



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

황색과육 키위프루트에서 식물생장조정제  
살포 횟수에 따른 과실 생장 및 품질의 반응

전 하 연

제주대학교 일반대학원  
원예학과

2023 년 8 월

# 황색과육 키위프루트에서 식물생장조정제 살포 횟수에 따른 과실 성장 및 품질의 반응

지도교수 송 관 정

전 하 연

이 논문을 농학 석사학위 논문으로 제출함

2023년 06월

전하연의 농학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장	오	욱 교수	<u>오 욱</u>
위 원	송	관 정 교수	<u>송 관 정</u>
위 원	김	성 철 박사	<u>김 성 철</u>

제주대학교 일반대학원

2023년 06월

# 목 차

목차 .....	i
요약 .....	ii
<b>LIST OF TABLES</b> .....	iii
<b>LIST OF FIGURES</b> .....	v
<b>I. 서언</b> .....	1
<b>II. 재료 및 방법</b> .....	3
1. 식물재료 .....	3
2. 식물생장조정제 처리 .....	3
3. 상온 저장 및 품질 특성.....	4
4. 세포 크기와 수.....	4
5. 전분 및 가용성 당 분석.....	5
6. 통계분석.....	6
<b>III. 결과 및 고찰</b> .....	7
1. 식물생장조정제 살포 횟수가 과실 생장 및 품질 특성에 미치는 영향.....	7
2. 식물생장조정제 살포 횟수가 과실 조직의 확대와 세포 수 및 크기에 미치는 영향.....	12
3. 식물생장조정제 살포 횟수가 상온저장의 후숙 품질에 미치는 영향.....	18
4. 식물생장조정제 살포 횟수가 전분 및 가용성 당 함량에 미치는 영향.....	20
<b>IV. 인용문헌</b> .....	24
<b>V. ABSTRACT</b> .....	29

# 황색과육 키위프루트에서 식물생장조정제 살포 횟수에 따른 과실

## 생장 및 품질의 반응

전하연

제주대학교 일반대학원 원예학과

### 요약

본 연구는 식물추출물인 성장조정제(Benefits®PZ) 살포 횟수에 따른 키위 과실의 성장과 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수행되었다. 제주지역에서 주로 재배되고 있는 황색과육의 국내 육성 키위 품종인 '스위트골드'와 '제시골드'를 대상으로 하여, 식물생장조정제 살포 처리 1회, 2회 및 3회와 무처리(대조구)에 대해 비교하였다. 두 품종 모두 처리 횟수가 증가할수록 과실 중경, 횡경 및 과중이 증가하여 과실 크기가 커졌고, 건물률, 과육색도 등 품질 요인의 저하는 나타나지 않았다. 과실 크기의 증가는 주로 과심과 과피 바깥 조직의 크기 증가와 관계되며, 과심에서는 세포 수 및 크기 증가와 관계되나, 과피 바깥 조직에서는 미세세포의 수적 증가 및 미세세포의 크기 증가와 관계되는 것으로 나타났다. 식물생장조정제의 처리에 의한 상온저장에서 과실 품질에 미치는 영향은 거의 없었고, 오히려 처리구에서 무처리에 비해 과육의 황색발현이 높은 경향을 보였다. 전분 함량에 있어서 최고치에 이르는 만개 후

150일까지는 두 품종 모두 처리 간에 차이가 없었으나, 이후 처리 간에 함량 차이를 보이기 시작한 후 계속 증가하였다. 가용성 당의 함량은 만개 후 120일에 급격히 증가하기 시작하였고, 만개 170-180일 경에는 처리 간 함량 차이가 커지는 경향이 었으나, 처리에 따른 품종 간 반응이 일정하지 않았다.본 연구 결과 식물추출물인 생장조정제 살포가 과실의 세포 수와 크기에 영향하여 과실 성장을 증가시켰으며, 다른 품질 요인의 저하 영향은 없었다. 전분 함량 및 가용성 당 함량에 대한 영향에 있어서는 품종 간 반응이 달랐으며, 일정한 경향을 보이지 않았다.

## LIST OF TABLES

<b>Table 1.</b> Fruit quality characteristics at harvest (180 days after anthesis) in 'Sweet Gold' kiwifruit with the number of plant growth regulator sprays .....	9
<b>Table 2.</b> Fruit quality characteristics at harvest (180 days after anthesis) in 'Jecy Gold' kiwifruit with the number of plant growth regulator sprays .....	10
<b>Table 3.</b> Comparison of fruit tissue width measured in the central part of 'Sweet Gold' and 'Jecy Gold' kiwifruit with the spray of plant growth regulator .....	13
<b>Table 4.</b> Effect of plant growth regulator spray on the number of fruit tissue cells in 'Sweet Gold' and 'Jecy Gold' kiwifruit .....	15
<b>Table 5.</b> Effect of plant growth regulator spray on cell size of flesh tissues in 'Sweet Gold' and 'Jecy Gold' kiwifruit .....	16
<b>Table 6.</b> Effect of growth regulator sprays on fruit quality during room temperature storage in 'Sweet Gold' kiwifruit .....	19

## LIST OF FIGURES

- Fig. 1.** Changes of fruit length, diameter, and weight during fruit development in ‘Sweet Gold’ (A) and ‘Jecy Gold’ (B) kiwifruit with the spary of plant growth regulator. Vertical bars indicate means±SE (n=15) ..... 8
- Fig. 2.** Cross-section of kiwifruit treated without (A) or with plant growth regulator thrice (B). C, core; IP, inner pericarp; OP, outer pericarp. Bar=50 µm in C and OP & 100 µm in IP ..... 14
- Fig. 3.** Change of starch and total soluble sugar content (A) and fructose (B), glucose (C), and sucrose (D) content in 'Sweet Gold' kiwifruit with plant growth regulator spray. St, starch; Ts, total sugar. Vertical bars indicate mean±SE (n=3) ..... 22
- Fig. 4.** Change of starch and total soluble sugar content (A) and fructose (B), glucose (C), and sucrose (D) content in 'Jecy Gold' kiwifruit with plant growth regulator spray. St, starch; Ts, total sugar. Vertical bars indicate mean±SE (n=3) ..... 23



## I. 서언

키위(kiwifruit)는 중국 양자강 유역이 원산지이며 최근 중국을 비롯하여 뉴질랜드, 이탈리아 등을 중심으로 널리 재배되고 있는 다래나무과(*Actinidiaceae*) 다래나무속(*Actinidia*)에 속하는 다년생 자웅이주의 낙엽과수이다(Oh et al., 2011). 키위는 탄수화물, 비타민 A, C, E 및 K, 엽산, 폴리페놀, 마그네슘, 칼슘 등 다양한 영양소를 동반하는 기능성 과실로 알려져 소비가 지속적으로 증가하고 있다(Iwasawa et al., 2011). 키위에는 녹색과육, 황색과육, 적색과육으로 구분되는데 최근 국내외적으로 황색과육 품종의 재배가 급격히 확대되고 있다(Kang et al., 2021). 국내외 시장에서 키위 소비자는 대과를 선호하는 경향이 뚜렷하기 때문에, 과실 크기는 과실 품질에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나이다(Flaishman et al., 2005; Zhang et al., 2008). 과실 크기는 세포 수와 크기로 결정되는데(Hopping, 1976), 키위의 경우 인공수분 및 종자 수, 적과, 여름전정 등 다양한 요인이 작용한다(Malone, 2012). 이들 요인들은 식물호르몬과 관계되어 과실의 크기에 영향을 주게 된다. 그러나 키위에서는 식물호르몬의 직접적인 사용보다는 식물생장조정제의 처리를 통한 대과 생산 연구가 최근 수행되어 왔다(Woolley and Cruz-Castillo, 2006; Childerhouse, 2009; Malone, 2012; Rana et al., 2023). 이들 연구에서는 동일한 제품이라도 품종에 따라 과실 크기 및 품질에 대한 영향이 다르게 나타남을 보고하고 있다.

제주 지역에서는 황색과육 품종으로 국내에서 육성된 ‘스위트골드’와 ‘제시골드’가 주요 품종으로 자리매김하고 있다(Kim et al., 2007; Kim et al., 2018). 이들 품종들은 제스프리 골드키위의 하나인 ‘선골드’에 비해 과실 크기가 작은 편이다.

