

마이크로파를 활용한 고효율 녹차 가공기술 확립 연구

A study on the processing technique of green tea using a microwave

주관연구기관	제주특별자치도농업기술원
발행년월	2017-02
주관부처	농촌진흥청
NDSL URL	http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201700006410
IP/ID	14.49.138.138
이용시간	2017/11/03 17:14:50

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.

완결과제 최종보고서

일반과제(○), 보안과제()

(과제번호 : PJ010233)

마이크로파를 활용한 고효율 녹차 가공기술 확립 연구

(A study on the processing technique of green tea using a microwave)

제주특별자치도농업기술원

연구수행기간

2014.01 ~ 2016.12

농촌진흥청

제 출 문

농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 “마이크로파를 활용한 고효율 녹차 가공기술 확립에 관한 연구”(개발기간 : 2014. 02. ~ 2016. 12.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

제1세부연구과제 : 마이크로파를 활용한 찻잎 살청의 효율성 증대 및 현장접목 연구

제2세부연구과제 : 마이크로파를 활용한 찻잎 살청시 녹차 가공 특성 연구

2017. 02. 28.

제1세부/협동연구기관명 : 제주특별자치도농업기술원

제1세부/협동연구책임자 : 김보화

참 여 연 구 원 : 김성배, 고태신, 양우삼, 강경민, 송인관, 좌경환, 윤정희, 고정심,
강재건

제2세부/협동연구기관명 : 제주특별자치도농업기술원

제2세부/협동연구책임자 : 김보화

참 여 연 구 원 : 김성배, 홍순영, 양석철, 양영범, 강형철, 윤정희, 고정숙

주관연구책임자 : 김 보 화



주관연구기관장 : 제주특별자치도농업기술원장



농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업 운영규정 제51조에 따라 보고서
열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제번호	PJ010233		연구기간	2014.01.01. ~ 2016.12.31	
연구사업명	단위사업명	지역농업연구기반 및 전략작목육성			
	세부사업명	지역농업연구기반 및 전략작목육성			
	내역사업명	지역특화작목기술개발			
연구과제명	주관과제명	마이크로파를 활용한 고효율 녹차 가공기술 확립연구			
	세부(협동) 과제명	(1세부)마이크로파를 활용한 찻잎 살청의 효율성 증대 및 현장접목 연구 (2세부)마이크로파를 활용한 찻잎 살청시 녹차 가공 특성 연구			
연구책임자	구분	연구기관		소속	성명
	1세부	제주특별자치도농업기술원		원예연구과	김보화
	2세부	제주특별자치도농업기술원		원예연구과	김보화
총 연구기간 참여 연구원 수	총: 15명 내부: 15명 외부: 0명		총 연구개발비	정부: 200,000천원 민간: 천원 계: 200,000천원	
위탁연구기관명 및 연구책임자			참여기업명		
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
요약 (1세부) 1. 마이크로파로 가공시 기존 방식에 비해 비타민C 등 품질이 양호함 2. 찻잎 200kg 기준, 마이크로파 살청시 고온뒤움 대비 56%, 고압증 제 대비 7%의 연료 절감율을 보였으나 시간당 처리량이 적음 (2세부) 1. 잎차 가공시 8kW에서 분당 0.3kg 처리하여 마이크로파 3분 조 사시 카테킨 함량 및 녹색도가 높았음 2. 마이크로파를 이용한 가루녹차 가공시 8kW에서 분당 0.3kg 투 입하고 조사시간을 3분 처리시 카테킨, 비타민C 함량이 높았음 3. 마이크로파를 이용한 녹차나물 가공시 8kW에서 분당 0.3kg투입 하고 3분 처리시 비타민C 함량 및 녹색도가 높았음				보고서 면수: 54	

〈 국 문 요 약 문 〉

연구의 목적 및 내용	<p>1. 연구의 목적</p> <p>전국적으로 녹차 산업이 침체되고 있고, 제주지역에서도 마찬가지로 녹차 소비가 줄어들어 따라 녹차 소비확대를 위한 생산비 절감 등 현장 애로사항 해결을 모색하고, 새로운 가공법 개발·보급으로 농가 소득 향상을 도모하여 녹차 산업 활성화를 목적으로 수행하였다.</p> <p>2. 연구의 내용</p> <p>가. 마이크로파를 활용한 찻잎 살청의 효율성 증대 및 현장점목 연구</p> <p>8kW(농가형) 마이크로파 살청기로 가공시, 품질변화는 폴리페놀 산화 효소의 불활성과 고품질 녹차 생산을 위해서는 2분 50초 이상 4분 이하가 적합하였고, 기존 방식인 고온 덫음과 비교하여 비타민C, 테아닌, 탄닌, 카테킨 함량이 높았으며 녹색도 값이 높은 것을 확인하였다. 에너지 절감은 찻잎 200kg 기준으로 마이크로파 살청시 고온 덫음 방식 보다 56% 연료 절감율을 보였지만, 4~5배 가량 시간이 더 소요되었다.</p> <p>21kW(대형가공 시설용) 마이크로파 살청기로 가공시 폴리페놀 산화 효소의 불활성을 위해서는 조사시간 40초 이하는 부적합 하였고 녹색도를 유지하기 위해서는 3분 20초 이상, 고품질 녹차 생산을 위해서는 1분 30초 이상이 적합하였다. 1분30초 살청시 기존 방식인 증제와 비교하여 비타민C, 테아닌, 탄닌 함량이 높았고, 녹색도 값이 높은 것을 확인하였으며, 7% 연료 절감율을 보였지만, 11배 이상 시간이 더 소요되었다.</p> <p>나. 마이크로파를 활용한 찻잎 살청시 녹차 가공 특성 연구</p> <p>찻잎 채엽시기는 1심3엽 기준으로 7일간 단계별 채엽시 조기 채엽하면 테아닌 함량이 높고 녹색도가 높은 것을 확인하였으며 카테킨 함량과 조섬유 함량은 후기로 갈수록 높아졌다. 마이크로파를 이용하여 잎차 가공시 8kW에서 분당 0.3kg 투입시 적정하였으며, 마이크로파 3분 조사시 카테킨 함량 및 녹색도가 높게 유지되었다.</p> <p>마이크로파를 이용한 가루녹차 가공시 적정 가공조건은 8kW에서 분당 0.3kg 투입하여 조사시간을 3분 처리하였을 때 카테킨, 비타민C 함량 및 녹색도가 높게 유지되었다.</p> <p>마이크로파를 이용한 녹차나물 가공시 적정 가공조건은 8kW에서 분당 0.3kg 투입하여 3분 처리했을 때 비타민C 함량 및 녹색도가 높게 유지되었다.</p>
----------------	---

<p>연구개발성과</p>	<p>기존 가공방법으로 소규모 농가에서 주로 이용하는 고온 덩음 방식과 대규모 가공 공장에서 이용하는 고압 증제 방식과 비교하여 마이크로파 살청기의 살청 효과를 검증하였으며, 마이크로파 살청에 적합한 차기(1, 2, 3번차) 및 채엽시기 등 가공조건을 설정하였을 뿐만 아니라 3번차기 활용도를 높이기 위하여 가루녹차, 나물용 녹차를 마이크로파로 가공하여 마이크로파 살청기에 적합한 가공조건을 설정하였다.</p>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>마이크로파 살청시 가공 소요시간 및 시설비 등에 대해 기술이전 업체와 면담을 지속적으로 보완을 추진할 예정이며, 제작업체와 결과를 공유하고 제품 보완 후 본 연구과제를 통하여 확립된 마이크로파를 이용한 녹차 가공기술을 농가에 보급시킬 예정이다.</p>				
<p>중심어 (5개 이내)</p>	<p>마이크로파</p>	<p>녹차</p>	<p>살청</p>	<p>산화효소</p>	<p>가공</p>

< Summary >

<p>Purpose& Contents</p>	<p>1. Research Objective</p> <p>The green tea industry is depressing on a national scale and green tea consumption in Jeju is also declining. The research has been conducted under the purpose to search solution for field difficulties such as reducing production costs for enlarging green tea consumption and to revitalize the green tea industry by developing and distributing new processing methods, improving farm income.</p> <p>2. Content</p> <p>A. Research on increasing the efficiency of tea leaf fixation by utilizing microwave and field trials</p> <p>With a 8kW microwave fixation machine, it was identified that for high quality tea production and to eliminate polyphenol's oxidizing enzyme, processing time between 2 mins 50 sec to 4 mins was adequate and compared to its previous processing method: hot roasting, it was found that it contained high level of theanine, tannin, catechin and greenness. When microwave irradiation of 200kg tea leaf, it showed 56% fuel reduction than hot roasting but took 4-5 time longer processing hours.</p> <p>With a 21kW microwave fixation machine, in order to eliminate polyphenol oxidative enzyme activity, processing time under 40 seconds was inadequate. To maintain greenness process time over 3 mins 20 sec and for high quality green tea production, 1 min 30 sec was adequate. Compared with the previous processing method: hot roasting, process time of 1 min 30 sec showed high level of vitamin C, theanine, tannin and greenness. Fuel reduction was 7% but it took 11 times more.</p> <p>B. Research on green tea process characteristic when steaming in fixation utilizing microwave.</p> <p>When harvesting leaves based on three and a bud with the interval of 7 days, it was identified that at early harvest, it had high level of theanine and greenness. Catechin and crude fiber level increased when harvested later. When processing tea leaves with microwave, it was suitable to input 0.3 kg per minute at 8kW for 3 mins of microwave processing and it was found that high level of catechin and greenness was maintained. When processing green tea herbs with microwave by inputting 0.3kg per minute at 8kW for 3 mins, high level of vitamin C and greenness was maintained.</p>
----------------------------------	--

<p>Results</p>	<p>Compared to hot roast processing methods used in small scaled farms and high steam processing utilized in major corporative factories, the effectiveness of microwave fixing machine was verified. Processing conditions such as appropriate tea leaf and harvest period for microwave fixing were settled. Moreover, to enhance efficiency, green tea powder and green tea herbs were processed by microwave, setting the appropriate processing condition for the microwave fixing machine.</p>				
<p>Expected Contribution</p>	<p>Further discussions will be held with the manufacturing company to compensate the defections in processing time when using the microwave fixing machine. The results will be shared with the manufacturers and after improving the product through this research project, microwave green tea processing methods will be distributed to farms.</p>				
<p>Keywords</p>	<p>microwave</p>	<p>green tea</p>	<p>fixation</p>	<p>oxidase</p>	<p>manufacture</p>

< 목 차 >

제 1 장	연구 개발 과제의 개요	9
제 2 장	국내외 기술개발 현황	12
제 3 장	연구 수행 내용 및 결과	14
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	43
제 5 장	연구결과의 활용계획 등	45
제 6 장	연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	46
제 7 장	연구개발성과의 보안등급	47
제 8 장	국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 ...	48
제 9 장	연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 ...	49
제 10 장	연구개발과제의 대표적 연구실적	50
제 11 장	기타사항	51
제 12 장	참고문헌	52

제 1 장 연구 개발 과제의 개요

제1절 연구 개발 목적

차(*Camellia sinensis* L.)는 가공방법에 따라 비발효차(녹차), 부분발효차(우롱차), 발효차(홍차), 그리고 후발효차(보이차)로 분류하고 있다. 제주지역에서 주로 제조되는 차의 대부분은 비발효차인 녹차이며 제주 차 유통을 위해서는 찻잎 수확 후 1차 가공은 필수적이다. 녹차는 flavonol, flavanone, flavonoid 등의 폴리페놀류를 많이 함유하고 있어 강한 항산화력을 나타내는데, 찻잎은 수확 후 폴리페놀 산화효소 활성화에 의해 폴리페놀류 뿐만 아니라 비타민C, 엽록소 등이 산화되면서 품질이 떨어진다. 따라서 녹차 가공시 찻잎을 수확한 후 빠른 시간 내에 고온 덩름 및 고압 증제 방법으로 산화효소를 불활성화 시키고 있는데, 이 과정을 제차 용어로 ‘살청(殺靑)’이라 한다.

고온 덩름 방식은 250℃ 이상의 높은 온도에서 달궈진 초청기를 회전시키면서 찻잎을 고루 살청하는 방식으로 간편하지만, 안팎의 온도차가 크기 때문에 찻잎 표면이 타거나 살청이 불균일하게 되는 단점이 있다. 보통 소규모 다원에서 주로 사용하는 방식으로 한번에 10kg 이내 찻잎 살청이 가능하다.

