cm from soil surface in greenhouse.

3. 자동관수 시스템의 구성

재배용 bed의 표면으로부터 15 cm 및 25 cm의 깊이에 수분측정 센서 (tensiometer)를 각각 1개씩 설치하여 측정된 토양수분의 흡인압이 그림 3-3에 실려 있다. 관수 직전의 2~3일전에 15 cm의 깊이에서 토양수분의 흡인압이 pF 2.2~2.3(16~19 kPa) 로서 적정 수준을 유지하였으나, 관수 개시와 함께 토양수분의 흡인압이 pF 1.3~1.5(2~3 kPa)로 급격하게 하강하였다. 관수개시후에는 증발산의 증가에 따라 토양수분의 흡인압이 조금씩 상승하는 것으로 나타났다. 한편, 25 cm 깊이에서의 흡인압은 관수개시전에 pF 1.8~1.9(7~8 kPa)를 유지하였으나, 관수개시후 pF 1.0~1.3(1~2 kPa)에 도달하여 다소 과습한 수준을 유지하는 것으로 판단된다. 상기의 결과로부터 토양수분의 흡인압을 제어하기 위한 기준치의 설정으로 15 cm의 깊이에서 토양수분의 흡인압을 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단되나, 이 경우 15 cm 이하의 깊이에 있는 근권부가 과습 상태에 놓이지 않도록 효과적인 배수에 유의하여야 한다. 실제로 일부 수체의 결실기에서 열과 및 착색불량 현상이 나타났는데 이러한 결과는 근권부가 다소 과습상태를 유지하였기 때문인 것으로 추측된다. 관수제어에 의해서 공급된 관수량은 약 15mm 이다.

제2절 년2회 생산방법 개발

1. 1년차 2기작 결실수의 생장 특성

표 3-1에서 볼 수 있는 바와 같은 수체생장 상태를 나타내는 주간비대, 신초신장, 평균 엽면적 등을 조사한 결과 기존성적(정상복, 1990)보다 약간 도장하는 경향을 나타내었는데 이는 근권제한 처리로 말미암아 배수가 다소 불량하게 이루어졌기 때문인 것으로 판단된다.

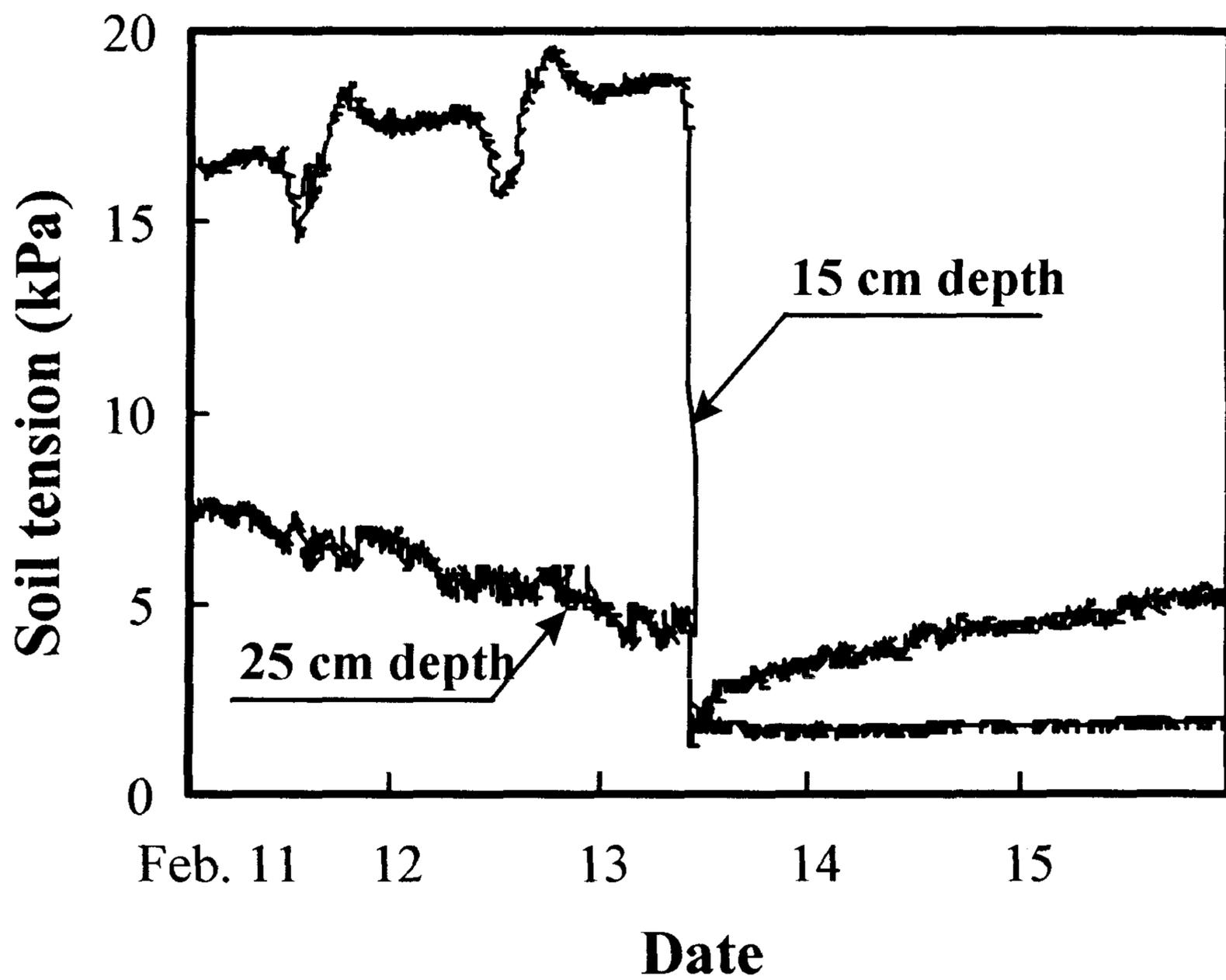


Fig. 3-3. Variation of water potential at the depth of 15 and 25 cm from soil surface in greenhouse.

