

博士學位論文

毛管養液供給方法에서 溫室멜론
適品種 選拔과 環境에 따른 養液
吸收量 測定裝置 開發



濟州大學校 大學院

園藝學科

高成俊

2003年 12月

博士學位論文

毛管養液供給方法에서 溫室멜론
適品種 選拔과 環境에 따른 養液
吸收量 測定裝置 開發



濟州大學校 大學院

園藝學科

高成俊

2003年 12月

毛管養液供給方法에서 溫室멜론 適品種 選拔과 環境에 따른 養液 吸收量 測定裝置 開發

指導教授 張田益

高成俊

이 論文을 農學 博士學位 論文으로 提出함.

2003年 12月

高成俊의 農學 博士學位 論文으로 認准함.

 제주대학교 중앙도서관 蘇寅燮
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
審查委員長 蘇寅燮
委員 池性韓
委員 張田益
委員 都良會
委員 許鐘哲

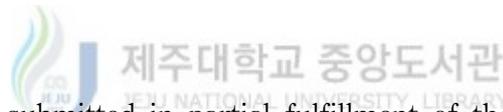
濟州大學校 入學院

2003年 12月

Development of Equipment to Measure the Absorption
of Nutrient Solution as Changes in Environmental
Factors and the Selection of Optimum Cultivars of
Melons(*Cucumis melo L.*) by Capillary Supplying in
Nutrient Solution Cultivation in a Plastic Film House

Seong-Jun Ko

(Supervised by professor Jeun-Ik Chang)



A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for
the degree of Doctor of Agriculture

2003. 12.

Department of Horticulture

GRADUATE SCHOOL

CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

目 次

目 次	i
Summary	iii
List of Tables	vii
List of Figures	ix
I. 序 論	1
II. 研究史	4
III. 材料 및 方法	7
1. 모관양액공급방법에 의한 온실멜론 품종선발	7
1) 공시품종	7
2) 육묘와 정식	7
3) 양액조성	8
4) 착과와 적심	9
5) 생육 및 품질조사	10
2. 모관양액공급시스템 및 양액흡수량 측정장치 설치	11
1) 모관양액공급시스템	11
2) 양액흡수량 측정장치	13
3) 환경과 온실멜론의 생육단계에 따른 양액흡수량 조사	15

IV. 結果 및 考察	16
1. 모관양액공급재배 적 품종 선발	16
1) 겨울재배	16
2) 봄 재 배	18
3) 여름재배	20
4) 가을재배	22
2. 양액흡수량 측정장치 개발	25
1) 주 제어장치(main controller)	25
2) 양액무게측정장치(Model : UTB-03L)	27
3) 통신장치(Model : RS232C to RS485C)	28
4) 양액공급시스템	29
3. 생육단계별 양액흡수량	32
1) 정식후 45일(인공수분 직전)경의 온실내 기상환경에 따른 양액흡수	32
2) 정식후 60일(과실비대기)경의 온실내 기상환경에 따른 양액흡수	38
3) 정식후 75일(네트형성기)경의 온실내 기상환경에 따른 양액흡수	44
4) 정식후 90일(수확 10일전)경의 온실내 기상환경에 따른 양액흡수	50
V. 摘 要	57
VI. 引用文獻	62
감사의 글	72

SUMMARY

In order to produce a high quality melon, the nutrient solution capillary system was used. The equipment for absorption of nutrients were developed and optimum cultivars selected as seasons. Solution contents of the growth stage were investigated as changes of environmental in a plastic film house. The results obtained are summarized as follows :

1. 'Olympic' melon was reasonably cultivated because of it's a fruit weight of (1.61kg). A globular fruit (shape index of fruit, 1.0) and the soluble solid content of the cultivar was highest (15.7°Brix). For the 'Imperial' melon, in the results for the experiment of proper cultivar selected, in the winter season, the cultivar used the nutrient solution capillary system.

2. 'Super VIP' melon was reasonably cultivated because of it's a fruit weight of (1.60kg), and the soluble solid contents of the cultivar were high (14.4°Brix). In the results of the experiment on proper cultivar selection in the spring season, cultivar used the nutrient solution capillary system. 'Imperial' melon was also thought to proper cultivar in the spring season because of it's fruit weight of (1.60kg), and the soluble solid contents of the cultivar were 13.7°Brix.

3. 'Olympic' melon was reasonably cultivated because of it's a fruit weight of (1.69kg). A globular fruit (shape index of fruit, 0.97) and the soluble solid contents of the cultivar was highest (14.0°Brix). For the 'Imperial'

melon, in the results of the experiment on proper cultivar selected in the summer season, the cultivar used the nutrient solution capillary system.

4. 'Earl's cruse' melon was reasonably cultivated because of it's a fruit weight of (1.65kg), and the soluble solid contents of the cultivar was highest (15.1°Brix). For the 'Imperial' melon, in the results of the experiment on proper cultivar selection in the fall season cultivar used the nutrient solution capillary system. 'Earl's darin' melon was also thought to proper cultivar in the fall season because of a fruit weight of (1.66kg), and the soluble solid contents of the cultivar were 14.7°Brix.

5. The main equipments consisted of a main controller equipment nutrient solution weight measuring equipment communication equipment and system software of solution supply management, in which the measurement of nutrient absorption amount equipment used the nutrient solution capillary system, as changes to the environment in the plastic film house developed.

6. The main controller, the implement of measuring the amount of solution supply, has the ability that once air temperature, humidity and amount of solar radiation's valued are collected, are transmitted to personal computer with RS232C communication. In order to reduce the possibility of controller's error, self the correction of high 16bit analysis ability as analog method, the ability of automatic measure and zero point control make weight measure on a minute basis. This limit of error is 2/20,000. It can consecutively measure each data.

7. The equipment of nutrient solution weight measuring (UTB-03L) modifies the content of weight signal, and send it to the main controller, reading change in the weight of the supply of nutrient solution. This equipment transmit consecutively any weight change. The measurement limit of error in air temperature and relation humidity is 2/20,000.

8. The equipment of communication modifies the communication signal of RS485C from the main controller, and transmits it to a personal computer. It can perform long-distance communication without any data damage. The data of RS485C transmitted was repeatedly changed to RS232C, and transported to the computer.

9. The software system of solution supply management is connected to the main control program, the communication program, data base and the sub control program and so one. The data of air temperature, relative humidity and the amount of solar radiation is stored in the main controller and in the communication equipment. The measuring of the absorbed values of nutrients and water at that time recognizes the values as air temperature, relative humidity and the mount of solar radiation at the same time. In order to manage the data, the different time, day and month, can be recorded. The system also has the function that converts the data to excel files for data analysis. It can analyze statistics easily.

10. This experiment investigated the absorption amount of nutrients, used nutrient solution supply absorption measurement equipment at different growth stages, and analyzed the relation of the weather conditions. The

result was that the amount increased as the air temperature rose and the amount of solar radiation, and indicated a positive correlation between air temperature and amount of solar radiation throughout the experiment. It also indicated a negative correlation between the amount and relative humidity.

11. The amount was low just prior to artificial pollination, the first half of fruit growth (before 10 days of harvest) or the latter half, but high at the middle half (from fruit enlargement to net formation) as a positive for fruit growth.



List of Tables

Table 1. Composition of macro nutrient solution in seasonal net and growth stages in melon cultivation in plastic film house.	8
Table 2. Composition of micro element solution in melon cultivation in plastic film house.	8
Table 3. Control of the quantity of nutrient solution at ripening stages of the fruit in melon cultivation in plastic film house.	9
Table 4. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's stem length and internode length in the winter cropping.	16
Table 5. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's fruit size, fruit weight, fruit shape index and soluble solid content in the winter cropping.	17
Table 6. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's stem length and internode length in the spring cropping.	18
Table 7. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's fruit size, fruit weight, fruit shape index and soluble solid content in the spring cropping.	19

Table 8. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's stem length and internode length in the summer cropping.	20
Table 9. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's fruit size, fruit weight, fruit shape index and soluble solid content in the summer cropping.	21
Table 10. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's stem length and internode length in the fall cropping.	22
Table 11. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's fruit size, fruit weight, fruit shape index and soluble solid content in the fall cropping.	23
Table 12. Comparison of the fruit component in the fall cultivation using the capillary supplying system.	24

List of Figures

Fig. 1.	The design of the capillary supplying system.	12
Fig. 2.	Nutrient solution and connection of ball tap(Φ 15mm hors).	13
Fig. 3.	The seat of connection with supplying tube(Φ 50mm PVC tube).	13
Fig. 4.	The connection of nutrient solution supplying tube and nozzle of supplying nutrient solution.	13
Fig. 5.	A panorama view of capillary supplying system.	13
Fig. 6.	The design of measurement equipment of nutrient solution weight.	14
Fig. 7.	A picture of the main controller.	26
Fig. 8.	The inner part circuit in main controller.	26
Fig. 9.	The circuit in main controller equipment.	27
Fig. 10.	Nnutrient solution weight measuring equipment.	28
Fig. 11.	Installation of communication.	28
Fig. 12.	Main display of solution supply system and surrounding process.	30
Fig. 13.	Process of conditional reference in data measured.	30

Fig. 14.	Working of change of excel file in measured data.	31
Fig. 15.	The state modified to excel program.	30
Fig. 16.	Absorbed amount of nutrient solution according to air temperature and classified by hours at 45 days after setting in plastic film house.	33
Fig. 17.	Relationship between air temperature and nutrient solution absorbed amount at 45 days after setting in plastic film house.	33
Fig. 18.	Absorbed amount of nutrient solution according to relative humidity and classified by hours at 45 days after setting in plastic film house.	34
Fig. 19.	Relationship between relative humidity and nutrient solution absorbed amount at 45 days after setting in plastic film house.	35
Fig. 20.	Absorbed amount of nutrient solution according to solar radiation and classified by hours at 45 days after setting in plastic film house.	36
Fig. 21.	Relationship between amount of solar radiation and nutrient solution absorbed amount at 45 days after setting in plastic film house.	36

Fig. 22.	Absorbed amount of nutrient solution according to weather conditions and classified by hours at 45 days after setting in plastic film house.	37
Fig. 23.	Absorbed amount of nutrient solution according to air temperature and classified by hours at 60 days after setting in plastic film house.	39
Fig. 24.	Relationship between air temperature and nutrient solution absorbed amount at 60 days after setting in plastic film house.	39
Fig. 25.	Absorbed amount of nutrient solution according to relative humidity and classified by hours at 60 days after setting in plastic film house.	40
Fig. 26.	Relationship between relative humidity and nutrient solution absorbed amount at 60 days after setting in plastic film house.	41
Fig. 27.	Absorbed amount of nutrient solution according to solar radiation and classified by hours at 60 days after setting in plastic film house.	42
Fig. 28.	Relationship between amount of solar radiation and nutrient solution absorbed amount at 60 days after setting in plastic film house.	42
Fig. 29.	Absorbed amount of nutrient solution according to weather conditions and classified by hours at 60 days after setting in plastic film house.	43

Fig. 30. Absorbed amount of nutrient solution according to air temperature and classified by hours at 75 days after setting in plastic film house.	45
Fig. 31. Relationship between air temperature and nutrient solution absorbed amount at 75 days after setting in plastic film house.	45
Fig. 32. Absorbed amount of nutrient solution according to relative humidity and classified by hours at 75 days after setting in plastic film house.	46
Fig. 33. Relationship between relative humidity and nutrient solution absorbed amount at 75 days after setting in plastic film house.	47
Fig. 34. Absorbed amount of nutrient solution according to solar radiation and classified by hours at 75 days after setting in plastic film house.	48
Fig. 35. Relationship between amount of solar radiation and nutrient solution absorbed amount at 75 days after setting in plastic film house.	48
Fig. 36. Absorbed amount of nutrient solution according to weather conditions and classified by hours at 75 days after setting in plastic film house.	50
Fig. 37. Absorbed amount of nutrient solution according to air temperature and classified by hours at 90 days after setting in plastic film house.	51

Fig. 38. Relationship between air temperature and nutrient solution absorbed amount at 90 days after setting in plastic film house.	52
Fig. 39. Absorbed amount of nutrient solution according to relative humidity and classified by hours at 90 days after setting in plastic film house.	53
Fig. 40. Relationship between relative humidity and nutrient solution absorbed amount at 90 days after setting in plastic film house.	53
Fig. 41. Absorbed amount of nutrient solution according to solar radiation and classified by hours at 90 days after setting in plastic film house.	54
Fig. 42. Relationship between amount of solar radiation and nutrient solution absorbed amount at 90 days after setting in plastic film house.	55
Fig. 43. Absorbed amount of nutrient solution according to weather conditions and classified by hours at 90 days after setting in plastic film house.	56
Fig. 44. The growth and appearance of fruit at the growth time of netted melon.	60
Fig. 45. The fruit shape classified by the varieties of netted melon.	61

I. 序 論

멜론의 학명은 *Cucumis melo* L.(영명 melon)으로 고대 이집트시대부터 재배되었으며, 중세이후 유럽에 번성하기 시작하여 유럽 각지에는 11~13세기에 전파되었다. 영국에서는 노지재배가 적합하지 않아 온실재배를 하게 된 것이 온실멜론으로 발달하게 된 계기가 되었다. 미국에는 15~16세기에 유럽으로부터 전래되었다(한국의 채소, 1994). 우리나라에 멜론이 처음 소개된 것은 1956년 동래의 중앙농업기술원예원에서 도입품종의 비교시험을 한 것이 시초이며 그 후에 1972년 부산원예시험장과 경남농업기술원에서 온실멜론에 대한 품종선발시험을 계속하면서부터 일반에 알려지기 시작하였다(멜론양액재배기술, 1999).

최근 국내 멜론재배현황을 살펴보면 2001년도 재배면적 792ha, 생산량 23,068톤(농림부 2001년 채소생산실적, 2001)으로 90년대 초반부터 꾸준한 증가세를 유지하였으며 전라남도, 경상남도, 충청남도를 중심으로 재배면적이 증가되고 있다. 외국의 주요 생산 국가는 중국이 863만톤으로 가장 많으며, 터기 190만톤, 이란 100만톤 이 외에 스페인, 멕시코 등이다(세계통계 FAOSTAT DATABASE, 2002).

멜론의 수출입현황은 2002년기준 수출실적은 일본을 대상으로 수출물량 556톤 수출액 113만달러이며, 수입은 12톤 3만달러로 대부분 뉴질랜드에서 수입하고 있는데 수입물량은 수출에 비해 아주 적은 량이다(농수산물유통공사 품목별수출입동향, 2002).

국내 주요생산단지의 멜론 소득분석을 보면 2001년 기준 축성재배는 10a당 조수입 810만원, 경영비 487만원, 소득 323만원으로 소득율이 40%이며, 억제재배에서는 10a당 조수입 535만원, 경영비 264만원, 소득 289만원으로 소득율 54%로 억제재배가 소득율이 15%정도 높지만 소득면

에서는 축성재배가 10a당 34만원정도 높다(농촌진흥청 농축산물소득자료집, 2001).

멜론은 과즙이 많고 산뜻한 향기와 풍미를 지니고 있어 과채류 중에서는 최고급이며, 1990년대에 들어 재배면적이 빠른 속도로 증가하고 있다. 일반적으로 과채류 생산에 있어서 가격등락이 큰 것이 문제점이 되고 있지만 멜론은 품질만 좋으면 높은 가격을 받을 수 있는 작물이며 소비도 꾸준히 증가하고 있는 과채류 중의 하나이다.

외국산 오렌지류 등 과실류의 수입 개방과 특히 중국의 감귤 및 농산물이 큰 위협을 줄 것으로 예상되고 있어서 제주도 농업생산에서 절대적 위치에 있는 감귤이 심각한 타격을 받을 것이 명약관화한 현실에 처해 있다. 따라서 정부 또는 지방자치단체나 농업관계기관, 농업인 스스로 이에 대한 대비책 마련에 부심하고 있다.

또한 국제자유도시특별법이 제정 시행되면서 외국 투자기업이 증가하고 이에 따른 도내거주 외국인 및 내국인 관광객들이 증가함에 따라 다양한 식품을 공급하기 위한 양채류 및 고급 과채류 재배가 필요한 실정이며, 국민소득 향상과 식생활 수준의 고급화에 따라 소비가 급증하는 추세이다. 제주지역은 여름에 서늘하고 겨울에는 따뜻한 해양성기후이기 때문에 육지부에 비해 온실멜론의 4계절 생산에 비교적 유리한 조건을 갖추고 있다. 그러므로 소비자가 선호하는 고급 과채류인 멜론재배를 위한 다양한 재배기술개발이 이루어져야 할 것이다.

한편 고급화된 브랜드의 농산물을 생산하기 위해 필히 도입되거나 개발되어야 할 기술 중 하나가 무토양재배 혹은 수경재배를 들 수 있는데 국내에서 운영되고 있는 수경재배시설을 보면 비용상의 이유로 전체의 60% 이상이 양액순환식이 아닌 1회성 폐쇄식을 채택하고 있고, 나머지 40% 정도의 순환식 수경재배를 하는 농가도 재배가 끝난 이후에 양액을 토양에 폐기함으로써 농토의 염류집적 혹은 지하수의 오염문제가 제기되

고 있는 시점에서 이에 대한 근원적 해결책 또한 절실히 요구되고 있다.

모관양액공급시스템은 섬유조직물을 이용하여 모세관현상으로 양액을 공급하는 시스템으로 일반 수경재배와는 달리 電力을 전혀 사용하지 않으며, 순환되거나 밖으로 흘러버리는 양액이 없어 경영비가 절감된다. 순환식에서는 폐액이 원수(原水)와 섞일 때마다 EC나 pH를 보정해 주어야 하는데 그럴 필요가 전혀 없기 때문에 정신적, 육체적 노동력 절감과 또한 폐액이 없어 환경오염 문제가 거의 없는 시스템이라고 할 수 있다.

앞으로 모관양액공급시스템 설치상의 기술적인 문제해결과 생리적인 연구가 활발히 이루어진다면 21세기 친환경농업에 일익을 담당할 것으로 자부한다.

멜론은 고급과채류로소 재배가 까다롭고 양액 관리에 따라 품질에 영향이 크며 특히 수경재배에서 맛을 나타내는 풍미와 당함량 증진이 고품질 멜론 생산에 있어서 관건이 될 수 있기 때문에 이에 대한 연구가 활발히 이루어져야 할 것이다.

일반적으로 당함량 증진을 위해서 과실의 네트 출현후에 양액의 EC를 높이거나 양액 또는 수분공급량을 줄여 나가는 방법이 이루어지고 있다 (멜론양액재배기술, 1999). 따라서 양액 공급량을 조절하기 위해서는 작물의 양액흡수량을 측정할 수 있는 장치 개발이 요구된다.

본 시험은 상품성이 높은 멜론을 생산하기 위한 생산비 절감과 환경친화적인 모관양액공급시스템을 이용하여 상품성이 우수한 품종을 선발하고 온실멜론을 생산하는데 있어 광, 온도, 습도 등 온실환경에 따른 멜론의 생육단계별 양액 흡수관계를 규명하기 위한 양액흡수량을 측정할 수 있는 장치의 개발을 위해 본 시험을 수행하였다.

II. 研究史

국내외 기술개발 현황을 보면 일본의 경우 1900년대초에 멜론을 도입하여 그들 나름대로 육종을 거듭했고, 영국으로부터 'Earl's Favourite'라는 품종을 들여오면서 본격적인 재배기술 확립에 나서고 있다. 현재는 일본 홋카이도(北海道)의 노지멜론 생산단지와 시즈오카(靜岡)현의 온실멜론 주산단지 등이 조성되어 많은 연구가 수행되고 있다.

