

조·중생종 사과의 재배확대를 위한
수확전 낙과방지, 숙기조절, 과실비대 및
생리장애방지기술 개발

Development of the technology to prevents physiological disorders and pre-mature fruit drop before the harvest time, to control the time of ripeness and fruit enlargement to expand cultivation of a early to mid-ripening cultivars of apple.

연 구 기 관

주관연구기관 : 영남대학교

협동연구기관 : 원예연구소 사과시험장

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “조·중생종 사과의 재배확대를 위한 수확전 낙과방지, 숙기조절, 과실비대 및 생리장해방지기술 개발”의 최종보고서로 제출합니다.

2005 년 1 월 일

주관연구기관명 : 영남대학교
총괄연구책임자 : 변 재 균
연 구 원 : 김 대 현
연 구 원 : 이 동 훈
협동연구기관명 : 원예연구소 사과시험장
협동연구책임자 : 김 목 중
협 동 연 구 원 : 강 인 규
협 동 연 구 원 : 권 현 중
협 동 연 구 원 : 유 옥 재

요 약 문

I. 제 목

조·중생종 사과의 재배확대를 위한 수확전 낙과방지, 숙기조절, 과실비대 및 생리장해방지기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

사과소비의 연간 패턴을 보면 추석을 전후한 초가을~늦가을에 약 30%를, 추석 이전의 늦여름~초가을에 약 10%를 차지한다. 그럼에도 불구하고 최근까지 만생종인 ‘후지’ 한품종의 재식비율이 70% 이상이고, 중생종사과의 재식비율은 10% 내외에 머물고 있는 실정이다. 따라서 추석무렵에 생산되는 고품질의 중생종 사과의 공급부족으로 높은 가격이 형성되고 있는 반면 만생종인 ‘후지’는 공급과잉으로 낮은 가격을 형성하고 있다. 따라서 수요와 공급의 균형이 유지되는 품종간 비율을 적절히 유지하기 위하여 앞으로 조·중생종 사과 품종의 비율을 높이고 만생종 ‘후지’ 품종의 비율을 낮추도록 해야 할 것이다.

조·중생종 사과 품종의 재배를 확대하자면 시급히 해결해야 할 문제점들이 존재하고 있다. 현재 큰 재배비중을 차지하고 있는 조생종 ‘쓰가루’와 중생종 ‘홍월’은 수확전 낙과가 매우 심하다. 그리고 최근에 이상기온으로 성숙기에 심한 고온인 해가 자주 생겨나고 이런해에는 지금까지 전혀 문제가 없었던 ‘홍로’ 품종에서도 수확전 낙과가 문제되기 시작하였다. 그동안 수확전 낙과를 회피할 목적으로 미숙과를 수확하거나 (특히 ‘쓰가루’의 경우) 수확전 낙과방지를 위한 옥신계 낙과방지제 안티폴(2,4-DP)을

살포하여 왔다. 2,4-DP 살포는 과실을 연화시켜 품질을 크게 저하시킨다. 따라서 조·중생종 재배를 확대시키자면 수확전 낙과를 잘 방지하면서도 과실의 품질을 떨어뜨리지 않으며, 또 성숙을 조절하여 수확기의 폭을 넓힐 수 있도록 하는 방법의 개선이 필요하다.

그리고 조생종 ‘산사’ 품종은 착색이 양호하고 식미가 우수함에도 불구하고 과실의 크기가 작아 수량성이 떨어지므로 재배면적의 확대가 이루어지지 않고 있다. 따라서 과실의 크기를 크게 할 수 있는 재배기술의 확립이 요구된다.

한편 ‘감홍’은 우리나라에서 육성한 품종으로 350g 이상의 대과이고 정형과이며, 봉지재배할 경우 색택이 매우 아름답고 식미가 아주 우수하다. 그러나 무대재배하면 과피에 동늪이 심하고 또 다비재배시에는 고두병 발생이 매우 심하여 재배면적의 확대가 부진하다. 따라서 재배 면적의 확대를 위해서는 고두병 발생을 억제할 수 있는 기술의 개발이 절실히 요구된다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 조·중생종 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장기술 개발

가. Aminoethoxyvinylglycine(AVG, 상품명: 리테인)을 이용한 ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장 기술 개발

- 살포시기 및 최적농도 구명
- 전분반응에 기초한 살포적기 구명

나. AVG를 이용한 ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장

- 살포시기 및 최적농도 구명
- AVG + 2,4-DP(상품명: 안티폴) 혼용살포 효과 구명

2. 봉지재배 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지기술 개발

- ‘감홍 사과원의 관리방법에 따른 고두병 발생정도 조사
- 고두병 발생정도에 미치는 칼슘의 토양 및 수체 살포효과 구명
- 고두병 발생에 미치는 칼슘 수체살포, prohexadione-Ca 살포 및 칼슘함유 봉지 씌우기의 효과 구명

3. ‘산사’ 사과의 과실비대 촉진 및 품질향상 기술개발

- 적화 및 인공수분이 ‘산사’ 사과의 과실비대 및 품질에 미치는 영향
- GA₄₊₇+BA(상품명: 포미나)를 이용한 과실비대촉진 기술 확립

4. ‘홍월’의 수확전 낙과방지기술 개발

- AVG(리테인)의 살포적기 및 최적 농도 구명
- AVG 살포시 과실봉지제거 유무에 따른 낙과방지효과 및 과피 반점 발생정도 구명
- 수확전 낙과와 과실품질에 미치는 AVG와 2,4-DP 연속 살포 효과 구명

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 조·중생종 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장기술 개발

- 1) Aminoethoxyvinylglycine(AVG, 상품명: 리테인)을 이용한 ‘쓰가루’ 사과의 수확전

낙과 방지 및 수확기 연장기술 개발

가) AVG의 살포 시기 및 최적 농도 구명

- 관행수확일(8월 20일) 3주전(7월 28일)에 AVG $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 살포한 처리에서 수확 전 낙과방지효과가 가장 우수하였다.
- 이 처리는 수확전 낙과율을 최소화하면서도 수확기를 2주 정도 연장 시킬 수 있었다.

나) 전분반응에 기초한 AVG 살포적기 구명

- AVG는 성숙개시 직전에 살포해야 하는데 해에 따라 성숙개시기가 달라지므로 AVG 살포적기를 전분반응지수를 이용하여 찾고자 하였다.
- 전분반응지수 0.5~1.0(과실의 과심부만 노란색, 그 외의 과육부분 보라색)일 때 AVG를 살포하면 낙과방지 효과가 우수하였다.
- AVG 살포농도는 $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 보다 $125\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서 수확전 낙과방지효과가 더 우수하였다.
- 이상 고온이 계속되는 해에는 AVG 살포만으로 완전한 수확전 낙과방지효과를 기대하기는 어려울 것으로 판단되었다.

2) AVG를 이용한 ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과 방지 및 수확기 연장기술 개발

- ‘홍로’ 사과에서는 관행수확일 약 1개월 전(안동 8월 3일, 경산, 7월 31일)에 AVG $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 살포하면 수확전 낙과방지 및 수확기 연장효과가 있었으나 그 정도는 만족할 만한 수준에 미치지 못하였다. 그리고 AVG에 2,4-DP(상품명 안티폴)혼용살포하더라도 AVG 단독살포보다 수확전 낙과방지 효과가 별로 증가되지 않았다.
- 수확전 낙과 방지와 수확기 연장에 미치는 AVG 효과가 기대수준에 미치지 못한 이유는 성숙기인 7월과 8월에 예년에 없던 이상 고온이 오래 지속된 데 기인된 것으로 판단되었다.

나. 봉지재배 '감홍' 사과외 고두병 방지기술 개발

1) '감홍' 사과외의 관리방법에 따른 고두병 발생정도 조사

- 돈분과 계분을 장기간 다량 시용한 과원에서는 새가지 생장이 왕성하고 고두병 발생률이 아주 높았다.
- 화학비료와 농후유기물의 시용이 적고, 칼슘용액을 봉지 씌우기 전에 수회 수체살포한 과원에서는 새가지 생장이 상대적으로 덜하고 고두병 발생률이 낮았다.
- 고두병과는 과피의 칼륨함량은 높고 칼슘함량은 매우 낮았다.
- 고두병 발생률은 새가지 길이, 과피중의 칼륨함량, 토양 EC와 높은 상관성이 있었다.

2) 고두병 발생정도에 미치는 칼슘의 토양 및 수체 살포효과 구명

- 생석회 또는 염화석회의 토양표면 시용이나 이들 석회액의 토양관주는 고두병 발생률을 감소시키지 못하였다.
- 봉지 씌우기전 0.4~0.5% 염화칼슘 3~4회 살포는 고두병 발생을 상당히 감소시켰으나 만족할 만큼의 억제효과는 얻을 수 없었다.

3) 고두병 발생에 미치는 칼슘수체살포, prohexadione-Ca 살포 및 칼슘함유봉지 씌우기의 효과 구명

- 봉지씌우기 전 0.5% 염화칼슘 3회 살포, 낙화 직후의 prohexadione-Ca 살포 및 칼슘함유봉지 씌우기는 고두병 발생을 상당히 억제시킬 수 있었다. 그러나 만족할 만한 억제효과는 얻을수 없었다.
- 가장 우수한 고두병 방지효과는 봉지 씌우기전에 염화칼슘을 3회 수체살포 한 다음 칼슘함유봉지를 씌운 과실에서 얻어졌다.
- 그럼에도 불구하고 무처리에서 고두병 발생률이 거의 90%에 육박하였던 관계로 어떤 처리에서도 거의 완전한 고두병 방지는 불가능하였다.
- 그러므로 '감홍' 사과외 고두병 방지는 다비재배를 피하고 수세를 안정시켜 고두병 발생이 심하게 발생하지 않도록 관리하는 것이 필수적이다. 그런 다음 봉지씌우기

전에 3~4회 염화칼슘 수채살포를 하고 칼슘함유봉지 씌우기를 하면 고두병 발생을 크게 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

다. '산사' 사과의 과실비대축진 및 품질향상 기술개발

- 만개 3주와 4주후에 $GA_{4+7}+BA$ $300mg \cdot L^{-1}$ 을 과실과 그 주위의 잎에 살포할 경우 과중이 약 16% 증가하였다.
- $GA_{4+7}+BA$ 처리는 과실의 성숙기를 수일 앞당겼으나 착색, 경도, 산 및 가용성 고형물 함량에는 별 영향을 미치지 않았다.
- 과실비대에 미치는 인공수분과 조기적과(적화)의 효과는 불분명하였다.

라. '홍월'의 수확전 낙과방지 기술개발

1) AVG의 살포시기 및 최적 농도 구명

- 2002년에는 관행수확일 약 4주전(8월 17일)에 과실봉지를 벗기고 AVG를 살포하였다. 그 결과 관행수확일 2주후(9월 28일)까지 과실을 나무에 두어도 수확전 낙과가 거의 발생하지 않았다. 관행수확일(9월 15일) 약 3주전(8월 25일) 살포는 낙과방지 효과가 상당히 감소하였다.
- 2003년에는 관행수확일 약 3주전(8월 25일) AVG 살포에서도 관행수확일 2주후(9월 29일)까지 수확전 낙과가 거의 완벽하게 방지되었다.
- 2004년에는 관행수확일 5주전(8월 11일) AVG 살포는 수확전 낙과방지에 효과적이었으나 관행수확일 4주전 살포는 낙과방지효과가 크게 감소되었다.
- 2002년과 2004년은 7-8월에 이상고온이 계속되어 성숙개시기가 앞당겨진 해였다.
- 따라서 '홍월' 사과의 살포적기는 관행수확일 5주전(8월 10일)이 적당할 것으로 판단되었다.
- 3년간의 시험 결과 AVG 살포농도는 $75mg \cdot L^{-1}$ 로서도 충분한 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단되었다.

2) AVG 살포시 봉지 유무에 따른 낙과방지효과와 과피반점 발생조사

- 2중 봉지를 모두 제거하거나 겉봉지만 제거하고 속봉지를 남긴채 AVG를 살포한 경우 낙과방지효과는 우수하였으나 과피에 반점이 발생하여 상품성이 훼손되었다.
- 겉봉지와 속봉지를 벗기지 않고 AVG를 살포하더라도 낙과방지효과가 우수하였으며, 착색을 목적으로 수확 2주전에 겉봉지를 제거할 경우에는 과피반점이 완전히 억제되었다.

3) AVG 살포후 다시 2,4-DP를 살포하였을 때 수확전 낙과방지효과 구명

- 관행수확일 5주전(8월 11일)에 AVG $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 만 살포한 나무보다 AVG 살포 1주 후 다시 2,4-DP를 살포한 나무에서 수확전 낙과방지효과가 더 우수하였다.
- AVG와 2,4-DP를 연속 처리한 과실은 무처리과에 비해서는 착색이 다소 지연되었다. 그러나 AVG만을 처리한 과실과는 품질의 차이가 크지 않았다.
- 관행 수확일 5주전에 봉지를 씌운 채 AVG를 수체살포한 후 고온이 예상되는 해에는 그 1주후에 2,4-DP를 재 살포하면 과실품질의 저하 없이 수확전 낙과방지효과를 극대화할 수 있을 것으로 판단되었다.

2. 결과활용에 대한 건의

가. 기술 이전 및 영농활용계획

1) AVG를 이용한 ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기연장기술 확립

- 그동안 수확전 낙과방지를 위한 AVG 처리효과가 해에 따라 큰 차이를 보여왔다. 그 큰 원인의 하나가 살포적기 판단이 어려운 데 있는 것으로 생각된다. 이 연구결과 관행수확적기 6주전부터 3-4일 간격으로 수관외부의 중간크기의 과실을 20개 정도 수확하여 전분반응 시험을 실시하고 전분반응지수가 0.5-1.0 정도 될 때 (절반정

도의 조사과실에서 과심부만 노란색으로 그리고 모든 과육부는 보라색으로 착색될 때가 전분반응지수 0.5임) AVG를 살포하면 우수한 낙과방지효과를 기대할 수 있음이 판명되었다.

- 성숙기 무렵에 고온이 계속되는 해에는 AVG $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 만으로는 만족스러운 낙과방지효과를 얻기 매우 어려우므로 ‘홍월’의 연구결과로 미루어 볼 때 AVG 살포 1주 후에 2,4-DP를 살포함이 좋을 것으로 판단된다.
- 이상의 결과는 현재 경북능금농협과 본 과제에 참여한 영일케미컬에 기술이전되어 현장에서 지도기관과 재배농민들에게 이 기술이 보급 중에 있다.

2) AVG를 이용한 ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장기술 확립

- ‘홍로’는 평년에는 수확전 낙과가 문제되지 않으나 7-8월이 이상고온인 해에는 수확전 낙과가 심하다. 본 시험결과 이상고온인 해에는 관행수확일(9월 초) 1개월 전(8월 초)에 $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 AVG를 살포하거나 AVG와 2,4-DP를 혼용살포하더라도 만족할 만한 낙과방지효과가 나타나지 않았다. 거나 ‘홍월’의 연구에서 얻어진 결과에서와 같이 먼저 관행수확일 5주전에 $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 AVG를 살포한 다음 1주 후에 2,4-DP를 살포하면 과실품질에 큰 영향을 미치지 않고 수확전 낙과방지효과를 얻을 가능성이 있을 것으로 기대된다.
- 따라서 이와 관련한 연구를 앞으로 2-3년 더 수행하여 확실한 기술체계를 확립한 후 농가에 기술이전 되어야 할 것으로 판단된다.

3) 봉지재배 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지기술 개발

- ‘감홍’ 사과의 고두병 방지는 다비재배를 피하고 수세를 안정시켜 고두병이 심하게 발생되지 않도록 관리하게끔 지도한다.
- 봉지 씌우기 전에 3-4회 0.5% 염화칼슘을 수체 살포한 다음 칼슘함유봉지를 씌우면 고두병 발생을 크게 줄일 수 있을 것으로 판단된다.
- 이 기술은 원예연구소 사과시험장, 경북능금협동농협 및 독농가들에 이전하여 광범위한 실용화 시험을 거친 다음 영농기술로서 보급코저 한다.

4) '산사' 사과와 과실비대촉진 기술개발

- 품질은 우수하나 과실크기가 작은 '산사' 사과에 만개 3주와 4주후에 $GA_{4+7}+BA$ $300mg \cdot L^{-1}$ 를 과실과 그 주위 잎에 살포하면 230g 이상의 대과비율이 3배정도 증가한다.
- 이 기술은 영일케미컬 기술보급 담당자들과 경북능금농협 등에 이전하고 경북능금지 등에 원고를 실어 재배자들에게 이용토록 할 계획이다.

(5) '홍월'의 수확전 낙과방지기술 개발

- 과피반점을 방지할 목적으로 봉지재배하는 '홍월' 품종에서 봉지를 씌운 채 관행수확일(9월 중순) 5주전에 $75mg \cdot L^{-1}$ 의 AVG를 살포하고 그 1주 후에 $20mg \cdot L^{-1}$ 의 2,4-DP를 살포하면 과피반점 발생 없이 우수한 낙과방지효과를 얻게 된다.
- 이 기술은 영일케미컬 기술보급 담당자들과 경북능금농협 등에 이전하고 경북능금지 등에 원고를 실어 재배자들에게 이용토록 할 계획이다.

SUMMARY

(영문요약문)

I . Title

Development of the technology to prevents physiological disorders and pre-mature fruit drop before the harvest time, to control the time of ripeness and fruit enlargement to expand cultivation of a early to mid-ripening cultivars of apple.

II. Purpose and necessity of Research & Development

Looking at the yearly pattern of apple consumption, we can find that about 30% of apples are consumed from early to late autumn which is right before or after Chuseok (Korean Thanksgiving Day) and about 10% from late summer to early autumn. However, until a recent date a late cultivar 'Fuji' has taken up more than 70% of planting and a mid-ripening cultivar has taken only 10%. So, high price is formed for the premium mid-ripening cultivar of apples produced around Chuseok and the other hand low price is formed for the late-ripening cultivar of 'Fuji' because of an oversupply. Therefore, it is necessary to increase the proportion of a early-ripening and mid-ripening cultivar of apples and decrease the proportion of a late-ripening cultivar of 'Fuji' so that we can have balanced demand and supply of apples. There are problems to be solved first before we can

go ahead with expansion of a early-ripening apple cultivars. At present a early to mid-ripening cultivar 'Tsugaru' and a mid-ripening cultivar of 'Kogetsu' take big portion of apple planting and pre-mature fruit drop before the harvest time is a serious problem. And temperature abnormality in recent years causes unusually high temperature during the maturing period and even the 'Hongro' that has never had this kind of problems before begins to show pre-mature fruit drop.

To prevent pre-mature fruit drop, harvesting unripe apples (especially 'Tsugaru') or using Antifall (2,4-DP) has been performed. 2,4-DP, which is a plant growth regulator to prevent fruit drop based on auxin, softens the fruits and accordingly deteriorates its quality. Therefore, we should find a way to prevent the pre-mature fruit drop and maintain the quality at the same time and further more it is necessary to be able to control the maturity so we can have more options in choosing the harvest time.

Although an early-ripening cultivar 'Sansa' has a good color and a superior taste, its cultivation area is not expanding as the size of the fruit is small and it's not profitable in quantity insufficiency. Therefore, the technology of cultivation that can make the fruits bigger is required.

On other hand 'Gamhong' is bred in Korea, weighs more than 350g and is a standard shaped fruit. When cultivated in a paper bag, its color and taste are very fine and excellent. But when cultivated without a paper bag, skin russeting is severe and when cultivated with overuse of chemical fertilizer, occurrence of bitter pit is high. This prevents it from expanding the cultivation area. Therefore, development of the technology that can control the occurrence of bitter pit is necessary.

III. Content and scope of research & development

1. Development of the technique preventing an early to mid ripening cultivar of apple from the pre-mature fruit drop before the harvest

time and extending the harvest period

A. Development of the technique using Aminoethoxyvinylglycine(AVG, Trade name: ReTain®) to prevent ‘Tsugaru’ apple from pre-mature fruit drop before the harvest time

- Study on the effect of the timing of application and concentration of AVG
- Study the proper timing of application based on a starch reaction

B. Prevention of ‘Hongro’ from pre-mature fruit drop before the harvest time and extension of the harvest period using AVG

- Study on the effect of the time of application, multiple application and concentration
- Study on the effect of mixed treatment of AVG + 2,4-DP(trade name: Antifall)

2. Development of the technique preventing ‘Gamhong’ apple cultivated in a paper bag from being infected with a bitter pit.

- Research on the occurrence of a bitter pit according to the management method of ‘Gamhong’ apple orchard
- Study on the effect of treatment of calcium over soil and tree that affects the occurrence of a bitter pit
- Study on the effect of spraying of calcium, prohexadione-Ca on tree and covering with a paper bag containing calcium that affects the occurrence of a bitter pit

3. Development of the technique to accelerate the fruit enlargement and improve the quality of ‘Sansa’ apple

- The effect of flower thinning and artificial pollination on the size and quality of 'Sansa' apple
 - The fruit enlargement technology using GA₄₊₇+BA(trade name: Fomina)
4. Development of the technique that prevents pre-mature fruit drop of 'Kogetsu' before the harvest
- Study on a proper timing and times of application of AVG (ReTain®)
 - Study on the effect of anti-fall of fruits and the occurrence of spots on a rind depending on the paper bag and AVG treatment
 - Study on the effect of multiple application of AVG and then 2,4-DP on the prevention of pre-mature fruit drop and fruit quality

IV. R&D Result and Application Proposal

1. R&D Result

A. Development of the technique that prevents pre-mature fruit drop of a early to mid ripening cultivar of apples before the harvest time and extends the harvest period

1) Development of the technique using aminoethoxyvinylglycine(AVG, Trade name: ReTain®) to prevent 'Tsugaru' apple from pre-mature fruit drop before the harvest time

A) Study on the proper timing and optimum concentration of AVG treatment.

- It is appeared to be most effective way of prevention of fruit drop before the harvest that when AVG $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ is sprayed 3 weeks before (July 28th) the normal harvest time (August 20th).
- This can minimize the fruit drop and extend the harvest time by 2 weeks.

B) Study on the proper timing of AVG treatment based on a starch reaction

- AVG should be sprayed right before the fruits starts to ripe but since the time varies from year to year, the attempt to find the proper timing of AVG treatment by using a starch reaction index was carried out.
- It is shown to be the effective way of fruit drop that if AVG is dispersed when a starch reaction index is between 0.5~1.0 (core part is yellow and flesh part is purple).
- The concentration of AVG, $125 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ is more effective than $75 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.
- It is concluded that AVG can't completely prevent the pre-mature fruit drop in the year of consistent temperature abnormality.

2) Development of the technique using AVG to prevent 'Hongro' from pre-mature fruit drop before the harvest time and extend the harvest period

- In case of 'Hongro' apple, when AVG $75 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ was sprayed one month before (Andong area on August 3rd, Kyungsan area on July 31th) the usual harvest time it was appeared to be affecting the pre-mature fruit drop of fruits in a positive way and extending the harvest time but not up to satisfying level. And using AVG together with 2,4-DP(trade name: Antifall) didn't make much difference in the prevention of the pre-mature fruit drop.
- The reason that AVG didn't work the way it was expected in the prevention of the pre-mature fruit drop and the extension of the harvest period is that July

and August which is a maturing period was unusually and consistently hot.

B. Development of the technique preventing 'Gamhong' apple cultivated in a paper bag from being infected with a bitter pit.

1) Research on the occurrence of a bitter pit according to the management method of 'Gamhong' apple orchard

- The occurrence rate of a bitter pit was high and new branches grew vigorously in the apple orchard that had used pig manure and fowl manure for a long time.
- The occurrence rate of a bitter pit was low and the growth of new branches was relatively slow in the apple orchard that had tried less chemical manure and concentrated organic matter and dispersed calcium solution before covering with paper bags.
- The fruit infected with a bitter pit had high percentage of potassium and low percentage of calcium in its rind.
- The occurrence of a bitter pit is highly related with the length of new branch, the percentage of potassium in a rind and soil Electrical Conductivity (EC).

2) Study on the effect of treatment of calcium over soil and tree that affects the occurrence of a bitter pit

- Quicklime (calcium oxide) or chloride lime trial on the surface of soil or lime liquid drenching didn't reduce the occurrence of a bitter pit.
- 3-4 times spraying of 0.4~0.5% calcium chloride before covering with a paper bag certainly reduced the occurrence of a bitter pit but not up to satisfying level.

3) Study on the effect of spraying of calcium, prohexadione-Ca on the tree

and covering with a paper bag containing calcium that affects the occurrence of a bitter pit.

- 3 times spraying of 0.5% calcium chloride before covering with a paper bag, prohexadione-Ca spraying right after flowers fall and covering fruit with calcium contained paper bag reduced the occurrence of a bitter pit but not up to satisfying level.
- Most effective bitter pit prevention was achieved from the fruit that calcium chloride was sprayed 3 times before covered with calcium contained paper bag.
- However, since the occurrence rate of a bitter pit reached almost 90% without any treatments, regardless of various treatments complete prevention of a bitter pit was not successful.
- So, it is essential for the prevention of the bitter pit of 'Gamhong' apple to avoid overuse fertilizer and stabilize the force of tree growth in order to minimize the occurrence. And then covering with a calcium contained paper bag after 3-4 times calcium chloride spraying would help largely in reducing the occurrence of the bitter pit.

C. Development of the technique that accelerates the fruit enlargement of 'Sansa' apple and improves the quality

- When sprayed $GA_{4+7}+BA$ $300mg \cdot L^{-1}$ over fruits and leaves around them after 3 and 4 weeks after full blossom, the weight of fruits was increased by 16%.
- $GA_{4+7}+BA$ treatment accelerated the fruit maturity by few days but didn't much affect on color, flesh firmness, content of acid and soluble solid.
- The effect of artificial pollination and early fruit thinning on the fruit enlargement is unclear.

D. Development of the technique that prevents the pre-mature drop

of 'Kogetsu' before the harvest time

1) Study on a proper timing and optimal concentration of AVG dispersion

- In the year 2002 paper bags were removed and AVG was sprayed (August 17th) about 4 weeks before the normal harvest time. As a result until (September 28th) 2 weeks after the normal harvest time there were almost no fruit drops. The effect of spraying (August 25th) 3 weeks before the normal harvest time (September 15th) was considerably reduced.
- In the year 2003 AVG spraying (August 25th) about 3 weeks before the normal harvest time substantially prevented the fruit drop until (September 29th) 2 weeks after the normal harvest time.
- In the year 2004 AVG spraying (August 11th) about 5 weeks before the normal harvest time was very effective on the prevention of fruit drop but the effectiveness of AVG spraying about 4 weeks before was largely reduced.
- In the year 2002 and 2004 the beginning of fruit ripening was advanced because of the unusually high temperature in July and August.
- Therefore, it is concluded that the proper timing of AVG spraying to 'Kogetsu' apple is 5 weeks before the normal harvest time which is about August 10th.
- From the 3 years of trial the concentration of AVG it is concluded that $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ is effective enough.

2) Study on the prevention of premature fruit drop and the occurrence of spots on a rind depending on paper bag and AVG treatments

- When double bags or only outer bag was removed and then AVG was sprayed, it was very effective on the prevention of the fruit drop but spots on the rind were appeared and the value of the goods were damaged.
- When no bags were removed and then AVG was sprayed, it was found to be

very effective on the prevention of fruit drop. And spots on the rind was completely restrained when the bag was removed 2 weeks before the harvest.

3) Study on the effect of multiple application of AVG and then 2,4-DP on the prevention of pre-mature fruit drop.

- Spray of 2,4-DP one week after the AVG treatment found to be more effective in the prevention of pre-mature fruit drop than the spraying of AVG $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ about 5 weeks before (August 11th) the normal harvest time.
- Multiple applications of AVG and 2,4-DP delayed coloring compared to the non treatment fruits. But there was hardly any difference in quality compared to AVG sprayed fruits.
- If abnormally high temperature is expected, spraying of 2,4-DP one week after the AVG treatment which is carried out 5 weeks before the normal harvest time would help to maximize the effect on the prevention of pre-mature fruit drop without deterioration of quality.

2. Proposals on the application of the R&D result

A. Transfer of technology to the apple orchard culture practice

1) Prevention of 'Tsugaru' from pre-mature fruit drop before the harvest time and extension of the harvest period using AVG

- The effectiveness of AVG treatment in prevention of pre-mature fruit drop has been varied from year to year. One of the main reasons was considered to be a difficulty of judging proper timing of application. According to this study, the timing of AVG treatment was the most effective when the starch reaction index

reaches 0.5-1.0 (0.5 means core part is yellow and other flesh parts are purple in half of fruits) to prevent pre-mature fruit drop. This can be achieved if you take about 20 medium sized apples from outer part of a tree every 3-4 days from 6 weeks before the normal harvest time and carry out starch reaction test.

- In the year of consistent high temperature around maturity, AVG $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ alone is not expected to be effective. So based on the study on 'Kogetsu' it is recommended to spray 2,4-DP one week after the AVG treatment which is carried out 5 weeks before the normal harvest time.
- The result of this study has been transferred to Gyeongbuk Apple Agriculture Cooperation and Youngil Chemical that participated in the study and is under the process of transferring the skills to Agricultural Technology & Extension Center and orchardist.

2) Establishment of the technique that prevent 'Hongro' from pre-mature fruit drop before the harvest time and extend the harvest period using AVG

- Normally a pre-mature fruit drop is not a concern with 'Hongro'. But in the years of abnormally high temperature around July and August this becomes a problem. The study shows that treatment AVG together with 2,4-DP one month before the normal harvest time (early September) or as based on the study on 'Kogetsu' treatment 2,4-DP one week after AVG spraying would substantially help to prevent the pre-mature fruit drop without affecting the quality of fruits.
- It is recommended to study 2-3 years more to secure technical system and then transfer the perfect techniques to the fruit growers.

3) Development of the technique preventing a bitter pit in 'Gamhong' apple with a paper bag treatment.

- In case of 'Gamhong' apple, it is recommended to avoid overuse chemical and organic fertilizer and stabilize force of tree growth in order to minimize the occurrence of a bitter pit.
- It is studied that covering with calcium contained bags after spraying 0.5% calcium chloride 3 to 4 times can considerably reduce the occurrence of a bitter pit.
- Our intension is to transfer this skill to the Apple Experiment Station , Gyeongbuk Apple Agriculture Cooperation and technically advanced orchardist so this can go through the trials to be put to practical use and distribute this good fruit growing skills.

4) Development of the technique to accelerating the enlargement of 'Sansa' apple fruit

- The quality of 'Sansa' apple is outstanding but the size of its fruit is small. If $GA_{4+7}+BA$ $300mg \cdot L^{-1}$ is spraying 2 times over its fruits and leaves around them after 3 and 4 weeks after full bloom, the ratio of big size fruits weighing more than 230g increases by threefold.
- Our plan is to transfer this skill to the persons in charge of distributing skills in Youngil Chemical and Gyeongbuk Apple Agriculture Cooperation and to publish an article in a Gyeongbuk Apple magazine so that whoever grows the 'Sansa' can use it.

(5) Development of the technique that prevents the pre-mature fruit drop of 'Kogetsu' before the harvest

- 'Kogetsu' is treated with a paper bag to prevent it from getting spots on a rind. And spraying of $20mg \cdot L^{-1}$ 2,4-DP one week after $75mg \cdot L^{-1}$ AVG which is carried out 5 weeks before the normal harvest time (mid September) can be

effective way of preventing the pre-mature fruit drop without getting spots on a rind.

- Our plan is to transfer this skill to the persons in charge of distributing skills in Youngil Chemical and Gyeongbuk Apple Agriculture Cooperation and to publish an article in a Gyeongbuk Apple magazine so that whoever grows the 'Kogetsu' can use it.

CONTENTS

Chapter I . Introduction

Section 1. Purpose and necessity of Research & Development

Section 2. Scope of research & development

Chapter II . Current trend of Research & Development in the world

Section 1. Preventing pre-mature fruit drop

Section 2. Preventing a bitter pit in the ‘Gamhong’ apple cultivar

Section 3. Increase of the fruit enlargement of ‘Sansa’ apple

Chapter III. Result and contents of Research & Development

Section 1. Development of the technique improving fruit quality and controlling fruit maturity in early to mid ripening cultivars

1. Development of the technique using aminoethoxyvinylglycine(AVG, Trade name: ReTain®) to prevent ‘Tsugaru’ apple from pre-mature fruit drop and extending the harvest time

Introduction

- A. Study on the technique using AVG to ‘Tsugaru’ apple from prevent pre-mature fruit drop and extending the harvest time

Materials & Methods

Results & Discussions

- 1) The rate of pre-mature fruit drop
- 2) The degree of fruit enlargement due to extends the harvest period
- 3) Fruit firmness
- 4) Soluble solid
- 5) The contents of acidity
- 6) Respiration and ethylene production
- 7) Fruit color

Summary

- B. Study on the proper timing of AVG treatment based on a starch reaction in ‘Tsugaru’ apple

Materials & Methods

Results & Discussions

- 1) Year 2003
 - a) The changes of starch reaction depend on timing and location of orchard
 - b) The effect of preventing pre-mature fruit drop by AVG spraying
 - c) The effect of fruit quality by AVG spraying
 - d) The effect of respiration, ethylene and starch reaction by AVG spraying

e) The effect of fruit color by AVG spraying

2) year 2004

a) The effect of preventing pre-mature fruit drop by AVG spraying

b) The effect of fruit quality by AVG spraying

Summary

2. Development of the technology preventing pre-mature fruit drop and extending the harvest period in 'Hongro' apple cultivar

Introduction

- A. Study of the technique using AVG to prevent 'Hongro' apple from pre-mature fruit drop and extending the harvest period

Materials & Methods

Results & Discussions

- 1) Pre-mature fruit drop
- 2) Fruit quality
- 3) Fruit color and water core
- 4) Respiration and ethylene

Summary

- B. The effect of AVG and 2,4-DP spraying in preventing pre-mature fruit drop and extending fruit maturity of 'Hongro' apple cultivar

Materials & Methods

Result & Discussion

- 1) Pre-mature fruit drop
- 2) Fruit quality

Summary

Section 2. Development of the technique preventing ‘Gamhong’ apple cultivated in a paper bag from being infected with a bitter pit

Introduction

1. Research on the occurrence of a bitter pit according to the management method of ‘Gamhong’ apple orchard

Materials & Methods

Results & Discussions

- A. The effect of young shoot growth and occurrence rate of a bitter pit by fertilizer practice
- B. The Soil nutrition status of ‘Gamhong’ apple orchard
- C. The correlation between the occurrence rate of a bitter pit and fertilizer practice

Summary

2. Study on the effect of treatment of calcium over soil and tree that affects the occurrence of a bitter pit

Materials & Methods

- A. The high rate of a bitter pit occurrence orchard
- B. The middle rate of a bitter pit occurrence orchard

Results & Discussions

- A. The high rate of a bitter pit occurrence orchard
 - 1) The rate of occurrence of a bitter pit
 - 2) The calcium contents in fruit peel
- B. The middle rate of a bitter pit occurrence orchard

Summary

3. Study on the effect of spraying of calcium, prohexadione-Ca on tree and covering with a paper bag containing calcium that affects the occurrence of a bitter pit

Introduction

Materials & Methods

Results & Discussions

- Section 3.** Development of the technique to accelerate the fruit enlargement and improve the quality of 'Sansa' apple cultivar

Introduction

1. The effect of flower thinning and artificial pollination on the size and quality of 'Sansa' apple

Materials & Methods

Results & Discussions

- A. The development of fruit
- B. The fruit quality

Summary

2. Development of fruit enlargement technology of 'Sansa' apple using GA₄₊₇+BA

Materials & Methods

Results & Discussions

- A. The development of fruit
- B. The fruit mature and quality
- C. The fruit color
- D. The economical analysis

Summary

Section 4. Development of the technique preventing pre-mature fruit drop of 'Kogetsu' apple cultivar

Introduction

- 1. Study of AVG treatment methode for preventing pre-mature fruit drop of 'Kogetsu' apple cultivar using AVG

Materials & Methods

Results & Discussions

- A. Study on a proper timing and optimal concentration of AVG treatment
- B. Changes of respiration and ethylene production by treatment timing and concentration of AVG
- C. Changes by treatment timing and concentration of AVG
 - ① The change of fruit firmness
 - ② The change of soluble solids and acidity
 - ④ The fruit color
 - ⑤ The occurrence of spots on a rind

Summary

- 2. The effect of preventing pre-mature fruit drop and the occurrence of spots on a rind depending on the paper bag and AVG treatment

Materials & Methods

Results & Discussions

- A. Control of premature fruit drop and degree of spots occurrence on a rind depending on paper bag and AVG & 2,4-DP treatment.
- B. Changes of respiration & ethylene production by treatment timing and concentration of AVG and 2,4-DP
- C. Changes of fruit quality by treatment timing and concentration of AVG and 2,4-DP
 - ① The development of fruit
 - ② The changes of fruit firmness
 - ③ The changes of soluble solids and acidity contents
 - ④ The fruit color
 - ⑤ The economical analysis of AVG & 2,4-DP treatment

Summary

Chapter IV. Check of achievement and contribution to the related field

Section 1. Object of R & D for according to year

1. Development of the technique preventing and an early to mid ripening cultivar of apple from the pre-mature fruit drop and extending the harvest period
2. Development of the technique preventing 'Gamhong' apple cultivated in a paper bag from being infected with a bitter pit.
3. Development of the technique to accelerate the fruit enlargement and improve the quality of 'Sansa' apple
4. Development of the technique that prevents pre-mature fruit drop of 'Kogetsu'

Section 2. Achievement of Research & Development

1. Development of the technique preventing and an early to mid ripening cultivar of apple from the pre-mature fruit drop and extending the harvest period
2. Development of the technique preventing 'Gamhong' apple cultivated in a paper bag from being infected with a bitter pit.
3. Development of the technique to accelerate the fruit enlargement and improve the quality of 'Sansa' apple
4. Development of the technique that prevents pre-mature fruit drop of 'Kogetsu'

Section 3. Contribution to the related field

1. Development of the technique preventing an early to mid ripening cultivar of apple from the pre-mature fruit drop and extending the harvest period
2. Development of the technique preventing 'Gamhong' apple cultivated in a paper bag from being infected with a bitter pit.
3. Development of the technique to accelerate the fruit enlargement and improve the quality of 'Sansa' apple
4. Development of the technique that prevents pre-mature fruit drop of 'Kogetsu'

Chapter V. Proposals on the application of the R&D result

Section 1. Necessity of further researches

1. Development of the technique preventing an early to mid ripening cultivar of apple from the pre-mature fruit drop and extending the harvest period
2. Development of the technique preventing 'Gamhong' apple cultivated in a paper bag from being infected with a bitter pit.

