

발간등록번호
11-1543000-001950-01

수출 절화용 화훼류의 신선도 유지기술 및 현장 적용 모델 개발

2017. 9.

주관연구기관 / 세종대학교
협동연구기관 / 서울시립대학교
목포대학교
시크제네시스
위탁연구기관 / 단국대학교

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “수출 절화용 화훼류(장미, 국화, 백합)의 신선도 유지기술 및 현장 적용 모델 개발”(개발기간 : 2014. 08. 12. ~ 2017. 08. 11.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017 . 09 . 23 .

주관연구기관명 : 세종대학교 산학협력단
협동1연구기관명 : 목포대학교 산학협력단
협동2연구기관명 : 서울시립대학교 산학협력단
협동3연구기관명 : 시크제네시스
위탁기관명 : 단국대학교 산학협력단
참여기관명 : 로즈피아
참여기관명 : (주)헤븐FC

주관연구책임자 : 임진희 (세종대학교)
협동연구책임자 : 유용권 (목포대학교)
김완순 (서울시립대학교)
이승원 (시크제네시스)
참여기관책임자 : 정화영 (로즈피아)
국중갑 (주)헤븐FC
위탁기관책임자 : 이에경 (단국대학교)

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	314029-3	해 당 단 계 연 구 기 간	2014. 08. 12. ~ 2017. 08. 11.	단 계 구 분	3/3
연구사업명	단위사업	수출전략기술개발사업			
	사업명	수출전략기술개발사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부과제명	수출 절화용 화훼류(장미, 국화, 백합)의 신선도 유지기술 및 현장 적용 모델 개발			
연구책임자	임진희	해당단계 참여 연구원 수	총: 31명 내부: 31명 외부: 명	해당단계 연구개 발비	정부:390,000천원 민간:145,400천원 계:535,400천원
		총연구기간 참여 연구원 수	총: 93명 내부: 93명 외부: 명	총연구개 발비	정부:1,170,000천원 민간:436,200천원 계:1,606,200천원
연구기관명 및 소속부서명	세종대학교 산학협력단 서울시립대학교 산학협력단 목포대학교 산학협력단 시크제네시스			참여기업명 로즈피아 (주)헤븐FC 시크제네시스	
위탁연구	연구기관명: 단국대학교 산학협력단			연구책임자: 이애경	
<p>○ 절화장미의 작형별, 계절별 재배환경 변화에 따른 절화수명 변동성 규명</p> <ul style="list-style-type: none"> • 장미 주년수출농가의 연중 계절변화에 따른 재배환경요인의 변화 및 절화수명 변동 조사 • 장미농가별 재배환경에 따른 재배환경요인의 변화 및 절화수명 변동 조사 • 다변량 분석을 통해 도출된 재배환경 개선 사항을 보완하기 위해 실제 농가에 제습시설 설치 및 적용 후 계절별 절화수명 품질의 변동에 미치는 영향 조사 • 수출유통환경의 변화가 일본 현지에서의 절화수명의 변동에 미치는 영향 조사 • 수출용 절화장미의 최적 전처리제와 습식용액 구명 <p>○ 국화의 생산단계와 수확 후 유통단계별 선도유지 기술개발 및 현장 적용 모델 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 절화 국화 재배 농가 최적 재배 및 환경요인 적용 및 보완 • 절화 국화의 선도유지 및 절화수명 연장에 효과적인 예냉 및 선별 방법 조사 • 수출 절화국화의 재배환경 및 수확 후 관리기술의 현장적용 <p>○ 수출 절화백합의 최적 재배, 수확 후 관리기술 개발 및 산업화</p> <ul style="list-style-type: none"> • 생산농가 환경 분석과 절화품질·절화수명 특성 상관관계 분석 및 최적 재배환경조건 확립 • 계절별 수출과정의 미기상 분석 				<p>보고서 면수 357page</p>	

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 수출 백합 절화 품질에 미치는 농가 전처리 효과 • 수확 후 전처리제 사용방법에 따른 절화 품질 및 수명효과 분석 • 수확 후 전처리 시간에 따른 절화 품질과 수명효과 분석 • 수확 후 모의 수출환경에서의 절화 품질과 수명효과 분석 <p>○ MEFI 기술을 이용한 화훼 국내 유통 및 수출 패키지 개발 및 현장 적용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 절화장미·국화·백합에 대한 습식패키지 환경 최적화 • 신선도 유지를 위한 기존 기술과 통합한 MEFI 기술 효과 규명 • 조절프로그램 개발 및 시제품 디자인 최적화 • 품종 및 유통방식에 최적화된 MEFI 패키지 시제품 제작 | |
|--|--|

요 약 문

		코드번호	D-01
연구의 목적 및 내용	<p>○ 수출용 절화 장미, 국화, 백합의 수확 전·후, 유통단계에서의 신선도 향상을 위한 품질관리 체계화기술 개발 및 보급형 패키지기술 현장적용 모델 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수확 전 환경 분석에 따른 절화 품질관리 체계화기술 개발 및 현장화 - 품목별 맞춤형 수확 후 절화 품질관리 체계화기술 개발, 확립 및 현장화 - 수출용 절화류의 최적 유통시스템 구축, 현장화 및 모델 개발 		
연구개발성과	<p>1. 정량적 성과</p> <p>○ 특허출원 7건, 특허등록 4건, 기술이전 3건, 제품화 1건, 매출액 5백만원, 수출액 2,166백만원 기여, SCI 5편, 비SCI 10편, 학술발표 27건, 교육지도 90건, 인력양성 7건, 정책활용 3건, 홍보전시 12건, 기타활용(매뉴얼 제작) 3건 달성함</p> <p>2. 정성적 성과</p> <p>1) 절화장미의 작형별, 계절별 재배환경 변화에 따른 절화수명 변동성 조사</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 농가별 재배환경 향상을 위해 겨울철 상대습도는 기존 80% 이상 지속조건에서 70% 이하 또는 주야간 습도조건의 변동이 필요함. 수증기압낙차는 기존 0.8kPa 미만에서 1.2kPa 부근까지 증가 필요하며 기존의 겨울철 온실내 고습도 환경을 낮추거나 변동시킴으로써 잠재적 절화수명이 약 5일 연장됨. ○ 계절별 재배환경 향상을 위해 겨울장미의 재배온실의 일평균 일사량은 30~35wat/m², 일평균온도는 22~25℃ 사이가 적합함. 겨울철 온실 내 RH가 높을 경우, 절화 수량은 약간 증가하나, 수확후 절화수명 등 품질은 저하되므로 일최저 RH를 60% 이하로 낮추거나, 주야간 습도조건의 변동폭이 큰 것이 좋음. 온실 내 수증기압낙차는 1.7~2.3kPa 사이로 유지하거나 변동되도록 하는 것이 최적조건임. 최적 수확전 환경조건에서 잠재적 절화수명은 약 7일 증가. ○ 겨울철 온실 내 습도조건에 의하여 절화장미의 기공확대 및 기공 기능불량이 발생하여 수확후 절화의 급격한 수분손실이 발생됨을 규명함. 따라서 고품질의 절화장미 생산을 위해서는 온실 내 습도조건의 제어를 통한 절화장미의 수확후 품질향상 및 신선도 유지가 필수적임. 겨울장미의 수확후 품질향상을 위해서는 제습기 등을 이용한 재배온실 내 RH의 감소가 필요함. 제습처리에 의하여 일최저 RH가 10% 감소할 경우, 수확후 절화 1분당 수분손실은 50%가 감소함. 결과적으로 절화수명이 약 2일 증가함. ○ 절화장미 '러블리리디아'의 절화수명 최대화를 위한 수출중 환경조건은 경매장 온도 10℃이하, 물류센터 RH70~80%, 경매장 VPD 0.5kPa 이하로 나타남. 수출 후 현지 절화수명에는 수확 시의 잠재적 절화수명이 가장 크게 영향을 미치기 때문에 긴 잠재적 절화수명(10~17일)을 가진 절화의 생산이 중요함. ○ 수출용 절화장미의 절화수명 최대화를 위한 수확후 관리 조건으로 수확은 2단계에 습식 수확, 물올림 및 전처리 조건은 ClO₂ (0.25ml/L), Chrysal RVB(2ml/L), FloraLife Rose 100(1ml/L)을 이용함. 운반조건은 4℃ 미만으로 습식수송하고 선별장 환경 온도로 15℃ 미만, 저장온도는 4℃ 미만, 포장은 MEFI 기술을 적용, 습식용액 처리는 Vital oxide (0.002ml/L), Chrysal 		

Profesional 2(5mL/L), FloraLife Clear Rose 200 (10mL/L)을 이용함으로써 수 출과정중 절화수명 연장효과를 기대할 수 있음.

2) 국화의 생산단계와 수확 후 유통단계별 선도유지 기술개발 및 현장적용 모델 개발

- 품종별 최적 재배환경 조건으로 주간온도는 30℃ 이상이 지속되면 고온피해를 입 게 되어, 주간의 온도를 22~25℃로 관리해야 함
- 야간온도는 13℃ 이하에서는 줄기의 갈색화, 생육 감소 등의 현상이 나타나므로, 14~18℃를 유지하도록 되도록 해야 함
- 야간 상대습도는 80~90% 이상 지속되면 흰녹병 발생하고, 60% 이하로 유지되 면 생육불량 및 절화수명 저하 등의 문제가 발생하므로 70~80%를 유지해야 함
- 수증기압포차는 1.0kPa 이상이거나 0.2kPa 이하인 경우 생육이 불량하므로 0.4~0.8kPa를 유지하도록 관리해야 함
- 국화의 수확 후 선별 전 5~10 ℃의 온도 조건에서 절화 품질이 10% 향상, 절화 수명 10% 연장됨
- 하절기, 동절기 국화 수확 후 높은 온도에서 방치되는 시간 길어질수록 절화 수 명 단축됨
- 선별작업은 수작업 보다는 자동질량선별기 이용으로 절화품질 균일도 향상과 작 업시간 1/3로 단축 가능함
- 수확 후 5℃차압송풍식 습식 예냉으로 ‘백선’품종 20%, ‘백마’품종 13%, ‘신마’품 종 14%의 절화수명 향상가능하고, 습식용액 전처리제 100~200 mg·L⁻¹ NaOCl 처리시 절화 수명이 10~17% 증가됨.
- 수확 후 저장시 5℃ 습식, 습도 80~90% 조건에서 저장하여야 절화 품질 향상 및 절화수명 연장 효과 기대할수 있음
- 수출 시 수확 후 예냉 후 저온 저장고에서 저장이 길어질수록 절화수명은 감소하 였으며, 5℃차압송풍식 습식 예냉 6시간 후 단시간에 수출 출하를 하여야 절화수 명의 연장효과를 기대할 수 있음.

3) 수출 절화백합의 최적 재배, 수확 후 관리기술 개발 및 산업화

- 작형별 최적 재배환경 조건으로 여름 백합의 경우 최저온도를 기존 5℃ 이하에서 10℃ 수준으로 제한함. 상대습도는 VPD와 이슬점을 고려하여 기존 50~60% 범위에서 70~80% 수준으로 제한함. 기존 온실 내 저습도 환경을 개선하여 절화의 잠재수명을 2~3일 연장시키는 효과를 기대할 수 있음. 겨울재배 백합의 경우 서산지역 월별 기온 편차는 여름수확 작형에서 10℃이상의 크게 나타났으나 겨울 작형은 온도변화의 편차가 크지 않았음. 겨울 수확작형 상대습도는 두 테스트 베드에서 71.0~86.5% 범위를 보여 적정 범위로 나타남. 절화품질은 서산지역에 비하여 제주지역이 다소 높게 나타났으나 지역별 절화수명의 유의적 차이는 없었음.
- 절화 백합의 절화품질과 수명을 최대화하기 위해서는 수출 환경조건을 적합하게 조절할 필요가 있음. 수송과정의 적정 환경조건은 도소매시장 저온고 온도 6℃미 만, 국내수송 6℃, 수출국 검역 및 물류센터 도착 시 저온조건, 경매장 온도 5℃ 미만 임. 수출기간 4일, 소매기간 3~5일, 소비자들의 절화 기대수명 최소 5일인 점을 감안할 때 수확 후 절화수명은 최소 14일 이상이 요구되며, 현지 소매단계 에서는 최소 10~12일의 잠재 절화수명이 필요함.

○ 오리엔탈 절화 백합의 절화수명 극대화를 위한 수확 후 관리 조건은 발단 단계 1수준의 화퇴를 가급적 습식으로 수확해야 함. 농가 수확 후 전처리제를 사용하는 것이 물보다 양호하며, Chrysal SVB 사용시 최소 10시간 단용 처리만으로도 효과적이며, 이후 관리는 6℃ 이하의 저장 및 수송을 실시함. 습식수송은 전처리제를 사용시 절화수명 연장효과가 인정되었으나, 건식 수송에서 전처리제 효과보다는 상대적으로 낮음.

4) MEFI 기술을 이용한 화훼 국내 유통 및 수출 패키지 개발 및 현장 적용

- 수출용 절화 장미·국화·백합에 대한 빛의 파장을 이용한 유통배송용 패키지 제작을 위한 실험용 테스트 환경을 구축함. LED 빛 조사를 위한 테스트 베드 구축과 전기 설비 및 화훼실험에 필수적으로 요구되는 여러 측정 장비를 구비하여 실험에 사용하였음. 품목별 최적화 파장과 조사조건을 찾기 위해 UV에서 Red에 이르는 전파장에 대해 절화 화훼에 각각 적용하여 장미·국화·백합에 최적화된 조사 파장 및 조건 중 몇 가지를 이용하여 현장 적용하였음.
- 절화 장미·국화·백합의 유통 중 신선도 유지 및 개선을 위한 MEFI 기술 적용의 실험 결과들을 살펴보면, 장미의 경우 B+ UV처리 시 꽃잎의 상처, 꽃잎마름현상, 꽃잎의 청변현상이 늦게 나타나고 개화도 전반적으로 균일한 단계로 진행이 되고 꽃목굽음 현상 또한 늦게 나타나 꽃이 만개할 때까지 무처리나 기존의 신선도유지 기술만을 사용했을 때보다 관상 시간이 연장이 됨을 확인할 수 있었으며, 국화의 경우 RU처리 시 잎마름 현상이 가장 늦게 나타나 절화수명이 연장되었으며, 반면에 RB처리 시에는 화폭의 증가량이 작고 그 증가수치 또한 비교적 균일하여, 판매시 수확 후 초기(채화 후 3-5일이내)에 도매상에게 판매 시에는 조기개화를 늦추어주는 RB제품으로, 최종 소비자에게는 꽃이 풍성하게 만개하고 마지막까지 잎마름 현상이 가장 늦게 나타나 관상가치가 높은 RU제품을 부착하여 유통하면 시장성이 있을 것으로 생각됨. 백합의 경우 초기 개화가 가장 늦게 진행되는 조건은 B+ UV처리 조건이었고, 황변 현상이 가장 늦게 발생하여 절화수명이 가장 긴 조건은 R+ UV처리 조건이었음.
- MEFI 신선도 유지 기술의 과학적 메카니즘 설명을 위한 발현 유전자 분석 및 공인시험분석을 위해 일본 수출용 장미인 스프레이 장미(Rosa hybrida L. 'Lovely Lydia)를 대상으로 실험하여 타임포인트별 비교,대조군 7개 샘플을 NGS(Next-Generation Sequencing)기술로 RNA-Seq.분석 결과, 무처리와 MEFI처리군 샘플 간에 발현양상이 달랐으며 실제로 노화의 기작에 관여하는 유전자들에서 UP/DOWN발현됨을 보여 MEFI 기술의 과학적인 근거를 제시할 수 있는 자료로 확인할 수 있었음.
- 기존 국내 기술과 통합된 수출용 패키지 시제품 제작 및 현장 적용을 위해 ClO₂, 에틸렌흡착제 같은 기능성물질을 사용하여 장미, 국화, 백합 각각에 적합한 품목별 최적화, 혹은 적합파장을 선정하여 수출용 절화류 유통패키지에 장착할 “MEFI 기능성 모듈” 최종 시제품 3타입을 개발하였음.
- 연차별 개발된 시제품에 대한 수출적용 테스트를 총 7회(6회 일본, 1회 중국)에 걸쳐서 진행하였으며 장미, 국화, 백합에 대한 품종별, 최적 파장에 대한 시제품 테스트, 신선도 유지를 위한 기존 국내기술과의 통합을 위한 에틸렌 흡착제 사용 여부와 병충해와 곰팡이병 예방을 위한 ClO₂ 사용, 수출시 건습식 방식 여부

	<p>등에 대한 실험을 통해 수출시 각각의 화훼 특성에 최적화된 시제품 개발의 현장적용 시험을 진행하였음.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 수출환경 현장적용 테스트로 효과가 검증된 MEFI 시제품에 대한 기술사업화 노력을 시작하여 2017년 7월6일-8일 오사카에서 열린 오사카-대전 수출상담회에서 실제로 로터스코퍼레이션과 4만 달러의 첫 수출계약을 달성하였으며, 로터스사 외에도 현재 2개사로부터 샘플테스트 의뢰를 받아 현재 진행 중에 있는 단계로 성공적인 기술의 사업화가 진행되고 있음. 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 절화장미·백합·국화의 재배에서 유통단계에 이르기까지 품질관리의 패키지 기술 매뉴얼화 ○ 절화장미·백합·국화의 신선도 향상을 위한 수확 후 품질관리 체계화기술 개발에 따른 매뉴얼화 및 현장 적용 관리 기술의 모델화 ○ 수확 후 유통 단계별 최적 환경 시스템 구축에 따른 유통 체계화 기술 현장 적용 ○ 품목별 단계별 품질관리 체계화기술 개발에 따른 패키지 기술의 농가 현장 보급, 홍보, 교육컨설팅 지도 ○ 품목별 단계별 신선도 향상 패키지 기술의 타작물로의 확대 적용의 롤모델화 ○ 수출용 절화 장미·국화·백합 생산현장 및 유통 상의 현장애로기술 연구 및 투입으로 문제점 조기해결 및 단계별 고품질 관리기술 보급형 가이드라인 제시 및 현장화 ○ 고품질 수출상품 기획생산현장에서 발생하는 문제점 해결을 통한 수익증대효과 ○ 고품질 기획 상품 생산과 수확 후 수출유통과정 중의 선도유지 기술의 산학연 공동연구 유기적 협조체제 구축 ○ 품목별 품질관리 패키지기술의 산업현장 도입으로 한국산 브랜드가치 상승 및 국제경쟁력 확보 및 부가가치 창출 				
<p>중심어 (5개 이내)</p>	<p>장미</p>	<p>국화</p>	<p>백합</p>	<p>선도유지</p>	<p>절화수명</p>

〈 SUMMARY 〉

	코드번호	D-02
Purpose & Contents	<ul style="list-style-type: none"> ○ Development of the systematization technology for quality management in order to enhance the freshness of cut roses, chrysanthemums, and lilies for export before and after harvesting and during the distribution phases and a model to apply the affordable version of the package technology in the field - Development of systematization technology for the quality management of cut flowers based on the environmental analysis before harvesting and the field adaptation of the technology - Development, establishment, and field adaptation of the systematization technology for the quality management of the cut flowers after harvesting customized for the items - Establishment, field adaptation, and model development of the optimized distribution system for cut flowers to be exported. 	
Results	<p>1) A survey on the variation of the vase life of the cut roses based on the growing types and changing growth environments in each season</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ In order to enhance the growing environment in farms, the relative humidity during winter changed to 70% or less from the existing condition of 80% or lower, or it is necessary to change the humidity conditions during the day and night. The differential of the vapor pressure deficit (VPD) should be increased from the existing condition of less than 0.8kPa to around 1.2kPa. Also, it is possible to increase the potential shelf life of the cut flowers by around five days through reducing the humidity in the high humidity greenhouse environments during the winter seasons or making changes with such values. ○ In order to enhance the growing environment in each season, the average time of sunlight in a greenhouse for roses during winter should be 30~35wat/m², while the proper temperature range should range from 22 to 25°C. If the RH in the green house during winter is high, the vase life of the cut flower goes up slightly. However, the quality of the cut flower, such as the vase life of the cut flower after harvesting, is decreased. Therefore, it is recommended to reduce the lowest RH per day to 60% or lower or give a wider variance in the humidity condition between day and night. The optimal condition for the VPD differential is to maintain the level between 1.7 and 2.3kPa or give variances. Under an optimal environment before harvesting, the potential vase life of a cut flower may be increased by up to seven days. ○ It was shown that, through the controlling of the humidity condition in the greenhouse during winter, the stoma of cut roses can be enlarged and the functioning of the stomas can be degrade, resulting in rapid loss of water from the cut flowers after harvesting. Therefore, in order to produce cut roses of higher quality, it is critical to enhance the post-harvest quality and freshness of the cut roses by controlling the humidity conditions in the green house. In order to enhance the post-harvest quality of winter roses, it is necessary to reduce the RH in the greenhouse using a dehumidifier, etc. By reducing the lowest daily RH by 10% through dehumidification, it is possible to reduce the loss of water per cut flower by up to 50%. As a result, the vase life of the cut flower can be extended by 2 days. ○ The export environment condition to maximize the vase life of the cut ‘Lovely Lydia’ 	

roses, the temperature of the auction house should be no more than 10 °C, while the RH of the logistics center should range from 70% to 80%. The VPD of the auction house should be no more than 0.5kPa. The vase life in the local market after exportation is highly influenced by the potential vase of the cut flowers at the time of harvesting. Therefore, it is essential to produce cut flowers of longer potential vase life (10 to 17 days).

- As for the conditions for post-harvest management in order to maximize the vase life of the cut roses for export, the harvesting method should be web harvesting in the second stage, and the conditions for moisturizing and pre-treatment should be ClO₂ (0.25ml/L), Chrysal RVB(2ml/L), and FloraLife Rose 100(1ml/L). The transportation method should be wet transportation method under in a temperature less than 4°C. The temperature in the screening house should be less than 15°C, while the temperature in the storage should be less than 4°C. The moisturizing solution treatment should be performed using Vital oxide (0.002ml/L), Chrysal Professional 2(5ml/L), and FloraLife Clear Rose 200 (10ml/L), which can contribute to an extended vase life during the exportation process.

2) Development of field application model and technology for freshness maintenance by production stage and distribution stage after harvesting in cut chrysanthemum

- The cut chrysanthemum is damaged by high temperature if the day temperature exceeds 30°C, so day temperature should be controlled at 22~25°C.
- When the temperature is lower than 13 °C at night, symptoms such as stem browning and growth inhibition occur. Therefore, night temperature should be maintained at 14 ~ 18 °C
- If the relative humidity at night is 80 ~ 90% or more, white rust disease will occur. And if the relative humidity is lower than 60%, it will cause problems such as poor growth and cut flower life. Therefore, it is suitable to keep the relative humidity at 70~80%.
- When vapor pressure deficit is over 1.0 kPa or below 0.2 kPa in greenhouse, the growth of cut chrysanthemum is poor. Therefore, it should be managed to maintain 0.4~0.8 kPa.
- If temperature of 5~10°C is kept before sorting after harvesting of cut chrysanthemum, the quality of cut flower is improved by 10% and the vase life of cut flower is prolonged by 10% compared with 25°C condition in grading room.
- During the summer and winter season, the longer the time to leave at high temperature after harvest, the shorter vase life of cut flower in chrysanthemum.
- Selection using automatic mass sorter rather than manual work improves the uniformity of cut quality and shortened the work time by 1/3.
- After harvesting, wet forced-air precooling at 5 °C improved the vase life of 'Iwanohakusen' by 20%, 'Baekma' by 13%, and 'Jinba' by 14%. And, treatment of 100~200 mg·L⁻¹ NaOCl as pretreatment solution increases the vase life by 10~17%.
- The storage at 5°C and 80~90% relative humidity after harvesting improves the quality and vase life of cut flower.
- The longer the storage period in cold storage after precooling, the lower the cut flower life. After forced-air precooling treatment at 5°C during 6 hrs, shipment for export should be done in short time to improve the quality and vase life of cut flower.

3) Development and Commercial Application of Optimal Cultivation and Post-harvest Management Technology for Exported Cut Lilies

- For summer cultivation, we recommend temperature of 10°C as lowest optimum temperature, contrary to the conventional recommendation of below 5°C, In addition, we suggest maintaining relative humidity at 70-80% level, higher than the conventionally recommended level of 50-60%, considering VPD and dew point. It is expected that these measures would amend low-humidity conditions within greenhouse and thus increase the potential vase life of the produced lilies for 2-3 days. The level of relative humidity was within the range of 71.0-86.5% in all test beds, which was deemed to be in optimal range. The quality of the cut lilies was somewhat higher in Jeju area compared to Seosan area, but no statistically significant difference was observed in vase life between regions.
- There is a need to adequately adjust transportation conditions during exportation process in order to maximize the quality and vase life of cut lilies. For various stages of exportation, it was found that the optimal storage and transportation temperature was below 6°C for low temperature storage in wholesale/retail markets, 6°C during domestic transportation, and below 5°C in auction sites. The optimal duration of exportation process was 4 days, and ideal duration at shelf in retail was within 3-5 days. Considering that the consumers expect at least 5 days of vase life for the lilies, at least 14 days of post-harvest life must be secured, and it must be ensured that the exported flowers have at least 10-12 days of potential vase life at retail stage.
- To ensure maximum vase-life of cut Oriental lilies, the lilies must be harvested when buds are at developmental stage 1, and harvested and stored wet. For pulsing after harvest, using floral preservative was found to be beneficial compared to using plain water, and 10 hours of pulsing using only Chrysal SVB was found to be effective enough. After pulsing, the flowers must be stored and transported under temperature below 6°C. While the use of floral preservative was found to be effective in extending vase life when the flowers were wet transported, the effect of floral preservative comparatively diminished when the flowers were dry transported.

4) Development and application of distribution package and export package in flower using MEFI technology

- In order to construct a test environment for the construction of a packaged environment using the wavelength of light of a cut flower, the construction of a test bed for LED illumination and the ease of floriculture experiment with electrical equipment In order to find out the conditions for optimizing the wavelengths used in the experiment with the test equipment, it was increased by application to the cut flower flowers of the radio wave led to UV by Green. And applied to the field.
- As a result of applying MEFI technology to maintain and improve the freshness of the flowering of chrysanthemum and chrysanthemum, it has been found that in the case of the barbara, the flower scars, flower flue dryness, The flowering is displayed on the whole, and the flow of the flow is progressing on the first floor. The behavior of the cotomonic curve is slow and the flower is fully opened. Mucholina The coronary artery time is longer than that of the existing freshness retention technology. In the case of RB treatment, the amount of increase in the image width is small, and the increase value of

	<p>the RB treatment is relatively uniform. In the initial stages after harvesting during marketing Within 3 to 5 days after the sale), RB products that have lost the early flowering at the time of sale are rich in flowers for the final consumer, and the dryness of the leaves is the slowest at the end. Marketability of attaching and distributing products In the case of Yuri, the condition in which the initial flowering proceeds most slowly is the B + UV treatment condition, and the condition in which the yellowing phenomenon occurs the slowest and the flower life is the longest is the R + UV treatment It was a condition.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ As a result of the experiment on the exporting of Japanese export roses (<i>Rosa hybrida</i> L.'Lovely Lydia) for the analysis of the expression gene analysis and the certification test for the explanation of the scientific mechanism of the MEFI freshness retention technology, This paper presents a scientific basis for the MEFI technology, which shows that the expression level of the MEFI technique is different between the treatment and the samples of the MEFI treatment group, and that UP / DOWN is actually present in the genes involved in the aging mechanism It was possible to confirm ○ It is also possible to use export-oriented packaging products that are integrated with existing domestic technologies, functional materials such as ClO₂ and ethylene sorbent for field application, and products suitable for each item, such as barra, chrysanthemum, We developed the final project type 3 type of "MEFI Function Module" to select the wavelength and install it in the export foil distribution package. ○ Developed for each year, the export test of the project type is applied seven times (six times in Japan, one time in China). The progress of the disposal is improved by the type of the barra, chrysanthemum and yuri, the test of the optimal wavelength type, The use of ethylene adsorbents for integration with domestic technologies and the use of ClO₂ for pest and disease prevention and the wet system for export are optimized for their floristic characteristics during export We have conducted on-site testing of the development of the prototype. ○ We began our efforts to commercialize the MEFI PROTOTYPE system, which was proven to be effective in the field test of the export environment. At the Osaka-Daejeon export consultation meeting held in Osaka, Japan from July 6-8, 2017, the actual competition And the first export contract of \$ 40,000 and has been successfully commercialized successfully at the ongoing stage in response to a request from the two companies for sample testing from the current two companies.
<p>Expected Contribution</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Establish a manual for quality management from growing to distribution for cut roses, lilies, and chrysanthemums. ○ Develop a manual based on the systemization of quality management after harvesting for enhancing freshness of the cut roses, lilies and chrysanthemums and models to apply the new technology in the field. ○ Field application of the distribution systemization technology due to the establishment of the optimized environment system for each stage after harvesting. ○ Field introduction, promotion, and training consulting of the package technology due to the development of the quality management systemization technology for each stage by items. ○ Develop a role model for proliferating the new package technology to other crops. ○ Solve the issues in earlier stages by studying the field issues and deployment for

	<p>production and distribution sites of cut roses, lilies, and chrysanthemums for export and present guidelines for introducing field-adapted versions of high quality management technology.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Increase the income by solving the issues experienced in planning and producing high quality export products. ○ Establish an efficient cooperative structure between the industrial, academic, and research institutes for maintaining freshness during production and export distribution process after harvesting for high quality, strategic products. ○ Enhance the brand values for Korean products, secure national competitiveness, and create added values by introducing the quality management package technology for each crop. 				
Keywords	rose	lily	chrysanthemum	postharvest keeping quality	vase life

Contents

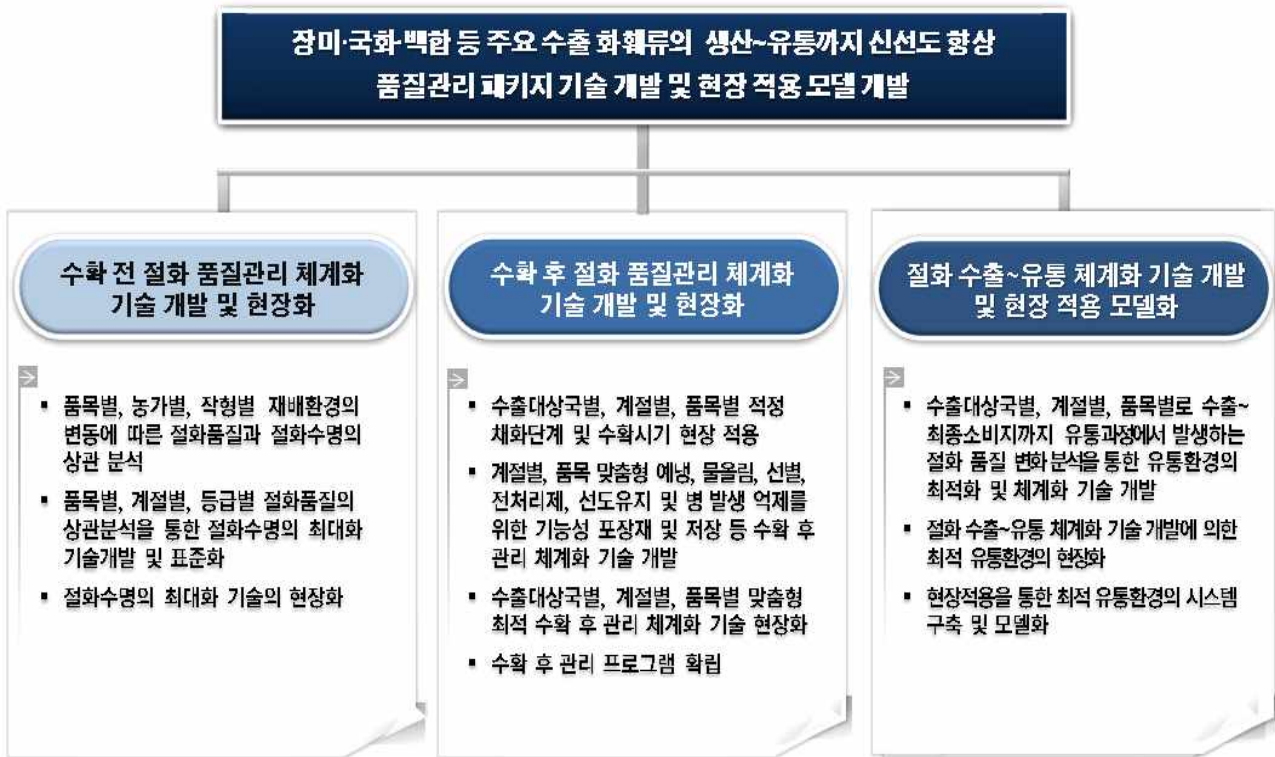
Chapter 1. Overview of R&D projects	15
Chapter 2. National and international technical developments	33
Chapter 3. Contents and results of R&D projects	37
Chapter 4. Contribution to the achievement of objectives and related fields	343
Chapter 5. Plan to use of results	348
Chapter 6. Collected overseas scientific and technical information in the process	350
Chapter 7. Security level of R&D results	350
Chapter 8. Status of research facilities and equipment	350
Chapter 9. Safeguards implementation performance	350
Chapter 10. Research results	353
Chapter 11. Etc.	353
Chapter 12. References	354

< 목 차 >

제1장 연구개발과제의개요	15
제2장 국내외 기술개발 현황	33
제3장 연구수행 내용 및 결과	37
제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	343
제5장 연구결과의 활용계획 등	348
제6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	350
제7장 연구개발성과의 보안등급	350
제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설.장비현황	350
제9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	350
제10장 연구개발과제의 대표적 연구실적	353
제11장 기타사항	353
제12장 참고문헌	354

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발 목적



■ 연구개발의 최종목표

- 수출 절화 장미·국화·백합의 수확 전·후, 유통단계에서의 신선도 향상을 위한 절화 품질 관리 체계화기술 개발 및 보급형 패키지기술 현장적용 모델 개발

■ 연구개발의 목표

- 수확 후 신선도 향상 절화의 품질관리 체계화기술 개발 및 현장적용 모델화
- 수출용 절화 신선도 향상 유통체계화 기술 개발 및 현장화

제2절 연구개발의 필요성



- 국내외 절화 품목중 국화, 장미, 백합이 재매면적의 약 70% 차지
- 우리나라 화훼류 수출액 7,036만불 중 상기 3대 절화 수출액이 약 80%의 비중을 차지함.
- 수입시장 경쟁심화로 화훼 수출액은 2010년 최고치(103백만불) 기록 후 2012년 76백만불로 감소추세
- 가격경쟁력과 품질이 좋은 말레이시아, 중국, 케냐, 콜롬비아의 절화가 수입시장의 점유율 잠식
- 국내는 선도유지기술 미흡으로 수출시 손실율이 50-10% (장미 잿빛곰팡이병, 국화 조기개화 등)
- 신선도 제고 기술이 산발적으로 개발되어 있어서 모든 기술을 수확전처리, 수확후처리, 유통단계에 체계적으로 적용하기가 쉽지 않음.
- 기존에 산재되어 있는 신선도 제고기술과 본 연구진이 보유하고 있는 신선도 제고 기술을 패키지로 적용할 수 있도록 체계화하고 고도화 기술을 개발한다면 신선도를 80%까지 향상시킬 수 있을 것으로 추정됨

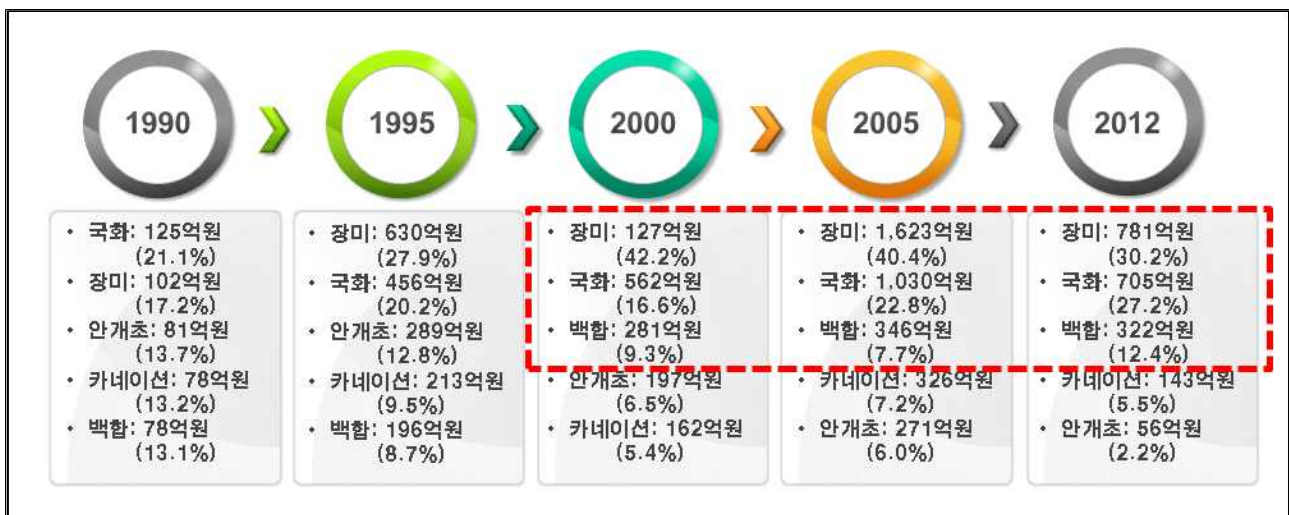
1. 국내외 생산량으로 분석한 주요 절화류 현황

가. 국내 절화류 생산 현황

농업부문은 농가의 고령화, 농산물 가격의 불안정성, 시장개방 확대 등의 영향으로 지속적으로 위축되고 있으며, 이에 따라 경지면적도 1990년 211만ha에서 2012년 173만ha로 18.0% 감소하였다. 이에 비해 화훼는 국민소득 증가와 소비자 기호 변화, 고소득 작목으로의 부상 등으로 농업부문 축소에도 불구하고 재배면적이 1990년 3,503ha에서 2012년 6,429ha로 연평균 51.9%의 높은 증가 추세를 나타냈다.

화훼생산액은 1980년 214억원에 불과하였으나, 1990년에는 2,394억원으로 1980년 대비 11.2배가 증가하였으며, 2005년에는 1조 105억원으로 사상 최대치를 나타내었음. 그러나 이후 경제침체 영향 등으로 생산액이 감소되어 2012년 2005년에 비해 25.1% 감소한 7,567억원으로 나타났다.

절화 재배면적은 2012년 1,724ha였고, 이 중에서 3대 절화인 장미, 국화, 백합의 재배면적이 약 70%이다. 전체 화훼작물에 있어서 생산액과 재배면적에 의한 비중 역시 장미, 국화, 백합의 순서이다. 절화 장미가 높은 생산액의 증가율을 보여 왔으며 2012년 재배면적은 377ha(21.9%), 생산액은 780억원(30.2%)으로 재배면적당 생산액이 가장 높은 고소득 작목이다. 국화는 생산비율이 증가 추세에 있으며, 연간 9%의 성장률을 보이고 있음. 재배면적은 2012년 527ha로 절화류 중 가장 넓으며, 생산액은 705억원으로 장미에 이어 두 번째로 높다. 백합은 대량 소비가 이루어지는 품목은 아니지만, 고정적인 소비처를 확보하여 지속적인 수출이 이루어지고 있음. 생산액은 2012년 322억원으로 절화류 중 12.4%의 비중을 차지하고 있다.



박기환 등. KREI 연구보고 2013.

나. 주요 절화류의 국외 생산 현황

화훼의 주요 생산 및 소비국인 네덜란드, 일본, 중국, 미국, 러시아 등의 생산 및 소비 규모를 비교해볼 때도 장미, 국화, 백합이 주요 절화류에 해당 됨을 알 수 있다.

(1) 네덜란드

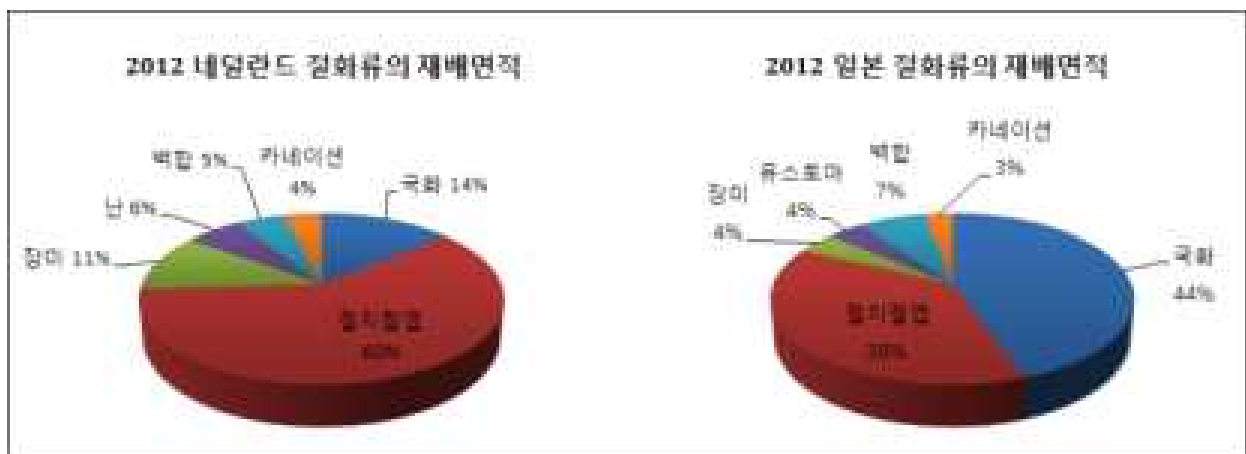
절화류의 재배면적은 2012년 기준 절지·절엽을 제외하고 국화가 504ha로 가장 컸고, 다음으로 장미 407ha, 난 213ha, 백합 196ha의 순으로 나타남.

네덜란드는 전 세계 화훼 생산액의 15.1%, 유럽 화훼생산액의 34.6%를 차지하는 세계 최대 화훼 생산국이자 최대 수출국이다. 화훼 재배면적은 다소 증감을 보였으나 2010년 기준 2,600ha으로 2001년에 비하여 큰 변화는 없었다. 시설의 규모화가 진행됨에 따라 생산성 향상으로 인한 화훼 생산액은 증가 추세이며 화훼 생산액은 2001년 5,186백만 유로에서 2011년 6,503백만 유로로 지난 10년간 큰 변동은 없었다.

(2) 일본

절화류의 재배면적은 2012년 기준 절지·절엽을 제외하고 국화가 5,230ha로 가장 컸고, 다음으로 백합 805ha, 유스토마 435ha, 장미 409ha의 순으로 나타남.

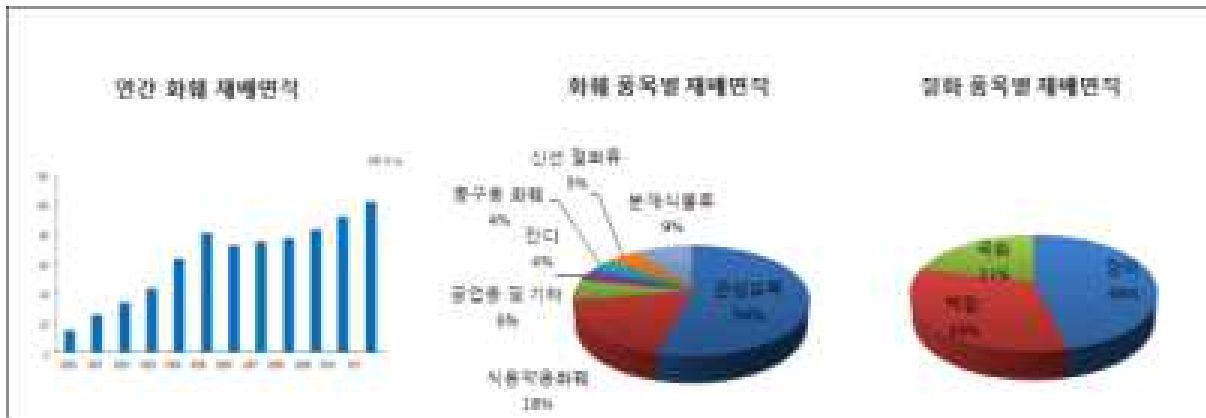
일본의 화훼 재배면적은 2006년 21,831ha에서 지속적으로 감소하여 2011년 19,647ha로 6년간 약 10%정도의 감소 추세를 나타내었다. 일본의 절화류 재배면적은 전체 화훼류(화목류, 지피식물 제외)의 약 80% 비중을 차지하고 있으며, 2012년 기준 15550ha로 2011년 15780ha에 비하여 약 1.5% 감소하였다.



(3) 중국

중국내 절화류 재배면적 역시 장미가 21.6%, 백합 15.2%, 국화 9.9% 순으로 나타남.

중국 화훼농가는 2000년 이후 지속적으로 증가하여 2004년 100만호를 돌파하였으며 2011년에는 약 165만호까지 증가하였다. 화훼산업 종사자도 2000년 146만명에서 2011년 468만명으로 3배 이상 증가하였다. 화훼 재배면적은 2000년 14.75만ha에서 2005년 81.02만ha까지 증가하였다가 다소 감소한 후 다시 증가추세를 보였다. 2011년 품목별 재배면적은 관상묘목이 54.8%로 가장 넓고, 다음으로 식용·약용 화훼 18.4%, 분재식물류 8.9%, 기타 화훼 5.8%, 절화류 5.7% 순으로 재배되고 있는 것으로 나타내었다. 절화류 재배면적은 장미가 21.6%로 큰 비중을 차지하였으며, 다음으로 백합 15.2%, 국화 9.9%, 거베라 9.4%, 카네이션 6.2%, 글라디올러스 5.9%순으로 나타났다.



(4) 미국

미국 15개주의 화훼 생산액은 41억3천만불로 2011년에 비하여 약 1% 증가하였다. 2007년 43억불에 달했던 미국 내 화훼 생산액은 2008년 금융위기 이후 감소하였으나, 화훼의 도매 규모는 2009년 이후 회복되는 추세이다. 미국의 15개주 중 캘리포니아는 미국에서 가장 화훼 산업이 활성화된 곳으로 2012년 생산액은 9억8천5백만불로 2011년에 비해 3%가량 감소하였다. 다음으로 화훼산업이 활발한 지역인 플로리다는 2012년 생산액이 8억8천5백만불로 이 두 주가 미국 전체 화훼생산의 약 44%를 차지하는 것으로 나타났다.



이주관, 차원규. 세계농업 제 155호. 2013.

(5) 러시아

최근 몇 년간 러시아 화훼시장은 자국 생산과 수입규모가 성장하면서 신선 절화시장의 총 규모가 증가하였다. 절화시장에서 장미의 비중은 50%로 정도이며 두 번째로 규모가 큰 절화는 볼륨이 크고 다양한 화색과 화형을 지닌 디스버드 타입의 국화와 대형 스프레이 국화이다. 러시아는 지리적으로 가까우며 매년 화훼소비가 증가하고 있기 때문에 소비자 맞춤형 절화 품종과 고품질 생산에 의한 경쟁력 확보로 고부가 가치 창출이 예상된다.

2. 주요 절화류 수출현황

화훼 수출은 1990년대 시설 현대화 지원으로 고품질의 수출품 생산기반을 마련한 이후 꾸준히 증가하였고, 1999년에 처음으로 무역수지 흑자를 기록한 이후, 2012년에 이르기까지 4배 이상 증가하였다. 화훼 수출은 1995년 선인장과 백합이 전체의 88.5%를 차지하였으나, 2000년대에 들어서면서 부터 장미, 국화, 난초의 비중이 증가함. 전체 화훼 수출에서 백합은 35.8%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음으로 장미, 난초, 국화 등의 순으로 나타나 과거에 비해 수출품목이 다양화 되었다. 아직까지 화훼류의 수출은 3대 절화인 장미, 국화, 백합 중심의 구조가 지속되고 있으며, 이 3개 품목의 수출액이 전체 수출액의 약 80% 정도를 차지하고 있어 이들 절화류에 대한 지속적인 수출 확대 노력이 필요하다.

화훼류의 주요 수출국은 1990년대에는 네덜란드와 미국이 큰 비중을 차지하였으나, 2000년대부터 절화류의 대일 수출이 크게 증가하면서 약 70~80%의 비중을 차지하고 있다. 최대 시장인 일본 수출은 국내 화훼 재배기술 향상에 따른 수출품의 품질 향상 및 현지 인지도 제고로 꾸준히 증가하여 2002년도 2,290만불에서 2012년도 7,036만불로서 10년 사이에 3배 이상 급성장하였다. 그러나 화훼 수출액은 2010년에 최고치(103백만불)를 기록한 이후 감소 추세로 전환되어 2012년에는 76백만불로 최근 2년간 약 26%가 감소되고 있는 실정이다. 주요한 수출

감소원인으로는 말레이시아나 콜롬비아 등 재배 기후 조건이 좋은 나라들에서 수입된 품질이 좋으면서도 가격경쟁력이 유리한 절화들이 시장 점유율을 잠식해온 반면에 우리나라 절화는 연중 수급이 불균형하고, 수확 후 선도유지기술의 미흡으로 절화 품질이 상대적으로 떨어지는 것이 주요 요인이 된다.



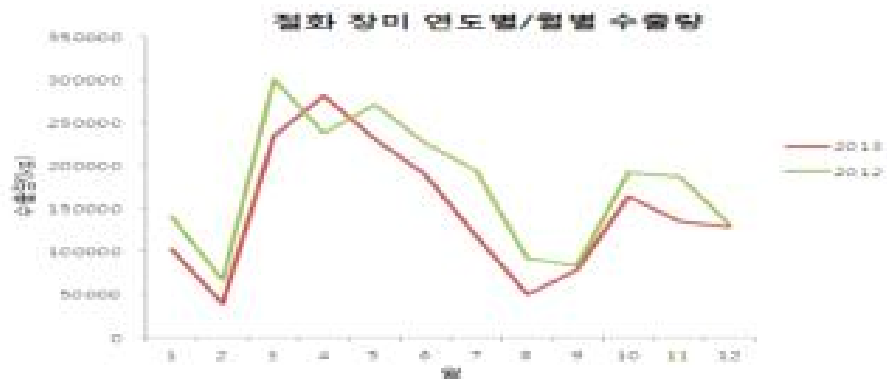
가. 장미

우리나라 절화 수출은 2010년 103,067천불로 최고치를 기록하였고, 이 중 장미는 34,218천불(33.2%)로 절화류 중 가장 높은 비중을 차지하였다. 그러나 이후 다소 감소 추세를 나타내 2012년 27,142천불(32.3%)로 백합(30,090천불) 다음의 비중을 차지하고 있다. 우리나라 절화 장미의 주요 수출국인 일본에 수입되는 장미는 2002년 기준으로 인도 42.6%, 한국 32.8%, 네덜란드 11.0% 등 3개 국가의 절화가 대부분을 차지한다. 그러나 일본의 절화 장미 수입은 2012년에는 케냐 31.5%, 인도 22.3%, 한국 16.0%, 콜롬비아 10.1%로 인도와 한국의 비중은 감소한 반면, 케냐와 콜롬비아의 비중은 크게 증가하고 있다. 러시아로의 장미 수출은 아직 1.1% 수준에 불과하나, 2010년 40만불에서 2012년 90만불로 2배 이상 성장하였으며, 앞으로 지속적인 증가가 예상된다.



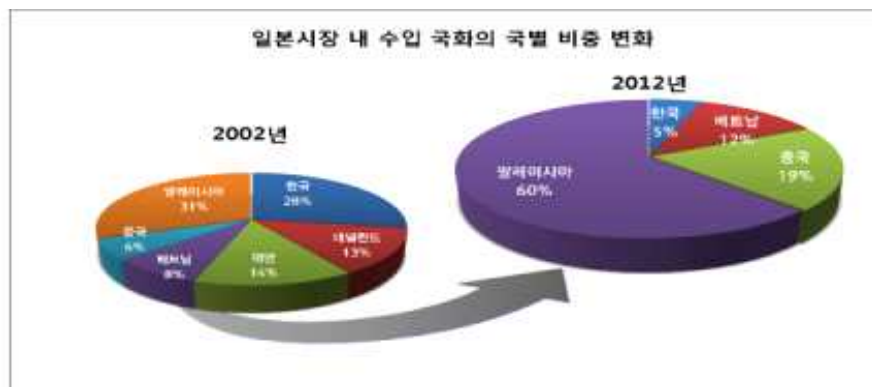
박기환 등. KREI 연구보고. 2013.

수출상 문제점을 살펴보면 장미는 계절에 상관없이 연중 수요가 있는 품목임에도 불구하고 우리나라 장미의 수출은 3, 4월의 특정기간에만 집중되어 있으므로 연중 안정적인 수급을 위한 방안이 필요하다. 특히, 타 수출국에 비해 일본, 러시아로 수출량이 편중되어 있는 만큼 수출국의 유통 환경에 대한 분석도 요구되고 있으며, 새로운 시장으로의 전환도 필요함. 또한, 중국, 베트남산 저가 절화 장미와의 차별화를 위한 국내산 절화 장미의 품질 향상과 신선도 유지에 관한 전략적 기술이 필요하다.

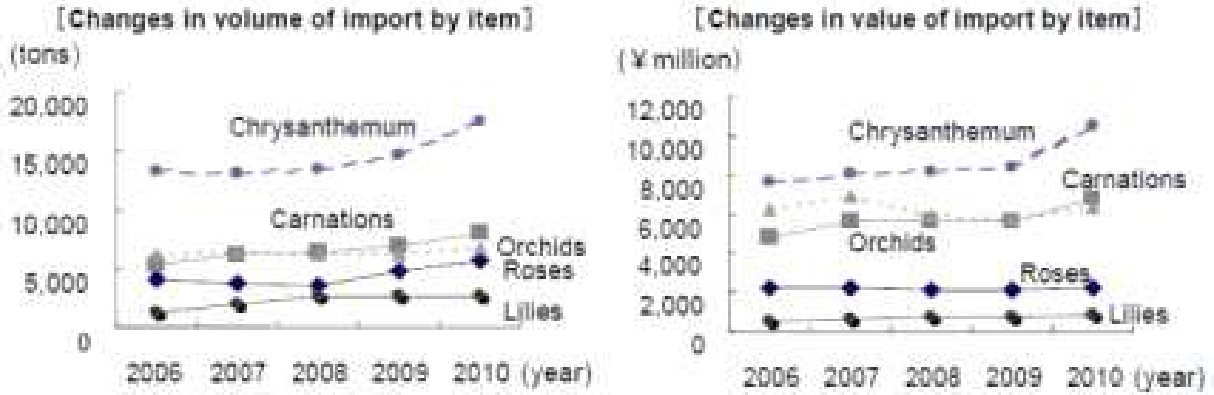


나. 국화

국화 수출은 2012년 9,759천불로 지난 10년간 약 1.4배 증가하였고, 일본으로 대부분 수출되고 있다. 일본은 최대 국화 소비지 및 수입국으로서 2012년에 약 3억 1,888만분이 수입되었음. 주요 수입원으로는 2002년 말레이시아 30.4%, 한국 27.0%, 네덜란드 12.7%, 대만 14.2% 순으로 한국이 2위를 차지하였으나, 2012년 말레이시아 59.8%, 중국 19%로서 이들 2개 국가가 전체 국화 수입량의 약 80%의 비중을 차지하고 한국은 순위권에서 벗어났다.



박기환 등. KREI 연구보고. 2013.

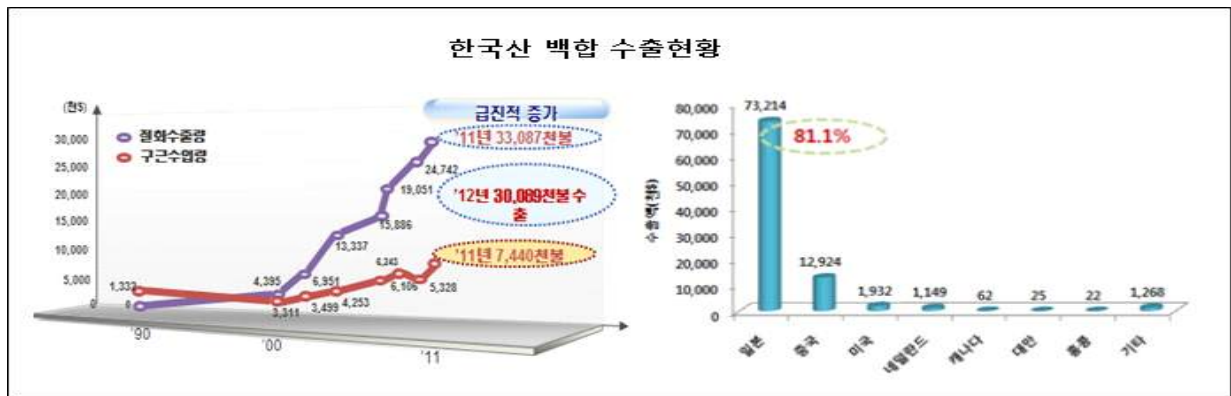


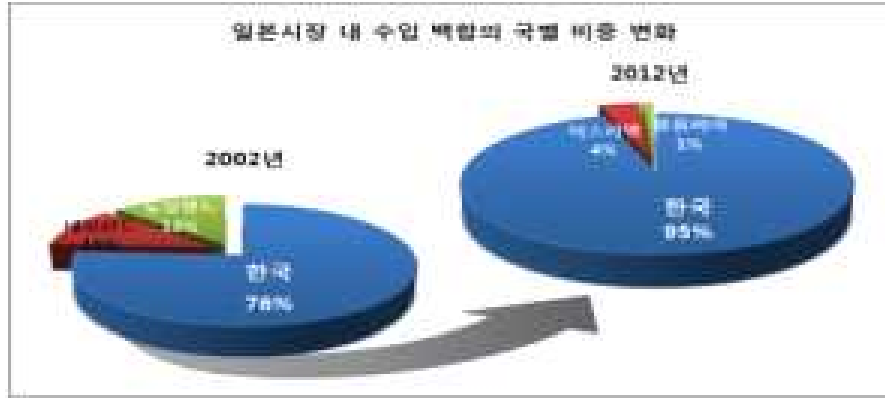
(자료: 2011년 일본 재무부 무역통계)

수출상의 문제점으로 최근 일본의 한국산 국화 수입 비중은 5.0% 수준까지 하락하여, 기후 조건과 품질이 우수한 말레이시아 등의 국화와 경쟁하기 위한 대책이 시급한 실정하다. 최근 일본시장으로부터의 한국산 절화 국화에 대한 수요가 급증하고 있으나, 국내 생산시스템의 영세성 및 시설낙후성으로 인해 안정적인 물량 수급이 수요의 10% 미만으로 공급이 원활치 못하며, 엄격한 선별에 따른 균일한 품질관리가 요구되고 있다.

다. 백합

우리나라의 수출용 절화 백합은 대부분 일본으로 수출되고 있으나, 일본의 백합 수입은 최근 정체하는 경향을 보인다. 일본의 백합 수입은 2000년대 초반까지 한국 75.5%, 뉴질랜드 12.5%, 고품질의 네덜란드 11.4%로 나뉘어졌으나, 최근 한국산 백합의 비중이 압도적으로 높아져 2012년 95.2%로 수입량의 대부분을 차지하고 있다. 최근 이스라엘의 나팔백합을 중심으로 수입이 조금씩 증가하는 추세이며 신흥 화훼수출국으로 부상한 콜롬비아 백합도 일본시장에 유입되기 시작하여 우리나라의 경쟁국으로 부상할 가능성이 존재한다.





박기환 등. KREI 연구보고. 2013.

백합 수출시 문제점으로 일본 내 백합 소비는 연중 꾸준히 이루어지고 있으나, 우리나라 절화 백합 수출은 대부분 오봉절과 같은 특정 기간에 집중되고 있어 계절과 관계없이 지속적인 수출이 이뤄져야 할 것이다. 일본 경제상황에 따른 가격변동과 일본 대지진 등 자연재해 발생에 따라 일본의 수입 규모가 변할 수 있기 때문에 일본시장 외에 새로운 수출시장으로의 연중 수출을 위한 전략이 필요하다. 특히 최근 중국은 세계의 시장이라 불리울 정도로 큰 시장이 형성된 국가로 화훼소비 또한 생활수준의 향상과 함께 크게 증가하고 있는 추세임. 따라서 일본시장에 편중된 수출을 중국 등 새로운 시장으로 전환함으로써 연중 지속적인 수출이 이뤄져야 할 것이다.

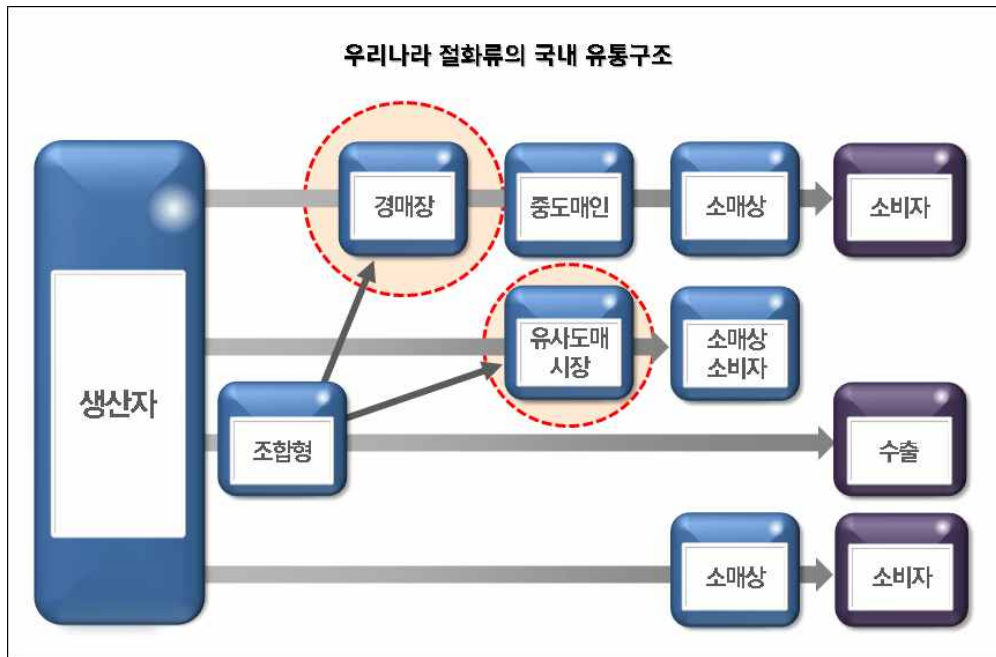
3. 화훼 유통현황 및 문제점

가. 화훼 국내 유통경로 및 현황

국내 시장 구조는 유통단계에 따라 산지, 도매, 소매시장으로 구분할 수 있으나 대부분 시장에서 도·소매가 이루어지고 있어 정확한 구분이 곤란한 실정이다. 특히 농협 및 전문조합 등 생산자 조직이 운영하는 산지 직판장 등은 산지 시장이 공판장이나 재배시장이 없는 지역에서는 도매시장의 기능을 수행하고 있어 화훼 도매시장은 크게 공영도매시장이라고 할 수 있는 법정도매시장, 전문농협에서 운영하는 공판장 및 재래시장 등으로 구별된다. 절화류의 유통은 2012년 공영시장이 45.7%를 차지하여 18.1% 상승하였으며, 민영시장은 37.6%로 다소 감소한 경향을 나타내었다. 그럼에도 여전히 많은 물량이 민간시장으로 유통됨에 따라 절화는 민간시장 중심의 전근대적 유통구조가 크게 변화되지 않는 실정이다.

신선도를 유지하기 위한 정책으로 정부에서는 습식유통을 권장하고 있지만, 대부분 절화상품은 신문지나 필름으로 포장하여 종이상자에 넣고 건식으로 운반되고 있으며, 냉장차를 이용하는 농가는 운송 중 신선도 유지가 어려운 실정이다. 유통구조가 재래시장 형태이기 때문에 공

식적인 유통물량의 집계가 어려울 뿐 아니라 일괄적인 정책 실현이 어려움. 또한 외국의 화훼 유통 시스템의 경우 생산부터 운송에 이르기까지 콜드체인 시스템에 의해 일괄적으로 관리 및 통제되는 반면 우리나라는 재래시장의 특성상 낙후된 유통 시스템의 개선이 어렵다. 우리나라 화훼의 수출을 위한 유통과정은 크게 국내 수확 후 운송과정과 수출국 현지에서의 유통과정으로 구분되는데 국내 수확 후 유통은 절화 생산 농가 수확, 전처리, 예냉, 저장, 선적, 수출 과정을 거치고 수출국 현지 유통은 하역, 검역, 중간물류지, 최종물류지, 소비자에 이르는 유통과정을 거친다.



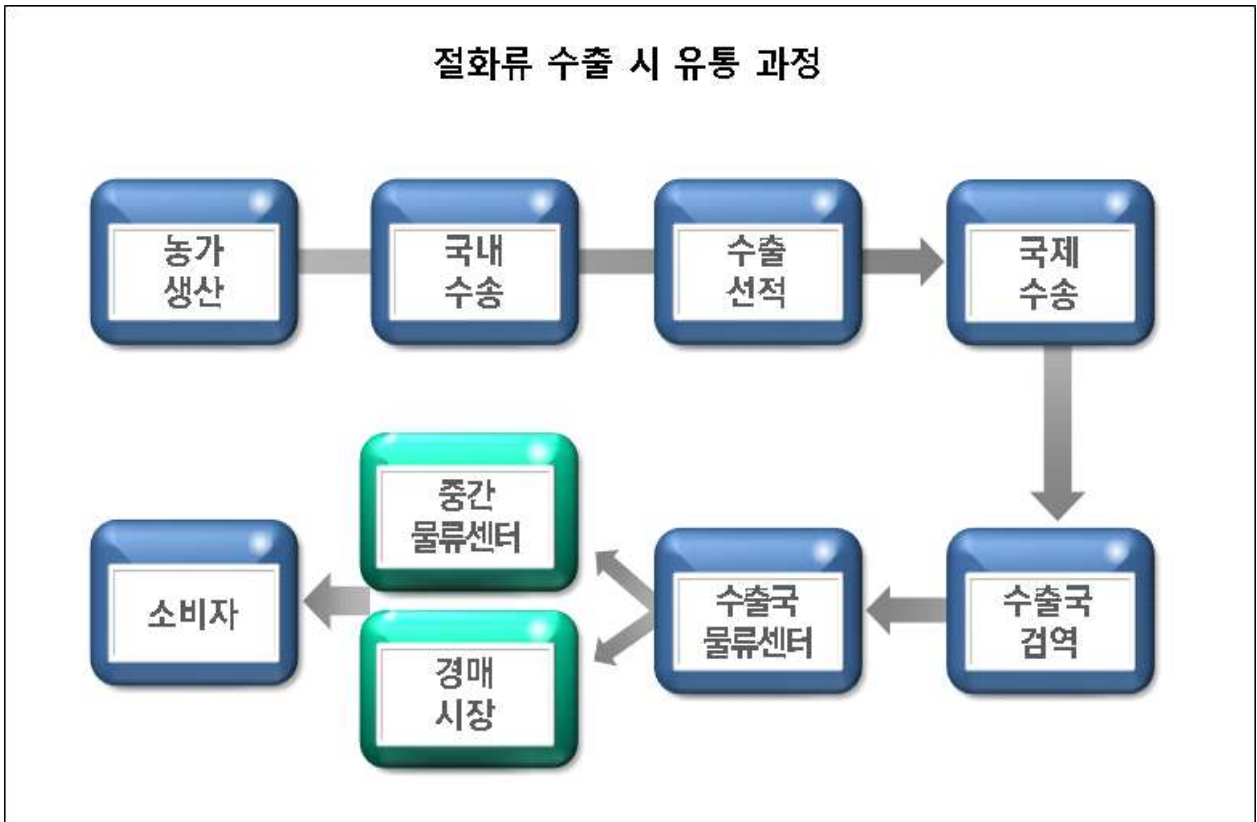
나. 화훼 수출 과정에서의 절화류 품질 하락 원인

국산 화훼류는 지리적으로 일본과 근접하여 물류비용의 절감 및 수송시간 단축 등의 장점을 가지고 있기 때문에 타 경쟁국과 비교하여 유리한 조건으로 일본에 대한 수출을 증가시켜 왔으며, 일본 전체 화훼수입액의 약 6%의 비중을 차지하고 있다. 그러나 최근 재배기후조건이 좋고 생산단가가 낮은 말레이시아, 중국, 케냐 및 콜롬비아 등으로부터 저렴하면서도 품질이 우수한 절화류의 수출이 증가하면서, 국산 절화류의 일본시장 내 점유율이 점차 줄어들고 있는 실정이다. 우리나라의 화훼생산은 기후조건 등의 이유로 대부분 시설재배를 하고 있기 때문에 생산단가가 높고, 농가에 따른 재배기술의 편차가 커서 수확 후 절화품질 및 절화수명의 차이가 매우 큰 편이다. 국내의 고품질 절화생산 시스템의 미비로 인하여 안정적인 물량수급이 원활하지 못하고, 품질의 균일성이 떨어진다. 또한 수확 후 선도유지를 위한 생산부터 전처리, 선별, 포장 및 수송에 이르기까지 일괄적인 품질관리의 미비로 인하여 그에 따른 상품의 손실율이 여전히 높은 편이고, 수출직후의 검역 및 유통과정에서 발생하는 기온변화 등에 따른 시들음이나 잿빛곰팡이병 등 병충해 발생 등에 의한 상품의 손실율(10-50%) 역시

높다.

국내의 유통과정은 저온에서 유지되나, 수출국 현지에서는 하역이나 검역 및 유통과정동안 부적합한 환경 및 상온에 노출되는 경우가 빈번하다. 출하 전 저온고에 저장되거나 수출국에서 부적합한 유통환경(상온, 건조 등)에 노출될 경우 조기개화로 인해 개화상태가 불균일해져 경매장에서의 상품가치가 떨어지며 박스의 낮은 견고도로 인하여 절화가 물리적인 상처를 받는 등 품질 저하가 초래된다. 부적합한 유통과정을 거치면서 수출국현지의 절화에 비하여 절화수명이 현저히 단축되어 최종 소비자의 구매 만족도가 떨어지므로 고품질 절화의 수출을 위해서는 연 중 균일한 품질의 절화 수급과 함께 수확부터 수출까지 포장재 등에 있어서 적절한 수확 후 관리와 유통환경의 제어가 필수적으로 요구된다. 이를 위해서는 먼저 국내 절화생산농가의 재배작형에 따른 환경변화와 연중 계절변화에 따른 절화수명의 변동성을 규명하여 재배환경을 개선하고, 절화의 적정 품질유지기간을 표준화하여야 한다. 다음으로 계절별 재배환경별 표준화된 품질유지기간에 따른 맞춤형 전용 전처리제 개발 및 예냉, 저장, 포장박스 등의 수확 후 일괄처리기술의 개발 및 확립이 필요하다. 끝으로 수출국 유통 환경조건에 있어서의 문제점을 파악하여 현지 유통환경에 대한 개선 방안을 도출함으로써 잠재적 절화수명의 최대화와 함께 적절한 유통환경 제어를 통하여 절화가 최종 소비지에 도달하기까지 고품질 선도유지가 필요하다.





다. 해외 주요국 유통단계에서의 절화품질 관리 현황

화훼시장의 선진국이라 할 수 있는 일본의 경우 화훼도매시장의 수는 2011년 총 194개이며, 중앙도매시장 화훼 취급액은 1990년 833억엔에서 2011년 1,339억엔으로 약 7만종에 달하는 다양한 품목이 유통되며 꾸준히 증가하다가 최근에 다소 감소되는 추세를 나타내고 있다. 네덜란드는 전 세계 화훼생산액의 15.1%, 유럽 화훼생산액의 34.6%를 차지하는 세계 최대 화훼생산국이자 세계 화훼 교역의 절반 정도를 담당하는 최대 수출국이다. 특히 네덜란드는 알스미어 화훼경매시장이라는 전 세계 거점 화훼시장을 보유하면서 최적의 유통시스템을 구축한 화훼유통 선진국이다. 알스미어 화훼경매장의 운반차량은 온도를 20℃로 유지하고 4만㎡의 저온 저장고에 보관한 후 습식유통(영양분+물)으로 이루어지고 있다.

4. 신선도 제고 기술 현황 및 기술 개발 필요성



현재까지 절화 장미·국화·백합의 품질 향상 및 수명 연장을 위한 전처리, 예냉, 저장 등 수확후 처리기술에 대한 많은 연구가 이루어 왔음에도 불구하고, 수출용 절화 특히 국화나 백합에 적용할 수 있는 효과적이면서 경제성이 좋은 전처리제의 개발은 아직까지 미흡한 실정

이다. 전처리제 외에 포장재나 포장박스에 탑재할 수 있는 친환경적 선도유지 및 병해 억제 기술, 그리고 수출국 유통과정에서 건식과 습식에 따른 절화수명 변화에 관한 연구도 시급한 실정이다.

절화의 소비후 품질유지기간의 최대화라는 관점에서 볼 때, 수확전 환경제어 및 처리기술의 중요성은 매우 높음에도 불구하고 이에 대한 연구는 거의 전무하여 수확후 품질 손실율이 높았다. 절화 장미의 경우, 수확전 요인과 절화수명의 관계에 대한 국외 연구가 어느 정도 진행되어 왔으나, 국화 및 장미의 경우, 수확전 환경요인들과 수확후 절화수명 및 병해발생 등과의 관계에 대한 조사가 거의 전무한 실정이다. 따라서 수출 절화류의 재배현장에서 발생하는 지상부와 지하부 환경관리에 대한 문제점, 수확 후 포장까지 수출업체에서 발생하는 문제점, 수출시 수송에서 최종 소비현장에 이르는 과정에서 발생하는 유통 환경의 문제점들을 우선적으로 분석해야 할 필요가 있다.

본 연구는 절화 장미·국화·백합의 수확전 환경요인들과 계절의 변화에 따른 수확후 절화수명 및 품질과의 상관관계를 분석하여, 절화 품질특성이나 등급별 맞춤형 전처리제, 예냉, 포장 등의 수확후 처리 기술을 개발할 필요가 있다. 또한 수출 절화의 계절 및 재배환경에 따른 저장·유통시 발생하는 불개화 및 조기노화를 방지하기 위한 최적 온도, 전처리 및 저장 유통환경 시스템 개발과 수출국별 절화의 최적 선도유지를 위한 환경요인과 생산된 상품의 상관관계를 분석하여 고품질 상품생산과 수확후 품질관리의 상관관계 모델을 제시하여야 한다. 위의 과정들을 통하여 수출 절화류의 선도과 품질을 유지할 수 있는 기술과 종합적인 현장적용 매뉴얼을 개발하여 고품질의 절화 상품을 연중 안정적으로 수출할 수 있도록 재배지와 유통 현장에 적용하여야 한다.

<국내외 절화 선도유지 기술개발의 진행상황>

구 분	재배시 환경조건	전처리 물올림	포장재 박스	예 냉	저 장	수 송
장 미	△	○	△	○	○	○
국 화	×	△	△	○	○	○
백 합	×	△	△	○	○	○

<절화 선도유지 기술 현황과 필요 개발 기술>

구 분	재배시 환경조건	전처리	포장재 박스	예냉	저장	수송
장 미	[연구 현황] 재배환경/계절 별 절화수명	[기존 제품] Chrysal RVB Aluminum	[기존 제품] 습식상자 PP50 (유공)	[최적 기술] 차압통풍냉각 강제통풍냉각	[최적 기술] 습식 4-6℃/80%	[최적 기술] 7℃/~90% 논문

	70%변동 겨울 온실재배 시 절화수명 70%단축 논문 20편 특허 14건	sulfate STS, AgNO3 등 논문 100편 이상 특허 16건	건식상자 PP30 (유공) 논문 50편 이상 특허14건	논문 20-30편 특허17건	논문 100편 이상 특허63건	50편 이상 특허23건
필요 연구	국내 환경요인과 절화수명 관계분석 절화품질 규명 및 규격설정	재배환경, 계절별 맞춤형 전용 국산 전처리제	선도유지, 병해 방제 용 기능성, 습식 포장 상자	재배현장 시스템화	재배현장 시스템화	수확-수출 -현지유통 콜드체인 시스템화
국 화	[연구 현황] 재배환경/계절 별 절화수명 변동 국내외 연구 부족 논문 2-3편 특허 8건	[기존 제품] Chrysal RVB, OVV STS, 계면활성제 등 논문 20-30편 특허7건	[기존 제품] 습식상자 PP50 (유공) 건식상자 PP30 (유공) 논문 20편 이상 특허4건	[최적 기술] 차압통풍냉각 강제통풍냉각 논문 10-20편 특허5건	[최적 기술] 습식 3-5℃/80% 논문 40-50편 특허44건	[최적 기술] 7℃/~90% 논문 20편 이상 특허15건
필요 연구	재배환경/계절 별 절화수명 변동 및 절화 품질규격설정	재배환경, 계절별 맞춤형 전용 국산 전처리제	선도유지, 병해 방제 용 기능성, 습식 포장 상자	재배현장 시스템화	재배현장 시스템화	수확-수출 -현지유통 콜드체인 시스템화
백 합	[연구 현황] 재배환경/계절 별 절화수명 변동 국내외 연구 부족 논문 2-3편 특허 4건	[기존 제품] Chrysal BVB, SVB STS, 지베렐린 등 논문 20-30편 특허11건	[기존 제품] 습식상자 PP50 (유공) 건식상자 PP30 (유공) 논문 20편 이상 특허2건	[최적 기술] 차압통풍냉각 강제통풍냉각 논문 10-20편 특허10건	[최적 기술] 습식 4-6℃/80% 논문 40-50편 특허32건	[최적 기술] 7℃/~90% 논문 20편 이상 특허11건
필요 연구	재배환경/계절 별 절화수명 변동 및 절화 품질 규격설정	재배환경, 계절 별 맞춤형 전용 국산 전처리제	선도유지, 병해 방제 용 기능성, 습식 포장 상자	재배현장 시스템화	재배현장 시스템화	수확-수출 -현지유통 콜드체인 시스템화

제3절 연구개발 범위



■ 수확 전 신선도 향상 절화의 품질관리 체계화 기술 개발 및 현장화

- 절화 장미·국화·백합의 재배환경 및 계절변화에 따른 절화수명 분석과 그에 따른 절화수명 기간의 분석 및 품질유지기간 표준화
- 수출용 고품질 절화생산을 위한 재배환경의 개선 및 수확 전 품질관리 기술 도입
- 수확 전 품질관리 체계화 기술의 교육, 홍보 및 현장화

■ 수확 후 신선도 향상 절화의 품질관리 체계화 기술 개발 및 현장화

- 절화 장미·국화·백합의 계절별, 재배환경별 수확단계, 예냉, 저장환경의 최적 조건 도출 및 현장 적용
- 절화 품목별, 계절별, 재배환경별 맞춤형 최적 전처리제 개발 및 현장 적용
- 수출 절화의 고품질 선도유지를 위한 예냉처리방법 규명 및 현장적용
- 수출시장의 맞춤형 상품 등급 설정 및 품질 관리체계 구축

- MEFI 기술 적용에 따른 절화 장미·국화·백합의 품질 및 병해충 발생정도 평가
- MEFI 기술을 탑재한 기능성 포장박스 개발과 품질 분석 및 현장적용
- 수확 후 품질관리 체계화 기술의 현장적용을 통한 수출 극대화 기술의 매뉴얼화

■ 절화 신선도 향상 수출~유통 체계화 기술 개발 및 현장화

- 수출시장의 계절별 유통환경 및 구조 분석을 통한 최적 환경의 표준화
- 수출국 유통환경 조건에 따른 최적 전처리 기술의 현장 적용 기술 개발 및 e-book 제작을 위한 자료 분석
- 절화 장미·국화·백합의 수확부터 수출까지 고품질 절화를 위한 일괄 품질관리 프로그램 확립 및 매뉴얼 기술 개발
- 수확 전 ~ 수확 후 품질관리 ~ 유통 체계화 기술 개발 및 패키지 기술의 교육, 홍보 및 현장화
- 생산, 수확, 수출단계의 단계별 체계화 기술 확산을 위한 정책안 제시

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 수확 전 품질관리 관련 기술 현황

최근 소비자들에 대한 인식 조사 결과에 따르면 고품질과 함께 긴 절화수명이 구매시의 중요한 고려사항인 것으로 나타나, 절화 선도유지가 상품가치와 직결되는 것으로 나타났다. 따라서 수출국 화훼시장에서 네덜란드의 고품질 절화 또는 남미, 중국 등의 가격경쟁력이 높은 절화의 경쟁우위를 확보하기 위해서는 수확 전·후 품질관리기술의 향상과 최적 수출 유통시스템의 체계화가 시급하다. 현재까지의 연구조사는 수출용 절화의 품질관리를 위해서 수확시점부터 전처리, 예냉, 저장, 수송 등에 주로 집중하여 왔으나, 유전적 특성과 함께 재배환경요인에 의해 좌우되는 절화의 생리·형태적 특성 역시 최종 소비지에서 결정되는 절화 품질에 크게 영향을 미친다고 보고되었다.

수확 후 장미의 절화수명은 재배농가나 계절변동에 따라서 70% 이상 차이가 나며, 재배환경요인들의 변화가 수확 후 절화수명뿐만 아니라 병 발생 민감성에도 영향을 미치는 것으로 알려졌다. 절화 국화의 수확 후 수명은 재배조건에 따라서 큰 차이가 발생하는데, 재배기간 중 지상부의 불량 환경조건(고온, 다습, 과도한 일조)으로 인하여 줄기와 잎이 연약하게 되고, 기공 개폐기능 저하로 인한 수분 흡수 불량으로 수확 후 품질이 급격히 저하된다. 또한 온실내 환경뿐만 아니라 지하부의 불량환경(배수불량, 염류 장애, 병해)은 뿌리의 발육과 기능을 저하시켜 엽록소 함량을 감소시키고, 이것은 잎의 황화현상의 발생과 궁극적으로 절화수명의 단축을 촉진시킨다.

국내 절화류의 경우, 아직까지 계절이나 재배환경 변화에 따른 절화품질의 차이에 대해 정확히 조사된 바가 없고, 수확 시에 형성된 잠재적 절화수명 기간에 따른 고려 없이 모든 절화에 일률적인 수확 후 관리를 행하여 왔기 때문에 수출국 현지에서 절화품질의 편차가 커지는 원인이 된다. 따라서 국내 절화재배 농가별로 계절 및 재배환경 변화에 따른 절화수명의 변동을 조사함으로써, 재배환경의 개선과 수확 시 잠재적인 절화수명의 규명이 필요하다. 그 다음으로 각 계절별 절화의 잠재적 절화수명을 적용한 절화 품질 등급의 고려와 수확 후 관리 및 수출시스템의 최적화가 필요하다. 또한 수출국 도착 후 유통환경의 변화에 따른 절화수명과의 관계를 조사하여 수확시의 잠재적 절화수명과 소비지의 최종 절화수명을 모델화함으로써 절화의 품질저하를 최소화시킬 수 있는 기술의 개발과 고품질 상품을 연중 안정적으로 해외시장에 공급할 수 있는 생산 및 유통시스템의 현장 적용이 매우 시급하고 중요하다.

제2절 수확 후 품질관리 관련 기술 현황

1. 장미

절화 장미의 수확 후 품질과 관련된 문제는 재배환경뿐만 아니라 절화 장미의 꽃목굽음, 불개화, 시들음 현상, 부패 및 잿빛곰팡이병 발생에 의한 상품성 저하, 포장상자의 파손 등을 들 수 있으며 이는 수출국의 클레임으로 연결되어 수출시장의 불안정화로 이루어진다.

수확 후 유통과정중의 절화 장미의 품질저하는 전처리제 처리에 의하여 상당부분 방지가 가능하며, 현재까지 STS, silver nitrate, aluminium sulphate, benzalkonium chloride, 8-hydroxyquinoline citrate(8-HQC) 등이 효과적인 것으로 알려졌으며, 수출 시에는 네덜란드 회사의 Chrysal RVB 제품을 처리하는 경우가 많다. 장미에 효과적인 전처리제중 silver nitrate나 aluminium sulphate 등과 같은 기존 전처리제는 폐기과정에서 환경오염을 유발하고, 인체에 유해하여 상업적으로 사용이 제한되기도 하였다. 잿빛곰팡이병의 발생은 절화 장미의 수출시 품질저하를 초래하는 가장 중요한 요인중 하나로 재배시의 부적합한 환경에 의해 절화에 잠복하다가 습식유통 등의 고습도 환경에서 발병하는 것으로 알려졌다. 절화 장미 수출시 검역 클레임의 90% 이상이 잿빛곰팡이병 발병에 의한 것이기 때문에 잿빛곰팡이병을 제어하면서 선도를 유지할 수 있는 효과적인 전처리제 및 포장박스의 개발과 함께 환경요인의 조사 분석이 필요하다.

절화 장미의 수명연장과 품질향상을 위한 전처리제 연구와 습식저장유통에 관한 연구는 많이 보고되어 왔으나, 수확 전 환경 변화에 따른 절화 장미의 품질과 절화수명 변동에 관한 국내 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내 수출 절화 장미의 생산단계, 수확단계, 수출유통단계에서의 환경 분석을 통하여 문제점을 파악하고 이를 개선해 나갈 수 있는 수확 후 관리 기술과 매뉴얼의 개발로 종합적이고 안정적인 수출 환경이 될 수 있도록 하고자 한다. 특히 수출시 절화 장미는 대부분 습식으로 유통되고 있기 때문에 잿빛곰팡이병의 발생이 빈번하여 상품성 저하의 요인이 되기 때문에 절화수명 연장과 병발생 억제 둘다에 효과적인 전처리제 및 기능성 포장박스 기술의 개발이 필요하다.

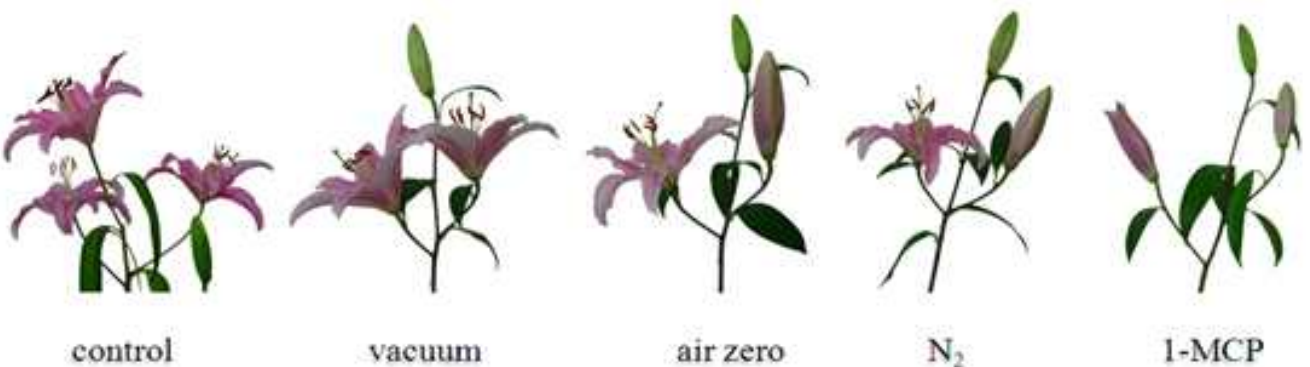
2. 국화

국화는 수확시기에 따라서 절화 품질의 차이가 발생하며, 절단후 물올림, 예냉, 전처리, 저장, 포장, 운송 등 수확후 관리 및 유통조건에 따라 절화의 신선도 및 수명 등이 좌우된다. 수출국 유통과정에서 운송 중의 부적합한 환경으로 인하여 신선도가 떨어지거나, 조기개화가

진행되는데 이러한 불균일한 개화 상태의 국화는 수출시 품질을 저하시켜 클레임의 원인이 된다. 국화의 경우 잎의 황화가 꽃의 위조에 앞서 일어나기 때문에 황화는 관상 가치를 결정하는 주요인이 된다. 지베렐린은 황화를 억제하면서 꽃으로 당의 이동을 촉진시키는 역을 하지만, 아직 실용화 단계에 도달하지는 못하였다. 국화는 에틸렌 민감도가 낮은 것으로 알려졌지만, 고온기의 스프레이 국화에 대한 STS 처리는 잎의 황화와 꽃잎의 위조를 지연시킨다. 국화는 수송중 포개짐으로 인하여 잎의 위조, 황화가 촉진되므로, 품질유지를 위하여 예냉과 저온수송이 필수적이다. 예냉처리에 의하여 국화의 절화수명과 품질이 좋아지나, 예냉후 다시 상온에 노출될 경우 오히려 호흡과 에틸렌 발생을 증가시켜 역효과를 내게된다. 절화 품질에 있어서 PE 필름보다 PP 필름에서 양호하고, 습식저장할 경우 절화수명이 현저히 길어진다. 네덜란드의 경우, 절화 국화 유통시 Chrysal RVB나 OVB 등의 제품을 처리하고 있으나, 국산 절화 국화는 수출시 전처리제의 처리 없이 단순 물올림만으로 출하하고 있다.

3. 백합

절화 백합의 수출 시 가장 문제되는 점은 재배시 온도, 광 및 영양관리의 부실에 따른 상품성 저하와 수확 후 관리 미숙에 의한 불개화, 조기노화(절화수명 단축), 화색발현의 어려움 등이 있으며 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 STS나 Chrysal BVB 또는 ChrysalSVB 등을 처리하고 있다. 일본의 선도유지 용기 플라워 커튼은 골판지 상자 안쪽에 에틸렌가스 흡착제, 흡수제, 착색제를 도포한 OPS(oriented polystyrene sheet) 시트를 부착하여 절화 전용으로 이용하고 있으며, 이는 수증기와 산소, 탄산가스가 적정으로 투과되어 증산작용을 제어하여 식물의 위조현상을 방지한다. 기존 화학제를 이용한 절화의 수명연장 처리는 작업이 번거롭고 작물에 따라 처리시간이 상이하며, 비용이 많이 드는 단점이 있어 국내에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 보호가스 충전법 연구와 환경오염물질로 주목받고 있는 STS의 대체물질 연구를 위해 절화 백합을 이용한 실험 등이 이루어지고 있다.



<가스충진법에 의한 절화백합의 품질 변화>

수확 후 저장 및 유통과정에서 절화의 경우 습식 수송보다는 건식 수송이, 저온차량보다는 일반화물 차량에 의한 수송이 주종을 차지함으로써 신선도 유지에 문제가 발생하여 이로 인

한 손실량이 무려 10~50%에 달한다. 국내 절화 백합의 수출가능성은 점차 높아지고 있으나 장기저장 및 수출에 따른 기술 부적용으로 국제 경쟁력 약화를 초래하고 있어 이러한 문제를 해결하기 위해서는 수확 후 관리단계에서 절화백합의 선도 유지를 위한 효과적인 전처리제의 사용, 적정 저온저장, 포장상자 내의 에틸렌가스 제거, 미생물 발생 방지, Cold chain system의 이용 등이 필요하다.

제 3 장 연구수행 내용 및 결과

제1절 절화 장미의 수확 전후 유통단계별 선도유지 기술 개발

1. 계절별 재배환경이 절화장미의 절화수명 및 형태·생리적 특성에 미치는 영향

가. 서론

수출용 절화의 품질관리를 위해서 수확시점부터 전처리, 예냉, 저장, 수송 등에 주로 집중하여 왔으나, 유전적 특성과 함께 재배환경요인에 의해 좌우되는 절화의 생리·형태적 특성 역시 최종 소비지에서 결정되는 절화 품질에 크게 영향을 주는 것으로 나타났다. 외국의 연구사례를 보면, 수확 후 장미의 절화수명은 재배농가나 계절변동에 따라서 70% 이상 차이가 나며, 재배환경요인들의 변화가 수확 후 절화수명뿐만 아니라 병 발생 민감성에도 영향을 미치는 것을 보여준다. 국내 절화 장미의 경우, 아직까지 계절이나 재배환경 변화에 따른 절화 품질의 차이에 대해 정확히 조사된 바가 없고, 수확 시에 형성된 잠재적 절화수명 기간에 따른 고려 없이 모든 절화에 일률적인 수확 후 관리를 행하여 왔기 때문에 수출국 현지에서 절화품질의 편차가 커지는 경우가 자주 발생하여왔다. 따라서 본 연구는 국내 주년생산농가에서 계절변화에 따른 재배환경의 변화를 조사하고 그에 따른 절화수명의 변동을 조사함으로써, 수확시의 잠재적 절화수명을 표준화하고 국내 장미 재배환경의 개선을 위한 데이터로 활용하고자 연구를 수행하였다.

나. 조사방법

(1) 장미재배 및 재배환경요인의 측정

전주 로즈피아의 수출주력 품종중 하나인 스프레이 장미(*Rosa* spp.) ‘리블리리디아’를 식물재료로 선정하여 연중 계절에 따른 환경요인 측정 및 수확을 실시하였다. 장미재배는 암면배지와 절곡재배방식이었고, 겨울철에는 하루에 7~8회의 점적관수를 실시하였다. 유리 온실내에 데이터로거를 설치하여 30분간격으로 일사량, 온도, 습도, VPD 값을 수집하였다. 또한 양액의 pH와 EC를 수확시 마다 측정하였다.

(2) 수확 및 형태, 생리적 특성 측정

장미는 온실내 데이터로거가 설치된 구역에서 수확하였으며, 2015년 4월부터 2016년 3월까지 1회 30분씩 수확하여 실험에 이용하였다. 수확된 30분중 12분을 절화수명 측정에 사용하

였고, 나머지는 형태, 생리적 특성 측정 등에 사용하였다. 측정항목은 절화수명, 생체중, 줄기 길이, 줄기직경, 잎 당함량, 경도, 칼라, 엽록소함량, 미생물수, 기공크기 및 밀도 등이었다. 기공측정은 SUMP방식을 이용하여 잎 뒷면의 임프린트를 떼어내어, 현미경과 이미지 측정프로그램을 이용하여 기공의 길이, 폭, 숫자를 측정하였다. 수확후 유리병에 담긴 절화장미를 환경제어 챔버에서 12시간 이상 암조건에 둔 후와 명조건에서 1시간이상 둔후 각각 기공의 임프린트를 떼어 측정에 이용하였다. 추후 장미의 노화관련 유전자발현을 측정하기 위하여 최외곽 꽃잎 3매를 떼어 액체질소에서 동결시킨 후 -80°C 에 보관하였다.

(3) qRT-PCR을 이용한 유전자 발현 분석

상기 실험에서 동결 저장한 꽃잎에서 RNA를 추출한후 cDNA를 합성하였으며, qRT-PCR을 통하여 노화와 관련된 유전자들의 mRNA 발현량을 분석하였다. NCBI와 구글 검색 및 저널리뷰를 통하여 장미의 에틸렌생합성, 에틸렌리셉터 및 리셉터하위 유전자들의 시퀀스들을 수집하고, Primer3 소프트웨어를 이용하여 qRT-PCR에 적합한 프라이머들을 디자인하고 제작하였다. 장미의 에틸렌생합성(RhACS1, RhACS2, RhACS3, RhACO1), 에틸렌리셉터(RhETR1, RhETR2, RhETR3, RhETR4, RhETR5) 및 리셉터하위 유전자(RhCTR1, RhCTR2, RhEIN3-1, RhEIN3-2)의 시퀀스들을 수집하였다. 수집한 에틸렌생합성, 에틸렌리셉터 및 시그널링 유전자의 시퀀스를 이용하여 qRT-PCR에 적합한 프라이머들을 Primer3 소프트웨어로 디자인하고 제작하였다. 장미에서 안정적인 리퍼런스 유전자들의 시퀀스 검색, 프라이머 제작 및 유전자 발현 테스트를 통하여 qRT-PCR 실험 환경을 설정하였다. 제작한 프라이머들을 이용하여 qRT-PCR에 의한 mRNA 발현패턴을 분석하였다.

(4) 절화수명 평가 및 통계분석

형태, 생리적 특성의 측정이 끝난 절화장미는 500ml의 증류수가 들어있는 유리병에 담겨서 환경제어 챔버 (온도 25°C , 습도 50%, $20^{\circ}\text{C } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 12시간 광주기)에서 유지되었으며, 매일의 생체중, 흡수량, 화경변화 및 노화단계에 대한 측정이 이루어졌다. 절화수명의 종료는 시들음, 청변화, 벤투넥 또는 꽃잎탈리 증상이 3단계 이상이 되었을 때로 하였다. 각 처리구간의 차이는 평균값과 표준편차(SE)로 나타냈으며, 그룹간의 차이는 일원배치 분산분석 (one way ANOVA)를 이용하여 분석하였다.

절화수명에 영향을 미치는 환경, 형태, 생리, 유전적 요인을 분석하기 위하여 다중회귀분석 (MRA)을 이용하여 절화수명 예측 모델을 작성하였다. Stepwise 및 enter 방식을 이용하여 MRA를 행하였으며, 다중공선성 회피를 위하여 VIF값이 10이상이 되는 변수는 제거후 사용하였다. 모든 통계분석에는 SPSS (버전 18.0)을 이용하였다.

다. 조사결과

(1) 계절에 따른 수확전 재배환경요인의 변동

2015년 4월부터 2016년 3월에 걸친 재배환경요인의 변동을 보면, 일적산일사량(PPF)은 12~1월에 $10\text{mol m}^{-2}\text{ day}^{-1}$ 수준으로 가장 낮았으며 이후 점차 증가하였고, 8월부터 10월에 가장 높았다(그림 1-1). 로즈피아의 경우, 온실내 온도는 겨울(12~2월)과 봄(3~4월)에 걸쳐서 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 일최고 온도는 여름철에 35°C 수준이었고, 일최저온도는 겨울철에 17°C 수준으로 겨울과 봄에 걸친 온도관리가 양호하게 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 반면, 온실 내 상대습도에 있어서는 계절에 따른 편차가 큰 것으로 나타났다. 일최고RH는 90%이상으로 겨울에서 봄에 걸쳐서 일정하였으나, 일최저RH는 겨울철에 현저하게 높은 것으로 나타났다. 일최저 RH는 12~2월의 경우, 60%~70%였으며, 80%이상까지 올라가는 경우가 많았던 반면 4월 이후에는 40%까지 감소하였고, 80%이상으로 올가는 빈도수가 줄어들었다. 이러한 상대습도의 변화는 수증기압낙차(VPD)에 반영되어, 1-2월에는 일최고VPD가 낮아지는 경우가 많았으나, 3-4월에는 비교적 높게 유지된 것으로 나타났다(그림 1-1).

계절별 절화수명의 변동을 보면, 평균 절화수명은 봄철인 4-5월에 각각 13.7일과 16.5일로 가장 높았으며, 6-7월 사이에는 12일 수준을 유지하다가 겨울철인 12-1월에 8.3일과 9.4일로 현저하게 감소하는 것으로 나타났다(그림 1-1).

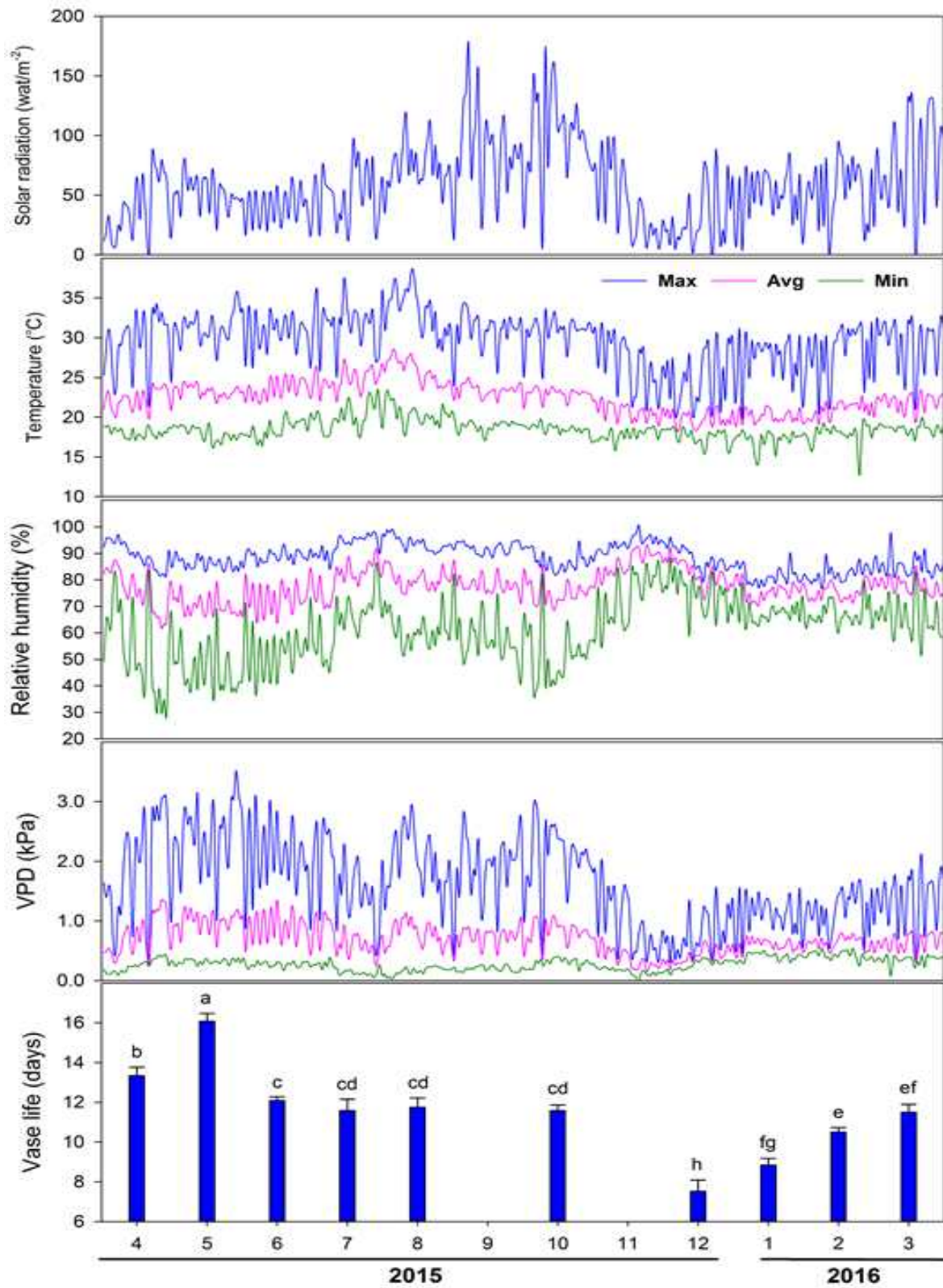


그림 1-1. 계절에 따른 수확전 재배환경요인 및 절화수명의 변동

(2) 계절에 따른 절화장미의 형태, 생리적 특성의 변화

절화 잎의 내생 당함량(brix)과 경도는 1월에 가장 높아서 이 시기에 절화가 가장 튼튼하게 자라는 것으로 나타났다. 12월 절화에서는 건물중은 가장 높았으나, 당함량, 줄기 경도 및 굵기 등이 가장 낮았다(그림 1-2). 한편, 장수 절화장미는 건물중과 줄기 굵기가 높았으나, 당도와 줄기경도 등은 비교적 낮은 것으로 나타났다. 전체적으로 볼 때, 형태, 생리적 특성에 있어서는 1월에 재배된 스프레이 장미가 우수한 것으로 나타났다.

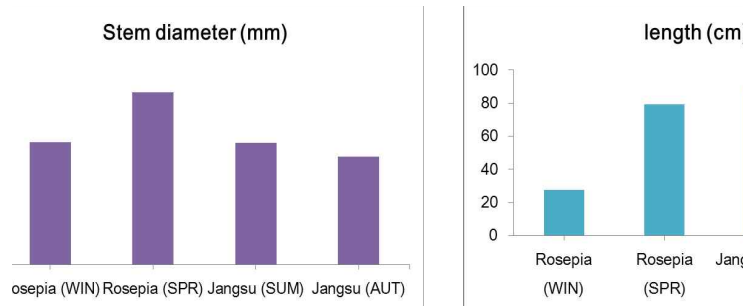


그림 1-2. 계절에 따른 절화장미의 형태, 생리적 특성의 변화

계절에 따른 절화장미의 기공밀도와 기공크기의 변화를 보면, 기공밀도는 1월에 비해서 3월에 높은 것으로 나타났다. 기공크기에 있어서는 1월의 경우 명조건에서 암조건으로 바뀌면서 기공크기의 감소가 관찰된 반면, 3월의 경우, 오히려 암조건에서 더 기공크기가 증가하였다. 이것은 3월 절화의 기공기능이 1월에 비하여 상대적으로 좋지 못하다는 것을 나타낸다(그림 1-3).

그림 1-3. 계절별 절화장미의 기공특성의 변화

연중 조사된 절화장미의 형태적 특성과 절화수명을 봄, 여름, 가을, 겨울로 구분하여 일원 배치 분산분석(ANOVA)에 의한 통계분석을 행한 결과, 수확시의 생체중, 줄기길이, 줄기직경은 여름에 가장 증가하였고, 겨울에 가장 감소하는 것으로 나타났다(표 1-1). 반면에 줄기의 단단함을 나타내는 경도에 있어서는 외적 품질이 가장 감소하는 겨울철에 가장 높았고, 봄과 여름에 감소하는 것으로 나타났다. 한편, 내적 품질인 절화수명은 봄철에 13.6일로 가장 높았고, 겨울에 8.4일로 가장 감소하였다. 여름과 가을에는 거의 유사한 절화수명을 가지는 것으로 나타났다.

표 1-1. 연중 절화장미 ‘러블리 리디아’의 형태적 특성과 절화수명

Spring	50.8±2.4ab	75.8±1.8b	6.8±0.2bc	76.2±1.1b	13.6±0.4a
Summer	55.2±1.4a	90.3±0.7a	7.7±0.1a	77.3±0.5b	11.8±0.2b
Autumn	48.4±3.3c	66.4±2.7c	7.1±0.2b	82.5±1.0a	11.6±0.3b
Winter	48.9±1.2c	61.2±2.7c	6.6±0.1c	84.3±0.7a	8.4±0.3c

(3) 계절에 따른 절화장미의 절화수명 및 생리적 변화

절화수명 기간동안의 생리적 특징인 화경, 수분흡수량, 생체중 변화, 화색 변화 등을 측정하였다. 그 결과를 보면, 12월에 수확한 장미에서 화경이 가장 작았고, 수분흡수량과 생체중 감소가 빨랐고, 그 외의 절화들에 있어서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(그림 1-4).

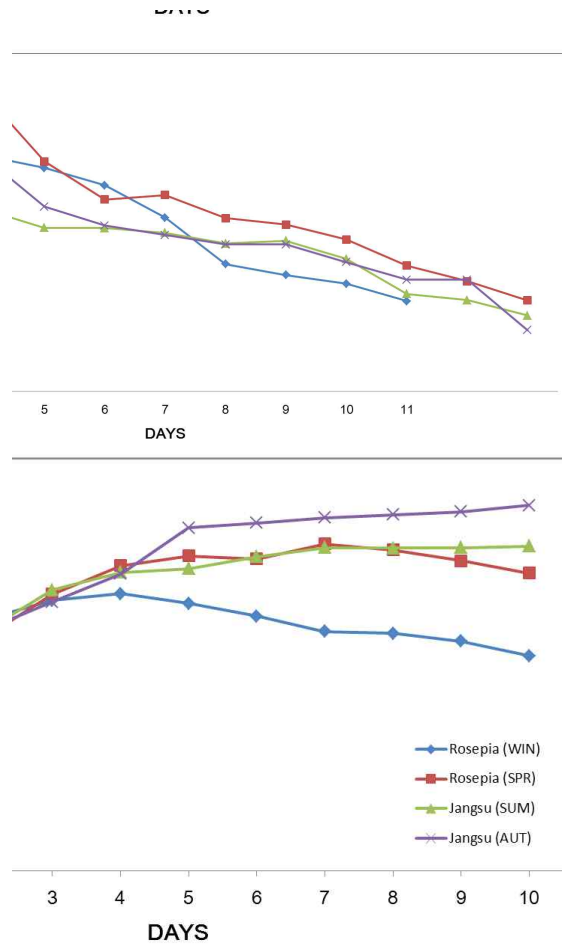


그림 1-4. 계절별 절화장미의 수분관계 및 생리적 변화

절화수명 기간동의 화색의 변화를 보기 위하여 칼라척도인 a*값과 b*을 측정하였다. 붉은 색을 나타내는 척도인 a*값은 1월 절화에서 가장 높게 유지되었고, 12월 절화에서 가장 빠른 감소를 보였다. 황색에서 청색을 나타내는 척도인 b*값은 12월 절화에서 초기에 가장 낮다가 5일을 기점으로 부의 값으로 감소함으로써 청변화 현상이 가장 심했던 것으로 나타났다(그림 1-5).

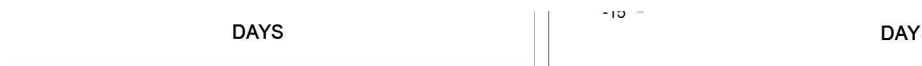


그림 1-5. 계절별 절화장미의 화색 변화

절화수명은 12월에 가장 낮았고, 4월로 가면서 점차 증가하였다. 절화수명의 종료 원인을 보면 12월의 경우 벤트넥이 67%로 가장 높았으나, 2~4월은 대부분 시들음이 가장 높은 것으로 나타났다(그림 1-6). 벤트넥은 12월과 1월 절화에서만 나타남으로서 이 시기에 절화의 수분관계가 좋지 않은 것으로 생각된다. 한편, 여름과 가을에는 절화수명이 각각 11.8일과 11.6일로서 큰 차이가 없이 중간정도의 절화수명을 나타냈다.

그림 1-6. 계절별 절화장미의 절화수명 및 노화증상의 변화

(4) 계절별 절화장미의 에틸렌 관련 유전자 발현 패턴 분석

연중 수확한 절화의 꽃잎 샘플에서 RNA를 추출하여 에틸렌 관련 유전자들의 mRNA 발현 패턴을 조사하였다. 에틸렌 리셉터 및 시그널링 유전자인 ETR2, ETR3, CTR2는 계절별로 매우 유사한 경향을 나타냈다(그림 1-7). 이들 유전자들은 여름에 현저하게 감소하였고, 겨울에 크게 증가하는 양상을 나타냈다. 반면에 에틸렌 생합성 유전자인 ACS1은 여름에 가장 크게 증가하였고, 겨울에 가장 낮은 것으로 나타났다.

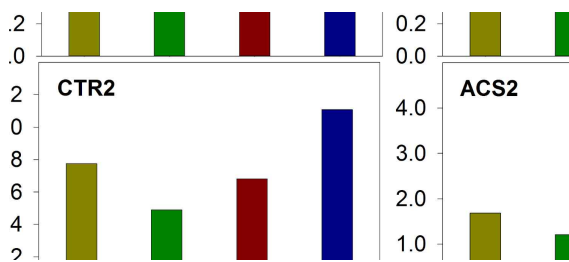


그림 1-7. 에틸렌 시그널트랜스덕션 및 에틸렌 생합성 유전자들의 계절별 발현 패턴

(5) 다중회귀 분석(MRA)을 이용한 수확전 환경요인, 수확후 절화의 형태·생리적 요인, 유전적 요인과 절화수명과의 상관관계 분석

다양한 수확전 환경요인이 절화수명에 미치는 영향을 MRA 분석한 결과, 높은 유의성을 가진 예측모델이 작성되었고, 독립변수들이 종속변수인 절화수명을 약 71%($R^2=0.71$) 설명하는 것으로 나타났다(표 1-2). 비표준회귀계수에 의하면 pH를 제외한 모든 환경요인이 절화수명에 유의한 영향을 미치고 있었으며, RH-Avg, VPD-Avg, VPD-Min, pH, EC는 정의 방향으로, 그 외의 요인들은 음의 방향으로 절화수명에 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 표준회귀계수에 따르면 환경요인들중 RH와 VPD 등 습도상태에 영향을 주는 요인들이 가장 크게 절화수명에 관여하고 있었으며, 그중 일 최저RH(RH-Min)이 절화수명의 감소에 크게 영향을 미치고 있었다.

표 1-2. 다중회귀 분석을 이용한 절화장미 ‘러블리 리디아’의 수확전 환경요인과 절화수명과 관계 분석

Intercept	-485.35***	72.63	
PPF	-0.14***	0.02	-1.15
Temp-Max	-1.39***	0.27	-1.45
Temp-Min	-5.56***	0.71	-1.92
RH-Avg	7.87***	1.02	8.98
RH-Min	-1.57***	0.16	-3.94
VPD-Avg	120.71***	17.93	7.48
VPD-Min	166.54***	22.98	4.65
pH	0.24 ^{NS}	0.23	0.09
EC	1.44***	0.32	0.52

Preharvest environmental parameters are averages of daily values for 15 days before harvest.

Regression statistics: $r^2 = 0.71$ ($n = 120$).

*, **, and *** indicate significant difference at $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively.

^{NS} indicates a non-significant difference ($P > 0.05$).

형태·생리적 요인과 절화수명과의 상관관계를 보면 초기 생체중(절단전), 건물중, 생체중, 기공밀도, 생체중유지일수 등이 절화수명에 유의한 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다(표 1-3). 이러한 다양한 표현형들중에서 당도(SSC)가 절화수명에 가장 큰 영향을 미치고 있었으며, 그 다음으로 줄기직경(SD), 생체중변화량(FW-Chan), 수분균형유지일수 등으로 나타났다.

표 1-3. 다중회귀분석을 이용한 절화장미 ‘리블리 리디아’의 형태적·생리적 요인과 절화수명과의 관계 분석

Intercept	-14.79**	4.60	
FW-Init	-0.04*	0.02	-0.30
DW-Init	0.24**	0.07	0.40
SL-Init	-0.01 ^{NS}	0.02	-0.08
SD	0.46 ^{NS}	0.30	0.19
FW	0.22***	0.07	0.39
FD	-0.01 ^{NS}	0.05	-0.02
FW-Chan	-0.35 ^{NS}	0.27	-0.10
WU	-0.03 ^{NS}	0.05	-0.08
Trans	-0.03 ^{NS}	0.04	-0.11
Stom-Dar	0.00 ^{NS}	0.00	-0.02
Stom-Den	1.07***	0.15	0.67
Mic-Num	-0.06 ^{NS}	0.09	-0.04
Stem-Hard	-0.02 ^{NS}	0.01	-0.14
Chl-Cont	0.03 ^{NS}	0.04	0.06
Color-A	0.00 ^{NS}	0.06	0.00
Color-B	-0.20*	0.10	-0.23
SSC	3.10 ^{NS}	3.87	0.09
Day-Max-FW	-0.20 ^{NS}	0.18	-0.09
Day-Keep-FW	0.39***	0.11	0.37
Day-Keep-WB	-0.14 ^{NS}	0.20	-0.05

Regression statistics: $r^2 = 0.78$ ($n = 212$).

*, **, and *** indicate significant difference at $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively.

^{NS} indicates a non-significant difference ($P > 0.05$).

끝으로 절화장미의 수확후 유전자 발현과 절화수명의 관계를 보면 ETR3이 절화수명에 가장 큰 영향을 미치고 있었고, 다음으로 ETR2, CTR1, CTR2, ACO1의 순서로 나타났다(표 1-4). 흥미롭게도 ETR2는 절화수명에 양의 방향으로 영향을 미치는 반면에 ETR3는 음의 방향으로 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

표 1-4. 다중회귀분석을 이용한 절화장미 ‘리블리 리디아’의 에틸렌 수용체 및 관련 유전자 발현과 절화수명과의 관계 분석

Intercept	19.20	21.50	
ETR2	-35.32	29.52	-3.44
ETR3	31.61	30.90	3.60
ETR5	0.25	3.02	0.08
CTR1	-2.89	3.35	-0.79
CTR2	-2.63	6.80	-0.61
ACS2	1.14	3.69	0.18
ACO1	-0.87	2.96	-0.36

Regression statistics: $r^2 = 0.79$ ($n = 30$).

라. 결과분석 및 결론

수확 전 재배환경요인은 계절에 따라서 크게 변동하는 것으로 나타났다. 환경요인 변동의 특징을 보면, 겨울철인 12~1월의 경우 일적산일사량이 낮고, 온실 내 상대습도가 일정하게 높으며, 결과적으로 VPD가 비교적 낮은 경우가 많이 발생하였다. 이러한 변화와는 다르게 온실 내 온도는 겨울철부터 봄에 이르기까지 변동 없이 일정하게 유지되고 있는 것으로 나타났다. 이것은 온실관리가 주로 온도에 맞추어져서 이루어지고 있으며, 겨울철에는 온도유지를 위하여 온실이 밀폐상태가 되기 때문에 상대습도가 증가하고 VPD가 감소한 것으로 생각된다. 반면에 봄으로 갈수록 고온기에 측창의 개폐 등이 이루어지면서 온실내의 고습도 조건이 해소된 것으로 생각된다. 이시기에는 일최저 습도의 편차가 커지고 VPD가 상대적으로 증가하였다. 본연구의 다음 장에서 제시된 결과와 같이 겨울철의 이러한 고습도조건 및 저 VPD 조건이 될 경우, 장미의 외적 생장은 촉진시키는 반면, 수확 후 절화수명을 악화시키는 것으로 나타났다. 한편, pH와 EC는 12월에 다소 높았다가 이후 점차 감소되는 것으로 나타났는데, 겨울철의 경우, 점적관수의 빈도수가 낮은 대신 영양액 농도를 증가시켰기 때문인 것으로 판단되며, 이처럼 상대적으로 높은 pH나 EC가 절화의 품질에 미치는 영향에 대해서는 다음 장에서 구체적으로 고찰할 것이다.

