

어젠다코드	20 - 92		구분	계속	
기술분야코드	V3	기술유형코드	C05	작목구분코드	FL-03-2508
과제종류	기타(농기평)		세부사업(약어)	농식품 R&D 바우처 시범사업	
과제명	국산 백합 종구 보급 촉진 및 고품질 절화생산 기술 확립				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	최강준		농업연구사	강원도원 원예연구과	
연구기간	2016 ~ 2018		참여연구기관	전북도원, 제주도원	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
국산 백합 종구 보급 촉진 및 고품질 절화생산 기술 확립			원예연구과	최강준	'16~'18
색인용어	국내 백합, 품종, 토양 현장 분석, 품질 관리, 수출				

I. 연구목적

- 최근 백합수출은 국내산 품질하락·구근구입비 증가 및 엔저현상 등으로 일본내 경쟁력 하락이 주요 요인이 되고 있으며 특히 대부분 수입하는 구근 구입비 증가에 따른 생산비 증가와 국내산 절화 품질 하락은 내부적으로 해결해야할 문제임
- 수입되는 수출용 백합종구는 95%이상이 네덜란드 구근으로 여러 단계의 유통과정과 긴 운송기간으로 고품질 백합절화 생산에 대한 한계요인이 많아 수입 구근을 이용한 고품질 절화 생산을 위해서는 국내 구근 이용한 절화재배기술 접목이 필요함
- 국내 종구생산을 위해 정부에서 제주도와 강원도에 백합종구 전문 생산단지를 조성 하였지만 아직까지 종구생산의 초기단계이고, 과거 생산종구의 부정적 인식으로 국내 생산 구근의 품질에 대한 신뢰부족으로 농가보급 확대에 어려움 있음
- 국내 백합종구 전문생산단지에서 생산된 구근을 이용, 백합 절화농가에 정식 전 최적의 상태로 공급하여 최고 품질의 절화생산 기술 현장 적용을 통한 한국 절화 백합의 품질을 향상시킴으로써 한국 백합 절화의 고급화와 고부가가치 절화 수출 확대 연구 필요

II. 2017년도 추진목표 대비 당해연도 목표 달성도

추진목표	달성내용	달성도
<국산 백합 종구 보급 촉진 및 고품질 절화생산 기술 확립> ○ 국내 매출 200백만원 ○ 절화 수출 100백만원 ○ 농가 교육 지도 1건 ○ 홍보 2건	[결과활용 건수 : 국내매출 140백만원, 수출 98백만원, 기술지도 10건] ○ 국내 매출 140백만원 ○ 절화 수출 98백만원 ○ 농가 현장 분석 및 교육 지도 10건 ○ 홍보 3건	98%

Ⅲ. 주요 연구내용 및 결과요약

1. 연구내용

- 가. 시험품종 : 국내 품종 5종, 수입품종 4종
- 나. 시험종구 : 국내생산 종구 20만, 수입구 5만구
- 다. 시험농가 : 10 (강원5, 제주2, 경기1, 전북2)
- 라. 절화 재배전 시험 포장 토양 이화학성 분석
 - 조사내용 : pH, EC, OM, CEC, P₂O₅, Ca⁺⁺, K⁺, Mg⁺⁺, Na⁺
- 마. 농업용수분석
 - 조사내용 : pH, EC, 중탄산, NO₃⁻, Ca⁺⁺, K⁺, Mg⁺⁺, Na⁺
- 바. 토양 현장 분석을 통한 토양 양분 관리
 - 토양현장분석 : pH, EC, NO₃⁻, PO₄⁻³, K⁺, Na⁺, Cl⁻
 - IC 분석기법을 적용한 토양의 수용성 양이온 및 음이온 성분 분석 : 각 5종 분석
 - 실시간 양분 분석을 통한 맞춤형 양분 관리
- 사. 국내 생산 종구 이용 최고 품질 절화 생산과 고급 절화 수출 확대
 - 절화특성조사: 초장, 절화중, 절화각, 화퇴장 등
 - 절화시범수출: (주)JJP를 통해 일본 수출
- 아. 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		농업용수	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