Chapter VI. References

목 차

제출문	1
요약문	3
SUMMARY	13
CONTENTS	25
목차	35
제 1 장 연구개발 과제의 개요	43
제 1 절 연구개발의 목적과 필요성	45
제 2 절 연구개발의 범위	46
제 2 장 국내외 기술개발 동향	49
제 1 절 수확전 낙과방지	51
제 2 절 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지	52
제 3 절 ‘산사’의 과실비대 촉진	53
제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과	55
제 1 절 조·중생 사과의 재배확대를 위한 숙기조절 및 품질향상 기술개발	57
1. Aminoethoxyvinylglycine을 이용한 ‘쓰가루 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장 기술 개발	57
서 론	57

가. ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지와 수확기 연장을 위한	
Aminoethoxyvinylglycine의 사용방법 구명	59
재료 및 방법	59
결과 및 고찰	60
1) 수확전낙과율	
2) 수확기 연장에 따른 과실 비대 정도	
3) 과실 경도	
4) 가용성 고형물	
5) 총산 함량	
6) 호흡량 및 에틸렌	
7) 착색도	
요 약	64
나. ‘쓰가루’ 사과의 전분반응지수에 기초한 Aminoethoxyvinylglycine의 살포적	
기 구명	66
재료 및 방법	66
결과 및 고찰	68
1) 2003년도	68
가) 지역별 시기별 전분반응지수의 변화	
나) AVG 살포에 따른 수확전 낙과방지효과	
다) 과실 품질에 미치는 AVG 효과	
라) 호흡량, 에틸렌 발생 및 전분반응지수에 미치는 AVG 효과	
마) 과실착색에 미치는 AVG의 효과	
2) 2004년	74
가) AVG 살포에 따른 수확전 낙과방지 효과	
나) 과실품질에 미치는 AVG 효과	
요 약	76

2. ‘홍로’의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장에 관한 기술개발	77
서론	77
가. ‘홍로’ 사과 수확전 낙과방지 및 수확기 연장을 위한 AVG의 처리방법 구명	78
자료 및 방법	78
결과 및 고찰	79
1) 수확전 낙과	
2) 과실의 품질	
3) 착색 및 밀 증상 발생	
4) 에틸렌 발생 및 호흡량	
요약	81
나. ‘홍로’ 사과 수확전 낙과방지 및 수확기 연장을 위한 AVG와 2,4-DP의 살포	83
효과	83
자료 및 방법	83
결과 및 고찰	83
1) 수확전 낙과	
2) 과실 품질 조사	
요약	86
제 2 절 봉지재배 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지기술 개발	87
서론	88
1. ‘감홍’ 사과원의 관리방법에 따른 고두병 발생정도 조사	89
자료 및 방법	89
결과 및 고찰	90
가. 비배 관리 방법에 따른 새가지 생장과 고두병 발생률	

나. ‘감홍’ 사과원의 영양 상태	
다. 시비 요인들과 고두병 발생률과의 상관관계	
요 약	103
2. 고두병 발생 정도에 미치는 칼슘의 토양 및 수체살포효과	104
재료 및 방법	104
가. 고두병 발생이 심한 과수원	
나. 고두병 발생이 중 정도인 과수원	
결과 및 고찰	106
가. 고두병 발생이 심한 과수원	
1) 고두병 발생율	
2) 과피내 칼슘함량	
나. 고두병 발생이 중 정도인 과수원	
요 약	110
3. 고두병 발생에 미치는 칼슘수체살포, prohexadione-Ca 살포 및 칼슘함유 봉지 씩우기의 효과	112
서 론	112
재료 및 방법	113
결과 및 고찰	113
제 3 절 ‘산사’ 사과의 과실비대 촉진 및 품질 향상 기술개발	118
서론	118
1. 적화 및 인공수분이 ‘산사’ 사과의 과실비대 및 품질향상에 미치는 영향 ...	119
재료 및 방법	119
결과 및 고찰	120

가. 과실의 발육	
나. 과실품질	
요약	122
2. GA₄₊₇+BA를 이용한 ‘산사’ 사과 의 과실비대촉진 기술확립	123
재료 및 방법	123
결과	123
가. 과실의 발육	
나. 성숙과 품질	
다. 착색	
라. 경제성 분석	
요약	128
제 4 절 ‘홍월’의 수확전 낙과방지 기술개발	129
서론	129
1. ‘홍월’ 사과의 수확전 낙과방지와 수확기 연장을 위한 AVG의 처리방법 구명	131
재료 및 방법	131
결과 및 고찰	132
가. AVG 처리시기 및 농도에 따른 수확전 낙과방지 및 수확기 연장	
나. AVG 처리시기 및 농도에 따른 에틸렌 발생량 및 호흡량의 변화	
다. AVG 처리시기 및 농도에 따른 과실 품질의 변화	
① 경도의 변화	
② 가용성 고형물 및 산 함량의 변화	
④ 착색정도	
⑤ 과피반점 발생정도	
요약	139

2. ‘홍월’ 사과에 있어서 AVG처리시 봉지 유무에 따른 수확전 낙과방지 효과 및 과피반점 발생정도 조사	141
자료 및 방법	141
결과 및 고찰	142
가. AVG 및 2,4-DP 처리시 봉지 유무에 따른 수확전 낙과방지 효과 및 과피 반점 발생 정도	
나. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 에틸렌 발생량 및 호흡량의 변화	
다. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 과실 품질의 변화	
① 과실의 발육	
② 경도의 변화	
③ 가용성 고형물 및 산 함량의 변화	
④ 착색정도	
⑤ AVG 및 2,4-DP 처리시 ‘홍월’ 사과의 경제성 분석	
요 약	156

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 159

제 1 절 연도별 연구개발 목표 161

1. 조·중생종 사과의 수확전 낙과 방지 및 수확기 연장기술개발 161
2. 봉지재배 ‘감홍’ 사과의 구두병 방지기술개발 161
3. ‘산사’ 사과의 과실비대 촉진 및 품질향상기술개발 161
4. 홍월의 수확전 낙과방지기술 개발 162

제 2 절 연구개발 내용 및 평가 착안점에 입각한 연구개발 목표의 달성
도..... 163

1. 조·중생종 사과 수확전 낙과 방지 및 수확기 연장기술개발	163
2. 봉지재배 ‘감홍’ 사과 구두병 방지기술개발	163
3. ‘산사’ 사과 과실비대 촉진 및 품질향상기술개발	164
4. 홍월의 수확전 낙과방지기술 개발	165
제 3 절 관련분야에의 기여도	167
1. 조·중생종 사과 수확전 낙과 방지 및 수확기 연장기술개발	167
2. 봉지재배 ‘감홍’ 사과 구두병 방지기술개발	167
3. ‘산사’ 사과 과실비대 촉진 및 품질향상기술개발	167
4. 홍월의 수확전 낙과방지기술 개발	167
제 5 장 연구개발결과의 활용계획.....	169
제 1 절 추가 연구의 필요성.....	171
1. 조·중생종 사과 수확전 낙과 방지 및 수확기 연장기술개발	171
2. 봉지재배 ‘감홍’ 사과 구두병 방지기술개발	171
제 6 장 참고 문헌	173

제 1 장
연구개발 과제의 개요

제 1 장 연구개발 과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적과 필요성

○ 우리나라의 사과재배 면적은 지난 5년 동안 거의 40% 정도 감소되었다. 이 같은 감소의 원인은 다른 종류의 과수에 비하여 수고가 높아 노동생산성과 품질이 크게 떨어지며 농약살포, 시비 등에 소요되는 생산비는 매년 증가하여 소득이 크게 저하하였기 때문이다.

○ 또한 사과품종 중에서도 만생종인 ‘후지’ 한 품종이 차지하는 비율이 약 70%로서 아주 높은 반면 그 밖의 조생종과 중생종의 재배비율이 너무 낮아 품종이 다양하지 못하여 소비자들의 다양한 욕구에 효과적으로 대응하지 못하는 것도 소득 감소의 중요한 요인으로 추정된다.

○ 사과 소비의 연간 패턴을 보면 추석을 전후한 중생종의 소비가 약 30%를 차지한다. 그럼에도 불구하고 이 시기에 생산되는 중생종 사과의 재식비율은 그 절반에도 미치지 못하고 있는 실정이다(2002년 통계). 따라서 최근 추석 무렵에 생산되는 고품질의 중생종 사과는 공급부족으로 높은 가격이 형성되고 있는 반면 만생종인 ‘후지’는 상대적으로 낮은 가격을 형성하고 있다. 따라서 수요와 공급의 균형이 유지되는 품종간 비율을 적절히 유지하기 위하여 앞으로 조·중생종 사과품종의 비율을 높이고 만생종 ‘후지’ 품종의 비율을 낮추도록 노력해 나가야 할 것이다.

○ 그럼에도 불구하고 이들 조·중생종 사과 품종의 재배를 성공적으로 행하기 위해서는 시급히 해결해야할 문제점들이 존재하고 있다. 우수한 품질의 조·중생종들 중에는 ‘쓰가루’나 ‘홍월’처럼 수확전 낙과가 심한 품종들이 있다. 특히 ‘쓰가루’는 수확전 낙과를 회피할 목적으로 미숙과를 수확 판매하여 그 품종의 가치를 크게 훼손하고 있다. 또 지금까지는 수확전 낙과를 방지할 목적으로 옥신계 낙과방지제인 안티폴(2,4-DP)을 살포하여 왔다. 이 약제는 과실의 연화를 촉진하므로 살포된 과실은 보구력이 급

격히 저하되므로 이 약제가 살포된 과실은 소비자들로부터 기피되고 있다. 그리고 우리나라에서 육성하여 재배면적이 급격히 증가한 ‘홍로’ 품종도 최근과 같이 성숙기 무렵에 이상고온이 계속될 때에는 수확전 낙과가 심하게 발생된다. 따라서 과실의 품질이 저하되지 않으면서도 수확전 낙과의 방지가 가능한 새로운 낙과방지 체계의 확립이 필요하다.

○ 한편 조생종 ‘산사’는 착색이 양호하고 맛이 매우 우수함에도 불구하고 소과이므로 생산성이 떨어져 면적의 확산이 크지 않다. 역시 우리나라에서 육성된 ‘감홍’은 과형이 바르고 대과이며 품질이 아주 우수하여 최고급 품종으로 인식되어 높은 가격을 받고 있으나 고두병 발생이 아주 심하여 재배면적이 확산되지 않고 있다. 따라서 이들 품종의 재배면적을 확산시키기 위해서는 각 품종들이 갖고 있는 재배상의 문제점들을 시급히 해결하는 기술의 개발이 요청된다.

제 2 절 연구개발의 범위

첫째, 수확전 낙과가 심하여 재배가 불안정한 ‘쓰가루’, ‘홍월’ 및 이상고온시 역시 수확전 낙과가 심하게 발생하는 ‘홍로’ 품종에 대하여 수확전 낙과를 방지하면서도 과실의 품질을 떨어뜨리지 않고 오히려 향상시키며 수확시기를 연장할 수 있는 기술을 개발코져 하였다. 그 동안 사용해 왔던 수확전 낙과방지제 안티폴(2,4-DP)은 옥신계 낙과방지제이므로 낙과방지에는 효과적이거나 에틸렌 생성을 촉진하므로 과실의 성숙·연화를 촉진시켜 보구력을 떨어뜨린다.

최근(2002) 사과의 수확전 낙과방지제로서 등록된 리테인(Aminoethoxyvinylglycine, AVG)은 에틸렌 생합성 억제제로서 역시 사과의 수확전 낙과를 방지하는 능력이 우수하며 안티폴과 달리 에틸렌 합성을 억제 하여 과실의 성숙·노화를 지연시키므로 수확시기를 상당기간 늦출 수 있고 수확후에도 보구력이 증가되는 것으로 알려지고 있다. 따라서 이 리테인을 이용하여 ‘쓰가루’, ‘홍월’ 및 ‘홍로’ 품종에 대한 수확전 낙과방지체계를 확립코져 하였다.

둘째, 과실품질이 아주 뛰어나나 동녹이 심하여 봉지재배를 해야 하며, 또한 고두병

발생이 심하기 때문에 재배면적이 확산되지 못하고 있는 ‘감홍’ 사과에 대하여 고두병 발생을 현저히 감소시킬 수 있는 방법을 개발코저 하였다. 먼저 ‘감홍’이 재식된 12개 과수원을 선정하여 재배관리방법과 고두병 발생율을 조사하여 고두병 발생에 미치는 관리방법의 영향을 알고저 하였다. 그 다음 고두병 발생정도가 다른 2개 과수원을 택하여 고두병발생감소에 미치는 칼슘의 토양시용효과와 봉지씌우기전 칼슘수체살포의 효과를 검토하였다 마지막으로 봉지씌우기 전에 칼슘을 3회 수체 살포하고 그 후 칼슘이 함유된 봉지를 씌워 재배함에 따른 고두병 방제 효과를 검토하였다.

셋째, 착색과 맛은 우수하나 과실 크기가 작아 생산성이 떨어지는 ‘산사’에 대하여 과실크기를 증가시키는 기술을 개발코저 하였다.

과실생장은 미숙종자가 생산하는 식물생장 호르몬의 양에 지배된다. 생장촉진호르몬 중에서도 외부에서 공급하여 과실비대효과가 가장 크게 나타나는 호르몬은 지베렐린과 시토키닌이다. 사과종자에서 많이 생산되는 지베렐린은 GA₄와 GA₇ 이다. 따라서 사과과실의 비대촉진을 위해서는 GA₄₊₇을 공급할 필요가 있다. 현재 우리나라에서는 GA₄₊₇과 합성시토키닌인 벤질아데닌(benzyladenine, BA)이 동량 함유된 포미나(Promalin)가 등록 시판되고 있다. 따라서 이 포미나를 이용하여 ‘산사’ 과실을 최대로 비대시킬 수 있는 기술을 개발코저 하였다.

제 2 장
국내외 기술개발 동향

제 2 장 국내외 기술개발 동향

제 1 절 수확전 낙과방지

현재 재배되고 있는 조생종 사과의 대부분은 ‘쓰가루’ 품종이며, 이 품종은 수확전 낙과가 매우 심하다.

수확전 낙과가 심한 ‘쓰가루’의 낙과방지에 관한 연구는 ‘쓰가루’가 우리나라에 도입된 직후부터 이루어졌으며 초기에는 2,4,5-TP(fenoprop)가 수확전 낙과방지제로서 이용되어 왔다(김선규 외, 1981; 최종승 외, 1984). 그리고 2,4,5-TP가 갖는 부작용인 과실연화를 억제하는 방법의 하나로 초산칼슘을 2,4,5-TP와 혼용하여 살포하는 방법이 제안되었다(유명상 외, 1986). 그 후 2,4,5-TP가 발암성의 혐의가 있어 재등록이 보류됨에 따라 일본에서는 대체약제로서 2,4-DP(dichlorprop; 상품명:안티폴)가 등록 되었으며 우리나라에서도 ‘쓰가루’에 대한 2,4-DP의 수확전 낙과방지 효과를 검토하여 그 우수한 효과를 확인하였다(변재균·최성용, 1988; 변재균·장경호, 1995). 2,4-DP 역시 옥신계 낙과방지제이므로 ‘쓰가루’의 과실 연화를 촉진 시킨다. 따라서 2,4-DP가 갖는 과실연화를 경감시키는 방법에 관한 연구가 진행되었으며, 각종 칼슘염의 혼용 및 분리살포 효과가 검토되었다(변재균·최성용, 1988; 변재균 외, 1993; 변재균 외, 1994). 그 결과 초산칼슘, 수산화칼슘 등과 2,4-DP를 혼용살포하면 과실연화를 상당 억제 할 수 있음이 밝혀졌다. 그리고 과피반점 때문에 봉지를 씌워 재배하며 수확전 낙과가 심한 중생종 품종인 ‘홍월’에서도 봉지를 씌운 채 2,4-DP를 살포하여 수확전 낙과를 방지하는 방법이 개발 보급되어 실용화 되었다.

Aminoethoxyvinylglycine(AVG)은 에틸렌 생합성을 억제하는 물질로서 이미 오래 전부터 사과의 수확전 낙과방지에 효과적인 것으로 보고되어 있다(Bangerth, 1978). 최근에 Bioscience 회사(USA)에서는 사과의 수확전 낙과방지제로서 AVG를 개발하여 많은 품종을 대상으로 그 효과를 검토하고 있다. 일본(Kondo와 Hayata, 1995)과 우리나라(Chun 등, 1997; Park 등, 1999)에서도 ‘쓰가루’ 사과에서 AVG의 수확전 낙과방지효과가 우수함이 보고되었다. 그 동안 대구사과연구소(군위)와 영남대(경산)에서 행한 AVG의 수확전 낙과방지 시험결과를 보면 군위의 대구사과연구소에서는 2000년과

2001년 모두 관행수확 2주전인 8월 7일에 살포하더라도 수확전 낙과방지효과가 우수하였다고 하였다. 그러나 경상에서는 2000년도에는 무처리수에서도 관행수확일에 낙과가 거의 없었으며 2001년도에는 8월 1일 및 7일의 AVG 살포는 무처리에 비하여 수확전 낙과가 줄어들었음에도 불구하고 수확전 낙과가 상당히 발생하므로 낙과방지효과는 크지 않았다고 하였다(변재균, 2004). 한편 AVG가 첫 보급된 2002년도에는 AVG의 수확전 낙과방지효과가 지역에 따라 큰 차이가 있었다. AVG 낙과방지효과가 크지 않았던 경북 남부지역에서는 재배자들에게 큰 문제가 된 바 있다. ‘쓰가루’에 대한 AVG의 수확전 낙과방지 효과의 불안정은 아마도 살포시기가 늦었거나 과실의 성숙기 동안의 이상고온과 가장 밀접한 관련이 있을 것으로 추정하였다(변재균, 2004). 또한 ‘쓰가루’ 이외의 품종들에 대한 AVG의 수확전 낙과방지 시험은 아직 수행된 바 없다. 따라서 수확전 낙과가 심한 품종들에 대하여 AVG를 이용한 수확전 낙과방지체계를 잘 정립하면 이들 사과 품종들의 안정적인 재배에 크게 기여하게 될 것이다.

제 2 절 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지

사과 고두병은 과실의 칼슘 결핍시에 과실에서 발생하는 생리장해이다. 뿌리로부터 흡수되는 칼슘은 가지 쪽으로 많이 이동되며 과실 속으로 이동되는 양은 많지 않다. 또 식물체내에 흡수되어 식물체의 구성성분이 되면 재이동이 쉽지 않다. 따라서 과실에서 칼슘이 부족하게 될 때에는 직접 과실을 통하여 칼슘을 공급하지 않으면 안된다. 고두병 발생이 심한 ‘감홍’은 봉지를 씌우지 않으면 과피에 동녹이 생겨 거칠어지고 아름답게 착색되지 않는 문제점 때문에 봉지를 씌워서 재배한다. 과실에 봉지를 씌우면 직접 과실을 통한 칼슘공급이 불가능하므로 봉지를 씌우기전이나 봉지를 벗긴 후(착색기)에 칼슘을 살포하지 않으면 안된다. 그러나 봉지를 벗길 무렵에는 벌써 고두병이 발생해 있는 경우가 많으므로 봉지 씌우기 전 칼슘살포가 더욱 중요하다. 봉지를 씌우지 않고 사과를 재배하는 미국의 경우 고두병 피해원에서는 6월 초순에서 8월 중순까지 2~3주 간격으로 염화칼슘을 0.4~0.5% 농도로 5~8회 살포토록 권장하고 있다..

봉지를 씌워서 재배해야 하는 ‘감홍’ 품종에서는 봉지씌우기전에 염화칼슘의 살포회

수를 얼마나 하는 것이 고두병 방제에 가장 효과적인지 아직 명확히 구명된 바 없다.

현재 원예연구소에서 추천하고 있는 방법은 봉지씌우기전 0.5% 염화칼슘 2회 살포와 봉지벗긴후에 수확전까지 2회 살포하는 방법이다. 그리고 이 방법을 통하여 고두병 피해를 20.6%에서 6.5%로 감소 시킬수 있다고 하였다.

그러나 전 생육기 동안 나무에 살포된 염화칼슘의 총량이 많으면 많을수록 고두병 발생의 위험이 줄어든다는 보고(Bramlage, 1994)로 미루어 볼 때 봉지씌우기전 살포 회수를 늘리는 것이 더 유리할 것으로 추측된다.

한편 Moon 등(2003)은 칼슘을 코팅한 봉지를 배에 씌우면 봉지 씌운지 75일 후부터 칼슘코팅처리 봉지의 과실에서 칼슘함량이 증가하였다고 보고한 바 있다.

고두병 발생에는 여러 요인들이 관여하고 있다. 그 중 질소 및 칼륨 과다시용, 농후 유기물 과다시용, 강전정, 대과생산, 수분스트레스 등은 고두병 발생을 크게 조장한다. 따라서 고두병 발생을 줄일 수 있는 재배관리를 함이 무엇보다 중요하다.

제 3 절 ‘산사’의 과실비대 촉진

미국을 비롯한 사과생산국가의 일부 주산지에서는 GA₄₊₇ 과 benzyladenine(BA)의 혼합제 promalin을 사과 개화기 또는 유과기에 살포하여 과실비대와 과형의 개선을 도모해 왔다(Miller, 1988). 우리나라에서도 몇 년 전부터 이 약제를 수입하여 상품명을 포미나로 명명하고 사과과실비대촉진제로 사용하기 시작하였다. 우리나라에서도 promalin을 이용하여 ‘후지’ 품종의 과실 비대촉진(Byun 외, 1999)과 과형개선(Park 외, 1998)에 관한 연구가 보고된 바 있다. 그러나 그 밖의 품종에 대한 연구보고는 아직 없다. 그러므로 ‘산사’ 사과에서 GA₄₊₇+BA(promalin)를 이용한 과실의 비대기술이 체계화 된다면 ‘산사’ 사과의 재배면적 확대와 소득향상에 크게 기여할 수 있을 것이다.

제 3 장
연구개발 수행 내용 및 결과

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 조·중생 사과의 재배확대를 위한 숙기조절 및 품질 향상 기술개발

1. Aminoethoxyvinylglycine을 이용한 ‘쓰가루 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장 기술 개발

서 론

우리나라 조생종 사과의 주 품종인 ‘쓰가루’는 수확전 낙과가 심하여 재배상 문제가 되어 왔다. ‘쓰가루’의 수확전 낙과를 방지하기 위하여 그 동안 옥신계 낙과방지제인 안티폴(dichlorprop, 2,4-DP)을 관행수확일 3~4주 전에 살포하여 왔다. 옥신이 과실에 충분하게 공급되면 과경의 탈리층 형성을 억제하여 낙과를 방지하는 효과는 탁월하다. 그러나 에틸렌 생합성에 관여하는 ACC 합성효소의 생성을 촉진하여 과실의 에틸렌 발생을 증가시키므로써 과실의 성숙과 연화를 현저히 촉진시킨다. 특히 조생종 사과는 7월 하순 ~ 8월의 고온에서 성숙되므로 안티폴을 살포한 과실은 수확후 연화가 급격히 진행되어 상품적 가치를 크게 저하 시킨다.

‘쓰가루’ 사과는 제대로 성숙될 경우 맛이 어느 품종보다 우수함에도 불구하고 안티폴이 살포되면 착색이 시작되고 연화가 급속히 진행되므로 다른 품종들과는 반대로 소비자들과 판매상들에게 경원시 되어 붉은색이 잘 든 ‘쓰가루’ 일수록 녹색인 ‘쓰가루’보다 더 낮은 가격을 받아왔다.

이 같은 이유로 일부 ‘쓰가루’ 재배자들은 수확전 낙과가 시작되기 전인 8월 초순경에 미숙 ‘쓰가루’를 수확하여 판매하기 시작하였고, 그 후 점점 더 경쟁적으로 수확기가 빨라지게 되었다. 그 결과 소비자들은 완숙된 ‘쓰가루’의 우수한 맛 대신 맛없는 미숙 ‘쓰가루’를 많이 소비하게 되므로써 ‘쓰가루’의 인기가 떨어져 가격 하락을 가져왔다. 필자는 그 동안 안티폴을 살포할 때 0.5% 초산칼슘 또는 수산화칼슘용액에 안티폴을 2000배로 희석하여 살포하면 수확전 낙과방지효과는 우수하면서도 과실의 연

화속도를 크게 낮출 수 있음을 보고 한 바 있다(변재균 외, 1993, 1994). 그러나 일부 독농가에 의해서만 이 기술이 받아들여졌고 대부분의 재배자들은 이 기술을 이용하지 않은 채 지금까지 경과해 왔다.

최근 Bioscience 회사에서 ACC 합성효소 활성억제를 통하여 에틸렌 생합성을 억제하는 Aminoethoxyvinylglycine(AVG)을 사과의 낙과방지제로서 개발하고 세계 여러 나라에서 많은 품종을 대상으로 광범위한 실용화 시험을 수행해 왔다. 그 결과 AVG는 기존의 옥신계 낙과방지제들과 비교할 때 낙과방지효과도 우수할 뿐 아니라 수확기가 연장되고 품질이 향상되는 잇점이 있다고 하였다. 우리나라에서도 ‘쓰가루’ 사과에 대한 AVG의 수확전 낙과방지효과시험이 단편적으로 수행되어 그 결과들이 이미 보고된 바 있다.

AVG는 우리나라에서도 2001년에 처음으로 리테인이란 상품명으로 등록되어 판매하기 시작하였다. 등록 첫해인 2001년에 리테인을 구입하여 ‘쓰가루’에 살포하였던 농가 중에서도 수확전 낙과방지효과가 거의 없거나 매우 나쁘다고 주장하는 농가들이 상당수 있었다. 그리고 AVG 처리를 하였음에도 불구하고 수확전 낙과피해를 본 과수원에 대한 실태조사 결과 성주·구미·안강·칠곡 등 경북 남부지역의 과수원이 대부분이었다. ‘쓰가루’의 수확전 낙과가 별로 문제되지 않았던 그리고 AVG 살포효과가 우수하였던 1999년과 2000년도는 경북의 모든 조사지역의 7월하순 평균기온이 25.6~26.2℃의 범위였다. 그러나 낙과가 심하였던 2001년도의 경북남부지역의 7월하순 평균기온은 29.0℃로서 1999년보다도 3.4℃, 2000년보다도 2.3℃가 더 높았다. 이처럼 성숙개시기 전후에 계속되는 고온은 과실의 에틸렌 발생개시기를 빠르게 하고, 또 그 양을 증가시켜 과실의 성숙개시기를 앞당길 뿐 아니라 탈리층 발달속도를 빠르게 하여 낙과개시기를 앞당기고 그 정도를 심하게 할 것으로 예상된다. 에틸렌 생합성 억제작용을 하는 리테인(AVG)은 과실의 성숙개시 이전에 살포되어 과실의 에틸렌 발생을 충분히 억제할 수 있어야 수확전 낙과방지효과를 기대할 수 있다. 그런데 과실의 성숙개시기는 과실 생육기중의 적산온도와 특히 성숙개시기 무렵의 기온에 의하여 상당히 빨라질 수도 있고 지연될 수도 있다. 따라서 과실의 성숙개시기를 정확히 알지 못하고 리테인의 살포시기를 늦추게 되면 수확전 낙과방지효과를 기대하기 어려울 것으로 판단된다. 그러므로 ‘쓰가루’의 성숙개시기를 정확히 진단하는 방법의 개발이 안정적인 ‘쓰가루’의 수확전 낙과방지를 위하여 선결되어야 할 과제인 것으로 판단되었다.

2002년 경주에서 Bioscience 연구팀에서는 리테인 살포시기를 달리하는 시험을 수행하였다. 관행수확일 5주전인 7월 11일과 3주전인 7월 25일에 리테인(AVG)를 살포하였던 바 양 시기 모두 수확전 낙과방지효과가 우수하였으며 그 시기의 전분 반응지수는 각각 0.2 내외와 0.75 내외였다고 하였다.

가. ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지와 수확기 연장을 위한 Aminoethoxyvinylglycine의 사용방법 구명

재료 및 방법

본 시험은 경상에 위치한 영남대학교 과수원에 재식된 5년생의 ‘쓰가루’/M.26을 공시하여 2002년에 수행하였다. Aminoethoxyvinylglycine(AVG)은 75 또는 100mg·L⁻¹의 농도로 하고 여기에 전착제 Silwet L-77을 0.2% 되게 첨가하여 사용하였다. 살포시기는 관행수확일을 8월 20일로 잡았을 때 그 23일전인 7월 28일 또는 17일전인 8월 3일에 살포하였다. 그리고 이들 처리를 무처리와 비교하였다.

시험구 배치는 1주를 1반복으로 하여 완전임의배치 3반복으로 하였다. AVG 처리 및 무처리과의 수확전 낙과율은 관행수확기에 해당하는 8월 20일과 그 2주후인 9월 3일, 3주후인 9월 10일에 조사하였으며, 이들 시기에 과실을 나무당 5과씩 수확하여 품질조사에 사용하였다. 과실경도는 8mm plunger를 장착한 Fruit tester(FT011, Italy)를 사용하였고, 가용성 고형물 함량은 디지털굴절당도계(Atago DBX-55, Japan)로, 총산 함량은 0.1N NaOH로 적정하여 사과산으로 환산하여 표시하였다. 과피색은 색차계(Color Tehno System JX777, Japan)로 과실 적도면에서 과실당 3회 측정하여 Hunter value로 표시하였다. 호흡량과 에틸렌 발생량은 1.8L 용기에 과실을 1개씩 넣고 20℃ 용기에 과실 1개를 넣고 밀봉하여 20℃ 항온실에서 2시간 방치한 후 head space에서 1mL gas를 채취한 후 TCD와 FID를 장착한 GC(HP 6990)에서 각각 분석하였다.

결과 및 고찰

1) 수확전낙과율

표 1. AVG 살포시기 및 농도가 ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과율에 미치는 영향

AVG 처리		수확전 낙과율(%)		
시기(월/일)	농도(mg·L ⁻¹)	8월 20일	9월 3일	9월 10일
7/28	75	4.53 b	13.91 bc	21.19 bc
7/28	100	2.10 b	7.37 c	13.65 c
8/03	75	2.43 b	12.33 bc	19.50 bc
8/03	100	5.61 b	14.85 bc	24.32 bc
무처리	-	35.90 a	74.64 a	93.30 a

예정수확일인 8월 20일에 조사한 수확전 낙과율은 무처리수에서 35.9%로서 가장 높았다. 7월 28일과 8월 3일에 AVG 75 및 100mg·L⁻¹ 살포수에서는 살포농도와 살포시기에 관계없이 수확전 낙과율이 2.1~5.6%였다. 한편 수확기를 늦출수록 모든 처리수에서 수확전 낙과율이 크게 증가하였다. 관행수확일보다 2주 정도 수확일을 지연시켜 9월 3일에 수확할 때에는 7월 28일에 AVG 100mg·L⁻¹를 처리한 나무는 낙과율이 7.4%로서 AVG 75mg·L⁻¹를 살포하거나 8월 3일에 AVG 100 또는 75mg·L⁻¹를 살포한 나무들의 낙과율 12.3~14.9%보다 적었으며 이때의 무처리수의 수확전 낙과율은 74.6%에 달하였다. 한편 9월 10일 까지 나무에 두었을 때는 7월 28일에 AVG 100mg·L⁻¹를 처리한 나무에서도 낙과율이 13.7%에 달했으므로 실용적인 견지에서 AVG 처리과실을 이 시기까지 수확을 늦추는 것은 수확전 낙과로 인한 손실 때문에 비경제적일 것으로 판단되었다. 따라서 AVG 처리 과실의 수확기연장 가능일수는 2주 정도 일 것으로 판단되었다.

2) 수확기 연장에 따른 과실 비대 정도

표 2. AVG 살포시기 및 농도가 ‘쓰가루’ 사과외 과중에 미치는 영향

AVG 처리		과중(g)		
시기(월.일)	농도(mg·L ⁻¹)	8월 20일	9월 3일	9월 10일
7/28	75	238.0 a	284.9 a	286.3 a
7/28	100	236.8 a	275.2 a	274.8 a
8/03	75	240.5 a	272.3 a	282.7 a
8/03	100	259.4 a	274.3 a	287.4 a
무처리	-	244.2 a	-	-

8월 20일에 수확하였을 때는 AVG 처리과와 무처리과 간에는 과중의 차이가 없었다. 그러나 무처리과는 수확전 낙과율이 8월 20일에 35.9%에 달하여 그 이전에 이미 수확을 끝내야 하므로 과중이 240g 이하일 때 수확을 완료해야한다. AVG 처리과는 9월 3일까지 수확전 낙과율이 7.4~14.9%의 범위에 그치므로 그때까지 수확기 연장이 가능하며 수확기 연장동안에는 평균 33.08g(14.9~46.9g)의 과중이 증가되는 효과가 있었다. 따라서 AVG를 처리하면 수확전 낙과를 방지할 수 있을 뿐 아니라 수확시기를 2주 정도 연장할 수 있게 되어 과중이 약 30g 이상 증가된 대과 생산이 가능하였다. 9월 3일부터 9월 10일 까지는 과중의 증가는 크지 않은 반면 수확전 낙과율은 크게 늘어났으므로 AVG 처리에 따른 수확기 연장 가능 기간은 관행수확기 이후 2주 정도 까지 인 것으로 생각되었다.

3) 과실 정도

표 3. AVG 살포시기 및 농도가 ‘쓰가루’ 사과외 과실경도에 미치는 영향

AVG 처리		과실 정도(kg/Φ 8mm)		
시기(월/일)	농도(mg·L ⁻¹)	8월 20일	9월 3일	9월 10일
7/28	75	3.28 a	3.12 a	2.95 a
7/28	100	3.21 a	3.15 a	2.98 a
8/03	75	3.34 a	3.14 a	2.94 a
8/03	100	3.20 a	3.05 a	2.94 a
무처리	-	3.24 a	-	-

관행 수확일인 8월 20일에 조사한 과실경도는 AVG 처리유무에 관계없이 3.20~

3.34 kg/48mm 의 범위로서 처리간 차이가 인정되지 않았다. 수확시기를 2주 정도 늦추어 수확할 경우에는 경도 3.05~3.15의 범위로 8월 20일 수확과실보다 줄어드는 경향은 있었으나 감소 폭은 그다지 크지 않았다.

4) 가용성 고형물

표 4. AVG 살포시기 및 농도가 ‘쓰가루’ 사과의 가용성 고형물 함량에 미치는 영향

AVG 처리		가용성 고형물(°Brix)		
시기(월/일)	농도(mg·L ⁻¹)	8월 20일	9월 3일	9월 10일
7/28	75	11.9 a	12.4 a	12.8 a
7/28	100	11.5 a	12.2 a	12.5 a
8/03	75	10.9 a	11.5 a	12.2 a
8/03	100	11.0 a	12.0 a	12.7 a
무처리	-	12.2 a	-	-

관행수확일인 8월 20일에 조사한 과실의 가용성 고형물 함량은 AVG 처리 과실이 무처리 과실보다 다소 낮은 경향을 보였다. 그러나 수확기를 2주정도 늦출 경우에는 가용성 고형물함량이 0.7 정도 증가하여 관행수확기(8월 20일)의 무처리 과실의 가용성 고형물 함량과 비슷하였다.

5) 총산 함량

표 5. AVG 살포시기 및 농도가 ‘쓰가루’ 사과의 산 함량에 미치는 영향

AVG 처리		산 함량(%)		
시기(월/일)	농도(mg·L ⁻¹)	8월 20일	9월 3일	9월 10일
7/28	75	0.37 a	0.31 a	0.28 a
7/28	100	0.34 ab	0.31 a	0.28 a
8/03	75	0.34 ab	0.30 a	0.26 a
8/03	100	0.33 ab	0.31 a	0.28 a
무처리	-	0.31 b	-	-

관행수확일인 8월 20일에 조사한 과실의 총산 함량은 AVG 처리과실이 무처리 과실보다 높은 경향을 보였다. 그러나 수확시기를 2주 정도 늦출 경우에는 총산함량이 0.2~0.6% 정도 줄어들어 관행수확일의 무처리과의 총산함량과 비슷하게 되었다.