고압증제 방식은 100℃ 정도로 끓인 물에서 나온 증기를 통과시켜 살청하는 방식으로 대규모 법인 가공공장에서 주로 사용하며, 하루에 1톤 정도로 많은 양의 찻잎을 살청하는데 작업 환경이 습하고 살청 후 찻잎이 머금은 수분함량이 높아 살청 이후 연이은 공정에 소요되는 시간과 연료비가 많이 드는 실정이다.

기존 살청 방식에서 제기되는 문제점을 해결하기 위한 새로운 방식의 살청 방법 개발의 요구와 가공비 절감 및 고품질 녹차 생산으로 침체된 녹차산업을 새롭게 활성화 시키기 위하여 제주특별자치도농업기술원에서 마이크로파 살청기를 2011년에 개발하였다.

마이크로파 살청기에 찻잎이 투입되어 컨베어로 마그네트론 사이를 통과하면서 마이크로파가 찻잎 내부로 투과하여 찻잎이 갖고 있는 수분에 과장이 흡수되어 발열을 하는 원리로 고온 덩름 방식에 비해 살청이 균일하고 고온다습한 증제 가공 환경에 비해 작업환경이 양호할 뿐만 아니라 기존 논문 결과로 보고된 바에 따라 고온에 의한 찻잎 성분 파괴가 적을 거라고 예상이 되었다.

하지만, 개발된 마이크로파 살청기를 실제로 농가에 보급하기 위해서는 사용의 실효성과 최적의 처리 조건 설정 연구가 필요하기 때문에 본 연구의 목적은 첫째로, 기존방식인 고온 덩름, 고압 증제와 비교하여 마이크로파 살청 후 산화효소의 잔존 활성 여부와 비타민C, 카테킨, 테아닌 등 찻잎의 고유 품질 특성의 비교, 둘째로는 품질 특성 비교 결과에 따라 마이크로파 살청기의 최적의 처리조건 설정 및 기존 방식과 비교하여 소요되는 에너지량을 검증하는 것이다. 또한, 마지막으로는 잎차를 포함하여 가루녹차, 나물녹차 등의 녹차 제품을 실제로 마이크로파 살청기를 이용하여 가공 후 다양한 녹차 제품의 특성을 구명하고자 수행하였다.

제2절 연구 개발의 필요성

국내 차 생산은 주로 전남, 경남, 제주가 주산지로서 2000년대 이후 단순 음용뿐만 아니라 기능적 가치가 널리 알려지면서 의약품, 건강식품, 화장품 등으로 이용영역이 확대됨에 따라 재배면적이 1990년 이후 2007년 최대 8.5배 증가하였지만, 점차 차 소비량이 줄어들어 현재 국내 차 생산 면적은 2,926ha(2013)이며, 연간 4회 수확에서 1~2회 수확으로 수확 횟수가 줄어들어 따라 면적당 생산수량이 감소하고 있는 추세이다. 그 이유로는 저관세(40%)인 발효차와 녹차 혼합물 수입량 증가로 소비패턴 변화, 국산 녹차 가격이 너무 비싸 소비자들이 값싼 수입 차나 수입차로 만든 캔, 패트병, 티백 등 마시기 편한 제품을 선호하고, 농약검출 보도사건으로 국산 녹차 소비가 더욱 위축되어 재고량이 늘었기 때문이다(Jeong, 2007).

최근, 녹차 산업 발전을 위한 주요 추진과제 중 하나는 소비자 가격 인하를 위한 생산비 절감이다. 생산비 절감을 위해서는 다수성, 고품질 우량품종의 육성과 기계화가 용이한 영양계차밭을 조성, 공동 생산, 판매의 체계화로 생산비를 줄이는 것이다(Jeong, 2007).

제주지역의 녹차산업은 1980년대 기업적(장원) 경영을 시작으로 2000년대 들어 농가들이 차밭을 조성하여 국내 재배면적의 12%(344ha, 2013)를 차지하고 있다. 제주는 보성, 하동지역보다 후발지역이지만, 따뜻한 기온과 물빠짐이 좋은 토양 등 천혜의 자연환경 조건을 가지고 있고 차밭이 평지에 조성되어 규모화, 단일 품종화, 기계화 등 경쟁력을 갖추고 있어 타 지역에 비해 노동력 절감이 가능하며, 영농조합법인을 구성하여 공동으로 가공, 판매 등을 하고 있다. 하지만, 제주에서 녹차의 경쟁력을 떨어뜨리는 요인은 생엽 유통이 불가능한 지리적 한계로 1차 가공에 소요되는 가공비 문제이다. 가공비 중 연료비가 50~60%정도 차지하여 가공비를 낮추고 효율성을 높일 수 있는 가공방법 개발이 필요하였다.

이러한 문제점들을 고려하여 저비용, 고효율 가공을 위하여 제주특별자치도농업기술원에서 마이크로파살청기를 2011년에 개발하여 특허 등록(특허 제10-1330886호, 2013. 11. 08) 완료 후 기술 이전 되었고, 지자체 지원사업으로 농가에서 구입된 바가 있지만, 현재까지 마이크로파 살청기 활용을 위한 기술 정립 및 효율성 검정을 위한 시험은 추진된 바가 없다.

따라서, 농가 이용 및 보급 확산이 필요함에 따라 마이크로파를 이용한 살청기술 정립을 위하여 본 연구가 필요하였다.

제3절 연구 개발 범위

1. 마이크로파를 활용한 찻잎 살청의 효율성 증대 및 현장접목 연구
 - 가. 소규모형 마이크로파 살청을 위한 찻잎의 산화 전 후 품질 변화 분석
 - 나. 소규모형 마이크로파 살청시 폴리페놀 산화효소 불활성 조건 설정
 - 다. 소규모형 마이크로파 살청시 고품질 녹차 생산 조건 설정
 - 라. 기존 덫음 방식과 마이크로파 살청방식별 찻잎 특성 비교
 - 마. 기존 덫음 방식과 마이크로파 살청방식별 에너지 소비량 비교
 - 바. 대규모형 마이크로파 살청을 위한 찻잎의 산화 전 후 품질 변화 분석
 - 사. 대규모형 마이크로파 살청시 폴리페놀 산화효소 불활성 조건 설정
 - 아. 대규모형 마이크로파 살청시 고품질 녹차 생산 조건 설정
 - 자. 기존 증제 방식과 마이크로파 살청방식별 찻잎 특성 비교
 - 차. 기존 증제 방식과 마이크로파 살청방식별 에너지 소비량 비교

2. 마이크로파를 활용한 찻잎 살청시 녹차 가공 특성 연구
 - 가. 차기별 채엽시기 및 품종에 따른 찻잎 살청조건별 품질 특성 비교
 - 나. 1번차 채엽시기에 따른 찻잎 마이크로파 살청후 품질 특성 비교
 - 다. 잎차 가공을 위한 마이크로파 가공조건 설정
 - 라. 가루녹차 가공을 위한 마이크로파 가공조건 설정
 - 마. 녹차나물 가공을 위한 마이크로파 가공조건 설정

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1950년대에는 차(*Camellia sinensis*L)에 들어있는 폴리페놀, 탄닌, 아미노산 성분에 대한 정량적 분석들이 주로 이루어졌다(Zaprometov, 1952; Roberts, 1953; Bokuchava, 1954). 차는 발효 여부에 따라 녹차(비발효), 우롱차(반발효), 홍차(발효)로 나뉜다. 발효과정 동안에 차에 들어있는 카테킨 일부가 데아플라빈, 데아루비긴 등으로 전환된다는 보고가 있었으며(Tijburg, 1997), 차에 들어있는 카테킨이 콜레스테롤을 낮춘다는 연구결과(Muramatsu, 1986), 녹차에 들어있는 EGCG는 발암을 일으키는 teleocidin의 활성을 억제시켜 항암활성을 갖는다는 보고(Komori, 1993), 녹차에 들어있는 폴리페놀류들은 인플루엔자바이러스의 감염을 저해한다는 보고가 있었다(Nakayama, 1993)

이러한 다양한 연구결과로 2000년대 들어서 몸에 유익한 녹차의 성분들에 대한 기능이 알려져 2002년 타임지가 선정한 10대 슈퍼푸드에 선정되었다.

또한, 차 재배와 더불어 가공분야는 차 연구에 있어서 중요한 위치를 차지하고 있으며 최근 많은 연구들이 보고되고 있다.

일본은 주로 고압증기를 이용한 증제차 녹차 가공방식이며, 중국은 주로 고온(250°C 이상)뒹음 녹차 가공방식이다. 녹차는 가공방식에 따라서 성분들의 변화가 나타나는데 생엽에 비해 높은 온도로 차를 찌거나 뒹었을 때, 아미노산 함량이 공통적으로 낮아지고 비타민C는 증제보다 높은 열로 뒹을수록 낮아졌으며, 유념공정에서 아미노산을 포함한 여러 가지 성분들이 증가한다는 보고가 있었다(Anan, 1988). 증제와 뒹음 방식으로 달리 가공한 녹차 시료에 대해 분석한 결과, 수분, 회분, 가용성 고형분 및 조지방 함량은 대체적으로 품종, 차엽의 채취시기 및 가공방법에 따라 큰 차이점은 나타나지 않았지만, 조단백질의 경우 야부기다 품종에서는 1번 차에서 2, 3번 차로 갈수록 점차 감소하였다고 보고하였으며, 조섬유는 품종 및 가공방법에 의한 함량차이는 없었지만 채엽시기별에 따라 증가하는 경향을 나타냈다고 보고하였다. 색도는 뒹음차보다 증제차가 밝은 녹황색을 띄며, 1번차에서 4번차로 갈수록 보다 밝은 황색을 나타낸다고 보고하였다. 탄닌의 함량은 뒹음 차의 경우 채취시기가 늦을수록 증가하였지만, 증제차의 경우 그런 경향이 나타나지 않았으며 카페인은 뒹음차에 더 많은 함량을 보였다고 보고하였다(Shin, 1988). 또한, 차나무로부터 채취한 신선한 차잎은 EGCG가 가장 많고, 카테킨 함량은 생엽일때보다 건조 후에 증가하는 반면, GCG는 생엽일 때보다 건조 후에 급격하게 감소하였다고 보고되었다(Suh, 2007).

최근, 전통적인 방식으로 녹차를 가공했을 때 품질이 일정하지 않아 품질 향상을 위해 체계화된 가공 기준과 새로운 가공방식에 대한 요구가 많아지고 있다. 과거 마이크로파를 이용한 식품 가공 연구가 많이 이루어졌었는데, 예를 들면 우유를 가열했을 때 일반적인 가열법보다 마이크로파 가열시 비타민 B₁이 덜 파괴된 결과(Sierra, 1999)와 고추를 마이크로파와 열풍으로 건조하여 비교한 결과, 마이크로파 건조가 열풍 건조에 비해 고추의 매운맛과 고유 색택을 유지하는데 우수한 것으로 나타난 결과가 있었다(금, 1997). 2003년에는 마이크로파를 녹차 가공에 적용한 연구가 있었는데, 자연건조와 오븐건조보다 마이크로파로 건조했을 때 폴리페놀 함량과 카테킨 함량이 가장 높게 나타났으며, 마이크로파로 효소 불활성시 찌거나 뒹었을 때보다 품질이 대체적으로 향상되었다는 보고가 있었다(Gulati, 2003).

하지만, 마이크로파를 이용하여 녹차를 포함한 식품가공시 품질 향상 보고가 있지만 에너지 절

국가연구개발 보고서원문 성과물 전담기관인 한국과학기술정보연구원에서 가공·서비스 하는
연구보고서는 동의 없이 상업적 용도로 사용할 수 없습니다.

감면에서 기존 방식 대비 가공 효율성에 대한 보고는 없는 실정이다.

제 3 장 연구 수행 내용 및 결과

제1절 연구개발의 수행방법

1. 마이크로파를 활용한 찻잎 살청의 효율성 증대 및 현장접목 연구

가. 시험재료

(1) 찻잎

본 시험에 사용한 차 품종은 후순을 이용하였으며, 소규모 농가형 살청방법별 가공을 위하여 제주도 애월읍에 위치한 제주특별자치도농업기술원 농산물원종장내에서 수확한 찻잎을 이용하였으며, 대규모 법인 가공공장형 살청방법별 가공을 위해서는 서귀포시 남원읍 수망리 농가 포장에서 채취한 찻잎을 이용하였다. 시료는 각 수확기별 본엽이 50% 이상이 전개되는 1심 3엽에서 1심 5엽기 사이에 채취한 찻잎을 이용하였다.

시험포장의 전지·전정 등 일반관리는 농촌진흥청 차나무 재배기술에 준하여 실시하였고, 차나무 시비는 성목 표준 시비량을 기준으로 하였다.

