



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

안 홍 석 교수지도
박사학위 청구논문

생강의 건조, 생강오일 추출 및
항산화물질의 활용에 관한 연구

2014년

성신여자대학교 대학원

식품영양학과

박 미 혜

생강의 건조, 생강오일 추출 및
항산화물질의 활용에 관한 연구

안 홍 석 교수지도

이 논문을 박사학위논문으로 제출함

2014년 4월

성신여자대학교 대학원

식품영양학과

박미혜

인 준 서

박미혜의 박사학위 논문으로 인준함.

심사위원 한 영 옥 현

심사위원 민 상 기 현

심사위원 윤 현 근 현

심사위원 박 영 준 현

심사위원 안 홍 석 현

논문개요

본 연구에서는 생강의 활용도를 높이기 위해 크게 세 가지 연구를 진행하였다. 생강의 저장성을 향상시키기 위한 건조방법을 모색 하였고, 생강의 성분 중 가장 활용도가 높은 향미성분인 생강오일을 추출하기 위해 다양한 추출방법을 비교하고 그 방법을 통해 얻을 수 있는 회수량을 최적화 하였다. 그리고 생강 오일의 항산화 능을 정량하여 이를 이용한 생강 오일이 첨가된 샐러드용 식용유를 제조하여 상품의 가능성을 확인해 보았다.

1. 탈피한 생강과 생강 패티를 과열증기 건조, 과열증기 후 열풍건조, 그리고 열풍건조 방법으로 처리하였을 때 건조시간의 경우 과열증기 건조 - 과열증기 후 열풍건조 - 열풍건조 순으로 짧았고, 열풍건조의 경우 조단백질, 조지방, 조회분 함량이 다른 처리방법에 비해 높은 것으로 나타났다. 색도의 경우 탈피생강을 과열증기로 데치기한 후 열풍건조 하였을 때 가장 좋은 품질의 색도를 보여 주었다. 갈변도 역시 과열증기 후 열풍건조 방법이 가장 상품성이 있었다. 과열증기와 열풍건조를 병행하면 건조 시간은 줄이고, 상품성은 증진시킬 수 있는 것으로 확인되었다.

2. 통생강과 슬라이스 된 생강을 전자파를 이용해 진공 건조와 동결 건조한 결과, 전자파 조사 후 진공 건조했을 때 건조 시간은 짧았으나 이화학적 변화는 동결 건조보다 많이 일어났다. 상품성은 전자파 조사 후 동결 건조하는 것이 보다 적합한 것으로 확인되었다.

3. 적외선을 이용한 건조기술의 경우 적외선만 이용하는 것보다 적외선 조사 후 진공건조를 병행하는 것이 건조속도를 향상시켰다. 이렇게 향상된

건조방법은 열풍건조와 비교 시에도 약 5배 정도 시간을 단축할 수 있었고, 150V power로 적외선 조사 후 진공건조 한 생강 건조물이 가장 경제적인 방법으로 확인되었다.

4. 6-Gingerol을 대상으로 건조생강, 생강 착즙액에 대한 추출 성능을 비교한 결과, 건조생강에서는 에탄올을 이용한 환류 추출법이, 생강 착즙액에서는 diethyl ether를 이용한 분액 추출법이 가장 효율적이었다. 추출된 생강 오일을 정제 할 경우 생생강, 건조 생강, 생강 착즙액에 대해 증류, flash chromatography, 열수 및 용매 추출, 초음파 및 용매추출, 에탄올 추출, 감압 증류, 원심분리 및 증류 방법을 통해 효율을 비교해 보았고, 회수 방법에 따라 얻을 수 있는 각각의 향미 성분 양과 성분 비율이 달라졌다. 착즙액을 감압 증류 하는 것과 원심분리 후 증류 하는 방법이 가장 효율적인 것으로 확인되었다.

5. 생강 내 항산화 성능을 정량하기 위해 DPPH radical scavenging activity를 이용하여 생강 오일의 항산화능력을 Vit E와 비교해 보았다. 동일 농도의 Vit E 와 비교해 볼 때 생강오일의 항산화 능력은 작아 보이지만, 생강오일에 다른 영양분이 있다는 걸 고려하고 지용성 물질에 녹일 경우 항산화능과 향미를 모두 이용할 수 있을 거라고 판단하였다. 생강오일을 첨가한 샐러드용 식용유를 개발하기 위한 기초 테스트로서 용해도 및 색도, 관능평가를 진행하였고 그 가능성을 확인할 수 있었다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	4
II. 이론적 배경	5
1. 생강의 일반 성분	5
2. 생강의 생리적 활성 기능	7
3. 생강의 건조방법	10
4. 생강의 유효성분 분리 및 추출 방법	11
5. 생강의 갈변	14
III. 재료 및 연구 방법	16
1. 생강의 상품성 향상을 위한 건조기술의 최적화	16
1) 과열증기를 이용한 생강 건조	16
① 실험 재료	16
② 건조 방법	16
③ 생강의 건조율	18
④ 일반성분분석	18
⑤ 색도 측정	18
⑥ 갈변도 측정	18
2) 전자파를 이용한 진공건조 및 동결건조기술을 적용한 생강건조	19
① 건조 방법	19
3) 적외선 진공건조 기술을 이용한 생강 건조	21
① 건조 방법	21

2. 생강 오일의 추출 및 회수 최적화	23
1) 생강 오일 추출의 최적화	23
① 실험 재료	23
② 고체시료 전처리	23
③ 액체시료 전처리	24
④ 6-gingerol 분석	25
2) 추출한 생강 오일의 회수 최적화	26
① 증류	26
② Flash Chromatography 분리	26
③ 열수 추출	27
④ 초음파 추출	27
⑤ 건조생강 에탄올 추출	28
⑥ 착즙액 감압 증류	28
⑦ 착즙액 원심 분리 및 증류	28
3. 생강 오일의 항산화성을 이용한 셀러드용 식용유 제조	29
1) DPPH radical scavenging activity를 이용한 항산화성 정량	29
① 분석방법	29
2) 생강오일을 첨가한 식용유 제조	30
① 용해도 분석	30
② 색도 측정	30
③ 관능평가	30

IV. 연구 결과 및 고찰	31
1. 생강의 상품성 향상을 위한 건조기술	31
1) 과열증기를 이용한 생강 건조	31
① 생강의 건조율	31
② 일반성분	33
③ 색도	34
④ 갈변도	36
2) 전자파를 이용한 동결건조 및 진공건조기술을 적용한 생강건조	37
① 생강의 건조율	37
② 생강 건조물의 특성	40
3) 적외선 진공건조	44
① 생강의 건조율	44
② 생강 건조물의 특성	49
2. 생강 오일의 추출 및 회수	51
1) 생강 오일 추출	51
① 고체시료	52
② 액체시료	53
③ 표준화 된 시료의 전처리 과정	55
2) 추출한 오일의 회수	57
① 증류	57
② Flash Chromatography 분리	58
③ 열수추출물의 용매 추출 시료	59
④ 초음파 및 용매 추출	59
⑤ 건조생강 에탄올 추출	60
⑥ 착즙액 감압 증류	61

⑦ 착즙액 원심 분리 및 증류	63
3. 생강오일의 항산화성을 이용한 샐러드용 식용유 제조	66
1) DPPH radical scavenging activity를 이용한 항산화성 평가	66
2) 생강오일을 첨가한 샐러드용 식용유 제조	69
① 용해도 평가	69
② 색도 측정	70
③ 관능평가	71
 V. 결론	 72
 Referenes	 75
Abstract	86

List of Tables

Table 1. Physical properties of ginger essential oil (20°C)	5
Table 2. Analysis condition of HPLC for 6-gingerol	26
Table 3. Composition of peeled ginger and ginger patty with various drying methods	34
Table 4. CIE color of peeled ginger and ginger patty with various drying methods	35
Table 5. Results of the microwave vacuum drying and the freeze drying system	40
Table 6. Chromaticity changes by hot air drying at different air velocity	49
Table 7. Chromaticity changes by IR drying at various IR intensity	50
Table 8. Chromaticity changes by vacuum IR drying at various IR intensity	51
Table 9. Quantification of extracted 6-gingerol from ginger using two extraction methods with various solvent	52
Table 10. Quantification of 6-gingerol from squeezed ginger juice and extracted ginger with hot water using two	

extraction methods with various organic solvents54

Table 11. Comparison of flavor and taste of ginger juice and vacuum distilled ginger juice based on 9 point scoring method62

Table 12. Comparison of chromaticity changes between cooking oil and ginger oil added cooking oil71

List of Figures

Fig. 1 System of ginger drying machine using superheated steam and scheme of the process	17
Fig. 2 Picture of the microwave vacuum drying system	20
Fig. 3 Picture of the microwave vacuum freeze drying system	21
Fig. 4 Scheme of the vacuum IR drying system	22
Fig. 5 Qualification of 6-gingerol with HPLC result	25
Fig. 6 Drying curve of peeled ginger using various drying methods	32
Fig. 7 Drying curve of ginger patty using various drying methods	33
Fig. 8 Chromaticity comparison of peeled ginger(a) and ginger patty(b) with various drying methods	36
Fig. 9 Profile of browning index of peeled ginger and ginger patty with various drying methods	37
Fig. 10 Changes in temperature, pressure, output, and change in the process of microwave vacuum drying system	38
Fig. 11 Changes in temperature, pressure, output, and change in the process of microwave vacuum freeze drying system ..	39

Fig. 12 Morphology of the whole bulb of ginger before (left) and after microwave vacuum drying (right) 41

Fig. 13 Morphology of the sliced ginger before (left) and after microwave vacuum drying (right) 42

Fig. 14 Morphology of the whole bulb of ginger before (left) and after microwave vacuum freeze drying (right) 43

Fig. 15 Morphology change of dried ginger (left: before drying, middle: microwave vacuum drying, right: microwave vacuum freeze drying) 44

Fig. 16 Profile of the moisture content of ginger drying: IR drying and vacuum IR drying 45

Fig. 17 Chromaticity comparison of ginger after IR drying(A) and vacuum IR drying(B) 46

Fig. 18 Drying curve of ginger using vacuum IR drying and hot air drying methods (VC IR: vacuum IR drying, HA: hot air drying) 47

Fig. 19 Browning index results of various drying conditions 48

Fig. 20 Scheme of the analysis process for 6-gingerol in ginger 56

Fig. 21 GC result of the recovered oil from distillation of sliced ginger	57
Fig. 22 GC result of the recovered oil using flash chromatography and n- hexane : diethyl ether (9:1) fraction method from SDE extraction of blended ginger	58
Fig. 23 GC result of the recovered oil using n-hexane, n-hexane/ether(1:1), and diethyl ether from hot water extracted ginger slice	59
Fig. 24 GC result of the concentrated recovered oil using ethanol reflux from hot water extraction of dried ginger slice	60
Fig. 25 GC result of the recovered oil from decompressed distillation of extracted ginger juice	61
Fig. 26 GC result of the recovered oil using distillation from supernatant of centrifuged extracted ginger juice	63
Fig. 27 Scheme of the separation process for flavor and taste substance from the extracted ginger juice	64
Fig. 28 Chromaticity change of DPPH radical scavenging test using various concentration of Vit E	66
Fig. 29 Chromaticity change of DPPH radical scavenging test using various concentration of ginger oil	67

Fig. 30 Profile of IC₅₀ (antioxidative performance 50%) using various concentration of Vit E 68

Fig. 31 Profile of IC₅₀ (antioxidative performance 50%) using various concentration of ginger oil 69

Fig. 32 Picture of ginger oil added brown rice oil, canola oil, grape seed oil, and olive oil (left to right) 70

I. 서론

1. 연구의 필요성

최근 의학의 발달과 생활수준의 향상으로 인해 인류는 평균수명이 비약적으로 늘어나게 되었고, 이는 기존에 크게 고려하지 못했던 삶의 질 향상과 건강 유지 및 노화 방지에 많은 투자를 가능하게 하였다. 행복한 삶을 위한 건강 유지 및 노화 방지와 관련하여 많은 관심이 생겨났고, 다양한 산업들이 생겨나게 되었다 (1). 다양한 건강 보조 식품과 노화 방지 분야에서 식물 내 생리활성물질에 대한 연구도 꾸준히 진행 중이다 (2-4). 식물성 식품에 주로 함유된 생리활성 물질은 체내 유해물질의 중화, 항염 작용, 항암 효과, 면역성 증진, 콜레스테롤의 감소, 및 무기질 흡수 촉진들의 기능을 가지고 있는 것으로 보고가 되고 있으며(5-9), 현대인의 라이프 스타일 변화와 함께 현대인의 식생활에 있어 성인병 예방과 관련해 다양한 천연 기능성 식품을 활용하고 있다 (10).

그 중에서도 항산화 효능이 높은 천연식품이나 한약재를 생리학적 산화·환원 항상성 조절 또는 항산화제로 이용할 수 있는 물질을 개발하여 인체의 지질과산화물을 억제하고 질병을 예방하려는 목적으로 ‘항산화제 치료 (antioxidant therapy)’라는 새로운 치료 가능성이 제시 되었고, 지난 10년간 항산화 식품과 산화적 스트레스에 대한 연구 발표가 4배 가까이 증가되었다 (11-16).

또한 여러 가지 만성질환의 증가로 인해 항암, 면역증진 및 혈액순환개선 등의 생리활성을 갖는 약용식물과 채소에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며 이를 이용한 식품 개발 역시 다양한 식재료를 이용하여 시도되고 있다 (17-18). 예를 들어 우리나라에서 많이 섭취되는 채소류 중 근채류는 우

리나라 주요한 농산물 중의 하나로 식이섬유의 생리활성을 기대해 볼 수 있는 식품으로 오래전부터 우리 식단에 많이 이용되고 있으며, 이들 근채류 중 생강은 매운 맛을 내는 향신료로서 좋지 않은 냄새를 제거하고 식욕을 증진시키는 중요한 역할을 함으로서 사용이 증가되고 있으며, 이들의 생리활성 효과에 대한 성분들이 밝혀지면서 기능성 식품의 이용도가 높아지고 있다.

생강(*Zingiber officinale Roscoe*)은 생강과(*Zingiberaceae*)에 속하는 다년생 식물로서 근경을 주로 식용으로 사용하며 특유의 매운맛과 향기를 지닌 향신료이다. 우리나라에서 생강은 김치나 젓갈류의 향신료로 첨가하여 사용되어 왔다. 생강의 특유의 풍미와 향기로 아열대 지역에서 향신료로 사용되어 왔는데, 근래에 들어서는 식용, 약용, 기능성 식품, 화장품용으로도 활용되고 있다 (3, 4, 19).

생강의 맛을 결정하는 풍미성분은 정유 성분(essential oil)과 매운맛 성분을 함유하고 있는 oleoresin성분으로 나눌 수 있는데, 정유 성분으로 Zingiberol, Zingiberene 등이 있으며, 생강의 매운맛을 결정하는 oleoresin은 6-gingerol, 6-shogaol, Ginerone 등으로 나뉜다 (2, 20). 생강의 풍미성분은 항산화와 항염 작용을 가지고 있어 건강식품에 많은 활용가능성을 가지고 있다 (21-24). 또한 감기, 두통, 관절염 및 정신적 치료에 효과적이라고 보고되어 왔으며, 이들 성분들의 분획(fraction)이 자연살해세포(NK cell)의 기능을 활성화시켜 면역능력을 증진시키는 것으로 보고되었다 (25-26). 생강의 알싸한 휘발성 향기성분은 Zingiberene, γ -cardinen 등을 통해 주로 나타나는데, 생강 자체의 식품가치는 생강에 함유되어 있는 향미물질에 따라 좌우되고 상품적 가치를 띤다. Ginger oil은 거의 대부분이 monoterpene, sesquiterpene hydrocarbones와 oxygenated monoterpenoids, oxygenated sesquiterpenoids등과 같은 terpenoids류에 기인하고 있으며, 이들 ginger oil의 조성은 생강 제품의 품질평가에 중요한 지표가 되고 있다. 생강의 향기

특성은 재배지역별로 상당히 차이가 있는데, 인도산 생강에서 arcurcumene, zingiberene, α -farnesene, β -bisabolene, β -sesquiphellandrene 등이 주요 성분이라 발표하였고, 호주산 생강은 camphene과 phellandrene, neral과 geranial, 1,8-cineole이 주요 향기성분이라고 하였다. 일반적으로 인도산 생강에는 zingiberene이, 호주산 생강에는 레몬이나 감귤향의 general과 geranial 성분이 풍부한 것으로 알려져 있다. 이러한 향기특성에 따라 생강에는 chemotype상 lemony type과 earthy type 으로 구분되기도 하는데, lemony type에는 citral 성분이 풍부한 피지, 자메이카, 호주, 중국산, 중앙아프리카 생강이 이에 속하고 earthy type에는 citral 성분이 낮게 함유된 나이지리아, 남미, 아프리카, Cochin산 생강이 해당된다. 생강의 향기성분은 국가별 차이 뿐만 아니라 동일 국가에서도 차이가 나는 데, 일본산 생강의 경우 1,8-cineoleneral, geranial, geraniol, geranyl acetate, zingiberene등이 주요 성분으로 이 중에서 geranyl acetate가 이례적으로 가장 많이 함유되어 있다고 하였다 (26, 27). 이와 같이 생강 oleoresin 과 ginger oil은 외국에서도 성분에 대해 잘 알려져 있고, 의약품, gingerale, ginger soda 등의 탄산음료, 각종 식품 첨가물, 소스류, ginger candy, 잼류, marmalade 등의 제과류 가공소재 또는 화장품 소재로도 이용된다.

외국에서 생강 및 생강 추출물이 식품 산업뿐만 아니라 다른 산업에서도 다양하게 사용되는 것에 반해 국내의 생강 산업은 매우 한정적이다. 생강의 상품성을 향상시키기 위해서는 소비자의 요구를 충족시키고, 아울러 생강의 수요를 확대시키며, 생강의 부가가치를 높이기 위한 다양한 가공 제품을 개발하는 일이 시급하다고 하겠다. 이를 위해서는 생강의 범용성을 향상시키기 위해 상품성을 떨어뜨리지 않고 다양한 산업에 이용될 수 있도록 저장성을 향상시키는 노력이 필요할 것으로 보인다. 또한 생강 가공제품의 고급화 및 고부가가치화, 화장품 및 의약품으로의 활용을 위해서는 2차, 3차 정제과

정과 성분별 분석 체계화를 통한 고급 원료 물질 생산기술개발이 필요하다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 생강의 저장성을 향상시켜 상품의 활용도를 높이기 위한 연구의 일환으로 다양한 건조기술을 비교하여 과열증기를 이용한 생강 및 생강 추출박 건조와 전자파를 이용한 동결건조 및 진공 건조, 적외선 진공 건조 기술을 이용한 건조법의 가능성을 확인하고 그 효용성을 보고하고자 한다. 또한 생강의 성분 중 향미성분 등에 대한 추출 및 분석 기술을 체계화 하여 정량 정성 기술을 고정화 한 후 다양한 종류의 생강에 대해 다양한 추출방법을 적용, 그 회수율을 비교하고자 한다. 그리고 마지막으로 얻어낸 생강 오일의 항산화 능력을 정량화 하고 이를 활용하여 생강오일이 첨가된 샐러드용 식용유를 제조하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 생강의 일반성분

1) 정유 성분(essential oil)

생강의 풍미성분은 정유 성분(essential oil)과 매운맛 성분을 함유하고 있는 oleoresin성분으로 분류된다. 정유 성분은 생강뿌리에서 증류방식으로 추출해낸 휘발성 오일로서 감기, 두통, 관절염 및 정신적 치료에 효과적이라고 보고되어 왔다. 생강 정유와 유수지(oleoresin)는 추출량이 매우 적은 고품질의 농축물이다. 식물 유지에 속하며 생강 오일로 통칭된다. 정유는 투명한 갈색 오일 액체로 생강의 진한 향과 매운 맛을 지니고 있다. 물과 섞이지 않으며 끓는점은 150 ~ 300℃다 (28-30). 물리적 성질은 Table 1과 같다.

Table 1. Physical properties of ginger essential oil (20°C)

Properties	Liquid CO	Vapor distillation
Relative density	0.950 ~ 0.975	0.87 ~ 0.882
Refractive index	1.500 ~ 1.520	1.488 ~ 1.494
Specific rotation	-15 ~ -35	-28 ~ -45
70% Alcohol (V/V)	1:1	1:9

현재까지 발견된 정유 성분은 약 100여 종이다. 그 중 sesquiterpene hydrocarbons가 50~66%로 가장 많고 oxygenated sesquiterpenes가 17%를 차지한다. 그 밖에도 monoterpene hydrocarbons, oxygenated

monoterpenes 등이 있다. sesquiterpene hydrocarbon에는 α -zingiberene 이 15~30%, β -bisabolene 6~12%, arcurcumene 5~19%, α -farnesene 3~10%, β -sesquiphellandrene 7~10%가 포함되어 있다. Neral를 제외하고, 끓는점이 낮은 monoterpene hydrocarbons는 약 2%만 함유되어 있다. Ishimur 연구 결과 8-cineole, linalool, citronellyl acetate, borneol, geranial, geraniol이 생강 향을 내는 주요 성분인 것으로 밝혀졌다 (31).