멜론과실은 최고 당축적기가 지나면 sucrose의 轉化에 의해 생성된 단당류가 호흡에 의하여 소비됨으로서 감미가 떨어지기 때문에 수확적기는 sucrose의 최고함량기라고 하였으며, 당함량은 과실의 부위에 따라 차이가 있는데, 과경부보다 화흔부가, 외벽부보다는 내벽부에서 대체로 당함량이 높다고 하였다(水野卓 등, 1971).

멜론의 과실 비대는 교배 후 30일까지는 급속하게 진행된 후 수확기까지 서서히 비대하는 특성이 있고, 당축적은 sucrose를 중심으로 교배 30일 이후부터 수확기까지 매우 많은 양이 축적되는 것으로 보고되었다(Lee 등, 1966a b, c).

생육온도는 광도와 더불어 당축적에 미치는 영향이 다른 어떤 환경요인보다도 큰 것으로 보고되고 있다. 특히 지나친 고온은 당축적을 저하시키며 그러한 경향은 야간이 고온일 경우에 더욱 심하다고 하였고, 장기간 우기 때는 광량 부족에 따른 광합성이 저하되어 당축적을 저해하는 요인으로 작용한다고 하였다(瀬古龍雄, 1975). 월별 당 축적은 1월부터 4월까지 15%로 가장 높았지만, 그 이후로는 서서히 감소하여 7월부터 8월까지 12%로 가장 적게 축적되어 夏期の 高夜溫은 광합성 산물을 호흡에 의해 소모하므로써 당함량의 저하를 초래하는 원인이라고 지적하였

다(鈴木英治郎 등, 1961).

개화기에서 과실비대기, 과실비대기 중기부터 네트형성기 및 수확 전에 각각 소량-다량-소량, 전기간 소량, 전기간 중량 및 전기간 다량 등으로 관수하여 과실비대 및 품질을 조사한 바, 전기간 중량 및 다량 관수가 과실의 크기와 당함량에 있어서 양호한 편이었다고 하였다. 그러나 기온, 지온, 증산량 및 관수 간격과의 관련성에 관해 종합적으로 검토할 필요가 있다고 하였으며(江村, 1982), 또한 神谷(1965)은 착과기부터 수확기까지의 물관리가 네트발현과 당함량 증가에 크게 영향을 미친다고 하였다.

최근에는 재배기술이나 환경에 대한 관리기술이 거의 확립된 상태에 있고 네트의 발현 메카니즘 등 생리적인 연구가 이루어지고 있는 실정이다(肉戶良洋 등, 1992 ; 吉田裕一 등, 1990 ; 宮崎丈史 등, 1989). 수경재배에 의한 온실 멜론 생산도 시즈오카현을 중심으로 활발히 진행되었는데 네트발생 전후의 양액조성, 급액농도처방, pH, EC관리 등이 정착되어 있다(増井正夫 등, 1996).

미국 등 서구에서는 성숙과 수확 후 과실의 원형질막이 이화학적 변화, '과실의 부하가 식물체의 건물(乾物)과 에너지 분배결과' 등 생리적 측면에 대한 연구(Lester, G. 등, 1993)가 활발한 실정이다.

우리나라에서는 우선 토양재배에서의 문제점을 개선하고 품질을 향상시키고자 하는 많은 농가가 수경재배를 시도하고 있으나 여름철 고온장해, 겨울철의 난방관리, 당함량이 높은 멜론 생산의 기술확립 등 전반적이고 체계적인 재배관리 기술이 아직 미흡한 실정이다. 그렇지만 멜론은 연중 높은 가격과 짧은 재배기간, 수확에 소요되는 노동력이 적기 때문에 수경재배 작물로 기대되는 바 크다고 하겠다.

온실멜론의 고품질 규격품의 평가항목은 대단히 많은데 대략을 보면 과중, 과형, 과면(네트)등의 외관에 의한 평가와 과육, 속도(熟度), 생리

장해과 등 내용에 의한 평가, 그리고 당함량, 육질, 향기 등 식미(食味)에 의한 평가를 들 수 있는데 과중, 네트발현, 고당도 등에 대한 안정재배기술 확립이 긴급한 과제라 할 수 있다.

온실멜론 재배는 광환경, 온도환경, 공중습도, 병해충 등 지상부 환경관리와 양분흡수량, 배양액 농도, 배양액의 pH, EC, 온도 등 지하부 환경관리가 적절하게 이루어져야 고품질 규격품 생산을 기할 수 있는 과제류 중 재배기술이 까다로운 작물중의 하나이며(한국양액재배연구회, '98양액재배기술교육 최신양액재배, 1998) 특히, 양액 관리는 매우 세심한 관리 기술을 요하는 것으로 착과, 비대발육, 네트 발현기, 네트완성 후 등 생육단계에 따르는 양·수분 급액량이 달라야 한다고 하였다(박 등, 1998).

한 등은(1993) '멜론의 품질에 미치는 착과절위 상부엽수의 영향'에 대한 연구에서 착과위치에 따른 품질의 관계를 보면 착과마디 상부엽수가 2, 4, 6, 8, 10, 12매로 증가함에 따라 엽면적, 과장, 과경, 과중, 과육두께, 당함량등이 증가하나, 하우스 시설재배에서 상품화가 가능한 열매를 생산하려면 최소한 착과마디의 상부엽수 10매 이상은 확보하여야 한다고 하였다.

모관양액공급시스템에 관한 연구로는 양액을 작물로 공급하기 위한 급액천으로 가장 중요하게 고려해야 할 사항은 양액 흡수능력이 빠르고 커야하며 각종 비료염에 대한 내염성이 강한 소재가 좋은데, 송이를 배지로 사용한 배지경재배에서 Viscos + rayon, Polyester fiber가 급액천 규격에 관계없이 양액의 유입량을 비교적 일정하게 유지하였다고 하였다(김, 1999).

Ⅲ. 材料 및 方法

1. 모관양액공급방법에 의한 온실멜론 품종선발

본 시험을 수행하기 위하여 여름철에는 서늘하고 겨울철에는 따뜻한 지역으로 제주도 남제주군 남원읍 하례리에 위치한 남제주군농업기술센터 시험포장에서 실시하였으며, 시험을 수행하기 위하여 모관공급시스템과 양액흡수량 측정장치를 설치하였다.

1) 공시품종

Olympic melon, Beauty melon, Imperial melon, Super VIP melon, Earl's knight natsu No.2 melon, Earl's knight jochunmanchoo melon 등 6품종을 공시하였다. 단, 가을재배에서는 몇가지 품종 확보가 어려워 Olympic melon, Beauty melon, Imperial melon, Super VIP melon 대신에 Earl's cruse와 Earl's darin, Mono jochunmanchoo melon 품종을 가지고 시험을 실시하였다.

2) 육묘와 정식

2000년 9월 27일(겨울재배), 2001년 1월 27일(봄재배), 2001년5월 3일(여름재배)과 2001년 7월 15일(가을재배)에 각각 파종하였으며, 육묘용 포트는 직경 9cm 개별포트에 육묘용 상토는 바로커(신성미네랄 제품)를 사용하였다.

발아 후 낮에는 25℃ 내외, 밤에는 15~18℃로 관리하였고, 본엽이 1~2매 전개되었을 때부터 배양액을 EC 0.5 mS/cm 농도로 하였으며, 겨울재배와 봄재배는 30일, 여름재배 25일, 가을재배 26일간 육묘하였다.

정식은 파종 후 25일~30일 지난 후 2000년 10월 26일(겨울재배), 2001년 2월 27일(봄재배), 2001년 5월 27일(여름재배), 2001년 8월 10일(가을재배)에 각각 정식간격 160×40cm로 정식하였으며, 정식후 온도관리는 낮에는 28℃ 내외로, 밤에는 18℃ 내외로 관리하였다.

3) 양액조성

Table 1에서와 같이 양액은 야마자키액을 기준으로 계절 및 네트발현 전후로 하여 양액조성을 달리하였다. 특히 네트가 완성된 이후 과실이 급격한 비대와 당축적량의 상승을 위해 다량원소의 양을 네트발현 전보다 50% 증가시켰다.

Table 1. Composition of macro nutrient solution in seasonal net and growth stages in melon cultivation in plastic film house.

(g/1,000L)

Fertilizer	Revelation of net					
	Before			After		
	Spring & Fall	Summer	Winter	Spring & Fall	Summer	Winter
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	826	661	1,159	1,239	992	1,739
KNO ₃	606	485	848	909	728	1,272
NH ₄ H ₂ PO ₄	152	122	214	228	183	321
MgSO ₄ · 7H ₂ O	369	296	559	554	444	839
EC(mS/cm)	2.0	1.8	2.4	2.6	2.4	2.8

Table 2. Composition of micro element solution in melon cultivation in plastic film house.

Fertilizer	Fe-EDTA	H ₃ BO ₃	MnSO ₄ · 4H ₂ O	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	CuSO ₄ · 4H ₂ O	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O
mg/1,000L	20,000	1200	625	90	40	12.5

미량원소는 계절 및 생육시기에 관계없이 일정량을 공급하였으며 (Table 2), 양액관리는 pH 5.5~6.5 범위와 EC 1.8~2.8mS/cm 범위로 조정 관리하였다.

양액의 급액관리는 과실비대가 끝나고 네트형성이 끝나는 시기인 수확 10일전 부터 급액량을 점차적으로 줄였으며 수확 2~3일전에 급액을 중단하였다.

Table 3. Control of the quantity of nutrient solution at ripening stages of the fruit in melon cultivation in plastic film house.

Amount of nutrient	period of treatment
2/3 volum to normal supplying	2days treatment just 10days before fruit ripening period
1/2 volum to normal supplying	2days treatment just 8days before fruit ripening period
1/3 volum to normal supplying	2days treatment just 6days before fruit ripening period
no supplying	2 to 3days before harvesting time

4) 착과와 적심

10~15마디 내에서 나온 아들가지 2~3개를 키우고 여기에 암꽃이 필 때 맑은 날 오전 09:00~10:00시경 인공수분을 하였으며 수분방법은 같은 품종에서 타가수분을 하였고, 수정 후 10~15일 경에 발육상태를 보아 우량한 것 1개를 남기고 적과하였다. 1과당 엽수는 대략 15매 내외로 하여 그 위에서 적심하였다.

과실중의 당함량은 개화기 이후의 동화량에 비례하므로 재식위치에 따라 광이 앞에 잘 도달하도록 적심하는 마디 위치를 조절하였다. 그리

고 착과마디 아래의 고엽(枯葉)은 3~4매 정도 적엽하여 통풍을 좋게 하였다.

5) 생육 및 품질조사

생육조사는 경장, 엽수, 절간장, 과실크기(횡경/종경)를 품종별 5주씩 3반복 조사하였고 조사시기는 다음과 같았다.

겨울재배 : 2000년 10월 20일 ~ 12월 1일 (10일간격 5회 조사)

봄 재 배 : 2001년 3월 10일 ~ 4월 20일 (10일간격 5회 조사)

여름재배 : 2001년 6월 20일 ~ 8월 1일 (10일간격 5회 조사)

가을재배 : 2001년 9월 1일 ~ 10월 10일 (10일간격 5회 조사)

교배후 50~55일이 경과되었을 때 수확하여 과실크기(횡경/종경), 과실무게(kg/a fruit)를 겨울재배는 2000년 12월 15일, 봄재배는 2001년 5월 27일, 여름재배는 2001년 8월 29일, 가을재배에서는 2001년 11월 25일에 조사하였고, 수확후 3일간 후숙시킨 다음 겨울재배는 2000년 12월 18일, 봄재배는 2001년 5월 30일, 여름재배는 2001년 9월 1일, 가을재배는 2001년 11월 28일에 당함량(°Brix)을 조사하였으며, 품종간 과실 성분함량 비교를 위해 가을재배에서 Vitamin C, K, Mg, Ca에 대하여 제주대학교 자연과학대학 공동실습관에서 조사하였다.

조사방법은 Ca, Mg, K는 수확한 멜론을 -70℃의 초저온냉동고에 동결시킨 후 동결건조기를 이용 -50℃에서 48시간 건조시켰으며, 동결건조된 시료를 분쇄하여 냉장고에 보관한 후 0.5g을 정량하여 Kjeldahl법으로 분해한 뒤 원자흡광분광광도계(AA-6701. Shimadzu Japan)로 측정하였고, 검출파장은 Ca은 318nm, Mg은 203nm, K은 766nm로 하였다. Vitamin C는 수확한 멜론을 바로 믹서기로 균질화시켰으며 1g을 정량하여 5% metaphosphoric acid로 추출한 여과액을 hydrazine 비색법으로 하여 각각 Spectrophotometer(Ultraspac-4000. England)로 측정하였다.

2. 모관양액공급시스템 및 양액흡수량 측정장치 설치

모관양액공급시스템의 특징은 양액의 주공급관에 연결된 양액 공급섬유가 식물의 뿌리 부근에 위치해 뿌리에서 양액을 흡수함에 따라 섬유가 건조해지면 양액이 주공급관에 연결된 섬유의 모세관을 통해 배지로 흘러 들어오는데 있다. 뿌리 주위의 습도는 작물체로 부터의 증산에 따라 달라지는데, 이러한 변화가 일어나는 데는 광, 온도, 습도 등 환경의 영향이 절대적이므로 이를 활용하여 작물의 수분 흡수생리 연구에도 일익을 담당할 것이라 생각된다. 작물과 품종에 따라 양액흡수에 차이가 있을 것으로 사료되었다.

1) 모관양액공급시스템

Fig. 1에 전체 모관양액공급시스템을 모식도로 나타내었으며, 양액탱크, 볼탭, 주공급관, 급액노즐, 베드 부분으로 구성된다. Fig. 2는 용량 3,000L의 양액탱크 밑부분에 직경 15mm의 호스를 볼탭(ball tap)에 연결하였으며, 볼탭은 식물이 양액 흡수에 따라 탱크에 있는 양액이 일정량 공급되도록 하였다. Fig. 3은 볼탭에서 양액이 흘러가도록 직경 50mm의 PVC 직관을 주공급관으로하여 볼탭의 수위(水位)와 주공급관의 수위를 같게 설치하였다.

Fig. 4는 주공급관의 측면 1/2 위치에 직경 10mm 정도의 구멍을 재식거리와 같은 간격으로 뚫었다. 이 구멍에 Ø10mm, 길이 40cm의 PE 파이프를 연결하였다. 이를 급액노즐이라고 하며, 이 급액노즐속에는 폴리에스테르 섬유제품인 신발끈을 급액노즐 길이보다 양쪽끝에서 10cm 정도 길게 나오게 집어넣었다. 즉 이 노즐의 한쪽 끝은 주공급관속에 들어가 있고, 다른 한쪽 끝은 작물이 심겨져 있는 배지속에 들어가게 설치하였다.

Fig. 5는 Ø1~12mm 제주송이와 펄라이트를 1 : 1 용량으로 혼합하여 배지로 사용하였으며 베드는 스티로폼 제품으로 휴폭(베드간격) 160cm로 하여 베드폭 30cm, 베드높이 15cm가 되게 내부에 필름을 깔고 배지를 채웠다. 배지의 송이는 제주지방에서는 쉽게 구할 수 있고, 공극율이 좋

아 배지내 산소 공급이 쉬운 반면 수분 보유력이 낮아 쉽게 건조해지기 때문에 이를 보완하기 위해 인공배지로서 수분 보유력이 높은 펄라이트를 혼합하였다.

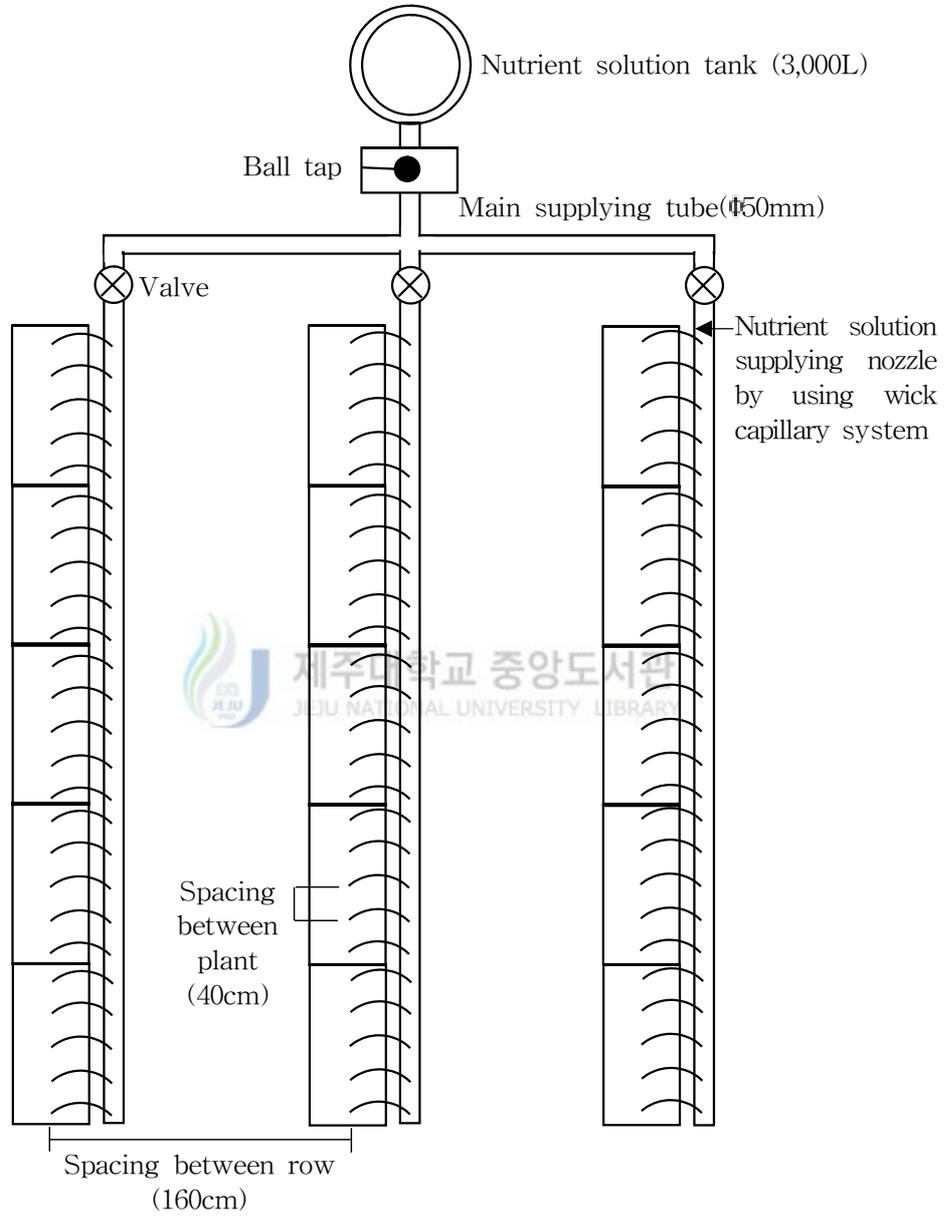


Fig. 1. The design of the capillary supplying system.



Fig. 2. Nutrient solution and connection of ball tap. (Φ 15mm hors)



Fig. 3. The seat of connection with supplying tube. (Φ 50mm PVC tube)



Fig. 4. The connection of nutrient solution supplying tube and nozzle of supplying nutrient solution.



Fig. 5. A panorama view of capillary supplying system.

2) 양액흡수량 측정장치

온실환경에 따른 멜론의 생육시기별 양액흡수량을 조사하기 위하여 모관양액공급시스템에 적합한 양액흡수량 측정장치를 개발하여 설치하였다.

