

어젠다코드	2 - 1 - 1		수행시기	전반기 (계속)	
기술분야코드	V2	기술유형코드	E02	작목구분코드	SF-01-SF11
과제종류	국책기술		과제번호	-	
과제명	지역별 대표필지 중심 토양검정				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	김명숙		농업연구관	국립농업과학원 토양비료과	
연구기간	2016 ~ 2020		참여연구기관		
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
21) 강원도 도단위 시군별 토양검정 정도관리			환경농업연구과	허수정	'16~'20
색인용어	토양검정, 대표필지, 토양화학성, 흙토람				

ABSTRACT

As for the quality control conducted for 16 municipalities and counties of agricultural technology centers in the Gangwon area, the number of suitable institutions will increase to 10 by 2020. On-site consulting and training were conducted to compensate and correct problems such as deterioration of equipment (pH electrodes, etc.), poor operation of equipment due to frequent replacement of analysis personnel, and omission of dilution before measurement for high-concentration samples.

The number of soil tests for representative parcels by farmland during the test and research period was 32,982 sites (8,518 paddy fields, 22,390 fields, 1,024 orchards, 1,050 facility cultivation sites). Substitutable calcium content was at an appropriate level, and effective phosphoric acid and exchangeable potassium were higher than the appropriate range, but exchangeable magnesium was lower than the appropriate range, but there was no significant difference between the years and was generally within the appropriate range. In the case of upland soil, there was no difference in pH, and the EC was maintained at a level of 0.9 to 1.0 dS/m, and there was little difference between the years in the content of pH, organic matter, and exchangeable cations. It was a slightly higher trend, but not to the point of concern. In the case of orchard soil, pH increased, EC and organic matter content remained almost unchanged, and effective phosphoric acid was the highest at 607 mg/kg in 2017, and showed a gradually decreasing trend from 2018, and exchangeable cations continued to increase. I did. There was no difference in the soil pH of the facility cultivation during the investigation period, and the EC increased and decreased repeatedly, and was higher than the appropriate range at 2.4 ~ 3.8 dS/m within the period. The organic matter content was maintained at an appropriate level of 27-34 g/kg, and the effective phosphoric acid showed a high level throughout the irradiation period. Exchangeable cations were also higher than the appropriate range for K, Ca, and Mg.

1 연구목표

토양검정사업은 과학적인 분석을 통하여 비료를 모자라거나 과잉되지도 않게 추천함으로써 환경을 보전하면서 작물을 잘 재배할 수 있도록 하는 사업으로, 전국 농경지가 약 1,500만 필지로 볼 때 전체를 검정하는 데 전국의 토양검정기관에서 분석하여도 수십 년이 소요된다. 1990년 이후 지역별 주요 작물 재배지에 대하여 토양검정사업을 실시하여 비료의 절감에 크게 기여하였으며 이의 결과는 ‘흙토람’에 DB로 구축되고 있지만 ‘흙토람’자료는 미검정 필지 위주로 검정한 결과이므로 대표성이 부족한 실정이다. ‘흙토람’에서 읍·면·동 단위의 평균을 작성하여 농식품부의 ‘AgriX’ 기본자료로 적용하여 토양개량제 지원사업 등에 활용하고 있으므로 대표성이 있는 토양검정체계 구축이 필요하며, ‘흙토람’의 토양검정DB를 활용하여 지역별 대표지점을 선정하고 매년 이 필지를 검정하면 대표성 있는 평균 자료를 제공할 수 있다. 대표지점은 전국 농경지의 최소한 1%인 15만 필지가 되어야 좋지만 인력과 예산에 따라 읍·면·동을 구분하여 연차적으로 토양을 검정할 필요가 있고, 또한 대표필지의 토양검정을 활용하여 미검정 필지의 토양화학성을 추정할 수 있으면 전국 농경지를 효율적이고 과학적으로 관리할 수 있을 것이다. 토양검정자료는 작물이 필요로 하는 양분을 분석하여 작물에 대한 비료사용량을 추천하는 기본 자료로 토양검정DB 자료는 직불제, 농산물 품질인증제, 토양개량제공급사업 등 정책의 기초자료로 활용하고 있으며, 대표필지 지점선정과 미검정 필지의 화학성 추정 방법 설정 등에 대한 과제를 통해 대표필지 선정을 위한 기준 설정 및 대표필지의 화학성과 경작요인에 의한 토양 화학성도 추정할 수 있다. 토양검정자료에는 작물의 비료사용량뿐만 아니라 작물의 생육제한인자 탐색에도 매우 중요한 정보를 담고 있어 현장진단과 연계하여 몇 가지 수용성 양분을 분석하면 작물의 생육장애 원인을 구명할 수 있는 수준이며 시설재배지 작물의 이상증상 해결에 큰 효과를 나타내고 있다. 이에 강원도지역 대표필지 토양검정사업을 통해 미검정 필지의 토양화학성 추정에 사용하여 최소한의 토양분석으로 전체 농경지를 과학적으로 관리할 수 있는 기틀을 마련하고자 한다.

