

116042-2

국산백합 종구보급 촉진 및 고품질 절화생산 기술확립 최종보고서

2018

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개(), 발간등록번호(○)

발간등록번호

11-1543000-002383-01

국산백합 종구보급 촉진 및 고품질 절화생산 기술 확립 최종보고서

2018. 11. .

주관연구기관 / 강원도농업기술원

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

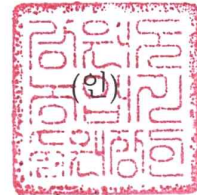
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “국산백합 종구보급 촉진 및 고품질 절화생산 기술 확립” (개발기간 : 2016. 7. 28. ~ 2018. 7. 27.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018 . 8 . .

주관연구기관명 : 강원도농업기술원 (대표자) 김태석



주관연구책임자 : 최강준

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

| | | | | | |
|------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|--|
| 과제고유번호 | 116042-2 | 해 당 단 계 연 구 기 간 | 2년 | 단 계 구 분 | 1단계/총1단계 |
| 연구사업명 | 단 위 사 업 | 농식품기술개발사업 | | | |
| | 사 업 명 | 농식품 R&D 바우처 시범사업 | | | |
| 연구과제명 | 대 과 제 명 | (해당 없음) | | | |
| | 세부 과제명 | 국산백합 종구 보급 촉진 및 고품질 절화생산 기술확립 | | | |
| 연구책임자 | 최강준 | 해당단계 참여연구원 수 | 총: 13명 내부: 11명 외부: 2명 | 해당단계 연구개발비 | 정부: 400,000천원 민간: 100,000천원 계: 500,000천원 |
| | | 총 연구기간 참여연구원 수 | 총: 13명 내부: 11명 외부: 2명 | 총 연구개발비 | 정부: 400,000천원 민간: 100,000천원 계: 500,000천원 |
| 연구기관명 및 소속부서명 | 강원도농업기술원 원예연구과 | | | 참여기업명 | |
| 국제공동연구 | 상대국명: 해당없음 | | | 상대국 연구기관명: | |
| 위탁연구 | 연구기관명: 해당없음 | | | 연구책임자: | |
| 연구개발성과의 | 해당없음 | | | | |

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

| | |
|-----------|--|
| 보안등급 및 사유 | |
|-----------|--|

9대 성과 등록·기탁번호

| 구분 | 논문 | 특허 | 보고서 원문 | 연구시설·장비 | 기술요약 정보 | 소프트웨어 | 화합물 | 생명자원 | | 신품종 | |
|----------|----|----|--------|---------|---------|-------|-----|-------|-------|-----|----|
| | | | | | | | | 생명 정보 | 생물 자원 | 정보 | 실물 |
| 등록·기탁 번호 | | | | | | | | | | | |

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

| 구입기관 | 연구시설·장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입연월일 | 구입가격 (천원) | 구입처 (전화) | 비고 (설치장소) | NTIS 등록번호 |
|------|----------|----------|----|-------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

- 고품질 국내 백합종구 생산을 위한 품질관리 현장 실증 매뉴얼 개발
 - 백합 매뉴얼 개발을 위한 2시간 이내 토양현장분석 기술과 24시간 이내 토양 침출수 이온 분석을 토한 과학적인 분석기술의 현장 적용 기술 접목
 - 전국 백합 재배 10지역 31지점에 대한 토양이화학성 분석과 농업용수 분석
 - 전국 10지역 322지점에 대한 토양현장분석과 토양 침출수 이온분석을 통한 백합 재배 현장 실증 연구 및 재배 관리 특성에 대한 빅데이터 확보
 - 지역별 재배 관리 문제점 및 개선점 분석을 통한 고품질 재배 전략 수립
 - 고품질 백합 재배를 위한 매뉴얼 제작 및 전국 백합 농업인 대상 세미나
- 국내 생산종구이용 지역별 시기별 절화 시험재배 및 고품질 절화 수출 확대
 - 국내 생산 백합 종구의 보급, 판매: 253백만원
 - 백합 절화 수출 확대: 1년차 98백만원, 2년차 859백만원으로 증가

보고서 면수: 74

<요약문>

| | | | | | |
|------------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------|
| <p>연구의 목적 및 내용</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 생산 종구이용 지역별 절화 실증재배 및 고품질 절화 수출 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 지역별 맞춤 매뉴얼 개발을 위한 핵심 분석 항목 결정 - 절화 재배 전 시험 포장의 토양 이화학성 조사를 통한 특성 분석 - 지역별 재배지의 농업용수 분석을 통한 특성 분석 - 재배 생육 기간 토양 현장 분석을 통한 실시간 토양 수용성 양분 분석 - 토양 현장 분석을 통한 과학적인 토양 양분 관리 - 절화 재배 기간중 식물체 분석을 통한 식물체 품질 관리 - 국내 생산 종구 이용 최고 품질 절화 생산과 고급 절화 수출 확대 | | | | |
| <p>연구개발성과</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 고품질 국내 백합종구 생산을 위한 품질관리 현장 실증 매뉴얼 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 백합 매뉴얼 개발을 위한 2시간 이내 토양현장분석 기술과 24시간 이내 토양 침출수 이온 분석을 통한 과학적인 분석기술의 현장 적용 기술 집목 - 전국 백합 재배 10 지역 31지점에 대한 통양이화학성 분석과 농업용수 분석 - 전국 10지역 322지점에 대한 토양현장분석과 토양 침출수 이온분석을 통한 백합 재배 현장 실증 연구 및 재배 관리 특성에 대한 빅데이터 확보 - 지역별 재배 관리 문제점 및 개선점 분석을 통한 고품질 재배 전략 수립 - 고품질 백합 재배를 위한 매뉴얼 제작 및 전국 백합 농업인 대상 세미나 ○ 국내 생산종구이용 지역별 시기별 절화 시험재배 및 고품질 절화 수출 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 생산 백합 종구의 보급, 판매: 253백만원 - 백합 절화 수출 확대: 1년차 98백만원, 2년차 859백만원으로 증가 | | | | |
| <p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 품종과 구근의 농가 실증으로 최고급 절화생산 재배 면적 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 연구결과를 기반으로 전국 백합 재배 농가 대상 재배 교육 자료로 활용 - 국내 백합 재배에 있어 과학 영농 기술 적용 확대 - 백합 재배 매뉴얼 보급으로 국내 백합 절화 품질의 상향 평준화 - 수입 구근 절화재배 대비 30% 품질 향상 가능 - 최고급 백합 절화 생산 거점 조성 : 10개소 ○ 절화 백합 품질 고급화로 수출 가격 제고를 통한 농가소득 증대 <ul style="list-style-type: none"> - (현재) 일본산 백합가격의 60% → (개선) 일본산 백합의 80% 이상 수준 | | | | |
| <p>국문핵심어 (5개 이내)</p> | <p>국내 백합 구근</p> | <p>국내 백합 품종</p> | <p>토양 현장 분석</p> | <p>품질 관리</p> | <p>수출</p> |
| <p>영문핵심어 (5개 이내)</p> | <p>domestic lily bulbs</p> | <p>domestic lily cultivar</p> | <p>on-site soil analysis</p> | <p>quality control</p> | <p>export</p> |

< 목 차 >

| | |
|------------------------------|----|
| 1장. 연구개발과제의 개요 | 6 |
| 2장. 연구수행 내용 및 결과 | 8 |
| 3장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 | 71 |
| 4장. 연구결과의 활용 계획 등 | 73 |

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

1장. 연구개발과제의 개요

1절. 연구개발 목적

1. 국내 생산 백합종구를 이용한 지역별·시기별 고품질 절화생산 기술 확립으로
국내 백합 종구 사용 확대와 농가 소득 제고를 통한 수출 확대
가. 지역별 맞춤형 전략 수립과 절화 품질 관리를 위한 현장 매뉴얼 개발로 국내 구근 보급 확대
나. 국내 생산 종구이용 지역별, 시기별 최고 품질의 절화 생산 및 수출 확대

2절. 연구개발의 필요성

1. 백합절화는 전체 절화류 재배면적의 11.7%, 생산액의 7.9%를 점유하고 있으며, 화훼 전체 수출실적의 32.7%를 차지하여 화훼류 수출작목 중 가장 비중이 높아 농산물 수출 전략작목으로서 중요한 위치에 있는 주요 작목임
2. 최근 백합수출은 국내산 품질하락·구근구입비 증가 및 엔저현상 등으로 일본 내 경쟁력 하락이 주요 문제로 되고 있으며 특히 대부분 수입하는 구근 구입비 증가에 따른 생산비 증가와 국내산 절화 품질 하락은 내부적으로 해결해야할 문제임
3. 수입되는 수출용 백합종구는 95%이상이 네덜란드 구근으로 여러 단계의 유통과정과 긴 운송기간(약 40일 소요)으로 고품질 백합절화 생산에 대한 한계요인이 많아 수입 구근을 이용한 고품질 절화 생산에 한계 요인으로 작용함
4. 국내 종구생산을 위해 정부에서 제주도와 강원도에 백합종구 전문 생산단지를 조성 하였지만 구근 수확, 선별, 소독 장비 개발 회사의 부재로 기존 종구생산 단지의 기반이 불완전하고 또한, 절화 생산에서 종구 비율이 55%를 차지하나 과거 생산종구의 부정적 인식으로 인한 국내생산 구근의 품질에 대한 신뢰부족으로 농가보급 확대를 위한 실증 재배 과정을 통한 검증과정을 거칠 필요성이 있음
5. 국내 백합종구 전문생산단지에서 생산된 구근을 이용, 백합 절화농가에 정식 전 최적의 상태로 공급하여 최고 품질의 절화생산 기술 개발을 통한 절화 수출 확대 필요
6. 과학적인 영농을 위하여 최고 품질의 백합 절화 재배를 위한 적정 양분 소요량 분석과 효율적인 영양 공급을 통한 지역별 맞춤 재배 매뉴얼 개발 필요

3절. 연구개발 범위

1. 국내 생산 종구이용 지역별·시기별 절화 시험재배 및 고품질 절화 수출 확대
가. 시험 품종 : 국내 품종 5종 이상, 수입 품종 4종
나. 시험 종구 : 국내생산 종구 20만, 수입구 5만구
다. 절화 재배전 시험 포장 토양 이화학성 분석 및 이를 기반으로 한 지역별 맞춤 포장 준비
라. 국내 생산 종구 이용 강원·제주·기타지역 절화 시범 재배

- 마. 지역별 시기별 최고 품질 백합절화 생산을 위한 종합기술 접목 현장 실증시험
- 바. 토양현장분석을 통한 토양 양분 관리: pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ , SO_4^{2-} , Cl^-
- 사. IC 분석기법을 적용한 토양의 수용성 양이온 및 음이온 성분 분석 : 각 5종 분석
- 아. 실시간 양분 분석을 통한 맞춤형 양분 관리 : 지역별, 시설별 적용
- 자. 국내 생산 종구 이용 최고 품질 절화 생산과 고급 절화 수출 확대
- 차. 시험 품종 : 국내 품종 5종, 외국 품종 4종
- 카. 연중 최고 품질 절화생산을 위한 현장 실증 재배 : 강원, 제주, 기타
- 타. 국내 종구이용 고품질 절화 시범 수출 : 최고급 절화 상품의 최고급 브랜드 수출
- 파. 수출에 대한 구근 생산 원가 절감, 절화 수출 금액 제고에 따른 농가 소득 분석

2장. 연구수행 내용 및 결과

1절. 연구개발 추진 전략 및 방법

1. 연구 개발 추진 구성

- 가. 연구총괄 : 강원도농업기술원을 중심으로 원예연구과의 양액분석실험실에서 운용하는 토양현장분석 기법과 이온크로마토그래피를 응용한 다양한 토양 분석 방법과 환경연구과이 식물체 분석 기술을 이용 다양한 조사 기법을 이용하여 백합 절화 농가에서 국내구근 이용 최고의 절화 생산을 위한 현장 실증 모델 개발
- 나. 한국백합생산자중앙연합회의 선도적인 백합 절화 재배농가 10농가(강원도 5, 제주도 2, 전북 2, 경기 1농가)와 함께 국내 생산 구근을 이용 최고급 절화 생산을 위한 현장 실증 모델 구축을 통한 최고 절화 생산 단지를 조성하고 이를 통한 최고 품질의 절화 수출, 판매를 통해 국내 생산 구근과 절화의 브랜드 가치 향상
- 다. 주요 백합 재배 지역인 제주도, 전북지역의 연구수행을 위해 제주도농업기술원과 전북농업기술원의 백합 전문 연구사와의 협력을 통해 지역과 결합한 실지적인 시험수행과 조사

2. 연구개발 구성 역할 모식도



3. 기술정보 수집 및 연구 과제 협력

- 가. 백합 주산단지인 강원도, 제주도 등 백합 주산지의 농가가 연구에 공동 참여함으로써 실질적인 시험재배를 통해 대한민국 백합 재배의 문제점 및 개선 방안 수집
- 나. 국립원예특작과학원, 제주도농업기술원, 전북농업기술원 등 백합 관련 국공립연구소와의 긴밀한 협력을 통하여 국내 개발우수 품종의 구근 확보와 정보 수집
- 다. 국립강릉원주대학교 등 백합 주산단에 있는 관련 대학교와의 협력을 통한 정보 수집
- 라. (사)한국백합생산자중앙연합회의 활동과 연계하여 과제 성과 발표회 등을 통해 과제에 참여하지 않는 다양한 농가의 정보 수집과 연구과제 수행에 있어 다양한 피드백을 통한 연구 완성도 보완
- 마. 농수산식품부에서 추진한 제주도와 강원도의 백합 종구 전문생산단지와 협력하여 검증된 우수 구근 확보 및 시험연구에서 도출된 다양한 결과의 공유로 우수한 한국 백합종구 생산과 절화 생산의 시너지 증대 효과
- 바. 백합수출 선도조직으로 선정된 JJF Korea와 시범사업에서 생산된 절화 시범 수출로 향후 고급 브랜드화 추진

2절. 연구개발 추진체계

| | | |
|--------|------------------------------|-------------------------|
| 연구개발과제 | | 총 참여 연구원 |
| 과제명 | 국산 백합종구 보급촉진 및 고품질 절화생산 기술확립 | 주관연구책임자 (최강준)외 총 28명 |

| | | |
|-----------|-------|-------------|
| 기관별 참여 현황 | | |
| 구분 | 연구기관수 | 참여연구원수 |
| 국공립(연) | 1 | 18 |
| 기타 | 1 | 10 (백합 생산자) |

| |
|--|
| 주관연구기관명 : 강원도농업기술원 |
| 과제명 : 국산 백합종구 보급촉진 및 고품질 절화생산 기술확립 |
| 연구책임자명 : (최강준)외 28명(백합생산자연합회 소속 10개의 생산농가 참여) |
| 담당기술개발내용 |
| <ul style="list-style-type: none"> - 국내산 및 수입구 바이러스 이병을 조사 : 정식 후, 수확 전 조사 - 구근 품질 기준 설정 : 정식전 구근내 함유 성분 분석 - 절화 재배전 시험 포장 토양 이화학성 분석 및 이를 통한 포장 준비 - 국내 생산 종구 이용 강원·제주·전북, 경기 지역 절화 시범 재배 - 재배 초기, 중기, 후기 토양 현장 분석을 통한 실시간 토양 수용성 양분 분석 - 토양 현장 분석을 통한 토양 양분 관리 - 절화 재배 기간중 식물체 분석을 통한 식물체 품질 관리 - 국내 생산 종구 이용 최고 품질 절화 생산과 고급 절화 수출 확대 |

3절. 연구개발 추진 일정

| 일련 번호 | 연구내용 | 월별 추진 일정 | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 1 | 계획수립 및 농가별 자료조사 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 생육 전후 토양 및 식물체 특성 분석 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 강원도 지역 고품질 절화 생산, 수출 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 제주도 지역 고품질 절화 생산, 수출 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 전북, 경기 지역 고품질 절화 생산 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 주요 결과 정리 및 주요 성과 보고 | | | | | | | | | | | | | |

4절. 백합 절화 재배 매뉴얼 개발을 위한 핵심 적용 기술

1. 주요 핵심 적용 기술의 조건

- 가. 백합 고품질 절화 재배를 위한 토양, 식물 주요 재배 항목 포함
- 나. 토양 주요 항목 : pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Cl^- , Na^+ , SO_4^{-2}
- 다. 식물체 특성 조사 : 초장, 절화장, 절화각, 절화중, 경경, 엽장, 엽폭, 엽수 등 포함
- 라. 현장 적용을 위한 분석 방법은 현장에서 또는 늦어도 1~2일 이내 결과 확인 가능해야 함

2. 주요 조사 방법 및 주요 분석 내용 요약

| 순서 | 조사시기 | 시료 | 조사방법 | 소요 시간 | 주요 분석 사항 |
|----|--------|-------|---------------------------------|-------|---|
| 1 | 재배 전 | 토양 | 토양화학분석법 (RDA, 2010) | 15일 | pH, EC, OM, Av. P2O5, 무기물 등 |
| 2 | | 농업 용수 | pH meter, EC meter 이온크로마토그래피 | 1일 | pH, EC, 양이온, 음이온 무기물 |
| 3 | 재배 기간중 | 토양 | 토양현장진단법 (농촌진흥청) | 2시간 | pH, EC, 수용성 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ ※재배중 토양 양분 상태 확인 |
| 4 | | 식물 줄기 | 원소 분석기 | 2일 | C, N, C/N율 ※식물체 양분 흡수 상태 확인 |

3. 강원도농업기술원 분석 순서 모식도



그림 1. 강원도농업기술원 분석 기술의 현장 적용을 위한 모식도

5절. 1년차 연구 개발 결과

1. 백합 절화 생산 지역별 용수 및 토양 분석

가. 지역별 백합 재배 토양의 이화학성 분석

표 1. 지역별 재배 토양의 이화학성 분석 결과

| 지역 | 농가 | pH | EC | OM | Av. P2O5 | Ca ⁺² | K ⁺ | Mg ⁺² | Na ⁺ | NO ₃ ⁻ -NNH ₄ ⁺ -N | |
|------------|-----|-------|--------|--------|-------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|--|-------|
| | | (1:5) | (dS/M) | (g/kg) | (mg/kg) | cmol+/kg | | | (mg/kg) | | |
| 강원 (춘천) | J-1 | 5.51 | 1.48 | (배지) | 120 | 13.28 | 2.83 | 2.13 | 0.16 | 95.79 | 11.2 |
| | J-2 | 5.29 | 0.98 | (배지) | 14 | 9.77 | 2.05 | 4.76 | 0.53 | 46.52 | 9.04 |
| 강원 (강릉) | G | 7.41 | 1.19 | 56.00 | 770 | 11.72 | 2.00 | 2.81 | 0.39 | 40.86 | 3.32 |
| | H-1 | 5.16 | 1.99 | 26.05 | 866 | 5.95 | 1.36 | 1.16 | 0.23 | 138.27 | 3.82 |
| | H-2 | 6.61 | 0.32 | 22.81 | 1243 | 5.05 | 0.45 | 1.17 | 0.21 | 9.69 | 3.03 |
| 강원 (인제) | I-1 | 5.91 | 2.89 | 67.96 | 739 | 11.68 | 2.17 | 3.28 | 0.47 | 140.36 | 5.73 |
| | I-2 | 6.28 | 2.91 | 56.77 | 1249 | 10.96 | 2.49 | 3.33 | 0.30 | 154.86 | 5.26 |
| 전북 (완주) | A | 5.12 | 2.21 | (배지) | 107 | 11.95 | 2.09 | 3.65 | 1.12 | 131.53 | 31.57 |
| 제주 | C | 5.81 | 2.35 | 52.83 | 271 | 9.66 | 1.88 | 4.41 | 0.25 | 186.75 | 5.06 |
| | D | 7.78 | 7.96 | 146.72 | 995 | 24.9 | 9.88 | 14.39 | 4.27 | 111.43 | 6.90 |
| 평균 | | 6.09 | 2.43 | 61.31 | 637.40 | 11.49 | 2.72 | 4.11 | 0.79 | 105.61 | 8.49 |
| 표준편차 | | 0.93 | 2.12 | 41.20 | 473.84 | 5.40 | 2.60 | 3.81 | 1.25 | 56.74 | 8.51 |
| 적정범위비율(%) | | 80.0 | 60.0 | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.25 | 70.0 | 8.51 |

- (1) 백합 재배에 여러가지 토양 양분과 환경이 영향을 미치지만 가장 중요한 요인으로는 pH, EC, NO₃⁻, OM, Av.P2O5, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², Na⁺ 등이 있다
- (2) 오리엔탈 백합의 적정 pH는 5.0~6.5이었으나 제주 1지역, 강릉 1지역에서 7.4이상으로 문제가 있어 약 산성으로 pH 조절이 필요한 상태이다.
- (3) EC는 60%에서 너무 높거나 낮았으며 적정 범위는 1.0~2.0이었으나 모든 지역에서 적정 범위 보다 부족하거나 많았다.
- (4) 조사 대상의 농가 모두 20년 이상 백합 재배 경력이 있는 농가였으나 대부분의 토양에서 한가지 이상의 문제가 있어 보다 과학적인 토양관리가 필요한 것으로 파악되었다.

나. 농업용수 분석

표 2. 지역별 농업용수 분석 결과

| 지역 | 농가 | pH | EC | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ⁻³ | SO ₄ ⁻² | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² |
|------------|-----|-------------|------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | dS/m | | | mg/L | | | | | | | |
| 경기 (광명) | E-1 | 6.52 | 3.3 | ()* | 57.94 | 2.62 | 불검출 | 68.71 | 17.75 | 불검출 | 1.38 | 85.37 | 25.48 |
| 강원 (춘천) | J-1 | 6.00 | 0.4 | ()* | 4.047 | 5.24 | 불검출 | 3.55 | 3.45 | 0.05 | 5.75 | 12.30 | 3.67 |
| 강원 (강릉) | G-1 | 5.60 | 0.9 | ()* | 13.99 | 1.78 | 불검출 | 22.13 | 9.72 | 0.06 | 2.87 | 19.94 | 4.44 |
| | G-2 | 5.66 | 0.3 | ()* | 11.83 | 4.16 | 불검출 | 13.03 | 8.31 | 0.03 | 2.86 | 15.36 | 3.00 |
| 강원 (인제) | I-1 | 6.55 | 1.6 | ()* | 15.46 | 78.19 | 불검출 | 15.53 | 10.94 | 불검출 | 5.03 | 37.10 | 8.98 |
| | I-2 | 6.64 | 0.9 | ()* | 9.65 | 37.8 | 불검출 | 19.92 | 9.04 | 불검출 | 6.17 | 43.59 | 7.16 |
| | I-3 | 6.63 | 1.2 | ()* | 15.02 | 72.06 | 불검출 | 0.45 | 13.89 | 불검출 | 2.72 | 27.43 | 5.80 |
| | I-4 | 6.39 | 1.7 | 30.5 | 15.61 | 107.05 | 불검출 | 14.76 | 7.89 | 불검출 | 2.68 | 15.53 | 6.21 |
| 전북 (완주) | A-1 | 6.41 | 1.3 | ()* | 13.17 | 46.49 | 불검출 | 16.71 | 9.89 | 0.03 | 5.85 | 30.50 | 6.08 |
| | A-2 | 6.31 | 2.2 | ()* | 20.37 | 75.82 | 불검출 | 41.28 | 14.66 | 불검출 | 5.16 | 49.42 | 16.83 |
| | A-3 | 6.47 | 1.1 | ()* | 16.40 | 32.58 | 불검출 | 17.23 | 8.49 | 0.01 | 10.91 | 26.78 | 5.54 |
| | A-4 | 7.09 | 1.7 | ()* | 25.48 | 47.13 | 0.13 | 24.72 | 15.81 | 불검출 | 14.98 | 35.61 | 9.52 |
| | A-5 | 6.73 | 0.7 | ()* | 13.44 | 16.64 | 0.29 | 17.32 | 14.93 | 불검출 | 8.01 | 42.74 | 8.87 |
| 제주 | B-1 | 7.11 | 1.4 | ()* | 8.15 | 7.44 | 불검출 | 11.24 | 18.67 | 불검출 | 2.99 | 37.70 | 7.71 |
| | C-1 | 7.80 | 0.8 | 45.8 | 14.68 | 19.03 | 불검출 | 5.97 | 9.57 | 0.01 | 4.50 | 9.60 | 6.85 |
| | C-2 | 7.78 | 0.8 | ()* | 16.52 | 21.09 | 불검출 | 6.46 | 9.79 | 0.02 | 4.81 | 9.99 | 8.00 |
| | D-1 | 8.49 | 0.7 | 45.8 | 10.19 | 10.60 | 0.16 | 4.66 | 9.99 | 불검출 | 4.66 | 17.73 | 6.00 |
| | D-2 | 7.87 | 1.7 | 70.2 | 23.70 | 47.32 | 불검출 | 24.65 | 11.93 | 불검출 | 5.24 | 37.75 | 15.68 |

* : 분석하지 않음

- (1) 대부분의 농가가 공장지대가 아닌 청정지역에 위치해 있어 농업용수에 대한 검사 없이 농업용수로 사용하고 있었으며 모든 대상 농가에서 농업용수 분석은 처음이었다.
- (2) 분석은 pH, EC와 중탄산 그리고 이온크로마토그래피로 음이온과 양이온을 분석하였다.
- (3) 농업에는 문제가 없으나 지하수의 질산 오염이 심각한 것으로 확인되었다. 특히 3지역에서는 NO₃⁻ 농도가 70ppm을 넘었으며 인제지역은 250m 암반수를 농업용수와 식수로 함께 사용하고 있어 즉각적인 식수 사용에 대한 조치를 취할 것을 고지하였다.
- (4) 농업적으로 문제가 있는 지역은 경기(광명)과 제주 지역으로 경기(광명)은 칼슘이온 함량이 높았으며 제주 지역은 pH가 높아 재배할 때 양분 공급 관리와 pH 조절이 필요하였다.
- (5) 농업용수가 문제되는 경우나 주의해야 하는 경우가 50%이고 농업용수는 지속해서 다량 공급되는 물질로써 재배 전에 반드시 분석하여 대응해야 할 것으로 판단되었다.

