

어젠다코드	3 - 12 - 34		구 분	과제완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C10	작목구분코드	VC-01-0804
과제종류	공동연구		세세부사업	특화작목연구개발과제	
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
고랭지 여름딸기의 수출 및 내수촉진을 위한 고품질 안정생산 기술개발			'11~'12	강릉원주대학교	용영록
1) 강원도 사계성 딸기의 생산성 향상 기술개발			'11~'12	강릉원주대학교	용영록
2) 고랭지 딸기 예냉기술 개발			'11~'12	강릉원주대학교	홍세진
3) 여름딸기 고온기 양액재배 기술개발			'11~'12	원예연구과	김영진
색인용어	여름딸기, 수경재배, 지하수, 멀칭필름, 환풍				

ABSTRACT

This study was carried out to develop the techniques of hydroponics in summer cultivation using the ever-bearing strawberry for export to Japan in highland of Gangwon Province. New nutrient composition was $\text{NO}_3\text{-N}$ 5.2, $\text{NH}_4\text{-N}$ 0.2, $\text{PO}_4\text{-P}$ 1.5, K 2.0, Ca 3.8, Mg 1.0, $\text{SO}_4\text{-S}$ 0.5me/L made a proposal for summer cultivation of ever-bearing strawberry, used with nutrient and water absorption ratio by Yamazaki's method during the early and latter stage of growth. Potassium concentration of new nutrient composition was low as it was cultivated on the cocopeat substrate and was tested on greenhouse of ever-bearing strawberry in Cheorwon County, Gangwon Province for 2012. It showed similar effect on growth and yield of ever-bearing strawberry in summer against PBG nutrient composition. Flow of underground water through root zone on the high bed hydroponics of ever-bearing strawberry in summer was good to enhance fruiting. It showed that the cooling effects were $3.5\sim 3.6^\circ\text{C}$ on the average temperature and $4.2\sim 4.3^\circ\text{C}$ on the maximum temperature and showed that commercial yield increased as 32% and increased in profits as 1,410thousand won/10a. And ventilation system with duct under high bed hydroponics of ever-bearing strawberry in summer also was good to enhance fruiting. It showed that the lowering effects were 6.4°C and 41.7% respectively on the maximum temperature and humidity and showed that the growth and fruit quality of ever-bearing strawberry was good and yield increased as 7%. Support fixture for leaves and fruit cluster was developed to promote coloring ever-bearing strawberry in summer and was light because it was made by plastics to use easily for farmers of ever-bearing strawberry at any high bed hydroponic system. Effects of Mulching materials improvement with aluminium adhesion film was good on coloration of ever-bearing strawberry but that film was not durable as it was damaged easily while at work.

1. 연구목표

저온에서 생육이 양호한 딸기는 남부지방을 중심으로 겨울철 최소한의 난방으로 12월에서 5월까지 재배되는 고소득 작물이다. 2011년 통계청 기준으로 국내 재배면적이 5,816ha, 생산량이 171,519톤으로 고추, 수박 다음으로 생산액이 높지만 육묘, 수확, 선별에 노동력이 많이 들어 농촌 노령화 및 인력감소로 최근 재배면적이 점차 줄어들고 있는 추세이다. 딸기는 저온과 단일조건에서 화아분화하는 일계성 딸기와 고온장일 조건에서 화아분화가 되어 생장 발육 조건만 갖춰지면 개화, 결실하는 특성을 가지고 있는 사계성 딸기로 구분할 수 있다. 국내에서는 주로 일계성 딸기를 재배하고 있지만 강원도에서는 여름철 고랭지를 이용한 사계성 여름딸기 생산이 가능하여 동해안 지역의 겨울, 봄작형과 연계한 연중생산 체계를 갖추고 있다.

세계 최대 신선딸기 수입국인 일본은 2010년 4,655ha에서 156천톤의 딸기를 생산하고 있으나 우리나라와 마찬가지로 축성재배 작형이 대부분으로 겨울철에는 자국산 딸기를 소비하지만 6~11월은 딸기의 단경기로 여름철 수요를 수입으로 충당하고 있다. 일본의 여름딸기 시장은 4.5~5천톤으로 수입산이 3.5~4천톤을 차지하며 주로 미국에서 수입하여 여름철 케이크용으로 소비되고 있는데 매년 증가하고 있다(강 등, 2011). 강원도에서는 다른 수출경쟁국에 비해 지리적으로 유리한 여건을 기반으로 일본 수출을 목적으로 고랭지에 여름재배로 생산하고자 2003년부터 사계성 여름딸기를 도입하여 대관령을 중심으로 3ha를 재배하기 시작하여 당해에 56톤 995천불을 수출하였다. 2011년도에는 평창 외에 삼척, 철원 등 4개 시군으로 확대되어 25농가에서 11.8ha의 면적에서 174톤을 수출하여, 신선채소류 수출액 13,378천불 중 3,205천불로 신선채소 수출액의 24%를 차지하는 수출 2위의 채소작목으로 급속히 증가하였다.

여름딸기는 3월 하순부터 4월 하순에 걸쳐 정식한 후 5~6월 하순에 수확을 시작하여 11~12월까지 수확하고 있어 겨울재배에 비해 상대적으로 재배기간이 길다. 현재 고랭지에서 재배되고 있는 수출용 여름딸기는 하이베드를 이용한 수경재배 방식을 적용하고 있어 초기 투자비용이 많이 소요되고 있으나 고품질 딸기 생산 가능성이 높다. 그러나 남부지방의 겨울재배에 비해서 생산단수가 낮으며, 현재 강원도 여름재배 생산단수는 3.3m²당 6.2kg으로 일본의 50% 수준에 그치고 있어 생산성 향상을 위한 수경재배기술 확립이 필요한 실정이다. 또한 여름딸기의 품종은 유럽에서 육성된 사계성 품종인 ‘플라멩고’와 ‘샤롯데’, 미국에서 육성된 ‘알비온’ 등 주로 유럽과 미국에서 도입된 품종들이 대부분으로 품종별 특성 파악이 미흡하고 재배기술이 정립되어 있지 않는 문제점이 있다. 최근 농촌진흥청 고령지농업연구센터에서 국산품종인 ‘고하’(Lee et al, 2008), ‘강하’(Lee et al, 2010) 등 사계성 품종이 육성되어 농가에 보급되고 있으나 아직 품종 특성에 맞는 재배기술이 정립되어 있지 않은 실정이다.

강원도 사계성 여름딸기의 양액공급 방법은 2003년 도입 당시에 복합비료를 이용한 관비재배 시스템을 이용하여 정밀한 금액 및 양액관리가 불가능 하였고 미흡한 양액기술이 낮은 생산성으로 이어졌다. 특히 기존 딸기 수경재배용 배양액은 일본과 네덜란드에서 개발된 일계성 품종의 겨울재배용 양액으로 사계성 품종을 이용한 고랭지 여름재배와는 다소 차이가

있다. 또한 봄부터 가을까지 재배기간 동안 봄과 가을은 딸기 생육에 적합한 적정온도 유지가 용이하나 여름 고온기에는 고랭지라 하더라도 딸기의 적정 생육온도 보다 지나치게 높은 온도에 경과하는 기간이 길어져 균형있는 영양 및 생식생장을 유지하는 것이 매우 어렵다. 여름 고온기에 생식생장을 유도하여 착과시키는 것이 어려워 착과불량에 의한 기형과 발생 및 수량 감소가 나타나며, 장마기에는 수정 및 착색 불량으로 품질 저하 및 수량 감소가 발생하여 생산성에 큰 영향을 미치므로 이를 해결할 수 있는 기술개발이 시급하다.

따라서 사계성 여름딸기 재배에 적합한 새로운 배양액을 조성하여 농가의 생산단수 증가에 따른 소득제고 및 수출확대에 기여하고 여름철 고온기 착과 증진 및 장마기 착색증진을 통해 여름딸기 생산성 및 품질을 향상시키기 위하여 본 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

(시험 1) 수출용 사계성 여름딸기에 적합한 배양액 개발 및 농가실증

사계성 여름딸기는 저온 단일 조건에서 화아분화하는 일계성 딸기와는 화아분화 생리 및 재배기간의 특성이 다르나 강원도 내 여름딸기 재배농가에서는 주로 일본이나 유럽에서 개발한 일계성 딸기 동계재배용 양액을 이용하고 있는 실정이다. 따라서 사계성 품종을 이용한 여름재배에 적합한 배양액을 개발하고자 강원도농업기술원 채소온실에서 2011년 1년간 기존의 네덜란드 PBG 양액을 이용하여 새로운 배양액 조성을 하였고 그 결과를 2012년 강원도 철원의 농가에서 실증시험을 수행하였다.

시험품종은 강원도 내 수출용 여름딸기 재배농가에서 주로 재배하고 있는 영국에서 육성한 사계성 품종인 ‘플라멩고’와 프랑스에서 육성한 ‘샤롯데’를 자체 육묘하여 이용하였다. 재배방식은 하이베드 양액재배 방식으로 2011년 5월 15일 채소온실 내에서 30L 탱크를 이용하여 순환방식으로 3반복 시험구에 양액을 공급하였으며 배지는 코코피트를 이용하여 처리별 6주씩 정식하여 드리퍼를 이용하여 급액하였다. 양액공급은 정식 후 활착까지 10일간 원수만 공급하였고, 5월 25일부터 농도를 0.5, 1.0 및 1.5dS/m 3수준으로 처리하여 PBG 양액을 공급하였다. 사계성 여름딸기의 생육전기는 5월 25일~6월 30일의 착과 전, 후기는 7월 1일~10월 하순의 개화 후로 구분하여 전기와 후기의 양액 내 수분 흡수량의 변화와 각 성분의 농도변화를 측정하였다. 조사내용으로는 양분흡수량(n), 수분흡수량(w), 식물체의 생육, 수량, 경제성 등을 조사하였으며 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(RDA, 2003)에 준하여 조사하였다. 양수분 흡수율(n/w)은 식물체에 의한 양액 흡수량과 이온의 농도 측정치를 이용하여 Yamazaki 방법에 의해 다음의 식으로 산출하였다.