그림 1. 강원도농업기술원 분석 순서 모식도

2. 연구결과 요약

가. 지역별 맞춤형 재배 매뉴얼 개발을 위한 전략

- ① 농업을 위한 다양한 분석 기법이 발전했지만 현장과 접목되지 못하는 문제점 해결
- ② 적용 가능한 분석 기법을 통해 재배 관리에 대한 모델 개발
- ③ 획일적인 재배 매뉴얼이 아니라 지역별, 개별 농가의 특성에 맞추어 적용할 수 있는 매뉴얼을 만드는 것이 목적이며 농가 특성에 맞추어 맞춤형 매뉴얼이 될 수 있도록 매뉴얼 개발

나. 지역별 백합 **구근 소질** 및 재배 토양의 이화학성 분석

■ 국내산 및 수입 백합 품종의 정식전 구근 특성

○ 국내산 백합 품종의 정식전 구근 소질

구 분					
구 경(cm)					
구 고(cm)					
구 중(g)					

○ 수입산 백합 품종의 정식전 구근 소질

구 분					
구 경(cm)					
구 고(cm)					
구 중(g)					

① 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)		
전북 (완주)	A	5.12	2.21	(배지)	107	11.95	2.09	3.65	1.12	131.53	31.57
	C	5.81	2.35	52.83	271	9.66	1.88	4.41	0.25	186.75	5.06
제주	D	7.78	7.96	146.72	995	24.9	9.88	14.39	4.27	111.43	6.90
	G	7.41	1.19	56.00	770	11.72	2.00	2.81	0.39	40.86	3.32
강원 (강릉)	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
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
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

- ② 백합 재배에 여러가지 토양 양분과 환경이 영향을 미치지만 가장 중요한 요인으로는 pH, EC, NO₃⁻, OM, Av.P2O5, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², Na⁺ 등이 있음
- ③ 오리엔탈 백합의 적정 pH는 5.0~6.5이었으나 제주 1지역, 강릉 1지역에서 7.4 이상으로 문제가 있어 약 산성으로 pH 조절이 필요한 상태임
- ④ EC는 60%에서 너무 높거나 낮았으며 적정 범위는 0.7~0.8이었으나 모든 지역에서 적정 범위 보다 부족하거나 많았음
- ⑤ 조사 대상의 농가 모두 20년 이상 백합 재배 경력이 있는 농가였으나 대부분의 토양에서 한 가지 이상의 문제가 있어 보다 과학적인 토양관리가 필요한 것으로 파악되었음

다. 농업용수 분석

① 지역별 농업용수 분석 결과

지역	농가	pH	EC dS/m	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	SO ₄ ⁻²	mg/L				
									Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²
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
	B-1	7.11	1.4	()*	8.15	7.44	불검출	11.24	18.67	불검출	2.99	37.70	7.71
제주	C-1	7.8	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
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 (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	72.055	불검출	0.45	13.89	불검출	2.72	27.43	5.80
	I-4	6.39	1.69	30.5	15.61	107.05	불검출	14.76	7.89	불검출	2.68	15.53	6.21
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

()* : 분석하지 않음

- ② 대부분의 농가가 공장지대가 아닌 청정지역에 위치해 있어 농업용수에 대한 검사 없이 농업용수로 사용하고 있었으며 모든 대상 농가에서 농업용수 분석은

처음이었음

- ③ 분석은 pH, EC, 중탄산 그리고 이온크로마토그래피로 음이온과 양이온을 분석하였음
- ④ 농업에는 문제가 없으나 지하수의 질산오염이 심각한 것으로 확인되었음, 특히 3지역에서는 NO_3^- 농도가 70ppm을 넘었으며 인제지역은 250m 암반수를 농업용수와 식수로 함께 사용하고 있어 즉각적인 식수 사용에 대한 조치를 취할 것을 고지하였음
- ⑤ 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 필요하였음
- ⑥ 농업용수가 문제되는 경우나 주의해야 하는 경우가 50%이고 농업용수는 지속해서 다량 공급되는 물질로써 재배 전에 반드시 분석하여 대응해야 할 것으로 판단됨

라. 토양 현장 분석을 통한 전남(완주)지역의 양분 관리 분석

① 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	

② 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
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
표준편차			0.34	0.26	5.92	3.85	17.30
적정범위비율(%)			50.0	12.5	0.0	0.0	12.5

③ 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
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		

④ 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
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	2.91
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		

