

최 종
보 고 서

딸기의 수확 및 유통기술 연계 시스템 개발

Improvement of Strawberry Harvest
and Marketing System

충남대학교 농과대학

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “딸기의 수확 및 유통기술 연계시스템 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 1. .

주관연구기관 : 충남대학교

총괄연구책임자 : 황 용 수

협동연구기관 : 딸기시험장

협동연구책임자: 서 관 석

오 세 현

연 구 원 : 권 용 대

정 석 기

이 석 호

여 백

요 약 문

I. 제 목

딸기의 수확 및 유통기술 연계시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

딸기는 육질이 약하여 수확, 선별, 및 수송과정에 물리적 손상을 받기 쉬워 생산 이후 품질저하가 심한 작물의 하나이다. 현재의 국내의 실정에서는 유통기간이 1~2일에 불과하여 생산된 딸기가 최종 소비에 이르지 못하고 폐기되는 사례가 흔히 관찰된다. 또한, 신선도 저하와 농약안정성에 대한 소비자들의 의구심이 강하여져 딸기의 소비를 기피하는 현상도 있다.

한편 일본은 딸기의 소비가 증가하는 추세이나 노동집약적 시설채소인 관계로 생산량 증가에 한계가 있어 외국으로부터 신선 딸기의 수입이 증가하고 있다.

이러한 관점에서 다른 농산물과 마찬가지로 신선 딸기의 대일본 수출가능성이 높으며 부패가 쉬운 딸기의 수출이 기술적으로 가능할 경우 다른 농산물 수출에 대해 이용할 수 있을 것으로 판단된다. 그 동안 수확 후 관리가 쉬운 냉동딸기의 대일본 수출이 주로 이루어져왔으나 중국산 냉동딸기의 수입으로 가격경쟁력을 상실하고 있어 제한적으로 일본에 대한 신선수출이 이루어지고 있다. 그러나 수송기간이 비교적 짧은데도 불구하고 수출과정에서 품질악화, 부패 등의 원인으로 계절에 따라 수출 딸기의 품질안정성에 많은 진폭을 나타내고 있으며, 이러한 원인으로 수출한 딸기에 대한 크레임이 증

중 제기되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 쌀의 국내 유통 및 수출을 위한 실용적인 기술을 개발하고자 실시하였다.

본 연구는 시작 년도에 농약사용량 감소를 위한 방안과 쌀 가공품생산을 통한 부가가치 창출에 대한 연구를 함께 진행하였으나, 1차년도 이후 중단하였다. 따라서 1차년도에 얻어진 결과는 부록에 수록하였다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

1. 수확전 처리에 의한 쌀의 신선도 증진 방안

수확전 천연화합물 처리로 쌀의 신선도를 증진시킬 수 있는 가능성을 찾고자 키토산, 바이오세라믹, 및 칼슘화합물의 수확전 처리효과를 비교하고 이들 처리를 단순화시킬 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 또한 농가실증 실험을 통하여 그 효과를 구명하고자 하였다.

또한 수확전 처리와 수확 후 이산화탄소 병행처리에 의한 상가적 효과를 검토하였다.

2. 소포장 소재 및 용기 유형에 따른 상온 유통 중 품질 검토

국내 소포장 쌀의 신선도 증진을 위한 적합한 포장소재 및 용기 유형을 검토하여 관행의 소포장 쌀 유통을 개선하고자 하였다.

3. 쌀의 예냉이 모의 유통중 품질에 미치는 영향

예냉한 딸기의 모의 유통조건에서 품질유지기간을 구명하므로 적절한 예냉시간 및 온도조건을 찾고자 하였다.

4. 이산화탄소 처리의 단순화 및 효과 검토

이산화탄소 적정 처리농도 및 시간을 구명하여 수출 및 내수용 딸기의 신선도 및 경도를 증진시킬 수 있는 간편한 방안을 모색하고자 하였다. 이들 처리가 모의 유통조건에서의 효과를 검토하고자 하였다.

5. 딸기의 국내재배 및 수확 후 유통실태 조사

현재 딸기 재배 및 유통실태를 조사하여 문제점을 파악하고 이를 개선하기 위한 방안을 모색하고자 하였으며 본 연구에서 얻어진 결과의 활용을 위한 접목가능성을 검토하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 딸기의 신선도 증진을 위한 수확전 처리를 비교한 결과, 키토산과 바이오세라믹 처리는 엽면살포 및 토양관주에서 부패감소 및 경도 증진측면에서 모두 효과적이었으나, 농가실증을 위한 토양 관주시 1회 관주 직후보다 4일 경과 후 처리한 약제가 식물로 이행되어 그 효과가 나타났으나 엽면살포보다 효과가 적었다. 대체적으로 농가실증시험에서는 엽면살포 또는 규격화된 용기내 처리보다 효과가 적은 것으로 나타났다. 그러나 엽면살포를 수확 1-2주전부터 실시할 경우 부패과율 및 과색유지에 유리하였다.

2. 국내 시판용 소포장 출하시 PVC랩을 이용할 경우 다른 자재보다 신선도 유지에 유리하여 소포장 방법의 개선이 있어야 할 것으로 판단되었다. 특히 PVE 랩을 이용할 경우 피복재에 결로가 발생하지 않아 유리하였다.

3. 관행출하규격인 8Kg의 큰 용기포장은 선별 및 포장작업시 과실의 물리적 상처를 증가시키고 또한 그 증상을 심화시키므로 반드시 개선되어야 할 사안으로 확인되었다. 또한 관행적인 수확 및 선별방법은 상과발생을 출하전 상처과 발생을 높이므로 수확과 선별을 동시에 실시하여 상과발생을 줄이는 것이 필요하였다.

일부 냉장차량을 이용한 저온수송은 관행의 수확 및 수확 후 처리에서는 큰 효과를 보지 못하는 것으로 판단되었다. 따라서 수확, 선별 및 포장의 단순화와 수확한 과실의 조기 예냉이 신선 딸기 유통력 증진에 시급한 사안으로 구명되었다.

4. 이산화탄소와 예냉은 과실의 신선도 유지에 효과적인 수단이며, 특히 수출용 과실에 있어서는 이러한 처리를 단순화하는 작업이 필요할 것으로 예상된다. 그러나 과실의 숙기에 따른 반응에 있어 과숙한 과실(100% 착색과)은 적숙과(80% 착색)에 비하여 효과가 적었으므로 수확시기 결정에 농가의 주의가 요망되었다.

과숙한 과실의 경우 수확시 이미 물리적 상처를 받는 경우가 많아 예냉 등의 효과가 감소하였다.

5. 이산화탄소 처리는 20% 농도로 계속 처리하는 것이 가장 바람직하였으나 농가의 실정을 고려할 때, 처리를 이산화탄소 60%의 경우 2~3시간, 100%의 경우 1-2시간처리로 단순 저온 예냉처리보다 신선도(과색, 경도, 부

패) 유지 측면에서 우수하였다. 수확 후 처리를 단순화시키기 위하여 100% 이산화탄소를 1-2시간 처리할 경우 농가에서 고가의 장비를 추가로 구입하지 않고 보유 중인 야냉 육묘시설 등을 이용하여 처리가 가능하므로 농가 보급에 적합한 기술로 판단된다. 이러한 단순처리의 신선도 유지 효과는 모의 유통 단계별 품질조사에서 확인되었다.

5. 종합적으로 고려 할 때 딸기의 수확 후 신선도 유지는 수확과 선별, 포장 단계에서부터 개선되어야 하며, 최근 소포장 출하가 늘고 있는 점을 고려할 때 본 연구에서 확인된 예냉, 이산화탄소 처리 등을 병행하여 수확 후 처리 방안으로 도입할 경우 국내 출하용은 물론 일본 수출력을 증대시키는데 기여할 것으로 예상된다.

본 연구 수행에서 얻어진 결과를 예냉시설을 보유한 중 농가를 중심으로 충남농촌진흥원원, 또는 농협 등의 기관과 협력하여 기술을 보급할 예정이다.

SUMMARY

This study was conducted to improve the postharvest quality of strawberries through several pre- and/or post-harvest treatments including preharvest application of chitosan and bioceramic, cooling of harvested strawberries, and postharvest treatment of CO₂.

1. Preharvest treatments examined in this experiment were appeared to be effective on the enhancement of freshness of strawberries. Between treatments, foliar application of chitosan and bioceramic was more effective in the increase of firmness than that of soil drench. Soil drench of the above chemicals required approximately 7 days for the translocation to plants.

2. Wrapping of harvested strawberries using PVC film contributed to increase the market quality through preventing the formation of sweetening inside packing container.

3. Traditional harvest, sorting, and packing procedures were found to be resulted in the significant increase of physical damage on strawberry fruits. Physical damage occurred severely in soft strawberry cultivars. Unified procedure of harvest, sorting, and packing effectively reduced physical damage of fruits, resulting in the increase of market period.

3. Marketing duration of strawberries reduced 1 to 2 days when cooling was delayed 8 hours.

4. Low temperature storage of strawberries at 0~1°C extended the fruit quality up to 4 days in 'Nyoho' cultivars. However, the combined postharvest application of CO₂ significantly increased the firmness of fruits up to 28% without adverse effect. Fresh quality of 'Nyoho' strawberries remained maximum 9 days under the environment of 20% CO₂. The application of 100% CO₂ for 1~2 hours also effectively increased the firmness and, thus, extended the marketing period.

Results showed that there is a strong possibility of strawberry export to Japan when fruit were harvested at stage of 70~80% coloration and the postharvest technology of cooling and CO₂ application was introduced to the export process using the cooling facilities for the nursery stocks.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	14
Chapter 2. Materials and Methods.....	16
1. Plant materials	16
2. Effect of preharvest treatments on the quality of strawberry	16
3. Effect of unified procedure in harvest, sorting, and packing on the occurrence of physical damage and quality in strawberries	17
4. Postharvest treatments	17
5. Quality analysis	18
Chapter 3. Results and Discussion.....	20
Part 1. Improvement of strawberry freshness through preharvest treatments	20
1. Effect of preharvest treatments on the quality of strawberries.....	20
2. Preharvest treatments of chitosan and bioceramic in field.....	26
3. Effect of CO ₂ application on strawberries preharvest-treated with chitosan and bioceramic.....	34

Part 2. Effect of unified procedure of harvest, sorting, and packing on
the quality of strawberries.....44

1. Effect of undefined procedure in harvest, sorting, and packing on
quality of strawberries44

2. Effect of precooling on the quality of strawberries.....51

Part 3. Improvement of strawberry quality through simulated cooling
transport.....67

1. Low temperature storage prior to simulated shipment.....67

2. Effect of postharvest treatments for increasing freshness during
simulated export.....69

3. Effect of short-term application of CO₂ on the quality of
strawberries.....83

Part 4. Study of strawberry industry in Korea.....93

1. Estimation of strawberry production and market demand.....93

2. Study of strawberry production and marketing technology.....98

Chapter 4. Summary109

Chapter 5. Literature cited111

Appendix117

목 차

제 1 장. 서 론	14
제 2 장. 재료 및 방법.....	16
1. 공시재료	16
2. 수확전 처리가 딸기 신선도에 미치는 영향	16
3. 수확, 선별, 포장 일관화 처리	17
4. 수확 후 처리	17
5. 품질분석	18
제 3 장. 결과 및 고찰.....	20
제 1 절. 딸기의 수확전 처리를 통한 신선도 증진 방안.....	20
1. 몇 가지 수확전 처리가 딸기의 수확 후 신선도에 미치는 영향....	20
2. 수확전 처리의 농가 실증연구.....	26
3. 수확전 처리와 수확 후 이산화탄소 처리가 신선도에 미치는 영향	34
제 2 절. 딸기의 수확, 선별, 포장의 일관화 작업이 품질에 미치는 영향	
1. 딸기의 수확, 선별, 포장의 체계적 일관화 작업 연구.....	44
2. 딸기의 예냉처리 방안 연구	51

제 3 절. 딸기 수송력 증진을 위한 예냉 수송 효과 비교	67
1. 모의 수출전 저온저장성 검토	67
2. 수출용 딸기 신선도 유지를 위한 수확 후 처리방안	69
3. 딸기의 수확 후 이산화탄소 처리 단순화 방안	83
제 4 절. 딸기 산업의 실태 조사.....	93
1. 딸기 수급동향과 예측	93
2. 딸기 재배농가의 생산 유통 실태 조사	98
제 4 장. 적 요	109
제 5 장. 인용문헌	111
제 6 장. 부 록	117

제 1 장. 서 론

우리나라의 딸기 재배는 1960년대부터 '보교조생'을 중심으로 재배되기 시작하여 계속 재배면적이 증가하는 추세를 보이고 있어 1996년의 재배면적은, 7,143ha, 생산량은 170,089M/T에 달하고 있다(농업통계, 1996). 충남 논산 지방을 중심으로 딸기 재배가 주로 이루어졌으나 현재는 경남 거창, 전남 담양 등지에서도 집약적인 재배가 이루어지고 있으며, 품종과 재배작형이 다양하게 분화되어 있다.

딸기는 과육이 연약하여 수확, 선별 및 유통과정에서 물리적 상처에 의한 손상을 쉽게 받아 품질이 악화되거나 상처부위를 통한 미생물 감염으로 부패되기 쉬워 수확 후 관리가 어려운 작물의 하나이다(2, 31). 따라서 현재 국내 실정에서는 유통기간이 1-2일에 불과하여 생산한 딸기가 최종 소비에 이르지 못하고 폐기되는 사례도 흔히 관찰된다.

이러한 수확 후 관리의 어려움을 해결하기 위하여 다양한 수확전 또는 수확 후 처리방안이 연구되어 있는데 이러한 처리에는 수확전 칼슘의 엽면살포(4, 6, 26) 또는 수확 후 예냉(1, 2, 3, 10, 23), 열처리(11) 및 CA 처리기술(25, 27, 28, 29) 등이 포함된다. CA 처리 효과는 다양한 작물에서 부패를 억제시키고 호흡률을 감소시키며 과실의 연화를 지연시키는 등의 효과가 인정되어 농업선진국에서는 이러한 수확 후 관리 기술을 실용적으로 사용하고 있다.

딸기는 고농도의 이산화탄소에 대한 내성이 강한 작물로 알려져 있어(17), 고이산화탄소 처리에 의한 딸기의 수송중 변패율 지연시키고자 하는 방안이 다양하게 모색되고 있다. 그러나 우리나라 농가 실정을 고려할 때 보고된 연구결과를 그대로 적용하기 어려운 실정이며 우리 농가 실정에 적합한 단

순한 처리기술 개발이 필요하다. 또한 고농도의 이산화탄소 처리가 부적절할 경우 이취를 발생시켜 상품성이 저하되는 문제가 있으므로(12) 이러한 문제점을 해결할 필요가 있다.

· 한편 일본은 연간 700억불 이상의 농수축산물을 수입하는 나라로 농산물 시장이 매우 큰 경제적 구조를 지니고 있다(5, 18). 딸기의 경우 노동과 자본을 집약적으로 활용하여 생산하는 시설원예작물로 재배면적과 생산량 증대에는 한계가 있다. 따라서 일본의 딸기의 소비는 증가하는 추세이나 국내 생산량에 한계가 있어 해외에서 수입하는 신선 딸기의 비중이 높아지고 있다. 우리나라의 대일본 딸기수출은 주로 취급하기 쉬운 냉동딸기에 비중을 두고 있었으나 최근 신선 딸기의 수출이 시작되고 있다. 그러나 가격면에서는 경쟁력을 지니고 있지만 수확 후 관리 기술의 미흡으로 딸기와 같은 연약과실의 대일본 수출은 지극히 제한적으로 이루어지고 있을 뿐이며 시기에 따라 수송기간 짧은데도 불과하고 품질악화, 부패 등의 원인으로 수출한 딸기에 대하여クレーム이 제기되는 사례가 있다.

따라서 본 연구에서는 딸기 과실의 국내 유통시 과실의 신선도 유지와 대일본 수출 안정화를 위하여 우리 실정에 적합한 수확전후의 관리기술을 개발하고자 하였다.

제 2장. 재 료 및 방 법

1. 공 시 재 료

충남 논산 지역에서 반촉성재배 작형으로 재배중인 농가포장에서 수확전 처리를 실시하였으며 일부 연구는 딸기시험장 포장에서 재배중인 딸기를 공시하였다. 수확 후 처리는 딸기는 재배농가의 수확일에 직접 수확하거나 수확한 과실을 당일에 구입하여 실험실로 수송한 다음 실험에 공시하였다. 1차년도 실험은 '보교조생', '여봉'과 '수홍'을 대상으로 실시하였고 그 후의 실험은 '여봉'과 '수홍'을 대상으로 삼았다.

2. 수확전 처리가 딸기 신선도에 미치는 영향

수확전 처리는 농가포장이나 딸기시험장 실험포장에서 성숙기에 접근한 작물을 대상으로 실시하였는데 처리 약제 중 키토산은 분자량에 따라 고분자키토산(MW 100,000-150,000), 키토메이트(금호화성) 3% 용액 및 올리고키토산(MW 500-5,000) 2.3%를 사용하였다. 또한 염화칼슘, 바이오세라믹(녹색바이오)이었으며 약제 처리는 엽면살포 또는 토양관주 방식을 취하였다.

처리후 수확한 과실은 정해진 수확시기에 속도가 80% 진전된 과실을 수확하여 선별한 다음 소포장용 스티로폼 접시에 담아 관찰하였다. 포장을 마친 과실은 경우에 따라 상온 또는 저온에 두고 경시적으로 품질과 부패율을 조사하였다.

토양관주시에는 농가에서 관수시 이용하는 분수호스에 약제통을 연결하여 동력모터를 이용하여 관수 대신 약액을 흘려보내 주었으며 대조구는 지하수

를 관수하였다.

3. 수확, 선별, 포장 일관화 처리

딸기의 상처 발생단계를 살피기 위하여 관행방법으로 수확한 과실과 수확과 더불어 포장한 용기에 선별, 포장한 과실을 나누어 수확한 후 실험실로 수송하여 실험에 공시하였다. 포장용기는 농가관행 8kg 대포장(스치로폼 상자)과 2kg 소포장(골판지 상자)을 이용하였으며, 모의 수송시에는 수출용 용기를 구입하여 동일한 방법으로 300g단위로 소포장 용기에 포장한 다음 이를 2kg 골판지상자에 담아 실험에 공시하였다.

수확시 선별은 대, 중, 소 3단계로 구분하여 수확하였고, 수확과 동시에 포장용기에 담거나 또는 관행적으로 수확하여 선별한 과실을 동일한 용기에 담아 조사하였다.

과실의 수확기 숙기가 신선도에 미치는 영향을 살피기 위해서는 과실의 착색도를 기준으로 100% 착색, 80% 착색 및 60% 착색과로 구분하여 수확한 다음 실험에 공시하였다.

4. 수확 후 처리

예냉은 저온 챔버(내부용적 500L) 또는 5평 규모의 저장실을 이용하여 실시하였고 다점 온도 측정계를 이용하여 과실의 품온 변화를 조사하였다.

이산화 탄소 처리는 15% CO₂가스를 이용하거나 가스믹서를 이용하여 일정 농도의 가스를 조합한 다음 처리하였으며 일부 실험에서는 350L의 챔버를 제작하여 100% CO₂ 가스를 공급하여 시간별로 처리를 마친 다음 저온

에 보관하며 단계별로 과실을 꺼내 품질변화를 조사하였다.

수송단계별 딸기의 품질을 조사하기 위하여 농가에서 시장 출하되는 시간을 확인하여 유통단계별로 시간 간격을 두어 과실의 품질을 조사하였다. 수출과정에서 딸기의 신선도 변화를 조사하기 위하여 처리를 마친 과실은 주어진 조건에 두며 각각의 모의 수송단계를 부여하여 각각의 단계에서 품질을 조사하였고 일부 실험에서는 처리를 마친 과실을 대형 스티로폼 상자에 담아 보냉조건에서 항공편으로 일본 청과물 수입상사에 보내 현지인의 품질 평가를 받았다.

모의 수출을 위하여 처리한 조합은 본분 중에 기술하였다.

기타 모의 수송조건을 부여할 경우에는 수송 시간별로 온도 변화를 주었으며 각각의 단계에서 과실의 품질을 조사하였다. 모의 유통시에는 저장한 과실을 상온에 24시간 노출 시킨 후 과실의 품질 변화를 조사하였다.

5. 품질 분석

외관 품질은 1차적으로 육안으로 물리적 손상 정도, 과피면의 색택, 기타 전반적인 모습을 관찰하여 우수, 양호, 및 불량으로 구분하여 등급을 결정하였다.

육안으로 관찰한 과실 색택은 과피가 회홍색을 변화된 부위가 5mm를 이상일 경우 변색과로 구분하였고 변색과율이 30%을 넘을 경우 상품가치를 완전히 상실한 것으로 판단하였다.

과실색도는 색도차계(Minolta CR-200)를 이용하여 Hunter value로 나타내었으며 과실 경도는 휴대용 경도계(KM-1, Japan)를 이용하거나 rheometer (Compac-100, Sun Scientific Co. LTD., Japan)을 이용하여 직경 5mm tip으로 측정하여 kg으로 표시하였다. 일부 시험에서는 휴대용 경

도계의 tip을 10mm를 사용하였으며 실험내용에 표기하였다.

고형물 함량은 과즙을 채취하여 4겹의 cheese cloth로 거른 다음 굴절당도계 (PR-100, Atago, Japan)으로 측정하였다. 적정산 함량은 과즙을 희석하여 0.1N NaOH로 적정한 다음 구연산 함량으로 나타내었으며, 일부 실험에서는 과실산도계(AC-1000, Maxam, Japan)으로 측정하여 %로 표시하였다.

가용성 당류는 80% 에타놀을 가하여 조직을 마쇄한 다음 60℃에서 2회 추출하여 여과한 후 여과액의 총당 및 환원당 함량을 조사하였다. 총당은 phenol- sulfuric acid법으로 비색정량하였으며 환원당은 2-cyanoacetamide 법을 이용하여 측정하였다.

호흡량은 밀폐된 용기에 일정량의 과실을 담아 주어진 온도조건에서 2시간 가스를 포집하여 GC(TCD, Shimazu, Japan)으로 분석하였으며, 일부 실험은 휴대용 가스측정기(Oxycarb 4, Isocell Co., Italy)를 이용하여 조사하였다. 에틸렌발생량은 GC(FID, Shimazu, Japan)으로 분석하였다.