Fig. 6은 양액탱크로부터 볼탑의 양액공급관으로 양액을 공급하는 역할을 위하여 전자변(electronic relay)을 연결하였고, 볼탑과 양액공급관 사이의 양액공급을 조절해주는 장치로 float switch를 부착하였다.

또한 온실내부의 온도, 습도, 일사량을 측정하기 위하여 온도센서(air temperature sensor), 습도센서(humidity sensor), 일사량계(solarimeter)를 주제어장치(main controller)와 연결하여 설치하였고, 그 측정되는 수치를 아날로그 방식의 RS232C 4~20mA의 신호음을 주제어장치에서 RS485C 형태로 변환하여 컴퓨터에 연결된 통신장비까지 도달하면 통신장비에서는 다시 RS485C를 RS232C로 변환하여 컴퓨터에 입력할 수 있도록 설치하였다. 이 때 설정시간에 따라 온실환경이 입력되는 시간에 양액흡수량 측정치를 전자저울(electronic balance)에서 측정되는 양액흡수량을 통신장비가 RS232C에서 RS485C로 변환하여 전송하고 다시 RS485C를 RS232C로 변환하여 컴퓨터로 입력될 수 있도록 설치하였다.

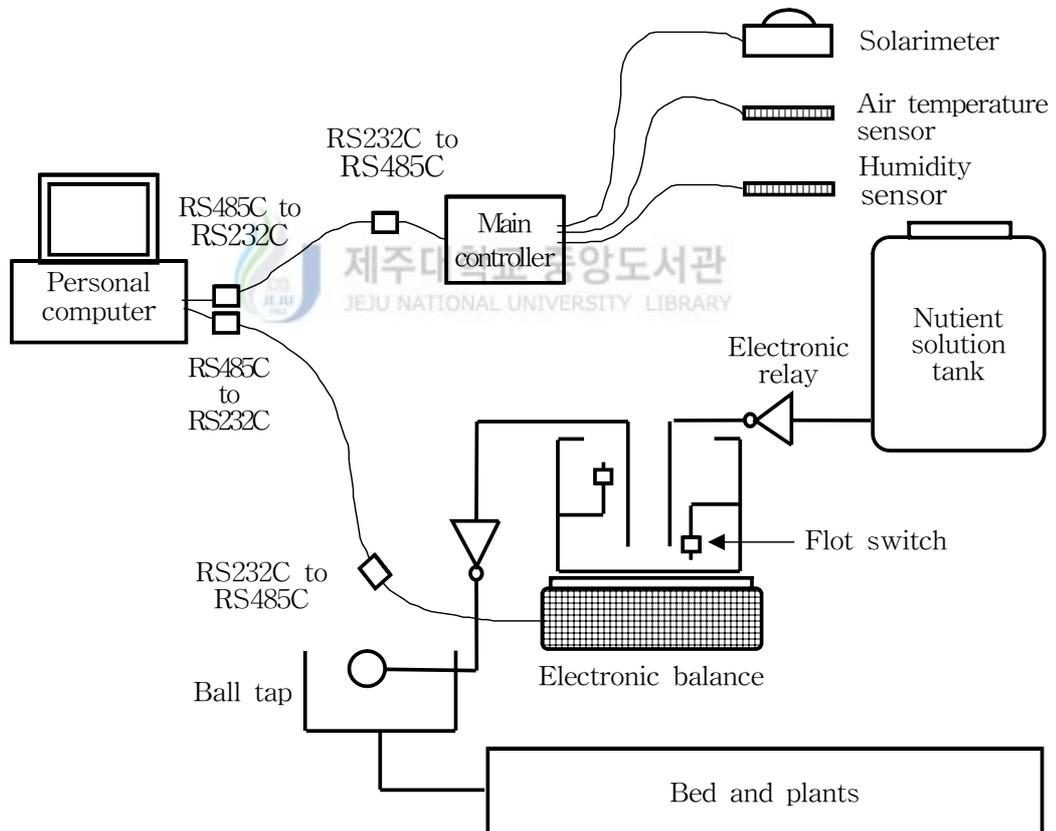


Fig. 6. The design of measurement equipment of nutrient solution weight.

3) 환경과 온실멜론의 생육단계에 따른 양액흡수량 조사

양액흡수량 측정장치를 이용한 온실환경에 따른 생육단계별 양액흡수량을 조사하기 위해 Sun power melon과 Shabre melon을 공시품종으로 하여 2003년 3월 30일부터 7월 31일까지 온실멜론 여름재배를 실시하였으며, 정식은 2003년 4월 23일에 하였고 정식간격은 160×40cm로 하여 품종별 90주씩 180주 정식하였다.

모관양액공급시스템에서 온실내 기상환경에 따른 생육단계별 양액흡수량을 조사하기 위하여 인공수분 직전인 정식후 45일인 2003년 6월 3일, 과실비대기인 정식후 60일인 6월 22일, 네트형성기인 정식후 75일인 7월 6일, 수확 10일전이면서 정식후 90일인 7월 21일 4단계로 구분 조사하였다.

양액흡수량 측정장치를 설치하고 생육단계별로 온도, 습도, 일사량에 따른 멜론의 양액흡수량을 10분 간격으로 조사한 값을 1시간 단위로 집계하였다.



IV. 結果 및 考察

1. 모관양액공급재배 적 품종 선발

1) 겨울재배

Table 4. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's stem length and internode length in the winter cropping.

Cultivars	Stem length ^z (cm)	Internode length (cm)
Super VIP	183.6ab ^y	8.34ab
Olympic	185.0ab	7.76b
Beauty	206.3a	8.61ab
Imperial	157.6b	7.85ab
Earl's knight natsu No.2	185.4ab	8.05ab
Earl's knight jochunmanchoo	192.5ab	8.81a
Average	185.07	8.24

^z Total length of sum of 23 internodes.

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

Table 4는 겨울재배에서 품종별 경장과 절간장의 크기를 나타낸 것이다. 일반적으로 일사량이 부족한 겨울철에는 멜론의 경장 및 절간장이 길어지기 쉬운 경향이 있는데 경장은 Beauty melon이 206.3cm로 가장 길었으며, Earl's knight jochunmanchoo melon은 192.5cm로 두 번째 길었으나, Imperial melon은 157.6cm로 가장 짧았다. 절간장은 Earl's knight jochunmanchoo melon이 8.81cm로 가장 길었으나 모든 품종간에 큰 차이는 없었는데, 이것은 품종간의 특성이라 사료되었다.

Table 5. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's fruit size, fruit weight, fruit shape index and soluble solid content in the winter cropping.

Cultivars	Fruit size (mm)		Fruit shape index	Average Fruit weight (kg/a fruit)	Soluble solid content (°Brix)
	Longitudinal diameter	Traverse diameter			
Super VIP	142.3b ^z	142.4ab	1.00	1.52b	11.3c
Olympic	143.1b	143.1ab	1.00	1.61b	15.7a
Beauty	153.2a	152.9a	1.00	2.06a	11.4c
Imperial	140.6b	134.9b	1.04	1.44b	13.3b
Earl's knight natsu No.2	136.5b	136.0b	1.00	1.36b	12.7b
Earl's knight jochunmanchoo	140.3b	140.5b	1.00	1.55b	11.5c
Average	142.67	141.6	1.01	1.59	12.6

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

Table 5는 겨울재배에서 과실특성을 나타낸 것으로 과중은 Beauty melon이 2.06kg으로 관행재배시 1.65kg보다 대과 품종임을 알 수 있었고, Olympic melon이 1.61kg, Earl's knight jochunmanchoo melon 1.55kg, Super VIP melon 1.52kg으로 관행재배와 비슷하였으나, Earl's knight natsu No.2와 Imperial melon은 각각 1.36kg, 1.44kg로 관행재배보다 작은 경향을 보였다.

당함량은 Olympic melon이 15.7°Brix로 품종들간 가장 높았고 또한 관행재배에서 15.0°Brix(농우종묘사)보다도 높아 겨울재배에 적합한 품종임을 알 수 있었다. 또한 Imperial melon도 13.3°Brix로 관행재배에서 13.0°Brix(농우종묘사)보다 높아 겨울재배에 적합한 품종으로 사료되었으

나 나머지 품종들은 13.0°Brix 이하로 관행재배보다 낮게 나타났으며, 특히 Super VIP와 Earl's knight jochunmanchoo melon은 관행재배보다 23~25%정도 낮게 나타나 겨울재배에 다소 부적합한 품종임을 알 수 있었다. 이는 日本 施設園藝協會(1995)가 제시한 고품질 규격품의 당함량 14°Brix 이상이라고 한 수치에 못 미치는 수준이다. 이러한 결과는 겨울철 광량 부족에 따른 광합성 부족에 의한 것이라고 한 瀨古龍雄(1975)의 연구와 같이 겨울철 일조량 부족에 의해 광합성작용이 떨어졌기 때문으로 생각되었다.

그러나 Olympic 품종은 15.7°Brix로서 규격품 수치에 이르고 있어서 겨울재배에 적당하다고 사료되었다.

2) 봄 재 배

Table 6. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's stem length and internode length in the spring cropping.

Cultivars	Stem length ^z (cm)	Internode length (cm)
Super VIP	193.0a ^y	8.01a
Olympic	175.6d	7.22d
Beauty	185.5bc	7.69c
Imperial	191.5ab	7.93a
Earl's knight natsu No.2	174.5d	7.21d
Earl's knight jochunmanchoo	182.7c	7.51c
Average	183.8	7.59

^z Total length of sum of 23 internodes.

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

Table 6은 봄재배에서 품종별 경장과 절간장을 나타낸 것으로 경장은

Super VIP melon이 193.0cm 가장 길었으며, Imperial melon이 191.5cm 였으나, Olympic melon은 175.6cm, Earl's knight natsu No.2 melon은 174.5cm로 가장 짧았다.

절간장은 Super VIP melon이 8.01cm, Imperial melon 7.93cm였고, Earl's knight natsu No.2와 Olympic melon은 각각 7.21cm, 7.22cm로 봄재배에서 품종들간 생육상태는 Super VIP와 Imperial melon이 양호한 편이라 사료되었다.

Table 7. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's fruit size, fruit weight, fruit shape index and soluble solid content in the spring cropping.

Cultivars	Fruit size(mm)		Fruit shape index	Average Fruit weight (kg/a fruit)	Soluble solid content (°Brix)
	Longitudinal diameter	Traverse diameter			
Super VIP	137.0ab ^z	148.1a	0.93	1.60a	14.4a
Olympic	136.7ab	143.1a	0.96	1.48b	14.1a
Beauty	132.1ab	129.9b	1.02	1.37c	13.9a
Imperial	138.9a	146.3a	0.95	1.60a	13.7ab
Earl's knight natsu No.2	129.7b	132.3b	0.98	1.33c	13.0bc
Earl's knight jochunmanchoo	134.9ab	144.6a	0.93	1.49ab	12.3c
Average	134.9	140.72	0.96	1.48	13.57

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

Table 7은 봄재배에서 품종간 과실특성을 나타낸 것으로 개당 평균과 중은 Super VIP와 Imperial melon이 1.60kg으로 가장 무거웠으며, Earl's knight jochunmanchoo melon 1.49kg, Olympic melon 1.48kg으로 日本 施設園藝協會(1995)가 제시한 규격품과 비교했을 때 적당하였다.

특히 Super VIP, Imperial, Earl's knight jochunmanchoo melon은 관행재배에서와 비슷한 경향을 보였으나, Earl's knight natsu No.2와 Beauty melon은 각각 1.33kg, 1.37kg으로 과중이 가장 가벼웠다.

당함량은 품종간에 큰 차이는 없었으며 Super VIP melon이 14.4°Brix, Olympic melon 14.1°Brix, Beauty melon 13.9°Brix, Imperial melon 13.7°Brix 순이었으나, Earl's knight natsu No.2 melon과 Earl's knight jochunmanchoo melon은 각각 13.0°Brix와 12.3°Brix로 낮게 나타났다.

봄재배에 있어서 당함량은 Super VIP melon과 Olympic melon 2품종이 규격품 수치에 근접했고 나머지 품종은 기준치에 이르지 못하고 있어 적합하지 않은 품종이라 생각 되었으며, 앞으로 양액공급방법이 개선되어야 할 것으로 사료되었다. 과실의 모양은 과형지수 1.0~1.05의 正球形을 규격품으로 제시하고 있는데(日本 施設園藝協會 : 1995) 이와 비슷한 수치였고 개당 평균과실의 무게도 1.47kg으로 적당한 수치였다.

3) 여름재배

Table 8. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's stem length and internode length in the summer cropping.

Cultivars	Stem length ^z (cm)	Internode length (cm)
Super VIP	194.2bc ^y	8.95ab
Olympic	198.9ab	8.84ab
Beauty	201.2a	8.86ab
Imperial	196.8abc	8.79b
Earl's knight natsu No.2	199.7ab	9.16a
Earl's knight jochunmanchoo	192.4c	8.91ab
Average	197.2	8.92

^z Total length of sum of 23 internodes.

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

Table 8.은 여름재배에서 품종별 경장 및 절간장을 나타낸 것으로 경장은 큰 차이를 보이지 않았으며 그 중 Beauty melon이 201.2cm, Earl's knight natsu No.2 melon 199.7cm, Olympic melon 198.9cm로 가장 긴 편이었다.

절간장은 Earl's knight natsu No.2 melon이 마디길이가 9.16cm로 가장 길었고, 다른 품종들간에는 큰 차가 없었다.

Table 9. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's fruit size, fruit weight, fruit shape index and soluble solid content in the summer cropping.

Cultivars	Fruit size(mm)		Fruit shape index	Average Fruit weight (kg/a fruit)	Soluble solid content (°Brix)
	Longitudinal diameter	Traverse diameter			
Super VIP	138.2ab ^z	145.1b	0.95	1.48de	12.0c
Olympic	143.7a	148.4ab	0.97	1.69b	14.0a
Beauty	146.3a	153.4a	0.95	1.87a	11.7c
Imperial	142.3a	144.2b	0.99	1.56cd	12.8b
Earl's knight natsu No.2	144.8a	146.8b	0.99	1.63bc	12.9b
Earl's knight jochunmanchoo	128.1b	144.7b	0.89	1.42e	10.8d
Average	140.57	147.1	0.96	1.61	12.37

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

Table 9는 여름재배에서 품종별 과실특성을 나타낸 것인데 과중은 Beauty melon이 1.87kg으로 관행재배시 1.65kg보다 무거웠으며, Olympic melon 1.69kg, Earl's knight natsu No.2 melon 1.63kg으로 관행재배와 비슷한 경향을 나타냈으나, Earl's knight jochunmanchoo melon은 1.42kg으로 가장 가벼웠다.

당함량은 Olympic melon 14.0°Brix로 가장 높았으며, 다른 품종들은 13.0°Brix 이하로 관행재배보다 당함량이 1.6~4.2°Brix 낮게 나타났다.

이와 같은 결과는 월별 당축적은 1월부터 4월까지는 15%로 가장 높았지만, 그 이후로는 서서히 감소하여 7월부터 8월까지 12%로 가장 적게 축적되어 夏期の 高夜溫은 호흡에 의해 광합성산물의 소모로 당함량의 저하를 초래하는 원인이 되었다는 鈴木英治郎 등(1961)이 생육온도는 광도와 더불어 당축적에 미치는 영향이 다른 어떤 환경요인 보다도 크며 특히, 지나친 고온은 당축적 증가율을 저하시키며 그러한 경향은 야간 고온기에 더욱 영향이 크다고 한 瀬古龍雄(1975)의 보고와도 유사한 경향을 보였다.

4) 가을재배

가을재배 시험에서는 Olympic melon, Beauty melon, Imperial melon, Super VIP melon 대신에 Earl's cruse와 Earl's darin, Mono jochunmanchoo melon 품종으로 바꾸어 시험하였다.

Table 10. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's stem length and internode length in the fall cropping.

Cultivars	Stem length ^z (cm)	Internode length (cm)
Earl's cruse	198.3b ^y	8.81ab
Earl's darin	207.0a	9.04a
Mono jochunmanchoo	195.7b	8.86ab
Earl's knight natsu No.2	185.5c	8.71b
Earl's knight jochunmanchoo	192.4b	8.69b
Average	195.8	8.82

^z Total length of sum of 23 internodes.

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

Table 10은 가을재배에서 품종별 경장과 절간장을 나타낸 것으로 경장은 Earl's darin melon이 207.0cm로 가장 길었으며, Earl's cruse, Mono jochunmanchoo, Earl's knight natsu No.2 melon은 각각 198.3cm, 195.7cm, 192.4cm였다. 그러나 Earl's knight natsu No.2 melon은 185.5cm로 가장 짧은 경향이 있었다. 절간장은 Earl's darin melon 9.04cm로 가장 긴 편이었으며, 다른 품종들간에는 큰 차가 없었다.

Table 11. The effect of the capillary supplying system on the net-melon's fruit size, fruit weight, fruit shape index and soluble solid content in the fall cropping.

Cultivars	Fruit size(mm)		Fruit shape index	Average Fruit weight (kg/a fruit)	Soluble solid content (°Brix)
	Longitudinal diameter	Traverse diameter			
Earl's cruse	142.4a ^z	151.0b	0.93	1.65a	15.1a
Earl's darin	141.4a	155.8a	0.91	1.66a	14.7a
Mono jochunmanchoo	137.0ab	139.0c	0.99	1.50b	12.3c
Earl's knight natsu No.2	123.3c	128.0d	0.96	1.24c	12.6c
Earl's knight jochunmanchoo	132.0b	148.0b	0.89	1.49b	13.2b
Average	135.2	144.4	0.94	1.51	13.6

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

Table 11은 가을재배에서 품종별 과실특성을 나타낸 것으로서 과중은 Earl's darin melon이 1.66kg, Earl's cruse melon 1.65kg으로 무거웠으며, 또한 관행재배에서와 비슷한 경향을 보였다.

Mono jochunmanchoo melon이 1.50kg, Earl's knight jochunmanchoo melon 1.49kg으로 어느정도 적당하였으나, Earl's knight natsu No.2 melon은 1.24kg으로 가장 가벼웠다.

당함량은 Earl's cruse melon이 15.1°Brix로 가장 높았고, Earl's darin melon은 14.7°Brix로 높은 편이었으며 관행재배에서 14.5°Brix보다 높게 나타나 가을재배에 적합한 품종임을 알 수 있었다. 반면 Earl's knight jochunmanchoo melon이 13.2°Brix, Earl's knight natsu No.2 melon이 12.6°Brix, Mono jochunmanchoo melon은 12.3°Brix로 대체적으로 낮은 경향을 보였다.

Table 12. Comparison of fruit component in the fall cultivation using the capillary supplying system.

Cultivars	Vitamin C (mg/F · W100g)	K (mg/F · W100g)	Mg (mg/F · W100g)	Ca (mg/F · W100g)
Earl's cruse	23.9a ^z	314.0a	15.1a	8.29a
Earl's darin	17.2a	290.9ab	13.0a	5.41b
Mono jochunmanchoo	21.9a	296.8ab	13.2a	8.04a
Earl's knight natsu No.2	20.4a	299.5ab	13.7a	8.19a
Earl's knight jochunmanchoo	25.9a	257.0b	13.5a	7.40ab
Average	21.86	291.64	13.7	7.47

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

Table 12는 모관양액공급 시스템을 이용하여 생산한 네트멜론의 몇가지 과실성분함량을 분석한 것으로 Vitamin C와 Mg은 품종들간 유의차가

없었으며, K은 Earl's cruse melon이 314.0mg으로 가장 많았으나 다른 품종들간에는 유의차가 적었고, Ca은 Earl's cruse, Earl's knight natsu No.2, Mono jochunmanchoo melon이 8.0mg이상으로 함량이 많았으나, Earl's darin melon은 5.41mg으로 Ca함량이 적은 편이었다.