그러므로 농가에서는 과실비대를 촉진하기 위해 Benefits®PZ를 널리 사용하고 있는 실정이다. 그러나 ‘Hort16A’의 경우 과실의 크기는 증가했지만 건물물은 저하했으며(Childerhouse, 2009), ‘AU Golden Sunshine’의 경우 과실의 착과 정도에 따라 과실의 크기와 품질에의 영향은 다르게 반응하여 그 효과가 불분명하다고 보고 된 바 있다(Malone, 2012). 현재 제주에서는 농가에 따라 과실비대 식물생장조정제의 처리 횟수가 1-3회로 다양하고, 일부 농가의 경우 과심의 확대, 건물물의 저하, 조기 연화 등에 대한 우려를 나타내고 있음에도 불구하고, 이에 대한 연구가 거의 없는 실정이다. 한편 과실의 세포수는 과실 발달 초기 단계의 세포 분열 횟수와 관계되며, 세포 크기는 과실비대기의 세포 비대와 관계된다(Sugiura and Honjo, 1995; Bohner and Bangerth, 1988). 그러나 키위에서는 아직까지 식물생장조정제 살포 횟수에 따른 세포 크기와 수에 대해 분석한 연구는 아직 보고된 바 없다. 또한 키위 과실의 전분축적은 과실의 수용부위 활력과 관계되며 성숙 및 후숙 과정 동안 대부분 분해되어 가용성 당으로 전환되는 것으로 알려져 있다(Guixi et al., 1994). 그렇지만 키위에서 식물생장조정제 살포에 따른 전분의 축적 및 성숙 후 가용성 당의 증가와 연화 정도에 대해서도 거의 알려져 있지 않다.

따라서 본 연구는 제주지역에서 주로 재배되고 있는 황색과육의 국내육성 키위품종인 ‘스위트골드’와 ‘제시골드’에서 식물추출물인 식물생장조정제 살포 횟수에 따른 키위 과실의 성장과 품질, 세포 수와 크기, 전분 축적과 가용성 당, 그리고 상온저장에 따른 연화정도에 미치는 영향을 알아보려고 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 식물재료

제주특별자치도 제주시에 위치한 농가(33°51'N 126°59'E 및 33°45'N 126°34'E)의 무가온 하우스에서 재배되고 있는 국내육성의 황색과육 키위프루트 (*A. chinensis* var. *chinensis*) '스위트골드'와 '제시골드'를 식물 재료로 사용하였다. '스위트골드'는 헤이워드 실생대목에 접목하여 6.0m x 4.8m로 재식하였으며 덩식 수형으로 재식 5년차에 해당하는 식물체를 사용하였다. '제시골드'는 헤이워드 실생대목에 접목되어 6.0m x 5.5m로 재식하였으며 덩식 수형으로 재식 12년차에 해당된다. 두 품종 모두 적화, 인공수분, 적과, 여름전정, 시비, 병해충 관리 등은 일반 재배 관리에 준하여 실시하였다.

### 2. 식물생장조정제 처리

식물생장조정제(PGR) 처리는 이탈리아 Valagro®에서 천연 식물 추출물로 생산되고 있는 유기 질소 비료로 등록된 Benefits®PZ(Valagro, Italy)을 이용하였다. 이 제품에는 핵산, 아미노산, 비타민, 조효소 등을 포함하고 있는 것으로 알려져 있다. 처리 농도를 500배액으로 고정하여 만개 후 2주부터 1주일 간격으로 1회 처리, 2회 처리, 3회 처리하였고 식물생장조정제를 처리하지 않은 무처리를 대조구로 두었다.

### 3. 과실 성장 및 품질 특성

식물생장조정제 살포 횟수에 따른 과실의 성장 및 품질 특성은 종경, 횡경, 과중, 경도, 당도, 산도, 건물률, 과심 경도, 과육 색도, 과심길이, 과피 안쪽 및 바깥 부위 길이를 대상으로 만개 후 30일부터 30일 간격으로 조사하였으며 수확기 전 후에는 10일 간격의 조사를 추가하였다. 분석은 처리 당 나무 3주를 선정하여 5개씩 3반복하였다. 종경과 횡경의 측정은 버니어캘리퍼스(CD-20PSX, Mitutoyo Corp., Japan)를 이용하였고, 과중의 측정은 전자저울(EL-2000S, Setra Inc., USA)을 이용하였다. 건물률은 과실의 적도 부분을 2~3mm 두께로 절편을 내어 60°C에서 24시간 건조 후 계산하였다(Burden et al., 2016). 당도와 산도는 수확 후 과즙을 이용하여 디지털당산분석기(GMK-707R, G-won Co., Korea)를 이용하여 측정하였고, 경도와 과심 경도는 과실 중간 부위에서 1mm 두께를 벗긴 후 Ø8mm plunger가 부착된 경도계(FHM-5, Takemura Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. 과육 색도는 과실 중간 부위에서 2~3mm 두께를 벗긴 후 색차계(CR-400 chroma meter, Minolta Co., Japan)를 이용하여 측정하였고 과심 길이, 과피 안쪽 및 바깥 부위의 길이는 버니어캘리퍼스(CD-20PSX, Mitutoyo Corp., Japan)를 이용하여 측정하였다.

### 4. 상온 저장 및 품질 특성

수확한 ‘스위트골드’를 20°C의 암 상태 인큐베이터(KMC-8480MX4, Vision Scientific Co., Korea)에 넣어 5일과 25일 동안 저장하였다. 저장 후 5일과 25일에 건물률, 당도, 산도, 경도, 과심경도, 색도 등의 품질변화를 조사하였다. 분석은 처리 당 나무 3주를 선정하여 8개씩 3반복하였다.

## 5. 세포 크기와 수

과실의 횡단면을 3mm로 절단한 후, formalin:acetic acid:ethyl alcohol(70%) (1:1:18)에 고정시켜 4°C에 보관하였다. 일련의 에탄올 농도처리로 탈수하였으며 Technovit 7100(Kulzer & Co., Hanau, Germany)으로 점진적으로 충전한 후 마이크로톰(RM2165, Leica Co., CA, USA)을 사용하여 5 $\mu$ m로 절단하였다(Yeung and Chan, 2015). 절편은 0.1% aniline blue solution(0.1% aniline blue in 0.1N K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)로 염색한 후 광학현미경(Leica DMRBE, Leica Co., Germany)을 사용하여 2.5배율로 관찰하였다. 과실의 횡단면에서 과심, 과피 안쪽 및 바깥 부위의 세포수는 각 처리 당 1.2mm x 1.2mm의 조직 시료 10개를 무작위로 선정하여 계수하였으며, 각 조직의 폭을 평균 세포 수로 나누어 세포의 직경을 계산하였다(Curie, 1997).

## 6. 전분 및 가용성 당 분석

전분 및 가용성 당 분석은 Witchaya et al (2015)의 방법을 일부 변형하여 수행하였다. 수확 과실 전체를 72시간 동결건조 후에 분말로 마쇄하여 전분 및 가용성 당 분석 시료로 사용하였다. 동결건조 마쇄 분말 시료 1g을 80% 에탄올 10mL와 혼합하고 상온에서 진탕기(BR-30, Taitec Co., Japan)를 이용하여 30분 동안 진탕하였다. 4°C에서 10분 동안 2,000g<sub>n</sub>로 원심분리한 후 70mm 여과지(Toyo Roshi Kaisha, LTD., Japan)로 상정액을 여과시켜 가용성 당 분석시료로 사용하였으며, 여과지에 남은 침전물은 60°C 에서 24시간 건조시킨 후 전분 분석 시료로 사용하였다.

가용성 당 시료는 농축기(Laborota 4000, Heidolph, Germany)에서 농축한 후

3mL의 3차증류수로 현탁시켜 C-18 Sep-Pak cartridge(Waters 2695, MA, USA) 및 0.45 $\mu$ m syringe filter(Whatman 6784, Maidstone, UK)로 여과하였다. 여과한 시료는 Shim-pack GIST NH<sub>2</sub>(4.6x250mm, 5  $\mu$ m, Shimadzu, Japan) 컬럼과 RI detector(RID-10A, Shimadzu, Japan)가 부착된 HPLC(LC-20AT, shimadzu, Inc., Japan)를 이용하여 가용성 당을 분석하였다. 이동상으로는 85% (v/v) acetonitrile/DDW를 이용하였고 유속은 1.7mL  $\cdot$  min<sup>-1</sup>로 조절하였다. 전분 정량을 위해 건조 전분시료 0.2g을 18% HCl의 4mL과 혼합한 후 상온에서 30분 동안 정치하였다. 그 후 36mL의 3차 증류수로 희석시킨 후 4°C, 2,000g<sub>n</sub>에서 10분간 원심분리한 다음, 상정액 25 $\mu$ L와 1.8% HCl 475 $\mu$ L를 섞어 준 뒤 Lugol's solution(0.25 I<sub>2</sub>, 0.5 KI)을 첨가하여 비색계(UV-1900i, Shimadzu, Japan)로 정량하였다(Magel, 1991).