(2) 마이크로파살청기

시험에 적용한 마이크로파 살청기는 찻잎을 균일하게 펴서 투입하는 호퍼, 찻잎을 이동시키는 컨베이어, 찻잎을 살청하는 마이크로파 발생기, 살청된 찻잎을 냉각시키는 냉각팬, 냉각된 찻잎을 집하하는 집하통으로 구성된 녹차살청기로서 2011년에 제주특별자치도농업기술원에서 자체 개발하여 2013년에 특허등록(특허 제10-1330886호, 2013. 11. 08)되었다.

기존 살청방식과 비교하기 위해서 고온 덩음 방식과는 소규모 농가형 마이크로파 살청기(8kW)를 이용하였고(그림 1a), 고압증제 방식과 비교하기 위해서 대규모 법인 가공 공장형 마이크로파 살청기(그림 1b)를 이용하였다.

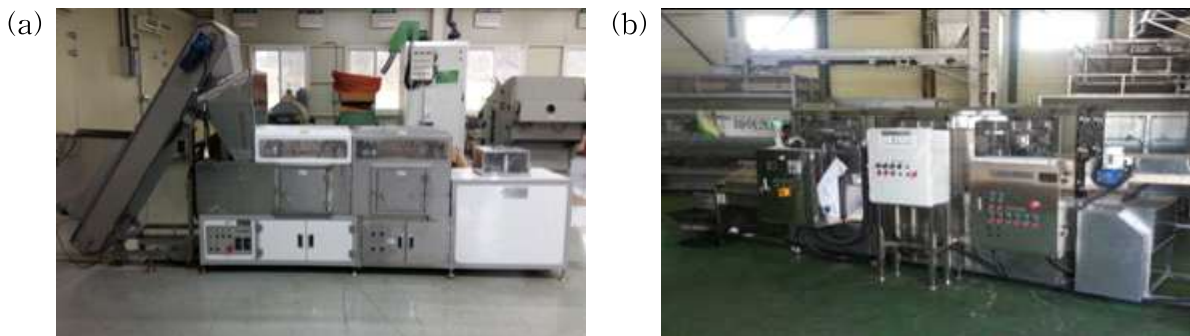


그림 1. 마이크로파 살청기 a. 소규모 농가형(8kW), b. 대규모 법인 가공공장형(21kW).

국가연구개발 보고서원문 성과물 전달기관인 한국과학기술정보연구원에서 가공·서비스 하는 연구보고서는 동의 없이 상업적 용도로 사용할 수 없습니다.

(3) 초청기

시험에 적용한 고온 덩음 방식은 초청기(그림 2)를 이용하였으며, 270℃의 고온으로 5rpm의 회전속도를 가하여 5분에서 10분 이내로 살청처리를 하였다.



그림 2. 초청기.

(3) 증제

시험에 적용한 증제(그림 3) 방식은 온도 100℃에서 증기압은 100기압 이상으로 처리 하였으며, 찻잎 수확 후 자동으로 증제 라인으로 투입되어 살청 후 다음 공정으로 넘어가게 하였다.



그림 3. 증제.

나. 살청방식별 녹차 가공

(1) 소규모농가형 녹차 가공

고온덩음에 의한 찻잎 살청작업은 제주시 애월읍에 위치한 농업기술원 농산물원종장 녹차가공기술지원센터에서 수행하였다. 먼저 250~270℃ 온도로 예열시킨 후 회전속도 5rpm으로 설정된 초청기에 수확된 찻잎 5kg을 넣고 약 5분가량 살청 처리한 후 실온에 꺼내어 식혀준다(그림 4a).

소규모 농가형 마이크로파 살청기는 총 8kW에 마그네트론이 장착되었으며, 소규모농가형 마이크로파 살청기는 조사량 및 이송속도 조절이 가능하여 최대 조사량인 8kW에서 분당 0.3kg의 찻잎을 투입하여 2분 50초, 3분 10초, 3분 40초, 4분으로 각각 처리하였으며 그 이후 공정은 고온볶음 방식과 동일하다(그림 4b).

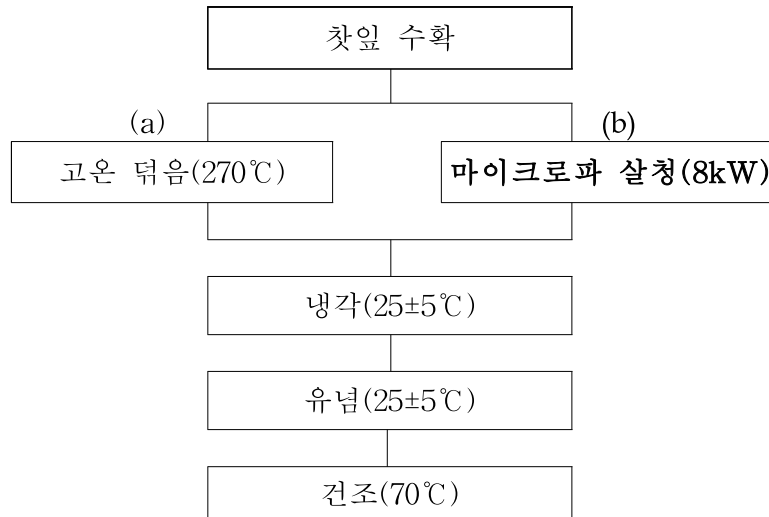


그림 4. 소규모 농가 녹차 가공방법.

(2) 대규모농가형 녹차 가공

고압 증제에 의한 찻잎 살청작업은 서귀포시 남원읍에 위치한 청정제주녹차영농조합법인 가공공장에서 수행하였다. 먼저 온도가 80°C 이상으로 예열한 후, 찻잎을 계속적으로 투입시켰으며 상온에서 냉각과정을 거쳐 엽타기로 투입하였다. 엽타조건은 총 5공정으로 이루어졌으며, 1공정은 풍량 90%(144m³/분-112m³/분), 열풍온도 90°C에서 6분 처리하였으며, 2·3공정은 풍량 90%-70%(144m³/분-112m³/분), 열풍온도 90°C에서 6분 처리하였다. 마지막 4·5공정은 풍량 50%-50%(80m³/분-80m³/분), 열풍온도 90°C에서 7분 처리하여 조유기에 투입하였다. 조유조건은 총 5공정으로 이루어졌으며, 1공정에서 풍량 80%(66m³/분), 열풍온도 100°C에서 6분 처리하였으며, 2·3 공정에서는 풍량 70%-60%(57m³/분-49m³/분), 열풍온도 100°C에서 7분 처리하였으며, 마지막 4·5공정에서는 풍량 60%-50%(49m³/분-41m³/분), 열풍온도 90°C에서 7분 처리하였다.

다음에는 유념기에 투입하여 30분 가량 유념과정을 거쳐 증유기에 투입하였다. 증유조건은 총 2공정으로 이루어졌으며, 1공정에서는 풍량 100%에서 열풍온도 140°C에서 9분 처리하였으며, 2공정에서는 풍량 55%에서 열풍온도 60°C로 7분간 처리하였다. 다음으로는 30분 제건 과정을 거친 후 28분간 건조하였다(그림 5a).

대규모 가공법인 공장형은 12kW에서 21kW로 증설한 용량으로 대규모가공법인형 마이크로파 살청은 분당 2.1kg 투입속도로 조사시간은 40초, 50초, 1분, 1분 10초, 1분 20초, 1분 30초, 1분 40초, 3분 20초, 4분 30초로 각각 수행 하였으며, 그 이후 공정은 고압 증제 방식과 동일하다(그림 5b).

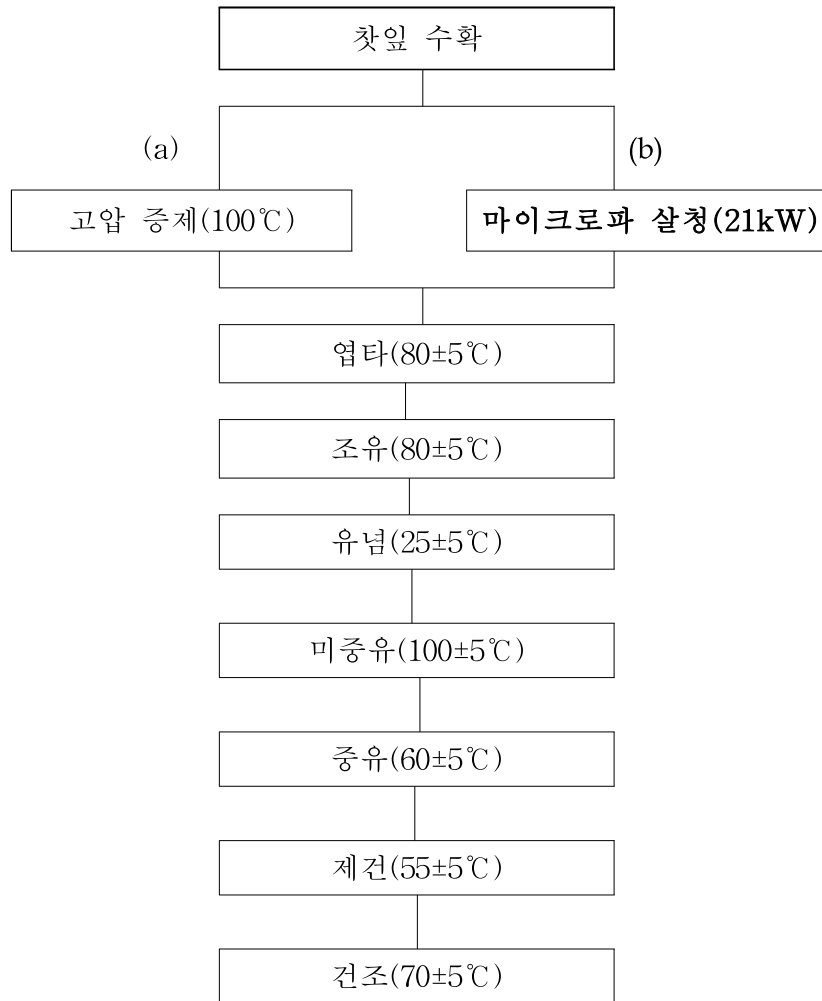


그림 5. 대규모 농가 녹차 가공방법.

다. 카테킨류 등 녹차 품질분석

산화 전·후 품질분석 비교를 위해 산화 전 시료는 수확 후 마이크로파를 이용하여 산화효소 제거과정을 거친 후 60℃에서 건조하였으며, 산화 후 시료는 수확 후 살청처리를 거치지 않고 바로 60℃ 건조기로 24시간 건조하였다. 건조된 시료들은 분쇄하여 근적외선 분광광도계(MPA FT-NIR, Bruker, MA, Germany)를 이용하여 카테킨(%), 테아닌(%), 비타민C(mg/kg), 탄닌 등에 대해 품질분석을 수행하였다.

처리 효과에 대한 통계분석은 SAS 프로그램(Package relwase 9.2)을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 수행하였고, Duncan의 다중검정(Multiple range test)에 의해 평균간 차이를 검정하였다.

라. 색도 분석

색도 분석을 위하여 분쇄한 시료를 이용하여 CHROMA METER(CR-400)를 이용하여 *L값, *a값, *b값을 측정하였으며, 측정된 값을 이용하여 hue angle 값 및 C(채도)를 분석하였다.

마. 갈변도 분석

분쇄한 시료 1g을 취해 cap tube에 넣고 증류수 25ml를 가하여 잘 섞은 후 180rpm에서 15분간 교반시켰다. 이 시료액을 Whatmann 여과지(No.4)로 여과한 후, 원심분리기를 이용하여 10°C, 14,000rpm에서 20분간 원심 분리한 후, 그 상층액을 UV-VIS spectrophotometer로 420nm에서 흡광도를 조사하였으며, 시료당 3회 반복하여 측정하였다.

바. PPO활성 분석

10g의 분쇄된 시료를 100ml 비이커에 넣고 50ml의 phosphate buffer solution(pH 7.5에 polyethylene glycol 1%(w/v)첨가)를 넣고 4°C에서 30분간 교반하였다. 그 후에 원심분리하여 상층액을 여과하였다. 상층액 0.05ml을 취하여 2.85ml phosphate buffer solution(pH 8)과 0.1ml pyrocatechol solution 0.05N을 추가하여 큐벳에 넣고 420nm 흡광도를 조사하였으며, PPO활성의 1unit은 분당 pyrocatechol이 benzoquinone으로 대사되는데 필요한 효소량을 말한다.

사. 수분함량 측정

1g의 찻잎을 수분측정기(NF-50)로 열을 가하여 수분이 증발되어 남는 수분량을 측정하여 기록하였다.