각 성분농도에 대하여, $y > y_1$ 일 때, $n/w = \frac{a}{w}(y - y_1) + y_1$; $y < y_1$ 일 때, $n/w = y_1 - \frac{a}{w}(y_1 - y)$ 로 하여 n/w를 계산하였다.

n : 흡수성분량(meq), w : 식물체가 흡수한 물의 양(L), a : 최초 양액 공급량(L)
y : 최초 양액의 다량원소 농도(meq·L⁻¹), y₁ : 재배 후 양액의 다량원소 농도(meq·L⁻¹)

(시험 2) 여름 고온기 착과증진 기술개발

사계성 여름딸기는 여름철 고온기에 생식생장을 유도하여 착과시키는 것이 어려워 평창 등 강원도 고랭지에서 기형과 발생 및 착과불량에 의한 수량 감소가 나타나는데, 고온기 시설내부 근권부 지하수 환류 및 내부환풍 처리를 통해 온도 저하에 의한 착과 증진 효과를 구명하고자 본 시험을 수행하였다.

근권부 지하수 환류 효과 구명 시험은 강원도 철원군 김화읍 여름딸기 수출농가 온실에서 2011년 1년간 하이베드 양액재배 시설에 영국에서 육성한 '샤롯데' 품종을 구입하여 이용하였다. 양액재배 방식은 순환방식으로 3반복 시험구에 네덜란드에서 조성한 PBG양액을 공급하였으며 배지는 코코피트를 이용하여 처리별 20주씩 25cm 간격으로 5월 15일 정식하여 드리퍼를 이용하여 급액하였다. 양액공급은 정식 후 활착까지 10일간 원수만 공급하였고, 5월 25일부터 농도를 1.0dS/m 수준으로 처리하여 공급하였다. 지하수는 정식 전 고설베드 내 15mm 연질관을 2줄 설치하여 6월부터 9월까지 4달간 10시부터 16시까지 시간당 2회로 20분씩 흘려보냈고 처리기간 중 데이터 로거(HOBO사)를 이용하여 대기온도, 처리베드, 무처리구의 근권온도를 측정하였다. 생육 및 과실 특성, 수량은 6월부터 10월 18일 까지 측정하였고 나온 데이터를 결과로 경제성 분석을 실시하였다.

시설 내부 환풍에 의한 착과증진 효과 구명 시험은 강원도 철원군 김화읍 여름딸기 수출농가 온실에서 2012년 1년간 하이베드 양액재배 시설에 영국에서 육성한 '샤롯데' 품종을 구입하여 이용하였다. 양액재배 방식은 순환방식으로 3반복 시험구에 2011년도에 사계성 여름딸기용으로 신규 조성한 배양액을 공급하였으며 배지는 코코피트를 이용하여 처리별 20주씩 25cm 간격으로 3월 15일 정식하여 드리퍼를 이용하여 급액하였다. 양액공급은 정식 후 활착까지 10일간 원수만 공급하였고, 3월 25일부터 농도를 1.0dS/m 수준으로 처리하여 공급하였다. 내부환풍 처리로 공기간극이 좌우 교호로 10cm인 폭 5cm 분수호스를 하이베드 위 여름딸기 식물체 하부에 설치하여 3.5HP 콤프레샤에 연결하였고, 덕트송풍 방식은 폭 30cm의 통비닐을 이용하여 350W 송풍기에 연결하여 하이베드 하단 파이프 중간에 설치하여 공기간극을 좌우 교호로 90cm 씩 뚫어 처리하였다. 또한 환풍기 방식은 25×25cm 크기의 환풍기를 하이베드 상단 엽 지지대 파이프 상단에 30cm 높이로 부착하여 2m 간격으로 설치하였고, 각 처리별 내부 환풍은 매일 9시부터 16시 사이에 1회 15분씩 8회에 걸쳐 송풍 처리하였다. 처리기간 중 데이터 로거(HOBO사)를 이용하여 대기 온·습도, 처리 베드 위 식물체 중간의 온·습도를 측정하였다. 생육 및 과실 특성, 수량은 6월부터 10월 18일 까지 측정하였고 나온 데이터를 결과로 경제성 분석을 실시하였으며, 5월부터 10월 까지 출하된 여름딸기를 수출, 내수, 주스용 및 폐기로 분류하여 수확된 물량의 상품성을 조사하였다.

(시험 3) 장마기 착색증진 기술개발

사계성 여름딸기는 여름철 장마기에 착과불량에 따른 수량 감소가 나타나며 특히 고온다습 조건 하에서 병해 발생이 심하고 일조량 부족에 따른 착색 불량과 발생이 심하여 상품과 생산이 곤란하여 장마기 수광량 증진을 통해 착색 증진 효과를 구명하고자 본 시험을 수행하였다.

엽 및 과방 지지대 개발은 강원도 철원군 김화읍 여름딸기 수출농가 온실에서 2011년 1년

간 하이베드 양액재배 시설에 적합한 모형을 농가와 협의하여 모형을 3차에 걸쳐 변경하여 기존 하이베드 양액재배 시스템에 맞춰 조정하였고 최종 플라스틱 모델을 선정하여 제작하였다. 엽 및 과방 지지대 완성품은 2012년 강원도 철원군 김화읍 수출딸기 작목반을 대상으로 시범 설치하였다.

멀칭필름 개선효과 구명 시험은 강원도 철원군 김화읍 여름딸기 수출농가 온실에서 2012년 1년간 하이베드 양액재배 시설에 영국에서 육성한 ‘샤롯데’ 품종을 구입하여 이용하였다. 양액재배 방식은 순환방식으로 3반복 시험구에 2011년도에 사계성 여름딸기용으로 신규 조성한 배양액을 공급하였으며 배지는 코코피트를 이용하여 처리별 20주씩 25cm 간격으로 3월 15일 정식하여 드리퍼를 이용하여 급액하였다. 양액공급은 정식 후 활착까지 10일간 원수만 공급하였고, 3월 25일부터 농도를 1.0dS/m 수준으로 처리하여 공급하였다. 멀칭필름은 기존의 흑백필름 처리와 알루미늄 증착필름, 은박 부직포를 구입하여 하이베드 근권부를 멀칭하였고, 생육 및 과실 특성, 수량은 6월부터 10월 18일 까지 측정하였고 과실 착색도는 색도색차계(MINOLTA사)를 이용하여 처리별 상품과 20개를 L, a, b값을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

(시험 1) 수출용 사계성 여름딸기에 적합한 배양액 개발 및 농가실증

기존의 사계성 여름딸기 수경재배용 배양액은 일계성 품종의 겨울재배를 중심으로 개발되어 고랭지 여름재배와는 생육조건에서 많은 차이가 있다. Yamazaki(1981)는 일본 원시표준액을 이용하여 1/3, 1/2 및 1배액의 3가지 농도 수준으로 딸기를 재배하여 생육단계별로 처리에 따른 수분의 흡수량(water absorption; w)과 이온의 흡수량(nutrient uptake; n)을 측정하여 그 변화량을 n/w라 하여 각 단계 및 농도수준별로 측정한 값을 이용하여 배양액을 조성하였다. 11가지의 주요 채소에 대한 야마자키액(1976)은 양수분의 흡수 특성인 n/w에 있어서 적정 조성 및 농도가 있는데, 모든 조성에 있어서 Liter당 미리당량(meq) 기준으로 $\text{NO}_3^- = \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} = 1/3 \sim 4(\text{PO}_4^{3-}) = 1/3 \sim 4(\text{Mg}^{2+})$ 이라는 공통점이 있었다. 이렇게 조성된 배양액은 과채류를 중심으로 실제 농가에서 실증시험을 통하여 기존의 배양액과 비교하여 관리상의 문제점과 해결책을 제시하여 현재 농가에 상업용 수경재배에 널리 이용되고 있다 따라서 본 시험은 사계성 여름딸기의 새로운 배양액을 조성하고자 야마자키의 n/w법을 적용하였다. 2010년 자체 육묘하여 냉장 저장한 ‘플라멩고’와 ‘샤롯데’ 품종의 정식 전 묘 소질은 표 1과 같다. ‘샤롯데’ 품종은 정식시기가 지연되어 ‘플라멩고’에 비해 지상부가 약간 도장하였으나 정식 후 차이는 없었다.