절화의 외관을 나타내는 지표인 형태, 생리적 특성에 있어서는 1월절화가 상대적으로 줄기가 단단하고 잎의 당함량이 높아서 가장 좋았던 반면, 12월 절화가 외적 지표가 가장 낮게

나타났다. 기공의 크기 및 밀도는 현재까지 1월과 3월에 대해서 조사되었다. 1월 절화는 상대적으로 기공밀도가 적고 기공크기가 암조건에서 감소하는 것으로 볼 때 절화의 수분조절능력이 양호한 것으로 판단된다. 반면에 3월 절화는 기공밀도가 높으며 명조건보다 암조건에서 기공크기가 커지는 것으로 볼 때 절화의 수분제어능력이 상대적으로 떨어지는 것으로 생각된다. 이것은 겨울철에 더 기공제어능력이 감소할 것으로 예측했던 것과는 상반된 결과이며, 좀 더 면밀한 분석을 위해서는 앞으로 추가적인 계절에 대한 기공특성을 함께 비교해야할 필요가 있을 것으로 생각된다.

절화수명기간동안의 화경, 수분흡수량, 생체중, 화색 등을 비교한 결과, 12월 절화에서 이러한 생리적 특성 지표들이 가장 낮았고, 그 외의 절화들에서는 큰 차이없이 유지되었다. 12월 절화의 경우 수분흡수량이 빠르게 감소한 반면, 증산에 의한 수분손실은 컸기 때문에 결과적으로 생체중 감소도 빨라졌던 것으로 생각된다. 이러한 형태, 생리적 특성들의 결과는 그대로 절화수명에 반영되었다. 절화수명은 12월에 가장 낮았다가 4월로 가면서 점차 증가하였는데, 이것은 고습도 조건에서 재배된 절화가 수확 후 수분손실이 더 빨라진 것이 원인인 것으로 생각된다. 실제로 절화수명의 종료 원인을 보면 다른 수확시기에 비하여 12월 절화에서 벤트넥이 가장 큰 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해보면, 겨울철 특히 12월에 수확된 절화장미의 형태, 생리적 특성들이 비교적 좋지 않으며, 이시기 절화들의 수분흡수량이나 생체중 감소가 빨랐던 것으로 볼 때 특히 수분제어능력이 떨어지는 것으로 생각된다. 이 시기에 수확 전 재배환경이 고습도, 저 VPD조건이었던 것으로 볼 때 이러한 환경조건에서 재배된 장미는 수확 후 절화수명이 짧아지는 것으로 판단된다.

다양한 수확전 환경요인이 절화수명에 미치는 영향을 MRA 분석한 결과, 환경요인들중 RH와 VPD등 재배중의 습도상태에 영향을 주는 요인들이 가장 크게 절화수명에 관여하고 있었으며, 그중 일최저RH(RH-Min)이 절화수명의 감소에 크게 영향을 미치고 있었다. 이것은 지속적인 고습도조건에서 절화장미가 재배될 경우에 절화수명이 감소하는 것을 나타낸다. 형태·생리적 요인과 절화수명과의 상관관계를 보면 당도(SSC)가 절화수명에 가장 큰 영향을 미치고 있었으며, 그 다음으로 줄기직경(SD), 생체중변화량(FW-Chan), 수분균형유지일수 등으로 나타났다. 끝으로 절화장미의 수확후 유전자 발현과 절화수명의 관계를 보면 ETR3이 절화수명에 가장 큰 영향을 미치고 있었고, 다음으로 ETR2, CTR1, CTR2, ACO1의 순서로 나타났다. 흥미롭게도 ETR2는 절화수명에 양의 방향으로 영향을 미치는 반면에 ETR3는 음의 방향으로 영향을 미침으로써 에틸렌 리셉터 유전자들내에서도 절화수명에 관여하는 역할이 서로 다를 가능성이 있는 것으로 나타났다.

환경요인과 표현형 요인들 그리고 유전적 요인들을 통합적으로 면밀히 분석하여 절화수명과의 관계를 정량화한다면 수확전 및 수확후의 각 요인 그룹들이 잠재적 절화수명의 결정에 어떻게 관여하고 있는지 알 수 있을 것이다. 이러한 통합적인 다변량 분석을 토대로 하여 잠재적 절화수명을 정확히 예측하는 모델을 만든다면 소비자를 위한 절화수명 보증시스템의 개

발에 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

분석에 따르면 기존의 재배환경 조건인 일최저 RH 70% 이상, RH편차 20% 미만에서는 잠재적 절화수명이 약 9일인 것으로 나타났다(표 1-5). 최적 재배환경 조건인 일최저RH 70% 이하, RH편차 30% 이상으로 유지될 경우, 잠재적 절화수명이 약 16일로 7일 이상 증가하여 절화수명의 최대화가 가능한 것으로 나타났다.

표 1-5. 절화장미의 절화수명 품질향상을 위한 재배환경 개선의 현장적용 방안

일평균 일사량	25wat/m ² 이하	30~55wat/m ²
일평균 온도	20°C 이하	22~25°C
일최저 RH	70% 이상	70% 이하/ 주야변동
일최고 VPD	1.0kPa 미만	1.2 kPa 이상
절화수명	9일	16일(7일 연장)

2. 농가별 재배환경이 절화장미의 절화수명 및 형태·생리적 특성에 미치는 영향

2-1. 스탠다드 절화장미 : ‘푸에고’

가. 서론

절화장미의 절화수명은 재배품종뿐만 아니라 재배하는 계절에 따라서 크게 차이가 난다. 이러한 절화수명은 수확시 절화의 형태, 생리적인 특성에 의해 좌우되며 이러한 특성들은 유전적 형질(품종)과 재배환경과의 상호작용에 의해서 결정된다. 외국의 사례들에서 보면 절화가 동일한 수확후 환경조건에 유지될 경우에도 연중 절화수명의 계절변동이 나타났으며, 이러한 절화수명의 변동은 절화 재배시의 고습도 및 저 수증기압낙차(VPD) 환경에 의하여 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 특히, 겨울철에는 온실내 온도유지를 위하여 모든 환기창이 닫힌 상태로 유지되기 때문에 상기의 재배환경이 고습도 조건이 되기 쉽다. 현재 국내의 경우, 대부분의 장미 재배온실은 고수확을 위해 최적화된 점적관수에 의한 양액재배방식이며 이러한 재배방식 역시 겨울철에 상기와 같은 불리한 재배환경조건이 되기 쉬운 단점이 있다. 따라서 본 연구는 농가별 재배환경의 차이가 수확 후 절화의 품질 및 절화수명에 미치는 영향을 조사하고, 재배환경요인과 절화의 형태, 생리적 특성 및 절화수명과의 상관관계를 규명하기 위하여 수행되었다.

나. 조사방법

(1) 장미재배 및 재배환경요인의 측정

수출주력 품종중 하나인 절화장미 (*Rosa* spp.) ‘푸에고’를 식물재료로 선택하여 고양 및 파주의 3개의 재배농가(1농가: G1, 2농가: G2, 3농가: G3)에서 환경요인 측정 및 수확을 실시하였다(그림 1-8). 3농가 모두 동일하게 암면배지와 절곡재배방식이었고, 겨울철에는 하루에 7-8회의 점적관수를 실시하였다. 양액의 기본적인 조성은 $78.0 \text{ g l}^{-1} \text{ Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $5.0 \text{ g l}^{-1} \text{ NH}_4\text{NO}_3$, $16.7 \text{ g l}^{-1} \text{ KH}_2\text{PO}_4$, $33.5 \text{ g l}^{-1} \text{ KNO}_3$, $28 \text{ g l}^{-1} \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 및 미량원소였다. 각각의 온실에 테이터로거를 설치하여 30분 간격으로 일사량, 온도, 습도, VPD 값을 수집하였다. 또한 양액의 pH와 EC를 수확 시 마다 측정하였으며, CO_2 시비 횟수 및 시비농도 그리고 보광시간 등을 모니터링 하였다. 절화의 수확 시 생장에 가장 크게 영향을 미치는 수확 전 15일간의 환경데이터를 다변량 분석에 사용하였다.



그림 1-8. 테스트베드로 선발된 고양의 3개농가의 온실내 모습과 선발품종인 절화장미 'Fuego'

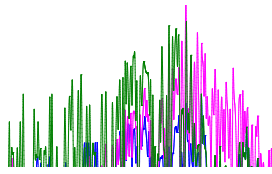
다. 조사결과

(1) 수확 전 환경요인

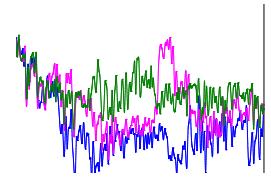
온실내 환경조건은 재배농가에 따라서 크게 달랐다. 2014년 11월부터 2016년 4월까지의 일평균일사량(solar radiation)은 보광시간이 가장 길었던 3농가에서 가장 높았다. 1농가 역시 보광을 실시하였음에도 불구하고, 보광처리는 없었지만, 자연광량이 높았던 2농가와 비교하여 일사량에 있어서 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(그림 1-9(a)).

일평균 온도 역시 농가별 편차가 크게 나타났는데, 1-2월에 2농가에서 가장 높았고, 1농가에서 가장 낮게 유지되었다. 1농가는 대체로 겨울철 기온이 낮게 유지되었고, 2, 3농가는 겨울철 평균 기온이 20℃ 이상으로 높게 유지되었다(그림 1-9(b)).

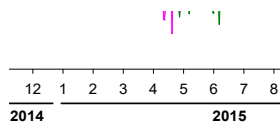
일평균 상대습도는 1농가와 3농가에서는 일정하게 높게 유지된 반면, 2농가에서는 겨울철에 상대적으로 편차가 크고 낮게 유지되었다(그림 1-9(c)). 특히 1-2월에 2농가에서는 높은 온도와 낮은 습도가 나타났으며, 이러한 요인들은 결과적으로 온실내의 높은 수증기 압낙차(VPD)를 가져왔다(그림 1-9(d)). 반면에 1농가와 3농가에서는 겨울철동안 낮은 VPD 조건으로 유지된 것으로 나타났다. 한편, 영양액 pH는 농가별 큰 차이 없이 6.2-6.6 범위인 것으로 나타났다(그림 1-10). 영양액 EC는 1농가에서 약 0.5ds/m⁻¹으로 2농가(1.9) 및 3농가(1.8)에 비해서 가장 낮은 것으로 나타났다.



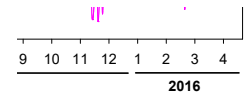
(a) 일사량 변화



(b) 온도변화



(c) 습도변화



(d) 수증기압낙차

그림 1-9. 재배농가별 온실내 환경변화

WIN

8			
6			
4			
2			
0			
	G1	G2	G3
pH	6.7	6.3	6.2
EC	0.7	2.1	1.9

SPR

8			
6			
4			
2			
0			
	G1	G2	G3
pH	6.9	6.4	5.8
EC	0.13	0.33	0.74

SUM

8			
6			
4			
2			
0			
	G1	G2	G3
pH	6.385	5.805	6.425
EC	1.645	1.685	1.495

AUT

8			
6			
4			
2			
0			
	G1	G2	G3
pH	6.86	6.05	6.32
EC	0.32	1.72	1.77

그림 1-10. 재배농가들의 계절별 pH와 EC의 비교

(2) 절화수명 기간중 절화장미의 수분관계 및 생리적 특성의 계절변화

각 농가에서 계절별로 수확된 절화장미의 절화수명기간중의 생체중 변화를 조사하였다. 생체중 감소속도는 재배농가별 계절별로 차이가 있었으며, 2농가의 경우 겨울부터 여름에 걸쳐서 봄에 수확된 절화에서 생체중 감소가 지연되었다(그림 1-11). 그러나 1농가의 경우 겨울과 봄에 빠른 생체중 감소를 나타냈다. 절화장미의 수분흡수량은 3농가의 경우 봄부터 가을에 낮은 수분흡수량을 나타낸 반면, 1농가는 전 계절에 걸쳐서 가장 높은 수분흡수량을 나타냈다(그림 1-12). 절화수명 기간 동안의 화경변화를 조사한 결과, 3농가는 봄부터 가을에 걸쳐서 가장 큰 화경을 나타냈으나, 1농가는 초기에 큰 화기를 가졌음에도 불구하고, 화경 증가는 겨울과 봄에 가장 낮은 것으로 나타났다(그림 1-13). 이것은 1농가 장미의 경우 화기가 완전히 개화되지 않은채로 유지되다가 절화수명이 종료하기 때문인 것으로 생각된다. 절화장미의 화색을 나타내는 지표인 a, b 값을 색차계로 측정된 결과, 3농가는 겨울에, 2농가는 봄에 a값이 증가하여 적색이 우수한 것으로 나타났다(그림 1-14). 한편, 3농가는 겨울에 b값의 감소 역시 현저하게 적었던 것으로 볼 때(그림 1-15), 다른 농가에 비해서 청변화 발생이 지연되었던 것으로 생각된다.

WIN

SPR

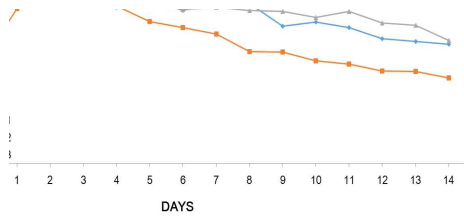
SUM

AUT

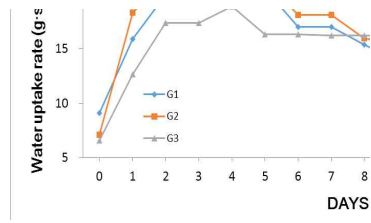


그림 1-11. 재배농가들의 계절별 절화장미의 생체중 변화

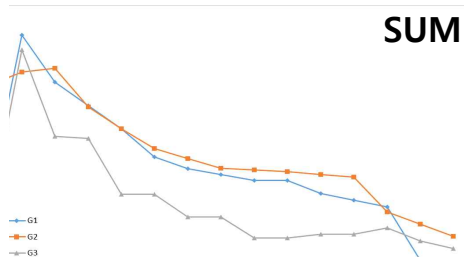
WIN



SPR



SUM



AUT

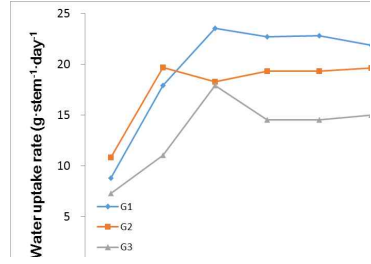


그림 1-12. 재배농가들의 계절별 절화장미의 수분흡수량 변화

WIN

SPR

SUM

AUT

DAYS

DAYS

그림 1-13. 재배농가들의 계절별 절화장미의 화경 변화

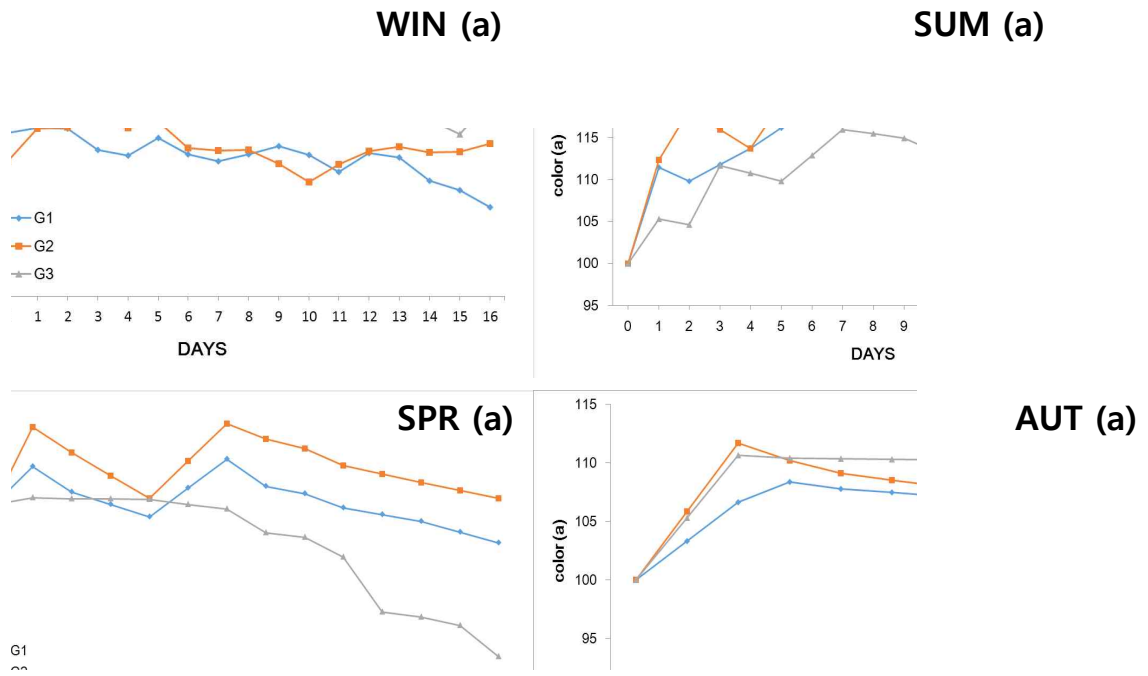


그림 1-14. 재배농가들의 계절별 절화장미의 화색(a) 변화



그림 1-15. 재배농가들의 계절별 절화장미의 화색(b) 변화

(3) 절화수명 및 외적품질

화관의 시들음, 청변화 및 벤트넥이 발생하여 관상가치가 없는 시점을 절화수명의 종료로 평가하였다. 절화장미 ‘푸에고’의 절화수명은 VPD의 변동이 가장 컸던 1월달에 농가별 편차가 가장 큰 것으로 나타났다. 1월의 농가별 절화수명은 1농가 15.3일, 2농가 18일, 3농가 12.5일로 2농가 장미의 절화수명이 가장 큰 것으로 나타났다(표 1-6). 2월에는 절화수명의 농가별 유의한 차이가 없었음에도 불구하고, 절화 외관에 있어서는 유의한 차이가 관찰되었다. 1월과 2월 모두에서 1농가의 절화에서 현저하게 높은 생체중, 줄기길이 및 직경이 관찰된 반면, 2농가의 절화에서 가장 낮은 외적 품질이 관찰되었다(표 1-6). 따라서 절화장미의 경우 길고 굵은 줄기와 같은 좋은 외관이 반드시 긴 절화수명을 보장해주지 않는 것으로 판단되었다.

표 1-6. 재배농가별 절화수명 품질과 외관적 특성

(4) 농가별 절화장미의 형태적, 생리적 특성

절화장미의 형태적, 생리적 특성을 계절별로 분석한 결과, 수확직후의 초기 생체중은 겨울을 제외한 봄과 가을에 1농가에서 현저하게 높았고(그림 1-16), 건물중 역시 1농가에서 높은 것으로 나타났다(그림 1-17). 수확직후 절화장미의 줄기직경은 겨울을 제외한 모든 계절에서 1농가에서 현저하게 증가하였다(그림 1-18). 그러나, 줄기경도에 있어서는 농가 및 계절에 따른 뚜렷한 경향은 나타나지 않았다(그림 1-19). 한편, 엽내 당 함량(brix)은 1농가 절화에서 연중 가장 높았던 반면, 2농가 절화에서 낮은 것으로 나타났다(그림 1-20).

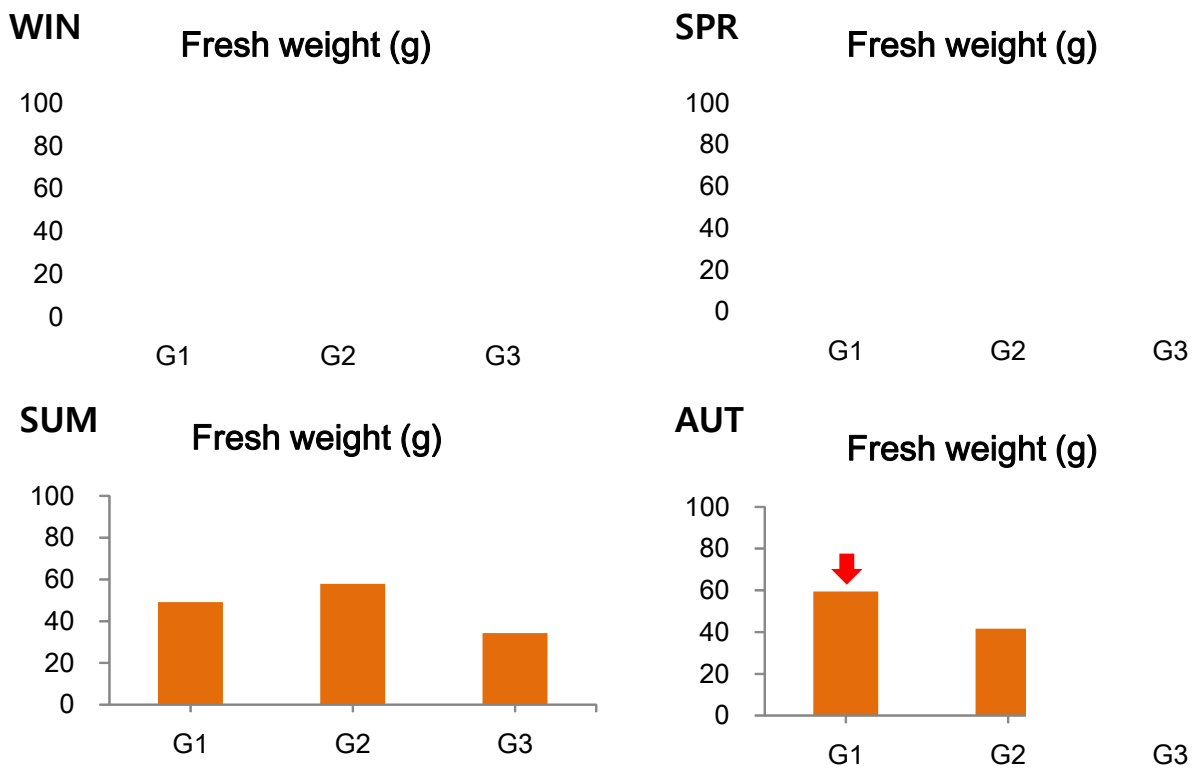
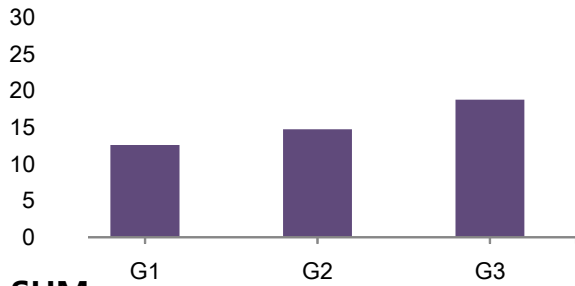


그림 1-16. 재배농가들의 계절별 절화장미의 수확직후 생체중에 미치는 영향

WIN

Dry weight (g)



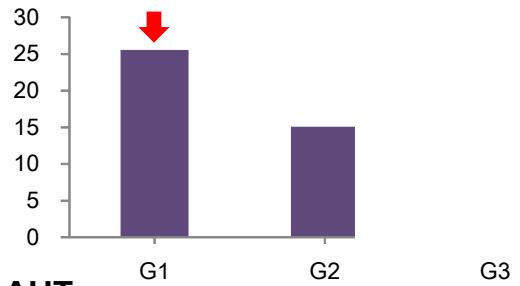
SUM

Dry weight (g)



SPR

Dry weight (g)



AUT

Dry weight (g)

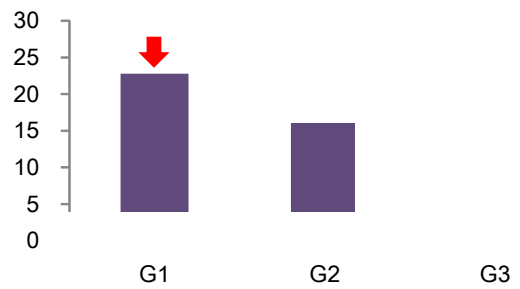


그림 1-17. 재배농가들의 계절별 절화장미의 수확직후 건물중에 미치는 영향

WIN

Stem diameter (mm)



SPR

Stem diameter (mm)



SUM

Stem diameter (mm)



AUT

Stem diameter (mm)



그림 1-18. 재배농가들의 계절별 절화장미의 줄기직경에 미치는 영향

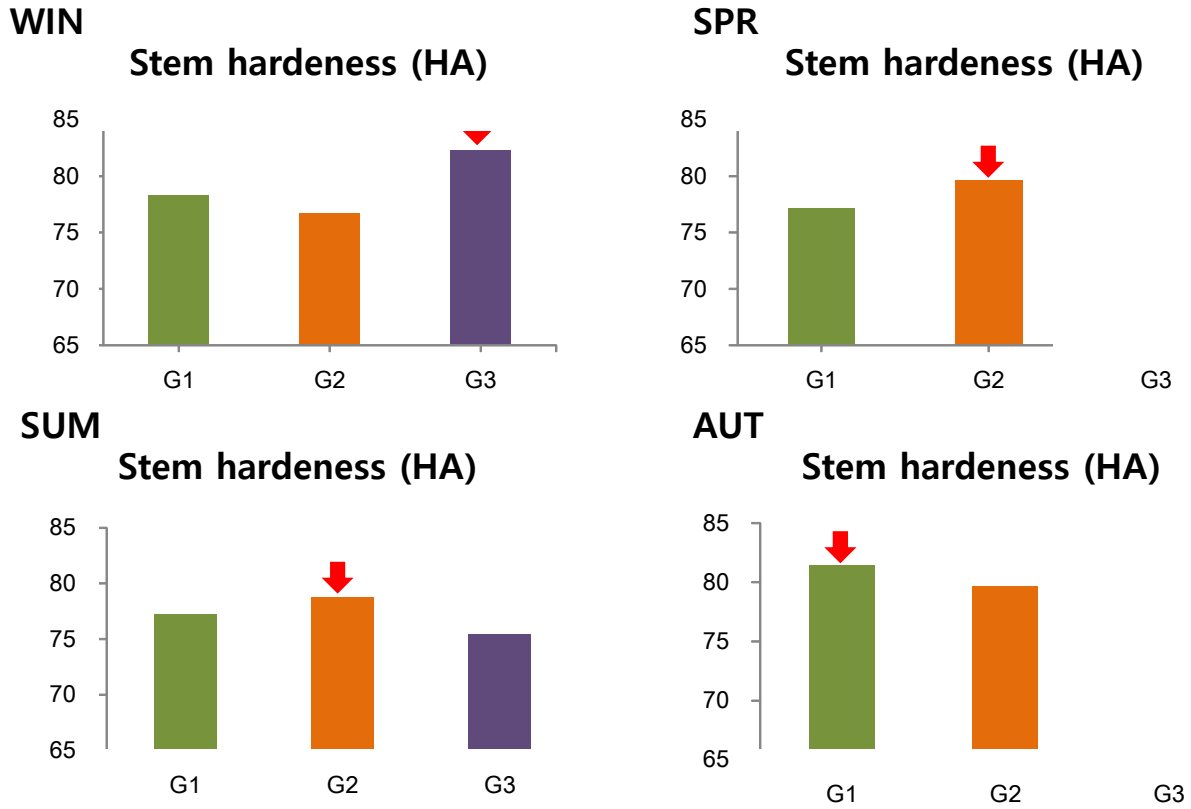


그림 1-19. 재배농가들의 계절별 절화장미의 줄기경도에 미치는 영향



그림 1-20. 재배농가들의 계절별 절화장미의 엽내 당 함량에 미치는 영향

기공의 형태적 특성을 관찰한 결과, 기공수는 겨울과 봄에는 2농가의 장미에서 가장 많은 것으로 나타났고, 여름과 가을은 농가간의 차이가 적었다(그림 1-21). 기공크기를 암조건과 명조건에서 각각 측정된 결과, 세농가 모두 겨울에 기공크기가 현저하게 증가하였고, 여름 및 가을에 감소하는 것으로 나타났다. 특히 겨울철의 경우, 명조건에서 암조건 전환시 2농가의 절화는 기공이 감소하였으나, 1농가 및 3농가 절화는 거의 기공이 감소하지 않은 것으로 나타났다. 따라서 2농가의 장미가 가장 좋은 기공개폐기능을 가지고 있는 것으로 나타났다(그림 1-21).

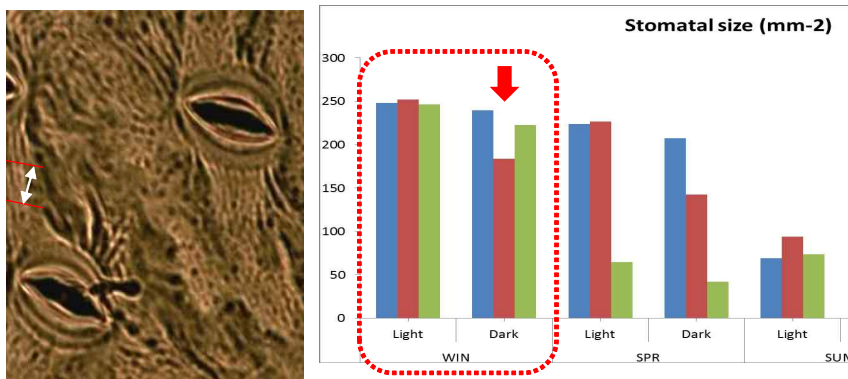


그림 1-21. 재배농가들의 계절별 절화장미의 기공특성에 미치는 영향

절화수명에 용액 내 미생물오염이 미치는 영향을 조사하기 위하여 절단면의 미생물 오염정도를 실험개시일(Day0)과 절화수명종료일에 각각 조사하였다. 수확한 직후 절단면 미생물수는 대부분의 절화에서 아주 적은 것으로 나타났다. 반면 절화수명 종료일의 절단면 미생물수를 보면 대부분의 용액에서 미생물 오염이 일어났으며 농가에 따라서 발생율에 다소 차이가 있었다. 미생물 오염도는 1농가 절화에서 가장 높았으며, 2농가 절화에서 비교적 적은 것으로 나타났다(그림 1-22).

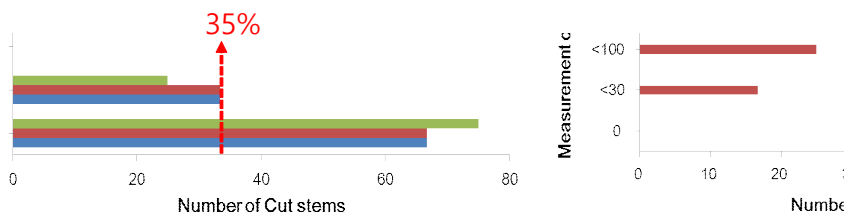


그림 1-22. 재배농가들의 계절별 절화장미의 미생물 발생정도와의 관계

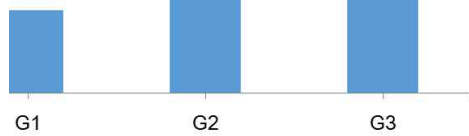
계절별로 절화장미의 절화수명을 조사한 결과, 2농가의 장미는 연중 우수한 절화수명을 유지한 반면, 형태적 특성이 가장 우수한 1농가 장미는 여름과 가을에 절화수명이 현저하게 감소하였다(그림 1-23). 따라서 외적인 형태와 절화수명이 반드시 일치하는 것은 아닌 것으로 나타났다.

WIN

SPR

SUM

Vase life (days)



AUT

Vase life (days)

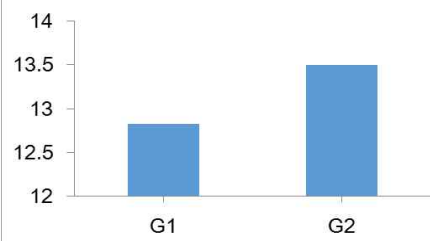


그림 1-23. 재배농가들의 계절별 절화장미의 절화수명에 미치는 영향

절화장미 ‘푸에고’의 경우, 벤투넥 발생은 적은 것으로 나타났고, 3농가 모두 시들음과 청변화 발생에 의하여 절화수명이 종료되었다(그림 1-24). 전체적으로 시들음에 의한 절화수명 종료율이 가장 많았으나, 계절별로 보면 겨울에는 시들음 발생이, 여름부터 가을에는 청변화 발생이 증가하는 것으로 나타났다.

WIN

SPR

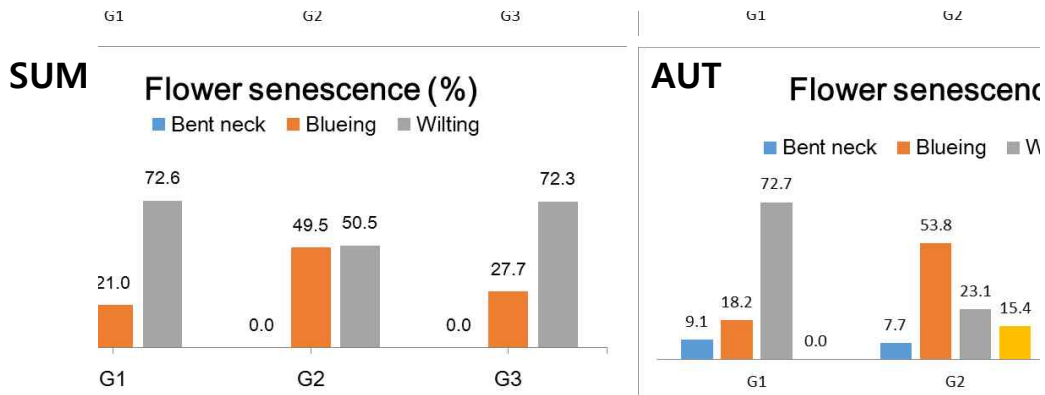


그림 1-24. 재배농가들의 계절별 절화장미의 노화증상 발생에 미치는 영향

(5) 주성분분석(PCA)

1) 수확 전 환경요인과 절화수명

수확 전 재배환경요인과 절화수명과의 상관관계를 규명하기 위하여 PCA를 행하였다. 그 결과 제1주성분에서는 SLT, RH-Min, CO₂-Sup, RH-Avg 및 PPF가 높은 정의 에이겐벡터 값을 나타냈고, pH, VPD-Avg 및 VL이 높은 부의 에이겐벡터 값을 나타냈다. 제1주성분의 기여도는 52.9%로서 재배환경과 절화 수명 간에 밀접한 상관관계가 있음을 나타냈다(그림 1-25). 높은 RH는 낮은 VPD조건을 초래하고 이와 같은 재배환경은 고습도 조건이 된다. 높은 RH와 함께 긴 보광시간, CO₂ 시비 및 높은 PPF와 같은 높은 광합성조건은 절화수명에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 제1주성분에서의 에이겐벡터의 방향(정 또는 부)은 고 습도, 고광합성조건에서 재배된 장미는 절화수명이 짧아지는 결과를 나타냈다.

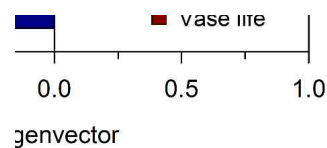


그림 1-25. 수확전 환경 파라미터와 절화수명의 주성분 분석에 대한 제1성분의 에이겐벡터값

2) 절화의 형태, 생리적 요인과 절화수명

절화의 형태, 생리적 요인과 절화수명에 대한 PCA결과 제1주성분의 기여도가 40.9%로 나타났다. 제1주성분에 있어서 Stom-Dar, FD, Stom-Lig, SL 및 WU-Init가 높은 정의 에이겐 벡터값을 나타냈고, Trans-Init; Stom-Den, VL, Day-Max-FW 및 SSC가 높은 부의 에이겐 벡터값을 나타냈다(그림 1-26). 제1주성분에서 절화수명이 높은 부의 에이겐벡터 값이었던 결과는 이들 파라미터들과 절화 수명간에 밀접한 상관관계가 있음을 나타낸다. 따라서 큰 기공을 가진 절화는 높은 흡수량 및 증산량을 가지고 결과적으로 절화수명이 짧아지는 것으로 나타났다. 또한, 큰 화기, 긴 줄기 및 낮은 당함량을 보이는 장미는 이른 생체중감소가 시작되며, 결과적으로 짧은 절화수명가지는 것으로 나타났다.

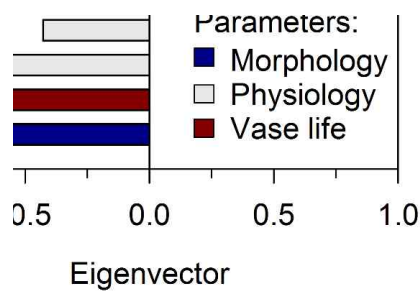


그림 1-26. 형태적, 생리적 파라미터와 절화수명의 주성분분석에 대한 제1성분의 에이겐벡터값

표 1-7. 주성분분석을 위한 수확전 환경파라미터와 절화장미의 형태적, 생리적 파라미터. 환경파라미터 (수확전 15일간의 일평균값)

Environmental parameters				
Daily supplemental lighting time	SLT	h day ⁻¹	0.0	9.0
Daily integrated PPF	PPF	mol m ⁻² day ⁻¹	12.2	24.2
Daily maximum temperature	Tem-Max	°C	25.6	29.2
Daily average temperature	Tem-Ave	°C	16.6	23.3
Daily minimum temperature	Tem-Min	°C	13.1	20.2
Daily maximum relative humidity	RH-Max	%	76.7	87.1
Daily average relative humidity	RH-Ave	%	59.4	76.4
Daily minimum relative humidity	RH-Min	%	47.9	55.3
Daily maximum vapor pressure deficit	VPD-Max	kPa	1.4	1.8
Daily average vapor pressure deficit	VPD-Ave	kPa	0.5	1.2
Daily minimum vapor pressure deficit	VPD-Min	kPa	0.2	0.5
Nutrition solution pH	PH	pH	6.1	6.9
Nutrition solution EC	EC	ds m ⁻¹	0.9	2.2
CO ₂ supplementation	CO ₂ -Sup	number day ⁻¹	0.0	1.0
Morphological parameters				
Initial dry weight	DW	g	6.4	21.2
Initial fresh weight	FW	g	30.1	148.9
Initial stem length	SL	cm	54.0	110.0
Stem diameter of cut end	SD-En	mm	5.2	14.5
Initial flower diameter	FD	mm	31.3	74.4
Stomatal size in the light	Stom-Lig	mm ⁻²	194.4	296.4
Stomatal size in the dark	Stom-Dar	mm ⁻²	197.7	309.4
Ratio of stomatal size	Stom-Rat	%	94.2	112.1
Stomatal density	Stom-Den	number mm ⁻²	8.8	12.5
Stem hardness strength	Stem-Hard	HA value	67.2	86.8
Petal color	Color	a* value	38.1	55.0
Physiological parameters				
Initial fresh weight change	FW-Chan	g stem ⁻¹ day ⁻¹	-0.4	1.8
Initial water uptake	WU-Init	ml stem ⁻¹ day ⁻¹	13.3	55.6
Initial transpiration	Tran-Init	ml stem ⁻¹ day ⁻¹	0.5	2.1
Chlorophyll content	Chl-Cont	SPAD value	41.4	65.1
Soluble solids content	SSC	%	0.1	0.5
Number of days to maximum fresh weight	Day-Max-FW	day	1.0	3.0
Number of days keeping initial fresh weight	Day-Init-FW	day	2.0	12.0
Number of days of vase life	VL	day	6.0	20.0

3) 수확 전 환경요인과 절화의 형태, 생리적 요인

끝으로, 재배환경요인과 절화의 형태, 생리적 요인에 대한 PCA를 행한 결과 제1 및 제2주성분의 기여도는 각각 44.3%와 23.4%였다. 제1주성분에서는 CO₂-Sup, RH-Avg, SL, SLT, RH-Max, RH-Min, Stom-Lig, Stom-Dar 및 FD가 높은 정의 에이겐벡터값을, Stom-Den, VPD-Avg, PH 및 EC가 높은 부의 에이겐벡터값을 나타냈다(그림 1-27A). 제2주성분에서는 VPD-Max, Tem-Max, Tem-Avg, EC, Stom-Rat, VPD-Min, Color 및 VPD-Avg가 높은 정의 에이겐벡터값을, DW, FW, Chl-Cont, SD-En 및 RH-Max가 높은 부의 에이겐벡터값을 나타냈다(그림 1-27B). 이 결과는 고습도 조건에서 기공크기가 커지고 수확 후 절화의 수분 흡수량 및 증산량이 높아지는 것을 나타낸다. 높은 광합성 조건 및 영양액 중의 낮은 EC 및 pH 레벨은 길고 굵은 줄기, 큰 화기, 높은 생체중 및 건물중을 이끌어냈다. 반면에 낮은 VPD, 높은 RH 및 높은 온도와 같은 저습도 조건은 높은 기공 폐쇄율(양호한 기공기능), 낮은 생체중 및 건물중, 낮은 엽록소함량 및 얇고 짧은 줄기를 이끌어냈다. 흥미롭게도 수확 후 절화의 높은 증산량은 기공크기에는 영향을 받은 반면 기공밀도와는 상관이 없는 것으로 나타났다.

그림 1-27. 수확전 환경파라미터와 형태적, 생리적 파라미터의 주성분분석에 대한 제1성분(A)과 제2성분(B)의 에이겐벡터값

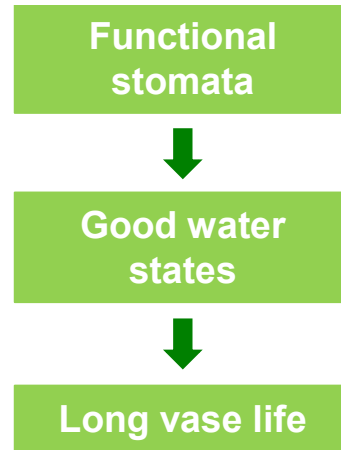


그림 1-28. 수확 전 RH조건의 변화와 기공, 수분관계 그리고 절화수명과의 관계에 대한 모식도

라. 결과분석 및 결론

(1) 수확 전 환경요인이 절화장미의 기공 및 증산에 미치는 영향

절화장미 생산농가의 재배환경은 계절이나 기상조건 또는 주야간 차이에 의하여 달라진다. 본 연구에서는 겨울철에 수확 전 환경요인이 농가에 따라서 크게 다른 것으로 나타났다. 1농가의 재배환경은 저온 및 고습도로서 결과적으로 저 VPD 조건이었고, 이러한 조건에서는 공기의 증발요구도가 감소하여 환경조건이 더 습한 상태가 된다. 반면에 2농가의 환경은 고온 및 저습도로서 결과적으로 고 VPD조건이 되었다. 절화장미의 수분손실은 주요하게 기공을 통한 증산에 좌우되며, 이러한 증산작용은 VPD에 직접적인 영향을 받게 된다. 1월에 저 VPD조건에서 재배된 1농가와 3농가의 장미는 수확 후 암조건에서 기공을 닫지 못하였고, 따라서 높은 증산율을 나타냈다. 1농가와 3농가의 이러한 과도한 수분손실은 수분균형의 회복을 저해하여 이른 시기의 화판 시들음을 나타냈다.

(2) 재배농가간의 절화의 형태, 생리적 특성과 절화수명의 변동성

절화장미의 형태, 생리적 특성 및 절화수명의 차이는 농가간의 재배환경 차이에 의해 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 본 실험에서 동일한 절화장미 품종(‘푸에고’)를 수확하여 동일한 수확 후 환경조건에 유지하였음에도 불구하고, VPD의 차이가 가장 컸던, 1월에 농가간의 절화수명 차이가 약 70%인 것으로 나타났다. 따라서 본 실험에서 유전적 요인과 수확 후 환

경요인이 고정된 점을 고려할 때 절화장미의 재배환경요인이 잠재적 절화수명을 좌우하는 중요한 요인인 것으로 판단되었다. 한 가지 흥미로운 점은 1농가 절화의 경우, 큰화기, 길고 굵은 줄기, 높은 엽록소 함량 등 외관적인 특성은 가장 뛰어났으나, 절화수명은 2농가에 비하여 짧은 것으로 나타났다. 2농가 절화는 외관적인 특성은 낮았지만 옆 당함량이 가장 높았던 점으로 볼 때, 본 결과는 절화장미의 수확 후 수명은 외적인 특성보다 내생 당함량에 더 크게 영향을 받는다는 것을 나타낸다. 일반적으로 수확 후 절화장미의 광합성은 아주 낮기 때문에 화기의 열림 및 유지에 필요한 에너지를 공급하기 위해 내생 당함량이 더 중요한 것으로 생각된다.

(3) 수확 전 재배환경 파라미터, 형태, 생리적 파라미터 및 절화수명간의 상관관계

다양한 수확 전 및 수확 후 요인들과 절화수명에 대한 PCA결과는 절화장미의 형태, 생리적 특성과 절화수명의 변동에 재배환경요인이 크게 관여하고 있는 것을 나타냈다. 겨울철에 고습도 및 저 VPD에서 재배된 장미는 기공개폐능력이 감소하고 이에 따라 수확 후 잎으로부터의 증산량이 크게 증가하였고, 이러한 높은 수분손실은 결과적으로 절화수명을 단축시키는 것으로 나타났다. 반면에 온실 개방을 통하여 온도와 함께 RH를 낮추어준 봄철에는 절화가 기공기능의 향상으로 인한 수확후 양호한 수분상태를 가지게 되고, 결과적으로 절화수명이 길어지는 것으로 나타났다.

일반적으로 절화장미는 주간에 기공을 열고 야간에 닫음으로써 증산작용에 있어서 주야리듬을 유지한다. 그러나 저 VPD와 같은 낮은 증발요구조건에서 재배된 장미는 수분스트레스를 경험하지 못하게 됨으로써 기공폐쇄 능력을 상실하고, 이것은 수확 후 절화의 과도한 수분손실을 초래하는 주요한 요인이 된다. 한 가지 주목할 점은 PCA결과 절화수명은 일 최고 습도보다 일 최저 습도에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 이 결과는 기공기능과 수분상태의 향상을 위해서는 지속적인 저습도 조건보다 일정한 시간동안의 저습도 조건이 요구되는 것으로 나타났다.

또한, 보광이나 CO₂ 시비, 높은 일사량 등의 광합성 조건은 절화장미의 외관적 특성을 향상시키는 반면, 수분상태나 절화수명에는 부정적으로 작용하는 것으로 나타났다. 이것은 인공적인 보광이 고습도 조건처럼 기공기능의 약화와 절화수명 단축을 가져왔던 선행연구들과 일치하였다. 이러한 연구결과들을 고려할 때, 절화장미의 외적품질, 즉 외관은 내적품질인 절화수명과 반드시 직접적인 상호작용을 하지는 않는다는 것을 나타낸다.

본 연구결과는 유전적인 특성에 의해 결정되는 장미의 잠재적인 절화수명은 재배환경 조건에 의해 결정되는 절화의 형태, 생리적 특성에 의하여 좌우된다는 것을 나타냈다. 겨울철에는 온도유지를 위하여 하우스가 밀폐상태로 되기 때문에 재배환경은 저VPD 조건이 되기 쉽다. 이 시기에 잠재적 절화수명이 긴 절화를 생산하기 위해서는 절화가 양호한 기공기능과 높은 내생당 함량과 같은 좋은 형태, 생리적 특성을 갖추도록 할 필요가 있다. 이를 위해서는 비닐다을 이용한 송풍처리나 난방 시스템, 보광시설 등을 도입함으로써 일정시간동안 식물체 주

변의 환경을 개선해주는 것이 필요할 것으로 생각된다.

현재까지의 결과를 토대로 수확전 재배환경 개선을 통한 절화수명 품질향상을 위한 농가 실행 행에 대한 모식도를 그림 1-29에 나타냈다. 수출재배농가에서 기존 재배환경 조건인 평균 RH 70%, 평균 VPD 0.8에서는 절화수명이 약 3.0~5.5일이 감소하였다. 따라서 농가별 환경 개선을 통하여 평균 RH와 평균 VPD를 각각 60%이하, 1.0이상으로 조정하여준다면 절화수명 향상 기대치는 최대 5일로 예상된다.



그림 1-29. 수확전 재배환경 개선을 통한 절화수명 품질향상을 위한 농가 실행 모식도

3. 수출시 유통환경 변화에 따른 절화장미의 수명 분석

가. 서론

절화장미의 절화수명은 동일한 품종이라고 할지라도 재배계절 및 재배환경에 따라서 크게 달라지고, 또한 수확 후 수출과정중의 유통환경의 변동에 의해서도 크게 달라진다. 국내에서의 수확 후 유통과정은 저온에서 유지되나, 일본 현지에서는 하역이나 검역 및 유통과정동안 부적합한 환경 및 상온에 노출되는 경우가 빈번하다. 출하 전 저온고에 저장되거나 수출국에서 부적합한 유통환경(상온, 건조 등)에 노출될 경우 조기개화로 인해 개화 상태가 불균일해져 경매장에서의 상품가치가 떨어진다. 또한 부적합한 유통과정을 거치면서 수출국현지의 절화에 비하여 절화수명이 현저히 단축되어 최종 소비자의 구매 만족도가 감소하여 한국산 절화의 상품가치하락으로 이어진다. 따라서 고품질 절화의 수출을 위해서는 먼저 국내 절화생산농가의 연중 계절변화에 따른 절화수명의 변동성을 규명하여 재배환경을 개선하고, 절화의 적정 품질유지기간을 표준화할 필요가 있다. 다음으로 수출국 유통 환경조건에 있어서의 문제점을 파악하여 현지 유통환경에 대한 개선 방안을 도출함으로써 잠재적 절화수명의 최대화와 함께 적절한 유통환경 제어를 통하여 절화가 최종 소비지에 도달하기까지 고품질 선도유지가 가능하도록 할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 장미 주년수출농가의 계절별 수출유통환경 변화와 그에 따른 절화수명의 변동성을 조사하고자 수행하였다.

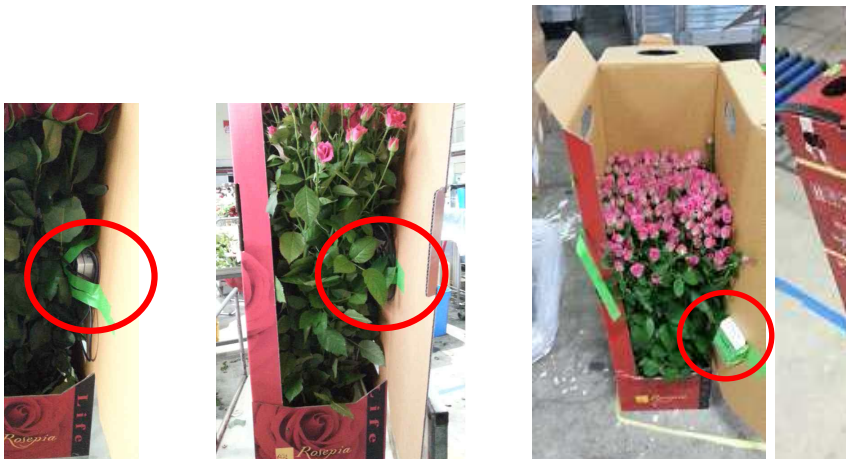
나. 조사방법

(1) 절화장미 수확 및 유통환경요인의 측정

로즈피아에서 일본수출주력 품종중 하나인 스프레이장미 (*Rosa* spp.) ‘러블리 리디아’를 식물재료로 선택하여 2014년 겨울(12월), 2015년 봄(4월), 여름(7월) 및 겨울(12월)에 수확을 실시하였다. 잠재적 절화수명과 유통후의 절화수명 차이를 비교하기 위하여 동일한 개화단계에 도달한 60본의 장미를 수확하여 30분씩 국내실험과 수출실험에 이용하였다. 국내실험을 위한 절화는 수확 후 수돗물에 담긴 후 실험실로 운반되어 절화수명을 실시하였고, 수출실험을 위한 절화는 전처리제(크리살 RVB)에 처리되어 수출 시까지 저온고에 보관되었다. 수출용 포장박스내의 절화는 습식용액(크리살 프로페셔널2)에 담겼으며, 수출 유통과정동안의 온도, 습도, 엽온이 데이터로거에 의하여 수집되었다(그림 1-30). 수출실험을 위해서 절화를 일본의 후쿠오카 화훼시장(2014년 12월, 2015년 4월 및 7월) 또는 이타바시 화훼시장(2015년 12월)으로 실제 수출을 실시하였고, 수출과정은 그림 1-31에 나타낸 바와 같이 컨테이너 선적후 약 3일간에 걸쳐서 이루어졌다.

**Data logger setup at Rosepia
(2014. 12. 8)**

**Data logger setup at Rosepia
(2015. 04. 20)**



‘Fuego’

‘Lovely Lydia’

‘Lovely Lydia’

그림 1-30. 일본 수출용 절화장미의 포장박스내 데이터로거 설치

A

B

G

E

F

C

D

그림 1-31. 절화장미의 일본 수출중의 단계별 수출과정의 모식도. 수출과정은 약 3일에 걸쳐서 이루어졌으며, 포장박스가 컨테이너에 실리기까지 모든 포장박스는 저온고(4℃)에 유지되었음

(2) 절화수명 실험

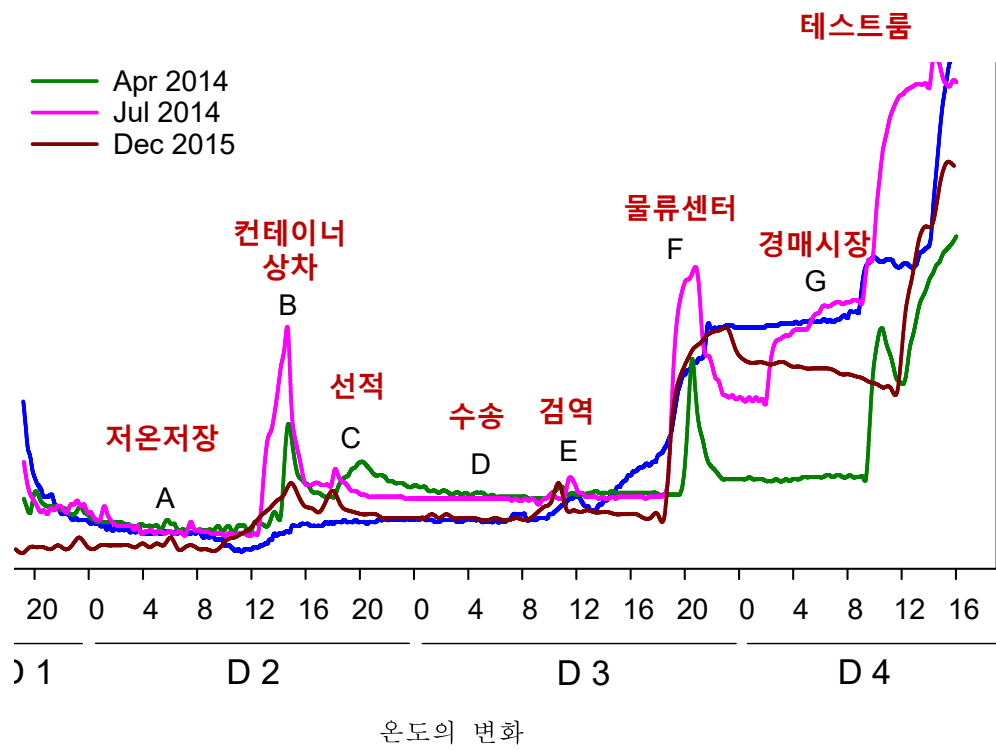
국내실험용 절화장미는 500ml의 증류수가 들어있는 유리병에 담겨서 환경 제어 챔버(온도 25℃, 습도 50%, $20^{\circ}\text{C } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 12시간 광주기)에서 유지되었으며, 매일의 생체중, 흡수량, 환경변화 및 노화단계에 대한 측정이 이루어졌다. 절화수명의 종료는 시들음, 청변화 또는 벤트넥 증상이 3단계 이상이 되었을 때로 하였다. 수출실험용 절화장미는 500ml의 수돗물이 들어있는 유리병에 담겨서 환경제어실(온도 25℃, 습도 60%, $20^{\circ}\text{C } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 12시간 광주기)에 유지되었으며, 생체중, 흡수량, 환경변화 및 노화단계에 대한 측정이 이루어졌다.

다. 조사결과

(1) 수출 유통환경의 변화

전주 로즈피아부터 일본 후쿠오카경매장에 도착하기까지 저온저장부터 선적, 수송, 검역 물류센터, 일본 내 화훼시장 등 주요 과정중 포장박스내의 온도, 습도, VPD의 변화를 측정하였다. 먼저, 온도변화를 보면 전 수출과정에 걸쳐서 2015년 7월에 가장 높게 유지되는 것으로 나타났다(그림 1-32). 물류센터에서 화훼시장까지의 기간동안으로 제한할 경우 2015년 4월에 온도가 가장 낮게 유지되었다. 2014년 12월 수송의 경우, 선적중의 온도는 5℃미만으로 낮게 유지되었으나 후쿠오카경매장에 도착한 이후 온도가 13℃이상으로 상승하였다. 선적중의 RH는 계절별로 크게 달라지는 것으로 나타났는데, 2014년 12월에 가장 낮고 건조한 상태였었고, 2015년 12월에 전과정에 걸쳐서 비교적 일정하게 높게 유지되었다(그림 1-33). 결과적으로 물류센터에서 화훼시장까지 비교적 온도가 높고 RH가 낮았던 2014년 12월과 2015년 7월에 VPD가 가장 높았고, 따라서 이 시기의 절화장미가 건조상태에 가장 많이 노출된 것으로 나타났다.

한편, 중국 수출은 항공기를 이용한 건식수송을 진행하였다. 수출중 환경조건의 변화를 보면, 항공기 이동중의 온도 및 습도의 변화가 급격하게 일어났으며 이 시기 포장박스내 온도는 약 32℃, RH는 100%에 가까워졌다(그림 1-34). 그러나 고온에도 불구하고 높은 RH로 인하여 VPD는 0kPA에 가까운 것으로 나타났다. 중국에 도착후 쿤밍 화훼시장으로 이동중에 포장박스내는 고온 및 저습도 조건이 되었으며, 이때의 VPD는 0.9kPA 부근으로 절화의 품질에 좋지 않은 환경 조건이 되는 것으로 나타났다.



RH의 변화

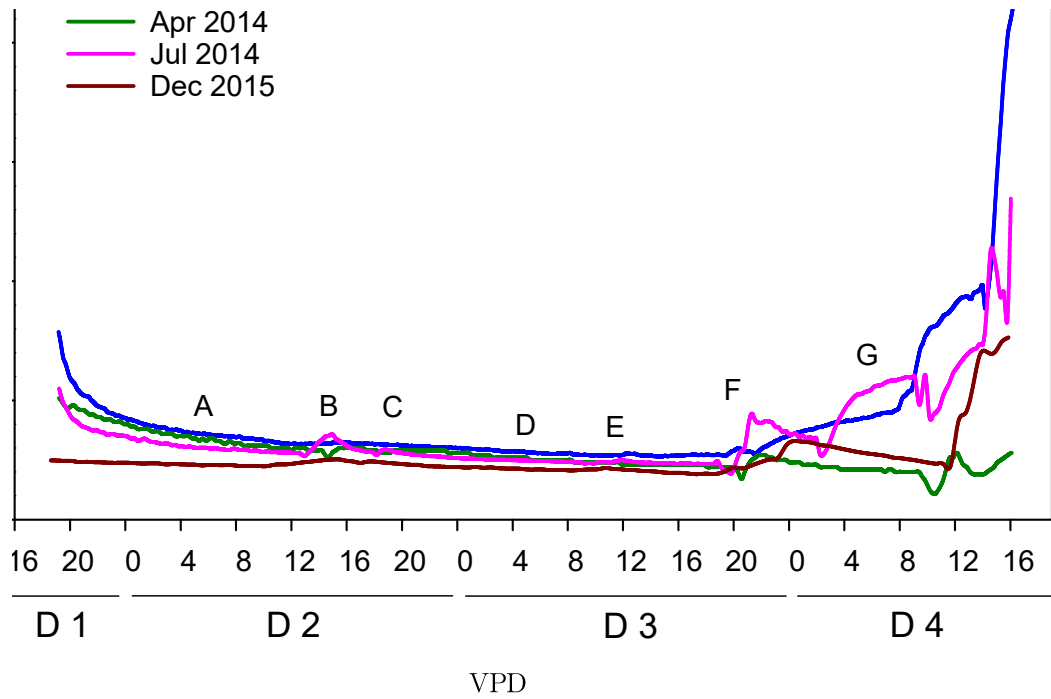


그림 1-32. 일본 수출시 계절별 수출단계별 절화 포장박스내 VPD의 변화

23°C

그림 1-33. 일본 수출후의 현지 테스트룸에서의 절화수명 실험 셋업 및 테스트룸 환경 설정

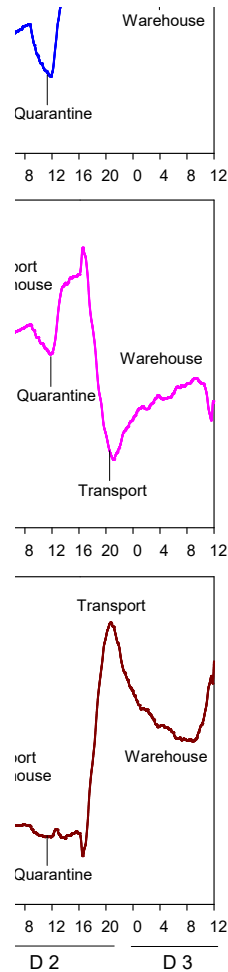


그림 1-34. 중국 수출시 수출단계별 절화 포장박스내 온도, RH 및 VPD의 변화. 2017년 7월. 인천-쿤밍.

(2) 국내의 표준조건과 일본의 수출조건에서 유지된 절화간의 형태적, 생리적 특성 및 절화수명 변동성 분석

2014년 12월, 2015년 4월, 7월 및 12월의 4차례에 걸쳐서 국내와 일본 현지에서의 절화수명의 차이를 조사하였다. 2015년 4월 이후에는 로즈피아에서 ‘러블리 리디아’ 품종을 더 이상 재배하지 않게 되어 장수의 농가로 변경하였기 때문에 4월부터는 장수에서 재배된 절화를 실험에 이용하였다.

절화장미의 초기 수분흡수량을 보면 표준조건(SC) 절화에서 수출조건(EC) 절화보다 더 높았고, 수분 흡수량의 감소 시점도 2014년 12월을 제외하고는 모든 계절에서 표준조건 절화에서 지연되는 것으로 나타났다(그림 1-35). 표준조건 절화는 2014년 12월에 수분흡수량의

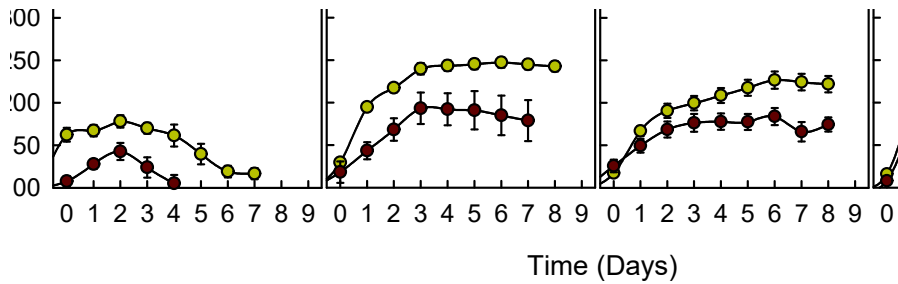


그림 1-37. 계절별로 표준조건(SC)에서 유지된 절화와 일본 수출후 수출조건(EC)에서 유지된 절화의 환경 변화 비교

절화장미의 절화수명은 수출 계절별로 크게 달라지는 것으로 나타났다(그림 1-38). 표준조건 절화는 2015년 4월 16.1일로 가장 길었고, 그 다음으로 2015년 7월 12.6일, 2015년 12월 9.1일, 2014년 12월 4.9일 순으로 나타났다. 표준조건과 수출조건 사이의 절화수명 차이는 2015년 4월에 6.4일로 가장 컸고, 2015 7월 4일, 2015년 12월 3.5일 순으로 나타났다. 한편, 2014년 12월에는 표준조건과 수출조건 간의 절화수명에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(그림 1-38A). 2015년 4월, 7월 및 12월에 있어서는 절화수명을 종료시키는 주원인은 이른 시기의 시들음 발생이었고, 4월과 7월에는 청변화도 함께 발생하는 것으로 나타났다(그림 1-38B). 한편, 벤투넥은 2014년 12월에 55%와 2015년 12월에 8%만 발생하는 것으로 나타났다. 이상의 결과로 볼 때 후반기에 생산된 절화는 4월 및 7월의 절화에 비하여 수분 흡수량은 적으면서 더 많은 수분손실이 발생하는 것으로 생각된다.

한편, 2015년 3월(이타바시), 7월(후쿠오카), 2017년 3월(오사카) 및 7월(중국 쿤밍)에 일본과 중국으로 절화 수출을 실시하였다. 본 수출 실험에 있어서는 표준조건의 잠재적 절화수명은 각각 , 9일, 10일, 12일, 11일로 나타났으며, 수출조건 절화수명은 표준조건에 비하여 약 3-5일 감소하는 것으로 나타났다(그림 1-39). 따라서 전체적으로 본 결과는 긴 잠재적 절화수명을 가진 절화가 마켓 및 소비자 단계에서의 절화수명도 더 길다는 것을 나타낸다.

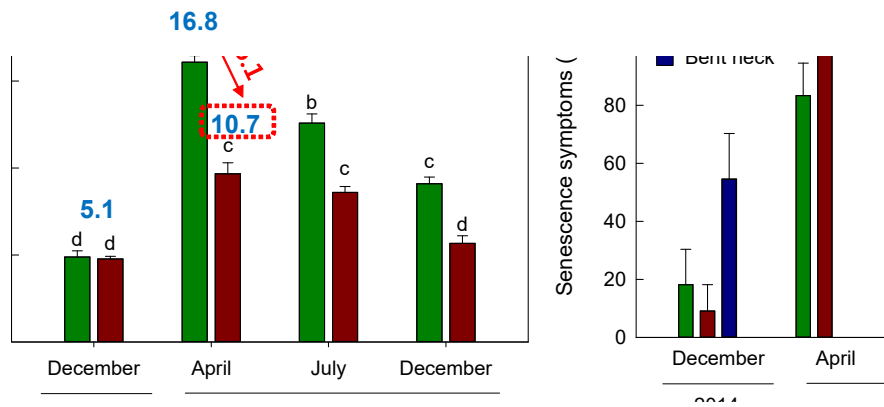


그림 1-38. 계절별로 표준조건(SC)에서 유지된 절화와 일본 수출후 수출조건(EC)에서 유지된 절화의 절화수명 비교. 2014년 12월 - 2015년 12월. (A) 절화수명. (B) 절화수명 종료 원인

2016

2017

그림 1-39. 계절별로 표준조건(SC)에서 유지된 절화와 일본 수출후 수출조건(EC)에서 유지된 절화의 절화수명 비교. 2016년 3월: 일본 이타바시 화훼시장, 2016년 7월 일본 후쿠오카 화훼시장, 2017년 3월: 일본 우메다 화훼시장, 2017년 7월: 중국 쿤밍 화훼시장.

명조건하의 기공크기는 2014년 겨울과 2015년 겨울에 $490\mu\text{m}^{-2}$ 과 $650\mu\text{m}^{-2}$ 으로 2015년 4월($190\mu\text{m}^{-2}$)과 7월($280\mu\text{m}^{-2}$)에 비하여 유의하게 컸다(그림 1-40A). 압조건으로 변경한 후의 기공크기는 2014년 및 2015년 12월에 명조건에 비하여 큰 차이가 없었다(그림 1-40B). 이것은 겨울철에

재배된 절화장미의 경우, 기공작용이 좋지 않고, 암조건에서 기공폐쇄가 잘 이루어지지 않는다는 것을 나타낸다. 또한 2014년 겨울의 절화는 다른 계절에 비하여 현저하게 높은 기공밀도를 가지는 것으로 나타났다(그림 1-40C). 끝으로 실험시작일의 일증산량은 기공크기와 매우 유사한 경향을 나타내는 것으로 나타났다(그림 1-40D). 절화당 일증산량은 2014년 및 2015년 12월에 4월 및 7월에 비하여 현저하게 높았으며, 이러한 결과는 이들 절화의 잎으로부터 더 많은 수분손실이 발생하고 있음을 나타낸다. 이상의 결과는 겨울철에 더 큰 기공과 약화된 기공기능을 가진 절화장미가 생산된다는 것을 나타낸다.

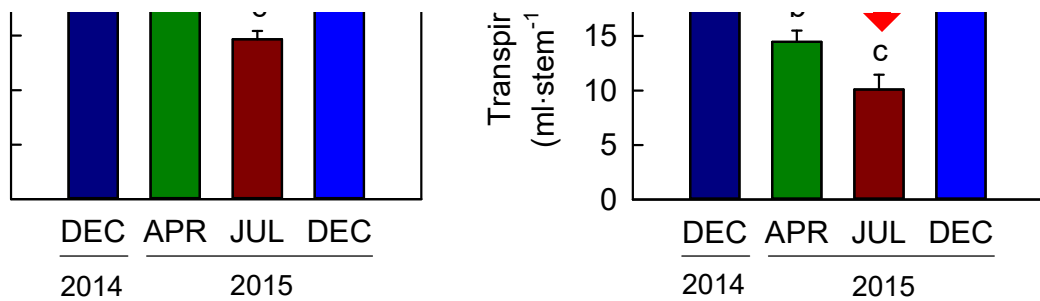


그림 1-40. 표준조건에서 유지된 절화와 기공특성 및 증산량의 변화 비교. (A) 명조건 기공크기. (B) 암조건 기공크기. (C) 기공밀도. (D) 실험시작일의 일증산량

(2) 표준조건의 절화수명(잠재적 절화수명)과 수출 환경요인이 절화수명에 미치는 영향 분석

다중회귀분석(MRA)를 이용하여 수출중 환경요인들과 잠재적 절화수명(표준조건 절화수명)과 절화수명(수출조건 절화수명)간의 상관관계를 분석하였다(표 1-8). Stepwise MRA에 의하여 4개의 환경요인과 표준조건 절화수명(VL-SC)이 선택되었고, 절화수명과 이들 파라미터들간에 유의한 상관관계($R^2 = 0.76$, $p < 0.05$)가 있는 것으로 나타났다(표 1-8). 또한 편회귀계수는 VPD-FA를 제외한 모든 변수들이 절화수명에 밀접하게 관련된다는 것을 나타냈다. VL-SC, RH-LO 및 RH-WH는 절화수명에 정의 상관관계를 가지는 것으로 나타난 반면에, Temp-FA 및 VPD-FA는 절화수명에 부의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 분석된 파라미터들중, VL-SC 즉, 표준조건 절화수명이 가장 높은 표준편회귀계수(0.72)를 가지는 것으로 볼 때, 잠재적 절화수명이 절화수명을 결정하는데 가장 중요한 작용을 하고 있다는 것을 나타낸다. 또한 표준편회귀계수의 결과는 수출 환경요인들중 Temp-FA 즉 화훼시장에서의 온도가 -0.60으로 절화수명에 영향을 미치는 가장 중요한 환경요인이라는 것을 나타냈다.

표 1-8. 절화장미 ‘러블리리디아’의 절화수명과 수출중 환경요인 및 잠재적 절화수명간의 관계에 대한 다중회귀분석(MRA) 결과 (n = 96).

Intercept	-67.68*	29.83	
VL-SC (잠재적 절화수명)	0.53***	0.12	0.72
Temp-FA (경매장 온도)	-2.88**	0.93	-0.60
RH-LO (상차시 RH)	2.00*	0.09	0.55
RH-WH (물류센터 RH)	0.97*	0.44	0.54
VPD-FA (경매장 VPD)	-4.15 ^{NS}	2.84	-0.17

Regression statistics: $r^2 = 0.76$ (n = 96).

*, **, and *** indicate significant difference at $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively.

^{NS} indicates a non-significant difference ($P > 0.05$).

라. 결과 분석 및 결론

수확후 절화의 잠재적 절화수명은 유전적 요인과 재배중의 환경요인에 의하여 결정된다. 절화장미는 꽃의 시들음, 꽃잎 탈리 및 벤투넥 등에 의하여 화기 발달단계의 이른 시점에서 절화수명이 종료되곤 한다. 절화장미의 절화수명은 절화가 고온, 저RH, 고VPD 등 수확후 부적절한 환경조건하에 놓여질 경우 발생하는 수분관계의 악화에 의하여 주로 짧아지게 된다.

수확후 조건중에서는 수송중의 온도, RH, VPD이 잠재적 절화수명에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 표준조건 절화수명을 잠재적 절화수명으로, 수출조건 절화수명을 소비자 단계절화수명으로 설정하여 실험을 진행하였다. 그 결과 수출 환경조건과 잠재적 절화수명이 재배 계절에 따라서 크게 달라진다는 것이 나타났고, 이러한 계절변동은 표준조건과 수출조건 양쪽에서 모두 발생하는 것으로 나타났다. 추가적으로 표준조건과 수출조건 절화수명 간의 차이는 잠재적 절화수명이 증가할수록 커졌는데, 이것은 절화수명이 잠재적 절화수명과 밀접한 관계가 있다는 것을 나타낸다. 또한 이러한 결과는 잠재적 절화수명이 긴 절화의 경우, 수출 수송후에 절화수명이 더 많이 감소될 가능성이 크다는 것을 나타냈다. 이것은 아마도 이러한 절화들이 고온, 저습, 고VPD와 같은 부적합한 수확후 환경에 더 민감하기 때문인 것으로 생각된다.

4월과 겨울철에 수확된 절화장미들간의 잠재적 절화수명의 차이는 재배환경이 잠재적 절화수명에 크게 영향을 미친다는 것을 나타낸다. 절화수명을 단축시키는 주원인은 기공에 의한 증산작용과 관련되어지고 이러한 수분손실은 저RH, 고VPD와 같은 적합하지 않은 환경조건에 대한 기공반응과 크게 관련되어진다. 본 연구결과는 겨울철에 재배된 절화가 암조건에서 완전히 닫히지 않는 아주 큰 기공을 가지게 되며, 결과적으로 과도한 수분손실로 이어진다는 것을 나타냈다. 이러한 높은 수분손실 때문에 겨울철 장미는 수분균형을 유지하는 것이 어려워지고, 이것은 이른 시기의 꽃의 시들음에 따른 절화수명의 단축을 가져오게 된다.

다중회귀분석(MRA)의 결과는 절화수명이 화훼시장 온도와는 부의 상관관계를 가지지만, 잠재적 절화수명과 선적 및 물류센터의 RH와는 정의 상관관계를 가진다는 것을 나타냈다. 또한 MRA 분석결과는 절화가 콜드체인 수출 시스템으로 수송 및 수출된다고 할지라도, 선적, 물류센터 또는 경매장에서 짧은 시간동안이라도 온습도 변화가 일어나면 절화의 신선도에 영향을 미친다는 것을 나타낸다. 한 가지 주목해야할 점은 일정수준의 높은 RH가 수확 전에는 부정적으로, 수확 후에는 긍정적으로 절화수명에 영향을 미치고 있다는 것이다. 이러한 결과는 절화장미에 대한 수확 전 및 수확 후의 RH 및 VPD 효과를 분석한 이전의 연구들에서도 확인되었다.

전체적으로 본 연구는 절화장미의 절화수명이 잠재적 절화수명에 크게 영향을 받는다는 것을 나타낸다. 또한 수확시에 결정되는 이러한 절화의 선천적 절화수명 또는 잠재적 절화수명은 수확후 수출 환경조건에 의해서 변경된다. 본 연구에서는 유전적요인 즉 품종과 수확 후 테스트 환경이 고정된 상태였다는 점에서 이러한 결론을 더욱 뒷받침해준다. 따라서 절화장미의 소비자단계에서의 절화수명을 최대화하기 위해서는 수확시에 가장 적합한 표현형질을 갖춘 절화의 생산을 통해 절화수명이 가능한 긴 절화를 얻는 것이 중요하다. 더불어 절화가 수송 및 수출중에 저온과 저VPD와 같은 적절한 환경조건에 유지되어야 한다.

4. 수확전 재배 환경개선에 따른 절화수명 품질 비교

재배환경과 절화수명의 관계에 대한 PCA 분석 결과는 고 RH 및 저 VPD와 같은 낮은 증발요구조건에서 재배된 장미는 수분스트레스를 경험하지 못하게 됨으로써 기공폐쇄 능력을 상실하고, 이것이 수확 후 절화의 과다한 수분손실을 초래하는 주요한 요인이 된다는 결과를 나타냈다. 또한 절화수명은 일 최고 습도보다 일 최저 습도에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 이 결과는 기공기능과 수분상태의 향상을 위해서는 지속적인 저습도 조건보다 일정한 시간동안의 저습도 조건이 요구되는 것으로 나타났다. 겨울철의 재배농가는 일정 온도유지를 위하여 재배온실을 밀폐상태로 유지하기 때문에 재배환경은 고 RH 및 저VPD 조건이 되기 쉽다. 이 시기에 잠재적 절화수명이 긴 절화를 생산하기 위해서는 비닐막을 이용한 송풍처리, 난방 시스템 또는 보광시설 등을 도입함으로써 일정시간동안 식물체 주변의 환경을 개선해주는 것이 필요하다.

4-1. 온실 내 보광시설 설치 후 절화품질 및 절화수명 변동성 분석

가. 서론

실제 재배농가에서 온실 전체의 습도제어를 하는 것은 경제적, 기술적인 측면에서 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 전년도 연구시에 보광설치가 이루어지지 않았던 제2농가에 보광시설을 설치 및 적용함으로써 보광 전후의 재배환경 변화 및 절화수명의 차이를 비교하고자 실시하였다.

나. 조사방법

(1) 장미재배 및 재배환경요인의 측정

절화장미 (*Rosa* spp.) ‘푸에고’를 식물재료로 선택하여 고양의 제2농가를 선택하여 보광시설 설치전인 2014년 11월부터 4월까지, 보광시설 설치후인 2015년 11월부터 2016년 4월까지 각각 온실내의 환경요인 측정 및 수확을 실시하였다(그림 1-41). 절화장미는 암면배지와 절곡재배방식으로 재배되었고, 하루 7-8회의 점적관수가 실시되었다. 양액의 기본적인 조성은 $78.0 \text{ g l}^{-1} \text{ Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $5.0\text{g l}^{-1} \text{ NH}_4\text{NO}_3$, $16.7\text{g l}^{-1} \text{ KH}_2\text{PO}_4$, $33.5\text{g l}^{-1} \text{ KNO}_3$, $28\text{g l}^{-1} \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 및 미량원소였다. 각각의 온실에 데이터로거를 설치하여 30분 간격으로 일사량, 온도, 습도, VPD 값을 수집하였다. 또한 양액의 pH와 EC를 수확 시 마다 측정하였으며, CO_2 시비 횟수 및 시비농도 그리고 보광시간 등을 모니터링 하였다. 절화의 수확 시 생장에 가장 크게 영향을 미치는 수확 전 15일간의 환경데이터를 다변량 분석에 사용하였다.

2014년~2015년 9월

2015년 10월~2016년

화재후
PVC교체

화재 및
그늘음
잔여물

절화장미
'Fuego'
정식



보광시설
설치

그림 1-41. 고양 2농가의 보광설치 전후의 온실내 모습

(2) 수확 및 형태, 생리적 특성 측정

2014년 11월부터 2016년 4월까지 각 농가당 매회 30분씩 수확하여 실험에 이용하였다. 수확된 30분 중 12분을 절화수명 측정에 사용하였고, 나머지는 형태, 생리적 특성 측정 등에 사용하였다. 측정항목은 절화수명, 생체 중, 줄기길이, 줄기직경, 잎당함량, 경도, 칼라, 엽록소함량, 미생물수, 기공크기 및 밀도 등이었다. 기공측정은 SUMP방식을 이용하여 잎뒷면의 임프린트를 떼어내어, 현미경과 이미지 측정프로그램을 이용하여 기공의 길이, 폭, 숫자를 측정하였다. 수확 후 유리병에 담긴 절화장미를 환경 제어챔버에서 12시간 이상 암조건에 둔 후와 명조건에서 1시간이상 둔후 각각 기공의 임프린트를 떼어 측정에 이용하였다.

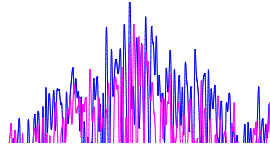
(3) 절화수명 평가 및 통계분석

형태, 생리적 특성의 측정이 끝난 절화장미는 500ml의 증류수가 들어있는 유리병에 담겨서 환경 제어 챔버(온도 25℃, 습도 50%, $20^{\circ}\text{C} \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 12시간 광주기)에서 유지되었으며, 매일의 생체중, 흡수량, 환경변화 및 노화단계에 대한 측정이 이루어졌다. 절화수명의 종료는 시들음, 청변화 또는 벤투백 증상이 3단계 이상이 되었을 때로 하였다.

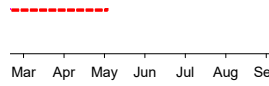
다. 조사결과

(1) 수확 전 환경요인

온실내 환경조건은 보광시설 설치 전과 후에 달라지는 것으로 나타났다. 보광시설 설치 전인 2014년 11월부터 2015년 11월까지와 2015년 11월부터 2016년 11월까지의 일평균일사량(solar radiation)을 비교한 결과, 예상외로 보광 전에 더 높았던 기간이 적지 않은 것으로 나타났다(그림 1-42a). 따라서 주간 평균일사량과 야간 평균일사량으로 나누어서 비교한 결과, 야간 일사량은 보광시설 설치 후에만 나타났으나, 주간 일사량은 오히려 보광시설 설치 전에 더 높았다. 이것은 보광설비 설치 전인 2014년에는 온실의 PVC 비닐을 신규로 설치하여 광투과량이 좋았던 반면에 보광시설이 설치된 2015년 하반기 부터는 천정비닐이 점차 오염됨으로써 광투과율이 낮아졌기 때문인 것으로 생각된다. 일평균온도는 보광전후의 차이가 크게 나타났는데, 오히려 보광설비 설치 전인 2014년 겨울에 온도가 높게 유지되었고, 2015년 봄에도 온도편차가 크게 나타났다(그림 1-42b). 따라서 농가로부터 보광시설 적용 시간 및 난방처리시간을 조사한 결과, 겨울철의 경우 보광전에는 난방을 24시간 실시하였으나, 보광후에는 23:00시부터 04:00시까지로 난방시간을 감소시킴으로써 나타난 현상인 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 일평균 RH에도 반영되어 11월-1월에 보광 전에는 평균 RH가 70%미만이었으나, 보광후에는 평균 RH가 80%이상 유지되고 있는 것으로 나타났다(그림 1-42c). 결과적으로 일평균 VPD 역시 겨울철에 보광전에 높았고, 보광 후에는 낮게 유지된 것으로 나타났다(그림 1-42d). 한편, 영양액 pH 및 EC는 겨울에는 차이가 없었던 반면, 봄에는 EC가 보광전 0.33에서 보광후 1.99로 크게 증가하는 양상을 나타냈다(그림 1-43).



(a) 온실 내 일평균 일사량



(b) 온실내 일평균 온도

(c) 온실내 일평균 상대습도

(d) 일평균 VPD

그림 1-42. 보광설치 전후의 온실내 환경 변화

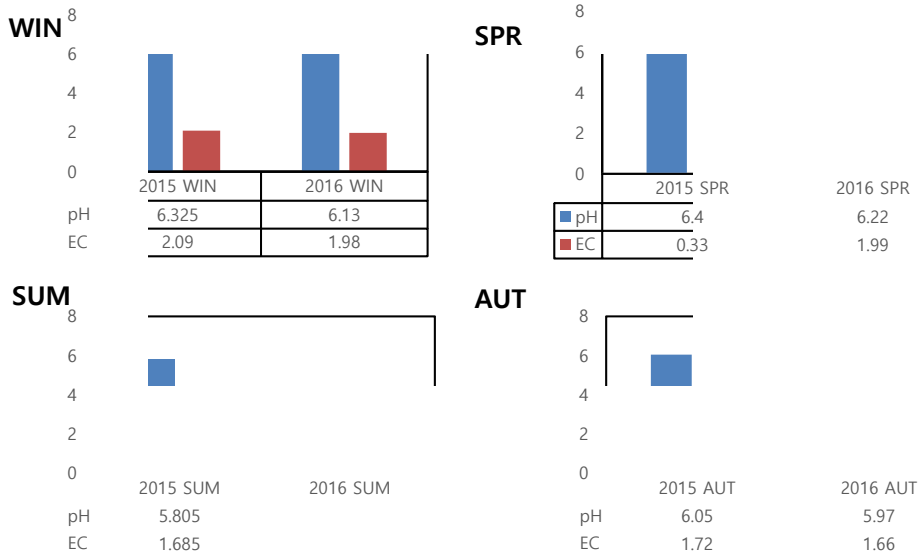


그림 1-43. 보광설치 전후의 영양액내 pH 및 EC 비교

(2) 절화수명 기간중 절화장미의 수분관계 및 형태, 생리적 특성의 계절변화

보광시설 설치 전과 후에 수확된 절화장미의 절화수명기간중의 생체중 변화를 조사하였다. 생체중 감소속도는 보광 후에 초기 생체중의 감소가 다소 빨랐고(그림 1-44), 수분흡수량은 보광 후에 여름철을 제외하고 전체적인 수분흡수량이 감소되었다(그림 1-45). 절화수명 기간 동안의 환경변화를 조사한 결과, 보광후에 여름을 제외하고 전 계절에 환경이 증가되었다(그림 1-46). 이것은 야간의 보광이 개화를 촉진시키는 효과가 있기 때문인 것으로 생각된다.

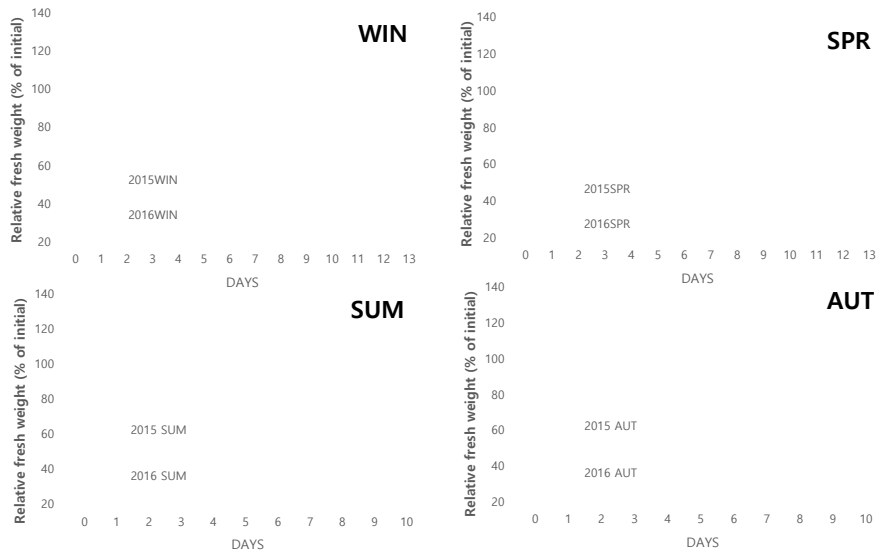


그림 1-44. 보광설치 전후의 절화장미의 생체중 변화 비교

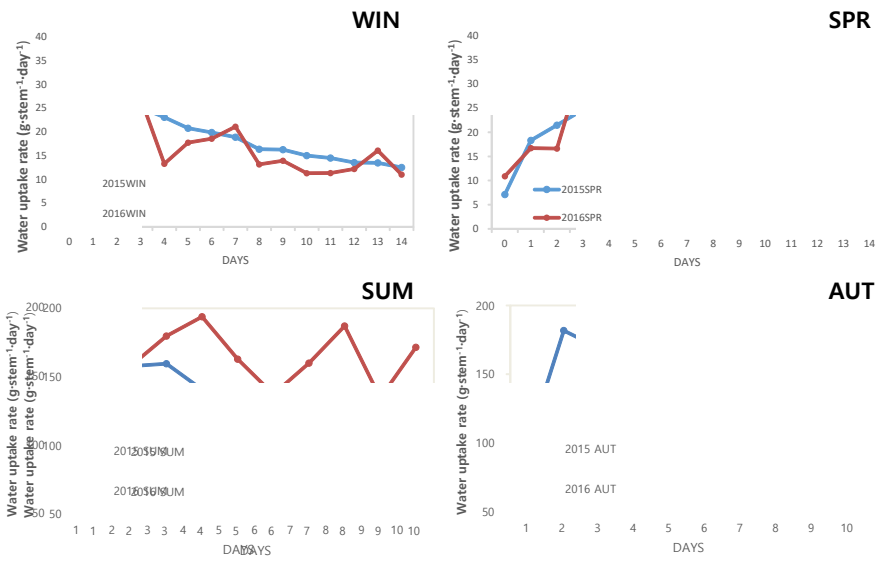


그림 1-45. 보광설치 전후의 절화장미의 수분 흡수량 변화 비교

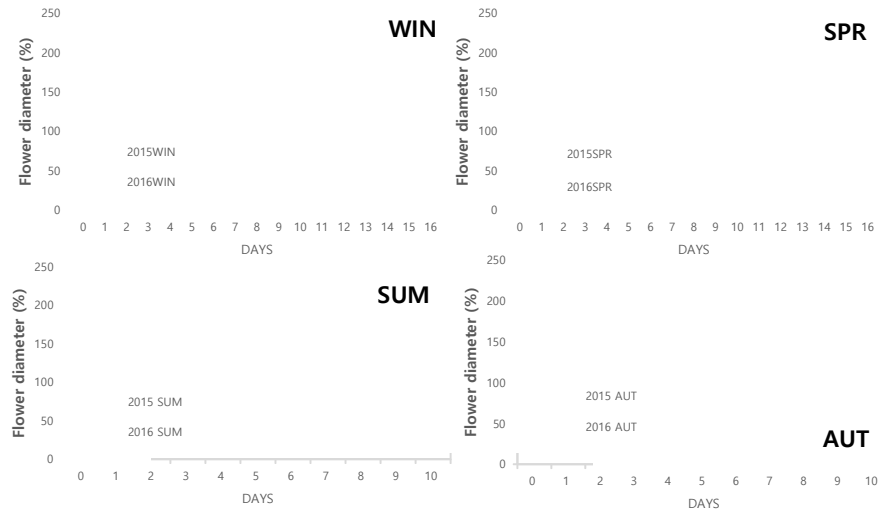


그림 1-46. 보광설치 전후의 절화장미의 화경 변화 비교

절화장미의 형태적, 생리적 특성을 계절별로 분석한 결과, 수확직후의 초기 생체중은 보광처리구에서 겨울에 현저하게 높았으나, 그 외의 계절에는 낮았다(그림 1-47). 수확직후 절화장미의 줄기직경은 겨울과 여름에는 보광처리구에서 높았으나, 봄과 가을에는 처리간의 차이가 크지 않은 것으로 나타났다(그림 1-48). 줄기경도의 경우, 겨울과 봄에 보광처리구에서 현저하게 증가하였다(그림 1-49). 한편, 엽내 당 함량(brix)은 겨울 및 가을에는 보광전의 절화에서 높았던 반면, 봄에는 보광처리구에서 높은 것으로 나타났다(그림 1-50).

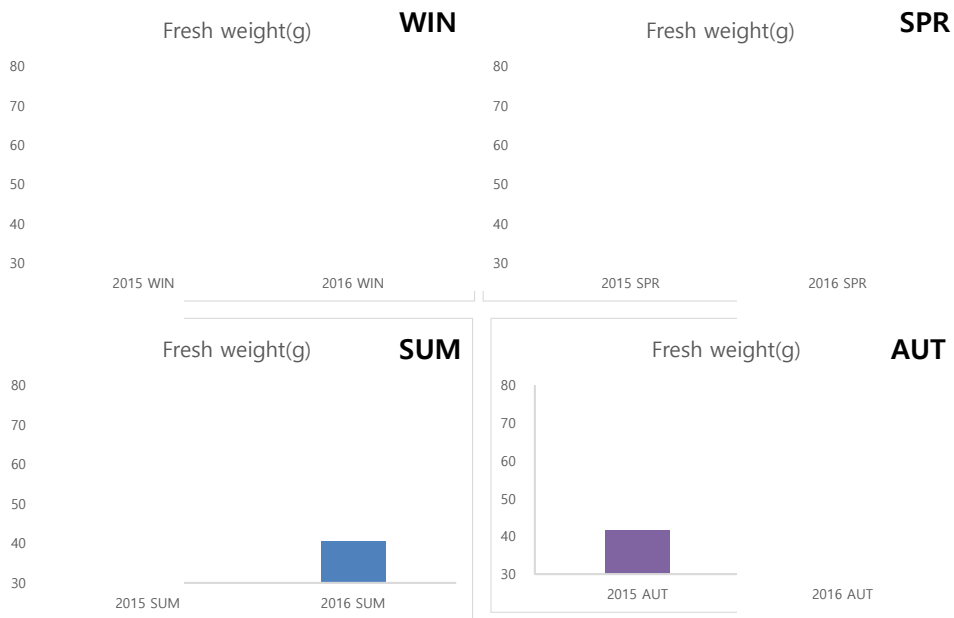


그림 1-47. 고양 2농가의 보광설치 전후의 절화장미의 수확직후 생체중 비교

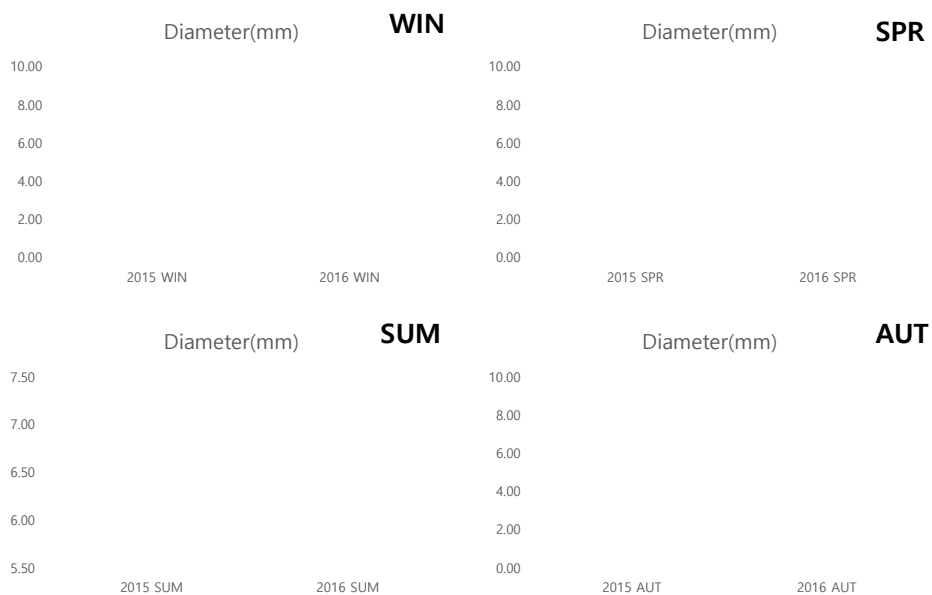


그림 1-48. 고양 2농가의 보광설치 전후의 절화장미의 수확직후 줄기직경 비교

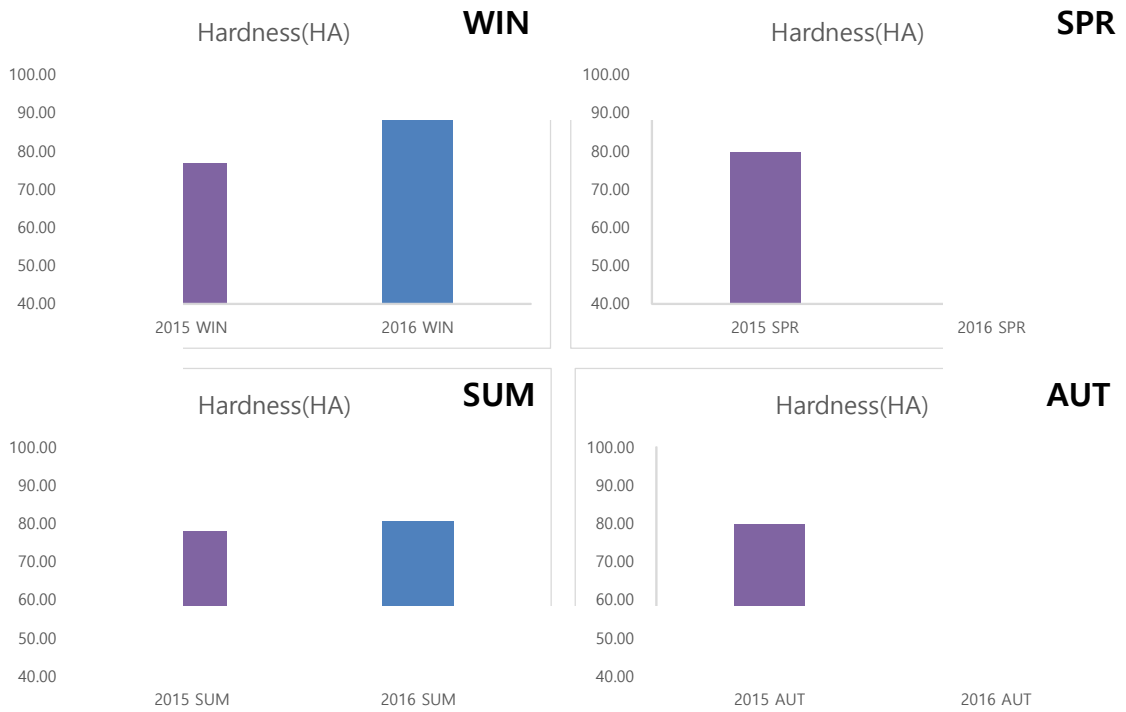


그림 1-49. 고양 2농가의 보광설치 전후의 절화장미의 수확직후 줄기경도 비교.

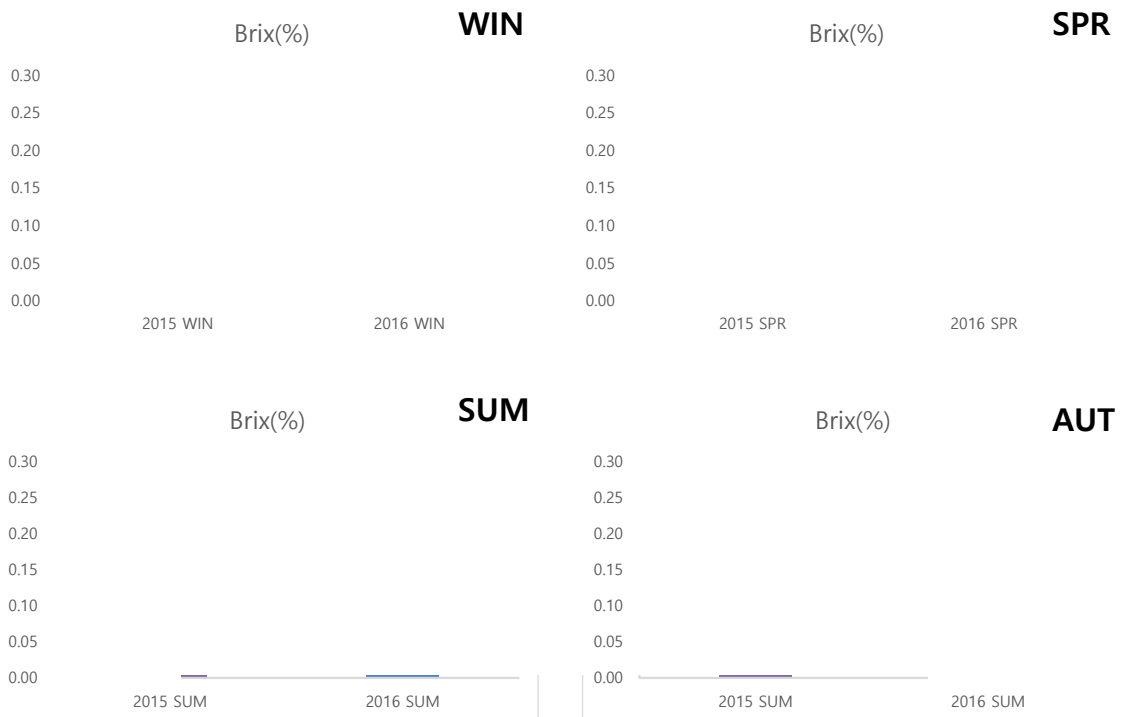


그림 1-50. 고양 2농가의 보광설치 전후의 절화장미의 수확직후 엽내 당함량 비교

(2) 절화수명

보광처리 전후의 절화장미의 절화수명을 조사한 결과, 겨울에는 보광처리전은 평균 18일 이었던 반면, 보광처리 후에는 9.4일로서 약 8.6일의 감소가 나타났다(그림 1-51). 봄에는 절화수명이 보광처리 전에는 약 17일 이었으나, 보광처리 후에는 11일로 약 6일이 감소됨으로써 보광처리가 절화수명을 크게 감소시키는 것으로 나타났다. 여름과 가을에는 보광처리에 의하여 절화수명이 각각 1.3일과 2일이 감소되는 것으로 나타났다.

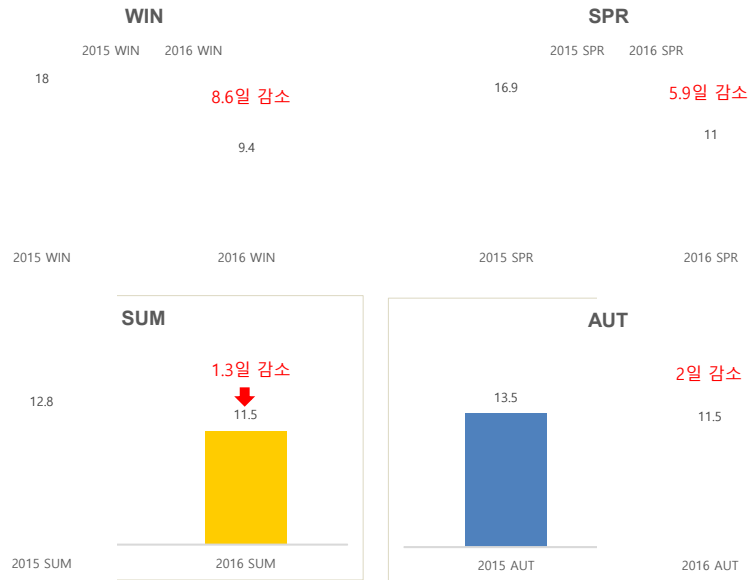


그림 1-51. 보광처리에 따른 계절별 절화장미의 절화수명 비교

라. 결과분석 및 결론

보광시설 설치 전과 후에 수확 전 환경요인이 계절에 따라서 크게 다른 것으로 나타났다. 보광후의 재배환경은 저온 및 고습도로서 결과적으로 저 VPD 조건이었고, 이러한 조건에서는 공기의 증발요구도가 감소하여 환경조건이 더 습한 상태가 된다. 반면에 보광전의 재배환경은 고온 및 저습도로서 결과적으로 고 VPD조건이 되었다. 절화장미의 수분손실은 주요하게 기공을 통한 증산에 좌우되며, 이러한 증산작용은 VPD에 직접적인 영향을 받게 된다. 본 연구에서 보광처리는 절화장미의 외관적 특성을 향상시키는 반면, 수분상태나 절화수명에는 부정적으로 작용하는 것으로 나타났다. 이것은 인공적인 보광이 고습도 조건처럼 절화수명 단축을 가져왔던 선행연구들과 일치하였다.

한편, 실험이 실시된 고양 제2농가의 경우, 보광시설 설치 전후의 난방 및 온실천정의 광투과율 조건 등에 있어서 큰 차이가 있었기 때문에 보광처리의 효과를 정확히 분리하여 분석하기 어려운 제한점이 있었다. 추후 여름 및 가을에 걸쳐서 보광 외의 환경 조건들을 고정시킨 후에 보광이 절화 품질 및 절화수명에 미치는 효과를 분리하여 정확히 분석할 필요가 있을 것으로 생각된다. 이와 함께 보광외의 송풍처리 등 좀 더 적극적인 습도 제어장치 설치에 따른 환경조건 개선 효과에 대한 검토도 필요할 것으로 생각된다.

4-2. 온실 내 제습기 시설 설치 후 절화품질 및 절화수명 변동성 분석

가. 서론

상기의 보광효과 분석에 있어서는 실제 재배온실내 보광시설은 절화품질 개선에 미치는 효과가 긍정적이지 않은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 제습기와 비닐차단시설을 이용하여 온실내 습도조건의 제어를 통한 절화장미의 수확후 품질 향상 및 신선도 유지 효과를 조사하였다.

나. 조사방법

절화장미 (*Rosa* spp.) ‘러블리리디아’를 재배하는 전북 장수 농가를 선택하여 제습기 설치 후 2017년 1월 부터 2017년 3월까지 온실내의 환경분석 및 제습처리 효과를 조사하였다(그림 1-52). 온실의 습도를 제어하기 위한 방법으로 제습기 설치후 절화수명 연장 효과를 테스트 하였다. 유리온실 약 1000m²(약 300평)의 면적에 제습기 9대를 설치하여 상대습도가 75%를 초과할 경우 가동되도록 설정하고 온실 내 광투과율 등을 고려하여 제습기는 베드로 부터 2m 위쪽에 설치하였다. 테스트베드 온실내 습도제어 효과를 높이기 위하여 제습기 9대가 설치된 1000m²의 구역에 비닐 차단막을 설치하였다(그림 1-53). RH가 상대적으로 감소하는 주간에는 비닐 차단막을 올리고 RH가 증가하는 야간에는 비닐 차단막을 내림으로써 해당 구역 내의 제습효과를 증가시켰다.

(a) 제습기

(b) 제습기 RH 설정

(c) 장미 ‘러블리리디아’

그림 1-52. 제습기를 이용한 온실내 습도제어



(a) 주간

(b) 야간

그림 1-53. 비닐 차단막 설치

다. 조사결과

1) 제습처리와 온실내 RH 변화

테스트베드 온실내의 제습처리는 기온이 비교적 낮은 1월 중순부터 3월 초에 걸쳐서 RH를 효과적으로 감소시켰으며 2월중 일최저 RH는 대조구에서 70%부근에서 변동한 반면 제습처리에서 60%부근까지 감소하였다(그림 1-54). 제습처리는 일최저 RH를 10% 감소시킨 결과를 나타냈다.

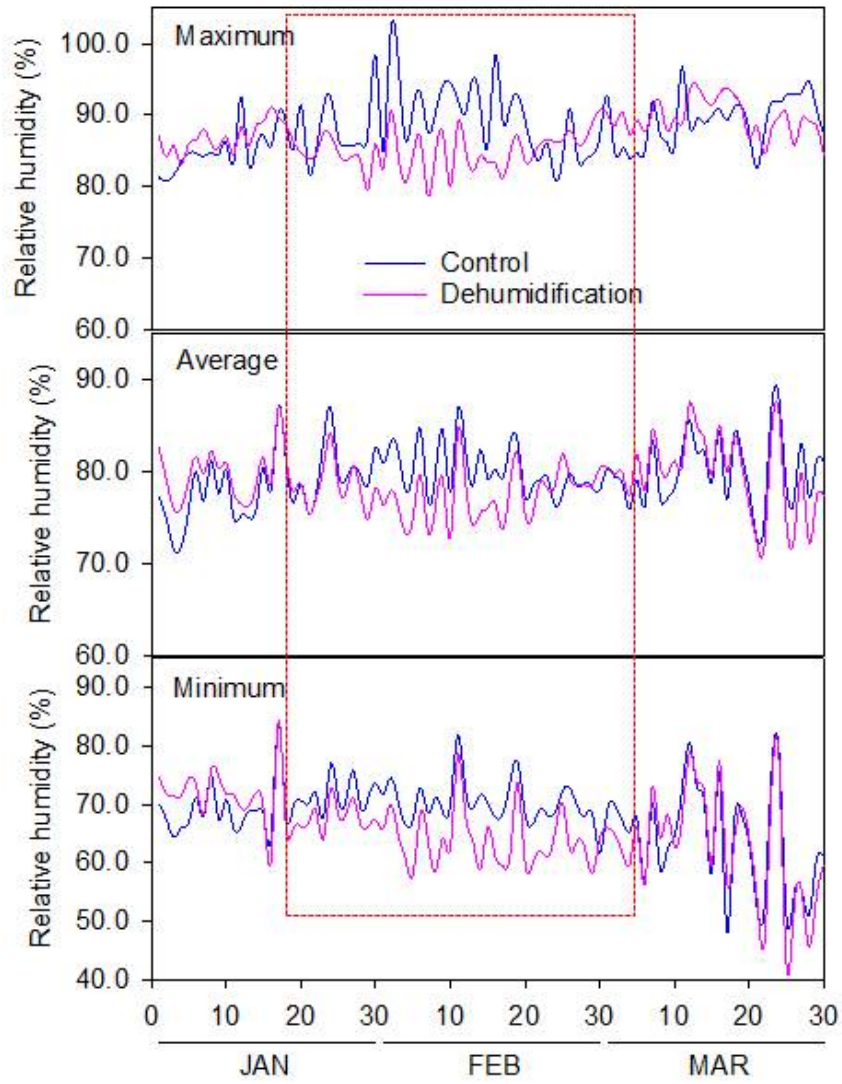


그림 1-54. 겨울철 재배온실내 일최고(maximum), 일평균(average), 일최저(minimum) 상대습도의 변화

2) 기공 및 증산량에 대한 제습효과

장미 기공은 겨울 온실재배에서 대형화(A 좌)가 되나 제습처리에 의하여 감소(B 우)됨을 보였고 기공크기는 제습처리에 의하여 크게 감소하였고(C) 절화장미의 수확후 증산량 역시 제습처리에 의하여 크게 감소(D)되었다(그림 1-55).

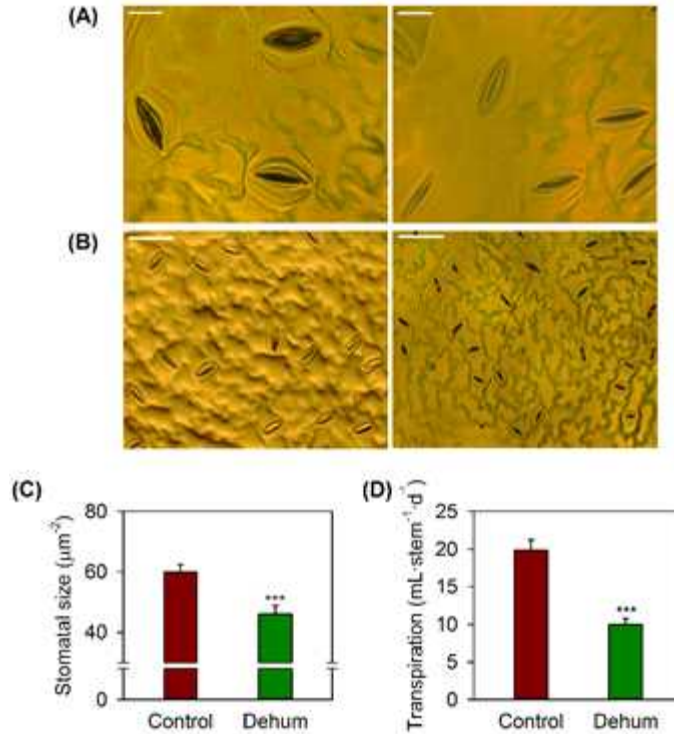


그림 1-55. 장미 '러블리리디아'의 기공형태(A)와 기공밀도(B) (좌: 대조구, 우: 제습처리구) 및 기공크기(C)와 증산량(D) 비교 (Control: 대조구, Dehum: 제습처리구).

3) 장미 절화수명과 외적품질에 대한 제습효과

장미 '러블리리디아'의 절화수명(A)은 제습처리에 의하여 약 2일정도 증가되었으며 생체중(B)과 줄기직경(D)도 제습처리에 의하여 현저하게 늘어났고, 줄기길이(C)도 제습처리에 의해 다소 증가 경향을 보였다(그림 1-56).

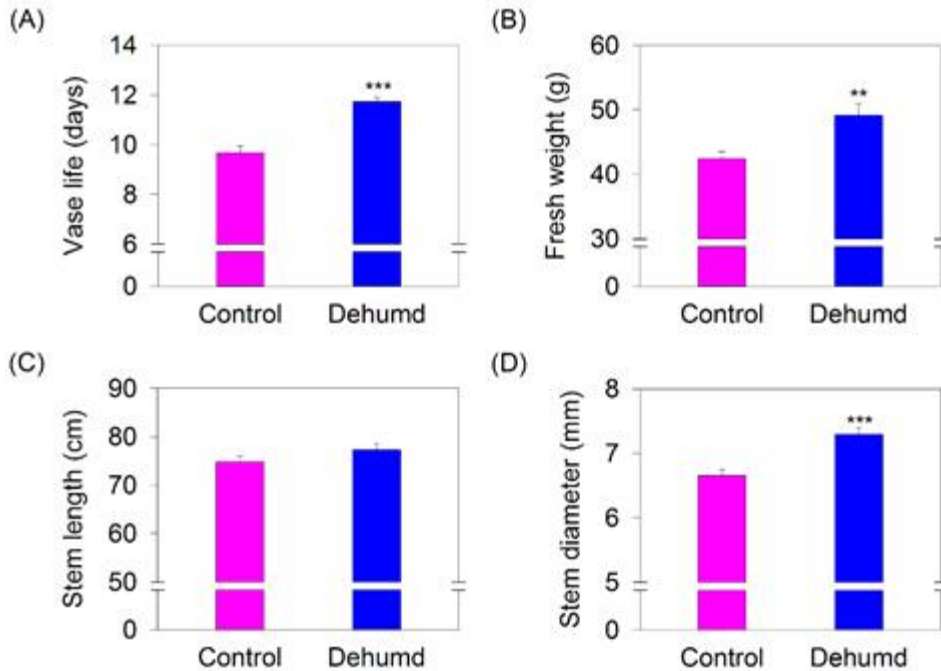


그림 1-56. 제습처리가 장미 '러블리리디아'의 절화수명(A), 생체중(B), 줄기길이(C), 줄기직경(D)에 미치는 효과

라. 결과분석 및 결론

절화장미의 절화수명은 먼저 유전적요인인 품종에 의해서 결정되지만, 재배중의 환경요인에 의하여 형태, 생리적 특성들이 변경됨으로써 최종적인 잠재적 절화수명이 결정된다. 본 연구는 온실내 환경조건과 절화장미의 절화수명이 계절에 따라서 크게 변동한다는 것을 나타냈다. 특히 온도유지를 위하여 밀폐조건이 되는 겨울철에 온실내 RH가 크게 상승하였으며 그로 인하여 절화장미의 기공불능, 기공 대형화 등으로 말미암아 수확직후 큰 수분손실이 발생하고 결과적으로 절화수명이 단축된다.

본 연구는 장미 재배농가에 설치된 제습처리 시스템이 온실내 RH를 효과적으로 감소시키는 것을 나타냈다. 이러한 온실내 RH 조건의 감소는 절화장미의 기공특성을 향상시킴으로써 수확후 수분제어 능력이 개선되고 결과적으로 더 긴 절화수명을 가지게 하는 것으로 나타났다. 또한 RH 감소는 절화수명 연장과 함께 생체중, 줄기길이 및 줄기직경과 같은 외적인 품질도 향상시키는 것으로 나타났다. 따라서 실제 재배농가에서 제습시스템의 설치는 RH 제어를 통한 절화장미의 품질개선과 그에 따른 농가 수익 향상에 효과적일 것이다.

5. 수출용 장미의 수확 전 절화 품질관리 체계화 기술 개발 및 현장화

가. 연구목적

절화 장미는 연중 재배되고 있는 작물로 사계절 뚜렷한 기후조건으로 인하여 국내에서 PE 비닐하우스와 유리온실 등과 같은 시설재배가 주를 이루고 있다. 그러나 시설 재배의 특성상 생산단가가 높고, 시설 내 환경조건관리에 어려움이 있어 다양한 생리장해가 발생한다. 또한, 농가에 따른 재배기술의 편차로 인해 수확 후 절화품질에 있어 차이가 매우 큰 실정이다. 따라서, 본 연구는 스프레이 절화 장미 농가의 재배환경을 조사하고, 그에 따른 품질을 분석하고자하였다.

나. 농가별 재배환경에 따른 품질 및 절화수명 분석

(1) 재료 및 방법

- 공시재료 : 스프레이 절화 장미 ‘러블리 리디아(*Rosa hybrida* ‘Lovely Lydia’)
- 수확시기 : 2015년 6월(봄), 2015년 8월(여름), 2015년 11월(가을), 2016년 2월(겨울), 2016년 5월(봄)
- 농가 : 전라북도 장수 수출 절화 장미 화훼 농가 3곳



그림 1-57. 재배환경 조사를 실시한 수출용 절화 장미 재배 농가 (A; G1, B; G2, C; G3).