표 3-1. 1년차 2기작 결실수의 수체 특성

조사항목	수체 특성
주간 비대 (간경, cm)	2.5±0.5
신초 길이 (cm)	180±30
절간 길이 (cm)	15±3
평균 엽면적 (cm ²)	123±33
엽수	23.5
결과지당 평균과방수	1.0
착색 개시기	1월 중순

2. 2기작 과실수확 및 특성

가. 2기작 결실과 수확일 : 1996년 3월 12일

나. 과실특성조사

1년차 연구에서 공시된 나무는 1년생이었으며 1년생 나무에서 당년 가을(95년 10월)에 결실을 시켰던 바 결실된 과실의 품질은 일반포장에서 여름에 생산된 과실의 품질보다 훨씬 불량하게 나타났다 (표 3-2 참조). 일조시간이 짧은 12월~수확시까지 형광등 조명으로 장일처리를 하였으나 별 효과를 얻지 못하였다. 島根農試의 보고(鴨田, 1994; 山本, 1994 引用)에 의하면 메탈할라이드 램프로 23時부터 翌日 2시까지 조명처리를 한 결과 果房重, 1粒重은 현저히 증가하였는 데 과색, 당도, 유리산 함량에서는 무처리구와 차이를 나타내지 않았다. 그러나 이 연구에서는 2기작재배가 아니라 早期加溫栽培이기 때문에 무처리구에서도 유리산 함량이 0.58 g/100 ml 인 것으로 사료되었다.

포도에 있어서 광합성 물질의 가장 큰 수용부위는 과실이다(Mullins, 1992). 톨손씨드레스 포도의 경우 눈의 발아기부터 과실의 성숙까지의 기간에 축적되는 총 biomass의 44~69 % 가 과실로 수용된다고 하였으며 과립내에 veraison 후에 糖

표 3-2. 1년차 2기작 생산방법 처리에 의하여 결실된 과실의 특성

조사항목	일반 포장	2기작 포장
수확일	'96. 9. 20	'96. 3. 12
과방중 (g)	262	139
과립중 (g)	12.8	7.5±1.13
당도 (Brix)	19.7	16.9±0.94
산도 (%)	0.53	1.45
착색도 (점) ^z	4.0	3.5
화진현상 ^y	1.0	1.5
종자수	1.5	1.5

^z착색도: 1점(극히 불량), 2점(불량), 3점(보통), 4점(양호), 5점(극히 양호)

^y화진현상: 1점(극소), 2점(소), 3점(중), 4점(심), 5점(극심)

의 축적이 일어나는 데 이 때 어떤 촉매에 의해서 일어나는지는 알 수 없으나 轉化活動의 증가가 과립 당류의 축적증가와 관계가 있는 것으로 추측하고 있으므로 겨울 동안의 생육 환경이 열악한 상태에서는 이러한 糖의 축적이 어려운 것이 아닌가 판단되었다. 그러므로 2년차 2기작 재배에서는 광원을 달리하고 광량을 더욱 증가시켜 당함량을 높일 수 있는 방법을 강구하여 처리중에 있다.

島根農試(1989)의 연구결과(鴨田·小豆澤, 1994 引用)에 의하면 메탈할라이드 램프의 조도는 $226 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ 로서 본 연구에서 사용된 형광등보다 2배에 달

표 3-3. 겨울동안의 하우스내부 및 야간 형광등 조명시의 광합성유효 광량자속 밀도

조사일	광합성유효 광량자속 밀도 ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)		
	외기	온실내	야간조명시
'96. 1. 16	1,500	700	120

하였으나, 백열등은 10.5 와 8.5 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ 로서 형광등보다 훨씬 약한 조도를 나타내었다. 그런데 백열등 처리구에서의 果房重, 1粒重이 메탈할라이드 램프구의 果房重, 1粒重에 비해서는 떨어지나 무처리구에 비해서는 높게 나타났으며, 유리 산함량도 약간 낮게 나타났다.

다. 년 2회 결실수의 수체 영양상태

년 2회 결실수의 무기양분 함량상태는 일반포장의 기존성적과 비교해 볼 때 엽육에서나 엽병에서나 모두 표준치에 가까운 수치를 나타내었다. 이러한 점으로 보아 년 2회 결실수의 생육상태는 정상적임을 알 수 있었다. 시기적 변화를 보면 1월 15일 채취한 시료에 비해서 3월 14일 채취한 시료의 함량이 약간 낮는데 이는 극히 정상적인 현상으로서 잎이 노화될수록 무기양분의 함량은 낮아지기 때문이다.

