

【별지 제19호 서식】

완결과제 최종보고서

일반과제(○), 보안과제()

(과제번호 : PJ010014)

국내 육성 사과 신품종의 주산지 별 성과기 생산 특성 구명 및 재배 매뉴얼 개발

(Characteristic of the new apple varieties on the main producing places in full fruiting age and make a cultivaton manual)

국립원예특작과학원

2014.02 ~ 2016.12

농촌진흥청

제 출 문

농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 “국내 육성 사과 신품종의 주산지 별 성과기 생산 특성 구명 및 재배 매뉴얼 개발”(개발기간 : 2014. 2. ~ 2016 .12.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

제1세부연구과제 : 국내 육성 사과 신품종의 시범포 운영 및 컨설팅

제1협동연구과제 : 국내 육성 사과 신품종의 경북지역에서의 특성 검정

제2협동연구과제 : 국내 육성 사과 신품종의 강원지역에서의 특성검정

제3협동연구과제 : 국내 육성 사과 신품종의 경남지역에서의 특성 검정

제4협동연구과제 : 국내 육성 사과 신품종의 충북지역에서의 특성 검정

2017. 2. 28.

제1세부연구기관명 : 국립원예특작과학원

제1세부연구책임자 : 권순일

참여연구원 : 김정희, 권영순

제1협동연구기관명 : 경상북도농업기술원

제1협동연구책임자 : 송영운

참여연구원 : 권태영, 정원철, 서동환, 최문수, 권민경, 이상화, 조재우, 박정원, 성기우, 이영자, 김경훈

제2협동연구기관명 : 강원도농업기술원

제2협동연구책임자 : 엄남용

참여연구원 : 이세종, 최옥하, 장영곤

제3협동연구기관명 : 경상남도농업기술원

제3협동연구책임자 : 강남대

참여연구원 : 정은호, 심재석, 심순애, 김석우, 김종원, 김유진, 류한민, 박빛나, 박은지

제4협동연구기관명 : 충청북도농업기술원

제4협동연구책임자 : 이성희

참여연구원 : 신현만, 권의석, 김옥희

주관연구책임자 : 권 순 일



주관연구기관장 : 국립원예특작과학원 장



농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업 운영규정 제51조에 따라 보고서
 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제번호	PJ010014		연구기간	2014.02.01 ~ 2016.12.31
연구사업명	단위사업명	공동연구사업		
	세부사업명	FTA대응 경쟁력 향상 기술개발		
	내역사업명	원예특용 작물 경쟁력 제고		
연구과제명	주관과제명	국내 육성 사과 신품종의 주산지 별 성과기 생산 특성 구명 및 재배 매뉴얼 개발		
	세부(협동) 과제명	(1세부) 국내 육성 사과 신품종의 시범포 운영 및 컨설팅 (1협동) 국내 육성 사과 신품종의 경북지역에서의 특성 검정 (2협동) 국내 육성 사과 신품종의 강원지역에서의 특성 검정 (3협동) 국내 육성 사과 신품종의 경남지역에서의 특성 검정 (4협동) 국내 육성 사과 신품종의 충북지역에서의 특성 검정		
연구책임자	구분	연구기관		소속
	1세부	국립원예특작과학원		사과연구소
	1협동	경상북도농업기술원		원예경영연구과
	2협동	강원도농업기술원		원예연구과
	3협동	경상남도농업기술원		강남대
	4협동	충청북도농업기술원		원예연구과
총 연구기간 참여 연구원 수	총: 53명 내부: 5명 외부: 48명		총 연구개발비	정부: 240,000천 원 민간: 450,000천 원 계: 690,000천 원
위탁연구기관명 및 연구책임자			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:
요약	<ul style="list-style-type: none"> - 조생종 '썸머킹', 중생종 '아리수', 중과종 '황옥', '피크닉'의 특성이 우수함 - '썸머킹'과 '아리수'의 재배상 유의점 보완을 위한 후서기 초생재배 유도 및 성숙기 전후의 과일 특성 평가를 통한 적숙기 이전 과일의 유통 가능성 평가 - 중과형 사과 신품종 '황옥', '피크닉'의 소비자 선호도 조사시 우수함 			보고서 면수 115page

- 수세가 약한 '아리수' 품종의 성숙기 수세 증진 방안 영농활용함
- 평창지역의 성숙기가 해발이 낮은 양양지역에 비해 15일 정도 늦었음에도 양양지역의 성숙기는 경북지역보다 다소 늦었음
- 품종별 수확과일을 상온, 저온, 저온+1-mcp 처리로 저장 특성을 평가함
- 조사 지점의 해발 고도(200m, 560m) 차이에 의한 개화기 3~6일 차이, 숙기 10일 내외의 차이가 있음
- 경남의 저지대(해발고도 200m 이하)에서는 이상고온인 해에 일소 피해과 및 낙과가 적은 '아리수', '황옥'이 적합한 품종으로 판단됨
- 녹황색 품종별 낙과는 '그린볼' 8월 하순, '황옥' 9월 상순부터 시작되었으나, '황옥' 품종은 10월 하순까지 누적 낙과율이 10~20%정도에 불과함
- '황옥'의 적숙기 이후 과일특성을 보면, 10월 하순까지 과증과 당도는 증가하고, 식미가 양호하였음

〈 국 문 요 약 문 〉

연구의 목적 및 내용	농촌진흥청 육성 사과 신품종의 보급 확대를 위한 지역별 특성 검정				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 육성 사과 신품종의 수체 및 과실특성 조사 ○ 국내 육성 사과 신품종의 저장성 비교 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 활용방안: 국내 육성 사과 신품종의 보급 확대 				
중심어 (5개 이내)	사과	신품종			

〈 Summary 〉

Purpose& Contents	Characteristics of the full fruiting age for new apple varieties bred by R.D.A.				
Results	<ul style="list-style-type: none"> ○ Characteristics of the tree and fruit for new apple varieties ○ Comparison to storage for new apple varieties 				
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> ○ Practical use: Enlargement of cultivation for new apple varieties 				
Keywords	apple	new variety			

〈 목 차 〉

제 1 장 연구개발과제의 개요	7
제 2 장 국내외 기술개발 현황	9
제 3 장 연구수행 내용 및 결과	12
제 4 장 목표달성을 및 관련분야에의 기여도	134
제 5 장 연구결과의 활용계획 등	135
제 6 장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	136
제 7 장 연구개발성과의 보안등급	137
제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비현황	137
제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	137
제 10 장 연구개발과제의 대표적 연구실적	138
제 11 장 기타사항	140
제 12 장 참고문헌	141

제 1 장 연구 개발 과제의 개요

제1절 연구 개발 목적

- 농촌진흥청 국립원예특작과학원 사과연구소에서는 2004년 이후 ‘홍금’ 등 다양한 목적과 식미의 20여 품종을 개발하였으며, 이 품종들의 안정적인 보급 확대를 위한 지역별 성과기 수체 및 과일 특성 평가에 목적을 두고 있다.
- 국내 육성 사과 신품종 ‘썸머킹’, ‘아리수’, ‘그린볼’, ‘파크닉’, ‘홍소’ 및 ‘황옥’ 등 6품종을 대상으로 경북지역에서의 성과기 생육 및 과실 특성 등의 조사를 통하여 신품종의 안정적인 농가 보급 확대와 경북지역 특화 품종화로 지역 사과산업의 경쟁력 강화 및 농가 소득 증대에 기여하고자 함
- 지구 온난화와 기후변화 속도가 점점 빨라지며 사과 재배지역이 경북에서 강원도로 북상하고 있어 강원 지역의 사과 재배면적이 증가하고 있다. 우리나라는 지난 100년간 평균기온이 1.5°C 상승하였으며 겨울이 짧아지고 여름이 길어지며 봄꽃 개화시기가 빨라진 것으로 분석되고 있다. 이러한 기후변화들은 우리나라 과수의 재배지대 변화에 영향을 미친 것으로 분석되며 현재의 사과 재배지는 백두대간 주변인 산간지로의 이동이 현저하다(최 등, 2011). 그러나 강원지역의 경우 산지와 경사지가 많고 동해안 지역과 강원 내륙지역 간과 대관령 등 고랭지 지역 간의 기후 변화가 크기 때문에 지역별 적응 품종의 식재와 재배기술의 보급이 중요하다. 따라서 강원지역에 알맞은 품종의 선발과 지역별 과실특성을 검정하고자 시험을 실시하였다.
- 국내 육성 사과 신품종 ‘홍소’, ‘파크닉’, ‘그린볼’ 및 ‘황옥’ 등 4품종에 대해 충북에서의 성과기 생육 및 과실 특성 조사를 통하여 안정적인 보급 확대와 차별화된 특화 품종으로 충북사과 산업의 경쟁력 강화 및 농가 소득 증대를 모색하고자 함.

제2절 연구 개발의 필요성

- 사과는 온대 북부성 과수로서 동일 품종이라도 재배 환경에 따라 품질의 차이가 큰 작물이며, 기온 상승에 따른 기존 재배지에서의 품질 저하로 재배지가 점차 북상하고 있는 실정이다. (권 등, 2004; 김 등, 2009)
- 국내 육성 사과 신품종의 안정적인 보급 확대를 위해서는 다양한 재배환경에서의 품질 발현을 검정하여 지역별 적응성을 검정하고 성과기 품종별 재배 매뉴얼 작성이 필요하다.
- 국내 육성 사과 품종의 보급면적은 주로 ‘홍로’, ‘감홍’ 품종을 중심으로 사과 재배면적의 약 12.3% 정도로 보급이 저조함
- 국내 육성 사과 신품종의 증식 및 재배시험포를 조성하여 지속적인 재배기술 보완과 농가실증 시험포 조성을 통한 품종 고유의 특성에 맞는 재배기술의 농가 보급이 필요
- 기후변화에 따른 과수 재배적지의 북상으로 최근 강원도내 사과 재배면적이 급속하게 증가하고 있어 2005년에 150ha였던 것이 2015년도에 726ha로 10년 사이에 약 4.8배가 증가하였다. 특히 강원도의 경우 고랭지와 중산간지가 전체 사과 과원의 59%를 차지하고 있고 신규 개원하는 곳도 대부분 같은 경향을 보일 것으로 예측이 되어 이러한 지리적·기

후적 특성에 적합한 품종의 개발과 적응성 검정이 필요하다.

- 국내 사과의 숙기별 주요 품종은 조생종은 ‘쓰가루’, 중생종은 ‘홍로’, 만생종은 ‘후지이며’ 이들 세 품종은 재배면적의 81% 이상을 차지하고 있으며(MAF, 2007) ‘홍로’와 ‘후지’ 품종의 재식비율은 지속적으로 증가하고 있다(KERI, 2011). 이러한 일부 품종의 편중재배로 인한 출하시기 중복으로 인한 가격 하락 등이 우려되고 있다. 이러한 ‘후지’와 ‘홍로’의 편중재배는 강원도도 같은 경향으로 현재 강원도에서의 사과 재배 품종은 후지가 388ha로 59%를 차지하고 있고 홍로가 189ha로 29%를 차지하고 있으며 국내 육성 사과 신품종의 재배면적은 홍로를 제외하고 13.3ha로 1.8%를 차지할 정도로 매우 저조한 실정이다. 강원도 고랭지의 경우 만생종 품종의 재배시 미숙과 상태로 수확을 하거나 동해 피해 발생 우려가 있어 중생종 품종의 적응성 검정과 각 품종의 재배 매뉴얼 작성 및 보급이 필요하다.
- 2004년 이후 국내에서 사과 품종별 차별화 및 다양화를 위해서 과과가 녹색인 ‘그린볼’(권 등, 2009b)이나 ‘황옥’이 육성되었고 국내 사과 소비자의 패턴 변화에 따라 중·소형과인 ‘피크닉’도 육성(권 등, 2009a) 되었으나, 해당 품종의 충북지역에서의 기후변화와 재배 환경과 함께 수체 생육 및 과실 특성 등을 검토해야 함(임 등, 1990; Jang 등, 2002).

제3절 연구 개발 범위

- 국내 육성 사과 신품종의 사과 주산지역별 성과기 생육 및 과실 특성 평가하고 성과기 재배 매뉴얼 개발을 하고자 함에 있다.
- 국내 육성 사과 신품종의 사과 주산지역별 성과기 생육 및 과실 특성 평가 후 재배 매뉴얼 개발

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내 기술개발 현황

국내에서 육성된 사과 품종 중 홍로는 1988년에 최종 선발된 품종으로 우리나라 최대 명절인 추석에 출하가 가능한 조·중생종 품종으로 가장 많은 보급면적을 가지고 있다. 특히 홍로는 전북 장수와 무주에서 지역특화 품종으로 자리매김하여 각각 해당 지역의 사과 재배면적의 약 86%를 차지하였고, 이 지역의 ‘홍로’ 품종은 서울 농산물도매시장에서 프리미엄이 형성되어 농가 소득 향상에 기여를 하였으나 품종 보급 초기에 수세가 약해지면 과형이 고르지 못하고 변형과가 발생하고(Kim과 Seo, 2007) 탄저병 등 병충해 발생 등이 문제가 되었으나 여러 가지 재배기술의 확립과 병충해 방제 시스템 등으로 지역특화 품종으로 자리매김하였다. 또한 감홍은 중생종으로 과실품질이 우수하지만 동녹과 고두병 발생이 심하여(김 등, 2008) 이와 같은 생리장애 경감을 위해 유·무대 재배와 과중분포가 과실품질에 미치는 영향 등 신품종 재배 시 문제점을 해결하는 연구가 진행되고 있다. 강원지역에서는 국내 육성 품종 ‘홍로’, ‘홍금’의 재배가 가능하며, 특히, 고랭지에서도 높은 품질의 과실을 생산 할 수 있었고, 만생종인 후지계통은 저온으로 인한 착색 및 미성숙으로 인한 과실 품질이 낮아질 것으로 판단되어 고랭지에서는 조숙계 후지 계통을 재배해야 한다(Kim, 2010)고 하였다.

1990년대 육성된 ‘홍로’, ‘감홍’이 보급되어 재배면적이 약 18% 정도 되며(www.krei.re.kr, 2014; 농촌경제연구원, 2016) 2004년부터 많은 직무 육성 품종이 선발되어 20품종이 출원되었고 16품종은 등록 완료되었다(국립종자원, 2016). 육성된 품종 중 일부 품종은 사과 재배 주산 지역의 주요 재배품종으로 특화되어 육성이 되고 있고 이러한 특화품종은 그 지역의 특산 브랜드화 되어 산업화로 연결되고 있다. 예를 들면 경북 봉화지역의 경우 ‘홍금’을 특화 품종으로 정책 제안하여 육성 중 ('10)에 있으며 강원도 정선도 ‘홍금’을 연차별로 보급하여 특화품종화하고 있다. 농촌진흥청 기술지원국 주관 신기술시범사업을 2015년부터 2016년까지 걸쳐 전국 주산단지 8개 시군에서 시행한 결과 주요 지역별로 특정품종을 재식하였다. 경북 김천의 ‘황옥’, 경북 예천의 ‘피크닉’, 강원 정선의 ‘홍금’이 주품종으로 선택되어 재식되었다. 그 외에 ‘아리수’, ‘썸머킹’이 약 276ha 재식되었다. 육성된 품종은 우수성을 인정받아 기술이전이 많이 되어 16품종 267건(기술이전료 384,902천원)이다(www.rda.go.kr, 2016). 국내에서 보급되는 신품종의 특성을 보면 ‘홍금’은 숙기가 9월 상·중순이며, 중생종 품종으로 식미가 우수하고 저장성도 좋은 중·대과 품종이지만 해발고도가 낮고 여름철 기온이 높은 지역은 착색이 비교적 불량하여 중북부의 중산 간지에 적합하다고 하였다. ‘홍소’는 2006년에 선발되었으며, 숙기가 9월 상·중순인 중생종 품종으로 대과종이며 식미가 우수하지만 동녹 발생이 많다고 한다(김목종, 2009a). ‘피크닉’은 레저용 중소과종으로 육질이 우수하고 밀식재배용이며 저장성도 양호하다. ‘그린볼’은 녹황색으로 대과종이며, 식미가 우수하지만 해발고도가 낮고 온도가 높은 지역에서는 수화 전 낙과가 다소 발생한다(김목종, 2009b). ‘썸머드림’은 숙기가 8월 상순인 극조생종이며 식미가 우수한 중·소과종으로 저장성이 약하고, 해발고도가 비교적 높은 중산간지에 알맞은 품종이다. ‘썸머킹’은 2010년에 선발된 품종으로 8월 상순이 성숙기인 조생종이며, 외관이 수려하고 산미가 다소 높지만 식미가 뛰어나다. 300g 이상의 대과는 낙과가 다소 발생하고, 과경부 열과가 있기 때문에 적정수세와 착과량을 조절하여야 한다(신용억, 2012). 강남대(2014)는 ‘아리수’는 경남 저지대에서 ‘홍로’에 비하여 착색이 잘되고 낙과와 탄저병 발생이 적어 ‘홍로’를 대체할 수 있다고 하였으며, ‘황옥’은 경남에서 숙기가 9월 하순인 중·소과종인 품종이라고 하였다.

과수품종 보호출원이 최근 증가하면서 사과품종으로 생산판매 신고 품종이 70품종에 달하며,

1995년부터 2009년까지 유럽품종보호청(CPVO)에 등록된 사과 신품종 건수가 무려 303건에 달 한다(윤태명, 2013). ‘홍금’ 품종은 적정 재배조건을 규명 후에 경북 봉화 지역의 특화 품종으로 정책 제안 하였다(2010년), 2013년에는 농림축산식품부 FTA 기금사업 시 국내육성 사과 우수 품종의 지원 비율을 차등 적용하는 정책제안 하였으며, 국내육성 신품종 사과 ‘홍금’, ‘썸머드림’, ‘썸머킹’, ‘그린볼’, ‘아리수’가 기술 이전되어 보급되고 있다. 농촌진흥청에서는 품종을 최종선발하기 전에 우수계통을 전국 5개 이상의 지역에서 지역적응시험을 실시하고 있다. 기후는 과수의 생육은 물론 과실 품질에도 큰 영향을 주므로 2000년 이후 공간 정보 기술을 기상학적으로 활용하려는 연구가 활발히 이루어지고 있는데, 이를 위해 기후 수치도를 작성하고 과수 생장 및 품질과 수치기후의 관계를 밝혀 재배지를 탐색하고 있다(윤, 2003). 최근 기후변화 정부 간 위원회(Inter-governmental Panel on Climate Change, IPCC)의 미래 기후 변화 시나리오(Special Report on Emissions Scenarios:SRES)들을 기초로 국내 사과 재배에 대한 예로, 2100년 우리나라의 연평균기온이 현재보다 약 2.0~4.0°C 상승하게 되면 ‘후지’ 사과 재배적지는 1971~2000년 기준으로 전국의 6.5%에서 0.1%까지 감소되고, 강원도(철원, 평창, 횡성, 홍천) 일부가 사과 재배 적지로 된다고 하였다(김 등, 2009). 우리나라 사과 재배지역의 연평균 기온이 13.5°C이하인데, 만약 14.3°C 이상으로 되면 휴면타파에 필요한 저온기간이 부족해져서 폐원해야 할지도 모른다(Yun, 1998; Yun, 1993; Yun et al., 2001)고 하였다. ‘쓰가루’ 품종의 가용성 고형물 함량은 8월의 평균기온과 유의한 정의 상관을 가졌다는 보고(Seo and Park, 2003)가 있으며, 기온이 높을수록 사과의 착색은 감소한다(Jang et al., 2002, Seo and Park, 2003)는 보고가 있다. 육종목표는, 후지품종 대체, 지구온난화에 대응한 고온에서도 착색이 양호한 품종, 안토시아닌 등 항산화 물질을 함유한 적육계, 내병성, 자가 적과성 등 비용절감형, 수출용 등으로 다양하다. 또한 급식용과 군부대 납품용인 중·소과 품종개발도 추진하고 있다(신용역, 2012).

제2절 국외 기술개발 현황

사과는 4~10월의 평균 기온이 15~22°C로써 비교적 한냉한 기후에 적합한데 세계적으로 유명한 사과 주산지의 연평균 기온은 13.5~18.5°C라고 한다(黑上, 1967). 낙엽과수는 지역 및 국지 기후조건에 영향을 받는데 특히, 사과나무를 포함한 장미속 식물들은 필히 겨울 같은 저온 휴면기를 지나야 발아가 될 수 있으므로, 저온 정도가 상대적으로 낮은 아열대 지방에서는 휴면타파 실패에 따른 생장 및 착과상태가 미흡하다(Webster, 2005). 최근 거론되고 있는 지구온난화에 따른 여름 및 겨울철 기온 상승은 사과재배의 변화를 유도하였는데, 그 예로 영국에서는 몇 년 전에만 해도 재배가 불가능하다고 생각되었던 ‘브레이번’ 품종이 최근의 기온 상승에 의해 생산이 크게 증진되었으며(Webster, 2005), 독일에서는 겨울철 기온상승에 의해 발아 및 개화 같은 육안으로 식별할 수 있는 생물계절 현상(phenological events)이 변화되었다(Blanke, 2008; Chmielewski 등, 2004). 사과 품종 중 ‘안나’, ‘돌셋 콜텐’ 품종들은 250~300CU(Chilling Unit: 저온요구도)를 필요로 하지만 ‘욱’과 ‘델리셔스’ 품종은 1,000~1,600CU를 필요로 하기에 온대 지역에서도 높은 위도에서만 재배될 수 있다고 한다(Anderson과 Seely, 1992; Dennis, 2003).

외국에서는 뉴질랜드, 유럽, 일본 등을 중심으로 육성품종에 대한 국가별, 지역별 품종특성 조사 사업이 활발하게 이뤄지고 있다. 미국의 ‘Honeycrip’, ‘Sweetango’, 뉴질랜드의 ‘Jazz’,

‘Envy’ 등은 신품종으로 전세계적으로 많이 재식되고 있다. 이 품종들의 대륙간 보급을 위해서 AIGN, INN 같은 폐쇄적인 단체가 결성되어 이뤄지고 있다. 특히, INN(International New Varieties Network)은 북미, 유럽, 남아메리카, 아프리카, 오세아니아에 대륙별로 1~2개의 주요 업체가 결성한 것으로 신품종에 대한 전세계 보급 통로로 활용을 하고 있다 (www.nuserynet.com, 2016). 그러나 자기 대륙에서는 해당 업체가 INN의 협력 품종을 독점 판매하는 구조로 되어 있다. 외국에서 육성된 신품종 중에서는 스위스 NFG社의 속붉은사과 품종 ‘Redlove’ 등 3품종이 국내(충남 예산)에 도입되어 재배되고 있다 (www.nextfruitgeneration.nl, 2016). 뉴질랜드 P&F社의 ‘Env’, ‘Jazz’가 도입되어 재배되고 있다 (www.plantandfood.co.nz, 2016). 일본의 나가노현 시험장은 향기와 육질이 좋은 후지나가후 2를 육성하였다. 일본 아오모리사과시험장은 ‘순메이21’ 등 2품종, 벨기에 3betterfruit社는 ‘니코 그린’ 등 2품종 국립종자원에 품종보호출원 중에 있다(www.seed.go.kr, 2014). 신슈대학에서는 과육이 빨간 작은 사과 ‘허니루즈’와 생력적 초밀식 재배가 가능하며 과육이 연한 빨강인 조생종 품종이며 과실의 크기가 100g 정도로 작은 품종인 ‘카라무나루쥬’와 과중이 200g정도의 중간크기로 통째로 먹기에 적당하며 당도가 높은 ‘허니레드’ 등 품종을 육성하였고 중국의 요녕성 과수연구소에서 육종한 ‘망산홍’은 저장성이 좋으며 내병성이 강한 조생종 신품종으로 과육은 담황색이며 과즙이 비교적 많으며 당도가 15.3%로 높고 내한성이 높은 중과형 품종이다. 품종의 적응성 검정을 위해 유럽에서는 EU회원국간 유럽 전역에서 시험을 하고 있으며, 뉴질랜드 P&F社는 뉴질랜드 전역에서 시험하고 있다. 특히, 미국은 국내외 육성 품종에 대한 광지역 적응테스트(NC-140 project) 결과로 품종을 보급하고 있다(www.nc140.org. 2016). 특히 일본의 경우 새로운 품종의 도입으로 다양한 소비자의 기호를 만족시키기 위하여 후지뿐만 아니라 코교쿠(紅玉), 슈코(秋香), 메구미, 무쓰 등의 품종들을 수출시장에 공급하고 있다. 또한 오스트레일리아에서 개발된 ‘크립스 핑크(Crips Pink)’라는 품종은 ’핑크레이디(Pink Lady)’라는 상표로 사과 마케팅 클럽제의 선구적인 역할을 하고 있다. 또한 일본의 ‘모리노카가야키’ 품종은 중생종으로 생력 재배가 가능한 황색품종으로 일본의 고령화에 대응한 생력재배가 가능한 품종이며 기존 후지 품종과의 수확기가 달라 노동력의 분산이 가능하여 농가 확대 보급에 노력하고 있다. 일본의 이와테현의 JA이와테 중앙 사과부회는 해외에 조생종 품종부터 만생종 품종까지 릴레이로 수출하는 것을 목표로 하여 태국 등으로 수출 판매하고 있다. 이를 위해 조생 및 중생종 품종에 에틸렌 발생을 억제해 신선도를 유지하는 1-MCP 훈증처리를 하고 수송하고 있으며 이를 통해 해외에서의 판매 확대를 목표로 하고 있다.

제 3 장 연구 수행 내용 및 결과

<1세부과제 : 국내 육성 사과 신품종의 시범포 운영 및 컨설팅>

제1절 연구 수행 내용 및 방법

본 시험은 연구소 시험포장에 시범포를 조성하여 2014년부터 2016년까지 3년간 수행되었고, 컨설팅은 경북, 강원, 경남, 충북도농업기술원 및 현장평가회를 통하여 수행되었다. 시험품종은 ‘아리수’, ‘썸머킹’, ‘황옥’, ‘화사’, ‘피크닉’, ‘그린볼’, ‘화영’, ‘단홍’, ‘여홍’, ‘홍안’, ‘홍소’, ‘썸머드림’, ‘홍금’ 등 총 13품종이었으며, 주요 재배품종인 ‘쓰가루’, ‘홍로’, ‘후지’를 각각 대조품종으로 하였다. 시범포의 위도, 경도 및 해발고도는 표 1과 같다.

표 1. 시범포의 위도, 경도 및 해발고도

위도	경도	해발고도(m)
N36° 16' 24"	E128° 28' 08"	70

생육상황으로서는 발아기, 개화기, 만개기, 숙기를 조사하였다. 과실특성을 조사하기 위하여 품종별로 3주를 선정하여 적숙기에 주당 10과씩 총 30과를 수확하여 과중, L/D비, 당도, 경도, 산도, 착색도(적색도)를 조사하였다. 당도는 쿨절당도계(ATAGO-PR-I형)를 이용하여 조사하였고, 경도는 직경이 8mm인 과실경도계(Dynamometer, Model DT 105, Italy)로 과실의 적도면에 과피를 얇게 벗겨낸 후 과육의 경도를 측정하였다. 총 산함량은 10ml의 과즙을 취하여 0.1N NaOH로 적정하여 Malic acid로 환산하였다. 착색도는 분광착색계(Spectrophotometer, Model CR-200, Minolta, Japan)을 이용하여 Hunter a 값을 측정하였다. 과실의 상온 저장은 실내에 둔 것으로 하였으며, 저온 저장조건은 온도 $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 상대습도 85~90%로 설정하여 저장 후 해당 시기가 되면 과일을 가지고 조사를 하였다. 내생 에틸렌 발생량은 조사 1일 전에 과실을 저장고에서 꺼내어 실온(25°C)에서 평형을 시킨 후 측정하였다. 1개의 과실을 1반복으로 하여 5개의 과실을 대상으로 1ml 주사기를 꽂받침 부위에 삽입하여 과심 내 gas 1ml를 채취한 뒤 FID(flame ionization detector)를 장착한 gas chromatography(GC2010, SHIMADZU, Japan)를 이용하여 측정하였다. Gas chromatography의 분석 조건은 Porapak Q(80/100 2m, Youngin Frontier, Korea)column을 이용하여 injector temperature 100°C , oven temperature 90°C , detector temperature 200°C 로 설정하였으며, carrier gas는 He을 사용하였고, flow rate는 분당 20ml로 하였다. 재배지 환경별 과실 품질과 기온과의 상관은 수관 하부에 설치한 온습도계로 10분 간격으로 온도 측정을 하였고 해당 시험수의 과일을 특성 조사하였다. 소비자 및 유통상인의 선호도 조사는 청과시장에서 품종홍보행사시 방문객을 대상으로 설문하여 조사하였다.

제2절 연구 수행 결과

표 1. 신육성 품종 중 조생종 및 대조 품종의 생육특성

계통명	조사년도	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)	숙기 (월/일)	만개후 일수	육성시 발표숙기
썸머드림	'14	3/29	4/21	4/26	8/5	101	8상
	'15	3/25	4/15	4/18	8/4	108	
	'16	3/28	4/15	4/19	7/25	97	
	평균	3/28	4/17	4/21	8/1	102	
썸머킹	'14	3/28	4/22	4/26	7/30	95	8상
	'15	3/25	4/16	4/19	8/4	107	
	'16	3/29	4/17	4/20	7/25	96	
	평균	3/28	4/19	4/22	7/30	99	
쓰가루 (대조)	'14	3/30	4/22	4/27	8/13	113	8중하
	'15	3/27	4/16	4/20	8/21	124	
	'16	3/29	4/18	4/21	8/16	117	
	평균	3/29	4/19	4/23	8/17	118	

조생종인 ‘썸머드림’과 ‘썸머킹’은 연차간 기온에 따라 생육차이가 다소 있었으며, 성숙기는 대체로 만개 후 약 99~102일이었다. 특히, 농가에서 관심이 높은 ‘썸머킹’은 ’14년과 ’16년에 만개 후 95~96일에 출하가 가능한 극조생종이었다. 이는 쓰가루에 비해 약 19일 정도 빠르므로 7월 상순부터 출하되는 미숙 ‘쓰가루’를 8월 상순까지 대체할 수 있을 것으로 생각되었다.

표 2. 신육성 품종 중 중생종 및 대조 품종의 생육특성

계통명	조사년도	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)	숙기 (월/일)	만개후 일수	육성시 발표숙기
그린볼	'14	3/29	4/21	4/27	8/24	119	9상
	'15	3/25	4/15	4/19	8/27	130	
	'16	3/30	4/15	4/20	8/26	128	
	평균	3/28	4/17	4/22	8/26	126	
아리수	'14	3/28	4/22	4/26	9/1	128	9상
	'15	3/27	4/15	4/18	9/2	137	
	'16	3/28	4/18	4/19	8/29	132	
	평균	3/28	4/19	4/21	9/1	132	
홍소	'14	3/30	4/24	4/27	9/11	137	9중
	'15	3/28	4/19	4/23	9/5	135	
	'16	3/28	4/19	4/22	-	-	
	평균	3/29	4/21	4/24	9/8	136	
여홍	'14	3/30	4/23	4/26	10/2	157	9중
	'15	3/27	4/16	4/21	10/7	169	
	'16	3/29	4/17	4/22	-	-	
	평균	3/29	4/19	4/23	10/5	163	
화사	'14	3/29	4/24	4/27	-	-	9하
	'15	3/28	4/16	4/20	-	-	
	'16	3/29	4/17	4/20	-	-	
	평균	3/29	4/19	4/23			
황옥	'14	3/26	4/22	4/26	9/18	145	9하
	'15	3/25	4/16	4/20	9/12	145	
	'16	3/28	4/16	4/20	9/18	151	
	평균	3/27	4/18	4/22	9/16	147	
홍금	'14	3/28	4/20	4/26	9/19	146	9하
	'15	3/24	4/14	4/18	9/19	154	
	'16	3/28	4/14	4/18	-	-	
	평균	3/27	4/16	4/21	9/19	150	
파크닉	'14	3/29	4/24	4/27	9/30	156	9중
	'15	3/28	4/17	4/22	9/17	148	
	'16	3/27	4/18	4/22	9/18	149	
	평균	3/28	4/20	4/24	9/22	151	
홍안	'14	3/29	4/22	4/27	10/2	159	10상
	'15	3/28	4/16	4/20	10/7	171	
	'16	3/29	4/18	4/20	10/14	177	
	평균	3/29	4/19	4/23	10/8	169	
홍로 (대조)	'14	3/25	4/18	4/22	9/2	133	9상
	'15	3/27	4/13	4/17	9/1	136	
	'16	3/26	4/14	4/18	8/31	135	
	평균	3/26	4/15	4/19	9/1	135	

중생종 중에서 ‘그린볼’은 만개 후 126일 정도에 수확이 가능하여 육성 시 발표 숙기와 달리 8월 하순에 수확이 가능하였다. ‘아리수’는 ‘홍로’와 비슷한 성숙일수를 가지고 있지만 ‘홍로’의 135일에 비해 132일로 3일 정도 조숙되는 경향이었다. ‘황옥’은 만개 후 147일경 수확이 가능하였고 ‘피크닉’은 151일에 수확이 가능하였다. ‘홍안’은 만개 후 169일 경 수확이 가능한 10월 상순이 숙기였다. ‘홍금’은 2014년 만개 후 146일경, 2015년 만개 후 154일경 수확하여 조사하였으나, 2016년은 하계 고온으로 낙과가 심하여 조사를 할 수 있는 과일이 없었다.

표 3. 신육성 품종 중 만생종 및 대조 품종의 생육특성

계통명	조사년도	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)	숙기 (월/일)	만개후 일수	육성시 발표숙기
화 영	'14	3/30	4/24	4/28	-	-	10종
	'15	3/29	4/17	4/20	-	-	
	'16	3/28	4/18	4/21	-	-	
	평균	3/29	4/20	4/23	-	-	
단 홍	'14	3/29	4/24	4/26	-	-	10하
	'15	3/28	4/17	4/20	10/30	193	
	'16	3/28	4/15	4/19	-	-	
	평균	3/29	4/19	4/22	10/30	193	
후 지 (대조)	'14	3/31	4/20	4/25	-	-	10하
	'15	3/26	4/18	4/22	10/25	190	
	'16	3/28	4/18	4/21	10/31	193	
	평균	3/29	4/19	4/23	10/28	192	

만생종인 ‘화영’과 ‘단홍’은 ‘후지’변이 품종으로 육성된 품종으로 ‘화영’은 착색 우수, ‘단홍’은 줄무늬없는 단과지성 특성을 가진다. 그러나, 후지에 비해 ‘화영’의 착색이 더 좋다고 할 수 없을 정도로 특성이 열악하여 과일을 수확, 특성 조사는 하지 않고 발아기, 만개기만 조사하였다. ‘단홍’은 만개 후 193일 경 수확이 가능하여 ‘후지’와 동일하였다.

표 4. 신육성 품종 중 조생종의 숙기별 과실 특성

주요품종	조사년도	과중(g)	과형지수(L/D)	적색도(Hunter a _☆)	당도(°Bx)	산도(%)	경도(kg/11mmØ)
썸머드림	'14	231	0.75	-4.6	12.6	0.39	6.1
	'15	235	0.75	-14.5	12.4	0.44	6.8
	'16	224	0.77	-13.9	12.2	0.44	6.4
	평균	230	0.76	-11.0	12.4	0.42	6.4
썸머킹	'14	286	0.87	-1.2	13.2	0.53	5.9
	'15	337	0.91	-11.8	12.9	0.61	6.6
	'16	210	0.88	-14.3	12.4	0.77	7.4
	평균	278	0.89	-9.1	12.8	0.64	6.6
쓰가루 (대조)	'14	270	0.85	-3.2	13.8	0.37	6.3
	'15	221	0.81	-13.9	12.0	0.33	5.4
	'16	223	0.84	-12.2	13.3	0.42	6.7
	평균	238	0.83	-9.8	13.0	0.37	6.1

조생종인 ‘썸머드림’은 과중 230g으로 중과이며 과형지수가 0.76으로 작았으며 편원형이나 당도가 높아 산도가 낮아 식미는 우수한 품종이었다. ‘썸머킹’은 278g의 과중으로 중대과이며 과형이 원추형이며 당도 12.8°Bx, 산도 0.64%로 극조생종 품종으로는 당산미가 우수하였다. ‘쓰가루’는 238g의 과중으로 중과형이었으며, 당도 13.0°Bx, 산도 0.37%로 성숙기 당시인 8월 중순에는 식미가 우수한 품종이었다.

표 5. 신육성 품종 중 중생종의 숙기별 과실 특성

주요품종	조사년도	과중(g)	과형지수(L/D)	적색도(Hunter a _☆)	당도(°Bx)	산도(%)	경도(kg/Ø11mm)
그린볼	'14	321	0.81	-13.9	14.2	0.58	7.4
	'15	341	0.83	-13.3	14.3	0.55	7.1
	'16	349	0.85	-14.3	14.7	0.14	5.9
	평균	337	0.83	-13.8	14.4	0.42	6.8
아리수	'14	371	0.89	4.29	15.5	0.48	6.8
	'15	300	0.89	22.4	15.3	0.49	6.6
	'16	295	0.90	9.73	15.7	0.36	6.8
	평균	322	0.89	12.1	15.5	0.44	6.7
홍소	'14	456	0.79	19.4	14.9	0.29	6.4
	'15	397	0.79	16.4	13.9	0.34	7.1
	평균	427	0.79	17.9	14.4	0.32	6.8
홍금	'14	372	0.84	-0.1	13.0	0.23	6.4
	'15	342	0.85	5.8	13.4	0.26	5.5

	평균	357	0.85	2.9	13.2	0.25	6.0
홍안	'14	358	0.82	11.0	13.5	0.23	5.5
	'15	382	0.82	12.0	14.4	0.23	5.3
	'16	446	0.94	10.8	11.8	0.20	5.7
	평균	395	0.86	11.3	13.2	0.22	5.5
피크닉	'14	255	0.88	17.3	15.0	0.45	7.5
	'15	252	0.89	21.0	15.9	0.47	6.6
	'16	227	0.88	4.8	17.1	0.50	6.6
	평균	245	0.88	14.4	16.0	0.47	6.9
황옥	'14	225	0.91	-10.9	16.6	0.68	6.4
	'15	228	0.89	-10.7	15.6	0.70	6.7
	'16	264	0.96	-10.5	16.7	0.47	6.5
	평균	239	0.92	-10.7	16.3	0.62	6.5
여홍	'14	323	0.84	15.3	14.3	0.36	5.5
	'15	389	0.83	9.0	14.7	0.35	5.0
	평균	356	0.84	12.2	14.5	0.36	5.3
홍로 (대조)	'14	309	0.86	9.0	17.0	0.18	4.6
	'15	359	0.84	11.1	13.3	0.28	6.2
	'16	291	0.97	4.6	14.8	0.24	6.2
	평균	320	0.89	8.2	15.0	0.23	5.7

중생종 중 ‘홍소’는 과중 427g으로 극대과였으며, ‘홍안’도 395g으로 대과였다. 그 외에도 ‘그린볼’, ‘홍금’, ‘여홍’은 340g 이상으로 대과였다. ‘아리수’는 322g의 과중으로 육성 당시의 280g 보다 다소 컸으며 같은 시기에 수확되는 ‘홍로’와 유사하였다. 중과형 품종으로 개발되어 발표된 ‘황옥’과 ‘피크닉’은 각각 239g과 245g으로 중과형 크기였다. 녹황색 품종인 ‘그린볼’의 적색도는 13.8이었고 황색 품종인 ‘황옥’의 적색도는 -10.7이었다. 적색도가 가장 높은 품종은 ‘홍소’ 품종을 17.9였으며, 유망품종인 ‘아리수’는 12.1로 대조 품종인 ‘홍로’의 8.2보다 조금 높은 편이었다. 당도는 중과형 품종인 ‘황옥’과 ‘피크닉’이 16.0°Bx 이상으로 높았고 ‘아리수’가 15.5°Bx였다. 특히, 대조품종인 ‘홍로’는 당도 15.0°Bx인 반면 산도가 0.23%로 낮으나 ‘아리수’는 산도도 0.44%높아 당산비가 우수함을 알 수 있다.

표 6. 신육성 품종 중 만생종의 숙기별 과실 특성('15)

주요품종	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a ₇₃)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)
단홍	470	0.86	21.0	13.0	0.31	5.3
후지(대조)	321	0.86	12.8	15.0	0.46	5.8

‘후지’ 단과지 착색변이 품종인 ‘단홍’은 일반 ‘후지’에 비해 470g으로 극대과로 수확되어 당도와 산도가 일반 ‘후지’에 비해서 낮았다.

표 7. 썬머킹 품종의 상온저장 일수별 과실 특성('14)

수확일 및 경과 일수	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _☆)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/11mmØ)
8/5 (예상적숙기)	263	0.86	-4.9	13.0	0.49	6.7
상온 5일	-	-	-2.2	13.3	0.39	4.2
상온 10일	-	-	-1.1	13.1	0.21	3.9

'썬머킹' 품종의 상온 저장 일수별 과일 특성은 당도는 변화가 없으나 상온 5일 경 산도와 경도가 낮아지고 상온 10일경 산도 0.21%, 경도 3.9kg/11mmØ로 매우 낮아져 '썬머킹'의 상온 유통 가능 일수는 상온 5일~10일 경임을 알 수 있었다.

표 8. 썬머킹 품종의 지역별 과실 특성('14)

지역명	조사년도	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _☆)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)
경북 의성	'14	292	0.88	3.7	14.1	0.52	5.6
경북 군위	'14	286	0.87	-1.2	13.2	0.53	5.9
	'15	337	0.91	-11.8	12.9	0.61	6.6
경북 의성	'15	342	0.91	-12.9	11.8	0.66	5.2
경북 영주	'14	300	0.91	1.3	13.2	0.63	6.0
	'15	284	0.91	11.3	12.0	0.57	5.1
경북 김천	'14	271	0.93	-8.5	12.4	0.60	5.9
	'15	269	0.90	7.16	13.6	0.61	5.3
경북 문경	'14	286	0.90	4.9	14.2	0.56	6.0
경남 거창	'14	285	0.85	9.7	13.8	0.53	5.5
	'15	226	0.88	-2.46	13.1	0.51	5.7
충북 영동	'14	309	0.89	-5.5	12.2	0.69	6.9
충북 충주	'15	216	0.89	-12.7	12.7	0.55	4.7
충남 예산	'14	288	0.88	6.1	13.4	0.56	6.7
전북 장수	'15	267	0.91	-9.7	12.4	0.80	5.8
강원 춘천	'14	253	0.87	8.2	13.1	0.51	6.0
	'15	167	0.83	-6.74	12.3	0.51	7.2

강원 춘천 등 전국 6개 시도 12개 시군의 '썬머킹'의 과일 특성은 대체로 유사하였으나, 강원 춘천에서 수확된 과일의 무게가 다른 지역의 과중 보다 많이 적었다. 그 외 과형지수, 당도 및 산도, 경도는 지역별로 일정한 경향치가 없었다.

표 9. 아리수 품종의 지역별 과실 특성('15)

지역명	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _색)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)
경북 군위	371	0.89	4.29	15.5	0.48	6.8
경북 김천	269	0.91	10.7	13.2	0.45	7.1
경북 포항	257	0.89	9.9	11.9	0.54	7.5
강원 양양	279	0.86	3.2	12.6	0.43	6.7
강원 홍천	325	0.83	2.5	12.7	0.56	7.9
충북 청원	229	0.89	2.7	12.9	0.56	7.9
경남 거창	237	0.88	6.4	12.0	0.43	7.2

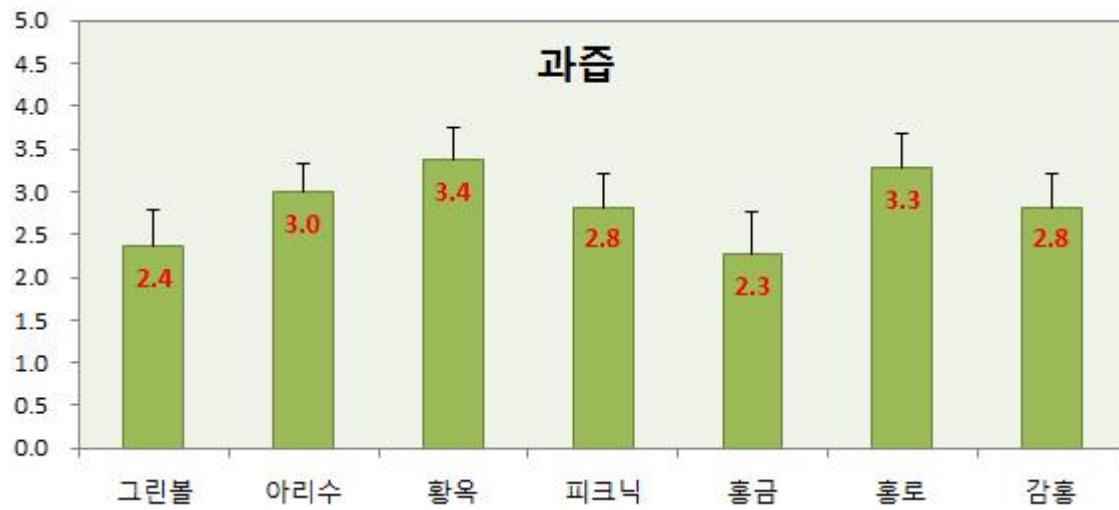
강원 양양 등 전국 4개 시도 7개 시군의 ‘아리수’의 과일 특성은 지역별로 과중 차이 컸다. 경북 군위 371g 부터 충북 청원 229g까지 조사되어 조기 적과 등 관리 상태에 따라 과중의 변이가 큼을 알 수 있다. 경북 군위에서 재배된 ‘아리수’는 과중이 가장 컸음에도 불구하고 당도도 15.5°Bx로 높아, 대과로 생산되어도 당도를 높일 수 있을 것으로 생각되었다.

표 10. 국내 육성 품종의 저온저장 후 과일 특성('15)

품종명	처리일수	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _☆)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)
그린볼	저온 146일	317	0.84	-6.9	14.5	0.34	5.4
	저온 146일 +상온 7일	299	0.82	-6.6	14.0	0.27	5.5
아리수	저온 140일	312	0.90	18.9	15.6	0.42	6.5
	저온 140일 +상온 7일	273	0.88	18.9	14.1	0.38	6.2
황 옥	저온 130일	191	0.86	-6.7	15.5	0.43	5.9
	저온 130일 +상온 7일	178	0.85	-6.1	14.7	0.32	6.1
피크닉	저온 125일	182	0.87	31.3	15.1	0.38	6.7
	저온 125일 +상온 7일	190	0.86	30.6	16.1	0.37	6.8
홍 금	저온 123일	529	0.86	24.2	13.6	0.28	5.0
	저온 123일 +상온 7일	502	0.91	23.7	14.0	0.20	4.9
홍 로 (대조)	저온 141일	380	0.94	22.2	11.7	0.34	6.4
	저온 141일 +상온 7일	363	0.90	22.3	11.4	0.31	6.2
감 홍 (대조)	저온 109일	399	0.94	23.7	15.8	0.34	5.8
	저온 109일 +상온 7일	425	0.95	24.4	16.5	0.29	5.6

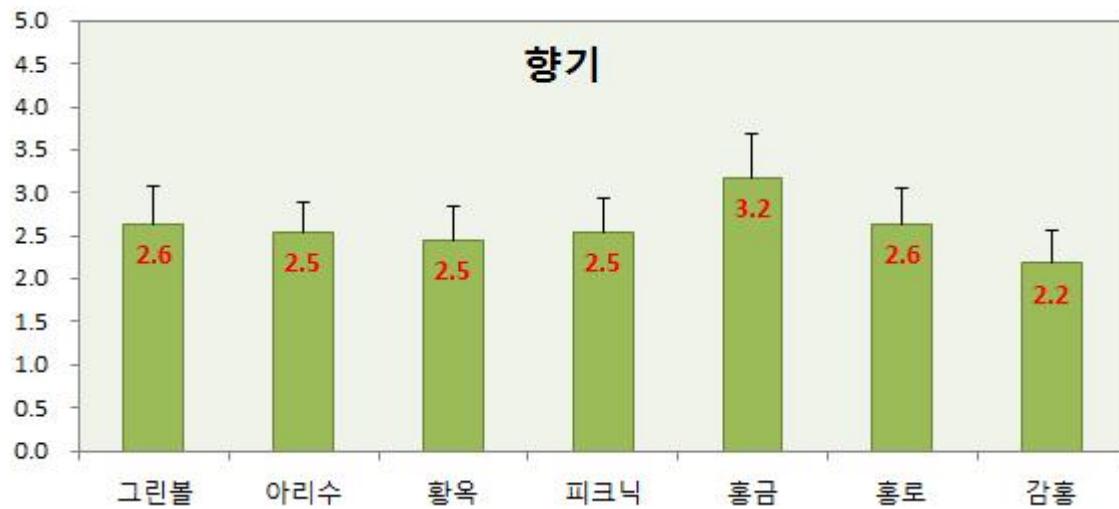
주요 품종들을 저온저장 및 저온저장 후 상온 보관 시 과일특성을 조사한 결과는 표 10과 같다. ‘그린볼’은 산도가 다소 낮아졌지만, 경도 5.4kg/Ø11mm이상으로 식미를 유지하고 있었고, ‘아리수’도 당도, 산도 경도가 우수하였다. ‘피크닉’의 경도가 가장 높아서 조직감이 가장 우수 할 것으로 생각되었고 경도가 가장 낮은 ‘홍금’은 과중이 너무 큰 것이 원인으로 생각되었다. 대조품종 ‘홍로’와 ‘감홍’과 비교 시 당도는 ‘홍로’ 보다 높고 경도는 ‘감홍’보다 높거나 비슷한 경향이었다.

표 11. 국내 육성 품종의 저온저장¹⁾ +상온 7일 후 과일의 과즙 관능평가('16)



저온저장 후 상온 보관 과일의 과즙 관능 평가결과 ‘황옥’이 가장 우수하였고, 향기 관능평가는 ‘홍금’이 가장 우수하였다.

