

하우스밀감

농업연구사 강 종 훈

I. 하우스밀감 재배의 이해

1. 재배현황 및 목표 설정

가. 재배동향

하우스밀감 재배는 2000년 567ha 1,777농가에서 계속 감소되어 지난 2012년에는 285ha 843농가에서 재배되고 있다. 생산량도 2000년 28천여 톤에서 감소되어 2012년에는 20천 톤 아래로 떨어졌다.

이처럼 재배가 감소하는 것은 가온에 따른 유통비 증가와 더불어 만감류로 품종을 갱신하는 농가가 증가하고 있기 때문이다.

- 하우스밀감 재배동향

구 분	2012	2010	2008	2006	2004	2002	2000
면 적(ha)	285	312	313	352	430	516	567
농가수(호)	843	929	954	1,051	1,323	1,573	1,777
처리량(톤)	19,963	21,602	22,356	20,341	25,903	27,046	27,655

자료 : 감귤출하연합회

나. 연도별 가격동향

연도별 가격은 2008년 5kg 1상자 평균가격 19,728원에서 2012년에는 20,742원으로 약간 올랐으나 재배농가에서 느끼는 체감적인 가격은 매년 떨어지는 것으로 느끼고 있다.

- 연도별 월별 평균가격 (단위 : 원/5kg)

구분	평균가격	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2012	20,742	41,576	35,124	21,902	21,997	22,841	12,993	11,331	7,640
2011	20,508	34,943	32,043	22,699	18,723	19,008	17,934	10,331	8,000
2010	21,599	35,271	26,366	26,197	22,652	22,672	16,816	10,531	10,300
2009	20,109	39,470	28,032	23,411	19,657	19,998	13,922	9,010	-
2008	19,728	30,644	22,234	20,402	20,563	18,166	18,099	10,455	-

자료 : 감귤출하연합회

다. 재배목표 설정

하우스재배는 어떤 인위적인 환경 아래서 작물을 생산하는 재배를 말한다. 하우스재배 도입의 목표는 수익성 향상에 의한 경영개선에 있다는 것은 말할 필요가 없지만 감귤의 생산목표 면에서 대별하면 과실의 조숙화, 고품질화, 조기안정다수를 목표로 소비자의 요구에 부응하기 위하여 도입되어진 것이라고 할 수 있다.

하우스재배의 기술목표는 각각의 재배목표에 따라서 다른데, 그 생산목표 달성을 위해서 필요한 최저경비로 최적시설 내에서 최적 환경조건을 만들어내는 것이 최대의 요점인데, 이처럼 하기 위해서는 최적 품종의 선정과 저비용 생산을 위해 시설비 절감, 생력재배, 생산량 확보의 3대 목표를 염두에 둔 시설화와 재배기술에 중점을 두지 않으면 안 된다.

재배목표를 구체화하여 보자

- 수량 : 10a당 6,000kg 내외
- 품질 : 당도 12 °Bx 이상, 산함량 1.0% 이하, 당산비 12 이상
- 목표수량 산출
 - ▶ 10a 당 수량 = 재식주수 × 주당 수량
(6,000kg = 100주 × 60kg)
 - ▶ 열매 1개 무게 : 90g
 - ▶ 1주당 열매 수 : 6,000kg ÷ 100주 ÷ 90g = 667개
 - ▶ 잎 1매당 과실 생산 능력 : 평균 6g
 - ▶ 열매 1개에 필요한 잎 수 : 90g ÷ 6g = 15매
 - ▶ 나무 1그루에 필요한 잎 수 : 열매 667개 × 잎 15매 = 10,005매
 - ▶ 10a당 필요한 잎 수 : 10,005매 × 100주 = 1,005,500매

2. 하우스의 설치

가. 장소 선정

1) 따뜻하고 평탄지가 유리하다

고품질 과실의 안정적 생산을 위해서는 해안에 가까운 곳에 하우스 시설을 하는 것이 효과적이다. 일조시간이 길고 기상재해가 없는 곳, 외부로부터 그들이 생기지 않고 강우에 의하여 빗물이 지하 또는 지표면으로 유입이 되지 않는 곳이라야 한다. 해발이 높은 지대에서 하우스재배는

착색은 양호하게 이루어지지만 품질면에서 당은 낮고 산은 높아 당산비가 떨어질 수 있다.

지형은 평탄지일수록 열 관리 효율이 높다. 경사가 되는 곳은 높은 곳과 낮은 곳의 온도차로 인한 생육의 차이가 있어 관리에 어렵다. 또한 통풍이 잘 되는 곳이라야 고온 피해를 방지할 수 있다.

2) 배수가 잘되는 토양이 좋다

유기질이 풍부하고 배수가 잘되는 곳, 배수가 잘되는 곳이라도 토심이 깊은 경우는 직근 발생이 많고 생리낙과가 많아 고당도 밀감 생산이 어렵다. 잔자갈 함량이 30~40% 정도 섞여 있어 토심이 너무 깊지 않은 곳이 좋다.

나. 주요 시설

1) 하우스 시설시 주의할 사항

하우스 설치에 각별히 유의할 점은 비가 올 때, 빗물이 하우스 내부로 유입되는 것을 완전 차단 할 수 있는 시설을 해야 한다. 시설하고 나면 천정에서 빗물이 세거나 지표면에서 또는 지하부에서 외부 빗물이 스며들어 오는 경우가 많은데, 시설을 할 때 충분히 검토하여 배수시설에 역점을 두어야 한다.

특히 비닐하우스 측면으로 빗물이 스며들지 않게 깊이 1~1.5m 정도 파서 두꺼운 비닐 또는 플라스틱 등으로 빗물 차단벽을 설치해야 한다.

2) 열풍기 및 환풍기

가온하우스의 경우는 열풍기가 필수적이고 무가온 하우스도 겨울철 또는 봄철 저온피해 예방을 위해 열풍기를 갖추는 농가가 늘고 있다. 가온하우스의 경우 충분한 열량을 확보할 수 있는 기종을 선택하여야 한다. 열량이 부족하면 필요한 온도를 충족하지 못하여 생육이 지연되거나 부진하게 되고 성숙도 늦어지기 때문이다. 10a를 기준으로 약 20만 Kcal 1대를 기준으로 하면 된다. 이때 4단변온기도 필수적으로 갖추어야 한다.

가온시설 뿐만 아니라 무가온 하우스에도 환풍기가 필요하다. 고온기 때 환기가 잘 안되면 굴나무 생리활동에 이상이 생겨 품질과 수량에 영향을 미치게 된다. 환풍기는 0.5마력 정도로 10a당 8~12대를 설치하고, 흡입구는 배출구의 2배 정도 크게 제작한다.

3) 2~3중 보온장치

난방 연료비 가격 상승에 따라 하우스 내에 비닐을 이용하여 2~3중 보온 시설을 하거나, 보온커튼을 설치하여 난방비를 줄일 수 있도록 해야 한다.

4) 관수시설

하우스 재배인 경우 어떤 작물이라도 관수시설은 필수적이다. 하우스 시설과 함께 관수용 물을 저장할 물탱크와 지하수 또는 농업용수, 빗물 받이 시설을 해야 한다.

물론 관수용 스프링클러설치도 필수적이다. 스프링클러는 지면과 지상에 설치하여 필요에 따라 지면 또는 지상으로 관수할 수 있도록 하면 물 관리에 편리하다.

3. 재배작형

가. 조기가온 재배

조기가온 중에서도 극조기 가온 재배는 10월 중순부터 11월 하순까지 가온을 시작하는 작형으로 출하시기는 4월 중순부터 장마전인 6월 하순이고 과실 수량은 5톤 정도가 된다.

가온을 빨리하면 발아가 늦고 발아율은 낮은 편이고 발아되어도 착화량이 적어 가온을 중간하는 일이 많았다. 그러던 것이 근래 들어 꽃눈(화아) 유도 및 발아촉진 기술이 개발되었고 발아촉진제의 이용이 확대되면서 12월 상순 이전에 가온해도 착화량이 많아 가온재배가 가능하게 되었다.

극조기 가온을 하기 위해서는 환상박피는 물론 가온 전에도 건조처리를 하고 가을순 발생 억제를 위해 생장억제제가 2회 이상 살포되고, 착화량 증대와 발아촉진을 위해 발아촉진제인 BA가 고농도로 살포되어 수세쇠약, 낙엽, 이상낙과 등을 유발하여 수량이 적어지는 경향이였다.

12월 1일부터 크리스마스 전까지 가온을 시작하여 수확 후 여름전정을 하고 여름순을 발생시켜 이것을 이듬해의 결과모지로 이용하는 형태의 하우스재배가 조기가온 재배작형이다.