이산화탄소 처리시 조합한 가스의 농도를 계산한 다음 GC를 이용하여 농도를 확인하여 처리하였다. 가스조합은 본 연구수행중 가스믹서를 제작하여 이용하였는데 모세관 튜브의 길이와 압력을 조절하여 혼합가스를 발생시키도록 하였다. 일부 실험에서는 100% CO₂를 밀폐용기(350L)에 연결하여 시간별로 처리하였고 처리를 마친 과실은 상온 또는 저온에 저장하여 경시적으로 품질을 비교하였다.

제 3장. 결 과 및 고 찰

제1절. 딸기의 수확전 처리를 통한 신선도 증진 방안

1. 몇가지 수확전 처리가 딸기의 수확 후 신선도에 미치는 영향

딸기는 과육이 연약하여 쉽게 물리적 상처에 의한 품질저하가 발생하는 점을 감안하여 수확전 처리를 통하여 경도를 증진시키므로 유통기간을 확대하고자 본 연구를 실시하였다. 수확전 처리로는 고분자 키토산, 바이오세라믹, 및 칼슘의 토양관주 및 살포처리 효과를 비교하였다.

1차년도 수확전 처리조합은 다음 표 1과 같다.

표 1. 딸기 여봉의 수확전 처리조합

구분	처리재료	농도	처리시기
1	무처리	--	---
2	고분자키토산(2.3%)	500배	수확 14일전 주당 50ml 토양관주
3	올리고키토산(2.3%)	500배	수확 7,14일전 주당 10ml 엽면살포
4	CaCl ₂ (95%)	200배	수확 14일전 주당 10ml 엽면살포
5	CaCl ₂ (95%)	200배	수확 7,14일전 주당 10ml 엽면살포
6	바이오세라믹	1,500배	수확 14일전 주당 50ml 토양관주

칼슘 또는 키토산의 수확전 처리는 딸기의 경도를 증가시키거나(4, 6) 부패를 억제시키는 효과(8)가 보고되어 있어 이들 물질의 수확전 처리가 변색과 발생에 미치는 영향을 검토한 결과 관행구에서는 수확 후 1일에 선택이 약간 회홍색으로 변한 과실이 26.7%이었고, 저장기간은 1일에 불과하였으나 키토산, 바이오세라믹처리는 3일간 상품가치를 유지하여 우수하였다.

표 2. 수확전 처리가 '여봉' 딸기의 과실 품질에 미치는 영향

처리 번호	경도 (kg)	당도 (°Brix)	산도 (%)	부패 (%)	수확 후 일수					
					1	2	3	4	5	6
변색과율(%)										
1	0.44	9.9	0.66	24.4	26.7	40.0	51.1	60.0	68.9	86.7
2	0.50	10.2	0.65	13.3	11.1	24.4	28.8	53.3	55.6	69.9
3	0.48	10.7	0.70	13.3	13.4	17.8	29.7	46.7	53.3	77.8
4	0.47	10.1	0.70	11.1	17.8	26.7	37.7	55.6	66.7	73.3
5	0.51	9.9	0.69	6.7	11.1	22.2	31.1	48.9	55.5	60.0
6	0.52	10.5	0.68	4.5	8.9	15.5	28.8	49.1	53.3	62.2

주) 처리내용은 표 1과 동일. 저장온도 : 18°C ± 1°C.

과실 경도는 키토산 토양관주, CaCl₂염면살포, 바이오세라믹 토양관주시 무처리보다 우수하여 수출용 과실에 대한 수확전 처리로 활용할 가치가 있었다. 부패과 발생을 또한 전술한 처리의 경우 4.5~13.3%에 불과하였으나 무처리의 경우 24.4%로 현저히 높았다.

포장소재 및 방법에 따라 딸기의 품질변화가 있는 것으로 알려져 있으며 (9, 10), 국내에서는 주로 스티로폼 접시에 과일을 담아 랩으로 포장하는 방법을 사용한다. 따라서 포장소재별 특성을 조사하였다.

수출용 과실의 경우 300g 용기에 소포장을 하여 2kg의 골판지 상자에 담아 수출하고 있는데 본 연구는 국내에서 활용하는 소포장 용기의 수출용 과실에 대한 활용방안을 모색하기 위하여 실시하였다.

포장소재 및 유형별 처리조합은 다음 표 3과 같다.

표 3. 소포장 소재별 처리 조합

구분	포장용기	피복재료 및 방법	비고
1	스티로폼접시	PVC랩	-
2	스티로폼접시	PE 랩	-
3	투명 PET접시	PE 랩 부분접착	-
4	투명 PET접시	PVC랩 밀폐	-
5	PVC 상자	동일재료 덮개	덮개상단 통풍구
6	골판지 상자	동일재료 덮개	-

포장 유형별로는 투명 PET접시에 PVC랩을 밀봉한 경우 신선도 유지기간이 가장 길었고 현재 많이 사용하는 스티로폼 접시를 이용할 경우에도 PE랩보다는 PVC랩으로 밀봉처리가 신선도 유지에 효과적이었다(표 4). 밀봉포장시 포장용기내 축적된 탄산가스의 축적정도를 조사하진 못하였지만 밀봉포장 소재에 따른 가스 투과성에 차이가 있을 것으로 판단되어 처리간 차이는 용기내 MA조성상태의 차이에 기인된 것으로 추정되었다.

수출용 딸기의 포장방법인 투명 PET접시에 과실을 담아 부분접착을 하여 포장한 경우 처리 4일에 33.4%의 부패과가 발생하였는데 국내시판의 경우 훈증이 불필요하지만 수출시에는 수입국 검역과정에서 훈증처리를 실시하므로 완전 밀봉처리는 활용할 수 없을 것으로 판단되었다. 따라서 수확전 처리와 예냉을 통한 신선도 유지방안이 모색되어야 할 것으로 판단된다.

색택은 스티로폼이나 PET용기에 PVC랩 밀폐시 좋았으며 통기가 잘되는 PVC상자나 골판지 상자에서는 과실표면이 건조됨과 더불어 과피색이 변화하여 외관상의 품질이 낮아진 결과를 보여주었다(표 4). 부패과율도 PVC랩 밀봉시 월등히 낮아 현재의 소포장방법을 개선할 필요가 있었다. 특히 PE랩 밀폐시에서는 밀폐포장재에 결로현상이 발생하여 불리하였다.

표 4. 포장조건에 따른 딸기 과실 외관, 감모율 및 부패율 변화

처리 번호	색택			외형			감모율		부패과율(%)		
	2일	4일	6일	2일	4일	6일	2일	4일	2일	4일	6일
1	2.0	3.3	4.9	8.0	4.6	2.7	1.4	3.1	0	18.2	57.6
2	1.7	3.6	5.0	8.0	4.0	2.0	0.6	1.3	0	27.3	78.8
3	2.0	3.6	5.0	7.3	4.0	2.0	2.0	5.6	0	33.4	81.8
4	1.3	3.0	4.3	8.0	6.0	3.3	1.4	2.7	0	21.2	48.5
5	3.0	4.0	5.0	6.0	4.0	2.0	1.9	4.1	0	36.3	75.7
6	2.3	4.0	5.0	6.7	3.3	2.0	2.9	6.2	0	37.9	84.7

주)신선도는 색택 등으로 조사하였으며 10(우수)에서 0(불량)으로 평가하였음. 4이하는 상품가치를 상실한 것으로 간주함. 색택은 1(선홍색)에서 5(흑적색)로 구분함. 처리 내용은 표 3과 동일

당 및 산함량의 변화는 대체적으로 저장일수가 길어질수록 모든 처리에서 당도는 낮아지고 산도는 높아지는 경향을 보여주었는데(표 5), 그 중 스티로폼이나 PE용기에 PVC랩을 밀봉한 경우 당도저하가 적고 반면에 산함량은 낮게 유지되어 당산비가 높게 유지되었다. 따라서 국내 시판을 위한 소포장에서는 PVC랩을 이용한 소포장 용기의 완전 밀폐 포장에 적합하였다. 최근 미국 등지에서도 폴리프로필렌 용기를 이용한 딸기의 소포장 방식이 도입되어 활용되고 있으며, 이러한 포장방식이 과실의 선도유지에 효과적인 것으로 확인되어 국내 시판 딸기도 금후로는 선도 유지와 부가가치 증진을 위하여 소포장 방식이 활용되어야 할 것으로 예상된다.

표 5. 포장조건에 따른 딸기 과실의 품질 변화

처리 번호	당도(°Brix)			산도(%)			당/산비		
	저장전	2일	4일	저장전	2일	4일	저장전	2일	4일
1	9.0	7.8	7.5	0.88	0.89	0.970	10.2	8.8	7.7
2	9.0	7.6	7.3	0.88	0.88	0.960	10.2	8.6	7.6
3	9.0	7.7	7.2	0.88	0.93	0.100	10.2	8.3	7.2
4	9.0	7.9	7.5	0.88	0.90	0.940	10.2	8.8	8.0
5	9.0	7.6	6.9	0.88	0.95	0.990	10.2	8.0	7.0
6	9.0	7.6	7.3	0.88	0.95	0.104	10.2	8.0	7.0

주)처리내용은 표3와 동일함

2. 수확전 처리의 농가 실증 연구

1차년도 실험에서 수확전 토양처리 중 키토산과 바이오세라믹 처리가 비교적 우수한 것으로 밝혀져 농가를 대상으로 두 약제를 토양관주를 실시하였고, 처리 7, 14일에 각각 수확하여 상온에 두고 품질변화를 조사하였다.

과실의 외관 품질은 '여봉'의 경우 상온저장 2일까지 우수한 편이었는데 처리간의 차이는 명확하지 않았다(표 6). 대체적인 약제 처리효과는 처리후 일수에 따라 차이가 있어 약제의 관주효과는 처리 후 7일보다는 14일에 수확한 과실에서 더욱 우수한 것으로 나타났다.

과실의 부패정도는 품종간에 많은 차이를 보여주어 동일한 수확일에서 '여봉'보다 '수홍'의 부패가 심하였다. 약제처리의 효과는 '여봉'에서만 일부 관찰되었을 뿐 수홍의 경우 이러한 효과가 관찰되지 않았다(표 7).

과실 경도 또는 Hunter value를 조사한 결과에서도 처리간 명확한 차이를 보여주지 않았고 전반적으로 살필 때 1차년도에 비하여 전반적으로 그 효과가 우수하지 않았다.

이러한 결과는 농가재배 토양조건에서 1회 관주로 약제가 충분히 식물로 전류되지 못하여 얻어진 결과일 가능성이 있어 2차 실험을 실시하였다. 본 실험에서는 8일 간격으로 2회에 걸쳐 토양관주를 실시하고 수확일을 달리하여 품질을 비교하였다.

표 6. 고분자 키토산 및 바이오세라믹 관주처리가 딸기 수확 후 신선도에 미치는 영향

수확일 (처리후 일수)	처 리	저장기간(일)		
		0	2	4
			<u>여봉</u>	
	무 처 리	10	9.3	-
7	키토산	10	9.4	-
	바이오세라믹	10	9.6	-
	무처리	10	9.6	7.1
14	키토산	10	9.5	7.3
	바이오세라믹	10	9.6	7.7
			<u>수홍</u>	
	무처리	10	6.0	3.8
7	키토산	10	6.3	3.2
	바이오세라믹	10	6.4	4.5
	무처리	10	9.5	7.2
14	키토산	10	9.6	7.5
	바이오세라믹	10	9.7	7.3

주) 신선도는 10(매우 양호) - 0(상품성 상실)로 구분하여 표시하였으며
과실은 상온(18℃)이 보관하였다.

표 7. 고분자 키토산 및 바이오세라믹 관주처리가 딸기 수확 후 부패를에 미치는 영향

수확일 (처리후 일수)	처 리	저장기간(일)		
		0	2	4
			<u>여봉</u>	
	무 처 리	0	12.5	20.8
7	키토산	0	6.3	12.6
	바이오세라믹	0	4.1	12.5
	무처리	0	3.3	3.3
14	키토산	0	0	0
	바이오세라믹	0	0	0
			<u>수홍</u>	
	무처리	0	3.3	33.3
7	키토산	0	3.3	36.3
	바이오세라믹	0	0	36.6
	무처리	0	0	0
14	키토산	0	0	0
	바이오세라믹	0	0	0

전체적인 외관품질은 처리간에 일정한 경향을 보여주지 않았으나 '여봉'의 경우 수확 후 4일 외관품질은 대조구에 비하여 우수하였다(표 8). 그러나 표본간 편차가 비교적 심하였던 것으로 판단된다.

과실 부패율은 조사기간 중 모든 처리구에서 부패된 과실이 적었는데, 대조구에서만 수확 후 4일에 '여봉'에서 5%, '수홍'에서 10%의 부패율을 보여주었을 뿐이었다(표 9).

과실 경도는 1회 처리 후 8일에 수확한 과실에서 키토산 및 바이오세라믹에서 모두 경도가 높게 측정되었으며 차이는 적었으나 처리구의 다소 높은 수준으로 수확 4일까지 유지되었다(표 10).

고형물 함량은 수확시기에 따라 큰 편차를 보여 대조구를 포함한 모든 처리구의 1회 처리 8일에 수확한 과실의 고형물 함량이 낮았다(표 11). 또한 키토산 처리구의 고형물 함량이 다른 처리에 비하여 낮게 측정되었는데 그러한 원인이 토양에 관주한 약제의 영향에 의한 것인지 또는 과실 표본간의 편차에 의한 것인지는 명확하지 않았다. 그러나 전반적으로 살펴 볼 때 수확 후 4일까지 키토산 및 바이오세라믹 처리구의 과실 고형물이 높게 유지되었다.

산함량도 고형물 수준이 낮았던 수확시기에는 감소한 것으로 나타났는데 처리간 차이는 명확하지 않았고 수확 후에도 일정한 경향을 나타내지 않았다.

1차년도와 엽면살포한 경우와 비교할 때 토양관주는 처리가 용이하지만 처리한 약제가 토양의 물리화학적 특성에 따라 과실로의 이행에 차이를 보이기 때문일 것으로 추정되었다. 또한 품종간에도 약제처리의 효과가 일정하지 않아 대체적으로 '여봉'이 '수홍'보다는 약제처리 효과가 우수하였던 것으로 판단되었다.

표 8. 고분자 키토산 및 바이오세라믹 연속 관주처리가 딸기 외관품질에 미치는 영향

수확일	처 리	저장기간(일)		
		0	2	4
			<u>여분</u>	
1회 처리 4일후 수확	무 처 리	10	7.0	6.5
	키토산	10	7.7	7.0
1회 처리 8일후 수확	바이오세라믹	10	7.0	6.7
	무처리	10	7.3	6.4
1회 처리 4일후 수확	키토산	10	8.0	8.0
	바이오세라믹	10	7.3	7.0
2회 처리 4일후 수확	무처리	10	6.3	5.0
	키토산	10	6.4	5.6
	바이오세라믹	10	6.6	6.6
			<u>수홍</u>	
1회 처리 4일후 수확	무처리	10	5.6	4.8
	키토산	10	6.3	6.0
1회 처리 8일후 수확	바이오세라믹	10	6.4	6.6
	무처리	10	4.2	-
1회 처리 8일후 수확	키토산	10	5.6	-
	바이오세라믹	10	6.4	-
1회 처리 8일후 수확	무처리	10	6.0	-
	키토산	10	6.4	-
	바이오세라믹	10	6.4	-

표 9. 고분자 키토산 및 바이오세라믹 연속 관주처리가 딸기과실의 부패에 미치는 영향

수확일	처 리	저장기간(일)		
		0	2	4
			<u>여분</u>	
1회 처리	무 처 리	0	0	5
4일후 수확	키토산	0	0	0
	바이오세라믹	0	0	0
1회 처리	무처리	0	0	0
	키토산	0	0	0
8일후 수확	바이오세라믹	0	0	0
	무처리	0	0	0
2회 처리	키토산	0	0	0
	바이오세라믹	0	0	0
4일후 수확	무처리	0	0	0
	키토산	0	0	0
			<u>수확</u>	
1회 처리	무처리	0	0	10
4일후 수확	키토산	0	0	0
	바이오세라믹	0	0	0
1회 처리	무처리	0	0	-
	키토산	0	0	-
8일후 수확	바이오세라믹	0	0	-
	무처리	0	0	-
1회 처리	키토산	0	0	-
	바이오세라믹	0	0	-

표 10. 고분자 키토산 및 바이오세라믹 연속 관주처리가 딸기의 경도에 미치는 영향

수확일	처 리	저장기간(일)		
		0	2	4
			<u>여분</u>	
1회 처리 4일후 수확	무 처 리	0.20	0.16	0.16
	키토산	0.22	0.19	0.18
1회 처리 8일후 수확	바이오세라믹	0.21	0.17	0.17
	무처리	0.22	0.21	0.14
1회 처리 4일후 수확	키토산	0.23	0.21	0.15
	바이오세라믹	0.23	0.22	0.16
2회 처리 4일후 수확	무처리	0.16	0.13	0.12
	키토산	0.16	0.13	0.12
			<u>수확</u>	
1회 처리 4일후 수확	무처리	0.15	0.14	0.12
	키토산	0.15	0.15	0.12
1회 처리 8일후 수확	바이오세라믹	0.16	0.14	0.11
	무처리	0.14	0.12	-
1회 처리 8일후 수확	키토산	0.16	0.14	-
	바이오세라믹	0.17	0.14	-
1회 처리 8일후 수확	무처리	0.12	0.12	-
	키토산	0.15	0.13	-
				-
				-

표 11. 고분자 키토산 및 바이오세라믹 연속 관주처리가 딸기의 고형물 및 산함량에 미치는 영향

수확일	처리	저장기간(일)					
		0		2		4	
		고형물 (°Brix)	산도 (%)	고형물 (°Brix)	산도 (%)	고형물 (°Brix)	산도 (%)
		여분					
1회 처리 4일후 수확	무처리	9.6	0.84	10.5	1.27	8.8	0.99
	키토산	9.9	1.06	9.0	1.10	8.7	0.86
1회 처리 8일후 수확	바이오세라믹	11.0	1.07	9.5	0.92	8.5	1.04
	무처리	7.6	0.98	8.3	1.04	7.8	0.96
2회 처리 4일후 수확	키토산	7.6	0.98	7.7	0.82	7.2	0.91
	바이오세라믹	6.7	0.80	8.4	1.10	7.4	0.86
2회 처리 4일후 수확	무처리	6.7	1.06	8.9	1.09	7.1	0.87
	키토산	5.5	1.22	8.8	1.07	7.0	0.99
1회 처리 4일후 수확	바이오세라믹	4.5	1.05	8.5	0.96	6.8	1.14
			수확				
1회 처리 4일후 수확	무처리	9.8	0.88	8.7	0.91	7.6	0.92
	키토산	9.3	0.79	9.0	0.73	7.9	0.76
1회 처리 8일후 수확	바이오세라믹	8.7	0.73	9.0	0.71	7.1	0.89
	무처리	7.1	0.79	6.9	0.86	-	-
1회 처리 8일후 수확	키토산	6.8	0.72	8.1	0.88	-	-
	바이오세라믹	6.8	0.73	8.3	1.06	-	-
1회 처리 8일후 수확	무처리	8.5	0.76	8.5	0.78	-	-
	키토산	7.5	0.77	8.8	0.63	-	-
	바이오세라믹	8.7	0.83	8.3	0.56	-	-

3. 수확전 처리와 수확 후 이산화탄소 처리가 신선도에 미치는 영향

1차 실험에서는 수확전 처리를 마친 과실을 대상으로 전술한 실험에 수확한 과실을 대상으로 이산화탄소(20%) 처리를 실시하고 처리를 마친 과실은 상온 또는 4℃에 저장한 후 경시적으로 품질을 조사하였다.

외관 품질은 전반적으로 상온에 저장하였을 때 공시한 두 품종 모두 처리에 관계없이 수확 후 6일에 상품가치를 완전히 상실한 것으로 나타났는데 저온조건에서는 6일까지 '여봉'의 경우 우수한 상태를 유지하였다(표 12). 그러나 '수홍'은 수확당시에 비하여 전체적인 외관 품질이 크게 저하한 것으로 조사되었다.

수확 후 CO₂처리는 상온에 저장하였을 때 경도 증진에 대한 효과가 바이오세라믹 처리에서 명확히 전처리를 마친 과실을 대상으로 이산화탄소 20%를 처리하였을 때 키토산과 바이오세라믹 처리구의 경도가 무처리구보 높게 유지되어 수확전 처리와 이산화탄소 처리의 상가적 작용이 있는 것으로 판단되었다(표 13).

본 연구를 진행한 시기는 비교적 고온기인 4월말이어서 과실의 전체적인 경도는 낮은 수준이었다. 따라서 축성재배한 딸기를 대상으로 동일한 약제를 3회에 걸쳐 엽면살포 한 후 수확한 과실을 대상으로 유사한 처리를 재차 시도하였다.

표 12. 수확전 키토산 및 바이오세라믹 관주처리와 수확 후 CO₂ 처리가 딸
기의 외관 품질에 미치는 영향

처 리		저장기간(일)		
수확 후	수확전	0	2	4
			<u>여분</u>	
	무처리	10	6.4	0
CO ₂ (20%)+상온	키토산	10	6.4	0
	바이오세라믹	10	7.6	0
	무처리	10	6.5	7.0
CO ₂ (20%)+저온	키토산	10	7.1	8.0
	바이오세라믹	10	7.0	7.6
			<u>수홍</u>	
	무처리	10	5.0	0
CO ₂ (20%)+상온	키토산	10	5.0	0
	바이오세라믹	10	5.6	0
	무처리	10	6.0	4.6
CO ₂ (20%)+저온	키토산	10	6.3	5.0
	바이오세라믹	10	6.3	5.6

주)외관품질은 육안으로 관찰하여 10(우수, 수확당시와 유사), 0(상품성 완전
상실)로 구분하여 조사함

표 13. 수확전 키토산 및 바이오세라믹 관주처리와 수확 후 CO₂ 처리가 딸
기의 경도에 미치는 영향

처 리		저장기간(일)		
수확 후	수확전	0	2	4
			<u>여분(kg)</u>	
	무처리	0.16	0.14	-
CO ₂ (20%)+상온	키토산	0.16	0.14	-
	바이오세라믹	0.18	0.16	-
	무처리	0.16	0.16	0.21
CO ₂ (20%)+저온	키토산	0.16	0.18	0.23
	바이오세라믹	0.18	0.19	0.21
			<u>수홍(kg)</u>	
	무처리	0.12	0.12	-
CO ₂ (20%)+상온	키토산	0.15	0.12	-
	바이오세라믹	0.13	0.12	-
	무처리	0.12	0.13	0.12
CO ₂ (20%)+저온	키토산	0.15	0.13	0.13
	바이오세라믹	0.13	0.13	0.13

2차 실험은 수확한 과실을 즉시 실험실로 수송한 다음 100% CO₂를 3시간 공급하여 처리를 마치고 즉시 0℃ 조건에 7일까지 저장한 다음 경시적으로 품질을 조사하였다(표 14, 15, 16)

수확당시의 경도는 전체적으로 고온기에 수확한 과실보다 월등히 높았으며 처리간에는 키토산 처리구에서 다소 높은 것으로 측정되었다(표 14). CO₂처리를 마친 과실은 수확전 처리에 관계없이 모두 저장 5일까지 높게 유지되었는데 증가율은 수확당시 경도가 높았던 키토산에서 낮았고 반면에 무처리구의 과실은 28%, 키토산 처리는 17%, 바이오세라믹처리는 20%씩 경도가 증가한 결과를 보여주었다.