2. 토양 현장 분석을 통한 경기지역 양분 관리 분석

가. 토양 현장 분석 결과

표 3. 1차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|-------------|----------------|-------------|--------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위* | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 경기 (광명) | E-1 | 2016.8.3 | 7.50 | 1.4 | 0.0 | 7.6 | 33.1 |
| | E-2 | 2016.8.11 | 7.43 | 1.2 | 0.0 | 8.5 | 17.9 |
| | E-3 | 2016.8.11 | 7.58 | 0.8 | 0.0 | 17.4 | 22.7 |
| | E-4 | 2016.8.11 | 7.26 | 1.9 | 15.7 | 12.5 | 54.5 |
| | 평균 | | 7.44 | 1.32 | 5.23 | 11.50 | 32.05 |
| | 표준편차 | | 0.14 | 0.47 | 9.06 | 4.47 | 16.26 |
| 적정범위비율(%) | | | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 25.0 |

*: 적정범위는 토양과 물의 비율을 1:5로 침출하여 측정된 수용성 이온의 성분량 측정값 기준

표 4. 2차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|-------------|------------------|----------------|-------------|-------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 경기 (광명) | E-1 | 2017.4.27 | 7.75 | 1.57 | 0.00 | 8.50 | 42.50 |
| | E-2 | 2017.4.27 | 7.63 | 2.61 | 0.00 | 12.30 | 82.50 |
| | E-3 | 2017.4.27 | 7.80 | 1.36 | 2.00 | 20.60 | 42.30 |
| | 평균 | | 7.73 | 1.85 | 0.67 | 13.80 | 55.77 |
| | 표준편차 | | 0.09 | 0.67 | 1.15 | 6.19 | 23.15 |
| | 적정범위비율(%) | | 0.0 | 66.7 | 0.0 | 33.3 | 33.3 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 5. 1차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------------|-------------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 경기 (광명) | E-1 | 2016.8.3 | 24.25 | 0.04 | 33.83 | 5.70 | 54.37 | 17.67 | 0.05 | 2.42 | 34.66 | 10.38 |
| | E-2 | 2016.8.11 | 23.68 | 0.26 | 5.50 | 7.35 | 54.11 | 16.81 | ND | 2.39 | 29.50 | 7.58 |
| | E-3 | 2016.8.11 | 7.95 | 0.25 | 9.96 | 15.64 | 25.68 | 15.09 | ND | 2.07 | 20.77 | 6.17 |
| | E-4 | 2016.8.11 | 14.96 | 0.17 | 48.07 | 11.37 | 93.57 | 17.77 | ND | 20.19 | 42.86 | 13.27 |
| | 평균 | | 17.71 | 0.18 | 24.34 | 10.02 | 56.93 | 16.84 | 0.05 | 6.77 | 31.95 | 9.35 |
| | 표준편차 | | 7.77 | 0.10 | 20.12 | 4.44 | 27.89 | 1.24 | - | 8.95 | 9.26 | 3.14 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 | | | |

표 6. 2차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 경기 (광명) | E-1 | 2017.4.27 | 19.04 | 0.05 | 37.70 | 8.18 | 48.20 | 9.52 | ND | 3.29 | 47.80 | 9.40 |
| | E-2 | 2017.4.27 | 35.60 | 0.05 | 69.91 | 12.07 | 46.28 | 18.35 | ND | 5.11 | 122.89 | 17.86 |
| | E-3 | 2017.4.27 | 19.27 | 0.04 | 25.12 | 17.48 | 42.38 | 11.37 | ND | 4.74 | 37.93 | 10.43 |
| | 평균 | | 24.64 | 0.05 | 44.24 | 12.58 | 45.62 | 13.08 | - | 4.38 | 69.54 | 12.56 |
| | 표준편차 | | 9.49 | 0.01 | 23.10 | 4.67 | 2.96 | 4.66 | - | 0.96 | 46.46 | 4.62 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 33.3 | 0.0 | | | | 0.0 | | |

다. 토양 양분 분석에 따른 분석 결과 요약

- (1) 경기(광명) E농가는 그림 6처럼 단동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 유기물 비료와 수용성 복합비료를 통해 토양 양분 관리를 하고 있었다.
- (2) 3회에 걸쳐 2차례 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺를 현장에서 분석하였다.
- (3) pH 분석 결과 평균 7.44, 7.73로 2차에 걸쳐 pH 분석 결과 매우 높아서 오리엔탈 백합 재배에 매우 불리한 pH 환경이었다.
- (4) 경기(광명) E농가의 pH가 높은 원인으로는 농업용수의 성분 문제가 1차적으로 분석되었는데 농업용수의 이온분석 결과 Ca²⁺이온 성분이 85.37ppm, Mg²⁺이온 성분이 15.68ppm으로 석회고토비료를 용수로 계속 공급하는 효과와 같은 것으로 판단되었다.
- (5) 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과도 평균 Ca²⁺이온 성분이 31.92, 69.54ppm, Mg²⁺이온 성분이 9.35, 12.56ppm으로 높게 분석되었다.
- (6) 경기(광명) 지역의 두번째 큰 문제는 토양내 K⁺ 이온 고갈로 분석되었다. 1, 2차 토양현장분석과 이온크로마토그래피 분석 결과 토양 내 매우 낮은 농도로 분석되었다.
- (7) 경기(광명) 지역의 백합 절화 재배를 위해서는 품종 선택에 있어 우리타워나 루시퍼 등 나팔나리 계통을 재배하는 것이 유리할 것으로 판단되었으며 오리엔탈 백합 재배를 위해서는 pH 조절과 K⁺ 이온 공급량을 확대해서 관리해야 할 것으로 판단되었다.



그림 2. 경기 E농가 단동하우스와 사용 비료

3. 토양 현장 분석을 통한 강원 춘천지역 양분 관리 분석

가. 토양 현장 분석 결과

표 7. 1차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------|------|----------------|---------|---------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 강원 (춘천) | J-1 | 2016.8.8 | 5.97 | 0.5 | 12.3 | 2.4 | 32 |
| | J-2 | 2016.8.8 | 5.00 | 1.3 | 39.3 | 9.0 | 85.3 |
| | J-3 | 2016.8.8 | 5.14 | 1.2 | 42.5 | 5.0 | 39.5 |
| | J-4 | 2016.8.8 | 5.15 | 0.9 | 30.5 | 4.5 | 32.3 |
| | J-5 | 2016.8.8 | 5.64 | 0.3 | 5.2 | 2.1 | 17.5 |
| | J-6 | 2016.8.8 | 5.08 | 0.7 | 21.8 | 2.7 | 25.1 |
| | J-7 | 2016.8.26 | 4.96 | 0.7 | 24.7 | 4.3 | 25.3 |
| | J-8 | 2016.8.26 | 5.08 | 1.6 | 55.7 | 6.3 | 31.6 |
| | J-9 | 2016.8.26 | 4.79 | 0.8 | 26.9 | 4.6 | 40.0 |
| | J-10 | 2016.8.26 | 4.95 | 1.0 | 36.8 | 6.1 | 42.3 |
| | J-11 | 2016.10.1 | 6.12 | 0.4 | 11.2 | 3.6 | 27.1 |
| | J-12 | 2016.10.1 | 4.60 | 0.4 | 18.0 | 3.1 | 25.5 |
| | J-13 | 2016.10.1 | 4.47 | 0.5 | 11.8 | 6.4 | 30.3 |
| | J-14 | 2016.10.1 | 4.50 | 0.7 | 20.7 | 5.2 | 27 |
| | J-15 | 2016.10.1 | 4.48 | 0.6 | 23.5 | 7.0 | 30.7 |
| | J-16 | 2016.10.1 | 4.47 | 0.5 | 20.3 | 3.3 | 23.4 |
| | J-17 | 2016.10.1 | 4.74 | 0.4 | 13.1 | 3.5 | 24.4 |
| | J-18 | 2016.10.1 | 5.95 | 0.3 | 8.2 | 2.3 | 19.2 |
| | J-19 | 2016.10.1 | 4.82 | 0.5 | 15.4 | 2.7 | 23.6 |
| | J-20 | 2016.10.1 | 5.43 | 0.4 | 10.3 | 1.9 | 18.6 |
| | J-21 | 2016.10.1 | 5.36 | 0.6 | 20.9 | 4.1 | 26.8 |
| | J-22 | 2016.10.1 | 5.32 | 0.4 | 9.1 | 3.4 | 22.0 |
| | J-23 | 2016.10.1 | 5.00 | 0.3 | 10.0 | 4.4 | 22.9 |
| | J-24 | 2016.10.1 | 5.31 | 0.3 | 6.5 | 2.9 | 20.1 |
| | J-25 | 2016.10.1 | 5.58 | 0.4 | 12.3 | 3.5 | 20.3 |
| | J-26 | 2016.10.1 | 5.09 | 0.4 | 11.2 | 3.9 | 11.2 |
| 평균 | | | 5.12 | 0.61 | 19.93 | 4.16 | 28.62 |
| 표준편차 | | | 0.47 | 0.34 | 12.49 | 1.70 | 13.62 |
| 적정범위비율(%) | | | 61.5 | 23.1 | 7.7 | 0.0 | 3.8 |

표 8. 2차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------|------|----------------|---------|---------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | (mg/L) | | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 강원 (춘천) | J-1 | 2017.4.24 | 5.56 | 0.87 | 50.60 | 7.70 | 49.50 |
| | J-2 | 2017.4.24 | 5.47 | 0.66 | 29.80 | 3.00 | 37.90 |
| | J-3 | 2017.4.24 | 5.88 | 0.53 | 23.20 | 3.40 | 14.40 |
| | 평균 | | 5.64 | 0.69 | 34.53 | 4.70 | 33.93 |
| | 표준편차 | | 0.22 | 0.17 | 14.30 | 2.61 | 17.88 |
| 적정범위비율(%) | | | 100.0 | 100.0 | 33.3 | 0.0 | 0.0 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 9. 1차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위 치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (춘천) | J-1 | 2016.8.8 | 8.84 | 0.09 | 18.99 | 2.02 | 4.75 | 4.94 | 0.24 | 19.89 | 10.70 | 2.50 |
| | J-2 | 2016.8.8 | 10.79 | 0.04 | 82.38 | 8.59 | 15.66 | 5.06 | ND | 38.74 | 20.74 | 5.20 |
| | J-3 | 2016.8.8 | 14.88 | 0.02 | 30.63 | 4.15 | 26.94 | 12.70 | 0.03 | 42.51 | 15.50 | 4.70 |
| | J-4 | 2016.8.8 | 9.50 | 0.03 | 24.39 | 3.70 | 19.12 | 14.84 | ND | 32.86 | 9.46 | 2.50 |
| | J-5 | 2016.8.8 | 5.31 | 0.04 | 7.36 | 2.00 | 4.47 | 9.19 | 0.48 | 11.39 | 7.79 | 1.94 |
| | J-6 | 2016.8.8 | 15.35 | 0.03 | 19.12 | 2.20 | 17.81 | 16.72 | 0.05 | 27.49 | 11.08 | 2.84 |
| | J-7 | 2016.8.26 | 21.96 | 0.03 | 19.22 | 4.14 | 11.00 | 14.53 | 0.07 | 31.02 | 5.68 | 1.04 |
| | J-8 | 2016.8.26 | 51.69 | 0.02 | 27.32 | 6.55 | 23.88 | 21.95 | 0.14 | 65.11 | 6.30 | 1.55 |
| | J-9 | 2016.8.26 | 18.03 | 0.02 | 26.40 | 4.86 | 12.97 | 15.09 | 0.28 | 30.79 | 4.67 | 0.83 |
| | J-10 | 2016.8.26 | 25.55 | 0.02 | 40.22 | 6.25 | 14.27 | 18.55 | 0.35 | 40.54 | 6.07 | 1.35 |
| | J-11 | 2016.10.1 | 9.67 | ND | 23.60 | 2.83 | 7.19 | 21.77 | 0.76 | 15.69 | 6.96 | 1.39 |
| | J-12 | 2016.10.1 | 14.38 | 0.03 | 17.68 | 2.41 | 5.30 | 15.20 | 0.25 | 19.53 | 4.49 | 0.92 |
| | J-13 | 2016.10.1 | 6.46 | 0.04 | 30.78 | 5.26 | 5.77 | 14.12 | 1.58 | 16.01 | 4.05 | 0.93 |
| | J-14 | 2016.10.1 | 7.55 | 0.03 | 41.46 | 4.50 | 9.17 | 15.28 | 0.29 | 23.58 | 4.79 | 1.50 |
| | J-15 | 2016.10.1 | 9.43 | 0.03 | 36.14 | 6.24 | 8.11 | 16.21 | 1.06 | 24.20 | 3.86 | 1.27 |
| | J-16 | 2016.10.1 | 11.26 | 0.03 | 15.97 | 2.78 | 6.43 | 13.13 | 0.26 | 20.43 | 3.02 | 0.66 |
| | J-17 | 2016.10.1 | 6.74 | 0.04 | 19.06 | 2.97 | 5.04 | 12.95 | 0.52 | 16.09 | 3.59 | 0.87 |
| | J-18 | 2016.10.1 | 6.72 | 0.05 | 7.74 | 1.89 | 4.39 | 12.71 | 0.07 | 12.69 | 3.92 | 0.80 |
| | J-19 | 2016.10.1 | 12.28 | 0.05 | 14.87 | 2.18 | 5.94 | 14.95 | 0.10 | 20.32 | 4.37 | 0.84 |
| | J-20 | 2016.10.1 | 10.29 | 0.04 | 4.75 | 1.47 | 4.57 | 13.04 | 0.06 | 20.37 | 5.11 | 1.12 |
| | J-21 | 2016.10.1 | 14.13 | 0.07 | 17.04 | 3.30 | 6.28 | 16.43 | 0.10 | 24.93 | 4.94 | 1.34 |
| | J-22 | 2016.10.1 | 8.11 | 0.05 | 10.36 | 2.71 | 5.37 | 14.61 | 0.09 | 15.04 | 5.35 | 1.33 |
| | J-23 | 2016.10.1 | 7.54 | 0.04 | 7.34 | 3.47 | 3.96 | 10.89 | 0.03 | 16.79 | 4.37 | 0.97 |
| | J-24 | 2016.10.1 | 5.63 | 0.04 | 7.07 | 1.94 | 4.03 | 11.20 | 0.04 | 13.31 | 4.60 | 1.15 |
| | J-25 | 2016.10.1 | 5.51 | 0.08 | 5.80 | 2.41 | 3.72 | 12.76 | 0.03 | 20.03 | 5.94 | 1.51 |
| | J-26 | 2016.10.1 | 9.31 | 0.06 | 11.85 | 2.95 | 4.99 | 12.97 | 0.06 | 19.00 | 5.77 | 1.77 |
| 평균 | | | 12.57 | 0.04 | 21.83 | 3.61 | 9.27 | 13.92 | 0.29 | 24.55 | 6.66 | 1.65 |
| 표준편차 | | | 9.43 | 0.02 | 16.22 | 1.77 | 6.53 | 3.90 | 0.37 | 11.91 | 4.02 | 1.12 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 0.0 | 0.0 | | | | 15.4 | | |

표 10. 2차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위 치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (춘천) | J-1 | 2017.4.24 | 20.63 | 0.03 | 40.27 | 8.11 | 5.06 | 2.18 | 0.08 | 55.72 | 7.29 | 0.18 |
| | J-2 | 2017.4.24 | 9.39 | 0.03 | 27.73 | 2.22 | 3.45 | 7.64 | ND | 33.12 | 7.51 | 1.59 |
| | J-3 | 2017.4.24 | 10.32 | 0.04 | 3.15 | 2.89 | 3.58 | 6.66 | 0.04 | 25.76 | 5.94 | 1.24 |
| | 평균 | | 13.44 | 0.03 | 23.72 | 4.41 | 4.03 | 5.49 | 0.06 | 38.20 | 6.91 | 1.01 |
| | 표준편차 | | 6.24 | 0.01 | 18.89 | 3.23 | 0.90 | 2.91 | 0.03 | 15.61 | 0.85 | 0.73 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 0.0 | 0.0 | | | | 66.7 | | |

다. 토양 양분 분석에 따른 분석 결과 요약

- (1) 강원 춘천지역 J농가는 그림 11처럼 연동하우스와 단동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 양액 관비 재배와 일부 완효성 비료를 병용해서 사용하고 있었다.
- (2) 2차례 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺를 현장에서 분석하였다.
- (3) 현장토양분석 결과 pH, EC, NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺ 적정 범위 비율은 1차 61.5, 23.1, 7.7, 0, 3.8%였고 2차 현장토양분석 결과는 100, 100, 33.3, 0, 0%였다.
- (4) 과거 토마토 재배 경력으로 양액 관비재배를 수행하고 있었지만 전체적으로 양분이 부족하게 관리하고 있었으며 특히 인산 성분은 매우 낮았다.
- (5) 향후 pH, EC, NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺ 전체적인 양분 관리에 있어서 정밀한 공급 관리가 필요할 것으로 판단되었다.
- (6) 이온크로마토그래피로 다양한 양이온에 대한 분석을 한 결과 Mg²⁺ 성분의 부족도 심한 것으로 확인되었으며 향후 분석결과를 바탕으로 적정 비율을 양분 관리가 필요할 것으로 판단되었다.



그림 3. 강원 춘천지역 J농가 연동하우스와 사용 비료

4. 토양 현장 분석을 통한 강원 강릉지역 양분 관리 분석

가. 토양 현장 분석 결과

표 11. 1차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 강원 (강릉) | G-1 | 2016.8.9 | 4.64 | 2.1 | 20.4 | 13.1 | 131.2 |
| | G-2 | 2016.8.9 | 7.28 | 2.0 | 75.7 | 26.3 | 100.6 |
| | G-3 | 2016.8.9 | 4.85 | 1.8 | 21.3 | 9.6 | 121.0 |
| | G-4 | 2016.8.9 | 5.30 | 1.6 | 37.3 | 9.7 | 96.4 |
| | G-5 | 2016.8.9 | 4.48 | 2.4 | 38.4 | 11.1 | 158.4 |
| | G-6 | 2016.10.14 | 5.35 | 2.0 | 55.7 | 46.0 | 63.8 |
| | G-7 | 2016.10.14 | 5.49 | 2.3 | 54.8 | 42.1 | 105.5 |
| | G-8 | 2016.10.14 | 7.52 | 1.1 | 44.0 | 24.6 | 16.4 |
| | G-9 | 2016.10.14 | 5.27 | 1.4 | 26.1 | 14.0 | 67.9 |
| | G-10 | 2016.10.14 | 4.62 | 1.9 | 31.3 | 14.3 | 91.4 |
| | G-11 | 2016.10.14 | 6.42 | 2.0 | 60.4 | 35.0 | 69.7 |
| 평균 | | | 5.57 | 1.87 | 45.38 | 22.35 | 92.94 |
| 표준편차 | | | 1.06 | 0.37 | 14.09 | 13.41 | 38.26 |
| 적정범위비율(%) | | | 45.5 | 90.1 | 18.2 | 45.5 | 90.1 |
| 강원 (강릉) | H-1 | 2016.8.9 | 5.86 | 2.5 | 43.9 | 1.9 | 25.3 |
| | H-2 | 2016.8.9 | 4.51 | 0.4 | 15.7 | 15.3 | 68.4 |
| | H-3 | 2016.8.9 | 4.72 | 4.9 | 49.2 | 18.4 | 401.2 |
| | H-4 | 2016.8.9 | 5.13 | 1.2 | 12.0 | 10.0 | 54.0 |
| | H-5 | 2016.8.9 | 5.65 | 1.3 | 27.9 | 24.9 | 94.2 |
| | 평균 | | | 5.17 | 2.08 | 29.74 | 14.10 |
| 표준편차 | | | 0.58 | 1.75 | 16.54 | 8.69 | 154.40 |
| 적정범위비율(%) | | | 60.0 | 40.0 | 20.0 | 20.0 | 60.0 |

표 12. 2차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 강원 (강릉) | G-1 | 2017.1.24 | 7.61 | 0.87 | 33.60 | 22.10 | 21.20 |
| | H-1 | 2017.1.17 | 5.71 | 1.05 | 22.40 | 3.00 | 31.60 |
| | H-2 | 2017.3.31 | 5.33 | 2.01 | 20.70 | 4.90 | 159.50 |
| | H-3 | 2017.1.17 | 6.48 | 0.28 | 0.00 | 7.30 | 17.10 |
| | H-4 | 2017.1.17 | 5.54 | 0.98 | 16.60 | 21.10 | 33.20 |
| | H-5 | 2017.1.17 | 5.65 | 0.72 | 2.30 | 17.70 | 37.90 |
| | H-6 | 2017.3.31 | 6.10 | 4.23 | 44.00 | 15.20 | 323.60 |
| | H-7 | 2017.3.31 | 6.07 | 0.58 | 14.40 | 16.90 | 45.70 |
| | H-8 | 2017.3.31 | 5.01 | 3.22 | 47.10 | 15.20 | 247.30 |
| 평균 | | | 5.74 | 1.63 | 20.94 | 12.66 | 111.99 |
| 표준편차 | | | 0.47 | 1.41 | 17.18 | 6.65 | 117.66 |
| 적정범위비율(%) | | | 100.0 | 62.5 | 0.0 | 12.5 | 12.5 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 13. 1차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위 치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (강릉) | G-1 | 2016.8.9 | 21.23 | 0.10 | 120.07 | 12.22 | 42.76 | 22.71 | 1.07 | 23.12 | 33.40 | 11.24 |
| | G-2 | 2016.8.9 | 28.91 | 0.59 | 89.95 | 27.13 | 42.55 | 26.78 | ND | 86.46 | 33.96 | 9.79 |
| | G-3 | 2016.8.9 | 11.29 | 0.04 | 101.55 | 9.08 | 45.04 | 16.70 | 0.25 | 28.11 | 25.69 | 9.59 |
| | G-4 | 2016.8.9 | 13.47 | 0.03 | 81.41 | 8.53 | 47.97 | 16.60 | 0.35 | 34.65 | 21.05 | 8.22 |
| | G-5 | 2016.8.9 | 13.64 | 0.05 | 147.71 | 10.29 | 49.06 | 13.59 | 1.84 | 36.83 | 38.07 | 11.06 |
| | G-6 | 2016.10.14 | 46.05 | 0.06 | 97.54 | 4.47 | 35.51 | 22.14 | 1.06 | 63.01 | 14.48 | 7.57 |
| | G-7 | 2016.10.14 | 29.68 | 0.15 | 120.65 | 43.83 | 47.24 | 21.67 | 0.86 | 59.26 | 27.11 | 11.30 |
| | G-8 | 2016.10.14 | 24.04 | 0.13 | 3.60 | 24.37 | 17.09 | 16.08 | 0.33 | 55.95 | 15.69 | 3.40 |
| | G-9 | 2016.10.14 | 13.61 | 0.08 | 85.80 | 14.45 | 34.21 | 11.38 | 1.23 | 28.64 | 22.71 | 7.86 |
| | G-10 | 2016.10.14 | 13.52 | 0.09 | 133.45 | 15.00 | 41.78 | 8.30 | 1.28 | 33.56 | 32.98 | 9.10 |
| | G-11 | 2016.10.14 | 30.65 | 0.05 | 94.86 | 35.88 | 32.43 | 19.00 | 0.79 | 64.80 | 19.40 | 5.84 |
| 평균 | | | 22.37 | 0.13 | 97.87 | 18.66 | 39.60 | 17.72 | 0.91 | 46.76 | 25.87 | 8.63 |
| 표준편차 | | | 10.78 | 0.16 | 37.62 | 12.54 | 9.35 | 5.43 | 0.50 | 20.15 | 7.95 | 2.44 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 91.1 | 36.4 | | | 36.4 | | | |
| 강원 (강릉) | H-1 | 2016.8.9 | 48.42 | 0.07 | 115.32 | 1.37 | 27.17 | 15.31 | 10.60 | 20.47 | 43.34 | 8.16 |
| | H-2 | 2016.8.9 | 9.15 | 0.04 | 15.59 | 14.30 | 8.55 | 8.23 | 0.05 | 21.82 | 15.39 | 2.38 |
| | H-3 | 2016.8.9 | 48.40 | 0.04 | 418.05 | 17.41 | 40.65 | 27.52 | 1.51 | 46.00 | 121.22 | 27.57 |
| | H-4 | 2016.8.9 | 23.51 | 0.03 | 54.29 | 8.98 | 25.37 | 18.59 | 0.39 | 14.01 | 21.91 | 5.53 |
| | H-5 | 2016.8.9 | 11.52 | 0.05 | 89.64 | 19.02 | 14.28 | 14.00 | 0.32 | 25.19 | 23.81 | 5.79 |
| | 평균 | | | 28.20 | 0.05 | 138.58 | 12.22 | 23.20 | 16.73 | 2.58 | 25.50 | 45.13 |
| 표준편차 | | | 19.24 | 0.01 | 160.68 | 7.17 | 12.44 | 7.10 | 4.52 | 12.16 | 43.79 | 10.10 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 60.0 | 0.0 | | | 20.0 | | | |

표 14. 2차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위 치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|-----|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (강릉) | G-1 | 2017.1.24 | 15.65 | 0.46 | 11.69 | 24.84 | 13.04 | 14.71 | 0.62 | 32.85 | 8.72 | 3.73 |
| | H-1 | 2017.1.17 | 30.24 | 0.03 | 37.63 | 2.82 | 12.81 | 13.32 | 0.57 | 24.06 | 18.63 | 3.87 |
| | H-2 | 2017.3.31 | 29.63 | ND | 142.07 | 5.56 | 21.34 | 9.12 | 0.20 | 30.88 | 42.20 | 7.15 |
| | H-3 | 2017.1.17 | 5.87 | 0.03 | 5.73 | 7.84 | 5.65 | 9.44 | 0.32 | 3.07 | 7.05 | 1.52 |
| | H-4 | 2017.1.17 | 8.02 | 0.03 | 55.68 | 25.15 | 26.05 | 12.44 | 0.30 | 16.22 | 18.04 | 5.22 |
| | H-5 | 2017.1.17 | 8.17 | 0.03 | 49.23 | 20.01 | 7.50 | 13.84 | 0.35 | 10.10 | 14.53 | 3.30 |
| | H-6 | 2017.3.31 | 40.71 | 0.04 | 333.74 | 15.47 | 67.55 | 14.43 | 7.94 | 47.55 | 100.27 | 21.52 |
| | H-7 | 2017.3.31 | 6.38 | ND | 25.40 | 13.16 | 9.47 | 6.47 | 0.02 | 11.00 | 13.06 | 2.41 |
| | H-8 | 2017.3.31 | 41.10 | 0.09 | 227.86 | 16.35 | 43.54 | 12.46 | 6.82 | 39.18 | 91.85 | 13.01 |
| 평균 | | | 21.26 | 0.04 | 109.67 | 13.30 | 24.24 | 11.44 | 2.06 | 22.76 | 38.20 | 7.25 |
| 표준편차 | | | 15.71 | 0.02 | 116.43 | 7.55 | 21.49 | 2.79 | 3.30 | 15.50 | 37.23 | 6.80 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 37.5 | 25.0 | | | 12.5 | | | |

다. 토양 양분 분석에 따른 분석 결과 요약

- (1) 강원 강릉지역 G농가는 그림 8처럼 연동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 토양 물리성 개선과 염류 문제 해결을 위해 코코피트 칩을 토양에 공급하였다.
- (2) 2차례 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였다. 분석결과 pH관리와 K^+ 이온 양분 관리에 문제가 있는 것으로 확인하였다.
- (3) pH의 경우 같은 연동하우스 내에서도 블럭에 따라 편차가 심하게 나타나서 일부 구역은 pH가 너무 낮고 일부 구역은 너무 높게 나왔으며 낮다. K^+ 이온 양분의 경우도 적거나 많았는데 많은 경우가 좀더 많았다.
- (4) 강릉 G농가의 경우는 pH와 K^+ 이온 양분을 보다 정밀하게 관리해야 할 것으로 판단되었다. 향후 용이한 재배 관리를 위해 정밀한 토양 분석과 관리를 통해 전체 연동하우스내 양분 공급과 분포의 균질성을 높여야 할 것으로 판단되었다.



그림 4. 강원 강릉지역 G농가 연동하우스와 토양 공급 코코피트 칩

- (5) 강원 강릉지역 H농가는 그림 9처럼 단동하우스와 온실에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 유기물 비료와 수용성 비료를 양액 공급 장치를 이용해 공급 관리하고 있었다.
- (6) 2차례 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였다.
- (7) 1차 현장토양분석 결과 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온인 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 에서 적정 범위 비율은 각각 60, 40, 20, 20, 40%였고 2차 현장토양분석 결과는 100, 62.5, 0, 12.5, 12.5%였다.
- (8) 강원 강릉지역 H농가는 전체적인 양분 불균형이 문제로 향후 정밀한 분석을 통해 적정 양분 관리가 필요할 것으로 판단하였다.