출하기가 6월 중순부터 8월 하순까지인데 이렇게 출하기간 폭이 넓은 것은 과습 및 고온으로 착색과 성숙이 지연되기 때문이다. 수확 후 전정하면 고온기이므로 여름순 발생량도 많고 자람도 좋아 수관 확대나 수세 회복이 용이하여 수량은 6톤 정도가 가장 안정적이다.

- 하우스밀감 주요 작형

작형	가온일	출하기	수량	전정
극조기가온	11월 이전	4. 중~6. 하	4~6톤	5. 하~6. 하
조기가온	12. 1~12. 24	6. 중~8. 하	5~7톤	6. 하~8. 중
후기가온	12. 25~1. 30	8. 하~9. 하	5~7톤	피복 전후

나. 후기가온 재배

12월 하순부터 1월 20일까지 가온하는 작형으로 하우스밀감 소비가 많은 추석 전에 출하하게 된다. 12월 하순 이후는 감귤나무가 저온에 충분히 감응하여 언제라도 온도와 수분만 맞으면 짧은 기간에 발아하고 개화가 가능한 상태가 된다.

따라서 이 작형은 착화나 결실성이 좋고 수량도 6톤 정도로 많고 출하되는 시기도 8월 하순부터 9월 하순으로 온도가 내려가는 시기라서 특히 야간온도가 착색이나 당의 축적에 알맞아 당도가 높은 고품질 과실 생산에 용이한 작형이다.

4. 하우스 내 온주밀감의 생육반응

가. 생육촉진 효과와 그 기작

1) 온주밀감은 하우스 내에서 생육촉진효과가 크다

온주밀감을 가온하우스에서 재배하면 노지재배와 달리 늦은 가을부터 이른 겨울에 걸쳐 가온한 경우에는 아주 간단히 개화, 결실하고 수확할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이처럼 온주밀감을 하우스 내에서 가온재배하면 아래와 같은 요인들이 발휘된다.

- ① 생육일수가 짧아지고 생육촉진효과가 쉽게 나타난다.
- ② 고품질, 다수확이 비교적 쉽고 가능하다.
- ③ 조기출하에 대한 재배관리 기술이 확립되어져 있다.

온주밀감을 가온재배를 하여도 개화가 잘 되는 편이고, 꽃이 크고 충실한 편이다. 그렇기 때문에 밤낮으로 온도가 높아도 생리낙과가 적은 편이다. 이것은 과실비대를 양호하게 하고 최종적으로는 일제히 조기출하가 가능하게 하는 것이다.

또한 온주밀감의 경우 가온재배를 하여도 과육과 과피 성숙이 동시에 진행되기 때문에 착색에 큰 어려움이 없다.

2) 조기가온이 가능한 생리적 기작

온주밀감은 여름철에 건조로 가뭄이 오랫동안 지속되는 해는 9월에 태풍 또는 많은 비가 내린 후에 꽃이 피는 경우가 있다. 또한 9월부터 11월에 걸쳐 건조가 심하고 저온이 계속되고 난 후, 년 말에 따뜻하고 비가 내린 후에는 많은 꽃이 피는 경우가 발생한다. 온주밀감은 전년 봄순에 꽃이 피는데, 봄순이 매우 약한 경우에는 당해 연도 봄순에도 꽃이 피는 경우가 있다.

이러한 온주밀감의 개화 특성을 이용하여 가온하우스재배 기술, 즉 꽃을 피우는 기술이 개발 된 것이다. 가온 이전에 토양을 건조시키고 환상박피를 하여 생리적 화아분화를 유도시킨 다음 비닐을 피복하고 가온을 하게 되면 형태적 화아분화가 유도되어 꽃을 피우게 되는 것이다.

나. 다수확, 안정생산의 기작

1) 노지와 하우스 내부의 광 조건의 차이

노지에서 온주밀감을 재배한 경우 일반적으로 수량은 10a당 3~4톤 정도이다. 그렇지만 비닐하우스에서 가온을 하면 수량이 급증할 뿐만 아니라, 껍질이 얇고 과육도 부드러우며 과즙의 당과 산함량의 밸런스가 좋아진다.

노지재배는 1개의 열매를 생산하는데 20~25매의 엽이 필요하지만, 하우스재배에서는 10~15매의 엽으로 1개의 열매를 생산할 수 있다. 엽수가 적지만 다수확을 할 수 있는 것은 하우스 내의 환경조건이 과실생산에 매우 효율적이기 때문이다.

- 노지와 하우스의 일사 특성

구 분	조 도(Lux)	일사량(cal/cm ² /min ⁻¹)	
		직사광	산란광
노지 나무 윗부분	78,000	0.891	0.146
노지 나무 가운데부분	4,500	-	0.133
하우스 나무 윗부분	32,000	0.266	0.306
하우스 나무 가운데부분	3,500	-	0.106

위의 표에서 보면 하우스 내에서는 직사광은 노지의 약 1/3로 감소한다. 그러나 산란광은 노지보다도 2배 이상 증가한다. 즉 하우스 내에서는 산란광이 노지보다도 매우 많다는 것이다. 하우스 내에서 산란광이 많은 것은 광이 여러 방향에서 잎을 향하여 비쳐지기 때문이다.

노지에서는 직사광이 많기 때문에 잎은 위로 향하여 있는 경우가 많다. 그렇지만 하우스 내의 잎은 산란광이 풍부하기 때문에 방향성이 없는 것이 특징이다. 그것은 어느 쪽을 향해 있어도 햇빛이 많기 때문에 활발한 광합성을 할 수 있는 조건이 되기 때문이다. 그럼에도 불구하고 나무 내부와 외부, 나무 윗부분의 햇빛 비치는 양의 다소에 따라서 생산능력의 차이가 나게 된다. 그렇기 때문에 나무 전체에 햇빛비치는 밸런스가 맞을 때 과실의 생산능력이 높아지게 된다.

2) 잎의 구조와 기능

하우스 내에서 발생한 잎은 엽육이 얇고 크기가 크며 엽색은 짙은 녹색을 띤다. 노지밀감의 잎에는 기공이 1mm²당 약 500~550개가 있지만, 하우스밀감의 잎에는 약 400개가 있어, 하우스가 노지보다 단위면적당 기공 수는 적다. 그렇지만 1매의 엽 크기는 하우스가 노지보다 크기 때문에 엽 1매당 전체 기공 수는 하우스가 많게 된다. 즉 노지 잎의 기공 수는 1매당 약 70만개이지만, 하우스 잎에는 250만개 이상의 기공이 있다.

- 노지 잎과 하우스 잎의 면적과 기공수의 비교

구 분	면적(cm ²)	기공수/mm ²	기공수/잎
노지 잎	12.9	554	715,000
하우스 잎	63.2	399	2,522,000

이와 같이 하우스 잎이 크고 기공수가 많다는 것은 증산과 가스교환을 왕성하게 할 수 있는 능력을 갖고 있고, 그렇기 때문에 하우스 내에서 발생한 밀감 잎은 효율이 높은 광합성 능력을 갖고 있다고 생각되어지고 있는 것이다.

일반적으로 잎이 크고 녹색이 짙으면 음엽이 많기 때문에, 하우스 내에서 발생한 잎은 음엽으로 생각하는 경우가 많다. 하우스 엽은 외관적으로는 음엽과 같이 크고 얇으며 녹색이 짙은 경우가 많지만, 음엽은 아니다. 그것은 과실의 생산능력을 높이기 위해 좋은 조건을 갖기 위한 것으로 알려져 있다.

하우스 잎과 노지 잎을 비교해 보면, 하우스 잎은 매우 얇다. 그 원인은 책상조직에 있다. 노지 잎은 책상조직이 발달하여 3층으로 구성되어 있지만, 하우스 잎은 1~2층이다. 그렇지만 하우스 잎에서는 잎 뒷면의 해면상 조직이 매우 발달하여 광합성에 유리한 조건을 가지고 있다.

3) 가온재배와 뿌리의 움직임

하우스 내의 환경조건은 신초의 신장과 엽 면적의 확대를 촉진한다. 따라서 수관의 확대는 노지보다도 왕성하다. 그렇지만 지하부, 즉 뿌리부분은 가온 전, 수확 전의 단수처리와 착과부담으로 뿌리부분이 죽고 감소된다.

하우스밀감의 뿌리는 가온기에는 저장 양분(전분)이 집적되어 가온 후 발아, 신초발생 등의 양분으로 활용되고, 개화기와 신초발생기에는 새로운 뿌리가 발생되어 뿌리량이 증가하게 된다. 과실이 커지면서 중간단수를 하면서 뿌리량이 감소하게 되고, 이러한 경향은 수확기까지 절수 관리가 되면서 뿌리량이 줄어든다. 수확 후 전정을 할 때 가장 뿌리량이 적고, 전정 이후 신초가 발생한 후 다시 새로운 뿌리가 발생하면서 뿌리가 많아진다.