2) Gingerol

Gingerols가 주를 이룬 과생물이 gingerol이다. 생강의 매운맛을 내는 성분이며, 다양한 물질로 구성된 혼합물이다. gingerol에는 3-methoxyl-4-hydroxylphenyl 기능군이 포함되어 있다. 기능군과 연결된 지방고리에 따라 gingerol를 shogaols, zingiber officinale roscoediones, gingerdiols, gingerols, zingiber officinale roscoeones, paradols의 6가지로 분리할 수 있다. 매운 주성분은 6-gingerdione, 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, 6-shogaol, 8-shogaol, 10-shogaol으로 나눌 수 있다. 여러 연구 결과 gingerols는 생강 원료에 포함되어 있으며 zingerones와 shogaols은 생강을 저장하거나 가공하는 과정에서 발생한다는 사실이 밝혀졌다 (32).

3) Diphenylheptane

Diarylheptanoids은 1, 7-diphenyl이 함유되어 있고 heptane 골격으로 이루어진 캐리어의 화합물 통칭이다. 연구 결과 diarylheptanoids에 항산화 기능이 있는 것으로 밝혀졌고, 1996년에 생강 dichloromethane에서 diarylheptanoids 5가지를 분리해 냈다 (33).

2. 생강의 생리적 활성 기능

1) 항산화 기능

1980년대 중반 Chen은 생강에 강력한 항산화 기능이 있음을 발견했다 (34). 그 후 많은 학자가 생강의 항산화 작용에 대한 활발한 연구를 진행했다 (5, 7, 35). 1994년 Aeschbach의 연구에 의하면, 합성 항산화제인 butylated hydroxy anisol(BHA)나 butylated hydroxytoluene(BHT) 등이 안전상의 이유로 사용에 제한이 있다는 것을 고려할 때 식품에서 얻을 수 있는 gingerols도 비타민E 처럼 항산화 기능을 할 수 있으며, 합성 항산화제를 대체할 수 있을 것으로 확인되었다 (36). Suk.E.B. 도 생강에서 gingerols를 분리해 내고 항산화 기능을 연구했다. 그 결과 어유(魚油), 대두유, 돼지기름에 대한 gingerols의 항산화 기능이 토코페롤보다 높다는 사실을 밝혔다. 돼지기름에 대한 항산화 정도는 합성산화방지제와 비슷하고 어유, 대두유에 대한 항산화 정도는 BHT 못지 않다는 연구결과가 있다. (37).

Kikuzaki는 생강 dichloride에서 gingerols류 5가지와 diphenylheptane 화합물 13가지를 추출하고 ferric thiocyanate assay(FTP)와 thiobarbituric acid (TBA)법을 사용해 항산화 활성도를 측정했다(33). Kota 등도 지속적인 생강의 복용이 세포가 산화를 통해 피해를 입는 것을 방지 할 수 있다고 보고 하였다 (38).

2) 소화기계 기능

생강이 구강 점막에 닿으면 신경기관을 자극해 타액 분비를 촉진하고, 아밀라아제의 활성을 높인다는 사실이 실험 결과 밝혀졌다. Platel은 curcumin이 실험용 쥐의 소장 점막 소화 효소(saccharase, lipase,

disaccharase) 분비와 소화를 돕는다는 것을 발견했다 (39). 생강이 염산-알코올성 위궤양에 미치는 효과에 대한 연구 결과, 아세톤 생강 추출물 1000 mg/kg를 복용하면 뚜렷한 위 점막 손상 억제 효과(억제율 97.5%)를 볼 수 있었다. 아세톤 생강 추출물에서 silica gel column층을 분리 해 얻은 zingiberene 25 mg/kg와 50 mg/kg를 복용하면 위 점막 손상 억제율이 각각 80.3%과 98.7%에 달하는 등 큰 효과를 볼 수 있다. zingiberene은 염산-알코올성 위궤양 예방과 치료에 효과적인 주성분이다 (40, 41).

3) 혈액·순환기계 기능

Verma는 건강한 지원자 20명에게 7일간 매일 쇠기름 100 g을 복용하게 했다. 그 결과 혈소판 응고($P < 0.001$)현상이 두드러지게 나타났다. 매일 5 g의 생강 가루를 복용한 실험군에서는 혈소판 응고 ($P < 0.001$) 억제 현상을 발견 해 생강에 혈소판 응고 방지 효과가 있음을 알아냈다 (42). Bhandari는 알코올 생강 추출물이 실험용 토끼의 혈청콜레스테롤, 중성지방, 리포단백질, 인지질을 크게 낮춰 동맥경화를 예방 해 준다는 사실을 연구를 통해 밝혔다 (43). 생강의 알코올 추출물을 7일간 실험용 쥐에게 먹인 후 알코올 생강 추출물이 ADP혹은 80% 알코올이 유발하는 혈소판 응고($P < 0.01$)현상을 억제 할 수 있음을 발견하고 혈액 응고로 인한 각종 질병의 예방 및 치료에 효과가 있다는 것도 확인되었다 (44).

4) 항암기능

Katiyar의 연구 결과 생강의 알코올 추출물에 실험용 쥐의 피부 종양 억제 효과가 있음이 밝혀졌다 (45). Park의 실험에선 6-gingerol이 실험용 쥐의 피부 염증을 억제하고 유두형 종양 발생률을 낮추어 준다는 사

실을 발견했다 (46). Surh.Y.J ICR실험용 쥐 피부 종양을 이용해 6-gingerol이 종양 자극 인자의 활성도를 낮출 수 있음을 알아냈다. 또 6-gingerol을 국부에 사용하면 7, 12-bis-phenylanthracene으로 인해 생기는 암컷 ICR 실험용 쥐의 유두형 종양을 억제할 수 있음을 증명했다 (47). Lee등은 30~50 μ M의 6-gingerol로 HL-60세포의 DNA합성과 활성성을 크게 낮출 수 있다는 것을 알아내고 6-gingerol이 세포독소, 세포억제제 역할을 하므로써 종양 억제효과가 있다고 보고 하였다 (48).

5) 소염·진통 기능

Penna의 연구 결과 생강 알코올 추출물을 복용한 쥐에서 카라기닌 (carrageenan)과 5-HT으로 인한 발의 붓기와 피부 수종이 크게 억제되었음을 알 수 있었다. 이로서 소염 효과가 5-hydroxy-tryptamine(5-HT) 수용체 차단과 관계있음을 알 수 있었다 (49). Young등은 6-gingerol가 cyclooxygenase과 lipoxygenase의 활성도를 낮추고 prostaglandin의 합성을 막아 소염제, 해열제, 진통제 역할을 할 수 있다는 것을 알아냈다. 6-gingerol 25~50 mg/kg으로 실험용 쥐의 관절 붓기를 크게 낮출 수 있었고 해열, 진통 효과도 있었다 (50).

3. 생강의 건조 방법

생강은 위와 같은 다양한 생리활성 효과를 가지고 다양한 용도의 식품 부재료로 사용되고 있지만, 10℃ 이하에서는 저온장해를 일으키고 18℃ 이상에서는 발아를 시작하기 때문에 저장 중 싹이 나거나 미생물에 의해 손상되기 쉽고 수세나 껍질 제거와 같은 처리에 의해 곰팡이에 의한 오염이 쉬워 저장방법이 매우 까다로운 편이다 (51). 게다가 생강의 수분함유량이 약 81% 정도이므로 생생강의 형태로 장기간 저장 및 유통을 하는 것은 생산/판매 가격대비 어려움이 많은 상황이다. (19, 52) 이를 해결하기 위해 장기간 저장을 위한 다양한 처리 방법들을 사용하는데 일반적으로 많이 사용되는 방법은 건조이다 (53).

식품의 건조는 수분 제거, 부피 감소로 인한 운송의 편리, 미생물의 오염 방지 등의 장점이 있지만 건조과정 중 다양한 처리 방법을 통해 식품 고유의 구조와 성질이 변화할 수 있는 가능성이 있고, 물리적인 변화로 인한 부피 감소로 다공성 변화, 수분 함유 능력 감소 및 미세구조 파괴가 발생할 수 있으며, 산화반응, pH 변화, 이온 결합의 변화도 일어 날 수 있다. 특히 초기 건조 과정에서 비 효소적 갈변화 반응으로 인한 갈변현상, 세포막 단백질 등의 변화를 가져올 수 있다 (54-58).

생강의 건조 시 사용되는 처리법은 물리적, 화학적 방법이 각각 혹은 복합적으로 사용 되는데, 가장 많이 사용되는 방법으로는 열풍건조, 진공/동결 건조 등이 있으며 삼투압 건조, 감마선 건조, 과열증기 건조, 전자파를 이용한 건조, 적외선 건조 등이 현재 연구 중에 있다 (59). 열풍건조는 기존의 건조 방법 중 가장 경제적인 반면 건조 중 높은 온도에 의해 색, 영양성분, 맛 등의 손실이 발생하며 세포조직의 급격한 수축으로 여러 가지 문제점이 나타난다 (60). 동결건조는 맛, 향기, 기능성 성분 등의 손실이 적고 조직의 손

실이 크게 저하되지는 않지만 에너지 비용이 높아 저가 채소류에는 적합하지 않고, 건조시간이 긴 편이다 (61, 62). 삼투압건조는 생강 내 외부 이온의 농도차이에 의해 생강 내부의 수분을 제거하는 방법인데 용질이 생강 내부로 침투할 수도 있는 문제점을 가질 수 있다 (63). 감마선 건조는 독성학적, 영양학적, 미생물학적으로 문제가 없다고 확인이 되었으나 그 처리 과정이 일반인들에게 쉽지 않다는 문제점이 있다 (64-66). 과열 증기를 이용한 건조 방식은 다양한 건조 방식 중에서 대류에 의한 직접 건조 방법으로서 과열 증기를 건조 매체로 사용해 산업에서 생성되는 고온의 증발 증기를 재활용할 수 있다는 점에서 에너지를 절약할 수 있고 제품의 품질향상 및 환경오염 방지에도 일조할 수 있다는 장점을 가지고 있다 (67-70). 마이크로파 건조방법은 일반적인 건조 방법인 열풍, 진공건조에 병행하는 방식으로 사용되며, 마이크로파를 조사하여 열효율을 높이고 건조시간을 단축시켜 생화학적인 변화를 최소화하여 고품질의 건조물을 얻어내는 방식이다 (71-75). 적외선건조의 경우 파장이 0.75 ~ 400 μm 의 범위인 전자파로 적외선 램프, 니크롬 히터 등의 열원으로부터 방출되어 식품표면에서 흡수되어 열로 변환되는데 엽록소나 비타민의 파괴가 적고 향이나 맛이 변하지 않으며 건조물의 색이나 형태가 원상태로 복원되는 특징이 있어 효과적인 건조법이라고 할 수 있다 (76-78).

4. 생강의 유효성분 분리 및 추출 방법

생강 유효성분의 함량과 구조는 품종과 재배지역에 따라 큰 차이를 보인다. 정유는 주로 뿌리의 빨 모양 세포 틈새, 뿌리 겉면, 뿌리 안쪽에 있다. 그 중에서도 표피 조직에 가장 많이 있어 생강 껍질을 벗겨내면 정유 추출량이 줄어들 수 있다. 또 생강을 건조시키는 과정에서 끓는점이 낮은

terpene이 휘발될 수 있어 건조 정도도 정유 조성과 품질에 영향을 미친다.

오늘날 사용되는 생강 유효성분 분리추출법은 수증기 증류법, 용매추출법, 압착법, 액체 CO₂ 추출법, 초임계 CO₂ 추출법, 분자증류법 등이다 (79).

1) 수증기 증류법

수증기 증류법은 ‘돌턴의 부분 압력 법칙’을 이용해 물에 잘 용해되지 않는 성분을 분리해 내는 추출법이다. 다진 생강을 상압(常壓)상태나 압력을 조금 가한 상태에서 증류, 즉 끓는점보다 낮은 수증기로 유출하면 휘발성 성분을 추출할 수 있다. 추출률은 약 1.5 ~ 2.0%에 달한다. 조작이 간단하고 비용이 적게 들지만 증류 시간이 길고 에너지 소모가 크다는 단점이 있다 (82).

2) 용매추출법

용매추출법은 직접용매추출법과 soxhlet 추출법으로 나뉜다. 직접용매추출법은 고체 상태의 생강을 용매에 담아 일정 법칙(예: 피크의 법칙)에 따라 유효성분을 용해시켜 추출하는 방법이다. soxhlet 추출법은 용매를 가열하면 생기는 역류원칙에 따라 생강의 유효성분을 분리시켜 추출하는 방법이다. 이 두 방법을 통해 비휘발성 오일을 얻을 수 있다. 추출한 오일에 함유된 화학성분은 용매제와 밀접한 관계가 있다. 용매법은 잔여물로 인한 오염 우려가 있어 용도가 제한적이다 (83).

3) 압착법

압착법은 압착기로 오일을 직접 추출하는 방법이다. 오일량은 생강의 품질과 사전 처리단계 혹은 압착 단계의 설비 조작 상황에 따라 달라질 수 있다. 침전물 분리 방식으로 압착물을 처리하기 때문에 혼합물과 윗부

분의 맑은 액체 두 가지를 얻을 수 있다. 압착법으로는 휘발성과 비휘발성 오일을 포함한 생강정유 혼합물을 얻는다 (84).

4) 액체 CO₂추출법과 초임계 CO₂추출법

액체 CO₂추출법과 초임계 CO₂추출법은 고압액체를 용매제로 사용한다. 적당한 압력과 온도에서 CO₂를 초임계 유체로 사용 해 오일을 추출 한 다음 초임계상태 혹은 액체 상태였던 CO₂를 가스 상태로 되돌려 CO₂유체에 섞여있던 오일을 추출 해 낸다. 이 두 가지 방법을 사용하면 휘발성 오일과 비휘발성 오일을 한 번에 얻을 수 있다. 상온에서 추출하고 CO₂ 자체에 불활성이 있기 때문에 추출물에 더욱 많은 성분이 포함 될 수 있어 분리과정에서 불안정 성분의 분해 정도가 적다. 때문에 기존 수증기 증류법으로 추출한 정유보다 실제 응용효과가 뛰어나다 (80, 81).

5) 분자증류법

분자증류법은 'short-path Distillation'으로도 불린다. 최신 분리기술로서 액-액분리 기술이라고도 하며 산업화 생산에는 아직 보편화 되지 않았다. 높은 진공 상태와 끓는점보다 낮은 온도에서 분자 운동의 평균 자유 행로가 서로 다른 성분들을 분리 해 낸다. 끓는점, 열 민감도, 산화도가 높은 성분을 분리하는데 매우 적합하다. 분자증류법의 특징은 증류온도와 압력이 낮고 가열 시간이 짧으며 분리 정도가 높다는 것이다. 때문에 천연 건강식품의 추출에 사용할 수 있다. 분자증류법을 이용 해 생강 오일에 포함되어 있는 terpenes과 shogaols류 화합물을 분리 할 수 있으며 분리 후 shogaols류 화합물의 상대 함량은 무려 85.96 %에 달한다. 이 때문에 분류증류법은 생강 정유의 정교한 가공에 적합하다 (85).

5. 생강의 갈변

생강은 저장 시 온도에 매우 민감해 10°C 이하에서는 냉해를 입어 부패하게 되고, 18°C 이상에서는 발아하여 양적 손실률이 생기므로 12 ~ 16°C, 90 ~ 95%정도의 습도에 보관을 해야 한다. 보통 위의 조건을 만족시키기 위해 지하 5~7 m 정도의 토굴에 저장을 하고 있는데 이 기간 또한 그리 길지 않은 편이다 (86).

저장상의 어려움으로 식재료로 사용 시에도 보관이 어려운 편인데, 냉장 보관 시에도 변색 및 변질이 쉽다. 생강의 갈변은 특히 세척 탈피 생강이나 생강제품으로 유통될 때 가장 큰 문제가 되는데 공기 중에 쉽게 산화하여 색, 맛, 및 영양분의 변화를 갖게 된다. 갈변은 효소적 갈변과 비효소적 갈변으로 나눌 수 있으며 이렇게 공기 중에서 갈변하는 과채류의 경우 대부분 효소적 갈변이다.

효소적 갈변은 과채류의 폴리페놀 물질이 효소작용으로 인해 퀴논류로 산화되고 퀴논류가 갈변물질로 중합되어 조직의 변색을 유발 하는 것이다. 과일에 함유되어 있는 카테콜과 클로로겐산 등에 하이드록시페닐 화합물이 있는데 역시 polyphenoloxidase(PPO) 촉매 작용에 의해 쉽게 반응한다 (87).

갈변 기작은 기질, 효소, 산소의 3가지 조건이 필요하다. 기질은 종류에 따라 다른데 주로 페놀류 물질이며, phenolic hydroxyl group에 따라 monohydric phenol, dihydric phenol, triatomic phenol, polydydric phenol로 나뉜다. 이런 페놀류 물질은 식물의 대사물질로 주로 탄수화물 대사에서 발생한다. 갈변을 일으키는 효소는 polyphenoloxidase (PPO), phenylalanine ammonialyase (PAL), peroxidase (POD), catalase (CAT) 등이 있는데, 대부분의 phenol oxidase 는 polyphenoloxidase (PPO)로 이루어져 있다. 일반적인 상황에서 대기 중의 산소는 페놀물질 및 PPO의 효소적 갈변을 유발하

지 못한다. 페놀물질은 대부분 기포에 분포되어 있고, PPO는 색소체에 위치하여 물리적인 외부 요인 없이는 PPO와 기질이 반응할 수 없기 때문이다. PPO로 인한 갈변반응은 두 가지 단계로 이루어지는데, monohydric phenol이 dihydric phenol로 수산화 되고, dihydric phenol이 다시 diquinone으로 산화된다. PPO는 어느 정도의 내열성이 있으며, 유기물, 황화물, metal ion chelating agent, 페놀 기질류 물질에 의해 억제될 수 있다(87, 88, 89).

이런 갈변은 항산화 성분을 저하시키고 상품가치를 떨어뜨리기 때문에 다양한 접근방법을 통해 갈변을 억제하려는 노력들이 있었다. 주로 효소활동을 억제하거나 산소를 통제하는데 chemical의 첨가 및 열처리를 통해 효소의 활성도를 둔화시키거나 산처리를 통해 pH를 조절하여 효소의 활성을 막거나 산소흡수제 및 항산화제, metal ion chelating agent 등을 첨가하여 산소를 제거하는 방법 등이 사용된다(88, 89, 90).

Ⅲ. 재료 및 연구 방법

1. 생강의 상품성 향상을 위한 건조기술의 최적화

1) 과열증기를 이용한 생강 건조

생강 및 향미물질을 추출한 후 남은 잔여물인 추출박을 과열증기(저기압 초임계온도범위) 분사법에 의한 새로운 건조기술을 이용하여 건조파우더제품을 반제품으로 개발한다. 통상 대류전열의 경우 과열증기의 전열속도가 열풍건조의 가열공기에 비해 4배정도 빠르다. 따라서 에너지 절감에 의한 제조원가 절감과 고 효율화에 따른 경쟁력 강화가 가능하다. 일반 건조에서 높은 열을 피 건조물에 가할 수 없었으나 과열증기는 2% 이하의 저 산소 상태에서 과열증기가 분사됨으로 산화와 탄화를 억제할 수 있는 장점이 있다. 뿐만 아니라 과열증기를 이용할 경우 멸균방법이 한정되어 있는 분말의 경우 탁월한 멸균효과가 있다고 예측된다.

① 실험 재료

생강은 충남 서산지역에서 생산된 토종 생강을 직접 구입하여 세척하였다. 그리고 세척한 생강을 탈피하여 분쇄한 후, 5 cm의 직경과 1 cm의 두께로 정형하여 생강 패티와 탈피 생강을 본 연구에 사용하였다.

② 건조 방법

탈피 생강(Peeled ginger)과 생강 패티(Ginger patty)의 무게를 각각 60 g으로 하여 과열증기처리(Superheated steam drying: SSD), 열풍건조 처리(Hot air drying: HAD), 그리고 과열증기 후 열풍건조 처리(Superheated steam drying + Hot air drying: SSHAD) 3가지 건조방법을 비교하였다. 과열증기 건조처리는 Fig. 1의 과열증기 건조장치를 이용하여 165℃의 과열증기가 분사되는 컨베이어를 통과시켜 건조를

실시하였다. 컨베이어의 통과시간은 5분으로 연속적인 작업으로 건조하여 과열증기처리를 하였다. 그리고 과열증기를 20분간 처리 후, 60℃의 열풍 건조처리를 하였다. 열풍 건조처리는 60℃의 챔버에서 처리하였다. 모든 처리구는 시료의 무게가 15 g에 도달할 때, 건조를 종료하였다.