- 재배환경 분석
 - 온·습도 및 일사량 측정: 데이터로거 (WatchDog 1450, Spectrum Technologies Inc, USA)를 설치하여 30분 간격으로 측정, Sigma plot 13.0(Systat Software Inc, USA)으로 분석



그림 1-58. 온실 내 데이터로거 설치 (A; G1, B; G2, C; G3)

- pH, EC 측정
- 절화특성 조사: 각 농가당 30분씩 수확하여 농가별 절화 생육 특성조사 실시, 절화 총

장, 줄기 상·하부 직경, 생체중, 화소 수, 화폭 측정

• 품질 분석

- 품질 조사 : 개화·노화단계, 화폭, 절화수명, 박테리아 검사, 생체중 변화율, 수분 흡수량, 엽록소 함유량, 당함량 측정, 화색변화, 건물중 조사, 기공 밀도 및 크기 등

- 당함량 측정 : 절화 장미의 잎과 꽃을 3반복으로 증류수 1ml에 0.1g을 분쇄한 후 당도계 (PAL-1, ATAHGO, Japan)를 이용하여 측정

- 박테리아 검정 후, 개수에 따라 500개 이상은 5점, 500개 이하는 4점, 300개 이하는 3점, 100개 이하는 2점, 30개 이하는 1점, 0개는 0점으로 계산

• 통계

- SAS ver. 9.0(SAS institute Inc, USA)를 이용하여 Duncun의 다중검정, P=0.05 수준에서 분석

- SPSS Statistics 23(SPSS Inc, USA)를 이용하여 주성분분석(PCA분석) 실시



그림 1-59. 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia' 개화단계



그림 1-60. 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia' 노화
(A; 청변화, B; 꽃목굽음, C; 손상, D; 위조)

(2) 연구 결과 분석 및 결론

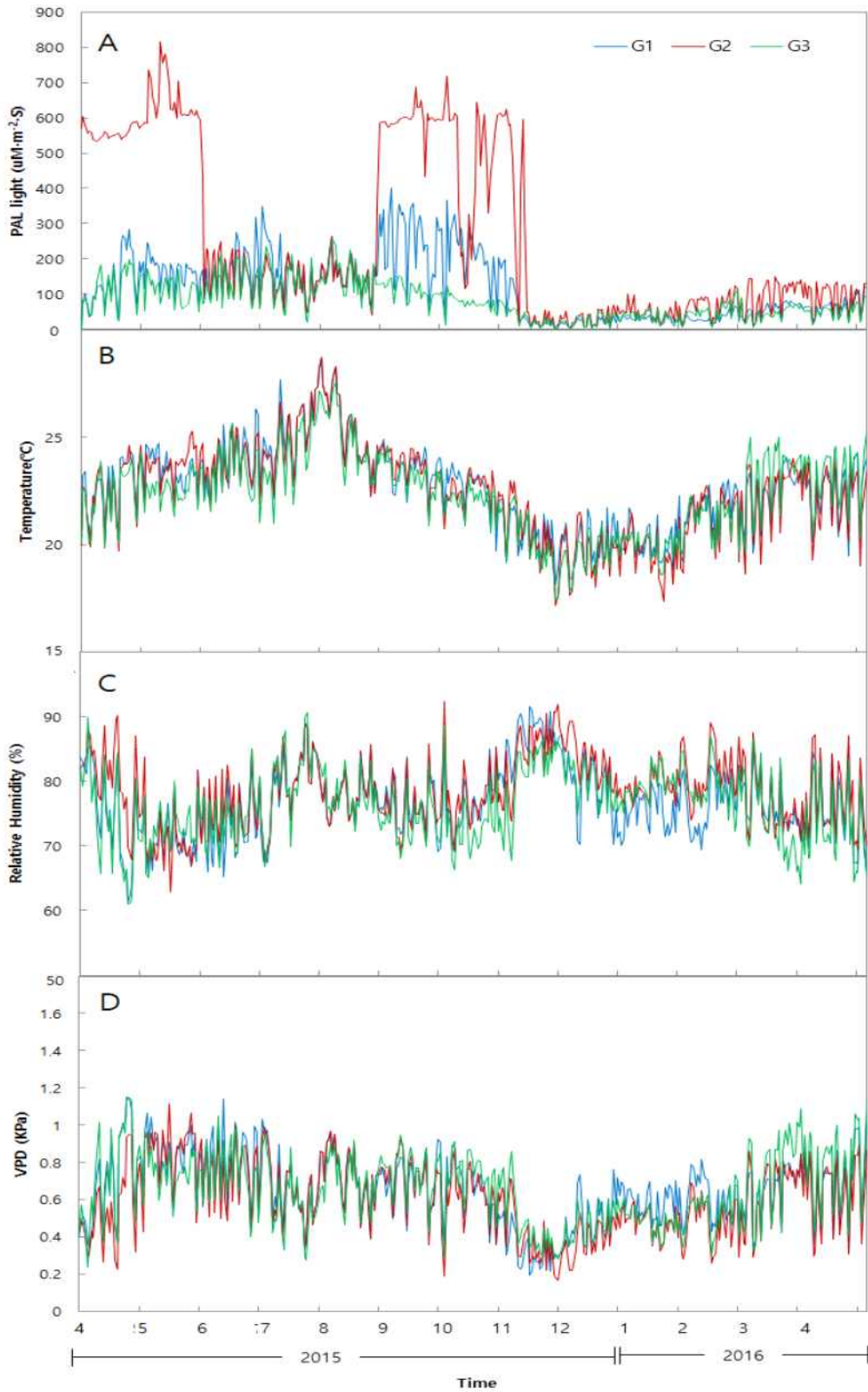


그림 1-61. 2015년 4월부터 2016년 5월까지 조사한 계절에 따른 수출용 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 시설 내 재배환경(A; 일사량, B; 온도, C; 상대습도, D; vapor pressure deficit (VPD))

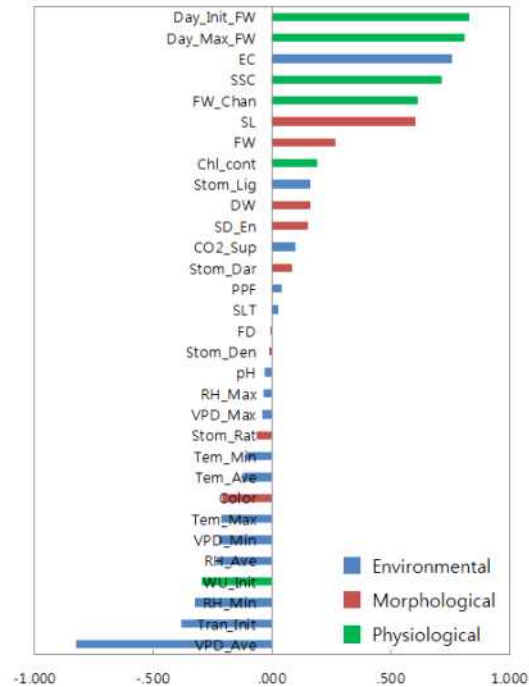


그림 1-62. 수출용 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 재배환경에 따른 형태학 및 생리학적 요인과 재배환경 요인의 수확 후 절화수명과의 주성분 분석(제 1주성분 기여도 52.0%).

수출용 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’를 재배하는 농가에 대하여 계절에 따른 재배환경과 수확 후 품질 조사를 실시한 결과, G1, G2, G3 농가의 시설 내 재배 온도는 약 18℃~25℃로 장미 생육의 적정 온도를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 그러나 습도는 봄인 4월~5월 G2의 습도는 약 90%로 고습도로 나타났으며, 2015년 11월~12월 겨울에는 세농가 모두 80%~90%의 범위로 습도가 높은 것으로 조사되었다. 이에 따라 VPD를 조사한 결과, 고습도인 시기에 VPD는 0.2~0.4kPa의 범위로 다소 낮은 것으로 조사되었다. 시설 내 고습도로 인한 낮은 VPD는 절화 장미의 기공 개폐 조절을 저하시켜 수분손실로 인해 수확 후 품질에 영향을 미칠 수 있으므로 제습기를 이용하여 환경 개선을 통해 일정한 환경을 유지시켜줘야 할 것으로 판단된다. 세 농가 모두 다른계절에 비해 여름에 절화수명이 가장 짧았으며, 재배환경이 고습도였던 겨울에는 청변화, 꽃목굵음, 위조 등의 노화가 발생하여 품질이 저하되는 것으로 조사되었다. 수확 전 환경요인과 절화의 형태 및 생리적 요인이 절화수명과의 상관관계를 PCA분석을 통해 조사한 결과, 절화수명은 수확 전 환경요인에 있어서 온·습도와 음의 상관관계를 가지는 것으로 조사되었으며, 온도가 높을 시 절화 장미의 증산량이 증가하여 체내 수분 유지가 어려워 품질을 저하시키는 것과 관련이 있는 것으로 판단되며, 습도는 여름철 및 겨울철 품질 조사 결과와 같이 청변화, 꽃목굵음, 위조 등과 같은 노화증상으로 인해 절화수명에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 또한, 절화의 형태와 생리적 요인에 대하여 절화수명과의 상관관계 분석 결과, 증산량과 수분흡수량은 음의 상관관계 인

것으로 조사되었으며, 수확 전 환경요인과, 절화의 형태 및 생리적 요인에 대하여 PCA분석 결과, 생체중은 높은 상관관계를 가지며, 습도와 증산량, VPD 서로 높은 음의 상관관계를 보이는 것으로 조사되었다. 이는 위의 재배환경에 따른 품질을 조사한 결과, 2015년 겨울 G1농가의 습도는 높게 조사되었으나, 수분흡수량이 낮아 절화수명 감소에 영향을 미친 것과 비슷한 결과로 판단되며, 습도가 높을 시 VPD는 낮아지기 때문에 과습한 환경이 조성되어 식물의 기공 조절이 저하되며, 이러한 환경에서 수분 공급이 원활이 이루어지지 못할 경우 절화 장미의 품질 저하를 일으킬 수 있는 요인이 될 수 있으므로 재배 시 농가의 온실 내 적정 습도를 유지시켜주는 것이 중요할 것으로 판단된다.

다. 재배환경 개선에 따른 품질 및 절화수명 분석

(1) 재료 및 방법

- 공시재료 : 스프레이 절화 장미 ‘리블리 리디아(*Rosa hybrida* ‘Lovely Lydia’)
- 1, 2차년도 연구 결과에 따라 제습기 설치를 통한 재배환경 개선 후 절화 장미 품질 비교



그림 1-63. Greenhouse 1 제습기 설치 모습

- 재배환경 분석
 - 온·습도 및 일사량 측정
 - 절화특성 조사: 각 농가당 30분씩 수확하여 농가별 절화 생육 특성조사 실시, 절화 총장, 줄기 상·하부 직경, 생체중, 화소 수, 화폭 측정
- 품질 조사
 - 개화 및 노화, 절화수명, 화폭, 생체중 변화율, 수분 흡수량, 엽록소함량, 박테리아 검정 및 당함량 측정 등
- 통계
 - SAS ver. 9.0(SAS institute Inc, USA)를 이용하여 Duncun의 다중검정, P=0.05 수준에서 분석
 - SPSS Statistics 23(SPSS Inc, USA)를 이용하여 주성분분석(PCA분석) 실시

(2) 연구 결과 및 분석

1) 재배환경 및 절화 장미 외관 특성

전년도 연구 결과에 따라 재배환경의 미흡한 부분을 개선하여 제습기를 설치하여 재배환경을 조사하

였다. 2017년의 일사량은 2016년 보다 높은 것으로 조사되었으며, 제습기 설치 유무에 상관없이 시설 내 절화 장미의 재배 온도는 약 20℃~25℃범위 내에서 유지하는 것으로 조사되었으며, 절화 장미 재배 매뉴얼의 생육 적온인 주간24~27℃, 야간 15~18℃의 적정온도를 유지하고 있는 것으로 판단된다. 제습기 설치 유무에 따라 2월부터 5월까지 일평균 습를 조사한 결과(그림1-64), 제습기를 설치 하기 전인 2016년 Greenhouse 1과 설치 후 2017년 Greenhouse 1의 2월부터 4월 초까지 일평균 습도는 70~90% 범위 내의 다소 과습한 재배환경으로 조사되었다. 그러나 제습기를 설치한 2017년의 습도는 4월부터 제습기를 설치하기 전인 2016년에 비해 제습효과로 인하여 습도가 약 60% 까지 감소하는 것으로 조사되었다. 그러나 제습기를 설치한 시기인 2월보다 약 2달 뒤에 제습효과가 나타났기 때문에 이와 관련하여 추후 다른 계절의 절화 장미 품질에 대해 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 온도와 습도를 이용하여 VPD를 조사한 결과, 제습기 설치 전 약 0.3~1.0kPa 범위였던 VPD는 내에서 제습 효과로 인해 2017년의 VPD가 다소 높아지기 시작하였으며 5월에는 제습기를 설치하기 전보다 높게 유지하였다.

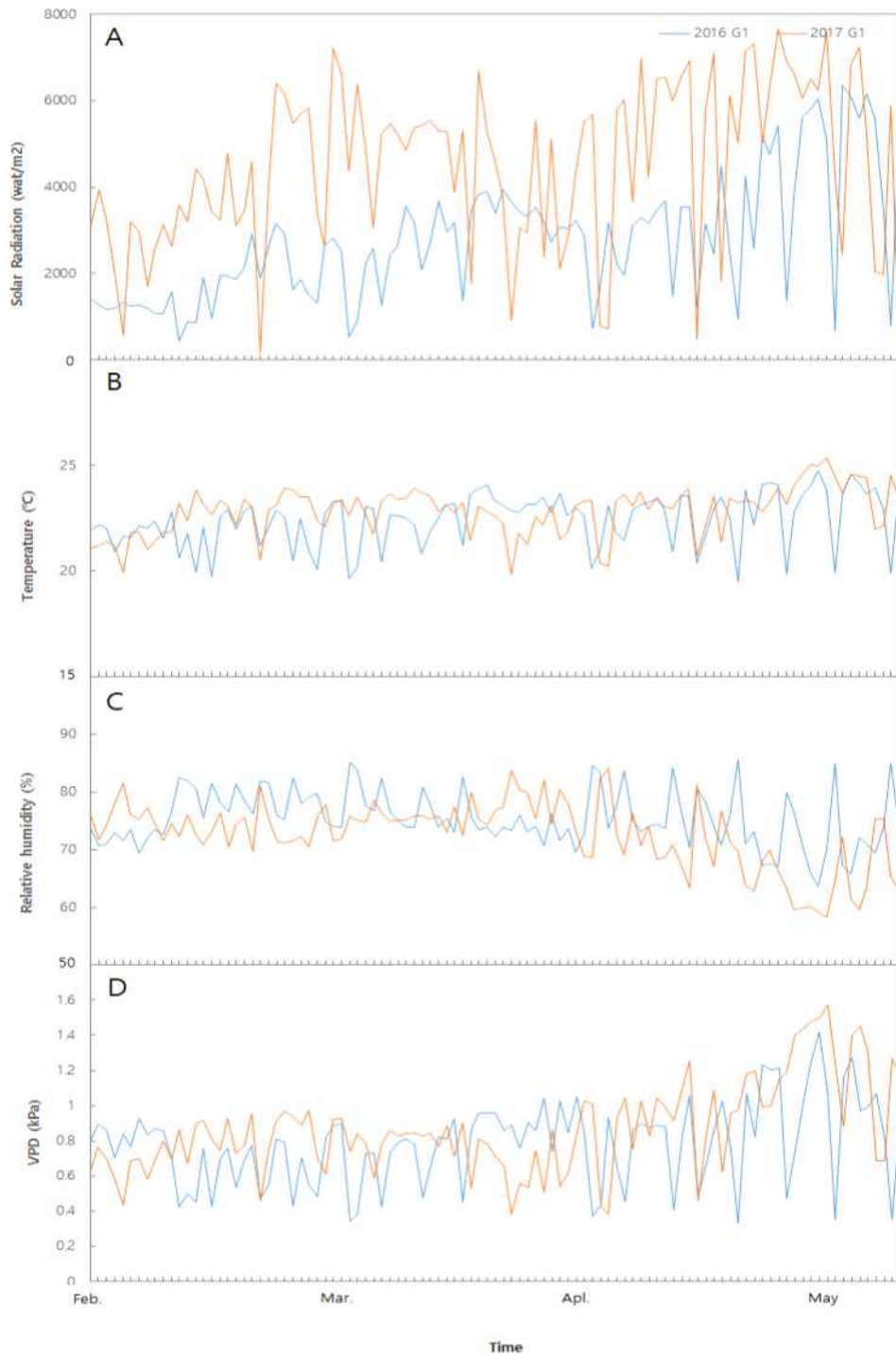


그림 1-64. 제습기 설치 유무에 따른 시설 내 재배 환경 (A; 일사량, B; 온도, C; 상대습도, D; VPD).

⑤ 절화 장미 외관특성

제습기 설치 유무에 따라 2017년 2월에 제습기 설치 후 5월에 수확 하여 재배환경에 따른

절화 장미의 특성을 조사한 결과(표 1-9), 제습기를 설치 한 2017년의 절화 장미의 줄기 길이, 생체중, 화폭은 제습기 설치 전인 2016년 보다 높은 것으로 조사되었다. 그러나 줄기의 상·하부 굵기, 소화수에 대하여 제습기 설치 유무와는 관련이 없는 것으로 조사되었다. 따라서, 시설 내 제습기 설치는 높은 습도를 낮추어줌으로서 절화 장미의 총장과 생체중 및 화폭 증가에 효과적인 것으로 판단된다.

표 1-9. 제습기 설치 유무에 따른 수출용 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 외관 특성.

Greenhouse	Flower stem length (cm)	Upper of flower stem diameter (mm)	Bottom of flower stem diameter (mm)	Fresh weight (g)	No. of floret (ea/stem)	Floret width (mm)
2016 ^z	47.7 b ^y	3.6 a	7.1 a	44.2 b	8.4 a	12.6 b
2017	95.7 a	3.5 a	7.4 a	77.7 a	8.9 a	15.9 a

^z2016; before installation dehumidifier in greenhouse 1, 2017; installation dehumidifier in greenhouse 1.

^yMean separation within columns by Duncan’s new multiple range test at p=0.05.

2) 품질 조사

① 절화수명 및 노화양상

2월에 제습기 농가에 설치 후 5월에 수확 하여 제습기 설치 유무의 재배환경에 따른 절화 장미의 절화수명 및 노화양상을 조사한 결과(표 1-10), 제습기를 설치 한 2017년의 절화수명은 11.3일 제습기 설치 전인 2016년 보다 약 1일 정도 연장된 것으로 조사되었다. 또한, 노화양상을 조사한 결과 제습기 설치 유무와 상관없이 청변화는 모두 발생하였으나 꽃목굽음, 위조의 경우 제습기를 설치 한 2017년의 발생율은 14.2%와 18.5%로 다소 적게 발생하였으며, 꽃잎탈리는 발생하지 않은 것으로 조사되었다(그림 1-65). 이는 재배환경 내 습도를 조절하기 위하여 설치한 제습효과로 인해 수확 후 절화의 선도유지 및 품질에 영향을 미친 것으로 판단된다.

표 1-10. 제습기 설치 유무에 따른 수출용 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 절화수명 및 노화발생율.

Green-house	Vase life (day)	Senescence (%)			
		Blueing	Bentneck	Petal Abscission	Wilting
2016 ^z	10.6 b ^y	100.0	28.5	28.5	54.2
2017	11.3 a	100.0	14.2	0.0	18.5

^z2016; before installation dehumidifier in greenhouse 1, 2017; installation dehumidifier in greenhouse 1.

^yMean separation within columns by Duncan’s new multiple range test at p=0.05.



그림 1-65. 제습기 설치 유무에 따른 수출용 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 수확 후 첫날과 절화수명 시점 모습 (A, B; 수확 후 1일, C, D; 수확 후 10일, A, C; 제습기 설치 전 2016년, B, D; 제습기 설치 후 2017년).

② 주성분 분석(PCA분석)

제습기 설치 유무에 따른 재배환경과 수확 후 품질 조사의 결과를 통해 SPSS 주성분 분석(PCA)분석을 통해 상관관계를 조사한 결과, 수확 전 재배환경요인과 절화수명과의 상관관계는 제1주성분의 기여도가 65.7%이며, Tem-Ave, Tem-Min, PPF, VPD-Max과 절화수명은 높은 양의 상관관계를 가지며, RH-Min, RH-AVE, VPD-Min과 절화수명은 높은 음의 상관관계를 가지고 있는 것으로 조사되었다

절화의 형태, 생리적 요인과 절화수명에 대한 PCA 분석은 제1주성분의 기여도가 65.3%로 나타났다. 이는 수확 후 실시한 외관조사와 품질조사와의 절화수명 관계를 보고자 하였으며, 절화수명은 Chi-cont, FW-Chan, FW와 높은 양의 상관관계를 가지며, Stom-den, Stom-Lig 와 높은 음의 상관관계를 가지는 것으로 조사되었다

또한, 수확 전 환경요인과 절화의 형태, 생리적 요인 등 전체적인 요인에 대하여 PCA분석 결과(그림 1-66), Tem-Ave, Tem-Min, PPF, VPD-Max, Chi-cont, FW-Chan, FW은 서로 높은 양의 상관관계를 가지며, RH-Min, RH-AVE, VPD-Min, S tom-den, Stom-Lig는 서로 높은 음의 상관관계를 가지는 것으로 조사되었다. 수확 전 환경요인과 절화의 형태 및 생리적 요인에 대한 PCA분석 제1성분의 기여도는 72.1%로 조사되었다.

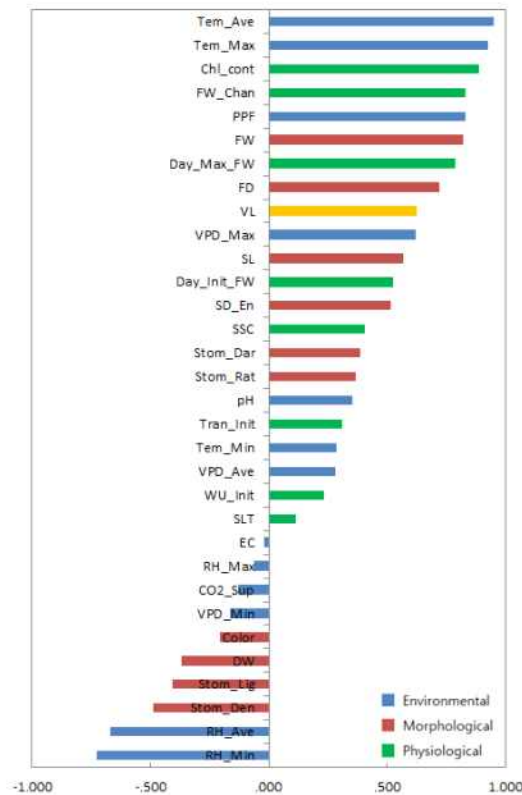


그림 1-66. 수출용 절화 장미 'Lovely Lydia'의 제습기 설치 유무에 따른 형태학 및 생리학적 요인과 재배환경 요인의 수확 후 절화수명과의 주성분 분석(제1주성분 기여도 72.1%).

(3) 결과 분석 및 결론

전년도 연구 결과에 따라 재배환경의 미흡한 부분을 개선하여 절화 장미의 품질을 비교하고자 하였으며, 제습기 설치를 통해 습도 제어를 하여 수확 후 품질을 비교 분석하였다. 제습기 설치 유무보다 계절에 따른 일사량의 차이가 큰 것으로 조사되었으며, 온도는 약 20℃~25℃범위 내로 절화 장미 재배 적정 생육 온도를 유지하고 있는 것으로 나타났다. 제습기 설치 후 습기를 설치하기 전인 2016년과 설치 후 2017년의 2월부터 4월 초까지 일평균 습도는 70~90% 범위 내의 다소 과습한 재배환경이었으나 제습기를 설치한 2017년의 습도는 4월부터 제습기를 설치하기 전인 2016년에 비해 제습효과로 인하여 습도가 약 60% 까지 감소하였다. VPD 또한 약 0.3~1.0kPa 범위 내에서 제습 효과로 인해 2017년의 VPD가 다소 높아지기 시작하였으며 5월에는 제습기를 설치하기 전보다 높게 유지하였다. 이에 따라 절화수명 및 노화양상을 조사한 결과, 제습기를 설치 한 2017년의 절화수명은 11.3일 제습기 설치 전인 2016년 보다 약 1일 정도 연장된 것으로 조사되었으며, 꽃목굽음, 위조의 경우 제습기를 설치 한 2017년의 4.2%와 18.5%로 다소 적게 발생하였다. 이는 재배환경 내 습도를 조절하기 위하여 설치한 제습효과로 인해 수확 후 절화의 선도유지 및 품질에 영향을 미친 것으로 판단된다. 그러나 제습기 설치 2개월 후 제습기 설치 유무와 관련하여 품질의 차이를 보였기 때문에 추후에 추가적으로 제습기 설치와 계절에 따른 연구가 필요할 것으로 판단된다. 재배환경과 수확 후 품질 조사 결과를 통해 주성분 분석(PCA분석)을 한 결과, 수확 전 재배환경요인과 절화수명과의 상관관계는 제1주성분의 기여도가 65.7%로 Tem-Ave, Tem-Min, PPF, VPD-Max과 절화수명은 높은 양의 상관관계를 가지며, RH-Min, RH-AVE, VPD-Min과 절화수명은 높은 음의 상관관계를 가지고 있는 것으로 조사되었다. 수확 전 재배환경인 온도, 습도, VPD가 절화 장미의 수확 후 절화수명 및 품질에 영향을 미치며, 특히 습도가 높을수록 절화수명이 감소하는 것으로 판단된다. 또한, 절화의 형태, 생리적 요인과 절화수명에 대한 PCA 분석은 제1주성분의 기여도가 65.3%로 나타났다. 이는 수확 후 실시한 외관조사와 품질조사와의 절화수명 관계를 보고자 하였으며, 절화수명은 Chi-cont, FW-Chan, FW와 높은 양의 상관관계를 가지며, Stom-den, Stom-Lig 와 높은 음의 상관관계를 가지는 것으로 조사되었다. 이를 통하여 절화 장미는 수분을 통한 생체중 유지가 절화수명 연장에 중요한 요인으로 판단되며 수확 후 절화 장미의 체내 수분이 손실되지 않도록 품질 유지가 필요할 것으로 판단된다. 수확 전 환경요인과 절화의 형태, 생리적 요인 등 전체적인 요인에 대하여 PCA분석 결과, Tem-Ave, Tem-Min, PPF, VPD-Max, Chi-cont, FW-Chan, FW은 서로 높은 양의 상관관계를 가지며, RH-Min, RH-AVE, VPD-Min, Stom-den, Stom-Lig는 서로 높은 음의 상관관계를 가지는 것으로 조사되었다.

6. 수출용 장미의 수확 후 절화품질관리 체계화 기술 개발 및 현장화

가. 연구목적

절화 장미는 일본으로 수출 시 수확 후 꽃목굽음, 불개화, 수송 도중 시듦 현상, 부패에 의한 상품성 저하, 포장상자 파손 등으로 일본 수출 시 문제가 되고 있으며, 본 연구는 이를 전처리제와 습식용액을 통해 품질을 개선하고자 하였다. 또한, 수송 중 저온 다습한 환경은 잿빛곰팡이를 발생시키며 이를 억제하는 최적 전처리 기술을 개발하고, 전처리에 따른 잿빛곰팡이의 발병률에 대하여 연구하고자 수행하였다.

나. 수출용 절화 장미의 선도유지를 위한 전처리 기술 개발

(1) 재료 및 방법

- 2014년 11월 단국대학교에서 수행
- 재배농가 : 전라북도 전주시 수출용 절화 장미 재배 농가
- 품종 : *Rosa hybrida* 'Lovely Lydia'
- 전처리
-

표 1-11. 전처리 종류 및 방법

Pre-treatment	Method
Control	Dry
Tap Water	1L
Chrysal RVB	2ml/L
NaOCl	0.4ml/L
SO ₂	8.3g
ClO ₂	0.25ml/L
Liquid seal	20ml
Liquid seal + Switch	20ml+0.02g
Cl	400mg/L
UV-C	8W/20sec

- 조사항목
 - 품질 조사 : 개화·노화단계, 화폭, 절화수명, 물올림 현상 조직 관찰, 박테리아 검사, 생체중 변화율, 수분 흡수량, 엽록소 함유량, 당함량 측정, 화색변화, 건물중 조사
 - 당함량 측정: 절화 장미의 잎과 꽃을 3반복으로 증류수 1ml에 분쇄한 후 당도계(PAL-1, ATAHGO, Japan)를 이용하여 측정
 - 엽록소 함량: Chlorophyll meter(SPAD-502, Minolta, Japan) 사용

- 박테리아 검정: 3M Pipette Swab(3M Korea Ltd, Korea)과 Petrifilm(3M Korea Ltd, Korea)을 이용하여 2반복으로 37℃에 24시간 배양하여 측정
 - 물올림 현상 조직 관찰: 증류수에 식용색소 홍색을 10%로 희석한 용액으로 3, 6, 12, 24시간 물올림 후, 줄기를 잘라 도관을 광학현미경(Olympus CX 31, Japan)을 이용하여 관찰
 - 건물중: Dry Oven(Haneul science, HSD-80, Korea)에서 70℃, 6시간 건조 후 조사
- 모의 수송 : 48시간동안 5℃ 저온 저장 후, 검역을 고려하여 12시간 상온 보관.
 - 유의성 분석 : SAS ver. 9.0(SAS institute Inc, USA)를 이용하여 Duncun의 다중검정 법으로 통계처리, P=0.05 수준에서 분석



그림 1-67. 전처리 종류

(2) 실험결과

1) 개화단계 및 절화수명

개화단계 조사 결과, 수확 후 4일 수출국 경매장 단계에서 무처리구를 제외하고 모든 처리구에서 다소 개화가 진행되었고, 무처리구는 수확 후 4일부터 10일까지 개화단계는 1.2 단계로 꽃봉오리가 만개하지 못한 채 불 개화 하여 절화수명이 짧은 것으로 조사되었다(표 2-5).

전처리에 따른 절화수명을 조사한 결과, Cl 처리의 절화수명은 10.1일, SO₂ 처리의 절화수명은 10.0일로 무처리구의 절화수명인 4.7일 보다 약 5일 정도 연장되어 다소 효과적이었다. (그림 1-68, 표 2-4)

따라서, 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 전처리 시 SO₂, Cl 처리가 다른 처리구에 비해 개화가 진행되고 절화수명 연장에 효과적인 것으로 판단되었으나, 대부분의 처리의 스프레이 절화 장미는 불개화 상태로 노화가 진행되었기 때문에 전처리에 따른 개화율 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

표 2-4. 전처리에 따른 수출용 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 개화단계 및 절화수명.

Pre-treatment	Days										Vase life (days)
	1	4	5	6	7	8	9	10	11		
Control ^z	1.0a ^y	1.2b	1.2b	1.2b	1.2b	1.2b	1.2b	1.2b	1.2b	1.2b	4.7 e
TW	1.0a	1.6a	1.6a	2.3a	2.3a	2.3a	2.3a	2.3a	2.3a	2.3a	8.1 d
Chrysal RVB	1.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.3a	2.3a	2.3a	2.3a	9.4 abc
NaOCl	1.0a	1.6a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.3a	2.3a	2.3a	2.3a	9.0 d
SO ₂	1.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.3a	2.3a	3.0a	3.0a	10.0 a
ClO ₂	1.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	3.0a	3.0a	9.6 abc
Liquid seal	1.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.3a	2.3a	9.5 abc
Liquid seal + switch	1.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.3a	2.3a	2.3a	2.3a	2.6a	2.6a	9.1 bc
Cl	1.0a	2.0a	2.0a	2.3a	2.3a	2.3a	2.3a	2.0a	3.0a	3.0a	10.1 a
UV-C	1.3a	1.6a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.3a	2.3a	10.0 ab

^zControl; dry, TW; Tap water, Chrysal RVB 2ml·L⁻¹, NaOCl 0.4ml·L⁻¹, SO₂ 8.3g·L⁻¹, ClO₂ 0.25ml·L⁻¹, Liquid seal 20ml·L⁻¹, Liquid seal + Switch 20ml·L⁻¹ + 0.02g·L⁻¹, Cl 400mg·L⁻¹, UV-C 8W/20sec

^ymean separation within columns by DMR test at 5%

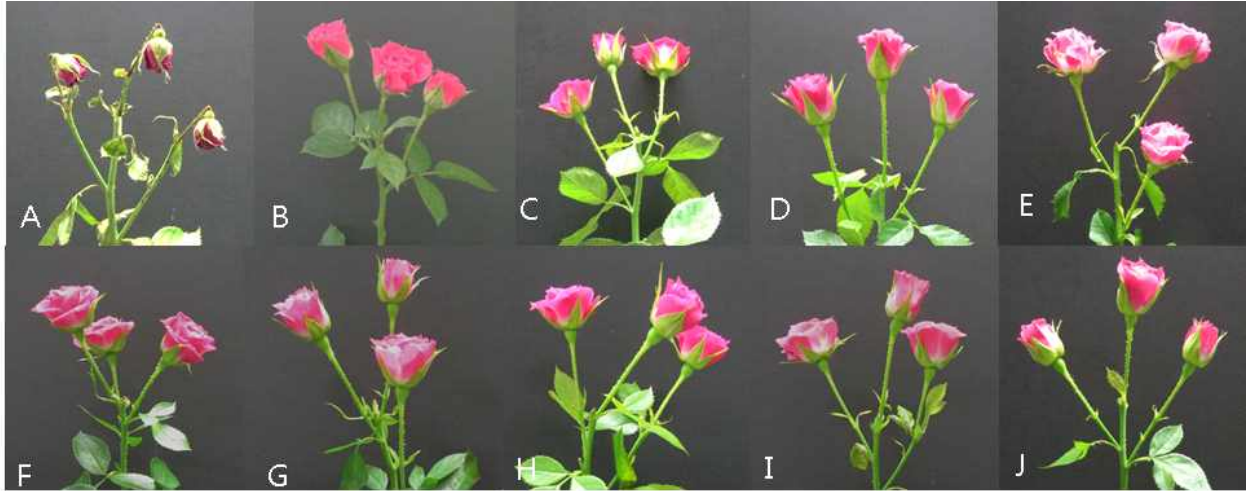


그림 1-68. 수확 후 5일 수출용 절화 장미 'Lovely Lydia'의 개화 모습 (A; Control; dry, B; Tap water, C; Chrysal RVB 2ml·L⁻¹, D; NaOCl 0.4ml·L⁻¹, E; SO₂ 8.3g·L⁻¹, F; ClO₂ 0.25ml·L⁻¹, G; Liquid seal 20ml·L⁻¹, H; Liquid seal + Switch 20ml·L⁻¹+0.02g·L⁻¹, I; Cl 400mg·L⁻¹, J; UV-C 8W/20sec).

2) 화폭 변화

스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 화폭 변화율 수출국 경매장에 출하하는 시점인 수확 후 4일과 만개한 시점인 수확 후 7일의 변화를 백분율로 계산하여 나타내었다.

대조구는 모의수송 기간 동안 건식으로 수송하였기 때문에 개화하지 못하고 위조 등 노화가 진행되어 화폭이 감소한 것으로 나타났으며, 절화수명 연장에 다소 효과가 있었던 SO₂, Cl 처리구가 다른 처리구에 비해 다소 높은 화폭변화율을 보였으며, 그 외에 NaOCl 전처리 시 화폭변화율이 증가한 것으로 조사되었다(그림 1-69).

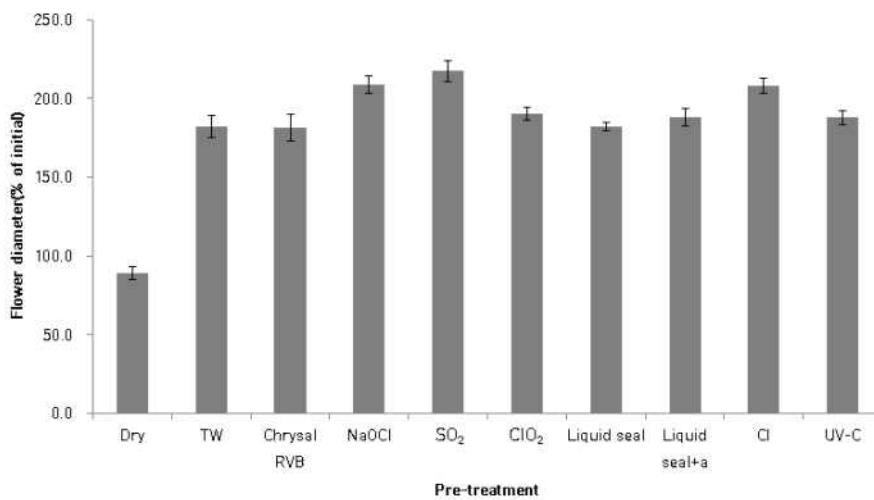


그림 1-69. 전처리에 따른 수확 후 첫날과 7일 수출용 절화 장미 'Lovely Lydia'의 화폭변화율(%)

3) 줄기 물울림 관찰

현미경을 통한 관찰은 물울림 3, 6, 12, 24시간 후 관찰하였으나, 3시간 후 모든 처리에서 물울림이 되었다. 그 중, Chrysal RVB, NaOCl, ClO₂, Liquid seal, Liquid seal + Switch, Cl, UV-C 처리구가 다른 처리구에 비해 물울림에 의한 줄기 염색 정도가 다소 다른 처리에 비해 물울림이 줄기 상부까지 잘 되어 효과적인 것으로 조사되었다(그림 1-70, 그림 1-71). 이는 전처리의 살균효과 및 당 성분으로 인하여 모든 처리구가 무처리구에 비해 수분흡수가 잘 된 것으로 판단된다.

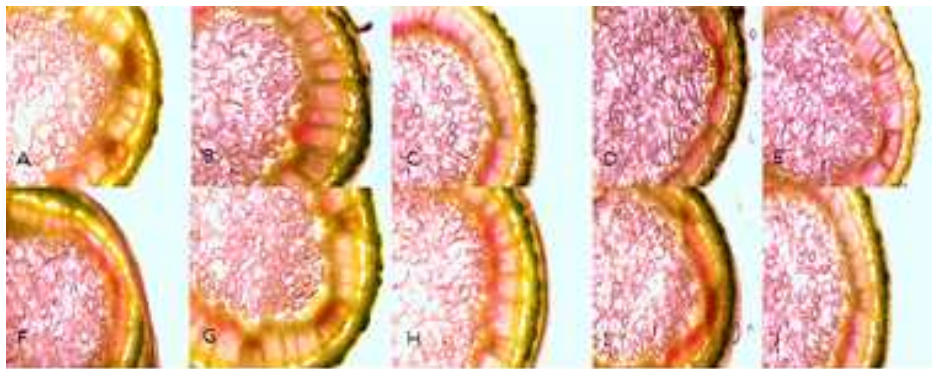


그림 1-70. 전처리에 따른 줄기 물울림 3시간 후 현미경을 통해 관찰한 수출용 절화 장미 'Lovely Lydia'의 줄기 상부 단면(A Control; dry, B; Tap water, C; Chrysal RVB 2ml·L⁻¹, D; NaOCl 0.4ml·L⁻¹, E; SO₂ 8.3g·L⁻¹, F; ClO₂ 0.25ml·L⁻¹, G; Liquid seal 20ml·L⁻¹, H; Liquid seal + Switch 20ml·L⁻¹ + 0.02g·L⁻¹, I; Cl 400mg·L⁻¹, J; UV-C 8W/20sec).

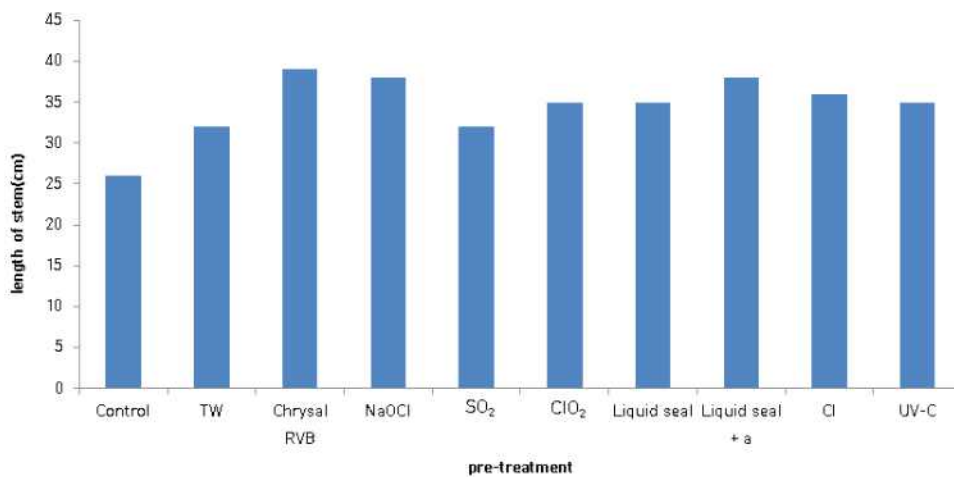


그림 1-71. 전처리에 따른 줄기 물울림 3시간 후 수출용 절화 장미 'Lovely Lydia'의 줄기 물울림 정도

4) 생체중 변화율, 수분 흡수량

줄기 물울림 관찰 결과에 따라 살균과 당 선분에 의해 줄기의 물울림 관찰이 다소 높게 된 처리구가 흡수량이 높게 나타났으며, 생체중 변화 또한 같은 경향을 보여 절화의 품질에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 수출국 경매장 단계인 수확 후 4일과 5일은 ClO₂ 처리구가 가장 높았으나 그 후 급격한 감소를 보였으며, 이는 개화가 더 이상 진행되지 않은 채 노화까지 이어졌기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 SO₂, Liquid seal + Switch, Cl 처리구의 생체중이 다른 처리에 비해 완만하게 변화하였으며, 수분 흡수량 또한 생체중과 같은 경향을 나타내었다(그림 1-72, 그림 1-73). SO₂ 처리구는 가스형태의 전처리로 초기에는 수분흡수가 잘 이루어지지 않았으나, 노화가 진행될 때까지 수분 흡수량을 유지시켜 절화수명 연장에 영향을 미친 것으로 판단된다.

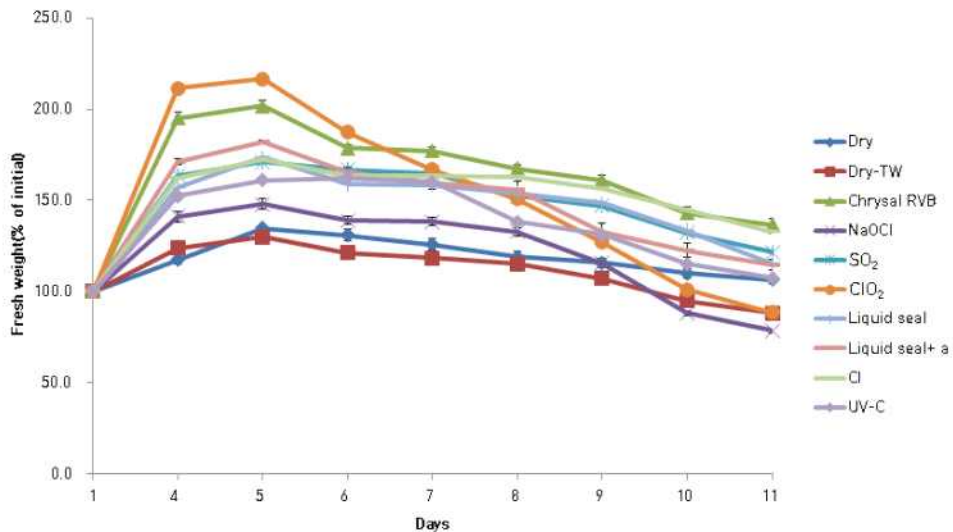


그림 1-72. 전처리에 따른 수출용 절화 장미 'Lovely Lydia'의 생체중 변화율.

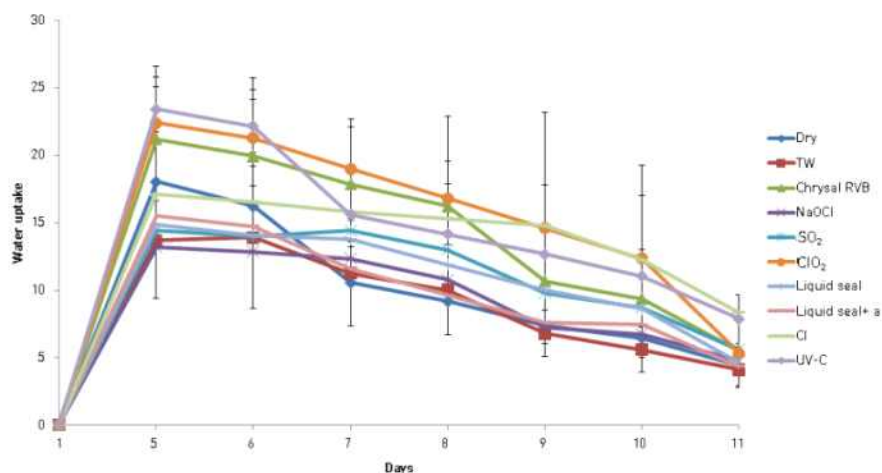


그림 1-73. 전처리에 따른 수출용 절화 장미 'Lovely Lydia'의 수분흡수량.

5) 엽록소 함유량

스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 엽록소 함유량은 수확 후 4일, 모든 처리구에서 유의차가 없었다. 그러나 수확 후 10일의 엽록소 함유량은 Liquid seal이 47.9mg·g⁻¹로 다른 처리구에 비해 다소 높게 조사되었으며, SO₂, Liquid seal + Switch 처리구와의 유의차는 작으므로 조사되었다.

스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’는 노화가 될 때, 잎의 황화 현상이 거의 나타나지 않았으며, 처리간의 유의차가 다소 있었으나 절화수명 및 품질에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

표 2-5. 전처리에 따른 수출용 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 엽록소 함유량.

Pre-treatment	Chlorophyll content (mg·g ⁻¹)	
	Day 4	Day 10
Control ^z	39.1a ^y	41.4c
Tap Water	41.8a	43.6abc
Chrysal RVB	43.5a	41.6c
NaOCl	40.1a	40.7c
SO ₂	41.7a	44.3abc
ClO ₂	41.7a	43.0bc
Liquid seal	40.8a	47.9a
Liquid seal + switch	44.3a	46.5ab
Cl	40.0a	42.0bc
UV-C	41.4a	40.7c

^zControl dry, TW; Tap water, Chrysal RVB 2ml·L⁻¹, NaOCl 0.4ml·L⁻¹, SO₂ 8.3g·L⁻¹, ClO₂ 0.25ml·L⁻¹, Liquid seal 20ml·L⁻¹, Liquid seal + Switch 20ml·L⁻¹ + 0.02g·L⁻¹, Cl 400mg·L⁻¹, UV-C 8W/20sec

^ymean separation within columns by DMR test at 5%

6) 박테리아 검정

스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 박테리아 검정은 1단계(0~10% 미만), 2단계(10~30% 미만), 3단계(30%이상)로 정하여 조사하였다.

그 결과, 수확 후 10일에 NaOCl, Cl 처리에서 다른 처리에 비해 다소 적은 양의 박테리아가 발견되었다(그림 1-74). 이는 NaOCl, Cl로 전처리 시 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 줄기 단면의 세균번식 억제 및 살균 효과로 품질에 영향을 미친 것으로 판단된다. 그러나 NaOCl 처리의 절화수명은 다른 처리에 비해 낮게 조사되었으며 이와 관련하여 추후에 NaOCl의 농도별 실험 등 살균제와 관련하여 추가적으로 절화수명과 세균번식 억제에 관한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

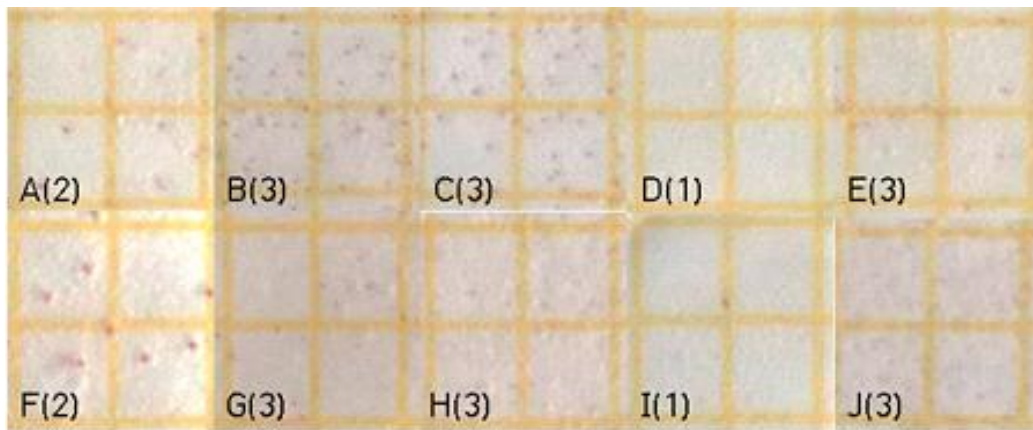


그림 1-74. 전처리에 따른 수출용 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 수확 후 10일의 박테리아 검정 결과 (A Control; dry, B; Tap water, C; Chrysal RVB $2\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$, D; NaOCl $0.4\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$, E; SO_2 $8.3\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, F; ClO_2 $0.25\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$, G; Liquid seal $20\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$, H; Liquid seal + Switch $20\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}+0.02\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, I; Cl $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, J; UV-C 8W/20sec).

(3) 결과 분석 및 결론

수확 후 4일, 수출국 경매장 단계에서는 무처리구를 제외하고 모든 전처리구에서 다소 개화가 진행되었으나 수확 후 10일 까지 무처리구는 만개하지 못한 채 불개화 하여 품질이 저하 된 것으로 조사되었다. 경향이 나타났다. 절화수명은 Cl 처리 10.1일, SO₂처리 10.0일로 무처리구의 절화수명인 4.7일 보다 약 5일 정도 연장되어 다소 효과적이었다. 따라서, 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 전처리 시 SO₂, Cl 처리가 다른 처리구에 비해 개화가 진행되고 절화수명 연장에 효과적인 것으로 판단되었으나, 대부분 처리의 스프레이 절화 장미는 불개화 상태로 노화가 진행되었기 때문에 전처리에 따른 개화율 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 판단되었다. 절화수명이 다소 좋았던 SO₂, Cl 처리의 화폭변화율, 생체중변화율, 수분흡수량 또한 다른 처리구에 비해 높아 품질 유지에 효과적이었으며 이는 두 처리가 살균제 역할을 하는 전처리제로 절화 장미 줄기 단면의 세균번식 억제 및 살균 효과로 품질에 영향을 미친 것으로 판단된다. 따라서, 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 전처리 시 SO₂, Cl 처리가 절화수명 연장 및 품질유지에 효과적인 것으로 판단된다.

다. 수출용 절화 장미 'Antiquecurl'의 선도유지를 위한 전처리 효과

(1) 재료 및 방법

- 2015년 3월 단국대학교 환경원예디자인실험실에서 수행
- 재배농가 : 전라북도 김제시 수출용 절화 장미 재배 농가
- 품종 : *Rosa hybrida* 'Antiquecurl'
- 전처리
-

표 2-6. 전처리의 종류와 방법.

Pre-treatment	Method
Control	Dry
Tap Water	1L
Chrysal RVB	2ml/L
NaOCl	0.4ml/L
SO ₂	8.3g
Vital Oxide I	2ml/L
Vital Oxide II	5ml/L
Vibrex I	2g/L
Vibrex II	5g/L
GA ₄₊₇ + BA	0.1ml/L
UV-C	8W/20sec



그림 1-75. 수출용 절화 장미 'Antiquecurl'의 전처리 실험과정



그림 1-76. 수출용 절화 장미 'Antiquecurl'의 개화단계
 1; Top, 2; Front

(2) 실험결과

1) 개화단계 및 절화수명

수출용 스탠다드 절화 장미 ‘Antiquecurl’은 수확 시 2단계로 채화하였으며, 일본 경매장 도착 시점인 수확 4일 처리간의 개화단계는 유의차가 없는 것으로 조사되었다(표 2-7). 그러나 수확 후 6일 대조구는 건식으로 처리를 했기 때문에 꽃 목의 갈변이 발생하여 관상가치가 없는 것으로 판단되었다(그림 1-77).

스탠다드 절화 장미 ‘Antiquecurl’의 노화 양상은 주로 걸잎말림 현상으로 나타났으며 절화 수명은 Vital Oxide 2ml·L⁻¹의 처리구가 15.5일로 건식인 대조구에 비해 약 11일, 수돗물 처리에 비해 약 6일 정도 연장되었다(표2-7). 또한 전처리 시 Tap Water, Vibrex 2mg·L⁻¹을 제외한 모든 처리구에서 무처리구에 비해 절화수명이 다소 연장되었다.

표 2-7. 수출용 절화 장미 ‘Antiquecurl’의 전처리에 따른 개화단계 및 절화수명.

Pre-Treatment	Days				Vase life (days)
	Day 1	Day 4	Day 7	Day 10	
Control ^z	2.0a ^y	2.0a	3.3abc	3.7a	4.0c
TW	2.0a	2.3a	3.7ab	4.0a	9.3b
Chrysal RVB	2.0a	2.0a	3.0bc	3.7a	12.5ab
NaOCl	2.0a	2.3a	3.0bc	3.3a	12.5ab
SO ₂	2.0a	2.3a	2.7c	3.3a	13.5ab
Vital Oxide I	2.0a	2.7a	4.0a	4.0a	15.5a
Vital Oxide II	2.0a	2.3a	3.3abc	3.7a	10.8ab
Vibrex I	2.0a	2.7a	3.0bc	3.3a	9.0b
Vibrex II	2.0a	2.3a	4.0a	4.0a	11.5ab
GA ₄₊₇ +BA	2.0a	2.0a	4.0a	4.0a	12.5ab
UV-C	2.0a	2.3a	3.3abc	4.0a	13.0ab

^zControl Dry, TW; Tap water, Chrysal RVB 2ml·L⁻¹, NaOCl 0.4ml·L⁻¹, SO₂ 8.3g·L⁻¹, Vital Oxide I; 2ml·L⁻¹, Vital Oxide II; 5ml·L⁻¹, Vibrex I; 2mg·L⁻¹, Vibrex II; 5mg·L⁻¹, GA₄₊₇+BA; 0.1ml·L⁻¹, UV-C 8W/20sec

^ymean separation within columns by DMR test at 5%

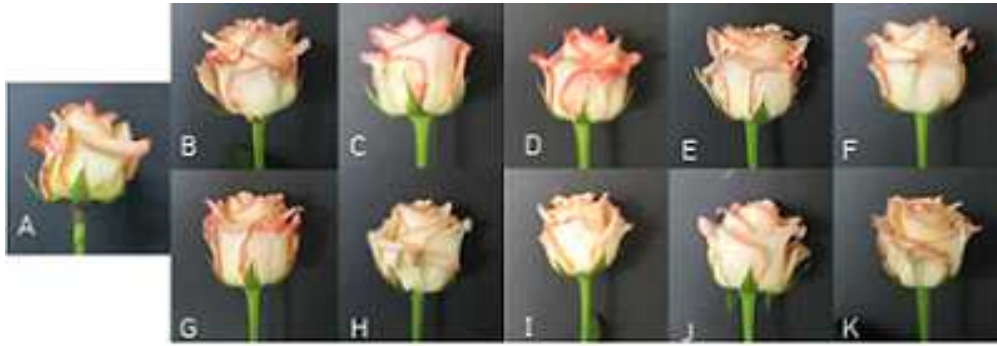


그림 1-77. 수출용 절화 장미 ‘Antiquecurl’의 전처리에 따른 수확 후 6일 모습 (A Control; dry, B; Tap water, C; Chrysal RVB 2ml·L⁻¹, D; NaOCl 0.4ml·L⁻¹, E; SO₂ 8.3g·L⁻¹, F; Vital Oxide 2ml·L⁻¹, G; Vital Oxide 5ml·L⁻¹, H; Vibrex 2mg·L⁻¹, I; Vibrex 5mg·L⁻¹, J; GA₄₊₇ + BA 0.1ml·L⁻¹, K; UV-C 8W/20sec).

2) 화폭변화율

수출용 스탠다드 절화장미 ‘Antiquecurl’의 수확 후 15일의 화폭 변화율을 실험 첫날인 수확 후 4일과 변화율을 통해 조사한 결과, 대조구에 비해 모든 처리구의 화폭이 개화가 진행되어 큰 것으로 조사되었다(그림 1-78). 그 중 Chrysal RVB, Vital Oxide 2ml·L⁻¹, Vibrex 5 g·L⁻¹, SO₂, UV-C 처리구가 다른 처리구에 비해 화폭 변화율이 다소 컸으며, 꽃이 4단계까지 만개하는 경향을 나타내었다. 따라서, 절화수명 연장에 다소 효과적이었던 Vital Oxide 2ml·L⁻¹의 처리가 품질 유지에도 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

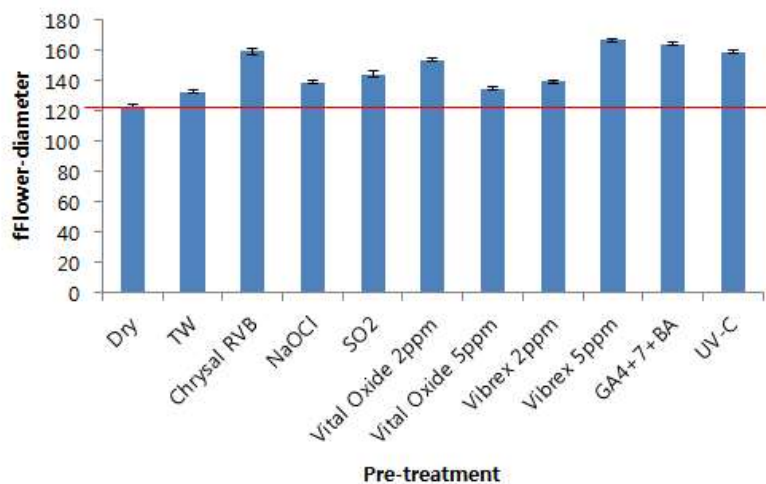


그림 1-78. 수출용 절화 장미 ‘Antiquecurl’의 전처리에 따른 수확 15일의 화폭변화율 (A Control; dry, B; Tap water, C; Chrysal RVB 2ml·L⁻¹, D; NaOCl 0.4ml·L⁻¹, E; SO₂ 8.3g·L⁻¹, F; Vital Oxide 2ml·L⁻¹, G; Vital Oxide 5ml·L⁻¹, H; Vibrex 2mg·L⁻¹, I; Vibrex 5mg·L⁻¹, J; GA₄₊₇ + BA 0.1ml·L⁻¹, K; UV-C 8W/20sec).

3) 생체중 변화율 및 수분 흡수량

생체중 변화율은 대조구를 제외한 모든 처리구가 완만하게 감소하여 변화하는 것으로 조사되었다. 대조구는 건식으로 처리하였기 때문에 생체중 변화율이 수확 후 4일까지 수분 흡수가 없어 감소한 후 수확 후 5일부터 수분 흡수를 시작하여 생체중 변화율이 급격히 증가한 것으로 조사되었다. 또한, Vital Oxide 2ml·L⁻¹ 처리구는 수확 후 수분흡수량이 다른 처리구에 비해 다소 높았으며, 수분흡수량이 많음에 따라 생체중 변화율이 다른 처리구 보다 높게 유지하는 것으로 판단된다. 이는 절화수명에도 영향을 미쳐 Vital Oxide 2ml·L⁻¹ 처리구가 다른 처리구에 비해 품질에 효과적인 것으로 판단된다.

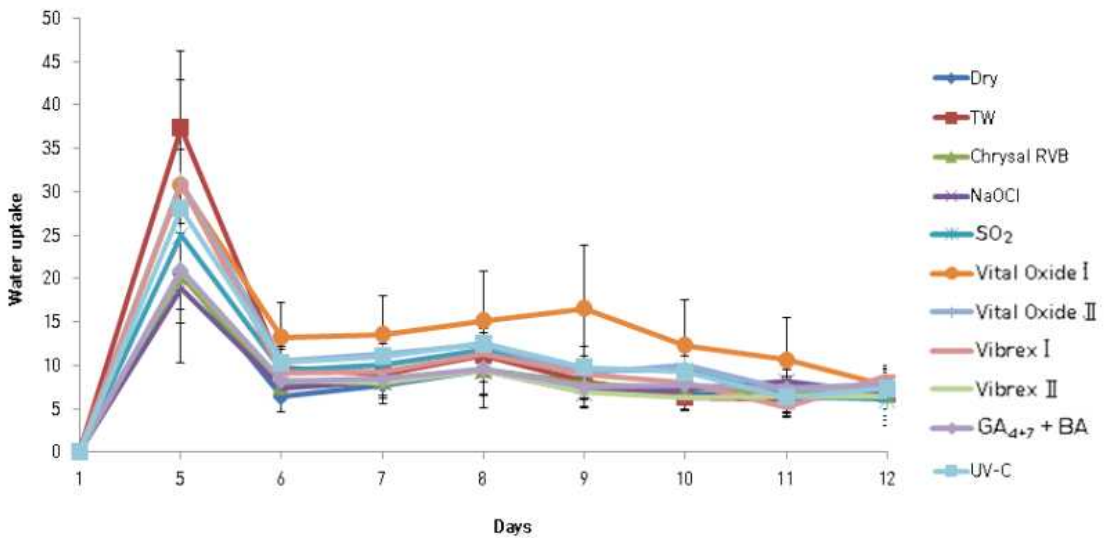


그림 1-79. 전처리에 따른 수출용 절화 장미 'Antiquecurl'의 수분 흡수량

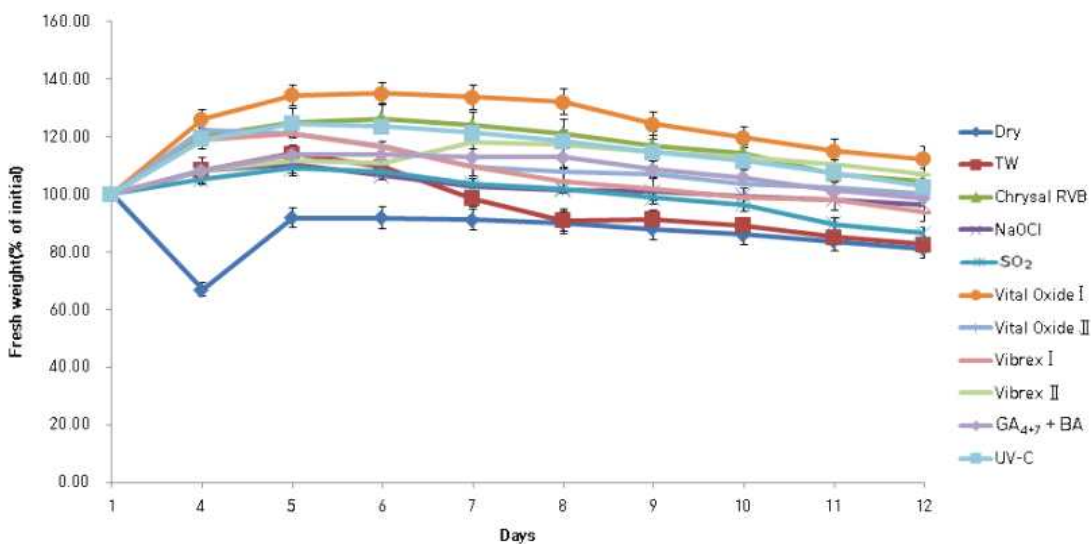


그림 1-80. 전처리에 따른 수출용 절화 장미 'Antiquecurl'의 생체중 변화율

4) 엽록소 함유량

스탠다드 절화 장미 ‘Antiquecurl’의 엽록소 함유량은 실험 첫날인 수확 후 4일, Vital Oxide 5ml·L⁻¹ 처리구와 SO₂ 가 다른 처리구에 비해 다소 높게 나타나는 것으로 조사되었다. 수확 후 10일, 수확 후 4일 엽록소 함유량이 다른 처리구보다 많았던 Vital Oxide 5ml·L⁻¹ 처리구와 SO₂ 의 엽록소 함유량이 높았으며, Chrysal RVB 처리구의 엽록소 함유량 또한 높은 것으로 조사되었으나 다른 처리구 간에 통계적 유의차가 작은 것으로 조사되었다(표 2-8). 그러나 절화수명, 생체중 변화율, 수분 흡수량 조사 항목에서 가장 효과적인 것으로 조사된 Vital Oxide 2ml·L⁻¹ 처리구의 엽록소 함유량이 다른 처리에 비해 다소 낮게 조사되어, Vital Oxide의 처리농도에 따른 연구를 추가적으로 진행해야 할 것으로 판단되었다.

표 2-8. 수출용 절화 장미 ‘Antiquecurl’의 전처리에 따른 엽록소 함유량.

Pre-treatment ^z	Chlorophyll content(mg·g ⁻¹)	
	Day 4	Day 10
Control	42.6c ^y	42.3d
TW	43.5c	44.0cd
Chrysal RVB	43.9bc	48.5a
NaOCl	45.4bc	47.2ab
SO ₂	51.8a	48.3a
Vital Oxide I	45.8bc	44.3bcd
Vital Oxide II	50.1a	47.7a
Vibrex I	48.0ab	45.6abc
Vibrex II	47.9ab	46.7abc
GA ₄₊₇ +BA	45.5bc	46.8abc
UV-C	45.7bc	46.0abc

^zControl Dry, TW; Tap water, Chrysal RVB 2ml·L⁻¹, NaOCl 0.4ml·L⁻¹, SO₂ 8.3g·L⁻¹, Vital Oxide I; 2ml·L⁻¹, Vital Oxide II; 5ml·L⁻¹, Vibrex I; 2mg·L⁻¹, Vibrex II; 5mg·L⁻¹, GA₄₊₇+BA; 0.1ml·L⁻¹, UV-C 8W/20sec

^ymean separation within columns by DMR test at 5%

5) 당 함량

당 함량 측정은 식물이 성장하는데 있어 활발한 광합성을 통해 얻은 당 함량을 조사하기 위해 실시하였다. 채화 후 10일, 당 함량 측정 결과 Chrysal RVB, SO₂, Vital Oxide 2ml·L⁻¹ 처리구의 꽃과 잎 모두에서 다른 처리구에 비해 높게 조사되었으며, Vibrex 2mg·L⁻¹ 처리구에서 잎의 당함량은 낮으나 꽃의 당 함량이 다소 높게 조사되었다(그림 1-81).

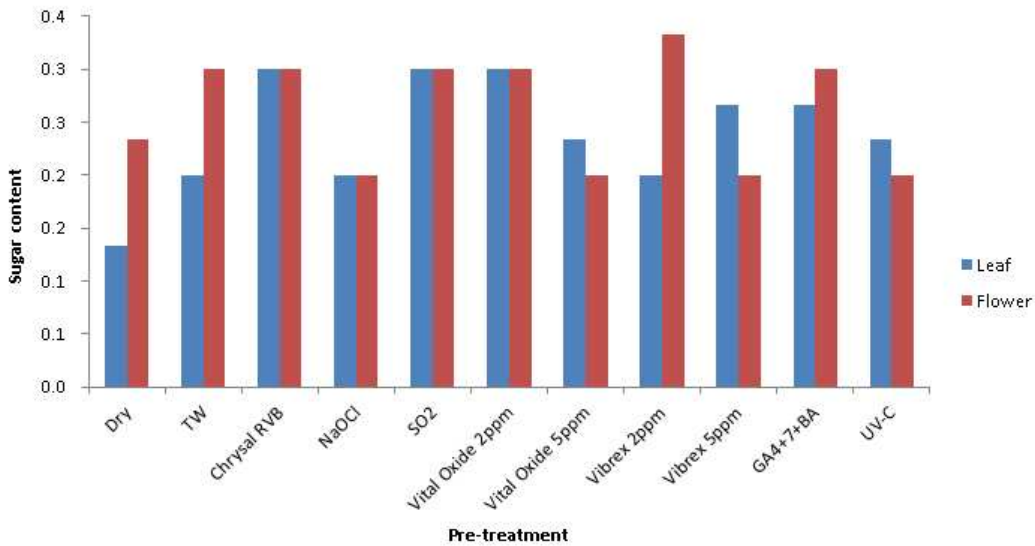


그림 1-81. 수출용 절화 장미 ‘Antiquecurl’의 전처리에 따른 당함량

(3) 결과 분석 및 결론

절화 장미 ‘Antiquecurl’의 전처리 시 Vital Oxide 2ml·L⁻¹, UV-C 처리는 수확 후 수분흡수가 잘 되어 흡수량이 높게 나타났으며, 생체중 변화율의 증가에도 효과가 있는 것으로 조사되었다. 이는 Vital oxide와 UV-C의 살균효과로 인해 품질에 영향을 미친 것으로 판단되며, 절화 수명 조사 결과 Vital oxide는 15.5일로 다른 처리구에 비해 다소 연장되는 것으로 나타났다. 또한, Chrysal RVB, Vital Oxide 2ml·L⁻¹, UV-C 처리구는 다른 처리구에 비해 화폭 변화율이 다소 높았으며, 꽃이 4단계까지 만개하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과를 통해 Vital Oxide 2ml·L⁻¹ 처리구가 절화수명 연장 및 품질 유지에 효과적인 전처리제로 판단된다. 이는 앞서 절화 장미 ‘Lovely Lydia’ 전처리 실험 결과에서 Cl 처리구의 품질이 다소 향상되는 결과와 비슷하였으며, Vital Oxide의 이산화염소 성분 살균효과로 인해 미생물 발생을 억제시켜 품질에 효과적인 것으로 판단된다.

라. 수출 절화 장미의 잣빛곰팡이병 억제 및 선도유지를 위한 전처리 기술 개발

(1) 재료 및 방법

- 공시재료: 2015년 4월 전라남도 장수에서 수출용 절화 장미 품종 중 잣빛곰팡이 발생이 높은 품종인 ‘슈팅스타(*Rosa hybrida* ‘Shooting Star’)' 사용.
- 잣빛곰팡이 분양: 미생물 분양 기관(농업 유전자원 정보 센터; The RDA-Genebank Information Center)으로부터 잣빛 곰팡이 병원균(*Botrytis cinerea*)을 분양
- 전처리

표 2-9. 전처리 종류 및 방법.

Pre-treatment	Method
Control	Distilled water
Liquid seal	20ml·L ⁻¹
NaOCl	0.4ml/L
SO ₂	8.3g
UV-C	8W/20sec
Vibrex	2mg·L ⁻¹
Vital Oxide	2ml·L ⁻¹

- 현탁액 제조 및 접종:
 - ① 멸균 증류수에 균 1mg과 증류수 1ml을 함께 마쇄한 후, 절화 꽃과 잎 표면에 현탁액 10 μ l 접종
 - ② 접종 후, 1200ml 용기에 밀폐하여 3반복으로 잣빛곰팡이 발병률 조사
- 발병률 조사
 - 잣빛곰팡이의 발병률은 육안으로 관찰
 - 스프레이 장미 한 개체당(균 발병 수/전체화수)x100으로 계산
- 균사확인: 균사는 광학현미경(Olympus CX 31, Japan)과 현미경 카메라(eXcope T500, China)으로 관찰



그림 1-82. 수출용 절화 장미 ‘Shooting stat’의 전처리에 따른 잣빛곰팡이병 발생 실험 과정

(2) 실험결과

균 접종 후 5일 후, 대조구와 UV-C 처리에서 잿빛곰팡이가 가장먼저 발생되었으며, 대조구와 UV-C처리를 제외한 처리구에서는 잿빛곰팡이가 발생되지 않았다(표 2-10). 잿빛곰팡이는 6일까지 ClO₂ 성분인 Viberx와 Vital oxide 처리구에서 발병하지 않았으나, 7일 이후에는 모든 처리구에서 육안으로 관찰되었다(그림 1-83). 8일에는 SO₂ 처리를 제외한 모든 처리구의 발병율이 50%이상으로 조사되었다. SO₂ 처리의 경우, 밀폐용기에 장시간 전처리로 인하여 약해를 받아 장미의 화색이 변하였으며 이로 인해 발병률이 다른 처리에 비해 적게 발현한 것으로 판단된다. 각 처리 구에서 균 배양 후 잿빛곰팡이의 균핵의 모습과 균사형태를 관찰하였다. 균사의 색 잿빛곰팡이의 균사인은 암갈색을 띄었으며, 배지표면에 잿빛의 분생포자가 덩어리가 형성되었다. 병원균은 균사표면 으로부터 쌀알무늬처럼 분생포자를 형성하고 있음을 확인 할 수 있었다. 전처리에 따른 잿빛곰팡이의 평균 억제 효과를 분석한 결과, Liquid seal, SO₂, UV-C등의 처리에서 잿빛곰팡이의 균의 균사 및 분생포자가 다소 적게 나타났다.

따라서, 전처리 시 Vital oxide와 Vibrex 등의 처리는 수확 후 6일 까지 잿빛곰팡이 병원균이 나타나지 않아 습식으로 유통 시 품질에 효과적이며, 수출대상국 경매장 및 판매처에서 잿빛곰팡이 방제효과 및 절화수명 연장과 선도유지에 효과적일 것으로 판단된다.

표 2-10. 수출용 절화 장미 ‘Shooting stat’의 전처리에 따른 잿빛곰팡이병 발생율.

Pre-treatment	Occurrence(%)			
	Day 5	Day 6	Day 7	Day 8
Control ^z	12.5	32.0	48.2	82.8
Liquid seal	0.0	16.5	28.4	53.2
NaOCl	0.0	12.2	21.4	60.5
SO ₂	-	-	10.0	22.0
UV-C	13.0	18.4	29.1	66.8
Vibrex	0.0	0.0	21.4	65.6
Vital Oxide	0.0	0.0	20.5	62.7

^zControl; Distilled water, LIQUID SEAL 20ml·L⁻¹, NaOCl 0.4ml·L⁻¹, SO₂ 8.3g·L⁻¹, UV-C 8W/20sec, Vibrex 2mg·L⁻¹, Vital Oxide 2ml·L⁻¹



그림 1-83. 수출용 절화 장미 'Shooting star'의 균 접종 후 8일 전처리에 따른 잿빛곰팡이병 발생 모습 (A; Control; Distilled water, B; LIQUID SEAL 20ml·L⁻¹, C; NaOCl 0.4ml·L⁻¹, D; SO₂ 8.3g·L⁻¹, E; UV-C 8W/20sec, F; Vibrex 2mg·L⁻¹, G; Vital Oxide 2ml·L⁻¹).

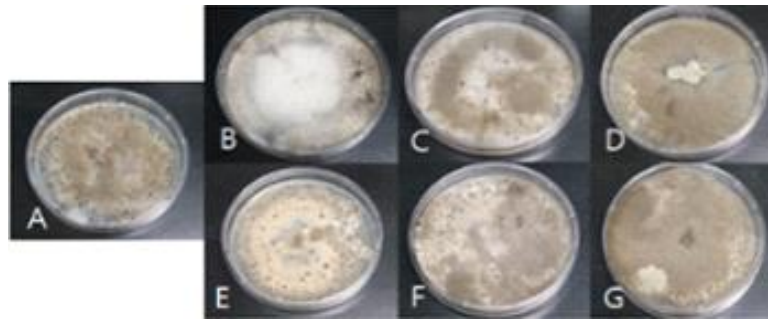


그림 1-84. 수출용 절화 장미 'Shooting star'의 전처리에 따른 잿빛곰팡이병 발생 포자 배지(A; Control; Distilled water, B; LIQUID SEAL 20ml·L⁻¹, C; NaOCl 0.4ml·L⁻¹, D; SO₂ 8.3g·L⁻¹, E; UV-C 8W/20sec, F; Vibrex 2mg·L⁻¹, G; Vital Oxide 2ml·L⁻¹).

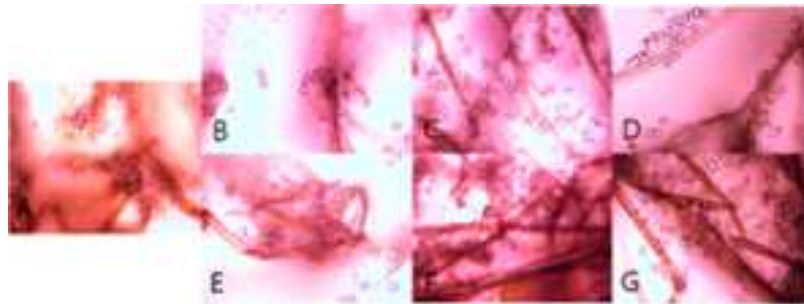


그림 1-85. 수출용 절화 장미 'Shooting star'의 현미경을 통한 전처리에 따른 잿빛곰팡이병 균핵 및 균사 모습.(A; Control; Distilled water, B; LIQUID SEAL 20ml·L⁻¹, C; NaOCl 0.4ml·L⁻¹, D; SO₂ 8.3g·L⁻¹, E; UV-C 8W/20sec, F; Vibrex 2mg·L⁻¹, G; Vital Oxide 2ml·L⁻¹).

(3) 결과 분석 및 결론

절화 장미 'Antiquecurl'의 전처리 선행 연구 결과에 따라 잿빛곰팡이 발생 억제에 관하여 조사한 결과, 절화 장미 'Antiquecurl'의 전처리 선행 연구 결과에서 절화수명 연장 및 품질유지에 효과적이었던 Vital oxide 처리와 Vital oxide와 같은 ClO₂ 성분인 Vibrex 처리에서 잿빛곰

팡이 방제효과가 있는 것으로 조사되었다. 수확 후 6일까지 Vital oxide와 Vibrex 처리에서 발병이 없는 것으로 나타났으며, 수출국 경매장 및 판매처에서 잿빛곰팡이의 항균효과가 있는 것으로 조사되었다. 따라서, 잿빛곰팡이 방제에 따른 절화 장미 전처리 시 Vital oxide 처리가 절화수명 연장 및 품질유지에 효과적일 것으로 판단된다.

마. 최적 전처리제와 습식용액 구명

(1) 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 선도유지를 위한 최적 전처리제와 수송 시 습식용액과 MEFI system 효과

1) 재료 및 방법

- 2016년 5월 단국대학교에서 수행
- 재배농가 : 전라북도 장수 수출 절화 장미 화훼농가
- 품종 : *Rosa hybrida* 'Lovely Lydia'
- 처리 및 과정
- 전처리 6시간 후, 일본으로 수출 되는 과정을 모의 수송을 통해 적용(48시간 5°C 저온 저장(선박수송 적용) 후, 검역 6시간 상온보관)



그림 1-86. 모의수송 과정

표 2-11. 실험에 적용한 전처리 및 수송 시 습식용액과 NEFI system.

Pre-treatment	Shipping Solution	MEFI
Tap Water	Tap Water	무처리 LED Blue + UV
	Chrysal profesion2 (5ml·L ⁻¹)	무처리 LED Blue + UV
	Sucrose (3%)	무처리 LED Blue + UV
	Tap Water	무처리 LED Blue + UV
Vital oxide (0.002ml·L ⁻¹)	Chrysal profesion2 (5ml·L ⁻¹)	무처리 LED Blue + UV
	Sucrose 3% (3%)	무처리 LED Blue + UV
	Tap Water	무처리 LED Blue + UV
	Chrysal profesion2 (5ml·L ⁻¹)	무처리 LED Blue + UV

- 품질 조사 : 개화·노화단계, 화폭, 절화수명, 물올림 현상 조직 관찰, 박테리아 검사, 생체 중 변화율, 수분 흡수량, 엽록소 함유량, 당함량 측정, 화색변화, 건물중 조사



그림 1-87. 전처리 및 수송 시 습식 용액 종류

- 전처리 후 수출 박스 포장 시 MEFI system을 적용하였으며, MEFI system은 Blue LED와 UV로 이루어졌으며 타이머를 통해 각 처리 시간을 조절하였음



그림 1-88. MEFI system(왼쪽:Blue, 오른쪽:UV)

2) 실험결과

① 개화단계 및 절화수명

모의수출 과정 후 전처리와 습식용액, MEFI적용에 따른 개화단계를 조사한 결과(표 2-12), 수확 후 4일째 개화단계 차이는 없었으나, 5일째 유의성은 크지 않지만 Tap water로 전처리 후 수송 시 습식용액 Sucrose 처리가 2.50단계로 다른 처리에 비해 다소 작았으며, Tap water로 전처리 후 수송 시 습식용액 Chrysal처리, MEFI system 적용 처리구와 Vital oxide로 전처리 후 수송 시 습식용액 Tap water 처리, MEFI system 적용 처리구가 각각 3.00단계와 3.10단계로 다소 큰 것으로 조사되었다. 수확 후 8일째는 Vital oxide로 전처리 후 수송 시 습식용액 Sucrose 처리, MEFI system 적용 처리구를 제외한 MEFI system 적용 처리구 개화단계는 MEFI system 적용을 하지 않은 처리구 보다 약 1.2 단계 높았으며(그림 1-89), 이는 수송과정 중 MEFI system LED처리의 광 조절로 추후에 개화를 유도한 것으로 판단된다.

표 2-12. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 처리에 따른 개화단계.

Pretreatment ^z	Shipping solution ^y	MEFI ^x	Flowering stage					
			Day 1	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	Day 8
TW	TW	MEFI O	2.0 ^a _w	2.3 a	2.9 ab	3.0 ab	3.1 ab	3.3 a
		MEFI X	2.0 a	2.0 a	2.7 ab	2.7 b	2.7 c	2.7 c
	Chrysal	MEFI O	2.0 a	2.2 a	3.0 a	3.1 ab	3.2 ab	3.3 a
		MEFI X	2.0 a	2.1 a	2.7 ab	2.8 b	2.9 bc	3.0 bc
	Sucrose	MEFI O	2.0 a	2.4 a	2.9 ab	2.9 ab	3.1 ab	3.4 a
		MEFI X	2.0 a	2.0 a	2.5 b	2.6 b	2.7 c	2.8 c
Vital oxide	TW	MEFI O	2.0 a	2.4 a	3.1 a	3.3 a	3.3 a	3.4 a
		MEFI X	2.0 a	2.1 a	2.8 ab	2.9 ab	2.9 bc	2.9 c
	Chrysal	MEFI O	2.0 a	2.2 a	2.9 ab	3.3 a	3.3 a	3.4 a
		MEFI X	2.0 a	2.2 a	2.9 ab	3.0 ab	3.0 bc	3.1 bc
	Sucrose	MEFI O	2.0 a	2.3 a	2.4 b	2.6 b	2.8 c	3.1 ab
		MEFI X	2.0 a	2.1 a	2.9 ab	3.0 ab	3.0 bc	3.0 bc

^zTW; Tap water, V.O; Vital oxide 2ml·L⁻¹

^yChrysal; Chrysal professional 2.5ml·L⁻¹, Sucrose: Sucrose 3%

^x LED; LED blue+UV

^wmean separation within columns by DMR test at 5%

절화수명을 조사한 결과(표 2-13), MEFI system 적용 처리구가 MEFI system을 적용하지 않은 처리구 보다 절화수명이 다소 연장 되었으며, 유의성은 크지 않으나 Tap water 전처리 후 수송 시 Tap

water 습식용액 처리 시 대조구의 절화수명은 8.2일인 반면에 Tap water 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액 처리처리, MEFI system 적용 처리구, vital oxide 전처리 후 수송 시 Tap water 습식용액 처리처리, MEFI system 적용 처리구Vital oxide 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액 처리처리, MEFI system 적용 처리구의 절화수명은 각각 9.2일, 9.2일, 9.4일로 약 1일~1.2일 연장되는 것으로 조사되었다. 또한, MEFI system을 적용하지 않은 처리구는 꽃목굽음과 청변화 노화 현상이 다소 많이 나타났다. 따라서, 전처리 후 습식유통과정에서 습식용액 뿐만 아니라 MEFI system 적용 시 절화수명 연장에 효과가 있는 것으로 판단되나, MEFI system 적용 시 꽃잎이 타는 현상(Damage)이 나타나 수출 시 절화 품질 저하 우려가 있으므로 이를 해결하기 위한 추가연구가 필요할 것으로 판단된다 (그림 1-90).

표 2-13. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 처리에 따른 절화수명 및 노화율.

Pretreatment ^z	Shipping solution ^y	MEFI ^x	Vase life (day)	Senescence (%)					
				Bent neck	Bluing	Wilting	Petal Abscission	Leaf yellowing	Damage
TW	TW	MEFI O	8.8 ab ^w	80	80	40	0	0	20
		MEFI X	8.2 b	100	100	80	0	0	0
	Chrysal	MEFI O	9.2 a	20	80	100	0	0	60
		MEFI X	8.4 b	100	60	20	0	0	20
	Sucrose	MEFI O	9.0 ab	40	40	60	0	0	20
		MEFI X	8.8 ab	40	80	60	0	0	20
Vital oxide	TW	MEFI O	9.2 a	60	60	60	0	0	20
		MEFI X	8.4 b	60	100	60	0	0	0
	Chrysal	MEFI O	9.4 a	40	40	20	0	0	40
		MEFI X	9.0 ab	20	80	20	0	0	0
	Sucrose	MEFI O	9.0 ab	60	60	20	0	0	100
		MEFI X	8.6 ab	60	100	40	0	0	20

^zTW; Tap water, V.O; Vital oxide 2ml·L⁻¹

^yChrysal; Chrysal professional 2.5ml·L⁻¹, Sucrose: Sucrose 3%

^x LED; LED blue+UV

^wmean separation within columns by DMR test at 5%



그림 1-89. 수확 후 9일 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 처리에 따른 개화단계.

(A; Tap water+Tap water, B; Tap water+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹, C; Tap water+Sucrose 3%, D; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Tap water, E; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹, F; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Sucrose 3%, G; Tap water+Tap water+LED, H; Tap water+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹+LED, I; Tap water+Sucrose 3%+LED, J; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Tap water+LED, K; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹+LED, L;Vital oxide 2ml·L⁻¹+Sucrose 3%+LED).



그림 1-90. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 LED처리에 따른 손상.

② 화폭변화

수출국 경매장에 출하하는 시점인 수확 후 4일과 절화 장미가 만개한 시점 인 수확 후 8일의 화폭 변화율을 조사한 결과(그림 1-91), MEFI system 적용 처리구 화폭변화율이 MEFI system 적용 하지 않은 처리구에 비해서 다소 큰 것으로 나타났으며, 그 중 개화단계가 큰 것으로 조사된 Tap water 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액과 MEFI system 적용 처리구, Tap water 전처리 후 수송 시 Sucrose 습식용액과 MEFI system 적용 처리구, Vital oxide 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액과 MEFI system 적용 처리구와 Vital oxide 전처리 후 수송 시 Sucrose 습식용액과 MEFI system 적용 처리구가 다른 처리구에 비해서 화폭변화율이 다소 높은 것으로 조사되었다.

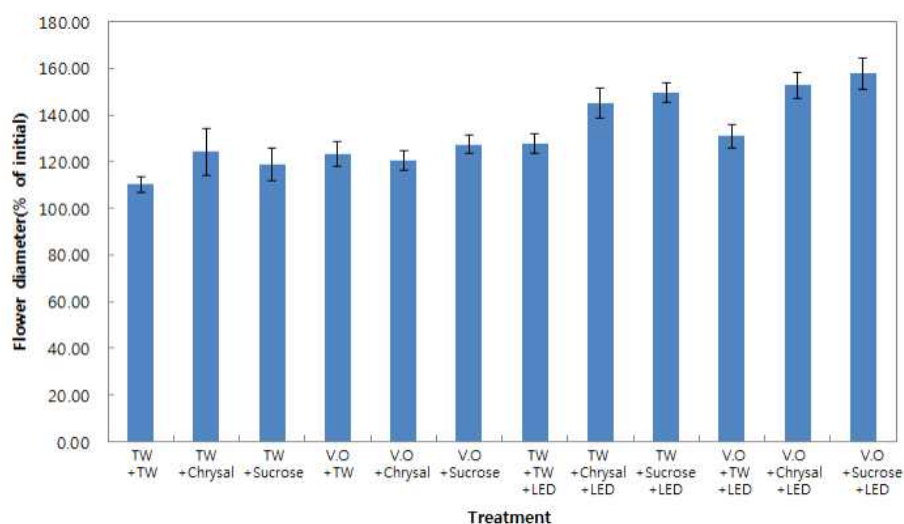


그림1-91. 수확 후 8일 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 처리에 따른 화폭 변화율.

③ 줄기 물올림

모의수출 적용 후 실험 첫째 날인 수확 후 4일째, 식용색소 10%용액에서 6시간 물올림 후 절화 장미의 줄기 위에서 부터 10cm부분의 조직을 현미경으로 관찰한 결과(그림 1-92), Vital oxide 전처리한 처리구가 Tap water 전처리한 처리구에 비해 다소 염색이 많이 된 것으로 나타났다. 그 중 Vital oxide 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액과 MEFI system 적용 처리구는다른 처리구에 비해 물올림이 다소 많이 된 것으로 조사되었다(그림 1-93).

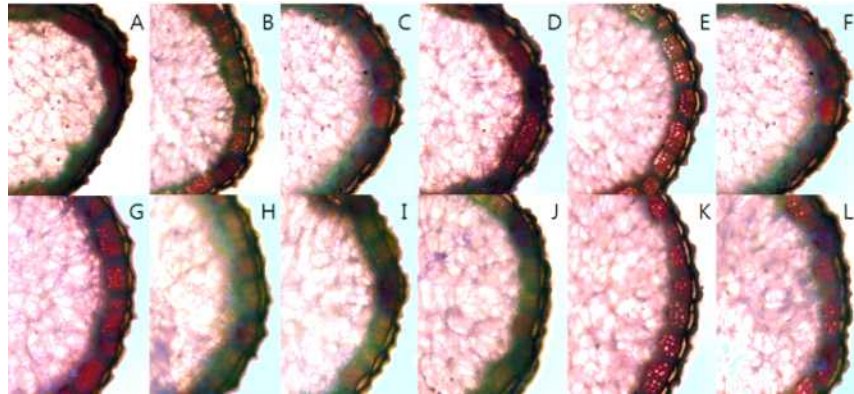


그림 1-92. 수확 후 줄기 물올림 6시간 후 현미경을 통해 관찰한 수출용 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 줄기 상부 단면(A; Tap water+Tap water, B; Tap water+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹, C; Tap water+Sucrose 3%, D; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Tap water, E; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹, F; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Sucrose 3%, G; Tap water+Tap water+LED, H; Tap water+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹+LED, I; Tap water+Sucrose 3%+LED, J; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Tap water+LED, K; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹+LED, L;Vital oxide 2ml·L⁻¹+Sucrose 3%+LED).

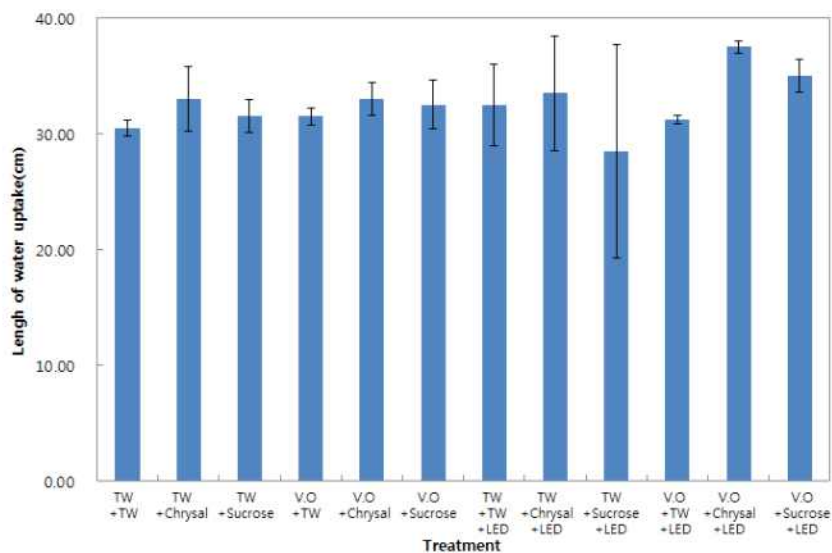


그림 1-93. 처리에 따른 수출용 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 줄기 물올림 정도

④ 생체중 변화율 및 수분 흡수량

생체중 변화율을 조사한 결과(그림 1-94), 스프레이 절화 장미 ‘러블리리디아’는 수확 후 7일째까지 완만하게 증가하다 감소하기 시작하였으며, 물올림이 잘된 Vital oxide 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액과 MEFI system 적용 처리구와 Vital oxide 전처리 후 수송 시 Sucrose 습식용액과 MEFI system 적용 처리구는 다른 처리구에 비해 낮은 생체중 변화율이 나타나는 것으로 조사되었다. 또한, 노화가 시작된 수확 후 8일째는 Vital oxide 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액 처리가 다른 처리구에 비해 생체중 변화율이 높은 것으로 조사되었다. 수분 흡수량은 수확 후 5일째 급격히 증가하여, 생체중과 비슷하게 완만하게 감소하는 경향으로 나타나났으며, 대조구인 Tap water 전처리 후 수송 시 Tap water 습식용액 처리가 다른 처리구에 비해 수분 흡수량이 적게 유지되는 것으로 조사되었다.

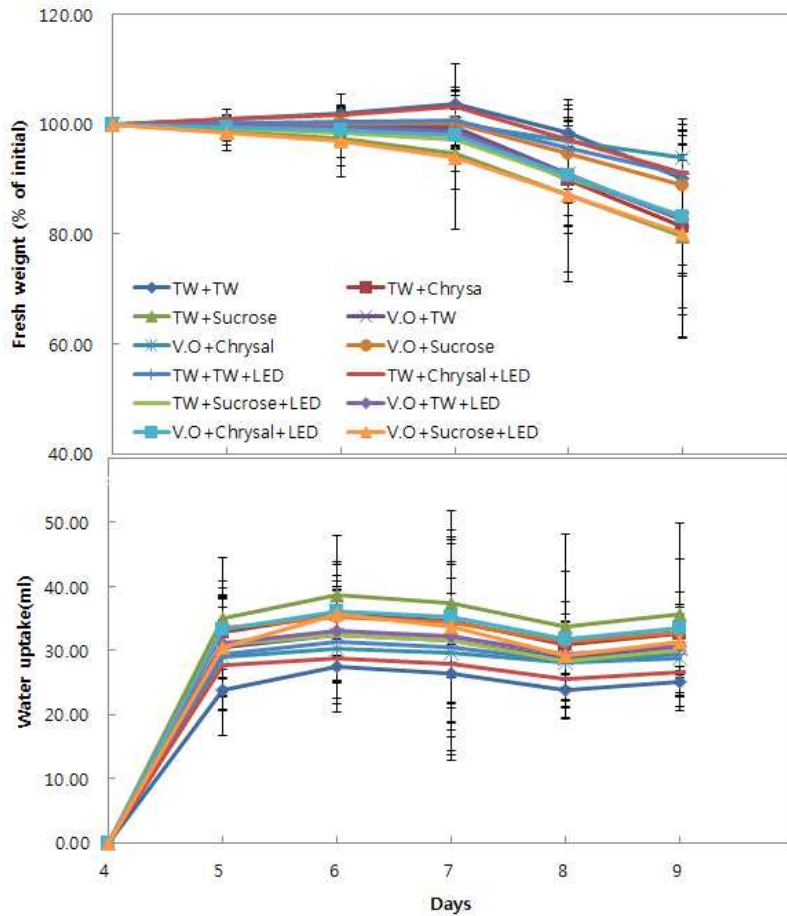


그림 1-94. 수출용 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 처리에 따른 생체중 변화율과 수분흡수량

⑤ 엽록소 함량

엽록소 함량을 조사한 결과(표 2-14), 수확 후 4일과 6일의 처리 간의 차이는 없었으나 수확 후 8 일째 Tap water 전처리 후 수송 시 Tap water 습식용액 처리와 Tap water 전처리 후 수송 시 chrysal 습식용액 처리, Vital oxide 전처리 후 수송 시 Tap water 습식용액, MEFI system 적용 처리 구가 다른 처리구에 비해 각각 40.4, 40.3, 40.9mg·g⁻¹으로 다소 낮게 조사되었다. 또한, Tap water 전 처리 후 수송 시 Tap water 습식용액, MEFI system 적용 처리구, Vital oxide 전처리 후 수송 시 chrysal 습식용액 처리가 다른 처리 구에 비해 엽록소 함량이 많은 것으로 조사되었으나 처리간의 엽 유의성은 크지 않은 것으로 나타났다.

표 2-14. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 처리에 따른 엽록소 함량.

Pretreat-ment ^z	Shipping solution ^y	MEFI ^x	Chlorophyll content(mg·g ⁻¹)		
			Day 4	Day 6	Day 8
TW	TW	MEFI O	40.6 a ^y	40.2 a	40.4 c
		MEFI X	39.6 a	41.1 a	40.3 c
	Chrysal	MEFI O	41.3 a	41.9 a	41.6 bc
		MEFI X	42.5 a	44.7 a	43.6 ab
	Sucrose	MEFI O	45.8 a	45.6 a	45.7 a
		MEFI X	41.5 a	44.5 a	43.0 bc
Vital oxide	TW	MEFI O	44.9 a	46.4 a	45.7 a
		MEFI X	43.4 a	44.4 a	43.9 ab
	Chrysal	MEFI O	42.8 a	42.7 a	42.8 bc
		MEFI X	40.2 a	41.7 a	41.0 c
	Sucrose	MEFI O	42.4 a	42.6 a	42.5 bc
		MEFI X	41.0 a	41.5 a	41.3 bc

^zTW; Tap water, V.O; Vital oxide 2ml·L⁻¹

^yChrysal; Chrysal professional 2.5ml·L⁻¹, Sucrose: Sucrose 3%

^x LED; LED blue+UV

^wmean separation within columns by DMR test at 5%

⑥ 화색변화

색차계를 이용한 수확 후 4일과 8일의 화색 변화를 조사한 결과(표 2-15), 수확 후 4일은 처리간의 차이가 없었다. 수확 후 8일 a값은 처리 간의 유의차가 없는 것으로 조사되었다. 또한, Tap water를 전처리로한 처리구에서 b값이 다른 처리구에 비해 다소 낮게 조사되었는데, 이는 노화 시 청변화로 인하여 b값이 낮게 나타난 것으로 사료된다.

표 2-15. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 처리에 따른 화색변화.

Pretreatment ^z	Shipping solution ^y	MEFI ^x	Hunter value											
			Day 4						Day 8					
			L		a		b		L		a	b		
TW	TW	MEFI O	33.1	ab ^y	45.3	a	4.1	a	37.4	a	46.9	a	-0.5	b
		MEFI X	24.5	b	37.4	a	5.1	a	39.0	a	51.3	a	1.5	ab
	Chrysal	MEFI O	33.8	ab	37.3	a	5.6	a	36.6	a	48.3	a	-3.0	b
		MEFI X	35.4	ab	42.7	a	8.3	a	45.4	a	49.4	a	-0.1	b
	Sucrose	MEFI O	40.3	a	48.2	a	7.3	a	43.8	a	46.2	a	2.8	b
		MEFI X	34.3	ab	45.6	a	8.2	a	39.7	a	49.5	a	-2.1	ab
Vital oxide	TW	MEFI O	26.1	b	40.4	a	5.6	a	40.5	a	47.0	a	-1.5	b
		MEFI X	26.3	b	41.5	a	5.6	a	40.9	a	44.0	a	-1.5	b
	Chrysal	MEFI O	32.7	ab	43.2	a	6.8	a	35.0	a	44.0	a	-0.2	b
		MEFI X	38.6	ab	39.0	a	6.5	a	36.0	a	48.7	a	4.0	a
	Sucrose	MEFI O	27.1	b	38.0	a	7.1	a	34.1	a	46.5	a	1.9	ab
		MEFI X	28.1	b	37.2	a	5.8	a	33.7	a	44.3	a	1.67	ab

^zTW; Tap water, V.O; Vital oxide 2ml·L⁻¹

^yChrysal; Chrysal professional 2.5ml·L⁻¹, Sucrose: Sucrose 3%

^x LED; LED blue+UV

^wmean separation within columns by DMR test at 5%

⑦ 박테리아 검정

박테리아 검정은 수확 후 8일 노화된 날 박테리아 검정을 실시한 결과, 모든 처리구에서 박테리아가 발견되었으며, Tap water 처리구에서 Vital oxide 처리구보다 다소 많은 양의 박테리아가 발견되었다 (그림 1-95, 표 2-16). Vital oxide로 전처리한 처리구 중 절화수명이 다른 처리구에 비해 다소 연장된 Vital oxide 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액, MEFI system 적용 처리구의 박테리아 검정 스코어는 3으로 다른 처리구에 비해 다소 적게 발현한 것으로 조사되었다.

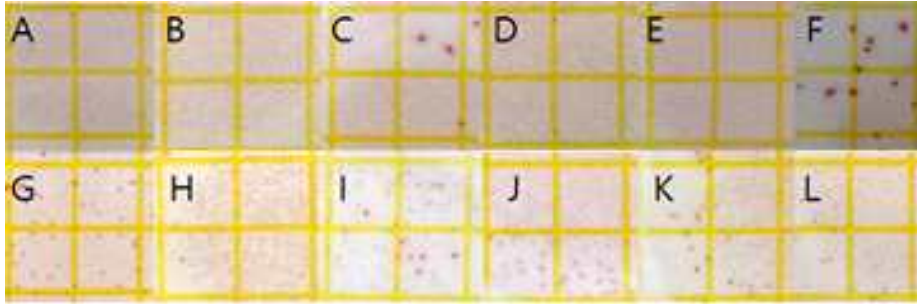


그림 1-95. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 처리에 따른 박테리아 검정 결과 (A; Tap water+Tap water, B; Tap water+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹, C; Tap water+Sucrose 3%, D; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Tap water, E; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹, F; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Sucrose 3%, G; Tap water+Tap water+LED, H; Tap water+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹+LED, I; Tap water+Sucrose 3%+LED, J; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Tap water+LED, K; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹+LED, L; Vital oxide 2ml·L⁻¹+Sucrose 3%+LED).

표 2-16. 처리에 따른 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 수확 후 8일의 박테리아 검정 스코어.

Pretreat-ment ^z	Shipping solution ^y	MEFI ^x	Bacteria reaction score
TW	TW	MEFI O	5 ^w
		MEFI X	5
	Chrysal	MEFI O	5
		MEFI X	5
	Sucrose	MEFI O	5
		MEFI X	5
Vital oxide	TW	MEFI O	4
		MEFI X	4
	Chrysal	MEFI O	3
		MEFI X	4
	Sucrose	MEFI O	4
		MEFI X	4

^zTW; Tap water, V.O; Vital oxide 2ml·L⁻¹

^yChrysal; Chrysal professional 2 5ml·L⁻¹, Sucrose: Sucrose 3%

^x LED; LED blue+UV

^w >500=5, <500=4, <300=3, <100=2, <30=1, 0=0

⑧ 당함량

스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 모의 수출과정 적용 후 수출국 경매장 시점인 수확 후 4일 당 함량을 조사한 결과(그림 1-96), 절화수명이 연장된 것으로 조사된 Vital oxide 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액, MEFI system 적용 처리구의 잎 당함량이 다른 처리구에 비해 다소 높은 것으로 조사되었다. 또한, Tap water 전처리 후 수송 시 Sucrose 습식용액, MEFI system 적용 처리구를 제외한 Sucrose 습식용액 처리구들은 당이 추가 됐음에도 불구하고 낮은 잎 당함량과 꽃 당함량으로 조사되어 추후에는 절화 장미의 당함량과 관련한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

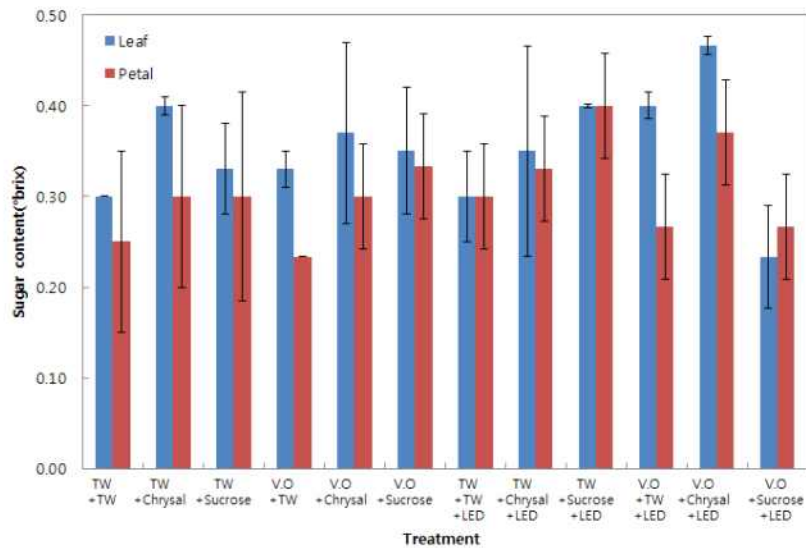


그림1-96. 처리에 따른 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 수확 후 4일의 당함량

(3) 결과 분석 및 결론

모의수송 과정을 거친 후, 일본 경매장 도착 시점인 수확 후 4일 개화단계 조사 결과 처리간의 차이는 없는 것으로 타났으나, 수확 8일에는 MEFI system 적용 처리구의 개화단계는 MEFI system 적용 처리를 하지 않은 처리구 보다 약 1.2단계 높은 것으로 조사되었다. 이는 수송과정 중 장미 습식 포장박스 위에 부착된 MEFI system LED의 광 조절 처리로 인해 개화를 유도한 것으로 판단된다. 절화수명 결과 또한 개화단계와 비슷한 결과로 나타났으며, 처리를 하지 않은 Tap water 전처리 후 수송 시 Tap water 습식용액 처리의 절화수명이 8.2일로 Chrysal professional 2 습식용액과 MEFI system 적용 처리구 보다 약 1일~1.2일 감소된 것으로 조사되었다.

Vital oxide 전처리한 후 Chrysal professional 2 습식용액을 사용한 처리구에서는 다른 처리구에 비해 꽃목굽음과 위조 노화현상의 발생 빈도가 낮은 것으로 조사되었는데, 이는 전처리 시 Vital oxide의 성분인 ClO_2 의 살균효과로 인해 수확 후 미생물 발생을 억제하여 절화의 도관 막힘을 줄여 절화 장미의 수분 흡수에 도움이 된 것으로 판단된다. 이는 수분흡수량과 유사한 결과로 나타났으며, Vital oxide 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액 처리와 Vital oxide 전처리 후 수송 시 Chrysal 습식용액과 MEFI system 적용 처리구 다른 처리구에 비해 수분흡수량이 다소 높은 것으로 조사된 결과와 일

치하는 것으로 판단된다. MEFI system 적용 처리 유무에 따른 노화의 발생빈도는 MEFI system 적용 처리를 하지 않은 처리구들은 MEFI system 적용한 처리구에 비해 꽃목굽음과 청변화 노화현상의 발생빈도가 다소 높은 것으로 나타났으며, 전처리 후 습식 유통과정에서 습식용액 뿐 만 아니라 MEFI system 처리가 절화 장미의 노화를 지연 시키고 절화수명을 연장 시켜 절화 장미의 품질 유지에 효과가 있는 것으로 판단된다. 그러나 실험 중 MEFI system 적용 시 꽃잎이 타는 현상이 나타났기 때문에 수출 시 절화 품질 저하로 인한 피해가 우려되므로 이를 해결하기 위한 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

7. 수출용 장미의 절화수명 및 선도유지 극대화를 위한 수확 후 관리 기술의 현장 적용 및 모델화 구축

가. 연구목적

절화 장미의 수확 후 꽃목굽음, 불개화, 수송 도중 시듦 현상, 부패에 의한 상품성 저하, 포장상자 파손 등으로 인해 품질이 저하된다. 이는 일본으로 수출 시 수출국의 클레임으로 연결되어 수출시장의 불안정화로 이어질 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 수확 후 전처리와 수송 시 MEFI시스템을 적용하여 일본으로 수출 과정동안 수송환경을 분석하고 현지에서의 품질과 국내 모의수송시물레이션을 통해 품질을 비교분석하고자 하였다.

나. 수확 전 단계(재배환경), 수확 후 단계(전처리 및 포장), 유통단계 (국내수송 및 수출국)의 최적조건 현장 적용

(1) 재료 및 방법

- 공시재료 : 스프레이 절화 장미 ‘러블리 리디아(*Rosa hybrida* ‘Lovely Lydia’)
- 농가 및 수출업체: 전라북도 장수 절화장미 화훼농가 및 전주 화훼 수출 업체
- 수송환경 및 품질분석 조사 시기: 2014년 12월, 2015년 4월, 7월, 12월, 2016년 4월, 7월 및 9월, 2017년 3월
- 수송환경 분석
 - 온·습도 측정: 데이터로거 (WatchDog 1450, Spectrum Technologies Inc, USA)를 설치하여 30분 간격으로 측정
 - 일본 수출 시기와 동시에 국내 모의수출 과정 적용 실시
- 품질 조사
 - 일본 현지에서 노화 및 절화수명, 화폭변화율, 생체중변화율, 수분흡수량 등
- 통계
 - SAS ver. 9.0(SAS institute Inc, USA)를 이용하여 Duncun의 다중검정, P=0.05 수준에서 분석
- 일본 수출 현장 적용 시 전처리 및 MEFI system 처리(2016년 7월 및 9월, 2017년 3월 실험 실시)

표 2-17. 처리

Pretreatment	MEFI
Tap water	Non MEFI
	MEFI
Vital oxide 2mL·L ⁻¹	MEFI



그림 1-97. MEFI system

(2) 연구결과

1) 수출과정에 따른 수송환경 변화

① 온도(Temperature)

2014년 12월부터 2017년 3월까지 총 8차례를 거쳐 일본으로의 수출 환경 조사를 실시하였다. 일본으로 수출 과정은 국내 수출업체에서 차량으로 부산항까지 운송한 후 선박수송을 통해 일본 시모노세키항으로 이동하게 된다. 시모노세키항에 도착한 절화 장미는 검역과정을 거치며, 검역과정을 마친 절화 장미는 경매 전까지 일본 현지 내 물류센터에 저장되거나 다른 지역으로 이동하게 된다. 이러한 과정을 통해 전라북도 장수 수출 절화 장미 농가에서 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'를 수확하여 일본으로 수출되는 과정 동안 수송 환경 중 온도를 조사한 결과는 다음과 같다(그림 1-98). 농가에서 수거한 절화 장미는 습식용액 및 박스 포장 후 국내 수출업체를 통해 출하 된다. 수출업체는 주 3일 일본으로 수송을 하며, 업체 출하 전까지 저온저장고에서 약 1~2일정도 저장 후 출하 되거나, 시기가 맞지 않을 경우 약 4~5일 정도 저장 후 출하되는 것으로 조사되었다. 2014년 12월, 2015년 4월과 7월, 2016년 9월에는 일본 후쿠오카로 수송하였으며, 2015년 1월과 2016년 4월에는 도쿄, 2016년 7월과 2017년 3월에는 오사카로 수송하였다. 부산항에서 선박 수송하여 일본 시모노세키항에 도착 후 검역과정을 거쳐 후쿠오카 내 일본 업체 물류센터로 이동하거나 다른 지역으로 이동하게 되는데, 본 연구는 후쿠오카 물류센터까지 수송환경을 분석하였다.

여름인 2015년 7월과 2016년 7월, 가을인 2016년 9월 일본 수출 시 수송 온도는 봄과 겨울에 수출하였을 때의 온도보다 높았다. 그 중 2016년 9월 수송 시 가장 큰 온도변화를 보이는 것으로 나타났다. 일본으로 수송 과정에서 절화 장미는 출하 전 국내 수출업체에서 10℃이하의 저온저장고에 저장 되며, 그 후 운송차량에 상차되어 부산항에 도착한 후 선박수송을 통해 일본 시모노세키항으로 이동한다. 이 과정에서 운송차량 상차 및 선박 선적 시 상온에 노출되며 2016년 9월에는 약 20℃까지 노출 되는 등 겨울과 비교하였을 때 약 10~15℃ 차이나는 것으로 조사되었다. 선박 수송은 5℃이하로 저온 수송 되며 시모노세키항에 도착 후 검역 시 1~2시간 정도 상온에 노출 되는 것으로 조사되었다. 특히, 여름인 2016년 7월 수송 시 검역 과정에서의 온도는 약 20℃로 저온인 5℃보다 고온에 노출되는 것으로 나타났다. 그 후 검역을 마친 절화 장미는 물류센터 이동 및 다른 지역으로 이동 시 저온으로 유지되지 않고 상온으로 노출되는 것으로 조사되었다. 이와 같이 일본으로 수송 시 온도의 차는 큰 것으로

조사되었으며 고온과 저온의 온도차에 의한 온도스트레스는 절화 장미가 일본 현지에 도착한 후 품질 저하의 요인이 될 수 있으므로 품질 및 선도유지를 위해 저온으로 일정한 온도 유지가 필요할 것으로 판단된다.

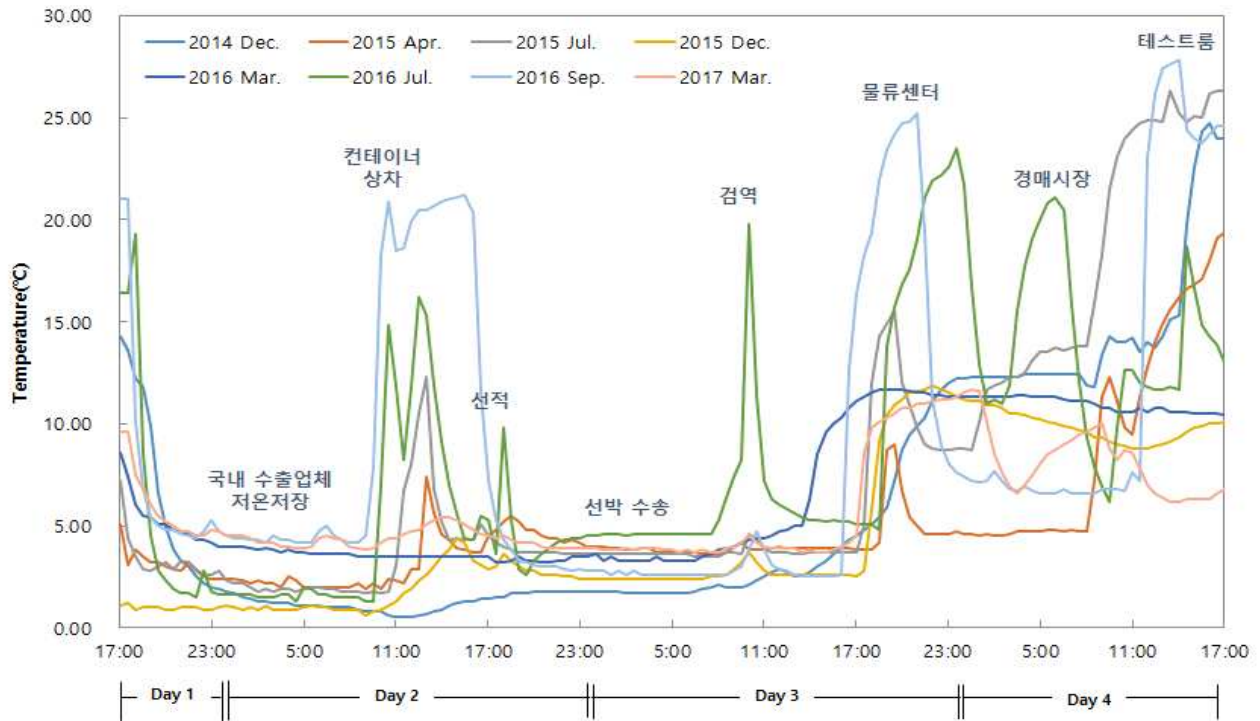


그림 1-98. 한국에서 일본까지의 수송 과정 중 온도변화

② 습도(Humidity)

일본으로 수출 시 수송환경에 대하여 온도와 함께 습도를 조사한 결과는 다음과 같다(그림 1-99). 2014년 12월부터 2017년 3월까지 총 8차례 중 2017년 3월을 제외한 7차례의 수송 환경 습도는 수송 과정에 따라 비슷한 경향이였다. 그러나 2017년 3월의 습도는 약10~60%로 다른 시기보다 낮은 것으로 조사되었다. 대부분 일본으로 수송 시 습도는 2017년 3월 제외하고 약 40~70%의 범위로 조사되었다. 습도는 온도에 따라 변화하는 경향을 보였으며 상온으로 노출되는 상자 및 선적과 검역 과정에서는 2016년 7월인 여름 약 90%까지 상승하는 것으로 조사되었다. 또한, 검역 과정 후 물류센터나 다른 지역으로 이동 시 습도는 다른 수송 과정에 비해 다소 높은 것으로 조사되었다. 이를 통해 절화 장미는 일본으로 수송 시 온도에 따라 습도 변화의 폭도 큰 것으로 나타났으며, 절화 장미는 습식으로 유통되기 때문에 일본으로 수출 시 저온에서 고온으로 변화 시 고습도에 노출되기 쉽다. 이러한 환경은 절화의 이슬점을 형성하여 곰팡이 포자가 발생하기 쉬운 환경으로 수송 중 다습한 환경에 의해 잿빛곰팡이병으로 인한 품질 저하가 발생할 우려가 있다. 따라서, 일본으로 수출 시 수송과정에서 습도가 높아지지 않도록 환기시설을 통해 일정한 습도유지가 필요할 것으로 판단된다.

