

국내생산 허브의 마이크로웨이브 건조 후 이화학적 특성 변화 연구

류재진¹ · 최현욱² · 금준석³ · 박종대³ · 성정민³ · 서동호⁴ · 이병호^{1,*}

¹가천대학교 식품생물공학과, ²전주대학교 바이오기능성식품학과,
³한국식품연구원, ⁴전북대학교 식품공학과

Changes in the physicochemical properties of various herbs cultivated in Korea after microwave drying

Jae-Jin Ryu¹, Hyunwook Choi², Jun-Seok Kum³, Jong-Dae Park³,
Jung-Min Sung³, Dong-Ho Seo⁴, and Byung-Hoo Lee^{1,*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Gachon University

²Department of Functional Food and Biotechnology, Jeonju University

³Korea Food Research Institute

⁴Department of Food Science and Technology, Jeonbuk National University

Abstract The purpose of this study was to investigate how microwave drying, a method to minimize the scent and physicochemical changes of the final products, affects the quality characteristics of various herbs according to treatment intensity (pulse and continuous waves) and time. In the current study, different physicochemical qualities, such as weight change, moisture content, water activity, color, and microbial growth, of five different Korean herbs were analyzed after microwave drying. The results clearly showed that the pulse wave method was a more effective approach than the continuous wave method for maintaining the physicochemical properties of herbs. Furthermore, pulse wave drying lead to efficient microbial death in various herbs after a short time. Thus, microwave drying with a pulse wave can be applied to herb processing and packaging technology while minimizing the quality changes of herbs.

Keywords: microwave drying, continuous wave, pulse wave, physicochemical properties, herb drying

서론

허브는 청초 즉 녹색의 풀을 나타내는 말로 향료, 고기냄새 제거 등 식용으로 사용하거나 몸이 아프거나 상처가 났을 때 활용하여 현재까지 인류의 생활에 다양한 도움을 준 식물로 평가되고 있다(Aminzare 등, 2016). 허브는 다른 향식물과 달리 기호성이 매우 우수할 뿐만 아니라, 항산화능, 항균, 항종양성, 및 항염증 반응 등의 기능성 또는 약용 소재로의 효과가 뛰어나며 이를 다양한 식품에 적용할 수 있다(Denev 등, 2014; Wang 등, 2015; Yang 등, 2017). 또한, 돼지고기의 천연 방부제로 쓰이거나, 식재료의 맛과 풍미를 조절하는데 쓰이기도 하며(Shan 등, 2009), 직접 섭취를 통한 기능성 뿐만 아니라 향료로서도 많은 효과를 지니고 있다. 허브는 건조 후에도 향을 유지하면서 기능성을 갖는 독특한 식물로써, 향을 맡음으로써 우울증 치료와 같은 신경 안정제로서의 역할을 하기도 한다(Ku 와 Lee, 2006). 국내에서는 허브의 주 소비는 방향제, 장식용, 관상용 등에 주로 사용하고 있으며, 극히 일부가 식품으로 제조되어 사용되고 있는 실정이다.

또한 허브 생산량은 지속적으로 증가 추세에 있으나, 허브를 이용한 기능성 식품의 다양화에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다(Oh 와 Whang, 2003; Ryoo 와 Cha, 1998). 따라서, 국민의 건강, 영양을 증진시키고 허브농가의 산업화를 위하여 허브의 기능성을 포함한 과학적 연구 분석과 제품화가 필수적이다. 이를 위해서는 생산된 허브 고유한 특성을 지니면서 건조 저장할 수 있는 기술 개발이 매우 시급한 실정이라 할 수 있다. 허브는 천연 식품으로 매우 다양한 기능성을 함유하고 있어, 세계적으로 주로 동결건조의 방법을 활용하여 소재로써 활용되고 있으며, 가공 비용적인 측면으로 인하여 자연건조나 또는 열건조가 이용되어진다(Midilli, 2001). 마이크로파웨이브 건조는 최대한 생화학적 작용을 지연시켜 허브 특유의 향의 보존과 물리화학적 변화를 최소로 줄일 수 있으며, 미생물 성장을 억제, 비용과 가공 시간 면에서도 동결건조 또는 다른 일반가열보다 우수하다고 알려져 있다(Jacques, 1992). 마이크로파 조사기법에 의한 허브의 건조는 다른 일반 가열건조보다 L값(박기)의 증가, a값(녹색)의 증가로 갈변화 억제의 효과가 있으며 주된 휘발성 향미성분의 보존과 탈수율, 구조적 보존상태 면에서도 우수하다고 보고된 바 있다(Yousif 등, 2000).