아. 에너지소비량 측정

고온 덩음 방식은 초청기 작동에 들어가는 LPG가스량을 루베(m³/h)단위로 측정하였으며 고압증제 방식은 소요되는 기름량을 측정하여 ℓ 단위로 측정하였다. 마이크로파 살청기는 소요 전기량을 측정하여 시간 당 kW단위로 측정하였다.

2. 마이크로파를 활용한 찻잎 살청시 녹차 가공 특성 연구

가. 시험재료

시험에 사용한 찻잎은 제주도 애월읍에 위치한 제주특별자치도농업기술원 농산물원종장내에서 자란 후순 품종을 이용하였으며, 시료는 본엽이 50% 이상이 전개되는 1심 3엽에서 1심 5엽기 사이에 찻잎을 채취하여 이용하였으며, 1번차는 2014년 4월 27일부터 5월 17일까지, 2번차는 6월 21일부터 7월 8일 까지, 3번차는 8월 10일부터 8월 24일까지 3시기에 걸쳐 수행하였으며, 1번차 단계별 채엽은 2016년 5월 4일부터 1심 3엽기 이 후 일주일 간격으로 수확하여 이용하였다. 잎차 가공 시험시 5월(1번차) 수확 찻잎을 이용하였으며, 가루녹차 및 녹차나물 가공 시험은 8월(3번차) 수확된 찻잎을 이용하였다.

시험포장의 전지·전정 등 일반관리는 농촌진흥청 차나무 재배기술에 준하여 실시하였고, 차나무 시비는 성목 표준 시비량을 기준으로 하였다.

나. 녹차 제품별 가공 방법

(1) 잎차 가공 방법

마이크로파를 이용한 잎차 가공을 위하여 분당 0.3kg, 0.6kg을 투입하여 마이크로파를 조사받는 시간을 3분, 2분20초씩 두 처리, 조사량을 4kW, 6kW, 8kW로 달리하여 처리하였다. 마이크로파 살청이 끝난 후 상온에서 식힌 후 유념과정을 거쳐 70℃에서 건조하였다 (그림 6).

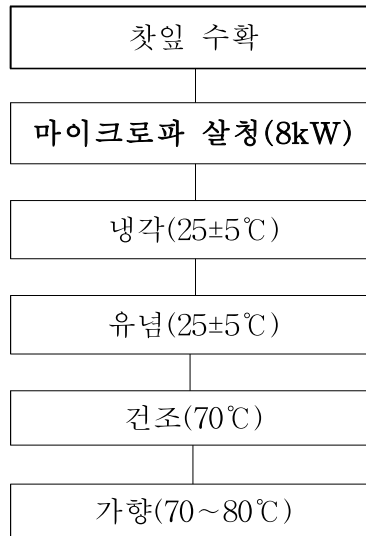


그림 6. 잎차 가공방법.

(2) 가루녹차 가공방법

마이크로파를 이용한 잎차 가공을 위하여 분당 0.3kg, 0.6kg을 투입하여 마이크로파를 조사받는 시간을 3분, 2분20초씩 두 처리, 조사량을 4kW, 6kW, 8kW로 달리하여 처리하였다. 마이크로파 살청이 끝난 후 상온에서 식힌 후 유념과정을 거쳐 70℃에서 건조한 후 분쇄기를 이용하여 분쇄하였다(그림 7).

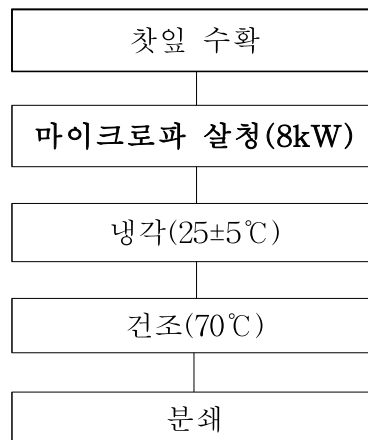


그림 7. 가루녹차 가공방법.

(3) 녹차나물 가공방법

마이크로파를 이용한 잎차 가공을 위하여 분당 0.3kg, 0.6kg을 투입하여 마이크로파를 조사받는 시간을 3분, 2분20초씩 두 방법으로 조사량을 4kW, 6kW, 8kW로 달리하여 처리하였다. 마이크로파 살청이 끝난 후 초청기의 온도를 100℃로 설정하여 5rpm으로 건조시켰다(그림 8).



그림 8. 녹차나물 가공방법.

제2절 연구 결과 및 고찰

1. 마이크로파를 활용한 찻잎 살청의 효율성 증대 및 현장접목 연구

가. 소규모형 마이크로파 살청을 위한 찻잎의 산화 전 후 품질 변화 분석

1번차 수확 시기인 5월 4일경 찻잎을 수확 한 후 일부는 산화가 되도록 건조시키고 나머지는 산화효소의 활성을 불활성 시킨 후 건조하여 비타민C, 카페인, 테아닌, 탄닌, 카테킨 등을 분석한 결과, 카페인, 테아닌, 탄닌 함량들은 유의적인 차이가 없었으나, 카테킨류들과 비타민C는 산화 후 감소하였다. 카페인은 산화에 의해 변화되지 않고 산화의 진행과 관계 없이 거의 일정한 수준을 유지한다고 보고된 적 있고, 카테킨류와 비타민C 산화는 산화효소 활성에 의해 급속히 감소된다는 보고(최윤정, 2009)가 있었는데, 이와 일치하였다. 이는 카테킨은 산화효소에 의해 데아플라빈, 데아루비긴 등 다른 복합체로 전환되고 비타민C 또한 ascorbic acid에서 dehydroascorbic acid로 전환된 결과이며, 현재까지 보고된 다른 연구 결과에서는 발효가 진행될수록 탄닌이 급격히 감소한다는 보고(신기호, 2011)와 차이가 있었는데, 이는 산화 진행 정도에 기인된 결과라고 생각되어진다.

폴리페놀 산화효소는 카테콜 또는 카테콜 유도체 등이 산소에 의해서 퀴논 또는 퀴논 유도체들로 산화되는 반응을 촉진시키는 것으로 알려졌는데, 폴리페놀 산화효소가 카테킨 등 폴리페놀화합물이 엽록소와 함께 추출될 때 이를 기질로 하여 갈색화 반응을 진행시킨다. 따라서 산화가 진행되면 갈색화 반응이 일어나 산화후에는 색도 a의 양의 값이 증가하여 갈변이 진행되었다는 것을 알 수 있었다.

표 1. 소규모형 마이크로파 살청을 위한 찻잎의 산화 전 후 품질변화 분석.

구분	VitaC (mg/kg)	Caffeine (%)	Theanine (%)	Tanin (%)	Catechin (%)	색도 분석			
						L* (명도)	a*	b*	C* (채도)
산화 전	461	3.89	1.86	15.9	11.8	57.7	-12.7	24.0	27.1
산화 후	411	3.83	1.85	15.9	9.80	47.3	-1.55	23.8	23.8
T-test	**	ns	ns	ns	**	**	**	**	**

ns,**T-test p<0.05 or p<0.01

나. 소규모형 마이크로파 살청시 폴리페놀 산화효소 불활성 조건 설정

찾잎 투입부터 마이크로파 조사가 시작되기 때문에 투입부터 배출되는 시간을 컨베어의 이송속도를 달리하여 조사시간을 측정하여 PPO활성을 조사하였다. 이송속도를 2분 50초가량 설정하여 찾잎을 투입하였을 때 찾잎이 받는 마이크로파 에너지는 1.4kJ/g이었으며, PPO활성은 남아 있었다. 이송속도를 좀더 느리게 하여 3분 10초 설정에서부터 PPO가 불활성된 것을 확인하여 8kW의 마그네트론이 장착된 소규모형 마이크로파 살청시 2분 50초 이하는 부적합 한 것으로 판단되었다.

표 2. 소규모형 마이크로파 조사시간에 따른 PPO활성(처리기준: 생엽1kg).

구분	조사시간	$E(\text{kJ/g})^l$	PPO activity unit/g FW
마이크로파 (8kW)	4분	1.9	0a ^z
	3분40초	1.8	0a
	3분10초	1.5	0a
	2분50초	1.4	0.3b

^zDuncan's multiple range test at 5% level

^l E :microwave energy intensity, $E[\text{kJ/g of sample}] = [W \times s] / (\text{g}) \times 1000$

다. 소규모형 마이크로파 살청시 고품질 녹차 생산 조건 설정

찾잎의 살청시 폴리페놀 산화효소 뿐만 아니라 살청 온도 등 가공조건에 따라서도 품질이 달라지게 된다. 따라서 폴리페놀 산화효소에 의한 화학적 영향에 의한 품질변화 뿐만 아니라 가공조건에 따른 물리적 영향에 따른 품질 변화가 일어나지 않는 조건을 설정하기 위해 마이크로파 조사시간별로 설정하여 찾잎 살청 후 비타민C, 폴리페놀류, 카테킨류에 대한 품질 분석을 수행하였다.

수행한 결과, 마이크로파 조사처리를 하지 않은 찾잎은 폴리페놀 산화효소에 의한 산화반응이 일어나 비타민C와 카테킨 감소가 급격하게 이뤄졌으며, 조사시간 3분 10초와 3분 40초를 설정하였을 때 비타민C 함량이 가장 높았다(표 3).

반면에, 조사시간을 최대 4분 두었을 때 비타민C 함량이 낮게 나타났는데(표 3), 마이크로파 조사에너지가 클수록 비타민C의 파괴도 함께 일어나는 것으로 보였다.

마이크로파 조사시간별로 찾잎의 색도를 비교한 결과, 폴리페놀 산화효소가 남아있던 2분 50초 조사의 경우, 색도 a의 양의 값이 증가하여 갈변이 이루어진 것을 확인하였으며 3분 40초 살청시 녹색도 뿐만 아니라 명도, 채도값이 가장 높은 것을 확인하였다(표 4).

따라서, 소규모형 마이크로파 살청시 고품질 녹차 생산을 위해서는 조사시간 2분 50초 이하, 4분 이상 살청은 부적합 할 것으로 판단된다.

표 3. 마이크로파(8kW) 조사시간별 살청 후 찻잎 품질 비교.

조사시간	VitaC (mg/kg)	Theanine (%)	Tanin (%)	Catechin (%)
4분	404c ^z	2.4	16.5	10.1b
3분 40초	422ab	2.6	16.2	9.7c
3분 10초	425a	2.5	15.2	10.8a
2분 50초	414b	2.4	15.9	10.2b
무처리	381d	2.5	15.8	5.2d

^zDuncan's multiple range test at 5% level

표 4. 마이크로파(8kW) 조사시간별 살청 후 찻잎 색도 비교.

조사시간	색도 분석			C*(채도)
	L*(명도)	a*	b*	
4분	48.4c ^z	-5.22b	21.8c	22.4b
3분 40초	51.1a	-5.93a	24.0a	24.7a
3분 10초	47.6d	-5.16c	21.0d	21.6d
2분 50초	48.5b	-4.88d	21.9b	22.4c

^zDuncan's multiple range test at 5% level

라. 기존 덫음 방식과 마이크로파 살청방식별 찻잎 특성 비교

3분 40초간 마이크로파 조사하여 생산한 녹차와 기존 방식인 덫음 방식으로 생산한 녹차를 가지고 품질을 비교한 결과, 마이크로파로 찻잎 살청시 비타민C의 값이 높았는데, 이것은 이전 연구 결과와 일치하였다(Song, 2014). 뿐만 아니라, 테아닌, 탄닌, 카테킨 함량 모두가 고온 덫음 보다 높았으며(표 5), 색도 a의 음의 값도 마이크로파 살청 찻잎이 높아 녹색도가 높다는 것을 확인 할 수 있었다(표 6). 이러한 결과로 보았을 때, 고온덫음시 불균일한 살청에 따른 폴리페놀 산화효소 잔존 활성과 높은 열처리에 따른 물리적 영향이 있었을 것으로 생각되어진다.

국가연구개발 보고서원문 성과물 전담기관인 한국과학기술정보연구원에서 가공·서비스 하는 연구보고서는 동의 없이 상업적 용도로 사용할 수 없습니다.

각각의 살청방식별로 가공한 녹차를 60일 상온 저장 후 증류수로 침출시켜 420nm의 흡광도로 갈변도를 측정 한 결과, 고온덥음 찻잎의 경우 1.06으로 마이크로파 살청시 0.98에 비해 높은 갈변도 값을 보였다(그림 9).

표 5. 소규모형 살청방식 차이에 따른 찻잎 품질 비교.

구분	VitaC(mg/kg)	Theanine(%)	Tanin(%)	Catechin(%)
마이크로파(8kW)	422	2.6	16.2	9.7
고온덥음(270°C)	409	2.4	15.4	8.9
T-test	**	**	**	**

ns,*,**T-test p<0.05 or p<0.01

표 6. 소규모형 살청방식 차이에 따른 찻잎 색도 비교.