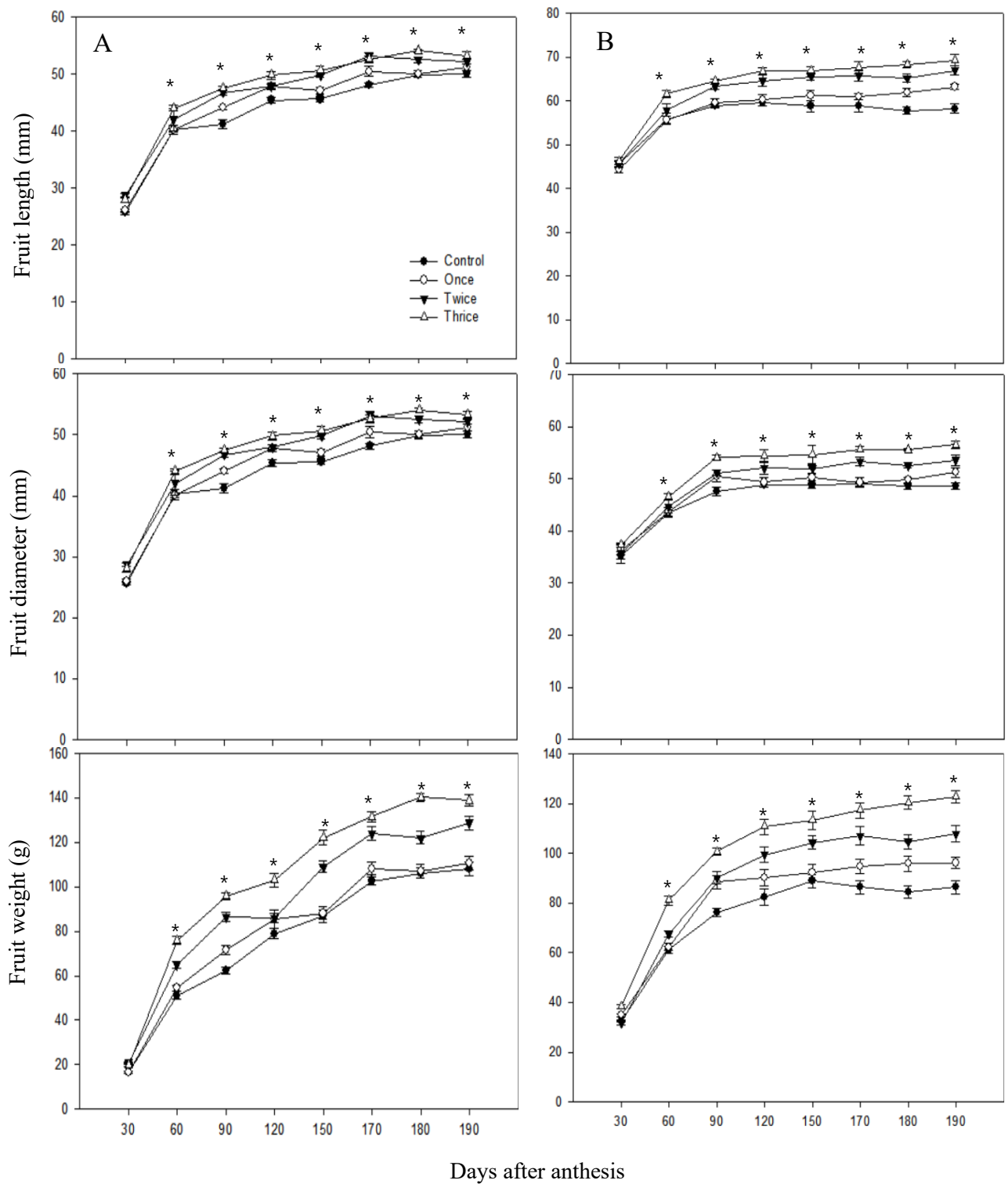
## 7. 통계분석

통계분석은 SPSS프로그램(SPSS version 22.0; SPSS, Armonk, NY)을 이용하였다. 평균 간 유의성 비교는 Duncan의 다중범위 검정으로 실시하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 식물생장조정제 살포 횟수가 과실 성장 및 품질 특성에 미치는 영향

식물생장조정제 살포 횟수에 따른 ‘스위트골드’와 ‘제시골드’의 과실 품질 특성을 2021년과 2022년 2년간 조사하였다. 2021년과 2022년 수확 시 ‘스위트골드’와 ‘제시골드’는 처리 횟수가 증가할수록 과실 종경, 횡경 및 과중이 증가하는 경향을 나타냈다(Fig 1). 과실의 성장 정도는 만개 30일 후부터 처리 간에 차이를 보이기 시작하였고, 60일 후에는 더욱 증폭되었으며, 90일 후부터는 그 정도가 어느 정도 정해져서 유지되는 경향을 나타내었다. 식물생장조정제 살포 횟수에 따른 ‘스위트골드’와 ‘제시골드’의 과실 품질 특성을 2021년과 2022년 2년간 조사한 결과를 Table 1과 Table 2에 제시하였다. ‘스위트골드’의 건물물은 2021년과 2022년에서 처리 간 차이가 없었고, 수확 시 당도는 2021년에는 3회 처리에서 가장 높았으며, 2022년도에는 처리 간 차이가 없었다. ‘제시골드’의 건물물과 당도는 2021년도, 2022년 모두 2회 처리에서 가장 높은 경향을 나타냈다. ‘스위트골드’의 산도는 2021년도에 차이가 없었지만 2022년도에 대조구에서 가장 높았다. ‘제시골드’의 산도는 2021년도에 처리 간 차이가 없었지만 2022년도에 2회 처리에서 가장 높은 것으로 나타났다. ‘스위트골드’의 과육 경도는 2021년과 2022년 모두 처리 간 차이가 없었고, ‘제시골드’의 경우 2021년도에 처리 간 차이가 없었지만 2022년도에는 1회 처리에서 가장 높은 것으로 나타났다. ‘스위트골드’의 과심 경도는 2021년도에 대조구와 3회 처리에서 가장 높았으며, 2022년도에는 2회 처리와 3회 처리에서 가장 높았다. ‘제시골드’의 과심 경도는 대조구와 3회 처리에서 가장 높았다. ‘스위트골드’의 과육 색도는 2021년에 2회 처리



**Fig 1.** Changes of fruit length, diameter, and weight during fruit development in 'Sweet Gold' (A) and 'Jecy Gold' (B) kiwifruits with number of PGR sprays. Vertical bars indicate means $\pm$ SE (n=15) and statistical significance was analyzed at  $P=0.05$ .



**Table 1.** Fruit quality characteristics at harvest (180 days after anthesis) in ‘Sweet Gold’ kiwifruit with the number of plant growth regulator sprays

Year	Spray frequency	Dry matter (%)	TSS <sup>z</sup> (°Brix)	Acidity (%)	Firmness (kg/Ø8mm)	Core firmness (kg/Ø8mm)	Flesh color (h°)
2021	Control	15.8±0.2 <sup>y</sup>	7.1±0.3c <sup>x</sup>	1.5±0.1	6.1±0.2	15.7±0.4a	114.1±0.6a
	Once	16.6±0.1	9.0±0.3a	1.5±0.1	6.4±0.2	13.4±0.7b	111.2±0.4b
	Twice	16.2±0.3	8.0±0.2b	1.4±0.0	6.3±0.2	14.8±0.5ab	110.8±0.3b
	Thrice	17.0±0.1	9.1±0.4a	1.4±0.1	6.3±0.2	15.6±0.6a	111.4±0.3b
	Significance	ns	*	ns	ns	*	*
2022	Control	16.9±0.2	8.8±0.4	1.3±0.0a	5.3±0.2	10.4±0.4b	111.6±0.4b
	Once	17.0±0.1	9.9±0.4	1.0±0.1b	5.4±0.2	13.0±1.0a	112.3±0.4b
	Twice	16.9±0.2	9.2±0.4	1.0±0.0bc	5.3±0.3	13.5±0.7a	112.8±0.5ab
	Thrice	16.7±0.2	8.8±0.4	0.9 ±0.0c	5.1±0.2	13.7±0.7a	113.6±0.3a
	Significance	ns	ns	*	ns	*	*

<sup>z</sup> Total soluble solids.

<sup>y</sup> Mean ± SE (n=15).

