

우리나라 주요 산약 재배지 GAP와 관련된 재배환경 실태

조 재 영*

전북대학교 생물환경화학학과

Cultivation Environment in Relation to Good Agricultural Practices in the Major Cultivation Area of *Disocorea batatas*

Jaeyoung Cho*

Department of Bio-environmental Chemistry, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Republic of Korea

Received July 14, 2011; Accepted October 18, 2011

This study was carried out to investigate the quality of soil, irrigation water, and status of agrochemicals application in relation to good agriculture practices system in the major cultivation area of *Disocorea batatas*. The concentrations of heavy metals as Cd, Pb, Cu, and Zn in soils and irrigation waters were lower than those of standard level for Environmental Conservation Act of Soil and Water in Korea. The dominant weed have been appeared *Digitaria sanguinalis* and *Portulaca oleraceamite*. The dominant insect pests and plant pathogens have been appeared aphid and anthracnose. Average yearly application of pesticide was 2 to 4 times for herbicide and 4 to 6 times for plant pathogens and insect pests. In order to safety production of medicinal crops could be achieved by proper cultivation management such as minimum application of agro-chemicals, effective use of by-product fertilizer, and technology development of organic farming.

Key words: *Disocorea batatas*, good agricultural practices, medicinal crop safety

서 론

산약(*Disocorea batatas*)은 자양, 강장, 보폐, 소화촉진, 지사 및 거담작용 등에 효과가 있으며 한약재로 널리 쓰이고 있다. 최근 식생활 패턴의 변화와 웰빙형 식·의약품 소비구조의 변화로 생으로 갈아먹기도 하고, 구워먹기도 하며, 각종 부침류에 이용하기도 한다[Chung *et al.*, 1998]. 최근의 약리학적 연구를 통해 근경내 저장 단백질인 dioscorin의 항산화효과, 고혈당, 비만, 장기능 및 지질대사 등 여러가지 효과가 입증되고 있다. 산약 근경으로부터 분리된 유용성분은 점질성 다당류, dioscorin 과 같은 저장 단백질, diossein, gracillin, furostanol 등의 steroid 성 saponin, 그리고 batataasin 등의 phenanthrene 유도체 등 4개의 군으로 대별될 수 있다[Nam *et al.*, 2006].

최근에는 국제 농산물 유통시장에서 우수농산물관리제도 (Good Agricultural Practices, GAP) 인증 농산물의 선호도가 높아지고 있으며, 선진국에서는 주요 농산물 수출국에게 GAP 인증 농산물을 강력하게 요구하고 있고, 수입상들은 직접 GAP

인증기관을 만들어 농민들과 계약재배를 통하여 GAP 농산물을 구입하는 추세이다. 향후 약용작물의 수출을 늘리고, 세계에서 우리나라 약용작물에 대한 소비자들의 선호도를 지속적으로 향상시키기 위해서는 GAP 약용작물의 생산이 필수적인 요소로 대두될 전망이다[Yu *et al.*, 2007]. GAP 농산물은 생산기반인 토양 및 용수관리로부터 경작지의 자연 및 야생생물 보호, 작물의 식재방법, 생산과정에 따른 농약 및 비료관리, 수확 및 수확후 처리, 자연 및 야생생물 보호, 작업자의 복지 등 생산과 관련된 모든 사항이 농산물 안전성과 환경보호 관점에서 종합적으로 관리된 농산물이어야 한다[Lee *et al.*, 2005].

2003년도부터 시작된 국내 약용작물의 GAP 실시와 관련되어 농촌진흥청과 식품의약품안전청을 중심으로 활발한 연구가 진행되고 있으나, 인삼을 비롯한 수급조절대상 약용작물 일부를 대상으로 제한적인 연구가 진행되고 있는 실정이다. GAP 제도는 환경에 대한 위해요인을 최소화하고 소비자에게 안전한 농식품을 제공하기 위해 농산물의 재배, 수확, 수확후 관리 및 저장과정중 농업용 화학물질, 중금속, 미생물에 대한 종합적인 관리시스템이다. 생산환경 측면에서 농경지는 토양, 수질 및 대기 등이 깨끗하고 쾌적한 곳으로 생태, 경관 등을 고려하여 선정하고 오염지는 GAP 대상에서 제외하게 된다. 재배방식의 측면에서는 기원이 명확한 종자를 사용해야 하고, 종합병해충관리 시스템(IPM, integrated pest management), 작물양분종합관리