香川(1998)씨가 온실멜론의 Vitamin C는 22mg이라고 한 것과 비교하면 거의 비슷한 수준이며, Ca함량은 3.0mg인데 비해 평균 7.5mg으로서 모든 품종에서 2배 이상 많이 함유되었음을 볼 수 있는데 이는 영양면에서 관심을 가질 만한 사항이라 사료되었다.

2. 양액흡수량 측정장치 개발

모관양액공급방법을 이용한 온실 멜론재배에서 기상환경에 따른 양액 흡수량 측정을 위하여 양액흡수량 측정장치를 설계하여 개발하였다.

양액흡수량 측정장치의 주요 구성은 크게 주제어장치(main controller), 양액무게측정장치, 통신장치 3가지로 되어있으며, 양액흡수량 측정장치의 software 주요구성을 보면 main control program, data base, sub control program 등으로 구성되어 있다.

1) 주제어장치(main controller)

급액량을 측정하는 기기로 16 bit의 분해능을 가지고 있으며 자체통신이 가능하다. 온도, 습도, 일사량 값을 수집하여 RS232C통신 값을 RS485C로 변환하여 컴퓨터로 전송하며 현장에서 현재 공급되고 있는 양액의 무게 변화를 측정할 수 있다.

controller의 오차를 최대한 줄이기 위하여 16 bit의 고분해능력의 아날로그방식으로 자체 편차 보정 및 자동 calibration기능, 영점조정 기능을 측정할 수 있다. 또한 각종 데이터를 실시간으로 연속 측정이 가능하게

되었다.



Fig. 7. A picture of the main controller.

Fig. 8은 주제어장치로 온도, 습도, 일사량, 중량 입력부 및 통신부, CPU를 나타낸 것이다.

주제어장치 내부 구성은 Fig. 9의 회로도에서 보는 바와 같이 측정된 데이터를 입력한 정보를 처리하는 CPU(1)와 온도 입력부(2), 습도 입력부(3), 일사량 입력부(4), 중량 입력부(5)로 구성되어있으며 각각의 신호를 통신부를 통해 전달하는 체계이다.

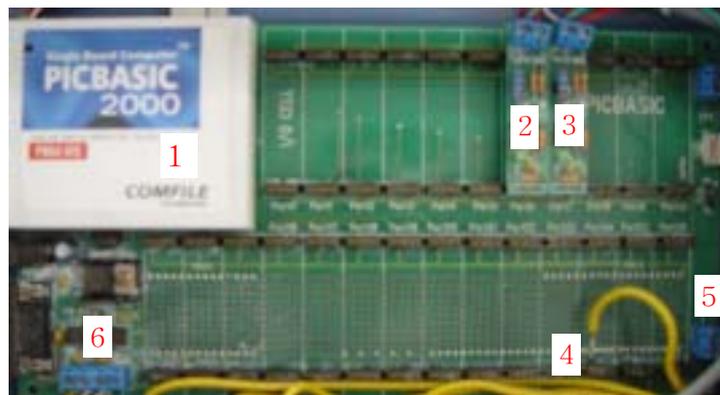


Fig. 8. The inner part circuit in main controller.

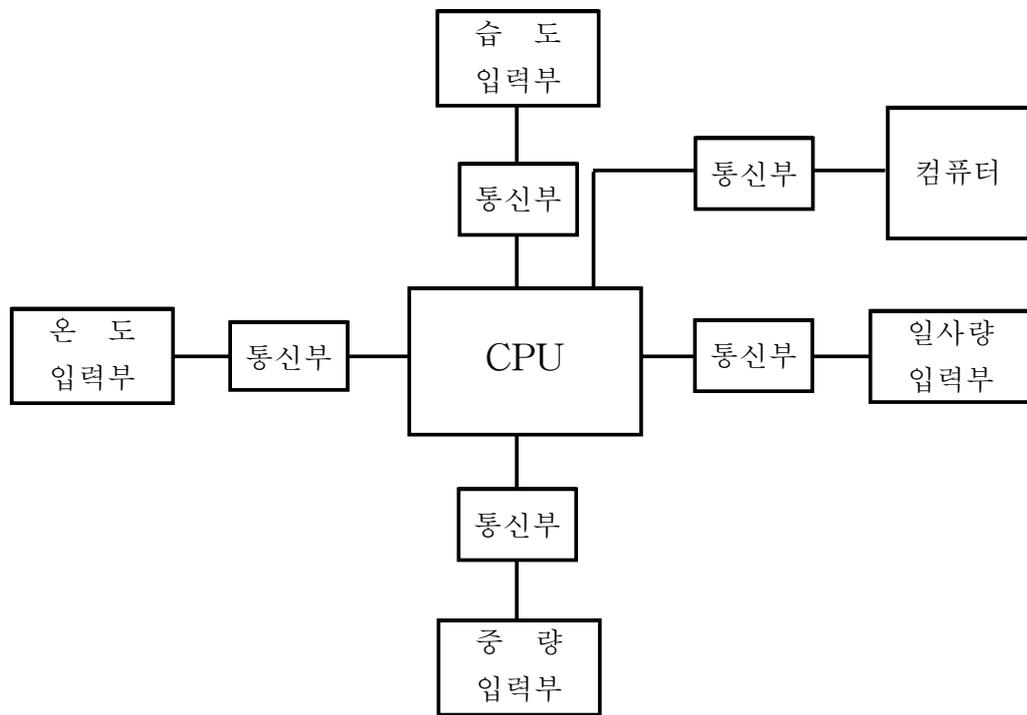


Fig. 9. The circuit in main controller equipment.

2) 양액무게측정장치(Model : UTB-03L)

Fig. 10은 양액이 공급 될 때 무게의 변화를 읽어내는 장치로 무게변화의 내용을 signal로 변경하여 주제어장치로 보내주는 역할을 하며 무게변화를 실시간으로 전송하여 주는 장치이다.

최대사용무게는 10kg으로서 실제의 무게변화를 정확하게 전송하며, 또한 온도와 습도가 변하더라도 0~10kg의 무게를 4~20mA단위로 측정하기 때문에 측정오차가 매우 적다.



Fig. 10. Nutrient solution weight measuring equipment.

3) 통신장치(Model : RS232C to RS485C)

Fig. 11은 주 제어장치로부터 RS232C의 통신신호를 RS485C 통신신호로 변환하여 컴퓨터로 전송하는 통신용 장비로 1.2km정도의 원거리 통신이 가능하다. 컴퓨터는 RS232C의 통신신호를 읽어내기 때문에 RS485C로 전송된 데이터를 컴퓨터에 부착된 통신장치가 다시 RS232C로 변환시켜 컴퓨터에 전달한다.



Fig. 11. Installation of communication.

4) 양액공급시스템

software는 main control program, 통신 program, data base, sub control program 등으로 구성되어 있다.

Fig. 12은 양액공급시스템의 주(主)화면으로 주제어장치를 통해 보내진 온도, 습도, 일사량의 통신신호를 실시간으로 화면을 통해 알 수 있도록 양액공급시스템을 운용하는 환경설정 기능이다.

양액무게는 0~10kg 범위내에서 측정할 수 있도록 설정하고 저장시간은 1분에서 60분 사이에서 자료저장과 시간간격 환경을 설정한다. 이 설정된 조건에 따라 온도, 습도, 일사량을 main controller와 통신장비를 통해 보내어진 온도, 습도, 일사량의 신호값을 저장하며 이때 동시에 양액흡수량 값을 측정함으로써 같은 시간대에 온도, 습도, 일사량에 따른 양액흡수량을 알 수 있다.

Fig. 13은 측정된 온도, 습도, 일사량에 따른 양액흡수량 값을 저장하였다가 필요한 시간대별, 일별, 월별 등 원하는 기간동안 온도, 습도, 일사량별 양액흡수량 등 필요한 자료를 검색할 수 있도록 자료를 저장 관리하는 화면이다.

Fig. 14, 15는 엑셀파일로 변환하여 시간대별, 일별, 월별 온도, 습도, 일사량별 양액흡수량에 대한 자료의 통계분석을 쉽게 할 수 있도록 하였다.



Fig. 12. Main display of solution supply system and surrounding process.

날짜	시간	분계	온도	습도	일사량	공급량
2001-07-27	14:23:38	2538.56	38.6	40	246	26.24
2001-07-27	14:23:43	2611.08	37.6	40	244	27.47
2001-07-27	14:23:54	2582.40	37.6	40	237	28.68
2001-07-27	14:24:06	2551.27	37.9	40	235	31.13
2001-07-27	14:24:17	2534.79	38.4	41	237	16.48
2001-07-27	14:24:29	2492.07	38.3	40	235	42.72
2001-07-27	14:24:40	2463.38	38.5	40	233	28.69
2001-07-27	14:24:52	2434.08	38.8	40	233	29.3
2001-07-27	14:25:03	2407.23	38.8	39	235	26.05
2001-07-27	14:25:15	2377.32	38.7	41	231	29.91
2001-07-27	14:25:26	2366.57	39.0	40	229	20.75
2001-07-27	14:25:38	2326.66	39.0	40	227	29.91
2001-07-27	14:25:49	2296.99	38.7	39	227	39.67

Fig. 13. Process of conditional reference in measured data.



Fig. 14. Working of change of excel file in measured data.



Fig. 15. The state modified to excel program.

3. 생육단계별 양액흡수량

1) 정식후 45일(인공수분 직전)경의 온실내 기상환경에 따른 양액 흡수

정식후 45일경은 인공수분 직전시기로 교배기에 세력이 왕성하면 착과율이 떨어지기 쉽고 착과 된 과실도 과경이 길어지고 꽃자리가 커져서 과실의 상품성이 떨어진다. 그리고 공중습도가 높아지므로 어린 과실에 덩굴마름병이 발생하기 쉬운 조건이 되기 때문에 인공수분기간에는 되도록 관수량을 줄여야 한다(하우스멜론 생리재배기술, 1986).

Fig. 16, 18, 20은 멜론 정식후 45일 경과하는 시기에 온실 내 온도, 상대습도, 일사량 변화에 따른 멜론의 양액 흡수변화를 조사한 것인데, 이시기는 멜론의 수분요구도가 매우 낮은 시기로 멜론 1주당 1일 흡수량은 358mL였으며, 광합성작용이 활발한 10시경부터 15시경 사이에 주당 131mL 밖에 흡수하지 않아 양액흡수량이 매우 적었다.

온실환경에 따른 흡수변화를 보면 온도와 일사량의 증가에 따른 양액 흡수량은 일정하게 증가하였으나, 반면에 상대습도가 증가함에 따라서는 양액흡수량은 감소하는 경향을 보였다.

Fig. 16은 온실내 온도변화에 따른 양액흡수량으로 일일 최고 흡수는 14시경으로 이때 실내온도는 29.8℃였고, Fig. 17에서 보는 바와 같이 멜론의 양액흡수량은 온도에 따른 변화사이에 정의상관이 인정되었다.

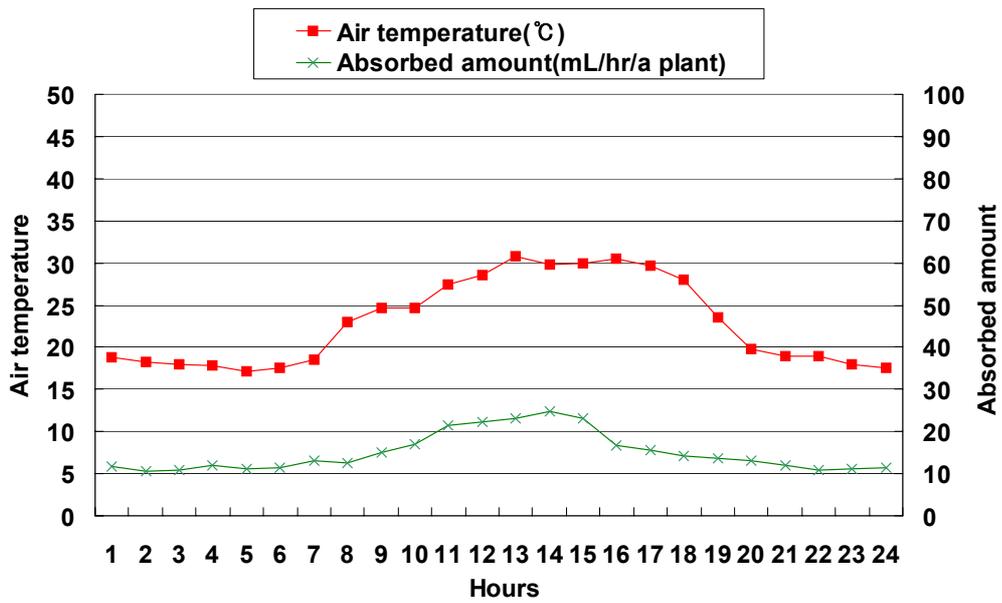


Fig. 16. Absorbed amount of nutrient solution according to air temperature and classified by hours at 45 days after setting in plastic film house.

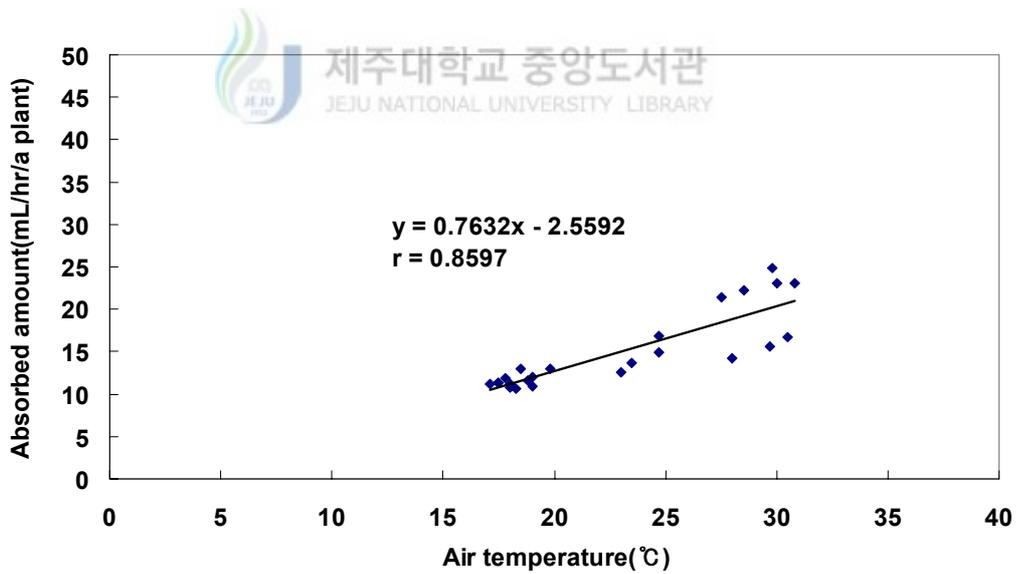


Fig. 17. Relationship between air temperature and nutrient solution absorbed amount at 45 days after setting in plastic film house.

Fig. 18은 정식후 45일에 온실 내 상대습도 변화에 따른 양액흡수량을 나타낸 것으로 일일 최고 흡수시간은 14시경으로 이때 온실내 상대습도는 61%로 하루 중 가장 낮았다.

Fig. 19에서 보는 바와 같이 멜론의 양액흡수량은 상대습도에 따른 변화양상이 다소 분산되어 있으나 부의상관이 인정되었다.

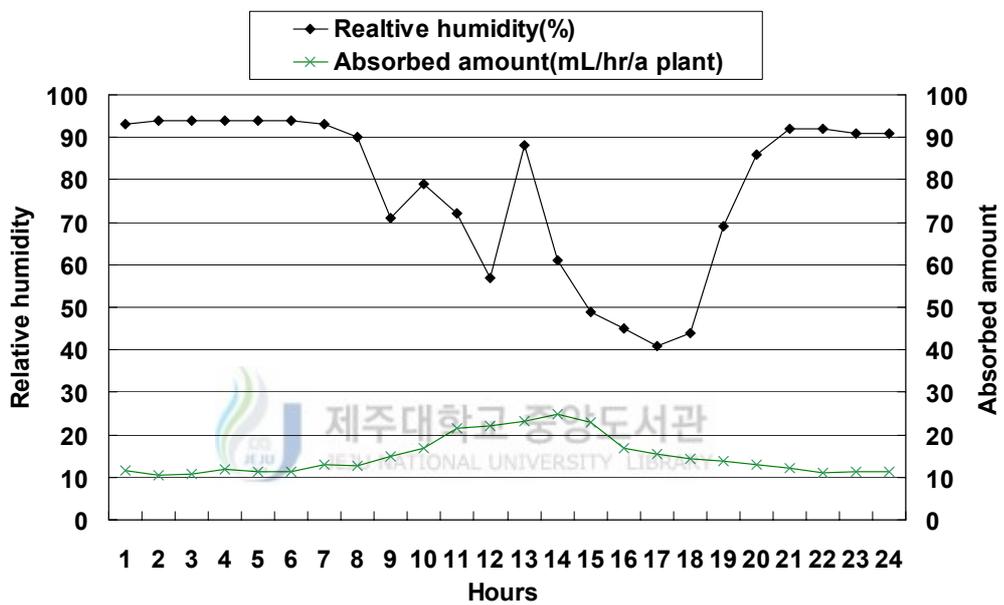


Fig. 18. Absorbed amount of nutrient solution according to relative humidity and classified by hours at 45 days after setting in plastic film house.

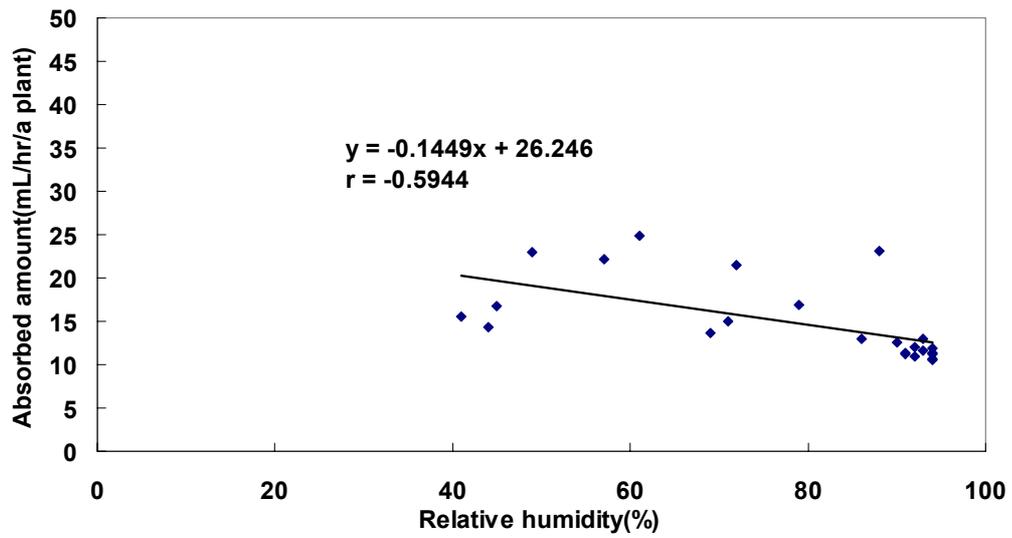


Fig. 19. Relationship between relative humidity and nutrient solution absorbed amount at 45 days after setting in plastic film house.

Fig. 20은 정식후 45일에 온실 내 일사량에 따른 양액흡수량을 나타낸 것으로 일일 최고 흡수는 14시경이었고 이 때 시간당 일사량은 $223\text{W}/\text{m}^2$ 로 가장 높았다.