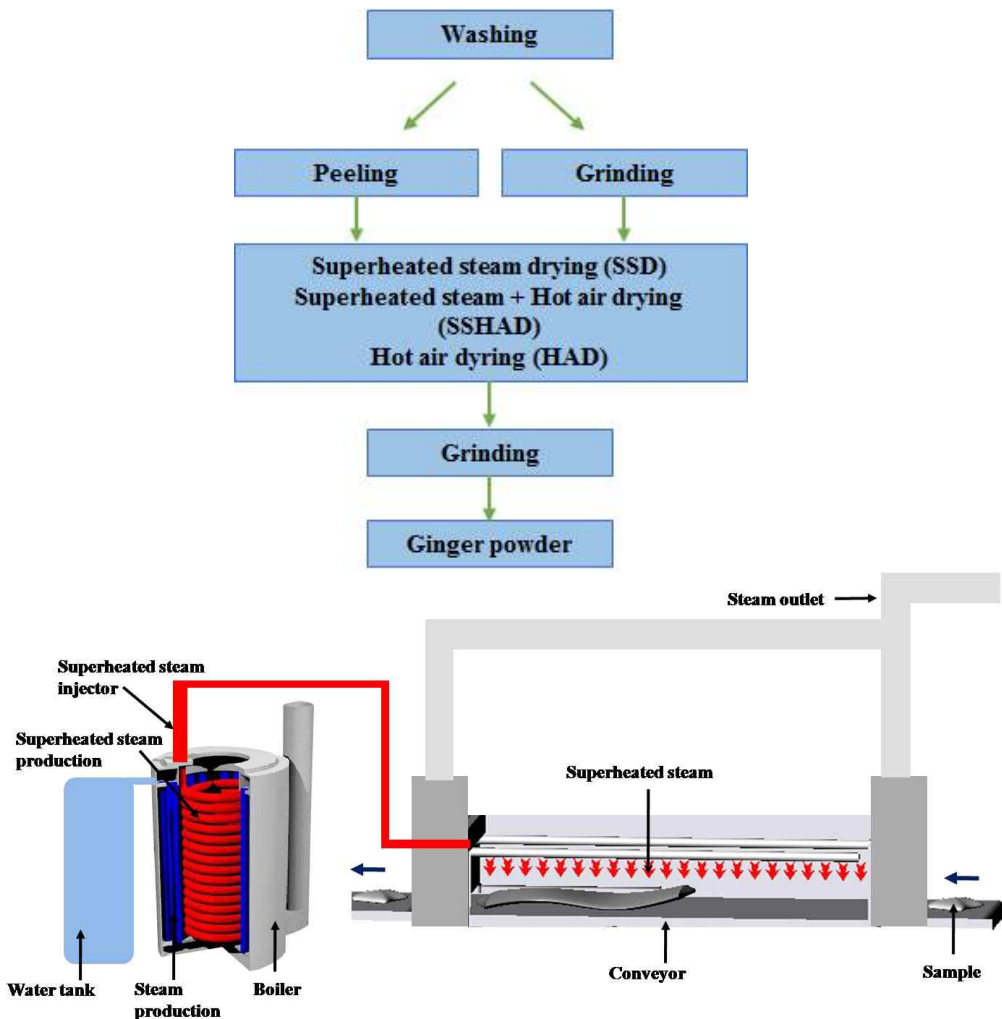


Fig. 1 System of ginger drying machine using superheated steam and scheme of the process

③ 생강의 건조율

생강의 건조율은 생강의 수분함량을 100 %로 할 때, 건조시간에 따라 시료의 무게를 측정하여 초기 생강 무게에서 건조시간에 따라 감소하는 양을 측정하면서 무게의 변화에 따른 수분의 감소율을 계산하여 과열증기 건조한 시료, 과열증기 처리 후 열풍 건조한 시료 및 열풍 건조한 시료간의 수분함량 변화를 비교하였다.

④ 일반성분분석

생강분말의 일반성분은 AOAC법에 준하여 실시하였다. 조단백질은 Buchi사의 Model 430 Digestor로 분해하여 Model 325 N distillation unit으로 증류시킨 후 전 질소량을 구한 다음 질소계수 6.25를 곱하여 구하였고 조섬유는 1.25 % H_2SO_4 및 1.25 % NaOH분해법으로 정량하였으며 회분은 550°C 회화법을 이용하여 분석하였다.

⑤ 색도측정

건조 후, 시료를 마쇄하여 분말로 제조한 후, 시료의 표면을 color difference meter (CR-400, Korea Minolta Sensing Inc., Japan)를 사용하여 CIE L^* (명도), a^* (+ : 적색, - : 녹색) 및 b^* 값(+ : 황색, - : 청색)을 측정하였다. 이때 L^* 값이 97.83, a^* 값이 -0.43, b^* 값이 +1.98인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

⑥ 갈변도측정

10 %의 생강분말 용액을 제조하여 이를 7,000 g에서 20분간 원심분리하고 여과액의 흡광도를 420 nm에서 측정하여 optical density(O.D)로 나타내었다.

2) 전자파를 이용한 동결 건조 및 진공건조기술을 적용한 생강 건조

① 건조 방법

a. 전자파를 이용한 진공건조 시스템

본 연구에 활용된 전자파 진공건조는 독일 Püschner사와 공동으로 수행하였다. 전자파조사장치가 장착된 진공건조시스템의 구조는 다음과 같다(Fig. 2). 진공 건조 챔버 내부에 생강 500 g을 넣고 진공펌프를 통해 내부 진공도를 높였다. 압력은 2~3 mbar 미만으로 낮추었고 전자파 출력은 초기 2 kW에서 시작하여 최종적으로는 0.6 kW로 조절하였다. 생강의 온도가 급격히 상승하는 것을 방지하기 위해 적외선 온도계측기로 생강의 표면온도를 측정하였다. 생강의 표면온도는 90~100℃가 유지되었고 생강의 수분 손실을, 즉 생강의 수분함량이 10%가 될 때 완료단계로 생각하여 수행하였다. 또한 생강을 약 3 mm로 슬라이스한 후 건조실험을 별도로 추진하였다. 본 연구에 사용된 전자파 진공건조 시스템은 건조 챔버 내부에 생강을 넣는 tray와 적외선 온도 측정시스템, 진공도 계측기, 온도 등의 제어 시스템이 장착되어 있다.



Fig 2. Picture of the microwave vacuum drying system

b. 전자파를 이용한 동결건조 건조장치

본 연구에 사용된 전자파 동결건조시스템은 독일 Püschner사가 개발한 전자파 건조장치로 Fig. 3에 나타내었다. 시스템은 전자파 출력시스템과 건조하는 과정에서 생강을 회전시켜주는 drum 장치 그리고 건조과정중 온도, 건조속도, 압력 등을 실시간 측정하였다. 시료를 -50°C 로 동결 한 후 cold-trap을 -80°C 로 설정하였고 진공도 2-3 mbar에서 전자파를 조사하면서 건조시켰다.



Fig 3. Picture of the microwave vacuum freeze drying system

3) 적외선 진공건조 기술을 이용한 생강 건조

① 건조 방법

a. 열풍건조

본 연구에 사용한 열풍건조는 내부온도를 조절할 수 있는 열풍챔버(JEIO TECH, Daejeon, Korea)에 팬을 장착하여 공기의 흐름을 자유롭게 조절하였다. 내부챔버의 70℃, 80℃, 110℃로 설정하여 온도변화에 따른 건조속도와 품질변화를 검사하였다. 또한 공기대류는 0, 3, 6 m/s로 설정하여 공기흐름에 따른 건조속도와 품질변화를 측

정하였다.

b. 적외선조사 진공건조시스템

본 연구에 사용한 적외선 건조기는 Fig 4과 같이 직경이 300 mm 이고 높이가 500 mm인 아크릴 챔버내부에 적외선 램프를 장착하여 위에서 아래로 수직으로 적외선이 조사할 수 있는 장치이다. 적외선 램프는 외부 전압조정장치와 연결하여 전압의 조절을 통해 적외선 조사량을 조절하였고 챔버는 진공펌프와 연결하여 챔버 내부를 진공상태로 만들어 진공상태에서 적외선이 조사되어 시료가 건조될 수 있도록 하였다(Fig. 4)

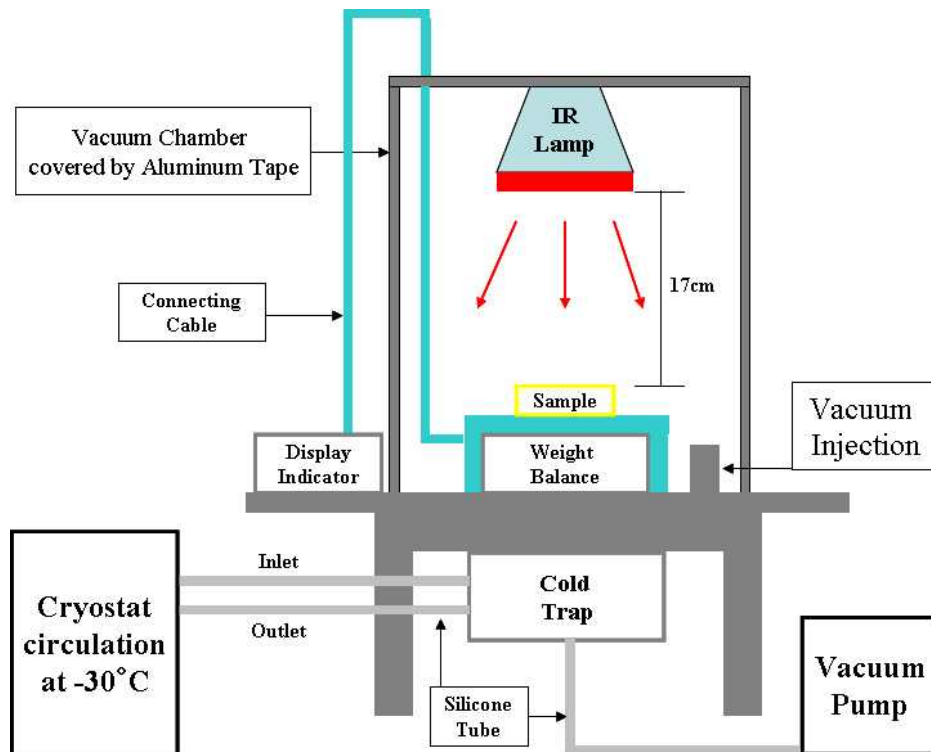


Fig. 4 Scheme of the vacuum IR drying system

2. 생강 오일의 추출 및 회수 최적화

1) 생강 오일 추출의 최적화

① 실험 재료

본 연구에 사용된 생강은 충남 서산지역에서 생산된 생강을 구입하여 사용하였다. 수확 직후 측정된 원료 생강의 수분함량은 82~86%였으며, 마른 생강은 조단백질 10.1~11.3%, 조섬유질 5.6~6.2%, 회분 5.2~5.9% 그리고 오일 함량은 2.2~3.5%였다.

② 고체시료 전처리

a. 유기용매를 이용한 환류 추출법

생강 50 g을 절각하여 편강으로 제조 후 열풍건조기(JEIO TECH, Daejeon, Korea)에서 70°C로 12 시간 건조 후 20 mesh 이하로 분쇄 후 환류추출장치를 이용하여 n-hexane, ethanol, chloroform, diethyl ether로 각각 12 시간 추출하였다. 추출액을 진공회전증발기(CCA-1110, Eyela, Japan)를 이용하여 농축하였고, 증류수와 acetonitrile을 혼합하여 50 ml로 정용하여 분석시료를 제조하였다.

b. 속실렛(Soxhlet)을 이용한 추출법

생강 50 g을 절각하여 편강으로 제조 후 열풍건조기(70°C)로 12 시간 건조 후 20 mesh 이하로 분쇄 후 속실렛(soxhlet) 장치를 이용하여 acetone으로 12 시간 추출하였다. 추출액은 진공회전증발기를 이용하여 농축하여 증류수와 acetonitrile을 혼합하여 50 ml로 정용하여 분석시료로 사용하였다.

③ 액체시료 전처리

a. 유기용매를 이용한 분액 추출법

생강 열수추출액 50 ml를 원심분리기(7090×g, 30 분)로 전분을 제거하고 n-hexane, diethyl ether, n-hexane과 diethyl ether를 50:50으로 혼합한 용매 200 ml와 각각 혼합하여 분액 추출하였다. 추출액은 진공회전증발기를 이용하여 농축하고, 증류수와 acetonitrile을 혼합하여 50 ml로 정용하여 분석시료로 사용하였다. 생강 착즙액, 생강 열수추출액등 전분 및 펙틴 등의 성분이 다량 함유되어 있는 시료는 분액추출과정 중 이들의 응집현상으로 분액추출이 효율적으로 이루어지지 않는 단점이 있어 본 연구에서는 벤젠 에틸렌 수지(Benzene Ethylene Resin, HP-20)를 이용한 수지흡탈착을 이용한 방법을 추가적으로 사용하였다.

b. 유기용매를 이용한 수지흡탈착법

생강 열수 추출액 50 ml를 원심분리기(7090×g, 30 분)로 전분을 제거하고 벤젠 에틸렌 수지(Benzene Ethylene Resin, HP-20)에 흡착시킨 후 증류수로 세척하여 잔여분의 전분과 당을 제거하였다. 벤젠 에틸렌 수지에 흡착된 6-gingerol은 회수율 비교를 위하여 ethanol 1 L와 methanol 1 L로 각각 추출하였다. 추출액의 농축은 진공회전증발기를 이용하였고 추출액에 다량 혼합되어 있는 물은 n-butanol을 과량 혼합하여 수포화부탄올을 만든 후 진공회전증발기를 이용하여 제거하였다. 농축된 시료는 증류수와 acetonitrile을 혼합하여 50 ml로 정용하여 분석시료로 사용하였다.

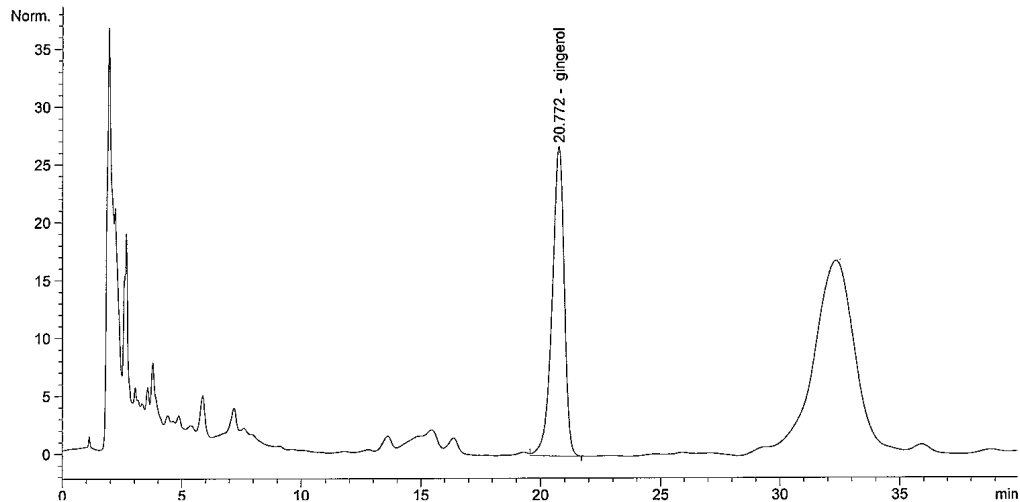


Fig. 5 Qualification of 6-gingerol with HPLC result

④ 6-gingerol 분석

지금까지 알려진 생강 내부의 80여 가지의 오일 중 50여 가지의 성분을 확보하여, 이들 물질들을 감압증류 및 수증기 증류 후 gas chromatography 및 LC를 이용하여 분리 정제 하였고, GC/MS, NMR 및 LC를 이용하여 구조를 분석하고 순도를 확인하였다. 이렇게 확립된 기본정보를 가지고 뒤에 나오는 추출 방법을 비교 하였다. 성분 중 6-gingerol의 분석은 HPLC를 이용하여 진행되었고, 6-gingerol 표준제품 (WAKO, Japan) 20 mg을 25 ml를 standard로 하여 실험을 수행하였다. 6-gingerol의 HPLC 분석 조건은 Table 2과 같다.

Table 2. Analysis condition of HPLC for 6-gingerol

Column	Zorbox, C-18 (4.6×250)
Mobile phase	Acetonitrile-water (38 : 62, v/v)
Column temperature	40℃
Flow rate	1ml/min.
Detector	UV detector(wave length : 280nm)

상기 분석조건에서 6-gingerol의 머무름 값(Fig. 5)은 20.77 min.으로 나타났다.

2) 추출한 생강 오일의 회수 최적화

① 생생강 증류

생생강 50 g을 1.5~2.5 mm 두께로 절각하여 2 L 플라스크에 넣고 증류수 0.5 L를 가한 다음 12 시간동안 증류 하였다. 오일 성분회수를 위하여 수기에 오일 용매로 hexane : ether (1:1) 용액 5 ml를 가하여 향성분이 함유된 오일을 회수하였다.

② 생생강 Flash Chromatography 분리

증류수 2 L에 신선한 생강 200 g을 넣고 분쇄기(KSM4, Braun, Germany)로 3 분간 마쇄한 다음 SDE(Simultaneous steam distillation extraction)법을 이용하여 n-hexane : diethyl ether(1:1) 혼합용액으로 휘발성분을 5 시간 동안 추출한 다음 MgSO₄로 탈수시키고 용매를 제거하여 1.1g의 oil성분을 얻었다. 얻어진 oil성분을 flash chromatography(Φ2.5x70cm, silica gel 70-230 mesh, Merck)를 이용하

여 분리하였다. 이때 사용된 용매는 n-hexane, n-hexane : diethyl ether(9:1), diethyl ether를 사용하였으며, 각각 500 ml씩 차례로 용출시킨 다음 rotary evaporator로 용매를 완전히 제거한 후 각각 분획별로 분석하였다. n-hexane 분획과 n-hexane : diethyl ether(9:1) 분획에서는 향성분이 거의 얻어지지 않았으나 diethyl ether 분획을 농축시켜 오일 성분을 얻었다.

③ 생생강 열수 추출

생생강 5 kg을 1.5 ~ 2.5 mm 두께로 절각한 다음 고압 열수추출 장치에 넣고 증류수 15 L를 가하고 약 120°C에서 12시간동안 증탕한 열수추출액을 냉동고(-10°C)에서 12 시간 냉동 후 상온에서 해동하였다. 침전된 전분을 분리한 다음, 분리된 상등액을 원심분리기(7090×g, 30 분)를 이용하여 남아있는 전분을 다시 분리한다. 상등액 500 ml를 취하여 서로 다른 용매, 즉 n-hexane, n-hexane/Ether(1:1), diethyl ether를 이용하여 오일성분을 추출하여 GC 및 GC/MS로 분석하였다.

④ 생생강 초음파 추출

생생강 5 kg을 1.5~2.5 mm 두께로 절각한 다음 초음파 추출장치에 넣고 증류수 15 L를 가하였다. 약 70°C에서 12 시간동안 초음파 추출한 다음 추출액을 냉동고(-10°C)에서 12 시간 냉동 후 상온에서 해동하였다. 원심분리기(7090×g, 30 분)를 이용하여 소량의 고형물을 침전시켜 분리하였다. 상등액 500 ml를 취하여 서로 다른 용매, 즉 n-hexane, n-hexane/ether(1:1), diethyl ether를 이용하여 오일성분을 추출하여 GC 및 GC/MS로 분석하였다.

⑤ 건조생강 에탄올 추출

1.5~2.5 mm 두께로 절각한 생생강 50 g을 70°C의 건조기에서 12 시간 동안 1차 건조시킨 다음 12 시간동안 100 ml ethanol(95%)로 환류 추출하였다. 추출용액을 여과한 다음 농축시켰다.

⑥ 착즙액 감압 증류

생생강 20 kg으로 부터 얻어진 착즙액 10 L를 감압증류(65 °C, 235 Torr)하여 4.5 L의 증류액을 회수하였다.

⑦ 착즙액 원심 분리 및 증류

생생강 착즙액 300 mL를 저온(-10°C)에서 12 시간 보관하여 전분을 침전시킨 다음, 분리된 상층액을 원심분리기(7000×g, 30 분)를 이용하여 남아있는 잔사를 다시 침전시켜 제거하였다.

3. 생강 오일의 항산화성을 이용한 셀러드용 식용유 제조

생강 내의 다양한 항산화 물질을 확인하기 위해 추출한 생강오일 내 항산화 물질의 효과를 정량하고 식품 첨가제로서 활용성을 검토하여 이를 활용한 다양한 식용유 제조를 시도하였다.

1) DPPH radical scavenging activity를 이용한 항산화성 정량

① 분석 방법

생강오일 내의 항산화성을 정량하기 위해서 free radical scavenging activity는 free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay 방법을 이용하였다. 생강오일을 MeOH solution (1 mg/ml)에 1:1로 첨가한 후 DPPH를 메탄올에 0.001% 녹인 용액에 혼합하였다. 혼합 후 10 분 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. Radical scavenging activity는 아래 식을 이용해 산출하였다.

$$\text{Inhibition Activity (\%)} = \frac{OD_{control} - OD_{sample}}{D_{ontrol}} \times 100$$

$OD_{control}$: blank의 흡광도

OD_{sample} : sample의 흡광도

생강오일의 항산화 능력을 비교하기 위한 대조군으로 Vit E를 사용하였다.