2 재료 및 방법

〈제21세부과제: 강원도 도단위 시군별 토양검정 정도관리〉

(시험 1) 시군별 토양검정 정도관리

대표필지 토양검정과 검정 전·후 과정에 관련되는 모든 요소를 관리하여 오류를 최소화함으로써 토양환경정보시스템 ‘흙토람’에 등재되어 있는 토양검사 결과의 신뢰도와 정확도를 유지하기 위하여 정밀도관리를 실시하였다. 정도관리를 시료조제는 논, 밭, 시설 토양을 100 kg 정도 채취하여 음건 후 2 mm 토양체를 통과한 시료를 균질하게 만들기 위해 교반기를 이용하여 5시간 동안 교반하였다. 시료 보관병(100 mL)에 시료를 충전하고 무작위로 20개를 선택하여 3반복으로 분석하여 측정표준편차와 표준불확도를 비교하여 판정한 결과 충족이었다.

충족 판정한 시료를 각 시군센터에 2~3점씩 분석하도록 공급하였고, 분석항목은 pH, 유기물, 유효인산, 교환성양이온(K, Ca, Mg), 유효규산(논), 석회소요량(밭), 전기전도도(EC)를 대상으로 하였다. 분석방법은 농촌진흥청 토양화학분석법(RDA, 2010)에 따라 수행하였다.

토양검정 정밀도와 정확도를 유지하기 위해 시료를 공급할 때 시·군 농업기술센터 토양검정담당자를 대상으로 사전 분석 교육을 실시하였고, 이를 바탕으로 숙련도를 평가하였다.

(시험 2) 시군 대표필지 중심 토양검정

강원도 농경지 대표필지를 선정하기 위해 면적과 지형을 고려하여 표 1과 같이 선정하였다. 강원도 농경지 면적은 117,291 ha(논 40,907 ha, 밭 74,150 ha, 과수 2,234 ha) 가운데 평탄지형과 비평탄지형으로 구분하여 분포하고 있는 농경지 면적에 따라 논 2,489지점, 밭 8,692 지점, 과수 265 지점 등 총 11,436 지점을 선정하였고, 각 시군별로 분석할 수 있는 능력을 고려하여 매년 5,580지점을 검정대상으로 하고 시군별로 표 1과 같이 배정하였다.

대표필지 토양검정을 위한 시료채취는 비료살포 전 지표 1~2 cm를 걷어내고 토양채취기로 15 cm 깊이에서 10여 곳 이상을 대상으로 채취한 다음 고르게 혼합하여 1 kg 정도를 시료봉투에 담아 분석시료로 사용하였다. 분석항목은 토양 pH, 유기물 함량, 유효인산, 교환성 양이온(K, Ca, Mg), 전기전도도(EC)와 밭의 경우, 석회소요량, 논외의 경우 유효규산을 조사하였다. 분석방법은 농촌진흥청 토양화학분석법(2010), 토양 및 식물체 분석법(2000)에 준하여 실시하였다. 토양 pH와 EC는 토양시료를 증류수에 1:5로 희석하여 측정하였고, 유기물 함량은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 교환성 양이온(K, Ca, Mg)은 1 M NH₄OAc(pH 7.0)로 침출한 다음 ICP로 측정하였고, 석회소요량은 ORD법으로 실시하였다.

