

월동수확 감귤의 품질향상과 생산안정화 기술 개발

Stable Production and Fruit Quality Improvement in Satsuma Mandarin with Fruit Overwintered on Tree

주관연구기관	제주대학교
연구책임자	문두길
발행년월	2002-11
주관부처	농림부
사업관리기관	농림수산식품기술기획평가원
NDSL URL	http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201400023895
IP/ID	14.49.138.138
이용시간	2017/11/03 15:04:02

저작권 안내

- ① NDSL에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, KISTI는 복제/배포/전송권을 확보하고 있습니다.
- ② NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 상업적 및 기타 영리목적으로 복제/배포/전송할 경우 사전에 KISTI의 허락을 받아야 합니다.
- ③ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 보도, 비평, 교육, 연구 등을 위하여 정당한 범위 안에서 공정한 관행에 합치되게 인용할 수 있습니다.
- ④ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우 저작권법 제136조에 따라 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처해질 수 있습니다.

최 종
연구보고서

월동수확 감귤의 품질향상과 생산안정화
기술 개발

Stable Production and Fruit Quality Improvement in Satsuma
Mandarin with Fruit Overwintered on Tree

제주대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “월동수확 감귤의 품질향상과 생산 안정화 기술개발” 과제의
최종보고서로 제출합니다.

2002년 11월 4일

주관연구기관명 : 제주대학교

총괄연구책임자 : 문 두 길

세부연구책임자 : 허 종 철

연 구 원 : 최 동 호

연 구 원 : 김 영 효

연 구 원 : 송 인 관

연 구 원 : 박 영 철

연 구 원 : 강 석 범

연 구 원 : 이 창 수

요 약 문

I. 제 목

월동수확 감귤의 품질향상과 생산 안정화 기술개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

최근 보급되고 있는 조생온주밀감의 수상월동재배 방법은 품질향상과 출하기간 연장이라는 두가지 목적을 달성할 수 있다는 장점을 가지고 있지만, 수상월동 중 부피 현상이 발생되어 상품가치가 없어지기 쉬우며, 수확기가 늦음으로 인해 다음해 성장 패턴이 교란되기 때문에 나무관리에 어려움이 있다. 수상월동 과실의 품질을 향상시키고 생산의 안정을 기할 수 있는 재배방법을 개발해 나가기 위하여 결실관리와 토양수분관리 기술을 개발하고 성장조절제와 칼슘제 살포에 의한 부피경감 효과를 평가하고 노지에서 간이 피복재배법을 개발함을 목적으로 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 결실관리방법이 수량 및 과실품질에 미치는 영향 : 무가온 하우스 안에서 결실관리방법을 매년 수관 전체에 골고루 결실시키는 수관전면결실구, 수관을 아주 단위로 나누어 가지별로 격년결실시키는 가지별결실구, 인위적 격년결실 유도에 의한 흘수해결실구와 짝수해결실구 등으로 달리하여 과실을 나무에 달린 상태로 월동시켜 다음해 3월말 수확하여 수량과 품질을 조사하였다.

2. 토양수분관리 방법이 과실품질에 미치는 영향 : 토양수분관리 방법을 매년 달리 하면서 과실의 품질에 미치는 영향을 평가하였다. 1차년도에는 성숙기(10~11월)와 월

동기(12월~다음해 3월)로 나누어 단수시기를 달리하여 전기간 단수, 성숙기 단수, 월동기 단수, 전기간 관수 등 4처리를 두었다. 2차년도에는 성숙기와 월동기 전기간을 건조(-1.0MPa), 소습(-0.7MPa), 적습(-0.1MPa)으로 관수량을 조절하였으며, 3차년도에는 세포비대기(7월 21일~9월 17일)에 단수하여 건조스트레스를 준 다음 소습(-0.7MPa), 적습(-0.1MPa), 다습(-0.05MPa)으로 관수량을 조절하는 처리와 더불어 건조스트레스 없이 전기간 다습으로 관리하는 처리를 두었다.

3. 부피 방지제 살포효과 : 성숙기(10~11월)에 칼사이트(크레프논) 100배, 셀바인 300배 외 5종의 칼슘제제와 n-propyl dihydrojasmonate(PDJ)와 gibberellic acid (GA₃) 각 50 ppm을 단독 또는 혼합으로 살포하여 다음해 3월말 수확과의 과실품질을 부피 발생정도에 중점을 두어 조사하였다.

4. 간이피복 재배법 검토 : 측지 단위로 봉지씩우기 재배에 이용할 봉지를 21종의 재료로 만들어 가지에 씌우고 월동후 과실의 품질을 비교하였으며, 수관전체 또는 아주지 단위 피복방법을 검토하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 결실관리방법이 수량 및 과실품질에 미치는 영향

1-1. 결실관리에 따라 전년도 착과량이 많으면 발아기와 개화기가 늦어지고 착과량도 적어졌다. 3년 수량을 기초로 계산한 수관 단위부피당 연평균 수량은 가지별결실구에서 3.55 kg/m³으로 가장 많았고 격년결실구와 수관전면결실구는 각각 2.31, 2.17 kg/m³이었다.

1-2. 과실 크기별 분포에서 상품성이 높다고 인정되는 3~6번과의 비율은 격년결실구에서 53%로 가장 높았고 가지별결실구와 수관전면결실구에서는 각각 46, 35%였다. 수관전면결실구에서 흉년에는 대과의 비율이 매우 높았다.

1-3. 과즙의 당도와 산함량의 결실관리방법간 차이는 해에 따라 경향이 일정하지

않았으며 부피지수는 비록 통계적 유의차는 인정되지 않았지만 격년결실구에서 가장 낮은 경향이였다.

1-4. 수량뿐만 아니라 수확과실의 품질과 재배관리의 편의성을 고려하면 하우스를 짝수해 결실동과 홀수해 결실동으로 나누어 격년결실방법으로 관리하는 것이 합리적이라고 결론되었다.

2. 토양수분관리 방법이 과실품질에 미치는 영향

2-1. 성숙기부터 단수처리에 의하여 토양이 건조할수록 과즙의 당도 상승이 많아지고 부피발생이 적어졌으나 산함량 감소에는 별 영향이 없었는데 전기간 단수구의 수확과는 전기간 관수구에 비하여 당도는 1.2. Brix가 높은 11.4. Brix, 부피되지 않은 정상과의 비율은 34% 포인트가 높은 94%나 되었다. 건조효과는 성숙기 단수구 보다 월동기 단수구에서 큰 것으로 나타났다.

2-2. 성숙기부터 전기간 단수에 의한 지나친 건조는 뿌리활력을 감소시키고 겨울철 낙엽율을 40% 가깝게 증가시켰다.

2-3. 성숙기부터 토양관리를 건조하게 할수록 당도 상승이 많아지고 부피발생이 적어졌으며 산함량 감소에는 별 영향이 없었다. 수확시 건조구의 과즙당도는 12.3° Brix로 가장 높았고, 소습구 11.1° Brix, 다습구 10.8° Brix 순이었으며 건조구의 부피지수는 0.56 이었는데 적습구는 0.66으로 높았다.

2-4. 성숙기부터 토양을 건조하게 관리할수록 잎수분포텐셜이 낮아졌으며 겨울철 낙엽율이 증가하였다.

2-5. 세포비대기에 건조스트레스를 준 다음 소습관리구에서 월동후 수확과의 당도는 14.6° Brix 로서 건조스트레스 없는 다습관리구 보다 2.5° Brix가 높았는데 이중 1.1° Brix 는 건조스트레스 효과였으며 나머지 1.4° Brix는 성숙기부터의 토양수분 수준 효과라고 분석되었다.

2-6. 세포비대기의 건조스트레스는 과즙의 과당과 포도당 농도를 각각 0.5% 포인트씩 증가시켰으며 그 효과는 월동 후까지 계속되었다. 성숙기부터의 토양건조에 의한 당 농도 증가는 자당 농도 증가에 의한 것이었으며 그 증가량은 1% 포인트였다.

2-7. 세포비대기의 건조스트레스와 이후 소습관리는 월동후 수확과의 부피발생을 유의하게 감소시켰다. 또한 산함량을 높였으나 그 절대량은 0.9%수준으로 산함량 과다의 염려는 없었으며, 낙엽율을 증가시키지도 않았다.

2-8. 세포비대기의 건조스트레스와 이후 토양수분포텐셜을 -0.6MPa 정도의 수준으로 관리하면 당도가 높고 부피가 적은 품질 좋은 과실을 생산할 수 있다고 판단되었다.

3. 부피 방지제 살포효과

3-1. 크레프논 살포는 부피억제효과가 우수하였으나 수확시 과피에 약반이 남아 있어서 농약이 묻은 것으로 오인될 우려가 있었고, GA와 PDJ의 혼용살포도 부피억제 효과가 있었으나 과피에 갈색 반점이 생기는 약해가 나타나 실용성에 문제가 있다고 판단되었다.

3-2. 셀바인 300배 3회(10월 12일, 26일, 11월 9일) 살포 또는 셀바인 300배 + GA 50 ppm 1회 살포(10월 26일)는 부피억제 효과가 인정되었는데 살포시기가 중요하다고 생각되었다.

4. 간이피복 재배법 검토

4-1. 측지별 봉지씌우기 재료로는 은박봉지, 적색기포비닐, 타이백, 황색마대(쌀포대)가 비중과 부피지수로 보아 부피방지 효과가 비슷하므로 재료의 가격과 구입의 편리성, 작업편이성, 사용자의 기호 등에 따라 어느 것이든 사용할 수 있다고 판단되었다.

4-2. 은색부직포, 적색기포비닐, 타이백, 또는 황색마대(쌀포대)를 피복재료로 하여

아주지단위로 피복하여도 봉지씌우기와 같은 효과를 얻을 수 있을 것으로 보였다.

4-3. 수관전체피복은 피복재료가 바람에 날리거나 또는 수관표면 과실에 찰과상을 일으켜 실용성이 없었다.

4-4. 간이피복은 토양수분 조절이 불가능하므로 과실 품질은 해에 따라 변이가 크며, 피복 기간에 당도 증가량은 미미하므로 12월에 당도가 10. Brix 정도로 낮은 포장에서는 간이피복을 하여도 품질 좋은 과실 생산은 기대할 수 없다고 판단되었다.

SUMMARY

In order to develop the cultural practices of delayed harvest after overwintering of fruit on tree in early-ripening satsuma mandarin, several experiments on methods of fruiting control, management of soil moisture and foliar spray of chemicals to alleviate peel puffing were conducted with 25-year old 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin (*Citrus unshiu* cv. Miyagawa Wase) grafted on trifoliolate orange in the plastic house for three years from May in 1999. The contents of experiments and the results obtained are summarized as follows;

1. Effect of fruiting control methods on yields and fruit quality.

Three methods of fruiting control were compared; annual bearing on the whole canopy(Canopy), annual bearing with branches of alternate bearing (Branch), and systematized biennial bearing (Biennial).

1-1. The fruit crop load delayed the date of sprouting and flowering and reduced fruit bearing in the following season. Annual mean yield per unit volume of canopy calculated from the data obtained for three years was the highest in the treatment of Branch with 3.55 kg/m³, those in the treatment of Biennial and Canopy were 2.31 and 2.17 kg/m³, respectively.

1-2. Ratio of medium-size fruits (No 3 through No 6) most popular in Korean market was the highest in the treatment of Biennial with 53%, those in the treatment of Branch and Canopy were 46 and 35%, respectively. Ratio of larger fruits was extremely high in the off-year of the treatment of Canopy.

1-3. Effect of fruiting control methods on juice Brix and acidity varied with year, peel puffing index tended to be lower in the treatment of Biennial.

1-4. It was suggested that systematized biennial bearing method be the most

reasonable with consideration of fruit quality and management cost as well as yield.

2. Effect of soil moisture management on fruit quality.

Different managements of soil moisture were tested for fruit quality every year. In the first year, irrigation was suspended during the periods of maturing and overwintering (DD: Oct. through March), maturing only (DW: Oct. through Nov.), and overwintering only (WD: Dec. through March). A treatment without suspension of irrigation (WW) was also included. In the second year, three levels of soil moisture were maintained during the period of maturing and overwintering (Oct. through March); dry (-1.0 MPa), intermediate (-0.7 MPa), and wet (-0.1 MPa). In the third year, drought stress was induced by suspension of irrigation during the period of cell enlargement (July 21 through Sept. 19), thereafter three levels of soil moisture were maintained; dry (SD: -0.6 MPa), intermediate (SM: -0.1 MPa), and wet (SW: -0.05 MPa). A treatment of wet level without drought stress (NW) was also included.

2-1. The drier the soil from Oct., the higher the juice Brix and the lower the peel puffing index; juice Brix in the treatment of DD was 11.4. Brix which was 1.2. Brix higher than that of WW, 95 % of fruits in DD showed no symptom of peel puffing 34 % higher than that in WW.

2-2. The treatment of DD resulted in the reduction of root activity and the increase in the defoliation.

2-3. The treatment of dry level, in the second year, increased juice Brix to 12.3. Brix which was 1.5. Brix higher than that in the treatment of wet level, and decreased peel puffiness index to 0.56 comparing to 0.66 in the treatment of wet level.

2-4. The treatment of dry level lowered leaf water potential and increased defoliation during winter.

2-5. Juice Brix in the treatment of SD, in the third year, was 14.6. Brix. The difference of juice Brix between SD and NW was 2.5. Brix, of which 1.1. Brix was attributed to drought stress and 1.4. Brix to soil moisture level after drought stress.

2-6. Drought stress during cell enlargement increased the concentrations of glucose and fructose in juice by 0.5%, respectively, and the effect was maintained until harvest after overwintering. Dry soil moisture level from the maturing stage increased the concentration of sucrose in juice by 1.0%.

2-7. The treatment of SD inhibited peel puffing significantly, increased acidity slightly without any practical significance, but didn't increase defoliation during winter.

2-8. It was concluded that fruit of excellent quality could be produced by the combination of drought stress during cell enlargement and thereafter soil moisture control.

3. Effect of foliar spray of chemicals to alleviate peel puffing.

Various chemicals were sprayed on the canopy during the period of fruit maturing including Calcite (100x), Cellbine (300x), Kalk-H (300x), CaCl_2 (0.1%), n-propyl dihydrojasmonate (PDJ; 50 ppm), and gibberellic acid (GA_3 : 50 ppm). Fruit quality at harvest after overwintering was evaluated with emphasis on the degree of peel puffing.

3-1. Both Calcite and mixture of PDJ and GA_3 could not be recommended even though they were effective in the control of peel puffing, because Calcite attached to peel surface remained until harvest could be misunderstood as toxic residues,

and the mixture of PDJ and GA₃ resulted in brown spot on peel surface.

3-2. Foliar spray of Cellbine three times (Oct 12, 26 and Nov. 9) or mixture of Cellbine and GA₃ once (Oct. 26) were recognized to be effective in the control of peel puffing.

4. Effect of simplified wrapping of partial or whole canopy on fruit quality.

Materials for wrapping lateral or secondary branch, or whole canopy were evaluated for the quality of fruit overwintered on tree.

4-1. Any of silver paper, red air-bubbled vinyl, tyvek or jute sack (rice bag) was considered to be used to wrap lateral or secondary (silver non-woven fabric instead of silver paper) branch for protecting fruit during winter, depending on convenience.

4-2. Simplified wrapping of whole canopy turned out to be impractical because of breakdown by wind of wrapping material or scratch of fruit on outer canopy.

4-3. The increase in juice Brix was not guaranteed by the simplified wrapping of partial or whole canopy without control of soil moisture.

CONTENTS

Chapter 1. Objectives and Outline of this Study

Chapter 2. Situation of Researches Related to this Study

Chapter 3. Contents and Results

1. Effect of fruiting control methods on yields and fruit quality

2. Effect of soil moisture management on fruit quality

3. Effect of foliar spray of chemicals to alleviate peel puffing

4. Effect of simplified wrapping of partial or whole canopy on fruit quality

Chapter 4. Attainment of the Goal and Contribution of Related Department

Chapter 5. Utilization of Results

Chapter 6. International Scientific Information

Chapter 7. References

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 필요성

제2절 연구개발의 목표와 내용

제2장 국내외 기술개발 현황

제3장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 합리적 결실관리 방법

1. 재료 및 방법

가. 결실관리방법 시험

나. 분할수확방법 시험

다. 토양 및 식물체 무기성분 분석

라. 생육과 수량 및 과실품질 조사

2. 결과 및 고찰

가. 결실관리방법이 생육과 수량 및 과실품질에 미친 영향

제2절 토양수분관리 방법

1. 재료 및 방법

2. 결과 및 고찰

가. 성숙기 이후 단수시기가 과실품질에 미치는 영향 **【1년차】**

나. 성숙기 이후 토양수분수준이 과실품질에 미치는 영향 **【2년차】**

다. 세포비대기 건조스트레스와 그 후 토양수분수준이 과실품질에 미치는 영향 **【3년차】**

제3절 부피방지제 살포효과

1. 재료 및 방법

2. 결과 및 고찰

제4절 간이피복재배법 검토

1. 재료 및 방법

- 가. 측지별 봉지씌우기 재료 비교(1, 2년차)
- 나. 수관전체 간이피복방법 검토(1,2년차)
- 다. 부피방지제 살포와 봉지씌우기 혼합효과(3년차)
- 라. 부피방지제 살포와 아주지단위 피복 혼합효과(3년차)
- 마. 온열환경조사

2. 결과 및 고찰

- 가. 측지별 봉지씌우기 재료 비교
- 나. 수관전체 간이피복방법 검토
- 다. 부피방지제 살포와 봉지씌우기 혼합효과
- 라. 부피방지제 살포와 아주지단위 피복 혼합효과
- 마. 온열환경조사 결과

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제5장 연구개발결과의 활용계획

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제7장 참고문헌

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 필요성

제주도의 감귤재배면적 25,796 ha(2000년 기준)의 80% 이상이 조생온주 밀감원이다. 제주도 조생온주밀감의 맛은 여름과 가을의 강우량에 의해 크게 좌우되며 해에 따라 변이가 심한 편인데, 관행 수확기인 11월 수확한 과실은 대체로 당함량이 낮고 산함량이 높은 편이다.

비클라이벡터릭형인 온주밀감 과실은 성숙기간 꾸준하게 과즙의 당함량이 증가하고 산함량이 감소한다. 따라서 온주밀감 과실의 수확기를 늦출수록 당함량이 높고 산함량이 낮아져 맛이 좋아지는데 해를 넘겨 수확하면 맛이 더욱 좋아진다고 알려져 왔다(山田 등, 1973; 重里 등, 1976; 池田, 1988; 竹林 등, 1994).

제주도에서는 1997년 일부 농가가 하우스내에서 만감류 품종인 진지향(津之香)으로 고접갱신 했던 중간대목인 궁천조생 온주밀감의 역지(力枝)에 착과된 과실과 무가온재배 및 봉지씌우기로 나무 위에서 겨울을 넘긴 과실을 다음해인 1998년 3월에서 4월에 수확하여 출하하였는데, 소비자의 반응이 좋아 수상월동재배법(樹上越冬栽培法)이 확대되기 시작하였다. 따라서 제주도에서 마련한 감귤산업 발전계획(감귤산업발전기획단, 2000)에는 목표연도인 2011년까지 수상월동 재배면적을 1,500ha로 확장하는 것으로 되어 있다.

봉지씌우기를 하거나 무가온 하우스내 나무 위에서 월동시켜 2~4월에 수확하는 수상월동 재배법은 품질향상과 출하기간 연장이라는 두가지 목적을 달성할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 수상월동재배의 조생온주는 품질이 좋아 수입오렌지에 의한 국내 감귤시장 잠식을 막을 수 있음은 물론이고, 당도가 높고 산함량이 낮아 특히 일본인의 기호에 맞기 때문에 감귤 대일수출이 가능하다.

그러나 수상월동 중 과육과 껍질이 분리되는 부피현상이 발생되어 상품가치가 없어지기 쉬우며, 수확기가 늦음으로 인해 다음해 성장패턴이 교란되기 때문에 월동수확 후 나무관리에 어려움이 있어 수상월동재배법을 보급하기 위해서는 결실관리법, 품질향상 방법 등에 대한 연구로 재배법을 확립하는 것이 선결되어야 할 과제이다.

제2절 연구개발의 목표와 내용

온주밀감의 수상 월동중 부피 또는 과피장해 발생을 막아 수확과실의 품질을 향상시키고 생산의 안정을 기할 수 있는 재배방법을 확립함과 더불어 간이 피복방법을 개발하기 위한 구체적 목표와 내용은 다음과 같다.

① 결실관리 기술개발 : 월동수확재배를 하면 겨울철 착과부담으로 다음 해 착화 및 결실이 불량해지는 경향이 있어서 결실관리에 어려움이 많아 결실관리법을 제시하기 위하여 인위적으로 연년결실(전면결실과 가지별 결실)과 격년결실로 나무를 관리하면서 생육특성과 과실생산능력을 구명하려고 한다. 분할수확의 시기와 방법이 다음 해 착화량을 증진시킬 수 있는지를 평가하여 연년결실을 시킬 수 있는 월동수확재배법을 탐색한다.

② 월동수확을 위한 비가림 재배에서 토양수분관리법을 확립 : 월동수확 재배에서 성숙기 토양건조 효과와 월동기간중 적정수분함량 및 그외 품질향상이 가능한 토양수분 관리법을 제시한다.

③ 월동전 성장조절제와 칼슘제 살포 효과 구명 : 감귤은 나무에 달린 상태로 월동하게 되면 과즙중의 당함량이 증가되는 반면 산함량이 감소하여 맛이 좋아지지만 과육과 껍질이 떨어지는 부피현상이 발생되어 상품가치가 낮아진다. 따라서 부피현상을 줄일 것으로 예상되는 지베렐린 또는 칼슘제의 살포효과를 구명하여 이를 이용한 부피방지법을 마련한다.

④ 간이 피복재배법 개발 : 월동수확을 위한 비가림재배는 시설비에 의한 생산비 부담이 크므로 시설비가 적은 봉지씌우기나 간이피복시설을 이용한 재배법을 개발한다.

제2장 국내외 기술개발 현황

우리나라 온주밀감 생산지인 제주도에서 관행적인 조생온주 수확기인 11월 초순에 과즙의 평균 당도는 10도, 산함량은 1.2%나 된다(김 2002). 1997년 조생온주의 수상월동 재배가 시작되기 전에는 품질향상을 목적으로 수확기를 1월 초순까지 지연시키는 완숙재배를 검토하는 수준이었고(고, 1995) 최근에는 수상월동재배 농가실증시험을 수행하고(김 등, 1999), 월동에 적합한 과실크기, 재배적지, 피복시기, 피복방법, 적정작과량에 대한 검토결과가 보고되기도 있다(김과 문, 2001).

일본에서는 감귤수확기 지연에 대한 연구가 70년대부터 시작되었다. 월년(越年)재배시 수확시기가 지연될수록 특히 1월 이후에 상해의 발생이 현저하며, 과즙성분은 해에 따라 변동이 크지만 당도는 수확시기가 늦어질수록 높아졌는데, 온주밀감의 월년수확시기는 1월 하순이 한계라고 보고된 바 있다(上田 등 1982, 重里 등 1976). 橋本와 宮田(1990)는 수확시기가 늦어질수록 부피과 발생이 많아지지만 당도가 약간 높아지고 산함량이 낮아져 품질이 좋아지는 경향이라고 하였다. 익년의 착화는 조기수확구와 일시 수확 및 분할 조기 3회 수확구에서 많고, 만기 수확구와 분할만기 2회 및 3회 수확구는 적었다. 上田 등(1982)의 보고에서 당도 및 가용성 고형물함량은 각 계통 모두 월년채수에 의해 상승되었고, 수상월동기간이 긴 조생온주, 특히 궁천조생은 1월 채수한 과실의 당도는 연내 채수한 것보다도 2.8°Brix , 저장과와 비교해도 2.0°Brix 높았다. 矢羽田 등(1990)은 완숙재배를 한 산천조생, 흥진조생 및 청도온주의 당도는 1월에는 13.5°Brix 전후, 2월에는 14°Brix 이상이 되어 관행의 수확기에 비해 $2\sim 2.5^{\circ}\text{Brix}$ 높았다고 하였다.

일본에서 조생온주의 수확기를 2월말 이후까지 늦추기는 어렵다. 제주도 생육기의 적산온도는 일본 온주밀감 생산지 보다 낮아 제주도산 조생온주의 산함량이 일본산 보다 훨씬 높아 12월까지의 식미가 좋지 않다. 그대신 저장력이 좋고 수상월동재배에 적합하여 수확기를 3월 하순까지 지연시킬 수 있다. 즉 조생온주밀감의 수상월동 재배는 제주도에서만 가능한 특이한 재배법으로 현지에서 재배법 확립을 위한 기술개발이 필요하다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 합리적 결실관리 방법

1. 재료 및 방법

북제주군 한림읍 월림리 해발 90m 위치에 있는 무가온 플라스틱필름 하우스 안의 암갈색 화산회토에서 재배되고 있는 탕자대목의 25년생 궁천조생(宮川早生) 온주밀감 (*Citrus unshiu* cv. Miyagawa Wase)을 대상으로 1999년 5월부터 2002년 5월까지 3개 년에 걸쳐 시험하였다. 일반 재배관리는 농가 관행에 준하였는데 1,2년차는 비교적 다 습하게 관리한 반면 3년차에는 건조관리가 당도 증가에 중요하다는 것이 알려지면서 과실비대기부터 건조하게 관리되었으며 수확일은 매년 3월 하순이었다. 시험지 토양의 이화학적 성질은 표 1-1, 잎의 무기성분 함량은 표 1-2와 같았다.

표 1-1. 토양의 화학적 특성(2000. 3.28)

구 분	pH	EC	유기물	NO ₃	P ₂ O ₅	Mg	K	Ca
	(1: 5)	(ds/m)		(mg/kg)			(cmol+/kg)	
하우스내	5.0	0.85	126	401	170.9	0.40	0.70	0.98
노 지	5.1	0.37	114	48	407.9	0.55	0.62	2.56

표 1-2. 잎의 무기성분 함량(2000. 3.28)

구 분	다량원소(%)						미량원소(ppm)				
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn
하우스	2.36	0.15	0.89	1.30	0.40	0.02	87.7	48.5	2.27	52.8	43.5
노지	2.15	0.10	0.43	2.75	0.55	0.05	82.7	44.7	2.01	81.1	55.0

가. 결실관리방법 시험

수관전면 결실구(樹冠全面結實區), 흡수해 결실구, 짝수해 결실구 그리고 노지 결실 구로 처리하였다. 수관전면 결실구는 매년 수관전체에 골고루 결실을 유도하는 연년

결실(連年結實)시켰으며, 홀수해 결실구는 해거리를 인위적으로 유도하여 홀수해(1999, 2001년)에만, 짝수해 결실구는 짝수해(2000년)에만 격년결실(隔年結實)시켰다. 나무 1 그룹을 시험수로 하여 3반복 완전임의배치법으로 시험하였다. 그리고 짝수해 결실수는 1999년 7월 14일 앞의 제거율 15~20% 정도의 자름전정 위주로 전정을 하고 난 뒤 모두 적과하였다. 2000년도부터 새롭게 가지별 결실구를 추가하였다. 아주지 단위로는 격년결실을 하면서 수관저체로는 연년결실이 되도록 수관전체에서 아주지를 2그룹으로 나누어 1그룹은 모두 적과를 하여 신초를 발생시켰고, 나머지 그룹은 최대한 착과시키는 방법으로 관리하였다.