표 3-4. 1년 2기작 결실수의 무기양분함량과 기존 성적과의 비교

시료채취일		T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		(%)				
시험수잎	'96. 1.15	2.98	0.35	1.48	1.1	0.19
	3.14	2.16	0.29	1.32	1.2	0.23
기존성적 (일반포장)		2.2-2.4	0.15-0.30	0.8-1.6	1.8-3.0	0.3-0.6
		(%)				
시험수 잎자루	1.15	0.96	0.27	1.75	1.64	0.74
	3.14	0.81	0.27	1.57	1.47	0.70
기존성적		0.98	0.21	1.2-3.0	1.62	0.53

겨울 동안의 포도생육에 있어서 제일 문제가 되는 것이 토양온도이다. 그러므로 앞에서 설명하였듯이 地溫上昇을 위한 처리를 하였던 것이다. 久保田는 온실 재배 품종인 Muscat of Alexandria 품종에서 겨울 동안에 地溫上昇 효과에 대한 연구를 수행하였던 바 지온을 13에서 27로 상승시켰을 때 發芽, 新梢生長 및 花穗發育(1984, 1987), 根部生長 및 活性(1987), 樹體의 窒素榮養에 미치는 영향(1989, 1992), 根의 탄수화물 榮養에 미치는 영향(1989)을 구명하였는데 모든 생리면에서 겨울 동안 포도 생육을 원활히 시키기 위하여도 가온이 불가피한 것으로 판단되었다. 포도 뿌리에서 생성되는 cytokinin 활성화에는 뿌리온도가 영향을 크게 끼쳐서 20℃에서 보다 30℃ 일 때 훨씬 발근량이 많다는 보고(Skeye, 1967)가 있고, 다른 과채류에서 근권의 온도상승은 생육을 촉진한다(박진면, 1995)고 하였고, 포도 육성재배에서 지중온도를 22~24℃로 하였던 바 발아율은 25 %가 증가하였고 착립율도 30 % 나 증가되었다고 하였고, 또한 포도 뿌리의 생육적온은 30℃ 부근이다(Woodham Alexander, 1966)라는 결과를 감안할 때 본 연구에서 과방중 및 과립중이 높았던 것은 지중온도 상승의 효과인 것으로 추정되었다.

3. 년 2회 과실 수확후 생장촉진 처리

가. 정지전정 : 수확 후 1주일 - 3월 20 일

나. 휴면타파 처리

정상적인 생육을 시작하는 시기이므로 휴면타파제로서 석회질소액 10배액을 結果母枝 눈(芽)에 발라주었으며, 이 시기 이후에는 상대습도를 80% 이상으로 증가시켜 눈의 수분흡수를 촉진시켜 발아에 도움이 되도록 하였다. 눈의 휴면에 있어서 함유한 수분상태가 결합수 형태 또는 자유수 형태에 따라서 휴면상태가 달라지고 이 때 휴면타파가 된 눈에서는 결합수 형태의 수분이 자유수 형태로 전환된다. 또한 눈의 휴면타파와 수분형태의 변화 사이에 일정한 관계가 성립되며 저온 요구도가 충족된 눈은 자유수의 함량이 높아진다고 보고되었다(Fraust 등, 1991;

Rowland 등, 1992; Liu 등, 1993). 이들의 결과를 감안할 때 관수에 의해서 최아제가 처리된 논의 수분함량을 높여 최아 및 발아를 원활하게 시킬 수 있었다고 사료된다.

4. 2년차 1기작 결실수의 성장 특성

표 3-5에서 볼 때 1차년도 겨울에 결실시켰던 나무중에서 발아주수는 92 %에 달하여 높은 발아율을 나타내었으며, 나머지 8 %의 나무는 전년도 결실로 말미암아 발아시기가 늦었으나 고사하지는 않았다. 신초생장은 평균 180 cm에 달하여 武井(1994)이 보고한 無休眠 근역재배에서의 120 cm 보다는 양호한 성장을 나타내어 無休眠재배에서도 생육상태는 양호하였다. 또한, 결실지의 평균 착방율도 1.5에 달하여 정상적인 결실을 보였다.

표 3-5. 2년차 1기작 결실수의 수체생장 및 수체관리과정
(6월 25일 현재)

조사항목	수체 특성
발아주수 비율 (% , 4월 10일)	92
전엽기	4월 중순
신초 생장 (cm)	180±20
주간 비대 (간경, cm)	2.8±2.0
결실지당 과방수	1.5 과방

일반포장에서 정상적으로 생육하고 있는 나무의 옆면적은 150 cm² 이나, 2기작 포장의 실험수는 133 cm² 로서 거의 정상적인 생육상태를 나타내었다. 화진현상도 일반포장의 과방과 동일하다. (표 3-6 참조) 포도의 대과품종은 화진이 심하게 나타나는 데 본 연구에서 화진이 적게 나타난 것은 유목이기 때문인 것으로 판단되며 연구기관의 특성조사치(원예연구소, 1995)와 거의 유사한 성적을 나타내었다.

표 3-6. 신초의 엽면적과 절간장

조사항목	일반포장	2기작 포장
엽면적 133 (cm ²)	150	133
절간장 (cm)	20	15±3
결실과방의 화진상태	1.5	1.5

5. 과실수확 및 특성

가. 수확일 : 1996년 9월 4일

나. 과실 특성

과립중은 410g 으로 일반포장과 비슷하였으며, 당도는 일반포장 과실보다 약간 낮았으나, 산도는 오히려 낮게 나타났다. 이는 bed의 수분상태가 약간 과습 상태로 인한 결과인 것으로 추정된다. 결실량은 평균 2.5 송이로서 주당 10kg을 결실하였고, 과방의 착립상태도 양호하였다. 실험수는 전년도 1년생에서 2기작 재배에 의하여 결실시켰음에도 불구하고, 2년생 1기작 재배에서 정상적인 생육 및 결실상태를 나타내어 무휴면재배를 하여도 정상적인 생육을 시킬 수 있음을 알 수 있었다.