과실의 경도는 저장 5일까지 비교적 높게 유지되었으나 저장 3, 5, 7일에 상온에 1일간 노출시킨 후에는 급격히 감소하는 경향을 모든 처리에서 보여주었다.

그러나 상온에 1일간 노출시킨 경우에도 수확당시의 경도보다 높았고 전체적인 과실의 외관 품질도 양호한 것으로 나타났다.

가용성 고형물과 산함량에 미치는 영향을 살펴보면(표 15), 가용성고형물의 함량은 수확 후 CO₂ 처리에 의하여 크게 영향을 받지 않아 CO₂처리전과 유사한 수준이었다. 또한 처리간에 뚜렷한 경향은 보이지 않았다. 반면에 산함량은 모든 처리에서 증가한 것으로 조사되었는데 수확전 처리간에는 무처리에서 28%, 키토산은 43%, 바이오세라믹의 경우 41% 증가된 것으로 나타나 수확 후 CO₂ 처리는 무처리에 비하여 키토산 또는 바이오세라믹을 처리한 과실의 산함량을 더욱 증가시킨 것으로 나타났다.

표 14. 몇 가지 수확전 처리와 수확 후 고이산화탄소 처리가 '여봉' 딸기의
경도에 미치는 영향

저장기간(일)	무처리	키토산	바이오세라믹
		(kg)	
0	0.50	0.52	0.51
3	0.64	0.61	0.61
3+1*	0.53	0.57	0.75
5	0.72	0.61	0.66
5+1*	0.61	0.54	0.59
7	0.62	0.65	0.60
7+1*	0.61	0.61	0.65

주)처리를 마친 과실은 소포장 용기에 담아 0℃에 저장하였으며 *는 저장 후 1일간 상온에 노출시킨 후 조사한 결과임

표 15. 몇 가지 수확전 처리와 수확 후 고이산화탄소 처리가 '여봉' 딸기의 고형물과 산함량에 미치는 영향

저장기간(일)	무처리		키토산		바이오세라믹	
	고형물	산도	고형물	산도	고형물	산도
	(°Brix)	(%)	(°Brix)	(%)	(°Brix)	(%)
0	9.0	0.59	9.1	0.56	9.0	0.55
3	9.0	0.76	8.8	0.80	9.0	0.78
3+1*	8.7	0.84	8.7	0.78	8.9	0.83
5	9.5	0.74	8.8	0.73	10.0	0.72
5+1*	9.0	0.76	8.9	0.79	8.5	0.87
7	9.1	0.81	9.3	0.84	9.1	0.83
7+1*	9.3	0.77	8.9	0.84	8.9	0.87

주)처리를 마친 과실은 소포장 용기에 담아 0℃에 저장하였으며 *는 저장 후 1일간 상온에 노출시킨 후 조사한 결과임

유기산의 종류별 변화를 조사하지 않았으나 산함량이 증가한 결과는 과실의 당산비를 감소시켜 관능적인 품질을 저하시킬 것으로 예상되었지만 관능적 맛의 차이는 크게 느낄 수 없는 정도였다. 이산화탄소 처리는 경우에 따라 풍미에 영향을 미친다고 하였으나(12, 17), 본 연구 수행중 전술한 바와 같이 관능적 맛의 변화는 크지 않았다. 또한 수확전 처리에 따른 당산비의 변화는 현저하지 않았다. 그러나 육안으로 확인한 과실의 외관은 대체적으로 CO₂ 처리과실에서 우수하게 느껴져 상품성이 오랫동안 유지되는 것으로 판단되었다.

수확당시 과피색을 조사한 결과 수확전 처리간에 명확한 차이를 나타내지 않았으며, 이러한 차이는 수확 후 CO₂를 처리한 과실에서도 특징적인 색도의 변화를 찾아볼 수 없었다. 그러나 저온저장 후 상온에 1일간 노출시킨 일부 과실에서는 b값이 다소 감소된 것으로 조사되어 과피의 엷록소의 일부가 파괴됨에 따라 이러한 결과를 보여준 것으로 추정할 수 있었다.

과실의 에틸렌 발생량은 수확당일에는 처리에 관계없이 본 실험에서 사용한 기자재로는 감지되지 않는 수준이었다(표 16). 그러나 저장 후에는 소량의 에틸렌 발생이 확인되었다. 처리간 에틸렌 발생량은 무처리에서 다소 높은 경향이었고, 또한 처리에 관계없이 저장 후 상온에 노출시킨 경우에 더욱 증가하는 경향이었다. 호흡율은 모든 처리에서 수확당일에 비하여 저장 3일째에 다소 감소했는데 이러한 결과는 수확 후 처리한 CO₂의 잔류효과인 것으로 추정되었다. 그러나 1일간 상온에 노출시킨 후에는 호흡율이 급격히 증가되어 CO₂ 처리에 따른 생리적 변화가 심각하지 않았음을 알 수 있었다. 최종 조사일인 수확 후 7일의 호흡율은 전체적으로 감소하여 수확당일과 비슷한 수준이었는데 호흡율의 감소는 저장 7일 후 1일간 상온에 노출시킨 과실에서도 공통적으로 확인되었다. 이러한 결과는 조직내의 저장산물의 과도한 사용으로 인하여 호흡기질이 감소되었기 때문일 것으로 추정되지만 가용성 고형물의 명확한 감소는 확인되지 않았다.

표 16. 몇 가지 수확전 처리와 수확 후 고이산화탄소 처리가 '여봉' 딸기의 과색에 미치는 영향

저 장 기 간 (일)	무처리			키토산			바이오세라믹		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
0	41.6	40.0	27.5	39.3	40.8	-	39.2	38.7	24.5
3	41.6	39.1	27.5	40.0	39.7	-	40.0	39.5	26.5
3+1*	39.9	38.4	24.1	41.8	41.1	-	42.1	38.7	24.9
5	39.0	39.3	26.3	38.9	39.9	-	38.4	39.6	25.1
5+1*	38.5	38.6	26.2	38.0	38.6	-	37.2	39.4	21.5
7	39.5	40.3	27.0	40.9	39.1	-	38.5	38.7	26.12
7+1*	40.1	38.9	25.6	39.2	38.7	-	36.5	37.1	23.5

주)처리를 마친 과실은 소포장 용기에 담아 0℃에 저장하였으며 *는 저장 후 1일간 상온에 노출시킨 후 조사한 결과임

그러나 가용성 고형물이 호흡기질로 사용되는 당류의 농도를 직접적으로 나타내는 것이 아니라 점에서 호흡기질로 직접 사용되는 환원당류 및 비환원당의 경시적 변화를 추적할 필요가 있다. 본 실험에서는 이러한 당류의 변화를 조사하지 않았다.

본 실험의 결과를 종합해 볼 때 수확전 키토산 및 바이오세라믹 처리는 수확 후 딸기 과실의 경도를 증진시키는데 효과적이었고, 품종간에도 같은 경향을 보였다. 또한 저장 중 발생하는 변색과 및 부패과를 어느 정도 억제하거나 예방하는 효과가 있는 것으로 확인되었다.

수확전 약제처리는 1회보다는 2회 처리시, 처리 4일 후 보다는 8일 후 수확시 과실의 신선도를 증진시켰다. 그러나 약제처리에 의한 가용성고형물 함량의 증가는 명확히 확인되지 않았다.

수확전 키토산 및 바이오세라믹 처리에 의한 경도증진과 부패억제 효과는 수확 후 유통 및 저장기간중 과실이 쉽게 손상되는 점을 감안할 때 실용적으로 이용할 가치가 있는 것으로 판단되며, 키토산과 바이오세라믹은 인체에 무해한 천연물제제로서 효과적으로 사용할 경우 잔류농약에 따른 소비자의 딸기소비 기피도 예방할 수 있을 것으로 기대된다. 바이오세라믹은 물에 잘 용해되지 않고 침전되는 단점이 있으나 농가에서 토양관주 및 엽면살포를 병행하여 쉽게 이용할 수 있는 방법으로 생각된다. 그러나, 딸기 과실의 발육단계에 따른 최적의 약제처리 시기와 횟수, 적정 농도 설정에 대하여는 더욱 구체적인 연구가 필요하리라고 판단된다.

수확 후 과실에 CO₂를 처리하였을 때 과실의 경도는 수확 당시보다 증가되었고, 수확전 약제처리를 한 과실의 경도가 무처리에 비해 증가되었다. 수확 후 고농도(100%)의 CO₂ 처리는 비록 과실의 산함량을 증가시킨 불리한 결과를 나타냈지만 관능적인 맛의 차이는 크게 느낄 수 없는 정도였고 육안으로 확인한 과실의 외관이 우수했으며, 과실 경도를 크게 증가시킨 점으로 미루어 볼 때 수확 후 처리로 실용화가 가능하다고 판단된다.

또한, 과실경도 증가를 위한 수확 후 CO₂ 처리시간에 대한 명확한 기준이 설정된다면 산함량 증가를 최소화시키면서 경도를 증진시킬 수 있는 방안이 마련될 것으로 기대된다.

제 2 절. 딸기의 수확, 선별, 포장의 일관화 작업이 품질에 미치는 영향

1. 딸기의 수확, 선별, 포장의 체계적 일괄작업화 연구

딸기 과실은 육질이 약하여 수확과정에서도 물리적 상처를 받는 경우가 많다. 현재 관행적인 수확 및 선별 과정은 수확한 과실을 2-3kg들이 용기에 쌓아 한 곳에 모든 다음 이들을 대, 중, 소로 구분하여 선별하고 선별한 과실을 8kg들이 스티로폼 상자에 담아 출하하는 과정을 밟고 있다. 따라서 수확시에 건전하였을지라도 그 후 선별 및 포장과정에서 또 다시 물리적 손상을 받는 과실이 증가할 것으로 예상되어 이러한 과정을 일관화으로써 손상과 발생율을 감소시키고자 하였다.

과실 수확, 선별 및 포장을 일괄적으로 수행한 경우 수확 및 수송이후 상과 발생율은 현저히 감소되었는데 품종에 따라 상과 발생정도에 많은 차이가 있었다.

‘보교조생’의 경우 과실의 경도가 낮아 수확시 이미 87%의 과실에 상처가 발생하고 있었으며 수송 후는 심하게 상처가 발생하여 하단부에 위치한 과실의 일부는 이미 상품가치를 손실할 정도이었다(표 17). 그러나 수확과 동시에 포장한 경우는 수송 후에 92.7%의 과실이 물리적 손상을 받고 있었으나 그 정도는 현저히 미약하였다. 단지 하단부에 위치한 과실중에는 비교적 손상이 심한 경우가 관찰되었다.

표 17. 수확 및 선별 방법에 따른 품종별 상과 발생을 비교

품종	포장 방법	수확 후		선별 후		수송 후	
		%	정도	%	정도	%	정도
보교조생	관행	78.2	+	96.4	++	100.0	+++
	일관	71.5	+	-	-	92.7	++
여봉	관행	46.3	+	68.2	+	82.7	++
	일관	42.2	+	-	-	58.2	+
수홍	관행	48.3	+	72.1	+	83.6	++
	일관	45.1	+	-	-	60.2	+

주) 수확한 과실은 600g용기에 3단으로 포장하였고 재배포장에서 1시간 거리의 실험실로 수송한 후 즉시 상과발생률을 조사함. 상과발생정도는 육안으로 확인하여 +++(심함), ++(중간), +(약함)으로 구분함

‘여봉’과 ‘수홍’ 품종은 ‘보교조생’에 비하여 과실이 단단하여 수확작업에서 상처과 발생율은 50-58%에 불과하였으나 관생적인 방법에 의하여 선별할 경우 선별과정과 수송시 상과발생이 현저히 증가되었다.

관행방법에 비하여 수확, 선별, 포장을 일원화한 경우 최종 조사시점인 수송 후에도 상과 발생이 현저히 낮았고 그 정도도 심하지 않아 상품가치가 높게 유지되었다. 그러나 상과발생정도는 수확기의 과실 숙도 및 크기에 따라 많은 차이를 보일 것으로 예상된다.

과실 크기별 포장규격에 따른 상과 발생을 비교하기 위하여 관행적인 숙기에 과실을 수확하여 관행포장 용기(8kg)와 소포장 용기(2kg)를 구분하여 유사한 숙기의 ‘여봉’ 과실을 수확하여 크기별로 포장한 다음 실험실로 수송

하여 상과발생률을 비교하였고 일부의 과실은 상온에 3일간 방치한 후 부패율을 조사하였고 감량은 수확 2일에 조사하였다(그림 1, 2, 3).

과실 크기별로는 대과에서 중, 소과에 비하여 손상과율이 현저히 높아 대과는 97.4%의 과실이 손상을 받았으며 반면에 중소과는 큰 차이없이 76.5%에서 79.5%의 과실이 손상된 것으로 확인되었다. 특히 관행의 8kg포장에서는 대체적으로 하단부 과실의 손상이 심하여 상품가치가 크게 저하되었는데 일부 과실은 수확 1일후에 이미 상품가치를 완전히 상실한 경우도 있었다. 따라서 포장방법을 개선하여 포장단위를 작게 할 경우 하단부에 위치한 과실의 손상이 감소되어 전체적으로 상과발행을 현저히 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

부패율도 상과 발생률에 비례적으로 증가하지는 않았지만 상과가 많았던 대포장의 경우 수확 3일에 곰팡이 감염정도가 심하지 않았지만 최고 62.2%의 과실이 감염된 것으로 확인되었다(그림 2). 그러나 소포장의 경우 그 정도 현저히 감소되었으며 대과에서는 부패된 과실이 전혀 관찰되지 않았다.

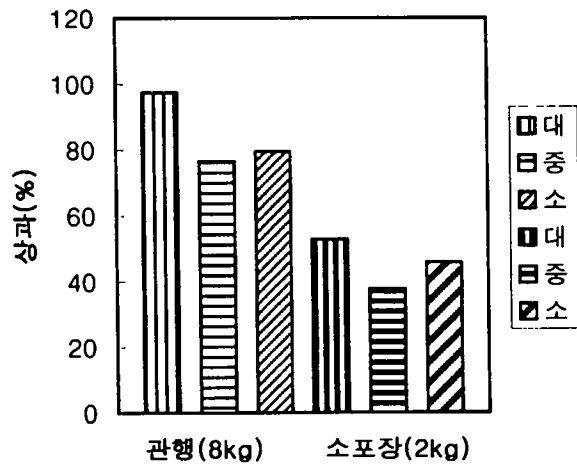


그림 1. 과실크기와 포장규격이 '보교조생'의 상처과 발생에 미치는 영향

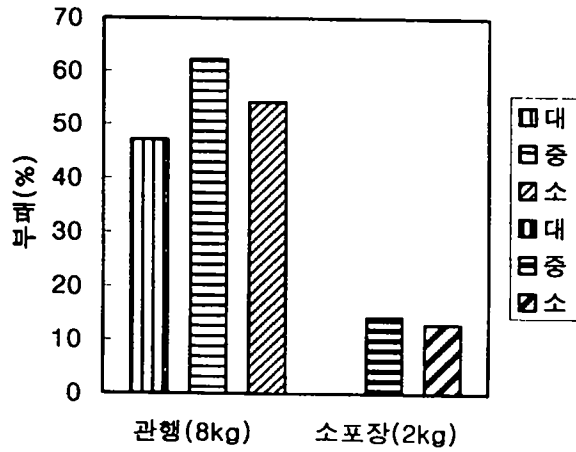


그림 2. 과실크기와 포장규격이 부패에 미치는 영향
(부패율은 후확 3일 후에 조사함)

무게 감량은 포장규격에 따른 차이를 크게 나타내지 않았지만 과실 크기에 따른 차이는 인정되었다(그림 3). 따라서 소과의 감량이 대과에 비하여 낮은 경향을 볼 수 있었다.

이러한 결과를 고려할 때 딸기 과실은 수확과 선별 과정에서 많은 상처가 발생할 수 있으며 또한 포장규격에 따라서도 현저한 차이를 나타낼 수 있으므로 관행적인 수확, 선별, 및 포장에 대한 개선이 있어야 할 것으로 판단된다.

일본 수출용의 경우 300g용기를 기준으로 하고 있어 포장상의 문제점은 없을 것으로 판단되나 수확과 선별을 동시에 하지 않는 경우 역시 상과 발생이 증가할 우려가 있다. 따라서 수확한 과실의 선별 작업장으로 수송할 경우 상과 발생을 감소시키기 위한 적정 용기의 개발이 필요하며 수확용기 대한 적정 과실량을 결정하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구 수행중 일부 농가에서 수확시 작은 용기를 사용하여 대, 중, 소과로 구분하여 수확는 것을 확인할 수 있었는데 출하직전의 과실상태를 관찰하였을 때 전체적인 품질이 관행적인 수확, 포장시보다 우수한 것으로 확인되었다.

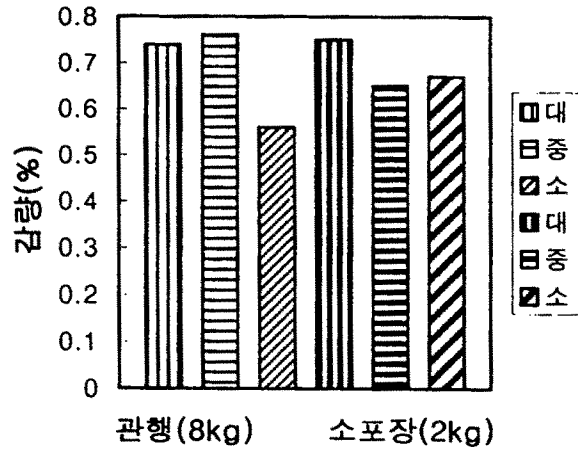


그림 3. 과실크기와 포장규격이 감량에 미치는 영향
(수확 2일 후에 조사함)

2. 딸기의 예냉처리 방안 연구

딸기는 호흡이 높은 작물중의 하나로(14) 수확후 품온을 빠르게 제거하지 않을 경우 품질변화가 심하여(20, 21, 22) 수확후 관리가 어려운 작물의 하나이다. 따라서 조기 예냉 및 저온유통의 효과는 이미 널리 알려져 있다(13, 14, 15, 24).

본 연구 수행중 조사 대상으로 삼았던 농가에서 수확한 과실의 품온을 낮추고자 예냉처리를 실시하는 농가는 없었다. 대체적으로 수확한 과실은 수송시까지 차광이 되어 있는 서늘한 장소에 쌓아 두게 되므로 과실의 품온이 기온보다 낮게 유지되지는 못하였다.

따라서 본 연구는 농가 관행에 대비한 예냉의 효과를 검토하기 위하여 수확한 과실을 즉시 실험실로 수송한 후 1, 5, 10℃의 챔버에 과실을 5상자씩 쌓아두고 중간에 위한 과실의 품온을 경시적으로 조사하였다(그림 4).

예냉을 시작하기 전의 품온은 21℃ 전후로 당시의 기온보다 오히려 높았는데 이는 과실의 수송하는 과정에서 호흡열을 제거하지 못하여 품온이 상승한 결과로 추정된다. 따라서 농가에서 수확한 과실을 그늘에 적재할지라도 품온은 기온보다 오히려 상승할 가능성이 있다.

차광통풍과 저온처리에 의한 과실의 품온변화를 조사한 결과, 차광 통풍에 의한 품온 저하는 매우 느리게 발생하였으며 처리 후 14시간에도 기온이 6℃이었을 때 가장 낮은 8℃까지 저하되었으나 기온이 상승함에 따라 다시 품온이 증가하였다. 반면에 예냉온도에 따라 품온 변화는 많은 차이를 나타내었는데 1℃ 예냉시에는 처리 2시간에 품온이 절반으로 낮아져 half cooling time은 2시간인 것으로 판단되었다. 5℃의 경우 처리 4시간에 품온이 절반수준으로 낮아졌으며 10℃에서는 6시간에 처리온도와 같은 수준으로 품온이 저하되었다.

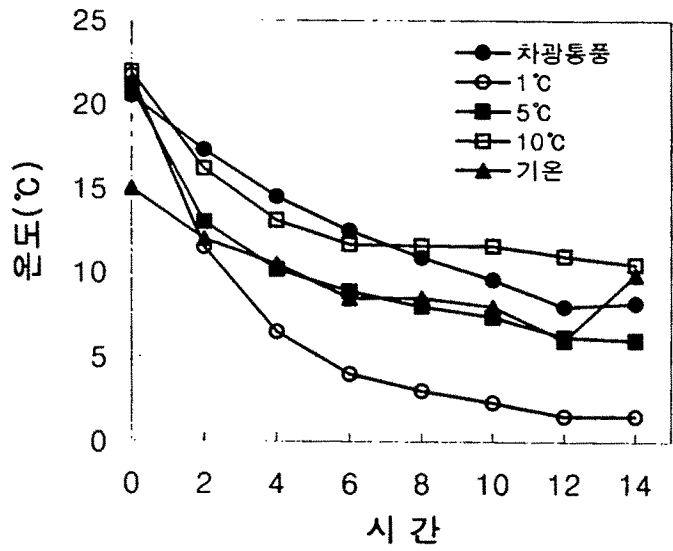


그림 4. 예냉방식에 따른 '여봉' 달기 과실의 품온 변화

본 연구 결과, 차광통풍에 의한 예냉효과는 기대할 수 없을 것으로 판단되며 신선도 유지를 위한 적정 예냉방법은 1℃ 6시간 이상일 것으로 추정되었다. 국내 유통의 경우도 수확한 과실을 즉시 저온처리하여 품온을 낮추고 보냉차량을 이용하여 수송을 하는 것이 유리할 것으로 판단되었다.