나. 분할수확방법 시험

과실의 50%는 미리 수확하고 나머지 50%는 최종 수확일인 3월 30일에 수확하는 분할수확의 최초수확일자와 수확방법을 달리하여 다음의 발아일과 개화상황을 조사하였다. 최초수확일은 2000년 1월 27일과 2월 24일로 하였고 분할수확방법은 수관전체에서 큰 과실을 중심으로 50%를 수확하는 방법과 가지별로 50%를 수확하는 방법으로 나누어 처리를 만들었다. 즉 1월 27일 수관전체에서 분할수확하는 방법, 1월 27일 가지별로 분할수확하는 방법, 2월 24일 수관전체에서 분할수확하는 방법, 2월 24일 가지별로 분할수확하는 방법 등 4처리와 분할수확을 하지 않고 3월 30일 한꺼번에 수확하는 방법 등 모두 5처리를 비교하였다. 엽과비가 10 이하일 정도로 열매가 많이 달린 나무를 대상으로 완전임의배치법 3반복으로 시험하였다.

다. 토양 및 식물체 무기성분 분석

토양시료는 시험포장의 처리수 주변 동서남북 4군데에서 토심 15cm 깊이의 흙을 채취하여 pH는 증류수와 풍건토 비율을 1 : 5로 하여 pH 메타로, 치환성 양이온은 1N-ammonium acetate로 침출하여 Inductively Coupled Plasma(ICP, JY-70C)로, 유기물함량은 Tyurin법, 유효인산함량은 Lancaster법으로 분석하였다(농촌진흥청, 2000). 잎의 시료는 나무의 동서남북에서 전년도 봄 가지의 3번째 잎 10매씩 총 40매를 채취하였다. 시료는 중성세제로 씻어내고 수돗물과 증류수로 잎을 행군 뒤 상온에서 말린 후 60~70℃ 통풍 건조기에 건조시켜 분쇄하여 40 mesh 체로 통과시켜 정제하였다. Kjeldahl 분해후 전질소는 증류법으로, P, Ca, K, Mg 함량은 ICP를 이용하여 분석하였다(농촌진흥청, 2000).

라. 생육과 수량 및 과신품질 조사

생육조사는 농촌진흥청의 농사시험연구조사기준을 따랐다(농촌진흥청, 1995). 처리별로 눈의 과반수가 3mm 이상 발생된 시점을 발아기, 50% 정도 개화되었을 때를 개화기로 조사하였다. 신초 발생수와 착엽수, 착과수는 나무별 50cm 내외의 측지를 동서남북으로 4개를 선정하여 4월에 발생한 신초수를 조사하였고, 생리낙과기 이후 8월에 조사된 잎의 매수를 과실수로 나누어 엽과비를 구했다.

생리낙과 파상은 처리별로 각각 1그룹을 지정하여 수관주변에 그물망을 깔아 6월 상순부터 7월 하순까지 생리낙과 되는 과실의 개수를 전부 조사하였다. 과실의 비대와 과형지수의 변화는 생리낙과가 끝난 뒤 처리당 3그룹에서 유엽과와 직과를 각각 10과씩 20과를 선정하여 라벨을 붙여 월동 후 수확 때까지 조사하였다.

매년 3월 29일 최종 수확 때 나무당 수량과 과실크기 분포를 조사하였는데, 수량은 시험구에서 수확한 과실 전체를 계량하고 유효용적(m^3)은 수관의 최장길이(m)×최소길이(m)×수고(m)×0.7로 산출하여 단위용적(m^3)당 수량으로 환산하였다(농촌진흥청, 1995).

과실크기별 분포 및 상품율은 수확한 과실을 시험 소재지 감귤선과장의 선과기를 이용하여 선과망별(Appendix 1)로 선별하고 크기별 분포 비율을 조사하였다.

당도와 산함량은 크기가 비슷한 과실을 대상으로 시험구당 10과씩 모아 착즙기로 과즙을 짜서 산당도분석장치(HORIBA 2000, 일본 園藝連)를 이용하여 조사하였다.

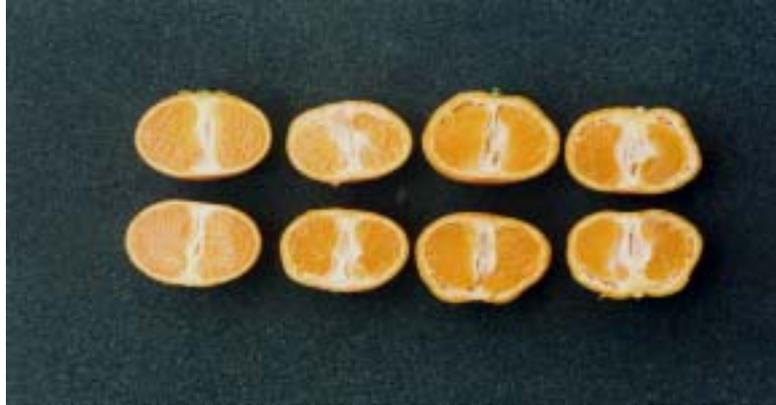


Photo 1. 부피등급(좌로부터 무, 경, 중, 심).

부피지수는 1차년도에는 수확한 모든 과실을 대상으로 하여 조사하였다 손으로 느

끼는 감각에 의해 관능부피정도를 분류하였다. 과실의 꼭지부위를 눌렀을 때 눌러지는 정도에 따라 부피 심함, 약간, 없음 3등급으로 분류하였다. 부피지수=[{(1×약간의 과실수) + (2×심한 과실수)}/(2×총 과실수)]로 산출하여 표시하였다. 2차년도부터는 시험구당 40과에 대해 Photo 1과 같이 종으로 자른 다음 0(무), 1(경), 2(중), 3(심)으로 구분하여 달관으로 계급화하였다. 부피지수의 산출공식은 부피지수=[{(1×경의 과실수) + (2×중의 과실수) + (3×심한 과실수)}/(3×총 과실수)]와 같았다. 비중은 수중중량법으로 수중의 바구니 무게(W2)를 측정하고, 과실의 무게(W1), 바구니 속에 넣어서 수중에서의 무게(W3)를 측정하여 과실의 비중 = $W1 / \{W1 - (W3 - W2)\}$ 로 구하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 결실관리방법이 생육과 수량 및 과실품질에 미친 영향

결실관리방법에 따른 엽과비의 연차간 변화를 보면(표 1-3), 수관전면결실구에서 1999년부터 3년간 각각 15.1, 27.0, 10.3으로 비록 연년결실을 목표로 관리하였지만 홀수해에는 엽과비가 적고 짝수해에는 많아 해거리 현상이 나타났다. 홀수해결실구의 시험 1차년인 1999년도 엽과비는 10.7이었지만 2차년도 짝수해결실구와 3차년도 홀수해결실구의 엽과비는 둘다 6.5 정도로 과실이 많이 달렸으며 결실시키지 않은 해의 엽과비는 50내외였다. 2,3차년도에만 시험된 가지별결실구의 엽과비는 2년 연속 8.0내외로 낮게 나타났는데 이는 열매 달린 가지를 대상으로 조사했기 때문이며 나무전체의 실제 엽과비는 이보다 많았을 것으로 생각된다.

착과부담이 다음해 화아분화를 억제하여 격년결과 원인이 된다는 것은 잘 알려져 있는 사실이다(청수 등, 1975). 일반적으로 조생온주의 적정 엽과비는 25~30으로 알려져 왔으며(森岡와 八幡, 1989), 金(2002)이 제주의 평균 엽과비는 23.9로 적정 엽과비에 유사하다고 한 보고와 비교하면 수관전면 결실구에서 2000년 엽과비 27.0은 적정 착과량이라고 볼 수 있다. 그러나 川野(1988)의 보고에 의하면 높은 착과율을 나타내는 가온하우스에서 여름가지의 결과모지에서는 15매에 1과(엽과비 15), 봄가지를 모지로 한 조기가온에서는 잎이 크기 때문에 10~15매에 1과(엽과비 10~15)라도 좋다고 하였다. 특히 제주에서는 과실크기가 75~80g이 상품성이 높은 점을 두고 볼 때, 하우스재배에서 수관전면 결실구 2차년도의 엽과비 27.0은 착과부족을 나타낸다고 판단되었다.

신초는 열매가 많이 달리면 거이 발생되지 않았고 결년결실관리에서 열매를 달리 지 않은 해에는 50cm 내외의 결가지에 150본 이상의 신초가 발생했다. 가지별결실구에서 2년 연속 신초발생이 거의 없는 것으로 나타난 것은 열매 달린 가지를 대상으로 조사했기 때문이며 열매를 달리지 않고 쉬는 가지에는 신초발생이 많았다.

표 1-3. 결실관리 방법에 따른 엽과비와 신초 발생수의 연도별 변화

처 리	엽과비			신초발생수(본)	
	1999	2000	2001	2000	2001
수관전면결실	15.1	27.0	10.3	113.8	65.9
가지별결실	-	7.5	8.1	-	1.9
짙수해결실	64.0	6.4	46.5	-	171.5
홀수해결실	10.7	52.0	6.5	165.6	2.3

결실관리방법이 발아기와 개화기에 미친 영향은 표 1-4에 나타났다. 1999년 열매를 달리지 않았던 짙수해결실구의 발아기는 4월15일이었는데 비하여 열매를 달렸던 홀수해결실구는 4월20일로 5일 늦어졌으며 개화기도 같은 차이를 보였다. 시험 2, 3년 차에는 그 차이가 더욱 커졌다. 홀수해결실구의 2001년 봄 발아기와 짙수해결실구의 2002년 봄 발아기는 모두 3월 26일이었고 개화기는 5월 초순이었는데 비하여 열매를 달리고 난 다음 봄의 발아기와 개화기는 이 보다 보름 이상 늦었다. 수관전면결실구와 가지별결실구의 발아기와 개화기는 그 중간에 있었다. 전체적으로 전년도 착과부담이 클수록 발아기와 개화기는 늦어지는 경향이였다.

표 1-4. 결실관리 방법에 따른 발아기 및 개화기의 연도별 변화

처 리	발아기(월. 일)			개화기(월. 일)		
	2000년	2001년	2002년	2000년	2001년	2002년
수관전면결실	4. 18	4. 17	4. 13	5. 15	5. 14	5. 16
가지별결실	-	4. 15	4. 9	-	5. 12	5. 10
짙수해결실	4. 15	4. 23	3. 26	5. 12	5. 21	5. 6
홀수해결실	4. 20	3. 26	4. 13	5. 17	5. 2	5. 22

1999년 6월 2일부터 7월 5일까지 조사한 낙과과상은 그림 1-1에 나타났다. 하우스

안의 흘수해결실구와 수관전면결실구 모두 조사가 시작된 6월초에 가장 낙과가 많았으나 노지에서는 6월 10일 전후에 낙과가 많아 낙과의 피크는 하우스 안이 빨랐다. 그러나 모든 처리에서 1차 생리낙과는 6월 29일에 끝났고, 2차 낙과는 6월 10일부터 시작되어 7월 5일 거의 끝났는데, 노지에 비해 하우스 시설내의 기온이 높아 고온에 의한 낙과촉진(中川 등 1984; 岡田와 小中原, 1985; 原田 등, 1985)으로 생리낙과과상에 큰 차이가 있을 것으로 예상되었지만 생리낙과가 끝나는 시기는 같은 것으로 보였다.

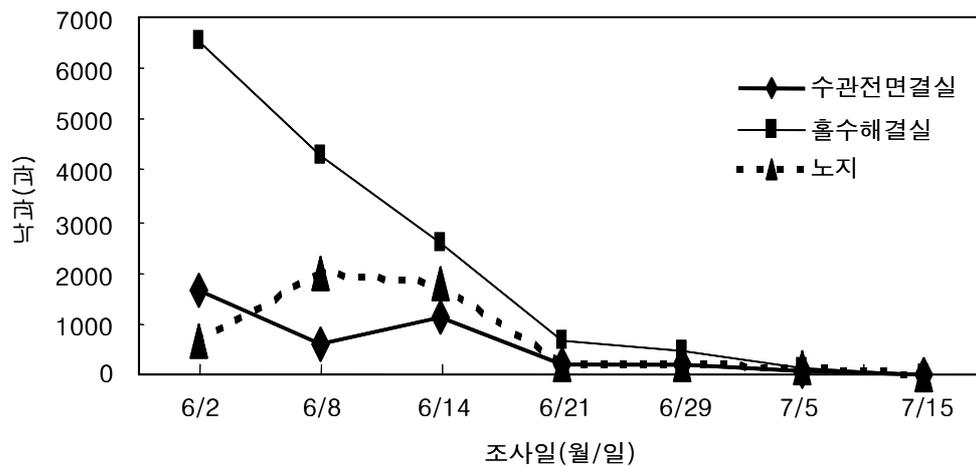


그림 1-1. 결실관리에 따른 생리낙과 과상(1999)

수관전면 결실구와 흘수해 결실구의 시기별 과실 횡경의 비대는 그림 1-2와 같았다. 생리적낙과가 끝나는 1999년 7월 상순부터 10월 중순 사이에 과실 비대속도가 빨라졌으며 11월 상순까지는 비대가 계속된 반면, 2000년 1월 5일이후 최종 수확시까지 는 오히려 감소하였다. 1999년 8월 하순 이후부터 결실관리 처리간 횡경이 차이를 보 였는데, 해거리의 영향으로 착과량이 적은 수관전면 결실구는 착과량이 많은 흘수해 결실구보다 횡경비대가 많았다.

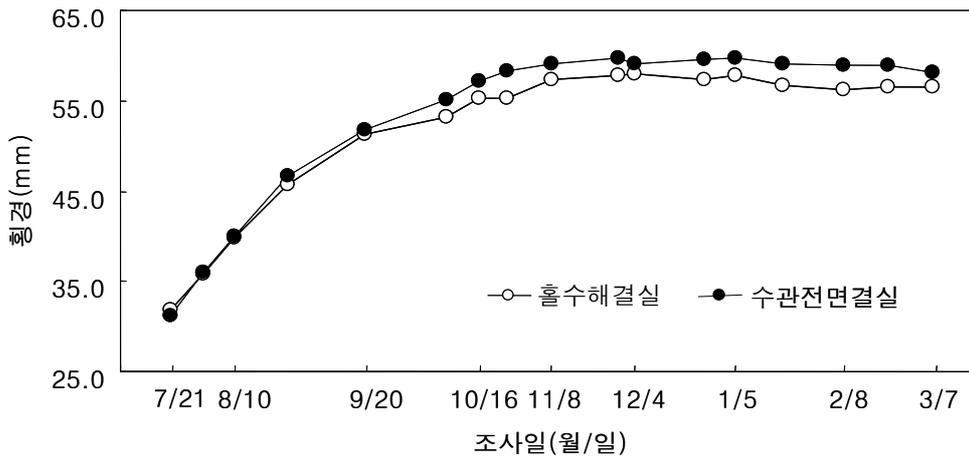


그림 1-2. 결실관리방법을 달리한 하우스내 궁천조생 온주밀감 홍경의 시기별 변화.

시기별 과실 종경의 비대는 그림 1-3과 같이 생리낙과가 끝나는 7월 상순부터 10월 중순사이에 과실 비대속도가 빨랐고, 처리간 비대속도의 차이는 홍경보다는 빠른 7월 하순부터 분명한해졌다. 홍경과 같은 경향으로 착과량이 적은 수관 전면결실구에서 과실 종경의 비대가 많았다.

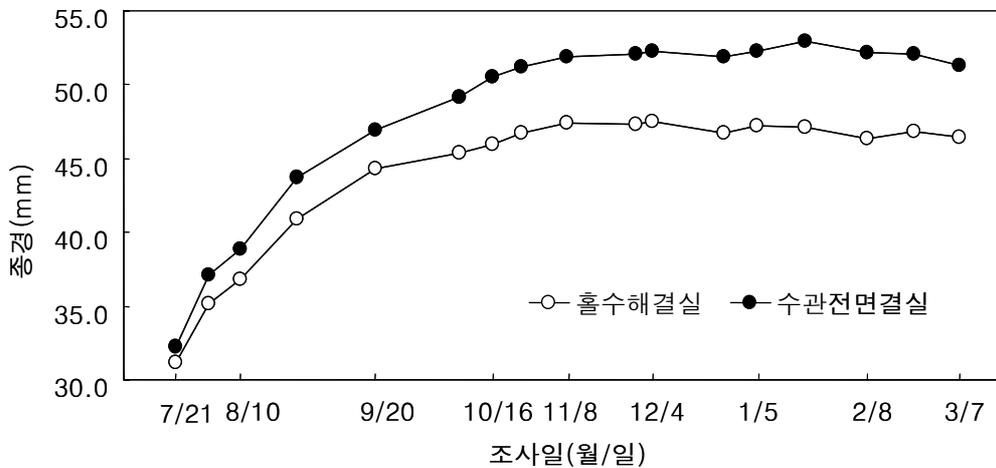


그림 1-3. 결실관리방법을 달리한 하우스내 궁천조생 온주밀감 종경의 시기별 변화.

과실 홍경과 종경이 12월에 최고를 보인 것은 수상월동재배에서 12월 상순에 과실

무게가 가장 무거웠으며 이후 감소했다는 기존의 보고(池田, 1988; 김 등, 1999)와 같은 경향이였다.

과형지수를 조사한 결과(그림. 1-4) 수관전면 결실구는 홀수해 결실에 비해 과실 중경보다 횡경의 비대가 컸기 때문에 1.10으로 과실모양이 구형에 가까워 상품성이 낮은 과실이 되었다.

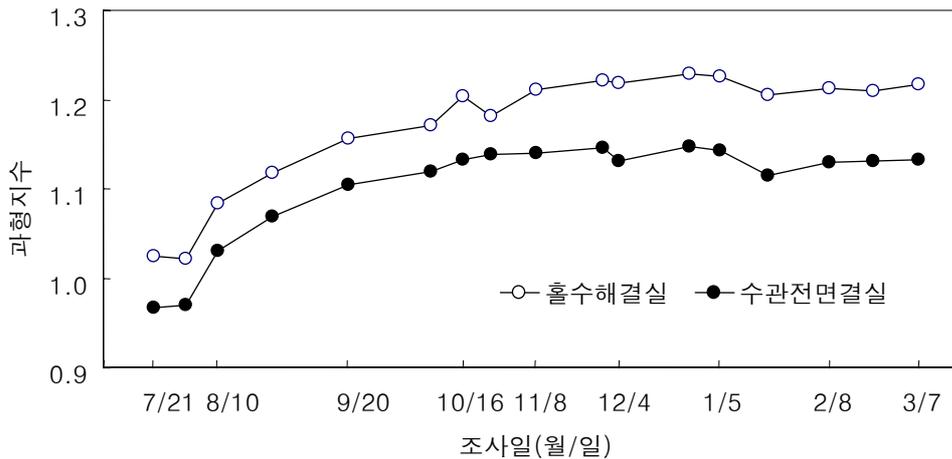


그림 1-4. 결실관리방법을 달리한 하우스내 궁천조생 온주밀감 과형지수의 시기별 변화.

결실관리방법에 따른 수량의 연차간 변화는 표 1-5와 같았다. 수관전면결실구의 단위용적당 수량은 1년차인 1999년 3.07kg/m³이었으며 2, 3년차는 각각 0.82, 2.62kg/m³으로 엽과비 관찰결과와 마찬가지로 해거리현상을 보였으며 연평균 수량은 2.17kg/m³였다. 2년차부터 조사된 가지별결실구의 2, 3년차 수량은 각각 3.05, 4.06kg/m³으로 연차간 차이가 적은 편이었으며 연평균 3.55kg/m³이었다. 홀수 또는 짝수 해에만 결실시킨 격년결실구는 4.33~4.99kg/m³으로 매년 비슷한 수량을 얻을 수 있었으며 3년 수량을 합하여 6으로 나눈 연평균은 2.35kg/m³으로 수관전면결실구의 수량 보다는 많았지만 가지별결실구 보다는 적었다.

가지단위로 결실시켜 수상월동 기간을 연장하면 다음해 꽃수는 결실했던 가지에서는 크게 감소하지만 나무 전체로는 큰 변화가 없다고 하였다(죽림 등, 1992, 1993). 가지별 결실법이 격년결실성을 약화시켜 안정적으로 수량을 올릴 수 있다는 것은 보통

온주에서도 보고된 바 있다(木原 등, 1995)

표 1-5. 결실관리 방법별 수량성 비교

연 도	1999	2000	2001	3년 평균
	(kg/m ³)			
수관전면결실	3.07	0.82	2.62	2.17
가지별결실	-	3.05	4.06	3.55
짙수해결실	4.80	-	4.99	2.35
홀수해결실	-	4.33	-	

결실관리방법에 따른 과실크기별분포는 연도에 따라 다양하게 나타났으며 착과량이 적을수록 큰 과실의 비율이 높아졌다. 그림 1-5는 1999년도 과실크기별분포를 나타낸 것인데 홀수해결실구에서가 수관전면결실구에서 보다 작은 과실인 1~3번과 비율이 높고 큰 과실인 7~9번과 비율이 낮았다.

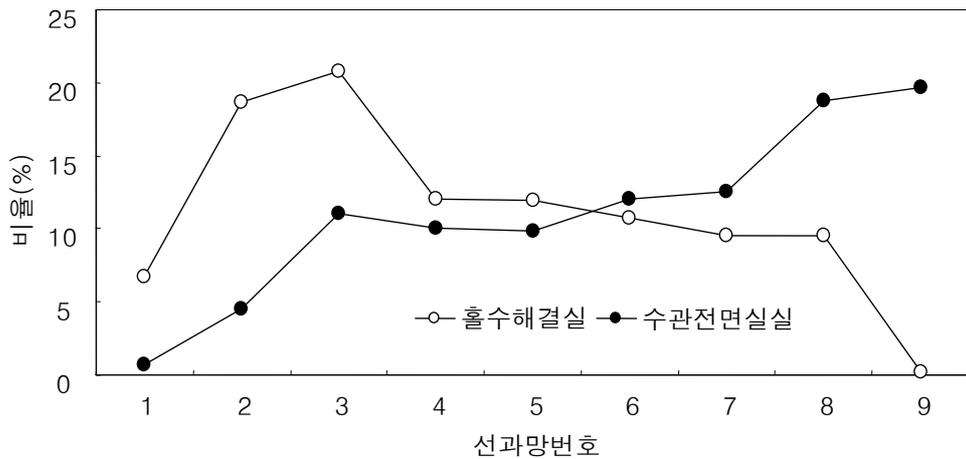


그림 1-5. 결실방법에 따른 과실크기 분포비율(2000. 3. 29)

2000년도 과실크기별분포는 그림 1-6에서 보는 바와 같이 짙수해결실구의 분포가 1999년 홀수해결실구 분포보다 큰 과실 비율이 높아졌으며 가지별결실구는 짙수해결실구 보다도 더 큰 과실 비율이 높아졌고 수관전면결실구에서는 전체과실의 75%가 9

변과가 될 정도로 큰 과실 비율이 높았다. 노지포장에서 해마다 적당량의 과실을 달리게 하기 위한 조생온주의 이상적인 엽과비는 25~30이고 평균 과중은 100~110g으로 알려져 있다. 우리나라 시장에서 가장 선호하는 과실크기는 75~80g이다. 시험에서 수관전면결실구의 엽과비는 27이었는데도 대부분 과실이 상품가치가 거의 없을 정도로 큰 9번호과로 분류되었다. 월동수확을 위한 하우스 조건에서 적정 엽과비에 대한 검토가 있어야 할 것이다.

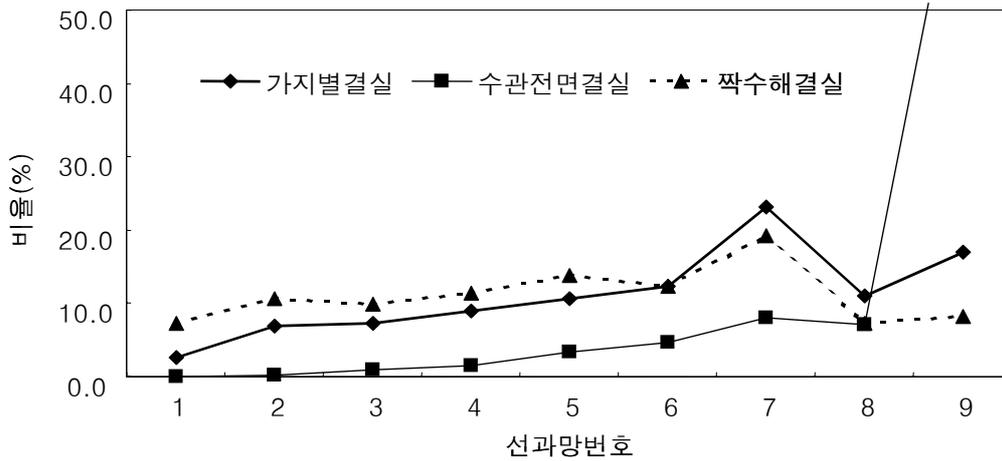


그림 1-6. 결실 방법별 과실크기 분포 비교(2001. 3. 29)

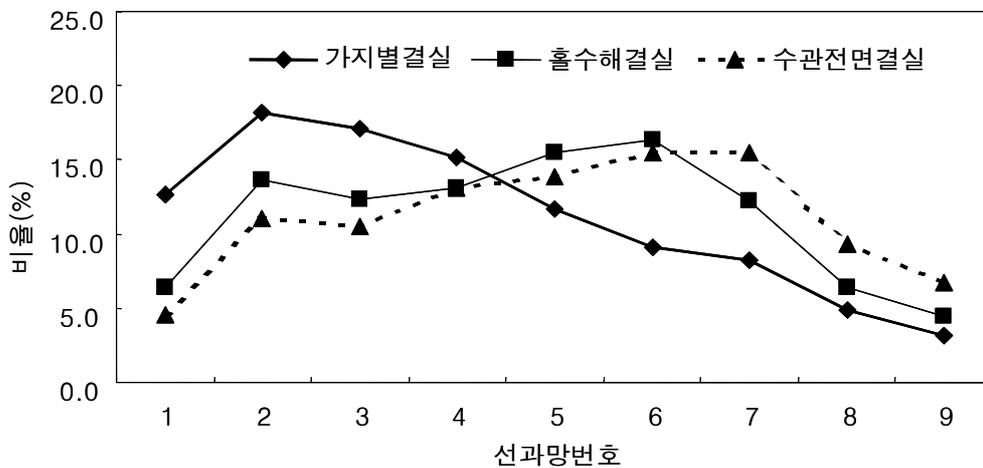


그림 1-7. 결실방법에 따른 과실크기 분포비율(2002. 3. 29)

2001년도에는 소과비율은 가지별결실구에서 가장 높고 대과비율은 수관전면결실구에서 가장 높았으며 홀수해결실구는 소과비율이나 대과비율 모두 중간이었다(그림 1-7).