4) 퇴비의 효율적 이용

수확·전정 후부터 10월경까지 뿌리의 확대 촉진을 위해 어떻게 하면 좋을까? 지표면 근처에 가능하면 많은 뿌리를 확보하는 것이 제일 중요할 것이다. 그 기술이 내년도의 수확량을 결정한다고 해도 과언이 아니다. 그 기술로서 전정과 토비의 시용이다. 실제적으로 완숙토비의 시용에는 나무에 다음과 같은 잇점이 있다.

- ① 객토효과를 병행 할 수 있다.
- ② 퇴비시용으로 한 여름철 토양온도 상승을 방지한다.
- ③ 지표면 부분의 보수성과 공극율을 높일 수 있다. 이것은 가는 뿌리를 표층에 분포하게 하여, 단수 및 절수효과를 높일 수 있다.
- ④ 완숙퇴비 시용으로 미량요소를 공급할 수 있다.
- ⑤ 토양 내 지렁이 등의 활동으로 토양 입단구조가 많아진다.
- ⑥ 가온시 난방열의 집적과 보온화 역할을 한다.

다. 품질향상의 기작

1) 양분의 전류와 축적

노지재배에서와는 달리 하우스재배에서는 비교적 큰 과실도 외관이 아름답고 과육이 많고 부드럽다. 이러한 원인은 무엇일까? 과실의 품질향상을 위해서는 광합성에 의한 당의 합성촉진과 합성된 당이 과실로 많이 이동되도록 하는 것이 중요하다. 즉 당의 전류스피드를 증가시키고 전류량을 늘리는 것이 당도가 높은 밀감을 만드는 노하우이다.

과실 내에 저장된 당분을 농축시킬 필요가 있다. 그렇게 하기 위해서는 수확 40~60일 전에 단수, 절수를 행한다. 그 후 과즙 중의 산함량의 희석과 과실비대의 촉진, 수체의 유지를 위해 적절히 관수를 실시한다.

2) 당의 전류촉진과 수체온도

한 여름철 하우스와 노지의 최고기온은 비가내리는 낮에는 노지보다도 하우스가 약 1℃ 높지만, 구름이 약간 끼거나 맑은 날은 하우스 내부가 3~6℃ 높아진다. 이러한 상태에서 잎의 온도는 기온보다 약 15℃ 이상 높아진다고 알려져 있다. 즉 바람이 거의 없는 상태에서 하우스 내는 수체온도가 45~50℃ 까지 올라가게 된다.

이러한 고온조건에서는 당을 합성하는 광합성 작용은 멈추고 나무는 수분을 배출하고 수체온도를 내리기 위해 증산작용에 전념할 수밖에 없다. 다시 말하면 밀감나무는 매우 높은 온도에서는 스스로 생명을 유지하기 위해 과실로부터 수분을 거꾸로 받아오게 된다. 더운 여름철 과실을 성숙·착색시키는 하우스재배는 기온이 31~33℃ 전후에서 광합성의 해 최고로 당이 생성된다.

잎에서 광합성에 의해 합성된 당류는 엽으로부터 과실로 전류되어 축적되지 않으면 맛있는 밀감을 만들 수 없다. 밀감의 잎으로부터 과실로 당류의 전류는 기온이 15℃에서 멈추고, 20~30℃에서 전류가 시작되고, 30℃ 부근에서 전류가 최대로 이루어진다고 알려져 있다. 이와 같은 결과는 과실이 점점 커지는 유과기 때에 수체가 요구하는 온도영역으로 이해할 수 있다.

고품질 과실을 생산하려면 35℃ 이상의 기온에서는 광합성이 떨어지므로, 하우스 내 온도가 여름철 35℃ 이상 되지 않도록 하는 것이 착색, 당의 생성과 전류가 잘 되도록 하는 중요한 요소이다.

3) 토양건조 처리에 의한 당도 향상

온주밀감 하우스 재배시 토양건조에 의해 과즙의 당도가 증가하는 것은 단순히 수분부족에 의한 농축효과 뿐만 아니라 < 토양수분 건조시 양분집적 >



과실로 전류된 광합성산물로부터 다당류의 합성 억제, 과실로의 동화물질 분배율 향상, 과육 내 세포벽 구성 다당류 성분의 가수분해, 호르몬(ABA 등)의 관여 등에 의한 것으로 알려지고 있다.

토양 건조에 의한 수분스트레스가 생기면 나무가 생명유지를 위해 동화물질을 뿌리나 잎 보다 과실에 우선적으로 집적시킨다.

4) 과실의 성숙과 착색

하우스 고품질 밀감은 편평과를 만드는 것이 중요하다. 편평과는 어떻게 하면 만들 수 있는가? 일반적으로 편평과는 주야간 온도차에 따라서 만들 수 있다. 횡경의 비대는 주야간 온도차가 클수록 적어져, 과형지수가 작아지고 과실이 둥그런 모양이 된다. 즉 주야간 온도교차가 크면 열매가 달려있는 부분이 튀어나오는 요고과가 많아진다는 것이다.

종경비대는 주간을 30℃로 맞추면 야간은 20℃로 유지하는 것이 과실비대에 가장 좋고, 이 상태에서 야간온도가 20℃ 이하로 떨어지는 것은 과실비대에 좋지 않다. 횡경비대는 주간 25℃, 야간 15℃ 정도가 가장 좋다. 주간 온도가 30℃ 부근에서는 야간 온도가 15℃ 이하로 떨어지는 것은 과실비대에 매우 나쁘다. 즉 가온재배에서 과실비대기는 야간 온도가 15℃ 이하로 떨어지지 않게 하여야 한다.

온주밀감은 주야간 온도교차보다도 1일 평균기온이 15℃ 전후로 떨어지는 것이 착색이 촉진된다고 알려져 있다. 30℃ 이상 되면 과육이 성숙 과정에 도달해도 과피 내의 클로로필의 분해와 카로티노이드 색소의 생성이 진행되지 않는다. 주야간 온도차가 착색과 품질에 미치는 영향을 조사한 결과, 주야간 온도차가 큰 경우 착색이 늦어지고 당도는 낮으며 산함량은 높게 나타났다. 착색기의 주야간 온도차는 10℃ 이내로 해야 한다.

- 과실크기와 품질에 미치는 주야간 온도의 영향('84. 重里)

온도 (주간-야간)	횡경 비대	종경 비대	과피색 (칼라치트)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비
30 - 20℃	4	5	6.3	9.1	1.01	9.0
30 - 15	3	2	6.1	8.5	0.96	8.8
30 - 10	2	2	3.5	7.4	1.20	6.2
25 - 15	5	3	7.2	9.3	1.02	9.1

5) 뿌리의 기능

노지밀감은 지상부의 가지와 잎이 신장이 끝난 후 지하부(뿌리) 신장이 이루어진다. 일반적으로 신초의 발생은 5월과 7~8월 2회에 나뉘지고, 뿌리의 신장은 신초 발생 직후인 6월 중하순부터 시작되어 8월 일시적으로 적어지다가 9월부터 10월에 다시 발생량이 늘어난다.

하우스밀감에서는 노지와 뿌리발생 양상이 다르다. 신초는 가온 후 1개월부터 2개월에 걸쳐 발생하고 그 이후는 거의 발생하지 않다가 수확 후 여름전정 이후에 많이 발생한다. 뿌리는 가온 후 1개월부터 2개월째와 유과기 때 약간 발생되는 것을 볼 수 있고, 지상부와 마찬가지로 수확 직후에 많이 발생한다. 즉 수확 직후 하우스 천정비닐을 제거하여 관수와 비료를 충분히 사용하여 여름순을 확보하고 수체를 회복시키는 시기에 대부분의 뿌리가 만들어진다.

하우스재배에서 과실생산과 뿌리와의 관계는, 발아와 개화촉진을 위해서는 가온 전에 심함 건조처리를 행한다. 과실 횡경이 30.~3.5cm 정도에서는 당 성분의 집적, 수확 전 1개월 부근에는 당의 전류촉진과 부피방지를 위해 단수 혹은 절수처리를 행한다. 이때 지하부의 가는뿌리는 토양중의 물 부족에 의해 미이라화, 고사 또는 탈락된다. 그 정도는 지표면 근처 가는뿌리에 따라 달라진다. 하우스재배에서는 지표면 아래에 어느 정도 가는뿌리를 확보하는 것에 따라 뿌리로 토양수분의 공급을 간단하게 조절할 수 있고 그것이 균일하고 고품질과를 생산할 수 있는 중요한 요소이다.

II. 조기가온 재배

1. 충실한 여름순 확보

가. 수확 및 정지전정

1) 수확은 언제까지 하여야 하는가?