농가에서 예냉을 기피하는 원인의 하나는 예냉한 과실의 수송시 결로현상이 발생하여 품질이 저하되는 것으로 조사되었는데 결로현상을 방지하기 위해서는 예냉한 과실의 품온이 수확한 과실이 수송되는 야간의 기온을 고려하여 처리온도를 결정할 경우 이러한 문제점을 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

예냉처리 지연이 딸기 과실의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 오전 10시에 수확한 과실의 일부는 즉시 수송하여 12시에 예냉처리하였고 한 그룹의 과실은 농가에 출하하는 시간인 오후 6시까지 차광상태에 적재하였다가 수송하여 20시에 1℃에서 저장한 후 경시적으로 과실을 꺼내 상온에 8시간 노출한 다음 결로현상이 없어진 뒤 품질을 조사하였다(그림 5).

수송 직후 과실의 외적 품질은 수확당시에 비하여 다소 감소되었지만 큰 차이를 보이지 않았는데 수확 2일 후인 소매되는 시기에는 다소간 외관품질의 차이가 확인되었다. 예냉처리가 지연된 경우 상처부위 표면이 건조되어 과실의 전반적인 상품가치를 손상시키는 것으로 나타났으며 저장 2일에 이미 상품가치가 크게 손상된 것으로 확인되었다. 반면에 수확 2시간 후 입고한 경우 수확 후 3일까지 판매가 가능할 정도의 상품가치를 유지하였다.

따라서 조기 입고하여 품온을 낮춘 경우 상과를 제외하고는 전반적인 외관이 우수하였고 수확 후 2시간에 비하여 10시간이후의 예냉은 저온조건에서도 과실의 상품성 유지기간을 최소한 1일 단축시키는 것으로 확인되었다.

고형물 함량도 조기 입고한 과실에서 큰 차이는 아니었지만 다소간 높게 유지된 경향이 있었다(그림 5).

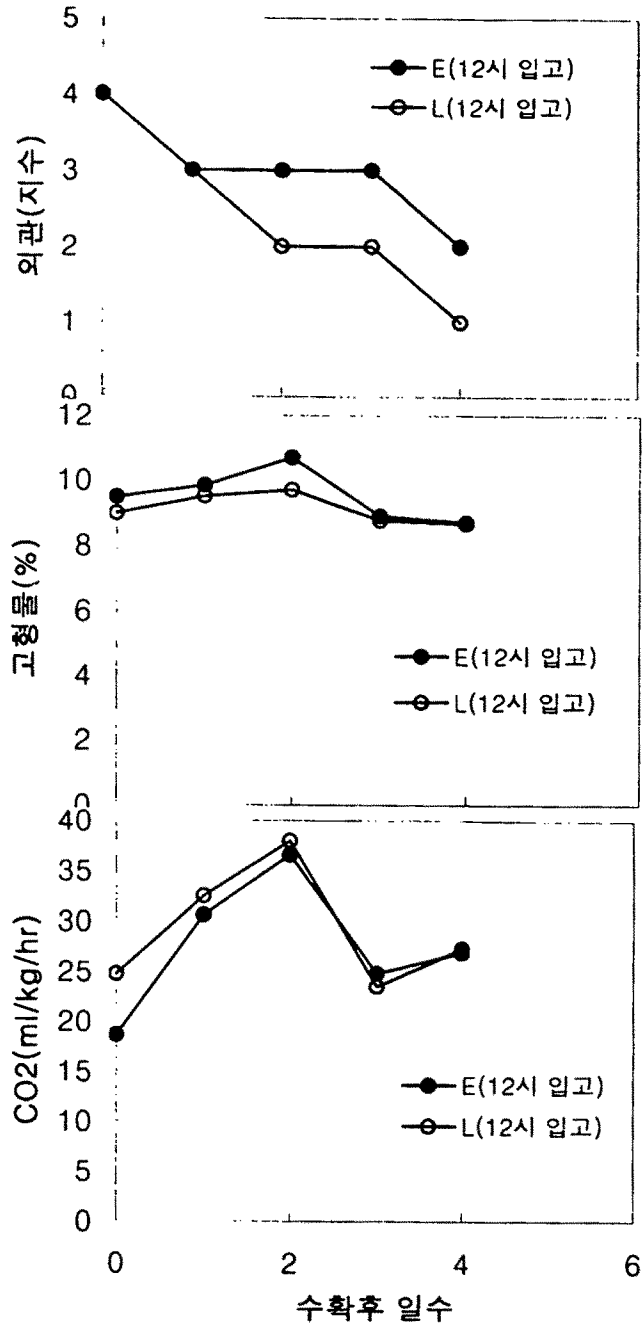


그림 5. 자연예방이 '보교조생' 딸기의 품질에 미치는 영향

반면에 지연입고로 예냉시간이 늦어진 경우 과실의 호흡이 높았고 따라서 저장양분의 소모가 빠르게 발생한 것으로 추정되었다(그림 5).

포장 단위별 온도조건에 따른 딸기 과실의 품질 유지기간을 '여봉'과 '수홍' 품종을 대상으로 조사하였다(그림 6). 포장 규격은 농가에서 사용하는 8kg 상자와 관행적인 방법에 의하여 수확된 과실을 포장하였고 소포장은 농가에서 관행방법으로 수확한 과실을 대상으로 수출용 300g 용기에 포장하여 조사하였다.

품종에 관계없이 전체적으로 Hunter L값은 수확 후 일수가 경과됨에 따라 감소하는 경향이었는데 이러한 경향은 '여봉'에서 더욱 빠르게 진행되었다. 그러나 '여봉'의 경우 비교적 과숙한 과실을 수확하였으므로 이에 따른 결과인 것으로 추정되었다(표 18, 19). Hunter a값은 '수홍' 품종에서 저장 6일 후 모의 유통조건을 부여하였을 때 현저히 감소되었고 과실의 전체적인 외관도 크게 낮아져 상품가치를 상실한 것으로 판단되었다. 반면에 b값은 수확 후 일수가 경과할수록 감소하는 경향을 두 품종 모두 명확히 보여주었다. 수확시 안토시아닌 함량은 '수홍'보다 '여봉'에서 현저히 높았는데 이는 과실의 생리적 특성에 따른 차이로 볼 수 있었다. 수확 후 안토시아닌 함량은 전반적으로 증가되어 Hunter a값의 증가와 유사한 경향을 보여주었다(표 18, 19).

고형물 함량은 저온상태에 있는 동안은 수확 후 6일까지 현저한 변화를 보이지 않았는데 저온저장 후 1일간 모의 판매조건을 부여할 때는 전반적으로 감소하는 경향을 품종에 관계없이 보여주었다(표 20, 21).

산함량도 고형물과 유사한 경향을 보여 주었지만 저온하에서도 수확 후 일수가 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 상온에 1일간 모의 유통조건을 부여하였을 때 이러한 현상이 명확하였다.

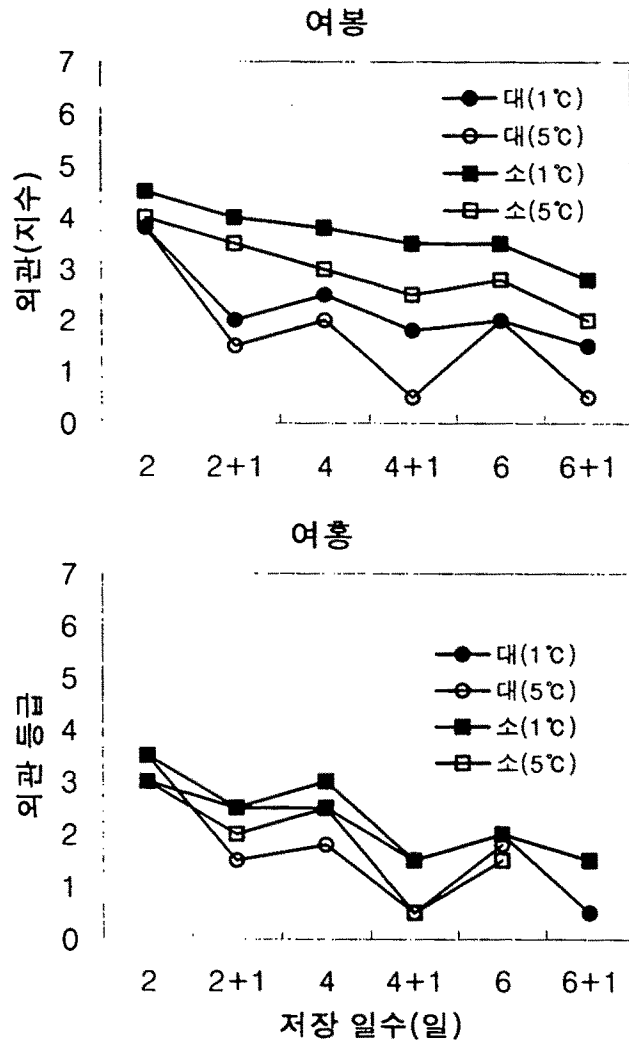


그림 6. 포장단위와 저장온도가 딸기 과실의 외관 품질에 미치는 영향

표 18. 포장규격과 저장온도가 딸기 '수홍'의 과색 및 외관 품질에 미치는 영향

수확 후 일 수	포장 규격	저장온도 (℃)	Hunter value			안토시아닌 (OD530nm)	외관
			L	a	b		
0			39.89	43.52	29.27	2.74	5
2	소	1℃	39.15	37.85	26.42	3.05	3-
		5℃	37.37	40.78	25.22	3.36	3+
	대	1℃	39.25	39.18	28.29	3.11	3-
		5℃	38.58	39.40	26.17	2.62	3+
2+1	소	1℃	39.22	37.38	24.83	3.62	2+
		5℃	40.28	40.41	28.14	3.16	2-
	대	1℃	41.06	35.01	25.39	2.33	2+
		5℃	37.95	40.77	26.41	2.28	1+
4	소	1℃	37.59	43.61	28.51	2.89	2+
		5℃	41.79	43.13	32.75	2.34	3+
	대	1℃	39.95	44.31	29.37	2.92	2+
		5℃	41.01	40.99	29.43	2.98	2-
4+1	소	1℃	37.64	41.03	26.22	3.50	1+
		5℃	40.49	37.48	24.26	4.66	1-
	대	1℃	39.40	38.55	24.95	3.89	2-
		5℃	41.97	32.32	21.61	3.11	0
6	소	1℃	40.56	42.78	30.66	2.75	2+
		5℃	40.45	44.27	31.31	3.36	2-
	대	1℃	40.02	44.15	31.35	3.75	2-
		5℃	38.19	45.07	29.60	4.55	1+
6+1	소	1℃	36.49	39.34	21.45	3.28	1+
		5℃	38.05	38.95	24.90	3.38	0
	대	1℃	39.78	35.34	23.51	3.15	1-
		5℃	41.89	34.83	27.34	4.33	0

주)포장규격은 8kg(대), 2kg(소)로 처리하였고 외관 품질은 수확당시(5)를 기준으로 0(상품성 완전상실)로 전체적인 외형을 살펴 구분함. 수확일중 +1은 상온 1일 노출시킨 후 조사한 결과임

표 19. 포장규격과 저장온도가 딸기 '여봉'의 과색 및 외관 품질에 미치는 영향

수확 후 일 수	포장 규격	저장온도 (℃)	Hunter value			안토시아닌 (OD 530nm)	외관
			L	a	b		
0	소	상온	37.52	41.50	20.94	6.093	5
		1℃	37.39	39.93	21.05	6.883	2
		5℃	34.97	42.26	20.63	5.987	4+
2	대	상온	35.51	41.98	22.44	5.790	4-
		1℃	33.98	37.04	17.38	7.483	0.5
		5℃	35.75	38.53	21.51	4.702	3+
2+1	소	상온	36.08	40.18	21.85	6.240	2+
		1℃	34.05	36.59	16.93	8.510	1
		5℃	33.21	40.73	18.27	6.537	4-
4	대	상온	34.88	39.19	16.87	6.530	3+
		1℃	33.06	30.43	13.26	7.990	0
		5℃	34.80	39.23	20.00	6.192	2+
4+1	소	상온	33.76	39.09	17.43	7.783	1+
		1℃	36.35	443.78	23.54	5.792	4-
		5℃	36.77	43.89	23.20	6.147	3-
6	대	상온	32.44	42.25	20.49	5.682	2+
		1℃	29.70	38.76	15.80	7.698	1+
		5℃	36.83	42.48	20.54	7.827	3+
6+1	소	상온	33.73	36.54	14.15	8.653	2+
		1℃	36.34	41.41	19.75	6.713	2-
		5℃	34.45	37.13	16.52	8.090	0
6	대	상온	32.99	38.11	16.96	4.803	3+
		1℃	36.78	44.06	23.77	6.150	3-
		5℃	32.77	40.88	17.38	6.850	2+
6+1	소	상온	33.75	41.22	18.96	6.680	2-
		1℃	36.73	41.64	20.11	6.783	3-
		5℃	35.87	38.43	17.37	8.260	2
6+1	대	상온	36.26	41.51	19.20	6.440	2+
		5℃	34.02	39.12	15.48	8.733	0

주)포장규격은 8kg(대), 2kg(소)로 처리하였고 외관 품질은 수확당시(5)를 기준으로 0(상품성 완전상실)으로 전체적인 외형을 살펴 구분함

과실 경도는 '수홍' 품종의 경우 속도가 다른 과실이 혼재하여 과실간 편차가 심하였으므로 일정한 경향을 찾을 수 없었으나 '여봉'의 경우 저온저장 4일 후를 제외하고는 일정한 수준으로 경도가 감소한 것으로 나타났다. 그러나 '여봉'의 경우도 저장 4일 후에는 전체적인 상품성을 상실한 것으로 판단되었다(표 20, 21).

에틸렌 발생량은 저온저장중에는 특별한 변화를 보이지 않았으나 모의 유통조건을 부여하였을 때 품종 또는 포장규격에 따른 차이 없이 증가하였다. 호흡률도 이와 유사한 경향을 보여 주었는데 특히 과실의 노화가 심하게 진행되었던 저장 6일에는 두 품종 모두 급격한 호흡률 증가를 보여주었다(표 22, 23).

대포장 딸기의 경우 품종에 관계없이 상품성이 현저히 낮아진 결과이었고 특히 저온 저장 후 1일간 상온에 노출시켜 모의 판매조건을 부여한 경우 이러한 차이가 더욱 현저하였다. 따라서 포장단위 개선은 딸기 유통성 증진에 매우 시급한 것으로 판단된다. 그러나 수출용 포장 용기의 경우 '여봉' 품종의 경우 수확 후 4일까지 저장이 가능하였고 또한 상온에 1일간 노출한 경우에도 비교적 상품가치가 높게 유지되었다.

표 20. 포장규격과 저장온도가 딸기 '수홍'의 과색 및 외관 품질에 미치는 영향

수확 후 일수	포장규격	저장온도 (℃)	고형물(%)	산도(%)	경도(kg)
0			8.57	8.45	1.03
	소	1℃	8.43	8.03	0.69
2		5℃	8.43	8.15	0.68
	대	1℃	9.50	8.28	0.77
		5℃	8.83	7.90	0.69
2+1	소	1℃	8.80	8.39	0.80
		5℃	8.67	8.71	0.73
	대	1℃	8.67	7.64	0.65
		5℃	8.23	6.87	0.68
4	소	1℃	8.33	7.69	1.14
		5℃	7.83	8.03	1.11
	대	1℃	8.90	7.83	0.96
		5℃	8.83	7.54	0.89
4+1	소	1℃	8.20	7.66	0.90
		5℃	8.53	7.30	0.76
	대	1℃	8.87	7.00	0.81
		5℃	9.40	6.68	0.69
6	소	1℃	9.00	7.13	1.00
		5℃	8.53	7.26	1.08
	대	1℃	9.47	7.39	1.05
		5℃	8.77	6.79	0.97
6+1	소	1℃	8.13	7.22	0.99
		5℃	8.43	7.47	0.81
	대	1℃	8.97	8.07	0.90
		5℃	9.23	6.87	0.74

표 21. 포장규격과 저장온도가 딸기 '여봉'의 과색 및 외관 품질에 미치는 영향

수확 후 일 수	포장 규격	저장온도 (℃)	고형물(%)	산도(%)	경도(kg)
0	소	상온	8.22	8.56	0.68
		1℃	7.60	7.83	0.73
		5℃	8.07	7.96	0.87
2	대	상온	7.30	8.50	0.87
		1℃	8.23	8.15	0.67
		5℃	7.50	9.39	1.03
2+1	소	상온	8.83	7.79	0.76
		1℃	7.40	10.40	0.55
		5℃	8.33	9.52	0.95
4	대	상온	7.97	9.50	0.82
		1℃	7.80	8.69	0.50
		5℃	8.37	8.77	0.95
4+1	소	상온	8.60	8.67	0.83
		1℃	8.27	8.37	0.76
		5℃	7.10	9.01	0.77
6	대	상온	8.40	8.60	0.77
		1℃	8.40	8.60	0.77
		5℃	7.97	7.66	0.71
6+1	소	상온	8.37	7.69	0.88
		1℃	8.37	7.69	0.88
		5℃	7.77	7.26	0.96
6+1	대	상온	8.40	9.07	0.93
		1℃	8.40	9.07	0.93
		5℃	8.50	8.58	0.80
6+1	소	상온	8.17	8.88	1.15
		1℃	8.17	8.88	1.15
		5℃	7.80	8.13	0.98
6+1	대	상온	7.80	8.13	0.98
		1℃	8.23	7.69	0.79
		5℃	8.10	7.66	0.77
6+1	소	상온	7.63	8.48	0.98
		1℃	7.63	8.48	0.98
		5℃	8.03	8.18	0.75
6+1	대	상온	8.03	8.18	0.75
		1℃	8.83	7.41	0.95
		5℃	7.93	8.13	0.67

표 22. 포장규격과 저장온도가 딸기 '수홍'의 에틸렌 발생 및 호흡에 미치는 영향

수확 후 일 수	포장 규격	저장온도 (℃)	C ₂ H ₄ (ul/kg/hr)	CO ₂ (mg/kg/hr)
0			-	-
	소	1℃	0.015	8.17
		5℃	ND	10.07
2	대	1℃	0.012	6.10
		5℃	0.082	5.57
	소	1℃	0.231	17.73
		5℃	0.261	17.95
2+1	대	1℃	0.155	13.78
		5℃	0.265	14.52
	소	1℃	ND	7.35
		5℃	0.065	10.73
4	대	1℃	0.038	8.10
		5℃	0.066	8.59
	소	1℃	0.792	11.64
		5℃	1.524	14.49
4+1	대	1℃	0.319	7.46
		5℃	1.866	13.83
	소	1℃	ND	11.96
		5℃	0.124	14.75
6	대	1℃	0.010	11.07
		5℃	0.066	11.32
	소	1℃	1.126	20.84
		5℃	2.877	21.29
6+1	대	1℃	0.464	18.85
		5℃	1.435	20.12

표 23. 포장규격과 저장온도가 딸기 '여봉'의 에틸렌 발생 및 호흡에 미치는 영향

수확 후 일 수	포장규격	저장온도 (℃)	C ₂ H ₄ (ul/kg/hr)	CO ₂ (mg/kg/hr)
0		상온	-	-
	소	1℃	1.178	14.48
		5℃	0.029	10.39
2		상온	0.118	13.30
	대	1℃	0.543	16.79
		5℃	0.055	11.61
		상온	0.090	10.50
	소	1℃	1.781	24.04
		5℃	0.234	17.15
2+1		상온	0.363	16.13
	대	1℃	1.553	29.35
		5℃	0.151	15.66
		상온	0.181	13.36
	소	1℃	0.038	10.37
		5℃	ND	10.62
4		상온	0.04	10.61
	대	1℃	0.092	11.04
		5℃	0.422	15.99
	소	1℃	1.035	18.29
4+1		상온	0.346	14.21
	대	1℃	1.068	19.35
		5℃	0.035	14.88
	소	1℃	0.088	16.37
6		상온	ND	13.74
	대	1℃	0.222	13.42
		5℃	0.331	30.99
	소	1℃	1.757	22.11
6+1		상온	0.207	17.85
	대	1℃	0.767	20.56
		5℃		

‘보교조생’의 경우 수확당시 이미 물리적 상처가 심하여 수확 즉시에는 상처가 심하지 않은 과실의 비율이 높았으나 선별포장 후에는 상처발생이 심한 과실의 비율이 증가하였다(표 24).

과실의 전반적인 품질은 상온에서 수확 1일 후 이었으며 불량한 상태이었으며 수확 2일에 상품가치를 완전히 상실하였다. 저온에서도 수확 2일에는 상태가 불량하였다.

과색은 수확 2일에 이미 회홍색으로 변한 정도가 심하여 Hunter L값이 현저히 감소하였으며 그 정도는 온도조건에 따른 차이를 보이지 않았다(표 25). 반면에 a값은 차이가 없었으나 b값은 수확 2일에 온도조건에 관계없이 감소된 결과이었다. 또한 안토시아닌 함량도 수확 후 크게 감소하여 전반적인 상품가치를 상실하였다.

과실 경도는 편차가 심하여 일정한 경향을 보이지 않았으나, 고품물의 경우 수확 후 2일의 짧은 기간임에도 불구하고 다소 증가하는 결과를 나타내었다(표 26).

한편 총당은 수확 후 감소하였으나 환원당은 일정한 수준으로 유지되었다.

이에 따라 ‘보교조생’의 경우 재배면적도 감소하고 있는 추세이며, 수확 후 관리면에서 특징적인 개선책이 마련될 수 없을 것으로 판단되어 2차년도 실험에서는 대상에서 제외하였다.