표 12. 국내 육성 품종의 저온저장 +상온 7일 후 과일의 향기 관능평가('16)



1) 품종별 저온저장 일수는 표 10 참조

표 13. 국내 육성 품종의 저온저장 +상온 7일 후 과일의 조직감 관능평가('16)

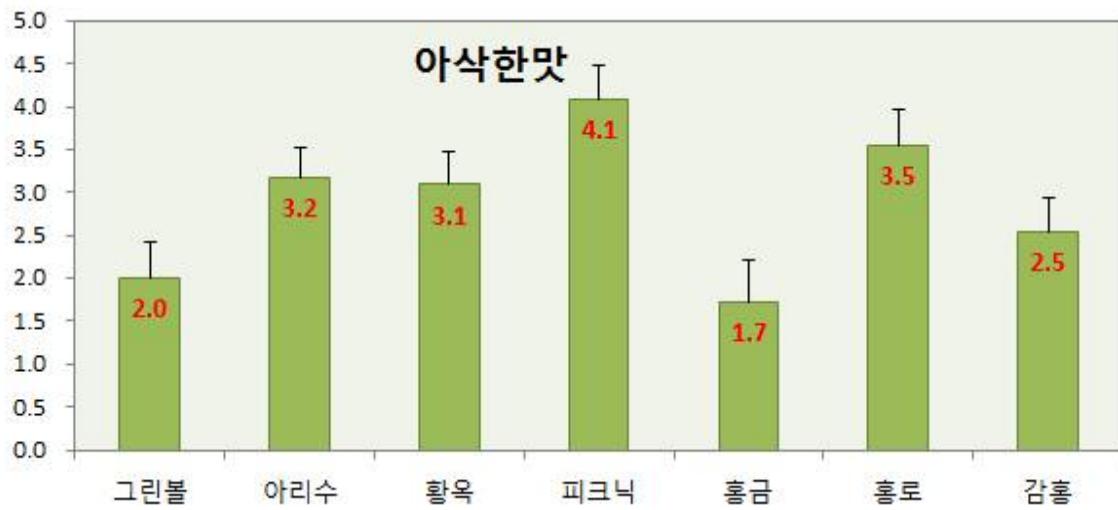
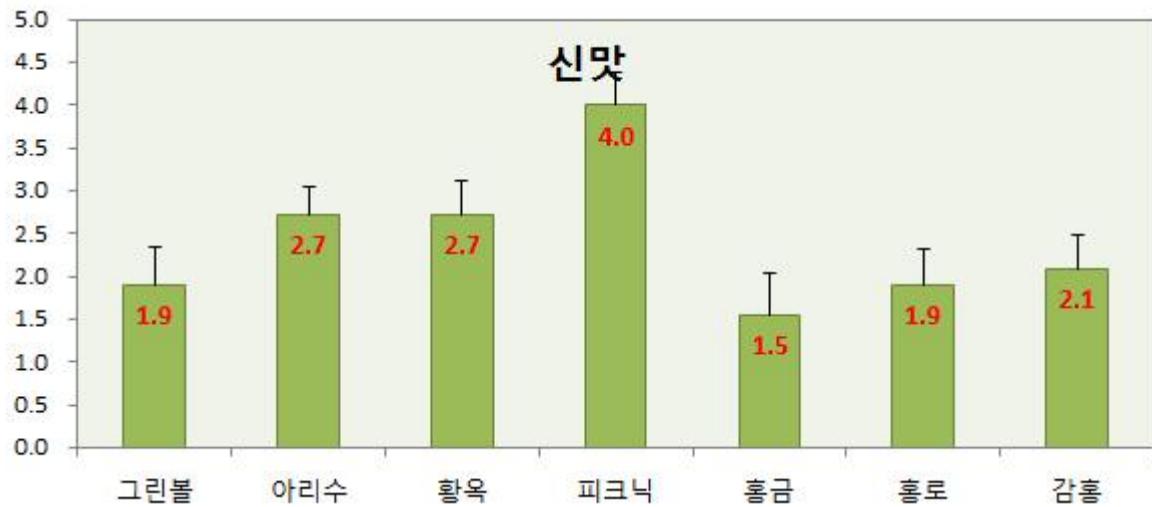
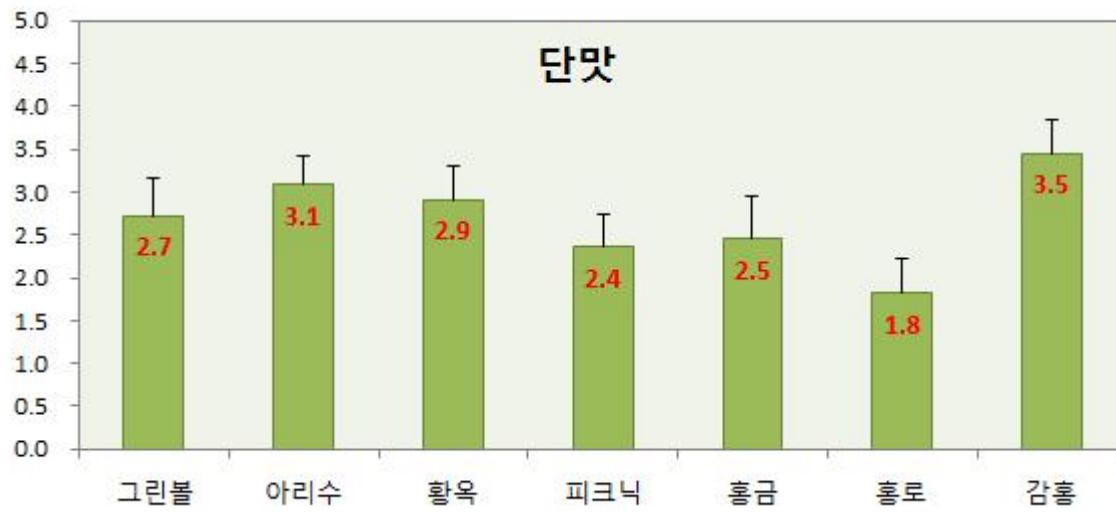


표 14. 국내 육성 품종의 저온저장 +상온 7일 후 과일의 신맛의 관능평가('16)



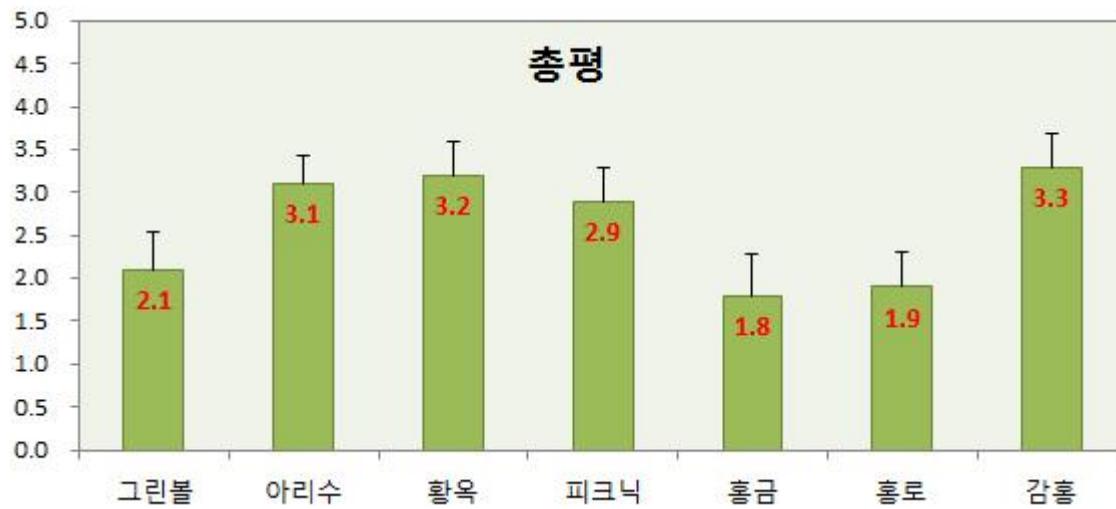
저온저장 후 상온 보관 과일의 아삭한 맛은 ‘피크닉’이 가장 우수하여 경도가 높은 것이 조직감도 우수함을 알 수 있었다. 신맛도 ‘피크닉’이 가장 높아 저장 후 식미 유지가 잘 됨을 알 수 있다.

표 15. 국내 육성 품종의 저온저장 +상온 7일 후 과일의 단맛 관능평가('16)



저온저장 후 상온 보관 과일의 단맛은 ‘감홍’이 가장 우수하여 저장기간이 길수록, 수확 시 당도가 낮을수록 저온저장 후 단맛이 낮음을 알 수 있었다.

표 16. 국내 육성 품종의 저온저장 +상온 7일 후 과일의 전체 관능평가('16)



이상을 결과를 종합한 평가는 저온저장기간이 짧고 당도가 높은 ‘감홍’이 가장 우수하였고, ‘황옥’, ‘아리수’, ‘피크닉’ 순이었다. 이 세 품종들은 저온 저장 후 유통을 하여도 품질 유지가 잘 되는 것을 알 수 있었다. 그러나, 8월 하순에 수확한 ‘그린볼’, 극대과인 ‘홍금’, 수확 시 산도가 낮은 ‘홍로’는 저온 저장 후 식미가 좋지 않음을 알 수 있어 이 품종들은 수확 후 즉시 유통, 소비되는 것이 좋다고 생각되었다.

표 17. 썬더킹 품종의 수확 시기별 과실 특성('16)

수확일	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _색)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)	환산수량 (ton/10a)
7.20	227	0.91	-15.6	11.7	0.80	7.4	3.44
7.25	210	0.88	-14.3	12.4	0.77	7.4	2.97
7.30	250	0.91	-11.7	12.7	0.60	7.4	2.53
8.5	266	0.91	-9.5	13.4	0.57	7.3	4.34
8.10	306	0.91	-1.5	14.5	0.51	7.1	4.77

‘썬더킹’의 수확 기준 전후 5일 간격으로 조사한 과일 특성과 환산 수량은 표 17과 같다. 수확 일이 늦어질수록 적색도 $a_{색}$ 과 당도가 증가하고, 산도와 경도가 낮아짐을 알 수 있다. 또한 과중도 수확이 늦어질수록 증가하는 경향이었다. 환산 수량은 평균 3.6ton으로 다수확 품종임을 알 수 있으나 수확 시기별로 차이가 나는 것은 시험수 상태별 착과량의 차이에 따른 것으로 생각된다.

표 18. 아리수 품종의 수확 시기별 과실 특성('16)

수확일	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _색)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)	환산수량 (ton/10a)
8.19	292	0.91	5.9	15.6	0.46	7.5	3.7
8.24	303	0.92	11.3	15.4	0.41	7.0	4.3
8.29	298	0.90	9.7	15.7	0.36	6.8	3.2
9.4	316	0.92	24.2	15.6	0.36	5.9	4.8

‘아리수’의 수확 기준 전후 5일 간격으로 조사한 과일 특성과 환산 수량은 표 18과 같다. 수확 일이 늦어질수록 과중과 당도가 증가하는 경향이었고 산도는 점차 낮아지는 경향이었다. 환산 수량은 평균 4.0ton으로 다수확이 가능하였다.

표 19. 아리수 품종의 지역별 과실 특성('16)

(수확일:8.30)

재배지역	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _색)	황색도 (Hunter b _색)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)
군위 A	246	0.87	12.4 bc	25.9 a	14.7	0.39	3.4 c
군위 B	331	0.91	14.0 b	23.1 b	15.2	0.35	5.4 b
군위 C	339	0.89	15.4 b	17.4 c	15.3	0.38	5.9 ab
영천	297	0.87	12.1 c	21.9 b	14.0	0.39	6.0 ab
안동	268	0.86	7.6 bc	22.9 b	13.9	0.37	6.0 ab
김천	254	0.88	24.8 a	14.3 d	13.6	0.43	6.4 a

‘아리수’의 수확일 8월 30일 기준 과일 특성은 표 19와 같다. 군위 A농가의 과일 경도는 3.4kg/Ø11mm로 매우 낮아 분질화 된 정도임을 알 수 있다. 착색은 김천 김천지역에서 수확한 ‘아리수’가 적색도가 높고 황색도가 낮았다. 적색도는 24.8로 유의하게 높았고, 황색도는 14.3으로 가장 낮았다. 군위 A농가의 황색도가 25.9로 매우 높음을 볼 때, 황색도가 높은 과일의 경도가 낮음을 유추할 수 있다.

표 20. 아리수 품종의 지역별 과일의 고온 피해율('16)

(수확일:8.30)

재배지역	수관하부관리 형태	낙과율 (%)	과피황변과율 (%)	수상갈변과율 (%)	일소과율 (%)	에틸렌발생량 ($\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$)	
						수확 당일	수확 7일후
군위 A	청경	54.5	45.6	27.3	-	1.07 a	-
군위 B	청경	21.4	50.0	0	0	0.72 b	1.87
군위 C	초생	9.1	0	0	0	0.72 b	1.00
영천	초생	7.7	0	0	0	0.71 b	1.73
안동	청경	13.9	69.4	4.2	0	0.62 b	1.10
김천	초생	0	0	0	0	0.59 b	1.48

‘아리수’의 수확일 8월 30일 기준 과일의 고온 피해율은 표 20과 같다. 군위 A농가의 낙과율은 54.5%로 매우 높고 과피 황변과율도 45.6%, 수상 갈변과율 27.3%로 높아 정상과일일 전혀 수확할 수 없었다. 또한 군위 B농가의 아리수 품종은 낙과율 21.4%, 과피황변과율 50.0%로 높았다. 또한 안동 농가의 아리수 품종의 낙과율은 13.9%, 과피황변과율 69.4%로 고온 피해 증상이 다소 높게 나타났다. 그러나 군위 C농가, 영천 및 김천 농가는 낙과율이 10%미만이었고, 과피 황변, 수상갈변, 일소과 등의 고온 피해가 없었다. 고온 피해가 발생한 농가의 수확하부 관리 형태가 전부 청경재배이며, 미발생 농가의 수관하부 관리 형태는 초생재배였다.

표 21. 아리수 품종 재배 농가의 수관하부 관리 방법에 따른 온도 유지 시간

(시간;분)

재배지역	수관하부관리 형태	20℃ 이상	25℃ 이상	30℃ 이상	35℃ 이상	40℃ 이상
군위 A	청경	18:00	13:21	10:30	6:06	1:33
군위 B	청경	18:00	17:00	10:00	5:52	0
	초생	17:30	14:00	9:00	3:30	0
안동	청경	17:50	16:00	9:30	6:06	0
	초생	17:30	13:04	9:30	5:00	0
김천	청경	20:45	17:00	8:00	4:11	0

* 온도 기록일은 2016년 8월 26일로 군위 B에 설치된 기상청 기상관측자료의 최고 기온은 36.2℃였음.

아리수 품종 재배 농가의 수관하부 관리 방법에 따른 지상 60cm 높이의 주간부의 온도 유지 시간은 표 21과 같다. 고온 피해가 매우 심했던 군위 A농가의 30℃ 이상 유지 시간은 10시간 30분이며 35℃ 이상 유지 시간은 6시간 6분이며 40℃ 이상도 1시간 33분이었다. 이것은 고온 피해가 발생하지 않은 김천 농가의 30℃ 이상 유지 시간은 8시간, 35℃ 이상 유지 시간은 4시간 11분이며 40℃ 이상은 기록하기 않아 차이가 컸다. 같은 농가에서 청경재배한 곳과 초생재배한 곳의 온도 차이는 더 확연하게 차이가 난다. 군위 B농가의 청경재배한 곳의 주간부 온도가 30℃ 이상 유지 시간은 10시간이었지만, 초생재배한 곳의 주간부의 30℃ 이상 유지시간은 9시간으로 1시간 짧았으며, 35℃ 이상 유지 시간은 청경재배한 곳이 초생재배한 곳 보다 2시간 22분 더 길었다. 이는 안동 지역 아리수 재배 농가의 경우도 같은 경향으로 수관 하부 관리 형태에 따른 지상 60cm의 온도는 초생재배하는 것이 청경재배하는 것 보다 고온 유지 시간이 짧음을 알 수 있었다.

표 22. 피크닉 품종의 수확 시기별 과실 특성('16)

수확일	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _☆)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)	환산수량 (ton/10a)
9.13	207	0.89	5.5	16.5	0.51	8.1	3.8
9.18	210	0.88	4.8	17.1	0.50	6.6	3.6
9.23	209	0.87	10.8	17.4	0.48	6.2	3.4

피크닉 품종의 수확 시기별 과실특성은 표 22와 같다. 적숙기인 9월 18일 보다 일주일 일찍 조사한 과일은 과중이 207g으로 다소 작고 당도가 낮고 산도가 다소 높으며 경도가 8.1kg/Ø11mm으로 매우 높았다. 적숙기보다 일주일 지연 수확한 과일의 과중은 적숙기의 과일에 비해 큰 차이가 없으나 적색도가 많이 높아짐을 알 수 있었다. 당도와 산도, 경도가 적숙기 과일과 비슷하여 지연 수확하는 것이 착색을 높일 수 있을 것으로 생각되나, 수확 기간 연장을 위해서는 경와부 열과 등의 생리 장해 발생 여부, 수확 과일의 저장성 검토가 필요하다고 생각된다.

표 23. 황옥 품종의 수확 시기별 과실 특성('16)

수확일	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _색)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)	환산수량 (ton/10a)
9.13	223	0.90	-10.4	16.1	0.53	6.76	4.8
9.18	264	0.96	-10.5	16.7	0.47	6.47	4.2
9.23	252	0.93	-10.1	16.8	0.40	6.45	3.7

황옥 품종의 수확 시기별 과실특성은 표 23와 같다. 적숙기인 9월 18일 보다 일주일 일찍 조사한 과일은 과중이 223g으로 다소 작고 당도가 낮고 산도가 다소 높으며 경도가 6.76kg/Ø11mm으로 높았다. 적숙기보다 일주일 지연 수확한 과일은 적숙기 수확한 과일과 비교 시 과일 특성이 유사하였으나, 산도가 0.4%로 많이 낮음을 알 수 있었다.

표 24. 피크닉 품종의 착과량별 수량 및 과실 특성('16)

(수확일: 9.20)

착과량 (과/주)	최종수확 과수(과/ 주)	환산수량 (ton/10a)	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _색)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)
130	105	3.9	195	0.86	13.8	17.2	0.50	5.89
160	129	4.8	197	0.90	10.0	14.8	0.42	5.94
190	144	6.0	219	0.89	20.9	16.3	0.54	6.74

피크닉 품종의 착과량 별 수량 및 과일 특성은 표 24와 같다. 130과를 착과시킨 관행 착과수는 최종 수확과 수는 105과로 환산 수량 3.9ton이었다. 160과를 착과 시킨 시험수는 최종 129과를 수확하여 환산 수량 4.8ton이었고, 190과를 착과시킨 시험수는 최종 144과를 수확하여 환산수량이 6.0ton이었다. 과일 특성은 처리별로 큰 차이가 없었으며, 시험수의 2017년 개화 상태를 관찰하여 착과량에 따른 해거리 유무를 지속 관찰할 필요가 있으며, 해거리가 없을 경우 착과량을 늘려서 수량과 과일 품질이 최적인 수준을 파악할 필요가 있다고 생각되었다.

표 25. 황옥 품종의 착과량별 수량 및 과실 특성('16)

(수확일: 9.21)

착과량 (과/주)	최종수확 과수(과/ 주)	환산수량 (ton/10a)	과 중 (g)	과형지수 (L/D)	적색도 (Hunter a _색)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/Ø11mm)
130	128	5.1	209	0.91	-10.80	15.8	0.52	6.62
160	119	4.5	199	0.90	-10.20	14.6	0.45	6.35
190	135	4.5	176	0.89	-10.99	15.1	0.47	6.12

황옥 품종의 착과량 별 수량 및 과일 특성은 표 25와 같다. 130과를 착과시킨 관행 착과수는 최종 수확과 수는 128과로 환산 수량 5.1ton이었다. 160과를 착과 시킨 시험수는 최종 119과를 수확하여 환산 수량 4.5ton이었고, 190과를 착과시킨 시험수는 최종 135과를 수확하여 환산수량이 4.5ton이었다. 착과량이 많을수록 과중이 작아지는 경향이었으나 처리별로 큰 차이가 없

었으며, 시험수의 2017년 개화 상태를 관찰하여 착과량에 따른 해거리 유무를 지속 관찰할 필요가 있으며, 해거리가 없을 경우 착과량을 늘려서 수량과 과일 품질이 최적인 수준을 파악할 필요가 있다고 생각되었다.

표 26. 수확 후 엽면시비에 따른 아리수 품종의 수량성('15)

품종/대목	수령	재식거리	전체 과일 평균 과중(g)	착과수(과)	환산수량(10a)
아리수/M.9	6	3.5*1.5	340.5	74.8	4.83

- 10a 재식 주수: 190주($3.5 \times 1.5m$ 기준)
- '14 수확 후 엽면시비(8-52-17) 2회 살포(9월 중순 부터 1주일 간격)

아리수 품종의 수확 후 엽면시비 시 이듬해 착과된 과일의 과중 및 환산수량은 표 26과 같다. 수확 후 엽면시비를 9월 중순부터 1주일 간격으로 2회 살포한 결과 전체 과일의 과중은 340.5g, 주당 착과수 74.8과, 환산수량 4.83ton으로 대과로 생산되어 수량을 증대시킬 수 있었다. 이듬해 같은 처리를 시험수 별로 1회, 2회 처리하였을 때도 화기의 크기 및 유과의 크기, 과중이 차이가 나므로 아리수 품종은 수확 후 엽면시비(N-P-K:8-52-17)를 1~2회 하는 것이 수량 증대 효과가 있다고 생각되었다.

표 27. 수확 후 엽면시비에 따른 ‘아리수’ 화기, 유과 및 과일 크기('16)

처리내용	꽃봉오리 ²⁾ 크기(mm)		유과 ³⁾ 크기(mm)		과중(g)
	길이	폭	종경	횡경	
무처리	9.0 a ⁴⁾	6.8 a	32.0 a	32.6 a	272 a
엽면시비 1회 처리	10.5 b	8.2 b	34.1 b	33.4 a	295 b
엽면시비 2회 처리	13.1 c	10.2 c	36.2 c	34.5 b	310 b

2) 2016.4.23. 조사

3) 2016.5.30. 조사

4) Means separation within column by T-test at P=0.05

표 28. 아리수 수확 전 칼슘⁵⁾ 엽면 살포에 따른 저온 저장 중 과일 품질 변화('15)

저장일수	처리내용	적색도 (Hunter a ₃)	당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (kg/Ø11mm)	에틸렌발생량 (ul/kg/h)
0	처리	20.5	13.9	0.49	6.2	-
	무처리	19.8	15.1	0.45	6.4	-
15	처리	19.4	15.6	0.36	6.6	1.12
	무처리	21.2	14.4	0.44	6.5	1.94
30	처리	14.8	15.2	0.42	6.1	0.06
	무처리	13.0	14.4	0.45	6.0	0.04
45	처리	16.0	15.4	0.39	5.5	0.13
	무처리	14.4	13.9	0.42	5.5	0.09

아리수 품종의 수확 전 칼슘 엽면 살포가 저온 저장 시 과일 품질 변화에 미치는 영향은 표 28과 같다. 저장 일수별 과일 특성은 저장 일수 별로 일정한 경향치를 발견할 수 없었다.

표 29. 소비자의 사과 구매 시 우선 요인('15)

구 분	신선도	당도	과즙	모양과 색깔	가격	크기	씹는 맛	품질 인증	원산지	브랜드	기타
비 율	15.3	19.5	10.1	11.4	9.0	6.6	12.5	7.8	6.4	1.5	0.3

소비자의 사과 구매 시 우선 고려 요인 11가지 중 당도가 가장 높았고 신선도, 씹히는 맛, 모양과 색깔 순이었다.

표 30. 사과 신품종 황옥의 기존 사과(후지 조숙계)와의 선호도('15)

5) 칼슘 성분 17%의 시판 제품

구 분	기존사과 (+3)	기존사과 (+2)	기존사과 (+1)	같음	황 옥 (+1)	황 옥 (+2)	황 옥 (+3)
	← 선호도 증가 →						
종합평가	0.0	0.0	14.3	9.8	19.4	10.9	14.7
크 기	45.0	60.0	40.8	23.0	5.6	11.8	5.4
새콤달콤함	10.0	16.0	10.2	11.5	30.6	10.0	23.3
색 깔	35.0	20.0	20.4	23.0	13.9	20.0	10.9
씹 는 맛	10.0	0.0	8.2	13.1	15.3	24.5	22.5
과 즙	0.0	4.0	6.1	19.7	15.3	22.7	23.3
계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

황옥 품종과 동일시기에 출하되는 기존 사과(후지 조숙계)를 대상으로 외관 및 식미 선호도를 소비자를 조사한 결과는 표 30과 같다. 대과이고 적색인 기존 사과를 선호하는 경향이었으나 새콤달콤함, 씹는맛 및 과즙 등 식미 선호도는 황옥을 선호하는 경향이었고, 종합 평가 시 황옥을 최종적으로 더 선호하는 것으로 나타났다. 그러므로 크고 붉은색에 익숙한 소비자들은 외관은 기존 사과를 선호하지만 맛을 본 후에는 맛이 좋은 품종을 선호하므로 신품종 출하 시 홍보와 계통 출하를 통해서 인지도를 향상 시키는 것이 필요하다고 생각되었다.



그림 1. 사과 신品种과 후지 품종 과일 시식 후 선호도('15)

10월 상순에 수확되는 신品种과 대조품종 후지 과일을 시식한 후 선호도는 그림 1과 같다. 표 8에서 후지조숙계와 황옥의 선호도는 비슷하게 나왔는데, 그림 1에서는 후지를 대조품종으로 사용하여 후지 23%, 황옥 18%로 나타났다. 피크닉의 선호도는 59%로 후지보다 월등히 선호도가 높았다.



그림 2. 사과 신품종과 후지 과일 착즙 주스 시음 후 선호도('15)

황옥, 피크닉, 후지 과일을 품종별로 착즙한 주스의 시음 후 선호도를 조사한 결과는 그림 2와 같다. 선호도는 피크닉 55%, 후지 31%, 황옥 14%로 피크닉 과일로 착즙한 주스를 가장 선호하였다.



그림 3. 구매 가격이 같은 경우 선택 품종 비율('15)

과일과 주스를 시음 후 구입 가격이 동일할 경우 선택할 품종의 비율은 피크닉 57%, 후지 22%, 황옥 21%로 피크닉이 월등히 높았으며 후지와 황옥은 비슷하게 나타났다. 그림 1, 2, 3의 결과로 볼 때, 황옥품종의 식미는 후지와 비슷한 정도이지만, 피크닉의 선호도는 매우 높은 것을 알 수 있었다. 시식 선호도는 과일의 재배 조건 및 저장 상태, 조사 집단의 성별과 연령에 따라 차이가 크므로 동일 조건에서 준비된 과일로 다양한 연령대를 대상으로 구분해서 조사를 할 필요가 있다고 생각되었다.

제3절 적요

조생종인 ‘썸머드림’과 ‘썸머킹’은 대체로 만개 후 약 99~102일에 수확이 가능하였다. ‘썸머드림’은 과중 230g으로 중과이며 과형지수가 0.76으로 작아 과형이 편원형이나 당도가 높고 산도가 낮아 식미는 우수한 품종이었다. ‘썸머킹’은 278g의 과중으로 중대과이며 과형이 원추형이며 당도 12.8°Bx, 산도 0.64%로 극조생종 품종으로는 당산미가 우수하였다. ‘썸머킹’의 상온 저장 일수별 과일 특성은 당도는 변화가 없으나 상온 5일 경 산도와 경도가 낮아지고 상온 10일경 산도 0.21%, 경도 3.9kg/11mmØ로 매우 낮아져 ‘썸머킹’의 상온 유통 가능 일수는 상온 5일~10일 경임을 알 수 있었다. 중생종 중 ‘아리수’는 ‘홍로’와 비슷한 성숙일수를 가지고 있지만 ‘홍로’의 135일에 비해 132일로 3일 정도 조숙되는 경향이었다. ‘아리수’는 322g의 과중으로 육성당시의 280g 보다 다소 컸으며 같은 시기에 수확되는 ‘홍로’와 유사하였다. 2016년의 기록적인 고온으로 모든 사과 품종에서 고온피해가 발생하였다. ‘아리수’의 경우 수상 갈변, 과피황변의 증상이 있었다. 특히, 기온이 높은 군위 A농가의 과일은 대부분 분질화되고 과피황변이 심하였다. 그러나, 같은 지역의 군위 C농가의 과일은 매우 양호하였다. 이 차이는 두 농가의 수관하부 관리 상태에 기인한 것으로 추정된다. 고온 피해가 발생한 농가의 수확하부 관리 형태가 전부 청경재배이며, 미발생 농가의 수관하부 관리 형태는 초생재배였다. 같은 농가에서 청경재배한 곳과 초생재배한 곳의 온도 비교는 청경재배한 곳의 주간부 온도가 30°C 이상 유지 시간은 10시간이었지만, 초생재배한 곳은 9시간으로 1시간 짧았으며, 35°C 이상 유지 시간은 청경재배한 곳이 2시간 22분 더 길었다. 아리수 품종의 수확 후 엽면시비를 9월 중순부터 1주일 간격으로 2회 살포한 결과 전체 과일의 과중은 340.5g, 주당 착과수 74.8과, 환산수량 4.83ton으로 대과로 생산되어 수량을 증대시킬 수 있었다. ‘황옥’은 만개 후 147일경 수확이 가능하였고 ‘피크닉’은 151일에 수확이 가능하였다. 발표된 ‘황옥’과 ‘피크닉’은 각각 239g과 245g으로 중과형 크기였다. 황옥 품종과 동일 시기에 출하되는 기존 사과(후지 조숙계)를 대상으로 외관 및 식미 선호도를 소비자를 조사한 결과는 황옥을 최종적으로 더 선호하는 것으로 나타났다.

<제1협동과제 : 국내 육성 사과 신품종의 경북지역에서의 특성 검정>

제1절 연구 수행 내용 및 방법

경북지역 봉화, 영주, 문경, 김천, 포항 등 총 5지역(8지점)에 시험포를 조성하여 2014년부터 2016년까지 3년간 수행하였고, 시험품종은 ‘썸머킹’, ‘아리수’, ‘그린볼’, ‘피크닉’, ‘홍소’, ‘황옥’ 등 총 6품종이었으며, 주요 재배품종인 ‘쓰가루’, ‘홍로’, ‘후지’를 각각 대조품종으로 하였다. 시험포의 위치는 표 1과 같다.

표 1. 시험포의 위치 및 지점별 시험품종

지역	지점	시험품종
봉화	봉화군 명호면 관창리	그린볼, 홍소, 황옥, 피크닉
	영주시 순흥면 태장리	그린볼, 홍소, 황옥, 피크닉
	영주시 풍기읍 백리	그린볼, 홍소, 황옥, 피크닉
영주	문경시 마성면 외어리	썸머킹, 그린볼, 홍소, 아리수, 황옥, 피크닉
	김천시 감천면 광기리	그린볼, 홍소, 황옥, 피크닉
문경	김천시 대덕면 연화리	썸머킹, 그린볼, 홍소, 아리수, 황옥, 피크닉
	김천시 증산면 수도리	그린볼, 홍소, 황옥, 피크닉
김천	포항시 죽장면 상옥리	그린볼, 홍소, 황옥, 피크닉
	포항시 죽장면 상옥리	그린볼, 홍소, 황옥, 피크닉
포항		

조사나무의 선정은 과원 내 가장 대표적인 나무 3주를 선정하여 매년도 동일한 조사나무로 활용하였다. 생물계절 양상은 3주를 평균하여 판단하였으며 발아기, 개화기, 만개기, 수확기 등을 조사하였다. 과실특성을 조사하기 위하여 선정된 3주의 적숙기에 주당 20과씩 총 60과를 수확하여 과중, L/D비, 경도, 당도, 산도, 착색도 등을 조사하였다. 과중은 나무 전체의 평균치에 가까운 과실을 수확하여 각각의 과중을 측정하여 평균하였고, 당도는 과실 적도면의 과육을 잘라 착즙하여 디지털당도계(Atago, PAL-1)로 측정하여 가용성 고형물 함량을 0.1°Brix 단위로 표시하였으며, 경도는 적도면의 과피를 두께 1mm 정도로 제거한 후 경도계(Sun Rheo Meter, Compac-100 II, 11mm 직경 tip)로 측정하여 N/11mm \varnothing 단위로 표시하였다. 과실의 상온 저장은 실내에 둔 것으로 하였으며, 저온 저장은 온도 0±1°C, 상대습도 85~90%로 설정하여 저장 후 해당 시기가 되면 과실을 가지고 조사를 하였다.

제2절 연구 수행 결과

조생종인 ‘썸머킹’ 품종은 만개 후 약 99~107일에 수확이 가능하였다. 생물계절 양상을 보면 문경의 평균 발아기가 3월 20일로 김천(대덕면)의 평균 발아기 3월 22일 보다 2일 정도 빨랐고, 만개기도 문경이 김천(대덕면) 보다 2일 정도 빨랐다. 조사지역 ‘썸머킹’의 평균 성숙기는 8월 5일로 비슷하였다(표 1).

표 1. 조생 시험품종 개화 생육 특성

품종명	지역	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)	성숙기 (월/일)	만개후 일수	육성시 발표숙기
문경 마성면	'14	3/21	4/24	4/26	8/2	99	
	'15	3/21	4/24	4/26	8/10	107	
	'16	3/18	4/22	4/23	8/3	103	
	평균	3/20	4/23	4/25	8/5	103	
썸머킹	'14	3/24	4/24	4/28	8/7	102	8상
	'15	3/22	4/22	4/28	8/11	106	
	'16	3/20	4/19	4/25	8/2	100	
	평균	3/22	4/21	4/27	8/6	103	
평균		3/21	4/22	4/26	8/5	103	

중생종인 ‘그린볼’의 지역별 생물계절 양상을 살펴보면 문경, 김천(대덕면)의 평균 발아기가 3월 19일에서 3월 20일로 가장 빨랐고 봉화, 포항이 4월 3일로 가장 늦었으며 그 차이는 14일 정도였다. 조사지역의 평균 만개기는 4월 27일이었고 문경은 4월 24일로 조사지역 중 가장 빨랐다. 평균 성숙기는 김천(감천면)이 8월 25일로 가장 빨랐고 김천(증산면)이 9월 13일로 가장 늦었으며 그 차이는 18일 정도였으며, 만개 후 성숙기까지의 일수는 약 121~139일이었다(표 2).

표 2. 중생 시험품종⁶⁾ 개화 생육 특성

품종명	지역	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)	성숙기 (월/일)	만개후 일수	육성시 발표숙기
봉화 명호면	'14	4/5	4/30	5/5	9/5	124	
	'15	4/3	4/29	5/3	9/8	129	
	'16	4/1	4/26	4/30	9/1	125	
	평균	4/3	4/28	5/2	9/4	126	
영주 풍기읍	'14	3/27	4/24	4/26	9/3	131	
	'15	3/27	4/24	4/26	9/1	129	
	'16	3/25	4/21	4/23	8/25	125	
	평균	3/26	4/23	4/25	8/30	128	
영주 순흥면	'14	3/27	4/24	4/26	9/3	131	
	'15	3/27	4/24	4/26	9/8	136	
	'16	3/24	4/21	4/23	-	-	
	평균	3/26	4/23	4/25	9/5	134	
문경 마성면	'14	3/21	4/24	4/26	8/30	127	
	'15	3/21	4/24	4/26	8/27	124	
	'16	3/18	4/21	4/22	8/25	126	
	평균	3/20	4/23	4/24	8/27	126	
그린볼	'14	4/7	4/26	4/29	9/12	137	9상
	'15	4/2	4/26	4/28	-	-	
	'16	3/31	4/24	4/25	9/12	141	
	평균	4/3	4/25	4/27	9/12	139	
포항 죽장면	'14	3/21	4/24	4/28	8/25	120	
	'15	3/23	4/24	4/28	8/27	122	
	'16	3/21	4/21	4/25	8/24	122	
	평균	3/21	4/23	4/27	8/25	121	
김천 감천면	'14	3/20	4/24	4/27	9/10	137	
	'15	3/20	4/24	4/27	8/31	127	
	'16	3/19	4/21	4/24	8/24	123	
	평균	3/19	4/23	4/26	9/1	129	
김천 대덕면	'14	4/2	5/3	5/6	9/15	133	
	'15	3/29	5/1	5/4	9/14	134	
	'16	3/27	4/28	5/1	9/12	135	
	평균	3/29	4/30	5/3	9/13	134	
평균		3/26	4/24	4/27	9/3	130	

중생종인 ‘아리수’ 품종은 평균적으로 만개 후 약 128일에 수확이 가능하였다. 생물계절 양상을 보면 문경의 평균 발아기가 3월 19일로 김천(대덕면)의 평균 발아기 3월 22일 보다 3일 정도 빨랐고, 만개기도 문경이 김천(대덕면) 보다 4일 정도 빨랐다. 조사지역 ‘아리수’의 평균 성숙기는 8월 29일로 비슷하였다(표 2).

6) 9월 중순 이전에 수확이 가능한 중생종

표 2. 중생 시험품종⁷⁾ 개화 생육 특성(계속)

품종명	지역	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)	성숙기 (월/일)	만개후 일수	육성시 발표숙기
아리수	문경 마성면	'14	3/20	4/22	4/24	9/2	132
		'15	3/20	4/22	4/24	9/3	133
		'16	3/17	4/20	4/22	8/25	126
		평균	3/19	4/21	4/23	8/30	130
	김천 대덕면	'14	3/25	4/23	4/28	9/4	130
		'15	3/22	4/23	4/28	8/27	123
		'16	3/20	4/21	4/25	8/24	123
		평균	3/22	4/22	4/27	8/28	125
봉화 명호면	평균	3/20	4/21	4/25	8/29	128	
	영주 풍기읍	'14	4/10	5/2	5/7	9/10	127
		'15	4/10	5/2	5/4	9/17	137
		'16	4/7	4/30	5/2	-	-
		평균	4/9	5/1	5/4	9/13	132
	영주 순흥면	'14	3/26	4/27	4/29	9/15	140
		'15	3/26	4/27	4/29	9/17	142
		'16	3/23	4/24	4/27	9/5	132
		평균	3/25	4/26	4/28	9/12	138
홍소	포항 죽장면	'14	3/26	4/27	4/29	9/16	141
		'15	3/26	4/27	4/29	9/17	142
		'16	3/23	4/24	4/26	9/16	144
		평균	3/25	4/26	4/28	9/16	142
	김천 감천면	'14	3/24	4/26	4/28	9/7	133
		'15	3/24	4/26	4/28	9/17	143
		'16	-	-	-	-	-
		평균	3/24	4/26	4/28	9/12	138
김천 대덕면	김천 대덕면	'14	4/12	4/29	5/3	9/15	136
		'15	4/11	4/29	5/3	9/16	137
		'16	4/8	4/26	4/30	9/12	136
		평균	4/10	4/28	5/2	9/13	136
	김천 중산면	'14	3/23	4/27	4/30	9/10	134
		'15	3/24	4/28	4/30	9/14	138
		'16	3/21	4/25	4/28	9/6	132
		평균	3/22	4/26	4/29	9/10	135
김천 중산면	김천 대덕면	'14	3/22	4/26	4/30	9/10	134
		'15	3/22	4/26	4/30	9/14	138
		'16	3/19	4/23	4/27	9/6	133
		평균	3/21	4/25	4/29	9/10	135
	김천 중산면	'14	4/4	5/6	5/10	9/30	144
		'15	3/30	5/6	5/7	10/2	149
		'16	3/28	5/3	5/4	9/12	132
		평균	3/31	5/5	5/7	9/24	142
	평균	3/28	4/28	4/30	9/14	137	

7) 9월 중순 이전에 수확이 가능한 중생종

중생종인 ‘홍소’의 생물계절 양상을 살펴보면 김천(대덕면)의 평균 발아기가 3월 22일로 가장 빨랐고 포항이 4월 10일로 가장 늦었으며 그 차이는 18일 정도였다. ‘홍소’ 품종의 조사지역 평균 만개기는 4월 28일이었고 김천(증산면)은 5월 7일로 조사지역 중 가장 늦었다. 평균 성숙기는 김천(감천면)이 9월 10일로 가장 빨랐고 김천(증산면)이 9월 24일로 가장 늦었으며 그 차이는 14일 정도였다. 이 원인은 김천(증산면)의 해발고도가 764m로 다른 지역에 비해 상대적으로 기온이 서늘하였기 때문이다(표 2).

표 3. 중생 시험품종⁸⁾ 개화 생육 특성

품종명	지역	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)	성숙기 (월/일)	만개후 일수	육성시 발표숙기
봉화 명호면	'14	4/6	5/1	5/6	9/18	136	
	'15	4/3	4/30	5/3	10/2	153	
	'16	4/1	4/27	4/30	9/21	145	
	평균	4/3	4/29	5/3	9/23	145	
영주 풍기읍	'14	3/24	4/27	4/29	9/30	155	
	'15	3/22	4/25	4/27	10/2	159	
	'16	3/20	4/22	4/24	9/26	156	
	평균	3/22	4/24	4/26	9/29	157	
영주 순흥면	'14	3/25	4/28	5/1	10/3	154	
	'15	3/24	4/27	4/29	10/2	155	
	'16	3/22	4/23	4/26	9/26	152	
	평균	3/23	4/26	4/28	10/2	155	
문경 마성면	'14	3/20	4/24	4/27	9/18	145	
	'15	3/21	4/23	4/26	9/17	145	
	'16	3/18	4/20	4/23	9/8	139	
	평균	3/19	4/22	4/25	9/14	143	
황옥	'14	4/7	4/27	5/1	10/6	159	9하
	'15	4/3	4/27	5/1	9/30	153	
	'16	4/1	4/24	4/28	9/22	148	
	평균	4/3	4/26	4/30	9/29	154	
김천 감천면	'14	3/20	4/26	4/30	9/20	144	
	'15	3/20	4/26	4/30	9/14	138	
	'16	3/18	4/23	4/27	9/6	133	
	평균	3/19	4/25	4/29	9/13	138	
김천 대덕면	'14	3/21	4/27	4/29	9/22	147	
	'15	3/22	4/27	4/28	9/13	140	
	'16	3/19	4/24	4/24	9/6	137	
	평균	3/20	4/26	4/27	9/13	141	
김천 증산면	'14	4/1	5/3	5/5	9/30	149	
	'15	3/29	4/30	5/3	10/2	153	
	'16	3/27	4/27	4/30	9/23	147	
	평균	3/29	4/30	5/2	9/28	150	
	평균	3/25	4/26	4/29	9/23	148	

8) 9월 중순 이전에 수확이 가능한 중생종

중생종인 ‘황옥’ 품종의 경북지역 평균 발아기는 3월 19일에서 4월 3일로 약 14일의 차이가 있었다. 평균 만개기는 4월 29일이었고 봉화는 5월 3일로 조사지역 중 가장 늦었다. 평균 성숙기는 영주(순흥면)가 10월 2일로 가장 늦었고 김천(감천면, 대덕면)이 9월 13일로 가장 빨랐으며 그 차이는 19일 정도였다(표 3).

표 3. 중생 시험품종⁹⁾ 개화 생육 특성(계속)

품종명	지역	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)	성숙기 (월/일)	만개후 일수	육성시 발표숙기
봉화 명호면	'14	4/6	5/1	5/5	9/21	140	
	'15	4/3	4/30	5/3	9/24	145	
	'16	4/1	4/27	4/30	9/21	145	
	평균	4/3	4/29	5/2	9/22	143	
영주 풍기읍	'14	3/28	4/25	4/28	10/1	157	
	'15	3/23	4/25	4/27	9/25	152	
	'16	3/21	4/22	4/24	9/26	156	
	평균	3/24	4/24	4/26	9/27	155	
영주 순흥면	'14	3/28	4/25	4/27	10/2	159	
	'15	3/26	4/26	4/28	9/25	151	
	'16	3/23	4/23	4/25	9/26	155	
	평균	3/25	4/24	4/26	9/28	155	
문경 마성면	'14	3/23	4/25	4/28	9/22	148	
	'15	3/23	4/26	4/28	9/17	143	
	'16	3/21	4/23	4/25	9/13	142	
	평균	3/22	4/24	4/27	9/17	144	
피크닉	'14	4/8	4/27	4/30	10/8	162	9하
	'15	4/5	4/26	4/30	9/25	149	
	'16	4/3	4/23	4/26	9/22	150	
	평균	4/5	4/25	4/28	9/30	156	
김천 감천면	'14	3/22	4/27	4/30	9/22	146	
	'15	3/23	4/27	4/30	-	-	
	'16	3/21	4/24	4/26	9/6	134	
	평균	3/22	4/26	4/28	9/14	140	
김천 대덕면	'14	3/21	4/25	4/28	9/24	150	
	'15	3/22	4/26	4/29	9/23	148	
	'16	3/20	4/23	4/25	9/6	135	
	평균	3/21	4/24	4/27	9/17	144	
김천 증산면	'14	4/4	5/4	5/6	9/30	148	
	'15	3/29	4/30	5/3	10/2	153	
	'16	3/27	4/37	4/30	9/23	147	
	평균	3/30	5/2	5/3	9/28	149	
	평균	3/27	4/26	4/28	9/23	148	

9) 9월 중순 이전에 수확이 가능한 중생종

‘피크닉’ 품종의 경북지역 평균 발아기는 3월 21일에서 4월 5일로 약 15일의 차이가 있었다. 평균 만개기는 4월 28일이었고 김천(증산면)이 5월 3일로 조사지역 중 가장 늦었다. 경북지역 평균 성숙기는 9월 23일이었고 만개 후 성숙기까지의 평균 일수는 148일이었다. ‘황옥’과 ‘피크닉’의 김천 지역별 생육상황은 감천면(해발고도 111m)과 대덕면(해발고도 296m)은 큰 차이가 없으나, 해발고도가 764m인 증산면은 약 5~15일의 차이가 있었다(표 3).

표 4. 시험품종별 수체 생육 특성

품종명	지역	수고(cm)	수폭(cm)	신초장(cm)	주간직경(mm)
썸머킹	문경 마성면	456	300	31.7	80.5
	김천 대덕면	472	177	42.9	53.6
	평균	464	239	37.3	67.1
	봉화 명호면	400	271	29.6	68.7
	영주 풍기읍	354	266	30.3	69.4
그린볼	영주 순흥면	387	234	30.2	69.3
	문경 마성면	424	308	31.0	90.8
	포항 죽장면	385	200	28.6	59.2
	김천 감천면	445	178	29.4	61.3
	김천 대덕면	410	152	28.5	45.7
아리수	김천 증산면	435	170	27.1	53.5
	평균	405	222	29.3	64.7
	문경 마성면	419	317	36.2	82.5
	김천 대덕면	410	173	34.3	54.0
	평균	415	245	35.3	68.3
홍소	봉화 명호면	368	259	27.5	76.6
	영주 풍기읍	325	238	28.0	72.5
	영주 순흥면	395	255	29.1	70.2
	문경 마성면	352	233	27.9	66.8
	포항 죽장면	350	223	27.1	53.5
	김천 감천면	410	185	35.4	57.3
	김천 대덕면	370	163	22.5	46.3
	김천 증산면	422	180	24.7	66.5
	평균	374	217	27.8	63.7

‘썸머킹’, ‘아리수’ 품종의 평균 신초장은 35.3~37.3cm로 ‘그린볼’, ‘홍소’ 품종의 평균 신초장보다 약 8cm 더 길었다. 주간직경은 63.7~68.3mm로 품종 간에 차이가 거의 없었다. 수고와 수폭은 ‘홍소’ 품종에서 가장 작게 측정되었다(표 4).

표 4. 시험품종별 수체 생육 특성(계속)

품종명	지역	수고(cm)	수폭(cm)	신초장(cm)	주간직경(mm)
황옥	봉화 명호면	365	263	28.3	72.6
	영주 풍기읍	381	249	26.9	66.9
	영주 순흥면	399	328	28.9	70.6
	문경 마성면	425	316	31.6	104.6
	포항 죽장면	432	254	29.9	80.9
	김천 감천면	423	203	35.6	63.7
	김천 대덕면	415	188	28.3	61.4
	김천 증산면	442	198	34.0	73.5
평균		410	250	30.4	74.3
피크닉	봉화 명호면	343	241	28.2	56.4
	영주 풍기읍	344	242	25.3	64.1
	영주 순흥면	317	213	25.2	53.7
	문경 마성면	402	330	29.4	91.7
	포항 죽장면	385	296	27.7	71.9
	김천 감천면	300	200	21.9	58.3
	김천 대덕면	334	173	44.0	47.3
	김천 증산면	414	190	20.1	51.7
평균		355	236	27.7	61.9

‘황옥’의 평균 신초장은 30.4cm이며 김천(감천면)이 35.6cm로 가장 길었다. 평균 주간직경은 74.3mm이고 문경이 104.6mm로 평균보다 30mm 정도 더 큼게 측정되었다. ‘피크닉’의 평균 신초장은 김천 지역을 제외하고 대부분 지역에서 비슷하였으며 주간직경은 ‘황옥’과 같이 문경 지역이 가장 컸다(표 4).

표 5. 조생 시험품종 과실 특성

품종명	지역	과중 (g)	L/D	적색도 (Hunter a 값)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (N/11mmØ)
문경 마성면	'14	259.0	0.86	10.8	12.6	0.39	65.5
	'15	235.0	0.88	4.0	12.7	0.32	91.2
	'16	277.4	0.90	-1.2	12.3	0.31	65.7
	평균	257.1	0.88	4.5	12.5	0.34	74.2
썸머킹	'14	260.8	0.87	12.8	12.3	0.36	62.6
	'15	207.5	0.92	20.2	12.3	0.41	59.3
	'16	282.1	0.94	2.6	12.6	0.28	74.9
	평균	250.1	0.91	11.9	12.4	0.35	65.5
평균		253.6	0.90	8.2	12.5	0.35	69.9

성숙기가 8월 상순인 ‘썸머킹’ 품종의 평균 과중은 253.6g이고 지역별 과중은 250~257g으로 약 7g의 차이가 있었다. 평균 L/D값은 0.90으로 양호 하였으며 적색도(Hunter a 값)는 김천(대덕면) 지역이 문경 지역보다 7.4 더 높았다. 당도와 산도는 12.5°Brix, 0.35%로 지역별로 차이가 없었다(표 5).

표 6. 중생 시험품종¹⁰⁾ 과실 특성

품종명	지역	과중 (g)	L/D	적색도 (Hunter a 값)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (N/11mmØ)
문경 마성면	'14	295.8	0.90	25.1	15.8	0.39	82.2
	'15	238.4	0.93	27.9	15.3	0.25	52.8
	'16	261.6	0.91	22.5	15.2	0.27	95.9
	평균	265.3	0.91	25.2	15.4	0.30	76.3
아리수	'14	259.6	0.89	24.7	13.9	0.38	78.3
	'15	220.5	0.97	33.4	13.5	0.23	72.4
	'16	255.1	0.91	17.2	15.5	0.25	111.5
	평균	245.1	0.92	25.1	14.3	0.29	88.0
평균		255.2	0.92	25.1	14.9	0.30	82.2

10) 9월 중순 이전에 수확이 가능한 중생종

성숙기가 9월 상순인 ‘아리수’는 문경에서 평균 과중이 265.3g으로 김천(대덕면) 보다 20g 정도 더 무거웠지만 L/D, 적색도 및 산도는 비슷했다. 당도는 문경이 15.4°Brix로 김천(대덕면) 보다 1.1°Brix 높았지만, 경도는 김천(대덕면)이 문경보다 11.7N/11mmØ 더 높게 조사되었다(표 6).