그림 5. 강원 강릉지역 H농가 연동하우스와 사용 비료

5. 토양 현장 분석을 통한 강원 횡성지역 양분 관리 분석

가. 토양 현장 분석 결과

표 15. 1차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 강원 (횡성) | F-1 | 2016.8.24 | 5.95 | 1.4 | 44.5 | 30.0 | 63.4 |
| | F-2 | 2016.8.24 | 5.88 | 0.8 | 23.3 | 29.3 | 44 |
| | F-3 | 2016.8.24 | 5.99 | 1.0 | 35.7 | 28.4 | 45.7 |
| | F-4 | 2016.8.24 | 6.13 | 1.5 | 53.1 | 40.4 | 76.6 |
| | F-5 | 2016.8.24 | 6.50 | 1.3 | 49.8 | 42.7 | 63.2 |
| | F-6 | 2016.8.24 | 6.41 | 0.7 | 28.7 | 25.6 | 27.9 |
| | F-7 | 2016.8.24 | 4.95 | 0.9 | 26.4 | 16.1 | 33.1 |
| | F-8 | 2016.8.24 | 5.08 | 1.3 | 46.4 | 30.8 | 66.2 |
| | 평균 | | | 5.86 | 1.12 | 38.49 | 30.41 |
| 표준편차 | | | 0.57 | 0.29 | 11.47 | 8.32 | 17.33 |
| 적정범위비율(%) | | | 100.0 | 100.0 | 50.0 | 87.5 | 50.0 |

표 16. 2차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 강원 (횡성) | F-1 | 2017.5.24 | 6.43 | 1.84 | 49.70 | 39.10 | 82.30 |
| | F-2 | 2017.5.24 | 6.79 | 3.26 | 94.60 | 47.30 | 152.30 |
| | F-3 | 2017.5.24 | 5.53 | 5.45 | 108.70 | 17.90 | 397.90 |
| | F-4 | 2017.5.24 | 4.38 | 1.98 | 35.10 | 15.30 | 130.10 |
| | F-5 | 2017.5.24 | 6.13 | 2.16 | 46.00 | 35.00 | 136.40 |
| | 평균 | | | 5.85 | 2.94 | 66.82 | 30.92 |
| 표준편차 | | | 0.94 | 1.51 | 32.63 | 13.83 | 124.68 |
| 적정범위비율(%) | | | 60.0 | 60.0 | 20.0 | 60.0 | 80.0 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 17. 1차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | | 양이온 | | | |
|------------------|-----------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (횡성) | F-1 | 2016.8.24 | 12.41 | 0.05 | 64.05 | 30.54 | 33.49 | 15.12 | ND | 47.45 | 17.53 | 5.19 |
| | F-2 | 2016.8.24 | 9.65 | 0.07 | 37.01 | 29.07 | 16.55 | 12.35 | 0.18 | 28.81 | 12.20 | 3.12 |
| | F-3 | 2016.8.24 | 17.03 | 0.15 | 39.36 | 29.05 | 16.80 | 12.46 | 0.21 | 38.42 | 12.96 | 3.66 |
| | F-4 | 2016.8.24 | 11.96 | 0.13 | 80.77 | 40.94 | 28.11 | 15.80 | 0.14 | 56.13 | 18.64 | 5.78 |
| | F-5 | 2016.8.24 | 8.16 | 0.22 | 61.85 | 41.28 | 20.96 | 14.71 | 0.18 | 56.86 | 14.55 | 4.31 |
| | F-6 | 2016.8.24 | 6.95 | 0.06 | 26.82 | 24.42 | 11.42 | 8.10 | 0.07 | 31.27 | 9.25 | 2.30 |
| | F-7 | 2016.8.24 | 12.21 | 0.03 | 46.00 | 15.81 | 22.29 | 9.30 | 0.14 | 29.90 | 14.04 | 3.17 |
| | F-8 | 2016.8.24 | 13.12 | 0.08 | 80.10 | 29.28 | 17.85 | 10.16 | 0.08 | 43.74 | 16.67 | 4.88 |
| | 평균 | | | 11.44 | 0.10 | 54.49 | 30.05 | 20.93 | 12.25 | 0.14 | 41.57 | 14.48 |
| 표준편차 | | | 3.16 | 0.06 | 20.23 | 8.30 | 7.05 | 2.86 | 0.05 | 11.34 | 3.08 | 1.19 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 50.0 | 87.5 | | | | 37.5 | | |

표 18. 2차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (횡성) | F-1 | 2017.5.24 | 34.17 | 1.47 | 76.73 | 39.84 | 17.73 | 13.59 | 2.78 | 59.62 | 30.06 | 9.30 |
| | F-2 | 2017.5.24 | 64.21 | 1.83 | 143.70 | 49.25 | 26.41 | 28.58 | 4.62 | 127.49 | 46.53 | 19.02 |
| | F-3 | 2017.5.24 | 58.52 | 0.06 | 407.67 | 19.07 | 109.57 | 39.43 | 0.22 | 131.94 | 110.46 | 18.66 |
| | F-4 | 2017.5.24 | 21.23 | 0.04 | 127.41 | 16.98 | 30.28 | 14.91 | ND | 44.46 | 63.87 | 21.86 |
| | F-5 | 2017.5.24 | 20.96 | 0.03 | 131.15 | 36.17 | 36.56 | 13.56 | 0.01 | 54.38 | 62.47 | 11.35 |
| | 평균 | | 39.82 | 0.69 | 177.33 | 32.26 | 44.11 | 22.01 | 1.91 | 83.58 | 62.68 | 16.04 |
| | 표준편차 | | 20.48 | 0.89 | 131.28 | 13.86 | 37.22 | 11.61 | 2.20 | 42.50 | 30.04 | 5.41 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 80.0 | 80.0 | | | | 0.0 | | |

다. 토양 양분 분석에 따른 분석 결과 요약

- (1) 강원(횡성) F농가는 그림 7처럼 연동하우스와 단동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 유기물 비료와 무레타 등 수용성 비료를 통해 토양 양분 관리를 하고 있었다.
- (2) 2차례 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺를 현장에서 분석하였다.
- (3) 현장토양분석 결과 대체적으로 적정 범위에서 양분 관리가 잘 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다.
- (4) 질소와 가리성분이 주 성분인 무레타 비료 사용에 따른 K⁺ 이온 성분의 과다로 향후 K⁺ 이온 성분의 공급에 있어 재배 지점에 따라 정밀하게 공급해야 할 것으로 판단하였다.



그림 6. 강원 횡성지역 E농가 연동하우스와 사용 비료

6. 토양 현장 분석을 통한 경기지역 양분 관리 분석

가. 토양 현장 분석 결과

표 19. 1차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 강원 (인제) | I-1 | 2016.6.29 | 6.16 | 4.1 | 84.2 | 31.5 | 343.4 |
| | I-2 | 2016.6.29 | 5.51 | 2.0 | 29.9 | 16.5 | 112.1 |
| | I-3 | 2016.9.6 | 6.38 | 1.2 | 20.6 | 31.5 | 66.9 |
| | I-4 | 2016.9.6 | 6.31 | 2.3 | 46.0 | 48.8 | 93.2 |
| | I-5 | 2016.9.6 | 5.59 | 2.1 | 40.0 | 32.5 | 99.0 |
| | I-6 | 2016.9.6 | 5.98 | 1.0 | 15.2 | 12.6 | 39.4 |
| | I-7 | 2016.8.25 | 5.98 | 1.1 | 32.4 | 24.6 | 56.4 |
| | I-8 | 2016.8.25 | 6.14 | 1.2 | 12.7 | 17.8 | 70.5 |
| | I-9 | 2016.8.25 | 5.93 | 0.7 | 14.1 | 13.8 | 23.8 |
| | 평균 | | | 6.00 | 1.75 | 32.79 | 25.51 |
| 표준편차 | | | 0.30 | 1.04 | 22.61 | 11.77 | 95.38 |
| 적정범위비율(%) | | | 100.0 | 66.7 | 88.9 | 66.7 | 66.7 |

표 20. 2차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 강원 (인제) | I-1 | 2017.4.26 | 6.50 | 0.77 | 31.50 | 7.10 | 32.70 |
| | I-2 | 2017.4.26 | 6.24 | 2.68 | 61.30 | 18.50 | 139.20 |
| | I-3 | 2017.4.26 | 6.49 | 1.64 | 48.60 | 21.80 | 69.00 |
| | I-4 | 2017.4.26 | 6.54 | 2.72 | 54.40 | 25.70 | 115.50 |
| | I-5 | 2017.4.26 | 6.73 | 1.52 | 43.10 | 28.50 | 68.00 |
| | I-6 | 2017.4.26 | 6.81 | 1.27 | 44.00 | 33.90 | 36.90 |
| | I-7 | 2017.4.26 | 6.88 | 1.30 | 40.70 | 17.70 | 53.40 |
| | I-8 | 2017.4.26 | 6.31 | 1.70 | 45.60 | 39.90 | 124.20 |
| | 평균 | | | 6.56 | 1.70 | 46.15 | 24.14 |
| 표준편차 | | | 0.23 | 0.68 | 8.96 | 10.24 | 41.03 |
| 적정범위비율(%) | | | 62.5 | 87.5 | 12.5 | 62.5 | 62.5 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 21. 1차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위 치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (인제) | 첫번째 | 2016.6.29 | 35.18 | 4.11 | 252.16 | 27.16 | 70.44 | 19.24 | 4.28 | 81.55 | 75.10 | 22.14 |
| | I-2 | 2016.6.29 | 15.95 | 0.11 | 114.05 | 14.11 | 31.81 | 12.08 | 5.14 | 29.22 | 43.67 | 10.49 |
| | I-3 | 2016.9.6 | 11.50 | 0.07 | 57.32 | 28.95 | 26.46 | 11.32 | 0.66 | 22.63 | 26.43 | 9.67 |
| | I-4 | 2016.9.6 | 11.68 | 0.06 | 130.58 | 49.32 | 42.71 | 18.15 | ND | 50.44 | 38.21 | 15.56 |
| | I-5 | 2016.9.6 | 14.07 | 0.05 | 143.64 | 30.63 | 36.45 | 10.77 | ND | 41.98 | 44.19 | 13.34 |
| | I-6 | 2016.9.6 | 7.10 | 0.04 | 28.46 | 10.76 | 44.96 | 12.17 | ND | 16.91 | 21.68 | 6.84 |
| | I-7 | 2016.8.25 | 11.64 | 0.05 | 60.45 | 22.91 | 28.79 | 11.37 | 0.10 | 32.56 | 20.86 | 5.31 |
| | I-8 | 2016.8.25 | 9.13 | 0.05 | 63.56 | 17.92 | 30.40 | 9.37 | 0.10 | 26.80 | 23.80 | 5.12 |
| | I-9 | 2016.8.25 | 6.98 | 0.04 | 14.43 | 12.94 | 36.86 | 9.21 | ND | 17.66 | 15.51 | 4.15 |
| | 평균 | | 13.69 | 0.51 | 96.07 | 23.86 | 38.76 | 12.63 | 2.06 | 35.53 | 34.38 | 10.29 |
| | 표준편차 | | 8.58 | 1.35 | 73.49 | 12.01 | 13.40 | 3.60 | 2.45 | 20.43 | 18.47 | 5.91 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 66.7 | 55.6 | | | 33.3 | | | |

표 22. 2차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위 치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|-------------|-----|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (인제I) | I-1 | 2017.4.26 | 27.81 | ND | 27.86 | 6.66 | 24.05 | 3.86 | ND | 26.83 | 18.73 | 4.02 |
| | I-2 | 2017.4.26 | 32.15 | 0.42 | 119.51 | 18.35 | 30.07 | 14.00 | 6.17 | 51.16 | 71.47 | 10.38 |
| | I-3 | 2017.4.26 | 17.98 | 1.86 | 52.48 | 21.89 | 33.30 | 12.78 | 4.21 | 37.56 | 27.02 | 6.47 |
| | I-4 | 2017.4.26 | 30.49 | 0.83 | 109.75 | 25.70 | 30.77 | 15.68 | 7.54 | 59.24 | 41.92 | 13.21 |
| | I-5 | 2017.4.26 | 12.58 | 0.63 | 61.55 | 28.08 | 25.09 | 7.47 | 2.77 | 42.23 | 26.14 | 6.84 |
| | I-6 | 2017.4.26 | 16.93 | 0.47 | 28.83 | 32.12 | 22.74 | 7.23 | 3.53 | 54.16 | 21.54 | 4.45 |
| | I-7 | 2017.4.26 | 16.00 | 0.34 | 42.94 | 16.05 | 27.92 | 6.42 | 2.53 | 34.52 | 25.62 | 4.74 |
| | I-8 | 2017.4.26 | 11.01 | 0.03 | 103.08 | 36.07 | 14.41 | 7.24 | ND | 45.15 | 27.09 | 7.97 |
| | 평균 | | 20.62 | 0.65 | 68.25 | 23.11 | 26.05 | 9.34 | 4.46 | 43.86 | 32.44 | 7.26 |
| 표준편차 | | 8.29 | 0.59 | 37.19 | 9.45 | 5.93 | 4.22 | 2.00 | 10.80 | 17.17 | 3.19 | |
| 적정범위비율(%) | | | | | 62.5 | 62.5 | | | 25.0 | | | |

다. 토양 양분 분석에 따른 분석 결과 요약

- (1) 강원(인제) I농가는 그림 10처럼 주로 단동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 연동하우스 토경재배도 병행하고 있었다. 작년부터 정식 후 벗짚 멀칭을 하고 있었으며 영양공급은 유기물 비료와 일부 액상 비료를 사용 하고 있었다.

- (2) 2차래 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였다.
- (3) 현장토양분석 결과 대체적으로 적정 범위에서 양분 관리가 잘 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 적정 범위 비율은 1차 100, 66.7, 88.9, 66.7, 66.7%였고 2차 현장토양분석 결과는 62.5, 87.5, 12.5, 62.5, 62.55%였다.
- (4) 좀더 보완할 사항은 pH가 약간 높아 pH를 좀더 낮게 조절하는 것과 K^+ 이온 공급 조절 하여 적정 범위로 조절하는 것과 부족한 Mg^{2+} 성분을 추가로 공급해서 적정 비율을 맞추는 것이 필요할 것으로 판단되었다.



그림 7. 강원 인제지역 I농가 단동하우스 토경재배와 사용 비료

7. 토양 현장 분석을 통한 전북지역 양분 관리 분석

가. 토양 현장 분석 결과

표 23. 1차 토양 현장 분석 결과

| 지역 농가 | 지점 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ | |
|------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|-------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 | |
| 전북 (완주A) | A-1 | 2016.8.3 | 4.82 | 1.2 | 11.1 | 7.7 | 61.2 | |
| | A-2 | 2016.8.3 | 3.96 | 3.1 | 23.8 | 16.1 | 137.1 | |
| | A-3 | 2016.8.10 | 5.15 | 0.6 | 1.4 | 3.6 | 21.2 | |
| | A-4 | 2016.8.10 | 5.38 | 0.6 | 10.2 | 9.3 | 17.9 | |
| | A-5 | 2016.8.10 | 5.15 | 0.7 | 7.2 | 17.1 | 26.8 | |
| | A-6 | 2016.8.10 | 4.89 | 0.3 | 0.0 | 0.7 | 21.4 | |
| | A-7 | 2016.9.7 | 6.56 | 0.4 | 25.2 | 1.8 | 17.9 | |
| | A-8 | 2016.9.7 | 5.56 | 1.3 | 44.8 | 7.3 | 48.8 | |
| | A-9 | 2016.9.7 | 6.86 | 1.1 | 50.6 | 20.6 | 38.1 | |
| | A-10 | 2016.9.7 | 6.51 | 0.4 | 17.4 | 1.7 | 15.8 | |
| | A-11 | 2016.9.7 | 4.74 | 1.0 | 15.2 | 6.4 | 44.5 | |
| | A-12 | 2016.9.7 | 5.20 | 2.8 | 75.7 | 7.9 | 68.8 | |
| | A-13 | 2016.9.7 | 4.93 | 2.4 | 28.1 | 18.6 | 100.8 | |
| | A-14 | 2016.9.7 | 5.61 | 0.3 | 15.7 | 7.2 | 18.8 | |
| | A-15 | 2016.9.7 | 5.56 | 1.4 | 33.9 | 26.5 | 40.1 | |
| | A-16 | 2016.9.7 | 4.61 | 0.7 | 11.5 | 7.1 | 29.7 | |
| | A-17 | 2016.9.7 | 5.29 | 0.7 | 23.0 | 13.5 | 35.5 | |
| 평균 | | | 5.32 | 1.4 | 28.9 | 10.6 | 46.8 | |
| 표준편차 | | | 0.74 | 1.5 | 18.6 | 7.5 | 37.6 | |
| 적정범위비율(%) | | | 58.8 | 29.4 | 17.6 | 11.8 | 23.5 | |
| 전북 (완주B) | B-1 | 2016.8.10 | 4.49 | 1.3 | 9.7 | 9.1 | 78.4 | |
| | B-2 | 2016.8.10 | 4.92 | 1.3 | 22.1 | 15.2 | 100.8 | |
| | B-3 | 2016.9.2 | 4.77 | 1.4 | 17.8 | 31.3 | 55.7 | |
| | B-4 | 2016.9.2 | 4.43 | 1.6 | 16.4 | 33.2 | 53.6 | |
| | 평균 | | | 4.65 | 1.4 | 18.8 | 22.2 | 72.1 |
| | 표준편차 | | | 0.23 | 0.2 | 3.0 | 11.9 | 22.1 |
| 적정범위비율(%) | | | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 50.0 | 100.0 | |

표 24. 2차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 전북 (완주A) | A-1 | 2017.1.18 | 5.36 | 0.78 | 16.00 | 7.70 | 40.10 |
| | A-2 | 2017.1.18 | 4.72 | 0.83 | 9.40 | 4.80 | 38.60 |
| | A-3 | 2017.1.18 | 5.78 | 0.38 | 13.10 | 3.10 | 23.40 |
| | A-4 | 2017.3.28 | 5.59 | 1.26 | 32.20 | 5.30 | 5.40 |
| | A-5 | 2017.3.28 | 5.70 | 0.52 | 20.40 | 5.40 | 31.80 |
| | A-6 | 2017.3.28 | 5.92 | 1.00 | 21.00 | 6.00 | 62.70 |
| | A-7 | 2017.3.28 | 6.39 | 0.47 | 15.80 | 4.40 | 29.50 |
| | A-8 | 2017.3.28 | 4.84 | 0.69 | 9.70 | 7.30 | 63.40 |
| | A-9 | 2017.3.28 | 5.58 | 1.26 | 33.00 | 9.70 | 61.60 |
| | A-10 | 2017.4.24 | 4.75 | 2.81 | 48.60 | 13.60 | 216.00 |
| | A-11 | 2017.4.24 | 5.08 | 5.37 | 117.70 | 46.30 | 270.10 |
| | A-12 | 2017.4.24 | 5.25 | 0.63 | 33.40 | 11.50 | 54.50 |
| | A-13 | 2017.4.24 | 5.40 | 0.19 | 20.40 | 10.30 | 41.80 |
| | A-14 | 2017.4.24 | 5.59 | 0.25 | 12.60 | 14.70 | 23.40 |
| | A-15 | 2017.4.24 | 5.73 | 0.71 | 21.00 | 23.80 | 79.50 |
| | A-16 | 2017.5.25 | 5.06 | 1.59 | 32.10 | 16.90 | 82.90 |
| 평균 | | | 5.42 | 1.17 | 28.53 | 11.93 | 70.29 |
| 표준편차 | | | 0.46 | 1.29 | 26.08 | 10.68 | 71.33 |
| 적정범위비율(%) | | | 81.3 | 37.5 | 25.0 | 12.5 | 37.5 |
| 전북 (완주B) | B-1 | 2017.1.18 | 4.98 | 0.66 | 14.60 | 3.90 | 34.90 |
| | B-2 | 2017.3.28 | 4.91 | 0.66 | 12.10 | 10.20 | 23.80 |
| | B-3 | 2017.3.28 | 4.40 | 0.32 | 0.50 | 2.60 | 26.80 |
| | B-4 | 2017.3.29 | 5.48 | 0.45 | 3.90 | 7.10 | 33.80 |
| | B-5 | 2017.3.29 | 5.18 | 0.94 | 14.00 | 3.60 | 43.20 |
| | B-6 | 2017.4.30 | 5.46 | 0.14 | 6.20 | 14.00 | 74.00 |
| | B-7 | 2017.4.30 | 5.12 | 0.32 | 3.60 | 8.20 | 45.10 |
| | B-8 | 2017.5.25 | 4.97 | 0.34 | 0.00 | 5.30 | 18.80 |
| 평균 | | | 5.06 | 0.48 | 6.86 | 6.86 | 37.55 |
| 표준편차 | | | 0.34 | 0.26 | 5.92 | 3.85 | 17.30 |
| 적정범위비율(%) | | | 50.0 | 12.5 | 0.0 | 0.0 | 12.5 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 25. 1차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위 치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|-------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 전북 (완주A) | A-1 | 2016.8.3 | 8.28 | 0.06 | 74.18 | 9.19 | 14.72 | 14.83 | ND | 14.90 | 20.09 | 7.73 |
| | A-2 | 2016.8.3 | 5.31 | 0.02 | 234.67 | 21.08 | 53.11 | 10.75 | 6.13 | 37.68 | 73.63 | 12.25 |
| | A-3 | 2016.8.10 | 7.38 | 0.04 | 10.59 | 2.59 | 29.23 | 12.94 | ND | 8.48 | 12.16 | 4.07 |
| | A-4 | 2016.8.10 | 9.28 | 0.04 | 6.44 | 8.66 | 12.85 | 16.68 | ND | 11.30 | 10.80 | 3.18 |
| | A-5 | 2016.8.10 | 11.23 | 0.07 | 16.92 | 16.21 | 18.95 | 20.71 | ND | 12.69 | 11.13 | 3.83 |
| | A-6 | 2016.8.10 | 6.40 | 0.07 | 11.73 | 0.19 | 5.73 | 10.79 | ND | 5.59 | 7.47 | 1.62 |
| | A-7 | 2016.9.7 | 21.45 | 0.07 | 11.54 | 1.53 | 8.30 | 8.86 | 1.58 | 27.80 | 3.39 | 1.38 |
| | A-8 | 2016.9.7 | 17.98 | 0.04 | 59.63 | 6.92 | 27.72 | 15.72 | 1.66 | 49.37 | 6.11 | 2.55 |
| | A-9 | 2016.9.7 | 22.50 | 0.04 | 43.38 | 20.26 | 9.19 | 13.43 | 2.45 | 47.19 | 1.55 | 0.38 |
| | A-10 | 2016.9.7 | 10.08 | 0.07 | 5.91 | 1.19 | 4.62 | 6.54 | 1.41 | 19.48 | 1.15 | 0.25 |
| | A-11 | 2016.9.7 | 10.69 | 0.04 | 76.84 | 6.34 | 9.59 | 10.79 | 1.82 | 13.48 | 13.97 | 6.22 |
| | A-12 | 2016.9.7 | 76.58 | 0.03 | 69.91 | 7.77 | 37.88 | 36.36 | 1.95 | 80.40 | 13.30 | 6.11 |
| | A-13 | 2016.9.7 | 30.56 | 0.03 | 128.29 | 18.22 | 36.24 | 33.86 | 4.36 | 28.09 | 24.37 | 9.13 |
| | A-14 | 2016.9.7 | 13.52 | 0.05 | 8.02 | 6.74 | 13.48 | 8.19 | 2.10 | 17.47 | 8.05 | 4.76 |
| | A-15 | 2016.9.7 | 20.84 | 0.07 | 49.86 | 27.00 | 23.93 | 20.23 | 2.33 | 34.57 | 10.12 | 6.83 |
| | A-16 | 2016.9.7 | 4.75 | 0.03 | 35.70 | 6.38 | 12.76 | 4.13 | 3.00 | 10.49 | 9.69 | 1.94 |
| | A-17 | 2016.9.7 | 11.28 | 0.05 | 29.69 | 12.97 | 9.07 | 15.77 | 3.23 | 13.90 | 3.49 | 1.37 |
| 평균 | | | 33.75 | 0.05 | 54.90 | 10.61 | 20.99 | 19.66 | 2.67 | 39.71 | 14.82 | 4.51 |
| 표준편차 | | | 76.76 | 0.02 | 58.24 | 7.91 | 14.33 | 20.82 | 1.37 | 67.06 | 16.40 | 3.26 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 35.3 | 17.6 | | | | 17.6 | | |
| 전북 (완주B) | B-1 | 2016.8.10 | 9.79 | 0.06 | 84.23 | 8.26 | 20.55 | 14.07 | 1.97 | 19.41 | 21.28 | 4.60 |
| | B-2 | 2016.8.10 | 6.01 | 0.04 | 83.91 | 14.18 | 13.00 | 12.53 | 0.64 | 22.34 | 24.13 | 5.27 |
| | B-3 | 2016.9.2 | 14.33 | 0.04 | 50.28 | 27.54 | 39.98 | 19.27 | 0.91 | 20.03 | 28.21 | 8.12 |
| | B-4 | 2016.9.2 | 21.06 | 0.02 | 51.89 | 29.10 | 48.04 | 24.94 | 1.36 | 18.54 | 30.65 | 7.61 |
| | 평균 | | | 12.80 | 0.04 | 67.58 | 19.77 | 30.39 | 17.70 | 1.22 | 20.08 | 26.07 |
| 표준편차 | | | 6.48 | 0.02 | 19.06 | 10.18 | 16.36 | 5.62 | 0.58 | 1.62 | 4.17 | 1.73 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 100.0 | 50.0 | | | | 0.0 | | |

표 26. 2차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 농가 | 위치 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|-------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 전북 (완주A) | A-1 | 2017.1.18 | 6.44 | 0.03 | 54.33 | 11.31 | 9.83 | 14.62 | 0.61 | 15.70 | 8.27 | 3.56 |
| | A-2 | 2017.1.18 | 6.97 | 0.04 | 57.44 | 6.94 | 13.10 | 14.43 | 0.58 | 8.54 | 13.07 | 4.61 |
| | A-3 | 2017.1.18 | 5.87 | 0.03 | 19.18 | 4.32 | 8.15 | 10.71 | 0.36 | 14.53 | 2.83 | 0.69 |
| | A-4 | 2017.3.28 | 11.47 | 0.03 | 71.28 | 6.94 | 22.28 | 17.92 | 0.26 | 25.57 | 11.70 | 4.03 |
| | A-5 | 2017.3.28 | 3.76 | ND | 25.35 | 5.88 | 4.82 | 6.06 | 0.01 | 9.65 | 5.89 | 2.27 |
| | A-6 | 2017.3.28 | 9.27 | ND | 53.10 | 6.54 | 7.19 | 11.62 | 0.02 | 15.59 | 7.90 | 4.88 |
| | A-7 | 2017.3.28 | 3.09 | ND | 7.50 | 3.93 | 2.79 | 4.73 | ND | 9.36 | 0.96 | 0.59 |
| | A-8 | 2017.3.28 | 2.59 | ND | 50.63 | 6.43 | 4.11 | 5.32 | 0.03 | 6.76 | 12.53 | 3.85 |
| | A-9 | 2017.3.28 | 6.02 | 0.02 | 69.45 | 9.26 | 4.99 | 7.27 | 0.32 | 27.03 | 7.34 | 3.36 |
| | A-10 | 2017.4.24 | 32.10 | ND | 209.63 | 13.85 | 35.63 | 16.43 | 1.10 | 48.07 | 47.00 | 12.26 |
| | A-11 | 2017.4.24 | 139.10 | 0.04 | 283.51 | 46.85 | 43.07 | 72.01 | 34.35 | 58.83 | 47.41 | 14.93 |
| | A-12 | 2017.4.24 | 17.13 | ND | 60.45 | 12.88 | 25.89 | 16.57 | 0.25 | 23.37 | 13.64 | 4.01 |
| | A-13 | 2017.4.24 | 4.06 | ND | 55.35 | 14.90 | 8.94 | 12.10 | ND | 18.54 | 9.00 | 3.11 |
| | A-14 | 2017.4.24 | 2.43 | 0.03 | 28.77 | 22.05 | 8.22 | 9.08 | ND | 15.60 | 4.07 | 1.23 |
| | A-15 | 2017.4.24 | 4.50 | 0.02 | 96.47 | 23.57 | 28.83 | 18.25 | 0.28 | 18.59 | 14.81 | 3.62 |
| | A-16 | 2017.5.25 | 10.68 | ND | 71.91 | ND | 5.76 | 20.31 | 0.07 | 33.39 | 21.88 | 16.68 |
| 평균 | | | 16.59 | 0.03 | 75.90 | 13.04 | 14.60 | 16.09 | 2.94 | 21.82 | 14.27 | 5.23 |
| 표준편차 | | | 33.50 | 0.01 | 71.55 | 11.11 | 12.52 | 15.70 | 9.44 | 14.45 | 13.84 | 4.90 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 62.5 | 12.5 | | | | 18.8 | | |
| 전북 (완주B) | B-1 | 2017.1.18 | 8.65 | 0.03 | 42.34 | 5.45 | 9.36 | 9.57 | 1.38 | 12.73 | 10.37 | 2.88 |
| | B-2 | 2017.3.28 | 3.89 | ND | 28.05 | 11.35 | 12.64 | 5.16 | 0.94 | 9.93 | 7.70 | 3.46 |
| | B-3 | 2017.3.28 | 1.61 | ND | 13.37 | 2.17 | 2.81 | 2.55 | 0.21 | 2.07 | 4.67 | 1.53 |
| | B-4 | 2017.3.29 | 6.78 | 0.03 | 24.28 | 7.33 | 3.79 | 4.06 | 0.06 | 7.22 | 8.31 | 1.91 |
| | B-5 | 2017.3.29 | 7.95 | 0.03 | 59.47 | 3.47 | 11.02 | 9.39 | 0.08 | 14.17 | 14.07 | 3.69 |
| | B-6 | 2017.4.30 | 3.61 | 0.03 | 62.98 | 12.90 | 7.59 | 5.10 | ND | 7.37 | 15.96 | 5.10 |
| | B-7 | 2017.4.30 | 2.86 | 0.03 | 27.97 | 8.85 | 6.95 | 4.79 | ND | 3.88 | 13.72 | 2.51 |
| | B-8 | 2017.5.25 | 2.36 | ND | 13.04 | 5.18 | 3.42 | 4.43 | ND | 1.73 | 5.60 | 2.19 |
| | 평균 | | | 4.71 | 0.03 | 33.94 | 7.09 | 7.20 | 5.63 | 0.53 | 7.39 | 10.05 |
| 표준편차 | | | 2.69 | 0.00 | 19.23 | 3.75 | 3.67 | 2.51 | 0.60 | 4.68 | 4.17 | 1.15 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 25.0 | 0.0 | | | | 0.0 | | |

다. 토양 양분 분석에 따른 분석 결과 요약

- (1) 전북(완주) A농가는 그림 2처럼 자동화 연동하우스에 베드재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 양액공급기를 통해 복합 양액비료로 관비재배를 수행하고 있었다.
- (2) 양분 공급은 식물 상태에 대한 경험을 바탕으로 복합 양액비료를 결정하여 공급하고 있었다.
- (3) 식물 생장에 가장 중요한 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 토양현장분석법으로 현장에서 토양 침출수에서의 수용성 이온을 분석하였다.
- (4) 3회에 걸친 1차 토양현장분석 결과 적정 pH를 유지하는 지점은 58.8%이었으며 전체적으로 pH가 낮아 비료 양분의 효율을 높이기 위해서는 pH를 높이는 처리가 필요하였다.
- (5) EC는 29.4%에서 적정범위를 유지하였으며, NO_3^- 는 23.5%, PO_4^{3-} 는 11.8%, K^+ 는 17.6%에서 적정범위를 유지하였으며 모든 지점에서 1항목 이상 적정범위를 벗어나고 있었다.
- (6) 4회에 걸친 2차 토양현장분석 결과는 적정 pH를 유지하는 지점이 81.3%이었으며 1차에 비해 pH가 약간 높아졌으나 전체적으로 pH가 낮은 경향으로 pH를 높이는 처리가 필요하였다.
- (7) EC는 37.5%에서 적정범위를 유지하였으며, NO_3^- 는 37.5%, PO_4^{3-} 는 12.5%, K^+ 는 25.0%로 1차에 비해 전체적으로 모든 항목에서 향상되었다.
- (8) 일반적으로 인산 이온의 경우 적정 범위를 100ppm으로 권장하고 있는데 현실적인 토양현장분석 결과 대부분이 20ppm이하였으며 낮은 농도에서도 큰 생리장해가 관찰되지 않아 적정범위를 좀더 낮추어도 무방할 것으로 판단되었다.
- (9) 전북(완주) A농가는 전체적으로 양분 공급을 적게 공급하고 있었으며 전체적인 생육은 큰 문제는 없었으나 전체적으로 활력이 떨어지는 것으로 보여 양분 공급량을 늘려 공급하는 것이 필요하였다.