12월 10일 전후에 가온한 하우스들은 온도가 높아 착색이 늦어져 수확이 늦어질 수 있다. 그러나 다시 여름전정을 하여 조기가온하기 위해서는 어느 정도 시기를 맞출 필요가 있다. 일반적으로 조기가온을 위한 여

름전정은 8월 15일 전후까지가 한계라고 할 수 있는데, 해에 따라서는 이 시기도 불안정할 때가 있다.

따라서 늦어도 8월 10일 이전에 수확을 끝내어 전정하는 것이 바람직하다고 생각된다. 가온 예정일부터 역으로 환산하여 140~150일은 되어야 안전하다고 할 수 있는데, 12월 10일 가온이라면 7월 20일 전후에는 수확을 끝내고 전정이 되어야 한다.

2) 정지전정

전정방법은 수관 내부에 빛이 충분히 들어가도록 안쪽으로 향한 가지나 위로 향한 가지를 중심으로 솎음전정을 한다. 또한 측지를 강하게 절단하면 강한 결과모지가 발생하여 착화가 불안정하므로 측지의 강약에 따라 조절해야 한다.

전정 후에는 지표면관수와 엽면살수를 하여 공중습도를 높여 발아가 균일하게 되도록 한다. 야간에는 천창과 측창을 닫아주고 흐린 날이나 비가 오는 날에는 낮에도 닫은 채로 두어 온도와 습도가 높게 유지되도록 해주면 발아도 고르고 촉진된다.

무엇보다도 중요한 것은 꿀꿀나방 등 충 피해가 발생하지 않도록 주기적 방제로 여름순을 충실하게 키워야 한다.

나. 여름순 녹화 촉진 및 가을순 발아 억제 대책

여름순은 발아 후 약 40~45일경이 지나면 녹화가 이루어진다. 녹화가 빨리 이루어져야 탄수화물 생성이 활발해지고 다음 꽃 필 준비가 빨라진다. 녹화촉진에 필요한 성분은 질소, 마그네슘, 유산아연, 유산동 등으로 탄산칼슘 100배액 + 요소 0.3%, 요소 0.3% + 유산동(유산아연) 0.3% + 생석회 0.3%를 혼용하여 여름순 자기적심 후 5~7일 간격 2~3회 살포하면 된다.

전정 후 50여일이 지나면 다시 새로운 순이 발아되기 시작한다. 이와 같이 새로운 순이 발생하면 수체 내 저장양분이 소모가 심하여 꽃눈 형성이 억제된다. 가을순 발생량이 전체 결과모지의 2% 내외 정도라면 재배상 큰 문제가 되지 않는다. 그러나 가을순이 발생하기 쉬운 기상조건 또는 관리 상태라면 꽃눈 형성에도 좋지 않는 조건에 놓여 있는 경우가 많으므로 가을순 억제에 힘써야 한다.

가을순 발생 억제 방법은 토양건조, 수확완료 시기 조절, 충분한 여름

순 확보 등 수체 조절에 의한 방법과 가을순 발아 직전에 생장조정제(NAA)를 살포하는 방법이 있다. NAA 1회 살포는 약 20일 정도 발아가 되지 않게 하는 효과가 있는데, 농도가 높거나 횃수를 많이 살포하면 그 성분이 결과지에 잔류하여 가온 후에도 발아가 안 되는 경우도 있다.

농업용으로 시판되는 NAA를 1회째는 여름순이 80~90% 정도 굳어진 후에 물 20 l 당 3.5g을 살포하고, 2회째는 15~20일 후에 1회째보다 약간 낮은 농도(물 20 l 당 3g)로 살포한다.

2. 꽃눈분화 촉진 방법

꽃눈분화의 기작은 아직도 탄소와 질소의 비율, 즉 C/N율로 설명되며 지상부의 C/N율을 높이는 것이 꽃눈분화에 도움을 준다. 이러한 방법에는 토양건조, 환상박피, 가지유인, 토양피복, 가을순 발생 억제 등이 있다.

가. 토양건조

토양건조는 뿌리의 양분흡수능을 저하시키는 목적이 크다. 즉 여러 성분 중에서도 질소 성분의 흡수를 줄이기 위함이다. 토양건조에 의해 무 처리에 비해 가온시기는 10~15일정도 앞당길 수 있다. 가을순 발생 억제를 겸해서 녹화 후부터 새잎이 시들지 않고 낙엽이 되지 않는 범위에서 가온 직전까지 실시한다. 건조처리가 지나치면 조기 낙엽이 되고 수세에 따라 정도를 달리해야 한다.

나. 환상박피

환상박피는 지상부에서 광합성에 의해 만들어진 탄수화물이 지하부로 이동하는 것을 방지하여 지상부의 C/N율을 높일 수 있다. 환상박피는 화아유도 촉진 효과가 크고 처리가 쉬울 뿐만 아니라 노력도 많이 소요되지 않아 조기가온 하우스에서 많이 이용되고 있다.



그러나 너무 심하면 수분이 통하는 물관까지 박피하게 되어 뿌리에서 지상부로 수분의 이동이 원활하게 이루어지지 않게 된다. 이 경우 박피한 자리가 잘 아물지 않고 가온이 시작되면 지상부로 수분 흡수가 제대로 이루어지지 않아 잎이 타버리거나 심하면 나무가 죽을 수도 있고, 지상부에서 만들어진 탄수화물이 뿌리로 이동되지 않아 새뿌리 자람이 억제되고 수세도 쇠약해질 수 있다.

환상박피는 가을순 발아 억제를 위해 NAA를 2차 살포한 후에 실시한다. 시기로는 보통 9월 상순이 적기이고, 늦게 가온하는 경우도 9월 하순까지는 끝내야 처리효과를 볼 수 있다. 수세가 매우 약한 나무는 환상박피를 하지 않는 것이 좋다.

다. 가지유인

뿌리에서 지상부로의 양분의 이동은 주로 직상성(수직으로 올라가는 습성)이 있으므로 최대한 탄수화물의 이동을 억제시키거나 뿌리에서 지상부로의 이동을 줄이기 위해서 가지를 유인하여 꽃눈분화를 촉진시킬 수도 있다.

가지유인과 더불어 강한 가지는 가지 비틀기를 하여 지하부에서 지상부로의 무기양분의 이동을 줄이고, 지상부에서 지하부로의 탄수화물의 이동을 감소시켜 지상부의 C/N율을 높인다.

라. 토양피복

다공질필름(타이백)을 피복하여 나무 밑의 광 환경을 개선하여 광합성을 증가시키고 탄수화물 집적을 많이 하면 지상부의 C/N율이 증가되어 꽃눈분화에 도움을 줄 수 있다. 이 방법은 9~10월 강우량이 많고 일조시간 부족 등 기상조건이 좋지 않거나 밀식된 경우에 효과적인 방법이다.

3. 가온시기 결정

가. 전정시기와 가온 개시 목표

수확 후 전정시기에 따라 가온 개시기가 달라진다. 5월 중하순에 전정을 하였을 경우 극조기 가온인 10월 하순부터 11월 상순까지 가온이 가능하다. 12월 20일 이전에 가온하는 조기가온을 하기 위해서는 전정을 늦어도 8월 10일까지는 마쳐야 한다.

시기에 맞게 전정만 완료해서 되는 것은 아니다. 녹화가 제때에 되어

야 하고, 토양건조, 환상박피, 가을순 발생 억제 등의 모든 여건이 갖춰질 때, 비로소 적절한 가온을 시작할 수 있는 것이다.

- 전정시기와 가온개시 목표

전정시기	가온 개시기
5월 중하순	10월 하순 ~ 11월 상순
6월 하순 이후	11월 상순 이후
7월 20일 ~ 8월 10일	12월 5일 ~ 12월 20일 전후
8월 11일 ~ 8월 15일	12월 20일 ~ 1월 중순
8월 20일 전후	1월 중순 이후

나. 꽃눈 분화율 조사에 의한 가온시기 결정

꽃눈 형성에는 여러 가지 요인이 영향을 미치지만 이것들은 가온 예정일을 어느 정도 가늠해줄 뿐이지, 실제적으로 가온 여부를 판단하기 위해서는 철저한 수삽이 필요하다. 주위에서 보면 ‘작년에는 전정시기로부터 환산하여 일수가 다소 짧아도 가온에 지장이 없었다’ 라든지 ‘작년에 전정 후 140일에 가온했는데, 올해도 140일이면 충분하겠지’ 라는 생각에 수삽을 거치지 않고 바로 가온하는 경우에는 실패를 보는 경우가 종종 있다. 따라서 이러한 잘못을 저지르지 않기 위해서는 다음의 수삽 방법을 통해 꽃눈 형성 여부를 판단하여야 한다.