*Corresponding author

Phone: +82-63-270-2547; Fax: +82-63-270-2550

E-mail: soilcosmos@jbnu.ac.kr

<http://dx.doi.org/10.3839/jabc.2011.047>

시스템(INM, integrated nutrient management) 등을 도입해야 한다. 마지막으로 수확후 관리는 농작물의 화학적, 미생물학적 오염원 제거와 생산이력제(traceability)를 실시해야 한다. 이에 본 연구에서는 2007년 기준 전국 재배면적 약 500 ha에서 약 4,200 MT의 생산량을 나타내는 약용작물인 산약을 대상으로 GAP 기반조성에 필수적인 생산단계에서 토양 및 관개용수의 질 평가, 화학비료 및 퇴비의 사용실태, 그리고 잡초 및 병해충 관리실태에 대해 설문조사 결과를 제시하였다.

재료 및 방법

토양시료 및 분석. 우리나라 주요 산약 재배지를 재배면적과 생산량을 기준으로 3개 권역으로 구분하였다. 1권역은 경북 영주, 2권역은 경북 안동 그리고 3권역은 경남 거창, 진주 및 전북 익산을 포함시켜 분류하였다(Fig. 1). 토양시료는 표토층의 유기물을 제거한 후 0-10 cm 층을 채취하였다. 각 시료코드별 토양시료는 3지점에서 채취하였으며, 1지점당 1 kg씩 5군데에서 총 5 kg을 토양시료 채취기를 이용하여 채취하였다. 토양시료는 폴리에틸렌 비닐팩에 밀봉하여 냉동보관한 후 분석에 이용하였다. 최종적으로 토양특성 분석을 수행하기에 앞서 채취된 시료는 풍건 후 2 mm 체를 통과시켜 사용하였다. 입도분석은 미국 농무성법에 기준한 Pipette법, pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 희석한 현탁액 중에서 pH-meter (HM-20S, TOA, Osaka, Japan)로 측정하였고, 전기전도도는 pH를 측정한 용액에 전기전도도기(LF-538, TUV, Weilheim, Germany)를 이용하여 측정하였다. 토양유기물은 Walkley-black법, CEC는 1M-NH₄OAc법, 총질소는 켈달분해증류법, 유효인산은 Bray No 1 법, 치환성 양이온(Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺)은 1M-NH₄OAc 침출후 원자흡수분광광도계(Perkin elmer 2380, Boston, MA), 중금속(Cd, Cu, Pb, Zn)은 유도결합플라즈마분광광도계(Inductively

coupled plasma, ICP-7000S, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다.

수질시료 및 분석. 수질시료 채취기간은 토양시료 채취시기와 동일하며, 이 기간은 하천의 갈수기로 수질시료 채취가 여의치 않았다. 이에 하천용수 시료는 채취하지 못하였고, 지하수 관정을 관개용수로 이용하는 총 9지점(1권역: 3점, 2권역: 2점, 3권역: 4점)의 수질시료를 채취하였다. 산약 재배지로 관개되는 지하수를 4 L 폴리에틸렌 채수병에 채수한 후 냉장보관하면서 실험실로 운반하였으며, 수질오염공정시험법[Eaton *et al.*, 1995]에 기준하여 분석을 수행하였다. pH와 EC는 현장에서 기기(Orion Model 840, NJ, USA)를 이용하여 직접 측정하였으며, 부유물질은 유리섬유여지법, 화학적산소요구량은 과망간산칼륨법, 총질소는 환원증류-켈달법, 총인은 Ascorbic acid reduction 법, 그리고 중금속(Pb, Cd, Zn, Cu)은 유도결합플라즈마분광광도계로 분석하였다.

설문조사. 산약 재배지 토양 및 수질시료 채취시기에 직접 산약 재배농가(15개소)를 방문하여 상담조사를 수행하였다. 설문조사 내용은 산약 생산단계에서의 GAP 구성요인인 농업화학자재의 시비현황과 잡초 및 병해충 방제 실태 조사 등으로 구성되었다.