3년간의 평균 과실크기 분포는 그림 1-8에서 보는 바와 같다. 소과에 속하는 1~2번과 비율은 짝수 또는 홀수해에 결실시킨 격년결실구와 가지별결실구에서 각각 21.1%와 20.3%로 비슷한 반면 수관전면결실구는 6.9%로 낮았다. 상품성이 가장 낮은 대과에 속하는 7~9번과는 수관전면결실구가 57.7%로 가장 높게 나타났으며, 격년결실구가 가장 낮은 25.6%를 보였으며 가지별결실구는 33.8%였다. 상품성이 가장 높은 것으로 선호되고 있는 3~6번과의 비율은 격년결실구가 53.4%, 가지별결실구 46.2%, 수관전면결실구 35.3% 순으로 격년결실관리에서 상품율이 가장 높은 것으로 나타났다.

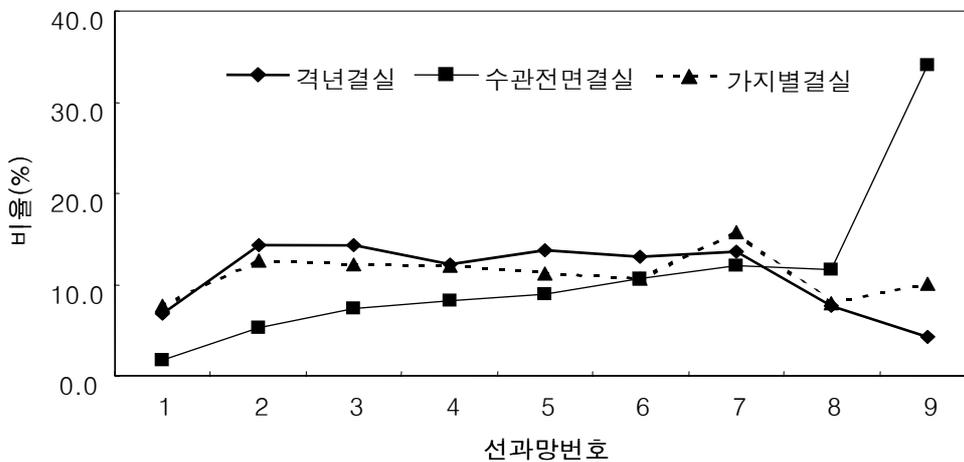


그림 1-8. 결실방법에 따른 과실크기 평균분포 비율(2000~2002)

결실관리방법에 따른 과실품질의 연차간 변화는 표 1-6에서 보는 바와 같다. 짝수 또는 홀수해에만 결실시킨 격년결실관리구에서 과실이 가장 작아 평균과중은 62~70g이었으며 가지별결실구의 평균과중은 70g 내외였다. 수관전면결실구의 평균과중은 63~131g으로 해거리 에 의한 착과량 차이가 그대로 반영되어 연차간 변이가 컸다. 과즙의 당도는 1~2년 차에서는 격년결실구가 12°Bx 내외로 12월 수확한 노지관행구보다 2°Bx 정도 높았고 수관전면결실구와 가지별결실구는 그 중간인 11°Bx 내외였다. 3년차에는 노지관행구의 당도가 12°Bx 이상이었으며 월동수확한 과실의 당도는

모든 처리구에서 14°Bx 이상으로 높았다.

표 1-6. 결실관리방법이 과신품질에 미친 영향

시험년도	처 리 ^{z)}	횡 경 (mm)	과 중 (g)	당 도 (Brix)	산함량 (%)	비 중	부피지수
1999년	수관전면결실	53.5	63.4	11.0	0.85	0.82	0.20
	홀수해결실	51.7	62.0	12.1	0.68	0.82	0.44
	노지관행	56.0	76.0	10.0	1.18	0.73	0.49
2000년	수관전면결실	69.8	131.2	11.2	0.63	-	0.80
	가지별결실	56.3	69.2	10.6	0.59	-	0.44
	짝수해결실	56.2	67.9	12.3	0.60	-	0.46
	노지 관행	58.5	82.3	9.8	0.88		
2001년	수관전면결실	56.4	72.1	14.5	0.89	0.88	0.29
	가지별결실	54.5	71.7	15.2	1.94	0.92	0.13
	홀수해결실	55.8	70.1	14.1	0.79	0.87	0.44
	노지 관행	60.0	92.9	12.4	0.88	0.88	0.33

z) 노지관행은 당년 12월 20일, 그외 처리는 다음해 3월 29일 조사된 성적임

1, 2년차와 같이 건조처리를 하지 않은 일반 재배조건에서는 나무에 착과부담을 많이 주게 하는 결실관리법이 당도를 높이는 데 효과가 있었으며, 3년차에는 기후조건이 노지에서 당도가 높은 해였을 뿐만 아니라 하우스 내 토양을 과실비대기 이후 건조하게 관리하는 조건에서는 모든 처리에서 당도가 높아지는 것으로 판단되었다. 산함량은 1년차 노지를 제외하고는 모두 0.95% 이하로 실용적인 면에서 문제가 되지 않을 것으로 보였다.

부피지수는 1차년도와 3차년도에서는 처리간 차가 없었으나, 2차년도에는 수관전면 결실구가 0.8로 0.5 이하인 다른 구보다 월등히 높았다. 이는 해거리 영향으로 대과 비율이 높았기 때문이라고 생각되었다. 수상에서 월동하는 과실이 커질수록 비중은 낮아지며, L, M급과는 부피과가 되었다는 長谷部 등(1990)의 보고와 일치하였다.

1월 또는 2월에 가지별 또는 수관전체에서 50%를 수확하고 나머지를 3월말에 수확하는 분할수확구나 3월말에 일시 수확한 구 모두에서 봄에 꽃이 전혀 달리지 않았다(표 1-7). 궁천조생에서 해를 넘길 정도로 수확기가 늦어지면 다음해 꽃수가 감소되

지만(重里 등, 1976; 上田 등, 1982), 분할수확방법으로 착화수를 증가시킬 수 있다(橋本과 宮田, 1990). 이 시험은 1999년도 엽과비가 15 이하일 정도로 열매가 많이 달린 나무를 대상으로 수행하였는데 이와 같이 결실량이 많은 조건에서는 분할수확으로도 연년결실을 기대할 수 없다고 판단되었다.

표 1-7. 분할수확 방법과 시기가 발아기와 착화 정도에 미치는 영향

	분할수확방법	발 아 기 (월.일)	착화정도	신초수	신초장
				(개/50cm 가지)	(cm)
가지별	1, 3월 각 50%	4.7	무	24.5	6.0
	2, 3월 각 50%	4.7	무	19.9	4.9
수관 전체	1, 3월 각 50%	4.7	무	24.3	6.1
	2, 3월 각 50%	4.7	무	20.4	5.6
	3월 일시 수확	4.7	무	36.3	5.4

결실관리방법이 과실의 수량과 품질에 미친 영향을 종합해 보면 가지별결실구에서 총수량이 가장 많았으며 다음으로 격년결실구, 수관전면결실구 순이었는데, 과실크기 별 분포나 당도는 격년결실구에서 가장 좋았고 수관전면결실구에서 가장 나빴다. 따라서 월동재배에서는 수관전면결실 관리법은 수량이 낮고 과실품질이 나빠 적당하지 못하며, 가지별결실 관리법은 수량이 많지만 세밀한 전정을 필요로 하며 새순과 열매를 동시에 균형있게 확보하여 관리하여야 하는 어려움이 있다. 격년결실구는 결실 하고난 다음해에는 수세회복이 가능하기 때문에 결실하는 해에 착과부담과 건조처리로 인하여 수세가 다소 쇠약해져도 별 문제가 없으므로 관리하기 편하다. 따라서 하우스를 짝수해 결실시키는 동과 홀수해 결실시키는 동으로 구분하여 관리하면 전체적으로는 매년 품질 좋은 과실을 안정적으로 수확하는 동시에 관리도 편할 것으로 생각되었다. 다만 이러한 결실관리 방법에서는 여름가지가 결과모지로 이용되며 너무 작은 과실의 비율이 높아지기 쉬우므로 이러한 조건에서의 전정법과 적과방법을 계속 검토할 필요가 있다고 생각되었다.

제2절 토양수분관리 방법

1. 재료 및 방법

시험대상 하우스와 식물재료는 제1절 합리적 결실관리방법 시험과 같았다. 제1 차년도에는 성숙기이후 단수시기가 과실품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 성숙기인 1999년 10월 1일부터 11월 30일까지 단수처리와 관수처리 2 수준과 월동기간인 12월 1일부터 다음해 3월 29일 수확시까지 역시 단수처리와 관수처리 2 수준을 조합하여 4처리 시험을 수행하였다(표 2-1), 시험기간 비나 눈이 하우스내로 들어가지 않도록 하우스의 천정 비닐을 완전하게 피복하여 차단하였으며, 단수기간은 관수를 완전 중단하였으며 관수 처리는 토양수분포텐셜이 -0.05MPa 일 때 점적관으로 관수를 실시하였다. 토양수분 장력은 석고블럭을 조사나무의 수관 아래 토심 15cm에 설치하여 매일 오전 10시에 토양수분 측정계(model 5910-A)를 이용하여 측정하였다.

표 2-1. 과실성숙기 이후 단수시기 처리내용(1999~2000)

처 리	성숙기(1999.10.1~11.30.)	월동기(1999.12.1~2000. 3. 29.)
전기간단수(DD)	단수	단수
단수후관수(DW)	단수	관수
관수후단수(WD)	관수	단수
전기간관수(WW)	관수	관수

1차년도 시험결과 성숙기 이후 전기간 단수처리에서 과실품질은 좋아졌지만 낙엽율이 크게 증가되는 등 수세가 매우 약해지는 경향이있으므로 2차년도에는 성숙기에서부터 월동기 전기간 즉 10월 상순부터 최종 수확기인 다음해 3월하순까지 토심 15cm에서 측정한 토양수분포텐셜 $-1.0\sim-0.5\text{MPa}$ 범위의 건조, $-0.5\sim-0.1\text{MPa}$ 범위의 소습구, $-0.1\sim-0.05\text{MPa}$ 범위의 적습구로 나누어 관리하였다. 수분관리는 FLORICOM(네타팜사, 이스라엘)을 이용하여 자동 점적관수로 토양수분포텐셜이 목표 범위에 들어가게 하였다.

1, 2년차 시험결과 성숙기 당도가 낮으면 그 이후의 당도 증가는 크지 않다는 것

이 밝혀졌으므로 3차년도에는 과실비대기의 건조스트레스와 성숙기 이후 토양수분 수준 조합의 효과를 알아보기 위하여 2001년 7월 21일(과실횡경 35mm)부터 9월17일까지 관수를 중지하여 건조스트레스를 준 다음 수확시까지 소습, 적습 다습 등 3 처리와 7월 21일부터 계속 다습으로 관리한 처리를 합쳐 모두 4처리를 난괴법 2반복으로 시험하였다(표 2-2). 토양수분관리는 전년도와 같이 토심 15cm 위치의 토양수분포텐셜이 목표 범위에 유지되도록 FLORICOM을 이용하여 관수량을 조절하였으며 나무 8그루가 심어있는 한 줄을 한 시험구로 처리하였는데 가운데 2 그루의 나무에 대하여 과실품질을 분석하였다.

표 2-2. 건조스트레스와 토양수분 처리내용(2001~2002.)

처 리	7월 21일 ~ 9월 17일	9월 17일~3월 30일
건조스트레스후 소습(SD)	건조(단수)	건조(-1.0 ~ -0.5MPa)
건조스트레스후 적습(SM)	건조(단수)	소습(-0.5 ~ -0.1MPa)
건조스트레스후 다습(SW)	건조(단수)	적습(-0.1~-0.05MPa)
전기간 다습(NW)	적습(-0.1~-0.05MPa)	적습(-0.1~-0.05MPa)

잎수분포텐셜은 해뜨기 직전에 전년도 봄가지의 세번째 잎을 채취하여 가압상법(pressure chamber)으로 측정하였다. 근활력은 수확후 4월 4일에 수관내 1m 내에서 동서남북 4군데를 토심 10cm 내외, 가로×세로 30cm의 흙을 떠서 그 속에 있는 뿌리 선단 10cm의 세근을 채취하여 TTC법으로 조사하였다.

낙엽을 조사는 1, 2차년도에 수확하는 날 50cm 정도의 곁가지를 동서남북으로 선정하여 전체 가지의 마디수에 대한 남은 잎의 비율로 계산하였다. 3차년도에는 수확하기전 3월 5일과 3월 18일에 1, 2차년도와 같은 방법으로 조사하였고, 수확후 낙엽에 미치는 영향을 알아보기 위하여 4월 13일 최종 조사를 하였다.

과실 횡경의 시기별 변화는 3차년도에 조사하였는데 생리적 낙과가 끝나는 시기인 2001년 7월 28일 시험구당 2나무에 각각 20과씩 40과를 표지하여 2주 간격으로 최종 수확시인 2002년 3월 28일까지 조사하였다.

과실품질의 변화는 1차년도에는 1999년 11월 25일부터 대략 한달 간격으로 5회에 걸쳐 처리당 3그루를 대상으로 각 10과씩 채취하여 당도, 산함량, 비중, 부피지수를 조사하였다.

2차년도에는 월동기부터 최종 수확시까지 한달 간격으로 3회에 걸쳐 처리당 3그루에서 과실 10과씩 30과를 채취하여 1차년도와 같은 방법으로 조사하였다.

3차년도의 과실 품질조사는 2001년 8월 20일부터 10일 또는 한달 간격으로 중앙부위에 달려있는 과실을 나무당 10과, 시험구당 20과씩을 채취하여 당도, 산함량, 부피지수 등을 조사하였다.

유리당 농도는 HPLC를 이용하여 분석하였다. 시료조제는 과피를 벗긴 후 과육을 일정량씩 분리한 후 착즙기를 이용하여 착즙한 과즙을 15mL 튜브에 넣고 3000rpm으로 10분간 원심분리하고 상징액을 취하여 0.45 μ m 여과지로 여과한 후 200배로 희석하였다. HPLC를 이용한 유리당 분석에는 Waters 2690 XE(미국) 기기를 사용하였고 검출기는 Alltech ELSD 2000을 이용하여 검출하였다. 이동상은 75 : 25%(acetonitril : water)를 혼합하여 유기용매용 0.25 μ m 여과지로 여과한 후 이용하였다. 기기조건은 유속 1.0mL/min, 시료주입 10 μ l, 분리시간 20분으로 하였다. 당분석 컬럼으로는 Waters사의 carbohydrate 컬럼(3.9 \times 300mm)을 사용하였다. 표준곡선은 유리당 중 sucrose, glucose, fructose를 각각 50, 100, 250, 500, 1000 ppm로 제조하여 검량선을 구하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 성숙기 이후 단수시기가 과실품질에 미치는 영향 【1년차】

1차년도에 시험한 단수후관수관리구(DW)의 토양 수분포텐셜은 12월 중순부터 전기간 관수관리구(WW)와 같은 수준이 되었다. 전기간단수관리구(DD)의 토양 수분포텐셜은 다음해 1월 중순에 -1.0 MPa이 될 때까지 계속 내려갔으며, 관수후단수구(WD)는 12월 중순부터 수분함량이 점차 낮아져 2월 하순에 DD와 같은 -1.0 MPa 수준으로 낮아졌다(그림 2-1).

과실성숙기 이후 단수시기가 수체생리에 미친 영향을 조사한 결과는 표 2-3과 같았다. 2000년 3월 18일 일출전의 잎수분포텐셜은 DD구에서 -1.81 MPa로, WW구의 -0.76~-1.06 MPa보다 훨씬 낮아 토양수분 상태가 그대로 반영되었다.

근 활력은 잎수분포텐셜과 반대로 WW구에서 가장 높고, DD구가 가장 낮았다. 이와 같은 결과는 小野(1987)가 근의 활성이 낮은 나무에서는 잎의 수분 포텐셜이 낮고, 잎수분이 부족 상태가 되기 쉽다고 보고한 것과 비슷한 경향이었다.

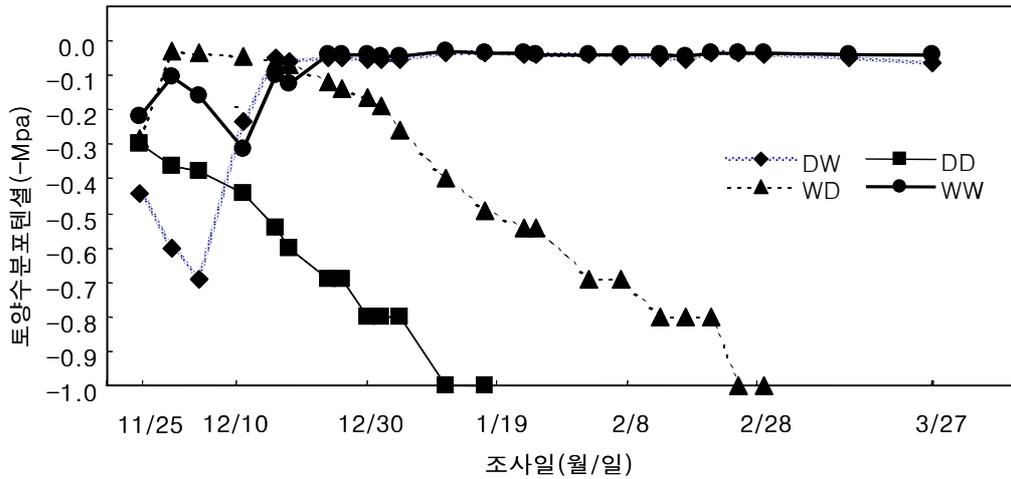


그림 2-1. 과실성숙기 이후 단수시기에 따른 토양수분의 시기별 변화

표 2-3. 과실성숙기 이후 단수시기가 엽수분포텐셜에 미치는 영향

처 리	수분포텐셜 ¹⁾	근활력 ¹⁾	낙엽율 ²⁾
	(-MPa)	(mg/g · h)	(%)
전기간단수	1.81	1.96	39.3
단수후관수	0.76	2.10	21.7
관수후단수	-	2.05	15.4
전기간관수	1.06	2.17	15.3

¹⁾조사일 : 2000. 3. 18

²⁾조사일 : 2000. 3. 29

처리별 구엽의 낙엽율은 단수기간이 길수록 높아지는 경향이였다. DD구에서 39.3%로 높게 나타나 수세를 약화시킬 것으로 생각되였다. WD구에서 낙엽율은 21.7%로 WW구나 DW구의 15.3~15.4%보다는 높은 경향이였다. 小野(1987)는 하추계의 토양수분관리가 겨울부터 다음해 봄까지 낙엽율에서는 일정한 경향을 보이지 않았다고 하였으나, 현 등(1990)은 시설재배에서 단수기간 동안에 토양수분장력을 -0.5MPa 이하로 장기간 유지하는 것은 당도는 증가되지만 단수기간 동안에 수분 스트레스는 약 120일 이상 계속되어 생육에 큰 영향을 미칠 가능성이 매우 크다고 보고하였다. 따라서 본 연구와 같이 성숙기와 월동기간에 토양수분을 건조하게 유지하는 것은 과즙의

당도는 높일 수 있으나 지나친 토양건조는 낙엽율을 높여 수세를 악화시킬 우려가 있을 것으로 생각되었다.

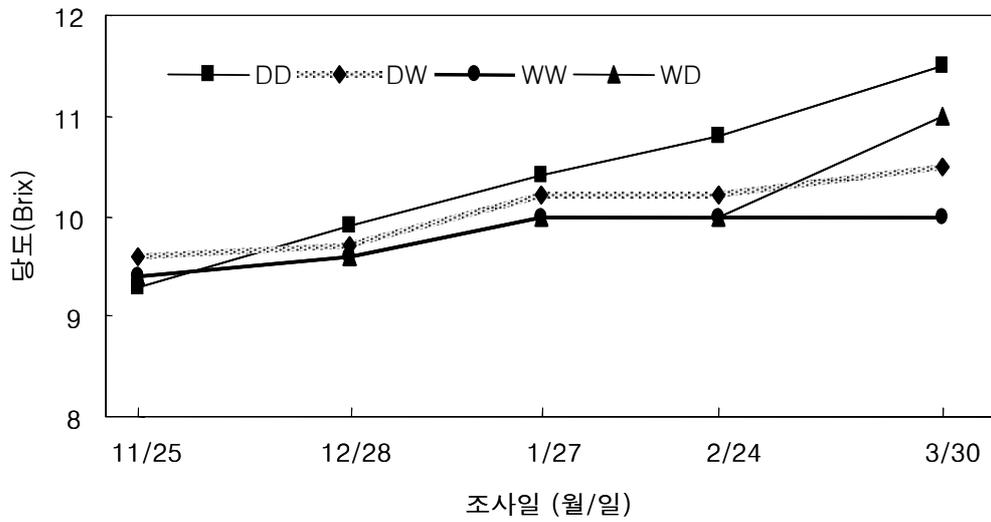


그림 2-2. 과실성숙기 이후 단수시기에 따른 과즙 당도의 경시적 변화

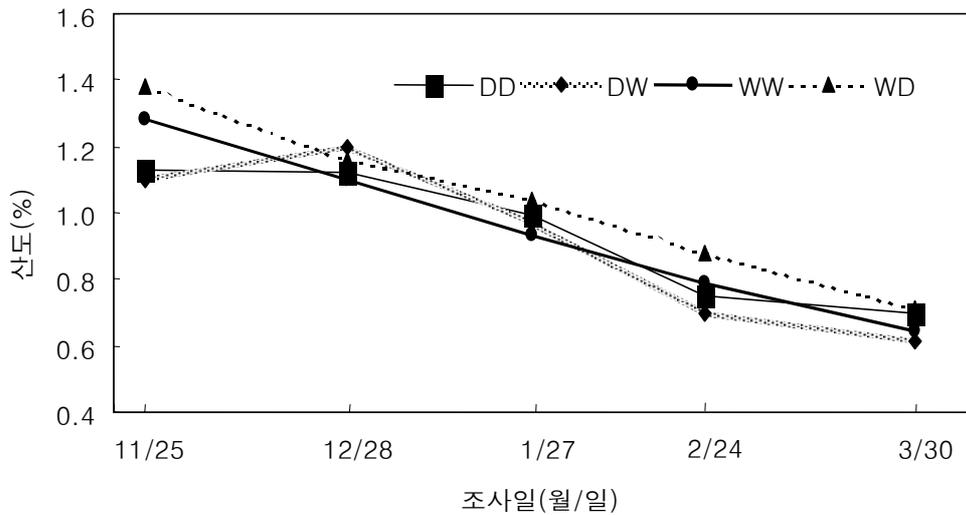


그림 2-3. 과실성숙기 이후 단수시기에 따른 과즙 산함량의 경시적 변화

성숙기이후 토양수분관리에 따른 과즙 당도의 변화는 그림 2-2에서 보는 바와 같이 11월 25일까지는 9.3 °Brix 범위로 모든 처리구가 비슷한 경향이었으나, DD구에서는 이후 꾸준히 증가하여 11월 25일 9.3 °Brix에서 수확기인 3월 29일에는 11.5 °Brix로 월동기간 중 2 °Brix 상승하였다. 그러나 WW구에서는 같은 기간 당도 상승은 0.6 °Brix에 불과하였으며, WD구 또는 DW구에서도 관수기간에는 당도증가가 거의 없거나 적었다. 결과적으로 DD구의 당도가 가장 높았고, 다음으로 WD구에서 높았다.

산함량의 변화(그림 2-3)는 11월 하순까지도 1.20 % 이상으로 높은 수준이었으며, 처리에 따른 차이보다 월동기간이 길어질수록 산함량의 감소가 크게 나타나 수확시기까지 낮아져 0.60~0.70 %로 감소이 되었는데, 김 등(1999)의 12월 하순부터 감소하여 2월 상순부터 크게 감소하였다는 보고와 일치하였다.

2000년 3월 29일 최종 수확시의 과실 품질은 표 2-5와 같았다. 과실크기가 비슷한 과실을 대상으로 조사된 과즙성분 중 당도는 토양의 수분관리에서 DD구가 11.4 °Brix로 가장 높았고, 다음으로 WD구 11.0 °Brix, DW구 10.4 °Brix, WW구 10.2 °Brix 순으로 토양건조가 심할수록 당도가 유의하게 높았다. WD구가 DW구보다 당도가 높은 것은 단수시기의 차이뿐만 아니라 단수기간의 차이에서 비롯된 것이라고 생각된다. 그러나 산함량은 처리간 별 차이 없이 0.61~0.71 %로 식미에 문제가 되지 않을 것으로 판단되었다.

표 2-4. 과실성숙기 이후 단수시기가 과실품질에 미치는 영향(1999-2000)

처 리	횡 경 (mm)	과 중 (g)	당 도 (Brix)	산함량 (%)
전기간단수	55.1	59.4	11.4	0.70
단수후관수	54.7	63.9	10.4	0.64
관수후단수	54.8	59.4	11.0	0.61
전기간관수	53.8	60.8	10.2	0.71

토양을 건조하게 관리할수록 부피억제 효과가 크게 나타났는데(표 2-5), 부피가 전혀 발생되지 않은 과실비율은 DD구에서 94 %, 그리고 WD에서 93.7 %이었으나, DW구와 WW구는 각각 71.9, 60.7 %로 낮았다.. WW구에서는 부피과 발생 정도가 보통이 27.9 %, 심하게 나타난 것은 11.4 %로 높아 이를 종합한 부피지수는 0.25로 DD구 0.03

에 비하여 훨씬 높았다. 비중도 DD구와 WD구에서 높았다.