그림 8. 전북(완주) A농가 베드 재배 시설 및 양액 관비재배 장비

- (10) 전북(완주) B농가는 그림 3처럼 연동하우스와 단동하우스에 베드재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으나 재배 면적은 크지 않았다. 영양공급은 A농가와 같이 복합 양액비료로 관비재배를 수행하고 있었다.
- (11) 식물 생장에 가장 중요한 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 토양현장분석법으로 현장에서 토양 침출수에서의 수용성 이온을 분석하였다.
- (12) 2회에 걸친 1차 토양현장분석과 4회에 걸친 2차 토양현장분석 결과 적정 pH를 유지하는 지점은 1차 0%, 2차 50%로 1차 보다는 베드내 pH가 향상되었으나 전체적으로 낮아 pH를 높이는 처리가 필요하였다.
- (13) EC는 1차에서는 전부 적정범위를 유지하였으며, 2차에서는 12.5%만이 적정 범위였다. NO_3^- 와 PO_4^{3-} , K^+ 에서도 적체적으로 낮았다.



그림 9. 전북(완주) B농가 연동하우스와 단동하우스 베드 재배

- (14) 토양현장분석 항목보다 보다 많은 토양 양분 정보를 위해 이온크로마토그래피로 양이온과 음이온을 분석하였다. 특히 토양 현장분석방법에서 수행할 수 없는 Ca^{2+} 와 Mg^{2+} 를 분석하였다.
- (15) Ca^{2+} 와 Mg^{2+} 는 절대 농도도 중요하지만 토양비료학에서는 K^+ 와 함께 상대적인 비율도 중요한 요인으로 작용하는 것으로 알려져 있다. 전북(완주) 지역에서는 특히 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ 의 함량이 낮았으며 황산염과 더불어 pH를 낮추는 요인으로 보여지며 대부분의 양분은 베드재배에 복합 양액비료에 의한 양분 공급의 영향으로 판단되었다.
- (16) 향후 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ 공급량 증가와 상호 양이온에 대한 상대비율에 대한 보다 정밀한 관리가 필요하였다.

8. 토양 현장 분석을 통한 제주지역 양분 관리 분석

가. 토양 현장 분석 결과

표 27. 1차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 제주 | C-1 | 2016.8.3 | 6.46 | 1.3 | 8.3 | 2 | 103.6 |
| | C-2 | 2016.8.3 | 6.73 | 1.3 | 0.7 | 1.3 | 108.1 |
| | C-3 | 2016.8.23 | 6.62 | 1.1 | 17.1 | 1.1 | 35.8 |
| | C-4 | 2016.8.23 | 6.30 | 1.2 | 13.1 | 0.7 | 44.2 |
| | C-5 | 2016.8.23 | 6.34 | 1.5 | 15.5 | 1.2 | 53.4 |
| | C-6 | 2016.8.23 | 6.83 | 1.2 | 35.7 | 1.4 | 24.4 |
| | C-7 | 2016.8.23 | 6.84 | 1.4 | 58.3 | 2.5 | 24.5 |
| | C-8 | 2016.9.12 | 6.74 | 1.3 | 17.2 | 2.3 | 25.7 |
| | C-9 | 2016.9.12 | 6.55 | 2.1 | 7.4 | 1.1 | 31 |
| | C-10 | 2016.9.12 | 6.50 | 1.6 | 282.5 | 4.7 | 63.8 |
| 평균 | | | 6.59 | 1.39 | 50.57 | 1.83 | 51.45 |
| 표준편차 | | | 0.19 | 0.28 | 88.45 | 1.16 | 31.49 |
| 적정범위비율(%) | | | 50.0 | 100.0 | 10.0 | 0.0 | 40.0 |
| 제주 | D-1 | 2016.8.3 | 6.68 | 22.4 | 341.9 | 7.5 | 523.8 |
| | D-2 | 2016.8.23 | 7.55 | 5.0 | 167.4 | 45.6 | 137.3 |
| | D-3 | 2016.8.23 | 6.87 | 0.4 | 14.8 | 4.3 | 16.2 |
| | D-4 | 2016.8.23 | 7.38 | 0.6 | 61.6 | 36.6 | 68.8 |
| | D-5 | 2016.8.23 | 7.17 | 2.0 | 62.3 | 3.3 | 20.3 |
| | D-6 | 2016.8.23 | 7.28 | 2.4 | 97.1 | 7.4 | 30.5 |
| | D-7 | 2016.8.23 | 5.38 | 1.1 | 12.9 | 0 | 78.8 |
| | D-8 | 2016.12.22 | 8.15 | 3.9 | 121.4 | 21.4 | 26.8 |
| | 평균 | | | 7.06 | 4.73 | 109.93 | 15.76 |
| 표준편차 | | | 0.81 | 7.30 | 107.22 | 17.03 | 170.99 |
| 적정범위비율(%) | | | 12.5 | 25.0 | 0.0 | 37.5 | 37.5 |

표 28. 2차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | 20~100 | 50~150 |
| 제주 | C-1 | 2017.1.25 | 6.18 | 2.34 | 23.90 | 1.00 | 109.70 |
| | C-2 | 2017.2.9 | 6.66 | 0.70 | 4.00 | 3.40 | 41.60 |
| | C-3 | 2017.3.24 | 5.98 | 1.07 | 31.80 | 13.90 | 62.30 |
| | C-4 | 2017.3.24 | 5.15 | 2.15 | 41.40 | 6.90 | 138.40 |
| | C-5 | 2017.3.24 | 6.20 | 3.05 | 30.10 | 0.50 | 74.00 |
| | C-6 | 2017.3.24 | 6.26 | 1.72 | 3.30 | 2.40 | 70.30 |
| | C-7 | 2017.3.24 | 6.66 | 0.55 | 11.50 | 4.00 | 65.60 |
| | C-8 | 2017.3.24 | 6.48 | 1.17 | 14.60 | 8.00 | 44.70 |
| | C-9 | 2017.5.1 | 5.82 | 0.79 | 21.00 | 1.20 | 46.60 |
| | C-10 | 2017.5.1 | 5.87 | 0.53 | 18.60 | 0.60 | 17.70 |
| 평균 | | | 6.13 | 1.41 | 20.02 | 4.19 | 67.09 |
| 표준편차 | | | 80.0 | 0.87 | 12.26 | 4.29 | 34.95 |
| 적정범위비율(%) | | | 58.8 | 50.0 | 20.0 | 0.0 | 60.0 |
| 제주 | D-1 | 2017.3.23 | 8.30 | 4.01 | 109.00 | 18.50 | 41.00 |
| | D-2 | 2017.3.23 | 7.56 | 1.94 | 48.90 | 17.40 | 88.80 |
| | D-3 | 2017.3.23 | 7.97 | 3.31 | 78.40 | 16.60 | 74.40 |
| | D-4 | 2017.3.23 | 7.60 | 0.61 | 35.10 | 9.20 | 36.20 |
| | D-5 | 2017.5.2 | 7.15 | 0.36 | 31.20 | 5.60 | 11.60 |
| | D-6 | 2017.5.2 | 7.68 | 1.36 | 27.00 | 9.60 | 9.50 |
| | D-7 | 2017.5.2 | 7.92 | 0.29 | 26.90 | 6.10 | 9.90 |
| | 평균 | | | 7.79 | 1.97 | 59.74 | 13.05 |
| 표준편차 | | | 0.37 | 1.57 | 38.30 | 6.11 | 30.09 |
| 적정범위비율(%) | | | 0.0 | 28.6 | 57.1 | 0.0 | 28.6 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 29. 1차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|-----------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| | | | mg/L | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 제주 | C-1 | 2016.8.3 | 5.59 | 0.09 | 72.14 | 1.31 | 44.53 | 15.13 | 0.49 | 8.36 | 26.48 | 8.63 |
| | C-2 | 2016.8.3 | 14.64 | 0.07 | 89.88 | 0.58 | 22.26 | 16.22 | 0.72 | 14.13 | 26.21 | 7.92 |
| | C-3 | 2016.8.23 | 12.84 | 0.10 | 43.40 | 0.52 | 50.66 | 11.97 | 0.03 | 8.06 | 26.16 | 8.15 |
| | C-4 | 2016.8.23 | 10.82 | 0.08 | 45.40 | 0.32 | 60.18 | 10.98 | 0.50 | 5.78 | 28.65 | 8.37 |
| | C-5 | 2016.8.23 | 7.90 | 0.11 | 60.04 | 0.94 | 75.75 | 13.78 | 0.32 | 6.88 | 33.75 | 10.22 |
| | C-6 | 2016.8.23 | 13.00 | 0.05 | 14.55 | 0.43 | 66.80 | 10.15 | 4.33 | 20.69 | 17.72 | 7.38 |
| | C-7 | 2016.8.23 | 10.81 | 0.06 | 13.93 | 0.31 | 91.29 | 10.51 | 6.90 | 28.66 | 17.95 | 8.68 |
| | C-8 | 2016.9.12 | 23.88 | 0.08 | 19.35 | 1.06 | 94.82 | 15.79 | 8.27 | 9.39 | 21.85 | 10.39 |
| | C-9 | 2016.9.12 | 24.98 | ND | 27.67 | 0.73 | 159.80 | 19.98 | 9.86 | 12.44 | 38.27 | 16.70 |
| | C-10 | 2016.9.12 | 180.77 | ND | 37.26 | 1.43 | 21.57 | 5.52 | 1.02 | 182.81 | 16.97 | 6.24 |
| 평균 | | | 30.52 | 0.08 | 42.36 | 0.76 | 68.77 | 13.00 | 3.24 | 29.72 | 25.40 | 9.27 |
| 표준편차 | | | 53.16 | 0.02 | 25.43 | 0.40 | 40.69 | 4.05 | 3.79 | 54.26 | 7.05 | 2.88 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 30.0 | 0.0 | | | | 10.0 | | |
| 제주 | D-1 | 2016.8.3 | 930.67 | 0.71 | 663.36 | 10.58 | 321.37 | 328.22 | 1.62 | 474.57 | 227.72 | 130.99 |
| | D-2 | 2016.8.23 | 128.33 | 1.33 | 183.39 | 46.55 | 65.19 | 85.27 | ND | 186.44 | 30.07 | 17.62 |
| | D-3 | 2016.8.23 | 14.05 | ND | ND | 2.03 | 5.93 | 9.48 | ND | 18.71 | 9.68 | 2.41 |
| | D-4 | 2016.8.23 | 5.22 | 0.48 | 1.25 | 0.85 | 10.08 | 12.08 | ND | 26.52 | 11.27 | 2.92 |
| | D-5 | 2016.8.23 | 87.50 | 0.07 | 5.28 | 0.79 | 16.97 | 32.92 | ND | 62.17 | 11.37 | 4.25 |
| | D-6 | 2016.8.23 | 102.53 | 0.37 | 3.21 | 0.86 | 37.11 | 45.90 | ND | 83.31 | 16.41 | 6.67 |
| | D-7 | 2016.8.23 | 14.69 | 0.10 | 80.32 | ND | 20.47 | 13.61 | ND | 13.73 | 21.12 | 6.62 |
| | D-8 | 2016.12.22 | 154.29 | 0.04 | 17.84 | 19.09 | 98.20 | 89.16 | 0.38 | 148.37 | 13.46 | 4.19 |
| | 평균 | | | 179.66 | 0.44 | 136.38 | 11.54 | 71.91 | 77.08 | 1.00 | 126.73 | 42.64 |
| 표준편차 | | | 308.64 | 0.46 | 241.63 | 16.92 | 105.57 | 106.25 | 0.88 | 153.79 | 75.08 | 44.32 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 12.5 | 25.0 | | | | 12.5 | | |

표 30. 2차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|-----------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| mg/L | | | | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~150 | 20~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 제주 | C-1 | 2017.1.25 | 18.13 | 0.10 | 163.14 | 0.37 | 40.58 | 12.66 | 0.02 | 28.10 | 35.07 | 17.98 |
| | C-2 | 2017.2.9 | 7.94 | 0.06 | 20.89 | 0.56 | 36.70 | 11.83 | 0.01 | 1.92 | 13.57 | 4.82 |
| | C-3 | 2017.3.24 | 7.41 | ND | 29.88 | 0.75 | 55.34 | 15.85 | 0.05 | 15.93 | 14.88 | 5.91 |
| | C-4 | 2017.3.24 | 11.37 | ND | 115.05 | 0.62 | 89.23 | 18.59 | 0.16 | 26.10 | 34.07 | 15.79 |
| | C-5 | 2017.3.24 | 7.72 | 0.09 | 87.76 | 0.62 | 56.22 | 13.37 | 0.98 | 4.90 | 34.70 | 10.20 |
| | C-6 | 2017.3.24 | 4.86 | 0.04 | 11.84 | 1.73 | 17.55 | 7.54 | 0.03 | 2.80 | 11.58 | 3.76 |
| | C-7 | 2017.3.24 | 14.55 | 0.03 | 165.82 | 0.25 | 76.14 | 16.13 | 0.02 | 23.44 | 45.95 | 18.96 |
| | C-8 | 2017.3.24 | 11.44 | 0.04 | 85.57 | 1.89 | 55.58 | 12.58 | 0.02 | 7.32 | 33.13 | 12.65 |
| | C-9 | 2017.5.1 | 6.20 | ND | 44.98 | 0.47 | 79.30 | 8.92 | ND | 14.27 | 22.86 | 10.38 |
| | C-10 | 2017.5.1 | 3.10 | ND | 12.08 | 0.60 | 61.15 | 7.47 | ND | 11.14 | 13.96 | 5.84 |
| 평균 | | | 9.27 | 0.06 | 73.70 | 0.78 | 56.78 | 12.49 | 0.16 | 13.59 | 25.97 | 10.63 |
| 표준편차 | | | 4.60 | 0.03 | 59.34 | 0.56 | 21.51 | 3.73 | 0.34 | 9.68 | 12.08 | 5.58 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 40.0 | 0.0 | | | | | | 20.0 |
| 제주 | D-1 | 2017.3.23 | 81.30 | 0.05 | 50.12 | 16.35 | 176.71 | 93.20 | ND | 130.89 | 20.12 | 9.23 |
| | D-2 | 2017.3.23 | 7.95 | 0.13 | 108.67 | 15.44 | 48.77 | 25.25 | 0.14 | 44.14 | 23.80 | 9.86 |
| | D-3 | 2017.3.23 | 47.95 | 0.12 | 126.92 | 14.66 | 91.88 | 61.46 | 0.23 | 93.20 | 26.03 | 10.83 |
| | D-4 | 2017.3.23 | 11.77 | 0.05 | 15.13 | 4.83 | 19.13 | 23.16 | 0.15 | 28.48 | 8.15 | 1.33 |
| | D-5 | 2017.5.2 | 7.85 | 0.02 | 1.00 | 4.01 | 18.20 | 15.43 | ND | 26.41 | 1.27 | 0.60 |
| | D-6 | 2017.5.2 | 9.85 | ND | 0.05 | 8.77 | 7.72 | 14.72 | ND | 25.22 | 13.38 | 1.99 |
| | D-7 | 2017.5.2 | 7.43 | 0.04 | 0.91 | 3.68 | 18.29 | 15.21 | ND | 28.93 | 4.62 | 1.36 |
| | 평균 | | | 41.05 | 0.07 | 40.08 | 10.85 | 59.86 | 42.20 | 0.23 | 65.70 | 13.85 |
| 표준편차 | | | 52.98 | 0.04 | 50.89 | 6.24 | 58.69 | 33.86 | 0.11 | 51.02 | 8.97 | 4.33 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 42.9 | 0.0 | | | | | | 57.1 |

다. 토양 양분 분석에 따른 분석 결과 요약

- (1) 제주 C농가는 그림 4처럼 연동하우스에 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 유기물 비료와 가리고토를 공급하고 있었으며 주변 농가의 추천으로 나뭇재를 살토하여 토양 관리를 하고 있었다.
- (2) 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였다.
- (3) 3회에 걸친 1차 토양현장분석 결과 적정 pH를 유지하는 지점은 50.0%이었으며 4차에 걸친 2차 토양현장분석에서는 58.8%였다. 전체적으로 pH가 높았다.
- (4) pH가 높은 원인으로는 1차적으로 농업용수의 pH가 높았으며 현장 점검 결과 농가에서 2차적으로 염기성 물질인 나무재를 공급한 것이 문제로 파악되었다. 제주 지역의 경우 전체적으로 pH가 높게 나타났으며 기본적으로 적정 pH를 유지하기 위해서는 pH를 낮추는 쪽으로 관리해야 할 것으로 판단되었다.
- (5) EC는 전체적으로 적정하게 관리되고 있었으나 인산은 1차에 평균 1.83ppm으로 매우 낮아 인산 공급을 컨설팅 하였으며 2차에는 4.19ppm으로 소폭으로 증가하여 적극적인 인산 양분의 공급이 필요할 것으로 판단되었다.
- (6) 제주 C농가에서 인산 성분과 더불어 K^+ 이온 성분의 공급에도 문제를 보였는데 K^+ 이온은 지점에 따라 편차가 심하여 정밀한 양분 관리가 필요하였다.
- (7) 이온크로마토그래피를 통한 토양 침출수의 양분 분석 결과도 토양현장분석과 유사한 결과를 보였으며 Ca^{2+} 이온과 Mg^{2+} 이온 성분은 전북에 비해 충분히 공급되고 있어 큰 문제는 없었으며 K^+ 이온과의 적정 비율 조절로 관리하는 것이 중요할 것으로 판단되었다.



그림 10. 제주 C농가 연동하우스와 퇴비 살포

- (8) 제주 D농가는 그림 5처럼 연동하우스에서 토경 재배로 백합 절화를 생산하고 있었으며 거베라와 함께 연동하우스에서 절화재배를 하였다. 토질은 제주에서는 특이하게 진흙이 많은 토양이었으며 관행적으로 우분을 매년 다량 공급하고 있었으며 2016년에도 1ha에 200톤 이상을 공급하였다.
- (9) 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 각각 2회에 걸쳐 1차 분석과 2차 분석을 수행하였다.
- (10) 토양현장분석 결과 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 항목에서의 적적 범위 비율이 1차에는 각각 12.5, 25.0, 0.0, 37.5, 37.5%였으며 2차에서는 0, 28.6, 57.1, 0, 28.6%로 매우 불량하였다.

(11) 대표적인 문제는 높은 pH와 과도한 양분 공급이 문제로 장기적인 관점을 갖고 토양 관리가 필요할 것으로 판단되었다.



그림 11. 제주 D농가 연동하우스와 사용 비료

6절. 2년차 연구 개발 결과

1. 백합 절화 생산 지역별 토양 이화학성 분석

가. 지역별 백합 재배 토양의 이화학성 분석

표 31. 지역별 재배 토양의 이화학성 분석 결과

| 지역 | 농가 | pH | EC | OM | Av. P2O5 | Ca ⁺² | K ⁺ | Mg ⁺² | Na ⁺ | NO ₃ ⁻ -N | NH ₄ ⁺ -N |
|-----------|-----|-------|--------|--------|-------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | (1:5) | (dS/M) | (g/kg) | (mg/kg) | cmol(+)/kg | | | (mg/kg) | | |
| 경기 | A-1 | 7.26 | 1.78 | 35.88 | 895 | 17.37 | 1.17 | 0.22 | 0.47 | 61.25 | 1.58 |
| | A-2 | 7.16 | 3.86 | 31.55 | 803 | 19.44 | 1.13 | 6.71 | 0.73 | 138.18 | 7.32 |
| | A-3 | 7.21 | 4.97 | 19.07 | 464 | 16.50 | 1.05 | 4.67 | 0.70 | 166.78 | 8.44 |
| 춘천 | B-1 | 6.41 | 2.02 | 28.70 | 1183 | 5.15 | 1.30 | 1.48 | 0.10 | 123.73 | 5.06 |
| | B-2 | 6.16 | 1.64 | 29.58 | 1128 | 4.31 | 1.35 | 1.55 | 0.08 | 103.27 | 3.61 |
| | B-3 | 5.01 | 1.14 | 32.82 | 1193 | 5.20 | 0.82 | 1.49 | 0.10 | 55.93 | 6.96 |
| 강릉 | C-1 | 7.10 | 2.89 | 57.89 | 893 | 12.75 | 3.47 | 3.40 | 0.86 | 130.60 | 3.82 |
| | C-2 | 6.43 | 2.61 | 59.54 | 796 | 12.62 | 3.25 | 3.50 | 0.67 | 107.69 | 11.05 |
| | C-3 | 4.43 | 3.14 | 58.35 | 658 | 5.14 | 1.52 | 2.16 | 0.39 | 215.51 | 8.75 |
| | D-1 | 5.36 | 1.61 | 25.91 | 567 | 5.67 | 0.87 | 1.12 | 0.25 | 75.53 | 3.11 |
| | D-2 | 5.11 | 1.60 | 54.64 | 792 | 4.47 | 2.18 | 2.23 | 0.60 | 89.68 | 7.29 |
| | D-3 | 5.12 | 0.53 | 52.95 | 630 | 3.59 | 1.16 | 1.90 | 0.33 | 9.56 | 6.22 |
| 황성 | D-4 | 5.77 | 7.92 | 15.20 | 1310 | 8.15 | 1.11 | 2.97 | 0.44 | 329.94 | 11.00 |
| | D-5 | 5.00 | 2.35 | 33.80 | 1437 | 5.43 | 1.19 | 1.38 | 0.27 | 161.22 | 8.63 |
| | D-6 | 5.04 | 3.34 | 35.55 | 1631 | 6.21 | 1.22 | 2.13 | 0.51 | 173.45 | 5.24 |
| | F-1 | 4.76 | 4.02 | 50.83 | 1568 | 5.52 | 1.94 | 1.94 | 0.53 | 237.14 | 8.42 |
| | F-2 | 5.22 | 5.89 | 105.9 | 982 | 14.95 | 4.87 | 4.56 | 1.01 | 253.75 | 12.63 |
| | F-3 | 5.21 | 2.41 | 63.17 | 810 | 9.94 | 1.53 | 2.30 | 0.18 | 129.88 | 9.97 |
| 제주 | K-1 | 5.31 | 2.96 | x | 299 | 15.98 | 4.73 | 6.94 | 0.93 | 126.74 | 37.02 |
| | K-2 | 7.20 | 6.69 | x | 582 | 20.16 | 7.16 | 10.31 | 2.14 | 126.78 | 45.84 |
| | K-3 | x | x | x | 512 | 17.65 | 2.43 | 4.24 | 0.40 | 36.23 | 4.85 |
| | L-1 | x | x | x | 386 | 13.11 | 1.82 | 4.43 | 0.61 | 110.85 | 8.55 |
| | L-2 | 7.99 | 1.17 | 53.75 | 193 | 16.12 | 2.13 | 5.08 | 0.46 | 28.45 | 29.94 |
| | L-3 | 6.26 | 1.40 | 48.57 | 163 | 13.12 | 1.86 | 4.30 | 0.48 | 53.10 | 44.83 |
| 평균 | | 5.95 | 2.85 | 44.22 | 911 | 10.01 | 2.02 | 3.11 | 0.48 | 128.85 | 11.65 |
| 표준편차 | | 0.94 | 1.72 | 18.06 | 420.55 | 5.25 | 1.42 | 2.11 | 0.40 | 69.12 | 11.76 |
| 적정범위비율(%) | | 63.6 | 50.0 | | | 12.5 | 8.3 | 16.7 | | 70.8 | |

(1) 토양이화학성 분석 농가는 20년 이상 백합 재배를 하고 있는 농가로 전문 백합 재배 농가이지만 토양의 주요 영양의 주요 항목인 pH, EC, NO₃⁻, OM, K⁺, Ca⁺², Mg⁺² 등에서 1개 이상 적정범위를 벗어나 있어 지속적인 토양 분석과 토양 관리가 필요하였다.