<sup>x</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

ns, \* Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ , respectively

**Table 2.** Fruit quality characteristics at harvest (180 days after anthesis) in ‘Jecy Gold’ kiwifruit with the number of plant growth regulator sprays

Year	Spray frequency	Dry matter (%)	TSS <sup>z</sup> (°Brix)	Acidity (%)	Firmness (kg/Ø8mm)	Core firmness (kg/Ø8mm)	Flesh color (H°)
2021	Control	13.1±0.4 <sup>y</sup> <sup>*</sup>	6.7±0.5 <sup>b</sup>	1.4±0.0	4.7±0.2	11.5±0.2 <sup>a</sup>	108.2±0.8 <sup>a</sup>
	Once	13.6±0.2 <sup>ab</sup>	7.8±0.4 <sup>a</sup>	1.4±0.1	4.7±0.2	10.2±0.8 <sup>b</sup>	105.1±0.7 <sup>b</sup>
	Twice	14.1±0.2 <sup>a</sup>	8.2±0.4 <sup>a</sup>	1.2±0.1	5.0±0.3	11.4±0.8 <sup>a</sup>	103.8±0.6 <sup>b</sup>
	Thrice	13.5±0.1 <sup>ab</sup>	6.0±0.4 <sup>b</sup>	1.4±0.1	5.0±0.3	12.2±0.8 <sup>a</sup>	109.3±0.6 <sup>a</sup>
Significance		*	*	ns	ns	*	*
2022	Control	15.0±0.2 <sup>ab</sup>	8.5±0.1 <sup>ab</sup>	1.6±0.0 <sup>ab</sup>	5.6±0.3 <sup>a</sup>	13.0±0.5 <sup>a</sup>	102.5±0.6
	Once	14.7±0.1 <sup>b</sup>	7.1±0.1 <sup>c</sup>	1.6±0.1 <sup>b</sup>	5.7±0.3 <sup>a</sup>	11.6±0.5 <sup>b</sup>	102.8±0.3
	Twice	15.3±0.1 <sup>a</sup>	8.7±0.2 <sup>a</sup>	1.7±0.1 <sup>a</sup>	5.3±0.2 <sup>a</sup>	11.5±0.6 <sup>b</sup>	101.4±0.3
	Thrice	14.7±0.1 <sup>b</sup>	8.2±0.2 <sup>b</sup>	1.6±0.0 <sup>ab</sup>	4.7±0.2 <sup>b</sup>	11.9±0.5 <sup>ab</sup>	102.1±0.5
Significance		*	*	*	*	*	ns

<sup>z</sup> Total soluble solids.

<sup>y</sup> Mean ± SE (n=15).

<sup>x</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

ns, \* Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ , respectively

에서, 2022년에는 대조구에서 가장 낮았고, ‘제시골드’의 경우 2회 처리에서 가장 낮게 나타났다. 과실 중경, 횡경 및 과중은 만개 후 60일까지 급격하게 증가하였으며 30일 이후부터 처리 간에 명확한 차이를 나타내었다. 황색과육 ‘Hort 16A’의 경우 Benefits®PZ의 400배액 3회 적용으로 과실 크기가 26g 정도 증가하였으나 건물률은 오히려 감소하였다(Brown and Woolley, 2010; Childerhouse, 2009). Malone(2012)에 의하면 황색과육 ‘Hort 16A’, ‘AU Golden Dragon’ and ‘AU Golden Sunshine’의 경우 200배액 2회 처리에서 건물률 등 과실 품질 요인에의 영향은 거의 없는 것으로 보고되었다. 그러나 300배액 3회 처리에서는 과실 크기를 증가시켰고 건물률 등 품질 요인의 개선에도 효과적이었다(Wall, 2006). 한편 녹색과육의 ‘Hayward’와 ‘AU Fitzgerald’의 경우 300배액 3회 처리에서 과중 및 건물률 등이 증가되었다(Costa, 2002; Wall, 2006). 본 연구에서는 ‘스위트골드’ 및 ‘제시골드’의 경우 2년간 살포 횟수가 많아질수록 과중이 증가한 반면, 건물률 등의 품질 요인에서는 처리 간 차이에도 불구하고 저하하는 경향은 나타나지 않았다. 그러므로 Benefits®PZ의 처리에 대한 반응은 품종, 처리 농도 및 횟수 등에 따라 상이한 반응을 나타낼 수 있는 것으로 보이며, 다른 품종으로의 적용 확대를 위해서는 반드시 이런 요인들에 대한 평가가 선행되어야 할 것이다.

## 2. 식물생장조정제 살포 횟수가 과실 조직의 확대와 세포 수 및 크기에 미치는 영향

식물생장조정제 살포 횟수에 따른 과실 조직의 확대에 미치는 정도를 조사한 결과는 Table 3에 제시되었다. 키위 과실의 조직은 과심, 과피 안쪽 및 바깥 조직으로 구성되어 있는데(Fig. 2), ‘스위트골드’는 ‘제시골드’에 비하여 과심과 과피 안쪽 조직의 비율이 크고, 과피 바깥 조직의 비율이 작은 편이었다. 식물생장조정제 살포 횟수가 증가할수록 ‘스위트골드’의 과피 안쪽 조직을 제외한 과심과 과피 바깥 조직의 너비가 증가하였고, 이에 따라 과피 안쪽 조직의 비율이 감소하는 경향이 있었다. 그러나 ‘제시골드’에서는 과심과 과피 바깥 조직은 처리 횟수가 증가할수록 증가하였으며, 과피 안쪽 조직은 2회 및 3회 처리에서 무처리와 1회 처리에 비해 증가하는 경향이었다. ‘제시골드’는 각 조직 당 비율 변화가 크지 않고, 과피 바깥 조직의 비율이 증가하였고, 과피 안쪽 조직의 비율이 감소하였다.

식물생장조정제 살포 횟수에 따른 ‘스위트골드’와 ‘제시골드’의 과실 조직의 세포 수와 크기는 Table 4와 Table 5에 제시되었다. ‘스위트골드’와 ‘제시골드’의 과심 세포 수는 3차 처리에서 가장 많고, 대조구에서 가장 적은 경향이었다. ‘스위트골드’와 ‘제시골드’의 과심 세포 크기는 3차 처리에서 가장 컸고, 대조구에서 가장 작은 경향이 나타났다. ‘스위트골드’ 과피 안쪽 조직에서 세포 수와 크기는 처리 간 차이가 없었다. ‘제시골드’의 경우에는 세포 수는 무처리와 1차 처리에 비해 2차 및 3차 처리에서 증가하였으나 세포 크기는 처리 간 차이가 없었다. 키위 과실의 과피 바깥 조직은 소세포와 대세포로 구성되어 있는데, ‘스위트골드’와 ‘제시골드’에서 소세포 수는 처리 횟수에 따라 증가하였으나, 대세포 수에 있어서는 차이가 없었다. 과피 바깥 조직의 소세포 크기는 ‘스위트골드’에서는 처리 간 차이

**Table 3.** Comparison of fruit tissue width measured in the central part of 'Sweet Gold' and 'Jecy Gold' kiwifruit with the spray of plant growth regulator