표 1. 강원도 시군별 대표필지 지점수 현황

지역	대표필지수(농과원 조정점수)										당해년도 분석점수
	논			밭			과수			총계(점)	
	평탄	비평탄	계	평탄	비평탄	계	평탄	비평탄	계		
전체	802	1,688	2,489	1,292	7,400	8,692	49	215	265	11,436	5,880
강릉	74	91	165	132	429	561	6	13	19	745	430
고성	60	131	191	90	95	185	1	1	2	377	260
동해	7	6	13	86	29	115	2	1	3	120	120
삼척	38	24	62	40	357	397	0	15	15	473	280
속초	17	18	35	15	45	60	2	3	5	100	100
양구	74	74	148	281	281	562	8	8	17	726	330
양양	51	117	167	68	212	280	11	34	46	493	300
영월	10	28	38	48	590	637	4	20	24	700	300
원주	120	136	256	46	550	596	10	40	50	902	500
인제	17	52	69	16	353	369	0	2	2	440	230
정선	29	13	42	63	894	957	0	1	1	1,000	350
철원	43	559	602	134	144	278	2	8	10	890	400
춘천	72	103	175	85	600	685	0	40	40	900	240

지역	대표필지수(농과원 조정점수)									당해년도 분석점수	
	논			밭			과수				
	평탄	비평탄	계	평탄	비평탄	계	평탄	비평탄	계		총계(점)
태백	0	0	0	0	167	167	0	0	0	167	130
평창	14	9	23	77	755	831	2	9	11	865	360
홍천	88	32	220	53	903	956	1	4	5	1,181	530
화천	18	40	59	10	262	272	0	4	4	335	230
횡성	70	155	225	49	734	783	0	12	12	1,020	450

3 결과 및 고찰

〈제21세부과제: 강원도 도단위 시군별 토양검정 정도관리〉

(시험 1) 시군별 토양검정 정도관리

정도관리는 시료채취·분석·자료처리 등 분석과 분석 전후 모든 과정과 그에 관여하는 인력·장비·환경 등의 체계적인 관리를 통하여 오류 원인을 조기에 감지하고 예방하며 오류가 검사 결과에 미치는 영향을 최소화하여 신뢰성 있는 자료를 만들어 토양검정 결과에 대한 통일성, 정확성, 신뢰성을 확보하고자 하는 것이다. 이러한 행위는 검사 정밀도와 정확도를 유지하고, 기구 및 장비의 검사수행 능력을 점검하고, 검사방법, 시약, 장비 등의 비교 선택과 오차 허용 여부 판정 및 오차 원인 파악·분석·제거하여 신뢰도를 높이기 위한 것이다.

토양검정 숙련도를 평가하기 위해 매년 새롭게 조제된 시료를 16개 시군센터에 2~3점씩 공급하고 분석결과에 대해 표준불확도 결정 후 표준편차계수(Z-score) 산출하여 Z 절대값이 2.0~3.0에 속하는 경우 '주의', 3.0 이상인 경우 허용불가로 판정하여 평가하였다.

연구기간(2016~2020) 동안 매년 실시한 숙련도 평가 결과는 표 2에서 보는 바와 같다. 2016년도에는 4개 기관이 적합 판정을 받았지만, 시간이 지나면서 점점 적합기관이 증가하여 토양검정 기술이 정확하고 신뢰성이 향상되는 것을 알 수 있었다.