Fig. 21에서 보는 바와 같이 멜론의 양액흡수량은 일사량에 따른 변화 양상에서 정의상관이 인정되었다.

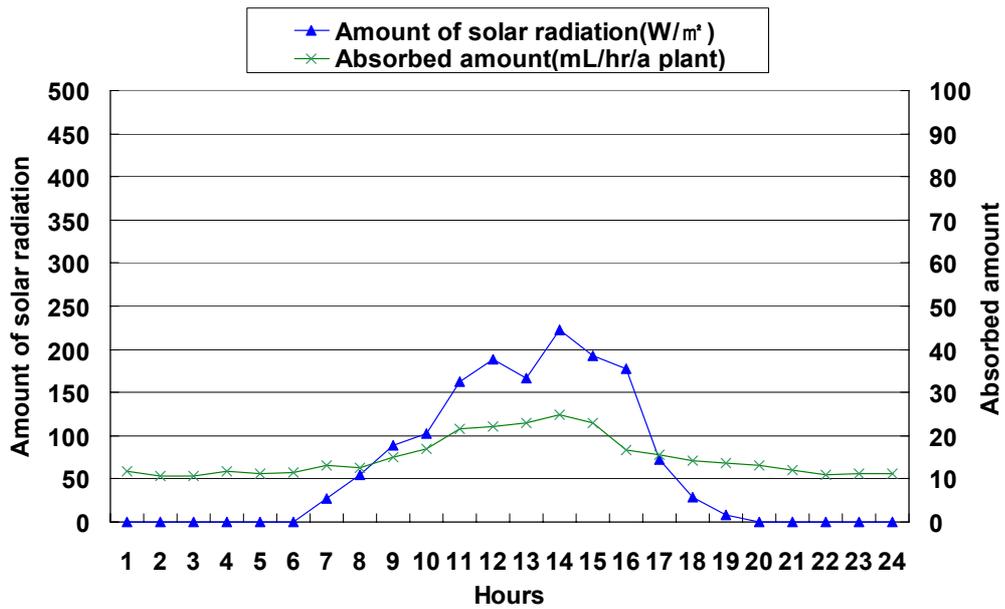


Fig. 20. Absorbed amount of nutrient solution according to solar radiation and classified by hours at 45 days after setting in plastic film house.

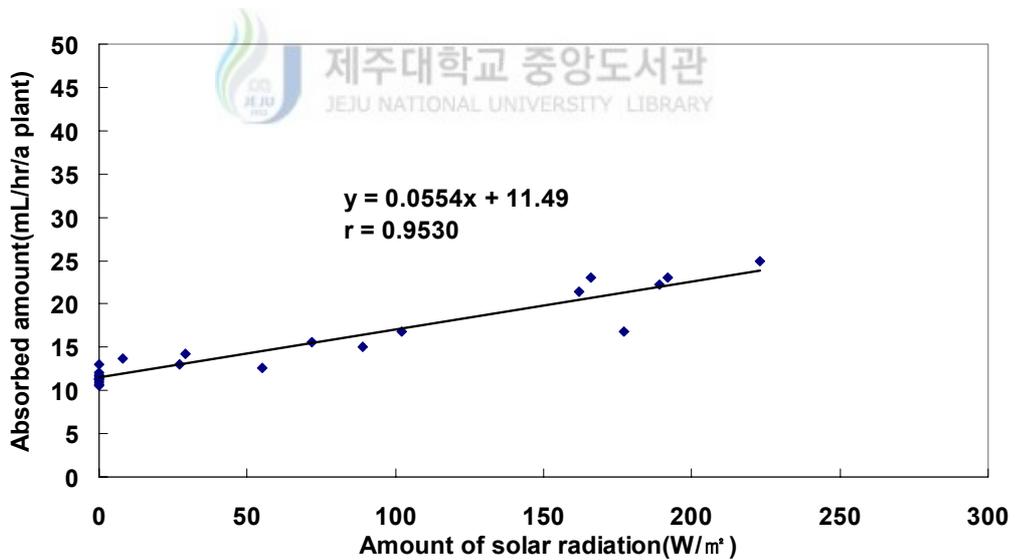


Fig. 21. Relationship between amount of solar radiation and nutrient solution absorbed amount at 45 days after setting in plastic film house.

정식후 45일에 기상요소 기온, 상대습도, 일사량 등과 양액흡수 양상을 Fig. 22에 제시 하였다. 정식후 45일은 생육초기로 온실 내 환경 변화에 따른 양액흡수량은 다소 차이를 보였으나 전체적으로 양액을 적게 흡수하는 것을 알수 있었다.

이는 엽수가 적고 또한 엽면적이 작아 멜론이 활발한 광합성이 이루어지지 않았으며, 또한 교배기에는 작물의 생리적인 면에서 볼 때 수분 요구도가 적은 시기로 양액 흡수가 전반적으로 적었던 것으로 사료된다.

온도와 일사량의 증가에 따른 양액흡수량과는 정의 상관관계를 보이고 있으며, 기온이 올라갈수록 흡수량이 많아지는 반면 공중습도가 높아질수록 양액흡수량이 적어져 증산작용이 둔해지는데 원인이 있다고 사료되었다.

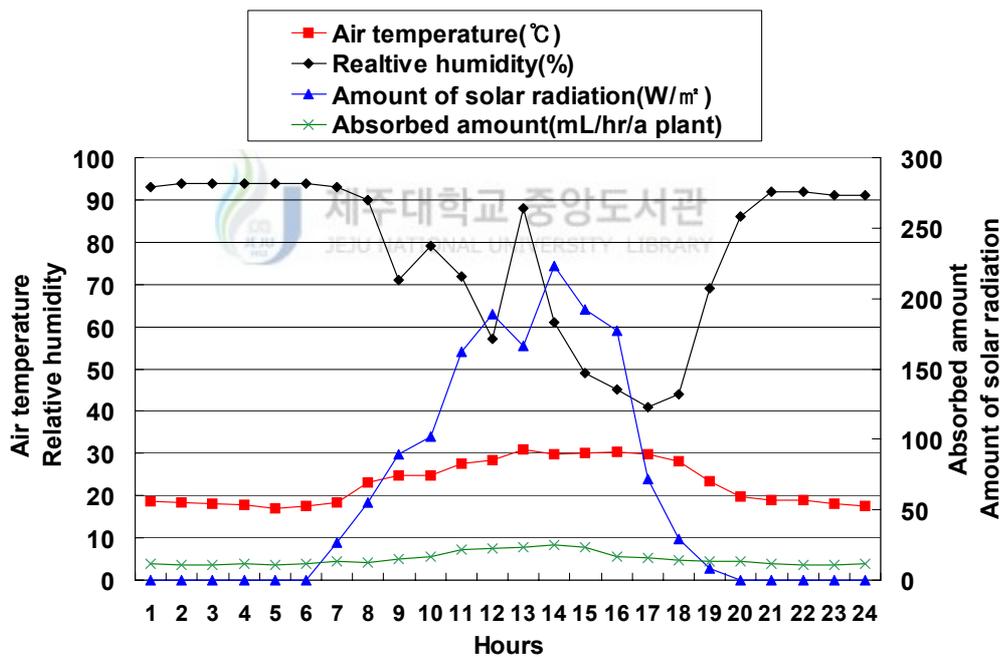


Fig. 22. Absorbed amount of nutrient solution according to weather conditions and classified by hours at 45 days after setting in plastic film house.

2) 정식후 60일(과실 비대기)경의 온실내 기상환경에 따른 양액 흡수

정식후 60일경은 인공수분 완료 후 1주 경과하여 과실비대가 시작되는 시기로 교배가 끝나고 과실이 자라기 시작하면 충분히 관수하여 과실비대를 촉진시켜야 한다. 멜론의 생육기간중 이 때가 수분을 가장 많이 필요로 하는 시기로서 시간이 지나면서 과실의 비대 속도가 점차 둔해지고 과피가 단단해 지는데 멜론에서는 과피색이 녹색에서 점차 흰빛을 띠기 시작하면 관수량을 줄여서 네트가 잘 형성될 수 있는 조건을 만들어 주어야한다(하우스멜론 생리재배 기술. 1986).

Fig. 23, 25, 27은 멜론 정식후 60일 경과하는 시기에 온실 내 온도, 상대습도, 일사량 변화에 따른 양액 흡수변화를 조사한 것인데, 이 시기는 멜론의 수분요구도가 매우 높아 1주당 1일 흡수량은 520mL로 정식후 45일 경과시기보다 주당 162mL 더 많이 흡수하였다.

이 시기에는 엽수가 충분히 확보되었고, 과실이 자라기 시작하면서 광합성작용이 활발히 이루어지는 시기로서 양액을 많이 흡수한 것으로 사료되었다.

온실환경에 따른 흡수변화를 보면 온도와 일사량의 증가에 따른 양액 흡수량은 일정하게 증가하였으나, 상대습도가 증가함에 따라서는 양액 흡수량은 감소하여 정식후 45일 경과기 때와 같은 경향을 보였다.

Fig. 23은 온실 내 온도변화에 따른 양액흡수량으로 일일 최고 흡수는 13시경이었으며, 이때 실내온도는 34.0℃였고, Fig. 24에서 보는 바와 같이 멜론의 양액흡수량은 온도에 따른 변화양상은 25~35℃사이에서는 조금 분산되었으나 전체적으로 정의상관 관계를 보였다.

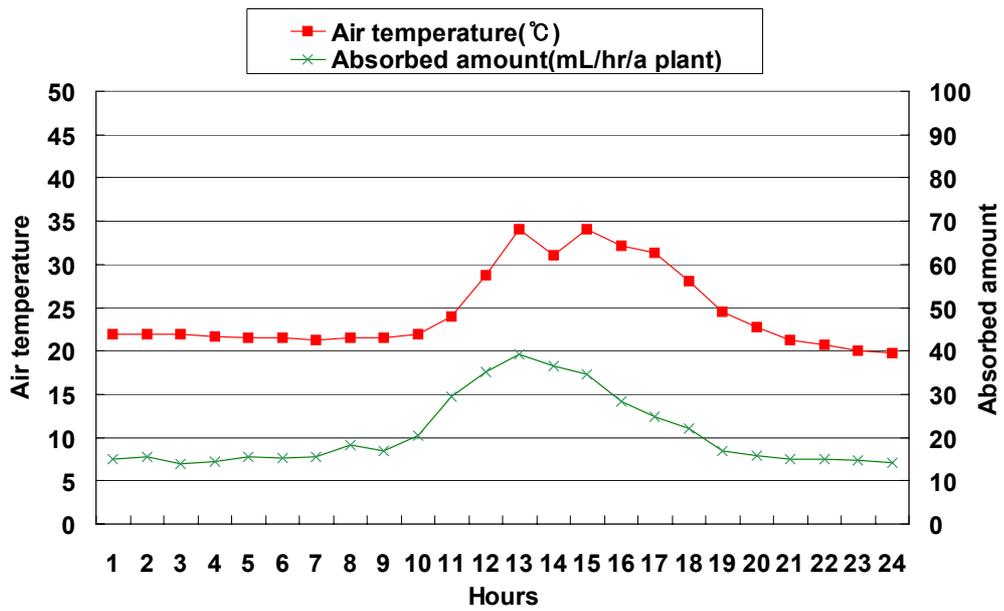


Fig. 23. Absorbed amount of nutrient solution according to air temperature and classified by hours at 60 days after setting in plastic film house.

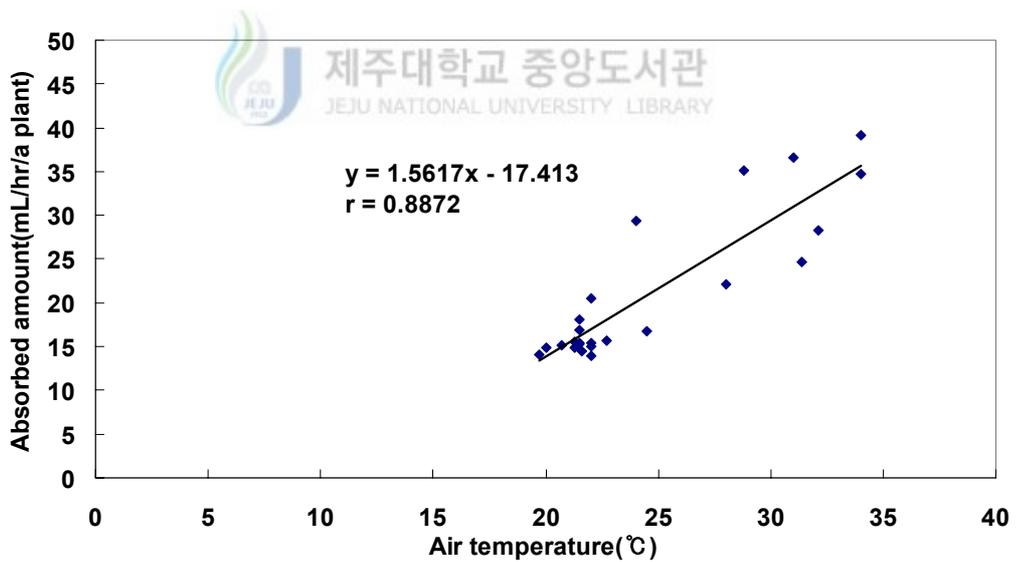


Fig. 24. Relationship between air temperature and nutrient solution absorbed amount at 60 days after setting in plastic film house.

Fig. 25는 정식후 60일에 온실 내 상대습도에 따른 양액흡수량을 나타낸 것으로 일일 최고 흡수시간은 13시경이었으며, 이때 온실내 상대습도는 45%로 건조한 상태였다.

Fig. 26에서 보는 바와 같이 멜론의 양액흡수량은 상대습도에 따른 변화양상이 부의상관 관계가 인정되었다.

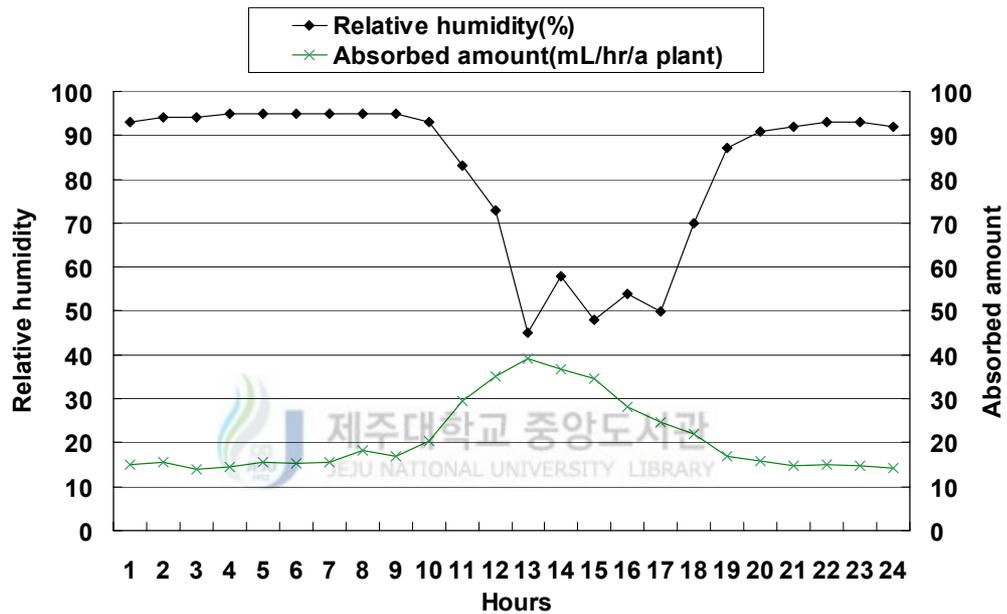


Fig. 25. Absorbed amount of nutrient solution according to relative humidity and classified by hours at 60 days after setting in plastic film house.

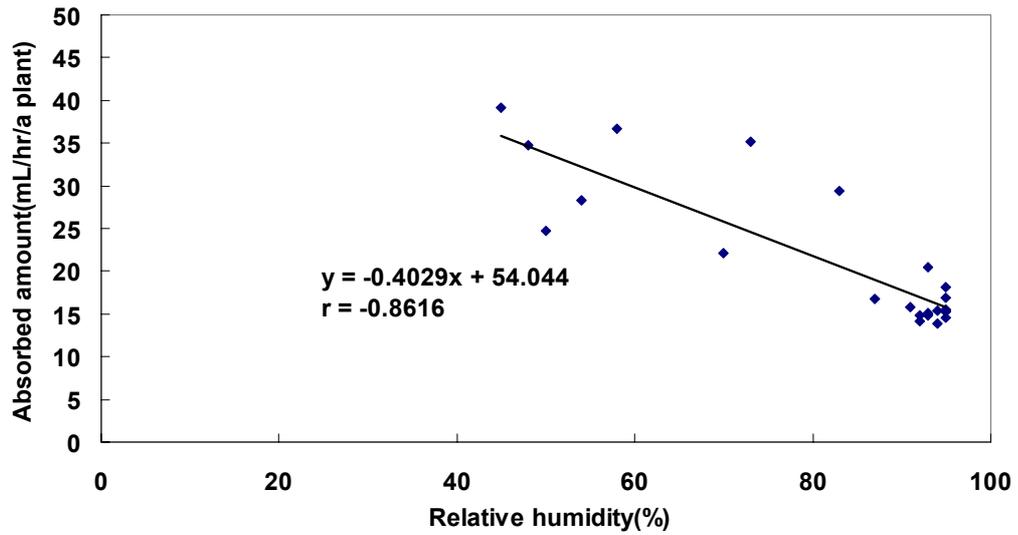


Fig. 26. Relationship between relative humidity and nutrient solution absorbed amount at 60 days after setting in plastic film house.

Fig. 27은 정식후 60일에 온실 내 일사량에 따른 양액흡수량을 나타낸 것으로 일일 최고 흡수시간은 14시경이었으며 이 때 시간당 일사량은 $251\text{W}/\text{m}^2$ 로 가장 높았다.

Fig. 28에서 보는 바와 같이 멜론의 양액흡수량은 일사량에 따른 변화 양상에서 정의상관이 인정되었다.

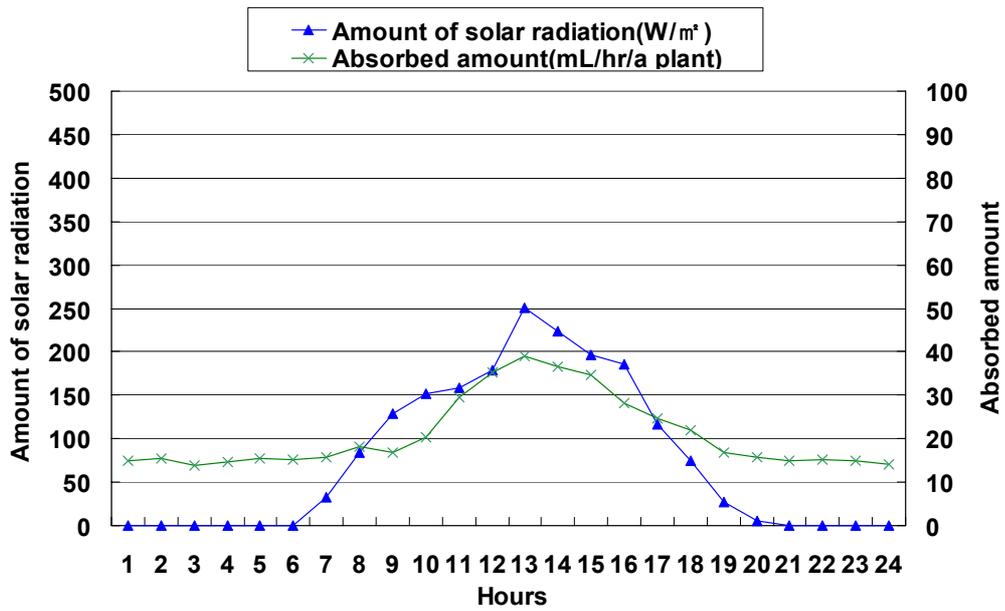


Fig. 27. Absorbed amount of nutrient solution according to solar radiation and classified by hours at 60 days after setting in plastic film house.