표 6. 중생 시험품종¹¹⁾ 과실 특성(계속)

품종명	지역	과중 (g)	L/D	적색도 (Hunter a 값)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (N/11mmØ)
봉화 명호면	'14	277.0	0.84	-9.1	13.5	0.27	76.3
	'15	290.0	0.86	-2.2	12.3	0.13	50.9
	'16	378.2	0.85	-4.7	13.8	0.16	90.0
	평균	315.1	0.85	-5.3	13.2	0.19	72.4
영주 풍기읍	'14	302.7	0.85	-7.5	13.0	0.32	68.5
	'15	271.1	0.83	-6.0	11.8	0.18	64.6
	'16	309.7	0.87	-1.2	15.7	0.21	93.9
	평균	294.5	0.85	-4.9	13.5	0.24	76.3
영주 순흥면	'14	340.1	0.84	-10.6	12.9	0.34	74.4
	'15	290.6	0.88	1.1	12.6	0.16	48.9
	'16	-	-	-	-	-	-
	평균	315.4	0.86	-4.8	12.8	0.25	62.6
문경 마성면	'14	265.3	0.87	-9.9	12.9	0.35	60.7
	'15	280.4	0.81	-9.1	12.9	0.12	66.5
	'16	263.4	0.83	-1.8	13.7	0.16	68.5
	평균	269.7	0.84	-6.9	13.2	0.21	64.6
그린볼	'14	256.3	0.86	-9.8	13.7	0.41	70.4
	'15	-	-	-	-	-	-
	'16	322.5	0.86	-3.2	14.6	0.16	88.0
	평균	289.4	0.86	-6.5	14.2	0.29	80.2
포항 죽장면	'14	282.3	0.85	-10.1	13.5	0.33	58.7
	'15	258.5	0.84	-7.2	13.1	0.18	66.5
	'16	250.2	0.83	-4.8	12.4	0.13	84.1
	평균	263.7	0.84	-7.4	13.0	0.21	70.4
김천 감천면	'14	272.6	0.88	-10.8	13.4	0.32	56.7
	'15	291.6	0.86	-5.6	13.4	0.16	66.5
	'16	245.9	0.83	-5.1	13.8	0.09	92.0
	평균	270.0	0.86	-7.2	13.5	0.19	72.4
김천 증산면	'14	236.9	0.87	-9.2	12.5	0.34	50.9
	'15	298.9	0.86	0.2	11.7	0.25	50.9
	'16	252.7	0.85	-6.2	13.7	0.22	90.0
	평균	262.8	0.86	-5.1	12.6	0.27	64.6
		평균	285.1	0.85	-6.0	13.2	0.23

11) 9월 중순 이전에 수확이 가능한 중생종

성숙기가 9월 상순인 ‘그린볼’의 과중은 영주(순홍면)에서 315.4g으로 평균 과중 285.1g 보다 30.3g 정도 높았고, 당도는 포항이 14.2°Brix로 김천(증산면) 12.6°Brix 보다 1.6°Brix 높았다. 과형지수인 L/D는 대부분 0.85 이상으로 양호하였다. 평균 산도는 0.23%이며 지역별 ‘그린볼’ 품종의 산도는 0.19%에서 0.29%로 0.10% 정도의 차이가 있었다(표 6).

표 6. 중생 시험품종¹²⁾ 과실 특성(계속)

품종명	지역	과중 (g)	L/D	적색도 (Hunter a 값)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (N/11mmØ)
봉화 명호면	'14	332.9	0.85	24.6	12.9	0.29	80.2
	'15	313.0	0.91	35.6	13.0	0.16	48.9
	'16	-	-	-	-	-	-
		평균	323.0	0.88	30.1	13.0	0.23
영주 풍기읍	'14	300.6	0.82	24.1	14.7	0.37	76.3
	'15	257.3	0.84	37.8	14.0	0.15	48.9
	'16	278.6	0.87	20.1	14.7	0.17	93.9
		평균	278.8	0.84	27.3	14.5	0.23
영주 순홍면	'14	331.6	0.83	25.1	14.1	0.35	68.5
	'15	280.5	0.90	37.3	13.0	0.19	50.9
	'16	365.7	0.92	26.4	15.2	0.14	90.0
		평균	325.9	0.88	29.6	14.1	0.23
문경 마성면	'14	327.8	0.88	22.5	15.7	0.33	76.3
	'15	353.9	0.86	39.7	15.0	0.12	47.0
	'16	-	-	-	-	-	-
		평균	340.9	0.87	31.1	15.4	0.23
홍소	'14	349.7	0.86	28.2	13.8	0.39	68.5
	'15	266.0	0.90	36.4	12.6	0.17	47.0
	'16	463.4	0.88	23.8	13.4	0.13	88.0
		평균	359.7	0.88	29.5	13.3	0.23
포항 죽장면	'14	315.4	0.81	26.9	13.6	0.29	62.6
	'15	315.7	0.85	35.6	13.9	0.16	47.0
	'16	269.4	0.85	20.4	12.6	0.18	86.1
		평균	300.2	0.84	27.9	13.4	0.21
김천 감천면	'14	296.2	0.80	28.4	13.9	0.33	60.7
	'15	276.6	0.86	40.1	13.6	0.13	43.0
	'16	295.1	0.86	16.0	14.6	0.08	101.7
		평균	289.3	0.84	28.2	14.0	0.18
김천 대덕면	'14	342.6	0.84	24.8	12.9	0.31	58.7
	'15	346.7	0.87	36.3	12.1	0.13	43.0
	'16	294.9	0.91	22.2	12.4	0.16	92.0
		평균	328.1	0.87	27.8	12.5	0.20
		평균	318.2	0.86	28.9	13.8	0.22
							66.5

성숙기가 9월 상중순인 ‘홍소’의 평균 과중은 318.2g, 당도 13.8°Brix, 산도 0.22% 이였다. 지

12) 9월 중순 이전에 수확이 가능한 중생종

역별 과중은 포항이 359.7g, 영주(풍기읍)가 278.8g으로 80.9g 차이가 났으며, 이는 재배적인 차이로 인한 것으로 보인다. 당도와 적색도는 문경 지역에서 15.4°Brix, 31.1로 가장 높게 조사되었다(표 6).

표 7. 중생 시험 품종¹³⁾ 과실 특성

품종명	지역	과중 (g)	L/D	적색도 (Hunter a 값)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (N/11mmØ)
봉화 명호면	'14	227.4	0.88	-4.7	14.9	0.46	82.2
	'15	176.2	0.97	9.9	15.3	0.17	47.0
	'16	258.1	0.92	-3.3	15.5	0.34	82.2
	평균	220.6	0.92	0.6	15.2	0.32	70.4
영주 풍기읍	'14	235.2	0.89	-5.6	15.1	0.49	86.1
	'15	167.6	0.92	4.0	15.4	0.29	47.0
	'16	207.6	0.93	-1.3	14.5	0.25	70.4
	평균	203.5	0.91	-1.0	15.0	0.34	68.5
영주 순흥면	'14	256.9	0.92	-3.9	15.3	0.53	92.0
	'15	206.8	1.00	5.4	15.1	0.17	48.9
	'16	275.8	0.97	-2.2	14.2	0.19	66.5
	평균	246.5	0.96	-0.2	14.9	0.30	68.5
문경 마성면	'14	235.8	0.86	-7.2	15.9	0.65	78.3
	'15	192.9	0.95	1.1	15.3	0.38	48.9
	'16	213.5	0.94	-3.1	15.2	0.29	82.2
	평균	214.1	0.92	-3.1	15.5	0.44	70.4
황옥	'14	198.7	0.91	-6.8	15.6	0.59	76.3
	'15	160.9	0.99	8.5	14.0	0.28	48.9
	'16	287.0	0.94	-2.3	14.0	0.29	66.5
	평균	215.5	0.95	-0.2	14.5	0.39	64.6
김천 감천면	'14	209.1	0.90	-8.7	14.6	0.42	70.4
	'15	162.4	0.91	-1.6	14.0	0.26	43.0
	'16	198.7	0.92	-4.8	14.2	0.21	80.2
	평균	190.1	0.91	-5.0	14.3	0.30	64.6
김천 대덕면	'14	182.6	0.85	-6.9	15.9	0.51	74.4
	'15	154.1	0.93	3.1	16.0	0.37	47.0
	'16	136.0	0.91	-4.9	13.1	0.17	88.0
	평균	157.6	0.90	-2.9	15.0	0.35	70.4
김천 증산면	'14	203.5	0.88	-7.5	14.7	0.52	72.4
	'15	219.7	0.97	1.2	13.3	0.28	43.0
	'16	205.9	0.98	-2.9	13.7	0.30	95.9
	평균	209.7	0.94	-3.1	13.9	0.37	70.4
평균		207.2	0.93	-1.9	14.8	0.35	68.5

성숙기가 9월 하순 이후인 중생 품종의 과실 특성은 표 6과 같다. 지역별 '황옥'의 과실 특성

13) 9월 하순 이후에 수확이 가능한 중생종

을 비교해 본 결과, 과중은 영주(순홍면)가 246.5g으로 가장 무거웠고, L/D는 모든 조사지역에서 0.9를 넘었다. 경도는 대부분 지역에서 68.5N/11mmØ로 비슷했고, 당도와 산도는 문경 지역에서 15.5°Brix, 0.44%fh 가장 높게 나타났다(표 7).

표 7. 중생 시험품종¹⁴⁾ 과실 특성(계속)

품종명	지역	과중 (g)	L/D	적색도 (Hunter a 값)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (N/11mmØ)
봉화 명호면	'14	206.5	0.89	29.6	13.1	0.41	84.1
	'15	225.4	0.94	31.7	13.0	0.20	66.5
	'16	309.2	0.88	31.6	14.3	0.24	88.0
	평균	247.0	0.90	31.0	13.5	0.28	80.2
영주 풍기읍	'14	243.7	0.88	22.9	14.1	0.40	78.3
	'15	195.1	0.91	32.1	14.7	0.17	60.7
	'16	217.5	0.90	21.2	14.0	0.18	80.2
	평균	218.8	0.90	25.4	14.3	0.25	72.4
영주 순홍면	'14	286.1	0.91	29.0	15.1	0.44	92.0
	'15	244.8	0.95	30.0	14.5	0.23	72.4
	'16	263.0	0.93	29.7	15.0	0.23	90.0
	평균	264.6	0.93	29.6	14.9	0.30	84.1
문경 마성면	'14	236.7	0.90	29.2	16.7	0.51	88.0
	'15	190.4	0.93	37.8	15.1	0.24	68.5
	'16	240.4	0.92	32.4	15.5	0.19	93.9
	평균	222.5	0.92	33.1	15.8	0.31	84.1
피크닉	'14	211.6	0.87	26.6	15.4	0.47	82.2
	'15	181.0	0.93	33.7	13.0	0.25	68.5
	'16	298.3	0.93	28.4	13.6	0.16	86.1
	평균	230.3	0.91	29.6	14.0	0.29	78.3
포항 죽장면	'14	209.8	0.89	27.6	16.1	0.50	78.3
	'15	-	-	-	-	-	-
	'16	192.2	0.91	17.4	14.5	0.16	86.1
	평균	201.0	0.90	22.5	15.3	0.33	82.2
김천 감천면	'14	203.2	0.84	28.2	15.5	0.52	80.2
	'15	159.0	0.89	31.6	14.4	0.17	58.7
	'16	184.9	0.91	16.8	14.1	0.13	92.0
	평균	182.4	0.88	25.5	14.7	0.27	76.3
김천 대덕면	'14	218.4	0.90	30.1	15.1	0.46	86.1
	'15	210.4	0.95	29.7	12.3	0.14	56.7
	'16	190.5	0.91	21.4	10.9	0.15	86.1
	평균	206.4	0.92	27.1	12.8	0.25	76.3
평균		221.6	0.91	28.0	14.4	0.29	80.2

지역별 ‘피크닉’의 과중은 영주(순홍면) 264.6g으로 김천(대덕면) 보다 82.2g 더 무거웠고, 이

14) 9월 하순 이후에 수확이 가능한 중생종

는 적과 작업 등의 재배적인 차이 때문인 것으로 보인다. 평균 L/D는 0.91로 지역별로 큰 차이가 없었다. 당도는 문경이 15.8°Brix로 평균 당도 14.4°Brix 보다 1.4°Brix 높았다(표 7).

표 8. 시험지역 품종별 병해¹⁵⁾ 발생 양상

품종명	지역	병해			충해		
		탄저병	겹무늬 썩음병	갈색 무늬병	옹애류	노린재류	진딧물류
썸머킹	문경 마성면	+	+	+	+	+	+
	김천 대덕면	+	+	+	+	+	+
	평균	+	+	+	+	+	+
그린볼	봉화 명호면	+	+	+	+	+	+
	영주 풍기읍	+	+	+	+	+	+
	영주 순흥면	+	+	+	+	+	+
	문경 마성면	+	+	+	+	+	+
	포항 죽장면	+	+	+	+	+	+
	김천 감천면	+	+	+	+	+	+
	김천 대덕면	+	+	+	+	+	+
	평균	+	+	+	+	+	+
아리수	문경 마성면	+	+	+	+	+	+
	김천 대덕면	+	+	+	+	+	+
	평균	+	+	+	+	+	+
홍소	봉화 명호면	+++	++	+	+	+	+
	영주 풍기읍	+++	+++	+	+	+	+
	영주 순흥면	++	++	+	+	+	+
	문경 마성면	++	++	+	+	+	+
	포항 죽장면	+++	+++	+	+	+	+
	김천 감천면	+++	++	+	+	+	+
	김천 대덕면	+++	++	+	+	+	+
	평균	+++	++	+	+	+	+

15) -; 미발생, +; 경, ++; 중, +++; 심

표 8. 시험지역 품종별 병해충¹⁶⁾ 발생 양상(계속)

품종명	지역	병해			충해		
		탄저병	겹무늬 썩음병	갈색 무늬병	옹애류	노린재류	진딧물류
	봉화 명호면	+	+	+	+	+	+
	영주 풍기읍	+	+	+	+	+	+
	영주 순흥면	+	+	+	+	+	+
	문경 마성면	+	+	+	+	+	+
황옥	포항 죽장면	+	+	+	+	+	+
	김천 감천면	+	+	+	+	+	+
	김천 대덕면	+	+	+	+	+	+
	김천 증산면	+	+	+	+	+	+
	평균	+	+	+	+	+	+
	봉화 명호면	+	+	+	+	+	+
	영주 풍기읍	+	+	++	+	+	+
	영주 순흥면	+	+	++	+	+	+
	문경 마성면	+	+	+	+	+	+
피크닉	포항 죽장면	+	+	+	+	+	+
	김천 감천면	+	+	+++	+	+	+
	김천 대덕면	+	+	+++	+	+	+
	김천 증산면	+	+	+++	+	+	+
	평균	+	+	++	+	+	+

각 품종별 병해충 양상은 비교적 드물었다. 탄저병, 겹무늬썩음병 및 갈색무늬병은 대체로 경미하였으나 ‘홍소’에서는 탄저병, 겹무늬썩음병이 ‘피크닉’에서는 갈색무늬병이 다소 발생하였다. 충해에서는 응애류, 노린재류, 진딧물류가 대체로 경미하게 발생하였다(표 8).

16) -; 미발생, +; 경, ++; 중, +++; 심

표 9. 품종별 저장성 비교

품종명	저장방법	저장 기간 (일)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (N/11mmØ)
썸머킹	상온	0	12.6	0.39	65.5
		5	14.0	0.20	65.0
		10	13.9	0.13	59.1
		15	13.6	0.10	53.0
	저온	0	12.6	0.39	65.5
		10	12.8	0.33	63.0
		20	13.2	0.23	60.8
		30	13.5	0.19	61.2
	상온	0	13.7	0.16	68.5
		7	14.4	0.12	65.5
		14	14.4	0.05	68.1
		21	14.3	0.06	62.2
그린볼	저온	0	13.7	0.16	68.5
		15	13.6	0.05	66.9
		30	15.2	0.04	70.0
		45	13.7	0.03	60.5
	상온	0	15.2	0.27	95.9
		7	14.3	0.15	81.4
		14	14.0	0.10	79.8
		21	14.3	0.08	77.7
	저온	0	15.2	0.27	95.9
		15	13.4	0.13	83.2
		30	14.3	0.10	75.5
		45	14.7	0.05	77.1

저장 기간 동안 ‘썸머킹’, ‘그린볼’, ‘아리수’ 품종의 당도는 증가하고 산도와 경도는 감소하는 경향을 보였다. ‘썸머킹’은 상온 10일, 저온 30일부터 산도가 감소하는 경향이었고 ‘그린볼’은 상온 21일, 저온 45일부터 경도가 감소하였다(표 9).

표 9. 품종별 저장성 비교(계속)

품종명	저장방법	저장 기간 (일)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (N/11mmØ)
홍소	상온	0	12.4	0.16	92.0
		7	12.7	0.09	87.1
		14	13.5	0.07	82.4
		21	13.6	0.06	85.1
	저온	0	12.4	0.16	92.0
		15	13.5	0.07	95.5
		30	13.3	0.07	97.0
		45	13.6	0.04	85.5
	상온	0	15.2	0.29	82.2
		7	15.0	0.27	83.9
		14	14.8	0.17	81.0
		21	15.3	0.17	70.0
황옥	저온	0	15.2	0.29	82.2
		15	15.3	0.26	89.2
		30	14.9	0.25	83.7
		45	15.1	0.13	84.7
	상온	0	15.5	0.19	93.9
		7	15.8	0.19	68.1
		14	17.1	0.17	50.5
		21	16.8	0.16	43.2
피크닉	저온	0	15.5	0.19	93.9
		15	15.5	0.14	102.5
		30	17.0	0.21	84.9
		45	16.7	0.15	88.0

‘홍소’, ‘황옥’, ‘피크닉’은 저장 기간 동안 당도는 비슷하거나 증가하는 경향이었고 산도와 경도는 감소하는 경향이었다. ‘홍소’는 저온 45일부터 경도가 급격하게 감소하였다. ‘황옥’은 상온 21일부터 경도가 감소하는 경향이었지만 저온에서는 45일까지 경도의 감소가 없었다(표 9).

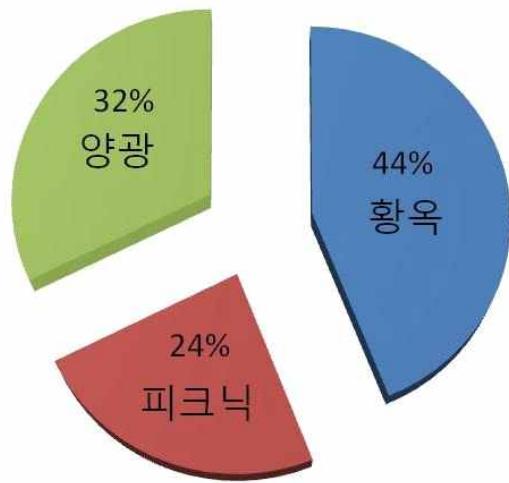


그림 1. 품종별 소비자 선호도

소비자(2015. 10. 26. 봉화 청량산 등산객) 539명을 대상으로 ‘황옥’, ‘피크닉’, ‘양광’ 품종의 선호도 조사를 실시한 결과 ‘황옥’, ‘양광’, ‘피크닉’ 순으로 선호도가 높게 조사되었다(그림 1).

표 10. 대목노출 조절 방법에 따른 소요 노동력

구분	주름관 설치 시간 (A, 분/주)	복토 시간 (B, 분/주)	노동력 (A+B, 분/주)	비교 (%)
주름관 복토	5.3	2.8	8.1	54
단순 복토	0	14.9	14.9	100



그림 2. ‘아리수’ 품종 대목노출 간편 조절 방법

표 11. 대목노출 정도에 따른 ‘아리수’ 품종(M.9, 7년생)의 수체생육 특성

대목노출 ¹⁷⁾ (cm)	수고 (cm)	수폭 (cm)	직경(cm)		평균신초장 (cm)
			접수	접목부	
5	419.0 a ¹⁸⁾	316.9 a	82.5 a	134.3 a	36.2 a
20	408.7 a	297.8 b	79.7 a	125.1 b	30.3 b



대목노출 5cm(주름관 복토)



대목노출 20cm

그림 3. 대목 노출 정도에 따른 ‘아리수’ 품종의 수체 생육 차이

신품종 사과의 왜성대목을 이용한 농가 재식시 수세에 따른 대목의 적정 노출정도를 고려하지 않고 재식하는 농가가 많다. 과도한 대목 노출로 수세가 떨어진 경우 주름관, 철사 등을 이용하면 단순 복토의 경우보다 노동력을 46% 정도 적게 투입하여 대목 노출을 적정 높이로 간편하게 조절할 수 있다(표 10).

17) 2015. 2. 주름관을 이용하여 대목노출 5cm로 조절

18) Means followed by the same letter are not significantly using T-test, $P=0.05$.

<제2협동과제 : 국내 육성 사과 신품종의 강원지역에서의 특성 검정>

국내 육성 사과 품종의 보급 확대를 위한 강원 지역에서의 사과 신품종 시범포 조성 및 실증시험을 양양군 농업기술센터에서 2011년부터 2013년까지 실시하였다. 국립원예특작과학원 사과시험장에서 육성한 조생종 품종인 셀머킹과 녹황색 과피를 가진 황옥과 그린볼, 중생종 품종인 홍소, 홍안, 피크닉, 아리수, 여홍과 단홍 등 총 9종을 시험한 결과 강원 지역에 적합한 셀머킹 등 4종을 선발하여 2014년부터 2016년까지 기준 시험지역이었던 양양군농업기술센터와 춘천의 강원도농업기술원 과수 시험포장, 평창 미탄면의 재배농가에서 2단계 시험을 실시하여 지역 및 연차별 과실특성과 병충해 발생정도 등을 조사하였다.

시험지역인 춘천, 양양, 평창지역에서의 연차별 기상현황을 조사한 결과 표 1은 춘천 지역의 평균기온과 최고, 최저, 최저극기온의 3년간 평균 기온을 나타낸 것으로 평균기온은 12.4°C로 사과의 적정 연평균 기온인 8~11°C보다 높게 나타났으나 성숙기의 적온인 20~25°C(권 등, 2013)의 범위 안에 있었고 과실비대기의 평균 기온도 일의 광합성이 높은 20°C보다는 높았으나 호흡작용이 왕성해져서 과실비대가 불량해지는 30°C보다는(Tomana, 1983) 낮았으나 최고기온은 6~8월에서 29~30°C로 높았다. 발아기인 3월의 최저온도는 -0.6°C로 동해 피해온도보다는 높았으나 최저 극기온이 -9.3°C로 저온피해에 대한 주의가 필요하다. 개화기인 4월의 기온변화도 동해 피해온도 보다는 높았으나 이상 저온 등의 기상재해에 대한 대비가 필요하다.

표 1. 춘천 지역의 기온변화(°C) ('14~'16)

구 분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12월	평균
평균기온	-3.2	-0.3	6.1	13.2	18.9	23.3	25.3	25.4	20.6	14.0	6.7	-1.7	12.4
최고기온	2.4	5.5	13.1	20.1	25.8	29.0	29.9	30.3	26.6	20.2	11.8	3.3	18.9
최저기온	-8.3	-5.6	-0.6	6.7	12.1	18.3	21.6	21.6	16.1	8.8	2.3	-6.3	7.8
최저극기온	-16.3	-13.5	-9.3	0.4	5.1	13.5	17.3	15.7	10.5	-1.2	-6.4	-14.9	0.7

표 2는 동해안지역인 양양의 기온변화를 나타낸 것으로 강원 영서지역인 춘천보다 평균온도와 최저기온, 최저극기온은 높으나, 최고기온은 낮았다. 양양지역도 춘천과 마찬가지로 연평균기온이 13.0°C로 사과 재배의 적정 연평균기온보다는 높았다. 발아기 및 개화기에도 영상의 온도를 나타내었고 최저 극기온도 동해피해 온도보다 높았다.

표 2. 양양지역의 기온변화 (°C)

구 분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12월	평균
평균기온	1.1	2.5	7.3	12.7	17.7	19.6	23.2	24.1	20.3	15.2	9.3	3.2	13.0
최고기온	4.5	5.5	11.4	16.6	22.8	22.7	26.5	27.6	23.5	19.6	12.8	6.8	17.1
최저기온	-2.2	-1.2	3.2	8.4	13.3	16.5	20.4	21.2	16.3	10.8	5.9	-0.5	9.8
최저극기온	-10.3	-7.9	-5.0	2.1	7.9	11.8	15.9	15.8	11.1	5.1	-1.9	-6.9	3.7

표 3은 평창지역의 연도별 평균기온으로 8.5°C로 사과의 적정 연평균 기온인 8~11°C의 범위에 해당되며 과실 비대기의 온도도 20°C 전후로 적합하였으나 발아기인 4월의 최저극기온이 -4.8°C였고 개화기인 5월이 0.9°C로 저온피해 온도보다는 높았으나 이상저온 등의 기상재해에 대한 위험 가능성이 있으므로 주의가 필요하다.

표 3. 평창지역의 기온변화 (°C)

구 분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12월	평균
평균기온	-5.9	-4.2	1.8	8.2	14.2	16.7	20.1	20.0	15.2	9.7	3.4	-4.1	8.5
최고기온	-0.6	1.1	7.9	14.6	21.3	22.3	24.6	24.6	20.6	15.9	8.1	1.0	14.0
최저기온	-11.6	-9.8	-4.5	1.9	6.9	11.7	16.2	15.9	10.5	3.9	-1.5	-9.3	3.1
최저극기온	-20.7	-18.6	-16.9	-4.8	0.9	5.2	9.8	8.6	5.4	-2.7	-9.4	-18.8	-4.5

나. 시험품종 및 지역별 생육 및 과실특성

표 4는 조생종 품종인 썸머킹의 지역 및 연도별 생육상황으로 춘천지역에서의 발아기는 3월 27일이고 만개기는 4월 23일 이었으며 성숙기는 8월 16일로 2016년도는 성숙기가 8월 12일로 전년도에 비해 4일 빨라졌다. 양양지역에서는 발아기가 3월 21일, 만개기가 4월 18일, 성숙기가 8월 8일로 춘천에 비해 약 8일정도 빨라져 동해안 해수욕철의 관광상품과 연계하여 판매가 가능하였으며 고랭지역인 평창에서는 발아기가 4월 12일로 다른 지역에 비해 매우 늦었고 만개기도 5월 8일로 춘천에 비해 약 15일, 양양에 비해 20일 정도 늦었으며 성숙기도 다른 지역에 비해 늦어져 8월 23일경 수확이 가능하였다.

표 4. 썸머킹의 지역 및 연도별 생육상황

지역	연도별	발아기 (월/.일)	만개기 (월/일)	성숙기 (월/일)
춘천	'14	3/23	4/19	8/18
	'15	3/29	4/26	8/18
	'16	3/28	4/24	8/12
	평균	3/27	4/23	8/16
양양	'14	3/20	4/16	8/10
	'15	3/21	4/20	8/10
	'16	3/23	4/19	8/3
	평균	3/21	4/18	8/8
평창	'14	-	-	-
	'15	4/13	5/11	8/21
	'16	4/10	5/5	8/24
	평균	4/12	5/8	8/23

표 5는 아리수의 지역 및 연도별 생육상황을 나타낸 것으로 춘천에서는 발아기가 3월 28일이었고 만개기가 4월 25일 성숙기가 9월 19일이었으며 양양지역에서는 발아기가 3월 25일, 만개기가 4월 23일이었으며 성숙기는 9월 12일로 춘천에 비해 7일이 빨랐다. 또한 2016년 첫 수확한 평창지역에서의 아리수는 발아기가 4월 10일, 만개기가 5월 7일로 양양 및 춘천지역에 비해 늦어졌고 수확기도 9월 22일로 늦었다.

아리수는 강원지역에서 추석 선물용으로 농가들이 선호하고 있는 품종으로 춘천과 양양지역에서는 성숙기가 9월 중순으로 추석 때 출하가 가능할 것으로 보이나 평창의 경우 2016년 1년 차의 결과로 보면 추석 이후인 9월 하순에 출하가 가능하여 추석 이후부터 만생종 후지가 출하되기 전의 틈새출하가 가능할 것으로 보여진다.

표 5. 아리수의 지역 및 연도별 생육상황

지역	연도별	발아기 (월/.일)	만개기 (월/일)	성숙기 (월/일)
춘천	'14	3/26	4/21	9/28
	'15	3/29	4/28	9/16
	'16	3/29	4/25	9/12
	평균	3/28	4/25	9/19
양양	'14	3/28	4/26	9/15
	'15	3/23	4/22	9/14
	'16	3/24	4/21	9/6
	평균	3/25	4/23	9/12
평창	'16	4/10	5/7	9/22

표 6은 그린볼과 피크닉의 지역 및 연도별 생육상황을 나타낸 표로 그린볼의 경우 춘천에서의 발아기는 3월 28일이었고 만개기는 4월 24일이었으며 성숙기는 9월 22일이었고, 양양지역에서는 발아기가 3월 25일로 춘천보다 3일 빨랐고, 만개기가 4월 25일이었고 성숙기가 9월 15일로 춘천에 비해 7일 빨랐다. 그린볼과 아리수의 수확기가 3일밖에 차이가 나지 않아 녹색 과피인 그린볼을 추석 선물용으로 적색 과피인 아리수와 함께 출하하여 상품화 할 수 있을 것으로 보여 농가 소득화에 기여할 것으로 보인다.

피크닉의 경우는 춘천에서의 발아기가 3월 28일이었고 만개기는 4월 25일, 수확기는 10월 10일이었고 양양지역에서는 발아기가 3월 25일이었으며 만개기가 4월 24일, 수확기가 10월 2일로 춘천에 비해 8일 빨랐다. 피크닉은 추석 출하용 품종과 만생종인 후지 출하시기 사이의 틈새시장에 출하할 수 있는 품종이며 강원도와 같이 관광지가 많은 지역에서 단풍철 관광객을 대상으로 판매할 수 있는 품종으로 상품화 가능성성이 높았다.

표 6. 그린볼과 피크닉의 지역 및 연도별 생육상황

품종명	지역	연도별	발아기 (월/일)	만개기 (월/일)	성숙기 (월/일)
그린볼	춘천	'14	3/25	4/22	9/28
		'15	3/29	4/27	9/18
		'16	3/29	4/23	9/20
	평균		3/28	4/24	9/22
	양양	'14	3/29	4/25	9/20
		'15	3/22	4/26	9/14
		'16	3/25	4/25	9/12
	평균		3/25	4/25	9/15
파크닉	춘천	'14	3/27	4/25	10/10
		'15	3/29	4/26	10/11
		'16	3/29	4/25	10/9
	평균		3/28	4/25	10/10
	양양	'14	3/28	4/26	9/25
		'15	3/23	4/25	10/6
		'16	3/25	4/22	10/5
	평균		3/25	4/24	10/2

표 7은 썬더킹의 지역 및 연도별 과실특성으로 과중은 237~250g의 중과종이며 양양지역에서 과중이 250g으로 가장 무거웠고 평창에서 237g으로 다소 과중이 작았으나 L/D비율은 표고가 높아질수록 낮아지는 경향을 보여 고랭지인 평창이 0.87%였고, 춘천이 0.89%, 표고가 가장 낮은 양양이 0.91%였다. 이는 과실의 생장에 온도가 높은 따뜻한 지역은 후기생장이 충분히 이루어져 과실모양이 편원형이 되기 쉽고 생육후기 온도가 낮은 지역은 후기 생장이 일찍 정지되어 원형 또는 장원형이 된다는 보고(권 등. 2013)와 같은 경향으로 온도가 낮은 고랭지역에서 L/D비율이 낮게 나타났다. 지역별 썬더킹의 당도는 춘천이 13.0°Bx로 높았고 평창이 12.2°Bx, 양양이 12.0°Bx로 큰 차이는 아니지만 다소 낮았다. 산도는 고랭지인 평창이 가장 높은 0.43%였고 경도도 3.57kg로 높았으며 착색율도 78%로 가장 높았고 적색도도 같은 경향을 보였다. 그럼 1은 지역별 썬더킹의 과피 적색 발현정도를 나타낸 것으로 표고가 높아질수록 적색 발현이 양호하였다. 이는 사과의 착색이나 품질은 성숙기 낮 온도는 따뜻하고 밤 온도는 낮아야 양호하다는 보고(Reay, 1999)와 낮과 밤의 온도차가 과실의 착색, 당 함량과 관계가 크며 야간의 온도가 낮을수록 호흡에 의한 소모량이 적어 착색과 당의 축적에 효과적이라는 보고(최 등, 2001)와 같은 결과를 나타냈다.

썬더킹은 조생종 품종으로 적숙기 이후에는 낙과가 발생하며 보구력이 떨어지므로 50% 착색시 수확하는 것이 좋다는 보고(권 등. 2013)와 다르게 표고가 높아질수록 경도와 착색 및 적색도가 증가하여 상품성이 향상되어 착색율이 50% 이상에서 수확이 가능하였다. 따라서 강원 고랭지에서의 조생종 품종인 썬더킹 재배 시 수확 시기는 8월 하순으로 다른 지역보다 다

소 늦어지나 과피의 적색 착색율이 떨어지는 단점을 가지고 있는 조생종 품종의 착색율과 적색도를 향상시키며 경도도 증가하여 고품질 생산이 가능하였다.

표 7. 썬더킹의 지역 및 연도별 과실특성

지역	조사년도	과중(g)	L/D	당도(°Bx)	산도(%)	경도(kg/5mØ)	착색율(%)	적색도(Hunter a 값)
춘천	'14	282	0.88	12.9	0.47	2.8	-	-
	'15	221	0.84	12.8	0.21	3.5	65.0	34.2
	'16	228	0.94	13.3	0.34	3.4	58.0	23.0
	평균	243	0.89	13.00	0.34	3.23	61.5	28.6
양양	'14	281	0.91	10.3	0.26	2.9	-	-
	'15	234	0.9	12.8	0.36	3.6	56.5	33.8
	'16	237	0.93	12.9	0.38	2.9	36.6	13.0
	평균	250	0.91	12.00	0.33	3.13	46.6	23.4
평창	'14	258	0.88	12.0	0.36	2.7	-	-
	'15	225	0.89	12.5	0.44	4.3	77.0	35.8
	'16	228	0.85	12.1	0.49	3.7	79.0	32.2
	평균	237	0.87	12.20	0.43	3.57	78.0	34.0



양양



춘천



평창

그림 1. 지역별 썬더킹의 과피 적색 발현 정도

표 8은 아리수의 지역 및 연도별 과실특성을 조사한 결과로 평창 지역의 과실특성은 2016년 첫 수확하여 조사한 결과이다. 아리수 품종의 지역별 과중은 올해 첫 수확한 평창에서 315g으로 가장 커고 춘천이 293.7g, 양양이 308g이었으며 L/D 비율은 0.88~0.89%로 지역 간의 차이가 없었고, 당도는 평창이 15°Bx로 가장 높았고 양양이 12.9°Bx로 가장 낮았다. 이는 양분의 전이와 축적이 이루어지는 야간에 고온이 되면 호흡에 의한 에너지 소모가 급격하게 이루어져 과실 내 동화물질의 축적이 감소되어 산간부보다는 평야부에서 상대적으로 야간에 고온이 지속되기 때문에 당도가 낮아진다는 보고(최 등, 2001)와 같은 경향을 나타내었다. 경도와 착색율 및 적색도는 썬더킹과 같은 경향으로 표고가 높아질수록 경도가 증가하였고 착색율과 적색도도 같은 경향을 보였다. 아리수는 추석 선물용으로 재배되고 있는 품종 중 하나로 과피의 착색율이 춘천과 양양 지역 간의 차이는 크지 않았으나 고랭지인 평창 지역에서는 전 표면이 착색되어 상품성이 높았으며 적색도도 높았다.

표 8. 아리수의 지역 및 연도별 과실특성

지역	조사 년도	과 중 (g)	L/D	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	경 도 (kg/5mØ)	착 색 율 (%)	적 색 도 (Hunter a 값)
춘천	'14	307	0.9	13.2	0.26	3.1	-	-
	'15	278	0.91	13.7	0.33	4.0	89.2	33.7
	'16	296	0.86	16.5	0.47	2.9	87.3	33.8
	평균	293.7	0.89	14.5	0.35	3.3	88.3	33.8
양양	'14	312	0.9	12.8	0.26	2.9	-	-
	'15	318	0.9	12.6	0.22	3.5	73.3	31.8
	'16	294	0.86	13.2	0.32	2.7	100	35.4
	평균	308.0	0.88	12.9	0.27	3.0	86.7	33.6
평창	'16	315	0.89	15.0	0.42	3.5	100	36.8

표 9는 과피가 녹색인 중생종 품종인 그린볼의 지역별 과실특성을 조사한 결과로 과중은 지역 간 큰 차이가 없이 322~329g이었으며 L/D비율은 춘천이 양양에 비해 다소 높은 0.9%가 나왔으며 당도는 춘천이 14.1°Bx로 양양보다 높았고 경도도 같은 경향을 보였다. 이는 앞의 아리수와 같은 결과를 보였다.

표 9. 그린볼의 지역 및 연도별 과실특성

지역	조사년도	과 중(g)	L/D	당 도(°Bx)	산 도(%)	경 도(kg/5mØ)	적색도(Hunter a 값)
춘천	'14	327	0.92	14.0	0.33	2.9	
	'15	319	0.91	13.7	0.33	4.3	-17.2
	'16	321	0.87	14.5	0.32	2.8	
	평균	322.3	0.9	14.1	0.33	3.3	-17.2
양양	'14	319	0.84	12.3	0.34	2.6	
	'15	346	0.82	12.6	0.22	3.5	-14.8
	'16	322	0.88	13.8	0.35	2.8	
	평균	329.0	0.85	12.9	0.3	3.0	-14.8

표 10은 중과종인 피크닉의 지역별 과실특성을 조사한 결과로 과중은 춘천이 268.7g으로 양양의 253.7g보다 컸으며 L/D비율은 춘천에서 다소 높게 나타났다. 당도도 춘천이 높았으며 경도는 지역 간 차이가 없었고 착색율도 춘천 지역에서 91.7%로 높게 나타났다. 적색도도 춘천 지역에서 높게 나타났다. 지역 간의 과실특성 조사 결과 피크닉도 표고가 높아질수록 당도 및 착색율과 적색도가 높아졌다.

표 10. 피크닉의 지역 및 연도별 과실특성

지역	조사년도	과 중(g)	L/D	당 도(°Bx)	산 도(%)	경 도(kg/5mØ)	착색율(%)	적색도(Hunter a 값)
춘천	'14	263	0.93	15.1	0.4	4.6		
	'15	260	0.97	15.2	0.34	5.4	90.5	36.2
	'16	283	0.88	16.0	0.38	4.6	92.9	36.9
	평균	268.7	0.93	15.4	0.4	4.9	91.7	36.6
양양	'14	276	0.89	14.6	0.4	4.5		
	'15	245	0.9	14.9	0.28	6.5	83.0	33.1
	'16	240	0.9	13.8	0.29	3.8	91.0	32.7
	평균	253.7	0.9	14.4	0.3	4.9	87.0	32.9

표 11은 품종별 병충해 및 생리장애 발생정도를 나타낸 것으로 갈색무늬병은 그린볼과 피크닉에서 일부 발생하였으며 점무늬낙엽병과 탄저병은 발생이 없었고, 겹무늬썩음병은 썬머킹과 피크닉에서 일부 발생하였으며 열과는 썬머킹과 아리수에서 일부 발생하였고 피크닉에서는 발생이 다소 많았으며 동녹은 아리수와 그린볼, 피크닉에서 발생하였다.

표 11. 품종별 병충해 및 생리장애 발생정도¹⁹⁾

품종	갈색 무늬병	점무늬 낙엽병	탄저병	겹무늬썩 음병	그을음병	열과	동녹
썬머킹	-	-	-	+	-	+	-
아리수	-	-	-	-	-	+	+
그린볼	+	-	-	-	-	-	+
피크닉	+	-	-	+	-	++	+

갈색무늬병은 그린볼과 피크닉에서 일부 발생하였으며 점무늬낙엽병과 탄저병은 발생이 없었고, 겹무늬썩음병은 썬머킹과 피크닉에서 일부 발생하였으며 열과는 썬머킹과 아리수에서 일부 발생하였고 피크닉에서는 발생이 다소 많았으며 동녹은 아리수와 그린볼, 피크닉에서 발생하였다.

다. 시험품종별 저장방법에 따른 과실품질

국내육성 신품종의 저장방법에 따른 과실품질을 비교하기 위하여 품종별 저장방법 및 기간에 따른 경도변화를 조사하였다. 상온저장은 수확 후 상온에서 저장하면서 5일 간격으로 경도를 조사하였으며 저온저장은 4°C의 저온저장고에 보관하면서 품질을 조사하였고, 1-MCP는 수확 후 1ppm의 농도로 16시간 밀봉 처리한 후 환기하고 저온저장하면서 품질을 조사하였다.

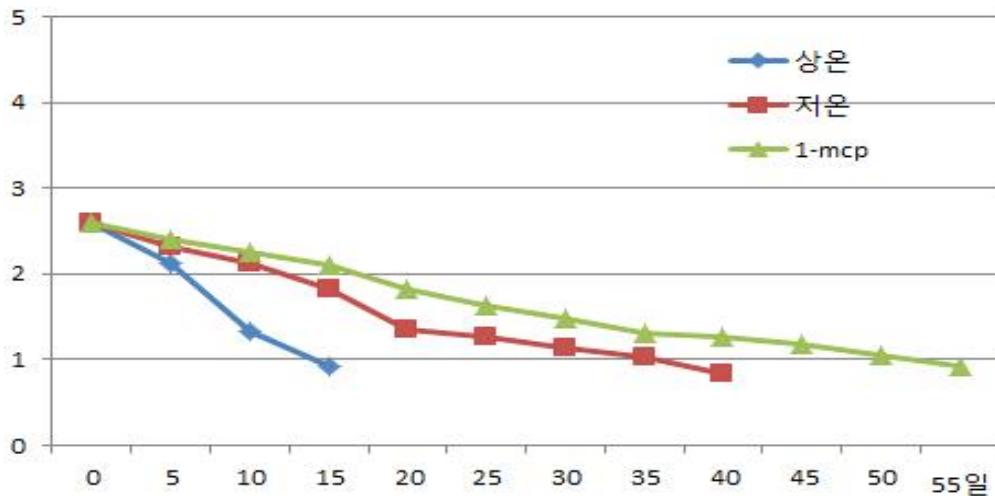


그림 2. 썬머킹의 저장방법 및 기간에 따른 경도 변화

19) 발생정도 : - 발생없음, + 소, ++ 중, +++ 다발생

그림 2는 썬더킹의 저장방법에 따른 경도변화를 나타낸 것으로 상온저장 시에는 10일 이내 저장 시 품질이 유지되었고 저온저장에서는 30일내외가 적당하였으며 1-mcp 저장에서는 45일 내외에서 품질유지가 가능하였다.

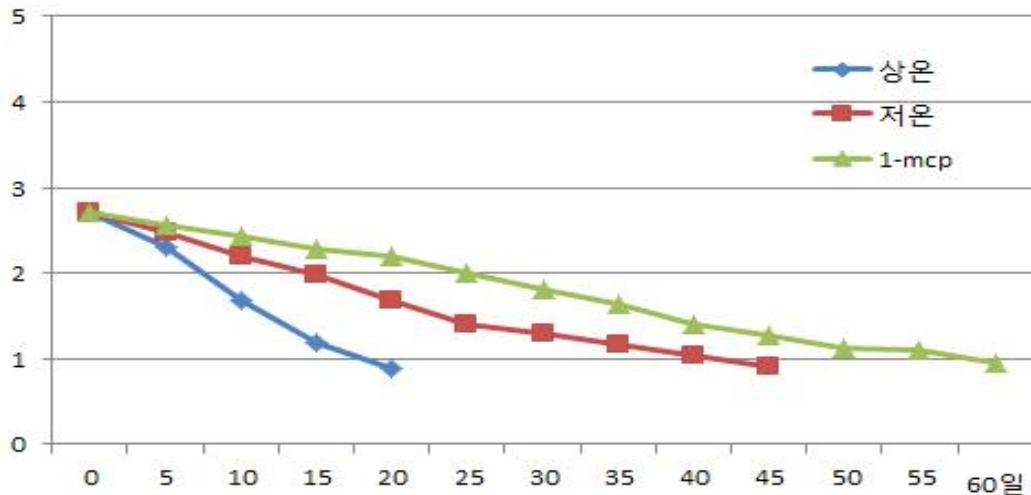


그림 3. 아리수의 저장방법 및 기간에 따른 경도 변화

그림 3은 아리수의 저장방법 및 기간에 따른 경도 변화를 나타낸 것으로 상온저장 시에는 15일까지는 품질유지가 가능하였으며 저온저장에서는 40일, 1-mcp에서는 55일 정도까지 품질유지가 가능하였다.

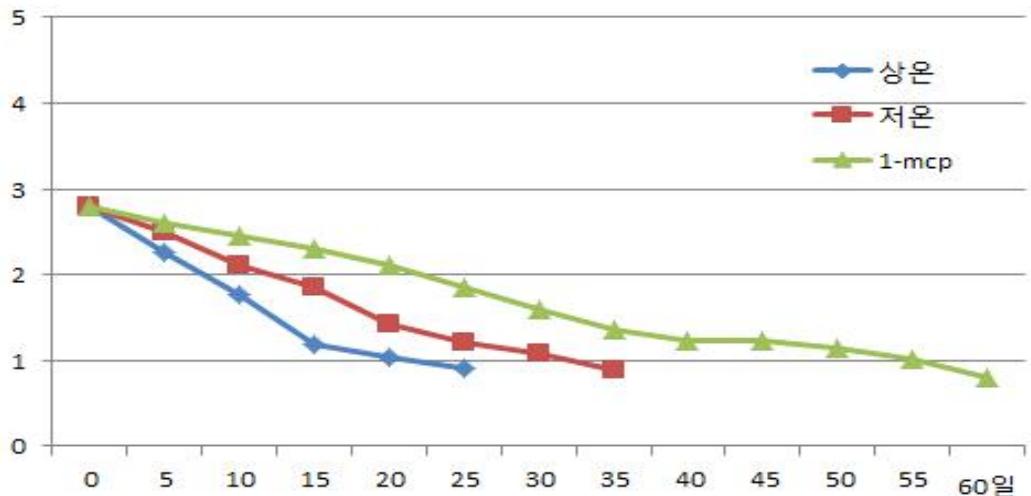


그림 4. 그린볼의 저장방법 및 기간에 따른 경도 변화

그림 4은 청색 과피의 그린볼의 저장방법 및 기간에 따른 경도변화를 나타낸 것으로 상온저장 시에는 15일 내외에서 품질유지가 가능하였으며 저온저장은 30일정도가 식미감이 좋았으며 1-mcp저장에서는 55일내외가 적당하였다. 또한 저장기간이 길어질수록 과피 색상이 황색화 되어가는 현상이 나타났다.

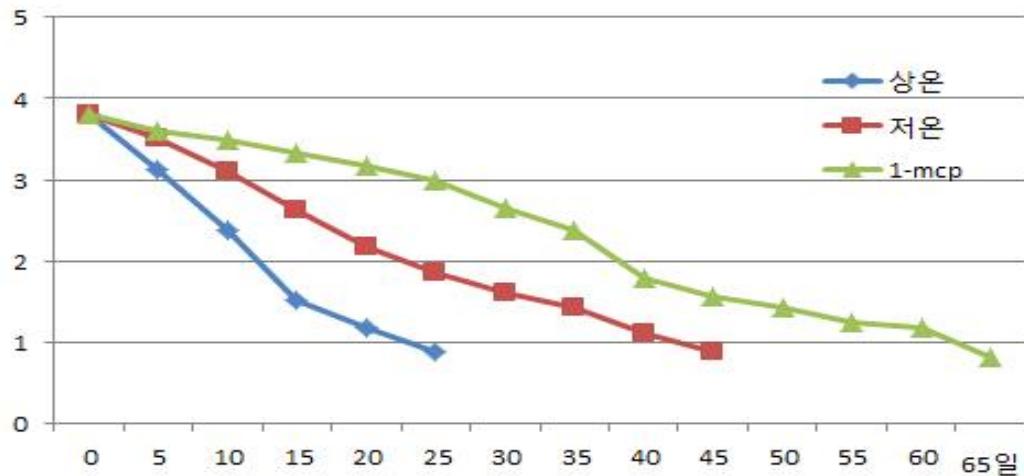


그림 5. 피크닉의 저장방법 및 기간에 따른 경도 변화

그림 5는 저장방법 및 기간에 따른 피크닉의 경도변화를 나타낸 것으로 상온에서는 20일 정도까지는 품질유지가 가능하였고 저온에서는 40일까지는 식미감이 양호하였으며 1-mcp에서는 60일까지는 품질유지가 가능하였다.

이상의 결과로 국내육성 사과 신품종의 저장방법에 따른 품질은 만생종인 ‘후지’와 같이 저온저장 한계기간이 4개월 내외에서 조직감과 식미감이 양호하였고(박 등, 2006) 1-MCP 저장의 경우 8개월 이상까지 품질이 유지(박 등, 2011)되었다는 보고와 비교하여 조·중생종 품종의 경우 저장방법에 따른 6개월 이상의 장기저장은 어려울 것으로 사료되며 2개월 내외의 저장기간에서 품질이 유지되었다.

<제3협동과제 : 국내 육성 사과 신품종의 경남지역에서의 특성 검정>

제1절 연구 수행 내용 및 방법

국내에서 새로 육성한 ‘썸머킹’, ‘그린볼’, ‘아리수’, ‘홍소’, ‘황옥’, ‘피크닉’ 등 6개 품종의 성과기 특성을 구명하고 특화 가능한 품종을 선발하기 위하여, 해발고도 200m인 거창읍 정장리, 해발고도 550m인 고제면 봉계리 등 해발고도를 달리한 2개소에서 4년생인 ‘썸머킹’ 등 6 품종으로 시험을 하였다.

2014년부터 2016년까지 시험포장의 토양과 기상을 분석하였으며, 나무의 생육특성과 과실품질을 기존에 재식되어 있던 비슷한 숙기의 ‘쓰가루’, ‘홍로’ 및 ‘후지’와 비교하였다. 즉, 숙기가 8월 상순인 ‘썸머킹’은 ‘쓰가루’와, 숙기가 8월 하순~9월 하순인 ‘그린볼’, ‘아리수’, ‘홍소’, 및 ‘황옥’은 ‘홍로’와, 숙기가 10월 상순인 ‘피크닉’은 ‘후지’와 비교하였다.

시험 포장에 데이터로그(STA) 기상센서를 설치하여 기상을 관측하였고, 생육단계별로 발아기, 개화기, 만개기, 숙기를 조사하였다. 4월에 캘리퍼스로 접목부위 상부 5cm 부위의 간경을 측정하였으며, 착과수는 적과가 완료된 6월에 조사하였다.

숙기는 외관상의 착색정도, 과실 전분지수 등을 참조하여 결정하였으며, 수확 전에 낙과된 과실을 조사하였고, 수확 후에는 이병과, 생리장애과를 조사하였다. 과실품성을 조사하기 위하여 품종별로 3주를 선정하여 적숙기에 10개씩 수확하여 과중, 종경 및 횡경을 조사하였다. 색도는 색차계(CM-700d)로 과실 적도면의 3부위의 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)를 측정하였다. 경도는 과실의 적도면 2부위의 과피를 벗겨낸 후 물성분석기(Simple stand alone)에 11mm plunger를 장착하여 과육 경도를 측정하여 Newton(N)으로 나타내었다. 과실은 착즙하여 Digital 굴절당도계로 브릭스 당도를 측정하였고, 산 함량은 착즙한 과즙 5g에 중류수 20ml로 희석하여 0.1N-NaOH로 적정한 후 사과산으로 환산하였다. 전분지수는 횡단면으로 자른 과실에 KI+I₂ 용액을 도포하여 과육이 염색된 정도를 5(과심만 소실)~0(완전 소실)로 구분하여 조사하였고, 밀증상 지수는 숙기에 과실을 횡단면으로 잘라서 밀 발생정도를 0(무발생), 1(1% 이하), 3(1초과 5% 이하), 5(5 초과 25% 이하)로 구분하였다.

사과 저장시험은 시험포에서 성숙기에 수확한 ‘썸머킹’, ‘그린볼’, ‘아리수’, ‘홍소’, ‘황옥’, ‘피크닉’ 등 6개 신품종과, ‘홍로’, ‘후지’, ‘쓰가루’ 등 재배품종을 활용하여 2015년부터 2016년까지 2년간 시험하였으며, 연구 수행내용 및 방법은 본문의 사과 저장시험에서 언급하기로 하였다.

제2절 연구 수행 결과

1. 시험지역별 주요 기상 및 토양환경

가. 시험지역의 기상

시험지역별 평균기온은 표 1과 같이 해발고도가 낮은 거창읍 정장리(200m)는 19.4°C 이었으나 해발고도가 높은 고제면 봉계리(550m)는 17.5°C로 거창읍 정장리에 비하여 1.9°C 정도 낮았다.