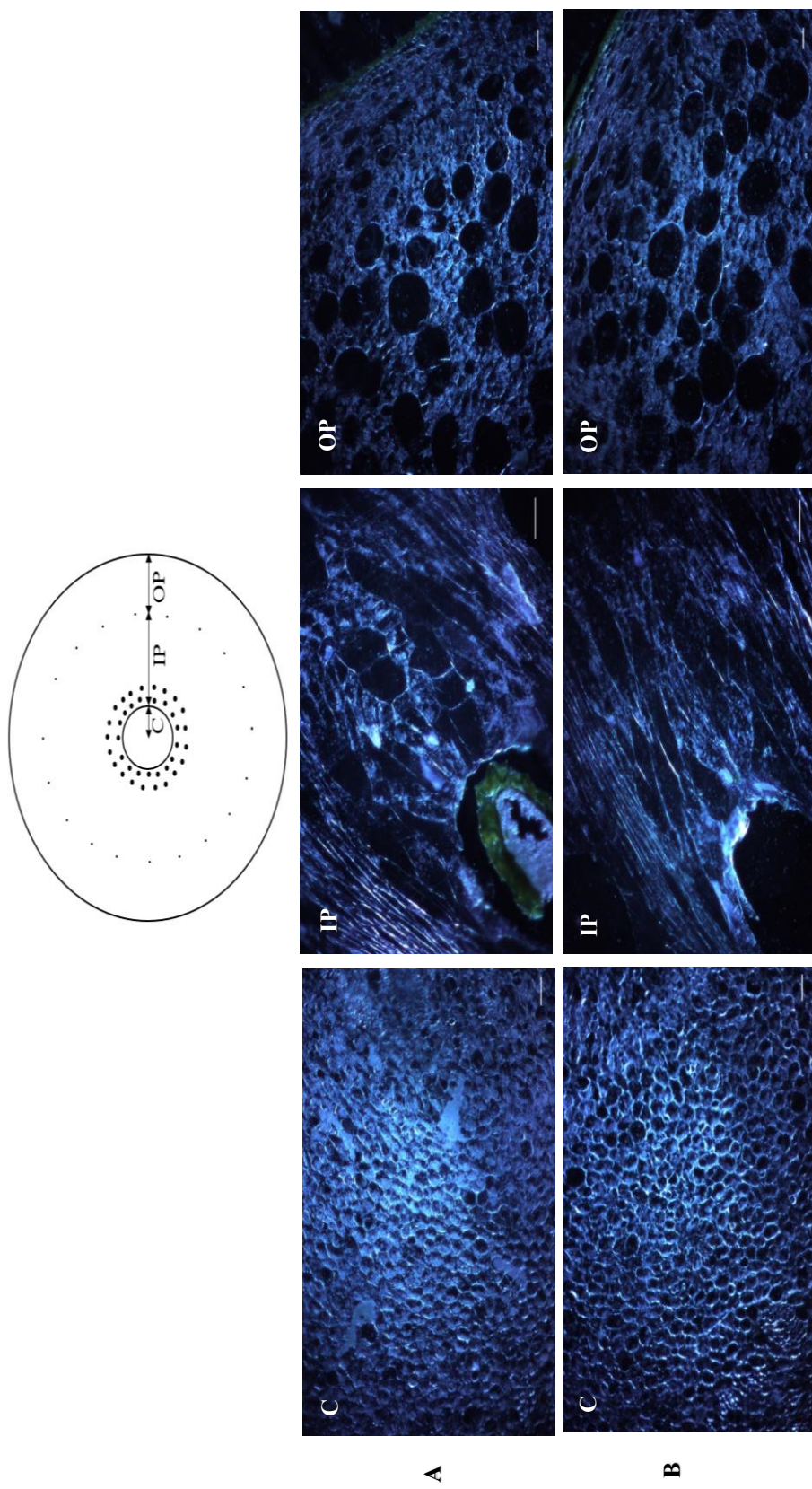
Cultivar	Spray frequency	Fruit tissue width (mm)				
		Core	Inner pericarp	Outer pericarp	Total	
Sweet Gold	Control	3.6±1.2 <sup>z</sup> c <sup>y</sup>	10.4±1.2	7.3±1.1c	21.3±0.2c	
		(16.9±0.3) <sup>x</sup>	(48.8±0.5)	(34.3±0.7)	(100)	
	Once	3.8±1.1bc	10.3±1.8	8.1±1.3b	22.2±0.3b	
		(17.1±0.3)	(46.4±0.7)	(36.5±0.8)	(100)	
	Twice	4.2±0.9ab	10.5±1.5	8.5±1.4b	23.2±0.2a	
		(18.1±0.4)	(45.3±0.4)	(36.6±0.7)	(100)	
	Thrice	4.5±0.9a	10.2±1.1	9.3±0.9a	24.0±0.3a	
		(18.7±0.4)	(42.5±0.5)	(38.8±0.6)	(100)	
	Significance		*	ns	*	*
	Jecy Gold	Control	3.0±0.8b	8.6±1.2b	9.1±0.9d	20.7±0.1d
			(14.5±0.4)	(41.5±0.6)	(44.0±0.4)	(100)
		Once	3.2±1.2ab	8.6±1.3b	11.1±1.1c	22.9±0.1c
(13.9±0.4)			(37.6±0.6)	(48.5±0.4)	(100)	
Twice		3.3±0.6ab	9.4±1.5a	11.5±0.6b	24.2±0.1b	
		(13.6±0.5)	(38.8±0.7)	(47.5±0.5)	(100)	
Thrice		3.6±0.9a	9.5±1.1a	11.9±1.1a	25.0±0.1a	
		(14.4±0.5)	(38.0±0.8)	(47.6±0.3)	(100)	
Significance		*	*	*	*	

<sup>z</sup> Mean ± SE (n=3).

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

<sup>x</sup> (Individual tissue width/total width)\*100 (%).

ns, \* Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ , respectively



**Fig 2.** Cross-section of kiwifruit treated without (A) or with plant growth regulator thriace (B). C, core; IP, inner pericarp; OP, outer pericarp. Bar=50 μm in C and OP & 100 μm in IP.

**Table 4.** Effect of plant growth regulator spray on the number of fruit tissue cells in 'Sweet Gold' and 'Jecy Gold' kiwifruit

Cultivar	Spray frequency	No. of fruit tissue cells			
		Core	Inner pericarp	Outer pericarp (small)	Outer pericarp (large)
Sweet Gold	Control	76.1±0.8 <sup>z</sup> d <sup>y</sup>	108.7±0.9	142.1±3.9c	24.2±1.6
	Once	78.0±0.8c	109.0±1.5	148.9±3.1bc	23.6±1.4
	Twice	86.7±0.8b	110.2±1.7	159.4±3.6b	27.7±1.1
	Thrice	90.1±0.6a	109.6±1.0	175.1±3.9a	27.8±1.2
	Significance	*	ns	*	ns
Jecy Gold	Control	64.0±0.6d	100.7±1.0b	140.3±1.3c	33.5±2.0
	Once	67.4±0.6c	101.2±0.7b	152.6±2.8b	34.2±1.9
	Twice	69.6±0.6b	111.5±0.6a	163.5±2.7a	34.6±1.5
	Thrice	71.7±0.5a	113.3±0.8a	170.1±2.6a	35.8±1.5
	Significance	*	*	*	ns

<sup>z</sup> Mean ± SE (n=10).

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

<sup>ns</sup>, \* Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ , respectively

**Table 5.** Effect of plant growth regulator spray on cell size of flesh tissues in 'Sweet Gold' and 'Jecy Gold' kiwifruit

Cultivar	Spray frequency	Cell size ( $\mu\text{m}$ )			
		Core	Inner pericarp	Outer pericarp (small)	Outer pericarp (large)
Sweet Gold	Control	47.3 $\pm$ 0.2 <sup>z</sup> c <sup>y</sup>	95.9 $\pm$ 0.8	51.4 $\pm$ 1.4	164.6 $\pm$ 4.7c
	Once	48.7 $\pm$ 0.3b	94.9 $\pm$ 1.4	54.5 $\pm$ 1.1	182.4 $\pm$ 4.3a
	Twice	48.4 $\pm$ 0.2b	95.1 $\pm$ 1.7	53.9 $\pm$ 1.3	167.2 $\pm$ 4.0bc
	Thrice	49.9 $\pm$ 0.2a	93.9 $\pm$ 0.9	53.5 $\pm$ 1.2	177.3 $\pm$ 1.8b
	Significance	*	ns	ns	*
Jecy Gold	Control	47.4 $\pm$ 0.2c	85.5 $\pm$ 0.9	65.3 $\pm$ 0.6b	181.5 $\pm$ 4.4b
	Once	48.1 $\pm$ 0.2b	84.8 $\pm$ 0.6	73.0 $\pm$ 1.3a	203.8 $\pm$ 4.7a
	Twice	48.0 $\pm$ 0.2b	84.3 $\pm$ 0.5	70.8 $\pm$ 1.2a	216.4 $\pm$ 3.8a
	Thrice	49.9 $\pm$ 0.2a	84.1 $\pm$ 0.6	70.3 $\pm$ 1.0a	212.0 $\pm$ 3.8a
	Significance	*	ns	*	*

<sup>z</sup> Mean  $\pm$  SE (n=10).

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

<sup>ns</sup>, \* Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ , respectively



가 없었으나, ‘제시골드’에서는 1회 처리에서 가장 컸고, 2-3회 처리에서는 무처리보다 크게 나타났다. 대세포 크기는 무처리에 비해 증가하였으나, 처리 횟수에 따른 반응은 일정한 경향을 나타내없이 ‘스위트골드’에서는 1회 처리, 3회 처리, 2회 처리 순으로, ‘제시골드’에서는 2회 처리, 3회 처리, 1회 처리 순으로 높게 나타났다. 전체적으로 보면 식물생장조정제 처리에 따른 과실 조직의 확대는 과심과 과피 바깥 조직 중심으로 이루어졌고, 이는 과심의 경우 세포 수와 크기 모두 증가하였으나, 과피 바깥 조직에서는 소세포의 수의 증가 및 대세포의 크기 증가와 연계되는 것으로 나타났다. Currie(1997)는 ‘Hayward’에서 과피 바깥 조직의 소세포 크기는 약 60 $\mu\text{m}$ , 대세포 크기는 200 $\mu\text{m}$ 로 보고하였는데, ‘스위트골드’와 ‘제시골드’에서와 비슷한 수준이었다. 본 연구에 사용한 식물생장조정제 (Benefit®PZ)가 옥신, 사이토키닌 등을 함유하고 있어서 Wall(2005)은 황색과육 키위에서 세포 분열 단계에 영향을 미쳐 과실 크기의 증가와 관계될 수 있다고 한 바 있다. 또한 Cruz-Castillo et al.(2002)은 CPPU 처리로 인한 과중 증대가 과피 바깥 조직의 세포 수 증대와 관계된다고 하였으며, Patterson et al.(1993)은 세포 크기 확대와 관계된다고 하였는데, 본 연구결과와 유사하였다. 배와 멜론에서도 품종 간의 과실 크기 차이는 중과피의 세포 크기보다는 세포 수에 더 영향을 받는 것으로 보고하였다(Higashi et al., 1999; Zhang et al., 2006). 그러므로 식물생장조정제 살포 횟수에 따른 과실의 크기 및 과중에의 영향은 과종과 품종에 따라 반응은 다르게 나타날 수 있는 것으로 보인다.