1) 결과모지 채취

결과모지를 채취하는 나무는 하우스 1동당 수세가 왕성한 나무 1주씩을 선정하고, 1주당 위로 곧게 뻗은 가지 1~2개, 수평에 가깝게 뻗은 가지 1~2개씩을 채취한다. 채취할 때 화아분화가 잘 되지 않았을 것으로 예상되는 나무 또는 가지를 포함시켜야 한다.

채취 시기는 가온 예정일 3주전부터 3~7일 간격으로 실시하는데, 처음에는 7일, 다음에는 5일, 4일, 3일 순으로 가지를 채취한다.

2) 수삽방법

날짜별로 가지를 채취한 직후 잎을 따고 맑은 물에 아랫부분을 담근 상태에서 비스듬히 자른다. BA 100~150ppm(시약은 물 1리터 당 0.1~0.15g, BA액제는 3~5cc) 용액을 플라스틱 통에 넣어 결과모지를 끝으로 5마디 이상 담근다. 투명한 유리병 또는 삼각플라스크에 2,000~4,000배의 벤레이트수화제를 희석한 물을 3cm 깊이 정도 넣고 결과모지를 꽂는

다. 가지에 묻은 BA용액이 마르면 용기의 윗부분을 비닐 등으로 밀봉하여 온도 28~30℃, 습도 90% 이상, 광도 1,700Lux 정도가 되는 조건 속에 놓는다. 자른 부위가 누렇게 변색되거나 용개 내 물이 흐려지면 깨끗한 물로 교환하고 결과모지는 성한 부분에서 잘라서 다시 꽂아 준다.

아이스박스 등 큰 용기를 이용하는 경우는 밑에 2~3cm 높이로 물을 채우고, 물을 잘 머금은 꽃꽂이용 오아시스에 결과모지를 꽂아 세워놓아 습도를 90% 이상으로 유지하여도 된다.

수삽할 때 유의할 점은 습도가 80% 이하에서는 거의 발아하지 않으므로 90% 이상의 습도를 유지하는 것이 매우 중요하고, 발아 후 병원균에 대한 저항성이 약하여 싹에 곰팡이가 번식하는 일이 있기 때문에 벤레이트 등 곰팡이병 약을 살포하면 좋다.



< 생육상 내 수삽 모습(좌)과 꽃눈이 발생한 모습(우) >

3) 꽃눈발생 조사

수삽 후 7일째에 발아 및 출뢰가 되며 늦어도 10일째에는 꽃눈인지 잎눈인지 여부가 확인된다. 이 시기에 전체 결과모지를 대상으로 각각의 결과모지별로 끝에서 5마디까지 꽃눈 수와 잎눈 수를 조사하여 기록한다.

화아율과 착화모지율은 다음과 같은 식으로 계산한다.

$$\text{화아율} = \frac{\text{총 화아수}}{(\text{끝에서 5마디까지의 발아 수} \times \text{결과모지 수})} \times 100$$

$$\text{착화모지율} = \frac{\text{착화된 결과모지 수}}{\text{조사 결과모지 수}} \times 100$$

4) 수삼 결과 판정

위의 계산식에 의하여 화아율은 30% 이상, 착화모지율은 80% 이상 되었을 때 가온이 가능하다고 판단한다. 즉 전체 조사된 마디에서 나온 눈 중 꽃봉오리가 달려 나온 눈이 30% 이상 되고, 수삼한 전체 결과모지 중 화아가 나온 결과모지 수가 80% 이상 되었을 때는 가온을 해도 꽃이 부족하지 않을 것이라고 예측을 하는 것이다.

4. 생육 단계별 핵심 재배기술

가. 가온 전 관리

1) 수분관리

가온 전까지는 될 수 있는 한 물을 주지 말아야 한다. 이미 피복되어 있는 하우스 내는 매우 건조한 상태로 나무는 쇠약하지만 물을 주게 되면 수체는 일시에 회복되고 결과모지의 끝 눈이 발아하기 위해 활동을 하여 제 2, 제 3의 눈의 활동이 오히려 늦어질 수가 있다. 이렇게 되면 가온하더라도 생육이 불균일하게 되어 발아나 개화가 고르지 못할 가능성이 있다.

2) 비닐피복과 온도관리

비닐을 새롭게 피복하는 경우는 12월 이전에 가온하는 하우스는 가온 3일 전에, 12월 이후에는 가온하는 하우스는 가온 7일전에 피복하는 것이 좋다. 이것은 가온할 경우 나무의 온도 적응성을 높이기 위함이다.

고온에 길들여질 시간 없이 피복 직후에 바로 온도를 높여 가온하는 경우에는 지상부에서는 증산이 급격하게 되지만 뿌리에서는 수분 흡수가 잘 되지 않아 일시적으로 부분부족 상태가 된다. 이렇게 되면 순간적으로 잎과 가지에서 일소현상이 발생하며 수세가 약한 경우에는 고사되는 나무도 발생할 수 있다.

비닐을 피복하고 나서 하우스 내 환풍기 설정 온도를 20℃로 맞추어 너무 고온이 되지 않도록 한다.

3) 시비

11월 중순 이후 가온하는 하우스는 10월에 시비를 한 경우에도 수세정도에 따라 비닐 피복 전에 연간 시비량의 20~40%를 시용한다.

4) 곽응애 방제

곽응애는 가온 전에 미리 방제하여 생육기간 중 온도가 높을 때 방제하지 않도록 한다. 가온 전 곽응애 방제요령을 간략하게 요약하면 아래 표와 같다.

- 가온 전 곽응애 방제요령

구 분	수세가 강한 경우	수세가 약한 경우
밀도가 낮을 때	가온 1주일 전에 기계유유제 100~150배액을 살포함	가온 1주일 전에 값이 비싸더라도 약효가 높은 약제를 살포함
밀도가 높을 때	가온 2주일 전에 값이 싼 살비제를 1차 살포하여 성충의 밀도를 낮춘 후 가온 1주일 전에 기계유유제 100~150배를 살포함	가온 2주일 전에 약효가 높지 않더라도 값이 싼 살비제를 1차 살포하여 밀도를 낮춘 후, 가온 1주일 전에 값이 비싸도 약효가 높은 약제를 살포함

나. 가온 후~출퇴기까지

1) BA액제 살포

BA는 발아를 촉진시키는 생장조절제로서 감귤에서는 발아수를 증가시키고 발아속도를 빠르게 하며, 또한 발아를 균일하게 하는 역할을 한다. 살포시기는 가온개시 직전 또는 직후가 좋은데, 가온이 시작된 다음날 아침에 살포하는 것이 좋다.

살포농도는 나무의 수세, 가온시기, 결과모지의 종류에 따라 각기 다른데, 일반적으로 여름순을 결과모지로 하여 10월~11월 중순에 가온하는 경우에는 100ppm, 11월 하순~12월 상순에 가온하는 경우에는 75ppm, 12월 중순 이후에는 60ppm으로 살포한다. 봄순을 결과모지로 이용하는 경우는 40~50ppm에서도 효과가 있다.

수세가 강하고 가온시기가 빠르면 살포농도를 높게 하는 것이 발아를 많게 하고 꽃도 많아질 가능성이 높아 유리하지만, 150ppm 이상의 고농도에는 잎 끝이 고사되거나, 잎이 뒤틀림 현상 발생, 암술 이상비대, 낙과유발 등의 피해가 있으므로 주의해야 한다.

- 가온예정 시기와 BA살포 농도 및 희석법

가온예정 시기	살포농도	희석방법
10월~11월 중순	100ppm	BA액제 : 300배, 시약 : 물 20리터당 2.0g
11월 하순~12월 상순	75	BA액제 : 400배, 시약 : 물 20리터당 1.5g
12월 중순 이후	60	BA액제 : 500배, 시약 : 물 20리터당 1.2g



< BA액제 피해로 기형화 발생 모습 >

2) 온도관리

야간 온도는 가온 첫날 저녁 18~20℃로 가온을 시작한다. 이보다 더 높은 온도에서도 가온을 시작할 수 있지만 발아가 불균일할 수 있기 때문에 바람직하지 않다. 가온이 시작되면 1일에 1℃씩 온도를 높여 24℃까지 되면 발아할 때까지 그 온도를 유지시킨다. 낮 온도는 25~26℃에서 시작하여 1일에 1℃씩 온도를 높여 30~31℃까지 올린다. 발아가 시작된 후부터는 야간에는 16~18℃, 낮에는 24~25℃가 되도록 하여 만개기까지 유지시킨다.

이 시기의 온도는 충실한 꽃을 만드는데 매우 중요하다. 온도를 높게 관리하면 가온에서 출퇴, 만개기까지 일수가 빨라지지만, 꽃(자방)이 충실하지 못할 수 있고, 반대로 온도를 낮게 관리하면 만개기까지 일수는 늦어지지만 꽃(자방)은 충실하게 된다.