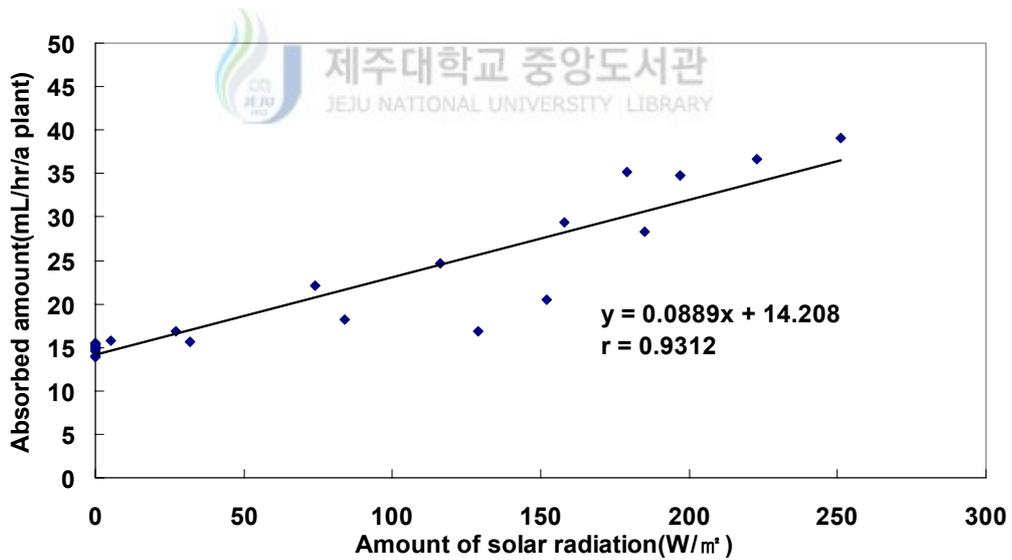


Fig. 28. Relationship between amount of solar radiation and nutrient solution absorbed amount at 60 days after setting in plastic film house.

종합적으로 고찰해 보면 Fig. 29에서 보는 바와 같이 정식후 60일에는 양액흡수량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 이는 엽수 증가에 따른 엽면적이 충분히 확보되었고, 또한 이 시기는 수정이 끝나고 과실이 자라기 시작하면서 광합성작용이 활발히 이루어짐으로서 양액을 많이 흡수한 것으로 생각된다. 이 때 온실 내 기상관계를 살펴보면, 온도와 상대습도와의 관계는 현저하게 대조되는 것을 볼 수 있고 일사량이 많을수록 온도도 일정하게 상승하였다.

13시경 온도 34.0℃, 일사량 251W/m², 상대습도 45%로 가장 높은 기온과 높은 일사량 그리고 건조한 조건이 되면서 39mL/hr/a plant로 가장 많은 흡수량을 보였다.

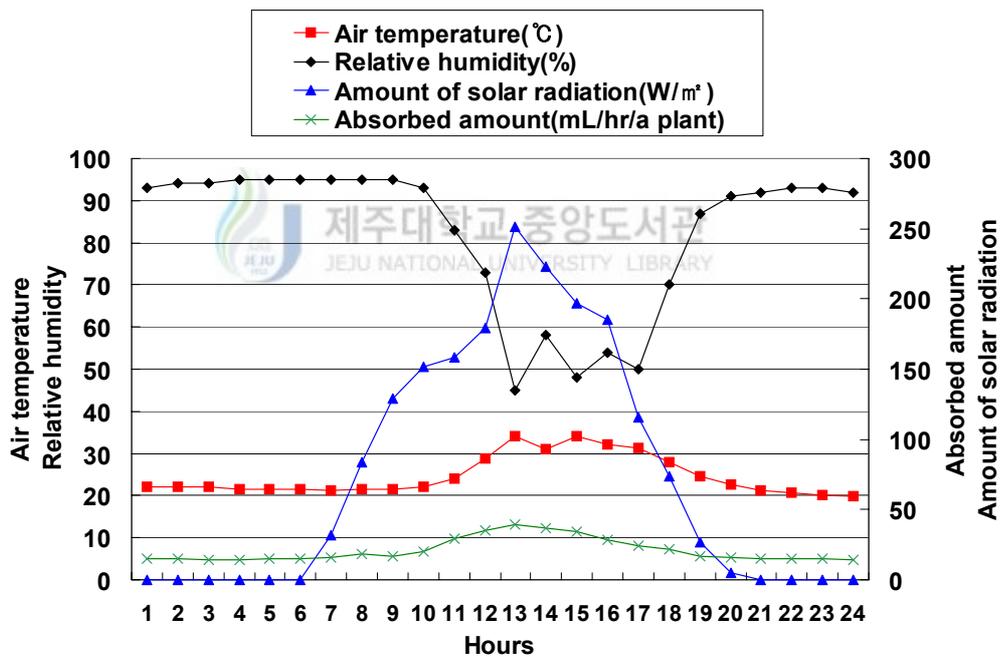


Fig. 29. Absorbed amount of nutrient solution according to weather conditions and classified by hours at 60 days after setting in plastic film house.

3) 정식후 75일(네트 형성기)경의 온실내 기상환경에 따른 양액 흡수

정식후 75일경은 네트형성기로 과실표면에 작은 균열이 생기기 시작하면 시설내의 습도를 높이는 기분으로 약간 관수하여 네트발생을 촉진시키고 과실 전체에 네트가 발생하면 다시 관수량을 늘려서 과실비대를 촉진시킨다. 네트가 형성되는 정도와 굵기는 네트발생 후부터 네트 완성기까지 과실을 어느 정도 키우느냐에 따라 결정되므로 이 시기에는 과실 비대가 충분히 그리고 충실히 되도록 한다. 품종의 숙기와 온도조건에 따라 차이는 있지만 교배후 35-40일 까지는 수분이 부족하지 않게 관리해야한다(하우스멜론 생리재배 기술. 1986).

Fig. 30, 32, 34는 멜론 정식후 75일 경과하는 시기에 온실내 온도, 상대습도, 일사량 변화에 따른 멜론의 양액흡수변화를 조사한 것인데, 이 시기는 멜론의 수분요구도가 매우 높아 멜론 1주당 1일 흡수량은 620mL로 정식후 45일 경과시기보다 주당 262mL 더 많이 흡수하였다.

온실환경에 따른 흡수변화를 보면 온도와 일사량의 증가에 따른 양액 흡수량은 일정하게 증가하였으나, 상대습도가 증가함에 따라서는 양액 흡수량이 감소하여 정식후 45일 경과기와, 60일 경과기때와 같은 경향을 보였다.

Fig. 30은 온실내 온도변화에 따른 양액흡수량으로 일일 최고 흡수는 11시경이었으며 이 때 실내온도는 33.6℃였고, Fig. 31에서 보는 바와 같이 멜론의 양액흡수량은 온도에 따라서 달랐는데 25~30℃사이에서는 조금 분산되었으나 전체적으로 정의상관 관계를 보였다.

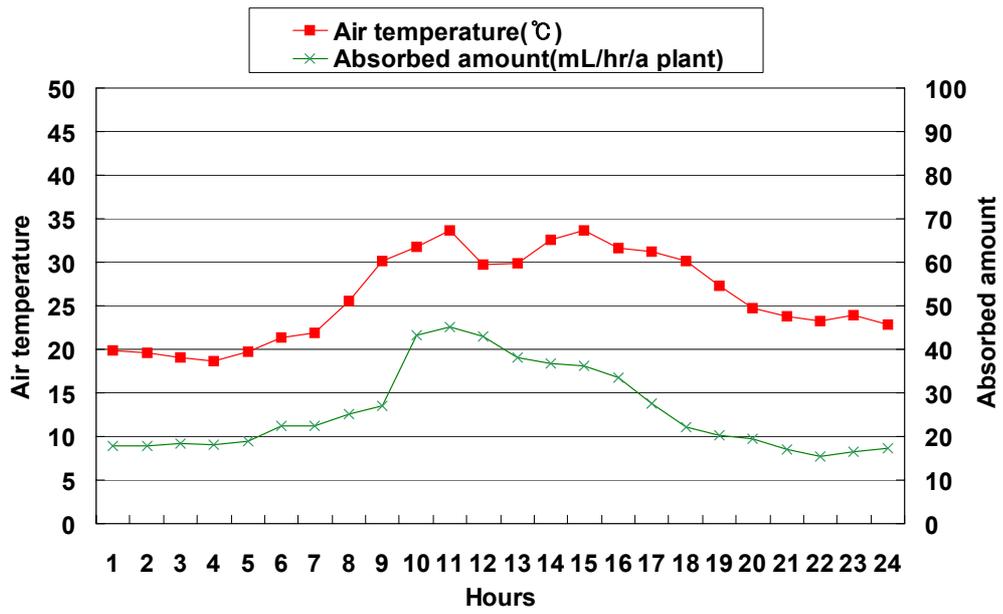


Fig. 30. Absorbed amount of nutrient solution according to air temperature and classified by hours at 75 days after setting in plastic film house.

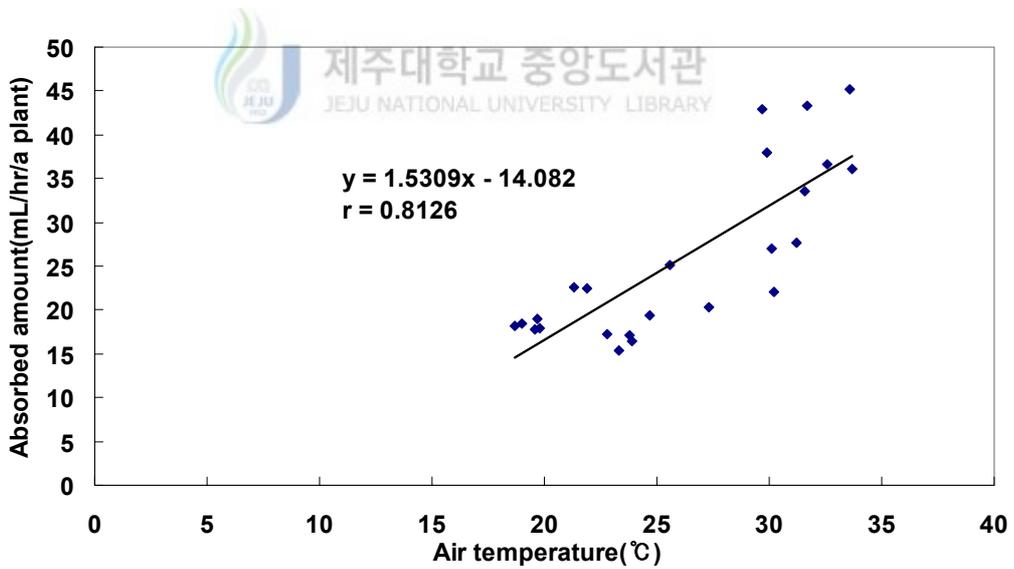


Fig. 31. Relationship between air temperature and nutrient solution absorbed amount at 75 days after setting in plastic film house.

Fig. 32는 정식후 75일에 온실 내 상대습도 변화에 따른 양액흡수량을 나타낸 것으로 일일 최고 흡수시간은 11시경으로 이때 온실 내 상대습도는 51%로 건조한 상태였다.

Fig. 33에서 보는 바와 같이 멜론의 양액흡수량은 상대습도에 따른 변화 양상이 다소 분산되어 있으나 부의상관이 인정되었다.

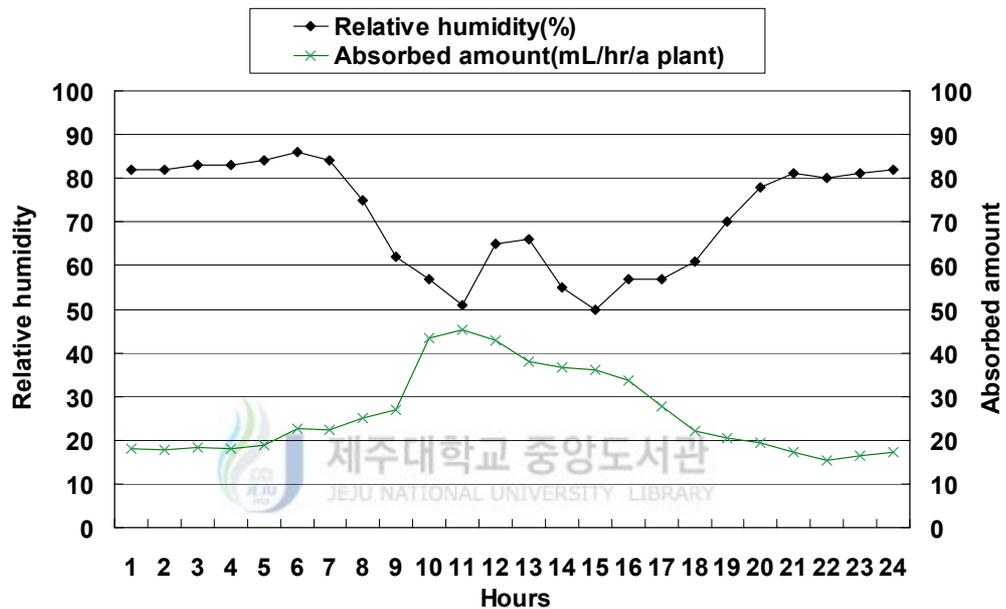


Fig. 32. Absorbed amount of nutrient solution according to relative humidity and classified by hours at 75 days after setting in plastic film house.

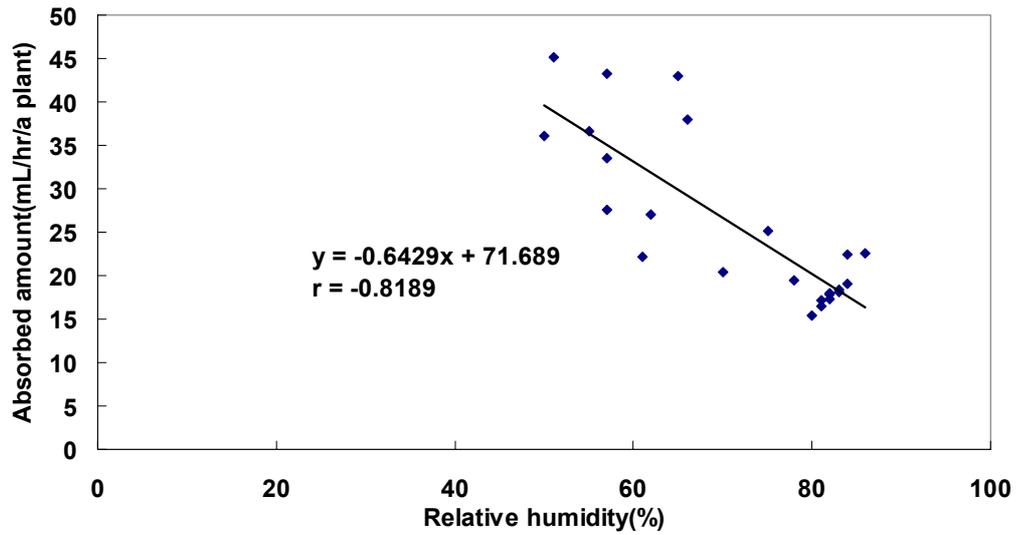


Fig. 33. Relationship between relative humidity and nutrient solution absorbed amount at 75 days after setting in plastic film house.

Fig. 34는 정식후 75일에 온실 내 일사량에 따른 양액흡수량을 그래프로 나타낸 것으로 일일 최고 흡수시간은 14시경이었으며 이 때 시간당 일사량은 $233\text{W}/\text{m}^2$ 로 가장 높았다.

Fig. 35에서 보는 바와 같이 일사량과 멜론의 양액흡수량과는 정의상관이 인정되었다.

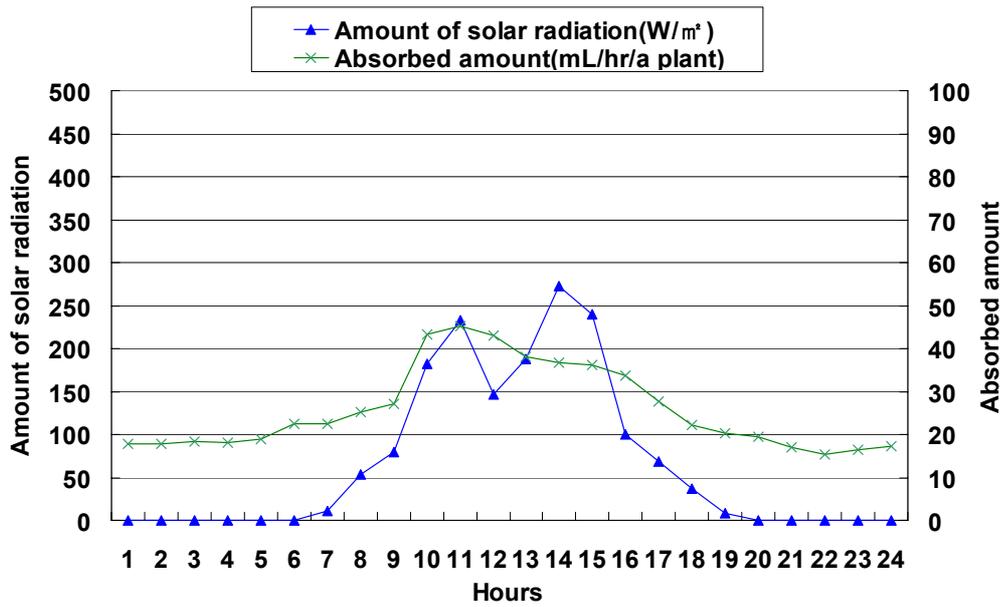


Fig. 34. Absorbed amount of nutrient solution according to solar radiation and classified by hours at 75 days after setting in plastic film house.

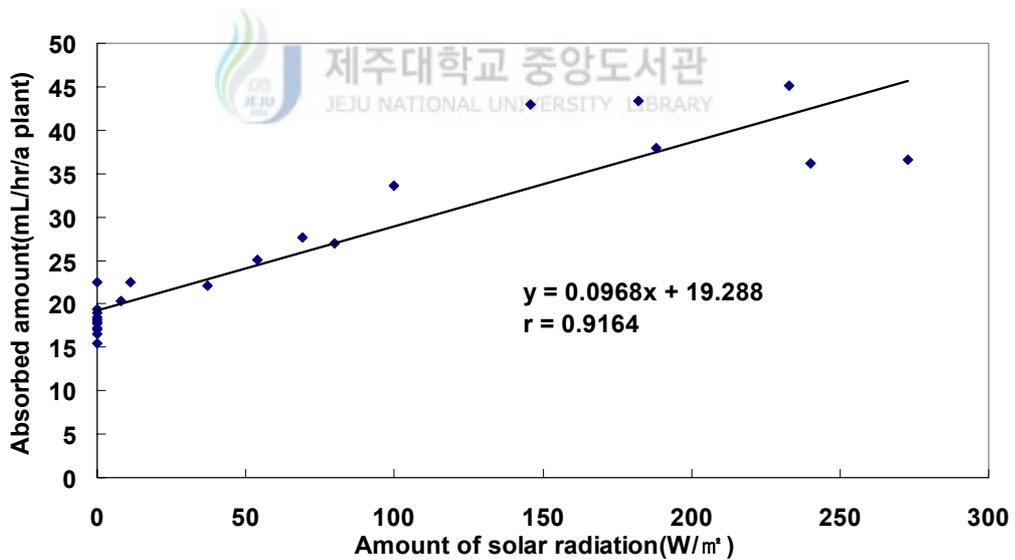


Fig. 35. Relationship between amount of solar radiation and nutrient solution absorbed amount at 75 days after setting in plastic film house.