표 1. 시험지역별 평균기온

(°C)

시험지역 (해발고도)	연도	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
거창읍 정장리 (200m)	'14년	12.7	17.7	21.5	24.5	23.1	19.6	12.8	18.8
	'15년	12.2	18.4	21.2	24.2	24.7	19.1	13.1	19.0
	'16년	13.5	18.1	22.0	25.5	26.3	22.0	14.8	20.3
	평균	12.8	18.1	21.6	24.7	24.7	20.2	13.6	19.4
고제면 봉계리 (550m)	'14년	11.1	16.0	21.8	22.1	20.8	17.9	12.0	17.4
	'15년	10.1	16.7	18.8	21.7	22.2	17.0	12.1	16.9
	'16년	11.7	16.2	19.6	23.0	23.9	18.6	13.1	18.0
	평균	11.0	16.3	20.1	22.3	22.3	17.8	12.4	17.5

시험지역별 최고 평균기온은 표 2와 같이 거창읍 정장리는 26.6°C 이었으나, 고제면 봉계리는 23.4°C로 거창읍 정장리에 비하여 3.2°C 정도 낮았다.

표 2. 시험지역별 최고 평균기온

(°C)

시험지역 (해발고도)	연도	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
거창읍 정장리 (200m)	'14년	20.8	26.5	28.3	31.5	28.5	27.8	21.9	26.5
	'15년	19.3	26.6	27.8	30.2	31.5	26.1	21.7	26.2
	'16년	21.2	26.6	28.2	31.8	34.1	26.4	21.6	27.1
	평균	20.4	26.6	28.1	31.2	31.4	26.8	21.7	26.6
고제면 봉계리 (550m)	'14년	14.0	21.0	25.9	26.3	25.4	23.7	18.0	22.0
	'15년	15.9	23.5	24.2	26.5	28.1	23.3	20.6	23.2
	'16년	20.1	25.4	27.7	29.2	30.0	23.2	19.4	25.0
	평균	16.7	23.3	25.9	27.3	27.8	23.4	19.3	23.4

시험지역별 최저 평균기온은 표 3과 같이 거창읍 정장리는 13.6°C 이었으나, 고제면 봉계리는 12.1°C로 거창읍 정장리에 비하여 1.5°C 정도 낮았다.

표 3. 시험지역별 최저 평균기온

(°C)

시험지역 (해발고도)	연도	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
거창읍 정장리 (200m)	'14년	5.2	9.3	16.1	19.5	19.6	14.1	6.3	12.9
	'15년	5.7	10.0	15.6	19.5	19.6	13.8	6.6	13.0
	'16년	6.8	10.0	16.6	21.2	20.8	18.3	10.3	14.9
	평균	5.9	9.8	16.1	20.1	20.0	15.4	7.7	13.6
고제면 봉계리 (550m)	'14년	5.2	8.6	16.5	18.2	18.1	13.1	6.5	12.3
	'15년	4.6	9.7	13.8	18.1	17.4	12.0	5.7	11.6
	'16년	5.9	9.5	14.9	17.5	16.4	14.7	8.1	12.4
	평균	5.2	9.3	15.1	17.9	17.3	13.3	6.8	12.1

시험지역별 일교차는 표 4와 같이 고제면 봉계리가 11.7°C인 반면에 거창읍 정장리가 13.0°C 이었다.

표 4. 시험지역별 일교차

(°C)

시험지역 (해발고도)	연도	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
거창읍 정장리 (200m)	'14년	15.6	17.2	12.2	12.0	8.9	13.7	15.6	13.6
	'15년	13.6	16.6	12.2	10.7	11.9	12.3	15.1	13.2
	'16년	14.4	16.6	11.6	10.6	13.3	8.1	11.3	12.3
	평균	14.5	16.8	12.0	11.1	11.4	11.4	14.0	13.0
고제면 봉계리 (550m)	'14년	12.4	14.9	11.4	8.8	6.3	11.0	12.1	11.0
	'15년	11.3	13.8	10.4	8.4	10.7	11.3	14.9	11.5
	'16년	14.2	15.9	12.8	11.7	13.6	8.5	11.3	12.6
	평균	12.6	14.9	11.5	9.6	10.2	10.3	12.8	11.7

시험지역별 강우량은 표 5와 같이 거창읍 정장리는 972mm 이었으나 고제면 봉계리는 984mm로 비슷한 수준이었다.

표 5. 시험지역별 강우량

(mm)

시험지역 (해발고도)	연도	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	계
거창읍 정장리 (200m)	'14년	110.8	25.1	64.3	153.1	402.4	119.0	95.2	970
	'15년	106.5	50.1	82.1	208.3	134.2	42.6	72.5	696
	'16년	171.6	61.4	46.1	309.8	80.3	227.3	118.3	1,015
	평균	129.6	45.5	142.5	223.7	205.6	129.6	95.3	972
고제면 봉계리 (550m)	'14년	89.0	35.0	91.0	144.1	433.5	135.9	126.6	1,061
	'15년	118.8	47.3	98.8	213.6	144.4	45.2	82.4	751
	'16년	221.9	91.4	49.3	365.0	113.7	135.9	169.4	1,147
	평균	143.2	57.9	79.7	240.9	230.5	105.7	126.1	984

나. 시험지역별 토양이화학성

시험지역별 토양을 분석한 결과, 표 6과 같이 숙전인 고제면 봉계리가 신개간지인 거창읍 정장리에 비하여 유기물 및 칼슘 함량이 많았다.

표 6. 시험지역별 과원의 토양이화학성

시험지역	pH (1:5)	EC (dS · m ⁻¹)	OM (g · kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg · kg ⁻¹)	Ex.cations(cmol · kg ⁻¹)		
					K	Ca	Mg
거창읍 정장리	5.6	0.9	5.0	100	0.24	1.8	0.7
고제면 봉계리	5.5	0.3	12.0	92	0.37	2.7	0.6

2. 시험 품종별 생육 및 과실 특성

가. ‘썸머킹’ 품종의 생육 및 과실 특성

표 7에서 ‘썸머킹’의 간경 비대량은 해발고도가 낮은 거창읍 정장리가 21.1mm, 해발고도가 높은 고제면 봉계리는 28.8mm 이었다. 누적 착과수는 거창읍 정장리가 많았고 고제면 봉계리가 적었으며, 이는 거창읍 정장리가 초기 생육이 양호하여 수형이 조기에 완성되어 누적 착과수가 많았다.

표 7. ‘썸머킹’ 품종의 간경 비대량 및 착과수

품종명	지역(해발고도)	간경(mm)				착과수(개/주)			
		'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	비대량 (C-A)	'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	누적 (A+B+C)
썸머킹	거창읍 정장리(200m)	58.6	70.2	79.7	21.1	116.0	83.5	85.0	284.5
	고제면 봉계리(550m)	39.1	56.4	67.9	28.8	32.0	40.0	48.0	120.0
	평균	48.9	63.3	73.8	25.0	74.0	61.8	66.5	202.3
쓰가루	거창읍 정장리(200m)	160.7	160.7	161.3	0.6	98.0	123.0	149.0	370.0
(대비)	고제면 봉계리(550m)	163.4	164.1	165.8	2.4	142.0	138.0	146.0	426.0
	평균	162.0	162.4	163.6	1.5	120.0	130.5	147.5	398.0

표 8에서 ‘썸머킹’ 품종의 개화기는 거창읍 정장리는 4월 18일 이었으며, 고제면 봉계리의 4월 24일에 비하여 6일이 빨랐다. 과수의 발아 및 개화는 나무의 저장 양·수분, 전년도 결실량, 신초의 발육정도, 기상조건 등의 여러 요인과 관계되지만 가장 큰 영향을 미치는 것은 발아 및 개화전의 기온(양상진 등, 2004)이라고 하였는데, 거창읍 정장리에서 개화전의 평균온도가 고제면 봉계리에 비하여 1.8°C 높아서 개화기가 빨랐던 것으로 판단되었다.

표 8. ‘썸머킹’ 품종의 개화특성

품종명	지역	연도	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)
썸머킹	거창읍 정장리	'14년	3.26	4.16	4.19
		'15년	3.28	4.19	4.24
		'16년	3.25	4.18	4.20
	평균		3.26	4.18	4.21
	고제면 봉계리	'14년	3.29	4.22	4.24
		'15년	4. 3	4.29	5. 2
		'16년	3.27	4.22	4.24
	평균		3.30	4.24	4.27
쓰가루 (대비)	거창읍 정장리	'14년	3.27	4.18	4.22
		'15년	3.29	4. 2	4.23
		'16년	3.27	4.18	4.21
	평균		3.28	4.19	4.22
	고제면 봉계리	'14년	3.31	4.21	4.24
		'15년	4. 1	4.24	4.26
		'16년	3.29	4.23	4.25
	평균		3.31	4.23	4.25

표 9에서 ‘썸머킹’의 숙기는 거창읍 정장리가 8월 1일, 고제면 봉계리가 8월 14일 이었다. ‘썸머킹’은 대비품종인 ‘쓰가루’에 비하여 숙기가 거창읍 정장리에서는 10일이 빨랐고, 고제면 봉계리에서는 4일이 빨랐다. ‘썸머킹’의 만개~숙기 소요일수는 해발고도가 낮은 거창읍 정장리는 102일, 해발고도가 높은 고제면 봉계리는 109일이었다. ‘썸머킹’의 과형지수는 고제면 봉계리가 0.93 이었으며, 거창읍 정장리의 0.89에 비하여 높았다. 서형호(2003)는 과형지수는 해발고도와 정의 상관이 있다고 하였다. Yoshima(1992)는 과실은 생육초기에는 식물체내의 저장양분을 이용하여 알맞은 기온이 되면 급속히 비대하고, 이후 광합성에 의한 비대가 진행되는데, 사과의 경우 과실비대가 가장 큰 시기의 기온은 10~24°C 범위 내에 있었다고 한다. Kim 등(1991)은 우리나라에서 사과의 과실비대기인 6월에서 8월의 생육적온은 18~24°C 이었다고 하였다. 사과에서 과형지수의 변화는 개화 후 60~100일 동안 일어나는데(Show, 1914), 기온이 냉랭하게 되면 과형이 길어지며(Im 등, 1990), 이러한 현상은 종축생장이 횡축생장보다 활발하기 때문이다. 사과와 배의 과형은 6월부터 8월까지 3개월간의 기온에 지배되어 따뜻한 지방에서는 일반적으로 편원형이 되고, 기온이 낮아질수록 장원형이 된다(Westwood와 Burkhardt, 1968). Westwood(1962)는 과실의 종경비대는 전 생육기 동안의 5°C 이상의 적산온도와 부의 상관 관계를 가진다고 하였다. 이상의 보고를 종합해 보면, 과실의 생장초기와 후기에 걸쳐서 기온이 낮으면, 종경이 횡경보다 크게 되어 과형은 장원형이 되고, 기온이 높으면 종경보다도 횡경이 큰 편원형이 된다. 표 9에서 ‘썸머킹’의 과형지수가 고제면 봉계리에서 거창읍 정장리보다 높았던 원인은 과실비대기인 6월에서 7월까지 평균온도가 고제면 봉계리에서 거창읍 정장리에 비하여 2.0°C 낮았으며, 고제면 봉계리의 해발고도가 거창읍 정장리에 비하여 높아서 기온이 냉랭하여 과형이 장원형이 된 것으로 판단되었다.

대비품종인 ‘쓰가루’도 ‘썸머킹’과 같은 온도 조건으로 인해 고제면 봉계리가 거창읍 정장리에 비하여 과형지수가 높았다.

표 9. ‘썸머킹’ 품종의 숙기 및 과실 특성

품종명	지역	연도	숙기		평균과중 (g)	종경(L) (mm)	횡경(D) (mm)	과형지수 (L/D)
			월.일	만개후일수				
거창읍 정장리	'14년	7.29	101	268	74.2	85.1	0.87	
		8. 3	101	260	74.6	84.1	0.89	
		8. 1	103	271	77.6	84.2	0.92	
	평균	8. 1	102	266	75.5	84.5	0.89	
	고제면 봉계리	'14년	8.19	117	266	80.8	86.2	0.93
썸머킹	'15년	8.11	101	278	81.1	85.8	0.94	
		8.12	110	238	75.5	81.6	0.93	
		평균	8.14	109	261	79.1	84.5	0.93
	'16년	8.11	111	218	69.9	79.1	0.88	
		8.12	111	201	67.4	79.0	0.85	
		8.11	112	232	72.3	82.9	0.87	
쓰가루	평균	8.11	111	217	69.9	80.3	0.87	
(대비) 고제면 봉계리	'14년	8.19	117	245	74.6	84.8	0.87	
		8.18	114	237	73.3	83.6	0.88	
		8.16	113	212	73.6	77.6	0.94	
	평균	8.18	115	231	73.8	82.0	0.89	

표 10에서 ‘썸머킹’의 적색도(a)는 거창읍 정장리가 12.4, 고제면 봉계리는 16.5 이었으며, 해발고도가 높은 고제면 봉계리에서 높았다. 대비품종인 ‘쓰가루’의 적색도(a)는 거창읍 정장리가 -0.8, 고제면 봉계리는 -7.1이었다. 서형호(2003)는 적색도(a)는 해발고도와 정의 상관이 있다고 하였다. 이한찬(1999)은 사과 숙기의 안토시아닌 함량은 ‘홍옥’과 ‘홍로’가 많았고, ‘후지’와 ‘쓰가루’는 적었다고 하였다. 우리나라에 재배되는 대부분의 품종은 적색종으로서, 과피의 착색은 anthocyanin 색소와 관련이 있다. 유과기의 과실은 chlorophyll을 많이 함유하고 있어 녹색을 띠지만, 성숙이 진행되면서 chlorophyll은 분해·소실되고, anthocyanin과 carotenoid의 함량이 증가하면서 적색을 띠게 된다(Arainaoske, 1998). 과피 적색의 농염은 적색세포 비율과 과피 내 anthocyanin을 포함하는 액포의 크기와 정의 상관이 있으며, anthocyanin의 가시광선 영역이 과피의 적색발현에 매우 중요한 역할을 한다(Lancaster 등, 1994). anthocyanin의 생성에는 과실 내 탄수화물 축적 정도, 광, 기온 등이 관여하는데, 과실 성숙기의 일 평균기온이 12~13°C일 때, 가장 양호하고, 약 27°C가 되면 착색이 불량해지거나 전혀 착색이 되지 않는다고 한다(Im 등, 1990). Lee(1999)는 15°C 및

20°C의 온도조건에서 anthocyanin 함량과 PAL 활성이 높게 나타났으며, 착색기간 중 최고기온 19~21°C, 평균기온 14~15°C에서 anthocyanin 함량이 높았고, 일교차가 클수록, 최저기온이 낮을수록 anthocyanin 함량이 높다고 하였다. 표 10에서 ‘썸머킹’은 착색과 관련한 적색도(a) 값이 해발고도가 높은 고제면 봉계리가 해발고도가 낮은 거창읍 정장리보다 높았는데 이는 성숙기인 5~7월까지 일 평균기온이 거창읍 정장리에 비하여 고제면 봉계리가 1.9°C 낮아서 착색이 잘 되었던 것으로 판단되었다.

서형호(2003)는 황색도(b)는 해발고도와 부의 상관이 있다고 하였으며, 표 10에서 ‘썸머킹’의 황색도는 해발고도가 낮은 거창읍 정장리가 해발고도가 높은 고제면 봉계리에 비하여 높았다.

‘썸머킹’의 당도 및 산 함량은 거창읍 정장리에서 고제면 봉계리에 비하여 높았으며, ‘썸머킹’의 당도 및 산 함량은 지역별 차이 없이 ‘쓰가루’에 비하여 높았다.

수확기 전분지수는 ‘썸머킹’은 1.9, ‘쓰가루’는 3.6~3.8로 ‘썸머킹’은 ‘쓰가루’에 비하여 지역별 차이 없이 전분지수가 낮았다.

표 10. ‘썸머킹’ 품종의 과실 품질특성

품종명	지역	연도	색도 *			당도 (°BX)	산함량 (%)	경도 (N)	전분지수 *
			L	a	b				
썸머킹	거창읍	'14년	51.9	21.1	27.7	13.4	0.46	48.2	1.2
		'15년	57.7	9.4	35.1	12.9	0.48	53.0	2.5
		'16년	58.2	6.8	35.8	13.7	0.47	58.7	2.1
	고제면	평균	55.9	12.4	32.9	13.3	0.47	53.3	1.9
		'14년	45.4	27.1	22.0	12.3	0.39	39.3	1.2
		'15년	56.4	12.6	31.9	12.7	0.47	57.9	2.7
	봉계리	'16년	54.4	9.8	30.4	12.4	0.44	59.4	1.7
		평균	52.1	16.5	28.1	12.5	0.43	52.2	1.9
		평균	63.4	-0.8	38.5	11.4	0.36	45.8	3.8
쓰가루 (대조)	정장리	'14년	56.8	12.4	29.4	11.5	0.32	39.3	3.2
		'15년	66.4	-5.3	42.2	11.4	0.40	46.4	4.7
		'16년	67.0	-9.5	43.8	11.2	0.37	51.7	3.4
	고제면	평균	63.4	-0.8	38.5	11.4	0.36	45.8	3.8
		'14년	63.2	-5.0	43.6	11.9	0.34	47.2	3.7
		'15년	62.6	-5.7	44.8	11.0	0.27	45.8	4.1
	봉계리	'16년	65.3	-10.7	39.4	9.9	0.37	55.7	3.0
		평균	63.7	-7.1	42.6	10.9	0.32	49.6	3.6

* 색도 : L(명도), a(적색도), b(황색도)

* 전분지수(과실내 전분과 요오드용액과의 반응정도): 1(적숙), 2(미숙~적숙), 3~5(미숙)

표 11에서 ‘썸머킹’의 탄저병 발생률은 고제면 봉계리는 1.2%, 거창읍 정장리가 2.3% 이었으며, ‘썸머킹’의 탄저병 발생은 ‘쓰가루’와 차이가 없었다. ‘썸머킹’의 탄저병 발생이 거창읍 정장리가 고제면 봉계리에 비하여 많았던 원인은 생육기에 일 평균온도가 높아 탄저병 발생률이 많았던 것으로 판단되었다.

표 11. ‘썸머킹’ 품종의 병 발생 정도

품종명	지역	연도	탄저병 (%)	고두증상		겹무늬썩음병 (%)
				(%)	(%)	
썸머킹	거창읍 정장리	'14년	4.4	0	0	0
		'15년	0.4	0	0	0
		'16년	2.2	0	0.1	0
	고제면 봉계리	평균	2.3	0	0	0
		'14년	3.7	0	0	0
		'15년	0	0	0	0
		'16년	0	0	0	0
		평균	1.2	0	0	0
쓰가루 (대비)	거창읍 정장리	'14년	0	0	0	0
		'15년	0	0	0	0
		'16년	6.7	0	0	0
	고제면 봉계리	평균	2.2	0	0	0
		'14년	1.5	0	0	0
		'15년	0	0	0	0
		'16년	0	0	0	0
		평균	0.5	0	0	0

* 밀증상 : 0(무), 1(1% 이하), 3(5% 이하), 5(25% 이하)

표 12에서 ‘썸머킹’의 비정형과 발생률은 2.8% 정도로 지역별 차이가 없었다. 열과 발생률은 ‘썸머킹’은 거창읍 정장리가 2.2%, 고제면 봉계리가 1.2%이었다. ‘썸머킹’의 동녹 발생률은 고제면 봉계리가 4.0%, 거창읍 정장리는 1.3%이었다.

표 12. ‘썸머킹’ 품종의 생리장애 발생 정도

품종명	지역	연도	비정형과 (%)	열과 (%)	낙과 (%)	일소과 (%)	동녹 (%)	밀증상* (0~5)
썸머킹	거창읍 정장리	'14년	2.0	6.7	0.2	0	0.1	0.1
		'15년	4.3	0	0	0	2.6	0
		'16년	2.2	0	0	0	1.1	0
	평균		2.8	2.2	0.1	0	1.3	0.1
	고제면 봉계리	'14년	3.7	3.7	0.3	0	7.4	0
		'15년	2.0	0	0	0	2.0	0
		'16년	2.5	0	0	0	2.5	0
		평균	2.7	1.2	0.1	0	4.0	0
쓰가루 (대비)	거창읍 정장리	'14년	0	0	0	0	14.3	0.6
		'15년	0	0	0	0	6.7	0
		'16년	0	13.3	0	0	3.3	0
	평균		0	4.4	0	0	8.1	0.2
	고제면 봉계리	'14년	1.8	0	0	0	0	0
		'15년	2.0	0	0	0	6.0	0
		'16년	2.5	0	0	0	2.5	0
	평균		2.1	0	0	0	2.8	0

* 밀증상 : 0(무), 1(1% 이하), 3(5% 이하), 5(25% 이하)

그림 1에서 ‘썸머킹’ 품종의 상품수량은 거창읍 정장리에서 2014년에 2,693kg/10a로 많았으나 2016년에는 인위적 수체조절로 감소하였으며, 고제면 봉계리에서는 2014년 696kg/10a로 적었으나 2016년에는 증가하였다. 지역별로는 거창읍 정장리가 고제면 봉계리에 비하여 상품수량이 많았다.

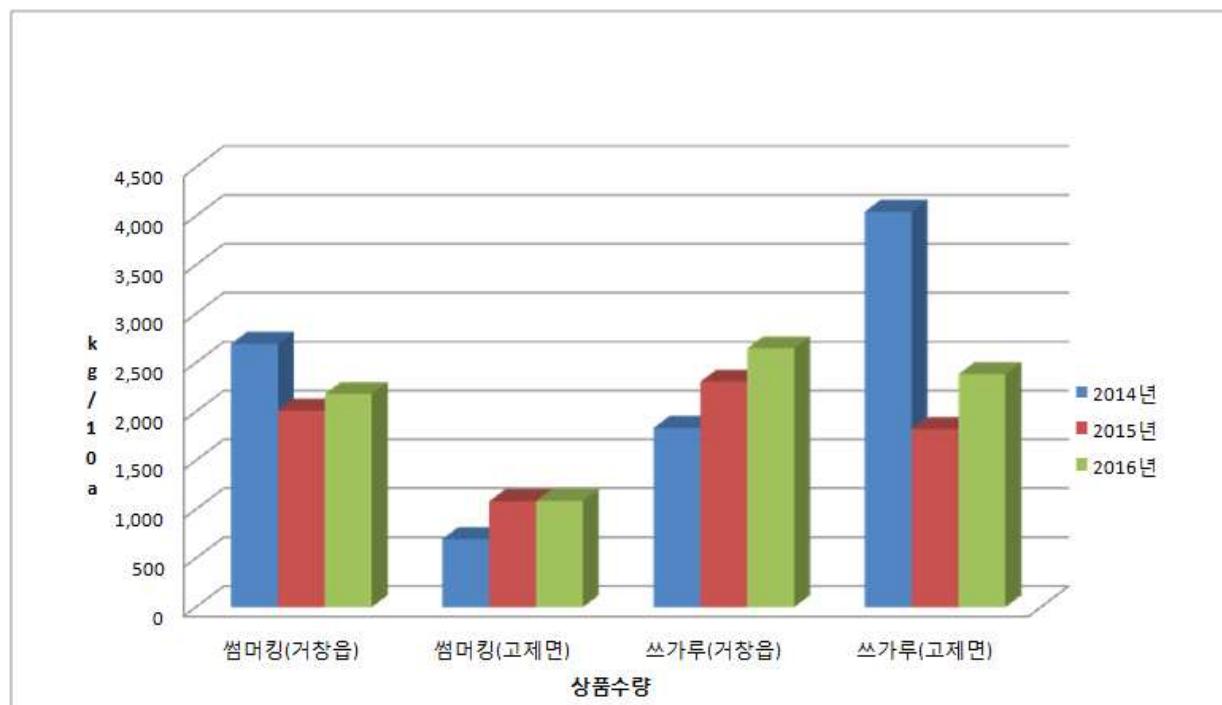


그림 1. ‘썸머킹’ 및 ‘쓰가루’ 품종의 상품수량

나. ‘아리수’ 품종의 생육 및 과실 특성

표 13에서 ‘아리수’의 누적 착과수은 거창읍 정장리가 많았고 고제면 봉계리가 적었으며, 대비품종인 ‘홍로’도 거창읍 정장리가 고제면 봉계리에 비하여 누적 착과수가 많았다. ‘아리수’ 및 ‘홍로’의 누적 착과수가 거창읍 정장리에서 많았던 것은 환경 및 관리기술의 차이에서 기인되었다고 할 수 있다.

표 13. ‘아리수’ 품종의 간경 비대량 및 착과수

품종명	지역(해발고도)	간경(mm)				착과수(개/주)			
		'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	비대량 (C-A)	'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	누적 (A+B+C)
아리수	거창읍 정장리(200m)	46.6	59.4	61.9	15.3	146.7	74.3	88.7	309.7
	고제면 봉계리(550m)	37.2	57.9	62.6	25.4	19.0	48.3	70.3	137.6
	평균	41.9	58.7	62.3	20.4	82.9	61.3	79.5	223.7
홍로 (대비)	거창읍 정장리(200m)	42.4	62.7	69.5	27.1	150.0	89.0	79.0	318.0
	고제면 봉계리(550m)	41.2	50.5	55.5	14.3	57.3	69.3	81.0	207.6
	평균	41.8	56.6	62.5	20.7	103.7	79.2	80.0	262.8

표 14에서 ‘아리수’의 개화기는 거창읍 정장리가 4월 17일, 고제면 봉계리는 4월 25일로 거창읍 정장리가 8일이 빨랐으며, 대비품종인 ‘홍로’에 비하여 아리수는 개화기가 1~2일 늦었다.

표 14. ‘아리수’ 품종의 개화특성

품종명	지역	연도	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)
아리수	거창읍 정장리	’14년	3.25	4.15	4.19
		’15년	3.27	4.18	4.23
		’16년	3.24	4.18	4.20
	고제면 봉계리	평균	3.25	4.17	4.21
		’14년	3.30	4.23	4.27
홍로 (대비)	거창읍 정장리	’15년	4. 2	4.27	4. 3
		’16년	3.28	4.24	4.26
		평균	3.30	4.25	4.28
	고제면 봉계리	’14년	3.24	4.15	4.19
		’15년	3.25	4.16	4.21
		’16년	3.23	4.17	4.20
	평균	3.24	4.16	4.20	
		’14년	3.27	4.19	4.22
	고제면 봉계리	’15년	4. 2	4.27	4.29
		’16년	3.26	4.22	4.24
	평균	3.29	4.23	4.25	

표 15에서 ‘아리수’의 숙기는 거창읍 정장리가 8월 28일로 만개 후 129일, 고제면 봉계리가 9월 13일로 만개 후 139일 이었다. ‘아리수’의 숙기는 거창읍 정장리에 비하여 고제면 봉계리가 16일이 늦었다. 대비품종인 ‘홍로’의 숙기는 거창읍 정장리가 8월 29일, 고제면 봉계리가 9월 9일로 거창읍 정장리에서는 ‘아리수’와 숙기가 비슷하였고 고제면 봉계리에서는 ‘아리수’에 비하여 4일 정도 빨랐다. ‘아리수’와 ‘홍로’의 과형지수는 고제면 봉계리가 거창읍 정장리에 비하여 높았다.

표 15. ‘아리수’ 품종의 숙기 및 과실 생육특성

품종명	지역	연도	숙기	평균과중 (g)	총경(L) (mm)	횡경(D) (mm)	과형지수 (L/D)
			월.일				
아리수	거창읍 정장리	’14년	8.26	129	277	78.2	88.6
		’15년	8.26	125	310	79.8	91.2
		’16년	8.31	133	263	78.7	86.7
	고제면 봉계리	평균	8.28	129	283	78.9	88.8
		’14년	9.23	149	276	80.9	86.1
홍로 (대비)	고제면 봉계리	’15년	9. 5	129	233	74.6	81.6
		’16년	9.12	139	260	76.6	84.2
		평균	9.13	139	256	77.4	84.0
	거창읍 정장리	’14년	8.27	134	276	82.0	89.1
		’15년	9. 1	133	270	77.4	87.0
	고제면 봉계리	’16년	8.31	133	292	80.7	89.8
		평균	8.29	133	279	80.0	88.6
	고제면 봉계리	’14년	9. 9	140	345	87.3	95.2
		’15년	9.11	135	309	89.2	90.8
		’16년	9. 6	135	286	83.5	88.6
		평균	9. 9	136	313	86.7	91.5

표 16에서 거창읍 정장리의 ‘아리수’의 적색도(a)는 29.1이었으며, 고제면 봉계리와 적색도(a) 차이가 없었다. ‘아리수’의 당도는 고제면 봉계리에 비하여 거창읍 정장리에서 높았으나, 산 함량 및 경도는 지역별 차이가 없었다. ‘아리수’는 ‘홍로’에 비하여 당도는 낮았으나 산 함량은 높았다.

표 16. ‘아리수’ 품종의 과실 품질특성

품종명	지역	연도	색도 *			당도 (°Bx)	산도 (%)	경도 (N)	전분지수 *
			L	a	b				
아리수	거창읍	’14년	45.1	29.8	19.8	13.9	0.40	56.7	1.3
		’15년	44.2	27.6	19.9	14.7	0.41	51.2	1.5
		’16년	16.6	30.0	23.9	14.1	0.32	51.4	1.0
	고제면 봉계리	평균	35.3	29.1	21.2	14.2	0.38	53.1	1.3
		’14년	42.2	27.4	16.5	13.9	0.40	53.8	1.0
		’15년	45.9	20.8	21.0	12.6	0.42	49.5	3.0
		’16년	39.9	31.7	17.6	12.5	0.28	57.7	1.0
		평균	42.7	26.6	18.4	13.0	0.37	53.7	1.7
(대비)	홍로	’14년	44.9	36.1	18.3	13.5	0.25	49.3	0.9
		’15년	38.5	30.3	15.3	14.6	0.20	52.9	0.8
		’16년	49.1	31.7	23.1	16.5	0.19	51.3	0.7
		평균	44.2	32.7	18.9	14.9	0.21	51.2	0.8
	고제면 봉계리	’14년	42.9	30.8	17.5	13.9	0.23	49.9	1.0
		’15년	42.3	33.8	19.1	14.1	0.22	55.5	1.0
		’16년	44.3	35.3	23.3	14.5	0.23	52.5	0.3
		평균	43.2	33.3	20.0	14.2	0.23	52.6	0.8

* 색도 : L(명도), a(적색도), b(황색도)

* 전분지수(과실내 전분과 요오드용액과의 반응정도): 1. 적숙, 2. 미숙~적숙, 3~5 미숙

표 17에서 ‘아리수’의 탄저병 발생은 해발고도가 높은 고제면 봉계리는 0.6%, 해발고도가 낮은 거창읍 정장리에서는 1.0% 발생하여 거창읍 정장리에서 발생이 많았다. 이동혁(2004)은 탄저병 저항성이 약한 품종은 ‘홍옥’, ‘홍로’ 품종이라고 하였으며, ‘홍로’의 탄저병 발생률은 ‘아리수’와 차이가 없었다. 겹무늬썩음병 발생률은 거창읍 정장리에서 ‘아리수’는 0.1%, ‘홍로’가 2.3% 이었다.

표 17. ‘아리수’ 품종의 병 발생 정도

품종명	지역	연도	탄저병 (%)	고두병 (%)	겹무늬 썩음병 (%)
아리수	거창읍 정장리	’14년	0.8	0	0
		’15년	0	0	0
		’16년	2.2	0	0.3
		평균	1.0	0	0.1
	고제면 봉계리	’14년	0.5	0	0
		’15년	0	0	0
		’16년	1.2	0	0
		평균	0.6	0	0
홍로	거창읍 정장리	’14년	1.0	0	0
		’15년	0	0	7.0
		’16년	1.9	0	0
		평균	1.0	0	2.3
	고제면 봉계리	’14년	1.0	0	0
		’15년	0	0	1.0
		’16년	0.8	0	0
		평균	0.6	0	0.3

과실이 비정형적으로 발달되는 원인에 대해 Kay(1988)는 불충분한 수분과 기타요인에 의

해 종자형성이 안되었거나 종자로서 발달되지 못하였을 경우 비대칭 또는 비정형적인 과실로 발달한다고 하였으며, 표 18에서 아리수의 비정형과 및 열과 발생은 고제면 봉계리에 비하여 거창읍 정장리에서 많았다. ‘아리수’의 낙과 발생률은 거창읍 정장리에서 0.7%로서 고제면 봉계리의 0.1%에 비하여 높았으며, ‘아리수’의 낙과 발생률은 ‘홍로’와 차이가 없었다. 거창읍 정장리에서 ‘아리수’의 일소과 발생률은 0.5%, ‘홍로’는 3.0% 이었다. ‘아리수’의 동녹 발생률은 거창읍 정장리에서 4.3%, 고제면 봉계리에서 2.0%로 거창읍 정장리에서 많았다. 밀 증상은 수확 전 밤의 온도가 낮거나 생육기 중 고온장해에 의해 발생한다고 하였으며(Marlow 와 Loescher, 1984), Bramlage(1993)는 서늘한 날씨조건에서 밀 증상의 발생은 감소된다고 하였다. Yamada 등(2005)은 7, 8월 최고온도가 30°C를 넘으면 밀 증상은 증가한다고 하였다. ‘아리수’의 밀 증상은 0.1 정도로 시험지 별 차이가 없었다. ‘홍로는 7, 8월 최고온도가 높았던 거창읍 정장리에서 밀 증상 발생이 0.7로 높았고, 최고온도가 낮았던 고제면 봉계리는 0.1로 낮았다.

표 18. ‘아리수’ 품종의 생리장애 발생 정도

품종명	지역	연도	비정형과 (%)	열과 (%)	낙과 (%)	일소과 (%)	동녹 (%)	밀증상* (0~5)
아리수	거창읍	’14년	0	0	0.2	0	5	0.1
		’15년	1.4	4.0	0.7	0	7.1	0
		’16년	1.5	0.3	1.1	1.5	0.7	0
		평균	1.0	1.4	0.7	0.5	4.3	0.1
	고제면	’14년	0.3	0.3	0.2	0	0.2	0
		’15년	1.0	1.0	0	0	2.0	0
	봉계리	’16년	0.6	0.6	0.2	0	3.7	0
		평균	0.6	0.6	0.1	0.0	2.0	0
홍로	거창읍	’14년	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0
		’15년	1.0	0	0.7	0.8	1.0	1.0
		’16년	7.8	0	1.2	7.8	5.9	1.1
		평균	3.1	0.2	0.8	3.0	2.5	0.7
	고제면	’14년	0.2	0.2	0.5	0	0	0
		’15년	1.0	0	0	0	0	0
	봉계리	’16년	0.2	0.2	0.3	0	0.2	0.4
		평균	0.5	0.1	0.3	0	0.1	0.1

* 밀증상 : 0(무), 1(1% 이하), 3(5% 이하), 5(25% 이하)

그림 2에서 ‘아리수’의 상품수량은 거창읍 정장리에서 2014년 3,817kg/10a로 많았으나 인위적 수체 조절로 2015년에는 상품수량이 감소하였다. ‘아리수’는 거창읍 정장리가 고제면 봉계리에 비하여 상품수량이 많았다.

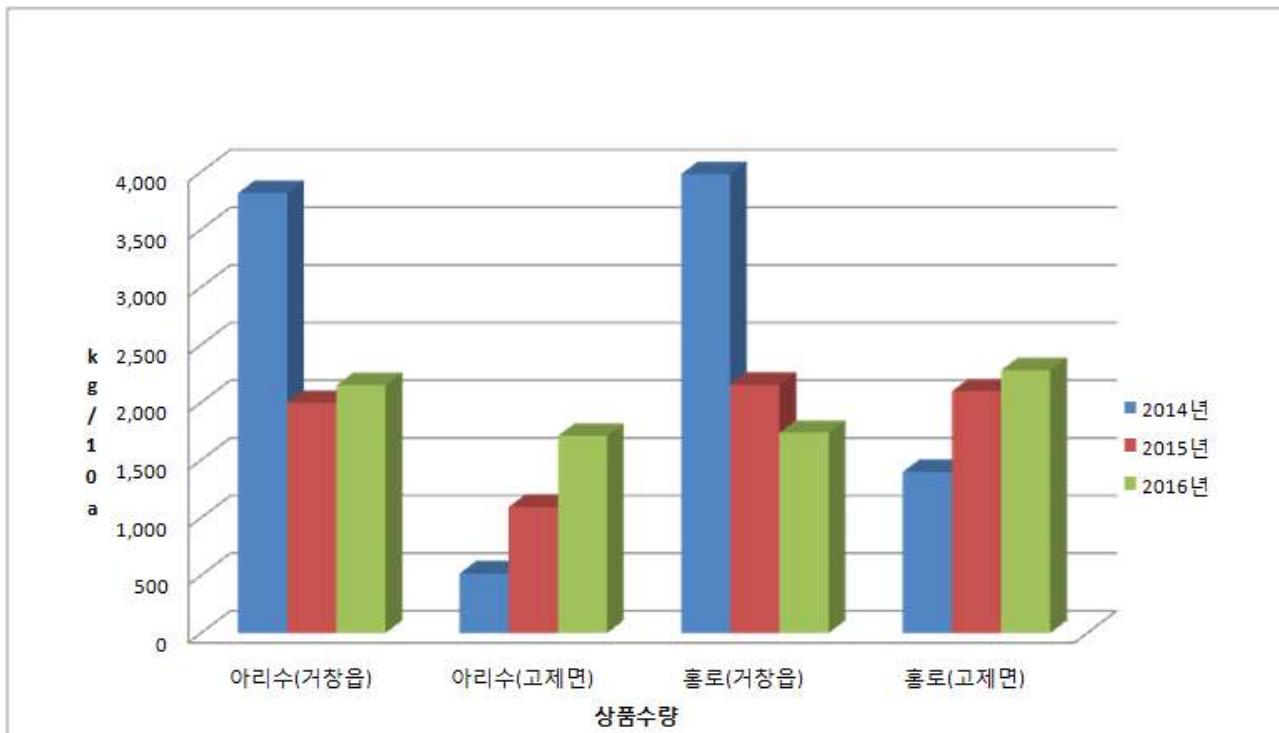


그림 2. ‘아리수’ 및 ‘홍로’ 품종의 상품수량

나. ‘그린볼’ 품종의 생육 및 과실 특성

표 19에서 ‘그린볼’의 누적 착과수는 거창읍 정장리가 231.5개로 많았고 고제면 봉계리가 160.1개로 적었으며, ‘그린볼’의 누적 착과수가 거창읍 정장리에서 많았던 것은 재식 당시 수체 특성, 토양 환경 및 관리방법 차이에 기인되었다.

표 19. ‘그린볼’ 품종의 간경 비대량 및 착과수

품종명	지역(해발고도)	간경(mm)				착과수(개/주)			
		'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	비대량 (C-A)	'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	누적 (A+B+C)
그린볼	거창읍 정장리(200m)	47.3	59.5	65.1	17.8	87.4	72.8	71.3	231.5
	고제면 봉계리(550m)	33.5	49.5	53.7	20.2	16.5	63.3	80.3	160.1
	평균	40.4	54.5	59.4	19.0	52.0	68.1	75.8	195.8
(대비)	홍로 거창읍 정장리(200m)	42.4	62.7	69.5	27.1	150.0	89.0	79.0	318.0
	고제면 봉계리(550m)	41.2	50.5	55.5	14.3	57.3	69.3	81.0	207.6
	평균	41.8	56.6	62.5	20.7	103.7	79.2	80.0	262.8

표 20에서 ‘그린볼’의 개화기는 거창읍 정장리는 4월 17일, 고제면 봉계리는 4월 24일 이었으며, 거창읍 정장리가 고제면 봉계리에 비하여 개화기가 7일이 빨랐다. ‘홍로’의 개화기는 거창읍 정장리가 4월 16일, 고제면 봉계리는 4월 23일로 ‘그린볼’과 비슷하였다. 강남대(2010)는 경남 산청과 거창의 경우 ‘홍로’ 품종이 해발과 위도에 따라 개화기가 최대 7~9일 정도 조·만의 차이가 생겼다고 하였다. ‘그린볼’ 품종도 해발고도가 낮은 거창읍 정장리에서 해발고도가

높은 고제면 봉계리에 비하여 개화전의 평균온도가 높아서 ‘그린볼’의 개화기가 빨랐던 것으로 판단되었다.

표 20. ‘그린볼’ 품종의 개화특성

품종명	지역	연도	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)
그린볼	거창읍 정장리	'14년	3.28	4.16	4.25
		'15년	3.29	4.18	4.24
		'16년	3.26	4.18	4.20
		평균	3.28	4.17	4.23
	고제면 봉계리	'14년	3.29	4.21	4.28
홍로 (대비)	거창읍 정장리	'15년	4. 3	4.27	4.29
		'16년	3.28	4.24	4.26
		평균	3.30	4.24	4.28
		'14년	3.24	4.15	4.19
	평균	3.24	4.16	4.20	
	고제면 봉계리	'14년	3.27	4.19	4.22
	'15년	'15년	4. 2	4.27	4.29
		'16년	3.26	4.22	4.24
	평균	3.29	4.23	4.25	

표 21에서 ‘그린볼’의 숙기는 거창읍 정장리가 8월 29일, 고제면 봉계리는 9월 15일로 거창읍 정장리가 고제면 봉계리에 비하여 17일이 빨랐다. ‘그린볼’의 숙기는 ‘홍로’에 비하여 거창읍 정장리에서는 비슷하였으나 고제면 봉계리에서는 6일이 늦었다. ‘그린볼’의 만개~숙기 소요일수는 거창읍 정장리에서 128일, 고제면 봉계리에서는 141일로 고제면 봉계리가 13일이 많았으며, ‘홍로’도 만개~숙기 소요일수가 거창읍 정장리에 비하여, 고제면 봉계리에서 3일이 많았다.

‘그린볼’의 과형지수는 거창읍 정장리가 0.85로 고제면 봉계리와 차이가 없었다.

표 21. ‘그린볼’ 품종의 숙기 및 과실 생육특성

품종명	지역	연도	숙기		평균과중 (g)	종경(L) (mm)	횡경(D) (mm)	과형지수 (L/D)
			월.일	만개후일수				
그린볼	거창읍 정장리	'14년	8.26	123	322.2	81.7	95.5	0.85
		'15년	8.31	129	351.8	83.1	98.1	0.85
		'16년	8.30	132	404.8	88.3	103.4	0.85
	평균		8.29	128	359.6	84.4	99.0	0.85
(대비)	고제면 봉계리	'14년	9.15	140	315.7	83.5	95.9	0.87
		'15년	9.14	140	351.6	83.1	98.3	0.85
		'16년	9.16	143	270.9	74.1	88.9	0.83
	평균		9.15	141	312.7	80.2	94.4	0.85
홍로	거창읍 정장리	'14년	8.27	134	275.5	82.0	89.1	0.92
		'15년	9. 1	133	270.4	77.4	87.0	0.89
		'16년	8.31	133	291.6	80.7	89.8	0.90
	평균		8.29	133	279.2	80.0	88.6	0.90
	고제면 봉계리	'14년	9. 9	140	344.5	87.3	95.2	0.91
		'15년	9.11	135	308.8	89.2	90.8	0.98
		'16년	9. 6	135	286.4	83.5	88.6	0.94
	평균		9. 9	136	313.2	86.7	91.5	0.94

표 22에서 ‘그린볼’의 적색도(a)는 거창읍 정장리가 -4.2, 고제면 봉계리는 -3.3으로 고제면 봉계리가 거창읍 정장리에 비하여 높았다. 황색도(b)는 거창읍 정장리가 46.0, 고제면 봉계리는 43.6으로 고제면 봉계리가 낮았다. ‘그린볼’은 ‘홍로’에 비하여 당도 및 경도가 낮았고 산함량은 많았다.

표 22. ‘그린볼’ 품종의 과실 품질특성

품종명	지역	연도	색도 *			당도 (°Bx)	산함량 (%)	경도 (N)	전분지수 *
			L	a	b				
그린볼	거창읍	'14년	73.2	-5.6	45.1	14.0	0.35	39.7	1.2
		'15년	72.0	-2.4	47.5	13.8	0.32	42.0	2.2
		'16년	70.0	-4.6	45.5	14.5	0.34	41.1	1.0
	고제면	평균	71.7	-4.2	46.0	14.1	0.34	40.9	1.5
		'14년	69.0	-7.8	45.2	14.8	0.38	41.3	2.5
		'15년	5.0	-1.3	42.0	14.6	0.33	42.3	2.0
홍로	봉계리	'16년	66.8	-0.9	43.6	13.0	0.35	42.6	1.0
		평균	46.9	-3.3	43.6	14.1	0.35	42.1	1.8
		'14년	44.9	36.1	18.3	13.5	0.25	49.3	0.9
	정장리	'15년	38.5	30.3	15.3	14.6	0.20	52.9	0.8
		'16년	49.1	31.7	23.1	16.5	0.19	51.3	0.7
		평균	44.2	32.7	18.9	14.9	0.21	51.2	0.8
홍로	고제면	'14년	42.9	30.8	17.5	13.9	0.23	49.9	1.0
		'15년	42.3	33.8	19.1	14.1	0.22	55.5	1.0
		'16년	44.3	35.3	23.3	14.5	0.23	52.5	0.3
	봉계리	평균	43.2	33.3	20.0	14.2	0.23	52.6	0.8

* 색도 : L(명도), a(적색도), b(황색도)

* 전분지수(과실내 전분과 요오드용액과의 반응정도): 1. 적숙, 2. 미숙~적숙, 3~5 미숙

표 23에서 ‘그린볼’의 탄저병 발생은 ‘홍로’에 비하여 많았고, 겹무늬썩음병 발생률은 ‘홍로’에 비하여 적었다.

표 23. ‘그린볼’ 품종의 병 발생 정도

품종명	지역	연도	탄저병 (%)	고두증상 (%)	겹무늬 썩음병 (%)
그린볼	거창읍 정장리	'14년	1.0	0.5	0
		'15년	1.9	0	0
		'16년	0.7	0	0.7
	고제면 봉계리	평균	1.3	0.2	0.2
		'14년	4.9	0	0
		'15년	1.0	0	1.0
홍로	거창읍 정장리	'16년	9.5	0	0
		평균	5.1	0	0.3
		'14년	1.0	0	0
	고제면 봉계리	'15년	0	0	7.0
		'16년	1.9	0	0
		평균	1.0	0	2.3
홍로	고제면 봉계리	'14년	1.0	0	0
		'15년	0	0	1.0
		'16년	0.8	0	0
	평균	0.6	0	0.3	

표 24에서 ‘그린볼’의 비정형과 발생은 ‘그린볼’ 및 ‘홍로’가 거창읍 정장리에서 고제면 봉

계리에 비하여 비정형과 발생이 많았다. 열과는 여름철 건조가 지속되다가 비가 많이 오면 과실이 급격히 비대하면서 열과가 발생한다고 하였으며(김목종, 2013), ‘그린볼’의 열과 발생률은 거창읍 정장리는 1.0%, 고제면 봉계리에서는 1.6% 이었다. ‘그린볼’의 낙과 발생률은 거창읍 정장리가 20.1%로 많았으나 고제면 봉계리는 4.6%로 적었다. 양상진 등(2004)은 ‘홍로’가 중심과의 과경이 짧아 강한 바람이나 접촉에 쉽게 낙과한다고 하였으며, ‘그린볼’도 중심과의 과경이 짧아 바람이나 접촉으로 인하여 시험품종들 중에서 가장 높은 낙과률을 나타내었다. ‘그린볼’의 일소과 발생률은 거창읍 정장리가 6.6%로 많았으나 고제면 봉계리는 1.9%로 적었으며, 이는 거창읍 정장리가 고제면 봉계리에 비하여 7~8월 최고 평균온도가 높아서 일소과 발생률이 많았던 것으로 판단되었다. 대비품종인 ‘홍로’의 일소과 발생률은 ‘그린볼’에 비하여 낮았다.

표 24. ‘그린볼’ 품종의 생리장애 발생 정도

품종명	지역	연도	비정형과 (%)	열과 (%)	낙과 (%)	일소과 (%)	동녹 (%)	밀증상* (0-5)
그린볼	거창읍	'14년	0.5	1.0	5.4	1.8	9.3	0
		'15년	0	2.0	7.8	2.5	4.0	0
		'16년	7.0	0	47.0	15.6	8.5	0
		평균	2.5	1.0	20.1	6.6	7.3	0
	고제면	'14년	2.0	0	2.1	0	17.0	0
홍로	봉계리	'15년	2.9	4.9	1.0	0.1	5.0	0
		'16년	0.9	0	10.6	5.7	0.9	0
		평균	1.9	1.6	4.6	1.9	7.6	0
		'14년	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0
		'15년	1.0	0	0.7	0.8	1.0	1.0
	정장리	'16년	7.8	0	1.2	7.8	5.9	1.1
		평균	3.1	0.2	0.8	3.0	2.5	0.7
		'14년	0.2	0.2	0.5	0	0	0
		'15년	1.0	0	0	0	0	0
	고제면	'16년	0.2	0.2	0.3	0	0.2	0.4
		평균	0.5	0.1	0.3	0	0.1	0.1

* 밀증상 : 0(무), 1(1% 이하), 3(5% 이하), 5(25% 이하)

그림 3에서 ‘그린볼’은 거창읍 정장리에서 2014년 상품수량이 2,267kg/10a 이었으나 2016년에는 592kg/10a로 감소하였다. ‘그린볼’의 상품수량 감소는 2016년 7~8월 이상고온으로 낙과, 일소과 발생으로 인한 상품성 저하가 원인이었다.

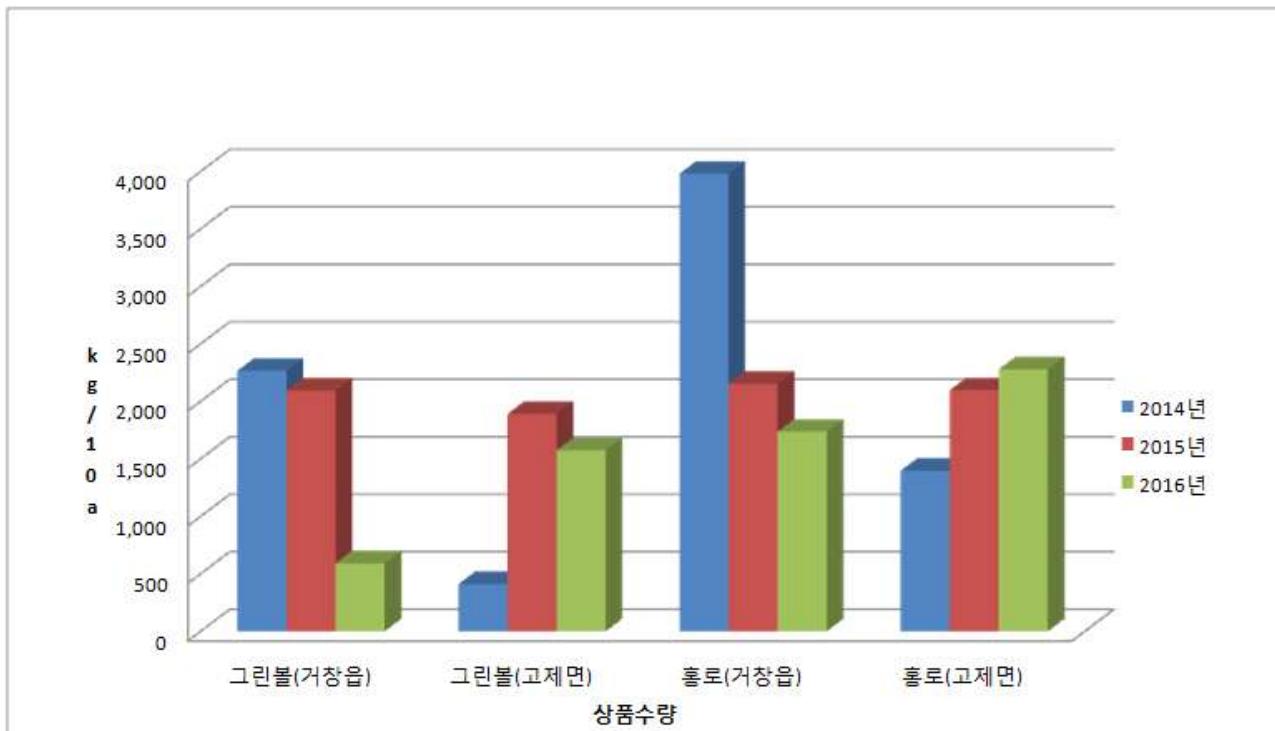


그림 3. ‘그린볼’ 및 ‘홍로’ 품종의 상품수량

라. ‘홍소’ 품종의 생육 및 과실 특성

표 25에서 ‘홍소’의 간경 비대량은 고제면 봉계리가 24.3mm, 거창읍 정장리는 18.7mm 정도로 조사되었다. ‘홍소’의 누적 착과수는 거창읍 정장리가 216.3개였고 고제면 봉계리의 98.8개에 비하여 많았다. 이는 고제면 봉계리 시험지 ‘홍소’ 품종의 생육 중 수세 약화에 기인하였다.