결과 및 고찰

산약 재배지 토양의 화학성분. 산약 재배지 토양의 화학적 특성은 Table 1에 제시되어 있다. 토성은 각각의 권역별로 차이를 나타내고 있었는데, 1권역은 사질식양토(sandy clay loam, SCL), 2권역은 사질식양토와 식양토(clay loam, CL) 그리고 3권역은 식토(clay, C)와 사질식토(sandy clay, SC)가 주로 분포하였다. 약용작물 재배지 토양의 토성은 사양토, 식양토 그리고 사질식양토가 주를 이룬다는 선행 연구결과[Park *et al.*, 2000;

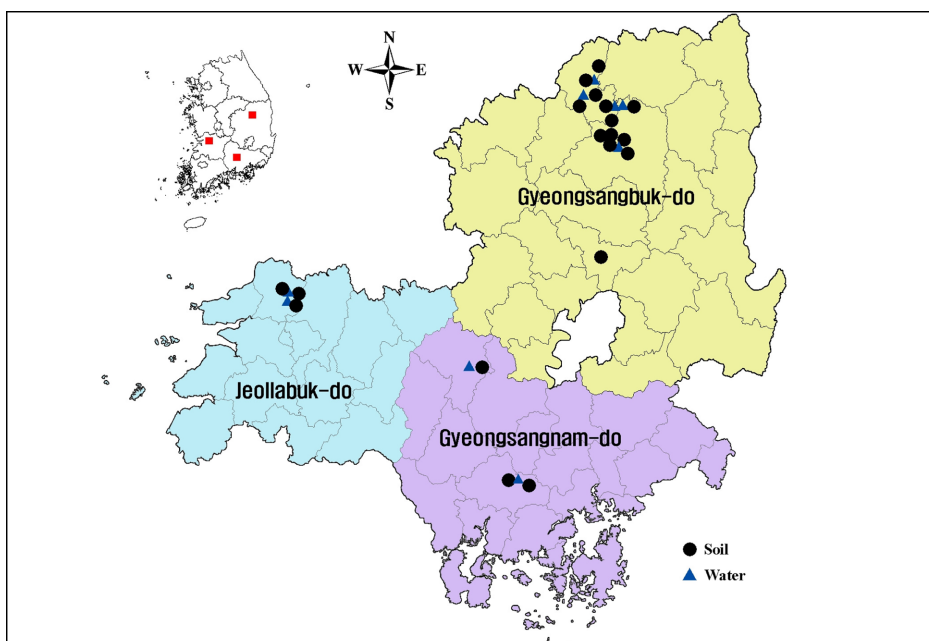


Fig. 1. Sampling sites of soil and water in the major cultivation area of *Disocorea batatas*

Table 1. Physico-chemical properties of soil samples in the major cultivation area of *Disocorea batatas* (Mean \pm SD)