2) 생강오일을 첨가한 식용유 제조

생강오일을 첨가해 향미를 더하고 항산화 효능을 추가한 샐러드유를 제조하였다. 포도씨유, 카놀라유, 올리브유, 현미유를 사용하여 샐러드유를 제조 후 용해도, 색도 측정, 관능 평가를 통해 제품의 상품성을 확인해 보았다.

① 용해도 분석

식용유에 생강오일을 첨가하기에 앞서, 우선 열수 추출을 통해 얻어낸 생강오일을 식용유에 첨가하여 그 용해성을 확인하였다. 본 연구에서는 각 식용유 9 ml에 추출한 생강오일 1 ml를 주입하여 용해성을 육안으로 관찰하였다.

② 색도 측정

제조한 샐러드유를 10 ml 아크릴용기에 넣고 측정하였다.

③ 관능평가

제조한 샐러드유를 시험관에 넣고 숙련된 패널을 선정하여 냄새의 강도 순위를 평가하도록 하였다.

IV. 연구 결과 및 고찰

1. 생강의 상품성 향상을 위한 건조기술의 최적화

1) 과열증기를 이용한 생강 건조

① 생강의 건조율

과열증기 건조(SSD), 과열증기 처리 후 열풍건조(SSHAD) 및 열풍 건조(HAD)한 탈피 생강과 생강 패티의 건조율을 Fig. 6과 Fig. 7에 각각 나타내었다. 탈피 생강에서 SSD 처리구는 생강의 수분함량이 4분의 1로 감소하는데까지 급속한 건조속도를 보였으며, 건조 시간은 170분이 소요 되었다. 반면에 HAD는 완만한 건조속도를 보이며, 960분으로 가장 긴 건조시간을 나타내었다. SSHAD 처리구에서는 과열증기 20분 처리 후, 수분함량이 70%까지 감소하였지만 열풍건조에서 완만한 건조속도를 나타내면서 건조시간은 660분으로 산출 되었다.

생강 패티에서는 SSD 처리구는 급속한 건조속도를 250분을 보였고, HAD와 SSHAD는 540분으로 건조시간이 차이를 나타내지 않았고 장시간 소요되었다. 이것은 생강패티는 탈피생강과 다르게 과열증기 처리 시 초기 20분 후 수분감소가 10 %밖에 일어나지 않아서 열풍건조와 유사한 건조양상을 나타낸 것으로 사료된다. 따라서 생강 패티는 조직적인 차이에 의해서 과열증기의 건조효과가 저하하는 것으로 사료된다. 그렇지만 과열증기 건조는 높은 온도의 증기를 직접 분사하면서 빠르게 생강의 내부 온도를 높이고 공기가 배제된 상태에서 열풍건조의 경우 보다 빠른 열전달이 이루어져 열풍 건조보다 빠른 건조가 가능하며, 탈피 생강과 생강 패티에서 각각 약 5배와 약 2배의 건조속도 상승을 보였다.

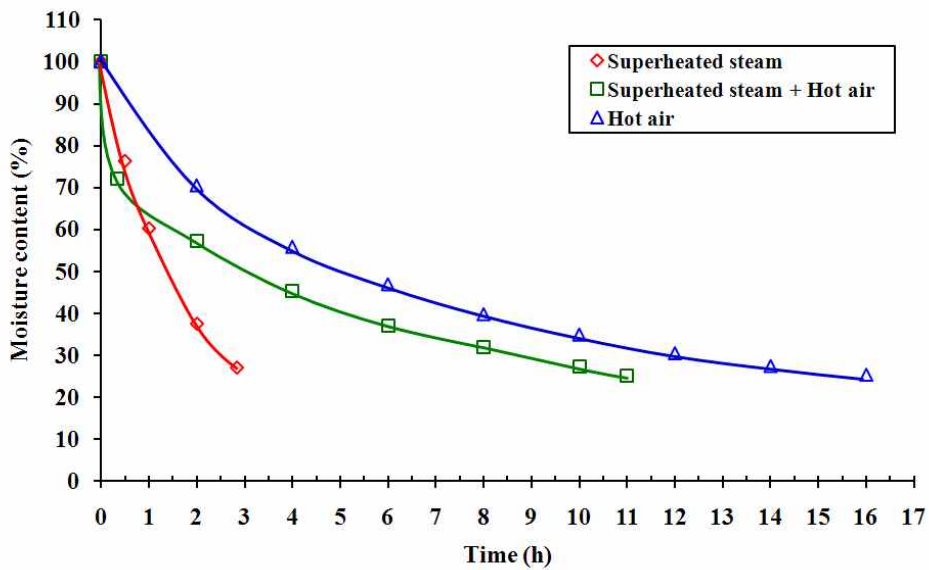


Fig. 6 Drying curve of peeled ginger using various drying methods

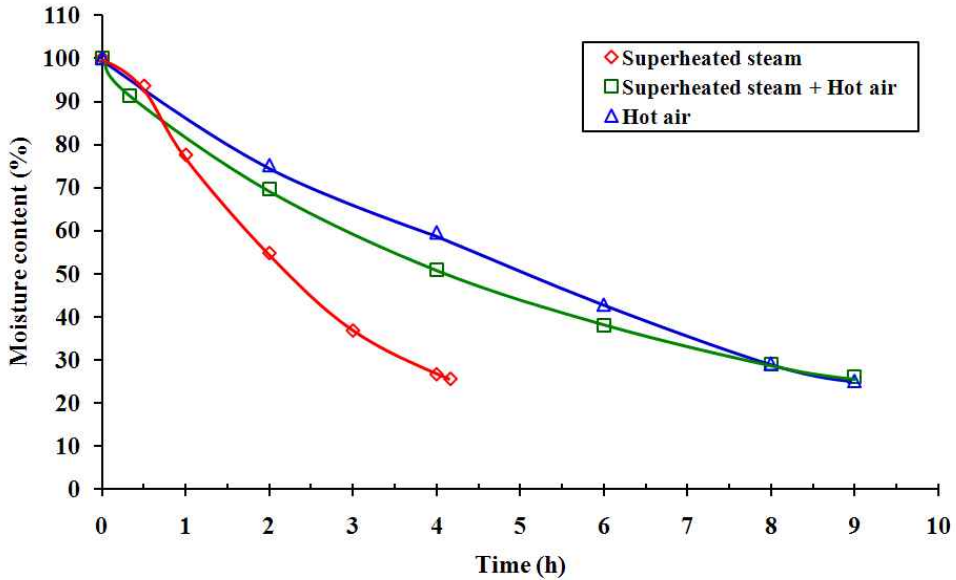


Fig. 7 Drying curve of ginger patty using various drying methods

② 일반성분

Table 3에 탈피 생강과 생강 패티의 과열증기 건조(SSD), 과열증기 후 열풍 건조(SSHAD) 및 열풍 건조(HAD)에 따른 일반성분을 나타내었다. 건조 후, 일반성분의 함량은 생강 패티의 열풍건조 처리구에서 조단백질 함량은 11.7 %, 조지방 함량은 3.9 % 조섬유 함량은 6.1 % 그리고 조회분 함량은 5.4 %로 가장 높은 함량을 나타내었다. 그 다음은 탈피 생강의 열풍 건조 처리구에서 높게 나타났으며 과열증기 건조 처리를 한 탈피 생강의 SSD에서 조단백질 함량은 5.1 %, 조지방 함량은 2.2 % 조섬유 함량은 4.2 % 그리고 조회분 함량은 3.3 %으로 가장 낮은 함량을 보였다.

본 연구 결과 탈피 생강보다 생강 패티에서 건조에 따른 성분 변화가 적었으며, 건조 시간이 길어 질수록 낮은 수치를 보였다. 또한 과열

증기는 165 °C의 높은 처리 온도에 따라 일반성분이 열풍건조보다 낮은 수치를 보인 것으로 판단된다.

Table 3. Composition of peeled ginger and ginger patty with various drying methods

Treatments		Composition (% , dry basis)			
		Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash
peeled ginger	SSD	5.1 ± 0.02	2.2 ± 0.01	4.2 ± 0.25	3.3 ± 0.08
	SSHA	8.6 ± 0.00	2.6 ± 0.47	5.1 ± 0.26	4.2 ± 0.18
	D				
	HAD	10.0 ± 0.01	3.6 ± 0.20	5.6 ± 0.24	4.8± 0.00
Ginger patty	SSD	6.0 ± 0.13	2.7 ± 0.32	5.1 ± 1.18	4.0 ± 0.12
	SSHA	8.7 ± 0.01	3.2 ± 0.06	5.2 ± 0.52	3.8 ± 0.05
	D				
	HAD	11.7 ± 0.02	3.9 ± 0.36	6.1 ± 0.15	5.4 ± 0.00

③ 색도

과열증기 건조(SSD), 과열증기 후 열풍 건조(SSHAD) 및 열풍 건조(HAD)한 탈피 생강과 생강 패티의 색도 변화를 Table 4에 나타내었다. 패티 생강 중에 과열증기 건조를 한 SSD에서 밝기를 나타내는 L*값이 60.80, 적색도를 나타내는 a*값이 6.70, 그리고 황색도를 나타내는 b*값이 23.12 를 보였으며, 건조 생강 중에 가장 낮은 L*값과 가장 높은 a*값을 보였다. 그리고 열풍 건조의 HAD 처리구에서 L*값이 78.42, a*값이 0.43 그리고 b*값이 19.62로 가장 높은 L*값과 가장 낮은 b*값을 나타냈다. 또한 과열 증기 후, 열풍 건조를 한 SSHAD에서 L*값과 a*값이 SSD와 HAD의 중간적인 색도 변화를 보였으며, 25.53로 높은 b*값을 나타내었다. 탈피 생강 또한 생강 패티와 유사한 경향을

나타냈다. 따라서 과열증기의 높은 처리 온도에 따라 시료는 갈변으로 인하여 높은 a 값을 나타내고 낮은 L*값을 나타내는 것으로 사료된다. 그리고 열풍 건조는 낮은 온도에서 건조처리를 하여 낮은 a*값을 나타내었다. 하지만 공기 중에서 긴 건조시간에 의해 산화에 의해서 낮은 b*값을 보인 것으로 사료된다. 결과적으로 Fig. 9과 같이 과열증기 후 열풍 건조를 한 SSHAD의 탈피 생강에서 L*값이 72.97 , a*값이 0.38 그리고 b*값이 29.18로 실험 중 가장 좋은 품질의 색도를 나타낸 것으로 판단된다.

Table 4. CIE color of peeled ginger and ginger patty with various drying methods

Treatments		CIE color		
		L*-value	a-value	b-value
peeled ginger	SSD	67.69 ± 0.32	4.60 ± 0.16	27.22 ± 0.29
	SSHA	72.97 ± 1.03	0.38 ± 0.21	29.18 ± 0.59
	D	77.21 ± 0.81	0.52 ± 0.11	23.33 ± 0.17
	HAD	60.80 ± 0.62	6.70 ± 0.37	23.12 ± 0.44
Ginger patty	SSD	67.84 ± 0.44	2.56 ± 0.21	25.53 ± 0.32
	SSHA	78.42 ± 0.55	0.43 ± 0.13	19.62 ± 0.28
	D			
	HAD			

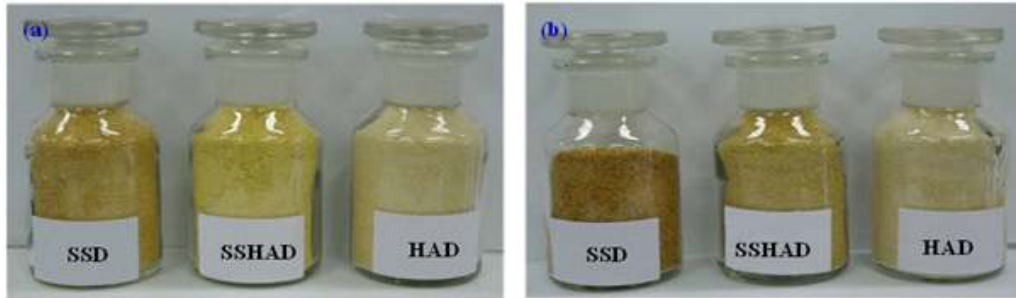


Fig. 8 Chromaticity comparison of peeled ginger(a) and ginger patty(b) with various drying methods

④ 갈변도

다양한 건조 처리 후, 탈피 생강과 생강 패티의 갈변도를 Fig. 9에 나타내었다. 건조 생강의 갈변도는 색도와 유사한 경향을 나타내었다. 탈피 생강에서 갈변도는 SSD 처리구는 0.202, SSHAD 처리구는 0.088 그리고 HAD 처리구는 0.678로 나타났으며, 생강 패티에서는 SSD 처리구는 0.435, SSHAD 처리구는 0.098 그리고 HAD 처리구는 1.254를 보였다. 따라서 열풍 건조 처리구가 높은 갈변도를 나타냈으며, 과열증기 후 열풍 건조 처리구에서 낮은 갈변도를 보였다. 또한 탈피 생강보다 생강 패티에서 높은 갈변도를 나타내었다. 결과적으로 생강 패티는 분쇄 공정으로 인하여 기계적 산화를 야기하게 되어서 높은 갈변도를 보인 것으로 사료된다. 그리고 과열증기 건조는 장시간 높은 열에 의하여, 열풍 건조는 장시간 공기에 노출되어 생강에 갈변이 나타난 것으로 판단된다. 그러나 SSHAD에서 볼 수 있듯이, 과열증기의 짧은 처리는 효소를 파괴하여 갈변을 억제하는 것으로 사료된다.

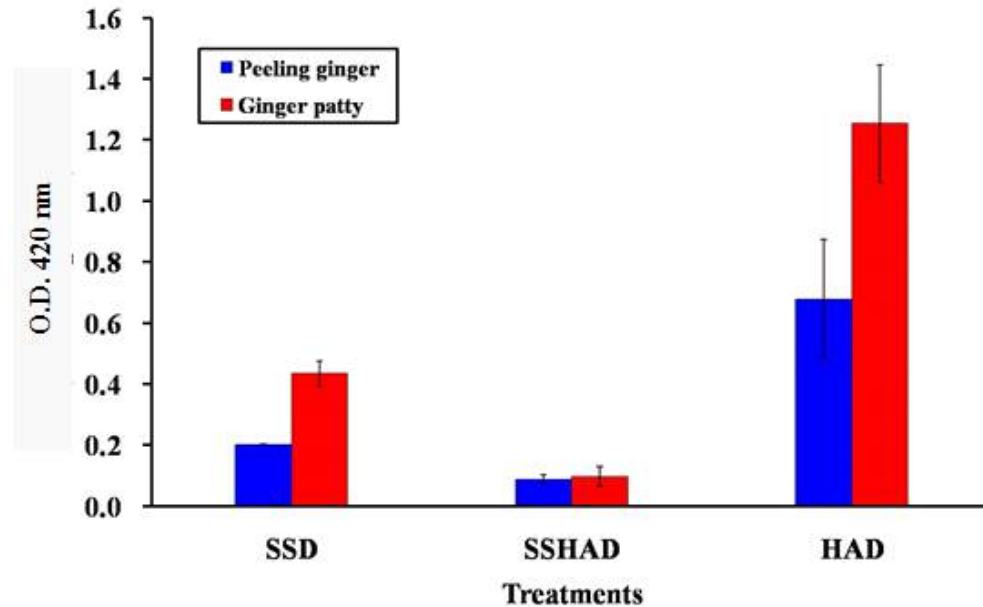


Fig. 9 Profile of browning index of peeled ginger and ginger patty with various drying methods

2) 전자파를 이용한 동결건조 및 진공건조기술을 적용한 생강건조

① 생강의 건조율

본 실험은 독일 Pueschner사의 건조시스템을 사용하여(고출력: 0.3 kW, 저출력: 0.2 kW)를 이용한 진공건조와 동결건조를 각각 시도하였다. 건조시스템의 데이터는 Fig. 10, 11 와 같이 나타났고 이를 Table 5에 정리하였다. 건조시간을 Table 5에 나타낸바와 같이 슬라이스한 생강과 통생강을 그대로 건조시켰을 경우 다소 차이가 있었다. 진공건조 시 통생강의 경우 건조시간이 1시간 45분내지 2시간 40분이 소요되었으며, 슬라이스한 생강의 경우 1시간 정도 소요되었다. 또한 동결건조의 경우 통생강의 경우 3시간 30분내지 4시간 10분이 각각 소요되었

다. 두 시험구간 차이는 최종온도에서 각각 나타났는데, 진공건조 시 최종온도는 80-100℃로 나타난 반면, 동결건조의 경우 40℃-60℃로 나타나 열에 의한 생강의 이화학적 변화는 최소화 할 수 있는 장점을 보여주었다.

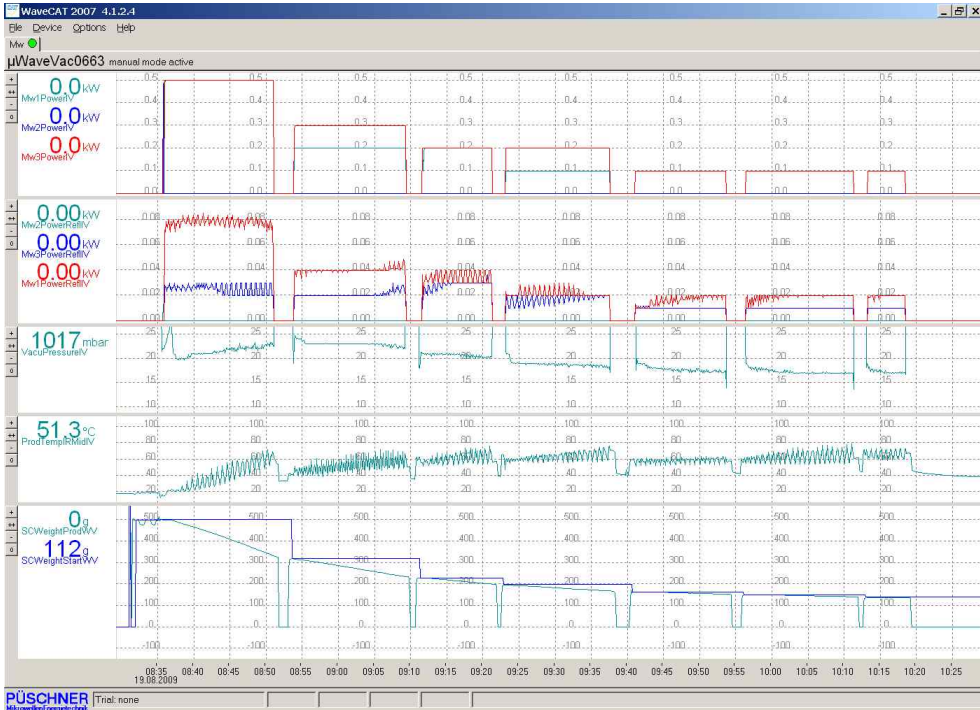


Fig 10. Changes in temperature, pressure, output, and change in moisture content in the process of microwave vacuum drying system

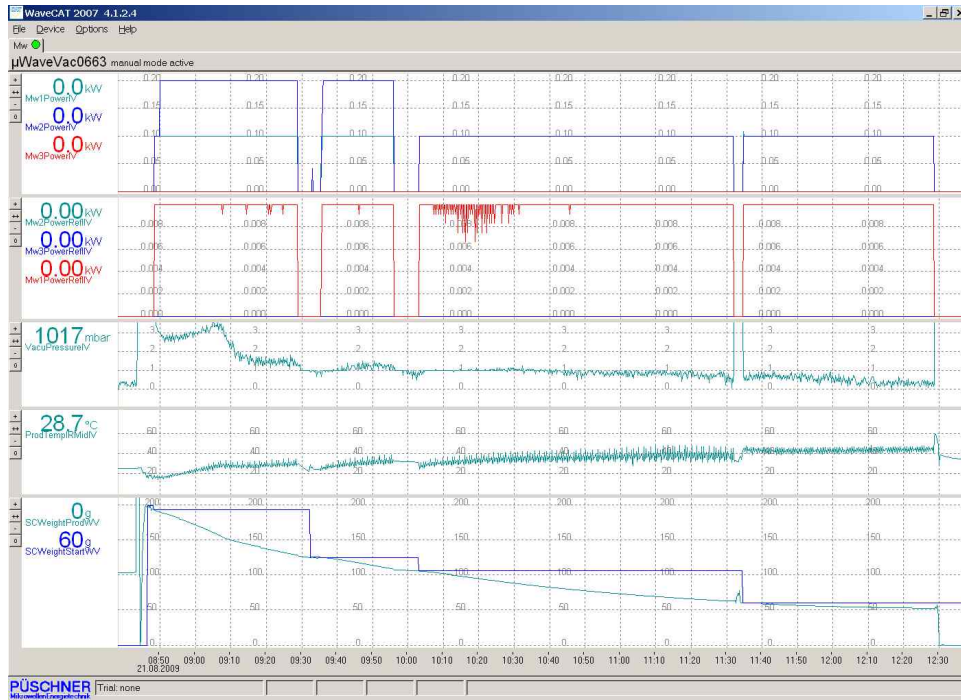


Fig 11. Changes in temperature, pressure, output, and change in moisture content in the process of microwave vacuum freeze drying system

Table 5. Results of the microwave vacuum drying and the microwave freeze drying system

Product name	Weight before	Weight after	MC before	MC after	Drying time	Max Temp	Pressure	MW-Power
Ginger								
MW-Vacuum-drying*								
Trial 1 Tuber, temperature detection error	500g	115g	74%	10%	2h	100°C- 120°C	25mbar- 17mbar	3kW – 0,6kW
Trial 2 Tuber, Faster drying	500g	125g	74%	3%	1h 45min	80°C- 100°C	23mbar- 16mbar	1kW – 0,2kW
Trial 3 Tuber, Slower drying	500g	122g	74%	7%	2h 40min	80°C- 90°C	19mbar- 13mbar	1kW – 0,1kW
Trial 5 Slices 1-3mm , fast drying	350g	105g	74%	2,5%- 3,8%	1h	80- 100°C	15mbar- 20mbar	1kW- 0,2kW
MW-Freeze-drying**								
Trial 4 Tuber, lower power	150g	42g	74%	4,5%	4h 10min	40°C- 50°C	0,7mbar- 2,5mbar	0,2kW- 0,1kW
Trial 6 Tuber, higher power	200g	52g	74%	5,7%- 6,9%	3h 30min	50°C- 60°C	0,7mbar- 3,5mbar	0,3kW- 0,2kW

② 생강 건조물의 특성

전자파를 이용하여 진공건조 한 생강의 특징은 Fig. 12에 제시된 바와 같이 흑갈색을 나타내고 있었다. 이러한 현상은 전자파가 조사되면서 생강표면에서 갈색화 반응에 기인한 것으로 보인다. 또한 특이한 사항은 생강표면이 갈라지는 물리적 변형이 나타났다. 또한 생강은 다량의 전분을 함유하고 있기에 전분입자가 표면에 석출되는 현상이 발견되었다. 이러한 현상은 슬라이스 한 생강에서도 나타났다. 비록 건조 속도는 빠르지만 입자 표면에 전분의 석출 및 결정화 현상 역시 유사하게 나타났다(Fig. 13) 본 실험에서 가장 양호한 결과는 전자파 동결 건조 처리한 생강인데, 일반적인 동결 건조 한 식품에서와 같이 생강의 형태나 외관의 변형이 매우 적고 생강의 특성을 그대로 간직한 상

태로 건조될 수 있었다.