표 24. 수확 및 선별후 '보고조생' 딸기의 상과 발생률 비교

손상 정도	수확 즉시(%)	선별 포장 후(%)
약	73.8	10.8
중	23.7	34.8
심	1.3	34.2
매우 심함	1.2	20.2
계	100.0	100.0

주) 과실은 수확 후 즉시 또는 선별 포장 후 육안으로 상과 발생정도를 조사하였음

표 25. 저온처리가 '보고조생' 딸기의 과색과 외관에 미치는 영향

수확 후 일수	저장온도 (°C)	Hunter value			안토시아닌 (OD 530 nm)	외관
		L	a	b		
0	-	40.2	39.3	28.8	5.37	+++
1	상온	37.8	37.6	28.0	3.3	+
	1°C	40.8	38.5	29.1	4.0	++
2	상온	37.6	39.7	26.8	2.7	-
	1°C	36.6	41.3	27.1	3.1	+

주)외관은 수확시를 기준으로 +++(우수), +(불량), -(상품성 상실)로 구분함

표 26. 저온처리가 '보교조생' 딸기의 품질에 미치는 영향

수확 후 일수	저장온도 (°C)	경도(kg)	고형물 (%)	산도 (%)	총당 (mg/g.fr.wt)	환원당 (mg/g. fr.wt)
0	-	0.73	8.2	0.779	44.8	34.4
1	상온	0.79	8.3	0.771	39.1	35.1
	1°C	1.19	8.0	0.725	41.4	34.2
2	상온	0.80	9.3	0.789	43.6	34.3
	1°C	0.94	8.2	0.702	38.2	34.2

주) 경도는 간이경도계로 10mm tip을 이용하여 조사함

제 3절. 딸기 수송력 증진을 위한 예냉 수송 효과 비교

1. 모의 수출전 저온저장성 검토

딸기 수출을 위하여 현재의 영농규모에서는 당일에 상업적 규모의 수출물량을 확보하는 것이 매우 어려운 실정이다. 따라서 최저 수출용 물량의 수집 및 선별, 포장 등의 작업이 가능한 기간을 살피기 위하여 수출용 포장재와 속도에 기준에 적합한 속도에서 수확한 딸기(50~60% 착색 과실) '여봉'을 1℃의 저장고에 소포장으로 넣어 예냉시킨 후 동일한 온도조건에서 착색, 당, 산의 변화를 조사하였다(그림 7).

저장일수가 길어질수록 과실의 착색이 진행되어 4일 후 70%까지의 착색되었으며 9일 후에는 80%까지 진행이 되었다. Hunter a값은 19.36에서 34.86으로 증가하여 적색이 짙어지는 경향을 명확히 보여주었으며 반면에 색의 명도는 낮아지는 경향을 보여 수확 후 일수가 증가할수록 과색은 선명하지 못하고 검붉은 색으로 변화되는 것을 알 수 있었다. 또한 a값은 4일보다 9일에서 변화가 없어 수확 4일 후까지 착색이 진행되지만 이후에는 변화가 적은 것으로 판단되었다. 기존의 보고(19)에서도 딸기의 색택의 변화가 부적절한 예냉 또는 수송조건에서 발생한다고 하였다.

당함량은 4일 후에 다소 증가되었으나 그후 감소하는 경향이었고 반면에 산함량은 4일까지는 변화가 없었으나 9일에는 수확당일에 비하여 현저히 증가된 결과를 보여주었다(그림 7).

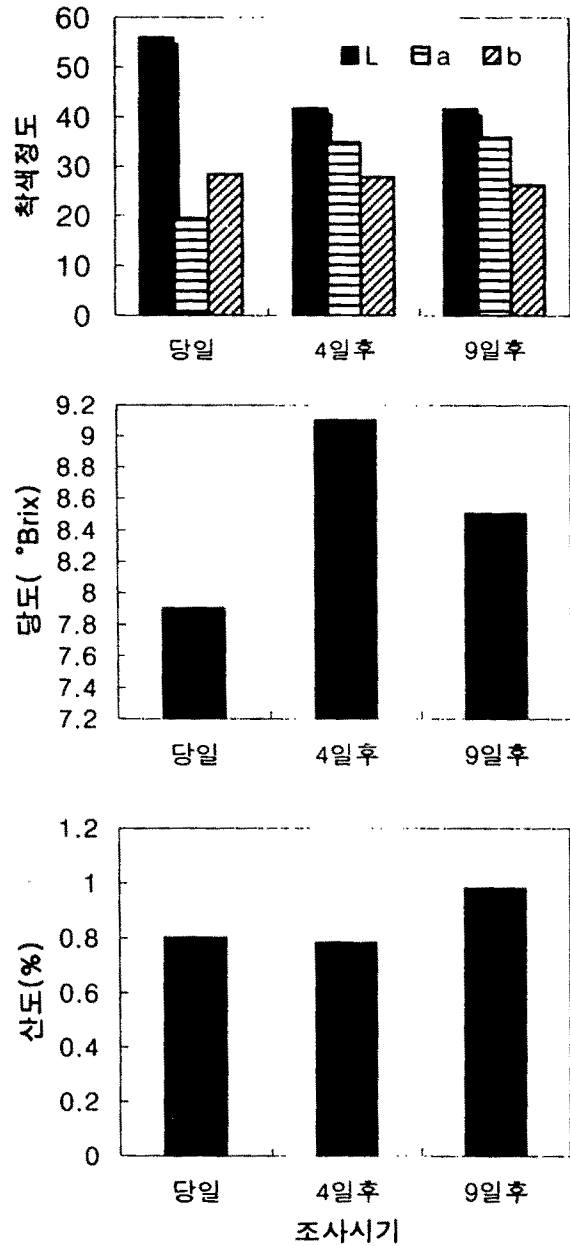


그림 7. 저온처리가 수출용 딸기 '여봉'의 신선도 유지기간에 미치는 영향

과실의 감각적 맛은 4일까지 신맛과 향기가 남아 있어 비교적 신선한 상태를 유지하고 있었으나 9일 후는 신맛이 강하고 딸기의 독특한 향기가 저하된 것으로 판단되었다. 따라서 최소한의 상업적 규모의 수출용 딸기물량을 확보하기 위한 작업은 과실의 품질변화가 크게 발생하는 4일 이내에 완료하는 것이 바람직하므로 노동력 투입 단위 결정에서 3일 이내에 컨테이너 분량의 딸기를 포장하기 위한 작업이 이루어질 수 있도록 결정되어야 할 것이다.

2. 수출용 딸기의 신선도 유지를 위한 수확 후 처리방안

현재의 영농상태에서는 정확한 수출규격의 과실을 일시에 수확하기 어렵기 때문에 속도가 서로 다른 과실이 혼재하는 경우가 흔하다. 따라서 본 연구는 과실의 속도별로 과숙(100% 착색), 적숙(70~80%착색), 미숙(50% 착색)으로 구분하여 1일간 0℃에서 예냉과 병행하여 이산화탄소(0%, 20%, 60%)를 처리하여 항공수송조건인 보냉조건을 부여하며 착색의 변화를 살펴보았다(표 27).

수확하여 포장을 마친 과실은 10리터의 밀폐통에 넣어 포장하고 이산화탄소를 전술한 농도로 조절하여 투입한 후 보냉상태에서 실험이 완료될 때까지 저장하였다.

과숙과의 경우 착색이 더욱 진행되지는 않았지만 경도, 맛, 향기면에서 상품성이 1일정도 유지가 되었고 4일 후는 경도가 떨어지고, 특히 포장작업시 받은 상처부위의 표피가 건조해져 외관상 품질이 현저히 저하되었다. 따라서 과숙한 과실의 경우 수출은 물론 국내시판에서도 불리할 것으로 판단되었다. 적숙과의 경우는 처리한 이산화탄소의 농도가 높을수록 착색이 지연되는 것으로 나타났다. 이 현상은 미숙과에서 더욱 뚜렷한 경향을 보이고 있다.

표 27. 수확시 딸기 과실 속도에 따른 탄산가스 처리가 과색변화에 미치는 영향

속도	조사일	CO ₂ (%)	Hunter value			비 고
			L	a	b	
과숙	수확시	-	59.10	41.95	19.42	
		0	60.77	42.10	19.38	
	1일 후	20	59.83	42.37	20.66	
		60	60.45	42.74	19.81	
	4일 후	0	60.58	41.53	18.31	
		60	62.55	39.28	18.7	
적숙	수확시	-	49.49	40.42	28.80	
		0	55.84	43.14	25.03	
	1일 후	20	56.95	42.66	25.7	
		60	57.39	40.50	24.59	이취
	4일 후	0	57.52	42.34	22.57	
		60	58.96	41.74	19.25	
미숙	수확시	-	37.02	20.45	23.22	
		0	41.38	25.00	21.41	
	1일 후	20	39.71	24.44	26.13	
		60	40.64	23.24	26.81	
	4일 후	0	46.22	33.48	25.32	
		60	45.31	30.94	23.99	
		60	45.33	28.71	27.39	이취

주)속도는 착색정도가 100%(과숙) 80%(적숙), 50%(미숙)으로 구분하였음
과실은 1일간 예냉(0℃) 및 탄산가스 처리를 마친 후 냉동기 가동을 중단시켜 보냉상태를 유지함

맛과 향기 면에서 적숙과는 4일 후까지 양호한 상태이었고 미숙과는 4일 후까지도 비교적 신맛이 강하게 남아있었다. 그러나 미숙과의 경우 착색은 수확 당시에 비하여 Hunter a값이 20.45에서 28.71~33.48까지 증가하여 착색이 다소간 진행되었으나 최종 조사일까지 착색이 충분히 진전되지 못하여 불리하였다.

본 연구 결과 착색이 완전히 진행된 과실의 경우 예냉 및 이산화탄소 처리의 효과가 명확하지 않았고 미숙과의 경우 수송조건이 완료된 이후에도 착색이 불량하여 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

이산화탄소 및 예냉효과가 모의 보냉수송 중 딸기 품질에 미치는 영향을 보다 명확히 하기 위하여 적숙기의 과실(70~80% 착색)을 대상으로 동일한 실험을 반복하였다. 이산화탄소 처리의 효과는 전술한 결과와 유사하였는데, 특히 경도는 이산화탄소 처리시 증가하는 경향을 보여주어 전술한 결과(표 14)와 유사하여 고농도 이산화탄소 처리가 과실의 경도유지에 효과적인 것으로 판단되었다. 그러나 60% 이산화탄소 처리시 저장 5일에 이취가 발생하여 불리하였다.

반복실험 결과를 종합적으로 고려할 때 보냉 수송조건에서는 예냉만 실시하는 것보다는 이산화탄소 처리가 신선도 유지에 유리하였으나 처리농도가 지나치게 높을 경우 이취가 발생하거나 과실의 색이 회홍색으로 변화되어 불리하였으므로 이산화탄소처리의 적정 농도는 20%인 것으로 판단되었다. 특히, 처리 후 5일까지 부패한 과실이 발견되지 않아 예냉처리보다 이산화탄소 병행처리가 유리한 것을 확인할 수 있었다.

기타 관능적인 맛과 총당 함량의 변화를 조사한 결과 무처리의 경우(예냉) 총당함량은 47.7mg/g fr.wt에서 1일후 69.6mg/g fr.wt로 증가하였고, 5일에는 유사한 수준이었으나 이산화탄소 병행처리시에는 가용성 당의 증가가 비교적 완만하였던 것으로 밝혀졌다(자료 미제출).

또한 과실의 호흡은 대체적으로 이산화탄소 처리조건에서 더욱 높게 측정되었는데, 이러한 결과는 호흡자체가 증가한 것이 아니고 고농도의 이산화탄소가 처리의 효과가 지속되었기 때문인 것으로 추정되었다.

예냉조건에서 이산화탄소를 처리한 후 수송조건의 온도를 달리하여 모의 수송조건에서 과실의 품질을 비교한 결과(표 29) 수확 후 3일까지는 수송온도에 따른 차이가 현저하지 않았지만 5일 후에는 0℃조건에서 경도와 외관이 높게 유지되었다.

표 28. 예냉과 이산화탄소 처리가 모의 수송조건에서 과실 품질에 미치는 영향

조사일	CO ₂ (%)	착색변화			경도 (kg)	당도 (%)	산도 (%)
		L	a	b			
수확일	-	49.53	38.8	30.52	1.02	8.7	0.951
	0	46.64	41.75	30.24	1.03	7.7	1.030
1일후	20	46.06	41.53	30.24	1.03	7.7	1.030
	60	44.04	40.04	28.79	1.46	7.3	1.054
	0	50.79	43.20	24.78	1.32	7.2	0.915
5일후	20	50.26	38.74	26.36	1.50	7.2	0.875
	60	51.97	35.56	23.25	1.75	7.1	0.945

주)1일 0℃ 예냉 후 보냉조건으로 유지함

표 29. 예냉 및 이산화탄소(20%) 처리가 모의 수송조건에서 딸기 과실의 품질에 미치는 영향

수확 후 일 수	수송 온도	Hunter value			경도 (kg)	당도 (%)	산도 (%)
		L	a	b			
0		49.92	37.45	31.87	1.22	8.17	0.939
1	-	43.77	40.52	33.90	1.05	7.63	1.024
	0℃	41.50	41.63	27.19	1.15	7.67	0.999
3	5℃	38.46	40.20	22.51	1.13	7.37	0.999
	0℃	42.93	42.69	29.36	1.11	7.20	0.954
5	5℃	38.10	42.17	23.30	1.00	8.47	0.932

또한, 전술한 보냉수송조건과 비교할 때 과실의 전체적인 외관과 색택이 양호하여 현저히 유리하였으므로 딸기 수출시 보냉컨테이너를 활용하는 것은 바람직하지 않으며 예냉 후에도 과실의 온도를 5℃이하로 유지시키는 것이 수출성 증대에 바람직할 것으로 판단되었다.

적절한 딸기 수송모형을 확립하기 위하여 다음 5가지 조건에서 모의 수송 과실의 품질변화를 조사하였다.

표 30. 딸기 과실의 수송 조건 확립을 위한 처리 내용

처리	처 리 내 용
A	0℃예냉(24시간), CO ₂ 20% 처리, 0℃ 수송
B	상온(24시간), CO ₂ 20%처리, 상온수송(16℃)
C	4℃(24시간), CO ₂ 20%처리, 4℃수송
D	0℃(24시간), CO ₂ 20%처리, 보냉(12-16℃)
E	대조구(0℃)

과실의 무게감량은 5일을 기준으로 할 때 B, D, C, A, E 순으로 높았다. 처리간에는 수송온도가 높을수록 감량도 증가한 경향이었는데 4℃ 이하의 수송조건이 바람직할 것으로 판단되었다(그림 8).

100% 착색한 과실의 표피 건조는 4일부터 관찰되기 시작하였으며 곰팡이의 감염은 B처리구에서 2일부터 출현해서 5일째는 60%가 상회하였다. 그러나 E처리에서는 조사기간동안 감염과가 발생하지 않았다(그림 9).

전반적으로 고려할 때 비록 이산화탄소 처리를 실시한 경우라도 모의 수

송온도가 높을수록 부패도가 증가한 경향을 나타내었으므로 수송 중의 저온 유지가 가장 중요한 관점으로 판단되었다. 따라서 현재 보냉 컨테이너 또는 dry container를 사용하여 수출하는 방식은 반드시 개선되어야 할 것으로 확인되었다.

또한, 이산화탄소 처리는 대체로 과실의 품질을 유지시키는 유리하였으나 수출농가의 현실에 비추어 실용화를 위하여서는 기술적 지원 또는 간편한 이산화탄소 처리기술의 개발이 필요할 것으로 판단되었다.

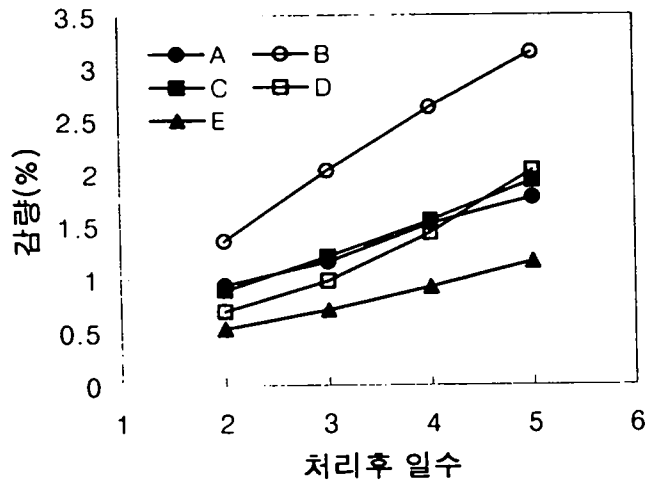


그림 8. 몇 가지 수확 후 처리가 모의 수송조건에 따른 '여봉' 딸기의 감람에 영향

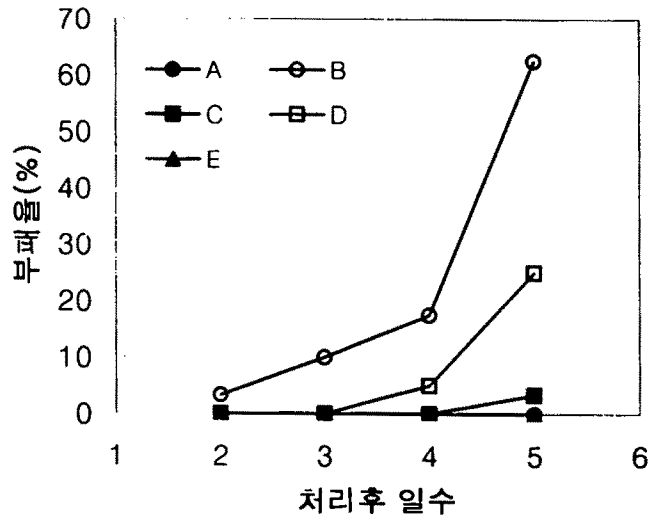


그림 9. 몇 가지 수확후 처리가 모의 수송조건에 따른 '여봉' 쌀기의 곰팡이 감염율에 미치는 영향(범례는 표 30에 표시함)

일본시장에 대한 딸기 수출은 대체적으로 미숙한 상태에서 활용되는 케이 크 가공용이 주종을 이루고 있으나 수출시장의 확대를 위하여서는 궁극적으로는 일반 시장출하용 신선딸기의 수출이 바람직할 것으로 판단되어 80%정도 착색된 과실을 대상으로 모의 수송실험을 수행하였다(표 31, 32).

모의 수송조건별 과실의 품질변화를 보면 A는 저온으로 인해 곰팡이 감염이 적고 과실의 외관, 향, 맛 및 경도도 양호하게 유지되었으며 상온조건을 부여한 B의 경우 전반적으로 색택의 변화가 극심하였고 대부분 과실이 처리 1일후 부패되기 시작하여 시장성을 상실하였다. C는 저온과 이산화탄소의 영향으로 곰팡이 감염이 적고 외관, 맛, 향기도 우수하였다. 예냉 후 보냉조건에서 수송하는 것은 국내 시장 출하를 위한 단기 수송에 적합하였으며 수출방법으로는 부적당하였다. C는 4-5일, D는 2-3일의 수송력을 보여 줌으로써 국내시장과 일본시장을 겨냥한 딸기의 적절한 수송모델로 생각된다.

표 31. 선적전 처리 및 모의 수송조건에 따른 '여봉' 딸기의 과색 및 신선도 변화

처리	수확 후 일 수	과색변화			외관 (지수)
		L	a	b	
A	0	50.15	34.59	25.28	5.0
	2	37.36	41.11	21.56	4.0
	3	36.9	40.32	22.23	4.0
	4	42.11	42.18	27.04	4.0
	5	43.16	40.35	29.5	4.0
	6	43.46	40.01	25.94	3.0
C	2	37.91	41.76	23.23	4.0
	3	42.93	41.28	28.00	4.0
	4	42.95	41.01	28.10	4.0
	5	41.00	40.72	26.93	3.0
	6	46.82	39.87	31.05	3.0
D	2	42.29	39.24	26.96	3.5
	3	45.85	41.36	30.85	3.5
	4	43.11	41.86	29.23	3.0
	5	41.22	41.76	27.76	3.0
	6	-	-	-	-
E	2	40.33	40.11	24.98	4.0
	3	46.73	38.78	29.39	4.0
	4	43.63	41.25	28.40	4.0
	5	43.52	40.51	28.93	3.5
	6	47.43	37.84	32.10	3.0

주) B처리의 경우 수확 2일에 품질이 현저히 저하되어 조사대상에 제외함

표 32. 선적전 처리 및 모의 수송조건에 따른 '여봉' 딸기의 당 및 산함량에 미치는 영향

처 리	수확 후 일 수	고형물 (%)	산도 (%)	경도 (kg)
	0	9.13	0.783	1.62
A	2	10.03	0.875	1.05
	3	8.77	0.819	1.33
	4	8.67	0.900	1.28
	5	9.67	0.858	1.38
	6	8.43	0.905	1.85
	C	2	8.70	0.858
3		8.93	0.847	1.40
4		8.93	0.721	1.19
5		8.97	0.67	1.07
6		8.67	0.992	1.68
D	2	8.67	0.772	2.06
	3	9.17	0.930	1.92
	4	9.43	0.868	1.89
	5	9.27	0.811	1.70
E	2	9.87	0.797	1.42
	3	8.63	0.730	1.26
	4	7.90	0.747	1.15
	5	10.03	0.691	1.22
	6	9.27	0.811	1.38

시험수출 딸기에 대한 청과물 수입업자의 전반적인 반응을 비교한 결과, 상품성에 대해서는 긍정적인 평가를 얻었지만 과실표면의 상처 발생에 대한 것이 가장 심각한 문제점으로 지적되었다(표 33).

이러한 문제점은 수출용 포장규격에 익숙하지 않은 상태에서 선별 포장을 실시하였으므로 포장시 상처가 발생한 것이 가장 큰 원인 것으로 추정되었다. 그러나 본 연구에서 확인된 바와 같이 예냉을 실시할 경우 수확 3일 후에 선적한 과실의 품질도 수확 당일에 선적한 과실에 비하여 뚜렷한 품질저하가 관찰되지 않은 것으로 밝혀져 과실경도가 비교적 높은 60~70%의 착색기에 수확한 과실을 대상으로 수출을 실시할 경우 양호한 품질의 과실을 선적할 수 있을 것으로 판단된다.

또한, 안정적인 수출을 위하여서는 선별 및 포장을 전문화시킬 필요가 있을 것으로 조사되었다. 딸기 수출경험이 있는 국내 청과물 수출에이전트와의 도의에서 일반 농가에 선별과 포장을 의뢰한 경우 상과 발생이 높고 규격이 일정하지 않아 가격경쟁력이 낮아지는 것으로 밝혀져 수출용 과실의 선별 및 포장에는 전문적인 훈련을 받은 노동자 확보가 중요할 것으로 판단된다.

표 33. 시험 수출 딸기 과실에 대한 수입상사의 반응

시험 수출 조건	항 목			종 합 평 가
	색	택	맛 외 관	
수확 당일 선적	양호	양호	상처 발생	당일선적분과 저장 3일 후선적분 사이의 특징적인차이는 관찰되지 않았지만 전반적으로
수확 후 3일 저온 저장(1℃)후 선적	양호	양호	상처 발생	과실표면의 상처가 발생하여 상품 가치가 저하됨

주) 시험수출은 60-70% 착색된 과실을 선별 수확하여 300g 소포장 용기에 담아 골판지 상자에 4상자씩 넣어 포장하였으며 일부 과실은 3일간 0℃에서 저장하였고 일부는 오전 중에 수확하여 포장한 다음 스티로폼박스에 넣어 보냉조건으로 항공 수송하였음.