Sector	pH	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	CEC $\text{cmol}(\text{+})/\text{kg}$	OM g/kg	Total-N mg/kg	Avail- P_2O_5 mg/kg	Ex.-cations (mg/kg)							Heavy metals (mg/kg)				Soil texture
							K	Mg	Ca	Cd	Pb	Cu	Zn	K	Mg	Ca	Cd	
1	6.59 \pm 0.92	310.0 \pm 19.5	9.7 \pm 2.5	74 \pm 7	996 \pm 92	484 \pm 41	567 \pm 125	423 \pm 75	910 \pm 114	0.09 \pm 0.02	14.5 \pm 0.9	3.3 \pm 0.6	71.4 \pm 12.2	silty clay loam				
	7.50 \pm 1.04	293.0 \pm 32.1	6.2 \pm 1.4	34 \pm 12	891 \pm 78	400 \pm 58	529 \pm 98	200 \pm 63	786 \pm 201	0.09 \pm 0.03	10.2 \pm 1.5	13.3 \pm 1.9	71.3 \pm 9.6	sandy clay loam				
	6.61 \pm 0.65	144.6 \pm 10.4	5.3 \pm 1.9	25 \pm 12	399 \pm 80	301 \pm 36	203 \pm 84	170 \pm 58	757 \pm 136	0.09 \pm 0.02	11.7 \pm 2.1	12.2 \pm 1.2	80.6 \pm 14.1	sandy clay loam				
	5.65 \pm 0.73	736.0 \pm 10.9	5.6 \pm 1.2	28 \pm 10	583 \pm 96	273 \pm 22	350 \pm 102	284 \pm 66	675 \pm 152	0.09 \pm 0.01	12.7 \pm 1.3	11.4 \pm 1.0	51.8 \pm 12.0	sandy clay loam				
	5.83 \pm 0.70	150.2 \pm 15.8	4.9 \pm 3.0	27 \pm 7	491 \pm 63	273 \pm 29	155 \pm 63	158 \pm 47	698 \pm 105	0.29 \pm 0.07	13.0 \pm 1.0	10.3 \pm 1.4	96.3 \pm 11.1	sandy clay loam				
	6.69 \pm 0.56	192.6 \pm 16.5	6.1 \pm 2.8	31 \pm 5	491 \pm 52	319 \pm 31	236 \pm 60	252 \pm 32	854 \pm 114	0.09 \pm 0.02	11.3 \pm 1.8	7.2 \pm 0.5	77.4 \pm 5.3	clay loam				
2	6.50 \pm 0.53	759.9 \pm 22.5	6.3 \pm 1.7	37 \pm 13	836 \pm 66	343 \pm 33	446 \pm 28	248 \pm 42	929 \pm 98	0.09 \pm 0.04	14.1 \pm 1.8	13.2 \pm 2.5	98.7 \pm 17.4	sandy clay loam				
	5.36 \pm 0.52	240.0 \pm 20.9	6.4 \pm 1.9	27 \pm 10	685 \pm 54	332 \pm 15	139 \pm 14	160 \pm 25	793 \pm 110	0.09 \pm 0.03	16.9 \pm 3.1	6.4 \pm 1.2	66.6 \pm 5.6	silty clay				
	5.62 \pm 0.35	195.9 \pm 19.4	4.7 \pm 0.7	21 \pm 4	430 \pm 26	273 \pm 41	103 \pm 23	196 \pm 41	638 \pm 78	0.09 \pm 0.04	16.3 \pm 0.9	1.5 \pm 0.3	52.6 \pm 8.1	sandy clay loam				
	6.02 \pm 0.50	132.6 \pm 10.8	7.4 \pm 2.3	36 \pm 12	461 \pm 37	330 \pm 36	163 \pm 41	249 \pm 29	720 \pm 63	0.12 \pm 0.02	17.0 \pm 0.5	5.6 \pm 1.4	56.1 \pm 3.3	clay loam				
	4.99 \pm 0.71	240.0 \pm 12.5	6.5 \pm 2.1	23 \pm 8	737 \pm 43	310 \pm 25	222 \pm 47	111 \pm 33	646 \pm 85	0.18 \pm 0.09	16.4 \pm 2.1	6.4 \pm 0.8	86.7 \pm 4.2	clay loam				
	4.58 \pm 0.60	418.0 \pm 16.3	6.0 \pm 1.8	28 \pm 9	676 \pm 41	367 \pm 22	167 \pm 32	101 \pm 14	541 \pm 112	0.20 \pm 0.04	18.9 \pm 3.6	5.7 \pm 1.1	66.1 \pm 2.9	sandy clay loam				
3	5.61 \pm 0.46	213.0 \pm 12.9	7.4 \pm 1.9	23 \pm 11	939 \pm 35	376 \pm 17	147 \pm 29	239 \pm 20	933 \pm 39	0.37 \pm 0.05	17.6 \pm 3.3	5.8 \pm 1.6	70.9 \pm 11.9	sandy clay loam				
	6.28 \pm 0.65	158.5 \pm 19.9	7.1 \pm 1.2	30 \pm 12	922 \pm 54	301 \pm 20	288 \pm 19	227 \pm 25	720 \pm 48	0.18 \pm 0.03	20.3 \pm 2.1	2.2 \pm 1.2	53.4 \pm 6.8	sandy clay				
	6.40 \pm 0.62	619.0 \pm 67.2	7.7 \pm 1.0	48 \pm 18	706 \pm 46	367 \pm 23	581 \pm 13	210 \pm 21	287 \pm 33	0.19 \pm 0.04	24.6 \pm 2.9	13.7 \pm 1.9	87.9 \pm 4.2	clay				
	5.04 \pm 0.60	443.0 \pm 25.4	5.9 \pm 0.8	64 \pm 21	522 \pm 53	330 \pm 17	450 \pm 24	127 \pm 26	564 \pm 42	0.19 \pm 0.01	24.7 \pm 6.0	9.1 \pm 1.0	88.4 \pm 12.8	clay				
	7.20 \pm 0.47	207.0 \pm 33.0	5.3 \pm 1.6	42 \pm 9	645 \pm 89	315 \pm 19	218 \pm 32	158 \pm 19	898 \pm 59	0.13 \pm 0.04	21.9 \pm 3.1	4.9 \pm 0.5	58.5 \pm 9.9	sandy clay				
	5.97 \pm 0.61	255.0 \pm 20.5	5.6 \pm 2.5	26 \pm 5	860 \pm 72	348 \pm 24	270 \pm 19	100 \pm 38	698 \pm 71	0.36 \pm 0.06	23.7 \pm 2.4	10.1 \pm 1.6	66.1 \pm 3.7	clay				
5.42 \pm 0.44	127.9 \pm 11.8	4.7 \pm 2.2	19 \pm 4	461 \pm 68	324 \pm 18	186 \pm 22	145 \pm 11	486 \pm 33	0.07 \pm 0.01	13.7 \pm 2.2	8.5 \pm 1.2	56.4 \pm 11.0	sandy clay					