전자파 동결건조에서 생강의 건조속도는 전자파 진공건조기법에 비해 다소 시간이 소요되었지만 생강의 형태와 향을 거의 완벽하게 간직할 수 있는 기법으로 활용될 수 있었다.



Fig. 12 Morphology of the whole bulb of ginger before (left) and after microwave vacuum drying (right)



Fig. 13 Morphology of the sliced ginger before (left) and after microwave vacuum drying (right)



Fig. 14 Morphology of the whole bulb of ginger before (left) and after microwave vacuum freeze drying (right)

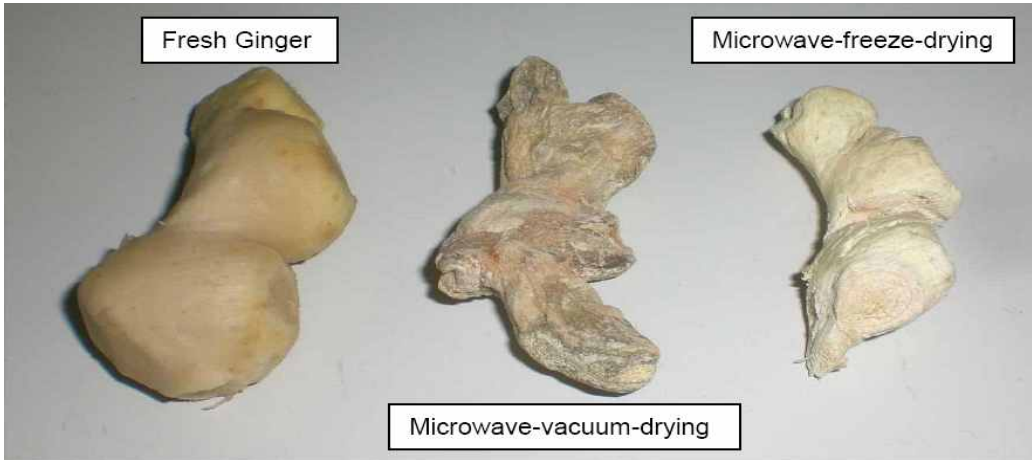


Fig. 15 Morphology change of dried ginger (left: before drying, middle: microwave vacuum drying, right: microwave vacuum freeze drying)

3) 적외선 진공건조

① 생강의 건조율

a. 적외선 건조 및 적외선-진공건조 기법 비교

Fig. 16에 나타낸바와 같이 적외선 건조는 100V, 150V, 200V의 전압과 진공상태에서 이와 동일한 전압을 가한 적외선 조건에서 건조하였을 경우 적외선을 100V에서 조사하였을 때 소요되는 건조시간이 11 h 이상이었다. 적외선 조사 출력을 100V에서 200V로 상승시킬 경우 건조시간은 단축되는 현상을 발견하였다. 즉, 200V에서는 6시간이 소요되어 100V에 비해 5시간 이상 단축되는 것을 발견하였다. 그러나 진공을 가하였을 경우 건조시간은 더욱 더 단축되었는데, 진공상태에서 100V 조사는 3시간 정도 소요되었고 200V에서는 약 2시간 정도 소요되어 건조시간이 단축되는 현상을 발견하였다.

이와 같은 결과는 건조시킨 생강의 색도변화에서 비교할 수 있었는데(Fig. 17), 적외선 조사 출력이 높은 200V에서는 색깔이 진한 갈색으로 변화한 현상을 목격할 수 있었다. 이와 반대로 100V에서는 색깔의 변화가 거의 없는 상태를 보여주었다.

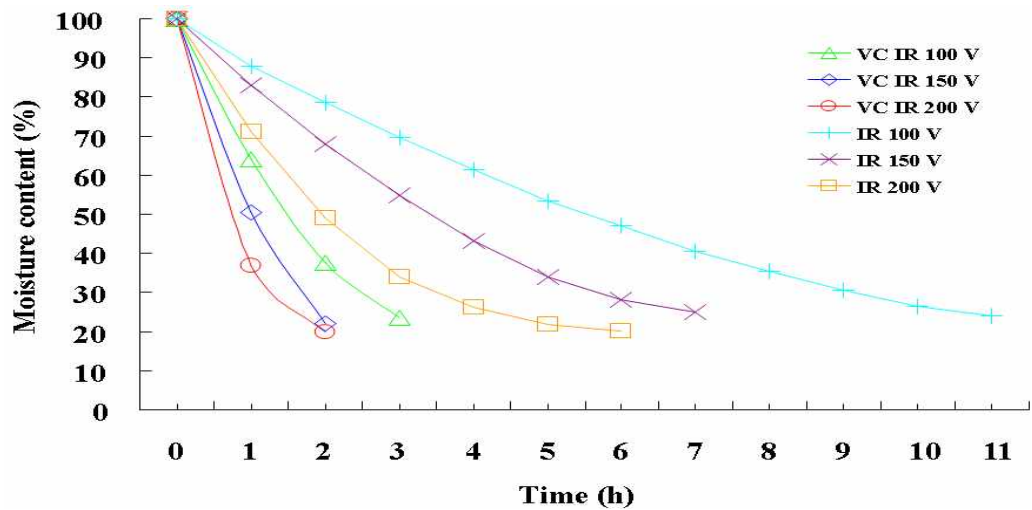


Fig. 16 Profile of the moisture content of ginger drying: IR drying and vacuum IR drying

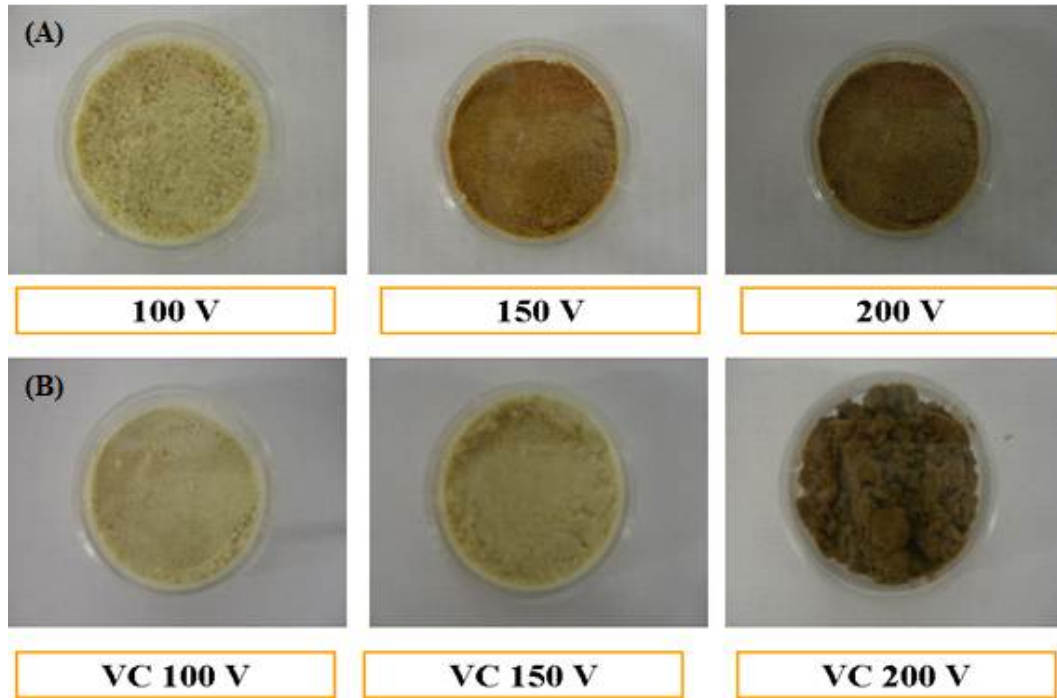


Fig. 17 Chromaticity comparison of ginger after IR drying (A) and vacuum IR drying (B)

b. 적외선 진공건조 및 열풍건조 기법 비교

예비 실험 결과 적외선 건조속도는 적외선 자체만 이용하여 건조시키는 것 보다는 진공을 이용하여 혼합하여 활용 시 더 효과가 우수한 것으로 나타났다. 일반적으로 농산물 건조에는 열풍건조를 이용하기에 적외선 건조와 열풍건조에 따른 건조속도는 Fig. 18에 비교하였다. 열풍건조는 70℃에서 0, 3, 6 m/s로 순환하는 대류에서 실시하였다. 공기이동이 없는 자연대류에서는 11시간 이상 소요되었고, 유속이 증가할수록 건조시간은 단축하는 경향을 나타내었다. 3 m/s와 6 m/s에서도 건조시간이 각각 9시간과 10시간 소요되어 매우 낮은 건조속도를 보여주었다. 이와 반대로 적외선 진공건조는 최

대 2시간이 소요되었으며 Fig 17와 같이 색도변화가 적은 150V에
서도 약 2시간이 소요되어 본 연구에서 최적조건으로 선택할 수 있
다.

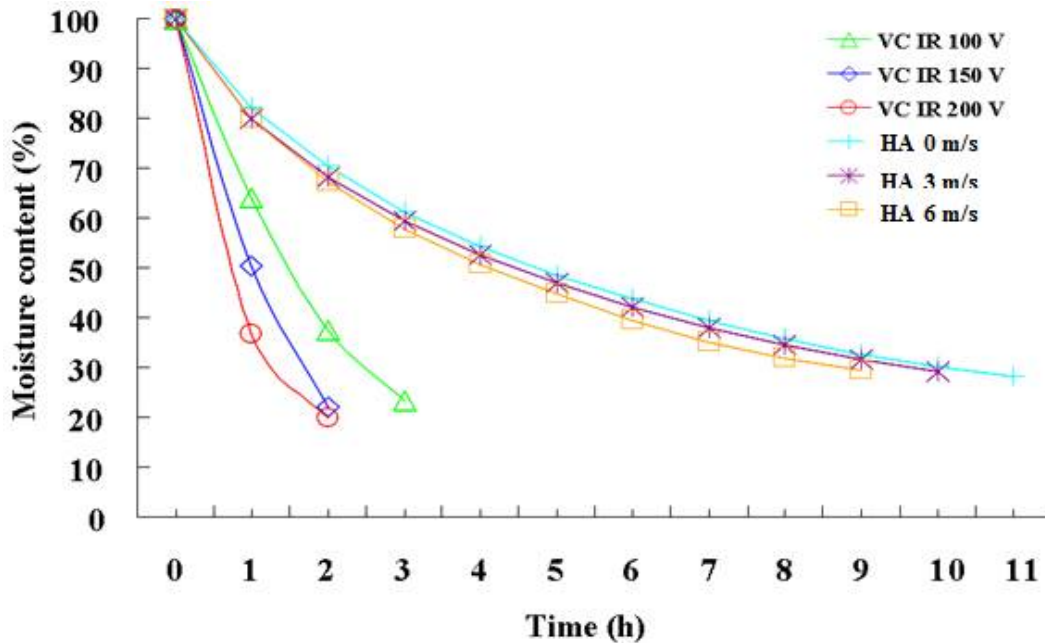


Fig. 18 Drying curve of ginger using vacuum IR drying and hot air drying methods (VC IR: vacuum IR drying, HA: hot air drying)

또한 건조조건에 따른 갈변도 (browning index, BI)는 대체적으로 열풍건조, 적외선 조사건조, 적외선조사 진공건조법에서 각각 에너지 공급이 높아질수록 BI값은 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 곧 생강표면에서 수분이 증발 한 후 온도가 급격히 상승하게 되어 건조속도가 빨라지면 갈변도가 심해짐을 의미한다(Fig. 19).

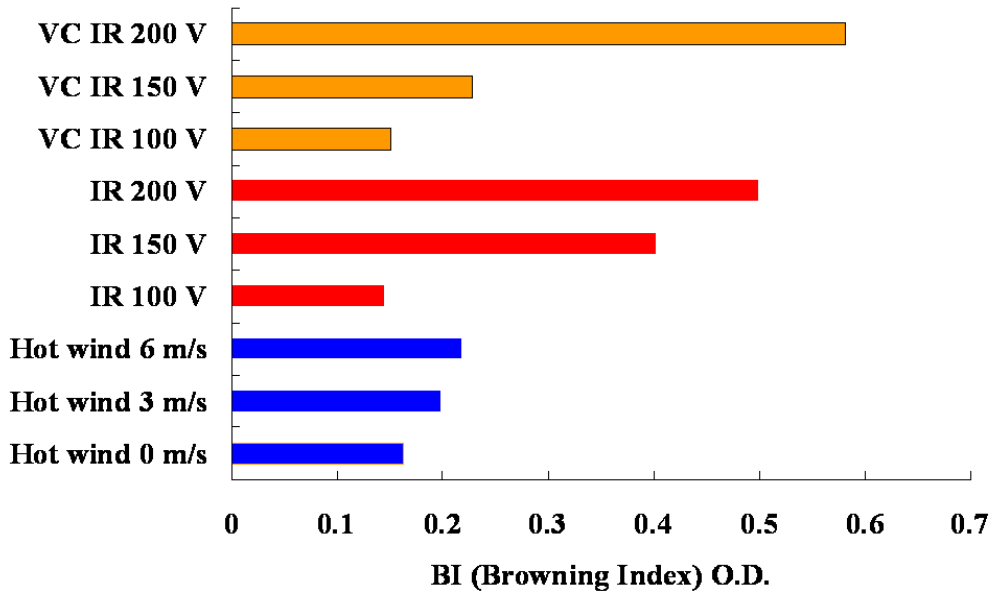


Fig. 19 Browning index results of various drying conditions

건조조건에 따른 색도의 변화는 다음의 Table 6, 7, 8에 각각 나타내었다. 결변도 변화 경향과 유사하게 색도의 변화도 발생하였다. 건조속도가 빠른 조건일수록 색도의 변화가 크게 나타났는데, 열풍 건조의 경우 풍속 변화에 따른 색도의 변화는 작게 나타났다. 그러나 적외선 조사의 경우 전압이 높을수록 열에너지 공급이 높아 생강표면의 변화가 급속도로 빠르게 변화하였는데, 무엇보다도 명도를 나타내는 L값이 크게 감소하였다.

Table 6. Chromaticity changes by hot air drying at different air velocity

Color	Air velocity (m/s)		
	0 m/s	3 m/s	6 m/s
L-value	68.90±0.12	69.17 ±0.20	70.07 ±0.09
a-value	2.50±0.08	2.53 ±0.17	2.43 ±0.26
b-value	24.03±0.05	23.27 ±0.31	24.43 ±0.12

Table 7. Chromaticity changes by IR drying at various IR intensity

Color	IR Intensity (V)		
	100	150	200
L-value	68.20 ±0.36	58.20 ±0.24	55.13 ±0.12
a-value	3.23 ±0.09	8.60 ±0.12	9.90 ±0.24
b-value	25.40 ±0.16	26.17 ±0.12	24.43 ±0.12

Table 8. Chromaticity changes by vacuum IR drying at various IR intensity

Color	IR Intensity (V) in vacuum drying		
	100	150	200
L-value	73.93 ±0.12	71.77 ±0.12	49.37 ±0.27
a-value	0.90 ±0.08	2.67 ±0.12	6.97 ±0.17
b-value	24.03 ±0.09	26.03 ±0.05	17.77 ±0.17

② 생강 건조물의 특성

생강 건조물의 특성상 생강향의 포집상태와 외관이 상품성에 영향을 줄 수 있다. 각각의 건조조건에서 나타난 건조물은 온도가 높을수록 또한 적외선 조사에서 출력이 높을수록 갈색화에서 탄화현상까지 나타나고 있었다. 본 연구에서 얻어진 생강의 향미 강도는 열풍건조와 적외선 건조에서 유사한 것으로 나타났다. 산업적 활용성을 높이기 위한 가장 중요한 관점인 건조속도를 고려할 때 진공상태에서 150V에서 건조한 생강건조물이 가장 적합하다고 사료된다.

2. 생강 오일의 추출 및 회수

1) 생강 오일 추출

생강의 향미성분 중 주요성분인 6-gingerol의 분석은 고체 시료와 액체 시료로 구분하여 시행하였다.

① 고체시료

고체 시료 중 6-gingerol 추출효율을 비교하기 위해 생생강 50 g을 건조한 후 전처리 방법으로 유기용매를 이용한 중탕 추출법과 속실렛(Soxhlet) 추출법을 시행하였다(Table 9). 유기용매를 이용한 환류추출법 전처리에서는 n-hexane을 용매로 사용하였을 때 126 ppm, diethyl Ether는 122 ppm, chloroform은 255 ppm, ethanol은 335 ppm으로 나타나 용매의 극성이 증가함에 따라 추출이 더 효율적으로 이루어지는 것으로 분석되었다. 또한 acetone을 이용한 속실렛(Soxhlet) 추출법으로 전처리한 시료에서는 6-gingerol 함량이 14 ppm으로 매우 낮게 추출되는 것으로 나타났다.

Table 9. Quantification of extracted 6-gingerol from ginger using two extraction methods with various solvent

Extraction methods	Organic solvent	6-gingerol (ppm)
Reflux	n-Hexane	122
Reflux	Diethyl Ether	126
Reflux	Chloroform	255
Reflux	Ethanol	335
Soxhlet	Acetone	14

고체 시료는 Soxhlet추출법보다는 환류추출법의 추출효율이 우수한 것으로 나타났으며, 동일한 환류추출에서는 사용 용매 중 상대적으로

극성이 높은 ethanol에서 추출효율이 335 ppm으로 가장 높았다. 따라서 에탄올을 이용한 환류추출법을 전처리 방법으로 사용하는 것이 적합하였다.

② 액체시료

생강 추출액 및 생강 착즙액 50 ml를 각각 유기용매를 이용하여 시료의 상태에 따라 분액추출법과 수지흡탈착법으로 전처리하여 분석하였다 (Table 10).

분액추출법은 용매의 추출효율을 비교하기 위하여 n-hexane, diethyl ether : n-hexane (1:1)혼합용액, diethyl ether를 용매로 사용하여 추출한 후 6-gingerol의 분석한 결과 각각 27.08 ppm, 34.41 ppm, 47.45 ppm으로 나타나 diethyl Ether에서 가장 효율적으로 추출되었다.