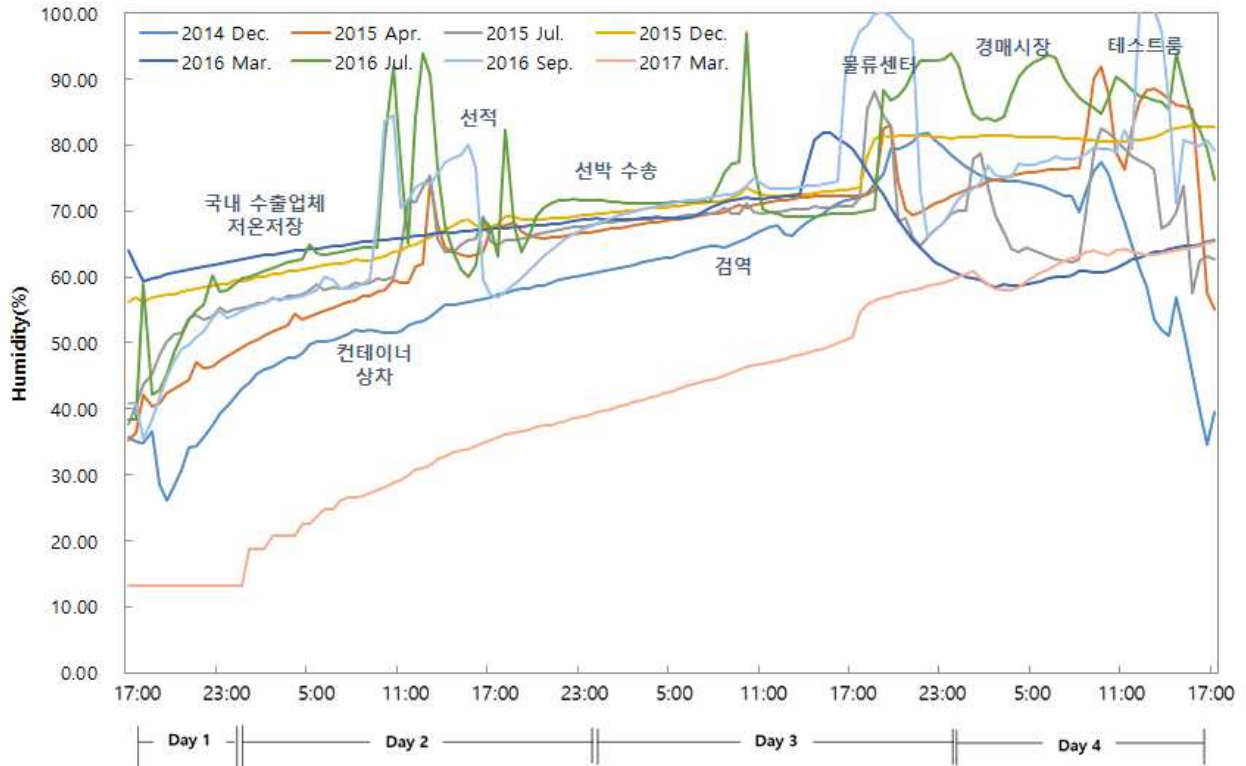


그림 1-99. 한국에서 일본까지의 수송 과정 중 습도변화

③ VPD

일본으로 수송환경에 대하여 온·습도를 값을 이용하여 VPD(Vapor Pressure Deficit)을 분석한 결과, VPD 또한 온·습도에 따라 변화의 폭이 큰 것으로 나타났다(그림 1-100). VPD는 고온에 노출되는 시기인 부산항 이동, 검역, 물류센터 등의 과정에서 2016년 7월 여름 0.3kPa~0.5kPa로 다른 시기에 비해 다소 낮았으며, 다른 시기에 비해 습도가 낮았던 2017년 3월의 VPD는 0.5kPa~1.0kPa의 범위로 다소 높은 것으로 조사되었다. 고온과 저습도로 인한 높은 VPD는 식물의 증산작용을 촉진시켜 수분손실을 유발하며, 절화 장미와 같이 수분요구도가 높은 작물의 경우 심각한 품질 저하가 발생할 수 있다. 또한, 저온 다습한 환경에서는 곰팡이 포자 발생하기 쉬운 환경으로 절화 장미에 잿빛곰팡이가 발생하여 수출국에서의 클레임이 될 수 있다. 따라서, 절화 장미 'Lovely Lydia'를 일본으로 수출 시 온도 및 습도를 일정하게 유지하여 VPD가 높아지거나 낮아지지 않도록 환경개선이 필요할 것으로 판단된다.

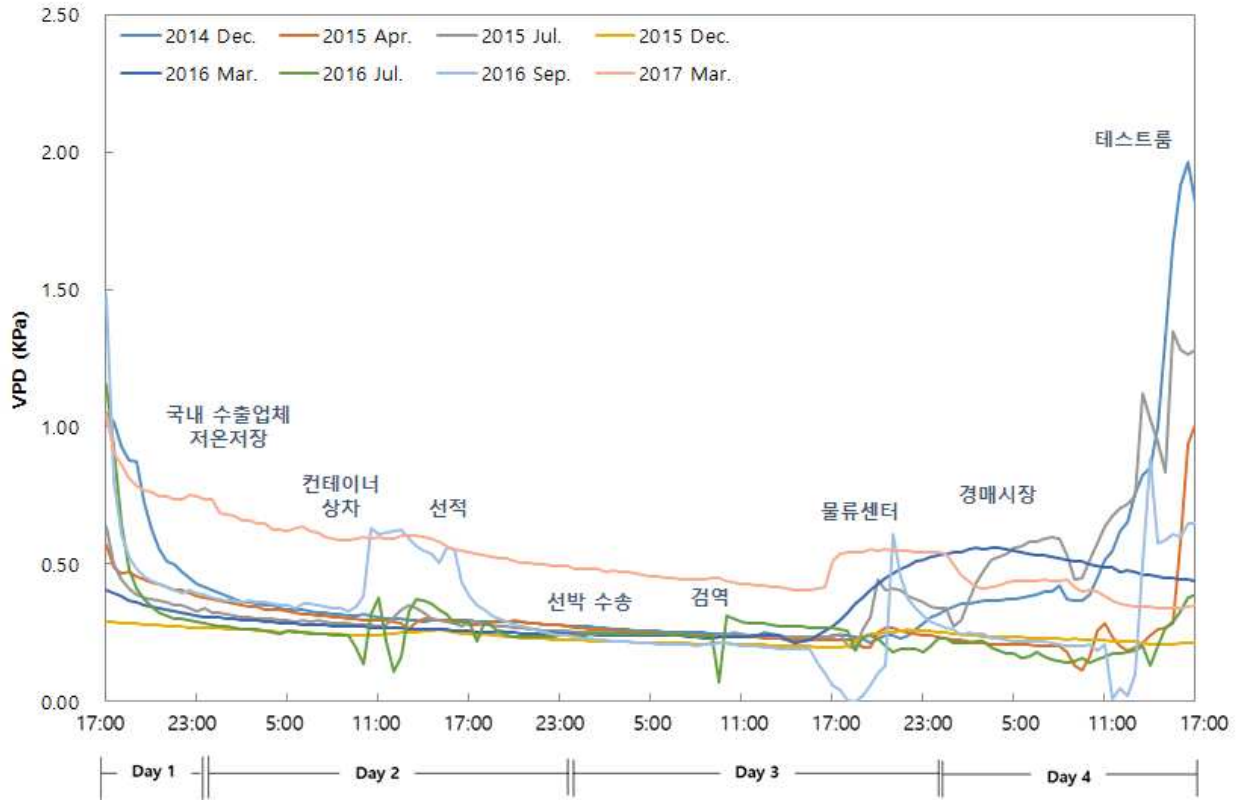


그림 1-100. 한국에서 일본까지의 수송 과정 중 VPD 변화

2) 일본 수출과 국내 모의수송 절화 장미 품질 비교

① 절화수명 및 노화양상

농가에서 수확 하여 일본으로 수출 된 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’는 일본 현지에서 품질 조사를 실시하였으며, 수출 과정과 동일한 환경을 구성하여 국내 모의수송을 실시한 절화 장미 또한 품질 조사를 실시하였다. 절화수명 및 노화를 조사한 결과, 절화수명은 2014년 12월에 일본 후쿠오카로 수송한 절화 장미의 절화수명이 가장 짧았던 것으로 조사되었으며, 2015년 4월 후쿠오카로 수송한 절화 장미의 절화수명이 다소 길었던 것으로 조사되었다(표 2-18). 일본 현지에서 조사한 절화수명은 국내 모의수송을 실시한 절화 장미 노화 현상은 비슷하게 나타났으나, 절화수명은 다소 짧은 것으로 조사되었다. 절화 장미에 나타나는 노화는 청변화, 꽃목굽음, 위조가 조사되었으며, 일본으로 수출 시 손상으로 인한 품질 저하가 발생하는 것으로 조사되었다(그림 1-101~1-104). 이는 절화 장미가 수출 되는 수송과정 중 선적 및 이동 중의 박스 내 눌림, 부딪힘, 절화의 가지 굽힘으로 인해 발생 한 것으로 판단된다.

2015년 7월 후쿠오카로 수송한 절화 장미는 위조보다는 청변화에 대한 노화 현상이 나타났으며(그림 1-106), 2016년 4월 도쿄로 수송한 절화 장미는 다른 시기에 수송한 절화 장미와 달리 꽃잎 탈리 노화 현상이 나타난 것으로 조사되었다(그림 1-105). 2016년 4월에 국내에서 조사를 실시한 절화 장미는 모의수송 과정 중 시드는 현상으로 인한 품질 저하로 품질을 비교 분석 하지 못하였으며(그림 1-106), 이는 모의수송 과정 중 환경이 적합하지 않았거나, 국내 수출업체 출하 전 오랜 기간 동안 저온저장고 저장으로 인해 수송기간이 길어져 습식용액의 부족으로 시들음이 발생한 것으로 판단된다.

2016년 7월 및 9월, 2017년 3월은 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’를 일본으로 수송 시 전처리와 MEFI system 적용에 관하여 현지에서 품질 조사를 실시하고, 모의 시뮬레이션을 통해 국내에서 품질을 비교분석하고자 하였다. 각 시기와 처리에 따라 절화수명 및 노화양상을 조사한 결과, 일본 현지에서의 절화수명보다 국내에서 조사한 절화 장미의 절화수명은 약 2~3일 정도 연장된 것으로 나타났다(표 2-19). 또한, 2016년 7월을 제외한 2016년 9월과 2017년 3월 실험에서 대조구 보다 MEFI 시스템을 적용한 처리구의 절화수명은 약 1~2일 정도 연장되었으며, 꽃목굽음, 청변화, 위조 등의 노화가 적게 발생한 것으로 조사되었다(그림 1-107~109). MEFI 시스템 적용 처리구 중 Vital oxide $2\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 전처리 후 수송 시 MEFI 시스템을 적용한 처리구의 절화수명은 Tap water로 전처리 후 MEFI 시스템을 적용한 처리구의 절화수명과 유의차는 없었으나 노화양상에 조사 결과 다소 적게 발생하여 품질 유지에 효과가 있는 것으로 판단된다.

표 2-18. 일본에서 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 절화수명 및 노화율.

Date	Country	Vase life (day)		Senescence(%)				
				Blueing	Bentneck	Damage	Wilting	Petal Abscission
2014	Japan	8.2	b ^z	50	100	100	100	0
December	Korea	8.4	a	50	100	0	100	0
2015	Japan	13.0	b	100	30	60	0	0
April	Korea	16.0	a	50	60	0	0	0
2015	Japan	10.0	b	100	60	30	40	0
July	Korea	14.0	a	100	100	0	0	0
2015	Japan	11.0	a	50	100	0	100	0
December	Korea	11.6	a	50	100	0	100	0
2016	Japan	11.0		60	30	0	10	30
April	Korea	-		-	-	-	-	-

^zmean separation within columns by DMR test at 5%

표 2-19. 일본 수송 및 국내 모의 수출을 통한 수출용 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 절화수명 및 노화율.

Date	Nation	Treatment		Vase life (day)		Senescence (%)				
		Pretreatment ^z	MEFI system ^y			Bent neck	Blueing	Damage	Wilting	Petal abscission
2016 Jul.	Japan	Tap water	MEFI X	9.5	b ^x	-	-	-	-	-
		Tap water	MEFI O	9.5	b	-	-	-	-	-
		Vital oxide	MEFI O	9.5	b	-	-	-	-	-
	Korea	Tap water	MEFI X	12.3	ab	80.0	100.0	0	100.0	0.0
		Tap water	MEFI O	13.4	ab	60.0	100.0	0	60.0	0.0
		Vital oxide	MEFI O	14.1	a	60.0	80.0	0	80.0	0.0
2016 Sep.	Japan	Tap water	MEFI X	9.0	c	100.0	100.0	0	100.0	0.0
		Tap water	MEFI O	11.0	bc	100.0	80.0	0	100.0	0.0
		Vital oxide	MEFI O	11.0	bc	80.0	70.0	0	80.0	0.0
	Korea	Tap water	MEFI X	12.4	ab	88.8	100.0	0	100.0	11.1
		Tap water	MEFI O	13.3	a	77.7	100.0	0	66.6	11.1
		Vital oxide	MEFI O	13.4	a	66.6	77.7	0	88.8	0.0
2017 Mar.	Japan	Tap water	MEFI X	8.7	c	100.0	100.0	0	100.0	0.0
		Tap water	MEFI O	9.0	c	70.0	100.0	0	100.0	0.0
		Vital oxide	MEFI O	9.0	c	60.0	100.0	0	100.0	0.0
	Korea	Tap water	MEFI X	10.5	b	80.0	100.0	0	100.0	0.0
		Tap water	MEFI O	12.3	a	60.0	100.0	0	60.0	0.0
		Vital oxide	MEFI O	12.4	a	60.0	80.0	0	80.0	0.0

^zTW; Tap water, V.O; Vital oxide 0.002ml·L⁻¹

^yLED; LED blue+UV

^xmean separation within columns by DMR test at 5%

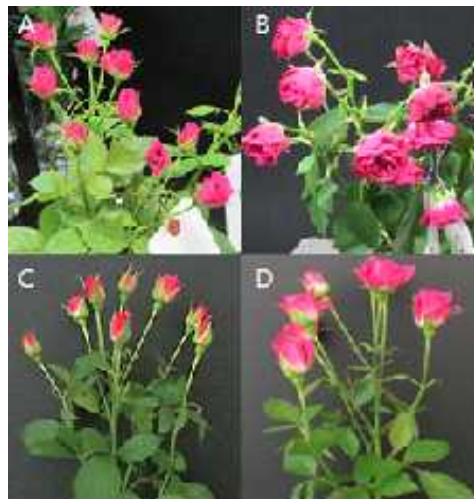


그림 1-101. 수출용 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 2014년 12월 개화 모습 (A, B; Japan, C, D; Korea, A, C; day 4, B, D; day 8)



그림 1-102. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 2015년 4월 개화 모습
(A, B; Japan, C, D; Korea, A, C; day 4, B, D; day 13)

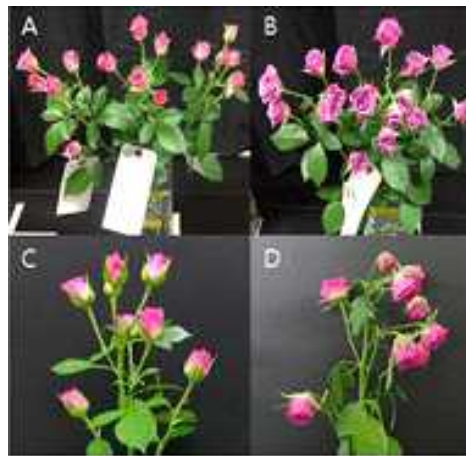


그림 1-103. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 2015년 7월 개화 모습
(A, B; Japan, C, D; Korea, A, C; day 4, B, D; day 10)



그림 1-104. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 2015년 12월 개화 모습
(A, B; Japan, C, D; Korea, A, C; day 6, B, D; day 11)

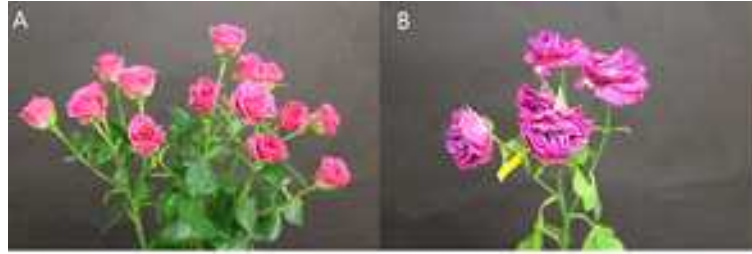


그림 1-105. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 2016년 4월 개화 모습 (A; day 1, B; day 10)



그림 1-106. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 2016년 4월 모의 수송 모습



그림 1-107. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 국내에서 2016년 7월 개화 모습 (A~C; day 1 after harvest, D~F; day 14 after harvest, A, D; Control, B, E; MEFI, C,F; Vital oxide+MEFI).



그림 1-108. 수출용 스프레이 절화 장미 'Lovely Lydia'의 일본과 국내에서 2016년 9월 개화 모습. (A~C; day 1 after harvest, D~F; day 11 after harvest, A, D; Control, B, E; MEFI, C,F; Vital oxide+MEFI).



그림 1-109. 수출용 스프레이 절화 장미 ‘Lovely Lydia’의 일본과 국내에서 2017년 3월 개화 모습. (A~C; day 1 after harvest, D~F; day 9 after harvest, A, D; Control, B, E; MEFI, C, F; Vital oxide+MEFI).

② 수출환경과 절화수명 상관관계 통계자료 추가

일본으로 수출 되는 수송 환경에 대하여 절화수명과의 상관관계를 분석 한 결과, 절화수명과 온도는 $R=0.862$ 로 0.01 유의수준내에서 높은 상관관계를 보였으며, 절화수명과 VPD는 $R=0.682$ 로 0.05 유의수준내에서 상관관계를 가지는 것으로 조사되었다. 또한, 온도와 습도는 $R=0.782$ 로 0.05 유의수준내에서 상관관계를 가지며, 온도와 습도는 VPD와 각각 0.538, 0.514로 0.05 유의수준내에서 상관관계를 가지는 것으로 조사되었다. 이는 앞의 결과와 같이 수송과정 중 상온에 노출됨에 따라 습도와 VPD가 변하고 절화수명 및 품질에 영향을 미치는 것과 관련이 있는 것으로 판단된다. 따라서, 절화 장미를 일본으로 수출 시 저온과 적정 습도를 일정하게 유지해줘야 할 것으로 판단된다.

표 2-20. 일본 수출 과정 중 수송 환경에 대한 절화 수명과의 상관관계.

	Vase life	Temperature	Relative humidity	VPD
Vase life	1			
Temperature	0.9**	1		
Relative humidity	0.6	0.8*	1	
VPD	0.7*	0.5*	0.5*	1

**significance at $p<0.01$; *significance at $p<0.05$

(3) 결과분석 및 결론

국내 수출용 절화 장미 ‘Lovely Lydia’를 농가에서 수확 후 일본으로 수송 시 수송환경을 조사한 결과, 2014년 12월부터 2017년 3월까지 총 8차례를 거쳐 일본으로의 수출 환경 조사를 실시하였다. 일본으로 수출 과정은 국내 수출업체에서 차량으로 부산항까지 운송한 후 선박수송을 통해 일본 시모노세키항으로 이동하게 된다. 시모노세키항에 도착한 절화 장미는 검역과정을 거치며, 검역과정을 마친 절화 장미는 경매 전까지 일본 현지 내 물류센터에 저장되거나 다른 지역으로 이동하게 된다. 농가에서 수거한 절화 장미는 습식용액 및 박스 포장 후 국내 수출업체를 통해 출하 된다. 수출업체는 주 3일 일본으로 수송을 하며, 업체 출하

전까지 저온저장고에서 약 1~2일정도 저장 후 출하 되거나, 시기가 맞지 않을 경우 약 4~5 일 정도 저장 후 출하되는 것으로 조사되었다. 2014년 12월, 2015년 4월과 7월, 2016년 9월에는 일본 후쿠오카로 수송하였으며, 2015년 1월과 2016년 4월에는 도쿄, 2016년 7월과 2017년 3월에는 오사카로 수송하였다. 부산항에서 선박 수송하여 일본 시모노세키항에 도착 후 검역 과정을 거쳐 후쿠오카 내 일본 업체 물류센터로 이동하거나 다른 지역으로 이동하게 되는데, 본 연구는 후쿠오카 물류센터까지 수송환경을 분석하였다.

일본으로 수송 과정에서 절화 장미는 출하 전 국내 수출업체에서 10℃이하의 저온저장고에 저장되며, 그 후 운송차량에 상차되어 부산항에 도착한 후 선박수송을 통해 일본 시모노세키항으로 이동한다. 이 과정에서 운송차량 상차 및 선박 선적 시 상온에 노출되며 2016년 9월에는 약 20℃까지 노출 되는 등 겨울과 비교하였을 때 약 10~15℃ 차이나는 것으로 조사되었다. 선박 수송은 5℃이하로 저온 수송되며 시모노세키항에 도착 후 검역 시 1~2시간 정도 상온에 노출 되는 것으로 조사되었다. 특히, 여름인 2016년 7월 수송 시 검역 과정에서의 온도는 약 20℃로 저온인 5℃보다 고온에 노출되는 것으로 나타났다. 그 후 검역을 마친 절화 장미는 물류센터 이동 및 다른 지역으로 이동 시 저온으로 유지되지 않고 상온으로 노출되는 것으로 조사되었다. 이와 같이 일본으로 수송 시 온도의 차는 큰 것으로 조사되었으며 고온과 저온의 온도차에 의한 온도스트레스는 절화 장미가 일본 현지에 도착한 후 품질 저하의 요인이 될 수 있으므로 품질 및 선도유지를 위해 저온으로 일정한 온도 유지가 필요할 것으로 판단된다. 대부분 일본으로 수송 시 습도는 약 40~70%의 범위로 조사되었다. 습도는 온도에 따라 변화하는 경향을 보였으며 상온으로 노출되는 상차 및 선적과 검역 과정에서는 여름에 약 90%까지 상승하는 것으로 조사되었다. 또한, 검역 과정 후 물류센터나 다른 지역으로 이동 시 습도는 다른 수송 과정에 비해 다소 높은 것으로 조사되었다. 습도는 온도에 따라 저온을 유지하다 상온 노출 시 증가하였으며 변화 폭이 컸으며 절화 장미는 습식으로 유통되기 때문에 일본으로 수출 시 저온에서 고온으로 변화 시 고습도에 노출되기 쉽다. 저온 수송 중 상온 노출은 온도차에 의한 온도스트레스에 의해 절화 장미의 품질 저하의 요인이 될 수 있으며, 고습도 환경은 곰팡이 포자가 발생하기 쉬운 환경으로 잿빛곰팡이병으로 인한 품질 저하가 발생할 우려가 있다. 따라서, 일본으로 수출 시 저온으로 일정하게 유지하고, 수송과정에서 습도가 높아지지 않도록 환기시설을 통해 일정한 습도유지가 필요할 것으로 판단된다.

또한, 일본으로 수송하여 현지에서 품질 조사를 실시하고, 동일한 과정에서 국내 모의수송 시물레이션을 통해 품질을 비교한 결과, 일본 현지에서의 절화수명보다 국내에서 품질 조사를 실시한 절화 장미의 절화수명은 약 2~3일 정도 연장되었다. 이는 수송환경 변화에 의해 품질 저하가 발생하여 절화수명에 차이가 있었으며, 전처리나 후처리를 이용하여 품질 및 선도유지를 위한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 이에 따라, 일본으로 수출 시 절화 장미 수확 후 전처리 및 수송 중 MEFI 시스템 적용에 대하여 품질을 조사한 결과, Vital oxide 2mL·L⁻¹로 전처리 후 MEFI 시스템을 적용한 처리구의 절화수명은 대조구보다 약 1~2일 정

도 연장되었으며 꽃목굽음, 청변화, 위조 등 노화양상이 다소 적게 발생였다. 이는 Vital oxide의 ClO₂성분의 살균효과와 MEFI 시스템 중 하나인 UV-C 항균효과가 미생물로 인한 도관막힘을 억제하여 수분흡수를 돕는 등 품질 향상에 영향을 미쳐 선도유지에 효과적인 것으로 판단된다.

제2절 국화의 생산단계와 수확 후 유통단계별 선도유지 기술개발 및 현장 적용 모델 개발

1. 절화 국화 품종별 품질과 수명에 영향을 주는 재배환경 요인

가. 서론

국화 품질은 절화장, 절화무게, 화폭, 설상화 수, 꽃목길이 등에 의해 결정되는데, 최근 소비자 조사에 따르면 절화류 구입시 외적 품질뿐만 아니라 절화수명이 중요한 고려사항인 것으로 나타나면서 신선도 유지가 상품가치와 직결되는 것으로 나타나고 있다. 재배단계에서 삽수와 묘의 질, 토양의 상태, 광, 온도, 습도, 등의 재배환경, 관수방법 등에 의해서 절화 품질이 좌우되고 있다. 베트남, 중국, 인도네시아, 말레이시아 등과의 저가의 절화류에 경쟁 우위를 확보하기 위해서는 신선도 확보를 통한 고품질화가 필수적이다. 최근의 연구들에 따르면 국화의 절화수명(기대수명)은 유전적 요인과 함께 절화의 생리·형태적 특성에 의해 최종 소비지에서 결정되는 절화 품질에 영향을 주는 것으로 나타났다. 연구 사례를 보면, 국화의 절화 재배에 있어서 부적절한 재배환경은 흰녹병과 꽃노랑총채벌레와 같은 병충해가 발생하고, 노심과 로젯트와 같은 생리장해 현상이 나타나며, 생육과 개화가 불량해지는 것으로 알려졌다. 현재까지 절화 국화의 계절 및 재배환경 따른 절화 품질의 차이에 대해 조사된 바가 없이 일괄적으로 수확 후 관리를 행하여 왔기 때문에 수출국 현지에서 절화 품질의 편차가 커지는 경우가 자주 발생하여왔다. 따라서 본 연구는 국화의 재배농가에서 재배 품종별 재배 환경요인이 절화 국화의 선도 및 수명에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

나. 조사방법

(1) 조사농가선정

본 실험에서 재배 기술 상, 중, 하에 속하는 10개의 국화 재배농가를 선정하여 재배 작형별 환경요인 수집 및 분석을 실시하기 위하여 10 농가를 선정하였다. 이들 10농가는 실험 편의상 전북과 전남 농가 중 수출용으로 재배되고 있는 스탠다드 국화 ‘백마’, ‘신마’, ‘백선’을 재배하는 수출경력이 있는 농가들이 대부분이었다. 또한 양액재배와 토경재배에 따른 차이를 비교하고자 양액재배 5농가 토경재배 5농가로 구성되었고, 재배 기술이 ‘상’인 3농가, ‘중’인 4농가, ‘하’인 3농가로 선정하여 수행하였다.

(2) 국화재배 환경 요인의 측정

테스트 베드로 선정된 10개의 농가의 재배작형 및 품종에 맞춰서 각 재배 농가별 토양화학성(pH, EC, N, P, K, Ca, Mg, CEC)등 토양환경 분석을 하였으며, 시설 내 재배작형별 광량, 온도, 습도 등의 재배환경을 분석하기 위하여 시설 내 데이터로거를 설치하여 30분간격으로 일사량, 온도, 습도 값을 수집하였다.

(3) 수확 및 특성 조사

국화는 온실내 데이터 로거가 설치된 구역에서 수확하였으며, 수확시기에 1회 15분씩 3회에 걸쳐서 수확하여 실험에 이용하였다. 수확된 절화국화의 품질조사는 절화장, 엽수, 직경, 절화무게, 화경, 엽록소함량 등을 측정하였다.

(4) 절화수명 평가 및 통계분석

형태적 절화품질 조사가 끝난 절화국화는 3L의 증류수가 들어 있는 유리병에 담겨서 환경 제어 배양실(온도 25℃, 습도 60%, 1,000lux, 12시간 광주기)에서 유지되었으며, 2일 간격으로 생체중, 흡수량, 화경변화 및 노화단계에 대한 측정이 이루어졌다. 절화수명은 꽃의 관상가치가 종료되는 시점 및 꽃잎의 신성도가 떨어지는 시점 및 잎의 시들음 시점이 되었을 때로 하였다.

표 2-1. 주성분 분석을 위한 수확 전 환경, 재배관리 및 삼수 및 절화 생육 요인 항목. 환경요인은 작물 재배 기간에 따른 평균 값임.

Parameter	Abbreviation	Unit
<i>Greenhouse Enviroment</i>		
Day minimum temperature	DTEM_MIN	℃
Day maximum temperature	DTEM_MAX	℃
Day average temperature	DTEM_AVE	℃
Night minimum temperature	NTEM_MIN	℃
Night maximum temperature	NTEM_MAX	℃
Night average temperature	NTEM_AVE	℃
Day minimum relative humidity	DRH_MIN	%
Day maximum relative humidity	DRH_MAX	%
Day average relative humidity	DRH_AVE	%
Night minimum relative humidity	NRH_MIN	%
Night maximum relative humidity	NRH_MAX	%
Night average relative humidity	NRH_AVE	%
Integrated solar radiation	SSR	w·m ⁻²
Day minimum vapor pressure deficit	DVPD_MIN	kPa
Day maximum vapor pressure deficit	DVPD_MAX	kPa
Day average vapor pressure deficit	DVPD_AVE	kPa
Night minimum vapor pressure deficit	NVPD_MIN	kPa
Night maximum vapor pressure deficit	NVPD_MAX	kPa
Night average vapor pressure deficit	NVPD_AVE	kPa

표 2-1. 주성분 분석을 위한 수확 전 환경, 재배관리 및 삼수 및 절화 생육 요인 항목. 환경요인은 작물 재배 기간에 따른 평균 값임.

Parameter	Abbreviation	Unit
<i>Cultivation environment</i>		
Irrigation interval	IR_I	days
Irrigation amount	IR_A	L·m ⁻²
Number of Daily irrigation	IR_N	No./day
Chemical property of soil	pH	pH
	EC	EC
	NO ₃ -N	N
	P ₂ O ₅	P
	K ⁺	K
	Ca ⁺	Ca
	Mg ⁺	Ma
Cation exchange capacity	CEC	cmol ⁺ ·kg ⁻¹
<i>Cutting condition and cut flower growth</i>		
Cutting	Length	CL
	Stem Diameter	CSD
	Number of leaves	CNL
	Age of rooted cutting	CSP
Vegetative growth stage(A)	VGS	days
Reproductive growth period(B)	RGP	days
Number of days to flowering(C=A+B)	No.DF	days
Cut flower length	CFL	cm
Stem diameter	SDF	mm
Number of leaves	No.L	ea
Fresh weight	FW	g
Flower diameter	FD	mm
Chlorophyll content	Chl_Cont	SPAD value
Vase life	VL	days

다. 연구결과

(1) 절화 국화 ‘백마’

1) 농가별 재배환경 요인분석

농가별 재배환경요인 분석을 위하여 테스트 베드를 선정한 농가 중에서 절화 국화 ‘백마’를 재배하고 있는 전주시 양액재배 2농가를 대상으로 분석하였다. 2농가의 주간 평균온도는 25.1~29.3℃였고, 야간 온도는 21.6~24.4℃였다. B농가가 A농가 보다 약간 낮게 관리되고 있었다. 2농가의 주간 평균습도는 62.1~68.9%, 야간 평균습도는 81.6~82.4%였고, A농가가 약간 낮게 관리되고 있었다. 일평균 누적 일사량은 B농가가 5,389W·L⁻² 로 A농가보다 야간 높았

다.

표 2-2 절화 국화 ‘백마’ 재배시 농가별 온실 내 환경

농가	주간 온도(°C)			야간 온도(°C)			주간 습도(%)			야간 습도(%)			일평균누적 일사량 (W·m ⁻²)
	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	
A	17.7	38.7	29.3	17.8	33.2	24.4	9.5	98.2	62.1	19.0	96.8	81.6	4,472.4
B	11.4	39.9	25.1	10.9	32.5	21.6	9.5	101.6	68.9	36.1	100.0	82.4	5,389.4

2) 농가별 토양 화학성 분석 결과

농가별 토양 화학성을 분석한 결과는 표2-3과 같다. 2농가 모두 펠라이트경 양액재배를 실시하고 있었으며, 1일 6회 관수를 실시하고 있었으며, 6L·m⁻²의 관수를 실시하고 있었다. 양액의 EC는 생육환경에 따라 초기-중기-후기로 EC 1.0~2.0dS·m⁻¹ 범위에서 변경하고 있었다. pH는 두농가 7.62~7.73으로 비슷하였고, 전반적으로 A농가 EC 및 무기물의 함량이 높았다.

표 2-3. 절화 국화 ‘백마’ 재배 작형에 대한 농가별 토양화학성 분석결과

농가명	pH	EC (ds·m ⁻¹)	NO ₃ -N (mg·kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg·kg ⁻¹)	Exchangeable cation (cmol ⁺ ·kg ⁻¹)			CEC
					K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	
A	7.62	1.98	166.9	212.3	1.7	7.21	4.61	13.1
B	7.73	1.77	121.2	201.5	1.69	6.26	3.34	14.3

3) 재배농가별 절화의 품질

① 절화 국화 ‘백마’ 수확 후 절화 생육

전주 지역의 유리온실과 비닐온실에서 수확된 절화 국화 ‘백마’의 절화생육은 조사한 결과 A 농가에서 수확한 국화의 절화장이 124.1cm로 길었으며, 줄기 직경, 절화무게, 엽수의 생육이 비닐온실에서 수확한 ‘백마’ 보다 생육이 좋았다. 일본으로 수출시 2L 등급에 해당하는 절화길이 95cm 이상의 조건을 충족하고 있으며, 일본으로 수출하는데 큰 문제점이 없는 절화의 품질이었다. 그러나 A농가에서 절화장, 줄기직경, 무게, 엽수 등에서 우수하였으나, 절화수명은 B농가에서 1.9일 더 길었다.

표 2-4. 농가별 절화국화 ‘백마’ 수확 후 절화 생육 조사

농가	절화장 (cm)	줄기직경 (mm)	화경 (mm)	절화무게 (g)	엽수 (ea)	엽록소 (SPAD)	절화수명 (days)
A	124.05	7.25	24.53	96.48	57.10	55.26	14.5
B	96.13	6.42	24.52	78.01	48.00	48.73	16.4

② 절화 국화 ‘백마’의 수확 후 절화 수명 및 형태적 변화

화폭의 변화는 수확 당일 측정된 기준으로 화폭의 변화를 비율로 환산하여 화폭의 증가율로 조사한 결과 A농가에서 수확된 국화의 화폭의 증가율이 높게 나타났으며(그림 2-1A), 생체중의 변화의 경우 A농가에서 수확한 절화국화의 생체중 증가율이 최고 150%이상 높게 증가하였다(그림 2-1B). 그러나 12일 경과 후부터 생체중은 감소하였으며, 시들기 시작하여 절화수명은 14.5일로 B농가보다 1.9일정도 짧았다(표 2-4). 4일 후까지의 흡수량은 A 농가의 흡수량은 B농가 보다 흡수량이 적었으나 시간이 경과할수록 흡수량의 감소폭이 적었으며, B 농가에서 흡수량이 높았으나 시간이 경과할수록 흡수량이 감소가 심하였다(그림 2-1C).

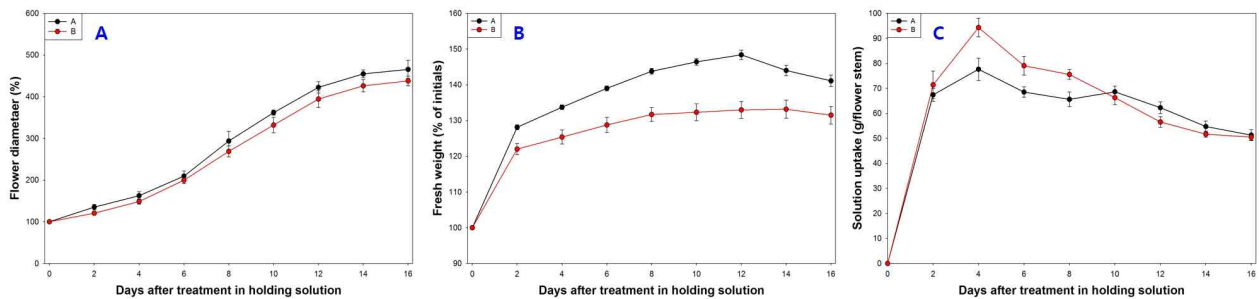


그림 2-1. 농가별 절화 국화 ‘백마’의 수확 후 화폭(A)), 생체중(B), 흡수량(C) 변화

4) 절화수명에 영향을 미치는 재배환경의 주성분 분석(PCA)

절화 국화 ‘백마’의 재배환경과 절화수명에 미치는 영향을 알아보기 위해서 주요인분석(PCA)한 결과, 절화수명과 상대습도, 일사량은 높은 부의 eigenvalue를 보였고, 온도, VPD는 높은 정의 eigenvalu를 보였다. 이것은 상대습도가 낮으며, 온도와 VPD가 상승하면서 절화수명이 감소한다는 의미로 해석할 수 있다. 이와 같이 재배환경에서 절화수명의 증가를 위하여 습도는 높이고, 온도를 낮추는 것이 절화수명 연장에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

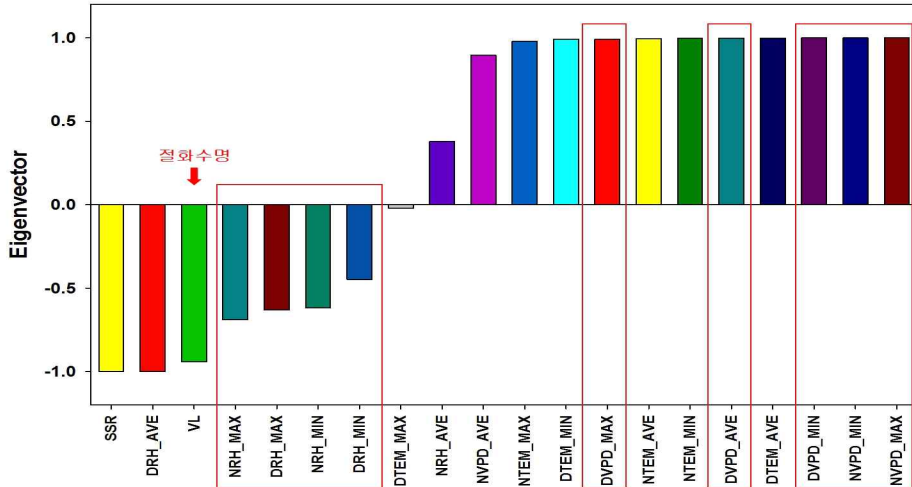


그림 2-2. 절화 국화 ‘백마’의 재배환경요인과 절화수명과의 관계

(2) 절화 국화 ‘백선’

1) 농가별 재배환경 요인분석

절화 국화 ‘백선’ 재배농가별 재배환경 요인 중 온도 조사 결과, 정식 시기가 3월에 실시된 A, B, E농가는 주·야간 최저 2.0-2.4℃로 낮았고, 5농가는 10.0℃이상 유지되었다. 주간 평균 온도 22.5-28.0℃, 야간 16.7-22.9℃였고, D농가의 평균 온도가 가장 높았다. 시설내 상대습도는 주간 평균 59.3-77.1%로 유지되고 있었으며, 야간 평균습도는 73.0-86.5%로 유지되고 있었다. C농가의 야간 평균 습도가 86.5%로 가장 높았다. 일평균 누적 일사량은 2,098-6,672W·m⁻²의 범위를 보여 주었는데, 같은 지역이라도 시설 내 주간 온도관리를 위하여 차광막 사용 유무에 따라 누적일사량은 많은 차이를 보였다. G농가에서 2,098W·m⁻²로 가장 낮았고, B 농가에서 6,672W·m⁻²로 가장 높았다.

표 2-5. 절화 국화 ‘백선’ 재배시 농가별 온실 내 환경

농가	주간 온도(℃)			야간 온도(℃)			주간 습도(%)			야간 습도(%)			일평균 누적 일사량 (W·m ⁻²)
	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	
A	2.0	42.6	24.9	2.0	31.1	17.4	8.6	101.6	65.7	30.5	96.1	81.0	5,163.9
B	2.4	44.5	25.8	2.4	30.8	18.5	8.6	100.6	66.7	30.5	99.2	81.5	6,672.7
C	11.4	41.3	26.0	12.8	32.5	21.2	24.1	101.6	72.1	35.0	101.6	86.5	6,253.2
D	12.3	38.4	28.0	11.5	33.4	22.9	21.3	99.9	69.7	29.4	97.5	83.1	2,787.4
E	2.2	36.8	22.5	3.9	26.5	16.7	8.6	98.9	59.3	21.3	96.8	73.7	5,287.4
F	12.7	38.7	25.8	12.9	30.8	22.2	28.1	100.6	66.2	30.9	99.2	73.9	2,289.1
G	10.0	39.9	27.6	8.9	33.0	20.9	22.5	99.6	70.2	34.3	99.6	84.3	2,098.4
H	11.1	40.8	27.6	10.1	36.5	22.6	26.5	99.6	62.9	30.9	97.5	73.0	5,308.6

2) 농가별 토양 화학성 분석 결과

국화 ‘백선’ 재배농가들은 토양의 평균 pH는 5.4~7.8의 범위로 나타났고, G농가에서 5.4로 가장 낮았고, A와 H농가에서 7.8로 높았다. EC는 1.2~6.1 dS·m⁻¹로 농가별로 많은 차이가

있었으며, A, D, E 농가는 1.2~1.6 dS·m⁻¹로 낮게 관리하고 있었으며, H농가는 6.1 dS·m⁻¹로 높게 나타났다. NO₃-N, P₂O₅, K⁺, Ca⁺, Mg⁺등 무기물들의 함량은 EC가 높은 농가에서 높게 나타났고, 연작재배 때문에 염류가 집적된 것으로 판단되었다.

표 2-6. 절화국화 ‘백선’ 재배시 농가별 토양 화학성 분석 분석

농가	pH	EC (ds·m ⁻¹)	NO ₃ -N (mg·kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg·kg ⁻¹)	Exchangeable cation (cmol ⁺ ·kg ⁻¹)			CEC
					K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	
A	7.78	1.42	131.8	171.2	0.56	7.51	4.28	15.1
B	7.64	3.49	328.6	469.1	1.82	16.15	4.45	15.2
C	6.18	3.97	434.7	311.9	2.28	12.22	4.65	11.4
D	5.66	1.23	57.2	181.5	0.80	8.74	2.23	15.1
E	5.86	1.61	118.2	221.1	0.47	9.24	1.79	14.2
F	5.95	3.28	131.2	375.7	1.63	8.71	2.57	15.1
G	5.42	3.26	284.1	328.2	2.24	9.10	2.30	13.2
H	7.83	6.10	728.7	333.1	1.60	13.22	1.83	12.1

3) 재배농가별 절화의 품질

① 절화 국화 ‘백선’ 수확 후 절화 생육

재배농가별 수출단계 개화상태에서 절화를 수확하여 생육을 조사한 결과, C농가에서 절화장이 91.5cm로 가장 길었으며, H 농가에서 63.9cm로 가장 짧았는데, H 농가의 경우 EC가 6.1 dS·m⁻¹로 가장 높았던 농가였다. 줄기직경은 A 농가에서 6.4mm로 가장 두꺼웠고, H농가에서 4.3mm로 가장 작았다. 절화무게는 A, B, C, D, G 농가에서 53~57g으로 비슷하였으나, F와 H 농가에서 38과 28g으로 무게가 적었다. 절화수명은 EC가 높았던 B와 H 농가에서 11일로 가장 짧았으며, A, C, D, E 농가에서 15.2~15.9일로 길었다. ‘백선’을 일본으로 수출 할 때, L~M등급의 품질로 출하가 가능할 것으로 판단되었으며, 절화 수명이 15일 미만인 농가 들은 수출시 품질 유지에 문제가 발생할 수 있을 것으로 판단되었다.

표 2-7. 농가별 절화 국화 ‘백선’ 수확 후 절화 생육 조사

농가	절화장 (cm)	줄기직경 (mm)	화경 (mm)	절화무게 (g)	엽수 (ea)	엽록소 (SPAD)	절화수명
A	86.23 cd	6.40 a	22.07 bcd	56.64 a	50.10 b	42.78 d	15.9 a
B	82.77 e	5.93 b	22.59 abc	56.80 a	56.33 a	52.39 bc	11.3 c
C	91.53 a	5.79 bc	22.85 ab	55.59 a	47.00 bc	50.68 bc	15.8 a
D	90.67 ab	5.42 c	22.17 bcd	53.26 a	43.03 cd	53.45 b	15.6 a
E	88.40 bc	5.44 c	22.58 abc	45.70 b	41.40 d	59.19 a	15.2 a
F	81.40 e	4.97 d	20.66 d	37.62 c	46.83 bc	50.34 bc	14.9 a
G	83.43 de	5.62 bc	23.75 a	54.71 a	48.50 b	57.11 a	13.2 b
H	63.92 f	4.28 e	21.19 cd	28.10 d	40.83 d	49.13 c	11.2 c

② 절화 국화 ‘백선’의 수확 후 절화 수명 및 형태적 변화

수확하여 실험실에서 절화 수명 및 형태적 변화를 조사한 결과 양액재배를 실시한 농가 중에서 A농가의 화폭증가가 좋았으며, C농가의 화폭 증가가 가장 적었다. 토경재배를 실시한 농가의 경우 H농가의 화폭 증가가 가장 불량하였으며, 꽃의 크기도 작았으며, D, E농가의 화폭 증가가 높게 나타났다(그림 2-3).

생체중 변화의 경우 양액재배를 실시한 C 농가의 국화가 생체중 증가가 가장 적었으며, 생체중의 변화도 적었다. 토양재배 농가에서 H 농가의 경우 2일차에 생체중이 급격히 120%까지 증가하였으나, 시간이 경과할수록 감소폭이 심하였다. F 농가는 초기에 생체중이 증가하여 생체중이 지속적으로 유지되는 모습을 보였다. 그 외 다른 농가의 경우 생체중이 지속적으로 증가하여 130%이상 증가하였다. 양액재배와 토양재배의 농가를 비교한 결과 토양재배 농가의 생체중 증가량이 더 높게 나타나는 결과를 보였다(그림 2-4).

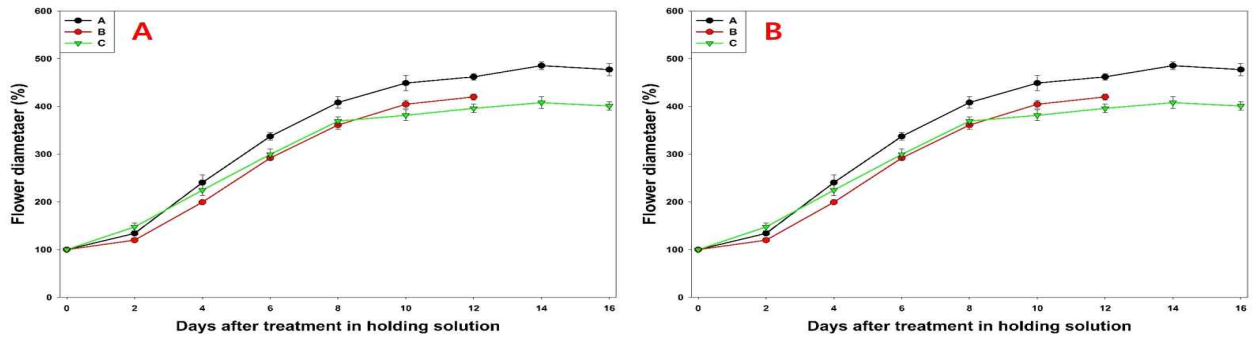


그림 2-3. 절화 국화 ‘백선’의 양액재배농가(A)와 토양재배농가(B)의 수확 후 화폭 변화

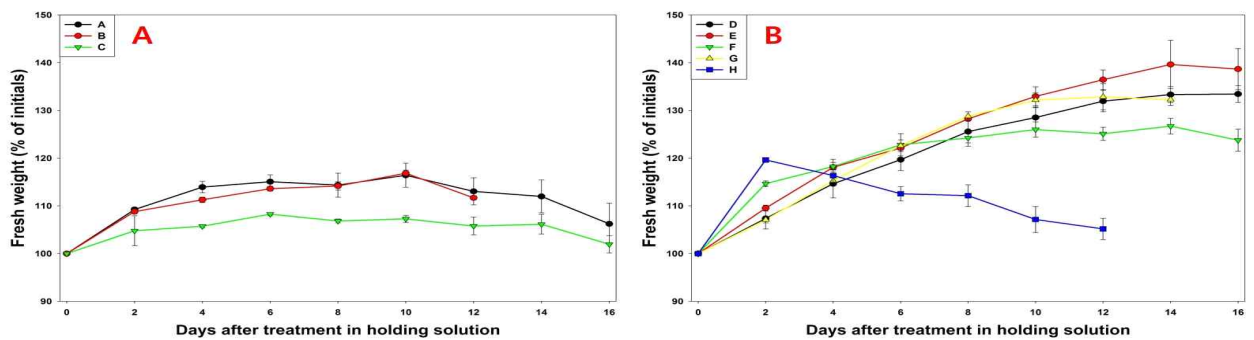


그림 2-4. 절화 국화 ‘백선’의 양액재배농가(A)와 토양재배농가(B)의 수확 후 생체중 변화

4) 국화 ‘백선’의 절화 절화수명에 영향을 미치는 재배환경의 주성분 분석(PCA)

절화 국화 ‘백선’ 재배에서 절화수명에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 주간과 야간의 높은 온도와 야간의 높은 VPD인 것으로 분석되었다. 상대적으로 주야간의 습도와 일평균 누적 일사량은 절화 수명에 큰 영향을 미치지 않았다. 국화 ‘백선’은 3~7월 사이에 재배하기 때문에 상대적으로 습도가 낮고, 일사량이 풍부한 시기이므로, 본 연구에서 큰 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다, 따라서 높은 주야간 온도와 VPD는 절화 수명을 감소시키므로, 시설 내

의 온도를 높지않게 하고 건조하지 않도록 시설을 관리하는 것이 중요하다고 판단되었다.

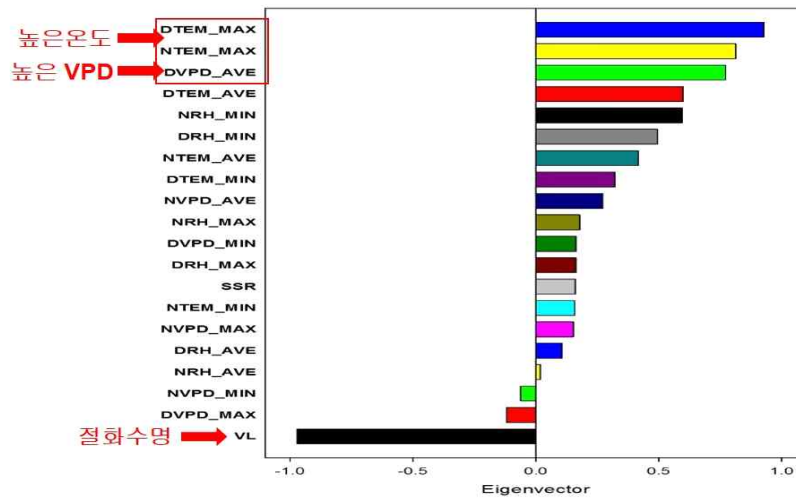


그림 2-5. 절화 국화 ‘백선’의 재배환경과 절화수명과의 관계

(3) 절화 국화 ‘신마’

1) 농가별 재배환경 요인분석

본 연구는 전주, 무안, 해남 등에서 절화 국화 ‘신마’를 재배하는 4농가를 대상으로 실시하였고, 삼수를 10월 중순에 재배상에 삼목하여 재배하였다. 시설 내의 주간 평균온도는 C농가에서 17.3℃로 낮게 관리하고 있었으며, D 농가에서 21.0℃로 높게 관리하고 있었다. 야간 평균온도는 A 농가 16.0℃로 낮았고, D 농가에서 19.6℃로 가장 높았다. 주간 평균 상대습도는 B 농가에서 74.7%로 높았고, D 농가에서 61.5%로 낮았다. 야간 평균 상대습도는 A, B 농가에서 81%로 나타났고, D 농가에서 57.1%로 낮게 관리되고 있었다. 1일 적산일사량은 A 농가 169~4,884, B 농가 53~4,344, C 농가 406~6,172, D 농가 280~6,078 W·m²/일 범위로 조사되었고, 11월 중순 이후의 일사량은 전반적으로 A, D 농가보다 B, C 농가에서 상대적으로 일사량이 적었다.

표 2-8. 절화 국화 ‘신마’ 재배시 농가별 온실 내 환경

농가	주간 온도 (°C)			야간 온도 (°C)			주간 습도 (%)			야간 습도 (%)			일평균 누적 일사량 (W·m ⁻²)
	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	
A	7.5	33.1	19.5	9.5	22.4	16.0	16.6	94.1	70.8	48.4	89.4	81.3	2,171.8
B	9.3	34.4	18.6	10.2	25.0	17.7	31.8	99.9	74.4	58.3	95.7	81.0	1,787.2
C	8.2	28.5	17.3	9.6	20.2	16.3	28.6	98.9	71.9	53.8	91.7	78.3	2,218.5
D	6.0	36.2	21.0	5.8	25.7	19.6	36.7	99.2	61.5	35.0	98.5	57.1	2,870.7

2) 농가별 재배방식 요인 분석

4 농가별 재배방식 중 삼목시 삼수의 길이는 A 농가 8.5cm로 가장 길었으며, D 농가 6.5cm로 가장 짧았다. 삼수에 부착된 엽수는 A 농가 4.5개로 가장 많았으며, B, C, D 농가 3.6~3.7개로 비슷했다. 삼수의 줄기 직경은 4 농가 2.7~2.9mm로 큰 차이가 없었다. 농가별로 10월 중순에 정식하여 야간에 전조하였는데, 영양생장기간은 A와 C 농가 61~67일로 길었으며, B 농가는 47일로 가장 짧았음. 반면에 소등 후부터 개화까지의 일수는 A 농가 45일로 가장 짧았으며, B와 C 농가 61~64일로 길었다.

표 2-9. 국화 ‘신마’의 삼수조건 및 생장기간

농가	삼수조건			생장기간		
	길이(cm)	엽수	직경(mm)	영양생장 (일)	소등 후 개화까지	정식 후 개화까지
A	8.5	4.5	2.8	67	45	112
B	7.3	3.7	2.8	47	61	108
C	7.5	3.6	2.9	61	64	125
D	6.5	3.7	2.7	50	52	102

농가별 관수방법에서 A 농가는 1일 간격으로 6.0 L·m⁻²/day를, 재배기간 동안 총 702 L·m⁻²를 관수하였고, B와 D 농가는 1일 간격으로 각각 4.5와 2.0 L·m⁻²/day를, 총 486와 204 L·m⁻²를 관수하였으며, C 농가는 3일 간격으로 1.1 L·m⁻²/day를 관수하였고, 총관수량은 49.5 L·m⁻²로 적었다. 농가별로 토양을 채취하여 화학성을 분석한 결과, 토양 pH는 A와 D 농가에서 각각 7.6으로 가장 높았으며, B와 C 농가에서 6.0~6.2로 낮았다. 토양 EC는 B와 C 농가에서 3.3~4.0 ds·m⁻¹으로 높았으며, D 농가에서 0.8 ds·m⁻¹로 가장 낮았다(표 2-10)

표 2-10. 절화 국화 ‘신마’의 재배작형에서 관수방법 및 토양 화학성 분석결과

농가	관수방법			토양 화학성	
	1일 관수량 (L·m ⁻² ·day ⁻¹)	관수주기 (일)	총관수량(L·m ⁻²)	pH	EC (ds·m ⁻¹)
A	6.0	1	702.0	6.7 az	2.0 b
B	4.5	1	486.0	6.2 b	4.0 a
C	1.1	3	49.5	6.0 b	3.3 ab
D	2.0	1	204.0	6.5 a	0.8 c

3) 재배농가별 절화의 품질

① 절화 국화 ‘신마’ 수확 후 절화 생육

국화 재배농가별로 ‘신마’를 수확하여 절화의 생육을 조사하였는데, 절화장은 A 농가에서 96.9cm로 가장 길었으며, B 농가에서 63.3cm로 가장 짧았다(표 2-11). 절화의 줄기직경은 A 농가에서 6.9mm로 가장 길었으며, B 농가에서 5.0mm로 가장 짧았다. 화폭은 A 농가에서 24.0mm로 가장 길었고, B, C, D 농가는 21.1~22.7로 비슷하였다. 절화의 무게의 경우에도 A 농가에서 83.5g으로 가장 무거웠고, C, D 농가에서 57.2~62.7g이었으며, B 농가에서 39.6g으

로 가장 가벼웠다. 엽수는 A, C, D 농가에서 42.7~45.1개로 많았으며, B 농가에서 36.4개로 가장 적었다. 잎의 엽록소 함량은 A 농가에서 69.1로 가장 많았으며, B와 D 농가에서 47.1~48.1로 상대적으로 적었다. 절화수명은 A, B, C 농가가 15.4~15.7일로 차이가 없었으며, D 농가에서 수확한 절화가 13.7일로 가장 짧았다.

표 2-11. 농가별 절화국화 ‘신마’ 수확 후 절화 생육 조사

농가	절화장 (cm)	줄기직경 (mm)	화경 (mm)	절화무게 (g)	엽수 (ea)	엽록소 (SPAD)	절화수명
A	96.9 a ^z	6.9 a	24.0 a	41.77 a	45.1 a	69.1 a	14.5 b
B	63.3 c	5.0 c	22.7 b	19.80 c	36.4 b	48.1 c	15.7 a
C	85.7 b	5.6 b	20.9 c	31.57 b	44.3 a	57.6 b	15.6 a
D	88.4 b	5.2 c	21.6 c	31.33 b	41.7 a	47.1 c	13.7 b

^zDMRT p=0.05

② 절화 국화 ‘신마’ 수확 후 절화 수명 및 품질 변화

국화 ‘신마’를 수확 후 절화 생육 조사를 실시 후 절화길이가 75cm로 재절단하였으며, 절화의 하위 30cm의 잎을 모두 제거 후 3L 사각화병에 꽂아 2일 간격으로 화폭, 생체중, 흡수량 등의 조사를 실시하였다. 화폭은 화병에 꽂기 전의 화폭을 기준으로 화폭변화율로 비교하였다. 전체적으로 조사 8~10일차까지 화폭 증가율이 높게 나타나고 있었으며, 그 이후부터는 증가율이 적었다. 그중 D 농가의 화폭 증가율이 가장 높게 나타났으며, B 농가의 화폭 증가율이 가장 낮았다. 수확 당시의 절화 생육이 좋을수록 화폭의 증가율이 높았으며, 양액재배 보다는 토양재배 농가의 화폭증가율이 높았다(그림 2-6A). 국화 ‘신마’의 생체중은 수확 이후부터 2일 간격으로 변화율로 나타내었다(그림 2-6B). 생체중 변화율은 채화 후 A 농가의 생체중이 가장 높게 나타났으며, D 농가의 생체중은 10일 이후부터 감소하기 시작하였으며, A, C농가는 12일 이후부터 감소하는 경향을 보였다. 흡수량의 경우 생체중 증가율이 가장 높았던 A 농가가 가장 높았으며, 4일 이후부터는 흡수량이 감소하는 경향을 보였으며, 전체적으로 화병에 꽂아 2~4일까지 흡수량은 증가하였고, 그 후부터는 전체적으로 감소하는 경향을 보였다(그림 2-6C).

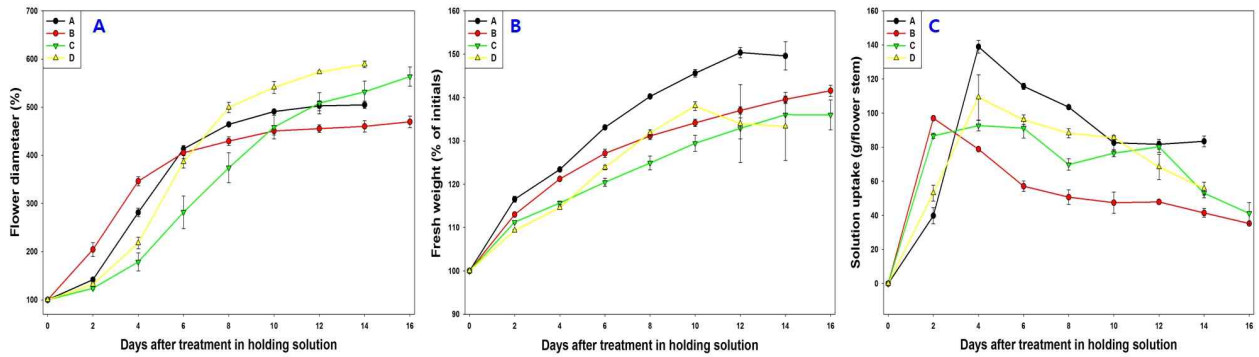


그림 2-6. 절화 국화 ‘신마’ 농가별 수확 후 화병에서 화폭(A), 생체중(B), 흡수량(C)의 변화

4) 국화 ‘신마’의 절화 품질과 절화 수명에 미치는 재배환경과의 상관관계 분석

국화 ‘신마’ 재배환경에 따른 절화 품질과의 상관관계를 분석한 결과는 표 2-12에 나타나 있다. 주간 평균온도는 절화 수명과 강한 음의 관계를 보여 주었고, 야간 평균온도는 전반적으로 절화의 생육과 절화수명과는 약한 음의 상관관계를 나타냈다. 주간온도는 절화수명에, 야간온도가 절화의 생육에 영향을 미침을 알 수 있었고, 이러한 결과들은 재배 작형에 따라 달라질 것으로 판단되었다. 주간과 야간의 평균상대습도는 절화의 생육에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나, 절화수명과는 강한 양의 상관관계를 보여주었다. 상대습도가 60% 이하로 유지되는 기간이 많았던 D 농가에서 절화수명이 짧았는데, 절화 국화 ‘신마’는 70~80%의 범위를 벗어난 습도조건에서는 절화의 수명에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

국화 재배시 시설내의 주간과 야간의 VPD는 절화생육에 통계적으로 유의한 차이를 보여 주지 않았다. 절화 국화 ‘신마’의 경우 VPD가 1.0kPa 이상 높아 건조하게 관리되었던 D 농가에서 절화수명이 가장 짧은 것으로 나타남에 따라, VPD는 절화수명과 강한 상관관계가 나타났고 통계적으로도 유의한 결과를 보여준 것으로 판단되었다. 따라서 절화 국화 ‘신마’는 주야간의 온도와 습도 환경을 적절하게 관리하여 적정 VPD를 유지하는 것이 절화수명을 연장시키는 가장 중요한 요인임을 알 수 있었다.

표 2-12. 국화 ‘신마’의 절화 품질과 절화 수명에 미치는 재배환경과의 상관관계 분석

	재배환경 요인						
	주간온도	야간온도	주간습도	야간습도	주간VPD	야간VPD	일사량
절화장	0.33	-0.22	-0.48	-0.24	0.43	0.18	0.55
절화직경	-0.03	-0.71	0.15	0.41	-0.15	-0.46	-0.02
화경	0.22	-0.39	0.32	0.49	-0.19	-0.46	-0.78
절화무게	0.59	-0.14	-0.38	-0.12	0.43	0.10	0.02
엽수	0.18	-0.31	-0.41	-0.17	0.33	0.10	0.62
엽록소 함량	-0.27	-0.85*	0.32	0.56	-0.35	-0.61	-0.01
절화수명	-0.92**	-0.48	0.85*	0.70	-0.90**	-0.69	-0.29

5) 국화 ‘신마’의 절화 품질과 절화 수명에 미치는 재배방식과의 상관관계 분석

국화 ‘신마’의 재배방식과 절화품질 간의 상관관계를 분석한 결과, 절화의 품질은 토양 pH, 삼수의 염수와 강한 양의 상관관계가 있었으며, 삼수 길이, 영양생장기간, 관수량 등은 약한 양의 상관관계를 나타냈음. 이러한 결과는 절화의 품질을 향상시키기 위해서는 길고 염수가 많은 삼수로 삼목을 해야 하며, 관수량이 많아야 하며, 영양생장기간을 길게 하며, 토양의 pH는 생육범위 내에서 높게 관리하는 것이 절화품질에 효과적일 것으로 판단되었다. 반면에 토양 EC와 생식생장기간은 절화품질과 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났음. 이는 시비 관리시 EC를 너무 높게 하여 공급하거나 생식생장기간이 너무 길게 되면 절화 품질에 부정적인 영향을 줄 것으로 판단되었다.

표 2-13. 국화 ‘신마’의 절화품질과 절화수명에 미치는 재배방식과의 상관관계 분석

	재배방식 요인									
	삼수 길이	삼수 염수	삼수 직경	영양생장 기간	생식생장 기간	일일 관수량	관수 주기	총 관수량	토양 pH	토양 EC
절화장	0.36	0.60	0.09	0.37	-0.86*	0.03	0.07	0.72	0.66	-0.73
절화직경	0.88*	0.90**	0.36	0.71	-0.70	0.53	0.00	0.82*	0.82*	-0.23
화경	0.73	0.89*	-0.17	0.18	-0.51	0.99**	-0.65	0.12	0.84*	-0.01
절화무게	0.48	0.88*	-0.27	0.14	-0.98**	0.54	-0.47	0.41	0.96*	-0.71
염수	0.37	0.52	0.24	0.49	-0.76	0.47	0.24	0.81*	0.56	-0.64
엽록소 함량	0.92**	0.79	0.57	0.86*	-0.51	0.45	0.20	0.90**	0.67	-0.03
절화수명	0.16	-0.42	0.68	0.41	0.58	0.13	0.56	0.03	0.46	0.47

라. 결론 및 개선방안

절화 국화 품질은 절화장, 절화무게, 화폭, 설상화 수, 꽃목길이 등에 의해 결정되는데, 최근 소비자 조사에 따르면 절화류 구입시 외적 품질 뿐만 아니라 절화수명이 중요한 고려사항인 것으로 나타나면서 신선도유지가 상품가치와 직결되는 것으로 나타나고 있다. 재배단계에서 삼수와 묘의 질, 토양의 상태, 광, 온도, 습도 등의 재배환경, 관수방법 등에 의해서 절화 품질이 좌우되고 있다. 최근의 연구들에 따르면 국화의 절화수명(기대수명)은 유전적 요인과 함께 재배환경요인에 의해 부여되는 절화의 생리·형태적 특성에 의해 결정되고 있으며, 국화의 절화 재배에 있어서 부적절한 재배환경은 흰녹병과 꽃 노랑총채벌레와 같은 병충해가 발생하고, 노심과 로젯트와 같은 생리장해 현상이 나타나며, 생육과 개화가 불량해지는 것으로 알려져 있다. 본 연구의 결과 국화 재배 중 환경조건은 절화 품질 뿐만 아니라 수확 후 절화수명에 밀접한 상관관계를 보여주고 있었다.

절화국화의 품질 및 수명의 연장을 위하여 재배환경의 개선이 필요한 시점이다. 개선방안으로는 첫째, 주간온도는 30℃ 이상이 지속되면 고온피해를 입게되어, 주간온도를 22~25℃로 관리해야하며, 둘째, 야간온도는 13℃이하에서는 줄기의 갈색화, 생육감소 등의 현상이 나타나므로, 14~18℃를 유지되도록 해야한다. 셋째, 야간 상대습도는 80~90% 이상 지속되면 흰

녹병 발생하고, 60%이하로 유지되면 생육 불량 및 절화수명 저하 등의 문제가 발생하므로 70~80%를 유지해야한다. 마지막으로 수증기압포차(VPD)는 1.0 kPa 이상이거나 0.2 kPa 이하인 경우 생육이 불량하므로 0.4~0.8 kPa를 유지하도록 관리되어야 절화품질 및 절화수명 연장의 효과를 볼수 있을 것으로 판단된다.

표 2-14. 절화 국화 재배 시 재배환경 개선 방안

환경요인	기존 재배환경	개선된 최적 재배환경
주간 온도	30°C 이상	25°C
야간온도	13°C 이하	14~20°C
야간 습도	80~90% 이상 지속	70~80%
VPD	1.0kPa 이상이거나 0.2kPa 이하	0.4~0.8 kPa
절화수명	13일	15일(2일 연장)



<다습환경에서 흰녹병 발생>



<고온환경에서 엽소현상>

2. 수출 절화국화의 선도 유지 및 절화 수명 연장에 효과적인 수확 후 관리

기술 개발

국화 수확 후의 선별 환경, 예냉, 전처리, 저장, 포장, 수송방법 등의 관리기술 수준에 따라 품질과 수명에 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 수확 후 관리 전과정을 시뮬레이션하여 절화 품질을 평가하였다.

가. 절화 국화의 수확 후 선별 전 온도 조건과 절화 품질 및 수명

(1) 연구목적

절화 국화 재배농가에서는 국화를 수확하여 선별 작업 전까지 상온에서 1~4시간 방치해 놓는 경우가 많다. 본 연구는 스탠다드 국화를 수확 후 상온 또는 그늘에서 방치되는 시간에 따라 절화품질과 수명에 어떤 영향을 미치는 지 알아보려고 실시하였다.

(2) 연구방법

1) 하절기 절화 국화의 수확 후 선별 전 온도 조건에 따른 절화 품질

전북 진주시 국중갑 농가에서 재배된 국화 ‘백마’를 2015년 10월 17일 수출용 개화시기에 채화하여 절화길이 80cm로 절단하였고, 절화 하위 40cm의 잎을 제거 후 목포대학교 실험실로 수송(100분)하였다. 실험실에서 화경, 생체중을 조사 후 대조구는 5℃저온저장고에서 습식으로 5시간 물올림 실시하였고, 10, 20, 30℃ 조건에서 1시간, 4시간 방치 후 대조구와 동일하게 5℃ 저온저장고에서 습식으로 5시간 물올림 실시하였다. 각 처리를 실시 보존용액에 꽂아 절화의 품질변화와 수명을 조사하였다.

2) 동절기 절화 국화의 수확 후 선별 전 온도 조건에 따른 절화 품질

전남 해남군 진수열 농가에서 재배된 국화 ‘신마’를 2016년 2월 4일 수출용 개화시기에 채화하여 절화길이 80cm로 절단하였고, 절화 하위 40cm의 잎을 제거 후 목포대학교 실험실로 수송(40분)하였다. 실험실에서 화경, 생체중을 조사 후 대조구는 5℃저온저장고에서 습식으로 4시간 물올림 실시하였고, 10, 20, 25℃ 조건에서 1시간, 4시간 방치 후 대조구와 동일하게 5℃ 저온저장고에서 습식으로 4시간 물올림 실시하였다. 각 처리를 실시 후 모의수송을 위하여 수출용 종이박스에 넣어 일본경매시장까지 수출 소요시간을 고려하여 5℃ 저온저장고에서 5일간 저장하였고, 보존용액에 꽂아 절화의 품질변화와 수명을 조사하였다.

(3) 연구 결과

1) 하절기 절화 국화의 수확 후 선별 전 온도 조건에 따른 절화 품질

국화 ‘백마’를 수확하여 선별 전 온도조건에 따라 화폭의 변화는 방치 온도가 높을수록 지속시간이 길어질수록 초기의 화폭증가율이 높게 나타나고 있으며, 만개시점인 12일차에 화폭 크기는 온도조건에 따른 차이는 없는 것을 보였으며, 이후부터는 감소율이 높게 나타나는 경향을 보였다. 수확 후 각 온도 및 지속 시간이 지난 후 선별하여 습식으로 물올림을 실시 후 생체중의 변화를 측정 한 결과 5°C-4H, 10°C-1H 처리에서는 생체중이 증가하였으나, 온도가 높을수록 생체중은 감소하였다. 특히 30°C-4H시간 처리에서는 생체중 감소가 가장 심하였다. 시간이 경과 할수록 5°C-4H, 10°C-1H 처리가 생체중 증가가 가장 높았으며, 30°C-4H 처리는 생체중이 가장 낮았다. 흡수량의 경우도 생체중의 증가와 같이 5°C-4H 처리가 초기 흡수량이 많았으며, 온도 높고, 시간이 지속될수록 초기 흡수량이 낮았다(그림 2-7).

선별 전 온도조건에 따른 절화수명은 수확 후 바로 5°C-4시간 예냉을 실시하였을 때 17.3일로 가장 길었고, 수확 후 선별작업 전까지 소요시간이 짧을수록, 수확 후 온도가 낮을수록 절화 수명이 길었다. 20~30°C에서 4시간 방치되었을 때 16.1일로 절화수명이 단축되었다(그림 2-8).

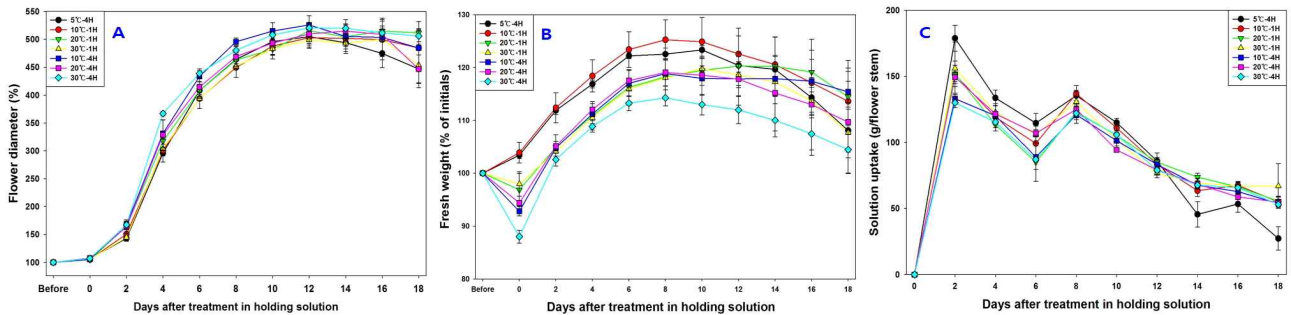


그림 2-7. 국화 ‘백마’의 수확 후 선별 전 온도조건에 따른 화폭(A), 생체중(B), 흡수량(C) 변화

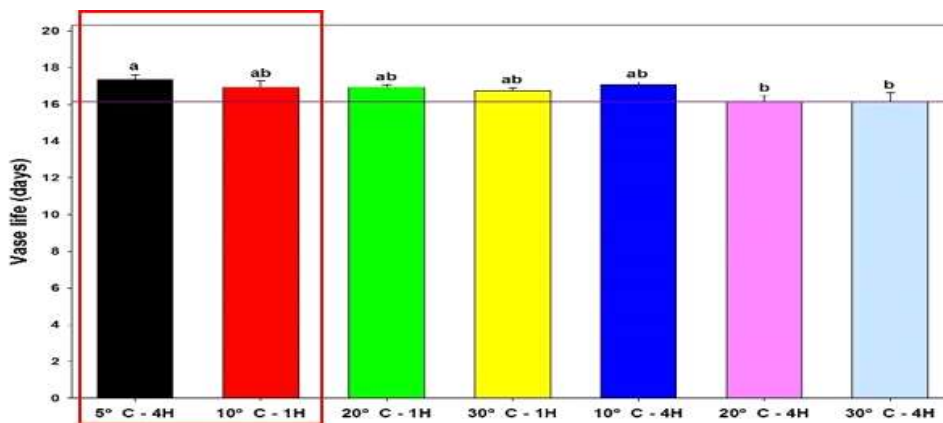


그림 2-8. 국화 ‘백마’의 수확 후 선별 전 온도조건에 따른 절화 수명



그림 2-9. 국화 ‘백마’의 수확 후 선별 전 온도조건에 따른 절화 모습

2) 동절기 절화 국화의 수확 후 선별 전 온도조건에 따른 절화 품질

동절기 절화 국화 ‘신마’를 수확 후 선별 전 온도조건별 처리를 실시 후 일본 모의 수송 기간인 5°C 저온저장 5일 후의 생체중의 변화를 관찰한 결과(그림 2-10), 5°C 저온저장고에서 습식으로 물올림 실시하였을 때 1.4%로 증가하였으며, 25°C 4시간 처리에서는 3%감소하였다. 저장 후 화병에 꽂아 절화 품질을 조사한 결과, 방치한 온도가 높을수록 지속시간이 길어질수록 생체중이 낮게 나타났는데, 수확 후 온도가 높은 환경에서 지속될수록 절화의 수분스트레스의 영향으로 생체중이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 화폭의 변화는 20°C 4시간 처리에서 가장 크게 나타났으며, 수확 후 바로 5°C 습식 물올림을 실시한 처리에서 꽃의 크기가 상대적으로 작았다. 절화수명은 5°C에서 습식 물올림한 처리에서 18.0일로 가장 길었으며, 25°C에서 방치된 1시간 처리와 4시간 처리의 경우 각각 16.4일, 16.6일로 나타나 온도가 높을수록 절화수명이 짧아지는 결과를 보였다(그림 2-11). 국화를 수확하여 바로 저온 예냉실로 이동하여 절화의 품온을 낮추어 수분스트레스를 받지 않도록 하는 것이 절화의 품질저하를 방지할 수 있는 방법이라고 판단되었다.

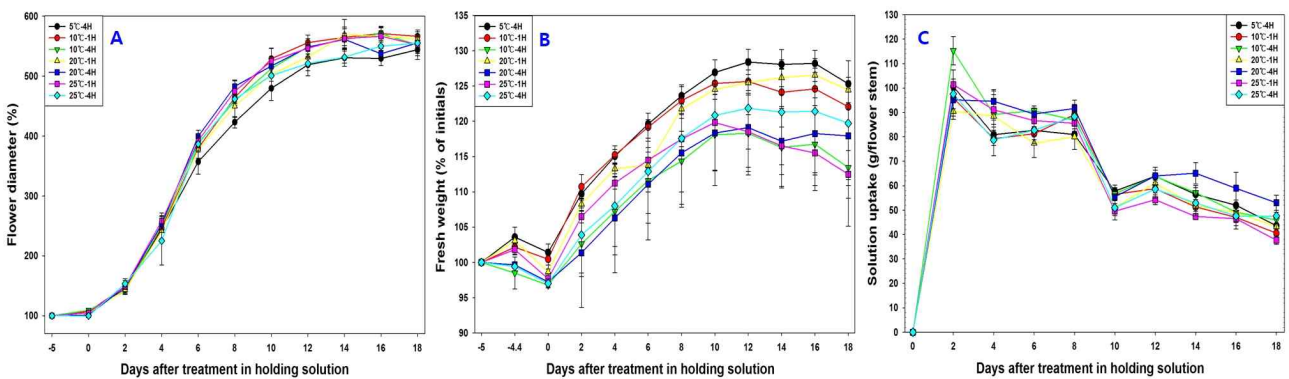


그림 2-10. 국화 ‘신마’의 수확 후 선별 전 온도조건에 따른 화폭, 생체중, 흡수량 변화

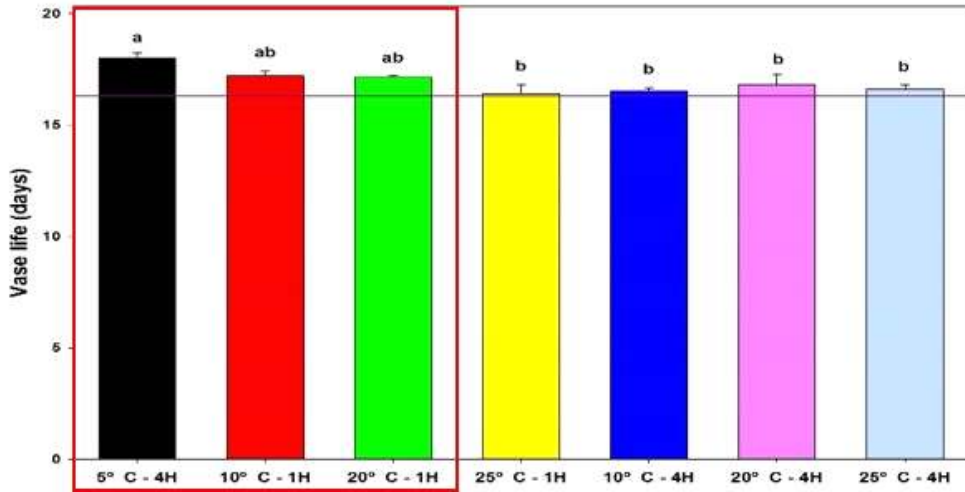


그림 2-11. 국화 ‘신마’의 수확 후 선별 전 온도조건에 따른 절화수명

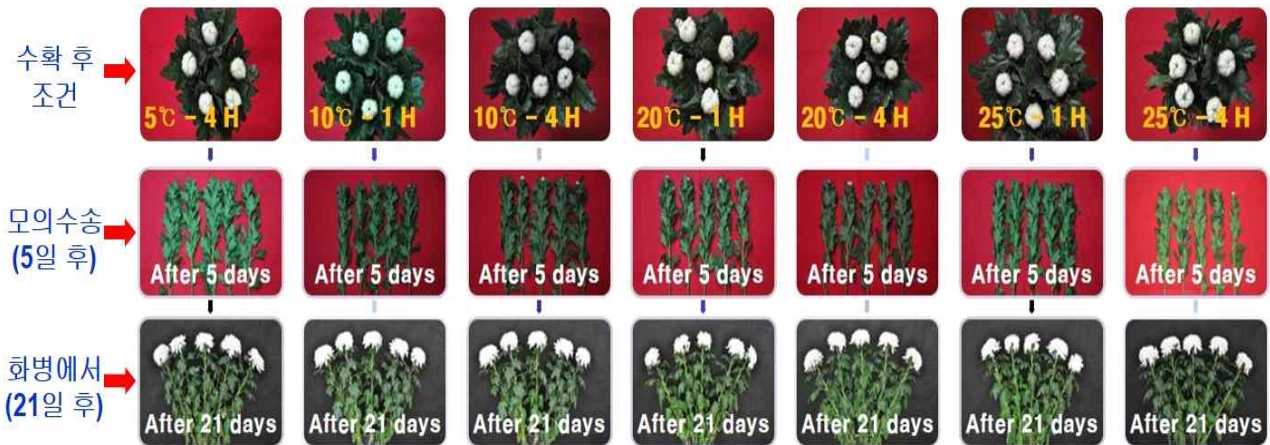


그림 2-12. 국화 ‘신마’의 수확 후 선별 전 온도조건에 따른 절화국화 모습

(4) 결론

절화국화 수확 후 방치한 온도가 높을수록 지속시간이 길어질수록 생체중이 낮게 나타났는데, 수확 후 온도가 높은 환경에서 지속될수록 절화의 수분스트레스의 영향으로 생체중이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 화폭의 변화는 20°C 4시간 처리에서 가장 크게 나타났으며, 수확 후 바로 5°C 습식 물올림을 실시한 처리에서 꽃의 크기가 상대적으로 작았다. 절화수명은 5°C 습식 4시간 물올림 처리에서 가장 길었으며, 방치된 온도가 높을수록 지속시간이 길어질수록 절화수명이 짧아지는 결과를 보였다. 국화를 수확하여 바로 저온 예냉실로 이동하여 절화의 품온을 낮추어 수분스트레스를 받지 않도록 하는 것이 절화의 품질저하를 방지할 수 있는 방법이고, 선별장의 환경을 5~10°C의 온도 조건에서 절화 품질 10% 향상 및 절화수명 10% 연장이 가능 할 것으로 판단되었다.

나. 절화 국화 수확 후 선별 방법과 절화 품질

(1) 연구 목적

국내 절화국화 재배농가의 경우 대부분 절화국화를 수확 후 선별을 수작업으로 진행하는 경우가 많다. 때문에 수작업으로 인해 선별하는 사람들의 기준에 따라 품질에 균일도가 각각 다르게 선별되고 있으며, 포장 후의 균일도가 달라지면서 절화 품질의 하락의 원인이 되고 있다. 본 연구는 기계질량 선별기와 수동선별에 대한 절화품질의 차이를 알아보려고 실시하였다.

(2) 연구방법

본 연구는 무안 소재지의 국화 재배농가에서 ‘백선’ 품종을 수출 개화단계에서 수확하여 일본으로 수출하는 선별기준을 고려하여 기계선별은 자동 질량선별기를 이용하여 선별하였고, 수동선별은 규격에 따라 육안으로 선별하였다. 각 선별방법에 따라 선별된 절화 국화의 절화 길이, 줄기직경, 엽수, 절화무게, 화경 등을 조사하여 선별 균일도를 비교하였다.

표. 2-15 절화 국화 일본 수출시 등급별 선별 기준표

스탠다드 국화 선별 기준	절화장 (cm)	선별기 무게 셋팅(g)
2L	90cm	60g
L	90cm	50g
M	80cm	40g
S	80cm	30g



[자동 기계선별]



[수동 수작업 선별]

그림 2-13. 절화 국화 수확 후 기계선별 및 수동선별의 모습

(3) 연구결과

수출단계의 개화에서 국화 ‘백선’을 수확 후 출하 규격인 2L, L, M, S 단계로 선별하였다.

기계적인 선별방법은 절화 기준 90cm, 절화무게는 2L 60g, L 50g으로 설정하여 1차 선별작업을 하였고, 2차 선별작업으로 절화기준 80cm 절화무게 M 40g, S 30g으로 설정하여 질량 선별을 실시하였다. 수동적인 선별방법은 수출 선별 작업의 경험이 많은 농가에서 각 단계별 선별 작업을 진행하였다. 각 단계별 선별된 절화국화의 품질 상태를 조사한 결과 표 2-16과 같다.

기계적 선별은 설정 길이보다 1.5~2.3cm 길었으며, 수동적 선별은 0.1~1cm 작았다. 수동적 선별작업의 길이의 차이가 적은 것은 작업하는 방법과정에서 결속기에 각 길이별로 10송이씩 한번에 절단하기 때문에 절단길이의 차이가 적은 것으로 판단되었다. 엽수는 절화길이별 차이는 없었고, 줄기직경은 기계적 선별은 등급이 높을수록 줄기직경이 굵었다. 절화 무게는 기계적인 선별에서 2L 60g 이상으로 설정하였으나, 선별된 무게의 경우 설정된 값보다 2.26g 정도 적게 조사되었는데 이것은 선별작업이 진행된 후 실험실로 운송하여 조사하는 과정에서 무게 손실이 발생한 것을 판단되었으며, 다른 등급의 선별 무게는 설정 값보다 높게 나왔다. 그러나 수동적으로 선별한 절화의 무게는 각 등급에 해당되는 무게보다 한등급씩 낮은 무게로 선별되었다.

표 2-16. 절화 국화의 기계선별과 수동선별의 따른 절화 품질 조사

Standards	Cut flower length (cm)	No. of leaves (ea)	Stem diameter (mm)	Cut flower weight (g)	Flower diameter(mm)
Automatic	2L 92.3±0.44 a	29.7±1.48 a	5.97±0.23 a	57.74±2.00 a	22.9±0.48 a
	L 91.5±0.29 b	29.6±0.51 a	5.68±0.15 b	50.81±0.48 b	22.7±0.77 a
	M 82.1±0.36 e	27.7±0.87 ab	5.62±0.10 b	45.21±0.76 c	22.9±0.76 a
	S 82.3±0.36 e	26.6±0.26 b	5.22±0.09 cd	35.04±0.17 d	23.4±1.81 a
Manual	2L 90.0±0.26 c	29.0±1.60 a	6.08±0.27 a	52.94±1.67 b	23.3±0.91 a
	L 89.0±0.10 d	28.6±0.8 a	5.57±0.20 b	45.08±1.33 c	23.3±0.57 a
	M 80.0±0.28 f	25.8±0.91 b	5.58±0.10 bc	37.45±2.23 d	23.6±0.79 a
	S 79.9±0.05 f	26.1±1.18 b	5.08±0.13 d	32.10±2.39 e	23.6±0.31 a

(4) 결론

전체적으로 기계선별과 수동선별의 차이를 비교 하였을 때 기계선별의 경우 절화장이 등급보다 길게 절단되었으나, 각 등급에 문제가 되지 않는 것으로 판단되었으며, 전체적인 생육을 보았을 때 각 등급별로 균일하게 선별된 것으로 조사 되었다. 또한 수동적으로 선별한 것보다 오차의 차이도 적다. 그러나 수동선별의 무게는 각 등급보다 5~8g이상 적어 수출 시 등급하락으로 인한 문제가 발생한 것으로 판단되었다. 각 농가 및 수출업체에서 절화품질 균일도 향상 및 작업시간 1/3로 단축이 가능하여 경영비 절감의 효과를 위해서 기계적 선별기의 도입이 필요한 것으로 판단되었다.

다. 수확 후 예냉 및 전처리제

(1) 품종별 예냉 처리에 따른 절화 품질 조사

1) 연구목적

일본 수출용으로 재배되고 있는 스탠다드 절화국화의 부적절한 수확 후 관리로 인하여 수출 국화의 품질이 떨어지고 있어 문제가 되고 있다. 본 연구에서는 스탠다드 국화를 수확 후 예냉 처리 방법에 따라 품종별 절화 품질과 수명에 미치는 영향을 알아보려고 실시하였다.

2) 연구방법

가) 하절기 예냉 방법에 따른 품질 조사

① 공시재료 : 스탠다드 국화 ‘백마’, ‘백선’ 품종 이용

② 예냉방법

Treatment	Precooling	Methods	Treatment time (hr)
C-T (D)	Control (25°C)	Dry ^z	5
C-T (W)		Wet ^y	
C-T (B)		Box packing	
C-P (D)	5°C Common precooling	Dry	5
C-P (W)		Wet	
C-P (B)		Box packing	
F-P (D)	5°C Forced-air precooling	Dry	5
F-P (W)		Wet	
F-P (B)		Box packing	

^z : Non-treated after harvest.

^y : 5 hour dip in water

③ 조사항목 : 절화수명, 화폭변화율, 생체중 변화율, 수분 흡수량 조사 실시하여 절화 품질 평가하였다.

나) 동절기 예냉 방법에 따른 품질 조사

① 공시재료 : 스탠다드 국화 ‘신마’ 품종 이용하여 일본으로 수출시 소요되는 시간을 고려하여 5°C 저온 저장고에서 5일간 모의 수송 실시 후 절화 품질 조사하였다.

② 예냉 방법

Treatment	Precooling	methods	Treatment time (hour)	Transport 5°C (days)
Standard ^z	-	-	-	-
C-T (D)	Control (25°C)	Dry ^y	4	5
C-T (W)		Wet ^x		
C-T (B)		Box packing		
C-P (D)	5°C Common precooling	Dry	4	5
C-P (W)		Wet		
C-P (B)		Box packing		
F-P (D)	5°C Forced-air precooling	Dry	4	5
F-P (W)		Wet		
F-P (B)		Box packing		

^z : Non-treated after harvest.

^y : 5 hour dip in water

③ 조사항목 : 절화수명, 화폭변화율, 생체중 변화율, 수분 흡수량을 조사하여 절화 품질 평가하였다.

3) 연구결과

(가) 하절기 절화 국화의 예냉 방법에 따른 절화 수명

① 절화 국화 ‘백마’의 예냉 방법에 따른 절화 수명

국화 ‘백마’의 예냉방법에 따른 절화수명을 조사한 결과, 국화 ‘백마’는 25°C 상온예냉을 실시하였을 때, 건식, 습식, 박스 포장 예냉처리의 절화 수명은 15.9~16.0일로 차이가 없었으며, 수확 후 5°C 일반예냉과 5°C 차압송풍식 처리를 실시하였을 때, F-P(W)과 F-P(B) 처리에서 17.7일로 가장 길었으나, 통계적인 차이는 없었다. ‘백선’ 품종의 예냉실험시 F-P(W) 예냉 방법이 절화수명이 길었던 결과 비교하였을 때 ‘백마’ 품종의 경우 차압식 예냉과, 일반 예냉 방법에 따른 절화 수명의 차이가 없는 것으로 나왔다. 이것은 품종별 생리적인 차이로 인하여 결과가 다르게 나온 것으로 판단되었다.

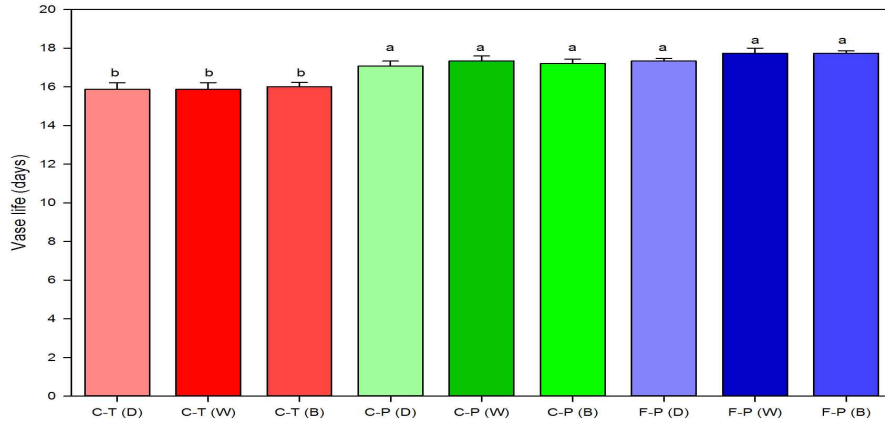


그림 2-14. 절화국화 ‘백마’의 예냉방법에 따른 절화 수명

② 절화 국화 ‘백마’의 예냉방법에 따른 화폭 변화

국화 ‘백마’의 예냉 방법에 따른 화폭변화율을 조사한 결과, 건식 예냉을 실시하였을 때, 5°C 차압송풍식예냉 처리가 다른 처리에 비해 초기에 높게 증가하였으며, 시간이 경과할수록 차이의 폭은 적었다(그림 2-15A). 습식 예냉을 실시하였을 때, 초기 25°C 상온예냉에서 화폭 증가율이 높았으며, 시간이 경과할수록 다른 처리와 차이를 없는 것으로 조사 되었다(그림 2-15B). 위와 같은 결과는 수확 후 습식으로 인하여 절화에 수분공급이 지속적으로 공급되면서 온도가 높은 처리에서 개화 속도가 빨리 진행 된 것을 판단되었다. 박스포장 후 예냉을 실시하였을 경우 5°C 차압 송풍식예냉 처리에서 화폭 증가율이 가장 작은 것으로 조사 되었다(그림 2-15C). 위의 결과는 건식예냉과, 반대되는 결과를 보여주고 있었으며, 박스 포장 후 차압송풍식 예냉실에서 예냉을 실시하였을 경우 박스내 공기유동 속도의 증가로 인하여 식물체의 건조 및 수분스트레스를 증가시키는 원인이라고 판단되었다.

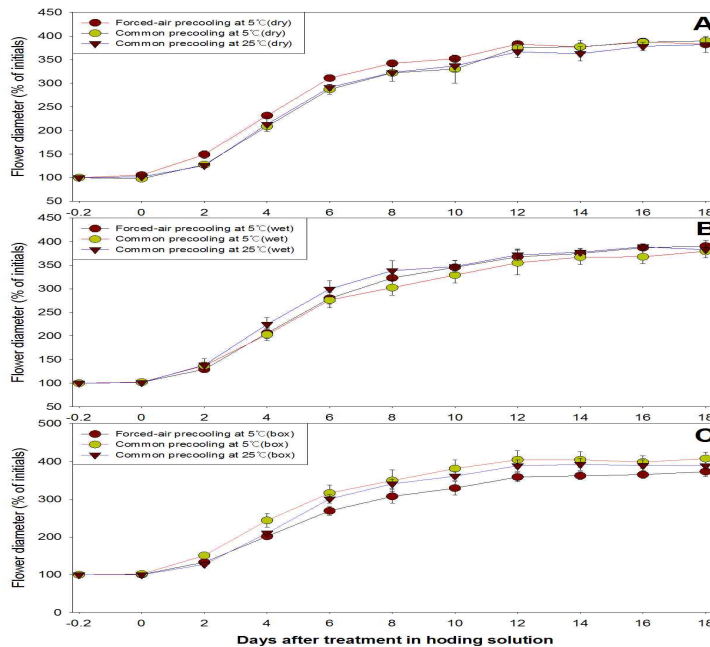


그림 2-15. 절화 국화 ‘백마’의 예냉방법에 따른 화폭변화율

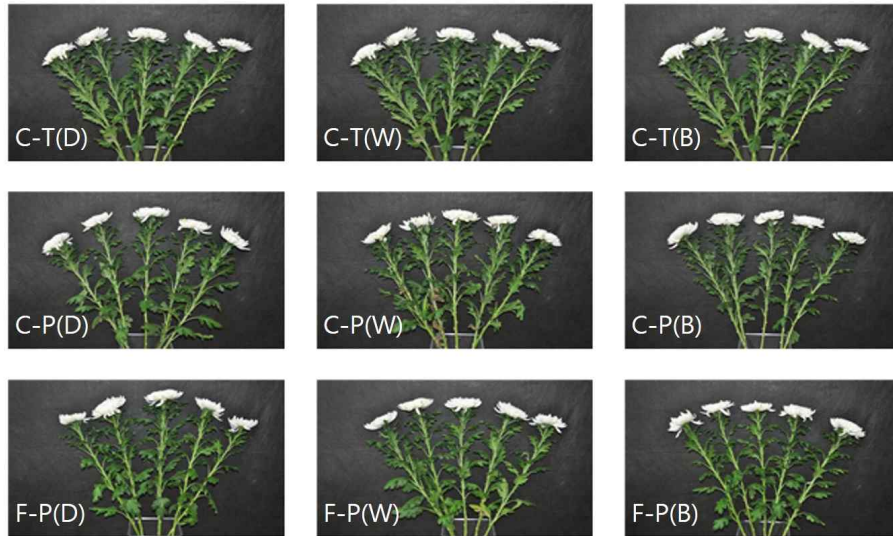


그림 2-16. 예냉방법에 따른 절화국화 ‘백마’의 14일 후의 모습

③ 절화 국화 ‘백마’의 예냉방법에 따른 생체중, 흡수량 변화

예냉방법에 따른 절화 국화 ‘백마’의 생체중 변화율은 건식 예냉 방법은 25℃ 상온예냉에서 생체중 증가율이 가장 작았으며, 일반예냉과, 차압식 예냉의 차이는 없었다(그림 2-17. A-1). 습식예냉방법은 5℃일반예냉방법에서 생체중 증가율이 높았고, 25℃ 상온예냉에서 생체중이 적었다. 시간이 경과하여 14일 이후부터 생체중의 감소폭이 증가하였으나, 5℃차압송풍식 예냉에서 감소폭이 적었다(그림 2-17, B-1). 박스포장 예냉에서 생체중변화율은 5℃차압송풍식 예냉에서 가장 높게 증가하였으며, 12일 이후부터 증가율이 감소하기 시작하였다(그림 2-17. C-1).

예냉방법에 따른 흡수량은 전반적으로 습식예냉처리에서 다른 예냉방법보다 많았으며, 건식예냉방법에서 5℃차압송풍식예냉에서 흡수량이 지속적으로 유지되는 경향을 보였으며(그림 2-17. A-2), 다른 예냉방법은 2일 이후부터 지속적인 감소하는 경향을 보였다(그림 2-17. B-2)

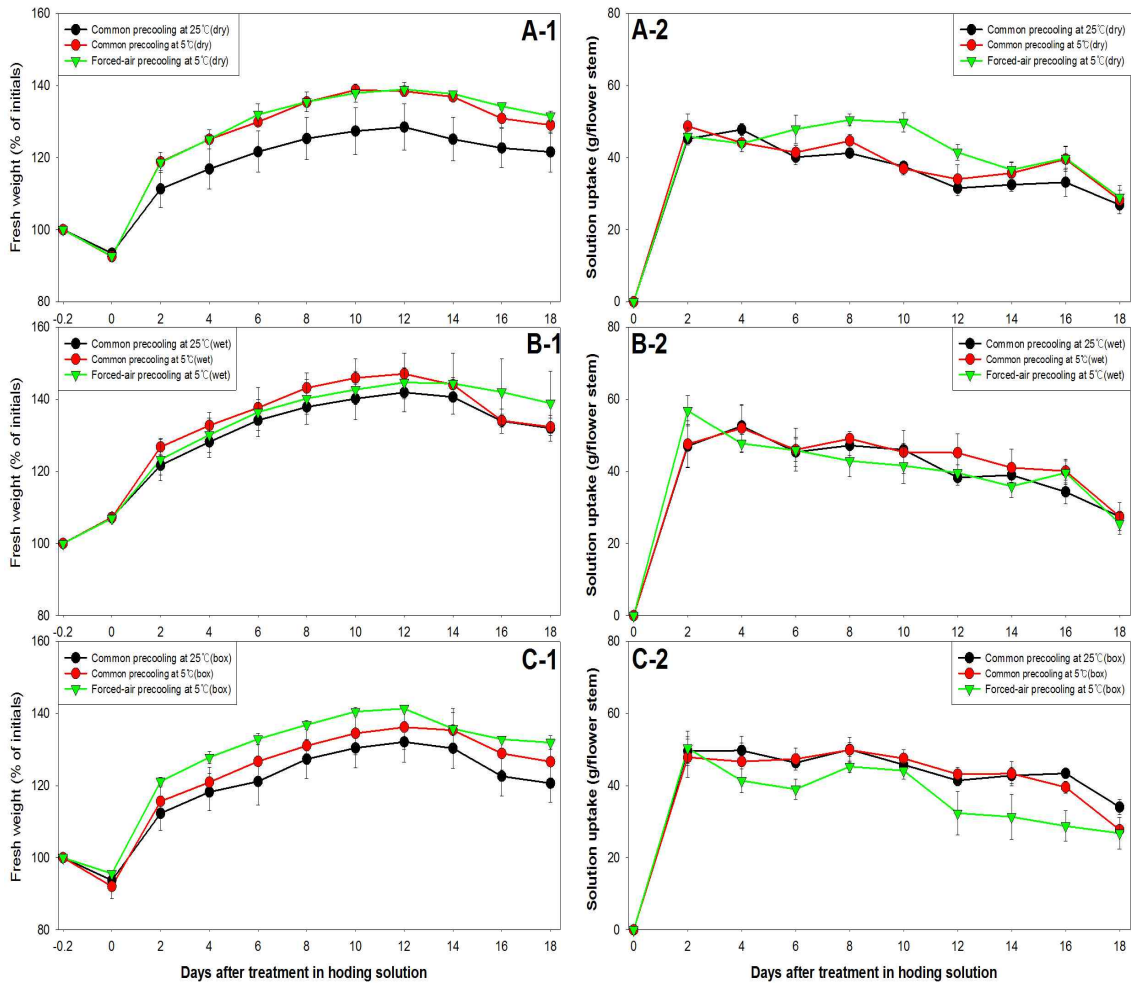


그림 2-17. 예냉 방법에 따른 절화 국화 ‘백마’의 생체중 및 흡수량 변화

④ 절화 국화 ‘백선’의 예냉 방법에 따른 절화 수명

절화 국화 ‘백선’의 수확 후 예냉방법을 25°C 상온조건(C-T), 5°C 일반저온저장(C-P)과 5°C차압송풍식예냉(F-P)조건에서 건식(D), 습식(W), 박스포장(B)의 방법으로 5시간 예냉을 실시 후 절화수명을 조사하였다(그림 2-18). 예냉을 하지 않은 대조구인 C-T(D), C-T(W), C-T(B)의 절화수명은 15.3~16.0일로 절화수명이 짧았다. 관행적인 예냉방법인 C-P (B)처리는 17.1일, C-P(D)처리는 17.3일, C-P(W)처리는 18일이었고, 차압송풍식 예냉방법인 F-P(D)는 17.9일, F-P(W)는 18.8일, F-P(B)는 17.9일로 예냉을 실시하였을 때 절화수명이 길어졌으며, 예냉시 습식으로 예냉을 실시하였을 때 절화수명이 대조구보다 2~3일 길어지는 효과를 보였다.

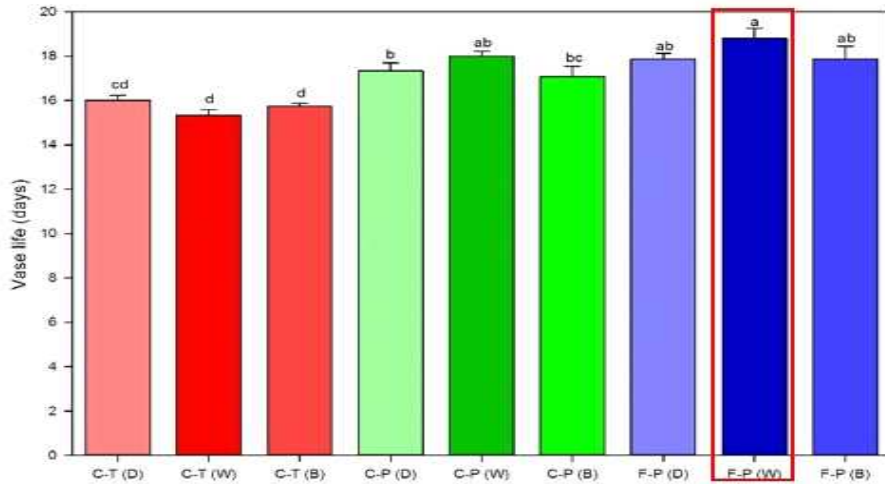


그림 2-18. 절화국화 ‘백선’의 예냉방법에 따른 절화수명

⑤ 절화 국화 ‘백선’의 예냉 방법에 따른 화폭 변화

스탠다드 절화 국화 ‘백선’의 채화 시의 기준으로 화폭변화율을 조사하였다(그림 2-19). 절화국화를 건식으로 예냉하였을 경우 화폭의 변화율은 5℃ 차압송풍식예냉에서 화폭변화율이 높았다(그림 2-19A). 습식예냉에서는 5℃일반저장과 5℃차압예냉의 화폭변화율이 높았으며, 각 처리간의 차이는 없었다. 수확 후 박스 포장하여 예냉 처리를 실시하였을 경우의 화폭변화율은 예냉방법에 따른 차이가 없는 것으로 보였으며(그림 2-19C). 각 건식, 습식 및 박스포장의 화폭변화를 비교하였을 때 박스포장처리가 화폭변화율이 다른 처리에 비해 낮았으며, 습식 처리의 화폭변화율이 다른 처리보다 높게 나타났다.

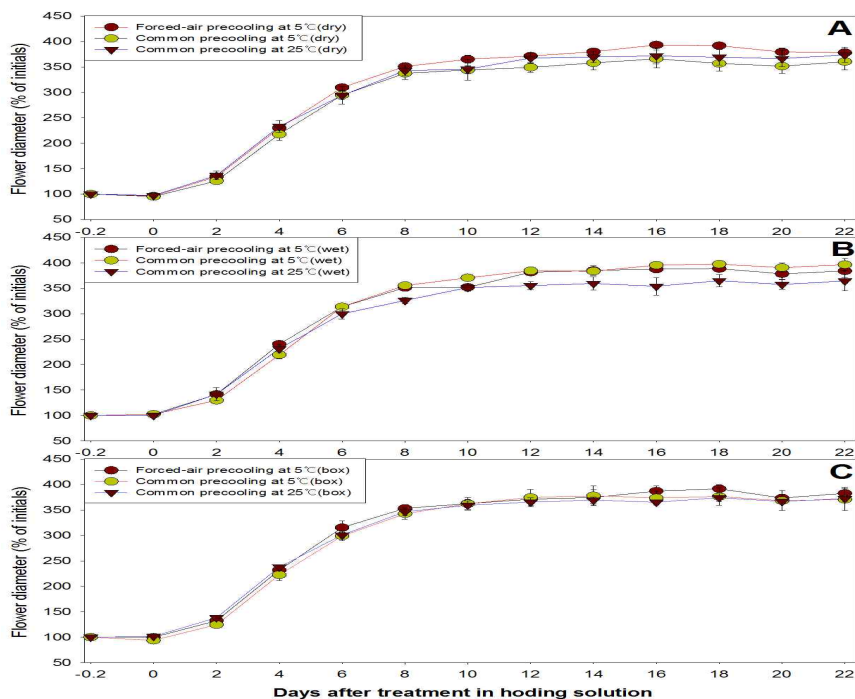


그림 2-19. 절화국화 ‘백선’의 예냉방법에 따른 화폭의 변화 (A : 건식, B : 습식, C : 박스포장)

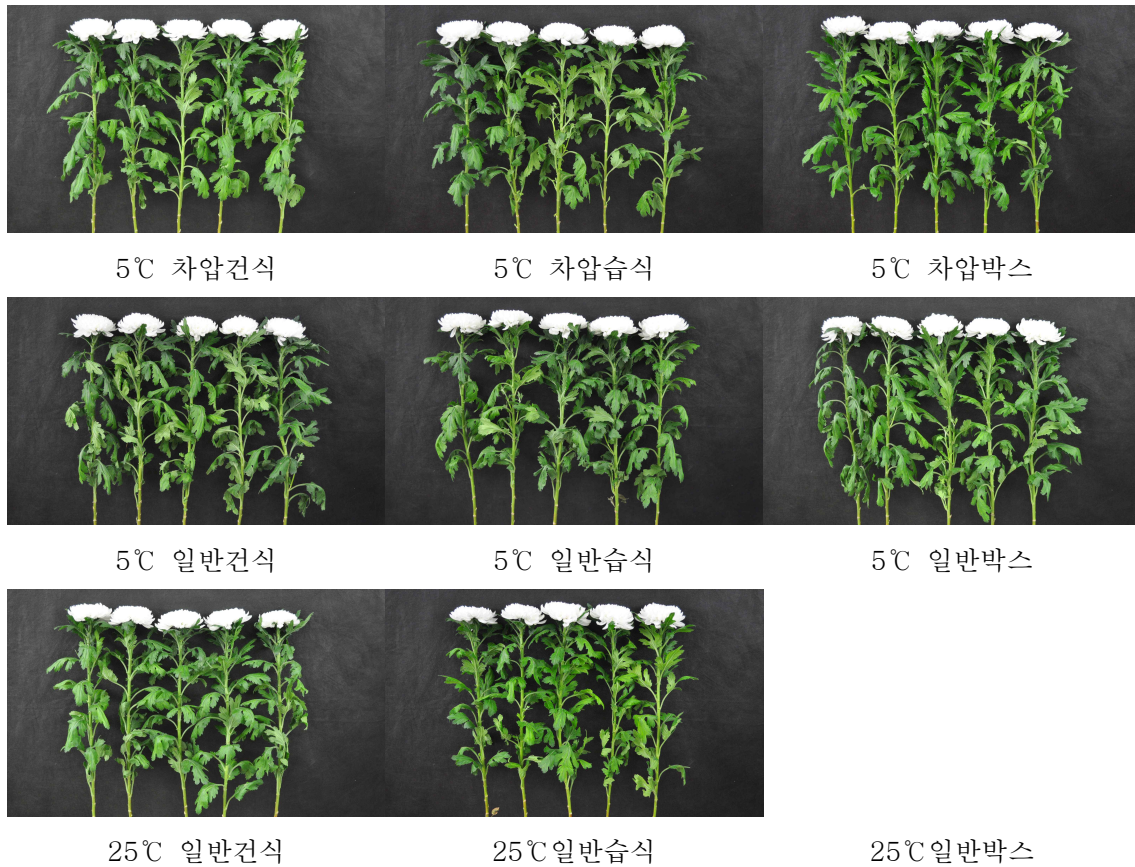


그림 2-20. 예냉방법에 따른 20일 후의 절화 국화 ‘백선’의 모습

⑥ 절화 국화 ‘백선’의 예냉방법에 따른 생체중, 흡수량 변화

국화 ‘백선’의 예냉방법에 따른 생체중 변화율을 조사한 결과, 건식 방법으로 예냉시 생체중 증가율은 처리 후 전체적으로 감소할 하였으며, 5°C차압송풍예냉 처리가 감소율은 적게 나타났다. 3L 사각화병에 꽂아 조사를 실시 후 5°C차압송풍예냉 처리에서 생체중 증가율이 높게 나타났으며, 5°C일반저온예냉과 25°C상온과의 생체중 변화율의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다(그림 2-21 A-1). 습식 예냉방법에서는 전체적으로 처리 후 생체중이 증가하는 경향을 보였으며, 시간이 경과할수록 생체중이 증가하여 12일차부터 점차 감소하는 경향을 보였고, 25°C 상온처리가 다소 증가율이 적었다(그림 2-21. B-1). 박스 포장 후 예냉방법의 생체중변화는 5°C차압송풍식 예냉에서 증가율이 높게 나타나고 있으나, 통계적인 차이는 없었다(그림 2-21. C-1).

수분 흡수량은 전체적으로 예냉방법에 따라 큰 차이를 보이지는 않았으나, 3L 사각화병에 꽂은 후 2일차에 흡수량이 가장 높았으며, 시간이 경과 할수록 흡수량이 감소하는 경향을 보였다. 각 처리별 차이에서 25°C상온처리가 다른 처리에 비해 흡수량이 적게 나타나고 있었다. 이것은 수확 후 상온에 있으면서 국화가 수분스트레스를 많이 받아서 회복하는 능력이 저하되었을 것으로 판단되었다.

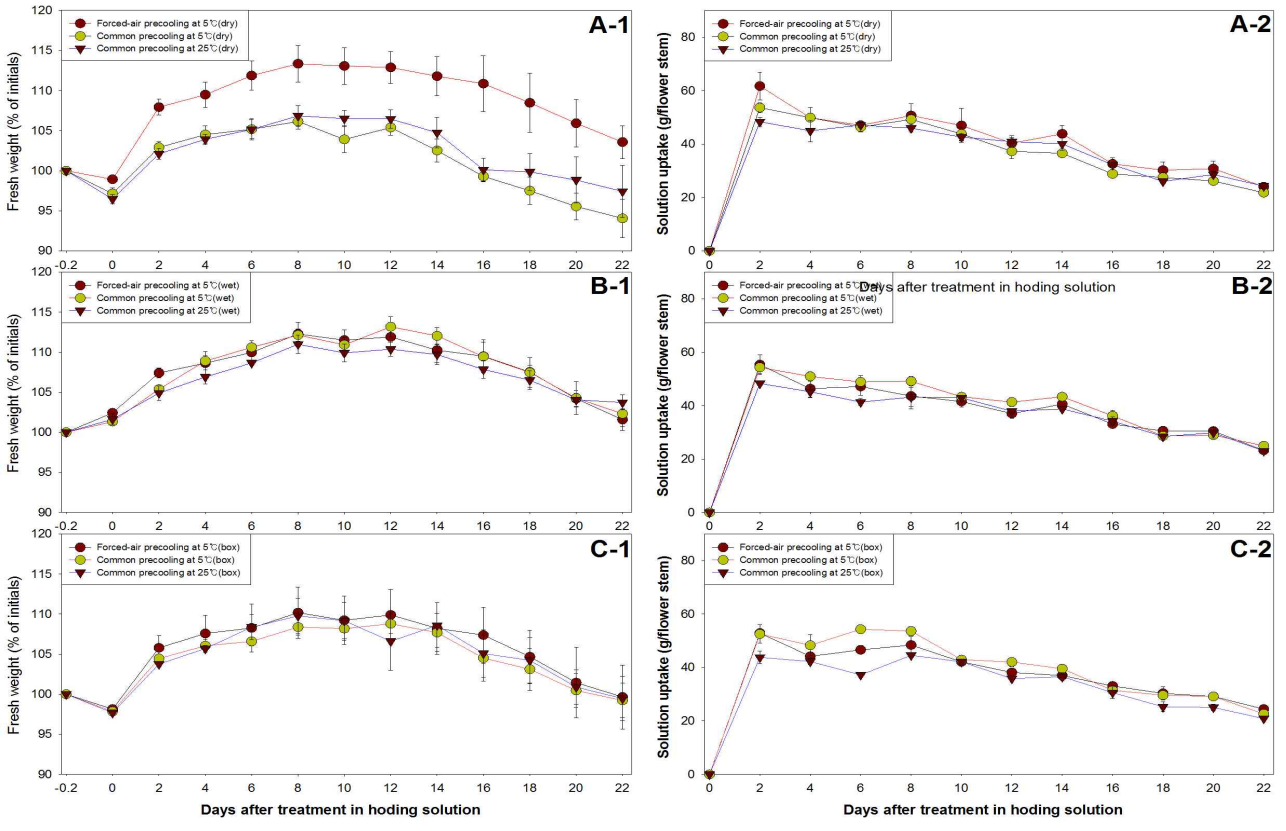


그림 2-21. 예냉방법에 따른 절화국화 ‘백선’의 생체중 및 흡수량 변화

(나) 동절기 절화 국화의 예냉 방법에 따른 절화 수명

① 절화 국화 ‘신마’의 예냉 방법에 따른 절화 수명

절화수명의 경우 수확 후 바로 3L 사각화분에 꽂아 절화수명을 조사한 결과(Standard) 18.1일로 나타났으며, 5°C로 예냉처리하였을 때 전체적으로 16.3~16.8일로 나타났으며, 25°C 상온예냉처리에서는 C-T(D)(건식) 15.3일, C-T(W)(습식) 15.7일, C-T(B)(박스) 15.2일로 절화수명이 짧았다. 절화국화 수확 후 5°C 차압송풍식 습식예냉 방법을 실시하였을 때, 절화국화의 품질유지 및 수명에 효과적인 것을 판단되었다.