표 25. ‘홍소’ 품종의 간경 비대량 및 착과수

품종명	지역(해발고도)	간경(mm)				착과수(개/주)			
		'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	비대량 (C-A)	'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	누적 (A+B+C)
홍소	거창읍 정장리(200m)	45.1	59.7	63.8	18.7	73.7	66.6	76.6	216.3
	고제면 봉계리(550m)	40.7	56.5	65.0	24.3	6.8	41.7	50.3	98.8
	평균	42.9	58.1	64.4	21.5	40.3	54.2	63.2	157.6
(대비)	홍로 거창읍 정장리(200m)	42.4	62.7	69.5	27.1	150.0	89.0	79.0	318.0
	고제면 봉계리(550m)	41.2	50.5	55.5	14.3	57.3	69.3	81.0	207.6
	평균	41.8	56.6	62.5	20.7	103.7	79.2	80.0	262.8

표 26에서 ‘홍소’의 개화기는 거창읍 정장리가 4월 21일로 고제면 봉계리의 4월 28일에 비하여 7일이 빨랐으며, 대비품종인 ‘홍로’에 비하여 개화기가 5일 정도 늦었다.

표 26. ‘홍소’ 품종의 개화특성

품종명	지역	연도	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)
홍소	거창읍 정장리	’14년	3.31	4.21	4.23
		’15년	3.31	4.22	4.26
		’16년	3.28	4.19	4.22
		평균	3.30	4.21	4.24
	고제면 봉계리	’14년	4. 4	4.28	5. 2
홍로 (대비)	거창읍 정장리	’15년	4. 5	4.30	5. 3
		’16년	3.31	4.27	4.29
		평균	4.03	4.28	5. 1
		’14년	3.24	4.15	4.19
	고제면 봉계리	’15년	3.25	4.16	4.21
	’16년	3.23	4.17	4.20	
	평균	3.24	4.16	4.20	
	고제면 봉계리	’14년	3.27	4.19	4.22
		’15년	4. 2	4.27	4.29
		’16년	3.26	4.22	4.24
		평균	3.29	4.23	4.25

표 27에서 ‘홍소’의 숙기는 거창읍 정장리가 9월 5일, 고제면 봉계리는 9월 25일로 거창읍 정장리가 20일 빨랐으며, ‘홍소’는 ‘홍로’에 비하여 숙기가 거창읍 정장리에서는 7일, 고제면 봉계리에서는 16일이 늦었다. 만개~숙기 소요일수는 ‘홍소’는 거창읍 정장리는 134일, 고제면 봉계리에서 147일로 고제면 봉계리가 13일이 많았다. 평균과중은 ‘홍소’가 거창읍 정장리에서 364g, 고제면 봉계리에서 386g, ‘홍로’는 거창읍 정장리에서 279g, 고제면 봉계리에서 313g으로 조사되었다. 과형지수는 ‘홍소’가 거창읍 정장리는 0.82, 고제면 봉계리는 0.88로 평균기온이 낮은 고제면 봉계리에서 과형지수가 높았다.

표 27. ‘홍소’ 품종의 숙기 및 과실 생육특성

품종명	지역	연도	숙기		평균과중 (g)	종경(L) (mm)	횡경(D) (mm)	과형지수 (L/D)
			월.일	만개후일주				
홍소	거창읍 정장리	’14년	9. 5	135	303	79.1	96.2	0.82
		’15년	9. 8	135	365	80.8	99.0	0.82
		’16년	9. 2	133	424	85.5	102.7	0.83
		평균	9. 5	134	364	81.8	99.3	0.82
	고제면 봉계리	’14년	10.1	152	404	89.5	103.3	0.86
홍로 (대비)	거창읍 정장리	’15년	9.22	142	386	87.0	99.4	0.88
		’16년	9.22	146	368	86.4	96.4	0.90
		평균	9.25	147	386	87.6	99.7	0.88
		’14년	8.27	134	276	82.0	89.1	0.92
	고제면 봉계리	’15년	9. 1	133	270	77.4	87.0	0.89
	거창읍 정장리	’16년	8.31	133	292	80.7	89.8	0.90
		평균	8.29	133	279	80.0	88.6	0.90
		’14년	9. 9	140	345	87.3	95.2	0.91
		’15년	9.11	135	309	89.2	90.8	0.98
	고제면 봉계리	’16년	9. 6	135	286	83.5	88.6	0.94
	평균	9. 9	136	313	86.7	91.5	0.94	

표 28에서 ‘홍소’는 거창읍 정장리에서 적색도(a)가 28.7, 고제면 봉계리가 30.4로서 고제면 봉계리가 높았으며, 당도 및 산 함량은 차이가 없었다. 산 함량은 ‘홍소’가 ‘홍로’에 비하여 산 함량이 많았다.

표 28. ‘홍소’ 품종의 과실 품질특성

품종명	지역	연도	색도 *			당도 (°Bx)	산함량 (%)	경도 (N)	전분지수 *
			L	a	b				
홍소	거창읍	'14년	49.0	30.3	24.6	15.2	0.36	62.6	1.2
		'15년	46.7	31.5	20.6	14.0	0.25	64.4	0.4
		'16년	54.2	24.4	29.4	13.5	0.29	61.5	1.2
	정장리	평균	50.0	28.7	24.9	14.2	0.30	62.8	0.9
		'14년	57.7	24.2	31.8	15.0	0.35	47.8	0.6
		'15년	42.3	31.1	20.1	14.3	0.26	58.7	0.3
(대비)	고제면	'16년	42.0	36.0	21.8	13.9	0.28	52.5	1.0
		평균	47.3	30.4	24.6	14.4	0.30	53.0	0.6
		'14년	44.9	36.1	18.3	13.5	0.25	49.3	0.9
	봉계리	'15년	38.5	30.3	15.3	14.6	0.20	52.9	0.8
		'16년	49.1	31.7	23.1	16.5	0.19	51.3	0.7
		평균	44.2	32.7	18.9	14.9	0.21	51.2	0.8
홍로	거창읍	'14년	42.9	30.8	17.5	13.9	0.23	49.9	1.0
		'15년	42.3	33.8	19.1	14.1	0.22	55.5	1.0
		'16년	44.3	35.3	23.3	14.5	0.23	52.5	0.3
	정장리	평균	43.2	33.3	20.0	14.2	0.23	52.6	0.8

* 색도 : L(명도), a(적색도), b(황색도)

* 전분지수(과실내 전분과 요오드용액과의 반응정도): 1. 적숙, 2. 미숙~적숙, 3~5 미숙

표 29에서 ‘홍소’의 탄저병 발생은 고제면 봉계리에서 6.1%, 거창읍 정장리에서는 7.0%로 거창읍 정장리에서 다소 많았고, ‘홍소’의 고두증상 발생률은 거창읍 정장리에서 4.2% 이었다.

표 29 ‘홍소’ 품종의 병 발생 정도

품종명	지역	연도	탄저병 (%)	고두증상 (%)	겹무늬썩음병 (%)	
					(%)	(%)
홍소	거창읍 정장리	'14년	0.9	7.8	5.0	
		'15년	0.7	0	0.3	
		'16년	19.3	4.9	0.3	
	고제면 봉계리	평균	7.0	4.2	1.9	
		'14년	14.3	0	0	
		'15년	0	0	0	
홍로	거창읍 정장리	'16년	4.0	0	0	
		평균	6.1	0	0	
		'14년	1.0	0	0	
	고제면 봉계리	'15년	0	0	7.0	
		'16년	1.9	0	0	
		평균	1.0	0	2.3	
	고제면 봉계리	'14년	1.0	0	0	
		'15년	0	0	1.0	
		'16년	0.8	0	0	
		평균	0.6	0	0.3	

사과의 수확 전 낙과 발생은 야간온도가 높을수록 발생이 심하였고(Tukey, 1956), 고온 건조한 곳일수록 낙과가 심한 것으로 알려져 있다. 표 30에서 ‘홍소’의 낙과 발생률은 거창읍 정장리에서 12.7%로 고제면 봉계리의 3.5%에 비하여 많았다. 일소과 발생은 거창읍 정장리에서 ‘홍소’가 2.7%, ‘홍로’는 3.0% 이었으나, 고제면 봉계리에서는 발생하지 않았다. 거창읍 정장리에서 낙과 및 일소과 발생이 많았던 원인은 거창읍 정장리에서 2016년 7~8월 평균온도가 평년 대비 1.8°C 높았고, 최고온도 평균도 3.4°C 높아서 낙과 및 일소과 발생이 많았던 것으로 판단되었다. 김목종(2009a)은 ‘홍소’는 동녹 발생이 비교적 많은 품종이라고 하였다. 거창읍 정

장리에서 ‘홍소’의 동녹 발생률은 25.9%로 고제면 봉계리에 비하여 많았고 시험 품종들 중에서 가장 많았다,

표 30 ‘홍소’ 품종의 생리장애 발생 정도

품종명	지역	연도	비정형과 (%)	열과 (%)	낙과 (%)	일소과 (%)	동녹 (%)	밀증상* (0~5)
홍소	거창읍	'14년	0	8.2	2.6	1.3	38.5	0
		'15년	5.7	20.0	4.8	2.2	23.5	0
		'16년	4.9	1.8	29.6	4.6	15.8	0
		평균	3.5	4.0	12.3	2.7	25.9	0
	고제면	'14년	0	0	1.2	0	14.3	0
		'15년	1.1	1.1	0.3	0	4.3	0
		'16년	1.8	2.7	8.9	0	12.7	0
		평균	1.0	1.3	3.5	0	10.4	0
홍로	거창읍	'14년	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0
		'15년	1.0	0	0.7	0.8	1.0	1.0
		'16년	7.8	0	1.2	7.8	5.9	1.1
		평균	3.1	0.2	0.8	3.0	2.5	0.7
	고제면	'14년	0.2	0.2	0.5	0	0	0
		'15년	1.0	0	0	0	0	0
		'16년	0.2	0.2	0.3	0	0.2	0.4
		평균	0.5	0.1	0.3	0	0.1	0.1

* 밀증상 : 0(무), 1(1% 이하), 3(5% 이하), 5(25% 이하)

그림 4에서 ‘홍소’의 상품수량은 거창읍 정장리에서 2015년에 1,478kg/10a이었으나 2016년에는 7~8월 이상고온으로 낙과, 일소과 등이 발생하여 상품수량이 995kg/10a로 감소하였다. 고제면 봉계리에서는 2014년에는 상품수량이 적었으나 2015년에는 상품수량이 증가하였다.

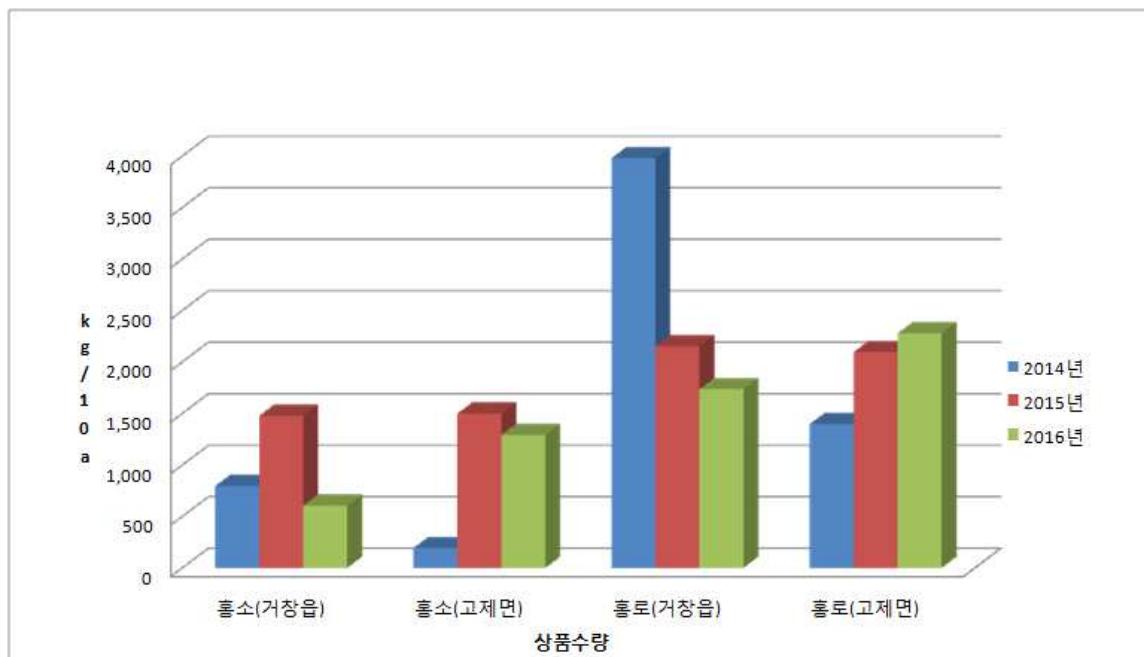


그림 4. ‘홍소’ 및 ‘홍로’의 상품수량

마. ‘황옥’ 품종의 생육 및 과실 특성

표 31에서 ‘황옥’의 간경 비대량은 거창읍 정장리가 많았고 고제면 봉계리가 적었다. 누적착과수는 거창읍 정장리가 많았으며 고제면 봉계리가 적었다. ‘황옥’은 시험 품종들 중에서 간

경 비대량과 누적 착과수가 가장 많았다.

표 31. ‘황옥’ 품종의 간경 비대량 및 착과수

품종명	지역(해발고도)	간경(mm)				착과수(개/주)			
		'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	비대량 C-A	'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	누적 (A+B+C)
황옥	거창읍 정장리(200m)	48.0	64.9	79.7	31.7	153.4	91.4	117.0	361.8
	고제면 봉계리(550m)	41.9	54.9	66.6	24.7	54.8	94.4	97.3	246.5
	평균	45.0	59.9	73.2	28.2	104.1	92.9	107.2	304.2
(대비)	홍로 거창읍 정장리(200m)	42.4	62.7	69.5	27.1	150.0	89.0	79.0	318.0
	고제면 봉계리(550m)	41.2	50.5	55.5	14.3	57.3	69.3	81.0	207.6
	평균	41.8	56.6	62.5	20.7	103.7	79.2	80.0	262.8

표 32에서 ‘황옥’의 개화기는 거창읍 정장리가 4월 18일 이었고 고제면 봉계리가 4월 26일 이었다. ‘황옥’은 ‘홍로’에 비하여 개화기가 2~3일 늦었다.

표 32. ‘황옥’ 품종의 개화특성

품종명	지역	연도	발아기 (월.일)	개화기 (월.일)	만개기 (월.일)
황옥	거창읍 정장리	'14년	3.25	4.16	4.21
		'15년	3.28	4.20	4.24
		'16년	3.26	4.18	4.21
		평균	3.26	4.18	4.22
(대비)	고제면 봉계리	'14년	3.28	4.24	4.29
		'15년	4. 2	4.29	5. 2
		'16년	3.28	4.24	4.26
		평균	3.30	4.26	4.29
홍로	거창읍 정장리	'14년	3.24	4.15	4.19
		'15년	3.25	4.16	4.21
		'16년	3.23	4.17	4.20
		평균	3.24	4.16	4.20
	고제면 봉계리	'14년	3.27	4.19	4.22
		'15년	4. 2	4.27	4.29
		'16년	3.26	4.22	4.24
		평균	3.29	4.23	4.25

표 33에서 ‘황옥’의 숙기는 거창읍 정장리는 9월 25일, 고제면 봉계리는 10월 2일로 거창읍 정장리가 7일 빨랐다. ‘황옥’의 만개~숙기 소요일수는 156일, ‘홍로’의 만개~숙기 소요일수는 133~136일로 ‘황옥’이 ‘홍로’에 비하여 만개 후 숙기 소요일수가 20~23일 정도 많았다. ‘황옥’의 평균과중은 241~257g으로 조사되었다. ‘황옥’의 과형지수는 거창읍 정장리의 0.92에 비하여 고제면 봉계리는 0.94로 높았다.

표 33. '황옥' 품종의 숙기 및 과실 생육특성

품종명	지역	연도	숙기		평균과중 (g)	종경(L) (mm)	횡경(D) (mm)	과형지수 (L/D)
			월.일	만개후일주				
황옥	거창읍 정장리	'14년	9.23	155	251	77.2	84.5	0.91
		'15년	9.30	159	237	76.6	81.9	0.93
		'16년	9.21	153	234	76.6	81.9	0.93
	고제면 봉계리	평균	9.25	156	241	76.8	82.8	0.92
		'14년	10.6	160	276	80.9	86.1	0.93
홍로	거창읍 정장리	'15년	10.5	156	255	78.6	82.9	0.95
		'16년	9.26	153	241	76.0	81.8	0.93
		평균	10.2	156	257	78.5	83.6	0.94
	고제면 봉계리	'14년	8.27	134	276	82.0	89.1	0.92
		'15년	9. 1	133	270	77.4	87.0	0.89
		'16년	8.31	133	292	80.7	89.8	0.90
	평균	8.29	133	279	80.0	88.6	0.90	
(대비)	고제면 봉계리	'14년	9. 9	140	345	87.3	95.2	0.91
		'15년	9.11	135	309	89.2	90.8	0.98
		'16년	9. 6	135	286	83.5	88.6	0.94
		평균	9. 9	136	313	86.7	91.5	0.94

표 34에서 '황옥'은 거창읍 정장리의 적색도(a)는 -0.6, 고제면 봉계리가 2.0으로 고제면 봉계리가 거창읍 정장리에 비하여 적색도(a)가 높았다. '황옥'의 당도 및 산 함량은 중생종 시험 품종들 중에서 가장 높았다. '황옥'의 경도는 거창읍 정장리가 45.9로 고제면 봉계리의 46.9에 비하여 낮았다.

표 34. '황옥' 품종의 과실 품질특성

품종명	지역	연도	색도 *			당도 (°Bx)	산함량 (%)	경도 (N)	전분지수 *
			L	a	b				
황옥	거창읍 정장리	'14년	71.0	-0.5	47.8	16.4	0.48	43.9	1.2
		'15년	68.1	1.3	47.6	16.0	0.38	46.6	0.3
		'16년	69.1	-2.7	44.2	14.9	0.40	47.1	1.0
		평균	69.4	-0.6	46.5	15.8	0.42	45.9	0.8
	고제면 봉계리	'14년	66.9	7.4	48.8	15.9	0.47	47.8	0.6
		'15년	67.3	3.8	48.6	16.7	0.51	47.8	0.3
		'16년	68.1	0.1	46.3	15.2	0.47	45.0	0.6
	평균	67.4	2.0	47.9	15.9	0.48	46.9	0.5	
(대비)	거창읍 정장리	'14년	44.9	36.1	18.3	13.5	0.25	49.3	0.9
		'15년	38.5	30.3	15.3	14.6	0.20	52.9	0.8
		'16년	49.1	31.7	23.1	16.5	0.19	51.3	0.7
		평균	44.2	32.7	18.9	14.9	0.21	51.2	0.8
	고제면 봉계리	'14년	42.9	30.8	17.5	13.9	0.23	49.9	1.0
		'15년	42.3	33.8	19.1	14.1	0.22	55.5	1.0
		'16년	44.3	35.3	23.3	14.5	0.23	52.5	0.3
	평균	43.2	33.3	20.0	14.2	0.23	52.6	0.8	

* 색도 : L(명도), a(적색도), b(황색도)

* 전분지수(과실내 전분과 요오드용액과의 반응정도): 1. 적숙, 2. 미숙~적숙, 3~5 미숙

표 35에서 '황옥'의 탄저병 발생률은 0.3~0.5%로 시험 품종들 중에서 가장 적었다.

표 35. '황옥' 품종의 병 발생 및 생리장해

품종명	지역	연도	탄저병 (%)	고두 증상 (%)	겹무늬 썩음병 (%)
황옥	거창읍 정장리	'14년	0	0	0
		'15년	0	0	1.1
		'16년	1.0	0	0
	고제면 봉계리	평균	0.3	0	0.4
		'14년	0.8	0	0
		'15년	0.8	0	1.0
홍로 (대비)	거창읍 정장리	'16년	0	0	0
		평균	0.5	0	0.3
		'14년	1.0	0	0
	고제면 봉계리	'15년	0	0	7.0
		'16년	1.9	0	0
		평균	1.0	0	2.3
	거창읍 정장리	'14년	1.0	0	0
		'15년	0	0	7.0
		'16년	1.9	0	0
	고제면 봉계리	평균	1.0	0	0.3
		'14년	1.0	0	0
		'15년	0	0	1.0
		'16년	0.8	0	0
		평균	0.6	0	0.3

표 36에서 '황옥'의 비정형과 발생률은 거창읍 정장리에서 3.1%, 고제면 봉계리에서 1.8%로 조사 되었다. '황옥'의 동녹 발생률은 '홍로'에 비해서 많았다.

표 36. '황옥' 품종의 병 발생 및 생리장해

품종명	지역	연도	비정형과 (%)	열과 (%)	낙과 (%)	일소과 (%)	동녹 (%)	밀증상 [*] (0~5)
황옥	거창읍 정장리	'14년	0	0	0.5	0	5.0	0
		'15년	3.3	0	0.3	0	3.3	0
		'16년	5.9	0	0.4	0.9	7.9	0
	고제면 봉계리	평균	3.1	0	0.4	0.3	5.4	0
		'14년	0	0.4	0.2	0	2.2	0.9
		'15년	2.0	1.0	0.3	0	1.0	1.0
홍로 (대비)	거창읍 정장리	'16년	3.3	0	1.1	2.2	1.1	0.9
		평균	1.8	0.5	0.5	0.7	1.4	0.9
		'14년	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0
	고제면 봉계리	'15년	1.0	0	0.7	0.8	1.0	1.0
		'16년	7.8	0	1.2	7.8	5.9	1.1
		평균	3.1	0.2	0.8	3.0	2.5	0.7
	고제면	'14년	0.2	0.2	0.5	0	0	0
		'15년	1.0	0	0	0	0	0
	봉계리	'16년	0.2	0.2	0.3	0	0.2	0.4
		평균	0.5	0.1	0.3	0	0.1	0.1

* 밀증상 : 0(무), 1(1% 이하), 3(5% 이하), 5(25% 이하)

그림 5에서 거창읍 정장리에서 '황옥'의 상품수량은 2014년 3,644kg/10a이었으나 2015년에는 인위적 수체조절로 감소되었다. 고제면 봉계리는 '황옥'의 상품수량이 2015년에 증가하였다.

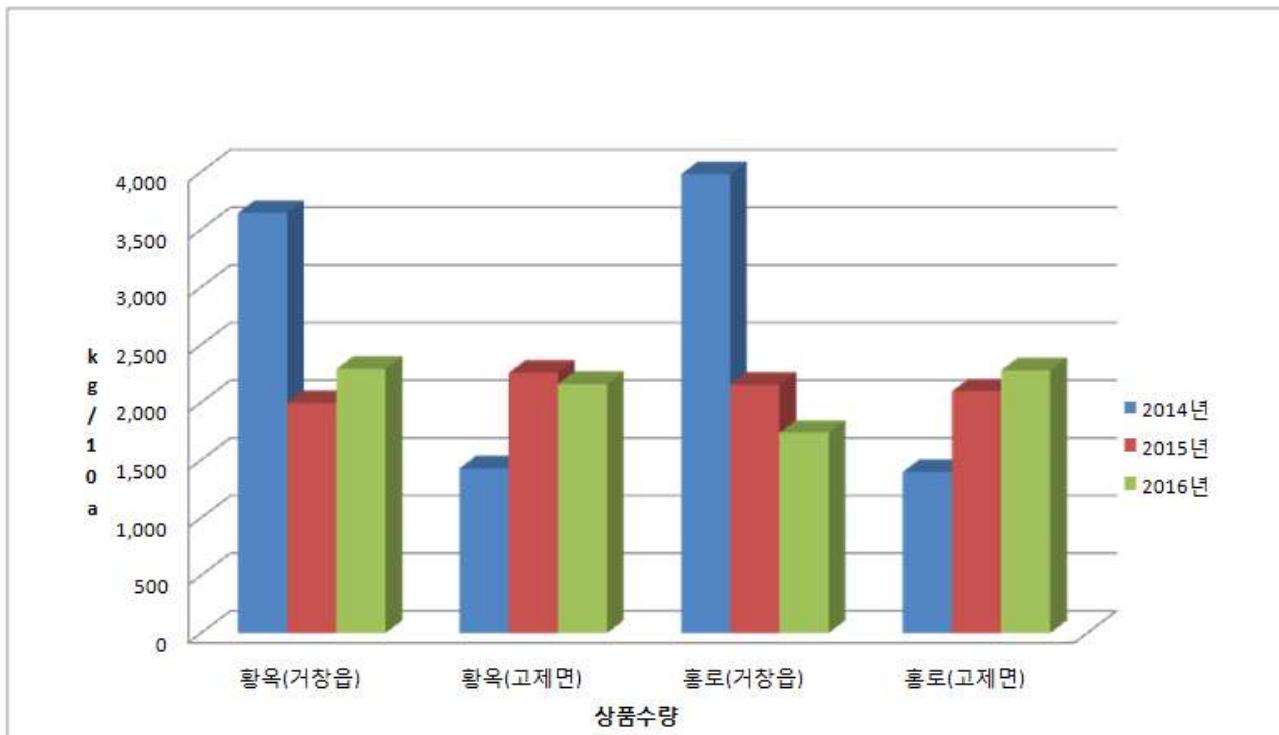


그림 5. ‘황옥’ 및 ‘홍로’의 상품수량

아. ‘파크닉 품종의 생육 및 과실 특성

표 37에서 ‘파크닉’의 간경 비대량은 16.9mm로 ‘후지’에 비하여 많았다. ‘파크닉’의 누적 착과수는 거창읍 정장리에서 많았고, 고제면 봉계리에서는 적었다.

표 37. ‘파크닉’ 품종의 간경 비대량 및 착과수

품종명	지역(해발고도)	간경(mm)				착과수(개/주)			
		'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	비대량 (C-A)	'14년 (A)	'15년 (B)	'16년 (C)	누적 (A+B+C)
파크닉	거창읍 정장리(200m)	50.6	61.8	67.6	17.0	118.8	84.1	96.0	298.9
	고제면 봉계리(550m)	37.5	47.6	54.3	16.8	27.9	57.6	76.0	161.5
	평균	44.1	54.7	61.0	16.9	73.4	70.9	86.0	230.2
후지	거창읍 정장리(200m)	48.2	62.4	67.0	18.8	83.7	91.0	83.7	258.4
(대비)	고제면 봉계리(550m)	50.2	59.1	61.5	11.3	113.0	59.3	70.0	242.3
	평균	49.2	60.8	64.3	15.1	98.4	75.2	76.9	250.4

표 38에서 ‘파크닉’의 개화기는 거창읍 정장리가 4월 19일로 고제면 봉계리의 4월 27일에 비하여 8일이 빨랐으며, ‘파크닉’은 ‘후지’에 비하여 거창읍 정장리에서 개화기가 3일이 빨랐다.

표 38. ‘파크닉’ 품종의 개화특성

품종명	지역	연도	발아기 (월/일)	개화기 (월/일)	만개기 (월/일)
피크닉	거창읍 정장리	'14년	3.27	4.17	4.24
		'15년	3.30	4.20	4.24
		'16년	3.27	4.19	4.22
		평균	3.28	4.19	4.23
후지 (대비)	고제면 봉계리	'14년	3.31	4.25	4.30
		'15년	4. 2	4.29	5. 2
		'16년	3.29	4.26	4.28
		평균	3.31	4.27	4.30
후지 (대비)	거창읍 정장리	'14년	3.30	4.21	4.23
		'15년	4. 1	4.22	4.24
		'16년	3.29	4.19	4.22
		평균	3.30	4.21	4.23
고제면 봉계리		'14년	4. 2	4.23	4.29
		'15년	4. 3	4.29	5. 2
		'16년	3.30	4.24	4.26
		평균	4. 1	4.25	4.29

표 39에서 ‘피크닉’의 숙기는 거창읍 정장리는 10월 3일, 고제면 봉계리는 10월 11일로 거창읍 정장리가 8일 빨랐으며, ‘피크닉’의 만개~숙기 소요일수는 162~165일이었다. ‘피크닉’의 숙기는 ‘후지’에 비하여 거창읍 정장리는 26일, 고제면 봉계리는 23일 빨랐으며, ‘피크닉’은 ‘후지’에 비하여 만개 후 숙기 소요일수가 24~26일 정도 적었다. ‘피크닉’의 평균과중은 234~248g으로, 시험품종들 중에서 평균과중이 가장 적었다. ‘피크닉’의 과형지수는 고제면 봉계리에서 0.92로 거창읍 정장리 0.88에 비하여 높았다.

표 39. ‘피크닉’ 품종의 숙기 및 과실 특성

품종명	지역	연도	숙기		평균과중 (g)	종경(L) (mm)	횡경(D) (mm)	과형지수 (L/D)
			월.일	만개후일수				
피크닉	거창읍 정장리	'14년	9.26	155	228	72.4	81.8	0.88
		'15년	10.5	164	230	71.5	81.2	0.88
		'16년	10.7	168	245	73.7	83.4	0.88
		평균	10.3	162	234	72.5	82.1	0.88
고제면 봉계리		'14년	10.10	164	226	75.3	79.1	0.94
		'15년	10.12	163	242	74.9	82.3	0.91
		'16년	10.12	167	276	77.3	84.3	0.92
		평균	10.11	165	248	75.8	81.9	0.92
후지 (대비)	거창읍 정장리	'14년	10.29	189	311	78.4	90.8	0.86
		'15년	10.31	190	296	75.8	89.8	0.85
		'16년	10.28	189	333	78.8	93.6	0.84
		평균	10.29	189	314	77.7	91.4	0.85
고제면 봉계리		'14년	11.3	188	366	85.8	95.3	0.91
		'15년	11.4	186	324	81.5	91.4	0.89
		'16년	11.1	189	355	85.6	93.3	0.92
		평균	11.3	188	348	84.3	93.3	0.91

Choi(1999)는 적색도(a) 값이 25 이상 되어야 착색이 우수한 상품과의 기준으로 활용할 수 있다고 하였고, 양상진 등(2004)은, 국내 ‘후지’ 사과의 평균 적색도(a) 값이 19.4~21.5로서 착색 정도가 불량한 수준이었다고 하였다. 표 40에서 ‘피크닉’의 적색도(a)는 거창읍 정장리가 28.4로 낮았고, 고제면 봉계리는 31.5로 높았다. ‘피크닉’은 ‘후지’에 비하여 적색도(a)가 높았다. 당도 및 산 함량은 거창읍 정장리가 고제면 봉계리에 비하여 높았다.

표 40. ‘피크닉’ 품종의 과실 품질 특성

품종명	지역	연도	색도 *			당도 (°Bx)	산함량 (%)	경도 (N)	전분지수 *
			L	a	b				
피크닉	거창읍	'14년	52.1	27.1	27.6	16.1	0.40	64.9	1.8
		'15년	41.6	31.1	19.7	16.3	0.35	53.5	0.9
		'16년	44.7	27.1	20.7	16.5	0.35	50.7	0.5
		평균	46.1	28.4	22.7	16.3	0.37	56.4	1.1
	고제면	'14년	36.7	31.4	13.8	14.2	0.33	50.5	1.7
		'15년	41.2	31.8	19.0	15.0	0.35	58.1	1.9
		'16년	36.0	31.4	15.1	14.8	0.32	52.4	0.3
		평균	38.0	31.5	16.0	14.7	0.33	53.7	1.3
후지 (대비)	정장리	'14년	48.1	21.2	24.1	16.7	0.37	54.4	0.5
		'15년	42.5	24.5	17.9	15.6	0.31	50.7	0.5
		'16년	45.7	25.6	20.4	15.2	0.28	55.1	0.5
		평균	45.4	23.8	20.8	15.8	0.32	53.4	0.5
	봉계리	'14년	45.5	21.1	16.0	14.0	0.32	40.0	0.7
		'15년	42.7	25.1	18.1	15.3	0.34	54.3	0.3
		'16년	45.7	22.0	19.9	14.9	0.34	51.3	0.5
		평균	44.6	22.7	18.0	14.7	0.33	48.5	0.5

* 색도 : L(명도), a(적색도), b(황색도)

* 전분지수(과실내 전분과 요오드용액과의 반응정도): 1. 적숙, 2. 미숙~적숙, 3~5 미숙

표 41에서 ‘피크닉’의 탄저병 발생률은 고제면 봉계리에 비하여 거창읍 정장리에서 4.4%로 많았다. ‘피크닉’의 고두증상 발생은 거창읍 정장리가 고제면 봉계리에 비하여 많았다.

표 41. ‘피크닉’ 품종의 병 발생 정도

품종명	지역	연도	탄저병 (%)	고두증상 (%)	겹무늬썩음병 (%)
피크닉	거창읍 정장리	'14년	3.7	0.6	1.0
		'15년	1.0	0	1.0
		'16년	8.4	2.6	0
		평균	4.4	1.1	0.7
	고제면 봉계리	'14년	2.1	0.7	0
		'15년	0	0	0
		'16년	0.3	0.4	0.1
		평균	0.8	0.4	0.1
후지 (대비)	거창읍 정장리	'14년	2.0	0	0
		'15년	1.0	0	1.0
		'16년	0.6	0	0
		평균	1.2	0	0.3
	고제면 봉계리	'14년	0.8	0	0
		'15년	0	0	1.0
		'16년	3.2	0	0
		평균	1.3	0	0.3

표 42에서 ‘피크닉’의 열과 발생률은 거창읍 정장리에서 11.7%, 고제면 봉계리는 14.7% 이었으며 시험품종들 중에서 열과 발생률이 가장 많았다. ‘피크닉’의 동녹 발생률은 거창읍 정장리에서 2.1%, 고제면 봉계리에서는 1.1% 이었다.

표 42. ‘피크닉’ 품종의 생리장애 발생 정도

품종명	지역	연도	비정형과 (%)	열과 (%)	낙과 (%)	일소과 (%)	동녹 (%)	밀증상* (0~5)
피크닉	거창읍	’14년	0	8.3	0.3	0	6.1	0
		’15년	0.1	11.8	0.4	0	0	0
		’16년	2.4	14.9	0.4	1.1	0	0
		평균	0.8	11.7	0.4	0.4	2.1	0
	고제면	’14년	0	22.9	0.2	0	1.0	0.1
		’15년	2.5	16.0	0.3	0	1.0	1.0
		’16년	0.9	5.3	0.2	0	1.3	0.2
	평균	1.1	14.7	0.2	0	1.1	0.4	
후지 (대비)	거창읍	’14년	0.5	0	1.0	0	0	0
		’15년	3.0	2.0	0.2	0	4.0	1.0
		’16년	1.6	0	0	0	3.2	0
		평균	1.7	0.7	0.4	0	2.4	0.3
	고제면	’14년	0.8	0	0.5	0	0	0
		’15년	2.0	1.0	0	0	1.0	1.0
		’16년	0.2	0.2	0	0	0.4	0
	평균	1.0	0.4	0.2	0	0.5	0.3	

* 밀증상 : 0(무), 1(1% 이하), 3(5% 이하), 5(25% 이하)

그림 6에서 ‘피크닉’은 거창읍 정장리에서 상품수량이 2014년 2,164kg/10a 이었으나 2015년에는 인위적 수체조절로 상품수량이 감소하였다. 고제면 봉계리에서는 2014년부터 2016년까지 상품수량이 증가하였다.

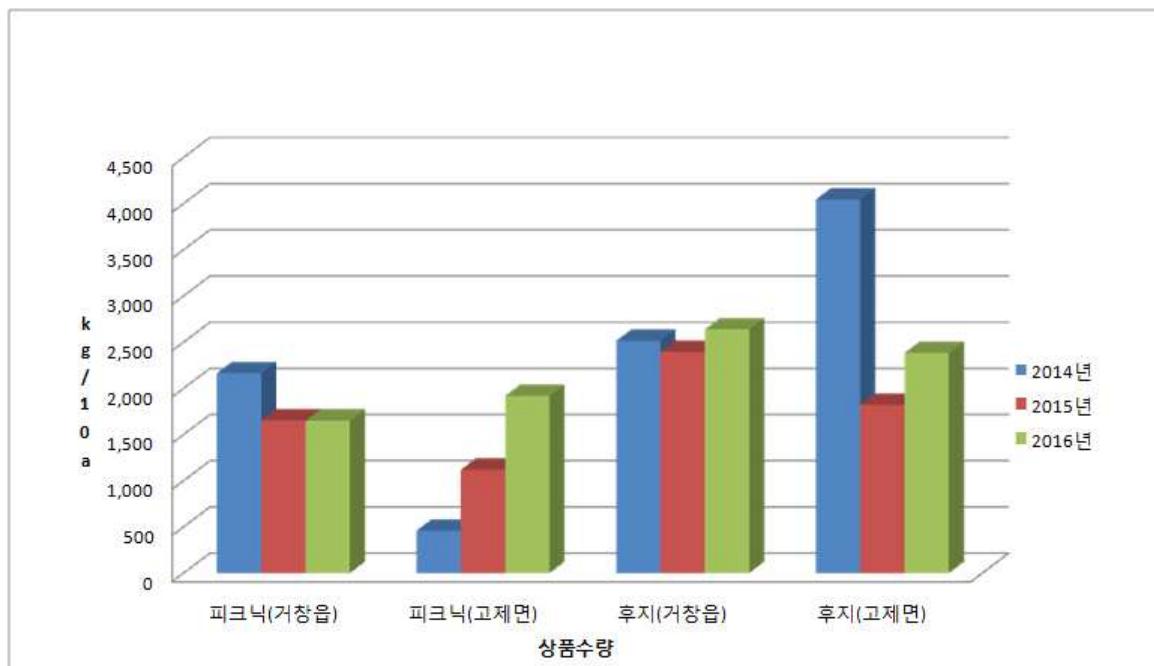


그림 6. ‘피크닉’ 및 ‘후지’의 상품수량

3. ‘파크닉’ 품종의 엽과비 별 과실특성 및 수량

국내에서 재배하는 사과 품종은 300g이상의 대과종이 대부분이나 일부 소비자는 크기가 작은 중·소과종 사과를 선호하고 있다. 정경호(2014)는 ‘후지’의 중·소과 생산 가능성 조사 결과 착과수준을 후지의 기준 착과량인 1주당 65과에서 주당 100과(150%)로 높이면 중·소과 생산 비율은 증가하나 그 비율이 20% 이하이므로 ‘후지’의 중·소과 생산은 경제성이 낮아 중·소과 생산에 적합하고 학교급식 및 노인 소비용으로 최적인 ‘파크닉’, ‘황옥’과 같은 품종으로 개선을 고려해야 할 것이라고 하였다. ‘파크닉’은 과중이 220g 내외의 중·소과종으로 당도 등 품질이 우수하지만 ‘후지’의 적정 엽과비는 60:1정도로 알려져 있으나 ‘파크닉’ 사과의 품질에 영향을 미치는 엽과비는 구명되어 있지 않아 ‘파크닉’의 엽과비 시험을 수행하였다. 시험재료는 2011년 봄에 ‘파크닉’/M9 사과나무를 거창읍 정장리(해발고도 200m)에 4×2m로 재식하여 세장방추형으로 키운 4년생 사과나무를 대상으로 하였다. 시험방법은 엽수 및 착과수를 조사한 후에 엽과비 조절을 위한 적과를 6월 24일에 하였으며, 엽과비를 23:1, 35:1, 47:1로 처리하였다. 생육기에 40cm 이상 신초발생량과 2차 생장 신초 수 및 화아분화 수를 조사하였고, 9월 하순에 사과를 수확하여 열과, 동녹, 탄저병, 겹무늬썩음병 등 생리장애 및 병 발생률과 과중, 당도(Brix), 경도(N), 산 함량, 적색도(a), 수량 등 과실특성을 조사하였다. 사공동훈 등(2015)은 ‘후지’의 착과수준이 높을수록 당년의 영양생장 및 이듬해 개화율이 감소하는 경향이라 하였으며, 신초장은 착과수준이 높을수록 감소한다고 하였다. 표 43에서 ‘파크닉’ 사과나무의 화아분화수, 신초수 및 2차 생장 신초수와 신초장은 엽과비가 높을수록 많았다.

표 43 엽과비별 신초 발생량 및 화아분화 수

엽과비	화아분화수 (개/주)	신초수 * (개/주)	2차 생장	
			신초수 (개/주)	신초장 (cm)
23 : 1	99.3	18.0	9.3	3.0
35 : 1	106.0	40.0	12.7	3.0
47 : 1	104.7	55.3	13.0	4.0

* 신초길이 40cm 이상

표 44에서 250g이하 중·소과 비율은 엽과비가 적을수록 높았고, 251g이상 대과비율은 엽과비가 많을수록 높았다.

표 44 엽과비별 ‘파크닉’의 과중별 분포비율 (%)

엽과비	과중(g)		
	110~180	181~250	251~320
23 : 1	17.0	64.0	18.0
35 : 1	10.2	70.4	19.4
47 : 1	5.7	49.3	44.0

표 45에서 열과 발생과의 평균과중은 엽과비가 적은 23:1에 비하여 엽과비가 많은 47:1에서 무거웠다. 열과 발생과의 과중별 열과 수는 과중이 적은 181~250g에서는 엽과비가 적은 23:1에서 4.7개/주로 많았고 과중이 많은 251~320g에서는 엽과비가 많은 47:1에서 3.7개/주로

열과가 많았다.

표 45 엽과비별 ‘피크닉’의 열과 평균 과중 및 과중별 열과 수

엽과비	열과 평균과중 (g)	계	과중별 열과 수(개/주)		
			110~180g	181~250g	251~320g
23 : 1	224.0	6.0	0.3	4.7	1.0
35 : 1	222.8	4.7	0.7	3.3	0.7
47 : 1	235.4	8.3	1.3	3.3	3.7

표 46에서 동녹 발생률은 엽과비 23:1에서 10.3%로 가장 많았으나 탄저병 및 겹무늬썩음병 발생률은 엽과비 23:1에서 가장 적었다.

표 46. 엽과비별 ‘피크닉’의 동녹 및 병 발생률 (%)

엽과비	동녹	탄저병	겹무늬썩음병
23 : 1	10.3	0.9	0
35 : 1	3.6	3.4	0.4
47 : 1	4.4	6.9	2.5

표 47에서 ‘피크닉’의 과중은 엽과비가 많을수록 무거웠으며, 당도와 산 함량, 경도, 적색도(a) 및 전분지수도 엽과비가 많을수록 높은 경향이었다.

표 47 엽과비별 ‘피크닉’의 과실 특성

엽과비	숙기 (월.일)	과중 (g/개)	과형 지수	당도 (°Bx)	경도 (N)	산함량 (%)	적색도 (a)	전분 지수*
23 : 1	9.26	218.4	0.89	15.1	59.8	0.34	25.9	1.4
35 : 1	9.26	223.3	0.90	16.1	61.8	0.40	26.9	1.6
47 : 1	9.26	242.8	0.87	17.1	71.6	0.48	28.5	2.3

* 조사일 : 9월 26일

* 전분지수 : 0 과숙, 1 적숙, 2 미숙~적숙, 3~5 미숙



그림 8. 엽과비별 전분 요오드 정색 반응

사공동훈 등(2015)은 ‘후지’사과의 10a당 생산량은 착과량이 많을수록 증가하였다고 하였으며, ‘피크닉’의 엽과비에 따른 수량은 표 48에서 엽과비가 적을수록 주당 과실수가 많고 열과 발생률(그림 7)은 적어 상품과율 상승으로 엽과비 23:1에서 상품수량이 3,068kg/10a로 가장 많았다.

표 48 엽과비별 수량 특성

엽과비	과실 수 (개/주)	수량 (kg/주)	상품과율 (%)	재식거리 (m)	상품수량 (kg/10a)
23 : 1	120.7	28.8	83	2×4	3,068(100)
35 : 1	91.7	20.4	85	"	2,181(71)
47 : 1	78.3	19.0	71	"	1'666(54)

3. 국내 육성 사과 신품종의 이상고온 시 생육 및 과실특성

사과는 온대 북부성 과수로서 동일 품종이라도 재배지역별로 품질차가 크고 한반도 온난화로 인한 연평균기온 상승으로 사과 재배지대가 북상하고 있는 추세이다. 사과의 과실비대기 적온은 18~24°C이나 여름철 고온이 지속 되게 되면 사과가 햇빛에 열상을 입어 상품성을 잃는 일소과가 발생하게 된다. 일소과의 초기증상은 과피가 흰색, 또는 연한 노란색으로 변하고 갈색으로 변했다가 탄저병 등의 2차 전염으로 과실이 부패한다.

표 49에서 2016년 경남 거창 정장리(해발고도 200m)의 7~8월 평균온도는 26°C, 최고온도 평균은 33°C로 7~8월 평균온도가 평년 대비 1.8°C 높았고, 최고온도 평균도 3.4°C 상승하였다.

표 49. 시험지역의 7~8월 기온 (°C)

지역	연도	평균온도			최고온도 평균		
		7월	8월	평균	7월	8월	평균
거창읍	2016(A)	25.5	26.3	25.9	31.8	34.1	33.0
	평년(B)	24.0	24.2	24.1	29.3	29.8	29.6
	A-B	1.5	2.1	1.8	2.5	4.3	3.4

송양의 등(2002)은 사과 일소과 발생률은 ‘화홍’, ‘화랑’, 17.4%, ‘후지’ 9.5%, ‘홍로’, 7.2%라 하였으며, 표 50에서 시험품종의 2016년 일소과 발생과율이 ‘그린볼’이 15.6%, ‘홍소’가 4.6%로 높았으나, ‘아리수’는 1.5% ‘황옥’은 0.9%로 발생과율이 낮았다. 고온으로 인하여 낙과 발생과율도 ‘그린볼’은 47.0%, ‘홍소’는 29.6%로 높았으며, ‘아리수’는 1.1%, ‘황옥’은 0.4%로 발생과율이 낮았다.

표 50. 숙기 및 생리장애

품종명	연도	숙기 (월.일)	비정형과 (%)	열과 (%)	일소과 (%)	동녹 (%)	낙과 (%)
홍로	'14~'15	8.30	0.8	0.2	0.9	0.8	0.8
	2016	8.31	7.8	0	7.8	5.9	1.2
아리수	'14~'15	8.26	0.7	2.0	0	6.1	0.8
	2016	8.31	1.5	0.3	1.5	0.7	1.1
그린볼	'14~'15	8.29	1.7	3.0	2.2	7.2	6.6
	2016	8.30	7.0	0	15.6	8.5	47.0
홍소	'14~'15	9.7	0.6	4.7	1.8	21.4	3.7
	2016	9.2	4.9	1.8	4.6	15.8	29.6
황옥	'14~'15	9.27	1.4	0.3	0	3.6	0.4
	2016	9.21	5.9	0	0.9	7.9	0.4

표 51에서 상품과율은 ‘그린볼’은 20.5%, ‘홍소’는 18.8% 이었으며 ‘아리수’ 92.4% 및 ‘황옥’ 83.9%에 비하여 현저히 낮았다. ‘그린볼’과 ‘홍소’의 상품과율이 낮았던 원인은 ‘그린볼’, ‘홍소’가 ‘아리수’ 및 ‘황옥’에 비하여 일소과 및 낙과 발생률이 높아서 상품과율도 낮아졌다. ‘그린볼’ 및 ‘홍소’의 수량지수는 ‘홍로’ 대비 34 정도로 낮았으나, ‘아리수’ 및 ‘황옥’은 ‘홍로’에 비하여 수량지수가 높았다. 시험 결과 경남의 저지대(해발고도 200m이하)에서는 이상 고온 현상이 발생하면 ‘그린볼’, ‘홍소’는 낙과 발생 및 일소 피해가 심하여 품종 선택 시 고려해야 할 것으로 판단되었다.

표 51. 착과수 및 수량

품종명	착과수 (개/주)	상품과율 (%)	과중 (g/과)	상품수량 (kg/10a)	수량지수
홍로	79.0	75.4	291.6	1737	100
아리수	88.7	92.4	262.5	2151	124
그린볼	71.3	20.5	404.8	592	34
홍소	76.0	18.8	423.9	606	35
황옥	117.0	83.9	233.5	2292	132



그림 9. 이상고온으로 인한 ‘그린볼’과 ‘홍소’의 일소과 및 낙과

4. 국내 육성 사과 신품종의 소비자 및 유통상인 선호도 조사

표 52에서 ‘썸머킹’의 소비자 선호도 조사결과 소비자는 ‘썸머킹’을 ‘쓰가루’보다 87%가 선호하는 것으로 나타났다.

표 52. ‘썸머킹’의 소비자 선호도

일자	장소	대상인원 수 (명)	선호하는 인원수 (명)	비율 (%)
2015. 8. 20	거창군 거창읍 동변리	30	26	87

표 53에서 유통 상인은 ‘쓰가루’에 비하여 ‘썸머킹’의 인지도가 낮아 ‘썸머킹’의 공매 가격이 ‘쓰가루’ 대비 70~84%이었으며, ‘아리수’는 ‘홍로’에 비하여 83%이었고 ‘황옥’만 ‘갈라’에 비하여 공매가격이 높았다. 국내에서 육성한 신품종 유통 시에 제값을 받기 위해서 ‘썸머킹’, ‘아리수’ 등 신품종의 인지도를 높여야 할 것으로 생각되었다.