전분 및 펙틴 등의 성분이 다량 함유되어 있는 시료는 생강 열수추출액 50 ml를 벤젠 에틸렌 수지를 이용한 흡탈착법 전처리를 시행하였으며, 벤젠 에틸렌 수지에 흡착된 6-gingerol의 추출 효율을 비교하기 위하여 탈착용매로 ethanol과 methanol을 사용하여 비교하였다. Ethanol을 탈착용매로 사용하였을 때에는 2.57 ppm, Methanol 은 13.05 ppm으로 추출되어 6-gingerol이 ethanol보다는 methanol에서 더 효율적으로 탈착되는 것으로 분석되었다.

Table 10. Quantification of 6-gingerol from squeezed ginger juice and extracted ginger with hot water using two extraction methods with various organic solvents

Extraction	Pretreatment	Solvent	6-gingerol (ppm)
Ginger juice 50 ml	Liquid separation	n-Hexane	27.08
Ginger juice 50 ml	Liquid separation	n-Hexane : Ethanol (1:1)	34.41
Ginger juice 50 ml	Liquid separation	Diethyl Ether	47.45
Hot water extract 50 ml	Absorption/desorption using resin	Ethanol	2.57
Hot water extract 50 ml	Absorption/desorption using resin	Methanol	13.05

액체시료는 Table 10에서 보는바와 같이 diethyl ether를 용매로 이용한 분액추출이 6-gingerol의 추출에 효율적인 것으로 나타났다.

위에서 비교된 고체 시료와 액체 시료의 전처리 및 추출 결과를 통해 생강 내 6-gingerol의 분석은 Fig 20와 같이 표준화하여 진행되었다.

③ 표준화 된 시료의 전처리 과정

a. 고체시료

a) 시료 50 g을 건조하여 20 mesh로 분쇄 후 환류냉각장치에 ethanol 100 ml와 함께 넣어 준 후 12 시간 동안 환류 추출하였다.

b) 추출혼합용액을 여과하고 감압증류법을 이용하여 용매를 제거한 후 소량의 증류수와 acetonitrile을 혼합한 후 여과하였다.

c) acetonitrile 50 ml로 정용하여 분석시료로 사용하였다.

b. 액체시료

a) 시료 50 ml와 diethyl ether 50 ml를 분액깔때기에 넣고 혼합 후 분액하여 diethyl ether층을 모았다.

b) 다시 수용액층과 diethyl ether 50 ml를 분액깔때기에 넣고 혼합 후 분액하여 diethyl ether층을 모았다.

c) diethyl ether층을 모두 모아 감압증류법을 이용하여 diethyl ether을 제거하였다.

d) 25 ml로 정용하여 시료로 사용하였다.

c. 전분 및 펙틴 성분이 다량 함유된 액체시료

a) 시료를 원심분리기에 넣고 3,000 rpm으로 30 분간 처리하여 전분을 제거하였다.

b) 컬럼에 벤젠 에틸렌 수지 100 g을 충전하고 ethanol 500 ml와 증류수 500 ml를 각각 흘려주었다.

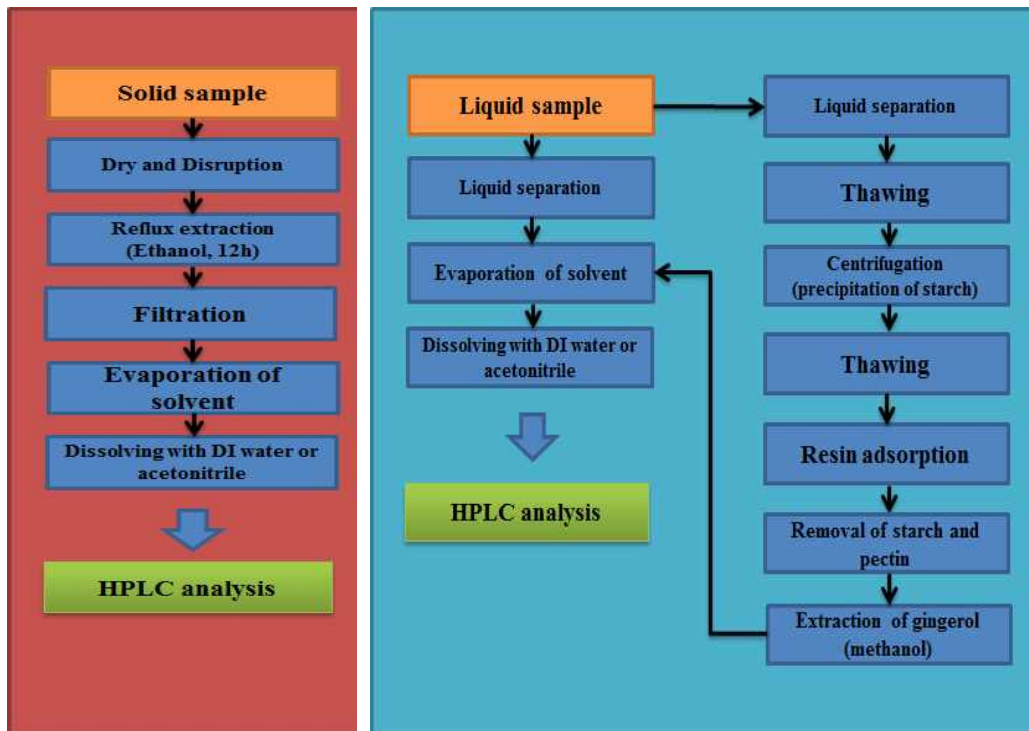
c) 시료 50 ml를 수지에 흡착시키고 증류수 1 L를 흘려 주었다.

d) methanol을 1 L를 흘려주며 혼합 용액을 모았다.

e) 감압증류법을 이용하여 methanol을 제거하고 다량 함유된 물

을 제거하기 위하여 수포화부탄올을 첨가하여 감압 증류하여 농축하였다.

f) 농축시료는 소량의 증류수와 acetonitrile을 혼합한 후 여과하여 acetonitrile 50 ml로 정용하여 분석시료로 사용하였다.



a) Solid sample

b) liquid sample

Fig. 20 Scheme of the analysis process for 6-gingerol in ginger

2) 추출한 오일의 회수

① 증류

GC/MS 분석결과 Fig.21에서와 같이 주요성분으로는 camphene(3.4%), 6-methyl-5-heptan-2-one (3.3%), β -phellandrene (8.7%), Curcumene (1.5%), Zingiberene (22.5%), β -Sesquiphellandrene (3.4%), zingernone (1.1%), hexadecanoic acid (3.8%), linoleic acid (34.4%) 으로 확인되었다.

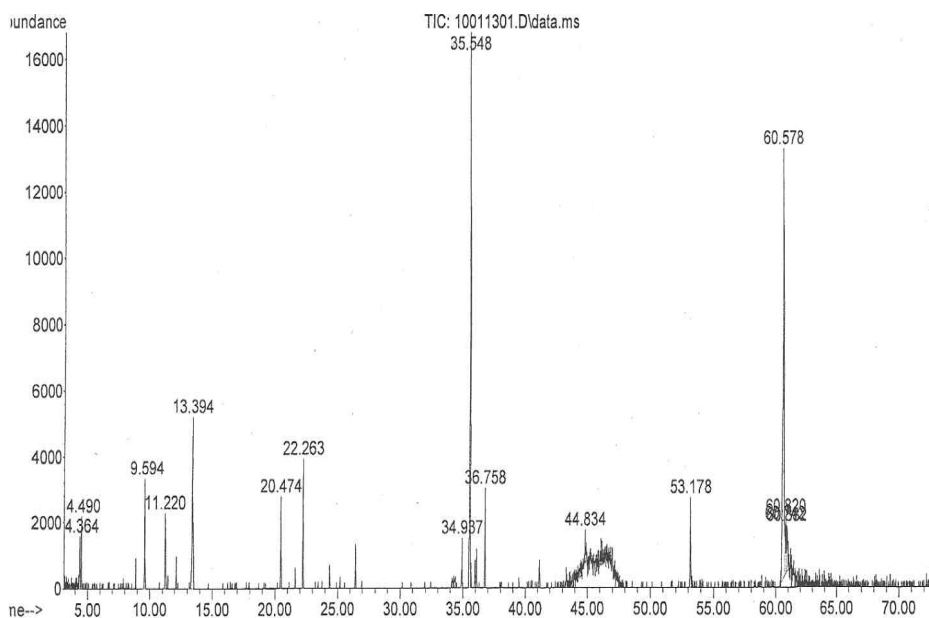


Fig. 21 GC result of the recovered oil from distillation of sliced ginger

② Flash Chromatography 분리

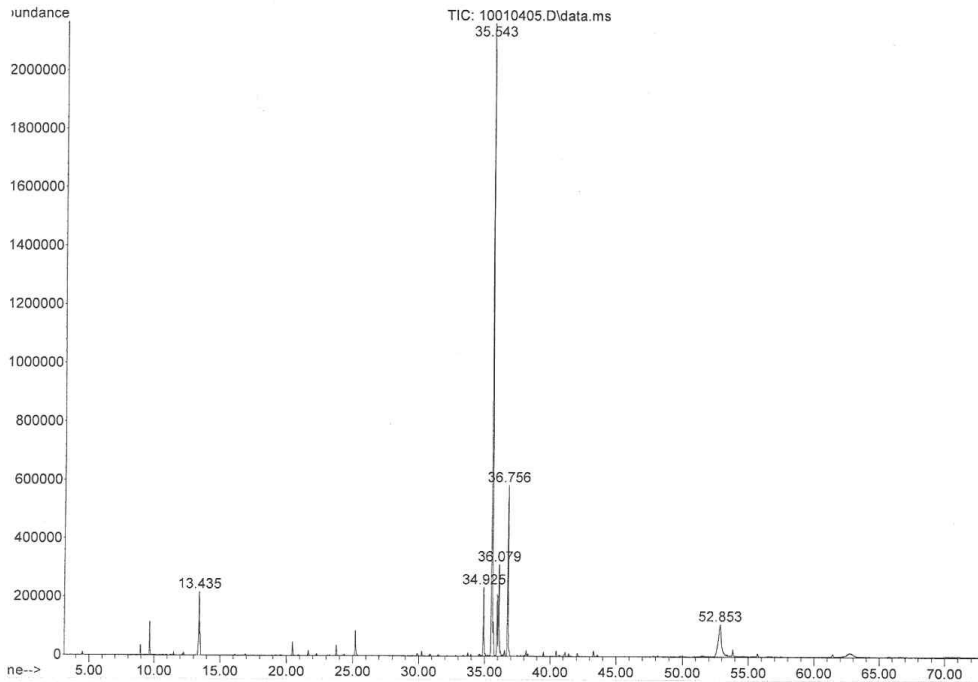


Fig. 22 GC result of the recovered oil using flash chromatography and n-hexane : diethyl ether (9:1) fraction method from SDE extraction of blended ginger

GC/MS 분석결과 주요성분으로는 camphene (3.5%), sabinene (6.1%), α -curcumene (5.8%), zingiberene (50.2%), α -farnesene (6.5%), β -bisaborene (12.3%), β -sesquiphellandrene (14.7%)등 이었으며 특히 zingiberene의 함량이 높게 분리되었다.

③ 열수추출물의 용매 추출 시료

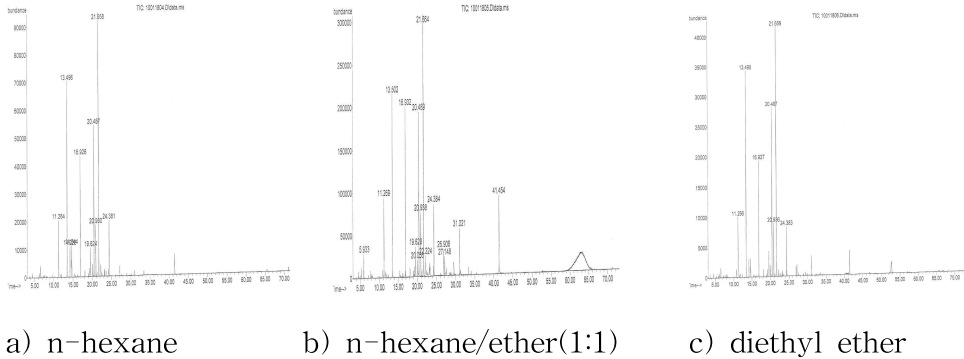


Fig. 23 GC result of the recovered oil using n-hexane, n-hexane/ether(1:1), and diethyl ether from hot water extracted ginger slice

GC/MS 분석 결과 모든 용매에서 6-methyl-5-heptan-2-one, 1,8-cineol, 1,2-diethyl benzene, 1,3-diethyl benzene, 3-carene, γ -terpinene, borneol, (+)-limonene, β -myrcene 등이 주성분으로 나타났으며 zingiberene은 검출되지 않았다.

④ 초음파 및 용매 추출

초음파를 사용하여 추출한 추출액의 경우 향미물질의 성분들을 GC/MS로 분석한 결과 각 용매에서 얻어진 성분들의 조성은 위의 열수추출의 경우와 비슷하였으며 peak 면적을 비교해 보았을 때 상대적으로 수율이 매우 낮았다.

⑤ 건조생강 에탄올 추출

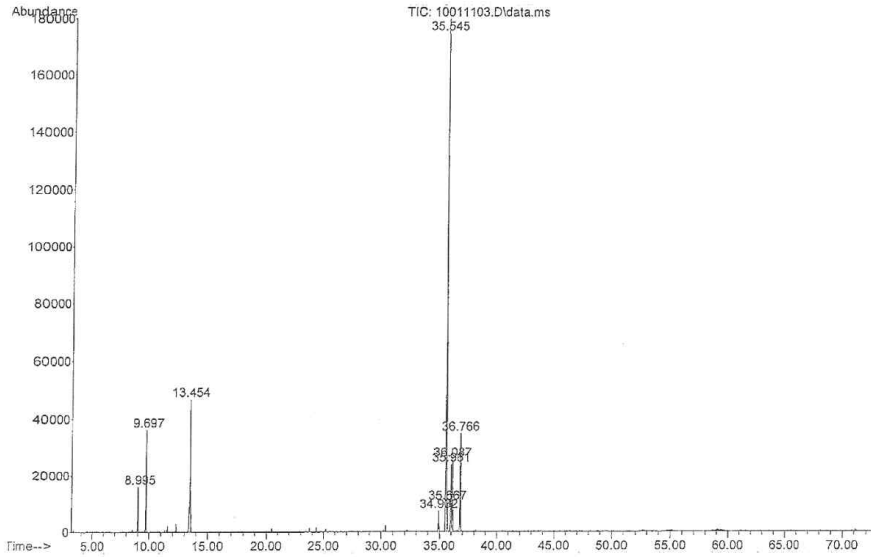


Fig. 24 GC result of the concentrated recovered oil using ethanol reflux from hot water extraction of dried ginger slice

농축액은 생강의 매운향이 있었으며 이를 LC 분석 결과 gingerol 함량이 335 ppm 으로 나타났다. GC 및 GC/MS로 분석결과 주요성분으로는 terpene 류인 α -pinene (2.8%), camphene (7.4%), sabinene (13.8%)과 curcumene (2.2%), zingiberene (48.8%), α -amorphene (2.6%), α -farnesene (6.0%), β -bisaborene (7.0%), β -sesquiphellandrene (9.4%)등이며 특히 zingiberene의 함량이 매우 높게 나타났다.

⑥ 착즙액 감압 증류

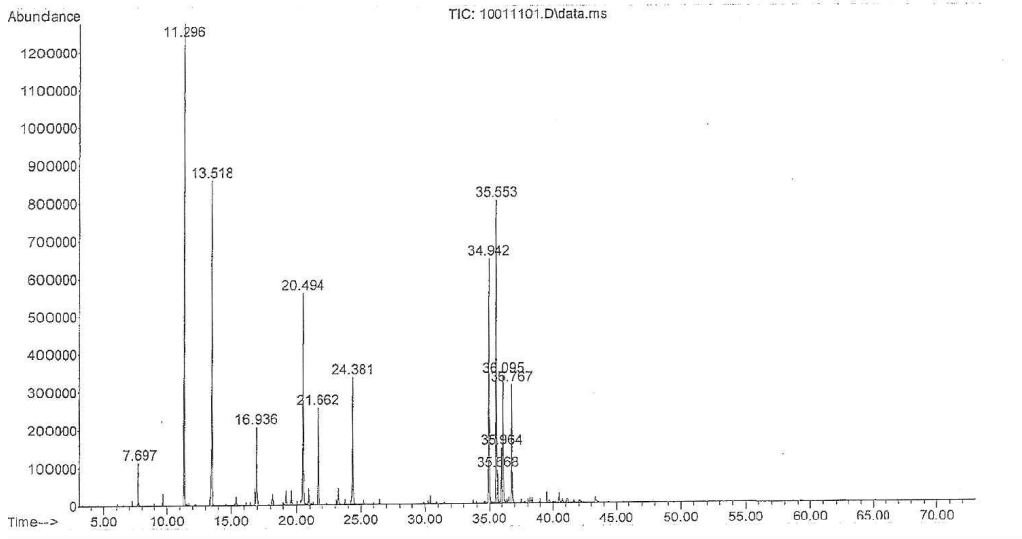


Fig. 25 GC result of the recovered oil from decompressed distillation of extracted ginger juice

착즙액을 감압 증류 후 얻은 시료를 GC 및 GC/MS로 분석결과 주요성분으로는 6-methyl-5-hepten-2-one(17.6%), 1,8-cineole(13.5%), 3-carene(3.2%), (+)-limonene(4.5%), citral(5.7%), curcumene(12.2%), zingiberene(14.8%), α -amorphene(1.6%), α -farnesene(2.5%), β -bisaborene(6.4%), β -sesquiphellandrene(5.5%)등 이었다.

위의 실험결과, 착즙액을 감압 증류한 증류액은 전혀 매운맛이 나지 않았으며 향에서도 생강 특유의 향긋한 향을 가졌다. 착즙액과 다소 차이를 보여 감압증류 전의 착즙액과 감압 증류액의 기호도에 대한 관능평가를 실시한 결과 Table 11과 같았다.

Table 11. Comparison of flavor and taste of ginger juice and vacuum distilled ginger juice based on 9 point scoring method

Condition	Spicy taste	Ginger flavor (positive)	
Ginger juice	8.6	3.1	Juice: Screw press method
Distillate after squeeze	0.0	8.7	Distillate: Distillation with reduced pressure

기호도 조사 결과 생강의 착즙액은 매운 맛이 강한데 비하여 착즙 후 증류액은 매운맛을 전혀 느낄 수 없었으며, 생강 특유의 기호성 향에 대한 점수가 높게 나타났다. 따라서 착즙액 감압 증류로부터 얻어지는 증류액은 식품 향료로서의 이용이 가능할 것으로 기대된다.

⑦ 착즙액 원심 분리 및 증류

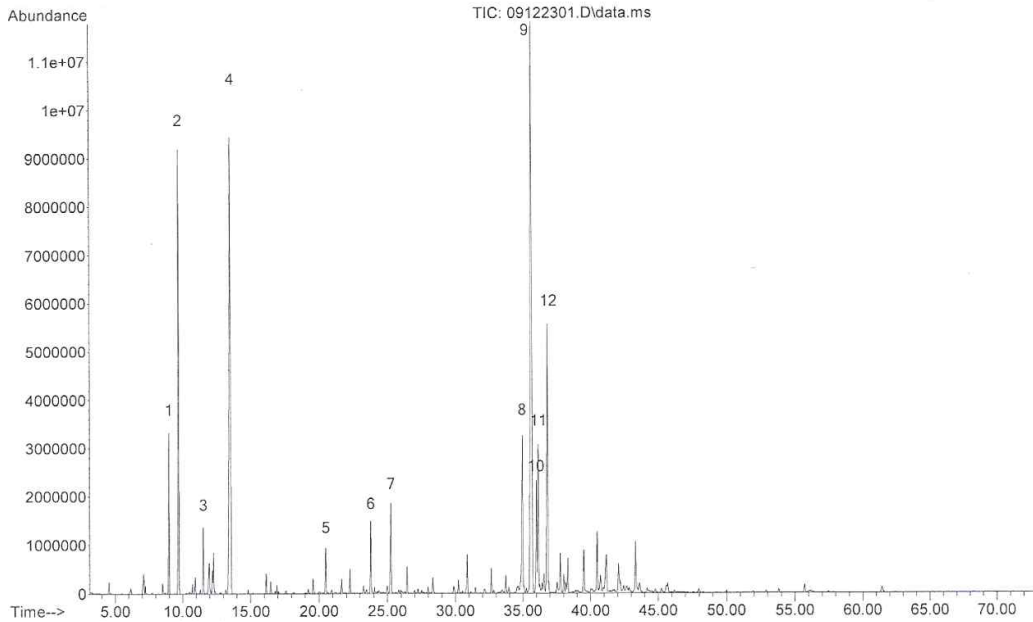


Fig. 26 GC result of the recovered oil using distillation from supernatant of centrifuged extracted ginger juice

착즙액을 원심분리 후 증류한 시료의 GC 및 GC/MS로 분석한 결과 주요성분으로는 terpene류인 α -pinene (2.8%), camphene (7.4%), sabinene (13.8%)과 curcumene (2.2%), zingiberene (48.8%), α -amorphene (2.6%), α -farnesene (6.0%), β -bisaborene (7.0%), β -sesquiphellandrene (9.4%)등 이었다. 분리된 액(270 mL)을 증류하여 모은 오일성분 (0.3 g)은 매운맛을 내지 않았으며, 생강 특유의 향과 상쾌한 향미를 가지고 있다.