본 실험에 사용한 허브품종은 국내산 허브인 마리노라벤더, 골든세이지, 코리아타임, 튜치아 로즈마리, 슈퍼민트로 각각의 특징은 마리노라벤더는 다년생으로 다른 라벤더에 비해 성장이 빠르고 꽃 색깔이 옅은 보라색이며 향수, 비누, 서랍 속에 넣어두는 향주머니 포프리에 애용이 된다(Lis-Balchin와 Hart, 2002). 골든세

*Corresponding author: Byung-Hoo Lee, Department of Food Science and Biotechnology, College of BioNano Technology, Gachon University, Seongnam 13120, Republic of Korea
Tel: +82-31-750-5405
E-mail: blee@gachon.ac.kr
Received December 2, 2020; revised December 11, 2020;
accepted December 11, 2020

이지는 다년생으로 긴 장타원형의 골든색 반점이 무늬가 잎에 있는 게 특징이다. 구강 청결제로 사용되거나 천연 향미료로 향수에 쓰이기도 한다(Altindal와 Nüket, 2016). 코리아타임은 다년생으로 반목본성으로, 독특한 향으로 인해 향수 및 화장품의 원료로 쓰이거나, 호흡기 질환 치료제로 사용된다(Dauqan와 Abdullah, 2017). 신선한 잎 또는 말린 잎이 채소요리, 스프, 해물요리, 다양한 육고기 요리에 쓰인다. 류치아 로즈마리는 다년생으로 특이하게 꽃이 일년 내내 많이 피고 잎은 소나무 향내음을 풍긴다. 신선한 잎 또는 말린 잎은 물고기, 육류, 닭고기, 스프, 차에 쓰인다(Chen 등, 1998). 슈퍼민트는 다년생으로 소화불량, 감기치료 등에 약재로 쓰이며 차로 마시면 입안이 개운해져 구취제거 효과가 있어 디저트 용으로 애용이 된다(Rosenberg, 2002). 외국에는 허브가 오래 전부터 사용되어 허브산업이 발전되어 있으나, 국내에는 비교적 최근에 국내산 허브가 생산되어 이에 대한 기초연구가 전무한 형편이며 국내의 허브를 이용한 건조 저장에 대한 이화학적 특성 연구가 거의 없다고 볼 수 있다. 허브의 건조 저장에 대한 연구는 대부분이 미국 및 유럽을 중심으로 연구되어 왔으나 연구대상이 전부 외국 토양에 적합한 허브에 대한 결과이며 국내의 제품에 적용하기란 적절하지 못한 편이다. 따라서 본 연구를 통하여 마이크로웨이브에 의한 첨단 허브 가공기술을 생산 현장에 적용함으로써 국내산 허브에 대한 건조 저장 가공 기술이 축적되고 국제수준으로 가공 식품의 품질향상을 도모하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 허브는 충북 청원군 부용면 외천리에 위치한 (주)상수허브랜드에서 골든 세이지(*Savvia officinalis* L., Golden Sage), 류치아로즈마리(*Rosemarinus officinalis* L., Lucia Rosemary), 마리노라벤더(*Lavandula spica* L., Marino Lavender), 코리아타임(*Thymus vulgaris* L., Korea Thyme), 슈퍼민트(*Mentha piperrita* L., Super Mint)를 구입하여 허브의 건조저장 시료로 사용하였다.

시료의 조제

허브의 건조방법은 한국식품연구원에서 자체 제작된 마이크로파 건조기(Park 등, 2012)를 이용하여, 2,450 MHz에서 출력조건을 100 Watt 21분 건조, 100 Watt 3분 건조/2분 홀딩 조건하에서 7회 반복조사, 600 Watt 8분 건조 후 600 Watt 2분 건조/2분 홀딩 과정을 4회 반복 조사하였다. 이때 마이크로파 비조사구(대조구)도 함께 품질특성의 변화를 측정하였다. 허브의 건조방법은 Table 1에 나타내었다.