표 2. 정도관리 실시 연도별 적합기관 현황

연 도	계	농업기술센터
2016	4	강릉, 삼척, 영월, 홍천
2017	8	강릉, 고성, 양양, 원주, 철원, 춘천, 태백, 홍천
2018	7	강릉, 영월, 원주, 인제, 철원, 홍천, 횡성
2019	8	고성, 영월, 원주, 정선, 철원, 춘천, 홍천, 횡성
2020	10	고성, 양구, 인제, 정선, 춘천, 태백, 평창, 홍천, 화천, 횡성

숙련도 평가 후에 미흡기관에 대해 현장점검을 실시하였고(표 3), 재분석을 추진하였다. 현장점검 결과를 살펴보면 일부 기관은 장비 노후화에 따른 분석오류도 있었지만, 대부분 정확한 분석법을 이해하지 못했거나, 분석담당자의 잦은 교체에 따른 분석기술 부족에 의한 결과였다. 연구 5년 차인 2020년도에 실시한 시·군별 정도관리를 위한 현장 컨설팅 결과에서도 매년 반복되는 장비(pH 전극 등) 노후화, 잦은 분석요원 교체에 따른 장비 운용 미숙, 고농도 시료에 대한 측정 전 희석작업 생략 등의 문제점이 반복되고 있어 전문 분석요원을 양성하여 배치하는 것이 효율적일 것이라 판단된다.

표 3. 미흡기관 정밀도 개선을 위해 현장컨설팅 및 표준시료 재분석 추진

항 목	원인	조치사항
pH, EC, 유기물	<ul style="list-style-type: none"> · 시료 전처리 미흡 · 전극관리 미흡 · 시료 분쇄 미흡 · 적정 과정(중말점)에서 오차 발생 	<ul style="list-style-type: none"> · 효율적 진탕방법 교육 · 오차발생을 최소화 (막자사발로 분쇄 또는 0.2mm체로 거른 후 분석) · 적정 시 향온 유지
치환성 양이온	<ul style="list-style-type: none"> · ICP 파장 중첩 및 기기 노후화 · 분석실 온도 부적절 	<ul style="list-style-type: none"> · 파장 중첩 최소화 및 노후기기 교체 · 표준시약 및 ICP 관리방법 교육 · 실험실 내 적정 온도 유지
유효인산 유효규산	<ul style="list-style-type: none"> · 표준용액 적정범위 초과 또는 미만 · 진탕 및 향온시간 부족에 따른 오차 발생 · 침출액 온도 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> · 침출액 조제 방법 및 주기적 교체 권장 · 표준시약 적정범위 준수 당부 · 적정 향온 유지 · 전처리 시약제조 방법 교육

(시험 2) 시군 대표필지 중심 토양검정

시험연구기간 동안 강원지역 대표필지 토양검정은 총 32,982지점(논 8,518지점, 밭 22,390, 과수원 1,024, 시설재배지 1,050)을 실시하였다. 표 4에서 보는 바와 같이 연도별, 지역별, 농경지 형태별로 검정점수를 표시하였다.

표 4. 시군별 농경지 형태에 따른 연도별 토양검정 현황

지역	2016					2017				
	논	밭	과수원	시설	합계	논	밭	과수원	시설	합계
강릉	123	289	17	1	430	136	281	17	0	434
고성	140	120	0	0	260	165	121	0	0	286
동해	21	96	3	0	120	21	96	3	0	120
삼척	49	232	0	0	281	31	234	15	0	280
속초	36	57	6	1	100	37	57	6	0	100
양구	28	155	24	120	327	0	148	22	160	330
양양	133	142	25	0	300	128	149	23	0	300
영월	32	306	12	0	350	4	340	7	1	352

지역	2016					2017				
	논	밭	과수원	시설	합계	논	밭	과수원	시설	합계
원주	260	173	62	5	500	117	334	37	12	500
인제	6	224	0	0	230	75	155	0	0	230
정선	15	380	5	0	400	21	364	13	2	400
철원	390	16	0	0	406	287	113	0	0	400
춘천	105	294	27	17	443	132	241	11	41	425
태백	29	91	2	7	129	0	130	0	0	130
평창	22	415	12	0	449	0	417	0	0	417
홍천	95	438	9	15	557	77	440	8	5	530
화천	45	192	4	12	253	46	208	3	0	257
횡성	98	400	0	0	498	122	376	1	1	500
합계	1,627	4,020	208	178	6,033	1,399	4,204	166	222	5,991