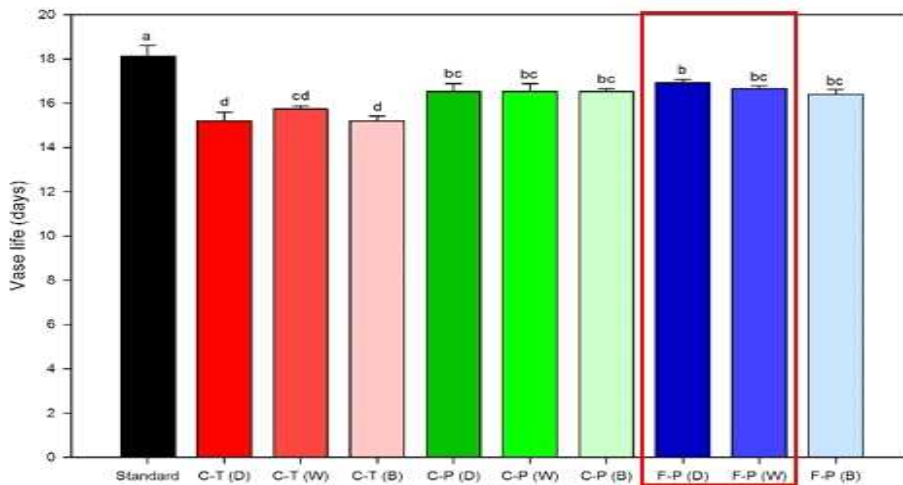


그림 2-22. 절화 국화 ‘신마’의 예냉방법에 따른 절화수명

② 절화 국화 ‘신마’의 예냉방법에 따른 화폭 변화

국화 ‘신마’를 대조구를 수확 후 3L 사각화병에 꽂아 화폭 변화를 조사하여 예냉 방법과의 차이를 비교하였다. 대조구는 4일차까지 천천히 증가하여 6일차에 급격히 증가하는 경향을 보였다. 건식 예냉 화폭 변화에서는 5일 저장 후 화병에 꽂아 조사 한 결과 4일차부터 급격히 증가하는 경향을 보여주고 있었으며, 8일차부터는 증가율이 적게 나타났으며, 대조구와의 차이를 보이지 않았다(그림 2-23A). 습식예냉 화폭 변화는 5℃ 습식 차압송풍예냉 처리에서 10일차까지 화폭의 증가가 가장 높게 나타나고 있었으나, 시간이 경과 할수록 통계적인 차이는 보이지 않았다(그림 2-23B). 박스포장 예냉은 2-6일 사이에 25℃ 상온 예냉에서 화폭 증가율이 높게 나타났으나, 시간이 경과 할수록 5℃일반예냉처리와 대조구의 화폭 증가율이 유사하게 나타났(그림 2-23C).

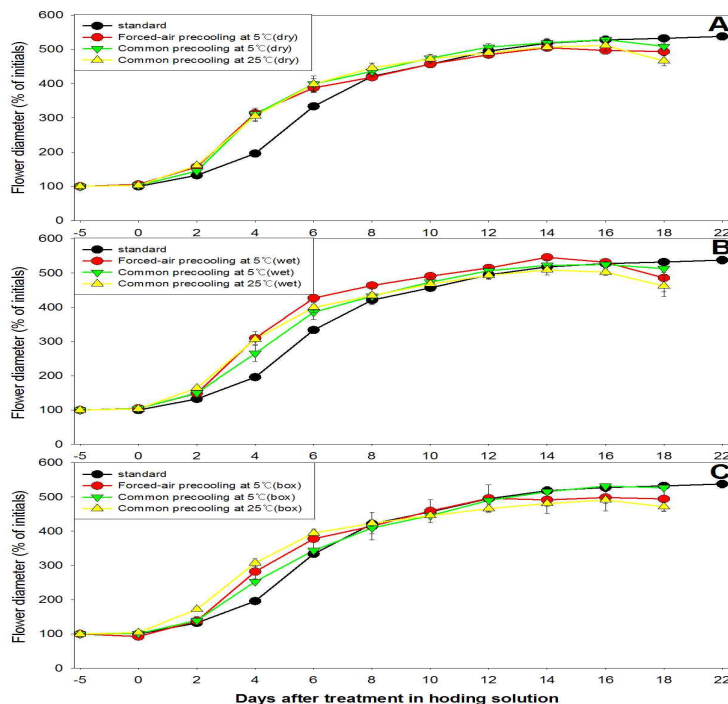


그림 2-23. 절화국화 ‘신마’의 예냉방법에 따른 화폭의 변화

③ 절화 국화 ‘신마’의 예냉방법에 따른 생체중변화율, 수분 흡수량

건식방법으로 4시간 예냉 실시 후 생체중의 변화를 조사한 결과, 5℃차압송풍예냉에서 1.9%, 5℃ 일반저온예냉에서 2.1%, 25℃ 상온예냉에서 5.2%씩 감소하였으며, 5℃ 저온저장고에서 5일간 보관 후의 무게는 각각 5.3%, 5.5%, 9.0%로 25℃ 상온예냉에서 생체중의 감소가 가장 심하게 나타났다. 따라서 절화 국화를 수확 후 상온에서 방치되는 것은 절화국화의 품질을 저하를 주는 원인으로 판단되었다. 습식방법으로 4시간 예냉을 실시 후 생체중의 변화를 조사한 결과, 5℃ 차압송풍예냉에서 4.5% 증가하였으며, 5℃ 일반저온예냉과 25℃ 상온예냉에서 각각 3.9%, 3.0% 증가하였다. 5℃ 저온저장 5일 후의 생체중은 5℃차압송풍예냉에서

2.6%, 5°C 일반저온예냉에서 3.4%, 25°C 상온예냉에서 6.7% 감소하였다. 선별 작업 후 박스에 넣어 예냉을 실시하였을 경우 5°C 차압송풍식예냉 1.0%, 5°C 일반저온예냉 1.3%, 25°C 상온예냉 1.9% 감소하였으며, 5°C 저온저장고 5일 후의 생체중은 각각 3.5%, 4.6%, 5.3%씩 감소하였다.

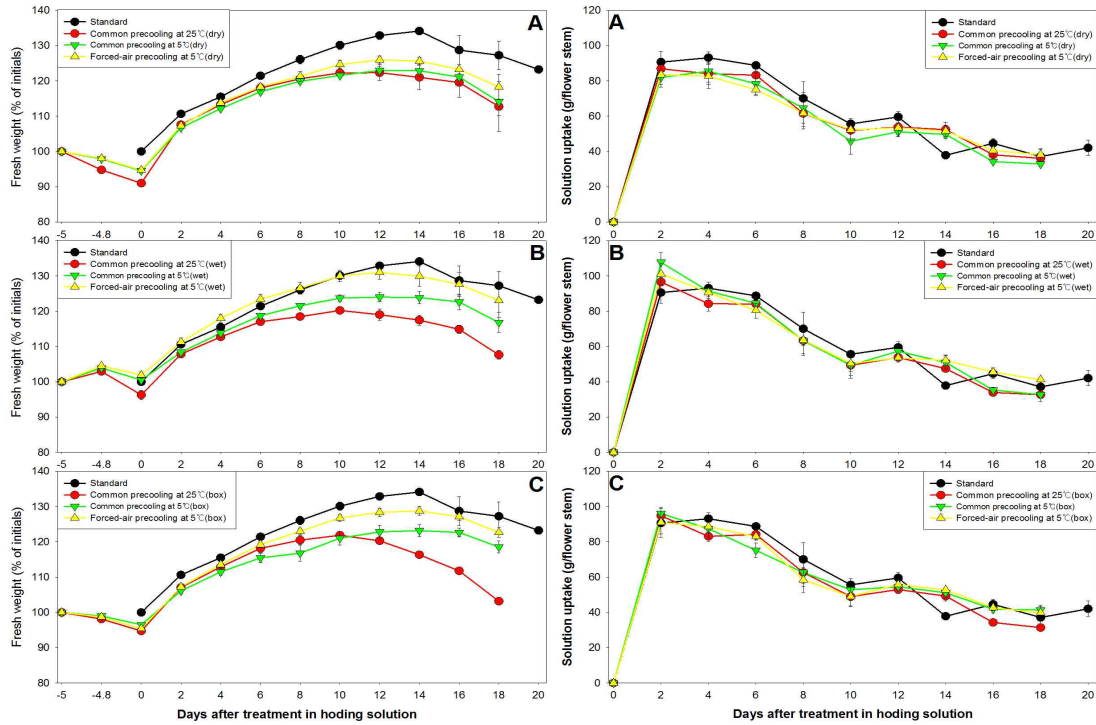


그림 2-24. 예냉방법에 따른 절화 국화 ‘신마’의 생체중 및 흡수량 변화

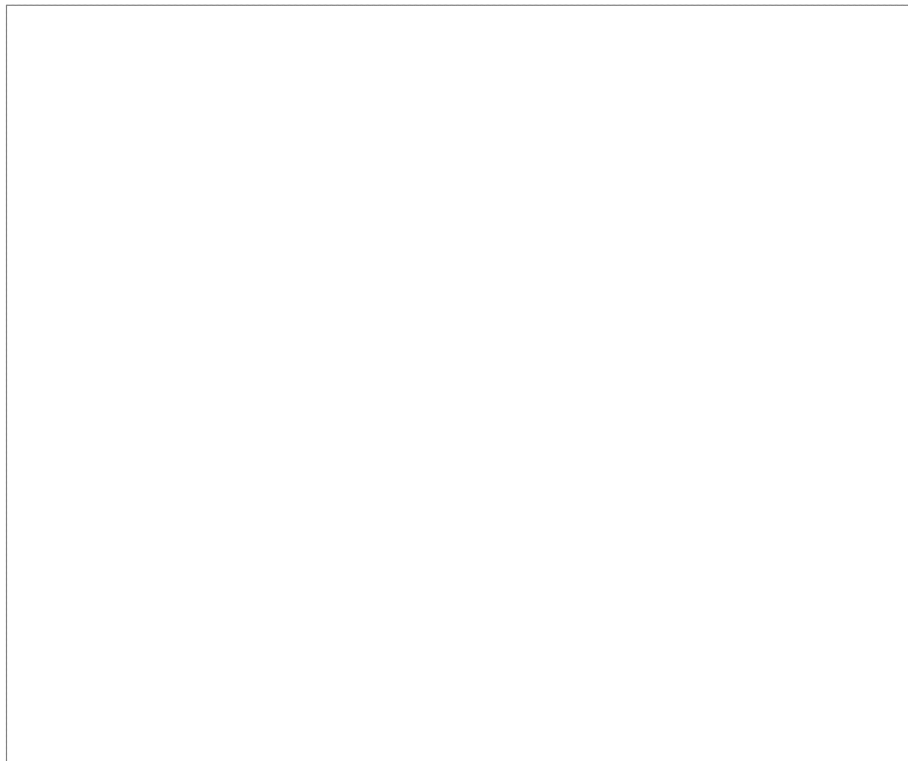


그림 2-25. 절화 국화 ‘신마’의 예냉방법에 따른 절화 모습

4) 결론

하절기 절화 국화 수확 후 예냉방법을 25℃ 상온조건, 5℃ 일반저온저장과 5℃차압송풍식 예냉조건에서 건식, 습식, 박스포장의 방법으로 5시간 예냉을 실시 후 절화수명을 조사하였다. ‘백선’ 품종은 25℃ 상온조건 건식, 습식, 박스의 절화수명은 15.3~16.0일로 절화수명이 짧았고, 5℃차압송풍식 습식방법은 18.8일로 가장 길었다. 5℃차압송풍식 습식방법이 절화수명이 대조구보다 2~3일 길어지는 효과를 보였다. ‘백마’품종의 경우 ‘백선’ 품종의 5℃차압송풍식 습식방법이 절화수명이 길었던 결과와 비교하였을 때 ‘백마’품종의 경우 차압식예냉과 일반예냉 방법에 따른 절화 수명의 차이가 없는 것으로 나왔다. 이것은 품종별 생리적인 차이로 결과가 다른 것으로 판단되었다.

동절기 절화 국화 수확 후 건식방법 예냉 실시 후 5℃ 저온저장고에 5일간 저장 후 생체중은 5℃차압송풍예냉은 5.3%, 5℃ 일반저온예냉은 5.5%, 25℃ 상온예냉은 9.0%로 25℃ 상온예냉에서 생체중의 감소가 가장 심하게 나타났다. 따라서 절화 국화를 수확 후 상온에서 방치되는 것은 절화국화의 품질을 저하를 주는 원인으로 판단되었다. 습식방법으로 5℃차압송풍예냉은 2.6%, 5℃ 일반저온예냉은 3.4%, 25℃ 상온예냉은 6.7% 감소하였다. 선별 작업 후 박스에 넣어 예냉을 실시하였을 경우 5℃ 차압송풍식예냉 3.5%, 5℃ 일반저온예냉 4.6%, 25℃ 상온예냉 5.3% 감소하였다. 화폭의 변화는 5℃에서 습식 차압송풍예냉 처리에서 화폭이 가장 크게 나타났으나 통계적인 차이는 보이지 않았다. 절화수명의 경우 5℃예냉하였을 때 전체적으로 16.3~16.8일로 나타났으며, 25℃ 상온예냉처리는 건식 15.3일, 습식 15.7일, 박스 15.2일로 절화수명이 짧았다. 절화국화 수확 후 5℃ 차압송풍식 습식예냉 실시하였을 때, 국화의 품질 및 수명에 효과적인 것으로 판단되었다.

(2) 절화 국화의 선도 유지 및 절화 수명연장에 효과적인 전처리제 개발

1) 연구방법

가) NaOCl 농도별 전처리에 따른 품질 조사

본 실험은 절화국화의 선도 유지 및 절화 수명연장을 위하여 전남 해남군 소재에서 재배된 국화 ‘신마’를 3월 30일에 수확하여 실험실로 2시간 운송하여 본 실험에 이용하였다. 전처리에 따른 절화 품질을 알아보기 위해서 대조구(무처리)와 NaOCl 0, 50, 100, 200, 400, 800mg·L⁻¹농도에 6시간 처리하였고, 처리 후 절화품질을 조사하기 위하여 실내 온도 25±2℃, 습도 50±5%, 형광등(1000Lux) 조건에서 증류수가 담겨있는 사각화병에 꽂아 2일 간격으로 절화품질 및 수명을 조사하였다.

나) NaOCl 및 sucrose 농도별 전처리에 따른 품질 조사

본 실험은 절화국화의 선도 유지 및 절화 수명연장을 위하여 전남 해남군 소재에서 재배된

국화 ‘신마’를 3월 30일에 수확하여 실험실로 2시간 운송하여 본 실험에 이용하였다. 전처리 NaOCl 100mg·L⁻¹, 200mg·L⁻¹ 농도에 Sucrose 0, 0.02, 0.1, 0.5, 2.5%의 농도별로 6시간 처리하고 위 실험과 동일한 방법으로 절화 품질 및 수명을 조사하였다.

다) NaOCl, sucrose, BA 농도별 전처리에 따른 품질 조사

본 실험은 절화국화의 선도 유지 및 절화 수명연장을 위하여 전라북도 전주시 헤븐FC 영농 조합법인에서 재배된 국화 ‘신마’를 4월 30일에 수확하여 실험실로 2시간 운송하여 본 실험에 이용하였다. 전처리제 개발을 위하여 대조구, 200mg·L⁻¹ NaOCl, 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose와 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + BA 10, 20, 40, 80, 160, 320mg·L⁻¹의 농도 따른 절화 품질 및 수명을 조사하였다.

2) 연구결과

가) NaOCl 농도별 전처리에 따른 품질 조사

전처리를 NaOCl 농도에 따른 화폭변화의 결과는 그림 2-26과 같다. 전체적으로 화폭 변화는 전처리 전과 전처리 후의 변화는 없으면, 사각화병에 꽃아 화폭의 변화를 조사한 결과 대부분 만개까지 8일정도 소요되었으며, 대조구에서 화폭이 전체적으로 작았으며, 200mg·L⁻¹ NaOCl 농도의 전처리가 화폭이 가장 크게 개화되었다. 생체중의 변화는 대조구의 경우 전처리 6시간 후 생체중이 10%이상 감소를 하였으며, 화병에 꽃아 2일 후 생체중은 증가하였으나, 시간이 경과할수록 생체중의 증가는 되지 않았다. NaOCl 농도가 높아질수록 생체중이 증가하였으며, 200mg·L⁻¹ NaOCl 농도의 처리가 생체중 증가율이 가장 높았다.

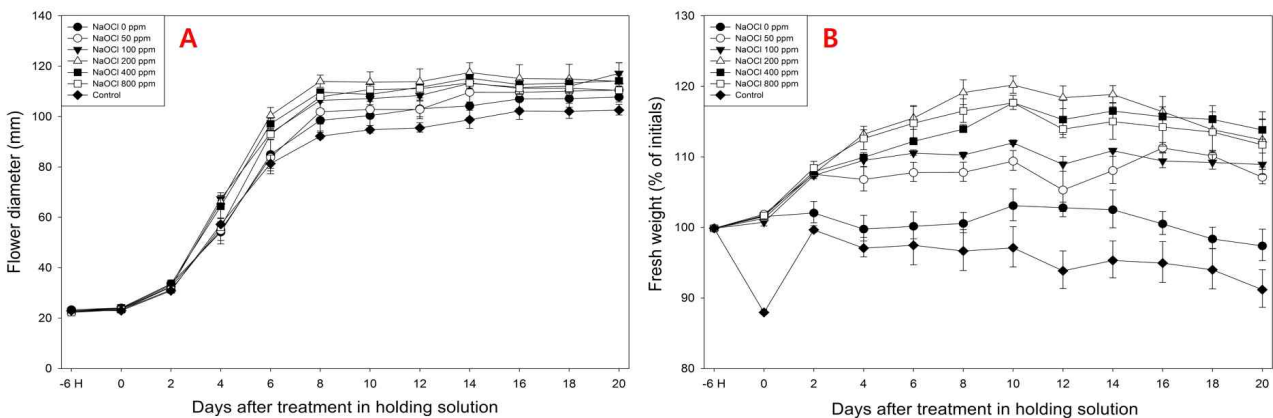


그림 2-26. 전처리 NaOCl 농도에 따른 국화 ‘신마’의 보존용액에서의 화폭(A)과 생체중(B)의 변화

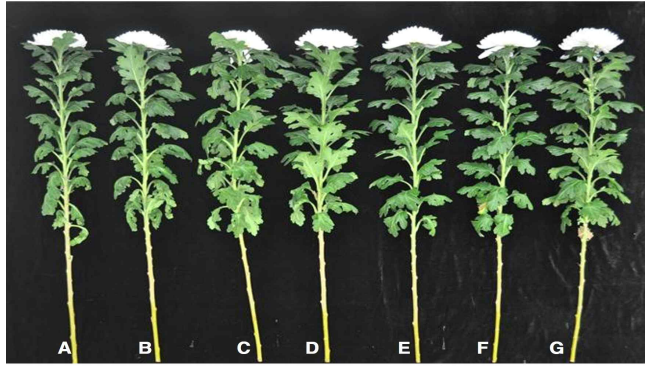


그림 2-27. 전처리 NaOCl 농도에 따른 국화 '신마'의 만개시 생육 모습 (A : control, B : $0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl, C : $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl, D : $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl, E : $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl, F : $400 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl, G : $800 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl)

나) NaOCl 및 sucrose 농도별 전처리에 따른 품질조사

전처리로 $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 농도에 Sucrose 0, 0.02, 0.1, 0.5, 2.5% 농도로 전처리로 6시간 물을림을 실시하여 절화 변화를 조사한 결과 그림 2-28과 같다. 전처리 전후의 화폭 변화는 차이가 없으며, 사각화병에 꽃아 생육을 조사한 결과 10일 후 대부분 만개를 하여 유지하다가 시들어가는 경향을 보여주고 있었다. 꽃의 크기는 대조구에서 100mm 이상 만개를 하였으며 Sucrose 2.5% 처리에서는 고농도 때문인지 대조구보다 꽃의 크기는 작았다. 다른 처리들은 대조구보다 꽃의 크기가 크게 나타났으며, 0.1%와 0.5% sucrose 처리가 가장 크게 개화하였다. 생체중의 변화는 sucrose 농도가 높은 0.5%, 2.5%의 처리에서 전처리 후의 생체중이 감소하는 결과를 보였으며, 다른 처리에서는 전처리 전보다 생체중이 증가하였다. 특히 sucrose 0.1% 처리에서 10일 후 생체중 변화가 가장 크게 증가하였으며, 다른 처리들은 처리간의 차이를 보이지 않았다.

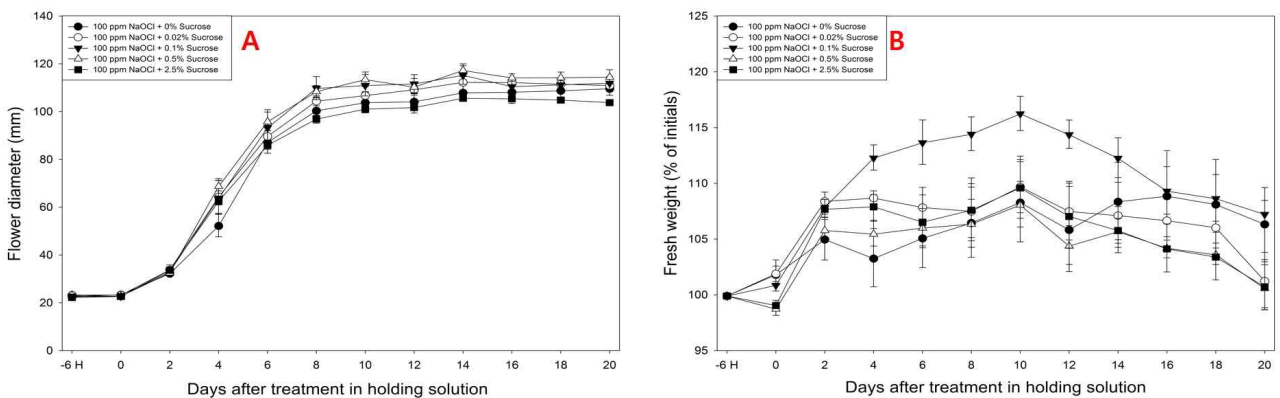


그림 2-28. 전처리 $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl과 Sucrose 농도에 따른 절화국화 '신마' 화폭(A)과 생체중(B) 변화

전처리제로 $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 농도에 Sucrose 0, 0.02, 0.1, 0.5, 2.5% 농도로 전처리로 6시간 물을림을 실시하여 절화 변화를 조사한 결과 그림 2-29와 같다. 화폭의 경우 전체적으로 100 mm 이상으로 $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 농도 처리한 것보다 화폭의 크기는 조금 크게 나타난 것

을 확인 할 수 있었다. 이것은 NaOCl 농도별 실험한 것과 유사하게 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 처리한 것이 화폭이 크게 생육한 결과와 유사한 결과였으면 Sucrose 농도별 처리에 대한 차이는 보이지 않았지만 4일 후에 개화 정도에서 Sucrose 농도가 높을수록 개화가 크게 나타나는 것을 보였지만 8일 후 개화 정도에 대한 차이는 보이지 않았다. 생체중의 변화는 sucrose 농도가 높은 처리에서 전처리후 생체중이 감소하였지만 2일 후 다른 처리와 유사하게 생체중이 증가하는 결과를 보여주고 있었다. 특히 0.1% sucrose 처리 농도에서 생체중이 증가가 가장 높은 결과를 보였다. 국화 수확 후 전처리제로 NaOCl $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과 Sucrose 0.1%를 첨가하여 전처리 해주는 것이 신선도 유지 및 절화 품질 유지에 효과가 있을 것으로 판단되었다.

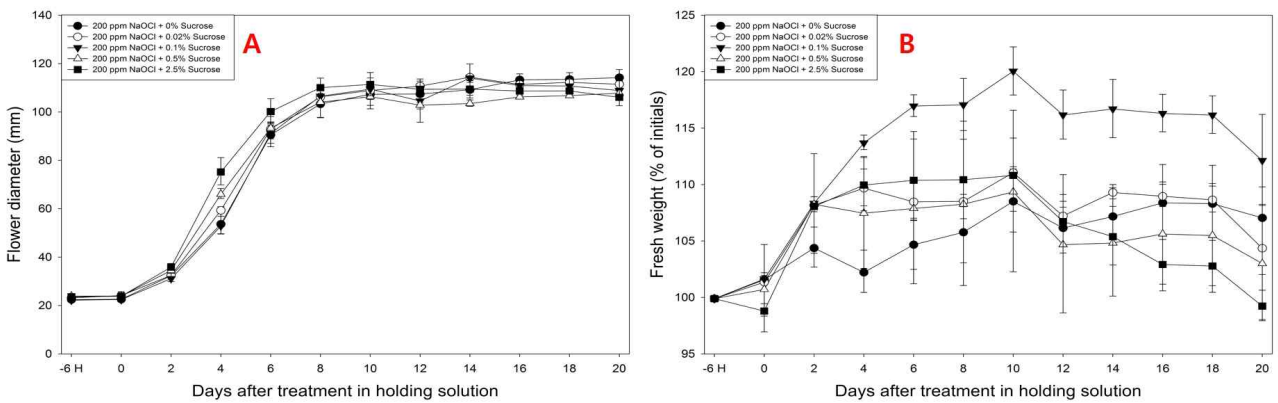


그림 2-29. 전처리 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl과 Sucrose농도에 따른 절화국화 ‘신마’ 화폭(A)과 생체중(B) 변화



그림 2-30. 전처리 NaOCl과 Sucrose농도에 따른 스탠다드 국화 ‘신마’의 만개모습

다) NaOCl, Sucrose, BA 농도별 전처리에 따른 품질조사

본 실험은 전주 농업회사법인 헤븐FC에서 재배 된 국화 ‘신마’를 4월 30일 수확하여 NaOCl, Sucrose, BA 농도별 전처리 효과를 알아보기 위하여 실험을 실시하였다. NaOCl농도와 Sucrose 농도는 위 1)과 2) 실험의 결과를 바탕으로 대조구, $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 농도와 0.1% Sucrose 농도에 성장조절물질 BA 10, 20, 40, 80, 160, $320\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 국화 수확 후 상온에서 6시간 물올림을 실시하여 절화 품질 조사를 실시함 결과는 그림 2-31과 같다. 화폭의

경우 꽃병에 꽂아 시간이 경과 할수록 개화 진행 속도는 전체적으로 4일차까지는 개화 진행이 천천히 되는 것을 보여주고 있지만 6일차부터 개화 진행이 빨라지는 것을 확인 할수 있었지만 320mg·L⁻¹ BA처리는 다른 처리보다 꽃의 크기가 작았고, 20mg·L⁻¹ BA처리에서 꽃의 크기가 가장 크게 보였다(그림 2-31). 생체중의 변화는 전처리 후 전체적으로 생체중이 증가 하였으며, BA가 들어가지 않은 처리에서 생체중 증가가 높았으면, BA 농도가 낮을수록 생체중의 증가가 높은 것을 보여주고 있었다. 전처리로 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 0~20mg·L⁻¹ BA의 농도를 처리하는 것이 개화 및 생체중의 증가에 효과가 있을 것으로 판단된다.

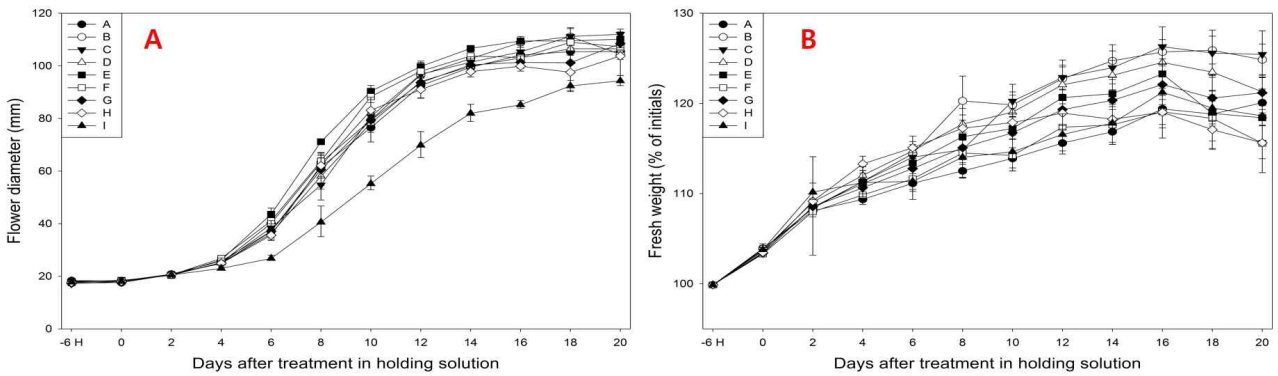


그림 2-31. 전처리 NaOCl, Sucrose, BA 농도에 따른 절화국화 ‘신마’의 화폭과 생체중의 변화 (A: control, B : 200mg·L⁻¹ NaOCl, C : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose, D : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 10mg·L⁻¹ BA, E : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 20 mg·L⁻¹ BA, F : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 40 mg·L⁻¹ BA, G : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 80mg·L⁻¹ BA, H : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 160mg·L⁻¹ BA, I : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 320mg·L⁻¹ BA)



그림 2-32. NaOCl, Sucrose, BA 농도별 전처리에 따른 절화국화 ‘신마’의 만개(좌)와 생육모습(좌) (A: control, B : 200mg·L⁻¹ NaOCl, C : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose, D : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 10mg·L⁻¹ BA, E : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 20 mg·L⁻¹ BA, F : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 40 mg·L⁻¹ BA, G : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 80mg·L⁻¹ BA, H : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 160mg·L⁻¹ BA, I : 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose + 320mg·L⁻¹ BA)

(3) 습식 예냉에서 전처리제 처리에 따른 절화 수명

1) 연구 목적

절화 국화는 수확 후 예냉, 수분흡수 불량, 영양분 부족, 잎의 황화 등 여러 요인에 의해 품질이 떨어지고, 수명이 단축되는 현상이 나타난다. 이에 본 실험은 1년차에 실시되었던 전처리제 개발에 이어서 절화 국화의 선도유지와 절화의 수명 연장을 위하여 예냉방법 중에서 효과적인 습식예냉에서 하절기와 동절기의 전처리 효과를 조사하고자 실시하였다.

2) 연구방법

가) 하절기 절화 국화의 습식예냉에서 전처리제에 따른 절화의 수명과 품질

본 연구는 절화 국화 ‘백마’를 이용하여, 수출용 개화 3단계에서 수확 후 85cm로 절단하여 2시간 운송하여 목포대학교 화훼학 실험실에서 5℃ 차압송풍식예냉실에서 각 농도별 물올림 5시간 습식예냉 실시 후 실내 온도 25±2℃, 습도 50±5%, 형광등(1000Lux) 조건에서 증류수가 담겨있는 3L 사각화병에 꽂아 2일 간격으로 절화품질(화폭, 생체중, 흡수량) 및 절화수명을 조사하였다.

표 2-17. 절화 국화 수확 후 습식예냉에서 전처리제 처리 방법

Pre-treatment	Method
NaOCl 0ppm	Tap water
NaOCl 50ppm	5% NaOCl = 1ml/L
NaOCl 100ppm	5% NaOCl = 2ml/L
NaOCl 200ppm	5% NaOCl = 4ml/L
NaOCl 400ppm	5% NaOCl = 8ml/L
200ppm + 0%	5% NaOCl = 4ml/L
200ppm + 0.02%	5% NaOCl = 4ml/L, Sucrose = 0.2g/L
200ppm + 0.1%	5% NaOCl = 4ml/L, Sucrose = 1g/L
200ppm + 0.5%	5% NaOCl = 4ml/L, Sucrose = 5g/L
200ppm + 2.5%	5% NaOCl = 4ml/L, Sucrose = 25g/L
CHRYSA(OVB)	3ml/L
HI Flora(Non STS, Japan)	10ml/L

나) 동절기 절화 국화의 습식예냉에서 전처리제에 따른 절화의 수명과 품질

본 연구는 절화 국화 ‘신마’를 이용하여, 수출용 개화 3단계에서 수확 후 85cm로 절단하여 40분 운송하였고, 5℃ 차압송풍식예냉실에서 각 농도별 물올림 4시간 습식예냉 실시 후 국내에서 일본 경매시장까지 소요되는 시간을 고려하여 5℃ 저온저장고에서 5일간 모의 수송 후 실내 온도 25±2℃, 습도 50±5%, 형광등(1000Lux) 조건에서 증류수가 담겨있는 3L 사각화병에 꽂아 2일 간격으로 절화품질(화폭, 생체중, 흡수량) 및 절화수명을 조사하였다.

표 2-18. 절화 국화 수확 후 습식예냉에서 전처리제 처리 방법

Pre-treatment	Method
NaOCl 0ppm	Tap water
NaOCl 50ppm	5% NaOCl = 1ml/L
NaOCl 100ppm	5% NaOCl = 2ml/L
NaOCl 200ppm	5% NaOCl = 4ml/L
NaOCl 4000ppm	5% NaOCl = 8ml/L
200ppm + 0%	5% NaOCl = 4ml/L
200ppm + 0.02%	5% NaOCl = 4ml/L, Sucrose = 0.2g/L
200ppm + 0.1%	5% NaOCl = 4ml/L, Sucrose = 1g/L
200ppm + 0.5%	5% NaOCl = 4ml/L, Sucrose = 5g/L
200ppm + 2.5%	5% NaOCl = 4ml/L, Sucrose = 25g/L
CHRYSAL(OVB)	3ml/L
HI Flora(Non STS)	10ml/L
Heating water	90°C/20sec
Floralife(Clear 200)	10ml/L

3) 연구결과

가) 하절기 절화 국화의 습식예냉에서 전처리제에 따른 절화의 수명과 품질

① 습식예냉에서 전처리 NaOCl 농도에 따른 절화수명

수출용 스탠다드 절화 국화 ‘백마’의 차압송풍식 습식 전처리 용액으로 NaOCl 농도별로 처리하였을 때, NaOCl 무처리는 15.5일로 절화수명이 짧았다(그림 2-33). NaOCl 50mg·L⁻¹ 처리는 16.7일, NaOCl 100, 200mg·L⁻¹ 처리에서 각각 절화수명 17.0일로 길었으며, NaOCl 400mg·L⁻¹ 처리는 16.2일로 나타났다. NaOCl 100~200mg·L⁻¹ 처리하였을 때 대조구보다 1.5 일 연장되었다.

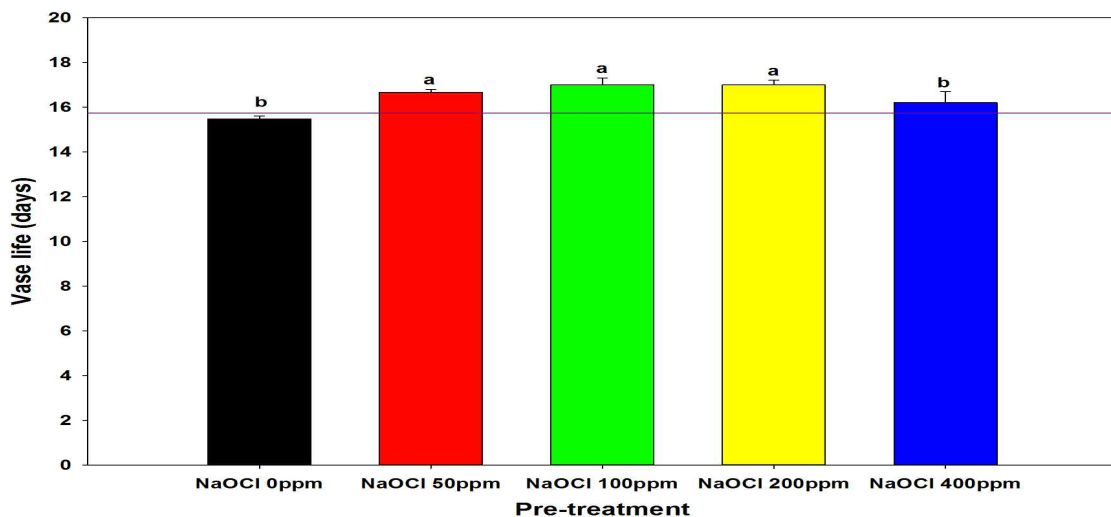


그림 2-33. 국화 ‘백마’의 차압송풍식 습식예냉에서 전처리 NaOCl 농도별 절화수명

② 습식예냉에서 전처리 NaOCl 농도에 따른 화폭, 생체중, 흡수량 변화

국화 ‘백마’의 습식예냉에서 전처리제로 NaOCl를 농도별로 처리하여 화폭의 변화를 조사하였는데, 수확 후 꽃의 크기를 기준으로 비율로 환산하여 조사한 결과 시간이 경과할수록 각 농도별 꽃의 크기는 차이가 없었다(그림 2-34A).

생체중의 변화는 전체적으로 2일차에 증가폭이 20%이상 증가하였으며, 시간이 경과 할수록 증가 폭은 감소하기 시작하였으며, 200mg·L⁻¹ NaOCl 처리에서 생체중의 증가율이 가장 많이 되었다. 다른 처리의 경우 증가율의 통계적인 차이는 없는 것으로 나왔으며, 12일차부터 생체중 증가율은 감소하기 시작하였다(그림 34B). 흡수량의 경우도 생체중과 유사한 경향으로 시간이 경과할수록 8일차에 가장 많은 흡수량을 보였으며, 그 이후부터 전체적으로 감소하는 경향을 보였다.

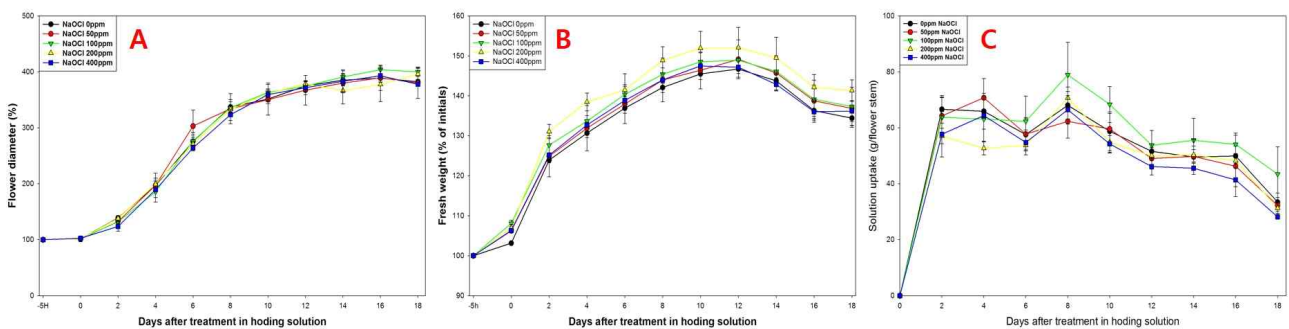


그림 2-34. 국화 ‘백마’의 차압송풍식습식예냉에서 전처리 NaOCl 농도별 화폭(A), 생체중(B), 흡수량(C) 변화

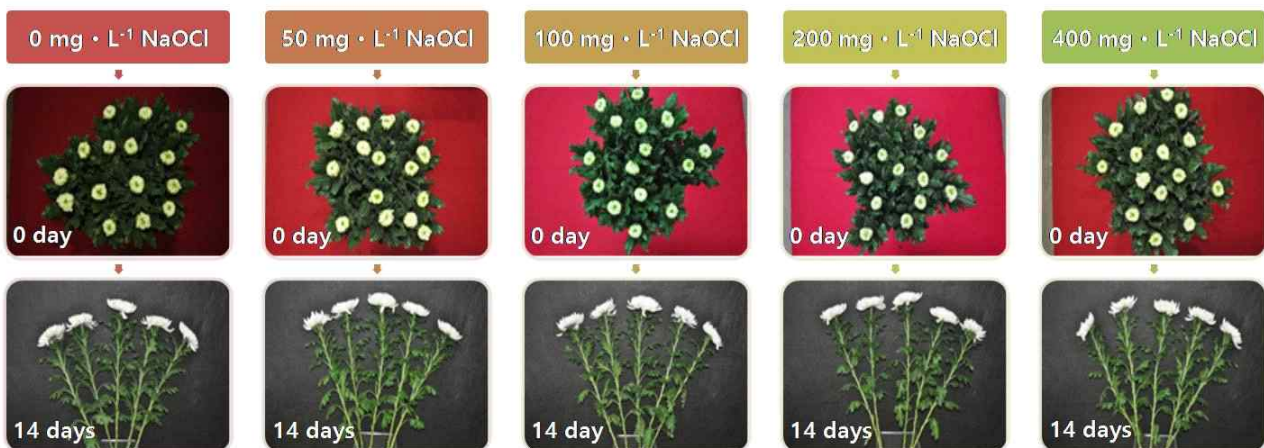


그림 2-35. 국화 ‘백마’의 차압송풍식 습식예냉에서 전처리 NaOCl 농도별 절화 모습

나) 동절기 절화 국화의 습식예냉에서 전처리제에 따른 절화의 수명과 품질

① 습식예냉에서 전처리 NaOCl 농도에 따른 절화수명

수출용 스탠다드 절화 국화 ‘신마’의 차압송풍식 습식 전처리 용액으로 NaOCl농도별 처리 후 국내에서 일본경매시장까지의 소요시간을 고려하여 5℃저온 저장고에 5일간 저장하여 절화 수명을 조사한 결과 그림39와 같다. 무처리는 절화수명이 15.3일로 조사 되었고, 전처리

용액으로 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 처리가 NaOCl 농도별 처리에서 절화수명 17.9일로 무처리에 비해 약 2.6일 연장되어 다소 효과적이었으며, NaOCl 농도가 가장 높은 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 처리는 16.8일로 잎의 황화 현상이 빨리 나타났다.

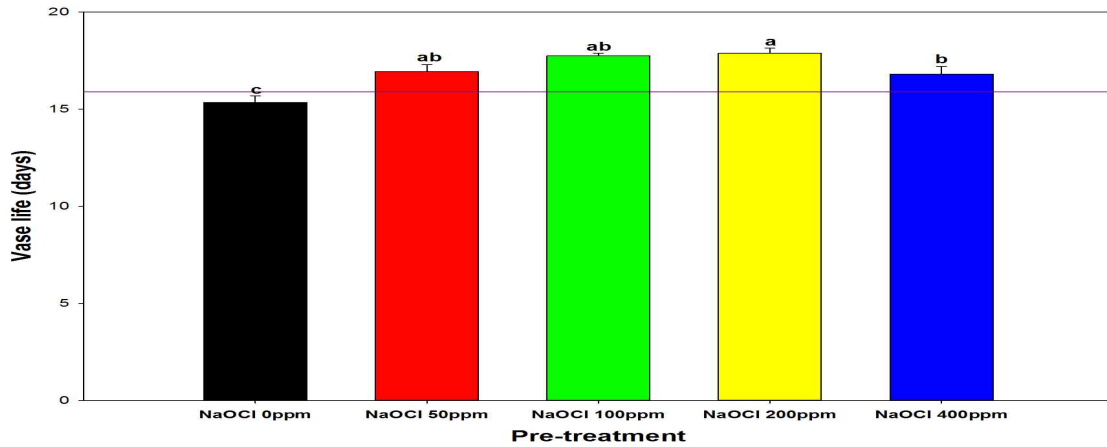


그림 2-36. 국화 ‘신마’의 차압송풍식 습식예냉에서 NaOCl 농도별 절화수명

② 습식예냉에서 전처리 NaOCl 농도에 따른 화폭, 생체중, 흡수량 변화

화폭의 변화는 수확 후 꽃의 크기를 기준으로 비율로 환산하여 조사한 결과 시간이 경과할 수록 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 농도 처리에서 증가율이 가장 높았으며, 무처리의 화폭이 가장 작았다 (그림 40). 50, 200, 400 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 처리간의 차이는 적었다.

생체중 변화율은 전처리 종료 시점에 전체적으로 생체중은 증가하였으며, NaOCl $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 생체중이 가장 많이 증가하였으며, 무처리는 가장 적었다. 모의 수송기간인 5일후의 생체중은 NaOCl 100, $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리에서 가장 많은 감소를 하였으며, $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 처리가 생체중 감소가 가장 적었다. 3L 화병에 꽃아 생체중을 조사한 결과 생체중 증가율 그래프 모형이 전체적으로 비슷한 모형을 보여주고 있었으나, 무처리의 증가율이 가장 낮았으며, $400 < 200 < 50 < 100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl 농도 순으로 증가율이 높았다. 조사 12일 후부터 전체적으로 생체중은 감소하기 시작하였다(그림 2-37). 전체적으로 12일 후부터 절화 국화 하엽부터 황화현상이 나타나기 시작하여 절화품질의 관상가치 저하로 인하여 절화수명이 단축되는 경향을 보여주고 있었다(그림 42).

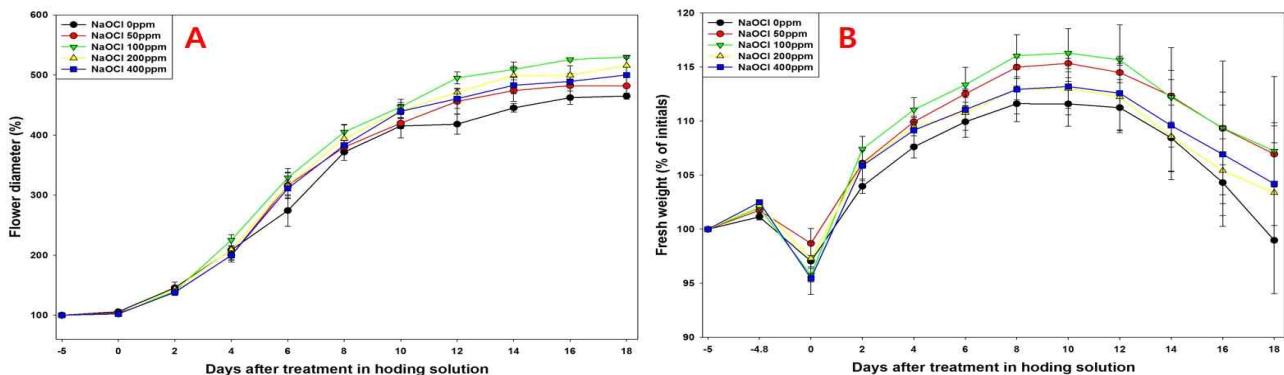


그림 2-37. 국화 ‘신마’의 습식예냉에서 전처리 NaOCl 농도에 따른 화폭(A), 생체중(B) 변화

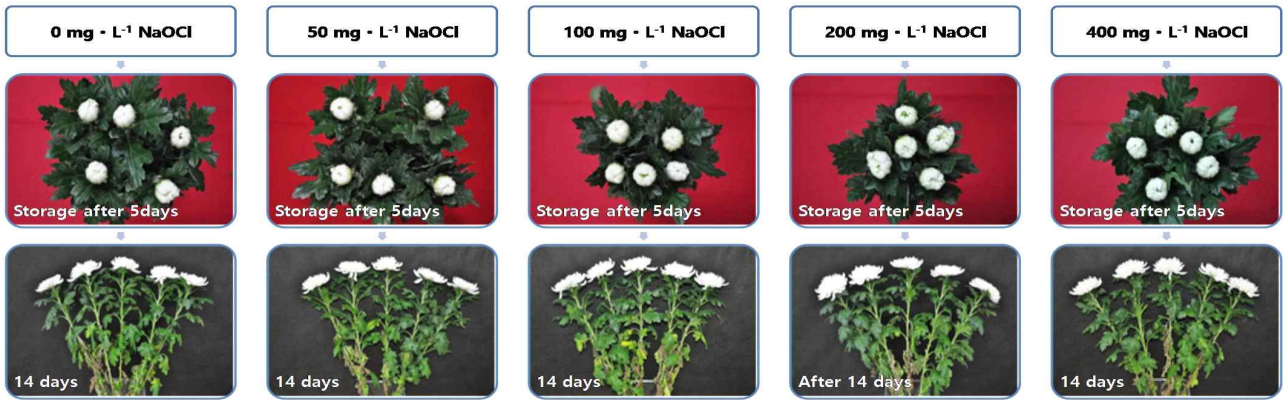


그림 2-38. 국화 ‘신마’의 습식 예냉에서 전처리 NaOCl 농도에 따른 절화국화 모습

다) 동절기 절화 국화 ‘신마’의 차압송풍 습식예냉에서 전처리제에 따른 절화품질

① 습식예냉에서 전처리 NaOCl 농도에 따른 절화수명(추가실험)

국화 ‘신마’의 차압송풍식 습식 예냉에서 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl + Sucrose 0, 0.02, 0.1, 0.5, 2.5% 농도별 처리와 기존전처리제 Chrysal 와 비교에서는 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl+0.1% Sucrose처리가 절화수명 17.5일로 기존 전처리제 Chrysal(15.3일)과 HI Flora(16.4일), Flora life(16.0일)보다 1~2일 연장되었다. 국화 ‘신마’의 품종의 경우 Chrysal 처리가 다른 국화 품종보다 절화수명이 가장 짧은 것으로 조사되었다.

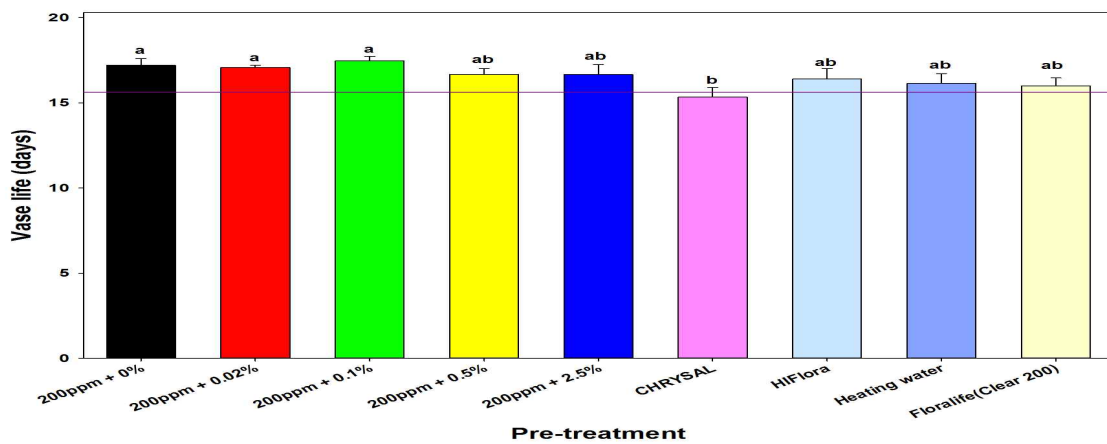


그림 2-39. 국화 ‘신마’의 차압송풍식 습식예냉에서 전처리제에 따른 절화수명

② 습식예냉에서 전처리제에 따른 화폭 및 생체중 변화

화폭의 변화 조사에서 기존 전처리제의 화폭 변화가 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl+Sucrose 농도 처리보다 증가율이 높았고, Chrysal 처리는 화폭의 증가율이 12일차까지 높았으나 시간이 경과할수록 감소하면서 절화국화의 잎도 시들기 시작하였다. 기존 유통 중인 전처리제의 사용이 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl+Sucrose 농도 처리보다 화폭의 증가율이 비교적 높게 나타나고 있었으며, $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOCl+Sucrose농도별 처리간의 차이는 보이지 않았다(그림 2-40A). 생체중의 변

화는 저장5일 후의 전체적으로 감소를 하였으면 200mg·L⁻¹ NaOCl+2.5%Sucrose 처리의 감소가 가장 많았으며, 열탕처리에서 감소율이 가장 적었다. 화병에 꽂아 생체중의 변화를 조사한 결과 FloraLife, HiFlora, 열탕처리의 생체중 증가율이 높았으며, 200mg·L⁻¹ NaOCl+0.1%Sucrose처리가 Chrysal 처리보다 생체중 증가율이 높게 나타났다. 조사 12일 후부터는 모든 처리가 생체중이 감소하기 시작하였다(그림 2-40B). 따라서 절화국화 ‘신마’의 수확 후 예냉시 전처리 용액으로 100~200mg·L⁻¹ NaOCl 또는 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.02~0.1% Sucrose를 사용하여 국화 전처리로 사용하였을 때 기존의 유통 중인 전처리용액 보다 유사한 효과를 보이고 있으므로, 국화 재배농가 또는 수출업체에 수확 후 전처리제로 이용하는 것이 기존 전처리제 Chrysal과 HiFlora를 이용하는 것 보다 경제적으로 비용 절감효과를 볼 수 있을 것으로 판단되었다.

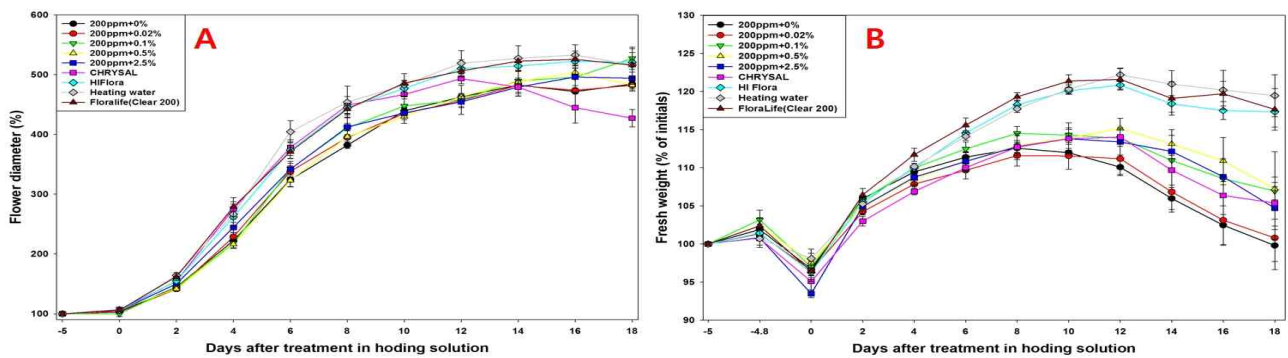


그림 2-40. 국화 ‘신마’의 차압송풍식 습식예냉에서 전처리제에 따른 화폭(A), 생체중(B)

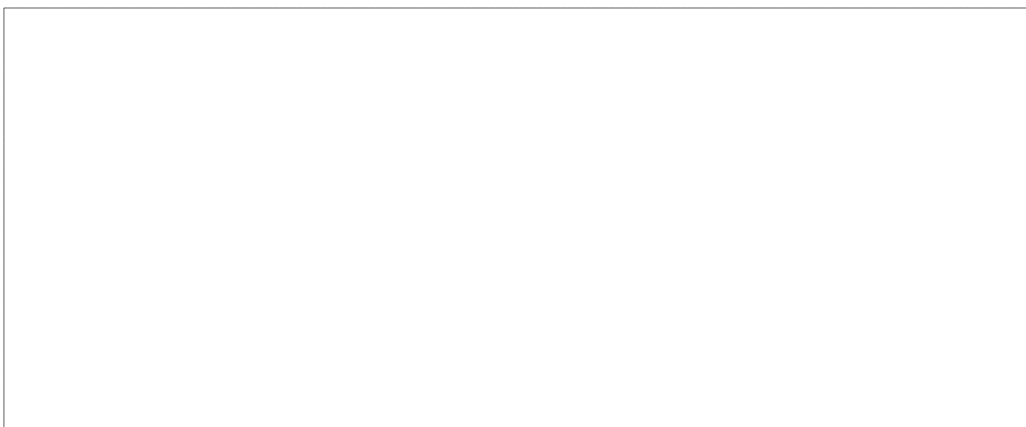
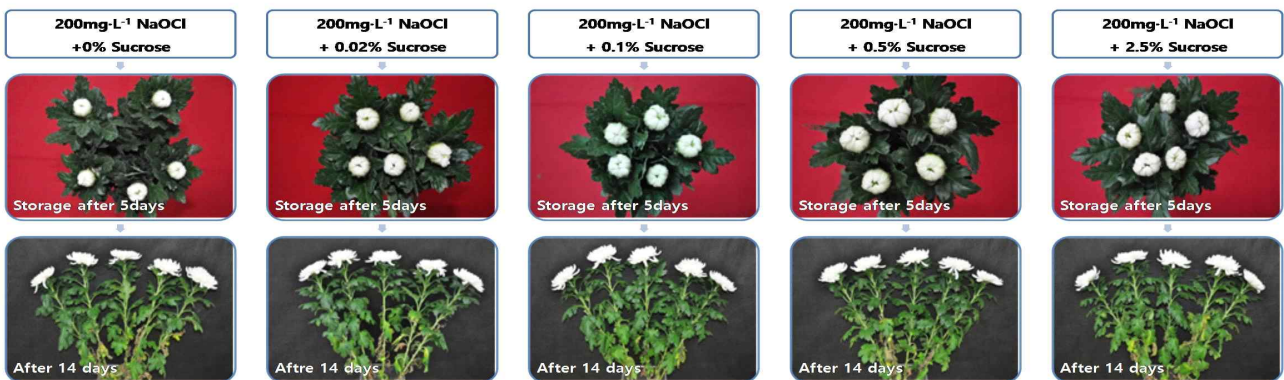


그림 2-41. 국화 ‘신마’의 차압송풍식 습식예냉에서 전처리제에 따른 절화국화 모습

라) 전처리제 농가 및 수출업체 보급

본 연구 결과 중 개발된 200mg·L⁻¹ NaOCl+0.1% Sucrose의 전처리 용액을 농가에 보급하여, 기존 유통 중인 전처리제와 개발된 전처리제의 차이 및 사용 방법 등의 교육 실시하였으며, 국내 출하 시 전처리 처리에 대한 표시하고, 전처리제 사용 안내 스티커를 제작(그림 2-42)하여 출하용 박스에 부착할 수 있도록 보급하였다.

Chrysal OVA와 본 연구 결과 중 개발된 전처리용액의 경제성 분석한 결과는 표 2-19와 같다. 현재 판매중인 Chrysal OVA의 국내 판매 최소 가격은 8,860원으로 전처리 100L 사용시 소비되는 비용은 5,316원이면, 본 발명에 효과가 좋은 100mg·L⁻¹ NaOCl 전처리 100L 사용시 소비되는 비용은 187.5원, 200mg·L⁻¹ NaOCl 전처리 100L 사용시 소비되는 비용은 375원, 100mg·L⁻¹ NaOCl+ 0.1% Sucrose 전처리 100L 사용시 소비되는 비용은 491.7원으로 Chrysal 사용 비용보다 10~28배의 경영비용 절감효과가 있음.



그림 2-42. 국화 전용 절화 수명 연장제 처리 안내 스티커 제작



<전처리 사용 및 방법 교육>



<전처리 사용 출하용 박스 안내 스티커 부착>



<서울 양재동 AT 화훼시장에 입고 된 절화 국화>



<전처리제 사용(상)과 열탕처리(하) 국화 확인>

그림 2-43. 절화국화 전용 전처리제 보급 및 교육과 AT 화훼시장 출하·입고 및 절화 품질 확인

표 2-19. 국화 ‘신마’ 차압송풍식 습식예냉에서 전처리제 사용에 대한 경제성 비교 분석

	CHRYSAI OVA (5L)	100mg·L ⁻¹ NaOCl	200mg·L ⁻¹ NaOCl	100mg·L ⁻¹ NaOCl + 0.1% sucrose
희석비율	3ml/L	4% NaOCl = 2.5ml/L	4% NaOCl = 5ml/L	4% NaOCl = 5ml/L Sucrose = 1g/L
주원료 (시중 최소 판매가)	CHRYSAI OVA 5L = 88,600원	유한락스 20L (4% NaOCl) = 15,000원	유한락스 20L (4% NaOCl) = 15,000원	A : 유한락스 20L(4% NaOCl) = 15,000원 B : Sucrose (설탕 3kg) = 3,500원
전처리 1L 사용 단가	88,600원 ÷ 5,000ml ×3ml/L = 53.16원/L	15,000원 ÷ 20,000ml ×2.5ml/L = 1.875원/L	15,000원 ÷ 20,000ml ×5ml/L = 3.75원	A : 15,000원 ÷ 20,000ml × 5ml/L = 3.75원 B : 3,500원 ÷ 3,000g × 1g/L = 1.167원 A+B = 4.917원/L
전처리 100L 처리 비용	5,316원	187.5원	375원	491.7원

4) 결론

국화 ‘백마’의 전처리 용액으로 NaOCl를 농도별로 처리하였을 때, 절화수명은 NaOCl 무처리에서 15.5일로 가장 짧았으며, NaOCl 100~200mg·L⁻¹ 처리에서 17.0일로 무처리보다 2일 연장되었다. 화폭의 변화는 각 농도별 꽃의 크기는 차이가 없었다. 생체중은 200mg·L⁻¹ NaOCl 처리에서 증가율이 가장 높았다. 200mg·L⁻¹ NaOCl + Sucrose 농도별 처리와 기존 전처리제와 비교에서는 200mg·L⁻¹ NaOCl+0.1% Sucrose처리가 절화수명 17.5일로 기존 전처리제 Chrysal(16.7일)과 HI Flora(16.4일) 보다 0.8~1.1일 연장 되었으나, 통계적인 차이는 없었다. Chrysal 처리는 화폭의 증가율이 높았으나, 절화 수명이 가장 길었던 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.02% Sucrose 처리와 통계적인 차이는 보이지 않았다. 절화 국화 ‘신마’의 전처리 용액으로 NaOCl를 농도별로 처리했을 때, 절화수명은 200mg·L⁻¹ NaOCl 처리에서 17.9일로 가장 길었으며, 무처리는 15.3일로 가장 짧았다. 400mg·L⁻¹ NaOCl 처리는 절화수명이 16.8일이었으며, 잎의 황화 현상이 다른 처리보다 빨리 나타났다. 화폭의 변화는 시간이 경과할수록 100mg·L⁻¹ NaOCl 농도 처리에서 증가율이 가장 높았으며, 무처리의 화폭이 가장 작았다. 200mg·L⁻¹ NaOCl + Sucrose 농도별 처리와 기존전처리제와 비교에서는 200mg·L⁻¹ NaOCl+0.1% Sucrose처리에서 절화수명이 17.5일로 나타나 기존 전처리제 Chrysal(15.3일)과 HI Flora(16.4일), Floralife(16.0일)보다 1~2일 길었다. 화폭 변화 조사는 기존 전처리제들이 200mg·L⁻¹ NaOCl+Sucrose 농도 처리보다 증가율이 높았고, Chrysal 처리는 화폭의 증가율이 12일차까지 높았으나 시간이 경과할수록 감소하면서 잎도 시들기 시작하였다. 따라서 절화 국화의 수확 후 습식예냉 시 전처리 용액으로 100~200mg·L⁻¹ NaOCl 또는 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.02~0.1% Sucrose를 사용 시 기존 유통 중인 Chrysal, HiFlora, Flora life 등과 효과가 유사하게 나타났다. 국화 재배농가 또는 수출업체에 수확 후 전처리제로 100~200mg·L⁻¹ NaOCl 또는 200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.02~0.1% Sucrose를 이용하는 것이 Chrysal과 HiFlora 보다 경제적으로 비용 절감효과가 있을 것으로 판단되었다.

라. 선도유지 및 절화 수명 연장에 효과적인 저장방법

1) 연구 목적

수출용 국화를 재배하여 수확 후 선별 환경, 예냉, 전처리 처리, 저장 등의 따라 절화 품질의 변화는 많이 달라진다. 절화 국화의 수출량은 주요 수출 국가인 일본의 소비가 가장 많은 오봉절, 춘분절, 추분절 시즌에 수출 물량이 집중되는 특징이 있다. 위와 같이 재배농가 및 수출 업체는 수출시 시즌에 맞춰서 재배 및 계약을 진행하게 되고, 수출 물량 확보를 위하여 수확 후 저장시 저장 환경의 불량으로 국화의 하엽이 시들거나 줄기의 생체중이 감소하여 품질 하락의 원인이 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 절화 국화의 수확 후 저장고 내의 습도 환경 및 저장 방법에 따라 절화 품질에 미치는 영향을 알아보려고 실시하였다.

2) 재료 및 방법

수출 물량이 가장 많은 시기인 하절기에 절화 국화 ‘백마’, ‘백선’ 품종을 수확 후 80cm로 절단하여 건식(종이박스로 포장)과 습식(수돗물에 꽃음)으로 5°C 저온 저장고 내 습도 90(대조구), 80, 70%의 조건에서 5일간 저장하였다. 저장 후 각 처리별 국화의 품질을 조사하였고, 70cm로 재 절단 후 화병에 꽂아 2일 간격으로 생체중, 화폭, 절화수명 등을 조사하였다. 또한 저온저장고 내 습도 조건을 설정하기 위하여 데이터로그(CR-1000, Campbell scientific)와 온습도센서(HMP50, Campbell scientific)를 이용하여 기록 및 측정을 하였고, 측정된 값으로 가습기 및 제습기를 설치하여 저장고내 습도를 자동 유지하도록 설정하였다

3) 연구결과

(1) 절화 국화 저장 시 저온 저장고내의 습도 조건에 따른 습도의 변화

5°C 저온저장고내 습도를 조사 결과는 90%인 대조구의 경우 평균습도 $99.7 \pm 0.8\%$ 로 유지되었으며, 80%와 70%로 설정한 처리는 각각 평균습도 $85.1 \pm 2.4\%$ 와 $72.9 \pm 6.1\%$ 를 유지하고 있어서 설정치 습도보다 전체적으로 높게 유지되고 있었다.

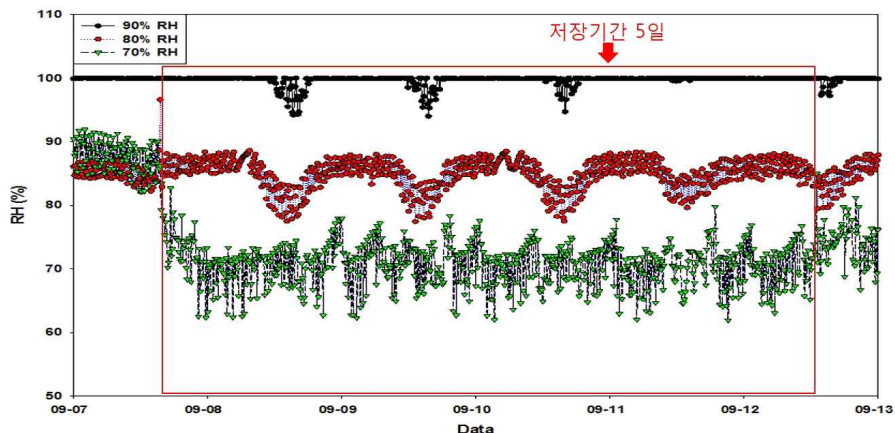


그림 2-44. 국화 저장 시 저온 저장고내 습도 설정에 따른 습도 변화

(2) 절화 국화 ‘백선’의 저장시 저장고내 습도 및 저장방법에 따른 절화 품질

절화국화 ‘백선’의 저장 5일 후 품질을 조사한 결과, 건식으로 저장하였을 경우 습도 70% 저장에서 생체중의 감소가 가장 많았으며, 신선도 저하가 가장 심하였다. 그러나 습도 90-80% 습식 저장에서 생체중의 증가가 가장 높았고, 70% 습식 저장에서는 저장 전과의 차이는 거의 적었다. 화폭의 변화는 전체적으로 저장 전보다 증가하는 결과를 보였다(그림 2-45).

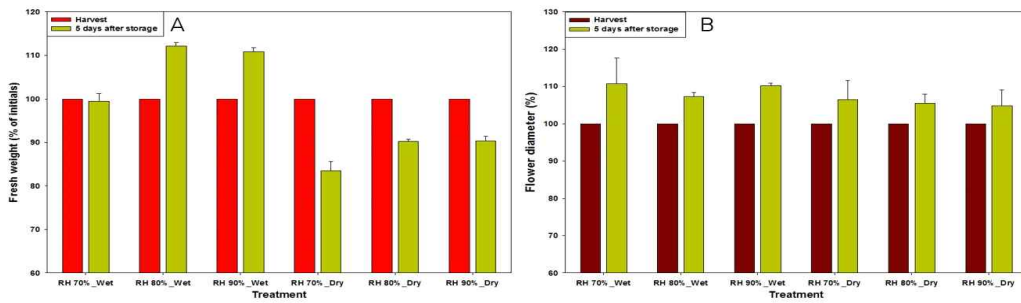


그림 2-45. 국화 ‘백선’의 저장고 내 습도 및 저장방법에 따른 저장 5일 후의 생체중(A), 화폭(B) 변화

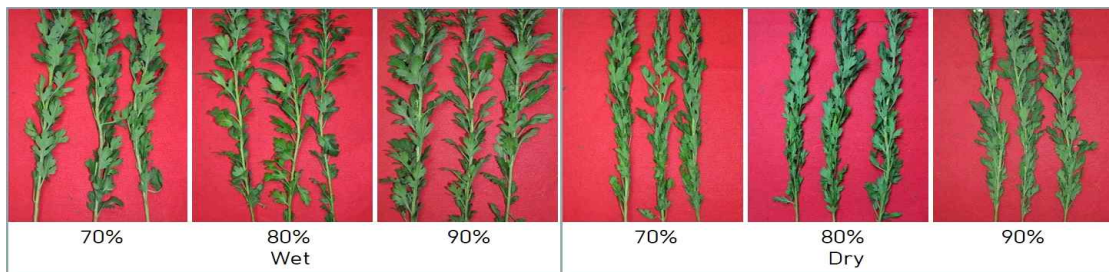


그림 2-46. 절화 국화 ‘백선’의 저장고 습도 및 저장방법에 따른 저장 5일 후의 모습

화병에 꽂아 생체중의 변화를 조사한 결과, 저장고 내 습도 90-80% 습식 저장에서 생체중 증가율이 가장 높았으며, 건식 습도 70% 처리에서 생체중이 가장 낮았다. 전체적으로 저장고의 습도가 낮을수록 생체중의 증가율이 낮게 유지되었다. 화폭의 변화는 건식 저장에서 화폭의 증가율이 습식저장 보다 높게 유지 되었으나, 습도 90% 습식저장에서 조사 14일차에서 가장 크게 개화하였다. 절화 수명은 습도70% 건식저장에서 가장 짧았으며, 습도 90-80% 습식저장에서 절화수명이 가장 길었다. 절화 국화를 저장시 저장고 내의 습도를 80-90%로 높이고, 건식 보다는 습식으로 저장을 하였을 때 절화수명 연장에 효과적일 것으로 판단되었다.

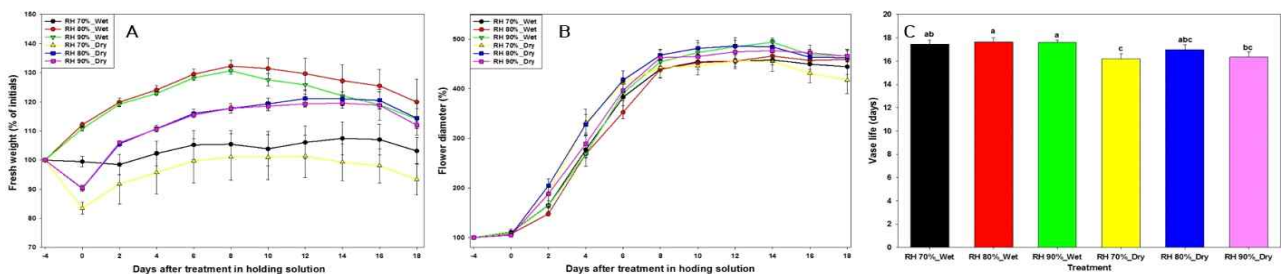


그림 2-47. 국화 ‘백선’의 저장고 내 습도 및 저장 방법에 따른 생체중(A), 화폭(B), 절화수명(C)

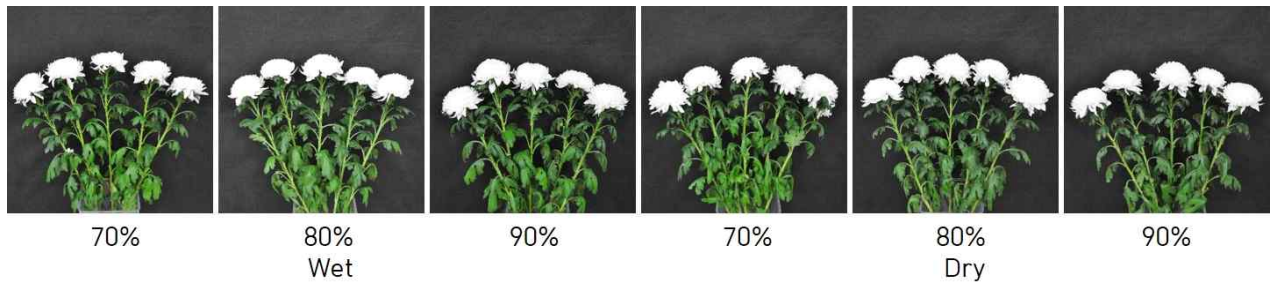


그림 2-48 국화 ‘백선’의 저장고 내 습도 및 저장 방법에 따른 14일 후의 모습

(3) 절화 국화 ‘백마’의 저장시 저장고내 습도 및 저장방법에 따른 절화 품질

절화 국화 ‘백마’를 수확하여 5°C저온저장고에서 5일간 저장한 결과 전체적으로 건식으로 저장하는 것보다 습식으로 저장을 하였을 때 국화의 신선도는 유지되었으며, 습식 중에서도 저장고 내 습도 80~90%로 저장하였을 때 생체중의 증가율이 가장 높았다. 화폭의 변화는 습식으로 저장하였을 때 전체적으로 개화가 진행되었으며, 습식 90%에서 가장 크게 증가하였다.

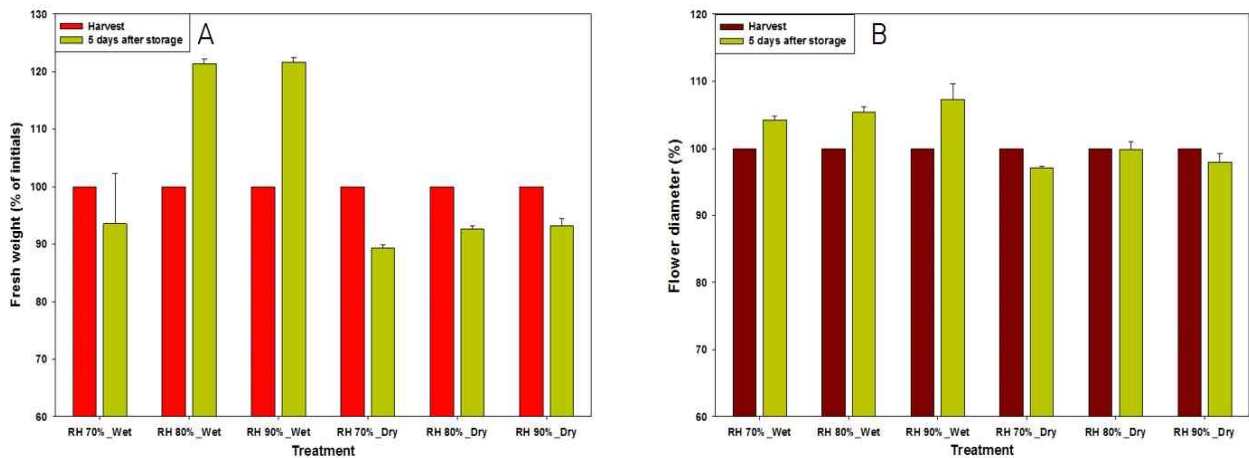


그림 2-49. 국화 ‘백마’의 저장고 내 습도 및 저장방법에 따른 저장 5일 후의 생체중(A), 화폭(B) 변화

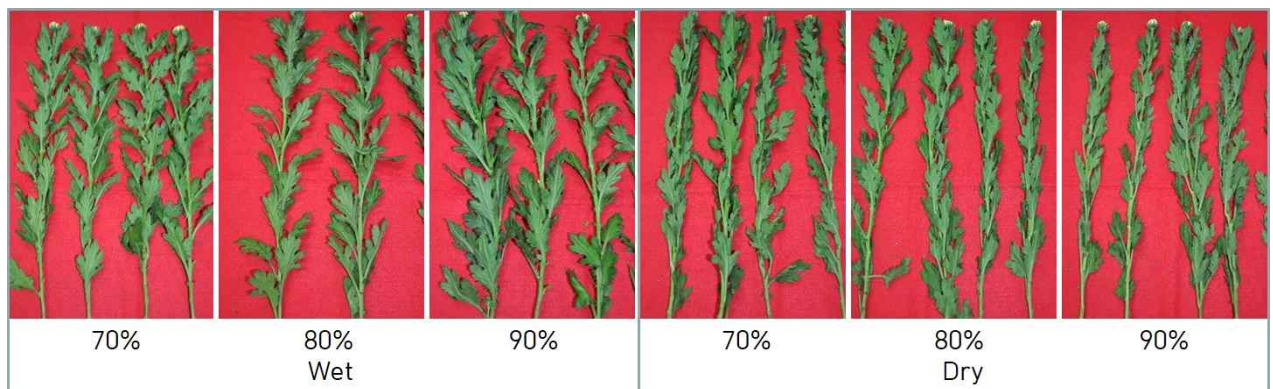


그림 2-50. 절화 국화 ‘백마’의 저장고 습도 및 저장방법에 따른 저장 5일 후의 모습

국화 ‘백마’의 5℃저온저장고 내에서 5일간 저장 후 화병에 꽂아 품질의 변화를 조사한 결과, 생체중은 습식 80~90% 저장처리에서 생체중 증가율이 가장 높았으며, 습식 70%저장에서 생체중 증가율이 가장 낮게 유지되었다. 화폭은 전체적으로 습식보다는 건식저장에서 증가율 높았고 건식 70%에서 가장 높게 유지 되었다. 절화 수명은 습식70%저장에서 가장 짧았으며, 습식90%저장과 건식 저장처리에서 절화수명이 길었으나 통계적인 차이는 없었다.

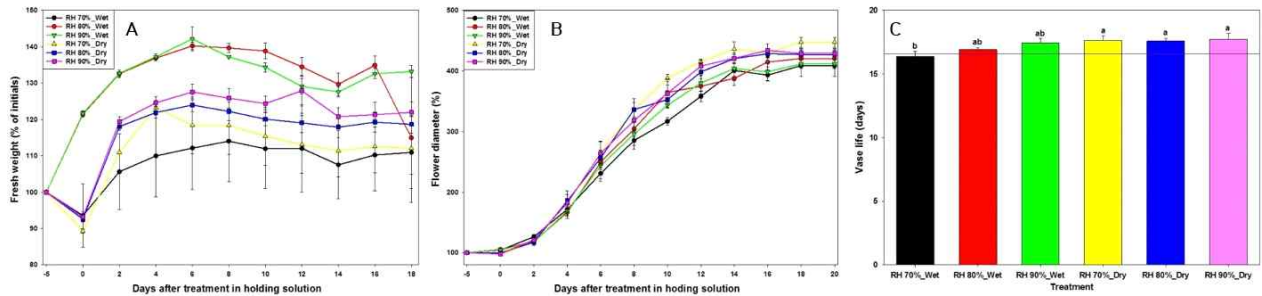


그림 2-51. 국화 ‘백마’의 저장고 내 습도 및 저장 방법에 따른 생체중(A), 화폭(B), 절화수명(C)

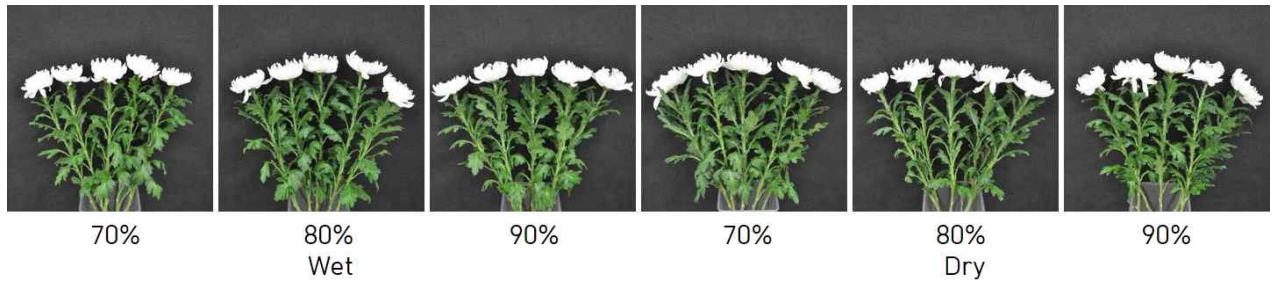


그림 2-52. 국화 ‘백마’의 저장고 내 습도 및 저장 방법에 따른 14일 후의 모습

4) 결론

절화 국화를 수확 선도유지 및 절화 수명 연장을 위하여 저장고내의 습도 환경과 저장방법에 따라 국화 ‘백선’과 ‘백마’품종으로 실험 한 결과 신선도 유지를 위해서는 건식 보다는 습식으로 저장하여 주었을 때 신선도는 유지 되었으며, 저장고 내의 습도 80~90%로 유지되는 것이 보다 효과적이었다. 그러나 습식으로 저장하였을 경우 꽃의 개화는 건식보다 습식에서 개화 진행이 더 많이 되는 것으로 조사 되었다. 또한 저장 후의 품질의 변화의 경우 습식으로 저장하는 것이 생체중의 증가율이 높았으며, 화폭의 증가율을 건식에서 높게 보였으나 전체적으로 보았을 때 꽃의 크기에서는 차이가 없었다. 그러나 절화 수명의 경우 품종에 따라 수명이 다른 결과를 보였는데 ‘백선’은 건식보다는 습식 80~90% 저장에서 절화 수명이 길었으며, ‘백마’는 습식90%저장과 건식저장에서 절화수명이 길었으나 통계적인 차이는 보이지 않았다. 수확 후 신선도 유지를 위하여 저장고내 습도 80~90%와 습식으로 저장하는 것이 신선도 유지 및 품질 및 절화 수명 연장에 효과적인 것으로 판단되었다.

마. 선도유지 및 절화 수명 연장에 효과적인 포장방법

1) 연구목적

국화를 수확하여 출하시 꽃을 보호하기 위하여 국내는 신문지를 이용하여 꽃을 포장하고 있으며, 수출시에는 모조전지를 이용하여 꽃을 포장하고 있다. 그러나 수출 시 꽃의 보호용으로 사용하는 포장지가 스탠다드 국화의 꽃 봉우리와의 마찰로 인하여 꽃의 상처를 주고 있는 문제점이 발생하고 있다. 또한 일본 수출시 건식으로 일본까지 유통되고 있으며, 국내에서 출하하여 일본 현지 경매시장 및 수입업체에 도착까지는 평균 3~4일 소요되어 절화 국화의 신선도는 많이 저하되는 실정이다. 본 연구는 절화 국화의 신선도를 유지하기 위하여 포장재의 종류에 따라 품질을 조사하였다.

2) 연구 방법

절화 국화 ‘백마’를 수확하여 85cm로 절단 및 선별 단작업을 실시하였고, 단작업 후 4시간 동안 물올림을 실시하였다. 내부포장재를 무처리(A), 신문지(B), 모조전지(C), 포장지(신문지재질, D), 슬립비닐(E), 기능성비닐(Zippys^R MA 저장백, ㈜한그린테크, F), 기능성유공비닐(Zippys^R MA 저장백, ㈜한그린테크, G)를 이용하여 그림 2-53과 같이 포장을 하였고, 일본까지 소요되는 시간을 고려하여 5℃ 저온저장고에서 5일간 모의 수송 후 절화 품질을 조사하였다.



그림 2-53. 국화 ‘백마’의 내부 포장재에 따른 포장 방법(A: 무처리, B : 신문지, C : 모조전지, D : 포장지(신문지재질), E : 슬립비닐, F : 기능성비닐, G : 기능성유공비닐)

3) 연구 결과

절화 국화 수확하여 선별 및 단작업 후 생체중 및 화폭을 조사하였고, 4시간 동안 물올림 후와 5℃저온저장고에서 5일간 저장 후의 조사결과 그림2-54와 같다. 생체중은 전체적으로 4간동안 물올림을 실시하였을 경우 생체중 증가율은 10~13% 증가하였고, 5℃저온저장 5일 후의 경우 통계적인 차이는 없으나 모조전지(C)와 기능성비닐(F)처리에서 생체중의 감소가 가장 많았으며, 기능성유공비닐(G)처리에서 생체중의 감소가 가장 적고 신선도가 잘 유지되었다. 화폭은 수확 후와 5℃저온저장고에서 5일 후의 변화를 보았을 때 전체적으로 화폭은 증가하였으나, 신문지(B)로 포장하였을 때 증가가 가장 적었다. 절화수명은 내부포장지를 사용하지 않은 무처리에서 가장 짧았으며, 내부포장재를 사용하였을 경우 수명은 연장되었으며,

특히 기능성유공비닐(G)를 사용하였을 때 가장 길었다.

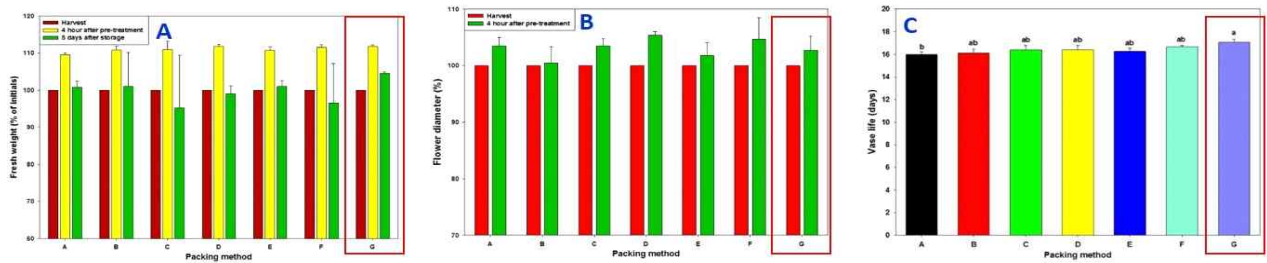


그림 2-54. 국화 ‘백마’의 내부 포장재에 따른 저장 5일 후의 생체중(A), 화폭(B), 절화수명(C) 변화 (A: 무처리, B : 신문지, C : 모조전지, D : 포장지(신문지재질), E : 슬립비닐, F : 기능성비닐, G : 기능성유공비닐)



그림 2-55. 국화 ‘백마’의 내부 포장재에 따른 저장 5일 후의 모습(A: 무처리, B : 신문지, C : 모조전지, D : 포장지(신문지재질), E : 슬립비닐, F : 기능성비닐, G : 기능성유공비닐)

절화 국화 ‘백마’의 내부 포장재에 따른 꽃의 상처를 조사한 결과 전체적으로 상처를 발생하였다. 그러나 슬립비닐과(E), 기능성유공비닐(G)로 포장처리에서 꽃의 상처는 가장 적었고, 무처리, 신문지, 모조전지 등의 포장지를 이용하였을 경우 꽃의 상처가 많았으나 통계적인 차이는 없는 것으로 조사 되었다. 꽃의 상처는 주로 포장재와 접촉면이 많은 쪽에서 발생이 심하게 나오는 것을 판단되었다.

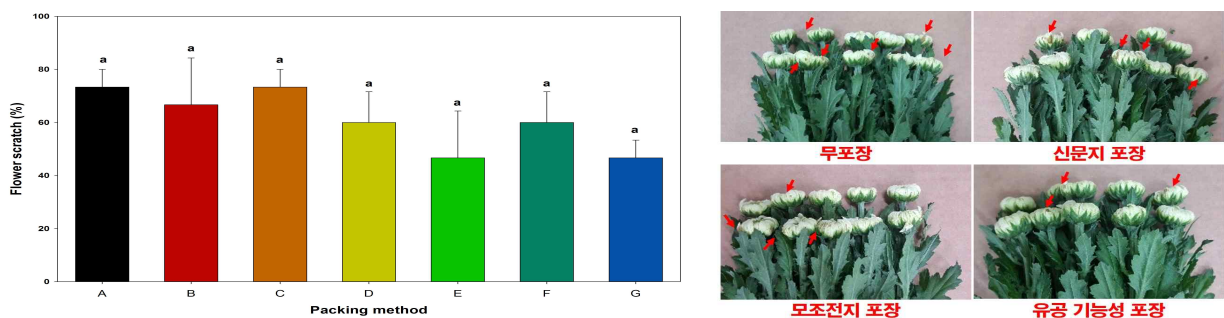


그림 2-56. 국화 ‘백마’의 내부 포장재에 따른 저장 5일 후의 꽃의 상처 발생을

4) 결론

절화 국화의 신선도 유지의 효과적인 포장방법을 알아보기 위하여 내부 포장재의 따른 국화를 조사한 결과 현재 사용되고 있는 신문지와 모조전지 보다는 기능성유공비닐(Zippys^R)

MA 저장백, (주)한그린테크)를 이용하는 것이 절화의 생체중 감소율이 낮았고, 화폭의 증가율이 낮아 일본으로 수출시 절화 품질 유지의 효과적일 것으로 판단이 되었으며, 일본 수출시 꽃의 발생하는 상처(꽃잎의 갈변)는 작업 및 이동 중 꽃과 포장재의 접촉면이 많을수록 상처 발생율이 높았다. 꽃의 상처 발생의 억제를 위하여 재배시 상위엽을 크게 재배하고, 선별 및 포장시 꽃과의 접촉면이 최대한 적게 작업을 진행하는 것이 꽃의 상처발생율을 낮추는 방법이라고 판단되었다.

바. 수확 후 관리 기술 개요

(1) 수확 후 관리 기술 개요

1) 수확 후 품질에 관여하는 요인들

절화류의 품질은 매우 다양한 요소들에 의해 결정되는데, 주로 외적품질과 내적 품질에 의해 평가될 수 있다. 외적 품질은 꽃과 관련된 화색, 꽃의 크기와 모양, 꽃수, 향기, 개화정도 등이 있고, 줄기와 관련된 것으로는 길이, 강도, 굵기, 곧음정도 등이 있으며, 잎과 관련된 것으로는 엽수, 엽색, 균일도, 하엽고사 정도 등이 있으며, 이외에도 꽃, 줄기, 잎의 균형과 무게 뿐만 아니라 병충해 및 물리적 상처나 신선도, 농약잔재 등도 포함되고 있으며, 내적품질로는 가장 중요한 요소가 절화 수명인데, 절화수명이 짧으면 외적 품질이 우수한 절화라고 하더라도 품질이 떨어지게 된다. 일반적으로 절화 수명은 종류와 품종에 따라 다르며, 재배기간 동안의 광, 온도, 수분, 시비, 병충해 관리 등과 같은 재배방법에 의해서도 달라진다. 또한 수확 시기나 수확 후 유통과정 중 저장이나 수송 조건, 수확 후 출하 전에 처리하는 전처리와 유통 후 도소매상이나 소비자가 처리하는 후처리 또는 보존용액 처리 방법에 따라 절화수명에 큰 영향을 미치고 있다.

2) 수확 후 품질 향상을 위한 개선 방안

품질관리 단계	기존 수확 후 관리 방법	개선된 수확 후 관리방법	개선 효과
수확 직후	건식처리	습식처리	절화품질 10% 향상 절화수명 10% 증가
선별전 조건	하우스 또는 선별장 방치 (25°C 이상)	5~10°C 저장고 보관	절화품질 10% 향상 절화수명 10% 증가
전처리	수출 : 물 또는 크리살처리 국내 : 열탕처리	NaOCl 처리	절화품질 6~17 향상 전처리 비용 90% 절감
예냉	무처리	5°C 차압송풍식 습식 예냉 6시간 처리	절화수명 13~20% 증가
선별	수작업	질량선별기 이용 기계선별	절화품질 균일도 향상 작업시간 1/3로 단축
포장	신문지 또는 모조전지	유공 기능성 포장재	절화품질 5% 향상
저장	5°C 건식저장	5°C 습식, 습도 80~90% 저장	절화품질 20% 향상 절화수명 10% 증가

3. 수출 과정 중 환경과 전처리에 따른 절화 품질과 수명

절화국화의 절화수명은 동일한 품종이라고 할지라도 재배계절 및 재배환경에 따라서 크게 달라지고, 또한 수확 후 수출과정중의 유통환경의 변동에 의해서도 크게 달라진다. 수출 절화국화의 일본으로 수출시 재배농가에서 수확 후 수출업체의 선별, 포장, 저장, 부산항에서 선적, 일본에서 하역 및 검역, 일본 후쿠오카 물류센터 및 일본 내 수송 등 각 단계별로 수출이 진행된다. 국내에서의 수확 후 유통과정은 저온에서 유지되나, 일본 현지에서는 하역이나 검역 및 유통과정동안 부적합한 환경 및 상온에 노출되는 경우가 빈번하다. 출하 전 저온고에 저장되거나 수출국에서 부적합한 유통환경(상온, 건조 등)에 노출될 경우 조기개화로 인해 개화 상태가 불균일해져 경매장에서의 상품가치가 떨어진다. 또한 부적합한 유통과정을 거치면서 수출국 현지의 절화에 비하여 절화수명이 현저히 단축되어 최종 소비자의 구매 만족도가 감소하여 한국산 절화의 상품가치하락으로 이어진다. 따라서 고품질 절화의 수출을 위해서는 먼저 국내 절화생산농가의 재배환경을 개선하고, 절화의 적정 품질유지기간을 표준화할 필요가 있다. 다음으로 수출국 유통 환경조건에 있어서의 문제점을 파악하여 현지 유통환경에 대한 개선 방안을 도출함으로써 잠재적 절화수명의 최대화와 함께 적절한 유통환경 제어를 통하여 절화가 최종 소비지에 도달하기까지 고품질 선도유지가 가능하도록 할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 유통단계별 환경 온도와 습도환경을 분석하고 전체적으로 수확 후 관리의 단계별 문제점을 파악하여, 이를 토대로 국화 수출업체 현장에 관리 기술을 적용 할 수 있도록 수행하였다.

가. 수출 과정 중 환경요인의 변화

(1) 조사 방법

1) 절화 국화 수확 및 유통환경요인의 측정

스탠다드 국화의 일본 수출 시기에 맞춰서 2014년 12월, 2015년(4월, 7월, 12월), 2016년(3월, 9월)에 (주)로즈피아를 통하여 수확 된 국화를 일본으로 모의 수출을 진행하였으며, 수확하여 일본 현지 경매시장까지의 과정으로 일본 모의 수출을 진행하는 동안 국화 박스 내부에 온습도 데이터로그(WatchDog 1450, Spectrum technologies Inc, USA)를 설치하여 전 과정의 박스내 환경을 수집하였다. 수출 과정은 그림 2-57에 나타낸 바와 같이 컨테이너 선적 후 약 3일간에 걸쳐서 이루어졌다.

2) 수출 국에서의 국화 절화 수명 조사

수확 된 절화 국화를 (주)로즈피아를 통하여 일본을 수출을 진행하여 일본 현지 경매시장내의 테스트룸에서 절화 수명을 조사를 실시하였다. 절화 국화는 500ml의 수돗물이 들어있는 유리병에 담겨서 환경제어실(온도 25℃, 습도 60%, 2000lux 12시간 광주기)에 유지되었으며, 생체중, 흡수량, 화경변화 및 노화단계에 대한 측정이 이루어졌다.

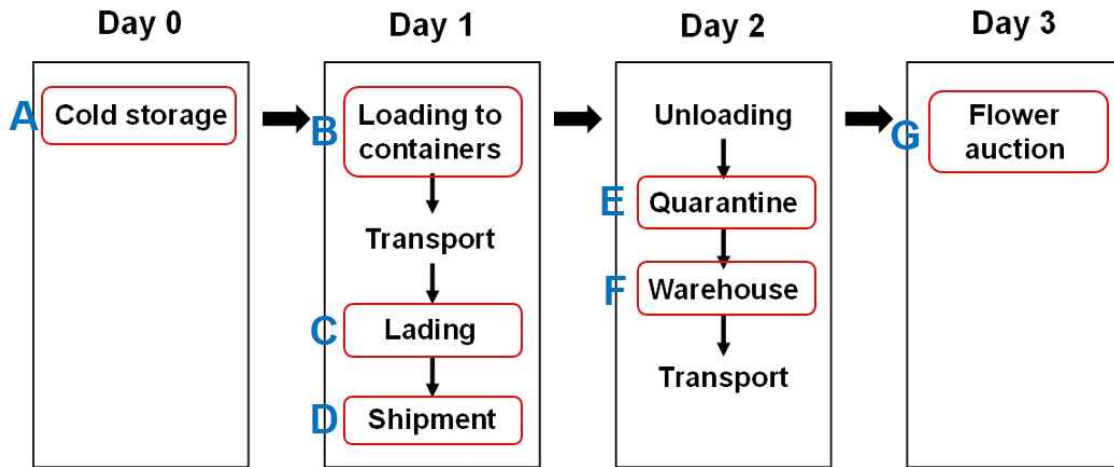


그림 2-57. 절화류의 일본 수출과정에 대한 모식도 (A : 수출업체 저온저장고, B : 컨테이너 상차, C : 선적, D : 선박수송, E : 검역, F : 물류센터, G : 경매시장 및 경매시장 저장고)

(2) 연구 결과

2014년 12월, 2015년(4월, 7월, 12월), 2016년(3월, 9월) 전주 로즈파이부터 일본 후쿠오카 경매시장에 도착까지 저온저장부터 선적, 수송, 검역, 물류센터, 일본 화훼시장 등 주요 과정 중 포장 박스 내의 온도, 습도 변화를 측정하였다. 온도의 경우 저온저장고에서 저장 시 시기 별 저온 저장고의 온도가 다르게 조사되었는데 특히 2016년 9월의 높았으며, 2015년 7월에 가장 낮았다. 위와 같은 경우 저온저장고 3℃로 설정되어 있으나 온도가 높은 7~9월에 수확 후 충분한 예냉 미실시 및 국내 높은 온도 환경에서의 수송에 따른 영향이 저온저장고에서의 영향을 미치는 것을 판단되었으며, 업체에서 일본으로 수송 과정에서는 7월과 9월에 저온 수송이 안되는 문제점으로 인하여 절화국화 엷은 상승으로 품질저하가 되고 있었다. 컨테이너 상차 과정 중 낮은 온도에서 상차가 진행될 수 있도록 문제점을 개선이 필요 할 것으로 판단 되었으며, 일본에서 검역시 7월에 온도가 가장 높았으며, 다른 시기는 10℃ 이하를 유지하고 있었다. 경매시장에 도착하여 경매시장에 보관시 전체적으로 15℃이하로 저장이 진행되었다. 습도의 경우 2014년 12월과 2015년 7월에 가장 낮게 유지 되고 있었으며, 박스내 습도는 80% 이상 유지되는 것으로 조사 되었다.

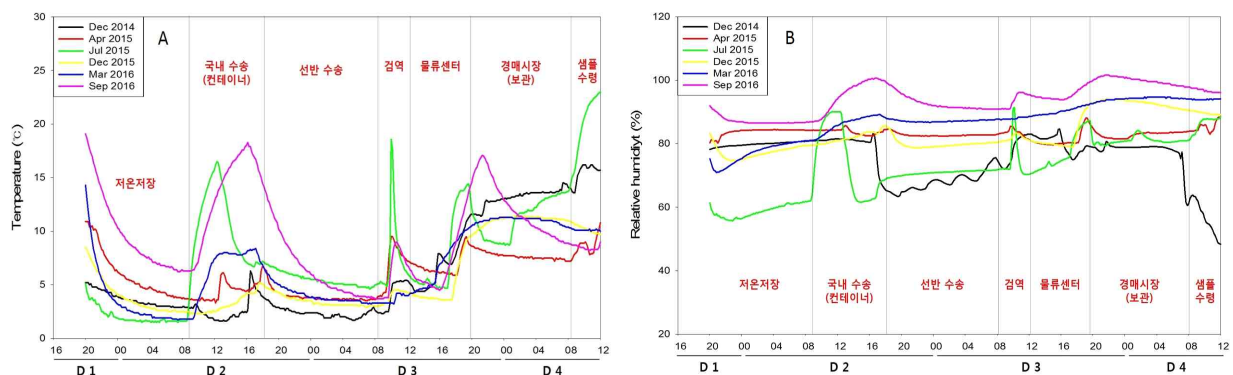


그림 2-58. 일본 수출 중 절화 박스 내 온도(A) 및 습도(B)의 변화

(3) 결론

절화 국화 수출시 환경개선으로 여름철 수확 후 충분한 예냉을 실시하여 절화 국화의 품온을 낮춰서 선별 및 전처리를 실시하여 절화 국화의 품온을 상승을 억제하고, 출하시 15℃ 이하의 환경에서 상차 작업을 할 수 있는 시설이 필요할 것으로 판단되었으며, 국내 수송 시 5℃이하로 저온수송이 이루어져야 온도와 습도의 변화가 적고, 절화 국화의 환경영향이 적게 적용되어 절화품질의 신선도 및 절화수명 유지를 할 수 있을 것으로 판단된다.

나. 절화 국화 수출 시 수확 후 예냉 및 저장 기간에 따른 절화 품질

(1) 연구 목적

절화 국화 수확 후 일본으로 수출 시 수확 후 예냉과 저장 기간이 절화 품질에 미치는 영향을 알아보려고 실시하였다.

(2) 연구 방법

1) 2014년 12월 수출 시

전주 농업회사 법인 헤븐FC에서 재배 된 스탠다드 국화 ‘신마’를 수출용 개화 단계에서 80cm 길이로 수확하여 2시간 수송하여 목포대학교 화훼학실험실에 도착한 후 절화장을 75cm로 재 절단 후 화경, 생체중을 조사 후 5℃ 습식 차압송풍식 예냉과 5℃ 일반저장을 실시 후 10일, 0일 저장을 실시 후 (주)로즈피아로 5℃냉장차로 이동하여 그림 2- 모식도와 같이 일본으로 수출 실증 실험을 진행하였고, 일본현지에서 화병에 꽂아 절화 수명을 조사하였다.

2) 2015년 4월 수출 시

본 실험 재료는 환경요인 분석대상 중의 고창 재배 농가에서 재배된 국화 ‘신마’를 수출용 개화 단계에서 4월 10일, 4월 20일 수확하여 실험에 이용하였다. 수출용 개화 단계인 국화 ‘신마’를 90cm로 수확하여 1시간30분 수송하여 목포대학교 화훼학 실험실에 도착 한 후 절화장을 80cm로 재절단 후 화경, 생체중을 조사하였고, 25℃ 상온 6시간 그늘에 방치(A), 5℃일반 예냉 6시간(B), 5℃습식차압송풍식예냉 6시간(C)을 처리하였으며, 처리 후 수출용 박스에 포장 후 5℃ 저온저장고에 0일, 10일 저장을 실시 후 (주)로즈피아로 5℃냉장차로 이동 후 선반을 통한 일본으로 수출 모의 수송을 진행하였다. 일본현지에서 화폭 생체중, 절화수명을 조사하였다.

(3) 연구 결과

1) 2014년 12월 수출 시

일본 현지에서 절화국화의 화폭의 변화를 측정할 결과 그림 2-59와 같은 결과를 보였다.

본 실험의 결과 수확하여 저장 0일의 경우 화폭의 변화가 컸으며, 10일 저장의 경우 생육이 좋지 않았다. 또한 생체중의 변화에서 일반 저장 0일에서 생체중 증가가 많았으며, 생체중 감소폭이 적었다. 특히 본 실험의 경우 예냉 처리와 저장 기간이 10일의 경우 꽃의 크기가 적었으며, 생체중 감소도 심하게 보여주고 있었다. 절화 수명은 5℃ 차압송풍식 예냉 후 0일 저장이 14일로 가장 길었으며, 5℃ 일반예냉 후 0일 저장 12.3일, 5℃ 차압송풍식예냉과 5℃ 일반예냉 후 10일 저장 처리에서 각각 11.3일로 절화 수명이 짧았다. 위와 같이 저장기간이 길어질수록 절화 수명 및 품질에 영향을 줄 수 있는 요인이라고 판단된다.

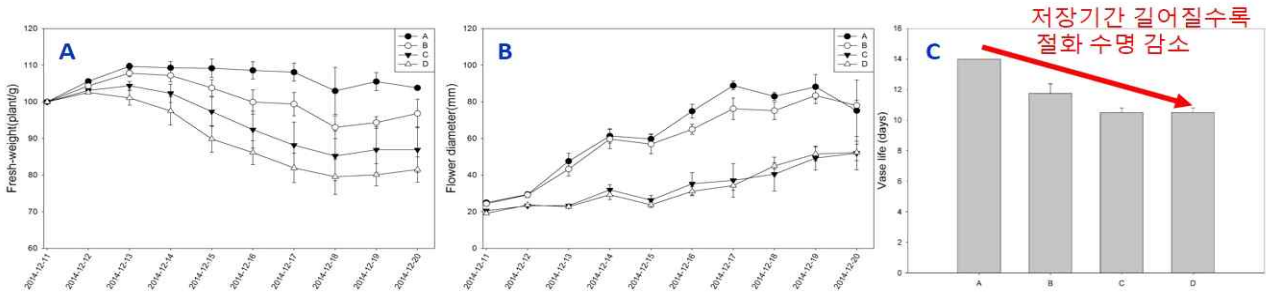


그림 2-59. 2014년 12월 일본 수출시 예냉 및 저장 기간에 따른 절화 국화 모의 수송시 생체중(A), 화폭(B), 절화수명(C)(A : 예냉저장 0일, B : 일반저장 10일, C : 예냉저장 10일, D : 일반저장 10일)

[A : 예냉저장 0일] [B : 일반저장 0일] [C : 예냉저장 10일] [D : 일반저장 10일]

그림 2-60. 2014년 12월 일본 수출시 예냉 및 저장 기간에 따른 국화 '신마'의 일본현지 조사 6일 후

2) 2015년 4월 수출시

일본 수출시 수확 후 예냉 후 10일 저장하여 일본으로 수출을 진행하였다. 일본 현지 화훼 경매시장에 도착한 국화를 수령하여 각 처리별로 수돗물 500ml 들어있는 화병에 꽂아 절화 테스트룸에서 절화 품질을 조사한 결과 화폭은 4일 경과시 개화 정도가 급격히 증가하였으며, 5℃ 습식차압송풍예냉을 실시한 처리에서 11일 후 화폭이 가장 크게 나타났다. 생체중의 변화는 25℃ 상온 6시간 처리에서 생체중의 증가가 많이 되었는데 이것은 식물체의 전처리 및 수송 중 수분 손실이 심하여 신선도의 저하가 많아서 생체중의 증가 폭이 큰 것으로 보인다. 5℃ 습식차압송풍식예냉의 경우는 생체중의 수분손실이 다른 처리에 비해 적어서 생체중의 증가 폭이 적은 것으로 판단된다(그림 2-61). 절화수명은 10일 저장의 경우 8.7일로 전체

적으로 절화수명이 짧았으며, 잎의 노화가 먼저 진행되는 것으로 보였다(그림 2-63).

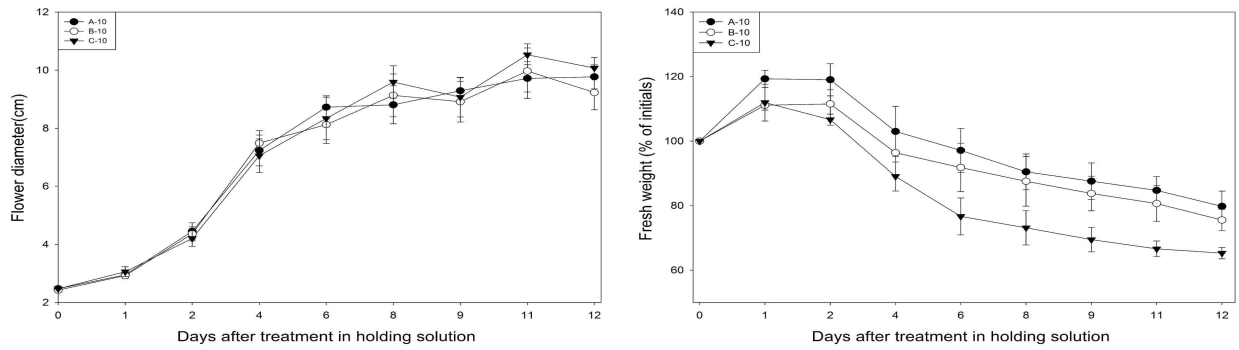


그림 2-61. 2015년 4월 일본 절화 국화 수출시 예냉 및 10일 저장에 따른 화폭(좌), 생체중(우) 변화 (A : 25℃ 상온 6시간, B : 5℃일반예냉 6시간, C : 5℃습식차압송풍식예냉 6시간)

일본 수출시 수확 후 당일 수송을 진행하였을 경우 화폭의 변화는 25℃ 상온 6시간 처리에서 개화가 빨리 진행되어 8일 후 꽃의 만개를 하여 9일차부터 절화수명이 끝나가는 경향을 보여주고 있었으며, 5℃차압송풍식 예냉의 경우 개화가 진행이 다른 처리보다 늦게 개화 되었으면 꽃의 크기도 적었지만 통계적인 차이는 9일 후부터 보이지 않았다. 생체중의 경우 25℃ 상온 처리에서 생체중의 증가가 높았으면, 5℃예냉처리를 실시한 처리는 생체중의 증가 폭이 작았다(그림 2-62). 절화수명의 경우 5℃차압송풍식 예냉처리에서 10.7일로 절화 수명이 길었으며, 5℃일반예냉처리는 9.8일로 보여주고 있었다(그림 2-63).

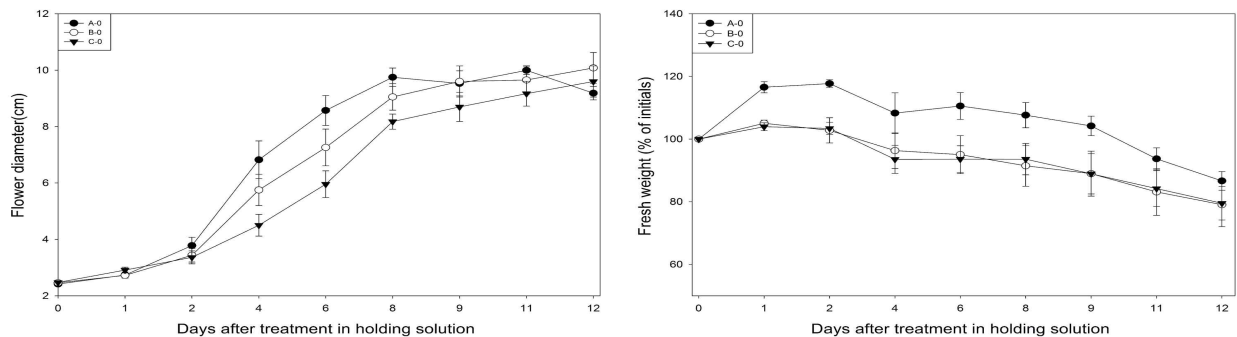


그림 2-62. 2015년 4월 일본 절화 국화 수출시 예냉 및 0일 저장에 따른 화폭(좌), 생체중(우) 변화 (A : 25℃ 상온 6시간, B : 5℃일반예냉 6시간, C : 5℃습식차압송풍식예냉 6시간)

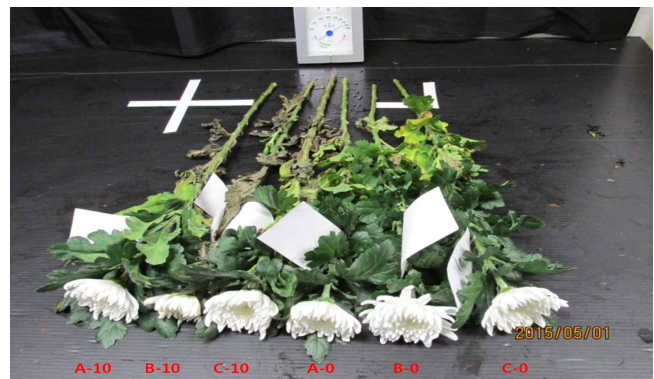
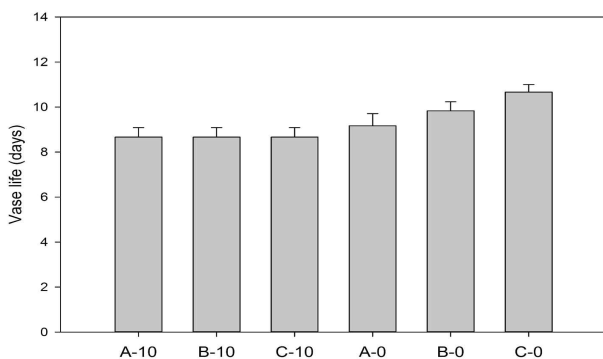


그림 2-63. 2015년 4월 일본 절화 국화 수출시 예냉 및 저장기간에 따른 절화수명(좌)과 생육 모습(우) (A : 25℃ 상온 6시간, B : 5℃일반예냉 6시간, C : 5℃습식차압송풍식예냉 6시간)

(4) 결론

절화 국화 수확 후 수출 시 예냉 및 저장 기간에 대한 일본 수출 실증 실험결과 국화를 수확하여 5°C 차압송풍습식예냉을 실시하는 것이 절화품질의 신선도 유지 및 품질저하 방지를 할 수 있으며, 수확 후 저장기간이 길어질수록 절화 수명은 감소하는 결과를 보였다. 일본으로 수출시 수출업체에서는 물량확보 및 1일 선별작업량의 대한 문제로 입고된 국화들의 저장을 실시하고 있는데, 절화 국화의 품질 유지 및 절화수명의 연장을 위하여 저장기간을 단축시킬수 있는 작업환경 개선 및 단기간의 출하가 진행되어야 할 것으로 판단되었다.

다. 절화 국화 수출 시 수확 후 전처리 방법에 따른 절화 품질

(1) 연구 목적

절화국화의 절화수명은 동일한 품종이라도 재배 계절 및 환경에 따라서 크게 달라지고, 또한 수확 후 수출과정중의 유통환경의 변동에 의해서 크게 달라진다. 수출 절화 국화의 일본으로 수출시 재배농가에서 수확 후 신선도 유지를 위한 전처리에 따른 국화 품질을 조사하여 전체적인 수확 후 관리의 단계별 문제점을 파악하고자 하였다.

(2) 연구 방법

본 연구는 2015년 12월, 2016년 3월에 절화 국화 ‘신마’를 수출용 개화 단계(3단계)의 절화를 85cm길이로 수확 후 목포대학교 화훼학 실험실로 이동 후 절화장 80cm로 재절단 및 선별작업을 진행 후 대조구와 전처리를 표와 같이 실시 후 국내 국화 수출업체인 (주)로즈피아를 통하여 일본으로 수출 실증실험을 실시하였다. 일본 화훼 경매시장에 도착한 국화를 수령하여 절화 품질 및 절화 수명을 조사하였다.

Pre-treatment	Method
Control	Dry
Heating water	90°C/20sec → Tap Water/4Hour/5°C
Pre-treatment	200mg·L ⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose/4Hour/5°C

(3) 연구 결과

1) 2015년 12월 수출 시

일본 수출 과정 중 전처리를 열탕처리와 전처리제를 처리하여 일본 화훼경매시장에 도착한 절화 품질을 조사한 결과 전체적으로 수확 시 보다 개화가 진행되어 화폭이 증가하였다. 전처리제를 사용한 처리에서 8.5%의 증가로 가장 개화가 많이 되었으며, 다른 처리는 5.1~5.3% 증가를 하였다. 신선도를 측정하기 위하여 생체중을 조사한 결과는 무처리는 5.4%, 열탕처리는 6.0%로 전처리제 처리 2.0% 보다 많이 시들어 있는 것으로 조사되었다.