중량변화

중량변화는 마이크로웨이브 건조 전 무게에서 건조 후의 무게를 빼서 중량변화의 값(%)으로 나타내었다.

수분함량

수분함량은 A.O.A.C. (1990) 방법에 따라 측정하였다. 건조오븐(105°C)에서 건조된 칭량병을 desiccator에 방냉 후(30분), 무게를 재어 기록하고 허브시료 5g 내외씩 도가니에 넣은 뒤 무게를 기록하였다. 건조오븐(105°C)에서 3-4시간 지난 뒤 꺼내어 desiccator에 방냉 후(30분), 무게를 측정하여 항량될 때까지 조작을 반복하였다.

수분활성도

허브의 수분활성도(water activity, Aw) 측정은 Thermoconstanter TH200 (수분활동측정기, Novasina AG, Zurich, Switzerland)를 이용하여 시료 모두 0°C를 기준점으로 잡아 이 온도에서의 수분활성도를 측정하였다.

색도

마이크로웨이브 조사시킨 시료를 동결 건조하여 잎과 줄기를 분쇄한 후 10 cm 페트리디쉬에 올린 후, 색차계(Chromameter CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 허브의 색택을 측정하였다. Hunter scale에 의해 L (whiteness/darkness), a (red/green), b (yellow/blue)값을 비교하였으며, 표준백색판(white calibration plate)의 L, a 및 b값은 각각 96.86, -0.07, 2.02였다. 색택의 측정은 3 반복 측정하여 평균치와 표준오차를 계산하였고, 각 구간 차이의 통계적 유의성은 SAS Software 통계프로그램(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 ANOVA 분산분석과 Duncan의 다범위 검정(multi range test)을 사용하여 유의성 검정을 시행하였다.

미생물검사

일회용 멸균칼을 이용하여 시료를 절취한 후 이 시료 1 mL을 스토마커 멸균컵에 멸균 식염수(0.85%, w/v)용액 9 mL을 넣고 스토마커 분쇄기(Lab Blender 400, Seward Medical Ltd., London, UK)로 2분간 균질시킨 다음 멸균생리식염수에 일정 비율로 희석하였다. 희석액 1 mL을 Petrifilm™ (3M Health care, Maplewood, MN, USA; AOAC, 1990) Plating Method로 접종하여 32°C 배양기에 24시간 배양 후 붉은 색으로 염색되어지는 균수를 계수하였다. 조사구와 비조사구로 나누어 총균수를 3회 반복 측정하였으며, 단위는 시료 g당 colony forming unit (CFU)로 나타내었다.

결과 및 고찰

중량변화

허브의 마이크로웨이브 조사에 따른 중량변화율은 Fig. 1과 같다. 비조사구에 비하여 600 Watt에서 2분간 조사, 2분간 홀딩을 4회 반복조사 시킨 5가지 허브 모두 중량변화율이 가장 높은 것으로 나타났으며, 대조구와 비교하여 짧은 시간 안에 각각 50% 이상의 중량변화율을 나타내었다. 이는, 마이크로웨이브에 의한 가열은 그 물체에 있어 에너지의 이동을 빨리 할 수 있으며, 낮

Table 1. Operating condition of herb drying by the microwave

Samples	Operating conditions
Control	Fresh herb
1W21	21 min microwave drying at 100 Watt
1W3/2/7	3 min microwave drying/2 min holding-7 times at 100 Watt
6W8	8 min microwave drying at 600 Watt
6W2/2/4	2 min microwave drying/ 2 min holding-4 times at 600 Watt