(2) 다만 1년차에서는 K⁺, Ca⁺², Mg⁺²에서 적정비율이 0%이었으나 2년차에서는 적정범위 비율이 각각 12.5, 8.3, 16.7%로 높아져 토양 관리 효과가 있는 것으로 확인되었다.

2. 토양현장분석 기술을 중심으로 경기지역 양분 재배 관리 현장 연구

가. 토양 현장 분석 결과

표 32. 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.5 | 25~35 | 10~100 | 50~200 |
| 경기 (광명) | A-1 | 2017.10.10. | 7.29 | 1.98 | 0.00 | 8.80 | 38.20 |
| | A-2 | 2017.10.10. | 7.13 | 5.49 | 0.00 | 3.80 | 125.50 |
| | A-3 | 2018.4.12. | 6.43 | 1.25 | 5.6 | 0.9 | 4.1 |
| | A-4 | 2018.4.12. | 6.02 | 1.88 | 13.9 | 1.5 | 99.8 |
| | A-5 | 2018.4.12. | 6.03 | 1.74 | 12.1 | 0.9 | 14.6 |
| | A-6 | 2018.4.12. | 6.08 | 2.22 | 22.9 | 0.6 | 87.5 |
| | A-7 | 2018.4.12. | 5.96 | 1.54 | 14.3 | 0.4 | 54.6 |
| | A-8 | 2018.4.12. | 4.59 | 1.04 | 17.5 | 1.7 | 77.9 |
| | A-9 | 2018.4.12. | 7.52 | 2.24 | 8.9 | 10.9 | 36.4 |
| | A-10 | 2018.4.12. | 7.66 | 2.36 | 1.8 | 9.1 | 25.9 |
| | 평균 | | | 6.47 | 2.17 | 9.70 | 3.86 |
| 표준편차 | | | 0.94 | 1.24 | 7.80 | 4.11 | 39.77 |
| 적정범위비율(%) | | | 50.0 | 90.0 | 0.0 | 10.0 | 50.0 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 33. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | | |
|------------------|-------------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|--------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | |
| | | | mg/L | | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~200 | 10~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 | |
| 경기 (광명) | A-3 | 2018.4.12. | 6.31 | ND | 2.11 | 0.80 | 108.26 | 15.02 | 0.33 | 5.36 | 27.26 | 9.86 | |
| | A-4 | 2018.4.12. | 11.98 | ND | 103.94 | 1.30 | 75.43 | 18.25 | 0.49 | 13.90 | 47.40 | 14.49 | |
| | A-5 | 2018.4.12. | 23.40 | ND | 13.34 | 0.88 | 114.38 | 22.16 | 0.34 | 10.32 | 42.47 | 14.29 | |
| | A-6 | 2018.4.12. | 10.79 | ND | 87.58 | 0.50 | 127.47 | 16.89 | 0.40 | 23.96 | 54.09 | 29.63 | |
| | A-7 | 2018.4.12. | 8.29 | ND | 53.44 | 0.50 | 91.40 | 12.24 | 0.22 | 13.82 | 36.92 | 14.47 | |
| | A-8 | 2018.4.12. | 15.36 | ND | 78.55 | 1.84 | 12.71 | 7.31 | 1.74 | 18.01 | 18.78 | 5.57 | |
| | A-9 | 2018.4.12. | 24.02 | ND | 34.71 | 11.56 | 125.30 | 25.00 | 0.32 | 8.22 | 63.25 | 23.02 | |
| | A-10 | 2018.4.12. | 30.29 | ND | 34.43 | 8.08 | 135.67 | 27.34 | ND | 1.75 | 82.72 | 25.58 | |
| | 평균 | | | 16.30 | - | 51.01 | 3.18 | 98.83 | 18.03 | 0.55 | 11.92 | 46.61 | 17.11 |
| | 표준편차 | | | 8.61 | - | 36.36 | 4.22 | 40.05 | 6.67 | 0.53 | 7.09 | 20.34 | 8.20 |
| 적정범위비율(%) | | | 100.0 | | 50.0 | 12.5 | | | 0.0 | 12.5 | 0.0 | | |

- (1) 경기(광명) A농가는 1차 년도 토양용수 분석에서 pH가 높은 원인으로 농업용수의 성분 문제로 농업용수의 이온분석 결과 Ca^{2+} 이온 성분이 85.37ppm, Mg^{2+} 이온 성분이 15.68ppm으로 분석되어 pH 조절에 인산(H_2PO_4)이나 구연산 2,000배액을 10a 면적에 2톤~3톤을 pH에 따라 공급하는 것을 컨설팅 하였다.
- (2) 현장 컨설팅은 토양현장분석법을 이용해 현장에서 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였으며 2차년도 pH 분석 결과는 평균 6.47 ± 0.94 로 2차 년도 평균 7.44 ± 0.14 , 7.73 ± 0.09 보다 1이상 낮아졌으며 적적범위비율도 1차 년도 0%에서 50%로 높아져 pH 관리 효과가 있었다.
- (3) 경기(광명) 지역의 두번째 큰 문제는 토양내 K^+ 이온 고갈로 분석되었다. 1년차 1, 2차 토양현장분석과 이온크로마토그래피 분석 결과 토양 내 K^+ 이온 농도가 매우 낮았으나 2년차에서는 평균 $9.70 \pm 7.80\text{mg/L}$ 로 개선되었으나 여전히 부족하여 지속적인 K^+ 이온을 함유한 비료나 영양원을 공급하도록 유도하였다.
- (4) 경기(광명) A농가 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과도 토양현장분석법과 유사하게 분석되었으며 질소 이온 51.01 ± 36.36 , 인산 이온 3.18 ± 4.22 , 칼륨 이온 $11.92 \pm 7.09\text{mg/L}$ 로 분석되었다.
- (5) 경기(광명) 지역의 농업용수와 토양 상황을 고려해서 백합 절화 재배를 위해서는 품종은 우리타워나 루시퍼 등 나팔나리 계통을 재배하는 것이 적합할 것으로 판단되어 재배 품종을 추천하였으며 농가에서 전략적으로 나팔나리 계통의 백합 재배로 전환하였으며 오리엔탈 나리 품종을 재배할 경우 pH와 양분관리에 유의할 것을 컨설팅 하였다.

3. 토양현장분석 기술을 중심으로 강원도 춘천지역 양분 재배 관리 현장 연구

가. 토양 현장 분석 결과

표 34. 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ | |
|------------|-----------|----------------|---------|---------|----------------|-------------------------------|------------------------------|-------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | (mg/L) | | | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.5 | 25~35 | 10~100 | 50~200 | |
| 강원 (춘천) | B-1 | 2017.6.27. | 5.30 | 1.20 | 29.2 | 20.1 | 100.1 | |
| | B-2 | 2017.6.27. | 5.22 | 1.62 | 38.2 | 9.6 | 140.1 | |
| | B-3 | 2017.6.27. | 4.60 | 1.01 | 29.0 | 7.1 | 68.1 | |
| | B-8 | 2017.11.16. | 4.66 | 1.13 | 42.9 | 5.0 | 65.8 | |
| | B-9 | 2017.11.16. | 6.12 | 1.48 | 59.8 | 11.8 | 71.9 | |
| | B-10 | 2017.11.16. | 5.86 | 0.82 | 33.1 | 3.1 | 31.5 | |
| | 평균 | | | 5.19 | 1.10 | 38.70 | 9.45 | 79.58 |
| | 표준편차 | | | 0.50 | 0.41 | 11.65 | 6.08 | 36.81 |
| | 적정범위비율(%) | | | 66.7 | 100.0 | 50.0 | 33.3 | 83.3 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 35. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| mg/L | | | | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~200 | 10~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (춘천) | B-1 | 2017.6.27. | 5.02 | ND | 81.75 | 19.99 | 21.07 | 4.86 | ND | 29.21 | 82.21 | 21.22 |
| | B-2 | 2017.6.27. | 13.93 | ND | 125.00 | 9.27 | 12.90 | 3.55 | ND | 35.92 | 76.58 | 19.03 |
| | B-3 | 2017.6.27. | 1.86 | ND | 66.46 | 8.30 | 15.15 | 6.35 | ND | 37.40 | 62.90 | 16.23 |
| | B-4 | 2017.8.4. | 1.28 | 0.06 | 18.42 | 22.84 | 28.71 | 2.22 | ND | 5.89 | 16.36 | 4.66 |
| | B-5 | 2017.8.4. | 2.28 | ND | 112.16 | 13.16 | 49.80 | 3.24 | ND | 3.32 | 40.95 | 12.04 |
| | B-6 | 2017.8.4. | 1.91 | 0.06 | 22.87 | 1.91 | 2.15 | 2.07 | ND | 12.72 | 4.00 | 0.90 |
| | B-7 | 2017.8.4. | 4.25 | ND | 72.32 | 7.84 | 11.92 | 6.54 | ND | 40.93 | 7.69 | 2.92 |
| | B-8 | 2017.11.16. | 23.17 | ND | 66.69 | 4.90 | 13.66 | 9.61 | 0.01 | 43.81 | 7.02 | 3.78 |
| | B-9 | 2017.11.16. | 17.77 | 0.06 | 70.81 | 10.83 | 9.25 | 11.79 | 0.05 | 62.04 | 6.53 | 3.39 |
| | B-10 | 2017.11.16. | 22.68 | 0.05 | 30.80 | 2.94 | 7.81 | 12.42 | ND | 32.87 | 2.84 | 1.08 |
| 평균 | | | 9.41 | 0.06 | 66.73 | 10.20 | 17.24 | 6.26 | 0.03 | 30.41 | 30.71 | 8.52 |
| 표준편차 | | | 9.02 | 0.01 | 35.40 | 6.87 | 13.54 | 3.83 | 0.03 | 18.33 | 32.09 | 7.83 |
| 적정범위비율(%) | | | 100.0 | | 70.0 | 40.0 | | | 30.0 | 20.0 | 30.0 | |

다. 백합 절화 재배 특성 조사 결과

표 36. 백합 절화 재배 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 초장 (cm) | 경경 (mm) | 엽수(개) | 남엽수 (개) |
|----|----|-----|----|-------|-----------|----------|----------|----------|
| 춘천 | B | 잠베시 | 국산 | 8월 | 101.8±5.1 | 11.0±0.7 | 53.4±7.1 | 20.3±2.4 |
| 춘천 | B | 잠베시 | 수입 | 8월 | 97.7±7.2 | 9.2±0.7 | 49.2±4.7 | 14.5±3.6 |

표 37. 백합 절화 재배 엽 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 엽장 (cm) | 엽폭 (cm) | 잎 엽록소 SPAD 측정 | | |
|----|----|-----|----|-------|----------|---------|---------------|----------|----------|
| | | | | | | | 안쪽 | 중간 | 바깥쪽 |
| 춘천 | B | 잠베시 | 국산 | 8월 | 12.9±1.5 | 2.8±0.3 | 48.9±6.7 | 51.6±8.0 | 52.0±5.3 |
| 춘천 | B | 잠베시 | 수입 | 8월 | 12.1±1.1 | 2.6±0.4 | 41.6±7.0 | 45.4±7.1 | 46.1±7.5 |

표 38. 백합 절화 품질 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 절화각 (°) | 소화경장 (cm) | 화퇴폭 (mm) | 화퇴장 (cm) | 꽃수 (개) |
|----|----|-----|----|-------|----------|-----------|----------|----------|---------|
| 춘천 | B | 잠베시 | 국산 | 8월 | 43.3±2.1 | 18.3±0.6 | 27.0±1.6 | 9.7±0.9 | 5.0±0.7 |
| 춘천 | B | 잠베시 | 수입 | 8월 | 35.8±7.2 | 10.0±4.0 | 29.2±5.2 | 11.3±1.6 | 4.2±0.8 |

라. 주요 분석 결과 정리

- (1) 강원도 춘천지역 B농가는 연동하우스와 단동하우스에서 베드를 설치하고 인공상토를 이용한 백합 절화를 생산하는 농가로 영양공급은 양액 관비 시설을 이용하고 있었다.
- (2) 2차 년도 토양현장분석법을 이용한 재배 현장에서의 2회에 걸쳐 6지점에 대해 분석한 결과는 표 34와 같다. 1차 년도에 비해 pH, EC, NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺에서의 적정 범위 비율이 전체적으로 증가하여 토양 양분 관리에 있어서 향상된 것을 확인하였다.
- (3) 구체적으로 pH는 61.5%에서 66.7%로, EC는 23.1%에서 100%로, NO₃⁻는 3.8%에서 83.3%로, PO₄³⁻는 0%에서 33.3%로, K⁺는 7.7%에서 50%로 향상되었다(표 34). 이는 과거 작물 생육 관찰이나 관행에 의한 양분 관리에서 현장에서 실시간 분석을 통한 과학적인 분석기법을 도입한 결과로 농가에서 과학영농의 필요성을 확인하였다.
- (4) 10지점의 토양 침출수의 이온크로마토그래피로 분석한 양이온과 음이온의 분석 결과는 표 35와 같다. 이온크로마토그래피 분석 결과도 1차년에 비해 전체적으로 양분 재배 관리가 향상된 것을 향상하였다.
- (5) 강원도는 고위도와 고지대의 이점을 살려 백합의 여름재배의 주산지로 절화 생산은 7월 초부터 10월 말까지 주로 생산이 되고 강릉 등 일부 해양성 기후대에서 겨울재배를 하고 있다. 강원도 여름재배에서 가장 큰 문제는 여름철 고온으로 인해 초장이 현격하게 짧아지

는 문제로 초장을 키우는 것이 핵심 재배 기술로 농가에서 인식하고 있다.

- (6) 강원도 춘천에서는 잠베시 품종에 대해 국내 생산 구근과 수입 구근에 대한 가장 더운 8월 절화 생산을 기준으로 비교 시험을 수행하였다. 가장 중요한 절화 품질의 기준인 초장의 경우 국내 생산 구근의 초장은 101.8 ± 5.1 cm로 수입 구근 절화의 97.7 ± 7.2 cm보다 커서 고품질 절화 재배에 문제가 없는 것으로 확인하였다. 전체적인 양분 관리와 재배관리가 이루어져 국내와 수입 구근 이용 절화에서 모두 최소 기준인 90cm를 넘어 1m 이상으로 우수하였다. 줄기 두께는 국산 11.0 ± 0.7 mm, 수입 9.2 ± 0.7 mm로 국내 생산 구근이 우수하였다. 다만 낙엽된 엽수에서 국내 구근이 20.3 ± 2.4 개로 수입 구근 14.5 ± 3.6 개로 많아 구근 양구 시 양분관리에서 개선할 필요가 있음을 확인하였다(표 36).
- (7) 절화 품질에서 줄기의 경도를 나타내는 절화각은 국내 구근의 절화각은 43.3 ± 2.1 도, 수입 구근의 절화각은 35.8 ± 7.2 로 우수하였으나 화퇴폭, 화퇴장에서는 수입구근이 우수하였다.

4. 토양현장분석 기술을 중심으로 강원도 강릉지역 양분 재배 관리 현장 연구

가. 토양 현장 분석 결과

표 39. 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|-------------|------------------|----------------|---------|---------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.5 | 25~35 | 10~100 | 50~200 |
| 강원 (강릉) | C-1 | 2017.7.6. | 5.72 | 2.21 | 93.1 | 41.8 | 131.8 |
| | C-2 | 2017.7.6. | 4.97 | 1.29 | 25.2 | 14.1 | 72.0 |
| | C-3 | 2017.7.6. | 7.52 | 0.61 | 36.4 | 22.1 | 13.4 |
| | C-4 | 2017.9.21. | 7.54 | 1.77 | 58.3 | 19.9 | 46.9 |
| | C-5 | 2017.9.21. | 4.61 | 2.87 | 61.5 | 10.5 | 162.5 |
| | C-6 | 2017.9.21. | 5.33 | 0.56 | 22.9 | 19.8 | 23.8 |
| | C-7 | 2017.9.21. | 5.15 | 5.61 | 127.6 | 44.7 | 298.7 |
| | C-8 | 2017.11.7. | 5.35 | 1.19 | - | - | - |
| | C-9 | 2017.11.7. | 5.55 | 0.85 | - | - | - |
| | C-10 | 2017.11.7. | 6.19 | 1.78 | - | - | - |
| | C-11 | 2017.11.7. | 4.66 | 1.99 | - | - | - |
| | C-12 | 2017.11.7. | 4.53 | 1.08 | - | - | - |
| | C-13 | 2017.11.7. | 6.45 | 1.52 | - | - | - |
| | | 평균 | | 5.66 | 1.79 | 60.70 | 24.70 |
| | 표준편차 | | 1.01 | 1.32 | 38.32 | 13.29 | 100.80 |
| | 적정범위비율(%) | | 53.8 | 69.2 | 14.3 | 100.0 | 42.9 |
| 강원 (강릉) | D-1 | 2017.9.21. | 5.41 | 8.31 | 45.2 | 8.90 | 618.5 |
| | D-2 | 2017.9.21. | 4.88 | 1.97 | 18.6 | 7.90 | 126.8 |
| | D-3 | 2017.11.7. | 6.47 | 0.61 | - | - | - |
| | D-4 | 2017.11.7. | 5.06 | 2.15 | - | - | - |
| | D-5 | 2017.11.7. | 5.13 | 2.59 | - | - | - |
| | D-6 | 2017.11.7. | 5.10 | 0.75 | - | - | - |
| | | 평균 | | 5.34 | 2.73 | 31.90 | 8.40 |
| | 표준편차 | | 0.58 | 2.85 | 18.81 | 0.71 | 347.68 |
| | 적정범위비율(%) | | 63.0 | 63.0 | 17.6 | 82.4 | 23.5 |
| 강원 (강릉) | E-1 | 2017.6.21. | 6.59 | 0.84 | 27.3 | 23.9 | 18.8 |
| | E-2 | 2017.6.21. | 6.50 | 0.44 | 14.1 | 3.40 | 7.9 |
| | E-3 | 2017.6.21. | 6.79 | 1.23 | 68.4 | 71.4 | 10.7 |
| | E-4 | 2017.6.21. | 7.28 | 1.01 | 49.2 | 26.3 | 12.3 |
| | E-5 | 2017.6.21. | 6.88 | 0.61 | 19.3 | 19.5 | 8.2 |
| | E-6 | 2017.6.21. | 6.03 | 0.60 | 20.1 | 34.8 | 18.6 |
| | E-7 | 2017.7.6. | 6.44 | 0.65 | 19.5 | 18.0 | 11.6 |
| | E-8 | 2017.7.6. | 6.57 | 0.58 | 19.0 | 24.2 | 10.8 |
| | 평균 | | 6.64 | 0.75 | 29.61 | 27.69 | 12.36 |
| | 표준편차 | | 0.36 | 0.26 | 19.07 | 19.79 | 4.20 |
| | 적정범위비율(%) | | 62.5 | 37.5 | 12.5 | 87.5 | 0.0 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 40. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------------|-----------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| mg/L | | | | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~200 | 10~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (강릉) | C-1 | 2017.7.6. | - | - | - | - | - | 19.80 | ND | 76.23 | 42.01 | 12.30 |
| | C-2 | 2017.7.6. | - | - | - | - | - | 10.97 | ND | 19.53 | 35.11 | 9.83 |
| | C-3 | 2017.7.6. | - | - | - | - | - | 8.94 | ND | 37.01 | 19.72 | 6.81 |
| | C-4 | 2017.9.21. | 30.59 | 0.42 | 44.16 | 21.17 | 26.05 | 22.55 | ND | 60.55 | 18.61 | 4.85 |
| | C-5 | 2017.9.21. | 37.58 | ND | 154.74 | 9.78 | 58.84 | 21.51 | ND | 60.48 | 43.91 | 14.81 |
| | C-6 | 2017.9.21. | 6.50 | 0.04 | 22.88 | 20.30 | 9.81 | 6.73 | ND | 21.71 | 6.87 | 1.58 |
| | C-7 | 2017.9.21. | 70.62 | ND | 304.50 | 43.65 | 125.13 | 45.57 | ND | 136.29 | 73.53 | 28.54 |
| | C-8 | 2017.11.7. | 4.49 | 0.09 | 88.71 | 10.06 | 6.55 | 11.51 | 1.42 | 36.70 | 9.51 | 4.18 |
| | C-9 | 2017.11.7. | 3.38 | 0.03 | 55.08 | 21.26 | 4.50 | 8.09 | ND | 31.24 | 5.80 | 2.34 |
| | C-10 | 2017.11.7. | 15.48 | 0.11 | 94.16 | 28.96 | 21.53 | 15.93 | ND | 58.24 | 16.46 | 5.33 |
| | C-11 | 2017.11.7. | 14.87 | ND | 126.57 | 20.44 | 32.21 | 14.37 | 2.38 | 51.09 | 24.63 | 8.59 |
| | C-12 | 2017.11.7. | 4.28 | ND | 32.81 | 20.19 | 41.17 | 9.83 | ND | 16.83 | 14.41 | 5.53 |
| | C-13 | 2017.11.7. | 11.83 | 0.12 | 60.52 | 31.01 | 23.40 | 12.81 | ND | 45.13 | 9.41 | 3.65 |
| | 평균 | | | 19.96 | 0.14 | 98.41 | 22.68 | 34.92 | 16.05 | 1.90 | 50.08 | 24.61 |
| 표준편차 | | | 21.19 | 0.14 | 83.54 | 9.98 | 35.76 | 10.23 | 0.68 | 31.59 | 19.44 | 7.19 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 46.2 | 100.0 | | | 7.7 | 7.7 | 7.7 | |
| 강원 (강릉) | D-1 | 2017.9.21. | 61.81 | ND | 623.34 | 9.12 | 119.52 | 22.32 | ND | 43.58 | 210.65 | 59.42 |
| | D-2 | 2017.9.21. | 18.47 | ND | 128.64 | 8.50 | 21.51 | 12.19 | 2.73 | 17.76 | 40.65 | 10.50 |
| | D-3 | 2017.11.7. | 7.13 | 0.02 | 21.03 | 19.79 | 7.71 | 7.52 | ND | 14.72 | 6.64 | 2.13 |
| | D-4 | 2017.11.7. | 15.26 | ND | 164.45 | 16.71 | 22.84 | 11.58 | ND | 29.76 | 42.69 | 12.22 |
| | D-5 | 2017.11.7. | 34.61 | ND | 169.26 | 13.85 | 31.95 | 20.28 | ND | 36.93 | 37.68 | 20.40 |
| | D-6 | 2017.11.7. | 7.53 | 0.04 | 45.03 | 13.62 | 8.04 | 8.18 | ND | 8.76 | 13.09 | 3.74 |
| | 평균 | | | 24.14 | 0.03 | 191.96 | 13.60 | 35.26 | 13.68 | 2.73 | 25.25 | 58.57 |
| 표준편차 | | | 21.00 | 0.01 | 220.08 | 4.34 | 42.32 | 6.21 | - | 13.65 | 76.03 | 21.29 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 50.0 | 66.7 | | | 16.7 | 0.0 | 16.7 | |
| 강원 (강릉) | E-1 | 2017.6.21. | 9.29 | 0.63 | 2.92 | 30.92 | 8.32 | 20.27 | ND | 31.01 | 14.02 | 5.35 |
| | E-2 | 2017.6.21. | 3.59 | ND | 0.05 | 2.76 | 4.45 | 8.34 | ND | 16.47 | 13.26 | 5.01 |
| | E-3 | 2017.6.21. | 4.98 | 1.03 | 9.85 | 33.82 | 8.01 | 11.17 | 4.90 | 35.26 | 20.67 | 3.33 |
| | E-4 | 2017.6.21. | 5.53 | 1.26 | 44.85 | 37.92 | 12.85 | 11.56 | 23.61 | 42.52 | 21.59 | 4.05 |
| | E-5 | 2017.6.21. | 6.08 | 0.18 | 0.33 | 27.11 | 8.92 | 19.16 | ND | 28.56 | 16.81 | 5.62 |
| | E-6 | 2017.6.21. | 3.83 | 0.13 | 16.50 | 46.29 | 5.84 | 18.66 | ND | 26.29 | 14.20 | 5.31 |
| | E-7 | 2017.7.6. | - | - | - | - | - | 17.15 | ND | 18.59 | 9.96 | 3.04 |
| | E-8 | 2017.7.6. | - | - | - | - | - | 20.80 | 0.01 | 22.11 | 16.83 | 4.18 |
| 평균 | | | 5.55 | 0.64 | 12.42 | 29.80 | 8.07 | 15.89 | 9.50 | 27.60 | 15.92 | 4.49 |
| 표준편차 | | | 2.07 | 0.50 | 17.11 | 14.79 | 2.89 | 4.80 | 12.46 | 8.71 | 3.88 | 0.98 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 0.0 | 83.3 | | | 50.0 | 0.0 | 0.0 | |

다. 백합 절화 재배 특성 조사

표 41. 백합 절화 재배 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 초장 (cm) | 경경 (mm) | 엽수(개) | 남엽수(개) |
|----|----|----|----|-------|-----------|---------|----------|----------|
| 강릉 | C | 설라 | 국산 | 1월 | 124.8±8.1 | 9.8±0.5 | 55.0±6.1 | 18.8±5.6 |
| 강릉 | C | 설라 | 수입 | 1월 | 123.0±5.1 | 6.9±0.5 | 20.5±3.3 | 21.5±3.4 |

표 42. 백합 절화 재배 엽 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 엽장 (cm) | 엽폭 (cm) | 잎 엽록소 SPAD 측정 | | |
|----|----|-----|----|-------|----------|---------|---------------|----------|----------|
| | | | | | | | 안쪽 | 중간 | 바깥쪽 |
| 강릉 | C | 잠베시 | 국산 | 12월 | 16.3±2.0 | 3.6±0.6 | 55.7±9.7 | 56.7±9.0 | 55.1±9.2 |
| 강릉 | C | 설라 | 국산 | 1월 | 13.6±1.8 | 2.3±0.3 | 43.0±7.0 | 41.0±8.8 | 39.9±2.8 |
| 강릉 | C | 설라 | 수입 | 1월 | 14.3±1.0 | 3.1±0.5 | 36.9±6.3 | 41.6±9.1 | 38.8±7.4 |

표 43. 백합 절화 품질 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 절화각 (°) | 절화중 (g) | 소화경장 (cm) | 화뢰폭 (mm) | 화뢰장 (cm) | 꽃수 (개) |
|----|----|-----|----|-------|----------|------------|-----------|----------|----------|---------|
| 강릉 | C | 잠베시 | 국산 | 12월 | 33.5±5.8 | 122.0±39.8 | 14.3±1.7 | 29.5±2.5 | 12.0±0.6 | 4.3±1.3 |
| 강릉 | C | 설라 | 국산 | 1월 | 42.0±2.7 | 129.3±22.5 | 19.8±4.7 | 27.9±1.8 | 10.3±0.3 | 6.0±1.9 |
| 강릉 | C | 설라 | 수입 | 1월 | 40.5±3.8 | 86.4±14.2 | 21.8±1.3 | 31.9±1.4 | 10.8±0.5 | 2.2±0.4 |

라. 주요 분석 결과 정리

- (1) 강원도 강릉지역 C농가는 연동하우스에서 토경 재배를 하고 있으며 1차 년도에 토양 물리성 개선과 염류 문제 완화를 위해 코코피트 칩을 토양에 공급하였다.
- (2) 3차례에 걸쳐 13지점에 대해 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였다. 분석결과 1차 년도에 비해 pH와 수용성 인산의 함량에서는 적정범위비율이 향상되었으나 EC, 질소, 칼륨 양분 관리에 있어서는 1차 년도보다 적정범위비율이 하락하였다(표 39). 특히 EC의 경우 구역에 따른 편차도 커서 보다 정밀한 양분관리가 필요 하였다. 토양 침출수의 이온크로마토그래피로 분석한 양이온과 음이온의 분석 결과는 표 40과 같다. 이온크로마토그래피로 분석한 결과도 토양현장분석의 결과와 유사하였다.
- (3) 국내산 구근과 수입 구근의 절화 품질을 비교하였다. 강원도 강릉의 경우 해양성 기후로 겨울에도 온화한 기온으로 겨울 재배를 하고 있었으며 12월과 1월 절화 특성을 조사하였다. 초장은 국내 구근의 경우 $12.4\pm 8.1\text{cm}$, 수입 구근의 경우는 123.0 ± 1.0 으로 겨울재배의

경우 초장이 높게 나왔다(표41). 절화 품질에 중요한 절화각은 국내 구근의 경우 42.0 ± 2.7 도로 매우 우수하였다.