표 3-7. 2년차 1기작 생산방법 처리에 의하여 결실된 과실의 특성

조사항목	일반포장	2기작 포장
과방중 (g)	400	410.4±70.8
과립중 (g)	12.9	13±1.84
당도 (Brix)	16.6	14±0.15
산도 (%)	0.42	0.31±0.02
주당 결실량 (kg)		1.074
착립 밀도	중	밀

6. 2년차 2회생산을 위한 휴면타파 및 발아 촉진

가. 2기작 재배를 위한 전정

- (1) 시기 : 1996년 9월 7일
- (2) 전정방법 : 세력이 강한 가지는 10 마디, 약한 것은 4~5 마디를 남기고 전정하였다.
- (3) 휴면타파제를 처리하기 전 토양 및 눈에 충분히 관수하여 수체에 수분흡수를 촉진하였다.
- (4) 휴면타파제 처리시기 및 처리방법 : 처리시기는 전정후 3일(9월 10일)이었고, 석회질소 10% 상징액을 스폰지에 묻혀 결과모지당 끝눈 2개씩에 발라주었다.

그림 3-4에서 보는 바와 같이 처리후 17일이 경과하면 발아율이 92%에 도달하였다. 일반 노지에서 휴면이 타파된 수체의 눈은 거의 동시에 발아가 이루어지나, 강제적으로 휴면을 타파시킨 경우에는 눈마다 발아상태가 고르지 않은 것이 문제로 등장하였다. 그 결과 1차년도 2기작 재배에서 보는 바와 같이 과실의 성숙이 동시에 균일하게 이루어지지 않는 것이 문제점으로 나타났다.

포도의 휴면은 온도가 내려감에 따라 휴면의 정도가 깊어지기 때문에(望月과 米山, 1994) 온도 하강으로 인하여 휴면에 깊이 들어가기 전에 맹아촉진제를 처리하여 2차생장을 도모하여야 한다. 본 연구에서는 맹아촉진제 처리시기가 9월 10일로서 1차년도보다는 빠르게 처리하였으나, 7~8월에 처리하는 것에 비해서는 다소 늦게 되어 동시 맹아가 이루어지 않았던 것으로 판단된다. 포도수체에 있어서 일장이 짧아지고 온도가 내려가게 되면 수체내에 ABA등 휴면유도물질이 발생하여 휴면에 돌입하게 되는 데(김월수와 고광출, 1986a) 이 경우 휴면을 타파시키고자 할 때 일장보다 온도의 영향이 더 크다고 보고(김월수와 고광출, 1986b; 1986c)되어 온도처리가 휴면타파에 큰 영향을 주는 것으로 사료되었다.