- ⑤ 전북(완주) A농가는 그림 2처럼 자동화 연동하우스에 베드재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 양액공급기를 통해 복합 양액비료로 관비재배를 수행하고 있었음
- ⑥ 양분 공급은 식물 상태에 대한 경험을 바탕으로 복합 양액비료를 결정하여 공급하고 있었음
- ⑦ 식물 생장에 가장 중요한 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 토양현장분석법으로 현장에서 토양 침출수에서의 수용성 이온을 분석하였음
- ⑧ 3회에 걸친 1차 토양현장분석 결과 적정 pH를 유지하는 지점은 58.8%이었으며 전체적으로 pH가 낮아 비료 양분의 효율을 높이기 위해서는 pH를 높이는 처리가 필요하였음
- ⑨ 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 있었음
- ⑩ 4회에 걸친 2차 토양현장분석 결과는 적정 pH를 유지하는 지점이 81.3%이었으며 1차에 비해 pH가 약간 높아졌으나 전체적으로 pH가 낮은 경향으로 pH를 높이는 처리가 필요하였음
- ⑪ 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 향상되었음
- ⑫ 일반적으로 인산 이온의 경우 적정 범위를 100ppm으로 권장하고 있는데 현실적인 토양 현장분석 결과 대부분이 20ppm이하였으며 낮은 농도에서도 큰 생리장애가 관찰되지 않아 적정범위를 좀더 낮추어도 무방할 것으로 판단되었음
- ⑬ 전북(완주) A농가는 전체적으로 양분 공급을 적게 공급하고 있었으며 전체적인 생육은 큰 문제는 없었으나 전체적으로 활력이 떨어지는 것으로 보여 양분 공급량을 늘려 공급하는 것이 필요하였음



그림 2. 전북(완주) A농가 베드 재배 시설



그림 3. 전북(완주) A농가 양액 관비재배 장비

- ⑭ 전북(완주) B농가는 그림 3처럼 연동하우스와 단동하우스에 베드재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으나 재배 면적은 크지 않았다. 영양공급은 A농가와 같이 복합 양액비료로 관비재배를 수행하고 있었음
- ⑮ 식물 성장에 가장 중요한 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 토양현장분석법으로 현장에서 토양 침출수에서의 수용성 이온을 분석하였음
- ⑯ 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 필요하였음
- ⑰ EC는 1차에서는 전부 적정범위를 유지하였으며, 2차에서는 12.5%만이 적정 범위였으며, NO_3^- 와 PO_4^{3-} , K^+ 에서도 전체적으로 낮았음



그림 4. 전북(완주) B농가 연동하우스와 단동하우스 베드 재배

- ⑱ 토양현장분석 항목보다 보다 많은 토양 양분 정보를 위해 이온크로마토그래피로 양이온과 음이온을 분석하였음, 특히 토양 현장분석방법에서 수행할 수 없는 Ca^{2+} 와 Mg^{2+} 를 분석하였음
- ⑲ Ca^{2+} 와 Mg^{2+} 는 절대 농도도 중요하지만 토양비료학에서는 K^+ 와 함께 상대적인 비율도 중요한 요인으로 작용하는 것으로 알려져 있다. 전북(완주) 지역에서는 인산의 함량이 낮아 황산이온과 더불어 pH를 낮추는 요인으로 보여지며 대부분의 양분은 베드재배에 복합 양액비료에 의한 양분 공급의 영향으로 판단되었음
- ⑳ 향후 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ 공급량 증가와 상호 양이온에 대한 상대비율에 대한 보다 정밀한 관리가 필요하였음

마. 토양 현장 분석을 통한 제주지역의 양분 관리 분석

① 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	112.81
	표준편차			0.81	7.30	107.22	17.03	170.99
적정범위비율(%)			12.5	25.0	0.0	37.5	37.5	

② 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
표준편차			0.45	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

③ 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
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	21.96
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		

④ 2차 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결

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
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		

- ⑤ 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 있었음
- ⑥ 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺를 현장에서 분석하였음
- ⑦ 3회에 걸친 1차 토양현장분석 결과 적정 pH를 유지하는 지점은 50.0%이었으며 4차에 걸친 2차 토양현장분석에서는 58.8%였다. 전체적으로 pH가 높았음
- ⑧ pH가 높은 원인으로서는 1차적으로 농업용수의 pH가 높았으며 현장 점검 결과 농가에서 2차적으로 염기성 물질인 나무재를 공급한 것이 문제로 파악되었음, 제주 지역의 경우 전체적으로 pH가 높게 나타났으며 기본적으로 적정 pH를 유지하기 위해서는 pH를 낮추는 쪽으로 관리해야 할 것으로 판단되었음

