

기능성 차 소재 개발 및 탐색

Investigation and development of functional tea resources

주관연구기관	제주대학교 산학협력단
연구책임자	송관정
발행년월	2013-02
주관부처	농촌진흥청
사업관리기관	농촌진흥청
NDSL URL	http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201300014222
IP/ID	14.49.138.138
이용시간	2017/11/03 12:51:49

저작권 안내

- ① NDSL에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, KISTI는 복제/배포/전송권을 확보하고 있습니다.
- ② NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 상업적 및 기타 영리목적으로 복제/배포/전송할 경우 사전에 KISTI의 허락을 받아야 합니다.
- ③ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 보도, 비평, 교육, 연구 등을 위하여 정당한 범위 안에서 공정한 관행에 합치되게 인용할 수 있습니다.
- ④ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우 저작권법 제136조에 따라 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처해질 수 있습니다.

【별지 16】

완결과제 최종보고서

<표지>

일반과제(○), 보안과제()

(과제번호 : PJ008771)

기능성 차 소재 개발 및 탐색

(Investigation and development of functional tea resources)

제주대학교

농촌진흥청

제 출 문

농촌진흥청 장 귀하

본 보고서를 “기능성 차 소재 탐색 및 개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

제1세부연구과제 : 기능성 발효차 성분 탐색 및 평가

제1협동연구과제 : 바나듐 이용 기능성 차 소재 개발

2013. 02. 28

주관연구기관명 : 제주대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 송관정

연 구 원 : 김찬식

“ : 김셋별

“ : 장수중

“ : 스테이볼릭

“ : 송인관

“ : 김봉찬

“ : 김상근

“ : 박재권

“ : 윤정희

제1협동연구기관명 : 제주특별자치도농업기술원

제1협동연구책임자 : 송인관

주관연구책임자 : 송 관 정 ①

주관연구기관장 : 제주대학교 산학협력단장 직인

요 약 문

I. 제 목

기능성 차 소재 탐색 및 개발

(Investigation and development of functional tea resources)

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 최근 감귤 위주의 농업생산 구조를 개선하기 위하여 새로운 소득작목의 육성 정책과 연계하여 차 재배농가와 면적이 급속히 증가하여 왔으나, '10년 현재 제주녹차 재배면적 341ha, 생산량 501톤, 조수입 122억원 내외로 지역의 작목생산액 10위권 수준임
- 녹차 재배와 관련하여 제주는 천혜의 자연환경 조건을 갖추었지만, 후발지역으로서 보성, 하동 등 기존 산지와 차별화를 통한 신소득 녹차산업의 육성은 미흡한 편임
- 또한 지속되고 있는 국내 녹차 소비시장의 침체로 차수확 포기 등이 이어지면서 제주 녹차 농가의 어려움이 가중되고 있음
- 최근 지역특화 기술로 녹차나물 및 녹차추출물이 개발되어 마케팅이 시작되고 있으나, 아직 미미한 수준이며 반발효차, 발효차, 지역특산 혼합차 등 다양한 제품개발로 소득원의 다양화가 요구되고 있으며, 타지역과의 차별화 전략이 필요함
- 또한 협력단 2단계 사업의 목표인 소비촉진 및 유통마케팅 경쟁력 강화의 세부추진사항으로 제품의 다양화 및 부가가치 향상이 제시되어 있음
- 최근 세계인구 고령화 추세에 따른 웰빙 건강기능 식품의 시장규모의 지속적인 확대로 소비자의 욕구에 잘 맞추어진 고부가 농식품 제품 개발로 농가소득원 개발이 요구되고 있음
- 특히 일본, 유럽 등 선진국에서 당뇨병, 심장질환, 동맥경화, 고지혈증의 증가로 치료예방에 효과적인 바나듐, 셀레늄 등에 대한 관심이 매우 높아 고부가 원료 및 제품 생산 기술이 개발 필요함
- 따라서, 기능성 바나듐 강화 제주녹차 생산기술을 개발함으로써 제주 차산업 기반을 강화하여 지역전략 작목의 정착은 물론 세계적인 녹차 명산지로서 자리매김코자 함

III. 연구개발의 내용 및 범위

□ 연구개발 내용

- 국내외 브랜드 및 등급별 발효차 성분특성의 분석과 평가
 - 시험재료 : 총 29개 제품(한국 9, 일본 3, 중국 4, 스리랑카 7, 인도 6)
 - 조사성분 : 총폴리페놀, 총아미노산, 총카테킨, 개별카테킨(EC, ECG, EGC, EGCG), 총테

아플라빈, 개별데아플라빈(TFMG, TFDG), 데아루비긴, 카페인, 비타민C 등

- 분석방법 : 비색계 및 HPLC 이용

○ 차나무 생육단계별 바나듐 흡수능력 분석과 평가

- 시험재료 : 노지재배-료후(10년생), 포트재배-야부기다(8년생)
- 시험장소 : 제주시 애월읍 봉성리 소재 농산물원종장
- 시험기간 : 2012년 3월 ~ 10월
- 유기바나듐 처리내용

표 1. 유기 바나듐 처리 방법 및 내용

차기별	관비처리		엽면시비	
	처리농도	처리시기	처리농도	처리시기 및 횟수
1번차	0.75, 1.5ppm	1심1엽, 1심3엽	0.75, 1.5, 3.0ppm	수확 15일전부터 5일전까지 5일 간격으로 엽면 살포하여 3회, 2회, 1회 처리
2번차	3.0, 6.0ppm		3.0, 6.0, 12.0ppm	
3번차	6.0, 12.0ppm		6.0, 12.0, 24.0ppm	

- 시료 채취 및 전처리
 - 각 시험처리 후 1심 3엽을 기준으로 분석하고, 신초 부위별 흡수정도는 줄기포함 상위 1엽, 2엽, 3엽, 4엽, 5엽을 5단계로 분리하여 비료 분석함
 - 관비처리에서 시료채취 시기는 1심1엽기 처리의 경우 1번차 처리 후 26일, 2번차 처리 후 22일, 3번차 처리 후 21일이며 1심3엽기 처리의 경우 1번차, 2번차, 3번차 모두 관주 처리 후 15일임
 - 시료채취 후 흐르는 물에 세척하고 살청한 다음 65℃ 열풍 건조함
- 분석방법 : 습식분해(H₂O₂-H₂SO₄) 후, 원자흡수분광광도계(AAs 700, Perkin elmer, USA)로 측정

□ 연구개발의 범위 및 추진방법

○ 기능성 발효차 탐색 및 개발

- 발효차 품질관련 다양한 요인의 분석 및 평가에 대해 사전 문헌조사를 수행
- 국내외 다양한 브랜드의 발효차를 구매 수집함
- 데아프라빈, 데아루비긴, 카테킨, 비타민C, 폴리페놀 등 다양한 성분에 대해 비색계 및 HPLC를 이용하여 수행
- 국내외 발효차 분석평가를 통해 타지역과 차별화된 특산제품 개발에 활용

○ 기능성 바나듐 차 소재 개발

- 바나듐 제품개발 회사로부터 다양한 바나듐 제품특성, 기능성 작용 등 기술정보를 사전

수집

- 엽면살포 및 관비재배를 통해 처리농도, 처리횟수에 따른 바나듐의 흡수조건과 식물체내 농도특성을 분석

IV. 연구개발결과

1. 기능성 발효차 탐색 및 평가

표 1. 국내외 발효차 주요 성분의 특성

발효차 제품	총아미노산 %	카페인 %	총폴리페놀 %	테아루비긴 %	테아플라빈 mg/g	개별 테아플라빈(mg/g)			
						TF	TF3G	TF3'G	TFDG
JA-1(M)	2.4±0.0	2.9±0.2	9.0±0.4	5.2±0.6	2.3±0.5	0.4±0.0	0.9±0.1	0.6±0.2	0.4±0.2
JA-2(H)	3.2±0.1	5.6±0.5	10.1±0.1	6.0±0.0	6.3±0.5	1.2±0.1	2.0±0.1	1.5±0.1	1.7±0.2
JA-3(M)	2.4±0.0	3.8±0.5	7.7±0.1	5.6±0.2	2.0±0.2	0.5±0.1	0.9±0.1	0.5±0.1	0.2±0.0
CN-1(M)	3.0±0.0	4.8±0.1	15.5±0.6	4.5±0.5	2.6±0.2	0.3±0.0	0.6±0.0	1.0±0.1	0.7±0.1
CN-2(M)	2.7±0.0	4.1±0.2	12.2±0.4	4.0±0.2	2.3±0.2	0.2±0.0	0.5±0.1	0.9±0.1	0.6±0.1
CN-3(H)	3.6±0.0	4.3±0.6	12.9±0.6	2.2±0.2	2.8±0.4	0.5±0.3	0.6±0.0	0.6±0.0	1.1±0.1
CN-4(M)	2.5±0.0	3.9±0.1	16.1±0.3	5.5±0.2	2.8±0.8	1.2±0.4	0.7±0.3	0.7±0.1	0.2±0.0
SR-1(H)	2.8±0.0	5.3±0.8	16.5±0.4	6.2±0.3	8.9±0.8	1.6±0.0	2.3±0.1	2.0±0.2	3.1±0.9
SR-2(H)	2.6±0.0	4.6±0.3	18.1±1.3	8.8±0.2	7.1±0.6	2.4±0.2	1.7±0.2	1.8±0.2	1.3±0.2
SR-3(H)	2.7±0.0	4.8±0.1	20.7±0.8	9.2±0.3	8.4±1.0	1.6±0.2	2.3±0.2	2.0±0.2	2.5±0.3
SR-4(M)	3.0±0.0	3.5±0.1	16.6±1.5	15.7±0.4	3.9±0.3	1.0±0.1	1.1±0.0	1.0±0.1	0.8±0.2
SR-5(H)	2.8±0.0	3.7±0.1	18.5±0.9	9.5±0.2	5.0±0.6	1.4±0.2	1.2±0.1	1.4±0.1	1.0±0.2
SR-6(C)	2.7±0.0	3.3±0.1	15.5±1.2	18.7±1.8	14.7±0.9	3.7±0.2	5.0±0.4	3.7±0.2	3.4±0.3
SR-7(C)	2.6±0.0	3.5±0.1	14.8±1.3	12.0±0.1	7.6±0.2	1.4±0.1	2.4±0.1	2.0±0.1	1.8±0.3
ID-1(H)	3.5±0.0	5.2±0.2	25.2±2.6	4.3±0.1	1.0±0.0	0.6±0.0	0.2±0.0	0.2±0.0	0.0±0.0
ID-2(M)	3.0±0.1	4.8±0.2	22.0±2.9	5.8±0.4	1.3±0.0	0.7±0.0	0.3±0.1	0.3±0.1	0.0±0.0
ID-3(H)	2.5±0.1	4.1±0.2	20.5±2.5	14.9±1.2	3.8±0.4	1.2±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	0.6±0.2
ID-4(M)	2.4±0.1	4.1±0.3	17.7±0.6	8.1±0.1	5.1±1.2	1.0±0.2	0.9±0.0	1.7±0.6	1.6±0.4
ID-5(M)	2.7±0.0	4.2±0.2	19.3±0.5	7.9±0.4	3.9±0.0	1.3±0.0	1.0±0.0	0.9±0.0	0.7±0.0
ID-6(H)	2.7±0.0	4.2±0.2	20.2±1.6	9.1±0.2	5.7±1.3	1.2±0.0	2.0±0.7	1.7±0.6	0.8±0.1
KR-1	2.9±0.1	4.4±0.2	7.0±0.4	5.9±0.2	4.6±0.4	1.0±0.1	1.7±0.1	1.0±0.1	0.9±0.1
KR-2	2.2±0.0	3.2±0.2	7.8±0.1	4.2±0.4	3.3±0.2	0.7±0.1	1.0±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1
KR-3	3.0±0.0	3.2±0.2	8.4±0.2	5.7±0.1	3.4±0.1	1.1±0.1	0.9±0.0	0.9±0.0	0.5±0.1
KR-4	2.3±0.0	3.3±0.4	12.2±0.5	7.4±0.4	3.6±1.0	1.5±0.4	1.1±0.3	0.8±0.2	0.2±0.1
KR-5	2.6±0.1	2.6±0.0	8.7±0.1	6.9±0.4	3.8±0.4	1.5±0.2	1.5±0.2	0.7±0.1	0.2±0.0
KR-6	2.7±0.0	2.7±0.1	8.0±0.2	7.4±0.3	4.6±0.1	1.5±0.0	1.6±0.1	0.9±0.1	0.6±0.0
KR-7	4.4±0.0	4.3±0.1	12.6±0.3	6.2±0.3	2.9±0.4	0.8±0.0	1.0±0.0	0.7±0.1	0.5±0.1
KR-8	2.9±0.1	3.6±0.1	11.5±0.3	6.5±0.6	4.6±0.4	0.6±0.0	1.4±0.0	1.3±0.1	1.3±0.2
KR-9	4.0±0.1	3.9±0.4	10.0±0.2	6.5±0.1	3.3±0.4	0.6±0.1	1.0±0.1	0.8±0.0	1.0±0.1