표 53. 국내 육성 신품종의 유통상인 공매 결과

공매일자	공매장소	구분	품종	규격	평균단가(원)	비율(%)
2015. 8. 7	거창사과원예농협	조생종	쓰가루	10kg/상자	26,700	100
"	"	"	썸머킹	"	22,300	84
2016. 8. 4	진주중앙청과	"	쓰가루	"	17,100	100
"	"	"	썸머킹	"	12,000	70
2016. 9. 6	"	중생종	홍로	"	26,400	100
"	"	"	아리수	"	22,000	83
2016.10.12	"	중만생종	갈라	"	7,000	100
"	"	"	황옥	"	9,500	136

5. 국내 육성 사과 신품종의 저장성

본시험은 국내육성 신품종 사과의 저장성을 구명하기 위하여 2015년부터 2016년까지 수행하였다. 시험재료는 거창군 거창읍 정장리(해발 200m) 및 고제면 봉계리(해발 550m)의 시험포에서 ‘썸머킹’, ‘그린볼’, ‘아리수’, ‘홍소’, ‘황옥’, ‘피크닉’ 등 신품종 6품종과, ‘홍로’, ‘후지’, ‘쓰가루’ 등 재배품종 3품종을 적기에 수확하여 병충해가 없고 품질이 균일한 사과를 선별하여 품종 및 생산지역별로 구분 하여 상온 및 저온저장 하였다. 상온저장에서는 실내온도 범위를 18~25°C, 습도는 54~74%로 하였고 저온저장은 실내온도 범위를 2.5~3.2°C, 습도는 55~64%로 하여 30일간 저장고내에 저장하였다. 저장기간 온도 및 습도조사는 데이터로그(STA) 기상센서를 저장고내에 설치하여 측정하였고 과중 등 과실품질은 저장당일 및 저장 후 5일 간격으로 30일 간 조사하였다. 저장기간 품질 조사는 품종, 생산지역, 저장방법별로 과중, 색도 등 비파괴 조사는 10개씩, 경도, 당도, 산 함량 등 파괴조사는 3개씩 조사하였다. 감모율은 매회 조사한 과중의 감소량을 비율로 산출하였고 부패과율은 조사 시 부패한 시료의 양을 비율로 산출 하였다. 경도, 당도, 산도, 색도 등 과실 품질 조사는 농촌진흥청 시험연구 조사기준에 의거 조사하였다.

가. ‘썸머킹’ 품종의 저장성

그림 10에서 ‘썸머킹’의 저장 중 온도는 상온저장은 23.5~25.4°C, 저온저장에서는 2.6~2.9°C 이었다. 습도는 상온저장에서 거창읍 ‘썸머킹’은 62~64%, 고제면 ‘썸머킹’은 60~65%였으며, 저온저장은 58~59% 이었다.

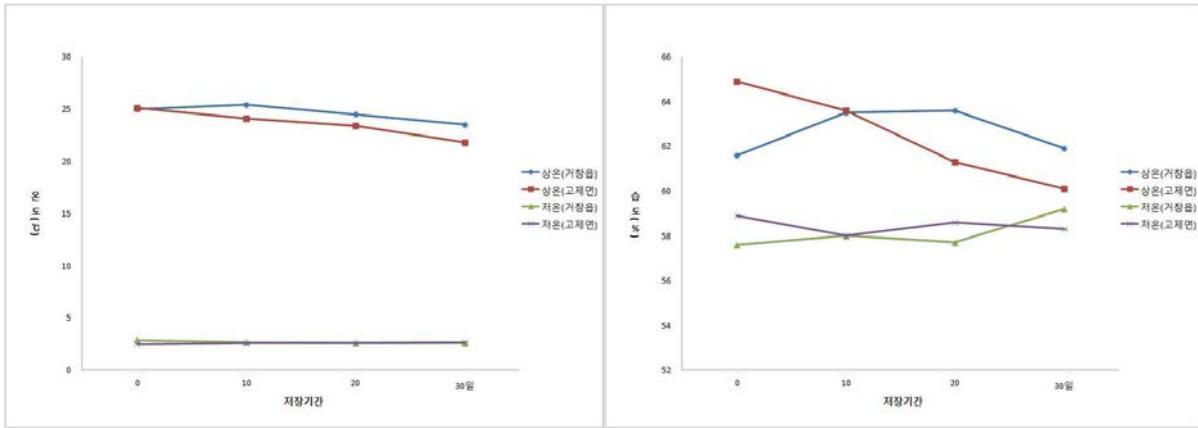


그림 10. ‘썸머킹’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 온도 및 습도 변화

그림 11에서 ‘썸머킹’의 감모율은 생산지와 상관없이 저장기간이 길수록 증가하여 상온저장 후 30일에 6.2~9.0%, 저온저장 후 30일에 0.8~0.9% 이었으며 상온저장에 비하여 저온저장이 저장 중에 감모율이 적었다. ‘썸머킹’의 저장 후 경도는 상온저장에서는 감소하였으나 저온저장에서는 높은 경도를 유지하였다. 생산지별로는 고제면 ‘썸머킹’이 거창읍 ‘썸머킹’에 비하여 저장 중에 경도가 높았다.

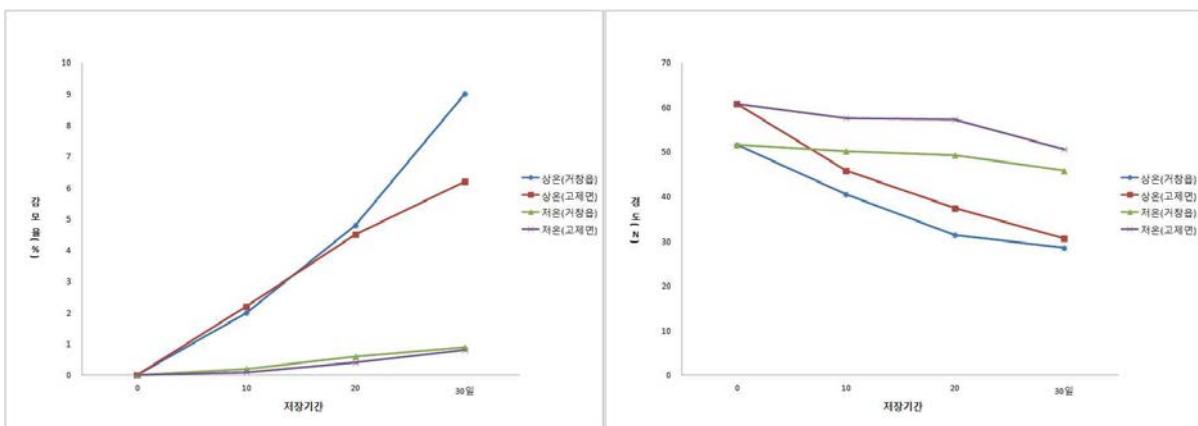


그림 11. ‘썸머킹’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 감모율 및 경도 변화

그림 12에서 ‘썸머킹’의 당도는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였다. ‘썸머킹’ 품종의 산 함량은 생산지별 차이는 없었으나 상온저장 후 30일까지 감소하였으며, 저온저장은 상온저장에 비하여 산 함량이 높게 유지 되었다.

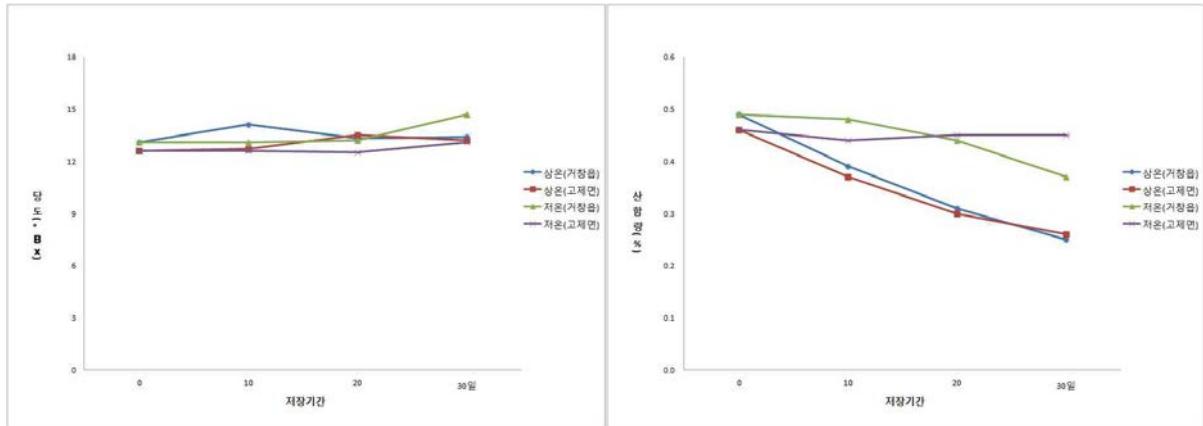


그림 12. ‘썸머킹’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당도 및 산 함량 변화

그림 13에서 당산비는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온 저장 후 30일까지 증가하였으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 당산비가 높았다.

명도(L)는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 명도(L)가 높았다.

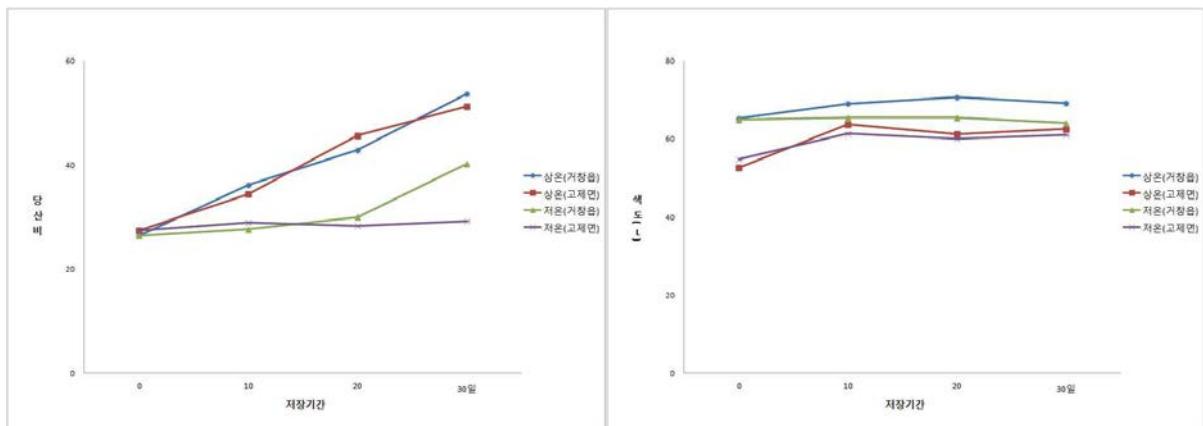


그림 13. ‘썸머킹’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당산비 및 명도(L) 변화

그림 14에서 적색도(a)는 상온 및 저온 저장 후 30일까지 증가하였으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 적색도(a)가 높았다. 생산지별로는 고제면 ‘썸머킹’이 거창읍 ‘썸머킹’에 비하여 상온 및 저온저장 저장 중에 적색도(a)가 높았다. 황색도(b)는 상온저장 후 30일까지 증가하였으며, 저온저장에서는 변화가 적었으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 황색도(b)가 높았다.

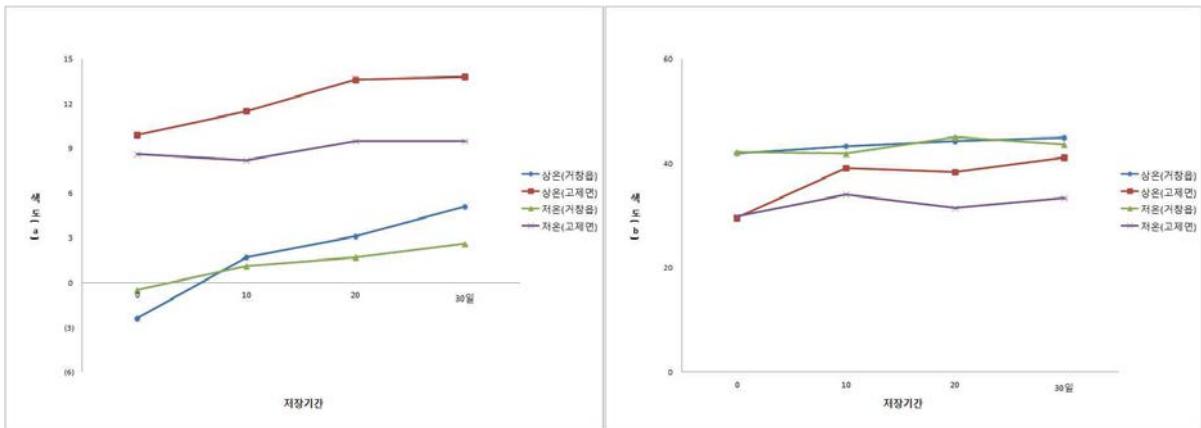


그림 14. ‘썸머킹’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 적색도(a) 및 황색도(b) 변화

‘썸머킹’의 상온저장 기간 부패과율은 거창읍 ‘썸머킹’은 저장 후 20일에 10%, 저장 후 25일에는 20% 이었으나, 고제면 ‘썸머킹’은 저장 후 30일간 부패과 발생이 없었다.



‘썸머킹’ 부패과



‘썸머킹’ 상온 및 저온저장 비교

그림 15. ‘썸머킹’ 상온 및 저온저장 30일 후 과실 모양

나. ‘쓰가루’ 품종의 저장성

그림 16에서 ‘쓰가루’의 저장 중 온도는 상온저장은 23.5~25.6°C, 저온저장은 2.4~2.9°C 이었다. 습도는 상온저장에서 거창읍 ‘쓰가루’는 59~64%, 고제면 ‘쓰가루’는 52~58%이었으며, 저온저장은 58~61%이었다.

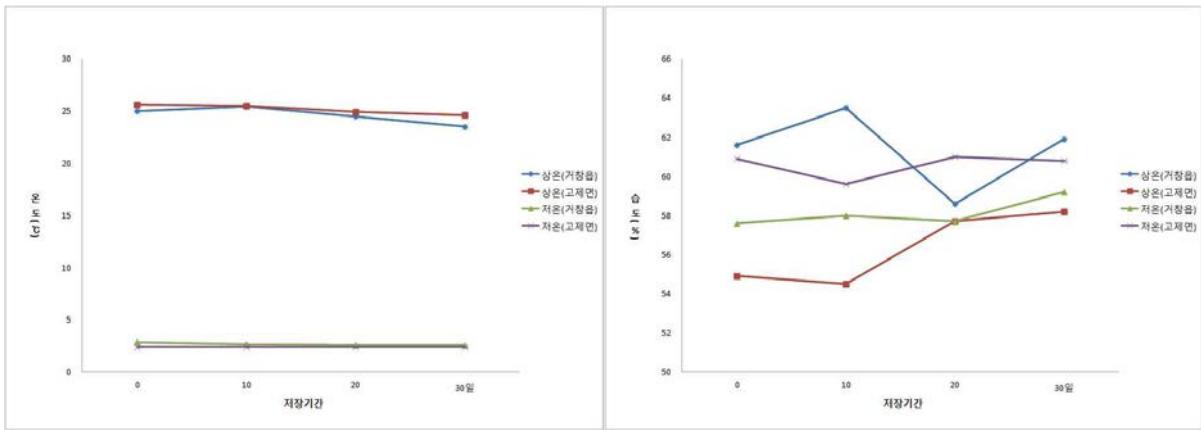


그림 16. ‘쓰가루’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 온도 및 습도 변화

그림 17에서 ‘쓰가루’의 감모율은 상온 및 저온저장 후에 생산지별 차이 없이 증가하여, 상온저장 후 30일은 5.5~6.3%, 저온저장 후 30일에는 1.3% 이었고, 저온저장이 상온저장에 비하여 감모율이 적었다. ‘쓰가루’의 경도는 상온 및 저온저장 후 30일까지 감소하였고, 상온저장에 비하여 저온저장에서 저장 중에 경도가 높았다.

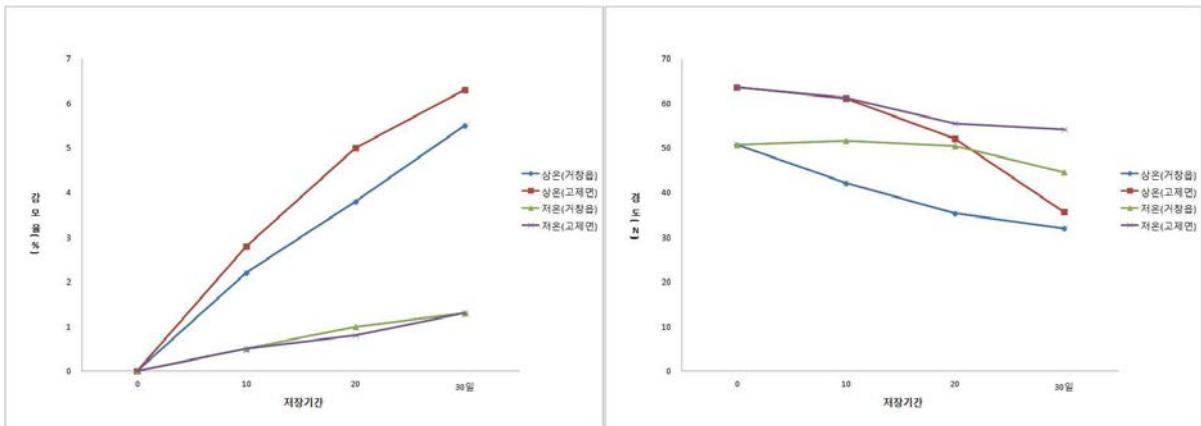


그림 17. ‘쓰가루’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 감모율 및 경도 변화

그림 18에서 ‘쓰가루’의 당도는 상온 및 저온저장 후 30일 까지 증가하였고, 저온저장은 상온저장에 비하여 당도가 높게 유지되었다. ‘쓰가루’는 산 함량이 생산지와는 차이 없이 상온저장 후 30일까지 감소하였으며, 저온저장은 상온저장에 비하여 산 함량이 많았다.

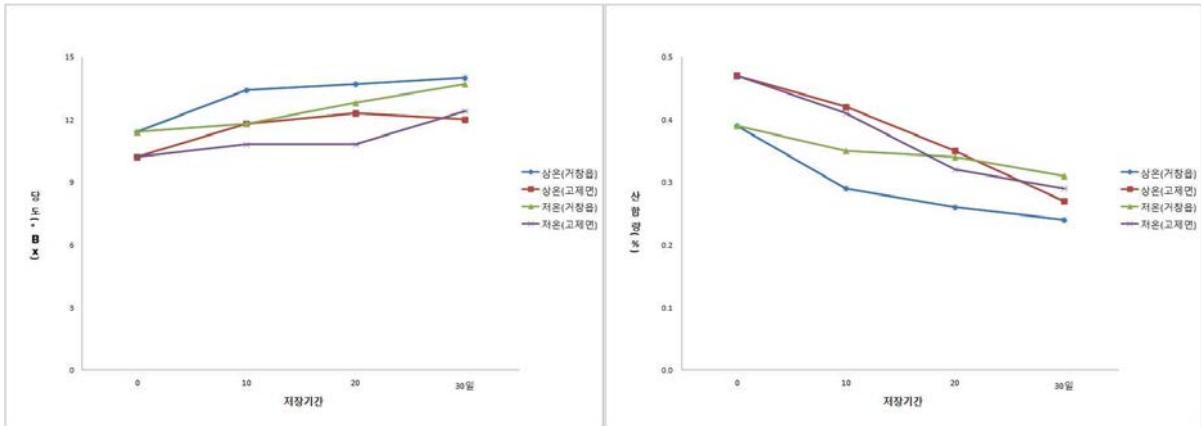


그림 18. ‘쓰가루’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당도 및 산 함량 변화

그림 19에서 ‘쓰가루’의 당산비는 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 당산비가 낮았다. 생산지별로는 거창읍 ‘쓰가루’가 고제면 ‘쓰가루’에 비하여 저장 중에 당산비가 높았다. 명도(L)는 상온저장 후 30일까지 증가하였으나 저온저장에서는 변화가 적었으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 명도(L)가 높게 유지되었다. 생산지별로는 거창읍 ‘쓰가루’가 고제면 ‘쓰가루’에 비하여 저장 중에 명도(L)가 높았다.

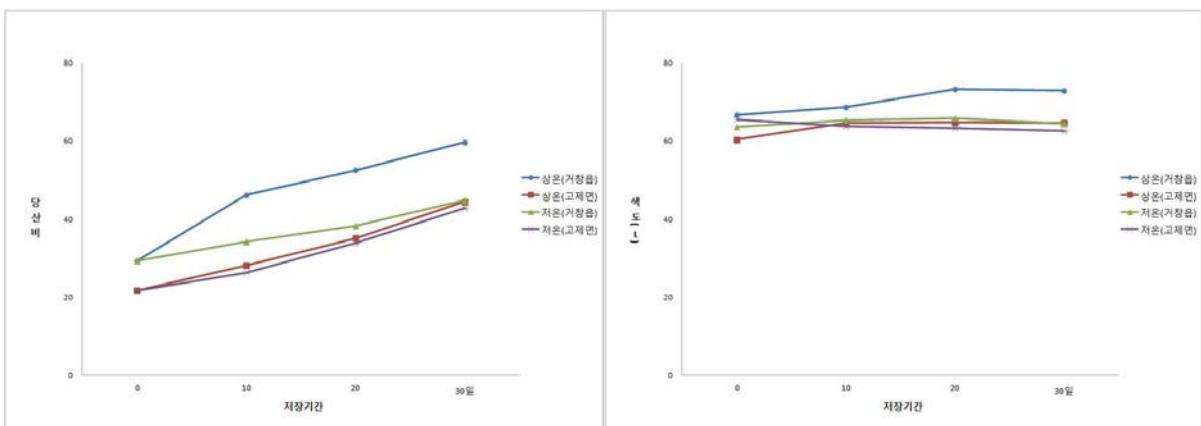


그림 19. ‘쓰가루’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당산비 및 명도(L) 변화

그림 20에서 ‘쓰가루’의 적색도(a)는 상온저장 후 30일까지 증가하였으나 저온저장에서는 변화가 적었으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 적색도(a)가 높았다. 황색도(b)는 상온 및 저온저장 후 30일까지 다소 증가하였다.

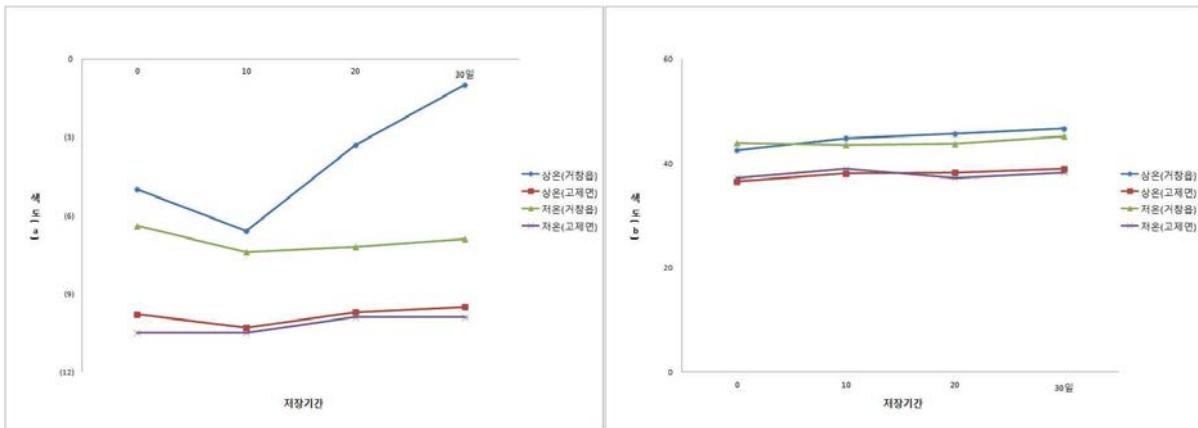


그림 20. ‘쓰가루’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 적색도(a) 및 황색도(b) 변화

‘쓰가루’의 상온저장 기간 부패과율은 거창읍 정장리 ‘쓰가루’는 저장 후 20일에 20%, 고제면 봉계리 ‘쓰가루’는 저장 후 30일에 10% 이었으며 거창읍 정장리 ‘쓰가루’에서 부패과 발생이 많았다.



그림 21. ‘쓰가루’ 상온 및 저온저장 30일 후 과실 모양

다. ‘아리수’ 품종의 저장성

그림 22에서 ‘아리수’ 저장 중 온도는 상온저장은 21.6~23.4°C, 저온저장은 2.5~2.8°C 이었다. 습도는 상온저장은 52~64%, 저온저장은 58~63% 이었다.

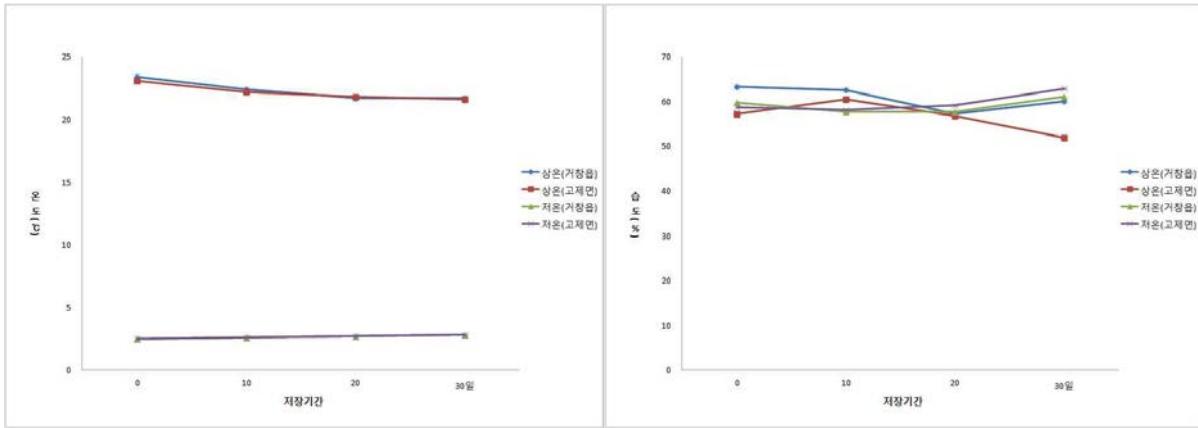


그림 22. ‘아리수’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 온도 및 습도 변화

그림 23에서 ‘아리수’의 감모율은 생산지와 차이 없이 저장기간이 길수록 증가하였으며, 저장 후 30일에 상온저장은 4.2~4.5%, 저온저장은 1.0~1.1% 이었으며 상온저장에 비하여 저온저장이 저장 중에 감모율이 적었다.

‘아리수’의 경도는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온 저장에서 저장 후 30일까지 감소하였으며, 저온저장은 상온저장에 비하여 저장 중에 경도가 높게 유지되었다.

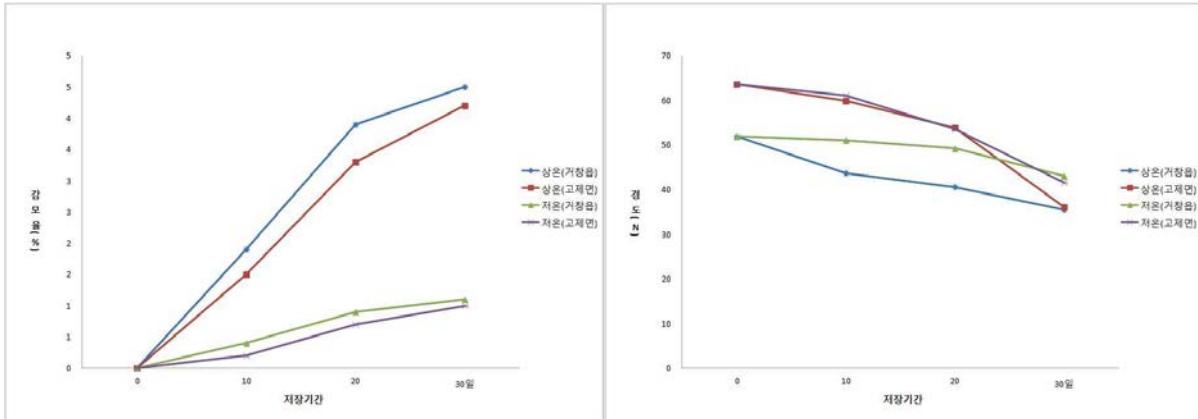


그림 23. ‘아리수’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 감모율 및 경도 변화

그림 24에서 ‘아리수’의 당도는 생산지와는 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일 까지 변화가 적었으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 당도가 높았다.

‘아리수’의 산 함량은 생산지와는 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일 까지 감소하였으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 산 함량이 많았다.

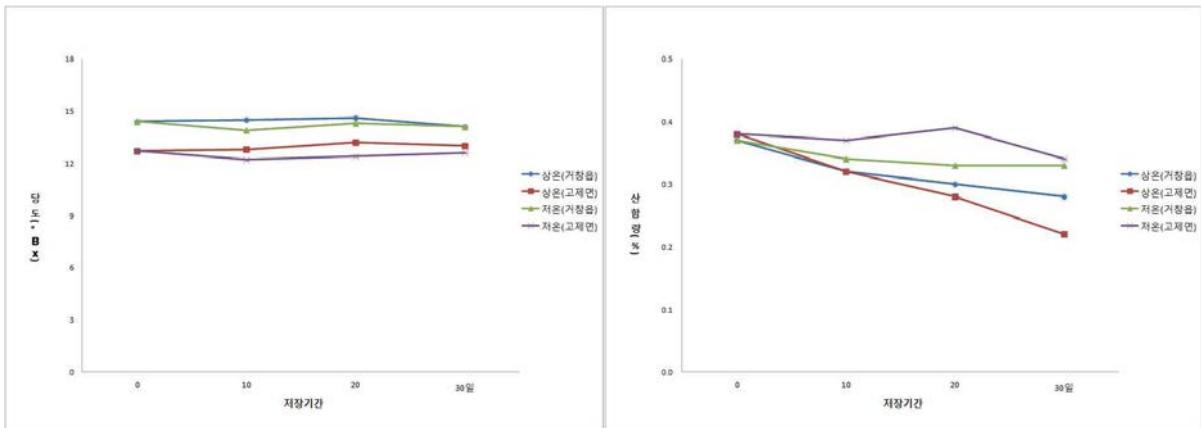


그림 24. ‘아리수’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당도 및 산함량 변화

그림 25에서 ‘아리수’의 당산비는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 증가하였으며 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 당산비가 높았다.

명도(L)는 상온저장은 저장 후 30일까지 다소 증가하였고, 저온저장은 저장 후 30일까지 변화가 적었으며, 생산지와 차이 없이 상온저장이 저온저장에 비해 저장 중에 명도(L)가 높았다.

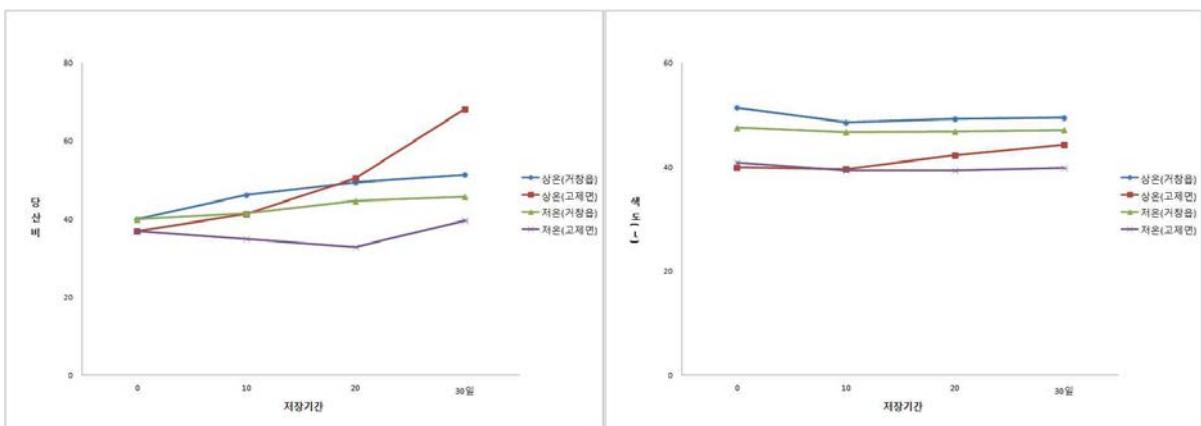


그림 25. ‘아리수’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당산비 및 명도(L) 변화

그림 26에서 ‘아리수’의 적색도(a)는 생산지와 차이 없이 상온저장 후 30일까지 감소하였으며, 저온저장은 저장 후 30일까지 변화가 적었다. 적색도(a)는 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 높았다. 황색도(b)는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였고 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 황색도(b)가 높았다.

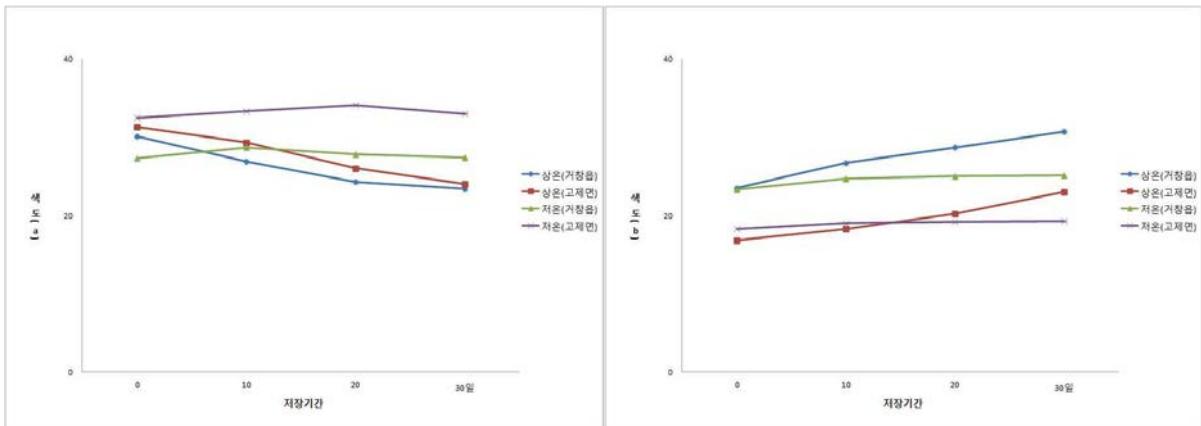


그림 26. ‘아리수’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 적색도(a) 및 황색도(b) 변화



거창읍 ‘아리수’

고제면 ‘아리수’

그림 27. ‘아리수’ 상온 및 저온저장 30일 후 과실 모양

라. ‘홍로’ 품종의 저장성

그림 28에서 ‘홍로’의 저장 중 온도는 상온저장은 21.3~22.0°C, 저온저장은 2.6~2.8°C 이었다. 습도는 상온저장은 50~60%, 저온저장은 58~62%이었다.

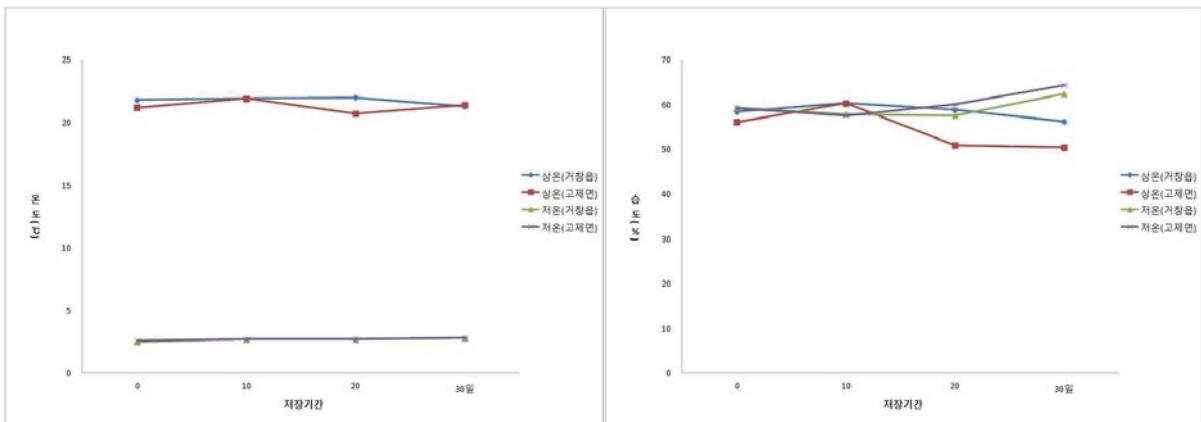


그림 28. ‘홍로’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 온도 및 습도 변화

그림 29에서 ‘홍로’의 감모율은 생산지와 차이 없이 저장 기간이 길수록 증가하여 상온저

장 후 30일은 6.0~7.3%, 저온저장 후 30일에는 1.2~1.3%이었으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 감모율이 적었다.

‘홍로’의 저장 후 30일까지 경도는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장에서 저장기간이 길수록 감소하였으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 경도가 높았다.

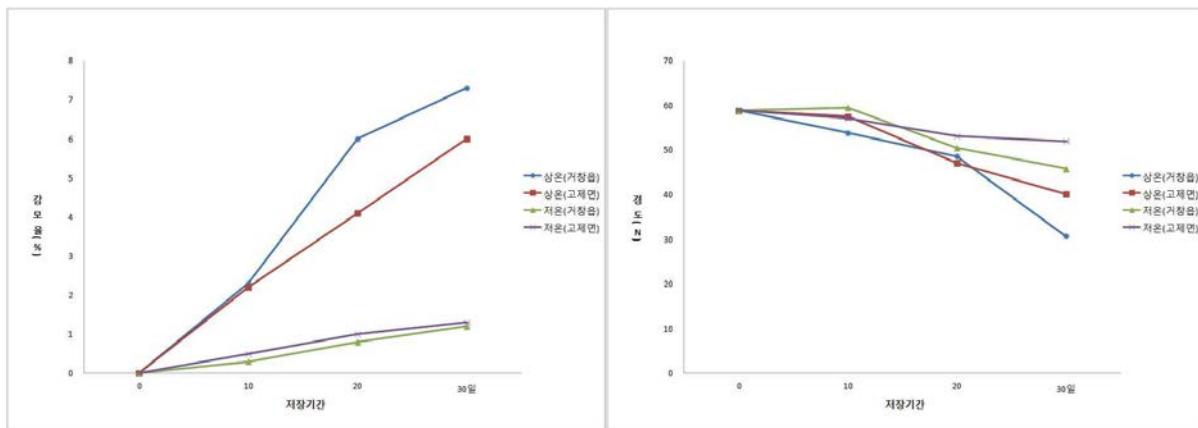


그림 29. ‘홍로’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 감모율 및 경도 변화

그림 30에서 ‘홍로’의 당도는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 변화가 적었다. 홍윤표 등(2003)은 ‘홍로’, ‘쓰가루’, ‘후지’ 사과는 저장조건에 따라 유기산이 현저히 감소한다고 하였으며, 그림 27에서 ‘홍로’의 산 함량도 생산지와 차이 없이 저장 기간이 길수록 감소하여 상온저장 후 30일에는 0.14~0.16%, 저온저장 후 30일에는 0.13~0.15% 이었다.

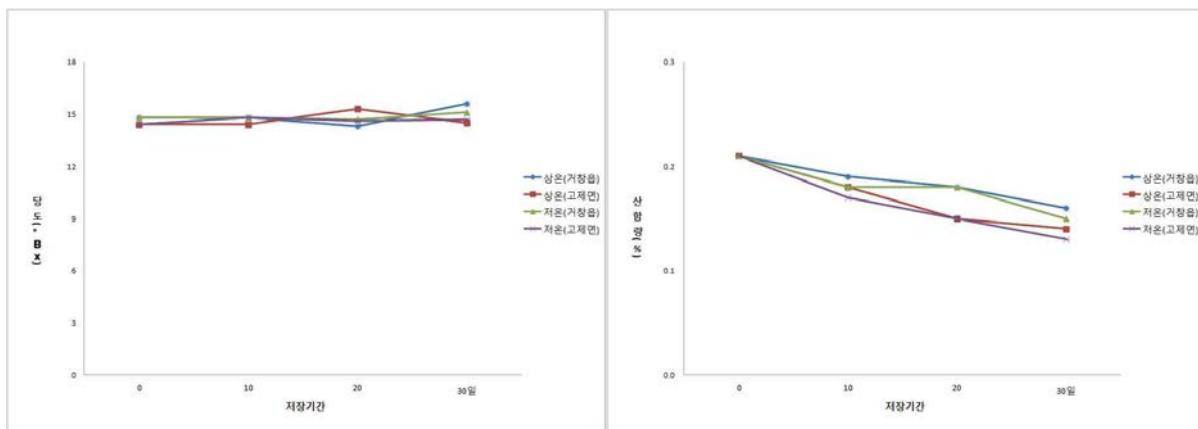


그림 30. ‘홍로’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당도 및 산 함량 변화

그림 31에서 ‘홍로’의 당산비 및 명도(L)는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 증가하였다.

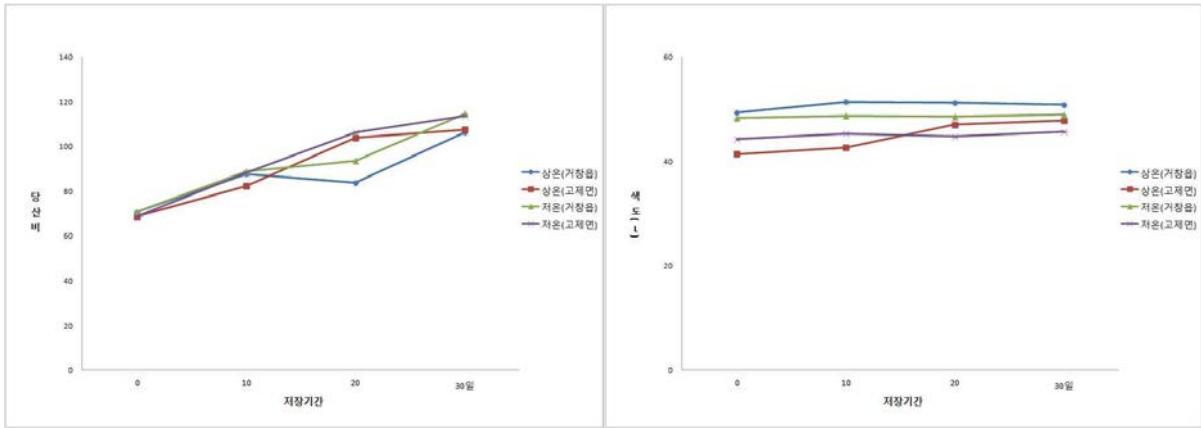


그림 31. ‘홍로’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당산비 및 명도(L) 변화

그림 32에서 ‘홍로’의 적색도(a)는 생산지와 차이 없이 상온저장은 저장 후 30일까지 감소하였으나, 저온저장에서는 변화가 적었으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 적색도(a)가 높았다. 황색도(b)는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 다소 증가하였다.

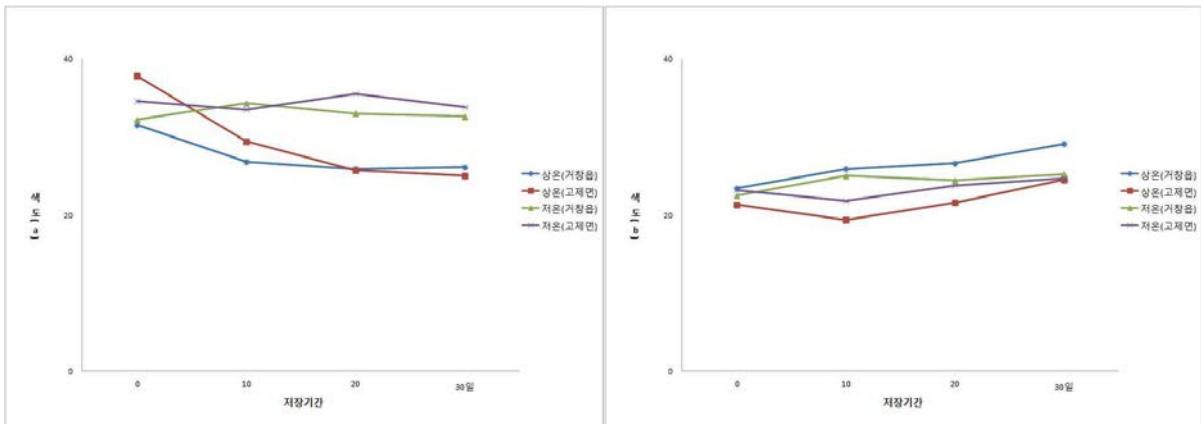


그림 32. ‘홍로’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 적색도(a) 및 황색도(b) 변화

‘홍로’ 상온저장 기간 부패과율은 저장 후 20일에 거창읍 ‘홍로’는 20%, 고제면 ‘홍로’는 10% 이었으며, 거창읍 ‘홍로’에서 부패과 발생이 많았다.



거창읍 ‘홍로’

부페과

고제면 ‘홍로’

그림 33. ‘홍로’ 상온 및 저온저장 30일 후 과실 모양

마. ‘그린볼’ 품종의 저장성

그림 34에서 ‘그린볼’의 저장 중 온도는 상온저장은 20.9~22.5°C, 저온저장은 2.5~2.8°C 이었다. 습도는 상온저장은 46~62%, 저온저장은 57~66% 이었다.

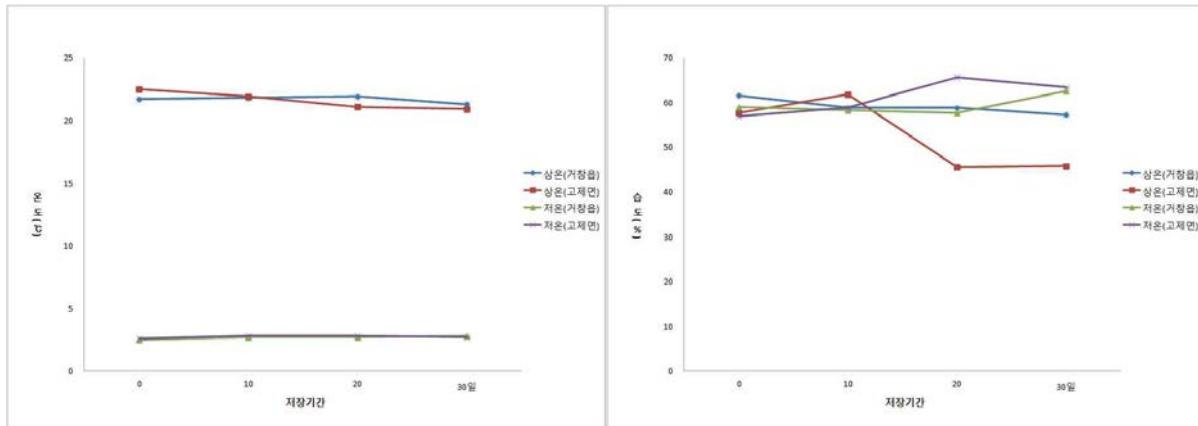


그림 34. ‘그린볼’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 온도 및 습도 변화

그림 35에서 ‘그린볼’의 감모율은 저장기간이 길수록 증가하여 상온저장 후 30일에 6.6~7.7%, 저온저장 후 30일에는 0.9~1.3% 이었으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 감모율이 적었다. 경도는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 감소하였으며, 저온저장은 상온저장에 비하여 저장 중에 경도가 높았다.

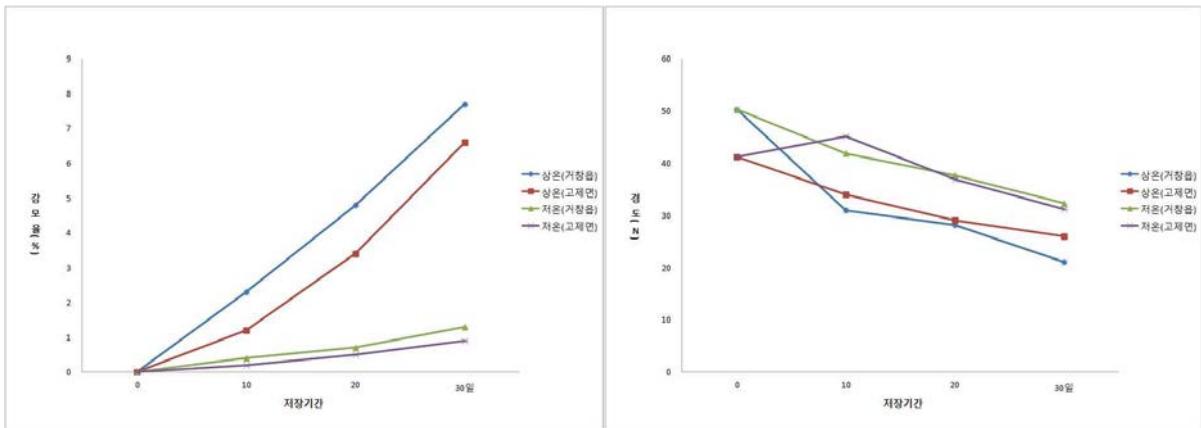


그림 35. ‘그린볼’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 감모율 및 경도 변화

그림 36에서 ‘그린볼’의 당도는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였다. 산 함량은 생산지와 차이 없이 저장기간이 길수록 감소하였으며 상온저장 후 30일에 0.20%, 저온저장 후 30일에 0.22~0.28% 이었으며 저장 중 산 함량은 저온저장이 상온저장에 비하여 많았다.

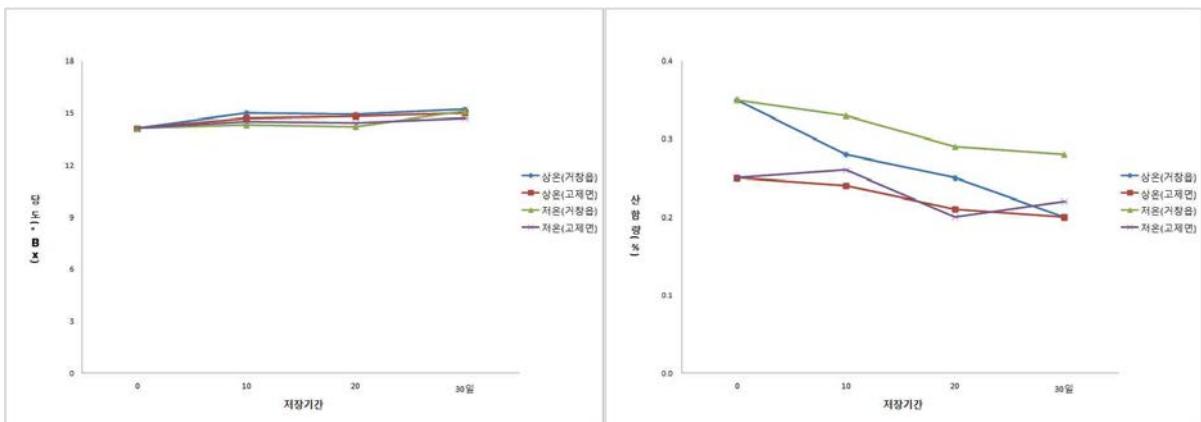


그림 36. ‘그린볼’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당도 및 산함량 변화

그림 37에서 ‘그린볼’의 당산비는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 당산비가 적었다. ‘그린볼’의 명도(L)는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일 까지 변화가 적었다.