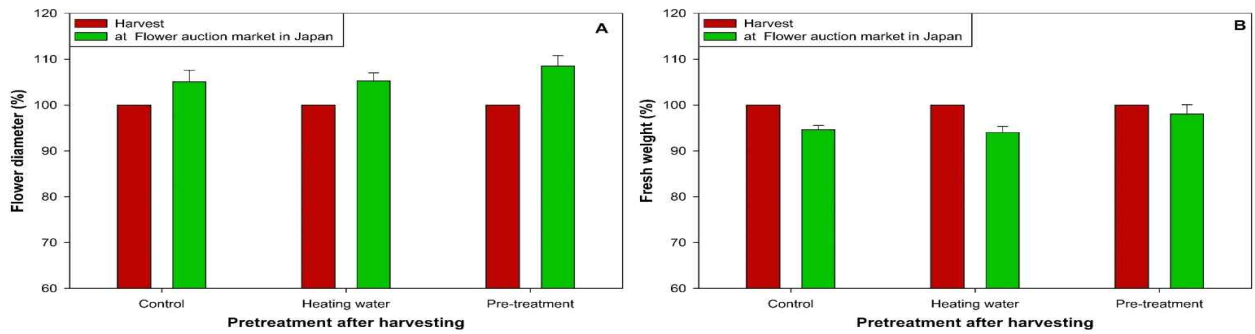


그림 2-64. 2015년 12월 일본 국화 수출시 화훼경매시장에서 전처리에 따른 화폭(A), 생체중(B)

일본 수출 과정 중 전처리를 열탕처리와 전처리제를 처리하여 화폭의 변화를 일본 현지에서 조사한 결과 대조구의 화폭은 2일까지의 개화 되지 않고 있었으며, 열탕처리, 전처리의 경우는 2일차부터 개화가 진행되고 있었다. 시간이 경과 할수록 열탕 처리의 개화가 6cm 정도로 가장 작았으며, 대조구의 처리에서 개화가 많이 되는 것으로 일본 현지에서 조사 되었으나 통계적이 차이를 보이지 않았다. 일본 모의 수출과정 중 같은 처리를 동시에 목포대학교에서 진행하여 화폭의 변화를 측정하였다. 목포대학교에서 조사한 화폭의 변화는 각 처리별로 차이는 보이지 않았으나 대조구보다 열탕처리와 전처리에서 약간 크게 나타났다(그림 2-65). 또한 일본현지에서 조사한 꽃의 크기보다는 목포대학교에서 조사된 꽃이 더 크게 나타났다. 생체중의 변화를 조사한 결과 일본 현지에서는 1~2일에 생체중이 증가하는 경향을 보이다가 5일 이후부터 생체중이 감소하기 시작하였다. 그러나 목포대에서 조사하였을 때는 대조구에서 생체중 변화가 가장 적었으며, 전처리를 실시한 처리에서 생체중의 증가량이 높았다(그림 2-66). 실험진행과정에서 목포대학교는 전처리 후 일본 현지 도착 전까지 소요되는 시간동안 5°C 저온저장고에서 온도변화 없이 계속 저장이 되었지만 일본으로 수출되는 중간 과정에서 환경의 변화가 생겼으며, 온도 또한 높은 환경에서 수송되고 있었다. 이러한 환경에 절화품질의 저하가 발생한 것으로 판단되었다.

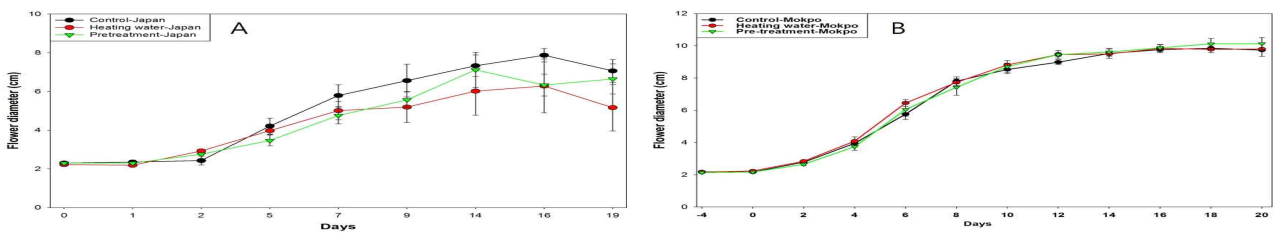


그림 2-65. 동계 일본 모의 수출 과정 중 전처리에 따른 화폭의 변화(A : 일본, B : 목포대학교)

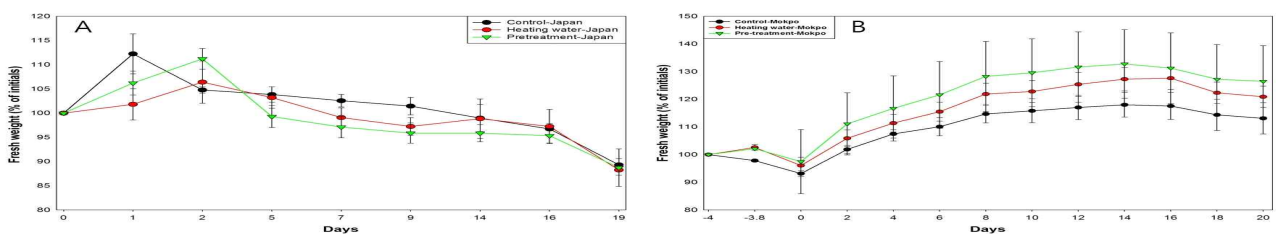


그림 2-66. 동계 일본 모의 수출 과정 중 전처리에 따른 생체중 변화(A : 일본, B : 목포대학교)

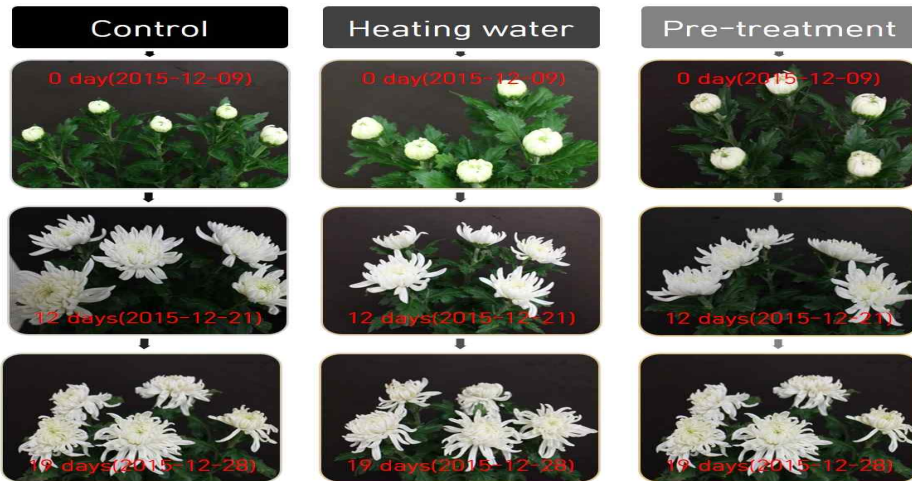


그림 2-67. 동계 일본 모의 수출 과정 중 전처리에 따른 일본 현지에서 절화모습

2) 2016년 3월 수출 시

일본 수출 과정 중 전처리를 열탕처리와 전처리제를 처리하여 일본 화훼경매시장에 도착한 절화 품질을 조사한 결과 전체적으로 수확 시 보다 개화가 진행되어 화폭이 증가하였다. 무처리에서 수확시기 보다 11.8%로 가장 많은 증가를 하였고, 열탕처리 10.0%, 전처리제 7.7% 증가 하였다. 신선도를 측정하기 위하여 생체중을 조사한 결과는 무처리 12.7%, 전처리제 11.0%로 생체중이 감소가 심하였으며, 열탕처리는 7.7%로 가장 적었으나, 통계적인 차이는 없었다.

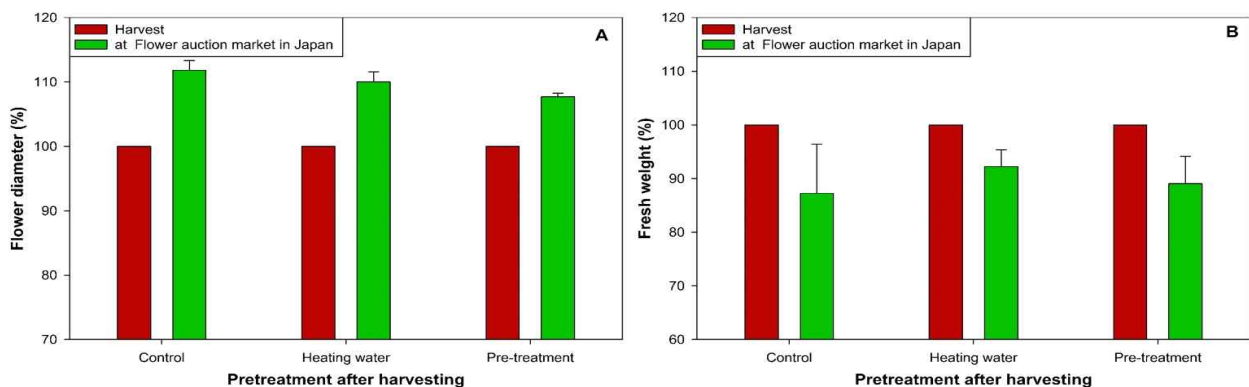


그림 2-68. 2016년 3월 일본 국화 수출시 화훼경매시장에서 전처리에 따른 화폭(A), 생체중(B) 변화

국화 ‘신마’의 수확 후 2015년 12월 일본 모의 수출 과정 중 전처리에 대한 실험과 동일하게 진행하여 일본현지에서 조사 한 결과 절화 수명 조사 6일차에 모든 실험이 종료 되었다. 전체적으로 꽃의 개화는 진행되었으나, 잎의 조기 황화현상으로 인하여 절화 품질 저하 및 관상가치 종료로 인하여 모든 실험이 종료되었다.

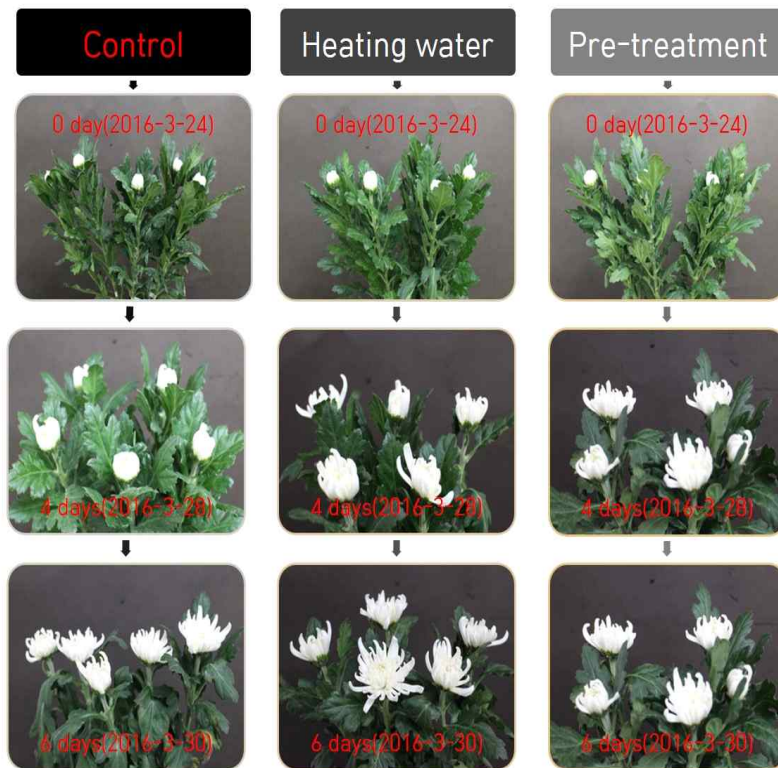


그림 2-69. 2016년 3월 절화국화 일본 모의 수출 중 전처리에 따른 절화 모습

3) 일본 수출 국화의 절화 수명 조사 시 품질의 문제점

2015년 12월, 2016년 3월 일본으로 절화 국화 수출 실증 실험을 진행하여, 현지 경매시장에 위치한 절화수명 테스트룸에서 절화수명 및 품질을 조사한 결과 일본으로 수출 시 현지 경매시장에 도착하여 품질을 조사하였을 때는 절화의 그림 2-70과 같이 무처리는 많은 시들음 현상을 보였고, 전처리를 실시한 국화는 시들음 현상이 적었다. 또한 잎의 황화 현상이 없는 것을 관찰되었다(그림 2-70).



그림2-70. 일본 수출 시 화훼경매시장에 도착 후의 절화 품질 모습
(A : 무처리, B : 열탕처리, C : 전처리제)

일본 현지에서 절화수명 및 품질을 조사하기 위하여 절화길이 50cm로 재절단 후 수돗물 500ml 들어있는 화병에 꽂아서 온도 25℃, 습도 60%, 2000lux광주기 12시간인 환경에서 품질 조사를 실시하였다. 조사 중 개화는 진행이 되었지만 대부분 4~6일 후부터 잎의 황화현상 및 보존용액의 오염이 발생하여 절화 품질 및 수명의 단축의 원인이 발생하였다(그림 2-71, 그림 2-72). 본 실험을 진행하면서 절화수명의 연장을 위하여 절화수명 보존용액의 사용이 필요하다고 판단되었다.



그림 2-71. 2015년 12월 일본 화훼경매시장에서 국화 ‘신마’의 생육조사 중 절화의 문제점



<상단부분 잎의 황화 현상> <하단 부분 잎의 황화 발생> <잎 황화 및 잎 시들음 발생>

그림 2-72. 2016년 3월 절화 국화 일본 모의 수출 중 전처리에 따른 절화품질 저하 문제점

(4) 결론

한국에서 일본으로 수출용 스탠다드 국화 ‘신마’를 수확 후 전처리를 실시하여 한국 수출업체 (주)로즈피아로 운송 후 3℃이하에서 저온저장을 실시하였다. 화폭 변화를 조사한 결과 일본 모의 수출 시 절화의 화폭이 6cm로 가장 작았으며, 대조구의 처리에서 개화가 많이 되는 것으로 일본 현지에서 조사 되었으나 통계적이 차이를 보이지 않았다. 일본 모의 수출과정과 같이 목포대학교에서 수송온도를 5℃로 고정하여 화폭 변화를 조사한 결과 각 처리별로 차이는 보이지 않았으나 대조구보다 열탕처리와 전처리에서 약간 크게 나타났다. 그러나 일본현지에서 조사한 꽃의 크기보다 목포대학교에서 5℃로 고정된 수송 조건에서 꽃이 더 크게 나타났다. 생체중의 변화를 조사한 결과 일본 현지에서는 1~2일에 생체중이 증가하는 경향을 보이다가 5일 이후부터 생체중이 감소하기 시작하였다. 그러나 목포대에서 조사하였을 때는 대조구에서 생체중 변화가 가장 적었으며, 전처리를 실시한 처리에서 생체중의 증가량이 높았다. 실험진행과정에서 목포대학교는 전처리 후 일본 현지 도착 전까지 소요되는 시간동안 5℃ 저온저장고에서 온도변화 없이 계속 저장이 되었지만 일본으로 수출되는 중간 과정에서 환경의 변화가 생겼으며, 높은 온도 환경에서 수송이 절화품질의 저하의 원인으로 판단되었고, 일본 현지 내 개화 상태뿐만 아니라 보존용액의 오염 및 조기 잎의 황화 현상 발생이 관상가치 저하로 절화수명 단축의 원인으로 판단되었다.

라. 계절 및 품종별 수출 국화의 절화 수명

(1) 연구 목적

절화 국화의 절화수명은 동일한 품종이라도 재배 계절 및 환경에 따라서 크게 달라지고, 또한 수확 후 수출과정중의 유통환경의 변동에 의해서 크게 달라진다. 수출 절화 국화의 일 본으로 수출시 재배농가에서 수확 후 신선도 유지를 위한 전처리와 수송 시 박스내의 MEPI 처리 에 따른 국화 품질을 조사하여 전체적인 수확 후 관리의 단계별 문제점을 파악하고자 하였다.

(2) 연구방법

2016년 7월과 9월, 2017년 3월의 3차례에 걸쳐서 일본 현지에서의 계절 및 품종별 절화수 명의 차이를 조사하였다. 절화 국화 7월에 '백선', 9월 '백마', 3월 '신마'를 수출 개화 단계에 서 85cm로 수확하여 목포대학교 화훼학 실험실로 이동 후 80cm로 재절단 후 선별작업을 실 시하였고, 무처리, 전처리(200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose)를 5℃ 차압송풍식 습식예냉으 로 4시간 처리 후 국화 수출 박스에 각 처리별로 100본씩 포장하였고, 전처리 및 예냉처리 후 2개의 박스에 MEPI-1(LED1, Red+UV), MEPI-2(LED2, Red+Blue) 처리 후 (주)로즈피아를 통하여 일본 수출 실험을 진행하였고, 일본현지에서 수돗물이 담긴 화병에 꽂아 절화품질 및 절화수명을 조사하였다. 또한 국내 실험을 위한 수출실험과 동일한 처리 후 목포대학교 화훼 학실험실 5℃ 저온저장고에서 일본현지 화훼경매장에 도착할 때까지 보관 후 절화 품질 및 절화 수명을 조사하였다.

(3) 연구결과

1) 2016년 7월 국화 '백선' 수출 시

절화 국화 '백선'의 수출 시 일본 현지에 도착하여 화폭을 조사한 결과 일본과 국내(목포 대)에서 무처리에서 화폭의 증가는 적었고, 전처리에서 화폭의 증가가 가장 높았다. 신선도를 조사하기 위하여 생체중을 조사한 결과 전처리를 실시한 처리에서 무처리 보다 높게 유지되 었으며, 일본 실험보다는 국내실험에서 생체중이 높았다. 절화수명은 국내 실험의 경우 전체 적으로 15일 이상으로 조사되었으나, 일본현지 실험은 전체적으로 절화수명이 짧았다. 국내실 험은 일본수출 기간동안 5℃저온저장고에서 계속 보관되어 있었으나, 일본수출 시에는 수송 온도가 높아서 수명에 영향을 준 것으로 판단되었다.

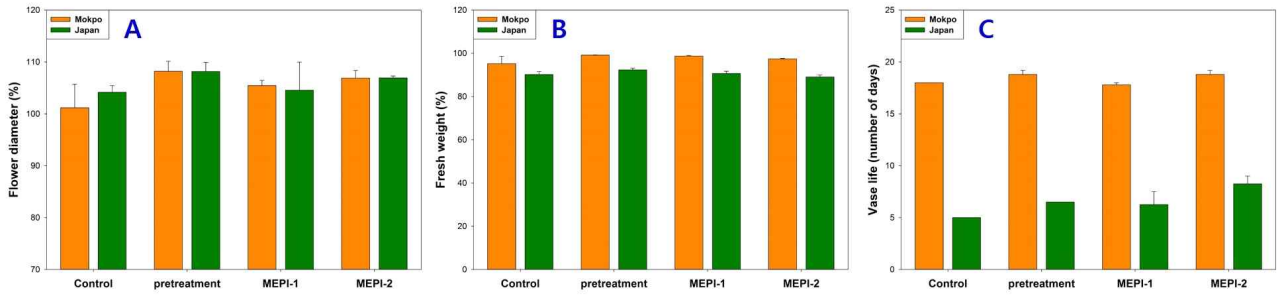


그림 2-73. 2016년 7월 절화 국화 ‘백선’의 표준조건(Mokpo)에서 유지된 절화와 일본 수출 후 수출조건(Japan)에서 유지된 절화의 화폭(A), 생체중(B), 절화수명(C) 비교

2) 2016년 9월 국화 ‘백마’ 수출 시

2016년 9월 절화 국화 ‘백마’를 수출 시 무처리, 전처리(200mg·L⁻¹ NaOCl + 0.1% Sucrose), 전처리 후 박스내 MEPI-1, MEPI-2 처리 후 일본으로 수출을 진행하였고, 동일한 방법으로 목포대학교에서 국내실험을 진행하였다. 국내 실험의 경우 화폭은 무처리에서 가장 작았으며, 전처리에서 화폭들이 증가하는 하는 경향을 보였으면 MEPI-2처리에서 가장 증가가 많았다. 일본 수출시도 국내 실험과 유사한 결과를 보였으나, 국내 실험보다는 조사 결과 값이 적었다. 신선도를 측정하기 위해서 수확 후 생체중을 조사하였고, 수출 후의 생체중을 조사하여 비율로 계산한 결과 무처리는 생체중이 가장 많이 감소를 하였으며, 전처리+MEPI 처리에서 생체중의 감소가 가장 적었다. 국내실험과 수출시 실험과의 비교에서도 유사한 결과를 보여주고 있었다. 그러나 절화 수명의 국내실험에서 20일 이상 조사되었으나, 일본 수출 시 절화수명은 급격이 감소하였다. 이것은 수출시 저온 수송이 되지 않아 국화의 엽온이 상승하여 절화수명에 영향을 준 것으로 판단되었다.

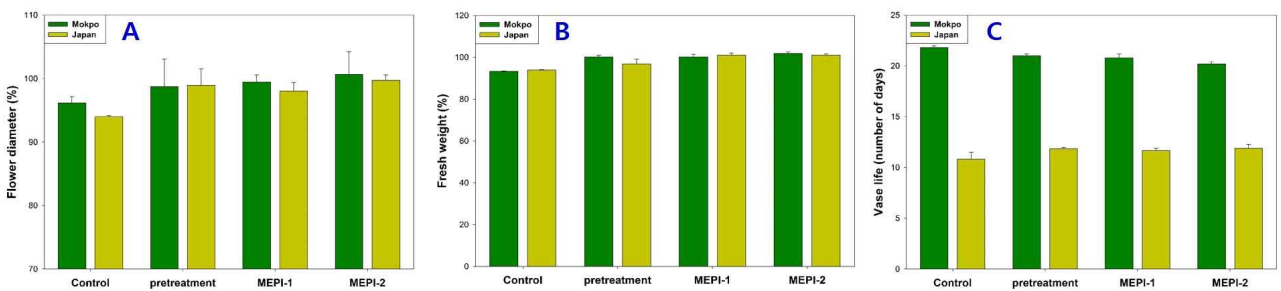


그림 2-74. 2016년 9월 절화 국화 ‘백마’의 표준조건(Mokpo)에서 유지된 절화와 일본 수출 후 수출조건(Japan)에서 유지된 절화의 화폭(A), 생체중(B), 절화수명(C) 비교

3) 2017년 3월 국화 ‘신마’ 수출 시

2017년 3월 절화 국화 ‘신마’를 수확후 전처리 및 포장내 MEPI 처리 후 수출실험과 국내실험을 진행한 결과, 화폭은 국내실험과 수출실험 시 전체적으로 수확 후 보다 수출 후의 개화는

진행되었으며, 국내보다는 일본으로 수출실험시 개화 증가율이 높았다. 일본으로 수출시 전처리만 처리하였을 때 화폭이 가장 많이 증가하였다. 신선도의 측정을 위하여 생체중을 조사한 결과 무처리는 국내 및 수출 실험시 생체중의 감소가 가장 많았으며, 전처리+MEPI-1, 전처리+MEPI-2 처리에서 생체중의 감소가 가장 적었다. 그러나 국내실험과 일본실험을 비교하면 일본으로 수출을 진행한 처리가 전체적으로 낮았다. 절화수명은 무처리에서 가장 짧았으며, 전처리+MEPI-1처리가 가장 길었다. 절화 국화 ‘신마’의 경우 무처리보다는 전처리와 MEPI 기술이 절화 수명의 연장 효과를 보였다.

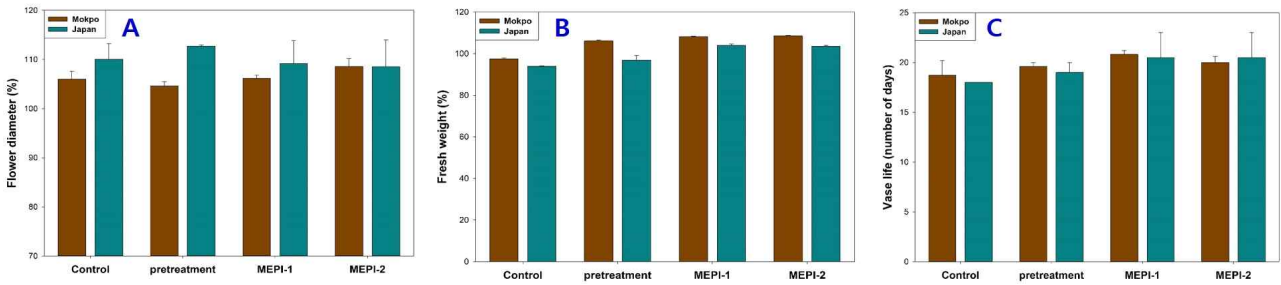


그림 2-75. 2017년 3월 절화 국화 ‘신마’의 표준조건(Mokpo)에서 유지된 절화와 일본 수출 후 수출조건(Japan)에서 유지된 절화의 화폭(A), 생체중(B), 절화수명(C) 비교

(4) 결론

2016년 7월(백선), 9월(백마), 2017년 3월(신마) 수출시 무처리, 전처리(200mg·L⁻¹ NaOCl+0.1% Sucrose), MEPI-1(Red+UV), MEPI-2(Red+Blue) 처리 후 (주) 로즈피아를 통하여 선박 수송으로 일본으로 수출으로 진행하였으며, 일본현지에 도착한 국화를 수령하여 절화 품질 및 수명을 조사하였다. 국내실험과 수출실험에 각 처리간의 조사결과는 화폭과 생체중은 유사한 결과를 보여주고 있었으나, 국내실험에서 화폭, 생체중이 일본 실험 결과 보다 높았다. 그러나 절화수명의 경우 수출시기 및 품종에 따라 많은 차이를 보였다. 위와 같은 결과는 국내 실험은 유통기간동안 5℃에서 계속 유지되는 환경이었고, 수출실험은 컨테이너 상차, 수송, 검역 등의 수출과정 중 수송온도가 7월과 9월에 높아서 수명에 영향을 준 것으로 판단 되었고, 국화 ‘신마’의 경우 무처리보다 전처리와 MEPI 기술이 절화 수명의 연장효과를 보였다. 일본으로 수출시 가장 큰 문제는 꽃의 개화도 중요하지만 전체적으로 잎의 시들음 현상이 가장 심각한 것으로 조사되었다.

제3절 수출 절화백합의 최적재배 · 수확 후 관리기술 개발 및 산업화

1. 재배환경이 수출 절화백합의 품질과 수명에 미치는 영향

가. 서론

본 실험은 재배단계부터 수출용 절화 백합의 품질향상을 위한 방안을 찾고자 수행되었다. 우리나라 백합 재배 농가를 대상으로 지역과 재배 작형에 따른 재배환경 요인이 수출용 절화 백합의 선도와 수명에 미치는 영향을 알아보았다. 지역별로 재배 작형 및 품종이 다양한 점을 고려하고 개발 기술의 과급효과를 극대화하기 위해 백합 재배 농가의 일반적인 특징을 조사하고자 전국 주산지를 중심으로 재배경력 10년차 이상 되는 절화 백합 재배 농가를 최종 선정하였다. 각 농가별로 재배이력 정보와 재배환경요인 자료를 수집하여 출하되는 절화 백합의 품질, 즉 선도나 절화 수명과의 연관성을 분석함으로써 수출용 절화 백합의 선도 및 절화수명과 관련된 주요 재배환경요인을 추출해 내고자 하였다. 추출된 재배환경요인의 개선으로 절화 백합의 품질을 향상시킬 수 있는지에 대한 가능성을 확인하고 재배단계에서 절화의 품질을 향상시킬 수 있는 최적의 재배환경 조건을 확립하고자 하였다.

나. 조사방법

(1) 지역별 재배 농가 선정

본 실험에서는 전국적으로 분포한 백합 재배농가의 일반적인 경향을 파악하고자 전국 주산지 4개 지역을 대상으로 재배품종을 고려하여 1년차와 달리 2015년 9개의 농가, 2016년 6개 농가를 최종 선정하였다(그림 3-1, 표 3-1). 선정된 농가는 모두 플라스틱하우스에서 백합을 생산하고 있었으며, 대부분 농가들은 동일한 시설을 이용하여 연중 백합을 재배하고 있었으나, 강원지역 농가들은 여름철 식재 후 가을-초겨울까지 수확하는 방식의 지역 환경을 적극 활용한 지역 고유의 재배작형이 정착되어 있었다. 지역별로는 강원지역 2개소(영월, 원주 각 1), 충청지역 3개소(서산 3), 전북지역 2개소(완주 2), 제주지역 2개소(제주, 서귀포 각 1)가 포함되었으며, 각 농가별로 재배품종, 구근식재시기 및 수확시기 등 재배작형, 재식주수와 같은 재배이력이 조사되었다.

(2) 작형별 재배환경 분석

백합은 각 재배 농가별로 주요 품종의 식재 구근의 품질 특성을 알아보고자 구근의 무게, 둘레, 높이, 인편수를 조사하였다. 또한 재배 환경 특성을 살펴보고자 시설 내 휴대용 자동기록장치(HOBO data logger, Onset, USA)를 부착하여 2015년 11월 6일부터 매 1시간 간격으로 광

도(W/m^2), 지상부 온도($^{\circ}C$), 상대습도(%), 포화수증기압차를 측정하였다. 재배농가별로 재배작형에 따라 출하되는 절화 백합의 품질 및 절화수명을 조사하였다(그림 3-2).

(3) 절화 품질 및 수명 분석

절화품질은 절화장, 절화중, 화퇴수, 화퇴크기, 엽수, 엽색, 경도 등이 조사되었고, 절화수명은 절화보존제 없이 증류수를 이용하여 조사하였다. 농가로부터 확보한 절화를 물 속에서 일정 길이로 재절단 후 증류수가 들어 있는 유리병에 꽂아 절화수명을 조사하였다. 이 때 기부로부터 첫 번째 꽃을 1번화로 정한 다음 1번화의 잎을 제외하고 기부 쪽 잎들은 모두 제거하였다. 실험은 가급적 농가환경을 재현하되 $25\pm 1^{\circ}C$, 상대습도 60%, 광도 $13.5\mu mol\cdot m^{-2}\cdot s^{-1}$ (형광등 1000lux), 주야간 12/12h 조건의 일상환경에서 수행되었다. 절화수명 조사는 1-3일 간격으로 실시하였고, 이 때 절화수명의 종료시점은 절화의 전체 소화 중 2/3 이상 꽃잎이 시들거나 떨어지고 갈변되는 등 관상적 가치를 상실한 시점으로 정하였다.



영월

완주

서산

제주

그림 3-1. 절화 백합 테스트 베드 선정 농가

표 3-1. 절화 백합 테스트 베드 선정 농가 목록 및 재배이력

Test Bed 농가및식재품종			재배정보									
			2015	절화수확1		절화수확2 (자연개화)		2016	절화수확1		절화수확2 (자연개화)	
지역	농가명	재배품종	구근식재 시기	시작	종료	시작	종료	구근식재시기	시작	종료	시작	종료
영월	원은식	시베리아	'15.07-08	'15.10	'15.11			'16.07-08	'16.10	'16.11		
원주	김홍기	시베리아	'15.07-08	'15.10	'15.12	'16.06	'16.07	'16.07-08	'16.10	'16.12	'17.06	'17.07
		쉐라	'15.07-08	'15.10	'15.11	'16.06	'16.07	'16.07-08	'16.10	'16.12	'17.06	'17.07
서산	오강석	메두사	'15.08-09	'15.11	'15.12	'16.06	'16.07	'16.08-09	'16.11	'16.12	'17.06	'17.07
		엘로윈	'15.08-09	'15.11	'15.12	'16.06	'16.07	'16.08-09	'16.11	'16.12	'16.06	'17.07
	장성길	시베리아	'15.08-09	'15.11	'15.12	'16.06	'16.07	'16.08-09	'16.11	'16.12	'17.06	'17.07
		메두사	'15.08-09	'15.11	'15.12	'16.06	'16.07	'16.08-09	'16.11	'16.12	'17.06	'17.07
	고선규	메두사	'15.08-09	'15.11	'15.12	'16.06	'16.07	'16.08-09	'16.11	'16.12	'16.06	'17.07
완주	신현재	시베리아	'15.01, 08-09	'15.04, 11	'15.05, 16.02	'16.06	'16.07	'16.01, 08-09	'16.04,11	'16.05, 17.02	'17.06	'17.07
제주	현경익	시베리아	'15.08-10	'15.11	'16.03			'15.11- 16.01, 08-10	'16.02, 16.11	'16.06, 17.02		
	정영철	브라이트 타워	'15.09	'15.11	'16.03	'16.04	'16.06	'16.09	'16.11	'17.02	'17.04	'17.06

- 재배환경별 절화수명(서울시립대)
- 수출시험(일본, 중국)
- ◆ 모의환경 수출시험(서울시립대)

지역	농가명	재배품종	'15		'16						'17		
			11	12	2	3	6	7	9	12	1	3	7
영월 (2)	원은식	시베리아	●					■	■				■
	김흥기	시베리아						●					
		쉐라						●					
서산 (3)	오강석	메두사									●		
		엘로윈									●		
	장성길	시베리아		■				●					
		메두사						●		●			●
	고선규	메두사	●	■			●				●		
완주	신현재	시베리아	●		●								
제주 (2)	현경익	시베리아	●			■	●				●	●	
	정영철	브라이트타워				■					●		
		우리타워					●						
시뮬레이션	전체			◆	◆	◆				◆	◆	◆	

그림 3-2. 절화 백합 재배환경별 절화수명 조사(7회), 수출시험(6회), 모의환경 수출시험(6회)

(1) 재배환경 분석

1) 여름 수확작형(1월-7월)

여름 수확작형은 원주, 서산, 완주, 제주 지역에서 모두 실시되었다. 여름작형은 1월에 구근 식재를 하여 7월부터 수확을 시작하기 때문에 2016년 1월부터 6월까지 재배환경(일 누적광량에 대한 월평균 누적광량, 월 평균 지상부 온도, 월 평균 상대습도, 월 평균 포화수증기압)을 조사했다(그림 3-3). 절화 백합 테스트 베드 4개 지역(원주, 서산, 완주, 제주) 4개소의 시설 내 재배환경을 매일 1시간 간격으로 측정하였다. 일사량의 경우 서산지역이 1월부터 2월까지 타 지역보다 상대적으로 높았다. 제주의 경우 예상과 달리 1월부터 2월말까지 겨울철에 매우 일정한 수준을 유지하면서 1월에 약간 감소하는 경향을 보이지만 타 지역들보다는 감소폭이 크지 않은 것이 특징이다. 이는 남쪽에 한라산이 위치하여 다른 지역에 비해 광의 영향을 상대적으로 적게 받은 것으로 판단된다.

지상부온도의 경우 원주지역이 겨울철 -10°C 이하까지 내려가는 등 난방이 이뤄지지 않았음을 알 수 있으며, 서산지역의 경우에도 1-2월까지 난방을 하지 않았으며 특히 1월 시설 내 기온이 -5°C 내외까지 하강하는 것을 확인할 수 있다. 이는 외부 기상환경 데이터를 통해서도 알 수 있었다(그림 3-5). 한편 전북 완주의 경우 난방을 하였으며 1월 기준 난방 설정온도를 5°C 로 한 것으로 보인다. 고품질의 절화를 생산하기 위해서는 24시간 동안 $14-15^{\circ}\text{C}$ 의 균일한 온도를 유지해야 하는데 제주지역의 지상부 온도는 서산이나 원주와 같은 급격한 변화 없이 $10-20^{\circ}\text{C}$ 내외에서 가장 안정되게 유지되는 경향을 나타냈다.

상대습도는 겨울철로 접어들면서 점차 감소하는 경향을 보였으며 크기는 30-90% 범위의 편차를 보이고 있다. 습도가 높은 조건에서는 포화수증기압차(VPD)는 낮아지고 증산이나 증발에 의해 발생하는 수증기를 흡수하기가 어려운 환경조건이 된다. 반면 높은 VPD에서는 습도가 낮아 작물의 증산이나 증발을 촉진시켜 더 많은 수증기를 발생시키게 된다. 따라서 VPD는 결론증산에 있어서 수증기 흐름을 표시할 수 있는 유용한 지표가 될 수 있다. 상대습도와 기온 등을 통한 VPD를 살펴보면, 제주 지역의 3-6월은 양분흡수나 광합성 등 생육에 적절한 VPD 범위인 4-7mb로 나타났으나, 원주, 서산, 완주는 상대적으로 높은 VPD 수치로 조사되었다. 이는 낮은 습도가 원인으로 온실 내 상대습도는 70-80%의 범위로 유지시켜 주는 것이 중요하다.

또한 시설 재배환경요인들을 월평균치를 산정하여 도식화하여(그림 3-6) 지역별 재배환경요인 변화에 대해 좀 더 명확한 정보를 제공하고 있다. 일사량의 경우 앞서 일별 변화 데이터에서도 확인한 바 있듯이 1-2월은 서산 지역이 원주, 완주, 제주 지역보다 현저히 높은 것을 알 수 있었다. 제주의 경우 농가의 지리적 입지, 겨울철 강설이나 해무 상황이 많아 상대적으로 일사환경이 타지역에 비해 양호하지 않은 것으로 판단된다. 월평균 지상부 온도 역시 1월을 제외하고는 완주지역에서 제일 높았으며, 1월에는 제주지역이 가장 높게 나타났으나, 1-6월간 온도편차는 가장 적었다. 여기서 보면 원주는 1-2월, 서산은 1월 평균기온이 5°C 미만으로 겨울 수확작형을 위해서는 시설 난방이 불가피할 것으로 생각되며, 완주의 경우는 난방을 함으로써

겨울철 및 봄철 절화 수확이 가능하였음을 알 수 있다.

월평균 상대습도를 분석해 보면, 약 50-80% 수준에서 1-2월의 겨울철 기간 동안 제주지역에서 가장 높게 유지되고 있었으며, 완주지역 역시 제주지역과 유사한 경향을 나타냈다. 상대습도와 기온간의 상관관계를 갖는 VPD는 역시 겨울철 난방을 하지 않은 원주와 서산지역에서 -5℃까지 떨어지는 등 매우 낮아졌으나, 계절 변화와 함께 다시 상승하는 것을 볼 수 있으며, 겨울철 취약한 환경에서 제주지역이 가장 양호하게 나타났다.

2) 겨울 수확작형(9월-11월)

겨울 수확작형은 테스트베드 4지역 중 서산, 제주 2지역에서만 실시되었다. 국내 절화백합의 겨울작형은 8월말에 구근을 식재하여 12월 - 1월에 채화를 시작하기 때문에 이 기간에 재배를 하는 2지역(서산, 제주) 2개소 농가의 2016년 9월부터 11월까지의 재배 환경을 조사했다(그림 3-4). 조사한 재배 환경은 여름작형 재배기간 동안 조사한 항목과 동일하다. 절화 백합 재배기간인 3개월 동안 서산의 월 평균 일사량은 13.2 - 20.7 mol·m⁻²·d⁻¹ 범위였으나 제주는 3.6 - 18.7mol·m⁻²·d⁻¹이었다. 두 지역 모두 9월의 일사량이 가장 적었고 10월에 가장 높았다. 11월의 일사량은 10월보다 서산 5.6mol·m⁻²·d⁻¹, 제주 1.8mol·m⁻²·d⁻¹ 더 낮았다. 제주의 9월 일사량은 3.6mol·m⁻²·d⁻¹로 같은 기간 서산의 약 27% 수준에 불과했는데 이는 9월 동남아시아에서 발생한 태풍의 간접적인 영향이었다. 10월과 11월의 두 지역 일사량 차이는 거의 없었다.

2 농가 모두 시설 내 난방을 실시하지 않았으며 두 지역 월 평균 기온은 9월부터 점차 약 3-5℃씩 소폭 감소했으며 3개월 제주 백합 농가의 월 평균 기온은 항상 서산보다 더 높았다(그림 3-7). 9월과 11월 두 지역 월 평균 기온에는 큰 차이 없었으나 10월의 두 지역 월 평균 기온은 서산 17.6℃, 제주 20.0℃로 두 지역 간 온도 차이가 가장 컸다.

서산 농가의 월평균 상대습도는 71.7 - 76.1 %이었던 반면 제주는 80.1 - 86.5%로 서산보다 약 10% 더 높은 상대습도를 유지했다. 두 지역 모두 9월의 상대습도가 가장 높았으며 10월과 11월 두 달간의 평균 상대습도 차이는 거의 없었다. 서산의 9월 VPD는 7.2mb로 가장 높았으며 10, 11월 점차 감소했다. 반면 제주의 10월 VPD는 4.7mb로 가장 높았고 11월 3.5mb로 가장 낮았다.

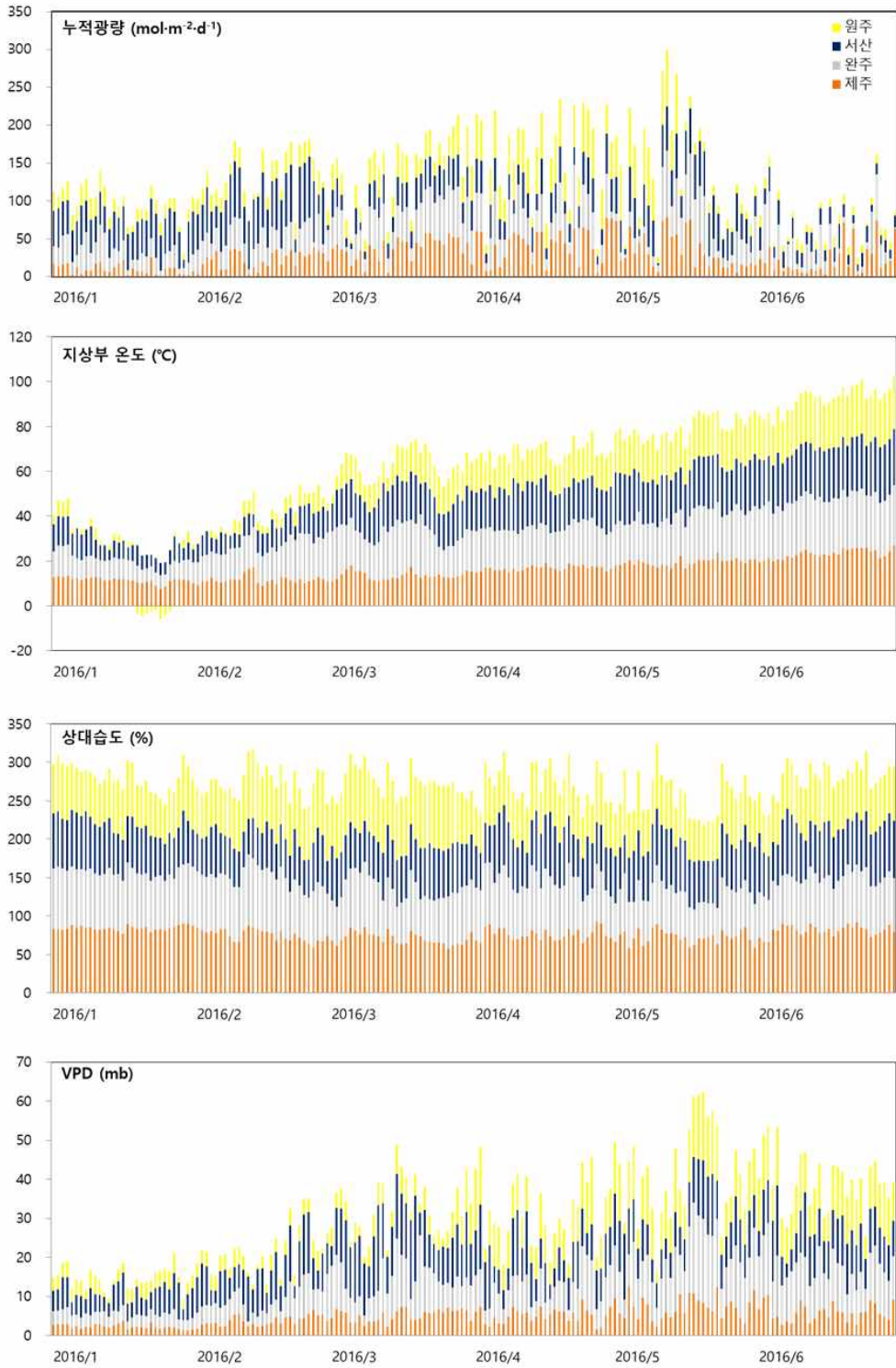


그림 3-3. 절화 백합 테스트베드 지역별 여름 수확작형 재배환경 변화(2016. 1-2016. 6)

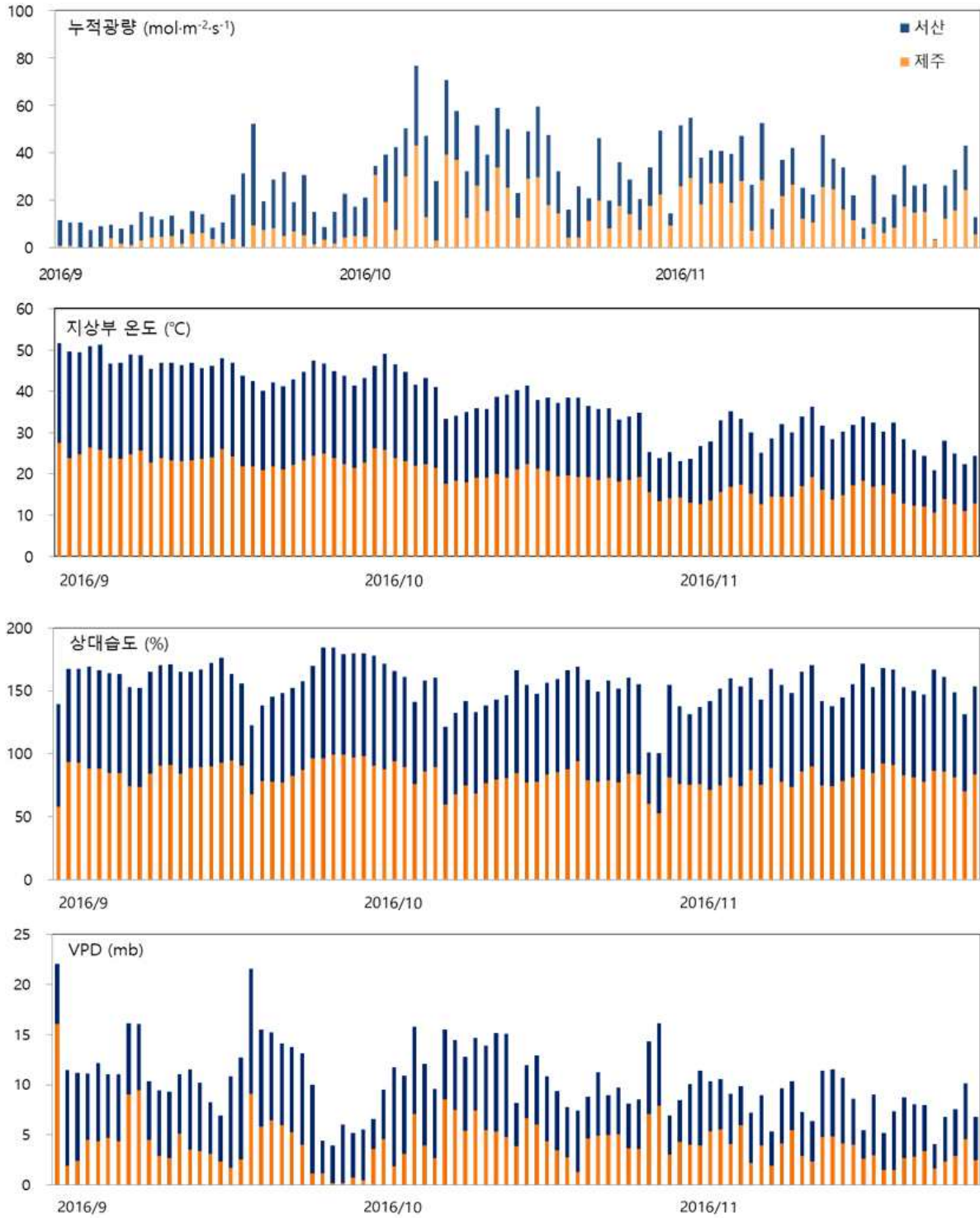


그림 3-4. 절화 백합 테스트베드 지역별 겨울 수확작형 재배환경 변화(2016.9-2016.11)



그림 3-5. 절화 백합 테스트베드 지역별 연중 외부 기상환경 변화(2016.1-2016.12)

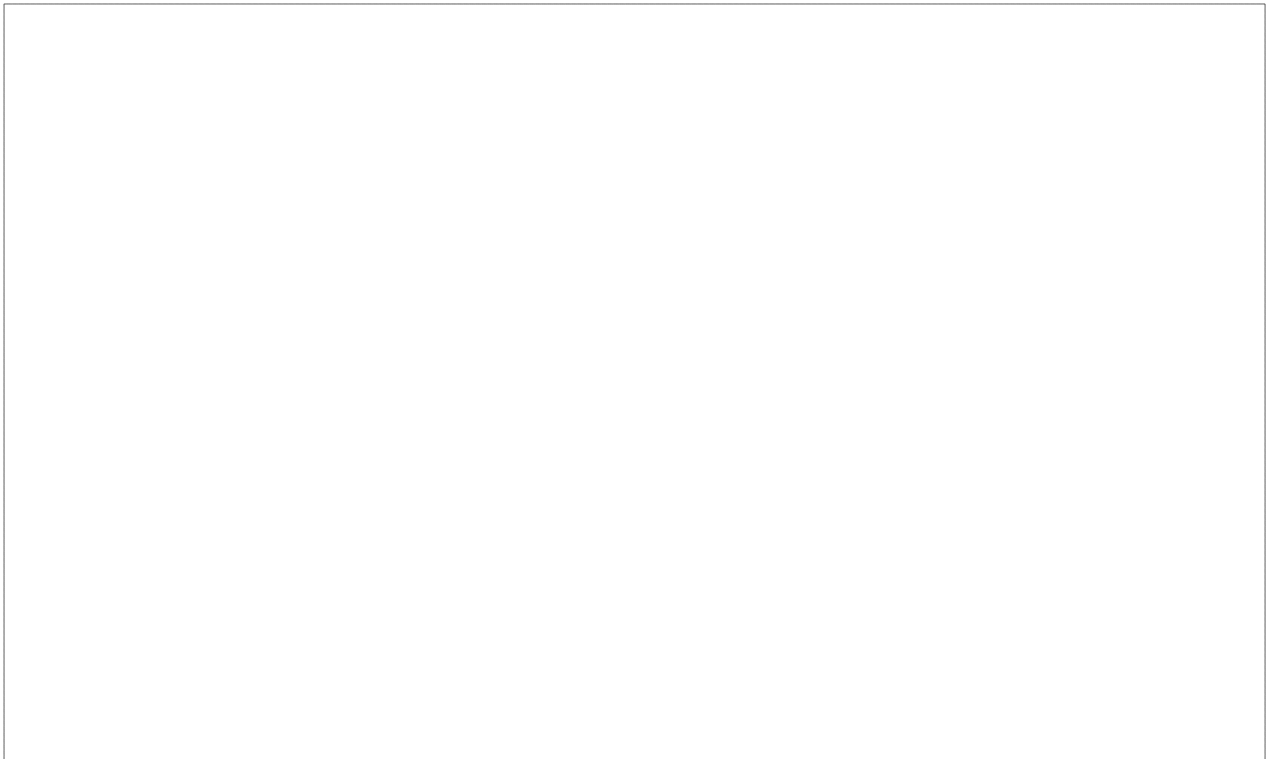


그림 3-6. 절화 백합 테스트베드 지역별 여름 수확작형 재배환경 요인의 월평균치 분석
(2016. 1-2016. 6)



그림 3-7. 절화 백합 테스트베드 지역별 겨울 수확작형 재배환경 요인의 월평균치 분석
(2016. 9-2016. 11)

(2) 농가별 식재 구근 품질 특성

본 실험에서 조사된 9개 재배 농가별 수확작형을 살펴보면, 강원지역의 경우 8월 중순 정식, 10월초-12월초 수확, 서산지역에서는 8월말-9월초 정식, 12월말-1월초 수확, 완주지역에서는 8월말-9월초 정식, 11월말-12월말, 제주지역은 9월초 정식, 11월말-1월말 수확, 3월말-6월초 2차 수확을 하고 있다. 지역별로 출하시기가 달라 절화 공급시기 조절에 따른 일정 가격을 형성시키는데 효과적일 것으로 판단된다. 일반적으로 8월-9월초 구근을 식재하여 강원 > 서산 혹은 완주 > 제주 순으로 절화수확을 하고 있으며, 강원지역의 경우 겨울철 난방을 하지 않고 자연환경 조건에서 최대한 절화를 생산한 다음 이듬해 봄에 다른 작목으로 전환한 다음 여름에 다시 백합 구근을 식재하는 연 1회 작형을 하고 있었다. 서산과 완주의 경우 일부 농가에서 동계 난방을 하여 봄철 절화 생산을 시도하기는 하였으나, 난방 농가수는 매년 감소하는 추세로 동계 상대적으로 온난한 환경을 고려하여 자연환경 조건을 최대한 이용하되 강원지역과 같이 타작목으로 전환하지는 않고 자연상태에서 6월 중순 자연개화시기를 이용하는 것으로 나타났다. 제주지역의 경우 내륙지역과 달리 겨울의 온난화 특성을 적극 활용하여 12월 이후 수확을 시작하여 이듬해 6월 자연개화 이전까지 틈새 시장을 점유하고 있는 것으로 확인되었다.

현재 재배되고 있는 주요 품종들은 오리엔탈 품종인 시베리아, 웨라, 메두사, 소르본, 옐로 윈 등이며, 나팔나리의 경우 우리타워와 미라클타워 등 우리화훼의 타워 시리즈가 많이 보급되었음을 알 수 있었다. 시베리아의 경우는 14-16cm, 메두사는 12-14cm, 타워시리즈는 12-14cm 정도의 구근을 사용하는 것으로 조사되었다(그림 3-8). 한편 농가별로 구근의 무게는 20-67g, 구근의 둘레는 12-19cm, 구근 높이 33-45mm, 인편수는 21-45개로 차이가 크게 나타났다(표 3-2). 한편 구근의 둘레는 구근 무게와 상관성이 $R^2=0.84$ 로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 인편수($R^2=0.57$)와 관련이 있었으나 구근 높이는 상관없게 나타났다(그림 3-9). 또한 절화수명은 구고($R^2=0.88$)와 상관성이 높고, 구중은 절화백합의 절화장, 절화중, 경경, SPAD, 화퇴장, 화퇴폭과 관련이 있는 것으로 조사되었는데(표 3-3), 2016년 1월 각 지역의 테스트베드의 구근과 2016년 6월 절화백합의 품질을 비교한 결과, 제주지역의 평균 구근무게 56.25g, 구근 둘레 17.93cm로 다른 지역에 비교 구근 품질이 가장 좋았고, 2016년 6월의 절화 품질과 수명이 우수한 것으로 조사되었다(표 3-6). 이는 구근의 품질이 절화품질과 수명이 직접적으로 미치는 중요 요인으로 구근관리를 철저히 할 필요가 있다는 것을 시사한다.



그림 3-8. 식재구근의 모습
(좌부터 시베리아, 메두사, 브라이트타워 품종)

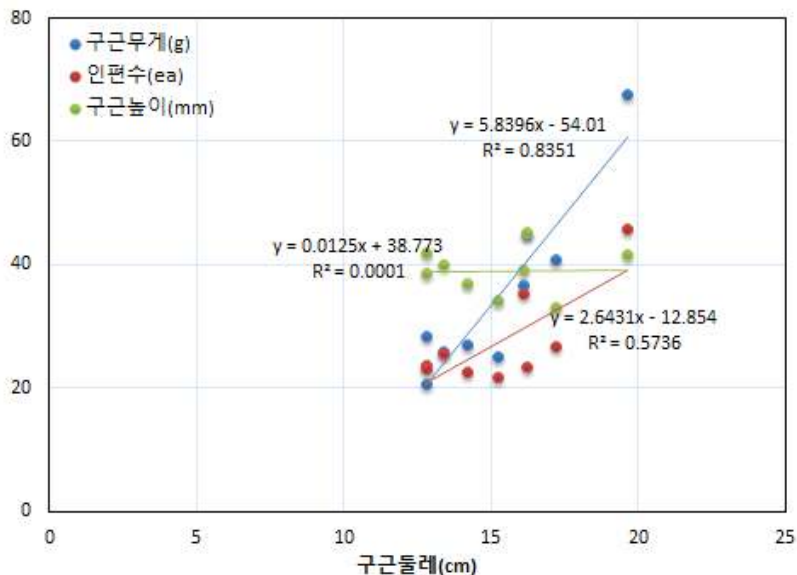


그림 3-9. 농가 식재 구근둘레와 구근무게, 인편수, 구근높이 상관성
(시베리아, 2016)

표 3-2. 절화 백합 테스트베드 선정 농가의 식재구근의 품질 특성(시베리아, 2016)

지역	농가	구근무게 (g)	구근둘레 (cm)	구근높이 (mm)	인편수 (ea)
영월	원은식	25.03 ± 3.58	15.26 ± 0.62	34.12 ± 3.03	21.80 ± 1.79
원주	김홍기	40.80 ± 6.13	17.20 ± 1.52	33.01 ± 1.51	26.60 ± 4.04
서산	오강석	36.66 ± 8.85	16.10 ± 0.70	39.14 ± 4.60	35.20 ± 2.86
서산	장성길	26.90 ± 7.71	14.18 ± 0.71	37.04 ± 5.32	22.60 ± 2.88
서산	고선규	20.68 ± 3.82	12.78 ± 0.88	38.55 ± 2.17	23.60 ± 2.61
완주	이기성	25.99 ± 3.19	13.36 ± 1.21	40.02 ± 4.79	25.60 ± 6.69
완주	신현재	28.43 ± 9.38	12.78 ± 1.81	41.85 ± 3.53	23.20 ± 1.30
제주	현경익	44.80 ± 3.34	16.24 ± 0.55	45.28 ± 3.65	23.40 ± 3.65
제주	정영철	67.69 ± 13.94	19.62 ± 0.89	41.67 ± 7.76	45.80 ± 8.32

^aMean ± SD.

표 3-3. 지역별(원주, 서산, 제주) 식재 구근요소와 절화품질요소 간 상관분석(시베리아, 2016)

	구주	구고	인편수	절화장	절화중	경경	엽수	SPAD	화퇴장	화퇴폭	절화수 명
구중	0.91***	0.23	0.24	0.93***	0.91***	0.74**	0.19	0.90***	0.75**	0.70*	0.37
구주		-0.12	0.43	0.82***	0.81**	0.78**	0.38	0.80**	0.56	0.46	0.00
구고			-0.39	0.20	0.17	-0.16	-0.69**	0.04	0.25	0.52	0.88***
인편수				0.04	-0.01	0.15	0.40	0.16	-0.24	-0.14	-0.32
절화장					0.97***	0.84***	0.35	0.94***	0.78**	0.60*	0.33
절화중						0.80**	0.29	0.94***	0.87***	0.70*	0.36
경경							0.63*	0.79**	0.57	0.21	0.01
엽수								0.43	0.07	-0.33	-0.57
SPAD									0.79**	0.62**	0.27
화퇴장										0.84***	0.52
화퇴폭											0.71**

Ns, *, **, *** means no significant at $P < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

(3) 수확작형에 따른 지역별 절화 품질과 절화수명 특성

지역 및 농가별로 수확작형이 다르고 재배품종이 달라 전체적인 비교는 곤란하지만, 수확작형간 비교, 동일 수확작형 내 지역간 비교, 동일 지역간 수확작형간 비교를 실시하였으며, 이 때 시베리아와 메두사 품종으로 한정하였다. 먼저 2015년 11월 수확작형을 갖는 강원(원주), 전북(완주), 제주(제주) 지역간의 절화 품질 및 수명 특성을 비교해 본 결과, 강원지역의 절화 품질이 월등히 우수하였으며 강원 > 제주 > 전북 순으로 나타났다. 절화수명 역시 강원 지역에서 17일로 완주 지역보다 7일이나 높게 나타났고, 제주와 비교해서도 4일이 길었다(표 3-4). 이것은 강원지역이 전북이나 제주보다 구근 식재시기가 15일에서 한 달 이상 빨랐지만 외부온도가 낮아 수확소요일수가 상대적으로 길어져 절화 수체의 건물축적이 많았기 때문이다. 한편 전북지역의 경우 재배기간면에서는 제주지역보다 먼저 구근식재가 이뤄졌으나, 아마도 절화품질이 현저히 작은 것은 식재구근의 크기 때문인 것으로 판단된다. 완주지역 신현재 농가의 경우 상대적으로 가장 작은 구근을 식재하였거나, 난방을 통해 개화생육을 촉진시킨 결과일 수 있으나, 재배환경요인도 함께 분석하는 것이 필요할 것으로 생각된다. 반면 화뢰수의 경우 제주와 강원 지역간 차이를 보이지 않아 제주지역의 절화 품질 역시 우수한 것을 알 수 있다. 2016년 2월 수확작형을 실시한 전북(완주)와 제주(제주) 지역 농가의 절화 품질을 비교해 보면, 제주산이 절화중, 엽수, 화수 등 주요 품질요인이 월등히 우수함을 알 수 있다(표 3-5). 또한 절화 수명의 경우 제주산이 19일로 전체적으로 가장 높게 나타났으며, 겨울 수확작형에서는 상대적으로 기온이 높은 제주가 유리한 것으로 파악되었으나, 이 또한 식재구근의 크기와 비교할 필요가 있다. 2016년 6월 수확 수확작형을 실시한 전북(완주), 충남(서산), 제주(제주) 지역의 경우, 절화수명은 제주 > 충남 > 전북 순으로, 제주산의 절화장, 절화중, 절화수명이 다른 지역 농가에 비해 월등히 높았다(표 3-6). 지역별 절화품질과 수명은 강원 > 제주 > 충남 > 전북 순으로 우수한 결과가 나타났다.

2016년 12월 서산지역 내 서로 다른 3농가에서 수확한 절화백합 ‘Medusa’의 절화 품질과 수명을 비교한 결과, 절화 품질의 유의미한 차이는 없었고, 절화수명 또한 약 1일의 차이가 나타났다(표 3-7). 이를 통해 같은 지역에서 재배되는 같은 품종의 품질은 유사하다는 것을 알 수 있었다.

마지막으로 제주지역에서 2015년 11월, 2016년 2월, 5월 출하된 절화 품질과 절화수명을 비교한 결과, 절화중과 경경 등 절화의 강건성이나 화뢰수에서 5월 출하 절화가 가장 우수하여 절화 품질은 출하 시기가 5월 > 2월 > 11월 순으로 나타났다(표 3-8). 이것은 기상환경과 직접적인 영향이 있는 것으로 생각된다. 한편 전북 완주산의 경우에도 절화 품질이 2월 > 11월 순으로 나타났으나, 이것은 난방 실시 등 겨울철 온실 재배관리 측면에 기인할 것으로 판단된다.

표 3-4. 11월 수확 겨울 수확작형 지역간 절화 품질 및 수명 특성 비교(시베리아, 2015)

지역	수확작형 (수확시기)	절화장 (cm)	절화중 (g)	경경 (mm)	엽수 (ea)	화뢰수 (ea)	절화수명 (Days)
강원(원주)	11월	80.3 ± 2.4 ^z	166.2 ± 1.6	8.3 ± 0.4	34.3 ± 4.9	5.0 ± 1.0	17
전북(완주)	11월	54.6 ± 0.5	48.8 ± 7.9	6.0 ± 0.9	15.0 ± 5.3	1.0 ± 0.0	10
제주(제주)	11월	78.5 ± 1.3	136.7 ± 4.1	7.3 ± 0.3	22.0 ± 1.7	5.2 ± 0.4	13

^zMean ± SD (n = 3, 3, 5).

표 3-5. 2월 수확 겨울 수확작형 지역간 절화 품질 및 수명 특성 비교(시베리아, 2016)

지역	수확작형 (수확시기)	절화장 (cm)	절화중 (g)	경경 (mm)	엽수 (ea)	화뢰수 (ea)	절화수명 (Days)
전북(완주)	2월	87.1 ± 2.4 ^z	91.8 ± 33.4	8.9 ± 1.7	22.2 ± 3.3	2.7 ± 0.5	11
제주(제주)	2월	91.9 ± 5.9	123.9 ± 16.0	7.0 ± 0.5	41.4 ± 4.4	4.0 ± 0.0	19

^zMean ± SD (n=15).

표 3-6. 6월 수확 여름 수확작형 지역간 절화 품질 및 수명 특성 비교(시베리아, 2016)

지역	절화장 (cm)	절화중 (g)	경경 (mm)	엽수 (ea)	SPAD value	1번화뢰장 (cm)	화뢰수 (ea)	1번화뢰폭 (cm)	절화수명 (Days)
강원(원주)	82.3b ^z	121.9a	0.8a	38.5a	70.7a	11.0b	5.0±0.0	2.5b	9.0c
충남(서산)	67.8c	74.5b	0.7b	32.1b	59.5b	9.9c	3.4±0.8	2.4b	10.2b
제주(제주)	84.8a	133.5a	0.8a	32.6b	71.5a	11.9a	4.0±0.0	2.8a	12.7a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$ (n = 12).

표 3-7. 절화 백합 테스트베드 서산지역의 12월 수확 겨울 수확작형 농가간 절화 품질 및 수명 특성 비교(매두사, 2016)

지역	절화장 (cm)	절화중 (g)	경경 (mm)	엽수 (ea)	SPAD value	1번화뢰장 (cm)	1번화뢰폭 (cm)	절화수명 (Days)
서산 A	83.6a ^z	77.3b	6.0b	26.7a	73.8a	8.8b	3.5a	11.6b
충남 서산 B	80.7b	79.9ab	5.8b	28.0a	71.5a	9.5a	3.5a	12.3a
서산 C	85.5a	85.4a	6.5a	22.8b	73.6a	9.1ab	3.3a	11.8ab

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$ (n = 12).

표 3-8. 절화 백합 테스트베드 제주지역의 수확작형별 절화 품질 및 수명 특성
(시베리아, 2015-2016)

지역	수확작형 (수확시기)	절화장 (cm)	절화중 (g)	경경 (mm)	엽수 (ea)	화뢰수 (ea)	절화수명 (Days)
제주(제주)	11월	78.5 ± 1.3 ^z	136.7 ± 4.1	7.3 ± 0.3	22.0 ± 1.7	5.2 ± 0.4	13
제주(제주)	2월	91.9 ± 5.9	123.9 ± 16.0	7.0 ± 0.5	41.4 ± 4.4	4.0 ± 0.0	19
제주(제주)	5월	85.9 ± 1.0	154.1 ± 20.3	8.4 ± 0.7	32.1 ± 2.9	5.4 ± 0.7	17

^zMean ± SD (n = 5, 15, 12).

(4) 재배환경과 절화품질 요소간 상관성

기상환경요인 및 절화품질요소 간 상관분석을 실시하였다(표 3-9). 그 결과, 절화수명에 대해서는 기상환경요인 중 이슬점 온도($r=0.73^{***}$)와 고도의 정의 상관관계를 나타냈다. 이것은 재배과정 중 이슬점 온도가 높을수록 겨울철 시설 내 결로 발생에 의한 과습 및 곰팡이 등 병원성 미생물의 증식을 감소시키는 데에서 기인된 것으로 판단된다. 재배 기간 중 기상환경요인은 절화수명 외에도 다양한 절화품질요소와 높은 상관성을 보였는데 절화장은 기온($r=-0.80^{***}$)과 고도의 음의 상관관계를 나타냈다. 백합의 경우 생육적온은 약 20 - 23℃ 내외로 30℃ 이상의 여름철 고온기 재배 시 초장이 매우 짧아지기 때문에 수출에 적합한 규격의 절화생산을 위하여 차광재배 등 기온조절이 매우 중요한 것으로 보고되었다(Lee and Cho 1997).

절화품질요소 중 화뢰의 크기가 절화수명과 정의 상관관계($r=0.67^{**}$)를 나타냈다. 백합은 화경에 비하여 화뢰가 매우 크기 때문에 개화과정에서 많은 양의 수분과 신진대사물질이 필요하다. 따라서 수출 시 백합 절화의 조기수확으로 인한 미개화 등 품질저하를 방지하기 위해서는 화뢰가 완전히 성숙하여 개화 시 필요로 하는 양분을 충분히 축적할 수 있도록 조치하는 것이 절화수명을 연장하는데 효과적일 것으로 판단된다.

이상에서 지역별로 고유의 환경적인 특성이 동일한 품종 및 수확작형 내에서도 절화의 품질을 결정하고 있었다. 수출증대 및 수요의 다양성측면에서 겨울철 온도관리가 유리한 남부지역의 백합 재배지 확대의 검토가 필요하며, 수출 후 절화품질 유지를 위하여 화뢰가 충분히 성숙할 수 있도록 수확시기를 조절하는 등 농가수준의 조치가 요구된다.

한편 본 실험에서 재배환경요소 중 광과 같은 중요한 요인과 절화수명이 낮은 상관성을 보였으나, 백합이 구근식물임을 고려할 때 절화품질이 모주의 구근요소에 의해서 직접적으로 영향을 받고 있음을 고려할 때 환경요소의 영향력이 다소 감소한 것으로 생각된다. 아울러 재배토양 선정 및 절화 백합의 식재 구근의 크기, 무게, 인편수 등 구근 품질요소와 절화 품질요소간 상관성을 추가적으로 확인할 필요가 있을 것으로 판단된다.

표 3-9. 지역별 절화품질요소, 재배환경요소간 상관분석(시베리아, 2016)

	온도	상대습도	이슬점	절화장	경경	절화중	엽수	1 변화퇴장	1 변화퇴폭	절화수명
누적광	-0.07	0.00	0.01	0.08	0.07	0.14	0.08	0.11	-0.07	0.17
온도		-0.59 ^{***}	0.59 [*]	-0.80 ^{***}	-0.55 [*]	-0.73 ^{***}	-0.61 [*]	-0.47	-0.22	0.08
습도			0.29	0.89 ^{***}	0.35	0.74 ^{***}	0.20	0.65 ^{**}	0.59 ^{**}	0.56 [*]
이슬점				-0.10	-0.33	-0.11	-0.57 [*]	0.12	0.35	0.73 ^{***}
절화장					0.51	0.95 ^{***}	0.35	0.80 ^{***}	0.56 [*]	0.33
경경						0.50 [*]	0.71 ^{***}	0.24	-0.08	-0.21
절화중							0.29	0.89 ^{***}	0.64 ^{**}	0.35
엽수								0.06	-0.35	-0.53 [*]
1 변화퇴장									0.79 ^{***}	0.50 [*]
1 변화퇴폭										0.67 ^{**}

Ns, *, **, *** means no significant at $P < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

(5) 지역별 재배 토양환경 특성과 절화 품질 요소간 상관성

지역별 백합 테스트베드 시설 내 토양의 화학적 특성 평균값은 표 3-10과 같다. EC의 경우 강원지역 토양이 1.7 dS m^{-1} 로 유의적으로 가장 높았고, 토양 중 질소의 함량 또한 가장 낮은 충남지역 대비 약 35.6% 높았다. 반면 토양 pH의 경우 6.2-6.3 범위를 나타내어 지역간 큰 차이를 보이지 않았다. 토양 중 마그네슘 및 유효인산은 제주지역의 토양에서 각각 $45.5 \text{ cmol kg}^{-1}$, 507.1 mg kg^{-1} 로 유의적으로 가장 높았으며 칼슘의 함량은 강원 및 제주지역에서 충북지역에 비하여 $132.5 - 133.4 \text{ cmol kg}^{-1}$ 의 분포를 보여 유의적으로 높게 나타났다. 이러한 지역적 재배 토양의 차이는 석회질 토양의 강원, 사질토양의 충남, 화산재 토양의 제주 등 각 지역별 토양 특성에서 기인된 것으로 생각된다. 한편 백합은 구근에 많은 양분이 저장되어 있고, 정식 후 초기의 생육에 저장양분을 이용한다. 따라서, 일부 재배자들 사이에는 시비의 필요성에 관한 인식이 부족하며, 생산단계에서 양분공급은 주로 관비 및 엽면시비로, 재배지역 및 수확작형에 따른 관비 시비량의 연구가 많이 이루어지지 않은 상태에서 주로 농가 관행적으로 시비량을 결정하고 있어 지역별 토양특성 및 작물의 양분요구도에 근거하여 적절한 시비량을 결정하는 것이 반드시 필요할 것으로 판단된다.

토양환경요소의 경우 절화품질요소와 상관성이 높게 확인되었는데 절화수명은 인산 ($r=0.98^{***}$)과의 상관성이 높았고, 칼륨($r=0.62^{**}$), 마그네슘($r=0.74^{***}$)과도 고도의 상관성을 가지는 것으로 확인되었다(표 3-11). 칼륨은 식물의 체내에서 당의 전이, 기공의 개폐, 삼투압조절 및 각종효소에 작용에 관여하는 것으로 보고된 바 있다(Marschner, 1995; Mengel and Kirkby, 1987). 또한 재배기간 마그네슘 결핍, 에틸렌 발생 등의 요인들은 백합 절화 잎의 황화를 촉진시키는 것으로 보고되었는데(Ferrante et al., 2009), 수출 시 잎 황화로 인하여 상품성이 저하되기 때문에 마그네슘의 시비 관리의 중요성이 인식되었다. 한편 절화수명과 EC($r=-0.93^{***}$)와는 부의 상관을 나타냈다. 시설재배지 토양의 EC의 변화는 토양 중 존재하는 $\text{NO}_3\text{-N}$ 함량과 유의성 있는 정의 상관관계를 가진다고 알려져 있다(Hong et al., 2001; Lee et al., 2001). 본 실험에서도 토양 중 EC가 1.7 dS m^{-1} 로 가장 높았던 강원지역에서 토양 중 질소의 함량 또한 가장 높게 나타났다. 이는 EC가 높은 토양에서 탄질을 감소에 의한 것으로 생각된다.

표 3-10. 지역별 절화 백합 테스트베드의 토양환경요소 비교(2016)

지역	EC ($\text{d}\cdot\text{Sm}^{-1}$)	pH (1:5, H_2O)	T-N ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Av. P_2O_5 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Ex. cation ($\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$)		
					K	Ca	Mg
강원(원주)	1.7 a ^z	6.3 a	2335.9 a	25.4 c	7.3 b	132.5 a	30.0 c
충남(서산)	0.7 b	6.3 a	1504.7 b	201.3 b	10.8 a	109.7 b	20.8 b
제주(제주)	0.2 c	6.2 a	1886.0 ab	507.1 a	10.5 a	133.4 a	45.5 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$ ($n = 3$).

표 3-11. 질화 백합 테스트베드의 토양환경요소와 질화품질요소간 상관분석(시베리아, 2016)

	pH	전질소	유효인산	칼륨	칼슘	마그네슘	질화장	질화중	경경	엽수	SPAD	화퇴장	화퇴폭	질화수명
EC	0.42	0.55*	-0.95***	-0.82***	0.11***	-0.48*	0.02	-0.03	0.37	0.67**	0.08	-0.26	-0.52*	-0.93***
pH		-0.39	-0.55*	-0.27	-0.64**	-0.67**	-0.57*	-0.57*	-0.14	-0.04	-0.66**	-0.64**	-0.71**	-0.57*
전질소			-0.38	-0.68**	0.63**	0.21	0.61**	0.56*	0.54*	0.63**	0.74***	0.47*	0.16	-0.30
유효인산				0.68**	0.14	0.73***	0.29	0.32	-0.23	-0.56*	0.18	0.47*	0.68**	0.98***
칼륨					-0.33	0.10	-0.40	-0.36	-0.63**	-0.73***	-0.38	-0.14	0.33	0.62**
칼슘						0.73**	0.86***	0.79***	0.46	0.49*	0.79***	0.62**	0.41	0.17
마그네슘							0.85***	0.83***	0.21	-0.05	0.70**	0.79***	0.73**	0.74***
질화장								0.95***	0.51*	0.35	0.89***	0.80***	0.56*	0.33
질화중									0.50*	0.29	0.88***	0.89***	0.64**	0.35
경경										0.71**	0.62**	0.24	-0.08	-0.21
엽수											0.34	0.06	-0.35	-0.53*
SPAD												0.76***	0.58*	0.22
화퇴장													0.79***	0.50*
화퇴폭														0.67**

Ns, *, **, *** means no significant at $P < 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

라. 결과요약

(1) 결과요약

절화장의 경우 2월 제주 > 5월 제주와 전북 > 11월 강원 순으로 우수하였고, 절화중은 11월 강원 > 5월 제주 > 2월 제주 순으로, 화퇴수는 5월 제주 > 11월 제주와 강원 > 2월 제주 순으로, 절화 수명은 2월 제주 > 11월 강원과 5월 제주 > 6월, 11월 제주 > 12월 제주 > 2월 전북 순으로 나타났다.

절화수명에 대한 절화품질 요소와의 상관성을 분석한 결과, 엽수가 절화수명과 고도의 상관관계($r=0.97$)를 나타냈으며, 구근품질 요소인 구근무게와의 상관성이 다른 절화품질 요소보다도 현저하게 높게 나타났다($r=0.69$). 이것은 절화 백합의 경우 식재 구근의 품질이 절화 수명과 직접적인 관계가 있으며, 화퇴수($r=0.84$), 절화중($r=0.7$), 엽색($r=0.74$)과 같은 절화품질 요소와 높은 정의 상관관계를 통해서도 명확히 할 수 있다. 한편 경경($r=-0.72$)과는 부의 상관관계를 나타내는 점은 추후 검토할 필요가 있다.

서산과 제주 지역은 연중 재배를 목표로 하며, 여름 수확작형과 겨울 수확작형으로 나눌 수 있다. 서산의 경우 겨울철 기온이 영하로 떨어지기 때문에 시설 난방이나 시설 피복을 통해 겨울철 절화 백합 생산을 도모할 필요가 있다. 제주도를 제외한 지역은 아직까지 충분한 절화 품질을 갖추지 못하고 있으며 이것은 겨울철 재배전략을 검토하고 시설 환경관리 방안을 마련하는 것이 필요해 보인다.

재배환경요소 중 지상부-지하부 온도차 > 이슬점 > 광량이 절화수명 및 절화품질에 직접적인 영향을 주는 것으로 확인되었으며, 구근품질요소 중 구근무게(구근둘레 와의 상관성 $r=0.91$)는 절화수명, 절화중, 엽색, 화퇴수 등 절화수명 및 절화품질에 가장 큰 영향을 주고 있음이 확인되었다. 따라서 절화수명 및 절화품질에 직접적으로 영향을 주는 요인으로는 구근품질 > 온도 > 이슬점 > 광량 순으로 판단된다.

(2) 시사점

기존의 연구자료 및 보고에 의하면 백합 생산환경에서 수확작형에 따른 재배환경과 절화품질, 절화수명과의 관계 등을 분석한 자료는 미비한 상태이다. 수확작형에 따른 재배환경이 절화백합의 품질과 수명에 미치는 영향 조사 및 분석을 통해 고품질의 절화 생산을 위한 수확 전 환경 조건을 도출하고자 하였다.

수확작형, 식재 구근 품질, 재배환경과 토양환경 요소 분석, 수확작형과 절화품질 분석 등 다양한 재배 환경 요인을 추출하여 분석한 결과, 절화품질과 수명은 구근의 영향을 받기 때문에 구근 식재 시 구중과 구주가 큰 양질의 구근을 식재해야 한다. 또한 제주를 제외한 대부분의 농가에서 적정 재배환경 기준에 미치지 못하고 있기 때문에 최저온도는 12℃ 이상을 유지해야 한다. 온실 내 이상적인 상대습도는 70-80%인데 습도환경이 급격하게 변하면 스트레스

를 야기하여 일부 품종의 경우 염소현상이 일어날 수 있기 때문에 각별한 관리가 필요하며, 토양시비는 1.0 dSm^{-1} 이하를 유지해야 한다. 위와 같이 재배환경을 관리할 경우, 기대 절화수명은 기존보다 2-3일 연장될 것으로 예측된다.

2. 계절별 수출환경이 절화 백합의 품질과 수명에 미치는 영향

가. 서론

현재 단계에서 국산 절화 백합의 경우 수출과정이 건식으로 취급 관리되고 있는 실정이며 일본 현지 도착 시 절화품질 개선을 위해서는 무엇보다 수출 과정의 환경특성을 분석하고 농가 수확 시 손쉽게 이용할 수 있는 전처리 방법에 대한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 국산 절화 백합의 겨울철 일본 수출 시 이동 경로에 따른 미기상을 조사하여 개선 여부를 검토하고, 농가 단위에서의 전처리 및 습식 수송방식이 수출 후 일본 현지에서의 절화품질과 수명에 미치는 영향을 조사하여 그 적용 가치를 알아보았다.

나. 조사방법

(1) 수출 과정 미기상 분석

1) 일본

실험재료는 2015년 12월 서산의 백합 농가에서 ‘Medusa’와 ‘Siberia’, 2016년 3월 제주 백합 농가에서 ‘Siberia’, 2016년 9월 강원지역에서 재배한 ‘Medusa’, 2017년 3월 제주지역의 ‘Siberia’, 2017년 7월 강원지역의 ‘Siberia’를 사용하였다. 각 지역 농가에서 수확된 수출용 절화 백합은 수확 직후 수출업체로 수송되기 전까지 농가 현지에서 건식(관행, 대조구)과 10시간 또는 22시간 습식 조건으로 처리되었다. 습식 조건은 농가에서 사용하고 있는 지하수 처리와 상업용 절화보존제(Chrysal SVB, Pokon and Chrysal, Netherland) 처리를 받았다. 전처리가 끝난 절화 백합이 일본 현지 도착까지의 선박 수송과정은 농가(A), 국내 수출업체로의 이동(B), 수출업체 저온고(C), 부산항으로 이동(D), 선박이동(E), 검역(F), 물류센터(G), 시장으로 이동(H), 경매장(I)으로 구분하였다. 수송 단계별 환경분석을 위해 절화 수출용 포장 상자 내에 환경데이터 장치(HOBO data logger, Onset, USA)를 부착하였고, 10분 간격으로 온도와 상대습도를 측정하였다(표 3-12).

2) 중국

실험재료는 2017년 7월 강원지역에서 재배한 ‘Siberia’를 사용하였다. 농가에서 수확된 수출용 절화 백합은 수확 직후 수출업체로 수송되기 전까지 농가 현지에서 건식(관행, 대조구)과 17시간 습식 조건으로 처리되었다. 습식 조건은 농가에서 사용하고 있는 지하수 처리와 상업용 절화보존제(Chrysal SVB, Pokon and Chrysal, Netherland) 처리를 받았다. 전처리가 끝난 절화 백합이 일본 현지 도착까지의 선박 수송과정은 농가(A), 국내 수출업체로의 이동(B), 수출업체 저온고(C), 인천공항으로 이동(D), 인천공항 물류센터

저장고 입고(E), 항공기 선적(F), 항공편 수송(G), 중국공항 물류센터 저장고 입고(H), 중국검역(I), 내륙운송 및 업체 창고(J), 곤명 화훼경매장(K)으로 구분하였다. 수송 단계별 환경분석을 위해 절화 수출용 포장 상자 내에 환경데이터 장치(HOBO data logger, Onset, USA)를 부착하였고, 10분 간격으로 온도와 상대습도를 측정하였다.

(2) 수출국 현지 절화품질 분석

1) 일본

일본 동경 이타바시 화훼경매장에 도착한 백합 절화들을 대상으로 화경의 휘어짐 정도를 조사하였으며, 절화를 90°로 세웠을 때 화경의 구부러지는 정도를 사진으로 촬영한 다음 각도를 측정하고 이 후 절화를 물 속에서 60cm 길이로 다시 절단한 다음 증류수가 들어 있는 유리병에 꽂아 절화수명과 절화품질 변화를 조사하였다(그림 3-10, 그림 3-11, 그림 3-12). 기부로부터 첫 번째 꽃을 1번화로 정한 다음 1번화의 잎을 제외하고 기부 쪽 잎들은 모두 제거하였다. 실험은 이타바시 화훼경매장 내 절화수명 조사실에서 기온 25±1℃, 상대습도 60%, 광도 13.5μmol·m⁻²·s⁻¹(형광등 1,000lux), 주야간 12/12h 조건으로 수행되었다. 절화수명 조사는 1-3일 간격으로 실시하였고, 이 때 절화수명의 종료시점은 절화의 전체 소화 중2/3 이상 꽃잎이 시들거나 떨어지고 갈변되는 등 관상적 가치를 상실한 시점으로 정하였다. 절화수명 조사기간 상대생체중과 수분흡수율을 각각 초기 수치를 기준으로 백분율로 계산하였다(Chamni and Esmailpour 2007).



그림 3-10. 절화 백합 수확 후 처리 및 수송과정

A: 절화백합 수확; B: 전처리제 처리; C: 로즈피아 저온고 입고; D: 부산항으로 이동을 위한 상차; E, F, G, H: 일본 도착 및 검역 후 경매단계; I, J, K, L: 절화수명 실험 실시

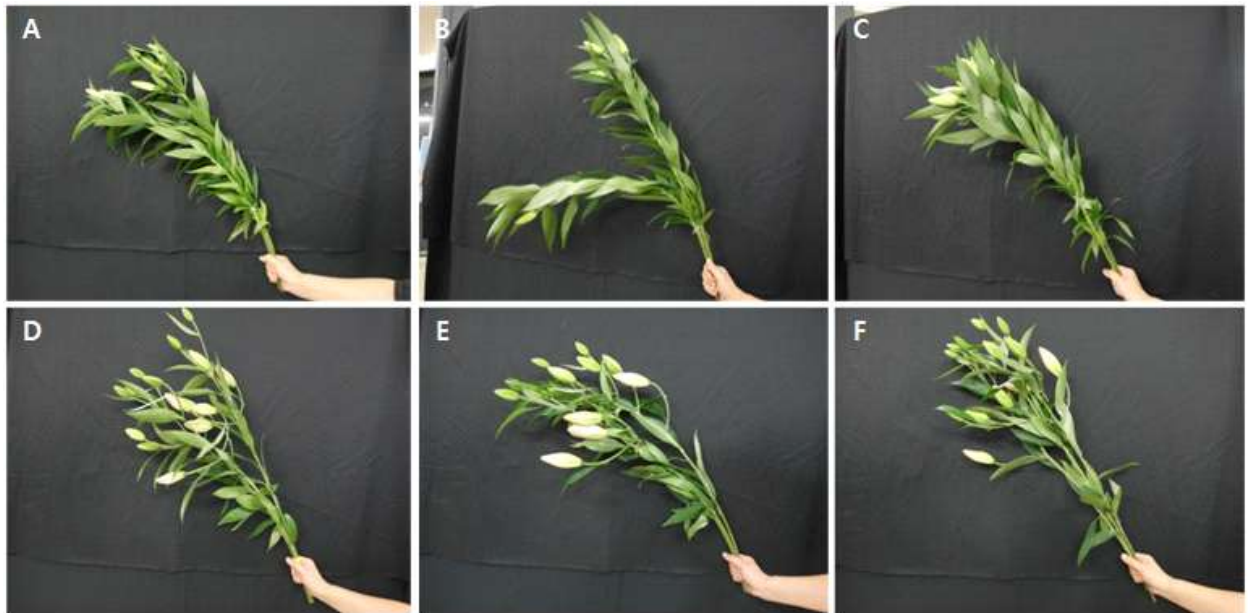


그림 3-11. 절화백합의 화경 휨정도 측정

A, B, C: 시베리아; D, E, F: 메두사; A, D: 무처리(건식); B, E: 물처리(습식); C, E: 전처리제(Chrysal SVB)



그림 3-12. 일본 수출 수송과정 중 온습도가 절화백합에 미치는 영향

A, D, G: 무처리(건식); B, E, H: 물처리(습식); C, F, I: 전처리제(Chrysal SVB); A, B, C: 시베리아, 2016. 3; D, E, F: 메두사, 2016. 9; G, H, I: 시베리아, 2015. 12

다. 조사결과

(1) 일본 수출

1) 계절별 수송환경이 절화 품질 및 수명에 미치는 영향

겨울철(2015년 12월), 봄철(2016년 3월, 2017년 3월), 여름철(2016년 9월) 4회에 걸쳐 국내 농가에서 일본 현지까지 전체 수송 과정에 대한 절화 백합 수출 수송환경에서의 미기상 환경을 통해 수출 절화백합 수명을 분석하였다. 수출 수송 과정 중 절화백합의 품질에 영향을 미치는 주요인은 온도인데 이는 제한된 공간에서 장기간 저장과 상온, 고온으로의 노출이 수송되는 동안 일어날 수 있는 가장 확실한 요인이라고 볼 수 있다(Suh and Kim, 2004).

수송환경 모니터링 결과, 총 수송시간은 2015년 12월 122시간(5.1일), 2016년 3월 137시간(5.7일), 2016년 9월 90시간(3.8일), 2017년 3월 99시간(4.1일)으로 3-5일이 소요되었다(표 3-12). 여름철의 수송기간이 다른 계절에 비해 단축된 이유는 현지 도착지가 다른 지역이었기 때문으로 1.3-1.9일의 기간이 단축되었다.

계절과 수송과정의 변화에 따라 미기상 환경이 급격하게 변화하였는데 봄철과 여름철의 수송 과정에서 10℃ 이상의 평균온도 편차를 나타냈다(그림 3-13). 이와 같은 큰 온도차의 발생은 불연속적인 저온수송체계에 의한 것으로 판단된다. 겨울철 온도는 수출업체 저장고에서 20시간 이상 1-2℃의 저온조건에서 저장하는데 오리엔탈 백합은 1℃의 환경에서 꽃봉오리가 퇴화하는 것으로 알려져 있어 장시간 저온저장이 절화백합의 품질저하 원인 중 하나라고 판단된다. 겨울철 수송 습도환경은 모든 수송단계에서 58-75%의 적정습도 범위 내에 있었으나, 봄철은 28-30%의 저습조건, 여름철은 69-91%의 고습조건으로 수송되었다. 또한 일반적으로 박스 내 습도가 높은 조건에서는 수증기압차가 낮게 되고 증산이나 증발에 의해 발생하는 수증기를 흡수하기가 어려운 조건이 된다. 반면에 높은 수증기압차에서는 습도가 낮아 절화백합의 증산이나 증발을 촉진시켜 더 많은 수증기를 발생시키게 된다. 곰팡이균은 4.3mb 미만의 수증기압차에서 가장 잘 생존하고 병 발생은 2mb 미만에서 잘 발생하는 것으로 알려져 있다(Prenger and Ling, 2000). 식물체에 가장 적합한 수증기압차의 범위는 4-7mb로 알려져 있는데(Kim et al., 2012) 봄철이 다른 계절에 비해 수송과정 중 4-7mb 범위를 유지하여 수송된 것으로 나타났다.

특히 여름철 수송과정상에서 일본항에서 검역절차를 받은 후와 경매시장에 도착 후 온·습도의 편차가 크게 발생하였다. 일본항에서 검역 및 통관절차를 이행하는 동안은 온·습도의 큰 변화는 보이지 않았으나, 물류창고로 이동하는 과정에서 온·습도의 편차가 크게 발생한다는 점에 관한 문제를 분석하였다. 트레일러를 통해 물류센터로 이동하는 과정에서 트레일러 기사들은 냉방기의 가동을 중단한다는 문제점을 유추할 수 있었다. 이러한 온·습도 변화는 간절기에는 외부기온과 컨테이너 내부기온의 편차가 크지 않아 품질에 미치는 영향은 적으나, 여름철 내·외부 기온의 편차가 큰 폭으로 발생하여 품질에 큰 영향을 미치는 것으로 확인되었다.



그림 3-13. 2015-2017년 계절별 일본 수출 시 이동경로에 따른 국산 절화백합 박스 내 온도(A), 습도(B), 수증기압차(C)의 변화

표 3-12. 일본 수출 과정 미기상 환경특성(2015-2016, 4회)

수송경로	2015.12 (Winter)			2016.3 (Spring)			2016.9 (Summer)			2017.3 (Spring)		
	Temp. (°C)	RH (%)	Average time (hr)	Temp. (°C)	RH (%)	Average time (hr)	Temp. (°C)	RH (%)	Average time (hr)	Temp. (°C)	RH (%)	Average time (hr)
A 절화백합 수확 후 농가전처리	9.8±1.1 ^z	33.1±4.5	22	14.7±0.8	29.7±7.2	14	21.2±2.2	69.9±7.9	14	6.3±0.7	70.6±7.1	17
B 로즈피아로 이동	14.9±2.6	57.0±10.7	3	16.1±1.7	25.7±4.3	8	20.6±1.4	67.1±11.3	10	16.0±2.6	46.3±4.3	5
C 로즈피아 저온고 입고	2.3±1.0	62.1±10.8	21	1.6±0.7	28.8±4.5	17	4.1±1.7	82.7±3.3	17	13.7±3.3	28.6±5.2	2
D 로즈피아에서 부산항으로 이동	4.5±0.9	67.2±11.2	8	8.7±1.1	28.6±7.2	8	6.1±5.1	86.2±6.9	8	4.2±0.8	58.6±7.6	16
E 부산항에서 일본 후쿠오카로 선박이동	3.6±0.5	70.9±11.9	15	3.7±0.6	30.6±6.6	15	11.3±7.1	87.1±6.4	19	4.6±0.9	69.3±1.9	9
F 일본검역	4.7±0.1	74.8±10.6	2	3.4±0.2	33.3±6.7	2	25.6±2.1	91.1±12.1	3	3.9±0.3	76.0±2.2	14
G 후쿠오카 상와 물류센터	4.2±3.3	71.3±12.1	7	9.7±2.3	29.6±8.7	31	21.4±0.7	75.2±4.1	19	6.1±2.2	77.6±1.7	2
H 도쿄 이타바시 시장 이동	10.8±0.9	71.7±11.8	24	12.0±0.3	28.4±7.2	24				5.1±2.3	76.9±2.8	8
I 이타바시 시장도착 후 경매장	10.0±1.4	66.7±10.9	20	12.2±0.9	28.5±8.1	18				9.7±1.0	73.5±6.1	26

^zMean± SD.

이러한 수송환경이 절화백합의 품질과 절화수명에 미치는 영향은 표 3-13을 통해 알 수 있다. 심한 온도편차, 다습조건, 병 발생율이 높은 낮은 VPD 조건의 2016년 9월의 ‘Medusa’의 수송과정에서의 수분손실율은 26.3%로 2015년 12월과 2016년 3월 시기에 비해 월등히 높은 것으로 조사되었다. 이는 절화백합의 환경 스트레스로 인한 조기개화율 증가로 이어지며 판매 후 다른 시기의 절화백합에 비해 낮은 절화수명을 나타냈다. 반면 2016년 3월 ‘Siberia’의 경우 2015년 12월에 비해 높은 수분흡수율과 조기개화율에 불구하고 절화수명이 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 10% 이하의 수분손실율과 조기개화율은 절화수명에 미치는 영향이 미비하다는 것으로 판단되며, 그럼에도 불구하고 조기개화율을 낮추기 위한 방안 마련이 시급하다.

표 3-13. 계절별 건식 수송환경이 절화 품질 및 수명에 미치는 영향
(메두사, 시베리아, 2015-2016)

수출시기	품종	수송과정에서의 수분손실율 (%)	도착시 조기개화율 (%)	절화수명(일)	
				경매 직후	수확 직후
15.12 (겨울)	메두사	6.0 b ^z	0.0 b	10.4 a	15.5 a
	시베리아	5.7 A	0.0 B	11.2 A	16.3 A
16.03 (봄)	시베리아	6.8 A	13.6 A	11.0 A	16.9 A
16.09 (여름)	메두사	26.3 a	22.2 a	9.3 b	13.1 b

^zMean separation within same cultivars (small letter for ‘Medusa’ and large letter for ‘Siberia’) in columns by Duncan’s multiple range test at $p = 0.05$ ($n = 9$ for ‘Medusa’ and 15 for ‘Siberia’).

2) 농가 전처리가 수출 절화 백합 품질 및 수명에 미치는 영향

현재 절화백합의 일본 수출 시 대부분 건식으로 수송이 되고 있는 실정이다. 경매장에서 고품질로 평가를 받기 위해서는 그림 3-12의 G와 같이 봉오리 상태를 유지해야 하는데 건식 수송시 일본 현지 도착 직후 측정된 절화백합 'Siberia'의 2016년 3월 조기개화율은 건식, 물처리, 전처리제 순으로 36.4%, 45.5%, 40.9%로 조사되었고(표 3-14, 표 3-15), 'Medusa'의 2016년 9월 조기개화율은 건식, 물처리, 전처리제 순으로 20.0%, 6.7%, 20.0%이었으며(표 3-16), 브라이트 타워는 36.4%, 45.5%, 40.9%로 모두 조기개화되어 상품성이 저하되는 것으로 조사되었다(표 3-17).

오리엔탈 나리 절화 'Siberia'의 수출 후 절화수명은 2016년 3월 Chrysal SVB 처리가 12.7일로 가장 높았고, 건식처리의 9.7일보다 3일이 연장되었다. 2017년 3월의 절화수명 또한 Chrysal SVB 처리 시 다른 처리에 비해 약 3일이 연장된 것으로 나타났다. 'Medusa'의 2015년 12월과 2016년 9월의 절화수명은 12월 Chrysal SVB 처리가 11.7일로 가장 높았고, 건식처리는 두 계절 모두에서 약 2일 단축되었다. 일본 현지 도착까지 온·습도환경이 안정적이었고, 겨울철의 절화는 조기개화가 일어나지 않았음에도 불구하고 절화수명이 눈에 띄게 길지 않았는데 Choi et al.(2012)에 의하면 약 2°C의 저온조건 시 절화 수명이 줄어들며, 이것은 저온 장애에 의한 것으로 판단된다고 보고한 바 있다. 이와 같이 수송 시 저장 온도를 낮춘다고 하여 반드시 절화의 품질이 향상되거나 수명이 연장되는 것은 아니며, 식물에 따라 적합한 저장온도 조건이 다르다(Yoo and Kim, 2003). 또한 건식보다는 습식처리로, 물처리보다 전처리를 통해 필요한 수분이나 당의 흡수를 보충해 줌으로써 수송과정의 수분과 에너지원의 불가피한 손실을 상대적으로 줄여주는 결과로 판단된다.

특히 2016년 12월 'Siberia'와 'Medusa'의 상대 생체중은 시험 초기 5일까지 상대적으로 높게 나타났다(그림 3-14). 이것은 수송과정에서 상대적으로 많은 양의 수분 손실에 따른 것으로 화병의 수분조건에서 흡수량이 초기에 급격하게 증가한 결과로 판단된다. 또한 건식 처리구에서 상대 생체중이 정점에서 다시 감소되는 시기나 속도가 습식 처리구보다 빨라 결국 초기 상대 생체중 증가가 습식 처리구와 비교하여 절화수명 연장에는 큰 도움이 되지 못한 것으로 판단되며, 오히려 수확 후 건식처리가 일본 수출과정에서 수분 스트레스에 더 크게 노출되었다는 반증으로 해석된다. 수분흡수율 역시 유사한 경향을 보였으나 처리간 차이는 뚜렷하지 않았으며 이것은 수출 현지에서 제한된 실험재료에 의한 것으로 해석된다(그림 3-15). 한편 절화수명 연장효과에도 불구하고 'Siberia'의 경우 지하수에 의한 습식처리에서 수송과정에서 일부 꽃봉오리가 개화하는 조기개화현상이 나타났으며, 이러한 수출 후 현지에서의 절화품질 유지 문제는 기존에 시판되고 있는 상업용 절화보존제를 적절하게 사용함으로써 가능성을 가시적으로 확인할 수 있었다.

표 3-14. 농가 전처리가 일본 수출 백합의 절화 품질과 수명에 미치는 영향
(2015-2017, 건식수송)

품종	수출 시기	농가 전처리	전처리 후	일본도착 후	A-B	상대생체중 (%)	도착시 조기개화율 (%)	현지 절화수명 (days)
			생체중 (g, A)	생체중 (g, B)				
시베리아	15.12 (겨울)	건식(관행)	101.1	96.1	4.9	95.10	0.0	10.3
		물처리(지하수)	94.3	88.9	5.4	94.32	10.0	12.0
		전처리제(Chrysal SVB)	104.9	98.2	6.7	93.66	0.0	11.3
	16.03 (봄)	건식(관행)	113.6	107.9	5.7	94.97	36.4	9.7
		물처리(지하수)	121.5	112.2	9.3	92.37	45.5	10.7
		전처리제(Chrysal SVB)	123.2	113.6	9.5	92.28	40.9	12.7
	17.03 (봄)	물처리(지하수)	128.3	116.9	11.4	91.2	0.0	10.8
		전처리제(Chrysal SVB)	134.6	122.5	12.1	91.0	0.0	13.4
		전처리제(Oasis)	126.5	116.9	9.6	92.4	0.0	10.4
메두사	15.12 (겨울)	건식(관행)	96.1	85.4	10.7	88.84	0.0	9.3
		물처리(지하수)	88.9	88.7	0.3	99.70	0.0	10.3
		전처리제(Chrysal SVB)	98.2	92.9	5.3	94.60	0.0	11.7
	16.09 (여름)	건식(관행)	85.4	65.6	19.8	76.80	20.0	9.0
		물처리(지하수)	88.7	67.2	21.4	75.83	6.7	9.3
		전처리제(Chrysal SVB)	92.9	65.4	27.5	70.37	20.0	9.7
브라이트 타워	16.03 (봄)	건식(관행)	87.7	81.0	6.7	92.36	36.4	9.7
		전처리제(Chrysal SVB)	113.9	104.2	9.7	91.48	45.5	10.7

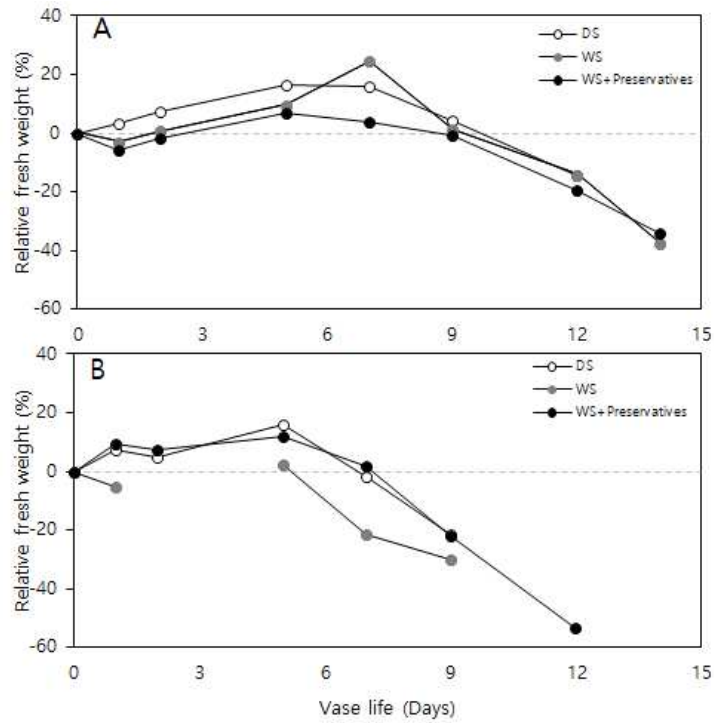


그림 3-14. 농가 전처리가 일본 수출 백합의 상대생체중에 미치는 영향(2015. 12)
 A: 시베리아; B: 메두사. DS: 건식수송; WS: 물처리; WS+Preservative: Chrysal SVB

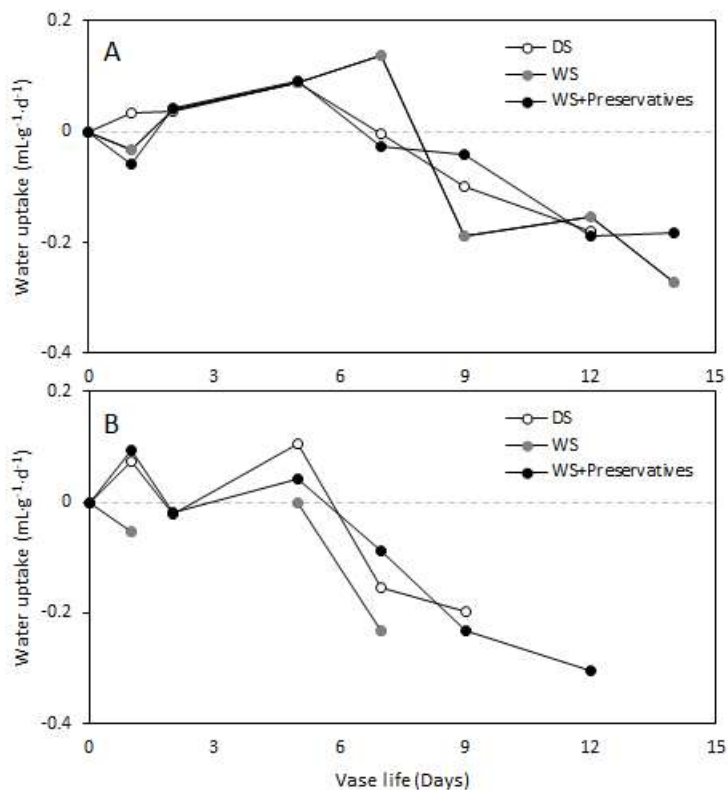


그림 3-15. 농가 전처리가 일본 수출 백합의 수분흡수율에 미치는 영향(2015. 12)
 A: 시베리아; B: 메두사. DS: 건식수송; WS: 물처리; WS+Preservative: Chrysal SVB

표 3-15. 농가 전처리기가 일본 수출 백합의 절화 품질과 수명에 미치는 영향
(시베리아, 2015-2017)





































수출시기	전처리	현지 절화 수명 일수				
		0일	2일	5일	7일	9일
15.12 (겨울)	건식 (관행)					
	물처리 (지하수)					
	전처리제 (Chysal SVB)					
16.03 (봄)	건식 (관행)					
	물처리 (지하수)					
	전처리제 (Chysal SVB)					
17.03 (봄)	물처리 (지하수)					
	전처리제 (Chysal SVB)					
	전처리제 (Oasis)					

표 3-16. 농가 전처리 방법(건식, 관행)과 일본 수출 백합의 절화 품질과 수명에 미치는 영향 (매두사, 2015-2016)




































수출 시기	전처리	현지 절화 수명 일수				
		0일	2일	5일	7일	9일
15.12 (겨울)	건식 (관행)					
	물처리 (지하수)					
	전처리 제 (Chysal SVB)					
16.09 (여름)	건식 (관행)					
	물처리 (지하수)					
	전처리 제 (Chysal SVB)					

표 3-17. 농가 전처리 방법(건식, 관행)과 일본 수출 백합의 절화 품질과 수명에 미치는 영향 (브라이트타워, 2016)

수출 시기	전처리	현지 절화 수명 일수				
		0일	2일	5일	7일	11일
16.03 (봄)	건식 (관행)					
	전처리 제 (Chysal SVB)					

3) 습식 수송이 수출 절화 백합 품질 및 수명에 미치는 영향

일본 선박 수출 시 수송단계별 급격한 환경 변화를 고려할 때 수출 백합 절화의 수명과 품질 저하 문제를 개선하는 방법의 하나로 수출 전 습식 전처리에 대한 검토가 요구되었다.

이를 위해 2016년 9월 ‘Medusa’와 2017년 3월 ‘Siberia’ 백합 재배농가에서 수출용 절화백합을 수확 직후 물처리와 전처리제 처리를 하여 건식과 습식수송을 한 후 일본으로 수출되었다. 2016년 9월 ‘Medusa’의 경우(표 3-20), 일본 도착 시 조기개화율은 건식수송의 건식, 물처리, 전처리제는 각각 20%, 6.7%, 20%였고, 습식수송은 16.7%, 5.6%, 0%로 나타남으로써 습식수송이 조기개화 방지에 영향을 미친 것으로 볼 수 있었다(표 3-18). 2017년 3월 ‘Siberia’의 경우, 조기개화율은 건식과 습식수송 모두 0%로 나타났다(표 3-19).

‘Medusa’의 건식 수송 후 절화수명은 수확 직후로부터 물처리 12.8일, 전처리제 처리 13.8일 이었고, 습식 수송 후 물처리 14.1일, 전처리제 처리 16.3일로 습식수송이 건식 수송에 비해 1-3.5일이 연장되었다(그림 3-16). ‘Siberia’의 건식 수송 후 절화수명은 수확 직후로부터 물처리 16.8일, 전처리제 처리 19.4일이었고, 습식 수송은 물처리 16.4일 전처리제 처리 20.4일로 조사되었다. 이를 통해 건식수송보다 습식수송으로, 물처리보다 전처리제를 사용하여 절화품질과 수명연장에 도움이 된다는 것을 알 수 있었다.

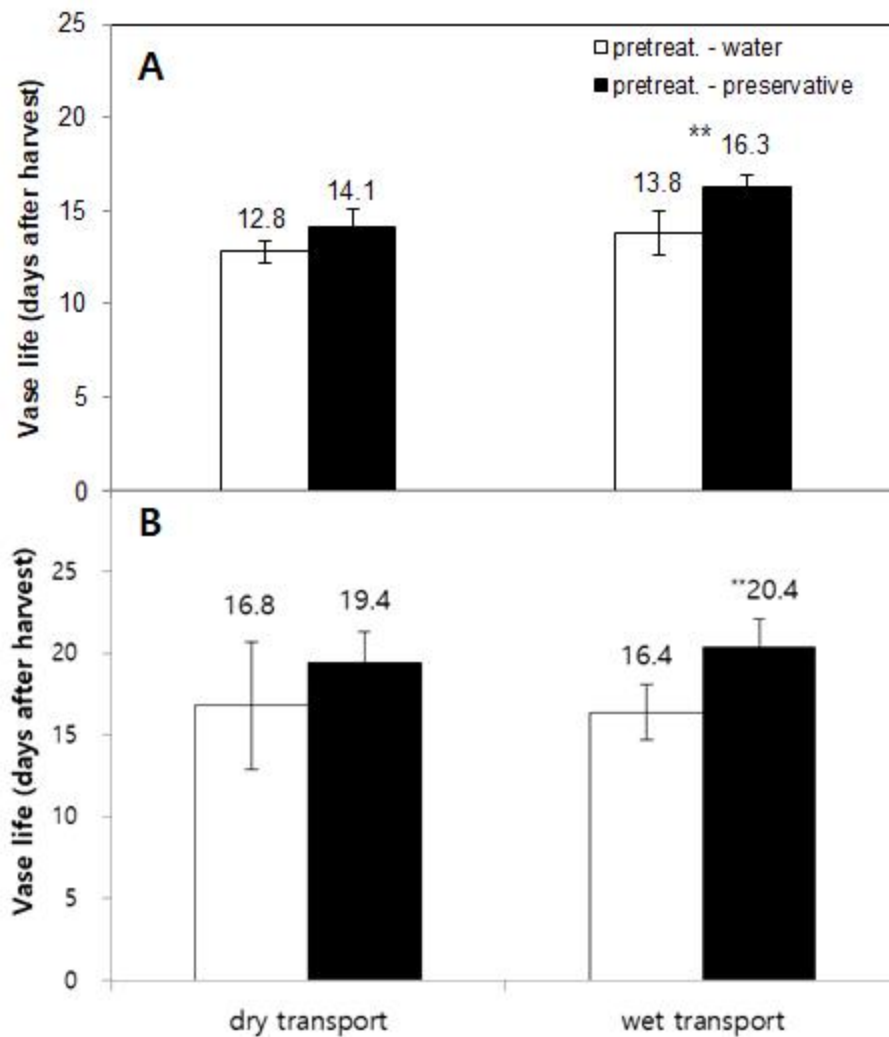


그림 3-16. 일본 수출 시 절화백합 ‘Medusa’(A, 2016. 9), ‘Siberia’(B, 2017. 3)의 절화수명에 미치는 농가전처리(물처리, 전처리제)와 수송방식(건식, 습식)의 효과. In farm-site pretreatment, cut flowers were soaked in water or preservative solution (Chrysal SVB) for 14 hours directly after harvest. In transport, pretreated cut flowers was stored in dry condition (dry transport) or water-soaked condition (wet transport) during exportation to Japan, which was approximately 96 hours. Vertical bars represent standard errors of the means ($n=9$). Asterisks (**) represent a significant difference between control and pretreatment at $p < 0.01$ as determined by t-test.





























표 3-18. 습식 수송이 수출 절화 백합 품질 및 수명에 미치는 영향(메두사, 시베리아)

품종	수출시기	수송방식	전처리	전처리 후	일본도착 후	A-B	상대생체중	도착시 조기개화율	현지 절화수명
				생체중	생체중				
				(g, A)	(g, B)				
메두사	16.09 (여름)	건식수송	건식(관행)	85.4	65.6	19.8	76.80	20.0	9.0
			물처리(지하수)	88.7	67.2	21.4	75.83	6.7	9.3
			전처리제(Chrysal SVB)	92.9	65.4	27.5	70.37	20.0	9.7
		습식수송	물처리(지하수)	59.9	65.0	-5.1	108.5	16.7	10
			전처리제(Chrysal SVB)	81.6	88.7	-7.1	108.7	5.6	12
			전처리제 (Oasis)	75.2	82.0	-6.8	109.0	0	13
시베리아	17.03 (봄)	건식수송	물처리(지하수)	128.3	116.9	11.4	91.2	0.0	10.8
			전처리제(Chrysal SVB)	134.6	122.5	12.1	91.0	0.0	13.4
			전처리제(Oasis)	126.5	116.9	9.6	92.4	0.0	10.4
		습식수송	물처리(지하수)	132.8	139.8	-7.0	105.3	0.0	10.4
			전처리제(Chrysal SVB)	111.4	116.7	-5.2	104.7	0.0	14.4
			전처리제(Oasis)	125.7	132.4	-6.6	105.3	0.0	16.0

표 3-19. 습식 수송이 수출 절화 백합 품질 및 수명에 미치는 영향(시베리아, 2017)

품종	수출 시기	수송방식	전처리	현지 절화 수명 일수				
				0일	2일	4일	6일	8일
시베리아	17.03 (봄)	건식수송	물처리 (지하수)					
			전처리제 (Chysal SVB)					
			전처리제 (Oasis)					
		습식수송	물처리 (지하수)					
			전처리제 (Chysal SVB)					
			전처리제 (Oasis)					

표 3-20. 습식 수송이 수출 절화 백합 품질 및 수명에 미치는 영향(메두사, 2016)

품종	수출 시기	수송 방식	전처리	현지 절화 수명 일수			
				2일	5일	7일	9일
메두사	16.09 (봄)	건식	전처리				
			(관행)				
		건식 수송	물처리 (지하수)				
			(지하수)				
		습식 수송	전처리제 (Chysal SVB)				
			(Chysal SVB)				
			전처리제 (Oasis)				

(2) 중국 수출

1) 계절별 수송환경이 절화 품질 및 수명에 미치는 영향

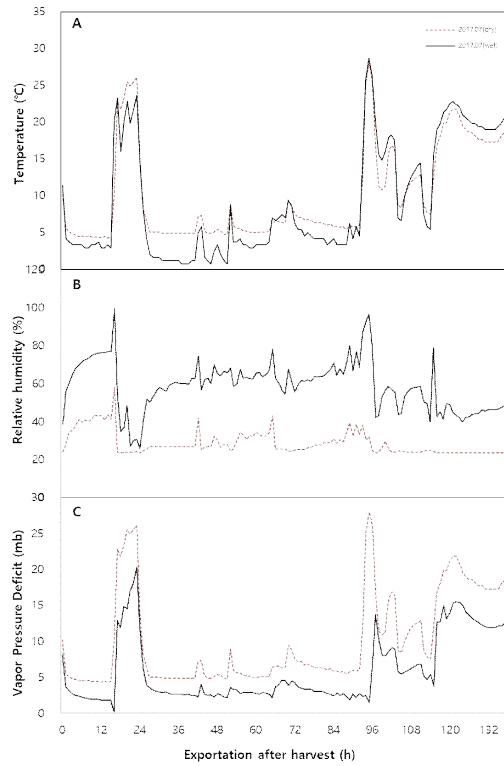


그림 3-17. 2017년 계절별 중국 수출 시 이동경로에 따른 국산 절화백합 박스 내 온도(A), 습도(B), 수증기압차(C)의 변화



그림 3-18. 2017년 계절별 중국 수출 시 이동경로에 따른 국산 절화백합 박스 내 온도(A), 습도(B), 수증기압차(C)의 변화

라. 결과요약

(1) 결과요약

국산 오리엔탈 백합 절화의 일본 선박 수출과정의 미기상 환경을 모니터링한 결과, 수송과정에서 10-15℃의 큰 온도 편차를 나타냈다. 이와 같은 큰 온도차이 발생은 불연속적인 저온 수송체계로 인한 것으로 판단되며, 본 실험이 겨울(12월)과 봄(3월), 여름(9월)의 결과를 분석하였다. 분석결과, 여름 수출에서는 최대 20℃이상의 편차를 보였고, 낮은 VPD, 다습조건에서 수송되는 것으로 나타났다. 수송과정상에서 일본항에서 검역절차를 받은 후와 경매시장에 도착 후 온·습도의 편차가 크게 발생하였다. 일본항에서 검역 및 통관절차를 이행하는 동안은 온·습도의 큰 변화는 보이지 않았으나, 물류창고로 이동하는 과정에서 온·습도의 편차가 크게 발생한다는 점에 관한 문제를 분석하였다. 이러한 온·습도 변화는 간절기에는 외부기온과 컨테이너 내부기온의 편차가 크지 않아 품질에 미치는 영향은 적으나, 여름철 내·외부 기온의 편차가 큰 폭으로 발생하여 품질에 큰 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 따라서 이에 대한 체계적인 대비로 최소한 국내에서의 수송과정에서 습식 저온저장을 이행해야 할 것으로 판단된다. 한편 다른 방법으로는 현 수송환경 조건에서 일본에 도착한 절화의 품질, 특히 절화수명을 최대한 연장시키는 방법의 하나로 농가 현장에서 수확 직후 수송 전까지 약 10시간 습식 전처리 기술이 개발되었다. 농가 지하수와 상업용 절화보존용액을 이용한 10시간의 습식 전처리만으로도 일본 현지 도착된 백합 절화의 수명을 약 2-3일 연장시켰으며 절화 품질도 향상시키는 결과를 확인하였다. 절화 백합의 수출 대상국인 일본에서 소매기간 3-5일, 소비자들의 기대수명이 최소 7일인 점을 감안할 때 현지 소매 단계에서 최소한 10-12일의 잠재적인 절화수명이 요구되는데, 겨울과 봄철 절화수명 실험 명은 급격히 감소하였다.