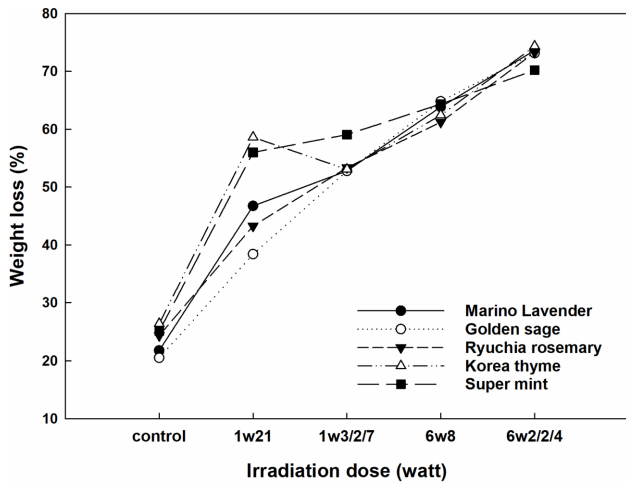


Fig. 1. Changes of the weight loss by the microwave drying on five cultivars of herbs. 1w21, 1w3/2/7, 6w8, 6w2/2/4: Refer to the comment in Table 1.

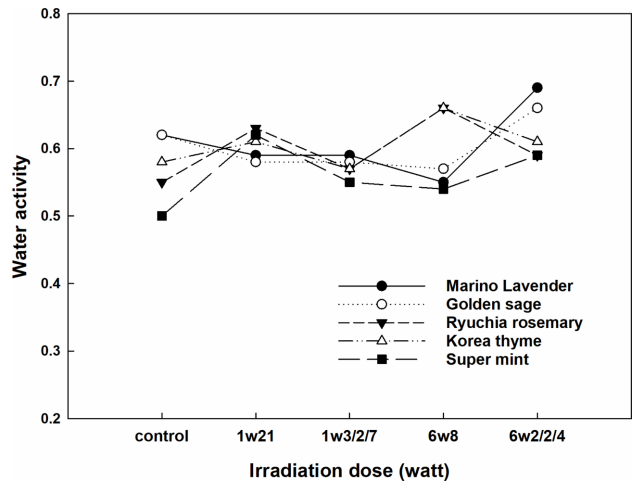


Fig. 3. Changes in water activity by the microwave drying on five cultivars of herbs. 1w21, 1w3/2/7, 6w8, 6w2/2/4: Refer to the comment in Table 1.

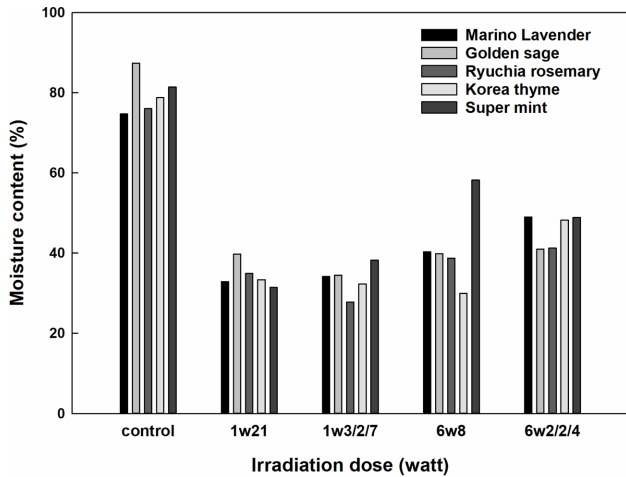


Fig. 2. Changes in moisture contents (%) by the microwave drying on five cultivars of herbs. 1w21, 1w3/2/7, 6w8, 6w2/2/4: Refer to the comment in Table 1.

은 온도에서의 건조 또한 매우 빨리 일어날 수 있기에 효과적으로 건조가 일어나서 중량이 변화되었다고 판단된다. 또한 100 Watt와 600 Watt에서 continuous wave (CW)와 pulse wave (PW)를 비교했을 때 PW가 변화율의 효과가 높은 것으로 나타났으며, 이와 같은 결과는 Yousif 등(2000)이 보고한 것과 일치하였다.

수분함량

수분함량은 Fig. 2와 같다. 골든세이지가 초기 수분함량이 87%로 가장 높았고 초기 수분함량은 5가지 허브 모두 70% 이상의 수분을 함유하고 있었다. 100 Watt와 600 Watt에서의 CW와 PW를 비교했을 때 PW가 건조효과가 더 높은 것으로 나타났으며, 이것은 앞서 Yousif 등(2000)이 보고한 것과 일치하였다.