- 아미노산 함량은 외국산에서 2.4~3.6%인데, 국내산에서 2.2~4.4% 내외임
- 카페인 함량은 외국산에서 2.9~5.6%인데, 국내산에서 2.6~4.4% 내외임
- 총폴리페놀 함량은 일본 7.7~10.1%, 중국 12.2~16.1%, 스리랑카 14.8~20.7%, 인도 17.7~25.2%, 한국 7.0~12.6% 내외로 일본산과 국산이 가장 낮은 편임

- 데아루비긴 함량은 일본 5.2~6.0%, 중국 2.2~5.5%, 스리랑카 6.2~18.7%, 인도 4.3~14.9%, 한국 4.2~7.4% 내외로 국산의 함량이 낮은 편은 아니었음
- 데아플라빈 함량은 일본 0.2~0.6%, 중국 0.2~0.3%, 스리랑카 0.4~1.5%, 인도 0.1~0.6%, 한국 0.3~0.5%로 국산이 외국산에 비해 낮은 편은 아니었음

표 2. 국내외 발효차 카테킨 성분의 특성

발효차 제품	총카테킨 %	개별 카테킨(mg/g)							
		GC	HGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG
JA-1(M)	2.8±0.2	1.7±0.1	16.9±1.4	1.2±0.2	1.9±0.4	4.0±0.2	0.5±0.1	2.0±0.0	0.2±0.0
JA-2(H)	5.2±0.3	3.1±0.6	27.9±5.4	2.2±0.4	4.4±0.3	7.6±0.6	1.1±0.2	4.8±0.4	0.5±0.1
JA-3(M)	3.3±0.4	5.0±1.6	21.3±2.4	1.0±0.1	1.8±0.3	2.1±0.3	0.2±0.0	2.0±0.3	0.2±0.0
CN-1(M)	4.5±0.1	2.9±0.2	21.7±1.0	2.3±0.1	2.7±0.1	3.7±0.2	1.0±0.0	10.9±0.4	0.3±0.1
CN-2(M)	2.0±0.3	4.6±1.2	8.4±1.6	0.5±0.0	1.2±0.1	2.9±0.0	0.3±0.1	2.3±0.0	2.3±0.0
CN-3(H)	2.3±0.3	3.6±0.5	11.7±1.6	1.4±0.6	1.6±0.4	1.3±0.0	1.6±0.2	2.2±0.2	0.2±0.0
CN-4(M)	12.8±0.6	4.7±0.4	42.4±4.1	1.7±0.2	8.0±0.2	55.5±1.3	1.5±0.1	14.0±0.3	0.3±0.0
SR-1(H)	6.7±0.4	3.5±0.7	50.1±3.9	3.5±0.4	4.6±0.7	4.8±0.1	2.1±0.2	8.0±0.4	0.7±0.0
SR-2(H)	14.4±0.8	5.5±0.3	59.8±3.1	4.6±0.2	11.0±0.6	36.2±2.1	3.5±0.3	23.0±1.1	0.2±0.0
SR-3(H)	11.1±0.8	4.6±0.4	55.0±3.0	5.5±0.5	10.7±0.5	12.6±1.9	4.9±0.7	16.4±1.0	1.1±0.2
SR-4(M)	8.6±0.3	4.1±0.2	37.3±0.3	4.3±0.0	4.4±0.2	23.9±1.7	3.4±0.0	12.7±1.3	0.4±0.2
SR-5(H)	12.7±0.3	5.7±0.1	49.6±0.8	5.7±0.1	11.2±0.5	36.0±1.2	4.2±0.3	19.7±0.5	0.2±0.0
SR-6(C)	9.4±0.4	3.9±0.1	54.4±1.7	8.3±0.3	9.5±1.4	7.0±0.1	3.3±0.1	10.7±0.3	1.3±0.1
SR-7(C)	5.9±0.3	8.1±2.3	38.1±1.8	3.7±0.7	4.6±0.6	3.2±0.2	1.4±0.1	7.3±0.5	1.2±0.2
ID-1(H)	27.2±0.7	7.7±0.5	73.5±3.6	6.3±0.5	9.7±0.7	129.5±3.3	9.2±1.2	35.9±1.4	0.2±0.0
ID-2(M)	21.7±0.9	7.6±0.1	56.7±1.5	7.6±0.2	15.4±0.4	95.0±5.5	5.4±0.2	36.8±1.3	0.3±0.1
ID-3(H)	15.8±1.1	4.3±0.2	40.4±2.6	4.0±0.3	7.2±0.2	56.2±5.5	4.3±1.0	45.4±7.9	0.3±0.0
ID-4(M)	6.8±0.5	2.1±0.7	21.8±3.2	2.1±0.2	3.3±0.6	17.2±1.9	3.7±0.1	19.1±0.5	0.2±0.0
ID-5(M)	13.4±0.7	3.8±0.3	42.4±2.2	3.3±0.5	7.8±1.7	45.6±1.9	3.6±0.4	26.9±2.8	0.3±0.0
ID-6(H)	14.3±0.9	4.6±0.1	40.4±1.6	4.1±1.2	5.4±0.2	61.8±7.9	2.9±0.6	28.5±0.5	0.2±0.0
KR-1	4.3±0.2	3.1±0.1	26.8±0.8	1.9±0.1	3.0±0.6	4.3±0.8	0.3±0.1	3.7±0.3	0.4±0.1
KR-2	3.4±0.2	1.9±0.4	16.8±1.3	1.8±0.6	3.6±0.3	6.4±0.8	0.7±0.0	2.6±0.3	0.3±0.0
KR-3	6.0±0.4	2.9±1.2	30.8±1.9	1.8±0.2	5.9±0.3	13.0±0.6	0.8±0.1	4.7±0.2	0.3±0.0
KR-4	12.2±1.0	4.8±0.5	58.8±4.3	2.0±0.2	10.4±1.4	35.5±3.6	0.7±0.1	9.2±1.0	0.7±0.1
KR-5	4.2±0.5	2.7±0.3	27.2±2.8	1.7±0.4	3.3±1.1	3.2±0.3	0.9±0.3	2.3±0.2	0.4±0.1
KR-6	4.4±0.2	2.3±0.3	29.0±2.1	2.0±0.2	2.9±0.5	3.0±0.3	1.2±0.0	2.7±0.5	0.4±0.1
KR-7	7.4±0.2	3.0±0.2	29.0±1.4	1.9±0.2	6.0±0.4	18.2±0.2	1.8±0.3	13.0±0.3	0.8±0.0
KR-8	3.8±0.4	2.2±0.1	18.3±1.4	1.5±0.3	3.6±0.7	6.1±0.7	0.8±0.3	5.0±0.3	0.4±0.1
KR-9	3.8±0.2	2.7±0.6	15.7±2.5	2.2±0.3	4.0±0.6	5.7±0.7	2.0±0.3	4.9±0.6	0.7±0.1

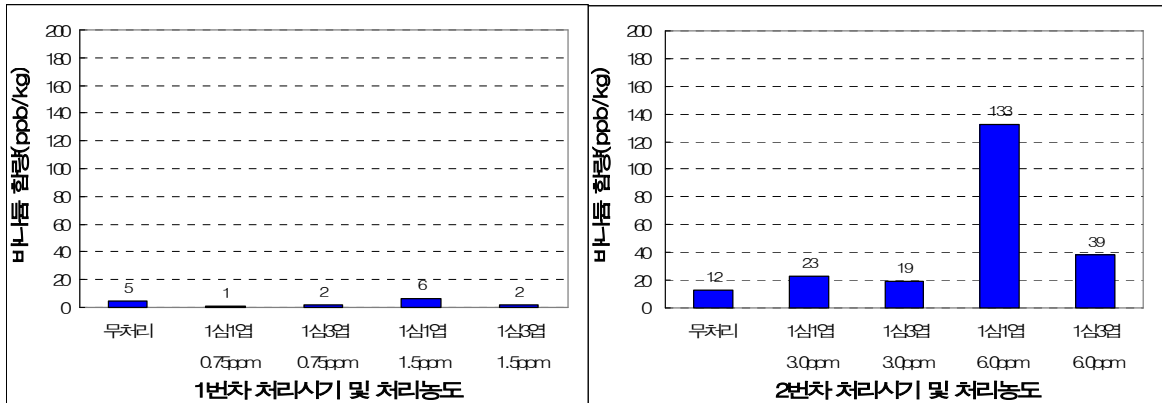
- 카테킨 함량은 일본 2.8~5.2%, 중국 2.0~12.8%, 스리랑카 5.9~14.4%, 인도 6.8~27.2%, 한국 3.4~12.2% 내외로 중국, 스리랑카, 인도의 경우 제품간 편차가 심하였음
- 카테킨의 함량이 높고, 데아루비긴 및 데아플라빈의 함량이 낮은 것은 발효도가 낮음을 나타내는 것인데, 스리랑카 제품은 모두 높게 나타나고 있어서 아쌈 계열의 차잎을 이용해서 중발효 정도를 가지는 발효차로 가장 우수한 편임
- 국내산도 아미노산, 폴리페놀, 카테킨, 데아루비긴 및 데아플라빈의 함량 면에서는 일본과 중국에 뒤지지 않은 것으로 나타남. 다만, 스리랑카와 인도에 비교할 때는 국내는 소엽 중국종을 이용하는 것이기 때문에 대엽 아쌈계열의 발효차에 비해 카테킨과 폴리

