

보안과제( ), 일반과제( ○ )

과제번호 : 112044-03

5cm



적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과  
노동력 절감 기술 개발

(Development of Advanced Cultural Techniques using  
Environmental Friendly Plant Extracts for Flower Thinning  
in Apple)

애플(주)



9cm



농림수산식품부



4cm



# 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발에 관한 연구” 과제(세부과제 “식물추출물을 이용한 친환경 사과 적화제 개발에 관한 연구”)의 보고서로 제출합니다.

2015년 9월 23일

주관연구기관명 : 애플(주)

주관연구책임자 : 손 태 권 (인)

세부연구책임자 : 손 태 권 (인)

협동연구기관명 : 경북대학교

협동연구책임자 : 최 철 (인)

협동연구기관명 : 경북대학교

협동연구책임자 : 이 경 열 (인)



# 요 약 문

I. 제 목 : 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발

## II. 연구개발의 목표

본 과제에서는 농촌 노동력 고령화 및 노동력 부족에 따른 인력난 해소를 위하여, 사과재배 노동력 중 약 20% 내외의 인력이 투입되는 사과적화 및 적과인력을 기계화를 통한 약제적화로 대체하여 투입노동력 및 농업경영비 절감을 통한 경쟁력 확보, 농번기 인력부족 난제를 해소하고, 매개곤충에 무해하고 친환경적인 사과 적화제를 개발 및 제품화하고, 개발된 제품의 사용에 따른 농가 애로사항 검토, 매개곤충에 미치는 영향 검토 등을 통하여 과수농가에서 적화제를 안정적으로 사용·보급할 수 있도록 하는 것으로써 주요 연구개발 목표는 다음과 같다.

- 적화 효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용하여 현재 국내 사과과수원에서 사용하고 있는 적과 및 적화방법(carbaryl, lime sulphur 등)을 친환경적으로 대체하는 생력재배 기술 방법 개발 및 제품화
- 친환경 식물추출물을 이용한 적화 작업으로 노동력 절감에 따른 농가 소득구조 개선
- 적화작업 시 친환경 식물추출물 사용으로 매개충, 생태계 보호 및 꿀벌농가의 안정적 생산 기여

## III. 연구개발 내용

- 개화 및 결실유도제 엽면살포 처리에 의한 중심화 결실유도 및 향상 방법 개발
- 중심화 결실증진 및 성장향상을 통한 축화 및 액화 적화 방법 개발
- 중심화 결실증진 및 성장향상에 따른 축화 및 액화 적화현상 작용기작 규명
- 지역별, 품종별, 처리시기별, 첨가제별 효과 분석 및 검증
- 기존 적화 및 적과방법(손적과, lime sulphur)과 시제품의 적화 및 적과효과, 과실 품질, 경영비 비교
- 식물추출물의 매개충에 대한 안전성 규명 및 농자재 등록
- 농가 실증 실험을 통한 실용화 방법 구축 및 제품 출시

## IV. 연구개발결과

본 과제에서는 농촌 노동력 고령화 및 노동력 부족에 따른 인력난 해소를 위하여, 사과재배 노동력 중 약 20% 내외의 인력이 투입되는 사과적화 및 적과인력을 기계화를 통한 약제적화로 대체하여 투입노동력 및 농업경영비 절감을 통한 경쟁력 확보, 농번기 인력부족 난제를 해소하고, 매개곤충에 무해하고 친환경적인 사과 적화제를 개발 및 제품화하고, 개발된 제품의 사용에 따른 농가 애로사항 검토, 매개곤충에 미치는 영향 검토 등을 통하여 과수농가에서 적화제를 안정적으로 사용·보급할 수 있도록 하는 것으로써 주요 연구개발 결과는 다음

과 같다.

가. 1차년도

- (1) AiBT-1 처리시기에 따른 적화효과의 지역별 검토에서 군위 만개 후 5일 51.2%, 만개 후 6일 16.6%, 안동 만개 후 6일 40.8%로 최고 적화율 처리 일이 다르게 나타남.
- (2) 적화효과는 만개 후 5일째 47.5%의 적화율로 가장 높게 나타났고, 종자수는 무처리구 4.3개 결실유도제 처리구 4.7~6.6개로 결실유도제 처리가 종자수를 증가시킴.
- (3) AiBT-1 중복살포 및 반복살포에 따라 적화율은 다소 증가되었고, 수세가 약한 나무에서는 잎 스트레스 현상이 나타났으며(10일 전후 자연 회복), 기타 생육 특성에는 영향을 끼치지 않았음.
- (4) AiBT-1 살포 후 우천 시 재살포에 따라 적화율이 다소 증가되었고, 재살포에 따라 착과 과실의 특성에는 영향을 끼치지 아니하였음.
- (5) AiBT-1 처리 화층조직에서의  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ 의 함량은 후지에서 변화가 없었으나, 홍로에서 증가하였으며,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ 는 후지, 홍로 모두에서 변화가 없었고,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ 는 감소하여 AiBT-1 처리에 따른 양이온 및 음이온 함량은 품종 간 차이를 보였으며, AiBT-1 내용물 중의 아미노산 함량은 Glucose가 179.6mg/kg으로 가장 많이 함유된 것으로 조사됨.
- (6) AiBT-1처리가 사과나무수세에 따른 적화효과는 수세가 약한 나무에서 적화의 효과가 높게 나타났음.
- (7) AiBT-1과 계면활성제 혼용에 따라 적화율 증가 효과는 보이지 않음.
- (8) 적화제용 AiBT-1의 사용에 따른 농가 경영비 절감 비교 조사에서는 '후지' 및 '홍로' 품종의 무처리, 석회유황합제(2회), 카바릴 및 AiBT-1 처리에 따른 소요 노동력 및 경비 조사결과 AiBT-1 사용 시 손적과 대비 35.1~52.8%의 적화 및 적과 비용감소효과가 나타났음.
- (9) AiBT-1 100배 희석액을 살포한 결과 양봉꿀벌의 살충 및 행동에 거의 영향을 끼치지 않았으므로 접촉 독성이 없는 것으로 판단됨.
- (10) AiBT-1 희석액을 섭식시켜본 결과 양봉꿀벌의 살충 및 행동변화는 없었으며, 단백질소화효소 및 지질소화효소의 활성을 촉진시켰고 탄수화물소화효소인 amylase 및 신경전달물질분해효소의 활성에는 큰 영향이 없는 것으로 판단됨.
- (11) AiBT-1의 처리 효과를 황제품과 비교해 본 결과 꿀벌의 살충 및 행동변화에는 큰 차이가 없지만, 단백질소화효소의 활성 분석에서 AiBT-1은 활성을 증가시켰지만 황제품은 감소시키는 차이를 나타냄.

나. 2차년도

- (1) AiBT-1의 처리에 따른 지역별 수확 과실 특성 차이는 인정되지 아니하였고, 다만 AiBT-1의 처리에 따라 과중이 향상되었으며, 이는 조기적화로 측과에 이행하는 영양분이 중심화위주의 착과과실에서 이용되어지기 때문으로 판단됨.
- (2) 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1의 처리는 과실 특성, 당도, 산도, 착색, L/D에는 큰 영향을 미치지 않았고, 다만 종자수 증가에 따른 과중 증가 효과가 보여 결실향상제 처리가 생산량 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타남.
- (3) 식물생장조절제와 AiBT-1의 혼용처리가 AiBT-1의 적화효과에 일부 처리구에서 영향을

미치는 것으로 나타났으며, AiBT-1 처리는 단용처리가 효과적임.

- (4) AiBT-1 살포 후 우천으로 인한 AiBT-1의 재살포는 과실 생육 특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었고, AiBT-1 처리 후 약 2시간정도 지나면 강우의 영향을 받지 않는 것으로 나타남.
- (5) 시제품 AiBT-1의 안전성, 균질성 확보를 위해 보증성분 및 아미노산을 분석하여 자체 기준치표로 사용하고 있음(Glucose 165mg/kg  $\pm$ 10%, B 1.0% 이상, Zn 1.0% 이상).
- (6) 후지의 경우 정화의 적화율은 중심화 만개 5일의 살포가 액화의 경우 중심화 만개 3일에 살포시 가장 높은 적화율을 나타내었고, 홍로의 경우 정화와 액화의 적화율은 중심화 만개 5일의 살포가 가장 높은 것으로 나타남.
- (7) AiBT-1의 처리에 따른 화충 및 신초조직에서의 아미노산 함량, 구성 및 유리아미노산, 음이온, 양이온 등의 항목 분석에서 AiBT-1의 처리가  $\text{Na}^+$  및  $\text{NH}_4^+$ 의 대사 메카니즘에 영향을 주는 것으로 조사됨.
- (8) 계면활성제 혼용에 따른 과실 특성 변화에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있고 일부 처리구에서 계면활성제 혼용이 적화효과의 상승으로 나타났음.
- (9) AiBT-1 100배 희석액을 섭취시킨 결과 양봉꿀벌의 살충 및 행동에 거의 영향을 끼치지 않았으므로 섭취독성이 없는 것으로 나타남.
- (10) AiBT-1 희석액을 섭취시켜본 결과 양봉꿀벌의 살충 및 행동변화는 없었으며 다양한 단백질소화효소 및 지질소화효소의 활성을 촉진시켰고 탄수화물소화효소인 amylase 및 신경전달물질분해효소의 활성에는 큰 영향이 없는 것으로 조사됨.
- (11) AiBT-1의 처리효과를 황제품과 비교해 본 결과 꿀벌의 살충 및 행동변화에는 큰 차이가 없지만 단백질소화효소의 활성 분석에서 AiBT-1는 활성을 증가시켰지만 황제품은 감소시키는 차이를 나타냄.
- (12) AiBT-1의 처리는 꿀벌의 행동 및 생존에 영향이 없는 것으로 판단되지만 추후 꿀벌의 생리적 및 생화학적 영향에 관한 심층 분석이 요구됨.

#### 다. 3차년도

- (1) AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 수확 과실 특성의 처리시기에 따른 조사에서 무처리구에 비하여 AiBT-1의 처리구에서 과중이 9.6~37.4% 증가하였음. 또는 동녹 및 생리장해에는 영향을 미치지 아니하였으며, L/D, 당도, 산도, 착색 등에는 일부 처리구를 제외하고는 영향을 미치지 아니하였음.
- (2) 매년 안정적으로 적화효과를 보기 위해서는 AiBT-1의 2회 처리가 바람직한 것으로 조사됨. 2회 처리는 높은 적화율을 보였고, 생육장해, 과실 특성에는 영향을 끼치지 아니함.
- (3) 결실유도제와 AiBT-1의 혼용 처리구는 무처리구에 비하여 12.1~24.9%의 과중 증가 효과가 조사됨. 종자수에서 무처리 6.2개, 처리구 7.0~7.8개로 종자수 증가가 과중 증가에 영향을 미침. 결실유도제 처리 후 AiBT-1의 처리는 경도, 당도, 산도, 착색, 동녹 등에는 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었음.
- (4) 식물생장조절물질과 AiBT-1의 혼용 처리가 일부 처리구에서 적화 증가 효과가 보였으나, 일정한 패턴의 무처리구와 유의성은 인정되지 않았으며, 무처리구 대비 약 22.3~24.9%의 과중 증가 효과가 나타남.
- (5) AiBT-1 처리 후 강우 시 재살포를 실시하여도 수확 과실 생육 특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었으며, AiBT-1 살포 후 2~5시간 이후에 비가 내리면 AiBT-1의 적

화효과에 영향을 미치지 않는 것으로 조사됨.

- (6) 중복살포에 따른 적화율은 2일째와 5일째 중복살포 처리구와 5일째 중복살포 처리구에서 중복살포에 따른 적화 상승효과에 대한 유의성이 인정되었으며, 다른 처리구에서는 유의성이 인정되지 않았음. 수세가 아주 약한 나무를 제외하고는 과다 적화현상이 나타나지 않았으므로 안전성은 확보된 것으로 판단되어짐.
- (7) AiBT-1와 계면활성제 혼용처리에 따른 적화효과의 증가는 계면활성제 종류, 정화, 액화에 따라 반응이 조금씩 다르게 나타났으나 현저한 차이가 보이지 않았고, 과실 특성 변화에는 영향을 미치지 않았음.
- (8) 다양한 지역의 사과 재배 농가 실증실험의 결과 과원의 수세와 처리시기, 품종의 차이에 따라 적화효과가 다르게 나타났으며, 중심화 만개 후 5일에 AiBT-1 처리 시 적화의 효과가 가장 높은 것으로 조사되었으며, 결실율은 약 40~95% 정도로 농가별 다르게 나타남.
- (9) AiBT-1 처리에 따른 사과 품종 후지의 화충조직에서  $\text{NH}_4^+$  및  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  이온이 처리구와 무처리구에서 차이를 보여 대사활동의 메카니즘에 영향을 미치는 것으로 조사됨.
- (10) AiBT-1 처리 후 1주일째의 유리아미노산의 함량은 무처리구 28.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 500배액 처리구 36.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 1,000배액 처리구 35.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 조사되어 AiBT-1 처리구에서 무처리구 대비 약 24~27%의 유리아미노산 함량 증가를 보임. 구성아미노산은 무처리구 145.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 500배액 처리구 190.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 1,000배액 처리구 179.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 무처리 대비 23~30%의 구성아미노산 증가를 보임.
- (11) 잎 조직에서의  $\text{GA}_3$  함량은 무처리구와 처리구의 함량은 차이가 없었음. 과충조직에서의  $\text{GA}_3$  함량은 AiBT-1 단독처리구 8.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ , AiBT-1+결실향상제 처리구에선 12.8 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 AiBT-1와 결실향상제 혼용처리구에서 49% 높게 검출되었음.
- (12) AiBT-1 처리가 '후지'사과에 대한 적과 비용절감은 군위 67%, 청송지역 약 36%, '홍로'의 경우 군위 47%, 장수지역 65%의 적화 및 적과의 비용감소 효과가 나타났음.
- (13) AiBT-1의 처리구와 무처리구에서 분홍기, 중심화만개기, 중심화 만개 3일후, 5일후에 정화의 꽃과 잎에서의 Auxin과 GA는 검출되지 않았음.
- (14) 작은 측과의 경우 ABA의 함량은 큰 측과나 중심과의 경우보다 높았고, 처리구와 무처리간의 차이는 없었음. 중심과의 경우는 전체적인 ABA의 함량은 낮았고, 처리와 무처리구간의 차이는 없었음.
- (15) 큰 측과의 경우 무처리의 ABA함량은 15일 보다 19일째 줄어들었으나 처리구의 ABA 함량은 유지가 되었음. 이는 AiBT-1이 ABA 함량에 영향을 주어 낙과를 유도하는 것으로 판단할 수 있음.
- (16) AiBT-1 100배 희석액을 섭식시킨 결과 양봉꿀벌과 서양뒤영벌의 살충 및 행동에 거의 영향을 끼치지 않았으므로 섭식독성이 없는 것으로 판단됨.
- (17) 아치사 온도(꿀벌 : 45 $^{\circ}\text{C}$ , 뒤영벌 : 43 $^{\circ}\text{C}$ )에서 꿀벌의 경우 AiBT-1를 섭식한 개체들이 무처리구에 비해 온도 내성이 떨어지는 것으로 판단됨.
- (18) 뒤영벌의 경우 아치사 온도(꿀벌 : 45 $^{\circ}\text{C}$ , 뒤영벌 : 43 $^{\circ}\text{C}$ )에서 AiBT-1에 의한 영향은 크지 않은 것으로 판단됨.
- (19) AiBT-1 희석액을 섭식시켜본 결과 양봉꿀벌의 살충 및 행동변화는 없었으며 다양한 단백질소화효소 및 지질소화효소의 활성을 촉진시켰고 탄수화물소화효소인 amylase 및 신

경전달물질분해효소의 활성화에는 큰 영향이 없는 것으로 판단됨.

- (20) AiBT-1의 처리효과를 황제품과 비교해 본 결과 꿀벌의 살충 및 행동변화에는 큰 차이가 없지만 단백질소화효소의 활성 분석에서 AiBT-1은 활성을 증가시켰지만 황제품은 감소시키는 차이를 나타냄.
- (21) AiBT-1 약제를 섭식한 후에 꿀벌 grp78 스트레스 유전자(섭식관련 스트레스 유전자)의 발현이 증가하였는데 AiBT-1 약제의 성분으로 인하여 꿀벌 내부적인 사페론의 역할로 증가한 것인지 이전의 단백질소화효소와 지질소화효소의 활성 증가처럼 섭식처리에 따른 유전자 발현인지는 추후 심층 분석이 요구됨.
- (22) 꿀벌의 grp78과 hsp70유전자 모두 hsp70 그룹에 속하며, 이 그룹의 유전자 발현이 대조 약제와 달리 섭식 후 발현양이 증가하는 패턴을 보였음.
- (23) 꿀벌의 hsp40의 경우 hsp70 그룹과는 달리 약제 섭식과 관련한 유전자 발현의 차이는 보이지 않는 것으로 나타남.
- (24) 총괄적으로 AiBT-1의 처리는 꿀벌 및 서양뒤영벌의 행동 및 생존에 영향이 없는 것으로 판단되지만 추후 꿀벌과 서양뒤영벌의 생리적 및 생화학적 영향에 관한 심층 분석이 요구됨.
- (25) 특허 출원, 기술이전 : 특허 출원(출원번호 : 10-2015-0113061, 과실 품질 향상 및 적과용 비료 조성물), 기술이전(결실증진 및 성장향상을 통한 축화 및 액화 적화 방법을 통한 사과 적화 노동력)

## 2. AiBT-1 처리적기 규명









분홍기	처리적기	처리일이 조금 늦을 때	처리일이 많이 늦을 때
			
적화효과 전혀 없음	80~90% 적화효과	50~80% 적화효과	적화효과 전혀 없음
			

그림 1. AiBT-1의 처리적기(만발기 전후 1회 또는 2회).



### 3. AiBT-1의 장·단점 및 유의사항

#### 가. 장점

- (1) 벌 활동에 영향을 미치지 않음(사진 1).
- (2) 1회 사용으로 최대 80~90% 적화효과가 나타남(사진 2).
- (3) 중심화가 약하거나 없으면 2번과가 살아남음(사진 5).
- (4) 적기 사용시 효과는 1주일 내외, 적기보다 늦게 사용하면 효과는 2~3주째에 나타남(사진 2 및 사진 4).
- (5) 액화는 가지당 1~2개 남기고 모두 적화가 가능함(사진 7).
- (6) 처리시기가 맞지 않을 경우 화총 당 2개 또는 3개도 살아남음(사진 6).
- (7) 처리시기를 잘 모를 경우 2회 처리로 안정적 효과를 볼 수 있음.
- (8) 수세안정화 효과로 과원을 안전하게 관리 가능.
- (9) 높은 노동력 절감 효과.
- (10) 과실 품질이 향상됨.



사진 1. AiBT-1 처리 후 벌활동.



사진 2. AiBT-1 처리구.



사진 3. AiBT-1 무처리구.



사진 4. AiBT-1 처리 지연 시 늦은 효과.



사진 5. 중심화 불량 시 2번과가 살아남음.



사진 6. 처리시기가 맞지 않아 2번과가 살아남음.



사진 7. AiBT-1 처리구 액화가지.

나. 단점

- (1) 처리적기가 2일 정도로 짧음(그림 1).
- (2) 적화효과가 확인가능 시간은 적기 사용 시 1주일 내외(사진 2), 적기보다 늦게 사용하면 4주 정도(사진 4)에 비교적 늦게 나타남.
- (3) 액화가지의 경우 모두 적화되는 경우도 있음(사진 7).
- (4) AiBT-1 사용 직후 잎처짐 현상이 나타나는 경우도 있음(사진 8). 이 경우 10일 전후에 자연 회복됨.
- (5) 약제적화 후 마무리 손적과 시 너무 일찍 손적과를 하게 되면 이 경우 조기 적과 시 낙과되는 과실은 남기고, 남겨야 할 과실을 적과하게 되는 경우가 발생하므로 세밀한 관찰이 필요(사진 9).
- (6) 달고자하는 위치에 완벽하게 안 될 수 있음.



사진 8. 처리 후 잎처짐 현상.



사진 9. AiBT-1 처리 후 조기 적화 시 낙과되는 과일을 남기는 경우.



다. 주의사항

- (1) 농약 및 타 4종 복합비료와의 혼용 시 적화효과가 미비할 수도 있음.
- (2) 생육불량 혹은 상해를 입은 사과나무, 수세가 강한 나무, 강풍 시에는 사용 시 적화효과가 낮아질 수 있음(사진 10, 11).
- (3) 재배조건, 품종, 재배지역, 처리시기에 따라 효과가 다르게 나타날 수 있음.
- (4) 일반 대목 사과원에서는 살포 방향이 일정하면 효과가 떨어지므로 나무 전체에 골고루 묻도록 충분히 살포하여야함.
- (5) 병 개봉 후에는 1병 모두 바로 사용하여야 하며(변질우려), 사용 하다 남은 제품은 과원에 뿌려도 됨.
- (6) 본 제품 사용 전·후에는 식물생장조절제 사용 시 효과가 낮게 나타날 수 있음.
- (7) 과원의 양·수분이 맞지 않을 경우 잎 위축 현상이 발생할 수 있음(10일 전후에 자연 회복).
- (8) 꽃눈 수가 아주 적을 경우 사용 자제(사진 12).
- (9) SS기 사용 시 RPM을 낮게 사용하는 것이 좋음.



사진 10. 불량 기상환경으로 인한 중심화 생육불량.



사진 12. 꽃눈에서 앞눈으로 분화된 사진(좌), 정상(우).

4. 종합고찰

- AiBT-1 처리에 따른 적화효과가 지역별 차이를 보였는데(영주 16.6%, 안동 40.87%, 군위 51.2%) 이는 개화 전후의 최저기온의 영향을 받은 것으로 추정되어지며, 온도와 관련된 세밀



한 연구가 필요로 되어져야 과수 농가에서 매년 안정적으로 적화제를 사용할 수 있을 것으로 판단됨.

- 2013년에는 4월 평균기온 저하(영주 11.7℃→9.4℃, 군위 12.9℃→11.1℃, 안동 12.2℃→10.5℃)로 중심화의 암술이 연약해지거나 발생되지 않은 비율이 증가하였으며, 중심화 결실률이 낮을 경우 중심화 만개기 처리 적화제는 시기를 조정하여야 안정된 결실률 확보가 가능함.
- AiBT-1 처리효과를 처리 후 2주부터 판단이 가능하여 효과가 늦게 나타나는 특징을 가지고 있는데, 효과가 조금 더 일찍 발현될 수 있도록 첨가제 등 관련된 실험이 필요함.
- 또한 AiBT-1 처리 후 30일쯤에 측화가 말라가는 현상이 나타날 수 있으므로 AiBT-1 처리 후 적과 시에는 충분한 착과량을 유지하여야함.
- AiBT-1 처리 후 홍로 품종에서 약간의 잎 스트레스 발생이 나타났지만 대부분 며칠 안에 정상으로 회복되어지며, 수세가 약한 나무의 경우 중복살포가 되면 잎 스트레스 지수가 높아질 가능성 있음.
- 미개화된 꽃이 AiBT-1 처리에 따라 모두 적화되는 현상을 보여 이 부분에 대한 추가실험이 이루어지면 AiBT-1을 이용한 적화작업이 매우 쉽게 이용 가능할 것으로 판단됨.
- 최근 사과 적화제의 효과에 대한 외국의 보고에 의하면 품종, 지역, 수세의 조건에 따라 적화(과)의 효과가 달라지므로 재배자의 경험 또한 적화(과)의 효율에 큰 영향을 미친다고 발표되고 있으며, 특히 살포 전후의 야간온도와 주간 햇빛 강도 등의 기상조건에 관한 세밀한 연구가 되어져야 지역별 적화효과에 대한 오차를 줄일 수 있을 것으로 기대됨.

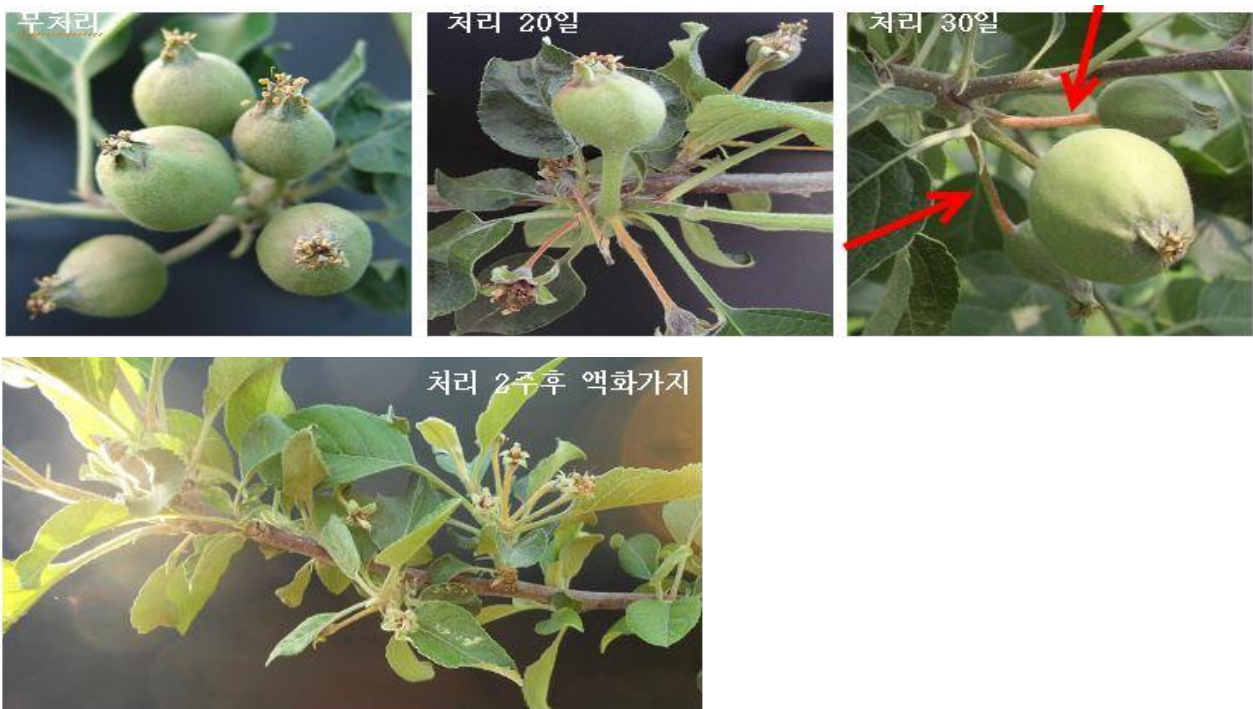


사진 13. AiBT-1 처리에 따른 적화효과.



사진 14. AiBT-1 처리 시 미개화 화층에 대한 적화효과 검토.

## V. 연구개발에 따른 성과

### 1. 정량적 성과

기술이전 1건, 특허출원 1건, 상표 7건, 논문 국내 및 국제 2건, 학술발표 국내 및 국제 2건, 세미나 발표 37건, 제품화 1건, 농자재 등록 1건, 전시회 참가 국내 2건 및 국제 4건, 매스컴 9건 등

### 2. 기술적 측면

- 매개층에 무해한 식물추출물을 이용한 적화 방법 및 친환경 재배법 확립
- 적과작업의 기계화를 통한 농촌 노동력의 생력화
- 농촌노동력 집중시기의 분산화 가능
- 조기적화에 의한 저장양분의 과실 이용에 따른 사과 품질 향상
- 수채 안정화에 따른 격년 결실 감소

### 3. 경제적, 산업적 측면

- 안정적 사과 재배 시스템 구축을 통한 적과비용 약 70% 이상 절감 가능  
⇒우리나라 사과 재배면적은 30,702ha(농림통계연보, 2014)이며, 현재 사람에 의한 적과 비용은 1일 8시간 기준, 약 80,000원(식대, 교통비 포함)으로서 10a 당 7명 소요(후지 기준)되어, 우리나라 전체 적과 비용은 약 1,720억원 정도임
- 축화 및 액화의 조기 적화에 의한 고품질 과실 생산에 따른 농가 소득 향상  
⇒대과 생산비율 대조구 20~30%에서 40~60%까지 증대 가능
- 식물추출물의 농자재 등록을 통한 상품화 및 수출을 통한 외화 획득  
⇒전세계 사과 재배면적은 5,622,493ha, 우리나라는 전 세계 재배면적의 약 0.54%
- 매개층 보호를 통한 안정적 식량생산 및 생태계 보호
- 매개층에 무해하고, 1회 사용으로 사용이 간편하며, SS기를 이용하므로 작업이 간편하여 많은 면적의 적과를 짧은 시간에 가능하게 함
- 기계화에 따른 노동력절감 효과는 SS기 1대가 사람 140명의 적과작업 대체 가능
- 본 제품의 사용으로 적과시기의 농촌 노동력 집중 현상을 분산 가능하게 하여 타작물의 재배생산에 노동력 투입 가능
- 배, 자두, 체리, 열대 과일에의 응용을 통한 산업 활성화

## SUMMARY

This research is to determine effects of environment-friendly flower thinning agent on flower thinning efficiency and other effects of fruit characteristics. The use of chemical thinning agents can be useful to reduce approximately 20% labor force of apple cultivation. In addition, this thinning agent is environment-friendly which is not harmful to pollination insects. The results of this research are as follow.

1. Thinning effects of AiBT-1 were evaluated on application time at different regions. The highest thinning rates were different between Gunwi (51.2% at 5 days after full bloom) and Andong (40.8% at 6 days after full bloom). Treatment of AiBT-1 did not show any difference in fruit characteristics, L/D, sugar content, acidity, coloring, physiological disorder, but fruit weight was increased into 9.6-37.4% than the control. This phenomenon may be caused by fruiting through disc flower rather than lateral fruit due to premature flower thinning. In Fuji, flower thinning rate of terminal flower was highest at 5 days after full bloom of disc flower, but its rate of axillary flower was highest at 3 days after full bloom of disc flower. Otherwise, in Hongro, flower thinning rates of terminal and axillary flowers were highest at 5 days after full bloom of disc flowers
2. After pre-treatment of fertilizing improving agent, the thinning effect of AiBT-1 was highest (47.5%) at 5 days after full bloom and increased seed numbers and fruit weight, but not changed in other fruit characteristics, such as brix, acidity, coloring, L/D.
3. Double spray and repeated spray of AiBT-1 were increased thinning effects but showed some stress in the leaves of weak trees. Otherwise, it did not changed other characteristics of fruits.
4. Effects of raining on AiBT-1 spray was recovered by repeated spray, and its thinning effect was not influenced by rain if there is no rain within 2 hours.
5. Mixed treatment of AiBT-1 and plant growth regulators was not significantly effective on flower thinning, but fruit weight was increased into 22.3-24.9%.
6. Treatment of AiBT-1 increased the content of  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  in flower clusters of Fuji but not in Hongro. The content of  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  did not changed in Fuji and Hongro, but the content of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  was reduced which induce variation of ionic content between varieties.
7. Thinning effect of AiBT-1 was higher in less vigorous trees.
8. Thinning effect of AiBT-1 was not changed by mixed treatment with surface active agent.
9. To obtain durability and homogeneity of commercial product of AiBT-1, essential elements including amino acids were determined as a standard rate (Glucose 150.0mg/kg,

B 1.0%, Zn 1.0%).

10. Field evaluation of AiBT-1 showed that thinning effects of AiBT-1 were various according to tree vigor and strains, treatment time, and fruiting rate at 40-95%. It can be recommended to treat two times (4+5 days or 5+6 days after full bloom). The second treatment increased thinning rate but did not showed any negative effects on growth and fruit characteristics.

11. Treatment of AiBT-1 increased the content of free amino acids into 24-27% of the control and the content of protein composition amino acids into 23-30% of the control.

12. To evaluate the cost and labor saving of AiBT-1 treatments, lime sulfur(2 time sprayed), carbaryl and hand thinning research conducted on 'Hongro/M9'(commercial apple orchards in Kunwi and Jangsoo regions) and 'Fuji/M9'(commercial apple orchards in Kunwi and Chingsong regions) demonstrated that AiBT-1 treatment effectively reduced labor and costs. The follow-up hand thinning time was significantly reduced by the spray of Lime sulfur(2 time sprayed) (51.1%), carbaryl (47.1%) and AiBT-1 (36.1%) thinners compare to hand thinning(23.9 min/tree) of 'Hongro/M9' in the average of two tested regions. The spray of AiBT-1 was mostly reduced follow-up hand thinning time 36.1% in 'Hongro/M9' and similar to 'Hongro/M9' compare to other chemical thinners. Also, the labor of thinning effort was reduced by spray of Lime sulfur(2 time sprayed) (6.2 person/10a), carbaryl (5.4 person/10a) and AiBT-1 (4.2 person/10a) thinners compare to hand thinning(11.4 person/10a) of 'Hongro/M9'. The results was quite similar to 'Fuji/M9'. Net economic impact (realized economic inputs) of chemical sprayer was reduced by spray of Lime sulfur(2 time sprayed) (41.8%), carbaryl (51.8%) and AiBT-1 (57.0%) thinners compare to hand thinning (₩681,000/10a) of 'Hongro/M9'. The results was quite similar to 'Fuji/M9'. Furthermore, we calculated that net economic impacts were reduced by the rate of thinning effect when the spray of AiBT-1 on 'Fuji' apple tree.

13. To develop mode of action of AiBT-1 in apple thinning, we analysed micro-, macro-nutrients, IAA and GA of treated and non treated apple flower organs. However, it was hard to find correlated with treatment and nutrient contents, IAA, GA. Further, ABA content in fruit cortex at the 15 DAPF and 19 DAPF was measured in small lateral fruits; big lateral fruits; and big central fruits after AiBT-1 treatments on 'Fuji' apple. The results were on three fruitlet classes characterized by ABA level: (1) small lateral fruit class: ABA level was not different by AiBT-1 treatment; (2) big lateral fruits class, ABA levels were significantly different by AiBT-1 treatment; and (3) big central fruit class, ABA level was not different by AiBT-1 treatment. It was suggested that the treatments of AiBT-1 were abscised along with ABA level which may induce other hormones and fruit senescence.

14. The honey bee, *Apis mellifera*, is a cosmopolitan pollination insect, but recently their population has been rapidly declined owing to colony collapse disorder (CCD), the mechanism of which is still unknown.

15. This research analyzed toxic effects of the flower thinning formulations made by using plant extracts on pollination insects.
16. Both honey bees and bumble bees did not affected on lethality, behavioral changes, digestive enzyme activities, temperature tolerance and heat shock protein gene expression by treatment of flower thinning formulation as well as sulfur-containing formulations.
17. Therefore, practical application of the plant-derived flower thinning formulation was safe for pollination insects.

## CONTENTS

Chapter 1. Research outline .....	17
Chapter 2. Current status of domestic and international technology development .....	20
Chapter 3 Results and achievement .....	23
Chapter 4 Target achievement and contribution .....	182
Chapter 5 Reserch results utilization plan .....	184
Chapter 6 Collecting overseas science and technology information .....	192
Chapter 7 List of references .....	193
Chapter 8 References .....	194

# 목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요 .....	17
제 1 절	연구개발의 목적 및 필요성 .....	17
제 2 장	국내외 기술개발 현황 .....	20
제 1 절	적외, 적화, 적과제 관련 현황 .....	20
제 2 절	국내외 적화제 개발 추이 .....	21
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과 .....	23
제 1 절	연구개발의 재료 및 방법 .....	23
제 2 절	연구개발 수행 내용 .....	32
제 3 절	연구개발 수행 결론 .....	172
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	182
제 1 절	연구개발목표의 달성도 .....	182
제 2 절	관련분야의 기술 발전에의 기여도 .....	183
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획 .....	184
제 1 절	연구개발 성과 .....	184
제 2 절	연구개발 성과활용 계획 .....	191
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	192
제 7 장	연구시설·장비 현황 .....	193
제 8 장	참고문헌 .....	194

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

### 1. 우리나라 농업 및 과수 산업현황

그림 1은 농림수산물부 농림수산물 주요통계에 의한 우리나라 농업의 산업현황을 나타낸 것이다. 우리나라 총 농업생산액은 41조 4천억 중에서 축산 14조 9천억, 식량작물 9조 5천억, 채소 8조 7천억 순으로 높은 비중을 차지하고 있으며, 과일은 3조 7천억으로 우리나라 농업생산액의 9%를 차지하고 있다. 과일 중에서는 감귤이 27%로 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 그 다음은 사과가 18%로 높은 비중을 차지하고 있으며, 사과는 우리나라 총 농업생산액 중에서는 1.62%(약 6.7천억)로 단위면적당 부가가치가 높은 작물중 하나로 각광받고 있다.

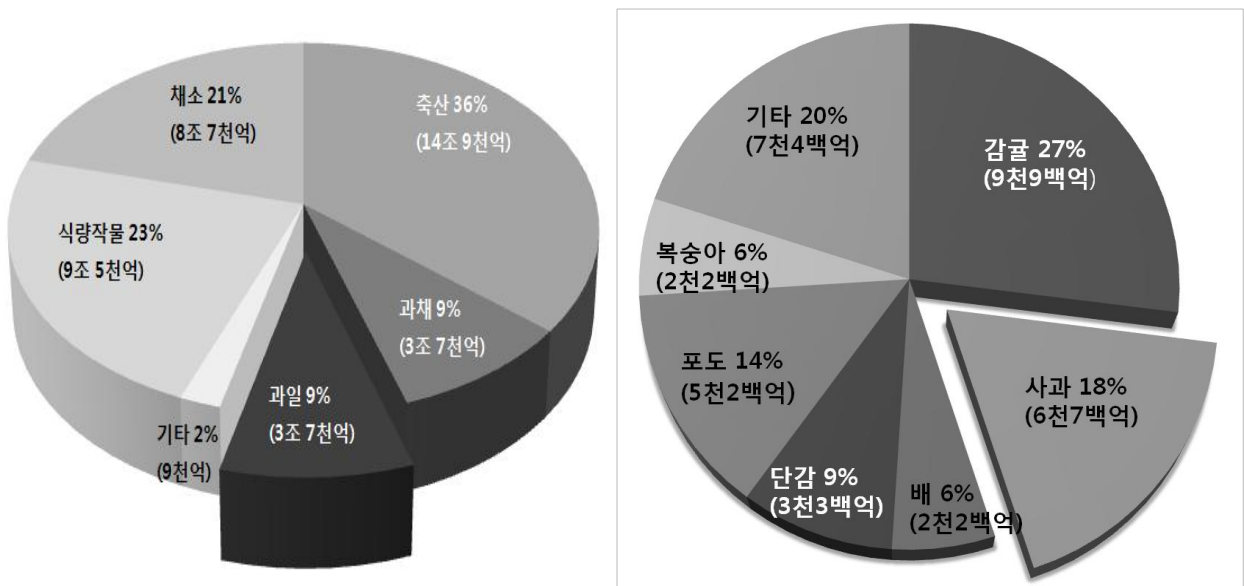


그림 28. 우리나라 농업 및 과수 산업현황.(출처: 농림수산물부, 농림수산물 주요 통계, 2012)

### 2. 사과 재배 면적 및 생산량

그림 2는 1980년부터 2014년까지 우리나라 사과 재배 면적 및 생산량을 나타낸 것이다. 1980년의 우리나라 사과 재배 면적은 약 46천 ha, 생산량 410천 톤에서 1995년 재배 면적 50천ha, 생산량 716천 톤까지 증가하였으나, 이후에는 2005년 재배 면적 26천ha, 생산량 368천 톤까지 점차 감소하다가 현재까지 점차 증가하는 추세에 있다. 2011년에는 재배 면적이 31천 ha로 늘었으나 생산량 380천 톤으로 10a당 생산량이 1,218kg으로 태풍과 갈반병으로 인하여 줄어드는 경향을 보였다. 2014년 재배 면적은 31천 ha, 생산량은 475천 톤으로 약간의 증가하는 추세이며, 10a당 생산량도 1,546kg으로 증가 추세이다.



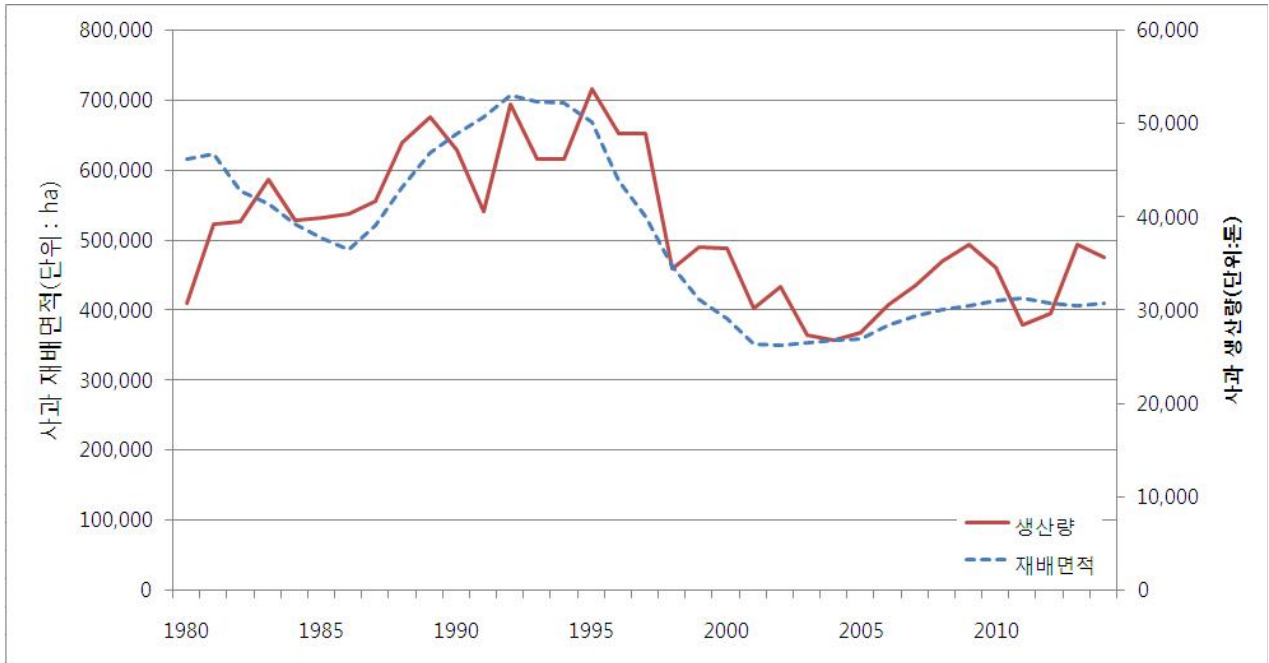


그림 29. 우리나라 사과 재배면적 및 생산량.(출처: 통계청 농어업통계, 1980~2014)

### 3. 우리나라의 사과 품종별 재배현황

2012년 통계청 농어업통계에 따르면 우리나라 전체 사과재배면적은 30,734ha이며, 이 중 후지가 21,654ha로 가장 많고, 홍로 4,285ha, 쓰가루 1,613ha, 양광 733ha 감홍 521ha 순으로 조사되었다. 전체면적 30,734ha 중 중·만생종 후지계통이 21,654ha로 전체 재배면적의 약 70.5%를 차지하여 가장 많은 재배면적을 보였고, 다음은 조·중생종 홍로계통이 13.9%를 점하였으며, 다음은 쓰가루, 양광, 감홍 순으로 나타났다(그림 3).

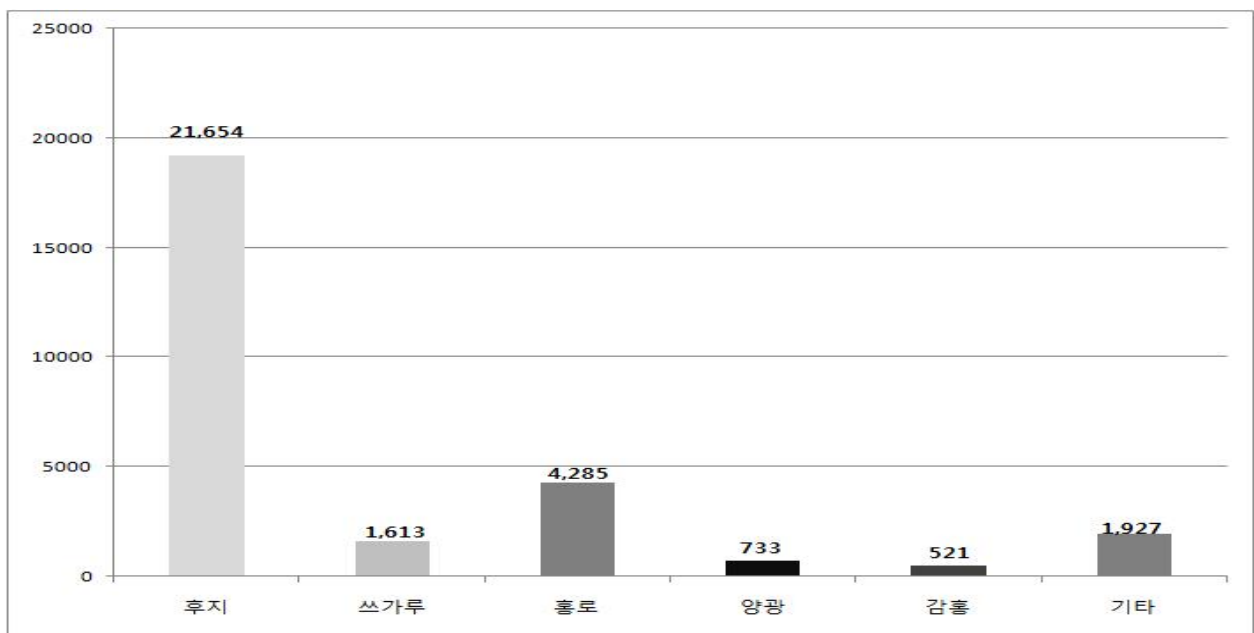


그림 30. 사과 품종별 재배현황.(출처: 통계청 사회통계국 농어업통계, 2012) (단위:ha)

#### 4. 과수 적과 인건비 및 우리나라 전체 평균 인건비 실태

그림 4는 농림축산식품통계연보에 의해 생산자 물가지수 및 농촌 임료금 비교 그래프를 나타낸 것이다. 생산자 물가지수 상승률에 비해 농촌 인건비 또한 상당히 높게 나타났다. 그림 5는 안동, 영주, 군위 지역의 2010년부터 2014년까지의 농가 및 우리나라 일반 생산직 인건비 상승률을 나타낸 것이다. 2014년 1월 사과 적과 노동력 인건비는 군위, 안동 지역에서 55,000원, 영주지역에서는 65,000원(교통비, 식대 불포함)으로 2012년도에 비하여 약 7.7~9.1% 상승하였다. 2013년 우리나라 일반 생산직의 인건비 상승률 4.8%정도에 비하면 상당히 높게 나타났는데, 이러한 현상은 2014년에 비슷한 경향으로 지속되었다. 이는 농촌 노동력 고령화 및 5월 농번기 노동력 집중현상, 경제성장에 따른 3D업종 기피현상으로 인한 농촌에서의 노동력 부족 현상이 인건비 상승으로 이어지고, 결국 농업경영비 지출의 증가로 이어졌기 때문이다.

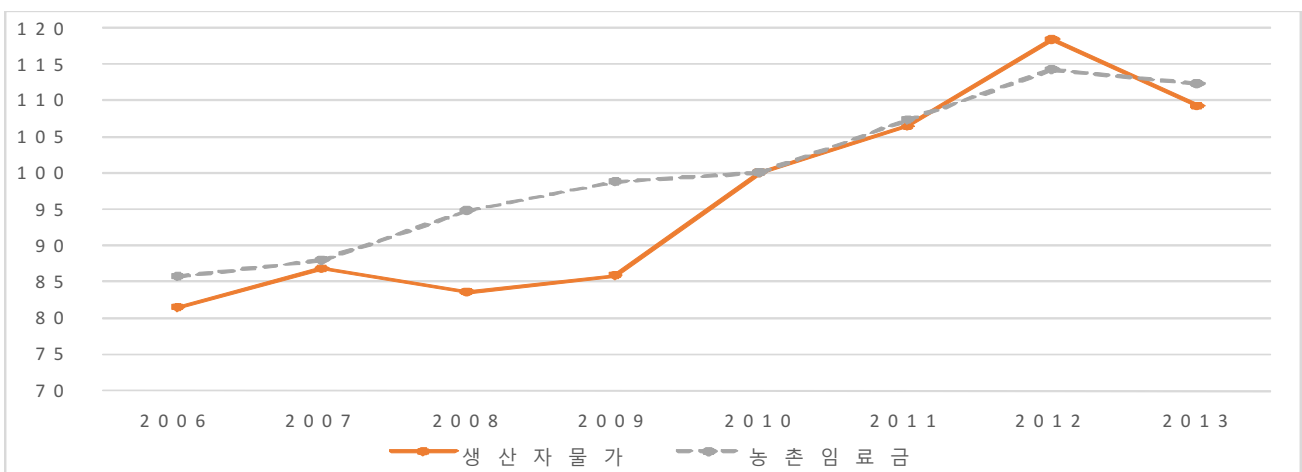


그림 4. 생산자 물가지수 및 농촌 임료금 비교.(농림축산식품통계연보, 2014)

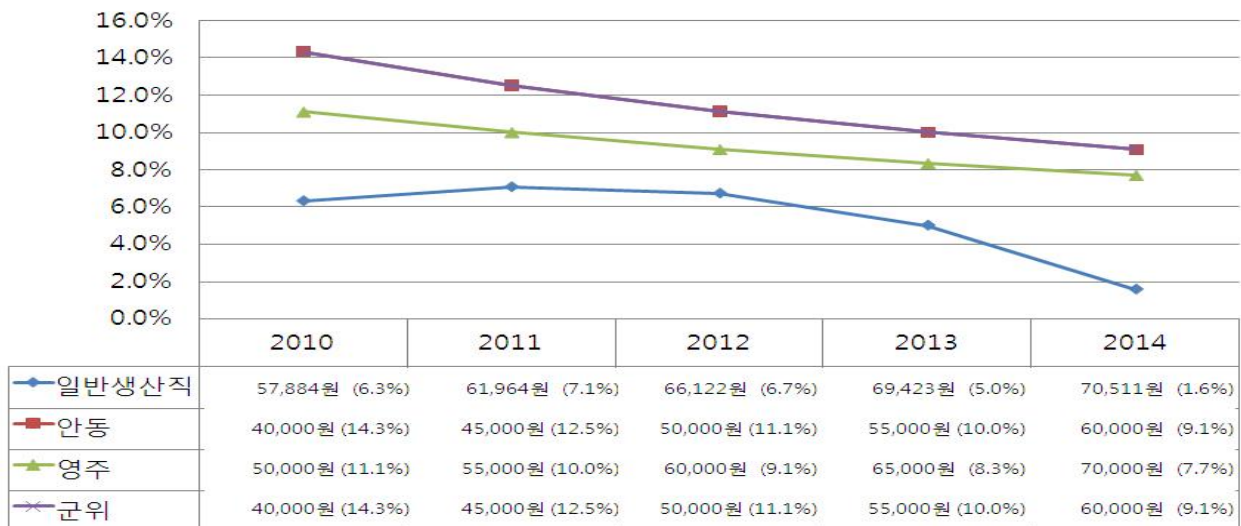


그림 32. 안동, 영주, 군위 지역의 적과 인건비 및 우리나라 전체 평균 노동 인건비 비교.

( )는 전년대비 임금상승률; (출처: 중소기업중앙회 '제조부문 생산직 직종별 평균 노사임금', 2010~2014)

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 적퇴, 적화, 적과제 관련 현황

시장에서 사과 사과가 잘 판매되는 미국, 유럽에서는 사과 적과를 전혀 하지 않는 과수원도 드물게 있지만, 대과를 선호하는 우리나라와 같은 곳에서의 적과작업은 사과 재배 전체 노동력의 약 20%를 차지하는 극히 중요한 작업 중 하나이다. 하지만 현재 국내 농촌 현실은 젊은 노동 인력 부족과 고령화, 적과시기에 있어서 다른 작물과의 노동력 중복 등으로 적과제(적화제)의 사용이 갈수록 필수적이다. 사과 과수원의 10a 당 개화수는 15~50만개 정도이나 10a 당 수량을 4톤으로 하게 되면 수확 할 때의 착과수는 11,000~13,000개로 개화한 꽃수의 수 퍼센트에 지나지 않고 그 대부분은 적화 또는 적과 되어야 하고, 그 작업에는 많은 노동력이 필요하다(그림 6). 현재까지 일부 농가에서 적과 작업 생력화를 위하여 살충제인 carbaryl을 사용하여 왔지만, 개화시기에 수정활동을 하는 매개충인 벌을 치사시키는 문제점을 가지고 있어, 유럽은 등록거부, 일부 나라에서는 생산금지 조치를 취할 움직임을 보이고 있다. carbaryl 이외에 lime sulfur 등으로 적화를 시도하고 있으나 동녹발생, 반복 살포, 효과 미비, 열과 발생, 종자수 감소 등의 문제점으로 농가에서 사용을 꺼리고 있고, 국내 양봉협회 등에서 카바릴 사용 중단 및 대체 품목 기술개발을 농림부에 요청하기도 하였다. 또한 국제적으로는 인간 먹거리의 80%의 수분을 담당하고 있는 벌의 소중함을 인식하고, 미국, 일본, 유럽 등에서 벌이 사라지는 현상을 방지하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 따라서 카바릴, 석회유황합제 등을 대체하고 매개충인 벌 등에 무해하며 친환경적인 적과(적화)제 개발이 시급한 실정이며, 이러한 적과(적화)제는 아직 미개발 상태이다.

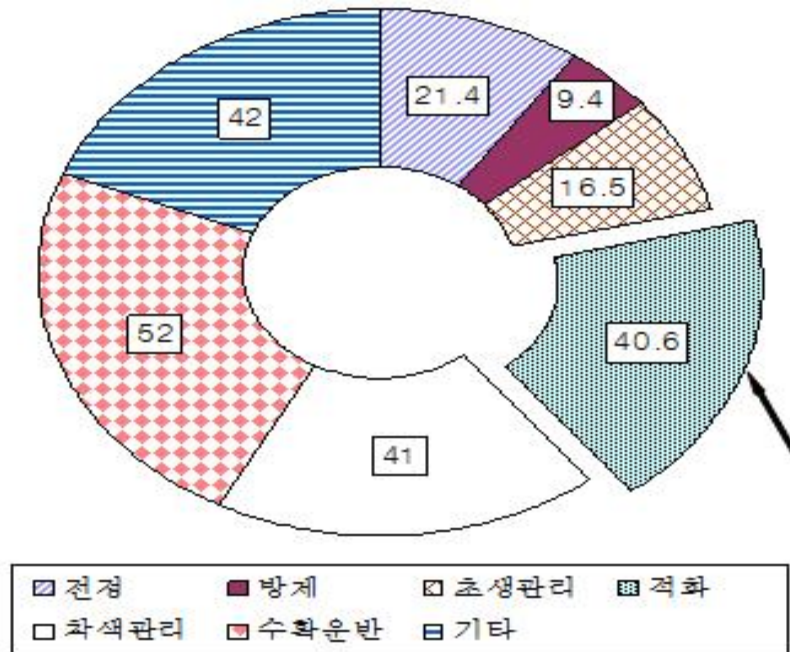


그림 33. 사과 재배 10a당 소요 노동력 시간(J. PGR. SOC, 2005).

## 제 2 절 국내외 적화제 개발 추이

### 1. 국내 적화제 기술개발 현황

적화제 이용 가능성을 보여주고 있는 BA-6, 황산염, 칼슘, ATS, lime sulphur, fish oil 단독 또는 Ethephon 첨가에 따른 사과 적화 문제 해결을 위하여 많은 연구가 실행되었으나 만족할 만한 결과를 얻지 못하고 있다. 사과 약제적과를 시도하고 있는 대부분의 농가는 카바릴을 이용하고 있으나, 사용 시기에 따른 효과 차이, 벌 치사 등의 문제로 보편화 되지 못하고 있다. 또한, lime sulphur를 이용한 적화 기술을 사과 재배에 적용하고 있으나 사용의 불편, 동녹 발생, 종자수 감소에 따른 품질 저하 등의 문제점으로 사용을 꺼리고 있는 실정이다. 따라서 사용하기 편리하고, 사과 품질에 영향을 미치지 아니하며, 매개충에 무해하고, 효과가 우수한 적화제의 개발이 절실히 필요한 형편이다. 최근 관련 제품이 출시되고 있으나 적화율, 수세문제, 과다낙화 등 검증과 연구가 필요한 것으로 나타났다.

### 2. 국외 적화제 기술개발 현황

사과의 결실관리를 꽃 단계에서부터 약제를 사용하여 제어하는 최초 보고는 1933년 Aucher로부터 시작되었으며, 1940년에는 Magness등이 DONC제, 그 후 일본에서 1951년에 석회유황합제의 적화 효과를 보고 하였다. 또한 DN제에 대해서는 카와무라 등이 1963년에 보고하였으며, 그 이외에 기계유제 등에 의한 시험도 시작되었다. 이 중에서 DN제 등은 약해 때문에 없어졌지만, 석회유황합제는 효과가 입증되어 현재까지 사용되고 있으나 적화제로서 정식등록은 1998년에 이루어졌고 시험 개시후 약 반세기 후의 일이다. 1987년에 야마자키 등은 레시틴이 수정저해를 일으킨다는 것을 구명하고 그 실용성에 대해 검토가 이루어졌지만 등록까지는 가지 않았다. NAA는 적과제로 시험이 이루어졌고 일정효과를 얻어 해외에서 사용되고 있지만 1971년에 등록이 취소되었고 그 후에 연구 대상에서 제외되었다. 그러나 요코다 등은 1992년부터 합성 옥신류에 대해서 적화, 적과 효과를 목표로 하여 스크리닝을 진행하였고 적화효과를 나타내는 제제로서는 에티크로제이트, NAA, 디클로프로프, MCPB에틸, NSK-905를 들 수 있다. 이 중에서 안정성 효과 및 약해 등을 고려하여 에티크로제이트, 디클로프로프, MCPB에틸 세 종류를 검토하였으나 효과의 안정성 또는 약해 때문에 등록까지는 가지 못하였다. 칼슘제는 1995년부터 시험이 시작되어 1998년에 이시가와, 2000년에 맹, 2002년에 아라가와 등이 효과에 대해서 보고하였으며, 2004년에 제품이 등록되었다. 그 이외에 칼슘제로서는 2003년부터 인산칼슘에 레시틴을 첨가한 제제에 대해서 최근에 등록되었다. 유기산에 대해서는 1996년부터 자스몬산의 검토를 시작했지만 개화시기를 예측하여 사전에 살포하지 않으면 안 되는 것과 효과가 명확하지 않는 것 때문에 등록까지 도달하지 못하였다. 1998년부터 이타콘산의 시험이 시작되었고 적화효과를 보였지만 화충엽이 갈변하는 약해가 있어 등록까지는 도달하지 못하였다. Burkholder 등은 1941년에 조기 낙과 방지를 목적으로 행한 NAA처리가 반대로 생리낙과, 결실제어를 나타낸 것부터 시작되었다. 일본에서는 1951년부터 10년정도 시험이 이루어졌지만 약해(상편생장과 열과 발생)와 효과의 문제 때문에 1971년에 등록이 취소되어 연구대상 외로 되었지만, 2004년부터 작용성 시험이 재개되었다. 유럽에서는 NAA, NAAm, NPA 등 옥신 작용이 있는 호르몬제를 적화제로써 사용하고 있다. 예를 들면 카바닐(NAC제)은 살충제로 사용되고 있지만 레드 딜리셔스 등의 생리 착과를 발생시켰다. 이것을 계기로 1960년 Batjer등의 연

구에 의해서 적과제로서의 길이 열렸다. 일본에서는 1966년 가와무라 등이 효과가 높은 것을 보고하였고 1979년 치바 등은 NAC제의 적과 효과와 과실의 메틸발생 관련성을 밝혀냈다. 최근 유럽에서는 매개충 치사 등의 문제로 살충제인 카바릴 등록을 거부하고, 새로운 적과제 개발의 필요성을 인식하여 NAA, BA, ATS, 등을 이용한 적과기술을 개발하고 있지만 보편적이고 실용화된 기술은 아직 보급되고 있지 아니하며, 카바릴을 일부 농가에서만 사용하고, 인산 칼슘, 레시틴 등을 이용하여 적화를 시도하고 있으나 열과 발생, 효과 불안정 등으로 보편화되지 못하고 있어 국내외적으로 사용 간편하고 매개충에 무해한 친환경적 제품은 현재 출시되고 있지 않다.

### 3. 시장수요의 변화(시장성)

우리나라 사과 재배면적은 30,702ha(농림통계년보, 2014)이며, 국내 적과 및 적화제 주요 시장은 사과 및 배 시장이 주를 이루고 있다. 현재 사람에 의한 적과비용은 10a 당 7명소요, 1일 8시간 약 80,000원(식대, 교통비 포함)으로 우리나라 전체 사과 적과 비용은 약 1,720억 원 정도 소요된다. 적과 작업시 인건비는 식대, 교통비 포함 300평당 평균 560,000원 정도 소요되며, 최근에는 농촌 노동력 부족, 고령화, 적과시기 인력집중 현상으로 적과작업의 애로사항이 증가되고 있는 실정이다. 폐사의 적화제를 사용 할 경우 적화 비용을 300평당 560,000원에서 55,000원으로 약 505,000원을 줄일 수 있어 경영비 절감을 통한 경쟁력 확보가 가능하다. 전 세계 사과 재배면적은 5,622,493ha로 우리나라는 전 세계 재배면적의 약 0.54%로서 전체 시장의 1%에도 미치지 못한 반면, 시장성은 매우 크다. SS기를 이용한 간편한 작업으로 많은 면적의 적과를 짧은 시간에 가능하게 되었다. 따라서 적과 관련 인건비는 약 70% 이상 절감이 가능하고, SS기 1대가 사람 200명의 적과작업을 대체 할 수 있어 기계화에 따른 노동력절감 효과가 크다. 매개충 무해, 1회 사용으로 사용 간편한 친환경제품을 개발하고자 하는 것은 전 세계적으로 본 물질이 유일하다.

따라서, 농촌노동력 부족과 고령화에 따른 노동력 부족 극복을 위해서 적화제와 같은 재배 생력화가 가능한 재배 시스템 구축이 절실하게 요구된다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 연구개발의 재료 및 방법

#### 1. 1차년도

가. AiBT-1 처리시기에 따른 적화효과 차이 구명

##### (1) 군위

2013년 AiBT-1(=적화제. A, Apple Co., Ltd.(과제 주관기관); i, iPET; BT, Blossom Thinning) 실험을 경북 군위군 효령면 화계리 591번지에 위치한 과원에서 실시하였다. 군위에서 사용된 사과품종은 후지/M26, 2013년 기준 재식 4년차로 수세는 보통이며 수형은 세장방추형으로 재배되고 있으며, 첫 개화일은 4월 26일이었고 5일정도 소요된 5월 1일에 만개하였다. 처리시기는 만개일 기준으로 만개 후 3일, 만개 후 4일, 만개 후 5일, 만개 후 6일에 각각 처리하였고, 완전분홍기인 4월 28일에 결실유도제 1,000배액 처리 후 AiBT-1을 자동분무기로 나무에 약액이 흐를 정도로 1,000배, 500배 희석농도별 처리를 하였고, 처리시기별, 반복 및 중복살포 등의 처리 방법별로 살포하였다.

조사항목은 결실률, 생리장해, 종경, 횡경, 생리장해, 동녹 발생, 벌활동 피해 유무, 신초, 종자수 등이다. 결실률은 조사 대상 꽃을 표시한 뒤 처리 7~14일 후 총화총수와 중심화와 측화 꽃의 부위별 조사꽃수를 조사하여 %로 나타내었다. 품질조사는 실험처리를 한 샘플을 수확하여 종자수 확인과 종횡길이는 Mitutoyo의 Calipers를 사용하여 측정하였고, 생리장해, 동녹 발생 유무, 벌활동 피해 유무 등은 살포 후 과원에서 달관 조사하였다.

##### (2) 영주

경북 영주시 안정면 봉암리 353번지에 위치한 임대과수원에서 실험을 실시하였다. 영주에서 실험에 사용된 공시품종은 후지/M9, 2013년 기준 7년생으로 수세는 약간 강하며 수형은 세장방추형으로 재배하고 있었고, 홍로/M9, 2013년 기준 7년생으로 수세는 약한 편이며 수형은 세장방추형으로 재배하고 있었다. 후지의 개화일은 4월 28일이었으며, 첫 개화 후 6일정도 소요된 5월 4일에 만개하였고, 홍로는 4월 25일 개화 후 6일정도 소요된 5월 1일에 만개하였다. 처리시기는 만개일 기준으로 만개 후 3일, 만개 후 4일, 만개 후 5일, 만개 후 6일에 각각 처리하였다. 처리 방법은 AiBT-1을 자동분무기를 이용하여 나무에 약액이 흐를 정도로 1,000배, 500배 희석농도별, 처리시기별로 살포하였다. 조사항목 및 조사방법은 제 1절 연구개발의 재료 및 방법의 1. 가. (1) 군위와 동일하다.

##### (3) 안동

경북 안동시 일직면 구천리 320번지에 위치한 과원에서 실험을 실시하였다. 안동에서 실험에 사용된 품종은 후지 피덱스/M9, 2013년 기준 6년생으로 수세는 보통이고 수형은 세장방추형으로 재배하고 있었으며, 4월 28일 첫 개화 후 5일정도 소요된 5월 3일에 만개하였다. 처리시기는 만개일 기준으로 만개 후 3일, 만개 후 4일, 만개 후 5일, 만개 후 6일에 각각 처리하였고, 처리 방법은 AiBT-1을 자동분무기를 이용해 나무에 약액이 흐를 정도로 1,000배, 500배 희석농도별, 처리시기별로 살포하였다. 조사항목 및 조사방법은 제 1절 연구개발의 재료 및 방법의 1. 가. (1)군위와 동일하며, 구체적 실험 내용은 다음과 같다.

구체적 실험 내용은 다음과 같다.

ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1

ㄴ. 지역(품종) : 군위(후지, M9), 안동(후지, M9), 영주(후지/홍로, M9)

ㄷ. 처리 횟수 : 1회, 2회, 3회

ㄹ. 처리 시기 : 만개 후 3일째, 만개 후 4일째, 만개 후 5일째, 만개 후 6일째

ㅁ. 처리 농도 : 표준액(1,000배액), 배액(500배액), 무처리

ㅂ. 처리 형태 : 엽면살포

ㅅ. 시험구 : 임의 배치 5반복

ㅇ. 조사 항목 : 결실률, 생리장해, L/D, 동녹발생, 종자수, 신초, 벌활동, 기상조건 등

나. 결실향상제 처리 후 AiBT-1 처리 시 결실향상 및 적화효과 구명

2013년 결실유도제 처리 실험은 경북 군위군 효령면 화계리 591번지 과수원에서 실시하였다. 시험에 사용된 공시품종은 후지로서, 후지/M26 나무는 2013년 기준 재식 4년차로 수세는 보통이며 수형은 세장방추형으로 재배되고 있었으며, 완전분홍기(4월 28일)에 결실유도제를 처리하여 실험을 진행하였다. 결실유도제 처리 후 AiBT-1을 처리일별로 살포하였다. 시험구 배치는 임의배치 5반복, 살포량은 1,000m<sup>2</sup>당 300L 기준으로 자동분무기로 나무에 약액이 흐를 정도로 충분히 살포하였다.

조사항목은 결실률, 생리장해, 종경, 횡경, 생리장해, 동녹 발생, 벌활동 피해 유무, 신초, 종자수 등이다. 결실률은 조사 대상 꽃을 표시 후 처리 7~14일 후 총화총수와 중심화와 측화 꽃의 부위별 조사꽃수를 조사하여 %로 나타내었다. 품질조사는 실험처리를 한 샘플을 수확하여 종자수 확인과 종횡길이는 Mitutoyo의 Calipers를 사용하여 측정하였고, 생리장해, 동녹 발생 유무, 벌활동 피해 유무 등은 살포 후 과원에서 달관 조사하였으며, 구체적 실험 내용은 다음과 같다.

ㄱ. 공시 재료 : 결실향상제(제품명, 사과마니), AiBT-1

ㄴ. 지역(품종) : 군위(후지, M26)

ㄷ. 처리 횟수 : 결실향상제 1회, AiBT-1 1회

ㄹ. 처리 시기 : 완전분홍기(사과마니), 만개 후 3, 4, 5일째(AiBT-1)

ㅁ. 처리 농도 : 표준액(1,000배액), 배액(500배액), 무처리

ㅂ. 처리 형태 : 엽면살포

ㅅ. 시험구 : 임의 배치 5반복

ㅇ. 조사 항목 : 실험 가와 동일

다. 현장 애로사항 검증

(1) AiBT-1 중복살포에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명

(2) AiBT-1 반복살포에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명

(3) AiBT-1 처리 우천 후에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명

현장 애로사항 실험은 제 1절 연구개발의 재료 및 방법의 1. 가. (1) 군위에서의 같은 과원에서 실시하였으며, 과원조건은 동일하며, 구체적 실험 내용은 다음과 같다.

ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1

ㄴ. 지역(품종) : 군위(후지, M26)

ㄷ. 처리 방법 :

① 중복살포 : AiBT-1처리 후 AiBT-1 재살포

② 반복살포 : 만개 후 3, 4일 째 AiBT-1 1차 처리, AiBT-1처리 후 1일, 2일 경과 후 재 살포

③ 우천실험 : AiBT-1처리 후, 자동분무기로 사과나무에 살포 후 AiBT-1를 재살포함.

ㄷ. 조사 항목 : 결실률, 생리장해, L/D, 동녹발생, 종자수, 신초, 벌활동, 기상조건 등  
라. 분석방법

(1) 미량원소 및 다량원소 분석

미량원소 및 다량원소 분석을 위해 유도결합플라즈마 원자방출분광기(ICP Optical Emission Spectrometer, Varian 720-ES)를 사용하였으며, 아르곤 가스는 90~100psi, casting 온도는 35±1℃, peltier온도 -35±1℃로 설정하였다. 원소 측정조건은 분석농도와 기기상태 및 matrix 등에 따라 조정하여 적용하였다. 표준물질과 분석시료, 바탕시료의 방출 스펙트럼을 얻어 간섭물질과 감도 등을 살펴 가장 적합한 분석파장을 찾았고 검량선의 상관도를 높이기 위해 background, measure point, calculate point, integration time, analysis mode 등을 조정하였다. Operating power는 1.2kW, plasma flow는 15.0L/min, auxiliary flow는 1.50L/min, nebulizer flow는 0.75L/min, replicate read time은 3.00s, instr stabilization delay는 15s이었다. Detection wavelength는 Ca 316nm, Cu 327nm, K 766nm, Mg 280nm, Na 589nm를 사용하였다. 모든 분석 시료는 각각 다른 일자에 제조되어진 3개의 AiBT-1을 이용하여 합량 평균치를 도출하였다.

(2) 아미노산 분석

(가) 구성 아미노산

액상 또는 균질화된 고체상의 시료(단백질량2~3mg)를 일정량 취하여 6N HCl 30ml 정도에 130℃에서 24시간 가수분해한 후 초순수로 100ml 되도록 희석시킨 후 0.45um 수용성 syringe filter로 filtering 한다. 가수분해된 시료를 다시 1:1로 희석한 다음 HPLC(Agilent 1200LC)를 이용하여 분석하였다.