(2) 시사점

고품질의 절화백합 수출을 위해, 농가-일본경매 시장까지 온·습도 변화에 대한 조사를 통해 개선사항 점검 및 신선도 유지를 위한 방안책이 필요하다. 위 사항을 개선하기 위해 운송업체에 건의 및 시정을 요구하여, 5-6℃로 신선도를 유지할 수 있도록 조치가 필요하나, 화훼경매 시장의 경우 당장 예냉시설을 갖추기에는 어려움이 발생하여 순차적으로 건의를 통해 개선해 나갈 예정이다.

3. 모의 수출환경 조건에서 수출 절화백합의 품질 및 수명 개선 효과 구명

가. 서론

국내 절화백합의 수확 후 저장 및 수송과정이 습식 수송보다는 건식 수송으로, 냉장차량보다는 일반차량이 주종을 차지한다. 또한 선박 수출 시 수송 기간 동안 온·습도 환경의 변동이 심해 미개화 및 조기노화 등 상품의 품질, 균일성과 신선도 유지에 문제가 있으며, 이로 인한 손실량은 약 10-50%에 이른다(Lee 2015). 이러한 문제를 해결하기 위해서는 수확 후 관리 및 수송 단계에서 발생하는 문제점에 대해 정확한 원인을 찾아 해결해야 하는데 현재는 수출국에 도착 후 절화의 상태를 관찰하고 절화수명을 실험하는 방법 밖에 없는 실정이다. 또한 절화백합의 선도 및 품질 유지를 위한 전처리제 사용, 적정 온도 및 습도 유지, 저온습식 저장 및 수송관리 등이 필요하다(Nam 2001).

하지만 우리나라 대부분의 백합농가에서는 수확 후 관리의 중요성에 대해서 알고는 있으나 수요가 급격히 증가하는 계절에는 습식 취급이나 절화보존제와 같은 전처리제를 사용하지 않고 있으며, 수송 전 저온저장과 같은 기본적인 취급관리도 미흡한 실정이다. 최근에는 수출 농가에서 사용 가능한 상업용 전처리제가 개발 보급되고 있으나, 농가환경에서의 적절한 사용방법과 적정 처리 농도 및 시간 등의 기준이 명확치 않아 농가적용이 지연되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 일본 수출 절화 백합 ‘Siberia’와 ‘Medusa’, ‘Sheila’를 대상으로 실제 수출 시 미기상 환경을 기준으로 모의 수출환경에서 발생하는 문제점을 분석하고, 농가에서의 전처리 여부, 전처리 방법, 시간, 수송방법, 전처리 온도 등이 일본 수출 후 절화수명과 품질에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 이를 통해 수출 절화 백합의 최적 수확 후 관리기술 확립 및 현장 적용을 통해 조기 보급에 기여코자 한다.

나. 조사방법

(1) 모의 수출 환경 설정

본 모의 수출실험에서는 표 3-12과 그림 3-13의 실제 수출환경의 미기상 자료를 토대로 수행되었다. 실험 수송과정 구분은 절화 백합이 일본 현지 도착 및 판매 후 까지의 모의 수송과정으로 농가(A), 국내 수출업체로의 이동(B), 수출업체 저온고(C), 부산항으로 이동(D), 선박이동(E), 검역(F), 물류센터(G), 시장으로 이동(H), 경매장(I)으로 구분하였다. 환경설정은 실제 수송되는 각 구간의 평균값을 사용하였다. 실험은 일본 수출 환경을 재현하기 위해 환경이 조절되는 서울시립대학교 생육실에서 실시하였고, 모의 수출환경과정에서 절화품질 및 수명조사를 실시하였다. 챔버 내 광조건은 모의 경매장 도착단계까지는 암상태로 포장상태를 모의하였고, 모의 일본 현지 도소매 시장으로 이동 후에는 주야를 12시간씩 교대로 하였으며 낮 동안의 광도는 $15 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 고정하였다.

(2) 모의 수출 환경에서 전처리제 종류와 처리 시간 효과

여러 차례의 전처리제 종류와 처리 시간 효과에 대한 실험이 이루어졌다. 1, 2차 실험은 ‘Siberia’, ‘Medusa’와 ‘Sheila’ 를 이용하여 수확 후 절화품질 및 절화수명 향상 기술 개발을 위해 2015년 12월 실제 일본 수출 미기상 환경 데이터를 기초로 하여 효율적이고 효과적인 처리 종류와 시간을 알아보고자 하였다. 처리방법은 침지처리, 분무처리로 구분하였고, 처리시간은 침지 10시간, 20시간으로 하였다. 전처리제는 백합농가에서 사용하기 편리하지만 사용방법과 적정처리농도의 기준이 명확하지 않은 Chrysal AVB, Chrysal SVB, Chrysal AVB+SVB 를 사용하였다. 광조건은 경매장 도착단계까지는 암상태로 포장상태를 모의하였고, 일본 현지 도소매 시장으로 이동 후에는 주야를 12시간씩 교대로 하였으며 낮 동안의 광도는 $15 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 고정하였다. 일본 수출 환경을 재현하기 위해 실험은 환경이 조절되는 생육상에서 실시하였고, 모의 수출환경과정에서 절화품질 및 수명조사를 실시하였다(그림 3-19).

(3) 모의 수출 환경에서 습식 수송 효과

본 실험은 2016년 3월 실제 수출 환경 데이터를 기반으로 ‘Siberia’ 품종을 이용하여 수송 방식에 대한 실험을 통해 일본에 도착할 때까지 고품질의 절화상태를 유지하기 위한 수송 방식에 대해 분석하였다. 수송 방식은 건식과 습식으로 나뉘었으며 증류수를 대조구로 하여, 시중에 혼용하여 사용할 것으로 권장되는 Chrysal SVB+Chrysal AVB처리, 이전 실험에서 절화품질과 수명 연장에 효과적인 결과가 도출된 Chrysal SVB처리를 통해 최적의 수송방식을 구명하고자 하였다. 광조건은 경매장 도착단계까지는 암상태로 포장상태를 모의하였고, 일본 현지 도소매 시장으로 이동 후에는 주야를 12시간씩 교대로 하였으며 낮 동안의 광도는 $15 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 고정하였다. 일본 수출 환경을 재현하기 위해 실험은 환경이 조절되는 생육상에서 실시하였고, 모의 수출환경과정에서 절화품질 및 수명조사를 실시하였다.



그림 3-19. 수출 환경 모의 실험(좌) 및 품질 조사(우)

다. 조사결과

(1) 모의 수출 환경에서 계절별 수송 특성

실제 일본 수출 과정에서 측정된 미기상 환경 데이터에 의하면 절화백합 상·하역시 순간적인 온·습도 변화가 나타나는 것을 알 수 있었다. 계절별 절화백합의 수확 후 전처리, 차량 이동, 해상운송과 현지 수송기간을 일원화 설정하여 습식 수송방식으로 모의 수송 온·습도에 따른 절화의 품질과 수명에 미치는 영향을 조사하고 실제와 모의 수송간의 절화품질을 비교하고자 하였다(그림 3-20). 일반적으로 박스 내 습도가 높은 조건에서는 수증기압차가 낮게 되고 증산이나 증발에 의해 발생하는 수증기를 흡수하기가 어려운 조건이 된다. 반면에 높은 수증기압차에서는 습도가 낮아 절화백합의 증산이나 증발을 촉진시켜 더 많은 수증기를 발생시키게 된다. 곰팡이균은 4.3mb 미만의 수증기압차에서 가장 잘 생존하고 병 발생은 2mb 미만에서 잘 발생하는 것으로 알려져 있는데(Prenger and Ling, 2000), 모의 수송 환경에서도 병발생율이 높은 낮은 VPD수치로 수송되는 것으로 나타나 이에 대한 추가 연구가 필요하다고 판단되었다.

일본 현지에서는 그림 3-22의 개화2단계의 꽃봉오리 상태를 유지해야만 경매가가 높게 책정될 수 있는데 모의 수송 실험 결과, 경매일인 5.3일 시점에서의 개화율은 겨울철 물처리 16.7%, 절화보존제 처리 4.2%이었고, 봄철 절화보존제 처리가 4.2%, 여름철의 물처리와 보존제 처리가 각각 37.5%, 33.3%로 여름철의 일본 도착 후 조기개화가 매우 심하게 진행되고 있다는 것을 알 수 있었다(표 3-21, 그림 3-23). 검역단계인 4일째에 여름철과 겨울철의 상대생체중이 감소하기 시작하였고, 수분흡수율 또한 빠르게 감소하는 것으로 나타났다. 계절별 절화수명은 봄철이 17.3일로 가장 높았고, 여름의 물처리와 보존제 처리는 각각 13.3일, 14.3일, 겨울철의 14일 16일에 비해 에 비해 1-4일이 더 연장되었다. 이는 수분흡수량과 상대생체중의 증가가 절화수명을 증가시키는데 크게 연관되며, Suh and Kim(2004)의 보고와 유사한 결과를 나타냈다.

일본 선박 수출 환경을 모의실험한 결과, 절화수명은 실제 수출 결과와 유사하였고, 검역과 경매단계에서 이미 조기개화되는 문제점이 발생하였으며, 계절별 수송과정과 전처리제가 절화수명과 품질에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 현실적인 수송단계의 위험구간을 확인한 후 취약성을 최소화하기 위한 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

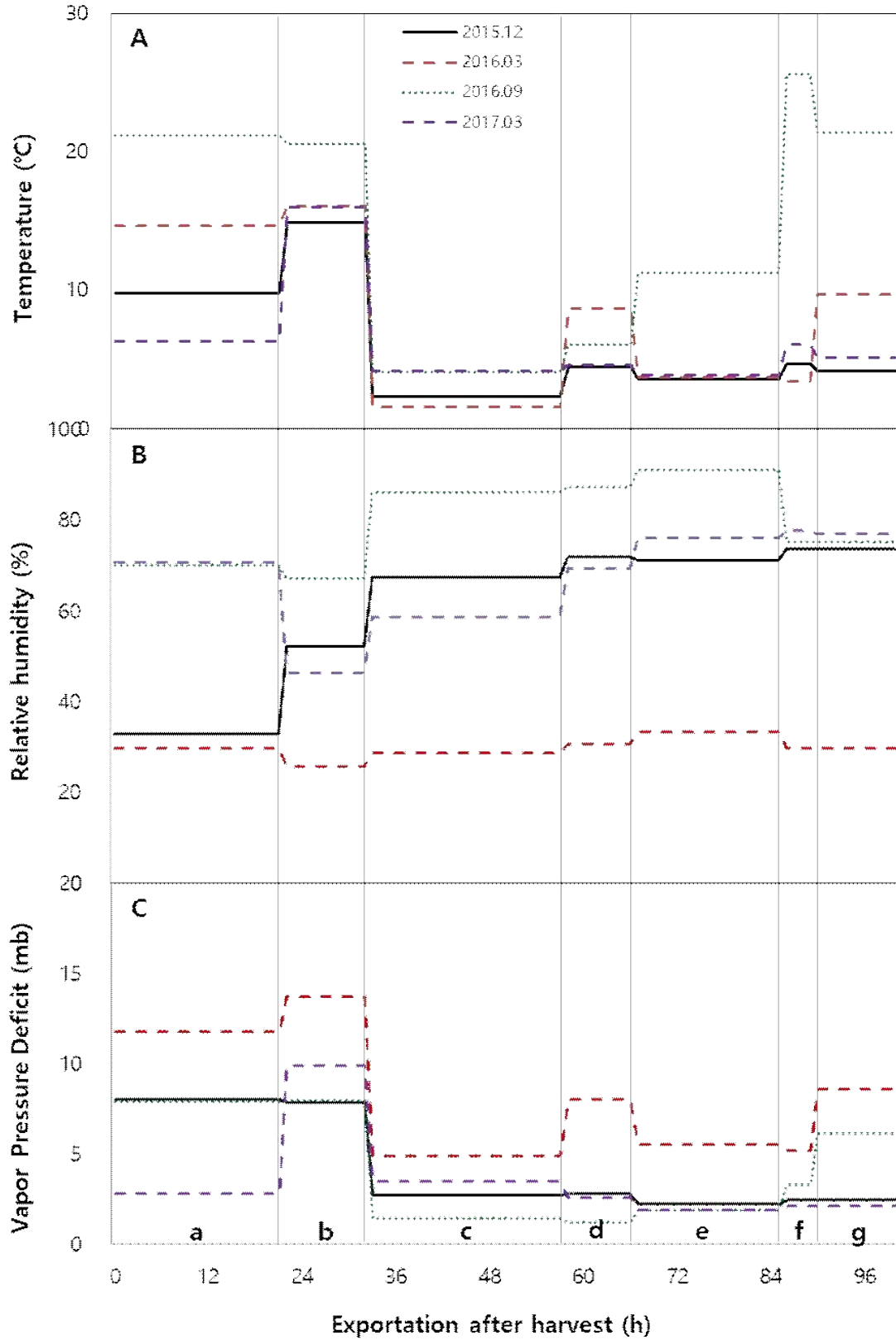


그림 3-20. 계절별 일본 모의 수출 시 이동경로에 따른 챔버 내 온도(A), 습도(B), 수증기압차(C)의 변화

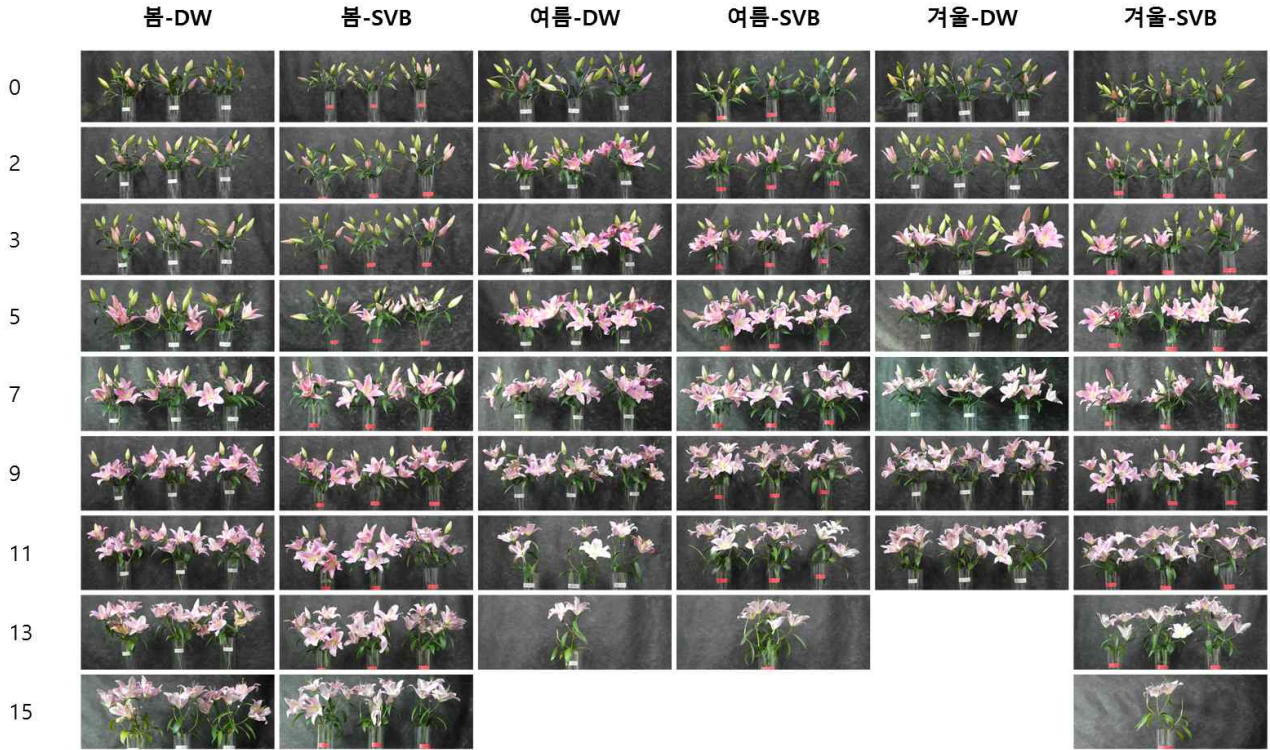


그림 3-21. 계절별 모의 수출환경에서 절화백합 'Medusa'의 화색변화



그림 3-22. 절화 백합의 개화단계. 위: 'Medusa'; 아래: 'Siberia' (왼쪽부터: 1, 2, 3, 4, 5단계)

표 3-21. 모의 수출환경에서 계절 및 농가 전처리에 따른 백합 'Medusa'의 절화 품질과 수명(2016)

Simulated season	Farm-site Pretreatment	Exportation phase		Retail phase (on 7 th day after auction)			Total vase life (days after harvest)
		Fresh weight increase (%)	Precocious flowering (%)	Relative fresh weight (%)	Vase solution uptake (mg·g ⁻¹ ·d ⁻¹)	Tepal color (a value of Lab)	
Winter	Water	13.5 a ^z	16.7 b	98.3 ab	0.73 b	15.7 ab	14.0 bc
	Preservative	12.1 a	4.2 c	91.5 b	0.78 ab	16.4 ab	16.0 ab
Spring	Water	12.4 a	0.0 c	115.5 a	0.77 ab	19.6 a	17.3 a
	Preservative	16.7 a	4.2 c	112.8 a	0.81 a	19.9 a	17.3 a
Summer	Water	15.9 a	37.5 a	71.2 c	0.73 b	15.6 ab	13.3 c
	Preservative	16.4 a	33.3 a	74.8 c	0.75 b	14.1 b	14.3 bc

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$ ($n = 9$).

(2) 모의 수출 환경에서 전처리제 종류와 처리 시간 효과 구명

표 3-21에서 보았듯이 전처리 효과는 계절마다 다르게 나타나는 이유는 계절별로 생산되는 절화 백합의 생육상태와 수출 환경이 매년 다르기 때문이다. 환경에 따라 절화의 수분흡수량과 상대생체중이 달라지며 이것은 절화수명과 크게 연관되기 때문에 농가에서 효율적으로 사용할 수 있도록 전처리제 종류와 처리 시간에 대한 실험이 필요하다.

‘Siberia’의 절화수명은 침지한 Chrysal AVB처리 시 13.5일로 가장 길었고, 침지한 Chrysal AVB와 Chrysal AVB+SVB 처리는 12.5일이었으나 유의적 차이는 없었다. ‘Medusa’는 침지한 Chrysal AVB+SVB 처리가 12.0일, Chrysal AVB 처리 시 11.3일 이었으며 다른 나머지 처리는 9일의 절화수명을 나타냈다. 한편 절화수명은 분무처리보다 침지처리가 더 효과적이었다(표 3-21).

한편, ‘Medusa’의 경우 ‘Siberia’에 비해 전처리 방법과 전처리제에 따른 영향을 상대적으로 많이 받는 것으로 판단되었다. 상대 생체중과 수분흡수율은 두 품종 모두 침지처리에서 가장 높았고, 처리 3일째까지 증가하다가 그 이후부터 전반적으로 감소하였으며, 절화수명이 짧았던 분무처리의 상대 생체중은 4-5일부터 크게 감소하는 경향을 나타냈다(그림 3-23). 절화수명이 가장 길었던 침지처리에서 가장 높았으며, 따라서 절화수명은 생체중과 수분흡수율과 직접적인 관련이 있는 것이 확인되었다.

또한 농가에서 신속하고 효과적인 전처리 기술을 사용할 수 있기 위해서 ‘Siberia’와 ‘Sheila’를 이용하여 관행인 20시간 처리와 단축된 시간인 10시간 처리를 비교 조사하였다(표 3-22, 그림 3-24). 그 결과, ‘Siberia’의 절화수명은 Chrysal SVB를 10시간 동안 처리했을 때 12.0일로 가장 높았고, 20시간 처리한 Chrysal SVB와 Chrysal AVB+SVB는 9.3일로 절화수명이 낮았다. ‘Sheila’ 또한 10시간 침지한 Chrysal SVB에서 13.0일로, 두 품종 모두 10시간 침지처리가 절화수명에 효과적인 것으로 나타났다. 한편 20시간을 처리할 경우 절화 백합의 경우 조기개화 부작용이 우려되며 수출 및 현지 경매장용으로 활용하기에는 부적합할 것으로 판단된다.

상대 생체중은 ‘Siberia’, ‘Sheila’ 모두 4일째까지 증가하다가 그 이후 지속적으로 감소하였다(그림 3-23). ‘시베리아’에서 절화수명이 가장 짧았던 대조구(8.5일)는 6일 이후 생체중이 급감하는 경향을 나타냈으며, ‘Sheila’의 10h-Chrysal AVB+SVB 처리는 10일째 이후 급속도로 감소하면서 절화수명이 종료되는 것으로 나타났다. 절화수명과 상대생체중의 상관관계를 살펴본 결과, 절화수명이 짧게 나타난 처리들은 상대 생체중이 조기에 감소하였으며, 이러한 결과는 절화수명이 짧았던 처리구의 경우 상대 생체중의 감소 시점이 빨랐던 기존 연구와 유사하였다. ‘Siberia’ 잎을 3일 간격으로 SPAD 값을 측정해 본 결과, 10시간 침지처리 한 Chrysal SVB와 Chrysal AVB+SVB는 종료시점까지 각각 67.3, 67.1로 균일한 엽록소 함량을 유지하였으나 대조구는 종료직전 47.9로 가장 낮은 값을 나타냈다. ‘Sheila’의 엽록소 함량은 처리시간에 따른 영향을 받지 않는 것으로 판단된다. 이 실험을 통해 수요가 많은 수확기에 전처리제를 처리할 시간이 부족한 농가에서는 권장시간보다 간단하고 단축된 처리제와 전처리 시간으

로도 절화품질과 수명을 연장할 수 있는 방법을 찾게 되었다.

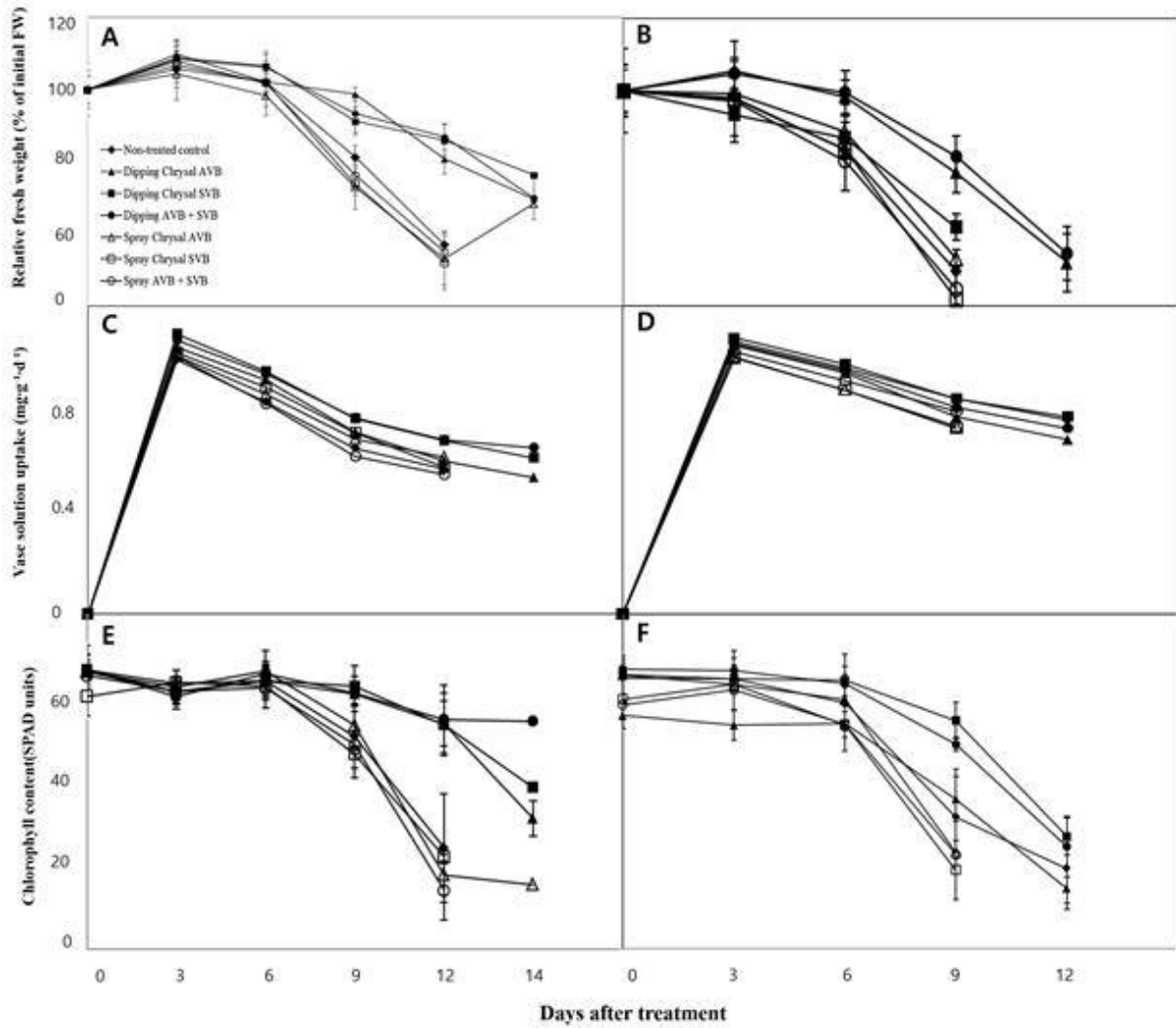


그림 3-23. 모의 수출환경에서 전처리제 사용이 절화백합의 상대생체중, 수분흡수율과 엽록소함량에 미치는 효과

A, C, E: 시베리아; B, D, F: 메두사; A, B: 상대생체중; C, D: 수분흡수율; E, F: 엽록소함량

표 3-22. 모의 수출환경에서 절화백합 ‘Siberia’와 ‘Sheila’의 절화수명에 영향을 미치는 전처리 시간과 전처리제의 효과(2016)

Treatment	Farm-site Pretreatment	Exportation phase		Retail phase (on 7 th day after auction)		Vase life	
		Fresh weight increase (%)	Precocious flowering (%)	Relative fresh weight (%)	Vase solution uptake (mg·g ⁻¹ ·d ⁻¹)		
시베리아	Cont.	Water	8.4	58.3	78.4	0.43	8.5 b
	10hr	Chrysal SVB	8.3	16.6	87.4	0.42	12.0 a
		Chrysal SVB+AVB	9.4	41.7	89.4	0.53	11.0 ab
	20hr	Chrysal SVB	8.6	25.0	84.3	0.48	9.25 b
		Chrysal SVB+AVB	8.2	41.7	83.5	0.49	9.25 b
	셸라	Cont.	Water	7.9	8.3	82.4	0.63
10hr		Chrysal SVB	7.9	16.7	97.2	0.64	13.0 a
		Chrysal SVB+AVB	8.2	41.7	86.7	0.72	12.0 a
20hr		Chrysal SVB	7.9	50.0	78.6	0.6	10.0 b
		Chrysal SVB+AVB	7.0	58.7	78.8	0.75	10.0 b

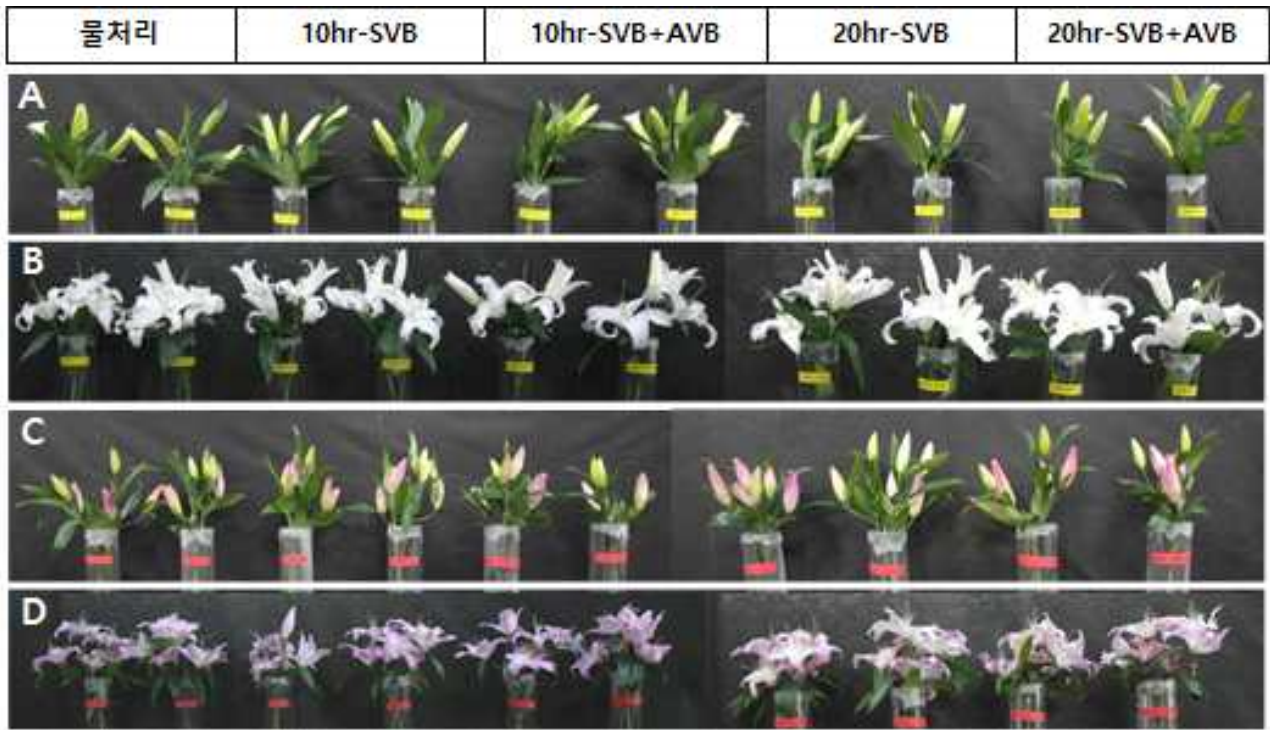


그림 3-24. 모의 수출환경에서 절화백합 ‘Siberia’와 ‘Sheila’의 절화수명에 영향을 미치는 전처리 시간과 전처리제의 효과(2016)

A, B: 시베리아; C, D: 셸라; A, C: 절화수명 시작일; B, D: 절화수명 8일차

(3) 모의 수출 환경에서 습식 수송 효과 구명

절화백합의 수확 후 전처리, 차량이동, 해상운송과 현지 수송기간을 설정하여 건·습식 수송 방식으로 모의 수송 온습도에 따른 절화의 품질과 수명에 미치는 영향을 조사하여 최적 수송 방식과 온습도 환경을 구명하고자 하였다. 실험재료는 'Medusa'를 이용하였고, 건식과 습식 수송 방식에 따른 DW, Chrysal SVB, Chrysal SVB+AVB 전처리에 대한 일본 경매장에 도착하기까지의 총 수송시간은 76시간이었다.

이 기간의 절화백합의 개화율은 습식조건의 DW 처리가 27%, 습식처리의 Chrysal SVB 처리가 29%로 가장 낮았고 유의적 차이는 없었다. 절화수명은 습식수송이 건식수송방식에 비해 크게 연장되었다. 습식방식의 Chrysal SVB 와 Chrysal SVB+AVB 처리가 10일로 가장 높았으나, 건식수송의 모든 처리구는 8일 이하로 절화수명이 짧은 것으로 나타났다(표 3-23, 그림 3-25). chimura and Suto(1999)는 전처리제의 주요 성분에는 기공을 닫아 증산활동을 조절하거나 탄수화물의 공급원으로 생체중을 증가시키는 sucrose, 미생물의 번식억제와 살균을 통해 절단면의 도관 막힘 등을 방지해주는 aluminum sulfate등이 포함되어 있기 때문이라고 하였다. SPAD 값은 경매장 도착 직후인 3일까지는 습식처리에 비해 건식처리가 더 높았으나, 절화수명 시작 직후부터는 습식처리에서 더 높은 SPAD 값이 측정되었다. 또한 습식에서 Chrysal SVB 처리의 1번째 잎이 68.88로 가장 높은 SPAD값을 나타냈고, 2번째와 3번째 잎은 66.60, 64.45로 아래로 갈수록 수치가 떨어졌다. 건식 또한 Chrysal SVB 처리가 가장 높았으며 1번째 잎의 SPAD 값은 68.40이었고, 아래로 갈수록 61.07, 59.50으로 황화되면서 마르는 현상이 나타났다. 이러한 현상은 시간이 지날수록 모든 잎들이 황화되면서 처리간 차이는 거의 없었다. Hunter value에서 L값은 명도, +a값은 적색, -a값은 녹색을 나타낸다. 'Medusa'의 습식처리시 Chrysal SVB가 26.06, Chrysal SVB+AVB가 20.21로 가장 높았으며, 습식처리는 대부분 낮은 화색값을 나타냈다. Hunter value와 SPAD값은 수송방식과 전처리제에 의한 영향을 받는 것으로 판단된다.

또한 곰팡이균이 발생할 수 있는 VPD 조건은 4.3mb 미만이고 병 발생 수치는 2mb 미만에서 잘 발생한다고 알려져 있다. 실제 일본 수출환경에서 박스 내 VPD 수치가 매우 낮았기 때문에 낮은 VPD가 절화수명에 영향을 미치는지 알아보려고 Nutrient Agar 배지에 도말하여 평판배지 위에 형성된 균총수를 계수한 결과, 경매직후, 습식처리의 Chrysal SVB가 2.3×10^3 CFU·L⁻¹로 가장 많은 양의 세균이 검출되었다(표 3-24). 절화수명 종료 후 습식처리의 Chrysal SVB가 2.8×10^5 CFU·L⁻¹이 검출되었다. 절화수명일수, 절화품질이 우수했던 Chrysal SVB처리에서 세균이 가장 많이 검출된 것으로 보아 이 실험에서는 세균이 절화백합의 수명에 미치는 영향은 미비한 것으로 판단된다.

표 3-23. 겨울철 모의 수출 환경에서 절화백합 'Medusa'의 절화수명에 영향을 미치는 수송방식 효과. 성장상 내 온도 25±1 °C, 상대습도 60 ±2%, 광도 15 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (일장 12 시간)

Transport	Farm-site Pretreatment	Vase life	Tepal color (a value of Lab)	Chlorophyll content
Wet	Control(water)	9.5 ab ^z	19.68 a	65.87 a
	Chrysal SVB	10.0 a	26.06 a	63.56 b
	Chrysal SVB+AVB	10.0 a	20.21 a	66.57 a
Dry	Control(water)	7.5 c	17.60 a	68.10 a
	Chrysal SVB	8.5 bc	18.05 a	67.69 a
	Chrysal SVB+AVB	8.5 bc	19.56 a	68.08 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$ ($n = 4$).

표 3-24. 모의 수출 시 절화수명에 영향을 미치는 경매 직후와 절화수명 종료 직후 절화보존용액 내 세균 수 측정. 인큐베이터 내 온도 25.0°C, 상대습도 60%

Method	Treatment	Number of bacteria (CFU·L ⁻¹)	
		After the auction	After the end of vase life
Winter (wet type)	Control	0.2 x 10 ³ b ^z	2.2 x 10 ⁵ a
	Chrysal SVB	2.3 x 10 ³ a	2.8 x 10 ⁵ a
	AVB + SVB	0.8 x 10 ³ b	0.2 x 10 ⁵ b
Winter (dry type)	Control		0.6 x 10 ⁵ b
	Chrysal SVB		0.3 x 10 ⁵ b
	AVB + SVB		0.5 x 10 ⁵ b
Source of variation			
Method (A)		ns	***
Treatment (B)		***	***
A x B		ns	***

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$ ($n = 4$).

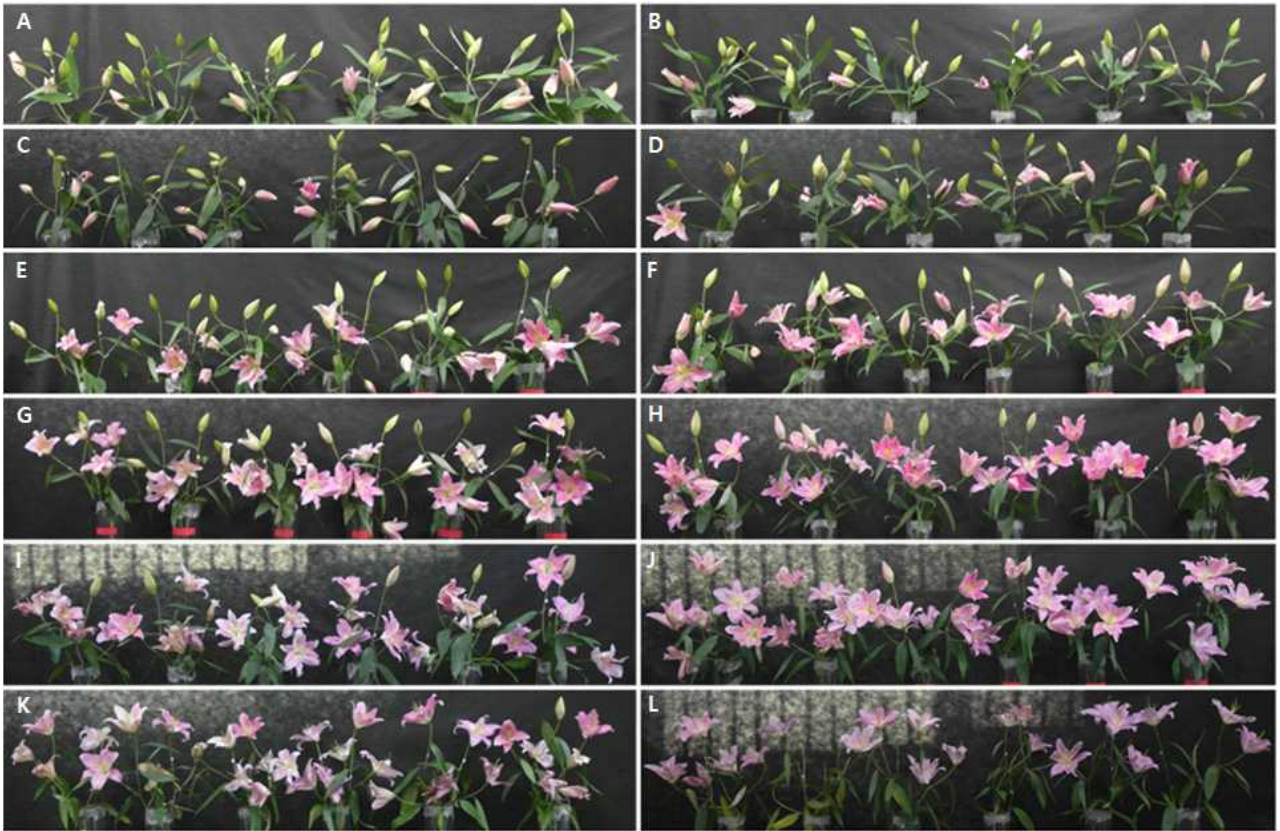


그림 3-25. 겨울철 모의 수출 환경에서 습식(좌) 및 건식(우) 수송이 절화백합 ‘Medusa’의 절화품질에 미치는 영향(수확 후 절화수명 일수: A, B: 0일; C, D: 3일; E, F: 5일; G, H: 7일; I, J: 9일; K, L: 11일)

(4) 모의 수출 환경에서 LED처리가 절화 품질과 수명에 미치는 영향

국산 절화백합은 5-7일간의 수송과정에서 상온에 노출되는 시간이 많아 신선도가 떨어지고, 미개화 또는 조기개화와 같은 개화불량으로 인해 가격이 낮게 책정되는 문제해결을 위해서는 광을 이용한 수송 중 호흡량 감소, 대사촉진 및 병발생 억제를 통해 수출백합의 품질을 유지하는 것이 중요하다. 본 연구는 수출 과정에서 LED처리가 절화백합의 품질과 수명에 미치는 영향을 알아보려고 저장·수송 과정별 시뮬레이션 실험을 수행하였다. 실험재료는 오리엔탈 백합 'Siberia'를 사용하였으며, 이 때 절화는 습식조건으로 증류수와 상업용 절화보존제(Chrysal SVB, 1/3 tablet/L) 처리를 받았다. 동시에 청색(448nm), 적색(634nm 및 661nm) LED광을 3일간 처리하였고(그림 3-26), 봄철과 여름철 일본 수출 환경과 동일한 조건으로 성장상의 환경을 설정하였다. 그 결과, 수송과정 중 수확 후부터 경매단계까지는 봄철에 비해 여름철이 꽃의 크기가 크고, 상대생체중과 수분흡수율은 높았다(그림 3-27, 그림 3-28), 경매 후 상대생체중, 수분흡수율, 잎의 엽록소 함량 등은 봄철이 높았으며, 인공광원 처리 유무에 따른 절화 품질은 처리간 유의적 차이가 없었다. 봄철과 여름철의 절화수명은 증류수와 절화보존제 처리구에 비해 UV-A+LED광을 조사한 처리구에서 연장되었다. 봄철 절화수명은 증류수 처리 18일, 절화보존제 처리 22일, UV-A+Red LED광 처리 22.5일로 나타났으며 UV-A+Blue LED광 처리가 25.3일로 다른 처리에 비해 2-9일 연장되었다. 여름철 절화수명은 증류수와 절화보존제 처리 16일, 적색 LED광 처리 18일, 청색 LED광 처리가 20일로 나타났다. 결론적으로 절화수명은 청색광 LED광 처리 시 다른 처리에 비해 절화 수명 연장에 효과적이다(표 3-25, 표 3-26).



그림 3-26. 모의 수출 시 절화백합 'Siberia' 절화 품질과 수명에 영향을 미치는 UV-A+ Blue LED광(왼쪽)과 UV-A+ Red LED광(오른쪽)

표 3-25. 모의 수출 시 절화백합 'Siberia' 절화 수명에 영향을 미치는 UV-A+LED광의 효과

Seasons	Treatment	1 st floret length (%)	1 st floret diameter (%)	Precocious flowering (%)	Vase life (days)
Spring	Distilled water	113.49 bc ^z	112.58 a	0.0 b	18.0 b
	Chrysal SVB	114.24 bc	117.39 a	0.0 b	22.0 b
	Chrysal SVB + UVA + Red LED	112.99 c	117.11 a	0.0 b	23.5 b
	Chrysal SVB + UVA + Blue LED	115.21 bc	112.66 a	0.0 b	25.3 a
Summer	Distilled water	121.32 bc	133.78 a	3.3 ab	16.0 e
	Chrysal SVB	133.76 a	128.38 a	0.0 ab	16.0 e
	Chrysal SVB + UVA + Red LED	119.87 bc	133.13 a	3.3 ab	18.0 d
	Chrysal SVB + UVA + Blue LED	122.80 b	125.33 a	10.0 a	20.0 c
Source of variation					
Seasons (A)		***	**	*	***
Treatment (B)		*	ns	ns	***
A x B		*	ns	ns	ns

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p=0.05$, ($n = 5$).

ns, *, **, *** means no significant or significant at $p = 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

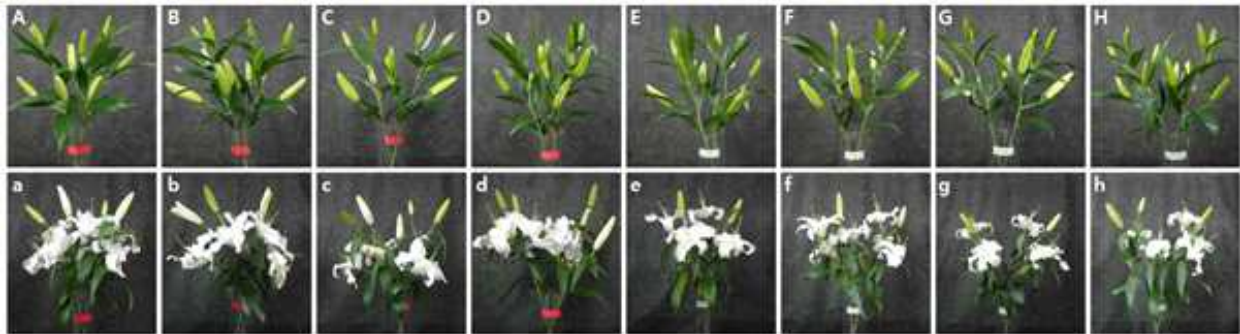


그림 3-27. 모의 수출 시 절화백합 'Siberia'의 화색에 영향을 미치는 UV-A+LED광의 효과. A, a: spring - distilled water; B, b: spring - chrysal SVB; C, c: spring - chrysal SVB + UVA + Red LED; D, d: spring - chrysal SVB + UVA + Blue LED; E, e: summer - distilled water; F, f: summer - chrysal SVB; G, g: summer - chrysal SVB + UVA + Red LED; H, h: summer - chrysal SVB + UVA + Blue LED. A - H: 0 day of vase life test; a - h: 15thdayofvaselifetest.

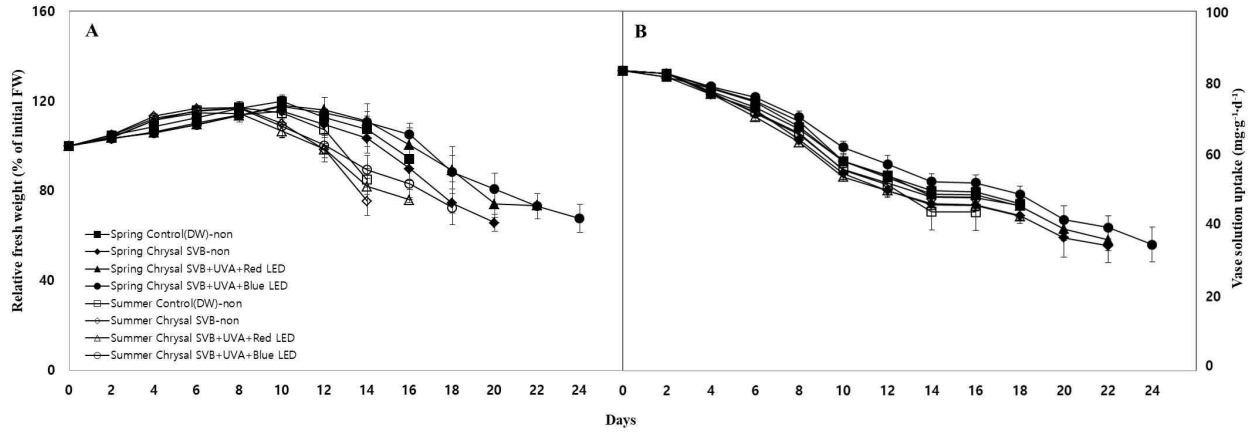


그림 3-28. 모의 수출 시 UV-A+LED광이 절화백합 'Siberia' 상대생체중(A)과 수분흡수율(B)에 미치는 영향

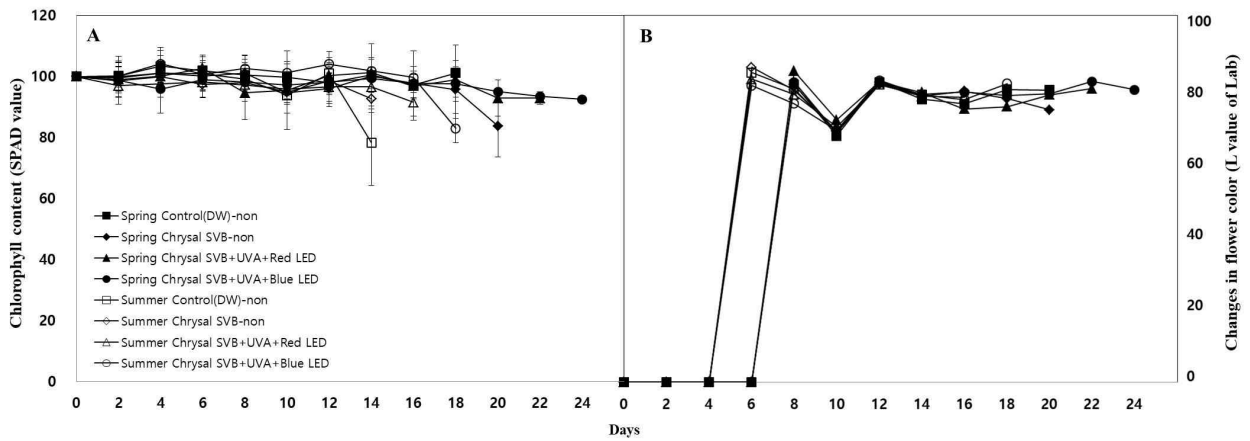


그림 3-29. 모의 수출 시 UV-A+LED광이 절화백합 'Siberia' 엽록소함량(A)과 화색(B)에 미치는 영향

라. 결과요약

(1) 결과요약

‘Siberia’와 ‘Medusa’는 전처리 방법과 전처리제에 의한 영향을 받는 것으로 판단된다. 침지처리와 분무처리 중 침지처리의 상대 생체중과 수분 흡수율이 두 품종 모두 높았고, 절화수명 또한 침지처리에서 높았다. 따라서 절화수명은 생체중과 수분흡수율과 직접적인 관련이 있는 것으로 확인되었다.

농가에서 신속하고 효과적인 전처리 기술을 사용할 수 있기 위해서 관행인 20시간 처리와 단축된 시간인 10시간 처리를 비교 조사한 결과, ‘Siberia’의 절화수명은 Chrysal SVB를 10시간 동안 처리했을 때 12.0일로 가장 높았고, 20시간 처리한 Chrysal SVB와 Chrysal AVB+SVB는 9.3일로 절화수명이 낮았다. ‘Sheila’ 또한 10시간 침지한 Chrysal SVB에서 13.0일로, 두 품종 모두 10시간 침지처리가 절화수명에 효과적인 것으로 나타났다. 한편 20시간을 처리할 경우 절화 백합의 경우 조기개화 부작용이 우려되며 수출 및 현지 경매장용으로 활용하기에는 부적합할 것으로 판단된다.

절화백합의 수확 후 전처리, 차량이동, 해상운송과 현지 수송기간을 설정하여 절화백합 ‘Medusa’를 전처리제와 수송방식을 다르게 한 후 절화품질과 수명을 조사한 결과, 개화율, 화형 등의 절화품질과 절화수명은 습식수송의 Chrysal SVB와 Chrysal AVB + SVB처리에서 우수하였고, 화색은 Chrysal SVB처리가 +a 26.06으로 가장 붉고 선명한 색상을 나타냈다. 절화수명에 미치는 균의 영향을 Nutrient Agar 배지를 통해 알아본 결과, 절화수명이 가장 길었던, 습식수송의 Chrysal SVB가 가장 높게 조사되어 이에 대한 추가연구가 필요하다고 판단된다. 따라서, 수출 절화백합 ‘Medusa’는 전처리제 Chrysal SVB를 사용하여 습식으로 수출하는 것이 절화 품질과 수명 향상에 가장 좋았다.

(2) 시사점

오리엔탈 백합 ‘Siberia’와 ‘Medusa’는 침지처리시 상대 생체중, 수분흡수율과 절화수명이 높게 조사되어 절화수명이 생체중과 수분흡수율과 직접적인 관련이 있는 것으로 확인되었다. 또한 10시간 전처리한 절화 백합의 절화수명, 생체중, 수분 흡수율이 높게 조사되었으며, 관행인 20시간을 처리한 절화 백합의 경우 조기개화 부작용이 우려되며 수출 및 현지 경매장용으로 활용하기에는 부적합할 것으로 판단된다. 전처리제는 Chrysal SVB, 수송방식은 습식방법에서 가장 좋았다. 따라서 현지 일본 수출시 절화의 품질향상과 수명 연장을 위해 적절한 전처리제 종류와 처리시간을 적용한 습식수송하는 것이 바람직하다고 판단된다.

4. 결론

가. 재배환경 개선사항

(1) 온도

고품질의 절화백합을 생산하기 위해서는 뿌리가 잘 발달하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 줄기뿌리가 발달할 때까지 정식 후 2-3주는 저온(10-12℃)을 유지해 주는 것이 좋다. 온도를 저온으로 유지하면 재배 기간이 불필요하게 늘어나지만, 15℃ 이상으로 온도를 올리면 절화 품질이 나빠지기 때문에 온도관리에 각별히 유의해야 한다. 여름과 같은 고온기에는 토양온도를 낮춰야 하고, 이 시기 이후에 지온을 낮추면 수확시기가 1-2주 늦어지게 된다. 오리엔탈나리의 경우 주간온도는 15-22℃를 유지하는 것이 생육에 좋지만, 주야간 일교차가 10-12℃를 넘어서면 꽃봉오리 뒤틀림현상이 발생할 가능성이 높고, 12℃ 이하의 온도에서는 잎이 떨어지거나 황화현상이 발생할 수 있다. 더운 여름 수확작형의 경우, 고온에서의 절화백합 품질은 초장이 짧아지고, 줄기 당 꽃수가 적어지며, 여러 가지 병과 생리장해가 일어날 확률이 높기 때문에 환기, 차광, 관수 등의 방법으로 이상적인 온도를 유지하는 것이 중요하다.

(2) 상대습도

온실 내 상대습도는 70-80%가 이상적이며, 급격하게 변하지 않도록 하는 것이 중요하다. 급격한 습도변화는 스트레스를 야기하여 일부 민감한 품종 또는 특정 구근에서 엽소현상을 일으킬 수 있다. 적절한 재배방법, 차광, 적정 환기 및 관수를 통해 이러한 문제를 방지할 수 있다. 고온기나 영하의 혹한기에는 외기의 상대습도가 매우 낮기 때문에 주간에 갑작스럽게 환기를 하는 것보다 외부의 상대습도가 높은 이른 아침에 실시하는 것이 좋다. 관수는 온실 내 상대습도가 낮은 주간에 많은 양의 물을 주는 것은 바람직하지 않고, 이른 아침에 주는 것이 좋다. 따뜻하고, 흐리며, 바람이 없고 습도가 높은 기후에서는 온실 내 상대습도가 매우 높이 올라갈 수 있는데, 이러한 경우 가온과 환기를 동시에 하는 것이 바람직하다.

(3) 구근식재

12월-3월 사이에 재배하는 경우, 광이 약한 겨울철에는 작은 크기의 구근을 재식밀도를 줄여서 식재하고, 고온기 여름철에 식재할 경우 겨울철 식재구근보다 큰 크기의 구근을 식재해야 한다.

(4) 토양환경

재배 토양의 EC가 너무 높으면 식물의 수분 흡수가 불량해져 절화의 품질이 저하된다. 양분 결핍 시 전체 잎의 황화현상을 일으키는 질소, 마그네슘 및 세포벽의 주요구성성분인 칼슘 등이 절화수명과 높은 상관성을 나타냈다. 또한 염분에 민감한 백합은 토양 EC 1.0dSm⁻¹ 을 넘지 않도록 주기적인 토양상태 파악이 필요하다. 재배 토양의 EC가 너무 높으면 뿌리가 단단해지고 식물의 수분 흡수가 불량해지며 결과적으로 품질이 저하된다.

표 3-26. 수출용 절화백합 등급 선정 기준

		수(특상)	우	양
규격	길이(초장)	90-100cm	80-90cm	80cm 이하
	화뢰수	5-6개	4-5개	3-4개
줄기휩각도		0-15도	15-30도	30-45도 (수출불가)
꽃봉오리 크기 (1륜 길이)		12cm 이상	10cm 전후	8cm 전후
평가기 준	잎	균일, 고유한 잎색, 처지지 않은 것, 엽 소 증상 없는 것, 농약 살포 흔적이 없 는 것		균일, 경미한 바이러스 및 굵힌 증상
	균형	꽃자루의 길이가 전체 길이의 1/3	‘수’기준과 동일	‘우’보다 미달
병충해, 생리장해		피해가 전혀 없는 것, 블라인드(꽃봉오 리가 피기 전에 시듦)가 전혀 없는 것		경미한 흠집 및 병충해 피잎마름 병 피해엽3매. 해 흔적. 블라인드 1개 발블라인드 발생 2개 이 상

나. 농가 전처리 개선사항

수확은 건조를 막기 위해 아침에 채화하는 것이 좋고, 수확 후에는 온실에 30분 이상 건조 상태로 놓지 않도록 한다. 또한 가능한 적합한 온도의 저장고로 옮겨져야 하며, 작업중, 운송, 판매기간에도 계속 이 온도를 유지해야 식물이 건조되지 않고 꽃봉오리의 발육을 억제할 수 있다. 절화 백합의 저장 적온은 4-5℃, 적습은 75-85%이다.

전처리는 Chrysal SVB를 10시간 침지처리만으로도 절화품질과 수명연장에 효과적이며, 절화 백합은 줄기 절단 후 박테리아 침입의 위협을 받게 되는데 이 때, 깨끗한 용기에 절화를 넣어 두어야 물속에 있는 박테리아가 줄기로 침입하여 도관을 막히게 하는 것을 방지할 수 있다.

또한 여름철과 같이 외기가 고온일 경우, 수확 후 냉장 시 식물체의 온도가 급감하게 되면 꽃잎에 갈색 반점이 나타날 수 있다. 이런 피해를 방지하기 위해서 아주 더운 여름에는 아침

일찍 수확하여 물에 담가둔 후 식물체 온도가 서서히 낮아지도록 해야 한다. 저장고 온도 또한 6℃ 이하로 떨어지지 않게 유지하는 것이 갈색 반점 발생율을 낮추는 방법이다.

다. 수송방식 개선사항

고품질의 절화백합 수출을 위해, 농가-일본경매 시장까지 온·습도 변화에 대한 조사를 통해 개선사항 점검 및 신선도 유지를 위한 방안책이 필요하다.

수송과정 중 일본항에서 검역절차를 받은 후와 경매시장에 도착 후 온·습도의 편차가 크게 발생하였다. 일본항에서 검역 및 통관절차를 이행하는 동안은 온·습도의 큰 변화는 보이지 않았으나, 물류창고로 이동하는 과정에서 온·습도의 편차가 크게 발생한다는 점에 관한 문제를 분석하였다. 트레일러를 통해 물류센터로 이동하는 과정에서 트레일러 기사들은 냉방기의 가동을 중단한다는 문제점을 유추할 수 있었고, 이는 냉방기를 가동 시 상대적으로 유류의 소비가 많아져, 유류비 절감을 위해 냉방기의 가동을 하지 않았다. 일본에 위치한 대부분의 화훼경매시장은 입고된 화훼를 보관할 예냉시설이 미비한 실정으로 온·습도의 편차가 크게 발생한다는 문제를 도출하였다. 이러한 온·습도 변화는 간절기에는 외부기온과 컨테이너 내부기온의 편차가 크지 않아 품질에 미치는 영향은 적으나, 여름철 내·외부 기온의 편차가 큰 폭으로 발생하여 품질에 큰 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

위 사항을 개선하기 위해 운송업체에 건의 및 시정을 요구하여, 5-6℃로 신선도를 유지할 수 있도록 조치가 필요하나, 화훼경매시장의 경우 당장 예냉시설을 갖추기에는 어려움이 발생하여 순차적으로 건의를 통해 개선해 나갈 예정이다.



그림 3-30. 수출백합의 절화수명 최대화를 위한 현장 매뉴얼

제4절 MEFI 기술을 이용한 현장적용을 위한 화웨이 국내 유통 및 수출 패키지 개발

1. 품목별(장미, 국화, 백합) 빛의 파장을 이용한 패키지 환경 구축을 위한 연구용 테스트 환경 구축

가. 연구용 테스트 환경구축

연구용 테스트 환경구축을 위해 1차 LED 조사를 위한 테스트 베드 구축과 전기 설비 및 화웨이 실험의 용이성을 위한 테스트 장비를 구비하여 실험에 사용하였다. 연구용 테스트 베드는 2,320×400×1,657 규격으로 제작되었으며, 사양은 profile 30×30과 좌, 우, 중앙 선반(5단) IVORY PVC 5T를 사용하여 1set을 제작하였다(그림 4-2). LED 패키지 제작은 화웨이 실험 패키지 내부의 효율성을 확보하기 위해 LED 조사를 위한 반사판을 설치 제작하였으며, 패키지 내부 온·습도는 22~25℃/80~100%로 조절 가능하게 설치하였다. 파장 최적화를 위한 실험에 사용된 LED 조건은 UV/ Red/Blue/Green을 준비하였으며, 각각의 LED에 대한 파장 및 lux는 표 4-1과 같다.

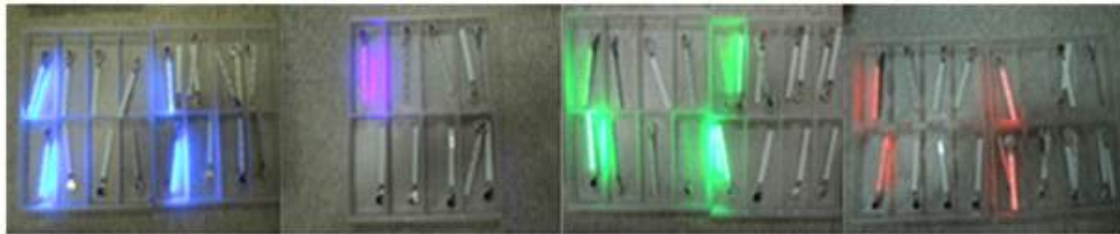


그림 4-1. 연구용 테스트 환경구축에 사용된 스위치용 6V LED

표 4-1. 파장 최적화를 위한 LED 조건

LED 조건	파장(nm)	lux
UV	395-405	1,000 이하
Red	660	2,000 이상
Blue	440	3,000 이상
Green	520-525	1,000 이하

연구용 테스트베드 제작



화웨이 실험용 패키지 실제 테스트



조절, 성능 설비



그림 4-2. 연구용 테스트 환경구축 및 적용1
(테스트베드 제작 및 조절, 성능 설비 구축)

화웨이실험용 항온항습 챔버 및 정밀과장 세팅장비



그림 4-3. 연구용 테스트 환경구축 및 적용2
(수출환경세팅위한 챔버 및 정밀과장 세팅장비)



그림 4-4. 연구용 테스트 환경구축 및 적용3
(저온환경 테스트 베드 구축)

2. 수출 절화 장미, 국화, 백합에 대한 패키지 환경 최적화를 위한 실험 및 연구

절화용 화훼는 수확이후 자연스러운 생장이 정지되고 유통기간이 길어지면 최종 소비현장에 이르는 동안 상품성이 현저히 떨어진다. 수출용 절화의 유통 중 품질관리를 위하여 기존의 포장 방법에 MEFI 신기술을 적용하여 해당 품목과 운송조건에 최적화된 패키지 환경을 조성하고 이를 제품화하여 수출현장에 활용하고자 연구를 수행하였다.

가. 절화 장미의 수출 유통용 패키지 환경 최적화를 위한 실험 및 연구

(1) 연구목표

절화 장미의 수출 유통기간 동안 상품성 가치를 떨어뜨리는 생리적 특징들을 파악하고, 이를 제어할 수 있는 직접적인 요인을 찾아 기존의 신선도 유지 기술에 접목하여 시너지 효과를 낼 수 있도록 수출용 장미의 유통 최적화 패키지 환경을 세팅하고자 하였다.

(2) 연구방법

1) 절화장미의 수출용 포장 준비

로즈피아에서 일본 수출 주력 품종 중 하나인 스프레이장미 ‘러블리리디아’를 주 실험재료로 사용하였다. 한 박스에 30분씩 포장을 기본으로 수확하고 절화는 수돗물 또는 전처리제(크리잘 RVB)에 처리되어 수출 시까지 저온고에 보관되었다. 시기에 따라 샘플의 길이는 70cm 또는 80cm 절단하여 식물의 길이에 맞게 각각 소/중형 박스를 준비하고, 절화는 습식 용액(크리잘 프로페셔널2)에 담아 수출 유통되는 환경대로 선적 또는 수출모의실험을 시작하였다. 이때, 포장박스내의 절화는 꽃의 최상단과 MEFI모듈의 거리가 8-12cm 이상을 유지하는 것이 중요한 데 만약 이 조사거리가 짧아지면 조사강도가 낮은 모듈을 선택하여 사용하기도 하였다.

2) 절화수명 및 절화품질 측정

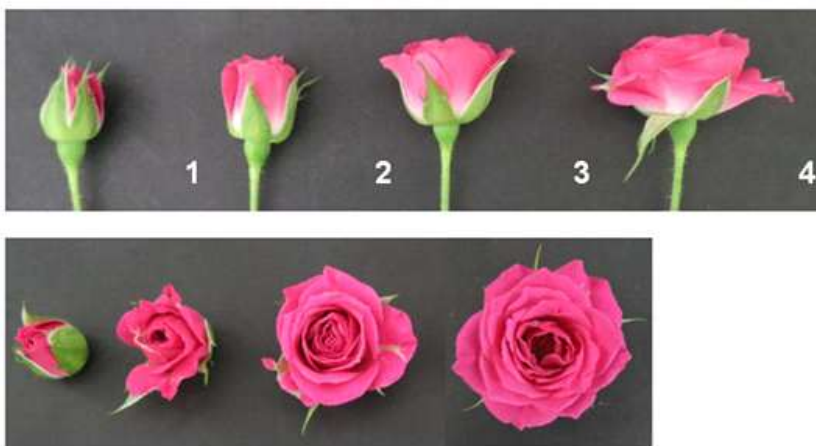
수확 후 3-5일 일정시간의 유통기간이 경과하면, 실험용 절화장미는 락스 50ppm의 물이 있는 유리병에 꽂아 온도 25℃ 실험장에서 12시간 일반광주기 설정 환경에서 생리적 특성 및 노화단계의 측정이 이루어진다. 생리적 특성으로는 생체중, 물흡수량, 화경의 변화와 개화단계를 4단계로 측정하였고, 절화수명의 종료는 꽃 목굽음, 꽃잎청변화, 꽃잎마름, 꽃잎탈리의 증상이 3단계 이상 진행되었을 때로 정하였다.



그림 4-5. 수출용 장미의 MEFI 패키지 모듈 장착 과정



그림 4-6. 장미의 절화수명 종료 결정 항목



- 1단계 : 봉오리 상태
- 2단계 : 분홍색 꽃잎이 나와 약간 벌어진 상태
- 3단계 : 겉잎이 벌어진 상태
- 4단계 : 겉잎과 안쪽 잎이 모두 벌어져 만개 상태

그림 4-7. 장미의 개화단계 기준

3) 수출용 장미의 LED과장 최적화 실험

① 신선도 유지를 위한 최적화 실험

신선도 유지에 효과를 나타낼 수 있는 과장 최적화 조건을 알아보기 위해 Dark(무처리), UV, Green, Red, Blue 조건에서 3일간 LED처리 후 13일간 과장별 물 흡수치를 조사한 결과 Dark(무처리)군에서의 물 흡수치가 큰 변동 폭을 나타내었으며, 이와 같은 물 흡수치의 변동 폭이 큰 경우 잎의 마름이나, 떨어짐, 꽃의 노화현상이 빠르게 진행되는 것으로 관찰되었다. Dark(무처리) 처리군에 비해 LED 처리군 전체에서 물 흡수율 변동 폭이 작았으며, 전체 13일 관찰기간 중 10일차까지의 관찰결과 잎 상태 및 꽃봉오리 상태가 양호하게 관찰되었다. 특히 Red군의 경우 블루밍 현상이 현저히 낮게 관찰되었으며 잎 마름 현상도 낮게 관찰되었다.(그림 4-8)

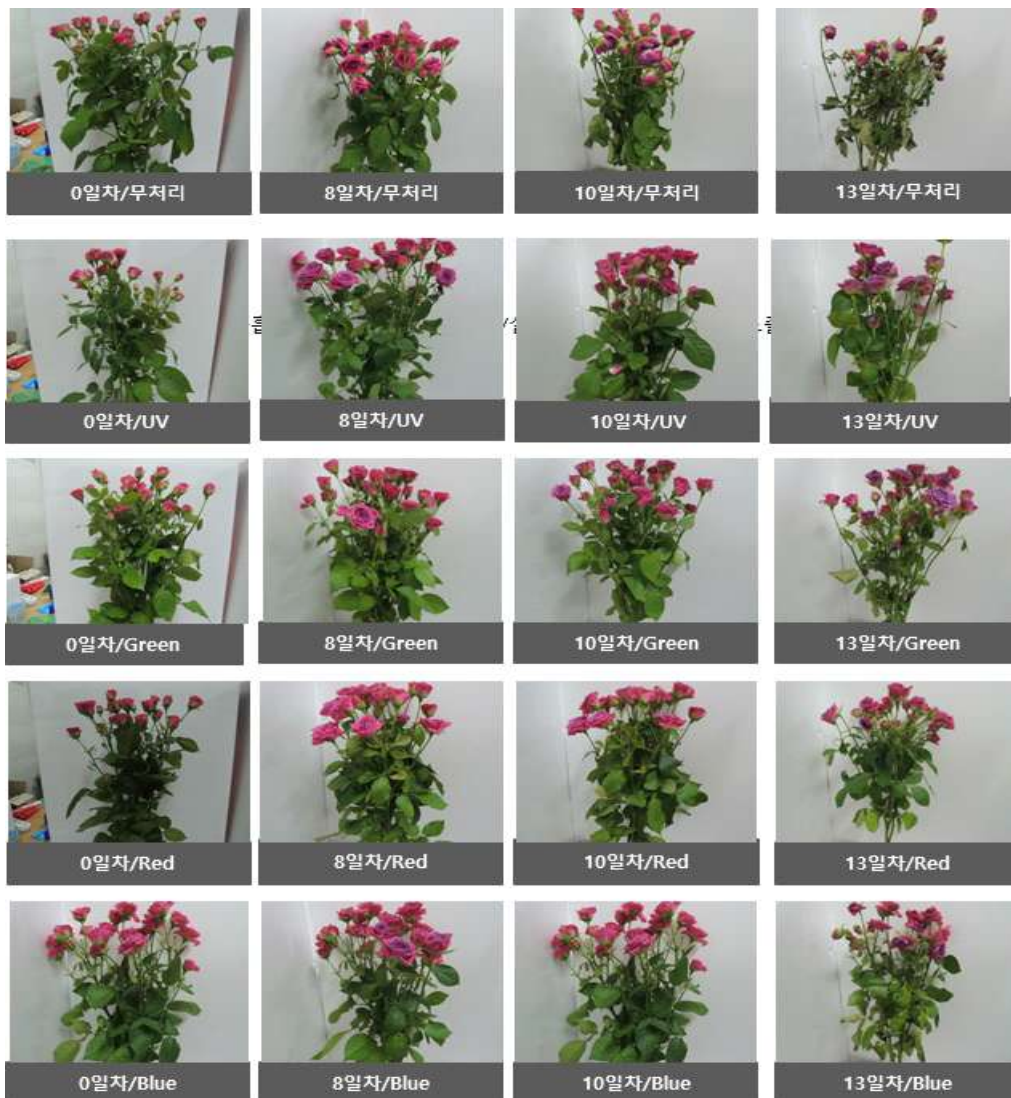


그림 4-8. 신선도 유지를 위한 LED 과장 최적화 기간별 수분 흡수치에 따른 상태변화

② 개화 진행에서의 파장 최적화 실험

각 파장별, LED 측정 시간별 개화 진행 상태 관찰을 위해 무처리, UV, Green, Red, Blue 조건과 시간별 Full-time(24H), 4H-on/ 4H-off, 4H-on/20H-off 조건에서의 개화 진행 상태를 측정된 결과 각각의 LED를 Full-time(24H)동안 측정 후 개화 진행 상태 관찰결과 Blue 파장에서 개화가 많이 관찰되었으며, 4H-on/ 4H-off 실험 조건에서도 LED 무처리군에 비해 Red, Blue 실험군에서 개화가 많이 관찰되었다. 4H-on/20H-off 조건에서 각각의 LED 측정 결과 상온조건에서 각각의 LED에 대한 개화상태 측정 결과 실험 8일차를 기준으로 무처리군에서는 1.75송이, Blue 7.25, Red 6.50, UV 4.75, Green 3.25송이로 Blue 파장에서 개화정도가 빨리 측정되었다.(표 4-2) 이는 같은 조건으로 실시한 2차 실험상에서도 같은 결과를 나타내었다. 4H-on/20H-off 조건에서 각각의 LED 측정에 대해 냉장조건에서 실험한 결과에서도 무처리군에 비해 LED 측정군에서 개화진행이 빨랐으며, 특히 Red, Blue군에서 빨리 개화를 관찰할 수 있었다.

표 4-2. 일자별 개화 꽃송이 수량 (8송이기준)

개화 꽃송이 수량	0일차	3일차	6일차	8일차
Dark	0.00	0.00	1.00	1.75
UV	0.00	1.00	3.75	4.75
Green	0.00	0.75	2.75	3.25
Red	0.00	3.25	5.25	6.50
Blue	0.00	5.25	7.00	7.25

참고) 개화의 기준은 꽃 내부 암술이 보이는 경우에 개화된 것으로 인정하였다.



그림 4-9. 각 파장별 개화 진행 관찰
결과(Full-time(24h))



그림 4-10. 각 파장별 개화 진행 관찰 결과(4H-on/4H-off)



그림 4-11. 각 파장별 개화 진행 관찰 결과(4H-on/20H-off-상온)



그림 4-12. 각 파장별 개화 진행 관찰 결과(4H-on/20H-off-냉장)

③ LED 노출시기 최적화 실험

각각의 LED에 대한 노출 최적 시기 조사를 위해 실험초기 미조사(실험4~7일차 LED 조건에서 노출), 실험초기 조사1(0~24hr Full-time 노출), 실험초기 조사2(4H on/20H off 노출) 조건으로 절화상태를 실험한 결과 실험초기 미조사 군에서는 5일차부터 장미의 목격임 현상이 관찰되었으나, 실험초기 조사1과 2에서는 6일차에서도 꽃의 상태가 좋게 관찰되었으며 10일차에서도 목격임 현상이 나타나지 않았으나 약간의 블루밍 현상은 관찰되어 노출 최적 시기는 실험초기가 적합할 것으로 관찰되었다.



그림 4-13. LED 조사시기(노출시기)별 절화 상태 변화

*실험초기 미조사 : 4~7일차 LED노출, *실험초기 조사(F) : 0~24hr Full 노출

*실험초기 조사(4H-on/20H-off)

(3) 연구결과

1) 절화 장미의 외적 품질변화

2016년 9월, 2017년 3월, 5월, 7월 4차례에 걸쳐서 일본의 수출조건 혹은 수출조건에 최대한 맞춘 국내실험을 진행하였다. 2016년 9월 국내실험에서 무처리, MEFI처리 I (B+UV 조사 모듈사용), MEFI처리 II (전처리+ BUV조사모듈사용)의 3가지 실험 군으로 유통 후 절화장미의 외적 품질변화를 관찰하였다. 수확 후 9일째 무처리에서 꽃잎마름 현상이 나타난 반면 MEFI기술이 적용된 다른 처리 군에서는 꽃잎의 신선도가 유지되고 있었다(그림4-14).



그림 4-14. 무처리/MEFI기술적용/기존신선도기술+MEFI기술적용의 실험 (2016년9월 국내실험)

이것은 신선도 유지를 위해 전처리제를 사용하는 기존의 기술에 MEFI기술을 적용시키면 신선도향상에 시너지 효과가 있음을 보여준다. 2017년 3월 국내실험에서 무처리, 전처리(바이탈 옥사이드사용), MEFI처리(B+UV 조사모듈사용)의 3가지 실험 군으로 스프레이 장미의 외적 품질 변화 양상을 살펴보았다. 한 분당 5개의 꽃송이, 똑같은 수량의 잎을 남기고 꽃병에 꽂아 특정일에 모든 샘플에 대해 꽃잎의 상처여부, 마름현상, 꽃잎의 청변현상 및 개화단계를 측정하였다. 개화의 정도를 보면, 무처리 군은 수확 후 5-6일차에도 이미 3단계까지 개화가 진행되었으며 반면 신선도 유지를 위해 전처리를 사용한 샘플은 수확 후 5-6일차에 세 처리 중에서 개화가 가장 덜 진행됨을 관찰할 수 있었고, MEFI기술이 적용된 BUV 처리군은 초기인 5-6일차에 2단계 개화된 꽃송이가 100%를 구성하고 중기인 9-11일차에는 2,3,4단계가 고루 분포하며 13일차가 되어도 3단계를 유지하는 꽃송이 80% 이상이어서 관상 시간이 다른

처리군 보다 연장되고 있음을 확인할 수 있었다. 13일차에 무처리와 전처리군의 꽃들은 이미 관상가치가 떨어져 절화수명이 종료된 꽃송이도 10-40%까지 발견되었다.



그림 4-15. 각 처리의 수확 후 경과 일에 따른 개화단계 분포도

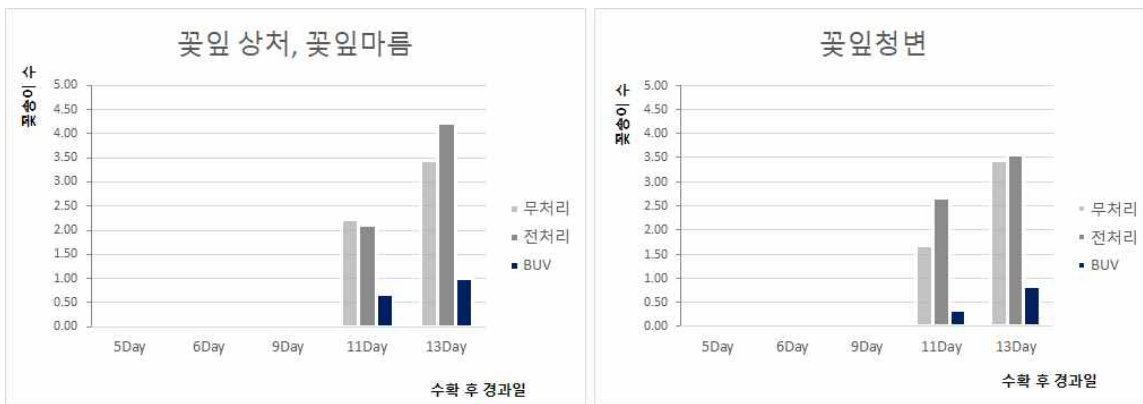


그림 4-16. 각 처리의 수확 후 경과일에 따른 꽃잎의 외관 품질변화

또한 꽃잎의 상처나 꽃잎마름, 꽃잎청변 현상 역시 BUV처리군인 MEFI기술이 적용된 샘플이 가장 늦게 나타남을 보였다. 그러나 잎의 마름현상은 BUV 처리군이 다른 샘플에 비해 빨리 나타나 유통기간이 3일을 초과하는 경우에는 조사강도가 낮은 제품을 사용해야 할 것으로 판단되었다.

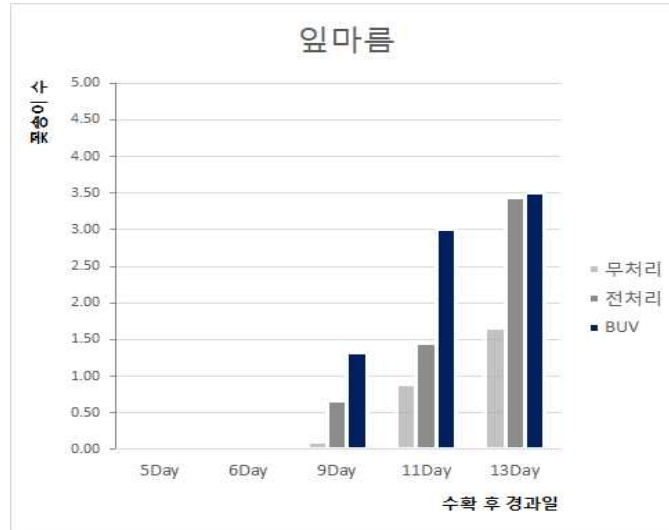


그림 4-17. 각 처리별 경과 일에 따른 앞마름 정도

2) 절화수명 평가

절화 수명을 관찰하기 위해 스프레이장미 한 분당 5개의 꽃송이, 똑같은 수량의 잎을 남기고 꽃병에 꽂아 특정일에 모든 샘플에 대해 꽃잎의 상처여부, 마름현상, 꽃잎의 청변현상 및 개화단계를 측정하여 2017년 3월 국내실험에서 꽃잎의 블루잉, 꽃잎마름 현상 등이 현저히 늦게 나타난 BUV처리군이 결국 절화수명이 가장 늦게 종료되었다. 이러한 결과는 2016년 9월 일본 수출테스트에서도 있었는데 무처리군이 11일차부터 꽃목굽음(벤트넥) 현상이 나타나 12일차에는 그 현상이 두드러져 절화수명이 종료되었고, BUV처리군인 MEFI 기술 I,II에서는 1-2일 늦게 벤트넥 현상이 나타나 절화수명이 2-3일 연장됨을 확인할 수 있었다.



그림 4-18. 기존 신선도 기술에 MEFI기술적용 효과 확인을 위한 일본수출테스트(2016년9월 일본수출현장테스트, 일본측정자료)

3) 결론

수출용 장미의 유통 중 신선도 유지 및 개선을 위해 MEFI 기술 적용의 실험 결과들을 살펴보면, BUV처리 시 꽃잎의 상처, 꽃잎마름현상, 꽃잎의 청변현상이 늦게 나타나고 개화도 전반적으로 균일한 단계로 진행이 되고 꽃목굽음 현상 또한 늦게 나타나 꽃이 만개할 때까지 무처리나 기존의 신선도유지 기술만을 사용했을 때보다 관상 시간이 연장이 됨을 확인할 수 있었다. 이는 BUV처리가 수출용 장미의 절화수명을 연장함은 물론이고 관상가치가 떨어질 때까지 선도유지도 향상되어 상품성도 상승됨을 나타내고 있다. 이번 연구를 기반으로 일본, 중국 뿐 만 아니라 국내 유통 및 세계 주요 장미 수출국으로부터 수입 시 본 기술을 접목시킬 수 있도록 더욱 더 다양한 컬러와 품종의 장미에 MEFI 신선도 유지 기술을 적용시킬 수 있도록 이 연구를 진행하고 기술 사업화를 계획하고 있다.

나. 절화 국화의 수출 유통용 패키지 환경 최적화를 위한 실험 및 연구

(1) 연구목표

절화 국화의 수출 유통기간 동안 상품성 가치를 떨어뜨리는 생리적 특징들을 파악하고, 이를 제어할 수 있는 직접적인 요인을 찾아 기존의 신선도 유지 기술에 접목하여 시너지 효과를 낼 수 있도록 수출용 국화의 유통 최적화 패키지 환경을 세팅하고자 하였다.

(2) 연구방법

1) 수출용 포장 패키지 세팅

수출용으로 재배되고 있는 스탠다드 국화 ‘신마’, ‘백마’, ‘백선’의 3 가지 품종을 수확 계절에 따라 주 실험재료로 사용하였다. 한 박스에 100본씩 포장을 기본으로 절화길이 90 cm 이상으로 수확하여 저온고에서 물올림 4시간 처리 후 물에서 빼내어 건식으로 유통한다. 수출용 포장박스에 50본씩 양쪽으로 향하게 하고 상,하단에 각각 MEFI 모듈을 부착한다. 이때 꽃의 최상단과 모듈과의 거리가 8-12cm 이상을 유지하는 것이 중요하고, 건식용은 조사강도가 낮은 모듈을 이용한다.

2) 절화수명 및 절화품질 측정

수확 후 3-5일 일정시간의 유통기간이 경과하면, 실험용 절화 국화는 75cm 길이로 재단하고 락스 50ppm의 물이 들어있는 유리병에 꽂아 온도 25℃ 실험장에서 12시간 일반광주기 설정 환경에서 생리적 특성 및 노화단계의 측정이 이루어진다. 절화 국화는 수분흡수 불량, 영양분 부족, 잎의 황화 현상 등에 의해 품질이 떨어지고 수명이 단축되는 현상이 나타나므로 잎 마름과 황변 발생 비율이 70%가 넘으면 관상가치가 없는 것으로 판단하고 절화수명의 종료로 결정하였다. 수분흡수 상태를 보기 위해 생체중과 전체무게(화병+물+꽃)를 측정하고 개화단계 측정을 위해 화폭의 사이즈는 꽃봉오리의 상하,좌우중 제일 넓은 폭을 측정하여 단계를 매길 수 있는 지표로 이용하였다. 육안으로 보이는 개화 또는 노화 상태를 그림4-21과 같이 구분하여 측정하였다. 국화는 만개된 상태에서도 꽃이 오랫동안 유지된다. 그렇기 때문에 만개한 상태에서도 판매가 이루어지는데 이때 꽃잎이 수평선 이하로 내려갈 경우(그림4-22의 (B))는 상품가치가 더 이상 없는 것으로 취급한다. 여러 차례의 실험에서도 상품성가치 여부는 그림4-12의 기준에 따라 판단하였다.



그림 4-19. 수출용 국화의 MEFI 패키지 준비과정

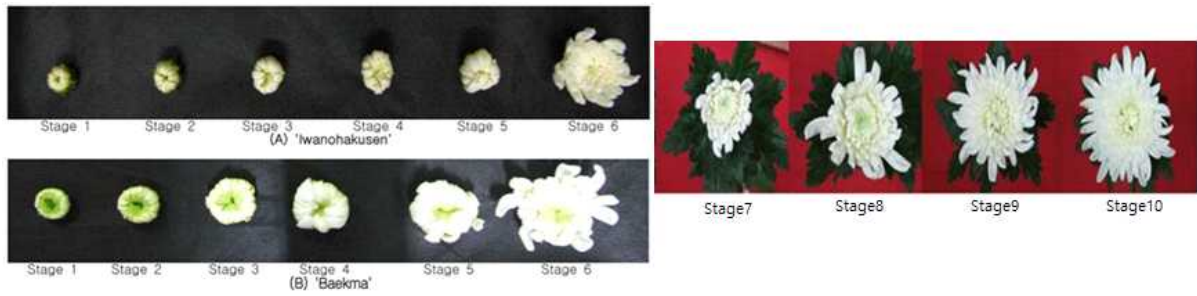


그림 4-20. 국화의 개화단계 측정을 위한 기준



그림 4-21. 국화 꽃잎의 노화 판단 기준



그림 4-22. 만개상태에서의 상품으로의 판매가치 기준 제시
(A)상품가치 있음 (B)상품가치 없음(꽃잎이 수평선이하로
떨어짐)

(3) 연구결과

1) 절화 국화의 외적 품질변화

2016년 9월, 2017년 3월, 6월 4차례에 걸쳐서 일본의 수출테스트 혹은 수출 모의 실험을 국내에서 진행하였다. 2017년 3월 전남 해남군에서 수확한 신마로 무처리, RU처리 (Red+UV 조사모듈사용), RB처리(Red+Blue조사모듈사용)의 3가지 실험 군으로 유통 후 절화 국화의 외적 품질변화를 수확 후 9일차까지 관찰하였다. 꽃의 생체중 RU처리군이 전반적으로 높았고 꽃 중량의 변화량도 RU처리군이 높았다. 물 흡수치의 차이는 큰 차이가 없었으며 잎 마름 현상은 MEFI기술 적용 처리군 두 쪽(RU처리, RB처리) 모두 무처리군의 샘플보다 덜 나타났으며, 특히 RU처리의 샘플에서는 잎마름 현상이 매우 늦게 나타났다.



그림 4-23. 신마의 유통 후 외적품질변화 테스트에 이용된 최종
2가지 처리군(RU처리, RB처리)

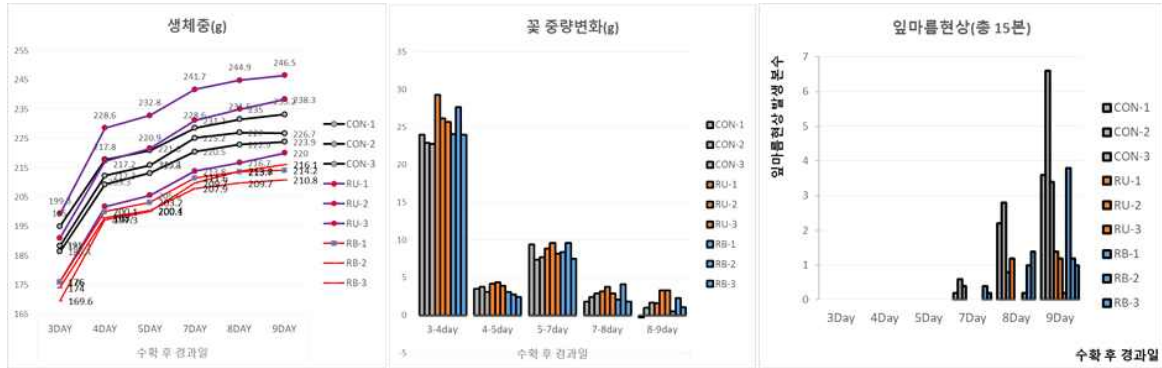


그림 4-24. 주요 2가지 처리군(RU처리, RB처리)에서 신마의 외적품질변화(생체중, 잎마름 현상) 결과(2017년 3월 전남 해남군 신마실험)

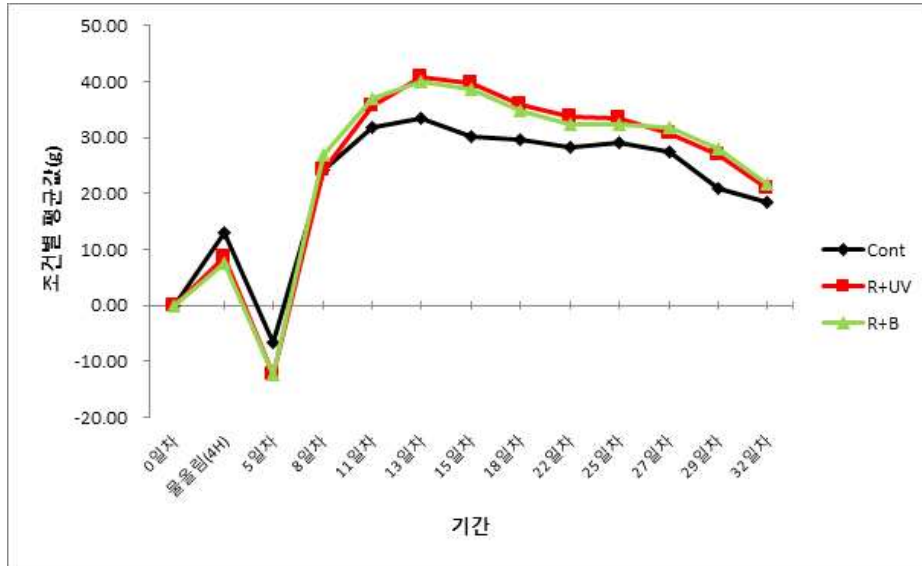


그림 4-25. 주요 2가지 처리군(RU처리, RB처리에서 백선의 생체중 결과 (2017년 7월 중국수출실험)

2017년 7월~8월 중국 수출테스트와 국내실험을 동시에 진행하였다(실험번호 EXP-Flw-국화04.170713). 2017년 7월 전북완주에서 수확한 백선을 이용 무처리군, RU처리군(Red+UV 모듈사용), RB군(Red+Blue 모듈사용)으로 나누어 실험하였으며, 에틸렌흡착제를 전처리제로 사용하였다. 외적품질변화, 화폭, 개화와 노화진행정도를 측정된 결과는 다음과 같다(그림 4-26). 각각의 실험군을 절화 후 4시간 물올림 후에서 5일차까지는 대조군에 비해 처리군의 무게 감소치가 높았으나, 5일차 이후에는 무처리군에 비해 RU군과 RB군이 더 높은 생체중을 나타내었으며, 비슷한 증가폭을 보여 그전 신마실험과 비슷한 경향을 나타냄을 알 수 있었다.

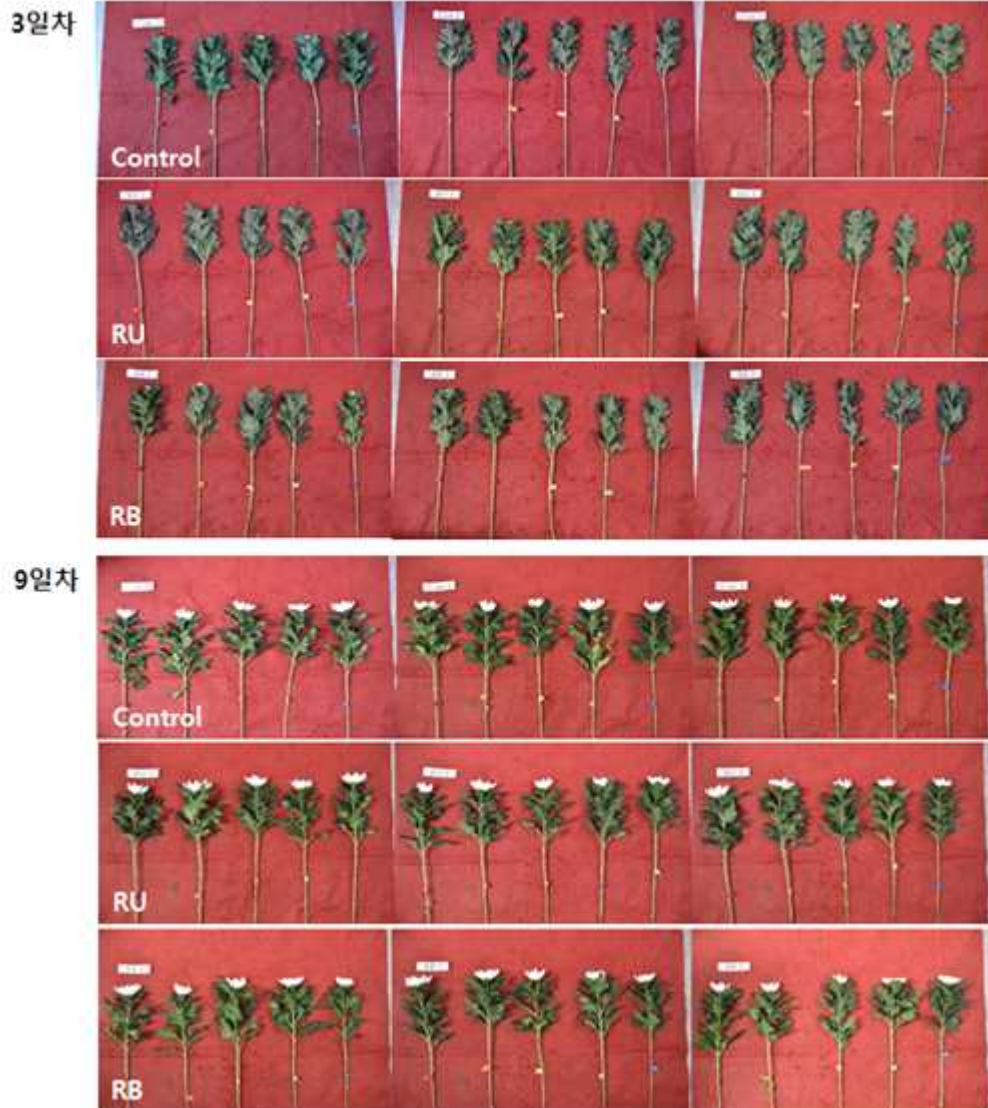


그림 4-26. 주요 2가지 처리군(RU처리, RB처리)에서 신마의 앞마름 상태
(2017년 3월 전남 해남군 신마실험)

국화(백선)에서의 무처리, RU, RB의 화폭 변화량 측정결과는 다음과 같다. 건식 운반되는 5일까지는 화폭의 변화가 없었으며 5일 물공급 이후 LED 처리군이 무처리군에 비해 화폭의 변화를 보이기 시작하였으며, 처리군중에는 RU군에서 더 높은 화폭 변화량을 나타내었다.

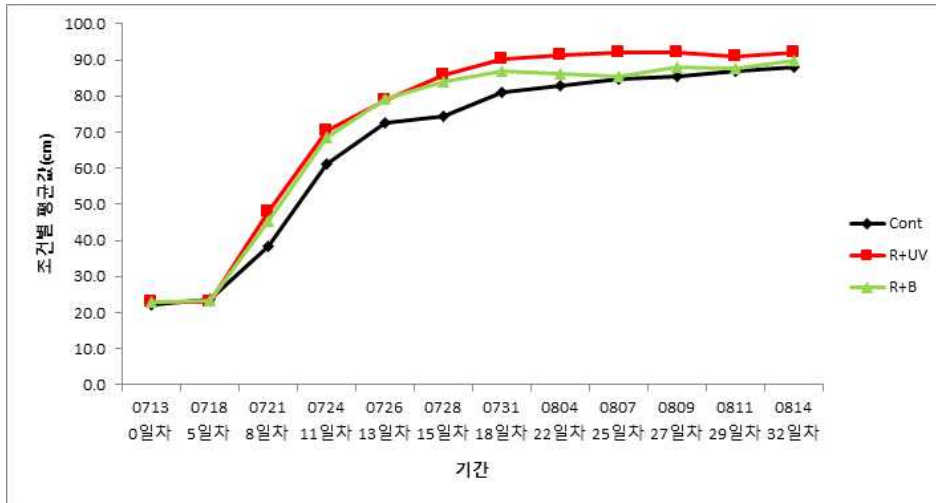


그림 4-27. 주요 2가지 처리군(RU처리, RB처리에서 백선의 화폭 변화량 결과(2017년 7월 중국수출실험)

2) 절화수명 평가

수출용 국화 ‘신마’의 수출시 상품성 향상 실험(실험번호, EXP-Flw-국화03.160219)에서는 국화의 선도유지에 영향을 준 몇몇 과장영역에 대하여 빛의 강도가 다른 제품들(2R, sR, 2B, sB, W)과 효과적인 각 과장끼리의 조합 구성(R+B, sR+sB, R+UV, R+W)에 대하여 효과 재현성 확인을 시도하였다. 채화 후 5일간 빛 조사 후 5일차부터 꽃봉오리 개화단계, 잎 마름이나 황변상태, 꽃잎탈리 등 꽃의 외관을 관찰 하였다. 절화 후 10일차에 대조구에서 약 16%가 잎마름이나 잎의 황변으로 인해 관상가치가 떨어지기 시작하였지만 나머지 처리구들은 10일차 관찰에서 황변 현상이 일어나지 않거나(R+B처리, 2R처리, W처리) 대조구보다 그 발생률이 적은 것으로 나타났다. 또한 W(White)처리구의 국화는 하루 뒤인 11일차 때부터 서서히 발생하였고 2R(강한 Red) 처리구에서는 3일 뒤에 잎의 황변과 잎마름 현상이 나타났으며 14일차에는 sR+sB(Red+Blue)조건의 국화가 대조구를 포함한 타 처리조건에서 보다 황변과 잎마름에 대한 품질저하 현상이 가장 적게 관찰되었고 반면에 R+B(Red+Blue)처리에서는 잎의 황변이나 잎마름 현상이 가장 많은 비율로 나타났다. 해당 과장대역은 국화의 품질에 좋은 영향을 주지만 빛의 세기가 강해서 수분을 빨리 증발시켜 잎마름 현상이 많이 발생한 것으로 판단된다.

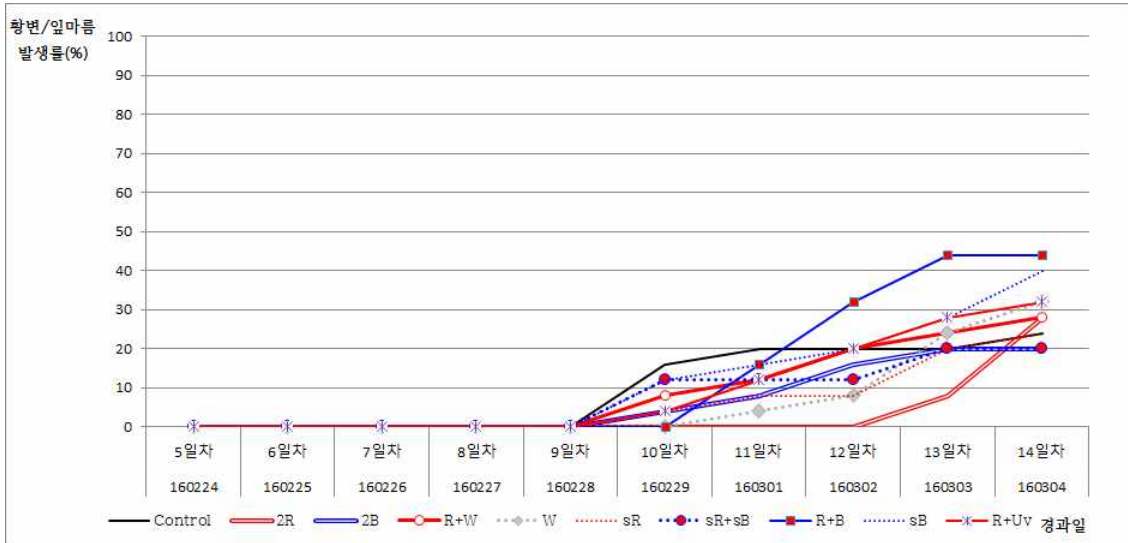


그림 4-28. 9종류의 특정과장 조사 후 잎의 마름과 황변 발생에 의한 절화수명 관찰

절화 국화의 선도유지 및 수명연장의 효과를 보인 Red계열 과장에 대하여 UV나 Blue과장을 조합하여 4일간 조사 후 절화의 품질을 비교해 보았다.(실험번호, .EXP-Flw-국화 04.160319) 신마에 두 가지 조합과장 Red+UV, Red+Blue를 조사하여 약2주간 관찰하였다.(그림 4-29) 측정 결과 대조구가 잎의 황변 및 잎 마름 현상이 70%이상 나타나기 시작하는 8일째 sR+sB처리에서는 10%납짓 잎마름과 황변이 발생하였으며 절화 수명이 종료되는 시점은 11일차로 Blue+Red에서 약 3일의 수명이 연장되었다. 이 실험에 이용된 신마의 채화당시 초기 품질이 좋지 않았던 특이사항이 있어 다른 실험에 비해 전체 수명이 비교적 짧았던 경우이다.

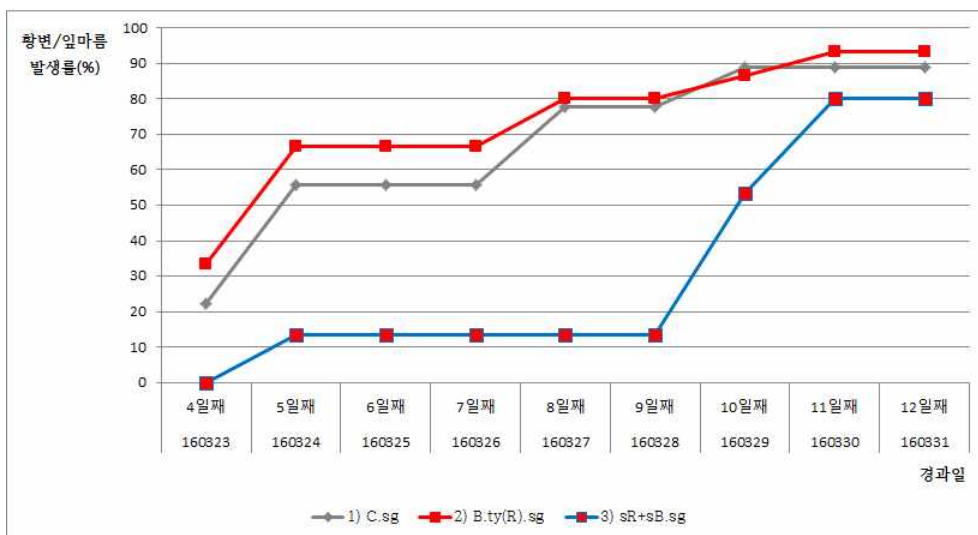


그림 4-29. 잎의 마름과 황변 발생에 의한 절화수명 관찰

절화수명을 연장시키면서 꽃의 품질도 향상되는 과장을 찾기 위해 상품성 향상 실험(실험 번호, EXP-Flw-국화03.160219)에서 절화수명을 평가 한 후, 1주일이 더 경과한 21일차에 각 처리별로 관상가치가 전혀 없는 꽃 본수(Bad그룹)와 관상가치가 있는 꽃(Good그룹)을 분류 하여 꽃과 잎의 상태가 차이를 관찰하였다

2017년 7월 중국 수출테스트(실험번호, EXP-Flw-국화04.170713) 국내 모의실험상에서의 절화품질테스트 중 관상가치가 남아있는 그룹(Good)과 없는 그룹(Bad) 간의 차이를 살펴보기 위해 꽃15본을 사용, 무처리, RU처리군(Red+UV 모듈사용), RB군(Red+Blue 모듈사용)으로 나누어 실험한 결과는 다음과 같다(그림 4-31). 1차 관상가치를 평가하는 본수분포 결과에서 21일차의 관상가치를 평가하였으나 이번 백선 품종의 모의실험상에서는 25~32일차의 관상가치를 최종 평가하였다. 25일차에서는 무처리군에서 80%의 관상가치를 처리군에서는 100%의 관상가치를 보였으며, 27일차에서는 무처리군의 경우 66%, RU군 86%, RB군의 경우 100% Good으로 관찰되어 뛰어난 관상가치가 관찰되었다. 실험 32일차에서도 무처리군 40%, RU, RB군에서는 66%가 Good으로 관찰되어 마지막까지 무처리군에 비해 높은 관상가치를 살펴볼 수 있었다.

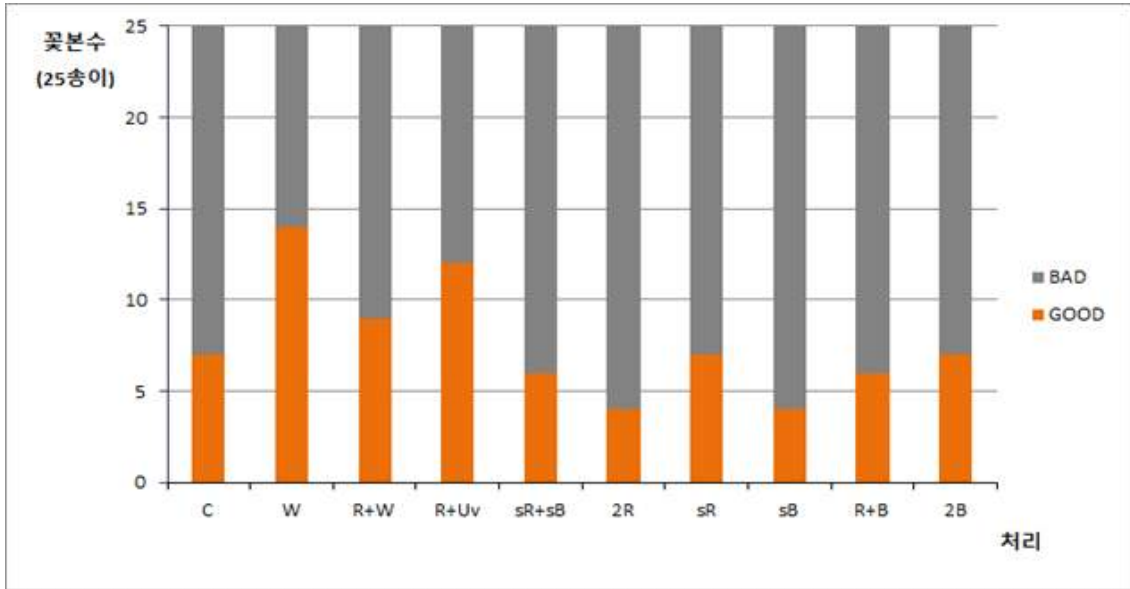


그림 4-30. 관찰 21일차 관상가치가 남아있는 그룹(Good)과 없는 그룹(Bad)으로 분류되는 꽃의 본수분포

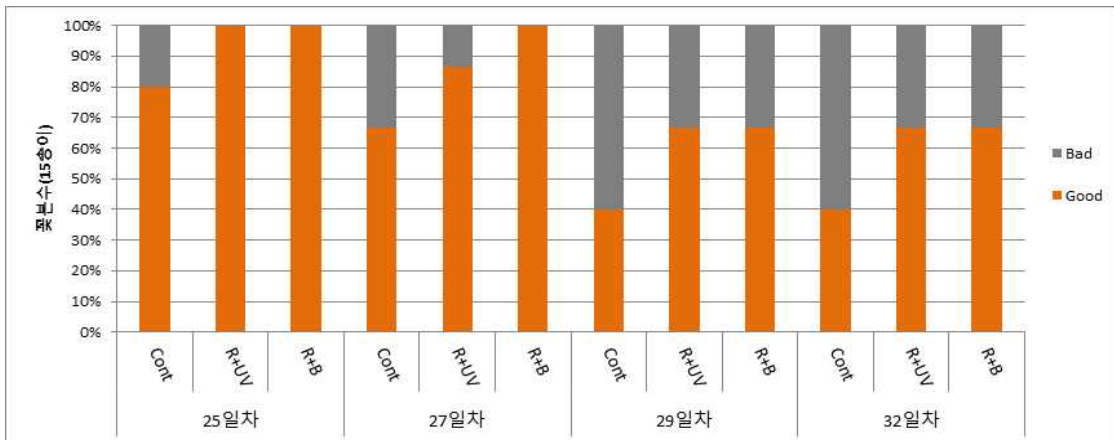


그림 4-31. 관찰 21일차 관상가치가 남아있는 그룹(Good)과 없는 그룹(Bad)으로 분류되는 꽃의 본수분포



그림 4-32. 처리별 관찰 21일차 관상가치가 남아있는 그룹(Good)과 없는 그룹(Bad)으로 분류되는 꽃의 모습

3) 결론

국화에서 RU처리 시 잎마름 현상이 가장 늦게 나타나 절화수명이 연장됨을 확인할 수 있었다. 반면에 RB처리 시 국화의 외적품질 변화를 살펴보면 화폭의 증가량이 작고 그 증가수치 또한 비교적 균일하였다. 국화용으로 MEFI 신선도유지 모듈을 판매하고자 고려한다면, 수확 후 초기(채화 후 3-5일이내)에 도매상에게 판매 시에는 조기개화를 늦추어주는 RB제품으로의 유통이 좋고, 최종 소비자에게 혹은 주 고객이 최종소비자인 꽃 배달 업체에 판매 시에는 화폭이 가장 큰 값으로 변화하는 즉, 꽃이 풍성하게 만개하고 마지막까지 잎마름 현상이 가장 늦게 나타나 관상가치가 높은 RU제품을 부착하여 유통하면 시장성이 있을 것 같다. 연구결과를 최종적으로 정리한다면 RB처리는 국화의 개화를 조절하는데 더 영향을 주고, RU처리는 꽃이 만개될 때까지 잎마름 같은 노화현상이 더디게 나타나므로 절화수명이 연장됨을 확인할 수 있었다.

다. 절화 백합의 수출 유통용 패키지 환경 최적화를 위한 실험 및 연구

(1) 연구목표

절화 백합의 수출 유통기간 동안 상품성 가치를 떨어뜨리는 생리적 특징들을 파악하고, 이를 제어할 수 있는 직접적인 요인을 찾아 기존의 신선도 유지 기술에 접목하여 시너지 효과를 낼 수 있도록 수출용 백합의 유통 최적화 패키지 환경을 세팅하고자 하였다.

(2) 연구방법

1) 수출용 포장 패키지 세팅

수출용 절화 백합으로 ‘시베리아’, ‘메두사’, ‘쉐라’ 품종을 수확 계절에 따라 주 실험재료로 사용하였다. 한 박스에 3-5본씩 포장을 기본으로 절화길이 90 cm 이상으로 수확하여 저온고에서 크리잘 SVB에 12시간이상 물올림 처리 후 빼내어 건식으로 유통한다. 수출용 포장박스에는 백합의 규격에 따라 3-5본씩 고정시켜 포장하며 상단에 한 개의 MEFI 기능성 모듈을 부착한다. 이때 꽃의 최상단과 모듈과의 거리가 8-12cm 이상을 유지하는 것이 중요하고, 건식유통 이므로 조사강도가 낮은 모듈을 이용한다.



그림 4-33. 수출용 백합의 MEFI 패키지 준비과정

2) 절화수명 및 절화품질 측정

수확 후 3-5일 일정시간의 유통기간이 경과하면, 실험용 절화 백합은 70cm 길이로 재단하고 락스 50ppm의 물이 들어있는 유리병에 꽂아 온도 25℃ 실험장에서 12시간 일반광주기 설정 환경에서 생리적 특성 및 노화단계의 측정이 이루어진다. 백합은 불 개화 및 조기노화에 의한 절화수명의 단축이 품질저하의 요인이 되고 있다. 따라서 절화 품질은 유통과정 후 관상 중 개화되는 동안 꽃이 만개하는데 소요되는 시간과 개화의 속도, 꽃의 크기와 노화에 의한 엽상태의 변화 및 낙엽수과악으로 평가하였다.



그림 4-34. 백합의 개화단계 기준

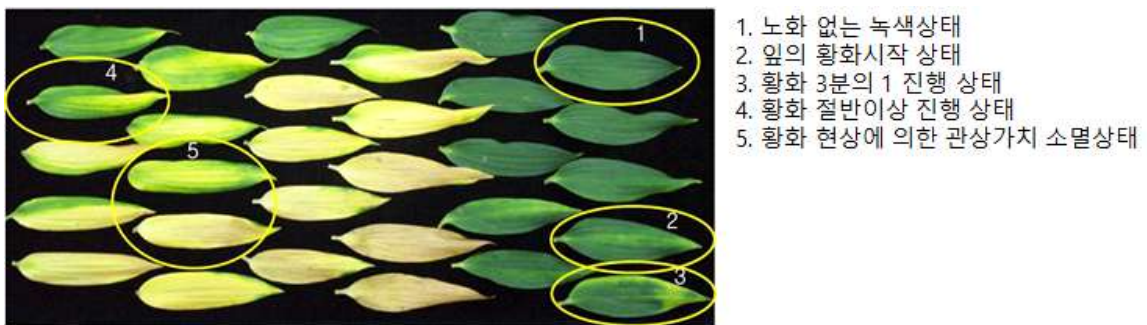


그림 4-35. 백합의 노화판별을 위한 잎 상태 기준

1. 노화가 전혀 안된 상태
2. 꽃잎 끝 부분이 약간 노랗게 변한 상태
3. 전체 중 3분의1이 노랗게 변한 상태
4. 전체 중 절반이 노랗게 변한 상태
5. 전체가 노랗게 변하거나 꽃잎이 떨어진 상태



그림 4-36. 백합의 꽃 노화단계 기준

(3) 연구결과

1) 절화 백합의 외적 품질변화

수출용 절화 백합의 품질로는 수출 유통과정 후 개화단계에 있어서 만개하는데 소요되는 시간과 개화의 속도, 꽃의 크기와 노화에 의한 엽상태의 변화 및 낙엽수과약으로 평가할 수 있다. 본 연구에서는 수출 유통과정 직후 수출현장 도착 시(초기) 개화가 급 진행되지 않고, 수출국 현지 유통 시(중기)에는 꽃들이 전체적으로 개화속도가 조화롭고 신선한 상태를 유지하고, 절화수명 종료시점(말기)에는 개화하지 못한 꽃의 발생여부나 노화에 의한 황변이 얼마나 나타났는지를 종합적으로 관찰하면서 개화 전단계 동안 전반적으로 절화의 품질이 좋은 처리를 찾고자 하였다.