종합적으로 고찰해 보면 Fig. 36에서 보는 바와 같이 정식후 75일은 네트형성기로 과실이 급격하게 비대하는 시기로서 시간당 최대 흡수량을 보면 11시경이 주당 45mL로 가장 많았으며, 주당 1일 흡수량은 620mL로 생육기간 중 가장 많이 흡수하였다.

특히 10시부터 12시까지 고온 건조한 조건이 이어지면서 하루 중 양액을 가장 많이 흡수하였는데 15시에도 11시와 비슷한 고온건조한 조건이었으나 양액흡수량은 주당 36mL로 11시보다 19mL 적게 흡수한 것을 볼 수 있었다.

이는 온도가 높고 일사량이 많아지면서 광합성작용이 활발히 이루어지는 오전이 오후보다도 양액을 많이 흡수하는 것을 알 수 있었다.

특히, 일반 토양재배에서 1주당 1일 평균 양액공급량이 2L인데 반해 본 모관양액공급 시스템에서는 일반토양재배의 1/3수준으로 적게 흡수하였다. 이는 일반토양재배에서는 타이머를 이용하여 1일 10회 정도 나누어 양액을 공급하는데 1회 공급시 멜론의 수분요구량보다 많은 양액을 공급함으로써 양액이 유출되거나 또는 지하로 흘러 들어가기 때문인 것으로 사료된다.

따라서 본 모관양액공급 시스템에서는 작물이 필요로 하는 수분요구량을 공급 할 수 있어 관행재배보다 양액절감 효과를 볼 수 있을 것으로 사료되었다.

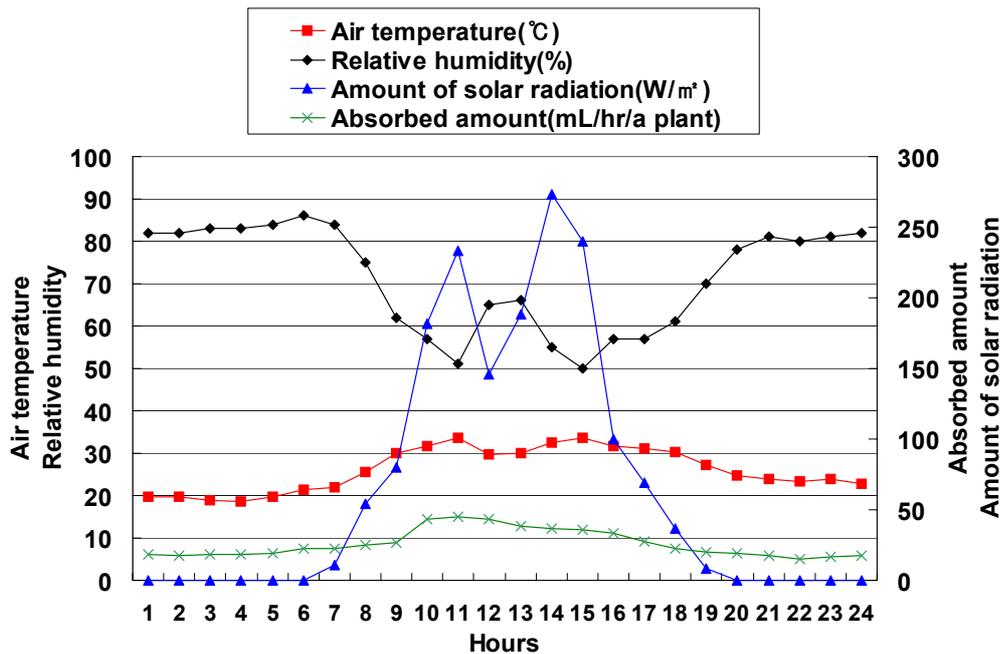


Fig. 36. Absorbed amount of nutrient solution according to weather conditions and classified by hours at 75 days after setting in plastic film house.



4) 정식후 90일(수확 10일 전)경의 온실내 기상환경에 따른 양액 흡수

정식후 90일경은 과실비대가 거의 완료되는 시기로서 이 때는 물주는 양을 줄여서 양분의 흡수를 억제시킨다. 수확기까지 양액 흡수가 활발히 일어나면 숙기가 늦어지거나 당함량이 낮아지며, 심하면 열과가 되어 상품가치가 없어지기 쉬우므로 수확 15일전부터는 조금씩 관수량을 줄여 가야 하는 시기인 것이다(하우스멜론 생리재배 기술, 1986).

Fig. 37, 39, 41은 멜론 정식후 90일 경과하는 시기에 온실 내 온도, 상대습도, 일사량 변화에 따른 멜론의 양액흡수량 변화를 조사한 것인데, 이 시기는 수분요구도가 매우 낮아 1주당 1일 흡수량은 257mL로

생육초기와 비슷한 흡수량을 보였다.

Fig. 37은 정식후 90일에 온실 내 온도변화에 따른 양액흡수량을 나타낸 것으로 일일 최고 흡수시간은 14시경이며, 이때 실내온도는 28.8℃였다.

Fig. 38에서 보는 바와 같이 멜론의 양액흡수량과 온도사이에는 정의 상관 관계를 보이고 있다.

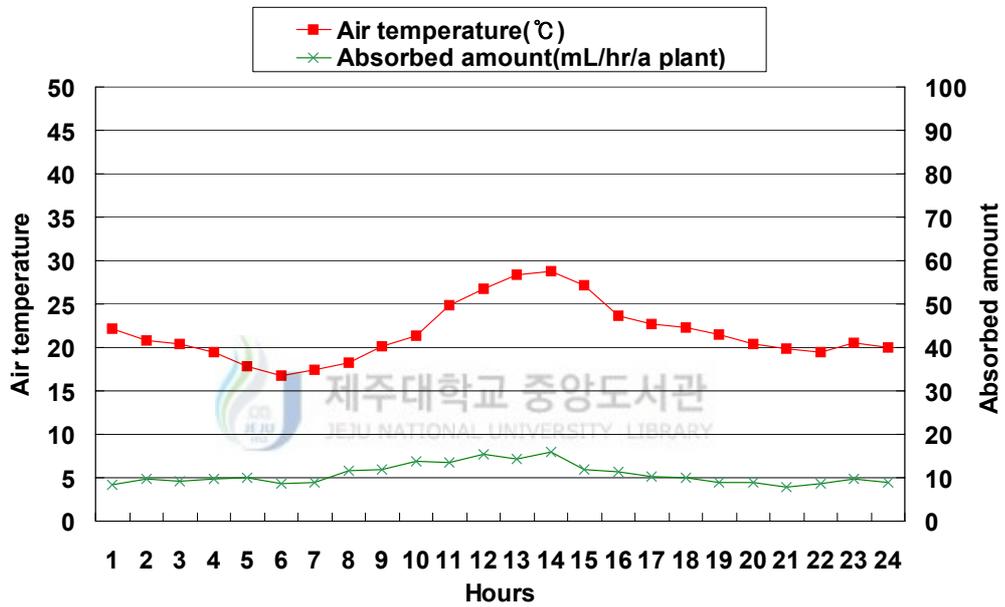


Fig. 37. Absorbed amount of nutrient solution according to air temperature and classified by hours at 90 days after setting in plastic film house.

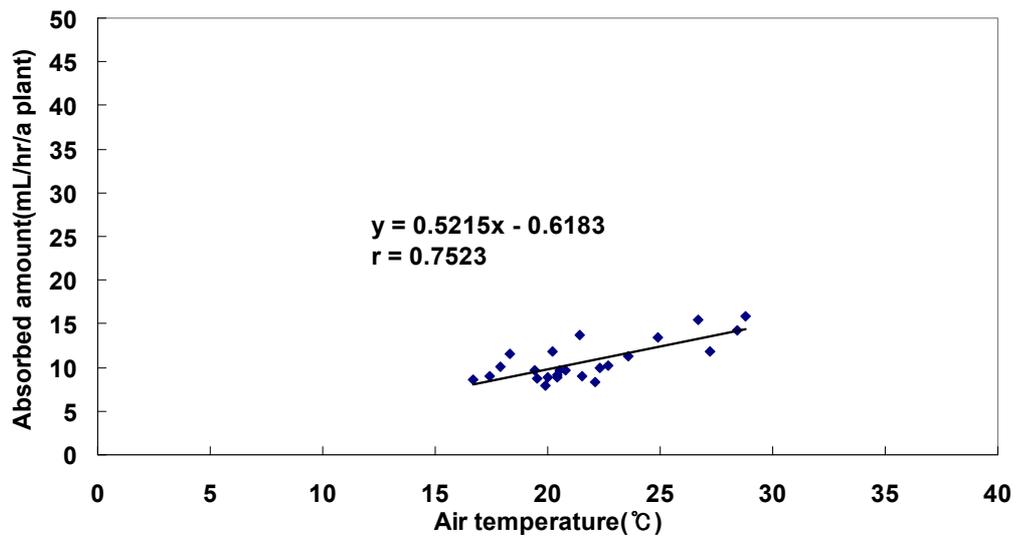


Fig. 38. Relationship between air temperature and nutrient solution absorbed amount at 90 days after setting in plastic film house.

Fig. 39는 정식후 90일에 온실 내 상대습도변화에 따른 양액흡수량을 나타낸 것으로 일일 최고 흡수시간은 14시경이며, 이때 실내 상대습도는 74%로 대체적으로 다습하였다.

Fig. 40은 멜론의 양액흡수량과 상대습도와의 관계를 나타낸 것으로 부의상관이 인정되고 있다.

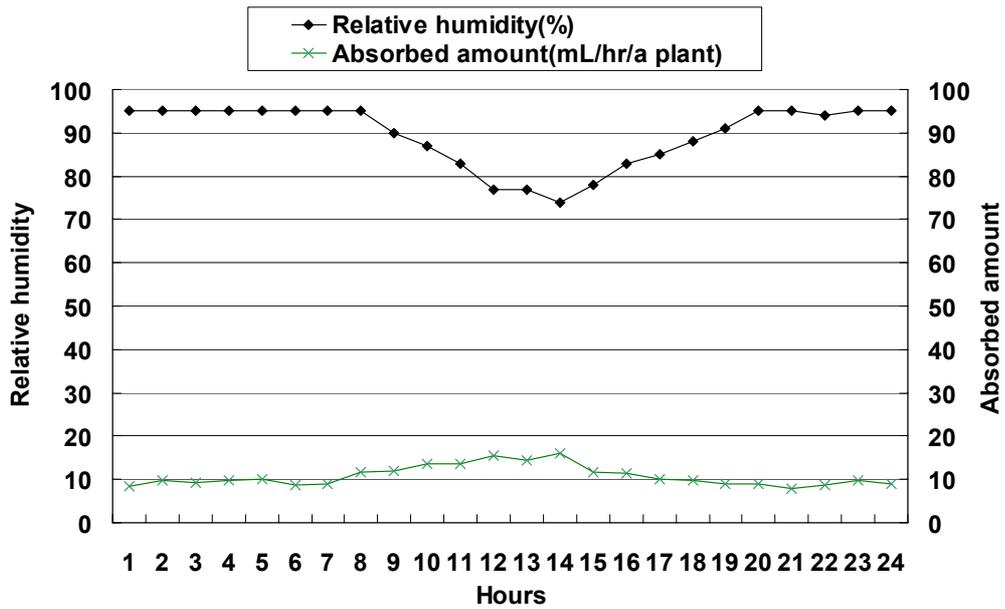


Fig. 39. Absorbed amount of nutrient solution according to relative humidity and classified by hours at 90 days after setting in plastic film house.

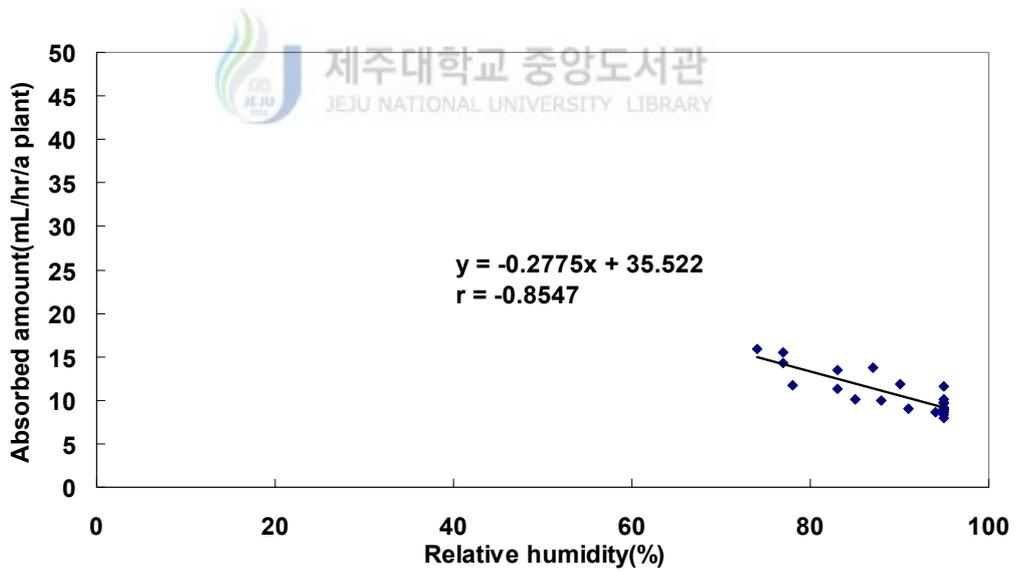


Fig. 40. Relationship between relative humidity and nutrient solution absorbed amount at 90 days after setting in plastic film house.

Fig. 41은 정식후 90일에 온실 내 일사량에 따른 양액흡수량을 나타낸 것으로 일일 최고 흡수시간은 14시경이었으며, 이 때 시간당 일사량은 $128\text{W}/\text{m}^2$ 로 가장 높았으나, 대체적으로 흐린 날이 지속되어 일사량이 부족하였다.

Fig. 42에서 보는 바와 같이 멜론의 양액흡수량은 일사량에 따른 변화양상에서 정의상관이 인정되었다.

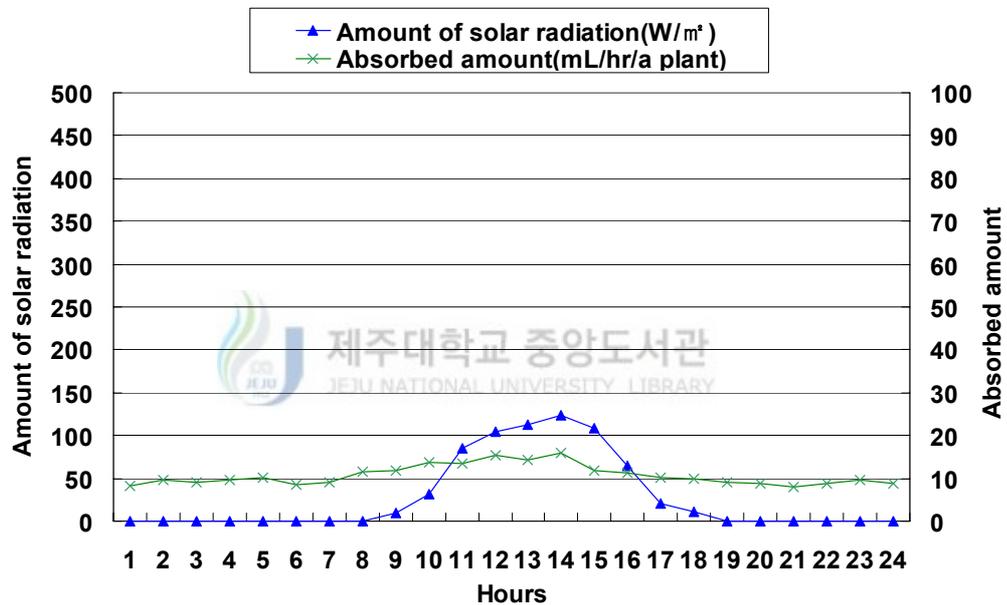


Fig. 41. Absorbed amount of nutrient solution according to solar radiation and classified by hours at 90 days after setting in plastic film house.

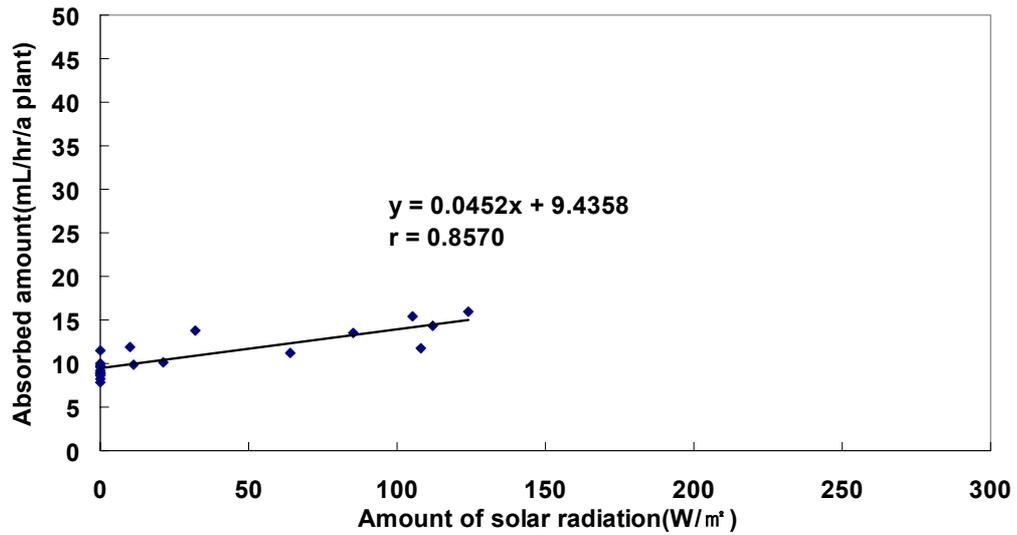


Fig. 42. Relationship between amount of solar radiation and nutrient solution absorbed amount at 90 days after setting in plastic film house.

종합적으로 고찰해 보면 Fig. 43에서 보는 바와 같이 정식 후 90일은 수확 10일 전으로 과실비대가 끝나고 당함량이 증가하는 시기이다. 이 시기에는 잎의 동화능력 및 증산작용 저하와 수분요구도가 적은 시기로서 시간당 최고 흡수량을 보면 14시경 주당 20mL로 1일 평균 257mL 흡수함으로써 당이 증가하는 생육후기에는 양액 흡수가 현저하게 떨어지는 것을 알 수 있었다.

단, 이 기간에 잦은 비와 흐린 날씨로 인하여 온실 내 온도가 낮았고 상대습도가 높아 상대적으로 양액 흡수가 적은 원인으로도 볼 수 있었으나, 이러한 요건은 큰 영향을 미치지 않을 것으로 사료되었다.