3. 딸기의 수확 후 이산화탄소 처리 단순화 방안

단순한 CO₂ 처리보다 저산소 및 고이산화탄소 처리는 딸기 부패방지에 효과적으로 알려졌었으나(7) 본 연구에서는 우리 농가실험을 고려하여 단순한 처리 방안을 모색하고자 하였다. 또한, 단기간의 CO₂ 처리가 딸기의 신선도 증진에 효과적이라는 사실이 알려져 있으므로(27, 28, 30) 이러한 처리 기술의 현장적용에 관점을 두었다.

전술한 연구에서 수확 및 포장개선, 예냉 및 이산화탄소 처리가 과실의 신선도 유지에 매우 필요하다는 사실이 밝혀졌지만 현재 농가의 실정을 감안할 때 이러한 기술의 즉각적인 도입이 어려울 것으로 판단되었다.

그러나 최근 농가에 야냉육묘시설이 보급되고 있는 점을 고려하여 야냉육묘시설을 이용한 예냉과 간편한 이산화탄소 처리방안을 마련하고자 하였다.

본 연구에서는 고농도 이산화탄소를 단기간 처리하여 그 잔류효과에 의한 신선도 유지기술을 찾고자 하였다. 이산화탄소 처리는 과실의 경도를 증진시킨 결과를 보여주었는데 60% CO₂ 2시간 처리에 경도 증진효과가 우수하였으며 특히 100% CO₂처리도 수확 후 6일까지 단순예냉처리에 비하여 경도 유지에 유리한 것으로 밝혀졌다(표 34). 또한 이러한 효과는 수확 후 6일에 상온유통기간을 1일 부여한 후에도 유지되어 농가적용이 가능할 것으로 판단되었다.

표 34. 이산화탄소 처리가 딸기 경도 변화에 미치는 영향

처 리	수확 후 일수				
	0	2	4	6	8
	경도(kg)				
0℃	0.88	0.82	0.89	0.82	0.84
				(0.80)	(0.68)
0℃+20% CO ₂ (연속처리)	-	1.09	1.32	1.12	1.27
				(1.25)	(1.07)
0℃+60% CO ₂ (2hr)	-	1.31	1.09	1.19	1.21
				(1.16)	(1.16)
0℃+100% CO ₂ (2hr)	-	1.07	1.03	0.95	0.93
				(0.94)	(0.90)

주) 가로 안의 수치는 상온에 1일 노출시킨 후 측정한 값임

고이산화탄소처리(60% 이상)는 전체적으로 지속적으로 20% 이산화탄소를 처리한 경우에 비하여 다소 불리하였으나 농가에서 특별한 시설이 없이 처리할 수 있다는 점에서 간편한 처리방안으로 생각되며 과실의 품질도 단순 예냉처리보다 유리하였다. 특히, 과색이 수확 후 6일까지 현저히 밝게 유지되어 신선하였으며 가용성 고형물 및 산함량도 다소 높게 측정되어 내적 품질유지도 이루어진 것으로 판단되었다.

전술한 실험(표 34)에서 100%의 이산화탄소 2시간 처리에서 과실의 경도는 증가하고 이로 인한 특별한 장애가 발생되지 않은 점을 고려하여 농가실정에 적합한 적절한 고이산화탄소 처리시간을 밝히고자 하였다.

본 실험에는 축성재배를 한 '여봉' 딸기를 수확 당일에 실험실로 수송하여 처리를 마친 다음 국내 유통실정을 고려하여 20℃에 1일간 보관하고 조사를 실시하였다.

처리 1일 후 조사한 과실의 색도는 전반적으로 큰 차이가 없었지만 a/b ratio는 1시간 처리에 가장 높았고 다음이 2시간 처리이었다(그림 10). 3시간 이후에는 처리전 보다 오히려 낮아진 결과를 보여주었다. 그러나 전술한 결과와 비교할 때 이산화탄소 처리가 Hunter b값을 감소시킨 것으로 판단되지는 않았고 과실간의 편차에 기인된 것으로 추정되었다.

과실 경도는 수확당시보다 모든 처리구에서 증가하여 전술한 처리와 유사한 결과를 얻었다(그림 11). 경도 증가는 2시간 처리에서 가장 우수하였으며 처리시간이 증가하여도 경도의 추가적인 증가는 관찰되지 않았다. 경도를 처리 후 1일간 20℃에 노출시킨 다음 측정하였지만 이산화탄소 처리로 증가된 경도가 현저히 감소된 것으로 나타나진 않아 신선 딸기의 수확 후 처리방안으로 실용적 가치가 높은 것으로 판단되었다.

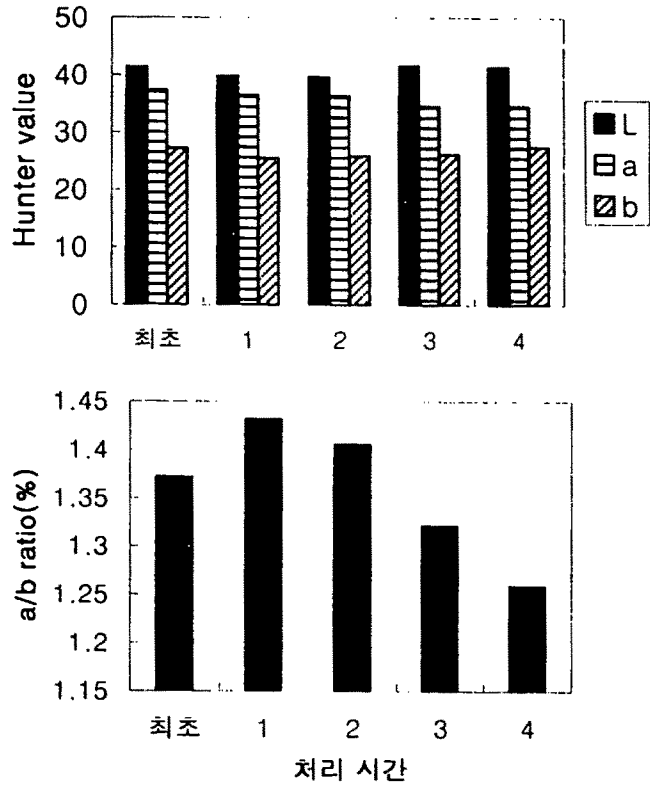


그림 10. 고이산화탄소 처리시간이 딸기 '여봉'의 과색에 미치는 영향

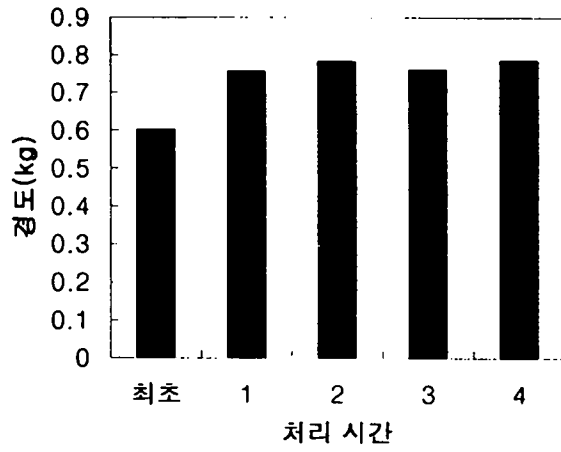


그림 11. 고이산화탄소 처리시간이 딸기 '여봉'의 경도에 미치는 영향

고형물 함량은 1시간 처리에서 가장 높았고 기타의 처리는 거의 유사한 수준이었으며 수확당시에 비하여 다소 감소한 결과이었다(그림 12).

반면에 산함량은 이산화탄소 처리시간이 증가할수록 3시간까지는 더욱 증가한 결과를 보여주었는데 4시간 처리에서는 오히려 산함량이 감소되었다. 그러나 이취가 발생하여 4시간 처리는 부적합 것으로 확인되었다.

과실의 호흡률은 이산화탄소 처리로 수확당시에 비하여 현저히 감소하였다(그림 12). 본 연구 결과 적당한 이산화탄소 처리시간은 1~2시간인 것으로 판단되며 비교적 단순하게 처리를 실시할 수 있으므로 즉시 농가에 보급할 수 있는 처리방안으로 판단된다.

따라서 단순한 이산화탄소 처리방안을 국내 모의 유통조건에 도입하여 비교하였다. 축성 재배한 80% 착색된 과실을 수확당일에 구입하여 이산화탄소처리와 5시간의 예냉을 실시한 다음 모의 유통조건을 부여하였다(표 38).

과실간의 편차가 다소 있었으나 이산화탄소 및 예냉처리는 과실의 경도를 다소간 증진시킨 결과를 보여주었는데, 이러한 효과는 모의수송 각 단계에서 지속적으로 유지되었다. 완숙과에서 유사한 경향을 보여주었으나 80% 착색과에 비하여 그 효과가 다소 낮았다. 경매 단계 후 상온에서 1일 경과시키며 소매단계를 부여하였는데 이 단계까지 고이산화탄소 처리구의 과실은 과색이 월등히 선명하게 유지되었다. 고형물 및 산함량은 다소간 처리구에서 높게 유지되었으나 전체적인 신선도에 비하여 그 차이는 적었다.

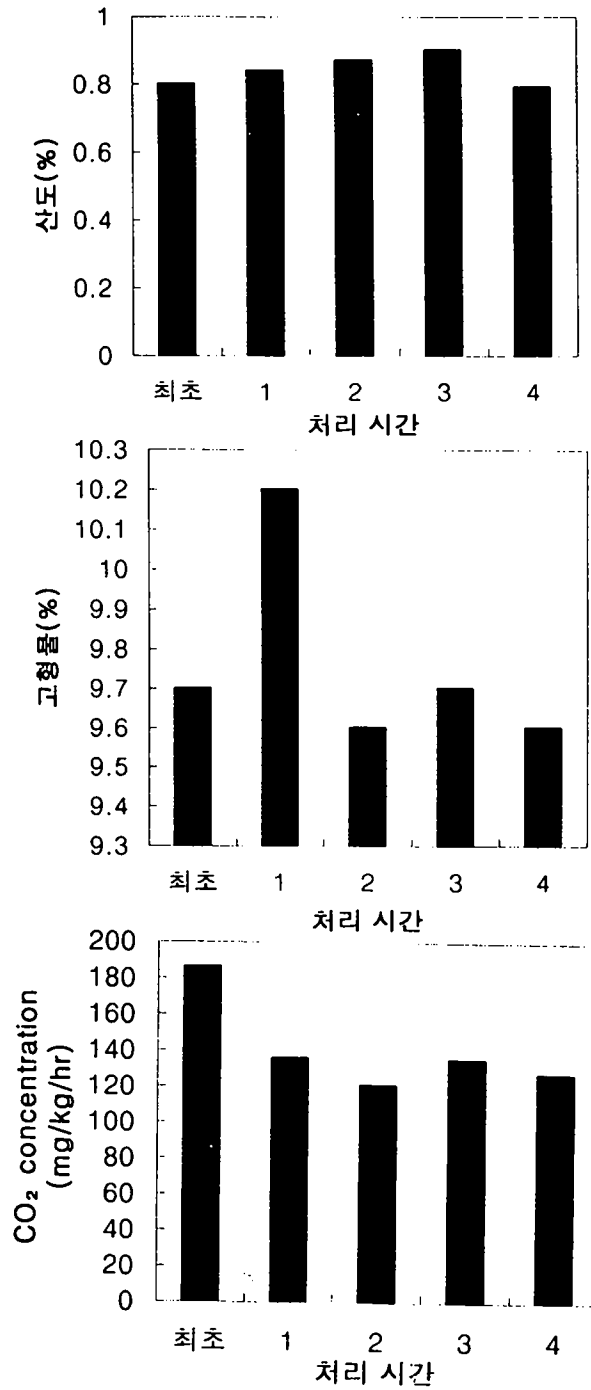


그림 12. 고이산화탄소 처리시간이 딸기 '여봉'의 고탄물과 산함량 및 호흡에 미치는 영향

표 35. 고이산화탄소처리가 모의 유통단계별 과실경도에 미치는 영향

처 리	수 송 온 도	조 사 시 점			
		수확	예냉후	경매	소매
경도(kg)					
무처리	상온	0.60	0.74	0.74	0.62
100%CO ₂ (2hr)+0℃예냉(5hr)	상온	0.60	0.92	1.01	0.86
100%CO ₂ (2hr)+0℃예냉(5hr)	0℃	0.60	0.94	1.10	0.92

주) 수확한 과실을 즉시 실험실로 수송한 뒤 예냉과정을 거쳐 모의 수송조건(12시간)을 부여하였고, 상온에 노출시켜 모의 경매 및 소매단계를 부여하였음. 경도는 Rehometer로 처리당 15과를 측정한 평균값임.

본 연구에서 얻어진 결과를 종합적으로 정리하여 딸기의 수확 후 처리흐름을 정리하였다(그림 13).

< 딸기 수확 후 처리 모델 >

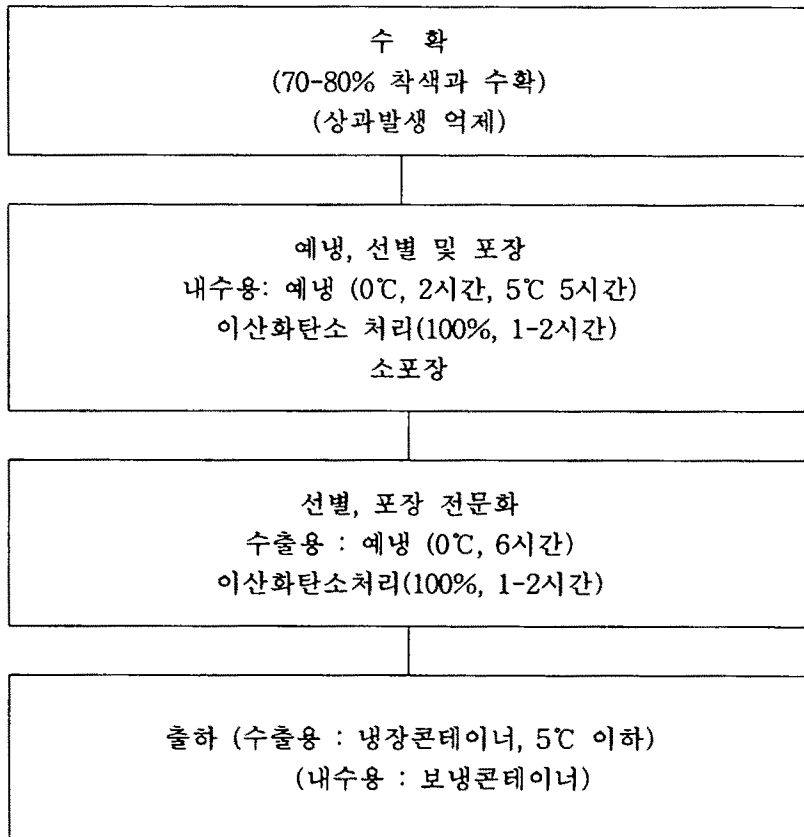


그림 13. 딸기의 수확 후 처리 개선 방안

이상의 결과를 종합적으로 고려할 때 딸기의 수확 후 신선도 유지를 위한 기술적 접근은 농가의 수준과 실정을 감안하여 단계별로 접근하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 즉, 수확시기 조절과 및 포장단위 개선을 통하여 상과발생을 줄이는 것이 시급하며, 야냉육묘 시설을 갖추고 있는 농가를 대상으로 예냉과 이산화탄소 처리를 병행시킬 경우 더욱 신선한 딸기를 공급하므로 부가가치 창출에 기여할 수 있을 것으로 판단되며, 여건이 성숙한 농가를 대상으로 본 연구에서 개발된 접목시킬 경우 수출에 3~4일 소요되는 대일본 딸기 수출은 현재 보다 현저히 개선될 수 있을 것으로 판단된다. 특히 환율 급등으로 인하여 수출가가 높아진 현재 더욱 수출 가능성을 높아진 것으로 판단된다.

제 4 절. 딸기의 생산 및 유통실태조사

1. 딸기의 수급 동향과 예측

1) 딸기의 수급 현황

과채류는 최근 국민소득의 증가에 따라 1987 년부터 식부면적이 해마다 9.3% 이상 증가해 왔으며 특히 시설재배면적의 증가율은 16%로서 노지보다 시설면적의 비중은 높아지고 있다. 이 중에서 딸기는 동기간동안 3.3%증가하고 있으나 과채류 전체 식부면적 증가율보다는 낮아 딸기의 전체 과채류 식부면적 비중은 1989년 12.5%에서 1993년에는 9.0%로 감소하였다.

이는 딸기가 오이, 호박, 참외, 수박, 토마토 같은 타 과채류보다 노력시간이 많이 들고 노동력을 구하기 힘든 반면에 소득은 높지 않기 때문으로 추정된다.

한편 딸기의 시설재배의 면적은 1989년에 4,200ha에서 1993년에는 5,248ha로 증가했는데, 이를 식부면적 구성비로 환산하면 65.6%에서 71.9%로 높아지고 있음을 보여주고 있다. 이러한 비율은 1993년도 과채류의 시설재배면적 비율 47.9%보다 높은 것으로 딸기의 경우 계절적 수요가 앞당겨지는 추세에 따라 출하시기를 조정하기 위해서 시설 딸기의 수요가 증가하기 때문으로 보인다.

딸기의 주산지역은 충남, 전남, 경남이 되는데, 1993년도에 이들 3개 지역이 전체면적의 75.0%, 생산량의 79.7%를 차지하여 절대적인 주산지역을 형성하고 있다. 지역별 생산현황을 보면 1993년 현재 충남지역이 2,006 ha의 면적 39,384톤의 생산실적을 올려 면적은 27.8%, 생산량은 28.9%를 차지하여 가장 높은 비중을 보이고 있다.

딸기의 주요 주산지 생산현황을 보면 1993년도에 논산이 20,250톤을 생산하여 군별 주산지 중에서 가장 생산량이 많았고, 남원 5,366톤, 고령 4,617톤, 곡성 3,477톤, 거창 2,709톤, 장성 2,308톤, 김제 925톤, 담양 427톤의 순으로 생산량이 많았다.

시설딸기 재배면적의 85%정도가 반촉성 재배(3월에서 6월까지 수확)작형으로서 출하시기는 12월부터 시작하여 6월까지이고 7월부터 11월까지는 단경기이다. 작형별 재배면적 및 생산량을 보면 3월에서 5월에 출하하는 반촉성재배가 1992년도에 면적은 72.1%, 생산량은 78.8%를 차지한 것으로 조사되었다. 이 시기에 출하하는 딸기가 계절적으로 가장 소비량이 많고 가격도 높게 형성되기 때문으로 추정된다.

표 36. 딸기의 지역별 식부면적 및 생산(1993년도) (단위: ha, ton)

년도	과채류 식부면적			딸기 식부면적			딸기/과채류 (%)		
	노지	시설	계	노지	시설	계	노지	시설	계
1989	31,881	19,319	51,200	2,203	4,200	6,403	6.9	21.7	12.5
1990	32,329	21,896	54,225	2,142	4,715	6,857	6.6	21.5	12.6
1991	37,187	24,728	61,915	2,050	4,003	6,053	5.5	16.2	9.7
1992	38,042	28,972	67,014	1,823	4,231	6,054	4.8	14.6	9.0
1993	38,071	35,020	73,071	2,048	5,248	7,296	5.4	15.0	10.0

자료 : 농림수산통계연보,1994 '93 채소생산, 농림수산부,1994

2) 가격동향

1989년도부터 1993년까지 연평균 생산증가율이 12.5%이고, 소비량도 꾸준히 증가하면서 연평균 가격상승률도 9.1%로 비교적 높은 증가추세를 보이고 있다. 딸기는 대개 2월 초순부터 출하되기 시작하여 6월 하순이면 끝난다. 월별 가격동향을 보면 1992년까지는 3월에 최고시세가 결정되었는데 1993년을 고비로 2월에 출하되는 딸기의 가격이 가장 높게 형성되고 있다.

이는 초기에 출하되는 딸기의 상품성이 낮고 소비가 일반화되지 않음에 따라 가격이 낮게 형성되어 오다가 겨울철의 신선 과채류에 대한 대체작물로 딸기의 수요가 증가함에 따라 출하시기가 앞당겨지면서 가격도 높게 형성되고 있는 경향 때문으로 보인다. 가격동향을 보면 1995년의 경우 가락동도매시장에서 경락된 월별 평균가격을 보면 2월에 상품 8Kg당 한 상자에 32,766원으로 가장 높게 형성되고 있다. 또한 출하시기가 끝나는 6월이 가장 낮게 시세가 형성되고 있다.

딸기의 가격은 품종의 종류에 따라 가격과 단위면적당 수량에 차이가 나기도 하지만 품종간의 생산비도 다르기 때문에 일률적으로 작형간 품종간 수익성을 비교하기는 어렵다. 그러나 소비자에 기호에 맞고 품질이 우수한 품종을 선택할 경우 농가 수취가격에서 차이가 많이 나기 때문에 딸기의 품종을 선택하는 주 요인은 생산비보다는 시장가격의 높고 낮음에 따라 정해지는 경향이 높다. 따라서 지역적으로 딸기의 재배품종이 변화하는 추세에 있는데 최근에 조사한 바에 의하면 반촉성 재배작형의 주품종인 '보교조생'의 가격이 정체되고 촉성재배작형인 '여봉'의 가격이 높아짐에 따라 품종의 교체가 일어나고 있다.

3) 유통실태

딸기의 유통마진은 농수산물 유통공사에서 조사한 바에 의하면 서울의 경우 유통마진이 44.7%로서 농가수취율은 55.3%가 되는 것으로 조사되었다.

이는 단계별 마진으로 구분하여 보면 출하단계에서는 11.1%, 도매단계에서 6.6%, 소매단계에서는 26.7%가 되는 것으로 조사되었다.

딸기는 가격이 높고 출하물량이 적은 1-2월의 출하초기에는 1Kg 단위의 스티로폼 용기에 랩을 씌워 2개씩 담아 2Kg단위의 고급골판지 상자에 담아 출하되다가 가격이 하락하는 3월부터는 3등급으로 구분하여 8Kg 스티로폼 상자에 담아 도배시장에서 상장 유통되며 소매단계에서는 근, Kg 단위로 비닐포장지에 담아서 판매되고 있다. 농협중앙회에서 정한 딸기의 등급기준에 의하면 다음과 같다.