표 1. 정식 전 묘소질

품 종	엽 수 (매)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽병장 (cm)	근관부 직 경 (mm)	지상부 생체중 (g)	지하부 생체중 (g)
플라멩고	5.0	3.8	3.7	6.2	8.7	4.0	6.4
샤 롯데	4.5	6.8	6.2	20.8	8.8	8.8	4.9

양액 농도별 생육상황을 살펴보면 ‘플라멩고’, ‘샤롯데’ 품종 모두 엽장, 엽폭 등 지상부 생육에서 양액농도가 높아질수록 증가하다 EC 1.5dS/m에서 감소하는 경향을 보였으나, 두 품종 모두 양액농도가 증가함에 따라 화방수가 증가하여 고농도인 1.5dS/m 처리구에서 가장 높게 나타났다. 또한 ‘플라멩고’는 EC 1.5dS/m에서 근관수가 증가하여 근관부 직경이 감소하였으나 ‘샤롯데’ 품종은 반대 경향을 나타냈다(표 2). 정 등(2005)은 여름딸기 ‘페치카’의 초기생육 농도가 EC 0.75dS/m 였고 농도가 증가할수록 억제되어 1.25dS/m 에서는 잎의 가장자리가 마르는 현상을 보인다고 하였는데 본 실험의 여름딸기 두 품종의 생육도 같은 경향을 나타냈다. 양액농도 처리별 과실 및 수량 특성은 ‘플라멩고’에서 양액농도가 EC 1.0dS/m에서 주당과수가 12.4개, 평균과중이 10.4g으로 수량이 증가하고 EC 1.5dS/m에서 감소하여 지상부 생육특성과 같은 경향을 나타냈으나 ‘샤롯데’ 품종은 EC 1.0dS/m에서 주당과수와 평균과중이 5.7개, 7.3g으로 수량이 처리구 중 가장 적게 나타냈는데 이는 시험기간 중 발생한 잿빛곰팡이병의 영향을 받은 것으로 사료된다(표 3). 양액농도 처리별 과실 품질을 살펴보면 ‘플라멩고’ 품종은 EC 1.0dS/m에서 당도가 7.43 °Bx로 당산비가 가장 높게 나타났으나 ‘샤롯데’ 품종은 수량 특성과 같은 경향을 나타냈다(표 4).

표 2. 양액농도 처리별 생육특성

품 종	양액농도 (dS/m)	엽수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	근관수 (개/주)	근관부 직경(mm)	화방수 (개/주)
플라멩고	0.5	13.9	6.2	5.9	23.1	5.2	12.3	2.2
	1.0	16.3	6.8	6.4	26.5	5.2	12.5	3.2
	1.5	20.4	5.9	5.8	24.3	5.8	12.1	3.7
샤 롯데	0.5	13.4	6.6	6.7	22.8	5.1	13.8	2.7
	1.0	15.4	6.9	6.9	23.2	5.1	13.7	2.6
	1.5	13.8	6.4	6.7	21.8	4.8	14.0	3.2

표 3. 양액농도 처리별 과실 및 수량 특성

품 종	처리농도 (dS/m)	주당과수 (개/주)	평균과중 (g/개)	과장 (mm)	과폭 (mm)	과형지수	수량 (kg/10a)
플라멩고	0.5	6.9	6.4	30.7	26.1	1.17	265.6
	1.0	12.4	10.4	27.5	23.6	1.16	779.6
	1.5	10.3	5.2	26.4	22.4	1.18	322.0
샤 롯데	0.5	6.1	7.9	28.4	33.8	0.84	291.0
	1.0	5.7	7.3	27.2	29.5	0.92	250.3
	1.5	7.1	7.6	29.4	35.1	0.84	322.7

표 4. 양액농도 처리별 과실 품질

품 종	처리농도 (dS/m)	경도 (kg/cm ²)	당도 (°Bx)	산도 (%)	당산비
플라멩고	0.5	7.1	6.96	0.95	7.35
	1.0	5.7	7.43	0.98	7.59
	1.5	6.4	7.25	1.09	6.67
샤 롯 테	0.5	6.4	8.15	0.76	10.75
	1.0	5.2	8.43	0.89	9.48
	1.5	5.6	8.45	0.79	10.67

수분 흡수량은 두 품종 모두 착과 전 생육 전기에 양액 농도가 높아질수록 많아지는 경향이었고 개화 후 생육 후기에도 같은 경향이었으나 흡수량은 생육 전기 보다 낮았다(표 5). 양분 흡수량은 두 품종 모두 생육 전, 후기 양액농도가 높아질수록 많아지는 경향이었고 질소 흡수량이 가장 많았고 칼리와 칼슘의 흡수량도 많게 나타났다(표 6). 암모니아태 질소의 흡수율은 90% 이상으로 여름딸기가 암모니아태 질소를 우선적으로 흡수하는 특성을 보여 여름딸기 수경재배에서 원재희(2011)의 보고와 같은 경향을 나타냈다(그림 1).

표 5. 수분흡수량(L/6주)

구 분	플라멩고			샤 롯 테		
	0.5dS/m	1.0dS/m	1.5dS/m	0.5dS/m	1.0dS/m	1.5dS/m
전기	16.7	18.6	19.1	13.8	19.9	19.9
후기	14.2	14.7	15.5	14.7	14.8	14.3

표 6. 양액농도 처리별 식물체 주당 이온 흡수량(mg/주)

시기	품 종	처리농도 (dS/m)	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S
전기	플라멩고	0.5	196	1	155	264	261	45	23
		1.0	277	3	243	395	319	59	39
		1.5	431	7	407	632	412	83	61
	샤 롯 테	0.5	186	1	145	225	230	40	15
		1.0	305	3	264	426	345	64	40
		1.5	453	6	426	664	431	87	65
후기	플라멩고	0.5	220	2	68	216	293	32	15
		1.0	233	4	33	196	318	41	11
		1.5	394	11	92	309	439	43	23
	샤 롯 테	0.5	221	2	70	218	296	33	16
		1.0	232	4	33	196	317	42	11
		1.5	370	11	87	284	408	40	21

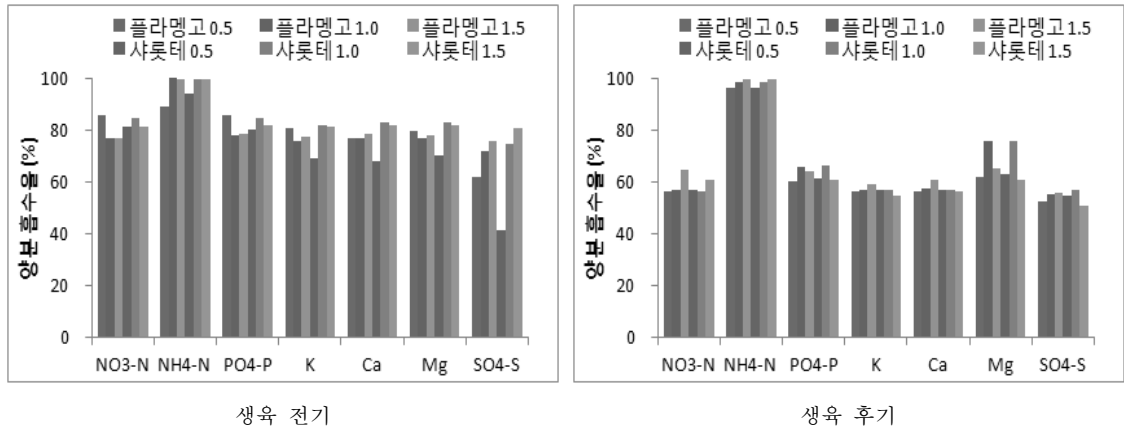


그림 1. 품종 및 농도 처리별 양분흡수율

이상과 같은 양분과 수분의 흡수특성에 따른 n/w값은 생육 전기(표 7)와 후기(표 8)에 걸쳐 측정하였으며, 질산태 질소의 n/w값이 가장 높았으며 칼슘과 칼륨, 인산 순이었다. 이렇게 질산태 질소의 n/w값이 높았던 이유는 생육초기인 영양생장기에 질소 요구량이 높았기 때문 이라고 사료되었다.

표 7. 생육전기 n/w 측정

품 종	처리농도 (dS/m)	측정 사항	H ₂ O (L)	측정 사항	NO ₃ -N NH ₄ -N PO ₄ -P K Ca Mg SO ₄ -S						
					(me/L)						
플라멩고	0.5	a	24.0	y	4.09	0.01	1.45	2.08	4.22	1.17	0.57
		w	16.7	y1	1.95	0.00	0.68	1.30	3.19	0.79	0.72
		a/w	1.43	n/w	5.0	0.0	1.8	2.4	4.7	1.3	0.5
	1.0	a	24.0	y	6.44	0.06	2.52	3.33	5.17	1.59	0.84
		w	18.6	y1	6.72	0.00	2.50	3.60	5.32	1.63	1.07
		a/w	1.29	n/w	6.4	0.1	2.5	3.3	5.1	1.6	0.8
	1.5	a	24.0	y	9.98	0.12	4.19	5.21	6.56	2.19	1.26
		w	19.1	y1	11.21	0.00	4.46	5.73	6.92	2.37	1.48
		a/w	1.26	n/w	9.7	0.1	4.1	5.1	6.5	2.1	1.2
샤롯데	0.5	a	24.0	y	6.44	0.01	1.45	2.08	4.22	1.17	0.57
		w	13.8	y1	5.91	0.00	0.68	1.52	3.18	0.82	0.79
		a/w	1.74	n/w	6.8	0.0	2.0	2.5	5.0	1.4	0.4
	1.0	a	24.0	y	6.44	0.06	2.52	3.33	5.17	1.59	0.84
		w	19.9	y1	5.91	0.00	2.32	3.59	5.14	1.57	0.91
		a/w	1.20	n/w	6.6	0.1	2.6	3.3	5.2	1.6	0.8
	1.5	a	24.0	y	9.98	0.12	4.19	5.21	6.56	2.19	1.26
		w	19.9	y1	11.02	0.00	4.43	5.65	6.91	2.32	1.42
		a/w	1.21	n/w	9.8	0.1	4.1	5.1	6.5	2.2	1.2