Table 2. Quality of irrigation water in the major cultivation area of *D. batatas* (n=9)

Classification	pH	EC μS/cm	Tot-N	Tot-P	BOD	COD	mg/L				
							Cu	Pb	Zn	Cd	SS
Mean	6.88	39.14	1.84	0.012	1.95	2.76	0.011	0.002	0.029	0	8.2
Min.	6.21	5.26	1.11	0.001	1.56	2.32	0.001	0.001	0.013	0	6.7
Max.	7.05	70.05	4.02	0.043	2.44	4.12	0.024	0.003	0.058	0	10.9

Kim *et al.*, 2001]와 유사하게 나타났다. 토양 pH가 낮은 2권역은 추후 토양 pH 저하에 따른 식물영양소미량원소의 결핍 또는 유해중금속의 과다용출[Yang *et al.*, 2006]로 인해 재배되는 약용작물의 안전성에 문제를 야기할 수도 있으므로 석회 및 유기물 처리와 같은 적절한 토양관리 방안이 마련되어야 할 것으로 판단된다. 특이하게 1권역의 일부 지점에서 전기전도도가 3,110 μS/cm를 나타내어 극심한 염류집적 현상을 나타내었는데 이는 화학비료의 과다사용에 기인한 것으로 추정된다(Data not shown). 우리나라 주요 약용작물 재배지 254개소 농가를 대상으로 토양의 화학적 특성을 조사한 결과, 평균적으로 토양산도는 평균 5.6, 토양유기물 함량 평균 3.0%, 유효인산 405 mg/kg, 치환성 칼리 0.67 cmol(+)/kg, 치환성 칼슘 6.3 cmol(+)/kg, 치환성 마그네슘 1.6 cmol(+)/kg이었다[Jung *et al.*, 1996]. 선행 연구결과[Jung *et al.*, 1996]와 비교시 대다수 토양화학성분은 유사한 경향이었으며 유효인산은 본 조사지점에서 낮은 반면, 치환성 칼리의 함량은 높게 나타났다.

산약 재배지 토양의 중금속 함량. 산약 재배지는 주변 오염 원으로부터 떨어진 산록지에 위치하고 있었다. 산약 재배지 토양의 중금속 함량은 카드뮴, 납, 구리 및 아연 모두 자연함유량 수준으로 환경부 농경지 토양오염 우려기준(Cd: 1.5, Pb: 100, Cu: 50, Zn: 300 mg/kg)에 모두 만족한 것으로 나타났다.

조사 권역별로도 최소값과 최대값 차이에 큰 차이가 나타나지 않았으며, 중금속 오염으로 인한 산약의 안전성에는 문제가 없는 것으로 나타났다.

산약재배지 농업용수 질 평가. 산약 재배지로 관개되는 농업용수의 일반 수질기준(pH, electrical conductivity (EC), chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS) 그리고 dissolved oxygen (DO))은 모두 환경정책기본법의 하천수 4등급 농업용수의 기준치에 충족하였다. 또한, 수계 인근에 광산이나 중금속 배출원이 거의 없었기 때문에 조사대상 중금속은 모두 자연함유량 수준으로 검출되었다. 그러나, 본 조사지점에서 총질소는 1.11–4.02 mg/L의 범위로 평균 1.84 mg/L (농업용수 기준: 1.0 mg/L 이하) 그리고 총인은 0.001–0.043 mg/L의 범위로 평균 0.012 mg/L (농업용수 기준: 0.1 mg/L 이하)를 나타내었다. 총질소는 대부분의 조사지점에서 기준치를 초과하였으나, 총인은 기준치 이하로 나타났다(Table 2).