3) 물 관리와 엽면시비

가온 전날부터 물을 주기 시작하는데 토양관수 및 지상살수를 겸하여 하우스 안에 골고루 물이 들어가도록 한다. 관수량은 일반적으로 10a 당 30~40톤이다. 가온 개시일에는 보통 BA를 살포하기 때문에 물을 주지 않지만 BA를 살포한 다음날부터 다시 물을 준다. 이때부터는 발아, 출퇴하고 꽃봉오리가 팽알만 할 때까지는 4~5일 간격으로 10a당 20톤 정도 관수한다.

이 시기는 토양수분뿐만 아니라 하우스 내 공중습도를 높게 유지시키는 것도 중요하기 때문에, 필요에 따라서는 매일 오전 중에 3톤 정도의 물을 엽면살수를 해 주는 것도 좋다.

또한 이시기는 지온 상승이 이루어지지 않은 상태로 뿌리활동이 활발하지 못하여 양수분 흡수가 충분하지 못할 경우도 있다. 특히 극조생 계통이거나 토양건조 또는 환상박피가 심하여 수세가 약한 경우는 질소 성분(0.3%) 위주로 5~7일에 1회 정도 엽면살포하면 수세가 회복되어 꽃이 충실해진다.

4) 가온의 실패와 대응

가온 후 15일, 즉 주간온도와 야간온도를 최고로 높여 10일 이상 지나도 발아가 매우 적거나 꽃봉오리가 매우 적다고 판단하면 가온을 즉시 중단해야 한다.

이때 꽃이나 순이 모두 발아하지 않는 경우는 어느 정도의 기간이 지나 다시 가온하면 발아가 되고 꽃을 확보할 가능성이 있지만, 순은 많이 발아하고 꽃은 나오지 않는 경우는 다시 가온을 하여도 꽃을 확보하기는 힘들다. 가온이 실패한 경우 가온 중단과 재 가온 여부는 전문가와 상담하여 결정하는 것이 좋다.

다. 출뢰기~개화, 생리낙과기까지

1) 꽃이 너무 많은 경우 대책

BA 액제를 사용하게 되면 신엽수, 착화수가 증가되어 생육초기에 수체 양분 소모가 많아져 초기 과실비대가 나빠질 가능성이 높다. 따라서 조기적화 및 적과를 실시하여 튼튼한 자방과 과실을 만들어야 과실비대에도움이 되고 품질향상을 기대할 수 있다. 특히 꽃이 빨리 나온 유엽화 위주로 적화 또는 적과를 실시한다.

2) 꽃이 너무 적은 경우 대책

꽃 주변의 착화되지 않는 새순을 제거하여 꽃이 떨어지는 것을 예방해 준다. 1개의 결과모지에 여러 개의 직화가 핀 경우는 끝에서 3~4마디까지 적심을 하여 아랫부분의 꽃들이 충실하도록 한다. 유엽과인 경우 과실 근처의 잎을 제거하여 잎을 3~4매만 남겨주면 착과될 확률이 높고, 수확기에 부피 억제, 당도가 높은 과실이 된다.

개화가 될 때부터 만개기 사이에 1~2회 난방기를 가동하지 않아 온도

를 낮춰주면 꽃의 생육이 고르고 착화될 가능성이 높아진다.

3) 온도관리

일반적으로 출퇴기부터 개화기의 야간온도는 16℃를 맞춘다. 그 이유는 야간온도를 16℃ 이상 되게 하면 생리낙화를 유발한다는 생각 때문이다. 그러나 실제로는 주간온도를 26~27℃로 하고 습도를 유지시키면 야간온도를 18℃로 맞춰도 생리낙화를 적어진다. 그러나 야간온도가 20℃에 가까워지면 생리낙화가 급격히 많아진다. 야간온도를 16℃ 이하로 내렸을 경우는 자방의 횡경비대가 나빠져 꽃의 크기가 작아질 수 있다.

출퇴가 예정보다도 빠른 경우는 기형화가 많아질 가능성이 높다. 주간온도와 야간온도의 차이가 10℃ 이상 되게 하지 않는 것이 건전한 꽃을 만드는 기술이다. 꽃봉오리가 콩 방울 정도 큰 이후(백화기)에는 주간 30℃ 이상의 고온과 야간 15℃ 이하 또는 20℃ 이상 조지 않도록 하는 것이 필요하다.

생리낙과기 온도는 주간 24~25℃, 야간 17~18℃를 유지한다. 이 기간 동안 환기가 잘 되지 않아 주간온도가 30℃ 이상 올라가게 되면 어린 과실의 낙과를 조장하여 결실성이 매우 떨어진다.

4) 물 관리

꽃이 피기 시작하여 만개기까지는 물주는 양을 약간 줄여준다. 만개기 전후에는 잣빛곰팡이병 발생 우려가 있으므로 물주는 양을 더욱 줄이고 하우스 내 환기를 잘하여 습도가 너무 높지 않도록 해야 한다.

대부분의 꽃잎이 떨어지면 5~7일에 10a당 15~20mm를 준다. 물은 맑은 날 오전에 엽면살수를 하여 하우스 내 습도를 높여 과실비대에 도움이 되도록 한다.

5) 주두의 탈락과 배꼽의 크기

자방이 충실한 경우는 주두가 빨리 탈락된다. 이런 어린 과실은 주두가 있었던 부위의 상처 크기가 작고 빨리 아물어지기 때문에, 배꼽의 크기가 작아지고 배꼽 주변에 유포가 많아져 과실품질이 좋아질 수 있는 요인이 되는 것이다.

다음과 같은 방법으로 꽃잎이나 주두를 빨리 떨어뜨릴 수 있다. 첫째, 손으로 가지를 다소 세게 흔들어 준다. 둘째, 관수용 호스 또는 농약 살포 호스로 씻어내듯 물을 뿌려준다. 셋째, 그 다음 하우스 내를 건조시키면 꽃잎과 주두가 빨리 떨어진다.

라. 과실비대기~성숙기까지

1) 하우스밀감의 결실성과 비대 특성

나무 윗부분에 달린 열매는 대과가 될 성질이 강하고, 수확기에 부피과가 되고 착색이 늦어진다. 그것을 방지하기 위해서는 결과모지 또는 측지단위로 균상결실을 시키도록 한다. 그렇게 하면 열매 당 양수분 분배가 적어 크기가 작아지고 균일하게 되며 품질도 높일 수 있다.

나무 맨 아랫부분에 달린 과실들은 비대속도가 늦어 소과가 될 가능성이 높고 껍질 색깔도 좋지 않다. 그렇기 때문에 열매를 적게 달려 엽과비를 많이 하는 것이 좋다.

유엽과는 잎이 많이 붙어있는 것은 잎이 완전히 전개되기 전에 2~3매의 잎을 제거하여 3~4매만 남긴다. 열매 근처의 잎을 따내는 것이 좋은데, 그것은 과경지가 가늘어지기 때문이다. 반대로 열매 근처의 잎을 남기면 과경지가 굵어져 대과가 될 가능성이 높고 부피과가 되기 쉽다.

2) 적과 및 열매 매달기

적과의 목적은 품질이 떨어지는 대과, 소과, 병해충 피해과를 떼서 남은 과실의 비대를 돕고 당이 많이 축적되어 맛있게 만드는데 있다. 따라서 적과는 일찍 할수록 그 효과가 크기 때문에 가능한 한 빨리 적과를 하는 것이 좋다.

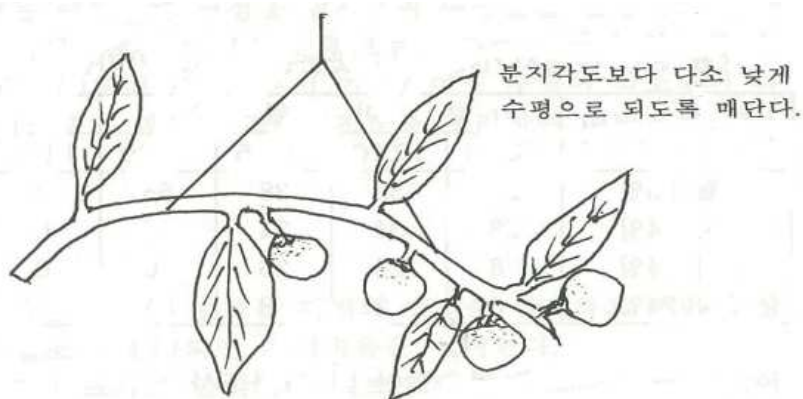
적과시기는 착과량에 따라 달라지지만 생리낙과가 끝나면 시작하여 중간단수를 시작하기 이전에 끝낸다. 즉 과실횡경이 25~35mm 사이에 실시한다. 중간단수가 들어가 이후에 적과를 하면 당도증가가 어렵기 때문에 일찍 해야 한다.