따라서 착즙액 원심분리 및 증류로부터 얻어지는 오일은 향기 성분

이 풍부하여 생강주의 주정향료, 화장품, 의약품 제조 시 원료물질 등으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

위 연구에서 생강오일을 얻기 위해 시도했던 여러 방법 중, 오일의 성분 비율을 고려해 볼 때, 착즙액 감압 증류법과 착즙액 원심 분리 및 증류법을 통해 얻은 오일을 분리 정제 시스템에 적용하는 것이 가장 효과적인 것으로 판단하였다. 따라서 Fig. 27와 같은 생강 성분 분리, 정제 system 구축을 위한 공정도를 제시하였다.

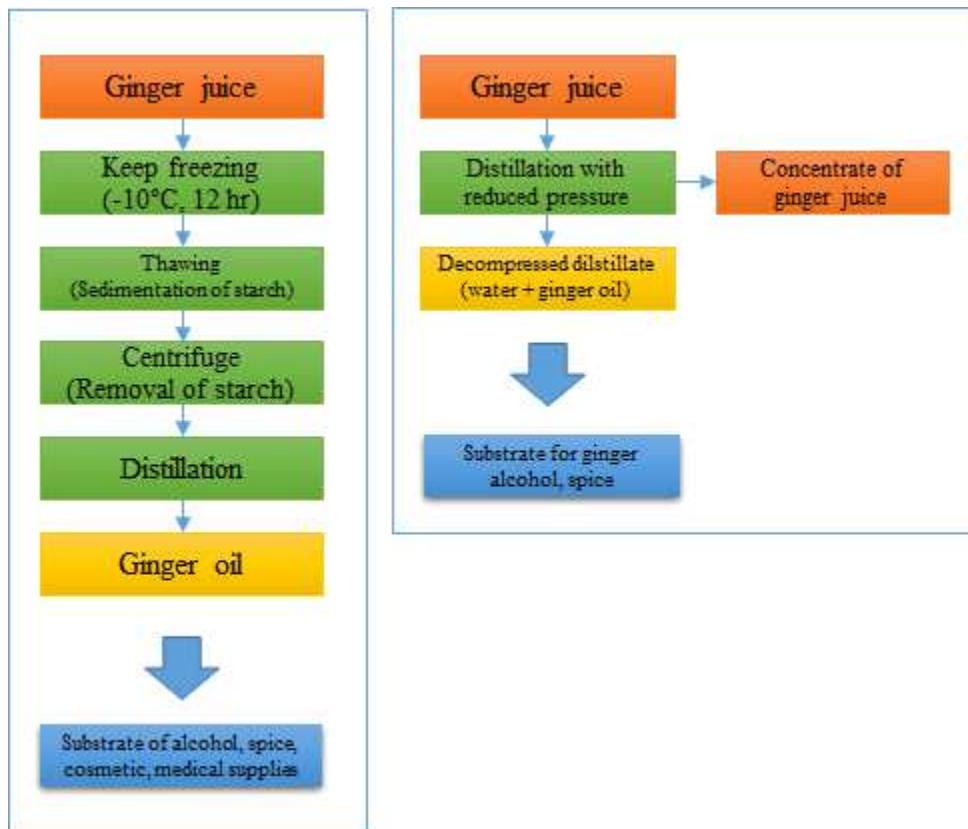


Fig. 27 Scheme of the separation process for flavor and taste substance from the extracted ginger juice

착즙액 원심분리 및 증류로부터 얻어지는 오일은 생강주의 주정향료와 화장품, 의약품 제조시 원료물질로 이용 가능하며, 착즙액 감압 증류로부터 얻어지는 증류액은 생강주 제조의 주정향료로서의 활용성이 기대된다.

3. 생강 오일의 항산화성을 이용한 셀러드용 식용유 제조

1) DPPH radical scavenging activity를 이용한 항산화성 평가

Vit. E와 생강오일의 농도에 따른 radical scavenging activity에서 나타나는 색깔의 변화는 대조군의 청색에서 붉은색으로 변화하였다.(Fig. 28, 29). 시료를 흡광도 517 nm에서 측정된 항산화 효과를 Fig 30, 31 에 각각 나타내었다. 생강 오일의 항산화 효과를 나타내기 위해 사용된 vit. E의 경우 IC₅₀ 값이 0.018 mg/mL으로 산출되었고 생강 오일의 경우 3.66 mg/mL 이었다. 본 연구에서 나타난 생강 오일은 동일한 농도에서 Vit E에 비해 항산화 효능이 약 1/200 정도로 추정되었다. 생강 오일에서 나타난 항산화효과는 열수추출을 통해 얻어진 오일에는 다양한 물질이 혼합되어 있어 순수한 Vit E에 비해 낮은 것으로 나타났지만, 생강 오일의 특유향을 이용한 식품 첨가물로 활용한다면 항산화 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료되었다.

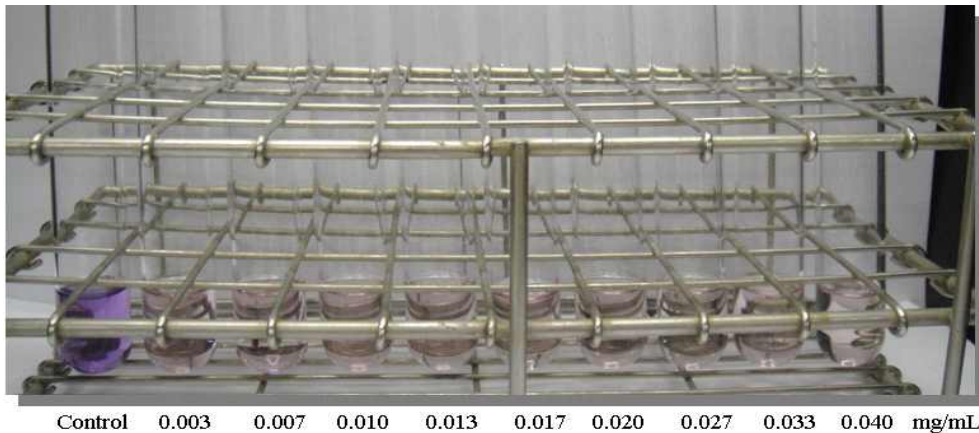


Fig. 28 Chromaticity change of DPPH radical scavenging test using various concentration of Vit E

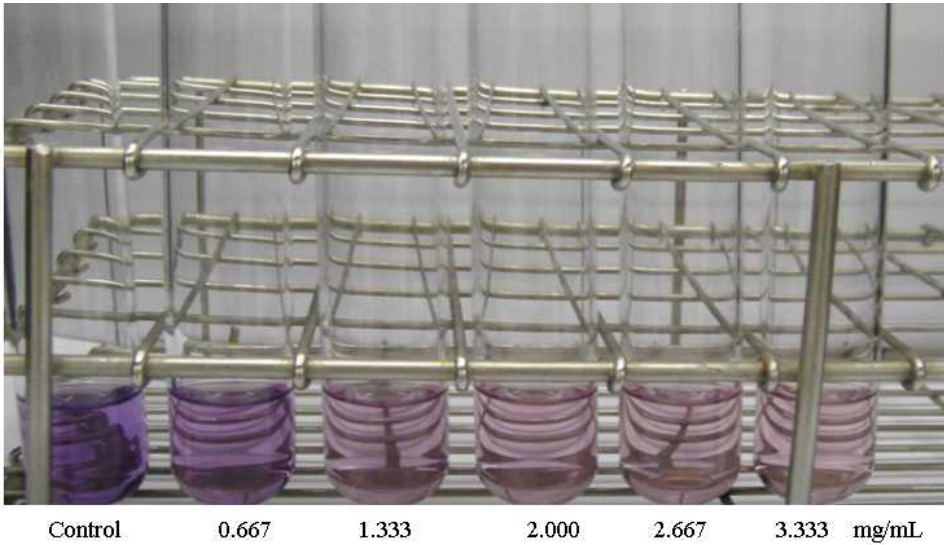


Fig. 29 Chromaticity change of DPPH radical scavenging test using various concentration of ginger oil

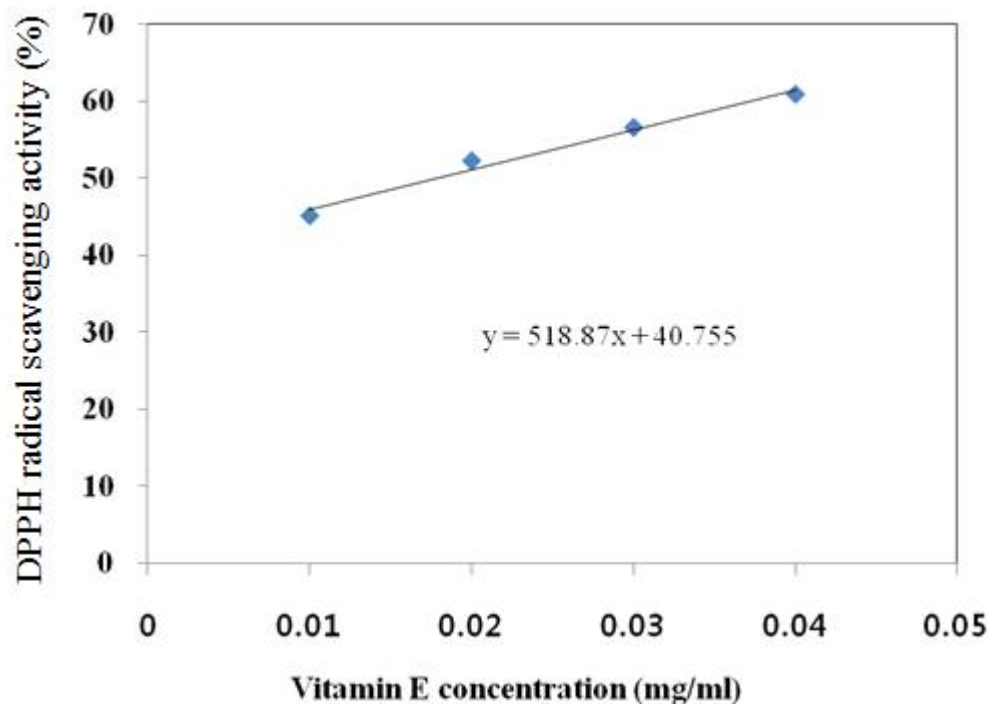


Fig. 30 Profile of IC₅₀ (antioxidative performance 50%) using various concentration of Vit E

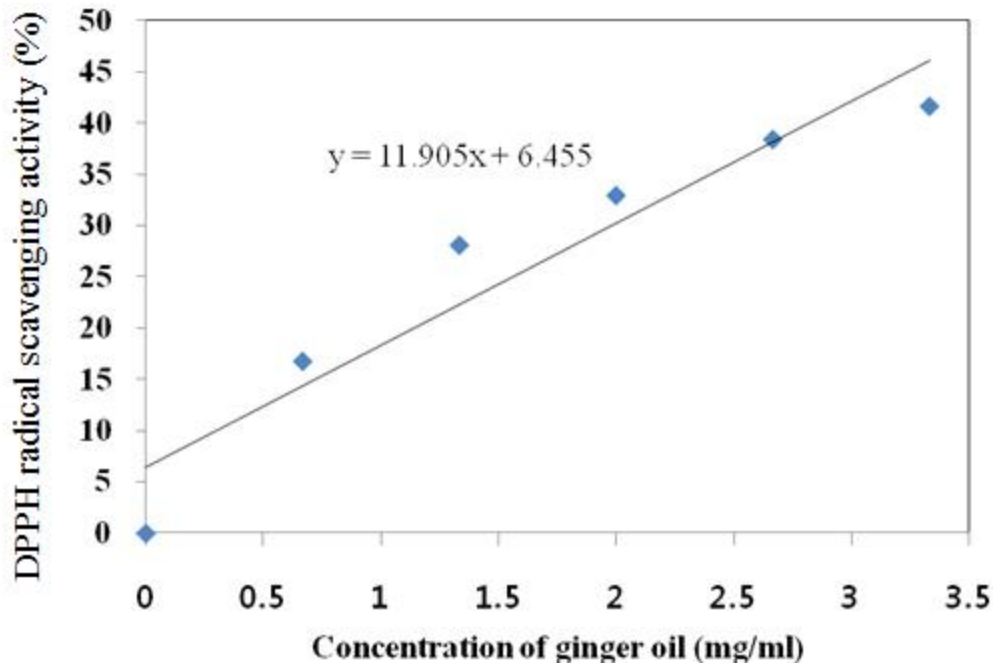


Fig. 31 Profile of IC₅₀ (antioxidative performance 50%) using various concentration of ginger oil

2) 생강오일을 첨가한 샐러드용 식용유 제조

① 용해도 평가

각각의 식용유에 열수추출을 통해 얻어진 생강오일을 섞은 뒤 생강오일의 용해 및 혼합성을 관찰하였다. 식용유의 색은 각기 다른 색을 원래 나타내고 있었다. 4가지 식용유에서 카놀라유는 가장 투명성을 나타내었고 올리브유의 경우 연한 녹색을 보여주었다. 열수 추출한 생강오일은 탈피로 생강을 추출하였을 경우 투명하였기에 두 시료를 섞은 후, 나타나는 식용유의 외관은 전혀 변하지 않았다. 또한 식용유를 1주

일 방치한 후 외관을 검사한 결과 두 오일 간에 층 분리가 전혀 일어나지 않았고 잘 섞이는 결과를 얻을 수 있었다 (Fig. 32). 따라서 샐러드용 식용유 제조에 생강오일을 첨가할 수 있는 가능성을 얻었다.



Fig. 32 Picture of ginger oil added brown rice oil, canola oil, grape seed oil, and olive oil (left to right)

② 색도 측정

샐러드용 식용유에 생강오일을 첨가한 후 측정한 색도변화에 대한 결과는 Table 12 에 나타내었다. 원료유에서 명도는 카놀라유가 가장 높았고(60.5) 현미유가 가장 낮았다. 또한 적색도를 나타내는 a^* 값의 경우 올리브유가 가장 높았고 카놀라유가 가장 낮았다. 황색도를 나타내는 b^* 값은 현미유가 가장 높은 값을 보여주었다. 이러한 측정치는 생강

오일을 첨가한 후 전반적으로 다소 낮아졌지만 식용유간 차이는 원료 유에서 측정한 순서와 같이 나타났다.

Table 12. Comparison of chromaticity changes between cooking oil and ginger oil added cooking oil

Formulation		CIE color		
		<i>L</i> *-values	<i>a</i> *-values	<i>b</i> *-values
Original oil	Grape seed oil	58.33±0.70	2.73±0.38	21.77±0.67
	Canola oil	60.50±1.13	1.40±0.50	10.47±0.15
	Olive oil	50.20±0.46	5.93±0.25	25.83±0.80
	Brown rice oil	56.13±0.35	4.50±0.82	26.47±0.47
Mixed Oil	Grape seed oil	56.8±0.26	2.43±0.15	21.1±0.17
	Canola oil	57.53±0.38	1.27±0.29	12.97±0.31
	Olive oil	48.33±0.67	4.17±0.06	22.77±0.38
	Brown rice oil	55.80±0.10	2.00±0.26	22.53±0.23

③ 관능 평가

본 연구에 사용한 포도씨유, 카놀라유, 올리브유, 현미유에서 동일한 생강오일을 첨가한 후 나타나는 생강향의 강도는 포도씨유가 가장 높았고 그 다음으로 현미유, 카놀라유 그리고 올리브유 순으로 나타났다.

V. 결론

생강은 항산화효능이 뛰어난 향미식품으로, 현대인의 건강유지 및 노화방지에 활용될 수 있는 가능성이 큰 제품이다. 하지만 생강 특유의 맛과 향이, 일반 사람들에게 사용되기엔 어려운 점이 많고, 장기간 저장이 어렵다는 점 때문에 그 활용도가 매우 한정적이다.

본 연구에서는 생강의 활용도를 높이기 위해 크게 세가지 분야로 연구를 진행하였다. 생강의 저장성을 향상시키기 위한 건조방법을 모색하였고, 생강의 성분 중 가장 활용도가 높은 향미성분인 생강오일을 추출하기 위해 다양한 추출방법들을 비교하고 그 방법들을 통해 얻을 수 있는 회수량을 최적화 하였다. 그리고 생강 오일의 항산화 능을 정량하여 이를 이용한 생강 오일이 첨가된 샐러드용 식용유를 제조하여 상품화의 가능성을 확인해 보았다.

1. 탈피한 생강과 생강 페티에 대해 과열증기 건조, 과열증기 후 열풍건조, 그리고 열풍건조 처리하였을 때 건조시간은 과열증기 건조 - 과열증기 후 열풍건조 - 열풍건조 순으로 짧았고, 열풍건조 처리 시에 조단백질, 조지방, 조회분 함량이 다른 처리방법에 비해 높은 것으로 나타났다. 색도의 경우 탈피생강이 과열증기 후 열풍건조를 하였을 때, 가장 좋은 품질의 색도를 보여주었다. 갈변도 역시 과열증기 열풍건조 시 가장 상품성이 있었다. 과열증기와 열풍건조를 병행하면 건조 시간은 줄이고, 상품성은 증진시킬 수 있는 것으로 확인되었다.

2. 통생강과 슬라이스 된 편강을 전자파를 이용해 진공 건조와 동결건조 때 건조 성능을 비교해 보았을 때에는 전자파 조사 후 진공건조 때 건조 시간은 짧았으나 이화학적 변화가 동결건조와 비교해 보았을 때 좀 더 많이

일어났다. 상품성 측면에서는 전자과 조사 후 동결건조 하는 것이 보다 적합한 것으로 확인되었다.

3. 적외선을 이용한 건조기술의 경우 적외선만 이용하는 것보다 적외선 조사 후 진공건조를 병행하는 것이 건조속도를 향상시켰다. 이렇게 향상된 건조방법은 열풍건조와 비교 시에도 약 5배 정도 시간을 단축할 수 있었고, 150V 파워로 적외선 조사 후 진공건조 한 생강 건조물이 가장 경제적인 방법으로 확인되었다.

4. 6-Gingerol을 타겟으로 하여 건조생강, 생강착즙액에 대해 추출 성능 비교를 하였을 때 건조생강에서는 에탄올을 이용한 환류 추출법이, 생강착즙액에서는 Diethyl ether를 이용한 분액 추출법이 가장 효율적이었다. 추출된 생강 오일을 purification 할 경우 생생강, 건조 생강, 생강 착즙액에 대해 증류, Flash chromatography, 열수 및 용매 추출, 초음파 및 용매추출, 에탄올 추출, 감압증류, 원심분리 및 증류 방법을 통해 효율을 비교해 보았고, 회수 방법에 따라 얻을 수 있는 각각의 향미 성분 양과 성분 비율이 달라졌다. 착즙액을 감압 증류 하는 것과 원심분리 후 증류 하는 방법이 가장 효율적인 것으로 확인되었다.

5. 생강 내 항산화 성능을 정량하기 위해 DPPH radical scavenging activity를 이용하여 생강 오일의 항산화능력을 Vit E와 비교해 보았다. 동일 농도의 Vit E 와 비교해 볼 때 생강오일의 항산화 능력은 작아 보이지만, 생강오일에 다른 영양성분이 있다는 걸 고려하고 지용성 물질에 녹일 경우 항산화 기능과 향미를 모두 이용할 수 있을 것으로 판단하였다. 생강오일을 첨가한 샐러드용 식용유를 개발하기 위한 기초 테스트로서 용해도 및 색도, 관

능평가를 진행하였고 그 가능성을 확인할 수 있었다.

이상의 결과로서 생강의 건조공정과 추출조건을 최적화함으로써 생강의 저장성과 활용성을 증대 시킬 수 있음을 확인하였다. 또한 생강의 항산화 성분은 기능성 식품소재로 개발되어 산업적 기여가 기대된다.