지역	2018					2019				
	논	밭	과수원	시설	합계	논	밭	과수원	시설	합계
강릉	123	289	17	1	430	139	281	14	0	434
고성	158	106	0	0	264	161	102	0	0	263
동해	23	90	7	0	120	23	88	7	2	120
삼척	3	270	7	0	280	66	202	12	0	280
속초	39	55	6	0	100	41	53	6	0	100
양구	31	94	28	177	330	120	91	15	101	327
양양	140	158	2	0	300	126	146	28	0	300
영월	12	327	26	2	367	21	274	49	8	352
원주	248	181	60	11	500	176	258	60	6	500
인제	0	240	0	0	240	2	238	0	0	240
정선	25	362	12	1	400	12	365	23	0	400
철원	280	120	0	0	400	280	120	0	0	400
춘천	210	422	24	84	740	149	228	21	52	450
태백	0	126	1	3	130	0	119	0	11	130
평창	23	832	11	0	866	17	849	0	0	866
홍천	102	422	7	0	531	105	438	4	9	556
화천	42	193	3	0	238	42	180	9	0	231
횡성	107	378	0	14	499	305	464	1	1	771
합계	1,566	4,665	211	293	6,735	1,785	4,496	249	190	6,720

지역	2020					총 계				
	논	밭	과수원	시설	합계	2016	2017	2018	2019	2020
강릉	124	288	17	1	430	430	434	430	434	430
고성	175	86	0	0	261	260	286	264	263	261
동해	43	109	9	2	163	120	120	120	120	163
삼척	41	214	21	4	280	281	280	280	280	280
속초	38	56	6	0	100	100	100	100	100	100
양구	117	117	32	64	330	327	330	330	327	330
양양	137	163	0	0	300	300	300	300	300	300
영월	16	317	26	8	367	350	352	367	352	367
원주	180	283	32	10	505	500	500	500	500	505
인제	36	204	0	0	240	230	230	240	240	240
정선	30	357	8	5	400	400	400	400	400	400
철원	280	120	0	0	400	406	400	400	400	400
춘천	134	377	18	60	589	443	425	740	450	589
태백	0	130	0	0	130	129	130	130	130	130
평창	15	845	6	0	866	449	417	866	866	866
홍천	88	437	5	0	530	557	530	531	556	530
화천	41	179	10	0	230	253	257	238	231	230
횡성	646	723	0	13	1,382	498	500	499	771	1,382
합계	2,141	5,005	190	167	7,503	6,033	5,991	6,735	6,720	7,503

표 5는 5년간(2016~2020) 강원지역 논 토양 대표필지 화학성 현황을 표시한 것이다. 토양 pH, 유기물, 유효규산, 치환성 칼슘함량은 적정수준이었고, 유효인산과 교환성 칼륨은 적정 범위보다 높았으나 교환성 마그네슘은 적정범위보다 낮았다. 연차간 큰 차이를 나타내지 않았으나 대체로 논 토양 적정범위에 분포하고 있었다.

표 5. 강원지역 논토양 대표필지 화학성 현황

연도	pH	OM	Av.P ₂ O ₅	Ex.cations (cmol _c kg ⁻¹)			Av.SiO ₂	분석점수
	(1:5)	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	K	Ca	Mg	mg kg ⁻¹	
2016	6.2	25	165	0.39	5.4	1.1	167	1,627
2017	6.2	25	141	0.38	4.9	1.1	211	1,399
2018	6.2	23	147	0.41	5.2	1.2	192	1,566
2019	6.1	22	149	0.35	4.9	1.0	179	1,785
2020	6.1	23	153	0.42	5.1	1.1	203	2,141
적정범위	5.5~6.5	20~30	80~120	0.20~0.30	5.0~6.0	1.5~2.0	157이상	8,518

밭 토양 대표필지 화학성 현황(표 6)을 살펴보면 토양 pH는 차이가 없었고, EC는 0.9~1.0 dS/m수준을 유지하였으며, pH, 유기물, 교환성 양이온의 함량에도 연차간 차이는 거의 없었고 유효인산과 교환성 칼륨과 칼슘은 적정 범위보다 약간 높은 경향이었으나 우려할 정도는 아니었다.