산약재배지 화학비료 시비 실태. 일반적으로 약용작물 재배는 약효성분을 고려하여 화학비료 보다는 유기질 비료를 시비하는 것으로 알려져 있으나[Lee *et al.*, 1993], 조사대상 모든 농가에서 화학비료와 유기질비료를 병행시비하고 있는 것으로 나타났다. 화학비료의 시비량은, 기비 형태로 질소 20–25 kg/10a, 인산 15–20 kg/10a 그리고 칼리 10–15 kg/10a 수준으로

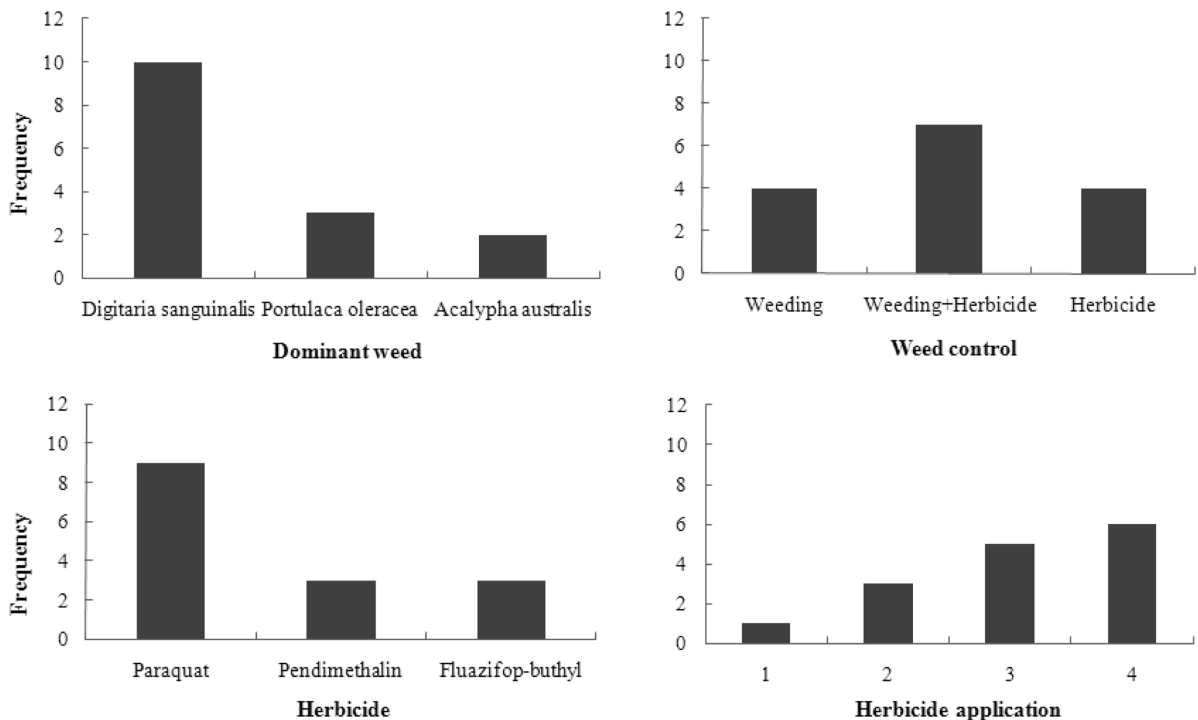


Fig. 2. Status of weed management in the major cultivation area of *D. batatas* (n=15).