- ⑨ EC는 전체적으로 적정하게 관리되고 있었으나 인산은 1차에 평균 1.83ppm으로 매우 낮아 인산 공급을 컨설팅하였으며 2차에는 4.19ppm으로 소폭으로 증가하여 적극적인 인산 양분의 공급이 필요할 것으로 판단되었음
- ⑩ 제주 C농가에서 인산 성분과 더불어 K^+ 이온 성분의 공급에도 문제를 보였는데 K^+ 이온은 지점에 따라 편차가 심하여 정밀한 양분 관리가 필요하였음
- ⑪ 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 판단되었음



그림 5. 제주 C농가 연동하우스와 퇴비 살포

- ⑫ 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 공급하였음
- ⑬ 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 수행하였음
- ⑭ 토양현장분석 결과 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 항목에서의 적정 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 불량하였음
- ⑮ 대표적인 문제는 높은 pH와 과다한 양분 공급이 문제로 장기적인 관점을 갖고 토양 관리가 필요할 것으로 판단되었음



그림 6. 제주 D농가 연동하우스와 사용 비료

바. 토양 현장 분석을 통한 경기지역 양분 관리 분석

① 1차 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	0.8~2.0	25~35	20~100	50~150
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

② 2차 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	0.8~2.0	25~35	20~100	50~150
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

③ 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	
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			

④ 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⁺
광명			mg/L									
	적정범위		<100		50~150	20~100		<100		25~35	64~90	15~22
	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		

- ⑤ 경기(광명) E농가는 그림 6처럼 단동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 유기물 비료와 수용성 복합비료를 통해 토양 양분 관리를 하고 있었음
- ⑥ 3회에 걸쳐 2차례 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺를 현장에서 분석하였음
- ⑦ pH분석 결과 평균 7.44, 7.73로 2차에 걸쳐 pH 분석 결과 매우 높아서 오리엔탈 백합 재배에 매우 불리한 pH 환경이었음
- ⑧ 경기(광명) E농가의 pH가 높은 원인으로서는 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 판단되었음
- ⑨ 토양 침출수의 이온크로마토그래피 분석 결과도 평균 Ca²⁺이온 성분이 31.92, 69.54ppm, Mg²⁺이온 성분이 9.35, 12.56ppm으로 높게 분석되었음
- ⑩ 경기(광명) 지역의 두번째 큰 문제는 토양내 K⁺ 이온 고갈로 분석되었음, 1, 2차 토양 현장분석과 이온크로마토그래피 분석 결과 토양내 매우 낮은 농도로 분석되었음
- ⑪ 경기(광명) 지역의 백합 절화재배를 위해서는 품종 선택에서 우리타워, 루시퍼 등 나팔나리 계통을 재배하는 것이 유리할 것으로 판단됨, 오리엔탈백합 재배를 위해서는 pH 조절과 K⁺ 이온 공급량을 확대해서 관리해야 할 것으로 판단되었음



그림 7. 경기 E농가 단동하우스와 사용 비료

사. 토양 현장 분석을 통한 강원 횡성지역 양분 관리 분석

① 1차 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	0.8~2.0	25~35	20~100	50~150
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

② 2차 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	0.8~2.0	25~35	20~100	50~150	
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	179.80
	표준편차			0.94	1.51	32.63	13.83	124.68
	적정범위비율(%)			60.0	60.0	20.0	60.0	80.0

③ 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⁺
전제경			mg/L									
적정범위			<100	50~150	20~100		<100		25~35	64~90	15~22	
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				

④ 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⁺
적정범위			<100		50~150	20~100		<100		25~35	64~90	15~22
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
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		

- ⑤ 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 있었음
- ⑥ 2차레 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺를 현장에서 분석하였음
- ⑦ 현장토양분석 결과 대체적으로 적정 범위에서 양분 관리가 잘 이루어지고 있음을 확인할 수 있었음
- ⑧ 질소와 가리성분이 주 성분인 무레타 비료 시용에 따른 K⁺ 이온 성분의 과다로 향후 K⁺ 이온 성분의 공급에 있어 재배 지점에 따라 정밀하게 공급해야 할 것으로 판단하였음