### 3. 식물생장조정제 살포 횟수가 상온저장의 후숙 품질에 미치는 영향

식물생장조정제 살포 횟수가 수확 5일, 25일 후 상온저장에 따른 ‘스위트콜드’ 과실의 품질에 미치는 영향을 조사하였으며, 그 결과는 Table 6과 같다. 상온저장 5일 후 건물률은 가장 높았던 3회 처리와 유사한 수준으로 증가하여 처리 횟수에 따른 차이가 사라졌다. 당도는 상온저장 5일 후 서서히 증가하여 25일 후는 16.0°Brix 내외까지 급격히 증가하였는데, 처리 횟수에 상관없이 무처리보다 높은 당도를 나타내었다. 산도는 0.4% 수준까지 감소하였고, 과육 및 과심 경도는 각각 0.4kg/Ø8mm 및 0.1kg/Ø8mm까지 감소하였는데, 처리 간 차이는 없었다. 색도는 점차 감소하였으나, 상온저장 5일 및 25일 후에도 수확 시 무처리에 비해 처리구에서 황색 발현은 높은 경향이 계속 유지되었다.

이러한 결과로 식물생장조정제 처리에 의한 상온저장에서 과육 및 과심의 후숙 연화 정도에 미치는 영향은 거의 없었으며, 색도를 제외하면 건물률, 당도 및 산도의 후숙 품질에 미치는 영향도 거의 없었다. 식물생장조정제 처리에 따른 키위 후숙 품질에 미치는 영향에 대해서는 아직 보고된 바 없다. 배의 경우는 GA 도포제 처리에 의해 과중은 증가하나, 경도와 산도의 감소로 저장성이 떨어지는 단점이 보고된 바 있다(Choi, 2004; Yoo et al., 2022). 그러므로 키위의 저장성 및 후숙 품질 변화에 대해서는 추가적으로 보다 상세히 연구할 필요가 있다고 생각된다.

**Table 6.** Effect of growth regulator sprays on fruit quality during room temperature storage in ‘Sweet Gold’ kiwifruit

Storage day	Spray frequency	Dry matter (%)	TSS <sup>z</sup> (°Brix)	Acidity (%)	Firmness (kg/Ø8mm)	Core firmness (kg/Ø8mm)	Flesh color (h°)
5	Control	16.9±0.6 <sup>y</sup>	8.0±0.2c <sup>x</sup>	1.3±0.0	5.6±0.3a	13.4±0.6	113.4±0.2a
	Once	17.4±0.1	11.6±0.4a	1.2±0.1	4.5±0.3b	12.4±1.0	109±0.3bc
	Twice	17.3±0.4	10.3±0.4b	1.2±0.0	5.1±0.3ab	11.5±0.6	108.3±0.5c
	Thrice	16.5±0.7	10.1±0.3b	1.3±0.1	5.6±0.3a	13.7±0.8	109.5±0.4b
Significance		ns	*	ns	*	ns	*
25	Control	17.4±0.2	15.8±0.1b	0.4±0.1	0.4±0.1	0.2±0.1	110.1±0.3a
	Once	17.9±0.2	16.5±0.1a	0.4±0.1	0.3±0.0	0.1±0.0	106.4±0.4b
	Twice	17.6±0.2	16.2±0.2a	0.4±0.1	0.4±0.0	0.1±0.0	106.4±0.6b
	Thrice	17.3±0.5	16.4±0.1a	0.5±0.0	0.4±0.1	0.2±0.1	106.8±0.4b
Significance		ns	*	ns	ns	ns	*

<sup>z</sup> Total soluble solids.

<sup>y</sup> Mean ± SE (n=24).

<sup>x</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

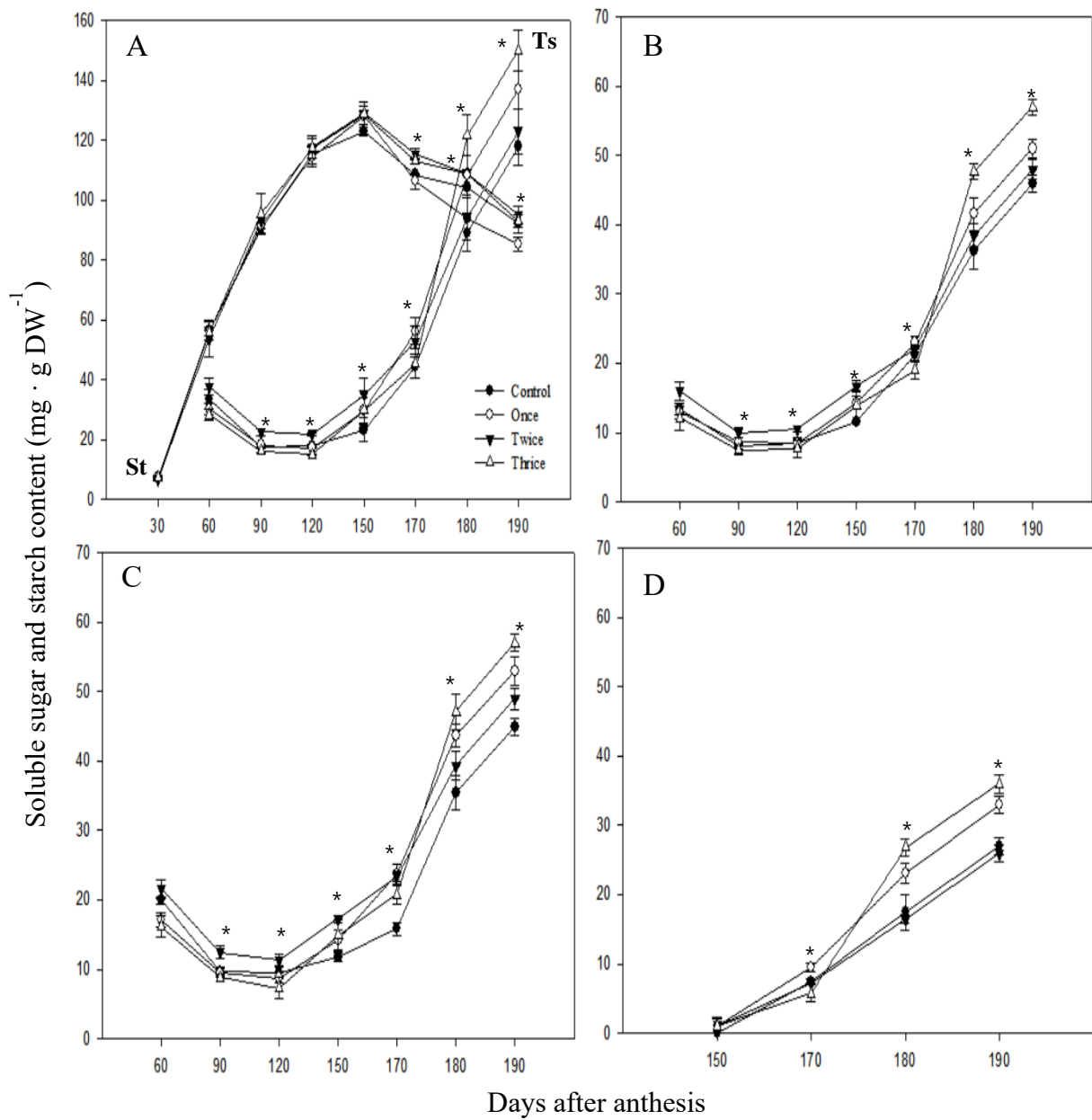
ns,\* Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ , respectively