표 2-5. 과실성숙기 이후 단수시기가 부피에 미치는 영향

처 리	과실수	부피과 비율 (%)			부피지수	비 중
		무	경	심		
전기간단수	1284	94.0	6.0	0	0.03	0.86
단수후관수	1143	93.7	6.3	0	0.03	0.86
관수후단수	933	71.9	18.2	9.9	0.19	0.84
전기간관수	972	60.7	27.9	11.4	0.25	0.84

이상의 결과에서 성숙기 이후 토양을 건조하게 관리할수록 과즙의 당도가 높아지고 부피발생도 적어지지만 지나친 건조는 뿌리 활력을 떨어뜨리고 낙엽율을 높여 수세를 악화시킬 우려가 있다고 판단되었다.

나. 성숙기 이후 토양수분수준이 과실품질에 미치는 영향 【2년차】

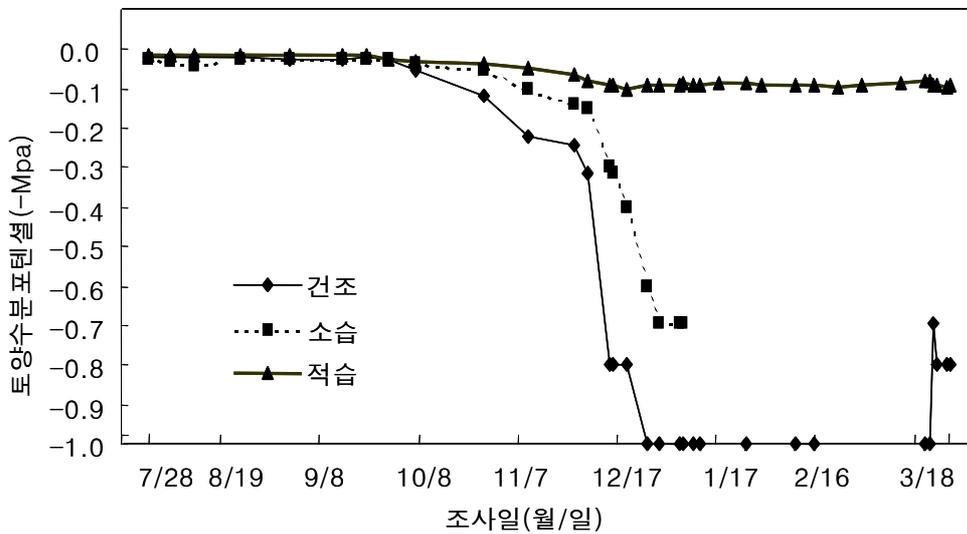


그림 2-4. 토양수분의 시기별 변화(2000-2001)

성숙기 이전 즉 처리 이전의 토양수분포텐셜은 0MPa에 가까울 정도로 다습한 상태였으며, 10월1일부터 토양수분수준을 달리하여 관리하기 시작한 이래 토양수분이 점차 감소하여 12월 하순에는 건조구, 소습구, 적습구의 토양수분포텐셜이 각각 -1.0, -0.7, 0.1MPa로 되어 건조구와 적습구의 토양수분포텐셜은 목표 수준 범위에 유지되었으나 소습구는 다소 건조상태로 되었다(그림 2-4).

토양수분 수준에 따른 잎수분포텐셜을 조사한 결과 건조구에서 -1.12~-1.74MPa로 가장 낮았으며 소습구와 적습구에서는 각각 -0.75~-0.81, 0.61~0.71MPa로 모든 처리구에서 토양수분포텐셜 보다 약간 낮게 나타났다(표 2-6). 낙엽율은 토양수분을 건조하게 관리할수록 높아지는 경향으로, 건조구에서 30.6%로 가장 높았지만 1999년도 성숙기이후 전기간 단수했던 DD구의 39%보다는 낮았다. 1월말 채취한 겨울잎의 무기성분함량은 건조구의 구리 함량이 낮고 적습구의 철 함량이 낮은 경향이었지만 성숙기이후 토양수분 수준에 따른 차이가 없었다(표 2-7).

표 2-6. 성숙기이후 토양수분 수준이 잎수분 포텐셜과 낙엽율에 미친 영향(2001)

토양수분 ^z	잎수분포텐셜(-MPa)			낙엽율(%)
	3월 22일	3월 23일	3월 24일	
건 조	1.12	1.74	1.25	30.6 a ^y
소 습	0.81	0.97	0.75	23.7 a
적 습	0.64	0.71	0.61	18.9 a

^z처리별 토양수분포텐셜은 그림 2-6 참조.

^yDMRT에 의한 5% 수준에서의 평균분리.

표 2-7. 성숙기이후 토양수분 수준이 잎의 무기성분함량에 미친 영향(2001. 1.31)

구 분	다량원소(%)						미량원소(ppm)				
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn
건조	2.60	0.14	0.80	2.29	0.56	0.03	45.3	42.4	2.47	57.3	44.7
소습	2.76	0.15	0.88	2.20	0.57	0.03	43.6	45.3	7.06	72.3	55.7
적습	2.77	0.17	0.78	2.52	0.61	0.04	51.1	51.8	5.60	361.9	44.5

과즙의 당도는 토양수분이 건조할수록 높아졌는데 2월 하순까지는 통계적유의성이 없었으나 3월하순에는 유의한 차가 인정되었다(표 2-8) 수확기 건조구의 당도는 12.3°Brix로 적습구 10.8°Brix 보다 1.5°Brix 높았다.

과즙의 산함량은 1월말까는 건조구가 가장 높은 것으로 보였으나 2월 이후에는 모든 처리구에서 비슷하게 0.6% 수준이었다(표 2-9).

부피지수는 표 2-10에서 보는 바와 같이 1월말까지는 모든 처리구에서 0.15 이내로 부피가 거의 발생되지 않았었지만 2월말에는 모든 처리구의 부피지수가 0.40에 가까웠으며 3월말에는 건조구에서 0.56이었는데 비하여 적습구에서는 0.66으로 0.1정도 높았다. 즉 수확기가 늦어질수록 그리고 토양수분이 많을수록 부피가 심해지는 경향이었는데 소습구와 건조구는 거의 비슷하였다.

표 2-8. 성숙기이후 토양수분 수준이 과즙의 당도에 미친 영향(2000-2001)

토양수분 ^z	당 도(Brix)		
	1월 31일	2월 28일	3월 29일
건 조	10.9 a ^y	11.0 a	12.3 a
소 습	10.8 ab	10.9 a	11.1 ab
적 습	10.0 b	10.4 a	10.8 b

^z처리별 토양수분포텐셜은 그림 2-6 참조.

^yDMRT에 의한 5% 수준에서의 평균분리.

표 2-9. 성숙기이후 토양수분 수준이 과즙의 산함량에 미친 영향(2000-2001)

토양수분 ^z	산함량(%)		
	1월 31일	2월 28일	3월 29일
건 조	0.80 a ^y	0.60 a	0.63 a
소 습	0.70 b	0.58 a	0.64 a
적 습	0.74 b	0.59 a	0.63 a

^z처리별 토양수분포텐셜은 그림 2-6 참조.

^yDMRT에 의한 5% 수준에서의 평균분리.

표 2-10. 성숙기이후 토양수분 수준이 부피발생에 미치는 영향(2000-2001)

토양수분 ^z	부피지수		
	1월 31일	2월 28일	3월 29일
건 조	0.14 a ^y	0.39 a	0.56 a
소 습	0.14 a	0.39 a	0.58 a
적 습	0.15 a	0.40 a	0.66 b

^z처리별 토양수분포텐셜은 그림 2-6 참조.

^yDMRT에 의한 5% 수준에서의 평균분리.

2차년도 시험결과 성숙기 이후 월동기간에 토양수분포텐셜을 -1.0MPa 정도로 건조하게 관리하면 토양수분포텐셜을 -0.1MPa 정도의 습윤조건으로 관리한 것 보다 과즙 당도를 1.5°Brix 정도 높일 수 있으며 부피발생도 억제할 수 있다고 판단되었다. 그러나 낙엽율이 증가되어 수세가 약해질 위험이 있으며 성숙기 이후의 건조처리에 의한 당도 증가만으로는 맛있는 감귤을 생산하기에는 미흡하여 성숙기 이전의 당도증가 방안을 검토할 필요가 있다고 생각되었다.

다. 세포비대기 건조스트레스와 그 후 토양수분수준이 과신품질에 미치는 영향 **【3년차】**

시험기간 처리별 토양수분포텐셜 변화는 그림 2-5에서 보는 바와 같았다. 건조스트레스를 주지 않아 전기간 다습을 유지한 처리구(NW)의 토양 수분포텐셜은 계속 -0.08 MPa 내외로 유지되었다. 7월 21일부터 관수를 중지한 건조스트레스구들의 토양 수분포텐셜은 -0.6 MPa 내외까지 내려갔으며, 재관수로 일시 높아졌다가 소습구(SD)는 다시 -0.6 MPa, 적습구(SM)는 -0.15MPa, 다습구(NW)는 -0.09 MPa 수준으로 유지되었다.

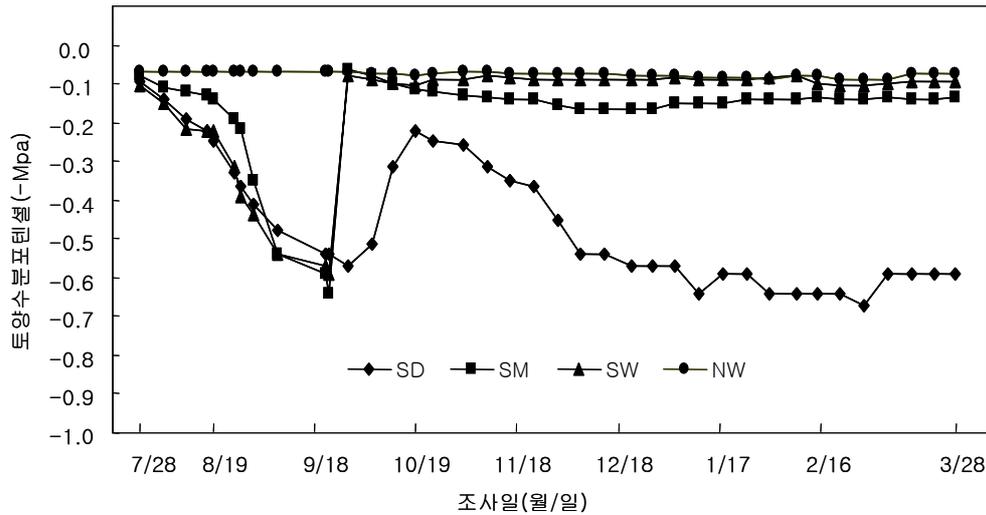


그림 2-5. 토양수분의 시기별 변화(2001-2002.)

2002년 2월 7일부터 9일까지 3일간 일출전 잎수분포텐셜을 조사한 결과(표 2-11), SD구에서 -2.5 MPa 내외, SM구에서 -1.6 MPa 내외, 그리고 과실 비대기 건조 스트레스에 관계없이 다습구(SW와 NW)는 모두 -1.4 MPa 내외로 SD구에서만 특히 낮았다. 현 등(1990)은 토양수분 장력이 -0.5 MPa 이하로 유지된 시설내 토양에서 잎수분포텐셜의 Ψ_{max} 은 -2.1 MPa, Ψ_{min} 은 -2.8 MPa 정도였다고 보고했으며, 藥師寺 등(1995)은 새벽 잎수분포텐셜이 약 -1.50 MPa 이하로 저하되면 온주밀감은 보다 강한 건조스트레스를 받기 시작한다고 하였다. 이 시험에서 NW구를 제외하고는 정도의 차이는 있지만 건조스트레스를 받았다고 생각되었다.

표 2-11. 토양수분관리가 엽수분 포텐셜에 미친 영향(2001-2002)

처리 ²	수분포텐셜(-MPa)		
	2월 22일	2월 23일	2월 24일
SD	2.50	2.55	2.38
SM	1.50	1.59	1.94
SW	1.19	1.39	1.54
NW	1.28	1.35	1.41

²처리별 토양수분포텐셜은 그림 2-5 참조.

낙엽율은 3월 18일까지는 모든 처리구가 11% 정도로 대체로 낮았다(표 2-12). 수확 후 14일에는 15% 내외로 전반적으로 4% 정도의 증가를 보였으나 처리간 차이는 없었으며, 낙엽에 의한 수세약화의 염려는 없었다. SD구의 토양 수분포텐셜은 -0.6 MPa 정도로 유지되었는데 낙엽율 증가가 없어 이 정도의 건조 상태는 수세를 약화시키지는 않는다고 생각되었다. 겨울잎의 무기성분 함량은 토양수분관리의 영향을 받지 않았다(표 2-13).

표 2-12. 토양수분관리가 낙엽율에 미친 영향(2001-2002)

처 리 ^z	낙엽율		
	3월5일	3월18일	4월13일
SD	10.8	11.9	15.9a
SM	10.6	11.7	14.8a
SW	10.7	10.9	15.1a
NW	10.4	11.8	14.9a

^z처리별 토양수분포텐셜은 그림 2-5 참조.

표 2-13. 토양수분관리가 겨울잎의 무기성분 함량에 미친 영향(2002. 3. 30)

처 리 ^z	다량원소(%)				
	N	P	K	Ca	Mg
SD	2.38	0.81	0.74	0.92	0.73
SM	2.60	1.09	0.86	0.90	0.69
SW	2.48	0.91	0.75	0.94	0.76
NW	2.53	0.82	0.79	0.95	0.63

^z처리별 토양수분포텐셜은 그림 2-5 참조.

세포비대기 건조스트레스와 그 후 토양수분수준에 따른 과즙 당도의 경시적 변화는 그림 2-6과 같다. 건조스트레스를 주기 위하여 관수를 중단한지 일 개월이 되는 8월 20일에도 과즙당도는 처리간 차이 없이 7.0°Brix 미만이었는데 9월 중순에는 건조스

트레스를 주지 않은 NW구는 7.6°Brix에 불과한 반면 건조스트레스를 처리한 구들은 8.6°Brix 이상으로 건조스트레스에 의해 1°Brix 이상 증가되었다. 9월중순 이후에도 토양이 건조할수록 당도증가가 많았는데 SW구와 NW구 사이에는 건조스트레스 직후의 당도 차이가 수확기까지 그대로 계속되었으며, DD구는 건조스트레스 이후 월동기간까지 당도 증가도 가장 많아 수확기에는 NW구 보다 2.5°Brix나 높았다. SW구와 NW구의 차이가 1.1°Brix이므로 SD구와 NW구의 차이 2.5°Brix 중 1.1°Brix는 건조스트레스 효과이며 나머지 1.4°Brix는 성숙기이후 토양수분수준 효과라고 분석되었다.

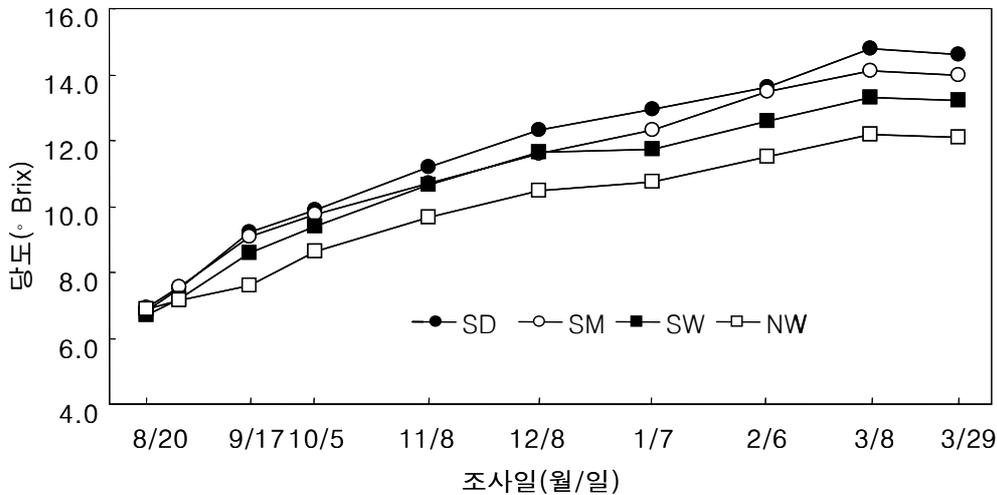


그림 2-6. 토양수분 관리에 따른 과즙 당도의 시기별 변화

과즙 중 과당 농도의 시기별 변화를 보면(그림 2-7), 모든 처리구에서 10월부터 1월 상순까지는 별 변화를 보이지 않았으나, 1월 상순부터 3월 상순까지 다소 증가하다가 그 이후 수확시에는 다시 감소하는 경향이였다. 건조스트레스를 받은 구들은 받지 않은 구 보다 0.5% 정도 높은 처리간 차이가 전기간 대체로 유지되는 가운데 건조구가 다소 높아졌다.

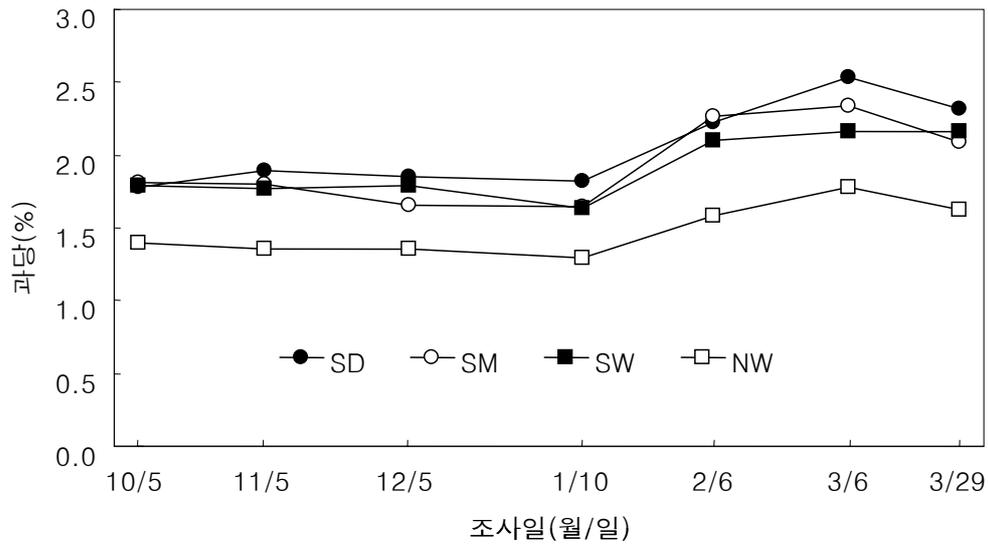


그림 2-7. 토양수분 관리에 따른 과즙 중 과당 농도의 시기별 변화

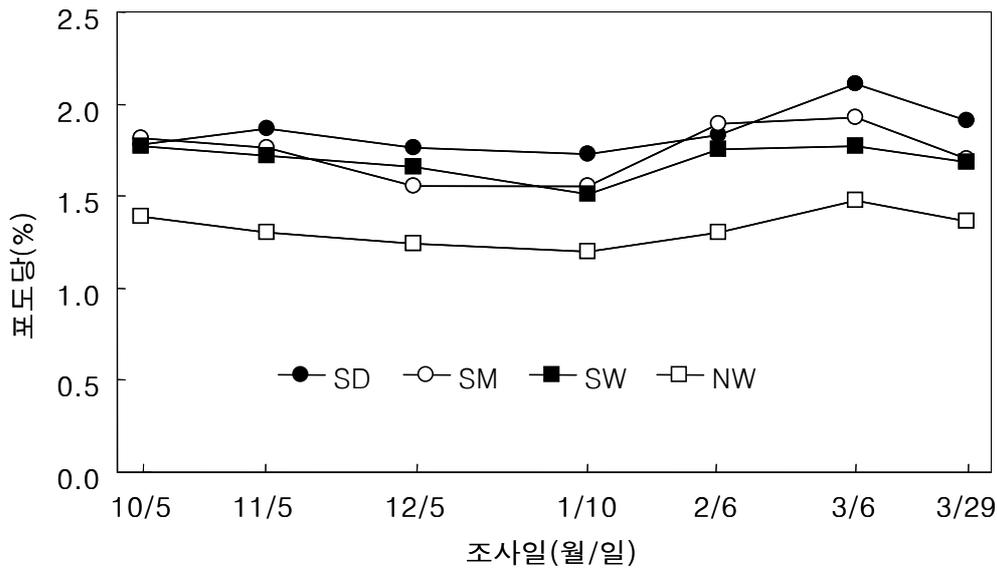


그림 2-8. 토양수분 관리에 따른 과즙 중 포도당 농도의 시기별 변화

과즙 중 포도당 농도의 시기별 변화를 보면(그림 2-8), 과당 농도의 변화와 비슷한

경향으로 10월 상순부터 1월 상순까지는 별 변화를 보이지 않았으나, 1월 상순 이후부터 3월 상순까지 약간 증가를 보인 후 3월 하순에는 오히려 감소하는 경향이었으며 건조스트레스를 받은 구들은 받지 않은 구 보다 0.5% 정도 높은 처리간 차이가 전기간 대체로 유지되는 가운데 건조구가 다소 높아졌다.

과즙 중 자당 농도의 시기별 변화는(그림 2-9), 과당이나 포도당 농도과는 달리 10월부터 다음해 3월 상순 사이 꾸준한 증가를 보였는데 토양이 건조할수록 자당농도의 증가가 많았다. 건조스트레스의 영향은 나타나지 않아 10월초까지 모든 처리구가 3.9%내외였으며 이후 토양수분 수준이 같게 관리된 SW구와 NW구의 자당농도는 비슷하게 변화되었다.

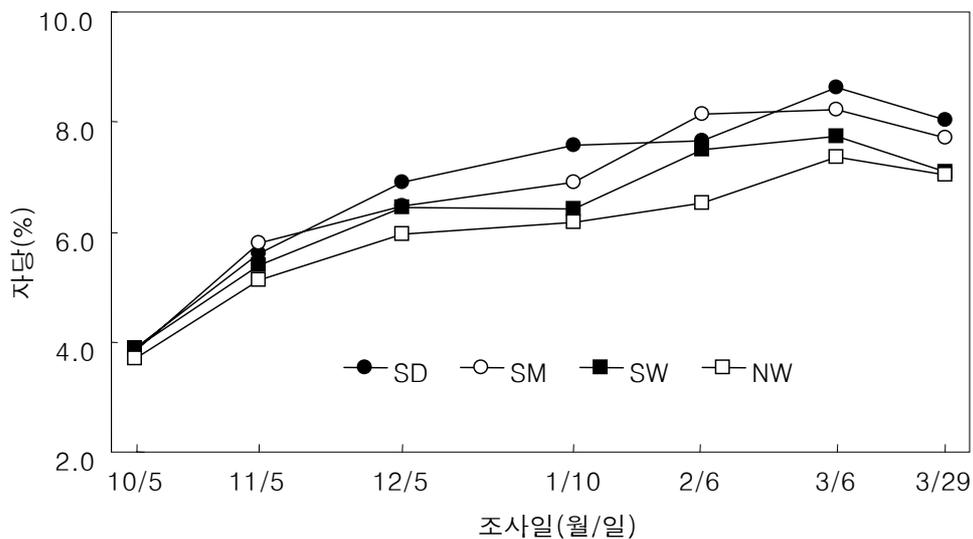


그림 2-9. 토양수분 관리에 따른 과즙 중 자당 농도의 시기별 변화

과즙 중 총당 농도(그림 2-10)는 모든 처리구에서 10월부터 3월 상순까지 꾸준한 증가를 보이다가 이후 3월 하순까지는 오히려 감소하는 경향이었는데, 10월초에는 NW구에 비해 건조스트레스를 받은 구들은 1%정도 높았는데 이후 토양이 건조한 구일수록 총당 농도의 증가는 많아져 3월 하순에는 NW구 10%에 비해 SD구는 12.3%로 2.3% 포인트나 높았다.

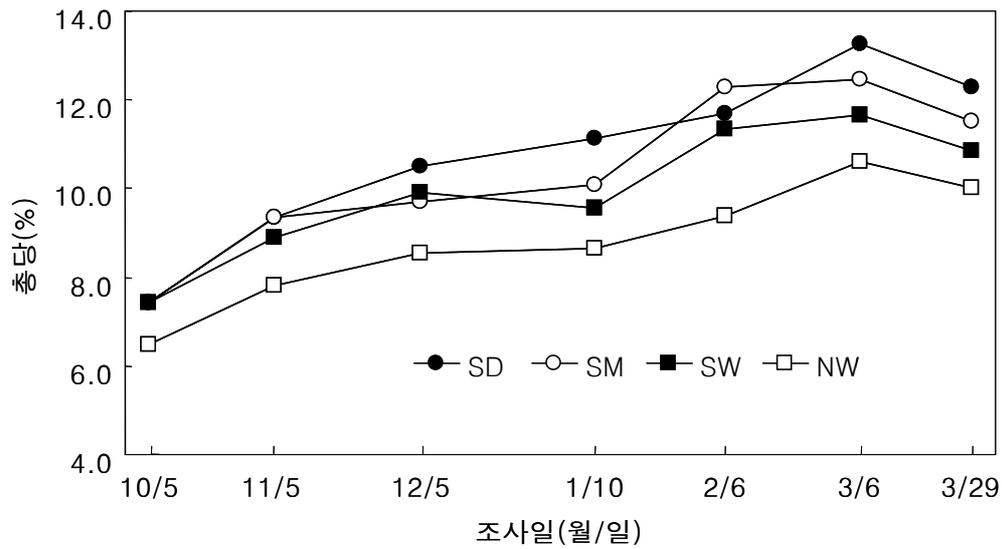


그림 2-10. 토양수분 관리에 따른 과즙 중 총당 농도의 시기별 변화

표 2-14. 토양수분 관리가 월동 후 수확시 과즙내 유리당 농도에 미친 영향

처 리	과 당	포도당	자 당	총 당
	%			
SD	2.32a ^z	1.91a	8.04a	12.27a
SM	2.09ab	1.70ab	7.72ab	11.51ab
SW	2.07ab	1.68ab	7.10b	10.84bc
NW	1.62b	1.36b	7.03b	10.01c

^zDMRT에 의한 5% 수준에서의 평균분리.

이상의 과즙 당도와 유리당 농도의 변화를 종합해보면 세포비대기 건조스트레스는 과당과 포도당의 농도를 각 0.5%씩 즉 환원당의 농도를 합계 약 1% 높여서 당도를 1°Brix 정도 높이는데 이 효과는 월동 후 까지 계속되었으며 자당 농도에는 영향이 없었다. 성숙기부터는 주로 자당 농도의 증가에 의하여 총당 농도와 당도가 꾸준히 증가되었으며 이 기간 토양이 건조할수록 자당 농도의 증가가 촉진되었지만 환원당 농도는 별 영향을 받지 않았다. 결과적으로 세포비대기에 건조스트레스 없이 계속 적

습으로 관리한 구에 비하여 건조스트레스를 준 다음 토양을 건조하게 관리하면 월동 후 수확시 과즙 중 과당, 포도당, 자당 농도가 모두 높아졌는데 건조스트레스를 준 다음 적습으로 관리하면 과당과 포도당 농도만 높아졌다(표 2-14).