그러므로 환경제어 시설하에서는 온도조절이 가능하기 때문에 포도 년2회 생산

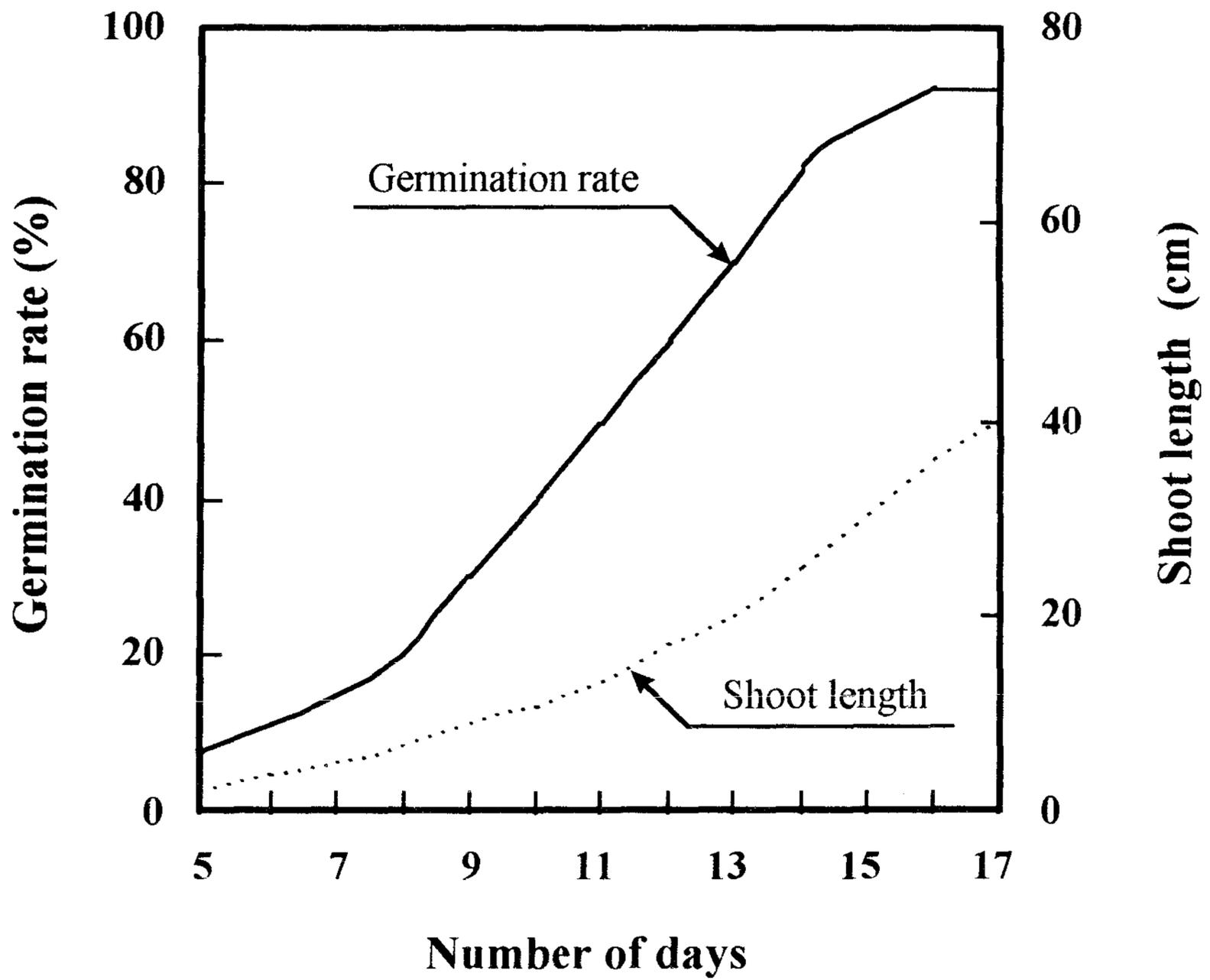


Fig. 3-4. Germination rate and shoot length as affected by the number of days after calcium cyanamide treatment.

을 위한 夏期의 맹아촉진이 가능한 것으로 사료되며, 맹아촉진제로서는 맹아율이나 생육상태를 고려할 때 석회질소 10배액이 적절한 것으로 판단된다. 석회질소 20% 상징액은 휴면에 들어간 후 휴면타파제로서 가장 효과가 높은 것으로 보고되었으나(이돈균과 문두영, 1995), 본 연구에서는 온도가 높은 시기에 아직 눈 및 가지가 완전히 경화되지 않은 상태이기 때문에 석회질소 10%액을 사용하였으며, 이 때 발아율은 92%로 나타났다.

표 3-8에서 보는 바와 같이 맹아한 신초당 착방수는 1차년도와 2차년도의 석회질소 처리구와 동일하였으며 착방신초수, 착방신초율도 1차년도와 유사하게 나타났다. 신초당 평균착방수가 2년차 1차 결실에서는 1.5개이었으나, 2기작재배에 있어서는 이보다 낮은 1.3개로 나타났다. 이는 화아분화후 화기원기들이 휴면에 들어가면서 발달해야 하는 데 이와같은 발달기간이 전혀 이루어지지 않으므로써 화기분화가 충분하게 이루어지지 못하여 착방수가 적게 나타난 것으로 추측된다. 그러나 거봉이나 Black Olympia 등 대립계 품종은 신초당 착방수를 0.8 정도로 하는 것이 품질이 우수한 과실을 생산하는 데 기본 요건이므로(이광연, 1988) 결실량은 만족할만한 것으로 사료되었다.

표 3-8. 2기작 재배를 위한 맹아신초의 과방착생율

조사항목	1년차	2년차
조사 신초수 (개)	50	50
착방 신초수 (개)	38	40
착방 신초율 (%)	76	80
신초당 평균착방수 (개)	1.3	1.3

7. 보광처리 및 CO₂ 시용

가. 시설하우스내 광도조사 및 보광처리

(1) 주간내 하우스내부에서의 광합성유효 광량자속 밀도는 $700 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$

로서 외부의 광합성유효 광량자속 밀도에 비해서 50%정도에 불과한 것으로 나타났다. 또한, 야간에 보온을 위한 보온커튼을 친 후 형광등 (20 W) 조명하에서의 광합성유효 광량자속 밀도는 $120 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ 정도로서 외부 광량자속 밀도의 10% 이내를 나타내었다. (표 3-3 참조)

(2) 형광등을 인공광원으로 사용한 보광처리구와 무처리구에서 거봉의 신초장과 엽면적지수를 비교한 결과 보광처리구에서 다소 높게 나타났으나 유의차는 인정되지 아니하였다. 이러한 결과는 1개당 1,050 lm의 광속을 갖는 형광등의 점등 범위가 8 m^2 으로서 수체엽면에서의 평균조도가 110 lux 이었고, 점등시간이 2시간에 불과하였기 때문인 것으로 판단된다. 보광처리에 의한 효과를 얻으려면 인공광원의 광속을 증대시켜 수체엽면에서의 평균조도를 증대시키고 점등시간을 늘리는 것이 바람직한 것으로 평가된다.

(3) 보광처리구에서 평균조도를 증대시키고자 형광등에 비해서 광속이 5배나 되는 메탈할라이드 램프 (70W)와 고압나트륨 램프 (70W)를 설치하였다. 또한, 형광등처리구에서 평균조도를 증대시키고자 형광등을 추가로 설치하였다. (표 2-2 참조) 또한 각각의 처리구에서 인공광원의 점등시간을 4시간으로 연장하였다. 개화기에서 무처리구와 비교할 때 각각의 보광처리구에서 거봉의 신초장은 5~16 cm 정도 크게 나타나 보광효과에 대한 유의성이 인정되었다. 상기의 결과는 島根農試(1989)에서 제시한 결과와 매우 유사한 것이다. 현재 2년차 2회 수확을 위한 재배실험이 진행되고 있기 때문에 거봉의 수량과 품질에 대한 구체적인 자료를 제시할 수 없으나, 신초장의 생장에 미치는 보광효과를 고려할 때 의미있는 결과가 나타날 것으로 예상된다.