페놀 함량이 낮게 나타나고 있어 향후 대엽 아쌈종의 신제품 육성이 필요함을 보여주고 있음

2. 바나듐 이용 기능성 차 소재 개발

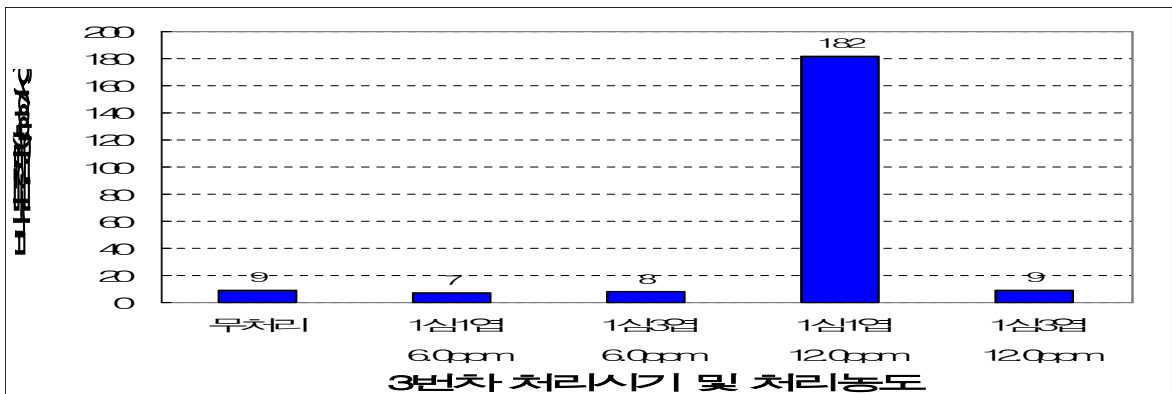
□ 차기별 유기 바나듐 처리방법 및 농도에 따른 신초의 흡수정도

- 료후 품종을 이용한 노지재배에서 바나듐 흡수정도는 1번차의 0.75와 1.5ppm농도에서 거의 흡수가 되지 않았고, 2번차의 3.0과 6.0ppm 처리농도에서는 3.0ppm보다는 6.0ppm에서 흡수정도가 높았으며, 1심 1엽기에 관주가 1심3엽기 보다 흡수정도가 높은 경향을 보였음. 3번차의 6.0ppm과 12.0ppm의 처리농도에서는 1심 1엽기 관주가 182ppb/kg으로 가장 높았음



☞ 조사일시 : 1번차(5월 19일)

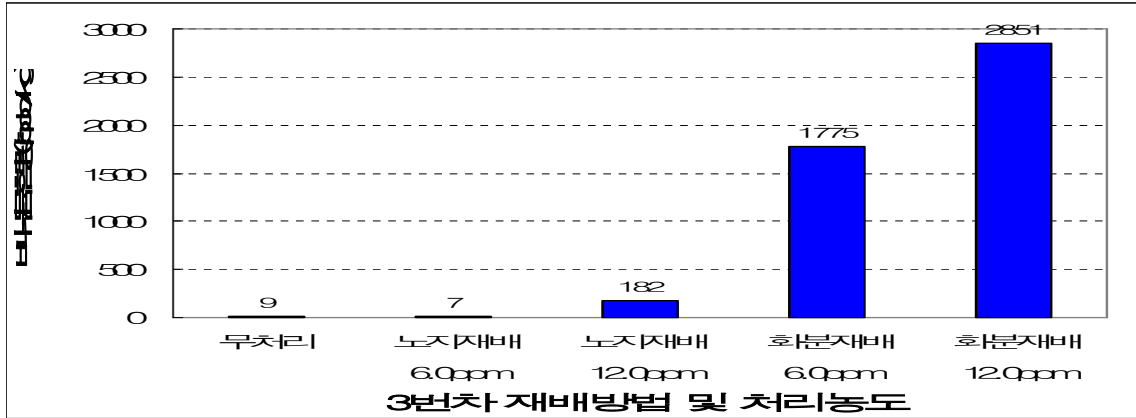
☞ 조사일시 : 2번차(7월 12일)



☞ 조사일시 : 3번차(9월 11일)

그림 1. 관비재배에서 처리시기 및 처리농도에 따른 바나듐 흡수 특성

- 노지재배와 포트시험재배에서의 유기바나듐 흡수정도를 보면(그림 3), 1심1엽기에 12.0ppm을 관주하였을 경우 노지재배는 182ppb/kg, 포트시험재배는 285ppb/kg로 포트시험재배에서 흡수정도가 높았음



☞ 조사일시 : 3번차(9월 11일)

그림 2. 관비재배에서 처리시기 및 처리농도에 따른 바나듐 흡수 특성

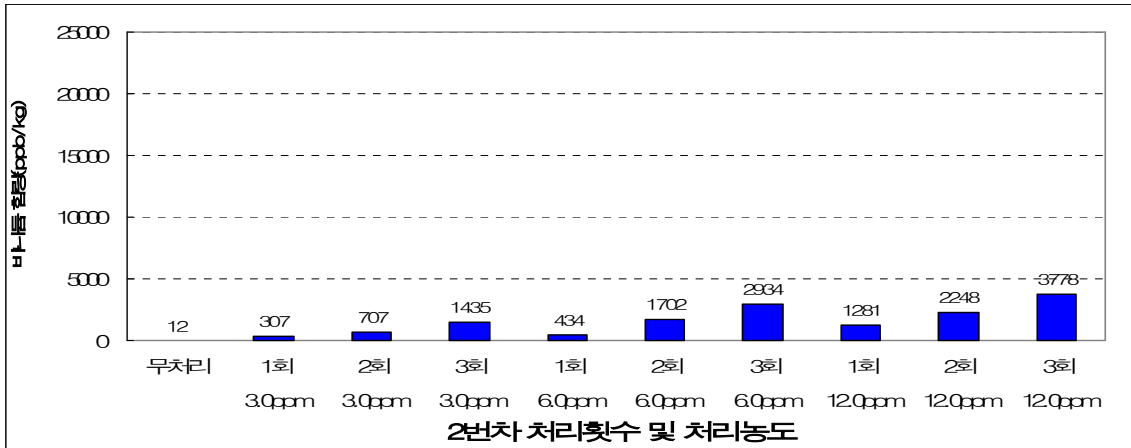
□ 차기별 유기 바나듐 처리방법 및 농도에 따른 신초의 흡수정도

- 1번차의 바나듐 엽면시비 후 시간 경과에 따른 바나듐 함량은 엽면시비 후 5일 수확시 높았고, 기간이 경과할수록 낮아지는 경향을 보였음. 처리농도와 처리횟수는 많을수록 높아지는 경향을 보였음
- 2번차의 엽면시비시 처리농도와 처리횟수에 따른 바나듐 함량변화는 처리횟수와 처리농도가 높을수록 뚜렷이 높아지는 경향이 있었음. 처리농도와 횟수에서 6.0ppm 농도 3회 처리가 2,934ppb/kg였고, 12.0ppm 3회 처리구는 3,788ppb/kg 이었음
- 3번차에서도 2번차와 같이 비슷한 경향을 보였는데, 24ppm 농도 처리에서 1회 처리는 1,722ppb/kg, 2회 처리는 21,207ppb/kg, 3회 처리는 21514ppb/kg로 매우 높은 함량을 나타냈었음

표 3. 1번차 바나듐 엽면시비에 따른 신초의 바나듐 함량 변화

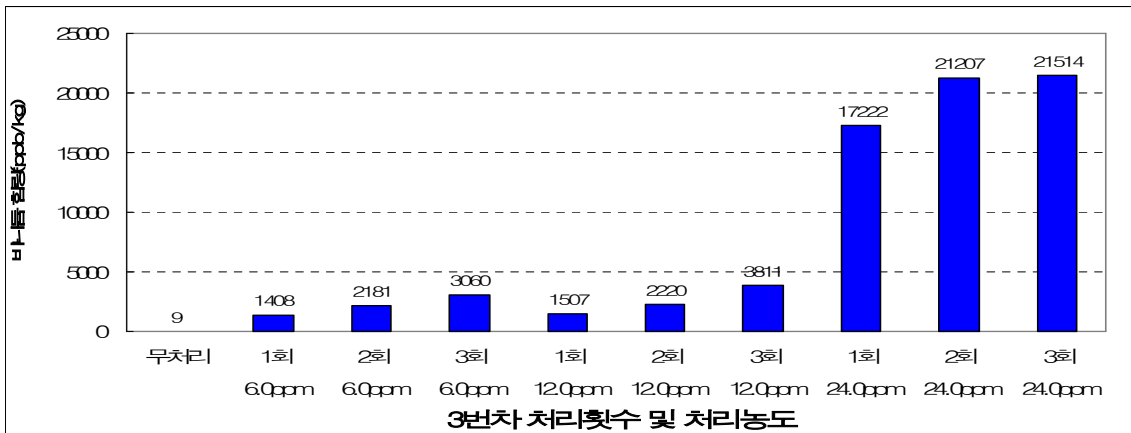
처리농도	처리횟수	처리시기	바나듐 함량(ppb/kg)		
			수확전 10일	수확전 5일	수확 당일
0.75ppm	1회	수확전 15일	621	339	65
	2회	수확전 15일, 10일	-	1,042	592
	3회	수확전 15일, 10일, 5일	-	-	1,495
1.5ppm	1회	수확전 15일	1,329	884	412
	2회	수확전 15일, 10일	-	3,111	1,787
	3회	수확전 15일, 10일, 5일	-	-	2,692
3.0ppm	1회	수확전 15일	3,205	2,296	896
	2회	수확전 15일, 10일	-	3,311	2,308
	3회	수확전 15일, 10일, 5일	-	-	3,874

☞ 조사일시 : 1번차(5월9일, 14일, 19일), 분석기기 : AA기(원자흡광장치)



☞ 조사일시 : 2번차(7월2일, 7일, 12일), 분석기기 : AA기(원자흡광장치)

그림 3. 2번차 바나듐 엽면시비에 따른 신초의 바나듐 함량 변화



☞ 조사일시 : 3번차(9월1일, 6일, 11일), 분석기기 : AA기(원자흡광장치)

그림 4. 3번차 바나듐 엽면시비에 따른 신초의 바나듐 함량 변화

□ 유기 바나듐 처리방법 및 농도에 따른 신초의 부위별 흡수정도

- 신초의 부위별 바나듐 함량은 바나듐 처리시점의 신엽과 중요한 관계가 있는 것으로 판단됨. 3회 처리시에는 상위 2엽, 3엽 및 4엽에서 가장 높았고, 2회 처리는 상위 3엽과 4엽에서, 1회 처리는 상위 4엽과 5엽에서 높은 경향을 보였음

표 4. 3번차 바나듐 엽면시비 처리농도 및 횟수에 따른 신초 부위별 바나듐 함량 변화

처리농도	처리횟수	바나듐 함량(ppb/kg)				
		상위 -1엽	-2엽	-3엽	-4엽	-5엽
6.0ppm	1회	511	1,108	1,632	2,063	2,225
	2회	1,002	1,869	2,594	3,147	2,903
	3회	1,818	3,013	4,872	3,799	3,056
12.0ppm	1회	265	633	1,275	1,696	1,922
	2회	1,757	2,135	2,417	2,813	2,539
	3회	2,405	3,121	9,314	9,776	8,604
24.0ppm	1회	10,845	16,168	18,739	18,234	16,929
	2회	13,315	23,763	26,607	26,344	22,864
	3회	18,747	24,643	23,214	23,624	22,914

☞ 조사일시 : 3번차(9월 11일), 분석기기 : AA기(원자흡광장치)

V. 연구개발결과의 활용계획

- 학술논문 게재완료 및 예정 : 3편(1편 게재완료, 1편 투고중, 1편 투고예정)
 - 제주지역 차나무의 차기별 생육단계에 따른 신초의 연차적 품질특성(한국차학회 18권 2호)
 - 유기 바나듐의 처리농도 및 시비방법이 차나무 신초 흡수에 미치는 영향(한국차학회 19권 1호, 투고중)
 - 국내외 홍차의 주요 성분 특성의 비교(한국차학회 19권 2호, 투고예정)
- 학술논문 발표 : 2편
 - Comparison of major components in different products of black tea produced from Korea and foreign countries(2012 한국차학회 추계학술대회, 우수포스터상 수상)
 - 유기 바나듐의 처리농도 및 시비방법이 차나무 신초 흡수에 미치는 영향(2012 한국차학회 추계학술대회)
- 영농활용 제출 : 1건
 - 기능성 강화 바나듐 녹차 생산기술 개발

S U M M A R Y

(영 문 요 약 문)

The study was conducted to evaluate the quality of black teas produced from different countries and the capacity of tea plants absorbing vanadium with the purpose of developing the special tea with added functional components.