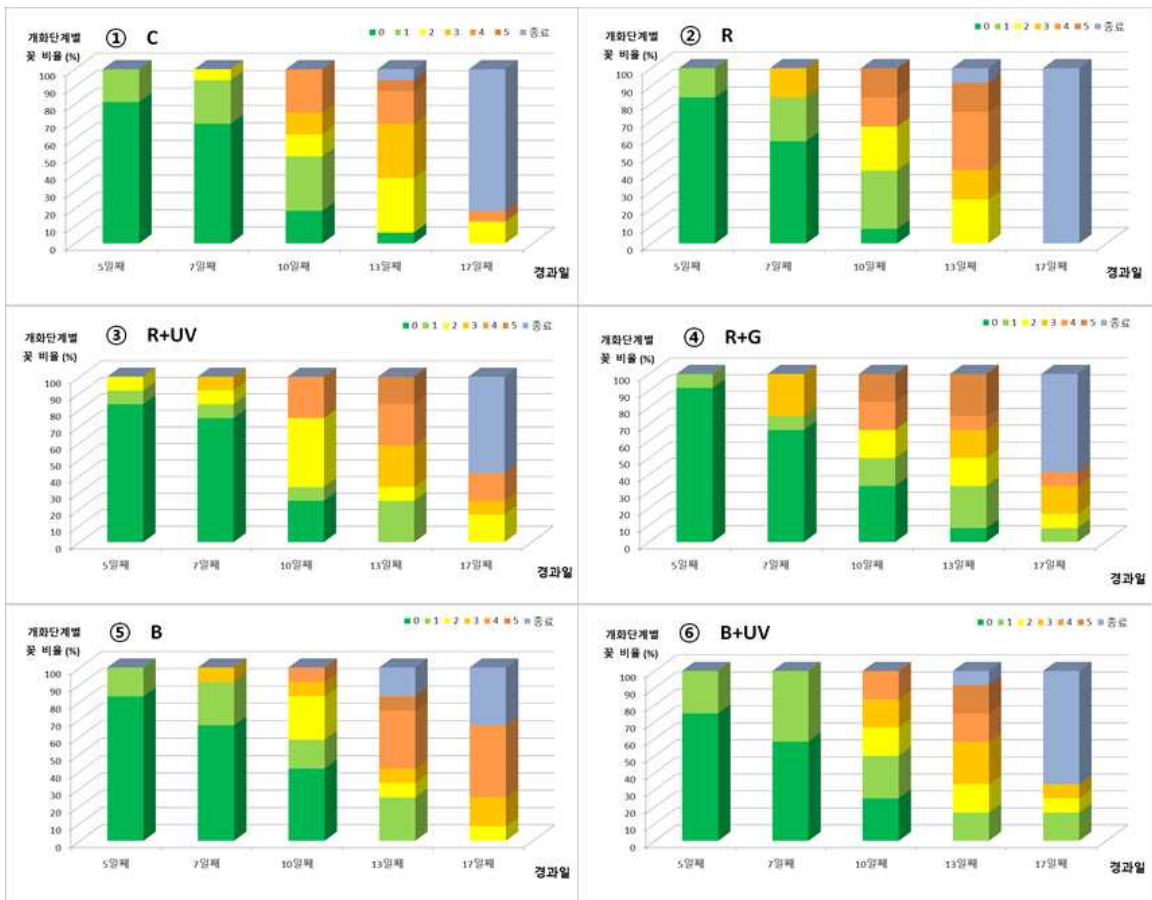


그림 4-37. 처리별 절화수명과 각 개화단계별 경과일별 분포

처리 별로 특정 시간 경과 후 개화단계를 측정하여 분포비율을 나타내어 보면 마지막 측정 일인 17일차에 꽃이 가장 신선한 것은 B, B+G, W처리 이다. 이 3가지 처리 중에 만개를 나타내는 5단계(그림 4-37의 막대형 그래프에서 짙은 오렌지색)의 비율이 가장 큰 B처리가 불개화도 없고 개화의 속도가 모두 비슷하며 만개하고 절화수명이 끝남을 보여준다. 반면에 대

조구의 경우는 13일차까지도 개화가 전혀 진행되지 못한(초록색) 꽃들이 있었고 대부분의 꽃이 만개하지 못하고 개화 4단계에서 절화수명이 종료되었다. 또한 수출 유통 과정 직후 채화 5-7일차에 수출국 경매장에서는 많이 개화한 것 보다 아직 덜 핀 개화1-2단계 꽃들로 구성된 것이 더 상품성이 높는데, 대조구와 B+UV, B+G, W처리구가 초기 단계에 절화 품질이 비교적 좋다고 평가할 수 있다. 그리고 중기 단계에는 꽃들의 개화속도가 비슷하고 노화속도는 느린 것이 관상가치가 높기 때문에 10-13일째 그래프를 보면 R+UV, R+G, B+G, W처리가 개화가 잘 진행되고 13일째에 절화수명이 종료되는 꽃들이 없으므로 노화는 다른 처리들 보다 늦게 진행 된다고 설명 할 수 있다.

2017년 7월~8월 백합중 시베리아 품종을 이용 중국 수출테스트와 국내실험을 동시에 진행하였다(실험번호 EXP-Flw-백합05.170712). 2017년 7월 강원도 인제에서 수확한 백합(시베리아)을 이용 무처리군, RU처리군(Red+UV 모듈사용), BU군(Blue+UV 모듈사용)으로 나누어 실험하였으며, 에틸렌흡착제를 전처리제로 사용하였다. 각각의 절화수명과 노화단계를 표현한 그림은 다음과 같다(그림 4-38). 총19일간 개화단계와 절화수명을 측정한 결과 16일차 무처리군에서는 절화수명 종료된 백합의 비율이 37.04%, RU처리군 18.52, BU처리군 55.56%로 나타났으며, 종료 19일차에는 무처리군 85.19%, RU처리군 70.37, BU처리군 74.075%를 나타내어 RU처리군의 절화수명이 무처리군에 비해 15% 높게 나타났다.

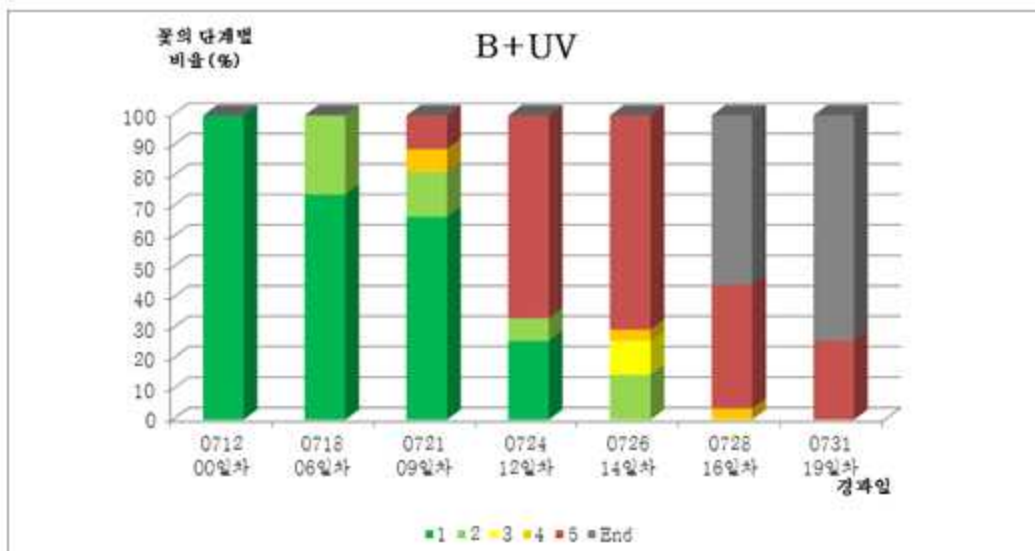
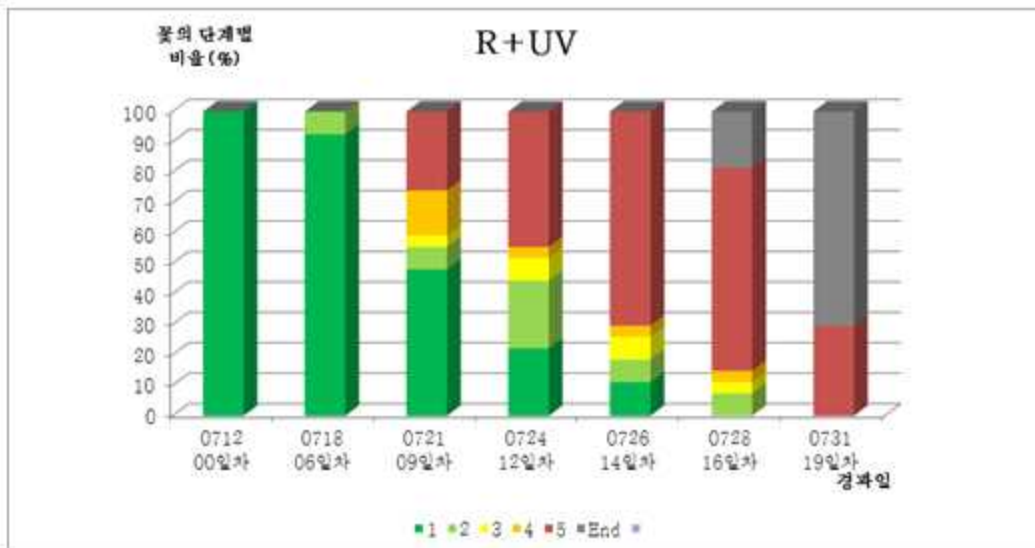
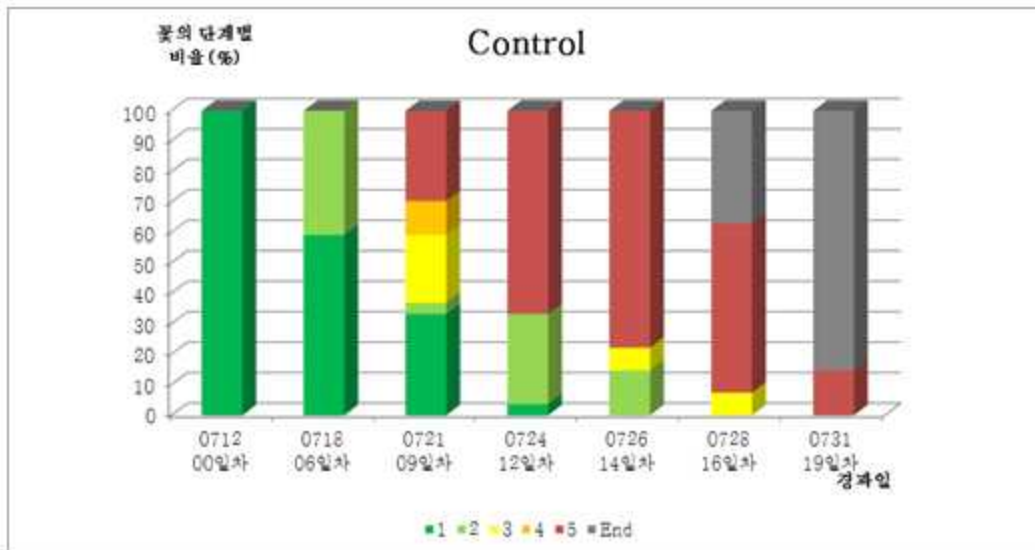


그림 4-38. 처리별 절화수명과 각 개화단계별 경과일별 분포(2017년7월 중국수출실험)

2) 절화수명 평가

절화 백합은 불개화 및 조기노화에 의한 절화 수명의 단축이 품질저하의 요인이 되고 있다. 기존에 연구된 선도유지 기술 외 빛에 의한 생장조절로 선도를 유지시켜 수명을 연장시킬 수 있다. 이에 가장 효과가 우수한 파장대역을 찾기 위해 수출용 작형인 ‘시베리아(Siberia)’와 메두사(Medusa)를 대상으로 절화 수명 연장을 목표로 수 차례 실험을 실시하였다.



그림 4-39. 백합‘시베리아’품종에 대한 일본수출유통시 신선도 유지 및 절화수명 효과확인; LS3:무처리 대조구, LS4: R+UV처리, LS5: B+UV 처리

이 실험에서 대조구 대비 R+UV, B+UV처리에서 절화수명이 똑같이 2일 연장됨을 확인할 수 있다. 꽃의 상태는 B+UV가 꽃의 황변 현상이 조금 더 많이 나타나서 품질과 절화 수명을 동시에 커버하기는 R+UV 처리가 더 효과가 있었던 실험이다. 2015년12월 ‘메두사(Medusa)’에 대하여 전년도 신선도향상에 영향을 주는 파장대역 스크린 실험에서 조금의 효과라도 나

타난 모든 파장에 해당하는 B계열, R계열, W파장, 그리고 유의한 조합까지 총 8가지 처리를 하여 절화 수명을 비교 관찰 하였다.

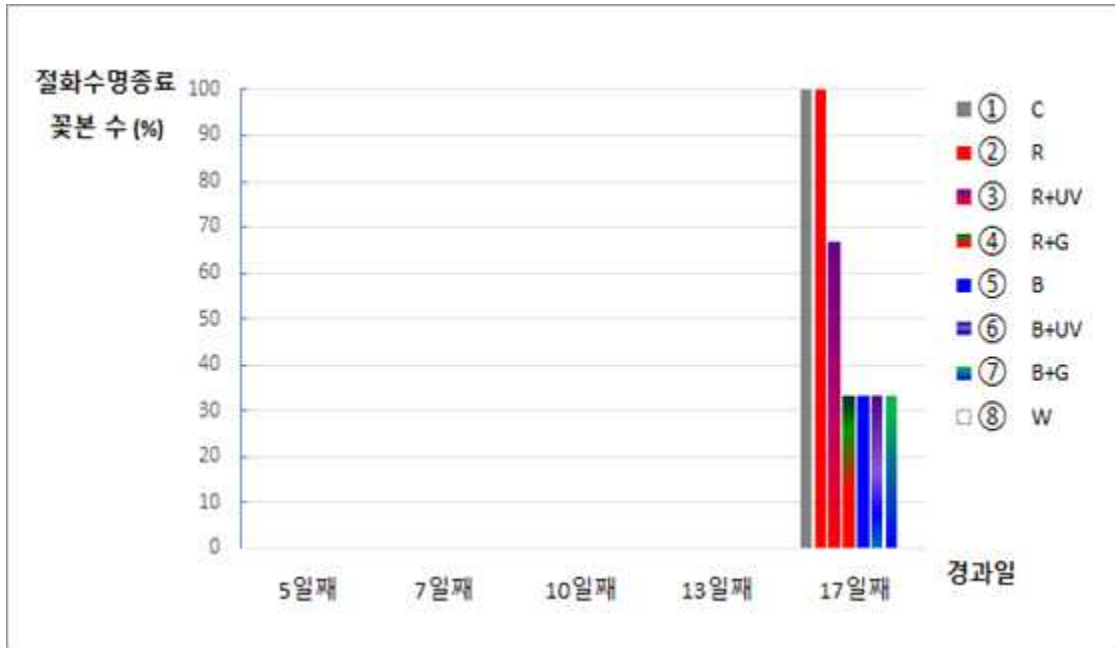


그림 4-40. 메두사(Medusa)의 신선도향상 실험에서 각 처리 별 절화 수명종료 꽃본 수

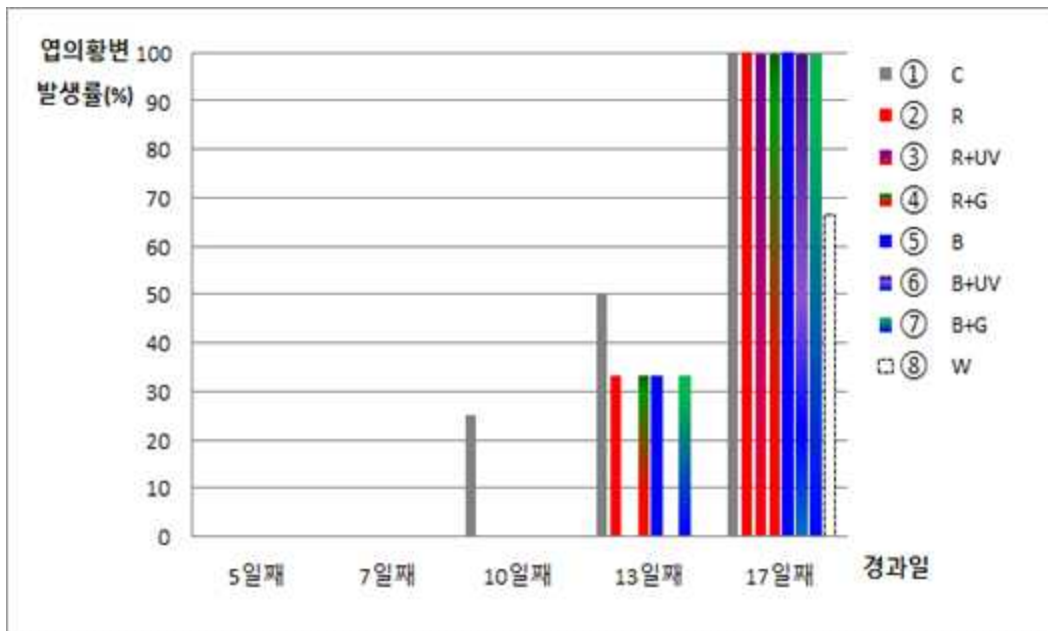


그림 4-41. 메두사(Medusa)의 신선도향상 실험에서 경과 일에 대한 처리 별 엽의 황변 발생률 변화



그림 4-42. 시베리아의 절화수명 실험에서 개화 및 노화발생 관찰

절화수명은 대조구에 비해 R을 제외한 나머지 처리에서 모두 17일 이상으로 나타났다. 특히 W처리의 경우는 17일차에도 절화수명이 종료된 꽃이 없는 것으로 관찰되었다. 아래 그림 4-37를 보면 대조구의 경우 10일차가 되면 엽의 황변 현상(엽의 3분의 1이상 발생 시 체크함)이 급속도로 증가하기 시작하는 반면,R+UV와 B+UV, W처리의 경우는 13일차에도 엽의 황변 현상이 나타나지 않았다. 이 실험에서 초기 개화가 가장 늦게 진행되는 조건은 B+UV처리 조건이었고, 황변 현상이 가장 늦게 발생하여 절화수명이 가장 긴 조건은 R+UV처리 조건이었다. 13일차에 대조구를 포함한 나머지 조건들은 모두 꽃잎이 떨어지거나 엽의 황변현상으로 관상 가치가 떨어져 절화 수명이 종료됨을 확인할 수 있다. 2017년 7월 중국 수출테스트(실험번호, EXP-Flw-백합05.170712) 국내 모의실험상에서의 절화품질테스트 중 관상가치가 남아있는 그룹(Good)과 없는 그룹(Bad) 간의 차이를 살펴보기 위해 꽃27본을 사용, 무처리, RU처리군(Red+UV 모듈사용), BU처리군(Blue+UV 모듈사용)으로 나누어 실험한 결과는 다음과 같다(그림4-43). 16일차 무처리군의 경우 62.96%, RU처리군 81.48, BU처리군44.44%로 RU처리군이 무처리군에 비해 관상가치가 높게 관찰되었으며 19일차에서는 무처리군 14.81, RU처리군 29.62, BU처리군 25.92%로 관찰되어 최종 19일 경과 후의 절화수명은 무처리군에 비해 처리군이 높은 절화수명을 나타내었다.

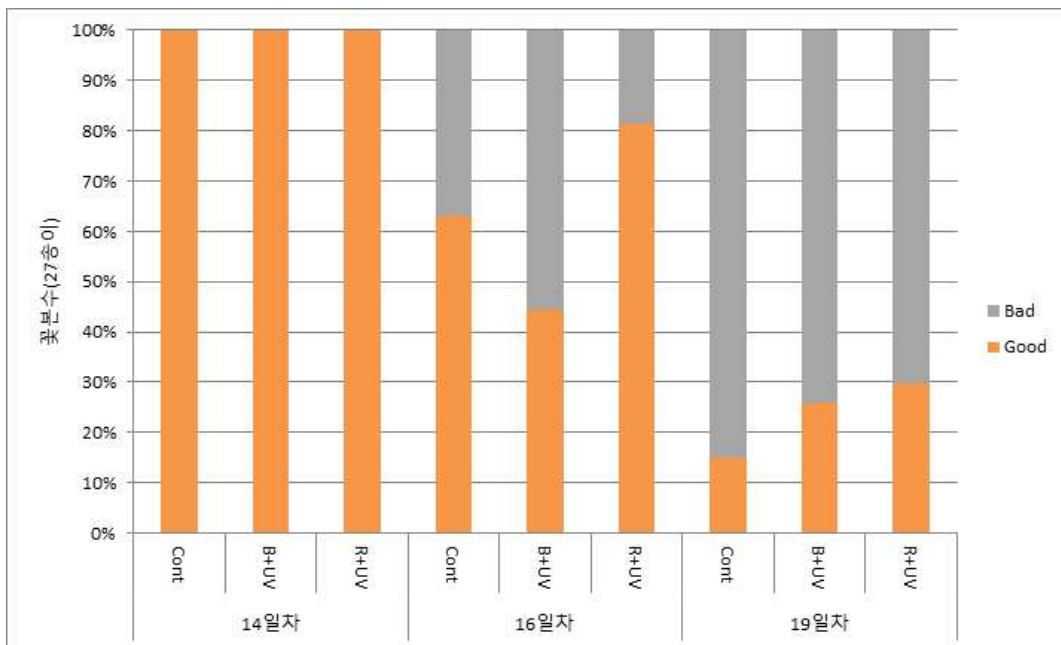


그림 4-43. 관찰 19일차 관상가치가 남아있는 그룹(Good)과 없는 그룹(Bad)으로 분류되는 백합의 본 수 백분율

3. MEFI 신선도 유지기술의 과학적 메카니즘 설명을 위한 발현 유전자 분석

가. 서론

절화 장미, 국화, 백합을 대상으로 MEFI기술의 신선도 유지 효과검증 실험을 진행하였다. 품질조사로 노화 양상, 절화수명, 화폭 변화율, 생체중 변화율, 수분 흡수량, 수분 균형, 박테리아 검정, 화색 및 에틸렌 발생량 등을 측정하여 절화수명 연장 및 품질유지에 유의한 결과를 확인하였다. MEFI(Movable Eco-friendly Flower Incubator)기술은 식물이 인지하는 특정한 빛의 파장을 이용하여 해당 식물의 생리활성 조절을 통해 형태적 특성변화를 유도한다. 이런 원리를 이용하여 수확 후 절화류의 국내외 유통 중 MEFI기술의 적용 시 실제로 절화의 형태·생리적 변화를 유전적 요인과 연계하여 과학적 메커니즘을 설명하고자 한다.

나. 재료 및 방법

(1) 재료 준비

재료는 2017년 6월 전라북도 장수에서 재배한 스프레이 장미(*Rosa hybrida L.* 'Lovely Lydia')를 수확하여 사용하였다. Vital Oxide 2mL·L⁻¹를 사용하여 4시간 동안 전처리 후 일본 수출유통 환경과 같은 환경으로 70cm 절단하여 습식용액(Chrysal Professional 2(Chrysal international, Netherlands) 5mL·L⁻¹)에 30분씩 담궈 수출용 배송박스에 포장하였다. 대조구는 그대로, 처리구는 장미유통 최적화기술을 적용하여 MEFI 해당 모듈을 박스 상단에 부착하여 세종대학교로 습식 수송 하였다. 일본으로 수출되는 선박 수송시간 및 검역과정을 고려하여 습식 포장상태로 48시간 저온저장 하였고 상온노출 6시간 후 절화수명 및 품질 측정을 시작(Day1, After 3 days of MEFI treatment) 하였다.



그림 4-44. 스프레이장미 일본수출 모의테스트 세팅과정

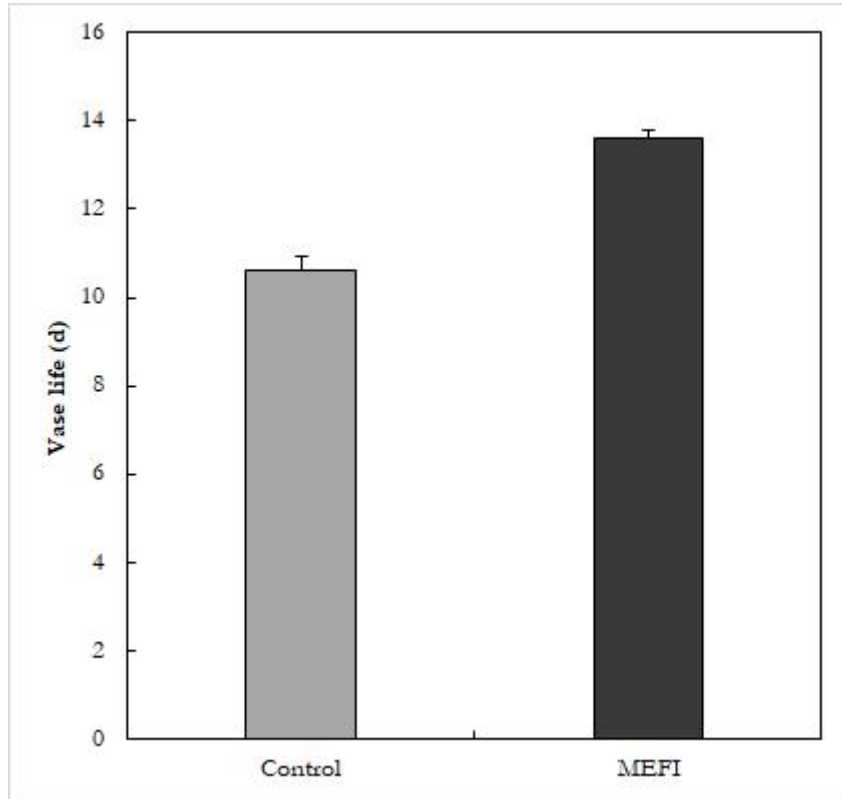


그림 4-45. 무처리 vs MEFI처리군의 절화수명 비교

수확 후 3일후 절화를 50cm로 재절단 후 증류수가 담긴 500mL 삼각 플라스크에 3분씩 3개씩 꽃아 관찰을 시작하였다. 주요 측정항목은 절화수명(VL, vase life), 화폭변화율(FD, maximum Flower Diameter), 생체중변화율(FW, change in Fresh Weight), 수분흡수량(WU, Water Uptake rate)을 수치화 하였고(그림 4-45~48), 품질의 조사는 꽃 목굽음, 청변화, 위조, 꽃잎탈리, 엽황화 등의 노화양상 위주로 관찰 및 사진촬영 하였다. (그림 4-49)

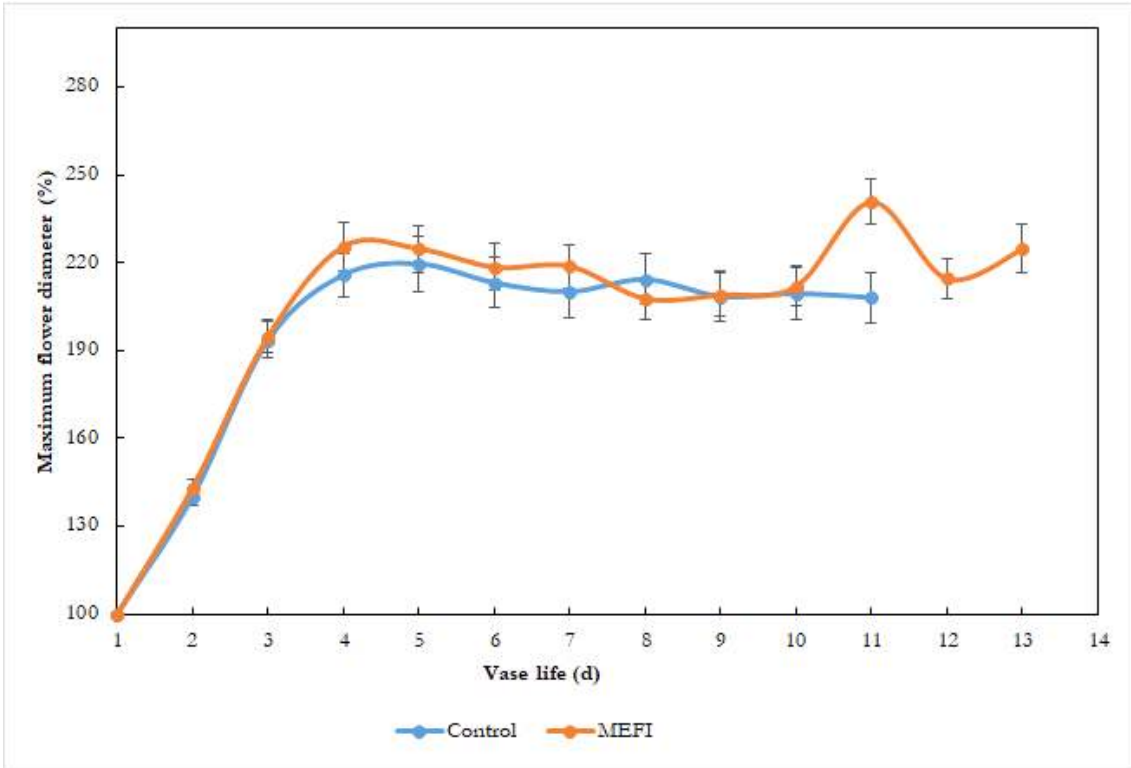


그림 4-46. 무처리 vs MEFI처리군의 화폭변화율 비교

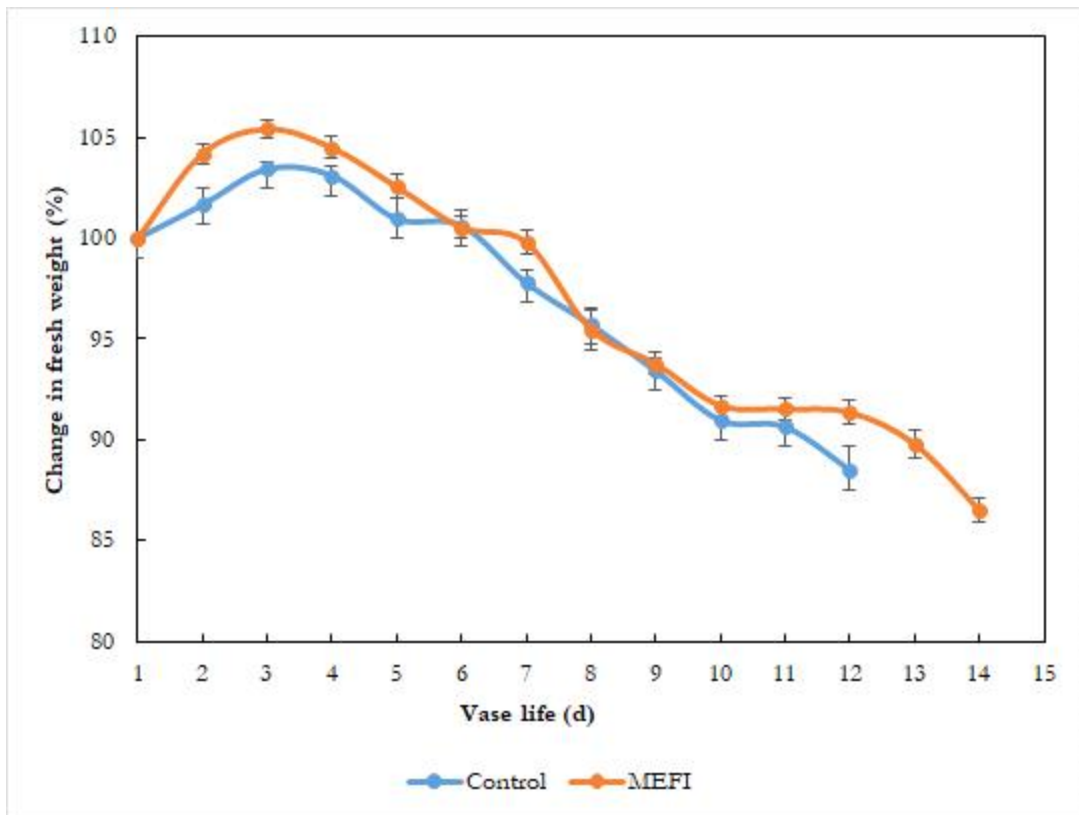


그림 4-47. 무처리 vs MEFI처리군의 생체중변화율 비교

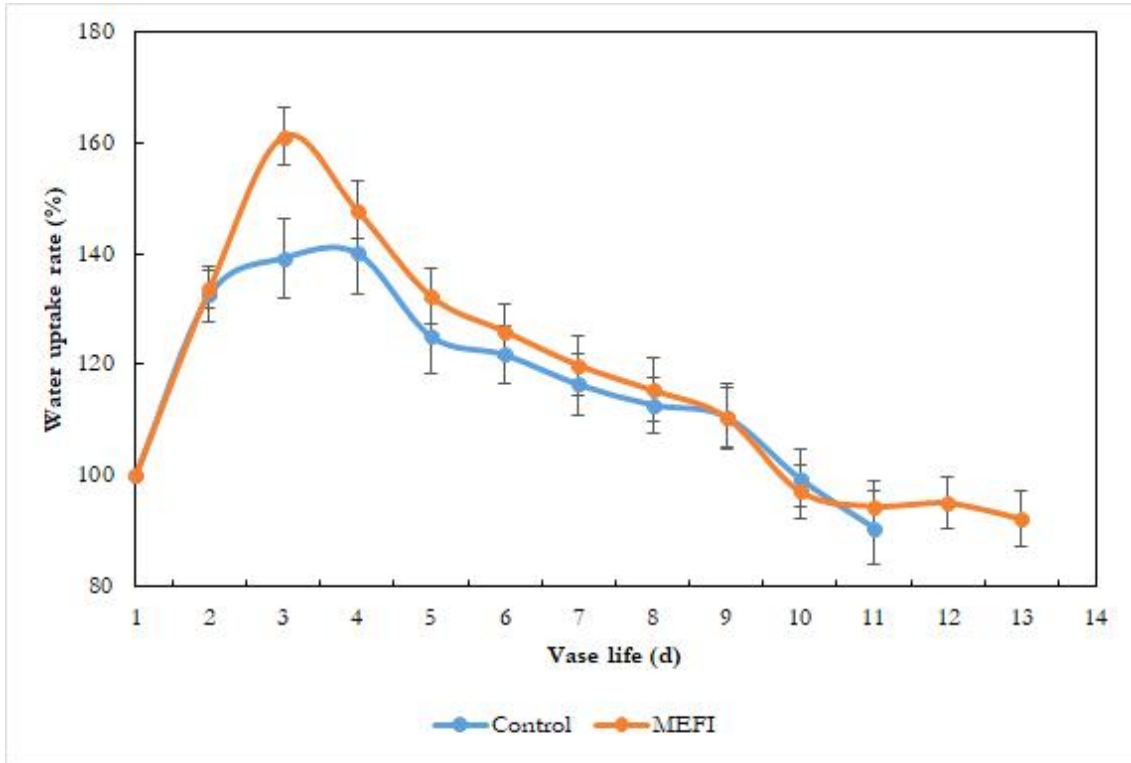


그림 4-48. 무처리 vs MEFI처리군의 수분흡수량 비교

처리구와 대조구의 차이, 시간의 경과에 따라 차이를 보이는 유전자를 탐색하기 위해 수확 후 첫 날(Day0) 대조구(C0), MEFI처리 3일(Day3)후 첫 날 처리구(T1)와 대조구(C1), 처리 후 5일째(Day5) 처리구(T5)와 대조구(C5), 그리고 대조구 샘플은 처리 후 7일째(Day7) 거의 절화수명이 종료되었고 처리구의 절화수명이 막 시작된 처리 후 10일째(Day10) 처리구(T10)와 이미 절화수명이 종료된 대조구(C10)로 전체 7개 샘플을 대상으로 총량 1-3ug(농도 65ng/ul)으로 준비하여 시퀀싱을 의뢰하였다.

CONTROL

MEFI

Day 1



Day 3



Day 5



Day 8



Day 11



Day 13



그림 4-49. 무처리 vs MEFI처리군의 절화수명 및 품질관찰 비교

(2) 라이브러리 구축 및 RNA-SEQ

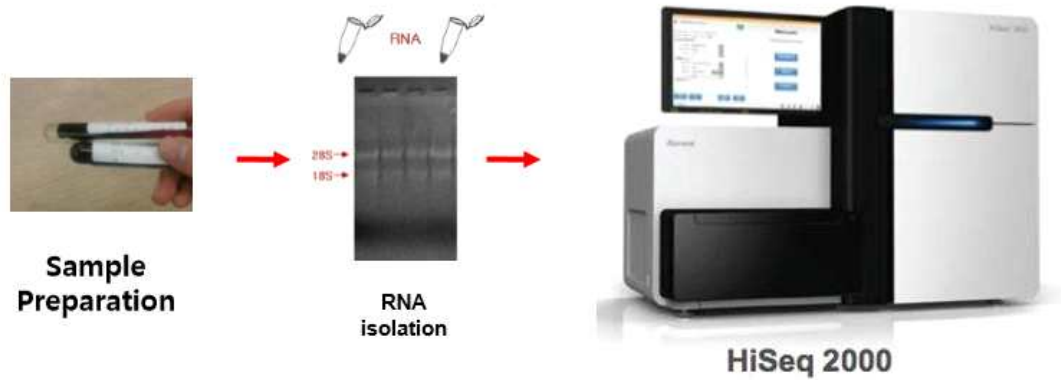


그림 4-50. Whole-transcriptome sequencing using NGS technologies

1) Sample Information

Total RNA상태의 RNA에서 oligo dT를 가지고 mRNA만 capture하여 cDNA합성 후 양쪽 끝에 어댑터를 붙여 library를 제작하고 flow cell에 로딩하여 시퀀싱을 진행하였다.

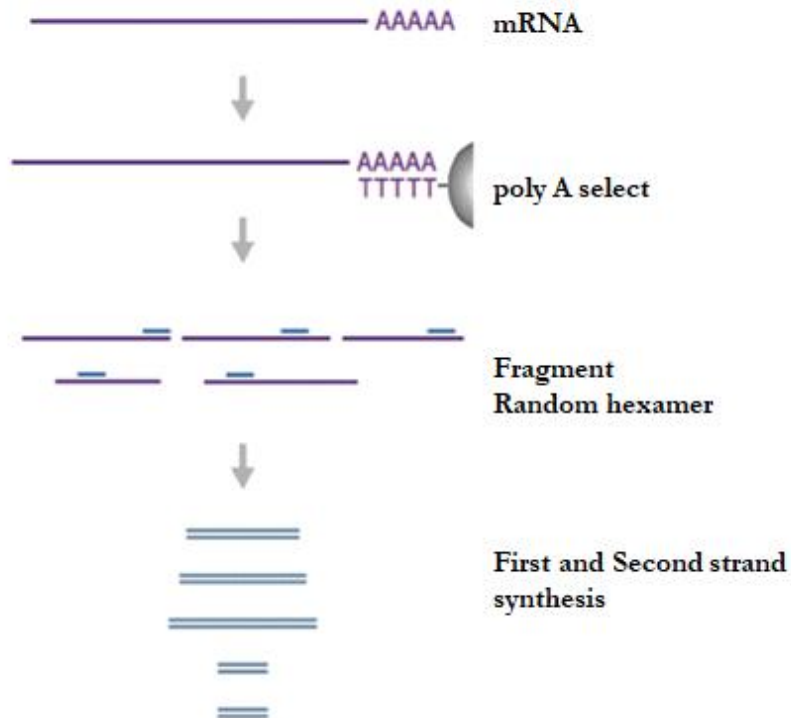


그림 4-51. mRNA isolation & library construction process

2) RNA-SEQ

타임 포인트별 대조구와 처리구의 차이를 보이는 유전자 탐색을 위해 1,5,10일차 스프레이

장미의 꽃잎 조직에서 샘플링하여 Illumina hiseq2000 플랫폼을 이용하여 시퀀싱을 하였다. 표 #은 각 샘플데이터의 서열개수, 기가단위 서열의 용량, GC컨텐츠 그리고 base calling quality 체크 후 Q30 이상인 서열의 비율을 나타낸다.

표 4-3. Sequencing Statistics

sample ID	Total Reads	TotalBases (bp)	Total Bases(Gbp)	GC Percent	Q30 moreBasesRate
DO_C2	53,295,508	5,382,846,308	5.38	45.54%	91.65%
D1_C3	62,401,570	6,302,558,570	6.3	45.82%	92.50%
D1_T1	52,530,246	5,305,554,846	5.31	46.00%	93.03%
D5_C1	71,914,752	7,263,389,952	7.26	46.36%	93.39%
D5_T-2	53,736,846	5,427,421,446	5.43	46.11%	94.87%
D10_C-1	69,583,798	7,027,963,598	7.03	46.29%	95.97%
D10_T-1	56,641,474	5,720,788,874	5.72	46.08%	95.66%

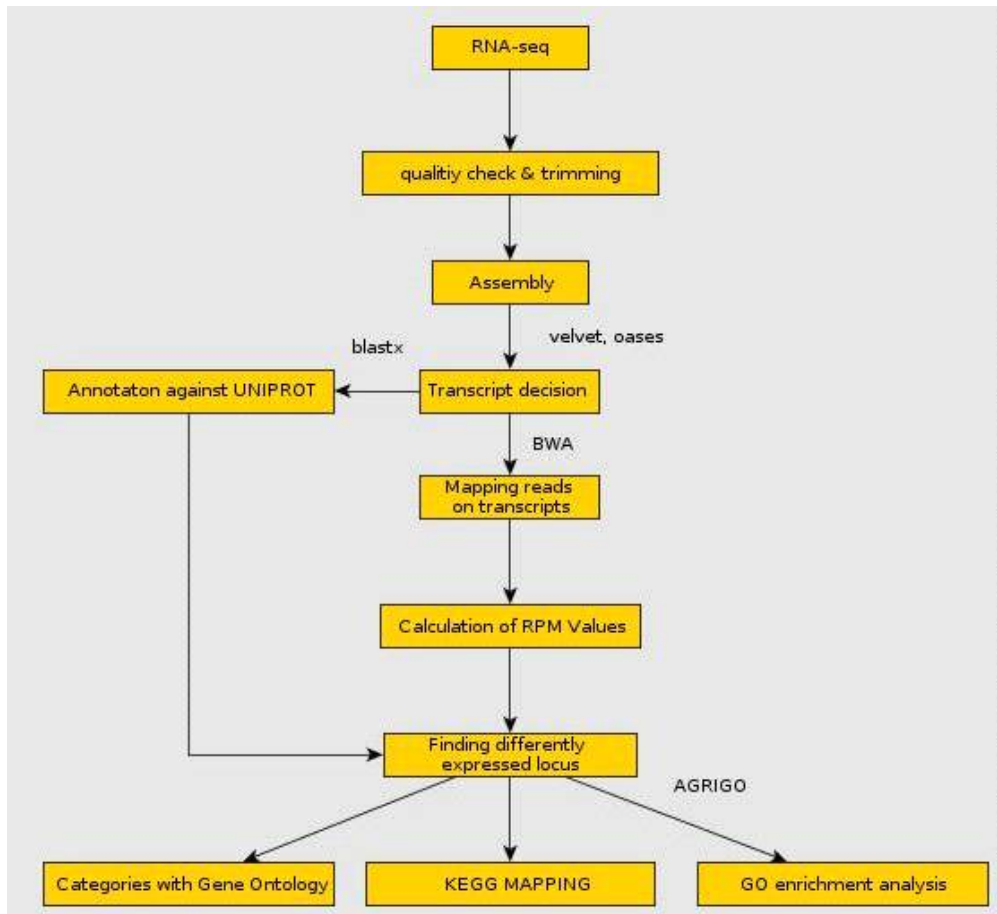


그림 4-52. RNA-SEQ 분석 파이프라인

(3) 데이터 분석

1) De novo assembly

스프레이 장미(*Rosa hybrida* L. 'Lovely Lydia')는 레퍼런스 서열이 존재하지 않으므로, 드 노브 어셈블리를 이용하여 7가지 샘플을 모두 합하여 어셈블하여 하나의 스프레이 장미 레퍼런스를 만들어 전사체 해석 및 샘플별 비교분석을 진행하였다. 표4-4는 어셈블 결과 전체 서열의 길이, 생성된 컨티그(unigene, contig)의 개수와 평균 컨티그 서열의 길이를 정리한 것이며 그림4-53은 생성된 컨티그 서열의 길이 분포 이다.

표 4-4. 어셈블 결과 컨티그의 수와 전체서열의 길이

Basepairs	Number of unigenes	Average length of unigenes
84869041	110094	771

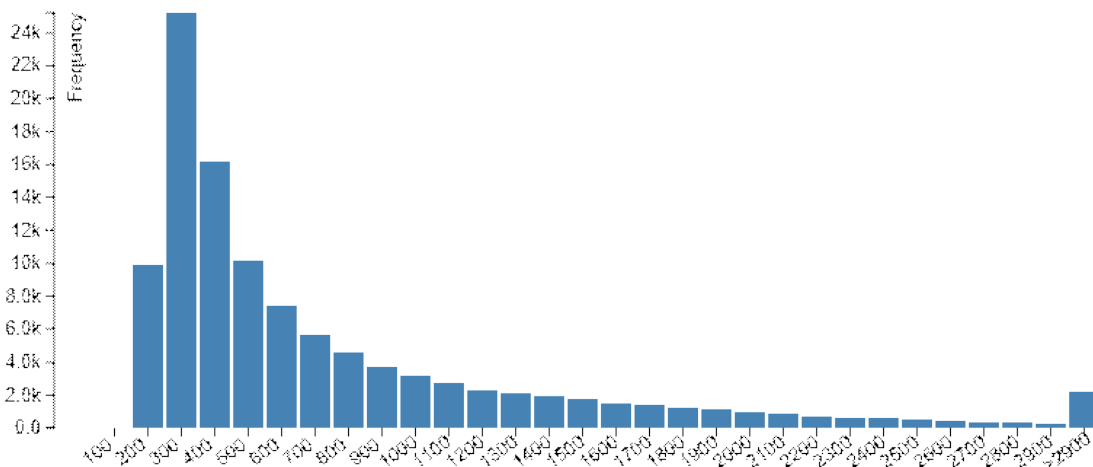


그림 4-53. Length distribution of assembled unigenes

2) Transcript annotation

레퍼런스 서열이 존재하지 않으므로, 7개의 샘플로 어셈블하여 생성한 110,094개의 컨티그 서열을 알려진 서열과의 유사성 검색도구인 BLAST(BLAST: Basic Local Alignment Search Tool)와 기타 DB를 대상으로 서열주석정보를 붙였다. BLAST검색결과 31.1%는 식물, 박테리아 등 알려진 서열과 유사성을 보였다(그림4-54). 단백질 도메인과 기능적인 부위들에 대한 정보를 모아둔 데이터베이스 InterProScan을 이용하여 전체 서열의 CDS에 대하여 기능정보를 추가로 예측하였다(그림4-55). 또한 정보주석의 신뢰성을 높이기 위하여 BLAST결과와 InterProScan결과를 상호 비교하여 참고하였다.(그림4-56)

Has homologous	No homologous
34,256 (31.1%)	75,838 (68.9%)

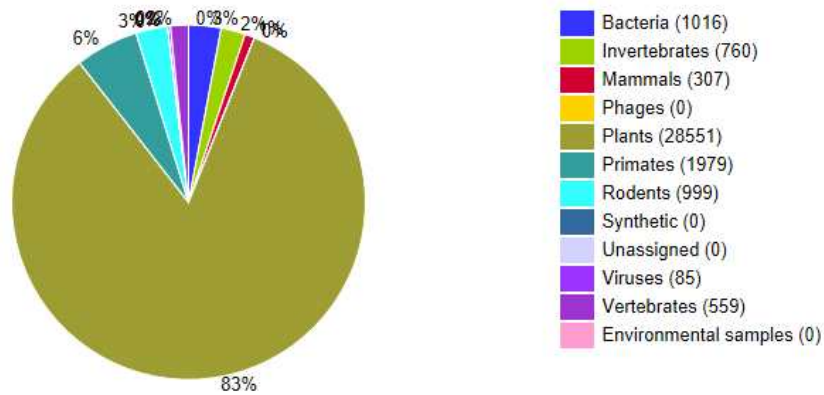
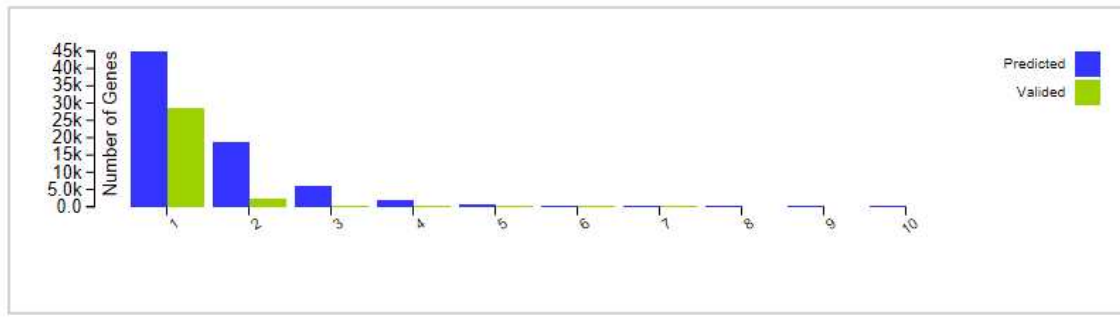


그림 4-54. BLAST Annotation 결과



Number of CDS of unigenes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Predicted	45068	18556	6027	2039	679	234	57	26	18	17
Validated	28521	2477	295	56	5	2	2	0	0	0

그림 4-55. CDS 타입별 분포

표 4-5. CDS 타입별 분포

CDS type	SUM	Has homologous	No Homologous
Total	114,162	34,635 30.30%	79,527 69.70%
Complete	53,084	16,282 30.70%	36,802 69.30%
5prime_partial	27,456	7,762 28.30%	19,694 71.70%
3prime_partial	23,796	5,268 22.10%	18,528 77.90%
Internal	9,826	5,323 54.20%	4,503 45.80%

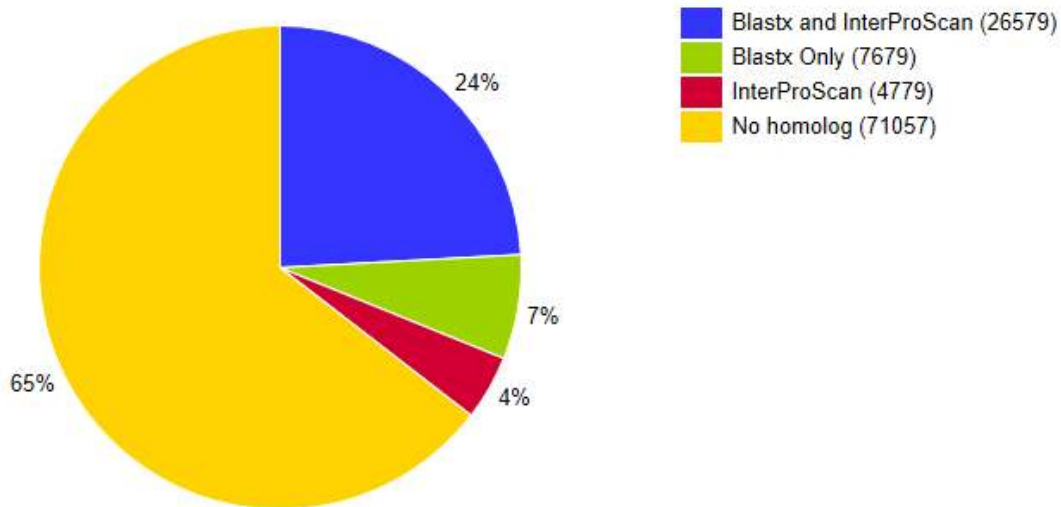


그림 4-56. BLAST & InterProScan Annotation 상호비교 결과

표 4-6. BLAST & InterProScan Annotation 상호비교 결과

Type	Frequency	(%)
Blastx and InterProScan	26,579	24
Blastx Only	7,679	7
InterProScan Only	4,779	4
No homolog	71,057	65

3) DET(Differentially Expressed Transcript) analysis

전체 샘플로 어셈블하여 생성된 스프레이 장미(*Rosa hybrida* L. 'Lovely Lydia')의 임의의 레퍼런스 전사체 대비, 각 샘플별 특이적으로 UP/DOWN 발현된 유전자를 선별하였다. 피어슨 상관관계(Pearson Correlation)의 상관계수를 보면 그림 4-57과 같고, 그 분포를 보면 거의 비슷하지만 샘플별 차이는 분명히 보인다.

무처리군 내에서 시간의 경과에 따른 발현양상 비교, MEFI처리군 내에서 시간의 경과에 따른 발현양상 비교, 타임 포인트별(절화류의 개화 초, 중, 말기) 발현양상을 비교하기 위하여 DEG 비교그룹을 9개 만들어 UP/DOWN 유전자의 분포를 파악하였다.

다. 결과 및 고찰

국화와 백합에서도 절화수명 연장이나 신선도 유지기능이 개선됨을 보이고 있지만 샘플 획득이 용이하고 일본 수출용 장미 중 가장 효과가 좋은 스프레이 장미(*Rosa hybrida*

L.('Lovely Lydia)에 대하여 MEFI처리군의 장미가 신선도 개선환경으로 절화수명도 연장되고 꽃의 품질도 좋아지는 결과에 대한 과학적 증명을 위한 시도를 하였다. 기대했던 대로 무처리와 MEFI처리군 샘플간에 발현양상이 달랐으며 실제로 노화의 기작에 관여하는 유전자들에서 UP/DOWN발현됨을 보였다. 이 실험 및 분석방법에 관하여는 국외 SCI 논문으로 정리를 진행하고 있다.

Correlation Ranges	1.0~0.92 (The ENCODE Guideline)	0.92~0.80	0.80~0.70	0.70~0.00			
<ul style="list-style-type: none"> • Pearson correlation coefficient between FPKM of genes of samples • The p-value for testing non-correlation. • Number of genes expressed in both the samples. 							
-	DO_C-2	D1_C-3	D1_T-1	D5_C-1	D5_T-2	D10_C-1	D10_T-1
DO_C-2	DO_C-2	0.893	0.823	0.698	0.714	0.731	0.659
D1_C-3	57,190	D1_C-3	0.943	0.791	0.813	0.809	0.757
D1_T-1	55,624	59,160	D1_T-1	0.794	0.822	0.799	0.781
D5_C-1	53,338	56,613	56,943	D5_C-1	0.947	0.962	0.953
D5_T-2	54,194	57,698	57,171	57,666	D5_T-2	0.959	0.942
D10_C-1	55,198	58,390	57,586	58,162	59,071	D10_C-1	0.930
D10_T-1	54,487	57,949	57,463	58,374	59,086	59,498	D10_T-1

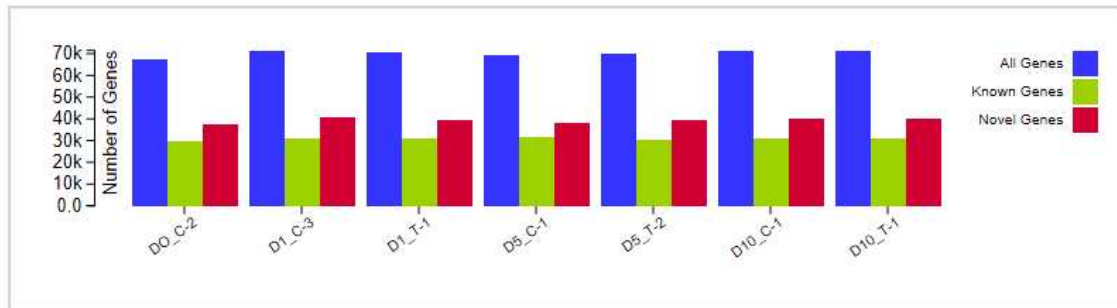
그림 4-57. 각 샘플간 피어슨 상관관계 계수

표 4-7. 각 샘플별 발현차이를 보인 유전자 타입과 개수

Name	Gene				Gene (> fpkm 1.0)			
	Expressed	Known	Novel	Un-expressed	Expressed	Known	Novel	Un-expressed
DO_C2	67,095	29,894	37,201	42,999	66,434	29,662	36,772	30,150
D1_C3	71,348	30,882	40,466	38,746	70,530	30,616	39,914	26,054
D1_T1	70,410	31,271	39,139	39,684	69,703	31,029	38,674	26,881
D5_C1	69,307	31,340	37,967	40,787	68,484	31,046	37,438	28,100
D5_T2	70,179	30,474	39,705	39,915	69,456	30,249	39,207	27,128
D10_C1	71,485	31,251	40,234	38,609	70,503	30,937	39,566	26,081
D10_T1	71,040	30,738	40,302	39,054	70,130	30,440	39,690	26,454

Sum	Known	Novel
110,094	39,037	71,057

Expression



Genes (> fpkm 1.0)

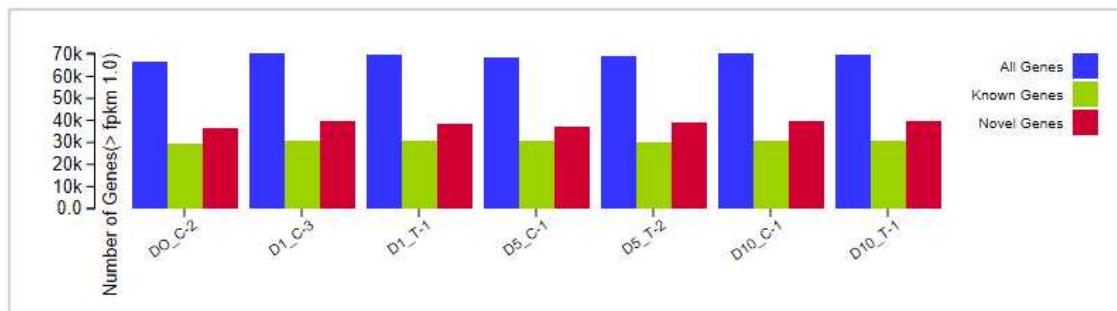


그림 4-58. 각 샘플별 유전자 발현양상

4. 기존 국내 기술과 통합된 수출용 패키지 시제품 제작 및 현장 적용

가. 개발된 기존 기술과 통합한 수출용 패키지 시제품 제작

기존의 신선도유지 기술로 ClO_2 나 에틸렌흡착제 같은 기능성물질을 사용하였다. MEFI 모듈에 기능성물질 충전부를 탈부착하여 사용할 수 있도록 기체의 이동이 가능한 미세한 홀을 가진 캡슐을 개발하였다. 장미와 백합과 같이 에틸렌이 많이 발생하는 품목의 경우 MEFI 모듈에 에틸렌흡착제가 포함된 캡슐을 부착하여 사용하면 에틸렌에 의한 노화방지 효과도 부가되어 노화에 의한 절화수명 종료의 경우를 효율적으로 컨트롤 할 수 있다. 또한 국화의 경우는 캡슐의 기능성 충전부에 고분자 수지와 과립형태의 안정화 ClO_2 를 사용하면 유통 시 포장 박스내에서 식물로부터 방출되는 수분이 고분자수지에 흡수되고 안정화 ClO_2 는 수증기와 결합해 박스 내 이산화염소가스가 방출되어 병충해 발생이나 세균에 의한 감염을 막을 수 있어 유통 중 절화류의 신선도를 향상시킬 수 있었다.

(1) 각 품목별 최적화된 최종 시제품

장미, 국화, 백합 각각에 적합한 파장이 다르고 조사시간 및 주기가 각기 다르다. 여러 차례 실험으로 각 품목별로 최적합, 혹은 적합파장을 선정하였다. 조사시간과 주기를 자동으로 조절하는 자동화 프로그램은 현재 장미용은 최종 코딩이 완료되었고, 백합과 국화의 경우는 절화수명과 개화조절의 두 가지 효과에 대하여 더 효율적인 모듈이 각각 준비되었다.

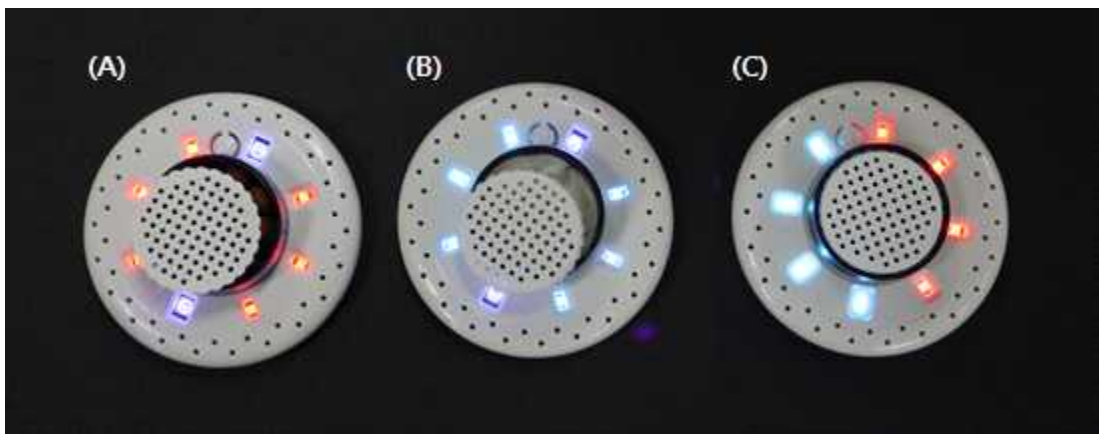


그림 4-59. 수출용 절화류 유통패키지에 장착할 “MEFI 기능성 모듈” 최종 시제품 3타입

(A)백합전용, (B)장미, 국화, 백합용 (C) 국화전용

최종 시제품은 피드백으로 보완된 마지막 개발제품이며, 이 모듈이 나오기까지 3단계의 두 단계의 시행착오를 겪었다. 1차년도 설계된 시제품은 단일파장으로만 조사가 가능하다. 2차년도 반복실험 및 일본수출현장 테스트를 해본 결과 세 품목 모두 조합파장이 효율적이었고, 유통기간이 3-7일 사이로 2-3일의 편차는 조사시간을 강제로 제어해야 할 필요성도 있었고

유통 기간 중 선도유지를 위해 기존 선도유지기술을 추가하면 효과가 배가된다는 것을 확인하였다. 따라서 UV과장 또는 2가지 이상의 과장 조합이 가능한 구성과 그로 말미암은 전원부의 확장, 그리고 기존 선도유지기술을 반영하여 기능성물질 충전부를 추가하여 시제품을 보완 설계하였다.

나. 조절 프로그램 개발 및 조절기 소형화

LED조사부, 리튬전지 전원부, PCB 기판, 상하단 케이스, 패키지 부착부 등 여러 구성요소들을 포함한 최소형 디자인을 5-6차례 시뮬레이션 제작 및 검토의 과정을 거쳐 구상하였으며, 아래 그림은 조절 소형화를 위한 프로그램 회로도를 나타내었으며, MEFI 모듈 소형화 과정들은 나타내었다.

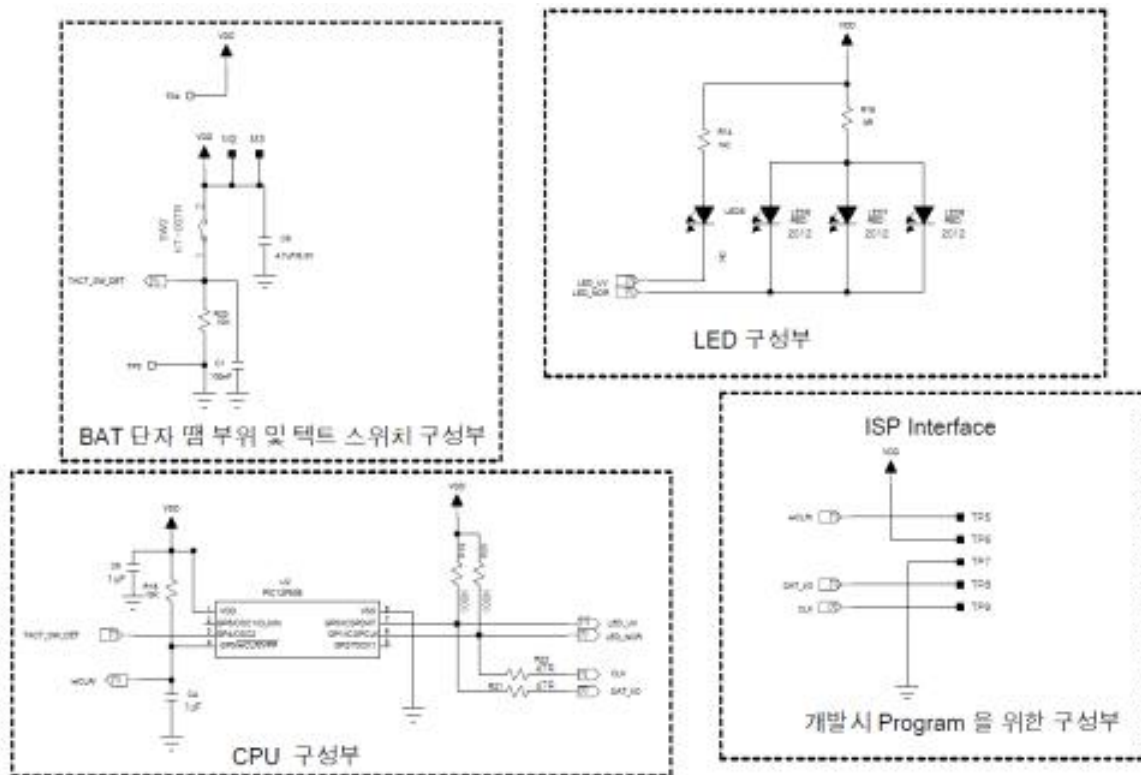


그림 4-60. 조절 프로그램 회로도

[버전1] 구성 및 디자인



[버전2] 구성 및 디자인



[버전3] 구성 및 디자인



[버전4] 구성 및 디자인



[버전5] 구성 및 디자인



그림 4-61. MEFI모듈의 기능 집적후 소형화 과정



그림 4-62. 1차년도 개발된 단일파장 조사 시제품



그림 4-63. 신선도 유지물질 충전부와 조합 파장 가능하게 보완 설계된 2차년도 시제품

(1) 탈부착이 가능한 기능성물질 충전부 캡슐 개발



그림 4-64. 기능성물질을 충전할 수 있는 캡슐의 내외부 형상

(2) 건식 및 습식유통용 MEFI 모듈 개발

조사강도를 100%, 70% 두 타입으로 개발하여 건식유통일 때 수분손실을 최소화하기 위해 빛의 세기가 약한 70% 강도 모듈을 사용함으로써 절화류의 잎마름 현상을 감소시켰고, 규격 박스와 매번 달라지는 채화된 샘플의 상태에 따라 선택사용이 가능하도록 개발 제작 하였다.

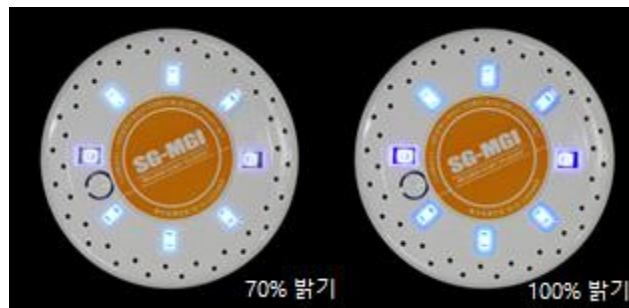


그림 4-65. 건/습식 유통에 맞게 개발된 두 타입모듈

다. MEFI 기술의 현장 적용

일본 및 중국 수출에 실제 적용을 해봄으로써 개발 제품의 성능을 확인하고 보완점을 수집하여 개선할 수 있었다. 그 한 예로 선적 후 수출국 검역장에 도착할 때까지 소요되는 시간이 항상 일정하지 않았는데, 그 기간의 차이가 MEFI 모듈의 자동타이머 싸이클 수와 연관이 있었다. 조사 강도를 조정하여 싸이클 시간과 주기를 최적화 하였고, 저온 다습한 저온고 환경에서도 안정되게 작동 될 수 있도록 모듈의 내부 부품도 보완교체 하였다.

(1) 품종 및 운송방식(건/습식)에 최적화된 테스트용 MEFI 패키지 개발

기존 수출용 건/습식 포장박스에 MEFI 시제품을 활용하는 실험과 더불어 품종별 운송중 최적 신선도 유지를 위한 MEFI 패키지 개발을 위해 자체 박스 디자인 및 이를 이용한 시제품을 제작해 수출현장에 응용하였다. MEFI 패키지용 박스의 규격은 1,160×345×230, 칼끝 1,534×1,386으로 제작되었으며 화훼의 신선도와 사용의 용이성, MEFI 제품의 성능을 극대화시킬수 있는 디자인으로 제작되었으며, 국내실험 및 해외실험에서 실제 사용되었다(그림 4-66). 또한 수출용 박스에 대한 MEFI 시제품을 제공하여 부착용이성 및 수출용 조건에서의 성능테스트를 실시하였으며, 모듈의 정상작동 여부도 테스트하였다.



그림 4-66. MEFI 모듈 1차년도 시제품 현장 제공



그림 4-67. 국화 유통패키지에 테스트용 MEFI 모듈이 장착된 모습



그림 4-68. 테스트용 MEFI 패키지 개발 과정 및 현장적용

(2) 품목별 유통환경 최적화를 위한 수출현장 적용실험

각 연차별 개발된 시제품에 대한 수출적용 테스트를 총 7회(6회 일본, 1회 중국)에 걸쳐서 진행하였으며 장미, 국화, 백합에 대한 품종별, 최적 포장에 대한 시제품 테스트, 신선도 유지

를 위한 기존 국내기술과의 통합을 위한 에틸렌 흡착제 사용 여부와 병충해와 곰팡이병 예방을 위한 ClO₂ 사용, 수출시 건습식 방식 여부 등에 대한 실험을 통해 수출시 각각의 화훼 특성에 최적화된 시제품 개발을 위한 수출적용시험을 진행하였다.

(가) 장미 수출환경 적용실험

총 7회의 수출현장 적용실험 중 장미실험은 스프레이장미 ‘러블리디아’를 사용하였으며, 1회차에는 switch type을 2회차에는 Atype 재활용, Btype 2차제품을, 3회차부터는 Btype 2차제품을 계속 사용하였다. LED과장은 개발초기인 1~4회차까지는 최적화 과장에 대한 조사차원에서 다양한 과장을 대상으로 현장적용에 사용하였으며 4회차부터 7회차까지 최적화된 동일 과장이 사용된 시제품을 사용하였다. 기존제품과의 적용을 위한 에틸렌 흡착제, ClO₂, 항균카드 등과 같은 제품의 적용은 2회차부터 진행되었으며, 2회차에서는 에틸렌 흡착제+ClO₂, 에틸렌 흡착제+항균카드 등의 다양한 시도를 하였으며, 3회차부터 각각의 화훼 특성에 맞는 최적의 신선도 유지제품과의 합을 찾기 위한 반복 실험을 한 결과 최종 7회차 중국수출 실험에서는 에틸렌흡착제를 사용하여 실험하였다. 장미의 수출방식은 습식방식으로 크리잘과 최종은 오아시스 플로라이프를 사용하여 진행하였으며, 포장박스내의 절화는 꽃의 최상단과 MEFI모듈의 거리를 8-12 cm 이상을 유지하는 조건으로 실험하였으며, 수출 현장 조건상 조사거리가 짧아진 경우에는 LED강도가 낮은 모듈을 사용하여 실험을 진행하였다(표 4-8).

표 4-8. 수출용 장미의 유통환경 최적화를 위한 수출현장 적용시험

회 수	실험 세팅	장미 품종	제품타입	LED 과장	신선도 유지물질	수출 방법	물올림 (습식조건)
1차	2015.04.20.	러블리디아	switch type	2type	-	습식	크리잘
2차	2015.12.05.	러블리디아	Atype 재활용 Btype2차	2type	에틸렌흡착제+ClO ₂ 에틸렌흡착제+항균카드	습식	크리잘
3차	2016.03.17.	러블리디아	Btype2차	2type	에틸렌흡착제+ClO ₂	습식	크리잘
4차	2016.07.25.	러블리디아	Btype2차	2type	에틸렌흡착제+ClO ₂	습식	vital oxide/ 크리잘
5차	2016.09.01.	러블리디아	Btype2차	2type	ClO ₂	습식	vital oxide/ 크리잘
6차	2017.03.11.	러블리디아	Btype2차	2type	ClO ₂	습식	플로라이프
7차	2017.07.13.	러블리디아	Btype2차	2type	에틸렌흡착제	습식	플로라이프

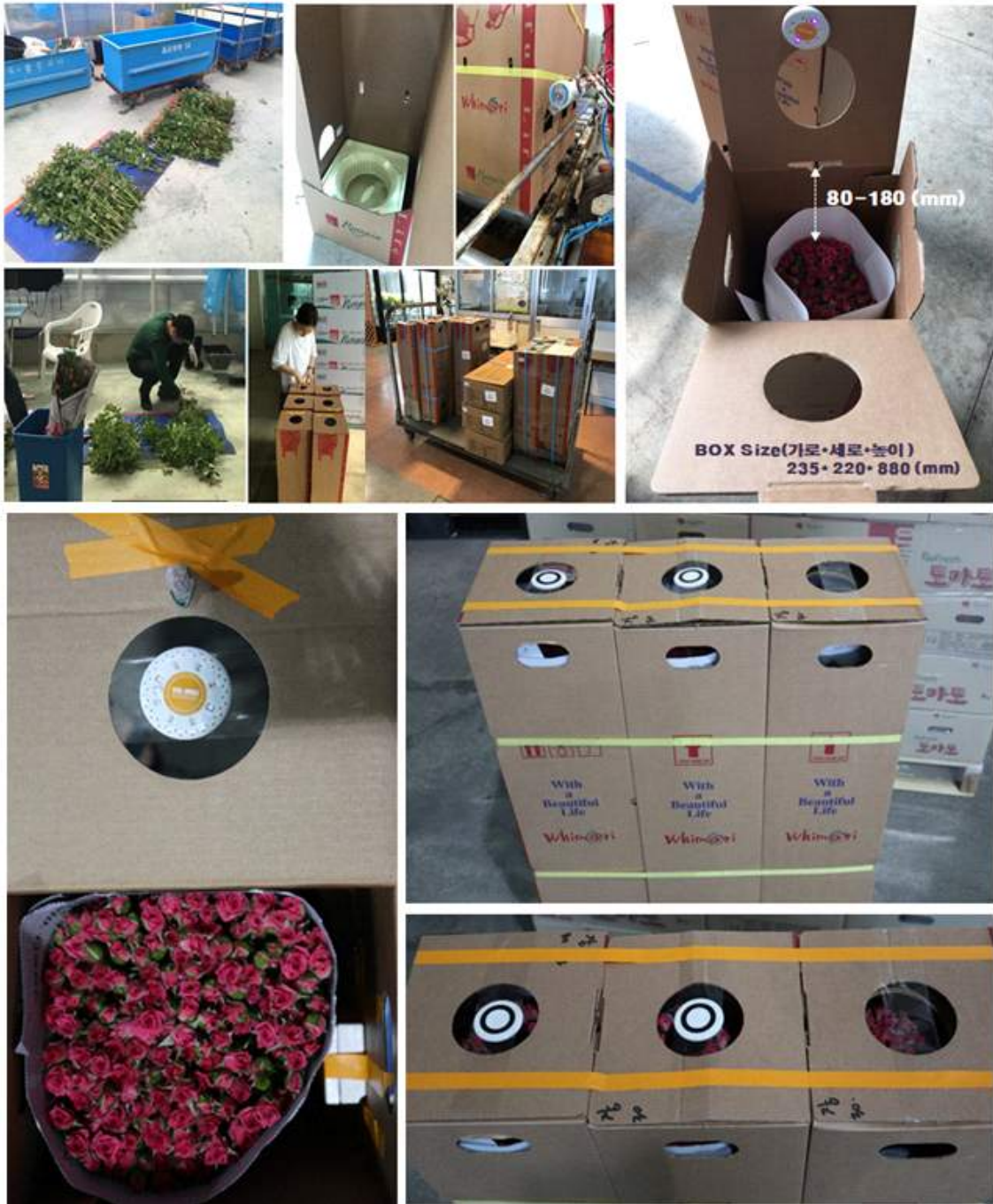


그림 4-69. 수출용 장미의 MEFI 패키지 모듈 장착 과정 및 수출환경 적용

(나) 국화 수출환경 적용실험

6회 수출환경 적용실험 중 국화는 총 3개 품종인 ‘백마’, ‘신마’, ‘백선’을 사용해서 실험하였으며, 수출시기에 생산되는 품종에 따라 실험한 결과 신마 3회, 백선 2회, 백마 1회의 빈도로 진행하였다. LED type은 1회차 실험에서는 Atype 재활용을 사용해서 국화에 대한 최적화 과장을 찾기위해 3가지 과장을 대상으로 실험하였으며, 2회차 실험부터 Btype 2차 제품을 대상으로 두가지 과장에 대해 최적화 실험을 반복하였다. 신선도 유지에 사용되는 기존제품과 MEFI제품과의 혼합테스트 실험은 2차부터 진행되었으며, 2~3회차에서는 에틸렌흡착제와 ClO₂를 함께, 4회차 실험에서 ClO₂를 단독으로 사용하여 실험하였다. 수출방식은 절화길이 90 cm 이상으로 수확하여 저온고에서 4시간 물올림 처리 후 물에서 빼내 건식으로 실험하였다. 제작된 패키지용 박스에 상, 하단으로 나눈 후 각각에 MEFI모듈을 부착하였으며 모듈과 꽃의 거리는 8-12 cm 이상을 유지하여 수출환경 적용실험을 진행하였다(표 4-9).

표 4-9. 수출용 국화의 유통환경 최적화를 위한 수출현장 적용시험

실험 차수	실험세팅 (day)	국화 품종	제품타입	LED과 장	신선도 유지물질	수출 방법	물올림 (건식조건)
1차	2015.12.06.	백마	Atype 재활용	3type	-	건식	락스200ppm
2차	2016.03.19.	신마	Btype2차	2type	에틸렌흡착제+ClO ₂	건식	락스200ppm
3차	2016.07.24.	백마	Btype2차	2type	에틸렌흡착제+ClO ₂	건식	락스200ppm
4차	2016.09.01.	신마	Btype2차	2type	ClO ₂	건식	락스200ppm
5차	2017.03.11	신마	Btype2차	2type	ClO ₂	건식	락스200ppm
6차	2017.07.13.	백선	Btype2차	2type	ClO ₂	건식	락스200ppm



그림 4-70. 수출용 국화의 MEFI 패키지 준비과정 및 수출환경 적용실험

(다) 백합 수출환경 적용실험

총6회의 수출환경 적용실험에서 백합은 ‘메두사’, ‘시베리아’, ‘쉐라’ 품종을 사용해서 실험하였으며 수출시기에 생산되는 품종에 따라 실험한 결과 시베리아 5회, 메두사 2회, 쉐라 1회로 실험에 사용하였다. 이중 2회의 실험에서는 메두사와 시베리아를 동시에, 쉐라품종과 시베리아 품종을 동시에 진행하기도 하였다. LED는 Atype 재활용으로 두가지 영역대의 파장을 사용해서 실험을 진행하다가 2차 적용실험부터는 동일한 두가지 파장을 이용해서 반복실험을 진행하였다. 신선도 유지물질은 2차 수출환경 적용실험에서부터 사용하였으며, 처음에는 에틸렌흡착제와 ClO₂를 같이 사용하다가 4~5회차에는 ClO₂를 이용, 6회차에는 에틸렌흡착제를 사용해서 실험하였다. 수출방식은 건식을 사용하였으며, 물올림은 2회차부터 크리잘 SVB절화수명 연장제를 사용하였다. 수출용 포장박스에는 백합의 규격에 따라 3~5분씩 고정하여 포장하였으며 상단의 한 개의 MEFI모듈을 부착하였으며, 이때 최상단과 모듈의 거리가 8-12 cm 이상을 유지하도록 하였다.

표 4-10. 수출용 백합의 유통환경 최적화를 위한 수출현장 적용시험

실험 차수	실험세팅 (day)	백합 품종	제품타입	LED 파장	신선도 유지물질	수출 방법	물올림 (건식조건)
1차	2015.12.05.	메두사, 시베리아	Atype 재활용	2type	-	건식	SVB
2차	2016.03.18.	시베리아	Btype2차	2type	에틸렌흡착제+ClO ₂	건식	SVB
3차	2016.07.25.	시베리아, 쉐라	Btype2차	1type	에틸렌흡착제+ClO ₂	건식	SVB
4차	2016.09.01.	메두사	Btype2차	1type	ClO ₂	건식	SVB
5차	2017.03.10	시베리아	Btype2차	1type	ClO ₂	건식	SVB
6차	2017.07.12.	시베리아	Btype2차	1type	에틸렌흡착제	건식	SVB

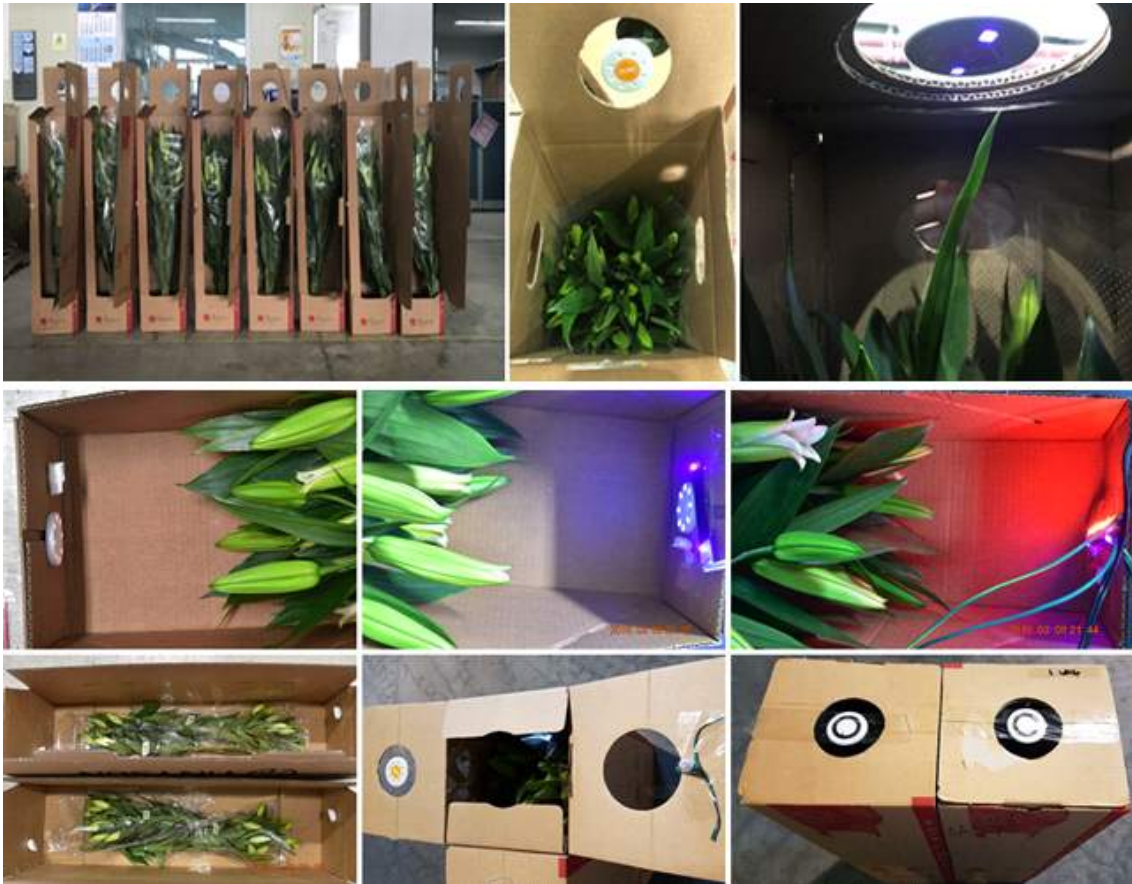


그림 4-71. 수출용 백합의 MEFI 패키지 준비과정 및 수출환경 적용실험

제5절 신선도 유지 기술에 대한 기술가치 및 사업성 평가

1. 지식재산권 확보를 위한 특허정보 조사

가. 특허 정보 분석

(가) 제목 : 화웨이류의 보존 및 유통기간 개선을 위한 LED 기술에 대한 특허정보 분석

(나) 수행기관 : 특허법인 웰엘엔케이

(다) 특허정보 분석 수행기간 : 2014.09.01.-2014.11.30. (3개월)

(라) 수행내용 :

- ① 유효특허 검색 - 제품(기술)의 특정, 657건 검색
- ② 유효특허 선별 - 유효특허 657건 선별
- ③ 문제특허 분석 - 본사 기술과 유사한 문제특허 52건 선별 및 분석
- ④ 장벽특허 4건에 대한 심층 분석 및 1:1 침해위험성 판단
- ⑤ 경쟁사 성향분석 - 경쟁사 분쟁 동향 파악
- ⑥ 무효조사 - 비침해전략 필요한 핵심특허를 대상으로 한 무효자료 조사
- ⑦ 기술구성 개선방안 도출
- ⑧ 신규권리확보 방안 수립 및 확보 - 회피설계를 통한 신규 IP설계

(마) 결론:

- ① 본사의 기술을 분석하여 화웨이류의 유효성분 및 보존기간 개선을 위한 LED 기술 분야의 특허 657건 중 문제특허 52건, 유사특허 4건에 대하여 침해위험성 판단을 수행함
- ② 그 결과, 시크제네시스의 기술은 1건의 선행 특허를 침해하는 것으로 판단하여, 문제특허에 대한 무효화 방안을 설계하였으며, 나아가 기존 기술의 한계성을 분석하여 이를 해결하는 방안을 설계함

2. 지식재산권 확보 및 기술 가치 평가

가. 신선도 유지기술 관련 지식재산권 확보

산업재산권(발명특허, 실용신안, 의장, 규격 등), 신품종, 프로그램개발					
번호	출원등록명	출원등록자명	구분	종류	출원등록일
1	엘이디 시트	이승원	특허출원	특허	2015-06-16
2	저장용기용 조명장치	이승원	특허출원	특허	2015-06-16
3	신선도를 유지하기 위한 장치	이승원	특허출원	특허	2015-09-07
4	신선도유지장치	이승원	특허출원	특허	2016-04-20
5	신선도를유지하기위한장치	이승원	특허등록	특허	2015-09-07
6	제05류,제31류,제11류,제09류,제06류	이승원	특허출원	상표	2016-10-20
7	절화류 보관장치 및 이의 보관방법	이승원	특허출원	특허	2016-09-09
8	저장용기용 조명장치	이승원	특허등록	특허	2016-12-22
9	엘이디 시트	이승원	특허등록	특허	2017-03-16

나. 기술가치 평가

1) 평가대상 특허기술의 개요

발명의 명칭	저장용기용 조명장치
출원번호(출원일)	2015-00***** (2015.03.30)
등록번호(등록일)	10-16***** (2016.12.22)
출원인	이승원
존속기간	2035.03.30
심사경과	특허 등록결정(2016.10.31.)
청구항	독립항(1), 종속항(4)

2) 기술가치 평가 결과

항 목	평가결과
순현금흐름(2017~2025)	11,988백만원
할인율	15.37%
사업가치	1,121백만원
기술기여도	21.2%
기술가치	237.2백만원

평가 대상기술 및 기술제품에 대한 특허 권리성, 기술성, 시장성 및 사업성 등 종합적인 분석

결과를 토대로 기술의 가치를 산정 받았다.

- 평가 방법 : 일반적인 기술가치평가방법인 수익접근법(Income Approach)의 미래현금흐름 할인법(Discounted Cash Flow Method)을 적용하여 가치분석을 실시 (P3 / 1.3.)
- 평가 절차 : 평가대상 기술의 가치 분석을 수행하기 위해 해당 전문가의 현장실사, 평가대상기술의 권리성, 기술동향, 기술제품의 해당 산업동향, 시장동향, 업체동향, 원가분석, 사업위험 등에 대한 조사·분석을 수행하였고, 또한 최선의 이용가능한 객관적 정보의 활용, 합리적인 가정 및 일반적으로 인정하는 평가방법을 적용하여 특허기술의 경제적 수명, 매출액 추정, 할인을 및 기술기여도 등을 도출 (P3. / 1.4)
- 평가결과 요약 : 매출액은 2017년부터 발생하는 것으로 가정하였으며, 본 기술제품의 향후 경제적 수명기간인 2025년까지 창출할 총 순현금흐름액(순현금유입액)은 11,988백만원으로 추정되었습니다. 이를 할인율 15.37%를 적용하여 현재가치화 할 경우 평가기준일 현재 사업가치는 1,121백만 원, 사업가치 창출에 기술이 공헌한 기술기여도를 곱하여 측정한 기술가치는 237.2백만 원으로 산출 (P4/ 1.5.1.)
- 특허기술의 경제적 수명 :기술의 경제적 수명 추정은 평가대상기술의 기술수명주기를 고려하여 기술제품의 경제적 수명주기 추정하여, 기술수명 영향요인(기술 및 시장요인)과 법적 권리존속기한 등을 종합적으로 고려하여 13.2년으로 추정 (P4./ 1.5.2)
- 매출액추정

(단위 : 백만원)

구 분	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
매출액	4,563	5,911	7,655	9,915	12,841
구 분	2022년	2023년	2024년	2025년	CAGR(%)
매출액	16,631	21,539	17,166	13,681	8.2

다. 권리성 분석

- 전체적인 권리안정성은 보통
- 평가대상특허를 실시함에 있어서, 근접기술로 평가되는 선행기술들이 등록된 권리가 없는 공개된 기술 또는 논문이거나, 등록이 되었어도 권리존속기간이 만료되어 소멸된 것이므로 선행권리와의 저축가능성은 매우 낮음

라. 기술성 분석

- 기술의 유용성 : 새로운 기술은 대상특허의 기본 구성을 차용해야만 하므로 대상특허는 여전히 원천기술로서 유효한 경제적 영향력이 있을 것으로 예상함 (P56 / 3.1.5.)
- 기술의 경쟁성 (P59 / 4. 종합의견)
 - 대상특허는 간단한 구조로서 제작에 들어가는 비용이 후속 기술보다 훨씬 저렴하고, 효과는 유사할 것으로 예상되는바, 초기 시장에서는 선점에 의한 효과가 있을 것으로

보임

- LED 소자 가격이 하락하는 2020년 이후에는 가성비를 무기로 일반 농산물 시장에서 승부가 가능할 것인바, 시장에서의 경쟁력은 2025년까지 충분히 유지할 수 있을 것으로 예상됨
- 대상특허는 특허권이며 후속기술들이 모두 대상특허를 원천으로 이용할 가능성이 높기 때문에 특허권 자체에 의한 경제적 영향력은 존손기간 만료 예정인 2032년까지 유지할 것으로 예상함

마. 시장성 분석

- 평가대상특허와 유사한 특허는 현재까지 출원되지 않아 기술적 권리적 면에서 원천 또는 선도 기술에 해당되며, 현재 시장에 관련 제품의 출시가 없지만, 최근 들어 평가대상특허와 유사한 중국 특허 출원이 급증하는 것을 고려해 볼 때, 향후 관련 분야의 시장성은 매우 긍정적으로 보임 또한 대상특허가 현재 제품을 곧 출시 예정이므로 전체 시장에서의 많은 부분을 선점할 것으로 예상함
- 평가대상특허는 기술적인 면에서 농산물의 신선도를 더 길게 유지해준다는 확실한 장점이 있는바, 이를 고급 농산물에 적용할 경우 국내 시장 및 수출 시장에서 매우 유리한 고지를 확보할 수 있을 것으로 예상함

3. 기술사업화 준비

금년도 하반기부터 본격적으로 기술사업화 노력을 시작하였다. 2017년 7월6일-8일 오사카에서 열린 오사카-대전 수출상담회에서 실제로 로터스코퍼레이션과 4만 달러의 첫 수출계약을 달성하였다. 로터스사 외에도 현재 2개사로부터 샘플테스트 의뢰를 받아 현재 진행중에 있다.

제4장 목표달성도 및 관련분야 기여도

1. 목표달성도

구분	세부연구 목표	평가의 착안점 및 척도	가중치 (%)	달성도 (%)
1차 년도	○ 절화 장미, 국화의 계절별 재배환경 데이터의 수집과 절화수명과 의 관계분석	▪ 계절별로 수집된 데이터의 균일성 및 절화수명 변동과의 일치성	15	100
	○ 절화장미의 잿빛곰팡이 억제 및 선도유지를 위한 전처리 기술 개발	▪ 개발된 전처리제의 절화수명 연장 및 잿빛곰팡이병 억제 효과 정도	10	100
	○ 수확 후 유통환경의 변화와 절화 수명과의 관계 분석	▪ 수집된 유통환경요인의 데이터의 균 일성 및 그에 따른 절화수명 변동성 과의 일치	10	100
	○ 절화 국화의 선도 및 수명에 영 향을 미치는 재배 및 환경 요인 분석과 선도유지에 효과적인 전 처리제 개발	▪ 계절별, 농가별 환경요인 데이터의 수집 및 분석 여부	10	100
		▪ 국화 전용 전처리제 개발 여부	10	100
		▪ 수출 절화국화의 재배환경 및 수확 후 관리기술 현장실증시험 여부	5	100
	○ 절화백합 재배환경별 품질 분석 연구와 최적 예냉 및 선도유지 처리기술	▪ 재배환경 데이터의 정확성 및 균일성 ▪ 최적 수확시기, 예냉 및 선도유지 처 리기술 효과	20	100
	○ 건식용 MEPI 기술의 절화 선도유지 효과 분석 및 수출 및 국내 현장 시험평가	▪ 건식 유통에서 MEFI 기술의 포장재 적용성 평가	10	100
▪ 건식 유통에서 통합된 유통 기술을 포함한 수출 및 현장 실험에서 절화 수명 연장 효과의 평가		10	100	

구분	세부연구 목표	평가의 착안점 및 척도	가중치 (%)	달성도 (%)
2차 년도	○ 절화 장미, 국화, 백합의 품질 및 절화수명 극대화를 위한 최적 수확 전 환경분석 및 수확 후 품질관리 표준화	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 절화수명을 좌우하는 주요 환경요인의 도출과 정확도 ▪ 계절변동에 따른 절화의 표준 품질유지기간의 정확도 	10	100
	○ 수출 절화 장미의 수확 후 관리기술의 확립 및 현장 적용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 계절별로 수출시 발생하는 문제점을 제어할 수 있는 정도 	10	100
	○ 절화 국화의 수확 후 선도유지를 위한 예냉 및 선별방법 조사와 재배환경 및 수확 후 관리기술의 현장적용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1년차의 결과를 토대로 최적 재배 환경요인의 도출과 재배농가에의 적용 여부 	10	100
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 예냉 및 선별 방법에 따른 절화 국화의 선도유지 및 수명연장 기술 구축 	10	100
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수출 절화국화의 재배환경 및 수확 후 관리기술 현장실증시험 여부 	5	100
	○ 절화백합의 test bed내 품질 분석 연구 및 수확 후 선도유지를 위한 최적 처리기술 확립	<ul style="list-style-type: none"> ▪ test bed 데이터의 정확성 및 균일성 ▪ 계절별 절화 백합의 선도유지를 위한 최적 처리 기술 확립정도 	20	100
	○ 습식용 MEFI 기술의 절화 선도유지 효과 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 적용된 기술의 절화수명 연장효과 	15	100
○ 습식용 MEFI 기술의 수출 및 국내 현장 시험평가	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 습식 유통에서 MEFI 기술의 포장재 적용성 평가 	10	100	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 습식 유통에서 통합된 유통 기술을 포함한 수출 및 현장 실험에서 절화수명 연장 효과의 평가 	10	100	

구분	세부연구 목표	평가의 착안점 및 척도	가중치 (%)	달성도 (%)
3차 년도	○ 절화 장미, 국화, 백합의 잠재적 절화수명과 유통 후 절화수명과의 관계분석을 통해 소비지에서에서의 최종 절화수명 도출 및 표준화	<ul style="list-style-type: none"> 표준화된 품질유지기간과 수출시의 실제 절화수명과의 일치 정도 	10	100
	○ 절화 장미, 국화, 백합의 수확부터 수출 후 소비지에 이르기까지 각 단계별 수확 후 품질관리의 표준화 및 매뉴얼화	<ul style="list-style-type: none"> 표준화된 품질관리 기준의 타당성 	10	100
	○ 수출용 장미의 절화 수명 및 선도유지 극대화를 위한 수확 후 관리 기술의 현장 적용 및 모델화 구축	<ul style="list-style-type: none"> 수출 절화 장미 농가에서 수확 후 관리 기술의 실증 실험을 통해 도출된 결과의 실효성 여부 	10	100
	○ 절화 국화의 선도유지를 위한 효과적인 저장방법 개발과 생산, 수확, 유통단계별 현장 적용 모델화 및 현장 보급	<ul style="list-style-type: none"> 내부 포장재 종류와 습식 또는 건식 방법에 따른 절화 국화의 수명 연장 기술 구축 	10	100
		<ul style="list-style-type: none"> 생산부터 일본 수출 유통과정의 실증실험을 연 3회이상 실시 여부 재배환경 및 수확 후 관리, 수출 유통과정별 매뉴얼 개발 여부 현장 적용 모델의 타당성 및 현장 보급 정도와 정책 제안 여부 	15	100
	○ 수출 절화 백합 선도유지를 위한 최적 저장유통 환경관리 시스템 구축 및 현장화	<ul style="list-style-type: none"> 계절별 저장유통환경의 확립정도 각 단계별 도출된 기술들의 효과성 정도(기존 기술의 20% 이상) 	20	100
	○ MEFI 기술을 탑재한 습식 및 건식 유통 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> MEFI 기술의 효과에 대한 공인시험평가 기술가치 평가함 	10	100
	○ MEFI 기술의 현장 적용	<ul style="list-style-type: none"> 습식 및 건식용 현장 적용용 MEFI 모듈 개발 	15	100

2. 관련분야 기여도

가. 전체적 효과

- 품목별 절화의 재배~수확~유통단계에 이르기까지 품질관리의 패키지기술 매뉴얼화
- 주요 절화류 품목별 절화의 신선도 향상을 위한 수확 후 품질관리 체계화기술 개발에 따른 매뉴얼화 및 현장 적용 관리 기술의 모델화
- 수확 후 유통 단계별 최적 환경 시스템 구축에 따른 유통 체계화 기술 현장 적용
- 품목별 단계별 품질관리 체계화기술 개발에 따른 패키지 기술의 농가 현장 보급, 홍보, 교육컨설팅 지도
- 품목별 단계별 신선도 향상 패키지 기술의 타작물로의 확대 적용의 물모델화
- 수출용 절화 장미·국화·백합 생산현장 및 유통 상의 현장애로기술 연구 및 투입으로 문제점 조기해결 및 단계별 고품질 관리기술 보급형 가이드라인 제시 및 현장화
- 고품질 수출상품 기획생산현장에서 발생하는 문제점 해결을 통한 수익증대효과
- 고품질 기획 상품 생산과 수확 후 수출유통과정 중의 선도유지 기술의 산학연 공동연구 유기적 협조체제 구축
- 품목별 품질관리 패키지기술의 산업현장 도입으로 한국산 브랜드가치 상승 및 국제경쟁력 확보 및 부가가치 창출

나. 기술적 효과

- 생산~수출단계 시 고품질 유지 및 상품성 향상
- 품목별 생산~수출~유통단계 품질관리기술 체계화를 통한 패키징 기술 개발, 현장적용 및 타작물 확대 적용 기여
- MEFI의 신개념 기술도입으로 절화류의 신선도 향상 제품 개발 기술 및 경쟁력 확보
- 품목별 생산환경 및 수확 후 환경의 상관분석을 통한 소비지의 최종 절화수명 예측 기술 확보
- 수출상품에 대한 구체적인 절화수명기간 예측을 통한 고품질 생산 기획 및 보증 기술 확보
- 절화 생산~수출~유통현장의 기술적 문제 해결 및 고품질 고수익 상품 생산에 기여

다. 경제적 효과

- 품목별 신선도 향상 패키지기술 적용에 따른 수출확대 및 소득증대 효과
- 수출 절화의 수확 후 유통과정 중 상품성 손실 최소화를 통해 수출 경제적 효과 창출
- 고품질, 신선도 향상 패키지기술의 산업화 투입으로 수출 극대화 및 고수익 창출에 기여
- 고부가가치 화훼류 상품의 국내·외 시장 경쟁력 강화 및 수출시장의 선점
- 타 농산물의 수확 후 관리기술 활용에 기여

- 수출 절화류의 생산~수출~유통단계 품질관리 체계화기술에 따른 패키지기술 개발로 원천기술의 해외 브랜드 대비 산업 경쟁력과 기술력 우위 확보
- 신선도 향상 패키지기술의 현장화로 절화류 브랜드 가치 상승 및 이를 통한 수출 증대
- 신선도 향상 패키지기술의 현장 적용 모델로서 타 작물 확대 적용 기여
- MEFI 기술을 탑재한 포장박스 개발로 절화 선도유지 기술력의 우위를 확보하고, 국내외 유통 패키지 시장의 선점

라. 상품화 및 사업화

- 화훼류의 품목별 전용 MEFI 기반 기능성 포장재 1종 개발 및 지식재산권 확보, 기술가치 평가
 - 유통과정의 적정시기에 상품성의 극대화, 화훼자체 신선도 유지 기술 및 배송 방법 개발
 - 예냉, 전처리제, 저장기술과 유통방식에 따른 기능성 포장재의 적용으로 유통 패키지 제품 생산 및 수출확대의 산업화
 - MEFI 기술 개발의 적용으로 인한 다른 품목으로의 확대 적용
 - 국내외 농산물 유통 패키지 사업화 확대

제5장 연구결과의 활용계획

1. 절화장미의 작형별, 계절별 재배환경 변화에 따른 절화수명 규명

- 절화장미의 재배농가별, 계절별로 재배환경이 절화수명에 미치는 영향을 정량화함으로써 고품질 절화장미 생산을 위한 최적 환경조건 설정에 관련된 농가교육 및 현장적용을 통해 한국산 수출 장미의 품질 향상 및 농가수익 증대를 도모할 계획임.
- 재배농가에서 RH 조건 개선을 위해 보광시설을 설치함으로써 실제 재배환경 변화와 절화수명 개선의 관계를 규명하여, 이를 기반으로 재배환경 개선효과에 대한 영농활용 및 재배환경 개선을 위한 시설지원 등 정책제안에 활용하고자 함
- 절화장미의 수출시 잠재적 절화수명과 함께 선적, 물류센터 또는 경매장에서의 온습도 변화의 중요성을 도출함으로써 절화 수출 환경 개선을 위한 매뉴얼을 개발하고, 현장적용 및 교육 등을 통하여 품질향상 도모와 유통환경 개선 등과 관련한 정책제안에 활용하고자 함
- 절화장미의 재배농가 및 계절 변동에 따른 재배환경요인과 형태, 생리, 유전적 요인들이 잠재적 절화수명에 미치는 요인들에 대한 다변량분석 및 정량화를 통해 화훼류 수확 후 생리 연구의 새로운 분야를 개척하고, 향후 절화수명 예측분야를 위한 데이터 확보 및 관련분야에 대한 기술선점이 가능할 것으로 예상됨.

2. 국화의 생산단계와 수확 후 유통단계별 선도유지기술 개발 및 현장적용 모델 개발

- 절화 국화의 생산, 수확, 유통단계별 현장 적용 모델화 개발로 재배농가별, 품종별, 전 과정단계별 기술 적용을 위한 농가교육 및 현장화에 활용하고자 함.
- 절화국화 수확 후 신선도 유지를 위해 개발된 예냉방법 및 전처리제를 수출업체와 농가에 보급하고 국화출하 및 수출에 적용함으로써 절화품질 향상을 도모함. 한편, 현재 사용 중인 전처리제에 비하여 경영비 절감효과 기대됨.

3. 수출 절화백합의 최적 재배, 수확 후 관리기술 개발 및 산업화

- 고품질 수출 절화백합의 상품성 향상을 위해 현장에서 발생하는 문제점 해결과 수확 후 선도유지용 최적 처리기술을 개발하고 생산 현장에서의 최적 처리방법 및 조건을 확립하여 최적의 상품 품질 및 고효율 생산성 향상을 도모함.
- 백합 재배농가별, 작형별 재배환경의 절화수명과의 관계를 분석하여 고품질 절화 생산을 위한 수확 전 환경조건을 도출해냄. 특히 백합 수출시 가장 문제가 되는 불개화, 조기노화 및 화색발현 등을 손쉽게 방지할 수 있는 농가형 전처리 기술 개발을 통해 절화 품질향상의 극대화를 도모함.
- 농가의 재배이력 및 계절별 농가환경 조사, 수출과정의 미기상 환경 분석 및 농가수준의 전처리 기술 개발, 경제적이고 손쉬운 농가형 최적의 수출 절화백합의 품질 및 수명 연장 기술을 확립, 홍보 매뉴얼을 개발하는 단계로 연구개발을 추진할 계획임.

4. MEFI 기술을 이용한 화훼 국내 유통 및 수출 패키지 개발 및 현장 적용

- 절화장미·국화·백합에 대한 신선도 유지를 위한 기술이 통합된 최적 패키지 시제품을 제작하여 실제 수출현장에 적용할 수 있는 모델을 보급할 계획임.
- 품목별 신선도 향상 패키지기술 적용에 따른 수출 절화의 수확 후 유통과정 중 상품성 손실을 최소화함으로써 수출의 경제적 효과를 증대시킬 것임.
- MEFI 기술을 탑재한 포장박스 개발로 절화 선도유지 기술력의 우위를 확보하고 국내외 유통패키지 시장을 선점할 것으로 예상됨.

제6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

해당사항 없음

제7장 연구개발 결과의 보안등급

해당사항 없음

제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

해당사항 없음

제9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

1. 기술적 위험요소 분석

- 유리온실 내 차광막 개폐용 모터 작동 시 위험
- 유리온실 내 전기시설 과부하 위험

2. 안전관리대책

1) 연구실 안전 점검 체계 및 실시

① 실험실 안전 점검 체계

- A 등급 : 가연성가스, 인화성 시약, 유해화학물질, 다량의 폐액배출, 독극물, 생물 및 동물, 방사성 동위원소, 위험성이 높은 기계장비가 설치된 실험실
- B 등급 : 일반시약, 소규모 인화성 시약, 불연성가스, 소량의 폐수발생실험실
- C 등급 : 이화학실험을 수행하지 않는 전기, 설계, 컴퓨터 관련 실험실



- ※ 위험등급별로 환경안전점검을 단계별로 체계화하여 관리
- ※ 관리위험등급의 지정

② 실험실 정밀안전진단 실시

- 대상 : 연구개발활동에 유해화학물질 관리법 제2조 7호에 따른 유해화학물질을 취급하는 연구실, 산업안전보건법 제 39조에 따른 유해인자를 취급하는 연구실, 과학기술부 령이 정하는 독성가스를 취급하는 연구실
- 실시 : 2년마다 1회 실시하여 교육과학기술부에 보고

③ 모터 및 전기시설 분기별 점검 실시

2) 교육 훈련

① 개요 : 실험실의 안전을 확보하고 종사자의 건강을 보호하여 실험 및 연구활동에 기여하고, 또한 연구실 안전환경조성에 관한 법률에 의거하여 실험실의 환경안전교육이 의무화 됨에 따라 이공계열 대학원생 및 관련자 전원은 환경안전교육을 의무적으로 수강

② 교육대상 : 교수, 학생, 실험조교, 전문직원, 소속연구원 및 업체직원 등

③ 단계별 교육 이수과정

- 1단계 : 공통이수과목 (등록실험실전체)
- 2단계 : 특수실험실

④ 교육구분

- 정기교육 : 년 2회 실시
- 비정기 임시교육

- 대상 : 새로운 실험과정의 신설시, 연구소의 신설시, 교육 미 이수자(신입 대학원생,

전담직원, 연구원, 업체직원, 유해물질 취급자 등)

- 방법 : 사이버 교육 환경안전교육 등 (홈페이지 개설 동영상교육), 자료/유인물, 외부 온라인상, 외부강사, 전문교육기관의뢰 등
- 특별교육: 해당기관에서 자체 또는 외부의 전문기관에 의뢰하여 위탁교육 실시

제10장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	논문	Relationships between the longevity, water relations, ethylene sensitivity, and gene expression of cut roses	세종대	교신 저자	미국	3.248	2017.09.01	중복	SCI
2	기술 이전	국화 재배환경 관 리 및 수확후 관리	목포대	책임자	대한민국	-	2017.06.22	단독	무상
3	기술 이전	절화장미의 수명 연장을 위한 재배 환경 분석 및 환경 제어 기술에	세종대	책임자	대한민국	-	2017.07.26	단독	유상
4	특허	엘이디시트	씨크제네 시스	책임자	대한민국	-	2017.06.16	단독	
5	특허	저장용기용 조명장 치	씨크제네 시스	책임자	대한민국	-	2016.12.22	단독	사업화

제11장 기타사항

해당사항 없음

제12장 참고문헌

- Arve, L.E., Terfa, M.T., Gislerod, H.R., Olsen, J.E., Torre, S., 2013. High relative air humidity and continuous light reduce stomata functionality by affecting the ABA 352 regulation in rose leaves. *Plant Cell Environ.* 36, 382-392.
- Kwon, S., G.J. Choi, K.S. Kim and H.J. Kwon, 2014. Control of *Botrytis cinerea* and postharvest quality of cut roses by electron beam irradiation. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 32:507-516.
- Koo, H.N., S.H.Yoon, C.Yoon and G.H. Kim. 2012. Electron beam irradiation induces abnormal development and the stabilization of p53 proteein of American sorpentine leafminer, *Liriomyza trifolii*(Burgess). *Radiat. Phys. Chem.* 81:86-92.
- Cevallos, J.C. and M.S. Reid. 2001. Effects of temperature on the respiration and vase life of *Narcissus* flowers. *Acta Hort.* 517:335-341.
- Chin, Y.D., J.C. Hwang, J.K. Kim, B.G. Son, Y.W. Choi, and J.S. Kang. 1999. Control of flowering by short-day and ethephon treatments in breeding chrysanthemum 'Hwangeza'. *J. Agri. Tech. & Dev. Inst.* 3:1-5.
- Choi, P.M., H.Y. Joung, Y.J. Choi, D.H. Goo, and Y.I. Kang. 2013. Vase life and quality as affected by storage conditions in cut freesia 'Shiny Gold'. *Flower Res J.* 21(1):5-10.
- Choi, P.M., J.H. Rhee, H.Y. Joung, and D.H. Goo. 2012. Effects of storage temperature on the quality of cut *Lilium* Oriental hybrids 'Casa Blanca', 'Medusa', and 'Siberia'. *Flower Res. J.* 20(3):117-123.
- Choi, S.Y., E.J. Hur, O.G. Kwon, and J.H. Lim. 2009. Effect of night minimum temperature during winter season on growth and flowering in chrysanthemum 'Beakma'. *Flower Res. J.* 17(4):226-230.
- Cockshull, K.E. and A.M. Kofranek. 1994. High temperature delay flowering, produce abnormal flowers, and retard stem growth of cut-flower chrysanthemum. *Scientia Hort.* 56:217-234.
- Dilley, D.R. and W.J. Carpenter. 1975. Principles and application of hypobaric storage of cut flowers. *Acta Hort.* 41:249-262.
- Doi, M., Hu, Y., Imanishi, H., 2000. Water relations of cut roses as influenced by vapor pressure deficits and temperatures. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 69, 584-589.
- Doi, M., Miyagawa-Namao, M., Inamoto, K., Imanishi, H., 1999. Rhythmic changes in water uptake, transpiration and water potential of cut roses as affected by photoperiods. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 68, 861-867.
- Fanourakis, D., Pieruschka, R., Savvides, A., Macnish, A.J., Sarlikioti, V., Woltering, E.J., 2013. Sources of vase life variation in cut roses: A review. *Postharvest Biol. Technol.* 78, 1-15.
- Grace, J., 1988. Plant-Response to Wind. *Agr. Ecosyst. Environ.* 22-3, 71-88.
- Han, E.J., Y.R. Cho, and Y.B. Lee. 1998. Air temperature and relative humidity affect the

growth of chrysanthemum plantlets in the microponic system. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:625-628.

Halevy, A.H. and S. Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Hort. Rev. 3:59-143.

Hwang, I.T., K.C. Cho, B.S. Kim, H.G. Kim, J.G. Kim, and K.S. Kim. 2007. Effects of root substrate, preplanting nutrient charge and tray cell size on the quality and growth of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* L.) cuttings. Flower Res. J. 15(3):131-135.

Hwang, I.T., K.C. Cho, H.G. Kim, G.Y. Ki, B.K. Yoon, J.G. Kim, T.H. Han, J.H. Lee, and Y.K. Yoo. 2010. Effects of stock plant management and foliar spray of GA on the flower quality in hydroponically grown chrysanthemum cv. 'Shinma'. Flower Res. J. 18(4): 256-260.

In, B.C., Chang, M.K., Byoun, H.J., Son, K.C., 2010. Effect of Vase Water Temperature and Leaf Number on Water Relations and Senescence of Cut Roses. Kor. J Horti Sci 28, 609-617.

Jiang, W.B., Z.R. Sun, L.A. Yu, and S.T. Zhou. 1989. The effect of low temperature storage in combination with sucrose pulsing on cut gladiolus. Acta Horticulturae 16(1):63-67.

Kim, J.H., T.J. Kim, J.W. Lee, C.H. Lee, H.H. Kim, and J.S. Lee. 1998. Influence of planting time, short-day treatment time, and number of plants per pot on the flowering responses and quality of pot-mum (*Dendranthema grandiflorum*). J. Kor. Flower Res. Soc. 7(1):41-46.

Kim, Y.H., E.J. Huh, S.Y. Choi, Y.R. Lee, and J.S. Lee. 2009. Effect of high temperature and day length on flower abnormality and delayed flowering of spray chrysanthemum. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 27(4):530- 534.

Kim, S.J. S.K. Lee, and K.S. Kim. 2012. Current research trend of postharvest technology for chrysanthemum. Korean J. Plant Res. 156-168.

Korea Agricultural Trade Information (KATI). 2017. Korea agricultural trade information. 2017.07.18. <http://kati.net/>

Lee, B.J., M.K. Won, D.H. Lee, and D.G. Shin. 2001. Changes in SPAD chlorophyll value of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) by photoperiod and light intensity. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 19(4):555-559.

Lee, B.J., M.K. Won, D.H. Lee, and D.G. Shin. 2002. Photosynthesis and respiration of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) as influenced by light intensity and CO₂ levels. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43(3):275-279.

Lee, C.H. and M.H. Cho. 2011. Control of unseasonable flowering in chrysanthemum 'Baekma' by 2-chloroethylphosphonic Acid and night temperature. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 29(6):539-548.

Lee, J.H., E. Heuvelink, and M.J. Bakker. 2009. Interaction effects between light level and plant density on plant growth, development and external quality in year-around cut chrysanthemum. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 27(3):391-398.

Mayak, S., Halevy, A.H., Sagie, S., Bar-Yoseph, A., Bravdo, B., 1974. The water balance of cut rose flowers Physiol. Plant. 31, 15-22.

Mor, Y., A.H. Halevy, A.M. Kofranek, M.S. Reid. 1984. Postharvest handling of Lily of

the Nile flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(4):494-497.

Mortensen, L.M., Gislerød, H.R., 1999. Influence of air humidity and lighting period on growth, vase life and water relations of 14 rose cultivars. *Sci. Hortic.* 82, 289.

Mortensen, L.M. 2000. Effect of air humidity on growth, flowering, keeping quality and water relation of four short-day greenhouse species. *Sci. Horti.* 86:299-310.

Mortensen, L.M. and T. Fjeld. 1998. Effects of air humidity, lighting period and lamp type on growth and vase life of roses. *Sci. Horti.* 73:229-237.

Mortensen LM and H.R. Gislerod. 2000. Effects of air humidity on growth, keeping quality, water relations and nutrient content of cut rose. *Gartenbauwis* 65:40-44.

Nowak, J. and R.M. Rudnicki. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants. Timber Press, Oregon, USA.

Park, S.H. 1997. Effects of nitrogen and microelement levels of nutrient solution on the growth and development of chrysanthemum. MS thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea.

Ranwala, A.P. and W.B. Miller. 2000. Preventive mechanisms of gibberellin4+7 and light on low-temperature-induced leaf senescence in *Lilium* cv. Stargazer. *Postharvest Biol. Technol.* 19:85-92.

Roh, Y.S. and Y.K. Yoo. 2010. Effects of cutting condition on rooting and growth of cut flower in plug cutting of *Dendranthema grandiflorum* 'Shinma'. *Flower Res. J.* 18(4):244-250.

Ranwala, A.P. and W.B. Miller. 2005. Effects of cold storage on postharvest leaf and flower quality of potted Oriental- Asiatic and LA-hybrid lily cultivars. *Scientia Horticulture* 105:383-392.

Reid, M.S. 2007. Produce facts-chrysanthemum, florists mum. recommendations for maintaining postharvest quality. Davis Postharvest Technology Research & Information Center. Univ. of California. CA, USA. <http://postharvest.ucdavis.edu>.

Slootweg, G., ten Hoope, M.A., de Gelder, A., 2001. Seasonal changes in vase life, transpiration and leaf drying of cut roses. *Acta Horti.* 543, 337-339.

Torre, S. and T. Field. 2001. Water loss and postharvest characteristics of cut roses grown at high or moderate relative air humidity. *Sci. Horti.* 89:217-226.

Yeon, J.Y. and W.S. Kim. 2016. Correlation between vase life of cut roses for export and cultivation environments in summer. *Flower Res. J.* 24(4):312-318.

Yoo, D.K. and K.W. Kim. 2004. Effects of environmental conditions on growth and flowering response of *Dendranthema grandiflorum* Kitamura cv. Shuhouno Chikara. *J. Kor. Flower Res. Soc.* 12(1):68-76.

Yoo, Y.K. and Y.S. Roh. 2009. Effects of cutting condition on rooting and growth of cut flower in plug cutting of *Dendranthema grandiflorum* 'Iwanohakusen'. *Flower Res. J.* 17(4):256-261.

Yoo, Y.K. and Y.S. Roh. 2012. Growth and cut flower quality as affected by irrigation and nutrient level during short day treatment in *Dendranthema grandiflorum* 'Baekma'. *Flower Res. J.* 20(4):211-217.

Yoo, Y.K. and Y.S. Roh. 2014. Occurrence of white rust and growth of chrysanthemum 'Baekma' under various relative humidity and temperature conditions in the greenhouse. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 32(2):803- 811.

Yoo, Y.K., Y.S. Roh, and B.C. Nam. 2016. Occurrence of white rust and growth of chrysanthemum 'Baekma' by control of relative humidity with night ventilation and heating in the greenhouse. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 32(2):803-811.

Wang, S., Boulard, T., Haxaire, R., 2000. Measurement and analysis of air speed distribution in a naturally ventilated greenhouse. *Acta Hortic.* 534, 277-284.

Zieslin, N., 1989. Postharvest control of vase life and senescence of rose flowers. *Acta Hortic.* 261, 257-264.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 수출전략기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 수출전략기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.