표 37. 딸기의 등급 기준

구분	특	상	중	하
1과 무게	25g이상	20g이상	15g이상	10g이하
과일크기균일도	±5	±10	±15	±20
결점과 정도(%)	-	-	5이내	10이내

2. 딸기 재배 농가의 생산유통기술실태조사

1) 조사방법

시설딸기 농가의 기술수용 내용과 수준을 조사 분석하고 문제점을 파악하기 위하여 딸기주산지의 농가를 방문 청취조사를 실시하였다.

조사의 목적을 효과적으로 달성하고자 사전에 문헌검토 및 관련기관 방문을 통하여 기술적 내용과 수준이 상이한 3개도 3군의 딸기 주산지를 조사대상 지역으로 선정하였다.

이 밖에 시설딸기 농업의 전반적인 기술현황과 경영실태를 파악하기 위하여 논산 딸기시험장, 충남 농촌진흥원, 서울 가락동 도매시장을 방문하여 관련 전문가의 의견을 청취하였다.

각 지역 모두 15농가를 선택하여 조사하였다.

2) 조사지역 농가의 개요

지역적으로 보아 충남 논산지방의 딸기 재배연혁이 가장 길며, 현재까지도 전국 제일의 시설딸기 주산지로 알려져 있다. 그 다음으로는 전남 담양 지역이며 경남 거창지역이 최근에 시설딸기 주산지역으로 부상하고 있다. 조사농가의 재배경력도 이러한 지역간 재배역사의 차이를 반영하여 논산지역 딸기농가의 평균 재배경력이 11.1년으로 가장 오래 되었고 전남 담양의 농가가 7.7년, 경남 거창의 농가의 5.5년으로 조사되었다.

표 38. 조사지역 농가의 일반 현황

조사지역	재배경력	재배면적/호	생산량/호	조수입/호
충남 논산	11.1년	1,187평	13,164kg	3,077만원
경남 거창	5.5년	1,254평	15,126kg	3,595만원
전남 담양	7.7년	708평	7,067kg	1,980만원

호당 평균 딸기 재배면적은 경남 거창의 농가가 1,254평으로 가장 넓고, 충남 논산이 1,187평, 전남 담양이 708평으로 조사되었다. 이에 따라 호당 딸기 생산량과 조수입도 경남 거창이 15,126Kg과 3,595만원을 올려 가장 많고, 전남 담양지역이 708평과 7,067Kg로서 가장 적은 규모로 재배하고 있는 것으로 나타나고 있으며 충남 논산지역은 1,187평과 13,164Kg로서 중간규모를 차지하고 있었다.

가장 최근부터 딸기재배를 하기 시작한 경남 거창 농가의 경작지 면적이 가장 큰 이유는 이 지역이 기존 주산지인 논산과 담양과는 달리 시장 경쟁력이 있는 품종과 기술을 수용하고 있고, 딸기의 수익성을 높게 예상하여 영농규모를 확대하면서 나타난 현상으로 추정된다. 특히 이 지역은 일본의 딸기 농업에 대한 정보의 접촉기회를 많고 수집된 정보를 적극적으로 농가에서 활용한 결과라고 할 수 있다.

3) 지역별 기술수용과 경영성과 비교

기존의 연구결과를 보면 딸기농업기술은 품종선택, 재배기술, 시설관리, 수확 후 유통기술 등 생산과정에서부터 판매에 이르기까지 기술단계마다 농가의 기술수용형태와 수준이 상이한 것으로 보고되고 있다. 그러나 본 조사

에 의하면 주산단지내의 농가간 기술 수용형태는 큰 차이를 발견할 수 없었으며, 이 보다는 지역간에 기술수용과 경영형태의 격차가 두드러지게 나타나고 있는 것으로 조사되었다. 따라서 지역에서 어떤 종류의 기술을 어느 수준으로 수용하느냐에 따라 지역간에 딸기의 수익성이 차이가 나고 있음을 감안하여 기술수용의 내용과 경영성과의 지역간 비교분석을 시도함으로써 지역단위를 기준으로 한 최적의 기술수용방안을 모색하고자 하였다.

딸기재배농가의 영농활동을 기술적인 측면에서 구분하면 생산단계의 기술과 유통단계의 기술로 나눌 수 있다. 농가에서 새로운 품종의 딸기를 재배하거나 현재 재배중인 딸기의 재배과정에 새로운 기술을 적용할 때 이에 따라 발생하는 비용과 수입의 항목과 크기에 변동이 생기게 된다. 이와 같이 신기술 수용의 경영성과가 상이함에 따라 부가가치의 기여도를 높이고 경영의 효율성을 달성하기 위해서는 기술과 경영의 연계분석이 요구되는 것이다. 기술단계별로 기술수용의 차이 및 경영성과를 분석하기로 한다.

(1) 생산기술

딸기농가의 생산기술을 과정별로 구분하면 품종선택, 재배기술, 생력화 기술로 나눌 수 있다. 조사지역별로 이들 각 단계별 기술수용 내용을 비교 분석하면 다음과 같다.

(가) 품종선택

품종선택은 단위 면적당 생산량과 품질, 출하시기에 영향을 주어 농가의 영농규모 및 총생산량과 수취가격에 변동을 가져오게 한다. 지역별로 다른 딸기품종을 선택한 결과를 비교하면 다음 표 39과 같다.

주요 재배품종을 보면 논산농가의 경우 '보교조생'을 가장 많이 선택하고 있으며 일부 '수홍'과 '여봉'을 재배하고 있었고 전남 담양도 비슷한 품종 선

택 경향을 보이고 있었다.

반면에 경남 거창 지역의 농가는 모두 '여봉'을 재배하고 있었는데 이는 주산단지가 최근에 형성되어 초기에 일본의 주재배 품종인 '여봉'을 도입하면서 재배기술도 직접일본에서 배울 기회가 있었기 때문이다.

표 39. 딸기 품종 선택과 수취가격 비교

조사지역	주품종	생산량/평	출하시기	수취가격/kg
충남 논산	보교, 수홍	11.1kg	2월중순-5월하순	2,337원
경남 거창	여봉	12.1kg	12하순-5월중순	2,376원
전남 담양	보교, 여봉	10.0kg	2월하순-5월상순	2,802원

'여봉'은 촉성재배작형으로 출하시기는 12월 하순부터 시작하여 조사지역의 농가의 재배하는 품종 중에서 가장 빨리 시장에 출하되는 품종이다(16). 반면에 '보교조생'은 반촉성 재배작형으로 출하시기가 2월 중순 또는 하순부터 시작하여 5월 하순까지 지속된다. 품종간 평당 수확량을 보면 '여봉'이 12.1Kg으로 가장 높고 '보교조생'의 경우 논산은 11.1Kg이고, 담양은 10.0Kg인데 같은 '보교조생' 품종이라도 지역간에 차이가 있는 것으로 조사되었다. 이는 충남지역의 딸기 재배연혁이 담양지역보다 오래 되어 딸기 단위 면적당 생산력 기술이 앞서기 때문으로 보인다.

전반적으로 볼 때 상대적으로 재배연혁이 긴 충남 논산과 전남 담양은 그동안 국내시장에서 선호되어온 '보교조생'을 중심으로 생산하여 왔는데, 최근에 소비자의 딸기 선호도가 단순히 단맛보다는 신맛이 가미된 품종으로 변하고 있고 딸기의 계절적 수요도 앞당겨 지면서 기존 품종의 상품성과 시

장경쟁력이 점차 감소하는 것으로 인식하고 있었다. 따라서 재배품종을 '보교조생'에서 수익성이 좋은 '여봉'과 '수홍'으로 대체중이나 아직은 신품종의 재배기술도 모든 농가가 충분히 습득하지 못하고 있는 것으로 조사되었다.

최근 수년간의 출하동향을 보면 딸기의 계절적 수요가 앞당겨 지면서 딸기의 최고 가격도 3~4월에서 2월에 형성되는 경향이 있어 촉성재배형인 '여봉'의 수익성이 높아지고 있다. 다만 품종간 지역간 딸기의 Kg당 평균 농가 수취 가격을 보면 전남 담양의 '보교조생'이 2,802원으로 가장 높게 받고 있고, 그 다음이 경남 거창의 2,376원, 충남논산이 2,337원으로 조사되었다.

'여봉' 품종의 수취가격이 그다지 높지 않은 이유를 보면 아직까지 일본도 수입품종인 '여봉'에 대한 소비자 인지도가 높지 않고 출하시기도 12월 하순으로서 국내의 소비패턴에 비추어 시세의 형성시기가 너무 빠른 면이 있기 때문으로 보인다.

그리고, 같은 품종인 '보교조생'을 출하하는 담양의 농가수취가격이 논산보다 높은 이유는 딸기의 출하과정에서 선별과 포장에 차이가 있기 때문이다. 즉 논산의 경우 재배면적이 담양보다 커서 가족노동만으로는 수확기에 수확, 선별, 포장작업을 할 수 없어 고용노동의 이용 비중이 높으며 노동의 질과 숙련도가 떨어지기 때문이다. 호당 생산량은 논산이 담양보다 많지만 딸기의 상품성은 떨어져서 국내 시장에서 가장 좋은 품질의 딸기가 거래되는 서울의 가락동시장보다는 거리가 가까운 대전도매시장이나 차등급의 딸기를 거래하는 영동포 시장에 출하되는 것으로 조사되었다.

(나) 재배기술

재배기술이란 육묘단계에서 시설축조, 정식, 관리, 수확까지의 단계에서 적용되는 기술을 말하는데 재배기술의 수준에 따라 딸기의 품질과 생산량이 영향을 받게 되는 것이 일반적이다. 그런데 시설딸기의 경우 지역별로 주산

단지를 형성하여 집단적으로 재배하고 있는데 재배기술은 지역적으로 평균화되는 경향이 있고 품종간 지역간에 큰 편차를 보이지 않고 있다. 따라서 재배기술의 차이가 농가의 경영성과에 미치는 효과는 지역간에 일정하다고 가정할 수 있다. 다만 재배과정에서 고품질의 딸기를 생산하기 위해서는 퇴비를 많이 넣고 연작피해를 방지하며 잿빛곰팡이병 등 딸기병해 방제기술의 개발에 대해서 농가에서 관심을 가지고 있었다.

(다) 생력화 기술

1993년도 농촌진흥청의 작목별 노동력 투하시간조사결과를 보면 시설 딸기의 단위 면적당 노동 투하시간이 10a당 815.4시간으로 시설 채소류 중에서 가장 노동집약도가 높은 작물로 조사되었다. 그리고 딸기 재배기간중 작업 단계별 노동투입시간 구성을 보면 수확작업에 투입되는 노동시간이 226.4시간으로 27.8%를 차지하여 가장 비중이 높았다.

한편 시설딸기의 노동투입시간당 소득을 보면 1993년의 경우 4,595원으로 다른 시설과채류인 시설오이 8,227원, 시설토마토 5,085원, 시설수박 4,725원보다 낮게 나타나 타작목보다 시간당 노동소득율이 낮음을 알 수 있다.

표 40. 딸기의 재배단계별 노동시간

구분	육묘	시설축조	정식	관리	수확	(단위 : 시간/10a)	
						선별, 포장	계
시 간	52.0	131.6	103.2	170.6	226.4	131.8	815.6
비율(%)	6.4	16.1	12.7	20.9	27.8	16.1	100.0

조사지역의 농가의 단위 면적당 노동투입시간은 지역에 따라 차이가 나는 것으로 추정되었다. 딸기의 수확과정에서 지역별로 수확, 선별, 포장방법이 달라 노동투입 시간이 차이가 나고 있었다.

거창의 농가는 종기에 소량을 따서 다시 상중하 3단계의 등급별로 2Kg들이 골판지 상자에 일일이 선별 포장하는 일본식 작업방법을 따르고 있어 수확 때 호당 평균 작업시간이 44.1시간으로 가장 많은 시간이 소요되는 것으로 조사되었다. 충남의 경우 수확시 큰 바가지에 딸기를 선별하지 않고 따서 담은 후 등급도 2단계에서 4단계까지 농가별로 다양하게 나누고 있는데 이는 선별의 정확성보다는 작업 투입시간을 줄이는 방법이다. 고용노동의 비중이 높아 노동인원이 호당 4.2인으로 가장 많으나 노동생산성은 떨어져 10a 노동투입시간은 9.8시간으로 가장 적게 나타나고 있다.

한편 전남 담양의 경우 경지면적과 생산량이 적음에 불구하고 선별의 중요성을 인식하여 딸기의 선별과 포장작업에 많은 노동시간을 투입하여 10a당 노동시간이 13.9시간으로 가장 높게 나타났다. 담양지역은 딸기를 3-4단계로 구분된 용기에 따서 담은 수확작업과 동시에 선별하여 딸기의 상처를 줄이고 등급간 품질의 균일성을 높이는데 노력하고 있어 조사지역 농가중 평균농가수취가격이 가장 높게 나타났다.

표 41. 조사농가의 수확, 선별, 포장시간 비교

조사지역	노동인원/호	연노동시간/호/일	노동시간/10a/일
충남 논산	4.2인	38.7시간	9.8시간
경남 거창	3.8인	44.1시간	10.6시간
전남 담양	3.2인	32.8시간	13.9시간

(2) 유통기술

유통기술이란 수확 이후 농산물이 유통되는 과정에서 농산물의 품질과 형태를 유지하거나 변형함으로써 상품으로서의 가치를 높일 수 있는 저장, 가공, 선별, 포장, 수송 등의 기술을 말한다. 여기서는 유통경로의 순서대로 조사지역 농가의 유통단계별 관련 기술을 분석하여 유통기술의 개선점을 모색하고자 한다. 분석에 있어 딸기재배농가의 생산기술이 균등하여 딸기의 품종과 재배여건이 지역적으로 일정하다는 가정 하에 유통기술의 실태를 비교하기로 한다.

(가) 선별 포장기술

딸기는 연약 과실이므로 수확시에 되도록 사람의 손이 덜 가야되며 시간을 절약할 수 있는 선별과 포장방법의 개발과 표준규격에 맞는 선별이 이루어져야 농가판매가격을 높일 수 있게 됨과 동시에 비용을 줄일 수 있게 된다.

조사농가의 유통기술 실태 중에서 딸기의 품질을 보존하고 농가수취가격을 높일 수 있는 포장제의 도입과 포장방법을 조사하였다. 포장을 잘하면 유통기간동안 품질저하의 방지와 수송도중에서 발생하는 감모율의 감소를 가져올 뿐만 아니라 소비자의 구매욕구를 올려서 최종 소비자 가격을 더 높게 받을 수 있게 된다.

딸기의 선별 기준은 크기, 빛깔, 모양 등으로 구분하는데 충남 논산의 경우 단순히 크기에 따라 딸기를 2단계에서 4단계까지 일정한 등급간 기준이 없이 선별하고 있었다. 이는 선별의 정확성보다는 수확 작업시간의 단축을 중시하기 때문으로 보이며 포장방법은 8Kg 짜리 스티로폴 상자에 담는데 포장비용은 조사지역 중에서 가장 적은 1Kg 당 41원으로 조사되었다. 선별 기준을 세분화할 경우 농가수취가격을 높여 전체 판매수입액을 증대시킬 수

있는 것으로 조사되었다.

경남 거창의 경우 딸기의 선별과 포장에 가장 많은 시간을 투입하고 있으며 포장재도 2Kg 골판지 상자와 1Kg 짜리 투명 프라스틱용기를 내장포장으로 사용하고 있어 포장단가도 1Kg 포장시 125원으로 가장 많이 지출하고 있는 것으로 조사되었다. 전남 담양의 경우 충남 지역과 같이 포장재의 종류는 같으나 생산자 표시용 스티커를 상자에 부착하고 있어 포장비용은 1Kg당 96원으로 충남지역보다 포장재 구입비용에 더 많이 지출하고 있는 것으로 나타났다.

표 42. 조사농가의 딸기 포장방법 및 비용

조사지역	포장재 종류	포장 방법	포장 비용
충남 논산	스치로폼상자(8kg)	등급별로 상자에 담아 종이로 덮음	41원/kg
경남 거창	골판지상자(2kg) 내장용플라스틱상자 (1kg)	등급별로 1kg내장 용기담아 골판지 상자에 넣고 뚜껑 을 덮음	125원/kg
전남 담양	스치로폼상자(8kg) 스티커	등급별로 상자에 담고 생산자 스티 커부착	96원/kg

(나) 저장 및 수송 기술

연약 과실인 딸기의 저장기술은 아직 개발수준이 낮아 현재까지 1-2일정도만 가능하여 이 이상 기간을 연장하면 딸기의 품질저하로 상품성을 유지할 수 없다는 것이 일반적으로 인식되고 있다. 조사지역의 농가는 공통적으로 외기 온도가 떨어지는 아침 6시경부터 딸기를 수확하며 온도가 올라가는 한낮에는 작업을 중단하였다가 저녁에 다시 작업하고 있었으며 새벽 2-3시에 도매시장의 경매시간에 맞추어 딸기를 출하하고 있었다.

딸기의 생리적 특성상 저장성이 약하기 때문에 농가에서 출하시기의 조절이 쉽지 않아 출하기간을 주간단위로 보면 딸기 가격의 주기적인 등락이 일어나고 있었다. 가락동 도매시장의 농협공판장의 경매인 청취조사에 의하면 딸기의 가격이 공판장이 휴장하는 일요일 다음날인 월요일에는 출하량의 증가로 떨어지다가 목, 금, 토요일에는 대체로 상승하는 경향을 나타내고 있는 것으로 조사되었다. 그러나 가격에 영향을 미치는 더 중요한 변수는 날씨가 흐리거나 비가 올 경우 딸기의 성숙율이 낮아져 출하량이 적어지기도 하지만 소비량이 줄어 가격은 대체로 안정세이나 날씨가 맑아지면서 딸기의 성숙율이 높아 저장성이 약한 딸기를 출하시기를 조정할 수 없는 상태에서 출하를 할 수밖에 없어 시장출하량이 급격히 늘면서 딸기의 가격이 떨어지는 경향이 있다.

딸기의 수확시간은 딸기의 수송과정에서 감모율을 낮추는데 중요한 요인이 되므로 기온이 낮은 새벽에 딸기를 수확하여 냉동차로 수송하게 되는 경우 운임비용은 높아지나 딸기의 수취가격을 높일 수 있어 냉장 수송체계의 도입은 필요하게 된다. 수송과정에서 딸기의 상품성을 유지하기 위해서는 저온창고 탑재 차량으로 운송하는 것이 선진국에서 하고 있는 일반적인 수송방법이나 조사농가에서는 아직 저온 냉장 수송체계를 도입하지 않고 있었으며 농협을 중심으로 냉장차량을 이용하여 수송하고 있는데 활용도는 낮은

편이었다.

전반적으로 우리나라 딸기의 유통실태는 일본에 비하여 열악하며 특히 수확한 과실의 취급에 있어 많은 차이를 나타내고 있는 것으로 조사되었다(18). 따라서 수확한 과실의 유통성 증대를 위한 비용도 현저한 차이를 보이고 있는데 이러한 차이는 주로 포장재 및 수송에 드는 비용에서 나타난다.

국내 딸기의 일본 수출을 위하여서는 생산 측면에서 기술증진은 물론 수확후 처리과정에 대한 기술을 개선하는 비용을 더 투입할 경우에도 일본 생산 딸기보다 가격경쟁력이 있을 것으로 분석되었다(18). 따라서 앞으로의 수출은 기존의 가격경쟁력에서의 우위를 기준으로 한 수출전략보다는 생력화 기술개발을 통한 고가의 딸기를 수출하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 이러한 수출전략을 수립하기 위해서는 수출대상국 소비자의 기호에 맞는 선별, 포장, 및 신선도 유지기술의 접목이 필요하며 지속적인 물량 공급을 이룰 수 있는 전문생산단지 구축과 수확후 처리기술의 전문화가 이루어져야 할 것이다. 본 연구에서 개발된 단순한 기술을 접목할 경우 현재의 수출상 문제점을 보완할 수 있을 것으로 예상된다.

제 4 장. 적 요

딸기의 수확전 및 수확후 처리를 통한 신선도 증진을 위한 방안을 모색하기 위하여 본 연구를 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수확전 처리로 키토산, 바이오세라믹 및 칼슘 모두 과실 경도 및 수확 후 상온유통조건에서 신선도 유지 및 부패 지연에 효과적이었는데 엽면살포의 효과가 토양관주보다 우수하였다. 토양관주시에는 처리 후 1주일이상 경과된 이후에 효과가 인정되었다.
2. 국내 시판용 소포장 출하시 PVC랩 포장은 PE랩보다 포장재 내면에 결로를 유발하지 않아 유리하였다.
3. 관행적인 수확, 선별 및 포장방법으로는 물리적 손상이 심하게 발생하며 이러한 현상은 육질이 약한 '보교조생'에서 더욱 심하였다. 수확과 선별을 동시에 실시할 경우 상과발생이 현저히 감소되었다.
4. 관행출하 규격(8Kg) 유통시에는 물리적 손상이 많아 예냉처리의 효과도 감소되었으며 소포장(2k)은 수송 후에도 상과발생이 현저히 감소하였다.
5. 지연 예냉은 딸기의 유통기간을 1-2일 감소시켰다.
6. 수확한 딸기를 저온(0℃) 저장시에는 4일간 품질이 유지되었으며, 따라서 수출용 물량 확보시 3일간 수확한 딸기를 수집하여 작업하는 것이 가능할 것으로 판단되었다.

7. 이산화 탄소처리는 딸기의 경도를 현저히 증진시켰다. 경도 유지면에서 볼 때 20% 계속 처리가 가장 효과적이었으나 100% 이산화탄소 1-2시간 처리로도 명확한 경도증진 효과가 인정되었다. 또한 예냉과 병행할 경우 처리 효과가 더욱 우수하였다.

이상의 결과를 종합적으로 고려할 때 딸기의 수확후 신선도 유지는 수확과 선별, 포장 단계에서부터 개선되어야 하며 최근 소포장 출하가 늘고 있는 점에 미루어 볼 때 본 연구에서 확인된 예냉, 이산화탄소 처리 등을 병행하여 수확후 처리방안으로 도입할 경우 국내 출하용은 물론 일본 수출력을 증대시키는데 기여할 것으로 예상된다.