(나) 유리 아미노산

시료 생체에 증류수(Yml)를 첨가하여 균질기로(IKA-WERKE, DE/MF-10) 마쇄한 후, 현탁액을 filter paper(No.2)로 여과시킨 후 0.45um filter로 여과하여 IC(Dionex ICS3000, Dionex, USA)로 분석한다.

표 1. HPLC 분석조건.

Instrument	Agilent 1200LC
Column	C18 column
Column size	4.6mm x 150mm, 5um
Column temperature	40℃(Sample Temperature : 20℃)
Injection Volume	0.5uL
Mobile Phase A	20mM Sodium phosphate monobasic, pH 7.8
Mobile Phase B	3DW / Acetonitrile / Methanol( 10 : 45 : 45 v/v%)
FL Detector	Emission 450nm , Excitation 340nm(OPA) Emission 305nm , Excitation 266nm(FMOC)
UV Detector	338nm



### (3) 음이온 및 양이온 분석

생체 중 음·양이온 분석을 위해 시료 생체에 증류수를 첨가하여 균질기로(IKA-WERKE, DE/MF-10) 마쇄한 후, 현탁액을 filter paper(No.2)로 여과시킨 후 0.45um filter로 여과하여 IC(Dionex ICS3000, Dionex, USA)로 분석하였다. 표 2는 음이온 및 양이온 분석조건을 나타낸 것이다.

표 2. 음이온 및 양이온 분석조건.

	양이온	음이온
Instrument	Dionex ICS3000(Dionex, USA)	
Column	Ionpac CS12A	Ionpac AS20
Column size	4*250mm	
Column temperature	30℃	
Injection Volume	25uL	
Flow	1mL/min	
Eluent	20mM MSA(Methanesulfonic acid)	0-8min 14mM KOH 8-15min 30mM KOH 15-25min 30mM KOH
Detector	CSRS URTRA (4mm)	ASRS URTRA II(4mm)
	Suppressed conductivity, recycle mode	
Run time	15min	

## 2. 2차년도

### 가. AiBT-1 처리시기와 농도에 따른 적화효과 차이 구명

#### (1) 균위

2014년 AiBT-1(=사과적화효과가 나타나는 물질. A, Apple Co., Ltd.(과제 주관기관); i, iPET; BT, Blossom Thinning) 실험을 경북 군위군 효령면 화계리 591번지에 위치한 과원에서 실시하였다. 균위에서 사용된 품종은 후지/M26 2014년 기준 재식 5년차로 수세는 보통이며 수형은 세장방추형으로 재배되고 있었으며, 과원의 고도는 해발 150m이다. 2013년 첫 개화일은 4월 26일이었고 5일정도 소요된 5월 1일에 만개하였다. 2014년 첫 개화일은 4월 14일이었고 8일정도 소요된 4월 22일에 만개하였다. 처리시기는 완전분홍기인 4월 16일과 만개일 기준으로 만개일, 만개 후 2일, 만개 후 4일에 AiBT-1을 자동분무기로 나무 전체에 약액이 흐를 정도로 1,000배, 500배 희석농도별 처리를 하였고, 처리시기별, 결실유도제 혼용, 성장조절물질 혼용 등의 처리 방법별로 살포하였다.

2013년도 AiBT-1의 처리에 대한 수확 과실의 과중, 종경, 횡경, L/D, 경도, 당도, 산도, 착색, 종자수, 동녹발생을 조사하였고 각 과원에서 수확 과실의 과중은 오펠전자의 체중계(min:20g, max:3kg)를 이용하였고, 종횡길이는 Mitutoyo의 Calipers, 경도는 Lutron의 경도계(Φ3mm, max, min:20kg×0.01kg), 당도는 ATAGO의 당도계(min, max:0~53°BX), 산도는 BRAND의 디지털뷰렛(Accuracy≤±0.2%)을 사용하여 측정하였고, 착색과 종자수는 달관조사하였다.

2014년도 AiBT-1의 처리에 대한 실험의 조사항목은 결실률, 생리장해, 종경, 횡경, 생리장해, 동녹 발생, 벌활동 피해 유무, 신초 등이다. 결실률(≒적화율)은 조사 대상 꽃을 표시한 뒤 처리 7~14일 후 총 화총수와 중심화와 측화 꽃의 부위별 조사꽃수를 조사하여 %로 나타내었고

SPSS 프로그램을 이용하여 유의수준 95%로 DMRT 분석을 실시하였다. 품질조사는 실험처리를 한 과실의 중횡길이는 Mitutoyo의 Calipers를 사용하여 측정하였고, 생리장해, 동녹 발생 유무, 벌활동 피해 유무 등은 살포 후 과원에서 달관조사하였으며, 구체적 실험 내용은 다음과 같다.

ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1

ㄴ. 지역(품종) : 군위(후지, M26)

ㄷ. 처리 횟수 : 1회

ㄹ. 처리 시기 : 분홍기, 만개기, 만개기 후 2일째, 만개기 후 4일째

ㅁ. 처리 농도 : 기준액(1,000배액), 배액(500배액), 무처리

ㅂ. 처리 형태 : 엽면살포

ㅅ. 시험구 : 임의 배치 5반복

ㅇ. 조사 항목 : 결실률, 생리장해, L/D, 동녹 발생, 종자수, 신초, 벌 활동, 기상조건, 경도, 산도, 당도, 착색 등

## (2) 영주

경북 영주시 안정면 봉암리 353번지에 위치한 임대과수원에서 실험을 실시하였다. 영주에서 실험에 사용된 공시품종은 후지 피텍스/M9 P337 나무는 2014년 기준 8년생으로 수세는 약간 강하며 수형은 세장방추형으로 재배하고 있었으며, 고도는 해발 280m이다. 2013년 후지의 개화일은 4월 28일이었으며, 첫 개화 후 6일정도 소요된 5월 4일에 만개하였다. 처리시기는 만개일 기준으로 만개 후 3일, 만개 후 4일, 만개 후 5일, 만개 후 6일에 각각 처리하였다. 처리 방법은 AiBT-1을 자동분무기를 이용하여 나무 전체에 약액이 흐를 정도로 1,000배, 500배 희석농도별, 처리시기별로 살포하였다. 수확 과실의 조사항목 및 조사방법은 제 1절 연구개발의 재료 및 방법의 2. 가. (1) 군위와 동일하다.

## (3) 안동

경북 안동시 일직면 구천리 320번지에 위치한 과원에서 실시하였다. 안동에서 실험에 사용된 품종은 후지 피텍스/M9, 나무는 2014년 기준 7년생으로 수세는 보통이고 수형은 세장방추형으로 재배하고 있었으며, 고도는 해발 100m이다. 2013년 4월 28일 첫 개화 후 5일정도 소요된 5월 3일에 만개하였다. 처리시기는 만개일 기준으로 만개 후 3일, 만개 후 4일, 만개 후 5일, 만개 후 6일에 각각 처리하였고, 처리 방법은 AiBT-1을 자동분무기를 이용해 나무 전체에 약액이 흐를 정도로 1,000배, 500배 희석농도별, 처리시기별로 살포하였다. 수확 과실의 조사항목 및 조사방법은 제 1절 연구개발의 재료 및 방법의 2. 가. (1) 군위와 동일하다.

나. 결실향상제 처리 후 AiBT-1 처리 시 결실향상 및 적화효과 구명

시험에 사용된 공시품종은 후지로서, 후지/M26 나무는 2014년 기준 재식 5년차로 수세는 보통이며 수형은 세장방추형으로 재배되고 있었으며, 완전분홍기(4월 16일)와 만개기(4월 22일)에 결실유도제를 처리하여 실험을 진행하였고, AiBT-1은 만개기에 살포하였다. 시험구 배치는 임의배치 5반복, 살포량은 1,000㎡당 300L 기준으로 자동분무기로 나무 전체에 약액이 흐를 정도로 충분히 살포하였다.

AiBT-1의 처리에 대한 수확 과실의 과중, 종경, 횡경, L/D, 경도, 당도, 산도, 착색, 종자수, 동녹발생을 조사하였다. 각 과원에서 수확 과실을 과중은 오펜전자의 체중계(min:20g, max:3kg)를 이용하였고, 중횡길이는 Mitutoyo의 Calipers, 경도는 Lutron의 경도계(Φ3mm, max, min:20kg×0.01kg), 당도는 ATAGO의 당도계(min, max:0~53°BX), 산도는 BRAND의 디지털뷰렛(Accuracy≤±0.2%)을 사용하여 측정하였고, 착색과 종자수는 달관조사하였다.

2014년도 AiBT-1의 처리에 대한 실험의 조사항목은 결실률, 생리장해, 종경, 횡경, 생리장해, 동녹 발생, 벌활동 피해 유무, 신초, 종자수 등이다. 결실률은 조사 대상 꽃을 표시한 뒤 처리 7~14일 후 총화총수와 중심화와 측화 꽃의 부위별 조사꽃수를 조사하여 %로 나타내었고 SPSS 프로그램을 이용하여 유의수준 95%로 DMRT 분석하였다. 품질조사는 실험처리를 한 샘플을 수확하여 종자수 확인과 종횡길이는 Mitutoyo의 Calipers를 사용하여 측정하였고, 생리장해, 동 녹 발생 유무, 벌활동 피해 유무 등은 살포 후 과원에서 달관조사하였으며, 구체적인 실험 내용은 다음과 같다.

- ㄱ. 공시 재료 : 결실향상제(제품명, 사과마니), AiBT-1
- ㄴ. 지역(품종) : 군위(후지, M26)
- ㄷ. 처리 횟수 : 결실향상제 1회, AiBT-1 1회
- ㄹ. 처리 시기 : 완전분홍기, 만개기(결실향상제), 만개기(AiBT-1)
- ㅁ. 처리 농도 : 기준액(1,000배액), 무처리
- ㅂ. 처리 형태 : 엽면살포
- ㅅ. 시험구 : 임의 배치 5반복
- ㅇ. 조사 항목 : 실험 가와 동일

다. 현장 애로사항 검증

- (1) AiBT-1과 생장조절물질 혼용에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명
- (2) AiBT-1 처리 후 우천에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명

현장 애로사항 실험은 제 1절 연구개발의 재료 및 방법의 2. 가. (1) 군위에서의 같은 과원에서 실시하였으며, 과원조건은 동일하며, 구체적인 실험 내용은 다음과 같다.

- ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1
- ㄴ. 지역(품종) : 군위(후지, M26)
- ㄷ. 처리 방법 :
  - ① 생장조절물질 혼용 : AiBT-1와 생장조절제 혼용 처리 및 AiBT-1 처리 후 2일째 생장 조절제 살포
  - ② 우천 시 실험 : AiBT-1 처리 후 자동분무기로 사과나무에 물이 흐를 정도로 살포(강우 물 살포량은 시간당 10mm의 강우량 기준으로 살포) 후 2일째 AiBT-1를 재살포
  - ③ 계면활성제 혼용 : AiBT-1와 계면활성제(≒전착제) 혼용 처리

ㄹ. 조사 항목 : 결실률, 생리장해, L/D, 동녹 발생, 종자수, 신초, 벌 활동, 기상조건 등

라. 분석방법

- (1) 다량원소 및 미량원소 분석

다량원소 및 미량원소 분석을 위해 유도결합플라즈마 원자방출분광기(ICP Optical Emission Spectrometer, Varian 720-ES)를 사용하였으며, 아르곤 가스는 90~100psi, casting 온도는 35±1℃, peltier온도 -35±1℃로 설정하였다. 원소 측정조건은 분석농도와 기기상태 및 matrix 등에 따라 조정하여 적용하였다. 표준물질과 분석시료, 바탕시료의 방출 스펙트럼을 얻어 간섭물질과 감도 등을 살펴 가장 적합한 분석파장을 찾았고 검량선의 상관도를 높이기 위해 background, measure point, calculate point, integration time, analysis mode 등을 조정하였다. Operating power는 1.2kW, plasma flow는 15.0L/min, auxiliary flow는 1.50L/min, nebulizer flow는 0.75L/min, replicate read time은 3.00s, instr stabilization delay는 15s이었으

며, Detection wavelength는 Ca 316nm, Cu 327nm, K 766nm, Mg 280nm, Na 589nm를 사용하였다. 모든 분석 시료는 각각 다른 일자에 제조되어진 3개의 AiBT-1을 이용하여 분석하고 함량 평균치를 도출하였다.

## (2) 아미노산 분석

### (가) 구성 아미노산

액상 또는 균질화된 고체상의 시료(단백질량2~3mg)를 일정량 취하여 6N HCl 30ml에 130°C에서 24시간 가수분해한 후 초순수로 100ml 되도록 희석시킨 후 0.45um 수용성 syringe filter로 filtering 한다. 가수분해된 시료를 다시 1:1로 희석한 후 HPLC(Agilent 1200LC)를 이용하여 분석하였다.

### (3) 양이온 및 음이온 분석

생체 중 양·음이온 분석을 위해 시료 생체에 증류수를 첨가하여 균질기로(IKA-WERKE, DE/MF-10) 마쇄한 후, 현탁액을 filter paper(No.2)로 여과시킨 후 0.45um filter로 여과하여 IC(Dionex ICS3000, Dionex, USA)로 분석하였다.

## 3. 3차년도

### 가. AiBT-1 처리시기와 농도에 따른 적화효과 차이 구명

2015년 AiBT-1(=적화효과를 나타내는 물질. A, Apple Co.,Ltd.(과제 주관기관); i, iPET; BT, Blossom Thinning) 실험을 경북 군위군 효령면 화계리 591번지에 위치한 과원에서 실시하였다. 군위에서 사용된 공시품종은 후지/M26 나무, 2015년 기준 재식 6년차로 수세는 보통이며 수형은 세장방추형으로 재배되고 있었으며, 고도는 해발 150m이다. 2013년 첫 개화일은 4월 26일이었고 5일정도 소요된 5월 1일에 만개하였다. 2014년 첫 개화일은 4월 14일이었고 8일정도 소요된 4월 22일에 만개하였다. 2015년 첫 개화일은 4월 23일이었고 2일정도 소요된 4월 25일에 만개하였다. 처리시기는 만개일 기준으로 만개 후 2일, 만개 후 5일에 AiBT-1을 자동분무기로 나무 전체에 약액이 흐를 정도로 1,000배, 500배 희석농도별 처리를 하였고, 처리시기별, 결실유도제 혼용, 성장조절물질제 혼용, 반복 및 중복살포 등의 처리 방법별로 살포하였다.

2014년도 AiBT-1의 처리에 대한 수확 과실의 과중, 종경, 횡경, L/D, 경도, 당도, 산도, 착색, 종자수, 동녹발생을 조사하였다. 각 과원에서 수확 과실의 과중은 오펠전자의 체중계(min : 20g, max : 3kg)를 이용하였고, 종횡길이는 Mitutoyo의 Calipers, 경도는 Lutron의 경도계( $\Phi$  3mm, max, min : 20kg $\times$ 0.01kg), 당도는 ATAGO의 당도계(min, max : 0~53°BX), 산도는 BRAND의 디지털뷰렛(Accuracy $\leq$  $\pm$ 0.2%)을 사용하여 측정하였고, 착색과 종자수는 달관조사하였다.

2015년도 AiBT-1의 처리에 대한 실험의 조사항목으로는 결실률, 생리장해, 종경, 횡경, 생리장해, 동녹 발생, 벌활동 피해 유무 등이다. 결실률(=적화율)은 조사 대상 꽃을 표시한 뒤 1차 처리 7~14일 후 총 화충수와 중심화와 측화 꽃의 부위별 조사꽃수를 조사하여 %로 나타내었고 SPSS 프로그램을 이용하여 유의수준 95%로 DMRT 분석을 하였다. 품질조사는 실험처리를 한 과실의 종횡길이는 Mitutoyo의 Calipers를 사용하여 측정하였고, 생리장해, 동녹 발생 유무, 벌활동 피해 유무 등은 살포 후 과원에서 달관조사하였으며, 구체적 실험 내용은 다음과 같다.

ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1

ㄴ. 지역(품종): 군위(후지, M26)

ㄷ. 처리 횟수 : 2회

- ㄹ. 처리 시기 : 만개 후 2일째, 만개 후 4일째
- ㅁ. 처리 농도 : 기준액(1,000배액), 배액(500배액), 무처리
- ㄴ. 처리 형태 : 엽면살포
- ㄷ. 시험구 : 임의 배치 5반복
- ㅇ. 조사 항목 : 결실률, 생리장해, L/D, 동녹 발생, 종자수, 벌 활동, 기상조건 등

나. 결실향상제 처리 후, AiBT-1 처리 시 결실향상 및 적화효과 구명

사용된 공시품종은 후지로서, 후지/M26 나무는 2015년 기준 재식 6년차로 수세는 보통이며 수형은 세장방추형으로 재배되고 있었으며, 완전분홍기(4월 24일)에 결실유도제를 처리하여 실험을 진행하였고, AiBT-1은 만개 후 2일(4월 27일), 만개 후 5일(4월 30일)에 살포하였다. 시험구 배치는 임의배치 5반복, 살포량은 1,000㎡당 300L 기준으로 자동분무기로 나무 전체에 약액이 흐를 정도로 충분히 살포하였다.

2014년도 AiBT-1의 처리에 대한 수확 과실의 조사항목으로는 과중, 종경, 횡경, L/D, 경도, 당도, 산도, 착색, 종자수, 동녹발생을 조사하였고, 과중은 오펀전자의 체중계(min:20g, max:3kg)를 이용하였고, 종횡길이는 Mitutoyo의 Calipers, 경도는 Lutron의 경도계(Φ3mm, max, min:20kg×0.01kg), 당도는 ATAGO의 당도계(min, max:0~53°BX), 산도는 BRAND의 디지털뷰렛(Accuracy≤±0.2%)을 사용하여 측정하였고, 착색과 종자수는 달관조사하였다.

2015년도 AiBT-1의 처리에 대한 실험의 조사항목으로는 결실률, 생리장해, 종경, 횡경, 생리장해, 동녹 발생, 벌활동 피해 유무, 종자수 등을 조사하였다. 결실률은 조사 대상 꽃을 표시한 뒤 처리 7~14일 후 총화충수와 중심화와 측화 꽃의 부위별 조사꽃수를 조사하여 %로 나타내었고 SPSS 프로그램을 이용하여 유의수준 95%로 DMRT 분석을 하였다. 품질조사는 실험처리를 한 샘플을 수확하여 종자수 확인과 종횡길이는 Mitutoyo의 Calipers를 사용하여 측정하였고, 생리장해, 동녹 발생 유무, 벌활동 피해 유무 등은 살포 후 과원에서 달관 조사하였으며, 구체적 실험 내용은 다음과 같다.

- ㄱ. 공시 재료 : 결실향상제(제품명, 사과마니), AiBT-1
- ㄴ. 지역(품종) : 군위(후지, M26)
- ㄷ. 처리 횟수 : 결실향상제 1회, AiBT-1 2회
- ㄹ. 처리 시기 : 완전분홍기(결실향상제), 만개 후 2일, 만개 후 5일(AiBT-1)
- ㅁ. 처리 농도 : 기준액(1,000배액), 무처리
- ㄴ. 처리 형태 : 엽면살포
- ㄷ. 시험구 : 임의 배치 5반복
- ㅇ. 조사 항목 : 실험 3. 가와 동일

다. 현장 애로사항 검증

- (1) AiBT-1와 성장조절물질 혼용에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명
- (2) AiBT-1 처리 후 우천에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명
- (3) AiBT-1와 계면활성제 혼용에 따른 적화효과 및 생리장해 현상 구명
- (4) AiBT-1 중복 살포에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명

현장 애로사항 실험은 제 1절 연구개발의 재료 및 방법의 3. 가. (1) 군위에서의 같은 과원에서 실시하였으며, 과원조건은 동일하며, 구체적 실험 내용은 다음과 같다.

- ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1
- ㄴ. 지역(품종) : 군위(후지, M26)

ㄷ. 처리 방법 : 성장조절물질 혼용은 만개 후 2일째에 AiBT-1와 성장조절물질 혼용 살포 하였으며, 만개 후 5일째에 AiBT-1 단용 처리하였다.

우천 시 실험은 AiBT-1처리 후 자동분무기로 사과나무에 물이 흐를 정도로 살포(물 살포량은 시간당 10mm의 강수량 기준으로 살포) 후 약 2시간 후 AiBT-1를 재살포하였다.

계면활성제 혼용은 AiBT-1와 계면활성제(≒전착제) 혼용하여 처리하였다.

중복 살포는 AiBT-1를 만개후 2일째, 5일째에 1회 또는 2회 처리하였다.

ㄹ. 조사 항목 : 결실률, 생리장해, L/D, 동녹 발생, 벌 활동, 기상조건 등

라. 농가실증실험

2015년 AiBT-1 농가실증실험을 각 지역별 선도농가를 선정하여 표 3에서 보는 바와 같이 경북 문경, 상주, 영덕, 영주, 영천, 의성, 청송, 경주, 대구, 경기도 가평, 충청북도 괴산, 전라북도 남원에 위치한 총 12 지역의 14개 과원에서 실시하였다. 처리방법은 AiBT-1을 1,000배액으로 희석하여 SS기를 이용해 나무 전체에 약액이 흐를 정도로 살포하였다. 기타 사용 및 살포방법은 제 1절 연구개발의 재료 및 방법의 3. 가. (1) 군위에서 기술한 AiBT-1 실험 방법과 동일하게 실시하였다.

표 3. 2015년 농가실증실험 현황

No.	농장주	지역	주소	연락처
1	변○○	경기가평	경기도 가평군	010-3360-XXXX
2	지○○	충북괴산	충청북도 괴산군	010-8841-XXXX
3	최○○	전북남원	전라북도 남원시	011-407-XXXX
4	우○○	대구	대구광역시	010-7143-XXXX
5	윤○○	경북문경	경상북도 문경시	010-4527-XXXX
6	장○○	경북상주	경상북도 상주시	010-8567-XXXX
7	김○○	경북영덕	경상북도 영덕군	011-534-XXXX
8	염○○	경북영주	경상북도 영주시	010-4248-XXXX
9	이○○	경북영천	경상북도 영천시	010-4802-XXXX
10	오○○	경북의성	경상북도 의성군	011-809-XXXX
11	이○○	경북의성	경상북도 의성군	010-3538-XXXX
12	김○○	경북청송	경상북도 청송군	010-2826-XXXX
13	김○○	경북청송	경상북도 청송군	010-9391-XXXX
14	황○○	경북경주	경상북도 경주시	010-3518-XXXX

## 마. 분석방법

### (1) 다량원소 및 미량원소 분석

다량원소 및 미량원소 분석을 위해 유도결합플라즈마 원자방출분광기(ICP Optical Emission Spectrometer, Varian 720-ES)를 사용하였으며, 아르곤 가스는 90~100psi, casting 온도는 35±1℃, peltier온도 -35±1℃로 설정하였다. 원소 측정조건은 분석농도와 기기상태 및 matrix 등에 따라 조정하여 적용하였다. 표준물질과 분석시료, 바탕시료의 방출 스펙트럼을 얻어 간섭물질과 감도 등을 살펴 가장 적합한 분석과장을 찾았고 검량선의 상관도를 높이기 위해 background, measure point, calculate point, integration time, analysis mode 등을 조정하였다. Operating power는 1.2kW, plasma flow는 15.0L/min, auxiliary flow는 1.50L/min, nebulizer flow는 0.75L/min, replicate read time은 3.00s, instr stabilization delay는 15s이었으며, Detection wavelength는 Ca 316nm, Cu 327nm, K 766nm, Mg 280nm, Na 589nm를 사용하였다. 모든 분석 시료는 각각 다른 일자에 제조되어진 3개의 AiBT-1을 이용하여 분석하고 함량 평균치를 도출하였다.

### (2) 아미노산 분석

#### (가) 구성 아미노산

액상 또는 균질화된 고체상의 시료(단백질량2~3mg)를 일정량 취하여 6N HCl 30ml에 130℃에서 24시간 가수분해한 후 초순수로 100ml 되도록 희석시킨 후 0.45um 수용성 syringe filter로 filtering 한다. 가수분해된 시료를 다시 1:1로 희석한 후 HPLC(Agilent 1200LC)를 이용하여 분석하였다.

### (3) 양이온 및 음이온 분석

생체 중 양·음이온 분석을 위해 시료 생체에 증류수를 첨가하여 균질기로(IKA-WERKE, DE/MF-10) 마쇄한 후, 현탁액을 filter paper(No.2)로 여과시킨 후 0.45um filter로 여과하여 IC(Dionex ICS3000, Dionex, USA)로 분석하였다.

## 제 2 절 연구개발 수행 내용

### 1. 1차년도

#### 가. 세부 : 식물추출물을 이용한 친환경 사과 적화제 개발

##### (1) AiBT-1 처리시기에 따른 지역별, 처리시기별, 농도에 따른 적화효과 차이 구명

###### (가) 군위

표 4는 군위 실험포장에서의 약제 살포 전후 기상상황을 나타낸 것이다. 후지 품종의 첫 개화일은 4월 26일로 작년보다 약 일주일 정도 늦게 개화되었다. 이는 개화 전 평년 4월 기온이 12.9℃ 인데 반하여 2013년 4월 평균기온이 11.1℃로 약 1.8℃ 정도 낮아 개화속도가 늦게 진행된 것으로 판단된다. 만개일은 5월 1일로 첫 개화부터 5일정도 소요되었다. 처리일은 5월 4일, 5월 5일, 5월 6일, 5월 7일, 5월 8일로 처리시기별 효과 실험을 실시하였으며, 결실유도제 처리는 4월 28일에 하였으며, 조사는 5월 13일, 5월 20일에 실시하였다.

표 4. 약제 살포 전, 후 기상상황(군위).

월/일	강수량 (mm)	최고 기온 (℃)	최저 기온 (℃)	평균 기온 (℃)	월/일	강수량 (mm)	최고 기온 (℃)	최저 기온 (℃)	평균 기온 (℃)
4/25	0.5	18.0	6.3	12.0	5/11	-	27.2	12.0	18.8
4/26*	-	18.3	7.8	13.0	5/12	-	31.2	11.0	20.8
4/27	-	20.6	5.5	12.6	5/13****	-	31.6	12.6	22.1
4/28*****	-	23.4	5.6	14.8	5/14	-	29.9	12.8	21.8
4/29	6.0	18.1	10.2	14.3	5/15	-	27.5	14.5	20.9
4/30	-	23.1	4.9	14.5	5/16	-	22.5	11.9	16.5
5/1**	0.0	17.4	7.1	12.6	5/17	-	23.8	9.3	16.7
5/2	0.4	20.7	7.0	13.2	5/18	0.3	25.0	10.8	19.0
5/3	1.0	21.2	6.3	13.3	5/19	21.0	19.3	15.5	17.1
5/4***	0.5	22.0	8.1	15.2	5/20****	-	24.4	13.7	18.8
5/5***	-	24.9	8.8	17.6	5/21	-	28.4	9.1	18.8
5/6***	-	27.5	10.9	19.6	5/22	-	29.5	11.6	21.3
5/7***	-	23.9	10.9	17.0	5/23****	-	31.1	15.9	23.5
5/8***	-	28.2	8.5	18.3	5/24	-	33.1	15.3	24.4
5/9	2.0	26.1	11.4	19.8	5/25	-	31.5	16.4	24.4
5/10	15.5	21.5	14.3	16.9	5/26	-	30.0	17.7	24.0

\* , 첫 개화; \*\* , 만개일; \*\*\* , 처리일; \*\*\*\* , 조사일; \*\*\*\*\* , 결실유도제 처리

표 5는 AiBT-1 처리시기와 농도에 따른 적화효과 차이에 대한 지역별 차이 실험을 군위에서 실시한 결과로 처리시기는 만개 후 3일부터 7일까지 매일 처리하였으며, AiBT-1 농도는 기준액과 배액으로 실시하였다. 첫 개화일은 4월 26일, 만개일은 5월 1일이며 결실률 조사는 5월 13일과 20일에 실시하였다. AiBT-1 처리 후 7일에서 10일 된 시점인 5월 13일에 조사한 결실률(적화율)은 적화효과가 거의 나타나지 않았으며, 처리 후 13일에서 17일째인 5월 20일 조사에서는 무처리에 비하여 적화효과가 나타났다. 5월 20일 조사에서 무처리구는 정화 중심화 77.5%, 정화 측화 65.0%, 액화 중심화 70.0%, 액화 측화 63.1%, 전체화 중심화 73.8%, 전체 측화 64.1%로 나타났으며, 만개 후 5일째 1000배액, 500배액 처리구에서 전체화 측화 31.9%로 가장 높은 적화율을 보였다. 기준액과 배액 처리에 따른 적화효과 차이는 거의 대부분의 처리구에서 배액 처리구의 적화효과가 조금 높았지만 일정한 경향이 보여지지는 않았다. 따라서 후지 품종의 경우 처리시기에 따른 적화효과 차이가 관찰되어 만개 후 5일째에 가장 좋은 효과를 보였다.



표 5. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 적화효과 차이 구명(군위, 후지).

처리시기	희석 농도	결실률(%)							
		정화		액화		전체화		전체화*	
		중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
만개 후3일	1000배	77.5(100.0)	43.1(66.3)	72.5(103.6)	41.9(66.4)	75.0(101.6)	42.5(66.3)	78.3	82.8
	500배	60.0(77.4)	35.6(54.8)	70.0(100.0)	39.4(62.4)	65.0(88.1)	37.5(58.5)	78.0	85.9
" 4일	1000배	72.5(93.5)	42.5(65.4)	65.0(92.9)	37.5(59.4)	68.8(93.2)	40.0(62.4)	87.5	85.3
	500배	65.0(83.9)	38.1(58.6)	52.5(75.0)	30.0(47.5)	58.8(79.7)	34.1(53.2)	82.5	85.0
" 5일	1000배	57.5(74.2)	33.8(52.0)	52.5(75.0)	30.0(47.5)	55.0(74.5)	31.9(49.8)	83.8	83.8
	500배	57.5(74.2)	35.0(53.8)	47.5(67.9)	28.8(45.6)	52.5(71.1)	31.9(49.8)	81.3	81.1
" 6일	1000배	70.0(90.3)	40.0(61.5)	57.5(82.1)	34.4(54.5)	63.8(86.4)	37.2(58.0)	75.6	81.9
	500배	60.0(77.4)	36.3(55.8)	55.0(78.6)	30.0(47.5)	57.5(77.9)	33.1(51.6)	80.6	86.1
" 7일	1000배	70.0(90.3)	40.0(61.5)	60.0(85.7)	33.1(52.5)	65.0(88.1)	36.6(57.1)	78.3	82.1
	500배	85.0(109.7)	55.0(84.6)	75.0(107.1)	44.4(70.4)	80.0(108.4)	49.7(77.5)	84.3	87.9
무처리		77.5(100.0)	65.0(100.0)	70.0(100.0)	63.1(100.0)	73.8(100.0)	64.1(100.0)		

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 조사일, 5/20; \*, 5/13일 결실률 조사; ( ), 무처리(100)를 기준으로 한 결실률

표 6은 AiBT-1 처리에 따른 착과 과실 특성을 비교한 것으로 과실의 종경, 횡경, L/D, 생리장해, 동녹, 벌활동 피해, 신초 성장, 종자수 등에 끼치는 영향을 조사하였다. 처리시기 및 처리농도에 따라서 착과 과실에 미치는 영향은 대부분의 처리구에서 나타나지 않았다. AiBT-1 처리에 따른 벌활동에도 전혀 영향을 미치지 아니하였으며(사진 1), AiBT-1 배액 처리구에서도 신초 성장에도 전혀 영향을 미치지 아니하였다. 종자수는 무처리구에서 4.3개, AiBT-1 처리구에서 3.9~5.1개로 나타나 AiBT-1 처리에 의한 과실의 정형과 품질을 결정하는 가장 중요한 요소인 종자수 형성에 부정적인 어떠한 영향을 끼치지 아니함을 알 수 있었다. 동녹의 경우 석회유황합제 사용 시 기상조건에 따라 발생하는 경우가 가끔 있다고 보고되고 있지만, AiBT-1 처리에 따른 동녹의 발생은 전혀 나타나지 않았다. 또한 AiBT-1 처리에 따른 사과나무의 생리장해 현상도 달관조사에서 발견되지 않아 AiBT-1이 친환경 제재로써 이용하는데 전혀 문제가 없음을 조사에서 알 수 있었다. 사진 1, 2, 3, 4, 5에서 보는 바와 같이 처리시기별 농도에 따른 착과과실의 특성 변화는 보여지지 않았다.



사진 1. AiBT-1 처리 후 벌활동 사진(군위, 후지).



사진 2. AiBT-1 처리 후 사진(군위, 후지).



사진 3. AiBT-1 무처리 사진(군위, 후지).

표 6. AiBT-1의 처리 농도 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지).

처리시기	희석농도	종경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	종경- 횡경 (cm)	생리장해** (0~5)	동녹 (유·무)	별활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자수 (개)
만개후3일	1000배	1.68	1.45	1.16	0.23	0	무	무	24.0	4.7
	500배	1.80	1.50	1.20	0.30	0	무	무	20.7	4.1
" 4일	1000배	1.77	1.55	1.14	0.22	0	무	무	18.1	4.5
	500배	1.63	1.42	1.15	0.22	0	무	무	18.3	5.1
" 5일	1000배	1.62	1.40	1.15	0.22	0	무	무	19.2	4.6
	500배	1.73	1.53	1.13	0.20	0	무	무	22.3	4.7
" 6일	1000배	1.55	1.28	1.21	0.27	0	무	무	21.0	3.9
	500배	1.65	1.43	1.15	0.22	0	무	무	21.3	4.6
" 7일	1000배	1.65	1.38	1.19	0.27	0	무	무	21.6	4.3
	500배	1.77	1.58	1.12	0.18	0	무	무	20.3	4.1
무처리		1.65	1.42	1.16	0.23	0	무	무	19.9	4.3

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 조사일, 5/23; \*\*, 0:없음~5:아주 많음

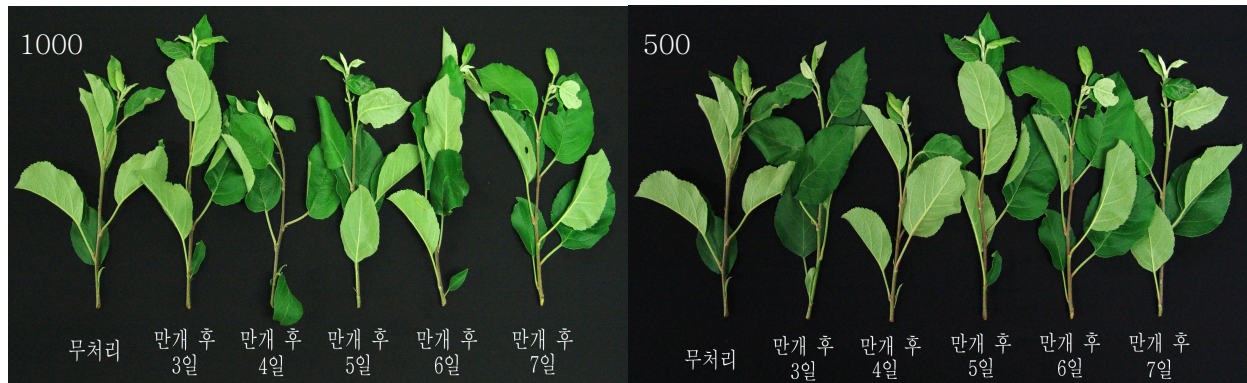


사진 4. AiBT-1 처리시기 및 농도에 따른 신초 성장 비교(군위, 후지).



사진 5. AiBT-1처리농도에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지).

(나) 영주

표 7은 영주 실험과원에서 약제 살포 전 후 기상상황을 나타낸 것이다. 홍로 품종의 첫 개화일은 4월 25일로 작년보다 약 일주일 정도 늦게 개화되었다. 이는 개화 전의 평년 4월 기온이 11.7℃ 인데 반하여 2013년 4월 평균기온이 9.4℃로 약 2.3℃정도 낮아 개화속도가 늦게 진행된 것으로 판단된다. 만개일은 5월 1일로 첫 개화부터 6일정도 소요되었다. 처리일은 5월 4일, 5월 5일, 5월 6일, 5월 7일로 하였으며, 조사는 5월 14일, 5월 21일에 실시하였다. 후지 품종의 첫 개화일은 4월 28일로 작년보다 약 일주일 정도 늦게 개화되었다. 이는 개화 전의 평년 4월 기온이 11.7℃인데 반하여 2013년 4월 평균기온이 9.4℃로 약 2.3℃정도 낮아 개화속도가 늦게 진행된 것으로 판단된다. 만개일은 5월 4일로 첫 개화부터 6일정도 소요되었다. 처리일은 5월 7일, 5월 8일, 5월 9일, 5월 11일로 하였으며, 조사는 5월 14일, 5월 21일에 실시하였다.

표 7. 약제 살포 전, 후 기상상황(영주).

월/일	강수량 (mm)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)	평균기온 (°C)	월/일	강수량 (mm)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)	평균기온 (°C)
4/25 <sup>○</sup>	2.0	15.0	8.1	10.7	5/11 <sup>***</sup>	-	24.8	11.6	17.4
4/26	1.5	15.5	5.0	9.6	5/12	-	29.5	9.4	19.1
4/27	-	17.9	1.6	10.1	5/13	-	30.2	10.9	20.5
4/28 <sup>*</sup>	-	23.6	3.1	13.3	5/14 <sup>****</sup>	-	27.7	9.9	20.2
4/29	6.5	17.5	9.1	12.9	5/15	-	26.0	12.2	19.5
4/30	-	21.2	5.1	13.2	5/16	-	25.6	8.6	16.4
5/1 <sup>○○</sup>	0.1	14.8	3.6	9.6	5/17	-	24.1	7.0	15.3
5/2	2.0	17.6	3.1	9.9	5/18	0.5	24.9	8.6	17.1
5/3	-	18.1	3.3	11.8	5/19	47.5	19.3	12.6	15.4
5/4 <sup>○○○**</sup>	-	19.9	9.4	14.9	5/20	-	20.9	13.1	17.0
5/5 <sup>○○○</sup>	-	22.8	5.8	15.6	5/21 <sup>****</sup>	-	27.2	6.8	17.0
5/6 <sup>○○○</sup>	-	24.6	12.1	17.9	5/22	-	26.9	10.8	19.9
5/7 <sup>○○○***</sup>	-	23.8	8.2	15.6	5/23	-	29.7	13.3	21.0
5/8 <sup>***</sup>	-	27.8	5.7	18.1	5/24	-	32.2	12.9	22.5
5/9 <sup>***</sup>	0.2	27.0	9.2	17.8	5/25	-	30.4	15.5	22.6
5/10	19.0	18.6	14.0	15.4	5/26	-	29.1	16.2	22.7

○, 홍로 첫 개화; ○○, 홍로 만개일; ○○○, 홍로 처리일; \*, 후지 첫 개화; \*\*, 후지 만개일; \*\*\*, 후지 처리일; \*\*\*\*, 조사일

표 8은 영주 실험 과원에서 AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 결실률을 나타낸 것이다. AiBT-1 처리시기와 농도에 관계없이 정화와 액화 모두 중심화보다 측화의 결실률이 높게 나타났다. 측화의 결실률이 높은 원인은 2013년 4월 평균기온이 평년 4월 평균기온보다 약 2.3℃ 낮아 개화가 시작되면서부터 최저기온이 4℃ 이하의 경우가 4월 27일, 28일, 5월 1일, 2일, 3일 연속적으로 지속되어 중심화 결실률이 측화보다 많이 낮아졌기 때문인 것으로 판단되며(표 6. 영주기상상황 참조), 만개 후 3일과 6일 처리 시에 정화의 중심화 결실률이 희석농도와 관계없

이 떨어지는 경향을 보였다. 다른 지역에 비하여 전체적인 조사에서 처리구간에 뚜렷한 적화효과가 나타나지 않아 기상 등의 다른 요인에 의해 영향을 많이 받은 것으로 판단된다. 무처리구에서의 결실률은 전체화 중심화 60.0%, 측화 66.3%로 조사되었고, 대조구인 Lime sulfur의 경우 전체화 중심화 53.3%, 측화 57.9%, AiBT-1 처리구에서는 전체화 중심화 37.5~71.3%, 측화 52.2~72.2%로 나타나 무처리구에 비하여 Lime sulfur와 AiBT-1 처리구 모두에서 적화효과가 평년보다 낮게 조사되었다. AiBT-1 처리에 의한 적화효과는 만개 후 5일째 500배 처리구에서 52.2%로 가장 높게 조사되었다. 이는 개화 후 저온으로 인해 개화기간이 길어짐에 따라 적정 살포시기 선택 또는 기상상황과의 관계 등이 복합적으로 작용한 것으로 판단되어 세밀한 조사가 필요하다고 사료된다.

표 8. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 적화효과 차이 구명(영주, 후지).

처리시기	희석농도	결실률(%)					
		정화		액화		전체화	
		중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
만개후3일	1000배	57.5(88.5)	61.9(90.0)	55.0(100.0)	59.4(93.1)	56.3(60.6)	60.6(91.4)
	500배	50.0(76.9)	59.4(86.3)	65.0(118.2)	66.3(103.9)	57.5(62.8)	62.8(94.7)
" 4일	1000배	55.0(84.6)	55.6(80.8)	60.0(109.1)	60.0(94.0)	57.5(57.8)	57.8(87.2)
	500배	72.5(111.5)	75.0(109.0)	70.0(127.3)	69.4(108.8)	71.3(72.2)	72.2(108.9)
" 5일	1000배	50.0(76.9)	58.1(84.4)	42.5(77.3)	55.0(86.2)	46.3(56.6)	56.6(85.4)
	500배	32.5(50.0)	49.4(71.8)	42.5(77.3)	55.0(86.2)	37.5(52.2)	52.2(78.7)
" 6일	1000배	47.5(73.1)	53.1(77.2)	45.0(81.8)	57.5(90.1)	46.3(55.3)	55.3(83.4)
	500배	60.0(92.3)	62.5(90.8)	60.0(109.1)	54.4(85.3)	60.0(58.4)	58.4(88.1)
Lime sulfur		60.0(92.3)	64.2(93.3)	46.7(84.9)	51.7(81.0)	53.3(88.8)	57.9(87.3)
무처리		65.0(100.0)	68.8(100.0)	55.0(100.0)	63.8(100.0)	60.0(66.3)	66.3(100.0)

첫 개화일, 4/28; 만개일, 5/4; 조사일, 5/21; ( ), 무처리(100)를 기준으로 한 결실률

표 9는 AiBT-1의 처리시기 및 처리농도에 따른 착과 과실의 특성을 나타낸 것으로 무처리에 비하여 AiBT-1의 처리시기와 처리농도에 관계없이 종경과 횡경이 높게 나타났으나, L/D와 종경-횡경 조사에서는 대부분의 처리구에서 비슷한 경향을 보였다. 생리장해, 동녹, 벌활동 피해, 신초생장, 종자수 등에서는 처리 간에 뚜렷한 차이를 보이지 않아 AiBT-1 및 Lime sulfur 처리에 따른 착과 과실의 특성 변화는 거의 없는 것으로 나타났는데 이는 영주지역에서의 적화효과가 미미한 것으로 판단된다(사진 6, 7, 8, 9, 10 참조).



표 9. AiBT-1의 처리농도에 따른 착과 과실 특성 비교(영주, 후지).

처리시기	회석농도	종경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	종경-횡경 (cm)	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	별활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자수 (개)
만개 후 3일	1000배	1.42	1.25	1.13	0.17	0	무	무	20.2	6.3
	500배	1.45	1.29	1.12	0.15	0	무	무	21.6	6.7
" 4일	1000배	1.44	1.28	1.13	0.16	0	무	무	19.3	6.0
	500배	1.49	1.30	1.14	0.18	0	무	무	17.5	6.3
" 5일	1000배	1.45	1.29	1.12	0.16	0	무	무	16.4	6.3
	500배	1.47	1.30	1.13	0.17	0	무	무	17.0	6.0
" 6일	1000배	1.47	1.30	1.13	0.17	0	무	무	17.9	7.0
	500배	1.49	1.25	1.19	0.24	0	무	무	18.2	6.3
Lime sulfur		1.51	1.38	1.09	0.13	0	유	무	18.1	6.3
무처리		1.39	1.21	1.15	0.18	0	무	무	17.5	6.3

첫 개화일, 4/28; 만개일, 5/4; 조사일, 5/14; \*, 0:없음~5:아주 많음

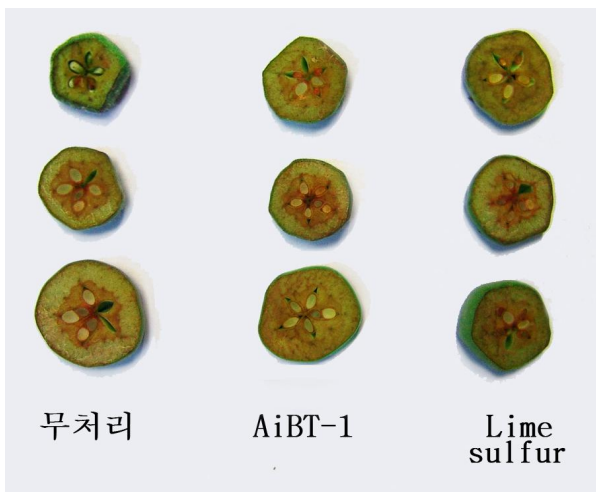


사진 6. 종자수 조사 (영주, 후지).



사진 7. AiBT-1 처리농도에 따른 착과 과실 특성 비교(영주, 후지).

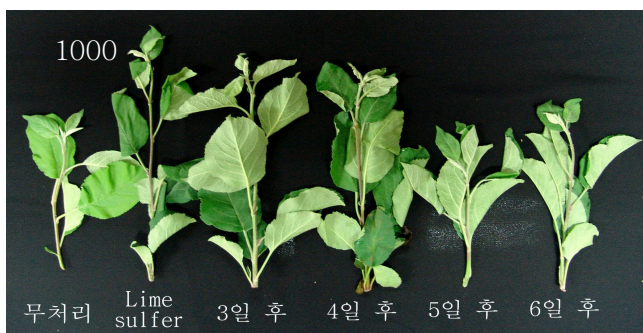


사진 8. AiBT-1 처리시기 및 농도에 따른 신초 성장 비교(영주, 후지).



사진 9. AiBT-1처리 후 벌활동 모습(영주, 후지).



사진 10. 과수원 조사하는 모습(영주, 후지).

영주지역의 홍로품종에 AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 적화효과 조사를 표 10에 나타내었다. AiBT-1을 처리한 후 7일~10째인 5월 14일 조사에서는 대부분의 AiBT-1 처리구와 무처리구의 결실률은 큰 차이가 없었으나, 5월 21일 조사에서는 정화의 결실률이 무처리에 비하여 AiBT-1 처리구에서 현저히 떨어지는 경향을 보였다. 이처럼 홍로의 경우에는 정화의 결실률이 떨어지는 것을 AiBT-1 처리후 7~10일까지는 적화효과를 거의 확인할 수 없고, 2주정도 지나야 확인이 가능하기 때문에 AiBT-1 처리에 따른 효과 발생 확인 기간이 너무 길어 조금 더 단축할 수 있는 방법이나 대책이 강구되어야 할 것으로 판단된다. 전체화의 무처리구 결실률은 5월 14일 79.1%, 5월 21일 62.7%로 조사되었고, AiBT-1의 처리에 따른 결실률은 5월 14일에서 71.7~77.3%, 5월 21일 조사에서 32.2~52.5%로 AiBT-1 처리가 무처리에 비하여 7.4~1.8%(5월 14일), 30.5~10.2%의 적화효과가 나타났다. 하지만 무엇보다도 과수농가에 AiBT-1을 적용하기 위해서는 70% 이상의 적화효과와 일주일 이내에 적화효과 발현이 되도록 조절해야 할 것으로 보인다.

표 10. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 적화효과 차이 구명(영주, 홍로).

처리시기	희석농도	결실률(%)					
		정화		액화		전체화	
		5월 14일	5월 21일	5월 14일	5월 21일	5월 14일	5월 21일
만개후3일	1000배	66.0(94.3)	31.3(47.1)	81.1(92.0)	33.0(67.5)	73.6(93.0)	32.2(55.8)
	500배	66.3(94.7)	54.0(81.2)	77.0(87.3)	51.0(104.3)	71.7(90.6)	52.5(91.0)
" 4일	1000배	62.8(89.7)	41.0(61.7)	81.2(92.1)	42.7(87.3)	72.0(91.0)	41.9(72.6)
	500배	67.0(95.7)	31.0(46.6)	86.0(97.5)	39.2(80.2)	76.5(96.7)	35.1(60.8)
" 5일	1000배	71.1(101.6)	37.7(56.7)	80.9(91.7)	45.0(92.0)	76.0(96.1)	41.4(71.8)
	500배	68.0(97.1)	37.5(56.4)	86.5(98.1)	34.0(69.5)	77.3(97.7)	35.8(62.0)
" 6일	1000배	68.0(97.1)	36.9(55.5)	85.0(96.4)	43.6(89.2)	76.5(96.7)	40.3(69.8)
	500배	56.5(80.7)	48.0(72.2)	92.0(104.3)	49.0(100.2)	74.3(93.9)	48.5(84.1)
무처리		70.0(100.0)	66.5(100.0)	88.2(100.0)	58.9(100.0)	79.1(100.0)	62.7(100.0)

첫 개화일, 4/25; 만개일, 5/1; 조사일, 5월 14일, 5월 21일; ( ), 무처리(100)를 기준으로 한 결실률

AiBT-1 처리시기와 농도에 따른 착과 과실 특성을 그림과 표 11에 나타내었다. AiBT-1 처리시기와 농도에 따른 횡경, 생리장해, 동녹, 벌활동, 신초, 종자수 등 조사항목에서 무처리구와 비교할 때 처리시기별 처리농도에 따른 일정한 경향은 보이지 않았으나 AiBT-1 처리에 따른 잎말림 현상이 수세가 약한 나무에서 조금 나타났다. 이와 같은 현상은 AiBT-1의 처리시기와 농도에 따라 나타나는 현상이라기보다는 사과나무 자체의 수세에 따라 일어나는 것으로 보인다. 또한 수세가 약한 나무의 경우 신초생장이 조금 늦은 것으로 조사되었다. 만개 후 3일 1000배액, 만개 후 5일 500배액, 만개 후 6일 1000배액 처리구에서 신초생장이 낮게 나타난 것은 수세가 약한 나무가 처리구에 포함되어 있어서 나타난 결과로 해석된다. 그 이외에 동녹 발생, 벌활동 피해, 종자수 등에는 후지와 마찬가지로 AiBT-1 처리에 따른 영향은 없었다.

표 11. AiBT-1 처리시기와 농도에 따른 착과 과실 특성 비교(영주, 홍로).

처리시기	희석농도	종경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	종경- 횡경 (cm)	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자 수 (개)
만개후3일	1000배	1.38	1.22	1.13	0.16	0	무	무	10.9	8.3
	500배	1.47	1.34	1.10	0.13	0	무	무	16.2	9.0
" 4일	1000배	1.52	1.40	1.09	0.13	0	무	무	16.3	8.4
	500배	1.50	1.36	1.10	0.14	0	무	무	17.2	8.2
" 5일	1000배	1.40	1.31	1.07	0.09	0	무	무	15.5	8.7
	500배	1.35	1.26	1.07	0.09	0	무	무	13.4	8.2
" 6일	1000배	1.46	1.32	1.10	0.14	0	무	무	13.5	9.1
	500배	1.43	1.35	1.06	0.08	0	무	무	19.1	8.4
무처리		1.45	1.31	1.11	0.14	0	무	무	15.6	8.4

첫 개화일, 4/25; 만개일, 5/1; 조사일, 5/21; \*, 0:없음~5:아주 많음

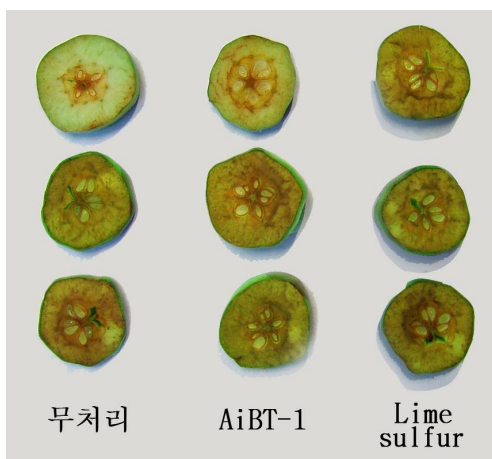


사진 11. 종자수 조사(영주, 홍로).



사진 12. AiBT-1 처리농도별 착과 과실 특성 비교 (영주, 홍로).





사진 13. AiBT-1 처리시기 및 농도에 따른 신초 성장 비교(영주, 홍로).



사진 14. AiBT-1 처리 후 벌활동 모습(영주, 홍로).



사진 15. AiBT-1 처리하는 모습(영주, 홍로).

(다) 안동

표 12는 안동 실험과원에서의 약제 살포 전후 기상상황을 나타낸 것이다. 본 실험에 이용된 후지 품종의 첫 개화일은 4월 28일로 작년보다 약 일주일 정도 늦게 개화되었다. 이는 개화 전의 평년 4월 기온이 12.2℃ 인데 반하여 2013년 4월 평균기온이 10.5℃로 약 1.7℃ 정도 낮아 개화 속도가 늦게 진행된 것으로 판단된다. 만개일은 5월 3일로 첫 개화부터 5일정도 소요되었으며, 2012년의 경우 첫 개화 후 만개 일까지 약 2~3일 소요된 것에 비하면 2013년은 기온의 불안정으로 개화 속도가 다소 늦게 진행되었다. 적화효과를 보이는 추출물의 처리일은 5월 6일, 5월 7일, 5월 8일, 5월 9일로 하였으며, 조사는 5월 16일에 실시하였다.



표 12 . 약제 살포 전 후 기상상황(안동).

월/일	강수량 (mm)	최고기온 (℃)	최저기온 (℃)	평균기온 (℃)	월/일	강수량 (mm)	최고기온 (℃)	최저기온 (℃)	평균기온 (℃)
4/25	1.0	16.9	6.5	11.3	5/11	-	26.7	11.9	18.6
4/26	0.1	17.6	6.8	10.7	5/12	-	29.9	10.9	21.0
4/27	-	19.9	3.4	11.8	5/13	-	31.3	13.4	22.4
4/28*	-	24.7	5.2	16.0	5/14	-	29.2	12.1	21.2
4/29	7.5	18.1	9.4	13.9	5/15	-	27.1	14.7	19.8
4/30	-	22.5	5.2	14.4	5/16****	-	23.2	11.7	16.4
5/1	-	15.8	5.8	10.9	5/17	-	25.1	9.9	17.0
5/2	4.0	19.0	4.8	11.1	5/18	0.3	25.9	10.2	18.7
5/3**	-	19.4	6.1	12.8	5/19	30.5	18.4	13.6	16.1
5/4	-	22.3	8.7	15.4	5/20	-	23.4	13.4	18.0
5/5	-	25.2	6.7	17.0	5/21	-	27.7	8.5	18.6
5/6***	-	27.8	9.6	18.7	5/22	-	28.0	11.3	20.4
5/7***	-	24.2	11.9	16.6	5/23	-	31.3	13.5	22.2
5/8***	-	28.9	8.4	18.4	5/24	-	32.2	14.8	23.3
5/9***	0.5	27.5	11.5	19.7	5/25	-	32.1	16.4	23.7
5/10	17.5	19.3	13.5	16.3	5/26	-	31.2	16.7	23.8

\*, 첫 개화; \*\*, 만개일; \*\*\*, 처리일; \*\*\*\*, 조사일.

표 13은 AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 적화효과를 나타낸 것이다. 만개 후 3일과 4일 처리 시에는 AiBT-1의 처리농도에 따른 효과가 뚜렷하지 않았으나, 만개 후 5일에는 500배액의 결실률이 1000배액보다 낮았으나, 만개 6일 후 처리 시에는 1000배액이 낮게 나타났다. 그리고 전체화 측화의 결실률은 만개 후 5일 500배액 39.7%, 만개 후 6일 1000배액 36.3%로 낮은 결실률을 보여 기준액으로 처리 시 만개 후 6일째가 가장 우수한 처리시기임을 알 수 있다. 반면, 중심화의 경우는 무처리와 비슷한 결실률을 보였다. 이러한 결과로 볼 때, AiBT-1의 측화 적화 효과가 어느 정도 인정되며 처리시기 판단이 적화효과의 최대 변수일 것으로 판단된다. 또한 2013년은 4월의 저온현상으로 중심화 피해, 즉 암술이 발생되지 않거나 연약하여 수정 후에 도태되는 현상이 많이 발생하여 중심화 결실률이 평년보다 낮게 나타난 것이 특징이다(사진 16, 17 참조).

표 13. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 적화효과 차이 구명(안동, 후지).

처리시기	희석농도	결실률(%)					
		정화		액화		전체화	
		중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
만개후3일	1000배	50.0(79.0)	66.9(125.5)	77.5(110.7)	59.4(85.8)	66.3(99.4)	63.1(102.9)
	500배	72.3(114.2)	50.6(94.9)	66.7(95.3)	73.1(105.6)	73.8(110.6)	61.9(101.0)
" 4일	1000배	45.0(71.1)	58.8(110.3)	80.0(114.3)	81.9(118.4)	62.5(93.7)	70.3(114.7)
	500배	52.7(83.3)	62.5(117.3)	57.5(82.1)	70.0(101.2)	55.0(82.5)	66.3(108.2)
" 5일	1000배	67.5(106.6)	58.8(110.3)	77.5(110.7)	87.5(126.4)	72.5(108.7)	73.1(119.2)
	500배	62.3(98.4)	38.8(72.8)	72.2(103.1)	40.6(58.7)	67.5(101.2)	39.7(64.8)
" 6일	1000배	45.0(71.1)	38.1(71.5)	67.5(96.4)	34.4(49.7)	56.3(84.4)	36.3(59.2)
	500배	52.5(82.9)	45.0(84.4)	75.0(107.1)	48.1(69.5)	63.8(95.7)	46.6(76.0)
무처리		63.3(100.0)	53.3(100.0)	70.0(100.0)	69.2(100.0)	66.7(100.0)	61.3(100.0)

첫 개화일, 4/28; 만개일, 5/3; 조사일, 5/16; ( ), 무처리(100)를 기준으로 한 결실률



사진 16. 중심화 피해(좌), 중심화 정상(우)(안동, 후지).



사진 17. AiBT-1 처리에 따라 적화되는 모습(좌-무처리, 우-처리) (안동, 후지).

표 14는 AiBT-1 처리시기와 농도에 따른 착과 과실 특성을 나타내었다. 대체적으로 처리시기 및 희석농도에 따른 종경과 횡경, 생리장해, 동녹, 벌활동, 신초, 종자수 등의 조사항목에서 AiBT-1 처리에 따른 영향은 없는 것으로 나타나 AiBT-1의 처리가 수정·결실에는 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다(사진 18, 19, 20, 21 22 참조).

표 14. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 착과 과실 특성 비교(안동, 후지).

처리시기	희석농도	종경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	종경- 횡경 (cm)	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자 수 (개)
만개후3일	1000배	1.08	0.76	1.42	0.32	0	무	무	13.2	5.5
	500배	1.06	0.74	1.44	0.32	0	무	무	13.5	5.2
" 4일	1000배	0.94	0.67	1.41	0.27	0	무	무	13.4	6.1
	500배	0.89	0.62	1.42	0.26	0	무	무	13.9	5.3
" 5일	1000배	0.93	0.67	1.38	0.26	0	무	무	12.5	5.5
	500배	1.00	0.72	1.38	0.27	0	무	무	13.1	5.7
" 6일	1000배	0.99	0.68	1.46	0.31	0	무	무	13.3	6.3
	500배	0.95	0.65	1.46	0.30	0	무	무	13.6	5.8
무처리		0.96	0.69	1.40	0.27	0	무	무	13.2	5.6

첫 개화일, 4/28; 만개일, 5/3; 조사일, 5/16; \*, 0:없음~5:아주 많음



사진 18. AiBT-1 처리농도에 따른 착과 과실 종경 및 횡경 특성 비교(안동, 후지).





사진 19. AiBT-1 처리시기와 농도에 따른 신초 성장 비교(안동, 후지).  
(왼쪽부터 무처리, 만개 후 3, 4, 5, 6일)



사진 20. 처리 후 벌활동.      사진 21. 안동 실험 과원 처리.      사진 22. 안동 과원 조사.

## (2) 결실향상제 처리 후 AiBT-1 처리 시 결실향상 및 적화효과 구명

표 15는 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 농도별 적화효과 차이에 관한 실험으로써 결실유도제는 애플(주)에서 제조 생산 판매되고 있는 제품명 “사과마니”를 완전분홍기에 처리하고 난 다음 만개 후 3일, 4일, 5일째에 AiBT-1을 기준액과 배액으로 처리하여 적화효과 및 결실률을 조사하였다. 동시개화 및 결실유도제인 제품명 “사과마니”를 처리하는 이유는 AiBT-1을 사용할 경우 정화의 중심화에 수정을 잘 시키는 것이 고품질 사과 생산에 아주 중요한 요인이기 때문이다. 따라서 결실유도제 및 동시개화제를 처리하여 정화 중심화 위주의 수정 완료 후 적화제를 사용하는 것이 무엇보다도 중요하다고 할 수 있겠다. 5월 13일 조사에서 전체화 중심화 결실률은 AiBT-1 처리구에서 88.8%~94.2%, 전체화 측화는 82.5~93.8%로 조사되어(데이터 미개재) 5월 20일의 무처리구 전체 중심화 70.0% 및 전체 측화 61.9% 보다 높은 결실률을 보였는데 이는 5월 13일 조사에서의 낙과 상태 여부가 불분명하여 나타난 현상으로 판단되며, AiBT-1의 경우 적어도 처리 후 14일 정도는 지나야 낙과 여부가 판단 가능할 것으로 사료된다. 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 전체화 중심화의 결실률은 무처리 70.0%, 만개 후 3~5일 처리구 52.5~76.3%로 무처리구 처리구의 차이는 크지 않았으며, 다만 전체화 측화의 경우 결실률은 무처리구 61.9%, AiBT-1 처리구 32.5~58.4%로 AiBT-1 처리에 따른 적화효과를 보였는데 특히 만개 후 5일째 1000배액 처리구에서 가장 높게 나타났으며, AiBT-1 농도에 따른 적화효과 증가는 처리시기별로 다르게 나타났는데 본 실험에서는 만개 후

5일째가 가장 높게 조사되었다.

표 15. 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 농도별 적화효과 차이 구명(군위, 후지).

처리시기	희석농도	결실률(%)					
		정화		액화		전체화	
		중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
만개후3일	1000배	77.5(103.3)	54.4(88.7)	75.0(115.4)	62.5(100.0)	76.3(109.0)	58.4(58.4)
	500배	67.5(90.0)	37.5(61.2)	67.5(103.8)	39.4(63.0)	67.5(96.4)	38.4(62.0)
" 4일	1000배	57.5(76.7)	33.8(55.1)	62.5(96.2)	37.5(60.0)	60.0(85.7)	35.6(57.5)
	500배	65.0(86.7)	38.8(63.3)	50.0(76.9)	28.8(46.1)	57.5(82.1)	33.8(54.6)
" 5일	1000배	55.0(73.3)	35.0(57.1)	50.0(76.9)	30.0(48.0)	52.5(75.0)	32.5(52.5)
	500배	60.0(80.0)	35.0(57.1)	80.0(123.1)	45.0(72.0)	70.0(100.0)	40.0(64.6)
무처리+결실유도제		75.0(100.0)	61.3(100.0)	65.0(100.0)	62.5(100.0)	70.0(100.0)	61.9(100.0)

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 조사일, 5/20; ( ), 무처리(100)를 기준으로 한 결실률

표 16은 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 착과 과실의 특성을 비교한 것으로써 종경, 횡경, L/D, 사과나무의 생리장해 현상, 동녹 발생 유무, 벌활동 피해, 신초 생장, 종자수 등에 끼치는 영향을 조사하였다. 처리시기 및 처리농도에 따라서 착과 과실에 미치는 영향은 대부분의 처리구에서 비슷하게 조사되었는데, 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 벌활동에는 전혀 영향을 미치지 아니하였으며(사진 24), AiBT-1 기준액, 배액 처리구 모두에서 신초 생장에도 전혀 영향을 미치지 아니하였다. 종자수는 무처리구에서 4.3개, AiBT-1 처리구에서 4.7~6.6개로 나타나 선 결실유도제 처리구에서 종자수가 약 0.3~2.3개 정도 높게 나타나 결실유도제 처리가 종자수 증가에 효과적임을 알 수 있었다. 이를 통해 결실유도제 처리에 의한 종자수 증가가 과실의 정형과 품질을 결정하는 가장 중요한 요소인 종자수 형성에 긍정적 효과가 있음을 알 수 있었다. 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 동녹 발생, 사과나무의 생리장해 현상은 달관조사에서 발견되지 않아 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리 재배는 과수농가에서 선택할 수 있는 재배형태 중에서 하나의 방법으로 가능할 것으로 보인다.

표 16. 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후기).

처리시기	희석농도	종경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	종경-횡경 (cm)	생리장애* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자수 (개)
만개 후 3일	1000배	1.72	1.52	1.13	0.20	0	무	무	15.6	5.6
	500배	1.58	1.40	1.13	0.18	0	무	무	16.8	5.5
" 4일	1000배	1.57	1.35	1.16	0.22	0	무	무	16.9	6.1
	500배	1.58	1.30	1.22	0.28	0	무	무	17.7	5.4
" 5일	1000배	1.70	1.45	1.17	0.25	0	무	무	16.9	6.6
	500배	1.50	1.35	1.11	0.15	0	무	무	17.2	4.7
무처리		1.60	1.40	1.14	0.20	0	무	무	18.8	4.3

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 조사일, 5/23; \*, 0:없음~5:아주 많음



사진 23. 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 착과 과실 종경 및 횡경 비교. 사진 24. 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 종자수 비교.

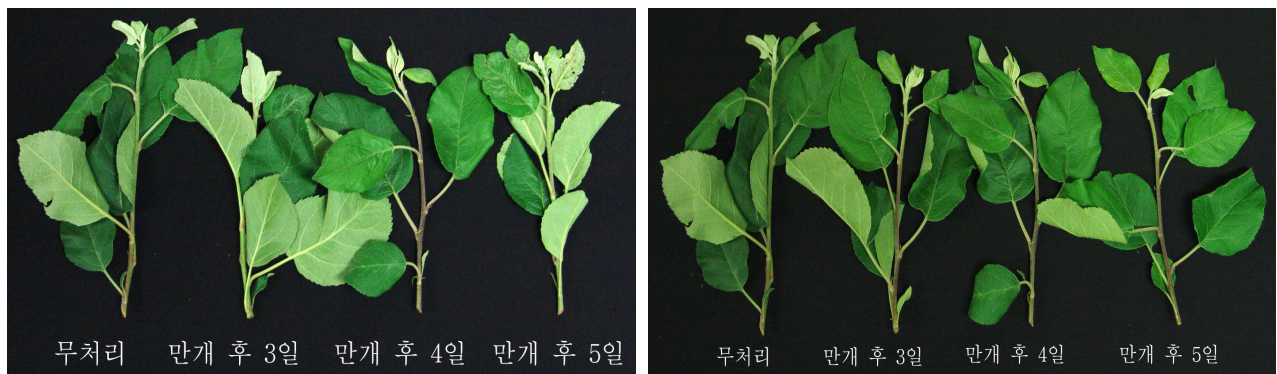


사진 25. 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 신초 성장 비교.



(3) 현장 애로사항 검증

(가) AiBT-1 중복살포에 따른 적화효과 및 생리장해 현상 구명

표 17은 AiBT-1 중복살포에 따른 적화효과 차이에 대한 실험으로서 AiBT-1 살포 후 사과나무 전체에서 건조한 다음 바로 재살포를 통한 중복살포시 일어날 수도 있는 영향을 알아보고자 하는 실험이다. 처리 시기는 만개 후 3일과 4일째로, 처리 후 바로 재살포를 통하여 적화효과 및 과실특성, 생리장해 등을 조사하였다. 처리 후 16일째 조사에서 무처리구의 전체화 중심화 결실률은 73.8%, 전체화 측화 64.1%, AiBT-1 만개 후 3일째 중복살포 처리구에서 전체화 중심화의 결실률은 60.5%, 측화는 35.3%로 중복 살포에 따라 적화율이 13.3~28.8% 높게 나타나 중복살포에 따른 중복적화효과가 나타남을 알 수 있었다. 하지만 만개 후 4일째 중복살포의 경우 기준 처리와 비슷한 양상을 보여 만개 후 3일째와 다르게 나타나 면밀한 검토가 필요하다.

표 17. AiBT-1의 중복살포\*에 따른 적화효과 차이 구명(군위, 후지).

처리시기	결실률(%)					
	정화		액화		전체화	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
만개후3일(기준액)	77.5(100.0)	43.1(66.3)	72.5(103.6)	41.9(66.4)	75.0(101.6)	42.5(66.3)
” (중복살포)	58.0(74.8)	33.8(52.0)	63.0(90.0)	36.8(58.3)	60.5(82.0)	35.3(55.1)
” 4일(기준액)	72.5(93.5)	42.5(65.4)	65.0(92.9)	37.5(59.4)	68.8(93.2)	40.0(62.4)
” (중복살포)	77.0(99.4)	44.8(68.9)	57.0(81.4)	33.3(52.8)	67.0(90.8)	39.1(61.0)
무처리	77.5(100.0)	65.0(100.0)	70.0(100.0)	63.1(100.0)	73.8(100.0)	64.1(100.0)

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 조사일, 5/20; \*, 살포 후 용액이 건조한 다음 AiBT-1 바로 재살포; ( ), 무처리(100)를 기준으로 한 결실률

표 18은 AiBT-1 중복살포에 따른 착과 과실의 특성조사에 대한 실험으로 종경, 횡경, 생리장해, 동녹 발생, 종자수 등을 조사하였다. 중복살포에 따른 종경-횡경은 무처리구와 비교하여 일정한 경향을 보이지는 않았으며, 달관조사의 동녹 발생 유무, 벌활동, 신초발생 등에도 전혀 영향을 끼치지 않았다. 하지만 만개 후 3일, 4일째 AiBT-1 중복살포 처리구의 일부 나무에서 잎이 약간 말리는 현상이 발생되어 살포 후 건조한 다음 재살포는 주의가 요망된다. 잎이 스트레스를 받는 현상은 수세가 약한 나무에서 조금 더 강하게 나타나고 수세가 강하면 나타나지 않아, 수세에 따라 차이를 보였으며, 이와 같은 현상은 잎이 스트레스를 받더라도 보통 3~5일 정도에 모두 회복되지만 수세가 아주 약한 나무는 조금 더 오래 지속되는 것으로 관찰되었다. AiBT-1 중복살포에 따른 종자수 감소현상은 발견되지 않았는데 이는 중복살포가 수정 결실에 영향을 끼치지 못하는 것으로 판단된다.

표 18. AiBT-1의 중복살포\*에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지).

처리시기	중경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	중경- 횡경 (cm)	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자수 (개)
만개후3일(기준액)	1.68	1.45	1.16	0.23	0	무	무	24.0	4.7
" 3일	1.67	1.50	1.11	0.17	1~2	무	무	21.1	4.1
" 4일(기준액)	1.77	1.55	1.14	0.22	0	무	무	18.1	4.5
" 4일	1.82	1.60	1.14	0.22	0~1	무	무	19.5	3.9
무처리	1.65	1.42	1.16	0.23	0	무	무	19.9	4.3

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 조사일, 5/23; \*, 0:없음~5:아주 많음; \*, 살포 후 용액이 건조한 다음 바로 재살포



사진 26. 수세가 약한 나무에서의 중복살포에 따른 잎 스트레스 현상.