온주밀감 과즙의 당 농도는 온도, 광, 토양수분의 영향을 크게 받는다. 특히 조생 온주의 시설재배에서 과즙의 당 농도를 높이기 위하여 만개후 60일부터 40일 동안 관수를 중지하여 건조스트레스를 주고 있다(川野, 1980; 현 등, 1994). 노지재배에 있어서도 7월하순부터 다공질필름으로 멀칭하여 빗물을 차단시켜 건조스트레스를 일으킴으로써 과즙당도를 높이고 있다(Yakushiji 등, 1996). 온주밀감 과즙의 유리당으로는 자당, 포도당, 과당이 있는데 그 농도 비율은 대략 2:1:1이다. 성숙기 이전까지는 거의 같은 비율로 축적되다가 성숙기가 시작되면서 자당축적이 많아지며(伊庭, 1977), 월동 수확한 조생온주에서는 자당비율이 높아진다(池田, 1988). 토양수분이 낮을수록 당도와 총당 농도가 증가하는데 이 경우 주로 과당과 포도당 농도가 증가된다(長谷部 등, 1992; Yakushiji 등, 1996). 이 시험에서 세포비대기 수분스트레스에 의해서는 과당과 포도당 농도가 증가되고 월동기에는 자당 농도 증가가 많은 것은 기존의 보고들과 일치한다고 판단되었다.

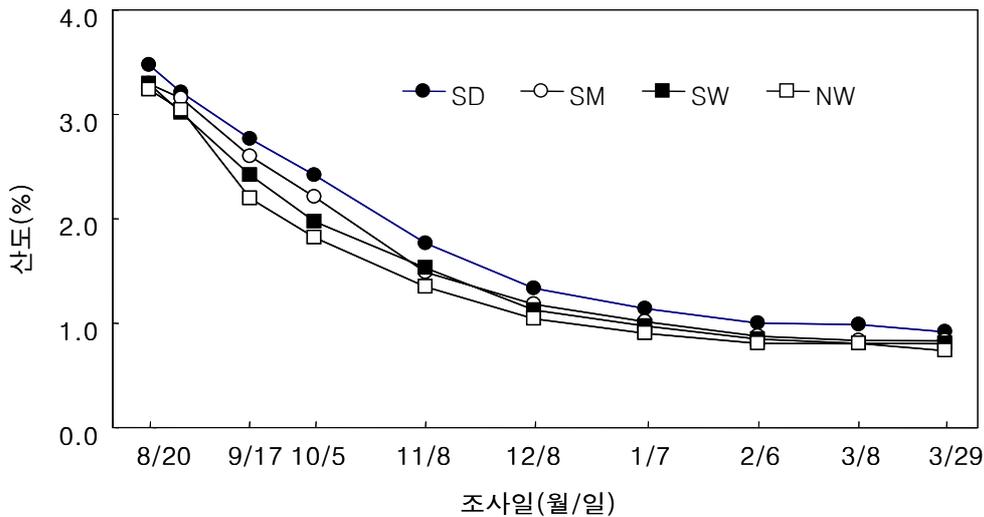


그림 2-11. 토양수분 관리에 따른 과즙 중 적정산 함량의 시기별 변화

과즙의 산함량은 전반적으로 8월하순부터 12월까지 급격히 감소하였으며(그림

2-11), 월동 중에는 매우 완만한 감소를 보였는데, 건조스트레스와 이후 토양건조는 산함량 감소를 지연시켰으며 월동 후 수확시 산함량을 높게 하였는데 모든 처리구에서 1% 미만으로 실용적인 면에서는 문제가 되지 않았다.

부피는 1월 상순까지 모든 처리구에서 별로 발생되지 않았으나 그후 급격히 진전되는 경향이었는데 건조스트레스의 영향은 없었으며 월동 중 토양수분이 건조할수록 억제되는 경향이었다(그림 2-12).

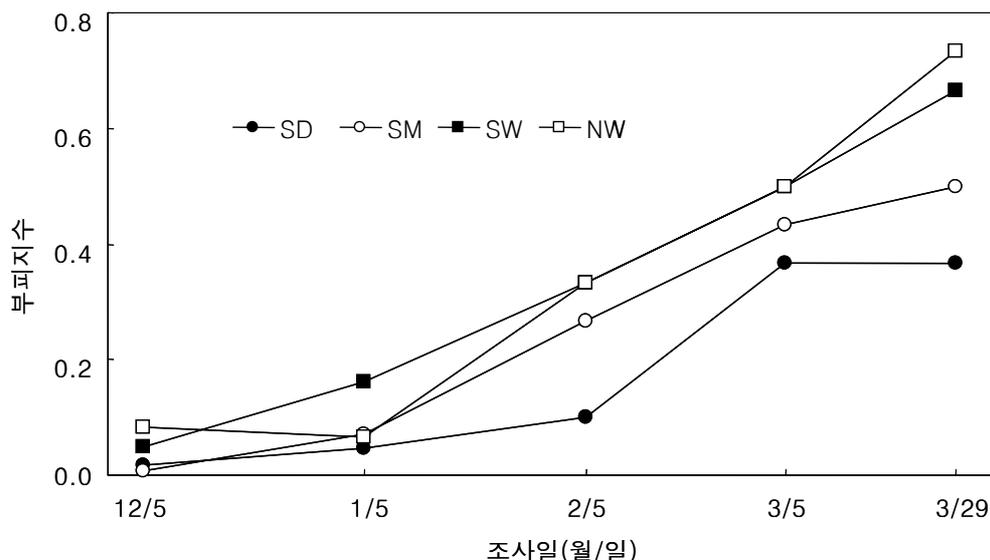


그림 2-12. 토양수분 관리에 따른 과실 부피발생의 시기별 변화

월동후 수확시 과실품질은 표 2-15에 나타냈다. 비록 통계적 유의성은 없었지만 건조스트레스를 주고 이후 토양을 건조하게 관리할수록 과실횡경과 과중이 작아지는 경향이었는데 과실이 가장 작은 처리구에서도 과중이 79g으로 상품성은 좋을 것으로 판단되었다. 과즙 당도와 산함량은 건조스트레스를 주고 이후 토양을 건조하게 관리할수록 높아졌으며 건조스트레스 이후 토양수분 건조관리구의 당도는 14.6°Brix, 산함량은 0.92%로 최상의 식미를 보이는 과실을 생산할 수 있었다. 또한 건조스트레스 이후 토양수분 건조관리구에서 비중이 가장 높고 부피지수가 가장 낮아 부피도 가장 적은 것으로 나타났다.

표 2-15. 토양수분 관리가 월동후 수확시 과실품질에 미친 영향

처 리	횡 경	과 중	당 도	산함량	비 중	부피지수
	(mm)	(g)	(Brix)	(%)		
SD	58.5a ^z	79.0a	14.6a	0.92a	0.87a	0.33a
SM	59.5a	82.0a	14.1a	0.83ab	0.83b	0.48a
SW	61.0a	89.0a	13.3b	0.81b	0.80b	0.68b
NW	62.0a ^a	91.5a	12.6c	0.74b	0.80b	0.72b

^zDMRT에 의한 5% 수준에서의 평균분리.

이상 3년간의 성적을 종합해보면 성숙기 이후 월동기간 토양을 건조하게 유지할수록 과즙 당도를 증가시키고 부피발생을 억제할 수 있었는데 토양수분포텐셜 -1.0MPa 이하가 되도록 하는 지나친 건조는 수세를 약화시킬 우려가 있었으며 -0.6MPa 정도의 건조관리로 수세를 약화시키지 않고 당도증가 효과를 얻을 수 있었다. 월동기간 토양건조에 의한 과즙당도 증가는 주로 자당농도의 증가에서 비롯되었으며 그 효과는 3년 연속 1.5°Brix 정도로 산출되었다. 토양을 건조하게 유지하지 않았을 때 11월 하순 이후 3월말까지 월동기간 당도 증가량은 0.6~1.5°Brix였고 월동 후 수확시 당도는 10.0~12.1°Brix로 해에 따라 차이가 있었다. 따라서 월동기간 토양을 건조하게 유지하는 것만으로는 어떤 해에는 수확시 과즙당도가 12°Brix 미만이 되어 식미가 우수한 과실을 생산하는데 한계가 있었다. 과실의 세포비대기 즉 과실횡경이 35mm되는 시기부터 47일간 단수하여 토심 15cm의 토양수분포텐셜이 -0.6MPa로 낮아질 정도로 건조스트레스를 주면 주로 환원당 농도가 1%(과당과 포도당이 각각 0.5%) 증가되어 당도가 1°Brix 증가되었으며 이 증가량은 월동 후 수확시까지 계속 유지되었다. 따라서 세포비대기에 건조스트레스를 주고 성숙후 토양수분포텐셜을 -0.6MPa 정도로 관리하면 과즙 당도를 2.5°Brix 높일 수 있어서 월동후 수확과실은 당도가 항상 12°Brix 이상이 될 것으로 판단되었다. 과즙 중 산함량은 월동수확 재배에서 문제가 되지 않을 것으로 생각되었다.

제3절 부피방지제 살포효과

1. 재료 및 방법

제1절 합리적 결실관리방법 시험과 같은 하우스 안에서 1999년부터 3년간 시험하였다. 1차년도에는 표 3-1과 같이 그레프논을 비롯한 칼슘제 7종과 자스몬산 유도체인 n-propyl dihydrojasmonate(PDJ, 일본 Nippopn zeon Co. 제품), gibberellic acid (GA), abscisic acid의 유도체인 STC4771(일본 Tama Biochemical Co. 제품) 등 3종 성장조절제의 단독 또는 혼합 살포처리를 합쳐 모두 12처리를 난과법 4반복으로 포장배치하였다. 나무를 집구로 하고 50과 정도 달린 곁가지를 시험구로 하였으며 칼슘제는 10월 25일과 11월 9일 2회, 성장조절제는 10월 25일 1회 엽면살포하였다.

표 3-1. 부피방지제 처리 내용(1999-2000)

처 리	처 리 배 수	처 리 시 기
크 레 프 논	100 배	
셀 바 인	300 배	1999년(2회살포)
가 루 키	300 배	
염 화 칼 슴	0.1 %	- 1차 : 10월 25일
액 션 P	300 배	- 2차 : 11월 9일
F S 3 3 8	300 배	
칼 살	300 배	
P D J	50 ppm	
G A	50 ppm	1999년(1회살포)
GA + PDJ	50 + 50 ppm	- 1차 : 10월 25일
GA + STC	20 + 1 ppm	
대조구	-	

2차년도에는 성장조정제 살포 시험과 칼슘제와 성장조정제 혼합살포 시험으로 나누어 실시하였다. 성장조정제 살포시험으로는 GA₃와 PDJ 각 1% 혼합액인 GP액제(일본 Nippopn zeon Co. 제품) 200, 500, 1000배와 GA 20ppm + PDJ 20ppm, GA

20ppm + PDJ 10ppm, 무처리 등 6처리를 비교하였다. 나무를 집구로 하고 측지를 시험구로 한 난괴법 4반복으로 포장배치하여 2000년 11월 7일에 1회 살포하였다. 칼슘제와 생장조정제 혼합살포 시험으로는 1년차에서 효과가 있었던 크레프논 100배, 셀바인 300배, GP 500배의 혼합 또는 단독 살포효과를 비교하였다. 즉 크레프논 100배 + GP 500배, 셀바인 300배 + GP 500배, 크레프논 100배, 셀바인 300배, GP 500배, 무처리 등 6처리 시험을 수행하였다. 나무를 집구로 하고 측지를 시험구로 한 난괴법 4반복으로 배치하여 2000년 11월 7일에 모든 처리의 약제를 살포하였으며, 그레프논과 셀바인은 11월 20일에 추가 살포하였다.

3차년도에는 제2절 토양수분관리방법시험포에서 토양수분관리방법을 주구에 그리고 부피방지제 종류를 세구로 배치한 분할구배치법 2반복으로 시험하였다. 즉 나무를 주구로 하여 건조스트레스후 소습(SD), 건조스트레스후 적습(SM), 건조스트레스후 다습(SW), 전기간 적습(NW) 4처리를 두었으며, 결가지를 세구로 하여 GA 50ppm 1회 살포, 셀바인 300배 1회 살포, 셀바인 300배 3회 살포, GA 50ppm + 셀바인 300배 혼합 1회 살포, 무처리 등 5처리를 두었다. 토양수분 관리방법은 제2절 토양수분관리방법 3차년도 시험과 같았으며 부피방지제 살포일자는 1회 살포구는 10월 26일이었으며, 셀바인 3회 살포인 경우는 10월 12일, 10월 26일, 11월 9일이었다.

부피발생 정도 조사는 수확 전에는 나무에 달린 과실의 과경부위를 눌렀을 때 눌러지는 정도에 따라 무(0), 경(1), 중(2), 심(3)으로 판정하였다. 수확시에는 시험구당 40과를 대상으로 제1절 합리적 결실관리방법 시험에서와 같이 1년차에는 부피발생 정도를 3등급으로, 2년차 이후는 4등급으로 판정하여 부피지수를 계산하였다. 약해 정도는 과실 표면에 나타나는 녹색반점을 약해로 간주하여 전혀 없음, 약간 있음, 심함, 매우 심함 등 4등급으로 구분하여 조사하였다. 약반은 수확시 약제살포 흔적이 남아 있는 정도를 조사하였다. 그외 과실품질은 제1절 합리적 결실관리방법 시험과 같은 방법으로 조사하였다.

2. 결과 및 고찰

1차년도 시험에서 공시된 12종류의 부피방지제 중 부피방지효과는 크레프논이 가장 우수하였고(표 3-2), 다음으로 GA + PDJ 혼합살포, 셀바인 순이었다. 가루키, 염화칼슘, 액션P, FS338, 칼살 등의 칼슘제들은 부피방지 효과가 전혀 없는 것으로 나타

났으며 GA나 PDJ 단독살포와 GA+STC 혼합살포도 부피방지효과는 거의 나타나지 않았다. 과즙의 당도는 가루키살포구가 11.8°Bx로 가장 높았고, 다음으로는 GA 단독 그리고 GA + PDJ 혼합살포구가 각각 11.4와 11.3°Bx였으며 크레프논 살포구는 10.4°Bx로 가장 낮았으나 산도 0.61~0.76%범위로 처리간 차이가 없었다. 과실 성숙기에 크레프논을 살포하면 기공을 강제로 열어 증산을 촉진시켜 과즙의 당도를 높인다고 알려져 있는데 이 시험에서는 반대의 경향이 나타났는데 이 부분은 추후 확인해보아야 할 문제라고 생각되었다. 크레프논을 살포한 과실의 과피에는 수확후까지 약제가 하얗게 묻어있는 체로 남아 있었으며 GA + PDJ 혼합살포에서는 과피에 호반증 증상과 비슷한 약해가 나타났지만, 칼슘제로는 크레프논과 셀바인 그리고 성장조정제로는 GA와 PDJ 혼합살포를 중심으로 계속 검토할 필요가 있다고 판단되었다.

2년차 시험에서 성장조정제 살포 후 한달 간격으로 부피정도를 관능평가하여 부피지수로 환산한 결과는 표 3-3에 나타냈다. 12월 하순까지는 부피 발생이 거의 없다가 1월부터 부피가 증가하는 경향이었는데 처리간 차이에는 일정한 경향이 없었다.

표 3-2. 부피방지제 살포에 따른 과실 품질 및 부피발생 정도(1999-2000)

처 리	횡 경 (mm)	당도 Brix	산함량 %	비 중	부피지수	약해 ²⁾	약반 ²⁾
크레프논	56.9	10.4	0.73	0.87	0.41	-	+
셀바인	55.3	10.9	0.73	0.86	0.49	-	-
가루키	54.9	11.8	0.76	0.82	0.67	-	-
염화칼슘	56.3	10.8	0.69	0.83	0.80	-	-
액션P	56.4	11.0	0.68	0.82	0.63	-	-
FS338	57.4	10.8	0.69	0.82	0.79	-	-
칼살	55.4	11.0	0.73	0.82	0.67	-	-
PDJ	56.5	11.0	0.62	0.83	0.68	-	-
GA	55.8	11.4	0.61	0.84	0.54	-	-
GA+PDJ	55.2	11.3	0.65	0.87	0.45	+	-
GA+STC	57.3	11.3	0.67	0.84	0.54	+	-
무처리	56.2	11.0	0.65	0.83	0.58	-	-

²⁾ - 없음, + 약간있음, ++ 심함, +++ 매우심함

표 3-3. 생장조정제 처리별 부피지수의 변화(2000-2001).

처 리	조사일(월/일)			
	12/5	12/20	1/19	2/21
GP 200배	0.036	0.036	0.088	0.165
GP 500배	0.041	0.046	0.095	0.162
GP 1000배	0.072	0.042	0.089	0.122
GA 20 + PDJ 20 ppm	0.031	0.045	0.177	0.207
GA 20 + PDJ 10 ppm	0.067	0.031	0.136	0.199
무 처 리	0.034	0.047	0.105	0.134

생장조정제 처리가 월동후 수확과실의 품질에 미친 영향은 표 3-4와 같다. 과즙의 당도와 산함량은 처리간에 유의성이 인정되지 않았으며, 부피지수는 GA 20 ppm + PDJ 20 ppm 혼합처리구에서, 다음으로는 GP 1000배, 500배 처리구에서 적은 경향이 었으나 역시 처리간 유의차는 인정되지 않았다. 호반증과 유사한 약해의 발생은 GP500배 처리구와 GA 20 ppm + PDJ 20 ppm 혼합처리구에서 나타났다. GP 또는 GA+PDJ 혼합처리는 약해발생의 우려 때문에 부피방지 목적으로 사용할 수 없다고 판단되었다.

표 3-4. 생장조정제 처리별 과실품질(2001. 3. 30).

처 리	횡경	당도	산함량	부피지수	약해지수
	(mm)	(Brix)	(%)		
GP 200배	57.9	11.3	0.60	0.80	0.00a ^z
GP 500배	59.4	11.7	0.59	0.79	0.30b
GP 1000배	59.1	11.8	0.57	0.78	0.00a
GA 20 + PDJ 20 ppm	58.7	11.2	0.57	0.77	0.10a
GA 20 + PDJ 10 ppm	58.5	12.2	0.58	0.85	0.00a
무 처 리	58.1	12.0	0.58	0.83	0.08a

^zDMRT에 의한 5% 수준에서의 평균분리.

칼슘제와 GP 혼용살포 후 달관 조사한 부피지수는 12월하순까지는 0.1 이내로 부피발생이 거의 없는 것으로 나타났으나 그 이후 시간이 경과할수록 부피지수가 증가하는 경향이었는데 처리간 차이는 뚜렷하지 않았으며 오히려 무처리구에서 부피지수가 적은 편이었다(표 3-2, 3-3). 과실의 당도, 산함량 등은 모든 처리구에서 비슷하였다(표 3-5). 월동후 수확과실의 당도와 산도에 있어서도 처리간 차이가 없었다(표 3-6).

표 3-5. 칼슘제와 GP 혼용살포가 부피지수의 변화에 미친 영향(2000-2001).

처 리	조사일(월/일)			
	12/5	12/20	1/19	2/21
크레프논 100배 + GP 500배	0.035	0.047	0.125	0.153
크레프논 100배	0.045	0.063	0.119	0.191
셀바인 300배 + GP 500배	0.074	0.092	0.126	0.152
셀바인 300배	0.037	0.049	0.137	0.155
GP 500배	0.109	0.107	0.130	0.183
무 처 리	0.057	0.070	0.085	0.136

표 3-6. 칼슘제와 GP 혼용살포가 과실품질에 미친 영향(2001. 3. 30).

처 리	횡경	당도	산함량	부피지수
	(mm)	(Brix)	(%)	
크레프논 100배 + GP 500배	58.2	12.4	0.61	0.85
크레프논 100배	63.3	12.4	0.61	0.88
셀바인 300배 + GP 500배	58.5	12.5	0.58	0.91
셀바인 300배	60.2	12.5	0.61	0.86
GP 500배	58.1	12.7	0.62	0.83
무처리	58.7	12.4	0.61	0.82

열내 처리간 무의

1년차 시험에서는 그레프논, 셀바인, GP 등의 살포가 부피 발생을 억제하였으나 2년차인 당년도 시험에서는 부피발생 억제효과가 인정되지 않았다. 이런 결과에 대한 원인으로서는 2년차 시험에서 약제 살포시기가 11월 7일로 1년차 10월 25일 보다 10일 이상 늦었기 때문이라고 생각할 수 있다. 따라서 차년도에는 살포시기를 앞당겨서 시험할 필요가 있다고 판단되었다. 또한 크레프논은 약제가 수확후까지 과피에 하얗게 부착된 상태로 남아 있어서 청정농산물 이미지를 훼손시킬 우려가 있었으며 GP 처리는 약해를 유발시킬 우려가 있음이 확인되었기 때문에 이들 2 종류는 제외하고, 셀바인과 지베렐린 단독 또는 혼합액의 11월중하순 살포효과를 계속 검토할 필요가 있다고 결론되었다.

3년차의 토양수분관리방법을 주구로 하고 부피방지제 종류를 세구로 한 분할구배 치법 시험에서 수확일동 후 수확과실의 횡경, 과육율, 과즙당도, 산함량 등은 토양수분관리방법의 영향을 받았으나(토양수분관리방법의 영향에 대한 논의는 제2절 토양수분관리방법 참조), 부피방지제의 영향은 나타나지 않았다(자료제시생략). 부피지수(표 3-7)는 토양수분을 건조하게 관리할수록 감소되었을 뿐만 아니라 셀바인이나 지베렐린 살포에 의해서도 감소되는 경향이었는데 셀바인 3회 살포구에서 부피지수가 가장 적었다. 지베렐린은 비록 실용적으로 문제가 될 정도는 아니었지만 과피에 녹반을 유발시키는 경향이 있었다.

수확과실의 과피 중 질소, 인, 마그네슘 함량은 토양수분관리방법이나 부피방지제 살포의 영향을 받지 않았다(표 3-8). 칼리함량은 과실비대기 수분스트레스에 의해 증가되었으나 부피방지제 살포의 영향은 받지 않았고 칼슘함량은 토양수분건조관리에서 감소되었고 셀바인 살포로 증가되는 경향이었으나 이러한 칼리 또는 칼슘 함량의 변화와 부피발생정도와는 일정한 관련성을 찾을 수 없었다.

3년간의 부피방지제 시험을 요약하면 셀바인이나 지베렐린을 11월 중하순에 살포하면 부피를 약간 줄일 수 있으며 셀바인 살포회수를 증가시킬수록 부피방지 효과가 커지지만 살포시기가 12월 이후로 지연되면 부피방지효과를 얻을 수 없다고 생각되었다. 또한 부피방지제 효과가 인정된다 할지라도 그 효과는 실용적으로 기대할만큼 크지 못하여 월동수확 재배에서 부피방지제 사용을 권하기는 어렵다고 판단되었다.

표 3-7. 토양수분관리방법과 부피방지제가 월동수확 과실의 부피와 약해에 미친 영향.

수분관리 ^z	부피방지제	횡경 (mm)	시들음	녹반	부피지수	비중
SD	대조구	56.6	0.00	0.00	0.52	0.87
SD	지베렐린1회	57.6	0.10	0.43	0.50	0.85
SD	셀바인1회	57.0	0.00	0.00	0.44	0.88
SD	셀바인3회	58.7	0.00	0.00	0.50	0.86
SD	셀바인+지베렐린 1회	55.2	0.10	0.00	0.42	0.88
	평균	57.0	0.04	0.09	0.48	0.87
SM	대조구	57.3	0.00	0.03	0.67	0.84
SM	지베렐린1회	57.8	0.03	0.00	0.53	0.85
SM	셀바인1회	58.8	0.00	0.00	0.63	0.82
SM	셀바인3회	57.0	0.03	0.00	0.53	0.85
SM	셀바인+지베렐린 1회	55.6	0.00	0.00	0.54	0.80
	평균	57.3	0.01	0.01	0.58	0.83
SW	대조구	57.3	0.00	0.00	0.71	0.83
SW	지베렐린1회	58.3	0.10	0.40	0.68	0.79
SW	셀바인1회	56.9	0.03	0.00	0.67	0.83
SW	셀바인3회	58.3	0.00	0.03	0.54	0.84
SW	셀바인+지베렐린 1회	58.3	0.00	0.47	0.66	0.85
	평균	57.8	0.03	0.18	0.65	0.83
NW	대조구	59.5	0.00	0.00	0.92	0.81
NW	지베렐린1회	60.7	0.00	0.00	0.90	0.78
NW	셀바인1회	61.5	0.00	0.00	0.91	0.79
NW	셀바인3회	58.0	0.00	0.00	0.82	0.80
NW	셀바인+지베렐린 1회	60.0	0.00	0.07	0.88	0.80
	평균	59.9	0.00	0.01	0.89	0.80
	대조구	57.7	0.00	0.01	0.70	0.84
	지베렐린1회	58.6	0.06	0.21	0.65	0.82
	셀바인1회	58.6	0.01	0.00	0.66	0.83
	셀바인3회	58.0	0.01	0.01	0.60	0.84
	셀바인+지베렐린 1회	57.3	0.03	0.13	0.63	0.83
LSD0.05	토양수분	1.94	ns	ns	0.06	0.02
	부피방지제	ns	ns	ns	0.06	ns
	토양수분×부피방지제	ns	ns	ns	ns	ns

^z 표2-2 참조

표 3-8. 토양수분관리방법과 부피방지제가 월동수확 과실 껍질의 무기물 함량에 미친 영향.