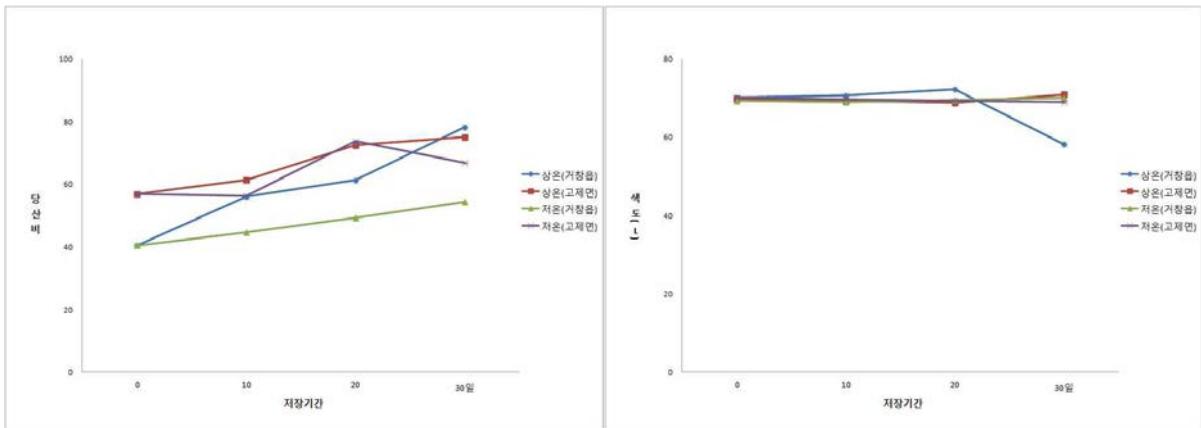


그림 37. ‘그린볼’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당산비 및 명도(L) 변화

그림 38에서 ‘그린볼’의 적색도(a)는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였으며, 상온저장에 비하여 저온저장에서 저장 중에 적색도(a)가 낮았다. 황색도(b)는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 황색도(b)가 높았다.

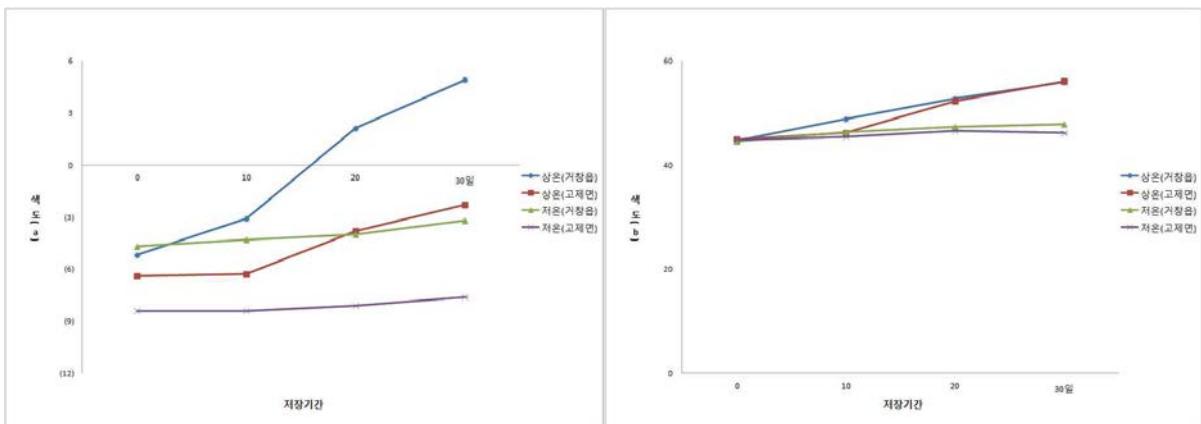


그림 38. ‘그린볼’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 적색도(a) 및 황색도(b) 변화

‘그린볼’의 상온저장 기간 부패과율은 거창읍 ‘그린볼’은 상온저장 후 20일에 30% 이었으나, 고제면 ‘그린볼’에서는 부패과 발생이 없었다.



거창읍 ‘그린볼’



고제면 ‘그린볼’

그림 39. ‘그린볼’ 상온 및 저온저장 30일 후 과실 모양

바. ‘홍소’ 품종의 저장성

그림 40에서 ‘홍소’의 저장 중 온도는 상온저장은 $20.1\sim22.1^{\circ}\text{C}$, 저온저장은 $2.3\sim2.8^{\circ}\text{C}$ 이었다. 습도는 상온저장은 42~62%, 저온저장은 58~65% 이었다.

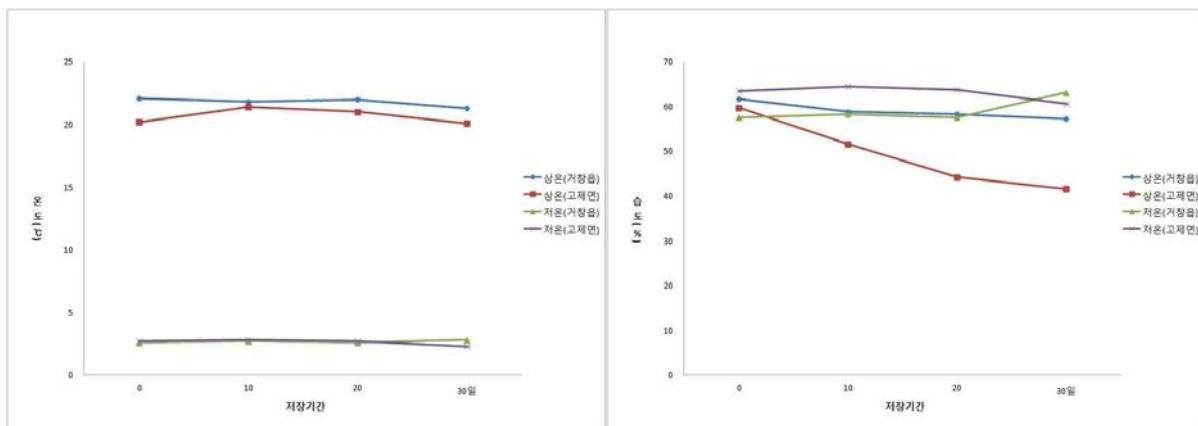


그림 40. ‘홍소’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 온도 및 습도 변화

그림 41에서 ‘홍소’의 감모율은 생산지와 차이 없이 저장 기간이 길수록 증가하였으며 상온저장 후 30일에 8.1~11.4%, 저온저장 후 30일에는 1.7~2.2% 이었으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 감모율이 적었다.

‘홍소’의 경도는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 감소하였으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 경도가 높았다.

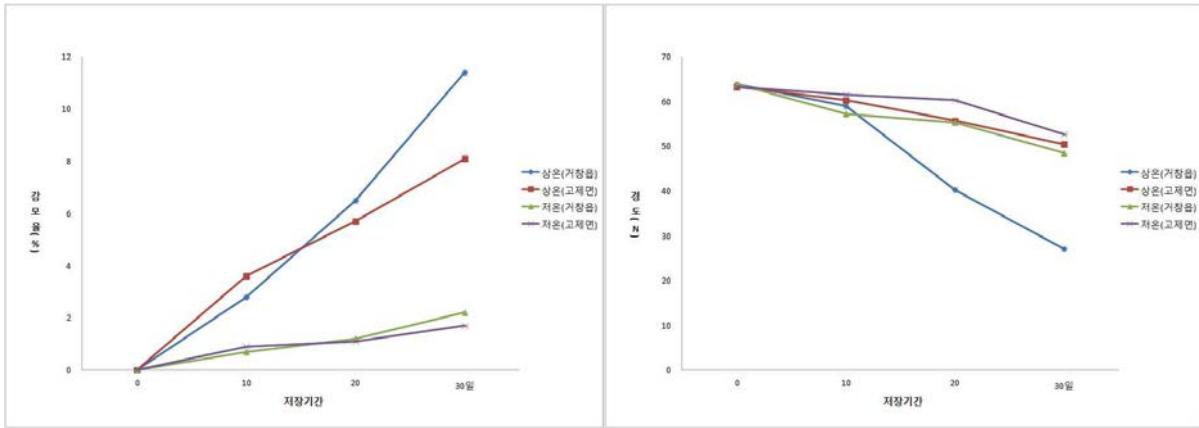


그림 41. ‘홍소’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 감모율 및 경도 변화

그림 42에서 ‘홍소’의 당도는 생산지와 차이 없이 상온저장 후 30일까지 증가하였으나 저온저장에서는 변화가 적었으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 당도가 높았다. ‘홍소’의 산 함량은 상온저장 후 30일에 0.19%, 저온저장 후 30일에 0.18~0.20%로 감소하였다. 저장 중 산 함량은 저온저장이 상온저장에 비하여 많았다.

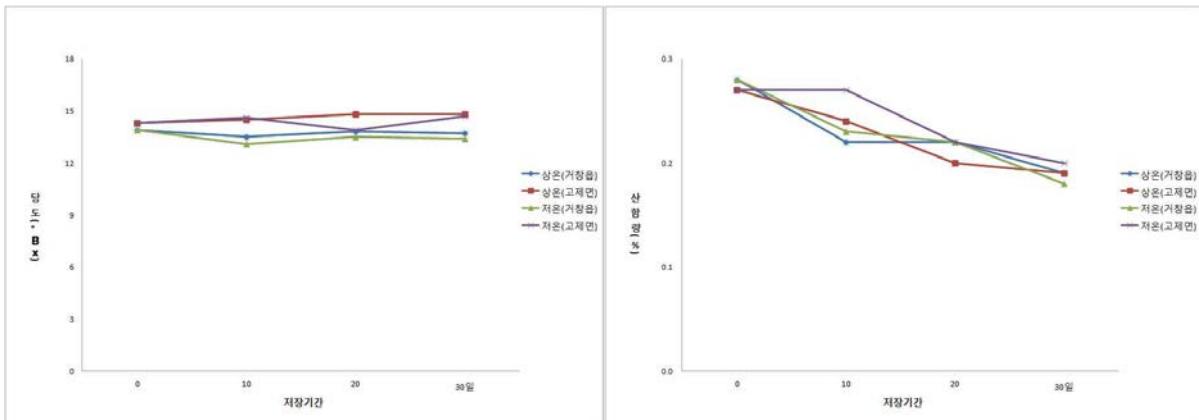


그림 42. ‘홍소’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당도 및 산함량 변화

그림 43에서 당산비는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 당산비가 높았다. ‘홍소’의 명도(L)는 생산지와 차이 없이 상온저장 후 30일 까지 증가하였으나, 저온저장에서는 변화가 적었다.

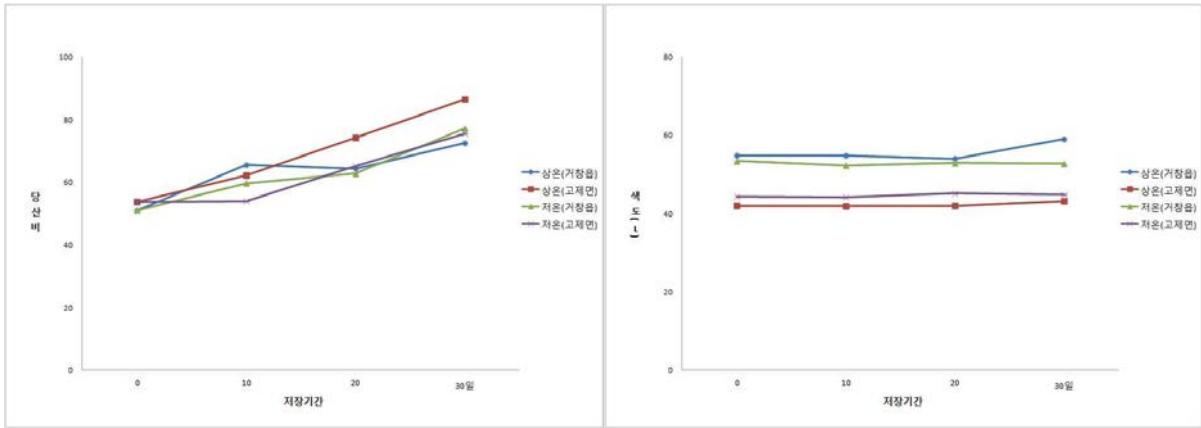


그림 43. ‘홍소’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당산비 및 명도(L) 변화

그림 44에서 적색도(a)는 상온저장 후 30일까지 감소하였으나, 저온저장에서는 변화가 적었고, 상온저장에 비하여 저온저장에서 저장 중에 적색도(a)가 높았다. 황색도(b)는 상온저장 후 30일까지 증가하였으나, 저온저장에서는 변화가 적었으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 황색도(b)가 높았다.

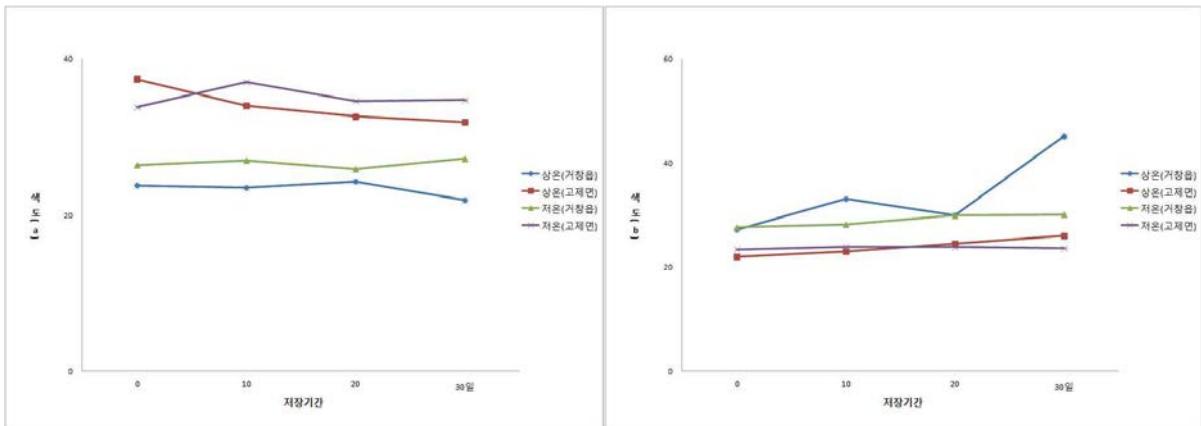


그림 44. ‘홍소’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 적색도(a) 및 황색도(b) 변화

‘홍소’의 상온저장 기간 부폐과율은 거창읍 ‘홍소’는 저장 후 20일에 20%, 고제면 ‘홍소’는 저장 후 25일에 10% 이었으며 거창읍 ‘홍소’에서 부폐과 발생이 많았다.



거창읍 ‘홍소’



고제면 ‘홍소’

그림 45. ‘홍소’ 상온 및 저온저장 30일 후 과실 모양

사. ‘황옥’ 품종의 저장성

그림 46에서 ‘황옥’의 저장 중 온도는 상온저장은 $19.2\sim21.7^{\circ}\text{C}$, 저온저장은 $2.2\sim2.8^{\circ}\text{C}$ 이었다. 습도는 상온저장은 40~55%, 저온저장은 61~65% 이었다.

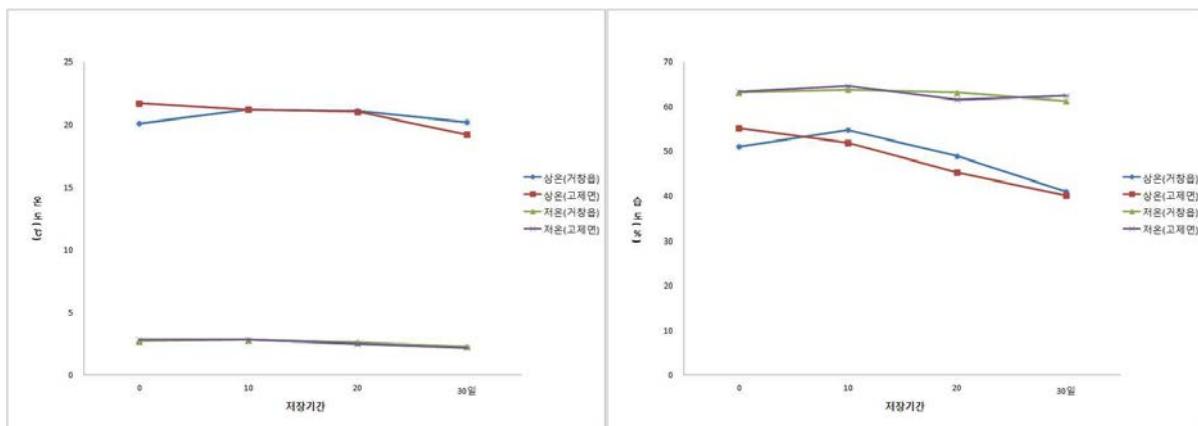


그림 46. ‘황옥’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 온도 및 습도 변화

그림 47에서 ‘황옥’의 감모율은 생산지와 차이 없이 저장기간이 길수록 증가하여 상온저장에서는 저장 후 30일에 6.8~8.0%, 저온저장은 저장 후 30일에 1.4~2.0% 이었으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 감모율이 많았다. ‘황옥’의 경도는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일 까지 감소하였으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 경도가 높았다.

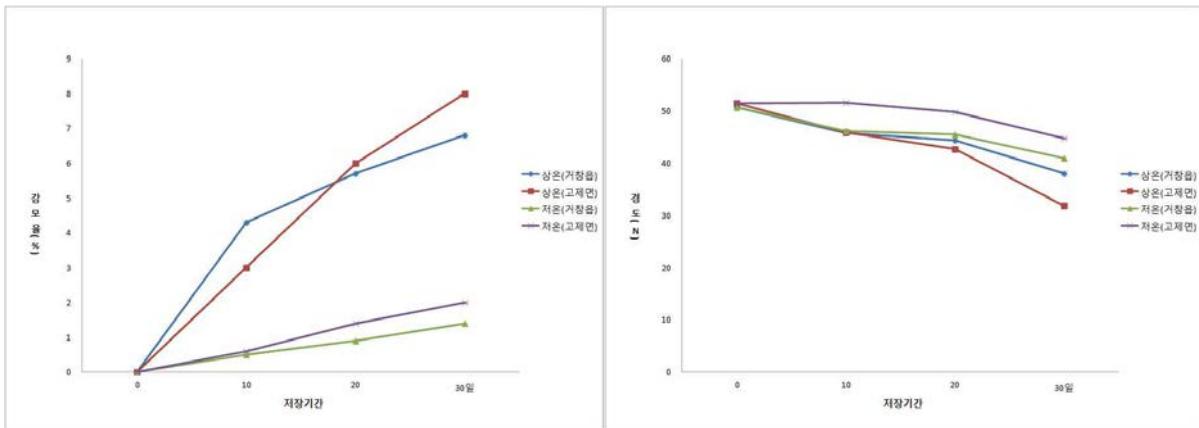


그림 47. ‘황옥’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 감모율 및 경도 변화

그림 48 ‘황옥’의 당도는 생산지와 차이 없이 상온저장에서는 증가하였으나, 저온저장에서는 변화가 적었다. ‘황옥’의 산 함량은 생산지와 차이 없이 상온저장 후 30일에 0.30~0.37%, 저온저장 후 30일에 0.35~0.40%로 감소하였고, 저장 중에 산 함량은 저온저장이 상온저장에 비하여 높았다.

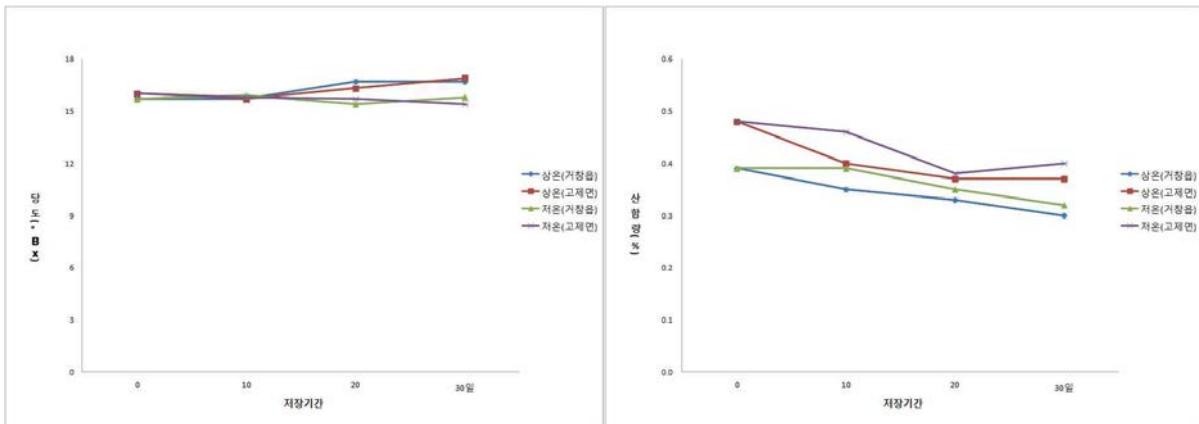


그림 48. ‘황옥’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당도 및 산함량 변화

그림 49에서 ‘황옥’의 당산비는 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 당산비가 높았다. 명도(L)는 상온 및 저온 저장에서 변화가 적었다.

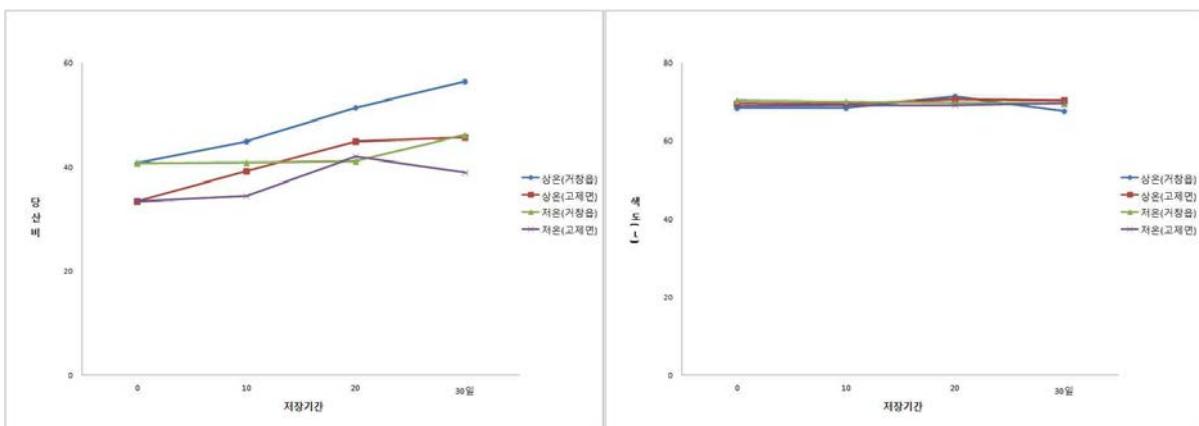


그림 49. ‘황옥’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당산비 및 명도(L) 변화

그림 50에서 ‘황옥’의 적색도(a)는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 증가하였으나, 상온저장에 비하여 저온저장에서 저장 중에 적색도(a)가 낮았다. 황색도(b)는 생산지와 차이없이 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 증가하였고, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 황색도(b)가 다소 높았다.

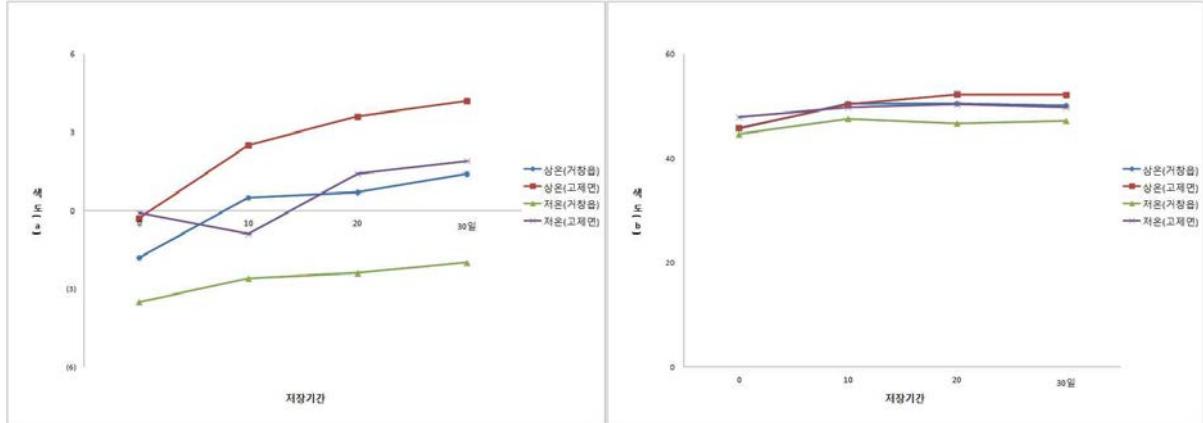
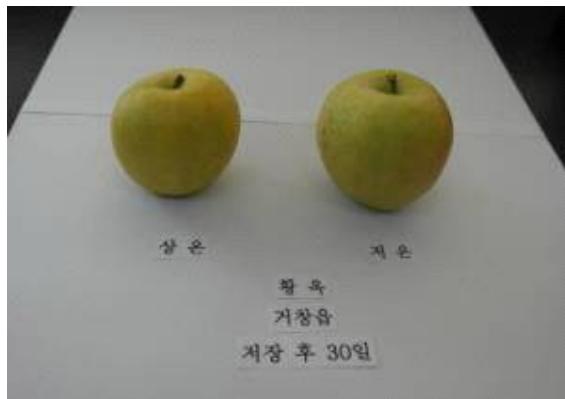


그림 50. ‘황옥’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 적색도(a) 및 황색도(b) 변화

‘황옥’의 상온저장 기간 부패과율은 거창읍 ‘황옥’은 저장 후 20일에 20% 이었으나, 고제면 ‘황옥’은 부패과 발생이 없었다.



거창읍 ‘황옥’



고제면 ‘황옥’

그림 51. ‘황옥’ 상온 및 저온저장 30일 후 과실 모양

아. ‘파크닉’ 품종의 저장성

그림 52에서 ‘파크닉’의 저장 중 온도는 상온저장은 19.6~21.6°C, 저온저장은 2.1°C~2.8°C 이었다. 습도는 상온저장은 38~48%, 저온저장은 61~65% 이었다.

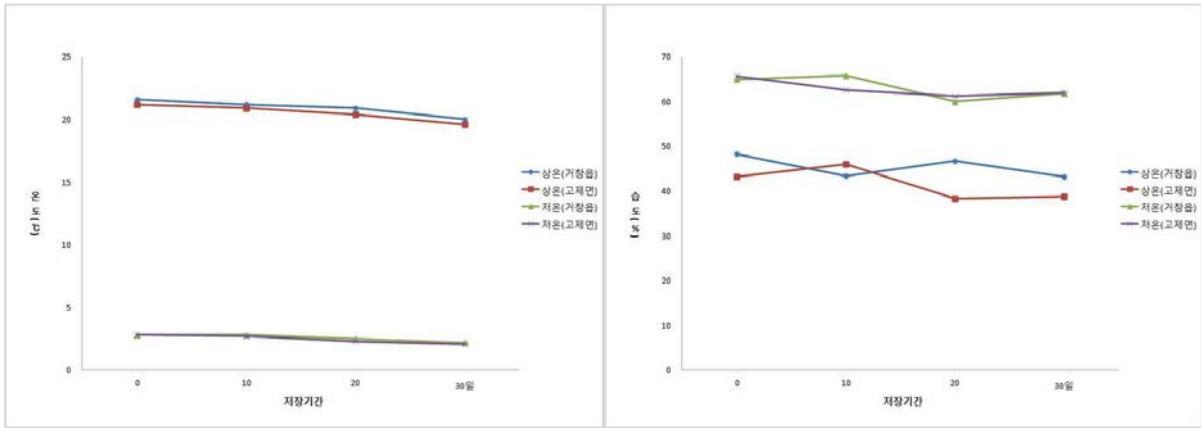


그림 52. ‘피크닉’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 온도 및 습도 변화

그림 53에서 ‘피크닉’의 감모율은 저장기간이 길수록 증가하여 상온저장 후 30일에는 7.8~14.6% 이었고, 저온저장 후 30일은 2.2~2.5%이었으며, 저장 중에 감모율은 저온저장이 상온저장에 비하여 적었다. 경도는 상온 및 저온저장 후 30일까지 감소하였고 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 경도가 높았다.

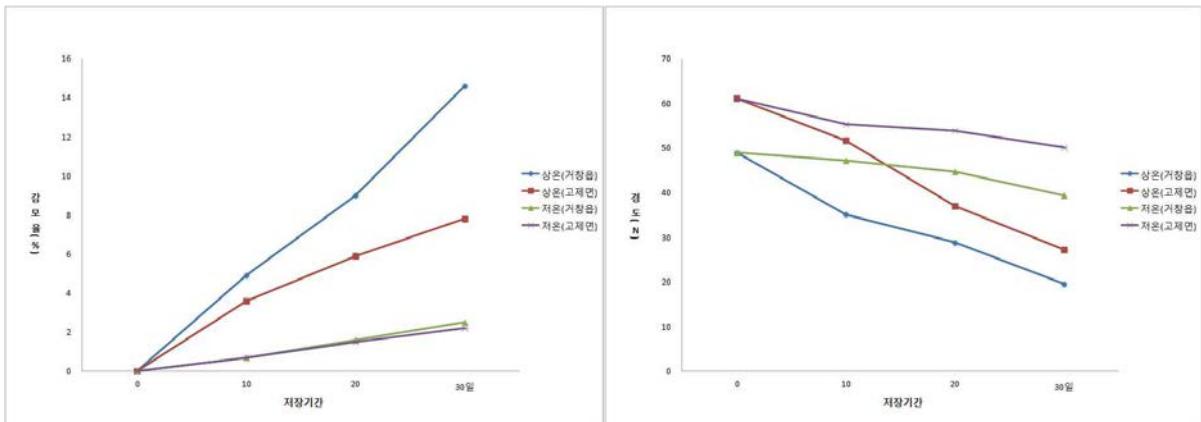


그림 53. ‘피크닉’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 감모율 및 분질도 변화

그림 54에서 ‘피크닉’의 당도는 생산지와 차이 없이 상온저장에서는 저장 후 30일까지 증가하였으나 저온저장은 변화가 적었으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 당도가 높았다. ‘피크닉’의 산 함량은 상온저장은 저장 후 30일에 0.26~0.27%, 저온저장은 저장 후 30일에 0.29%로 감소하였다.

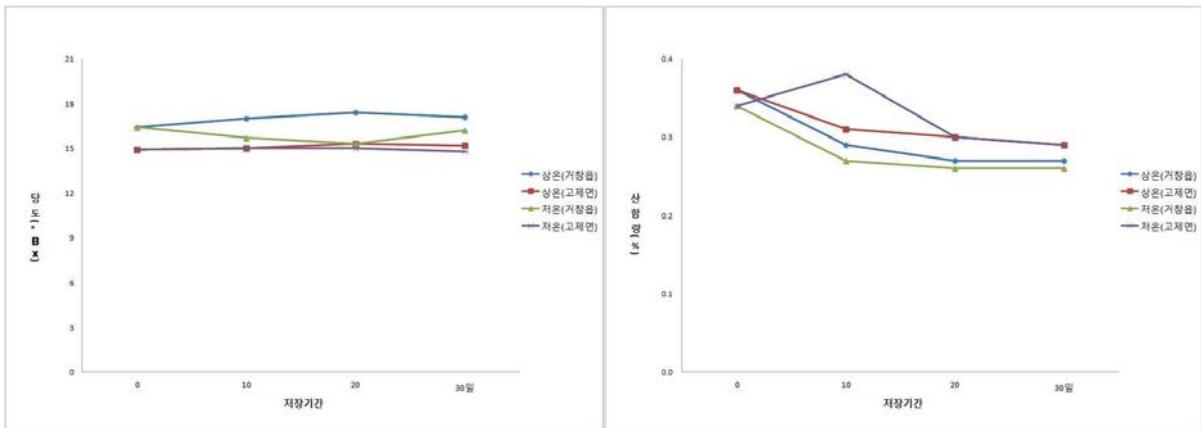


그림 54. ‘피크닉’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당도 및 산함량 변화

그림 55에서 당산비는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 당산비가 높았다. ‘피크닉’의 명도(L)는 상온저장 후 30일까지 증가하였으나, 저온저장은 변화가 없었으며, 상온저장은 저온저장에 비하여 저장 중에 명도(L)가 높았다.

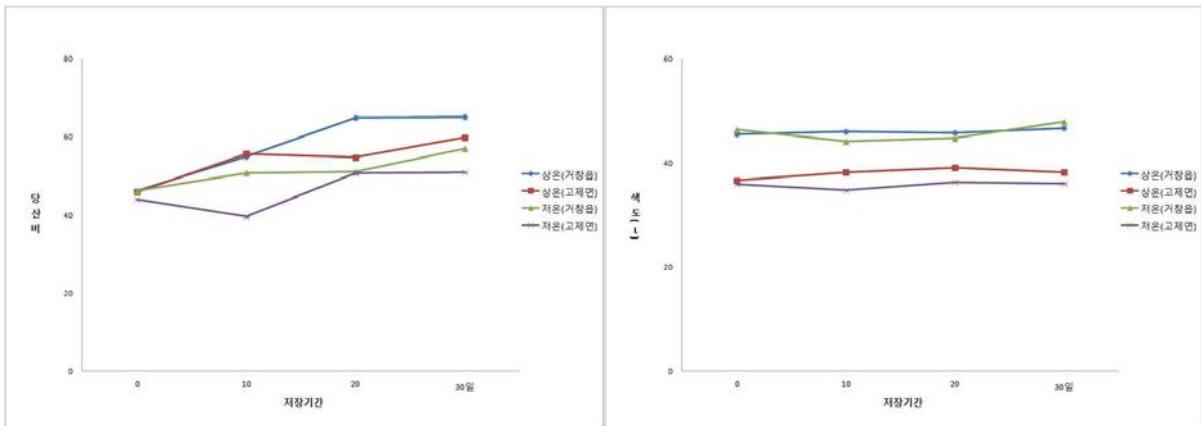


그림 55. ‘피크닉’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당산비 및 명도(L) 변화

그림 56에서 ‘피크닉’의 적색도(a)는 상온 및 저온저장 후 30일까지 감소하였으며, 저온저장에 비하여 상온저장이 저장 중에 적색도(a)가 낮았다. 황색도(b)는 상온 및 저온저장 후 30일까지 증가하였으며, 저온저장에 비하여 상온저장에서 저장 중에 황색도(b)가 다소 높았다.

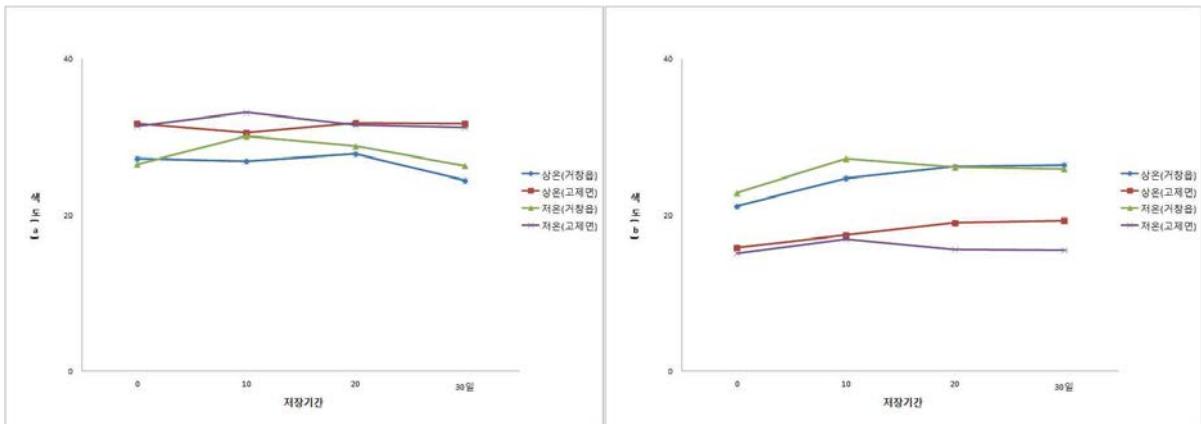


그림 56. ‘피크닉’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 적색도(a) 및 황색도(b) 변화



고제면 ‘피크닉(상온)’



고제면 ‘피크닉(저온)’

그림 57. ‘피크닉’ 상온 및 저온저장 30일 후 과실 모양

자. ‘후지’ 품종의 저장성

그림 58에서 ‘후지’의 저장 중 온도는 상온저장은 17.2~19.7°C, 저온저장은 2.1~2.6°C 이었다. 습도는 상온저장은 32~46%, 저온저장은 61~64% 이었다.

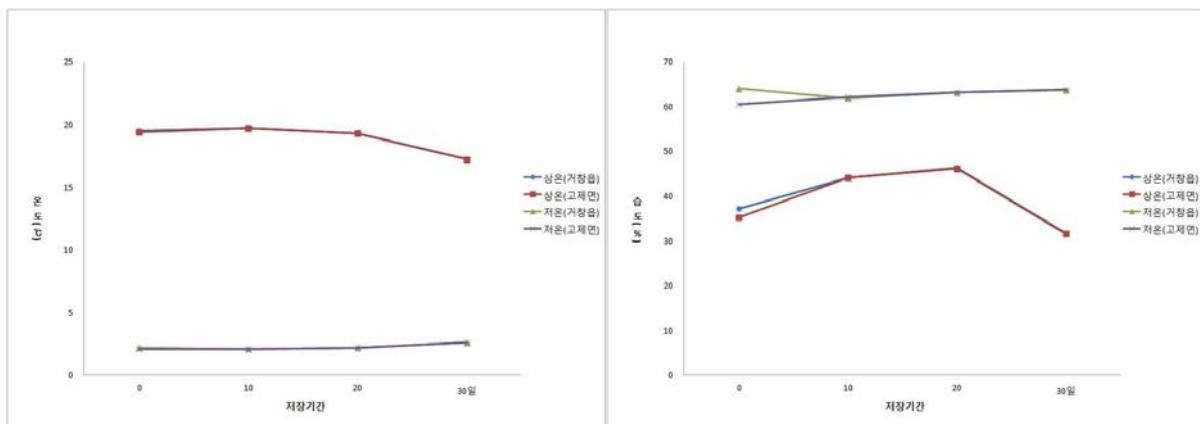


그림 58. ‘후지’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 온도 및 습도 변화

그림 59에서 ‘후지’의 감모율은 저장기간이 길수록 증가하여 상온저장 후 30일에는 2.6~5.4%, 저온저장 후 30일에는 0.9~1.3% 이었으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 감모율이 적었다. 생산지별로는 고제면 ‘후지’가 거창읍 ‘후지’에 비하여 저장 중에 감모율이 적었다.

‘후지’의 경도는 상온 및 저온저장 30일 까지 감소하였으며, 저온저장이 상온저장에 비하여 저장 중에 경도가 높았다.

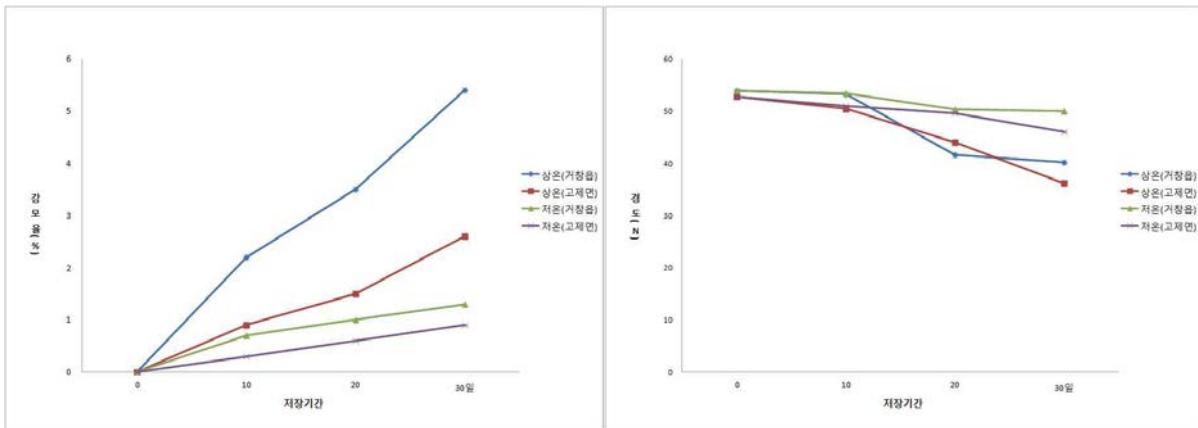


그림 59. ‘후지’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 감모율 및 경도 변화

그림 60에서 ‘후지’의 당도는 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 증가하였다. 산 함량은 생산지와 차이 없이 상온저장 후 30일에 0.23~0.27%, 저온저장 후 30일에는 0.26~0.29%로 감소하였으며, 저장 중 산 함량은 상온저장이 저온저장에 비하여 적었다.

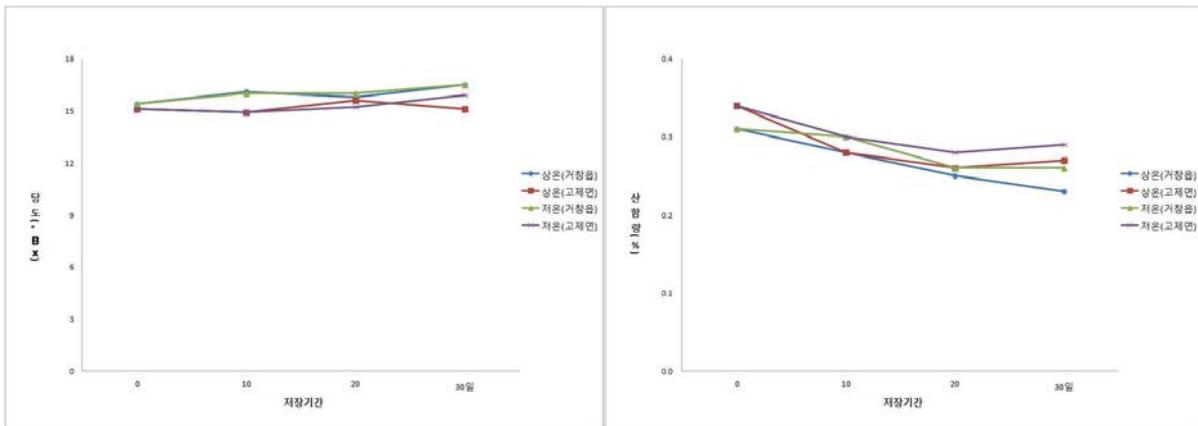


그림 60. ‘후지’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 당도 및 산 함량 변화

그림 61에서 ‘후지’의 당산비는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 증가하였으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 당산비가 높았다. ‘후지’ 품종의 명도(L)는 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 변화가 적었다.

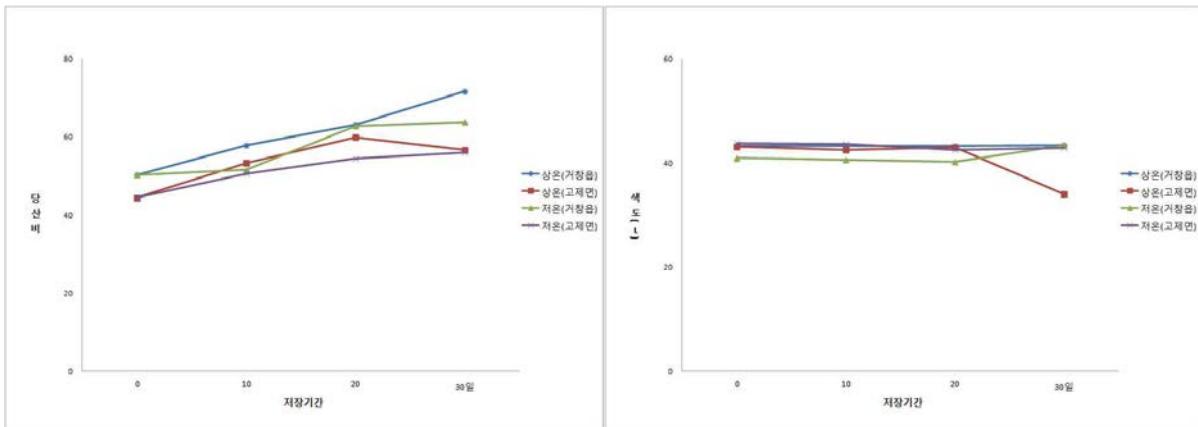


그림 61. ‘후지’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 산 함량 및 당산비 변화

그림 62에서 ‘후지’의 적색도(a)는 생산지와 차이 없이 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 변화가 적었다. 황색도(b)는 상온 및 저온저장에서 저장 후 30일까지 증가하였으며, 상온저장이 저온저장에 비하여 저장 중에 황색도(b)가 높았다. 생산지별로는 거창읍 ‘후지’가 고제면 ‘후지’에 비하여 저장 중에 황색도가 높았다.

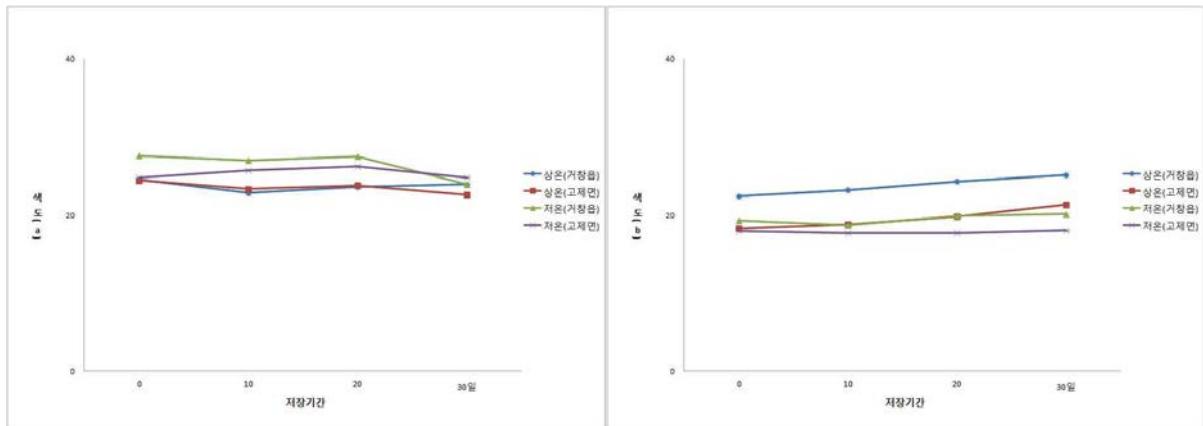


그림 62. ‘후지’ 품종의 저장방법 및 저장기간에 따른 적색도(a) 및 황색도(b) 변화

‘후지’의 상온저장 기간 부패과율은 거창읍 ‘후지’는 저장 후 30일에 20% 이었으나, 고제면 ‘후지’는 부패과 발생이 없었다.



거창읍 ‘후지’



고제면 ‘후지’

그림 63. ‘후지’ 상온 및 저온저장 30일 후 과실 모양

□ 결과 요약

- ‘썸머킹’ 등 9품종의 만개기는 거창읍 정장리에서 고제면 봉계리에 비하여 4~8일 정도 빨라졌다.
- 시험품종의 숙기는 거창읍 정장리에서 고제면 봉계리에 비하여 ‘썸머킹’은 13일, ‘아리수’, ‘그린볼’, ‘홍소’는 16~20일, ‘황옥’, ‘피크닉’은 8일 정도 각각 빨라졌다.
- ‘썸머킹’ 등 시험품종들의 적색도(a)는 고제면 봉계리가 거창읍 정장리에 비하여 높았다.

○ ‘썸머킹’ 등 시험품종들의 과형지수는 고제면 봉계리에서 거창읍 정장리에 비하여 높았다.

○ 거창읍 정장리에서 ‘피크닉’의 엽과비별 열과 발생율을 조사한 결과, 엽과비 23:1일 경우 35:1 및 47:1에 비해 각각 0.8%, 10.5% 감소되었다. 그 결과 엽과비 23:1일 때 상품수량도 가장 많았다.

○ 2016년 이상고온 내습 시 일소 피해과율 및 낙과율을 조사한 결과, 해발고도가 높은 고제면 봉계리(해발고도 550m)가 거창읍 정장리(해발고도 200m)에 비하여 피해가 적게 나타났다. 해발고도가 낮은 거창읍 정장리에서 조사한 결과, ‘아리수’ 및 ‘황옥’이 ‘그린볼’, ‘홍소’에 비하여 일소 피해 및 낙과 발생과율이 낮았다. 따라서 경남의 저지대(해발고도 200m 이하)에서는 이 상고온인 해에 일소피해과 및 낙과가 적은 ‘아리수’, ‘황옥’이 적합한 품종으로 판단되었다.

○ 사과 ‘썸머킹’ 등 9품종을 30일간 상온 및 저온 조건하에서 저장시험을 한 결과 감모율은 저온저장구에서 적었으며, 경도 및 산 함량도 높게 유지되었다. 당도 및 당산비는 상온저장구에서는 증가하였으나, 저온저장구에서는 변화가 적었다.

○ 상온저장구에서 저장 후 30일 부패과 발생은 거창읍 정장리에서 수확한 ‘썸머킹’ 등 6품종은 20%, ‘그린볼’은 30% 발생하였으며, ‘아리수’, ‘피크닉’은 발생이 없었다. 고제면 봉계리에서 수확한 사과의 부패과 발생은 ‘쓰가루’ ‘홍로’ 및 ‘홍소’가 각각 10% 발생하였으며, 저온저장구에서는 부패과 발생이 없었다.

○ 소비자 선호도 조사 결과, 신품종인 ‘썸머킹’이 ‘쓰가루’에 비하여 높았으나, 유통상인의 인지도는 반대로 낮았다.

○ 공매가격 조사결과, ‘썸머킹’은 ‘쓰가루’ 대비 70~84% 수준이었고, ‘아리수’는 ‘홍로’ 대비 83% 정도로 낮게 나타났음으로, ‘썸머킹’, ‘아리수’의 유통 인지도를 높여야 보급이 확대 될 수 있을 것으로 판단되었다.

<제4협동과제 : 국내 육성 사과 신품종의 충북지역에서의 특성 검정>

제1절 연구 수행 내용 및 방법

충청북도 청주시 소재 충청북도농업기술원, 충주, 보은, 영동에서 2014년부터 2016년까지 3년간 수행되었다. 시험품종은 ‘홍소’, ‘피크닉’, ‘그린볼’, ‘황옥’ 등 총 4개 신품종이었으며, 주요 재배품종인 ‘쓰가루’, ‘홍로’, ‘후지’를 각각 대조품종으로 하였다. 생육상황으로서는 발아기, 개화기, 만개기, 숙기를 조사하였다. 과실특성을 조사하기 위하여 품종별로 3주를 선정하여 적숙기에 10과씩을 수확하여 과중, 당도, 경도, 산도, 착색도(적색도) 등을 조사하였다. 당도는 굴절 당도계(Rfractometer PAL-1, ATAGO, Japan)를 이용하여 조사하였고, 경도는 직경이 11mm 인 과실경도계(Penetrometer FT327, Italy)로 과실의 적도면에 과피를 얇게 벗겨낸 후 과육의 경도를 측정하였다. 총 산함량은 10ml의 과즙을 취하여 0.1N NaOH로 적정하여 Malic acid로 환산하였다. 착색도는 색차계(Spectrophotometer CM-700d, Konica Minolta, Japan)을 이용하여 Hunter a 값을 측정하였다. 과실의 상온 저장은 실내에 둔 것으로 하였으며, 저온 저장조건은 온도 $4\pm1^{\circ}\text{C}$, 상대습도 85~90%로 설정하여 저장 후 해당 시기가 되면 과일을 가지고 조사를 하였다. 고사율 및 병해충 발생 양상은 연도별로 충주와 영동지역에서 조사하였고 병해충 발생 양상은 탄저병, 겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병 등의 병해와 응애, 선녀벌레, 노린재류, 진딧물류 등의 충해로 나누어 미발생 경, 중, 심으로 구분하여 조사하였다. 또한, 사과 신品种 ‘홍소’, ‘피크닉’ 및 ‘황옥’에 대해 2016년 8월 하순부터 10월 하순까지 낙과율을 조사하였고 황색계통 간 낙과율을 비교하기 위하여 보은 지역에서 재배 중인 품종을 비교하였다. 전분함량 분석은 total starch 분석 키트(Megazyme, Ireland)를 이용하여 분석하였다.