#### 4. 식물생장조정제 살포 횟수가 전분 및 가용성 당 함량에 미치는 영향

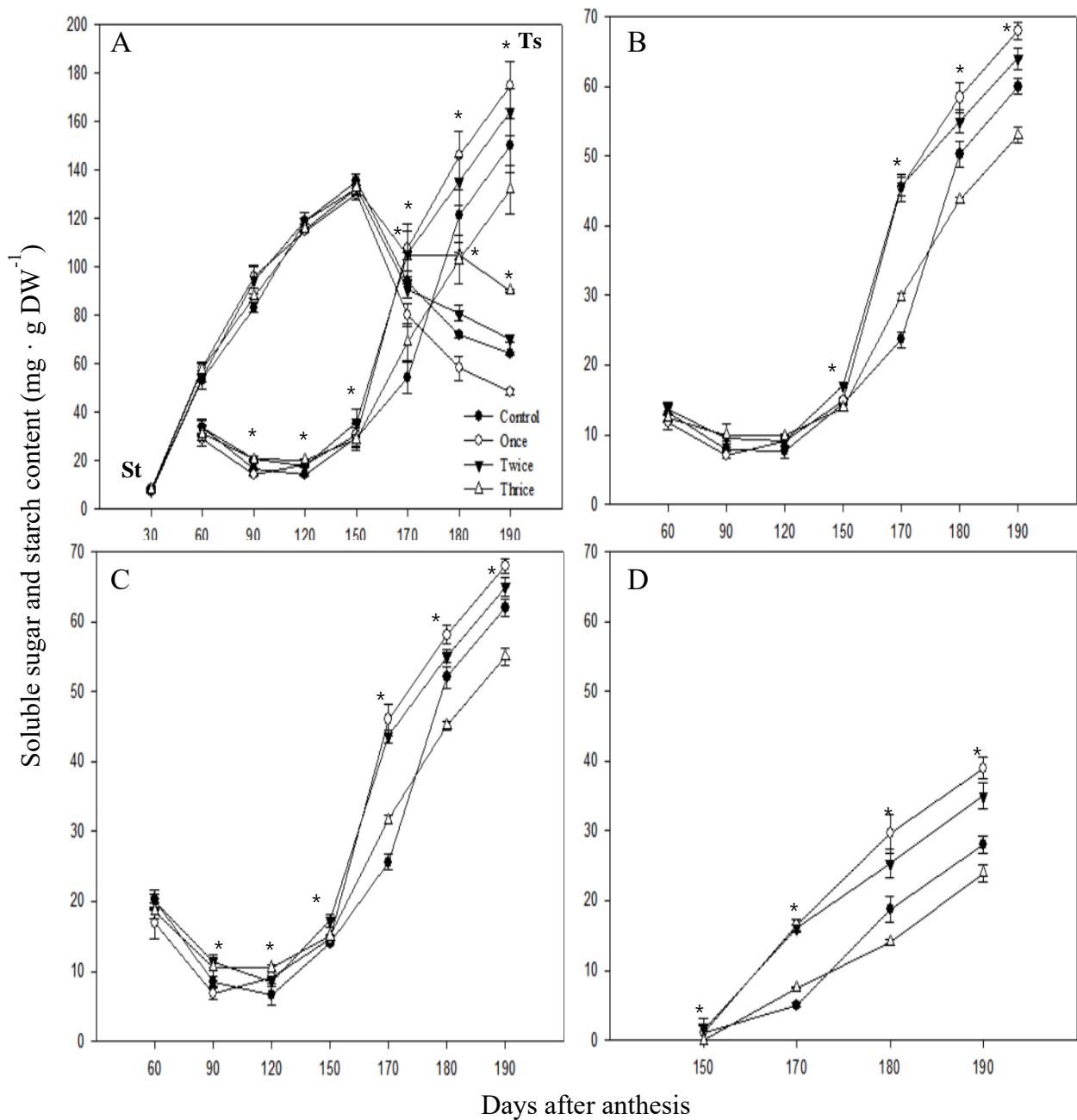
식물생장조정제 살포 횟수에 따른 ‘스위트골드’와 ‘제시골드’의 전분 및 가용성 당 함량을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. ‘스위트골드’와 ‘제시골드’ 전분 함량은 만개 후 150일에 가장 높았고, 이후 190일까지 감소하는 경향이였다(Fig. 3, Fig. 4). 전분 축적이 이루어지는 만개 후 150일까지의 전분 함량은 두 품종 모두 처리 간에 차이가 없었으나, 만개 170일 후부터 함량 차이를 보이기 시작하여 점차 확대되는 경향을 나타내었다. 전분 함량은 1회 처리에서 가장 낮았고, 무처리보다는 2회 및 3회 처리에서 높게 나타났다. 가용성 당의 함량은 만개 120일 이후 급격히 증가하기 시작하였고, 만개 170-180일 경에는 처리 간 함량 차이가 커지는 경향이였다. 포도당, 과당, 자당의 변화는 총 가용성 당의 변화와 비슷한 양상이였다. 가용성 당 함량의 경우, ‘스위트골드’에서는 무처리에서 가장 낮았고, 3회 처리에서 가장 높았으며, ‘제시골드’에서는 3회 처리에서 가장 낮았고, 1회 처리에서 가장 높게 나타나, 품종 간에 반응이 다르게 나타났다.

키위는 과실 비대기에서 전분을 축적하지만 성숙기에는 전분을 빠르게 분해한다(Stevenson et al., 2006). 전분이 분해되어 당으로 전환되면 가용성 당 함량이 증가하게 된다(Wegrzyn and MacRae, 1995; Antognozzi et al., 1996). 전분과 가용성 당의 변화를 고려할 때 ‘스위트골드’ 및 ‘제시골드’의 적숙기는 각각 만개 180일 및 170일로 나타났으며, 이는 Kang et al. (2021)의 보고와 일치하였다. 키위 과실에서 전분은 대부분 과피 바깥 조직의 소세포에 저장되는 것으로 알려져 있다(Gould et al., 1992). 식물생장조정제의 처리 횟수가 증가할수록 과실 과피 바깥 조직의 세포 수는 증가하고 세포 크기는 처리 횟수에 관계없이 무처리에 비해 증가하는 경향이였다(Table 4, Table 5). 그러나 처리 횟수에 따른 수확기 전분의 함량과는 일치하지 않았

다. 또한 전분의 함량과 가용성 당의 함량 간에도 분명한 연관성을 보이지는 않았다. 아직까지 식물생장조정제 처리에 따른 과실 전분 함량의 변화에 대해서는 보고된 바 없다. 그러므로 식물생장조정제 살포에 따른 조직의 변화와 전분 및 가용성 당 함량의 변화에 대해서는 추가적인 연구를 통해서 보다 명확히 이해할 필요가 있다.



**Fig 3.** Change of starch and total soluble sugar content (A) and fructose (B), glucose (C), and sucrose (D) content in 'Sweet Gold' kiwifruit with plant growth regulator spray. St, starch; Ts, total sugar. Vertical bar indicates mean $\pm$ SE (n=3) and statistical significance was analyzed at  $P=0.05$ .



**Fig 4.** Change of starch and total soluble sugar content (A) and fructose (B), glucose (C), and sucrose (D) content in 'Jecy Gold' kiwifruit with plant growth regulator spray. St, starch; Ts, total sugar. Vertical bar indicates mean±SE (n=3) and statistical significance was analyzed at  $P=0.05$ .

## 인 용 문 헌

- Antognozzi E, Battistelli A, Faminani F, Mosca S, Stanica F, Tombesi A** (1996) Influence of CPPU on carbohydrate accumulation and metabolism in fruit of *Actinidia deliciosa* (A. Chev). *Sci Hort* 65:37-47
- Antunes MDC, Panagopoulos T, Neves N, Curado F, Rodrigues S** (2005) The effect of pre- and postharvest calcium applications on 'Hayward' kiwifruit storage ability. *Acta Hort* 682:909-916
- Bohner J, Bangerth F** (1988) Cell number, cell size and hormone levels in semi-isogenic mutants of *Lycopersicon pimpinellifolium* differing in fruit size. *Physiol Plant* 72:316-320
- Boyd L** (2012) Resource allocation in kiwifruit (*Actinidia chinensis*). PhD Diss., Massey University, Albany, New Zealand
- Brown E, Woolley DJ** (2010) Timing of application and growth regulator interaction effects on fruit growth of two species of *Actinidia*. *Acta Hort* 884:107-113
- Burdon J, Pidakala P, Martin P, Billing D, Bolding H** (2016) Fruit maturation and the soluble solids harvest index for 'Hayward' kiwifruit. *Sci Hort* 213:193-198
- Canli FA, Pektas M** (2015) Improving fruit size and quality of low yielding and small fruited pear cultivars with benzyladenine and gibberellin applications. *Eur J Hort* 80:103-108
- Childerhouse E** (2009) The effect of a natural plant extract and synthetic plant growth regulators on growth, quality and endogenous hormones of *Actinidia chinensis* and *Actinidia deliciosa* fruit. PhD Diss., Massey University, Albany, New Zealand