- (4) 강릉 D농가는 단동 비닐하우스와 온실을 이용해 백합 절화재배를 하고 있었다. 2차례에 걸쳐 6지점에 대해 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였다. 분석결과 1차 년도에 비해 pH와 수용성 인산의 함량에서는 적정범위비율이 향상되었으나 EC, 질소, 칼륨 양분 관리에 있어서는 1차 년도보다 적정범위비율이 하락하여(표 39) C농가와 유사한 경향을 보였다. pH와 K^+ 이온 양분, NO_3^- 양분에 대해 보다 정밀하게 관리해야 할 것으로 판단되었다.
- (5) E농가는 2차 년도에 처음 토양현장분석을 수행한 농가로 단동에서 상자 상토재배로 백합 재배를 수행하고 있었다. 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석한 결과 pH의 적정비율은 62.5%를 전체 평균 농가의 범위였으나 질소 양분은 전체 지점에서 $12.36 \pm 4.2\text{mg/L}$ 로 매우 낮게 나왔으며 EC도 $0.75 \pm 0.26\text{dS/m}$ 로 낮아 백합 정식 후 충분한 질소질 비료와 EC 관리가 필요하여 현장 컨설팅을 수행하였다.

5. 토양현장분석 기술을 중심으로 강원도 횡성지역 양분 재배 관리 현장 연구

가. 토양 현장 분석 결과

표 44. 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH (1:5) | EC (dS/m) | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ (mg/L) | NO ₃ ⁻ |
|------------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|------------------------------|
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.5 | 25~35 | 10~100 | 50~200 |
| 강원 (횡성) | F-1 | 2017.6.30. | 6.60 | 2.7 | 67.6 | 7.1 | 167.3 |
| | F-2 | 2017.6.30. | 7.06 | 0.8 | 41.6 | 35.0 | 37.3 |
| | F-3 | 2017.6.30. | 6.58 | 1.6 | 54.3 | 23.1 | 109.4 |
| | F-4 | 2017.6.30. | 5.31 | 0.8 | 22.6 | 15.0 | 52.9 |
| | F-5 | 2017.6.30. | 6.75 | 0.6 | 24.9 | 46.7 | 22.1 |
| | F-6 | 2017.6.30. | 4.48 | 2.2 | 43.4 | 14.0 | 143.2 |
| | F-7 | 2017.7.5. | 6.97 | 1.2 | 42.0 | 13.8 | 37.9 |
| | F-8 | 2017.7.5. | 7.25 | 0.6 | 37.9 | 27.7 | 29.7 |
| | F-9 | 2017.7.5. | 5.50 | 1.3 | 31.9 | 29.1 | 76.8 |
| | F-10 | 2017.7.5. | 5.84 | 1.0 | 41.9 | 30.6 | 60.7 |
| | F-11 | 2017.7.5. | 6.87 | 0.5 | 20.0 | 36.9 | 19.5 |
| | F-12 | 2017.7.5. | 4.44 | 2.5 | 39.6 | 6.7 | 191.4 |
| | F-13 | 2017.7.5. | 4.45 | 3.9 | 71.5 | 14.7 | 300.5 |
| | F-14 | 2017.7.5. | 4.50 | 4.2 | - | 21.5 | 165.5 |
| | F-15 | 2017.7.5. | 4.80 | 3.9 | 78.5 | 20.3 | 315.1 |
| | F-16 | 2017.7.5. | 5.55 | 4.1 | 105.3 | 26.3 | 314.3 |
| | F-17 | 2017.7.5. | 5.50 | 1.3 | 29.9 | 16.9 | 70.7 |
| | F-18 | 2017.7.5. | 6.65 | 0.5 | 26.9 | 38.2 | 15.5 |
| | F-19 | 2017.7.5. | 6.26 | 0.8 | 40.2 | 51.0 | 42.5 |
| | F-20 | 2017.7.5. | 5.86 | 0.8 | 25.3 | 42.1 | 49.5 |
| | F-21 | 2017.7.5. | 6.22 | 0.5 | 23.2 | 44.6 | 19.7 |
| | F-22 | 2017.7.5. | 6.00 | 0.5 | 21.2 | 33.7 | 32.0 |
| | F-23 | 2017.7.14. | 6.07 | 2.5 | 63.3 | 22.5 | 153.0 |
| | F-24 | 2017.7.14. | 6.07 | 1.9 | 50.2 | 38.7 | 131.0 |
| | F-25 | 2017.7.14. | 4.89 | 1.9 | 31.0 | 26.0 | 104.9 |
| | F-26 | 2017.7.14. | 5.18 | 1.8 | 38.2 | 17.0 | 101.6 |
| | F-27 | 2017.7.14. | 5.65 | 0.6 | 24.9 | 34.5 | 26.4 |
| | F-28 | 2017.7.14. | 5.82 | 1.3 | 32.2 | 150.3 | 97.5 |
| | F-29 | 2017.7.14. | 5.45 | 1.8 | 46.3 | 51.5 | 150.5 |
| | F-30 | 2017.7.14. | 5.51 | 1.1 | 30.1 | 38.6 | 69.5 |
| | F-31 | 2017.7.14. | 5.49 | 0.8 | 23.5 | 41.8 | 48.4 |
| | F-32 | 2017.7.14. | 5.92 | 1.2 | 21.3 | 28.9 | 101.4 |
| | F-33 | 2017.7.14. | 5.25 | 1.2 | 35.3 | 35.6 | 94.9 |
| 평균 | | | 5.66 | 1.63 | 40.19 | 32.74 | 101.59 |
| 표준편차 | | | 0.77 | 1.10 | 19.39 | 24.34 | 83.17 |
| 적정범위비율(%) | | | 63.6 | 69.7 | 31.3 | 90.9 | 57.6 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 45. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|-----------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| mg/L | | | | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~200 | 10~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (횡성) | F-23 | 2017.7.14. | 15.55 | ND | 146.88 | 23.75 | 81.08 | 10.13 | 5.42 | 69.11 | 32.73 | 13.10 |
| | F-24 | 2017.7.14. | 5.07 | ND | 136.56 | 45.13 | 44.43 | 6.02 | 4.83 | 52.36 | 28.21 | 10.34 |
| | F-25 | 2017.7.14. | 4.87 | ND | 81.89 | 28.31 | 74.45 | 6.13 | 5.26 | 34.76 | 24.67 | 8.68 |
| | F-26 | 2017.7.14. | 6.94 | ND | 100.82 | 20.07 | 66.36 | 7.44 | 2.96 | 36.65 | 28.36 | 8.49 |
| | F-27 | 2017.7.14. | 3.07 | 0.10 | 12.80 | 37.92 | 12.41 | 5.64 | ND | 24.01 | 11.45 | 2.70 |
| | F-28 | 2017.7.14. | 4.45 | 0.09 | 64.68 | 57.08 | 16.99 | 6.32 | 0.20 | 31.10 | 20.01 | 6.63 |
| | F-29 | 2017.7.14. | 6.11 | ND | 139.81 | 64.67 | 32.42 | 5.99 | ND | 45.90 | 36.64 | 12.34 |
| | F-30 | 2017.7.14. | 3.36 | ND | 69.43 | 47.90 | 23.72 | 5.84 | ND | 28.36 | 21.24 | 6.72 |
| | F-31 | 2017.7.14. | 4.55 | ND | 38.22 | 53.46 | 11.54 | 5.41 | ND | 21.33 | 17.17 | 4.95 |
| | F-32 | 2017.7.14. | 3.36 | 0.10 | 47.79 | 39.15 | 6.29 | 5.17 | ND | 10.64 | 19.97 | 5.95 |
| | F-33 | 2017.7.14. | 1.79 | ND | 115.76 | 35.86 | 18.81 | 2.18 | ND | 28.82 | 34.16 | 6.34 |
| | F-34 | 2017.8.3. | 4.62 | ND | 50.57 | 2.16 | 73.05 | 4.52 | ND | 7.11 | 29.98 | 6.81 |
| | F-35 | 2017.8.3. | 6.28 | ND | 135.80 | 2.42 | 133.48 | 8.30 | ND | 19.40 | 60.86 | 16.98 |
| | F-36 | 2017.8.3. | 55.71 | ND | 293.85 | 8.64 | 102.02 | 23.36 | ND | 79.43 | 81.89 | 27.79 |
| | F-37 | 2017.8.3. | 6.91 | ND | 82.12 | 28.17 | 65.15 | 8.28 | ND | 36.74 | 31.62 | 8.98 |
| | F-38 | 2017.8.3. | 6.52 | ND | 111.01 | 40.92 | 44.70 | 7.86 | 0.12 | 41.11 | 34.65 | 10.81 |
| | F-39 | 2017.8.3. | 6.12 | ND | 198.84 | 26.72 | 60.18 | 9.57 | ND | 36.67 | 54.64 | 16.26 |
| | F-40 | 2017.8.3. | 10.30 | ND | 121.44 | 27.90 | 45.10 | 10.20 | ND | 32.47 | 41.28 | 9.95 |
| | F-41 | 2017.8.3. | 0.74 | ND | 44.66 | 32.53 | 13.67 | 1.36 | ND | 9.79 | 18.06 | 3.68 |
| | F-42 | 2017.8.3. | 5.26 | 0.56 | 49.24 | 38.48 | 21.04 | 6.74 | ND | 24.15 | 17.81 | 6.02 |
| | F-43 | 2017.8.3. | 2.36 | 0.07 | 33.75 | 12.98 | 8.85 | 2.98 | ND | 16.62 | 9.74 | 2.69 |
| F-44 | 2017.8.3. | 2.67 | ND | 66.48 | 25.12 | 7.90 | 4.50 | ND | 24.73 | 11.86 | 3.94 | |
| F-45 | 2017.8.3. | 4.93 | ND | 59.99 | 41.03 | 11.37 | 5.83 | 0.02 | 12.85 | 20.18 | 5.34 | |
| 평균 | | | 7.46 | 0.18 | 95.76 | 32.19 | 42.39 | 9.42 | 2.36 | 35.75 | 37.37 | 11.36 |
| 표준편차 | | | 10.95 | 0.21 | 62.65 | 16.36 | 34.45 | 7.93 | 2.53 | 20.73 | 31.19 | 8.81 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 73.9 | 87.0 | | | 26.1 | 4.3 | 8.7 | |

다. 백합 절화 재배 특성 조사

표 46. 백합 절화 재배 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 초장 (cm) | 경경 (mm) | 엽수(개) | 남엽수(개) |
|----|----|-----|----|-------|-----------|----------|----------|----------|
| 횡성 | F | 잠베시 | 국산 | 8월 | 104.5±5.6 | 10.7±1.2 | 56.0±4.9 | 12.2±3.1 |
| 횡성 | F | 잠베시 | 수입 | 8월 | 94.7±6.8 | 8.7±0.8 | 48.6±5.8 | 7.0±2.1 |

표 47. 백합 절화 재배 엽 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 엽장 (cm) | 엽폭 (cm) | 잎 엽록소 SPAD 측정 | | |
|----|----|-----|----|-------|----------|---------|---------------|----------|----------|
| | | | | | | | 안쪽 | 중간 | 바깥쪽 |
| 횡성 | F | 잠베시 | 국산 | 8월 | 13.9±1.2 | 3.2±0.2 | 64.6±6.3 | 65.4±9.5 | 72.2±2.3 |
| 횡성 | F | 잠베시 | 수입 | 8월 | 13.4±1.4 | 3.2±0.3 | 61.1±5.2 | 61.4±6.0 | 66.1±4.4 |

표 48. 백합 절화 품질 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 절화각 (°) | 절화중 (g) | 소화경장 (cm) | 화퇴폭 (mm) | 화퇴장 (cm) | 꽃수 (개) |
|----|----|-----|----|-------|----------|------------|-----------|----------|----------|---------|
| 횡성 | F | 잠베시 | 국산 | 8월 | 32.8±6.2 | 245.3±38.7 | 22.1±1.4 | 34.5±2.2 | 12.8±1.0 | 5.0±1.2 |
| 횡성 | F | 잠베시 | 수입 | 8월 | 35.0±6.6 | 163.5±31.8 | 21.1±1.9 | 32.5±4.0 | 12.1±1.3 | 4.2±1.6 |

라. 주요 분석 결과 정리

- (1) 강원(횡성) F농가는 25년동안 연동하우스와 단동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었다.
- (2) 3차례에 걸쳐 33지점에 대한 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였다. 분석 결과는 표 44와 같다. pH는 5.66 ± 0.77 , EC는 $1.63\pm1.10\text{dS/m}$, 수용성 이온 NO_3^- 는 $101.59\pm83.17\text{mg/L}$, PO_4^{3-} 는 $32.74\pm24.34\text{mg/L}$, K^+ 는 $40.19\pm19.39\text{mg/L}$ 범위에 있었다.
- (3) 토양 침출수의 이온크로마토그래피로 분석한 양이온과 음이온의 분석 결과는 표 45와 같다. 현장토양분석 결과 전체적으로 적정 범위에서 양분 관리가 잘 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 다만 칼슘과 마그네슘 이온 성분은 전체적으로 부족하게 나와 지속적으로 공급량을 늘릴 필요가 있어 양분관리에 있어서 칼슘과 마그네슘 함량이 적정 범위로 올라올 때까지 질산칼슘과 질산마그네슘을 이용하여 양분 관리할 것을 컨설팅 하였다.
- (4) 국산 구근과 수입 구근의 절화품질은 횡성지역 주 재배 작형이고 가장 더운 시기인 8월에 조사하였다. 초장은 국내산 구근에서 104.5 ± 5.6 으로 매우 양호하였고 줄기 두께도 우수하였다(표 46). 절화 품질에서 중요한 절화각은 32.8 ± 6.2 도로 수입산과 비슷하였으며 화퇴폭과 화퇴장은 수입 구근에 비해 양호하였다.

6. 토양현장분석 기술을 중심으로 강원도 인제지역 양분 재배 관리 현장 연구

가. 토양 현장 분석 결과

표 49. 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ | |
|------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|---------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.5 | 25~35 | 10~100 | 50~200 | |
| 강원 (인제) | G-1 | 2017.6.26. | 6.27 | 3.36 | 46.2 | 26.5 | 65.5 | |
| | G-2 | 2017.6.26. | 5.76 | 3.03 | 45.4 | 32.6 | 189.7 | |
| | G-3 | 2017.6.26. | 6.39 | 2.11 | 61.3 | 47.8 | 137.7 | |
| | G-4 | 2017.6.26. | 6.24 | 1.26 | 62.4 | 50.7 | 88.2 | |
| | G-5 | 2017.6.26. | 6.27 | 3.20 | 55.1 | 15.1 | 255.8 | |
| | G-6 | 2017.7.13. | 6.36 | 1.96 | 39.9 | 17.5 | 62.1 | |
| | G-7 | 2017.7.13. | 5.78 | 4.34 | 49.4 | 21.4 | 246.9 | |
| | G-8 | 2017.7.13. | 6.48 | 2.05 | 49.7 | 37.3 | 71.4 | |
| | G-9 | 2017.7.13. | 5.68 | 1.87 | 62.9 | 47.2 | 163.6 | |
| | G-10 | 2017.7.13. | 7.56 | 1.43 | 51.4 | 15.1 | 24.9 | |
| | G-11 | 2017.7.13. | 6.75 | 1.99 | 37.1 | 37.7 | 135.5 | |
| | G-12 | 2018.5.10. | 6.97 | 1.40 | - | - | - | |
| | G-13 | 2018.5.10. | 6.38 | 2.11 | - | - | - | |
| | G-14 | 2018.5.10. | 6.37 | 2.20 | - | - | - | |
| | G-15 | 2018.5.10. | 6.06 | 3.84 | - | - | - | |
| | G-16 | 2018.5.10. | 5.56 | 3.47 | - | - | - | |
| | G-17 | 2018.5.10. | 5.97 | 1.26 | - | - | - | |
| | G-18 | 2018.5.10. | 6.38 | 2.42 | - | - | - | |
| | G-19 | 2018.5.10. | 6.01 | 2.72 | - | - | - | |
| | G-20 | 2018.5.10. | 5.98 | 2.92 | - | - | - | |
| 평균 | | | 6.26 | 2.45 | 50.98 | 31.72 | 131.03 | |
| 표준편차 | | | 0.47 | 0.88 | 8.77 | 13.47 | 76.98 | |
| 적정범위비율(%) | | | 85.0 | 60.0 | 0.0 | 100.0 | 81.8 | |
| 강원 (인제) | H-1 | 2017.6.26. | 6.37 | 1.00 | 21.0 | 49.6 | 59.2 | |
| | H-2 | 2017.6.26. | 5.62 | 1.15 | 35.6 | 36.9 | 72.3 | |
| | H-3 | 2017.6.26. | 5.22 | 2.90 | 44.3 | 24.3 | 195.5 | |
| | H-4 | 2017.7.13. | 6.10 | 2.36 | - | - | - | |
| | H-5 | 2017.7.13. | 6.52 | 0.86 | - | - | - | |
| | 평균 | | | 5.97 | 1.66 | 33.63 | 36.93 | 109.00 |
| | 표준편차 | | | 0.54 | 0.92 | 11.77 | 12.65 | 75.20 |
| 적정범위비율(%) | | | 100.0 | 80.0 | 33.3 | 100.0 | 100.0 | |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 50. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| mg/L | | | | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~200 | 10~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 강원 (인제) | G-1 | 2017.6.26. | 11.62 | ND | 48.83 | 25.34 | 66.77 | 15.00 | ND | 38.16 | 81.02 | 16.91 |
| | G-2 | 2017.6.26. | 21.09 | 0.17 | 163.36 | 28.55 | 87.82 | 18.79 | ND | 42.59 | 175.90 | 41.09 |
| | G-3 | 2017.6.26. | 9.07 | ND | 151.47 | 43.33 | 46.17 | 12.36 | ND | 59.90 | 94.34 | 24.04 |
| | G-4 | 2017.6.26. | 3.33 | ND | 82.17 | 50.08 | 11.25 | 5.87 | ND | 56.93 | 25.99 | 7.56 |
| | G-5 | 2017.6.26. | 22.18 | ND | 224.86 | 11.93 | 37.72 | 13.15 | ND | 55.38 | 172.49 | 39.99 |
| | G-6 | 2017.7.13. | 17.27 | ND | 69.30 | 15.60 | 104.12 | 13.38 | ND | 38.61 | 41.25 | 13.98 |
| | G-7 | 2017.7.13. | 14.45 | ND | 141.07 | 7.86 | 63.08 | 7.80 | 0.16 | 17.67 | 44.13 | 16.94 |
| | G-8 | 2017.7.13. | 7.81 | 0.19 | 72.49 | 31.17 | 104.71 | 10.12 | ND | 46.45 | 40.35 | 14.53 |
| | G-9 | 2017.7.13. | 3.37 | 0.25 | 197.85 | 45.06 | 14.05 | 4.56 | ND | 68.21 | 40.19 | 12.49 |
| | G-10 | 2017.7.13. | 3.37 | 0.24 | 33.38 | 22.01 | 8.78 | 4.19 | ND | 30.67 | 9.02 | 2.82 |
| | G-11 | 2017.7.13. | 2.89 | ND | 168.23 | 35.00 | 21.91 | 4.47 | ND | 29.71 | 36.52 | 14.50 |
| | G-12 | 2018.5.10. | 12.79 | 0.11 | 97.53 | 28.11 | 14.32 | 9.15 | 0.52 | 46.90 | 26.81 | 5.50 |
| | G-13 | 2018.5.10. | 15.19 | 0.17 | 186.26 | 39.78 | 29.28 | 10.00 | ND | 66.91 | 46.52 | 10.06 |
| | G-14 | 2018.5.10. | 19.29 | 0.20 | 224.76 | 21.17 | 31.85 | 12.30 | 0.35 | 48.98 | 49.32 | 9.54 |
| | G-15 | 2018.5.10. | 41.08 | 0.17 | 326.00 | 13.61 | 79.09 | 14.87 | 0.88 | 53.08 | 82.44 | 20.26 |
| | G-16 | 2018.5.10. | 40.27 | 0.14 | 307.48 | 21.72 | 94.73 | 21.47 | ND | 48.24 | 82.00 | 21.55 |
| | G-17 | 2018.5.10. | 3.64 | 0.07 | 95.63 | 37.53 | 20.02 | 5.54 | 0.18 | 22.28 | 27.60 | 5.82 |
| | G-18 | 2018.5.10. | 10.04 | 0.06 | 191.89 | 70.65 | 42.58 | 15.01 | 0.37 | 65.51 | 38.56 | 14.59 |
| | G-19 | 2018.5.10. | 26.57 | ND | 216.74 | 40.74 | 61.88 | 18.70 | ND | 48.73 | 62.56 | 25.42 |
| | G-20 | 2018.5.10. | 20.06 | ND | 301.80 | 40.22 | 53.15 | 14.81 | ND | 59.44 | 63.08 | 20.25 |
| 평균 | | | 15.27 | 0.16 | 165.05 | 31.47 | 49.66 | 11.58 | 0.41 | 47.22 | 62.00 | 16.89 |
| 표준편차 | | | 11.24 | 0.06 | 86.62 | 15.12 | 31.82 | 5.13 | 0.27 | 14.38 | 44.26 | 10.18 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 60.0 | 95.0 | | | 9.0 | 15.0 | 35.0 | |
| 강원 (인제) | H-1 | 2017.6.26. | 3.30 | 0.25 | 51.86 | 48.73 | 13.43 | 5.32 | ND | 23.45 | 29.78 | 11.35 |
| | H-2 | 2017.6.26. | 6.03 | 0.11 | 66.27 | 35.83 | 15.04 | 12.39 | ND | 37.94 | 25.25 | 9.20 |
| | H-3 | 2017.6.26. | 18.22 | 0.16 | 192.94 | 21.46 | 86.22 | 17.59 | ND | 30.11 | 81.82 | 27.35 |
| | H-4 | 2017.7.13. | 22.01 | ND | 183.86 | 16.22 | 50.18 | 16.24 | ND | 61.69 | 37.41 | 10.55 |
| | H-5 | 2017.7.13. | 2.58 | 0.11 | 44.60 | 29.66 | 7.91 | 5.77 | ND | 31.14 | 11.76 | 2.58 |
| | 평균 | | | 10.43 | 0.16 | 107.91 | 30.38 | 34.56 | 11.46 | - | 36.87 | 37.21 |
| 표준편차 | | | 9.04 | 0.06 | 73.96 | 12.72 | 33.36 | 5.73 | - | 14.80 | 26.63 | 9.14 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 80.0 | 100.0 | | | 40.0 | 10.0 | 0.0 | |

다. 백합 절화 재배 특성 조사

표 51. 백합 절화 재배 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 초장 (cm) | 경경 (mm) | 엽수(개) | 납엽수(개) |
|----|----|------|----|-------|-----------|---------|----------|----------|
| 인제 | G | 잠베시 | 국산 | 9월 | 105.3±5.2 | 9.4±0.6 | 59.0±6.8 | 11.8±1.6 |
| 인제 | G | 시베리아 | 수입 | 9월 | 97.9±3.7 | 9.4±1.0 | 43.3±5.1 | 11.4±3.1 |
| 인제 | G | 잠베시 | 국산 | 7월 | 105.9±5.3 | 8.1±0.3 | 52.3±3.3 | 9.0±1.9 |
| 인제 | H | 시베리아 | 수입 | 8월 | 98.4±1.5 | 7.5±0.4 | 40.0±4.2 | 8.0±0.7 |
| 인제 | H | 잠베시 | 국산 | 7월 | 109.2±4.7 | 7.7±0.5 | 48.0±5.3 | 5.0±1.1 |

표 52. 백합 절화 재배 엽 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 엽장 (cm) | 엽폭 (cm) | 잎 엽록소 SPAD 측정 | | |
|----|----|------|----|-------|----------|---------|---------------|----------|----------|
| | | | | | | | 안쪽 | 중간 | 바깥쪽 |
| 인제 | G | 잠베시 | 국산 | 9월 | 14.2±0.4 | 3.2±0.2 | 68.0±4.5 | 65.9±3.5 | 67.4±4.0 |
| 인제 | G | 시베리아 | 수입 | 9월 | 13.0±0.9 | 3.1±0.2 | - | - | - |
| 인제 | G | 잠베시 | 국산 | 7월 | 13.8±1.3 | 3.2±0.3 | 69.7±7.3 | 69.9±5.4 | 70.1±3.5 |
| 인제 | H | 시베리아 | 수입 | 8월 | 12.9±0.8 | 3.1±0.1 | 57.0±4.1 | 57.4±5.6 | 55.7±4.3 |
| 인제 | H | 잠베시 | 국산 | 7월 | 14.3±0.9 | 3.0±0.2 | 51.5±6.0 | 55.6±5.9 | 60.6±2.4 |

표 53. 백합 절화 품질 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 절화각 (°) | 절화중 (g) | 소화경장 (cm) | 화뢰폭 (mm) | 화뢰장 (cm) | 꽃수 (개) |
|----|----|------|----|-------|----------|------------|-----------|----------|----------|---------|
| 인제 | G | 잠베시 | 국산 | 9월 | 44.0±2.2 | 241.5±22.6 | 11.7±0.6 | 29.9±3.7 | 9.6±1.3 | 7.8±1.3 |
| 인제 | G | 시베리아 | 수입 | 9월 | 37.2±6.2 | 131.9±13.0 | 6.5±0.9 | 22.9±1.7 | 8.9±0.6 | 4.6±1.0 |
| 인제 | G | 잠베시 | 국산 | 7월 | 38.8±2.0 | 139.2±15.7 | 10.2±0.8 | 25.7±3.2 | 8.4±1.2 | 3.8±1.5 |
| 인제 | H | 시베리아 | 수입 | 8월 | 44.2±0.8 | 103.6±7.6 | 6.5±0.5 | 23.5±1.5 | 9.4±0.9 | 3.8±1.3 |
| 인제 | H | 잠베시 | 국산 | 7월 | 35.8±3.8 | 136.0±12.5 | 9.3±1.2 | 27.1±2.1 | 8.6±1.0 | 3.3±0.8 |

라. 주요 분석 결과 정리

- (1) 강원(인제) G농가는 주로 단동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 연동하우스 토경재배도 병행하고 있었다. 정식 후 벚짚 멀칭을 하고 있었으며 영양공급은 유기물 비료와 일부 액상 비료를 사용 하고 있었다.
- (2) 3차례 20지점에 대한 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였다. 분석한 결과는 표 49와 같다.
- (3) 현장토양분석 결과 대체적으로 적정 범위에서 양분 관리가 잘 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 1차 년도에 K^+ 이온 공급량을 늘릴 것을 현장 컨설팅한 결과 이온량이 1차 년도 $32.79 \pm 22.61 \text{mg/L}$ 에서 $50.98 \pm 8.77 \text{mg/L}$ 로 높게 나와 일정기간 칼륨 공급을 줄이는 방향으로 컨설팅하였다.
- (4) 토양 침출수의 이온크로마토그래피로 분석한 양이온과 음이온의 분석 결과도 현장분석결과와 유사한 경향을 보였다(표 50). 특히 칼슘과 마그네슘은 1차 년도에 전체적으로 부족하여 공급량을 늘려 2차 년도에는 칼슘 $62.00 \pm 44.26 \text{mg/L}$, 마그네슘 $16.89 \pm 10.18 \text{mg/L}$ 로 평균값은 적정 범위로 향상되었다.
- (5) 백합 절화 품질은 가장 더운 7, 8, 9월에 실시하였다. 여름 재배에 가장 중요한 초장은 표 51에서와 같이 최하 $97.9 \pm 3.7 \text{cm}$ 에서 최고 $109.2 \pm 4.7 \text{cm}$ 로 매우 우수하였으며 잎의 엽록소 함량은 SPAD로 측정한 결과 표 52와 같이 우수하였다. 백합 절화 품질에 중요한 절화각도 최하 $35.8 \pm 3.8^\circ$ 에서 $44.2 \pm 0.87^\circ$ 로 매우 우수하여 최고 등급의 절화를 생산하였다.