표 8. 생육후기 n/w 측정

품	종	처리농도 (dS/m)	측정 사항	H ₂ O (L)	측정 사항	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S
						(me/L)						
플라멩고	0.5	a		26.0	y	6.41	0.00	2.52	2.25	5.99	0.98	0.56
			w	14.2	y1	6.13	0.00	2.20	2.17	5.77	0.82	0.43
			a/w	1.83	n/w	6.6	0.0	2.8	2.3	6.2	1.2	0.7
	1.0	a		26.0	y	6.76	0.07	1.11	2.02	6.38	1.04	0.58
			w	14.7	y1	6.74	0.00	0.88	2.00	6.28	0.58	0.29
			a/w	1.76	n/w	6.8	0.1	1.3	2.0	6.5	1.6	0.8
	1.5	a		26.0	y	10.01	0.19	3.20	3.06	8.31	1.24	0.71
			w	15.5	y1	8.67	0.00	2.83	3.06	8.04	1.07	0.63
			a/w	1.68	n/w	10.9	0.3	3.5	3.1	8.5	1.5	0.8
샤 룯 테	0.5	a		26.0	y	6.41	0.00	2.52	2.25	5.99	0.98	0.56
			w	14.7	y1	6.34	0.00	2.22	2.23	5.92	0.82	0.42
			a/w	1.77	n/w	6.5	0.0	2.8	2.3	6.0	1.2	0.7
	1.0	a		26.0	y	6.76	0.07	1.11	2.02	6.38	1.04	0.58
			w	14.8	y1	6.81	0.00	0.86	2.01	6.34	0.58	0.28
			a/w	1.76	n/w	6.7	0.1	1.3	2.0	6.4	1.6	0.8
	1.5	a		26.0	y	10.01	0.19	3.20	3.06	8.31	1.24	0.71
			w	14.3	y1	8.65	0.00	2.79	3.07	8.01	1.07	0.64
			a/w	1.82	n/w	11.1	0.3	3.5	3.1	8.6	1.5	0.8

생육 전기 양분과 수분의 흡수비율에 따른 두 품종의 n/w값은 NO₃-N 7.36, NH₄-N 0.08, PO₄-P 2.86, K 3.61, Ca 5.48, Mg 1.71, SO₄-S 0.83me/L 이었고, 생육 후기 n/w값은 NO₃-N 8.10, NH₄-N 0.15, PO₄-P 2.52, K 2.46, Ca 7.02, Mg 1.43, SO₄-S 0.75me/L 였다. 생육 전기에 비해 생육 후기에 질소, 칼슘이 증가하였고, 인산, 칼리, 황은 감소하였다(표 9). 2010년도 ‘플라멩고’ 품종에 대한 예비시험의 데이터를 포함하여 마그네슘을 1.0으로 환산하여 수정한 조성비를 산출한 결과 NO₃-N 5.2, NH₄-N 0.2, PO₄-P 1.5, K 2.0, Ca 3.8, Mg 1.0, SO₄-S 0.5me/L의 새로운 배양액을 개발하였다(표 10).

새롭게 개발한 사계성 여름딸기 전용 배양액은 기존 배양액과는 질소, 칼리, 칼슘 등에서 차이가 있다. 과채류 수경재배 배지로 코코피트를 이용하면 생육과 수량이 우수하지만 K 함량이 높은 특성이 있어(Chol et al, 2011) 신규 조성액은 코코피트 배지 특성을 감안하여 K 함량을 낮게 조성하였다. 표 11은 새로운 수출용 사계성 여름딸기 배양액의 비료염에 따른 조정을 나타냈고 표 12는 여름딸기 농가에서 이용할 수 있는 새로운 배양액의 비료 조성표이다. 이와 같은 결과를 바탕으로 2012년도에는 실제 사계성 여름딸기 수출농가 생산 현장에서의 적합성 평가와 관련한 시험을 철원에서 수행하였다.

표 9. 양·수분 흡수특성에 따른 n/w값

생육시기	품 종	처리농도 (dS/m)	n/w 값 (meq·L ⁻¹)						
			NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S
전 기	플라멩고	0.5	5.0	0.0	1.8	2.4	4.7	1.3	0.5
		1.0	6.4	0.1	2.5	3.3	5.1	1.6	0.8
		1.5	9.7	0.1	4.1	5.1	6.5	2.1	1.2
		평균	7.0	0.1	2.8	3.6	5.4	1.7	0.8
	샤 롯 테	0.5	6.8	0.0	2.0	2.5	5.0	1.4	0.4
		1.0	6.6	0.1	2.6	3.3	5.2	1.6	0.8
		1.5	9.8	0.1	4.1	5.1	6.5	2.2	1.2
		평균	7.7	0.1	2.9	3.6	5.5	1.7	0.8
	평균		7.36	0.08	2.86	3.61	5.48	1.71	0.83
	플라멩고	0.5	6.6	0.0	2.8	2.3	6.2	1.2	0.7
		1.0	6.8	0.1	1.3	2.0	6.5	1.6	0.8
		1.5	10.9	0.3	3.5	3.1	8.5	1.5	0.8
		평균	8.1	0.1	2.5	2.5	7.0	1.4	0.7
후 기	샤 롯 테	0.5	6.5	0.0	2.8	2.3	6.0	1.2	0.7
		1.0	6.7	0.1	1.3	2.0	6.4	1.6	0.8
		1.5	11.1	0.3	3.5	3.1	8.6	1.5	0.8
		평균	8.1	0.2	2.5	2.5	7.0	1.4	0.7
	평균		8.10	0.15	2.52	2.46	7.02	1.43	0.75
	플라멩고	0.5	2.6	0.6	1.4	1.3	3.1	0.7	0.3
		1.0	9.1	0.6	2.3	5.5	5.4	1.8	0.9
		1.5	19	1.4	3.1	5	11.2	3	1.7
		평균	10.23	0.87	2.27	3.93	6.57	1.83	0.97
	평균		8.57	0.36	2.55	3.33	6.36	1.66	0.85

표 10. 양·수분 흡수특성에 따른 딸기의 적정 양액조성비 (me/L)

구 분	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S
n/w값	8.57	0.36	2.55	3.33	6.36	1.66	0.85
환 산(A)	5.2	0.2	1.5	2.0	3.8	1.0	0.5
기 존(B)	11.5	1.0	3.0	5.5	6.5	2.5	3.0
차 (A-B)	-6.3	-0.8	-1.5	-3.5	-2.7	-1.5	-2.5

표 11. 새로운 수출용 사계성 여름딸기 배양액의 비료염에 따른 조정 (me/L)

구 분	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S
표준농도(A)	5.2	0.2	1.5	2.0	3.8	1.0	0.5
계 (B)	5.5	0.5	1.5	2.0	3.5	1.0	1.0
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	3.5				3.5		
NH ₄ H ₂ PO ₄		0.5	1.5				
KNO ₃	2.0			2.0			
MgSO ₄ ·7H ₂ O						1.0	1.0
차 (B-A)	0.3	0.3	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.5

표 12. 새로운 수출용 사계성 여름딸기 배양액의 비료조성

구 분	당량농도 (me/L)	몰농도 (mmol/L)	분자량	소요농도 (mg/L)	100배액 (kg/톤)
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	3.8	1.90	236	448.4	44.8
NH ₄ H ₂ PO ₄	1.5	0.50	115	57.5	5.8
KNO ₃	2.0	2.00	101.1	202.2	20.2
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1.0	0.50	246	123.0	12.3

2011년 신규 조성한 사계성 여름딸기 전용 배양액의 농가 적합성 평가를 위해 강원도 철원군 김화읍의 수출딸기 재배농가에서 기존 하이베드 수경재배 시스템의 네덜란드 PBG 양액과 비교하여 실증시험을 수행하였다. ‘플라멩고’ 품종은 2011년 자체 육묘하여 이용하였고 ‘샤롯데’ 품종은 농가에서 직접 수입한 묘를 이용하여 3월 15일 처리구별 20주씩 3반복으로 정식하였다. 정식 전 묘 소질은 표 13과 같다.

표 13. 정식 전 묘소질

품 종	엽 수 (매)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽병장 (cm)	근관부 직 경 (mm)	지상부		지하부	
						생체중 (g)	건물중 (g)	생체중 (g)	건물중 (g)
플라멩고	5.1	3.0	2.6	2.8	9.8	2.3	0.7	7.7	1.8
샤 롯데	7.6	8.8	8.1	12.5	14.3	24.8	4.7	8.3	1.8

정식 후 활착을 위하여 양액공급은 10일간 원수만 공급하였고, Jun et al(2011)의 보고와 같이 양액농도는 ‘3월 25일 부터 1.0dS/m 수준으로 처리하여 기존 PBG 양액과 신규 조성한 배양액을 공급하였다. 생육시기별 pH는 5.5 수준을 유지하였고 양액 공급방법은 시설 내 광량에 따라 자동 공급하였다(표 14). 고온기 맑은 날은 최대 1일 11회 까지 양액이 공급되었고 장마철이나 흐린 날의 경우는 1일 1회 정도 공급되었다.