The total of 29 products consisting of 9 from Korea, 3 from Japan, 4 from China, 7 from Sri Lanka, and 6 from India, respectively were analysed for amino acids, polyphenol, catechins, caffeine, thearubigin (TR), theaflavin (TF), and vitamin C by spectrophotometric and HPLC methodology. Total AAs and caffeine content were similar among the products with the range of 2.2-4.4 and 2.6-5.6 %, respectively. Total polyphenol content ranged from 7.7 to 10.1 % in Japanese, 12.2-16.1 % in Chinese, 14.8-20.7 % in Sri Lankan, 17.7-25.2% in Indian, and 7.8-12.6 % in Korean product. Total catechins content ranged from 2.8 to 5.2% in Japanese, 2.0 to 4.5 % (except one, 12.3 %) in Chinese, 5.9 to 14.4 % in Sri Lankan, 13.4 to 27.2 % (except one, 6.8 %) in Indian, and 3.4 to 7.4 % (except one 12.2 %) in Korean. Total TF content ranged from 2.0-6.3 % in Japanese, 2.3 to 2.8 % in Chinese, 5.0 to 14.7 % (except one, 3.9 %) in Sri Lankan, 1.0 to 5.7 % in Indian, and 2.9 to 4.6 % in Korean. Individual TF content including simple TF, TF-monogallate, and TF-digallate was similar to total TF in all products. Total TR content ranged from 10.4 to 11.0 % in Japanese, 9.2 to 12.5 % in Chinese, 9.5 to 18.7 % in Sri Lankan, 4.3-14.9 % in Indian, and 9.7 to 13.3 % in Korean. TRSI ranged from 1.0-1.8 % in Japanese, 1.2-3.1 % in Chinese, 2.5-7.4 % in Sri Lankan, 0.8-5.2 % (except one, 0.25) in Indian, 1.2-3.1 % in Korean. TRSII ranged from 4.2-4.7 % in Japanese, 5.5-8.1 % in Chinese, 4.0-7.8 % in Sri Lankan, 2.7-6.6 % in Indian, and 3.0-5.9 % in Korean. Vitamin C content was not detected in all black tea products.

Chelated vanadium was supplied into 'Ryohu' or 'Yabukita' tea plants by fertigation system or foliar spray at different concentrations in different tea seasons. Tea leaves treated by fertigation above 6.0 ppm showed higher content than control and fertigation supply at the early stage of one leaf a bud increased the vanadium content of tea leaves compared to the late stage of three leaves a bud. Potted plants showed higher absorption rate than plants growing at open field. Once spray before harvesting 15 days had a dilution effect as plants grew and the increase of spray time up to triple had the tendency to increase vanadium content in tea leaves, which was in accord with different tea seasons. Vanadium contents were not same in tea leaves at different positions harvested after treating chelated vanadium and old leaves located at the lower part of shoots had higher content, which may be caused by dilution as shoots grow.

목 차

제 1 장 서 론	1
제 2 장 국내외 기술개발 현황	3
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	4
1절 기능성 발효차 성분탐색 및 개발	4
2절 바나듐 이용 기능성 차 소재개발	6
제 4 장 연구개발목표 달성도 및 대외기여도	11
1절 목표대비 대외 달성도	11
2절 정량적 성과	11
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	12
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	13
제 7 장 기타 중요 변동사항	14
제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구장비 현황	15
제 9 장 참고문헌	16

제 1 장 서 론

차나무(*Camellia sinensis* L.)는 동백나무과에 속하는 아열대성 다년생 상록 식물로서, 원산지는 아시아의 동남부 지역인 인도의 아쌈 지방을 포함한 중국의 서남부 지대에 속하는 사천성과 운남성 일대로 알려져 있다(Anan 등, 1991; Kim 등, 1998). 제주지역에서는 일제시대에 서귀포 지역에 차나무가 도입되어 적응성이 평가된 바 있으나 정착되지 못하였고, 1980년대 (주)장원산업이 서귀포시 도순에 기업적 다원을 조성하면서 상업적 재배가 시작되었다(Song 등, 2011). 농가단위의 재배는 2000년대 시작되었고 2005년부터 재배가 급증하여, 2010년에 재배면적 341ha(전국대비 10.5%), 생산량 501톤(전국대비 14.0%)에 이르고 있다. 제주지역의 차밭은 70% 이상이 화산회 토양으로 이루어져 있어, 유기물이 풍부하고 통기성과 배수성이 높은 특성을 가지고 있다. 또한, 토양산도는 pH 5.0 내외, 강수량 1,800 mm 이상, 연평균 기온이 16.2°C내외로 온난한 기후를 가지고 있어 차재배에 최적의 조건을 가지고 있다(Song 등, 2012). 그러나, 최근 녹차산업의 침체기로 소비확대를 위한 다양한 제품 및 재배기술 개발이 요구되고 있다.

최근, 일반적인 녹차 제품 이외에 지역특화 기술로 녹차나물 및 녹차추출물이 개발되어 마케팅이 시작되고 있으나, 아직 미미한 수준이다. 아직도 대도시의 소비자들은 대부분 커피를 즐겨 찾는다. 일부 젊은 층을 중심으로 홍차, 허브차 등 발효차 및 블렌딩 차에 대한 소비가 증가하고 있다. 그러므로 반발효차, 발효차, 지역특산 혼합차 등 다양한 제품개발로 소득원의 다양화가 요구되고 있고, 지역마다 비슷한 제품들이 개발되고 있어 제품 간 경쟁이 치열하다. 녹차에서는 카테킨이 중요한 기능성 성분으로 알려져 있다. 반면, 발효차에서는 데아루비긴 및 데아플라빈이 중요한 기능성 성분으로 알려져 있다. 그러므로 이들 기능성 성분의 함량에 따라 차의 품질 등급이 결정되며, 기술적 수준을 평가받는 지표로 이용되고 있다(Owuor 등, 2005). 특히 데아플라빈 성분 함량이 차의 맛과 향에 보다 더 중요하게 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Owuor 등, 2006). 데아루비긴과 데아플라빈 성분의 함량은 품종과 생산 환경에 의해 달라질 뿐 아니라 시들기 및 발효 공정 등 제다공정에 의해서도 달라질 수 있다(Chen과 Zhou, 2005; Jayabalan 등, 2007; Obanda 등, 2001; Owuor 등, 2008). 이미 품종과 생산 환경은 지역별로 고정되어 있어서 제다 공정의 요인들을 조절하여 품질의 고급화를 추구해야 한다.

중국 복건성의 무이산 및 안휘성의 기문은 홍차의 기원으로 알려져 있다. 지금은 인도와 스리랑카가 홍차의 본산지로 알려져 있다. 일본에서도 메이지유신 시대 홍차의 수출이 대대적으로 이루어졌으나, 2차 세계대전 이후 관료가 막혀 홍차 산업은 붕괴되었다. 녹차의 소비가 줄고 젊은 층에서 홍차를 찾으면서 최근에 다시 홍차를 만들기 시작하였다. 국내 홍차의 개발은 이제 시작되고 있다. 그러나 단순한 제다공정을 모방하여 관능에 의한 품질 평가를 통하여 제품을 개발하고 있는 실정이다. 관능평가는 개인별 기호도에 따라 결과가 크게 달라질 수 있다. 객관적인 품질 기준을 설정하기 위한 지표 개발이 필요하다. 객관적인 지표 개발과 기준 설정에는 최고치에 대한 정보가 필요하다. 그러므로 인도 다즐링 및 스리랑카 누와라엘리아 등 해외 유명 산지의 홍차 제품들의 품질관련 주요 성분들의 함량을 분석하여 수준을 평가코자 하였다.

차는 웰빙 식품으로 알려져 있는데 차잎에 기능성 성분이 많이 들어있기 때문이다. 차잎 속

에는 항산화, 항암, 항균 작용의 카테킨 성분이 12~18%, 감기 예방 및 면역기능 유지 작용의 비타민 C가 150~250mg, 다른 농산물에서는 섭취가 어려운 혈압강하 및 뇌·신경 기능 조절의 테아닌 성분이 0.6~2.0% 정도가 들어 있다. 이외에도 식이섬유, 사포닌, 다당류, 카페인, 셀레늄, 불소, 아연 등 우리 몸에 필요한 성분들이 고르게 함유하고 있어 차 애호가들은 완전식품이라 부르고 있다(신, 2007; Cabrera 등, 2006).

일반적으로 차잎의 무기성분 함량은 N 3~6%, P₂O₅ 0.4~1.0%, K₂O 1~3%, CaO 0.2~0.8%, MgO 0.2~0.5%, MnO 0.05~0.5%, Fe₂O₃ 0.01~0.02%, SO₄ 0.6~1.6%, Al 0.1~0.3%, Zn 20~65 ppm, Cu 15~20 ppm, Mo 0.4~0.7 ppm, B 0.8~1.0 ppm로 알려져 있다(Ko 등, 2010). 제주산 차잎에서 다량원소와 미량원소를 제외한 기타 무기성분의 함량은 Na > Al > Si > Ni > Cr > Sr > Co, V > Se 으로, 지역별 평균 범위는 Na 315.33~370.69 mg/kg, Al 289.63~333.60 mg/kg, Si 53.98~68.39 mg/kg, Ni 19.49~25.55mg/kg, Cr 16.14~17.49 mg/kg, Sr 4.18~6.69 mg/kg, Co 1.49~2.16 mg/kg, V 1.59~1.94 mg/kg, Se 0.06~0.27 mg/kg 내외이다.

이러한 기타 무기성분 중에서 최근 바나듐, 셀레늄, 게르마늄 등이 기능성 성분으로 주목을 받고 있는데, 이는 세계인구 고령화와 성인병 증가로 웰빙 건강 기능식품의 시장규모가 지속적으로 확대되고 있기 때문이다. 특히 일본, 유럽 등 선진국에서는 당뇨병, 심장질환, 동맥경화, 고지혈증 증가로 치료와 예방에 효과적인 바나듐, 셀레늄 등에 대한 관심이 매우 높은 추세이다(Hu 등, 2001). 국내에서는 셀레늄 강화 마늘과 브로콜리, 버섯 등의 개발이 이루어지고 있으며, 일부 산업계에서는 바나듐을 소재로 한 혼합음료 상품화가 이루어지고 있다. 그러나 바나듐 강화 녹차 제품의 개발은 이루어진 바 없다.