그림 7. 강원 인제지역 G 농가 단동하우스 절화 재배 전경과 1속(5분) 절화 품질

7. 토양현장분석 기술을 중심으로 전북지역 양분 재배 관리 현장 연구

가. 토양 현장 분석 결과

표 54. 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|------|----------------|---------|---------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.5 | 25~35 | 10~100 | 50~200 |
| 전북 (완주) | J-1 | 2017.9.29. | 6.44 | 0.47 | - | - | - |
| | J-2 | 2018.3.26. | 6.34 | 0.58 | 19.8 | 3.5 | 17.5 |
| | J-3 | 2018.3.26. | 5.60 | 0.49 | 16.8 | 3.5 | 10.5 |
| | J-4 | 2018.3.26. | 4.94 | 0.33 | - | - | - |
| | J-5 | 2018.3.26. | 5.47 | 0.56 | - | - | - |
| | J-6 | 2018.3.26. | 6.22 | 0.54 | - | - | - |
| | J-7 | 2018.3.26. | 6.02 | 0.56 | - | - | - |
| | J-8 | 2018.5.10. | 4.78 | 0.70 | 11.9 | 12.5 | 28.7 |
| | J-9 | 2018.5.10. | 4.95 | 1.76 | 26.9 | 24.6 | 116.5 |
| | J-10 | 2018.5.10. | 4.72 | 1.34 | 15.7 | 7.6 | 87.9 |
| | J-11 | 2018.5.10. | 5.34 | 1.82 | 21.5 | 11.8 | 137.6 |
| | J-12 | 2018.5.10. | 4.32 | 2.88 | 12.9 | 6.8 | 219.4 |
| | J-13 | 2018.6.1. | 5.05 | 0.41 | 7.0 | 6.7 | 4.3 |
| | J-14 | 2018.6.1. | 4.44 | 1.59 | 6.0 | 5.9 | 135.4 |
| | J-15 | 2018.6.1. | 4.48 | 1.34 | 19.5 | 21.6 | 119.8 |
| 평균 | | | 5.31 | 1.02 | 15.80 | 10.45 | 87.76 |
| 표준편차 | | | 0.73 | 0.73 | 6.53 | 7.33 | 70.94 |
| 적정범위비율(%) | | | 60.0 | 33.3 | 10.0 | 40.0 | 50.0 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 55. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------|------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| mg/L | | | | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~200 | 10~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 전북 (완주) | J-1 | 2017.9.29. | 15.14 | ND | 0.99 | 1.86 | 5.49 | 7.03 | 0.01 | 18.61 | 3.73 | 1.01 |
| | J-3 | 2018.3.26. | 7.05 | ND | 11.93 | 2.37 | 3.44 | 5.56 | ND | 15.38 | 4.96 | 1.51 |
| | J-4 | 2018.3.26. | 3.65 | ND | 14.76 | 2.82 | 4.94 | 8.87 | 0.13 | 4.66 | 5.76 | 1.70 |
| | J-5 | 2018.3.26. | 5.91 | ND | 17.24 | 3.60 | 5.31 | 9.95 | ND | 16.79 | 5.70 | 1.97 |
| | J-6 | 2018.3.26. | 5.30 | ND | 21.93 | 1.72 | 6.69 | 10.91 | ND | 12.31 | 3.48 | 1.22 |
| | J-7 | 2018.3.26. | 5.57 | 0.04 | 24.93 | 2.13 | 6.97 | 10.36 | ND | 18.75 | 2.54 | 0.80 |
| | J-8 | 2018.5.10. | 7.79 | ND | 27.79 | 11.20 | 13.29 | 6.10 | 0.45 | 10.57 | 13.10 | 4.84 |
| | J-9 | 2018.5.10. | 4.54 | 0.05 | 114.14 | 23.39 | 4.69 | 3.62 | 17.62 | 27.96 | 12.01 | 5.90 |
| | J-10 | 2018.5.10. | 7.82 | ND | 84.60 | 6.83 | 22.31 | 7.15 | 0.18 | 16.69 | 22.48 | 6.43 |
| | J-11 | 2018.5.10. | 12.35 | ND | 140.54 | 12.95 | 21.40 | 9.42 | 0.20 | 20.73 | 28.87 | 11.90 |
| | J-12 | 2018.5.10. | 9.99 | ND | 224.97 | 6.04 | 8.47 | 10.49 | 1.60 | 13.96 | 63.63 | 12.29 |
| | J-13 | 2018.6.1. | 3.42 | 0.02 | 2.95 | 6.52 | 16.48 | 5.08 | 0.20 | 6.10 | 16.89 | 3.07 |
| | J-14 | 2018.6.1. | 4.55 | ND | 137.77 | 4.04 | 6.55 | 6.67 | 1.09 | 5.33 | 48.95 | 7.28 |
| | J-15 | 2018.6.1. | 4.55 | ND | 112.95 | 10.04 | 3.54 | 9.98 | 0.59 | 20.10 | 31.17 | 7.76 |
| | 평균 | | | 6.97 | 0.04 | 66.96 | 6.82 | 9.25 | 7.94 | 2.21 | 14.85 | 18.80 |
| 표준편차 | | | 3.44 | 0.01 | 69.09 | 6.01 | 6.46 | 2.34 | 5.44 | 6.61 | 18.66 | 3.92 |
| 적정범위비율(%) | | | | | 42.9 | 28.6 | | | 7.1 | 7.1 | 0.0 | |

다. 백합 절화 재배 특성 조사

표 56. 백합 절화 재배 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 초장 (cm) | 경경 (mm) | 엽수(개) | 남엽수(개) |
|----|----|-------|----|-------|------------|----------|----------|----------|
| 전북 | J | 테이블댄스 | 국산 | 4월 | 100.7±3.1 | 10.4±0.3 | 38.3±4.2 | 4.0±0.0 |
| 전북 | J | 잠베시 | 국산 | 4월 | 110.3±5.0 | 10.1±1.0 | 50.0±6.2 | 15.0±2.6 |
| 전북 | J | 잠베시 | 국산 | 5월 | 115.0±10.7 | 8.7±1.2 | 60.0±8.0 | 14.3±2.3 |
| 전북 | J | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 119.3±4.7 | 11.6±1.0 | 56.2±4.1 | 6.4±0.7 |
| 전북 | J | 테이블댄스 | 국산 | 6월 | 94.8±1.8 | 10.5±1.0 | 40.7±5.0 | 5.5±1.2 |

표 57. 백합 절화 재배 업 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 엽장 (cm) | 엽폭 (cm) | 잎 엽록소 SPAD 측정 | | |
|----|----|-------|----|-------|----------|---------|---------------|----------|----------|
| | | | | | | | 안쪽 | 중간 | 바깥쪽 |
| 전북 | J | 테이블댄스 | 국산 | 4월 | 15.5±1.0 | 3.6±0.1 | 60.6±1.8 | 57.9±7.3 | 61.2±2.8 |
| 전북 | J | 잠베시 | 국산 | 4월 | 13.3±0.8 | 3.3±0.3 | 50.4±2.3 | 50.7±3.7 | 55.4±2.0 |
| 전북 | J | 잠베시 | 국산 | 5월 | 14.3±1.9 | 3.9±0.7 | 49.9±5.3 | 53.0±6.0 | 53.6±6.1 |
| 전북 | J | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 17.5±1.5 | 3.7±0.2 | 57.4±3.5 | 59.0±4.0 | 60.3±3.7 |

표 58. 백합 절화 품질 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 절화각 (°) | 절화중 (g) | 소화경장 (cm) | 화퇴폭 (mm) | 화퇴장 (cm) | 꽃수 (개) |
|----|----|-------|----|-------|----------|------------|-----------|----------|----------|---------|
| 전북 | J | 테이블댄스 | 국산 | 4월 | 44.0±1.0 | 143.0±8.9 | 10.8±0.3 | 14.6±0.9 | 3.9±0.6 | 4.0±0.0 |
| 전북 | J | 잠베시 | 국산 | 4월 | 45.0±0.0 | 130.2±9.8 | 10.7±0.8 | 14.2±1.0 | 3.5±0.3 | 4.7±0.6 |
| 전북 | J | 잠베시 | 국산 | 5월 | 33.7±6.1 | 166.8±45.0 | 25.8±1.8 | 36.6±5.3 | 13.9±1.3 | 3.0±1.2 |
| 전북 | J | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 39.3±2.7 | 294.1±39.2 | 24.7±2.3 | 34.4±4.6 | 13.9±1.6 | 6.0±1.1 |
| 전북 | J | 테이블댄스 | 국산 | 6월 | 41.2±3.4 | 215.6±30.8 | 14.2±2.7 | 21.4±1.8 | 6.8±1.1 | 5.2±1.6 |

라. 주요 분석 결과 정리

- (1) 전북(완주) A농가는 자동화 연동하우스에 베드재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 양액공급기를 통해 복합 양액비료로 관비재배를 수행하고 있었다.
- (2) 백합 바우처 연구사업 전 양분 공급은 식물 상태에 대한 경험을 바탕으로 복합 양액비료를 이용하여 공급하였으나 바우처 연구 사업 이후에는 토양현장분석법을 이용해 현장의 pH, EC, NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺를 분석한 토대로 양분 공급을 조절하였다.
- (3) 총 4차례에 걸쳐 15지점에 대한 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺를 현장에서 분석하였다. 분석한 결과는 표 54와 같다. 2차 년도에는 지속적인 양분 관리를 통해 전체적으로 양분 함량의 적정범위비율이 향상되었다. 구체적으로 pH는 58.8%에서 60.0%로, EC는 29.4%에서 33.3%로, NO₃⁻는 23.5%에서 50.0%로, PO₄³⁻는 11.8%에서 40.0%로 향상되었다. 다만 K⁺는 17.6%에서 10.0%로 소폭 하락하였다(표 54). 이는 과거 작물 생육 관찰이나 관행에 의한 양분 관리에서 현장에서 실시간 분석을 통한 과학적인 분석기법을 도입한 결과로 농가에서 과학영농의 필요성을 확인하였다. 토양 침출수의 이온크로마토그래피로 분석한 양이온과 음이온의 분석 결과는 표 55와 같으며 토양현장과 유사한 경향을 보였다.
- (4) 백합 절화 품질 조사는 가장 더운 4, 5, 6월에 실시하였다. 초장은 표 56에서와 같이 94.8±1.8cm에서 119.3±4.7cm로 매우 우수하였으며 잎의 엽록소 함량은 SPAD로 측정된 결과 표 57와 같이 우수하였으며 백합 절화 품질에 중요한 절화각도 최고 45.0도로 매우 우수하여 전체적으로 절화 품질이 양호하였다.

8. 토양현장분석 기술을 중심으로 제주지역 양분 재배 관리 현장 연구

가. 토양 현장 분석 결과

표 59. 1차 토양 현장 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | pH | EC | K ⁺ | PO ₄ ³⁻ | NO ₃ ⁻ |
|------------------|------------------|----------------|---------|---------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | | (1:5) | (dS/m) | | (mg/L) | |
| 적정범위 | | | 5.0~6.5 | 0.8~2.5 | 25~35 | 10~100 | 50~200 |
| 제주 | K-1 | 2017.9.24. | 6.34 | 2.64 | 16.9 | 1.9 | 95.6 |
| | K-2 | 2017.9.24. | 6.49 | 0.70 | 8.6 | 2.1 | 18.9 |
| | K-3 | 2017.9.24. | 6.31 | 0.88 | 6.3 | 0.7 | 41.3 |
| | 평균 | | 6.38 | 1.41 | 10.60 | 1.57 | 51.93 |
| | 표준편차 | | 0.10 | 1.07 | 5.58 | 0.76 | 39.44 |
| | 적정범위비율(%) | | 100.0 | 33.3 | 0.0 | 0.0 | 33.3 |
| 제주 | L-1 | 2017.9.25. | 6.97 | 0.76 | 25.9 | 4.6 | 8.9 |
| | L-2 | 2017.9.25. | 7.23 | 0.76 | 26.8 | 8.1 | 12.6 |
| | L-3 | 2017.9.25. | 7.64 | 3.21 | 91.6 | 5.2 | 48.4 |
| | L-4 | 2017.9.25. | 7.95 | 1.10 | 14.5 | 6.9 | 35.4 |
| | 평균 | | 7.45 | 1.46 | 39.70 | 6.20 | 26.33 |
| | 표준편차 | | 0.43 | 1.18 | 35.05 | 1.60 | 18.81 |
| 적정범위비율(%) | | | 25.0 | 75.5 | 50.0 | 0.0 | 0.0 |
| 제주 | M-1 | 2017.6.13. | 5.41 | 4.03 | 41.7 | 0.7 | 390.4 |
| | M-2 | 2017.6.13. | 5.99 | 1.31 | 15.1 | 0.4 | 95.1 |
| | M-3 | 2017.6.13. | 5.82 | 2.08 | 7.2 | 0.2 | 199.2 |
| | M-4 | 2017.6.13. | 5.98 | 1.67 | 14.6 | 0.5 | 135.8 |
| | M-5 | 2017.6.13. | 7.06 | 0.57 | 10.1 | 16.1 | 23.0 |
| | M-6 | 2017.6.13. | 6.03 | 1.62 | 21.3 | 0.5 | 118.1 |
| | M-7 | 2017.6.13. | 6.12 | 3.04 | 34.8 | 0.0 | 255.0 |
| | 평균 | | 6.06 | 2.05 | 20.69 | 2.63 | 173.80 |
| 표준편차 | | 0.50 | 1.15 | 12.93 | 5.94 | 120.85 | |
| 적정범위비율(%) | | | 85.7 | 57.1 | 14.3 | 14.3 | 57.1 |

나. 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

표 60. 1차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과

| 지역 | 농가 | 분석일 (년.월.일) | 음이온 | | | | | 양이온 | | | | |
|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | | | Cl ⁻ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | SO ₄ ²⁻ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| mg/L | | | | | | | | | | | | |
| 적정범위 | | | <100 | | 50~200 | 10~100 | | <100 | | 25~35 | 64~90 | 15~22 |
| 제주 | K-1 | 2017.9.24. | 26.47 | 0.11 | 91.27 | 1.07 | 124.13 | 19.34 | 1.59 | 15.44 | 64.30 | 21.99 |
| | K-2 | 2017.9.24. | 3.22 | 0.07 | 19.27 | 1.55 | 32.21 | 8.36 | ND | 7.72 | 11.88 | 4.11 |
| | K-3 | 2017.9.24. | 3.63 | 0.07 | 39.31 | 0.80 | 35.48 | 9.73 | 0.21 | 6.38 | 16.04 | 5.46 |
| | 평균 | | 11.11 | 0.08 | 49.95 | 1.14 | 63.94 | 12.48 | 0.90 | 9.85 | 30.74 | 10.52 |
| | 표준편차 | | 13.31 | 0.02 | 37.16 | 0.38 | 52.15 | 5.98 | 0.97 | 4.89 | 29.14 | 9.96 |
| | 적정범위비율(%) | | | | 33.3 | 0.0 | | | | 0.0 | 33.3 | 33.3 |
| 제주 | L-1 | 2017.9.25. | 7.22 | 0.36 | 7.43 | 4.16 | 7.25 | 11.55 | ND | 26.15 | 10.43 | 2.58 |
| | L-2 | 2017.9.25. | 6.11 | 0.49 | 11.23 | 7.26 | 9.25 | 12.13 | ND | 26.68 | 9.05 | 2.67 |
| | L-3 | 2017.9.25. | 61.84 | 1.16 | 49.02 | 5.55 | 88.06 | 44.96 | ND | 94.99 | 31.37 | 9.63 |
| | L-4 | 2017.9.25. | 6.43 | 0.08 | 34.99 | 6.73 | 17.43 | 8.81 | ND | 13.38 | 24.54 | 6.25 |
| | 평균 | | 20.40 | 0.52 | 25.67 | 5.92 | 30.50 | 19.36 | - | 40.30 | 18.85 | 5.28 |
| | 표준편차 | | 27.63 | 0.46 | 19.78 | 1.38 | 38.63 | 17.13 | - | 36.97 | 10.90 | 3.37 |
| 적정범위비율(%) | | | | 0.0 | 0.0 | | | | 50.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 제주 | M-1 | 2017.6.13. | 31.66 | 0.08 | 328.17 | ND | 74.71 | 18.64 | ND | 37.61 | 91.95 | 47.45 |
| | M-2 | 2017.6.13. | 4.75 | ND | 84.21 | ND | 40.48 | 7.89 | ND | 15.25 | 22.10 | 14.64 |
| | M-3 | 2017.6.13. | 9.78 | 0.08 | 184.92 | ND | 41.38 | 15.74 | ND | 10.98 | 50.17 | 35.27 |
| | M-4 | 2017.6.13. | 6.85 | 0.15 | 103.90 | ND | 31.55 | 14.40 | ND | 12.38 | 30.10 | 22.78 |
| | M-5 | 2017.6.13. | 7.16 | 0.10 | 14.17 | 18.80 | 2.94 | 15.33 | ND | 15.30 | 16.21 | 5.40 |
| | M-6 | 2017.6.13. | 9.11 | ND | 96.60 | ND | 55.15 | 16.02 | ND | 22.89 | 36.18 | 25.30 |
| | M-7 | 2017.6.13. | 21.05 | 0.14 | 204.75 | ND | 96.70 | 18.39 | ND | 24.47 | 70.18 | 40.80 |
| | 평균 | | 12.91 | 0.11 | 145.24 | 18.80 | 48.99 | 15.20 | - | 19.84 | 45.27 | 27.38 |
| 표준편차 | | 9.82 | 0.03 | 102.92 | - | 30.36 | 3.58 | - | 9.33 | 27.44 | 14.81 | |
| 적정범위비율(%) | | | | 57.1 | 14.3 | | | | 0.0 | 14.3 | 28.6 | |

다. 백합 절화 재배 특성 조사

표 61. 백합 절화 재배 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 초장 (cm) | 경경 (mm) | 엽수(개) | 남엽수(개) |
|----|----|-------|----|-------|-----------|----------|----------|-----------|
| 제주 | K | 잠베시 | 국산 | 5월 | 86.7±5.5 | 9.2±0.2 | 46.7±5.9 | 13.7±2.3 |
| 제주 | K | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 89.0±3.5 | 9.3±0.5 | 39.3±7.0 | 3.7±0.6 |
| 제주 | L | 잠베시 | 국산 | 5월 | 102.7±7.0 | 9.6±0.7 | 45.0±8.9 | 21.3±5.1 |
| 제주 | L | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 100.3±4.5 | 9.9±0.6 | 33.3±2.1 | 9.0±0.0 |
| 제주 | L | 잠베시 | 국산 | 5월 | 86.8±3.4 | 8.3±0.6 | 41.3±8.8 | 29.2±8.8 |
| 제주 | L | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 77.9±4.0 | 8.4±2.1 | 34.3±6.3 | 27.3±12.9 |
| 제주 | K | 잠베시 | 국산 | 6월 | 126.0±8.1 | 11.7±1.2 | 85.2±7.0 | 23.2±4.6 |
| 제주 | K | 테이블댄스 | 국산 | 6월 | 129.4±4.3 | 11.5±0.6 | 83.6±6.1 | 21.8±3.4 |

표 62. 백합 절화 재배 엽 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 엽장 (cm) | 엽폭 (cm) | 잎 엽록소 SPAD 측정 | | |
|----|----|-------|----|-------|----------|---------|---------------|-----------|-----------|
| | | | | | | | 안쪽 | 중간 | 바깥쪽 |
| 제주 | K | 잠베시 | 국산 | 5월 | 13.0±1.0 | 3.3±0.3 | 44.2±3.1 | 45.6±2.5 | 46.1±3.1 |
| 제주 | K | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 16.2±0.3 | 3.8±0.4 | 54.0±3.8 | 55.7±4.6 | 53.8±2.4 |
| 제주 | L | 잠베시 | 국산 | 5월 | 10.3±0.6 | 2.8±0.4 | 36.4±8.4 | 40.5±6.5 | 36.0±8.7 |
| 제주 | L | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 13.0±0.6 | 3.0±0.2 | 37.4±4.8 | 38.8±5.1 | 39.1±3.1 |
| 제주 | L | 잠베시 | 국산 | 5월 | 12.2±1.2 | 3.0±0.3 | 33.5±5.6 | 34.5±5.3 | 37.8±7.6 |
| 제주 | L | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 11.7±3.0 | 3.5±0.8 | 38.7±14.1 | 40.2±13.2 | 39.7±16.1 |
| 제주 | K | 잠베시 | 국산 | 6월 | 14.6±1.4 | 3.7±1.0 | 48.4±6.3 | 53.3±4.7 | 58.6±7.9 |
| 제주 | K | 테이블댄스 | 국산 | 6월 | 15.1±1.6 | 3.5±0.1 | 47.4±5.9 | 53.9±7.6 | 57.0±2.4 |

표 63. 백합 절화 품질 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 절화각 (°) | 절화중 (g) | 소화경장 (cm) | 화뢰폭 (mm) | 화뢰장 (cm) | 꽃수 (개) |
|----|----|-------|----|-------|----------|------------|-----------|----------|----------|---------|
| 제주 | K | 잠베시 | 국산 | 5월 | 43.3±0.6 | 92.6±9.7 | 5.6±1.6 | 11.7±0.9 | 2.6±0.1 | 3.0±1.0 |
| 제주 | K | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 40.7±1.5 | 122.5±14.7 | 6.5±0.9 | 12.1±1.0 | 2.8±0.3 | 4.3±1.5 |
| 제주 | L | 잠베시 | 국산 | 5월 | 43.7±1.2 | 100.8±12.6 | 13.9±0.5 | 16.9±0.5 | 5.4±0.4 | 4.0±1.0 |
| 제주 | L | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 43.7±1.5 | 122.3±20.4 | 14.1±0.8 | 18.8±2.3 | 5.6±1.8 | 3.7±1.2 |
| 제주 | L | 잠베시 | 국산 | 5월 | 40.3±1.8 | 126.1±20.8 | 22.7±2.0 | 27.5±2.5 | 11.0±1.5 | 4.1±0.8 |
| 제주 | L | 테이블댄스 | 국산 | 5월 | 40.5±2.5 | 63.5±22.8 | 19.9±1.6 | #DIV/0! | 13.3±1.0 | 2.0±0.8 |
| 제주 | K | 잠베시 | 국산 | 6월 | 30.4±3.8 | 244.8±36.1 | 24.1±1.3 | 34.7±2.2 | 13.5±1.3 | 4.8±0.8 |
| 제주 | K | 테이블댄스 | 국산 | 6월 | 32.8±2.6 | 248.2±18.9 | 22.4±1.0 | 33.2±2.1 | 12.4±1.0 | 4.4±1.1 |

라. 주요 분석 결과 정리

- (1) 제주 K농가는 연동하우스에 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 유기물 비료와 가리고토를 공급하고 1년 차에 주변 농가 권유로 나뭇재를 토양에 공급하여 pH 조절에 있어 문제가 심화 되었다.
- (2) 제주 지역은 우리나라 백합 절화 재배에서 온화한 겨울 기온으로 겨울 재배를 주로 하고 있으며 12월부터 다음 해 6월까지도 절화 생산을 하고 있다.
- (3) 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석한 K농가의 결과는 표 60과 같다. 1년차에 인산과 칼륨의 함량과 질소 함량도 낮아 추가적으로 질산칼륨과 인산암모늄 등의 부족한 양분의 추가 공급을 현장 컨설팅 하였다. 1, 2년차 주요 조사 항목에서 적정 범위 비율을 보면 pH는 50.0%에서 100.0%로, EC는 100.0%에서 33.3%로, NO_3^- 는 40.0%에서 33.3%로, PO_4^{3-} 는 1, 2년차 0% 이었으며 K^+ 는 10.0%에서 15.58%로 소폭 하락하여(표 59) 실질적인 토양 환경 개선은 이루어지지 않았다.
- (4) K농가의 절화 품질은 5월 절화 수확 지점에서는 초장이 $86.7 \pm 5.5\text{cm}$ 에서 $89.0 \pm 3.5\text{cm}$ 로 절화장이 90cm 이하였으며 SPAD로 측정한 잎의 엽록소 함량도 낮은 곳은 44.2 ± 3.1 로 전체적으로 양분 부족에 의한 생육부진으로 추정하였다. 향후 주요 성분에 대해서 적정 범위내에서 공급될 수 있도록 현장 컨설팅 하였다.
- (5) 제주도 L농가도 연동하우스에 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 연동에서 계속해서 거베라와 함께 백합 절화재배를 하였다. 토양은 진흙이 많은 토양으로 1차 년도 시작 전에 다량의 우분을 공급하여 향후 퇴비 공급을 중단하도록 하였다.
- (6) 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석한 L농가의 결과는 표 60과 같다. 1년차에 토야 pH가 매우 높아 인산 2,000백액을 10a당 2~3톤 공급을 2~3회 컨설팅 하였다. 2년차 결과 pH는 7.79 ± 0.37 에서 7.45 ± 0.43 으로 다소 낮아졌으나 여전히 오리엔탈 나리리를 재배하기에는 높아 지속적인 pH 조절 관리를 컨설팅 하였다. 1, 2년차 주요 조사 항목에서 적정 범위 비율을 보면 pH는 0%에서 25%로, EC는 28.6%에서 75.5%로, NO_3^- 는 28.6%에서 0%로, PO_4^{3-} 는 1, 2년차 0% 이었으며 K^+ 는 57.1%에서 50.0%로 소폭 하락하였다(표 59). 질소 성분의 경우 1차년도에 523.8mg/L 까지 나와 줄이는 쪽으로 컨설팅의 추진하였는데 2년차 분석 결과 매우 낮아져 백합 생육과 토양 유실에 의해 감소한 것으로 추정하였다. 향후 백합 재배에 있어 생육 단계에 맞추어 질소 공급을 컨설팅 하였다. L농가도 제주도 토양 특성에 따라 인산 부족 현상이 심각하여 지속적인 인산 공급이 필요하였다.
- (7) L농가의 토양 침출수의 이온크로마토그래피로 분석한 양이온과 음이온의 분석 결과는 표 60과 같다. L농가도 K농가와 같이 Ca^{2+} 이온과 Mg^{2+} 이온 성분 함량이 부족하여 절화재배 기간동안 질산칼슘과 질산마그네슘으로 추비 공급을 현장 컨설팅 하였다.
- (8) L농가의 절화 품질은 5월 절화 수확 지점에서는 초장이 $77.9 \pm 4.0\text{cm}$ 에서 $102.7 \pm 7.0\text{cm}$ 으로 절화 재배 지점에 따라 편차가 심하게 나타나 pH와 양분 부족에 의한 결과로 확인하였다. SPAD로 측정한 잎의 엽록소 함량도 낮은 곳은 33.5 ± 5.6 으로 전체적으로 양분 부족에 의한 생육부진으로 추정하였다. 향후 식물 필수 주요 성분에 대해서 적정 범위내에서 공급될 수 있도록 현장 컨설팅 하였다.