나. 시설포도의 CO₂ 시용효과

(1) 보광처리와 더불어 수세의 쇠퇴방지 및 수체의 광합성을 촉진하고자, 실내의 CO₂ 농도를 $800\sim 900 \mu\text{mol mol}^{-1}$ 으로 유지시키는 가운데 CO₂ 시용 효과에 대한 실험이 진행되고 있다. CO₂ 시용 효과에 대한 결과 역시 보광처리에서의 경

우와 마찬가지로 2년차 2회수확에 대한 실험이 종료되어야 구체적인 결과를 제시할 수 있을 것이다.

제 4 장 요약

거봉과 같은 大粒系 4배체 포도의 년 2회 생산체계에서 품질향상과 수량을 증대시키려면 포도수체 근권부의 지온과 토양수분을 적정하게 관리하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 시설포도 근권부의 환경을 효과적으로 조절하고자 根域制限 재배를 시도한 가운데 지온과 토양수분의 자동관리를 실시하였다.

포도의 년 2회 생산방법 체계를 확립하려면 하계의 맹아 및 동계의 정상적인 신초생장과 주간비대가 이루어져야 한다. 이와 같은 생리현상을 유도하고자 본 연구에서는 시설내의 환경제어를 포함한 다양한 처리가 시도되었다. 2차년도에 나타난 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 하우스내의 기온은 외기온과 일사량에 따라 변화하나, 동계에 주간의 최고기온은 27.5~34.7℃, 야간기온은 18℃ 정도를 유지하여 시설포도의 생육적은 범위를 나타내었다.
2. 관수 2~3일전에 15 cm의 깊이에서 토양수분의 흡인압이 pF 2.2~2.3 (16~19 kPa) 로서 적정 수준을 유지하였으나, 관수 개시와 함께 토양수분의 흡인압이 pF 1.3~1.5 (2~3 kPa)로 급격하게 하강하였다. 관수개시후에는 증발산의 증가에 따라 토양수분의 흡인압이 조금씩 상승하는 것으로 나타났다. 한편, 25 cm 깊이에서의 흡인압은 관수개시전에 pF 1.8~1.9 (7~8 kPa)를 유지하였으나, 관수개시후 pF 1.0~1.3 (1~2 kPa)에 도달하여 다소 과습하게 유지되었다. 그러므로 토양수분의 흡인압을 제어하기 위한 기준치의 설정으로 15 cm의 깊이에서 토양수분의 흡인압을 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
3. 1년차 2기작 결실수의 주간비대, 신초 신장, 평균 엽면적 등을 조사한 결과 약간 도장하는 경향을 나타내었는데 이는 근권제한 처리로 말미암아 배수가 다소 불량하게 이루어졌기 때문인 것으로 판단된다.
4. 일조시간이 짧은 12월~수확시까지 형광등 조명으로 장일처리를 하였으나 과실의 품질향상이 이루어지지 아니하였다. 그러므로 2년차 2기작 재배에서 과

실의 품질을 증대시키려면 광량이 높은 광원을 사용하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

5. 년 2회 결실수의 무기양분 함량상태를 고려할 때 년 2회 결실수의 생육은 정상적으로 이루어졌다. 시기적 변화를 보면 1월 15일 채취한 시료에 비해서 3월 14일 채취한 시료의 함량이 약간 낮는데 이는 극히 정상적인 현상으로써 잎이 노화될수록 무기양분의 함량은 낮아지기 때문이다.
6. 1년차 2회 생산 과실 수확후 2년차 생장촉진 처리를 위하여 휴면타파제 처리 후 상대습도를 80% 이상으로 증가시킨 결과 눈의 수분흡수가 촉진되어 발아가 정상적으로 진행되었다.
7. 2년차 1기작 결실수의 생장, 결실 및 과실비대는 양호하게 이루어졌다.
8. 2년차 1기작 결실수의 당도가 낮고 산도가 높게 나타났는 데, 이것은 bed의 수분상태가 약간 과습 상태를 유지하였기 때문인 것으로 추정된다.
9. 2년차 2회생산을 위한 휴면타파제로 석회질소 10 상징액을 사용하고 눈에 수분을 충분하게 흡수시킨 결과 휴면타파 및 발아가 촉진되었다. 강제휴면타파시에 17일 경과후 발아율이 92%에 도달하였으나, 발아상태가 불균일하게 이루어졌다.
10. 발아율과 생육상태를 고려할 때 포도 년 2회 생산을 위한 夏期の 발아촉진제로서 석회질소 10배액이 적절한 것으로 판단된다.
11. 메탈할라이드 램프, 고압나트륨 램프, 형광등을 설치한 각각의 보광처리구에서 거봉의 신초장이 무처리구와 비교할 때 5~16 cm 정도 크게 나타나 보광처리의 효과가 나타난 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김용현, 고학균, 김문기. 1990a. 플라스틱 온실의 열저장 시스템 개발에 관한 연구(I). 한국농업기계학회지 15(1):14-22.
2. 김용현, 고학균, 김문기. 1990b. 플라스틱 온실의 열저장 시스템 개발에 관한 연구(II). 한국농업기계학회지 15(2):123-133.
3. 김월수, 고광출. 1986a. 포도 휴면의 유기요인 및 타파에 관한 연구. I. 일장과 온도가 휴면유기 및 수체내의 내성 hormone 함량에 미치는 영향. 한원지 27(1):22-33.
4. 김월수, 고광출. 1986b. 포도 휴면의 유기요인 및 타파에 관한 연구. II. 하계와 추계의 일장처리가 포도 생육 및 휴면유기에 미치는 영향. 한원지 27(2):119-126.
5. 김월수, 고광출. 1986c. 포도 휴면의 유기요인 및 타파에 관한 연구. III. 포도의 휴면성 및 그 타파방법에 관한 연구. 한원지 27(3):231-238.
6. 문 두영, 김 몽섭, 고 호철, 문 두길. 1995. 축성재배시 지온이 포도 생육 및 생산성에 미치는 영향. 한국원예학회 논문발표요지 13(2):218-219.
7. 박진면, 노희명. 1995. 사과나무의 근권온도환경이 수체생육 및 엽중 무기성분 함량에 미치는 영향. 한국원예학회 논문발표요지 13(1):390-391.
8. 오 성도, 김 용현, 최 동근, 이 영식. 1995. 시설포도재배의 환경제어 시스템 및 년2회 생산 방법 개발 제1차년도 보고서. 농림수산부.
9. 이 광연외. 1988. 삼정 과수원에 각론. 향문사.
10. 이 돈균, 문 두영. 1995. 포도 축성재배시 발아력 향상에 관한 연구. 농업논문집 37(1):401-406.
11. 黒井伊作. 1976. ブドウ促成栽培における石灰窒素處理の効果. 農業および園藝 51(8):1011-1016.
12. 農林水産技術會議 事務局. 1980. 施設園藝の省エネルギー-新技術. 農林水産技術情報協會.