(나) AiBT-1 반복살포에 따른 적화효과 및 생리장해 현상 구명

표 19는 AiBT-1 반복살포(2회 또는 3회 처리)에 따른 적화효과 차이에 대한 실험으로서 과수 농가에서 적화효과가 낮을 때 또는 기상조건으로 인한 처리시기에 처리를 못한 경우 재살포를 통한 적화효과를 얻고자 하는 실험이다. 처리 시기는 만개 후 3일과 4일째로, 1차 살포를 하고 1일째 또는 2일째 연속살포를 하여 적화효과를 높이고자 하는 실험이다. 5월 20일 즉 처리 후 16일째 조사에서 무처리구의 전체화 중심화 결실률은 73.8%, 전체화 측화 64.1%로 조사되었고, AiBT-1 처리구 전체화 중심화의 결실률은 61.3~68.8%, 전체화 측화 34.7~42.5%로 무처리구보다 반복 처리구에서 적화효과가 높았다. 또한 만개 후 3일 또는 4일 처리구 모두에서 1회 처리보다 1회 또는 2회 반복 추가처리가 적화효과가 조금 높게 나타났으나 아주 높은 수치는 아니어서 반복 재살포 처리시기를 조금 더 넓게 설정하여 것도 효과를 더욱더 높이는 방법으로 사료된다. 정화 또는 액화의 중심화는 어느 실험에서든 무처리와 비슷한 결실률을 보였고, 정화 또는 액화의 측화는 무처리구에 비하여 약 20~30% 이상의 높은 적화효과가 형성되었다. 하지만 과수농가에서 더욱 더 편리하게 적화제로서 사용하기 위해서는 정확한 사용시기와 작용기작의 이해가 필요하다.



표 19. AiBT-1의 반복살포에 따른 적화효과 차이 구명(군위, 후지).

처리시기	결실률(%)					
	정화		액화		전체화	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
만개후3일	77.5(100.0)	43.1(66.3)	72.5(103.6)	41.9(66.4)	75.0(101.6)	42.5(66.3)
" 3일+4일	67.5(87.1)	44.4(68.3)	70.0(100.0)	40.6(64.3)	68.8(93.2)	42.5(66.3)
" 3일+4일+5일	62.5(80.6)	35.6(54.8)	62.5(89.3)	37.5(59.4)	62.5(84.7)	36.6(57.1)
" 4일	72.5(93.5)	42.5(65.4)	65.0(92.9)	37.5(59.4)	68.8(93.2)	40.0(62.4)
" 4일+5일	70.0(90.3)	41.3(63.5)	57.5(82.1)	32.5(51.5)	63.8(86.4)	36.9(57.6)
" 4일+5일+6일	62.5(80.6)	36.3(55.8)	60.0(85.7)	33.1(52.5)	61.3(83.1)	34.7(54.1)
무처리	77.5(100.0)	65.0(100.0)	70.0(100.0)	63.1(100.0)	73.8(100.0)	64.1(100.0)

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 조사일, 5/20; ( ), 무처리(100)를 기준으로 한 결실률

표 20은 AiBT-1 반복살포에 따른 착과 과실의 특성조사에 대한 실험으로 종경, 횡경, 생리장해, 동녹 발생, 종자수 등을 조사하였다. 종경-횡경은 무처리구에서 0.23cm, 만개 후 3일 1회 처리구에서 0.23cm, 만개 후 3일 처리+반복살포 1회 처리구에서 0.21cm, 만개 후 3일 처리+2회 반복 처리구에서 0.30cm으로 조사되어 반복살포 2회 처리구에서 종경-횡경 값이 높게 나타났는데 이는 만개 후 4일째 처리구에서도 같은 경향을 보여 2회 반복살포에 따라 L/D값이 높게 형성되는 것으로 조사되었다. 달관조사에서 AiBT-1 반복살포는 동녹 발생 유무, 벌활동, 신초발생 등에는 전혀 영향을 끼치지 않았으나, 2회 반복살포 추가 처리구에서 수세가 약한 나무에서 잎이 약간 말리는 현상이 발생되어 반복살포 시 처리일의 간격을 조금 더 넓게 하는 것이 잎 생육에 영향을 덜 미칠 것으로 판단되어 추가 실험이 필요하다. 한편 AiBT-1 반복살포에 따른 종자수는 무처리구 4.3개, 반복살포 처리구 4.2~4.8개로 나타나 AiBT-1 반복살포에 따른 종자수 감소현상은 발견되지 않았는데 이는 반복살포가 수정 결실에 어떠한 영향도 끼치지 않음을 보여준다.

표 20. AiBT-1의 반복살포에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지).

처리시기	종경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	종경-횡경 (cm)	생리 장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자수 (개)
만개후3일	1.68	1.45	1.16	0.23	0	무	무	24.0	4.7
" 3일+4일	1.70	1.49	1.14	0.21	0	무	무	18.5	4.7
" 3일+4일+5일	1.80	1.50	1.20	0.30	0~1	무	무	19.6	4.3
" 4일	1.77	1.55	1.14	0.22	0	무	무	18.1	4.5
" 4일+5일	1.74	1.53	1.14	0.21	0	무	무	18.1	4.2
" 4일+5일+6일	1.71	1.44	1.19	0.28	0~1	무	무	18.7	4.9
무처리	1.65	1.42	1.16	0.23	0	무	무	19.9	4.3

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 조사일, 5/23; \*, 0:없음~5:아주 많음

(다) AiBT-1 우천에 따른 적화효과 및 생리장해 현상 구명

표 21은 AiBT-1 살포 후 우천 시 재살포에 따른 적화효과에 대한 실험으로서 AiBT-1 살포 1시간 후 자동분무기를 이용하여 잎에서 물이 충분히 흘러내릴 정도로 물을 살포하고, 물 살포 후 다시 AiBT-1을 재살포 또는 무살포에 대한 적화효과 차이를 조사하기 위한 것으로서 사용농가에서는 자주 발생하는 애로사항 중 하나이다. 본 실험은 만개 후 4일째 및 5일째 실시하였으며, 무처리구의 전체화 중심화 결실률은 73.8%, 전체화 측화 64.1%, AiBT-1 만개 후 4일째 살포+우천 처리구에서 전체화 중심화의 결실률은 59.5%, 측화는 34.7%, AiBT-1 만개 후 5일째 살포+우천 처리구에서 전체화 중심화의 결실률은 60.0%, 측화는 35.0%로 살포 후 약 1시간 후 우천 시 적화율이 무처리구보다 높게 나타나 AiBT-1 처리 후 약 1시간 뒤의 우천처리구가 적화율이 높았다. 이는 본 실험에서 분무기로 물이 흐를 정도로 충분히 살포하였지만 우천의 효과로 보기에 미흡한 면도 있으나 AiBT-1 살포 후 1시간 이후 약간의 우천은 적화효과 감소에는 영향을 끼치지 않음을 보여준다. 장시간의 우천 실험을 통하여 조금 더 세밀한 자료가 필요하다.

표 21. AiBT-1 살포 후 우천\*\* 재살포에 따른 적화효과 차이 구명(군위, 후지).

처리시기	살포방법	결실률(%)					
		정화		액화		전체화	
		중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
만개후4일	살포*	72.5(93.5)	42.5(65.4)	65.0(92.9)	37.5(59.4)	68.8(93.2)	40.0(62.4)
	살포+우천	61.0(78.7)	35.6(54.8)	58.0(82.9)	33.8(53.6)	59.5(80.6)	34.7(54.1)
	살포+우천+재살포	62.0(80.0)	36.2(55.7)	59.0(84.3)	34.4(54.5)	60.5(82.0)	35.3(55.1)
" 5일	살포	71.1(101.6)	37.7(56.7)	80.9(91.7)	45.0(92.0)	76.0(96.1)	41.4(71.8)
	살포+우천	65.0(83.9)	37.9(58.3)	55.0(78.6)	32.1(50.9)	60.0(81.3)	35.0(54.6)
	살포+우천+재살포	69.0(89.0)	40.3(62.0)	46.0(65.7)	26.8(42.5)	57.5(77.9)	33.5(52.3)
무처리		77.5(100.0)	65.0(100.0)	70.0(100.0)	63.1(100.0)	73.8(100.0)	64.1(100.0)

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 조사일, 5/20; \*, AiBT-1 1000배액 살포; \*\*, 살포 1시간 후 물을 재살포함; ( ), 무처리(100)를 기준으로 한 결실률

표 22는 AiBT-1 살포 후 우천 시 재살포에 따른 과실 특성조사에 대한 실험으로 종경, 횡경, 생리장해, 동낙 발생, 종자수 등을 조사하였다. 중복살포에 따른 종경-횡경은 무처리구와 비교하여 일정한 경향을 보이지는 않았으며, 달관조사를 통한 동낙 발생 유무, 벌활동, 신초발생 등에도 전혀 영향을 끼치지 않았다. 그리고 만개 후 4일, 5일째 AiBT-1 살포 후 우천 처리 또는 우천 후 재살포 처리구 모두에서 살포 후 우천에 따른 사과나무의 생리장해 현상 등 어떤 변화도 달관조사에 의해서는 보이지 않았다. 또한 살포 후 우천 시 재살포에 의한 수정 결실에도 영향을 끼치지 아니하였다.

표 22. AiBT-1 살포 후 우천\*\* 재살포에 따른 착과 과실 특성 비교(균위, 후지).

처리시기	회석농도	종경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	종경- 횡경 (cm)	생리 장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자 수 (개)
만개 후 4일	살포*	1.77	1.55	1.14	0.22	0	무	무	18.1	4.5
	살포+우천	1.70	1.50	1.13	0.20	0	무	무	21.1	4.5
	살포+우천+ 재살포	1.68	1.37	1.23	0.32	0	무	무	19.0	4.2
" 5일	살포	1.62	1.40	1.15	0.22	0	무	무	19.2	4.6
	살포+우천	1.72	1.50	1.14	0.22	0	무	무	18.5	3.8
	살포+우천+ 재살포	1.75	1.55	1.13	0.20	0	무	무	19.0	4.7
무처리		1.65	1.42	1.16	0.23	0	무	무	19.9	4.3

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 조사일, 5/23; \* 0:없음~5:아주 많음; \*, AiBT-1 1000배액 살포; \*\*, 살포 1시간 후 물을 재살포함

(라) AiBT-1 처리구의 화충조직 분석

표 23은 영주 과원에서 AiBT-1 처리에 따른 사과 품종 중 후지와 홍로의 화충 조직에서의 음이온 및 양이온 함량을 분석한 것이다. 후지에서는 AiBT-1의 처리에 따른 음이온의 변화는 없는 것으로 나타났으나, 홍로에서는 Cl<sup>-</sup>와 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 등 조사한 모든 음이온의 양이 AiBT-1 처리 후에 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 양이온에서는 후지와 홍로 모두에서 Na<sup>+</sup>와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>는 감소하였고, K<sup>+</sup>와 Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>는 변화가 없는 것으로 조사되어 비슷한 양상을 나타내었다. 따라서 후지와 홍로 두 품종 모두에서 함량변화가 보이는 Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>에서 AiBT-1 처리 후 나타나는 생리학적 변화에 대한 메커니즘 구명을 위해 조금 더 세밀한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다. 또한, 후지에서 AiBT-1 처리에 의해서 변화가 거의 없었지만 홍로에서는 많이 증가된 Cl<sup>-</sup>와 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 등에 대해서도 품종 간 차이에 대한 조금 더 깊은 연구 분석이 필요하다.

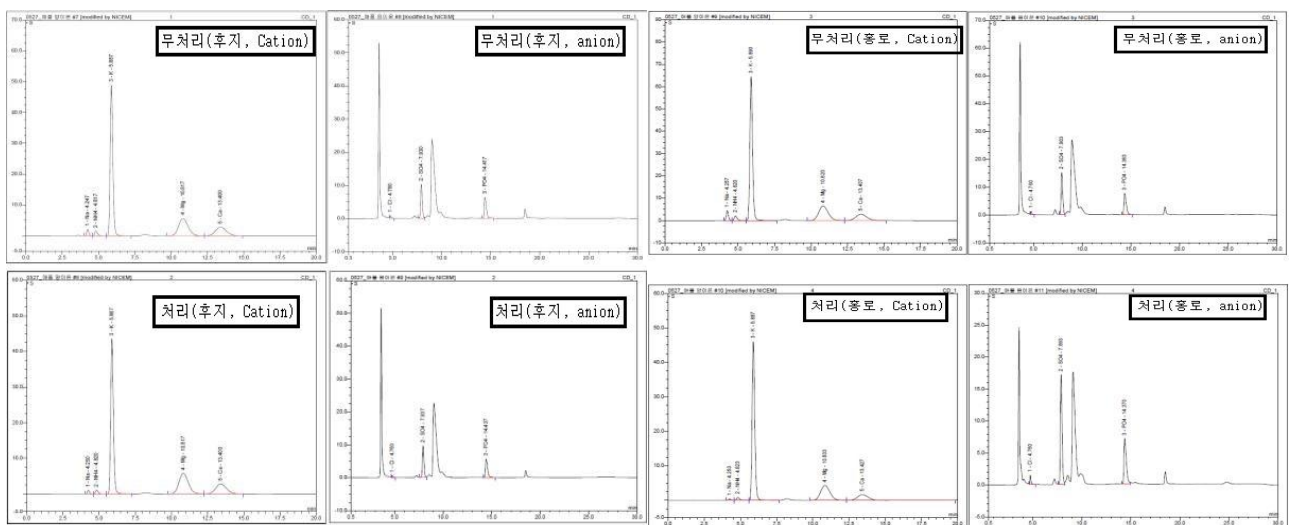


그림 7. 화충조직에서의 AiBT-1 처리에 따른 음이온 및 양이온 함량 조사

표 23. AiBT-1 처리에 따른 화층조직에서의 음이온 및 양이온 함량 조사(영주, 후지 및 홍로).

품종	이온	함량(mg/kg)	
		무처리	처리
후지	Cl <sup>-</sup>	28.4	26.2
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	514.2	502.9
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	989.5	928.4
	Na <sup>+</sup>	77.7	40.7
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	50.5	6.1
	K <sup>+</sup>	3590.9	3517.4
	Mg <sup>2+</sup>	504.0	565.0
	Ca <sup>2+</sup>	447.5	488.0
홍로	Cl <sup>-</sup>	26.3	53.2
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	534.5	987.3
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	893.0	1332.4
	Na <sup>+</sup>	114.7	17.6
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	74.6	0.1
	K <sup>+</sup>	3314.5	3814.7
	Mg <sup>2+</sup>	407.6	438.1
	Ca <sup>2+</sup>	320.1	307.2

나. 협동1: 친환경 AiBT-1을 이용한 사과 적화제의 작용기작, 사과 품질특성 및 농가 경영효율 분석

(1) 측화 및 액화 적화를 위한 적화제 처리시기에 따른 적화효과 차이 구명

ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1

ㄴ. 품 종 : '후지'

ㄷ. 시험 지역 : 실험포장

ㄹ. 처리 횟수 : 11처리군 1회씩

ㅁ. 처리 시기 : 중심화 만개 후 다음날을 처리 1번으로, 11번 처리군 까지 매일 처리

ㅂ. 처리 농도 : 표준액, 무처리

ㅅ. 처리 형태 : 엽면살포

ㅇ. 조사 항목 : 적화율, 생리장해, 품질특성(당도, 산도, 중량 등), 기상조건

(가) 조사 방법

시험구는 처리구당 3주씩 완전임의배치로 하였고 시험에 사용된 사과나무는 경북대 교내 과수원 '후지'/M9 13년생을 이용하였다. 중심화 만개 후 다음날을 처리 1번으로 하여 11번 처리까지 매일 표준액을 엽면살포하였다. 정화, 액화 조사는 각 처리구 살포 전날 실시하였고, 최종 적화율 조사는 2013년 5월 20일 실시하였다.

표 24. AiBT-1 처리 시기.

구 분	+1	+2	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10	+11	+12
처리일자	4.18일	4.19일	4.21일	4.22일	4.23일	4.24일	4.25일	4.26일	4.27일	4.28일	4.29일

※ 구분 : +1 : 중심화 만개 후 +1 / +2 : 중심화 만개 후 +2 ~ / +12 : 중심화 만개 후 +12

(나) 시험성적

표 25. AiBT-1 처리에 따른 결실률('후지'M9, 13년생).

구 분	정화 과총수 (개)	정화 과총당 과실수 (개)	정화 100과총당 과실수 (개)	액화 과총수 (개)	액화 과총당 과실수 (개)	액화 100과총당 과실수 (개)
무처리	18	2.8	277.8	63	3.2	320.6
중심화 만개후 +1	15	1.7	173.3	52	1.4	144.2
중심화 만개후 +2	11	1.9	190.9	36	2.2	222.2
중심화 만개후 +4	10	2.5	250.0	37	2.4	243.2
중심화 만개후 +5	13	1.9	192.3	89	2.0	195.5
중심화 만개후 +6	24	1.7	170.8	70	1.7	170.0
중심화 만개후 +7	15	2.6	260.0	81	2.3	229.6
중심화 만개후 +8	26	1.5	146.2	56	1.6	160.7
중심화 만개후 +9	27	2.2	214.8	75	1.4	144.0
중심화 만개후 +10	37	2.4	237.8	137	1.4	143.1
중심화 만개후 +11	36	1.3	133.3	86	1.4	138.4
중심화 만개후 +12	36	1.9	194.4	102	1.6	158.8

표 26. AiBT-1 처리에 따른 적화율('후지'M9, 13년생).

구 분	적화율(%)		
	총합	정화과	액화과
무처리	26.74	36.71	23.77
중심화 만개후 +1	66.67	61.19	68.22
중심화 만개후 +2	54.91	65.00	51.22
중심화 만개후 +4	41.33	37.50	42.31
중심화 만개후 +5	49.49	44.44	50.14
중심화 만개후 +6	60.98	64.29	60.07
중심화 만개후 +7	49.32	48.00	49.59
중심화 만개후 +8	63.32	70.54	59.09
중심화 만개후 +9	59.11	53.23	61.70
중심화 만개후 +10	59.89	49.43	63.30
중심화 만개후 +11	63.30	67.57	61.24
중심화 만개후 +12	59.79	57.06	60.87
처리군 총합	57.95	57.96	57.98

AiBT-1 엽면살포 처리에 따른 후지의 적화율('후지'M9, 13년생)은 무처리구 정화과에서 36.71%, 액화과에서 23.77% 총합하여 26.74%의 적화율을 나타내었다. AiBT-1을 처리한 처리구는 만개후 +1 에서는 정화과에서 61.19%, 액화과에서 68.22%, 총합하여 66.67% 적화율을 나타내었다. 만개후 +2 처리에서는 정화과에서 65%, 액화과에서 51.22%, 총합에서 54.91% 적화율, 만개후 +4 처리에서는 정화과에서 37.5%, 액화과에서 42.31%, 총합에서 41.33% 적화율, 만개후 +5 처리에서는 정화과에서 44.44%, 액화과에서 50.14%, 총합에서 49.49% 적화율, 만개후 +6 처리에서는 정화과에서 64.29%, 액화과에서 60.07%, 총합에서 60.98% 적화율, 만개후 +7 처리에서는 정화과에서 48%, 액화과에서 49.59%, 총합에서 49.32% 적화율, 만개후 +8 처리에서는 정화과에서 70.54%, 액화과에서 59.09%, 총합에서 63.32% 적화율, 만개후 +9 처리에서는 정화과에서 53.23%, 액화과에서 61.7%, 총합에서 59.11% 적화율, 만개후 +10 처리에서는 정화과에서 49.43%, 액화과에서 63.3%, 총합에서 59.89% 적화율, 만개후 +11 처리에서는 정화과에서 67.57%, 액화과에서 61.24%, 총합에서 63.3% 적화율, 만개후 +12 처리에서는 정화과에서 57.06%, 액화과에서 60.87%, 총합에서 59.79%의 적화율을 확인하였다. 무처리와 비교시 AiBT-1 처리구에서 높은 적화효과가 나타났다. 만개후 +1 처리부터 만개후 + 12번 처리까지 적화율을 총합해보면 정화에서 57.96%, 액화에서 57.98% 총합에서 59.95%로 나타났다. 정화의 적화율은 만개일 후의 5일에서 7일 이후의 살포가, 액화의 경우 만개후 7일에서 9일 살포시 가장 높은 적화율이 나타내었다. 그림 2, 3, 4에서 보는바와 같이 처리 후 약 30일이 지난 다음에 AiBT-1 효과가 나타나는 경우도 보여졌다.

(다) 기상 현황

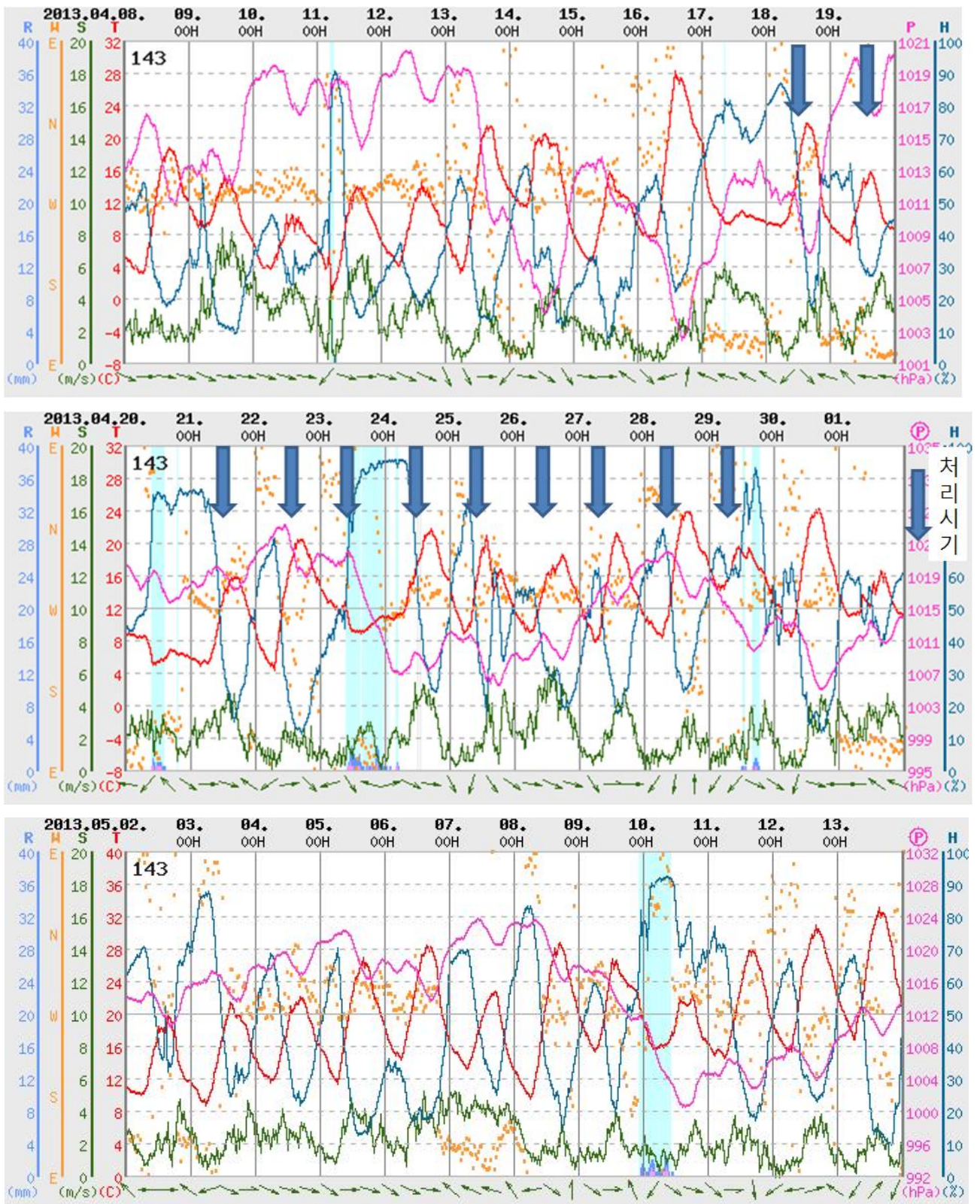


그림 8. 실험기간 기상현황.



(라) 시험 사진 :



사진 27. 만개 후 +4일, 처리 후 29일 사진(2013. 5. 21일) 대구, '후지'



사진 28. 만개 후 +5일, 처리 후 29일 (2013년 5월 21일) 대구, '후지'



사진 28. 만개 후 +7일, 처리 후 28일 (2013년 5월 21일) 대구, '후지'

(2) 중심화 결실 및 성장향상에 따른 측화 및 액화 적화 현상에 대한 작용기작 구명

- ㄱ. 공시 재료 : '후지'
- ㄴ. 실험 재료 : 꽃잎, 꽃대, 꽃받침, 암술 및 수술 조직
- ㄷ. 샘플채취시기 : 중심화 만개 후 1일 후부터 15일가량 3일 간격으로
- ㄹ. 처리구 : 처리시기 구명을 위하여 식물추출액을 만개 후 1일부터 11일까지 매일 처리, 무처리
- ㅁ. 분석 내용 : 다량 원소, 미량원소, 식물호르몬 등

샘플링에 사용된 사과나무는 경북대 교내 과수원 '후지'/M9 13년생이다. 처리시기에 따른 착과 및 작용기작 구명을 위해 중심화 만개 후 1일 후를 1번으로 하여 11일까지 매일 처리하였다.

표 27. AiBT-1 처리구 처리 시기.

구 분	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10	+11
처리일자	4.18일	4.19일	4.21일	4.22일	4.23일	4.24일	4.25일	4.26일	4.27일	4.28일	4.29일

AiBT-1을 처리 전날 샘플링한 다음, 처리 이틀 후 샘플링하였으며, 이후 삼일 간격으로 샘플링을 지속적으로 실시하였다. 무처리구는 1번 처리구와 마찬가지로 샘플링을 실시하였다. 다량 원소, 미량원소, 식물호르몬 분석을 위해 정화의 꽃과 잎, 액화의 꽃과 잎을 따로 샘플링 한 후, 다음 방법에 따라 샘플을 보관, 측정하였다. 미량분석은 분쇄한 시료 0.2g를 정량한 후 질산(HNO<sub>3</sub>) 8ml를 첨가하여 Microwave에서 완전히 분해한 후 분해액을 50ml ball flask에 넣고 증류수로 50ml을 채우고 유도결합 플라즈마 발광 분석 장치 ICP(inductively coupled plasma)(iCAP 6000, Thermo, USA)로 측정하였다. 호르몬 분석은 Plant Indole-3-acetic acid, IAA ELISA Kit를 이용하였다.

- 샘플 protocol

1. Grind fresh tissue to a powder with liquid nitrogen in a mortar and pestle.
2. Add 3 times volume of samples extraction buffer(80%Etoh with hydroxytoluene) at -20 overnight.
3. Centrifuge at 10,000rpm for 15min at 4 to collect precipitated protein,decant supernatant.
4. Add the same volume of ice cold 100% acetone, centrifuge at 10,000rpm for 15min at 4℃ , then dry vacuum deposition in reserve.
5. Add lysis buffer(2.7g urea,0.2g CHAPS add dH2O to 5ml) place at room temperature for 30 minutes,then centrifuge at 8000rpm for 15min at 4℃ , store samples at 4℃provisional.

- 분석 protocol

1. 각 well마다 표준 sample 50 $\mu$ l 넣기
2. HRP-conjugate 50 $\mu$ l와 Antibody 50 $\mu$ l 첨가
3. 접착력 있는 띠를 이용해 well을 덮고 1시간 동안 37 $^{\circ}$ C 배양
4. 1) squirt bottle 2) multi-channel pipette 3) manifold dispenser 또는 autowasher를 사용해 wash buffer 200 $\mu$ l를 각각 채우고 나서 뽑아내기
  - 1)~3) 과정을 세 번 반복, 1)~ 3) 각각의 과정에서 액체를 완전히 제거하는 것이 가장 중요.
  - 마지막 과정 후에 용액을 뽑아내거나 흘러버림으로써 wash buffer를 제거
5. 각각의 well에 substrate A 50 $\mu$ l와 substrate B 50 $\mu$ l를 첨가 37 $^{\circ}$ C, 15분간 배양 바람이 많이 통하고 어두운 곳에서 온도가 잘 변하는 위치는 멀리하기
6. Step Solution 50 $\mu$ l를 첨가. 시료 밀도가 가장 높은 well이 확실히 푸른색을 EElf 때, 색깔 변화가 확실하게 나타나지 않으면 plate를 가볍게 두드리기
7. 450nm microplate reader set를 사용해서 30분 내에 각각의 well의 시각상의 밀도를 결정

표 28 및 그림 9는 AiBT-1 처리에 따른 후지와 홍로의 화충 조직에서의 유리 아미노산 및 구성 아미노산 함량을 조사한 것을 나타낸 것이다. 총 유리아미노산은 후지와 홍로 모두에서 AiBT-1을 처리할 시 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 특히, 홍로에서 GLN과 HIS가 각각 94.2, 57.0 mg/kg에서 232.7, 125.4 mg/kg으로 두 배 이상 증가하는 것으로 조사되었으나, 후지 품종에서는 함량변화가 나타나지 않아 AiBT-1의 처리가 품종에 따라 반응이 다르게 나타남을 알 수 있었다. 이와 같은 현상은 양이온 및 음이온 조사에서도 비슷한 경향을 보였다. 그러나 구성아미노산에서는 후지와 홍로의 함량이 다르게 나타났는데, 후지는 AiBT-1을 처리 시에는 구성아미노산이 감소하였으며, 특히 ASP와 GLU, SER, GLY, THR이 크게 감소하였다. 반면, 홍로의 경우는 AiBT-1 처리 시 구성아미노산이 증가하였는데, 특이하게 ASP와 GLU, SER, GLY, THR이 크게 증가하여 후지와는 대조적인 결과를 나타내었다. 종합적으로 보면 AiBT-1 처리에 따른 음이온, 양이온 및 아미노산의 함량변화는 후지와 홍로 품종 간 차이를 보였으며, 이와 관련된 작용 메커니즘에 관한 연구를 조금 더 세밀한 연구가 필요로 된다.

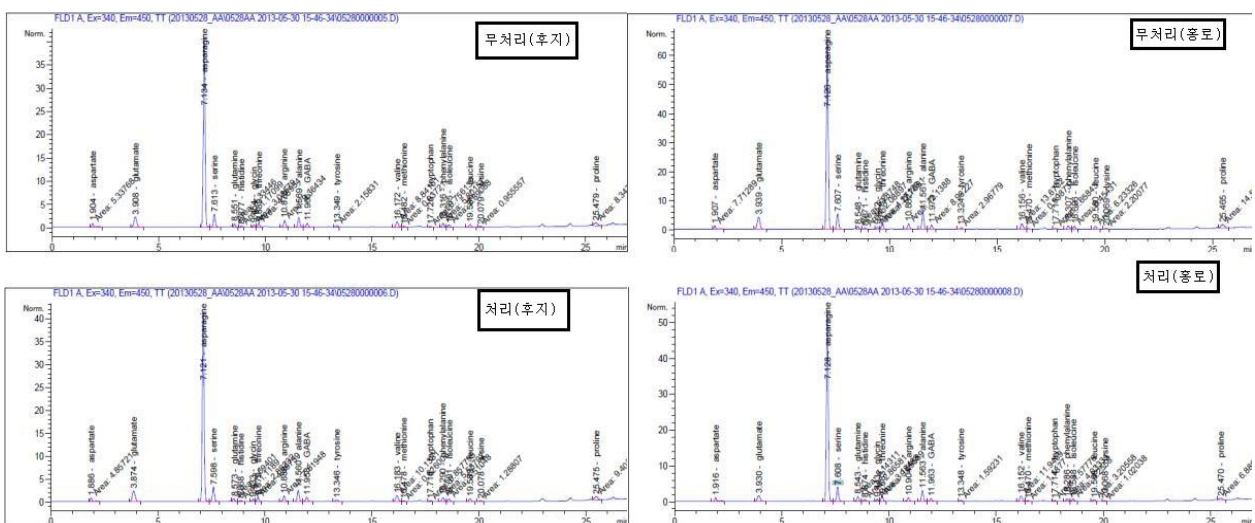


그림 9. 화충조직에서의 AiBT-1 처리에 따른 아미노산 함량 조사.

표 28. AiBT-1 처리에 따른 화충조직에서의 아미노산 함량 조사.

품종	아미노산	함량(mg/kg)			
		무처리		처리	
		유리아미노산	구성아미노산	유리아미노산	구성아미노산
후지	ASP	137.5	4519.1	137.0	3101.7
	GLU	612.9	1147.5	719.1	406.2
	ASP	8254.4	-	9126.9	-
	SER	314.1	764.8	397.1	418.5
	GLN	110.5	-	103.1	-
	HIS	45.7	390.9	47.9	260.9
	GLY	38.0	532.9	38.6	299.9
	THR	102.9	741.7	113.3	488.6
	ARG	252.7	1215.5	231.0	1102.1
	ALA	198.0	1350.0	259.0	1382.6
	GABA	93.8	118.2	112.3	93.2
	TYR	67.9	530.2	69.3	469.4
	VAL	134.4	1168.9	168.7	986.9
	MET	20.3	279.8	19.6	223.4
	TRY	279.4	-	347.0	-
	PHE	132.3	903.9	155.6	727.0
	ISO	55.3	996.4	73.5	859.0
	LEU	68.0	1479.5	84.9	1203.4
	LYS	61.5	980.6	90.7	746.5
	Hydro-PRO	-	184.7	-	159.2
	PRO	122.0	1081.7	150.5	1083.6
총 함량	11101.6	18386.3	12445.1	14012.1	
홍료	ASP	138.8	3000.5	179.0	6079.1
	GLU	792.8	381.4	486.0	2595.4
	ASP	9344.6	-	12043.7	-
	SER	421.9	452.0	508.5	1118.3
	GLN	94.2	-	232.7	-
	HIS	57.0	273.3	125.4	521.0
	GLY	37.6	304.9	44.9	1019.3
	THR	188.4	554.1	227.2	940.2
	ARG	228.7	1064.7	200.2	1118.0
	ALA	403.1	1417.2	325.0	1224.4
	GABA	110.7	128.2	93.0	111.4
	TYR	65.2	481.2	56.1	617.8
	VAL	145.1	1012.2	203.4	1205.2
	MET	15.1	234.2	28.8	290.1
	TRY	428.0	-	653.3	-
	PHE	124.9	730.2	114.9	989.3
	ISO	86.2	894.7	91.2	979.7
	LEU	84.9	1239.9	70.1	1580.4
	LYS	98.9	783.3	73.5	1145.5
	Hydro-PRO	-	164.2	-	422.8
	PRO	148.4	1039.2	112.8	1066.8
총함량	13014.5	14155.4	15869.7	23024.7	

(3) 적화제용 AiBT-1의 성분분석 및 농자재 등록 준비

- ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1
- ㄴ. 분석 방법 : ICP
- ㄷ. 분석 내용 : 다량원소, 미량원소 등
- ㄹ. 등록 준비 : 등록을 위한 시험 자료 준비

표 29. AiBT-1 내용물의 다량원소 및 미량원소 함량 분석.

분석내용물	항목	함량(%)
AiBT-1	수용성인산	검출안됨
	수용성가리	0.009±0.001
	수용성고토	0.245±0.020
	수용성석회	0.013±0.004
	수용성망간	0.290±0.057
	수용성붕소	0.200±0.057
	수용성철	0.003±0.001
	수용성몰리브덴	0.004±0.001
	수용성아연	0.065±0.007
	수용성구리	0.011±0.001
	수용성규소	검출안됨

표 29는 AiBT-1의 다량원소 및 미량원소 함량을 분석하여 나타낸 것으로 수용성 망간 0.290%, 수용성 고토 0.245%, 수용성 붕소 0.200% 순으로 함유된 것으로 조사되었다. 그 이외에도 수용성 아연, 수용성 석회 등도 미량으로 함유되어 있었으며, 수용성 규소, 수용성 인산 등은 전혀 검출되지 않았다.

표 30. AiBT-1 내용물의 아미노산 함량 분석

분석내용물	분석항목	함량(mg/kg)
AiBT-1	Glucose	179.6 (70.7)
	MAN	67.8 (26.7)
	GLY	2.6 (1.0)
	GLU	1.7 (0.7)
	THR	0.9 (0.4)
	SER	0.8 (0.3)
	ALA	0.7 (0.3)
	총 함량	254.1 (100)

AiBT-1의 아미노산 함량 분석을 표 7에 나타내었다. Glucose가 179.6 mg/kg으로 70.7%, MAN이 67.8 mg/kg으로 26.7%로 이 두 성분이 90% 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 그 외 Glycine, Glutamate, Throsine 등을 함유하고 있는 것으로 조사되었다.

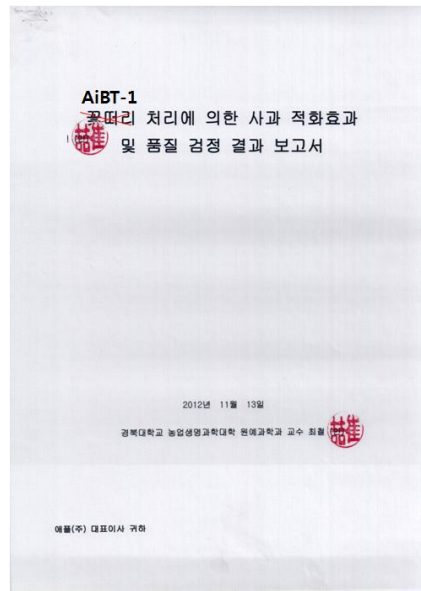


그림 10. AiBT-1 처리에 의한 사과 적화효과 및 품질 검정 결과 보고서.  
(2012년 11월 주관기관 제출완료)

(4) AiBT-1 및 석회유황합제 살포에 따른 적화효과

가. 시험 품종 : '후지'

나. 시험 기간 : 2011년 4월 1일 ~ 2012년 10월 31일

다. 시험 장소 : 경북 청송군 부남면 독농가

라. 처리 내용

- 시험약제 : AiBT-1, 석회유황합제, 무처리
- 처리시기 : AiBT-1; 꽃잎 10~30% 낙화일, 석회유황합제; 중심화 만개 후 1, 3일
- 처리횟수 : AiBT-1; 1회, 석회유황합제; 2회
- 처리농도 : AiBT-1; 500, 1,000배액, 석회유황합제; 100배액
- 처리방법 : 엽면살포
- 약제 살포일 : AiBT-1; 5월 6일, 석회유황합제; 5월 2일 및 5월 4일

마. 재배방법

- 시험에 사용된 사과나무는 M9, 8년생으로 수형은 원추형, 중수고, 재식거리 3.5×1.5m.

바. 시험구 배치 및 소요면적

- 시험구 배치 : 난괴법 3반복(처리당 5주)



표 31. 실험에 소요된 면적.

구 분	처리수	반복구	시험구 총구수	구당주수	처리구당 소요면적(m <sup>2</sup> )	총 소요면적 (m <sup>2</sup> )
비효	4	3	12	5	236.25	472.5
비해	4	3	12	5	236.25	

(가) 조사 방법

표 32. AiBT-1 처리에 의한 비효시험, 비해시험 조사방법.

구 분	조사항목	조사 횟수	조사일자	조사방법
비효시험	적화율, 증량, L/D, 경도, 종자 수, 당도, 산도	2회	05월 26일 10월 30일	처리구당 양쪽 2주를 제외한 3주의 평균값임.
비해시험	약해유무	7회	5월 7, 10, 17, 24, 31일 6월 7, 14일	달관평가(0-9)

(나) 기상 현황

표 33. 석회유황합제, AiBT-1 살포시 기상현황.

월 / 일	강수량 (mm)	최고기온 (℃)	최저기온 (℃)	평균기온 (℃)	월 / 일	총 강수량 (mm)	평균 최고기온 (℃)	평균 최저기온 (℃)	평균기온 (℃)
4월 28일	0.5	14.5	2.4	8.3	6월 1일~30일	13.8	28.5	15.1	21.3
4월 29일	-	21.0	-0.4	11.8					
4월 30일	20.5	23.6	10.3	18.3	7월 1일~31일	6.9	29.8	20.3	24.4
5월 1일*	10.5	18.7	11.8	15.6	8월 1일~31일	7.8	29.2	20.0	23.8
5월 2일**	-	23.3	7.8	15.1	9월 1일~30일	7.0	25.4	14.3	18.9
5월 3일	-	23.8	8.9	15.6					
5월 4일**	-	21.5	4.1	12.4	10월 1일~31일	5.0	19.3	5.2	11.1
5월 5일	-	20.4	4.7	12.1	11월 1일~30일	4.0	14.4	3.3	8.1
5월 6일***	-	22.4	3.1	13.8					

\* , 만개일; \*\* , 석회유황합제 처리; \*\*\* , AiBT-1 처리

약제 살포 전후 기상 상황은 외부 기상 요인에 의하여 시험재배에는 큰 영향을 미치지 않았음.



(다) 시험 성적

표 34. AiBT-1 및 석회유황합제 처리에 따른 결실률(후지M9, 8년생).

구 분	결실률(적화율)%		
	정화		액화과
	중심과	측과	
AiBT-1 1,000배액	81.3(1.7)	9.3(88.1)	10.7(86.4)
AiBT-1 500배액	76.0(8.1)	6.7(91.4)	6.3(92.0)
석회유황합제	27.4(72.6)	29.5(70.5)	28.3(71.7)
무처리	82.7(0)	78.3(0)	78.7(0)

AiBT-1 엽면살포 처리에 따른 '후지'의 결실률('후지'M9, 8년생)은 무처리구 정화의 중심과 82.7%, 측과 78.3%, AiBT-1 1,000배액 처리구에서는 정화의 중심과 81.3%, 측과 9.3%로 나타나 무처리구에 비하여 정화의 중심과에서는 차이가 없었으나 정화의 측과에서는 낮은 결실률을 나타내어 AiBT-1 엽면살포 처리에 따른 정화의 측과에서 높은 적화효과를 보였다. 또한 액화과에서의 무처리구 결실률은 78.7%, AiBT-1 1,000배액 10.7%, AiBT-1 500배액 6.3%로 정화의 측과에서와 마찬가지로 액화과에서도 AiBT-1 엽면살포 처리에 따른 적화효과가 높게 나타났다. 석회유황합제의 경우 정화의 중심과 27.4% 결실, 정화의 측과 29.5%, 액화과에서 28.3%의 결실률을 나타내었다.

표 35. AiBT-1, 석회유황합제 처리가 사과 품질에 미치는 영향('후지')

구 분	중량 (g)	L/D	경도 (kg/cm <sup>2</sup> )	종자수 (개)	당도 (°Brix)	산도 (%)	밀병	생리장해 (달관조사)*
1,000배액	312.7	0.86	3.8	5.6	13.8	0.24	0	0
500배액	311.3	0.85	3.9	5.9	13.3	0.26	0	0.5~1
석회유황합제	310.2	0.85	3.9	5.8	13.5	0.26	0	1
무처리	280.3	0.85	3.9	5.5	13.2	0.26	0	0

\*달관조사 0:생리장해 무, 9:생리장해 아주 심함.

표 35는 AiBT-1 처리가 '후지' 사과 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 과실 중량, L/D, 경도, 종자수, 당도, 산도를 측정하였다. L/D, 경도, 당도, 산도에서는 무처리구와 팔목할만한 차이는 보이지 않았다. 하지만 중량의 경우, 무처리구 280.3g, 500배액에서는 311.3g, 1,000배액 처리구에서는 312.7g 으로 무처리구 보다 개당 중량이 높게 나타나 전체 수확량에서도 약 10% 정도 증가 효과를 나타내었다. 또한 종자수에 있어서 무처리구에서는 5.5개, 1,000배액에서 5.6개, 500배액에서 5.9개로 조사되어 AiBT-1 처리에 따른 종자수의 증감은 보이지 않았다. 처리 후 2개월간은 2주일, 그 이후로는 1개월 간격으로 조사한 비해 달관조사에서는 무처리구, 1,000배액 처리구, 500배액 처리구 모두에서 약해는 없었다. 석회유황합제와는 과실 품질에 차이가 없는 것으로 나타났다.

(라) 결과 요약

가. 비효 : AiBT-1 엽면 처리에 따른 사과(‘후지’) 개당 중량 증가는 무처리구에 비하여 1,000배액 처리구 10.4%, 500배액 처리구 10.0%의 증가율을 나타내어 사과 비대 증진에 효과가 있었다. L/D, 경도, 당도, 산도에서는 무처리구와 팔목할만한 차이는 보이지 않았으며, 종자수에 있어서 무처리구에서는 5.5개, 1,000배액 처리구에서 5.6개, 500배액 처리구에서 5.9개로 나타나 처리구간 차이는 없었다.

나. 비해 : 비해 달관조사의 경우 표준 처리구 (1,000배액)에서 AiBT-1 처리 후 다음날 0, 배액 처리구 (500배액) 0.5~1 정도의 아주 약간의 잎말림 현상이 발생하였으나 3~4일 후 바로 정상화 되었으며, 생육에 영향을 끼치는 정도는 아니었다. 기준량 및 배량에서 비해증상이 없었음.

(마) 시험 사진

① 비효 결과



사진 29. 무처리(좌측),



처리(우측)

(5) AiBT-1처리가 사과나무 수세에 따른 적화효과

(가) 재배관리에 따라 수세가 다른 과원의 적화효과

- ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1
- ㄴ. 품 종 : ‘홍로’
- ㄷ. 시험 지역 : 경북 군위 소보면 독농가, 군위 부계면 경북대학교 부속실습장
- ㄹ. 처리 횟수 : 1회
- ㅁ. 처리 시기 : 중심화 만개 후 3일, 5일, 7일 (2013년 4월 27, 29일, 5월 1일)
- ㅂ. 처리 농도 : 표준액, 무처리
- ㅅ. 처리 형태 : 엽면살포
- ㅇ. 조사 항목 : 적화율, 생리장해, 품질특성(당도, 산도, 중량 등), 기상조건

전년도 생육기의 평균 신초장이 25cm가 넘고, 이차 생장률이 20%가 넘는 나무를 수세가 강한 과원, 평균 신초장이 15cm 미만이고, 이차 생장률이 5% 미만인 과원을 수세가 약한 과원으로 선정하였다. 수세가 강한 시험구는 군위군 소보면 독농가이고, 수세가 약한 시험구는 경북대 군위 부속실습장으로 정하고 처리함.

① 실험결과

표 36. AiBT-1 처리에 따른 '홍로'사과(수세약-군위부속실습장)의 정화, 액화 과총당 과실수

구 분	정화 과총수 (개)	정화 과총 당 과실수 (개)	정화 100과 총당 과실수 (개)	액화 과총수 (개)	액화 과총 당 과실수 (개)	액화 100과 총당 과실수 (개)
무처리	10	4.60	460	45	4.76	476
중심화 만개후 +3	33	4.18	418	142	3.51	351
중심화 만개후 +5	37	3.59	359	114	4.06	406
중심화 만개후 +7	26	3.96	396	85	3.85	385

표 37. AiBT-1 처리에 따른 '홍로'사과(수세강-군위 소보면 독농가)의 정화, 액화 과총당 과실수

구 분	정화 과총수 (개)	정화 과총 당 과실수 (개)	정화 100과 총당 과실수 (개)	액화 과총수 (개)	액화 과총 당 과실수 (개)	액화 100과 총당 과실수 (개)
무처리	18	4.06	406	55	5.05	505
중심화 만개후 +3	35	3.69	369	160	3.33	333
중심화 만개후 +5	36	3.97	397	156	3.84	384
중심화 만개후 +7	30	4.53	453	204	3.85	385

표 38. AiBT-1 처리에 따른 '홍로'사과(수세약-군위부속실습장)의 적화율

구분	초기착과량 (개)			최종착과량 (개)			적화율 (%)		
	총합	정화	액화	총합	정화	액화	총합	정화	액화
무처리	243	52	191	214	46	168	11.9	11.5	12
중심화 만개후 +3	752	147	605	636	138	498	15.4	6.1	17.7
중심화 만개후 +5	655	159	496	596	133	463	9	16.3	6.7
중심화 만개후 +7	478	128	350	430	103	327	10	19.5	6.5

표 39. AiBT-1 처리에 따른 '홍로'사과(수세강-군위 소보면 독농가)의 적화율

구 분	초기착과량 (개)			최종착과량 (개)			적화율 (%)		
	총합	정화	액화	총합	정화	액화	총합	정화	액화
무처리	306	79	227	278	73	205	9.1	7.5	26
중심화 만개후 +3	809	163	646	662	129	533	18.2	20.9	17.5
중심화 만개후 +5	815	156	659	742	143	599	9	8.33	9.1
중심화 만개후 +7	966	143	823	922	136	786	4.6	4.9	4.5

일반적으로 수세에 따른 적화의 효과는 수세가 약한 나무에서 적화율이 높은 것으로 보고된다. 하지만 2013년 실험에서 적화율은 수세에 상관없이 중심화 만개 3일후 처리구에서 무처리보다 적화율이 높은 것으로 나타났다. 하지만 이는 2012년의 실험에서보다 적화율에서 낮은 수

치를 나타내고 있다. 이는 2013년의 개화 시 기상과 연관이 있는 것으로 판단된다(적화효과에 대한 고찰 참조).

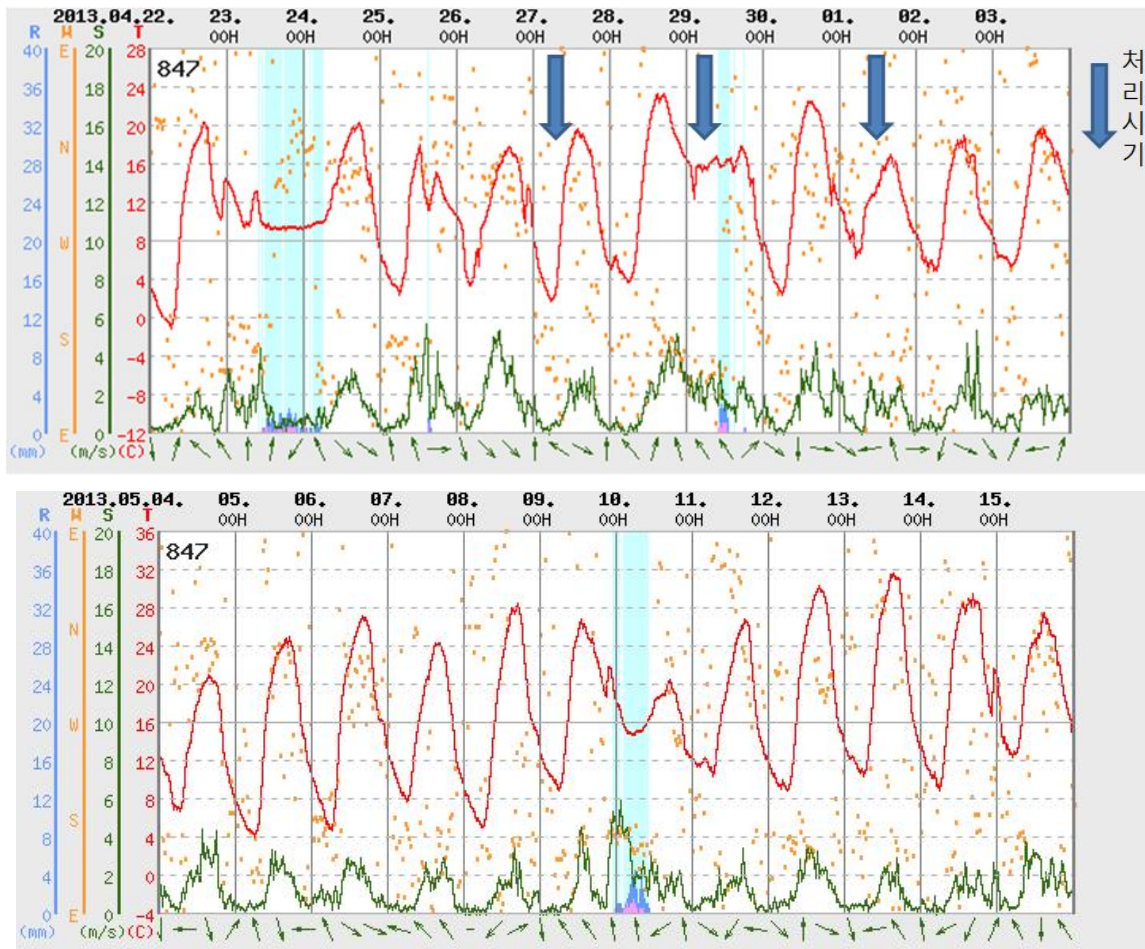


그림 11. 수세에 따른 AiBT-1 처리 전, 후 기상현황

(나) 동일과원에서 수세가 다른 나무의 적화효과

- ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1
- ㄴ. 품 종 : '후지', '홍로'
- ㄷ. 시험 지역 : 경북 영주시 독농가
- ㄹ. 처리 횟수 : 1회
- ㅁ. 처리 시기 : '후지' (만개 후 7일, 2013년 5월 4일); '홍로' (만개 후 5일, 2013년 5월 1일)
- ㅂ. 처리 농도 : 표준액, 무처리
- ㅅ. 처리 형태 : 엽면살포
- ㅇ. 조사 항목 : 적화율, 생리장해, 품질특성(당도, 산도, 중량 등)

표 40. AiBT-1 처리가 수세에 따른 적화효과 차이 구명 (영주, 후지).

처리방법	결실률(%)		
	정화	액화	전체화
수세약	38.0	36.1	37.1
수세강	56.3	56.5	56.4
Lime sulfur	63.3	57.0	50.7
무처리	68.0	62.2	65.1

개화일, 4/28; 만개일, 5/4; 처리일, 만개 후 7일; 조사일, 5/21

표 41. AiBT-1 처리가 수세에 따른 착과 과실 특성 비교(영주, 후지).

처리방법	종경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	종경- 횡경 (cm)	생리장해** (0-5)	동녹 (유·무)	벌활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자수 (개)
수세약	1.27	0.96	1.32	0.31	1~2	무	무해	18.5	6.3
수세강	1.45	1.28	1.13	0.17	0	무	무해	21.6	6.4
Lime sulfur	1.51	1.38	1.09	0.13	0	유(약간)	무해	21.2	6.3
무처리	1.39	1.11	1.26	0.28	0	무	무해	17.5	6.3

개화일, 4/28; 만개일, 5/4; 처리일, 만개 후 7일; 조사일, 5/21; \*\*, 0:없음~5:아주 많음



사진 30. 동녹 발생 비교(화살표)

영주시 독농가에서의 '후지' 수세에 대한 적화의 효과는 정화와 액화에서 모두 수세가 약한 나무에서 적화의 효과가 강하게 나타나, 전체적으로 수세가 약한 나무에서는 63%, 수세가 강한 나무에서는 약 44%의 적화효과가 나타났다. 농가 관행의 적화제인 Lime sulfur의 경우에는 전체적으로 약 50%의 적화율을 보였으나 초기에 동녹 생리장해가 나타나고, AiBT-1의 경우 수세가 약한 나무에서 잎이 약간의 잎말림현상이 발생하였으나 생육 후기에는 정상으로 회복됨.



표 42. AiBT-1 처리가 수세에 따른 적화효과 차이 구명(영주, 홍로).

처리방법	결실률(%)		
	정화	액화	전체화
수세약	22.1	32.0	27.1
수세강	36.5	38.4	37.5
무처리	66.0	48.1	57.1

개화일, 4/25; 만개일, 5/1; 처리일, 만개 후 5일; 조사일, 5/21

표 43. AiBT-1 처리가 수세에 따른 착과 과실 특성 비교(영주, 홍로).

처리방법	총경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	총경-횡경 (cm)	생리장해 <sup>a</sup> (0~5)	동녹 (유·무)	별활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자수 (개)
수세약	1.20	1.04	1.15	0.16	3	무	무해	10.0	8.3
수세강	1.48	1.36	1.09	0.13	0	무	무해	14.7	8.6
무처리	1.45	1.31	1.11	0.14	0	무	무해	15.6	8.4

개화일, 4/25; 만개일, 처리일, 만개 후 5일; 5/1; 조사일, 5/21; <sup>a</sup>, 0:없음~5:아주 많음



사진 31. 좌(수세강), 우(수세약), 홍로



사진 32. 좌-수세(강), 우-수세(약), 후지

영주시 독농가에서의 '홍로' 수세에 대한 적화 효과는 정화와 액화에서 모두 수세가 약한 나무에서 적화 효과가 강하게 나타났으며, 수세가 약한 나무에서 73%, 수세가 강한 나무에서 약 62%의 적화효과가 나타나 수세에 따라 적화효과 차이가 있었다.

(6) AiBT-1+계면활성제 첨가에 따른 적화효과 검토



- ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1 단용 혹은 계면활성제 첨가
- ㄴ. 품 종 : '후지'
- ㄷ. 시험 지역 : 영주 및 안동 독농가
- ㄹ. 처리 횟수 : 1회
- ㅁ. 처리 시기 : 만개 후 3, 4, 5, 6일째
- ㅂ. 처리 농도 : 표준액, 무처리
- ㅅ. 처리 형태 : 엽면살포
- ㅇ. 조사 항목 : 적화율, 생리장해, 품질특성(당도, 산도, 중량 등), 기상조건

표 44. AiBT-1과 계면활성제 혼용에 따른 적화효과 차이 구명(영주, 후지).

처리시기	처리방법	결실률(%)					
		정화		액화		전체화	
		중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
만개 후 3일	기준액	57.5	61.9	55.0	59.4	56.3	60.6
	기준액+계면*	52.5	53.1	55.0	58.8	53.8	55.9
만개 후 4일	기준액	55.0	55.6	60.0	60.0	57.5	57.8
	기준액+계면*	57.5	56.9	32.5	44.4	45.0	50.6
만개 후 5일	기준액	50.0	58.1	42.5	55.0	46.3	56.6
	기준액+계면*	52.5	58.8	55.0	60.6	53.8	59.7
만개 후 6일	기준액	47.5	53.1	45.0	57.5	46.3	55.3
	기준액+계면*	40.0	52.5	40.0	50.0	40.0	51.3
무처리		65.0	68.8	55.0	63.8	60.0	66.3

개화일, 4/28; 만개일, 5/4; 조사일, 5/21; \*, 계면활성제

표 45. AiBT-1과 계면활성제 혼용에 따른 착과 과실 특성 비교(영주, 후지).

처리시기	희석농도	중경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	중경- 횡경 (cm)	생리장해** (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	중자수 (개)
만개 후 3일	기준액	1.42	1.25	1.13	0.17	0	무	무	20.2	6.3
	기준액+계면*	1.40	1.30	1.08	0.10	0	무	무	20.0	5.7
만개 후 4일	기준액	1.44	1.28	1.13	0.16	0	무	무	19.3	6.0
	기준액+계면*	1.40	1.26	1.11	0.14	0	무	무	18.9	6.7
만개 후 5일	기준액	1.45	1.29	1.12	0.16	0	무	무	16.4	6.3
	기준액+계면*	1.43	1.22	1.17	0.21	0	무	무	17.6	6.3
만개 후 6일	기준액	1.47	1.30	1.13	0.17	0	무	무	17.9	7.0
	기준액+계면*	1.43	1.20	1.19	0.22	0	무	무	14.5	6.0
Lime sulfur		1.51	1.38	1.09	0.13	0	유	무	21.2	6.3
무처리		1.39	1.11	1.26	0.28	0	무	무	17.5	6.3

개화일, 4/28; 만개일, 5/4; 조사일, 5/14; \*, 계면활성제; \*\*, 0:없음~5:아주 많음

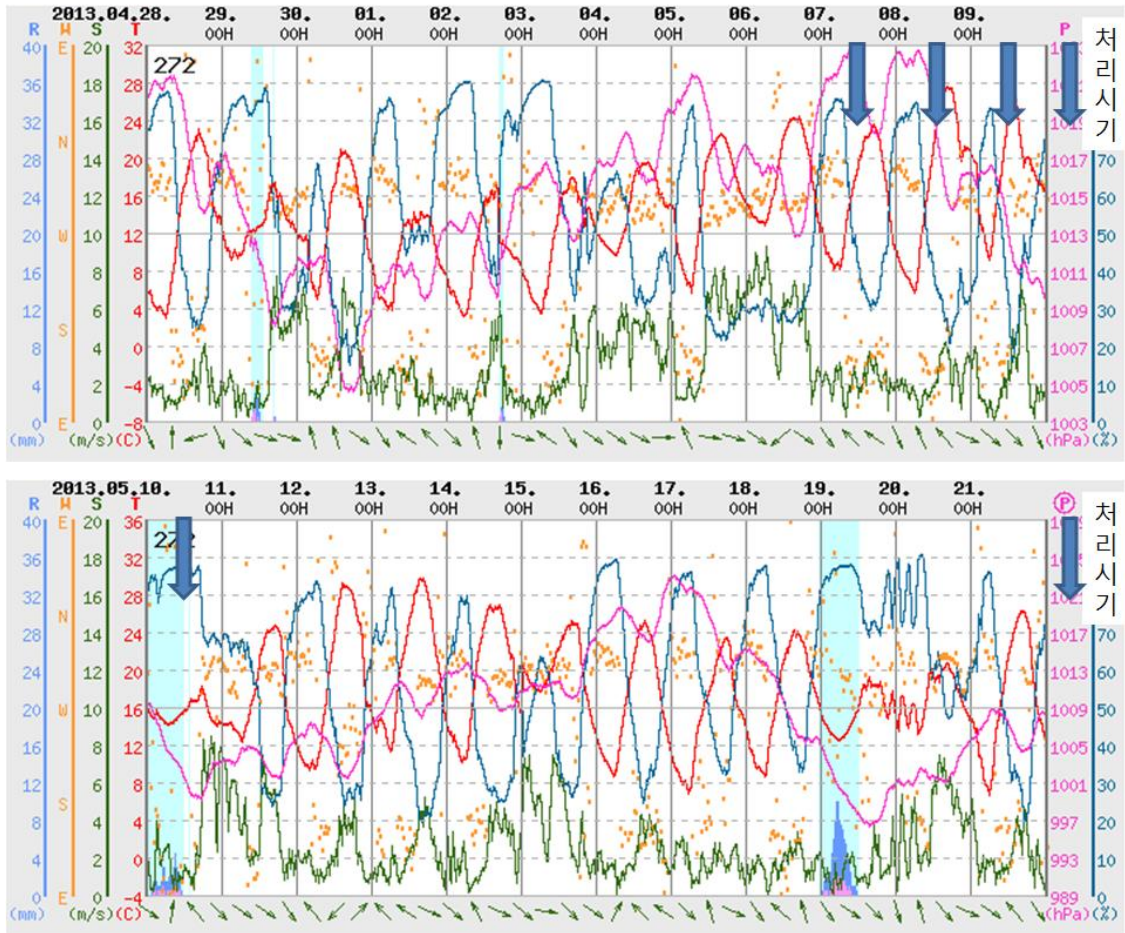


그림 12. AiBT-1 처리 전, 후 영주 기상현황

영주 독농가의 경우 단용 처리와 계면활성제의 혼용에 따른 적화의 효과는 살포시기에 따라 조금의 차이를 보이고, 만개 5일후 AiBT-1의 단용 처리 시 중심화의 적화율은 약 54%, 계면활성제 혼용 시 적화율은 약 46%로 단용 시 적화율이 조금 높으나 전체적인 경향치를 파악하기는 어려웠고, 과실의 특성비교 결과 중경, 회경, L/D값, 중경-횡경, 생리장해, 동녹현상에 별다른 차이를 보이지 않았다.

표 46. AiBT-1과 계면활성제 혼용에 따른 적화효과 차이 구명(안동, 후지).

처리시기	처리방법	결실률(%)					
		정화		액화		전체화	
		중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
만개 후 3일	기준액	50.0	66.9	77.5	59.4	66.3	63.1
	기준액+계면*	47.5	45.6	60.0	59.4	53.8	52.5
만개 후 4일	기준액	45.0	58.8	80.0	81.9	62.5	70.3
	기준액+계면*	67.3	69.4	70.0	76.9	68.8	73.1
만개 후 5일	기준액	67.5	58.8	77.5	87.5	72.5	73.1
	기준액+계면*	62.7	49.4	55.0	52.5	58.8	50.9
만개 후 6일	기준액	45.0	38.1	67.5	34.4	56.3	36.3
	기준액+계면*	47.3	43.8	62.5	37.5	55.0	40.6
무처리		63.3	53.3	70.0	69.2	66.7	61.3

개화일, 4/28; 만개일, 5/3; 조사일, 5/16; \*, 계면활성제

표 47. AiBT-1과 계면활성제 혼용에 따른 착과 과실 특성 비교(안동, 후지).

처리시기	희석농도	중경 (cm)	횡경 (cm)	L/D	중경- 횡경 (cm)	생리장해** (0-5)	동녹 (유·무)	별활동 피해 (유·무)	신초 (cm)	종자수 (개)
만개 후 3일	기준액	1.08	0.76	1.42	0.32	0	무	무	13.2	5.4
	기준액+계면*	0.96	0.66	1.45	0.30	0	무	무	11.3	5.5
만개 후 4일	기준액	0.94	0.67	1.41	0.27	0	무	무	13.4	5.7
	기준액+계면*	0.97	0.71	1.36	0.25	0	무	무	11.9	5.3
만개 후 5일	기준액	0.93	0.67	1.38	0.26	0	무	무	12.5	5.6
	기준액+계면*	0.97	0.67	1.46	0.31	0	무	무	13.0	5.6
만개 후 6일	기준액	0.99	0.68	1.46	0.31	0	무	무	13.3	6.1
	기준액+계면*	0.99	0.70	1.43	0.30	0	무	무	12.8	5.4
무처리		0.96	0.69	1.40	0.27	0	무	무	13.2	5.7

개화일, 4/28; 만개일, 5/3; 조사일, 5/16; \*, 계면활성제; \*\*, 0:없음~5:아주 많음

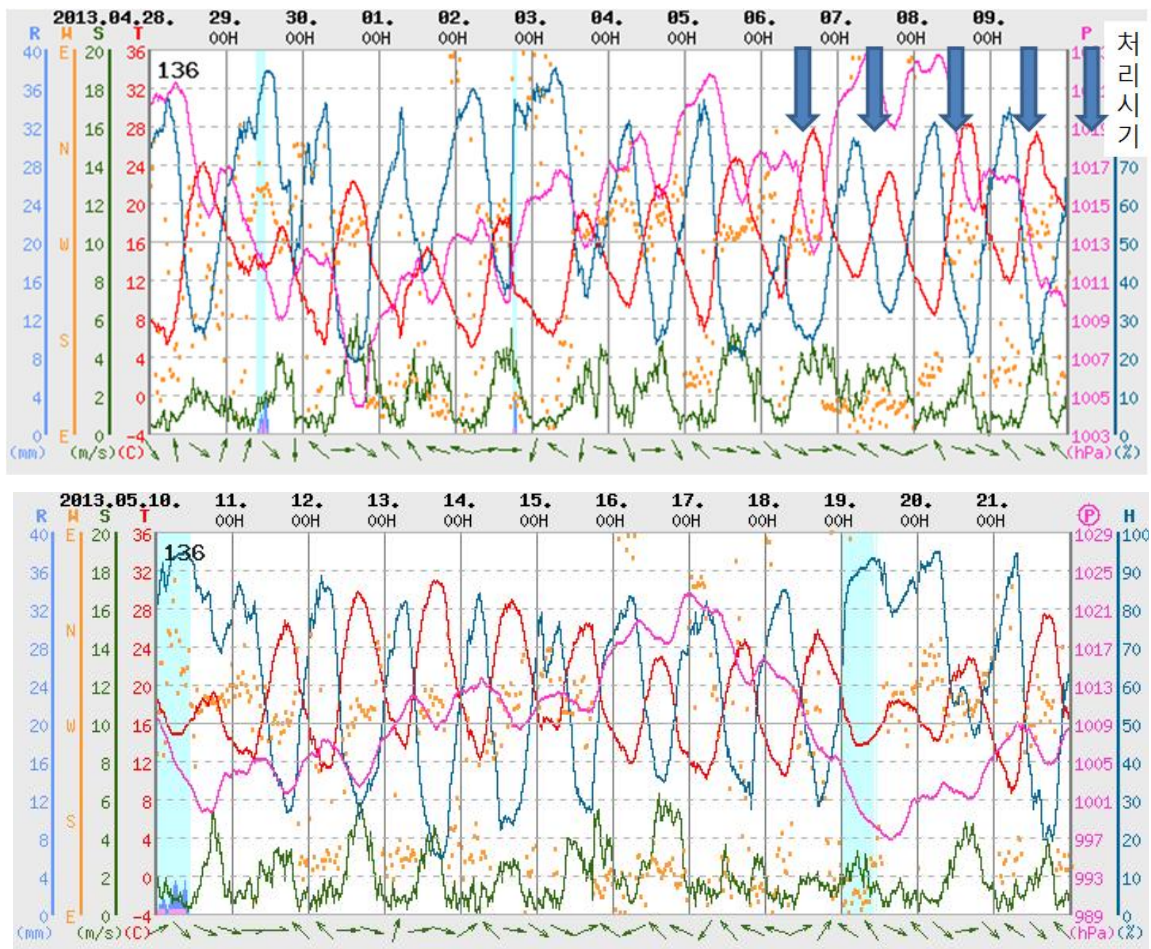


그림 13. AiBT-1 처리 전, 후 안동 기상현황

안동 독농가의 경우 단용 처리와 계면활성제의 혼용에 따른 적화 효과는 살포시기에 따라 약간의 차이를 보이고, 만개5일후 AiBT-1의 단용 처리 시 중심화의 적화율은 약 28%, 계면활성제 혼용 시 적화율은 약 41%로 혼용 시 적화율이 높으나 전체적으로 적화율이 낮고, 계면활성제의 첨가에 따른 적화율의 경향치는 일정하게 나타나지 않았다. 과실의 특성비교 결과 종경, 회경, L/D값, 종경-횡경, 생리장해, 동녹현상에 별다른 차이를 보이지 않았다.

(7) 적화제용 AiBT-1의 사용에 따른 농가 경영비 절감 비교 조사

- '후지' 및 '홍로' 품종의 무처리, 석회유황합제(2회), 카바릴 및 AiBT-1 처리에 따른 소요 노동력 및 경비 조사
- 처리별 적과 소요시간 조사,
- 적과소요 및 기계적과 경비 조사
- 적과 경비 절감효과
- ㄱ. 공시 재료 : '홍로/M.9'(군위 및 장수지역 독농가) 및 '후지/M.9'(군위 및 청송지역 독농가)
- ㄴ. 처리 : 2012년 '후지' 및 '홍로'의 개화시기에 AiBT-1, 석회유황합제(2회), 카바릴을 농가사용 기준으로 처리 및 무처리
- ㄷ. 분석내용 : 처리별 3주씩 적과소요시간을 측정하여 평균함. 단위면적당 재식주수에 의한 적과노동력 분석, 단위면적당 적과 경비 산출.