하우스밀감의 결실성과 비대 특성을 참고하여 적과를 실시한다. 엽과비를 기준으로 할 때, 나무 윗부분은 잎 10개에 열매 1개(엽과비 10:1), 중간부분은 잎 15개에 열매 1개(15:1), 아랫부분은 잎 20~25개에 열매 1개(20~25:1) 정도 적과한다.

하우스밀감에서 수확노력에 필적할 수 있는 작업이 열매 매달기이다. 음지에서 착과된 과실은 당도가 낮고 착색이 나빠서 숙기가 지연되기 때문에 햇빛이 나무 내부에까지 충분히 비칠 수 있도록 열매 매달기를 실시해야 한다. 열매 매달기의 목적은 전체 열매에 골고루 햇빛이 비치게 하여 착색을 촉진시키고 열매간 착색 차이를 없애는 것이다.

열매 매달기의 핵심은 유인하는 가지의 각도가 가온 전의 각도, 또는 개화시의 가지의 각도보다 작게 하지 말아야 하는 것이다. 각도를 작게 한다는 것은 가지를 끌어 올린다는 것인데, 이렇게 하면 과실비대가 촉진됨에 따라 비대속도 균형이 깨지고, 열과와 일소과 발생의 원인이 된다.

열매 매달기가 너무 늦으면 열매 달린 가지가 너무 늘어지게 된다. 이렇게 되면 열매로 들어가는 양수분의 양이 매우 적어져, 과실비대가 억제되기도 한다. 열매 매달기 시기는 횡경이 30mm 정도부터 큰 가지를 중심으로 시작한다.



< 열매(가지)를 유인한 모습 >

3) 온도관리

만개 후 60일경(과경 30mm)부터 야간 온도를 22~23℃로 설정하여 40~50일간 이 온도를 유지하고 주간 온도는 30~31℃가 되도록 한다. 다만 수세가 약하고 유포가 작으며 과실비대가 불량한 하우스에서는 이보다 2~3℃ 낮게 관리하는 것이 좋다.

하우스재배 온주밀감 성숙을 위해서는 가온에서 수확까지 약 4,700℃, 만개부터 수확까지 약 3,800℃의 적산온도가 필요하기 때문에, 고온 관리를 하면 그만큼 성숙은 빨라진다. 물론 야간온도를 높이려면 연료비 부담이 많아지는 것은 당연한 것이다.

바깥 기온이 높아지면 맑은 날은 설정 최고온도를 유지할 수가 없어서 40℃ 가까이 온도가 상승하는 일이 가끔 있다. 이 같은 시기에는 주간온도 설정을 28℃로 하고 최고 온도가 28~32℃가 되도록 한다.

착색이 시작되면 산함량을 자주 분석하여 1.5% 정도 되었을 때부터 온도를 내리기 시작한다. 야간 온도는 20℃까지는 2일에 1℃를, 20℃부터는 3일에 1℃씩 내리고, 산함량 감소가 늦은 곳에서는 이보다 천천히 7~10

일에 1℃씩 내리는 것이 좋다. 급격하게 온도를 내리면 과피가 거칠어질 우려가 있다.

2~3중 비닐의 제거, 열풍기 가온정지 여부는 외기온의 상황을 보면서 결정하고 야간온도가 15℃ 이하에서 가온을 정지할 경우에는 착색과 당도의 증가가 느리고 과피가 거칠어지기 때문에 너무 일찍 가온을 중단하지 않도록 한다. 6월 상순까지도 최저 최저온도가 15℃를 넘지 않기 때문에, 6월까지 수확하는 조가가온 재배의 경우 수확을 시작하는 날까지 가온 정지를 하지 않는 것이 좋다.

4) 당도향상을 위한 중간단수

중간단수는 평균 과실 횡경이 30mm가 되었을 때 시작하고, 기간은 40~45일간이 적절하다 수확할 때 당도가 12 °Bx 이상 올라가게 하기 위해서는 중간단수 후 8 °Bx 이상 되지 않으면 안 된다. 과실 횡경이 30mm가 되었을 때 이미 당도가 8 °Bx가 된 경우는 관수량을 매우 줄여 과실비대를 촉진시키면 수량도 증가한다.

지하수위가 높거나 화산회토양과 같이 토심이 깊은 하우스는 당도를 올리기 매우 힘들다. 이러한 하우스에서는 과실 횡경이 2.5cm~3.0cm 사이에 중간단수를 시작한다.

온주밀감 하우스재배로 당도를 높일 수 있는 것은 중간단수의 기술을 적용하기 때문이다. 중간단수를 정확하게 실시하지 않으면 수확기에 12 °Bx 이상의 과실을 기대하기 어렵다. 최근 몇 년 동안 판매되는 하우스재배 밀감을 먹어보면 당도가 높지 않다. 이것은 물 관리, 즉 중간단수를 정확하게 하지 않았다는 것이다. 중간단수를 정확하게 하면 잎이 말리고 심지어 5~10% 낙엽이 되는 경우도 있다. 이렇게 되어도 수확기에 12 °Bx 이상의 과실을 생산하기 위해서는 중간단수를 정확하게 실천해야 한다.

5) 중간단수 종료 및 재 관수

중간단수를 종료하는 기준은 우선 당도가 8 °Bx에 도달했는지를 확인하는 것이다. 어떠한 경우도 목표당도보다 낮은 경우는 재관수를 해서는 안 된다.

당도가 8 °Bx에 도달하는 시기가 되면 나무와 과실 외관이 크게 달라진다. 잎은 수평방향으로 향하는 것이 많고 뒤로 말리며, 엽색이 옅어지면서 일부 낙엽이 되기도 한다. 과실은 크는 속도가 현저하게 줄어들어 10일에 5mm 정도 자라던 것이 2~3mm로 줄어든다. 또한 껍질이 매끄러

워지고 유포가 선명해진다.

재 관수를 할 때 가장 주의해야 할 것은 관수 방법이다. 이 시기의 뿌리상태는 생장이 저하되거나 정지되어 관수를 하여도 토양으로부터 물을 흡수할 수 있는 능력이 매우 떨어진 상태다. 따라서 지면 관수로 당장 수체를 회복시키는 것은 어려운 상태다. 그렇기 때문에 스프링클러나 미스트시설을 이용한 엽면살수로 재관수를 시작하는 것이 좋다.

일반적으로 오전부터 오후에 걸쳐서 잎의 기공이 열려서 증산이 왕성하게 이루어지고, 저녁부터는 기공이 닫혀 증산이 적어지게 된다. 또한 낮의 증산은 수체 내 양분을 소모시키지만 저녁부터 밤의 물 공급은 수세회복에 이용된다고 한다. 이것으로 볼 때, 온주밀감에서는 과실비대와 과즙형성에 저녁부터 밤사이의 관수가 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.

실제로 재 관수 방법은 일몰 후에 3일 연속 엽면살수로 1mm 정도 관수를 실시하고, 재 관수 4일째부터는 지면과 엽면살수를 합쳐 3mm 정도 관수하며, 그 이후부터는 5일 간격으로 지면으로 5~10톤의 물을 준다.

처음부터 지면관수로 많은 물을 주면 배꼽 주변의 유포에 열과가 발생하거나, 삼보감과 같은 요고과가 발생하는 경우도 있다.

마. 수확기 및 수확 후 관리

1) 수확 전 물 관리

수확 1개월 전부터 물주기를 중단한다. 낮에 시든 잎이 해가 뜰 무렵 이른 아침에도 정상이 되지 않는 나무에만 호스로 관수한다.

2) 과실수확

착색이 95% 이상, 당도가 12 °Bx 이상이고 산함량이 1.0% 이하로 되었을 때, 수확을 시작한다. 수확은 과실에 수분이 비교적 적은 오후시간에 하는 것이 좋고, 비가 오는 날에는 수확하지 말아야 한다. 수확한 과실은 서늘한 곳에 두어 과실온도를 내려 출하한다.

과실을 따는 위치는 과경지 끝을 남겨 후에 새순이 나오고 결과모지가 될 수 있도록 한다.

3) 시비 및 퇴비사용

수확이 끝나면 관수와 더불어 수세회복을 위해 속효성 비료를 사용한다. 사용량은 질소 7~8kg, 인산 5~6kg, 칼리 5~6kg을 준다.

또한 가는뿌리를 많이 확보하기 위해서 잘 썬 퇴비를 10a당 3톤 정도 충분히 준다. 퇴비는 지렁이와 같은 토양 소 동물 및 미생물을 증가시키고, 이들 활성배설물에 의하여 토양입자의 입단화가 촉진되어 지온 조절, 배수성 및 보수성이 양호하게 된다.