제2절 연구 수행 결과

1) 시험지별 주요 기상 상황

2014년부터 2016년까지 국내 육성 사과 신品种의 시험 재배지인 청주, 충주, 영동의 발아기(3월) 평균기온은 평년과 비교한 결과, 청주는 $1.7\sim2.9^{\circ}\text{C}$, 충주는 $1.2\sim2.6^{\circ}\text{C}$, 영동은 $0.6\sim1.6^{\circ}\text{C}$ 가 높았다. 개화기~낙화기(4~5월)의 평균기온은 평년과 비교하여, 청주 $1.3\sim2.1^{\circ}\text{C}$, 충주 $0.8\sim2.4^{\circ}\text{C}$, 영동 $-0.4\sim1.4^{\circ}\text{C}$ 범위였다. 과일비대기(6~8월)의 평균기온은 평년과 비교하여 청주 $-0.9\sim1.8^{\circ}\text{C}$, 충주 $-1.1\sim1.9^{\circ}\text{C}$, 영동 $-1.9\sim1.4^{\circ}\text{C}$ 범위였다. 또한, 과일 성숙기(9~10월)의 평균 기온은 평년과 비교하여 청주 $0.8\sim2.2^{\circ}\text{C}$, 충주 $0.6\sim2.3^{\circ}\text{C}$, 영동 $0.6\sim1.6^{\circ}\text{C}$ 범위였다.

한편, 발아기(3월)의 강수량은 평년과 비교하여 청주가 $-35.1\sim2.8\text{mm}$, 충주가 $-14.0\sim-33.8\text{mm}$, 영동이 $-3.9\sim42.3\text{mm}$ 범위에서 해에 따라 많거나 적었다. 개화기~낙화기(4~5월)의 강수량은 청주가 $-66.1\sim66.9\text{mm}$, 충주가 $-66.7\sim34.7\text{mm}$, 영동이 $-62.5\sim88.0\text{mm}$ 범위였고 특히 5월 강수량은 평년 대비 현저히 적었다. 과일비대기(6~8월)의 강수량은 청주 $-228.3\sim37.5\text{mm}$, 충주 $-219.7\sim76.6\text{mm}$, 영동 $-209.1\sim163.9\text{mm}$ 범위였고 대체적으로 평년보다 강수량이 적었다. 과일 성숙기(9~10월)의 강수량을 평년과 비교하면, 청주 $-125.6\sim99.9\text{mm}$, 충주 $-114.7\sim58.8\text{mm}$, 영동 $-117.2\sim77.1\text{mm}$ 범위였고 평년보다 10월 강수량이 많아 과일 상품성에 영향을 주었다(그림 1).

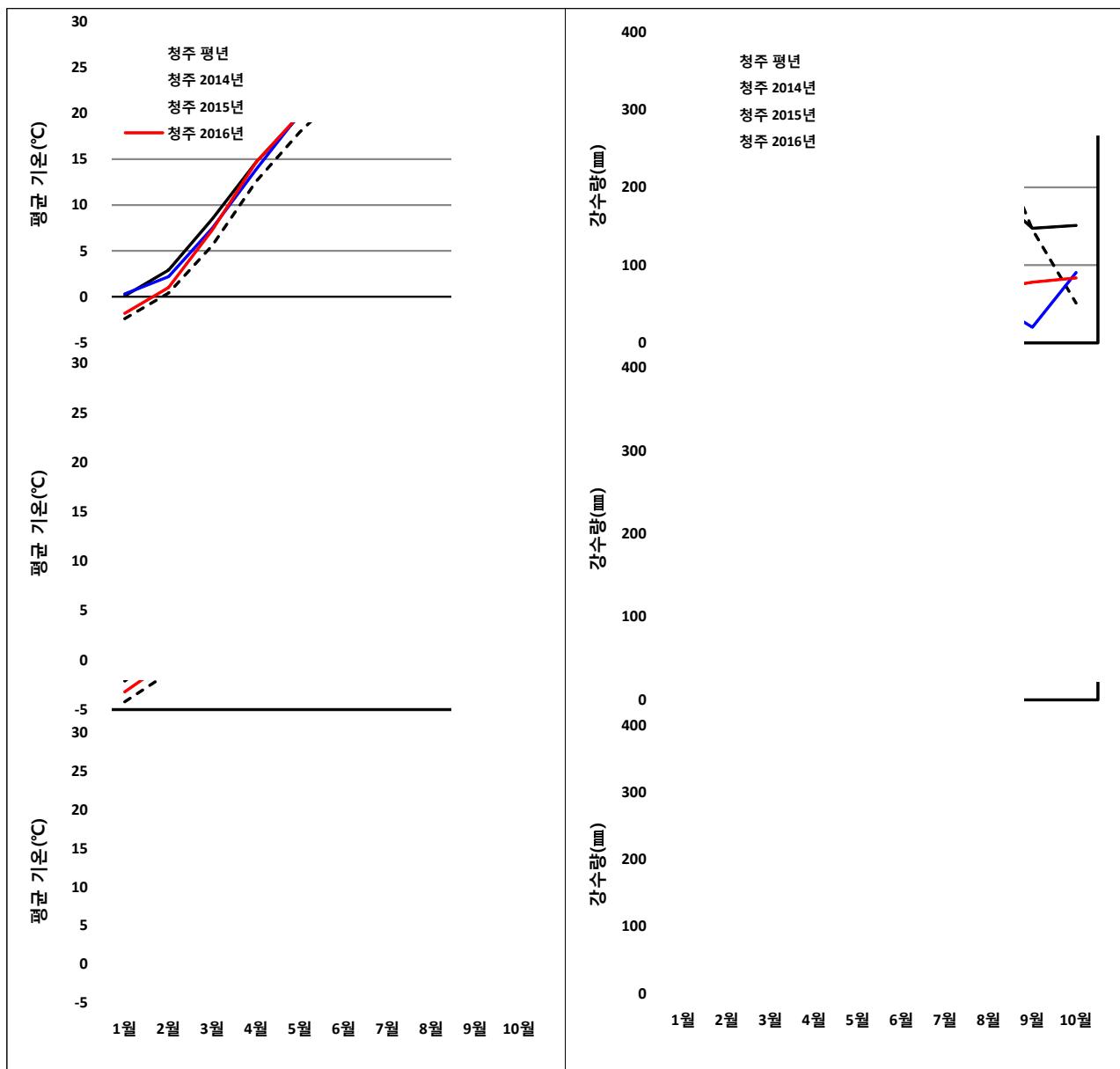


그림 1. 충북의 시험지역별(청주; 상, 충주; 중, 영동; 하) 평균기온(좌) 및 강수량(우)

2) 시험 품종별 개화 특성, 고사율, 병해충 발생 양상 및 과일 특성

시험 품종별 개화특성 및 숙기에 대해, 개화기와 만개기는 2015년을 제외하고 4월 중하순으로 비슷한 경향이었고 숙기는 ‘그린볼’이 8월 하순경이었고 나머지 품종은 9월 하순이었다(표 1). 사과 신품종의 고사율은 충주에서 ‘홍소’와 ‘그린볼’ 품종이 모두 고사한 반면에, ‘파크닉’과 ‘황옥’은 각각 누적 고사율 50 및 20%를 보였다. 영동에서는 ‘그린볼’만이 모두 고사하였다(표 2). 각 품종별 병해충 발생 양상을 보면, 시험지역과 품종에 상관없이 경미한 수준이었으나, ‘파크닉’과 ‘홍소’는 동녹 발생 다소 심하였다(표 3). 과일특성을 분석한 결과는 표 4와 같았다. 시험지역과 조사연도 간에 다소 차이가 있었으나, 대체로 당도는 높고 산도는 낮은 편이었다. 착색도 결과는 표 5와 같았다. 수행년도 간 차이는 미비하였고 비슷한 수준이었다.

표 1. 시험 품종별 개화 특성 및 숙기

품종	지역	개화기			만개기			숙기		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
피크닉	충주	4/18	4/27	4/19	4/22	4/29	4/20	9/23	9/30	9/27
	영동	4/20	4/25	4/18	4/24	4/28	4/20	9/23	9/25	9/26
황옥	충주	4/18	4/26	4/18	4/21	4/28	4/19	10/2	9/30	9/27
	영동	4/19	4/25	4/17	4/22	4/28	4/19	10/2	9/25	9/26
홍소	충주	4/18	-	-	4/22	-	-	9/13	-	-
	영동	4/19	4/24	4/18	4/23	4/27	4/20	9/14	9/25	9/26
그린볼	충주	4/18	-	-	4/21	-	-	8/29	-	-
청주 (대조)	쓰가루	4/14	4/24	4/15	4/17	4/26	4/18	8/06	8/03	8/09
	홍로	4/14	4/20	4/12	4/17	4/23	4/17	8/21	8/23	8/22
	후지	4/17	4/23	4/14	4/19	4/27	4/19	11/03	11/05	10/27

표 2. 시험지역의 품종별 고사율

품종	지역	식재주 수 (a)	고사주 수 (b)			누적 고사율 (c=b/a*100)
			2014	2015	2016	
피크닉	충주	6	2	1	0	50
	영동	10	0	0	0	0
황옥	충주	10	0	0	2	20
	영동	10	0	0	0	0
홍소	충주	4	3	1	0	100
	영동	10	0	0	0	0
그린볼	충주	10	2	8	0	100
	영동	10	10	0	0	100

표 3. 시험지역의 품종별 병해충 발생 양상

품종	지역	병해				충해			
		탄저병	겹무늬 썩음병	점무늬 낙엽병	갈색 무늬병	옹애류	미국선녀 벌레	노린재류	진딧물류
피크닉	충주	2015	+	+	+	+	++	+	+
		2016	+	+	+	++	+	-	+
	영동	2015	+	+	+	++	+	+	+
		2016	+	+	+	+	+	-	+
황옥	충주	2015	+	+	+	+	++	+	+
		2016	+	+	+	+	++	+	+
	영동	2015	+	+	+	+	++	+	+
		2016	+	+	+	+	+	-	+
홍소	영동	2015	+	+	+	+	++	+	+
		2016	+	+	+	+	+	-	+

※ -; 미발생, +; 경, ++; 중, +++; 심.

표 4. 시험지역의 품종별 과일특성

품종	지역	조사연도	과중(g)	경도(kg/Ø8mm)	당도(°Brix)	산 함량(%)
파크닉	충주	2014	199	6.6	15.4	0.37
		2015	185	3.9	14.0	0.30
		2016	224	3.7	14.7	0.30
	영동	평균	203 ns	4.7 ns	14.7 ns	0.32 ns
		2014	249	7.5	15.8	0.40
		2015	219	3.6	14.2	0.33
		2016	247	3.5	16.0	0.29
		평균	238 ns	4.9 ns	15.3 ns	0.34 ns
황옥	충주	2014	176	8.3	14.8	0.42
		2015	214	3.2	14.3	0.38
		2016	177	3.0	14.5	0.29
	영동	평균	189 ns	4.8 ns	14.5 ns	0.36 ns
		2014	266	6.5	16.3	0.67
		2015	182	3.1	14.0	0.40
		2016	217	3.0	14.7	0.29
		평균	222 ns	4.2 ns	15.0 ns	0.45 ns
홍소	충주	2014	351	5.4	13.0	0.18
		2015	-	-	-	-
		2016	-	-	-	-
	영동	2014	350	7.4	14.6	0.22
		2015	295	3.9	14.3	0.24
		2016	199	3.2	13.6	0.16
		평균	281	4.8	14.2	0.21
그린볼	충주	2014	230	6.2	12.2	0.30
		2015	-	-	-	-
		2016	-	-	-	-
		평균	214	2.3	11.2	0.48
청주 (대조)	쓰가루	2015	197	4.9	11.2	0.40
		2016	227	4.6	12.9	0.34
		평균	213	3.9	11.8	0.41
	홍로	2014	255	4.0	15.0	0.26
		2015	186	4.1	14.2	0.24
		2016	338	3.8	15.8	0.22
		평균	260	4.0	15.0	0.24
후지	2014	340	6.0	13.2	0.29	
	2015	252	3.1	14.4	0.37	
	2016	400	2.9	12.9	0.24	
	평균	331	4.0	13.5	0.30	

^zT-test(twosided) between cultivation regions for a apple cultivar.

표 5. 시험지역의 품종별 착색도

품종	지역	연도	Hunter's value		
			L	a	b
파크닉	충주	2014	-	-	-
		2015	48.2	19.8	19.2
		2016	51.5	19.8	22.1
	영동	평균	49.9 ns	19.8 ns	20.7 ns
		2014	48.9	22.6	20.1
		2015	52.6	17.8	23.2
		2016	52.2	15.9	22.5
		평균	51.2 ns	18.8 ns	21.9 ns
황옥	충주	2014	69.8	-1.3	41.1
		2015	68.2	-2.9	38.6
		2016	68.4	-1.8	39.6
	영동	평균	68.8 ns	-2.0 ns	39.8 ns
		2014	68.0	-0.5	43.4
		2015	66.7	-3.7	38.4
		2016	68.1	-3.0	38.3
		평균	67.6 ns	-2.4 ns	40.0 ns
홍소	영동	2014	44.7	28.2	18.0
		2015	53.7	20.8	23.0
		2016	51.4	17.4	26.2
		평균	49.9	22.1	22.4
	쓰가루	2014	65.1	-9.4	41.3
		2015	64.0	-8.3	40.8
		2016	63.3	-3.5	39.5
		평균	64.1	-7.1	40.5
청주 (대조)	홍로	2014	45.1	27.2	18.2
		2015	60.9	14.0	25.8
		2016	55.5	13.9	25.2
		평균	53.8	18.4	23.1
	후지	2014	59.9	16.0	16.4
		2015	50.3	20.7	16.8
		2016	52.5	10.8	22.9
		평균	54.2	15.8	18.7

※ L: light(0~100), a: +80 red~-80 green, b: +80 yellow~-80 blue.

3) 시험 품종별 상온 및 저온 저장성 비교

각 사과 신품종의 상온(25°C) 저장성은 저장 후 20일에 평균 10%의 감모율을 보였고 특히, ‘피크닉’은 30일째에 당초 과중 대비 80%로 20% 감모율을 보였다. 저온(4°C) 저장성에서는 ‘황옥’이 저장 30일째 1%의 감모율을 보인 반면에, 나머지 품종들은 5%정도의 과중 평균 감모율을 보였다(그림 2).

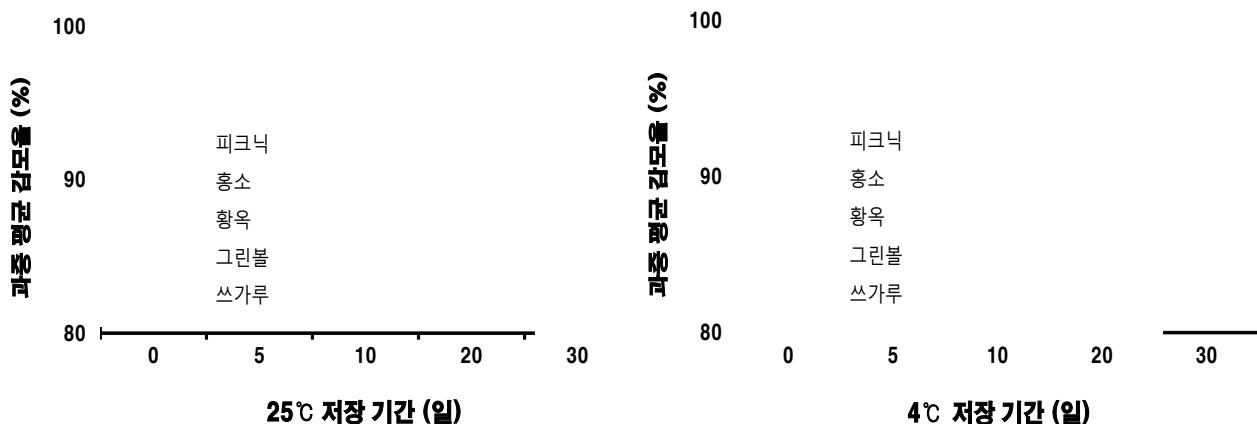


그림 2. 시험 품종별 저장성 비교.

4) 시험 품종별 낙과율

사과 신품종의 시기별 누적 낙과율은 그림 3과 같았다. ‘피크닉’과 ‘황옥’은 10월 하순까지 13~25%의 누적 낙과율을 보인 반면, ‘홍소’는 9월 상순에 평균 85%의 낙과율을 보였다.

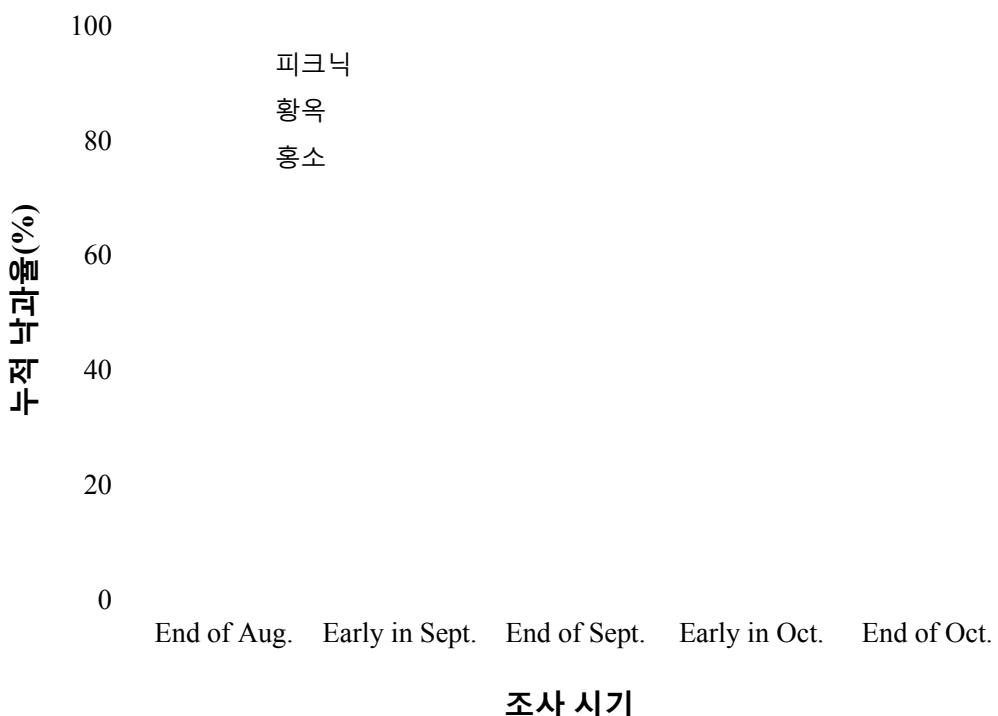


그림 3. 시험 품종별 누적 낙과율



그림 4. 사과 신품종 ‘홍소’의 수확기 이후 낙과 피해

5) 각 시험지역의 품종별 전분함량

각 시험지역의 품종별 전분함량 분석 결과, 충주에서 ‘피크닉’은 2.6~3.0 범위였고 평균 $2.8g \cdot 100g^{-1}$ 이었다. ‘황옥’은 3.7~3.8 범위였고 평균 $3.8g \cdot 100g^{-1}$ 이었다. 영동은 ‘피크닉’은 3.4~3.7 범위였고 평균 $3.5g \cdot 100g^{-1}$ 이었다. ‘황옥’은 3.1~3.5 범위였고 평균 $3.3g \cdot 100g^{-1}$ 이었으며, ‘홍소’는 3.3~3.6 범위로 평균 $3.5g \cdot 100g^{-1}$ 이었다(표 6).

표 6. 각 시험지역의 품종별 전분 함량

품종	전분 함량($g \cdot 100g^{-1}$)							
	충주				영동			
	2014	2015	2016	평균	2014	2015	2016	평균
피크닉	2.8	2.6	3.0	2.8^z	3.5	3.4	3.7	3.5
황옥	3.8	3.7	3.8	3.8^y	3.1	3.2	3.5	3.3
홍소	2.5	-	-	-	3.6	3.5	3.3	3.5
그린볼	3.2	-	-	-	-	-	-	-

^zT-test(twosided) for a apple cultivar, ‘Picnic’, p=0.007

^yT-test(twosided) for a apple cultivar, ‘Hwangok’, p=0.016

6) 충북에서 사과 녹황색 품종별 낙과율의 경시적 변화

사과 녹황색 품종별 낙과시기를 보면, ‘그린볼’품종은 8월 하순, ‘골든 델리셔스’, ‘시나

‘노골드’ 및 ‘황옥’ 품종은 모두 9월 상순부터 시작되었다. 그러나, ‘황옥’ 품종은 10월 하순까지 누적 낙과율이 10~20%정도에 불과하였다(그림 5). 또한 ‘황옥’ 품종의 지역별 낙과율은 10월 하순까지 비슷한 경향을 보였다(그림 6).

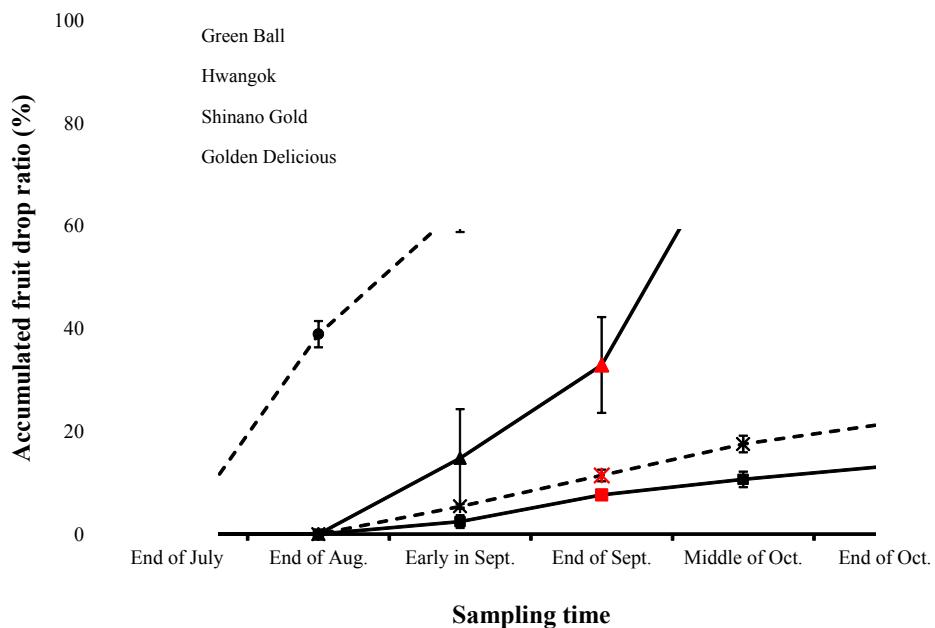


그림 5. 사과 녹황색계통 품종별 낙과율 경시적 변화

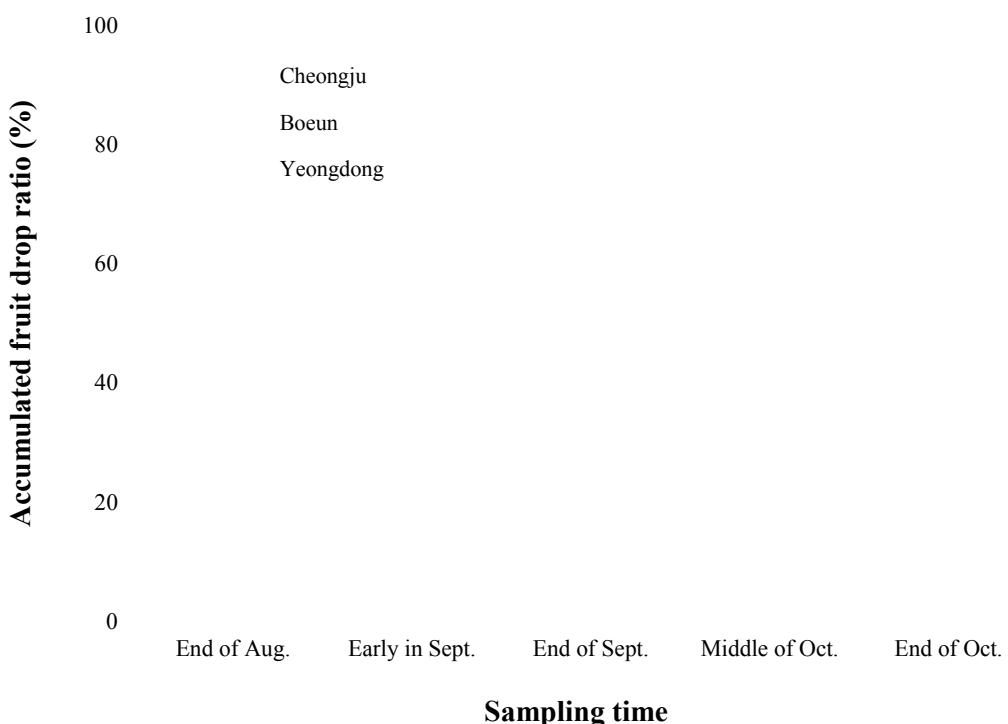


그림 6. 충북 지역별 사과 녹황색 ‘황옥’ 품종에 대한 낙과율의 경시적 변화

6) 충북에서 사과 ‘황옥’ 품종의 적숙기 이후 과일특성 변화

사과 ‘황옥’ 품종은 적숙기 이후에 과중과 당도는 증가하는 경향인 반면, 산도와 경도는 감소

하였다(그림 7). 착색도에서는 적숙기 이후에 시간이 갈수록 명도는 차이가 없었고 적색도와 황색도는 증가하였다(표 7).

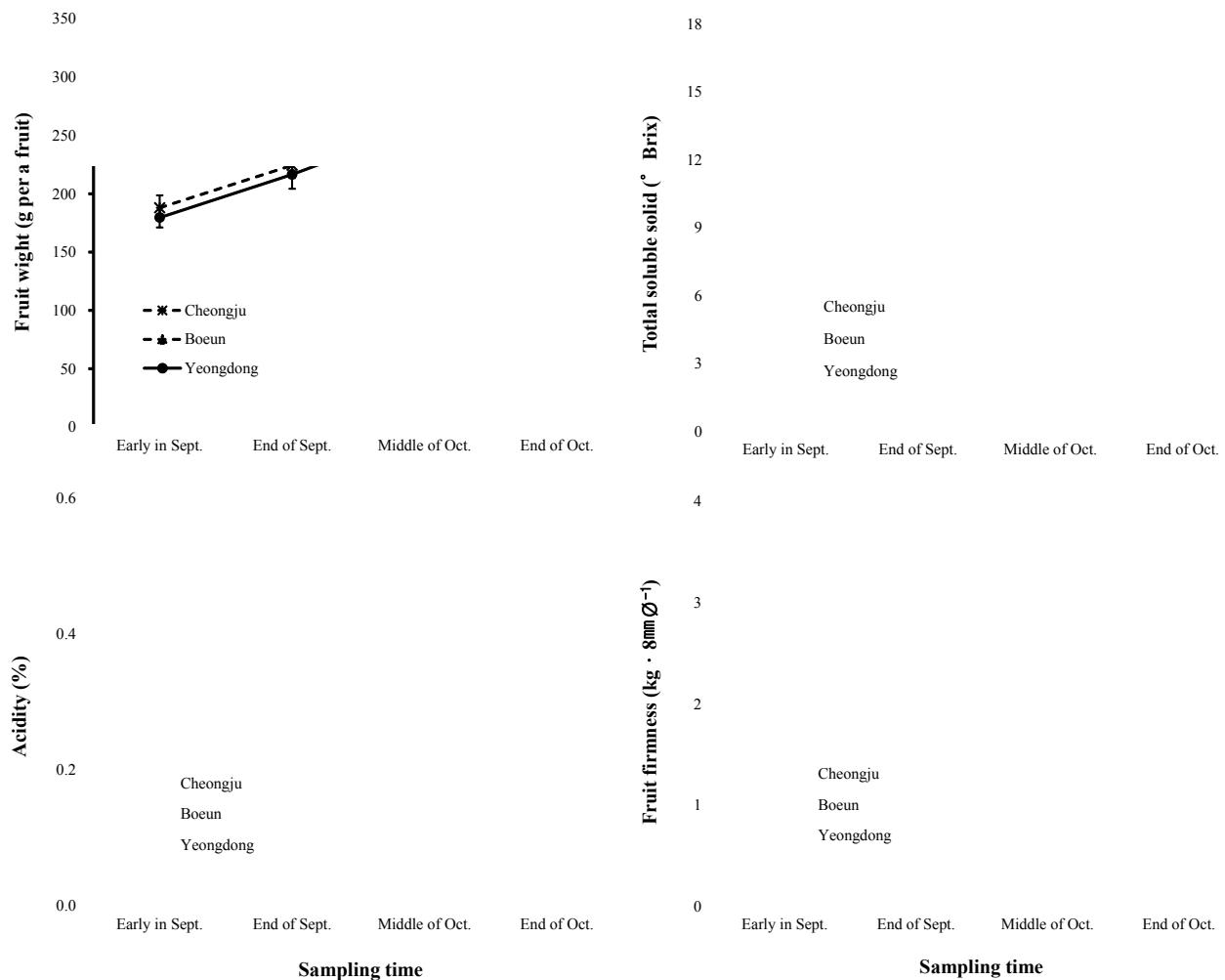


그림 7. 충북 지역별 사과 녹황색계통 ‘황옥’ 품종에 대한 과일특성의 경시적 변화

표 7. 충북에서 사과 녹황색계통 ‘황옥’ 품종의 수확 시기별 착색 변화(n=3)

Sampling time	Hunter's value		
	L	a	b
Early in Sept.	67.6 a	-4.6 c	41.2 b
End of Sept.	68.6 a	-2.3 bc	40.0 b
Middle of Oct.	68.4 a	0.6 ab	43.3 ab
End of Oct.	66.3 a	4.0 a	47.0 a

7) 충북에서 분재철사를 이용한 신초 유인 효과

충북에서 사과 신품종에 대한 신초 유인 효과를 제고하기 위하여 분재철사를 활용한 결과 직경 2mm를 60cm정도로 사용한 결과 농자재 비용 및 인건비와 노동시간이 절감하였다(표 8).

표 8. 사과 신초 유인 시. 분재철사의 경제적 효과

(10a 기준)	
손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가된 비용 : 21,000원 <ul style="list-style-type: none"> - 유인자재(분재철사 사용 시) ·바인더(고추)끈 대비 21,000원 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가된 이익 : 97,000~127,000원 <ul style="list-style-type: none"> - 유인자재(분재철사 사용 시) ·E클립 대비 20,000원 ·유인초 대비 50,000원 - 유인시간(노동비) 절감(분재철사 사용 시) ·바인더끈 대비 7.7시간(77,000원)
○ 추정 수익액(B-A) = 76,000~106,000원	
※ 노동비 산출(2015, 충북 농축산물소득자료집) : 시간 당 10,000원[(남 12,000원+여 8,000원)/2]	
그림 1. 분재철사(은색) 2mm, 60cm로 사과 신초 유인	표 1. 분재철사(은색)를 이용한 신초 유인 시, 경제적 효과

□ 결과 요약

- 사과 녹황색 품종별 낙과시기를 보면, ‘그린볼’품종은 8월 하순, ‘골든 델리셔스’, ‘시나노골드’ 및 ‘황옥’ 품종은 모두 9월 상순부터 시작되었으나, ‘황옥’ 품종은 10월 하순까지 누적 낙과율이 10~20%정도에 불과함.
- 사과 ‘황옥’품종의 적숙기 이후 과일특성을 보면, 10월 하순까지 과중과 당도는 증가하는 반면에, 산도와 경도는 감소하였으나 식미감은 양호하였고 착색도에서는 10월 하순까지 적색도와 황색도가 다소 증가함.
- 사과 신초 유인 시, 분재철사 직경 2mm, 60cm 길이가 경제적으로 효과적임.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

제1절 : 목표대비 달성도

당초 목표	가중치(%)	개발 내용	달성도(%)
1) 국내 육성 사과 신품종의 주산지 별 성과기 생산 특성 구명	30	1) 국내 육성 사과 신품종의 주산지 시험수의 성과기 생산 및 생육 특성 구명	30
2) 성과기 신품종 사과의 수체 및 과실 특성, 수량성 평가	50	2) 성과기 신품종 사과의 수체 및 과실 특성, 수량성 평가	50
3) 재배지 환경별 과실 품질 변화, 병해충 발생 양상 조사·분석	10	3) 재배지 환경별 과실 품질 변화, 병해충 발생 양상 조사·분석	10
4) 수확 과실의 저장성, 소비자 및 유통상인 선호도 조사	10	4) 수확 과실의 저장성, 소비자 및 유통상인 선호도 조사	10
	100%		100%

제2절 : 정량적 성과(논문게재, 특허출원, 기타)를 기술

성과지표명	연도	당초 목표 (전체)	실적	달성도 (%)	가중치 (%)
논문게재	SCI	1	1	100	10
	비SCI	2	2	100	10
학술발표	국제	-	-	-	-
	국내	4	8	200	10
정책자료 기관제출		3	1	33.3	10
영농기술·정보 기관제출		5	9	180	20
자료발간		0	1	-	-
농가 기술지도/컨설팅/현장 기술지원		15	30	200	20
홍보성과		80	352.6	440	20
계		-	-	-	-

제 5 장 연구 결과의 활용 계획

- 국내 육성 품종의 생산 현장 보급 확대를 위해 영농활용을 통한 신육성 품종별 재배기술 체계화와 지역별 특화 품종 선정 및 시범사업 추진을 통한 국내 육성 품종의 조기 정착 및 확산에 기여
- 본 과제의 후속 연구로 ‘사과 신육성 품종의 이용성 증대 연구’를 2017~2019년 동안 추진을 하여, 보급 초기 재배상 유의점 해결, 저장성 및 가공적성 검토, 가공품 개발 및 유통종사자 대상 인지도 향상 연구를 수행할 예정임

제 6 장 연구 과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

- 신품종의 적응성을 파악하여 주력 품종화하기 위해 사과 주요 재배국에서는 다양한 네트워크를 통해 각국의 육성 품종을 수집해서 현지에서 적응성 시험을 하고 있다. EU의 IFO社는 각 국의 품종을 수집해서 해당 지역에 적응성 시험을 거친 후 로열티 계약을 맺는 민간사업자이다. IFO社의 경우 육성국과 적응성시험 계약을 맺고 신품종을 도입하여 현지 적응성 시험을 거친 후 품종판매권을 판매한다.
- 일본 아오모리 과수시험장에서는 연간 공급이 가능한 숙기 체계 구축, 장기 저장, 생력재 배형 품종 등을 사과 육종 목표로 하고 있으며 3가지 분자표지(과피색, 에틸렌, 검은별무늬 병 저항성)를 이용하여 조기선발을 실시하고 있다.
- 일본 나가노현 과수시험장의 사과 육종 목표는 기온이 높은 나가노 지역에서도 착색이 잘 되고 식미가 좋으며 수확시기가 분산, 저장성이 좋고 상품과율이 높은 품종 육성이다.
- 나가노현 과수시험장에서 최근 육성된 사과 품종은 ‘Shinano Sweet’, ‘Shinano Gold’, ‘Shinano Hoppe’ 등이 있으며, 이중 ‘Shinano Gold’는 2016년부터 이탈리아 북부지방의 ‘Golden Delicious’ 대체 품종으로 보급 중이다.

제 7 장 연구 개발 결과의 보안 등급

- 해당 사항 없음

제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

- 해당 사항 없음

제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

- 연구실 안전조치를 충분히 이행하여 필요시 연구실 안전 확보를 위한 안전관리 담당자에게 수시점검을 요청하였으며, 시험포장 및 연구실 안전시설이나 장비에 관한 관리를 정기적으로 실시함

제 10 장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등)
1	논문	식미가 우수한 중과형 사과 ‘피크닉’ 육성	원예원	주저자	원예과학기술지	0.339	2015.11.01	단독	SCI
2	논문	기내에 Light-Emitting Diodes(LEDs)를 이용한 광질과 광조사 방법이 사과 토양병원균의 균사생장에 미치는 영향	충북도원	주저자	Res. Plant. Dis.	-	2016.07.01	단독	비SCI
3	논문	2013-2015년 충북에서 주요 토양병에 의한 사과나무 고사 실태	충북도원	주저자	Res. Plant. Dis.	-	2016.10.01	단독	비SCI
4	학술 발표	국내 육성 사과 신품종의 경북지역 생물계절 및 과실 품질 비교	경북도원	주저자	한국원예학회	-	2015.05.	단독	-
5	학술 발표	‘피크닉’사과의 엽과 비가 과실특성 및 수량에 미치는 영향	경남도원	주저자	한국원예학회		2015.10	단독	-
6	학술 발표	해발고도별 경남 거창지역의 ‘썸머킹’ 사과의 과실특성 및 수화적기	경남도원	주저자	한국원예학회		2015.10	단독	-
7	학술 발표	사과 신품종 ‘썸머킹’, ‘아리수’, ‘그린볼’의 저장방법 및 기간에 따른 품질 변화	경남도원	주저자	한국원예학회		2016.11	단독	-
8	정책 자료	신품종 심사를 위한 사과 특성조사 요령 오류 수정	경북도원	주저자	-	-	2016.11.	단독	-
9	영농 활용	사과 신품종 ‘아리수’의 하계 고온 피해 경감 방법	원예원	주담당	-	-	2016.12.	단독	-
10	영농 기술	사과 대목 노출 간편 조절 방법	경북도원	주저자	-	-	2016.11.	단독	-
11	영농 활용	사과 신품종 ‘피크닉’의 열과 발생 경감을 위한 적정 엽	경남도원	주저자	-	-	2014.12	단독	-

		과비							
12	영농 기술 정보	충북에서 사과 녹황색 품종 간 낙과율 및 과 일특성 경시적 변화	충북 도원	주담 당	-	-	2016.12.	단독	-
13	영농 기술 정보	사과 신초 유인 시, 분재철사를 활용한 효 율성 제고	충북 도원	주담 당	-	-	2016.12.	단독	-
14	자료 발간	사과연구소 육성 주요 사과 신품종 특성	원예원	주저 자	한국	-	2016.10.01	단독	-
15	홍보 성과	국내 육성 품종 셀머 킹의 개최 출하와 평가회	원예원	주저 자	한국	-	2016.07.30	단독	-

제 11 장 기타사항

<제1협동과제>

당초 계획	변경 내용	변경 사유
<input type="radio"/> 연구책임자(송영운)	<input type="radio"/> 연구책임자(장원철)	<input type="radio"/> 인사이동 - 원예경영연구과-1466(2015. 3. 20.)
<input type="radio"/> 연구책임자(장원철)	<input type="radio"/> 연구책임자(송영운)	<input type="radio"/> 인사이동 - 원예경영연구과-121(2016. 1. 7.)

<제3협동과제>

- 조사지역이 당초 3개소 이였으나, 2014년에 1개소(거창군 고제면 농산리: 수체 생육 부진 및 착과 저조)를 줄여 2개소를 조사하였음

<제4협동과제>

당초 계획	변경 내용	변경 사유
<input type="radio"/> 참여연구원(김익제)	<input type="radio"/> 참여연구원(신현만, 김익제)	<input type="radio"/> 원내 인사이동 (원예연구과-1762, 2014/7/21)
<input type="radio"/> 연구과제추진비 감70천원	<input type="radio"/> 연구활동비 증 70천원	<input type="radio"/> 추계 원예학회 학술발표 (원예연구과-2047, 2014/8/19)
<input type="radio"/> 연구활동비 감2,930천원	<input type="radio"/> 연구장비·재료비 증2,930원	<input type="radio"/> 원활한 과제 추진 (원예연구과-1466, 2015/06/23)
<input type="radio"/> 연구장비·재료비 감200천원	<input type="radio"/> 연구활동비 증200천원	<input type="radio"/> 학술활동 (원예연구과-683, 2016/3/16)
<input type="radio"/> 연구과제추진비 감360천원	<input type="radio"/> 연구활동비 증360천원	<input type="radio"/> 과제 효율성 제고 (원예연구과-3559, 2016/12/23)

제 12 장 참고문헌

1. Arainaoske, 1998. Fruit growth and development. Asakura Co. Tokgo. Japan. Pp. 1~8.
2. Blanke, M.M. 2008. Perspectives of fruit research and apple orchard management in Germany in a changing climate. *Acta Hort.* 772:441~446.
3. Bramlage, W.J. 1993. Interactions of orchard factors and mineral nutrition on quality of pome fruit. *ACTAHORT.* 326 : 15~28.
4. Choi, S. T, 1999. Improvement of packing and marketing in horticultural product : Establishment of the quality grades in fruit(1999). *Ann. Res. Rept.. Natl. Hort. Inst. RDA(CE ed).* Pp. 87~93.
5. Choi, S. W., D. H. Sagong, Y. Y. Song, and T. M. Yoon. 2009. Optimum Crop Load of 'Fuji/M.9 Young Apple Trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27: 547~553
6. [http://www.nc140.org.](http://www.nc140.org/), 2014
7. Im, N. and 9 other authos. 1990. Characteristics of the climatic conditions in major apple cultivation areas. Agriculture Tech nique Research Institute, RDA. P. 205.
8. Jang, H.I., H.H. Seo and S.J. Park. 2002. Strategy for Fruit Cultivation Reseach under the Changing Climate. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 20(3):270~275
9. Kay, R, 1988. Fruit culture. John Wileg & Sons. New York. P. 109~115.
10. Kim, J.K. and H.H. Seo. 2007. Causes of tree vigor weakening and occurrence of deformed fruit in 'Hongro' apple trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25 : 408~412
11. Kim, S.O., U. Chung, S.H. Kim, I.M. Choi, and J. I. Yun. 2009. The suitable region and site for ' Fuji' apple under the projected climate in South Korea. *Kor. J. Agric. & For. Meteorol.* 11:162~173.
12. Kim. J. H. and 28 other authors. 1991. Specifics in Pomology. 3rd ed. Hyangmunsa. Seoul. Korea. Pp. 47~81.
13. korea Rural Economic Institute (KREI). 2011. Agricultural perspective 2011. KERI, Seoul, Korea p. 561~571.
14. KOREA SEED & VARIETY SERVICE(www.seed.go.kr). 2016.
15. Lancaster, J. E. , J. E. Grant. C. E. Lister. and M. C. Taylor. 1994. Skin color in apple : Influence of copigmentation and plastid pigments on shade and darkness of red color in five genotypes *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119 : 63~69.
16. Marlow, G. C. and W. H. Loescher. 1984. Watercore. *Horticultural reviews* 6, 189~251.
17. Ministry of Agriculture and Forestry(MAF). 2007. 2010 Fruit census. MAF, Seoul, Korea.
18. Reay, P.F. 1999. The role of low temperaturea in the development of the red bluoh on apple fruit('Granny Smith'). *Scientia Hort.* 79:113~119
19. Rural Development Administrator (RDA). 2003. A pple Cultivation. Suwon, Korea. Seo, H. H. and H. S. Park, 2003. Fruit quality of ' Tsugaru' apples influenced by meteorological elements. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 5(4):218~225.

20. Show. J. K. 1914. A Study of Variation in apples. Massachusetts. Agr. Exp. Sta. Bul. 149.
21. Tomana Takashi. 1983. The Effect of Environmental temperatures on Fruit Maturing. J. Kor. Soc. Hort. Sci 24(4) : 276~288
22. Tromp, J. 2005. Frost and plant hardiness. p. 74~83. In: J. Tromp, J.T. Webster, and S.J. Wertheim. (eds.). Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys publishers, Leiden.
23. Tukey, L. D. 1956. Some effect of night temperature on the growth of 'Mcintosh' apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68 : 32~43.
24. Westwood. M. N. 1962. Sgravity and shape of apple pear and peach Fruit Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80 : 90~96.
25. Westwood. M. N. and D. J. Bukhart. 1968. Climate influences Shape of Delicious. American Fruit Grower 88(6) : 26.
26. www.nc140.org. 2016
27. www.nextfruitgeneration.nl, 2016
28. www.nuserynet.com. 2016.
29. www.plantandfood.co.nz. 2016
30. www.rda.go.kr. 2016.
31. Yamada, H. Morita, T. Amano, S. 2005. Water relations in fruit, leaves and stems of two apple cultivars that differ in susceptibility to watercore. The journal of horticultural science & biotechnology. 80 : 70~74.
32. Yoshaima, 1992. The Compendium of Agricultural technique, Rural Cuture Assciation. Tokgo. Japan. p. 46.
33. Yun, S.H. 1998. Climate change and its impact on agricultural ecosystem, World Grain demand-supply and measures for the 21st century. Proc. KSCS & KBS Symp. for 50th Annu. GSNU. 313~335 (Prospect and measures for agricultural development in Korea peninsular toward 21st century).
34. 강남대, 2010. 경남지역 사과 주산지별 적품종 개발. 사과시험장 시험연구보고서 Pp 94~98.
35. 강남대, 2014. 신육성 품종의 경남 거창지역 사과 시범포 조성 및 실증시험. 경남농업기술원 시험연구보고서
36. 권순일 등. 2015. 식미가 우수한 중과형 사과 '피크닉' 육성. 원예과학기술지. 33(5):784~788
37. 권순일, 김목종, 백봉렬, 남종철. 2009. 고품질 중과형 사과 신품종 '피크닉' 육성. 원예과학기술지, 27 : 123~123
38. 권순일, 김목종, 백봉렬, 남종철. 2009. 신수요 창출형 녹황색 사과 신품종 '그린볼'육성. 원예과학기술지, 27 : 123~123
39. 권은영, 정재은, 서형호, 윤진일. 2004. 전자기후도를 이용한 고품질 사과 생산 후보 지역 탐색. 한국농림기상학회지 6권 3호 170~176
40. 권현중, 2012. 사과 7~8월 과원관리. 한국과수. 한국과수협회. 7, 8월호. V 200. P. 44
41. 권현중, 권순일, 김목종, 김정희, 송양익, 박무용, 최경희, 도윤희. 2013. 사과재배.

42. 권현중, 송양익, 양상진, 정재권, 박무용, 2005. 신육성 사과품종의 성숙 생리 구명 및 숙기 환경 기술개발. Pp 1199~1205.
43. 김대현, 변재균, 최철, 최동근, 강인규. 2008. 염화칼슘, Prohexadione-Ca 및 칼슘도포 봉지에 의한 ‘감홍’ 사과의 고두병 감소. 원예과학기술지, 26(4) : 367-371
44. 김목종, 2009. 국내외 사과 생산량과 품종동향. 사과 제2호. 경북대학교 사과연구소. Pp. 5 ~13.
45. 김목종, 2009. 밀식재배형 식미우수증생종 사과 “홍소”. 한국육종학회지 41(4): 556.
46. 김목종, 2013. 국립원예특작과학원사과시험장 주요 연구 성과. 경북대학교 사과연구소. VoL 17. P. 7.
47. 김수옥, 정유란, 김승희, 최인명, 윤진일. 2009. 미래 시나리오 기후조건하에서의 사과‘후지’품종 재배적지 탐색. 한국농림기상학회지 11권 4호 162-173
48. 김현중, 1998. 사과의 재배환경이 과실특성에 미치는 영향. 사과시험장 시험연구보고서 : Pp. 447~448
49. 박기환, 신유선, 이미숙, 강지선, 박지연. 2015. 농촌경제연구원, 농업전망(I) 발표집. p524~525
50. 박윤문, 박효근, 임병선. 2011. 모의 수출 ‘후지’ 사과의 품질에 미치는 수확후 1-MCP 처리 및 CA 저장 효과. 원예과학기술지 29(3) : 224-231
51. 박윤문, 윤태명, 황명규. 2006. ‘후지’ 사과의 관능 및 저장한계기간에 미치는 저장방법과 유통 온도 분석. 원예과학기술지 24(1) 56-63
52. 사공동훈, 윤태명, 2015. 성목기 ‘후지’/M.9 사과나무의 해거리 방지와 수세안정을 위한 재식거리별 적정 착과 수준. 원예과학기술지 33(1): 1~10
53. 산업기술정보협의회편저, 1996. 사과재배. 내외출판사, Pp. 51~123.
54. 서형호. 2003. 고품질 사과 생산을 위한 기후학적 적지판정 기준. 박사학위논문. 경희대학교. Pp. 17~111.
55. 송양익, 남종철, 정재권, 2002. 사과 일소 발생 요인 구명 및 방제시험. 사과시험장 시험연구보고서
56. 新居直祐. 1998. 果實の成長と發育. 朝倉書店, 東京. Pp. 119~127.
57. 신용억, 2012. 한국의 사과육종 프로그램과 최신품종. 경북대학교 사과연구소. 사과. VoL 13. Pp. 5~9.
58. 신용억, 2015. 우리 사과 선홍 이야기. 한국과수. 한국과수협회. 11, 12월호. V 220. P 25
59. 양상진, 박정관, 송양익, 정재권, 김목종, 2004. 신육성 사과품종의 재배관리 특성 구명. No, 4
60. 윤성호 등. 2001. 기후변화와 농업생산의 전망과 대책. 한국농림기상학회지. 제3권 제4호. p.220-237.
61. 윤성호. 1993. 지구온난화 현상과 농업부문의 대응방안. 한국과학기술연구원. 기후변화가 한반도에 미치는 영향에 관한 심포지움 자료< I. 생태계, 농림업분야> p.1-29.
62. 윤태명, 2013. 이탈리아의 사례로 본 우리나라 사과 묘목 산업 선진화 방향. 경북대학교 사과연구소. 사과 VoL 17. P. 11.
63. 이동혁, 권순일, 김목종, 2004. 사과 주요병 저항성 검정기술 개발. 사과시험장 시험연구보고서 : No, 22

64. 이한찬, 1999. 사과 “후지”과실 착색에 관여하는 생리, 생태적 요인 및 착색증진, 박사학위 논문: 사과밀식재배연구 P. 47.
65. 임정남 등. 1990. 주요 과수 재배지대의 기후특성. 농촌진흥청 농업기술연구소. p. 205.
66. 정경호, 2014. 사과 중소과 생산에 따른 문제점과 앞으로의 전망. 한국과수. 한국과수협회. 7, 8월호. V 212 Pp 20~23
67. 정유란, 서희철, 윤진일. 2003. 구릉지 과원의 고도에 따른 기온변이. 한국농림기상학회지. 5(1):43-47
68. 정재권 외 13인, 2003. 농촌진흥청. 사과재배. P. 443
69. 최동근, 오성도, 한광수. 2001. 야간온도가 성숙전 사과 과육연화에 미치는 영향. J. Kor. Soc.Hort. Sci. 42(6) : 717-720
70. 최인명, 한점화, 김승희, 조정건, 순인창, 도경란. 2011. 기후변화에 따른 재배적지 이동 과 재배적 대응방안. kor. J. Hort. Technol. 29.(Suppl. I) : 39
71. 한국농촌경제연구원, 2015. 농업전망 2015. Pp. 176~177
72. 홍윤표, 이승구, 2003. 한국에서 재배된 사과 4품종의 적정 CA 저장 농도 설정. 원예과학기술지 21(4): 316~320)
73. 黑上太治, 1967. 果樹園藝各論. 養賢堂, 東京.

주 의

1. 이 보고서는 농촌진흥청에서 시행한 「FTA대응경쟁력향상기술개발사업」의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농촌진흥청에서 시행한 「FTA대응경쟁력향상기술개발사업」의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

* 예산사업명은 과제 종료년도에 지원한 세부사업을 기재함