수분관리 ^z	부피방지제	N	P	K	Ca	Mg
		(%)				
SD	대조구	0.90	0.35	1.02	0.20	0.14
SD	지베렐린1회	0.85	0.17	0.85	0.20	0.16
SD	셀바인1회	0.90	0.82	1.19	0.17	0.14
SD	셀바인3회	0.90	0.19	1.08	0.21	0.15
SD	셀바인+지베렐린 1회	0.90	0.14	0.94	0.20	0.13
	평균	0.89	0.33	1.01	0.20	0.14
SM	대조구	0.90	1.74	1.02	0.21	0.15
SM	지베렐린1회	0.90	0.49	0.95	0.26	0.17
SM	셀바인1회	0.90	0.20	0.97	0.27	0.14
SM	셀바인3회	0.95	0.11	1.04	0.21	0.14
SM	셀바인+지베렐린 1회	0.85	0.15	0.93	0.23	0.14
	평균	0.90	0.54	0.98	0.24	0.15
SW	대조구	0.95	0.43	1.04	0.17	0.12
SW	지베렐린1회	0.90	0.57	0.95	0.22	0.15
SW	셀바인1회	0.95	0.45	1.00	0.22	0.13
SW	셀바인3회	0.90	0.49	1.05	0.24	0.13
SW	셀바인+지베렐린 1회	0.95	0.47	1.02	0.18	0.12
	평균	0.93	0.48	1.01	0.21	0.13
NW	대조구	0.95	0.74	0.92	0.21	0.13
NW	지베렐린1회	0.90	0.38	0.75	0.23	0.16
NW	셀바인1회	0.90	2.15	0.91	0.25	0.15
NW	셀바인3회	1.00	0.41	0.82	0.29	0.15
NW	셀바인+지베렐린 1회	1.00	0.25	0.94	0.19	0.13
	평균	0.95	0.79	0.87	0.23	0.14
	대조구	0.93	0.82	1.00	0.20	0.13
	지베렐린1회	0.89	0.40	0.87	0.23	0.16
	셀바인1회	0.91	0.91	1.02	0.23	0.14
	셀바인3회	0.94	0.30	1.00	0.24	0.14
	셀바인+지베렐린 1회	0.93	0.25	0.96	0.20	0.13
LSD0.05	토양수분	ns	ns	0.1048	0.0227	ns
	부피방지제	ns	ns	ns	0.0253	ns
	토양수분×부피방지제	ns	ns	ns	ns	ns

^z표 2-2 참조

제4절 간이피복재배법 검토

1. 재료 및 방법

제1절 합리적 결실관리방법 시험하우스 바로 옆의 노지포장에서 재배되고 있는 탕자대목의 25년생 궁천조생(宮川早生) 온주밀감 (*Citrus unshiu* cv. Miyagawa Wase)을 시험수로 하여 1999년 가을부터 3개년에 걸쳐 다음과 같이 몇 개의 시험으로 나누어 수행하였다.

가. 측지별 봉지씌우기 재료 비교(1, 2년차)

1년차에는 은색은박지, 농가보급형 은박지, 타이백 등 15종(표 4-1)의 재료별로 한겹으로 만든 봉지와 그리고 은색은박지, 회색비닐, 흑색비닐, 적색기포비닐 등 4종의 재료로는 2겹봉지, 완전밀폐형봉지, 직경 5mm의 구멍을 뚫어 개공율을 10%로 제작한 봉지 등 모두 27종의 봉지 효과를 비교하였다. 봉지 만드는 방법별로 나누어 즉 4개의 시험으로 나누어 완전임의배치법 3반복으로 시험하였다. 해당 재료로 둘레 90cm x 길이 70cm의 봉지를 만들어 50과 정도 착과된 측지를 씌웠는데 완전밀폐형봉지를 제외하고는 양쪽 끝부분을 밀봉하지 않고 새들이 들어가지 못할 정도로만 듬성듬성 꿰매었다. 봉지씌우기 기간은 1999년 12월 26일부터 2000년 3월27일까지였다.

봉지씌우기를 끝낸 2000년 3월27일 봉지내 모든 과실을 부패과, 위조과, 정상과로 분류하여 분포비율을 산출했다. 과실비중과 부피정도는 제2절 토양수분관리방법 시험에서와 같은 방법으로 조사하였으며 가지당 5과의 과즙을 모아 당도와 산도를 측정하였다.

2년차에는 1년차 연구에서 비교적 우수한 봉지재료로 예비 선발된 것과 당해연도에 새로이 추가된 재료를 합한 15종(표 4-2)의 재료로 한겹의 봉지를 만들고 1년차와 같은 방법으로 12월 6일에 7반복으로 봉지씌우기를 하여 3반복은 2001년 2월 6일에, 나머지 4반복은 3월 5일에 측지내 모든 과실을 대상으로 부피지수, 당도, 산함량, 과피색 등을 제2절 토양수분관리방법 시험에서와 같은 방법으로 조사하였다.

나. 수관전체 간이피복방법 검토(1,2년차)

1년차에는 투명비닐, 회색비닐, 차광망, 그물망, 기포비닐, 스티로폼 등 6종의 재료로 나무별로 수관전체를 피복하는 시험을 완전임의배치법 3반복으로 수행하였다. 나무별로 사방 4군데에 말뚝을 박아 피복물을 고정시켜 1999년 12월 26일부터 2000년 3월 26일까지 피복하였다.

2년차에는 1년차의 봉지재료 중 효과가 좋을 것으로 보였던 적색기포비닐, 은박부직포, 갈색마대(쌀포대), 차광망, 백색비닐, 타이백 등 6종의 재료로 수관전체를 간이 피복하는 시험을 완전임의배치법 3반복으로 실시하였다. 피복시기는 2000년 12월 5일이었으며 피복자재가 바람에 날리지 않도록 하단을 철재파이프를 이용하여 고정하였다.

과실품질조사는 횡경이 비슷한 열매를 주당 40과씩 채취하여 봉지씹우기 시험과 같은 방법으로 실시하였다.

다. 부피방지제 살포와 봉지씹우기 혼합효과(3년차)

제3절 부피방지제 살포효과 1, 2년차 시험에서 부피방지효과가 있을 것으로 추정된 부피방지제 살포와 봉지씹우기 혼합효과를 3년차에 평가하였다. 부피방지제 무살포와 셀바인 300배 3회 살포, 셀바인 300배 3회+GA₃ 50ppm 1회 살포 등 3처리를 주구(나무)로 하고, 은박봉지, 적색기포비닐, 주황색비닐, 청색비닐, 타이백, 황색마대 등 6종의 봉지재료를 세구(측지)로 한 분할구 배치법 시험을 수행하였다. 셀바인 살포일자는 2001년 10월 12일, 10월 29일, 11월 9일이었으며 GA₃는 10월 29일 해당농도가 되도록 셀바인과 혼합하여 살포하였다. 가항 측지별 봉지씹우기 재료 비교(1,2년차) 시험과 같은 방법으로 12월 4일 봉지를 씹었다. 8반복으로 처리하였는데 그중 4반복은 2002년 2월 8일에, 나머지 4반복은 3월 8일에 측지내 모든 과실을 대상으로 측지별 봉지씹우기 재료 2년차 시험과 같은 방법으로 품질을 조사하였다.

라. 부피방지제 살포와 아주지단위 피복 혼합효과(3년차)

부피방지제 무살포와 셀바인 300배 3회 살포, 셀바인 300배 3회+GA₃ 50ppm 1회 살포 등 3처리를 주구(나무)로 하고, 은색부직포, 적색기포비닐, 타이백 또는 황색마대로 아주지를 피복해주는 4처리를 세구로 한 분할구 배치법 4반복 시험을 수행하였다. 약제살포일자와 방법은 다항 부피방지제 살포와 봉지씹우기 혼합효과 시험에서와 같

았으며 아주지단위 피복은 12월 4일 실시하였는데 해당재료로 아주지를 완전히 둘러싸게 하였다. 2002년 2월 8일과 3월 8일에 각각 세구당 15과를 취하여 전항과 같은 방법으로 과실품질을 분석하였다.

마. 온열환경조사

각종 계측용 센서는 봉지종류별 온열환경과 비가림하우스내 온열환경을 파악하기 위하여 하우스내외 및 간이피복내 공기온도, 흑구온도, 일사량, 상대습도를 측정하였으며, 각 센서로부터 측정된 데이터는 데이터로거(Datascan 7320, Datascan)를 통해 매1분마다 컴퓨터에 자동으로 저장되게 하였다. 하우스내외 및 간이피복내 공기온도, 흑구온도는 열전대(T-type)에 의해 측정하였으며, 특히 가지단위 봉지종류별 온도측정은 봉지내에 한점씩 설치하여 3반복을 실시하였고, 아주지단위는 봉지내에 세점씩 설치하여 3반복을 실시하였다. 또한 비가림하우스내 온도는 출입통로와 하우스벽면의 중간지점을 선택하여 높이별(0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0m, 3.0m, 4.0m)로 센서를 설치하여 측정하였다. 그리고 설치된 온도센서는 직상부에 일사차폐물을 설치하여 센서가 일사 및 상부로부터의 복사에 직접적으로 노출되지 않도록 배려하였다. 실내공기온도 이외에 지상 약 1m 높이에 흑구온도계(Vernontlr, SATO)를 설치하여 아주지포장 및 하우스내외의 복사환경을 측정하였다. 그리고 외기온도는 센서로 유입되는 복사의 차단과 정확한 온도계측을 위해 아스만 통풍건습계와 동일한 원리의 보조장치를 제작하여 계측하였다. 상대습도는 하우스내외 및 아주지포장내에 상대습도계(HK8607, Delta OHM사)를 설치하여 하우스 및 봉지내의 상대습도 변화추이를 계측하였다. 이밖에도 일사량계(LI200SZ, LI-COR)를 하우스내외부에 설치하여 계측하였다. 하루 24시간을 주간(08:00 ~ 18:00), 야간(06:00 ~ 08:00, 18:00 ~ 22:00), 심야시간(22:00 ~ 06:00)으로 나누어 평균온도를 구하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 측지별 봉지씌우기 재료 비교

표 4-1. 봉지씌우기 재료가 과실품질에 미친 영향(2000. 3. 27)

처 리	횡경 (mm)	당도 (Brix)	산함량 (%)	부패율 (%)	위조 (%)	정상 (%)	비중	부피지수		
은색은박	53.1	10.6	0.92 a ^z	0.0	20.6 abc	79.4 ab	0.82	0.33		
보급은박	53.7	9.9	0.67 c	0.0	24.6 abc	76.4 ab	0.82	0.17		
녹색알미늄	53.6	9.9	0.75 abc	0.0	16.2 abc	83.8 ab	0.83	0.17		
타이백	54.0	12.0	0.76 abc	1.5	3.6 ab	94.9 a	0.79	0.25		
흑색부직포	55.6	10.4	0.77 abc	1.9	29.6 abc	68.5 ab	0.82	0.42		
투명비닐	51.4	10.6	0.82 abc	0.0	15.1 abc	84.9 ab	0.84	0.50		
봉 지 종 류	회색비닐	53.3	10.1	0.67 c	0.0	29.7 abc	68.8 ab	0.83	0.25	
	흑색비닐	48.9	11.4	0.73 bc	0.0	42.4 c	50.6 b	0.83	0.67	
	망(粗)	55.0	10.3	0.91 a	0.0	50.6 bc	49.4 ab	0.82	0.50	
	망(密)	55.3	11.6	0.80 abc	0.0	48.1 c	50.9 b	0.81	0.67	
	투명기포비닐	55.4	9.9	0.73 c	0.0	0.0 a	100 a	0.83	0.00	
	유색기포비닐	53.2	10.7	0.73 abc	0.0	3.9 ab	96.1 a	0.83	0.25	
	스치로폼	53.1	11.0	0.88 ab	5.1	2.6 ab	92.3 a	0.82	0.25	
	차광막75%	52.6	10.6	0.78 abc	0.0	44.6 abc	55.4 ab	0.81	0.25	
	차광막35%	53.3	9.7	0.85 ab	0.0	17.2 abc	82.8 ab	0.82	0.42	
	봉 지 2 겹	은색은박	51.5	10.8	0.84	4.2	5.6	90.2	0.82	0.67
		회색비닐	53.5	10.6	0.76	2.6	8.5	88.9	0.83	0.83
		흑색비닐	52.7	9.9	0.84	1.8	11.1	81.1	0.84	0.83
		적색기포비닐	50.7	10.6	0.88	0.0	3.5	93.4	0.81	0.58
	완 전 밀 폐	은색은박	52.0	10.8	0.96	7.7	14.4	77.9	0.83	0.75
		회색비닐	50.6	11.6	0.77	13.0	0.0	87.0	0.83	0.75
흑색비닐		48.5	10.4	0.90	3.4	40.9	55.8	0.83	0.38	
적색기포비닐		50.9	10.8	0.89	7.7	5.1	87.2	0.84	0.42	
개 공 5mm 10%	은색은박	48.5	11.7	0.79	0.0	21.3	78.7	0.81	0.75	
	회색비닐	57.2	10.7	0.88	0.0	29.7	70.3	0.87	0.75	
	흑색비닐	48.9	11.0	0.81	0.0	40.1	59.9	0.84	0.25	
	적색기포비닐	54.9	10.8	0.81	8.6	18.6	72.9	0.83	0.50	

^zDMRT에 의한 열내 평균분리, 5% 수준

1년차 수확과의 횡경, 당도, 비중, 부피지수 등은 15종의 봉지재료 사이에 유의차가 없었으며 산함량은 처리간 유의차가 있는 것으로 나타났으나 범위는 0.67~0.92%로서 실용적으로는 의미가 없다고 판단되었다. 부패과나 위조과가 없거나 적어 정상

과의 비율이 90% 이상으로 높은 봉지재료는 투명기포비닐, 적색기포비닐, 타이백, 스티로폼 등 4종이었다(표 4-1). 부피지수는 비록 유의성이 인정되지는 않았지만 보급은 박과 녹색알미늄에서 낮았다. 기본 봉지씌우기에 비하여 2겹 봉지나 완전밀폐 또는 개공 등은 과실의 상품성을 향상시키지 못하였다.

2년차의 봉지씌우기 2개월 후인 2001년 2월 6일 과실품질 조사 결과(표 4-2), 부피 억제 효과는 타이백, 차광망, 은박봉지, 청색비닐, 백색비닐, 스티로폼, 황색마대, 적색망(조), 갈색마대 순으로 좋았다. 당도는 통계적 유의성은 인정되지 않았지만 스티로폼, 검정비닐, 갈색마대, 은박봉지, 청색비닐, 타이백, 황색마대, 은색부직포, 적색망(조) 등이 높게 나타났다. 산함량은 스티로폼에서 가장 높게 나타났으며 과피색은 갈색마대, 주황비닐, 청색망(조), 적색망(조), 적색기포비닐 순으로 높게 나타났다.

표 4-2. 봉지씌우기 재료가 과실품질에 미친 영향(2001. 2. 6)

봉 지 별	횡경(mm)	당도(Brix)	산함량(%)	과피색(a*) ^z	부피지수
은박봉지	65.4	10.2 a	0.82 ab	30.58 ab	0.21 a ^y
타 이 백	55.0	10.1 a	0.88 ab	29.18 ab	0.11 a
백색비닐	62.9	9.9 a	0.93 ab	29.92 ab	0.26 ab
검정비닐	62.9	9.9 a	0.87 ab	28.47 b	0.42 ab
백색기포비닐	64.3	9.6 a	0.76 b	30.48 ab	0.39 ab
적색기포비닐	73.1	9.4 a	0.77 b	30.80 ab	0.57 c
스티로폼	62.3	10.8 a	1.04 a	30.02 ab	0.27 ab
적색망(조)	61.8	10.1 a	0.75 b	31.15 ab	0.30 ab
청색망(조)	65.0	10.0 a	0.91 ab	31.90 ab	0.40 ab
주황비닐	68.0	10.0 a	0.83 ab	31.99 a	0.39 ab
청색비닐	60.7	10.7 a	0.80 b	30.45 ab	0.23 ab
갈색마대	72.8	10.5 a	0.85 ab	32.39 a	0.32 ab
은색부직포	67.8	10.1 a	0.83 ab	30.28 ab	0.40 ab
차광망	60.3	9.7 a	0.79 b	29.57 ab	0.16 a
황색마대	62.3	10.1 a	0.87 ab	30.32 ab	0.28 ab

^za* : 과실중앙부위를 색측색차계(CR-200, Minolta, Japan)로 측정한 수치임.

^yDMRT에 의한 열내 평균분리, 5% 수준.

봉지씌우기 3개월 후인 3월 5일에 과실품질을 조사한 결과(표 4-3) 부피지수는 처리간 유의성이 인정되지 않았지만 갈색마대, 청색비닐, 타이백, 적색기포, 적색망(조),

스티로폼, 은색부직포, 은박봉지 순으로 낮게 나타났으며, 당도는 모든 처리에서 11° Bx 미만으로 낮았는데 타이백에서 가장 높았고 백색기포비닐, 백색비닐, 스티로폼에서 낮았고 그외 재료에서는 비슷하게 나타났다. 산함량은 처리간 유의차가 인정되었지만 실제 함량이 0.62~0.75%로 실용적인 의미는 없었다. 청색비닐에서 부패과가 전혀 없어 부패율이 영이었으며 다음으로 은색부직포, 청색망(조), 검정비닐, 타이백, 은박봉지, 갈색마대, 황색마대, 백색기포 순으로 부패율이 낮았다. 부패가 가장 심한 처리는 스티로폼과 주황 및 백색비닐로 이때의 부패균은 곰팡이균으로 피복자재내에 과실과 과실간에 또는 과실과 피복자재간에 접촉이 많은 곳에서 주로 나타났으며, 밀폐 정도가 심한 것일수록 부패과 발생이 많았다.

표 4-3. 봉지씌우기 재료가 과신품질에 미친 영향(2001. 3. 5)

봉 지 별	횡 경(mm)	당 도(Brix)	산함량(%)	부패율 ^z	부피지수
은박봉지	63.7	10.6 abc ^y	0.66 abc	0.15bc	0.53
타이백	60.6	11.1 a	0.74 a	0.13 bc	0.49
백색비닐	63.2	9.8 bc	0.66 abc	0.44 a	0.58
검정비닐	67.4	10.5 abc	0.66 abc	0.08 c	0.58
백색기포비닐	60.5	9.6 c	0.63 bc	0.15 bc	0.54
적색기포비닐	62.5	10.8 ab	0.68 abc	0.21 abc	0.50
스티로폼	62.8	9.9 bc	0.66 abc	0.42 a	0.52
적색망(조)	56.5	10.6 abc	0.68 abc	0.23 abc	0.51
청색망(조)	59.4	10.6 abc	0.69 abc	0.07 c	0.60
주황비닐	55.7	10.7 ab	0.75 a	0.34 ab	0.53
청색비닐	62.4	10.6 ab	0.73 ab	0.00 c	0.47
갈색마대	60.3	10.5 abc	0.70 abc	0.15 bc	0.45
은색부직포	68.5	10.4 abc	0.62 c	0.02 c	0.52
차광망	65.2	10.6abc	0.70 abc	0.22abc	0.56
황색마대	66.2	10.2 abc	0.63 c	0.15 bc	0.55

^z부패율 = 부패과실수/총과실수.

^yDMRT에 의한 열내 평균분리, 5% 수준.

당해연도 시험에서 봉지내에서는 조류에 의한 피해가 없었으나, 조류에 의한 피해 대책으로 어느정도 밀폐되도록 봉지를 씌우게 되는데 비닐을 이용한 소재는 완전 밀폐시 부패과가 발생되기 쉬우므로 완전밀폐는 피하도록 주의할 필요가 있다고 생각되

었다. 1차년도에 정상과의 비율이 높고 부피방지 효과가 있는 것으로 나타났던 기포비닐은 부피방지 효과는 중위권이었으나 연속 2년 당도 증가가 안되는 것으로 나타났으며, 스티로폼은 당해연도에도 부피지수 감소에는 효과적이었으나 연속 2년 부패발생이 많았다. 부피지수, 당도, 부패율 등을 종합해보면 봉지씌우기 재료로는 갈색마대, 청색비닐, 타이백, 적색기포비닐, 은색부직포, 은박봉지 등이 우수한 것으로 나타나 계속 검토대상이라고 판단되었다.

나. 수관전체 간이피복방법 검토

1년차에 스티로폼과 기포비닐은 피복기간중 바람에 찢겨져 피복효과를 평가할 수 없었으며, 그 외 자재로 피복한 나무에서도 당도는 10°Bx 내외로 낮았고 위조된 과실이 많이 발생하였는데(표 4-4), 정상과의 비율이 80%이상인 자재는 백색비닐 하나뿐이었다. 피복자재가 바람에 날리지 않도록 피복방법을 개선하여 새로운 자재를 탐색해야겠다고 판단되었다.

표 4-4. 수관전체 간이피복 재료가 과실품질에 미친 영향(2000. 3.26)

처 리	횡경 (mm)	당도 (Brix)	산함량 (%)	부패율 (%)	위조과 (%)	정상과 (%)	비중	부피지수	비고
투명비닐	54.9	9.8	0.74	0	28.6	71.4	0.84	0.68	
회색비닐	53.9	10.0	0.74	0.1	14.6	85.3	0.82	0.75	
차광막75%	52.4	10.6	0.71	0	45.6	54.4	0.84	0.50	
그 물 망	56.9	10.2	0.78	0	58.9	41.1	0.81	0.43	
기포비닐	53.7	10.3	0.94	-	-	-	0.79	-	바람에 찢김

2년차의 수관전체피복 2개월 후인 2001년 2월 6일 처리별 과실품질을 조사한 결과(표 4-5), 당도는 적색기포비닐에서 11.2°Bx로 가장 높았으며 다음으로는 갈색마대, 백색비닐 순이었다. 산함량은 갈색마대와 은색부직포에서 높게 나타났으나 처리간에 유의성은 없었다. 부피정도는 은색부직포와 적색기포비닐에서 각각 0.17, 0.18로 부피가 적었으며 백색비닐인 경우 0.40으로 가장 부피정도가 심하였다. 3월 30일 최종수확하여 맛을 조사한 결과(자료제시 생략), 적색기포비닐에서 맛이 우수하였으며 다른 처

리에서는 이취가 발생하여 상품가치가 없어졌다.

표 4-5. 수관전체 간이피복 재료가 과실품질에 미친 영향(2001. 2. 6)

처 리	횡경(mm)	당도(Brix)	산함량(%)	과피색(a*) ^z	부피지수
백색비닐	57.7	10.5 ab ^y	0.78	30.9 bcd	0.40 c
적색기포비닐	57.8	11.2 a	0.79	32.4 a	0.18 a
갈색마대	59.2	10.7 ab	0.88	30.6 cd	0.20 ab
은색부직포	61.1	10.3 ab	0.88	29.9 d	0.17 a
차 광 망	57.7	9.8 b	0.84	31.9 abc	0.26 ab
타 이 백	61.0	10.2 b	0.82	32.0 ab	0.30 b

^za* : 과실중앙부위를 색측색차계(CR-200, Minolta, Japan)으로 측정된 수치임
^yDMRT에 의한 열내 평균분리, 5% 수준.

측지별 또는 과실별로 봉지를 피복하는 관행 수상월동재배시 피복노동력을 경감시키기 위한 대안으로 수행한 수관전체 간이피복효과를 2년간 검토한 결과, 과실의 당도와 부피지수를 고려할 때 적색기포비닐, 갈색마대, 은색부직포 등이 피복재로 좋을 것 같았으나 수관전체 간이피복재로는 바람에 날려 찢어지거나 또는 찢겨지지는 아니하여도 바람에 흔들리면서 수관표층의 과실에 상처를 주어 상품가치를 떨어뜨렸다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 지주를 세워 피복자재가 수관에 닿지 않도록 피복하여야 하는데 지주까지 세울 바에는 토양수분 조절이 가능한 비가림 재배시설을 하는 편이 나올 것으로 판단되었다. 따라서 수관전체 간이피복은 실용성이 없다고 판단되었다.

다. 부피방지제 살포와 봉지씌우기 혼합효과

2002년 2월8일 과실품질 조사결과(표 4-6), 당도, 과육율, 비중, 부피지수 등은 부피방지제 살포나 봉지재료 사이에 유의차가 인정되지 않았다. 산함량은 부피방지제를 살포하였을 때 다소 감소되었을 뿐아니라 부피방지제 살포와 봉지종류 사이에 상호작용이 있는 것으로 나타나 부피방지제를 살포하지 않은 대조구에서는 은박봉지에서 산함량이 높은 반면 셀바인 300배 3회 살포구에서는 은박봉지에서 산함량이 가장 낮게 나타났으나 이러한 현상이 실용적인 면에서는 의미가 없다고 생각되었다.