표 48. 적과 및 AiBT-1 처리에 따른 '홍로' 사과의 적과 경영비 분석

구분	A		B		C		D		E		
	적화(과)제 비용 (천원/10a)	손적과소요시간 (분/나무)	손 적과노동력 (명/10a)	손 적과경비 (천원/10a)	손 적과노동력 (명/10a)	손 적과경비 (천원/10a)	손 적과노동력 (명/10a)	손 적과경비 (천원/10a)	총적과비용 (천원/10a)	총적과비용 (천원/10a)	
		군위	장수	군위	장수	군위	장수	군위	장수	군위	장수
무처리	0	29.5	36.2	10.2	12.5	612	750	612	750	612	750
석회유황 합제(2회)	27.6	18.9	16.7	6.5	5.8	390	348	417.60	375.60	417.60	375.60
카바릴	4.8	20.1	10.9	7.0	3.8	420	228	424.80	232.80	424.80	232.80
AiBT-1	41.2	13.5	10.6	4.7	3.7	282	222	323.20	263.20	323.20	263.20
비고	단위면적당 추천량에 의거	3주 실측하여 주당으로 평균함		8시간/1일, 166주/10a, 기준으로 환산		인건비 60,000원/1인/1일 (일일 단가 5만 +부대비용)		E=A+D			

위와 같이 '홍로' 사과에 대한 두 지역(군위, 장수)의 적과비용절감은 무처리에 비해 석회유황합제(2회) 혹은 카바릴의 살포시 군위지역의 약 32%, 31%, 장수지역의 경우 50%, 69%의 전체 적과비용절감효과가 있으며, AiBT-1의 경우 군위에서는 47%, 장수지역에서는 약 65%의 적화 및 적과의 비용감소효과가 나타났다.

표 49. 적과 및 적과제 처리에 따른 '후지' 사과에 대한 적과 경영비 분석.

구분	A	B		C		D		E	
	적화(과)제비용 (천원/10a)	손적과소요시간 (분/나무)		손 적과노동력 (명/10a)		손 적과경비 (천원/10a)		총 적과비용 (천원/10a)	
		군위	청송	군위	청송	군위	청송	군위	청송
무처리	0	37.5	36.2	6.5	6.3	390	378	390	378
석회유황합제(2회)	27.6	28.2	19.8	4.9	3.4	294	204	321.60	231.60
카바릴	4.8	23.0	20.5	4.0	3.5	240	210	244.80	214.80
AiBT-1	41.2	15.9	19.6	2.8	3.4	168	204	209.20	245.20
비고	단위면적당 추천량에 의거 비용계산	3주 실측하여 주당으로 평균함		8시간/1일, 83주/10a, 기준으로 환산		인건비 60,000원/1인/1일 (일일 단가 5만 +부대비용)		E=A+D	

위와 같이 '후지' 사과에 대한 두 지역(군위, 청송)의 적과 비용절감은 무처리에 비해 석회유황합제(2회) 혹은 카바릴의 살포시 군위지역의 약 18%, 38%, 청송지역의 경우 약 39%, 44%의 전체 적과비용 절감효과가 있으며, AiBT-1의 경우 군위에서는 67%, 청송지역에서는 약 36%의 적화 및 적과의 비용감소 효과가 나타났다.

다. 협동2: AiBT-1의 매개충에 미치는 독성평가

(1) 실험재료

(가) 시험 약제: 식물추출혼합물 [AiBT-1, 애플(주)]

(나) 대조 약제: A사 액상 황 제품

(다) 대상 곤충: 양봉꿀벌(*Apis mellifera*) : 경북 상주시 S씨 양봉 농가

(2) 접촉 독성 실험

(가) 방법

- 시험 약제를 각 100배, 1000배로 물에 희석한 후 분무기를 이용하여 사육 중인 벌통(n=10)의 꿀벌(약 2만 마리/통)에 직접 살포함
- 꿀벌의 몸에 흥건하게 젖도록 살포한 후 꿀벌들의 행동 변화 및 죽은 개체의 유무를 24시간 동안 관찰함
- 무처리구(물) 및 대조고 약제도 동일하게 처리함

번호	약제	희석배수
1	물	-
2	AiBT-1	1000배
3	AiBT-1	100배
4	A사 황 제품	100배



(나) 결과

- 약제 살포 2시간 후, 죽은 개체가 없었으며 꿀벌들의 행동도 처리전과 동일하게 비정상적인 행동변화가 전혀 없었음
- 약제 살포 24시간 후에도 벌통 내에서 죽은 개체나 꿀벌의 비정상적인 행동은 나타나지 않았음
- 시험약제(AiBT-1)는 꿀벌에 접촉 독성은 없는 것으로 판단됨
- 대조구인 물이나 A사 황 제품의 경우도 치사율은 없었으며 약해를 나타내는 특이한 행동변화는 관찰되지 않았음



사진 33. 꿀벌에 대한 접촉 독성 실험.

(3) 섭취독성 실험

(가) 방법

- 식물추출물(AiBT-1)의 섭취독성을 측정하기 위하여 섭취 후 살충, 행동변화 및 소화효소의 활성을 비교 분석하였음
- 양봉꿀벌의 일벌을 채집하여 설탕물을 먹이며 48시간 동안 플라스틱 사육통(10×10×5cm<sup>3</sup>)에 사육함
- 설탕에 AiBT-1 및 대조구 약제를 1000배 및 100배 비율로 처리한 뒤에 동일한 방법으로 사육함
- 약제 처리 6시간 및 48시간 후에 일벌의 소화기관을 해부하여 단백질을 추출한 뒤에 다양한 소화효소의 활성을 비교 분석함

번호	약제	희석배수
A1	물	-
A2	AiBT-1	1000배
A3	AiBT-1	100배
A4	A사 황 제품	100배

(나) 소화효소 활성 분석법

① 소화관 단백질 추출

- 양봉꿀벌 일벌의 소화관(n=5)을 해부현미경하의 Saline solution에서 분리하여 1.5ml plastic tube에 옮긴 후 200 $\mu$ l의 Homogenization buffer(20mM Tris-HCl pH8.6)에 혼합함
- 유리막대로 마쇄한 후에 12,000rpm, 4°C에서 15분간 원심 분리하여서 상층액을 분리함
- Bradford assay로 상층액의 단백질 농도를 측정한 뒤에 각 효소에 대한 기질을 이용하여 추출액 내에 있는 소화효소의 활성을 측정함

표 50. 각 효소의 기질 성분.

Group	Enzyme	Substrate
단백질분해효소	Trypsin	N- $\alpha$ -benzoyl-D L-arginine b-naphthylamide hydrochloride (L-BAPNA)
	Chymotrypsin	N-Succinyl-Ala-Ala-Pro-Phep-nitroanilide (SA <sup>2</sup> PFpNA)
	Estrase	4-Nitrophenyl acetate (p-NPAC)
	Alkaline phosphatase	p-Nitrophenyl phosphate hexahydrate (pNPP)
	Aminopeptidase	L-Leucine p-Nitroanilide (LPNA)
탄수화물분해효소	Amylase	amylose azure
지질분해효소	Lipase	2,3-dimercapto-1-propanol tributyrat
신경전달물질분해효소	Acetylcholine esterase	5,5-dithio-bis 2-nitrobenzoic acid (DTNB), acetylcholine iodide

② 단백질분해효소의 활성 측정

- 각 효소에 대한 기질  $390\mu\text{l}$ 와 소화효소액  $5\mu\text{l}$ 를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 5분간 반응을 유도한 후에 분광기(Tecan, CA)를 이용하여  $405\text{nm}$ 에서 흡광도를 측정함

③ 탄수화물분해효소의 활성 측정

- Amylase에 대한 기질  $190\mu\text{l}$ 와 소화효소액  $10\mu\text{l}$ 를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 5분간 반응을 유도한 후에 분광기를 이용하여  $595\text{nm}$ 에서 흡광도를 측정함

④ 지질분해효소의 활성 측정

- Lipase에 대한 기질  $140\mu\text{l}$ 와 소화효소액  $10\mu\text{l}$ 를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 10분과 20분 동안 반응을 유도한 후에 분광기를 이용하여  $412\text{nm}$ 에서 흡광도를 측정함
- 각 효소의 활성을  $\text{mU}/\text{min}/\text{mg}$ 으로 표시하여 비교 분석함

(4) 신경독성 실험

(가) 신경전달물질분해효소의 활성 측정

- 식물추출물의 곤충 신경에 대한 독성을 분석하기 위하여 신경전달물질인 acetylcholine의 분해효소의 활성을 비교 분석함
- Acetylcholine esterase에 대한 기질  $390\mu\text{l}$ 와 소화효소액  $10\mu\text{l}$ 를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 10분간 반응을 유도한 후에 분광기(Tecan, CA)를 이용하여  $405\text{nm}$ 에서 흡광도를 측정함
- 효소의 활성을  $\text{mU}/\text{min}/\text{mg}$ 으로 표시하여 비교 분석함

(5) 결과

(가) 단백질소화효소 및 신경전달물질분해효소의 활성 비교분석

- 5종류의 단백질소화효소의 활성을 처리 후 6시간 뒤에 비교 분석해 본 결과 AiBT-1 처리구에서는 다소 상승효과가 있었으나 황 제품의 처리구에서는 모두 감소하는 패턴을 보임
- 특히, AiBT-1 1000배액 처리구(A2)보다 100배액 처리구(A3)에서 모두 높게 나타남
- 신경전달물질분해효소인 Acetylcholine esterase (AChE)의 활성을 비교해 본 결과 황제품 처리구에서 낮게 나타났음

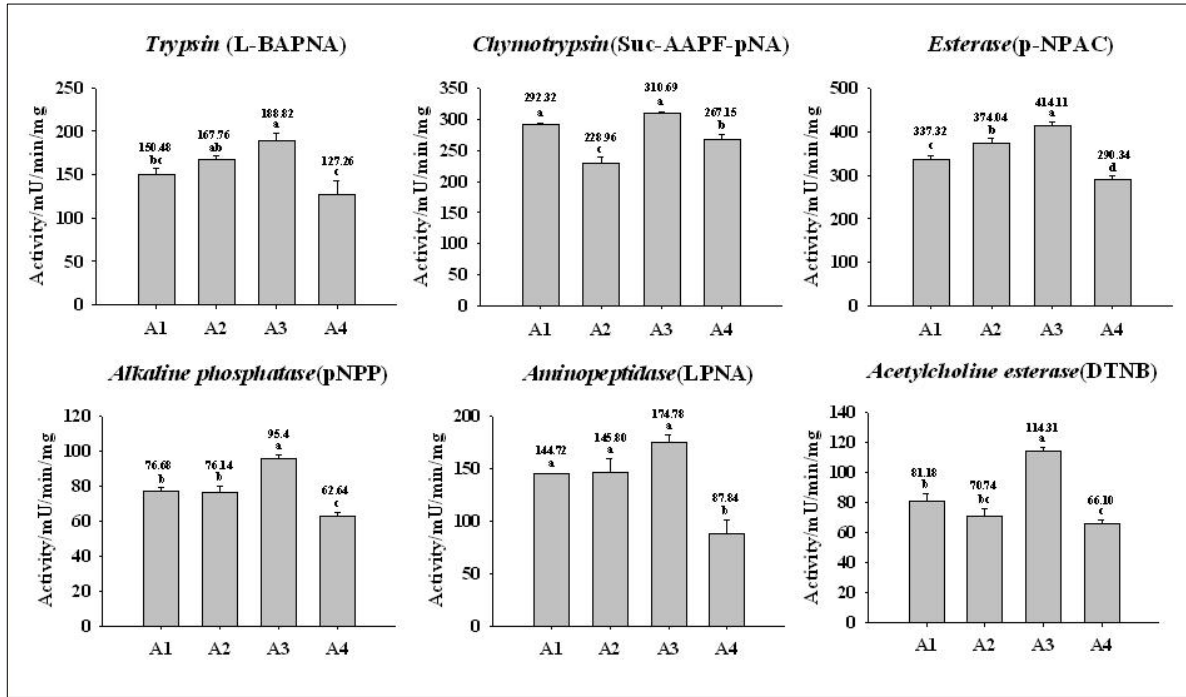


그림 14. 꿀벌 단백질분해효소 및 신경전달물질분해효소의 활성 비교.

(나) Amylase 활성 비교분석

- 탄수화물 소화효소인 아밀라아제를 활성화한 후 6시간 뒤에 비교 분석해 본 결과 무처리구 (설탕물)에 비하여 AiBT-1 100배 희석액에서는 다소 상승했으나 100배 희석액 및 황제품 처리구에서는 큰 차이가 없었음
- 꿀벌 amylase의 활성은 AiBT-1 및 황제품의 처리에 의하여 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 판단됨

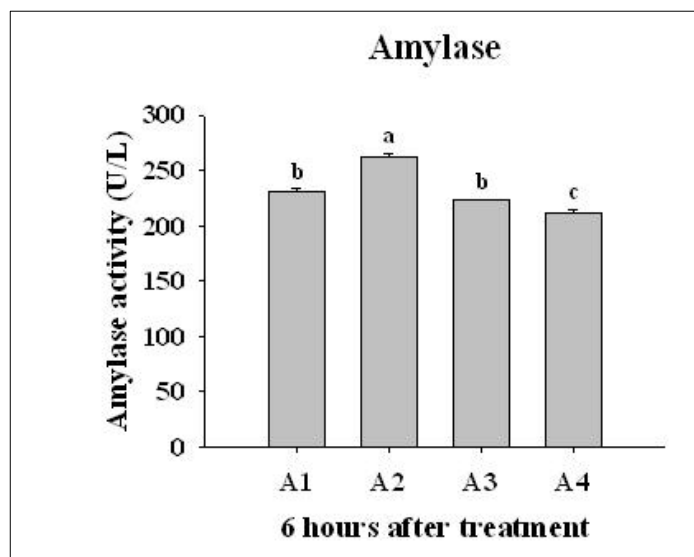


그림 15. 꿀벌 탄수화물분해효소의 활성 비교.

(다) Lipase 활성 비교분석

- 지질성분 소화효소인 lipase를 활성화한 후 6시간뒤에 비교 분석해 본 결과 무처리구(설탕물)에 비하여 AiBT-1 1000배 희석액에서는 다소 감소했으나 100배 희석액에서는 활성이 증가했으며 황제품 100배 희석액 처리구에서는 유사한 패턴을 나타냄
- 처리 후 48시간에 비교 분석해 본 결과 무처리구(설탕물)에 비하여 AiBT-1 1000배 및 100배 희석액에서 모두 증가했으며 황제품 처리구에서는 가장 증가한 패턴을 나타냄
- 꿀벌 lipase의 활성은 AiBT-1 및 황제품의 처리에 의하여 시간이 지남에 따라서 효소활성이 증가되는 것으로 판단됨

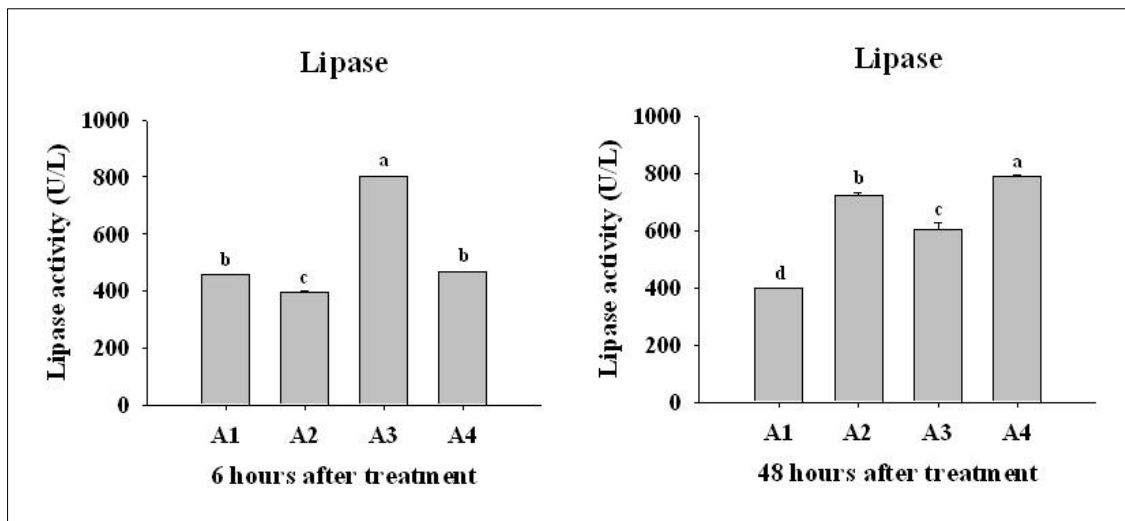


그림 16. 꿀벌에 대한 접촉 독성 실험.

2. 2차년도

가. 세부 : 식물추출물을 이용한 친환경 사과 적화제 개발

(1) AiBT-1 처리시기에 따른 처리시기별, 농도에 따른 적화효과 차이 규명

(가) 영주

AiBT-1의 처리에 따른 영주, 안동, 군위에서의 지역별, 처리농도별 효과 차이 규명에 대한 실험의 일환으로 영주, 후지 품종에 실시한 과실 특성 비교 실험이다(표 51). AiBT-1를 만개 3일부터 만개 6일까지 처리하였으며, 희석배수는 기준액(1,000배액)과 배액(500배액)으로 설정하여 과중, 종경, 횡경, L/D, 경도, 당도, 산도, 착색, 종자수 등의 특성을 조사하였다. 과중에 있어서는 무처리구에 비하여 만개 4일 배액(500배액), 만개 5일 기준액(1,000배액), 배액(500배액) 처리구에서 유의성이 인정되었고, 종경에 있어서는 일부 처리구에서만 무처리구에 비하여 높게 나타났고, 횡경 및 L/D값은 무처리구와 차이가 없었다. 경도의 경우 무처리구 1.56kg, 처리구 1.35~1.68kg로 나타나 유의성은 인정되지 않았으며, 당도는 무처리구 12.2°BX, 처리구 12.1~13.7°BX로 나타나 일부 처리구(만개 3일 기준액, 배액)에서는 무처리구에 비하여 높게 나타났고, 횡경 및 L/D값은 무처리구와 차이가 없었다. 경도의 경우 무처리구 12.2°BX, 처리구 12.1~13.7°BX로 나타나 일부 처리구(만개 3일 기준액, 배액)에서는 무처리구에 비하여 높은 값을 보였다. 산도 및 종자수에 있어서는 무처리구와 차이가 인정되지 않았으며, 동녹의 경우 과



일이 형성되는 초기에 동녹이 발생되지 않았는데 과실의 수확기에서도 동녹은 전혀 발생되지 않아 AiBT-1의 처리가 동녹 발생 및 과수 생육에는 전혀 영향을 끼치지 않음을 알 수 있었다. 전체적으로 종합하면 AiBT-1의 처리에 따른 과일 특성에 미치는 영향을 일부 처리구에서 종경의 성장을 촉진하였고, 일부 처리구에서 당도를 향상시켰으며, 그 이외에는 무처리구와 비슷한 양상을 보여 적화제로서 안정적으로 사용가능함을 알 수 있었다.

표 51. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 수확 과실 특성 비교(영주, 후지, 2013년).

처리시기	희석 배수 (배)	과중 (g/개)	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ <sup>3</sup> mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색* (1~4)	종자 (개)	동녹 (유,무)
만개 3일	1000	266.0ab <sup>z</sup>	72.3bc	83.4bc	0.87ab	1.59a	13.7a	0.34b	2.9abc	8.0a	무
	500	266.3ab	71.9bc	84.3bc	0.85b	1.62a	13.6a	0.32bc	2.9abc	7.3ab	무
만개 4일	1000	269.4ab	73.6abc	83.3bc	0.88ab	1.35b	12.8b	0.39a	3.0abc	6.2b	무
	500	278.1a	74.8ab	84.9b	0.88ab	1.49ab	12.6bc	0.28c	3.4a	7.3ab	무
만개 5일	1000	280.1a	74.2abc	85.1b	0.87ab	1.49ab	12.1c	0.32bc	2.3c	7.2ab	무
	500	285.4a	76.5a	84.6b	0.90a	1.56ab	12.6bc	0.34ab	2.6bc	6.7ab	무
만개 6일	1000	269.7ab	73.3bc	81.5c	0.90a	1.68a	12.1c	0.30bc	3.4a	7.2ab	무
	500	264.9ab	71.7c	84.3bc	0.85b	1.59a	12.3bc	0.33b	3.4a	7.3ab	무
무처리		253.2b	71.4c	82.2bc	0.87ab	1.56ab	12.2bc	0.30bc	3.2ab	7.3ab	무

첫 개화일, 4/28; 만개일, 5/4, 수확일, 10/29; 조사일, 11/4; \*, 1 : 낮음~4 : 높음; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

## (2) 안동

표 52는 AiBT-1의 처리에 따른 지역별 수확과실 특성을 비교한 것으로 안동지역에서 후지를 조사한 결과이다. 무처리구의 개당 과중은 225.8g, 기준액(1,000배액) 처리구 221.1~256.8g, 배액(500배액) 처리구 219.7~252.36g로 조사되어 만개 5일 기준액(1,000배액) 처리구에서 256.8g로 가장 높게 나타났다. 무처리구에 비교하여 약 13.7% 정도의 과중이 증가되었다. 종경의 경우, 만개 4일 500배액 처리구에서 69.2mm, 무처리 65.1mm로 나타나 약 6.3%의 종경 증가가 이루어졌고, 횡경의 경우 만개 5일 기준액 1,000배액 처리구를 제외하고는 무처리구와 차이를 보이지 않았다. 일부 처리구에서 종경, 횡경 수치가 차이를 보였지만 무처리구와 차이는 보이지 않았다. 또한 경도는 무처리구 1.38kg, 처리구 1.38~1.55kg, 산도는 무처리구 0.33%, 처리구 0.33~0.37%, 착색정도는 무처리 3.0, 처리구 2.4~3.4로 조사되었으며, 산도, 경도, 착색, 종자수에 유의성이 인정되지 않았다. 영주지역의 후지 실험구와 마찬가지로 안동에서도 일부 처리구를 제외한 대부분의 처리구에서 AiBT-1의 처리가 수확과실 특성의 변화에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

표 52. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 수확 과실 특성 비교(안동, 후지, 2013년).

처리시기	희석 배수 (배)	과중 (g/개)	중경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ 3mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색* (1~4)	종자 (개)	동녹 (유,무)
만개 3일	1000	229.0abc <sup>z</sup>	65.4abc	82.3abc	0.80abc	1.48a	12.5bc	0.36a	2.4b	6.3b	무
	500	246.9abc	68.3ab	83.8abc	0.82ab	1.43a	12.7ab	0.35a	3.2a	6.8ab	무
만개 4일	1000	221.1c	66.3abc	80.69c	0.82a	1.55a	13.3a	0.34a	2.4b	7.4ab	무
	500	251.3ab	69.2a	83.5abc	0.83a	1.50a	12.7ab	0.37a	2.9ab	8.1a	무
만개 5일	1000	256.8a	66.7ab	85.7a	0.78bc	1.38a	11.9c	0.33a	2.8ab	7.8ab	무
	500	252.3ab	67.0ab	84.5ab	0.79abc	1.47a	12.8ab	0.34a	3.4a	7.3ab	무
만개 6일	1000	249.0abc	68.6ab	83.6abc	0.82a	1.51a	13.0ab	0.35a	2.9ab	7.0ab	무
	500	219.7c	62.9c	81.1bc	0.78c	1.43a	13.1ab	0.34a	3.1ab	8.0a	무
무처리		225.8bc	65.1bc	81.6bc	0.80abc	1.38a	12.9ab	0.33a	3.0ab	7.2ab	무

첫 개화일, 4/28; 만개일, 5/3; 수확일, 10/29; 조사일, 11/4; \*, 1 : 낮음~4 : 높음; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

### (3) 군위

표 53은 AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 수확 과실 특성의 지역별 차이에 대한 실험으로 2013년 군위에서 실시된 실험이다. 과중은 무처리구에서 212.0g, 기준액(1,000배액) 처리구에서 245.8~276.3g로 조사되었고, 배액(500배액) 처리구에서는 235.9~280.7g로 조사되어 농도에 따른 과중의 변화는 일정한 경향을 보이지는 않았으나, 무처리구에 비하여 AiBT-1의 처리구에서 과중이 11.3~32.4%정도 높게 나타났음을 알 수 있었다. 중경 및 횡경 값을 기준으로 L/D값은 무처리구 0.83, 만개 5일 기준액(1,000배액) 처리구 0.79를 제외하고는 모든 처리구에서 유의성이 인정되지 않았다. 종자수의 경우 무처리구 5.8개, 종자수가 가장 낮은 처리구는 만개 7일, 기준액(1,000배액)에서 5.0개, 가장 높은 처리구는 만개 3일 기준액(1,000배액) 7.8개로 조사되었는데 만개 7일 기준액(1,000배액) 처리구를 제외하고는 모든 처리구에서 무처리구와 유의성이 인정되지 않아 AiBT-1의 처리가 종자 형성에는 영향을 끼치지 않음을 알 수 있었다. 이는 군위, 안동, 영주에서 모두 비슷한 결과가 도출되었다. 착색의 경우 무처리구 3.2, 만개 6일 배액(500배액) 처리구에서 2.1로 만개 6일, 500배액 처리구를 제외하고는 모든 처리구에서 무처리구와 유의성이 인정되지 않았다. 경도 또한 만개 5일 배액(500배액)액 처리구를 제외하고는 무처리구와 처리구간의 유의성이 인정되지 않았다. 군위, 영주, 안동 3개 지역에서의 AiBT-1의 처리에 따른 지역별 차이 구명에서 L/D값의 경우 만개 5일 기준액(1,000배액) 처리구를 제외하고 무처리구와의 유의성이 3개 지역 모두에서 인정되지 않았으며, 종자수 또한 같은 양상을 보였다. 경도, 당도, 산도, 착색의 경우 일부 처리구에서 차이가 있었지만 지역 간 차이는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 하지만 과중의 경우 군위에서의 무처리구는 212.0g, 안동 225.8g, 영주 253.2g로 조사되었고, AiBT-1의 처리구에서는 군위 235.9~280.7g, 안동 219.7~256.8g, 영주

264.9~285.4g로 AiBT-1의 처리구에서 다소 높은 경향치를 보여 조기적화에 따른 수체영양분 손실을 막을 수 있음을 알 수 있었다.

종합적으로 보면 AiBT-1의 처리에 따른 지역별 차이 규명에 대한 실험은 처리 지역에 따라 수확 과실 특성에 대한 변화의 차이는 인정되지 아니하였고, 다만 AiBT-1의 처리가 과중을 높이는 것을 알 수 있었다. 이는 AiBT-1의 처리에 따른 적화효과로 측과에 이행하는 영양분이 중심화위주의 착과과실에서 이용되기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 AiBT-1의 처리가 적화효과뿐만 아니라 조기적화에 따라 과실의 비대제도 영향을 미쳐 최종적으로 생산량 향상에도 도움을 주는 것으로 나타났다. AiBT-1의 처리가 동녹 및 생리장해에는 영향을 미치지 않았으며, L/D, 당도, 산도, 착색 등에는 일부 처리구를 제외하고는 영향을 미치지 아니하였다.

표 53. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 수확 과실 특성 비교(군위, 후지, 2013년).

처리시기	희석 배수 (배)	과중 (g/개)	중경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ <sup>3</sup> mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색* (1~4)	종자 (개)	동녹 (유,무)
만개 3일	1000	272.6a <sup>z</sup>	71.0ab	85.3a	0.83ab	1.46ab	13.6a	0.38a	3.0a	7.8a	무
	500	266.2abc	71.3a	84.7ab	0.84a	1.41ab	12.5bc	0.34abc	2.9ab	6.0abcd	무
만개 4일	1000	248.8bcd	67.8bcde	83.3ab	0.81abc	1.42ab	13.0ab	0.36abc	3.1a	6.8abc	무
	500	235.9d	66.7cde	81.3b	0.82abc	1.44ab	12.6bc	0.36ab	3.0a	5.3cd	무
만개 5일	1000	245.8cd	65.7de	83.6a	0.79c	1.51ab	12.9ab	0.38a	2.7ab	5.4bcd	무
	500	280.7a	68.8abcd	86.0a	0.80bc	1.36b	12.3bcd	0.32bcd	3.3a	5.7bcd	무
만개 6일	1000	276.3a	71.1ab	85.7a	0.83ab	1.44ab	10.9f	0.31cd	3.1a	6.7abcd	무
	500	265.4abc	68.7abcd	85.2a	0.81abc	1.50ab	11.2ef	0.29d	2.1b	6.4abcd	무
만개 7일	1000	270.1ab	69.9abc	85.1a	0.82abc	1.48ab	11.9cde	0.33bcd	2.6ab	5.0d	무
	500	271.0ab	69.7abc	85.2a	0.82abc	1.46ab	11.3ef	0.29d	2.4ab	7.2ab	무
무처리		212.0e	64.7e	78.1c	0.83ab	1.59a	11.5def	0.29d	3.2a	5.8bcd	무

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 수확일, 10/24; 조사일, 11/4; \*, 1 : 낮음~4 : 높음; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

그림 17은 AiBT-1 처리에 따른 영주, 안동, 군위 지역에서 후지 및 홍로 품종을 이용한 과실 중·횡경 생육속도를 측정된 것이다. 전체적 경향을 보면 무처리구 대비 처리구에서 미세하게 중경의 생육속도가 오차범위 내에서 증가되었음을 알 수 있었다. 본 그래프에서는 제시되지 않았지만 L/D값의 경우 무처리구보다 일부 처리구에서 유의성 수준의 높은 값을 나타내는 경우도 있어 AiBT-1의 처리가 중경의 생육에 도움을 주는 것으로 나타났다.

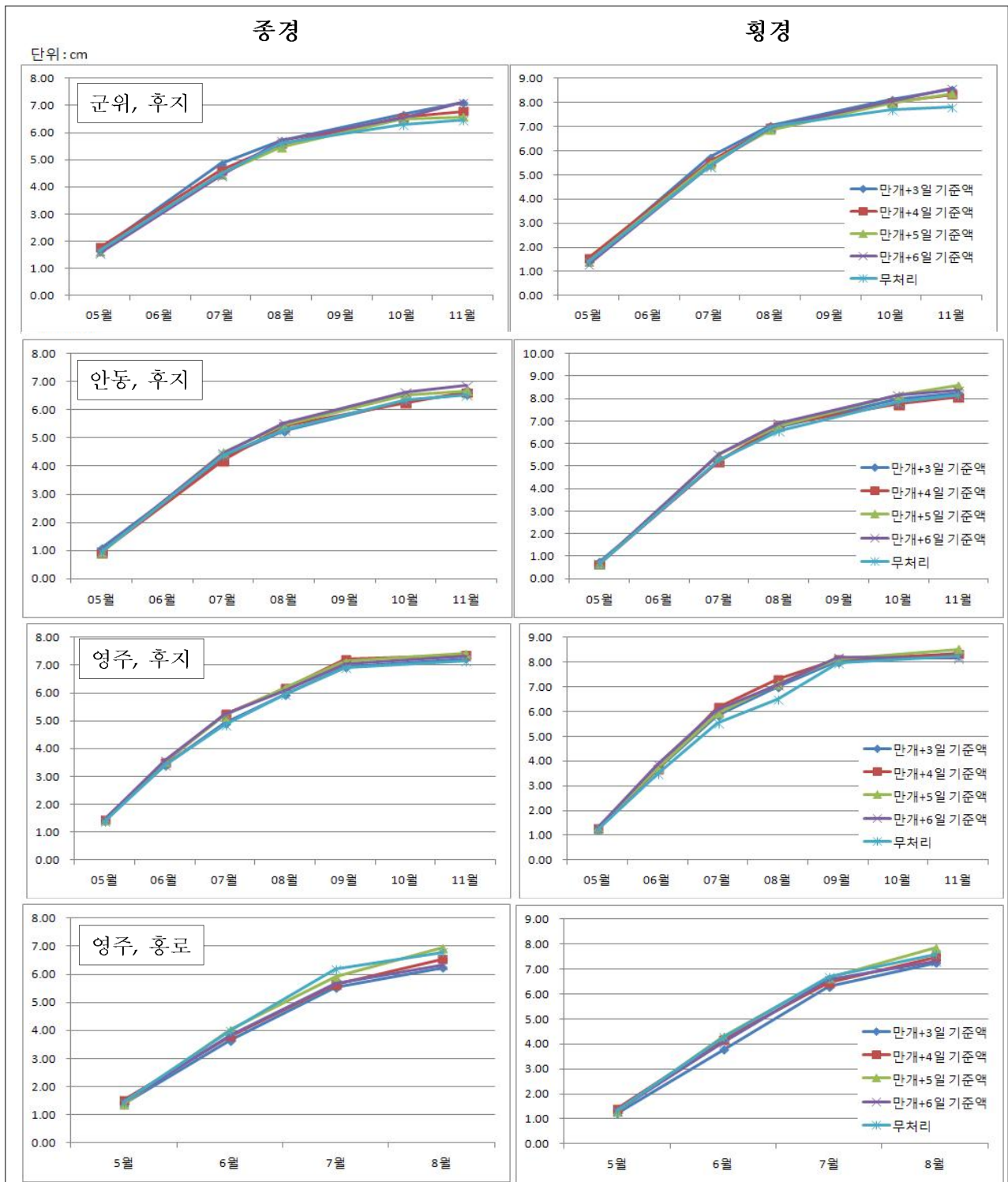


그림 17. AiBT-1의 처리에 따른 지역별, 품종별 과실의 중·횡경 생육 진행 속도 조사(2013년).

표 54는 군위 실험포장에서의 약제 살포 전후 기상상황을 나타낸 것이다. 후지 품종의 첫 개화일은 4월 14일로 작년보다 약 3주일 정도 빨리 개화되었다. 이는 개화 전 평년 4월 기온이 12.2℃ 인데 반하여 2014년 4월 평균기온이 13.4℃로 약 1.2℃ 정도 높아 개화가 빨리 진행된 것으로 판단된다(그림 17). 만개일은 4월 22일로 첫 개화로부터 8일정도 소요되었다. 처리일은 4월 16일, 4월 22일, 4월 24일, 4월 26일로 처리시기별로 효과 실험을 실시하였으며, 결실유도

제 처리는 4월 16일, 4월 22일에 하였으며, 조사는 5월 9일, 5월 16일에 실시하였다.

표 54. 약제 살포 전, 후 기상상황(군위).

월/일	강수량 (mm)	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)	월/일	강수량 (mm)	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)
4/13	0.5	13.1	20.7	7.0	5/1	-	18.5	25.1	11.6
4/14 <sup>a</sup>	-	14.9	25.1	2.7	5/2	-	18.9	28.0	9.6
4/15	-	18.7	26.8	8.7	5/3	-	15.5	22.4	9.9
4/16 <sup>be</sup>	-	19.8	26.4	14.4	5/4	2.5	13.8	21.6	7.5
4/17	15.5	14.7	23.3	8.4	5/5	-	12.1	18.4	5.3
4/18	2.0	13.7	18.5	11.0	5/6 <sup>b</sup>	-	13.2	20.8	4.8
4/19	-	12.4	17.2	8.1	5/7	-	15.8	24.7	5.6
4/20	-	14.1	21.4	8.1	5/8	5.0	17.5	22.7	12.5
4/21	-	17.3	24.0	9.9	5/9 <sup>c</sup>	-	17.1	24.7	8.9
4/22 <sup>cde</sup>	-	16.4	23.8	10.5	5/10	-	17.1	25.9	7.8
4/23	-	16.4	25.6	6.2	5/11	0.5	17.7	25.4	8.3
4/24 <sup>d</sup>	-	17.8	26.3	8.4	5/12	9.5	18.9	23.6	13.9
4/25	-	18.8	27.7	9.5	5/13	-	21.4	31.0	10.8
4/26 <sup>d</sup>	-	17.8	24.7	10.2	5/14	-	18.8	24.5	15.0
4/27	8.5	16.3	20.3	13.6	5/15	-	20.3	26.4	14.4
4/28	32.0	13.5	15.3	12.4	5/16 <sup>e</sup>	-	20.9	28.1	11.9
4/29	45.5	13.9	15.0	12.7	5/17	-	20.9	27.9	13.1
4/30	3.0	15.8	21.0	12.6	5/18	-	20.8	29.6	11.9

<sup>a</sup>, 첫 개화; <sup>b</sup>, 완전분홍기; <sup>c</sup>, 만개기; <sup>d</sup>, 처리일; <sup>e</sup>, 결실유도제 처리; <sup>f</sup>, 조사일; <sup>g</sup>, 서리발생.

그림 18는 AiBT-1의 처리시기의 전국 평균기온과 처리지역의 평균기온을 나타낸 것이다. 표에 보이는 바와 같이 전국 평균기온과 처리지역의 평균기온은 비슷한 양상을 보이고 있으며, 2014년 평년기온보다 상순에 0.6°C, 중순 1.7°C, 하순 1.3°C 높게 나타났다. 4월 평균기온의 1.2°C의 증가에 따라 사과 개화시기가 10~15일정도 빠르게 나타났다.



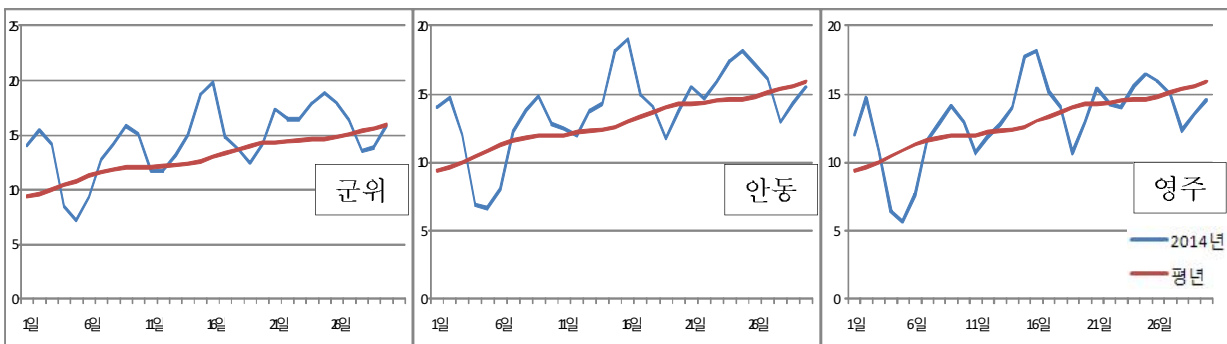
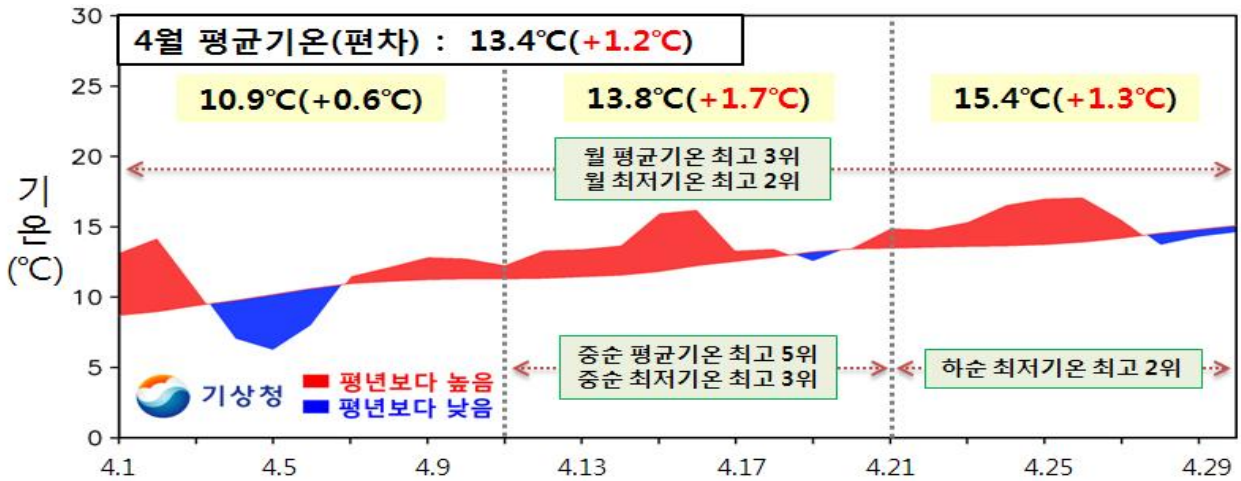


그림 18. 4월 전국 평균기온(°C) 일변화. (출처 : 기상청)

표 55는 2014년 군위지역 후지 품종을 대상으로 AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 적화효과를 나타낸 것이다. 분홍기, 만개, 만개 2일, 만개 4일째에 기준액(1,000배액), 배액(500배액)을 처리하였으며 분홍기 처리시기의 결실률은 중심화 83.3%, 측화 52.5%로 무처리 중심화 73.3%, 측화 55.8%를 나타내어 결실률에서 유의성은 인정되지 않았고, 분홍기 액화에서도 중심화 65.0%, 측화 41.9%로 무처리구 중심화 63.3%, 측화 48.3%로 유의성이 인정되지 않아 분홍기에서의 AiBT-1의 처리는 적화효과가 전혀 없는 것으로 조사되었다. 하지만 분홍기 배액(500배액) 처리구에서는 결실률이 조금 향상되는 것으로 나타나 분홍기 처리시 결실향상효과가 있는 것으로 나타나 차년도에 더 세밀한 실험을 할 계획이다. AiBT-1 처리 때는 정화 중심화 86.7%, 정화 측화 28.1%, 액화 중심화 25.0%, 액화 측화 8.8%의 결실률을 보여 무처리 대비 정화 -18.3~49.6%, 액화 60.5~81.8%의 적화효과를 보였다. 따라서 가장 높은 적화율을 보인 만개 4일째가 처리적기로 판단된다. 현재까지 출시되고 있는 적화제, 또는 적과제의 경우 처리시기가 빠르면 과다적화, 적과 현상으로 사용자들이 결실불량으로 이어질까봐 사용하기를 꺼려하는 경우가 많다. 하지만 AiBT-1의 경우 적기처리시기보다 일찍 처리하면 적화효과는 전혀 나타나지 않고 오히려 수정결실향상 효과를 보이며, 처리시기가 늦을 경우 효과가 늦게 나타나거나 적화효과가 나타나지 않는다. 즉, 적기 처리시기가 아니면 적화효과가 없기 때문에 누구나 과다적화·적과 걱정 없이 손쉽게 사용할 수 있다는 장점을 지닌 물질로써 등록이 가능할 것으로 보인다. 또한 최대 적화율이 90%내외로써 과다적화현상이 발생하지 않아 안심하고 사용할 수 있다. 사과 수확 시 필요한 꽃의 양은 품종에 따라 다르지만 약 3~6%정도이므로 적당한 적화율

이라고 판단된다. AiBT-1의 단점은 적기처리시기가 길지 않다는 것으로 처리시기가 제한적이어서 처리적기에 비가 내리면 사용에 어려움이 따른다. 또한 AiBT-1을 처리하고 난 다음 잎이 처지는 현상이 나타나는 경우도 있다. 재배지역과 처리시간, 토양조건, 수분조건, 기상조건, 품종에 따라 발생하는 경우도 있고, 그렇지 아니한 경우도 있다. 하지만 짧게는 2~3일, 길게는 7~10일 정도면 자연 회복된다.

표 55. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 적화효과 차이 규명(군위, 후지, 2014년).

처리시기	희석배수 (배)	결실률(%)					
		정화		액화		전체화	
		중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
분홍기	1000	83.3a <sup>z</sup>	52.5abcd	65.0b	41.9b	74.2ab	47.2b
	500	86.7a	76.3a	90.0a	74.4a	88.4a	75.3a
만개	1000	87.5a	34.4cde	30.0c	8.8c	58.8b	21.6c
	500	76.7a	26.9de	35.0c	13.8c	55.9b	20.3c
만개 2일	1000	86.7a	40.6bcde	60.0b	18.1c	73.4ab	29.4c
	500	85.0a	61.3ab	70.0ab	51.9a	77.5ab	6.6b
만개 4일	1000	86.7a	28.1de	25.0c	8.8c	55.9b	18.4c
	500	70.0a	25.6e	32.5c	13.1c	51.3b	19.4c
무처리		73.3a	55.8abc	63.3b	48.3b	68.3ab	52.1b

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/09; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 56은 AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 착과 과실의 특성을 개화 후 1개월째에 조사한 것이다. AiBT-1은 기준액(1,000배액)과 배액(500배액)을 분홍기, 만개, 만개 2일 만개 4일에 처리하였다. L/D의 경우 무처리 1.41, 분홍기 기준액(1,000배액), 배액(500배액) 처리구 1.22, 1.26, 만개 처리구 기준액(1,000배액), 배액(500배액) 처리구 1.41, 1.30, 만개 2일 1.42, 1.33, 만개 4일 1.47, 1.49로 조사되어 DMRT 5%수준에서는 유의성이 인정되지 않았지만, 만개 4일째 처리구에서 L/D값이 조금 증가되는 것으로 조사되었다. AiBT-1의 처리에 따른 벌활동에 대한 영향은 AiBT-1 처리 직후부터 과원의 벌 활동을 달관조사한 결과 AiBT-1의 처리가 벌활동에는 전혀 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 이는 협동과제2에서의 실내·외 실험결과와도 일치하였다. 또한 AiBT-1의 처리에 따른 사과나무의 생리장해 및 과실의 동녹 발생에 대해 조사하였으며 AiBT-1의 처리가 사과나무 또는 과실의 성장과 생육에는 어떠한 영향도 미치지 않음을 알 수 있었다. AiBT-1의 처리가 신초 발생에 미치는 영향은 무처리구 19.3cm, 처리구 18.9~23.7cm로 만개 2일 기준액(1,000배액) 처리구 23.7cm를 제외하고는 무처리구와 처리구간의 유의성은 인정되지 않아 AiBT-1의 처리가 신초발생에는 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다.

표 56. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리시기	희석배수 (배)	중경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	별활동피해 (유·무)	신초 (cm)
분홍기	1000	20.9a <sup>z</sup>	17.2ab	1.22d	0	무	무	21.2ab
	500	22.4a	17.8a	1.26cd	0	무	무	18.9b
만개	1000	21.7a	15.4bc	1.41abc	0	무	무	20.0ab
	500	21.9a	16.8ab	1.30cd	0	무	무	20.3ab
만개 2일	1000	22.2a	15.6abc	1.42abc	0	무	무	23.7a
	500	23.4a	17.6a	1.33bcd	0	무	무	20.2ab
만개 4일	1000	22.1a	15.0bc	1.47ab	0	무	무	19.5b
	500	21.7a	14.6c	1.49a	0	무	무	21.2ab
무처리		22.9a	16.3abc	1.41abc	0	무	무	19.3b

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/16; \*, 0 : 없음~5 : 높음, <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.



사진 35. AiBT-1처리농도에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지).



사진 36. AiBT-1 처리시기 및 농도에 따른 신초 성장 비교(군위, 후지).

(2) AiBT-1와 결실향상제 혼용처리 시 결실향상 및 적화효과 규명

표 57은 적화제 처리를 한 과수 농가의 애로사항 중 하나인 결실유도제 처리에 관한 것이다. 적화제 처리 전 결실 유도제를 처리하면 AiBT-1의 적화효과 및 과실 특성에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 조사 내용으로, 1년차 보고서에 따르면 선 결실유도제 처리가 AiBT-1의 적화효과에는 전혀 영향을 끼치지 않음을 알 수 있으며, 표 4에서 보는 바와 같이 과중에 있어서는 무처리구 235.7g, 처리구 224.6~276.8g로 과중이 최대 약 17.4%정도 증가됨을 알 수 있었다. 이는 AiBT-1의 처리 전에 결실유도제를 처리하면 착과 과실의 수정향상을 통한 종자수 증가 때문인 것으로 판단된다. 종자수는 무처리구 6.2개 처리구 6.4~7.3개로 처리구가 0.2~1.1개로 높게 나타나 결실유도제의 처리가 종자수 증가에 조금 기여한 것으로 나타났으며, 이는 과중의 증가로 이어지고, 단위 면적당 생산량의 증가로 나타날 것으로 기대된다. 그러나 선 결실유도제 처리가 L/D 및 경도는 모든 처리구에서 무처리구와 비교하여 유의성이 인정되지 않았고, 산도, 당도, 착색은 일부 처리구에서 무처리구와 차이를 보였지만 처리시기 및 농도에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 따라서 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1의 처리는 과실 특성, 당도, 산도, 착색, L/D에는 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었고, 다만 종자수 증가에 따른 과중 증가 효과가 모든 처리구에서 보여 결실향상제 처리가 생산량 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

표 57. 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1 처리에 따른 수확 과실 특성 비교(후지, 2013년).

처리시기	희석 배수 (배)	과중 (g/개)	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ3 mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색* (1~4)	종자 (개)	동녹 (유,무)
만개 3일 <sup>#</sup>	1000	241.2bc <sup>z</sup>	67.4bc	80.9d	0.84a	1.46a	14.7bc	0.41a	3.1bc	7.1ab	무
	500	231.6c	66.2c	81.6ab	0.81a	1.53a	13.4d	0.36ab	3.1bc	6.9ab	무
만개 4일 <sup>#</sup>	1000	224.6c	65.10c	80.5b	0.81a	1.43a	14.0cd	0.37a	3.0c	6.6bc	무
	500	244.2bc	68.6abc	82.0ab	0.84a	1.48a	15.2ab	0.41a	3.9a	6.4bc	무
만개 5일 <sup>#</sup>	1000	276.8a	71.2a	85.3a	0.83a	1.44a	15.3ab	0.35ab	4.0a	6.7bc	무
	500	261.7ab	68.0abc	82.8ab	0.82a	1.52a	16.4a	0.36ab	3.7ab	7.3a	무
대조 <sup>#</sup>		235.7c	71.0ab	85.3a	0.83a	1.49a	14.0cd	0.30b	3.0c	6.2c	무

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 수확일, 10/24; 조사일, 11/4; \*, 1 : 낮음~4 : 높음; #, 결실유도제 처리; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 58은 결실유도제와 AiBT-1의 혼용처리에 따른 적화효과를 조사한 것이다. AiBT-1을 만개기에 처리한 경우 사과 결실유도제와 처리시기가 겹쳐지기 때문에 사용 시 노동력 절감을 위

한 과수 농과 애로사항 해결을 위한 조사 결과이다. AiBT-1과 결실유도제를 혼용하여 분홍기에 처리하면 전체화 중심화 73.5%, 중심화 측화 38.8%, 무처리구 전체화 중심화 68.3%, 전체화 측화 52.1%로 조사되어 분홍기에는 결실유도제와 AiBT-1 혼용처리가 중심화 결실향상에 도움을 주는 것으로 나타났다. 결실유도제와 AiBT-1을 혼용하여 만개기에 처리시에는 정화 중심화 및 측화에는 적화효과의 유의성이 인정되지 않았고, 액화에서만 약간의 효과가 인정되었는데, 이는 결실유도제 혼용에 따른 효과보다는 결실유도제의 처리시기의 차이로 AiBT-1의 효과가 낮아진 것으로 보인다. 실험 결과를 종합해보면 결실유도제와 AiBT-1을 혼용하여도 과실의 생육 또는 적화효과에는 큰 영향은 미치지 않는 것으로 판단된다.

표 58. 결실유도제<sup>#</sup>와 AiBT-1 혼용처리에 따른 적화효과 차이 규명(군위, 후지, 2014년).

처리방법	결실률(%)					
	정화		액화		전체화	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
결실 <sup>#</sup> (분홍기)+AiBT-1(만개)	80.0a <sup>z</sup>	48.8a	67.5a	28.8ab	73.5a	38.8ab
결실 <sup>#</sup> (만개)+AiBT-1(만개)	67.5a	34.4a	32.5b	26.9ab	50.0b	30.6b
AiBT-1(만개)	87.5a	34.4a	30.0b	8.8b	58.8ab	21.6b
무처리	73.3a	55.8a	63.3a	48.3a	68.3ab	52.1a

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/09; <sup>#</sup>, 결실유도제 : 주관기관의 사과전용 결실유도제인 제품명 “사과마니”; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan’s multiple range tests.

표 59은 사과 결실유도제와 AiBT-1의 혼용처리에 따른 과실의 특성을 조사한 것으로써 만개일 4월 22일, 조사는 5월 16일에 행하여졌다. 사과 결실유도제로는 주관기관의 사과전용 결실유도제인 제품명 ‘사과마니’를 이용하였다. 최근 매개충인 벌들의 감소 현상으로 말미암아 사과 수정 불량 현상이 증가하고 있어 결실유도제 사용이 늘어남에 따라 AiBT-1과 결실유도제의 처리시기가 비슷하여 혼용처리에 따른 문제점이 발생하는지에 대한 농가 애로사항 규명을 위하여 실시하였다. L/D값은 무처리 1.41, AiBT-1 단용 처리구 1.42, AiBT-1과 결실유도제 혼용 처리구 1.50으로 유의성은 인정되지 않았다. 결실유도제와 AiBT-1의 혼용에 따른 신초발생 또한 무처리구 19.3cm, 처리구 18.3~22.1cm로 L/D값과 마찬가지로 유의성은 인정되지 않았다. 혼용에 따른 생리장해, 동녹, 벌 활동 피해 등의 영향은 달관 조사를 실시하였으며, 사과나무의 생육 또는 과실에의 영향은 전혀 나타나지 않아 결실유도제와 AiBT-1의 혼용사용에 따른 문제점은 발생하지 않는 것으로 나타났다.



표 59. 결실유도제<sup>#</sup>와 AiBT-1 혼용처리에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리방법	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	별활동피해 (유·무)	신초 (cm)
결실 <sup>#</sup> (분홍기)+AiBT-1(만개)	23.0a <sup>z</sup>	15.4a	1.50a	0	무	무	18.3a
결실 <sup>#</sup> (만개)+AiBT-1(만개)	24.1a	16.2a	1.50a	0	무	무	22.1a
AiBT-1(만개)	21.7a	15.4a	1.42a	0	무	무	20.0a
무처리	22.9a	16.3a	1.41a	0	무	무	19.3a

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/16; \*, 0 : 없음~5 : 높음; #, 결실유도제 : 주관기관의 사과 전용 결실유도제인 제품명 “사과마니”; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan’s multiple range tests.

사진 37은 결실향상제와 AiBT-1 혼용 처리에 따른 수정 및 적화효과에 관련된 실험의 일부를 in vitro에서 행하여진 것이다. 사과 화분 발아 배지에 수정향상에 도움을 주는 물질(비타민류)을 배지에 첨가하였을 때 꽃가루 발아에 대한 실험으로써 대조구(약 78%의 발아율)보다 수정 촉진제 즉, 화분발아촉진물질(비타민류) 첨가 배지에서 발아율(약 86%)이 조금 높고 화분관 신장이 빠르게 진행되는 것으로 조사되었다. 대량살포가능 실험으로 계면활성제를 이용하였으나 꽃가루 발아가 거의 되지 않아 계속 실험 중에 있다.

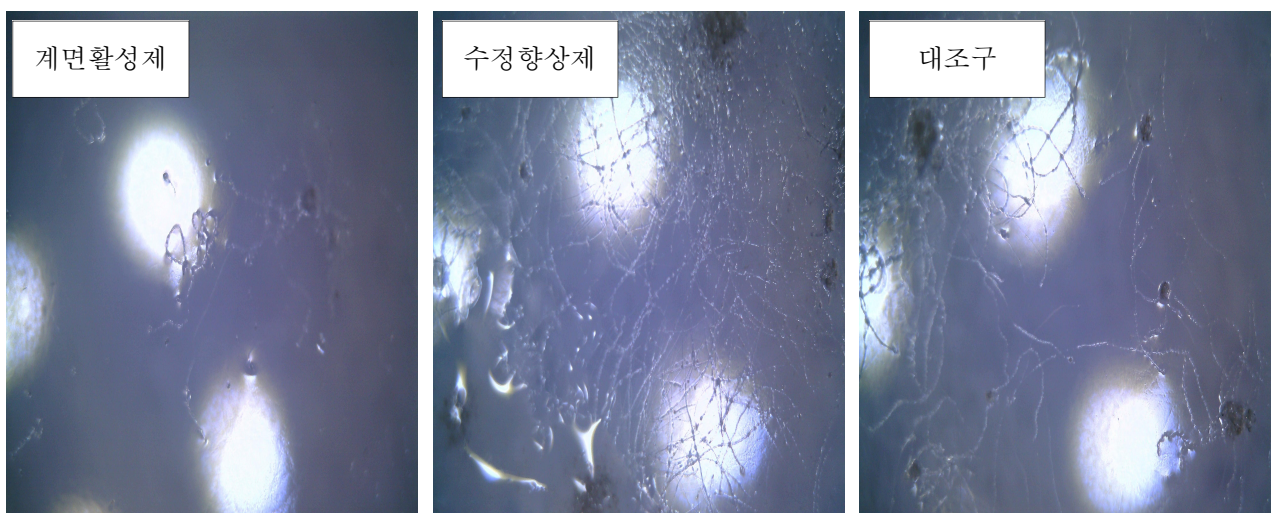


사진 37. 화분 발아 실험.

### (3) 현장적용 시 농가현장 애로사항 해결

#### (가) 중복살포

표 60는 AiBT-1의 중복살포에 따른 과실 특성 차이를 비교한 실험으로써 만개 4일, 만개 5일

째에 AiBT-1의 1회 처리 및 중복살포를 실시하였다. 중복살포는 농민애로사항 중 하나로써 SS기로 적화제 처리 시 SS기의 강한 송풍으로 처리한 과원에 옆줄 처리 시 중복살포로 말미암아 과다적화의 문제를 제기하는 경우가 있어서 중복살포의 현상은 규명하고자 실시하였는데, 적화효과의 경우 2013년 결과를 보면 과다적화의 현상은 나타나지 않았다. AiBT-1의 중복살포에 따른 과실 품질특성에 있어서 과중은 만개 4일 1회 처리에서 248.8g로 조사되어 1회 처리와 중복살포간의 유의성은 인정되지 않았다. 이와 같은 결과는 L/D, 경도, 당도, 산도, 착색, 종자수 등에서도 같은 경향을 보여, 중복살포에 따른 과실 품질 특성의 변화는 나타나지 않았다. 따라서 AiBT-1의 SS기로 살포 시 강한 송풍에 따라 과수나무가 중복으로 맞더라도 과다적화, 또는 과실 품질에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

표 60. AiBT-1의 중복살포<sup>#</sup>에 따른 수확 과실 특성 비교(군위, 후지, 2013년).

처리시기	처리방법	과중 (g/개)	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ <sup>3</sup> mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색* (1~4)	종자 (개)	동녹 (유.무)
만개 4일	1회 처리	248.8a <sup>z</sup>	67.8ab	83.3a	0.81ab	1.42ab	13.0a	0.36bc	3.1a	6.8a	무
	중복살포	251.6a	68.4ab	85.0a	0.81ab	1.43ab	13.4a	0.33cd	3.0a	6.1a	무
만개 5일	1회 처리	245.8a	65.7bc	83.6a	0.79b	1.51ab	12.9a	0.38ab	2.7a	5.4a	무
	중복살포	257.4a	69.5b	85.5a	0.81ab	1.29b	13.9a	0.40a	3.1a	5.4a	무
무처리		212.0b	64.7c	78.1b	0.83a	1.59a	11.5b	0.29d	3.2a	5.8a	무

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 수확일, 10/24; 조사일, 11/4; \*, 1 : 낮음~4 : 높음; #, 살포 후 용액이 건조한 다음 AiBT-1 바로 재살포; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

#### (나) 반복살포

표 61은 AiBT-1의 반복살포에 따른 과실 품질 특성을 비교한 실험으로써 처리일은 만개 4일째 또는 5일째부터 1일 간격으로 2회 처리, 3회 처리 시 AiBT-1이 과실 품질 특성에 미치는 효과를 조사한 것이다. 과중에 있어서는 만개 4일 처리에서 248.8g, 만개 4일+5일 처리구 254.9g, 만개 4일+5일+6일 처리구 276.8g로 조사되었고, 만개 5일 245.8g, 만개 5일+6일 처리구 251.1g, 만개 5일+6일+7일 처리구 266.9g로 나타나 처리 횟수가 많아질수록 과중도 증가되는 현상을 보였다. 이는 AiBT-1 처리에 따른 착과과실의 생육촉진현상 또는 측과의 적화로 인한 착과과실로의 양분이동에 따른 것으로 사료되어진다. L/D값 또한 만개 4일 처리에서 0.81, 만개 4일+5일 처리구 0.82, 만개 4일+5일+6일 처리구 0.84로 조사되었고, 만개 5일 0.79, 만개 5일+6일 처리구 0.83, 만개 5일+6일+7일 처리구 0.83으로 나타나 반복살포 횟수가 증가함에 따라 증가함을 알 수 있어 과중과 비슷한 경향을 보였다. 당도에 있어서는 만개 4일 처리에서

13.0°BX, 만개 4일+5일 처리구 14.6°BX, 만개 4일+5일+6일 처리구 14.9°BX로 조사되었고, 만개 5일 12.9°BX, 만개 5일+6일 처리구 14.4°BX, 만개 5일+6일+7일 처리구 15.0°BX으로 조사되어 처리횟수가 많아질수록 당도가 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 당도, L/D, 과중은 처리횟수가 많아질수록 증가하는 경향치를 보였고, 경도, 산도, 착색은 처리구가 일정한 경향을 보이지 않았으며, 종자수는 처리구간 유의성이 인정되지 않았다.

표 61 AiBT-1의 반복살포에 따른 수확 과실 특성 비교(군위, 후지, 2013년).

처리시기	과중 (g/개)	중경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ <sup>3</sup> mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색* (1~4)	종자 (개)	동녹 (유·무)
만개 4일	248.8b <sup>z</sup>	67.8bc	83.3ab	0.81ab	1.42abc	13.0b	0.36a	3.1abc	6.8a	무
만개 4일+5일	254.9ab	68.8b	84.3ab	0.82ab	1.35bc	14.6a	0.38a	2.4cd	6.8a	무
만개 4일+5일+6일	276.8a	71.9a	85.3a	0.84a	1.44abc	14.9a	0.38a	2.5bcd	6.3a	무
만개 5일	245.8b	65.7cd	83.6ab	0.79b	1.51ab	12.9b	0.38a	2.7abcd	5.4a	무
만개 5일+6일	251.1b	68.7b	82.6b	0.83a	1.32c	14.4a	0.34ab	3.4a	5.8a	무
만개 5일+6일+7일	266.9ab	69.7ab	84.3ab	0.83a	1.43abc	15.0a	0.37a	2.2d	5.3a	무
무처리	212.0c	64.7d	78.1c	0.83a	1.59a	11.5c	0.29b	3.2ab	5.8a	무

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 수확일, 10/24; 조사일, 11/4; \*, 1 : 낮음~4 : 높음; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

#### (다) 우천 시 살포

표 62는 AiBT-1 살포 후 우천 시 재살포 여부에 관한 실험으로써 처리 후 우천 및 우천 시 재살포가 사과 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였다. AiBT-1 처리시기는 만개 4일째 처리하였고 살포 후 즉시 인공 강우 처리를 하였다. 인공 강우가 과수나무에서 건조한 다음 다시 AiBT-1를 재살포하여 인공 강우가 AiBT-1 처리에 미치는 영향을 조사하였다. 과중에 있어서 AiBT-1 단독 처리구와 AiBT-1 처리+강우 처리구, AiBT-1 처리+강우 처리+AiBT-1 재살포 처리구에서 각각 248.8g, 256.0g, 249.3g로 처리간의 유의성은 인정되지 아니하였고, 만개 5일조사 처리구에서도 재살포에 따른 과실 품질 특성에는 영향을 미치지 아니하였다. 경도에서 만개 5일 AiBT-1 단독 처리구, 당도 및 산도에서 만개 5일 AiBT-1 처리+강우 처리+AiBT-1 재살포 처리구에서 일부 유의성이 인정되었지만, 대부분의 처리구에서 AiBT-1 단독처리구와 차이를 보이지 않았다. 따라서 AiBT-1 처리 후 강우 시 재살포는 실시하여도 과실 생육 특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다.

표 62. AiBT-1 살포 후 강우처리 후 AiBT-1 재살포<sup>#</sup>에 따른 수확 과실 특성 비교(군위, 후지, 2013년).

처리시기	처리방법	과중 (g/개)	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ <sup>3</sup> mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색* (1~4)	종자 (개)	동녹 (유,무)
만개 4일	1회 처리	248.8a <sup>z</sup>	67.8ab	83.3a	0.81ab	1.42ab	13.0b	0.36b	3.1ab	7.8a	무
	강우처리	256.0a	70.1a	84.9a	0.83a	1.39ab	13.7b	0.33bc	3.1ab	6.6a	무
	강우+재살포	249.3a	70.0a	83.4a	0.84a	1.46ab	13.0b	0.37b	2.6b	5.3a	무
만개 5일	1회 처리	245.8a	65.7b	83.6a	0.79b	1.51ab	12.9b	0.38b	2.7b	5.4a	무
	강우처리	250.7a	70.5a	83.9a	0.84a	1.34b	13.4b	0.36b	3.3ab	5.7a	무
	강우+재살포	255.7a	70.0a	85.0a	0.82a	1.51ab	15.5a	0.42a	3.8a	5.6a	무
무처리		212.0b	64.7b	78.1b	0.83a	1.59a	11.5c	0.29c	3.2ab	5.8a	무

첫 개화일, 4/26; 만개일, 5/1; 수확일, 10/24; 조사일, 11/4; \*, 1 : 낮음~4 : 높음; #, 살포 1시간 후 물을 재살포함; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 63는 AiBT-1 살포 후 우천으로 인한 AiBT-1의 효과 감소를 우려한 농가 애로사항을 검증하기 위한 실험이다. AiBT-1를 살포한 다음 사과나무에서 AiBT-1 처리 후 2시간째에 물을 살포하였다. 강우 물 살포량은 시간당 10mm의 강우량 기준으로 살포하였으며, AiBT-1 살포 후 강우 시 AiBT-1의 재살포에 대한 결실율은 무처리 정화 중심화 73.3%, 정화 측화 55.8%, AiBT-1 살포 후 강우 처리구에서도 정화 중심화 70.0%, 정화 측화 38.8%, AiBT-1 살포 후 강우+재살포 처리구에서도 정화 중심화 80.0%, 정화 측화 36.3%로 나타나 AiBT-1처리 후 건조한 다음에는 강우의 영향이 미미한 것으로 나타났다. 액화 처리구에서도 비슷한 영향을 보여 AiBT-1 처리 후 약 2시간정도 지나면 강우의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

표 63. AiBT-1 살포 후 우천<sup>#</sup> 재살포<sup>##</sup>에 따른 적화효과 차이 규명(군위, 후지, 2014년).

살포방법	결실률(%)					
	정화		액화		전체화	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
AiBT-1 살포	87.5a	34.4b	30.0b	8.8c	58.8b	21.6b
AiBT-1 살포+강우 <sup>#</sup>	70.0a	38.8b	35.0b	36.3ab	52.5b	37.6b
AiBT-1 살포+강우 <sup>#</sup> +재살포 <sup>##</sup>	80.0a	36.3b	40.0b	27.5b	60.0a	31.9b
무처리	73.3a	55.8a	63.3a	48.3a	68.3a	52.1a

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/09; 0 : 없음~5 : 높음; #, 기준액 살포 후 물을 재살포함; ##, 물 살포 후 2일후 AiBT-1 재살포함 <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 64는 AiBT-1 살포 후 우천으로 인한 AiBT-1의 효과 감소를 우려한 농가 애로사항을 검증하기 위한 실험이다. AiBT-1를 살포한 다음 사과나무에서 AiBT-1의 액이 건조한 다음 바로 물을 재살포하였다. 강우 물 살포량은 시간당 10mm의 강우량 기준으로 살포하였으며, AiBT-1 살포 후 강우 시 AiBT-1의 재살포에 대한 착과 과실 특성을 보면 종경, 횡경, L/D값에 있어서 무처리구와 처리구간의 차이는 보이지 않았다. L/D값의 경우, 무처리구 1.41, AiBT-1 단독 처리구 1.42, AiBT-1+강우 처리구 1.36, AiBT-1+강우+AiBT-1 재살포 처리구 1.36으로 처리구와 무처리구간의 유의성은 인정되지 않았다. 신초 발생에 있어서도 무처리구와 처리구간의 차이는 L/D값과 마찬가지로 유의성이 인정되지 않았으며, 유과기 과실에의 영향은 없는 것으로 나타났다. 생리장해, 동녹 발생 등에도 영향을 미치지 아니하였다. 우천 시 또는 강우 처리 시에는 벌 활동에 약간의 영향을 받을 것으로 추측되지만 짧은 기간의 강우는 벌 활동 위축에 따른 결실불량은 미미할 것으로 사료되어진다.

표 64. AiBT-1 살포 후 우천<sup>#</sup> 재살포<sup>##</sup>에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리방법	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동피해 (유·무)	신초 (cm)
살포	21.7a <sup>z</sup>	15.4a	1.42a	0	무	무	20.0a
살포+강우 <sup>#</sup>	22.5a	16.5a	1.36a	0	무	무(유)	17.2a
살포+강우 <sup>#</sup> +재살포 <sup>##</sup>	23.1a	17.1a	1.36a	0	무	무(유)	18.4a
무처리	22.9a	16.3a	1.41a	0	무	무	19.3a

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/16; 0 : 없음~5 : 높음; <sup>#</sup>, 기준액 살포 후 물을 재살포함; <sup>##</sup>, 물 살포 후 2일후 AiBT-1 재살포함 <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

(라) 식물생장조절제 혼용 살포

표 65은 과수농가 애로사항 실험 중 하나로써 AiBT-1의 처리시기에 비대목적으로 많은 농가에서 식물생장조절물질을 사용하고 있는데, AiBT-1의 처리시기와 중복되는 경우가 있어 식물생장조절물질과 AiBT-1의 혼용 처리가 적화효과 및 과실생육 및 품질특성에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다. 식물생장조절물질과 AiBT-1을 혼용하여 만개기, 만개 2일째에 처리한 결실률의 결과는 만개의 경우 정화 중심화 80.0%, 측화 52.5%, 액화 중심화 72.5%, 측화 51.3%로 무처리구와 유의성은 인정되지 않았다. 만개 2일째의 처리구에서도 정화 중심화 87.5%, 정화 측화 61.9%, 액화 중심화 62.5%, 액화 측화 60.0%로 액화에서 또한 무처리구와 유의성이 인정되지 않아, 식물생장조절제와 AiBT-1의 혼용처리가 AiBT-1의 적화효과에 어느 정도 영향을 미치는 것으로 나타나 AiBT-1 처리 시 식물생장조절물질의 사용은 가급적 지양하는 것이 좋은

것으로 판단된다.

표 65. 식물생장조절제와 AiBT-1 혼용처리에 따른 적화효과 차이 규명(군위, 후지, 2014년).