바나듐 강화 기능성 차 제품의 개발을 위해서는 차나무에 바나듐을 흡수시키는 기술을 필요하다. 바나듐은 무기와 유기 형태로 나누어진다. 무기 바나듐은 토양 중에 들어 있거나 엽면 살포해도 식물체 내로 흡수 이행되기 매우 어렵다. 반면, 유기 바나듐은 식물체내 흡수 이동되는 것으로 알려져 있으나, 차나무를 포함한 식물에서 그 기작과 정도에 대해서는 잘 알려져 있지 못하다. 그러므로 차나무에 유기 바나듐의 처리 시기와 방법에 따른 흡수 정도를 분석코자 본 연구를 수행하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

(주)장원, 다드림 등 도내외 다양한 업체 및 농가들이 발효차를 개발하고 있으나, 그 성분조성에 대해서는 보고된 바 없다. 객관적인 품질평가 체계와 표준화 기준도 설정되어 있지 못한 실정이다. 이러한 객관적인 평가분석 체계가 확립되어 있지 못한 실정이며 정밀 공정의 조절에 대한 프로세스가 없이 제품을 생산하고 있다. 그러므로 지역 특산 발효차 제품개발을 위해서는 다양한 성분의 분석평가를 통해 차별화 전략이 수립되어야 할 것이다.

반면 국외 발효차 연구는 케냐, 인도 등에서 홍차의 성분과 품질 상관, 적합품종 개발, 공정 개발 등이, 미국 등에서 그 성분의 기능성에 대한 연구가 이루어져 오고 있다. 홍차의 기능성 성분의 함량에 미치는 요인들의 영향에 대해서 연구되고 있고, 표준화된 성분 분석법도 확립되어 있다. 국외 발효차 산지에서는 발효차 주요 성분의 특성분석 및 객관적인 품질평가를 통해 고급 발효차 제품개발에 활용하고 있다.

국내 셀레늄 강화 마늘과 브로콜리, 버섯 등 일부 바나듐 강화 농산물 제품 개발이 보고된 바 있으나, 녹차에서 바나듐 강화 제품개발은 보고된 바 없다. 특히 작물에서 바나듐의 처리에 의해 흡수 증진되었다는 연구는 보고된 바 없다. 그러므로 바나듐의 처리에 따른 식물체의 흡수 기작 및 정도 등에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 반면 산업체에서는 코카콜라의 제주 V 워터가 당초의 바나듐을 소재로 혼합음료 제조를 시도하였으나 원료수매의 어려움으로 현재 칼륨보강 제품을 마켓에 선보이고 있으며, 일부 제주워터와 생물자원을 활용한 바나듐 혼합음료 상품화 추진계획(SH제약 2010)이 알려져 있다. 유기 바나듐 생산은 킬레이트 공법을 이용한 무기 바나듐화합물의 유기 바나듐화 제조방법이 특허출원(MT사, 출원번호 10-2011-0112841)되어 대량생산이 가능한 상태이다.

일본, 미국 및 국내에서 미량원소 물질인 셀레늄 등의 당뇨병 예방 또는 질환 치료제로 주목을 받고 있으나 기능성 바나듐 차 생산 및 제품을 비롯한 바나듐 농산물 개발은 보고된 바 없는 실정이다. 단지, 일본에서 현재 20~150 ppb 바나듐 함량의 바나듐수가 약 20여개 개발되어 시판 중에 있다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 기능성 발효차 성분 탐색 및 평가

1. 재료 및 방법

시험재료는 국내외 발효차 총 29개 제품(한국 9, 일본 3, 중국 4, 스리랑카 7, 인도 6)을 구매 수집하여, 비색계 및 HPLC 이용하여 총폴리페놀, 총아미노산, 테아닌, 총카테킨, 개별카테킨(EC, ECG, EGC, EGCG), 총데아플라빈, 개별데아플라빈(TFMG, TFDG), 데아루비긴, 카페인, 비타민C 등을 분석하였다.

총폴리페놀과 총아미노산은 발효차를 분쇄한 후 분쇄시료 3g을 450mL 끓은 증류수에서 45분간 추출한 다음 2점의 거름종이로 걸러 비색 정량하였다(Chen과 Zhou, 2005). 총폴리페놀은 Ferrous tartrate 방법으로 반응시켜 비색 정량하였고(Chen과 Zhou, 2005), 총아미노산은 phosphate buffer 및 ninhydrin 용액으로 반응시켜 비색 정량하였다(Caffin 등, 2004). 총데아루비긴은 분쇄시료 3g을 125mL 끓은 증류수에서 10분간 추출한 다음 다음 2점의 거름종이로 거른 후 에칠아세테이트를 처리하여 분석에 이용하였다(Roberts, 1962).

총카테킨 및 개별카테킨, 카페인, 총데아플라빈 및 개별데아플라빈, 비타민C 성분은 발효차를 분쇄한 시료 3g을 125mL 끓은 증류수에서 10분간 추출한 다음 2점의 거름종이로 거른 후 에칠아세테이트를 처리하여 HPLC 분석에 이용하였다(Roberts, 1962). HPLC 조건은 30% 용매 A(0.5% acetic acid+3% acetonitrile)에서 100% 용매B(0.5%acetic acid+30% acetonitrile)로 1.0mL·min⁻¹의 유속으로 40분간 linear gradient를 만들어 4.6×250mm Capcell Pak C18 MG 컬럼(Shiseido, Japan)과 35℃ 컬럼오븐(GO-20A, Shimadzu, Japan)으로 분석한 후 UV/VIS 검출기(SPD-20A, Shimadzu, Japan)로 정량하였다.

2. 연구 내용 및 결과

국내외 발효차의 주요 성분의 특성은 표 1에서 보는 바와 같다. 아미노산 함량은 외국산에서 2.4~3.6%인데, 국내산에서도 2.2~4.4% 내외로 비슷하였다. 아미노산의 함량은 잎의 단계를 나타내는 지표로 이용되는데, 거의 동일한 수준의 잎을 수확해서 사용하는 것으로 추정되었다. 카페인 함량은 외국산에서 2.9~5.6%인데, 국내산에서 2.6~4.4% 내외로 외국산에서 편차가 심한 편이었다. 총 폴리페놀 함량은 일본 7.7~10.1%, 중국 12.2~16.1%, 스리랑카 14.8~20.7%, 인도 17.7~25.2%, 한국 7.0~12.6% 내외로 일본산과 국산에서 가장 낮았고, 중국산은 중간 정도이었으며, 스리랑카와 인도산에서 가장 높았다. 이는 생산지역 간 재배환경의 차이는 물론 재배품종의 차이도 반영된 것으로 보아졌다. 일반적으로 스리랑카와 인도 지역은 대엽종의 아쌈종이 많이 재배되고 일본, 중국, 한국에서는 소엽종인 중국종이 주로 재배되는 것으로 알려져 있다. 데아루비긴 함량은 일본 5.2~6.0%, 중국 2.2~5.5%, 스리랑카 6.2~18.7%, 인도 4.3~14.9%, 한국 4.2~7.4% 내외로 일본, 중국 및 국산의 함량이 비슷하여 국산이 가장 낮은 것은 아니었다. 데아플라빈 함량은 일본 0.2~0.6%, 중국 0.2~0.3%, 스리랑카 0.4~1.5%, 인도 0.1~0.6%, 한국

0.3~0.5%로 스리랑카산에서 가장 높게 나타났으나, 국산이 외국산에 비해 낮은 편은 아니었다.

표 1. 국내외 발효차 주요 성분의 특성

발효차 제품	총아미노산 %	카페인 %	총폴리페놀 %	테아루비긴 %	테아플라빈 mg/g	개별 테아플라빈(mg/g)			
						TF	TF3G	TF3'G	TFDG
JA-1(M)	2.4±0.0	2.9±0.2	9.0±0.4	5.2±0.6	2.3±0.5	0.4±0.0	0.9±0.1	0.6±0.2	0.4±0.2
JA-2(H)	3.2±0.1	5.6±0.5	10.1±0.1	6.0±0.0	6.3±0.5	1.2±0.1	2.0±0.1	1.5±0.1	1.7±0.2
JA-3(M)	2.4±0.0	3.8±0.5	7.7±0.1	5.6±0.2	2.0±0.2	0.5±0.1	0.9±0.1	0.5±0.1	0.2±0.0
CN-1(M)	3.0±0.0	4.8±0.1	15.5±0.6	4.5±0.5	2.6±0.2	0.3±0.0	0.6±0.0	1.0±0.1	0.7±0.1
CN-2(M)	2.7±0.0	4.1±0.2	12.2±0.4	4.0±0.2	2.3±0.2	0.2±0.0	0.5±0.1	0.9±0.1	0.6±0.1
CN-3(H)	3.6±0.0	4.3±0.6	12.9±0.6	2.2±0.2	2.8±0.4	0.5±0.3	0.6±0.0	0.6±0.0	1.1±0.1
CN-4(M)	2.5±0.0	3.9±0.1	16.1±0.3	5.5±0.2	2.8±0.8	1.2±0.4	0.7±0.3	0.7±0.1	0.2±0.0
SR-1(H)	2.8±0.0	5.3±0.8	16.5±0.4	6.2±0.3	8.9±0.8	1.6±0.0	2.3±0.1	2.0±0.2	3.1±0.9
SR-2(H)	2.6±0.0	4.6±0.3	18.1±1.3	8.8±0.2	7.1±0.6	2.4±0.2	1.7±0.2	1.8±0.2	1.3±0.2
SR-3(H)	2.7±0.0	4.8±0.1	20.7±0.8	9.2±0.3	8.4±1.0	1.6±0.2	2.3±0.2	2.0±0.2	2.5±0.3
SR-4(M)	3.0±0.0	3.5±0.1	16.6±1.5	15.7±0.4	3.9±0.3	1.0±0.1	1.1±0.0	1.0±0.1	0.8±0.2
SR-5(H)	2.8±0.0	3.7±0.1	18.5±0.9	9.5±0.2	5.0±0.6	1.4±0.2	1.2±0.1	1.4±0.1	1.0±0.2
SR-6(C)	2.7±0.0	3.3±0.1	15.5±1.2	18.7±1.8	14.7±0.9	3.7±0.2	5.0±0.4	3.7±0.2	3.4±0.3
SR-7(C)	2.6±0.0	3.5±0.1	14.8±1.3	12.0±0.1	7.6±0.2	1.4±0.1	2.4±0.1	2.0±0.1	1.8±0.3
ID-1(H)	3.5±0.0	5.2±0.2	25.2±2.6	4.3±0.1	1.0±0.0	0.6±0.0	0.2±0.0	0.2±0.0	0.0±0.0
ID-2(M)	3.0±0.1	4.8±0.2	22.0±2.9	5.8±0.4	1.3±0.0	0.7±0.0	0.3±0.1	0.3±0.1	0.0±0.0
ID-3(H)	2.5±0.1	4.1±0.2	20.5±2.5	14.9±1.2	3.8±0.4	1.2±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	0.6±0.2
ID-4(M)	2.4±0.1	4.1±0.3	17.7±0.6	8.1±0.1	5.1±1.2	1.0±0.2	0.9±0.0	1.7±0.6	1.6±0.4
ID-5(M)	2.7±0.0	4.2±0.2	19.3±0.5	7.9±0.4	3.9±0.0	1.3±0.0	1.0±0.0	0.9±0.0	0.7±0.0
ID-6(H)	2.7±0.0	4.2±0.2	20.2±1.6	9.1±0.2	5.7±1.3	1.2±0.0	2.0±0.7	1.7±0.6	0.8±0.1
KR-1	2.9±0.1	4.4±0.2	7.0±0.4	5.9±0.2	4.6±0.4	1.0±0.1	1.7±0.1	1.0±0.1	0.9±0.1
KR-2	2.2±0.0	3.2±0.2	7.8±0.1	4.2±0.4	3.3±0.2	0.7±0.1	1.0±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1
KR-3	3.0±0.0	3.2±0.2	8.4±0.2	5.7±0.1	3.4±0.1	1.1±0.1	0.9±0.0	0.9±0.0	0.5±0.1
KR-4	2.3±0.0	3.3±0.4	12.2±0.5	7.4±0.4	3.6±1.0	1.5±0.4	1.1±0.3	0.8±0.2	0.2±0.1
KR-5	2.6±0.1	2.6±0.0	8.7±0.1	6.9±0.4	3.8±0.4	1.5±0.2	1.5±0.2	0.7±0.1	0.2±0.0
KR-6	2.7±0.0	2.7±0.1	8.0±0.2	7.4±0.3	4.6±0.1	1.5±0.0	1.6±0.1	0.9±0.1	0.6±0.0
KR-7	4.4±0.0	4.3±0.1	12.6±0.3	6.2±0.3	2.9±0.4	0.8±0.0	1.0±0.0	0.7±0.1	0.5±0.1
KR-8	2.9±0.1	3.6±0.1	11.5±0.3	6.5±0.6	4.6±0.4	0.6±0.0	1.4±0.0	1.3±0.1	1.3±0.2
KR-9	4.0±0.1	3.9±0.4	10.0±0.2	6.5±0.1	3.3±0.4	0.6±0.1	1.0±0.1	0.8±0.0	1.0±0.1