구분	색도 분석			C*(채도)
	L*(명도)	a*	b*	
마이크로파(8kW)	51.1	-5.93	24.0	24.7
고온덥음(270°C)	50.8	-4.89	23.7	24.2
T-test	**	**	**	**

ns,*,**T-test p<0.05 or p<0.01

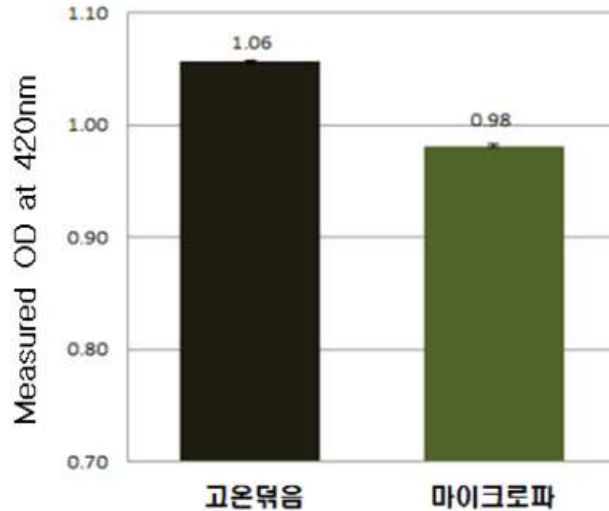


그림 9. 소규모형으로 살청 후 60일 저장기간에 따른 갈변도.

마. 기존 덕음 방식과 마이크로파 살청방식별 에너지 소비량 비교

마이크로파 조사시간별로 연료소모량을 계산하여 기존 방식인 고온 덕음과 비교하였다. 최적의 마이크로파 조사시간인 3분 40초로 200kg의 찻잎을 마이크로파로 살청시 연료소모량은 시간당 133kWh가 소모되어 전력소비량을 환산하면, 10,964원이었다. 반면, 기존 방식인 고온 덕음의 경우 생엽 200kg 살청시 시간당 5.6m³/h가 소모되어 가스료가 25,200원이 소요되어 연료비로만 계산하였을 때 마이크로파 살청시 기존 덕음 방식 대비 56%의 연료 절감율을 보였다(표 7).

하지만, 소요시간을 비교해보면, 마이크로파로 3분 40초 살청시 741분, 고온 덕음시 160분이 소요된 것으로 볼 때 처리시간은 마이크로파 살청시 4~5배 가량 더 소요되었다. 기존 방식으로 살청시 소요되는 시간과 동일한 시간을 처리하기 위해서는 처리용량을 더 늘려야 할 필요성이 제기되었는데, 마이크로파 에너지량을 처리시간별로 계산하였을 때 37.5kW의 마그네트론이 요구되어지는 것으로 확인되었다.

따라서, 기존 방식과 동등한 시간으로 찻잎을 살청하기 위해서는 29.5kW의 마그네트론 추가 설치가 필요하며 이에 따른 추가 시험이 필요할 것으로 생각되어진다.

표 7. 소규모형 살청방식 차이에 따른 에너지 소비량 비교.

구분	조사시간	생엽 200kg			
		연료소모량	연료비(원)	연료소비율(%)	소요시간(분)
마이크로파 (8kW)	4분	144kWh	11,395	45	800
	3분 40초	133kWh	10,964	44	741
	3분 10초	116kWh	10,297	41	645
	2분 50초	103kWh	9,788	39	571
고온덥음(270℃)	-	5.6m ³ /h	25,200	100	160

※ 가스료(4,500원/m³)

※ 기본 전력 150kW일 때, 농업용 전기료 39.2원/kWh, 기본요금 1,150원적용

· 전기요금=[{계약전력(kW)×기본요금(원/kWh)}/30일+{사용량(kWh)×전력량요금(원/kWh)}]

바. 대규모형 마이크로과 살청을 위한 찻잎의 산화 전 후 품질 변화 분석

1번차 수확 시기인 5월 9일경 대규모 영농조합법인 차밭에서 찻잎을 수확 한 후, 일부는 산화가 되도록 건조시키고 나머지는 불활성 시킨 후 건조하여 비타민C, 카페인, 테아닌, 탄닌, 카테킨 등을 분석한 결과, 이전에 소규모형 마이크로과 살청을 위해 찻잎의 산화 전 후 품질을 비교 결과와 유사하게 비타민C, 테아닌, 탄닌, 카페인 함량은 산화 후 감소하였다. 카페인과 폴리페놀 산화효소에 의한 화학적 변화에 영향을 받지 않는 것으로 보였다. 색도 또한, 이전 결과와 마찬가지로 색도 a의 양의 값이 증가하여 갈변화가 일어난 것을 확인 할 수 있었으며, 산화 후에는 명도와 채도도 같이 낮아진 것을 확인하였다.

표 8. 대규모형 마이크로과 살청을 위한 찻잎의 산화 전 후 품질변화 분석.

구분	VitaC (mg/kg)	Caffeine (%)	Theanine (%)	Tanin (%)	Catechin (%)	색도 분석			
						L*(명도)	a*	b*	C*(채도)
산화 전	288	3.9	2.0	19.4	8.7	51.5	-7.1	24.8	25.8
산화 후	263	4.4	1.8	16.7	6.9	44.5	-2.1	20.7	20.8
T-test	**	**	**	**	*	**	**	**	**

ns,*,**T-test p<0.05 or p<0.01

사. 대규모형 마이크로파 살청시 폴리페놀 산화효소 불활성 조건 설정

찾잎 투입부터 마이크로파 조사가 시작되기 때문에 투입부터 배출되는 시간을 컨베어의 이송속도를 달리하여 조사시간을 측정하여 PPO활성을 조사하였다. 이송속도를 40초가량 설정하여 찾잎을 투입하였을 때 찾잎이 받는 마이크로파 에너지는 0.8kJ/g이었으며 PPO활성은 남아 있었다. 이송속도를 좀더 느리게 하여 50초 설정부터 PPO가 불활성 된 것을 확인하여 21kW의 마그네트론이 장착된 대규모형 마이크로파 살청시 40초 이하 살청은 부적합한 것으로 판단 되었다.

표 9. 대규모형 마이크로파 조사 시간에 따른 PPO 활성(처리기준: 생엽1kg).

구분	조사시간	E(kJ/g)	PPO activity unit/g FW
마이크로파 (21kW)	4분 30초	5.7	0a ²
	3분 20초	4.2	0a
	1분 40초	2.2	0a
	1분 30초	2.0	0a
	1분 20초	1.6	0a
	1분 10초	1.4	0a
	60초	1.3	0a
	50초	1.1	0a
	40초	0.8	2.3b

²Duncan's multiple range test at 5% level

아. 대규모형 마이크로파 살청시 고품질 녹차 생산 조건 설정

소규모형 마이크로파 살청처럼 대규모형 마이크로파 살청시 조사시간에 따른 품질 차이를 비교한 결과, 마이크로파 조사처리를 하지 않은 찾잎은 폴리페놀 산화효소에 의한 산화반응이 일어나 비타민C와 카테킨에 감소가 급격하게 이뤄졌으며, 조사시간을 최대 4분 30초 두었을 때, 카테킨 함량은 오히려 감소하였다(표 10).

마이크로파 조사시간별로 찾잎의 색도를 비교한 결과 폴리페놀산화효소가 남아있던 40초 조사의 경우 색도 a의 양의 값이 증가하여 갈변이 이루어진 것을 확인하였으며 4분 30초 살청시 녹색도 뿐만아니라 명도, 채도값이 가장 높은 것을 확인하였다(표 11).

따라서, 대규모형 마이크로파 살청시 고품질 녹차 생산을 위해서는 녹색도를 높게 유지하
기 위해서 3분 20초 이상 살청이 필요하고 품질을 높게 유지하기 위해서는 1분 30초 이상
살청이 필요한 것으로 판단 된다.

표 10. 대규모형 살청방식 차이에 따른 찻잎 품질 비교.

조사시간	VitaC(mg/kg)	Theanine(%)	Tanin(%)	Catechin(%)
4분 30초	360bcd ^f	2.0	18.5	8.7g
3분 20초	364b	2.0	16.6	11.1b
1분 40초	357cd	1.9	16.9	11.1b
1분 30초	387a	2.0	18.4	10.0f
1분 20초	354de	1.9	16.6	11.3a
1분 10초	361bc	1.9	17.5	10.4d
60초	348ef	1.8	16.9	10.8c
50초	355cd	1.9	16.5	10.9c
40초	345f	2.0	17.4	10.3e
무처리	263g	1.8	16.7	6.9h

^fDuncan's multiple range test at 5% level

표 11. 대규모형 살청방식 차이에 따른 찻잎 색도 비교.

조사시간	색도 분석			C*(채도)
	L*(명도)	a*	b*	
4분 30초	53.1	-8.9a ^z	25.9	27.4
3분 20초	52.3	-8.4b	24.8	26.2
1분 40초	52.6	-6.9c	24.6	25.6
1분 30초	50.8	-6.9c	23.4	24.4
1분 20초	52.8	-6.8e	23.8	24.7
1분 10초	51.2	-6.7f	23.2	24.2
60초	50.1	-6.3g	22.6	23.5
50초	51.6	-6.8d	24.5	25.4
40초	50.3	-5.0h	23.5	24.0

^zDuncan's multiple range test at 5% level

자. 기존 증제 방식과 마이크로파 살청방식별 찻잎 특성 비교

1분 30초간 마이크로파 조사하여 생산한 녹차와 기존 증제 방식으로 생산한 녹차의 품질을 비교한 결과, 마이크로파로 찻잎 살청시 비타민C, 테아닌, 탄닌 함량 모두가 증제 살청시 보다 높았으며, 카테킨 함량은 차이가 없었다(표 12). 색도 a의 음의 값은 마이크로파로 살청된 찻잎이 높았는데(표 13), 이러한 결과로 보았을 때 증제시 높은 수분 함량과 온도로 인해 화학적, 물리적 영향으로 품질의 변화가 생긴 것으로 판단되었다.

각각의 살청방식별로 가공한 녹차를 60일 상온 저장 후 증류수로 침출시켜 420nm의 흡광도로 갈변도를 측정된 결과, 증제 찻잎의 경우 0.98으로 마이크로파 살청시 0.96에 비해 다소 높은 갈변도 값을 보였다(그림 10).

표 12. 대규모형 살청방식 차이에 따른 찻잎 품질 비교.

구분	VitaC (mg/kg)	Theanine (%)	Tanin (%)	Catechin (%)
마이크로파(21kW)	387	2.0	18.4	10.0
증제(100°C)	362	1.8	18.1	10.0
T-test	**	**	*	ns

ns,*,**T-test p<0.05 or p<0.01

표 13. 대규모형 살청방식에 따른 찻잎 색도 비교.

구분	색도 분석			C*(채도)
	L*(명도)	a*	b*	
마이크로파(21kW)	50.8	-6.9	23.4	24.4
증제(100°C)	50.3	-5.0	21.6	22.2
T-test	**	**	**	**

ns,*,**T-test p<0.05 or p<0.01

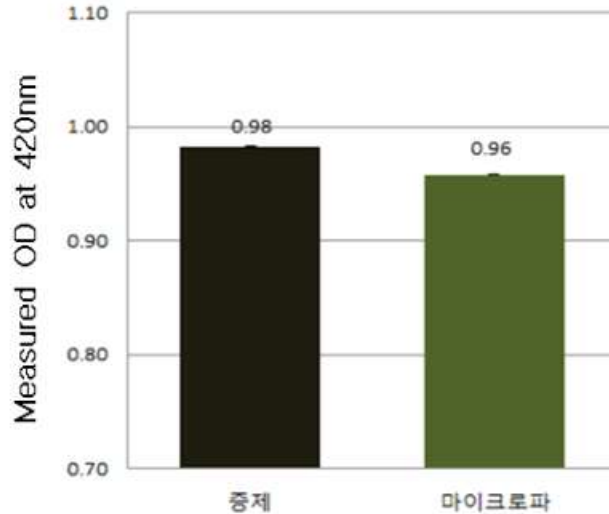


그림 10. 대규모형으로 살청 후 60일 저장기간에 따른 갈변도.