6) 호흡량 및 에틸렌

표 6. AVG 살포시기, 회수 및 농도가 ‘쓰가루’ 사과에 미치는 영향

AVG 처리		호흡량(CO ₂ mL·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)		
시기(월/일)	농도(mg·L ⁻¹)	8월 20일	9월 3일	9월 10일
7/28	75	12.54 ab	13.00 a	10.67 b
7/28	100	6.25 b	10.67 b	12.04 ab
8/03	75	9.71 b	11.21 b	10.96 b
8/03	100	10.46 b	11.58 ab	12.67 a
무처리	-	15.17 a	-	-

관행수확일인 8월 20일에 조사한 과실의 호흡량은 AVG 처리 과실이 무처리 과실보다 낮았다. 그리고 수확기가 2 및 3주 늦어짐에 따라 호흡량은 다소 상승하였으나 관행수확일에 조사한 과실의 호흡량 보다는 훨씬 낮았다.

한편 에틸렌은 8월 20일에 수확한 무처리 과실에서만 1.26 μ l·kg⁻¹·h⁻¹의 발생량을 나타내었으며 AVG 처리 과실은 처리시기 및 농도에 관계없이 8월 20일과 9월 3일 및 9월 10일 모두 에틸렌이 감지되지 않았다(데이터 생략).

7) 착색도

표 7. AVG 살포시기 및 농도가 ‘쓰가루’ 사과에 미치는 영향

AVG 처리		착색도(Hunter a)		
시기(월/일)	농도(mg·L ⁻¹)	8월 20일	9월 3일	9월 10일
7/28	75	-9.2 b	-8.3 bc	2.0 a
7/28	100	-13.8 b	-9.8 bc	1.2 a
8/03	75	-9.8 b	-11.9 c	-1.9 a
8/03	100	-11.0 b	-10.0 bc	-2.6 a
무처리	-	-2.7 a	-	-

관행수확일인 8월 20일에 조사한 무처리 과실의 착색도(Hunter a 값으로 표현)는

AVG 처리 과실보다 훨씬 커 안토시아닌 색소의 생성이 다소 이루어지기 시작함을 알 수 있었다. 이에 비하여 AVG 처리 과실들은 9월 3일 조사에서도 안토시아닌 색소의 생성이 거의 이루어지지 않았다. 그러나 9월 10일 수확과실에서는 AVG 처리 과실의 Hunter a 값이 높아져 8월 20일 수확한 무처리 과실의 Hunter a 값과 비슷하게 되었다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 관행수확일인 8월 20일의 23일전과 17일전의 AVG 75 및 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 살포는 어느 농도에서나 수확전 낙과를 효과적으로 방지할 수 있음을 알았다. 그리고 수확 과실의 가용성 고형물과 산 함량으로 미루어 볼 때 AVG 살포는 과실성숙을 2주 정도 늦추게 됨을 알 수 있었다. 또한 과실 수확일이 2주 지연됨에 따라 과중이 약 30g 정도 증가되어 대과생산이 가능하였다. 그러나 AVG 처리과실의 과실착색은 약 3주 정도 지연되었다.

요 약

경북 경산에 위치한 사과원에서 ‘쓰가루’/M.26 5년생을 공시하여 7월 28일 또는 8월 3일에 Aminoethoxyvinylglycine(AVG)을 75 또는 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 농도로 살포한 다음 8월 20일과 9월 3일 및 9월 10일에 수확전 낙과율과 과실품질에 미치는 영향을 조사하였다.

가. 수확전 낙과방지 효과는 AVG 75와 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 모두에서 우수하였으며, 살포시기는 7월 28일과 8월 3일 처리 사이에 큰 차이는 없었다. 그러나 7월 28일에 AVG $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 처리한 나무는 이때에 $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 살포하거나 8월 3일에 75 및 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 살포한 나무에서 보다 수확전 낙과가 좀 덜한 경향이 있었다.

나. AVG를 처리하지 않은 나무에서는 관행수확일인 8월 20일에 과중이 244.2g이었으며 이때는 수확전 낙과가 발생하였다. 따라서 수확전 낙과가 많이 발생하기 전에 수확해야 한다. 이때의 과중은 240g 이하인 반면 AVG 처리 과실은 9월 3일까지 나무에 달아 두어도 7.4~14.9% 만 낙과하므로 이때까지 수확일의 연장이 가능하다. 약 2주간의 수확일 연장으로 평균 33.0g의 과중증가효과가 나타났다.

- 다. 8월 20일에 수확하였을 때 AVG 처리과실과 무처리 과실 사이에는 과실 경도의 차이가 없었다. AVG 처리과실의 수확기를 약 2주 정도 연장시키면 경도가 다소 낮아졌지만 감소의 폭은 크지 않았다.
- 라. 8월 20일 수확시의 과실의 가용성 고형물 함량은 AVG 처리과실이 무처리 과실보다 다소 낮은 경향이 보였으나 그 차이는 무시할 정도였다.
- 마. 8월 20일 수확시의 총산 함량은 AVG 처리 과실이 무처리 과실보다 높은 경향이 있었다. 수확시기를 2주정도 늦추었을 때에는 총산 함량이 다소 감소하여 8월 20일에 수확한 무처리 과실과 비슷하였다.
- 바. 호흡량은 AVG 처리과실이 무처리 과실보다 훨씬 낮았으며 에틸렌은 무처리과실에서만 검출되었다.
- 사. AVG 처리 과실은 무처리 과실에 비하여 Hunter a 값이 현저히 낮아 적색색소의 생성이 크게 억제 되었다.

나. ‘쓰가루’ 사과에 전분반응지수에 기초한 Aminoethoxyvinylglycine의 살포적기 구명

재료 및 방법

2003년은 경주, 경산, 군위 및 영주의 4개 지역 과수원에서, 그리고 2004년은 경산의 영남대 과수원에서 이 시험을 실시하였다. 살포시기는 2003년과 2004년 시험한 모든 곳에서 ‘쓰가루’ 과실의 전분반응지수 0.5와 1.0 부근으로 하였다. 군위에서는 전분반응지수 1.5일 때에 AVG(리테인)를 살포하는 처리도 함께 두었다. AVG는 75 및 125mg·L⁻¹의 두 농도를 살포하였다. 전분반응지수는 각 지역별로 7월 중순부터 매 3일마다 수관바깥쪽에 위치한 중간크기의 과실들을 20과씩 수확하여 조사하였으며 그 평균치를 그 과수원의 전분반응지수로 하였다. 전분반응지수의 기준은 ENZA FRUIT 회사에서 만든 Procedure Manual을 참고하였다. 이에 의하여 과실의 성숙진행정도에 따른 전분지수의 변화를 0에서 6까지 7 단계로 구분하였다. 전분반응지수 0은 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 과실횡단면이 모두 보라색으로, 1.0은 과심부 안쪽조직만 노란색이고 그 밖의 모든 부위는 보라색으로, 2.0은 과심유관속까지 노란색으로 그리고 3.0은 과심유관속 바깥쪽 과육의 1/3정도가 노란색으로 변색되고 그 밖의 과육부위는 아직 보라색이 남아 있는 상태였다.



그림. 전분반응지수 index

전분반응지수 조사 방법은 그림과 같이 하였다.



그림. 전분반응지수 측정방법

과실경도는 fruit tester(FT011, Italy, ϕ 8mm plunger)를, 가용성 고형물함량은 Atago 디지털 굴절당도계(DBX-55, Japan)를 사용하여 측정하였고, 총산함량은 0.1N NaOH로 적정하여 사과산으로 환산하여 표시하였다. 호흡량 및 에틸렌 발생량은 1.8L 용기에 과실 1개를 넣고 밀봉하여 20℃ 항온실에서 2시간 방치한 후 head space에서 1mL gas를 채취하여 TCD와 FID를 장착한 GC(HP6990)를 이용하여 각각 분석하였다. 시험규모는 4반복(1주 1반복)으로 시험구 배치는 완전임의배치법으로 하였다.

결과 및 고찰

1) 2003년도

가) 지역별 시기별 전분반응지수의 변화

리테인 살포일 전후의 과실발육상황과 과실내 성분함량을 보면 표 8에서 볼 수 있는 바와 같이 전분반응지수가 평균 0.5 무렵에 도달된 시기는 경주 7월 21일, 경산 7월 30일, 군위 7월 30일, 영주 8월 4일 경이었다. 그리고 평균 1.0 무렵에 도달된 시기는 경주 8월 4일, 경산, 8월 7일, 군위 8월 10일, 영주 8월 15일 경이었다. 따라서 2003년도의 경우는 전분반응지수가 0.5에 도달하는 시기가 경북남부의 경주와 북부의 영주 사이에 약 14일, 그리고 1.0에 도달하는 시기는 10일의 차이가 있었다.

나) 리테인 살포에 따른 수확전 낙과방지효과

표 8. 전분반응지수에 기초한 AVG 살포와 ‘쓰가루’ 사과의 수확전낙과 방지효과 (2003)

지 역	살포일 (월/일)	전분반응 지 수	AVG농도 (mg·L ⁻¹)	수확전 누적 낙과율(%)			
				8/18	8/25	9/1	
경 주	7/21	0.4	75	0.00 b	3.79 b	10.59 b	
			125	0.29 b	1.18 b	4.98 b	
	8/4	1.0	75	0.31 b	4.26 b	10.48 b	
			125	0.29 b	4.71 b	12.04 b	
	무 처 리			-	1.36 a	48.09 a	72.24 a
	경 산	7/30	0.5	75	0.00 b	8.99 b	10.76 bc
125				0.00 b	0.00 b	0.00 c	
8/7		1.0	75	0.00 b	9.13 b	18.32 b	
			125	0.39 b	2.34 b	4.13 c	
무 처 리			-	6.29 a	37.59 a	53.12 a	
군 위		7/30	0.5	75	1.35 b	6.45 b	19.07 b
	125			0.34 b	2.75 b	5.04 b	
	8/10	1.0	75	0.71 b	6.17 b	13.97 b	
			125	0.28 b	3.77 b	8.35 b	
	8/18	1.5	75	7.01 a	32.49 a	42.13 ab	
			125	8.72 a	33.62 a	40.04 ab	
무 처 리			-	9.22 a	44.23 a	72.92 a	
영 주	8/4	0.5	75	0.00 a	1.39 b	1.96 b	
			125	0.00 a	0.00 b	1.19 b	
	8/15	1.0	75	0.00 a	0.00 b	0.00 b	
			125	0.00 a	0.00 b	0.00 b	
	무 처 리			-	0.00 a	7.35 a	76.19 a

2003년도에 실시한 시험결과를 보면 무처리의 경우 8월 18일 조사에서는 지역에 따

라 0~9.2%의 낙과가 생겨 났으며 8월 25일에는 37.6~48.1%의 낙과가 발생하였다. 전분반응지수 0.5와 1.0 일 때의 AVG 살포는 모든 시험수행지역에서 75와 125mg·L⁻¹의 어느 농도에서도 낙과방지효과가 우수하였다. 그러나 전분반응지수 1.5에 도달하는 시기(군위 8월 16일)는 이미 낙과가 7~9% 시작된 시기이므로 이 시기의 AVG 살포는 낙과방지효과를 전혀 얻을 수 없었다. 전분반응지수 0.5와 1.0일 때의 살포효과를 비교하면 0.5일 때 살포가 낙과방지에 다소 효과적인 듯하나 차이가 뚜렷하지는 않았다. 살포농도에 따른 효과는 경주, 경산, 군위의 과수원에서는 125mg·L⁻¹ 살포가 75mg·L⁻¹보다 더 우수하였으며 전분반응지수 0.5일 때 살포한 경우는 9월 1일 까지 나무에 달아 두어도 낙과율이 10% 미만이었다. 그러나 이 시기의 무처리에서는 낙과율이 53.12%(경산), 72.24%(경주), 71.92%(군위) 및 76.19%(영주)에 달하였다. 영주의 과수원에서는 9월 1일 까지 양 농도 모두에서 수확전 낙과가 거의 완벽하게 방지되었다.

다) 과실 품질에 미치는 AVG 효과

표 9. 전분반응지수에 기초한 AVG살포와 ‘쓰가루’ 사과의 과실품질

지 역	살포일 (월/일)	전분반응 지 수	AVG농도 (mg·L ⁻¹)	경 도		가용성고형물 (°Bx)		산 함량 (%)	
				(kg/♠ 11mm)					
				8/18	9/1	8/18	9/1	8/18	9/1
경 주	7/21	0.4	75	5.5a	5.0a	9.94a	11.51a	0.40a	0.30a
			125	5.5a	5.0a	10.51a	11.28a	0.38a	0.31a
	8/4	1.0	75	5.6a	5.0a	10.00a	11.94a	0.36a	0.26a
			125	5.6a	5.1a	10.20a	11.57a	0.36a	0.26a
무처리	-	-	5.6a	4.7a	9.84a	11.30a	0.35a	0.24b	
경 산	7/30	0.5	75	5.5a	4.9a	11.23a	12.30a	0.27a	0.23a
			125	5.6a	5.0a	11.63a	12.10a	0.26a	0.24a
	8/7	1.0	75	5.7a	5.4a	11.37a	13.40a	0.29a	0.22a
			125	6.1a	5.2a	11.50a	12.33a	0.28a	0.24a
무처리	-	-	5.7a	5.0a	11.73a	13.03a	0.29a	0.19b	
군 위	7/30	0.5	75	6.1a	5.0a	10.57a	11.90a	0.30a	0.25a
			125	5.9a	5.1a	10.30a	11.33a	0.27a	0.24a
	8/10	1.0	75	5.8a	5.1a	10.77a	11.57a	0.30a	0.25a
			125	5.8a	5.3a	10.77a	11.13a	0.28a	0.28a
8/18	1.5	75	-	5.2a	-	11.97a	-	0.26a	
		125	-	4.9a	-	11.80a	-	0.25a	
무처리	-	-	5.4a	4.7a	11.10a	11.23a	0.32a	0.22b	
영 주	7/30	0.5	75	5.90a	5.23	11.13a	12.03	0.31ab	0.30
			125	5.75a	5.23	10.77a	11.87	0.34b	0.30
	8/7	1.0	75	5.78a	4.75	10.60a	11.40	0.32b	0.30
			125	5.87a	4.80	11.13a	12.83	0.33b	0.31
무처리	-	-	5.85a	-	11.40a	-	0.29a	-	

과실 품질에 미치는 AVG의 영향을 보면 관행수확기(8월 18일)에는 무처리 과실과 처리 과실 간에 경도, 가용성고형물 및 산 함량에는 차이가 없었다. 그 2주 후인 9월 1일에는 경도, 가용성고형물에는 AVG 처리와 무처리간에 차이가 없었으나 산함량에서는 AVG 처리 과실이 무처리 과실보다 더 높았다.

라) 호흡량, 에틸렌 발생 및 전분반응지수에 미치는 AVG 효과

표 10. AVG 살포에 따른 ‘쓰가루’ 사과의 수확과실의 전분반응지수, 호흡량 및 에틸렌 발생(2003)

지 역	살포일 (월/일)	전분반응지수	살포농도 (mg·L ⁻¹)	호흡량 (CO ₂ mL/kg/h)	에틸렌 (uL/kg/h)	전분반응지수 (0~6)
군 위	7/30	0.5	75	14.86 b	0.98 b	2.7 b
			125	13.54 b	0.69 b	2.7 b
	8/10	1.0	75	14.33 b	1.11 b	2.3 b
			125	13.92 b	1.04 b	2.3 b
	8/18	1.5	75	15.19 b	0.90 b	3.3 ab
			125	17.05 b	1.23 b	3.5 a
무처리	-	-	-	18.32 a	7.74 a	3.8 a

군위의 ‘쓰가루’ 포장에서 조사한 결과를 보면 75 및 125 mg·L⁻¹의 어느 농도에서도 AVG 살포는 호흡 및 에틸렌 발생을 억제하고 전분반응지수를 낮추어 과실의 성숙을 상당히 지연시킴을 알 수 있다.

마) 과실착색에 미치는 AVG의 효과

표 11. 전분반응지수에 기초한 AVG 살포가 ‘쓰가루’ 사과의 착색도(Hunter a value)에 미치는 영향

지 역	살포일 (월/일)	전분반응 지 수	AVG농도 (mg·L ⁻¹)	착색도(hunter a)		
				8/18	8/25	9/1
경 주	7/21	0.4	75	-18.58 a	-11.00 b	-10.75 b
			125	-18.75 a	-12.67 b	-11.21 b
	8/4	1.0	75	-17.28 a	-11.78 b	-11.35 b
			125	-18.96 a	-13.44 b	-13.68 b
	무 처 리		-	-16.78 a	-9.44 a	-6.62 a
	경 산	7/30	0.5	75	-5.13 b	-0.89 b
125				-4.82 b	0.55 b	1.59 b
8/7		1.0	75	-6.59 b	-3.00 b	-1.15 b
			125	-7.46 b	-2.22 b	1.85 b
무 처 리		-	5.49 a	10.33 a	7.90 a	
군 위		7/30	0.5	75	-12.37 b	-4.78 b
	125			-8.08 b	-2.67 b	-1.09 c
	8/10	1.0	75	-11.76 b	-6.22 b	-1.21 c
			125	-7.32 b	-2.44 b	-4.59 c
	8/18	1.5	75	-	1.67 a	5.14 b
			125	-	3.11 a	3.77 b
무 처 리		-	-3.28 a	0.11 a	16.46 a	
영 주	8/4	0.5	75	-11.66 b	-9.00 b	-8.28 b
			125	-12.49 b	-7.55 b	-6.83 b
	8/15	1.0	75	-9.12 b	-7.11 b	-11.10 b
			125	-11.42 b	-9.67 b	-8.36 b
무 처 리		-	1.04 a	2.83 a	4.52 a	

AVG 살포는 어느 지역에서나 착색을 현저히 지연시켰다.

2) 2004년

가) 리테인 살포에 따른 수확전 낙과방지 효과

표 12. 전분반응지수에 기초한 AVG 살포와 ‘쓰가루’ 사과의 수확전낙과 방지효과 (2004)

전분반응 지 수	AVG농도 (mg·L ⁻¹)	수확전 누적 낙과율(%)			
		8/9	8/16	8/23	8/30
0.5	75	2.76a	23.02ab	53.44ab	74.63c
	125	1.15a	19.74ab	40.72abc	55.37b
1.0	75	2.20a	16.10ab	37.27bc	52.91ab
	125	2.37a	10.13b	25.64c	37.40ab
무처리	—	7.51a	26.90a	63.39a	100.00a

*약제 살포일은 전분반응지수 0.5일때 7월 22일과 1.0일 때인 7월 29일에 행함.

2004년도에 경산에서 실시한 시험결과를 보면 2003년도와 달리 낙과가 7일 정도 빨리 시작되었으며 같은 조사시기의 낙과율도 약 20% 정도 더 높았다. 그리고 AVG의 낙과방지효과도 살포시기(전분반응지수 0.5와 1.0)에 관계없이 현저히 감소하였다. 이 같은 살포효과의 감소는 7~8월의 계속된 이상고온에 기인한 것으로 추정되었다. 따라서 이상고온이 계속되는 해에는 AVG 살포만으로 ‘쓰가루’의 수확전 낙과를 효과적으로 방지하기는 어려울 것으로 판단되었다. 이 경우는 보다 조기에 수확하거나 작용기작이 다른 수확전 낙과방지제(예, 2,4-DP)를 AVG와 함께 살포하는 것도 한 방법이 될 것으로 판단되었다. 앞으로 이에 관한 시험의 필요성이 제기되었다.

나) 과실품질에 미치는 AVG 효과

표 13. 전분반응지수에 기초한 AVG 살포와 ‘쓰가루’ 사과의 과실품질(2004)

전분반응 지 수	AVG농도 (mg·L ⁻¹)	경도(kg/φ 11mm)		가용성고형물(°Bx)		산 함량(%)	
		8/16	8/23	8/16	8/23	8/16	8/23
0.4	75	6.2a	5.6a	13.7a	13.9a	0.27a	0.27a
	125	6.0a	5.5a	13.7a	13.2a	0.27a	0.27a
1.0	75	6.2a	5.5a	13.7a	13.8a	0.27a	0.24a
	125	6.0a	5.5a	13.7a	13.6a	0.27a	0.25a
무처리	—	5.6a	5.3a	14.0a	13.1a	0.27a	0.27a

전분반응지수에 기초한 AVG 살포는 8월 23일 까지 수확한 과실의 경우 과실경도를 다소 높이는 경향을 보였으나 통계적 유의차는 인정되지 않았으며 가용성고형물과 산 함량에는 별 영향을 미치지 않았다.

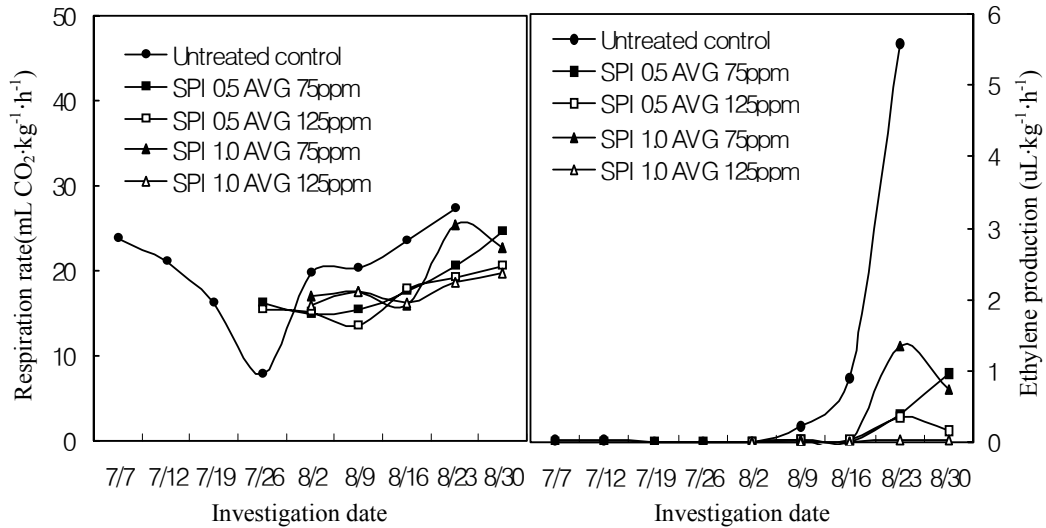


그림 1. AVG 살포에 따른 ‘쓰가루’ 과실의 호흡량과 에틸렌 발생량(2004)

호흡량과 에틸렌 생성량은 AVG 살포과실이 무처리 과실보다 적었으며, 살포시기에 따른 차이는 뚜렷하지 않았으나 살포농도가 높은(125 mg·L⁻¹)쪽이 낮은 쪽(75 mg·L⁻¹)보다 이들 생성량이 낮은 경향이 있었다.

요 약

이 시험은 2003년은 경북남부의 경주와 경산, 경북중부의 군위, 그리고 경북북부의 영주에서 그리고 2004년은 경산에서만 실시하였다. 2003년과 2004년에 경주, 경산, 영주에서는 AVG 살포적기의 범위로 판단되는 과실의 전분반응지수 0.5 및 1.0 내외에서 AVG를 살포하였다. 군위에서는 살포적기가 약간 지난 것으로 판단되는 전분반응지수 1.5 시기에 AVG를 살포하는 구를 첨가시켰다. AVG 살포농도는 75 및 125mg·L⁻¹로 하였다.

그 결과 2003년도의 시험수행 모든지역에서 전분반응지수 0.5와 1.0에 도달될 무렵의 AVG 살포는 75와 125mg·L⁻¹의 어느 농도에서도 ‘쓰가루’ 사과 수확전 낙과방지 효과가 우수하였다. 그러나 전분반응지수 1.5에 도달할 무렵의 AVG 살포는 수확전 낙과방지 효과가 아주 낮았다.

살포농도에 따른 효과의 차이는 크지 않았으나 경주, 경산, 군위에서는 125mg·L⁻¹가 75mg·L⁻¹ 보다 우수하였다. 영주에서는 양 농도 모두 수확전 낙과방지효과가 아주 우수하였다. 따라서 ‘쓰가루’ 사과에 대한 AVG의 살포적기는 전분반응지수 1.0 이하 일 때를 기준으로 함이 타당할 것으로 판단되었다.

과실품질에 미치는 리테인 살포의 영향을 보면 관행수확일(8월 20일경)에는 무처리 과실과 AVG 처리 과실간에 과실경도와 가용성 고형물 함량의 차이는 뚜렷하지 않았으나 AVG 처리과실에서 산 함량은 높은 경향이 있었고 착색은 상당히 억제되었다. 또한 전분반응지수, 호흡 및 에틸렌 발생은 AVG 처리과실에서 상당히 억제 되었다. 2003년도의 결과에서는 전분반응지수 0.5 일 때 125mg·L⁻¹의 AVG를 처리할 경우 9월 1일에도 ‘쓰가루’의 수확전 낙과를 5% 이하로 낮출 수 있어 수확시기를 관행수확일 보다 10일 정도 더 연장 할 수 있었다.

그러나 2004년도에는 전분반응지수 0.5와 1.0일때 AVG를 살포했음에도 불구하고 2002년도 보다 약 9일 먼저 낙과가 시작되었으며 관행수확일에 해당되는 8월 16일에는 AVG 처리 과실에서도 낙과가 많았으며 무처리와 큰 차이 없는 낙과가 발생하였다. 이 같은 살포효과의 감소는 2001년도와 마찬가지로 7, 8월의 계속된 이상고온에 기인하는 것으로 추정되었다. 따라서 이상고온이 계속되는 해에는 AVG만으로는 만족할 만한 ‘쓰가루’의 수확전 낙과방지를 기대하기 어려울 것으로 판단되었다.

2. AVG를 이용한 ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장에 관한 기술개발

서 론

‘홍로’ 사과는 1980년 스퍼어리브레이즈에 스퍼골든델리셔스를 교배하여 육성한 국내 육성 최초의 사과품종이다. 수확기는 9월 초·중순이나 남부지방에서는 8월 하순부터 수확이 가능하고 또 9월 중·하순까지 나무에 달아두어도 과숙 현상이 심하지 않는 품종으로 보고되고 있다. 과실의 크기는 300g 내외이고 과피색은 농홍색으로 매력적이며, 육질이 단단하고 당도는 높고 산미는 적어 추석사과로서 인기가 매우 높다. 비교적 고온기에 성숙됨에도 불구하고 그동안 수확전 낙과도 거의 문제되지 않았다. 그 결과 재배면적이 1992년 에 333ha에 불과했으나 2002년도에는 2065ha로 지난 10년 동안 재배면적이 6.2배 증가하였고 우리나라 전체 사과면적의 7%, 그리고 후지, 쓰가루와 함께 우리나라 3대 품종의 반열에 오르게 되었다. 반면 8월 중~하순에 수확되는 조생종 품종인 ‘쓰가루’는 수확전 낙과가 심하여 그 동안 수확전 낙과방지제인 안티폴(2,4-DP)을 살포하거나 수확전 낙과가 발생하기 전인 7월 하순~8월 초순에 미숙과를 수확·판매하여 왔다. 수확전 낙과방지제 안티폴(2,4-DP) 살포과실은 과실의 연화를 일으키고, 미숙과 수확은 품종 고유의 우수성을 훼손하게 되므로서 최근 ‘쓰가루’ 사과는 다른 품종의 과실에 비하여 상대적으로 낮은 가격이 지속되어 왔다. 그 결과 지난 10년 동안 재배면적이 거의 반으로 감소하였다.

그런데 최근에 기상 이변이 잦아짐에 따라 ‘홍로’ 사과에서도 수확전 낙과가 문제되기 시작하였다. 또 수확기가 늦어지면 과숙현상의 하나로서 알려진 과피에 왁스가 생성되어 끈적끈적해 지는 현상이 나타나기도 한다. 또한 ‘홍로’ 사과는 밀 증상이 심하고, 일소와 겹쳐지면 과육갈변이 일어나는 등 여러 가지 재배상의 문제점이 발생하고 있다.

본 시험에서는 사과의 수확전 낙과를 방지할 수 있고 성숙기를 지연시켜 과숙을 피할 수 있으며 또 밀 증상의 발생을 줄일 수 있는 것으로 보고된 에틸렌 생합성 억제제 Aminoethoxyvinylglycine(AVG, 리테인)을 이용하여 ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과방지 및 숙기연장에 관한 기술을 개발코저 한다.

가. '홍로' 사과의 수확전 낙과방지과 수확기 연장을 위한 AVG의 처리방법 구명

재료 및 방법

2002년 안동시에 위치한 사과원에서 '홍로'/M.26 5년생을 사용하여 이 시험을 실시하였다.

예비시험에서 관행수확일 3~4주전인 8월 초순에 AVG를 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 살포했던 사과실의 착색이 상당히 억제되는 경향이 있었으므로 이 시험에서는 살포시기를 관행수확일 15일 및 10일 전으로 늦추고 살포농도도 75 및 $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 낮추었으며 행해진 처리내용은 다음과 같다.

처 리 내 용	
1.	8월 20일 AVG $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ + 8월 25일 AVG $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 살포
2.	8월 20일 AVG $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ + 8월 25일 AVG $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 살포
3.	8월 20일 AVG $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 살포
4.	8월 20일 AVG $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 살포
5.	8월 25일 AVG $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 살포
6.	8월 25일 AVG $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 살포
7.	무 살 포

시험구는 1주를 1구로 하여 처리당 3반복으로 완전임의배치 하였다.

수확전 낙과율은 8월 30일과 9월 13일에 조사하였다. 과실 품질은 나무에 달린 과실 중에서 각각 주당 10과씩(처리당 30과)을 채취하였으며 그중 3개의 과실을 택하여 에틸렌 함량과 호흡량을 조사하였으며 나머지 과실들은 가용성 고형물, 산함량, 경도, 및 밀병지수를 조사하였다.

결 과 및 고 찰

1) 수확전 낙과

표 14. AVG처리가 ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과에 미치는 영향

AVG 처리		누적낙과율	
시기 (월/일)	농도 (mg·L ⁻¹)	8월 30일	9월 13일
8/20+8/30	75+50	5.69 a	18.84 a
8/20+8/30	50+50	6.70 ab	27.85 ab
8/20	75	9.06 ab	25.25 ab
8/20	50	6.90 ab	44.30 b
8/25	75	5.84 a	22.13 ab
8/25	50	15.15 b	43.04 b
무처리	-	9.71 ab	32.52 ab

2002년 안동의 시험포에서는 8월하순부터 낙과가 시작되었으며 8월 30일에는 수확전 낙과율이 5.69~15.15%, 9월 13일에는 18.84~43.04%로서 낙과가 심하게 발생하였다.

처리별 수확전 낙과방지효과를 보면 8월 20일과 8월 30일에 AVG를 75+50mg·L⁻¹ 또는 50+50mg·L⁻¹ 살포한 처리가 8월 20일 또는 8월 25일에 AVG 50mg·L⁻¹ 를 살포한 처리보다 낙과율이 다소 감소하는 경향이 있었으나 무살포와 통계적 유의차가 없는 것으로 미루어 어느 처리도 수확전 낙과방지효과를 인정할 수 없었다.

이 결과로 미루어 볼 때 안동지역의 관행수확일을 9월 5일로 본다면 그 보다 약 15~10일 전의 AVG 살포는 수확전 낙과방지효과를 기대하기에는 살포시기가 너무 늦은 것으로 판단되었다. 따라서 수확전 낙과방지효과와 수확기의 폭을 넓힐 수 있는 효과를 기대하자면 AVG 살포시기를 훨씬 앞당겨야 할 것으로 판단되었다.

2) 과실의 품질

표 15. AVG처리가 ‘홍로’ 사과의 과실품질에 미치는 영향

AVG 처리		가용성 고형물 (* Brix)		산 함량 (%)		경도 (kg/8mm Φ)	
시기(월/일)	농도(mg·L ⁻¹)	8/30	9/13	8/30	9/13	8/30	9/13
8/20+8/30	75+50	15.8 a	15.4 a	0.21 bc	0.18 b	3.7 b	3.2 ab
8/20+8/30	50+50	15.3 a	15.2 a	0.23 c	0.17 ab	3.7 b	3.4 b
8/20	75	15.9 a	15.6 a	0.20 ab	0.17 ab	3.6 ab	3.4 b
8/20	50	15.7 a	15.7 a	0.19 ab	0.17 ab	3.7 b	3.3 b
8/25	75	15.6 a	15.2 a	0.19 ab	0.17 ab	3.6 ab	3.4 b
8/25	50	14.8 a	15.2 a	0.17 a	0.15 a	3.7 b	3.4 b
무처리	-	15.0 a	15.2 a	0.17 a	0.15 a	3.5 a	3.0 a

8월 30일과 9월 13일에 조사한 가용성고형물은 AVG처리 과실과 무처리 과실 간에 차이가 없었다. 산 함량은 8월 20일과 8월 30일의 AVG 2회 처리과실이 무처리보다 더 높았다. AVG 1회 처리 과실은 무처리 과실보다 산함량이 다소 높은 경향은 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 과실 경도는 AVG 2회 및 1회 처리 모두가 무처리에 비하여 높은 경향을 보였다.

3) 착색 및 밀 증상 발생

표 16. AVG 살포가 ‘홍로’ 사과의 착색 및 밀증상 발생정도에 미치는 영향

AVG 처리		Hunter a		Hunter b		밀발생과율(%)	
시기(월/일)	농도(mg·L ⁻¹)	8/30	9/13	8/30	9/13	8/30	9/13
8/20+8/30	75+50	24.9 ab	29.8 b	26.1 ab	23.6 d	0.86 a	0.29 a
8/20+8/30	50+50	23.7 a	27.3 a	27.6 b	24.6 d	0.88 a	0.14 a
8/20	75	25.7 ab	29.5 ab	25.2 ab	23.0 cd	0.52 a	0.24 a
8/20	50	26.5 ab	30.7 c	25.6 ab	21.5 bc	0.90 a	0.62 a
8/25	75	27.4 ab	33.2 bc	25.0 ab	21.6 bc	0.62 a	0.29 a
8/25	50	30.1 b	33.8 c	24.4 a	20.1 ab	0.14 a	0.57 a
무처리	-	29.6 ab	32.3 bc	23.4 a	19.3 a	0.86 a	0.24 a

8월 30일에 조사한 과실의 적색의 정도를 나타내는 Hunter a 값은 처리간에 큰 차이가 없었으나 9월 13일 조사에서는 8월 20일에 AVG를 살포한 과실의 Hunter a 값

이 8월 25일의 AVG 살포 과실이나 무처리 과실의 그것보다 낮아지는 경향이 있었다. 과실의 녹색도를 나타내는 Hunter-b 값은 a 값과 반대로 AVG 2회 살포, 1회 살포, 무살포의 순으로 낮아지는 경향을 보였다. 따라서 AVG 살포 회수가 많을수록 그리고 살포시기가 빠를수록 성숙이 지연되어 안토시아닌 색소의 발현이 약간 늦어지고 엽록소 소실이 지연됨을 알 수 있었다. 그러나 착색개시 이후에 AVG가 살포되었으므로 착색지연의 정도는 눈에 띄일 만큼 크지는 않았다.

밀증상은 모든 구에서 매우 적게 발생하여 AVG의 영향을 평가할 수 없었다.

4) 에틸렌 발생 및 호흡량

표 17. AVG 살포가 ‘홍로’ 사과의 에틸렌 발생 및 호흡량에 미치는 영향

AVG 처리		에틸렌(uL/kg/h)		CO ₂ (mL/kg/h)	
시기(월/일)	농도(mg·L ⁻¹)	8/30	9/13	8/30	9/13
8/20+8/30	75+50	0.28 a	0.20 a	18.1 a	13.9 a
8/20+8/30	50+50	0.55 ab	0.51 ab	17.3 a	16.3 ab
8/20	75	0.65 ab	0.59 ab	23.2 b	21.5 bc
8/20	50	0.86 b	0.76 b	27.8 d	24.8 cd
8/25	75	0.39 a	0.33 ab	23.6 bc	20.5 bc
8/25	50	0.48 a	0.47 ab	27.2 cd	28.0 de
무처리	-	2.52 c	2.28 c	35.0 e	31.4 e

8월 30일과 9월 13일 조사에서 모든 AVG 처리 과실은 무처리 과실보다 에틸렌 생성이 크게 억제되었다. AVG 살포회수, 살포시기 및 살포농도에 따른 영향은 크지 않았다. 호흡량의 경우는 AVG 2회 살포가 1회 살포보다, 그리고 1회 살포에서는 75mg·L⁻¹ 살포가 50mg·L⁻¹ 살포보다 호흡량이 낮아지는 경향이 있었다. 살포 시기 간에는 차이를 인정하기 어려웠다.

요 약

2002년도 안동의 시험포장에서는 ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과가 많이 발생하였다. 관

행수확일(9월 5일)의 15일 전에 해당하는 8월 20일에 AVG 75 또는 $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 처리하고 다시 8월 30일에 AVG $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 살포하는 AVG 2회 처리구와 8월 20일에 AVG 75 또는 $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 살포하거나 8월 25일에 AVG 75 또는 $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 처리하는 AVG 단용구를 두고 이들의 수확전 낙과방지효과와 수확기 연장효과를 검토하였다. 8월 20일과 8월 30일에 AVG 2회 살포 또는 8월 20일과 8월 25일의 AVG 1회 살포는 ‘홍로’의 수확전 낙과를 효과적으로 방지할 수 없었다. 수확전 낙과방지효과를 얻기에는 살포시기가 너무 늦은 것으로 판단되었다 그럼에도 불구하고 과실의 경도, 산함량은 무처리구보다 AVG 처리구에서 높았고, 착색(Hunter a 값)은 지연되었으며 에틸렌 발생량과 호흡량이 크게 억제된 점으로 미루어 성숙을 지연시키는 효과는 있었다.