제 5 장. 인 용 문 헌

1. Agar, T., F. Bangerth, J. Strief, H. Hyodo, and A.E. Watada. 1994. Effect of high CO₂ and controlled atmosphere concentrations on the ascorbic acid, dehydroascorbic acid and total vitamin C content of berry fruits. *Acta Hort.* 398:93-100
2. Alcantara, G.M.L., S.J.M. Cabrera, B.S. Garcia, S.G. Martinez, and R.J. Ramirez. 1995. Strawberry quality in relation to postharvest handling. (In) *Harvest and postharvest technologies for fresh fruits and vegetables* 198-205
3. Cheour, F., C. Willemot, J. Arul, Y. Desjardins, J. Makhlof, P.M. Charest., and A. Gosselin. 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. *J. of Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(5):789-792
4. Cheour, F., C. Willemot,, J. Arul, J. Makhlof, and Y. Desjardins. 1991. Postharvest response of two strawberry cultivars to foliar application of CaCl₂. *HortScience* 26:1186-1188
5. 충청남도. 1997. 해외시장동향(농수산물 수출유망 가공식품). 충청남도 농정유통과
6. Chung, H.D., K.Y. Kang, S.J. Yun, B.Y. Kim. Effect of foliar

application of calcium chloride on shelf-life and quality of strawberry fruits. 1993. Journal of the Korean Society for Horticultural Science 34(1):7-15

7. Couey, H.M. and J.M. Wells. 1970. Low oxygen or high carbon dioxide atmospheres to control postharvest decay of strawberry. Phytopathology 60:47-49

8. El-Ghaouth, A., J. Arul, J. Grenier, and A. Asselin. 1992. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. Phytopathology 82:398-402

9. Emond, J.P., S. Boily, and F. Mercier. 1995. Reduction of water loss and condensation using perforated film packages for fresh fruits and vegetables. (In) Harvest and postharvest technologies for fresh fruits and vegetables 339-346

10. Ferreira, M.D., J.K. Brecht, S.A. Sargent, and J.J. Aracena. 1994. Physiological responses of strawberry to film wrapping and precooling methods. Fla. State Hort. Soc. 107:265-269

11. Garcia, J.M., C. Aguilera, M.A. Albi, 1995. Postharvest heat treatment on Spanish strawberry (*Fragaria X ananassa* cv. Tudla). Journal of Agricultural and Food Chemistry 43(6):1489-1492

12. Guichard, E., Y. Chambroy, M. Reich, and N. Fournier. 1992. Influence of carbon dioxide concentration on the aromatic quality of strawberries after storage(Abstract). *Sciences des Aliments* 12(1):83-100
13. Hao, H.P. and L. Hao. 1993. Study on storing strawberry at a temperature near the freezing point of water. *J. Fruit Sci.* 10(1):21-24
14. Hardenburg, R.E., A.E. Watada, and C.Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. *USDA Agri. Handbook* 66
15. Kader, A.A., A. Dale, and J.J. Ludy. 1990. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. *Proceedings of the Third North American Strawberry Conference* 145-152
16. 강시룡, 오세현, 최재현. 1996. 딸기축성재배기술(여용품종을 중심으로). 충남농촌진흥원 딸기시험장.
17. Ke, D., L. Zhou, and A.A. Kader. 1994. Mode of oxygen and carbon dioxide action on strawberry ester biosynthesis. *J. of Amer. Soc. for Hort. Sci.* 119(5):971-975
18. 권용대. 1996. 딸기의 상품화 비용추정에 의한 대일 수출 경쟁력 분석. *국제농업개발학회지* 8(3):169-180

19. Massantini, R., L. Lanzarotta, R. Botondi, and F. Mencarelli. 1994. Changes in the colour and consistency of strawberries during simulated pre-cooling and transport(Abstract). *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura* 56(5):53-57
20. Nunes, M.C.N., J.K. Brecht, A.M.M.B. Morais, and S.A. Sargent. 1995. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biology and Technology* 6:17-28
21. Nunes, M.C.N., J.K. Brecht, S.A. Sargent, and A.M.M.B. Morais. 1995. Effects of delays to cooling and wrapping on strawberry quality (cv. Sweet Charlie). *Food Control* 6:323-328
22. Paraskevopoulou, P.G., M. Vasilakakis, and C. Dogras. 1995. Effects of temperature, duration of cold storage and packaging on postharvest quality of strawberry fruit. *Acta Hort.* 379:337-344
23. Prussia, S.E. and R.L. Shewfelt. 1993. Systems approach to postharvest handling. *Postharvest handling: a systems approach.* (In) the *Food Science and Technology Series.* Academic Press, Inc. 43-71
24. Reed, B.M. 1992. Cold storage of strawberries in vitro: a comparison of three storage systems(Abstract). *Fruit Varieties J.* 46:98-102

25. Shamaila, M., W.D. Powries, and B.J. Skura. 1992. Sensory evaluation of strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging by quantitative descriptive analysis. *J. of Food Sci.* 57(5):1168-1172
26. Smith, B.J. and C.L. Gupton. 1993. Calcium applications before harvest affect the severity of anthracnose fruit rot of greenhouse-grown strawberries. *Acta Hort.* 348:477-482
27. Smith, R.B., L.J. Skog, and J.L. Maas. 1993. Enhancement and loss of firmness in strawberries stored in atmospheres enriched with carbon dioxide. *Acta Hort.* 348:328-333
28. Smith, R.B., L.J. Skog, and J.L. Maas. 1992. Postharvest carbon dioxide treatment enhances firmness of several cultivars of strawberry. *HortScience* 27:420-421
29. Smith, R.B. 1992. Controlled atmosphere storage of 'Redcoat' strawberry fruit. *J. of Amer. Soc. for Hort. Sci.* 117:260-264
30. Smith, R.B., L.J. Skog, J.L. Maas. and G.L. Galletta. 1993. Enhancement and loss of firmness in strawberries stored in atmospheres enriched with carbon dioxide. *Acta Hort.* 348:328-333
31. 송정춘, 박남규, 정우경, 이상양. 1995. CO₂ 농도조절에 의한 딸기의 수확후 생리와 저장에 관한 연구. *농업논문집* 37(2):687-695

32. Ueda, Y. and J. H. Bai. 1993. Effect of short term exposure of elevated CO₂ on flesh firmness and ester production of strawberry. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 62(2):457-464.

부 록

1차년도 연구 후 중단된 분야의 연구결과를 요약하였음.

A. 화분매개용 벌을 이용한 딸기 잣빛 곰팡이병 생력 방제 기술 개발

비닐 하우스(7×85m²) 1동을 한냉사를 이용하여 꿀벌이용 방제구, 관행 살포구, 무살포구로 구획을 나누었고, 약제처리 방법은 다음의 표 1과 같이 하였다.

꿀벌이 운반하는 약제의 형상은 procymidone과 diethofencarb+carbendazim 혼합제(수화제) 분말에 중량제를 첨가하여 주성분 함량을 25% 되게 하였고, 꿀벌이 출입하는 벌통 입구에 약제를 부착시키는 장치를 설치하여 매일 0.3g씩 약제를 투입하였다. 약제처리는 4월 23일부터 시작하며 5월 14일 까지 계속하였고 이병과울과 기형과울 조사는 5월 22일에 하였다. 이병과울은 약제 무처리구가 41.1%이고, procymidone처리구의 경우 벌 이용 방제구가 16.5%, 관행 살포구가 14.6% 였고, diethofencarb+carbendazim 혼합제의 경우 벌 이용구가 9.9%, 관행살포구가 7.8%였다. 벌 이용구를 약제 무살포구와 비교하면 이병과울이 매우 적었고 관행살포구보다 약간 높았지만 큰 차이가 없었다. 기형과울은 전 처리구에서 발생이 적어 비교가 어려웠지만 벌 이용구에서 가장 적었다. 딸기 열매의 농약 잔류량은 벌 이용구에서 가장 적었고 대부분이 검출한계 이하였다.

표 A-1. 약제처리 내용

구 분	약 제	주성분 함 량	처 리 내 용	
			회석배수 및 사 용 량	처 리 내 용
별이용	Procymidone WP	25%	0.3g/별통	4월 23일부터 5월 14일까지
방제구	Diethofencarb · carbenda WP	25	0.3g/별통	매일 별통 출입구에 약제분말을 투입
관행	Procymidone WP	50	1000배	4월 23일, 30일, 5월 7일, 14일 4회 처리
처리구	Diethofencarb · carbenda WP	50	1000배	
무처리				

표 A-2. 별 이용 방제구 및 관행방제구의 딸기 잣빛곰팡이병의 방제효과

시 험 구	이 병 과 율				방 제 가 (%)	
	1 반 복	2 반 복	3 반 복	평 균		
별 이용	Procymidone WP	12.9	19.4	17.2	16.5	59.9
방 제 구	Diethofencarb · carbenda WP	12.7	9.6	7.5	9.9	75.9
관 행	Procymidone WP	14.7	15.3	13.8	14.6	64.5
살 포 구	Diethofencarb · carbenda WP	10.0	6.2	7.2	7.8	81.1
약 제 무 처 리 구		44.8	49.5	28.9	41.1	

표 A-3. 벌 이용 방제구 및 관행방제구의 기형과율 조사

시험구		기형과수	기형과율(%)
		/조사과수	
벌 이용	Procymidone WP	4/1363	0.3
방제구	Diethofencarb · carbenda WP	5/1575	0.3
관행	Procymidone WP	10/1450	0.7
살포구	Diethofencarb · carbenda WP	11/1200	0.9
	약제 무처리구	7/1350	0.5

표 A-4. 벌 이용 방제구 및 관행방제구의 딸기 열매의 농약 잔류량 분석

시험구		농약잔류량 (ppm)		
		Procymidone	Diethofencarb	carbendazim
벌 이용	Procymidone WP	0.09	<0.01	<0.01
	Diethofencarb · carbenda			
방제구	WP	<0.01	0.07	<0.01
	Procymidone WP		<0.01	<0.01
관행	Diethofencarb · carbenda			
	WP	<0.01	1.58	1.70
살포구	약제 무처리구	<0.01	<0.01	<0.01

B. 저 칼로리 잼 및 기능성 잼류의 개발

저 칼로리 잼 및 기능성 잼을 제조하여 당의 종류 및 농도가 색상에 미치는 영향을 검토하였다. 당의 농도를 40%로 하였을 때 각종 당류 및 당알코올이 색상에 미치는 영향을 검토한 것으로서 65% 농도의 설탕 잼과 국내 및 미국산 시판품을 대조구로 하였다.

1) 당농도 40% 제품의 특성

투명도: 당농도를 40%로 하여 개발 제조된 잼류 모두 국내 및 미국 시판품에 비하여 투명도가 높았으며 당의 종류별로는 프락토올리고당, 갈락토올리고당, 포도당, 물엿, 설탕 및 이소말토올리고당의 순으로 높았고 솔비톨을 사용하였을 경우 가장 낮은 값을 보였다.

Hunter a값: 개발 제조된 잼류 대부분이 대조구에 비하여 낮은 것으로 나타났으며 당의 종류별로 보아 물엿을 사용하였을 때 가장 높았고 솔비톨, 이소말토올리고당, 포도당, 갈락토올리고당의 순으로 높았으며 프락토올리고당을 사용하였을 경우 가장 낮은 값을 보였다.

Hunter b값: 솔비톨 잼은 대조구에 비하여 약간 낮은 값을 나타냈고 갈락토올리고당 잼은 대조구에 비하여 높은 값을 나타냈다. 설탕, 포도당 및 물엿의 순으로 높았고, 솔비톨과 잼의 경우 가장 낮은 값을 보였다.

견고성: 갈락토올리고당을 사용하였을 때 가장 높은 것으로 나타났으며 프락토올리고당, 이소말토 올리고당, 포도당 및 물엿을 사용하였을 때 65% 설탕잼 및 국내 시판품과 비슷한 경향을 나타냈으나 미국산 시판품보다는 다소 높았다. 또한 설탕 및 솔비톨을 사용하였을 때 특히 낮은 것으로 나타났다.

응집성: 개발제조된 잼 대부분이 대조구와 거의 비슷한 경향을 나타냈으

며 이소말토 올리고당 쥘의 경우 가장 낮았다.

검 성: 포도당 및 갈락토올리고당으로 제조된 쥘은 국산 시판품 및 65% 설탕쥘과 비슷한 경향을 나타냈으나 기타 다른 당류로 제조된 쥘류는 다소 낮은 경향을 나타냈으며 특히 설탕 및 솔비톨로 제조된 쥘은 현저히 낮은 값을 나타냈다.

부착성: 설탕과 솔비톨을 사용한 쥘을 제외한 모든 제품에서 국산 시판품과 비슷한 경향을 보였고 미국산 시판품보다는 다소 높게 나타났다. 특히 설탕 65% 설탕쥘 및 국산 대조구와는 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다.

2) 당 농도 30%제품 특성

투명도: 당 농도를 30%로 하여 제조한 쥘의 색상 특성은 대조구에 비하여 모두 높았으며 당 종류 별로는 프락토올리고당, 설탕, 갈락토올리고당, 포도당, 이소말토올리고당, 물엿의 순으로 높았고 솔비톨에서 가장 낮았다.

Hunter a값: 개발제품 모두 대조구에 비하여 약간 낮은 값을 나타냈으며, 특히 프락토올리고당 쥘의 경우 가장 낮았다.

Hunter b값: 설탕 및 프락토올리고당을 사용한 쥘을 대조구 보다 낮은 값을 나타냈으며, 기타 제품들은 국산시판품과 거의 비슷한 경향이었으나, 미국산 시판품에 비하여는 다소 낮은 값을 나타내었다.

견고성: 설탕, 프락토올리고당 및 솔비톨을 사용한 쥘의 경우 현저히 낮은 것으로 나타났으며, 그 이외의 경우 미국산 대조구에 비하여는 다소 낮은 경향을 보였다.

응집성: 개발제품 대부분이 대조구와 비슷한 경향을 보였으며 갈락토올리고당, 포도당 및 물엿을 사용하였을 경우 다소 낮은 값을 나타냈다.

검성: 설탕 및 솔비톨 쥘을 제외하고는 미국산 대조구와 비슷한 경향을 보였으며 65% 설탕쥘과 국산 대조구 보다는 다소 낮은 값을 나타냈다.

부착성: 설탕 및 솔비톨 껌을 제외하고는 미국산 시판품 보다는 높은 경향을 보였으며 국산 대조품과는 거의 비슷한 값을 나타냈으며 특히 포도당 껌의 경우 현저히 높게 나타났다. 또한 개발제품 모두 65% 설탕껌 보다는 낮은 값을 보였다.

점도: 개발제품 모두 대조구에 비하여 현저히 낮게 나타났으며 미국산 대조구 보다는도 65%설탕 껌 및 국산 대조구에 대하여 큰 차이를 보였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 40% 및 30%의 당도로 저칼로리 껌 및 기능성 껌을 제조하였을 때 색상에 있어서 65%의 설탕껌과 국산 및 미국산 시판품에 비하여 손색이 없는 것으로 판단되었으며, 관능적으로 보아서는 원료 딸기에 가까운 색상을 유지하는 것으로 나타났다.

개발된 제품의 물성 또한 관능적으로 보아 딸기 고유의 색상을 상실하지 않았으며 식빵에 발라 보았을 때 느껴지는 퍼짐성 등의 물성이 시판품에 비해 결코 손색이 없는 제품이 개발된 것으로 판단된다.

표 A-5. 딸기잼 제조를 위한 첨가제 조합

감미료	당도	펙틴(g)	CaCl ₂ · H ₂ O
설탕	65	7*	-
	40	7	0.2
솔비톨	30	8.5	0.3
	40	12	0.2
프락토올리고당	30	14	0.3
	40	12	0.2
갈락토올리고당	30	14	0.3
	40	13	0.2
이소말토올리고당	30	13	0.3
	40	13	0.3
포도당	30	13	0.3
	40	12	0.3
물엿	30	12	0.3
	40	12	0.2

* 고 매독실 펙틴 사용, 기타 저당 잼에는 저 매독실 펙틴 사용

표 A-6. 당의 종류가 제품의 색상에 미치는 영향(당농도 40%)

감 미 료	색 상		
	L	a	b
설 탕	14.0	23.1	-6.9
솔비톨	10.	25.0	-10.1
프락토올리고당	17.7	19.3	-4.5
갈락토올리고당	17.0	21.7	-4.3
이소말토올리고당	12.5	24.2	-9.1
포도당	15.4	23.8	-6.5
물 옻	14.5	26.3	-5.8
설탕(65%)	11.6	26.5	-6.7
국산 시판품(62%)	9.6	26.0	-6.1
미국산 시판품(65%)	6.3	27.6	-9.6

표 A-7. 당의 종류가 제품의 색상에 미치는 영향(당농도 30%)

감미료	색 상		
	L	a	b
설 탕	18.9	21.1	-4.1
솔비톨	11.3	24.4	-9.7
프락토올리고당	20.1	18.2	-3.3
갈락토올리고당	18.0	21.1	-5.9
이소말토올리고당	15.1	22.6	-8.0
포도당	15.7	25.0	-6.9
물 엿	14.8	25.3	-6.4
설탕(65%)	11.6	26.5	-6.7
국산 시판제품(62%)	9.6	26.0	-6.1
미국산	6.3	27.6	-9.6
시판제품(65%)			

표 A-8. 당의 종류가 제품의 물성에 미치는 영향(당농도 40%)

감미료	견고성	응집성	검성	부착성	점도
설 탕	0.43	1.005	0.370	0.720	30.0
솔비톨	0.79	0.929	0.734	1.790	67.6
프락토올리고당	1.64	0.689	1.130	2.760	71.6
갈락토올리고당	2.06	0.667	1.374	2.004	67.2
이소말토올리고당	1.85	0.611	1.134	2.152	69.6
포도당	1.84	0.807	1.485	2.850	86.4
물 엿	1.56	0.744	1.073	2.475	72.3
설탕(65%)	1.46	0.944	1.378	3.025	162.4
국산 시판품(62%)	1.62	0.926	1.504	2.116	170.3
미국산 시판품(65%)	1.01	0.801	0.810	1.230	94.4

표 A-9. 당의 종류가 제품의 물성에 미치는 영향(당농도 30%)

감미료	견고성	응집성	겉성	부착성	점도(Poise)
설탕	0.37	0.857	0.369	0.907	29.6
솔비톨	0.38	0.917	0.348	0.906	32.8
프락토올리고당	0.79	0.914	0.722	2.310	54.8
갈락토올리고당	1.32	0.647	0.854	1.810	64.4
이소말토올리고당	1.38	1.035	1.035	1.509	59.2
포도당	1.45	0.645	0.935	2.860	59.6
물엿	1.15	0.688	0.856	2.100	43.6
설탕(65%)	1.46	0.944	1.378	3.025	162.4
국산 시판품(62%)	1.62	0.926	1.504	2.116	170.3
미국산 시판품(65%)	1.01	0.801	0.810	1.230	94.4

C. 딸기주 제조 및 발효 분석

두 품종의 딸기, '수홍'(A)과 '보교조생'(B)을 이용하여 딸기주를 제조하여 특성을 살폈다.

주정도: 딸기주를 제조시 발효기간에 따른 주정도의 변화는 다음과 같다. 즉 1차 발효에서는 6일째까지 급격히 증가되던 주정도는 그 이후부터 서서히 증가했으며 16-23일까지는 거의 일정한 값을 유지하다가 23일부터는 서서히 감소하는 경향을 보였다. 각 품종별 주정도의 차이는 크지 않았으며 51일에 A는 15도, B는 13.4도로서 A가 약간 높은 값을 나타냈다. 그러나 6주부터는 급격히 감소하여 8주에는 13.7도를 기록했다. B는 다소 증감세를 보이다가 8주에는 12.7도를 나타냈다. 그리고 B는 1차 발효 23일에 16.2도로서 최고 값을 나타냈다.

Brix: 발효과정중 1차발효에서는 각 품종별로 큰 차이 없이 2일 후에 19.6-20.5이던 Brix는 발효가 진행되면서 그 값이 급격히 감소한 후 6일을 분기점으로 완만히 감소하다가 11일째부터는 7.6-8.0으로써 거의 일정한 값을 유지하였다. 2차 발효에서도 Brix는 큰 변화를 보이지 않았고 다만, 저장 8주에는 7.6-7.8정도로 그 값이 다소 감소되었으며 마찬가지로 품종간의 차이는 없었다.

환원당: 발효경과로서 1차 발효에서는 2일째에 148-177 mg/ml이던 환원당량은 6-7일까지 급격히 감소하여 8일부터는 10-11mg/ml로써 거의 일정한 값을 나타냈다. 품종별로 2일에 A가 148mg/ml, B는 177 mg/ml로서 차이를 보였으나 8일부터는 거의 같은 값을 나타냈다. 2차 발효에서는 환원당량이 아주 천천히 감소되는 것을 알 수 있었는데 8주에 그 값은 5mg/ml정도였고, 품종간의 차이는 없었다.

pH: 딸기를 이용한 발효주 제조에 있어서 1차 발효에서는 각 품종별로 A는 2일째에 pH3.4이던 것이 차츰 증가하여 11일에는 pH 3.6이었고, 그 이후에는 일정한 값을 유지하다가 30일부터는 차츰 증가하여 51일에는 pH 3.7을 기록했다. B는 2일에 pH 3.7이던 것이 4일에는 pH 3.75로써 8일까지 일정한 값을 유지하다가 8일 이후부터는 불안정한 증감세를 보이기 시작하여 51일에는 pH 3.9를 기록했다. 그리고 1차 발효기간중 A가 B보다 0.2-0.3정도 pH가 높았다. 2차 발효에서는 A와 B모두 거의 일정한 값을 보였는데, A는 pH 3.65정도, B는 pH3.85정도로 A가 B보다 약간 높은 pH를 나타냈다.

산도: 1차 발효에서는 2일에 0.50-0.62% 정도이던 산도가 급격히 증가하여 7-8일에는 0.68-0.83이었고 23일까지는 거의 일정한 값을 보이다가 그 이후부터는 다소 증가하여 51일에는 0.765-0.84%의 산도를 보였다. 그리고 1차 발효동안 A는 B보다 0.1%정도 산도가 높게 나타났다. 2차 발효에서는 품종별로 A는 2주째에 산도가 0.8%로 높아졌다가 6주에는 0.64%까지 하락한 후 8주에는 0.72%를 기록했다. B도 2주에 산도가 0.95%까지 상승한 후 6주에 0.82%를 보인 뒤 8주에는 0.83%를 기록했다.

관능검사: 발효주를 후숙시키고 이에 대한 평가를 하기 위하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사결과 남자는 A를, 여자는 B를 선호하는 것으로 나타났다으며 전체적으로는 B를 더 선호하는 것으로 나타났다. 그 결과는 표와 같다.

표 A-10. 품종별 선호도 관능검사표.

(만점:19점. A:수홍, B:보교조생)

구 분	A	B
여자(7)	12.50	13.35
남자(8)	13.75	12.00
계 (15)	13.16	13.43