표 4-6. 부피방지제와 봉지재료가 과신품질에 미친 영향(2002. 2. 8)

부피방지제 ^z	피복소재	횡경 (mm)	과육율 (%)	당도 (Brix)	산함량 (%)	비중	부피지수	
무처리	은박봉지	55.6	76.7	12.9	1.01	0.90	0.27	
무처리	적색기포비닐	56.7	77.1	12.4	0.98	0.88	0.31	
무처리	주황색비닐	54.8	76.7	13.2	0.93	0.89	0.45	
무처리	청색비닐	56.8	77.5	12.9	0.95	0.90	0.22	
무처리	타이백	57.0	76.0	12.5	0.89	0.88	0.47	
무처리	황색마대	55.2	77.2	13.2	0.93	0.90	0.26	
평균		56.0	76.9	12.8	0.95	0.89	0.33	
셀+지	은박봉지	52.8	77.0	12.6	0.82	0.89	0.38	
셀+지	적색기포비닐	55.5	76.8	13.2	0.86	0.90	0.23	
셀+지	주황색비닐	58.2	77.1	13.2	0.88	0.90	0.32	
셀+지	청색비닐	56.9	77.4	12.5	0.90	0.90	0.25	
셀+지	타이백	58.2	77.4	12.5	0.85	0.90	0.33	
셀+지	황색마대	54.6	75.9	13.7	0.93	0.89	0.34	
평균		56.0	76.9	13.0	0.87	0.90	0.31	
셀바인	은박봉지	57.3	76.4	11.8	0.75	0.88	0.45	
셀바인	적색기포비닐	55.1	75.9	12.5	0.94	0.89	0.36	
셀바인	주황색비닐	54.6	75.5	12.2	0.79	0.89	0.42	
셀바인	청색비닐	54.4	76.3	13.1	0.81	0.89	0.31	
셀바인	타이백	57.2	78.4	13.3	0.88	0.88	0.32	
셀바인	황색마대	55.6	76.5	12.7	0.87	0.89	0.37	
평균		55.7	76.5	12.6	0.84	0.89	0.37	
		은박봉지	55.2	76.7	12.4	0.86	0.89	0.37
		적색기포비닐	55.8	76.6	12.7	0.92	0.89	0.30
		주황색비닐	55.8	76.4	12.9	0.87	0.89	0.40
		청색비닐	56.0	77.1	12.8	0.89	0.90	0.26
		타이백	57.4	77.3	12.8	0.87	0.89	0.37
		황색마대	55.1	76.5	13.2	0.91	0.90	0.32
LSD 0.05		ns	ns	ns	0.04	ns	ns	
		ns	ns	ns	ns	ns	ns	
		ns	ns	ns	*	ns	ns	

^z셀+지 : 셀바인 300배 3회 + 지베렐린 50 ppm 1회, 셀바인 : 셀바인 300배 3회

표 4-7. 부피방지제와 봉지재료가 과신품질에 미친 영향(2002. 3. 8)

부피방지제 ^z	피복소재	횡경 (mm)	과육율 (%)	당도 (Brix)	산함량 (%)	녹반	위조 (%)	부패율 (%)	비중	부피지수
무처리	은박봉지	57.12	74.8	12.78	0.85	0.25	0.00	26.7	0.86	0.64
무처리	적색기포비닐	56.13	74.1	13.18	0.85	0.00	0.03	20.5	0.86	0.39
무처리	주황색비닐	53.20	72.4	13.83	0.93	0.00	0.04	18.3	0.86	0.54
무처리	청색비닐	54.38	71.1	13.78	0.98	0.00	0.01	20.6	0.80	0.89
무처리	타 이 백	55.55	73.3	13.63	0.98	0.50	0.01	18.2	0.86	0.64
무처리	황색마대	53.43	74.2	14.40	0.95	0.00	0.03	16.1	0.84	0.66
평균		54.97	73.3	13.60	0.92	0.13	0.02	20.1	0.85	0.63
셀+지	은박봉지	56.61	75.7	12.33	0.87	2.25	0.01	17.6	0.88	0.41
셀+지	적색기포비닐	57.41	75.1	13.45	0.86	0.00	0.00	12.1	0.86	0.61
셀+지	주황색비닐	53.41	72.9	13.95	0.90	0.00	0.00	18.1	0.84	0.75
셀+지	청색비닐	56.99	73.7	13.25	0.87	0.25	0.00	12.2	0.85	0.81
셀+지	타 이 백	57.82	74.1	13.43	0.93	0.75	0.00	15.6	0.85	0.63
셀+지	황색마대	55.20	78.0	13.28	0.93	3.75	0.01	15.5	0.87	0.47
평균		56.24	74.9	13.28	0.89	1.17	0.00	15.2	0.86	0.61
셀바인	은박봉지	54.14	72.9	13.58	0.84	0.00	0.01	33.1	0.86	0.60
셀바인	적색기포비닐	56.53	73.9	13.25	0.86	0.00	0.04	22.2	0.84	0.80
셀바인	주황색비닐	57.93	71.8	12.93	0.89	0.00	0.01	25.9	0.82	0.83
셀바인	청색비닐	57.95	75.1	12.78	0.82	0.00	0.00	21.6	0.84	0.74
셀바인	타 이 백	55.64	74.1	13.00	0.87	0.00	0.03	15.3	0.86	0.52
셀바인	황색마대	56.14	75.1	13.83	0.87	0.00	0.06	28.1	0.86	0.66
평균		56.39	73.8	13.23	0.86	0.00	0.02	24.4	0.85	0.69
	은박봉지	55.96	74.5	12.89	0.85	0.83	0.01	25.8	0.87	0.55
	적색기포	56.69	74.4	13.29	0.86	0.00	0.02	18.3	0.85	0.60
	주황색비닐	54.85	72.3	13.57	0.91	0.00	0.02	20.7	0.84	0.70
	청색비닐	56.44	73.3	13.27	0.89	0.08	0.00	18.2	0.83	0.81
	타 이 백	56.34	73.8	13.35	0.93	0.42	0.01	16.4	0.86	0.60
	황색마대	54.92	75.8	13.83	0.92	1.25	0.03	19.9	0.86	0.60
LSD0.05	주 구	ns	ns	ns	ns	0.90	ns	6.4	ns	0.06
	세 구	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.02	0.08
	주구×세구	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**

^z셀+지 : 셀바인 300배 3회 + 지베렐린 50 ppm 1회, 셀바인 : 셀바인 300배 3회

3월8일에 수확과의 품질조사 결과(표 4-7), 당도, 산함량, 과육율, 위조과 비율은 부피방지제 살포나 봉지재료 사이에 유의차가 인정되지 않았다. 과실표면에 녹색반점은 셀바인과 지베렐린 혼합살포에서만 높게 나타나 지베렐린에 의한 영향으로 생각되었는데, 전반적으로 녹색반의 크기가 작고 많지 않아 상품성에는 큰 문제가 되지 않을 것으로 판단되었다. 과피의 위조과 비율은 모든 처리에서 5%이내였으며 처리간 차이도 없었다. 과실비중의 경우는 부피방지제 살포의 영향은 인정되지 않았으나 봉지재료 사이에는 유의차가 인정되었는데 은박봉지, 타이백, 황색마대에서 무거웠고 청색비닐에서 가벼웠다. 또한 부피방지제와 봉지재료 사이에 상호작용의 유의성이 인정되었는데 비중이 0.86 이상으로 무거운 처리는 부피방지제 무살포인 경우는 은박봉지, 적색기포비닐, 주황색비닐, 타이백 등이었으나 셀바인과 지베렐린 혼합살포인 경우는 은박봉지, 적색기포비닐, 황색마대였으며 셀바인 단독 살포시에는 은박봉지, 타이백, 황색마대였다. 부피지수는 대체로 비중이 무거운 처리에서 낮게 나타났으며 부피방지제 살포 또는 봉지재료 사이에 유의성이 인정되었을 뿐만 아니라 두 요인의 상호작용도 유의하게 나타났다. 셀바인 단용구는 오히려 부피지수가 증가되는 경향으로 부피방지 효과를 인정할 수 없었으며, 봉지재료별로는 은박봉지에서 평균 부피지수가 0.55로 가장 낮았고 다음으로 적색기포비닐, 타이백, 황색마대에서 모두 0.60이었다. 청색비닐과 주황색비닐에서는 각각 0.70과 0.81로 높았다. 부피지수가 0.50 이하인 처리는 부피방지제를 살포하지 않은 경우는 적색기포에서 0.39로 가장 낮았고 셀바인과 지베렐린 혼합살포인 경우는 은박봉지와 황색마대였다. 부패과 비율은 셀바인 단독 살포구에서 높았고 셀바인과 지베렐린 혼합살포구에서 낮았으며 봉지재료 사이에는 유의차가 인정되지 않았다.

과피 중의 인함량은 셀바인 단독 또는 지베렐린 혼합살포에 의해서 크게 증가되었으며(표 4-8), 칼리함량은 부피방지제 살포영향이 인정되지 않았다. 칼슘함량과 질소함량은 셀바인 단독 살포로 증가되었으며 마그네슘함량은 셀바인과 지베렐린 혼합살포에 의해서 감소되었다. 이들 무기원소 함량에 대한 봉지재료의 영향은 인정되지 않았다.

표 4-8. 부피방지제와 봉지재료가 과피의 주요무기성분 함량에 미친 영향(2002. 3. 8)

부피방지제 ^z	피복소재	P	K	Ca	Mg	N
		(%)				
무처리	은박봉지	0.05	0.95	0.32	0.11	0.80
무처리	적색기포비닐	0.05	0.81	0.29	0.11	0.73
무처리	주황색비닐	0.05	0.81	0.29	0.12	0.83
무처리	청색비닐	0.13	0.86	0.35	0.14	0.80
무처리	타 이 백	0.02	0.85	0.30	0.12	0.73
무처리	황색마대	0.10	0.82	0.31	0.14	0.73
	평균	0.06	0.85	0.31	0.12	0.77
셀+지	은박봉지	0.81	0.81	0.30	0.10	0.73
셀+지	적색기포비닐	0.49	0.82	0.28	0.10	0.73
셀+지	주황색비닐	0.24	0.88	0.34	0.11	0.77
셀+지	청색비닐	0.22	0.78	0.26	0.11	0.80
셀+지	타 이 백	0.48	0.90	0.28	0.10	0.73
셀+지	황색마대	0.31	0.98	0.34	0.10	0.77
	평균	0.43	0.86	0.30	0.10	0.76
셀바인	은박봉지	0.32	0.82	0.42	0.09	0.90
셀바인	적색기포비닐	0.48	0.77	0.40	0.10	0.80
셀바인	주황색비닐	0.47	0.82	0.39	0.11	0.77
셀바인	청색비닐	0.42	0.75	0.42	0.10	0.83
셀바인	타이백	0.25	0.70	0.37	0.12	0.80
셀바인	황색마대	0.34	0.80	0.42	0.13	0.97
	평균	0.38	0.78	0.40	0.11	0.84
	은박봉지	0.39	0.86	0.35	0.10	0.81
	적색기포비닐	0.34	0.80	0.32	0.10	0.76
	주황색비닐	0.25	0.84	0.34	0.11	0.79
	청색비닐	0.26	0.80	0.34	0.11	0.81
	타이백	0.24	0.82	0.32	0.11	0.76
	황색마대	0.25	0.87	0.36	0.12	0.82
LSD0.05	주구	0.1852	0.0724	0.0361	0.015	0.0676
	세구	ns	ns	ns	ns	ns
	주구×세구	ns	ns	ns	ns	ns

^z셀+지 : 셀바인 300배 3회 + 지베렐린 50 ppm 1회, 셀바인 : 셀바인 300배 3회

라. 부피방지제 살포와 아주지단위 피복 혼합효과

2002년 2월 8일 조사한 과즙의 당도와 산함량은 부피방지제살포에 의해 낮아졌으나 피복자재의 영향은 인정되지 않았다(표 4-9). 부피지수는 셀바인과 지베렐린 혼합 살포에 의해서 낮아졌으나 셀바인 단독 살포의 영향은 받지 않았다. 피복자재 사이에 부피지수의 차이는 인정되지 않았다. 과육율은 부피방지제나 피복자재의 영향을 받지 않았다.

표 4-9. 부피방지제와 아주지단위 피복자재가 과실품질에 미치는 영향(2002. 2. 8)

부피방지제 ^z	피복자재	횡경 (mm)	과육율 (%)	당도 (Brix)	산함량 (%)	부피지수
무처리	은색부직포	60.6	77.2	13.53	1.03	0.39
무처리	적색기포	59.9	76.4	13.80	1.06	0.33
무처리	타 이 백	59.7	76.9	13.03	1.07	0.36
무처리	황색마대	61.4	76.8	13.80	1.01	0.48
평균		60.4	76.8	13.54	1.04	0.39
셀+지	은색부직포	62.6	78.4	12.90	0.84	0.22
셀+지	적색기포	60.8	77.7	13.08	0.89	0.22
셀+지	타 이 백	61.8	77.4	12.59	0.93	0.26
셀+지	황색마대	62.0	78.1	13.05	0.88	0.17
평균		61.8	77.9	12.90	0.88	0.22
셀바인	은색부직포	60.3	76.6	12.23	0.91	0.42
셀바인	적색기포	59.4	77.2	12.38	0.93	0.40
셀바인	타 이 백	61.3	77.9	12.05	0.91	0.33
셀바인	황색마대	60.2	76.5	12.55	0.99	0.44
평균		60.3	77.1	12.30	0.93	0.40
	황색마대	61.2	77.4	12.88	0.93	0.34
	은색부직포	60.0	77.1	13.08	0.96	0.31
	적색기포	60.9	77.4	12.55	0.97	0.31
	타 이 백	61.2	77.2	13.13	0.96	0.36
LSD 0.05	주 구	1.12	ns	0.51	0.10	0.06
	세 구	ns	ns	ns	ns	ns
	주구×세구	ns	ns	ns	ns	ns

^z셀+지 : 셀바인 300배 3회 + 지베렐린 50 ppm 1회, 셀바인 : 셀바인 300배 3회

과실횡경이 2월8일 조사와 (표 4-9) 3월 8일 조사(표 4-10)에서 다같이 셀바인과 지베렐린 혼합살포구에서 유의하게 큰 것으로 나타났는데 성숙기에 살포한 약제살포의 영향으로 과실비대가 이루어지는지는 더욱 검토해야 할 것으로 생각된다.

표 4-10. 부피방지제와 아주지단위 피복자재가 과실품질에 미치는 영향(2002. 3. 8)

부피방지제 ^z	피복자재	횡경 (mm)	과육율 (%)	당도 (Brix)	산함량 (%)	녹반	마름 정도	비중	부피지수
무처리	은색부직포	58.3	75.8	13.6	0.88	0.00	0.00	0.86	0.35
무처리	적색기포	57.5	74.6	14.4	0.90	0.13	0.00	0.85	0.44
무처리	타 이 백	57.1	75.1	13.8	0.95	0.00	0.00	0.86	0.44
무처리	황색마대	55.9	75.9	14.7	0.99	0.08	0.00	0.87	0.49
평균		57.2	75.3	14.1	0.93	0.05	0.00	0.86	0.43
셀+지	은색부직포	58.9	78.0	13.5	0.93	0.23	0.10	0.89	0.31
셀+지	적색기포	58.7	76.6	13.8	0.78	0.22	0.00	0.88	0.30
셀+지	타 이 백	60.9	76.4	13.4	0.74	0.20	0.00	0.86	0.38
셀+지	황색마대	59.1	76.7	13.8	0.85	0.17	0.00	0.88	0.40
평균		59.4	76.9	13.6	0.83	0.21	0.03	0.88	0.35
셀바인	은색부직포	57.1	76.2	12.9	0.90	0.05	0.00	0.86	0.38
셀바인	적색기포	57.7	75.3	13.5	0.97	0.07	0.00	0.85	0.34
셀바인	타 이 백	58.3	75.8	12.6	0.94	0.02	0.00	0.86	0.45
셀바인	황색마대	57.8	75.2	13.4	0.86	0.05	0.00	0.84	0.41
평균		57.7	75.6	13.1	0.92	0.05	0.00	0.85	0.40
	은색부직포	58.1	76.7	13.4	0.90	0.09	0.03	0.87	0.35
	적색기포	58.0	75.5	13.9	0.89	0.14	0.00	0.86	0.36
	타 이 백	58.7	75.7	13.3	0.88	0.07	0.00	0.86	0.42
	황색마대	57.6	75.9	14.0	0.90	0.10	0.00	0.86	0.44
LSD0.05	주 구	1.57	ns	0.48	0.25	0.11	ns	ns	0.04
	세 구	ns	ns	0.55	ns	ns	ns	ns	0.05
	주구×세구	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns

^z셀+지 : 셀바인 300배 3회 + 지베렐린 50 ppm 1회, 셀바인 : 셀바인 300배 3회

3월8일 조사한 과즙의 당도와 산함량은 2월 8일 조사에서와 마찬가지로 부피방지제 살포에 의해서 낮아졌다(표 4-10). 당도는 셀바인 단독 살포구에서 그리고 산함량은 셀바인과 지베렐린 혼합살포구에서 가장 낮았다.

표 4-11. 부피방지제와 아주지단위 피복자재가 과즙내 유리당 함량에 미치는 영향(2002. 3. 8).

부피방지제 ^z	피복자재	과당	포도당	자당	총당
		(%)			
무처리	은색부직포	1.8	1.7	6.1	9.6
무처리	적색기포	1.9	1.7	6.0	9.6
무처리	타 이 백	1.8	1.7	5.8	9.3
무처리	황색마대	1.8	1.7	6.0	9.5
평균	평균	1.8	1.7	6.0	9.5
셀+지	은색부직포	1.5	1.4	5.4	8.3
셀+지	적색기포	1.8	1.7	5.5	9.0
셀+지	타 이 백	1.6	1.5	5.2	8.3
셀+지	황색마대	1.7	1.5	5.5	8.7
평균	평균	1.6	1.5	5.4	8.6
셀바인	은색부직포	1.7	1.6	5.6	8.9
셀바인	적색기포	1.7	1.6	5.4	8.6
셀바인	타이백	1.8	1.7	5.7	9.2
셀바인	황색마대	1.6	1.5	5.7	8.8
평균	평균	1.7	1.6	5.6	8.9
	은색부직포	1.7	1.6	5.7	8.9
	적색기포	1.8	1.7	5.6	9.1
	타이백	1.7	1.6	5.6	8.9
	황색마대	1.7	1.6	5.7	9.0
LSD0.05	주구	ns	ns	0.4362	0.6862
	세구	ns	ns	ns	ns
	주구×세구	ns	ns	ns	ns

^z셀+지 : 셀바인 300배 3회 + 지베렐린 50 ppm 1회, 셀바인 : 셀바인 300배 3회

당도는 피복자재 사이에도 유의차가 인정되었는데 적색기포비닐과 황색마대에서 높고 은색부직포와 타이백에서 낮았다. 당도에 미치는 부피방지제와 피복자재간 상호작용효과는 인정되지 않았다. 산함량에 미치는 피복자재의 효과는 인정되지 않았지만

부피방지제와 부피방지제와 피복자재의 상호작용효과가 인정되었다. 황색마대 피복구의 산함량은 부피방지제 무살포인 경우는 0.99%로 피복자재중 가장 높았는데 반하여 셀바인 단독살포인 경우는 0.86%로 가장 낮았다. 셀바인과 지베렐린을 혼합살포하고 타이백을 피복한 구에서 산함량이 0.74%로 모든 처리구 중 가장 낮게 나타났다.

비중, 과육율, 위조과육은 모든 처리간에 차이가 없게 나타났으며 녹반은 셀바인과 지베렐린 혼합살포구에서 높게 나타났으나 상품성에 영향을 미칠 정도는 아닌 것으로 판단되었다.

부피지수는 셀바인과 지베렐린을 혼합살포구에서 유의하게 낮았으며 피복자재간에는 은색부직포와 적색기포비닐에서 낮았다. 3월 8일 수확과의 과즙내 과당이나 포도당 함량은 부피방지제 살포나 피복자재의 영향을 받지 않았다(표 4-11). 그러나 자당 함량은 셀바인 살포에 의해서 감소되었으며 지베렐린 혼합살포시 더욱 감소되는 것으로 나타났다.

마. 온열환경조사 결과

표 4-12. 봉지씌우기 재료의 각 월별 일일보온적산온도(2000년)

처 리	1월 일일			2월 일일			3월 일일			평 균 일일적 산온도	순위
	보온적산온도			보온적산온도			보온적산온도				
	주간	야간	계	주간	야간	계	주간	야간	계		
은색은박	38	-937	-899	140	-746	-606	187	-625	-438	-720	9
보급은박	25	-916	-891	70	-748	-678	125	-695	-570	-763	11
녹색알미늄	473	-921	-448	1397	-889	508	1808	-969	839	106	3
타이백	223	-1383	-1161	900	-1435	-536	972	-1523	-551	-830	12
흑색부직포	145	-1172	-1026	474	-1048	-574	674	-1034	-360	-756	10
투명비닐	449	-1130	-681	970	-1168	-199	1270	-1234	36	-392	7
회색비닐	109	-1488	-1380	440	-1440	-1000	488	-1609	-1121	-1193	15
흑색비닐	492	-1149	-656	1816	-1147	669	2342	-1280	1063	103	4
망(조)	192	-530	-6338	377	-594	-216	410	-772	-362	-293	6
망(밀)	87	-889	-802	277	-811	-534	575	-853	-278	-625	8
투명기포비닐	906	-784	-122	2094	-731	1363	2307	-827	1480	799	1
적색기포비닐	1037	-1763	-726	2625	-1746	878	3286	-1770	1516	215	2
스티로폼	459	-942	-483	1045	-925	120	1396	-932	464	-116	5
차광망(75%)	14	-839	-825	24	-853	-829	50	-937	-888	-835	13
차광망(35%)	29	-1014	-985	136	-1022	-886	201	-1192	-991	-946	14

※ 일일 보온적산온도 : 매 분당 측정된 각 포장별 외기온도차(포장내 공기온도 - 외기온도)의 일일 적산치

1년차 측지별 봉지씌우기 재료 비교시험에서 봉지종류의 보온성능을 평가하기 위하여 조사한 보온적산온도는 표 4-12에 나타난 바와 같다. 15종의 봉지중 기포비닐, 알미늄, 흑색비닐 등이 보온효과가 높은 것으로 조사되었으며, 회색비닐, 차광막, 타이백은 상대적으로 낮은 것으로 조사되었다.

또한, 대표일(쾌청일)의 일중온도차는 기포비닐, 흑색비닐, 타이백, 알미늄의 순으로 큰 것으로 나타났으며(표 4-13), 주간외 태양복사 및 야간복사의 차폐정도가 큰 은박봉지와 차광막(차광율 75%)은 일중온도차 5℃이하의 비교적 균일한 온도를 나타낸 것으로 조사되었다.

기포비닐은 정상과의 비율이 높고 부피지수가 낮았는데(표 4-1) 평균 일일적산온도가 높고 일중 온도차도 커 온도조건이 부피지수와 정상과 비율에 영향을 미치는 것으로 보였지만 온도조건 하나만으로 설명하기는 어려운 것 같았다.

표 4-13. 대표일의 주야간 평균공기 온도 및 일 중 온도차 (가지단위 포장) (2000)

처 리	주간온도	야간온도	심야온도	일중온도차	순위
은색은박	1.9	-0.5	-0.3	4.4	13
보급은박	1.8	-0.4	-0.2	4.1	14
녹색알미늄	4.3	-0.7	-0.5	11.1	5
타이백	3.8	-1.6	-0.9	11.7	4
흑색부직포	2.3	-1.1	-0.7	5.9	11
투명비닐	4.1	-1.5	-0.9	10.5	6
회색비닐	2.6	-1.6	-1.1	7.7	8
흑색비닐	4.7	-1.4	-0.8	12.5	3
망(조)	3.1	-0.4	0	7.6	9
망(밀)	2.4	-0.7	-0.2	6.5	10
투명기포비닐	6.2	-0.7	-0.5	14.4	2
적색기포비닐	6.1	-2.3	-1.6	16.8	1
스티로폼	3.6	-1.2	-0.6	9.7	7
차광막(75%)	1.5	-0.6	-0.2	3.8	15
차광막(35%)	1.9	-0.7	-0.4	4.9	12
외기온도	2.1	0.1	0.5	3.8	-

1차년도 수관 전체간이피복방법 검토 시험에서 대표일의 주야간 평균공기온도 및 높이별 공기온도, 흑구온도를 표 4-14에 나타내었다. 주간시간대의 투명비닐피복의 경우 포장내로 다량의 일사가 유입된 결과 검토대상 수관 전체 간이피복재료 중 상하온도차(최대 24.2℃)는 가장 큰 것으로 조사되었다. 투명비닐보다 상대적으로 차광정도가 큰 회색비닐이나 차광망의 경우는 차광에 따른 유입일사량이 경감됨에 따라 수관내의 상하간의 온도차는 큰 폭으로 감소하였다. 수관내 상하온도차가 적은 그물망 피복에서 부피지수는 적으로 것으로 보였으나 위조과가 많아서 실용성은 의문이었다.

표 4-14. 대표일의 주야간 온도분포 (수관 전체포장) (2000)

치 리	주간 야간 심야			최대 상하온도차	
	(℃)				
투명비닐	흑구온도	18.0	-1.9	-1.6	24.2
	흑구온도차*	5.8	-0.5	-0.3	
	평균공기온도	11.3	-1.3	-1.3	
	1.5m	17.3	-1.6	-1.4	
	1.0m	12.1	-1.4	-1.3	
	0.5m	4.4	-1.0	-1.2	
회색비닐	흑구온도	6.1	-1.8	-0.9	12.6
	흑구온도차*	2.0	-0.4	-0.2	
	평균공기온도	4.6	-1.5	-0.7	
	1.5m	7.2	-1.9	-0.9	
	1.0m	4.1	-1.5	-0.7	
	0.5m	2.4	-1.2	-0.6	
그물망	흑구온도	3.7	-1.1	-1.0	3.5
	흑구온도차*	1.0	-0.3	-0.2	
	평균공기온도	3.1	-1.0	-0.9	
	1.5m	3.9	-1.4	-1.2	
	1.0m	2.8	-0.9	-0.8	
	0.5m	2.6	-0.7	-0.7	
차광망	흑구온도	2.7	-0.8	-0.3	1.1
	흑구온도차*	0.3	-0.1	-0.1	
	평균공기온도	2.5	-0.7	-0.2	
	1.5m	2.8	-0.8	-0.3	
	1.0m	2.4	-0.6	-0.2	
	0.5m	2.2	-0.6	-0.1	
외기온도	-	2.1	0.1	0.5	-

*흑구온도차 = 피복내 지상 1m 높이의 흑구온도 - 포장내 지상 1.0m 높이의 공기온도

2년차 측지별 봉지씌우기재료 비교시험에서 봉지내 기온의 일변화를 흐리고 기온이 낮았던 2월 16-17일(표 4-15)과 맑고 기온이 높았던 2월 21-22일(표 4-16)로 나누어 검토하였는데 야간온도 보다는 주간온도에서 차이가 커서 일 온도교차는 봉지재료간 10℃ 이상 차이가 났다. 그러나 피복재료별 일교차와 부피지수, 당도 및 부패율과는 상관이 없는 것으로 보였다.

표 4-15. 호린날의 봉지내 주·야간 온도 분포 (2001. 2월 16일 16:00 ~ 2월 17일 16:00)

처 리	주간온도 야간온도 심야온도 주간최고온도 심야최저온도 일교차					일교차 순위	
	(℃)						
은색은박	6.3	0.8	-1.1	11.2	-2.7	13.9	13
보급은박	6.2	0.2	-2.0	11.0	-3.6	14.6	11
녹색알미늄	9.7	0.5	-2.0	18.6	-3.6	22.2	2
타이백	8.6	1.6	-0.9	15.9	-2.8	18.7	6
흑색부직포	7.5	-0.1	-1.9	14.9	-3.4	18.3	7
투명비닐	8.5	0.5	-1.5	15.9	-3.1	19.0	4
회색비닐	8.3	0.3	-1.5	16.0	-2.8	18.8	5
흑색비닐	5.6	0.3	-1.4	10.1	-2.9	13.0	15
망(조)	6.8	-0.3	-2.1	12.4	-3.8	16.2	9
망(밀)	9.4	0.0	-2.2	17.0	-3.8	20.8	3
투명기포비닐	9.7	-0.1	-2.6	19.2	-4.5	23.7	1
적색기포비닐	5.9	0.2	-1.8	10.8	-3.3	14.1	12
스티로폼	8.7	0.6	-1.3	15.0	-3.0	18.0	8
차광망(75%)	5.7	0.7	-1.2	11.0	-2.9	13.9	13
차광망(35%)	6.8	0.3	-1.9	12.4	-3.7	16.1	10
외기온도	5.4	-0.2	-1.7	11.2	-3.0	14.2	-

감귤표면온도의 일교차(표 4-17, -18)는 봉지재료간 차이가 더욱 커서 15℃ 이상 차이가 났다(봉지별 온도의 일변화 그래프 제시 생략). 감귤표면온도의 변화도 부피나 당도 또는 부패율과 상관이 없는 것으로 보였다. 즉 과실품질에 미치는 봉지재료의 영향은 단순하게 온도변화를 가지고 설명할 수는 없었다.