그림 8. 강원 횡성지역 E농가 연동하우스와 사용 비료

아. 토양 현장 분석을 통한 강원 강릉지역 양분 관리 분석

① 1차 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	0.8~2.0	25~35	20~100	50~150
강원 (강릉 1)	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 2)	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

② 2차 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	0.8~2.0	25~35	20~100	50~150
강원 (강릉 1)	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
강원 (강릉 2)	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
표준편차			0.47	1.41	17.18	6.65	117.66
적정범위비율(%)			100.0	62.5	0.0	12.5	12.5

③ 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 1)	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 2)	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		

④ 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
강릉1 강원 (강릉 2)	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		

- ⑤ 강원 강릉지역 G농가는 그림 8처럼 연동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 토양 물리성 개선과 염류 문제 해결을 위해 코코피트 칩을 토양에 공급하였음
- ⑥ 2차례 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였음, 분석결과 pH관리와 K^+ 이온 양분 관리에 문제가 있는 것으로 확인하였음
- ⑦ pH의 경우 같은 연동하우스 내에서도 블록에 따라 편차가 심하게 나타나서 일부 구역은 pH가 너무 낮고 일부 구역은 너무 높게 나왔음, K^+ 이온 양분의 경우도 적거나 많았는데 많은 경우가 좀 더 많았음
- ⑧ 강릉 G농가의 경우는 pH와 K^+ 이온 양분을 보다 정밀하게 관리해야 할 것으로 판단되었음, 향후 용이한 재배 관리를 위해 정밀한 토양 분석과 관리를 통해 전체 연동하우스 내 양분의 균질성을 높여야 할 것으로 판단하였음



그림 9. 강원 강릉지역 G농가 연동하우스와 토양 공급 코코피트 칩

- ⑨ 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 있었음
- ⑩ 2차례 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였음
- ⑪ 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%였음
- ⑫ 강원 강릉지역 H농가는 전체적인 양분 불균형이 문제로 향후 정밀한 분석을 통해 적정 양분 관리가 필요할 것으로 판단하였음



그림 10. 강원 강릉지역 H농가 연동하우스와 사용 비료

자. 토양 현장 분석을 통한 강원 인제지역 양분 관리 분석

① 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
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

② 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
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

③ 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
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
	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		

④ 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 (인제D)	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			

- ⑤ 강원(인제) I농가는 그림 10처럼 주로 단동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 연동하우스 토경재배도 병행하고 있었음, 작년부터 정식 후 벚짚 멀칭을 하고 있었으며 영양공급은 유기물 비료와 일부 액상 비료를 사용하고 있었음
- ⑥ 2차례 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO₃⁻, PO₄³⁻, K⁺를 현장에서 분석하였음
- ⑦ 현장토양분석 결과 대체적으로 적정 범위에서 양분 관리가 잘 이루어지고 있음을 확인할 수 있었음, pH, EC, NO₃⁻, PO₄³⁻, 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%였음
- ⑧ 좀더 보완할 사항은 pH가 약간 높아 pH를 좀더 낮게 조절하는 것과 K⁺ 이온 공급 조절하여 적정 범위로 조절하는 것과, 부족한 Mg²⁺ 성분을 추가로 공급 해서 적정 비율을 맞추는 것이 필요할 것으로 판단되었음



그림 10. 강원 인제지역 I농가 단동하우스 토경재배와 사용 비료

차. 토양 현장 분석을 통한 강원 춘천지역 양분 관리 분석

① 1차 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	0.8~2.0	25~35	20~100	50~150
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

② 2차 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	0.8~2.0	25~35	20~100	50~150	
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	

③ 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
	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
강원 (춘천J)	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		

④ 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
	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		

- ⑤ 강원 춘천지역 J농가는 그림 11처럼 연동하우스와 단동하우스에서 토경 재배를 통해 백합 절화를 생산하고 있었으며 영양공급은 양액 관비 재배와 일부 완효성 비료를 병용해서 사용하고 있었음
- ⑥ 2차레 토양현장분석법을 이용해 토양 침출수에서 pH, EC와 주요 양분인 수용성 이온 NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 를 현장에서 분석하였음
- ⑦ 현장토양분석 결과 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 적정 범위 비율은 1차 61.5, 23.1, 7.7, 0, 3.8%였고 2차 현장토양분석 결과는 100, 100, 33.3, 0, 0%였음
- ⑧ 과거 토마토 재배 경력으로 양액 관비재배를 수행하고 있었지만 전체적으로 양분이 부족하게 관리하고 있었으며 특히 인산 성분은 매우 낮았음
- ⑨ 향후 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 전체적인 양분 관리에 있어서 정밀한 공급 관리가 필요할 것으로 판단되었음
- ⑩ 이온크로마토그래피로 다양한 양이온에 대한 분석을 한 결과 Mg^{2+} 성분의 부족도 심한 것으로 확인되었으며 향후 분석결과를 바탕으로 적정 비율을 양분 관리가 필요할 것으로 판단되었음