차. 기존 증제 방식과 마이크로파 살청방식별 에너지 소비량 비교

마이크로파 조사시간별로 연료소모량을 계산하여 기존 방식인 고온뒤움과 비교하였다. 최적의 마이크로파 조사시간인 1분 30초간 200kg의 찻잎을 마이크로파로 살청시 연료가 시간당 125.2kWh가 소모되었으며, 전력소비량으로 환산하면, 35,162원이었다. 반면, 기존 방식인 증제의 경우 생엽 200kg 살청시 유류 4.8L로 37,800원이 소요되어 연료비로만 계산하였을 때 마이크로파 살청시 기존 뒤움 방식 대비 7%의 연료 절감율을 보였다(표 14). 반면, 3분 20초 살청시 오히려 증제 살청시보다 15% 연료 소비율이 증가함에 따라 효율성이 많이 떨어지는 것을 확인하였다.

또한, 소요시간을 비교해 보면 마이크로파로 1분 30초 살청시 313분, 증제 살청시 28분이 소요된 것으로 볼 때, 처리시간은 마이크로파 살청시 11배 가량 더 소요되었다. 기존 방식으로 살청시 소요되는 시간과 동일한 시간을 처리하기 위해서는 처리용량을 더 늘려야 할 필요성이 제기되었는데, 마이크로파 에너지량을 처리시간별로 계산하였을 때 214kW의 마그네트론이 요구되어지는 것으로 확인되었다.

따라서, 기존 방식과 동등한 시간으로 찻잎을 살청하기 위해서는 193kW의 마그네트론 추가 설치가 필요하며 이에 따른 추가 시험이 필요할 것으로 생각되어진다.

증제와 마이크로파 살청별 수분감소율은 마이크로파 살청시 2.6% 감소한 반면, 증제 살청시 오히려 1.5% 수분율이 증가하였는데(그림 11a), 수분 감소폭이 클수록 녹색도가 높은 것을 확인하였다(그림 11b). 증제 살청 직후 수분함량이 증가됨에 따라 그 이후 공정에서 차지하는 시간과 에너지가 많이 들 것으로 예상된다.

표 14. 대규모형 살청방식 차이에 따른 에너지 소비량 비교.

구분	조사시간	생엽 200kg			
		연료소모량	연료비(원)	연료소비율(%)	소요시간(분)
마이크로파 (21kW)	4분 30초	363.6kW	49,275	130	909
	3분 20초	266.8kW	43,545	115	667
	1분 40초	138kW	35,920	95.0	345
	1분 30초	125.2kW	35,162	93.0	313
	1분 20초	102.4kW	33,812	89.4	256
	1분 10초	88.8kW	33,007	87.3	222
	60초	84.4kW	32,746	86.6	211
	50초	72.8kW	32,060	84.8	182
	40초	53.2kW	30,899	81.7	133
고압증제(100℃)	-	4.38 ℓ	37,800	100	28

※ 경유(1,350원/ℓ)

※ 기본 전력 150kW일 때, 산업용 전기료 59.2원/kWh, 기본요금 5,550원적용

· 전기요금=[{계약전력(kW)×기본요금(원/kWh)}/30일+{사용량(kWh)×전력량요금(원/kWh)}]

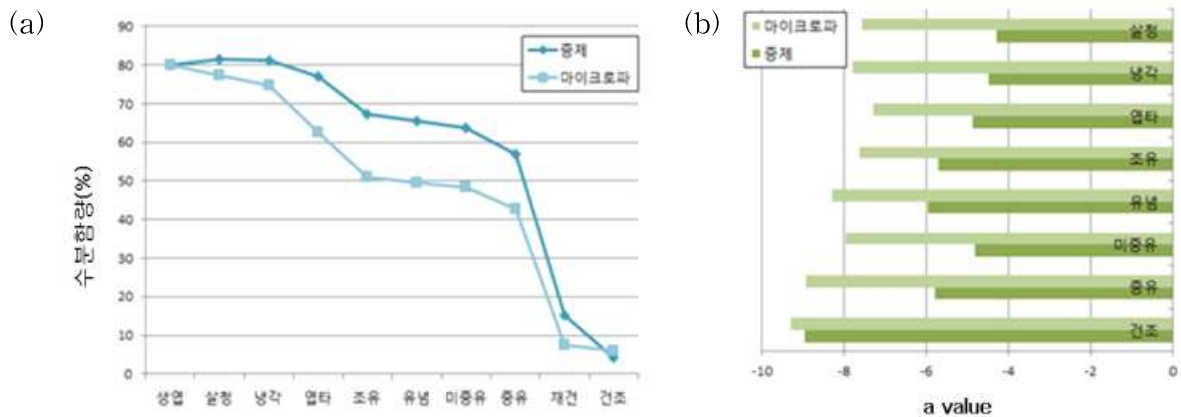


그림 11. 대규모 공정별 수분함량에 따른 색도 변화 차이. a. 수분함량(%), b. 색도

카. 덩음 및 증제와 마이크로파 살청 찻잎의 외형 특성 비교

기존 방식인 고온 덩음과 고압 증제, 마이크로파 살청하여 가공된 찻잎의 외형을 비교한 결과, 고온 덩음과 마이크로파 방식의 찻잎은 차 입자 크기와 모양이 균일하고 불순물이 없었던 반면에 증제 찻잎은 파손 잎이 있었다(그림 12a). 그 이유는 증제 살청 후 찻잎 내부의 높은 수분 함량으로 인해 유념 공정시 둥글게 감겨서 말리거나 짓이겨지기 때문에 파손 잎이 많은 것으로 보인다.

탕색은 고온 덩음 가공시 찻잎 고유의 맑고 투명한 녹색으로 청아한 느낌을 주었고, 증제와 마이크로파 가공시 고온 덩음에 비해서는 다소 미흡하였다(그림 12b).

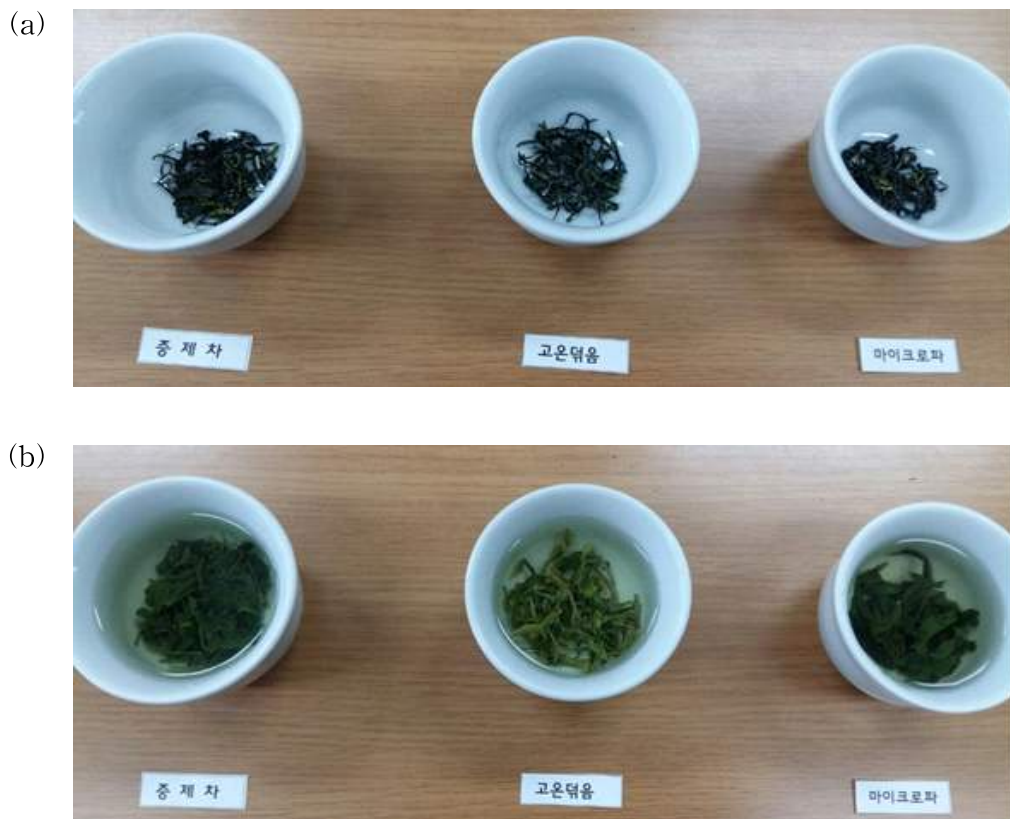


그림 12. 기존방식과 마이크로파 살청 방식별 찻잎의 외형 특성 비교. a. 우림 전 b. 우림 후

2. 마이크로파를 활용한 찻잎 살청시 녹차 가공 특성 연구

가. 차기별 채엽시기에 따른 찻잎 살청방식별 품질특성 비교

차기별 채엽시기에 따라 살청 방식별로 품질을 분석한 결과, 모든 살청방식에서 대체적으로 카테킨, 데아닌, 유리아미노산 함량이 1번차에서 가장 높았으며, 조섬유 함량은 3번차에서 높게 나타났다.

1번차에서 고압 증제(고압 증기), 고온 덩음(고온 살청), 마이크로파로 살청방식을 달리하여 가공한 결과, 카테킨 함량은 고압 증제시 12.5%로 가장 높았으며, 고온 덩음시 12.4%, 마이크로파 살청시 11.6%로 낮은 함량을 보인 반면, 아미노산 중에서도 데아닌 함량은 고압 증제시 2%로 가장 낮았으며, 고온 덩음시 2.1%, 마이크로파 살청시 2.2%로 높은 함량을 보였다. 유리아미노산 함량 또한, 고압 증제시 3.86%로 낮았으며, 고온 덩음시 3.99%, 마이크로파 살청시 4.18로 가장 높은 함량을 보였다. 2, 3번차에서 살청 방식에 따른 품질 특성도 1번차와 함량만 다를 뿐 비슷한 경향을 보여주었다(그림 13).

살청 방식을 달리하여 차기별로 가공 후 비타민C 함량을 비교한 결과, 1번차에서 함량이 높았으며, 1번차에서 가공방식별로 보았을 때, 고압 증제시 390.6mg이었으며, 고온 덩음은 386.9%로 가장 낮은 반면에 마이크로파 살청시 399.5mg으로 가장 높은 함량을 나타내었다(그림 14).

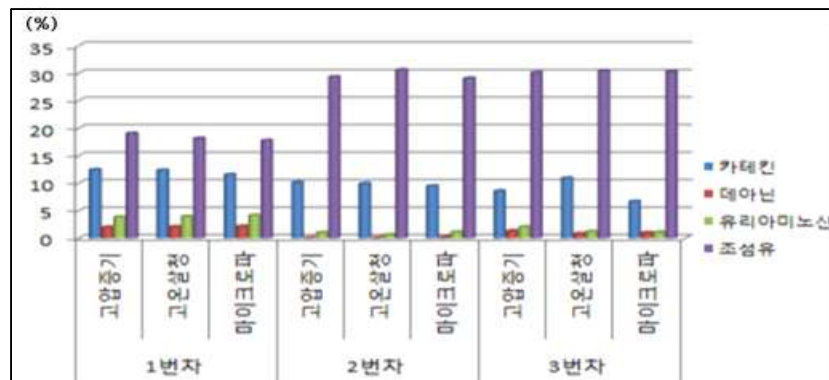


그림 13. 차기별 채엽시기에 따른 살청 방식별 카테킨, 데아닌, 아미노산, 조섬유 함량 분석.

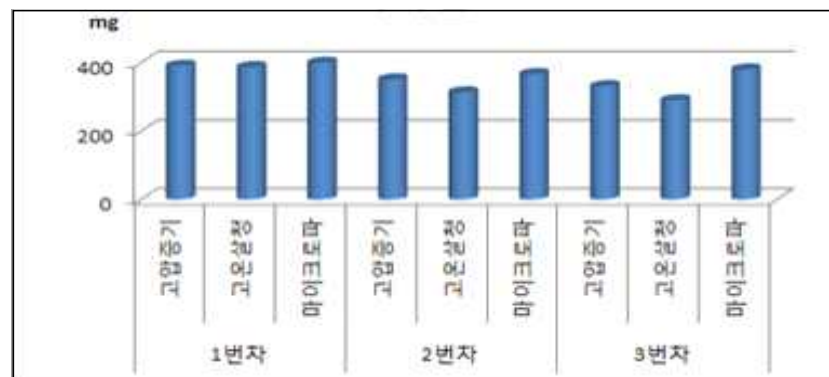


그림 14. 차기별 수확 후 살청 방식별 비타민C 함량 분석.

나. 1번차 단계별 채엽시 마이크로파 살청후 품질 특성 비교

1심 3엽을 기준으로 7일간격으로 채엽하여 마이크로파로 잎차 가공한 결과, 카테킨 함량은 채엽 후기로 갈수록 높아졌으며(그림 15), 녹차에서 감칠 맛을 내는 주성분인 테아닌 함량은 조기 채엽시 높았다가 후기로 갈수록 함량이 낮아졌다(그림 16). 이러한 결과는 기존 살청방식으로 가공하여 보고된 연구결과와 일치하였다(Jo, 2011; Kim, 2002).