국내외 발효차의 카테킨 함량 변화는 표 2에서 보는 바와 같다. 카테킨 함량은 일본 2.8~5.2%, 중국 2.0~12.8%, 스리랑카 5.9~14.4%, 인도 6.8~27.2%, 한국 3.4~12.2% 내외로 중국, 스리랑카, 인도의 경우 제품 간 편차가 심하였다. 카테킨의 함량이 높고, 테아루비긴 및 테아플라빈의 함량이 낮은 것은 발효도가 낮음을 나타내는 것인데, 스리랑카 제품은 모두 높게 나타나고 있어서 아쌈 계열의 차잎을 이용해서 중발효 정도를 가지는 발효차로 가장 우수한 편이었다. 국내산도 아미노산, 폴리페놀, 카테킨, 테아루비긴 및 테아플라빈의 함량 면에서는 일본과 중국에 뒤지지 않은 것으로 나타났다. 다만, 스리랑카와 인도에 비교할 때는 국내는 소엽 중국종을 이용하는 것이기 때문에 대엽 아쌈계열의 발효차에 비해 카테킨과 폴리페놀 함량이 낮게 나타나고 있어 향후 대엽 아쌈종의 신품종 육성이 필요함을 보여주고 있다. 비타민C의 함량은 모든 발효차에서 검출되지 않았는데, 이는 발효 과정에서 모두 산화되었기 때문인 것으로 보아졌다.

표 2. 국내외 발효차 카테킨 함량의 특성

발효차 제품	총카테킨 %	개별 카테킨(mg/g)							
		GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG
JA-1(M)	2.8±0.2	1.7±0.1	16.9±1.4	1.2±0.2	1.9±0.4	4.0±0.2	0.5±0.1	2.0±0.0	0.2±0.0
JA-2(H)	5.2±0.3	3.1±0.6	27.9±5.4	2.2±0.4	4.4±0.3	7.6±0.6	1.1±0.2	4.8±0.4	0.5±0.1
JA-3(M)	3.3±0.4	5.0±1.6	21.3±2.4	1.0±0.1	1.8±0.3	2.1±0.3	0.2±0.0	2.0±0.3	0.2±0.0
CN-1(M)	4.5±0.1	2.9±0.2	21.7±1.0	2.3±0.1	2.7±0.1	3.7±0.2	1.0±0.0	10.9±0.4	0.3±0.1
CN-2(M)	2.0±0.3	4.6±1.2	8.4±1.6	0.5±0.0	1.2±0.1	2.9±0.0	0.3±0.1	2.3±0.0	2.3±0.0
CN-3(H)	2.3±0.3	3.6±0.5	11.7±1.6	1.4±0.6	1.6±0.4	1.3±0.0	1.6±0.2	2.2±0.2	0.2±0.0
CN-4(M)	12.8±0.6	4.7±0.4	42.4±4.1	1.7±0.2	8.0±0.2	55.5±1.3	1.5±0.1	14.0±0.3	0.3±0.0
SR-1(H)	6.7±0.4	3.5±0.7	50.1±3.9	3.5±0.4	4.6±0.7	4.8±0.1	2.1±0.2	8.0±0.4	0.7±0.0
SR-2(H)	14.4±0.8	5.5±0.3	59.8±3.1	4.6±0.2	11.0±0.6	36.2±2.1	3.5±0.3	23.0±1.1	0.2±0.0
SR-3(H)	11.1±0.8	4.6±0.4	55.0±3.0	5.5±0.5	10.7±0.5	12.6±1.9	4.9±0.7	16.4±1.0	1.1±0.2
SR-4(M)	8.6±0.3	4.1±0.2	37.3±0.3	4.3±0.0	4.4±0.2	23.9±1.7	3.4±0.0	12.7±1.3	0.4±0.2
SR-5(H)	12.7±0.3	5.7±0.1	49.6±0.8	5.7±0.1	11.2±0.5	36.0±1.2	4.2±0.3	19.7±0.5	0.2±0.0
SR-6(C)	9.4±0.4	3.9±0.1	54.4±1.7	8.3±0.3	9.5±1.4	7.0±0.1	3.3±0.1	10.7±0.3	1.3±0.1
SR-7(C)	5.9±0.3	8.1±2.3	38.1±1.8	3.7±0.7	4.6±0.6	3.2±0.2	1.4±0.1	7.3±0.5	1.2±0.2
ID-1(H)	27.2±0.7	7.7±0.5	73.5±3.6	6.3±0.5	9.7±0.7	129.5±3.3	9.2±1.2	35.9±1.4	0.2±0.0
ID-2(M)	21.7±0.9	7.6±0.1	56.7±1.5	7.6±0.2	15.4±0.4	95.0±5.5	5.4±0.2	36.8±1.3	0.3±0.1
ID-3(H)	15.8±1.1	4.3±0.2	40.4±2.6	4.0±0.3	7.2±0.2	56.2±5.5	4.3±1.0	45.4±7.9	0.3±0.0
ID-4(M)	6.8±0.5	2.1±0.7	21.8±3.2	2.1±0.2	3.3±0.6	17.2±1.9	3.7±0.1	19.1±0.5	0.2±0.0
ID-5(M)	13.4±0.7	3.8±0.3	42.4±2.2	3.3±0.5	7.8±1.7	45.6±1.9	3.6±0.4	26.9±2.8	0.3±0.0
ID-6(H)	14.3±0.9	4.6±0.1	40.4±1.6	4.1±1.2	5.4±0.2	61.8±7.9	2.9±0.6	28.5±0.5	0.2±0.0
KR-1	4.3±0.2	3.1±0.1	26.8±0.8	1.9±0.1	3.0±0.6	4.3±0.8	0.3±0.1	3.7±0.3	0.4±0.1
KR-2	3.4±0.2	1.9±0.4	16.8±1.3	1.8±0.6	3.6±0.3	6.4±0.8	0.7±0.0	2.6±0.3	0.3±0.0
KR-3	6.0±0.4	2.9±1.2	30.8±1.9	1.8±0.2	5.9±0.3	13.0±0.6	0.8±0.1	4.7±0.2	0.3±0.0
KR-4	12.2±1.0	4.8±0.5	58.8±4.3	2.0±0.2	10.4±1.4	35.5±3.6	0.7±0.1	9.2±1.0	0.7±0.1
KR-5	4.2±0.5	2.7±0.3	27.2±2.8	1.7±0.4	3.3±1.1	3.2±0.3	0.9±0.3	2.3±0.2	0.4±0.1
KR-6	4.4±0.2	2.3±0.3	29.0±2.1	2.0±0.2	2.9±0.5	3.0±0.3	1.2±0.0	2.7±0.5	0.4±0.1
KR-7	7.4±0.2	3.0±0.2	29.0±1.4	1.9±0.2	6.0±0.4	18.2±0.2	1.8±0.3	13.0±0.3	0.8±0.0
KR-8	3.8±0.4	2.2±0.1	18.3±1.4	1.5±0.3	3.6±0.7	6.1±0.7	0.8±0.3	5.0±0.3	0.4±0.1
KR-9	3.8±0.2	2.7±0.6	15.7±2.5	2.2±0.3	4.0±0.6	5.7±0.7	2.0±0.3	4.9±0.6	0.7±0.1

제 2 절 바나듐 이용 기능성 차 소재개발

1. 재료 및 방법

본 시험은 2012년 3월부터 2012년 10월까지 제주시 애월읍 봉성리 소재 차밭(해발 350m)의 10년생 료후 품종(수고 120cm 내외)과 격리된 화분에 식재된 8년생 야부기다 품종(수고 60cm 내외)을 이용하였다. 료후 품종을 이용한 노지재배에서는 1번차, 2번차, 3번차 3시기에 걸쳐 수행하였고, 야부기다를 이용한 격리된 화분에서는 3번차에서 관주처리로 유기 바나듐 흡수능을 분석하였다.

유기 바나듐 처리시기 및 방법은 표 3에서 보는 바와 같이, 1, 2, 3번 차기에 관주 및 엽면 살포 두가지 방법으로 수행하였다. 관비처리에서 노지재배의 경우 1번차 0.75ppm과 1.5ppm으

로, 2번차는 3.0ppm과 6.0ppm으로, 3번차는 6.0ppm과 12.0ppm으로 처리농도를 달리하였으며, 격리된 화분재배에서는 3번차에 6.0ppm, 12.0ppm를 각각 처리하였다. 엽면살포의 경우 1번차 0.75ppm, 1.5ppm 및 3.0ppm, 2번차 3.0ppm, 6.0ppm 및 12.0ppm, 3번차 6.0ppm, 12.0ppm 및 24.0ppm으로 처리농도를 달리하였다. 처리시기와 처리방법은 관비재배에서는 1심 1엽기와 1심 3엽기에 16일 기준 단위면적당 10L/m²를 바나듐 액비를 관주하였으며, 엽면살포에서는 수확 전 5일, 10일, 15일에 1회, 2회, 3회 처리횟수를 달리하였다. 처리 후 시료채취 소요기간은 관주 처리에서 1심 1엽기의 처리는 1번차의 경우 처리 후 26일, 2번차의 경우 처리 후 22일, 3번차의 경우 처리 후 21일이었으며, 1심 3엽기의 처리구에서는 1번차, 2번차, 3번차 모두 관주처리 후 15일로 엽면살포의 기간과 동일하였다.

처리 간 바나듐 흡수능 비교를 위한 시료는 1심 3엽을 기준으로 채취하여 비교 분석하였고, 유기바나듐의 부위별 흡수를 정도를 알기 위한 시료는 최종 수확기에 1심 5엽의 신초를 반복 별로 수확하여 줄기를 포함하여 1엽, 2엽, 3엽, 4엽, 5엽으로 각각 분리하였다. 채취된 모든 시료는 흐르는 물에 충분히 씻어내어 물기를 제거하였다. 준비된 시료는 전자레인지에서 1분간 살청 처리하여 실온에서 식힌 다음, 65°C 열풍건조기에서 24시간 건조한 후 미세 분쇄하였다. 분석방법은 습식분해법(H₂O₂-H₂SO₄)의해 분해한 후, 원자흡수 분광광도계(AAs 700, Perkin elmer, USA) 장비를 이용하여 분석하였다.