표 6. 강원지역 밭 토양 대표필지 화학성 현황

연도	pH	EC	OM	Av.P ₂ O ₅	Ex.cations(cmol _c kg ⁻¹)			분석점수
	(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	K	Ca	Mg	
2016	6.3	0.9	26	591	0.92	6.9	1.8	4,020
2017	6.3	1.0	26	562	0.93	6.5	1.9	4,204
2018	6.5	0.9	26	587	0.96	7.1	1.8	4,665
2019	6.3	0.9	26	611	0.92	6.7	1.8	4,496
2020	6.4	1.0	26	604	0.98	6.9	1.8	5,005
적정범위	6.0~7.0	2이하	20~30	300~550	0.50~0.80	5.0~6.0	1.5~2.0	22,390

표 7에서 보는 바와 같이 과수원 토양 화학성 현황은 pH는 증가하였고, EC와 유기물 함량은 거의 변화가 없었으며, 유효인산은 2017년도 607 mg/kg으로 가장 높았으며 2018년부터 서서히 감소하는 추세를 보였고, 교환성 양이온은 지속적으로 증가하였다.

표 7. 강원지역 과수원 토양 대표필지 화학성 현황

연도	pH	EC	OM	Av.P ₂ O ₅	Ex.cations(cmol _c kg ⁻¹)			분석점수
	(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	K	Ca	Mg	
2016	6.5	0.7	32	524	1.28	8.1	2.3	208
2017	6.4	0.8	33	607	1.00	7.4	2.4	166
2018	6.7	0.6	33	592	1.13	9.3	2.7	211
2019	6.7	0.7	32	556	0.93	8.0	2.3	249
2020	6.7	0.8	34	549	1.14	9.4	2.7	190
적정범위	6.0~7.0	2이하	20~30	300~550	0.50~0.80	5.0~6.0	1.5~2.0	1,024

강원지역 시설재배지 토양 대표필지 화학성 현황은 표 8과 같다. 토양 pH는 조사기간 동안 차이가 없었고, EC는 증가와 감소가 반복되었고 기간 내 2.4~3.8 dS/m 으로 적정범위보다 높았다. 유기물 함량은 27~34 g/kg으로 적정수준을 유지하고, 유효인산은 조사기간 내내 높은 수준을 나타냈다. 교환성 양이온 역시 K, Ca, Mg 모두 적정범위 보다 높은 수준이었다.

표 8. 강원지역 시설재배지 토양 대표필지 화학성 현황

연도	pH	EC	OM	Av.P ₂ O ₅	Ex.cations(cmol _c kg ⁻¹)			분석점수
	(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	K	Ca	Mg	
2016	6.3	3.8	31	876	1.63	10.4	3.4	178
2017	6.3	2.5	27	553	1.07	6.6	2.6	222
2018	6.3	3.1	34	824	1.62	8.6	3.1	293

연도	pH	EC	OM	Av.P ₂ O ₅	Ex.cations(cmol _c kg ⁻¹)			분석점수
	(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	K	Ca	Mg	
2019	6.3	2.4	30	726	1.34	7.8	2.6	190
2020	6.4	3.3	33	780	1.57	9.5	3.0	167
적정범위	6.0~7.0	2이하	25~35	300~550	0.50~0.80	5.0~6.0	1.5~2.0	1,050

4 적 요

〈제21세부과제: 강원도 도단위 시군별 토양검정 정도관리〉

(시험 1) 시군별 토양검정 정도관리

- 가. 강원지역 16개 시군농업기술센터를 대상으로 실시한 정도관리는 2020년 10개 기관까지 적합기관이 증가하였음.
- 나. 미흡기관 원인은 장비(pH 전극 등) 노후화, 잦은 분석요원 교체에 따른 장비 운용 미숙, 고농도 시료에 대한 측정 전 희석작업을 생략하는 등 나타난 문제점을 보완하고 시정하도록 현장 컨설팅과 교육을 실시하였음.