수관전체 피복에 있어서는 지상부 높이가 높을수록 주간온도가 높아지고 따라서 일교차가 커졌는데(표 4-19, -20) 그 차이는 적색기포비닐에서 가장 컸고 다음으로 갈색마대, 은박부직포 순이었으며 차광막에서 차이가 가장 적었다. 높이별 온도차이가

큰 피복재료에서 흑구온도의 일교차도 컸으며(표 4-21, 22), 감귤 표면온도의 일교차도 컸다(4-23, 24). 이러한 일교차의 차이는 주간온도의 차이에서 비롯되었다.

표 4-16. 맑은날의 봉지내 주·야간 공기온도 분포 (2001. 2월 20일 06:00 ~ 2월 21일 06:00)

처 리	주간온도	야간온도	심야온도	주간최고온도	심야최저온도	일교차	일교차
	(°C)					순위	
은색은박	13.0	8.1	8.3	16.5	3.7	12.8	15
보급은박	12.8	6.8	7.5	16.8	2.6	14.2	12
녹색알미늄	14.8	6.9	7.7	20.0	2.5	22.5	1
타이백	13.7	8.3	8.2	18.4	3.0	15.4	9
흑색부직포	14.6	6.9	7.8	18.8	2.2	16.6	8
투명비닐	15.0	7.3	8.2	20.8	2.6	18.2	6
회색비닐	15.3	7.2	8.2	22.1	2.8	19.3	5
흑색비닐	13.4	7.2	8.3	17.1	2.6	14.5	10
망(조)	15.0	6.6	7.7	21.6	1.7	19.9	4
망(밀)	15.2	6.8	7.0	22.3	1.7	20.6	2
투명기포비닐	14.9	6.5	7.2	21.7	1.1	20.6	2
적색기포비닐	12.8	7.1	8.1	16.5	2.4	14.1	13
스티로폼	14.6	7.7	8.1	20.1	2.3	17.8	7
차광망(75%)	12.8	7.7	8.6	16.2	2.9	13.3	14
차광망(35%)	13.0	7.4	7.9	17.1	2.7	14.4	11
외기온도	13.5	6.4	8.0	20.2	2.5	17.7	-

표 4-17. 흐린날 주·야간 감귤표면온도 분포 (2001. 2월 16일 16:00 ~ 2월 17일 16:00)

처 리	주간온도	야간온도	심야온도	주간최고 온도	심야최저 온도	일교차	일교차 순위
	(°C)						
은색은박	6.8	0.9	-1.4	12.8	-3.4	16.2	10
보급은박	7.1	0.4	-2.1	12.7	-4.2	16.9	8
녹색알미늄	7.1	1.5	-1.3	15.4	-2.9	18.3	7
타이백	9.0	1.1	-1.5	16.6	-3.5	20.1	4
흑색부직포	11.3	0.3	-1.9	20.0	-3.6	23.6	3
투명비닐	8.6	0.0	-2.6	19.5	-4.5	24.0	2
회색비닐	6.2	0.7	-1.1	12.3	-2.7	15.0	13
흑색비닐	6.1	0.2	-1.8	13.0	-3.6	16.6	9
망(조)	13.4	0.4	-2.1	24.4	-4.0	28.4	1
망(밀)	6.7	0.5	-1.0	12.9	-2.4	15.3	12
투명기포비닐	8.3	1.2	-1.6	15.7	-3.7	19.4	6
적색기포비닐	7.0	0.9	-1.6	12.4	-3.6	16.0	11
스티로폼	6.6	1.3	-1.0	11.7	-2.9	14.6	14
차광망(75%)	5.1	1.0	-0.8	11.1	-2.7	13.8	15
차광망(35%)	7.7	0.2	-1.3	16.1	-3.4	19.5	5
외기온도	5.4	-0.2	-1.7	11.2	-3.0	14.2	-

표 4-18. 맑은날의 주·야간 감귤표면온도 분포(2001. 2월 20일 06:00 ~ 2월 21일 06:00)

처 리	주간온도 야간온도 심야온도 주간최고온도 심야최저온도 일교차					일교차 순위	
	(°C)						
은색은박	12.4	7.7	7.6	16.2	3.1	13.1	14
보급은박	12.6	7.1	7.1	17.0	2.8	14.2	11
녹색알미늄	13.2	7.8	6.7	18.2	2.2	16.0	6
타이백	14.2	7.7	8.0	18.8	2.7	16.1	5
흑색부직포	18.8	8.2	7.7	28.2	2.1	26.1	2
투명비닐	13.7	6.3	7.5	20.3	1.3	19.0	3
회색비닐	13.1	8.0	8.1	17.0	3.0	14.0	12
흑색비닐	12.6	7.3	7.9	16.7	2.0	14.7	9
망(조)	18.9	7.2	7.3	30.3	1.5	28.8	1
망(밀)	13.5	8.0	7.6	18.7	3.0	15.7	7
투명기포비닐	14.0	8.0	8.1	19.6	2.0	17.6	4
적색기포비닐	13.2	7.9	8.3	17.2	2.7	14.5	10
스티로폼	12.7	8.3	8.6	16.7	2.8	13.9	13
차광망(75%)	10.9	8.5	8.6	14.7	3.0	11.7	15
차광망(35%)	13.0	8.1	7.9	18.1	3.2	14.9	8
외기온도	13.5	6.4	8.0	20.2	2.5	17.7	-

표 4-19. 흐린날 수관전체 간이피복과 비가림하우스 안의 주·야간 공기온도 분포
(2001. 2월 16일 16:00 ~ 2월 17일 16:00)

처	리	주간	야간	심야	주간 최고온도	심야 최저온도	일교차	최대상하 온도차
	평균공기온도	12.6	0.6	-1.9				
적색기포비닐	지상1.5m	19.6	-0.2	-2.2	37.6	-3.9	41.5	23.5
	지상1.0m	11.9	0.1	-1.8	24.6	-3.3	27.9	
	지상0.5m	6.2	0.2	-1.6	13.2	-3.3	16.5	
	평균공기온도	5.8	0.4	-1.3				
차광막(75%)	지상1.5m	6.2	0.4	-1.3	12.5	-3.0	15.5	2.9
	지상1.0m	5.8	0.4	-1.3	11.2	-2.9	14.1	
	지상0.5m	5.4	0.5	-1.2	10.9	-3.0	13.9	
	평균공기온도	8.4	0.6	-1.				
갈색마대	지상1.5m	13.3	0.4	-1.	25.0	-2.7	27.7	13.8
	지상1.0m	7.3	0.6	-1.	13.6	-2.4	16.0	
	지상0.5m	4.6	0.8	-0.8	8.3	-2.1	10.4	
	평균공기온도	4.9	-0.5	-2.1				
은색부직포	지상1.5m	7.2	-0.6	-2.3	14.6	-3.7	18.3	8.1
	지상1.0m	4.0	-0.5	-2.0	8.5	-3.3	11.8	
	지상0.5m	3.4	-0.4	-1.9	7.3	-3.3	10.6	
	평균공기온도	9.9	0.0	-2.2				
비가림하우스	지상4m	13.1	0.1	-2.1	23.3	-3.9	27.2	12.4
	지상3m	11.9	-0.0	-2.1	21.9	-4.1	26.0	
	지상2m	11.1	-0.1	-2.3	21.3	-4.2	25.5	
	지상1.5m	9.6	-0.2	-2.5	18.7	-4.4	23.1	
	지상1.0m	8.5	0.3	-1.9	16.5	-3.7	20.2	
	지상0.5m	5.4	-0.1	-2.3	10.6	-4.1	14.7	
	외기온도	5.4	-0.2	-1.7	11.2	-3.0	14.2	

최대상하온도차 = 동일 시간대에서 높이별 온도 격차가 가장 클 때의 온도차

표 4-20. 맑은날 수관전체 간이피복과 비가림하우스 안의 주·야간 공기온도 분포
(2001. 2월 20일 06:00 ~ 2월 21일 06:00)

처 리		주간	야간	심야	주간	심야	일교차	최대상하 온도차
					최고온도	최저온도		
		(°C)						
적색기포비닐	평균공기온도	17.1	7.0	8.3	26.4	2.8	23.6	22.0
	지상1.5m	21.7	6.7	8.0	37.5	2.6	34.9	
	지상1.0m	16.5	7.1	8.2	25.8	2.8	23.0	
	지상0.5m	12.9	7.2	8.5	17.9	2.8	15.1	
차광막(75%)	평균공기온도	14.0	7.6	9.2	18.7	3.1	15.6	2.2
	지상1.5m	14.4	7.6	9.2	19.2	3.1	16.1	
	지상1.0m	13.9	7.5	9.1	19.3	3.1	16.2	
	지상0.5m	13.7	7.7	9.2	18.1	3.1	15.0	
갈색마대	평균공기온도	16.0	7.5	8.6	22.6	3.1	19.5	18.2
	지상1.5m	19.7	7.3	8.4	31.7	3.0	28.7	
	지상1.0m	15.8	7.4	8.6	22.2	3.1	19.1	
	지상0.5m	12.6	7.7	8.9	15.5	3.2	12.3	
은색부직포	평균공기온도	11.7	6.2	7.3	15.6	2.1	13.5	17.4
	지상1.5m	13.2	6.1	7.2	19.5	1.8	17.7	
	지상1.0m	11.1	6.3	7.4	14.2	2.2	12.0	
	지상0.5m	10.8	6.3	7.3	13.7	2.2	11.5	
비가림하우스	평균공기온도	16.5	6.3	7.7	24.5	2.8	21.7	14.9
	지상4m	19.3	6.7	8.5	31.2	2.8	28.4	
	지상3m	18.0	6.6	8.3	27.3	2.6	24.7	
	지상2m	17.3	6.3	7.7	27.0	2.7	24.3	
	지상1.5m	16.0	5.9	7.2	24.0	2.6	21.4	
	지상1.0m	15.2	6.3	7.3	21.6	3.1	18.5	
	지상0.5m	13.2	6.0	6.9	16.9	2.8	14.1	
외기온도	13.5	6.4	8.0	20.2	2.5	17.7	-	

최대상하온도차 = 동일 시간대에서 높이별 온도 격차가 가장 클 때의 온도차

표 4-21. 흐린날 수관전체 간이피복과 비가림하우스 안의 주·야간 흑구온도 분포
(2001. 2월 16일 16:00 ~ 2월 17일 16:00)

처	리	주간	야간	심야	주간	심야	일교차	일교차 순위
					최고온도	최저온도		
(°C)								
적색기포비닐	흑구온도	15.1	-0.1	-2.2	28.6	-3.9	32.5	1
	흑구온도차	3.3	-0.2	-0.5				
차광막(75%)	흑구온도	7.2	0.4	-1.2	16.0	-2.5	18.5	3
	흑구온도차	1.5	0.0	0.1				
갈색마대	흑구온도	7.6	0.0	-1.7	13.5	-3.0	16.5	4
	흑구온도차	0.3	-0.6	-0.7				
은색부직포	흑구온도	5.4	-0.5	-2.1	11.8	-3.4	15.2	5
	흑구온도차	1.5	-0.1	-0.1				
비가림하우스	흑구온도	10.7	-0.4	-2.9	20.2	-4.8	25.0	2
	흑구온도차	2.2	-0.7	-0.9				
외기온도		5.4	-0.2	-1.7	11.2	-3.0	14.2	-

흑구온도차 : (지상1m 높이의 흑구온도) - (지상1m 높이의 평균공기온도)

표 4-22. 맑은날 수관전체 간이피복과 비가림하우스 안의 주·야간 흑구온도 분포
(2001. 2월 20일 06:00 ~ 2월 21일 06:00)

처 리		주간	야간	심야	주간	심야	일교차	일교차 순위
					최고온도	최저온도		
		(℃)						
적색기포비닐	흑구온도	18.8	6.7	7.9	29.7	2.7	27.0	1
	흑구온도차	2.3	-0.4	-0.3				
차광막(75%)	흑구온도	14.1	7.6	8.8	19.1	3.5	15.6	4
	흑구온도차	0.2	0.1	-0.3				
갈색마대	흑구온도	15.4	6.8	7.9	21.7	2.6	19.1	3
	흑구온도차	-0.4	-0.6	-0.7				
은색부직포	흑구온도	11.9	6.2	7.2	16.2	2.1	14.1	5
	흑구온도차	0.8	-0.1	-0.2				
비가림하우스	흑구온도	16.8	5.7	6.8	25.4	2.6	22.8	2
	흑구온도차	1.6	-0.6	-0.5				
외기온도		13.5	6.4	8.0	20.2	2.5	17.7	-

흑구온도차 : (지상1m 높이의 흑구온도) - (지상1m 높이의 평균공기온도)

표 4-23. 흐린날 수관전체 간이피복과 비가림하우스 안의 주·야간 감귤표면온도 분포(2001. 2월 16일 16:00 ~ 2월 17일 16:00).

처 리	주간	야간	심야	주간최고온도	심야최저온도	일교차	일교차 순위
	(°C)						
적색기포비닐	15.2	0.4	-2.6	28.8	-4.5	33.3	1
차광막(75%)	8.3	0.2	-1.8	17.2	-3.4	20.6	2
갈색마대	7.1	-0.2	-2.0	12.9	-3.5	16.4	3
은색부직포	5.8	-0.7	-2.2	12.6	-3.4	16.0	4
외기온도	5.4	-0.2	-1.7	11.2	-3.0	14.2	-

표 4-24. 맑은날 수관전체 간이피복과 비가림하우스 안의 주·야간 감귤표면온도 분포(2001. 2월 20일 06:00 ~ 2월 21일 06:00).

처 리	주간	야간	심야	주간최고온도	심야최저온도	일교차	일교차 순위
	(°C)						
적색기포비닐	18.3	7.3	7.3	27.5	2.5	25.0	1
차광막(75%)	15.5	7.1	8.9	21.6	2.7	18.9	2
갈색마대	14.9	6.9	7.5	21.3	2.4	18.9	2
은색부직포	11.8	6.7	6.8	16.1	2.3	13.8	4
외기온도	13.5	6.4	8.0	20.2	2.5	17.7	-

3년차의 흐리고 추운 날 봉지내 온도분포 조사결과는 표 4-25에 나타낸 바와 같이 일교차는 적색기포비닐, 주황색비닐, 황색마대에서 크고 은박봉지와 타이백에서 적었다. 아주지단위 피복에서도 봉지에서와 마찬가지로 적색기포비닐, 황색마대에서 크고 은색부직포와 타이백에서 적었다(표 4-26). 흑구온도의 일교차는 황색마대, 은색부직포, 적색기포비닐, 타이백 순으로 컸다(표 4-27).

표 4-25. 흐린날의 봉지내 주·야간 온도 분포(2002. 2월 14일 19:00~2월 15일 19:00)

처 리	주간온도	야간온도	심야온도	주간 최고온도	심야 최저온도	일교차	일교차 순위
	(°C)						
은박봉지	9.3	2.6	-0.2	14.9	-1.2	16.1	5
적색기포비닐	14.5	2.0	-1.2	21.3	-2.4	23.7	1
주황색비닐	12.5	1.8	-1.3	19.7	-2.4	22.1	2
청색비닐	10.3	2.4	-0.7	17.4	-1.7	19.1	4
타이백	7.9	1.3	-1.3	10.8	-2.3	13.1	6
황색마대	10.5	1.6	-1.4	18.5	-2.5	21	3

표 4-26. 흐린날의 아주지단위 간이피복과 비가림하우스 안의 주·야간 온도 분포
(2002. 2월 14일 19:00~2월 15일 19:00)

처 리	주간	야간	심야	주간 최고온도	심야 최저온도	일교차	일교차 순위
	(°C)						
은색부직포	9.0	1.0	-1.4	17.9	-2.9	20.8	3
적색기포비닐	9.8	0.7	-1.7	23.5	-7.0	30.5	1
타 이 백	8.2	0.8	-1.6	14.1	-3.2	17.3	4
황색마대	12.2	0.7	-1.7	19.9	-4.5	24.4	2
비가림하우스	지상4m	10.0	1.4	0.2	16.8	-2.6	19.4
	지상3m	10.5	1.3	-0.2	17.6	-4.4	12.0
	지상2m	10.5	1.5	-0.3	17.7	-5.0	12.7
	지상1.5m	10.2	1.5	-0.5	16.6	-4.5	21.1
	지상1.0m	10.1	1.0	-0.7	17.2	-4.5	11.7
	지상0.5m	9.7	1.7	-0.2	16.5	-4.7	21.2
외기온도	6.7	1.9	0.4	10.4	-3.5	13.9	

표 4-27. 흐린날의 아주지단위 간이피복과 비가림하우스 안의 주·야간 흑구온도 분포(2002. 2월 14일 19:00~2월 15일 19:00).

처 리		주간	야간	심야	주간	심야	일교차	일교차 순위
					최고온도	최저온도		
(℃)								
은색부직포	흑구온도	12.9	0.6	-2.2	20.4	-3.4	23.8	2
	흑구온도차	3.9	-0.4	-0.8				
적색기포비닐	흑구온도	11.0	1.2	-1.2	18.2	2.4	20.6	3
	흑구온도차	1.2	0.5	0.5				
타 이 백	흑구온도	10.0	1.2	-1.1	15.9	-2.3	18.2	4
	흑구온도차	1.8	0.4	0.5				
황색마대	흑구온도	12.7	1.5	-1.0	22.5	-2.3	24.8	1
	흑구온도차	0.5	0.8	0.7				
비가림하우스	흑구온도	13.2	1.1	-1.0	20.5	-6.2	26.7	
	흑구온도차	3.0	-0.4	-0.5				
외기흑구온도		14.7	0.8	0.6	30.0	-6.7	36.7	

간이피복재배법 시험결과를 종합해보면 피복재료별 온도의 일교차, 감귤표면온도의 변화, 흑구온도차 등의 온도측정자료와 과실의 부피지수, 당도 또는 부패율 등과의 관련을 찾을 수 없었다. 피복재료가 과실의 품질에 미치는 영향은 단순히 온도만을 가지고 설명할 수 없을 것으로 생각되었다. 봉지씌우기 효과를 종합해보면 은박봉지, 적색기포비닐, 타이백, 황색마대(쌀포대)가 비중과 부피지수로 보아 부피방지 효과가 비슷하므로 재료의 가격과 구입의 편의성, 작업편이성, 사용자의 기호 등에 따라 어느 것이든 사용할 수 있다고 판단되었다. 또한 은색부직포, 적색기포비닐, 타이백, 황색마대를 피복재료로 하여 아주지단위로 피복하여도 좋을 것으로 보였다. 그러나 어떤 재료를 사용하여 어떤 형태로 피복하던 과실의 당도는 해에 따라 변이가 크며 피복 기간에 당도 증가량은 미미하므로 12월에 당도가 10. Bx내외로 낮은 포장에서는 간이피복을 하여도 품질 좋은 과실 생산은 기대할 수 없다고 판단되었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

구 분	평가의 착안점 및 척도와 목표달성도			
	착 안 사 항	척 도 (점수)	목 표 달성도	관련분야 기여도
1차년도(1999~2000)	○ 수분관리 방법이 과실품질에 미치는 영향 구명	10	100	100
	○ 부피방지제의 효과비교	30	100	100
	○ 결실관리별 생육반응 설명	10	100	100
	○ 분할수확이 착화에 미치는 영향	20	100	100
	○ 간이피복 재료 예비선발	20	100	100
	○ 간이피복시설내 온열환경해석	10	100	100
2차년도(2000~2001)	○ 관수방법이 부피에 미치는 영향 해석	20	100	100
	○ 부피방지제 혼용효과비교	20	100	100
	○ 결실관리별 생육반응 설명	20	100	100
	○ 연년결실 가능성 제시	20	100	100
	○ 간이피복 재료의 선발	20	100	100
3차년도(2001~2002)	○ 과실비대기~액포발달기의 수분조절 효과 구명	30	100	100
	○ 부피방지제 효과 확인	20	100	100
	○ 결실관리기술 확립	20	100	100
	○ 봉지 등 간이피복방법의 개선	30	100	100
최 종 평 가	○ 월동수확재배에서 결실관리기술 확립	30	100	100
	○ 비가림월동수확재배 수분관리기술 확립	20	100	100
	○ 부피방지 방법 제시	20	100	100
	○ 봉지 등 간이피복방법에 의한 경제적 월동방법 개선	30	100	100

제5장 연구개발결과의 활용계획

- 대농민 교육자료로 활용함.

감귤재배 농가의 하우스내 수상월동재배 조생은주밀감의 기술교육 및 연찬회 자료

- 농업정보 관련 잡지에 게재

감귤과 원예(제주감귤협동조합), 감귤과 농업정보((제주농업정보교류회)

- 학회발표

한국원예학회지 및 한국원예과학기술지에 논문 투고

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

-해당 없음-

제7장 참고문헌

- 감귤산업발전계획수립기획단. 2000. 濟州道 柑橘産業 發展計劃 :1-80.
- 原田 豊, 錢 長發, 井上 宏. 1985. 하우스ミカンの溫度管理と生長周期似ついて. 農試研報. 37:55-65.
- 橋本和光, 宮田明義. 1990. 早生温州ミカンの高熟度期採收に關する試験. 昭和63年度 常綠果樹試験研究成績概要集(栽培・流通利用編). 日農林水産省果樹試験場 p. 141-142.
- 長谷部秀明, 柴田好文, 佐金信治. 1990. 早生温州の越年完熟について(1)果實の大きさと果實品質. (2)越年量と果實品質. 昭和63年度 常綠果樹試験研究成績概要集(栽培・流通利用編). 日農林水産省果樹試験場 p. 145-148.
- 長谷部秀明, 安宅雅和, 森 聰, 柴田好文. 1992. ウンシュウミカンの土壤被覆處理が果汁中の糖含量及び糖組成に及ぼす影響. 徳島果試研報. 20:1-10.
- 현해남, 한해룡, 김영효, 임한철, 문두경. 1994. 시설감귤에서 단수처리가 광합성과 과실의 품질에 미치는 영향. 2. 단수처리가 과실 품질에 미치는 영향. 농업논문집 ('93농업산학협동) 36:31-36.
- 현해남, 한해룡, 문두길, 임한철. 1990. 柑橘시설내 土壤水分 조절이 잎수분 포텐셜과 果實 品質에 미치는 영향- 土壤水分, 잎수분 포텐셜 및 果汁의 糖度와의 관계-. 農試論文集(농업산학협동편) 33:81-89.
- 池田富喜夫. 1888. ウンシュウミカン果汁の糖集積に關する研究. 第11報 越年果の果汁の糖含量と糖組成について. 日園學要旨. 昭63秋(果樹):28-29.
- 伊庭慶昭. 1977. ウンシュウミカンの品質管理に關する研究 = 主として收穫及び貯藏方法が果實の品質に及ぼす影響について=京大學位論文 p. 1-130.
- 川野信壽. 1988a. 하우스ミカンの生産安定と品質向上(4). 農及園. 63:737-740.
- 川野信壽. 1988b. 하우스ミカンの生産安定と品質向上(5). 農及園. 63:847-854.
- 김영효, 송인관, 송정흡, 강호준, 문두길. 1999. 월동수확 감귤 수확하는 농가실증시험. 제주도농업기술원. 제주농업시험연구보고서 p. 54-61.
- 金昌明. 2002. 氣象要因이 濟州地方 温州蜜柑의 開花・結實 및 果實品質에 미치는 影響. 濟州大博士學位論文 1-115.
- 김창명, 문영일. 2001. 하우스 온주밀감의 생리장애에 관한 연구 2) 조생온주밀감의 수

- 상월동재배에 관한 연구. 제주시험장. 시험연구보고서 p.149-161.
- 木原武士, 岩垣 功, 奥田 均, 河瀬憲次. 1995. ウンシュウミカンの部分摘果による群状結實技術 - 隔年結果防止及び果實 品質向上効果. 果樹試報 27:11-26.
- 牧田好高. 1998. ミカンの貯蔵について. 静岡縣柑橘試験場 1-26.
- 森岡節夫, 八幡茂木. 1989. ウンシュウミカの摘果直前の着果程度が果實大きさ、収量及び翌年の着花などに及ぼす影響. 日園學雜. 58:97-103.
- 中川行夫, 眞子正史, 原 節生. 1984. ウンシュウミカンの着花, 生理落果, 果實肥大に及ぼす氣象の影響. 日農業氣象. 40:59-62.
- 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준 p. 370-375.
- 농촌진흥청 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법 p. 1-202
- 岡田正道, 小中原 實. 1985. ウンシュウミカンの幼果期における生理落果の波相に影響する要因. 静岡柑試研報. 21:1-8.
- 重里 保, 加藤彰宏, 西尾隆吉. 1974. 温州ミカン果實の樹上越冬に關する試験(第3報) 採收時期と果實について. 昭和49年度常綠果樹試験研究打合せ會議資料 I p. 195-196.
- 小野祐幸. 1987. 칸킥트의光合成に及ぼす土壤水分と細根の活性の影響. 日果樹試報 D. 9:1-11.
- 清水達夫, 鳥湯博高, 鳥居鎮男. 1975. 温州蜜柑の着果負擔に關する研究. (第3報) 葉果比が收穫期の樹体内炭水化物ならびに翌春の着花數・新葉數に及ぼす影響. 日園學雜. 43:423-429.
- 竹林脱男, 片岡丈彦, 行永壽二郎. 1992. ウンシュウミカンの樹上完熟栽培と普通栽培ならびに銘柄産地の果實品質比較. 日園學雜. 61(1):39-47.
- 竹林脱男, 片岡丈彦, 行永壽二郎. 1993. 칸킥트類の樹上完熟栽培果實の輕視的變化. 日園學雜. 62(2):305-316.
- 竹林脱男, 片岡丈彦, 行永壽二郎. 1994. 樹上完熟栽培におけるウンシュウミカンの膜の變化. 日園學雜. 63(2):267-275.
- 上田 實, 平田 勳, 三島恭一. 1982. ウンシュウミカンの越年採收に關する研究. 熊本縣果樹試験場研究報告書 4:21-72.
- 藥師寺 博, 居石知成, 森永邦久. 1995. 乾燥ストレスの進行および回復過程におけるウンシュウミカンの水分特性. 日園學雜. 64別 2:124-125.
- Yakushiji, H. H. Nonami, T. Fukuyama, S. Ono, N. Takagi and Y. Hasimoto. 1996.

Sugar accumulation enhanced by osmoregulation in satsuma mandarin fruit. J. Ame. Soc. Hort.Sci. 121 : 466-472.

山田彬雄, 伊庭慶昭, 西浦昌男. 1973. 採收遅延が果實の品質および翌年の着花におよぼす影響(昭和45-49年). 昭和48年度常緑果樹試験研究打合せ會議資料 I p. 227-228.

矢羽田第二朗, 大庭義材, 松本和紀. 1990. ウンシュウミカンの完熟栽培における果實品質及び糖組成の變化. 日園學雜. 59 別1 : 602-603.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.