표 3. 유기 바나듐 처리 방법 및 내용

차기별	관비처리		엽면시비	
	처리농도	처리시기	처리농도	처리 시기 및 횟수
1번차	0.75, 1.5ppm	1심1엽, 1심3엽	0.75, 1.5, 3.0ppm	수확 전 15일, 10일, 5일 3시기로 나뉘 5일 간격으로 살포
2번차	3.0, 6.0ppm		3.0, 6.0, 12.0ppm	
3번차	6.0, 12.0ppm		6.0, 12.0, 24.0ppm	

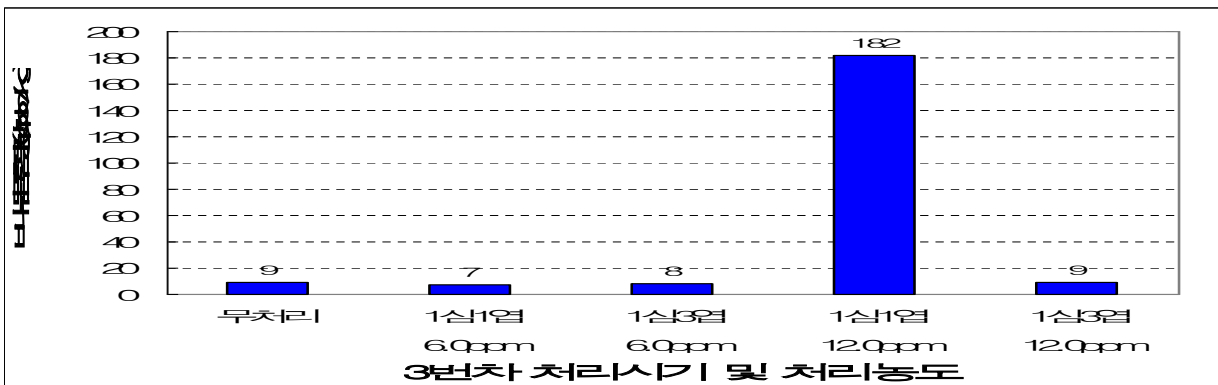
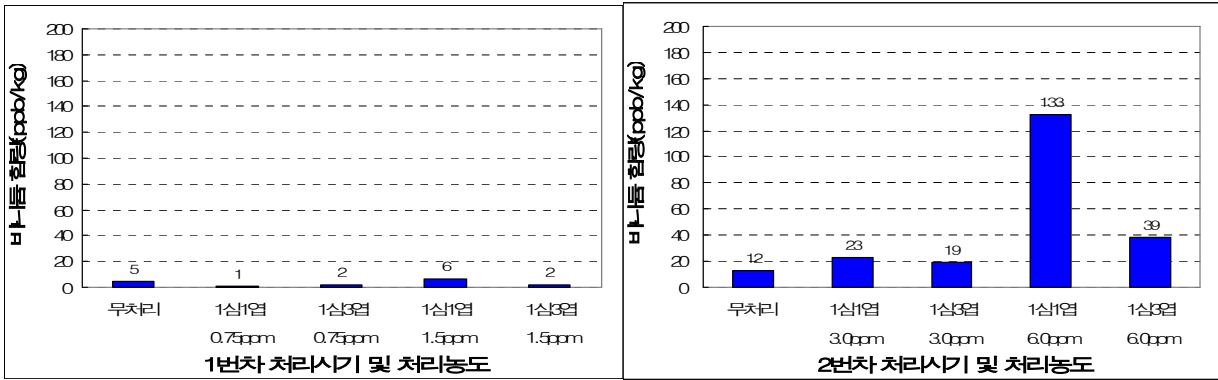
- 관비재배시 관주방법은 2~3회/주(1.43~2.14ton /10a/회) 기준으로 관주

2. 연구 내용 및 결과

기능성 강화 바나듐 녹차 생산 가능성을 검토하기 위하여, 관주처리와 엽면살포 방법에 의해 유기 바나듐 시험처리를 제주지역의 해발 350m에 조성된 차밭의 10년생 료후 품종과 격리된 화분에 식재된 8년생 야부기다 품종을 이용하여 2012년 3월부터 2012년 10월까지 8개월간 수행하였다.

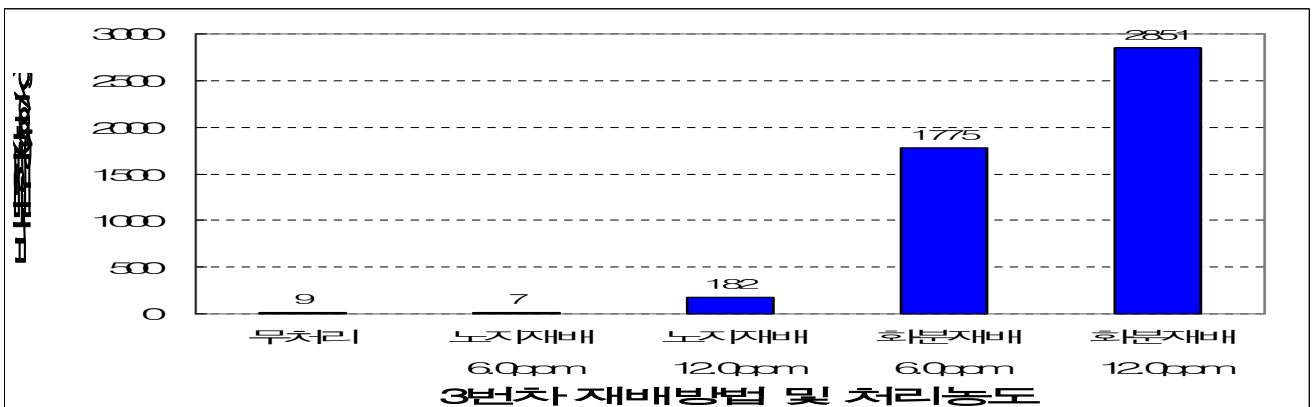
관비처리 방법에 의한 유기 바나듐 처리시기 및 농도에 따른 신초의 흡수정도를 그림 1과 그림 2에 나타냈다. 1번차에서 바나듐 흡수정도는 처리시기(1심 1엽, 1심 3엽기)와 처리농도(0.75ppm, 1.5ppm) 모두에서 무처리와 같이 비슷한 경향으로 신초에는 거의 흡수가 되지 않았다. 2번차에서는 처리시기가 빠를수록 신초에 흡수되는 양이 많은 경향이었고, 처리농도에서는 유기 바나듐 3.0ppm보다 6.0ppm 처리농도에서 높은 경향을 보였으며, 특히 1심 1엽기(수확전

22일)에 유기바나듐 6.0ppm 처리구에서 133ppb/kg으로 가장 높았다. 3번차에서는 1심 1엽기 (수확 전 21일)에 유기바나듐 12ppm 처리구를 제외한 모든 처리구가 무처리와 비슷한 경향으로 거의 신초에 흡수되지 않았다. 이는 2번차와 다른 경향이었는데 노지재배에서 시험처리 시 강우량과 기상조건이 유기 바나듐의 토양 중 이동과 차나무의 흡수 이동에 영향을 미치는 것으로 판단되어졌다.



☞ 조사일시 : 1번차(5월 19일), 2번차(7월 12일), 3번차(9월 11일)

그림 1. 관비재배에서 처리시기 및 처리농도에 따른 바나듐 흡수 특성



☞ 조사일시 : 3번차(9월 11일)

그림 2. 관비재배에서 처리시기 및 처리농도에 따른 바나듐 흡수 특성

3번차의 1심1엽기에 노지재배(료후 품종)와 포트재배(야부기다 품종)에서 관주처리로 유기바나듐의 흡수능을 비교 분석한 결과는 그림 2에 나타낸 바와 같다. 전술한 바와 같이 노지재배에서는 유기바나듐 12ppm 처리구에서 신초의 바나듐 함량 182ppb/kg에 비하여, 포트재배에서는 처리농도 6ppm에서 1,775ppb/kg, 12ppm에서 2,851ppb/kg의 흡수로 토양과 기상조건 및 차나무 수체특성에 따라서 신초에 흡수되는 정도가 다른 경향을 보였다.

엽면시비 방법에 의한 유기바나듐 흡수 정도를 표 4와 그림 3 및 4에 나타내었다. 1번차에서 유기바나듐을 처리시기 및 처리농도별 엽면시비 후 시간 경과에 따른 신초의 바나듐 함량을 보면(표 4), 엽면시비 후 5일 수확시 높았고, 기간이 경과할수록 낮아지는 경향을 보였다. 이는 유기바나듐이 신초에 흡수되어 수체 내 이동이 크지 않은 것을 보여주는 것으로 보였다. 신초의 바나듐 함량은 유기바나듐 처리 농도가 높고 처리 횟수는 많을수록 뚜렷이 높아지는 경향을 보였다.

표 4. 1번차 바나듐 엽면시비에 따른 신초의 바나듐 함량 변화

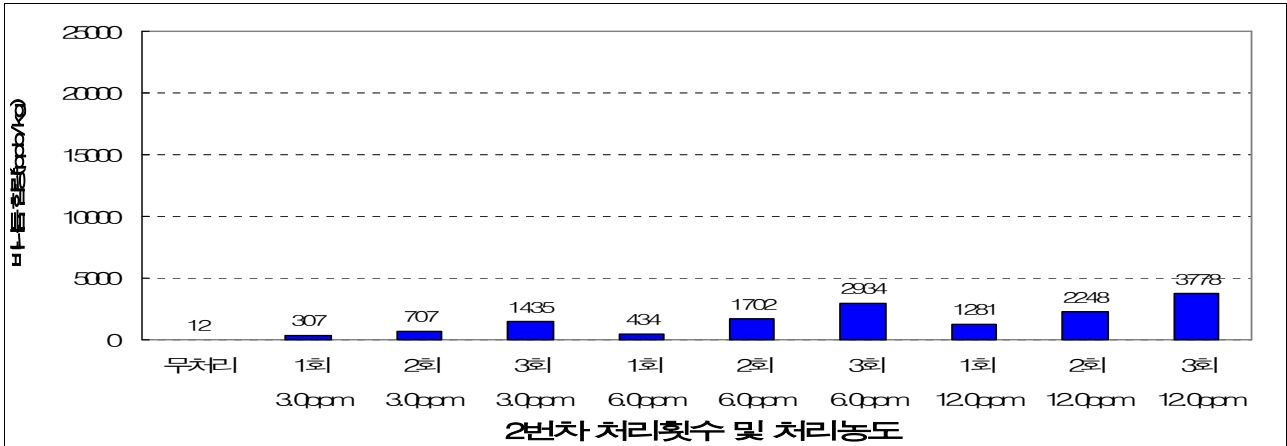
처리농도	처리횟수	처리시기	바나듐 함량(ppb/kg)		
			수확 전 10일	수확 전 5일	수확 당일
0.75ppm	1회	수확전 15일	621	339	65
	2회	수확전 15일, 10일	-	1,042	592
	3회	수확전 15일, 10일, 5일	-	-	1,495
1.5ppm	1회	수확전 15일	1,329	884	412
	2회	수확전 15일, 10일	-	3,111	1,787
	3회	수확전 15일, 10일, 5일	-	-	2,692
3.0ppm	1회	수확전 15일	3,205	2,296	896
	2회	수확전 15일, 10일	-	3,311	2,308
	3회	수확전 15일, 10일, 5일	-	-	3,874

☞ 조사일시 : 1번차(5월9일, 14일, 19일), 분석기기 : AA기(원자흡광장치)

2번차에서 유기바나듐의 엽면시비가 처리시기 및 처리농도에 따른 신초의 흡수정도를 보면(그림 3), 처리횟수와 처리농도가 높을수록 뚜렷이 높아지는 경향이였다. 처리농도와 횟수에서 6.0ppm 농도 3회 처리가 2,934ppb/kg였고, 12.0ppm 3회 처리구는 3,788ppb/kg 이었다.