표 14. 생육시기별 양액공급 특성

생육시기 (월.일)	공급횟수/일	양액농도 (dS/m)	pH	최대광량 (Wh/m ²)	공급량 (m ³ /h)
5.10	4	1.0	5.6	680	6
20	7	1.1	5.6	770	4
30	3	1.0	5.8	700	5
6.10	7	1.0	5.8	770	5
20	11	1.1	5.8	880	5
30	3	1.4	5.7	360	4
7.10	5	1.3	5.7	500	4
20	7	1.1	5.7	1,060	5
30	7	1.0	5.6	510	5
8.10	6	1.0	5.6	430	5
20	2	1.0	5.6	310	4
30	1	1.0	5.5	70	3
9.10	7	1.1	5.6	960	5
20	5	1.0	5.7	880	5
30	6	1.0	5.5	820	5

표 15. 배양액 종류별 생육특성

품 종	배양액	엽 수 (매)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽병장 (cm)	근관부 직 경 (mm)	지상부		지하부	
							생체중 (g)	건물중 (g)	생체중 (g)	건물중 (g)
플라멩고	기존 (PBG)	37.9	10.3	13.0	13.2	53.6	64.2	11.2	67.3	10.8
	신규	39.9	10.2	13.6	13.2	52.5	67.6	11.5	66.2	10.5
샤롯데	기존 (PBG)	35.6	11.2	13.3	12.2	64.2	77.7	12.9	87.4	13.3
	신규	33.7	11.1	13.9	12.1	62.3	73.6	12.6	90.8	13.6

배양액 종류별 생육상황을 살펴보면 ‘플라멩고’ 품종은 기존 PBG 양액 공급에 비해 엽수는 2.0매, 엽폭은 0.6cm 정도 증가하였으나 ‘샤롯데’ 품종은 엽수가 감소하는 경향이 나타났다. 신규 조성된 배양액에서 두 품종 모두 근관부 직경은 약간 감소하였고 지하부 생체중과 건물중은 유의성이 없었다(표 15). 배양액 종류별 과실 및 수량 특성을 살펴보면 두 품종 모두 평균과중이 같으나 주당과수가 약간 증가하여 전체 수량이 약간 증가하는 경향이 있었으나 유의성은 없었다(표 16). 과실 품질에서 ‘플라멩고’ 품종은 신규 조성된 배양액 처리에서 당산비가 기존의 PBG 양액 보다 낮았으나 ‘샤롯데’ 품종은 당도가 증가하여 당산비가 높게

나타났다(표 17). 이상의 결과에서 신규 조성된 배양액은 ‘샤롯데’ 품종에서 생육 후기 영양생장 보다 생식생장에 적합한 것으로 사료되며 이후에도 사계성 여름딸기의 품종별 적합성에 대한 시험이 계속적으로 수행되어야 할 필요성이 있다.

표 16. 배양액 종류별 과실 및 수량 특성

품 종	배양액	주당과수 (개/주)	평균과중 (g/개)	과장 (mm)	과폭 (mm)	과형지수	수량 (kg/10a)
플라멩고	기존 (PBG)	9.6	12.8	32.7	31.6	1.04	1,242.0
	신규	9.8	12.8	32.7	32.0	1.02	1,289.3
샤 롯데	기존 (PBG)	9.7	12.0	31.3	32.3	0.97	1,286.8
	신규	10.0	12.0	31.2	32.0	0.98	1,315.6

표 17. 배양액 종류별 과실 품질

품 종	배양액	경도 (kg/cm ²)	당도 (°Bx)	산도 (%)	당산비
플라멩고	기존 (PBG)	8.0	6.47	0.99	6.54
	신규	8.2	6.42	1.04	6.17
샤 롯데	기존 (PBG)	7.1	6.65	0.96	6.93
	신규	6.8	6.74	0.87	7.75

(시험 2) 여름 고온기 착과증진 기술개발

시험에 이용한 ‘샤롯데’ 품종은 농가에서 직접 수입한 묘를 이용하여 5월 15일 처리구별 20주씩 3반복으로 정식하였다. 정식 전 묘 소질은 표 18과 같다. 지하수 환류 처리기간 중 근권온도 특성을 살펴보면 7~8월의 고온기에 1일 평균 3.5~3.6℃, 1일 최고 4.2~4.3℃의 하강 효과를 나타내었다(표 19, 그림 2). Kwon et al(2002)은 고온기 카네이션 재배에서 지하수를 이용하여 수막처리를 냉풍처리와 병행 처리하였을 때 대조구에 비해 7℃가 낮았다고 보고하였으며, Won et al(2003)은 고온기 담액 수경재배 시 근권부에 지하수를 흘려 양액온도가 최고 4.2℃ 까지 낮아져 실과의 생육과 수량이 향상된다고 보고하였다.

표 18. 정식 전 묘소질

품종	엽 수 (매)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽병장 (cm)	근관부 직경(mm)	지상부 생체중(g)	지하부 생체중(g)
샤롯데	4.5	6.8	6.2	20.8	8.8	8.8	4.9

표 19. 지하수 환류 처리기간 중 근권온도 특성('11. 6. 1 ~ '11. 9.27)

월	무 처 리			근권냉방			온도편차		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저	평균	최고	최저
6	20.9	23.5	19.0	19.9	22.9	17.5	1.0	0.6	1.4
7	25.6	27.3	24.4	22.1	23.1	21.2	3.5	4.2	3.2
8	25.2	27.0	23.5	21.5	22.8	20.5	3.6	4.3	3.0
9	19.5	22.6	16.9	19.3	21.9	17.3	0.2	0.8	-0.4

※ 처리방법 : 지하수 환류처리(10:00~16:00, 시간당 2회, 20분/회)

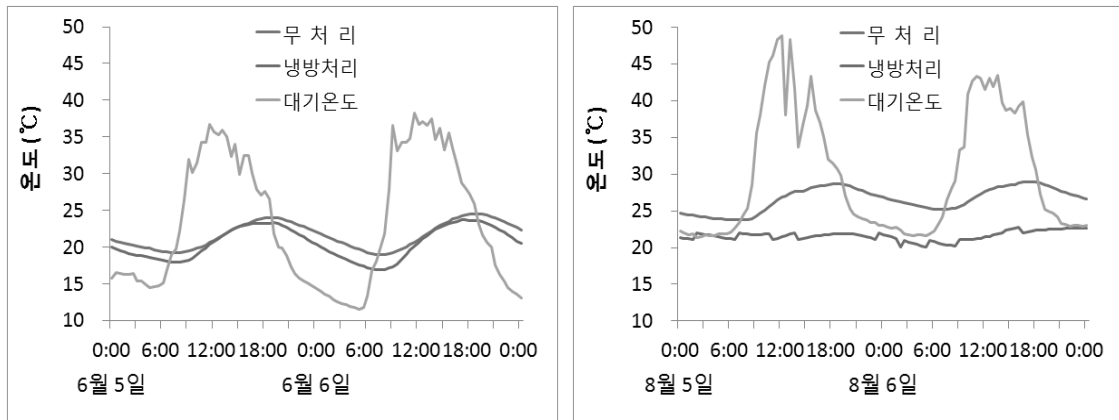


그림 2. 지하수 환류에 따른 6월과 8월의 일중 온도변화

지하수 환류처리에 의한 생육 특성을 살펴보면 무처리구에 비해 초장과 엽수는 39.5cm, 45.8매로 증가하는 경향을 보였으나 엽병장은 평균 1.8cm 정도 감소하였다. 화방수는 무처리 11.4개/주에 비해 15.0개/주로 증가하였고 근관수와 근관부 직경도 지하수 환류처리에 의해 근관부 온도 하강에 따른 영향으로 증가하였다(표 20).

표 20. 지하수 환류처리에 따른 생육특성

처 리 구	초장 (cm)	엽수 (ea)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	화방수 (개/주)	근관수 (개/주)	근관부 직경(mm)
근권냉방	39.5	45.8	9.5	8.4	27.3	15.0	4.8	16.0
무 처 리	37.6	42.8	9.5	8.9	29.1	11.4	3.6	14.4

과실 및 수량 특성은 지하수 환류처리로 착과 증진 및 생육환경 개선으로 착과수 및 평균 과중이 증가하여(표 21) 총수량이 1,537kg/10a로 무처리 1,195kg/10a 보다 수량지수가 32% 증가하였다. 상품수량도 10a당 820kg으로 증가하였고 과실 상품율도 평균 1.5% 증가하여 소득도 증가하였다(표 22). 과실 품질 및 수량 증대 특성은 처리기간 중 8월과 10월에서 큰 효과를 보았다(그림 3, 4).