9. 국내 생산 구근과 수입 구근의 절화 품질 비교

가. 백합 절화 재배 특성 조사

표 64. 백합 절화 재배 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 초장 (cm) | 경경 (mm) | 엽수(개) | 납엽수(개) |
|----|----|-----|----|-------|-----------|----------|----------|--------|
| 춘천 | B | 잠베시 | 국산 | 8월 | 101.8±5.1 | 11.0±0.7 | 53.4±7.1 | 20.3 |
| 춘천 | B | 잠베시 | 수입 | 8월 | 97.7±7.2 | 9.2±0.7 | 49.2±4.7 | 14.5 |
| 강릉 | C | 셀라 | 국산 | 1월 | 124.8±8.1 | 9.8±0.5 | 55.0±6.1 | 18.8 |
| 강릉 | C | 셀라 | 수입 | 1월 | 123.0±5.1 | 6.9±0.5 | 20.5±3.3 | 21.5 |
| 횡성 | F | 잠베시 | 국산 | 8월 | 104.5±5.6 | 10.7±1.2 | 56.0±4.9 | 12.2 |
| 횡성 | F | 잠베시 | 수입 | 8월 | 94.7±6.8 | 8.7±0.8 | 48.6±5.8 | 7.0 |

표 65. 백합 절화 재배 엽 생육 특성 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 엽장 (cm) | 엽폭 (cm) | 앞 엽록소 SPAD 측정 | | |
|----|----|-----|----|-------|----------|---------|---------------|----------|----------|
| | | | | | | | 안쪽 | 중간 | 바깥쪽 |
| 춘천 | B | 잠베시 | 국산 | 8월 | 12.9±1.5 | 2.8±0.3 | 48.9±6.7 | 51.6±8.0 | 52.0±5.3 |
| 춘천 | B | 잠베시 | 수입 | 8월 | 12.1±1.1 | 2.6±0.4 | 41.6±7.0 | 45.4±7.1 | 46.1±7.5 |
| 강릉 | C | 셀라 | 국산 | 1월 | 13.6±1.8 | 2.3±0.3 | 43.0±7.0 | 41.0±8.8 | 39.9±2.8 |
| 강릉 | C | 셀라 | 수입 | 1월 | 14.3±1.0 | 3.1±0.5 | 36.9±6.3 | 41.6±9.1 | 38.8±7.4 |
| 횡성 | F | 잠베시 | 국산 | 8월 | 13.9±1.2 | 3.2±0.2 | 64.6±6.3 | 65.4±9.5 | 72.2±2.3 |
| 횡성 | F | 잠베시 | 수입 | 8월 | 13.4±1.4 | 3.2±0.3 | 61.1±5.2 | 61.4±6.0 | 66.1±4.4 |

표 66. 백합 절화 품질 조사

| 지역 | 농가 | 품종 | 구분 | 절화 시기 | 절화각 (°) | 절화중 (g) | 소화경장 (cm) | 화퇴폭 (mm) | 화퇴장 (cm) | 꽃수 (개) |
|----|----|-----|----|-------|----------|------------|-----------|----------|----------|---------|
| 춘천 | B | 잠베시 | 국산 | 8월 | 43.3±2.1 | - | 18.3±0.6 | 27.0±1.6 | 9.7±0.9 | 5.0±0.7 |
| 춘천 | B | 잠베시 | 수입 | 8월 | 35.8±7.2 | - | 10.0±4.0 | 29.2±5.2 | 11.3±1.6 | 4.2±0.8 |
| 강릉 | C | 셀라 | 국산 | 1월 | 42.0±2.7 | 129.3±22.5 | 19.8±4.7 | 27.9±1.8 | 10.3±0.3 | 6.0±1.9 |
| 강릉 | C | 셀라 | 수입 | 1월 | 40.5±3.8 | 86.4±14.2 | 21.8±1.3 | 31.9±1.4 | 10.8±0.5 | 2.2±0.4 |
| 횡성 | F | 잠베시 | 국산 | 8월 | 32.8±6.2 | 245.3±38.7 | 22.1±1.4 | 34.5±2.2 | 12.8±1.0 | 5.0±1.2 |
| 횡성 | F | 잠베시 | 수입 | 8월 | 35.0±6.6 | 163.5±31.8 | 21.1±1.9 | 32.5±4.0 | 12.1±1.3 | 4.2±1.6 |

나. 주요 분석 결과 정리

- (1) 국내 생산 구근과 수입 구근의 품질 비교를 위해서 춘천, 강릉, 횡성에서 직접 비교 시험을 수행하였다. 재배 작형은 강릉에서는 겨울 재배인 1월에 춘천, 횡성에서는 여름 재배 작형인 8월에 절화 품질 시험을 수행하였다.
- (2) 국산과 수입산 구근의 절화 재배 생육 특성 조사 결과는 표 64와 같다. 여름재배에서 가장 중요한 초장의 경우 춘천에서는 국내 생산 구근에서 101.8 ± 5.1 cm, 횡성에서는 104.5 ± 5.6 으로 수입 구근의 초장보다 유의적인 편차 범위에 있었지만 양호하였으며 줄기 두께도 우수하여 여름 재배에 국내 생산 구근의 재배에 문제가 없음을 확인하였다. 또한 겨울 재배로 강릉에서의 시험 결과도 국산 설라 구근의 초장이 124.8 ± 8.1 cm로 수입 구근의 초장 123.0 ± 5.1 cm 와 차이가 없었다.
- (3) 배합 재배의 엽 생육 조사 결과는 표 65와 같다. 엽장, 엽폭에서는 차이가 없었으며 SPAD로 측정된 엽의 엽록소 함량은 국내 생산 구근에서 다소 높게 나왔다.
- (4) 백합 절화 품질에 대한 조사는 표 66과 같다. 절화 품질에 중요한 절화각은 춘천 8월 재배에서는 국산 구근의 절화각이 43.3 ± 2.1 도로 수입 구근 보다 우수하였고, 횡성에서는 수입 구근의 절화각이 35.0 ± 6.6 도로 다소 양호하였다. 겨울 재배의 경우에도 국산 구근에서의 절화각이 42.0 ± 2.7 도로 수입 구근에 비해 다소 강도가 좋았다.
- (5) 국내 생산 구근에서 초장, 엽록소 함량, 절화각 등 다양한 절화 품질에 대한 다각적인 품질 비교에 있어서 수입 구근과 차이가 없었으며 우수한 부분도 있어 향후 고품질의 국내 구근이 생산된다면 수입구근에 대한 경쟁력이 있을 것으로 판단되었다.

7절. 주요 결과 요약

1. 백합 재배를 위한 적정 토양 양분 관리 기준 설정

- 가. 토양 내 적정 양분 함량 조건은 토양에서 식물체가 실질적으로 흡수할 수 있는 형태의 양분량을 기준으로 설정하기 위하여 토양과 물의 비율을 1:5로 침출하여 측정된 수용성 이온의 성분량으로 1차 년도에서 토양현장분석 결과를 기반으로 백합 재배를 위한 적정 토양 조건으로 pH는 5.0~6.5, EC는 0.8~2.0dS/m, 질소 이온(NO_3^-) 50~150mg/L, 인산 이온(PO_4^{3-}) 20~100mg/L, 칼륨 이온(K^+) 25~35mg/L으로 설정하였으나 2년간의 토양 분석 검토 결과 EC는 0.8~2.5 dS/m, 질소 이온(NO_3^-) 50~200mg/L, 인산 이온(PO_4^{3-}) 10~100mg/L에서 특별한 문제를 찾을 수 없어 적정 범위 비율을 확대하였다.
- 나. 양이온의 적정 범위는 일반적인 토양학에서 K : Ca : Mg의 비율이 1:5:2를 추천하고 있으며 토양현장분석과 이온크로마토그래피 분석 단위인 ppm단위로 환산하면 대략 칼륨 이온(K^+) 25~35mg/L, 칼슘 이온(Ca^{2+}) 64~90mg/L, 마그네슘 이온(Mg^{2+}) 15~22mg/L이다.
- 다. 전국의 20년 이상 백합 재배 전문 농가 10지역의 분석 결과 K : Ca : Mg 의 적정 비율을 유지하는 지점은 없었으며 적정 비율을 벗어난 지점에서 백합 절화 품질에 큰 문제가 없어 향후 양이온의 적정 범위 비율이나 한계 농도에 대한 보다 면밀한 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

2. 토양현장분석 기술을 중심으로 고품질 백합 절화 재배를 위한 기술 적용

- 가. 국내 백합 종구를 이용하여 지역별 고품질 절화 재배 기술을 위해 두 가지 목표를 갖고 과제를 수행하였다. 하나는 발전하고 있는 다양한 분석 기술에 비해 농가 현장에서는 토양 pH도 모르고 경험과 감각에 의존해 농업활동을 하는 경우가 많다. 이러한 현실의 간격을 좁히는 것을 목표로 현장에 실질적으로 적용할 수 있는 기술을 선정해서 백합 절화 재배에 초점을 맞추어 현장 적용 연구를 수행하였다. 두 번째는 국내 고품질 백합 재배를 위해 주산지인 강원도 4지역 5농가, 제주도 2지역 2농가, 경기도 1지역 1농가, 전라북도 1지역 2농가에 대한 광범위한 토양현장분석과 현장 적용 재배기술 적용으로 국내 백합 재배 품질 향상을 위한 종합적인 문제 도출과 표준화된 재배 기술 확립을 위해 과제를 수행하였다.
- 나. 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 이온을 현장에서 2시간 이내에 분석하는 토양현장분석은 실시간 농가 컨설팅이 이루어 질 수 있어 농가에 과학 영농을 실제로 느낄 수 있어 효과가 좋았으며 지속적인 현장 분석과 컨

설팅으로 2년의 과제 기간 동안 지역별, 농가별 편차는 있었으나 본 과제에 참여한 전문 농가에서 각 항목의 적정 범위 비율이 전체적으로 향상되었다.

- 다. 과학적인 토양현장분석과 이온크로마토그래피 분석을 통한 농가 현장 실증 연구를 토대로 향상된 토양, 재배 관리 농가에 접목한 국내 생산 백합 구근 재배로 국산 백합 구근의 절화품질이 향상 되었다. 아직 초보단계의 국내 구근 생산의 역사가 길어지고 노하우가 축적된다면 국내 구근을 이용한 고품질 백합 절화재배가 가능한 것을 확인하였다.
- 라. 다만 현장 실증 연구의 보완점으로는 같은 기술로 같은 컨설팅이 제공되어도 농가에 따라 효과가 다르게 나타나는 문제점이 있어 보다 규격화된 재배 매뉴얼과 재배 교육이 수행되어야 할 것으로 생각되었으며 이를 기반으로 재배 매뉴얼을 제작하였다.
- 마. 본 과제 수행으로 전국 백합 전문 농가와 총 9회의 워크숍을 통해 기술 공유와 인적 네트워크 형성으로 자발적 모임이 추진되고 있어 국내 생산 구근을 이용한 고품질 절화 생산과 수출 확대 등 해외 수출 시장에서 국내 백합 절화의 경쟁력이 향상될 수 있으며 실질적으로 백합 절화 수출은 1차년도 98백만원에서 2차년도 859백만원으로 증가하였음.

3. 연구결과를 바탕으로 제작한 고품질 백합 절화 재배 매뉴얼 주요 내용

가. 백합 재배 계획 수립

- (1) 절화 수확, 판매 시기와 수량을 먼저 정하고 역산하여 전체 재배 계획 수립
- (2) 절화 수확은 일시 출하를 피하고, 최소 6주 ~ 8주 정도 일정기간 수확, 판매
- (3) 사전에 판매 지역과 업체를 선정하고 품종과 시기를 조율하여 구근 구입
- (4) 매년 과거 계획과 실제 결과를 검토하여 계획을 수립하고 노하우 축적



나. 정식 1달 전

(1) 토양 및 농업용수 분석 ⇒ 시·군 농업기술센터 토양 이화학성 의뢰

| 항 목 | pH (1:5) | EC (dS/m) | 유기물 함량 (g/kg) | PO ₄ ⁻³ (mg/kg) | 치환성 양이온(cmol+/kg) | | | NO ₃ ⁻ (mg/kg) |
|-----|-------------|--------------|------------------|--|-------------------|------------------|------------------|---|
| | | | | | K ⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² | |
| 권장값 | 5.5~6.5 | 0.8~2.0 | 25~35 | > 20 | 0.7~0.8 | 5.0~7.0 | 1.5~2.5 | 50~150 |

(가) 토양 분석 결과 부족한 항목은 점진적인 개선 노력을 통해 전체적인 균형 달성

(나) pH 낮을 때 : 석회고토 살포 후 경운과 로타리

(다) pH 높을 때 : 질산(HNO₃), 인산(H₃PO₄), 구연산 등 2,000배액 2톤/10a 살포

(라) 유기물 함량이 부족한 경우 완숙 퇴비를 최소 1개월 전에 토양에 공급

(마) EC, 질소, 인산, 가리, 칼슘, 마그네슘 등 주요 영양분 균형 시비 관리가 중요

(바) 농업용수는 중탄산 함량 분석, pH 확인 등

(2) 정식 구근 준비

(가) 동결된 구근을 25℃ 이상 높은 온도에서 해동하고 정식하면 심각한 품질 저하 발생

(나) 정식하기 전 구근 준비는 절화 품질을 높이고 재배 기간을 단축할 수 있음

(다) 해동 : 동결된 구근은 비닐 덮개를 개방하고 건조하지 않게 5℃에서 1~2주 해동

(라) 발근 처리 : 싹이 상하지 않게 수분 공급 후 12℃에서 2~3주 처리

다. 정식 2주전

(1) 백합 재배에 적합한 토양 온도는 10~12℃이며 최대 허용 온도는 20~25℃

(2) 특히 백합 재배 초기에 적정한 토양온도를 유지하는 것은 품질에 매우 중요

(3) 차광 : 토양 온도를 낮추기 위해 최소 2주 전부터 차광망 설치

(4) 관수 : 토양 유실이 발생하지 않게 여러번 나누어서 토양 깊이 수분 공급

(5) 구근 정식 전에 관수 시설 점검 필수 : 시간당 관수량, 노즐 막힘, 사각지대 등



2중 차광망 설치



관수 불량으로 인한 생육 불균일

라. 구근 정식 ~ 2주후

- (1) 대부분 관비재배 농가에서 정식 후 2주 후에 양분 공급으로 초기 생육 부진
- (2) 관비 재배 농가는 정식 후 5일 이후에 곧바로 질소 성분 등 양분 공급 개시



양분 공급 시점



초기 양분 공급 불량

마. 정식 2주 ~ 꽃눈 발달

- (1) 식물의 수분 요구량 : 많지 않음 / 광 요구량 : 많지 않음 / 질소 요구량 : 많음
- (2) 수분이 많으면 웃자람이 심할 수 있으며 마르지 않게 일정량을 꾸준히 공급
- (3) 양분 공급은 전체적인 균형 공급이 중요
- (4) 2회 토양 현장 분석을 통해 토양의 양분 상태 점검

| 항 목 | pH (1:5) | EC (dS/m) | NO ₃ ⁻ (mg/kg) | PO ₄ ⁻³ (mg/kg) | K ⁺ (mg/kg) |
|------|-------------|--------------|---|--|---------------------------|
| 권장값* | 5.5~6.5 | 1.0~2.0 | 100~200 | 10 이상 | 25~35 |

*: 권장값은 토양과 물의 비율을 1:5로 침출하여 측정한 수용성 이온의 성분량 측정값 기준

- (5) 토양 현장 분석 결과를 바탕으로 토양 환경 문제 해결
- (6) 엽소 문제 : 큰 구근이나 약한 품종을 사용할 경우 칼슘(CaCl₂·H₂O) 0.3%액 3회 살포



관수량 과다로 웃자람



엽소 현상



질소, 철분 결핍 증상



꽃눈 발달 초기 ⇨ 생식생장

바. 꽃눈 발달 ~ 수확

- (1) 식물의 수분 요구량 : 많음 / 광 요구량 : 많음 / 질소 요구량 : 적음
- (2) 7~8월 고온기를 제외하고 차광망을 제거하여 광량을 증가시킴
- (3) 광량이 부족하거나 수분이 부족하면 꽃눈이 마르는 현상 발생
- (4) 겨울재배의 경우 최저 온도를 15℃ 이상으로 유지
- (5) 꽃눈 발생 이후 8℃ 이하 저온이나 주야간 온도 차이가 15℃ 이상이면 꽃잎 갈라짐 발생
- (6) 질소질 양분 공급량은 줄이거나 중단하여 절화 품질을 높임

| 항 목 | pH (1:5) | EC (dS/m) | NO ₃ ⁻ (mg/kg) | PO ₄ ⁻³ (mg/kg) | K ⁺ (mg/kg) |
|-----|-------------|--------------|---|--|---------------------------|
| 권장값 | 5.5~6.5 | 0.5~1.0 | 50~100 | 20 이상 | 25~35 |



광, 양분 부족 꽃봉오리 마름



저온 및 일교차 봉우리 장해



생육 관리가 우수한 경우 아래, 위 위의 크기 일정

사. 절화 수확 및 판매

- (1) 절화 후 30분 이내에 최소 4시간 이상 물을림 실시
- (2) 절화 수명 연장제 사용
- (3) 온도 14~15℃에서 4시간 이상 예냉 후 5~8℃에 보관
- (4) 고온에서 3℃ 이하의 급격한 저온에 노출하면 꽃의 기형과 잎의 황화현상 발생
- (5) 채화 시기 : 판매 현지 도착 후 2일 후 개화하도록 역산하여 수확
- (6) 꽃 수, 절화 길이, 품질이 균일한 것끼리 선별하는 것이 중요



절화 작업 후 바로 물올림



14~15℃에서 4시간 이상



품종별, 시기별 절화 시점 결정



절화각도 45도로 우수한 품질

3장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1절. 성과목표 및 평가방법

| 성과목표 | 자 체 평 가 |
|----------------------------------|--|
| 주요 핵심 적용 기술 선정 | 지역별 맞춤형 매뉴얼 개발을 위한 핵심 분석 항목을 검토하여 현장 접목이 가능한 강원도원 분석 방법을 적용, 보완하여 선정 |
| 지역별 토양 이화학성 분석 | 5지역 10지점에 대한 토양 이화학성 분석을 통해 지역별 토양의 이화학성 특성 및 해결해야 할 사항 분석 |
| 실시간 토양 현장 분석 | 3시간 이내 현장에서 결과 확인 및 재배 관리를 위한 토양 현장분석 방법을 통해 10지역 5항목에 대한 분석으로 지역별 맞춤형 매뉴얼 개발을 위한 데이터 확보 |
| 토양 침출수 이온 분석 | 지역별 보다 정밀한 양분 관리 상태 확인을 위해 10지역 12항목을 분석하여 양분 관리 실태 파악 |
| 지역별 재배지 특성 분석 및 고품질 재배를 위한 전략 수립 | 10지역 10농가 재배지 특성 및 관리 방법에 기반을 둔 고품질 절화생산을 위한 관리 방법 및 전략 도출 |

2절. 연구개발 목표 및 결과

| 구분 (연도) | 세부연구목표 | 연구개발 수행내용 | 연구결과 |
|------------|--|---|--|
| 1차 년도 | 주요 핵심 적용 기술 선정 | 지역별 맞춤형 매뉴얼 개발을 위한 핵심 분석 항목 검토 | 신속한 현장 적용 가능한 강원도 농업기술원 분석 방법 선정 |
| | 지역별 토양 이화학성 분석 | pH, EC, OM, 무기성분 분석 | 5지역 10지점 분석 |
| | 실시간 토양 현장 분석 | pH, EC, NO ₃ ⁻ , PO ₄ ⁻³ , K ⁺ , | 10지역 171지점 5항목 |
| | 토양 침출수 이온 분석 | 음이온 7종, 양이온 5종 | 10지역 171지점 12항목 분석 |
| | 지역별 재배지 특성 분석 및 고품질 재배를 위한 전략 수립 | 토양 이화학성 분석, 농업용수분석, 토양현장 분석 등을 종합 검토 | 10지역 10농가 재배지 특성 분석 및 고품질 재배를 위한 관리 방법 도출 |
| 2차 년도 | 지역별 토양 이화학성 분석 | pH, EC, OM, 무기성분 분석 | 5지역 21지점 5항목 분석 |
| | 실시간 토양 현장 분석 | pH, EC, NO ₃ ⁻ , PO ₄ ⁻³ , K ⁺ , | 10지역 151지점 5항목 분석 |
| | 토양 침출수 이온 분석 | 음이온 7종, 양이온 5종 | 10지역 151지점 12항목 분석 |
| | 국내 최고 품질의 고품질 절화 생산 및 고가격 수출 확대 | 토양 이화학성 분석, 농업용수분석, 토양현장 분석 등을 종합 검토와 현장 실시간 양분 관리 | 지역별 특성에 맞는 재배 전략을 통한 고품질 절화 생산 및 재배 매뉴얼 제작 |
| | 국내 생산 구근 보급 확대 및 생산 원가 절감을 통한 농가 수입 증대 | 국내 생산 구근을 이용한 고품질 절화 생산 매뉴얼 적용 | 국내 구근 활용 고품질 절화 재배 기술 확립 및 수출 확대 |

3절. 성과목표 달성도

| 성과목표 | 사업화지표 | | | | | | | | | | 연구기반지표 | | | | | | | | | |
|----------|--------|-------|-------|------------|-----|-----|-----|-----|-------|------|--------|------|-------|----------|-------|-------|-------|---------|-------|----------------|
| | 지식 재산권 | | | 기술 실시 (이전) | | 사업화 | | | | | 기술 인증 | 학술성과 | | | | 교육 지도 | 인력 양성 | 정책 활용홍보 | | 기타 (타 연구 활용 등) |
| | 특허 출원 | 특허 등록 | 품종 등록 | 건수 | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용 창출 | 투자유치 | | 논문 | | 논문 평균 IF | 학술 발표 | | | 정책 활용 | 홍보 전시 | |
| | | | | | | | | | | | | SCI | 비 SCI | | | | | | | |
| 단위 | 건 | 건 | 건 | 건 | 백만원 | 건 | 백만원 | 백만원 | 명 | 백만원 | 건 | 건 | 건 | 건 | 명 | 건 | 건 | | | |
| 가중치 | | | | | | | 20 | 50 | | | | | | | 10 | | 5 | 10 | 5 | |
| 최종목표 | | | | | | | 400 | 200 | | | | | | | 2 | | 2 | 5 | 3 | |
| 1차 년도 | 목표 | | | | | | 200 | 100 | | | | | | | 1 | | 1 | 2 | 1 | |
| | 실적 | | | | | | 140 | 98 | | | | | | | 10 | | 0 | 3 | 1 | |
| 2차 년도 | 목표 | | | | | | 200 | 100 | | | | | | | 1 | | 1 | 3 | 1 | |
| | 실적 | | | | | | 113 | 859 | | | | | | | 11 | | 0 | 3 | 1 | |
| 달성율(%) | | | | | | | 63 | 427 | | | | | | | 200 | | 0 | 100 | 100 | |

4장. 연구결과의 활용 계획 등

1절. 예상되는 연구 성과의 활용분야 및 활용방안

1. 백합 재배를 위한 적정 토양 양분 관리 기준 설정

- 가. 본 연구결과를 바탕으로 백합 절화 재배를 위한 토양내 적정 양분 함량 조건은 토양에서 식물체가 실질적으로 흡수할 수 있는 형태의 양분으로 토양과 물의 비율을 1:5로 침출하여 측정한 수용성 이온의 성분량 측정값 기준으로 pH는 5.0~6.5, EC는 0.8~2.0dS/m, 질소 이온(NO_3^-) 50~200mg/L, 인산 이온(PO_4^{3-}) 10~100mg/L, 칼륨 이온(K^+) 25~35mg/L, 칼슘 이온(Ca^{2+}) 64~90mg/L, 마그네슘 이온(Mg^{2+}) 15~22mg/L 범위를 설정하였음
- 나. 백합은 화훼에서 3대 메이저 작목으로 수출에 있어서는 1위의 중요 작목으로 백합 절화를 재배하는 농가의 토양 양분 관리에 대한 기본 가이드라인을 제공하여 재배 관리에 있어서 기준점을 제공하고 농업 현장에서 토양 침출수의 현장 분석을 통해 현재 토양내에서 식물체에 흡수할 수 있는 무기질 이온 함량을 확인할 수 있도록 하였음.
- 다. 백합 절화 재배 농가에 대한 현장에서 즉각적인 컨설팅과 교육 자료로 활용

2. 토양현장분석과 이온크로마토그래피 분석 기술을 결합한 농가 컨설팅 기술

- 가. 농업 재배 현장에서 2시간 이내에 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 항목을 분석하는 토양현장분석 기술과 24시간 이내에 양이온과 음이온 12종에 대한 분석이 가능한 이온크로마토그래피 분석기술을 접목하여 Ca^{2+} 과 Mg^{2+} 함량을 포함한 식물 생장에 핵심이 되는 요인에 대한 신속한 분석과 현장 지도 가능
- 나. 백합 재배 농가 현장에서 직접적이고 즉각적으로 접목할 수 있으며 과학적 분석 기법의 농업 현장 접목으로 국내 화훼 농업의 과학영농 유도할 수 있음
- 다. 현재 강원도농업기술원에서는 상시 운영하는 분석실에서 1명의 연구원이 전문적인 분석을 수행하고 있어 과제 종료 후에도 기본적인 분석과 현장 컨설팅 가능

3. 쉽게 따라하는 고품질 백합 절화 재배 매뉴얼 개발

- 가. 백합 재배전 토양 관리에서부터 수확까지 백합 재배 순서에 입각하여 중요 점검사항을 중심으로 백합 재배 매뉴얼 제작
- 나. 백합 재배 농가인과 전문 재배 컨설턴트에게 보급함으로써 백합 재배 경험이 적은 농가에서도 과학적이고 체계적인 재배가 가능하도록 백합 절화 품질의 상향 평준화 가능
- 다. 백합 절화 재배 농가에 대한 현장 컨설팅과 교육 자료로 활용

4. 국산 백합 우량 종구 생산, 보급 확대를 위한 기반 마련

- 가. 기존의 백합 종구 생산과 절화 생산은 개별 농가에 의해 수행되어 국내 생산 백합 종구의 보급이 단편적이었고 국산 종구에 대한 신로도도 낮았음.
- 나. 본 과제는 강릉 백합종구 전문생산단지과 한국백합생산자중앙연합회 소속의 전국의 선도 백합 절화 10농가와 협력하여 과제를 수행하면서 전국 단위의 연중 백합 절화 생산의 인적 네트워크를 형성하였음.
- 다. 구근 생산에서부터 절화 생산, 수출까지 전 과정에 대한 네트워크와한 피트백 시스템 구축으로 향후 구근 생산, 보급 확대를 위한 기반이 마련되었으며 국가적으로 국내 생산 구근 사용에 대한 정책적 지원이 밀받침 된다면 대부분 수입되는 백합 종구의 수입대체와 고품질 절화 생산을 위한 국내 종구 생산이 활성화 될 것으로 예상.

2절. 추가 연구의 필요성

1. 백합 재배를 위한 정밀한 양분 관리 기준 설정

- 가. 백합 재배를 위한 적정 양분 함량 조건으로 pH는 5.0~6.5, EC는 0.8~2.0dS/m, 질소 이온(NO_3^-) 50~200mg/L, 인산 이온(PO_4^{3-}) 10~100mg/L, 칼륨 이온(K^+) 25~35mg/L, 칼슘 이온(Ca^{2+}) 64~90mg/L, 마그네슘 이온(Mg^{2+}) 15~22mg/L 범위를 설정하였으나 칼륨, 칼슘, 마그네슘 이온의 경우 일부 적정 범위를 벗어난 경우에도 절화 재배 품질에 있어서는 큰 문제가 없는 경우가 많았음.
- 나. 향후 추가적인 시험을 통해 백합 품목의 고품질 절화 재배를 위한 적정 범위 재설정 연구가 필요할 것으로 생각됨.

3절. 타 연구에의 응용

1. 타 작물의 과학적인 영농과 컨설팅에서의 확대 적용

- 가. 농업 재배 현장에서 2시간 이내에 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 항목을 분석하는 토양현장분석 기술과 양액재배에 활용되고 있는 양이온과 음이온에 대한 이온크로마토그래피 분석기술은 백합에서 한정된 기술이 아니라 모든 식물 재배에 공통적으로 접목할 수 있는 기술임.
- 나. 본 연구의 연구 방법과 결과를 바탕으로 타 작물의 과학 영농 기술 개발에 활용되기를 희망함.

<뒷면지>

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품 R&D 바우처 시범사업의 국산 백합 종구 보급 촉진 및 고품질 절화생산 기술 확립 과제의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농식품R&D 바우처 시범사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.