References

1. Lee SM, Study on the consumer's recognition of antioxidant health functional foods, MS Thesis, Chungang University, Seoul, (2008)
2. Lee MH, Kim KT, and Lee KH, Quality characteristics of Ginger as the Ripening Periods, J. Fd Hyg. Safety, 27, 4, 1229-1153, (2012)
3. Lim TS, Kwon OJ, Kwon JH, and Kim HG, Monitoring of extraction yields and functional properties of ginger extracts using response surface methodology, J. Korean Soc. Food Sci Nutr., 36, 348-354, (2007)
4. Jo MH, Ham IK, Lee GH, Lee JK, Lee GS, Park SK, Kim TI, and Lee EM, Composition of active ingredients between field grown and in vitro cultured rhizome of Korean native ginger(*Zingiber officinale* Roscoe), Korean J. Plant Res., 24, 404-412, (2011)
5. Lee YB, Kim YS, and Ashmore CR, Antioxidant property in ginger rhizome and its application to meat products. Korean J Food Sci, 51, 20, (1986)
6. Surh YJ, Molecular Mechanisms of chemopreventive effect of selected dietary and medical phenolic substances. Mutat. Res, 248, 305, (1990)
7. Lee YK, Ahn SY Oxidation prevention effect of gingerol. Korean J Food Sci Technol, 17, 55, (1985)
8. Perma SC, Medeiros MV, Aimbire FS, et al., Anti-inflammatory effect of the hydroalcoholic extract of *Zingiber officinale* rhizomes on rat paw and skin edema. Phytomedicine, 10(5), 381-385, (2003)
9. Young HY, Luo YL, Cheng HY. Analgesic and anti-inflammatory

activities of 6-gingerol *Ethnopharmacology* 96(1-2), 207-210, (2005)

10. Lee HH, Development of functional food to prevent geriatric diseases using natural substance, KSBB, Proceeding of Current Biotechnology and Bioengineering, April, (2005)

11. Lee, YS, Bang HH, Du XY, Lee HW, Li FX, Jeon HJ, and Jun YM, A study on the college student's recognition and consumption of antioxidant in seoul area, *J East Asian Soc Dietary Life*, 22, 6, 758-771, (2012)

12. Jin SE, Anti-inflammatory and antioxidant activities of constituents isolated from *Pueraria lobata* roots. MS Thesis, Pukyong National University, (2011)

13. Wang SJ, Lee HJ, Cho JY, Park GH, and Moon JH, Isolation and identification of antioxidants from Makgeolli, *Korean J Food Sci Technol*, 44, 14-19, (2012)

14. Moon SH, A comparison study of wines at home and abroad through measurement of antioxidant components and preference survey. MS thesis, Konkuk University, (2010)

15. Jung BM, Shin MO, and Kim HR, The effects of antimicrobial, antioxidant, and anticancer properties of *Opuntia humifusa* stems, *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 20-25, (2012)

16. Lee GD, Antioxidative activity of a medical herb mixture prepared through the traditional antidiabetic prescription, *Korean. J. Food. Preserv.*, 18, 916-922, (2011)

17. Bae JH, Yu SO, Kim YM, Chon SU, and et al., Physiological Activity of Methanol Extracts from *Ligularia fischeri* and Their Hyperplasia Inhibitory Activity of Cancer Cell, *Journal of Bio-Environment Control* 18, 1, 67-73, (2009)

18. Cho SD, and Kim SD, Food product development and quality characteristics of *Ligularia fischerie* for food resources, *Kor. J. Food Preserv*, 12, 43-47, (2005)
19. No KM, Seo HY, Hyawali R, Shim SL, and et al, Effect of gamma irradiation of the volatile flavor compounds from dried ginger(*Zingiber officinale* Roscoe), *Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 34, 892-898, (2005)
20. Ban YJ, Baik MY, Hahm YT, Kim HK, and et al., Optimization of Processing conditions for Making a Black Ginger and Design Mixture for Black Ginger Drink, *Food Engineering Progress*, 14, 2, 112-117, (2010)
21. Ji WD, Jeong Ms, Chung HJ, Lee SJ, and et al, Antimicrobial activity and distilled components *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 40, 514-518, (1997)
22. Kim MK, Na MS, Hong JS, Chung ST, Components of flavor of ginger by the liquid CO₂ extraction, *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 35, 55-63, (1992)
23. Park KK, Chun Ks, Lee JM, Lee SS, Surh YJ, Inhibitory effects of 6-gingerol, a major pungent principle of ginger, on phorbol ester-induced inflammation, epidermal ornithine decarboxylase activity and skin tumor promotion in ICR mice, *Cancer lett.*, 129, 139-144 (1988)
24. Bode AM, Ma WY, Surh YJ, Dong Z, Inhibitory of epidermal growth factor -induced cell transformation and activator protein 1 activation by 6-gingerol, Zingerone and hydroxytyrosol, *Food Chem. Toxicol.* 32, 31-36 et al., (2001)
25. Park CK, Jeon BS, Yang JW, The chemical compounds of Korean ginseng. *Food Ind. Nutr.*, 8, 10-23, (2003)
26. Bartley JP, and Jacobs AL, Effects of drying flavour compounds in

Australian-growth ginger (*Zingiber officinale*), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 2, 209-215, (2000)

27. Beek TAV, and Lelyveld GP, Isolation and identification of the five major sesquiterpene hydrocarbons of ginger, *Phytochemical Analysis*, 2, 1, 26-34, (1991)

28. Cornell DW, and Jordan RA, Composition and distinctive volatile flavour characteristics of the essential oil from Australian growth ginger (*Zingiber officinale*), *Journal of the Science of Food and Agriculture* 22, 2, 93-95, 1971

29. Onyenekwe PC, and Hashimoto S, The composition of the essential oil of dried nigerian ginger(*Zingiber officinale* Roscoe), *Eur Food Res. Technol.*, 209, 407-410, (1999)

30. Bednarczyk AA, and Kramer A, Identification and evaluation of the flavor-significant components of ginger essential oil, *Chemical Senses*, 1, 4, 377-386, (1975)

31. Nishimura O, Identification of the characteristic Odorants in fresh Rhizomes of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Using Aroma Extract Dilution Analysis and Modified Multidimensional Gas Chromatography-Mass Spectroscopy, *J. Agric. Food Chem.*, 43, 11, 2941-2945, (1995)

32. Cornell DW, and McLachlan R, Natural pungent compounds: IV. Examination of the gingerols shogaols, paradols and related compounds by thin-layer and gas chromatography, *Journal of Chromatography A*, 67, 1, (1972)

33. Kikuzaki H, and Nakatani N, Antioxidant effects of Some Ginger Constituents, *Journal of Food Science*, 58, 6, 1407-1410, (1993)

34. Chen C. Kuo M, Wu C, and Ho C, Pungent compounds of ginger (*Zingiber officinale* (L) Rosc) extracted by liquied carbon dioxide, *Journal of*

Agricultural and Food Chemistry, 34, 477-480, (1986)

35. Stoilova I, Krastanov A, Stoyanova A, Denev P, and Gargove S, Antioxidant of a ginger extract (*Zingiber officinale*), Food Chemistry, 102, 3, 746-770, (2007)

36. Aeschbach R, Loliger J, Scott BC, Murica A, Butler J, and et al., Antioxidant actions of thymol carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol, Food and Chemical Toxicology, 32, 1, 31-36, (1994)

37. Suk EB, The oxidation stability of soybean, palm fish oil and lard affected by crude gnerol, Korean Soc. Food Sci., 9, 4, 298, (1993)

38. Kota N, Krishna P, and Polasa K, Alterations in antioxidant status of rats following intake of ginger through diet, Food Chemistry, 106, 3, 991-996, (2008)

39. Platel K, and Srinivasan K, Influence of Dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino rats, Food/Nahrung, 44, 1, 42-46, (2000)

40. Wu H, Ye D, Bai Y, and Zhao Y, Effect of dry ginger and roasted ginger on experimental gastric ulcers in rats, China Journal of Chinese Materia Medica, 15, 5, 278-280, (1990)

41. Johji Y, Michihiko M, Rong HQ, Hisahi M, and et al., The anti-ulcer effect in rats of ginger constituents, Journal of Ethnopharmacology, 23, 2-3, 299-304, (1988)

42. Verma SK, Singh J, Khamesre R, and Bordia A, Effect of ginger on platelet aggregation in man, The Indian Journal of Medical Research, 98, 240-242, (1993)

43. Bhandanri U, Sharma JN, and Zafa R, The protective action of ethanolic

ginger (*Zingiber officinale*) extract in cholesterol fed rabbits, *Journal of Ethnopharmacology* 61, 2, 167-171, (1998)

44. Srivastava KC, Effects of aqueous extracts of onion, garlic, and ginger on platelet aggregation and metabolism of arachidonic acid in the blood vascular system: in vitro study

45. Katiyar SK, Agarwal R, and Mukhtar H, Inhibition of Tumor Promotion in SENCAR Mouse Skin by Ethanol Extract of *Zingiber officinale* Rhizome, *Cancer Research*, 56, 1023, (1996)

46. Park KK, Chun KS, Lee JM, Lee SS, and Surh YJ, Inhibitory effects of 6-gingerol, a major pungent principle of ginger, on phorbol ester-induced inflammation, epidermal ornithine decarboxylase activity and skin tumor promotion in ICR mice, *Cancer Letters*, 129, 2, 139-144, (1998)

47. Surh YJ, Anti-tumor promoting potential of selected spice ingredients with antioxidative and anti-inflammatory activities: a short review, *Food and Chemical Toxicology*, 40, 8, 1091-1097, (2002)

48. Lee Eunyong, and Surh YJ, Induction of apoptosis in HL-60 cells by pungent vanilloids, 6-gingerol and 6-paradol, *Cancer Letter*, 134, 2, 163-168, (1998)

49. Penna SC, Mediros MV, Aimbire FSC, Faria-Neto HCC, and et al., Anti-inflammatory effect of the hydralcoholic extract of *Zingiber Offiniale* rhizomes on rat paw and skin edema, *Phytomedicine*, 10, 5, 381-385, (2003)

50. Young HY, Luo YL, Cheng HY, Hsieh WCH, and et al., Analgesic and anti-inflammatory activities of 6-gingerol, *Journal of Ethnopharmacology* 96, 1-2, 207-210, (2005)

51. Lee HS, Kim BS, Cha HS, and Kwon KH, Quality Evaluation of Ginger

Dried using a Molecular Press Dehydration Method or Employing a Dehydration Liquid, Korean J. Food. Preserv., 17, 4, 478-486, (2010)

52. WHO, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Report of the Project Review Committee Meeting of the Asian Regional Cooperation Project on Food Irradiation , 7-9 April Bangkok, Thailand.

53. Das P and Sarma SK Drying of ginger using solar cabinet dryer, J. Food Sci. Technol., 38, 619-621, (2001)

54. Kim MH, Kim MK, Yu MS, Song YB, and et al., Dehydration of Sliced Gigner using Maltodextrin and Comparison with Hot-air Dried and Freeze-dried Ginger, Korean J. Food Sci, Technol., 41, 2, 146-150, (2009)

55. Witrowa-Rajchert D, and Lewicki PP, Rehydration properties of dried plant tissues, Int. J. Food Eng., 57, 1-7, (2003)

56. Karathanos VT, Kanellopoulos NK, Bellessiotis VG, Development of porous structure during air drying of agricultural plant products, J. Food Eng., 29, 167-183, (1996)

57. Wang NB, Changes in Structure, density and porosity of potato during dehydration, J. Food Eng., 24-61-67, (1995)

58. Shin HK, Hwang SH, and Youn KS, Absorption characteristics and prediction model of ginger powder by different drying methods, Korean J. Food Sci. Technol., 35, 211-216, (2003)

59. Janjai S, Srisittipokakun N, and Bala BK, Experimental and modeling performances of a roofintegrated solar drying system for drying herbs and spices, J. Food Eng., 33, 91-103, (2008)

60. Mazza G, Dehydration of carrots (Effects of pre-drying treatments on moisture transport and product quality), J. Food Technol., 18, 113-123, (1983)

61. Krokida MK, Maroulis ZB, and Saravacos GD, The effect of the method of drying on the color of dehydrated products, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 36, 53-59, (2001)
62. George JP, and Datta AK, Development and Validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slice, *J. Food Eng.*, 52, 89-93, (2002)
63. Choi DW, Shin HH, and Kim JG, A study of dewatering phenomena of potato slice cytorrhysed by high molecules, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 19, 358-365, (2006)
64. Kwon JH, Chung HW, and Kwon YJ, Infrastructure of quarantine procedure for promoting the trade of irradiated foods. Annual Meeting and Symposium of Korean Post-Harvest Sci. Technol. Agric. 13 October, Daejeon 209-254, (2000)
65. Marcotte M, Irradiation as a distinfestation method update on methyl bromide phase out, regulatory action and emergin gopportunities. *Radiat. Phys. Chem.*, 52, 85-90
66. WHO, Wholesomeness of irradiated food, Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee, Technical Report Series 659, Geneva, Swiss
67. Kim OS, Lee DH, and Chun WP Eco-Friendly Drying Technology using Superheated Steam, *Korean Chem. Eng. Res.*, 46, 2, 258-273, (2008)
68. Mujumdar AS, *Handbook of Industrial Drying* 35, 2nd ed, Marcel Dekker, inc, New york, NY, (1995)
69. van Deventer HC, Heijmans RMH, Drying with Superheated Steam , *Dry. Technol.*, 19, 8, 2033-2045, (2001)
70. Shibata H, and Mujumdar, AS, *Steam Drying Technologies: Japanes R&D*,

Dry. Technol. 12, 6, 1485-1524, (1994)

71. Kum JS, Park KJ, Lee CH, and Im JS, Physicochemical Properties of Dried Anchovy (*Engraulis Japonica*) Subjected to Microwave Drying, Korean J. Food Sci. Technol., 30, 1, 103-109, (1998)

72. Im JS, Park KJ, and Jum JS, Changes in Physicochemical Properties of Korean Rice Cake Subjected to Microwave-Drying, Korean J. Food. Sci. Technol., 31, 3, 631-637, (1999)

73. Decareau RV, Microwave in food processing, Food Technol., 36, 2, 81-86, (1984)

74. Mudgett RE, Goldblith SA, Wang DIC, and Westphal WB, Prediction of dielectric properties in solid food of high moisture content at ultrahigh and micro-wave frequencies, J. Food Process. Presev., 1, 119-151, (1977)

75. Mudgett RE, Dielectric properties of foods In Microwave in the Food Processing Industry, Academic Press, Orlando, 15-37, (1985)

76. Lee HL, and Youn KS, Quality Characteristics of Cold-air and Infrared-dired Peaches, Korean J. Food Preserv. 19, 4, 485-491, (2012)

77. Park JS, The Application and Processing of High-Bio full Fat Activated Soybean Flour by Electro Wave Drying Soybean with Far-infrared, 한국산업정보학회논문지, 7, 3, (2002)

78. Kang TH, Hong HK, Jeon HY, and Han CS, Drying Characteristics of Squids According to Far Infrared and Heated Air Drying Conditions, J. of Biosystems Eng. 36, 2, 109-115, (2011)

79. Suhaj M, Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review, Journal of Food Composition and Analysis, 19, 6-7, 531-537, (2006)

80. Moyler, DA, Extraction of essential oils with carbon dioxide, Flavour and

Fragrance Journal 8, 5, 235-247, (1993)

81. Zancan KC, Marques MOM, Petenate AJ, and Meireles MAA, Extraction of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) oleoresin with CO₂ and Co-solvent: a study of the antioxidant action of the extracts, *The Journal of Supercritical Fluids*, 24, 1, 57-76, (2002)

82. Chen CC, and Ho CT, Gas chromatographic analysis of thermal degradation products of gingerol compounds in steam-distilled oil from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe), *Journal of Chromatography*, 387, 499-504, (1987)

83. Takacsova M, Kristianova K, Nguyen DV, and Dang MN, Influence of extracts from some herbs and spices on stability of rapeseed oil, *Bulletin of Food Research*, 38, 17-24

84. Schwarz K, Bertelsen G, Nissen LR, Gardner PT and et al., Investigation of plant extracts for the protection of processed foods against lipid oxidation. Comparison of antioxidant assays based on radical scavenging, lipid oxidation and analysis of the principal antioxidant compounds, *European Food Research and Technology*, 212, 3, 319-328, (2001)

85. Hu W, Ji-Ping L, Chao M, and Zhi-min M, Molecular distillation technology and its applications, *Modern Chemical Industry*, 2008-S1, (2008)

86. Kim HS, Choi JH, Lee HJ, Jeong MC and et al., Quality Characteristics of Treated with Mild Heat and Minced Ginger during Storage, *Korean J. Food Preserv.* 17, 6, 784-792, (2010)

87. Choi MS, Kim DH, Lee KH, and Lee YC, Effects of additives on quality attributes of minced ginger during refrigerated storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 1048-1056, (2002)

88. Jeong MC, Flavor characteristics of ginger powder produced by enzymatic

liquefaction process. Thesis, Univ of Chung-Ang, Korea, (1997)

89. Jo KS, Chang YS, and Shin HS, Storage stability of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) paste, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26, 1040-1146, (1997)

90. Choi YH, Lee SB, and Kim MS, Improvement of quality and prolongate in chopped ginger storage, *J. Agric. Chem. Biotechnol.*, 40, 123-127, (1997)

Abstract

Study on the drying processes and extraction methods of ginger and the application of anti-oxidative substance

Park, Mi-Hye

Department of Food and Nutrition

Graduate school

Sungshin Women's University

In this study, three different researches were conducted in order to increase the application of ginger. To improve the preservation properties, drying methods were tested. To obtain the ginger oil, which is the most useful flavor substance in the ginger, various extraction and recovery methods were tested. In addition, anti-oxidative activities of ginger oil were quantified, along with combination of ginger oil and salad oils.

1. Peeled ginger, and ginger patty were treated with three different drying methods; superheated steam drying, hot air drying, and superheated steam drying followed by hot air drying. The superheated steam drying had the shortest drying time. Hot air drying showed the best results regarding general composition. Hot air drying after superheated steam drying showed the best results for CIE color and chromaticity. In general, hot air drying after the

superheated steam drying enhanced solubility and drying time.

2. When the whole bulb of ginger and sliced ginger were treated with microwave + vacuum drying and microwave + vacuum freeze drying, microwave + vacuum drying had shorter drying time than the microwave + vacuum freeze drying; however, they induced greater morphological and chemical changes. Indicating that the microwave + vacuum freeze drying was better.
3. IR drying, IR + vacuum drying, and hot air drying methods were compared for ginger drying. IR + vacuum drying showed faster drying time than other methods. As a result, vacuum drying after the 150 V IR drying was the most economic drying method.
4. For the extraction of 6-gingerol, reflux extraction using ethanol was the best for solid samples. Separated extraction using diethyl ether was the best for ginger juice samples. Upon the purification of the extracted oil, all the methods resulted in different yields. The fraction of flavor substances, the recovery from the vacuum distillation of extracted ginger juice, and the recovery using distillation from the supernatant of centrifuged extracted ginger juice showed the greatest yield.
5. Anti-oxidant performance of ginger oil was compared with Vit E standard using DPPH radical scavenging test. Ginger oil showed 0.5% anti-oxidant performance of the same volume of Vit E; however, considering other useful substances and micro-nutrients needed for human body, ginger oil still possessed the applicability. Therefore, solubility, CIE, and the comparison of flavor and taste of ginger oil added to salad oil were tested and showed positive results.

감사의 글

오랜 고심 끝에 시작한 대학원 박사과정 생활은 제 인생에 너무도 소중한
고 행복한, 가슴 벅찬 시간이었습니다. 부족한 제자에게 학문의 길을 인도해
주시고, 언제나 격려와 사랑으로 귀한 가르침을 베풀어 주신 안홍석 지도교
수님께 진심으로 감사드립니다.

아울러 깊은 관심으로 지도해 주신 한영숙 교수님, 윤현근 교수님께 감사
의 말씀을 드립니다. 항상 지켜봐주시고 가르침을 주신 이명숙 교수님, 나혜
경 교수님, 이승민 교수님, 표영희 교수님, 고성희 교수님께 감사드립니다.

바쁘신 중에도 세심하게 지도해 주시고 논문이 완성되기까지 아낌없는 지
원과 격려를 해주신 이성 교수님, 민상기 교수님, 목철균 교수님께 머리숙여
감사드립니다.

박사과정 내내 격려와 용기를 준 사랑스런 단짝 신선미 선생님, 염진희,
한정미, 이영주 선생님, 권혁련 선생님, 송세화 선생님, 최문희 선생님, 반효
현선생님, 이옥주 선생님 감사합니다. 언제나 따뜻한 마음으로 격려해 준 식
품영양학과 선배님과 후배들에게도 고마움을 전합니다. 또한 내게 너무도 소
중하고 사랑스런 제자들에게도 고마움을 전합니다.

무엇보다 가족들의 헌신적인 사랑과 격려가 있었기에 작은 결실을 얻을
수 있었습니다. 항상 삶의 모범적인 모습을 보여주시고 가르침을 주신 시부
모님과 시댁 식구들께도 감사드립니다.

제게 늘 물심양면으로 헌신적인 사랑과 이해로 큰 힘이 되어준 인생에 영
원한 친구인 사랑하는 남편에게 무한한 고마움을 전합니다. 특히 바쁜 와중
에도 기꺼이 많은 도움을 준 원근이, 언제나 희망찬 정신적 위안을 준 우상
이, 항상 가까이서 세심한 도움을 준 착한 막내 근홍이, 힘찬 응원을 한껏
보내준 동생 찬식이에게 너무너무 고맙고 사랑합니다.

오늘날 제가 있기까지 온갖 정성과 사랑을 베풀어 주신 사랑하는 어머니
께 작은 결실을 바칩니다. 앞으로도 배움에 대한 지속적인 열정으로 멋진 삶
이 되도록 열심히 생활하겠습니다.

2014년 7월
박 미 혜 올림