- Choi DG** (2004) Changes of fruit characteristics and storage by gibberellin and polyamine treatment of Oriental pear (*Pyrus pyrifolia*). J Bio-Env Control 13:185-193
- Costa G, Montefiori M, Noferini M, Vitali F, Ceredi G** (2002) Using bioregulators to influence morphogenesis in kiwifruit cv. "Hayward" (*Actinidia deliciosa*). Acta Horti 594:327-333
- Cruz-Castillo JG, Woolley DJ, Lawes GS** (2002) Kiwifruit size and CPPU response are influenced by the time of anthesis. Sci Horti 95:23-30
- Currie** (1997) Source-sink relations in kiwifruit: carbohydrate and hormone effects on fruit growth at the cell, organ and whole plant level. PhD Diss., Massey University, Albany, New Zealand
- Flaishman M, Shargal A, Stern RA, Lev-Yadun S, Grafi G** (2005) The synthetic cytokinins CPPU and TDZ prolong the phase of cell division in developing pear (*Pyrus communis* L.) fruit. Acta Horti 671:151-157
- Gould KS, Watson M, Patterson KJ, Barker KA** (1992) Fruit cell type-Juice or flavour. New Zealand Kiwifruit Special publication 4:32-33
- Guixi W, Yashan H, Liang Y** (1994) The relationship between amylase activity and softening of kiwifruit after harvest. Acta Horti Sin 21:329-333
- Higashi K, Hosoya K, Ezura H** (1999) Histological analysis of fruit development between two melon (*Cucumis melo* L. *reticulatus*) genotypes setting a different size of fruit. J Exp Bot 50:1593-1597
- Hopping ME** (1976) Structure and development of fruit and seeds in chinese gooseberry (*Actinidia chinensis* Planch). N Z J Bot 14:63-68

- Iwasawa H, Morita E, Yui S, Yamazaki M** (2011) Anti-oxidant effects of kiwifruit in vitro and in vivo. *Biol Pharm Bull* 34:128-134. doi: 10.1248/bpb.34.128
- Kang HH, Oh EU, Lee KU, Kwack YB, Lee MH, Song KJ** (2021) Comparison of fruit development characteristics and sucrose metabolizing enzyme activity in different kiwifruit cultivars. *Hortic Sci Technol* 39:213-223
- Kim CH, Kim SC, Jang KC, Song EY, Ro NY, Moon DY, Lee JS, Seong KC** (2007) A new kiwifruit cultivar, 'Jecy Gold' with yellow flesh. *Korean J Breed Sci* 39:258-259
- Kim SC, Kim CH, Lim CK, Song EY** (2018) 'Sweet Gold', A Kiwifruit Variety with High Firmness. *Korean J Breed Sci* 50:245-248
- Magel E** (1991) Qualitative and quantitative determination of starch by a colorimetric method. *Starch* 43:384-387
- Malone JM** (2012) Influence of fruit thinning and a natural plant extract biostimulant application on fruit size and quality of 'AU Golden Dragon', 'AU Golden Sunshine', and 'Hort16A' kiwifruit. PhD Diss., Auburn University, Auburn, NY, USA
- Oh HJ, Jeon SB, Kang HY, Yang YJ, Kim SC, Lim SB** (2011) Chemical composition and antioxidative activity of kiwifruit in different cultivars and maturity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:343-34
- Patterson KJ, Currie MB** (2011) Optimising kiwifruit vine performance for high productivity and superior fruit taste. *Acta Hort* 913:257-268
- Patterson KJ, Mason KA, Gould KS** (1993) Effects of CPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea) on fruit growth, maturity, and storage quality of kiwifruit. *N Z J Crop Hortic Sci* 21:253-261. doi: 10.1080/01140671.1993.9513777

- Rana VS, Sharma V, Sharma S, Rana N, Kumar V, Sharma U, Almutairi KF, Abd-Allah EF, Avila-Quezada GD, Gudeta K** (2023) Seaweed extract as a biostimulant agent to enhance the fruit growth, yield, and quality of kiwifruit. *Horticulturae* 9:432
- Stevenson DG, Johnson SR, Jane J, Inglett GE** (2006) Chemical and physical properties of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) starch. *Statke* 58:323–329. doi: 10.1002/star.200600494
- Sugiura T, Honjo H** (1995) Measuring fruit cell size and estimating changes in the number of fruit cells by replica or video microscope. *HortScience* 30:270-271
- Wall CP** (2006) Determining a maturity index and the effect of chilling requirements, and cytokinin applications of three new kiwi cultivars. PhD Diss., Auburn University, Auburn, NY, USA
- Wegrzyn T, MacRae F** (1995) Alpha amylase and starch degradation in kiwifruit. *J Plant Physiol* 147:19-28. doi: 10.1016/S0176-1617(11)81407-0
- Witchaya S, Lim CK, Oh EU, Lee KU, Kim SC, Park KS, Song KJ** (2015) Effect of artificial defoliation on cane growth and fruit development in 'Jecy Gold' kiwifruit. *Hortic Environ Biotechnol* 56:22-26
- Woolley D, Cruz-Castillo JG** (2006) Stimulation of fruit growth of green and gold kiwifruit. *Acta Hort* 727:291-293
- Yeung EC, Chan CKW** (2015) The glycol methacrylate embedding resins-Technovit 7100 and 8100. In ECT Yeung, C Stasolla, MJ Sumner, and BQ Huang, eds, *Plant microtechniques and protocols*, New York, USA, pp 67-82\_
- Yoo J, Song SY, Kwon JG, Kim DH, Win NM, Kang IK** (2022) Effects of gibberellin pastes on fruit quality attributes and storability of *nittaka* pear. *Korean J Food Preserv* 29:692-700
- Zhang C, Tanabe K, Wang S, Tamura F, Yoshida A, Matsumoto K** (2006) The impact of

cell division and cell enlargement on the evolution of fruit size in *Pyrus pyrifolia*. Ann

Bot 98:537-54

# Response of Fruit Growth and Quality to Number of Plant Growth Regulator Sprays in Yellow-fleshed Kiwifruits

Ha Yeon Jeon

Department of Science in Agriculture

The Graduate School Jeju National University

## Abstract

This study was conducted to investigate the effect of spray number of the plant growth regulator (PGR, Benefits®PZ) on the growth and quality of kiwifruit. Once, twice, and thrice sprays from 2 weeks to 4 weeks after anthesis were compared with the control for 'Sweet Gold' and 'Jecy Gold' which are major cultivars with yellow-flesh grown in Jeju. In both cultivars, as the spray number was increased, fruit size was increased along with the increase of fruit length, diameter, and fruit weight and deterioration of fruit quality parameters such as dry matter and flesh color did not occur. The increase of fruit size was associated mainly with the enlargement of fruit core and outer pericarp tissues, which was associated with an increase in both cell number and size of fruit core tissue, but with an increase in the number of small cells and the size of large cells from the outer pericarp tissue. There was little effect of plant growth regulator spray on fruit quality during room temperature storage, and yellow-flesh coloration

tended to be even higher in the treated than in the untreated. The starch contents were not affected by plant growth regulator spray by 150 days after full bloom (DAA), at which starch accumulation was maximized, in both cultivars, but thereafter started showing differences between treatments and the extent of which was continuously enlarged. The content of soluble sugars began to increase rapidly at 120 days DAA and showed differences between treatments around 170-180 DAF, but the tendency of those responses was not distinct depending on cultivars. Consequently, this study indicated that PGR (Benefits®PZ) spray contributed to an increase of fruit size affected in cell number and size, but there were no detrimental side-effects on fruit quality. The response of starch and soluble sugar contents to its spray was different from cultivars and didn't show a distinct tendency.

## 감사의 글

많은 도움과 응원이 있었기에 석사 과정을 잘 마무리 할 수 있었습니다. 부족한 점을 채워주시고 많은 조언을 해주신 송관정 교수님 감사드립니다. 연구실 생활을 하며 힘들 때 올바른 길로 인도해 주셔서 제가 이 자리까지 올 수 있었습니다. 또한 석사 과정 동안 많은 지도와 조언 해주신 한상현 교수님, 조영열 교수님, 박수국 교수님, 오욱 교수님께도 감사합니다.

항상 옆에서 도와주고 조언해 준 은의 언니, 멀리서도 제일 먼저 공감 해주던 성연이, 매번 진심으로 응원해주던 어진이, 항상 얘기 들어주고 도움을 주던 지영이를 비롯한 과수 육종 학우분들까지 감사드립니다. 그리고 세심한 논문심사와 피드백으로 논문의 완성도를 높여주신 김성철 박사님께도 감사드립니다. 마지막으로 사랑하는 엄마, 아빠 그리고 오빠까지 항상 믿어주시고 기다려 주셔서 감사합니다.

과수 육종 실험실에서의 2년 반 시간을 돌이켜보면 힘든 시간이 많았지만, 좋은 사람들과 많은 것을 배울 수 있었습니다. 다양한 경험을 하였고, 이러한 경험을 토대로 발전하기 위해 노력하는 사람이 되겠습니다.