나. '홍로' 사과 수확전 낙과방지 및 수확기 연장을 위한 AVG와 2,4-DP의 살포 효과

재료 및 방법

2004년 경북 안동 및 경산의 2개지역에서 실시하였다. 2004년은 7~8월에 심한 고온이 계속되어 성숙기가 상당히 앞당겨질 것으로 예상되었으므로 관행수확기 약 1개월 전인 7월 30일(경산)과 8월 3일(안동)에 AVG와 2,4-DP 및 이들의 혼용효과를 검토하였다. 전분반응지수 및 과실 품질조사는 앞의 '쓰가루'의 시험에서와 같은 방법으로 하였다.

결과 및 고찰

1) 수확전 낙과

표 18. '홍로'의 수확전 낙과에 미치는 AVG와 2,4-DP 살포효과(안동)

처리(mg · L ⁻¹)		수확전낙과율(%)		
AVG	2,4-DP	8월 29일	9월 3일	9월 11일
75	-	13.7 a	36.0 a	65.8 c
-	30	11.0 a	36.1 a	54.6 bc
75	10	9.8 a	21.0 a	30.9 a
75	20	9.7 a	30.2 a	44.5 ab
75	30	13.4 a	31.7 a	55.1 bc
무처리		18.2 a	55.7 b	70.8 c

비고 : AVG 살포일, 8월 3일

표 19. '홍로'의 수확전 낙과에 미치는 AVG와 2,4-DP의 살포효과(경산)

처리(mg · L ⁻¹)		수확전낙과율(%)		
AVG	2,4-DP	8월 24일	8월 31일	9월 7일
75	-	8.8 a	20.7 a	31.3 a
75	20	8.9 a	23.3 a	33.3 a
-	20	13.3 a	22.4 a	29.1 a
무처리		15.5 a	48.1 b	57.3 b

비고 : AVG 살포일, 7월 30일

앞 시험에서 8월 20일 경의 AVG 살포는 수확전 낙과를 별로 감소시키지 못하였고 그 이유는 살포시기가 너무 늦어 탈리층 발달이 이루어진 다음 살포하였기 때문으로 추정하였다. 따라서 이번 시험에서는 살포시기를 관행수확기 약 1개월 전으로 하여 안동에서는 8월 3일, 경산에서는 7월 30일에 AVG 및 2,4-DP를 살포하였다.

안동에서는 8월 29일 조사에서 무살포는 이미 9.8~18.2%의 수확전 낙과가 발생하였다. 그리고 AVG, 2,4-DP 단용 및 혼용살포 효과도 뚜렷하지 않았다. 9월 3일까지 누적 낙과율을 보면 AVG나 2,4-DP 살포수에서도 21.0~36.1%의 많은 낙과가 있었음에도 불구하고 무살포의 48.1% 낙과에 비하여는 상당히 줄어들었다. 그러나 AVG 및 2,4-DP 단용처리와 이들의 혼용처리간에는 수확전 낙과방지효과에 차이가 없었다.

경산에서도 8월 24일 조사에서 이미 8.8~15.5%의 낙과가 발생하였으며 안동에서와 마찬가지로 이때는 수확전 낙과방지에 미치는 AVG와 2,4-DP의 단용 및 혼용처리 효과는 없었다. 그러나 8월 31일 및 9월 7일 조사에서는 AVG와 2,4-DP의 단용 및 혼용처리는 무처리에 비하여 누적낙과율이 절반정도 줄어들었으며 이들의 단용처리와 혼용처리간에는 낙과방지 효과의 차이가 없었다.

이상의 결과 AVG 75mg · L⁻¹를 '홍로'의 관행수확일 1개월 전인 7월 하순~8월 초순에 살포하거나 여기에 2,4-DP를 혼용하였을 경우 무처리에 비하여 수확전 낙과를 어느 정도(약 1/2정도) 감소시킬 수는 있으나 완전한 방지는 불가능함을 보여주었다. 이 결과는 75mg · L⁻¹의 AVG의 살포농도가 2004년도와 같은 고온하에서는 '홍로'의 수확전 낙과를 효과적으로 방지하기에는 너무 낮은 농도인지 아니면 살포적기를 잘 못 잡아 너무 늦게 살포한 때문인지 판단하기 어려웠다. 따라서 '홍로' 사과 수확전 낙과

방지에 관한 만족할 만한 기술개발이 이루어지기 위해서는 앞으로 이런 점에 관한 시험이 더 이루어질 필요가 있을 것으로 판단되었다.

2) 과실 품질 조사

표 20. '홍로'의 과실품질에 미치는 AVG와 2,4-DP 살포의 효과

(안동, 9월 4일 조사)

처리(mg · L ⁻¹)		착색	경도	산도	가용성고형물	전분반응지수
AVG	2,4-DP	(Hunter a)	(kg/11mm ϕ)	(%)	(°Brix)	(0~6)
75	-	27.4 a	6.34 ab	0.19 b	15.6 a	5.12 a
-	30	29.3 a	6.18 a	0.16 a	16.1 a	5.11 a
75	10	27.1 a	6.58 bc	0.18 ab	1.57 a	5.12 a
75	20	27.2 a	6.57 bc	0.18 ab	15.2 a	5.31 a
75	30	26.2 a	6.67 c	0.19 b	15.7 a	5.47 a
무처리		26.1 a	6.37 ab	0.17 ab	15.2 a	5.00 a

비고 : AVG 살포일, 8월 3일

표 21. '홍로'의 과실품질에 미치는 AVG와 2,4-DP 살포의 효과

(경산, 8월 31일 조사)

처리(mg · L ⁻¹)		착색	경도	산도	가용성고형물(전분반응지수
AVG	2,4-DP	(Hunter a)	(kg/11mm ϕ)	(%)	°Brix)	(0~6)
75	-	28.3 a	6.3 b	0.22 a	15.5 a	5.46 a
75	20	28.0 a	6.5 b	0.19 a	14.8 a	5.54 a
-	20	31.2 b	6.1 a	0.20 a	15.1 a	5.67 a
-	-	26.3 a	6.4 b	0.21 a	15.4 a	5.50 a

비고 : AVG 살포일, 7월 30일

9월 4일에 안동에서 수확한 '홍로' 과실의 경우는 착색도(Hunter a 값), 가용성고형물 및 전분지수에서는 AVG 및 2,4-DP의 단독 및 혼용처리의 영향을 크게 받지 않았다. 과실의 경도는 2,4-DP 처리에 의하여 감소 되었고, AVG + 2,4-DP 처리에 의하여 증가되는 경향을 보였다. 또 2,4-DP 처리는 산함량을 저하시키고 AVG 및 AVG + 2,4-DP 처리는 증가시키는 경향을 보였다. 9월 11일 조사결과에서는 AVG 살포의 경

도 증가와 2,4-DP 살포의 정도 감소효과가 더욱 뚜렷하였다(data 생략).

8월 31일 경산에서 수확한 '홍로' 과실에서는 2,4-DP 처리과실에서 착색이 증진되고 경도가 감소하였으나 그 밖의 산함량, 가용성고형물 및 전분지수에서는 처리간 뚜렷한 차이가 없었다.

요 약

앞의 시험결과로 미루어 볼 때 더욱 안정된 수확전 낙과방지효과를 얻기 위해서는 AVG의 살포시기를 더 빨리하고 또 수확전 낙과방지효과를 높이고 AVG가 갖는 착색 지연의 부작용을 줄이기 위해서는 AVG와 옥신계 낙과방지제 안티폴(2,4-DP)과의 혼용살포도 고려해 보아야할 것으로 판단되어 2004년 안동과 경산의 과수원에서 본 시험을 실시하였다.

2004년은 7~8월의 이상고온으로 '홍로'에서 수확전낙과가 많이 발생한 해였다. 안동과 경산에서 관행수확일 약 1개월 전인 8월 3일과 7월 31일에 현재 '쓰가루'에서 추천하고 있는 $75\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ AVG, $30\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 2,4-DP 및 $75\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ AVG + 10, 20, $30\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 2,4-DP를 살포하였다. AVG와 2,4-DP의 단독 및 이들의 혼용살포는 무살포에 비하여 '홍로'의 수확전 낙과를 1/2정도 감소시킬 수 있었으나 기대수준에 미치지 못하는 못하였다. AVG와 2,4-DP의 단독 및 이들의 혼용살포 효과를 보면 AVG는 정도와 산함량을 증가시키고 2,4-DP는 이들을 감소시키는 경향이 있어 AVG는 과실의 성숙을 지연시킴을 알 수 있었다. AVG와 2,4-DP의 혼용살포는 정도와 산함량에 미치는 영향이 AVG 단독살포와 차이가 없었다. 성숙기의 이상고온하에서도 '홍로'의 수확전 낙과를 만족할 만한 수준으로 낮추기 위해서는 AVG의 살포농도, 살포시기 및 AVG와 2,4-DP의 혼용 또는 분리살포 효과 등에 대한 재검토가 요구된다.

제 2 절 봉지재배 ‘감홍’ 사과외 고두병 방지기술 개발



그림. ‘감홍’ 사과의 고두병 증상

서 론

‘감홍’ 사과는 원예연구소에서 ‘스퍼어리브레이크’에 ‘스퍼골든텔레셔스’를 교배하여 육성한 사과품종이다. 숙기는 10월 초·중순이며 과중이 350~400g 되는 대과종으로 품질이 아주우수하고 풍산성이다. 수확전 낙과와 열과가 없어 재배가치가 매우 높은 중생 품종 중의 하나이다. 그럼에도 불구하고 과면에 동녹이 심하여 봉지재배하지 않으면 상품성이 크게 떨어지므로 봉지재배가 필수적이다. 또한 고두병 발생이 매우 심하다.

사과 고두병은 과실의 칼슘결핍장애로 알려져 있다. 고두병 발생에 관여하는 요인들은 매우 많다. 그 중 과도한 신초생장, 대과생산, 질소 및 칼리 다비, 강전정, 강적과, 뿌리의 활력감소, 토양수분부족, 과도한 대기습도, 미숙과 수확 등은 고두병 발생을 촉진하는 요인 들이다. 그중에서도 질소다비에 의한 왕성한 새가지 생장, 칼리의 과다사용, 결실부족 또는 과다적과에 따른 대과생산, 토양수분 스트레스는 고두병 발생을 조장하는 주된 요인들인 것으로 알려지고 있다. 고두병 발생원에서는 고두병 발생요인들을 감소시키도록 노력함과 함께 수체 특히 과실에 직접 칼슘을 살포하여 과실의 칼슘함량을 높이는 것이 고두병 발생을 줄이는 일반적인 방법이다. 외국의 경우 고두병 다발원에서는 보통 생육기 동안 칼슘을 5~8회 정도 살포토록 권장하고 있다. 그러므로 ‘감홍’처럼 동녹방지를 위하여 봉지재배를 하는 품종에서는 봉지를 씌운 후에는 칼슘을 수체에 살포하더라도 칼슘이 과실에 직접 부착되지 않으므로 과실의 칼슘함량의 증가효과를 기대하기 어렵다. 따라서 봉지씌우기 전이나 봉지벗긴 후에 칼슘을 가급적 자주 살포할 수밖에 없다. 그러므로 ‘감홍’의 고두병은 재배적 방법을 통하여 과실중의 칼슘이 부족해지지 않도록 관리하는 것이 무엇보다도 중요하다. 그동안 우리나라에서는 ‘감홍’처럼 고두병은 아주 심하나 품질이 아주 우수하여 경제성이 뛰어난 품종이 없었으므로 고두병 방지에 적합한 재배관리방법에 관한 체계적인 연구가 없었다. 또한 봉지재배하는 품종에 대하여 과실의 칼슘함량을 최대로 높일 수 있는 칼슘살포방법에 관한 체계적인 연구도 드물다. 따라서 이 연구는 먼저 현재 고두병이 상당히 발생하고 있는 ‘감홍’ 사과원들을 택하여 재배관리상의 어떤 요인들이 그 발생에 깊이 관여하고 있는지 조사하고자 한다. 그리고 봉지재배하는 ‘감홍’ 사과에서 칼슘함량을 최대로 높일 수 있는 방법을 구명하므로써 ‘감홍’의 고두병 발생비율을 크

게 낮추어 현재 정채상태에 있는 '감홍'의 재배면적을 크게 확대시키기 위한 목적으로 실시하였다.

1. '감홍' 사과원의 관리방법에 따른 고두병 발생정도 조사

재료 및 방법

경북 포항(3개 과원), 군위(1개 과원), 영천(2개 과원), 안동(5개 과원), 문경(1개 과원) 지역으로부터 M.26에 접목된 4~7년생 '감홍' 나무들이 재식된 12개 사과원을 선정하여 신초 생장량, 도장지 발생 정도, 시비 관리 상황, 토양·잎·과실의 무기성분 함량, 토양 pH, 유기물 함량, 전기 전도도(EC, electrical conductivity), 칼슘 수채 살포 횟수 및 고두병 발생률을 조사하였다.

토양·잎·과실 시료는 9월 중순에 채취하였으며, 고두병 발생률이 평균되는 나무를 과수원 당 5주 씩 선정하였다. 토양은 나무 원줄기를 중심으로 사방 50cm 정도 떨어진 곳에서 표층에서부터 깊이 20cm까지의 토양을 채취하였으며 채취한 토양은 그늘에서 풍건하여 잘게 부수어 0.2mm 체로 쳐서 분석 시료로 사용하였다. 신초 생장량은 지상 1.0~1.5m 사이의 원줄기에 부착된 측지를 택하여 그 선단부에 위치한 새가지 중에서 발생 각도가 수평~30°내외되는 새가지들의 길이를 나무당 10개씩 조사하였다. 도장지 수는 이들 측지의 등에서 나온 세력이 왕성한(길이 40cm 이상) 새가지 수를 조사하였다. 잎은 새가지의 중간부에 부착된 건전한 성엽을 가지당 2매씩 나무당 약 20매 되게 채취하여 세척후 70°C에서 건조하였으며, 과실은 고두병 발생이 중 정도인 과실과 건전 과실을 나무당 각각 5과씩 채취하여 과피와 과육을 분리한 다음 동결 건조하여 마쇄한 것을 분석시료로 사용하였다.

식물체의 질소는 켈달 분석법으로 정량하였으며, K, Ca, Mg은 $H_2O_2-H_2SO_4$ 로 분해하여 원자흡광분광광도계(Varian, Spectr AA-20, USA)를 사용하여 측정하였다.

토양의 양이온 분석은 시료 5g에 1N- CH_3COONH_4 (pH 7.0) 50mL를 가하여 30분간 진탕한 다음 여과하여 유도결합플라즈마발광분석장치(ICP, Perkin Elmer, Optima 3000SC, USA)를 사용하여 측정하였다.

토양의 pH와 EC는 삼각플라스크에 풍건 토양과 증류수를 각각 1:5되게 넣어 30분간 진탕하여 pH는 pH 미터기(TOA, Japan)를, EC는 전기전도도계(Metrohm, Swiss)를 사용하여 측정하였다. 토양 유기물 함량은 풍건 토양을 100℃에서 6시간 건조하여 400℃ 전기로에서 6시간 회화(灰化)시켜 회화전과 회화후의 무게를 비교하여 표기하였다.

결과 및 고찰

가. 비배 관리 방법에 따른 새가지 생장과 고두병 발생률

조사 과원 중 ‘비배 관리 방법 설문’ 조사에 응한 과원은 11개이고, 그중 칼슘액을 수채 살포한 과원은 5개였다. 이들의 비배 관리 방법과 그에 따른 고두병 발생률과 새가지 생장 정도는 표 1과 같다. 화학비료의 시용량을 보면 질소는 0~28kg/10a의 범위이고, 칼륨은 질소의 80~90%정도였다. 유기물은 매년 다양한 재료들이 상당량 사용되는 것으로 확인되었으나 조사과원에 따라서는 재료의 질과 양을 모두 정확히 조사하는 일은 불가능하였으므로 표에서 설문 조사시 원주가 적어준 그대로 기록하였다.

표 1. Rate of fruit with bitter pit and shoot growth of 'Gamhong' apple trees by fertilization management and Ca leaf spray.

No.	Orchard Area	Chemical fertilizer (N:P:K kg/10 a)	Organic substance		Ca spray		Bitter pit fruit (%)	Shoot length (cm)	No. of Water sprouts /branch
			Source ^z	Amount (kg/10 a)	Source	No.			
1	Pohang	24:12:20	CM	10,000	Non spray		12.0±9.2 ^y	28.1±4.9	0.64
2	"	-	-		Non spray		30.0±19.7	33.4±5.9	1.08
3	"	24:12:20	CM+CMW		Non spray		15.8±12.4	26.9±8.9	0.36
4	Yeongcheon	4:0:4	PM		Non spray		53.5±22.4	36.5±4.8	2.79
5	"	28:20:23	ChM		Non spray		34.3±19.7	33.4±8.8	1.81
6	Andong	7:4:5:5	PM+BOC	1000 400	Non spray		49.0±18.5	36.8±3.7	1.50
7	"	23:6:20	SC		Non spray		22.7±19.9	31.1±6.5	1.33
8	"	9.6:4.8:8	AC	120	Calsence	3	1.0±2.0	31.1±8.4	1.16
9	"	5.4:1.8:5.4	PM+BC	3000	Calsence	2	15.0±7.0	17.9±1.1	0.00
10	"	0:0:0	BOC	800	Calsence	2	0.0±0.0	22.2±4.3	0.10
11	Gunwi	0:0:0	PM	2000	Calcium chloride	2	18.0±10.7	23.1±3.9	0.21
12	Mungyong	0:0:0	DM	4,500	Calcium phosphate	2	12.0±6.2	20.1±3.3	0.04

^zCM, cattle manure; PM, pig manure; ChM, chicken manure; CMW, Chinese medicine waste; SC, sawdust compost; BC, bark compost; AC, amino acid contain compost; BOC, Bean oil cake; DM, decomposed manure.

^yStandard error of the mean.

화학비료 사용량은 돈분, 계분 등을 사용한 과수원에서는 우분, 톱밥 발효 퇴비 등을 사용한 과수원보다 적었다.

돈분, 계분 등을 사용한 과원에서는 우분, 톱밥발효퇴비 등을 사용한 과원보다 새가지 생장이 왕성하고 도장지 발생이 많았으며 고두병의 발생률도 더 높았다. 한편 염화칼슘, 칼센스 등 칼슘 용액을 수체 살포한 과원에서는 돈분, 계분과 같은 유기물은 사용하지 않았으며 화학비료의 사용량도 칼슘을 살포하지 않은 과수원 보다 적었다. 따라서 이들 과원에서는 새가지 길이 및 측지당 도장지 발생수도 적고 고두병 발생률도 매우 낮았다.

비료 성분 함량이 높고 분해 속도가 빠른 유기물 사용은 질소, 칼륨 등 비료성분을 생육기 중에 끊임없이 용출시키고 뿌리는 이를 흡수하여 새가지 생장을 왕성하게 함으로써 과실과 가지간의 칼슘 흡수 경쟁을 심화시킨다 (Bramlage, 1994). 또한 유기물로부터 용출된 NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} 와 같은 양이온들이 토양중에 많이 축적되면 상호 길항 작용에 의하여 뿌리를 통한 칼슘의 흡수 또는 과실 세포벽에서의 칼슘의 결합을 억제하므로써 칼슘 결핍 장애의 발생을 증가시킨다 (Ferguson과 Watkins, 1989).

나. '감홍' 사과원의 영양 상태

고두병 발생과와 정상과의 무기성분 함량: '감홍'의 과피 반점 증상 역시 다른 품종들의 고두병 증상과 동일하게 과피와 그 바로 아래 과육 조직에서 발생한다. 그 동안의 연구 보고에 의하면 과피와 과육의 무기 성분 함량, 특히 칼슘 부족이 고두병 발생과 깊은 상관이 있으며, 이들 중 과피의 칼슘 함량이 과육의 그것보다 상관관계가 더 커서(Van Der Boon, 1968), 고두병 발생 예찰시에는 과피 분석을 주로 이용하고 있다(Chiu와 Bould, 1977; Drake 등, 1974; Kidson 등, 1963).

표 2. Mineral composition in fruit skin of 'Gamhong' apple with (BT) and without (Nor) symptoms of bitter pit.

Orchard		Mineral composition (mg·kg ⁻¹)							
No.	Area	N		K		Ca		Mg	
		Nor	BT	Nor	BT	Nor	BT	Nor	BT
1	Pohang	5160	5042	9171	11760	684.8	377.0	1779	1107
2	"	4287	3918	13536	11873	410.7	243.1	1437	1227
3	"	4497	3817	11843	12764	496.7	303.3	1727	1329
4	Yeongcheon	5490	6725	12812	16622	660.5	425.9	2237	1790
5	"	3728	3583	10928	11961	392.8	281.1	1521	1276
6	Andong	5702	6830	14497	15481	462.8	319.6	2304	1854
7	"	4160	4293	10772	12201	412.4	273.3	1763	1532
8	"	4227	3712	10317	10663	434.5	330.7	1627	1253
9	"	4543	4362	11228	11935	499.6	312.3	1891	1278
10	"	5795	5080	9513	11512	607.4	313.0	1891	1581
11	Gunwi	3142	3377	11211	10631	415.6	343.8	1699	1386
12	Mungyong	4803	5600	11256	13463	891.3	572.6	2001	1684
Average		4628	4696	11423	12572*	530.8	341.3**	1823	1441**

***Significant at $P \leq 0.05$ or $P \leq 0.01$ by paired t -test, respectively.

표 3. Mineral composition in fruit flesh of 'Gamhong' apple with (BT) and without (Nor) symptoms of bitter pit.

Orchard		Mineral composition (mg·kg ⁻¹)							
No	Area	N		K		Ca		Mg	
		Nor	BT	Nor	BT	Nor	BT	Nor	BT
1	Pohang	2502	2602	9402	11275	216.1	182.9	619.9	476.9
2	"	2682	2252	10209	9881	211.8	151.3	457.0	369.8
3	"	2318	2473	9541	10276	208.9	154.8	554.0	415.0
4	Yeongcheon	2458	3185	9247	11681	206.6	146.5	497.7	446.3
5	"	1728	2063	8216	10144	186.5	151.1	457.1	388.0
6	Andong	2928	3213	9978	11076	187.6	201.9	575.2	489.5
7	"	2006	2157	8790	10067	193.9	135.4	475.3	409.5
8	"	1817	1965	9244	9085	204.1	155.1	563.7	391.0
9	"	1882	2422	9146	8948	219.0	152.2	432.2	415.5
10	"	3830	3440	11132	10727	201.3	156.7	528.7	488.0
11	Gunwi	1522	1527	10190	9658	191.0	150.0	434.1	347.0
12	Mungyong	1627	1645	9571	9356	240.0	166.2	511.6	421.8
Average		2275	2412	9556	10181	205.6	158.7**	508.9	421.5**

**Significant at $P \leq 0.01$ by paired *t*-test.

이 연구에서도 조사 과원들에서 채취한 과피 반점과와 정상과의 과피에서 무기 성분 함량을 조사하였다. 그 결과 과피 반점과와 정상과 사이에 질소는 차이가 없었고, 칼륨은 과피 반점과에서 10.07% 더 높았으며, 칼슘과 마그네슘은 정상과에서 각각 35.69%와 20.93% 더 높았다(표 2). 한편 과육의 무기성분 함량을 보면 질소와 칼륨은 과피 반점과에서 각각 6.02%와 6.52% 높았으나 통계적 유의성은 없었고, 칼슘과 마그네슘은 건전과에서 각각 22.8%와 17.16% 더 높았다(표 3).

따라서 '감홍' 사과의 과피 반점은 칼슘 결핍에 기인하는 고두병과 동일한 생리장해

임을 알 수 있다. 고두병은 과실의 칼슘 함량이 낮을 때 발생하지만 그 밖의 다른 무기성분들도 고두병 발생에 관여하고 있는 것으로 알려져 있다. 질소 비료를 과다사용하거나 과실의 질소 함량이 높아지면 고두병 발생이 증가한다(Yamazaki 등, 1962). 또 과실이 K/Ca 또는 K+Mg/Ca 비가 높을수록 고두병 발생이 많으며(Van Lune과 Van Goor, 1979), 칼륨이나 마그네슘 용액을 과실에 직접 살포하거나(Cooper와 Bangerth, 1976; Van Der Boon 등, 1968) 마그네슘 용액에 과실을 침지함으로써(Kim과 Lee, 2000) 고두병 발생을 유기시킬 수도 있다.

그럼에도 이 조사에서는 과피 반점과의 과피와 과육 모두에서 Mg 함량이 정상 과실의 그것보다 크게 낮아 앞의 보고들과는 다른 결과를 보였다. 그 이유는 아마도 ‘감홍’ 과수원에서 행하고 있는 농후 유기물과 화학비료 과다사용의 관행에 따라 토양에 과다 축적된 K^+ 와 NH_4^+ 이온들에 의하여 칼슘뿐 아니라 마그네슘의 흡수와 과실 속으로 이행 역시 감소한 것으로 추정되었다.

엽 및 토양내 무기성분 함량: 엽분석 결과 질소 16.0~24.6, 칼륨 15.0~24.0, 칼슘 8.7~18.5, 그리고 마그네슘은 4.2~6.7 $g \cdot kg^{-1}$ 의 범위이며, 각 성분의 평균은 질소 20.1, 칼륨 18.5, 칼슘 12.2, 그리고 마그네슘 5.3 $g \cdot kg^{-1}$ 였다(표 4).

표 4. Mineral composition in leaves of 'Gamhong' apple trees in various orchards.

Orchard		Mineral composition(g·kg ⁻¹)			
No.	Area	N	K	Ca	Mg
1	Pohang	21.1	21.3	10.4	4.8
2	"	21.2	24.0	8.7	4.2
3	"	21.8	22.2	10.0	4.6
4	Yeongcheon	20.5	18.6	10.1	5.3
5	"	17.5	13.5	10.6	4.7
6	Andong	22.5	20.7	12.8	5.5
7	"	20.8	18.7	10.2	4.7
8	"	17.2	20.0	11.1	5.2
9	"	19.1	15.1	15.0	5.0
10	"	24.6	15.7	18.5	6.0
11	Gunwi	16.0	16.7	17.7	6.7
12	Mungyong	18.7	15.0	11.0	6.2
Average		20.1±2.4 ^z	18.5±3.2	12.2±3.1	5.3±0.7

^zStandard error of the mean.

우리나라 '감홍' 사과나무는 아직 엽분석을 행하여 표준 농도 범위를 설정한 성적이 없어 그 과부족을 추정하기에는 무리가 있으나 농촌진흥청(RDA, 1988)에서 정한 '후지'/M.26 사과나무 엽내 무기성분 기준농도범위(양토의 경우 질소 22.1~26.8, 칼륨 13.0~17.4, 칼슘 7.9~11.8, 마그네슘 1.6~2.7 g·kg⁻¹)와 비교해보면 질소는 비교적 낮고 칼륨, 칼슘 및 마그네슘은 높은 편이었다. 잎의 질소 함량은 생육 후기에는 감소하는 것으로 알려지고 있다. 따라서 '감홍' 잎의 질소 수준이 '후지'에서 정한 기준농도 범위보다 훨씬 낮은 것은 '감홍'의 유전적 특성일 수도 있으나 엽 채취 시기(9월 중순)가 영양진단을 위한 표준 엽 채취 시기(7월 하순~8월 초)보다 훨씬 늦어진 데에도 그 원인의 일부가 있을 것으로 여겨진다.

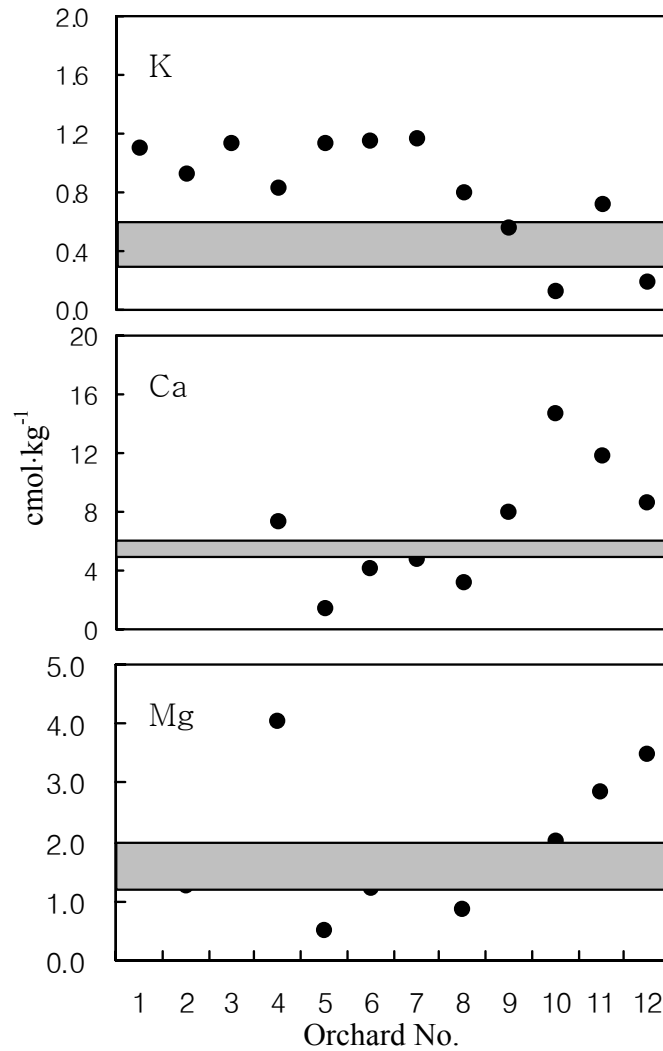


그림 1. Distribution of exchangeable cation concentration in the soil of 'Gamhong' apple orchards. Shaded area represents appropriate range of exchangeable cation in apple orchard soil proposed by National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAST).

조사과원 토양의 분석 결과 치환성 칼륨은 0.56~1.90, 치환성 칼슘은 1.38~14.70, 그리고 치환성 마그네슘은 0.53~4.06 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 의 범위이며, 치환성 염기들의 평균 값은 칼륨 1.06, 칼슘 6.67, 마그네슘 1.84 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 이었다(그림 1). 농업과학기술원에서 발간한 “작물의 표준시비(Fertilization standard of crops)”에서는 사과원 토양의 치환성 염기 함량의 적정 범위를 칼륨 0.3~0.6, 칼슘 5.0~6.0, 마그네슘, 1.2~2.0 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 정하고 있다(NIAST, 1997). 이 기준과 비교하면 칼륨은 대부분의 과원(9개)에서 높았고, 칼슘은 적정 범위에 속하거나(4개) 그보다 높거나(5개) 낮은(3개) 과원이 고루 분포하고 있으며 마그네슘은 적정 범위에 속하는 과원(7개)이 그보다 높거나(3개) 낮은(2개) 과원보다 많았다.

토양의 pH, 유기물 함량 및 EC: 조사과원에 있어 토양의 pH, 유기물 함량 및 EC는 그림 2와 같다. 토양의 pH는 4.23~7.23, 유기물 함량은 36~76 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 그리고 전기전도도(EC)는 0.80~3.13 $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 의 범위였다.

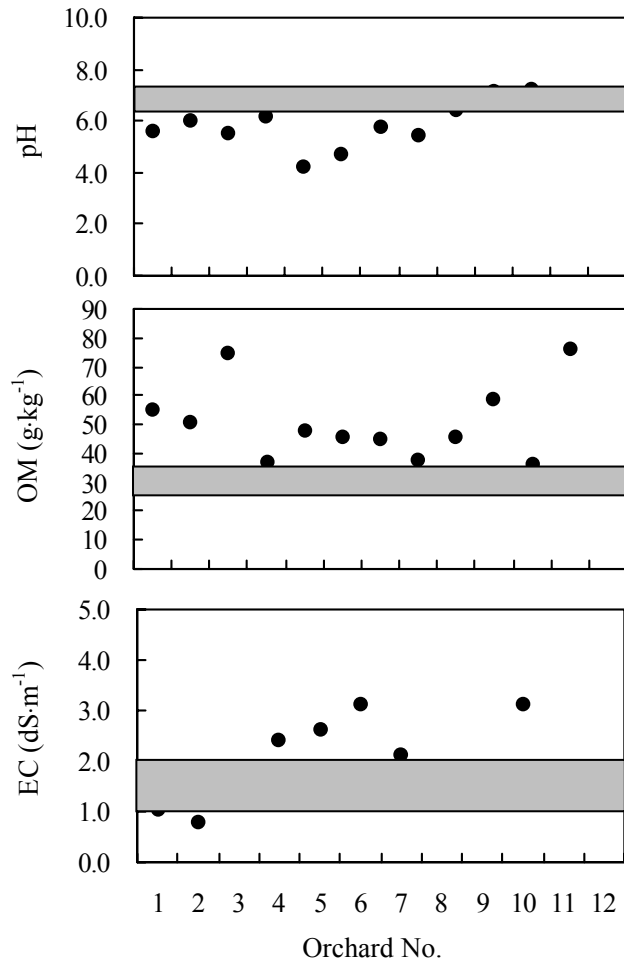


그림 2. Distribution of pH, organic matter (OM), and EC in the soil of ‘Gamhong’ apple orchards. Shaded area represents appropriate range of pH, OM, and EC in apple orchard soil proposed by NIAST.

고두병 방제를 위한 적정 pH는 미국의 경우 6.2~6.5 정도를 추천하는 것(Bramlage, 1994)과 비교해볼 때 조사 과원의 토양 pH는 이보다 낮은 과원이 높은 과원보다 훨씬 많았다. 한편 작물 생육에 적정한 토양 EC는 2.0 dS · m⁻¹ 이하이지만 (Lorenz와 Maynard, 1980), 토양유기물 함량이 높을 경우에는 높은 EC에서도 작물에 주는 피해

는 적은 것으로 알려져 있다. 우리 나라에서는 과수원토양의 EC가 어느정도일 때 과수생육에 악영향을 초래하는지에 관한 보고는 아직 없지만 이 조사에서 토양 EC가 $2.0 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이상인 과수원이 12개 중 5개 과수원이나 분포하고 있음을 볼 때 높은 토양 EC에 의한 피해 과수원이 발생할 가능성이 있을 것으로 생각되었다. 또한 EC가 높았던 5개중 칼슘 수체 살포를 하지 않았던 영천의 2개 과수원(EC 2.41과 $2.64 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$)과 안동의 2개 과수원(EC 3.14와 $2.11 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$) 모두에서 고두병 발생률이 53.5 및 34.3%와 49.0 및 22.7%인 사실로 미루어 높은 토양 EC는 칼슘의 흡수를 방해할 가능성이 있는 것으로 추정되었다. 한편 농업과학기술원에서 발간한 “작물의 표준시비”에서는 사과원 토양 유기물 함량의 정적범위를 $25 \sim 35 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 정한바 있고, 또한 주산 단지 사과원 토양의 유기물 함량 평균(RDA, 1988)이 $10.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 인 것과 비교하면 조사 과원들의 유기물 함량은 아주 높은 수준임을 알 수 있다. 이 결과로 미루어 볼 때 설문조사에 응한 상당수의 ‘감홍’ 사과원에서는 개원시와 그후 매년 수관하에 많은 유기물을 투입하고 있는데 기인하는 것 같다.

다. 시비 요인들과 고두병 발생률과의 상관관계

칼슘 용액의 수체 살포는 고두병 발생률에 직접적인 영향을 미치게 되므로 12개 조사과원 중 칼슘 용액 살포 과원을 제외한 7개 과원에서 고두병 발생에 관여할 것으로 추정되는 몇 가지 요인들과 고두병 발생률과의 상관관계를 조사하였다. 그 결과 새가지 길이 및 도장지 발생수와 고두병 발생률과의 상관계수는 각각 0.95 및 0.88로서 매우 높은 상관관계가 있었다(그림 3).

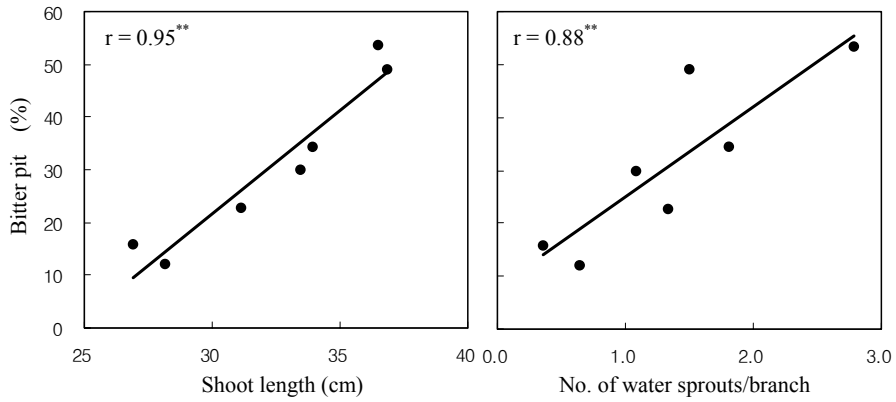


그림 3. Relationship between rate of fruits with bitter pit and shoot growth of 'Gamhong' apple trees.