처리방법	처리시기 <sup>#</sup>	결실률(%)					
		정화		액화		전체화	
		중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
혼용 <sup>#</sup>	만개	80.0a <sup>z</sup>	52.5ab	72.5a	51.3a	76.3a	51.9a
혼용 <sup>#</sup>	만개 2일	87.5a	61.9a	62.5a	60.0a	75.0a	60.9a
단용		87.5a	34.4b	30.0b	8.8b	58.8a	21.6b
무처리		73.3a	55.8ab	63.3a	48.3a	68.3a	52.1a

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/09; <sup>#</sup>, 식물생장조절제; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 66은 과수농가 애로사항 실험 중 하나로써 AiBT-1의 처리시기에 비대목적으로 많은 농가에서 식물생장조절물질을 사용하고 있는데, AiBT-1의 처리시기와 중복되는 경우가 있어 식물생장조절물질과 AiBT-1의 혼용 처리가 적화효과 및 과실생육 및 품질특성에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다. L/D값의 경우 무처리 1.41, 만개일 혼용 처리구 1.63, 만개 2일 혼용 처리구 1.53으로 나타나 무처리구와 혼용 처리구에서 유의성이 인정되었다. 종경의 경우 무처리구와 비교해 조금 높은 값을 보여 L/D값이 향상된 것으로 보여 식물생장조절물질이 사과 과실의 유과기에 있어서 종경 발달에 기여하는 것으로 사료되어진다. 하지만 식물생장조절물질과 AiBT-1의 혼용에 따른 사과나무의 신초발생에 미치는 영향은 무처리구 19.3cm, 처리구 18.7~20.5cm로써 유의성이 인정되지 않았다. 또한 사과나무의 생육 및 생리장해, 동녹 발생, 벌활동에 미치는 영향은 달관조사를 실시하였으나 발견되지 않아, 식물생장조절물질과 AiBT-1의 혼용처리가 착과 과실 특성에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있었고, 혼용에 따른 유과기때 종경 생육에는 관여하는 것으로 조사되었다.

표 66. 식물생장조절제와 AiBT-1 혼용처리에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리방법	처리시기	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동피해 (유·무)	신초 (cm)
혼용 <sup>#</sup>	만개	24.4a <sup>z</sup>	15.0a	1.63a	0	무	무	20.5a
혼용 <sup>#</sup>	만개 2일	24.5a	16.0a	1.53a	0	무	무	18.7a
단용		21.7a	15.4a	1.42b	0	무	무	20.0a
무처리		22.9a	16.3a	1.41b	0	무	무	19.3a

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/16; \*, 0 : 없음~5 : 높음; <sup>#</sup>, 식물생장조절제; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.



(4) 제제의 안전성, 균질성 확보를 위한 품질분석

검사성적서

제2014051615호	의뢰자성명	손 태 권	사업자등록번호	504-81-85233
주 소	대구광역시 북구 경대로 17길 47, 에플(주)			
검사(분석) 제목	미량요소복합비료			
용 도	등록용			
검사(분석)담당자	대구대학교 생명환경대학 비료출하전통질검사소 책임교수 경 중 배			

<검사결과>

검사성분항목	기준(%)	검사성적(%)	비고
검 사 성 분	수용성망간	0.1	0.12
	수용성아연	0.05	0.09
유 해 성 분	비소	0.002	검출안됨
	니켈	0.01	검출안됨
	크롬	0.1	검출안됨
	티탄	0.04	검출안됨
	아질산	0.04	검출안됨
	아황산	0.01	검출안됨
	카드뮴	0.00018	검출안됨

<검사방법>

검사의뢰자가 의뢰한 시료에 대하여 농촌진흥청 고시 제2013-29호의 비료통질검사 방법(비료의 이화학적 검사방법)으로 검사하였음.

2014년 5월 16일

대 구 대 학 교 총 장



(가) AiBT-1의 품질분석

표 67는 AiBT-1의 농자재 등록을 위한 보증성분 및 유해성분분석을 대구대학교 비료품질검사소에 의뢰하여 AiBT-1을 분석한 결과이다. 농자재(미량요소복합비료) 등록을 위한 보증성분은 수용성 망간 0.1%이상, 수용성 아연 0.05%이상으로 설정하였고, 실제 AiBT-1의 분석결과는 수용성 망간 0.12%, 수용성 아연 0.09%로 조사되었다. 이는 기준량이 0.1% 이하의 경우 기준량보다 200%까지는 법적 허용치이므로 AiBT-1의 농자재 등록을 위한 보증성분 수용성 망간 및 수용성 아연의 함량에 적합한 것으로 조사되었다. 또한 유해성분의 경우 비소 0.002%, 니켈 0.01%, 크롬 0.1%, 티탄 0.04%, 아질산 0.04%, 아황산 0.01%, 카드뮴 0.00018%이하로 함유되어야 등록이 가능하지만, AiBT-1의 경우 유해성분이 모든 항목에서 검출되지 않아 농자재 등록용으로 적합한 것으로 조사되었다(그림 19).

그림 19. AiBT-1의 농자재등록용 보증성분 검사성적서.

표 67. AiBT-1의 보증성분 분석.

검사성분항목	기준(%)	검사성적(%)
검사성분	수용성망간	0.1
	수용성아연	0.05
유해성분	비소	0.002
	니켈	0.01
	크롬	0.1
	티탄	0.04
	아질산	0.04
	아황산	0.01
	카드뮴	0.00018

표 68은 AiBT-1의 원재료에 대한 표준물질 제공을 위한 검사 중 하나로써 매년 서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원에 의뢰하여 아미노산을 분석하였다. 2012년부터 2014년까지 매년 AiBT-1의 추출물의 안정적인 공급을 위한 것으로 주요 아미노산을 분석하였다. Glucose의 경우, 2012년 179.6mg/L, 2013년 233.3mg/L, 2014년 287.5mg/L이며, Mannitol은 2012년 67.8mg/L, 2013년 85.2mg/L, 2014년 74.0mg/L이 함유된 것으로 조사되었다. 따라서 AiBT-1의 아미노산 주요지표는 Glucose 200mg/L 내외, Mannitol 70.0mg/L 내외, Glycine은 1~2mg/L정도의 함유가 정상적인 것으로 판단하면 될 것으로 사료되어진다.

표 68. AiBT-1의 아미노산 분석.

아미노산 (mg/L)	2012	2013	2014
Glucose	179.6	233.3	287.5
Mannitol	67.8	85.2	74.0
Glycine	2.6	1.2	1.0
Glutamic acid	1.7	0.2	1.1
Threonine	0.9	0.1	0.0
Serine	0.8	0.4	0.1
Alanine	0.7	0.2	0.1

**시험성적서**  
등록번호 : NIOEM-CR00-2012-11

1. 신청인  
 ① 기관명 **배움(주)**      ② 대표/신청인 **손 태 환**  
 ③ 주소 **대구 대구 산척3동장동래학교 석촌노빌 216호 배움(주)**  
 ④ 전화 **053-951-1397**      ⑤ 팩스 **053-951-0262**

2. 의뢰내용  
 ① 검사 번호 **2012-CR0-C-000261**      ② 검사 날짜 **2012. 10. 5.**  
 ③ 시료 종류 **백상사료(말배)**  
 ④ 시험 기간 **2012. 10. 12. ~ 2012. 10. 20.**      ⑤ 실험처음도 **참고용**

**시험결과**

성분	검출량 (단위 : mg/L)
Glucose	179.58
Mannitol	67.83
Glycine	2.60
Glutamic acid	1.70
Threonine	0.87
Serine	0.82
Alanine	0.66

이 성적서는 의뢰자와 제공한 시료에 대한 결과이며, 온도 이외의 사항을 중하여  
 "검정" 조항 및 기타 "합격" 조건으로 사용할 수 없습니다.

농생명과학공동기기원 분석시험허가규정에 의하여 분석 시험한 결과를  
 의뢰 같이 통지합니다.  
 2012년 10월 24일

서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원장  
 National Instrumentation Center for Environmental Management

(4) 151-921 서울특별시 관악구 편곡로 999 Tel) 02) 880-4965 Fax) 02) 888-4847 http://niocem.snu.ac.kr/

**시험성적서**  
등록번호 : NIOEM-CR00-2013-28

1. 신청인  
 ① 기관명 **배움(주)**      ② 대표/신청인 **손 태 환**  
 ③ 주소 **대구 대구 산척3동장동래학교 IT종합산업빌딩 1101호**  
 ④ 전화 **053-951-1397**      ⑤ 팩스 **053-951-0262**

2. 의뢰내용  
 ① 검사 번호 **2013-CR0-C-000211**      ② 검사 날짜 **2013. 7. 23.**  
 ③ 시료 종류 **백상사료**  
 ④ 시험 기간 **2013. 7. 22. ~ 2013. 7. 24.**      ⑤ 실험처음도 **참고용**

**시험결과**

성분	검출량 (단위 : mg/L)
Glucose	233.07
Mannitol	85.16
Glycine	1.17
Glutamic acid	0.22
Threonine	0.05
Serine	0.36
Alanine	0.20

이 성적서는 의뢰자와 제공한 시료에 대한 결과이며, 온도 이외의 사항을 중하여  
 "검정" 조항 및 기타 "합격" 조건으로 사용할 수 없습니다.

농생명과학공동기기원 분석시험허가규정에 의하여 분석 시험한 결과를  
 의뢰 같이 통지합니다.  
 2013년 7월 24일

서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원장  
 National Instrumentation Center for Environmental Management

(4) 151-921 서울특별시 관악구 편곡로 999 Tel) 02) 880-4965 Fax) 02) 888-4847 http://niocem.snu.ac.kr/

**시험성적서**  
등록번호 : NIOEM-CR00-2014-7

1. 신청인  
 ① 기관명 **배움(주)**      ② 대표/신청인 **손 태 환**  
 ③ 주소 **대구 대구 산척3동장동래학교 IT종합산업빌딩 1101호**  
 ④ 전화 **053-951-1397**      ⑤ 팩스 **053-951-0262**

2. 의뢰내용  
 ① 검사 번호 **2014-CR0-C-00061**      ② 검사 날짜 **2014. 3. 3.**  
 ③ 시료 종류 **백상사료**  
 ④ 시험 기간 **2014. 3. 4. ~ 2014. 3. 10.**      ⑤ 실험처음도 **참고용**

**시험결과**

성분	검출량 (단위 : mg/L)
Glucose	287.535
Mannitol	74.016
Aspartic acid	0.061
Glutamic acid	0.138
Serine	0.057
Glycine	1.035
Threonine	0.028
Alanine	0.100
Valine	0.073
Tryptophane	0.228

이 성적서는 의뢰자와 제공한 시료에 대한 결과이며, 온도 이외의 사항을 중하여  
 "검정" 조항 및 기타 "합격" 조건으로 사용할 수 없습니다.

농생명과학공동기기원 분석시험허가규정에 의하여 분석 시험한 결과를  
 의뢰 같이 통지합니다.  
 2014년 3월 14일

서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원장  
 National Instrumentation Center for Environmental Management

(4) 151-921 서울특별시 관악구 편곡로 999 Tel) 02) 880-4965 Fax) 02) 888-4847 http://niocem.snu.ac.kr/

그림 20. AiBT-1의 아미노산 분석 성적서.

나. 협동 : 친환경 AiBT-1을 이용한 사과 AiBT-1의 작용기작, 사과품질 특성 및 농가 경영효율 분석

(1) 측화 및 액화 적화를 위한 AiBT-1 처리시기에 따른 적화효과 차이 구명

- ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1
- ㄴ. 품 종 : '후지'/M9 14년생, '홍로'/M26 4년생
- ㄷ. 시험 지역 : 실험포장, 청송
- ㄹ. 처리 횟수 : 처리군 1회씩
- ㅁ. 처리 시기 : 실험포장 -분홍기, 중심화 만개, 만개후 3일, 만개후 5일 각 4반복 처리  
청송 - 만개후 3일, 만개후 5일 각 4반복 처리
- ㅂ. 처리 농도 : 기준액, 무처리
- ㅅ. 처리 형태 : 엽면살포
- ㅇ. 조사 항목 : 적화율, 생리장해, 품질특성(당도, 산도, 중량 등), 기상조건

(가) 조사 방법

실험포장 : 시험구의 배치는 처리구당 4주씩 완전임의배치로 하였고 시험에 사용된 사과나무는 경북대 교내 과수원 '후지'/M9 14년생을 이용하였다. 4월10일 분홍기, 중심화 만개, 만개후 3일, 만개후 5일 때 기준액을 엽면살포 하였다. 정화, 액화 카운팅은 각 처리구 살포 전날 실시하였고, 최종 적화율 카운팅은 2014년 5월 17일 실시하였다.

표 69. AiBT-1 처리구 처리 시기(경북대 교내).

구 분	분홍기	만개기	만개 후+3	만개 후+5
처리일자	4월10일	4월 15일	4월18일	4월20일

※ 구분 : +3 : 중심화 만개후 +3 / +5 : 중심화 만개 후 +5

청송 : 시험구의 배치는 처리구당 3주씩 완전임의배치로 하였고 시험에 사용된 사과나무는 청송 '홍로'/M26 4년생을 이용하였다. 만개후 3일, 만개후 5일 때 기준액을 엽면 살포 하였다. 정화, 액화 카운팅은 각 처리구 살포 전날 실시하였고, 최종 적화율 카운팅은 2014년 5월 24일 실시 하였다.

표 70. AiBT-1 처리구 처리 시기(청송).

구 분	만개 후+3	만개 후+5
처리일자	4월24일	4월26일

※ 구분 : +3 : 중심화 만개 후 +3 / +5 : 중심화 만개 후 +5

(나) 시험성적

표 71. AiBT-1 처리에 따른 실험포장 결실률('후지'M9, 14년생).

<b>분홍기</b>															
구분	초기착과량					최종착과량					적화율				
	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화
1번	165	114	16	14	21	94	61	11	9	13	43.0	46.5	31.3	35.7	38.1
2번	159	98	16	5	40	97	57	10	3	27	39.0	41.8	37.5	40.0	32.5
3번	119	41	25	26	27	71	23	15	15	18	40.3	43.9	40.0	42.3	33.3
4번	581	272	258	9	42	323	135	159	5	24	44.4	50.4	38.4	44.4	42.9
합계	1024	525	315	54	130	585	276	195	32	82	41.7	45.6	36.8	40.6	36.7
<b>만개기</b>															
구분	초기착과량					최종착과량					적화율				
	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화
1번	160	68	17	42	33	93	38	10	24	21	41.9	44.1	41.2	42.9	36.4
2번	317	117	25	27	148	200	67	20	16	97	36.9	42.7	20.0	40.7	34.5
3번	141	69	8	28	36	80	34	3	17	26	43.3	50.7	62.5	39.3	27.8
4번	318	191	30	81	16	173	99	16	48	10	45.6	48.2	46.7	40.7	37.5
합계	936	445	80	178	233	546	238	49	105	154	41.9	46.4	42.6	40.9	34.0
<b>만개기 +3</b>															
구분	초기착과량					최종착과량					적화율				
	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화
1번	334	187	117	5	25	172	87	66	3	16	48.5	53.5	43.6	40.0	36.0
2번	281	102	147	13	19	132	41	71	9	11	53.0	59.8	51.7	30.8	42.1
3번	362	158	72	18	114	192	76	39	9	68	47.0	51.9	45.8	50.0	40.4
4번	329	129	153	16	31	158	58	74	9	17	52.0	55.0	51.6	43.8	45.2
합계	1306	576	489	52	189	654	262	250	30	112	50.1	55.1	48.2	41.1	40.9
<b>만개기 + 5</b>															
구분	초기착과량					최종착과량					적화율				
	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화
1번	239	121	72	38	8	118	49	37	27	5	50.6	59.5	48.6	28.9	37.5
2번	585	239	305	27	14	271	92	152	19	8	53.7	61.5	50.2	29.6	42.9
3번	175	125	16	23	11	84	56	10	11	7	52.0	55.2	37.5	52.2	36.4
4번	161	121	13	12	15	62	44	7	3	8	61.5	63.6	46.2	75.0	46.7
합계	1160	606	406	100	48	535	241	206	60	28	54.4	60.0	45.6	46.4	40.8

무처리															
구분	초기착과량					최종착과량					적화율				
	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화
1	238	88	72	14	64	161	56	49	9	47	32.4	36.4	31.9	35.7	26.6
2	230	72	94	12	52	151	42	65	8	36	34.3	41.7	30.9	33.3	30.8
3	236	76	83	21	56	157	44	58	16	39	33.5	42.1	30.1	23.8	30.4
합계	704	236	249	47	172	469	142	172	33	122	33.4	40.0	31.0	31.0	29.2

※노란색 칸은 1년생 정화, 액화를 표시한 것임.

표 72. AiBT-1 처리에 따른 청송 결실률('홍로'M26,4년생).

대조구															
구분	초기착과량					최종착과량					적화율				
	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화
1번	387	69	148	14	156	254	42	95	10	107	34.4	39.1	35.8	28.6	31.4
2번	157	11	98	43	5	101	7	64	28	2	35.7	36.4	34.7	34.9	60.0
3번	411	21	229	124	37	265	12	151	79	23	35.5	42.9	34.1	36.3	37.8
4번	492	132	314	10	36	295	78	192	5	20	40.0	40.9	38.9	50.0	44.4
	1447	233	789	191	234	915	139	502	122	152	36.4	39.8	35.9	37.4	43.4
만개기+3															
구분	초기착과량					최종착과량					적화율				
	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화
1번	444	99	309	11	25	211	45	148	6	12	52.5	54.5	52.1	45.5	52.0
2번	416	102	257	12	45	206	48	126	6	26	50.5	52.9	51.0	50.0	42.2
3번	455	103	289	31	32	211	47	130	15	19	53.6	54.4	55.0	51.6	40.6
4번	440	99	290	16	35	222	50	143	9	20	49.5	49.5	50.7	43.8	42.9
	1755	403	1145	70	137	850	190	547	36	77	51.5	52.8	52.2	47.7	44.4
만개기+5															
구분	초기착과량					최종착과량					적화율				
	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화	총합	정화	액화	정화	액화
1번	335	50	187	49	49	161	24	86	22	29	51.9	52.0	54.0	55.1	40.8
2번	180	25	101	18	36	87	11	48	8	20	51.7	56.0	52.5	55.6	44.4
3번	362	57	208	23	74	173	24	101	12	36	52.2	57.9	51.4	47.8	51.4
4번	485	107	240	66	72	227	47	114	30	36	53.2	56.1	52.5	54.5	50.0
	1362	239	736	156	231	648	106	349	72	121	52.3	55.5	52.6	53.3	46.7

※노란색 칸은 1년생 정화, 액화를 표시한 것임.

표 73. AiBT-1 처리에 따른 적화율('후지'M9, 14년생, 교내 과수원).

구 분	적화율(%)				
	총합	정화과	액화과	정화과	액화과
무처리	33.39	40.05	30.97	30.95	29.23
분홍기	41.69	45.65	36.78	40.62	36.70
중심화 만개	41.91	46.44	42.59	40.91	27.08
중심화 만개후 +3	50.12	55.05	48.19	41.13	40.90
중심화 만개후 +5	54.45	59.96	45.61	46.44	40.85
처리군 총합	47.04	51.78	43.29	42.28	36.38

※노란색 칸은 1년생 정화, 액화를 표시한 것임.

표 74. AiBT-1 처리에 따른 적화율('홍로'M26, 4년생, 청송).

구 분	적화율(%)				
	총합	정화과	액화과	정화과	액화과
무처리	36.40	39.82	35.85	37.44	43.42
중심화 만개후 +3	51.53	52.84	52.20	47.70	44.43
중심화 만개후 +5	52.30	55.50	52.60	53.30	46.70
처리군 총합	51.92	54.17	52.40	50.50	45.57

※노란색 칸은 1년생 정화, 액화를 표시한 것임.

AiBT-1 엽면살포 처리에 따른 후지의 적화율('후지'M9, 14년생)은 무처리 1년생 정화과에서 40.05%, 액화과에서 30.97%, 나머지 정화과에서 30.95%, 액화과에서 29.23%로 나타났고 총합하여 33.39%의 적화율을 나타내었다. AiBT-1를 처리한 처리구에서는 분홍기에서는 1년생 정화과에서 45.65%, 액화과에서 36.78%, 나머지 정화과에서 40.62%, 액화과에서 36.70%로 나타났고 총합하여 41.69% 적화율을 나타내었다. 중심화 만개 처리에서는 1년생 정화과에서 46.44%, 액화과에서 42.59%, 나머지 정화과에서는 40.91%, 액화과에서는 27.08%가 나타났으며 총합에서 41.91% 적화율을 나타내었다. 중심화 만개 +3 처리에서는 1년생 정화과에서 55.05%, 액화과에서 48.19%, 나머지 정화과에서 41.13%, 액화과에서 40.9%로 나타났으며 총합에서 50.12% 적화율을 나타내었다. 중심화 만개 +5 처리에서는 1년생 정화과에서 59.96%, 액화과에서 45.61%, 나머지 정화과에서 46.44%, 액화과에서 40.85%로 나타났으며 총합에서 54.45% 적화율을 확인하였다. 무처리와 비교하여 AiBT-1 처리구에서 1년생 정화과와 액화과에 높은 적화효과가 나타났다. 분홍기에서 중심화 만개 +5 처리까지 적화율을 총합해보면 1년생 정화과에서 51.78%, 액화과에서 43.29%, 나머지 정화과에서 42.28%, 액화과에서 36.38%로 나타났으며 처리군 총합에서 47.04%로 나타났다. 교내 실험에서 정화의 적화율은 중심화 만개 +5일의살포가, 액화의 경우 중심화 만개 +3일에 살포시 가장 높은 적화율을 나타내었다.

AiBT-1 엽면살포 처리에 따른 홍로의 적화율('홍로'M26, 4년생)은 무처리 1년생 정화과에서 39.82%, 액화과에서 35.85%, 나머지 정화과에서 37.44%, 액화과에서 43.42%로 나타났고 총합하여 36.4%의 적화율을 나타내었다. 중심화 만개 +3 처리에서는 1년생 정화과에서 52.84%, 액화과에서 52.2%, 나머지 정화과에서 47.7%, 액화과에서 44.43%로 나타났으며 총합에서 51.53% 적화율을 나타내었다. 중심화 만개 +5 처리에서는 1년생 정화과에서 55.5%, 액화과에서 52.6%,



나머지 정화과에서 53.3%, 액화과에서 46.7%로 나타났으며 총합에서 52.3% 적화율을 확인하였다. 무처리와 비교하여 AiBT-1 처리구에서 1년생 정화과와 액화과에 높은 적화효과가 나타났다. 중심화 만개+3에서 중심화 만개+5처리까지 적화율을 종합해보면 1년생 정화과에서 54.17%, 액화과에서 52.4%, 나머지 정화과에서 50.5%, 액화과에서 45.57%로 나타났으며 처리군 총합에서 51.92%로 나타났다. 청송 실험에서 정화와 액화의 적화율은 중심화 만개 +5일의 살포가 가장 높은 것으로 나타났다.

※통계 검정

학교 과수원

구 분	적화율(%)			
	정화과	액화과	정화과	액화과
무처리	40.05 cdefgh	30.97 gh	30.95 gh	29.23 h
분홍기	45.65 bcdef	36.78 defgh	40.62 defgh	36.70 efgh
중심화 만개	46.44 bcdef	42.59 cdefgh	40.91 cdefgh	27.08 fgh
중심화 만개후 +3	55.05 ab	48.19 abcde	41.13 cdefgh	40.90 defgh
중심화 만개후 +5	59.96 a	45.61 bcdef	46.44 defgh	40.85 defgh

청송

구 분	적화율(%)			
	정화과	액화과	정화과	액화과
무처리	39.82 defgh	35.85 efgh	37.44 fgh	43.42 bcdefg
중심화 만개후 +3	52.84 ab	52.20 abc	47.70 abcd	44.43 bcdef
중심화 만개후 +5	55.50 ab	52.60 abc	53.30 abc	46.70 bcdef

※ 통계 검정

적화율

Duncan<sup>a</sup>

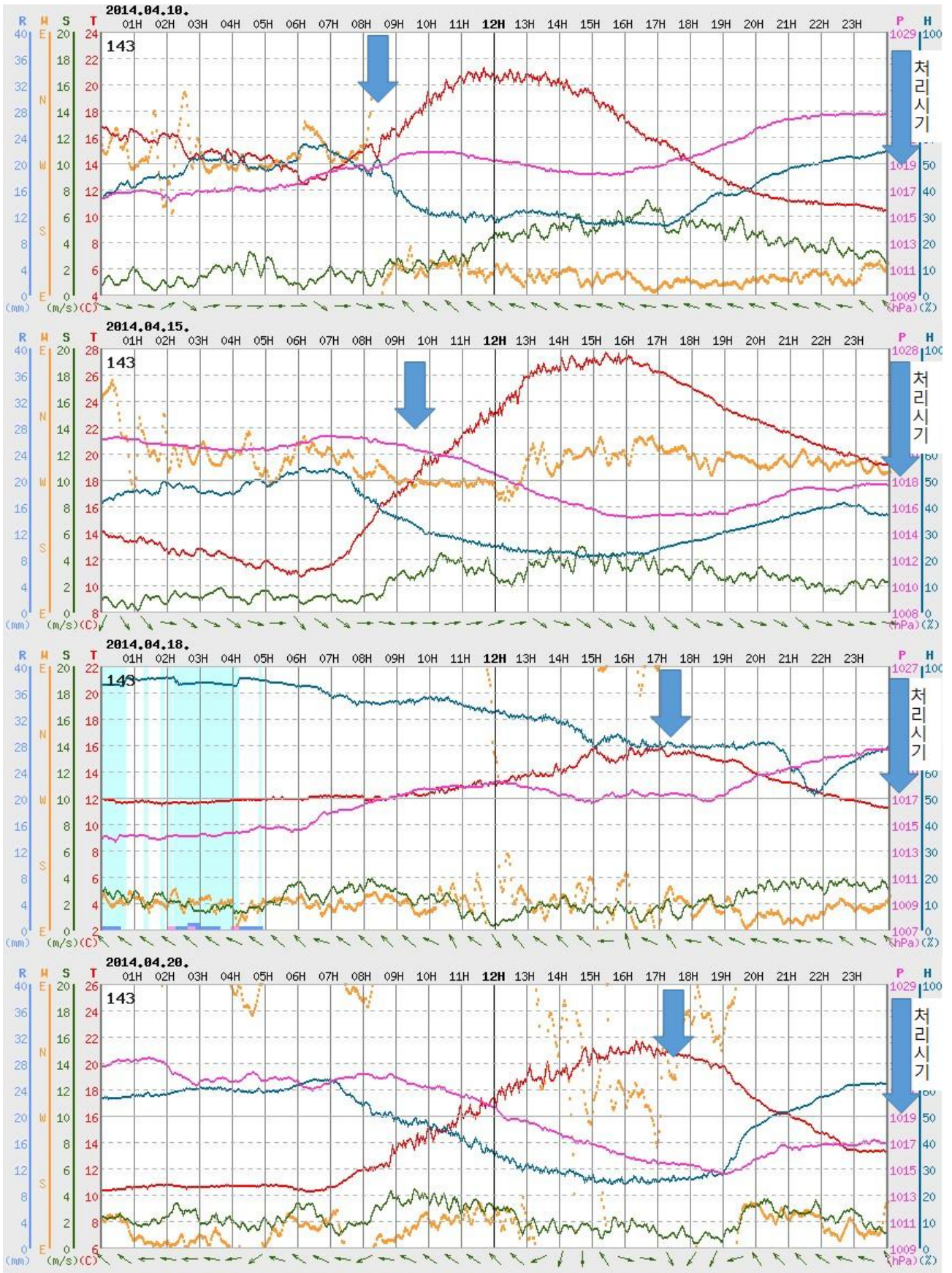
처리코드	N	유의수준 = 0.05에 대한 부집단							
		1	2	3	4	5	6	7	8
무처리 액	3	29.2667							
무처리 정	3	30.9333	30.9333						
무처리 1년 액	3	30.9667	30.9667						
만개기 액화	3	32.9000	32.9000	32.9000					
무처리 정화 청송	3	33.2667	33.2667	33.2667					
핑크 액화	3	34.6333	34.6333	34.6333	34.6333				
무처리 1년 액 청송	3	34.8667	34.8667	34.8667	34.8667				
핑크 1년생 액화	3	36.2667	36.2667	36.2667	36.2667	36.2667			
만개기 +5 정	3	36.9000	36.9000	36.9000	36.9000	36.9000			
만개기 +5 액	3	38.9333	38.9333	38.9333	38.9333	38.9333			
핑크 정화	3	39.3333	39.3333	39.3333	39.3333	39.3333			
무처리 1년 정 청송	3	39.4667	39.4667	39.4667	39.4667	39.4667			
만개기 +3 액	3	39.5000	39.5000	39.5000	39.5000	39.5000			
무처리 1년 정	3	40.0667	40.0667	40.0667	40.0667	40.0667	40.0667		
만개기 +3 정	3	40.2667	40.2667	40.2667	40.2667	40.2667	40.2667		
만개기 정화	3	40.9667	40.9667	40.9667	40.9667	40.9667	40.9667		
만개기 1년 액화	3	41.2333	41.2333	41.2333	41.2333	41.2333	41.2333		
무처리 액화 청송	3		43.0667	43.0667	43.0667	43.0667	43.0667	43.0667	
핑크 1년생 정화	3			44.0667	44.0667	44.0667	44.0667	44.0667	
만개기 +3 액화 청송	3			44.9333	44.9333	44.9333	44.9333	44.9333	
만개기 +5 1년 액	3			45.4333	45.4333	45.4333	45.4333	45.4333	
만개기 +5 액 청송	3			45.5333	45.5333	45.5333	45.5333	45.5333	
만개기 1년 정화	3			45.8333	45.8333	45.8333	45.8333	45.8333	
만개기 +3 1년 액	3				47.0333	47.0333	47.0333	47.0333	47.0333
만개기 +3 정화 청송	3					49.0333	49.0333	49.0333	49.0333
만개기 +5 1년 액 청송	3						52.6333	52.6333	52.6333
만개기 +3 1년 액 청송	3						52.7000	52.7000	52.7000
만개기 +5 정 청송	3						52.8333	52.8333	52.8333
만개기 +3 1년 정 청송	3							53.9333	53.9333
만개기 +3 1년 정	3							55.0667	55.0667
만개기 +5 1년 정 청송	3							55.3000	55.3000
만개기 +5 1년 정	3								58.7333
유의확률		.069	.065	.051	.061	.053	.050	.060	.064

만개기+5년 1년 정화에서 가장 좋은 결과를 얻을 수 있었고 무처리 액화에서 가장 좋지 않은 결과를 얻어, 처리구간 유의성이 인정됨.

※ 8번 a 7번 b 순으로 1번이 h순임

(다) 기상 현황

※교내 과수원



※청송

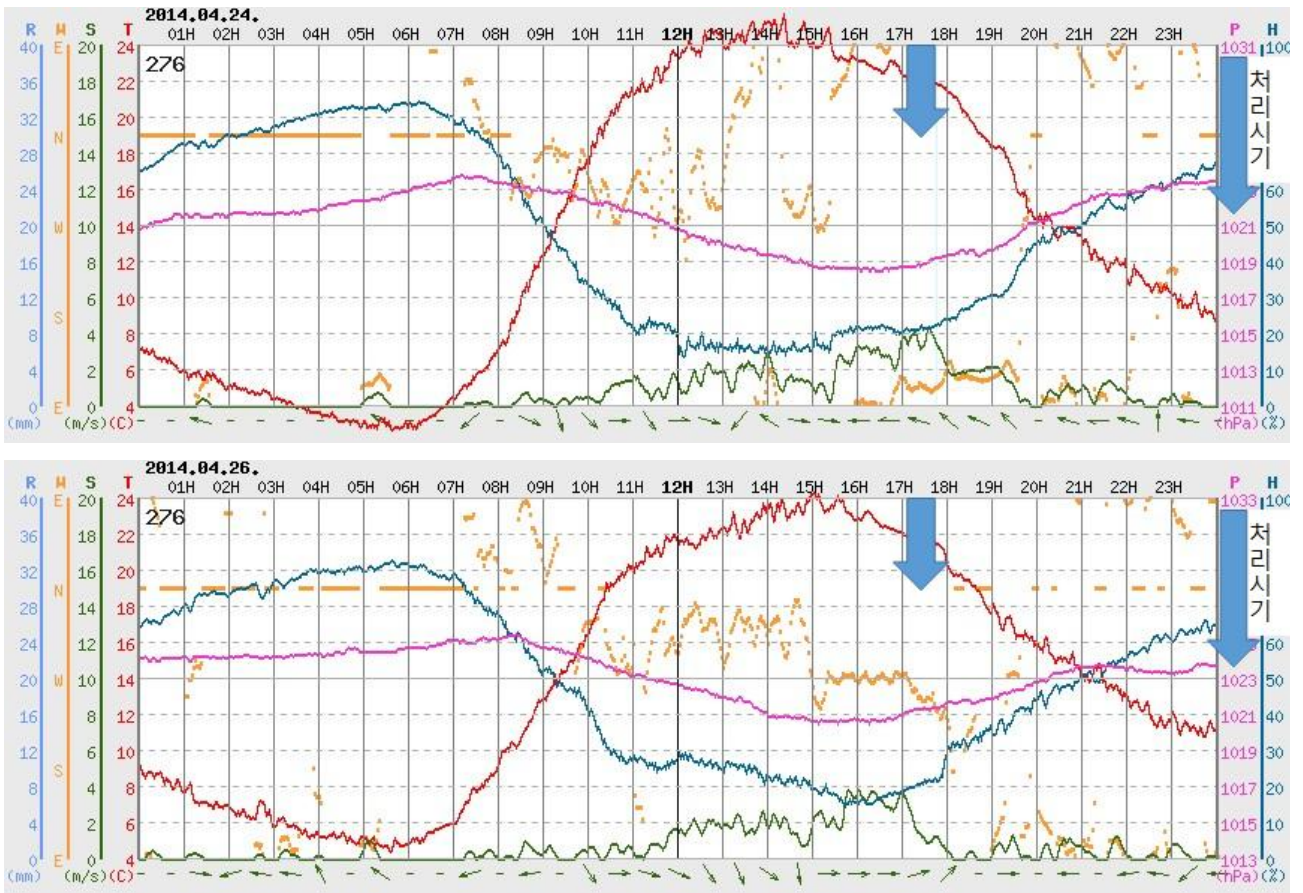

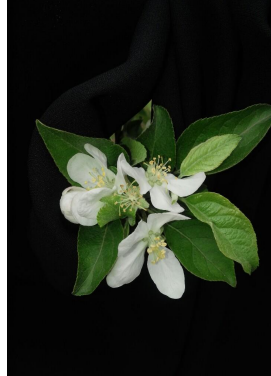




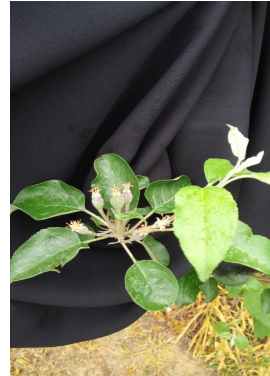
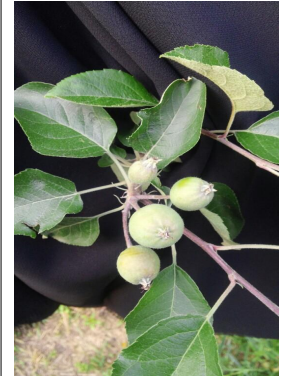
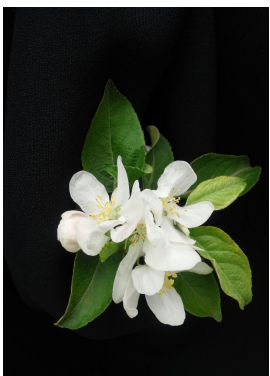


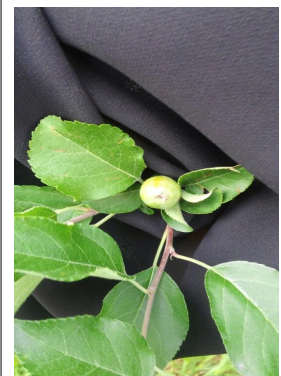



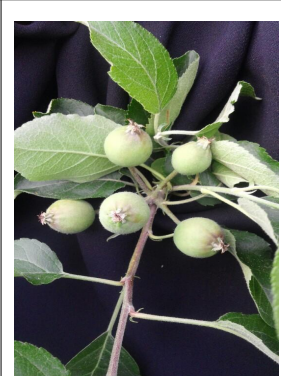


그림 21. 실험기간 기상현황.

작년보다 일주일 이상 만개기가 빨랐으며 올해는 4월 27일~30일 4일 동안 비가 내린 경우도 있었고 지속적인 고온으로 인하여 사과 꽃의 개화 속도가 점점 빨라졌으며 약제 처리시기는 오전 10시전과 오후 5시 이후에 살포하였다.








(라) 시험 사진 : 교내 과수원 '후지'/M9 14년생

대조군	 <p>4월 9일</p>	 <p>4월 17일</p>	 <p>4월 25일</p>	 <p>5월 15일</p>
분홍기 처리	 <p>4월 9일</p>	 <p>4월 16일</p>	 <p>4월 27일</p>	 <p>5월 15일</p>
만개기 처리	 <p>4월 14일</p>	 <p>5월 1일</p>	 <p>5월 9일</p>	 <p>5월 15일</p>
만개 3일 처리	 <p>4월 17일</p>	 <p>5월 2일</p>	 <p>5월 9일</p>	 <p>5월 15일</p>



만개 5일 처리				
	4월 19일	4월 27일	5월 1일	5월 15일

시험사진 : 청송 '홍로'M26, 4년생

만개 3일 처리			
	4월 24일	5월 8일	5월 24일
	만개 5일 처리		
4월 26일		5월 8일	5월 24일



(2) 중심화 결실 및 성장향상에 따른 측화 및 액화 적화 현상에 대한 작용기작 구명

- ㄱ. 공시 재료 : '후지'/M9 14년생, '홍로'/M26 4년생
- ㄴ. 실험 재료 : 꽃잎, 꽃대, 꽃받침, 암술 및 수술 조직, 화총 조직, 신초
- ㄷ. 샘플채취시기 : 후지 - 분홍기, 만개기, 만개 후 3일, 만개 후 5일 약제 처리 전날  
샘플 채취
- ㄹ. 처리구 : 처리시기 구명을 위하여 식물 추출액을 분홍기, 만개기, 만개 후 3일, 만개 후 5일 처리
- ㅁ. 분석 내용 : 다량 원소, 미량원소, 식물호르몬 등

샘플링에 사용된 사과나무는 경북대 교내 과수원 '후지'/M9 14년생을 이용하였다. 처리시기에 따른 착과 및 작용기작 구명을 위해 분홍기, 중심화 만개, 중심화 만개 후 3일, 중심화 만개 후 5일이 되는 날 처리하였다.

표 75. AiBT-1 처리구 처리 시기(경북대 교내).

구 분	분홍기	만개기	만개 후 3일	만개 후 5일
처리일자	4.10일	4.15일	4.18일	4.20일

표 76. AiBT-1 처리구 처리 시기(청송).

구 분	만개 후 3일	만개 후 5일
처리일자	4.24일	4.26일

표 77는 AiBT-1의 전체적 규명을 위한 일부 실험으로써 AiBT-1의 처리에 따른 화총 및 신초 조직에서의 아미노산 함량 변화를 조사한 것이다. 화총 및 신초의 조직은 분홍기, 만개, 만개 2일, 만개 4일째 AiBT-1 처리구에서 샘플을 채취하였다. 작용기작 규명의 일환으로 지베렐린(분석 중), 사이토키닌류(분석 중), 양이온, 음이온, 유리아미노산(분석 중) 및 구성아미노산 등을 분석하였다. 화총조직에서의 총 구성아미노산 함량은 분홍기 76.49ug/g, 만개 80.93ug/g, 만개 2일 63.26ug/g, 만개 4일 79.15ug/g, 무처리구 32.72ug/g으로 조사되어 AiBT-1의 처리구에서 약 2배이상의 구성아미노산이 조사되어졌다. 그렇지만 신초조직에서는 분홍기 96.72ug/g, 만개 76.17ug/g, 만개 2일 79.16ug/g, 만개 4일 64.59ug/g, 무처리 87.69ug/g으로 조사되어 처리구와 무처리구간의 함량이 대동소이한 것으로 조사되어 AiBT-1의 처리에 따른 사과나무에서의 작용은 신초조직에서는 영향을 미치지 아니하였는데, 화총조직에는 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 구성 및 유리 아미노산, 식물생장호르몬, 음이온, 양이온 등의 항목에서 세밀한 연구가 진행되고 있다.

표 77. AiBT-1 처리에 따른 화총 및 신초 조직에서의 아미노산 함량 조사(군위, 후지, 2014년).

조직	구성아미노산(ug/g, DW)	분홍기	만개	만개 2일	만개 4일	무처리
화총	aspartic acid	25.54	23.78	20.08	24.52	7.78
	threonine	3.26	3.57	2.31	3.43	1.02
	serine	2.86	2.53	2.31	2.43	0.52
	glutamic	4.69	5.00	3.25	4.94	0.62
	glycine	3.10	2.11	2.52	2.01	0.86
	alanine	4.23	4.82	4.00	4.52	2.84
	cystine	0.94	1.69	1.25	1.52	1.69
	valine	3.26	4.46	3.94	4.10	1.55
	methionine	0.52	0.67	0.25	0.55	0.38
	isoleucine	2.20	3.47	2.32	3.17	0.92
	leucine	7.15	8.49	5.41	8.26	4.18
	tyrosine	ND	ND	ND	ND	ND
	phenylalanine	2.48	2.85	1.94	2.70	1.38
	Lysine	3.98	3.71	3.11	3.50	1.55
	ammonia	4.40	4.42	4.17	4.60	4.30
	histidine	1.64	1.81	1.12	1.67	0.36
	arginine	2.86	3.69	2.44	3.58	1.22
	proline	3.38	3.86	2.84	3.65	1.55
	합계	76.49	80.93	63.26	79.15	32.72
	신초	aspartic acid	10.54	9.27	9.93	8.22
threonine		4.98	3.97	4.17	3.37	4.59
serine		4.17	3.44	3.57	2.89	3.80
glutamic		8.47	7.05	6.65	5.76	7.48
glycine		4.16	3.00	3.12	2.88	3.50
alanine		7.15	5.89	5.88	4.74	6.56
cystine		1.54	1.18	1.26	1.07	1.40
valine		6.60	4.84	5.15	4.05	5.68
methionine		0.86	0.69	0.74	0.65	0.75
isoleucine		5.36	3.82	4.08	3.19	4.49
leucine		11.85	11.41	9.62	9.55	10.48
tyrosine		3.44	ND	2.46	ND	2.86
phenylalanine		5.19	3.84	4.11	3.35	4.45
Lysine		5.92	4.59	4.79	4.12	5.34
ammonia		2.10	1.79	1.94	1.57	2.17
histidine		2.60	2.09	2.13	1.75	2.31
arginine		6.02	4.67	4.70	3.53	5.30
proline	5.77	4.63	4.86	3.90	5.36	
합계	96.72	76.17	79.16	64.59	87.69	

표 78은 2013년과 2014년에 AiBT-1 처리에 따른 사과 품종 후지의 화충조직을 이용하여 AiBT-1의 작용기작 규명을 위한 실험으로써 음이온 및 양이온 함량을 분석한 것이다. 2013년도 분석 결과에서는 AiBT-1의 처리에 따른 음이온의 함량 변화는  $\text{Cl}^-$ 의 경우 무처리구 20.7mg/kg, 처리구 24.4mg/kg로 조사되었고,  $\text{PO}_4^{3-}$ 의 경우 무처리구 894.0mg/kg, 처리구 918.7mg/kg으로 조사되어 AiBT-1의 처리에 따라 함량이 다소 증가하는 것으로 조사되었다. 2014년도에 있어서도  $\text{Cl}^-$ 의 경우 무처리구 21.6mg/kg, 처리구 27.4mg/kg,  $\text{PO}_4^{3-}$ 의 경우 무처리구 786.2mg/kg, 처리구 1104.2mg/kg으로 나타나 2013년도와 비슷한 경향을 보여  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ 의 함량은 다소 증가하는 것으로 나타났다. 한편  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ 의 양이온 함량은 2013년, 2014년 모두에서 무처리구에 비하여 증가되는 것으로 조사되었다. 하지만  $\text{Na}^+$  및  $\text{NH}_4^+$ 의 경우, 2013년 무처리구에서 22.0mg/kg, 80.3mg/kg, 처리구 19.7mg/kg, 36.4mg/kg으로 조사되어 다소 감소되는 경향을 보였으며 2014년에 있어서도 무처리구에서 15.7mg/kg, 77.0mg/kg, 처리구 9.1mg/kg, 44.3mg/kg으로 무처리에 대비하여 11.4~54.7%정도 감소되는 경향을 보여 AiBT-1의 처리가  $\text{Na}^+$  및  $\text{NH}_4^+$  대사활동의 메카니즘에 관하여 가능성이 있는 것으로 조사되었다.

표 78. 사과 '후지'에 있어 AiBT-1 처리에 따른 화충조직에서의 음이온 및 양이온 함량 조사.

이온	함량(mg/kg)			
	무처리		처리	
	2013	2014	2013	2014
$\text{Cl}^-$	20.7	21.6	24.4	27.4
$\text{SO}_4^{2-}$	356.4	364.7	303.7	447.4
$\text{PO}_4^{3-}$	894.0	786.2	918.7	1104.2
$\text{Na}^+$	22.0	15.7	19.7	9.1
$\text{NH}_4^+$	80.3	77.0	36.4	44.3
$\text{K}^+$	3127.6	3686.7	3219.2	4399.3
$\text{Mg}^{2+}$	282.8	361.8	292.7	425.7
$\text{Ca}^{2+}$	218.9	287.2	212.6	297.4

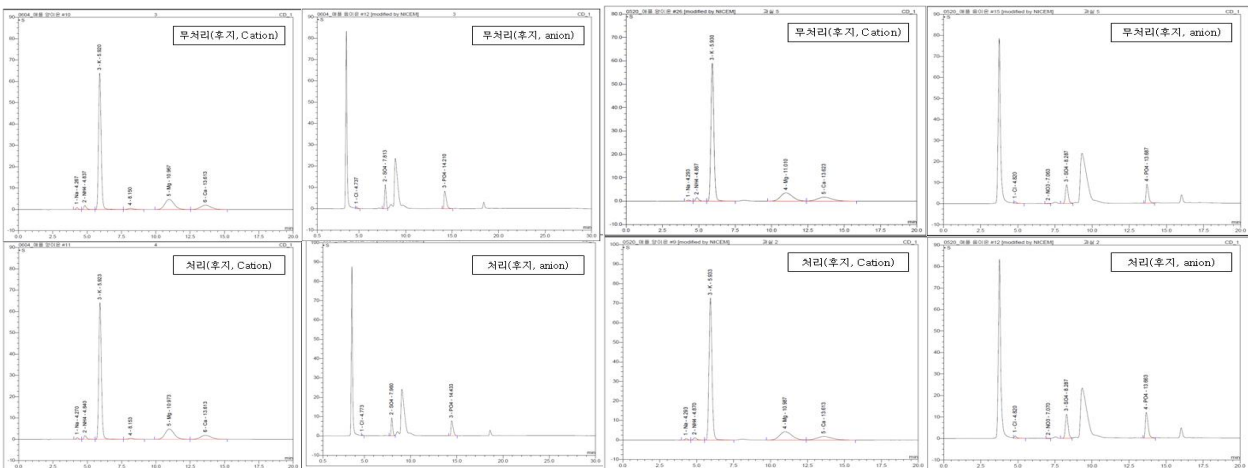


그림 22. 화충조직에서의 AiBT-1 처리에 따른 음이온 및 양이온 함량 조사(좌 : 2013년, 우 : 2014년)

(3) 2013년도 교내 과수원 무처리 ~ 만개기 +11일 특성조사

- ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1
- ㄴ. 품 종 : '후지'/M9 14년생
- ㄷ. 시험 지역 : 실험포장
- ㄹ. 특성 조사 : 각 처리군(3주)당 10개씩
- ㅁ. 특성조사 날짜 : 2013년 11월 6일

	무처리	AiBT-1 d+1	AiBT-1 d+2	AiBT-1 d+3	AiBT-1 d+4	AiBT-1 d+5	AiBT-1 d+6	AiBT-1 d+7	AiBT-1 d+8	AiBT-1 d+9	AiBT-1 d+10	AiBT-1 d+11
No.	평균	평균	평균	평균	평균	평균	평균	평균	평균	평균	평균	평균
과 중	234.50	258.00	245.00	275.00	259.50	232.50	333.20	266.60	270.80	251.60	286.80	262.90
과 고 (1) 높은 은곳	70.08	77.30	73.33	78.23	75.53	70.89	80.50	74.03	75.66	73.85	75.42	75.24
과 고 (2) 낮은 은곳	64.73	68.62	67.10	71.71	69.70	65.02	77.89	68.84	68.61	66.01	69.92	67.79
과 경	25.28	20.39	20.49	23.43	21.58	22.60	25.22	22.62	24.23	21.61	22.89	23.27
L (전체 3부위)	43.33	50.21	47.28	52.63	49.69	45.75	48.79	47.07	51.16	51.99	48.03	44.78
a (전체 3부위)	22.89	14.87	22.25	13.32	17.63	23.72	18.72	18.14	16.57	12.90	18.53	23.12
b (전체 3부위)	13.16	16.94	15.13	17.55	16.23	14.04	16.07	15.43	16.64	16.66	15.42	14.20
전체색 평가 (%)	74.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00	0.00	65.00	51.00	47.00	60.00	73.00
과육의 경도 (1)	3.89	3.75	3.84	3.78	3.89	3.68	3.38	3.83	3.68	3.89	3.59	3.61
과육의 경도 (2)	3.87	3.77	3.99	3.72	4.00	3.87	3.50	3.74	3.66	3.48	3.56	3.67
당 도	14.10	14.23	13.67	13.13	13.73	13.87	13.73	13.47	14.17	13.93	13.87	14.50
산함량	2.52	2.45	2.17	2.03	1.96	2.47	1.90	2.06	1.75	2.41	2.09	1.85

과중, 과고(1) 높은 곳, 과고(2) 낮은 곳은 만개후 6일에 가장 높게 나왔다. 과경은 무처리가 만개후 6일보다 약간 높게 나왔다. L(전체 3부위)는 만개후 3일에 가장 높게 나왔고, a(전체 3부위)는 만개후 5일에 가장 높게 나왔다. b(전체 3부위)는 만개후 3일에 가장 높게 나왔으며, 전체 색 평가(%)에는 무처리가 제일 높게 나왔고 다음 순서로는 만개후 11일이였다. 과육의 경도(1)은 무처리와 만개후 4일, 만개후 9일에 가장 높게 나왔다. 과육의 경도(2)는 만개후 4일이 가장 높게 나왔다. 당도는 만개후 11일이 가장 높게 나왔고, 산함량은 무처리가 가장 높게 나왔고 다음 순서로는 만개후 1일이 높게 나왔다.

(4) AiBT-1+계면활성제 첨가에 따른 적화효과 검토

표 79은 안동지역에서의 AiBT-1처리 시 적화효과를 높이기 위해 침투확산제를 많이 사용되고 있는 계면활성제(≡전착제)를 혼용했을 경우 AiBT-1의 과실특성에 미치는 영향을 조사한 것이다. 과실특성 중요 지표 중 하나인 과중에 있어서는 만개 3일째 AiBT-1 단독 처리구 229.0g, 계면활성제 혼용 처리구 234.4g, 만개 4일째 AiBT-1 단독 처리구 221.1g, 계면활성제 혼용 처리구 231.4g, 만개 5일째 AiBT-1 단독 처리구 256.8g, 계면활성제 혼용 처리구 240.7g, 만개 6일째 AiBT-1 단독 처리구 249.0g, 계면활성제 혼용 처리구 243.8g로 조사되었으나 단독 처리구와 혼용 처리구에서의 유의성이 인정되는 처리구는 없었다. 이와 같은 경향은 경도, 당도, 산도, 착색, 종자수 등에서도 같은 경향을 나타내어 AiBT-1 처리 시 계면활성제 혼용에 따라 과실특성의 변화는 보이지 아니하였다. 하지만 L/D값에 있어서 만개 6일 단독 처리구와 혼용 처리구에서 유의성이 인정되는 것을 제외하고는 모든 항목, 모든 처리구에서 단독 처리와 혼용 처리구에서 유의성이 인정되지 않아 계면활성제 혼용에 따른 과실 특성 변화에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

표 79. AiBT-1과 계면활성제 혼용에 따른 수확 과실 특성 비교(안동, 후지, 2013년).

처리시기	처리 방법	과중 (g/개)	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ3 mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색* (1~4)	종자 (개)	동녹 (유,무)
만개 3일	단용	229.0ab <sup>z</sup>	65.4a	82.3b	0.80bc	1.48a	12.5abc	0.36ab	2.4bc	6.8b	무
	혼용 <sup>#</sup>	234.4ab	67.9a	82.1b	0.83ab	1.48a	13.0a	0.38a	2.0c	7.0ab	무
만개 4일	단용	221.1b	66.3a	80.7b	0.82ab	1.55a	13.3a	0.34bcd	2.4bc	7.4ab	무
	혼용 <sup>#</sup>	231.4ab	67.5a	81.1b	0.83a	1.38a	12.6abc	0.34abcd	2.7abc	7.7a	무
만개 5일	단용	256.8a	66.7a	85.7a	0.78c	1.38a	11.9c	0.33bcd	2.8ab	7.7a	무
	혼용 <sup>#</sup>	240.7ab	66.3a	83.6ab	0.79bc	1.47a	12.1bc	0.30d	3.2a	7.6ab	무
만개 6일	단용	249.0a	68.6a	83.6ab	0.82ab	1.51a	13.0a	0.35abc	2.9ab	7.0ab	무
	혼용 <sup>#</sup>	243.8ab	65.4a	84.0ab	0.78c	1.44a	13.1a	0.32cd	2.9ab	7.8a	무
무처리		225.8b	65.1a	81.6b	0.80bc	1.38a	12.9ab	0.33bcd	3.0ab	7.2ab	무

첫 개화일, 4/28; 만개일, 5/3; 수확일, 10/29; 조사일, 11/4; \*, 1 : 낮음~4 : 높음; #, 계면활성제; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 80은 영주지역에서의 AiBT-1의 처리 시 계면활성제(≡전착제) 처리가 적화효과 및 과실 특성에 미치는 차이를 규명하고자 실시한 결과이다. 영주지역에서의 AiBT-1과 계면활성제 혼용에 따른 과실 특성 비교 차이는 군위지역에서와 마찬가지로 일부 처리구를 제외하고는 모든 처리구에서 AiBT-1 단독 처리구와 혼용 처리구의 종경 및 L/D값에 있어서 유의성이 인정되었고 다른 모든 처리구에서는 유의성이 인정되지 않았다. 이는 군위지역과 비슷한 결과로써 지역에 관계없이 계면활성제 혼용은 과실 품질에는 영향을 미치지 아니하였다. 따라서 높은 적화효



과를 위해서는 계면활성제의 활용이 도움이 된 것으로 판단된다.

표 80. AiBT-1과 계면활성제 혼용에 따른 수확 과실 특성 비교(영주, 후지, 2013년).

처리시기	처리 방법	과중 (g/개)	중경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ3m m)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색* (1~4)	종자 (개)	동녹 (유,무)
만개 3일	단용	266.0ab <sup>z</sup>	72.3b	83.4ab	0.87b	1.59ab	13.7a	0.34bc	2.9abc	8.0a	무
	혼용 <sup>#</sup>	271.6ab	73.1b	83.2ab	0.88b	1.41bc	13.6ab	0.32bc	3.1ab	7.6ab	무
만개 4일	단용	269.4ab	73.6b	83.3ab	0.88b	1.45bc	12.8c	0.39a	3.0abc	6.2b	무
	혼용 <sup>#</sup>	282.1a	76.6a	82.9ab	0.93a	1.62ab	12.9c	0.36ab	2.7bc	7.9a	무
만개 5일	단용	280.1ab	74.2ab	85.1a	0.87b	1.49abc	12.1d	0.32bc	2.7bc	7.2ab	무
	혼용 <sup>#</sup>	265.1ab	72.4b	83.9ab	0.86b	1.45bc	12.5cd	0.30c	3.3ab	6.4b	무
만개 6일	단용	269.7ab	73.3b	81.5b	0.90ab	1.68a	12.8c	0.33bc	3.4a	7.2ab	무
	혼용 <sup>#</sup>	258.7ab	72.0b	81.6b	0.88b	1.58ab	13.0ab	0.36ab	3.0abc	6.2b	무
무처리		253.2b	71.4b	82.2ab	0.87b	1.56abc	12.2d	0.30c	3.2ab	7.3ab	무

첫 개화일, 4/28; 만개일, 5/4, 수확일, 10/29; 조사일, 11/4; \*, 1 : 낮음~4 : 높음; #, 계면활성제; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 81은 AiBT-1 사용 시 애로사항 중 하나인 계면활성제(=전착제) 혼용 처리가 적화효과의 증가 또는 과실 생육 및 품질 특성에 미치는 영향에 대한 실험이다. 과수 농가에서는 AiBT-1의 처리 시 기상조건에 따라 처리시기가 지연될 때 적화효과가 낮아질 것으로 예상되어 적화효과를 높이기 위하여 계면활성제를 혼용하는 경우가 있지만, 이 경우 적화율 또는 과실 생육에 미치는 영향에 대한 실험이다. 계면활성제는 시판되고 있는 대표적인 확산침투제 2종류(마\*\*\*\*, 폴리옥시에틸렌메틸폴리실록세인 액제; 실\*\*, 실록세인 액제)를 사용하였다. AiBT-1과 계면활성제 1의 혼용에 따른 정화 중심화 77.5%, 정화 측화 44.4%, 계면활성제2의 결실률은 정화 중심화 76.7%, 정화 측화 40.8%로 두 종류의 계면활성제 모두 무처리구 정화 중심화 73.3%, 정화 측화 55.8%로 정화 중심화는 유의성이 인정되지 않았지만, 정화 측화의 경우에는 유의성이 인정되어 측화에서의 적화효과가 인정되어, 계면활성제 혼용이 적화효과의 상승으로 나타났다. 액화 중심화에서도 무처리 63.3%, 계면활성제 1 32.5%, 계면활성제 2 43.3%, 액화 측화의 경우 무처리 48.3%, 계면활성제 1 37.5%, 계면활성제 2 20.8%로 약 10.8~30.8%의 적화율 증가가 보였다. 따라서 AiBT-1 처리 시 적화율 향상을 위하여 계면활성제를 첨가하여 사용하는 것이 더 효율적인 것으로 판단된다.

표 81. 계면활성제<sup>#</sup>와 AiBT-1 혼용처리에 따른 적화효과 차이 규명(군위, 후지, 2014년).

처리방법	결실률(%)					
	정화		액화		전체화	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
계면1 <sup>#</sup> 혼용	77.5a	44.4a	32.5b	37.5b	55.0a	40.9ab
계면2 <sup>#</sup> 혼용	76.7a	40.8a	43.3ab	20.8bc	60.0a	30.8bc
단용	87.5a	34.4a	30.0b	8.8c	58.8a	21.6c
무처리	73.3a	55.8b	63.3a	48.3a	68.3a	52.1a

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/09; 0 : 없음~5 : 높음; <sup>#</sup>, 계면활성제; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 82는 AiBT-1 사용 시 애로사항 중 하나인 계면활성제(=전착제) 혼용 처리가 적화효과의 증가 또는 과실 생육 및 품질 특성에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 실험이다. 과수 농가에서는 AiBT-1의 처리 시 기상조건에 따라 처리시기가 지연될 때 적화효과가 낮아질 것으로 예상되어 적화효과를 높이기 위하여 계면활성제를 혼용하는 경우가 있지만, 이 경우 적화율 또는 과실 생육에 미치는 영향에 대하여 조사하기 위함이다. 계면활성제는 시판되고 있는 대표적인 확산침투제 2종류를 사용하였다. AiBT-1과 계면활성제의 혼용에 따른 사과유과기 과실생육에 미치는 영향을 보면 종경, 횡경, L/D값에도 전혀 영향을 미치지 아니하였다. 또한 신초 성장을 보면 무처리 19.3cm, 처리구 19.1~20.0cm로 나타나 AiBT-1과 계면활성제 혼용에서도 유의성은 인정되지 않아 계면활성제 혼용이 사과나무 생육 및 과실 성장, 생리장해, 동낙 발생, 벌 활동 등에 어떠한 영향을 미치지 아니하였다. 이는 시판되는 2종류의 계면활성제에서 같은 결과를 보였다.

표 82. 계면활성제<sup>#</sup>와 AiBT-1 혼용처리에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리방법	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	생리장해* (0~5)	동낙 (유·무)	벌활동피해 (유·무)	신초 (cm)
계면1 <sup>#</sup> 혼용	21.9a <sup>z</sup>	14.6a	1.50a	0	무	무	19.2a
계면2 <sup>#</sup> 혼용	22.2a	15.2a	1.47a	0	무	무	19.1a
단용	21.7a	15.4a	1.42a	0	무	무	20.0a
무처리	22.9a	16.3a	1.41a	0	무	무	19.3a

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/16; 0 : 없음~5 : 높음; <sup>#</sup>, 계면활성제; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

다. 협동2 : 식물추출물의 화분매개충에 미치는 독성 평가

(1) 실험재료

(가) 시험 약제: 식물추출혼합물 [AiBT-1, 애플(주)]

(나) 대조 약제: A사 액상 황 제품

(다) 대상 곤충: 양봉꿀벌(*Apis mellifera*) : 경북 영천시 K씨 양봉농가

(2) 섭식 독성 실험

(가) 방법

- 시험 약제를 각 100배, 1000배로 물에 희석한 후 꿀벌에 직접 경구 섭식 처리.
- 식물추출물(AiBT-1)의 섭식독성을 측정하기 위하여 섭식 후 살충, 행동변화 및 소화효소의 활성, 유전자 발현 등을 비교 분석하였음.
- 양봉꿀벌의 일벌을 채집하여 설탕물을 먹이며 96시간동안 플라스틱 사육통(10×10×5cm<sup>3</sup>)에 사육하고 시험 약제 섭식 후 죽은 개체의 유무를 살펴봄.
- 무처리구(설탕물 20%) 및 대조구 약제도 동일하게 처리함.
- 대조구 및 100배 약제 처리 12시간 후에 일벌의 소화기관을 해부하여 단백질을 추출한 뒤에 다양한 소화효소의 활성을 비교 분석함.
- 대조구 및 약제 처리 24시간 후 일벌의 복부를 해부하여 total RNA를 추출하고 여러 스트레스 유전자 발현에 대하여 비교 분석함.
- 식물추출물(AiBT-1)의 섭식독성을 측정하기 위하여 섭식후 살충, 행동변화 및 소화효소의 활성을 비교 분석하였음.

번호	약제	희석배수
1	설탕물(20%)	-
2	AiBT-1	1,000배
3	AiBT-1	100배
4	A사 황 제품	1,000배
5	A사 황 제품	100배

(나) 결과

- 약제 섭식 24시간 후, 죽은 개체가 없었으며 꿀벌들의 행동도 처리전과 동일하게 비정상적인 행동변화가 전혀 없었음.
- 약제 섭식 96시간 후에도 벌통 내에서 죽은 개체나 꿀벌의 비정상적인 행동은 나타나지 않았음.
- 시험약제(AiBT-1)를 꿀벌에 경구 투여 시에도 독성이 없는 것으로 판단됨.
- 대조구인 물이나 A사 황 제품의 경우도 치사율은 없었으며 약해를 나타내는 특이한 행

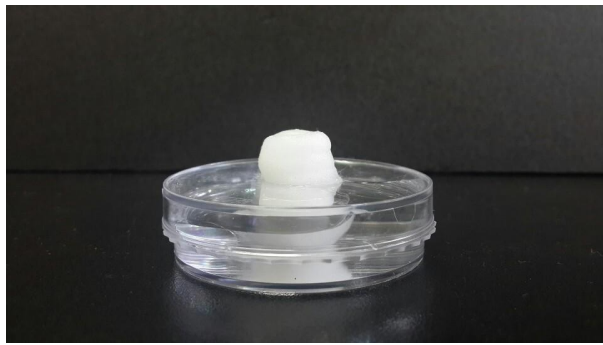
동변화는 관찰되지 않았음.



양봉농가 (영천)



꿀벌 사육 케이지



꿀벌 먹이 급여



꿀벌 약제 섭식



AiBT-1



A사 황 제품

사진 38. 꿀벌에 대한 섭식 독성 실험.

### (3) 소화효소 활성 실험

#### (가) 방법

- 식물추출물(AiBT-1)의 섭식독성을 측정하기 위하여 섭식 후 살충, 행동변화 및 소화효소의 활성을 비교 분석하였음.

번호	약제	희석배수
A1	물	-
A2	AiBT-1	100배
A3	A사 황 제품	100배

(나) 소화효소 활성 분석법

① 소화관 단백질 추출

- 양봉꿀벌 일벌의 소화관(n=5)을 해부현미경하의 Saline solution에서 분리하여 1.5ml plastic tube에 옮긴 후 200 $\mu$ l의 Homogenization buffer(20mM Tris-HCl pH8.6)에 혼합함.
- 유리 막대로 마쇄한 후에 12,000rpm, 4 $^{\circ}$ C에서 15분간 원심분리하여서 상층액을 분리함.
- Bradford assay로 상층액의 단백질 농도를 측정한 뒤에 각 효소에 대한 기질을 이용하여 추출액내에 있는 소화효소의 활성을 측정함.

표 83. 각 효소의 기질 성분.

Group	Enzyme	Substrate
단백질분해효소	Trypsin	N- $\alpha$ -benzoyl-D L-arginine b-naphthylamide hydrochloride (L-BAPNA)
	Chymotrypsin	N-Succinyl-Ala-Ala-Pro-Phep-nitroanilide (SA <sup>2</sup> PFpNA)
	Estrase	4-Nitrophenyl acetate (p-NPAC)
	Alkaline phosphatase	p-Nitrophenyl phosphate hexahydrate (pNPP)
	Aminopeptidase	L-Leucine p-Nitroanilide (LPNA)
탄수화물분해효소	Amylase	amylose azure
지질분해효소	Lipase	2,3-dimercapto-1-propanol tributyrat
신경전달물질분해효소	Acetylcholine esterase	5,5-dithio-bis 2-nitrobenzoic acid (DTNB), acetylcholine iodide

② 단백질분해효소의 활성 측정

- 각 효소에 대한 기질 390 $\mu$ l와 소화효소액 5 $\mu$ l를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 5분간 반응을 유도한 후에 분광기(Tecan, CA)를 이용하여 405nm에서 흡광도를 측정함.

③ 탄수화물분해효소의 활성 측정

- Amylase에 대한 기질 190 $\mu$ l와 소화효소액 10 $\mu$ l를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 5분간 반응을 유도한 후에 분광기를 이용하여 595nm에서 흡광도를 측정함.

#### ④ 지질분해효소의 활성 측정

- Lipase에 대한 기질 140 $\mu$ l와 소화효소액 10 $\mu$ l를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 10분과 20분 동안 반응을 유도한 후에 분광기를 이용하여 412nm에서 흡광도를 측정함.
- 각 효소의 활성을 mU/min/mg으로 표시하여 비교분석함.

#### (4) 신경독성 실험

##### (가) 신경전달물질분해효소의 활성 측정

- 식물추출물의 곤충 신경에 대한 독성을 분석하기 위하여 신경전달물질인 acetylcholine의 분해효소의 활성을 비교 분석함.
- Acetylcholine esterase에 대한 기질 390 $\mu$ l와 소화효소액 10 $\mu$ l를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 10분간 반응을 유도한 후에 분광기(Tecan, CA)를 이용하여 405nm에서 흡광도를 측정함.

### 3. 3차년도

가. 세부 : 식물추출물을 이용한 친환경 사과 적화제 개발

#### (1) AiBT-1 처리시기와 농도에 따른 적화효과 차이 규명

##### (가) 군위

표 84는 AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 수확 과실 특성의 처리시기별 차이에 대한 실험으로써 2014년 군위에서 실시된 결과이다. 과중은 무처리구에서 285.2g, 기준액(1,000배액) 처리구에서 325.3~392.0g로 조사되었고, 배액(500배액) 처리구에서는 312.8~357.3g로 조사되어 농도에 따른 과중의 변화는 일정한 경향을 보이지 않았으나, 무처리구에 비하여 AiBT-1의 처리구에서 과중이 9.6~37.4%정도 높게 나타났음을 알 수 있었다. 종경 및 횡경 값을 기준으로 L/D값은 무처리구 0.81로 모든 처리구에서 유의성이 인정되지 않았다. 종자수의 경우 무처리구 6.2개, 종자수가 가장 낮은 처리구는 만개일, 배액(500배액)에서 4.5개, 가장 높은 처리구는 만개 2일 배액(500배액) 8.0개로 조사되었는데 모든 처리구에서 무처리구와 유의성이 인정되지 않아 AiBT-1의 처리가 종자 형성에는 일정한 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 착색의 경우 무처리구 3.0로 모든 처리구에서 무처리구와 유의성이 인정되지 아니하였다. 경도 또한 만개일 기준액(1,000배액)액 처리구를 제외하고는 무처리구와 처리구간의 유의성이 인정되지 않았으며, 종자수 또한 비슷한 양상을 보였다. 경도, 당도, 산도, 착색의 경우 일부 처리구에서 차이가 있었지만 처리시기 간 차이는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 하지만 과중의 경우 무처리 285.2g로 조사되었고, AiBT-1의 처리구에서는 312.8~392.0g로 AiBT-1의 처리구에서 높은 경향치를 보여 조기적화에 따른 수체영양분 손실을 막을 수 있음을 알 수 있었다. 종합적으로 보면 AiBT-1의 처리시기에 따른 차이 규명에 대한 실험은 수확 과실 특성에 대한 변화의 차이는 인정되지 아니하였고, 다만 AiBT-1의 처리가 과중을 높이는 것을 알 수 있었다. 이는 AiBT-1의 처리에 따른 적화효과로 측과에 이행하는 영양분이 중심화위주의 착과과실에서 이용되어지기 때문이다. 따라서 AiBT-1의 처리가 적화효과뿐만 아니라 조기적화에 따라 과실의 비대에도 영



향을 미쳐 최종적으로 생산량 향상에도 도움을 주는 것으로 나타났다. AiBT-1의 처리가 동녹 및 생리장해에는 영향을 미치지 아니하였으며, L/D, 당도, 산도, 착색 등에는 일부 처리구를 제외하고는 영향을 미치지 아니하였다.