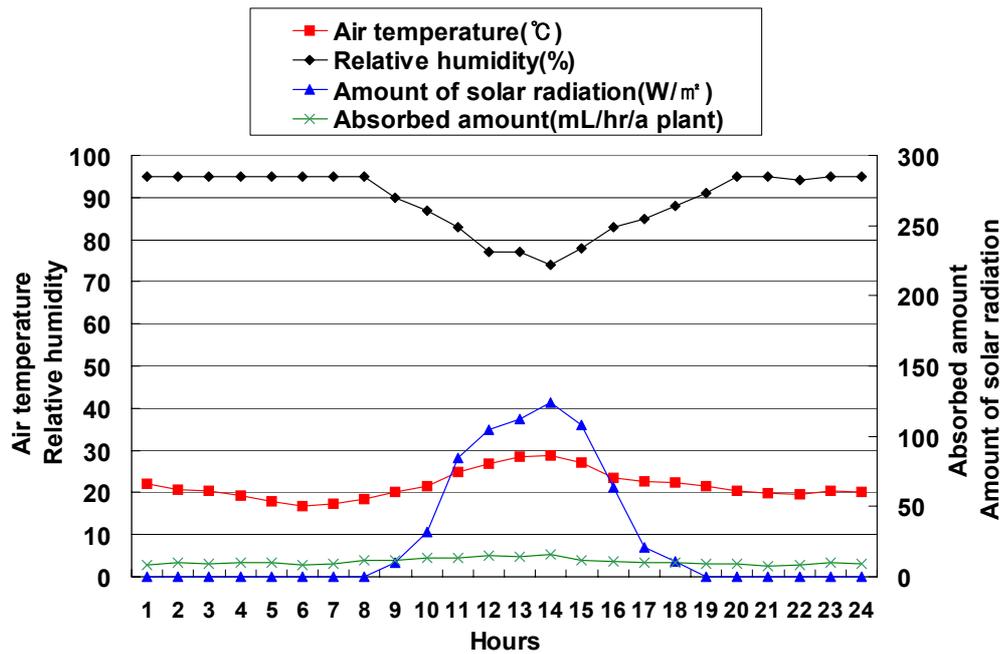


Fig. 43. Absorbed amount of nutrient solution according to weather conditions and classified by hours at 90 days after setting in plastic film house.

V. 摘 要

고품질 온실멜론 생산을 위하여 모관양액공급시스템을 이용하고 계절별 품종선발 및 양액흡수량 측정장치를 개발하여 온실내 환경요인에 따른 생육단계별 양액흡수량을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같았다.

1. 모관양액공급 방법을 이용한 온실멜론 겨울재배에 적합한 품종 선발 시험결과 Olympic melon의 과중이 1.61kg으로 적당하였고, 과형지수가 1.0으로 구형(球形)이었으며 또한 당함량이 15.7°Brix로 가장 높아 겨울재배에 적합한 품종이었다.

2. 모관양액공급 방법을 이용한 온실멜론 봄재배에 적합한 품종 선발 시험결과 Super VIP melon이 과중 1.60kg, 당함량 14.4°Brix로 높아 봄재배에 적합한 품종이었으며, 또한 Imperial melon도 과중 1.60kg, 당함량 13.7°Brix로 봄재배에 적합한 품종으로 사료되었다.

3. 모관양액공급 방법을 이용한 온실멜론 여름재배에 적합한 품종 선발 시험결과 Olympic melon이 과형지수가 0.97로 구형(球形)이었으며, 과중 1.69kg, 당함량 14.0°Brix로 가장 높아 여름재배에서 적합한 품종임을 알 수 있었다.

4. 모관양액공급 방법을 이용한 온실멜론 가을재배에 적합한 품종 선발 시험결과 Earl's cruse melon이 과중 1.65kg, 당도 15.1°Brix로 가장 높아 가을재배에 적합한 품종임을 알 수 있었고, 또한 Earl's darin melon도 과중 1.66kg, 당함량 14.7°Brix로 가을재배에 적합한 품종으로 사료되었다.

5. 모관양액공급 방법을 이용한 온실멜론 재배에서 기상환경에 따른 양액흡수량 측정장치를 개발하였는데, 주요장치로는 주제어장치 (main controller), 양액무게측정장치, 통신장치, 양액공급시스템의 software로 구성되어 있다.

6. 주제어장치는 급액량을 측정하는 기기로 온도, 습도, 일사량 값을 수집하여 컴퓨터로 전송하며, 16bit의 고분해능력 아날로그방식을 디지털화하여 실시간으로 연속측정이 가능하고 자체 편차 자동보정기능, 영점조정 기능 등을 가지고 있다.

7. 양액무게측정장치는 Model이 UTB-03L로 양액이 공급 될 때 무게의 변화를 읽어내는 장치로 무게변화 내용을 signal로 변경하여 주제어장치로 실시간 전송하여 주는 장치로 온도와 습도에 대한 측정오차가 매우 적다

8. 통신장치는 주제어장치로부터 RS232C의 통신신호를 RS485C 통신신호로 변환하여 컴퓨터로 전송하는 통신용장비로 1.2km의 원거리 송신이 가능하며, 컴퓨터쪽에서는 RS485C로 전송된 신호를 다시 RS232C로 변환하여 입력된다.

9. 양액공급시스템의 software는 main control program, 통신 program, data base, sub control program 등으로 구성되어 있으며, main controller로부터 실시간으로 전송되는 온도, 습도, 일사량 및 양액흡수량을 화면을 통해 알 수 있으며, 정확한 데이터 측정 및 저장을 위한 환경 설정 기능과 입력된 자료의 효율적인 관리를 위해 조건검색기능, 엑셀프로그램으로 변환함으로써 통계분석을 쉽게 할수 있도록 하였다.

10. 양액흡수량측정장치를 이용한 생육단계별 흡수량 조사와 기상요인별 관계를 분석한 결과 전 기간 동안 온도가 높을수록 그리고 일사량이 많을수록 양액흡수량이 증가하여 정의상관관계를 나타내었고, 상대적으로 상대습도가 높을수록 양액흡수량이 적었으며, 부의상관관계를 나타내었다.

11. 생육시기별로 보면 인공수분 직전과 수확 10일전의 생육초기 또는 생육후기 양액흡수량은 적은 반면 과실비대기로부터 네트형성기인 생육중기에 생육이 왕성할수록 양액흡수량이 많았음을 알 수 있었다.





Early stage for melon cropping.



Middle stage for melon cropping.



20days after pollination.



45days after pollination.

Fig. 44. The growth and appearance of fruit at the growth time of netted melon.



Earl's darin melon



Earl's cruise melon



Earl's knight jochunmanchoo melon



Mono jochunmanchoo melon

Fig. 45. The fruit shape classified by the varieties of netted melon.

VI. 引用 文 獻

- Araki, Y. 1998. Relationship between plant water status and water movement in tomato. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 62:121-128.
- Asakura, T. 1998. Changes in evapotranspiration of summer and winter crops of netted melon grown under glass in relation to meteorological and plant-related factors. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67(6):843-848.
- Aulenbach, B. B. and J. T. Worthington, 1974. Sensory evaluation of muskmelon; is soluble solids content a good quality index HortScience. 9(2):136-137.
- Bhellar, H. S. 1985. Response of muskmelon to within-row plant spacing. Proc. Indiana Acad. Sci. 94:99-104
- 최현경, 박성민, 정천순. 2001. 토경 및 양액재배 머스크멜론의 저장 중 품질비교. 한원지 42(3):264-270.
- 江村 學. 1982. 하우스메론かん水法 試験(1) 抑制栽培におけるかん水法. 野菜試験場昭和57年度課題別検討會議. 施設内にお水の動態と制御に関する試験研究. 試験成績概要. 日本. p. 38.
- 藤田和久, 大江碩也, 渡辺信利. 1982. 北陸における抑制作施設野菜栽培の生産力と品質向上. (1) 秋冷期メロンの果實肥大期における水管理. 野菜試験場昭和57年度課題別検討會議. 施設内における水の動態と制御に関する試験研究. 試験成績概要. 日本. p.39-40

- 福山壽雄, 藤田政利, 岡田秋盛, 松浦貞幸. 1985. NFTシステムによるマスクメロン栽培(第 1 報)交配前後における培養液のEC, pH及びK, Ca, Mgの變動. 園藝學會昭和60年秋季大會要旨. 日本. 286-287
- 福山壽雄, 森本哲夫, 橋本 康, 船田 周. 1986. メロンの施設栽培における根系の環境調節. 生物環境調節. 日本. 24:9-20
- 福山壽雄, 加藤正弘, 岸本政彦, 森本哲夫. 1989. 各種養液栽培法によるメロンの品質解析. 園藝學會平成元年秋季大會發表要旨. 日本. 362-363
- 福山壽雄. 1991. 各種養液栽培法における温室メロンの品質差異に伴った生理學的比較研究. 愛媛大學農學部紀要. 日本. 36(1):83-186
- 花田勝美, 太田 榮. 1972. 温室メロンの砂・ボタ栽培に於ける營養生理的研究. 日九州農學藝誌. 26(1-4):559-568.
- 韓碩教, 朴權瑀. 1993. 멜론의 품질에 미치는 着果節位 上部葉數의 影響. 한국원예학회지. 41(5):459-463.
- 한국양액재배연구회. 1998. '98양액재배기술교육 최신양액재배
- 本多藤雄, 天野智文. 1972. そ菜そ品質向上に關する營養生理學的研究 1, 温室メロンの品質に及ぼす肥料ならびに光制限の影響. 日園藝試驗場報告D 1:59-91.
- Hosoki. T, T. Asahira., Y. Tsuchihashi. 1987. Differences in drought resistance in melons of different ecotypes. I. Morphological

and ecological differences. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 56(2):173-179.

Hosoki. T., T. Asahira., Y. Tsuchihashi. 1987. Differences in drought resistance in melons of different ecotypes. II. Physiological differences. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 56(3):306-312.

황연현 외 3인. 1998. 머스크멜론 담액재배에서 적심 및 착과절위와 재식밀도가 과실의 품질 및 수량에 미치는 영향. 생물환경조절학회지. 7(3):219-225.

황연현. 1999. 멜론 양액재배기술, 양액재배연구, 7호;48-61.

池田英男, 北秋陸美, 大澤孝也. 1988. 水耕メロンの生育および養分吸収. 日園藝學會1988年秋季大會研究發表要旨 : 298-299.

Ikeda, H., K. Tagami., N. Fukud. 1996. A Study on a simple passive hydroponic system for melon production. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 64(4):839-844.

張洪基, 糠谷 明. 1993. 溫室メロンのロックウール栽培における培養液管理に関する研究(第 1 報)園試處方培養液の濃度と生育及び養分吸収の關係. 日園學雜 62別 2:318-319.

張洪基, 糠谷 明. 1995a. 溫室メロンのロックウール栽培における培養液管理に関する研究(第 3 報)春作における培養液の組成・濃度と生育及び養分吸収の關係. 日園學雜 64別 1:244-245.

張洪基, 糠谷 明. 1995a. 溫室メロンのロックウール栽培における培養液管理に関する研究(第 4 報)受粉期における養分供給増加が生育及び成分吸収に及ぼす影響. 日園學雜 64別 2:34-35.

張洪基, 青木弘行, 逸見彰男, 福山 雄, 橋本 康. 1996e. 養液栽培での生育に伴うメロン果實の表面積と体積変化の自動計測及び養分吸収との關係. 日本植物工場學會誌. 8(2):31-35

張洪基. 1997. マスクメロンの工場的生産を實現するための培地に關する研究. 愛媛大學大學院. 博士學位論文.

장흥기, 정순주. 1997. 溫室멜론의 岩綿栽培에 있어서 受粉期の 養分供給制限이 生育 및 養分吸收에 미치는 影響. 生物生産施設環境. 6(1):26-33

장흥기, 정순주. 1997. 溫室멜론의 養液栽培에 있어서 榮養診斷法 確立을 위한 汁液分析. 生物生産施設環境. 6(4):310-316.

Jang, H.G. and A. Nukaya. 1997. Relationship between concentration of nutrient solution and uptake of nutrients in muskmelon growth in rockwool. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 66:307-312.

정현복. 1977. 멜론의 암면(rockwool) 양액재배기술. 양액재배연구. 3호 :114-126.

鄭淳柱, 徐範錫, 李範宣. 1999. 환경친화적 양액재배, 전남대출판부.

- 香川芳子. 1998. 四訂 食品成分表. 女子栄養大學 出版部. 日本. 東京. p. 267.
- 神谷圓一. 1965. マスクメロンの肥大とネット發生について. 静岡農試研報 . 日本. 7:32-44.
- 神谷圓一. 1965. マスクメロンの肥大とネット發生について. 静岡農試研報. 日本. 10:93-101.
- Kano, H. S. Kagohashi, and M. Kageyama, 1978. Studies on the nutrient of muskmelon (*Cucumis melo* L.). Effects of the controlled nutrient supply after pollination on the growth and fruit qualities of muskmelon. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 47:357-364.
- Kitroongruang, N., S. Jodo., J. Hisai., M. Kato. 1992. Photosynthetic characteristic of melons grown under high temperatures. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 61(1):107-114.
- 김우일. 1999. 섬유를 이용한 양액공급과 토마토의 생육과 수량. 제주대학교 석사 학위논문.
- 金會泰, 金文秀, 崔周星, 尹千鍾. 1983. 着果數, 節位 및 栽植距離가 멜론의 品質에 미치는 影響. 園藝試驗場 試驗研究報告書. 677-680
- 곽기웅 외 2인. 2003. 수경 재배시 NaCl첨가가 머스크멜론의 생리적 특성 및 품질에 미치는 영향. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44(4):470-474

Li, X.R., W.H. Cho, C.S. Jeong, K.C. Yoo, and I.S. Kim. 2001. Effects of limited supply of nutrient solution during fruit ripening stage on growth and sugar content of muskmelon fruits in ash ball culture. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42:259-263.

이현일 외 4인. 2001. 석탄회 성형배지(Ash Ball)에서 과실성숙기의 양액 공급제한이 멜론의 과실발달과 당조성 변화에 미치는 영향. *한원지* 42(3):259-263

Lee, K.B., S.K. Kim, C.H. Yang, C.H. Yoo, J.H. Chon, D.K. Lee, and J.D. So. 1994. Effect of irrigation period on quality of melon (*Cucumis melo* L.). *J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert.* 27:269-274.

이우승. 1994. 한국의 채소. 경북대학교 출판부.

Lester, G. and E. Stein. 1993. Plasma membrane physicochemical changes during maturation and postharvest storage of muskmelon fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:223-227.

Lee, T.I., C.S. Jeong, I.S. Kim, and K.C. Yoo. 1996c. Comparative analysis for characteristics of F2 hybrids between sweet and less-sweet lines of muskmelons in warm season. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:751-757.

류관희. 1992. 생물생산시설 및 환경을 위한 계획의 기초(I). *生物生産施設環境*. 1(1):93-97.

増井正夫, 福島與平, 戸田幹彦, 江崎和義. 1960. メロンの營養吸収に関する研究(第 2 報). 窒素, カリ, 石灰, マグネシウムについて. 日園藝雑. 29:147-156

増井正夫, 正木康夫, 水戸喜平, 1966. メロンの養分吸水に関する研究.(第7報), Ureaformの施用量とそのAmmonification および Nitrification, 日園學雜. 36(1):91-98.

増井正夫, 正木康夫, 杉本明夫, 1966. メロンの養分吸水に関する研究.(第8報), 床土の物理性. 日園學雜. 36(2):66-76.

増井正夫, 高田武雄, 1966. メロンの養分吸水に関する研究.(第9報), 土性ならびに栽植距離と 床土量との関係. 日園學雜. 36(3):28-36.

Mendlinger, S. 1994. Effect of increasing plant density and salinity on yield and fruit quality in muskmelon. Scientia Horticulture. 57:41-49.



水野卓, 加藤宏治, 原田政子, 宮島由恵, 鈴木英次郎. 1971. メロン果實の糖類と遊離アミノ酸. 日食工誌. 16(7):319-325.

宮崎丈史, 大久保増太郎. 1989. メロンの成熟と収穫後の品質保持. 日園學雜. 58(2):361-368.

Nakabayashi, K. and K. Yamazaki. 1990. Effect of various kinds of beds and controlling of nitrate supply on the fruit qualities of muskmelons cultured with rockwool. Jpn. J. Soil Plant Nutr. 61:369-375.

Nakabayashi, K., K. Yamazaki, N. Saitoh, T. Iizumi, and S. Shimane. 1990. The improvement of the qualities of muskmelon fruits cultured with rockwool through the regulation of the amount and the nitrogen content of nutrient solution. *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 61:479-484.

Nakabayashi, K., K. Yamazaki, and S. Shimane. 1992. Effects of foliar supply and controlling nutrient solution on the qualities of muskmelon. *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 63:705-708.

肉戸良洋, 湯橋 勤, 施山紀男, 今田成雄, 1992. 멜론 과실への光合成産物の轉流, 分配に及ぼす葉位および灌水量の影響. *日園學雜.* 60(4): 897-903.

日本施設園藝協. 1995. 野菜・果實・花きの 高品質化 핸드ブック. 日本. 東京. p. 39-42.

농촌진흥청. 2001. 농축산물소득자료집.

農耕と園藝, 1988. 養液栽培の新技術. 日本. 誠文新光.

농림부. 2001. 2001년 채소생산실적.

농수산물유통공사. 2002. 품목별수출입동향.

Nukaya, A. and H.G. Jang. 2000. Effect of composition and concentration of nutrient solution on the uptake of mineral elements by muskmelon growth in rockwool in the fall. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 69:653-655.

大江碩也, 渡辺信利. 1982. 北陸における抑制作施設野菜栽培の生産力と品質向上. (3) 抑制作メロンの果實肥大期における水管理. 野菜試験場昭和57年度課題別検討會議.施設内における水の動態と制御に関する試験研究. 試験成績概要. 日本. p.41

박동금외 5인. 1998. 머스크멜론의 과실성숙기 토양수분이 수량과 품질에 미치는 영향. 生物生産施設環境. 7(4):330-335.

박동금 외 4인. 1999. 멜론의 수량과 품질에 미치는 근권제한의 효과. 生物生産施設環境. 8(1):36-41.

澤村正義, 宮本裕子, 野村早苗, 松本 博. 1992. 季節別マスクメロンの保藏特性および鮮度保持紙の効果について. 日園學雜. 61(1):167-174.

瀬古龍雄. 1975. ハウスメロン夏秋栽培安定化の條件(1) 育種栽培の兩面から. 農及園. 日本. 50(10):1258-1260.

徐範錫, 鄭淳柱, 梁元模, 姜宗求, 1995. 과채류 양액재배기술. 호남온실작물연구소.

徐範錫, 1996. 멜론 양액재배의 새로운 전개, 양액재배연구, 한국양액재배연구회. 1호:89-96.

Shimotsuma, M. and C. M. Jones, 1972. Effects of ethephon and daylength on sex expression of muskmelon and watermelon. HortScience. 7(1):73-75.

Shmueli, M. and D. Goldberg, 1971. Sprinkle, furrow and trickle irrigation of muskmelon in an arid zone. HortScience. 6(6): 557-559.

食品流通研究會. 1996. 食品生産輸入消費(果實,果實加工品編). 日本. 食品流通研究會.

凌 克明. 1999. マスクメロンにおけるネット生成メカニズムの解析. 農及園. 日本. 74(3):46-54.

鈴木英治郎, 増田繁. 1961. マスクメロンに関する研究.(第5報) アールヘスホリットの糖含量. 静岡大教研報. 日本. 12:205-213.

武川満夫. 1990. 水耕栽培の教科書. 日本富民協會.

横木 清太郎, 神谷圓一. 1975. 温室=ビニルハウス園藝ハンドブック. 養賢堂. 日本, 東京.

吉田裕一, 大井美知男, 藤本幸平, 1990. メロン果實の成熟特性の品種間差異, 日園學雜. 58(4):999-1006.