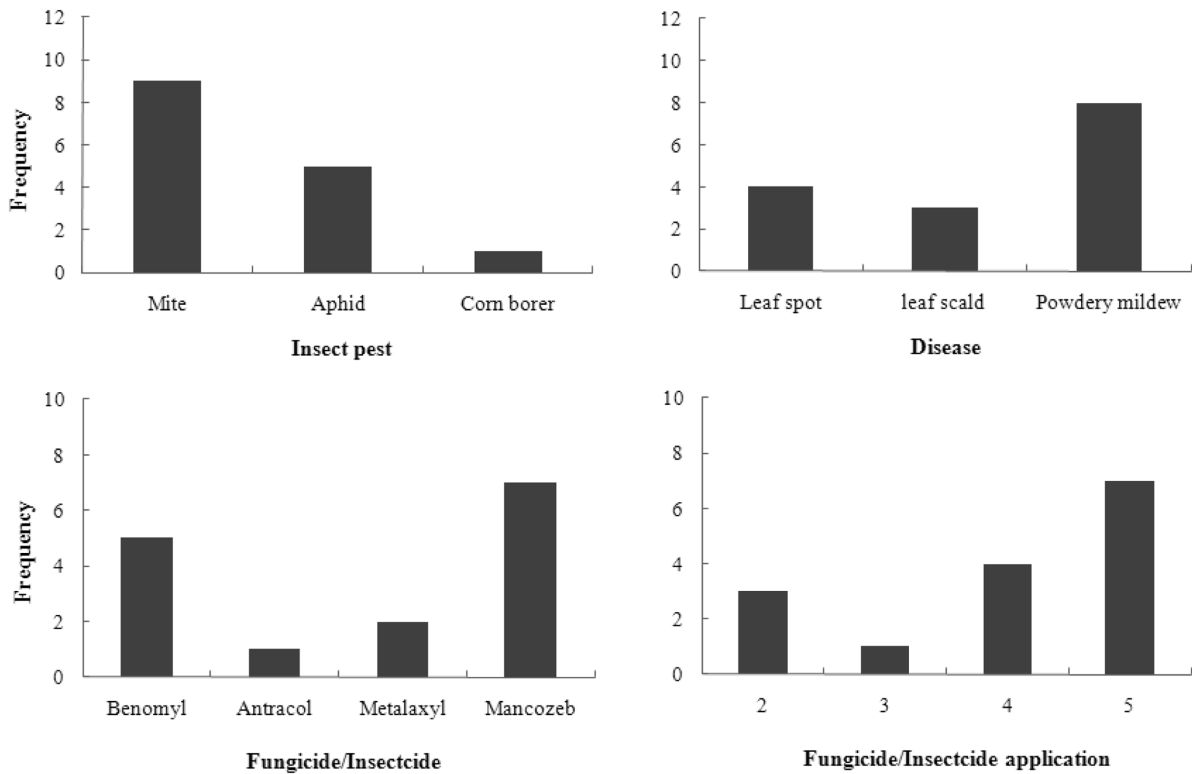


Fig. 3. Status of pest management in the major cultivation area of *D. batatas* (n=15)

시비하는 것으로 조사되었다. 퇴비의 경우, 기비 형태로 5-7 M/T 처리가 전체의 80%를 차지하여 일반작물 보다 많은 양의 퇴비가 처리되고 있었다. 결론적으로, 산약 재배지에 화학비료와 퇴비가 복합적으로 과량 투입되고 있음이 현장 설문조사에서 나타났다. 농산물의 안전성 확보 차원에서 화학비료의 균형 시비 및 저투입이 이루어져야 할 것이며 궁극적으로는 유기농업에 맞는 양질의 퇴비를 가지고 작물을 재배할 수 있는 기술 보급이 필요할 것으로 생각된다.

산약재배지 잡초 및 병해충 관리실태. 산약 재배지에서 우점 잡초는 바랭이(*Digitaria sanguinalis*), 쇠비름(*Portulaca oleracea*) 그리고 깨풀(*Acalypha australis*)로 나타났으며, 바랭이의 출현 빈도가 가장 높게 나타났다. 제초제에 의한 잡초방제는 보통 1년에 2회 처리가 가장 많았고, 경우에 따라서는 4회까지 처리하는 농가도 있었다. 사용 제초제는 Paraquat(그라목손)가 전체의 60%, 나머지는 Pendimethalin(스토프)과 Fluazifopbuthyl(원사이드)을 처리하고 있는 것으로 조사되었다(Fig. 2). 산약에는 탄저병과 잎마름병이 주로 발생하는 병해였고, 해충으로는 응애가 주로 출현하는 것으로 조사되었다. 경남지역의 산약 재배지에서 주로 발견되는 해충은 차응애와 미동정 굴파리류가 잎에 피해를 주었으며, 조사된 해충 가운데 풍뎅이과와 잎벌레과에서 각각 4종씩으로 피해를 많이 주는 것으로 보고하였는데 [Shin et al., 2002], 본 조사에서도 이와 유사한 경향이였다. 이들 병해충을 방제하기 위하여 Benomyl(벤레이트), Antracol(안트라콜), Metalaxyl(리도밀) 그리고 Mancozeb(다이센엠 45)를 사용하고 있었으며, 처리횟수가 최소 4회부터 5회까지 많은 횟수가 처리되고 있었다(Fig. 3). 실제 농가에서 처리되는 농약 가

운데 안전사용기준이 미설정된 농약도 포함되어 있어 안전한 산약을 생산하기 위해서는 품목이 등록된 농약 위주로 병해충 종합관리방안(IPM)이 마련되어야 할 것으로 나타났다. 더 나아가서는 생약재 생산이라는 점에서 농약에 의한 방제보다는 생물학적 방제법이나 유기농법적인 방법으로 재배하는 방향으로 나아가야 할 것이다.