13. 今井俊治, 岩本和彦, 黒田喜佐雄. 1981. 巨峰の加温栽培に関する研究. 奈郎農試年報 12:12-21.
14. 農山漁村文化協会. 1982. 農業技術大系, 果樹編 2「ブドウ」, 日本.
15. 久保田尚浩, 島村和夫. 1984. 加温時期の異なるブドウ‘マスカット.オブ.アレキサンドリア’の発芽, 新梢生長及び花穂發育に及ぼす地温の影響. 日本園藝學會 53(3):242-250.
16. 古在豊樹. 1985. 施設園藝の環境調節新技術-基礎と展望-.
17. 山梨縣果樹園藝會. 1986. 改訂ぶどうの促成栽培.
18. 新訂施設園藝ハンドブック. 1987. (社)日本施設園藝協會.
19. 奥田義二. 1987. 施設ブドウ栽培の省エネ的溫度管理法と保温法[1] -共同研究の背景, 内容および成果の總括-. 農業および園藝 62(10):57-62.
20. 高木伸友. 1987. 施設ブドウ栽培の省エネ的溫度管理法と保温法[2] -萌芽に必要な積算溫度と效果的保温開始期-. 農業および園藝 62(11):55-60.
21. 奥田義二. 1987. 施設ブドウ栽培の省エネ的溫度管理法と保温法[3] -デラウェア栽培の省エネ的溫度管理-. 農業および園藝 62(12):45-52.
22. 久保田尚浩, 柳澤穰治, 島村和夫. 1987. 12月から加温したブドウ‘マスカット.オブ.アレキサンドリア’成木の発芽, 新草生長及び花穂發育に及ぼす地中加温の効果. 日本園藝學會誌 56(1):12-23.
23. 久保田尚浩, 江川俊之, 島村和夫. 1987. 加温時期の異なるブドウ‘マスカット.オブ.アレキサンドリア’根の生長及びその活性に及ぼす地温の影響. 日本園藝雜誌 56(3):280-286.
24. 官川 照. 1988. 施設ブドウ栽培の省エネ的溫度管理法と保温法[4] -ブドウの生育限界溫度と適温-. 農業および園藝 63(1):32-38.
25. 段 正幸. 1988. 施設ブドウ栽培の省エネ的溫度管理法と保温法[5] -ブドウデラウェア栽培における地中熱交換暖房の効果①-. 農業および園藝 63(2):81-84.
26. 段 正幸. 1988. 施設ブドウ栽培の省エネ的溫度管理法と保温法[6] -ブドウデラウェア栽培における地中熱交換暖房の効果②-. 農業および園藝 63(3):67-71.
27. 岡本五郎ほか3名. 1989. ブドウ‘巨峰’の密植根域制限栽培における水分管理につ