표 21. 지하수 환류처리에 따른 과실특성('11. 6. 2 ~ '11.10.18)

처 리	착과수(개/주)			평균과중(g)			당도 (°Brix)
	계	상품과	비상품과	평균	상품과	비상품과	
근권냉방	30.3	12.1	18.2	8.44	10.8	8.1	12.8
무 처 리	26.4	10.2	16.2	7.60	10.0	6.8	12.7

표 22. 지하수 환류처리에 따른 수량특성('11. 6. 2 ~ '11.10.18)

처 리	총수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	상품율 (%)	수량지수
근권냉방	1,537	820	53.3	132
무 처 리	1,195	619	51.8	100

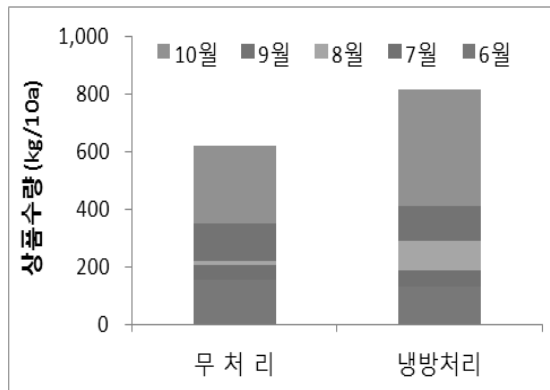


그림 3. 월별 상품수량



근권냉방 무처리구
그림 4. 처리 후 생육 전경

고온기 여름딸기 지하수 환류처리에 의한 과실 품질 및 수량 증대의 경제성을 분석하면 (표 23), 10a 당 2,010천원의 수익이 증가하여 근권냉방 설치비 및 기기 작동에 따른 전기요금을 제하면 1,410천원의 수익이 증가한 것으로 분석되었다.

표 23. 경제성 분석

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
○ 증가되는 비용 - 근권냉방 설치비용 : 1,000천원/10년=100천원 - 전기요금 : 500천원/년 - 계(A) : 600천원	○ 증가되는 이익 - 수량증가 : 201kg×10,000원 = 2,010천원 - 계(B) : 2,010천원
○ 추정수익액(B-A) = 1,410천원	

고온기 시설내부 온도 저하를 통한 여름딸기 착과 증진을 위해 2012년 철원 수출농가에서 내부환풍 처리를 설치하여 시험을 수행하였고, 시험에 이용한 ‘샤롯데’ 품종은 농가에서 직접 수입한 묘를 이용하였고 정식 전 묘소질은 표 24와 같다.

표 24. 정식 전 묘소질

품종	엽 수 (매)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽병장 (cm)	근관부 직 경 (mm)	지상부		지하부	
						7.6	건물중 (g)	생체중 (g)	건물중 (g)
샤롯데	7.6	8.8	8.1	12.5	14.3	24.8	4.7	8.3	1.8

시설내부 환풍 처리기간 중 시설 온도가 낮고 습도가 높은 장마기의 경우 7월 19~20일 2일간 온도 하강 효과는 유의성이 없었으나 습도의 경우 닥트송풍 처리구가 6% 저하 효과가 있었다(그림 5). 김 등(2012)은 딸기의 생육적온은 주간 17~20℃로 25℃ 이상이 되면 고온에 따른 생육이 지연되고, 30℃ 이상에서는 생육이 정지한다고 보고하였는데, 8월 5일 시설 내부 온도가 40℃ 이상으로 올라가 여름딸기 고온기 재배의 경우 생육에 영향을 주는 것으로 나타났다. 시설내부 환풍 처리별 고온기에 온도 저하 효과는 닥트송풍, 환풍기, 분수호스 순 이었고, 닥트송풍 처리에서 무처리 보다 최고온도가 6.4℃ 저하되었고 습도도 41.7% 저하하는 효과가 있었다(그림 6). 환풍기 처리에서 엽수가 34.9매로 가장 많았으나 엽장과 엽폭은 가장 적게 나타나 식물체가 직접 바람에 접촉하면서 생육에 영향을 받은 것으로 사료되었고, 특히 내부 환풍 처리 모두 무처리에 비해 근관부 직경 및 생체중, 건물중이 적게 나타나 Kim et al(2005)이 과채류 육묘 시 고속송풍에 따른 생육 억제효과와 같은 경향을 나타냈다(표 25).

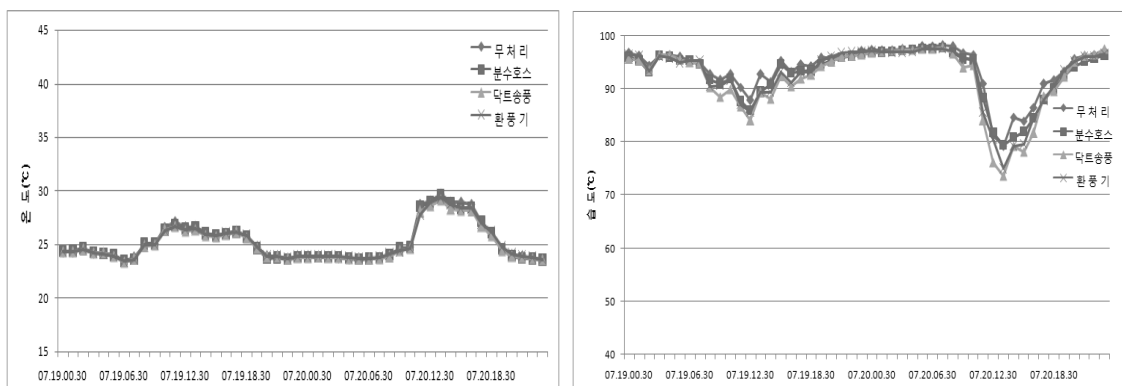


그림 5. 장마기('12. 7.19~20) 내부환풍 처리별 온·습도 변화

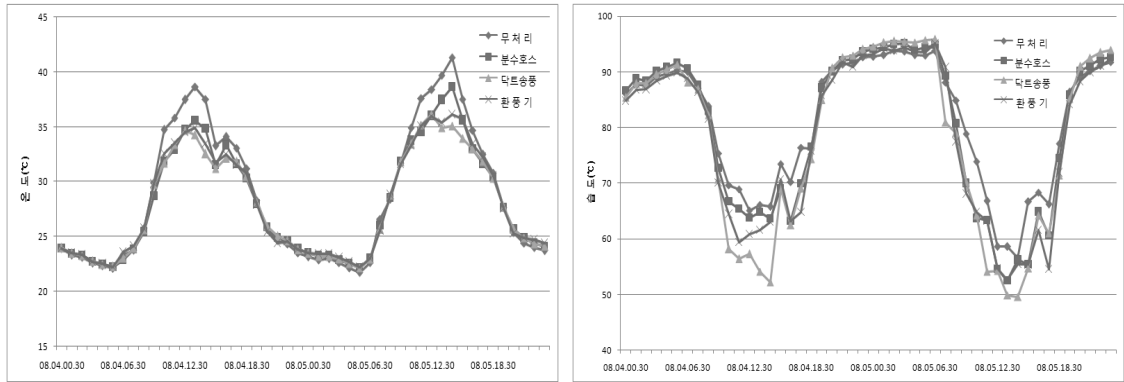


그림 6. 고온기('12. 8. 4~5) 내부환풍 처리별 온·습도 변화

표 25. 내부환풍 처리별 생육특성

내부환풍	엽 수 (매)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽병장 (cm)	근관부 직 경 (mm)	지상부		지하부	
						생체중 (g)	건물중 (g)	생체중 (g)	건물중 (g)
무 처 리	33.2	11.3	14.0	12.2	61.6	73.0	12.2	87.3	13.3
분수호스	31.3	11.8	14.6	11.6	58.8	65.8	11.7	86.6	12.7
닥트송풍	30.8	11.6	14.4	12.7	57.7	68.1	11.7	85.8	12.6
환 풍 기	34.9	11.2	13.8	12.7	60.8	70.3	12.0	86.8	12.8

※ 내부환풍 처리

- 분수호스 : 폭 5cm 공기간극 좌우 교호 10cm, 3.5HP 콤프레샤 연결, 8회(15분)/1일(09~16시)
- 닥트송풍 : 폭 30cm 공기간극 좌우 교호 90cm, 350W 송풍기 연결, 8회(15분)/1일(09~16시)
- 환 풍 기 : 크기 25×25cm, 고설베드 상부 30cm에 2m 간격 설치, 8회(15분)/1일(09~16시)

표 26. 내부환풍 처리별 과실 및 수량 특성

내부환풍	주당과수 (개/주)	평균과중 (g/개)	과장 (mm)	과폭 (mm)	과형지수	수량 (kg/10a)
무 처 리	10.2	12.0	31.2	31.9	0.98	1,326.1
분수호스	10.2	12.1	31.3	31.9	0.98	1,345.6
닥트송풍	10.4	12.4	31.4	32.2	0.98	1,412.2
환 풍 기	10.3	12.3	31.3	32.1	0.98	1,385.7

표 27. 내부환풍 처리별 과실 품질

내부환풍	경도 (kg/cm ²)	당도 (°Bx)	산도 (%)	당산비
무 처 리	6.8	6.76	0.85	7.95
분수호스	6.8	6.78	0.82	8.27
닥트송풍	6.5	6.95	0.72	9.65
환 풍 기	6.6	6.84	0.78	8.77

시설내부 환풍 처리별 과실 및 수량 특성에서 닥트송풍 처리가 주당과수가 10.4개, 평균과중이 12.4g으로 무처리에 비해 증가하여 수량이 7% 증가한 것으로 나타났으나 유의성은 없었다(표 26). 당도는 닥트송풍 처리가 6.95°Bx로 가장 높게 나타났고 당산비도 9.65로 가장 높게 나타나 과실 품질이 증가한 것으로 나타났다(표 27). 고온기 여름딸기 시설내부 닥트송풍 처리에 의한 과실 품질 및 수량 증대의 경제성을 분석하면(표 28), 10a 당 744천원의 수익이 증가하여 닥트송풍 설치 및 기기 작동에 따른 전기요금을 제하면 천원의 수익이 증가한 것으로 분석되었다. 생육기간 동안 7월과 10월에 수량이 가장 높게 나타났으며 8, 9월은 수량이 저조하였고 상품과율도 낮아 수출물량도 적게 나타났는데 이는 여름철 고온기 수확 후 다음 생산을 위한 수확 휴식기가 발생하였다는 정 등(2005)의 보고와 같은 경향을 나타냈다. 특히 장마기와 고온기에 여름딸기의 품질 저하가 심해 상품과 중 20% 정도는 폐기하였으나 9월 이후 기온이 저하되면서 수량 및 상품과율이 증가되어 상품과 수확량이 1,157.0kg/10a 되었으며 전체 상품과 중 23% 정도는 수출이 가능하였다(그림 7).