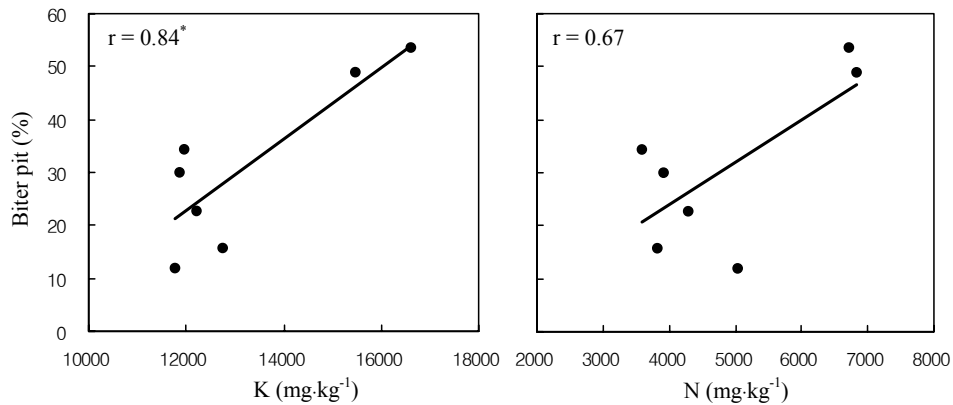


그림 4. Relationship between rate of fruits with bitter pit and K and N composition in the fruit skin of 'Gamhong' apples.

우리나라에서 관행적으로 행해지는 시비량은 사과원에 따라서는 매년 추천 시비량의 2~3배 이상을 사용하고 있는 곳이 많은 실정이다. 특히 여기에 선정된 '감홍' 사과원 토양의 대부분은 높은 유기물과 칼륨이 함유되어 있는 사실(그림 1, 2)로 미루어

볼 때 ‘감홍’ 사과에서 고두병 발생의 첫째 요인은 다비재배에 기인한 새가지 생장 과다인 것으로 판단된다. 새가지 생장이 왕성한 정도에 비례하여 고두병 발생률이 증가하는 사실은 새가지 생장과 과실간에는 심한 칼슘 경쟁이 일어나고 있음을 의미한다. 따라서 ‘감홍’처럼 고두병 발생이 심한 품종에서는 발생을 줄이는 가장 중요한 관리 방법이 수세를 안정시켜 새가지 생장이 일찍 정지하도록 해야 하고, 이를 위하여 토양이 너무 비옥해지지 않도록 질소 비료의 과용은 물론 농후 유기물의 다량 시용이나 매년 계속 시용을 하지 않도록 해야 할 것이다. 고두병 발생률과 과피의 무기성분과의 관계를 보면 칼륨 함량과는 상관계수 0.84의 높은 상관이 있었다(그림 4). 따라서 칼륨 비료의 과다 시용이나 각종 유기물의 다량 투입 등 토양의 치환성 칼륨 함량을 높이는 비배 관리는 고두병 발생을 증가시키는 또 하나의 주요한 요인이 되므로 이를 피하도록 해야 할 것으로 판단된다. 과피의 질소 함량과 고두병 발생과도 상관계수가 0.67로서 비교적 큰 상관이 있는 듯 하였으나 통계적 유의성은 인정되지 않았는데(그림 4) 이는 과피에는 칼륨보다 질소가 고두병 증상발현에 대한 기여도가 적은 것으로 추정되었다. 한편 과육, 잎 및 토양중의 무기성분 함량과 고두병 발생률간에는 유의성 있는 상관관계가 인정되지 않았다(자료 미제시). 따라서 과피의 무기성분함량이 과육, 잎, 토양의 무기성분 함량보다 ‘감홍’ 사과의 고두병 발생과 더 깊은 상관관계를 나타내는 것으로 판단되었다.

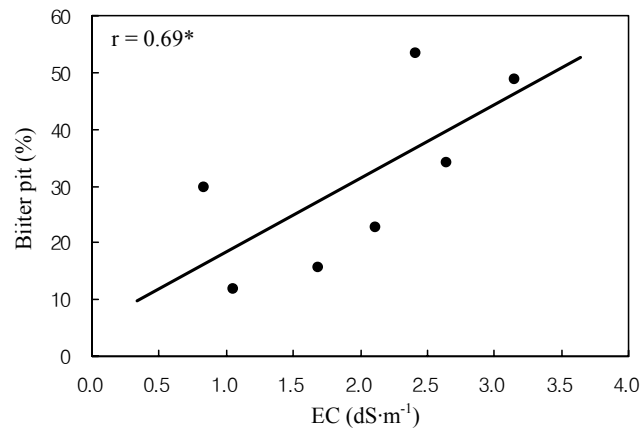


그림 5. Relationship between rate of fruits with bitter pit and electrical conductivity (EC) of soils ‘Gamhong’ apple orchards.

한편 전기전도도로써 표시되는 토양염류농도와 고두병 발생률 사이에도 상관계수 0.69의 비교적 높은 상관이 인정되었다(그림 5). 이 결과로 미루어 볼 때 농후 유기물 또는 화학비료의 과다 사용은 영양생장을 자극하여 과실과 가지간의 칼슘 경쟁을 심화시키고, 각종 양이온들과의 경쟁으로 칼슘 흡수를 방해할 뿐 아니라 앞에서 언급된 바와 같이 토양 용액의 염류농도를 높혀 칼슘 흡수를 저하시킴으로써 고두병 발생을 촉진하는 것으로 추정되었다.

요 약

경북의 5개 지역에서 12개 ‘감홍’ 재배 사과원을 택하여 ‘감홍’ 사과에서 발생이 심한 고두병의 주요 발생 요인들을 조사하였다. 대부분의 조사원에서는 각종 유기물 또는 화학비료를 다량 사용하고 있었으며 돈분과 계분을 사용한 과원에서 새가지 생장이 왕성하고 고두병과의 발생률이 아주 높았다. 화학비료와 농후 유기물의 사용량이 적고 칼슘 용액을 수채 살포한 과원에서는 새가지 생장이 상대적으로 덜 왕성하고 고두병과의 발생률이 낮았다. 고두병과는 정상과보다 과피의 칼륨 함량은 다소 높고 칼슘 함량은 매우 낮았다. 토양중의 치환성 칼륨은 대부분의 과원에서 적정 범위보다 높았으며, 치환성 칼슘과 마그네슘은 적정 범위에 있거나 그보다 높거나 낮은 과원이 다양하게 분포하였다. ‘감홍’ 과실의 고두병 발생률은 새가지 길이 및 도장지 수와 아주 높은 상관이 그리고, 과피중의 칼륨 함량 및 토양 EC와는 비교적 높은 상관이 있었다.

2. 고두병 발생 정도에 미치는 칼슘의 토양 및 수체살포효과

재 료 및 방 법

본시험은 경북안동에 위치하고 ‘감홍’이 많이 재식되어 있으며, 예비조사에서 전년도에 고두병 발생이 아주 심했던 과수원과 고두병 발생이 중 정도였던 과수원을 각각 1개소 씩 선택하여 실시하였다. 양 과수원에서 행해진 처리내용은 다음과 같다.

가. 고두병 발생이 심한 과수원

M.26에 접목된 ‘감홍’ 5년생을 시험수로 하여 다음과 같은 처리를 행하였다.

처 리 구	처 리 내 용
1. 생석회액 토양 심층관주	나무당 생석회 3.0kg이 시용되도록 하였다. 4월초와 6월중순에 각각 5.0% 생석회액 30L를 수관하 5장소에서 토양 40cm깊이 까지 침투되도록 가압 관주하였다.
2. 생석회 분말 토양 시용	3월하순에 나무당 생석회 분말 3.0kg를 수관하 2.5x2.5m에 고루 살포한 후 관리기로 얇게 로타리를 하였다.
3. 염화칼슘액 토양심층 관주	나무당 염화칼슘 1.0kg이 시용되도록 하였다. 1.0% 염화칼슘액 20L를 배낭식 분무기에 관주기를 부착하여 수관하 5개 장소에서 토양 20cm깊이까지 침투되도록 4, 5, 6, 7, 8월에 1회씩 가압 관주하였다.
4. 염화칼슘액 토양표층 관주	나무당 염화칼슘 1.0kg이 시용되도록하였다. 1.0% 염화칼슘액 20L를 4, 5, 6, 7, 8월에 각각 1회씩 수관하 토양표층에 고루 관주하였다.
5. 무처리	석회 무시용

이상의 칼슘 토양 처리수들은 나무별오 주간에 붙은 측지들을 반으로 나누어 1/2의 측지는 과실의 봉지 씌우기 10일전과 1일전에 0.5% 염화칼슘액을 수체살포하였으며, 나머지 1/2의 측지들은 칼슘액을 살포하지 않고 그대로 두었다. 토양 및 수체의 칼슘

처리가 이들 가지에 달린 과실의 고두병 발생 및 과피의 칼슘 함량에 미치는 영향을 조사하였다.

나. 고두병 발생이 중 정도인 과수원

‘감홍’/M9 4년생 수를 사용하였으며 칼슘의 종류, 살포회수, 살포농도를 달리하여 칼슘의 토양처리와 수체살포효과를 보고자 다음과 같은 처리를 실시하였다.

처 리 구	처 리 내 용
1. 0.5% 염화칼슘액 3회 수체살포	봉지 씌우기 15, 8, 1일전에 각각 0.5% 염화칼슘액 살포
2. 1% 생석회 4회 수체살포	봉지 씌우기 22, 15, 8, 1일전에 각각 1% 생석회액 살포
3. 0.4% 염화칼슘액 4회 수체살포	봉지 씌우기 22, 15, 8, 1일전에 각각 0.4% 염화칼슘액 살포
4. 0.4% 염화칼슘액 + 1.0% 크레프논액 4회 수체살포	0.4% 염화칼슘액에 크레프논을 1%되게 섞어 봉지씌우기 22, 15, 8, 1일전에 각각 살포
5. 0.4% 염화칼슘액 4회 수체살포 + 염화칼슘 200g/주 토양관주	0.4% 염화칼슘액을 봉지 씌우기 22, 15, 8, 1일전에 살포하고 토양에는 0.25% 염화칼슘액을 10L/주 씩 4, 5, 6, 7월에 각각 2회씩 8회 표층 관주하여 나무당 염화칼슘 200g이 공급되도록 함
6. 0.4%염화칼슘액 4회 수체살포 + 생석회 750g/주 토양시용	0.4% 염화칼슘액을 봉지 씌우기 22, 15, 8, 1일전에 살포하고 토양에는 4월 상순에 생석회 750g/주 (450kg/10a)을 시용함
7. 무처리	석회 무시용

시험구는 양 과수원(가와 나) 모두에서 처리 당 3반복 (1주1반복)으로 하여 완전 임의방법으로 배치하였다.

결과 및 고찰

가. 고두병 발생이 심한 과수원

1) 고두병 발생율

표 5. 고두병 발생에 미치는 칼슘의 토양 및 수체살포 효과

토 양 처 리	고두병 발생율(%)		평 균
	염화칼슘 살포 가지	염화칼슘 무살포 가지	
생석회액 토양심층관주	34.0	47.6	40.8
생석회 분말 토양살포	13.5	24.9	19.2
염화칼슘용액 토양심층관주	23.9	45.3	34.6
염화칼슘용액 토양표층관주	32.8	45.0	38.9
무처리	17.2	47.2	32.2
평 균	24.3	42.0	33.2
유의차	토양칼슘처리(A)	**	
	칼슘수체살포(B)	**	
	A×B	ns	

비고: 9월 17일(봉지 벗긴 직후) 고두병 발생 조사

봉지씌우기 전 0.5% 염화칼슘 2회 살포는 토양에 대한 칼슘 공급 여부에 관계없이 고두병 발생율이 13.5~34.0%(평균 24.3%)인데 비하여 염화칼슘을 수체살포하지 않은 나무에서의 고두병 발생율은 24.9~47.6%(평균 42.0%)로서 높았다. 따라서 봉지씌우기 전 0.5% 염화칼슘 2회 살포로서 고두병 발생을 약 27.1~63.6%(평균 42.1%)정도 낮출 수 있었다. 칼슘의 토양시용효과는 생석회분말 토양 시용구를 제외하고는 차이가 나타나지 않았다. 유독 생석회분말 토양 시용구에서만 고두병 발생이 억제된 이유를 논리적으로 추론하기는 어려웠다. 단지 주목되는 점은 새가지 길이 생장에 관한 성적(표 6)을 보면 생석회분말 토양 시용구에서는 새가지 평균길이가 22.8cm 인데 비하여 다른 처리수들의 새가지 평균길이는 30.5~33.5cm로 훨씬 길었다. 앞절의 '감홍' 사과원

고두병 실태조사에서도 새가지 성장량과 고두병 발생율과 높은 상관관계가 있음을 미루어 볼 때 생석회분말 토양 시용구의 ‘감홍’ 나무들은 다른 처리의 ‘감홍’ 나무들보다 세력이 다소 약한 나무들이 몰려 가지생장이 일찍 정지되었기 때문에 새가지와 과실 간의 칼슘 쟁탈이 훨씬 덜한 결과 염화칼슘 살포가지와 무살포 가지 모두에서 칼슘 무처리 및 다른 종류의 칼슘 또는 다른 토양처리방법을 받은 나무들 보다 고두병 발생율이 낮아진 것으로 확대해석이 가능할 것 같았다.

따라서 고두병 발생억제 효과를 얻기 위한 토양칼슘 공급은 이 시험 결과로서는 그 효과를 기대할 수 없는 것으로 판단되었다. 또한 본시험 조건과 같이 고두병이 심한 ‘감홍’ 사과원에서는 0.5% 염화칼슘을 봉지 씌우기전에 2회 살포하는 처리로서는 고두병 발생율을 우리가 원하는 정도로 낮추기는 어려울 것으로 판단되었다.

표 6. 새가지 성장 및 과실의 무기성분 함량에 미치는 칼슘의 토양 및 수체살포 효과

토양 처리	새가지 길이 (cm)
생석회액 토양심층관주	33.5b
생석회분말 토양살포	22.8a
염화칼슘액 토양심층관주	31.7b
염화칼슘액 토양표층관주	30.5b
무처리	33.0b

2) 과피내 칼슘함량

표 7. '감홍' 사과의 과피내 칼슘 함량에 미치는 칼슘의 토양 및 수체살포 효과

토양 처리	과피내 칼슘 함량(mg·kg ⁻¹)		평균
	염화칼슘 살포과실	염화칼슘 무살포과실	
생석회액 토양심층관주	315.2	265.3	290.2
생석회분말 토양살포	358.7	323.9	341.3
염화칼슘액 토양심층관주	278.2	260.3	269.3
염화칼슘액 토양표층관주	284.9	250.0	267.5
무처리	329.5	250.8	290.2
평균	313.3	270.1	
유의차	토양칼슘처리(A)	*	
	칼슘수체살포(B)	*	
	A × B	ns	

과피내 칼슘 함량은 고두병 발생율을 잘 반영하고 있었다. 토양에 생석회 분말을 살포한 나무들은 염화칼슘 살포 유무에 관계없이 과피중의 칼슘함량이 매우 높았다. 모든 처리에서 염화칼슘 살포과실은 무살포 과실보다 칼슘함량이 17.9~78.7mg·kg⁻¹ 더 높았다.

나. 고두병 발생이 중 정도인 과수원

표 8. 고두병 발생에 미치는 칼슘의 토양 및 수체살포 효과

처 리	고두병발생율(%)
0.5% 염화칼슘 3회살포	25.3 ab
1% 생석회 4회살포	40.6 cd
0.4% 염화칼슘 4회살포	21.7 a
0.4% 염화칼슘 + 1.0% 크레프논 4회살포	34.3 bcd
0.4% 염화칼슘 4회살포 + 염화칼슘액 토양관주	42.3 cd
0.4% 염화칼슘 4회살포 + 생석회분말 토양시용	31.5 abc
무처리	45.9 d

*비고 : 9월 26일 고두병 발생조사

9월 26일에 고두병 발생정도를 조사하였다. 0.4% 염화칼슘 4회 살포와 0.5% 염화칼슘 3회 살포에서 고두병 발생율이 21.7%와 25.3%로서 무처리수의 고두병 발생율 45.9%에 비하여 거의 절반 정도되게 감소하였다. 그러나 0.4% 염화칼슘에 1% 크레프논을 혼용하여 4회 살포하거나 1% 생석회액을 4회 살포한 경우는 고두병 발생율이 34.3% 및 40.6%로서 0.5% 또는 0.4% 염화칼슘액을 살포한 경우보다 고두병 발생율이 훨씬 높았다. 1% 생석회액 4회 살포는 생석회액의 용해도가 염화칼슘보다 훨씬 떨어지므로 고두병 방지효과가 높지 않았던 것으로 추정되었다.

염화칼슘액과 크레프논(탄산칼슘)액의 혼용살포가 염화칼슘액 단독살포보다 고두병 발생율이 높은 이유는 아마도 1% 탄산칼슘액은 수분이 증발한후 녹지 않은 탄산칼슘 입자들이 기공을 막아 용해된 칼슘액의 기공을 통한 흡수를 오히려 방해한 결과일 것으로 추정되었다. 또한 1% 염화칼슘액을 주당 1kg이 되도록 4개월에 걸쳐 매월 1회씩 토양에 관주하고 0.4% 염화칼슘을 4회 수체살포한 나무가 염화칼슘 0.4%액만을 수체에 4회 살포한 나무보다 고두병 발생이 높은 이유는 1% 염화칼슘액을 매월 20L씩 토양관주한 경우 토양에 과도한 양의 염화칼슘이 축적되고 이들이 토양용액의 염류농도를 급격히 높혀 뿌리의 성장과 활력을 떨어 뜨리므로서 오히려 뿌리가 칼슘을 흡수하는데 장애를 초래케 한 것으로 추정되었다.

0.4% 염화칼슘 4회 살포와 함께 발아전에 생석회를 주당 750g씩 토양시용하더라도 0.4% 염화칼슘 4회 단독살포보다 고두병 발생율을 더 줄이지 못하였다. 이 역시 생석

회를 토양에 아무리 많이 시용하더라도 뿌리가 이를 더 많이 흡수하고 또 과실쪽으로 전류시키는 수 있는 능력을 갖고 있지 못하면 오히려 과도하게 축적된 칼슘이 토양 pH나 토양 용액의 농도를 높혀 뿌리의 성장과 활력을 떨어뜨리므로서 칼슘흡수를 떨어뜨릴 가능성이 있을 것으로 추정되었다.

이상의 두 시험결과로 미루어 볼 때 고두병 발생을 줄이기 위해서는 봉지씌우기 전에 0.4~0.5% 염화칼슘을 3~4회 살포함으로써 최대한의 칼슘을 과실속으로 공급하도록 해야 할 것으로 판단되었다. 그러나 각종 칼슘의 토양시용이나 탄산칼슘 또는 생석회의 수체살포를 통해서 칼슘을 과실 속으로 이행시키는 것은 어려운 것으로 판단되었다.

요 약

전년도에 고두병 발생이 아주 많았던 '감홍' 과수원과 중 정도 되는 '감홍' 과수원을 택하여 시험을 실시하였다. 토양 및 수체에 칼슘을 처리하고 이들 처리가 '감홍'의 고두병 발생 억제에 미치는 영향을 검토하였다. 전년도 고두병 다발원의 시험수 들은 M.26에 접목된 5년생 '감홍' 나무들이었다. 시험수들은 토양에 나무당 생석회 시용량이 3kg 되도록 4월과 6월에 2회에 걸쳐 5%의 생석회액을 토양에 심층관주하거나 나무당 3kg의 생석회 분말을 3월 하순에 토양시용하거나, 나무당 1.0kg이 되도록 4월에서 8월에 걸쳐 매월 1회 씩 5회에 나누어 염화칼슘액을 심층 또는 표층 관주하였다. 이들 나무는 다시 주간에 붙은 가지들을 1/2씩 나뉘어 0.5% 염화칼슘액을 과실 봉지 씌우기전에 2회 살포하는 처리와 무처리 구를 두었다. 또 전년도에 고두병 발생이 중 정도였던 과수원에서 0.25%의 염화칼슘액을 나무당 200g이 시용되도록 4~7월에 걸쳐 8회에 10L씩 토양에 관주하거나 나무당 750g의 생석회 분말을 4월 상순에 토양시용하였다. 한편 이들 나무에는 0.4% 염화칼슘액을 봉지씌우기 전에 수체살포하는 처리와 토양에 석회시용을 얹고 수체에만 0.5% 염화칼슘액을 3회 또는 0.4% 염화칼슘액을 4회 살포하거나 0.4% 염화칼슘에 1.0% 탄산칼슘액을 혼합하여 4회 살포하는 구를 두었다. 얻어진 결과는 다음과 같다. 전년도에 고두병 발생이 아주 많았던 과수원에서는 토양에 생석회 분말을 시용한 나무에서만 고두병 발생율이 낮았으며, 생석회액을 토양에 심층 관주한 나무나 염화칼슘액을 토양에 심층 관주하거나 토양표층에

관주한 나무들에서는 고두병 발생이 별로 감소되지 않았다. 토양표층에 생석회 분말을 사용한 나무들은 분명한 이유는 알 수 없으나 다른 처리수들에 비하여 새가지 생장량이 훨씬 줄어들었다. 이 같은 새가지 생장량의 감소는 과실과 새가지간의 칼슘경쟁을 줄여 주었기 때문에 과실의 고두병 발생을 적게 가져오게 했을 것으로 판단되었다. 그리고 모든 처리수에서 봉지씌우기 전 0.5% 염화칼슘 2회 처리를 한 과실들의 평균 고두병 발생율(24.3%)은 염화칼슘을 처리하지 않은 과실의 고두병 발생율 42.0%에 비하여 크게 낮아졌다. 그럼에도 불구하고 고두병 발생이 심한 과수원에서는 고두병 발생율을 20% 이하로 낮추기는 어려웠다.

전년도에 고두병 발생율이 중정도였던 과수원에서 토양에 염화칼슘을 관주하거나 생석회 분말을 토양시용한 경우의 고두병 방지효과는 전혀 나타나지 않았으며 0.25%의 염화칼슘액을 나무당 10L씩 8회 토양관주한 구의 경우는 고두병 발생을 더 증가시켰다. 이 결과는 과도한 양의 염화칼슘 토양공급은 뿌리의 활력을 크게 떨어뜨려 칼슘의 흡수를 억제시켰기 때문인 것으로 판단되었다. 봉지씌우기전 0.5% 염화칼슘 3회 또는 0.4% 염화칼슘 4회 살포는 고두병 발생율을 상당히 감소시켰으나 고두병 발생이 많았던 과수원에서와 마찬가지로 봉지씌우기전 염화칼슘 3~4회 살포 만으로서 고두병을 만족할 만한 수준으로 방지할 수는 없었다.

3. 고두병 발생에 미치는 칼슘수체살포, prohexadione-Ca 살포 및 칼슘함유 봉지 씌우기의 효과

서 론

‘감홍’ 사과원의 관리방법에 따른 고두병 발생정도 조사에서 새가지 성장량과 고두병 발생정도와는 높은 상관성이 있었다. 또한 칼슘의 토양시용 시험에서 새가지 성장량에 차이가 없었던 칼슘관주구에서는 고두병 발생율이 무처리와 비슷하거나 모처리보다 오히려 높았지만 새가지 성장량이 가장 적었던 생석회토양살포구에서는 고두병 발생율이 다른 처리보다 낮았다.

한편 지베렐린 생합성 억제제인 paclobutrazol을 수경재배를 통하여 사과실생에 공급한 경우 가지내의 Ca 함량이 증가함을 보고(Wang 등, 1985)하였다. 사과 실생의 pot 시험에서도 paclobutrazol 처리에 의하여 잎과 가지내의 Ca 함량이 증가함을 보고(Swietlik와 Miller, 1985)한 바 있다. 11년생의 ‘후지’ 품종으로 행한 포장 실험에서도 paclobutrazol은 새가지 엽의 Ca 함량을 증가시켰고(Byun and Chang, 1986), ‘쓰가루’ 사과에서는 과피의 Ca 함량을 증가시켰다고 보고(Chang and Byun, 1987)한 바 있다.

Prohexadione-Ca 역시 지베렐린 생합성 억제제로서 개화 수일후 살포에 의하여 사과의 새가지 생장이 크게 억제되는 것으로 보고되고 있다(Greene, 1999). 따라서 Prohexadione-Ca 역시 paclobutrazol과 마찬가지로 새가지 생장의 강한 억제를 통하여 과실과 새가지 간의 칼슘흡수 경합을 크게 완화시키므로써 과실속의 칼슘 이행을 촉진하여 고두병 발생을 억제할 가능성이 크다.

한편 칼슘이 함유된 봉지를 배 ‘신고’ 과실에 씌워 재배 했을 때 칼슘을 함유하지 않은 봉지를 씌운 ‘신고’ 과실에 비하여 과실의 칼슘함량은 크게 증가됨이 보고(문병우 등, 2003)된 바 있다. 따라서 이 연구에서는 ‘감홍’ 사과의 고두병 발생에 미치는 염화칼슘 수체살포 뿐 아니라 Prohexadione-Ca과 칼슘 함유 봉지 씌우기의 효과와 이들 처리를 조합하였을 때의 효과를 검토코저 하였다.

재료 및 방법

2004년 안동에 위치하고 그 동안 돈분퇴비 등 유기물을 매년 다량 사용하여 지난 수년간 고두병 발생율이 50% 이상되는 ‘감홍’ 과수원을 택하여 이 시험을 실시하였다. 칼슘함유 봉지는 속봉지(內紙)에 칼슘이 6% 함유된 2중 봉지로서 KOF 연구소의 문병우 박사가 개발 중인것을 기증받아 사용하였다. 칼슘봉지 씌우기는 6월 하순에 실시하였으며, 6월 초순에 일반봉지를 씌워둔 것을 벗기고 칼슘봉지로서 대체하였다.

Prohexadione-Ca(일본 구미아이 화학공업회사 제품, 1% 수화제)은 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 농도로서 만개 5일 후(신초생장량 5cm 내외)에 수체에 1회 살포하였다.

염화칼슘은 0.5% 농도로서 만개후 2주, 3주 및 봉지 씌우기 직전에 과실과 과충엽을 중심으로 3회 살포하고 가을(9월 4일)에 봉지를 벗긴 직후와 그 일주일 후에 2회 살포하였다. 고두병 발생정도는 봉지 벗긴 직후(9월 4일)와 수확 직후(9월 24일)에 실시하였다. 수확 과실의 과피중의 무기성분 함량은 시험 1에서와 동일한 방법으로 실시하였다.

결과 및 고찰

표 9. ‘감홍’사과의 고두병 발생에 미치는 염화칼슘, prohexadione-Ca(Pro-Ca) 및 칼슘봉지 씌우기의 효과(9월 4일 봉지 벗긴 직후)

처 리	고두병 발생 비율(%)		
	일반봉지	칼슘봉지	평균
CaCl ₂	41.0 a	30.0 a	37.6 a
Pro-Ca + CaCl ₂	45.2 a	39.3 a	40.2 a
Pro-Ca	58.4 ab	40.0 a	49.2 a
Control	71.0 b	68.5 b	69.8 b
평 균	53.9	44.5	
유의차	처리(A)		*
	봉지종류(B)		*
	A×B		ns

표 10. '감홍'사과의 고두병 발생에 미치는 염화칼슘, prohexadione-Ca(Pro-Ca) 및 칼슘붕지 씌우기의 효과(9월 24일, 수확직후 조사)

처 리	고두병 발생 비율(%)		
	일반붕지	칼슘붕지	평균
CaCl ₂	79.9 a	42.1 a	61.0 a
Pro-Ca + CaCl ₂	75.5 a	45.2 a	60.35 a
Pro-Ca	82.5 ab	52.0 ab	67.25 a
Control	89.7 b	73.3 b	81.5 b
평 균	81.9	53.1	
유의차	처리(A)		**
	붕지 종류(B)		**
	A×B		ns

2004년에는 고두병 발생이 예년보다 훨씬 더 심하여 무처리구의 고두병 발생율을 붕지를 벗긴 직후에는 71.0%, 수확시에는 89.7%에 달하였다. 그리고 염화칼슘 및 prohexadione-Ca 살포는 무처리보다 고두병 발생율을 붕지 벗긴 직후에는 25~30% 감소 시켰으나, 수확시에는 7.3% 밖에 감소시킬 수 없었다. 그리고 염화칼슘 + prohexadione-Ca 살포는 염화칼슘 단독살포보다 고두병 발생 비율을 다소 낮추는 경향을 보이기는 했으나 이들 간에 통계적 차이는 없었다.

한편 칼슘붕지 씌우기는 붕지 씌우기전 3회의 염화칼슘살포 보다 '감홍'의 고두병 발생비율을 훨씬 더 효과적으로 감소시킬 수 있었다. 즉, 일반붕지를 씌운 과실에서는 3회의 염화칼슘 살포가 무처리에 비하여 고두병 발생율을 붕지벗긴 직후 25.8%, 그리고 수확시에는 9.8% 감소시켰으나 칼슘 함유 붕지를 씌운 과실에서는 고두병 발생율을 붕지벗긴 직후에는 38.6%, 그리고 수확시에는 31.2%나 감소시킬 수 있었다. 이 결과 일반붕지를 씌운 과실에서는 초기에 비록 염화칼슘 등을 살포하더라도 붕지를 벗긴 직후에 비하여 수확할 때에는 고두병발생과가 크게 증가하였으나 칼슘붕지를 씌운 과실에서는 붕지를 벗긴 직후에 비하여 수확시에도 고두병 발생과의 증가가 훨씬 적음을 알 수 있었다.

표 11. ‘감홍’사과의 과피 칼슘함량에 미치는 염화칼슘, prohexadione-Ca(Pro-Ca) 및 칼슘붕지 씌우기의 효과

처 리	과피내 칼슘함량(mg·kg ⁻¹)		
	일반붕지	칼슘붕지	평균
CaCl ₂	414.0 a	430.6 a	422.3 a
Pro-Ca + CaCl ₂	396.3 a	433.5 a	415.0 a
Pro-Ca	385.4 ab	419.7 ab	402.6 ab
Control	356.1 b	370.5 b	363.3 b
평 균	388.0	413.4	
유의차	처리(A)		*
	붕지 종류(B)		*
	A×B		ns

‘감홍’ 사과에서 과피내 칼슘함량에 미치는 염화칼슘, prohexadione-Ca 및 칼슘붕지씌우기의 영향을 보면 이들 처리의 과피내 칼슘함량은 고두병 발생도와 반대되는 경향을 보였다(표 11). 즉 염화칼슘, 염화칼슘+prohexadione-Ca 및 prohexadione-Ca 처리구의 과피내 칼슘함량은 무처리의 과피내 칼슘함량보다 높았다. 또한 칼슘붕지를 씌운 과실에서는 모든 처리구에서 일반붕지를 씌운 과실에 비하여 과피내 칼슘함량이 더 높았다. 따라서 ‘감홍’의 고두병 방지를 위한 효과적인 칼슘공급방법은 붕지씌우기 전에 3~4회 염화칼슘을 수체살포하거나 prohexadione-Ca을 낙화직후에 살포하고 그 후 3~4회 염화칼슘을 수체살포한 다음 칼슘함유붕지를 씌우는 것이 염화칼슘만 수체 살포하는것보다 더 효과적인 방법임을 알 수 있었다. 한편 prohexadione-Ca 처리과실이 무처리 과실에서 보다 과피중의 칼슘함량이 높은 이유는 새가지 생장이 왕성한 나무에서는 고두병 발생이 많았으며(‘감홍’사과원의 관리 방법에 따른 고두병 발생정도 조사 그림3, 101쪽), GA 생합성억제제의 하나인 paclobutrazol 살포시 ‘쓰가루’ 사과나무의 신초생장이 현저히 감소하였고 과실내 Ca 함량이 증가하였다는 보고(Chang and Byun, 1987)로 미루어 볼 때 prohexadione-Ca 처리에 의하여 표 12에서와 같이 새가지 생장을 억제하므로써 새가지와 과실간의 칼슘흡수경쟁이 크게완화되어 과실속으로 칼슘이동량이 증가하였기 때문으로 여겨졌다.

표 11. ‘감홍’ 사과외 새가지 생장량에 미치는 염화칼슘, prohexadione-Ca(Pro-Ca)의 효과

처 리	새가지 생장량(cm)*	새가지 길이의 비율(%)			
		>30	30-20	20-10	10>
CaCl ₂	26.5 b	33.4	28.4	16.8	18.9
Pro-Ca + CaCl ₂	23.7 ab	28.4	21.5	20.0	28.1
Pro-Ca	21.1 a	20.6	19.8	23.9	34.4
Control	28.5 b	41.5	27.2	16.6	16.4

*3cm 이상되는 새가지길이의 평균

칼슘함유봉지가 칼슘함량에 미치는 영향에 관한 보고를 보면 배 ‘신고’ 과실에 칼슘함유봉지를 씌웠을 때 봉지 씌운지 1개월 후 조사에서는 과실의 칼슘함량 증가가 없었으나 75일과 109일 후 조사에서는 칼슘봉지 과실의 칼슘함량이 일반봉지 과실의 칼슘함량 보다 높았다고 하였다(문 등, 2003). 칼슘봉지를 씌운 과실에서 과피 및 과육의 칼슘 함량이 증가된 이유는 비, 이슬, 과실의 증산 등으로 인하여 봉지내 상대습도가 높아져 봉지 내지 안쪽에 코팅처리된 칼슘이 용출됨과 동시에 과실비대가 이루어져 봉지의 내지와 과피가 접촉되면서 칼슘이 과피를 통하여 흡수이동되어 과실의 칼슘함량이 증가되는 것으로 생각된다고 하였다.

한편 칼슘이 함유된 봉지 내지는 봉지 씌울 당시에는 수용성 칼슘이 10% 내외 함유되어 있으나 점차 감소하여 과대 30일 후에는 약 0.4~0.5%, 과대 75일 후에는 0.3~0.35%로 유지되었다고 하였다. 이처럼 봉지의 칼슘함량이 점차 낮아지는 것은 빗물이나 봉지속의 습기에 의하여 칼슘이 용출되어 없어진 것으로 보인다고 하였다. 따라서 과실비대가 이루어져 봉지의 내지와 과피가 접촉하는 시기가 늦어질수록 봉지속의 칼슘이 외부로 유실되는 정도가 증가하는 대신 과실 속으로 이행할 수 있는 칼슘의 양이 줄어들 것으로 미루어 짐작 할 수 있다. 일본의 ‘20세기’ 배 재배시에는 일찍(만개후 2주 정도) 작은 봉지를 씌우고, 배가 자라크게 되는 6월 경에 다시 큰봉지를 씌워 동늑을 방지한다. 동늑이 많이 발생하면서 고두병 발생이 심한 ‘감홍’ 과실에 동늑을 방지하면서 칼슘을 보다 많이 공급하여 더 효과적으로 고두병 발생율을 낮추고

자한다면 이처럼 칼슘이 코팅된 작은 봉지를 일찍 씌우면 어린 과실이 조금 자람에 따라 과실과 봉지가 일찍부터 접촉하게 되므로 과실 속으로 칼슘흡수를 높일 수 있고, 과실이 더 자랐을 때 큰 봉지를 다시 씌우면 발육후기에 봉지와 과실이 다시 접촉하게 되므로 효율적으로 다량의 칼슘을 공급할 수 있을 것으로 판단된다.

고두병이 발생된 과실에서 고두병 반점수를 조사한 결과는 그림과 같다. 즉, 무처리 과실들에서는 고두병 발생비율도 높을 뿐 아니라 고두병과에서의 반점의 개수도 염화칼슘 처리과나 prohexadione-Ca 처리과보다 훨씬 많았다. 또한 칼슘함유봉지를 씌운 과실은 일반봉지를 씌운 과실보다 고두병과의 반점수가 훨씬 적었다.

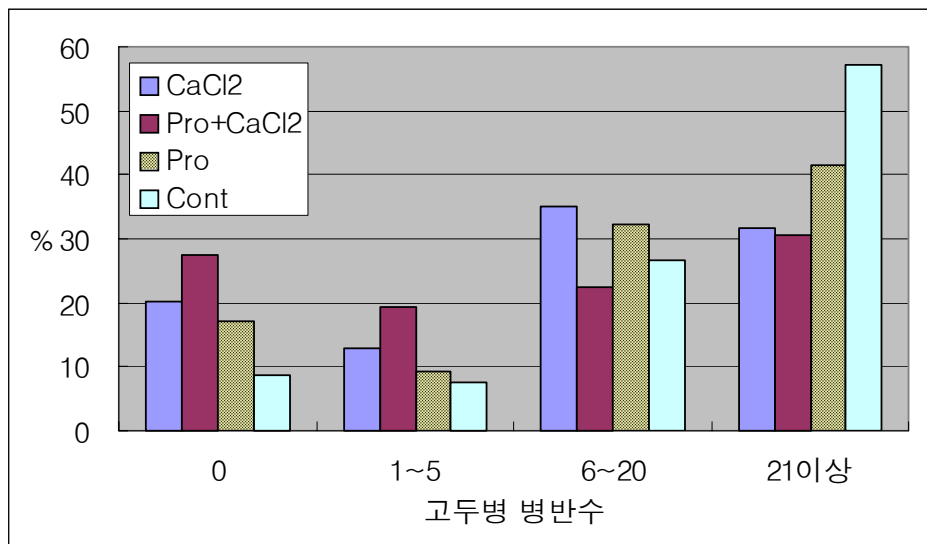


그림. 칼슘처리별 '감홍' 사과 과실의 고두병 반점수

제 3 절 ‘산사’ 사과의 과실비대 촉진 및 품질 향상 기술개발

서 론

현재 재배되고 있는 조생종 사과는 대부분 ‘쓰가루’ 품종이다. 이 품종은 맛은 아주 우수하나 수확전 낙과가 심하고 성숙기의 고온으로 착색이 불량한 것이 큰 결점이다. 그러므로 착색이 우수하고 맛이 좋으며 수확전 낙과가 문제되지 않는 새로운 조생종 사과품종의 필요성이 크다.