또한, 색도 a의 음의 값은 조기채엽시 높았으며, 중기보다는 후기채엽시 녹색도가 강하게 나타났다(그림 17). 조섬유 함량은 조기채엽시 낮다가 시간이 지나면서 증가했는데(그림 18) 기존 고온 뒤움 방식으로 가공한 찻잎의 분석결과와 일치했으며 녹차 제품특성별로 적당한 시기에 채엽하는 것이 필요한 것으로 판단된다.

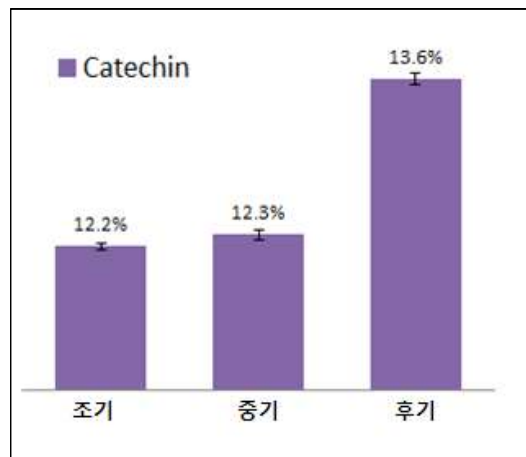


그림 15. 채엽시기별 마이크로파 살청 후 카테킨 함량 비교.

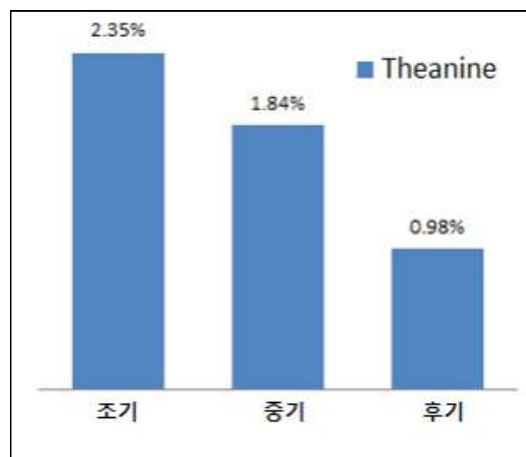


그림 16. 채엽시기별 마이크로파 살청 후 테아닌 함량 비교.

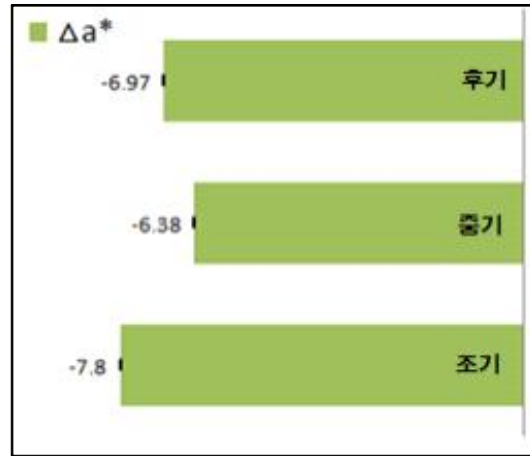


그림 17. 채엽시기별 마이크로파 살청 후 a값 비교.

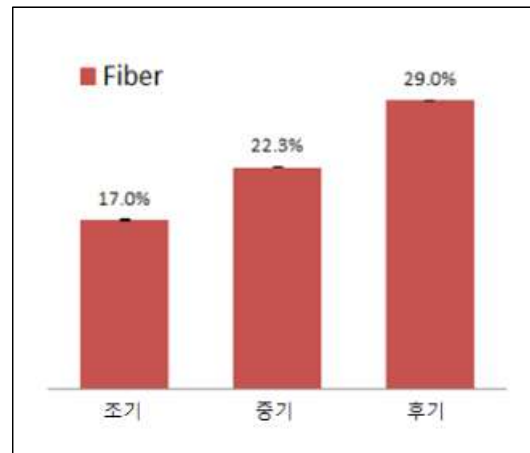


그림 18. 채엽시기별 마이크로파 살청 후 조섬유 함량 비교.

다. 잎차 가공을 위한 마이크로파 가공조건 설정

잎차 가공시 마이크로파의 조사량과 투입속도에 따라 품질 특성을 비교하였다. 기존 고온 덩음 방식으로 가공된 녹차를 대비로 소규모형 마이크로파 살청기를 이용하여 조사량 4kW, 6kW, 8kW를 설정하여 투입속도를 분당 0.3kg, 0.6kg를 투입 후 녹차를 가공하였을 때, 카테킨과 비타민C 함량은 조사량 8kW에서 가장 높았으며, 카테킨은 분당 0.3kg으로 투입시 가장 높았고, 비타민C 함량은 분당 0.6kg 투입시 가장 높았다. 녹색도를 나타내는 -a*값은 조사량 8kW에서 0.3kg 투입시 가장 높았다(표 15). 이러한 결과에서 폴리페놀 산화효소에 의해 영향 받는 카테킨과 녹색도 값이 4kW, 6kW에서 값이 낮은 걸로 봐서는 폴리페놀 산화효소에 의한 찻잎의 산화가 이루어져 살청처리에 충분하지 않은 조건인 것으로 판단된다.

비타민C 또한, 폴리페놀 산화효소에 영향을 받지만 열처리 등 물리적 영향에 의한 성분변화가 일어나기 때문에 조사량 8kW에서 비교적 마이크로파 조사를 덜 받는 투입속도에서 높은 값을 보인 것으로 판단된다.

따라서, 마이크로파를 이용한 녹차 가공시 폴리페놀 산화효소에 의한 화학적 변화가 일어나지 않고 품질 변화가 적은 조사량 8kW에서 분당 0.3kg 투입시 적정하다고 판단되었다.

또한, 적정하다고 판단된 조사량 및 투입 속도를 동일한 조건으로 처리하여 조사시간만 다르게 처리하였는데, 대체적으로 마이크로파 3분 조사하였을 때 카테킨, 비타민C함량이 높았으며, 찻잎을 분당 0.6kg 투입하고 마이크로파 조사시간을 2분 20초 가량 짧게 주었을 때 대체적으로 품질이 좋지 않았으며 색도 또한 좋지 않았다. 이는 1세부 결과에서 나타난 봐와 같이 산화효소에 의한 영향으로 갈변화가 이루어진 것으로 판단된다.

반면, 조사시간을 2분 20초로 짧게 주더라도 분당 투입량을 0.3kg로 적게 투입시켰을 때 녹색도는 높게 유지되었는데, 이는 조사시간에 따른 투입량 조절에 따라서 살청여부가 달라질 수 있다는 것을 보여주는 결과이다(표 16).

표 15. 마이크로파 처리조건(조사량, 투입속도)에 따른 잎차의 품질특성 비교.

조사량 (kW)	투입 속도 (kg/분)	Catech in (%)	Theanine (%)	VitaC (mg/kg)	tannin (%)	색도 분석			
						L*	a*	b*	h*
4	03	11.8b ^z	1.4	389bc	17.3	51.5	-6.1d	25.5	103
	06	10.7e	1.8	393b	17.9	53.2	-6.1e	27.4	102
6	03	11.5cd	1.7	412a	17.3	54.0	-6.5c	27.7	103
	06	11.3d	1.6	391b	16.9	51.7	-5.3f	26.2	101
8	0.3	12.4a	1.4	383c	16.8	55.6	-7.6a	28.7	105
	0.6	11.6c	1.7	418a	17.0	54.0	-7.2b	27.5	105

^zDuncan's multiple range test at 5% level

표 16. 마이크로파 최적 조사량(8kW)에서의 처리조건에 따른 잎차 품질 특성 비교.

조사량 (8kW)	투입 속도 (kg/분)	조사 시간	Cate chin (%)	Theanine (%)	VitaC (mg/kg)	tannin (%)	색도 분석			
							L*	a*	b*	h*
8	03	3분	12.4a ^z	1.4	383c	16.8	55.6	-7.6a	28.7	105
		2분20초	11.5b	1.6	407b	17.2	54.2	-7.7a	27.6	106
	06	3분	11.6b	1.7	418a	17.0	54.0	-7.2b	27.5	105
		2분20초	11.5b	1.6	407b	16.9	50.2	-5.5c	25.3	102

^zDuncan's multiple range test at 5% level

라. 가루녹차 가공을 위한 마이크로파 가공조건 설정

가루녹차 가공시 마이크로파의 조사량과 투입속도에 따라 품질 특성을 비교하였다. 기존 고온
볶음 방식으로 가공된 녹차를 대비로 소규모형 마이크로파 살청기를 이용하여 조사량 4kW, 6k
W, 8kW를 설정하여 투입속도를 분당 0.3kg, 0.6kg을 투입 후 가루녹차를 가공하였을 때, 카테
킨과 비타민C 함량 및 녹색도는 조사량 8kW, 분당 0.3kg 투입시 가장 높은 결과를 얻었다(표
17).

또한, 동일 조사량 및 투입시간으로 조사시간만 다르게 하여 품질특성을 비교하였을 때 분
당 0.3kg 투입하여 3분 가량 조사하였을 때, 카테킨과 비타민C 함량 뿐만 아니라 녹색도도
높게 나타났다(표 18).

표 17. 마이크로파 처리조건(조사량, 투입속도)에 따른 가루녹차 품질특성 비교.

조사량 (kW)	투입 속도 (kg/분)	Catechin (%)	Theanine (%)	VitaC (mg/kg)	tannin (%)	색도 분석			
						L*	a*	b*	h*
4	03	12.1c ^z	0.8	214c	14.9	47.0	-4.5d	22.9	101
	06	11.1d	0.6	199d	14.3	43.6	-1.8e	20.0	95
6	03	12.8a	0.7	227b	14.3	45.7	-4.7c	21.7	102
	06	12.4bc	0.8	233b	14.7	47.0	-4.5d	22.7	101
8	0.3	12.7ab	0.8	243a	14.8	51.5	-6.7a	26.4	104
	0.6	12.3c	0.8	231b	14.9	47.6	-5.4b	23.7	103

^zDuncan's multiple range test at 5% level

표 18. 마이크로파 최적 조사량(8kW)에서의 처리 조건에 따른 가루녹차 품질 특성 비교.

조사량 (8kW)	투입 속도 (kg/분)	조사 시간	Catechin (%)	Theanine (%)	VitaC (mg/kg)	tannin (%)	색도 분석			
							L*	a*	b*	h*
8	03	3분	12.7a ^z	0.8	243ab	14.8	51.5	-6.7a	26.4	104
		2분20초	12.4ab	0.8	237bc	14.9	46.6	-4.9d	22.4	102
	06	3분	12.3b	0.8	231c	14.9	47.6	-5.4b	23.7	103
		2분20초	12.4ab	0.7	251a	14.3	47.8	-5.0c	24.3	102

^zDuncan's multiple range test at 5% level

마. 녹차나물 가공을 위한 마이크로파 가공조건 설정

녹차나물 가공시 마이크로파의 조사량과 투입속도에 따라 품질 특성을 비교하였다. 기존 고온
볶음 방식으로 가공된 녹차를 대비로 소규모형 마이크로파 살청기를 이용하여 조사량 4kW, 6k
W, 8kW를 설정하여 투입속도를 분당 0.3kg, 0.6kg 투입 후 녹차나물을 가공하였을 때 비타민
C 함량 및 녹색도는 조사량 8kW에서 분당 0.3kg 투입시 가장 높은 결과를 얻었다(표 19).

또한, 동일한 최적 조사량 및 투입시간으로 조사시간만 다르게 하여 품질특성을 비교하였
을 때 8kW에서 분당 0.3kg 투입하여 3분 처리시 비타민C 함량과 녹색도가 높은 결과를 얻
었다(표 20).

표 19. 마이크로파 처리조건(조사량, 투입속도)에 따른 녹차나물의 품질특성 비교.

조사량 (kW)	투입 속도 (kg/분)	Catechin (%)	Theanine (%)	VitaC (ng/kg)	tannin (%)	색도 분석			
						L*	a*	b*	h*
4	0.3	12.1	0.8	181d ^z	15.4	49.1	-7.30f	27.2	105
	0.6	12.4	0.8	201c	14.7	48.2	-7.02e	25.7	105
6	0.3	12.4	0.8	202c	15.2	49.5	-8.24d	27.1	107
	0.6	12.3	0.9	200c	15.1	50.7	-9.02b	29.0	107
8	0.3	12.4	0.8	238a	13.9	49.1	-9.51a	27.1	109
	0.6	12.6	0.9	222b	14.8	49.9	-8.93c	27.5	108

^zDuncan's multiple range test at 5% level

표 20. 마이크로파 최적 조사량(8kW)에서의 처리조건에 따른 녹차나물 품질 특성 비교.