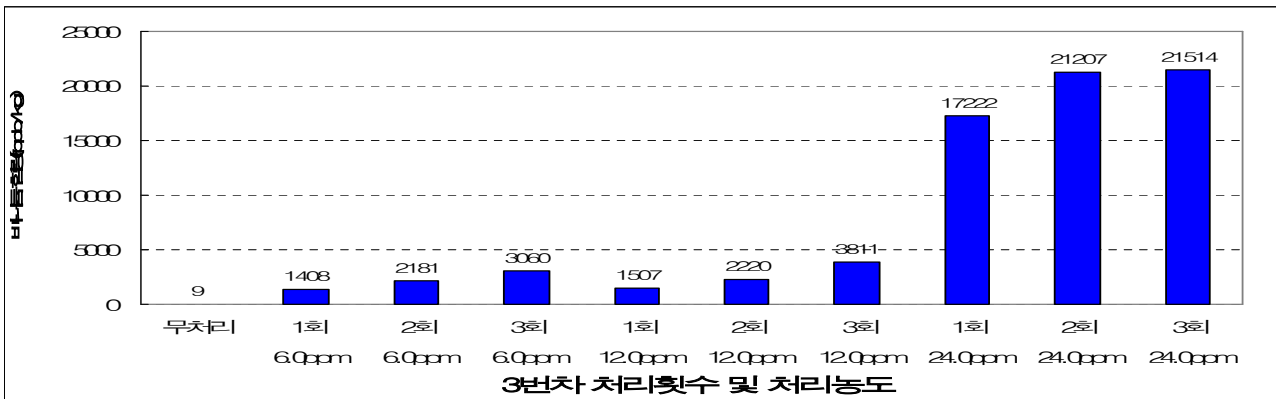
3번차에서도 2번차와 비슷한 경향을 보였는데(그림 4), 24ppm 농도 처리에서 1회 처리는 1,722ppb/kg, 2회 처리는 21,207ppb/kg, 3회 처리는 21514ppb/kg로 매우 높은 함량을 나타내었다. 따라서, 유기바나듐의 신초에 흡수는 처리농도와 횟수를 높였을때 흡수가 높아지는 경향을 보였다.

유기바나듐의 처리농도와 횟수가 신초의 부위별 흡수정도를 표 5에서 보는 바와 같다. 신초의 부위별 바나듐 함량은 바나듐 처리시점의 신엽과 중요한 관계가 있는 것으로 판단되며, 3회 처리시에는 상위 2엽, 3엽 및 4엽에서 가장 높았고, 2회 처리는 상위 3엽과 4엽에서, 1회 처리는 상위 4엽과 5엽에서 높은 경향을 보였다.



☞ 조사일시 : 2번차(7월 2일, 7일, 12일), 분석기기 : AA기(원자흡광장치)

그림 3. 2번차 바나듐 엽면시비에 따른 신초의 바나듐 함량 변화



☞ 조사일시 : 3번차(9월 1일, 6일, 11일), 분석기기 : AA기(원자흡광장치)

그림 4. 3번차 바나듐 엽면시비에 따른 신초의 바나듐 함량 변화

표 5. 3번차 바나듐 엽면시비 처리농도 및 횟수에 따른 신초 부위별 바나듐 함량 변화

처리농도	처리횟수	바나듐 함량(ppb/kg)				
		상위 -1엽	-2엽	-3엽	-4엽	-5엽
6.0ppm	1회	511	1,108	1,632	2,063	2,225
	2회	1,002	1,869	2,594	3,147	2,903
	3회	1,818	3,013	4,872	3,799	3,056
12.0ppm	1회	265	633	1,275	1,696	1,922
	2회	1,757	2,135	2,417	2,813	2,539
	3회	2,405	3,121	9,314	9,776	8,604
24.0ppm	1회	10,845	16,168	18,739	18,234	16,929
	2회	13,315	23,763	26,607	26,344	22,864
	3회	18,747	24,643	23,214	23,624	22,914

☞ 조사일시 : 3번차(9월 11일), 분석기기 : AA기(원자흡광장치)

제 4 장 연구개발목표 달성도 및 대외기여도

제1절 : 목표대비 달성도

1. 정성적 목표

당초 목표	개발 내용	달성도(%)
○ 발효차 주요성분 분석법 확립 및 특성평가 ○ 기능성 강화 바나듐 녹차 흡수능 평가	○ 발효차 주요성분 분석법 확립 및 특성평가 ○ 차나무 생육단계별 바나듐 흡수능 분석과 평가	100

2. 정량적 목표

성과지표명		목표	성과	달성도(%)	가중치(%)
논문	SCI				
	비SCI	2	1	50	30
학술발표	국제				
	국내	2	2	100	30
기술이전					
시책건의					
영농활용		0	1	200	30
홍보성과		0	1	200	10
계		4	5	125	100%

2절 : 정량적 성과(논문게재, 특허출원, 기타)를 기술

세부과제명	세부과제책임자	성과물 유형	성과물명	성과물 주담당자	성과 적용 연월	성과물 승인 여부
바나듐 이용 기능성 차 소재 개발	송인관	논문게재 (비SCI)	제주지역 차나무의 차기별 생육단계에 따른 신초의 연차적 품질특성	송인관	2012년 6월	승인
기능성 발효차 성분 탐색 및 평가	송관정	학술발표	국내외 홍차 제품에 대한 주요 성분 특성의 비교	송관정	2012년 10월	승인
바나듐 이용 기능성 차 소재 개발	송인관	학술발표	유기바나듐의 처리농도 및 시비방법이 차나무 신초 흡수에 미치는 영향	송인관	2012년 10월	승인
바나듐 이용 기능성 차 소재 개발	송인관	영농활용	기능성 강화 '바나듐 녹차' 생산기술 개발	송인관	2012년 11월	승인
바나듐 이용 기능성 차 소재 개발	송인관	홍보강화	기능성 강화 '바나듐 녹차' 생산기술 개발	송인관	2012년 11월	승인

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

- 학술논문 게재완료 및 예정 : 3편(1편 게재완료, 1편 투고중, 1편 투고예정)
 - 제주지역 차나무의 차기별 생육단계에 따른 신초의 연차적 품질특성(한국차학회 18권 2호, 논문게재)
 - 유기 바나듐의 처리농도 및 시비방법이 차나무 신초 흡수에 미치는 영향(한국차학회 19권 1호, 투고중)
 - 국내외 홍차의 주요 성분 특성의 비교(한국차학회 19권 2호, 투고예정)

- 학술논문 발표 : 2편
 - Comparison of major components in different products of black tea produced from Korea and foreign countries(2012 한국차학회 추계학술대회, 우수포스터상 수상)
 - 유기 바나듐의 처리농도 및 시비방법이 차나무 신초 흡수에 미치는 영향(2012 한국차학회 추계학술대회)

- 영농활용 : 1건 제출
 - 기능성 강화 바나듐 녹차 생산기술 개발

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 스리랑카의 경우 총폴리페놀 및 카테킨의 정량분석을 국제표준분석법(ISO 14502-1 및 ISO 14502-2)에 의해 수행하고 있음
- 데아루비긴 및 데아플라빈의 정량분석은 중국과 스리랑카가 각자의 분석법을 적용하고 있음
- 일본은 녹차 제다공정을 변형하여 홍차를 제다하고 있음
- 스리랑카의 홍차 제다는 전통방식, 전통방식-CTC 혼합방식, CTC 방식 3가지를 이용하고 있음
- 인도와 스리랑카의 홍차 제다는 건조, 유념, 발효과정 3단계에서 각자의 기술 노하우를 적용하여 제품을 생산하고 있음

제 7 장 기타 중요 변동사항

○ 해당없음

제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구장비 현황

기자재명	구매금액(원)	구매일자	기자재 활용용도	등록번호
HPLC	34,600,000	2012.7.16	발효차 주요 성분의 분석	

제 9 장 참고문헌

- Anan, T., H. Takeyanagi, K. Ikegaya, and M. Nakagawa. 1991. Changes in chemical components during the development of tea shoots and manufacture of green tea. *Bull. Natl Res. Insti. Vege. Ornam. Plants Tea Series B (kanaya)*4:25-91.
- Cabrera, C. R. Artacho, and R. Gimenez. 2006. Beneficial effects of green tea-a-review. *J. Amer. Coll. Nutr.* 25:79-99.
- Caffin, N. B. D'Arcy, L. Yao, and R. Gavin. 2004. Developing an index of quality for Australian tea. RIRDC Pub. No. 04/033. Queensland-Australia.
- Chen, Liang and Z.X. Zhou. 2005. Variations of main quality components of tea genetic resources preserved in the China national germplasm tea repository. *Plant Foods Human Nutr.* 60:31-35.
- Hu, Q.H., J. Xu, and G. Pan. 2001. Effect of selenium spraying on green tea quality. *J. Sci. Food Agri.* 81:1380-1390.
- Jayabalan, R., S. Marimuth, and K. Swaminathan. 2007. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chemistry* 102:392-398.
- Kim, J.W., J.K. Kim, J.H. Kim, G.H. Shin, J.S. Han, J.H. Park, K.S. Cho, and H.K. Choi. 1998. The current status of tea cultivation and utilization in Taiwan. *J. Kor. Tea Soc.* 4(2):93-104.
- Ko, K.S., S.S. Oh, J.H. Lee, J.W. Hyun, Y.G. Kim. 2010. Distribution of inorganic elements in Jeju green tea. *J. Kor. Tea. Soc.* 16(1):85-88.
- Obanda, M., P.O. Owuor, and R. Mang'oka. 2001. Change in the chemical and sensory quality parameters of black tea due to variations of fermentation time and temperature. *Food chemistry* 75:395-404.
- Owuor, P.O. 2005. Advances in the development of reliable black tea quality parameters and use in selection of superior quality plants. 11th NAPRECA symposium book of proceedings, Antananarivo, Madagascar.
- Owuor, P.O., M. Obanda, H.E. Nyirenda, and N.I.K. Mphanhwe, L.P. Wright, and Z. Apostolides. 2006. The relationship between some chemical parameters and sensory evaluations for plain black tea produced in Kenya and comparison with similar teas from Malawi and South Africa. *Food Chemistry* 97:644-653.
- Owuor, P.O., M. Obanda, H.E. Nyirenda, and W.L. Mandala. 2008. Influence of region of production on clonal black tea chemical characteristics. *Food Chemistry* 108:263-271.
- Roberts, E.A.H., and R.F. Smith. 1963. Phenolic substances of manufactured tea. II. Spectrophotometric evaluation of tea liquors. *J. Sci. Food. Agri.* 14:689-700.
- Song, I.K., E.U. Oh, B.V. Kim, K.S. Kim, J.H. Yoon, C-S. Kim, and K.J. Song. 2011. Changes in quality characteristics of different cultivars at different tea seasons and shoot

growth stages in Jeju. J. Kor. Tea Soc. 17(1):41-47

Song, I.K., Y-D. Kim, B-C. Kim, S-G. Kang, K.J. Song. 2012. Characteristics of tea shoot quality in yearly variation at different harvesting seasons and growth stages in Jeju. J. Kor. Tea Soc. 18(2):60-68.