4) 정지전정

전정 강도와 가온 후 발아와 개화, 나무크기 확대 비율을 조사한 결과를 보면 표와 같다. 잎과 가지의 절반을 잘라낸 경우(50% 전정)는 약전정(10% 전정) 보다도 발아와 결과모지 충실성, 1년 동안의 나무크기 확대 등이 양호하였다. 그러나 착화와 결실은 약전정이 유리하였다. 이러한 결과를 토대로 나무의 세력과 가온 전까지 건조처리, 환상박피 정도 등을 감안하여 정지전정 정도를 결정한다.

- 전정 정도별 가온 후 수체생장과 착화(과) 상태

전정정도	발아율 (%)	새순길이 (cm)	엽화비	엽과비	착과수 (과/m ³)	나무크기확대 (%)
10% 전정	90	17.6	4.5	12.3	43.0	113.0
30% 전정	93	20.6	10.4	18.2	19.3	152.0
50% 전정	95	21.5	12.0	31.4	10.0	187.6

전정정도는 나무에서 잘라낸 잎과 가지의 무게 비율

나무크기 확대율은 전정 1년 후 조사

전정 후 새순 발아는 강전정의 경우 7일, 약전정의 경우는 9일째 되었고, 자기적심까지는 강전정의 경우 35~39일, 약전정의 경우 42~47일이 필요한데, 온도 등 기상조건에 따라 약간 다르다. 자기적심이 완료된 이후 새순은 잎 크기와 가지의 굵기가 본격적으로 커진다.



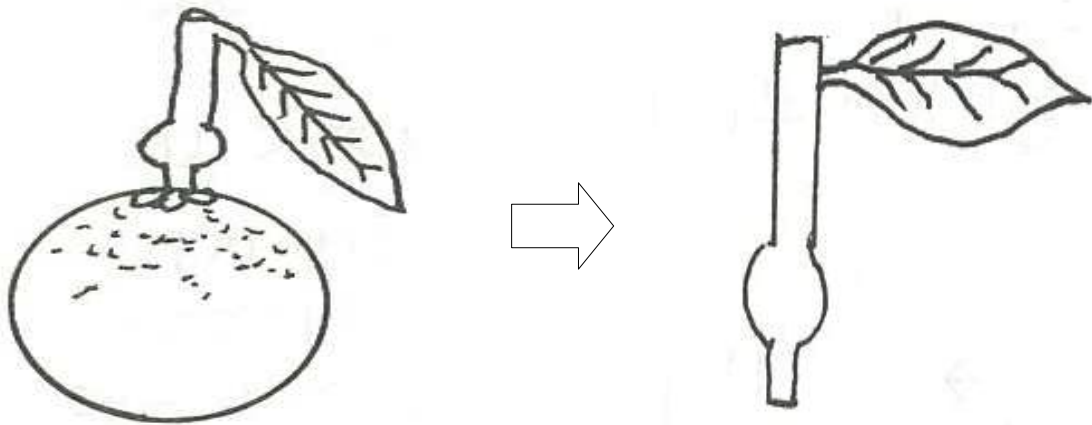
< 자기적심 직전의 모습 >

새순을 균일하게 발아시키기 위해서는 하우스 내 온도는 25~30℃, 습도는 95~100%가 이상적인 조건이며, 수량이 많았거나 수세가 약한 나무는 새순이 약하기 때문에 자기적심이 끝날 때까지 질소 성분 위주로 엽면시비를 3회 정도 하여준다.

5) 수확 후 과경지에서 여름순 확보

과경지는 금년에 달렸던 가지로 수확할 때 과경지를 남겨두면 균일한 여름순을 많이 확보할 수 있다. 이 여름순에서 가온 후 많은 직화와 유엽화가 피게 된다. 이 꽃은 다른 가지에서 핀 꽃과 같은 크기이고 결실성도 좋다. 이 방법은 수확이 8월 상순까지 완료되는 조기가온 재배에서 이용될 수 있다.

수확할 때 과경지를 남기지 않은 경우는 결과모지 끝 부분에만 발아하거나 발아하지 않는 가지도 생기게 되어, 전체적으로 볼 때 발아 상태가 나쁘다.



< 과경지를 남겨 수확한 모습(그림) >



< 수확 후 과경지 모습 >

Ⅲ. 후기가온 재배

1. 조기가온 재배와 다른 점

가. 잎의 특성

12월 하순부터 가온을 시작하는 후기가온 재배는 가온전후 가벼운 솟음 전정과 결과모지를 정리하는 정도로 전정을 한다. 결과모지 확보는 가온 후 발생한 새순을 이용한다. 이시기에 발생한 잎은 여름에 발생한 잎에 비해 매우 크다. 이러한 잎이 광합성에 의해 만들 수 있는 전분량을 조사한 결과 노지의 봄 잎보다도 매우 많다. 온주밀감 후기가온 재배이지만 하우스재배의 특징이 나타나 노지보다 훨씬 많은 수량을 확보할 수 있게 된다.

그러나 잎의 수명은 노지보다 짧아 낙엽이 빨리 이루어진다.

나. 나무의 크기가 크다.

온주밀감 후기가온 재배 작형은 나무의 크기가 조기가온 재배에 비해 큰 편이다. 매년 가온을 하게 되면 열매가 달리는 부위가 바깥으로 나오는 경향이 많다. 그 결과 수관 내부와 아랫부분에는 꽃이 적어지게 된다. 이러한 밸런스를 해소하기 위해서는 축별 또는 간별을 실시하고 결실층을 주지와 아주지에 가깝게 할 필요가 있다.

축별과 간별 시기는 가온 전 보다도 수확직후가 좋다. 그것은 축별과 간별에 따라 태양광선을 충분히 받아 수세 회복에 좋고, 새순이 많이 발생하고 생육도 충실하여 결과모지로 이용할 수 있기 때문이다.

다. 결과모지로 이용하는 순

후기가온 재배는 보통 12월 하순부터 가온을 시작하는 재배작형으로, 조기가온 재배와 결과모지를 이용하는 순이 다르다. 조기가온 재배에서는 수확이 완료된 후 정지전정을 실시하여 새순(여름순)을 발생시켜 결과모지로 이용한다. 그러나 후기가온 재배에서는 가온 후 발아될 때 발생하는 새순을 결과모지로 이용하게 된다. 따라서 정지전정 방법도 달라져야 한다.

라. 과실품질 저하 우려

열매 성숙기가 온도가 높은 한 여름철이기 때문에 당 집적이 잘 이루어지지 않고 신맛이 적어 담백해지기 쉬우며, 착색이 불량해질 수 있다.

특히 태풍, 집중호우 등 기상재해로 인한 부피과, 열과 등이 많이 발생되어 품질이 떨어질 우려도 많다.

2. 후기가온 재배의 기술적 관리

가. 정지전정 방법

후기가온 재배에서는 결과모지 확보 기간이 2~3월에 한정된다. 그렇기 때문에 가온전후의 전정이 예비지확보를 위해 필수 작업이 된다. 일반적으로 전정 시기는 비닐피복 직전부터 가온을 시작하기 직전까지 실시한다.

일반적으로 20% 이내의 약전정을 실시한다. 수세가 약한 경우에는 가온 후 꽃봉오리가 나오는 것을 보면서 수음전정을 하는 것이 수세유지와 새순 정리에 좋다.

나. 착색촉진 대책

12월 상순 이후에 가온한 작형에서는 착색 및 수확기가 온도가 높은 7, 8월 여름철이기 때문에 늦어진다. 온주밀감은 지온이 32℃ 이상 되면 뿌리의 신장이 정지하고 수분 흡수력이 급격히 떨어져 수체활성을 떨어뜨려 과실의 성숙을 지연시키게 된다. 또한 기온이 30℃ 이상 되면 과육이 성숙과정에 도달해도 과피 내 클로로필의 분해와 카로티노이드 색소의 생성이 진행되지 않는다. 따라서 하우스 내 온도와 지온을 최대한 낮출 수 있는 방안을 모색해야 한다.

우선 하우스 천창을 최대한 열어 뜨거운 공기가 잘 빠져나가게 하고, 필요에 따라서는 열풍기의 송풍 팬을 가동하여 공기순환이 잘 되도록 하여준다. 송풍 팬을 가동 방법은 장마철 하우스 내부를 건조시거나 습기를 제거하여 부피과를 감소시키는데도 이용할 수 있다.

야간온도가 22℃ 정도 될 때, 해질 무렵 엽면살수로 수체의 온도를 2~3℃ 정도 떨어뜨릴 수 있어 착색에 도움이 된다. 그러나 과도한 엽면살수는 부피과 발생의 원인이 될 수 있으므로 주의해야 한다.

주야간 온도차가 착색과 품질에 미치는 영향을 조사한 결과, 주야간 온도차가 큰 경우 착색이 늦어지고 당도는 낮으며 산함량은 높게 나타났다. 착색기의 주야간 온도차는 10℃ 이내로 해야 한다.