표 84. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 과실 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리 시기	희석 배수 (배)	과중 (g/개)	중경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ3 mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색 (1~4)*	종자 (개)	동녹 (유·무)
분홍기	1000	328.3abc <sup>z</sup>	73.5b	93.2ab	0.79b	1.37a	13.9abc	0.40a	3.0ab	7.3ab	무
	500	344.3abc	78.4ab	92.4ab	0.85a	1.38a	15.3ab	0.34bc	3.0ab	7.0abc	무
만개	1000	365.3ab	80.0ab	95.2ab	0.84ab	1.26a	13.9bc	0.35bc	3.3a	7.0abc	무
	500	357.3abc	76.8ab	94.4ab	0.81ab	1.41a	13.4c	0.39ab	2.0b	4.5d	무
만개2일	1000	325.3abc	77.5ab	90.4ab	0.86a	1.35a	15.4a	0.37abc	3.3a	6.0abcd	무
	500	312.8bc	75.2ab	89.7ab	0.84ab	1.48a	14.5abc	0.34bc	3.5a	8.0a	무
만개4일	1000	392.0a	82.3a	96.6a	0.85a	1.39a	14.6abc	0.39ab	3.3a	5.5bcd	무
	500	347.0abc	79.6ab	91.4ab	0.87a	1.37a	14.4abc	0.34bc	3.5a	5.3bcd	무
무처리		285.2c	71.9b	89.2b	0.81ab	1.36a	15.0ab	0.35bc	3.0ab	6.2abcd	무

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 수확일, 10/24; 조사일, 12/11; \*, 1:낮음~4:높음; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

그림 23은 AiBT-1의 처리에 따른 군위 지역에서 후지 품종을 이용한 과실 중·횡경 생육속도를 측정된 것이다. 전체적 경향을 보면 무처리구 대비 처리구에서 미세하게 중경의 생육속도가 오차범위 내에서 증가되었음을 알 수 있었다. 본 그래프에서 제시되지 않았지만 L/D값의 경우 무처리구보다 일부 처리구에서 유의성 수준의 높은 값을 나타내는 경우도 있어 AiBT-1의 처리가 중경 생육에 다소 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

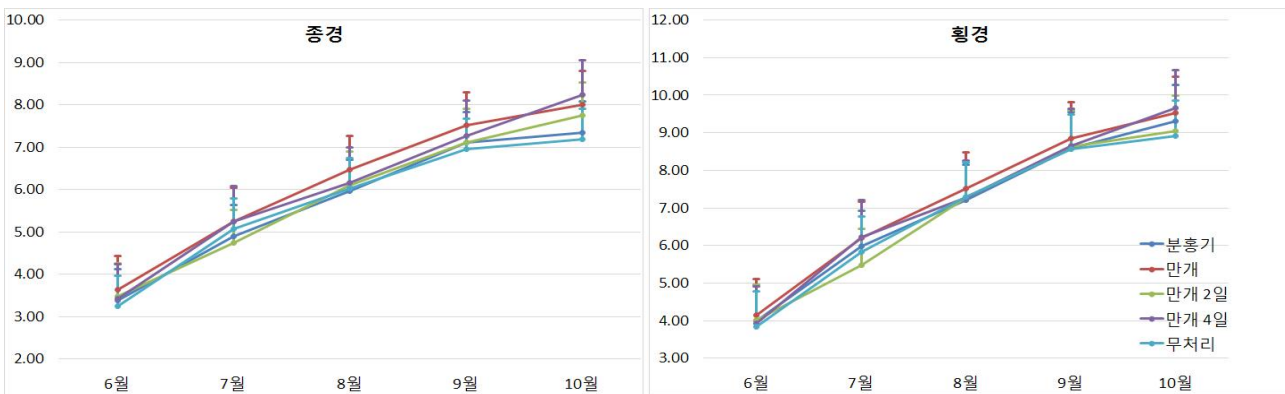


그림 23. AiBT-1 처리에 따른 과실 중, 횡경 생육(군위, 후지, 2014년)

표 85는 군위 실험포장에서의 약제 살포 전후 기상상황을 나타낸 것이다. 후지 품종의 첫 개화일은 4월 23일로 2014년에 4월 14일보다 약 9일 정도 늦게 개화되었다. 이는 2015년 4월 평균기온이 12.7℃인데 반하여 2014년 4월 평균기온이 13.4℃로 약 0.7℃ 정도 낮아 개화속도가 늦게 진행된 것으로 판단된다(그림 1). 만개일은 4월 25일로 첫 개화부터 2일정도 소요되었다. 처리일은 만개 2일 후와 만개 5일 후인 4월 27일, 4월 30일로 AiBT-1 처리 실험을 실시하였으며, 결실유도제 처리는 4월 24일에 하였으며, 결실을 조사는 5월 9일, 과실 특성조사는 5월 21일에 실시하였다.

그림 24는 AiBT-1의 처리시기에 있어서 4월 전국 평균편차와 편차 일변화 및 강수량 평년비를 나타낸 것이다. 그림에서 보이는 바와 같이 전국 평균기온 12.7℃와 평년기온 12.2℃보다 0.5℃ 높았고, 4월 최저기온은 7.4℃로 평년 6.0℃보다 1.4℃ 높았다. 전국 평균 강수량은 126mm로 평년 강수량 78.5mm 대비 153% 증가하였다.

표 85. 약제 살포 전 후 기상상황(군위).

월/일	강수량 (mm)	평균기온 (℃)	최고기온 (℃)	최저기온 (℃)	월/일	강수량 (mm)	평균기온 (℃)	최고기온 (℃)	최저기온 (℃)
4/21	-	12.4	22.3	6.6	5/2	-	20.3	29.1	10.3
4/22	-	12.5	22.3	5.0	5/3	2.0	17.5	19.8	15.6
4/23 <sup>a</sup>	-	12.8	24.6	1.2	5/4	-	16.8	22.9	6.7
4/24 <sup>be</sup>	-	13.9	25.0	3.3	5/5	-	12.8	23.9	0.8
4/25 <sup>c</sup>	-	13.9	26.1	1.9	5/6	-	13.4	23.5	2.9
4/26	-	16.8	29.1	2.8	5/7	-	15.8	26.6	4.0
4/27 <sup>d</sup>	-	17.7	28.9	7.1	5/8	-	16.2	25.2	4.9
4/28	-	17.1	25.5	6.1	5/9 <sup>f</sup>	-	18.4	26.5	11.0
4/29	3.5	15.5	18.3	13.3	5/10	-	15.8	26.3	6.7
4/30 <sup>d</sup>	-	17.3	24.9	12.3	5/11	4.5	16.6	24.4	8.0
5/1	-	19.2	29.5	9.9	5/12	13.0	16.9	22.0	11.8

<sup>a</sup>, 첫 개화; <sup>b</sup>, 완전분홍기; <sup>c</sup>, 만개기; <sup>d</sup>, 처리일; <sup>e</sup>, 결실유도제 처리; <sup>f</sup>, 조사일.

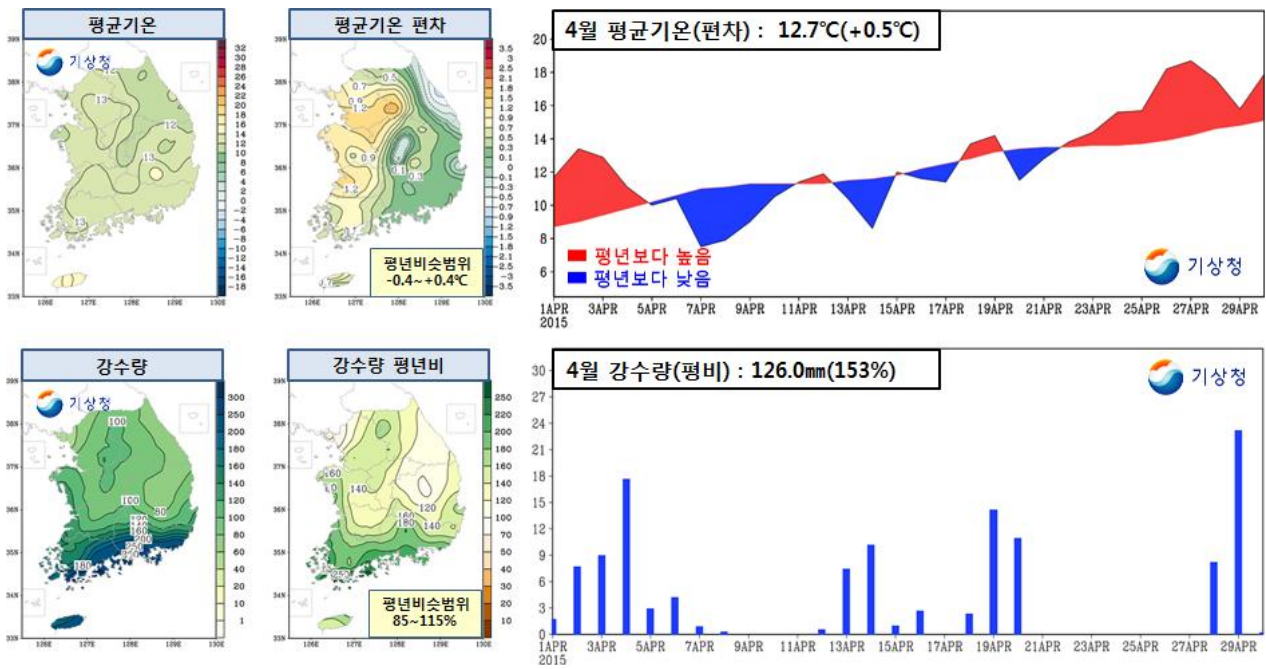


그림 24. 4월 (위)평균기온과 평년편차(°C) 및 전국 45개 지점 평균기온(°C) 편차 일변화, (아래)강수량과 강수량(mm) 평년비(%) 및 전국 45개 지점 강수량(mm) 일변화(기상청, 2015)

표 86은 2015년 군위지역 후지 품종을 대상으로 AiBT-1의 처리 농도 및 2회 처리에 따른 적화효과에 대한 결과이다. 처리시기는 만개 2일, 만개 5일째에 총 2회 실시하였고, 기준액(1,000배액), 배액(500배액)을 처리하였다. 기준액의 정화 결실률은 중심화 83.3%, 측화 31.7%, 배액의 정화 결실률은 중심화 91.7%, 측화 32.5%로써 무처리 중심화 93.3%, 측화 50.8%로 조사되었다. 기준액 액화에서는 중심화 45.0%, 측화 15.4%, 배액 액화결실률에서는 중심화 33.3%, 측화 8.8%로 무처리구 중심화 91.7%, 측화 46.7%로 유의성이 인정되어 AiBT-1의 처리에 따라 적화효과가 나타나는 것으로 조사되어졌다. 따라서 1회 처리보다 2회 처리를 하면 매년 안정적 효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다. 개화기의 기상조건의 불안정으로 개화속도에 편차가 생기는 만큼 AiBT-1의 처리시기도 다를 수 있다. 처리시기가 빗나가면 효과 또한 차이가 나므로 개화기의 기상조건 즉, 온도에 따른 개화속도의 차이를 면밀히 검토하여 처리시기를 결정하여야 할 것으로 기대한 효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다.

표 86. AiBT-1의 농도 및 2회 처리에 따른 적화효과 차이 구명(군위, 후지, 2015년).

희석배수	결실률(%)					
	정화		액화		전체	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
기준액	<sup>a</sup> 83.3a	31.7b	45.0b	15.4b	64.2b	23.5b
배액	91.7a	32.5b	33.3b	8.8b	62.5b	20.6b
무처리	93.3a	50.8a	91.7a	46.7a	92.5a	48.8a

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/09; <sup>a</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.





사진 39. AiBT-1 만개 후 2일 처리 모습(군위). 사진 40. AiBT-1 만개 후 5일 처리 모습(군위).



사진 40. AiBT-1 처리 후 벌 활동(군위).



사진 41. AiBT-1 기준액 처리 후 사진(군위). 사진 42. AiBT-1 배액 처리 후 사진(군위).



표 87은 AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 착과 과실의 특성을 개화 후 1개월째에 조사한 것이다. AiBT-1은 기준액(1,000배액)과 배액(500배액)을 만개 2일, 만개 5일째에 처리 하였다. L/D의 경우 무처리 1.17, 기준액(1,000배액) 처리구 1.27, 배액(500배액) 처리구 1.26로 조사 되어 DMRT 5%수준에서는 유의성이 인정되었다. 이는 AiBT-1의 처리로 조기 적화에 따른 과실의 초기 생장이 충실하여 무처리구보다 더 높게 나타난 것으로 보여지며, AiBT-1의 처리가 과실의 초기 종축 성장에 영향을 미치는 것으로 조사되었다. AiBT-1의 처리에 따른 벌 활동에 대한 영향은 AiBT-1 처리 직후부터 과원의 벌 활동을 달관 조사한 결과 AiBT-1의 처리가 벌 활동에는 전혀 영향을 미치지 않았다. 또한 AiBT-1의 처리에 따른 사과나무의 생리장해 및 과실의 동녹 발생에 대해 조사하였으며 AiBT-1의 처리에 따른 사과나무 또는 과실의 성장과 생육에는 어떠한 영향도 미치지 않음을 알 수 있었다.

표 87. AiBT-1의 농도 및 2회 처리에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2015년).

희석배수	중경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동피해 (유·무)
기준액	23.3a <sup>z</sup>	18.4a	1.27a	0	무	무
배액	22.9a	18.4a	1.26a	0	무	무
무처리	21.6b	18.6a	1.17b	0	무	무

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/21; \*, 0:없음~5:높음; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.



사진 43. AiBT-1 처리 후 착과 과실 특성 조사(군위).

(2) 결실유도제와 AiBT-1 혼용처리에 따른 적화효과 차이 규명

표 88은 적화제 처리의 과수 농가의 애로사항 중 하나인 결실유도제와 AiBT-1의 혼용 처리에 따른 적화효과의 반응에 관한 것이다. 적화제와 결실 유도제 동시 또는 혼용 처리 따른

AiBT-1의 수확 과실 특성에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 조사 내용이다. 과중에 있어서는 무처리구 285.2g, 결실유도제 혼용 처리구 324.6~379.8g으로 무처리구와 결실유도제 처리구 간 유의성이 확인 되었다. 과중의 경우 결실유도제 처리구에서 무처리구에 비하여 12.1~24.9%의 과중 증가 효과가 확인되었는데 이는 결실유도제 처리에 따른 수정축진효과로 종자수 증가에 기인한 것으로 판단되어진다. 종자수에서도 무처리 6.2개, 처리구 7.0~7.8개로 나타나 무처리구보다 0.8~1.6개가 높게 나타나 종자수 증가가 과중 증가에 영향을 미친 것으로 보여진다. 경도 및 당도, 산도, L/D값에는 모든 처리구에서 무처리구와 비교하여 유의성이 인정되지 않았다(일부 처리구 제외). 따라서 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1의 처리는 당도, 산도, 착색, 동녹에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었고, 과중 증가 효과가 모든 처리구에서 보여 결실향상제 처리가 생산량 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

표 88. 결실유도제와 AiBT-1 혼용처리에 따른 과실 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리시기	과중	종경	횡경	L/D	경도	당도	산도	착색	종자	동녹
결실#	(g/개)	(mm)	(mm)		(kg·Φ 3mm)	(°BX)	(%)	(1~4)*	(개)	(유·무)
분홍기 만개	324.6bc <sup>z</sup>	77.3b	92.8ab	0.83ab	1.34a	13.9a	0.35a	2.2b	7.8b	무
만개 만개	379.8a	83.3a	95.2a	0.88a	1.55a	14.0a	0.35a	2.8ab	7.5b	무
만개 만개	365.3ab	80.0ab	95.2a	0.84ab	1.26a	13.9a	0.35a	3.3a	7.0b	무
무처리	285.2c	71.9c	89.2b	0.81b	1.36a	15.0a	0.35a	3.0ab	6.2a	무

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 수확일, 10/24; 조사일, 12/11; \*, 1:낮음~4:높음; #, 결실유도제:주관기관의 사과전용 결실유도제인 제품명 "사과마니"; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 89는 결실유도제와 AiBT-1의 혼용처리에 따른 적화효과를 조사한 것이다. 결실유도제를 분홍기에 처리하고 중심화 만개 후 2일과 5일에 AiBT-1 처리한 처리구는 전체 중심화 80.8%, 전체 축화 50.2%, AiBT-1 처리구 전체 중심화 64.2%, 전체 축화 23.5%, 무처리구 전체 중심화 92.5%, 전체 축화 48.8%로 조사되었다. 분홍기의 결실유도제 처리구의 결실률은 전체 중심화, 축화에서 무처리구보다는 낮게 나타났으나, 이는 액화의 결실률이 낮게 나타나 영향을 비친 것으로 판단된다. 따라서 정화의 중심화 결실률이 낮은 년도에는 결실유도제 처리에 따른 중심화 결실률 향상에 도움을 주어 고품질 과실 생산에 기여를 할 것으로 기대된다.



표 89. 결실유도제와 AiBT-1 혼용처리에 따른 적화효과 차이 규명(군위, 후지, 2015년).

처리방법	결실률(%)					
	정화		액화		전체	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
결실 <sup>#</sup> (분홍기)+AiBT-1	<sup>2</sup> 95.0a	65.0b	66.7ab	35.4ab	80.8ab	50.2a
AiBT-1	83.3a	31.7a	45.0b	15.4b	64.2b	23.5b
무처리	93.3a	50.8a	91.7a	46.7a	92.5a	48.8a

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/09; <sup>#</sup>, 결실유도제 : 주관기관의 사과전용 결실유도제인 제품명 “사과마니”; <sup>2</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan’s multiple range tests.

표 90은 사과 결실유도제와 AiBT-1의 혼용처리에 따른 과실의 특성을 조사한 것으로써 사과 결실유도제로는 주관기관의 사과전용 결실유도제인 제품명 ‘사과마니’를 처리하였다. 최근 대표 매개충인 벌들의 감소 현상으로 말미암아 사과 수정 불량 현상 증가에 따른 결실유도제 사용이 늘어남에 따라 AiBT-1과 결실유도제의 처리시기가 비슷하여 결실유도제 처리에 따른 문제점이 발생하는지에 대한 농가 애로사항 규명을 위하여 실시하였다. L/D값은 무처리 1.16, AiBT-1 단용 처리구 1.28, AiBT-1과 결실유도제 혼용 처리구 1.22로 무처리구와 대조구 간의 유의성이 인정되었다. 혼용에 따른 생리장해, 동녹, 벌 활동 피해 등의 영향은 달관 조사를 실시하였으며, 사과나무의 생육 또는 과실에의 영향은 나타나지 않아 결실유도제와 AiBT-1의 혼용사용에 따른 문제점은 발생하지 않는 것으로 나타났다.

표 90. 결실유도제와 AiBT-1 혼용처리에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2015년).

처리방법	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동피해 (유·무)
결실 <sup>#</sup> (분홍기)+AiBT-1	22.5b <sup>z</sup>	18.6a	1.22b	0	무	무
AiBT-1	23.3a	18.4a	1.28a	0	무	무
무처리	21.6c	18.6a	1.16c	0	무	무

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/21; \*, 0:없음~5:높음; <sup>#</sup>, 결실유도제 : 주관기관의 사과전용 결실유도제인 제품명 “사과마니”; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan’s multiple range tests.



사진 44. 결실향상제 처리 모습(군위).



사진 45. 결실유도제와 AiBT-1 처리 과실비교.

(3) 현장적용 시 농가현장 애로사항 해결

(가) AiBT-1 성장조절물질 혼용에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명

표 91은 과수농가 애로사항 실험 중 하나로써 AiBT-1의 처리시기에 비대 또는 중비대 목적으로 많은 농가에서 식물성장조절물질을 사용하고 있는데, 식물성장조절물질과 AiBT-1의 혼용 처리가 수확과실 품질특성에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다. 수확 과실의 과중은 무처리 285.2g, 식물성장조절물질 혼용 처리구에서 367.0g과 379.5g으로 나타나 무처리구에서 대비 약 22.3~24.9%의 과중 증가 효과가 나타나 AiBT-1의 처리시 식물성장조절물질 혼용이 과중 증가에 따른 생산량 증가 효과가 있는 것으로 기대되어진다. 한편, L/D값의 경우 무처리 0.81, 만개일 혼용 처리구 0.84, 만개 2일 혼용 처리구 0.89, 무처리구 0.81로 나타나 식물성장조절물질과의 혼용 처리구에서 유의성이 인정되어 L/D값의 증가로 인한 중비대에 약간의 효과가 있는 것으로 조사되었다. 하지만 식물성장조절물질과 AiBT-1의 혼용에 따른 경도, 당도, 산도, 착색, 종자수에서는 유의성이 인정되지 않았다. 식물성장조절물질과 AiBT-1의 혼용처리가 수확 과실 특성에서 과중 및 L/D값에 영향을 미치는 것으로 조사되었으며, 기타 조사항목에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

표 91. 식물성장조절제와 AiBT-1 혼용처리에 따른 과실 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리 시기 <sup>#</sup>	처리 방법	과중 (g/개)	중경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ3 mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색 (1~4)*	종자 (개)	동녹 (유·무)
만개	혼용 <sup>#</sup>	367.0a <sup>z</sup>	81.5a	94.3a	0.87a	1.46a	13.8a	0.38a	3.3a	5.5a	무
만개2일	혼용 <sup>#</sup>	379.5a	82.5a	93.1a	0.89a	1.37a	14.5a	0.38a	3.5a	6.0a	무
	단용	365.3a	80.0a	95.2a	0.84ab	1.26a	13.9a	0.35a	3.3a	7.0a	무
무처리		285.2b	71.9b	89.2a	0.81b	1.36a	15.0a	0.35a	3.0a	6.2a	무

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 수확일, 10/24; 조사일, 12/11; \*, 1:낮음~4:높음; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 92는 과수농가 애로사항 실험 중 하나로써 AiBT-1의 처리시기에 비대목적으로 많은 농가에서 식물생장조절물질을 사용하고 있는데, AiBT-1의 처리시기와 중복되는 경우가 있어 식물생장조절물질과 AiBT-1의 혼용 처리가 적화효과 및 과실생육 및 품질특성에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다. 무처리 정화 중심화 93.3%, 측화 50.8%, 액화 중심화 91.7%, 측화 46.7%로 나타난 반면, 식물생장조절물질과 AiBT-1을 혼용하여 처리한 결실률의 결과는 정화 중심화 90.0%, 측화 73.3%, 액화 중심화 80.0%, 측화 38.3%로 무처리구와 유의성은 인정되지 않았다. 그러나 식물생장조절제와 AiBT-1의 혼용처리가 정화의 측화, 액화의 중심화, 측화에서 무처리구와 유의성을 보여 AiBT-1의 적화효과에 어느 정도 영향을 미치는 것으로 나타나 AiBT-1 처리 시 식물생장조절물질의 사용은 면밀한 검토 후 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

표 92. 식물생장조절제와 AiBT-1 혼용처리에 따른 적화효과 차이 규명(군위, 후지, 2015년).

처리방법	결실률(%)					
	정화		액화		전체	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
AiBT-1+식물생장조절제 <sup>#</sup>	90.0a	73.3a	80.0a	38.3a	85.0a	55.8a
AiBT-1	83.3a	31.7b	45.0b	15.4b	64.2b	23.5b
무처리	93.3a	50.8ab	91.7a	46.7a	92.5a	48.8a

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/09; <sup>#</sup>, 식물생장조절제; <sup>2</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 93은 과수농가 애로사항 실험 중 하나로써 AiBT-1의 처리시기에 비대목적으로 많은 농가에서 식물생장조절물질을 사용하고 있는데, AiBT-1의 처리시기와 중복되는 경우가 있어 식물생장조절물질과 AiBT-1의 혼용 처리가 과실생육 및 품질특성에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다. L/D값의 경우 무처리 1.16, 식물생장조절제 혼용 처리구 1.29로 나타나 무처리구와 혼용 처리구에서 유의성이 인정되었다. 종경의 경우 무처리구와 비교해 조금 높은 값을 보여 L/D값이 향상된 것으로 보여 식물생장조절물질이 사과 과실의 유과기에 있어서 종경 발달에 기여하는 것으로 사료되어진다. 또한 동녹 발생, 벌 활동에 미치는 영향은 달관조사를 실시하였으나 발견되지 않아, 식물생장조절물질과 AiBT-1의 혼용처리가 착과 과실 특성에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있었고, 혼용에 따른 유과기때 종경 생육에는 관여하는 것으로 조사되었다. 하지만 식물생장조절물질이 AiBT-1의 혼용처리에 따라서 일부 처리구에서 잎처짐 현상이 발생하였으며, 일부 시험 농가에서도 고농도 또는 수세가 약한 나무에서 이러한 현상이 발생하였으나, 7~10일 정도에서 자연회복 되었다.

표 93. 식물생장조절제와 AiBT-1 혼용처리에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2015년).

처리방법	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	별활동피해 (유·무)
AiBT-1+식물생장조절제 <sup>#</sup>	22.5ab <sup>z</sup>	17.5b	1.29a	1	무	무
AiBT-1	23.3a	18.4ab	1.28a	0	무	무
무처리	21.6b	18.6a	1.16b	0	무	무

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/21; \*, 0: 없음~5: 높음; #, 식물생장조절제 (PGR); <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05

(나) AiBT-1 우천에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명

표 94는 AiBT-1 살포 후 우천에 따른 AiBT-1 재살포에 관한 실험으로써 처리 후 우천에 따른 AiBT-1 재살포가 과실 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였다. AiBT-1 처리시기는 만개 4일째 처리하였고, 살포 후 즉시 시간당 10mm의 인공 강우 처리를 하였고, 2일후 AiBT-1를 재살포하여 인공 강우가 AiBT-1 처리에 미치는 영향을 조사하였다. 과중에 있어서는 AiBT-1 단독 처리구 365.3g, AiBT-1 처리+강우 처리구 382.0g, AiBT-1 처리+강우 처리+AiBT-1 재살포 처리구에서 274.5g으로 AiBT-1 처리+강우 처리+AiBT-1 재살포 처리구와의 유의성은 인정되었지만 AiBT-1 처리+강우 처리와는 유의성이 보이지 아니하였다. 경도에서 AiBT-1 단독 처리구, 당도 종자수에서 강우 처리구에서 일부 유의성이 인정되었지만, 대부분의 처리구에서 AiBT-1 단독처리구와 차이를 보이지 않았다. 따라서 AiBT-1 처리 후 강우 시 재살포는 실시하여도 과실 생육 특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다.

표 94. AiBT-1 살포 후 우천에 따른 AiBT-1 재살포에 따른 과실 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리방법	과중 (g/개)	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ3mm m)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색 (1~4)*	종자 (개)	동녹 (유·무)
AiBT-1	365.3a <sup>z</sup>	80.0a	95.2a	0.84a	1.26a	13.9a	0.35a	3.3a	7.0a	무
AiBT-1 살포+ 강우 <sup>#</sup>	382.0a	80.0a	93.6ab	0.86a	1.39a	15.0a	0.34a	3.3a	8.0a	무
AiBT-1 살포+ 강우+재살포 <sup>##</sup>	274.5b	70.8b	86.3b	0.83a	1.35a	15.0a	0.36a	3.0a	7.0a	무
무처리	285.2b	71.9b	89.2ab	0.81a	1.36a	15.0a	0.35a	3.0a	6.2a	무

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 수확일, 10/24; 조사일, 12/11; \*, 1:낮음~4:높음; #, AiBT-1 살포 후 물을 재살포함; ##, 물 살포 후 2일후 AiBT-1 재살포함; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 95는 과수농가 애로사항 실험 중 우천으로 인한 AiBT-1의 효과 감소를 우려한 농가 애로사항을 검증하기 위한 실험이다. AiBT-1를 살포한 다음 사과나무에서 약액이 마르는 2시간째에 물을 살포하였다. 물 살포량은 시간당 10mm의 강우량 기준으로 살포하였으며, AiBT-1 살포 후 강우 시 AiBT-1의 재살포에 대한 결실율은 무처리 정화 중심화 93.3%, 정화 측화 50.8%, AiBT-1 살포 후 강우 처리구에서도 정화 중심화 96.7%, 정화 측화 58.3%, AiBT-1 살포 후 임의 강우 처리, AiBT-1 재살포 처리구에서도 정화 중심화 96.7%, 정화 측화 67.5%로 나타나 AiBT-1처리 후 인공 강우 처리는 적화효과에 영향이 있을 미치는 것으로 나타났다. 액화 처리구에서도 비슷한 영향을 보여 AiBT-1 처리 후 인공 강우의 처리는 적화효과에 영향을 받는 것으로 나타났다. 본 실험 데이터에는 제시되지 않았지만 AiBT-1 처리 후 2시간 이내에 비가 왔을 경우에는 AiBT-1의 효과가 감소되지만, 처리 후 약 5시간 이후부터는 AiBT-1의 적화효과가 감소되지 않았다. 따라서 처리 후 강우가 적화효과에 미치지 않는 안전한 시간은 약 5시간으로 보인다.

표 95. AiBT-1 살포 후 우천시 재살포에 따른 적화효과 차이 규명(군위, 후지, 2015년).

살포방법	결실률(%)					
	정화		액화		전체	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
AiBT-1	<sup>a</sup> 83.3a	31.7b	45.0b	15.4b	64.2b	23.5b
AiBT-1살포+강우 <sup>#</sup>	96.7a	58.3a	73.3ab	47.5a	85.0ab	52.9a
AiBT-1살포+강우 +재살포 <sup>##</sup>	96.7a	67.5a	96.7a	52.5a	96.7a	60.0a
무처리	93.3a	50.8ab	91.7a	46.7a	92.5a	48.8a

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/09; <sup>#</sup>, 기준액 살포 후 물을 재살포함; <sup>##</sup>, 물 살포 후 2시간 후 AiBT-1 재살포함 <sup>a</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 96은 AiBT-1 살포 후 우천으로 인한 AiBT-1의 효과 감소를 우려한 농가 애로사항을 검증하기 위한 실험이다. AiBT-1를 살포한 다음 사과나무에서 AiBT-1의 액이 건조한 다음 바로 물을 재살포하여 실험을 실시하였는데 AiBT-1 살포 후 약 2시간 후에 물을 사과나무에 살포하였다. 물 살포량은 시간당 10mm의 강우량 기준으로 살포하였으며, AiBT-1 살포 후 강우 시 AiBT-1의 재살포에 대한 착과 과실 특성을 보면 종경, 횡경, L/D값에 있어서 무처리구와 처리구간의 차이는 보이지 않았다. L/D값의 경우, 무처리구 1.16, AiBT-1 단독 처리구 1.28, AiBT-1 살포+강우 처리구 1.27, AiBT-1 살포+강우+AiBT-1 재살포 처리구 1.17으로 무처리구와 AiBT-1 살포+강우+AiBT-1 재살포 처리구에서 유의성이 인정되지 않았고 AiBT-1 단독 처리구, AiBT-1+강우 처리구에서는 무처리구와 유의성이 인정되어 AiBT-1의 처리가 종경 생장에 효과적인 것으로 나타났다. 생리장해, 동녹 발생 등에는 영향을 미치지 아니하였다.

표 96. AiBT-1 살포 후 우천시 AiBT-1 재살포에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2015년).

처리방법	중경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동피해 (유·무)
AiBT-1	23.3a <sup>2</sup>	18.4a	1.28a	0	무	무
AiBT-1살포+강우 <sup>#</sup>	23.1a	18.3a	1.27a	0	무	무
AiBT-1살포+강우+재살포 <sup>##</sup>	21.7b	18.6a	1.17b	0	무	무
무처리	21.6b	18.6a	1.16b	0	무	무

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/21; \*, 0: 없음~5: 높음; #, AiBT-1 기준액 살포 후 물을 재살포함; ##, AiBT-1 기준액 살포+물 살포 후 2일째 AiBT-1 재살포함 <sup>2</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

(다) AiBT-1 중복 살포에 따른 적화효과 및 생리장해현상 구명

표 97은 AiBT-1 중복살포에 따른 적화효과 차이에 대한 실험으로서 AiBT-1 살포 후 사과나무 전체에서 바로 재살포를 통한 중복살포시 일어날 수도 있는 과다적화 영향에 대한 실험으로 그 결과를 얻고자 하는 실험이다. AiBT-1 처리 시기는 만개 후 2일과 5일째 처리 후 바로 재살포를 통하여 적화효과를 조사하였다. 처리 후 9일째 조사에서 무처리구의 전체화 중심화 결실률은 92.5%, 전체화 측화 48.8%, AiBT-1 만개 후 2일째 중복살포 처리구에서 전체화 중심화의 결실률은 90.0%, 측화는 46.3%, AiBT-1 만개 후 2일째와 5일째 중복살포 처리구에서 전체화 중심화의 결실률은 76.7%, 측화는 36.3%, AiBT-1 만개 후 5일째 중복살포 처리구에서 전체화 중심화의 결실률은 81.7%, 측화는 39.6%로 조사되었다. 중복살포에 따른 적화율은 2일째와 5일째 중복살포 처리구와 5일째 중복살포 처리구에서 중복살포에 따른 적화 상승효과에 대한 유의성이 인정되었으며, 다른 처리구에서는 유의성이 인정되지 않았다. 따라서 AiBT-1의 중복살포에 따른 나무의 약해증상은 발견되지 않았지만, 수세가 약한 나무의 경우 잎 위축현상이 약하게 나타났으나 일주일 후에 자연 회복되었다. SS기를 이용한 AiBT-1의 살포시 중복살포에 따른 약해는 수세가 아주 약한 나무를 제외하고는 과다 적화현상을 나타나지 않았으므로 안전성은 확보된 것으로 판단되어진다. 하지만 수세가 아주 약한 과원의 경우 잎처짐 현상이 발생할 수 있으므로 AiBT-1의 농도를 줄이는 것도 약해를 줄일 수 있는 방법의 하나이다.



표 97. AiBT-1의 중복살포에 따른 적화효과 차이 규명(군위, 후지, 2015년).

살포시기 및 횟수		결실률(%)					
		정화		액화		전체	
만개 후 2일	만개 후 5일	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
1회	2회	<sup>z</sup> 86.7a	45.0bc	76.7ab	34.2ba	81.7ab	39.6ab
2회	2회	90.0a	60.0a	63.3bc	12.5b	76.7ab	36.3ab
2회	1회	96.7a	59.2a	83.3ab	33.3ab	90.0a	46.3a
기준액		83.3a	31.7c	45.0c	15.4b	64.2b	23.5b
무처리		93.3a	50.8ab	91.7a	46.7a	92.5a	48.8a

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/09; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 98는 AiBT-1 중복살포에 따른 착과 과실 특성 비교 대한 실험으로서 AiBT-1 처리 시기는 만개 후 2일과 5일째 처리 후 바로 AiBT-1 재살포하였다. AiBT-1과 중복살포에 따른 사과유과 기 과실생육에 미치는 영향을 보면 L/D값에서 무처리구 1.16, 만개 후 2일에 중복살포 처리구 1.20, 만개 후 5일에 중복살포 처리구 1.22, 만개 후 2일과 만개 후 5일에 중복살포 처리구 1.19, AiBT-1 1회 처리구 1.28로 조사되어, 2회 모든 처리구에서 무처리구보다 L/D값이 높게 조사되어 중복살포가 초기 종경 생장에 유리한 것으로 조사되었다. 또한, 중복살포 처리는 과실 성장, 동녹 발생, 벌 활동 등에 어떠한 영향을 미치지 아니하였으나, 중복살포(2일째와 5일째)에 따른 잎처집 현상이 수세가 약한 일부 나무에서 나타나 3회 이상의 중복처리는 가급적이면 지양해야 할 것으로 보여진다.

표 98. AiBT-1의 중복살포에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2015년).

살포시기 및 횟수		종경	횡경	L/D	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동피해 (유·무)
만개 후 2일	만개 후 5일	(mm)	(mm)				
1회	2회	23.6a <sup>z</sup>	19.5ab	1.22b	0	무	무
2회	2회	23.2a	19.7a	1.19bc	1	무	무
2회	1회	22.8a	19.0abc	1.20bc	0	무	무
AiBT-1		23.3a	18.4c	1.28a	0	무	무
무처리		21.6b	18.6bc	1.16c	0	무	무

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/21; \*, 0:없음~5:높음; <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

(라) AiBT-1 계면활성제 혼용에 따른 적화효과 및 생리장해 현상 구명

표 99는 군위지역에서의 AiBT-1처리 시 적화효과를 높이기 위해 침투확산제로 많이 사용되고 있는 계면활성제(=전착제)를 혼용했을 경우 AiBT-1이 과실풍수에 미치는 영향을 조사한 것이다. 계면활성제는 시판되고 있는 대표적인 확산침투제 2종류 폴리옥시에틸렌메틸폴리실록세인 액제와 실록세인 액제를 사용하였다. 과중에 있어서는 AiBT-1 단독 처리구 365.3g, 계면활성제 혼용 처리구 322.0g~371.8g로 조사되었으나 AiBT-1 단독 처리구와 계면활성제 혼용 처리구에서의 유의성이 인정되는 처리구는 없었다. 이와 같은 경향은 경도, 당도, 산도, 착색, 종자수 등에서도 같은 경향을 나타내어 AiBT-1 처리 시 계면활성제 혼용에 따라 과실풍수 특성의 변화는 보이지 않아 계면활성제 혼용에 따른 과실풍수 특성 변화에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

표 99. 계면활성제와 AiBT-1 혼용처리에 따른 과실풍수 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리방법	과중 (g/개)	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	경도 (kg·Φ3 mm)	당도 (°BX)	산도 (%)	착색 (1~4)*	종자 (개)	동녹 (유·무)
AiBT-1+계면1#	371.8a <sup>2</sup>	81.5a	94.1ab	86.8a	1.42a	14.3a	0.34a	3.5a	5.8a	무
AiBT-1+계면2#	322.0ab	78.7a	90.4ab	87.3a	1.31a	14.8a	0.34a	3.3a	4.8a	무
AiBT-1	365.3ab	80.0a	95.2a	0.84ab	1.26a	13.9a	0.35a	3.3a	7.0a	무
무처리	285.2b	71.9b	89.2b	0.81b	1.36a	15.0a	0.35a	3.0a	6.2a	무

첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 수확일, 10/24; 조사일, 12/11; \*, 1:낮음~4:높음; #, 계면활성제; <sup>2</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 100은 AiBT-1 사용 시 애로사항 중 하나인 계면활성제 혼용 처리가 적화효과의 증가 또는 과실풍수 생육 및 품질 특성에 미치는 영향에 대한 실험이다. 과수 농가에서는 AiBT-1의 처리 시 기상조건에 따라 처리시기가 지연될 때 적화효과가 낮아질 것으로 예상되어 적화효과를 높이기 위하여 계면활성제를 혼용하는 경우가 있지만, 이 경우 적화율에 미치는 영향에 대한 실험이다. 계면활성제는 시판되고 있는 대표적인 확산침투제 2종류(실록세인 액제, 폴리옥시에틸렌메틸폴리실록세인 액제)를 사용하였다. AiBT-1과 계면활성제 1의 혼용에 따른 결실률은 정화 중심화 93.3%, 정화 측화 55.8%, 계면활성제2의 결실률은 정화 중심화 93.3%, 정화 측화 52.5%로 두 종류의 계면활성제 모두 무처리구 정화 중심화 93.3%, 정화 측화 50.8%로 정화 중심화는 유의성이 인정되지 않았지만, 정화 측화의 경우에도 유의성이 인정되지 않아 비슷한 경향을 보였다. 액화 중심화에서는 무처리 91.7%, 계면 1 80.0%, 계면 2 73.3%, 액화 측화의 경우 무처리 46.7%, 계면 1 46.7%, 계면 2 39.2%, 액화 중심화에서는 유의성이 인정되었고 측화에서는 인정되지 않았다. AiBT-1와 계면활성제의 혼용처리에 따른 적화효과의 증가는 계면활성제 종류, 정화, 액화에 따라 반응이 조금씩 다르게 나타났으나 현저한 차이가 보이지 않아 AiBT-1의 단용 처리가 비용측면에서 유리한 것으로 판단되며, 계면활성제 혼용처리는 제품종류에 따라 세밀한 연구가 필요로 된다.

표 100. 계면활성제<sup>#</sup>와 AiBT-1 혼용처리에 따른 적화효과 차이 규명(군위, 후지, 2015년).

처리방법	결실률(%)					
	정화		액화		전체	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
AiBT-1+계면1 <sup>#</sup>	<sup>z</sup> 93.3a	55.8a	80.0ab	46.7a	86.7ab	51.3a
AiBT-1+계면2 <sup>#</sup>	93.3a	52.5ab	73.3bc	39.2a	83.3ab	45.8a
AiBT-1	83.3a	31.7b	45.0c	15.4b	64.2b	23.5b
무처리	93.3a	50.8ab	91.7a	46.7a	92.5a	48.8a

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/09; <sup>#</sup>, 계면활성제(실록세인 액제, 폴리옥시에틸렌메틸폴리실록세인 액제); <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 101은 AiBT-1 사용 시 애로사항 중 하나인 계면활성제(=전착제) 혼용 처리가 적화효과의 증가 또는 과실 생육 및 품질 특성에 영향을 미치는 영향을 조사한 실험이다. 과수 농가에서는 AiBT-1의 처리 시 기상조건에 따라 처리시기가 지연될 때 적화효과가 낮아질 것으로 예상되어 적화효과를 높이기 위하여 계면활성제를 혼용하는 경우가 있지만, 이 경우 적화율 또는 과실 생육에 미치는 영향에 대하여 조사하기 위함이다. 계면활성제는 시판되고 있는 대표적인 확산침투제 2종류(실록세인 액제, 폴리옥시에틸렌메틸폴리실록세인 액제)를 사용하였다. AiBT-1과 계면활성제의 혼용에 따른 사과유과기 과실생육에 미치는 영향을 보면 L/D값에서 무처리구 1.16, 계면활성제 혼용 처리구 1.11~1.24로 나타나 계면활성제 혼용 처리구가 과실 초기 생장에 영향을 미치는 것으로 조사되었으나, 계면활성제 종류에 따라 다르게 나타나 시판되는 여러 종류의 계면활성제로 세밀한 연구가 필요로 된다. 그러나, 계면활성제 혼용은 사과나무 생육 및 과실 생장, 생리장해, 동녹 발생, 벌 활동 등에 어떠한 영향을 미치지 아니하였다.

표 101. 계면활성제<sup>#</sup>와 AiBT-1 혼용처리에 따른 착과 과실 특성 비교(군위, 후지, 2015년).

처리방법	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D	생리장해* (0~5)	동녹 (유·무)	벌활동피해 (유·무)
AiBT-1+계면1 <sup>#</sup>	21.2b <sup>z</sup>	17.3c	1.24a	0	무	무
AiBT-1+계면2 <sup>#</sup>	21.6b	19.6a	1.11c	0	무	무
AiBT-1	23.3a	18.4b	1.28a	0	무	무
무처리	21.6b	18.6ab	1.16b	0	무	무

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27,30; 조사일, 5/21; \*, 0: 없음~5: 높음; <sup>#</sup>, 계면활성제(1<sup>#</sup>, 실록세인 액제; 2<sup>#</sup>, 폴리옥시에틸렌메틸폴리실록세인 액제); <sup>z</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

(4) 농가실증실험

## 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(1)

(농림과제 "112044-03", 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

### 1. 실험 농가

농장주 : 변○○ ( T. 010-3360-XXXX )

주 소 : 경기도 가평군

### 2. 과원 점검

품종 : 홍로(M9대목, 10~15년생, 세장방추형)

재식거리 : 4×3m

### 3. 농가 의견

- 올해 벌이 많았지만 시제품 효과 우수
- 2차 처리 직후 비가 와 다음날 바로 추가 처리, 과다적화 느낌
- 2016년에는 시제품 처리일을 늦출 예정

### 4. 적화율 : 약 85~95%

### 5. 기상상황

날짜		4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30	5/1	5/2
기온(℃) (최고/최저/평균)		24.3	25.4	26.0	26.0	28.0	23.0	30.0	28.7	26.2
		7.6	5.8	6.9	10.1	9.2	14.7	12.2	13.5	13.1
		15.3	15.0	16.7	17.6	19.2	17.6	20.8	20.6	19.9
강수량(mm)		-	-	-	-	-	1.0	-	-	0.7
비고	홍로		중심화 만개	1차 처리			2차 처리	3차 처리		

### 6. 사진



## 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(2)

(농림과제 “112044-03”, 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

### 1. 실험 농가

농장주 : 지○○ ( T. 010-8841-XXXX )

주 소 : 충청북도 괴산군

### 2. 과원 점검

품종 : 미얀마 후지 (M26대목 8년생, M9대목 4년생,  
세장방추형)

재식거리 : 4×1.5m

### 3. 농가 의견

- 효과가 아주 양호함. 기대 이상으로 적화 잘 됨
- 계속(해마다) 사용하고자 함

### 4. 적화율 : 70~80%

### 5. 기상상황

날짜	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30	5/1	5/2
기온(℃) (최고/최저/평균)	24.7	26.0	28.3	28.4	25.8	19.2	27.1	29.1	28.1
	11.5	8.0	9.6	12.4	11.6	15.3	15.0	15.3	16.7
	17.2	17.3	19.3	20.3	19.3	17.5	21.0	21.8	22.0
강수량(mm)	-	-	-	-	0.1	13.5	-	-	-
비 고	후지(M26)		중심화 만개		1차처리		2차처리		
	후지(M9)				중심화 만개		1차처리		2차처리

### 6. 사진

5월 18일(처리 후 약 3주일)





# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(3)

(농림과제 "112044-03", 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 최○○ ( T. 011-407-XXXX )

주 소 : 전라북도 남원시

## 2. 과원 점검

품종 : 홍로 (M9대목, 5년생, 세장방추형)

재식거리 : 4×2m

## 3. 농가 의견

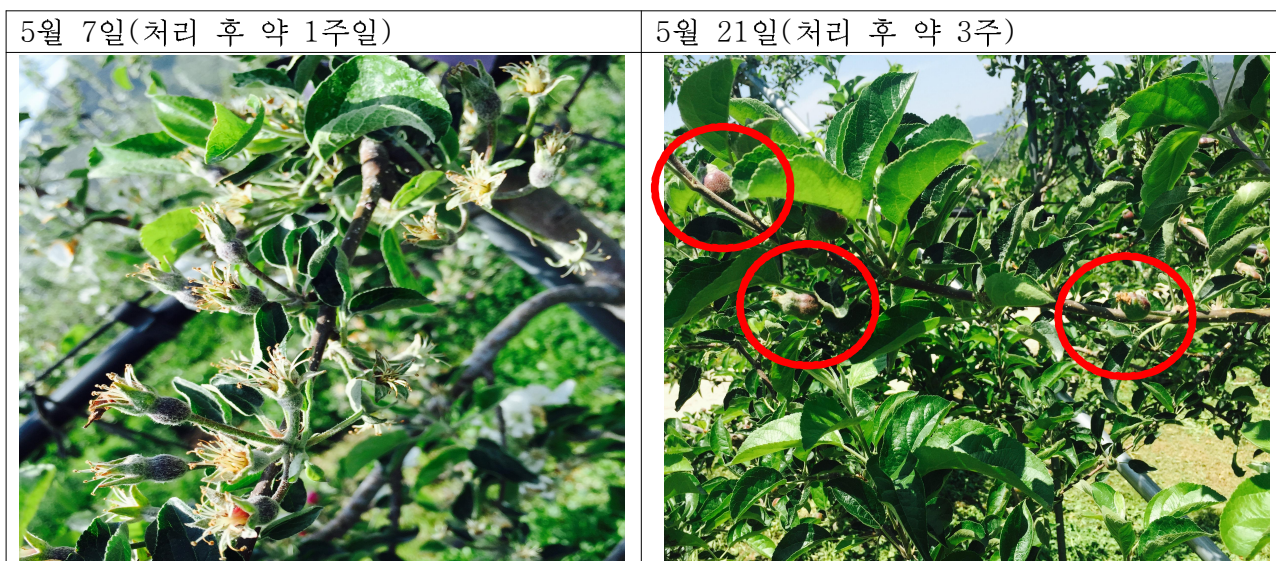
- 해발 500m에 위치
- 같은 밭이라도 개화시기가 달라 처리시기 판단이 어려워 쉬운 처리시기 표현 요구
- SS기 rpm 2,000 저속 3단 팬 틀어서 꽃잎이 한, 두 잎 떨어지면 그 시기가 처리적기
- 시제품 처리한 곳에 과실이 생육이 늦음(추후 회복)
- 처리 전 적정량의 비가 내려 관수를 하지 않음
- 시제품 750배액 희석 사용함(물 1,000L : 시제품 500ml 3병)
- 시제품 2차 처리 후 3일 후 일부 밭에 세빈 750g, 안트라콜 2봉지 처리 : 적화율 비슷함

4. 적화율 : 85~95%

## 5. 기상상황

날짜	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30	5/1	5/2
기온(℃)	23.5	26.5	28.2	27.7	23.8	22.5	24.8	25.9	25.7
(최고/최저/평균)	9.0	8.7	8.8	10.9	14.7	14.5	14.9	15.0	15.6
강수량(mm)	-	-	-	-	22.5	39.0	-	-	3.4
비고	홍로	중심화 만개	1차 처리				2차 처리		

## 6. 사진





# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(4)

(농림과제 "112044-03", 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 우○○ ( T.010-7143-XXXX )

주 소 : 대구광역시

## 2. 과원 점검

품종 : 홍로, 후지

(M26, 유목 10~15년생, 고목 40년 이상, 방추형)

재식거리 : 4×2.5m

## 3. 농가 의견

- 효과발현이 늦음
- 끝 꽃이 잘 잡힘(액화)
- 후지 2차 처리 전 비가 와서 다음날(30일) 처리

4. 적화율 : 홍로 미비, 후지 60%

## 5. 기상상황

날짜		4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30
기온(℃)		24.6	25.1	26.1	27.0	30.0	29.5	25.4	17.5	25.7
(최고/최저/평균)		11.0	9.3	11.2	11.1	12.2	14.7	14.8	14.7	13.5
		17.7	17.6	19.2	19.7	21.9	22.0	19.7	16.0	18.8
강수량(mm)		-	-	-	-	-	-	0.4	7.0	-
비고	홍로		만개기		만발기, 1차 처리		2차 처리			
	후지				만개기		만발기, 1차 처리			2차 처리

## 6. 사진



# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(5)

(농림과제 "112044-03", 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 윤○○( T. 010-4527-XXXX )

주 소 : 경상북도 문경시

## 2. 과원 점검

품종 : 후지(M26대목, 27년생, 방추형)

재식거리 : 4×3m

## 3. 농가 의견

- 시제품의 적화 유효성분을 더 강하게 제작
- 높은 적화율로 일손절감에 효과적임
- 2차 처리에 따른 가격 부담

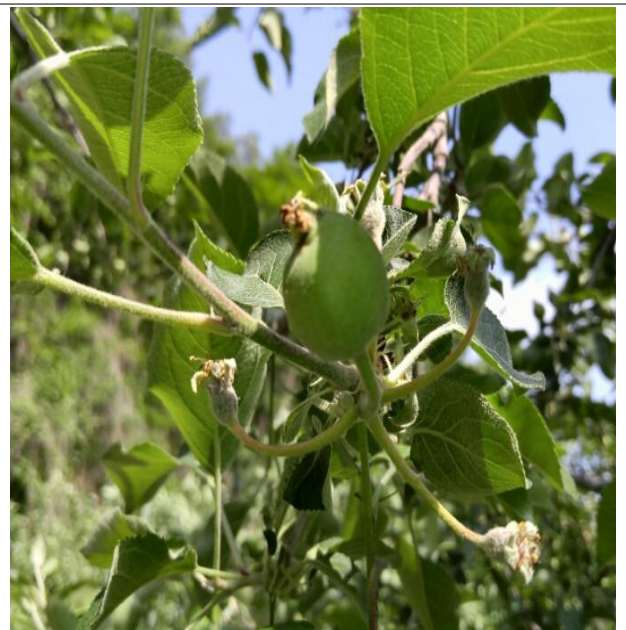
## 4. 적화율 : 60%

## 5. 기상상황

날짜	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30	5/1	5/2
기온(℃) (최고/최저/평균)	24.5	25.2	27.9	27.7	23.5	16.7	24.6	28.1	27.1
	9.9	6.5	8.3	11.9	7.4	14.0	13.3	11.1	13.4
	16.8	16.5	19.3	19.8	17.4	14.9	17.6	19.6	19.9
강수량(mm)	-	-	-	-	0.1	7.5	-	-	1.5
비고	후지	첫 개화			중심화 만개 1차처리		만발기 2차처리		

## 6. 사진

처리 후 사진



# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(6)

(농림과제 “112044-03”, 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 장○○ ( T.010-8567-XXXX )

주 소 : 경북 상주시

## 2. 과원 점검

품종 : 후지(M9, M26, 4년생, 세장방추형),  
시나노

재식거리 : 2×4m

## 3. 농가 의견

- 액화 잡고 아주 만족함
- 관수를 잘하는 곳에 효과가 더 우수함
- 시나노에는 효과가 없음

4. 적화율 : 80%(관수), 60%(관수×)

## 5. 기상상황

날짜	4/21	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29
기온(℃) (최고/최저/평균)	23.5	21.9	24.6	25.4	26.2	28.9	28.5	25.7	17.5
	6.3	8.6	9.5	12.0	7.8	8.0	12.7	9.4	14.9
	14.0	15.8	17.3	18.6	18.4	20.5	21.5	18.0	15.8
강수량(mm)	-	-	-	-	-	-	-	0.2	9.1
비고	후지		중심화 만개		1차 처리		2차 처리		
	시나노	중심화 만개		1차 처리		2차 처리			

## 6. 사진

처리 후 사진





# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(7)

(농림과제 “112044-03”, 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 김○○ ( T.011-534-XXXX )

주 소 : 경북 영덕군

## 2. 과원 점검

품종 : 후지(M9, M26대목, 12년생, 세장방추형)

재식거리 : 4×2m, 4.3×2.3m, 5×2.5m, 4.5×2.5m

## 3. 농가 의견

- 전체 개화의 80%때 1회 처리함
- 수정이 된 과실은 무처리보다 훨씬 비대 효과
- 2차(액화)꽃은 거의 적화됨, 1차 정화는 적과 필요
- 시제품 처리 전 관수처리(과수원의 환경 조건이 중요함)
- 처리 당일 바람 확인(온도가 적정하더라도 바람이 많이 불면 효과가 떨어짐)

## 4. 적화율 : 약 80%

## 5. 기상상황

날짜	4/21	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29
기온(℃)	19.8	23.4	25.5	23.8	22.3	29.8	29.1	25.6	16.4
(최고/최저/평균)	3.3	7.7	7.6	8.8	6.1	16.1	17.5	13.4	12.3
강수량(mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
비고	후지				중심화 만개			만발기 처리	

## 6. 사진

처리 후 사진



# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(8)

(농림과제 "112044-03", 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 염○○ ( T. 010-4248-XXXX )

주 소 : 경상북도 영주시

## 2. 과원 점검

품종 : 홍로, 후지(M9대목, 7/10년생, 세장방추형)

재식거리 : 1.8×3.8m

## 3. 농가 의견

- 홍로 : 비대효과 및 적화효과가 높아짐
- 과대적화 우려하지 말고 과감하게 처리 시도
- 2013년 사용 : 만발기 지나서 처리(효과없음)

## 4. 적화율 : 약 80~90%

## 5. 기상상황

날짜	4/18	4/19	4/20	4/21	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26
기온(℃)	23.0	15.1	13.8	21.4	20.7	23.6	23.2	24.7	26.9
(최고/최저/평균)	2.2	9.6	4.2	1.7	6.3	3.7	11.4	5.4	7.6
강수량(mm)	13.3	13.0	10.3	11.8	14.8	16.9	17.6	17.1	19.4
비고	홍로						1차 처리		2차 처리
	후지								
날짜	4/27	4/28	4/29	4/30	5/1	5/2	5/3	5/4	5/5
기온(℃)	27.1	25.4	17.1	26.0	29.1	28.5	20.1	20.8	21.5
(최고/최저/평균)	13.3	7.8	14.3	12.5	10.8	11.8	16.1	11.7	3.9
강수량(mm)	21.1	17.6	15.7	17.8	19.6	20.8	16.9	16.9	13.6
비고	홍로	만발기	3차 처리						
	후지			1차 처리	만발기	2차 처리			

## 6. 사진



# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(9)

(농림과제 "112044-03", 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 이○○ ( T. 010-4802-XXXX )

주 소 : 경상북도 영천시

## 2. 과원 점검

품종 : 후지(M9 대목, 6~8년생, 방추형)

재식거리 : 4×2m

## 3. 농가 의견

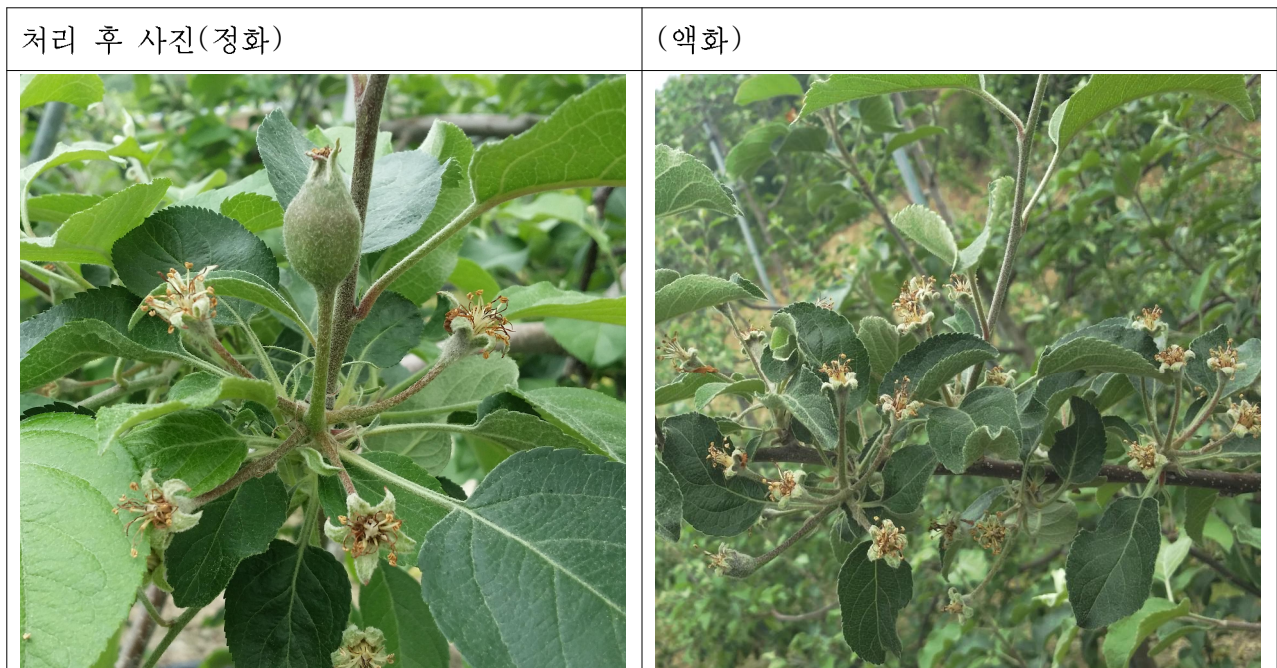
- 액화는 거의 잡았고, 정화는 2-3개씩 착과, 효과 우수
- 중심화 만개 후 2일째 1차, 3~4일 뒤 2차(비 때문에)처리함
- 지대가 높아(고도 : 500m) 낮, 밤 온도차가 심한 편임
- 이전엔 논이었고 배수가 잘 안 되서 2차 공사 예정

## 4. 적화율 : 80~90%

## 5. 기상상황

날짜	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30
기온(℃)	24.6	24.3	26.1	26.6	29.7	28.7	25.9	16.2	23.1
(최고/최저/평균)	6.1	4.2	6.6	4.8	7.0	10.0	8.7	12.9	11.9
강수량(mm)	-	-	-	-	-	-	1.0	3.5	-
비고	후지	중심화 만개		1차 처리			2차 처리		

## 6. 사진





# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(10)

(농림과제 "112044-03", 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 오○○ ( T. 011-809-XXXX )

주 소 : 경상북도 의성군

## 2. 과원 점검

품종 : 후지(M9, 8~10년생, 세장방추형)

재식거리: 4×2m

## 3. 농가 의견

- 액화 다 잡고 정화 만족스러움, 인건비 절감 효과
- 처리 타이밍 잡기 힘들
- 2014년 사용 : 늦게 처리해서 액화만 잡음
- 비대제 처리 후 2일후 시제품 처리
- 해발 100~120m로 저지대

## 4. 적화율 : 약 60~70%

## 5. 기상상황

날짜	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30
기온(℃)	22.3	24.6	25.0	26.1	29.1	28.9	25.5	18.3	24.9
(최고/최저/평균)	5.0	1.2	3.3	1.9	2.8	7.1	6.1	13.3	12.3
강수량(mm)	-	-	-	-	-	-	-	3.5	-
비고	후지		중심화 만개		1차처리		만발기	2차처리	

## 6. 사진

처리 후 사진



# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(11)

(농림과제 “112044-03”, 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 이○○ ( T. 010-3538-XXXX )

주 소 : 경상북도 의성군

## 2. 과원 점검

품종 : 후지(M106, 35년생, 방추형)

재식거리 : 4×6m

## 3. 농가 의견

- 결실기에 따른 수세 안정, 효과 매우 우수
- 아오리는 효과 낮음
- 2014년, 2015년 사용 : 수세 안정에 매우 효과적

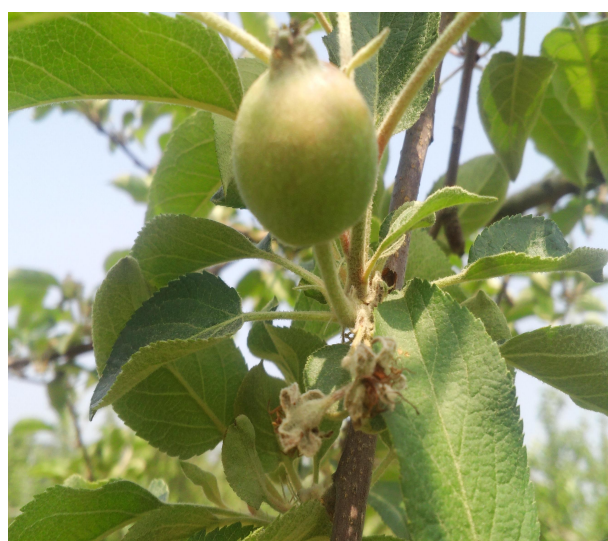
## 4. 적화율 : 70%

## 5. 기상상황

날짜	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30	5/1	5/2
기온(℃)	25.0	26.1	29.1	28.9	25.5	18.3	24.9	29.5	29.1
(최고/최저/평균)	3.3	1.9	2.8	7.1	6.1	13.3	12.3	9.9	10.3
강수량(mm)	-	-	-	-	-	3.5	-	-	-
비고	후지		중심화 만개		1차처리		만발기 2차처리		

## 6. 사진

처리 후 사진



# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(12)

(농림과제 “112044-03”, 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 김○○ ( T. 010-2826-XXXX )

주 소 : 경상북도 청송군

## 2. 과원 점검

품종 : 후지, 시나노골드

(M9-T337대목, 10년생, 세장방추형)

재식거리 : 1.5×3.5m

## 3. 농가 의견

- 시나노의 적화는 거의 없음
- 처리 당일 바람이 강함
- 추후 수세에 따라 처리농도/시기 조절해서 처리
- 후지 대부분 적화됨, 효과 우수
- 인근 양봉농가 없음(수분수 : 시나노)

4. 적화율 : 후지 약 70%, 시나노 약 10%

## 5. 기상상황

날짜	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30	5/1	5/2
기온(℃)	24.6	25.6	28.8	28.1	25.3	15.8	23.5	28.8	28.4
(최고/최저/평균)	5.6	2.2	3.8	9.2	6.1	12.0	10.9	10.3	9.4
강수량(mm)	-	-	-	-	-	4.5	-	-	-
비고	후지				1차 처리		2차 처리		
	시나노						1차 처리		2차처리

## 6. 사진

처리 후 사진(후지)





# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(13)

(농림과제 "112044-03", 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 김○○ ( T. 010-9391-XXXX )

주 소 : 경상북도 청송군

## 2. 과원 점검

품종 : 홍로, 후지(M26대목, 20년생, 방추형)

재식거리 : 3×4m

## 3. 농가 의견

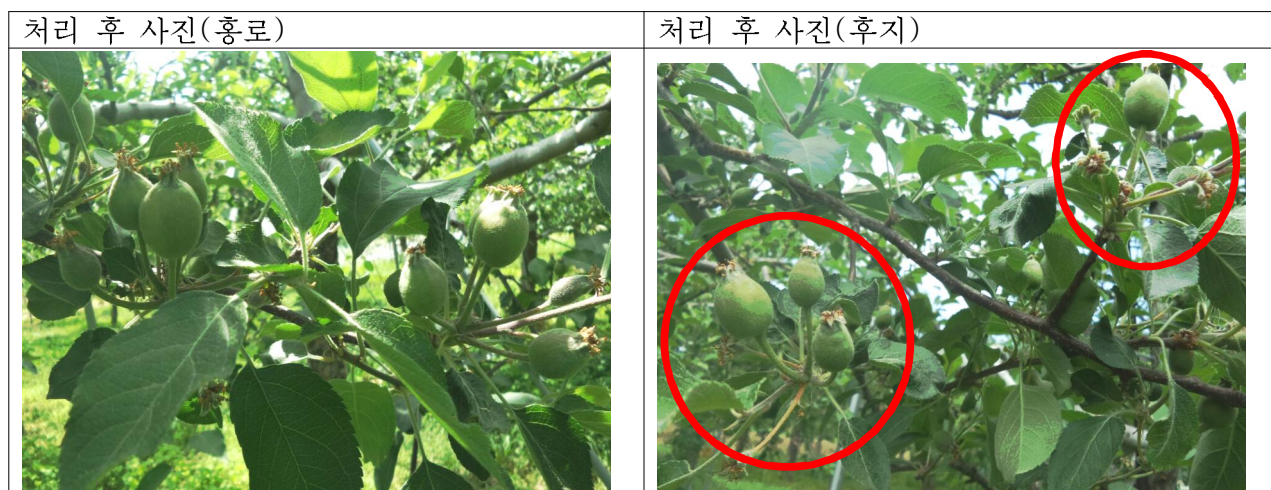
- 다른 약재 적과 비교해 과실이 많이 달려도 잎이 덜 위축되는 것 같고, 나무의 수세가 유지
- 적과를 늦게 하더라도 나무가 위축되지 않아 안심
- 개화 상태가 늦게 진행(낮, 밤 차이)

## 4. 적화율 : 홍로 미비, 후지 약 40~50%

## 5. 기상상황

날짜	4/19	4/20	4/21	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27
기온(℃)	16.5	12.5	22.4	22.4	24.1	24.6	25.6	28.8	28.1
(최고/최저/평균)	10.3	6.4	5.6	5.2	2.2	5.6	2.2	3.8	9.2
강수량(mm)	7.5	10.0	-	0.0	-	-	-	-	-
비고	홍로			중심화 만개			1차 처리		2차 처리
	후지					중심화 만개			
날짜	4/28	4/29	4/30	5/1	5/2	5/3	5/4	5/5	5/6
기온(℃)	25.3	15.8	23.5	28.8	28.4	19.3	22.8	23.6	24.9
(최고/최저/평균)	6.1	12.0	10.9	10.3	9.4	14.4	7.4	1.1	3.2
강수량(mm)	-	4.5	-	-	-	3.0	-	-	-
비고	홍로								
	후지	1차 처리			2차 처리				

## 6. 사진



# 시제품 농가 실증 실험 결과 보고서(14)

(농림과제 "112044-03", 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발)

## 1. 실험 농가

농장주 : 황○○ ( T.010-3518-XXXX )

주 소 : 경북 경주시

## 2. 과원 점검

품종 : 홍로(M9, 8년생, 세장방추형), 후지(M9, M26대목, 10~14년, 세장방추형)

재식거리 : 4×3m

## 3. 농가 의견

- 동해 피해로 중심화까지 떨어진 것이 보임(5/4~5 서리)
- M9이 적화효과가 더 좋은 것 같음, 대목의 종류에 따라 농도 차별 살포 실험 요구
- 처리 후 한 달 이상이 지난 후 꽃대가 변색(노란색)되며 떨어짐, 발현시기가 늦음
- 2~4회까지 시제품 처리를 하였으나 효과가 미비함(2014년)

## 4. 적화율 : 40%

## 5. 기상상황

날짜	4/13	4/14	4/15	4/16	4/17	4/18	4/19	4/20	4/21
기온(℃) (최고/최저/평균)	11.1	14.8	20.6	24.6	20.7	22.6	16.5	12.5	19.6
	9.6	7.9	6.0	9.6	7.6	10.6	11.0	8.5	6.3
강수량(mm)	10.2	10.1	13.7	15.2	14.4	16.3	13.4	10.8	13.5
비고	홍로				만발기 1차 처리			2차 처리	
	후지								
날짜	4/22	4/23	4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30
기온(℃) (최고/최저/평균)	24.4	25.2	25.5	22.9	30.0	29.3	24.9	19.3	17.3
	12.0	11.0	13.2	10.2	15.7	18.8	16.5	13.3	12.6
강수량(mm)	17.0	18.4	17.1	17.3	23.1	23.3	20.8	14.6	14.8
강수량(mm)	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-
비고	홍로								
	후지	만발기 1차 처리	만발기 1차 처리		2차 처리				





(5) AiBT-1 작용기작 규명을 위한 분석

(가) AiBT-1 처리에 따른 화충조직에서의 음이온, 양이온 함량 분석

표 102는 2013년과 2014년, 2015년에 AiBT-1 처리에 따른 사과 품종 후지의 화충조직을 이용하여 AiBT-1의 작용기작 규명을 위한 실험으로써 주요 음이온 및 양이온 함량을 분석한 것이다. 2013년도 분석 결과에서는 AiBT-1의 처리에 따른 음이온의 함량 변화는 Cl<sup>-</sup>의 경우 무처리구 20.7mg/kg, 처리구 24.4mg/kg로 조사되었고, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>의 경우 무처리구 894.0mg/kg, 처리구 918.7mg/kg으로 조사되어 AiBT-1의 처리에 따라 함량이 다소 증가하는 것으로 조사되었다. 2014년도에 있어서도 Cl<sup>-</sup>의 경우 무처리구 21.6mg/kg, 처리구 27.4mg/kg, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>의 경우 무처리구 786.2mg/kg, 처리구 1104.2mg/kg, 2015년도에 있어서도 Cl<sup>-</sup>의 경우 무처리구 23.8mg/kg, 처리구 40.5mg/kg, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>의 경우 무처리구 976.2mg/kg, 처리구 1,200.5mg/kg으로 나타나 2013년도와 비슷한 경향을 보여 Cl<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>의 함량은 다소 증가하는 것으로 나타났다. 한편 K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>의 양이온 함량은 2013년, 2014년, 2015년 모두에서 무처리구에 비하여 비슷하게 증가되는 것으로 조사되었다. 하지만 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>의 경우, 2013년 무처리구에서 80.3mg/kg, 처리구 36.4mg/kg으로 조사되어 다소 감소되는 경향을 보였으며 2014년에 조사에서도 무처리구에서 77.0mg/kg, 처리구 44.3mg/kg, 2015년 무처리구에서 143.0mg/kg, 처리구 132.5mg/kg로 감소되는 경향을 보여 AiBT-1의 처리가 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 및 Cl<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 이온이 대사활동의 메카니즘에 관여 가능성이 있는 것으로 조사되었다.

표 102. 사과 ‘후지’에 있어 AiBT-1 처리에 따른 화충조직에서의 음이온 및 양이온 함량.