‘산사’ 사과는 일본 과수시험장 모리오카 지장에서 갈라에 아카네를 교배하여 선발한 품종으로 수화기는 8월 중·하순이고 과형은 원~원추형이며 과피색은 홍색으로 아름답다. 당도 13%, 산도 0.4% 정도로 당산비가 알맞고 과즙이 많고 향기도 있어 식미가 매우 양호하다. 그럼에도 불구하고 과실크기가 200~230g의 범위에 있어 대과를 선호하는 우리나라 소비자 들의 기대를 충족시키기에는 만족스럽지 못한 실정이다.

과실의 크기는 주로 유전적 능력에 좌우되지만 재배조건에 따라서도 상당히 달라질 수 있다. 지금까지 알려진 과실크기에 영향을 미치는 재배요인에는 충실한 꽃눈 확보, 인공수분, 조기의 충분한 적과, 적절한 영양관리, 충분한 관수 등이 알려지고 있다. 또한 성장조절제 살포에 의해서도 상당한 정도까지 과실의 크기를 개선 할 수 있다. 변 등(1999)은 저농도의 $GA_{4+7}+BA$ 를 개화기 전후에 2~3회 엽면 살포하여 만생종 ‘후지’사과의 과중을 10~15% 정도 증가시켰다. 쓰가하라 등(1981)은 조생종 ‘축’을 사용하여 낙과 4주 후 GA_4 400 ppm 이나, 낙화 2주후 GA_4 0.3% 라놀린 페이스트 과경도포에 의하여 과중을 20~40% 증가 시켰다고 하였다. 또 박 등(1999)은 AVG 75ppm을 ‘쓰가루’ 수확예정 3, 2, 1주전에 각각 살포하고 관행수확기 보다 20일 더 수체에 달아두었을 때 수확전 낙과방지는 물론 관행수확기의 과실보다 과중이 14%나 증가되었다고 하였다.

이 시험에서는 인공수분, 조기적과 및 $GA_{4+7}+BA$ 살포가 ‘산사’ 사과의 과중 증가와 과실품질에 미치는 영향을 검토하였다.

1. 적화 및 인공수분이 '산사' 사과와 과실비대 및 품질향상에 미치는 영향

재료 및 방법

본 시험은 경북 군위군에 위치한 과수원에서 M.26에 접목된 5년생 '산사' 결실수를 시험수로 선정하여 실시하였으며, 행해진 각종 처리내용은 다음과 같다.

- 1) 화총적화 + 인공수분 + 일륜적화 + 만개 20일 후 마무리 적과
- 2) 화총적화 + 인공수분 + 일륜적화 + 만개 30일 후 마무리 적과
- 3) 관행적과(만개 20일 후 측과제거 + 만개 40일 후 마무리 적과)

화총 적화는 만개직전 실시하였으며 액화아 화총 및 긴 가지 끝의 화총들을 제거하였다. 만개기 무렵에 정화아 화총의 중심화에 인공수분을 실시하고 그 밖의 측화들은 제거하였다. 마무리 적과는 먼저 발육이 늦은 소과들을 제거한 다음 남겨진 과실들은 과실과 과실간의 간격을 전후좌우로 25~30cm 정도에 1과씩 남겼다. 관행 적과는 만개 20일 후에 1과총당 1과씩을 남겼으며 만개 40일 후에 액화아 과총의 과실 및 발육 불량과들을 제거한 다음 과실과 과실간의 간격을 전후좌우로 25~30cm 정도에 1과씩 남겼다.

과실의 발육 조사는 나무당 20개의 과실을 택하여 6월 12일과 7월 12일에 횡경과 종경 그리고 8월 15일에는 전 과실을 수확하여 과중과 횡경 및 종경을 측정하고 다음 평균크기에 가까운 과실을 나무당 5과씩 선택하여 품질조사를 행하였다. 경도, 가용성 고형물 및 산 함량은 영남대 과수학 연구실에서 행하는 관행 방법(제 1절 및 2절 재료 및 방법 참고)에 준하여 실시하였다.

시험구는 1주를 1반복으로 하여 처리당 4반복으로 하였으며, 완전임의배치법으로 하였다.

결과 및 고찰

가. 과실의 발육

표 1. 적화, 인공수분 및 조기적과 조합이 ‘산사’과실의 과중, 과형지수 및 종자수에 미치는 영향

처리	중경 (mm)	횡경 (mm)	과중 (g)	과형지수 (과고/과경)	종자수 (개/과실)
적화 + 인공수분 + 만개 20일 후 적과	72.0 a	81.6 a	225.8 a	0.88 a	9.2 a
적화 + 인공수분 + 만개 30일 후 적과	71.8 a	81.4 a	222.5 a	0.88 a	9.1 a
관 행 적 과	71.0 a	80.7 a	214.6 a	0.88 a	8.9 a

비고: 조사일, 8월 15일

2002년도 시험포장의 ‘산사’ 개화시기는 타 품종들보다 2~3일 늦었다. 인공수분한 나무들은 결실율이 78.0%로서 양호하였으나 인공수분을 하지 않은 관행적과한 나무들은 늦은 개화 때문인지 결실율이 36.0%로서 충분치 못하였다. 그 결과 마무리적과 후 남겨진 과실들은 인공수분을 실시한 시험구들에서는 80~85과 정도 였으나 관행적과 구에서는 결실이 고르지 못하여 나무에 따라 43~78과를 남겼다.

과실발육에 미치는 처리효과를 보면 적화와 인공수분 그리고 조기적과를 한 나무와 관행적과한 나무 간에 과실의 횡경 및 중경, 과중, 과형지수 및 종자수에 아무 차이가 없었다.

나. 과실품질

표 2. 적화, 인공수분 및 조기적과 조합이 '산사' 과실의 품질에 미치는 영향

처 리	경도 (kg/18mm)	가용성고형물 (% Brix)	산도 (%)	Hunter value a
적화 + 인공수분 + 만개 20일 후 적과	3.59 a	14.3 a	0.46 a	18.84 a
적화 + 인공수분 + 만개 30일 후 적과	3.50 a	14.9 a	0.49 a	19.94 a
관 행 적 과	3.41 a	14.8 a	0.50 a	15.74 a

경도, 가용성 고형물, 산함량 역시 적화와 인공수분 그리고 조기적과를 한 나무의 과실과 관행적과를 한 나무의 과실간에 차이가 없었다. 적색을 나타내는 Hunter a 값은 수치상으로 적화와 인공수분한 나무의 과실이 관행적과를 한 과실보다 약간 높은 경향을 보였으나 통계적 유의차는 인정되지 않았다.

이처럼 적화와 인공수분 그리고 마무리 적과를 조기에 하더라도 관행적과와 과실 발육과 품질에 차이가 없는 이유는 다음과 같은 설명이 가능할 것으로 생각되었다. 즉, 과실의 종자수가 관행적과한 나무와 적화+인공수분+ 조기적과 한 나무 사이에 차이가 없고, 결실량은 관행적과한 나무가 적화+인공수분+ 조기적과 한 나무에 비하여 5~30개 정도 적었으며, 이 숫자는 나무의 크기에 비하여 결실량이 다소 부족한 상태인 것으로 판단되었다. 따라서 적화+인공수분+ 조기적과 한 나무와 관행적과한 나무 모두에서 과실들간에 초기의 세포분열에 요구되는 저장양분의 공급능력은 충분하므로 이들 간의 초기 발육의 차이가 생겨나지 않은 것으로 판단되었다. 또한 세포비대 개시기 이후에도 결실량이 적었던 관행적과한 나무에 달린 과실에게는 적화+인공수분+ 조기적과 한 나무에 달린 과실에 비하여 과실당 잎수가 많으므로 동화양분의 공급량이 더 많아져서 적화+인공수분+ 조기적과의 효과가 나타나지 않았을 것으로 여겨졌다. 그 밖에 소과이면서 결실량이 많지 않은 '산사'의 유전적 소질이 착과수가 많고 대과인 다른 사과품종에 비하여 저장양분이나 동화양분의 요구도가 적어 적화+인공수분의 효과가 잘 나타나지 않을 가능성도 배제하기 어려웠다. 따라서 이후에는 결실 정도가 비슷한 경우에도 적화+인공수분의 효과가 나타나지 않는지에 관한 시험이 행해져야 보다 정확한 판단이 가능하리라 생각되었다.

요 약

과실의 착색과 식미가 매우 우수함에도 과실의 크기가 작아 재배면적의 빠른 확대가 이루어 지지 않고 있는 조생종 사과 ‘산사’의 과실비대 축진을 목적으로 적화+인공수분+조기적과의 효과를 검토하였다.

적화+인공수분+조기적과는 관행적과에 비하여 ‘산사’ 과실의 비대를 더 효과적으로 축진하지 않았으며 과실품질 향상에 미치는 영향도 나타나지 않았다. 단지 인공수분을 행하므로써 자연수분에 의존하는 관행적과 나무에 비하여 ‘산사’ 과실의 결실율을 훨씬 높일 수 있었다. 이 시험에서 적화+인공수분+조기적과 효과가 나타나지 않은 것은 관행적과한 나무에서는 결실량이 상대적으로 적고, 또 종자수에 있어서도 인공수분한 과실과 차이가 없기 때문에 과실발육초기인 세포분열기나 후기인 세포비대기에 공급되는 저장양분과 동화양분의 양이 관행적과구와 적화+인공수분+조기적과구 사이에 별 차이가 없었기 때문으로 추정하였다.

2. GA₄₊₇+BA를 이용한 ‘산사’ 사과의 과실비대촉진 기술확립

재료 및 방법

이 시험은 경북 안동시에 위치한 사과원에서 실시하였다. 시험수는 M.9에 접목된 5년생(2003) 및 6년생(2004)의 ‘산사’ 사과나무를 사용하였다. GA₄₊₇+BA 처리는 이들이 각각 1.8% 씩 함유된 포미나(原名, promalin)를 사용하였다. 살포내용은 2003년도에는 300mg·L⁻¹와 500mg·L⁻¹를 만개 30일 후에 1회 살포하거나 현재 시판중인 GA-paste(協和醱酵제품, GA 2.7% 함유)를 과경도포하였다. 2004년에는 300mg·L⁻¹를 만개 3주후 1회 살포 및 만개 3주와 4주후에 2회 살포 그리고 만개 3주후에 500mg·L⁻¹를 1회 살포하는 처리를 두었다. 약액은 배양식 분무기를 사용하여 과실과 그 주위의 과충엽을 중심으로 충분히 묻도록 살포하였다. GA paste는 과실당 약 20mg 되게 붓으로 과실의 과경에 도포하였다. 과실 특성 조사는 앞의 시험들에서와 동일하게 실시하였다. 모든 시험수는 1주를 1반복으로 하였고 2003년은 4반복으로, 2004년은 6반복으로 하였다.

결 과 및 고찰

가. 과실의 발육

표 3. GA₄₊₇+BA 및 GA paste 처리가 ‘산사’ 사과의 과실 크기 및 과형에 미치는 영향 (2003)

처리 (mg·L ⁻¹)	과중 (g)	과경 (mm)	과고 (mm)	과형지수 (과고/과경)
GA ₄₊₇ +BA 300	210.8 b	78.6 b	67.2 a	0.86 a
GA ₄₊₇ +BA 500	207.4 b	78.2 b	66.6 a	0.85 a
GA paste	212.7 b	78.8 b	67.1 a	0.85 a
무처리	194.9 a	76.7 a	64.9 a	0.85 a

비고: GA paste는 1과경당 약 20mg 도포

전체적으로 시험포장의 ‘산사’ 과실의 크기가 대단히 작았음에도 불구하고 2003년의 시험에서는 GA₄₊₇+BA를 만개 30일 후에 1회 살포한 과실과 과경에 GA-paste를 도포

한 과실이 무처리 과실에 비하여 과중이 8.2~9.1% 더 증가하였다. 과중의 증가에는 과고의 증가보다도 과경의 증가가 더 많이 기여하였다. GA₄₊₇+BA의 살포농도 및 GA-paste 과경도포에 따른 효과의 차이는 없었다. 처리와 무처리간에 과형지수의 차이도 없었다.

표 4. GA₄₊₇+BA 처리가 ‘산사’ 사과의 과실 크기 및 과형에 미치는 영향(2004)

처리 (mg·L ⁻¹)	과 중 (g)	과 경 (mm)	과 고 (mm)	과형지수 (과고/과경)
GA ₄₊₇ +BA 300 1회	205.7 a	77.3 a	69.8 a	0.90 a
GA ₄₊₇ +BA 300 2회	227.2 b	78.4 b	70.6 a	0.90 a
GA ₄₊₇ +BA 500 1회	213.1 ab	77.3 a	69.8 a	0.90 a
무 처 리	195.8 a	76.8 a	69.5 a	0.90 a

2004년의 시험에서는 GA paste 대신 GA₄₊₇+BA 300mg·L⁻¹ 2회 살포를 행하는 나무를 두었다. GA₄₊₇+BA 살포 효과는 2003년도와 살포효과와 거의 유사하였으며, GA₄₊₇+BA 300mg·L⁻¹의 2회 살포는 무처리보다 과중이 16.0% 더 증가하여 GA₄₊₇+BA 500mg·L⁻¹ 1회 살포(5.1% 증가) 및 GA₄₊₇+BA 300mg·L⁻¹ 1회 살포(8.8% 증가)보다 과실비대 효과가 더 우수하였다.

표 5. GA₄₊₇+BA 및 GA paste 처리가 ‘산사’ 사과의 과실무게 분포에 미치는 영향 (2003)

처리 (mg·L ⁻¹)	과실 무게 분포 비율(%)			
	>230g	230-210g	210-190g	<190g
GA ₄₊₇ +BA 300	26.5	23.9	15.0	34.6
GA ₄₊₇ +BA 500	36.0	14.0	16.3	33.7
GA paste	32.4	20.4	16.8	30.4
무처리	17.5	18.2	18.2	46.0

2003년 시험에서는 230g 이상되는 과실의 비율이 무처리 17.5% 인데 비하여 GA₄₊₇+BA 500mg·L⁻¹ 처리 과실은 36%, GA paste 처리과실은 32.4%, GA₄₊₇+BA 300mg·L⁻¹ 처리 과실은 26.5%로 처리과실의 대과비율이 무처리과의 대과비율보다 훨

썩어 높았다.

표 6. GA₄₊₇+BA 처리가 ‘산사’ 사과의 과실무게 분포에 미치는 영향(2004)

처 리 (mg·L ⁻¹)	무 게 분 포 (%)			
	>230g	230~210g	210~190g	<190g
GA ₄₊₇ +BA 300 1회	18.2	13.3	21.0	47.5
GA ₄₊₇ +BA 300 2회	28.6	16.5	18.7	36.3
GA ₄₊₇ +BA 500 1회	22.3	14.6	16.9	46.2
무 처 리	7.7	14.4	16.9	61.0

2004년의 시험에서는 230g 이상 되는 과실의 비율이 GA₄₊₇+BA 300mg·L⁻¹ 2회 처리과실은 28.6%, GA₄₊₇+BA 500mg·L⁻¹ 1회 처리과실은 22.3%, 300mg·L⁻¹ 1회 처리과실은 18.2%로서 역시 무처리 과실 대과 비율 7.7%에 비하여 그 비율이 2.4~3.7배 정도 더 많았다.

나. 성숙과 품질

표 7. GA₄₊₇+BA 및 GA paste 처리가 ‘산사’ 사과의 전분반응지수와 품질에 미치는 영향(2003)

처 리	전분반응지수*	경도	가용성고형물	총산 함량
	(0~6)	(kg/♯ 11mm)	(°Brix)	(%)
GA ₄₊₇ +BA 300	3.48 b	6.27 b	12.5 b	0.37 a
GA ₄₊₇ +BA 500	3.33 b	6.34 b	12.1 a	0.37 a
GA paste	3.34 b	5.58 a	13.0 c	0.37 a
무처리	2.38 a	6.18 b	12.9 bc	0.40 a

*전분반응지수는 0-6까지 7단계로 구분한 ENZA FRUIT 회사의 전분반응지수표를 이용하였다. 0은 요오드에 의하여 보라색으로 완전 염색된 경우를, 6은 전분이 완전 소실되어 염색된 부위가 없음을 말한다.

2003년에 8월 13일에 수확한 과실들의 전분반응지수를 보면 2.38~3.48의 범위에 있고 가용성 고형물 함량도 12.1~13.0°Brix로서 낮았다. 따라서 수확을 상당히 빨리한 감이 있었다. 전분 반응지수에 미치는 처리효과를 보면 GA₄₊₇+BA 및 GA paste 처리는 무처리에 비하여 전분반응지수를 뚜렷하게 증가시켰다. 따라서 GA₄₊₇+BA 및

GA paste는 이미 배에서 얻어진 결과에서와 같이 사과에서도 과실의 성숙을 촉진하는 효과가 있음을 알 수 있었다. 과실 경도는 GA paste 처리에서 낮았으며 그 밖의 처리들 간에는 차이가 없었다. 가용성 고형물 함량은 GA₄₊₇+BA 500mg·L⁻¹에서 낮았고, 산 함량은 무처리 과실에서 다소 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 인정되지 않았다.

표 8. GA₄₊₇+BA 처리가 ‘산사’ 사과의 전분반응지수와 과실특성에 미치는 영향(2004)

처 리 (mg·L ⁻¹)	전분반응지수 (0~6)	경도 (kg/φ 11mm)	가용성 고형물 (°Brix)	산 도 (%)
GA ₄₊₇ +BA 300 1회	4.96 a	5.8 a	15.6 a	0.36 ab
GA ₄₊₇ +BA 300 2회	5.12 a	6.3 a	14.5 a	0.33 b
GA ₄₊₇ +BA 500 1회	5.01 a	6.4 a	15.4 a	0.32 b
무 처 리	4.83 a	6.2 a	15.3 a	0.40 a

*전분반응지수: 표 참조

2004년도 8월 11일에 수확한 과실들의 전분반응지수는 4.83~5.12의 범위에, 그리고 가용성 고형물 함량도 14.5~15.6°Brix의 범위에 있음을 볼 때 2003년에 비하여 성숙이 훨씬 더 진행되었음을 알 수 있었다.

전분반응지수에 미치는 처리효과는 2003년도에 비하여 과실의 성숙이 훨씬 더 진행된 상태인 때문인지 통계적 유의성은 없었으나 GA₄₊₇+BA의 농도가 높을수록, 그리고 살포회수가 많을수록 전분반응지수가 커짐을 볼 때, 그리고 산함량이 무처리 과실에 비하여 GA₄₊₇+BA 살포 과실에서 낮아짐을 볼 때 GA₄₊₇+BA는 ‘산사’ 사과의 성숙을 촉진함을 알 수 있었다. 그러나 경도와 가용성고형물 함량은 처리와 무처리간에 별 차이가 없었다.

다. 착색

표 9. GA₄₊₇+BA 및 GA paste 처리가 ‘산사’ 과실의 착색에 미치는 영향(2003)

처 리 (mg·L ⁻¹)	Hunter value		
	L	a	b
GA ₄₊₇ +BA 300	53.58 b	28.11 ab	22.56 b
GA ₄₊₇ +BA 500	52.73 b	25.40 a	22.95 b
GA paste	53.67 b	30.02 b	22.32 b
무처리	49.02 a	34.81 c	20.20 a

포미나 살포 및 GA paste 과경도포는 Hunter L 및 b 값을 다소 높이고 a 값을 낮추었다.

이 결과로 미루어 이들 처리는 적색발현을 감소시키고 엽록소 소실을 다소 늦추는 경향이 있는 것으로 판단되었다.

라. 경제성 분석

표 10. GA₄₊₇+BA 처리가 ‘산사’ 과실의 경제성에 미치는 영향 (천원/10a)

처 리 (mg·L ⁻¹)	수 량 (kg/10a)	조수입	추가비용(B)	증가수익(A)	A-B
GA ₄₊₇ +BA 300 1회	2,101	3,843	212.5	416	203.5
GA ₄₊₇ +BA 300 2회	2,321	4,530	425.0	1,104	679.0
GA ₄₊₇ +BA 500 1회	2,177	3,836	350.0	410	60.0
무 처 리	2,000	3,426	-	-	-

비고: ① 무처리 기준으로 증가 비용 및 증가소득 산출

② 단가는 출하기(2004년 8월 17일~23일)의 도매시장 경락가의 평균임.

과실크기별 가격차이는 230g 이상 2,468원/kg, 210g 이상 2,272원/kg, 190g 이상 1,867원/kg, 190g 이하 1,444원/kg.

③ 추가비용은 GA₄₊₇+BA(포미나)의 약값으로 원액 1mL 당 250원, 500mg·L⁻¹ (1400mL/10a 필요), 300mg·L⁻¹ (850mL/10a 필요), 300mg·L⁻¹ 2회 (1700mL/10a 필요)

GA₄₊₇+BA 처리는 과실의 비대를 촉진 시키므로 10a당 수량증가와 함께 과실당 가격을 증가시켰다. 경제성분석 결과 GA₄₊₇+BA 300mg·L⁻¹ 2회 처리는 10a당 679,000원의 소득이 증가되었다. 따라서 산사 과실에 대하여 만개후 3주와 4주후에 GA₄₊₇+BA 300mg·L⁻¹ 2회 처리는 소득 증가 효과가 크므로 보급할 가치가 있는 재배기술임이 임

증되었다.

요 약

이 시험은 2003년과 2004년의 2년에 걸쳐 수행되었으며, '산사' 사과와 과실비대와 품질에 미치는 $GA_{4+7}+BA$ 의 영향을 조사하였다. 시험수는 M.9에 접목된 5년생(2003년)과 6년생(2004년)의 사과나무를 사용하였다. 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. $GA_{4+7}+BA$ 를 만개 3 및 4주 후에 '산사' 과실과 그 주위의 잎에 $300mg \cdot L^{-1}$ 의 농도로 2회 살포하였을 때 무처리 과실에 비하여 16%의 과실비대 촉진 효과가 있었다.
2. 이 기간에 $GA_{4+7}+BA$ $300 \sim 500mg \cdot L^{-1}$ 의 1회 살포나 GA paste의 과경도포 역시 과실비대에 효과적이었으나 $300mg \cdot L^{-1}$ 2회 살포보다는 과실비대 효과가 낮았다.
3. $GA_{4+7}+BA$ 와 GA paste는 전분반응지수와 산함량의 변화로 미루어 볼때 '산사' 과실의 성숙을 촉진하는 것으로 판단되었다. 그러나 과형지수, 가용성고형물 함량, 과실경도 등에 큰 영향을 미치지 않는었다.
4. 경제성 분석 결과 '산사' 사과와 $GA_{4+7}+BA$ $300mg \cdot L^{-1}$ 을 2회 살포하면 과실비대, 수량 증가 등을 통하여 10a 당 649,000원의 소득이 더 늘어날 수 있음을 알 수 있었다.

제 4 절 ‘홍월’ 사과의 수확전 낙과방지 기술

서 론

중생종 품종인 ‘홍월’ 사과는 수확기가 9월 중순으로 과실의 품질은 우수하나 수확전 낙과가 심하며 또한 수확전 과실에 발생하는 생리장해인 과피반점 때문에 봉지재배를 하고 있다. 이러한 재배적 어려움으로 인하여 현장에서의 재배를 기피하고 있어 그 면적이 점차적으로 감소하고 있는 실정이다. 그동안 ‘홍월’ 사과의 수확전 낙과를 방지하기 위해서 오옥신계 낙과 방지제인 안티폴(2,4-DP)를 살포하여 왔으나 이는 과실에서의 에틸렌 발생을 촉진하여 과실의 연화를 촉진시키는 단점으로 작용하여 왔다. 2,4-DP의 수확전 낙과방지 효과에 관해서는 그동안 우리나라에서도 ‘쓰가루’ 사과에서는 많은 연구가 수행되었으며, 2,4-DP는 ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지에 우수한 효과가 있음을 확인하였다(변재균과 최성용, 1988; 변재균과 장경호, 1995). 그후 과실연화를 경감시키는 방법으로 2,4-DP에 염화칼슘, 초산칼슘 및 수산화칼슘 등을 혼용살포하면 과실연화를 다소 억제할 수 있음이 보고되었다(변재균·최성용, 1988; 변재균 외, 1993, 1994). 그럼에도 불구하고 이러한 과실들은 특히 중간상인들에 의해 품질이 저평가되어 가격이 낮게 유지되어 왔다. 그러나 최근 등록된 에틸렌 생합성 억제제인 Aminoethoxyvinylglycine(AVG)는 수확전 낙과방지 효과와 함께 과실의 성숙을 지연시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있으므로 2,4-DP를 이용하는 것 보다 과실 품질 및 저장력 향상을 위해서는 더 바람직한 낙과방지제가 될 가능성이 크다. AVG는 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid(ACC) synthase의 활성 억제를 통하여 에틸렌 생성을 억제하는 물질로서(Boller 등, 1979) 오래전부터 수확전 낙과방지에 효과가 있음이 보고된 바 있다(Bangerth, 1978). 그럼에도 불구하고 비싼 가격 때문에 실용화에는 이르지 못하였다.

최근에는 AVG의 생산기술이 고도화 됨에 따라 생산원가가 크게 낮아질 수 있게 되었다. Bioscience회사(USA)에서는 사과의 수확전 낙과방지제로서 AVG를 개발하여 많은 품종을 대상으로 그 효과를 검토하고 있다. 일본(Kondo와 Hayata, 1995)과 우리나라(Chun 등, 1997; 박무용 등, 1999; 강인규·변재균, 2002, 변재균, 2004)에서도 ‘쓰가루’ 사과에서는 AVG를 처리하면 수확전 낙과방지 및 저장력 증진에 미치는 효과가

우수함이 이미 보고되었다. 그러나 수확전 낙과가 크게 문제되는 ‘홍월’ 사과에 대해서는 이러한 연구가 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 AVG의 처리시기, 살포농도 및 처리방법이 ‘홍월’ 과실의 수확전 낙과방지와 과신품질에 어떠한 영향을 미치는지를 구명하기 위해서 실시하였다.

1. '홍월' 사과 수확 전 낙과 방지와 수확기 연장을 위한 AVG의 처리방법 구명

재료 및 방법

시험재료 : 본 시험은 경북 군위군 내량면에 소재하고 있는 농가의 '홍월'/M.26 성목(6년생)을 이용하여 실시하였다. 시험수의 수세는 중간정도로 양호한 편으로 관리상 문제는 없었다. 봉지씌우는 시기는 만개 1개월 후에 실시하였고, 봉지벗기는 시기는 무처리 유대과실은 수확기준일로부터 3주전에 실시하였다.

AVG 처리농도 및 시기 : AVG(Bioscience Lab. USA)의 처리농도는 75 및 100mg · L⁻¹의 농도로 하고 여기에 전착제 Silwet L-77을 0.1%되게 첨가한 다음 수확예정(9월 15일) 4주전(8월 18일) 및 3주전(8월 25일)에 각각의 농도로 1회 살포하였다. 처리방법으로는 각 처리시기별로 AVG 살포 3일전 곁봉지를 제거하고 살포당일 속봉지를 제거한 후 처리하였다. 시험구 규모 및 배치는 각 처리구를 3반복, 난괴법으로 실시하였다.

낙과율 및 과피반점 발생 정도: 과실의 수확 전 낙과율은 살포시기를 기준으로 하여 7일 간격으로 수확기까지 조사하여 누적낙과율로 표시하였다. 그리고 과피반점 발생 정도는 9월 8일부터 7일 간격으로 조사하여 과피반점발생 정도의 설정기준을 무발생은 0, 20%는 1, 40%는 2, 60%는 3, 80%는 4 그리고 100% 발생은 5로 하여 조사하였다.

호흡량 및 에틸렌 발생량 : 호흡량 및 에틸렌 발생량은 1.8L 용기에 과실 1개를 넣고 밀봉하여 20℃ 항온실에서 1시간 방치한 후 head space에서 1mL gas를 채취하여 FID와 TCD를 장착한 GC(HP 6990)를 이용하여 각각 분석하였다. 시험규모는 처리당 3반복으로 하였다.

과실 특성 : 과실의 특성은 과중, 과육경도, 가용성고형물 및 산 함량, 과피의 착색 정도를 측정하였다. 과육 경도는 8mm plunger를 장착한 Texture analyser(Stable

Micro System TX-XT2, England)로, 가용성고형물 함량은 디지털 굴절당도계(Atago DBX-55, Japan)로서 측정하였다. 총산함량은 0.1N NaOH로 적정하여 사과산으로 환산하여 표시하였다. 과피의 착색은 색차계(Color Tehno System JX777, Japan)로 과실 적도면에서 과실당 3회 측정하여 Hunter value로 표시하였다.

결과 및 고찰

가. AVG 처리시기 및 농도에 따른 수확전 낙과방지 및 수확기 연장

표 1. AVG 처리시기 및 농도에 따른 ‘홍월’ 사과의 수확전 낙과방지효과

AVG 처리		수확전 낙과율(%)					
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	8/25	9/1	9/8	9/15	9/22	9/29
8/18	75	0.0 a	0.0 a	1.3 a	2.3 a	3.1 a	3.3 b
8/18	100	0.0 a	0.6 a	0.6 a	0.6 a	0.6 a	0.8 a
8/25	75	18.8 b	33.9 b	39.8 b	41.0 b	41.0 b	42.0 c
8/25	100	12.8 b	34.8 b	34.8 b	55.1 b	55.1 b	56.0 c
무처리(유대)	-	12.5 b	48.5 c	61.6 c	72.8 c	83.2 c	96.5 d
무처리(무대)	-	12.1 b	57.6 c	73.6 c	74.7 c	80.6 c	98.0 d

*무처리(유대) : 유대재배후 8월 25일에 봉지제거

AVG 처리농도는 각 75 및 100 mg · L⁻¹의 농도로, 살포시기는 9월 15일 수확기준일로 하여 수확 4주전(8월 18일) 및 3주전(8월 25일)에 각각 1회 살포하였고, 처리구는 살포 3일전에 겉봉지를 벗기고 살포 당일 속봉지를 벗긴 후 AVG를 살포한 후 수확전 낙과방지효과를 조사하였다(표 1). AVG를 8월 18일에 살포한 나무에서는 살포농도 75 및 100 mg · L⁻¹에 관계없이 수확적이인 9월 15일에 낙과율이 2.3%와 0.6%로 낙과방지효과가 8월 25일 처리 및 무처리에 비하여 월등히 우수하였다. 그리고 9월 29일의 수확전 낙과율도 3.3% 및 0.8%로 낙과억제 효과가 우수한 것으로 나타나 수확기를 2주 정도 연장할 수 있었다. 그러나 무처리 과실과 AVG 살포시기를 수확 3주 전인 8월 25일에 실시하였을 때의 과실의 낙과율은 이미 12.1~18.8%의 낙과가 발생

하여 이 시기의 AVG 살포는 낙과억제에 효과가 없는 것으로 판단되었다. 따라서 8월 25일경에는 상당비율의 ‘홍월’ 과실에서 과경에 탈리층 세포벽 분해가 이미 시작된 것으로 추정되며, 이미 AVG 살포적기는 지나간 것으로 판단되었다. 그러므로 2002년도의 ‘홍월’ 사과에서 AVG 살포는 경북중부지방(군위)의 경우 8월 18일경으로 관행수확일 4주전에 처리하는 것이 가장 타당할 것으로 생각되었다.

나. AVG 처리시기 및 농도에 따른 에틸렌 발생량 및 호흡량의 변화

표 2. AVG 처리시기 및 농도에 따른 ‘홍월’ 사과의 에틸렌 발생량(2002)

AVG 처리		에틸렌 발생량($\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)			
시기(월/일)	농도($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	9월 8일	9월 15일	9월 22일	9월 28일
8/18	75	ND ^z	tr ^y	tr	0.08 a
8/18	100	ND	tr	tr	0.01 a
8/25	75	ND	tr	tr	0.30 b
8/25	100	ND	tr	tr	0.27 b
무처리(유대)	-	0.26	0.78	0.79	1.15 c
무처리(무대)	-	0.43	1.28	3.24	1.91 c

^zND ; non-detect, ^ytr ; trace

*무처리(유대) : 유대재배후 8월 25일에 봉지제거

AVG의 역할은 에틸렌 생합성 과정에서 ACC synthase의 활성 억제를 통하여 에틸렌 생성을 억제하는 것으로(Boller 등, 1979) 과실 수확전에 수체에 살포하여 과실의 낙과를 방지함과 더불어 에틸렌 발생량, 호흡량, 과실의 경도 저하 및 산 함량의 감소가 억제되어 저장력을 증진시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Chun 등, 1997; 박무용 등, 1998; 강인규·변재균, 2002). 따라서 ‘홍월’ 사과에서도 동일한 효과가 있는지를 조사하였다. AVG처리에 따른 ‘홍월’ 사과의 에틸렌 발생량은 표 2에서 보는 바와 같이 무처리 과실에서는 시간이 경과할수록 에틸렌 발생량이 증가하였고, AVG 처리 과실에서는 수확적기인 9월 15일까지는 에틸렌이 거의 발생하지 않았지만 9월 28일에서는 $0.01\sim 0.30\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 정도로 무처리 과실에 비하여 에틸렌 발생량이

현저히 줄어들었다. 그리고 AVG의 살포시기가 빠를 수록, 살포농도가 높을 수록 에틸렌 발생량이 감소되었음을 알 수 있었다.

표 3. AVG 처리시기 및 농도에 따른 '홍월' 사과외 호흡량의 변화(2002년)

AVG 처리		호흡량(mL · kg ⁻¹ · h ⁻¹)			
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/8	9/15	9/22	9/29
8/18	75	9.28 b	11.20 b	8.84 b	12.20 b
8/18	100	5.96 a	7.36 a	6.48 a	8.32 a
8/25	75	12.00 b	11.84 b	8.24 b	10.68 b
8/25	100	9.96 b	11.76 b	9.32 b	10.24 b
무처리(유대)	-	16.68 c	18.88 c	13.32 c	14.84 c
무처리(무대)	-	17.20 c	16.32 c	13.32 c	15.04 c

*무처리(유대) : 유대재배후 8월 25일에 봉지제거

호흡량(표 3)은 무처리 과실에서는 수확개시기 무렵인 9월 8일에 이미 상당히 높은 호흡량이 발생되었고 점차 시간이 경과되면서 감소하는 경향을 보였다. 그러나 AVG 처리 과실에서는 무처리보다 낮은 호흡량을 보였고, 동일한 처리시기에서는 에틸렌 발생량과 마찬가지로 처리농도가 높을수록 낮은 호흡량을 보였다. 그러나 8월 25일에 AVG를 살포한 나무에서는 과실에서는 에틸렌이 발생하지 않았는데도(표 2) 불구하고 높은 낙과율을 보인 것(표 1)은 과경에 탈리층 세포벽 분해가 이미 시작된 후에 AVG가 살포되어 살포적기가 이미 지나갔기 때문에 낙과방지 효과가 없었던 것으로 판단되었다.

다. AVG 처리시기 및 농도에 따른 과실 품질의 변화

① 경도의 변화

표 4. AVG 처리시기 및 농도에 따른 ‘홍월’ 사과외의 경도 변화

AVG 처리		경 도 (kg/Φ 8mm)			
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/8	9/15	9/22	9/28
8/18	75	3.43 a	3.38 a	3.36 a	3.09 a
8/18	100	3.49 a	3.43 a	3.30 a	3.19 a
8/25	75	3.54 a	3.29 a	3.27 a	3.09 a
8/25	100	3.51 a	3.43 a	3.29 a	3.17 a
무처리(유대)	-	3.37 a	3.20 a	3.11 a	3.06 a
무처리(무대)	-	3.57 a	3.44 a	3.29 a	3.07 a

*무처리(유대) : 유대재배후 8월 25일에 봉지제거

AVG처리에 따른 경도의 변화를 보면(표 4), 9월 8일부터 9월 22일까지 수확된 과실에서는 어느 처리에서나 과실 경도의 변화가 크지 않았으며 9월 28일에 수확한 과실에서는 9월 15일에 수확한 과실들에 비하여 경도가 현저히 저하하였다. 그러나 AVG 살포유무와 AVG 처리시기 및 농도에 따른 경도의 차이는 인정되지 않았다. 이 결과는 ‘쓰가루’ 사과에서 AVG를 살포하고 관행수확기보다 3주 늦추어 수확한 경우, 처리과실의 경도가 같은 시기에 수확된 무처리 과실의 경도보다 높게 유지되었다고한 보고(박무용 등, 1999)와는 상이하였다.

이 같은 사실로 미루어 볼 때 AVG의 경도 유지효과는 품종에 따라, 그리고 성숙기의 조만이나 살포후의 기상조건에 따라 상당히 달라질 수 있을 것으로 판단되었다.