표 28. 경제성 분석

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
○ 증가되는 비용 - 닥트송풍 설치비용 : 70천원×4/2년=140천원 - 고정비(2hr×60일) : 184천원/년 · 감가상각비 : 122천원 · 고정자본이자 : 18천원 · 수선비 : 44천원 - 전기요금 : 93천원/년 - 계(A) : 417천원	○ 증가되는 이익 - 수량증가 : 86kg×13,500원 = 1,161천원 - 계(B) : 1,161천원
○ 추정수익액(B-A) = 744천원	

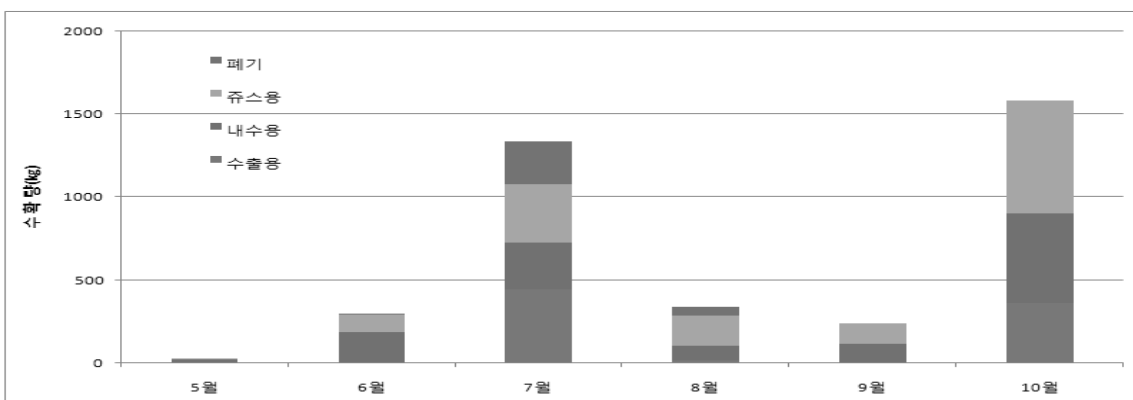


그림 7. 시기별 수확한 여름딸기 상품과 출하특성



분수호스



DUCT송풍



환풍기

그림 8. 내부환풍 시설설치 재배 전경

기 준



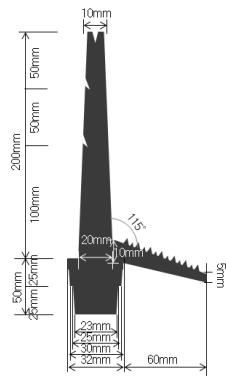
H형 가대



X형 가대



개 선



설계도



좌 : 기존, 우 : 시제품



여름딸기 수출농가 보급·활용

그림 9. 착색증진용 엽 및 과방 지지대

(시험 3) 장마기 착색증진 기술개발

여름딸기는 장일 조건에서 화아분화하여 생육기간 동안 계속하여 화방이 출현하는데 ‘샤롯데’ 품종 같이 다화방성 품종은 착과가 되면서 처지게 되어 과실이 잎에 가려 수광량이 떨어지고 수확작업도 불편하여 재배농가에서는 하이베드 고정틀 파이프의 상부에 30cm 정

도 직관 파이프를 연결하여 유인끈으로 H형과 X형으로 가대(그림 9)를 설치하여 재배하고 있다. 기존의 유인끈 방식은 화방수가 많아져 무게가 증가하면 처지고, 화방이 넓게 펼쳐지는 모양으로 유인하기 힘들어 과실이 겹치는 문제점이 발생한다.

이러한 현장애로사항을 해결하고자 새로 개발한 엽 및 과방지지대 상부에는 엽 지지를 위한 고리 및 끈을 걸 수 있는 구조를 위해 5cm 간격으로 4개의 고리를 제작하여 재배 상황에 맞게 적절한 높이에서 설치할 수 있도록 하였고, 측면에는 과방을 지지하기 위한 끈이나 망을 걸 수 있는 구조로 제작하였다. 규격은 30.5cm×8.5cm×0.8cm로 기존의 직관 파이프 크기 정도로 농가에서 쉽게 사용하고 이동 설치가 편리하도록 플라스틱으로 제작하였다. 또한 기존의 하이베드 시스템의 파이프에 연결하여 사용하도록 지지대 하부에는 썬기형으로 두께를 3단으로 하여 파이프 직경 22~32mm 모두 사용이 가능하도록 제작하였다(그림 9, 10).

착색증진용 엽 및 과방 지지대는 2012년 철원 여름딸기 수출작목반에서 시범 설치하였고 작업 편이와 과실품질 향상으로 좋은 반응을 나타냈다. 특히 고설베드 제작 규격에 상관없이 측면 지주파이프에 꽂아서 사용할 수 있어 대중성이 높았고, 기존의 직관 파이프 보다 플라스틱 재질이라 가벼워 설치 및 분해가 간단하며, 여름딸기 생육상황에 맞춰 높이 조절이 가능한 편리성을 보여 높은 호응도를 나타냈다.

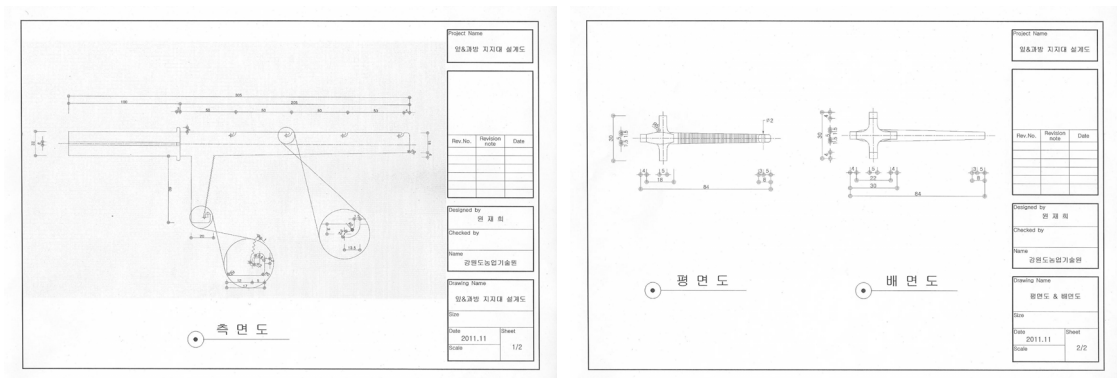


그림 10. 착색증진용 엽 및 과방 지지대 설계도면

장마기 멀칭필름 개선을 통한 여름딸기 착색 증진을 위해 2012년 철원 수출농가에서 하이베드 양액재배 베드에 필름을 멀칭하여 시험을 수행하였고, 시험에 이용한 ‘샤롯데’ 품종은 농가에서 직접 수입한 묘를 이용하였고 정식 전 묘소질은 표 29와 같다.

표 29. 정식 전 묘소질(품종 : 샤롯데)

품종	엽 수 (매)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽병장 (cm)	근관부 직 경 (mm)	지상부		지하부	
						7.6	건물중 (g)	생체중 (g)	건물중 (g)
샤롯데	7.6	8.8	8.1	12.5	14.3	24.8	4.7	8.3	1.8

멸칭필름 종류별 생육상황을 살펴보면 기존의 흑백필름 멸칭 보다 알루미늄 증착필름 처리에서 엽수가 33.7로 증가하였으며, 근관부 직경 및 생체중, 건물중이 증가하는 것으로 나타났다. 은박 부직포 멸칭은 베드와의 밀착성이 떨어져 생육이 저조한 것으로 나타나 이후에 두께가 얇은 피복재료를 이용하여 검토할 필요가 있었다(표 30).

표 30. 멸칭필름 종류별 생육특성

멸칭필름	엽 수 (매)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽병장 (cm)	근관부 직 경 (mm)	지상부		지하부	
						생체중 (g)	건물중 (g)	생체중 (g)	건물중 (g)
흑백필름	33.2	11.3	14.0	12.2	61.6	73.0	12.2	87.3	13.3
알루미늄 증착필름	33.7	11.1	13.9	12.1	62.3	73.6	13.2	90.8	13.6
은박부직포	31.6	11.6	13.9	12.5	57.1	67.0	11.7	86.3	12.6

멸칭필름 종류별 과실 특성에서 알루미늄 증착필름 처리는 반사광에 의한 수광량 증가로 당도가 6.89°Bx로 증가하였고 당산비도 8.51%로 적정하였고 상품과의 착색도에서 서 a값(밝기, Redness)이 36.97로 가장 높아 과실 품질이 증가하였으나 유의성은 없어 이 등(2012)이 여름딸기 ‘고하’의 멸칭필름 종류별 착색 정도 보고와 같은 경향을 나타냈다. 은박 부직포 처리는 산도가 높아 당산비가 7.08%로 가장 낮아고 착색도 a값도 기존의 흑백필름 멸칭과 유의성이 없었다. 그러나 알루미늄 증착필름 처리는 기존의 흑백필름에 비해 내구성이 떨어져 작업시 쉽게 파손되는 경향이 있었고 은박 부직포 멸칭은 내구성은 강하나 베드에 밀착되지 않아 근관부 생육에 영향을 주어 수량이 감소하였다(표 32, 그림 11).