이온	함량(mg/kg)					
	무처리			처리		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Cl <sup>-</sup>	20.7	21.6	23.8	24.4	27.4	40.5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	356.4	364.7	312.2	303.7	447.4	552.5
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	894.0	786.2	976.2	918.7	1,104.2	1,200.5
Na <sup>+</sup>	22.0	15.7	26.4	19.7	9.1	45.4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	80.3	77.0	143.0	36.4	44.3	132.5
K <sup>+</sup>	3,127.6	3,686.7	3,258.7	3,219.2	4,399.3	4,046.3
Mg <sup>2+</sup>	282.8	361.8	244.9	292.7	425.7	476.3
Ca <sup>2+</sup>	218.9	287.2	129.8	212.6	297.4	295.3

(나) AiBT-1 처리에 따른 화충조직에서의 아미노산 함량 분석

그림 25와 그림 26은 AiBT-1의 작용기작 규명을 위한 일부 실험으로써 AiBT-1의 처리에 따른 화충조직에서의 아미노산 함량 변화를 조사한 것이다. 화충 조직은 처리 전, 처리 1주일 후, 처리 2주일 후 각각 AiBT-1 배액(500배액) 처리구, AiBT-1 기준액(1,000배액)처리구, 무처리구에서

샘플을 채취하였다. 화충조직에서의 총 구성아미노산 함량을 분석한 결과, 무처리구에서 처리 전 198.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 처리 후 1주일 145.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 처리 후 2주일 107.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 처리구에서 처리 후 1주일 179.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 처리 후 2주일 113.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 로 검출되었다. 화충조직에서의 총 유리아미노산 함량을 분석한 결과, 무처리구에서 처리 전 45.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 처리 후 1주일 28.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 처리 후 2주일 23.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 처리구에서 처리 후 1주일 35.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 처리 후 2주일 24.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 로 조사되었다. AiBT-1 처리에 따른 유리, 구성아미노산 함량 변화는 AiBT-1 처리 후 약 1주일째까지 무처리구보다 증가하는 경향을 보이다가 처리 후 2주일째에서는 무처리구와 비슷한 함량을 보였다. AiBT-1 처리 후 1주일째의 유리아미노산의 함량은 무처리구 28.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 500배액 처리구 36.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 1,000배액 처리구 35.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 조사되어 AiBT-1 처리구에서 무처리구 대비 약 24~27%의 유리아미노산 함량 증가를 보였다. 이러한 현상은 구성아미노산에서도 비슷한 경향을 보였는데 무처리구 145.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 500배액 처리구 190.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 1,000배액 처리구 179.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 무처리 대비 23~30%의 구성아미노산 증가를 보였다.

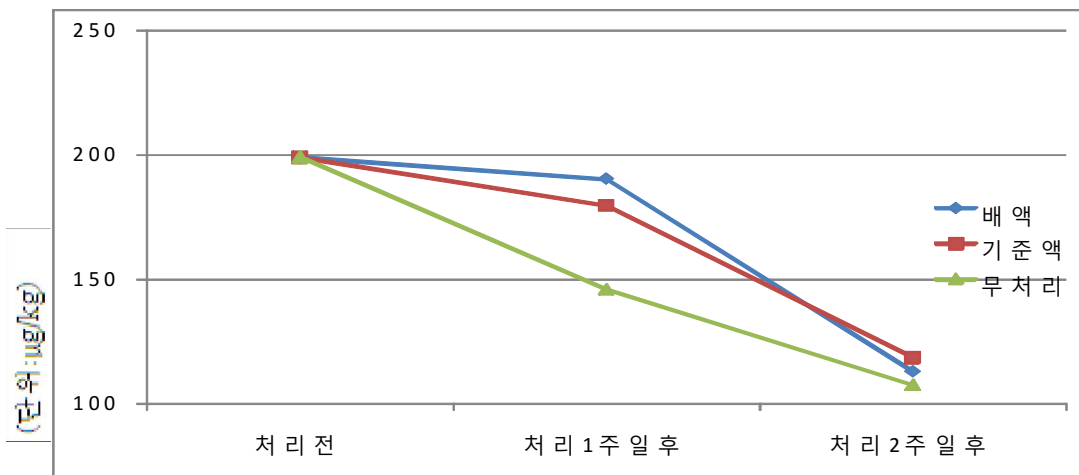


그림 25. 화충조직에서의 구성아미노산 함량.

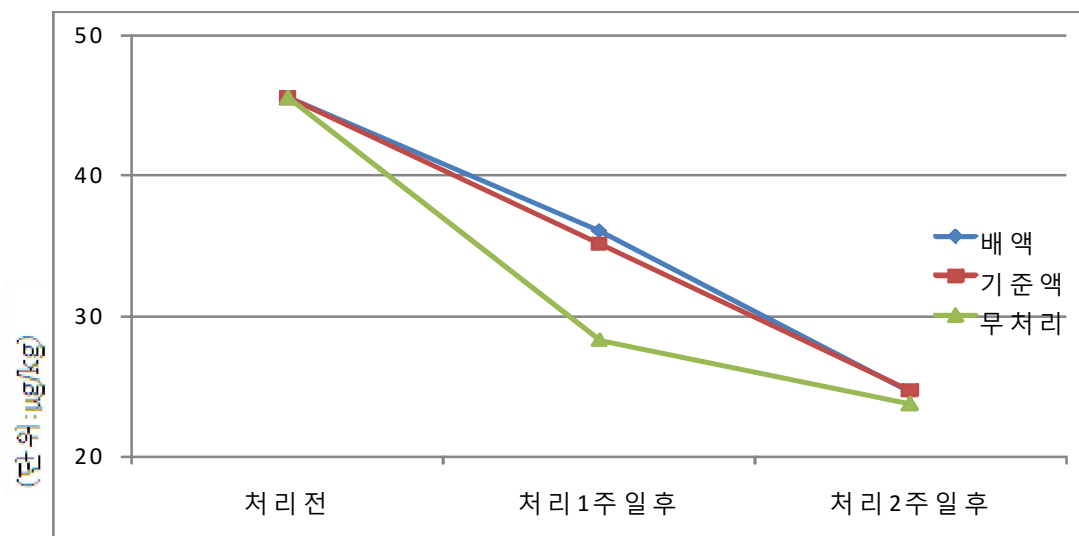


그림 26. 화충조직에서의 유리아미노산 함량.

(다) AiBT-1 처리에 따른 잎조직, 과충조직에서의 GA<sub>3</sub> 함량 분석

AiBT-1 처리에 따른 작용기작 규명을 위한 일부 실험으로서 잎 조직과(그림 27), 과충조직(그림 28)에서의 GA<sub>3</sub> 함량을 ELISA 분석방법에 의해서 분석하였다. 처리구 잎 조직에서의 GA<sub>3</sub> 함량은 무처리구 3.67×10<sup>5</sup>%, 처리구 3.66×10<sup>5</sup>%로 무처리구와 처리구의 함량은 오차범위 내였다. 또한 과충조직에서의 GA<sub>3</sub> 함량은 AiBT-1 단독처리구 8.5μg/ml, AiBT-1+결실향상제 처리구에선 12.8μg/ml로 AiBT-1와 결실향상제 혼용처리구에서 49% 높게 검출되었다. 식물호르몬과 적화효과와의 관련성은 여러 종류의 식물호르몬과 처리시기별, 부위별 등 정밀한 실험들이 실행되어야 작용기작 규명에 효과적일 것으로 판단된다.

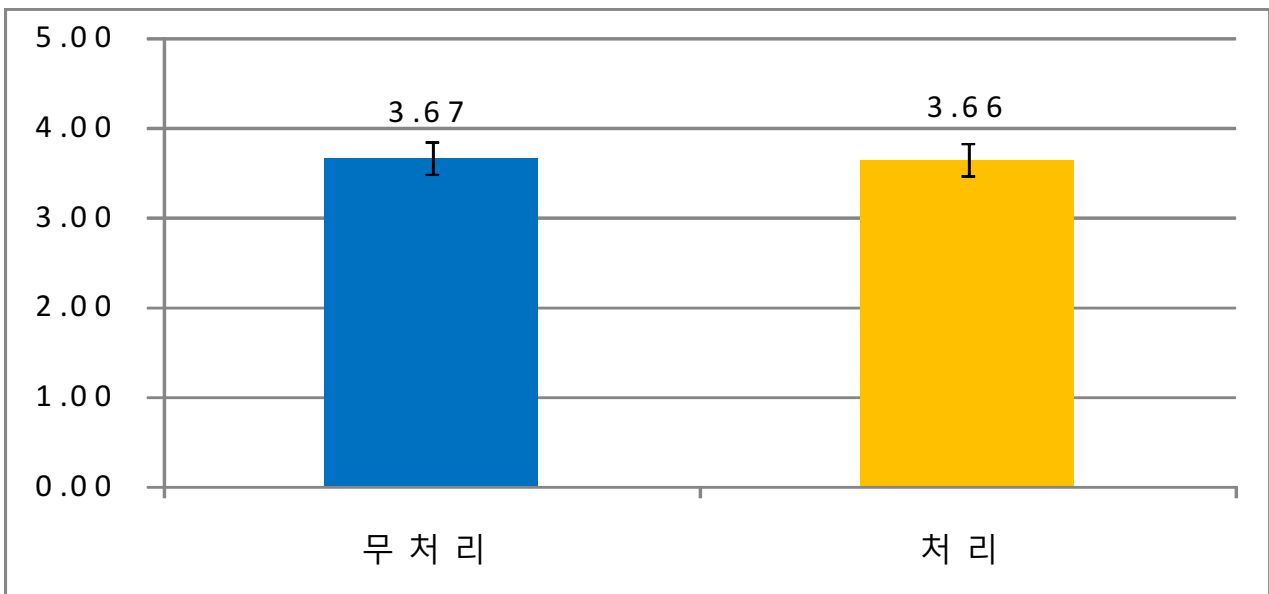


그림 27. 잎 조직의 식물호르몬(GA<sub>3</sub>) ELISA 분석.(단위:×10<sup>5</sup>%)

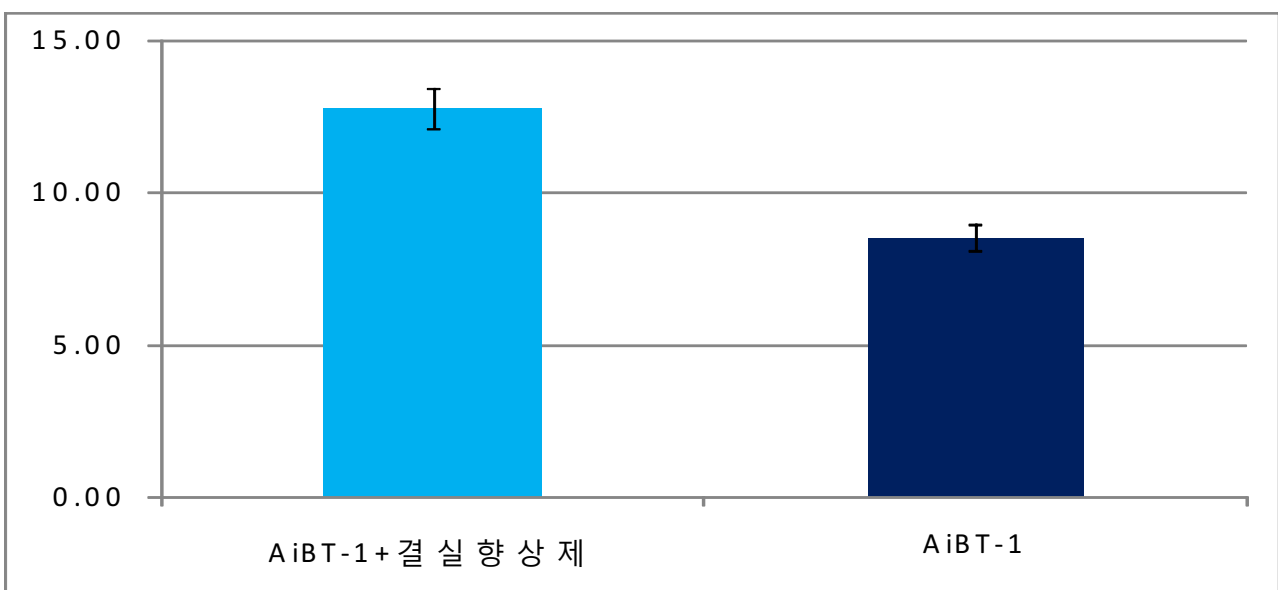


그림 28. AiBT-1와 결실향상제 혼용처리에 따른 과충조직에서의 식물호르몬(GA<sub>3</sub>) ELISA 분석. (단위:μg/ml)

## (6) 공인인증성적서

시험기관 : 경북대학교 농업과학기술연구소

### 미량요소복합비료(제품명 : AiBT-1) 작물재배 시험

시험기관 : 경북대학교 농업생명과학대학      담당자 : 최 철

#### 1. 목적

농림수산식품기술기획평가원 첨단생산기술개발 과제(과제번호 : 112044-03, 과제명 : 적화효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발) 내용의 일부 실험으로써 미량요소복합비료(시제품명 : AiBT-1, 보충성분 : 수용성 망간 0.1%, 수용성 아연 0.05%) 외부기관 공인 시험.

2. 시험 기간 : 2014년 1월 1일 ~ 2015년 7월 31일

#### 3. 재료 및 방법

가. 시험장소 : 경북 군위군 효령면 화계리 591 경북대학교 군위부속실험실습장

나. 공시작물 : 사과 '후지', M26, 5년생(2014년 기준)

다. 공시비료 : 미량요소복합비료(시제품명 : AiBT-1)

라. 시험구 배치 : 임의배치법 3반복 반복당 8주

마. 처리내용

- 1) 희석처리량 : 3.0ton/ha
- 2) 희석농도 : 1,000배, 500배
- 3) 처리일 : 2014년(1회): 분홍기, 만개기, 만개 후 2일, 만개 후 4일,  
2015년(2회): 만개 후 2일, 만개 후 5일

4) 처리방법 : 엽면살포

바. 생육조사 : 종경, 횡경, 신초, 생리장해, 과중, 종횡경, 경도, 당도, 산도 등

#### 4. 결과

표 1. 약제 살포 전 후 기상상황(군위, 2014년).

월/일	강수량 (mm)	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)	월/일	강수량 (mm)	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)
4/13	0.5	13.1	20.7	7.0	5/1	-	18.5	25.1	11.6
4/14*	-	14.9	25.1	2.7	5/2	-	18.9	28.0	9.6
4/15	-	18.7	26.8	8.7	5/3	-	15.5	22.4	9.9
4/16**	-	19.8	26.4	14.4	5/4	2.5	13.8	21.6	7.5
4/17	15.5	14.7	23.3	8.4	5/5	-	12.1	18.4	5.3
4/18	2.0	13.7	18.5	11.0	5/6†	-	13.2	20.8	4.8
4/19	-	12.4	17.2	8.1	5/7	-	15.8	24.7	5.6
4/20	-	14.1	21.4	8.1	5/8	5.0	17.5	22.7	12.5
4/21	-	17.3	24.0	9.9	5/9	-	17.1	24.7	8.9
4/22**	-	16.4	23.8	10.5	5/10	-	17.1	25.9	7.8
4/23	-	16.4	25.6	6.2	5/11	0.5	17.7	25.4	8.3
4/24†	-	17.8	26.3	8.4	5/12	9.5	18.9	23.6	13.9
4/25	-	18.8	27.7	9.5	5/13	-	21.4	31.0	10.8
4/26†	-	17.8	24.7	10.2	5/14	-	18.8	24.5	15.0
4/27	8.5	16.3	20.3	13.6	5/15	-	20.3	26.4	14.4
4/28	32.0	13.5	15.3	12.4	5/16†	-	20.9	28.1	11.9
4/29	45.5	13.9	15.0	12.7	5/17†	-	20.9	27.9	13.1
4/30	3.0	15.8	21.0	12.6	5/18	-	20.8	29.6	11.9

\* 첫 개화, \*\* 환절분홍기, † 만개기, ‡ 처리일, § 결실유도제 처리, ¶ 조사일, †† 서리발생.

표 2. 약제 살포 전, 후 기상상황(군위, 2015년).

월/일	강수량 (mm)	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)	월/일	강수량 (mm)	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)
4/21	-	12.4	22.3	6.6	5/2**	-	20.3	29.1	10.3
4/22	-	12.5	22.3	5.0	5/3	2.0	17.5	19.8	15.6
4/23*	-	12.8	24.6	1.2	5/4†	-	16.8	22.9	6.7
4/24	-	13.9	25.0	3.3	5/5	-	12.8	23.9	0.8
4/25	-	13.9	26.1	1.9	5/6†	-	13.4	23.5	2.9
4/26**	-	16.8	29.1	2.8	5/7	-	15.8	26.6	4.0
4/27	-	17.7	28.9	7.1	5/8	-	16.2	25.2	4.9
4/28	-	17.1	25.5	6.1	5/9	-	18.4	26.5	11.0
4/29	3.5	15.5	18.3	13.3	5/10	-	15.8	26.3	6.7
4/30	-	17.3	24.9	12.3	5/11	4.5	16.6	24.4	8.0
5/1	-	19.2	29.5	9.9	5/12	13.0	16.9	22.0	11.8

\* 첫 개화, \*\* 환절분홍기, † 만개기, ‡ 처리일, § 결실유도제 처리, ¶ 조사일.

표 3. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 적화효과 차이 구명(군위, 후지, 2014년).

처리시기	희석배수 (배)	적화율(%)					
		정화		역화		전체	
		중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
분홍기	1000	83.3a*	52.5abcd	65.0b	41.9b	74.2ab	47.2b
	500	86.7a	76.3a	90.0a	74.4a	88.4a	75.3a
만개	1000	87.5a	34.4cde	30.0c	8.8c	58.8b	21.6c
	500	76.7a	26.9cde	35.0c	13.8c	55.9b	20.3c
만개 2일	1000	86.7a	40.6cde	60.0b	18.1c	73.4ab	29.4c
	500	85.0a	61.3ab	70.0ab	51.9a	77.5ab	6.6b
만개 4일	1000	86.7a	28.1de	25.0c	8.8c	55.9b	18.4c
	500	70.0a	25.6e	32.5c	13.1c	51.3b	19.4c
무처리		73.3a	55.8abc	63.3b	48.3b	68.3ab	52.1b

\* 첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 조사일, 5/09; \*The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 4. AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 과실 특성 비교(군위, 후지, 2014년).

처리 시기	희석 배수 (배)	과중 (g/개)	종경 (mm)	횡경 (mm)	L/D (mm)	경도 (kg/cm <sup>2</sup> )	당도 (°Bx)	산도 (%)	착색 (1-4)	종자 (개)	동독 (유-무)
분홍기	1000	328.3abc*	73.5b	92.2ab	0.77bc	13.9abc	0.40a	3.0ab	7.3ab	무	
	500	344.3abc	78.4ab	92.4ab	0.85a	1.38a	15.3ab	0.34bc	3.0ab	7.0abc	무
만개	1000	365.3ab	80.0ab	95.2ab	0.84ab	1.26a	13.9bc	0.35bc	3.3a	7.0abc	무
	500	357.3abc	76.8ab	94.4ab	0.81ab	1.41a	13.4c	0.39ab	2.0b	4.5d	무
만개2일	1000	325.3abc	77.5ab	90.4ab	0.86a	1.35a	15.4a	0.37abc	3.3a	6.0abcd	무
	500	312.8bc	75.2ab	89.7ab	0.84ab	1.48a	14.5abc	0.34bc	3.5a	8.0a	무
만개4일	1000	392.0a	82.3a	96.6a	0.85a	1.39a	14.6abc	0.39ab	3.3a	5.5bcd	무
	500	347.0abc	79.6ab	91.4ab	0.87a	1.37a	14.4abc	0.34bc	3.5a	5.3bcd	무
무처리		285.2c	71.9b	89.2b	0.81ab	1.36a	15.0ab	0.35bc	3.0ab	6.2abcd	무

\* 첫 개화일, 4/14; 분홍기, 4/16; 만개일, 4/22; 수확일, 10/24; 조사일, 12/11; \* 1. 낮음~4. 높음; \*The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

표 5. AiBT-1의 농도 및 2회 처리에 따른 적화효과 차이 구명(군위, 2015년).

희석배수	적화율(%)					
	정화		역화		전체	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
기준액	83.3a	31.7b	45.0b	15.4b	64.2b	23.5b
백배	91.7a	32.5b	33.3b	8.8b	62.5b	20.6b
무처리	93.3a	50.8a	91.7a	46.7a	92.5a	48.8a

분홍기, 4/21; 만개일, 4/25; 만발기, 4/30; 처리일, 4/27, 30; 조사일, 5/09; \*The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

#### 5. 결과 요약

본 실험은 미량요소복합비료(시제품명 : AiBT-1)가 적화효과 및 사과 품질 특성에 미치는 영향을 검토하기 위한 시험임.

<미료>

- 1) 2014년 시험의 경우, 개화시기별 시제품 AiBT-1의 살포에 따른 적화효과는 만개 후 4일째에 1회 처리구에서 가장 높은 적화율을 보였음.
- 2) 사과 과실 품질 특성에 있어서는 일부 처리구를 제외하고 DMRT 0.05% 수준에서 무처리구와 차이를 보이지 않았음.
- 3) 2015년 사과 만개 후 2일과 만개 후 5일째에 2회 처리구에서 시제품 AiBT-1의 살포에 따른 높은 적화효과가 나타나는 것으로 조사된 것을 고려, 역화의 측화에서 적화율은 무처리구 대비 81.2%의 높은 적화율을 보임. AiBT-1 처리에 따른 안정적 적화효과를 위해서는 1회 처리보다 2회 처리가 안정적 효과를 볼 수 있을 것으로 판단됨.

<비해>

4) 시제품 AiBT-1의 기준량 및 배량 처리구에서 형태적인 변화나 비정상적인 증상의 비해는 어떠한 처리구에서도 나타나지 않음.

경북대학교 농업과학기술연구소



나. 협동 1 : 친환경 AiBT-1을 이용한 사과 AiBT-1의 작용기작, 사과품질 특성 및 농가 경영효율 분석

(1) 작년 실험 결과를 토대로 한 AiBT-1의 처리시기를 사과 생물계절단계 코드와 종합하여 코드65~66(참조1)일 때 축화 및 액화 적화효과 구명

- ㄱ. 공시 재료 : AiBT-1
- ㄴ. 품 종 : '후지'/M9 15년생
- ㄷ. 시험 지역 : 실험포장(학교)
- ㄹ. 처리 횟수 : 처리군 2회씩(65~66에 살포한 후 3일뒤에 재살포)
- ㅁ. 처리 시기 : 실험포장 - 개화기(약 50%개화 이상, 70~80%개화) 일 때 각 5반복 처리
- ㅂ. 처리 농도 : 기준액(500배,1000배), 무처리, ATS 1.5%
- ㅅ. 처리 형태 : 엽면살포
- ㅇ. 조사 항목 : 적화율, 생리장해, 품질특성(당도, 산도, 중량 등), 기상조건

(가) 조사 방법

실험포장 : 시험구의 배치는 처리구당 5주씩 완전임의배치로 하였고 시험에 사용된 사과나무는 경북대 교내 과수원 '후지'/M9 15년생을 이용하였다. 첫 개화는 4월12일 이었고 중심화 만개는 4월 15일 이었다. 4월 17일날 약제를 살포 하였고 4월 20일 약제를 재살포 하였다(표 103).

ATS는 4월 17일날 살포하고 재살포 하지 않았다. 정화, 액화 카운팅은 각 처리구 살포 전날 실시하였고, 최종 적화율 카운팅은 2014년 5월 17일 실시하였다.

표 103. AiBT-1 처리구 처리 시기(경북대 교내).

구 분	만개	만개 후 재살포
처리일자	4월17일	4월 21일

표 104는 학교 실험포장에서의 약제 살포 전후 기상상황을 나타낸 것이다. 후지 품종의 첫 개화일은 4월 9일로 작년보다 약 5일 정도 빨리 개화되었다. 이는 개화 전 평년 4월 기온이 13.6℃에 반해 2014년 4월 평균기온이 14.5℃로 약 0.9℃ 정도 낮았지만 개화속도는 작년보다 빨리 진행된 것으로 보아 평균기온이 작년과 비해 차이가 없었고 올해는 최고기온이 나타난 날이 26일로 2014년보다 하루 더 길었기 때문으로 생각된다. 만개일은 4월 15일로 첫 개화부터 약 일주일정도 소요되었다. 처리일은 4월 17일로 작년 실험을 통해 처리시기 날짜를 찾은 결과를 토대로 최적의 시기를 확인하기 위해 4월 20일 약제를 재처리를 실시하였고, 적화율 조사는 5월 9일 실시 하였다.



표 104. 약제 살포 전 후 기상상황(대구).

월/일	강수량 (mm)	평균기 온(°C)	최고기 온(°C)	최저기 온(°C)	월/일	강수량 (mm)	평균기 온(°C)	최고기 온(°C)	최저기 온(°C)
4/13	13.5	10.5	12.8	9.2	5/1	-	21.5	29.6	14.3
4/14	8.5	11.8	17.4	8.7	5/2	-	22.3	28.0	15.4
4/15 <sup>a</sup>	0.5	14.7	22.3	8.0	5/3	12.5	18.4	21.8	17.5
4/16	0.5	14.3	24.6	8.9	5/4	-	19.7	24.1	14.6
4/17 <sup>b</sup>	-	14.4	21.7	6.4	5/5	-	18.1	25.3	9.6
4/18	3.5	14.5	22.5	7.4	5/6	-	19.0	25.5	11.4
4/19	6.5	14.1	17.2	12.0	5/7	-	20.7	27.8	12.9
4/20 <sup>bc</sup>	16.5	11.6	13.6	9.5	5/8	-	20.7	26.0	13.4
4/21	-	15.5	23.3	8.2	5/9 <sup>f</sup>	0.1	20.7	27.1	16.2
4/22	-	17.7	24.6	11.0	5/10	-	18.0	26.8	13.3
4/23	-	17.6	25.1	9.3	5/11	8.5	18.5	23.8	13.5
4/24	-	19.2	26.1	11.2	5/12	7.5	18.9	23.1	13.8
4/25	-	19.7	27.0	11.1	5/13	-	22.3	29.3	13.6
4/26	-	21.9	30.0	12.2	5/14	-	23.0	29.8	15.5
4/27	-	22.0	29.5	14.7	5/15	0.1	23.5	28.2	19.7
4/28	0.4	19.7	25.4	14.8	5/16	-	21.0	28.7	14.7
4/29	8.0	16.0	17.5	14.7	5/17	-	20.9	27.8	12.8
4/30	-	18.8	25.7	13.5	5/18	5.0	16.0	19.2	14.7

<sup>a</sup>, 만개기; <sup>b</sup>, 처리일; <sup>c</sup>, 만발기; <sup>f</sup>, 조사일

(나) 실험사진



4월 9일 분홍기



4월 15일 만개기



4월 17일 약제처리

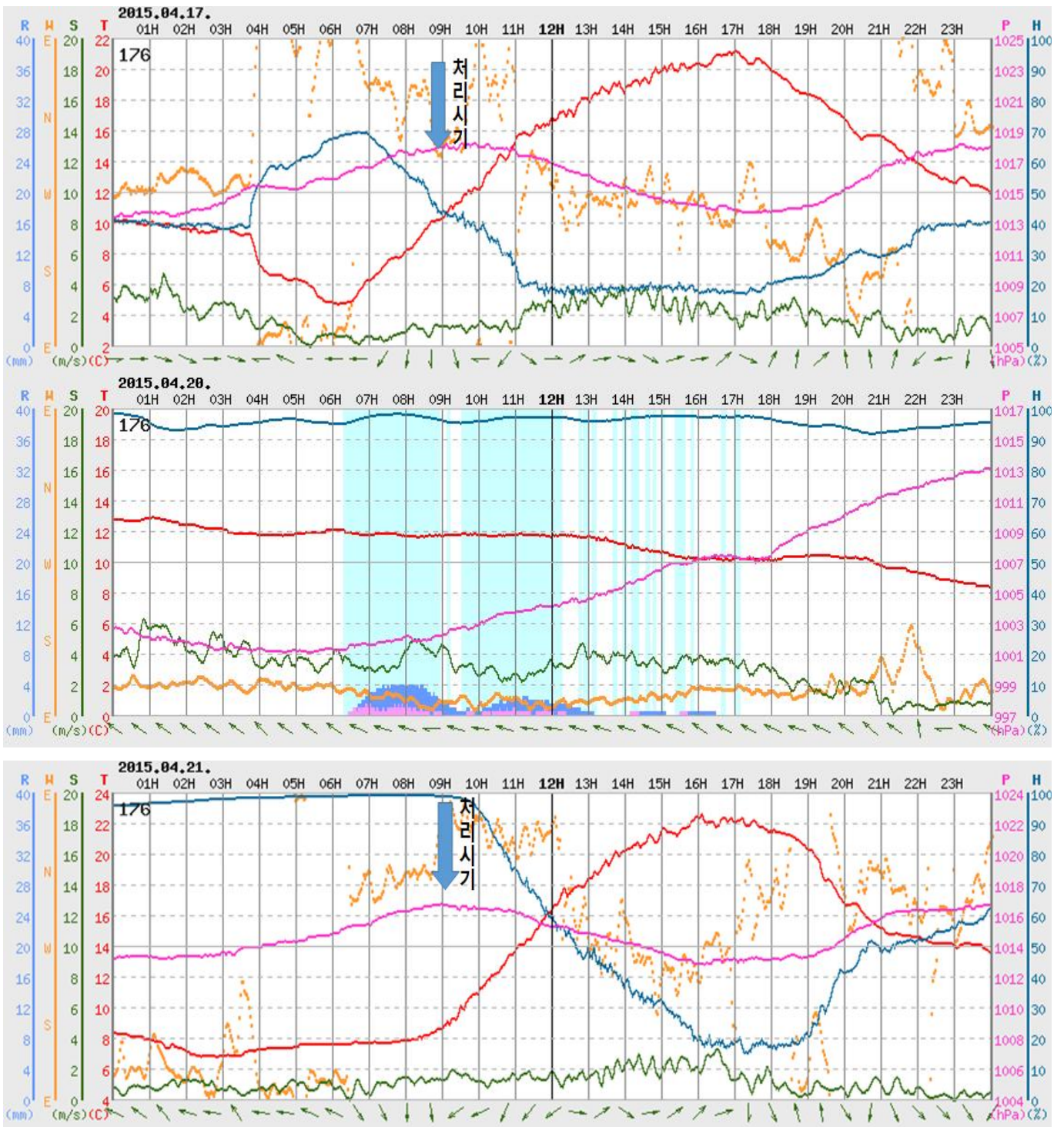


4월 20일 만발기



(다) 기상 현황

※교내 과수원



교내 과수원에서 작년에 실험했던 결과로 최적의 AiBT-1 살포 시기를 확인하기 위해 사과 생물 단계코드를 활용하여 약 70~80% 개화하였을 때 1차적으로 처리구를 나누어 살포하였고 1차 살포 뒤 3일 뒤에 재살포를 하려고 했으나 기상상황 표에서 나타나듯이 비가 내려 다음날인 21일 재살포를 하였고 약제 처리는 오전 9시경에 하였다.

표 105. AiBT-1의 농도에 따른 적화효과 차이 규명(학교, 후지, 2015년)

희석배수	결실률(%)					
	정화		액화		전체화	
	중심화	측화	중심화	측화	중심화	측화
기준액	74.42a	62.33a	58.52b	37.68b	64.33b	41.27b
배액	78.67a	67.42a	61.25b	49.87a	62.57b	44.00b
ATS	77.26a	72.50a	64.45b	55.72a	70.52b	53.27b
무처리	93.47a	61.77a	92.33a	58.31a	90.25a	79.23a

만개일, 4/15; 만발기, 4/20; 처리일, 4/17,4/21; 조사일, 5/9, <sup>2</sup>The means within column with the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to Duncan's multiple range tests.

AiBT-1의 처리적기는 2년차 보고서에 나와 있듯이 정화중에서 가장 늦게 개화되는 중심화의 3, 4, 5번 측화가 개화되는 날을 기준으로 처리하게 되면 80~90%정도의 적화효과를 볼 수 있다. 이 시기를 바탕으로 실험해 본 결과 기준액으로 살포 하였을 때, 무처리, ATS, 배액의 기준보다 효과가 있었고, 특히 액화를 제거하는데 효과를 보였다. 이는 농가에서 적과 작업을 할 때 적과 시간을 줄여 줄 것으로 보이며 조기 적과로 인해 과중에서 향상이 있을 것으로 보인다.

(라) 향후 일정

생리장해, 품질특성(당도, 산도, 중량 등)은 올해 수확 후 조사 예정.

AiBT-1의 작용기작을 알아보기 위해 과실을 가지고 ABA kit를 이용하여 실험 예정

(2) 적화제용 AiBT-1의 사용에 따른 농가 경영비 절감 비교 조사

- '후지' 및 '홍로' 품종의 무처리, 석회유황합제(2회), 카바릴 및 AiBT-1 처리에 따른

소요 노동력 및 경비 조사

- 처리별 적과 소요시간 조사,

- 적과소요 및 기계적과 경비 조사

- 적과 경비 절감효과

ㄱ. 공시 재료 : '홍로/M.9'(군위 및 장수지역 독농가) 및 '후지/M.9'(군위 및 청송지역 독농가)

ㄴ. 처리 : 2012년 '후지' 및 '홍로'의 개화시기에 AiBT-1, 석회유황합제(2회), 카바릴을 농가사용 기준으로 처리 및 무처리

ㄷ. 분석내용 : 처리별 3주씩 적과소요시간을 측정하여 평균함. 단위면적당 재식주수에 의한 적과노동력 분석, 단위면적당 적과 경비 산출.

표 106. 적과 및 AiBT-1 처리에 따른 '홍로' 사과와 적과 경영비 분석

구분	A 적화(과)제 비용 (천원/10a)	B 손적과소요시간 (분/나무)		C 손 적과노동력 (명/10a)		D 손 적과경비 (천원/10a)		E 총적과비용 (천원/10a)	
		군위	장수	군위	장수	군위	장수	군위	장수
무처리	0	29.5	36.2	10.2	12.5	612	750	612	750
석회유황 합제(2회)	27.6	18.9	16.7	6.5	5.8	390	348	417.60	375.60
카바릴	4.8	20.1	10.9	7.0	3.8	420	228	424.80	232.80
AiBT-1	41.2	13.5	10.6	4.7	3.7	282	222	323.20	263.20
비고	단위면적당 추천량에 의거	3주 실측하여 주당으로 평균함		8시간/1일, 166주/10a, 기준으로 환산		인건비 60,000원/1인/1 일 (일일 단가 5만 +부대비용)		E=A+D	

표 107. 적과 및 적과제 처리에 따른 '후지' 사과와 적과 경영비 분석

구분	A 적화(과)제 비용 (천원/10a)	B 손적과소요시간 (분/나무)		C 손 적과노동력 (명/10a)		D 손 적과경비 (천원/10a)		E 총 적과비용 (천원/10a)	
		군위	청송	군위	청송	군위	청송	군위	청송
무처리	0	37.5	36.2	6.5	6.3	390	378	390	378
석회유황 합제(2회)	27.6	28.2	19.8	4.9	3.4	294	204	321.60	231.60
카바릴	4.8	23.0	20.5	4.0	3.5	240	210	244.80	214.80
AiBT-1	41.2	15.9	19.6	2.8	3.4	168	204	209.20	245.20
비고	단위면적당 추천량에 의거 비용계산	3주 실측하여 주당으로 평균함		8시간/1일, 83주/10a, 기준으로 환산		인건비 60,000원/1인/1 일 (일일 단가 5만 +부대비용)		E=A+D	

'홍로'에 AiBT-1을 처리한 처리구를 살펴보면 군위에서는 석회유황합제(2회), 카바릴, AiBT-1 순으로 무처리 대비 나무 당 적과 시간이 64%, 68%, 46%의 소요됐으며, 장수에서는 무처리 대



비 46%, 30% 29%의 시간이 소요된다. 2m×3m의 간격으로 166주의 나무가 심겨져 있는 10a의 과수원에 적과를 하기 위한 인력을 계산해보면 무처리, 석회유황합제(2회), 카바릴, AiBT-1순으로 군위에서는 10.2명, 6.5명, 7명, 4.7명이 필요하며 장수에서는 12.5명, 5.8명, 3.8명, 3.7명이 필요하다. 이를 바탕으로 약제비용과 인건비를 더한 총 적과 경비를 계산해보면 무처리, 석회유황합제(2회), 카바릴 AiBT-1순으로 군위에서는 612,000원, 417,600원, 424,800원, 323,200원이 소요되며 장수에서는 750,000원, 375,600원, 232,800원, 263,200원이 소요된다.

‘후지’에 AiBT-1을 처리한 처리구를 살펴보면 군위에서는 석회유황합제(2회), 카바릴, AiBT-1순으로 무처리 대비 나무 당 적과 시간이 75%, 61%, 42%의 소요됐으며, 청송에서는 무처리 대비 55%, 57% 54%의 시간이 소요된다. 3m\*4m의 간격으로 83주의 나무가 심겨져 있는 10a의 과수원에 적과를 하기 위한 인력을 계산해보면 무처리, 석회유황합제(2회), 카바릴, AiBT-1순으로 군위에서는 6.5명, 4.9명, 4명, 2.8명이 필요하며 청송에서는 6.3명, 3.4명, 3.5명, 3.4명이 필요하다. 이를 바탕으로 약제비용과 인건비를 더한 총 적과 경비를 계산해보면 무처리, 석회유황합제(2회), 카바릴 AiBT-1순으로 군위에서는 390,000원, 321,600원, 244,800원, 209,200원이 소요되며 청송에서는 378,000원, 231,600원, 214,800원, 245,200원이 소요된다.

사과 품종과 기상환경에 따라 매년 자가적과율이 변하며 경력에 따른 인력효율의 차이가 있겠지만 위 결과를 종합하여 분석하면 ‘후지’와 ‘홍로’의 총 적과 비용을 구하는 식을 만들 수 있다. ‘후지’의 경우 군위와 청송의 적과비용의 평균을 구하여 계산을 하였으며, ‘홍로’의 경우 군위와 장수의 평균을 사용하였다.

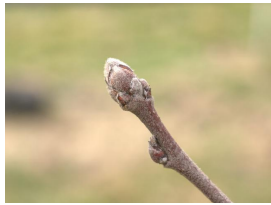
표 108. 무처리 대비 적과율에 따른 적과비용(10a 기준) 절감 효과.

무처리 대비 적과율	‘후지’ (10a, 83주 기준)			‘홍로’ (10a, 166주 기준)		
	군위	청송	평균	군위	장수	평균
0%	390,000	378,000	384,000	612,000	750,000	681,000
30%	272,000	263,000	267,500	428,000	526,000	477,000
50%	195,000	188,000	191,500	306,000	376,000	341,000
70%	117,000	113,000	115,000	184,000	225,000	204,500

위 자료를 바탕으로 품종에 따른 적과 비용을 수식으로 나타내면  
 ‘후지’(10a, 83주 기준) 총 적과비용 = -3,840\*(무처리 대비 적과율) + 384,000 + 적화(과)제 비용  
 ‘홍로’(10a, 166주 기준) 총 적과비용 = -6,810\*(무처리 대비 적과율) + 681,000 + 적화(과)제 비용  
 로 나타낼 수 있다.

참조 1.

○ 사과의 생물계절 단계 주요 코드 사진



00



01/51



07/53



10/54



55



56



57



59



60



65



67



69

○ 사과 생물계절 단계 코드 및 설명

기본생육단계	코드	설 명
0 눈의 발달	00	휴면기 : 잎눈 및 꽃눈이 인편에 싸여있음
	01	잎눈 비후초기 : 가지적으로 눈이 부풀어 오르고, 인편이 성장하며 밝은 색이 보임
	03	잎눈 비후완료 : 인편의 일부는 털에 덮혀 있는 상태로 밝은 색을 띠고 있음
	07	발아기 : 처음으로 녹색잎의 선단이 보임
	09	녹엽이 인편위 5mm까지 나옴
1 잎의 발달	10	녹엽이 인편위 10mm까지 나오며 잎들이 분리되기 시작
	11	첫 번째 잎 전개 되기 시작(다른 잎들은 미전개)
	15	잎들 전개 진행되나 아직 완전히 전개 되지는 않음
	19	하나의 잎눈에 나온 잎들이 완전히 전개
3 가지의 발달	31	신초발달 시작 : 신초가 발달되는 가지가 가지적으로 보임
	32	최종 가지길이의 20% 성장
	33	최종 가지길이의 30% 성장
	:	:
	39	최종 가지길이의 90% 성장

기본생육단계	코드	설 명
화종의 발생	51	꽃눈 비후개시 : 인편이 신장하고 일부 밝은 색이 보임
	52	꽃눈 비후완료 : 인편의 일부는 털에 덮혀 있는 상태로 연한색을 띠고 있음
	53	발아기 : 내부에 꽃을 포함하고 있는 녹색 잎의 선단이 보임
	54	전엽기 : 화총엽이 퍼지는 시기, 녹색이 인편위 10mm까지 나온 상태
	55	출뢰기 : 꽃봉오리가 형성됨
	56	녹뢰기 : 꽃봉오리가 꽃받침조각(악편)으로 덮여 녹색을 띠고 있는 시기(개별 꽃으로 분리 시작)
	57	홍뢰기 : 꽃잎이 꽃받침 밖으로 노출되어 분홍색을 띠며, 꽃잎이 관찰
	59	풍선기 : 꽃잎이 자라서 풍선모양으로 된 시기
개화	60	첫 번째 꽃(중심화) 개화
	61	개화기 : 약 10% 개화
	62	약 20% 개화
	63	약 30% 개화
	64	약 40% 개화
	65	약 50% 개화, 낙화 시작
	66	약 70~80% 개화
	67	낙화기 : 약 70~80% 정도 낙화
과실 비대	69	낙화완료 : 모든 꽃잎 떨어짐
	71	소과의 크기가 직경 10mm : 1차 낙과
	72	소과의 크기가 직경 20mm
	73	2차 낙과
	74	과실의 크기가 직경 40mm : 과실이 세워짐(T-단계: 과실아래부분과 과경이 T자 형태를 이룸)
	75	과실 최종 크기의 50%
	76	과실 최종 크기의 60%
	77	과실 최종 크기의 70%
	78	과실 최종 크기의 80%
	79	과실 최종 크기의 90%
과실 및 종자 성숙	81	착색시작 : 품종 고유의 색깔이 나오기 시작
	85	착색기 : 품종 고유의 색으로 착색
	87	수확적기(판매용)
	88	수확적기(저장용)
	89	식용적정단계 : 과일 고유의 맛과 경도를 띄며 먹기 좋은 단계
노화 및 휴면개시	91	가지 성장 종료 : 끝눈(정아)이 발달, 잎은 완전 녹색 상태
	92	잎이 갈변 시작
	93	낙엽시작
	95	전체 잎의 50% 갈변 또는 낙엽
	97	낙엽종료 : 완전 낙엽이 됨
	99	수확물(수확후 또는 저장 상태)

### (3) ELISA를 이용한 오옥신 및 GA, ABA 분석

#### (가) ELISA를 이용한 Indole-3-acetic acid(IAA) 농도 측정

‘후지’/M9 14년생에 AiBT-1의 처리구와 무처리구 에서 분홍기, 중심화만개기, 중심화 만개 3이 후, 5일후에 정화의 꽃과 잎을 샘플링 하였다. 샘플링한 한 조직은 액체질소를 이용하여 막자 사발로 마쇄하였다. 마쇄한 샘플에 추출 완충액(10 % TCA)을 3배 넣어주고 -20℃에서 하루 밤 동안 보관하였다. 4℃ 원심분리기에서 8000rpm을 사용 단백질 상층액을 뜬다. 상층액과 같은 양으로 아세톤을 넣어주고 4℃ 원심분리기에서 8000rpm으로 15분간 돌린다. 상층액을 버리고 건조시켜준다. 용해버퍼를 넣고 30분간 상온에 둔다. 그리고 4℃ 원심분리기에서 8000rpm으로 15분간 돌린다. IAA농도 분석은 Enzyme-linked Immunosorbent Assay Kit(Cloud-Clone Corp.) protocol에 따라 수행하였고, ELISA reader(SPECTRAMax 340PC Molecular Devices)를 이용하여 450nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### (나) ELISA를 이용한 Gibberellin acid(GA) 농도 측정

‘후지’/M9 14년생에 AiBT-1의 처리구와 무처리구 에서 분홍기, 중심화만개기, 중심화 만개 3이 후, 5일후에 정화의 꽃과 잎을 샘플링 하였다. 샘플링한 한 조직은 액체질소를 이용하여 막자 사발로 마쇄하였다. 마쇄한 샘플에 추출 완충액(10 % TCA)을 3배 넣어주고 -20℃에서 하루 밤 동안 보관하였다. 4℃ 원심분리기에서 8000rpm을 사용 단백질 상층액을 뜬다. 상층액과 같은 양으로 아세톤을 넣어주고 4℃ 원심분리기에서 8000rpm으로 15분간 돌린다. 상층액을 버리고 건조시켜준다. 용해버퍼를 넣고 30분간 상온에 둔다. 그리고 4℃ 원심분리기에서 8000rpm으로 15분간 돌린다. GA농도 분석은 Enzyme-linked Immunosorbent Assay Kit(Cloud-Clone Corp.) protocol에 따라 수행하였고, ELISA reader(SPECTRAMax 340PC Molecular Devices)를 이용하여 450nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### (다) ELISA를 이용한 ABA 농도 측정

‘Fuji/M9’ 사과의 중심화 만개 5일후에 AiBT-1를 처리하였고, 만개 후 15일과 19일째에 작은 측과, 큰 측과, 중심과의 과실로 분류하여 처리구와 대조구를 3반복으로 샘플링 하였다. 샘플링한 과실의 과육만 액체질소를 이용하여 막자사발로 마쇄한 후 deep freezer에 보관 하였다. 50 mg의 과실과우더에 1.5ml 증류수를 첨가하여 100℃에서 5분간 끓였다. 이는 내생 ABA 접합을 방지하여 자유 ABA의 과다한 정량을 방지하기 위함이다(Loveys and Van Dijk, 1988). ABA를 추출하기 위해서 샘플을 4℃의 완벽한 암상태에서 12시간동안 shaking 한 후, 10,000g에 25분간 원심분리하였다(Barta and Loreto, 2006). 각각의 샘플을 1×TBS buffer를 이용하여 1:10으로 희석한 후 ABA 농도 분석은 Phytodetek<sup>®</sup> ABA test kit(Agdia Inc.) protocol에 따라 수행하였고, ELISA reader(SPECTRAMax 340PC Molecular Devices)를 이용하여 405nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 아래의 식을 이용하여 ABA 농도를 구하였다.

- % Binding = (Standard or Sample O.D. - NSB O.D.) / (Bo O.D. - NSB O.D.) × 100
- Logit = Ln[% Binding/(100-(% Binding))]
- 단계희석(serial dilution)한 표준용액의 흡광도 및 농도에 대한 natural log를 계산한다. 흡광도에 대한 logit 값은 y-axis이고, 농도에 대한 natural log 값은 x-axis 이다. standard data에서 그려지는 linear curve로 y-intercept와 slope를 계산한다.
- [Sample Concentration] =  $e^{(\text{logit}-(y\text{-intercept}) / \text{slope})}$

ABA에 특이성이 높은 단일클론항체는 이전 실험에서 2-cis-(S)-ABA에 대해 높은 특이성을 가지도록 보였고 구조적으로 다른 12개의 각 ABA와 연관된 물질들과는 특이성이 없는 반응을

확인하였다(Weiler, 1982).

(라) 결과

AiBT-1의 적화(과)효과에 대한 작용기작을 구명하기 위하여 '후지'/M9 14년생에 AiBT-1의 처리구와 무처리구에서 분홍기, 중심화만개기, 중심화 만개 3이후, 5일후에 정화의 꽃과 잎에서의 Auxin과 GA의 함량변이를 조사하였다. 하지만 두 조직(꽃과 잎), 4시기 모두에서 Auxin과 GA의 측정은 되지 않았다. 이는 미량의 Auxin과 GA는 assay kit로는 함량의 측정이 불가능한 것으로 판단되었다.

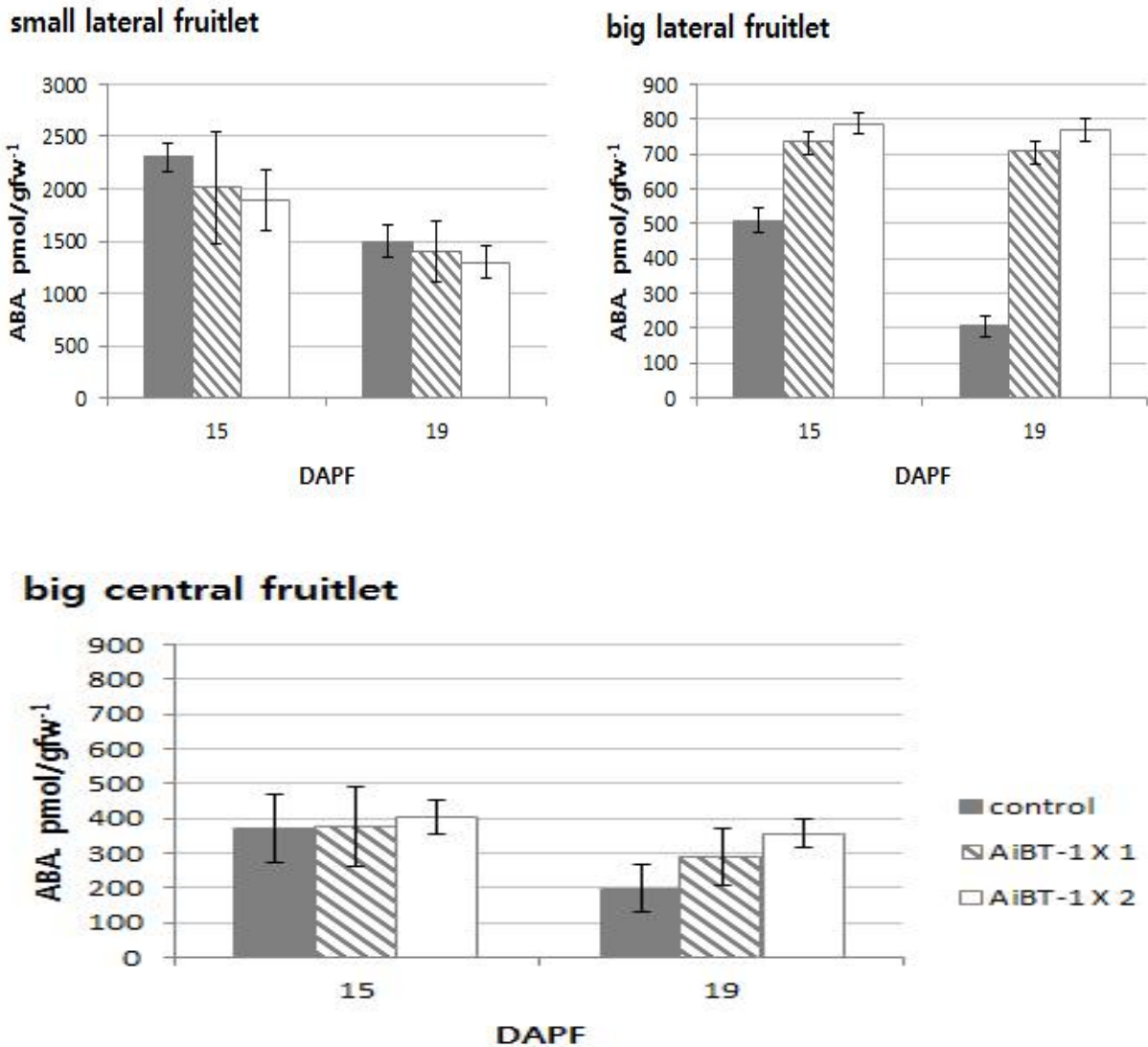


그림 29. AiBT처리에 따른 측지의 적은과실, 측지의 큰과실 및 중심과에서의 ABA함량변화.

AiBT-1의 적화(과)효과에 대한 작용기작을 구명하기 위하여 'Fuji/M9' 사과 of 중심화 만개 5일후에 AiBT-1를 처리하고, 만개후 15일과 19일째에 작은측과, 큰측과, 중심과의 과실로 분류하여 과실로 분류하여 처리구와 대조구를 3반복으로 샘플링 하여 ABA 함량을 조사하였다. 만개후 25일째 낙과와 착과를 조사한 결과 AiBT-1처리에 상관없이 작은측과의 경우 대부분 낙과가 되었으며, 큰 측과들은 무처리의 경우에는 대부분이 착과된 상태, AiBT-1처리구의 경우에는



많은 과실이 낙과가 되었고, 중심과의 경우에는 AiBT-1의 처리에 상관없이 착과가 되었다. 만개후 15일과 19일째 과실의 ABA 함량을 조사한 결과 그림 29와 같이 나타났다. 작은 측과의 경우 ABA의 함량은 큰측과나 중심과의 경우보다 높았고, 처리구와 무처리구의 차이는 없었다. 중심과의 경우는 전체적인 ABA의 함량은 낮았고, 처리와 무처리구간의 차이는 없었다. 하지만 큰 측과의 경우 무처리의 ABA함량은 15일 보다 19일째 줄어들었으나 처리구의 ABA함량은 유지가 되었다. 이는 AiBT-1이 ABA 함량에 영향을 주어 낙과를 유도하는 것으로 판단할 수 있다.

다. 협동 2 : 식물추출물의 화분매개충에 미치는 독성 평가

(1) 실험재료

- (가) 시험 약제: 식물추출혼합물 [AiBT-1, (주)애플]
- (나) 대조 약제: A사 액상 황 제품
- (다) 대상 곤충: 양봉꿀벌(*Apis mellifera*) : 경북 상주시 S씨 양봉농가,  
양봉꿀벌(*Apis mellifera*) : 경북 영천시 K씨 양봉농가,  
서양뒤영벌(*Bombus terrestris*) : 동부팜한농

(2) 접촉 독성 실험

(가) 방법

- 시험 약제를 각 100배, 1000배로 물에 희석한 후 분무기를 이용하여 사육중인 벌통 (n=10)의 꿀벌(약2만마리/통)에 직접 살포함
- 꿀벌의 몸에 흥건하게 젖도록 살포한 후 꿀벌들의 행동 변화 및 죽은 개체의 유무를 24시간 동안 관찰함
- 무처리구(물) 및 대조구 약제도 동일하게 처리함

번호	약제	희석배수
1	물	-
2	AiBT-1	1000배
3	AiBT-1	100배
4	A사 황 제품	100배

표 109. 접촉 독성 실험 약제 처리.

(나) 결과

- 약제 살포 2시간 후, 죽은 개체가 없었으며 꿀벌들의 행동도 처리전과 동일하게 비정상적인 행동변화가 전혀 없었음
- 약제 살포 24시간 후에도 벌통 내에서 죽은 개체나 꿀벌의 비정상적인 행동은 나타나지 않았음

- 시험약제(AiBT-1)은 꿀벌에 접촉 독성은 없는 것으로 판단됨
- 대조구인 물이나 A사 황 제품의 경우도 치사율은 없었으며 약해를 나타내는 특이한 행동변화는 관찰되지 않았음



그림 30. 꿀벌에 대한 접촉 독성 실험.

(3) 섭식독성 실험

(가) 방법

- 시험 약제를 각 100배, 1000배로 물에 희석한 후 꿀벌, 또는 뒤영벌에 직접 경구 섭식 처리

- 식물추출물(AiBT-1)의 섭식에 의한 생리적 변화를 예측하기 위해서 적화에 섭식과 동시에 아치사 온도(꿀벌 : 45°C, 뒤영벌 : 43°C)에 노출시킨 다음 살충률, 행동 변화 및 유전자 발현을 측정하였음.
- 양봉꿀벌, 또는 서양뒤영벌의 일벌을 채집하여 플라스틱 사육통(10×10×5cm<sup>3</sup>)에서 50% 설탕물에 희석한 시험 약제(100배, 1000배)를 24시간동안 섭식(25°C). 그 후 온도 조건을 아치사 온도(꿀벌 : 45°C, 뒤영벌 : 43°C)로 올려서 시험 약제 별 죽은 개체의 유무를 살펴봄.
- 무처리구(설탕물 50%) 및 대조구 약제도 동일하게 처리함
- 대조구 및 약제 처리 25시간 후(아치사 온도 처리 1시간 후) 일벌의 복부를 해부하여 total RNA를 추출하고 여러 스트레스 유전자 발현에 대하여 비교 분석함
- 식물추출물(AiBT-1)의 섭식에 따른 고온 내성을 측정하기 위하여 섭식 후 살충, 행동 변화 및 스트레스 유전자 발현을 비교 분석하였음

번호	약제	희석배수
1	설탕물(20%)	-
2	AiBT-1	1,000배
3	AiBT-1	100배
4	A사 황 제품	1,000배
5	A사 황 제품	100배

표 110. 섭식 독성 실험 약제 처리





양봉농가 (영천)



꿀벌 사육 케이지



서양뒤영벌 (동부팜한농)



뒤영벌 사육 케이지



떡이 굽어



약제 섭식



AiBT-1 약제



A사 황 제품

그림 31. 꿀벌과 뒤영벌에 대한 섭식 독성 실험

(나) 결과

- 약제 섭식 24시간 후(25°C), 죽은 개체가 없었으며 꿀벌들의 행동도 처리전과 동일하게 비정상적인 행동변화가 전혀 없었음
- 약제 섭식 96시간 후에도(25°C) 벌통 내에서 죽은 개체나 꿀벌의 비정상적인 행동은 나타나지 않았음
- 하지만 아치사 온도(꿀벌 : 45°C, 뒤영벌 : 43°C)에서 꿀벌의 경우 적화제를 섭식한 처리구가 sucrose 섭식 처리구보다 대체적으로 높은 살충률을 보였다. 특히 AiBT-1보다 에코황에서 그 살충률이 더 높았다. 같은 제제의 농도간 살충률 차이는 크지 않았다.
- 아치사 온도(꿀벌 : 45°C, 뒤영벌 : 43°C)에서 뒤영벌의 경우 에코황 1%에서 가장 높은 살충률을 보였다. 이를 제외한 나머지 처리구간 차이는 크지 않았다.
- 시험약제(AiBT-1)을 꿀벌에 경구 투여 시에도 독성이 없는 것으로 판단됨
- 대조구인 물이나 A사 황 제품의 경우도 치사율은 없었으며 약해를 나타내는 특이한 행동변화는 관찰되지 않았음
- 하지만 아치사 온도(꿀벌 : 45°C, 뒤영벌 : 43°C)에서 꿀벌의 경우 에코황과 적화제를 섭식한 개체들이 무처리구 개체들(sucrose 섭식)에 비해 온도 내성이 떨어진다.
- 아치사 온도(꿀벌 : 45°C, 뒤영벌 : 43°C)에서 뒤영벌의 경우 에코황에 의한 온도 내성 감소가 포착이 되었지만, AiBT-1에 의해서는 영향을 받지 않았다.

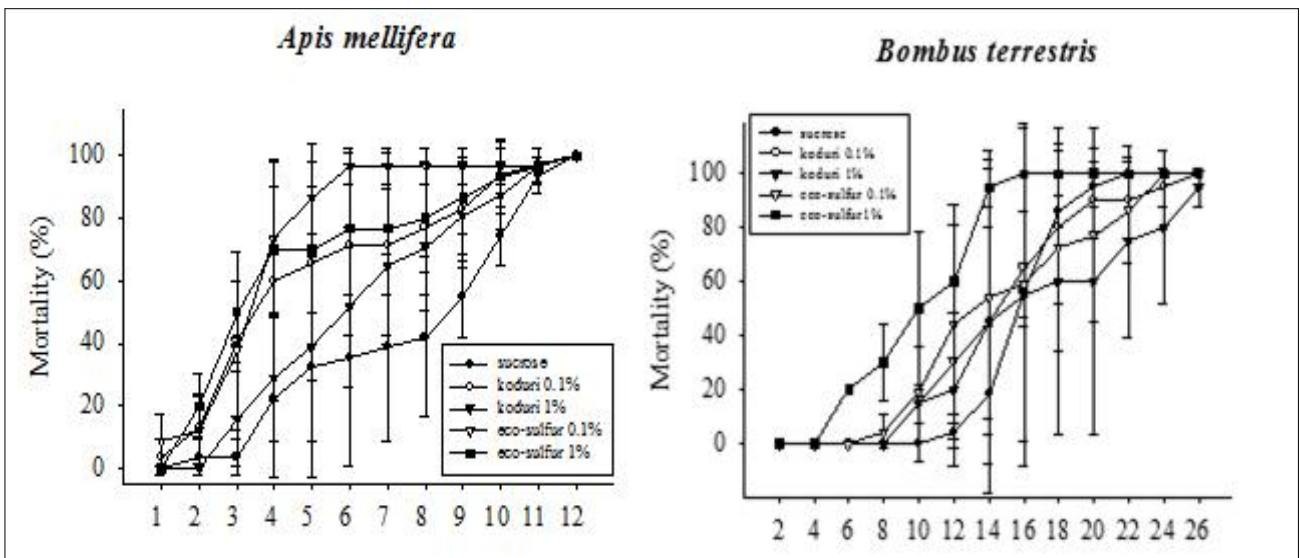


그림 32. 아치사 온도(꿀벌 : 45°C, 뒤영벌 : 43°C)에서 꿀벌과 뒤영벌의 살충률 비교

(3) 소화효소 활성 분석 및 신경독성 실험

(가) 방법

① 소화관 단백질 추출

- 양봉꿀벌 일벌의 소화관(n=5)을 해부현미경하의 Saline solution에서 분리하여 1.5ml



plastic tube에 옮긴 후 200 $\mu$ l의 Homogenization buffer(20mM Tris-HCl pH 8.6)에 혼합함

- 유리 막대로 마쇄한 후에 12,000rpm, 4°C에서 15분간 원심 분리하여서 상층 액을 분리함
- Bradford assay로 상층액의 단백질 농도를 측정한 뒤에 각 효소에 대한 기질을 이용하여 추출액내에 있는 소화효소의 활성을 측정함

② 단백질분해효소의 활성 측정

- 각 효소에 대한 기질 390 $\mu$ l와 소화효소액 5 $\mu$ l를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 5분간 반응을 유도한 후에 분광기(Tecan, CA)를 이용하여 405nm에서 흡광도를 측정함

③ 탄수화물분해효소의 활성 측정

- Amylase에 대한 기질 190 $\mu$ l와 소화효소액 10 $\mu$ l를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 5분간 반응을 유도한 후에 분광기를 이용하여 595nm에서 흡광도를 측정함

④ 지질분해효소의 활성 측정

- Lipase에 대한 기질 140 $\mu$ l와 소화효소액 10 $\mu$ l를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 10분과 20분 동안 반응을 유도한 후에 분광기를 이용하여 412nm에서 흡광도를 측정함

- 각 효소의 활성을 mU/min/mg으로 표시하여 비교분석함

⑤ 신경전달물질분해효소의 활성 측정

- 식물추출물의 곤충 신경에 대한 독성을 분석하기 위하여 신경전달물질인 acetylcholine의 분해효소의 활성을 비교 분석함
- Acetylcholine esterase에 대한 기질 390 $\mu$ l와 소화효소액 10 $\mu$ l를 혼합하여 96-well plate에 넣은 뒤에 10분간 반응을 유도한 후에 분광기(Tecan, CA)를 이용하여 405nm에서 흡광도를 측정함
- 효소의 활성을 mU/min/mg으로 표시하여 비교분석함

표 111. 각 효소의 기질 성분

Group	Enzyme	Substrate
단백질분해효소	Trypsin	N- $\alpha$ -benzoyl-D L-arginine b-naphthylamide hydrochloride (L-BAPNA)
	Chymotrypsin	N-Succinyl-Ala-Ala-Pro-Phep-nitroanilide (SA <sup>2</sup> PFpNA)
	Estrase	4-Nitrophenyl acatate (p-NPAC)
	Alkaline phosphatase	p-Nitrophenyl phosphate hexahydrate (pNPP)
	Aminopeptidase	L-Leucine p-Nitroanilide (LPNA)
탄수화물분해효소	Amylase	amylose azure
지질분해효소	Lipase	2,3-dimercapto-1-propanol tributyrat
신경전달물질분해 효소	Acetylcholine esterase	5,5-dithio-bis 2-nitrobenzoic acid (DTNB), acetylcholine iodide

(나) 결과

① 단백질소화효소 및 신경전달물질분해효소의 활성 비교분석

- 5종류의 단백질소화효소의 활성을 처리 후 6시간 뒤에 비교분석해 본 결과 AiBT-1 처리구에서는 다소 상승효과가 있었으나 황 제품의 처리구에서는 모두 감소하는 패턴을 나타냄
- 특히, AiBT-1 1000배액 처리구(2)보다 100배액 처리구(3)에서 모두 높게 나타남
- 신경전달물질분해효소인 Acetylcholine esteratse (AchE)의 활성을 비교해 본 결과 황제품 처리구에서 낮게 나타났음

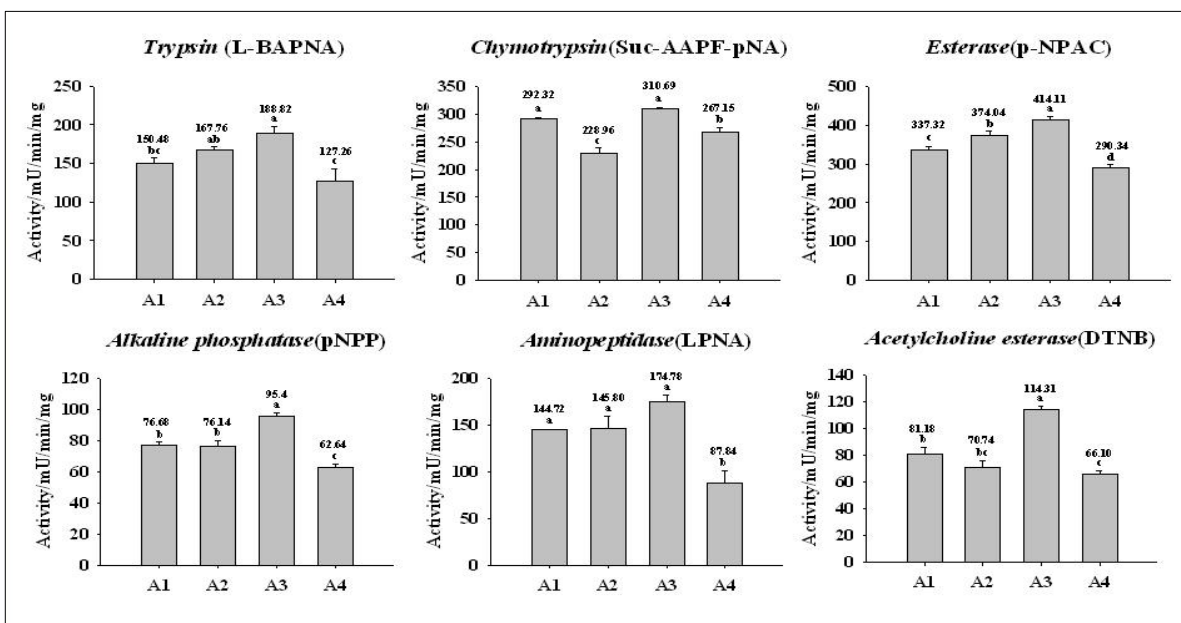


그림 33. 꿀벌 단백질분해효소 및 신경전달물질분해효소의 활성 비교

② Amylase 활성 비교분석

- 탄수화물 소화효소인 아밀라아제의 활성을 처리 후 6시간에 비교분석해 본 결과 무처리구(설탕물)에 비하여 AiBT-1 1000배 희석액에서는 다소 상승했으나 100배 희석액 및 황제품 처리구에서는 큰 차이가 없었음
- 꿀벌 amylase의 활성은 AiBT-1 및 황제품의 처리에 의하여 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 판단됨

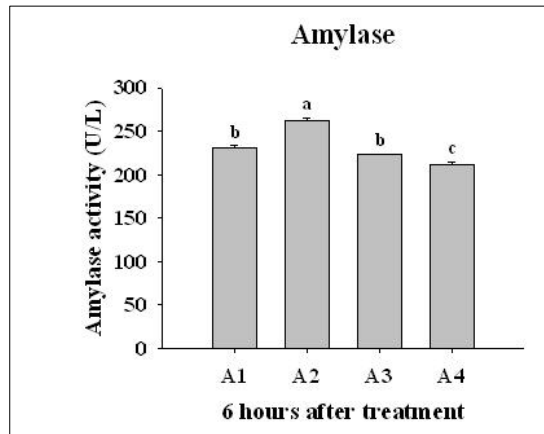


그림 34. 꿀벌 탄수화물분해효소의 활성 비교

③ Lipase 활성 비교분석

- 지질성분 소화효소인 lipase의 활성을 처리 후 6시간에 비교분석해 본 결과 무처리구(설탕물)에 비하여 AiBT-1 1000배 희석액에서는 다소 감소했으나 100배 희석액에서는 활성이 증가했으며 황제품 100배 희석액 처리구에서는 유사한 패턴을 나타냄
- 처리 후 48시간에 비교분석해 본 결과 무처리구(설탕물)에 비하여 AiBT-1 1000배 및 100배 희석액에서 모두 증가했으며 황제품 처리구에서는 가장 증가한 패턴을 나타냄
- 꿀벌 lipase의 활성은 AiBT-1 및 황제품의 처리에 의하여 시간이 지남에 따라서 효소활성이 증가되는 것으로 판단됨

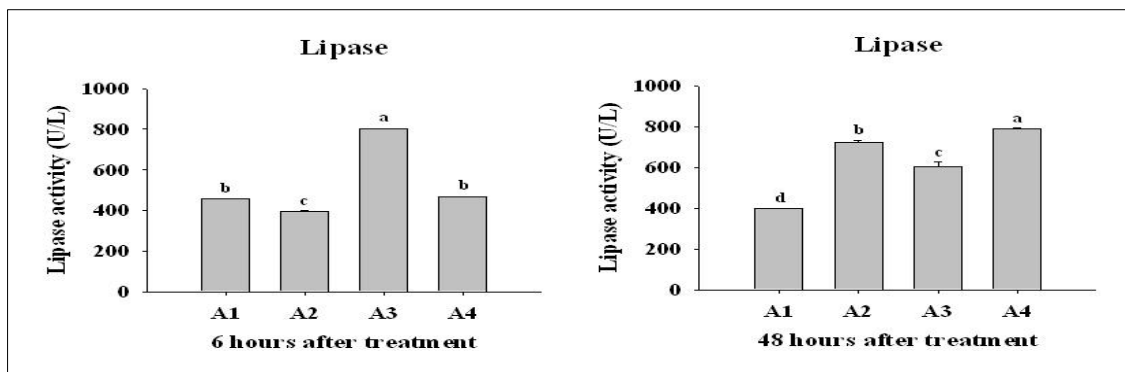


그림 35. 꿀벌에 대한 접촉 독성 실험

(5) 스트레스 유전자 발현 분석

(가) 방법

① 꿀벌과 뒤영벌의 복부 total RNA 추출

- 양봉꿀벌 일벌과 뒤영벌 일벌의 복부를 1.5ml plastic tube에 넣은 후 Trizol 800 $\mu$ l를 넣고 Homogenizer를 이용해 곱게 마쇄함
- 막대로 마쇄한 후에 Chloroform 처리 후 12,000rpm, 4°C에서 15분간 원심분리하여서 상층액을 분리함
- 상층액에 Isopropanol 400 $\mu$ l를 넣고 부드럽게 섞어주고 상온에 보관
- 원심분리한 pellet을 다시 75% ethanol로 washing 후 사용

② cDNA 제작 및 Real-time PCR 수행

- 추출한 total RNA 2  $\mu$ g을 이용하여 cDNA를 제작하고 리얼타임용 프라이머(표 112)를 이용하여 Real-time PCR을 실시하였다.

표 112. 꿀벌 Real-time PCR 수행에 사용된 프라이머 정보

Type of protein	Target genes	Size (bp)	Primer Sequence (5'→3')	GeneBank Accession no.
Control	Actin	156	F-tgccaacactgtcctttctg R-agaattgaccaccaatcca	AB023025
Glucose regulated protein	Grp78	72	F-cttttctactgcatcagacaacca R-tttgtcattggacgttcacctt	NM_001160052.1
Heat shock protein	Hsp70	60	F-cgccttcacggacacaga R-ttcattgcgacctgattttg	NM_001160072.1
Heat shock protein	Hsp40	51	F-tcgaggcgcagctggaa R-cccacgtgcccagaa	XM_006568544.1

(나) 결과

꿀벌 스트레스 유전자 발현 패턴 분석

- 약제 처리 24시간 후 total RNA를 추출하여 스트레스 유전자 발현을 비교분석해 본 결과 grp78과 hsp70의 경우 AiBT-1 약제를 섭식한 후에 스트레스 유전자의 발현이 대조구보다는 높아지는 경향을 보이거나 grp78의 경우 황성분 약제 1000배와 비교해서 유의한 차이는 없었다.