② 가용성 고형물 및 산 함량의 변화

표 5. AVG 처리시기 및 농도에 따른 ‘홍월’ 사과외의 가용성 고형물 함량 변화

AVG 처리		가용성 고형물(°Brix)			
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/8	9/15	9/22	9/28
8/18	75	14.63 a	14.07 a	14.57 a	14.37 a
8/18	100	14.67 a	14.37 a	14.73 a	14.43 a
8/25	75	14.53 a	14.63 a	14.50 a	14.43 a
8/25	100	14.40 a	14.27 a	14.50 a	14.97 a
무처리(유대)	-	14.10 a	14.23 a	14.33 a	14.60 a
무처리(무대)	-	14.30 a	14.47 a	14.10 a	14.63 a

*무처리(유대) : 유대재배후 8월 25일에 봉지제거

표 6. AVG 처리시기 및 농도에 따른 ‘홍월’ 사과외의 산 함량 변화

AVG 처리		산 함량 (%)			
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/8	9/15	9/22	9/28
8/18	75	0.34 b	0.28 b	0.26 b	0.25 b
8/18	100	0.36 b	0.28 b	0.27 b	0.27 b
8/25	75	0.35 b	0.29 b	0.28 b	0.26 b
8/25	100	0.36 b	0.29 b	0.29 b	0.26 b
무처리(유대)	-	0.30 a	0.26 a	0.23 a	0.21 a
무처리(무대)	-	0.30 a	0.26 a	0.21 a	0.21 a

*무처리(유대) : 유대재배후 8월 25일에 봉지제거

표 5에서 볼 수 있는 바와 같이 9월 8일부터 9월 28일까지 수확된 과실들의 가용성 고형물 함량은 모두 14.07~14.97. Brix 범위에 있었고, 수확시기에 따른, 그리고 AVG 살포유무와 AVG 살포시기 및 농도에 따른 차이는 없었다. 산 함량의 변화(표 6)를 보면 AVG 살포과실은 무처리 과실에 비하여 산 함량을 높게 유지시켰다. 그러나 AVG의 살포시기와 농도에 따른 효과의 차이는 크지 않았다.

④ 착색정도

표 7. AVG 처리시기 및 농도에 따른 ‘홍월’ 사과외 착색정도

AVG 처리		착색도(Hunter a값)			
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/8	9/15	9/22	9/28
8/18	75	6.43 a	13.07 b	15.77 b	17.14 b
8/18	100	6.57 a	7.94 a	10.51 a	15.72 a
8/25	75	10.10 b	12.49 b	16.57 b	18.43 b
8/25	100	9.13 b	10.66 b	12.30 a	17.73 b
무처리(유대)	-	13.21 b	21.31 d	23.23 c	25.25 c
무처리(무대)	-	17.95 c	23.89 d	25.83 c	26.76 c

*무처리(유대) : 유대재배후 8월 25일에 봉지제거

AVG처리에 따른 과실의 착색정도를 보면(표 7), 수확적기인 9월 15일에는 무처리 과실은 적색도를 나타내는 Hunter a값이 21.31과 23.89로서 거의 전면착색이 되었지만 AVG를 처리한 과실들은 7.94~13.07로 부분착색만이 이루어져 착색이 현저히 억제되었다. 그러나 수확기를 2주일 연장한 9월 28일에는 AVG 처리과실들의 Hunter a값이 15.72~18.43으로 착색이 향상되었다. 따라서 AVG 처리 과실들은 무처리 과실에 비하여 착색이 현저히 지연되었으며, 처리시기가 빠를수록, 처리농도가 높을수록 착색이 지연되는 경향이었지만 수확기를 연장함에 따라 과실의 착색은 향상시킬 수 있었다.

⑤ 과피반점 발생정도

표 8. AVG 처리시기 및 농도에 따른 ‘홍월’ 사과의 과피반점 발생정도

AVG 처리		과피반점 발생정도(0~5) ^z			
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/8	9/15	9/22	9/28
8/18	75	1.0 b	2.0 b	3.0 b	3.5 b
8/18	100	1.0 b	2.5 b	3.5 b	4.0 b
8/25	75	3.0 d	4.5 c	5.0 c	5.0 c
8/25	100	3.5 d	4.5 c	5.0 c	5.0 c
무처리(유대)	-	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.1 a
무처리(무대)	-	2.0 c	2.5 b	3.0 b	4.0 b

^z발생정도, 0; 무발생, 1; 20%, 2; 40%, 3; 60%, 4; 80%, 5; 100% 발생

*무처리(유대) : 유대재배후 8월 25일에 봉지제거

AVG 처리에 따른 과피반점 발생정도를 보면(표 8), 무처리 과실은 수확일인 9월 15일에 무대과실은 발생정도가 2.5로 거의 50%의 발생율을 보였고, 수확예정 2주후에는 4.0으로 80%정도의 발생율을 보였다. 유대재배를 한 무처리 과실에서는 과피반점이 거의 발생하지 않았다. 그러나 약제살포시기에 봉지를 제거하고 AVG를 살포한 과실들에서는 수확일인 9월 15일에 2.0~4.5정도로 높은 수준의 과피반점이 발생되었고, 9월 28일에는 거의 모든 과실에서 과피반점이 심하게 발생되었다. ‘홍월’ 사과는 봉지 재배를 하지않으면 과피에 반점이 발생하는 생리적 장애가 발생하고 특히, 봉지 제거 시기가 빠를 수록 과피반점발생율이 증가한다고 하였다(조옥래 등, 1997). 이 시험 결과로 미루어 볼 때 AVG살포시 봉지를 제거하고 살포한 것이 과피반점 발생의 원인을 제공한 것으로 추정이 된다. 그리고 이때 살포한 AVG나 약액에 포함된 전착제인 Silwet가 과피반점 발생에 어느 정도 기여할 가능성도 있는 것으로 생각되었다. 따라서 ‘홍월’ 과실에는 낙과방지제인 AVG는 낙과방지효과는 우수하였지만(표 1) 과피반점을 유발시키는 문제가 발생하므로 과피반점 발생을 감소시킬 수 있는 방안을 면밀히 검토해 볼 필요가 있다고 생각되었다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 AVG 처리에 따른 ‘홍월’ 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장을 위해서 관행수확일인 9월 15일을 기준으로해서 AVG를 수확기 4주 전인 8월 18일경에 살포토록 함이 좋을 것으로 판단되었다. AVG 살포농도 75 및 100 mg·L⁻¹의 어느 농도에서도 수확전 낙과를 효과적으로 방지할 수 있었다. 그리고

AVG를 살포하면 수확기도 2주정도 연장됨을 알 수 있었다. 그러나 이 때 봉지를 벗기고 AVG를 살포하면 봉지 벗기는 시기가 빨라져 과피반점이 심각하게 발생되었다. 따라서 AVG를 살포하여 수확전낙과 및 과피반점을 효과적으로 방지할 수 있는 방법에 대한 기술 개발에 대한 검토가 요구되었다.

요 약

경북 군위군 내량면에 소재하고 있는 농가의 '홍월'/M.26 성목(6년생)을 이용하여 8월 18일 또는 8월 25일에 각각 AVG를 75 또는 100mg·L⁻¹의 농도로 살포한 다음 각 시기별 수확전 낙과율, 수확기 연장 효과 및 과실품질에 미치는 영향을 조사하였다.

수확전 낙과방지 효과는 AVG 75와 100mg·L⁻¹ 모두에서 우수하였으며, 살포시기는 8월 18일이 가장 우수하였고 또한 수확기를 2주정도 연장할 수 있었다. 그러므로 '홍월' 사과에서 AVG 살포는 경북중부지방(군위)의 경우 8월 18일경으로 관행수확일(9월 15일) 4주전에 처리하는 것이 가장 타당할 것으로 생각되었다.

AVG처리에 따른 '홍월' 사과의 에틸렌 발생량은 무처리 과실에서는 시간이 경과할수록 에틸렌 발생량이 증가하였고, AVG처리 과실에서는 수확적기인 9월 15일까지는 에틸렌이 거의 발생하지 않았지만 9월 28일에서는 0.01~0.30 μ L·kg⁻¹·h⁻¹ 정도로 무처리 과실에 비하여 에틸렌 발생량이 현저히 줄어들었다. 호흡량도 에틸렌발생량과 동일한 경향을 보였다.

AVG처리에 따른 과실의 품질변화를 보면 경도는 9월 8일부터 9월 22일까지 수확된 과실에서는 AVG 살포유무와 AVG 처리시기 및 농도에 따른 차이는 인정되지 않았다.

가용성 고형물 및 산 함량에서도 AVG 살포유무와 AVG 살포시기 및 농도에 따른 이들의 차이는 없었다. 그리고 AVG처리시 과실의 착색정도는 수확적기인 9월 15일에는 처리 과실들이 무처리 과실들에 비하여 착색이 현저히 억제되었지만 수확기를 2주일 연장한 9월 28일에는 처리과실들의 착색이 현저히 증가되어 수확기 연장에 따른 과실의 착색은 향상시킬 수 있었다.

과피반점 발생은 수확기인 9월 15일에는 무처리 무대과실은 그 발생정도가 2.5로 거의 50%의 발생율을 보였고, 수확예정 2주후에는 4.0으로 80%정도의 발생율을 보였

다. 그러나 유대재배를 한 무처리과실에서는 과피반점이 거의 발생하지 않았다. AVG 살포시에 봉지를 제거한 과실들에서는 수확일인 9월 15일에 2.0~4.5정도로 높은 수준의 과피반점이 발생되었고, 9월 28일에는 거의 모든 과실에서 과피반점이 심하게 발생되었다. 따라서 수확전낙과 및 과피반점을 효과적으로 방지할 수 있는 AVG 살포 방법에 대한 검토가 요구되었다.

2. '홍월' 사과에 대한 AVG처리시 과실에 씌워진 봉지의 유무에 따른 수확전 낙과방지 효과 및 과피반점 발생 정도 조사

재료 및 방법

시험재료 : 본 시험은 경북 군위군 내량면에 소재하고 있는 농가의 '홍월'/M.26 성목(6년생)을 이용하여 2003년부터 2004년까지 2년간 실시하였다. 시험수의 수세는 중간 정도로 양호한 편으로 관리상 문제는 없었다. 봉지씌우는 시기는 만개 1개월 후에 실시하였고, 봉지벗기는 시기는 수확기준일로부터 2주전에 실시하였다.

AVG 처리농도 및 시기 : 2003년에는 AVG(Bioscience Lab. USA)의 처리농도는 $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도로 하고 여기에 전착제 Silwet L-77을 0.1%되게 첨가하였다. 처리시기는 수확예정(9월 15일) 4주전(8월 18일) 및 3주전(8월 25일)에 각 1회 단독살포하는 처리와 각 시기별로 AVG 살포후 9월 1일에 다시 2,4-DP $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 을 살포하는 처리를 두었다. 2004년에는 AVG와 2,4-DP를 단독살포하는 처리와 AVG를 살포한 다음 1주 후에 2,4-DP를 살포하는 처리를 두었다. 이때 AVG는 $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 그리고 2,4-DP는 $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도로 하였다. 살포시기는 수확 5주전(8월 11일)과 수확 4주전(8월 18일)에 AVG와 2,4-DP를 각각 단독살포하는 처리와 8월 11일에 AVG를 살포하고 2,4-DP는 1주후인 8월 18일에 살포하는 처리와 2주후인 8월 25일에 살포하는 처리를 두었다. 처리방법으로는 2003년에는 결봉지를 제거한 후 속봉지가 있는 상태에서 약제를 처리하였고, 2004년에는 봉지를 씌운채로 살포하였다. 시험구 규모 및 배치는 각 처리구를 3반복, 난괴법으로 실시하였다.

낙과율 및 과피반점 발생 정도: 과실의 수확전 낙과율은 살포시기를 기준으로 하여 7일 간격으로 수확기까지 조사하여 누적낙과율로 표시하였다. 그리고 과피반점 발생 정도는 9월 8일부터 7일 간격으로 조사하여 과피반점발생 정도의 설정기준을 무발생은 0, 20%는 1, 40%는 2, 60%는 3, 80%는 4 그리고 100% 발생은 5로 하여 조사하였다.

호흡량 및 에틸렌 발생량 : 호흡량 및 에틸렌 발생량은 1.8L 용기에 과실 1개를 넣고 밀봉하여 20℃ 항온실에서 1시간 방치한 후 head space에서 1mL gas를 채취하여 FID와 TCD를 장착한 GC(HP 6990)를 이용하여 각각 분석하였다. 시험규모는 처리당 3반복으로 하였다.

과실 특성 : 과실의 특성은 과중, 과육경도, 가용성고형물 및 산 함량, 과피의 착색 정도를 측정하였다. 과육 경도는 8mm plunger를 장착한 Texture analyser(Stable Micro System TX-XT2, England)로, 가용성고형물 함량은 디지털 굴절당도계(Atago DBX-55, Japan)로서 측정하였다. 총산함량은 0.1N NaOH로 적정하여 사과산으로 환산하여 표시하였다. 과피의 착색은 색차계(Color Tehno System JX777, Japan)로 과실 적도면에서 과실당 3회 측정하여 Hunter value로 표시하였다.

결과 및 고찰

가. AVG 및 2,4-DP 처리시 과실에 씌워진 봉지 유무에 따른 수확전 낙과방지 효과 및 과피반점 발생 정도

표 9. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과의 수확전 낙과방지효과(2003년)

시기(월/일)	처 리 농도(mg · L ⁻¹)	수확전 낙과율(%)					
		8/25	9/1	9/8	9/15	9/22	9/29
8/18	AVG 75	0.0 a	0.0 a	0.5 a	1.0 a	1.0 a	1.5 a
8/18+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	0.0 a	0.0 a	1.0 a	1.3 a	1.3 a	1.3 a
8/25	AVG 75	1.0 b	2.1 b	5.7 b	7.3 b	7.3 b	7.3 b
8/25	2,4-DP 30	0.0 a	0.0 a	0.0 a	1.2 a	1.2 a	1.2 a
8/25+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	1.3 b	2.2 b	4.0 b	4.0 b	4.0 b	4.0 b
무처리(유대)	-	3.3 c	5.9 b	25.4 d	70.8 d	75.3 d	82.8 d
무처리(무대)	-	4.5 c	11.1 d	41.1 e	82.8 d	88.9 d	98.3 d

* 8월18일과 8월 25일의 2,4-DP는 9월 1일에 처리하였고, 모든 처리구는 겉봉지를 벗기고 속봉지가 있는 상태에서 살포되었음.

* 무처리(유대) : 유대재배후 9월 1일에 봉지제거.

표 10. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과의 과피반점 발생정도(2003년)

처 리		과피반점 발생정도(0~5) ^z	
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/15(수확일)	9/29(수확 2주후)
8/18	AVG 75	2.5 b	4.5 c
8/18+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	2.5 b	4.5 c
8/25	AVG 75	1.5 b	2.5 b
8/25	2,4-DP 30	1.5 b	2.5 b
8/25+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	1.5 b	2.5 b
무처리(유대)	-	0.0 a	-
무처리(무대)	-	2.5 b	-

^z발생정도, 0; 무발생, 1; 20%, 2; 40%, 3; 60%, 4; 80%, 5; 100% 발생

* 8월18일과 8월 25일의 2,4-DP는 9월 1일에 처리하였고, 모든 처리구는 결봉지를 벗기고 속봉지가 있는 상태에서 살포되었음.

* 무처리(유대) : 유대재배후 9월 1일에 봉지제거.

2003년에는 AVG 75 mg · L⁻¹와 2,4-DP 30 mg · L⁻¹의 농도로 이들을 단독살포하는 처리와 AVG 처리후 2,4-DP를 살포하는 처리를 두었다. AVG만 살포하는 시기는 8월 18일과 8월 25일로 하였으며, 2,4-DP는 8월 25일에 살포하였다. AVG 살포 후에 2,4-DP를 살포하는 처리에서는 2,4-DP를 9월 1일에 처리하였다. 처리방법으로는 결봉지를 제거한 후 속봉지가 있는 상태에서 처리한 후 수확전 낙과방지 효과를 조사하였다(표 9). 그 결과를 보면 AVG 및 2,4-DP를 8월 18일과 8월 25일에 단독살포하거나 AVG를 살포후 2,4-DP를 살포한 처리구에서는 수확적이인 9월 15일까지는 말할 것도 없고 그 2주후인 9월 29일까지 수확전 낙과율이 1.2~7.3%로 현저히 억제되었다. 무처리구에서는 9월 15일에 낙과율이 70.8 및 82.8%였고, 그 2주후인 9월 29일에는 82.8 및 98.3%로 낙과가 심하게 발생한 상태에 있었다. 2002년과 2003년의 무처리 과실의 낙과율을 비교해 보면 2003년은 2002년 보다 수확전 낙과율이 감소한 해로 9월 1일 경에 과경의 탈리층 세포벽 분해가 시작된 것으로 추정되었다. 그러나 과피반점은 무처리(유대재배)구만 제외하고 수확기인 9월 15일에 1.5~2.5로 30~50% 정도의 발생율을 나타내어(표 10) 결봉지만을 벗기고 AVG를 처리할 경우도 낙과방지효과는 우수하였으나 과피반점 발생율이 높아 여전히 과신품질유지에 심각한 문제를 야기시켰다. ‘홍월’ 사과는 봉지재배를 하지않으면 과피에 반점이 발생하는 생리적 장애가 발생하고 특히, 봉지 제거시기가 빠를 수록 과피반점발생율이 증가한다고 하여(조옥래 등,

1997) 2004년에는 과피반점 발생을 감소시키는 기술개발이 필요한 것으로 판단되었다.

표 11. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과의 수확전 낙과방지효과(2004년)

처 리		수확전 낙과율(%)			
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	8/25	9/1	9/8	9/15
8/11	AVG 75	0.5 c	5.2 c	6.0 c	6.3 c
8/11	2,4-DP 30	0.0 c	1.4 d	3.0 cd	3.2 cd
8/18	AVG 75	2.1 b	13.7 b	14.8 b	15.8 b
8/11+8/18	AVG 75+2,4-DP 30	0.0 c	3.1 cd	1.4 d	1.5 d
8/11+8/25	AVG 75+2,4-DP 30	1.8 b	1.8 d	1.9 d	1.9 d
무처리(무대)	-	14.5 a	75.1 a	95.9 a	98.1 a
무처리(유대)	-	11.5 a	70.5 a	82.2 a	86.5 a

* 살포일자 : 수확 5주전(8월 11일), 4주전(8월 18일), 3주전(8월 25일).

* 무처리(무대)만 제외하고 모든 처리구는 결봉지가 있는 상태에서 약제처리를 하였음.

* 과실 수확시 결봉지는 수확 2주전에 제거하였고 그 3일 후 속봉지를 제거하였음.

표 12. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과의 과피반점 발생정도(2004년)

처 리		과피반점 발생정도(0~5) ^z		
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/1	9/8	9/15
8/11	AVG 75	0.0 b	0.0 c	0.5 c
8/11	2,4-DP 30	0.0 b	1.0 b	1.5 b
8/18	AVG 75	0.0 b	0.0 c	0.5 c
8/11+8/18	AVG 75+2,4-DP 30	0.0 b	0.0 c	0.5 c
8/11+8/25	AVG 75+2,4-DP 30	0.0 b	0.2 c	0.5 c
무처리(무대)	-	2.0 a	3.5 a	4.5 a
무처리(유대)	-	0.0 b	1.0 b	0.5 c

^z 발생정도, 0; 무발생, 1; 20%, 2; 40%, 3; 60%, 4; 80%, 5; 100% 발생

* 살포일자 : 수확 5주전(8월 11일), 4주전(8월 18일), 3주전(8월 25일).

* 무처리(무대)만 제외하고 모든 처리구는 결봉지가 있는 상태에서 약제처리를 하였음.

* 과실 수확시 결봉지는 수확 2주전에 제거하였고 그 3일 후 속봉지를 제거하였음.

현재까지 알려진 바에 의하면 AVG는 잎에 살포되었을 때 잎을 통하여 과실로 전이가 되지 않기 때문에 과실에 봉지를 씌운 채로 살포하면 낙과방지효과가 없는 것으로 알려져 왔다(Bioscience Lab. USA). 따라서 2004년도에는 2002년도와 2003년도의

성적을 바탕으로 최적 살포농도와 시기를 적용하여 ‘홍월’ 사과에 2중봉지를 씌운 채로 AVG 및 2,4-DP를 살포하였을 때 낙과방지효과가 있는지를 검토하였으며(표 11) 특히, 2004년은 봄에 기온이 상승하여 개화기가 예년에 비하여 1주일 정도 빨라 살포 시기를 1주일 정도 앞 당겼다. 그 결과 수확전 낙과방지효과는 8월 11일에 AVG를 살포하고 그 1 및 2주후인 8월 18일 또는 8월 25일에 2,4-DP를 살포한 처리에서 9월 15일 기준으로 낙과율이 1.5 및 1.9%로 현저히 억제되어 가장 우수한 수확전 낙과방지효과를 보였다. 그 다음으로 2,4-DP를 8월 11일 살포한 처리, AVG 8월 11일 처리, AVG 8월 18일 처리의 순으로 낙과방지 효과가 있었다. 무처리구에서는 수확전 낙과율이 86.5%(유대)와 98.1%(무대)로 낙과가 심하게 발생한 상태에 있었다. 그리고 과피반점 발생율도 0.5로 10% 이내로 현저히 억제되었다(표 12).

이러한 결과를 종합해 볼때, ‘홍월’ 사과에서 AVG 단독 살포시 그 시기는 수확예정 5주전에 해당되는 8월 11일경이, 살포농도는 $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이 우수한 수확전 낙과방지 방법으로 판단되었다. 보다 효과적인 수확전 낙과방지법으로는 AVG 단독 살포보다는 AVG를 8월 11일경에 1차 살포하고, 그 후 2,4-DP를 7일 후(8월 18일) 혹은 14일 후(8월 25일)에 2차로 살포하는 것이 가장 우수한 방법임을 확인하였다. 과실품질 유지 측면에서 과피반점 발생억제를 위해 봉지를 씌운채로 낙과방지제를 살포하는 것이 가장 바람직한 방법으로 판단되었다.

나. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 에틸렌 발생량 및 호흡량의 변화

표 13. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과에 에틸렌 발생량(2003년)

처 리		에틸렌 발생량($\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	
시기(월/일)	농도($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	9/15	9/29
8/18	AVG 75	0.31 a	0.34 a
8/18+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	0.30 a	0.31 a
8/25	AVG 75	0.21 a	0.23 a
8/25	2,4-DP 30	2.27 b	4.81 b
8/25+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	0.33 a	0.37 a
무처리(유대)	-	3.24 b	-
무처리(무대)	-	2.64 b	-

*8월18일과 8월 25일의 2,4-DP는 9월 1일에 처리하였고, 모든 처리구는 겉봉지를 벗기고 속봉지가 있는 상태에서 살포되었음.

*무처리(유대) : 유대재배후 9월 1일에 봉지제거.

표 14. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과에 에틸렌 발생량(2004년)

처 리		에틸렌 발생량($\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)		
시기(월/일)	농도($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	9/1	9/8	9/15
8/11	AVG 75	0.00 d	0.00 d	0.02 e
8/11	2,4-DP 30	22.31 a	23.18 a	24.22 a
8/18	AVG 75	0.12 c	0.03 c	0.33 d
8/11+8/18	AVG 75+2,4-DP 30	0.26 c	0.05 c	0.07 de
8/11+8/25	AVG 75+2,4-DP 30	0.31 c	0.03 c	0.03 e
무처리(무대)	-	4.94 b	4.49 b	5.45 c
무처리(유대)	-	3.05 b	4.18 b	16.42 b

* 살포일자 : 수확 5주전(8월 11일), 4주전(8월 18일), 3주전(8월 25일).

* 무처리(무대)만 제외하고 모든 처리구는 겉봉지가 있는 상태에서 약제처리를 하였음.

* 과실 수확시 겉봉지는 수확 2주전에 제거하였고 그 3일 후 속봉지를 제거하였음.

AVG를 살포할 때 과실에 씌워진 봉지의 유무에 따른 에틸렌 발생량 및 호흡량의 변화양상을 조사하였다. 2003년의 경우 속봉지만 있는 상태에서 AVG처리에 따른 ‘홍월’ 사과의 에틸렌 발생량은(표 13) 수확기인 9월15일에는 무처리와 2,4-DP 처리 과실들에서 많았으며 AVG만 처리하거나 AVG를 처리하고 다시 9월 1일에 2,4-DP를 처리한 과실들에서는 에틸렌 발생이 억제되었다. 그리고 2004년의 경우 봉지를 씌운

상태에서 2,4-DP 단독처리 과실에서는 9월 15일에 에틸렌이 $24.22\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 로 급격히 증가되었지만 AVG 단독 또는 AVG 처리하고 다시 9월 1일에 2,4-DP를 처리한 과실에서는 2,4-DP 처리시기와 관계없이 $0.02\sim 0.33\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 로 에틸렌 발생량이 현저히 억제되었다(표 14). 이러한 결과는 2,4-DP는 옥옥신계 성장조절제로서 ACC 합성효소 생합성을 촉진하여 에틸렌발생을 촉진시키기 때문에 단독 처리에서는 에틸렌이 상당량 발생되었지만, AVG를 살포한 후 2,4-DP를 살포하는 경우는 AVG가 ACC 합성효소의 생성을 억제하므로써 에틸렌 발생을 억제시키는 효과가 나타나 그 발생이 현저히 억제됨을 알 수 있었다.

표 15. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 '홍월' 사과의 호흡량의 변화(2003년)

처 리		호흡량($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	
시기(월/일)	농도($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	9/15	9/29
8/18	AVG 75	8.48 a	9.40 a
8/18+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	7.48 a	7.28 a
8/25	AVG 75	8.12 a	8.76 a
8/25	2,4-DP 30	14.48 b	13.36 b
8/25+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	8.12 a	7.85 a
무처리(유대)	-	12.88 b	-
무처리(무대)	-	8.96 a	-

*8월18일과 8월 25일의 2,4-DP는 9월 1일에 처리하였고, 모든 처리구는 결봉지를 벗기고 속봉지가 있는 상태에서 살포되었음.

*무처리(유대) : 유대재배후 9월 1일에 봉지제거.

표 16. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 '홍월' 사과의 호흡량의 변화(2004년)

처 리		호흡량(CO ₂ mL · kg ⁻¹ · h ⁻¹)		
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/1	9/8	9/15
8/11	AVG 75	13.52 b	11.16 b	16.82 b
8/11	2,4-DP 30	27.63 a	25.87 a	25.53 a
8/18	AVG 75	15.90 b	10.30 b	14.51 b
8/11+8/18	AVG 75+2,4-DP 30	15.36 b	11.59 b	15.99 b
8/11+8/25	AVG 75+2,4-DP 30	11.08 b	11.00 b	15.84 b
무처리(무대)	-	23.09 a	17.10 a	29.71 a
무처리(유대)	-	25.67 a	15.30 a	29.57 a

* 살포일자 : 수확 5주전(8월 11일), 4주전(8월 18일), 3주전(8월 25일).

* 무처리(무대)만 제외하고 모든 처리구는 곁봉지가 있는 상태에서 약제처리를 하였음.

* 과실 수확시 곁봉지는 수확 2주전에 제거하였고 그 3일 후 속봉지를 제거하였음.

2003년과 2004년의 호흡량의 변화를 보면(표 15, 16) 무처리 및 2,4-DP 처리과실들에서 호흡량이 급증하였고, AVG 단독 및 AVG 살포후 2,4-DP를 분리살포한 과실들에서는 호흡량이 무처리와 2,4-DP 단독 처리 과실들에 비하여 억제되었다.

다. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 과실 품질의 변화

① 과실의 발육

표 17. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 '홍월' 사과의 발육(2003년)

처 리		과 중 (g)	
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/15	9/29
8/18	AVG 75	234.6 a	261.8 a
8/18+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	211.3 a	252.3 a
8/25	AVG 75	222.8 a	240.4 a
8/25	2,4-DP 30	230.1 a	250.1 a
8/25+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	218.5 a	240.4 a
무처리(유대)	-	219.7 a	-
무처리(무대)	-	218.2 a	-

* 8월18일과 8월 25일의 2,4-DP는 9월 1일에 처리하였고, 모든 처리구는 결봉지를 벗기고 속봉지가 있는 상태에서 살포되었음.

* 무처리(유대) : 유대재배후 9월 1일에 봉지제거.

표 18. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 '홍월' 사과의 발육(2004년)

처 리		과 중 (g)		
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/1	9/8	9/15
8/11	AVG 75	190.3 a	212.0 a	234.7 a
8/11	2,4-DP 30	199.3 a	213.7 a	231.7 a
8/18	AVG 75	196.9 a	218.3 a	231.6 a
8/11+8/18	AVG 75+2,4-DP 30	195.9 a	227.4 a	234.1 a
8/11+8/25	AVG 75+2,4-DP 30	193.7 a	214.0 a	237.1 a
무처리(무대)	-	202.9 a	215.8 a	235.2 a
무처리(유대)	-	198.4 a	211.9 a	236.5 a

* 살포일자 : 수확 5주전(8월 11일), 4주전(8월 18일), 3주전(8월 25일).

* 무처리(무대)만 제외하고 모든 처리구는 결봉지가 있는 상태에서 약제처리를 하였음.

* 과실 수확시 결봉지는 수확 2주전에 제거하였고 그 3일 후 속봉지를 제거하였음.

2003년도 과중의 변화를 보면(표 17), 수확기인 9월 15일에는 무처리 과실은 약 220g 정도 였으나 AVG 또는 AVG와 2,4-DP를 처리하여 수확기를 2주 연장한 9월 29일에는 과실들의 과중이 240~260g 정도로 과실의 발육이 약 20~40g정도 증가되었다. 그리고 2004년의 경우(표 18) 추석이 빨라 경제성 분석을 위해 수확기를 연장하지 않고 수확기인 9월 15일에 수확하였기 때문에 수확기 연장에 따른 과실발육은 조사하

지 않았다. 그러나 표 17의 경향을 보아 AVG 처리와 AVG 살포후 다시 2,4-DP를 처리한 과실들의 수확기 연장에 따른 과실의 발육의 효과는 우수할 것으로 판단되었다. ‘쓰가루’ 과실에서도 AVG를 살포하고 관행수확기보다 3주 늦추어 수확한 경우 과중이 크게 증가하였다는 보고(Park 등, 1999)로 미루어 보더라도 같은 결과가 나타날 것으로 추정할 수 있었다.

② 경도의 변화

표 19. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과의 경도 변화(2003년)

처 리		경 도 (kg/Φ 8mm)	
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/15	9/29
8/18	AVG 75	3.49 b	3.33 b
8/18+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	3.37 b	3.12 b
8/25	AVG 75	3.43 b	3.24 b
8/25	2,4-DP 30	2.98 a	2.55 a
8/25/+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	3.29 b	3.11 b
무처리(유대)	-	3.13 a	-
무처리(무대)	-	3.21 ab	-

* 8월18일과 8월 25일의 2,4-DP는 9월 1일에 처리하였고, 모든 처리구는 곁봉지를 벗기고 속봉지가 있는 상태에서 살포되었음.

* 무처리(유대) : 유대재배후 9월 1일에 봉지제거.

표 20. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과외의 정도 변화(2004년)

처 리		경 도 (kg/Φ 8mm)		
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/1	9/8	9/15
8/11	AVG 75	3.4 a	3.2 a	3.0 a
8/11	2,4-DP 30	2.8 a	2.5 c	2.2 c
8/18	AVG 75	3.3 a	3.0 a	2.9 ab
8/11+8/18	AVG 75+2,4-DP 30	3.5 a	3.2 a	3.1 a
8/11+8/25	AVG 75+2,4-DP 30	3.5 a	3.2 a	3.0 a
무처리(무대)	-	3.0 a	2.8 b	2.7 b
무처리(유대)	-	3.1 a	2.8 b	2.6 b

* 살포일자 : 수확 5주전(8월 11일), 4주전(8월 18일), 3주전(8월 25일).

* 무처리(무대)만 제외하고 모든 처리구는 결봉지가 있는 상태에서 약제처리를 하였음.

* 과실 수확시 결봉지는 수확 2주전에 제거하였고 그 3일 후 속봉지를 제거하였음.

2003년의 과실의 정도변화는(표 19) 관행수확일인 9월 15일에 수확된 과실의 정도는 처리 간에 많은 차이는 보이지 않았지만 AVG 단독처리과실이 가장 높았고, 2,4-DP 단독처리 과실이 가장 낮은 경향이었다. 그리고 AVG 살포 후 2,4-DP 처리, 2,4-DP 처리순으로 낮은 경향이었다. 수확기를 2주 연장한 9월 29일에서도 동일한 경향을 나타내었다. 그리고 2004년의 결과를 보면(표 20) 관행수확일인 9월 15일에 수확된 과실의 정도는 많은 차이는 보이지 않았지만 AVG 단독 및 AVG 살포후 2,4-DP 살포한 과실들이 정도가 2.9~3.1 kg으로 높았고, 2,4-DP 단독처리 과실들은 2.2 kg으로 가장 낮은 결과를 보였다. 이 결과는 AVG가 에틸렌 발생량을 감소시켜 과실의 세포벽붕괴를 억제시킨 결과로 과실의 정도를 높게 유지시킴을 알 수 있었다. 그러나 ‘쓰가루’ 사과에서 AVG 처리 과실들의 정도가 무처리 과실보다 높게 유지되었다고한 보고와 다소의 차이가 있는 것은 품종에 따라, 그리고 성숙기의 조만이나 살포후의 기상조건에 따라 다소 차이가 있음을 추정할 수 있었다.

③ 가용성 고형물 및 산 함량의 변화

표 21. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 '홍월' 사과의 가용성 고형물 함량 변화(2003년)

시기(월/일)	처 리 농도(mg · L ⁻¹)	가용성 고형물(°Brix)	
		9/15	9/29
8/18	AVG 75	13.9 a	14.0 a
8/18+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	13.9 a	14.2 a
8/25	AVG 75	13.6 a	14.6 a
8/25	2,4-DP 30	14.4 a	15.4 a
8/25+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	14.1 a	14.5 a
무처리(유대)	-	13.8 a	-
무처리(무대)	-	14.0 a	-

* 8월18일과 8월 25일의 2,4-DP는 9월 1일에 처리하였고, 모든 처리구는 결봉지를 벗기고 속봉지가 있는 상태에서 살포되었음.

* 무처리(유대) : 유대재배후 9월 1일에 봉지제거.

표 22. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 '홍월' 사과의 가용성 고형물 함량 변화(2004년)

시기(월/일)	처 리 농도(mg · L ⁻¹)	가용성 고형물 함량(°Brix)		
		9/1	9/8	9/15
8/11	AVG 75	12.5 a	13.0 a	13.2 a
8/11	2,4-DP 30	12.7 a	13.5 a	14.2 a
8/18	AVG 75	12.5 a	12.8 a	13.2 a
8/11+8/18	AVG 75+2,4-DP 30	12.6 a	13.4 a	13.4 a
8/11+8/25	AVG 75+2,4-DP 30	13.2 a	13.7 a	13.5 a
무처리(무대)	-	12.9 a	13.9 a	14.5 a
무처리(유대)	-	13.1 a	13.7 a	14.1 a

* 살포일자 : 수확 5주전(8월 11일), 4주전(8월 18일), 3주전(8월 25일).

* 무처리(무대)만 제외하고 모든 처리구는 결봉지가 있는 상태에서 약제처리를 하였음.

* 과실 수확시 결봉지는 수확 2주전에 제거하였고 그 3일 후 속봉지를 제거하였음.

2003년의 경우 AVG 및 2,4-DP 처리에 따른 가용성 고형물 함량은(표 21) 9월 15과 9월 29일에 수확된 과실들에서 각각의 처리에 따른 통계적 유의성은 없었으나 2,4-DP를 단독살포한 과실들에서 높은 경향을 보였다. 2004년의 경우도(표 22) 수확된 과실들의 가용성 고형물 함량은 2003년과 동일한 경향을 보였다.

표 23. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과의 산 함량 변화(2003년)

처 리		산 함량(%)	
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/15	9/29
8/18	AVG 75	0.37 b	0.35 b
8/18+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	0.38 b	0.34 b
8/25	AVG 75	0.37 b	0.35 b
8/25	2,4-DP 30	0.29 a	0.23 a
8/25+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	0.37 b	0.33 b
무처리(유대)	-	0.30 a	-
무처리(무대)	-	0.31 a	-

* 8월18일과 8월 25일의 2,4-DP는 9월 1일에 처리하였고, 모든 처리구는 곁봉지를 벗기고 속봉지가 있는 상태에서 살포되었음.

* 무처리(유대) : 유대재배후 9월 1일에 봉지제거.

표 24. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과의 산 함량 변화(2004년)

처 리		산 함량(%)		
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/1	9/8	9/15
8/11	AVG 75	0.42 a	0.40 a	0.37 a
8/11	2,4-DP 30	0.30 b	0.29 c	0.25 c
8/18	AVG 75	0.40 a	0.37 a	0.35 a
8/11+8/18	AVG 75+2,4-DP 30	0.44 a	0.37 a	0.37 a
8/11+8/25	AVG 75+2,4-DP 30	0.42 a	0.37 a	0.37 a
무처리(무대)	-	0.36 a	0.34 b	0.30 b
무처리(유대)	-	0.35 a	0.33 b	0.31 b

* 살포일자 : 수확 5주전(8월 11일), 4주전(8월 18일), 3주전(8월 25일).