그림 11. 강원 춘천지역 J농가 연동하우스와 사용 비료

3. 적 요

- 가. 오리엔탈 백합의 적정 pH는 5.0~6.5이었으나 제주 1지역, 강릉 1지역에서 7.4이상으로 문제가 있어 약 산성으로 pH 조절이 필요한 상태임, EC는 60%에서 너무 높거나 낮았으며 적정 범위 0.7~0.8 대비 모든 지역에서 부족하거나 많았음
- 나. 지하수의 질산오염이 심각한 것으로 확인되었으며, 3지역에서는 NO_3^- 농도가 70ppm을 넘었음, 경기 광명은 칼슘이온 함량이 높았으며 제주 지역은 pH가 높아 재배할 때 양분 공급 관리와 pH 조절이 필요하였음
- 다. 전북 완주 A농가는 전체적으로 pH가 낮아 비료 양분의 효율을 높이기 위해서는 pH를 높이는 처리가 필요하였으며, 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 있었음
- 라. 전북 완주 B농가는 전체적으로 pH를 높이는 처리가 필요하였으며, EC는 2차에서 12.5%만이 적정 범위였고 NO_3^- 와 PO_4^{3-} , K^+ 에서도 전체적으로 낮았음

- 마. 제주 C농가는 pH를 유지하는 지점은 50.0%이었으며 전체적으로 pH가 높았음, EC는 전체적으로 적정하게 관리되고 있었으나 인산은 1차에 평균 1.83ppm으로 매우 낮아 인산 공급을 컨설팅하였으며 2차에는 4.19ppm으로 소폭으로 증가하여 적극적인 인산 양분의 공급이 필요할 것으로 판단되었음
- 바. 제주 D농가는 pH, EC, NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ 항목에서의 적정 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 불량하였음
- 사. 경기 광명 E농가는 pH분석 결과 평균 7.44, 7.73로 2차에 걸쳐 pH 분석 결과 매우 높아서 오리엔탈 백합 재배에 매우 불리한 pH 환경이었는데, 농업용수의 이온분석 결과 Ca^{2+} , Mg^{2+} 이온 성분이 높았고 토양내 K^+ 이온 고갈로 분석되었음
- 아. 강원 횡성 F농가는 현장 토양분석 결과 대체적으로 적정 범위에서 양분 관리가 잘 이루어지고 있었으나 무레타 비료 사용에 따른 K^+ 이온 성분의 과다가 나타났음
- 자. 강원 강릉지역 G농가는 pH의 경우 편차가 심하게 나타났으며 K^+ 이온 양분의 경우도 편차가 심하였음
- 차. 강원 강릉지역 H농가는 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%였음
- 카. 강원 춘천지역 J농가는 과거 토마토 재배 경력으로 양액 관비재배 입에도 전체적으로 양분이 부족하게 관리하고 있었으며 특히 인산 성분은 매우 낮았음

IV. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제목
2016~2017(1년)	사업화	국내 구근 매출 2억원, 절화 수출 1억원
	기타	홍보 2회
2017~2018(2년)	사업화	국내 구근 매출 1.4억원, 절화 수출 98백만원
	기타	농가현장 분석 및 교육지도 : 10건, 홍보 3회

V. 기대 및 파급효과

- 수출용 절화 품질 비율을 높일 수 있는 종합 기술 적용 및 재배 시스템 개발
- 절화 수출시 가격 경쟁력 제고에 의한 농가 수취가 증가
 - 수출절화 가격이 일본 국내산에 비해 50% 선에서 70~80% 선으로 상승
- 국내육성 나리품종 보급 확대 : ('12) 0.5 ⇒ ('16) 10%
- 나리 절화수출 확대 : ('12) 3,009 ⇒ ('16) 4,000만\$