- hsp40의 경우는 모든 처리구에서 발현량의 차이가 없었다.
- AiBT-1 희석액을 섭취처리 했을 때 살충에는 영향을 미치지 않으나 grp78 유전자가 섭식관련 스트레스 유전자라는 것을 봤을 때 단백질소화효소와 지질소화효소의 활성 증가와도 연관된 것으로 판단된다.

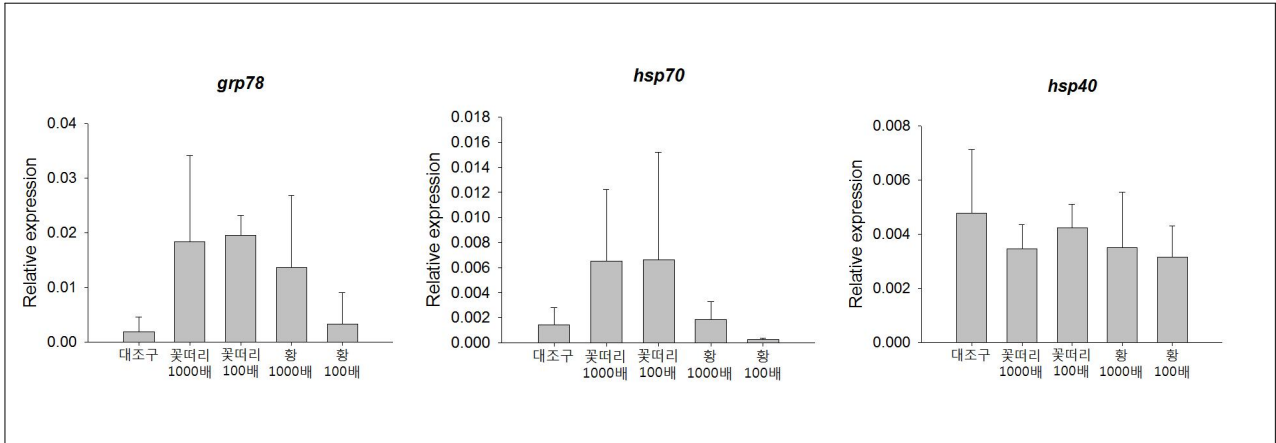


그림 36. 꿀벌 스트레스유전자 발현양 비교

### 제 3 절 연구개발 수행 결론

#### 1. 연구개발 결과

본 과제에서는 농촌 노동력 고령화 및 노동력 부족에 따른 인력난 해소를 위하여, 사과재배 노동력 중 약 20% 내외의 인력이 투입되는 사과적화 및 적과인력을 기계화를 통한 약제적화로 대체하여 투입노동력 및 농업경영비 절감을 통한 경쟁력 확보, 농번기 인력부족 난제 해소를 위하여, 매개곤충에 무해하고 친환경적인 사과 적화제를 개발, 제품화하고, 개발된 제품의 사용에 따른 농가 애로사항 검토, 매개곤충에 미치는 영향 검토 등을 통하여 과수농가에서 적화제를 안정적으로 사용·보급할 수 있도록 하는 것으로서 주요 연구결과는 다음과 같다.

#### 가. 1차년도

- (1) AiBT-1 처리시기에 따른 적화효과의 지역별 검토에서 군위 만개 후 5일 51.2%, 만개 후 6일 16.6%, 안동 만개 후 6일 40.8%로 최고 적화율 처리 일이 다르게 나타남.
- (2) 적화효과는 만개 후 5일째 47.5%의 적화율로 가장 높게 나타났고, 종자수는 무처리구 4.3개 결실유도제 처리구 4.7~6.6개로 결실유도제 처리가 종자수를 증가시킴.
- (3) AiBT-1 중복살포 및 반복살포에 따라 적화율은 다소 증가되었고, 수세가 약한 나무에서는 잎 스트레스 현상이 나타났으며(7~10일 정도 자연 회복), 기타 생육 특성에는 영향을 끼치지 않았음.
- (4) AiBT-1 살포 후 우천 시 재살포에 따라 적화율이 다소 증가되었고, 재살포에 따라 착과 과실의 특성에는 영향을 끼치지 아니하였음.
- (5) AiBT-1 처리 화층조직에서의  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ 의 함량은 후지에서 변화가 없었으나, 홍로에서 증가하였으며,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ 는 후지, 홍로 모두에서 변화가 없었고,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ 는



감소하여 AiBT-1 처리에 따른 양이온 및 음이온 함량은 품종 간 차이를 보였으며, AiBT-1 내용물 중의 아미노산 함량은 Glucose가 179.6mg/kg으로 가장 많이 함유된 것으로 조사됨.

- (6) AiBT-1처리가 사과나무수세에 따른 적화효과는 수세가 약한 나무에서 적화의 효과가 높게 나타났음.
- (7) AiBT-1과 계면활성제 혼용에 따라 적화율 증가 효과는 보이지 않음.
- (8) 적화제용 AiBT-1의 사용에 따른 농가 경영비 절감 비교 조사에서는 '후지' 및 '홍로' 품종의 무처리, 석회유황합제(2회), 카바릴 및 AiBT-1 처리에 따른 소요 노동력 및 경비 조사결과 AiBT-1 사용 시 손적과 대비 35.1~52.8%의 적화 및 적과 비용감소효과가 나타났음.
- (9) AiBT-1 100배 희석액을 살포한 결과 양봉꿀벌의 살충 및 행동에 거의 영향을 끼치지 않았으므로 접촉 독성이 없는 것으로 판단됨.
- (10) AiBT-1 희석액을 섭식시켜본 결과 양봉꿀벌의 살충 및 행동변화는 없었으며, 단백질소화효소 및 지질소화효소의 활성을 촉진시켰고 탄수화물소화효소인 amylase 및 신경전달물질분해효소의 활성에는 큰 영향이 없는 것으로 판단됨.
- (11) AiBT-1의 처리 효과를 황제품과 비교해 본 결과 꿀벌의 살충 및 행동변화에는 큰 차이가 없지만, 단백질소화효소의 활성 분석에서 AiBT-1은 활성을 증가시켰지만 황제품은 감소시키는 차이를 나타냄.

#### 나. 2차년도

- (1) AiBT-1의 처리에 따른 지역별 수확 과실 특성 차이는 인정되지 아니하였고, 다만 AiBT-1의 처리에 따라 과중이 향상되었으며, 이는 조기적화로 측과에 이행하는 영양분이 중심화위주의 착과과실에서 이용되어지기 때문으로 판단됨.
- (2) 선 결실유도제 처리 후 AiBT-1의 처리는 과실 특성, 당도, 산도, 착색, L/D에는 큰 영향을 미치지 않았고, 다만 종자수 증가에 따른 과중 증가 효과가 보여 결실향상제 처리가 생산량 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타남.
- (3) 식물생장조절제와 AiBT-1의 혼용처리가 AiBT-1의 적화효과에 일부 처리구에서 영향을 미치는 것으로 나타났으며, AiBT-1 처리는 단용처리가 효과적임.
- (4) AiBT-1 살포 후 우천으로 인한 AiBT-1의 재살포는 과실 생육 특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었고, AiBT-1 처리 후 약 2시간정도 지나면 강우의 영향을 받지 않는 것으로 나타남.
- (5) 시제품 AiBT-1의 안전성, 균질성 확보를 위해 보증성분 및 아미노산을 분석하여 자체 기준지표로 사용하고 있음(Glucose, B 1.0% 이상, Zn 1.0% 이상).
- (6) 후지의 경우 정화의 적화율은 중심화 만개 5일의 살포가 액화의 경우 중심화 만개 3일에 살포시 가장 높은 적화율을 나타내었고, 홍로의 경우 정화와 액화의 적화율은 중심화 만개 5일의 살포가 가장 높은 것으로 나타남.
- (7) AiBT-1의 처리에 따른 화충 및 신초조직에서의 아미노산 함량, 구성 및 유리아미노산, 음이온, 양이온 등의 항목 분석에서 AiBT-1의 처리가  $Na^+$  및  $NH_4^+$ 의 대사 메카니즘에 영향을 주는 것으로 조사됨.
- (8) 계면활성제 혼용에 따른 과실 특성 변화에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있고 일부 처

리구에서 계면활성제 혼용이 적화효과의 상승으로 나타났음.

- (9) AiBT-1 100배 희석액을 섭식시킨 결과 양봉꿀벌의 살충 및 행동에 거의 영향을 끼치지 않았으므로 섭식독성이 없는 것으로 나타남.
- (10) AiBT-1 희석액을 섭식시켜본 결과 양봉꿀벌의 살충 및 행동변화는 없었으며 다양한 단백질소화효소 및 지질소화효소의 활성을 촉진시켰고 탄수화물소화효소인 amylase 및 신경전달물질분해효소의 활성에는 큰 영향이 없는 것으로 조사됨.
- (11) AiBT-1의 처리효과를 황제품과 비교해 본 결과 꿀벌의 살충 및 행동변화에는 큰 차이가 없지만 단백질소화효소의 활성 분석에서 AiBT-1는 활성을 증가시켰지만 황제품은 감소시키는 차이를 나타냄.
- (12) AiBT-1의 처리는 꿀벌의 행동 및 생존에 영향이 없는 것으로 판단되지만 추후 꿀벌의 생리적 및 생화학적 영향에 관한 심층 분석이 요구됨.

#### 다. 3차년도

- (1) AiBT-1의 처리시기와 농도에 따른 수확 과실 특성의 처리시기에 따른 조사에서 무처리구에 비하여 AiBT-1의 처리구에서 과중이 9.6~37.4% 증가하였음. 또는 동녹 및 생리장애에 영향을 미치지 아니하였으며, L/D, 당도, 산도, 착색 등에는 일부 처리구를 제외하고는 영향을 미치지 아니하였음.
- (2) 매년 안정적으로 적화효과를 보기 위해서는 AiBT-1의 2회 처리가 바람직한 것으로 조사됨. 2회 처리는 높은 적화율을 보였고, 생육장애, 과실 특성에는 영향을 끼치지 아니함.
- (3) 결실유도제와 AiBT-1의 혼용 처리구는 무처리구에 비하여 12.1~24.9%의 과중 증가 효과가 조사됨. 종자수에서 무처리 6.2개, 처리구 7.0~7.8개로 종자수 증가가 과중 증가에 영향을 미침. 결실유도제 처리 후 AiBT-1의 처리는 경도, 당도, 산도, 착색, 동녹 등에는 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었음.
- (4) 식물생장조절물질과 AiBT-1의 혼용 처리가 일부 처리구에서 적화 증가 효과가 보였으나, 일정한 패턴의 무처리구와 유의성은 인정되지 않았으며, 무처리구 대비 약 22.3~24.9%의 과중 증가 효과가 나타남.
- (5) AiBT-1 처리 후 강우 시 재살포를 실시하여도 수확 과실 생육 특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었으며, AiBT-1 살포 후 2~5시간 이후에 비가 내리면 AiBT-1의 적화효과에 영향을 미치지 않는 것으로 조사됨.
- (6) 중복살포에 따른 적화율은 2일째와 5일째 중복살포 처리구와 5일째 중복살포 처리구에서 중복살포에 따른 적화 상승효과에 대한 유의성이 인정되었으며, 다른 처리구에서는 유의성이 인정되지 않았음. 수세가 아주 약한 나무를 제외하고는 과다 적화현상이 나타나지 않았으므로 안전성은 확보된 것으로 판단되어짐.
- (7) AiBT-1와 계면활성제 혼용처리에 따른 적화효과의 증가는 계면활성제 종류, 정화, 액화에 따라 반응이 조금씩 다르게 나타났으나 현저한 차이가 보이지 않았고, 과실 특성 변화에는 영향을 미치지 않았음.
- (8) 다양한 지역의 사과 재배 농가 실증실험의 결과 과원의 수세와 처리시기, 품종의 차이에 따라 적화효과가 다르게 나타났으며, 결실율은 약 40~95%정도로 농가별 다르게 나타남.
- (9) AiBT-1 처리에 따른 사과 품종 후지의 화층조직에서  $\text{NH}_4^+$  및  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  이온이 처리구와 무처리구에서 차이를 보여 대사활동의 메카니즘에 영향을 미치는 것으로 조사됨.
- (10) AiBT-1 처리 후 1주일째의 유리아미노산의 함량은 무처리구 28.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , AiBT-1 500배액

처리구 36.1 $\mu$ g/kg, AiBT-1 1,000배액 처리구 35.1 $\mu$ g/kg으로 조사되어 AiBT-1 처리구에서 무처리구 대비 약 24~27%의 유리아미노산 함량 증가를 보임. 구성아미노산은 무처리구 145.9 $\mu$ g/kg, AiBT-1 500배액 처리구 190.4 $\mu$ g/kg, AiBT-1 1,000배액 처리구 179.6 $\mu$ g/kg으로 무처리 대비 23~30%의 구성아미노산 증가를 보임.

- (11) 잎 조직에서의 GA<sub>3</sub> 함량은 무처리구와 처리구의 함량은 차이가 없었음. 과총조직에서의 GA<sub>3</sub> 함량은 AiBT-1 단독처리구 8.5 $\mu$ g/ml, AiBT-1+결실향상제 처리구에선 12.8 $\mu$ g/ml로 AiBT-1와 결실향상제 혼용처리구에서 49% 높게 검출되었음.
- (12) AiBT-1 처리가 '후지'사과에 대한 적과 비용절감은 군위 67%, 청송지역 약 36%, '홍로'의 경우 군위 47%, 장수지역 65%의 적화 및 적과의 비용감소 효과가 나타났음.
- (13) AiBT-1의 처리구와 무처리구에서 분홍기, 중심화만개기, 중심화 만개 3일후, 5일후에 정화의 꽃과 잎에서의 Auxin과 GA는 검출되지 않았음.
- (14) 작은 측과의 경우 ABA의 함량은 큰 측과나 중심과의 경우보다 높았고, 처리구와 무처리구간의 차이는 없었음. 중심과의 경우는 전체적인 ABA의 함량은 낮았고, 처리와 무처리구간의 차이는 없었음.
- (15) 큰 측과의 경우 무처리의 ABA함량은 15일 보다 19일째 줄어들었으나 처리구의 ABA 함량은 유지가 되었음. 이는 AiBT-1이 ABA 함량에 영향을 주어 낙과를 유도하는 것으로 판단할 수 있음.
- (16) AiBT-1 100배 희석액을 섭식시킨 결과 양봉꿀벌과 서양뒤영벌의 살충 및 행동에 거의 영향을 끼치지 않았으므로 섭식독성이 없는 것으로 판단됨.
- (17) 아치사 온도(꿀벌 : 45 $^{\circ}$ C, 뒤영벌 : 43 $^{\circ}$ C)에서 꿀벌의 경우 AiBT-1를 섭식한 개체들이 무처리구에 비해 온도 내성이 떨어지는 것으로 판단됨.
- (18) 뒤영벌의 경우 아치사 온도(꿀벌 : 45 $^{\circ}$ C, 뒤영벌 : 43 $^{\circ}$ C)에서 AiBT-1에 의한 영향은 크지 않은 것으로 판단됨.
- (19) AiBT-1 희석액을 섭식시켜본 결과 양봉꿀벌의 살충 및 행동변화는 없었으며 다양한 단백질소화효소 및 지질소화효소의 활성을 촉진시켰고 탄수화물소화효소인 amylase 및 신경전달물질분해효소의 활성에는 큰 영향이 없는 것으로 판단됨.
- (20) AiBT-1의 처리효과를 황제품과 비교해 본 결과 꿀벌의 살충 및 행동변화에는 큰 차이가 없지만 단백질소화효소의 활성 분석에서 AiBT-1은 활성을 증가시켰지만 황제품은 감소시키는 차이를 나타냄.
- (21) AiBT-1 약제를 섭식한 후에 꿀벌 grp78 스트레스 유전자(섭식관련 스트레스 유전자)의 발현이 증가하였는데 AiBT-1 약제의 성분으로 인하여 꿀벌 내부적인 샤페론의 역할로 증가한 것인지 이전의 단백질소화효소와 지질소화효소의 활성 증가처럼 섭식처리에 따른 유전자 발현인지는 추후 심층 분석이 요구됨.
- (22) 꿀벌의 grp78과 hsp70유전자 모두 hsp70 그룹에 속하며, 이 그룹의 유전자 발현이 대조약제와 달리 섭식 후 발현양이 증가하는 패턴을 보였음.
- (23) 꿀벌의 hsp40의 경우 hsp70 그룹과는 달리 약제 섭식과 관련한 유전자 발현의 차이는 보이지 않는 것으로 나타남.

- (24) 총괄적으로 AiBT-1의 처리는 꿀벌 및 서양뒤영벌의 행동 및 생존에 영향이 없는 것으로 판단되지만 추후 꿀벌과 서양뒤영벌의 생리적 및 생화학적 영향에 관한 심층 분석이 요구됨.
- (25) 특허 출원, 기술이전 : 특허 출원(출원번호 : 10-2015-0113061, 과실 품질 향상 및 적과용 비료 조성물), 기술이전(결실증진 및 성장향상을 통한 축화 및 액화 적화 방법을 통한 사과 적화 노동력)

## 2. AiBT-1 처리적기 규명









분홍기	처리적기	처리일이 조금 늦을 때	처리일이 많이 늦을 때
			
↓	↓	↓	↓
적화효과 전혀 없음	80~90% 적화효과	50~80% 적화효과	적화효과 전혀 없음
			

그림 37. AiBT-1의 처리적기 : 만발기 전후 1회 또는 2회

## 3. AiBT-1의 장·단점 및 유의사항

### 가. 장점

- (1) 벌 활동에 영향을 미치지 않음(사진 46).
- (2) 1회 사용으로 최대 80~90% 적화효과가 나타남(사진 47).
- (3) 중심화가 약하거나 없으면 2번과가 살아남음(사진 51).
- (4) 적기 사용시 효과는 1주일 내외, 적기보다 늦게 사용하면 효과는 2~3주째에 나타남(사진 47 및 사진 49).
- (5) 액화는 가지당 1~2개 남기고 모두 적화가 가능함(사진 52).
- (6) 처리시기가 맞지 않을 경우 화총 당 2개 또는 3개도 살아남음(사진 51).
- (7) 처리시기를 잘 모를 경우 2회 처리로 안정적 효과를 볼 수 있음.



- (8) 수세안정화 효과로 과원을 안전하게 관리 가능.
- (9) 높은 노동력 절감 효과.
- (10) 과실 품질이 향상됨.



사진 46. AiBT-1 처리 후 벌활동. 사진 47. AiBT-1 처리구.

사진 48. AiBT-1 무처리구.



사진 49. AiBT-1 처리 지연 시 늦은 효과.

사진 50. 중심화 불량 시 2번 과가 살아남음.

사진 51. 처리시기가 맞지 않아 2번과가 살아남음.



사진 52. AiBT-1 처리구 액화가지.

나. 단점

- (1) 처리적기가 2일 정도로 짧음(그림 37).
- (2) 적화효과가 확인가능 시간은 적기 사용 시 1주일 내외(사진 47), 적기보다 늦게 사용하면 4주 정도(사진 49)에 비교적 늦게 나타남.



- (3) 액화가지의 경우 모두 적화되는 경우도 있음(사진 52).
- (4) AiBT-1 사용 직후 잎처짐 현상이 나타나는 경우도 있음(사진 53). 이 경우 7~10일 이내에 자연 회복됨.
- (5) 약제적화 후 마무리 손적과 시 너무 일찍 손적과를 하게 되면 이 경우 조기 적과 시 낙과되는 과실은 남기고, 남겨야 할 과실을 적과하게 되는 경우가 발생하므로 세밀한 관찰이 필요(사진 54).
- (6) 달고자하는 위치에 완벽하게 안 될 수 있음.

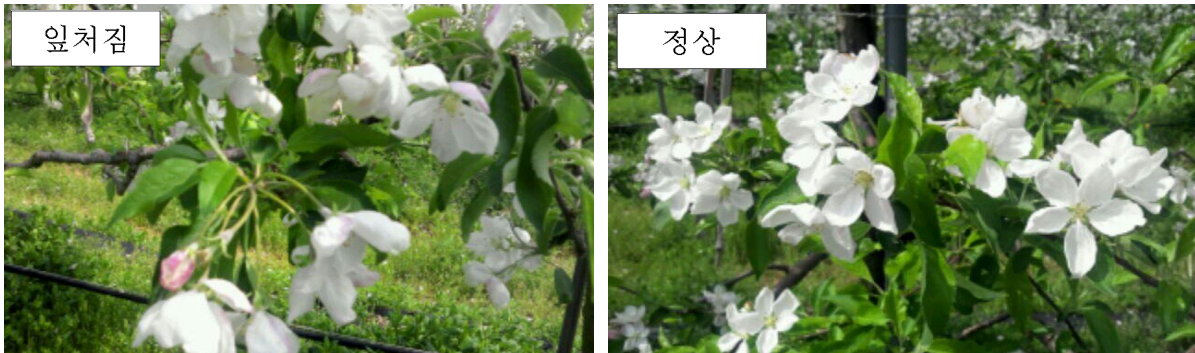


사진 53. 처리 후 잎처짐 현상.



사진 54. AiBT-1 처리 후 조기 적화 시 낙과되는 과일을 남기는 경우.

#### 다. 주의사항

- (1) 농약 및 타 4종 복합비료와의 혼용 시 적화효과가 미비할 수도 있음.
- (2) 생육불량 혹은 상해를 입은 사과나무, 수세가 강한 나무, 강풍 시에는 사용 시 적화효과가 낮아질 수 있음(사진 55, 56).
- (3) 재배조건, 품종, 재배지역, 처리시기에 따라 효과가 다르게 나타날 수 있음.
- (4) 일반 대목 사과원에서는 살포 방향이 일정하면 효과가 떨어지므로 나무 전체에 골고루 묻도록 충분히 살포하여야함.
- (5) 병 개봉 후에는 1병 모두 바로 사용하여야 하며(변질우려), 사용 하다 남은 제품은 과원에 뿌려도 됨.
- (6) 본 제품 사용 전·후에는 식물생장조절제 사용 시 효과가 낮게 나타날 수 있음.
- (7) 과원의 양·수분이 맞지 않을 경우 잎 위축 현상이 발생할 수 있음(7~10일 이내에 자연 회복).
- (8) 꽃눈 수가 아주 적을 경우 사용 자제(사진 57).
- (9) SS기 사용 시 RPM을 낮게 사용하는 것이 좋음. 처리 시에는 수정이 완료된 상태이기에

SS기 RPM과는 관련 없음.



사진 55. 불량 기상환경으로 인한 중심화 생육불량.

사진 56. 중심화 생육 불량.



사진 57. 꽃눈에서 잎눈으로 분화된 사진(좌), 정상(우).

#### 4. 종합고찰

- AiBT-1 처리에 따른 적화효과가 지역별 차이를 보였는데(영주 16.6%, 안동 40.87%, 군위 51.2%) 이는 개화 전후의 최저기온의 영향을 받은 것으로 추정되어지며(국외 논문 발표되어 짐), 온도와 관련된 세밀한 연구가 필요로 되어져야 과수 농가에서 매년 안정적으로 적화제를 사용할 수 있을 것으로 판단됨.
- 2013년에는 4월 평균기온 저하(영주 11.7℃→9.4℃, 군위 12.9℃→11.1℃, 안동 12.2℃→10.5℃)로 중심화의 암술이 연약해지거나 발생되지 않은 비율이 증가하였으며, 중심화 결실률이 낮을 경우 중심화 만개기 처리 적화제는 시기를 조정하여야 안정된 결실률 확보가 가능함.
- AiBT-1 처리효과를 처리 후 2주부터 판단이 가능하여 효과가 늦게 나타나는 특징을 가지고 있는데, 효과가 조금 더 일찍 발현될 수 있도록 첨가제 등 관련된 실험이 필요함.
- 또한 AiBT-1 처리 후 30일쯤에 측화가 말라가는 현상이 나타날 수 있으므로 AiBT-1 처리 후 적과 시에는 충분한 착과량을 유지하여야함.
- AiBT-1 처리 후 홍로 품종에서 약간의 잎 스트레스 발생이 나타났지만 대부분 며칠 안에



정상으로 회복되어지며, 수세가 약한 나무의 경우 중복살포가 되면 잎 스트레스 지수가 높아질 가능성 있음.

- 미개화된 꽃이 AiBT-1 처리에 따라 모두 적화되는 현상을 보여 이 부분에 대한 추가실험이 이루어지면 AiBT-1을 이용한 적화작업이 매우 쉽게 이용 가능할 것으로 판단됨.
- 최근 사과 적화제의 효과에 대한 외국의 보고에 의하면 품종, 지역, 수세의 조건에 따라 적화(과)의 효과가 달라지므로 재배자의 경험 또한 적화(과)의 효율에 큰 영향을 미친다고 발표되고 있으며, 특히 살포 전후의 야간온도와 주간 햇빛 강도 등의 기상조건에 관한 세밀한 연구가 되어져야 지역별 적화효과에 대한 오차를 줄일 수 있을 것으로 기대됨.



사진 58. AiBT-1 처리에 따른 적화효과.



사진 59. AiBT-1 처리 시 미개화 화종에 대한 적화효과 검토.

▪ 작용기작 고찰 : 해외 사과재배 선진국에서는 지속적인 약제적과 연구로 다양한 적화 및 적과제가 실용화 되고 있으나, 국내의 경우 적화제로는 석회유황합제, Ammonium ThioSulfate(ATS) 적과제로는 카바릴에 관한 연구가 주로 수행되어 일부 실용화되고 있다. 그러나 석회유황합제는 적화효과가 불안정하고 동낙 발생 위험이 크고, 카바릴의 경우 천적과 방화곤충에 유해하다고 알려져 있다. 주요 적과(화)제의 작용기작은 주두의 손상, 종자발달의 저해, 낙과의 연기(과실간의 양분경합), 과실로의 양분이동을 막음, 과실의 양분이동 저하, 종자에서의 오옥신 생성 저하, 오옥신의 이동저하, 에틸렌발생의 증가, 광합성의 저하 등으로 알려져 있다. 석회유황합제의 작용기작은 화분이나 주두에 부착되어 화분발아를 억제하거나 주두를 손상시켜 수정을 저해하는 작용을 한다고 알려져 있다. 사과의 개화는 정아의 중심화, 액아의 중심화, 다음은 정아의 측화, 가장 늦게 액아의 측화가 개화하므로, 살포의 시기는 어떤 꽃들을 적화하느냐에 따라 개화의 상황을 세심히 관찰하여, 2-3회의 살포가 요구된다. 다른 적화제인 ATS의 작용기작은 석회유황합제와 마찬가지로 화기에 부착되어 화분관신장을 억제하여 적화의 효과가 나타나는 비율이 전체 낙화의 46%에 이르며, 화기의 손상뿐만 아니라 수관전체 살포시 어린잎에 엽소피해를 주어 광합성 및 신초의 생장이 저하되어 양분경합으로 인한 초기 낙화가 약 37%인 것으로 알려져 있다. 이러한 광합성 양분의 부족은 과실에서의 IAA이동이 저하되어 6월 낙과가 약 10%정도인 것으로 알려져 있다. NAA 적과제의 경우에는 잎에서의 광합성을 억제하여 양분의 축적을 25%정도 감소시켜 양분의 경합을 통한 낙과가 유도되는 것으로 알려져 있다. AiBT-1의 적화(과)효과에 대한 작용기작을 구명하기 위하여 만개후 15일과 19일째에 작은측과, 큰측과, 중심과의 과실로 분류하여 ABA 함량을 조사하였다. 만개후 25일째 낙과와 착과를 조사한 결과 AiBT-1처리에 상관없이 작은측과의 경우 대부분 낙과가 되었으며, 큰 측과들은 무처리의 경우에는 대부분이 착과된 상태, AiBT-1처리구의 경우에는 많은 과실이 낙과가 되었고, 중심과의 경우에는 AiBT-1의 처리에 상관없이 착과가 되었다. 만개후 15일과 19일째 과실의 ABA 함량을 조사한 결과 작은측과의 경우 ABA의 함량은 큰측과나 중심과의 경우보다 높았고, 처리구와 무처리간의 차이는 없었다. 중심과의 경우는 전체적인 ABA의 함량은 낮았고, 처리와 무처리구간의 차이는 없었다. 하지만 큰 측과의 경우 무처리의 ABA함량은 15일 보다 19일째 줄어들었거나 처리구의 ABA 함량은 유지가 되었다. 이는 AiBT-1이 잎의 ABA함량을 높여 과실안 양분축적에 스트레스를 주게되고, 이로 인하여 과실내의 ABA함량이 높아지게 되어 에틸렌등 과실의 탈리유도 물질이 발생되어 과실내 종자발달을 억제하거나, 과실의 낙과를 유도하는 것으로 판단할 수 있다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 연구개발목표의 달성도

년차	평가항목	개발 목표치	달성도 (%)	평가방법
1년차	o적화제 처리시기에 따른 적화 효과 차이 구명	처리시기와 적화율 구명 최적 처리시기 적화율 80% 이상	100	수령별 처리시기 차이 구명
	o결실향상제 처리 후 적화제 처리시 결실향상 및 적화 효과 구명	측화, 액화 적화율 80% 이상	100	적화율
	o작용기작 구명	화기조직의 식물 미량원소 분포 및 이동 분석	100	작용기작 분석 유무
	o적화제 내용물 성분분석 조사	식물 필수 및 미량원소 6종 이상 분석	100	분석 유무
	o화분매개충 영향 조사	화분매개충 무해	100	치사율
2년차	o적화제 처리에 따른 품종별, 지역별 효과 차이 검정	품종별, 지역별 적화율 차이 20% 이내	100	지역별, 품종별 적화율
	o현장 적용시 농가현장 애로사항 해결	중복살포 및 과다살포시 생리장해 현상 조사	100	생리장해 조사
	o계면활성제 첨가가 적화율에 미치는 영향조사	적화율, 생리장해, 과실 품질 특성 조사	100	조사항목 조사 유무
	o식물추출물이 매개충에 미치는 독성 조사	매개충에 대한 독성 조사	100	매개충 무해 정도
	o특허출원 o식물추출물의 농자재 등록	특허출원 농자재 등록	100 100	특허출원 여부 농자재 등록 여부
3년차	o재배농가 실증 실험을 통한 실용화 방법 구축	농가반응(설문지) 긍정 80% 이상	100	농가반응 설문조사
	o적화제 사용에 따른 농가 경영비 절감 비교 조사	농업비용 절감 효과의 입증 농업비용 70% 이상 절감	100	노동력 절감율
	o제품 효능에 대한 공인	공인성적서 획득 적화율 80% 이상	100	공인성적서 발급 유무
	o제품 등록 및 생산체계 구축	제품 등록 및 생산	100	제품 생산 여부
종합	o사과 적화제 개발 및 제품화	적화율 80% 이상 제품화	100	적화율 제품화 여부
	o농업비용의 생력화 정도	농업비용 절감 70% 이상	100	농업비용(적과) 절감율
	o매개충 무해 정도	매개충 무해 정도	100	치사율



## 제 2 절 관련분야의 기술 발전에의 기여도

### 1. 기술적 측면

- o매개층에 무해한 식물추출물을 이용한 적화 방법 및 친환경 재배법 확립
- o적과작업의 기계화를 통한 농촌 노동력의 생력화
- o농촌노동력 집중시기의 분산화 가능
- o조기적화에 의한 저장양분의 과실 이용에 따른 사과 품질 향상
- o수체 안정화에 따른 격년 결실 감소

### 2. 경제적, 산업적 측면

- o안정적 사과 재배 시스템 구축을 통한 적과비용 약 70% 이상 절감 가능
  - 우리나라 사과 재배면적은 30,702ha(농림통계연보, 2014)이며, 현재 사람에 의한 적과비용은 1일 8시간 기준, 약 80,000원(식대, 교통비 포함)으로서 10a 당 7명 소요(후지 기준)되어, 우리나라 전체 적과 비용은 약 1,720억원 정도임
- o측화 및 액화의 조기 적화에 의한 고품질 과실 생산에 따른 농가 소득 향상
  - 대과 생산비율 대조구 20~30%에서 40~60%까지 증대 가능
- o식물추출물의 농자재 등록을 통한 상품화 및 수출을 통한 외화 획득
  - 전세계 사과 재배면적은 5,622,493ha, 우리나라는 전 세계 재배면적의 약 0.54%.
- o매개층 보호를 통한 안정적 식량생산 및 생태계 보호
- o매개층에 무해하고, 1회 사용으로 사용이 간편하며, SS기를 이용하므로 작업이 간편하여 많은 면적의 적과를 짧은 시간에 가능하게 함
- o기계화에 따른 노동력절감 효과는 SS기 1대가 사람 140명의 적과작업 대체 가능
- o본 제품의 사용으로 적과시기의 농촌 노동력 집중 현상을 분산 가능하게 하여 타작물의 재배생산에 노동력 투입 가능
- o배, 자두, 체리, 열대 과일에의 응용을 통한 산업 활성화

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 제 1 절 연구개발 성과

#### 1. 기술이전

기술실시 계약명 : 결실증진 및 생장향상을 통한 측화 및 액화 적화 방법을 통한 사과 적화 노동력 절감 재배방법

기술실시 계약일 : 2015년 05월 12일


기술실시기간 : 2015년 5월 12일~2023년 5월 11일

#### 2. 사업화

사업화명 : 적화 효과를 나타내는 친환경 식물추출물을 이용한 사과 노동력 절감 기술 개발

제품명 : 뉴꽃떠리

#### 3. 교육 및 지도 활용 내역

번호	교육명	사진자료	주요내용	활용년도
1	상주시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		상주시 2013년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013
2	김천시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		김천시 2013년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013
3	의성군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		의성군 2013년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013
4	문경시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		문경시 2013년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013

번호	교육명	사진자료	주요내용	활용년도
5	영덕군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		영덕군 2013년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013
6	안동시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		안동시 2013년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013
7	예산군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		예산군 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013
8	예천군 감천면 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		예천군 감천면 2013년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013
9	보은군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		보은군 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013
10	예천군 하리면 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		예천군 하리면 2013년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013
11	영주시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		영주시 2013년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2013
12	의성군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 의성군 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
13	가평군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 가평군 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014

번호	교육명	사진자료	주요내용	활용년도
14	안동시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 안동시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
15	영주시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 영주시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
16	상주시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 상주시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
17	김천시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 김천시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
18	영덕군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 영덕군 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
19	봉화군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 봉화군 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
20	문경시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 문경시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
21	청송군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 청송군 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
22	충주시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 충주시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014



번호	교육명	사진자료	주요내용	활용년도
23	영천시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 영천시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
24	화성시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2014년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 화성시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2014
25	가평군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 가평군 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
26	경주시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 경주시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
27	상주시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 상주시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
28	대구광역시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 대구광역시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
29	안동시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 안동시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
30	청송군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 청송군 진보면 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
31	문경시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 문경시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015



번호	교육명	사진자료	주요내용	활용년도
32	영주시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 영주시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
33	포항시 기계면 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 포항시 기계면 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
34	포항시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 포항시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
35	김천시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 김천시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
36	상주시 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 상주시 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015
37	의성군 사과 노동력 절감을 위한 적화제 사용요령 교육		2015년 친환경 사과적화제 지원사업과 관련하여 의성군 사과 재배농가를 대상으로 한 사과 노동력 절감을 위한 사과 적화제 사용요령 교육	2015

#### 4. 산업재산권(특허, 실용신안, 의장, 규격 등)

번호	출원등록명	출원등록자명	구분	산업재산권 종류	출원등록일
1	배떠리	에플(주)	특허출원	상표	2013-04-18
2	떨구리	에플(주)	특허출원	상표	2013-04-18
3	뉴꽃떠리	에플(주)	특허등록	상표	2013-05-29
4	배꽃떠리	에플(주)	특허등록	상표	2013-05-29
5	에플꽃떠리	에플(주)	특허등록	상표	2013-05-29
6	앞떠리	에플(주)	특허등록	상표	2013-06-14
7	꽃떠리	에플(주)	특허등록	상표	2013-06-14
8	과실 품질 향상 및 적과용 비료 조성물	에플(주)	특허출원	특허	2015-08-11

5. 논문 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	학술지게재일	SCI구분
1	Effects of Flower Thinning Formulation on Activities of Digestive Enzymes and Acetylcholine Esterase in Honey bee Apis mellifera	Current research on agriculture and life sciences	Hemayet Jahan, S.M.;	2014-06-30	비SCI
2	Differential responses of Apis mellifera heat shock protein genes to heat shock, flower-thinning formulations, and imidacloprid	Journal of Asia-Pacific Entomology	Jinmo Koo	2015-09-01	SCI

6. 학술대회 발표

번호	발표자	발표제목	발표일시	장소, 국명 출원등록일
1	손태권, 반승현, 윤원호, 이경열, 강인규, 조재두, 최철	친환경 식물추출물을 이용한 적화제 개발	2013-05-23	순천대학교 및 2013 순천만국제정원박람회 회장
2	Tae Kwon, Son	AiBT-1葉面散布によるりんご摘花?果及び品質 特性	2014-09-27	일본 사가대학 혼조캠퍼스

7. 홍보실적(신문, 방송, 저널 등)

번호	홍보유형	매체명	제목 산업재산권 종류	일시
1	지방전문지	농민신문	경북 '사과적화제 지원' 호응	2013-04-03
2	지방전문지	농어민신문	꿀벌에 무해한 사과적화제 인기	2013-04-13
3	지방전문지	농자재신문	에플(주) '꽃떠리' 적화율 80%, 중심화만 남겨	2013-04-16
4	월간잡지	상업농경영	천연물질로 개발한 적화제 '꽃떠리'	2013-05-01
5	월간잡지	농경과원에	단한번으로 사과 적과, 적화처리 손쉽게 해결해볼까?	2013-05-07
6	지방일간지	스포츠신문	친환경 작물 보호제 '뉴꽃떠리' 출시	2014-04-24
7	지방TV방송	이데일리TV	클로즈업 기업현장	2013-09-10
8	월간잡지	농경과원에	친환경적 사과 적화효과로 농업인들에게 희소식을 전하다!	2014-04-01
9	월간잡지	농경과 원에	꿀벌에 무해한 적화제 개발되다!	2015-04-13

8. 전시회 참여

번호	유형	행사명칭	전시품목	장소	활용년도
1	전시회	TAMAS 2013	꽃떠리 외	대전국제전시장	2013
2	전시회	일본 도쿄 제 4회 국제 농업자재 EXPO	KODURI	일본 Chiba Makuhari Messe	2014
3	전시회	EURASIA AGRO EXPO	KODURI	터키 izmir International Fair Center	2015
4	전시회	일본 규슈 농업 박람회	KODURI	マリンメッセ福岡	2015
5	전시회	2015 창조농생명과학대전	뉴꽃떠리 외	렛츠런파크 서울	2015
6	전시회	I N A G R I T E C H , I N A G R I C H E M , INAGARDENTECH and	KODURI 외	인도네시아 JIEXPO KEMAYORAN JAKARTA	2015

9. 기타활용 및 홍보

번호	일자	활용명칭 활용내역	활용내역 출원등록일
1	2013-03-05	제품 홍보용 카다록 제작	적화효과를 나타내는 식물추출물을 이용한 사과 적화 방법(특성, 주의사항, 사용효과, 처리시기 등)에 관한 홍보용 카다록제작
2	2013-03-15	제품 홍보용 전단지 제작	적화효과를 나타내는 식물추출물을 이용한 사과 적화 방법(살포방법, 사진으로 보는 처리시기)에 관한 홍보용 전단지 제작
3	2013-09-10	제품 홍보용 동영상 제작	적화효과를 나타내는 식물추출물을 이용한 사과 적화제에 관한 홍보용 동영상 제작
4	2015-08-03	제품 사용 방법 동영상(영어) 제작	해외 수출을 위한 적화효과를 나타내는 식물추출물을 이용한 사과 적화 방법(살포방법, 처리시기, 주의사항)에 관한 영문 홍보용 동영상 제작

10. 농자재 인증

번호	등재번호	상표명	제조업체	구분	등재일자(공시기간)
1	경북경산27-가-10804	뉴꽃떠리(미량요소복합)	에플(주)	농자재	2014-05-28 (2014.05.28~2014.05.28)

## 제 2 절 연구개발 성과활용 계획

### 1. 제품 출시

- 사과용 업그레이드 뉴꽃떠리 출시
- 적화가 필요한 배,k 체리, 자두 등 과수작물への 응용 확대
- 열대용 과수작물 적용 확대
- 해외 전시회 참가를 통한 해외마케팅 강화

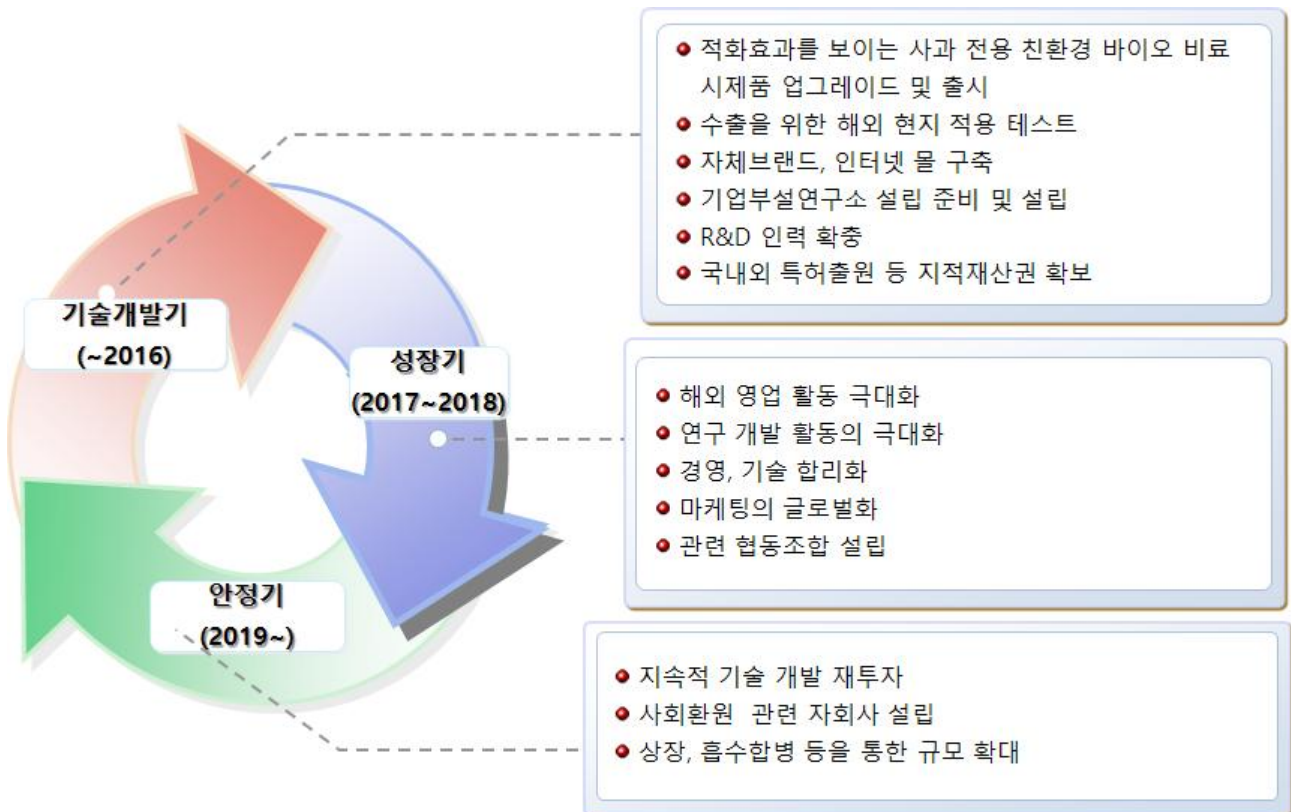
### 2. 영농활용

- 적과제 바이오 비료 사용 확대를 통한 생력화 재배법 구축
- 바이오 비료 사용에 의한 소품질 사과 재배법 구축

### 3. 논문게재

- 국제 저널 논문 게재를 통한 공신력 확보(제목 : 사과 재배 생력화 방법에 대한 바이오 비료의 이용)

### 4. 성과활용 추진 계획



## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

사과의 결실관리를 꽃 단계에서부터 약제를 사용하여 제어하는 최초 보고는 1933년 Auchter로부터 시작되었으며, 1940년에는 Magness등이 DONC제, 그 후 일본에서 1951년에 석회유황합제의 적화 효과를 보고 하였다. 또한 DN제에 대해서는 카와무라 등이 1963년에 보고하였으며, 그 이외에 기계유제 등에 의한 시험도 시작되었다. 이 중에서 DN제 등은 약해 때문에 없어졌지만, 석회유황합제는 효과가 입증되어 현재까지 사용되고 있으나 적화제로서 정식등록은 1998년에 이루어졌고 시험 개시후 약 반세기 후의 일이다. 1987년에 야마자키 등은 레시틴이 수정저해를 일으킨다는 것을 구명하고 그 실용성에 대해 검토가 이루어졌지만 등록까지는 가지 않았다. NAA는 적과제로 시험이 이루어졌고 일정효과를 얻어 해외에서 사용되고 있지만 1971년에 등록이 취소되었고 그 후에 연구 대상에서 제외되었다. 그러나 요코다 등은 1992년부터 합성 옥신류에 대해서 적화, 적과 효과를 목표로 하여 스크리닝을 진행하였고 적화효과를 나타내는 제제로서는 에티크로제이트, NAA, 디클로프롭, MCPB에틸, NSK-905를 들 수 있다. 이 중에서 안정성 효과 및 약해 등을 고려하여 에티크로제이트, 디클로프롭, MCPB에틸 세 종류를 검토하였으나 효과의 안정성 또는 약해 때문에 등록까지는 가지 못하였다. 칼슘제는 1995년부터 시험이 시작되어 1998년에 이시가와, 2000년에 맹, 2002년에 아라가와 등이 효과에 대해서 보고하였으며, 2004년에 제품이 등록되었다. 그 이외에 칼슘제로서는 2003년부터 인산칼슘에 레시틴을 첨가한 제제에 대해서 최근에 등록되었다. 유기산에 대해서는 1996년부터 자스몬산의 검토를 시작했지만 개화시기를 예측하여 사전에 살포하지 않으면 안 되는 것과 효과가 명확하지 않는 것 때문에 등록까지 도달하지 못하였다. 1998년부터 이타콘산의 시험이 시작되었고 적화효과를 보였지만 화충엽이 갈변하는 약해가 있어 등록까지는 도달하지 못하였다. Burkholder 등은 1941년에 조기 낙과 방지를 목적으로 행한 NAA처리가 반대로 생리낙과, 결실제어를 나타낸 것부터 시작되었다. 일본에서는 1951년부터 10년정도 시험이 이루어졌지만 약해(상편생장과 열과 발생)와 효과의 문제 때문에 1971년에 등록이 취소되어 연구대상 외로 되었지만, 2004년부터 작용성 시험이 재개되었다. 유럽에서는 NAA, NAAm, NPA 등 옥신 작용이 있는 호르몬제를 적화제로써 사용하고 있다. 예를 들면 카바닐(NAC제)은 살충제로 사용되고 있지만 레드 딜리셔스 등의 생리 착과를 발생시켰다. 이것을 계기로 1960년 Batjer등의 연구에 의해서 적과제로서의 길이 열렸다. 일본에서는 1966년 가와무라 등이 효과가 높은 것을 보고하였고 1979년 치바 등은 NAC제의 적과 효과와 과실의 메틸발생 관련성을 밝혀냈다. 최근 유럽에서는 매개충 치사 등의 문제로 살충제인 카바릴 등록을 거부하고, 새로운 적과제 개발의 필요성을 인식하여 NAA, BA, ATS, 등을 이용한 적과기술을 개발하고 있지만 보편적이고 실용화된 기술은 아직 보급되고 있지 아니하며, 카바릴을 일부 농가에서만 사용하고, 인산칼슘, 레시틴 등을 이용하여 적화를 시도하고 있으나 열과 발생, 효과 불안정 등으로 보편화되지 못하고 있어 국내외적으로 사용 간편하고 매개충에 무해한 친환경적 제품은 현재 출시되고 있지 않다. 최근 뉴질랜드 등 일부 국가에서 식물생장호르몬인 6-BA를 이용한 적과방법을 이용하고 있으나, 제품의 비싼 가격과 낮은 적화율로 보편화되지 못하고 있는 실정이다.



## 제 7 장 연구시설·장비 현황

해당사항없음

## 제 8 장   참고문헌

1. Alegre S., Alins G. (2007) The Flower Thinning Effect of Different Compounds on Organic 'Golden Smoothee' Apple Trees. *Acta. Hort.* 737:67~70
2. Alexey A. S., Michael M. B. (2010) Mechanical flower thinning improves the fruit quality of apples. *J Sci Food Agric* 90:735~741
3. Ayyanath M. M., Cutler G. C., Scott-Dupree C. D., Prithiviraj B., Kandasamy S., Prithiviraj K. (2014) Gene expression during imidacloprid-induced hormesis in green peach aphid. *Dose-Response* 12:480~497
4. Barta C., Loreto F. (2006) The relationship between the methyl-erythritol phosphate pathway leading to emission of volatile isoprenoids and abscisic acid content in leaves. *Plant Physiol* 141:1676~1683
5. Basak A. (1996) Benzyladenine (BA) as an apple fruitletthinning agent - preliminary results. *Hort Sci* 28:54~57
6. Batjer L. P., Billingsley H. D. (1964) Apple thinning with chemical sprays. *Washington State Expt Sta Blu* 636:651~659
7. Batjer L. P., Westwood M. N. (1960) 1-Naphthyl N-methylcarbamate, a new chemical for thinning apple. *Proc Amer Soc Hort Sci* 75:1~4
8. Batjer L. P., Billingsley H. D. (1964) Apple thinning with chemical sprays. *Washington State Expt Sta Blu* 651.
9. Batjer L. P., Westwood M. N. (1960) 1-Naphthyl N-methylcarbamate, a new chemical for thinning apples. *Proc. Amer. Soc Hort Sci* 75:1-4
10. Becher M. A., Osborne J. L., Thorbek P., Kennedy P. J., Grimm V. (2013) Towards a systems approach for understanding honeybee decline: a stocktaking and synthesis of existing models. *J Appl Ecol* 50:868~880
11. Blacquier'e T., Smaghe G., van Gestel C. A. M., Mommaerts V. (2012) Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side effects and risk management. *Ecotoxicology* 21:973~992
12. Bound S. A. (2006) Comparison of two 6-benzyladenine formulation and carbaryl for post-bloom thinning of apples. *Sci. Hort.* 111:30~37
13. Bound S. A., Wilson S. J. (2007) Ammonium thiosulphate and 6-benzyladenine improve the crop load and fruit quality of 'Delicious' apple, *Austr. J. Exp. Agric.* 47:635~644
14. Boorstein W. R., Ziegelhoffer T., Craig E. A. (1994) Molecular evolution of the Hsp70 multigene family. *J Mol Evol* 38:1~17
15. Bradford M. M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Analyt Biochem* 72:248~254
16. Bregoli A. M., Fabbroni C., Vancini R., Galliano A., Costa G. (2006) Results obtained on

- the efficacy of 6-BA alone, and in combination with other thinning agents from different apple producing areas of northern Italy. *J Fruit Ornament Plant Res* 14:23~8
17. Bukovac M. J., Black B. L., Hull J. J. (1994) Interaction between NAA and BA on cropping and fruit size in 'Delicious' and 'Empire' apples. *Hort Sci* 29:472
  18. Byers R. E. (1997) Effects of bloom-thinning chemicals on apple fruit set. *J. Tree Fruit Produc.* 2:13~31
  19. Cho K. H., Yoon T. M. (2006) Fruit Quality, Yield, and Profitability of 'Hongro' Apple as Affected by Crop Load. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24:210~215
  20. Cho K. H., Han S. G., Yoon T. M. (2011) Blossom Thinning of 'Hongro' Apple with Ammonium Thiosulphate and Lime Sulfur Mixture. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29 (SUPPL.I):120(Abstract)
  21. Chung S. W., Yu D. J., Lee H. J., Lee H. J. (2013) Changes of Anthocyanin Contents of Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) Cultivars during Fruit Ripening, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31 (SUPPL I) May
  22. Curry E. A., Green D. W. (1993) CPPU influences fruit quality, fruit set, return bloom, and preharvest drop of apples. *HortScience* 28:115~119
  23. Decourtye A., Devillers J., Cluzeau S., Charreton M., Pham-Delègue M. H. (2004) Effects of imidacloprid and deltamethrin on associative learning in honeybees under semi-field and laboratory conditions. *Ecotoxicol, Environ.* 57:410~419
  24. Denlinger D. L., Rinehar J. P., Yocum G. D. (2001) Stress proteins: a role in insect diapause? In: Denlinger D. L., Giebultowicz J. M., Saunders D. S. (Eds.), *Insect Timing: Circadian Rhythmicity to Seasonality*. Elsevier, Amsterdam, pp. 155~171
  25. Dennis F. G. (2000) The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulation.* 31:1~16
  26. Deshmukh C., Mohite A., Shinde J. (2009) Effects of carbaryl and gamma-BHC on the histology of midgut and digestive enzyme profiles in the third instar larvae of fruit-sucking moth, *Othreis materna* (Linn.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Turkish J Zool* 33:207~213
  27. Edgerton L. J., Greenhalgh W. J. (1969) Regulation of growth, flowering and fruit abscission with 2-chloroethane-phosphonic acid. *J. Amer. Soc Hort Sci* 94:11~12
  28. Elekonich M. M. (2009) Extreme thermotolerance and behavioral induction of 70-kDa heat shock proteins and their encoding genes in honey bees, *Cell Stress Chaperones* 14:219~226
  29. Elekonich M. M., Roberts S. P. (2005) Honey bees as a model for understanding mechanisms of life history transitions. *Comp. Biochem, Physiol.* 141:362~371
  30. Ellman G. L., Courtney D. K., Andres V., Featherstone R. M. (1961) A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem Pharmacol* 7:88~95
  31. Elsik C. G., et al. (2014) Finding the missing honey bee genes: lessons learned from a genome upgrade, *BMC Genomics* 15:1471~2164
  32. Fallahi E., Chun I. J. (2004) Effects of Blossom Thinning on Fruit Set, Fruit Quality, and Yield of Apples. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 45:248~251

33. Fallahi E., Fallahi B., Chun I. J. (2008) Use of New Blossom Thinners to Reduce Fruit Set and Improve Fruit Quality in Apples, Peaches, Nectarines, and Plums. *Acta Hort.* 774:159~163
34. Bangerth F. (2000) Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators, *Plant Growth Regulation* 31:43~59
35. Feder M. E., Hofmann G. E. (1999) Heat-shock proteins, molecular chaperones, and the stress response: evolutionary and ecological physiology. *Annu. Rev. Physiol.* 61:243~282
36. Ferree D. C., Schmid J. C. (2001) Chemical thinning 'Gala' apple in the midwest. *Journal American Pomological Society.* 55:109~113
37. Gentz M. C., Grace J. K. (2006) A review of boron toxicity in insects with an emphasis on termites. *J. Agric. Urban, Entomol.* 23:201~227
38. Gibney E., Gault J., Williams J. (2001) The use of stress proteins as a biomarker of sublethal toxicity: induction of heat shock protein 70 by 2-isobutyl piperidine and transition metals at sub-lethal concentrations, *Biomarkers* 6:204~217
39. Grace J. K., Byrne A., Morris P. I., Tsunoda K. (2006) Performance of boratetreated lumber after 8 years in an above-ground termite field test in Hawaii. International Research Group on Wood Preservation. Stockholm, Sweden. IRG/WP 06~30390, p. 8
40. Guak S., Jeong J., Choi K., Kim E., Kim H. (2007) Development of chemical thinning programs for apples. Final report to ARPC.
41. Guak S., Beulah M., Looney N. E. (2004) Thinning of 'Fuji' and 'Gala' Apple with Lime Sulphur and Other Chemicals. *Acta Hort.* 636:339~346
42. Greene D. W. (2002) Chemicals, timing, and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. *HortScience* 37:477~481
43. Greene D. W., Autio W. R. (1994) Combination sprays with benzyladenine to chemically thin spur-type 'Delicious' apples. *HortScience* 29:887~890
44. Greene D. W., Autio W. R., Miller P. (1990) Thinning activity of benzyladenine on several apple cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:394~400
45. Greene D. W., Autio W. R., Erf J. A., Zhongyuan Y. M. (1992) Mode of action of benzyladenine when used as a chemical thinner on apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:775~779
46. Gregorc A., Bowen I. D. (1999) In situ localization of heat-shock and histone proteins in honey-bee (*Apis mellifera* L.) larvae infected with *Paenibacillus* larvae. *Cell Biol. Int* 23:211~218
47. Good Fruit Grower. (2003) December Issue. Organic thinners work. p 10
48. Guak S., Beulah M., Looney N. E., Fuchigami L. H. (2002) Thinning 'Fuji' apple blossoms with synthetic auxins (MCPB-ethyl or NAA) and ethephon with or without post-bloom thinning with carbaryl. *Journal of American Society for Horticultural*
49. Hartl F. U., Hayar-Hartl M. (2002) Molecular chaperones in the cytosol: from nascent chain to folded protein. *Science* 295:1852~1858
50. Link H. (2000) Significance of flower and fruit thinning on fruit quality, *Plant Growth*

Regulation, 31:17~26

51. Hong Zhu, Eric P. Beers, Christopher D. Darick, Zongrang Liu, Tonu K. Wolf, Bingyu Zhao. (2010) INVESTIGATION OF REGULATORY MECHANISMS OF CHEMICAL-MEDIATED FRUIT THINNING IN APPLE(*Malus x domestica* Borkh.), December 6, Winchester, Virginia
52. Honey Bee Genome Sequencing Consortium. (2006) Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*. *Nature* 443:931~949
53. Janoudi A., J.A. Flore. (2005) Application of ammonium thiosulphate for blossom thinning in apples. *Scientia Horticulturae* 104:161~168
54. Johnson D. S. (1992) The effect of flower and fruitlet thinning on the firmness of 'ox' Orange Pippin' apples at harvest and after storage, *J Hort Sci* 67:95~01
55. Johnson D. S. (1994) Influence of time of flower and fruit thinning on the firmness of 'ox' Orange Pippin' apples at harvest and after storage. *J Hort Sci* 69:197~03
56. Johnson R. M., Evans J. D., Robinson G. E., Berenbaum M. R. (2009) Changes in transcript abundance relating to colony collapse disorder in honey bees (*Apis mellifera*). *PNAS* 106:14790~14795
57. Kang I. K., Kweon S. I., Paek P. N., Park M. Y., Kim M. J. (2001) Research and practical use of bioregulators of apples in Korea. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 19:209~215.
58. Kim E. J., Guak S. (2010) Chemical Thinning of 'Fuji' Apple with Ammonium Thiosulphate and Benzyladenine. *Hort. Environ. Biotechnol.* 51:520~524
59. Koo J. M., Son T. G., Kim S. Y., Lee K. Y. (2015) Differential responses of *Apis mellifera* heat shock protein genes to heat shock, flower-thinning formulations, and imidacloprid, *Journal of Asia-Pacific Entomology* 18:583~589
60. Kook J. R., Kim E. J., Choi D. G., Guak S. (2009) Chemical Thinning of 'Hongro' Apple with Ammonium Thiosulphate and MaxCel. *Hort. Environ. Biotechnol.* 50:79-83
61. Kondo S., Takahashi Y. (1987) Effects of high temperature in the daytime and shading in the daytime on the early drop of apple fruit 'Starking Delicious.' *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 56:142~150
62. Klein A. M., Vaissière B. E., Cane J. H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S. A., Kremen C., Tscharntke T. (2007) Importance of pollinators in changing and scapes for world crops. *Proc. R. Soc. B* 274:303~313
63. Kong T., Damerow L., Blanke M. M. (2009) Effect of mechanical thinning on ethylene efflux, yield and fruit quality in apple. [Einfluss mechanischer Fruchtbehangsregulierung auf Ethylenabgabe, Ertrag und Fruchtqualität bei Apfel.], *Erwerbs-Obstbau* 51:39~2
64. Krebs R. A., Feder M. E. (1997) Tissue specific in Hsp70 expression and thermal damage in larval *Drosophila melanogaster* larvae. *J Exp Biol* 200:2007~2015
65. Kregel K. C. (2002) Heat shock proteins: modifying factors in physiological stress responses and acquired thermotolerance. *J. Appl. Physiol.* 92:2177~2186
66. Kvikly D., Robinson T. (2010) Temperature before and after application of chemical thinners affects thinning response of 'Empire' apple trees. *Acta Hort.* (in press)



67. Lakso A. N., Robinson T. L., Greene D. W. (2007) Using an apple tree carbohydrate model to understand thinning re-sponses to weather and chemical thinners. *NY Fruit Quar-terly* 15(3):17~20
68. Lee A. S. (2001) The glucose-regulated proteins: stress induction and clinical applications. *26:504~510*
69. Lewis S., Handy R. D., Cordi B., Billingham Z., Depledge M. H. (1999) Stress proteins (HSP's): methods of detection and their use as an environmental biomarker, *Ecotoxicol.* 8:351~368
70. Lindquist S., Craig E. A. (1988) The heat-shock proteins. *Annu. Rev. Genet.* 22:631~677
71. Livak K. J., Schmittgen T. D. (2001) Analysis of relative gene expression data using realtime quantitative PCR and the  $2^{-\Delta\Delta Ct}$  method, *Methods* 25:402~408
72. Lourenco A. P., Mackert A., Cristino A. D. S., Simoes Z. L. P. (2008) Validation of reference genes for gene expression studies in the honey bee, *Apis mellifera*, by quantitative real-time RT-PCR. *Apidologie* 39:372~8385
73. Loveys B. R., Van Dijk H. M. (1988) Improved extraction of abscisic acid from plant tissue. *Aust J Plant Physiol* 15:421-427
74. Lu C., Warchol K. M., Callahan R. A. (2014) Sub-lethal exposure to neonicotinoids impaired honey bees winterization before proceeding to colony collapse disorder. *Bull. Insectol.* 67:125~130
75. MENG WANG (2013) A HAND-HELD MECHANICAL DEVICD FOR TARGETED BLOSSOM THINNING IN SWEET CHERRY, WASHINGTON STATE UNIVERSITY Department of Biological Systems Engineering
76. Michaud S., Marin R., Tanguay R. M. (1997) Regulation of heat shock gene induction and expression during *Drosophila* development. *Cell. Mol. Life Sci.* 53:104~113
77. Moritz B., Crailsheim K. (1987) Physiology of protein digestion in the midgut of the honey bee (*Apis mellifera* L.), *J Insect Physiol* 33:923~931
78. Nazir A., Saxena D. K., Chowdhuri D. K. (2003) Induction of hsp70 in transgenic *Drosophila*: biomarker of exposure against phthalimide group of chemicals. *Biochim. Biophys. Acta, Gen. Subj.* 1621:218~225
79. Parra-Quezada R. A., Robinson T. L., Osborne J. L., Parra-Bujan-da L. B., Lakso A. N. (2006) Temperature and chemincal thinner affect fruit set and growth of 'Empire'apple, *Acta Hort.* 727:327~336
80. Rainey C. J., Nyquist L. A., Christensen R. E., Strong P. L., Culver D., Coughlin J. R. (1999) Daily boron intake from the American diet. *J. Am. Diet. Assoc.* 99:335~340
81. Rainey C. J., Nyquist L. A., Christensen R. E., Strong P. L., Culver D., Coughlin J. R. (1999) Daily boron intake from the American diet. *J Am Diet Assoc* 99:335~340
82. Robinson T. L., Lakso A. N. (2008) Predicting and understand-ing chemical thinner response in real time, *Journee Pomicole Provinciale* 34~41
83. Robinson T., Lakso A., Stover E., Hoying S. (1998) Practical thinning programs for New York. *N.Y. State Hort. Soc. Fruit Quarterly Publ.* 1:14~18

84. Ryan Stanley Palm (2000) BLOOM THINNING OF 'LANDRETH' CLING PEACH WITH MONOCARBAMIDE DIHYDROGENSULFATE, A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Plant Science in the College of Agricultural Sciences and Technology California State University, Fresno December.
85. Rauch N., Nauen R. (2003) Identification of biochemical markers linked to neonicotinoid cross resistance in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 54:165~176
86. Richter K., Haslbeck M., Buchner J. (2010) The heat shock response: life on the verge of death. *J. Mol. Cell* 40:253~266
87. Hemayet Jahan S. M., Shim J. K., Son T. G., Jo J. D., Choi C., Lee K. Y. (2014) Effects of Flower Thinning Formulation on Activities of Digestive Enzymes and Acetylcholine Esterase in Honey bee *Apis mellifera*, *Current Research on Agriculture and Life Science* 32(2):63~66
88. Schacker M. (2008) A spring without bees: how colony collapse disorder has endangered our food supply. The Lyons Press, Guilford, Conn.
89. Severson D. W., Erickson E. H., Williamson J. L., Aiken J. M. (1990) Heat stress induced enhancement of heat shock protein gene activity in the honey bee (*Apis mellifera*). *Cell. Mol. Life Sci.* 46:737~739
90. Shim J. K., Ha D. M., Nho S. K., Song K. S., Lee K. Y. (2008) Upregulation of heat shock protein genes by envenomation of ectoparasitoid *Bracon hebetor* in larval host of Indian meal moth *Plodia interpunctella*. 97:306~9309
91. Shim J. K., Kim H., Lee K. Y. (2014) Molecular identification of glucose-regulated protein 78 (*grp78*) gene from the Indian meal moth, *Plodia interpunctella*, and its regulation by nutrient uptake. *J. Asia Pac. Entomol.* 17:303~309
92. Skerl M. I. S., Gregorc A. (2010) Heat shock proteins and cell death in situ localization in hypopharyngeal glands of honeybee (*Apis mellifera carnica*) workers after imidacloprid or coumaphos treatment. *Apidologie* 41:73~576
93. Smith K. M., Loh E. H., Rostal M. K., Zambrana-Torrel C. M., Mendiola L., Daszak P. (2013) Pathogens, pests, and economics: drivers of honey bee colony declines and losses. *EcoHealth* 4:434~445
94. Sonoda S., Tsumuki H. (2007) Induction of heat shock protein genes by chlorfenapyr in cultured cells of the cabbage armyworm, *Mamestra brassicae*. *Pestic. Biochem. Physiol.* 89:185~189
95. Stopar M. (2006) Thinning of 'Fuji' apple trees with ethephon, NAD and BA, alone and in combination. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14:39~45
96. Stopar M. (2004) Thinning of flowers/fruitlets in organic apple production. *J. Fruit and Ornamental Plant Research* 12:77~83
97. Hemayet Jahan S. M., Shim J. K., Son T. G., Jo J. D., Choi C., Lee K. Y. (2014) Effects of Flower Thinning Formulation on Activities of Digestive Enzymes and Acetylcholine Esterase in Honey bee *Apis mellifera*, *Current Research on Agriculture and Life Science*

32(2):63~6

98. Stopar M., Leskosek G., Simoncic A. (2009) 1-Naphthaleneacetic acid and 6-benzyladenine thinning of a common slender spindle 'onagold'M.9 apple orchard. II: Partial tree spraying J Hort Sci Biotechnol ISAFRUIT Special Issue pp.127~130
99. Terence L. Robinson, Alan N. Lakso, New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University, Geneva, NY 14456 (2011) Advances in Predicting Chemical Thinner Response of Apple Using a Carbon Balance Model, NEW YORK FRUIT QUARTERLY. VOLUME19. NUMBER1. SPRING.
100. U.S. Environmental Protection Agency (1991) Reregistration Eligibility Document (RED):Sulfur. US EPA, Office of Pesticide Programs, Washington, DC. Williams, M.W. 1993. Sulfcabamide, a lossom-thinning agent for apples. HortTechnology 3:322~5324(May)
101. U.S. Environmental Protection Agency (1991) Reregistration Eligibility Document (RED): Sulfur. US EPA, Office of Pesticide Programs, May. Washington, DC.
102. Wertheim S. J. (2000) Developments in the chemical thinning of apple and pear. Plant Growth Regul 31:85~00
103. Williams M. W. (1979) Chemical thinning of apples. Hort, Re-views 1:270~300
104. Williams M. W., Edgerton L. J. (1981) Fruit thinning of apples and pears with chemicals. Agric. Inform. Bull. No.289, US Depart. Agriculture 22 pp.
105. Wen Z., Scott J. G. (1997) Cross-resistance to imidacloprid in strains of German cockroach (*Blattella germanica*) and house fly (*Musca domestica*). Pestic. Sci. 49:367~371
106. Weiler E. W. (1982) An enzyme ;immunoassay for cis-(+)-abscisic acid. Physiol Plant 54:510~514
107. Williams J. B., Roberts S. P., Elekonich M. M. (2008) Age and natural metabolicallyintensive behavior affect oxidative stress and antioxidantmechanisms. Exp. Gerontol. 43:538~549
108. Woods W. G. (1994) An introduction to boron: history, sources, uses, and chemistry. Environ. Health Perspect. 102:5~911
109. Williams M. W. (1993) Sulfcabamide, a blossom-thinning agent for apples. Hort Technology 3:322~324
110. Williams M. W. (1994) Factors influencing chemical thinning and update on new chemical thinning agents. Compact Fruit Tree 27:115~122
111. Woods W. G. (1994) An introduction to boron: history, sources, uses, and chemistry. Environ Health Perspect 102:5~11
112. Xu P. J., Xiao J. H., Xia Q. Y., Murphy B., Huang D. W. (2010) Apis mellifera has two isoforms of cytoplasmic HSP90. Insect Mol. Biol. 19:593~9597
113. Yoon T. M., Robinson T., Reginato G. (2010) Effects of Tem-perature and Light Level on Efficiency of Chemical Thinner on 'Empire' Apple tress, Acta Hort.(in press)
114. Yoshimi T., Minowa K., Karouna-Renier N. K., Watanabe C., Sugaya T., Miura T. (2002) Activation of a stress-induced gene by insecticides in the midge, *Chironomus*

115. Yuan, R., Greene D. W. (2000) Benzyladenine as a chemical thinner for 'McIntosh' apples. I. Fruit thinning effects and associated relationships with photosynthesis, assimilate translocation, and nonstructural carbohydrates. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125:169~176
116. 권헌중·사공동훈·송양익·박무용·권순일·김목종 (2012) 국내 주요 사과품종의 휴면 개시점과 Chill Unit 모델을 이용한 저온요구도. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30
117. 김동원·이홍식·정철의 (2008) 사과 적화제로써 석회유황합제의 꿀벌 및 기타 방화곤충에 대한 독성. Korean J. Apiculture 23(1):43~50
118. 김동원·정철의 (2013) 사과 적화/적과제로 사용되는 화합물에 대한 서양뒤영벌의 섭식 독성 평가. Korean J. Apiculture 28(1):25~32
119. 박원흠 (1998) 사과재배 농가 노동력 투입. <http://www.rda.go.kr/tech/info>

## 주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

↑  
6cm  
↓