* 무처리(무대)만 제외하고 모든 처리구는 곁봉지가 있는 상태에서 약제처리를 하였음.

* 과실 수확시 곁봉지는 수확 2주전에 제거하였고 그 3일 후 속봉지를 제거하였음.

2003년의 경우 산 함량은(표 23) AVG 단독 및 AVG 살포후 2,4-DP 살포과실은 무처리와 2,4-DP 살포 과실에 비하여 산 함량이 높게 유지되었고, 특히 9월 29일에 수확한 과실에서는 2,4-DP 단독처리 과실의 산 함량이 가장 낮았다. 그리고 AVG 처리과실은 수확기를 2주일정도 연장하여도 높은 산 함량을 나타내었다. 그리고 2004년의 경우도(표 24) 2003년의 결과와 동일한 경향을 보였다. 따라서 AVG 처리는 과실

의 산함량을 높게 유지시키고 2,4-DP 처리는 산함량을 낮추는 효과가 있었다.

④ 착색정도

표 25. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과외 착색 정도(2003년)

처 리		착색도(Hunter a값)	
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/15	9/29
8/18	AVG 75	-2.72 a	15.25 a
8/18+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	-0.10 a	13.85 a
8/25	AVG 75	-1.15 a	17.07 a
8/25	2,4-DP 30	9.44 b	26.42 b
8/25+9/1	AVG 75+2,4-DP 30	-1.43 a	13.15 a
무처리 1	-	5.30 b	-
무처리	-	12.23 c	-

* 8월18일과 8월 25일의 2,4-DP는 9월 1일에 처리하였고, 모든 처리구는 곁봉지를 벗기고 속봉지가 있는 상태에서 살포되었음.

* 무처리(유대) : 유대재배후 9월 1일에 봉지제거.

표 26. AVG 및 2,4-DP 처리시기에 따른 ‘홍월’ 사과외 착색 정도(2004년)

처 리		착색도(Hunter a값)		
시기(월/일)	농도(mg · L ⁻¹)	9/1	9/8	9/15
8/11	AVG 75	-8.44 c	2.51 c	4.19 b
8/11	2,4-DP 30	-2.15 b	6.26 b	13.39 a
8/18	AVG 75	-6.05 c	1.28 c	3.26 b
8/11+8/18	AVG 75+2,4-DP 30	-7.79 c	3.36 c	6.48 b
8/11+8/25	AVG 75+2,4-DP 30	-7.69 c	1.68 c	4.57 b
무처리(무대)	-	5.60 a	11.40 a	15.23 a
무처리(유대)	-	-4.67 b	10.20 a	12.58 a

* 살포일자 : 수확 5주전(8월 11일), 4주전(8월 18일), 3주전(8월 25일).

* 무처리(무대)만 제외하고 모든 처리구는 곁봉지가 있는 상태에서 약제처리를 하였음.

* 과실 수확시 곁봉지는 수확 2주전에 제거하였고 그 3일 후 속봉지를 제거하였음.

2003년의 경우 과실의 착색정도를 보면(표 25), 무처리 과실은 9월 15일에 적색도를

나타내는 Hunter a값이 12.23이었고, 2,4-DP 처리과실도 9.44와 7.20으로 착색이 상당히 진전되어 있었지만, AVG 단독 및 AVG 살포 후 2,4-DP 살포과실은 착색이 이루어지지 않고 있었다. 그러나 수확기를 2주 연장한 9월 29일에는 2,4-DP를 단독 살포한 과실들은 전면착색과 함께 과숙상태였으나, AVG 단독 및 AVG 살포 후 2,4-DP 살포 과실은 착색이 양호한 상태를 보였다. 이는 AVG가 과실의 착색을 늦추는 역할을 하므로 숙기를 2주 정도 지연시키면 착색이 양호하게 됨을 알 수 있었다. 2004년의 경우 과실의 착색정도를 보면(표 26), 무처리 과실은 9월 15일에 적색도를 나타내는 Hunter a값이 12.53과 12.58이었고, 2,4-DP 처리 단독처리 과실 13.39로 착색이 상당히 진전되어 있었지만 AVG 단독 및 AVG 살포 후 2,4-DP 살포 과실은 착색이 상당히 지연되었다. 그리고 AVG 단독처리 과실보다는 AVG 처리후 2,4-DP를 처리한 과실들에서 통계적 유의성은 없지만 착색이 다소 향상되는 경향이였다.

⑤ AVG 및 2,4-DP 처리시 ‘홍월’ 사과의 경제성 분석

표 27. AVG 및 2,4-DP 처리에 따른 ‘홍월’ 사과의 경제성 분석

구	분	수 량 (kg/10a)	조수입			지 수
			조수입	경영비	소 득	
			(천원/10a)			
8/11	AVG 75	2,162	4,253	1,395	2,858	230
8/18	AVG 75	1,960	3,855	1,395	2,459	198
8/11+8/18	AVG 75+2,4-DP 30	2,268	4,461	1,435	3,026	244
8/11+8/25	AVG 75+2,4-DP 30	2,256	4,438	1,435	3,003	242
8/11	2,4-DP 30	2,231	2,523	1,285	1,238	100
무처리(무대)	-	94	185	1,189	-1,004	-81
무처리(유대)	-	409	805	1,245	-440	-35

* 단가 : 가락동농산물시장 '02~'0 3년간 평균 상품 1,967원/kg, 중품 1,131원/kg 기준임.

* 품질기준 : 8월 11일 2,4-DP 30 처리는 중품 기준, 기타 처리는 상품 기준임.

‘홍월’ 사과에 있어서 낙과방지제인 AVG와 2,4-DP를 처리한 과실과 무처리 과실들과 비교하여 수확일에 과실을 수확하였을 때 농가에 미치는 경제적 이윤을 분석하였다(표 27). 경제성을 분석하기 위해 관행수확예정일에 조사한 수량은 큰 차이가 보였다. AVG 단독처리보다는 AVG 살포후 2,4-DP를 살포한 처리에서 수량이 많았다.

2,4-DP 처리에서는 수량은 2,231 kg/10a였으나, 과실의 산 함량과 경도가 현저히 저하되어 있었고, 과피반점도 다소 발생하여 과실 품질은 중품이었다. 이와 같은 원인으로 인해서 조수입은 AVG 처리 및 AVG 살포후 2,4-DP를 살포한 처리에 비해 현저히 낮았다.

처리별 경영비는 AVG+2,4-DP 처리 > 2,4-DP 처리 > 무처리(유대) > 무처리(무대) 순으로 많았다. 조수입에서 경영비를 뺀 소득은 8/11+8/18 AVG+2,4-DP 처리가 가장 많았으나 8/11+8/25 AVG+2,4-DP 처리와는 큰 차이가 나지 않았다. 무처리(무대, 유대)에서는 수확예정일까지 현저하게 낙과가 많이 되었기 때문에 조수입이 경영비를 상회하여 소득은 오히려 마이너스를 나타내었다. 2,4-DP 처리를 100으로 보았을 때 소득지수를 보면 8/11+8/18 AVG+2,4-DP 처리가 244로서 가장 높았으며 AVG 단독 처리는 8월 11일 처리가 230 8월 18일 처리가 198로서 처리시기가 빠를수록 소득지수는 높았다.

요 약

본 시험은 경북 군위군 내량면에 소재하고 있는 농가의 '홍월'/M.26 성목(6년생)을 이용하여 2003년부터 2004년까지 2년동안 AVG 및 2,4-DP 단독살포와 AVG 살포 후 2,4-DP를 다시 살포함에 따른 과실의 수확전 낙과방지 효과와 약제 살포시 과실에 씌운 봉지 유무에 따른 과실의 낙과방지, 과피반점 발생을 및 과실품질에 미치는 영향을 조사하였다. 처리농도는 AVG는 $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로, 2,4-DP는 $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 하였다. 2003년에는 결봉지를 제거하고 속봉지만 있는 상태에서 살포하였다. 살포시기는 관행 수확일 4주전(8월 18일) 및 3주전(8월 25일)에 각 1회 단독살포하는 처리와 각 시기별로 AVG 처리후 9월 1일에 2,4-DP를 다시 살포하는 처리를 두었다. 2004년에는 AVG 및 2,4-DP의 살포시기는 관행수확일 5주전(8월 11일)과 관행수확일 4주전(8월 18일)에 각각 단독살포하거나 AVG를 8월 11일에 살포하고 2,4-DP는 1주후인 8월 18일 또는 2주후인 8월 25일에 각각 처리하는 구를 두었다.

2003년과 2004년의 결과를 종합해 보면, AVG 단독 살포 적기는 수확예정 5주전에 해당되는 8월 11일경이고, 살포농도는 $75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이 충분하였다. 그리고 보다 효과적인 낙과방지 방법으로는 AVG 단독 살포보다는 AVG를 8월 11일경에 1차 살포하고, 그

후 2,4-DP를 7일 후(8월 18일) 혹은 14일 후(8월 25일)에 2차로 살포하는 것이었다. 과실품질 유지 측면에서 과피반점 발생억제를 위해 봉지를 씌운채로 낙과방지제를 살포하는 것이 가장 바람직한 방법으로 판단되었다.

에틸렌 발생량 및 호흡량의 변화 양상은 2,4-DP는 오옥신계 생장조절제로서 에틸렌 발생을 촉진시키기 때문에 단독 처리에서는 에틸렌이 상당량 발생되었지만, AVG를 살포한 후 2,4-DP를 살포하는 경우는 AVG에 의하여 에틸렌발생이 현저히 억제되었고 호흡량도 동일한 결과를 보였다.

AVG를 단독살포하거나 AVG 살포후 2,4-DP를 살포하였을 때 수확기를 2주정도 연장할 수 있었고 이에 따른 과실의 발육도 과실당 약 20~40g정도 향상되었다.

과실의 경도는 관행수확기를 기준으로 많은 차이는 보이지 않았지만 AVG 단독처리 과실에서 가장 높았고, 2,4-DP 단독처리 과실에서 가장 낮았다. 그리고 AVG를 살포한 다음 2,4-DP를 살포하는 처리, 무처리, 2,4-DP 처리순으로 경도가 높은 경향이 었다. 수확기를 2주 연장한 9월 29일에서도 동일한 경향을 나타내었다. 그리고 2004년의 경우도 봉지를 씌운 상태에서 AVG 및 2,4-DP를 처리하더라도 과실의 경도는 2.9~3.1kg으로 높게 유지되었다.

AVG 및 2,4-DP 처리에 따른 가용성 고형물 함량은 통계적 유의성은 없었으나 2,4-DP를 단독살포한 과실들에서 다소 높은 경향을 보였다. 그리고 AVG 처리 과실들은 산함량이 높게 유지되었다.

과실의 착색정도는 무처리 및 2,4-DP 처리 과실들이 착색이 상당히 진전되어 있었지만, AVG 단독살포 및 AVG 살포후 2,4-DP를 살포한 과실은 착색이 전혀 이루어지지 않고 있었다. 그러나 수확기를 2주 연장한 9월 29일에는 AVG 단독살포 및 AVG 살포후 2,4-DP를 살포한 과실도 착색이 양호한 상태를 보였다.

AVG 및 2,4-DP 처리에 따른 '홍월' 사과의 경제성 분석은 2,4-DP처리를 100으로 보았을 때 소득지수를 보면 8월 11일 + 8월 18일에 AVG+2,4-DP를 살포한 처리가 244로서 가장 높았으며 AVG 단독 처리는 8월 11일 처리가 230, 8월 18일 처리가 198로서 처리시기가 빠를수록 소득지수는 높았다.

따라서 '홍월' 사과의 수확전 낙과 방지, 과피반점발생 억제 및 품질유지를 위해서 가장 효과적인 방법은 봉지를 씌운채 AVG를 살포하되 살포시기는 관행수확일 5주전인 8월 11일에 1차 처리를 하고 2,4-DP를 관행수확예정 4주 혹은 3주전에 살포를 하

는 것이 가장 바람직하다고 판단할 수 있었다.

제 4 장

목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연도별 연구개발 목표

1. 조·중생종 사과 수확전 낙과 방지 및 수확기 연장기술개발

2002년도 : ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장기술개발

2003년도 : ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과방지와 수확기 연장을 위한

Aminoethoxyvinylglycine의 사용방법 구명

전분반응지수에 기초한 ‘쓰가루’ 사과의 AVG 살포적기 구명

2004년도 : ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장을 위한 AVG + 2,4-DP의 살포효과 구명

2. 봉지재배 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지기술개발

2002년도 : ‘감홍’ 사과원의 관리방법에 따른 고두병 발생정도 조사

2003년도 : 고두병 발생정도에 미치는 칼슘의 토양 및 수체 살포효과 구명

2004년도 : 고두병 발생에 미치는 칼슘수체살포, prohexadione-Ca 살포 및 칼슘함유 봉지 씌우기의 효과 구명

3. ‘산사’ 사과의 과실비대 촉진 및 품질향상기술개발

2002년도 : ‘산사’ 사과의 과실비대촉진을 위한 적화 및 인공수분효과 구명

2003년도 : GA₄₊₇+BA의 살포와 GA paste의 과경도포에 의한 ‘산사’ 사과의 과실비대촉진 기술 개발

2004년도 : GA₄₊₇+BA의 살포 회수 및 살포 농도에 따른 ‘산사’ 사과의 과실비대촉진 기술 개발

생장촉진제 처리 ‘산사’ 사과에 대한 경제성 분석

4. '홍월' 사과 수확전 낙과방지기술 개발

2002년도 : '홍월' 사과의 수확전 낙과방지를 위한 AVG의 살포 적기 및 최적농도 구명

2003년도 : AVG 살포시 봉지 유무에 따른 수확전 낙과방지효과와 과피반점 발생정도 조사

2003년도 및 2004년도 : AVG를 살포한 다음 수일 후 2,4-DP를 살포하였을 때의 수확전 낙과방지효과

2004년도 : AVG 및 2,4-DP 살포 '홍월' 사과의 경제성 분석

제 2 절 연구개발 내용 및 평가 착안점에 입각한 연구개발 목표의 달성도

1. 조·중생종 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장 기술개발

2002년도 : ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지를 위한 AVG의 처리 적기는 관행수확일인 8월 20일의 3주전이고, 살포농도는 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 가 $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 보다 더 우수하였으며 이 처리를 통하여 수확기를 2주 정도 연장시킬 수 있었고 그 결과 과실의 비대가 12% 이상 촉진 되었다.

2003년도 : ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과방지와 수확기 연장을 위하여 관행수확일(9월 5일) 15일 전과 5일 전에 AVG를 $75+50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 살포하더라도 만족할 만한 낙과방지효과를 얻을 수 없었다.

2003년도 : ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지를 위한 AVG 살포적기를 찾고자 과실 성숙의 지표로서 이용되는 전분반응지수를 수확전 낙과방지제 살포적기 판정의 지표가 될 수 있는지 알고자 하였다. 그 결과 과실의 전분반응테스트에서 과심부만 노랗색이고 그 외 부위의 과육이 보라색으로 변하는 시기인 전분반응지수 0.5~1.0에 AVG를 살포하는 것이 ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지에 가장 효과적임을 구명하였다.

2004년도 : 관행수확일(9월 3일) 약 1개월 전에 AVG $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 살포하면 무처리에 비하여 ‘홍로’ 사과의 수확전 낙과율을 약 절반 정도로 줄일 수 있었으나 만족할 만한 수준의 낙과방지효과를 얻지는 못하였다. AVG + 2,4-DP를 혼용 살포하더라도 AVG만 살포한 것보다 수확전 낙과방지효과가 별로 증가되지 않았다.

연구개발 목표 달성도 : 80% 정도

2. 봉지재배 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지기술개발

2002년도 : 12개 ‘감홍’ 사과원에 대한 고두병 발생 실태조사 결과 다량의 화학비료 또는 농후 유기물을 장기간 사용한 과원에서는 새가지 생장이 왕성하고

고두병 발생율이 아주 높았다. 한편 화학비료와 농후 유기물의 사용량이 많지 않고 봉지씌우기전에 수체에 칼슘을 수회 살포한 사과원에는 새가지 생장이 상대적으로 줄어들고 고두병 발생율도 낮았다.

고두병 발생율은 새가지 길이, 도장지 발생정도, 과피중의 칼륨함량, 토양의 전기전도도(EC)와 높은 상관성이 있었다.

2003년도 : 생석회 또는 염화칼슘을 다량으로 토양표면에 사용하는 처리나 이들 석회액을 토양관주하는 고두병 발생을 감소시키지 못하였다.

봉지 씌우기전에 0.4~0.5% 염화칼슘을 3~4회 살포하는 처리는 고두병 발생을 상당히 감소시켰으나 고두병이 심한 과수원에서는 만족할 만한 방지효과를 얻을 수 없었다.

2004년도 : ‘감홍’ 사과에서 고두병 방지를 위하여 봉지씌우기 전에 0.5% 염화칼슘 3회 살포, 만개 5일후 prohexadione-Ca 살포, 칼슘함유 봉지씌우기의 효과를 검토하였다. 그 결과 염화칼슘, prohexadione-Ca, 염화칼슘 + prohexadione-Ca 처리 및 칼슘함유 봉지 씌우기는 모두 고두병 발생을 줄이는데 유효하였다. 가장 우수한 고두병 방지효과는 염화칼슘 3회 살포후 칼슘함유봉지를 씌운 과실에서 얻어졌다.

연구개발목표 달성도 : 80% 정도

3. ‘산사’ 사과의 과실비대 촉진 및 품질향상기술개발

2002년도 : ‘산사’ 사과의 과실비대촉진에 미치는 적화 및 인공수분의 영향을 검토하였다. 과실 비대에 미치는 적화 및 인공수분의 효과는 나타나지 않았다.

2003년도 : ‘산사’ 사과의 비대촉진을 위하여 GA₄₊₇+BA의 살포 및 GA paste 과경도포의 효과를 검토하였다. 만개 3주 후 과실과 과실주위 잎들에 대한 GA₄₊₇+BA의 살포 및 GA paste 과경도포는 과중을 약 8~9% 증가시켰으며 230g 이상되는 대과비율이 무처리 과실에 비하여 약 2배 정도 증가되었다. 이들 처리는 과실성숙을 앞당겼으나 과실품질(착색, 경도, 가용성고형물)에는 별 영향을 미치지 않았다.

2004년도 : ‘산사’ 사과나무에서 과실과 과총엽을 중심으로 $GA_{4+7}+BA$ $300mg \cdot L^{-1}$ 를 만개 3주 후 1회 살포하거나 만개 3주와 4주 후에 2회 살포하거나 만개 3주후에 $500mg \cdot L^{-1}$ 를 1회 살포하였을 때 과실비대 및 품질에 미치는 효과를 검토하였다. 그 결과 만개 3주 및 4주후에 $GA_{4+7}+BA$ $300mg \cdot L^{-1}$ 2회살포는 약 16%의 과중 증가효과를 얻을 수 있었다. $GA_{4+7}+BA$ 처리는 과실의 전분반응지수를 다소 높혀 성숙기를 앞당기는 경향을 보였으며 착색, 경도, 산함량, 가용성고형물 함량에는 별 영향을 미치지 않았다.

연구개발목표 달성도 : 90% 정도

4. 홍월의 수확전 낙과방지기술 개발

2002년도 : 관행수확일(9월 15일) 4주전인 8월 17일에 AVG $75mg \cdot L^{-1}$ 를 살포한 나무에서는 ‘홍월’ 사과의 수확전 낙과방지 효과가 우수하였다. 그러나 관행수확일 3주전인 8월 25일에 AVG 를 살포한 나무에서는 수확전 낙과방지 효과가 4주전 살포에 비하여 감소하였다.

AVG 살포시 2중봉지를 모두 제거하고 살포하면 과피에 반점이 발생하여 상품성이 크게 훼손되었다.

2003년도 : 관행수확일 4주전인 8월 11일 뿐 아니라 3주 전인 8월 25일에 AVG $75mg \cdot L^{-1}$ 살포에서도 수확전 낙과방지효과가 우수하였다.

AVG 살포시 겉봉지를 제거하고 속봉지만 남긴 채 AVG 를 살포하더라도 과피에 반점이 발생하여 과실의 상품성이 훼손되었다.

2004년도 : 과실의 봉지를 제거하지 않은 상태에서 관행수확일 5주전인 8월 11일에 $75mg \cdot L^{-1}$ 의 AVG 또는 $30mg \cdot L^{-1}$ 의 2,4-DP를 각각 단독으로 살포하거나 AVG 를 처리한 나무에 그 1주(8월 18일) 및 2주(8월 25일) 후에 다시 2,4-DP를 살포하는 처리를 두어 수확전 낙과방지효과와 과피반점 발생 정도를 검토하였다.

그 결과 수확전 낙과방지효과는 관행수확일 5주전(8월 11일)에 AVG 를

처리하고 그 1 또는 2주 후에 2,4-DP를 살포한 처리에서 가장 우수하였다. AVG 살포 및 AVG 살포후 2,4-DP 재 살포 처리 간에는 과실품질에 차이가 없었으나 2,4-DP 처리에서는 과실경도와 산함량이 줄어들었다.

AVG 살포시 봉지를 씌운 채 살포하여도 AVG와 2,4-DP의 수확전 낙과방지효과에는 아무런 영향을 주지 않았다.

연구개발목표 달성도 : 90% 정도

제 3 절 관련분야에 의 기여도

1. 조·중생종 사과 수확전 낙과 방지 및 수확기 연장기술개발

- 조·중생종 사과 성숙기에 이상고온 현상이 자주 발생하고 있다. 이상고온 발생시 품종에 관계없이 수확전 낙과가 발생하고 있으므로 ‘쓰가루’와 ‘홍로’에서 얻어진 결과들이 다른 품종들의 수확전 낙과방지체계 확립에 기여할 것으로 예상된다.

2. 봉지재배 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지기술개발

- 사과 고두병은 ‘감홍’ 외에 ‘양광’, ‘추광’ 등에서도 많이 발생하는데 이 시험 결과는 이들 품종의 고두병 방지기술 확립에 기여할 것으로 예상된다.
- 또 칼슘함유봉지를 씌울 경우 과실내 칼슘함량이 높아져 고두병 방지효과가 우수한 사실로 미루어 만생종 ‘후지’ 등에서 저장력을 증가시키기 위한 수단으로 칼슘 봉지를 씌워 재배하는 새로운 재배기술이 나타날 것으로 예상된다.

3. ‘산사’ 사과의 과실비대 촉진 및 품질향상기술개발

- $300\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 $\text{GA}_{4+7}+\text{BA}$ 를 만개 3 및 4주 후에 2회 살포하여 ‘산사’ 사과의 과중을 16% 증가시킨 이 기술은 최근 재배면적이 늘고 있는 그 밖의 조·중생종 품종들의 과실 비대촉진 기술 확립에 기여할 것으로 예상된다.

4. ‘홍월’의 수확전 낙과방지기술 개발

- 조·중생종 사과 성숙기에 이상고온 현상이 자주 발생하고 있다. 이상고온 발생시 품종에 관계없이 수확전 낙과가 발생하고 있으므로 ‘홍월’에서 얻어진 결과들이 다른 품종들의 수확전 낙과방지체계 확립에 기여할 것으로 예상된다.

제 5 장
연구개발 결과의 활용계획

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

제 1 절 추가 연구의 필요성

1. 조·중생종 사과의 수확전 낙과 방지 및 수확기 연장기술개발

- ‘쓰가루’, ‘홍로’, ‘홍월’ 품종 모두 성숙기인 7~8월의 기온이 평년과 비슷한 경우에는 관행수확일 4주전에 $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 AVG를 살포하면 우수한 낙과방지효과가 나타난다. 그러나 7~8월에 이상고온이 계속될 경우에는 관행수확 4주전에 AVG $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 살포하여도 수확전 낙과방지 효과가 상당히 저하된다.
- 그러므로 성숙기에 이상고온이 계속될 때에도 우수한 낙과방지 효과를 얻을 수 있는 방법의 개발이 추가로 이루어져야 할 것이다.
- 성숙기에 이상고온이 계속되었던 2004년도에는 ‘홍월’의 수확전 낙과방지 시험에서 관행수확일(9월 15일)의 약 5주전(8월 11일)에 $75\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 AVG를 살포하고 그 1주후에 $30\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 2,4-DP를 재살포하였을 때 수확전 낙과방지효과가 아주 우수한 결과를 얻은 바 있다. 따라서 ‘쓰가루’와 ‘홍로’에서도 이 같은 처리를 행하여 수확전 낙과방지효과와 과실품질에 미치는 영향을 조사할 필요가 있다.

2. 봉지재배 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지기술개발

- 이 시험을 통하여 얻어진 가장 우수한 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지 방법은 화학비료 및 농후유기물의 과다 시용을 삼가고, 봉지씌우기 전에 0.5% 염화칼슘액을 3회 수체살포한 다음 칼슘함유 봉지를 씌우는 방법이다.
- 그런데 이 시험을 수행한 ‘감홍’ 사과원은 고두병 발생이 매년 80~90% 정도 발생하는 과원이므로 상기의 염화칼슘액 3회 수체살포와 칼슘함유 봉지재배를 통해서도 고두병 발생율이 50% 정도 되게 낮추는데 불과하였다. 지금까지 추천해 왔던 염화칼슘 3회 살포만으로는 이 과원의 고두병 발생율을 무처리의 그것보다 겨우 10~20% 더 낮추는데 그쳤다.

- 따라서 이 시험을 통하여 얻어진 봉지 씌우기전 0.5% 염화칼슘 3회 살포 + 칼슘 봉지 씌우기의 효과를 고두병 발생이 20~30% 정도 발생하는 일반 ‘감홍’ 과수원에서는 거의 완벽한 방지효과가 나타나는지를 재배지역과 과수원 수를 좀 더 많이 하여 2~3년간 더 검토할 필요가 있다.
- 또한 칼슘봉지 씌우기의 효과가 매우 크고 ‘감홍’은 유과기에 동녹이 심하게 발생하므로 동녹방지 목적과 함께 작은 크기의 칼슘봉지를 만들어 만개 20일 경에 씌우고, 6월 하순~7월 초순경 과실이 자라 더 이상 작은 봉지로서 유지하기 어려울 때 크기가 큰 칼슘함유 봉지로서 과실에 바꾸어 씌우면 과실과 칼슘함유 봉지가 접하여 있을 기간이 매우 길어지므로 과면으로의 칼슘흡수량이 현저히 증가할 것으로 기대된다. 따라서 이에 관한 추가적인 연구도 필요하다.

제 6 장
참 고 문 헌

제 6 장 참 고 문 헌

1. 조·중생종 사과의 수확전 낙과방지 및 수확기 연장 기술개발

Chun, J.P., M.S. Park, Y.S. Hwang, and J.C. Lee. 1997. Effect of AVG on preharvest drop and fruit quality in 'Tsugaru' apples. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:147-152.

Kondo, S. and Hayta. 1995. Effects of AVG and 2,4-DP on preharvest drop and fruit quality in 'Tsugaru' apple. J.Jpn. Soc. Hort. Sci. 64:275-281

강상조, 신일섭. 2004. 최근 육성 보급 과수 신품종의 주요 특성과 전망. 2004년도 정기총회 및 세미나 자료. 사단법인 한국과수협회

강인규, 박무용, 변재균. 2002. '산사' 사과의 태풍에 의한 낙과피해방지, 수확기 연장 및 과실 품질 향상에 미치는 AVG 살포의 영향

강인규, 변재균. 2002. Aminoethoxyvinylglycine 침지처리가 '쓰가루' 사과의 저장력에 미치는 영향. 한국원예학회지 43(3): 306-308.

박무용, 권헌중, 강인규, 변재균. 1999. AVG 처리에 의한 '쓰가루' 사과의 수확기 연장과 저장력 증진. 한국원예학회지 40(5):577-580.

변재균. 2004. 사과의 건강 기능성과 신기술(경북대학교 학술 총서 10). 제 6장 사과의 수확전 낙과방지체계.

변재균, 장경호. 1995. Dichlorprop의 엽 및 과실 살포가 '쓰가루' 사과의 수확전 낙과와 과실의 성숙에 미치는 영향. 한국원예학회지 36(3):371-376

- 변재균, 장경호. 1995. Dichlorprop의 살포시기, 농도 및 양이 ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과, 성숙 및 ethylene 생성에 미치는 영향. 한국원예학회지 36(4):506-512
- 변재균, 정찬식, 김주섭, 강인규. 1993. Dichlorprop의 단용살포, 칼슘염과의 혼용 및 분리살포가 ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지에 미치는 영향. 한국원예학회지 34(6):430-434
- 변재균, 정찬식, 김주섭, 강인규. 1994. Dichlorprop의 단용살포, 칼슘염과의 혼용 및 분리살포가 ‘쓰가루’ 사과의 성숙과 저장력에 미치는 영향. 한국원예학회지 35(2):148-154
- 변재균, 최성용. 1988. 2,4-DP 및 수산화칼슘 처리가 ‘쓰가루’ 품종의 수확전 낙과방지와 과실연화 억제에 미치는 영향. 한국원예학회지 29(3):201-207
- 표준영농교본 5. 2003. 사과재배. 농촌진흥청

2. 봉지재배 ‘감홍’ 사과의 고두병 방지기술개발

- Bramlage, W.J. (1994) Physiological role of calcium in fruit. p. 101-107. In : A.B. Peterson and R.G. Stevens (eds.). Tree fruit nutrition. Good Fruit Grower, Yakima, WA, USA.
- Chang, K.H. and J.K. BYUN. 1987. Effect of paclobutrazol on vegetative growth, fruit quality and nutrition physiology in young ‘Tsugaru’ apple trees. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 28:324-334.

- Chiu, T.F. and Bould, C. (1977) Sand culture studies on the calcium nutrition of young apple trees with particular reference to bitter pit. *J. Hort. Sci.* 52:19-28.
- Cooper, T. and Bangerth, F. (1976) The effect of Ca and Mg treatments on the physiology, chemical composition, and bitter pit development of Cox's Orange apples. *Sci. Hort.* 5:49-57.
- Drake, M., W.J. Bramlage, and Baker, J. H. (1974) Correlations of calcium content of 'Baldwin' apples with leaf calcium, tree yield, and occurrence of physiological disorders and decay. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:379-380.
- Ferguson, I.B. and Watkins, C. B. (1989) Bitter pit in apple fruit. *Hort. Rev.* 11:289-355.
- Greene, D.W. 1999. Tree growth management and fruit quality of apple trees with Prohexadione-Calcium(BAS 125). *HortScience* 34:1209-1212.
- Kidson, E.B., Chittenden, E. T., and Brooks, J. M. (1963) Chemical investigations on bitter pit of apple. IV. The calcium content of skin and flesh of apples in relation to bitter pit. *New Zeal. J. Agr. Res.* 6:43-46.
- Kim, W.S. and Lee, H. J. (2000) Prediction of bitter pit in 'Tsugaru' apple fruits induced by Mg^{2+} toxicity before harvest and its reduction by Ca^{2+} supply after harvest. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41:7-11.
- Lorenz, O.A. and Maynard, D.N. (1980) *Knott's handbook for vegetable growers* (2nd ed.). Wiley Interscience, NY, USA.

- National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA. (1997) Fertilization standard of crops.
- Park, D.K. (2000) Studies on injury by continuous cropping and its solution in oriental melon (*Cucumis melo* L.) - with a special reference to root-knot nematode and soil salt stress. PhD Diss., Andong Univ., Korea.
- Rural Development Administration. (1988) Annual research report for 1987. p. 80-82.
- Van Der Boon, J. (1968) Bitter pit in apple and fruit analysis. II. Coll. Eur. Mediterr. Seville (E) Memoria General, P.599-606.
- Van Der Boon, J., Das, A. and Van Schreven, A. C. (1968) Control of bitter pit and breakdown by calcium in the apples Cox's Orange Pippin and Jonathan. Wageningen Agr. Res. Rep. 711:43.
- Van Lune, P., and Van Goor, B. J. (1979) Extractability of calcium from apple fruit and apple leaf tissue and the occurrence of bitter pit. J. Hort. Sci. 54:327-331.
- Yamazaki, T., Mori, H., Yokomizo, H. and Fukuda, H. (1962) Relation of bitter pit to mineral nutrition of apple. I. Effects on calcium and nitrogen supplies on incidence of bitter pit. Tohoku Natl. Agr. Exp. Sta. Bull. 23:153-161.
- 문병우, 윤인상, 안영직, 이재창. 2003. 칼슘이 함유된 봉지의 껍대가 배 '신고' 과실의 칼슘함량과 품질에 미치는 영향. 한원지. 44(3): 349-352.

3. '산사' 사과와 과실비대 촉진 및 품질향상기술개발

Byun, J.K., T.G. Kang, D.K. Lee. 1999. Effect of GA₄₊₇+BA application at flowering stage on fruit development and seed formation of 'Fuji' apple. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40(2):213-216

Edgerton, L.J. 1981. Some effects of aminoethoxyvinylglycine, 6-benzylaminopurine and gibberellins on fruit set and vegetative growth of apple. Acta Hort. 120:125-130.

Greene, D.W., W.J. Lord, and W.J. Bramlage. 1982. Effect of GA₄₊₇+BA on fruit set, fruit characteristics, seed content, and storage quality of McIntosh apple. HortScience 17: 653-654.

Looney, N.E. 1983. Growth regulator usage in apple and pear production. pp2-26. In: L. G. Nickell(ed.). Plant growth regulating chemicals, Vol. I. CRC Press, Boca Raton, FL.

Miller, S.S. 1988. Plant bioregulators in apple and pear culture. Hort. Rev. 10:309-401.

Nakagawa, S., J. Bukovac, N. Hirata, and H. Kurooka, 1967. Morphological studies of gibberellin induced parthenocarpic and asymmetric growth in apple and Japanese pear fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 37:9-13.

Park, J.G., J.S. Hong, I.M. Choi, J.B. Kim, and H.S. Park. 1998. Applications of artificial pollination, spraying gibberellin A₄₊₇ plus benzyladenine for production of uniform fruits in Fuji apple. Kor. J. Hort. Sci & Tech. 16:29-29.

Stembridge, G.E. and G. Morrell. 1972. Effect of gibberellins and 6-benzyladenine on the shape and fruit set of 'Delicious' apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:464-467.

Unrath, C.R. 1974. The commercial implication of gibberellin A4A7 plus benzyladenine for improving shape and yield of 'Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99:381-384.

4. '홍월'의 수확전 낙과방지기술 개발

Bangerth, F. 1978. The effects of a substituted amino acid on ethylene biosynthesis, respiration, ripening, and preharvest drop of apple fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:401-404.

Boller, T., R.C. herner and H. Kende. 1979. Assay for and enzymatic formation of an ethylene precursor, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. Planta 145:293-303.

Kondo, S. and Hayta. 1995. Effects of AVG and 2,4-DP on preharvest drop and fruit quality in 'Tsugaru' apple. J.Jpn. Soc. Hort. Sci. 64:275-281.

Chun, J.P., M.S. Park, Y.S. Hwang, and J.C. Lee. 1997. Effect of AVG on preharvest drop and fruit quality in 'Tsugaru' apples. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:147-152.

강인규, 박무용, 변재균. 2002. '산사' 사과의 태풍에 의한 낙과피해방지, 수확기 연장 및 과실 품질 향상에 미치는 AVG 살포의 영향. 한국원예학회지 43(2):191 -194.

- 강인규, 변재균. 2002. Aminoethoxyvinylglycine 침지처리가 ‘쓰가루’ 사과의 저장력에 미치는 영향. 한국원예학회지 43(3): 306-308.
- 박무용, 권현중, 강인규, 변재균. 1999. AVG 처리에 의한 ‘쓰가루’ 사과의 수확기 연장 과 저장력 증진. 한국원예학회지 40(5):577-580.
- 변재균. 2004. 사과의 건강 기능성과 신기술(경북대학교 학술총서 10). 제 6장 사과의 수확전 낙과방지체계. 경북대학교 출판부.
- 변재균, 장경호. 1995. Dichlorprop의 엽 및 과실 살포가 ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과 와 과실의 성숙에 미치는 영향. 한국원예학회지 36(3):371-376
- 변재균, 장경호. 1995. Dichlorprop의 살포시기, 농도 및 양이 ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과, 성숙 및 ethylene 생성에 미치는 영향. 한국원예학회지 36(4):506-512
- 변재균, 정찬식, 김주섭, 강인규. 1993. Dichlorprop의 단용살포, 칼슘염과의 혼용 및 분리살포가 ‘쓰가루’ 사과의 수확전 낙과방지에 미치는 영향. 한국원예학회지 34(6):430-434
- 변재균, 정찬식, 김주섭, 강인규. 1994. Dichlorprop의 단용살포, 칼슘염과의 혼용 및 분리살포가 ‘쓰가루’ 사과의 성숙과 저장력에 미치는 영향. 한국원예학회지 35(2):148-154
- 변재균, 최성용. 1988. 2,4-DP 및 수산화칼슘 처리가 ‘쓰가루’ 품종의 수확전 낙과방지 와 과실연화 억제에 미치는 영향. 한국원예학회지 29(3):201-207
- 조옥래, 최석원, 김규래, 정삼택. 1997. 봉지제거시기가 홍월반점장해 발생과 과실품질 에 미치는 영향. 한국원예학회 발표요지. p.278.

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.