조사량 (kW)	투입 속도 (kg/분)	조사 시간	Cate chin (%)	Thea nine (%)	VitaC (ng/kg)	tannin (%)	색도 분석			
							L*	a*	b*	h*
8	03	3분	12.4	0.8	238a ^z	13.9c	49.1	-9.5a	27.1	109
		2분20초	12.5	0.9	229b	16.1b	49.6	-9.2b	27.7	108
	06	3분	12.6	0.9	222c	14.8a	49.9	-8.9c	27.5	108
		2분20초	12.6	0.8	220c	15.6b	49.2	-8.1d	27.3	107

^zDuncan's multiple range test at 5% level

제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

제1절 : 목표대비 달성도

기존 소규모 농가에서 주로 이용하는 고온 튀음 방식과 대규모 법인 가공 공장에서 이용하는 고압 증제 방식과 비교하여 마이크로파 살청기 이용시 폴리페놀 산화효소의 잔존 활성 여부에 따른 산화 및 카테킨, 비타민C 등의 품질변화를 비교하면서 살청 효과를 검증하였다. 또한, 마이크로파 살청에 적합한 차기 및 채엽시기 등 가공조건을 설정하였을 뿐만 아니라 3 번차기 활용도를 높이기 위하여 가루녹차, 나물용 녹차를 마이크로파로 제조하여 적합한 가공조건을 설정하였다.

제2절 : 정량적 성과

세부과제명	세부 과제 책임자	성과물 유형	성과물명	성과물 주담당자	성과 적용 년월	성과물 승인 여부
마이크로파를 활용한 찻잎 살청시 녹차 제품의 용도별 가공특성 연구	김권수	홍보성과	녹차 자동살청장치 연구 추진 된다	김권수	2014. 11	승인
마이크로파를 활용한 찻잎 살청시 녹차 제품의 용도별 가공특성 연구	김권수	학술발표	Characteristic of the tea products oxidized by Microwave in Sultrey States	김권수	2014. 11	승인
마이크로파를 활용한 찻잎 살청시 녹차 제품의 용도별 가공특성 연구	김권수	논문게재	마이크로파 살청 방식을 활용한 셀레늄 함유차 (Camellia sinensis L.) 생산에 미치는 유기 셀레늄의 처리횟수 및 농도 효과	김권수	2014. 09	승인
마이크로파를 활용한 찻잎 살청의 효율성 증대 및 현장접목 연구	김권수	홍보성과	농기원, 녹차 자동살청자이 현장접목연구, 연료비 줄여 녹차농가 부담덜어	김권수	2014. 11	승인
마이크로파를 활용한 찻잎 살청의 효율성 증대 및 현장접목 연구	김권수	학술발표	Effect of Microwave Non-oxidation on Quality Characteristics and Processing Efficiency in Green Tea Manufacture	송인관	2014. 06	승인
마이크로파를 활용한 찻잎 살청의 효율성 증대 및 현장접목 연구	김권수	산업재산권 출원	벤지롱	김권수	2014. 05	승인
마이크로파를 활용한 찻잎 살청의 효율성 증대 및 현장접목 연구	김권수	산업재산권 출원	어랑진	김권수	2014. 05	승인

마이크로파를 활용한 찾잎 살청의 효율성 증 대 및 현장접목 연구	김권수	논문게재	마이크로파를 이용한 찾잎 살청이 녹차의 품질특성 및 가공효율에 미치는 영향	송인관	2014. 09	승인
마이크로파를 활용한 찾 잎 살청시 녹차 제품의 용도별 가공특성 연구	김보화	홍보성과	녹차 제품 용도별 가공특성	김보화	2015. 06	승인
마이크로파를 활용한 찾 잎 살청시 녹차 제품의 용도별 가공특성 연구	김보화	학술발표	마이크로파살청기의 처리조 건에 따른 녹차나물 품질에 미치는 영향	김보화	2015. 11	승인
마이크로파를 활용한 찾 잎 살청시 녹차 제품의 용도별 가공특성 연구	김보화	영농활용 채택	녹차나물 살청시 마이크로 파 살청기 처리조건	김보화	2015. 12	승인
마이크로파를 활용한 찾 잎 살청시 녹차 제품의 용도별 가공특성 연구	김보화	영농활용 기관제출	녹차나물 살청시 마이크로 파 살청기 처리조건	김보화	2015. 11	승인
마이크로파를 활용한 찾잎 살청의 효율성 증 대 및 현장접목 연구	김보화	홍보성과	마이크로파 살청의 효율성 증대	김보화	2015. 11	승인
마이크로파를 활용한 찾잎 살청의 효율성 증 대 및 현장접목 연구	김보화	학술발표	찾잎 살청시 마이크로파살 청기 활용에 따른 가공 연 료비 절감 효과	김보화	2015. 11	승인
마이크로파를 활용한 찾잎 살청의 효율성 증 대 및 현장접목 연구	김보화	산업재산 권 등록	벤지롱	김보화	2015. 02	승인
마이크로파를 활용한 찾잎 살청의 효율성 증 대 및 현장접목 연구	김보화	산업재산 권 등록	어랑진	김보화	2015. 02	승인
마이크로파를 활용한 찾잎 살청의 효율성 증 대 및 현장접목 연구	김보화	농가기술 지도/컨설 팅/현장기 술지원	녹차 살청장치(마이크로파) 처리용량 관련 컨설팅	김보화	2015. 02	승인
마이크로파를 활용한 찾잎 살청의 효율성 증 대 및 현장접목 연구	김보화	농가기술 지도/컨설 팅/현장기 술지원	마이크로파 살청기 현장 시 연회	김보화	2015. 05	승인

제 5 장 연구 결과의 활용 계획

시험결과에 따라 기존 방식 대비 품질보존 및 연료비 절감부분에선 우수하지만, 가공시간은 기존방식에 비해 5배 이상 소요되어 단시간내 많은 양의 찻잎을 가공하는 실제 법인규모의 가공 현장에서는 사용이 힘들기 때문에 제작업체와의 지속적 협의를 통해 시스템 보완을 추진 할 예정임.

제작업체와 결과를 공유하고 제품 보완 후 적극적인 홍보를 통해 본 연구과제를 통하여 확립된 마이크로파를 이용한 녹차 가공기술을 농가에 보급시키고 기존의 녹차 가공방식인 증제, 고온 덫음 방식과 더불어 새로운 가공방식으로써의 기술을 정착시킬 계획임

제 6 장 연구 과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

해당 사항 없음

국가연구개발 보고서원문 성과물 전담기관인 한국과학기술정보연구원에서 가공·서비스 하는
연구보고서는 동의 없이 상업적 용도로 사용할 수 없습니다.

제 7 장 연구 개발 결과의 보안 등급

일반등급: 관련 농가에서 적극 사용할 수 있도록 결과 공유 예정임

제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

해당 사항 없음

제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

분기별 실험실 사이버 안전교육 이수 (5회)

일별 연구실 안전점검표 작성

분기별 연구실 안전점검 현장교육

제 10 장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	Impact Factor	논문게재일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등)
1	논문	마이크로파를 이용한 찰칠탄 살청이 녹차의 품질특성 및 가공효율에 미치는 영향	제주특별 자치도 농업기 술원	주저자	차학회지	0.6	2014. 09	-	-
2	논문	마이크로파 살청방식을 활용한 셀레늄 함유차(Camellia sinensis L.) 생산에 미치는 유기 셀레늄의 처리횟수 및 농도 효과	제주특별 자치도 농업기 술원	주저자	차학회지	0.6	2014. 11	-	-

국가연구개발 보고서원문 성과물 전담기관인 한국과학기술정보연구원에서 가공·서비스 하는
연구보고서는 동의 없이 상업적 용도로 사용할 수 없습니다.

제 11 장 기타사항

해당사항 없음

제 12 장 참고문헌

- Anan, T. 1988. Changes of Chemical Compounds during Green Tea Manufacturing. JARQ(japan). 22(3)
- Bokuchava, M. A., Popov, V. R., Sidorov, V. S. 1954. Chromatographic determination of free amino acid in fresh and wilted tea leaves. Dokl. Akad. Nauk SSSR. 95(3):609-10
- Choi, Y. J., Han, S. K., Moon, J. H., Kim, S. J., Ma, S. J., Cho, J. Y., Shin, K. H., Park, K. H. 2009. Characterization of the Maximum Fermented Point in Enzymatic Fermentation of Tea. J. Kor. Tea Soc. 15(1):85-91
- Gulati, A., Rawat, R., Singh, B., Ravindranat, S. D. 2003. Application of Microwave Energy in the Manufacture of Enhanced-Quality Green Tea. J. Agric. Food Chem. 51(16):4769-4774
- Han, S. K., Song, Y. S., Lee, J. S., Bang, J. K., Suh, S. J., Cho, J. Y., Moon, J. H., Park, K. H. 2010. Changes of the Chemical Constituents and Antioxidant Activity During Microbial-fermented Tea(*Camellia sinensis* L.) Processing. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. 42(1):21-26
- Jeong, B. C., Moon, Y. H., Song, Y. S., Han, S. K., Bang, J. K. 2007. Retardation Causes and Subjugation Plans of the Tea Industry through the Korean Tea History. J. Kor. Tea Soc. 13(3):159-142.
- Jo, J. S., Kim, J. C., Cho, K. H., Kim, R., Han, J. Y. 2011. Chemical Constituent Variabilities of the green tea leaves by harvest periods. J. Korean Wood Sci&Tech. 39(4):370-380
- 금준석 1999. 마이크로파를 이용한 식품의 가공 공정. 식품과학과 산업 32(1):12-18
- Kim, B. S., Yang, W. M., Choi, J. 2002 Comparison of Caffeine, Free Amino Acid, Vitamin C and Catechins Content of Commercial Green Tea in Bosung, Suncheon, Kwangyang, Hadong. J. Kor. Tea Soc. 8(1):55-62
- Komori, A., Yatsunami, J., Okabe, S., Abe, S., Hara, K., Suganuma, M., Kim, S. J., Fujiki, H. 1993. Anticarcinogenic activity of green tea polyphenols. Jpn. J. Clin. Oncol. 23(3):186-90

- Muramatsu, K., Fukuyo, M., Hara, Y. 1986. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *J. Nutr. Sci. vitaminol(Tokyo)*. 32(6):613-22
- Nakayama, M., Suzuki, K., Toda, M., Okubo, S., Hara, Y., Shimamura, T. 1993. Inhibition of the infectivity of influenza virus by tea polyphenols. *Antiviral Res.* 21(4):289-99
- Roberts, E. A. H., Wood, D. J. 1953. Separation of tea polyphenols on paper chromatograms. *Biochem. J.* 53(2):332-6
- Shin, A. J., Cheon, S. J. 1988. Physico-chemical Properties of Korean Green Teas by Varieties and Processing Methods. *Korean J. Soc. Food Sci.* 4(1)
- Shin, K. H., Cui, Z., Im, T. G., Bang, G. P. 2011. Effects on Quality of Fermented Tea with Different Harvesting Seasons. *J. Kor. Tea Soc.* 17(3):36-40
- Sierra, I., Vidal-Valverde, C., Olano, A. 1999. The effects of continuous flow microwave treatment and conventional heating on the nutritional value of milk as shown by influence on vitamin B1 retention. *Eur. Food Res. Technol.* 209(5):352-354
- Song, I. K., Song, K. J. 2014. Effect of Microwave Non-oxidation on Quality Characteristics and Processing Efficiency in Green Tea Manufacture. *J. Kor. Tea Soc.* 20(3):37-41
- Suh, B. S., Suh, H. S. 2007. The Change in Catechin Content of Korean Bosung Green Tea by Different Processes and Storage. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 17(3):409-416
- Tijburg, L. B. M., Mattern, T., Folts, J. D., Weisgerber, U. M., Katan, M. B. 1997. Tea Flavonoids and Cardiovascular Diseases: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 37(8):771-785
- Wang, H., Provan, G. J., Helliwell, K. 2000. Tea flavonoids: Their functions utilization and analysis. *Trends Food Sci. Tech.* 11(4-5):152-160
- Zaprometov, M. N. 1952. Chromatographic comparative study of tannin contents in tea. *Dokl. Akad. Nauk SSSR.* 87(4):649-52

주 의

1. 이 보고서는 농촌진흥청에서 시행한 「지역특화과제기술개발사업」의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농촌진흥청에서 시행한 「지역특화과제기술개발사업」의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.