(시험 2) 시군 대표필지 중심 토양검정

- 가. 시험연구 기간 동안 실시한 농경지별 대표필지 토양검정수는 32,982지점(논 8,518지점, 밭 22,390, 과수원 1,024, 시설재배지 1,050)이었음.
- 나. 농경지별 대표필지 화학성 변화는 논토양의 경우 pH, 유기물, 유효규산, 치환성 칼슘함량은 적정수준이었고, 유효인산과 교환성 칼륨은 적정 범위보다 높았으나 교환성 마그네슘은 적정범위보다 낮았으나 연차간 큰 차이를 나타내지 않았고 대체로 적정범위에 있었음.
- 다. 밭토양의 경우 pH는 차이가 없었고, EC는 0.9~1.0 dS/m수준을 유지하였으며, pH, 유기물, 교환성 양이온의 함량에도 연차간 차이는 거의 없었고 유효인산과 교환성 칼륨과 칼슘은 적정 범위보다 약간 높은 경향이었으나 우려할 정도는 아니었음.
- 라. 과수원 토양의 경우 pH는 증가하였고, EC와 유기물 함량은 거의 변화가 없었으며, 유효인산은 2017년도 607 mg/kg으로 가장 높았으며 2018년부터 서서히 감소하는 추세를 보였고, 교환성 양이온은 지속적으로 증가하였음.
- 마. 시설재배지 토양 pH는 조사기간 동안 차이가 없었고, EC는 증가와 감소가 반복되었고 기간 내 2.4~3.8 dS/m 으로 적정범위보다 높았으며, 유기물 함량은 27~34 g/kg으로 적정수준을 유지하고, 유효인산과 교환성 양이온 K, Ca, Mg 모두 조사기간 내내 적정범위 보다 높은 수준이었음.

5 인용문헌

- 농촌진흥청, 토양화학 분석법, 2010.
- 농촌진흥청, 농업과학기술 연구조사분석기준, 2012.

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2016(1년)	영농정보	2016 강원지역 농경지 토양화학성 현황(중앙)
	DB 구축	대표필지 중심 토양검정 자료(800점)
2017(2년)	논문발표	2016 강원지역 농경지 토양화학성
	DB 구축	대표필지 중심 토양검정 자료(800점)
2018(3년)	영농정보	2018 강원지역 농경지 토양화학성 현황(중앙)
	DB 구축	대표필지 중심 토양검정 자료(800점)
2019(4년)	영농정보	2019 강원지역 지목별 비료사용 지도자료 제시(중앙)
	논문발표	강원지역 대표필지 농경지 토양화학성 분포 특성
	DB 구축	대표필지 중심 토양검정 자료(800점)
2020(5년)	영농정보	2020 강원지역 지목별 비료사용 지도자료 제시(중앙)
	DB 구축	대표필지 중심 토양검정 자료(800점)

성과지표명	연 도	1년차(2016)		2년차(2017)		3년차(2018)		4년차(2019)		5년차(2020)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
학술 발표	국제							1	1			1	1
	국내			1	1			1				1	2
영농 활용	기술												
	정보	1	1			1	1		1	1	1	3	4
홍 보							1						1
DB 구축		800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	4,000	4,000
계		801	801	801	801	801	803	801	802	801	801	4,005	4,008

7 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도				
					'16	'17	'18	'19	'20
과제책임자	국립농업과학원	농업연구사	공명석	과제 총괄	○	○	○		
	국립농업과학원	농업연구관	김이현	과제 총괄				○	
	국립농업과학원	"	김명숙	과제 총괄					○
1세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	허수정	세부주관수행	○	○	○	○	○
공동연구자	인삼약초연구소	농업연구관	임수정	분석 지원	○	○	○	-	-
	옥수수연구소	농업연구사	최승출	시료채취 지원	○	○	-	-	-
	환경농업연구과	"	윤병성	시료채취 지원	○	○	○	○	○
	-	농업연구관	박영학	평가분석 지원	○	○	○	-	-
	환경농업연구과	농업연구사	홍수영	시료채취 지원	-	-	○	○	○
	환경농업연구과	"	최병곤	시료채취 지원	-	-	-	○	○
	환경농업연구과	농업연구관	장은하	분석지원	-	-	-	○	○
	환경농업연구과	농업연구사	이남길	분석 지원	-	-	-	-	○