- いて(第一報) 樹體生長結實果實發育に及ぼす影響. 園學雜58別2:142-143.
28. 久保田尚浩, 島村和夫. 1989. 加温時期の異なるブドウ‘マスカット.オブ.アレサンドリア’樹の炭水化物生榮養長に及ぼす地温の影響. 日本園學雜58(2):303-309.
 29. 今井俊治・岩尾憲三・藤原多見夫. 1990. ブドウの生體情報の測定と解析による土壤水分管理法の指標化實(第1報) 環境要因の影響による莖徑變化の分析. 生物環境調節 28(3):103-108.
 30. 今井俊治・岩尾憲三・藤原多見夫. 1991. ブドウの生體情報の測定と解析による土壤水分管理法の指標化實(第2報) 生育段階における莖徑ならびに果粒肥大の日變化特性. 生物環境調節 29(1):11-17.
 31. 今井俊治・岩尾憲三・藤原多見夫. 1991. ブドウの生體情報の測定と解析による土壤水分管理法の指標化實(第3報) 土壤の乾燥と莖徑ならびに果粒肥大の日變化特性. 生物環境調節 29(1):19-26.
 32. 今井俊治・藤原多見夫・田中茂穂・岡本五郎. 1991. 根域制限栽培のブドウ‘巨峰’の樹體生長と果實發育に及ぼす土壤水分の影響. 生物環境調節 29(3):133-140.
 33. 今井俊治. 1991. 密植・根域制限栽培による4倍體ブドウの早期成園化の實證. 廣島縣果樹試験場特別研究報告第3號.
 34. 杉浦 明. 1991. 新編果樹園藝ハンドブック. 養賢堂. 東京.
 35. 日本廣島縣農業技術センタ, 果樹研究所 落葉果樹研究室. 1991a. ブドウの可動柵開發と栽培技術の確立を目ざす. 農耕と園藝 1993(10):35-37.
 36. 日本廣島縣農業技術センタ, 果樹研究所 報告書. 1991b. ブドウ根域制限栽培に関する試験.
 37. 久保田尚浩, 掛鯛吉洋. 1992. 加温時期の異なるブドウ‘マスカット.オブ.アレサンドリア’樹における¹⁵Nの吸収と移行に及ぼす地温ならびに¹⁵N施與時期の影響. 日本園學雜 61(2):257-264.
 38. 古在豊樹外 9人 共著. 1992. 新施設園藝學. 朝倉書店.
 39. 山本孝司. 1993. ブドウ‘巨峰’の二期作栽培. 施設と園藝 81(1993. 6):58-63.
 40. 久保田尚浩, 片山友孝, 前田 明. 1993. ブドウ‘ピオネ’における二期作の事例. 農業および園藝 68(5):610-611.

41. 望月太, 米山忠克. 1994. ブドウの催芽促進における窒素化合物の役割-休眠覚醒の機作解明への一考察- 農業および園藝 69(3):16-24.
42. 山本孝司. 1994. ブドウの補光栽培とCO₂施用技術 -巨峰, デラウェアを中心に-. 農業および園藝 69(4):53-58.
43. 阿部和夫. 1994. 巨峰の2期作栽培の現状と課題. 94 果樹施設化シンポジウム. 日本農園藝資材研究会:78-84.
44. 長谷川 繁樹. 1994. 根域制限による高品質ブドウの早期成園化. 農耕と園藝 1994, 10月号:162-164.
45. 鴨田福也. 1994. 果樹施設栽培の現状と今後の展望 -施設果樹の生態応用と制御-. 農業電化 47(9):7-12.
46. 鴨田福也, 小豆澤齊. 1994. 果樹施設栽培の現状と今後の展望. -ブドウのハウス栽培-. 農業電化 47(12):7-12.
47. 武井和人. 1994. ブドウの無休眠温域栽培による二期作-その技術的課題をさぐる- 農業および園藝 69(5):51-56.
48. 日本農業電化協会. 1996. 電照・補光栽培の實用技術.
49. Faust, M., D. Liu, M.M. Millard and G.W. Stutte. 1991. Bound versus free water in dormant apple buds-a theory for endodormancy. HortScience 26(7):887-890.
50. Fennel, A., C. Wake, and P. Molter. 1996. Use of ¹H-NMR to determine grape bud water state during the photoperiodic induction of dormancy. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(6):1112-1116.
51. Gur, A., B. Bravdo and Y. Mizrahi. 1972. Physiological responses of apple trees to supraoptimal root temperature. Physiol. Plant. 27:130-138.
52. Kubota, N. and M. Miyamuki. 1992. Breaking bud dormancy in grapevines with garlic paste. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(6):898-901.
53. Liu, D., M. Faust, M.M. Millard, M. J. Line and G.W. Stutte. 1993. States of water in summer-dormant apple buds determined by proton magnetic resonance imaging. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(5):632-637.

54. Miller, R.W. and R.L. Donahue. 1990. Soils. Prentice-Hall.
55. Millard, M.M., D. Liu, M.J. Line and M. Faust. 1993. Method for imaging the states of water by nuclear magnetic resonance in low water containing apple bud and stem tissues. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(5):628-631.
56. Muromtsev, I.A. 1984. Active parts of root system of fruit plants. USDA &NSC, Washington D.C. Amerind Publishing Co. Ltd.
57. Rowland, L.J., D. Liu, M.M. Millard, and M.J. Line. 1992. Magnetic resonance imaging of water in flower buds of blueberry. HortScience 27(4):339-341.
58. Skene, K.G.M. and G.H. Kerridge. 1967. Effect of root temperature on cytokinin activity in root exudate of *vitis vinifera* L. Plant Physiol. 42:1131-1139.
59. Tromp, J. and J. Oele. 1972. Shoot growth and mineral composition of leaves and fruits as affected by relative air humidity. Physiol. Plant. 27:253-258.
60. Woodham, R.C. and D.McE. Alexander. 1966. The effect of root temperature on development of small fruiting sultana vines. Vitis 5:345-350.

부표(사진)

1. 1년차 2기작 재배시 보온 장면(형광등 보광)
2. 1년차 2기작 재배시 결실 장면
3. 1년차 2기작 재배시 결실과의 성숙
4. 2기작 재배 포도 과실 (성숙도가 고르지 못한 것이 문제점이었음)
5. 2년차 여름재배시 포도수체의 생장 모습
6. 2년차 여름재배시 포도 결실 장면
7. 2년차 여름재배시 포도 성숙 장면
8. 여름재배 수확후 2회 생산을 위하여 전정한 모습
9. 휴면타파제 처리에 의하여 발아한 모습
10. 2년차 2기작 재배에서 결실한 모습 ('96. 11. 30 현재 발육중에 있음)