초 록

본 연구는 산약(*Disocorea batatas*)을 대상으로 토양 및 관개용수의 질 평가, 화학비료 및 퇴비의 사용실태 그리고 잡초 및 병해충 실태에 대한 현장 및 설문조사를 통하여 생산단계에서 good agriculture practices (GAP) 기반조성에 유용한 데이터를 제시하고자 하였다. 산약 재배지 토양과 관개용수 중 카드뮴, 납, 구리 및 아연 모두 자연함유량 수준으로 조사되었다. 산약 재배지 관개용수 가운데 총질소는 대부분의 조사지점에서 기준치를 초과하였으나 총인은 기준치 이하로 나타났다. 산약 재배지에 화학비료와 퇴비가 복합적으로 과량 투입되고 있음이 현장 설문조사에서 나타나 최적의 양분종합관리 프로그램의 도입이 필요한 것으로 나타났다. 산약 재배지에서 우점 잡초는 바랭이(*Digitaria sanguinalis*), 쇠비름(*Portulaca oleracea*) 그리고 깨풀(*Acalypha australis*)로 나타났으며, 제초제 처리횟수는 1년에 2회 처리가 가장 많았고, 일부 농가에서는 4회까지 처리하는 경우도 있었다. 또한 산약 재배지에서 병해는 탄저병과 잎마름병이 주로 발생하였고, 해충으로는 응애가 주로 출현하는 것으로 조사되었다. 병해충 방제 목적으로 살충제나 살균제를

연 4-5회 처리하고 있었다. 산약의 안전성과 지속적인 농업생산성을 유지하기 위해서는 화학비료와 농약의 저투입이 필요하며, 궁극적으로는 유기농업에 의한 우수 산약의 재배기술 개발이 이루어져야 할 것이다.

Key words: *Disocorea batatas*, good agricultural practices, medicinal crop safety

참고문헌

- Chung SH, Kang DK, Min GG, Kim SK, and Choi BS (1998) Development of granular tea using *Dioscorea* Rhizome, Korean Angelica and Jujube. *Korean Med Crop Sci* **6**, 176-180.
- Eaton AD, Clesceri LS, and Greenberg AE (1995) In *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, Washington D.C.
- Jung GB, Kim BY, Kim KS, Lee JS, and Ryu IS (1996) Chemical properties of medicinal plant cultivated soils. *Korean Soil Sci Fert* **29**, 20-25.
- Kim MS, Park JH, Chung BJ, Park GC, Park TD, Kim SC, and Shim JH (2001) Effect of soil textures and fertilizer application conditions on the growth, yield and quality of *Scutellaria baicalensis* G. *Korean Med Crop Sci* **9**, 91-98.
- Lee ST, Lee JI, Seong NS, and Park RK (1993) Status and future measure on production of medicinal crops in the major cultivation area. *Korean Med Crop Sci* **1**, 74-80.
- Lee YM, Kang JI, and Hwang GC (2005) Necessity of introducing the GAP system and future policy direction. *Agri & Life Sci* **39**, 15-30.
- Nam DH, Son KH, Kim JY, Kim SD, and Lim SK (2006) Quantitative determination of Dioscin from *Dioscorea* Rhizoma. *Korean Pharmacogn* **37**, 33-36.
- Park SG, Kang DK, Kim YH, Chung SH, and Choi BS (2000) Effects of soil texture on tuber characteristics and yield in *Dioscorea opposita* Thun. *Korean Med Crop Sci* **8**, 89-93.
- Shin HY, Lee DW, Choo HY, and Chung DC (2002) Insect pests of major medicinal crops in Gyeongnam province. *Agri & Life Sci* **36**, 83-93.
- Yang JE, You KY, and Park CJ (2006) Soil acidity. *Soil & Fert* **25**, 3-22.
- Yu YM, Oh SC, Sung BJ, Kim HH, Lee YH, and Youn YN (2007) Analysis of good agriculture practices (GAP) in *Panax ginseng* C.A. Mayer. *Korean Med Crop Sci* **15**, 220-226.