표 31. 멸칭필름 종류별 과실 품질

멸칭필름	경도 (kg/cm ²)	당도 (°Bx)	산도 (%)	당산비	착색도*		
					L	a	b
흑백필름	6.8	6.76	0.85	7.95	43.31	34.25	35.05
알루미늄 증착필름	6.3	6.89	0.81	8.51	39.26	36.97	29.16
은박부직포	7.6	6.58	0.93	7.08	43.78	34.57	32.57

※ L(명도, Lightness) : 0(흑색) ~ 100(백색)
a(밝기, Redness) : -80(녹색) ~ +100(적색)
b(황색도, Yellowness) : -50(청색) ~ +70(황색)

표 32. 멀칭필름 종류별 과실 및 수량 특성

멀칭필름	주당과수 (개/주)	평균과중 (g/개)	과장 (mm)	과폭 (mm)	과형지수	수량 (kg/10a)
흑백필름	10.2	12.0	31.2	31.9	0.98	1,326.1
알루미늄 증착필름	10.2	11.9	31.1	31.9	0.97	1,312.7
은박부직포	10.0	11.8	31.0	31.8	0.98	1,288.5



흑백필름



알루미늄증착필름



은박부직포

그림 11. 착색증진용 멀칭필름

4. 적 요

(시험 1) 수출용 사계성 여름딸기에 적합한 배양액 개발 및 농가실증

사계성 여름딸기용 신규 조성된 배양액의 양분흡수량은 농도가 높아질수록 많아지는 경향으로, 특히 질소 흡수량이 가장 많았고 칼리와 칼슘의 흡수량도 많았다. 암모니아태 질소의 흡수율은 90% 이상으로 딸기가 암모니아태 질소를 우선적으로 흡수하는 특성을 보였다. 생육은 1.5dS/m 처리구에서 엽장이 작았으며 ‘플라멩고’와 ‘샤롯데’ 두 품종 모두 양액농도가 증가함에 따라 화방수가 증가하여 고농도인 1.5dS/m 처리구에서 수량이 높았다. 수분흡수량은 전기에는 고농도에서 흡수량이 많았으나 후기에는 차이가 없었으며 양분과 수분의 흡수비율에 따른 n/w값의 측정은 생육 전기와 후기에 걸쳐 측정하여 NO₃-N 5.2, NH₄-N 0.2, PO₄-P 1.5, K 2.0, Ca 3.8, Mg 1.0, SO₄-S 0.5me/L의 새로운 배양액을 조성하였으며 신규 조성액은 코코피트 배지를 이용하여 칼리의 함량이 다소 낮았다. 2012년 강원도 철원의 여름딸기 재배농가에서 신규 조성된 전용 배양액을 농가 실증 재배하여 생육 및 수량에서 기존 네덜란드 PBG 양액과 유사한 경향을 나타내었다.

(시험 2) 여름 고온기 착과증진 기술개발

6월부터 9월까지 고온기에 근권부에 지하수를 환류하여 7~8월의 고온기에 근권온도가 1일 평균 3.5~3.6℃, 1일 최고 4.2~4.3℃의 하강 효과가 있었으며, 근권냉방 처리에 의해 초장

과 엽수는 증가하였으나 엽병장은 감소하였고, 화방수, 근관수 및 근관부 직경도 증가하였다. 또한 착과수 및 평균과중이 증가하여 상품수량이 32%가 증가하여 10a 당 1,410천원의 수익이 발생하였다. 시설내부 환풍시설 설치로 무처리에 비해 장마기 저온다습 조건에서 최고 6% 습도저하 효과가 있었으며, 고설베드 하단에 설치한 닥트송풍 처리는 고온기 일중 최고기온에서 6.4℃, 최고습도에서 41.7% 저하 효과가 있었다. 닥트송풍 처리는 고온기 온·습도 저하 효과가 뛰어나 생육 및 과실품질이 양호하였고 수량도 무처리에 비해 약 7% 증수하였다.

(시험 3) 장마기 착색증진 기술개발

착색증진용 엽 및 과방 지지대는 고설베드 제작 규격에 상관없이 측면 지주파이프에 꽂아서 사용할 수 있고 가벼워 설치 및 분해가 간단하며, 여름딸기 생육상황에 맞춰 높이 조절이 가능하였다. 강원도 철원 여름딸기 수출작목반에서 직접 이용하여 작업편이와 과실품질 향상에 대해 좋은 반응을 나타내었다. 착색증진을 위한 멀칭필름 개선효과는 알루미늄증착 필름에서 착색도가 높았으나 기존 흑백필름에 비해 내구성이 떨어져 작업시 쉽게 파손되는 경향이 있었으며, 은박부직포 멀칭은 내구성은 강하나 베드에 밀착되지 않아 근권부 생육에 영향을 주어 수량이 감소하였다.

5. 인용문헌

- 강호정 등. 2011. 2012 딸기산업의 발전방안과 대표조직 육성 전략. 세명문화사.
- 김종철 등. 2012. 2012 농촌진흥공무원교육교재 - 딸기 하이베드재배. 농촌진흥청.
- 원재희. 2011. 사계성 여름딸기 수경재배 기술개발. 2010 시험연구사업 보고서 pp 91-109. 강원도농업기술원.
- 이종남, 김대영, 정호정, 송경빈. 2012. 2수출딸기의 작형별 안정생산 기술 및 수확후 관리기술 개발. 2011 시험연구사업 보고서 pp 277-380. 국립식량과학원 고령지농업연구센터.
- 정호정, 이종남, 노일래. 2005. 수출딸기 단경기 생산을 위한 사계성 품종 연구. 농촌진흥청.
- Ha Joon Jun, Mi Soon Byun, Shi Sheng Liu, and Mi Soon Jang. 2011. Effect of Nutrient Solution Strength on pH of Drainage Solution and Root Activity of Strawberry 'Sulhyang' in Hydroponics. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 29(1):23-28.
- Jae Hee Won, Kuen Woo Park, Sang Soo Kim, Byonh Wook Cho, and Byong Chan Jeong. 2003. Effect of Underground Water into Root Zone on the Growth of Young Welsh Onion(*Allium fistulosum* L.) in Water Culture in Hot Season. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 21(SUPPL. II):51.
- Jong Myung Choi, Ji Young Park, and Ahmed Latigui. 2011. Impact of Physicochemical Properties of Root Substrates on Growth of Mother Plants and Occurrence of Daughter Plants in 'Seolhyang' Strawberry Propagation through Bag Culture. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 29(2):95-101.

- Jong Nam Lee, Eung Ho Lee, Ju Sung Im, Chun Woo Nam, and Byeong Woo Yae. 2008. Breeding of New Ever-bearing Strawberry 'Goha' for Summer Culture. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 26(4):413-416.
- Jong Nam Lee, Jun Gu Lee, Eung Ho Lee, Hye Jin Kim, and Suk Woo Jang. 2010. Breeding of New Ever-bearing Strawberry 'Gangha' for Summer Culture. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28(3):515-518.
- Kim, Chang-Soo, Min, Byeong-Ro, Kim, Woong, Kim, Dong-Woo, Seo, Kwang-Wook, Lee, Beom-Seon, and Lee, Dae-Weon. 2005. Effects of Spray Times and Ventilation Method on the Seedling Growth of Fruit Vegetables. J. of Bio-Environment Control. 14(1):1-6.
- Oh Keun Kwon, Myeong Whan Cho, Yong Seop Cho, and Yong Ha Cho. 2002. Effect of Cooling System by Ground Water on the Carnation Rooting in Summer Season. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20(SUPPL. II):113.
- Yamazaki, K. et al. 1976. Studies on water culture of several vegetables with special reference to the control of nutrient solution and ratio of nutrient absorption per water consumption (=n/w). Mem. Fac. Agr. Tokyo Univ. Education. 22:53-100.
- Yamazaki, K. 1981. The general problems about hydroponic culture. 2. Composition of nutrient solution, especially that's vicissitude. Agri. & Hort. 56:1391-1398.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제목
2011(1년)	영농활용	여름딸기 고온기 근권냉방에 의한 착과증진(중앙)
2012(2년)	영농활용	고온기 여름딸기 시설 내부환풍에 의한 온도 하강 효과(중앙)

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					'11	'12
과제책임자	강릉원주대	교수	용영록	과제 총괄	○	○
3세부책임자	원예연구과	농업연구사	김영진	주관수행	-	○
공동연구자	작물연구과	"	원재희	설계 및 시험수행	○	-
"	원예연구과	"	서현택	분석업무 지원	○	○
"	"	"	최재근	조사업무지원	○	○
"	"	기능9급	박기진	조사업무지원	○	○
"	"	농업연구관	홍대기	평가 및 분석	-	○
"	작물연구과	"	안수용	평가 및 분석	○	○
"	철원기술센터	농업연구사	황대근	실증시험지원	○	○
"	-	농업인	신현찬	실증시험지원	○	○