수분활성도

각 허브들의 수분활성도는 Fig. 3과 같다. 수분활성도는 초기에 0.50-0.62였으나 마이크로웨이브 조사 시 감소경향을 보이다가 다시 0.59-0.69로 증가하였다. CW와 PW를 차이를 비교하였

을 때 100 Watt에서는 PW가 CW보다 수분활성도가 더 감소되었으나, 600 Watt에서는 로즈마리와 코리아타임을 제외하고 PW가 CW보다 더 증가됨을 확인할 수 있었다.

색도

마이크로웨이브 처리에 따른 허브의 Hunter 색차 측정 결과는 Table 2와 같다. 100 Watt 마이크로웨이브 조사시 L (Lightness)값과 b값은 감소하는 경향을 나타내었으나, 600 Watt에서는 급격한 L값의 증가와 a (Redness)값, b값의 감소를 나타내었다. 이는 마이크로웨이브를 600 Watt에서 조사할 경우 건조된 허브의 밝기의 증가 및 동시에 녹색과 파란색의 증가가 나타난다고 해석할 수 있으며, 또한 CW와 PW 비교시 600 Watt 조사가 100 Watt 조사보다 갈변화 방지에 더욱 효과적인 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 허브의 건조 방법 최적화에 활용될 수 있다.

미생물검사

마이크로웨이브 조사선량에 따른 허브내 총균수의 변화율은 Table 3과 같다. 마리노 라벤더가 초기 총균수가 가장 많았으며 각 허브가 초기 총균수의 수가 많아서 확실한 멸균은 되지 않았지만, 마이크로웨이브 조사선량의 증가에 따라 총균수가 유의적으로 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 지속적인 가열 건조방식(CW) 보다 Pulse 방식을 이용한 마이크로파 건조방법(PW)이 미생물의 사멸 효과에 있어 더욱 효과적인 것으로 나타나 기존의 연구결과와 일치하는 결과를 나타내었다(Paraskova 등, 1994; Sato 등, 1996).

요 약

마이크로웨이브는 식품의 표면을 투과하여 식품 내부를 매우 신속하게 가열할 수 있으므로 식품의 맛, 냄새, 조직감, 영양가 등에 대하여 최소한의 영향을 미치게 된다(Chandrasekaran 등, 2013; Datta 와 Hu, 1992). 본 실험은 이러한 기능이 있는 마이크로파를 이용한 국내에서 생산가능한 허브 5종의 건조에 따른 품질특성에 있어서의 변화를 알아보고자 하였다. 비조사구와 100 Watt와 600 Watt에서 각각 지속적인 가열건조 방법과 Pulse 방법을 이용한 마이크로파 건조방법을 사용하였으며, 실험결과 조직

Table 2. Hunter L, a, b color values of dried herbs after the microwave treatment

Cultivars	Marino Lavender			Golden sage			Ryuchia rosemary			Korea thyme			Supermint		
	Color value														
Treatment	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control	53.56 ^a ±0.51 ²⁾	-8.64 ^a ±0.20	24.70 ^b ±0.48	54.07 ^a ±0.15	-9.06 ^a ±0.41	23.65 ^c ±0.62	51.53 ^b ±1.08	-9.92 ^b ±0.26	23.00 ^c ±0.34	48.83 ^c ±0.51	-11.68 ^d ±0.12	25.91 ^a ±0.28	50.81 ^b ±0.98	-10.90 ^c ±0.40	25.65 ^a ±0.51
1W21 ¹⁾	50.41 ^{cd} ±0.60	-0.49 ^c ±0.07	13.64 ^{ef} ±0.64	45.46 ^f ±0.42	0.42 ^b ±0.51	12.63 ^f ±0.46	38.6 ^b ±1.97	0.98 ^c ±0.37	9.7 ^c ±0.46	40.01 ^d ±0.60	-0.56 ^c ±0.60	19.96 ^c ±0.84	45.32 ^e ±0.81	1.53 ^c ±0.47	13.42 ^{ef} ±0.95
1W3/2/7	51.03 ^{cd} ±1.34	0.05 ^b ±0.95	10.15 ^g ±0.30	46.51 ^d ±0.68	1.86 ^a ±0.56	12.49 ^f ±0.59	40.73 ^b ±3.55	0.94 ^c ±0.85	10.03 ^c ±1.12	38.69 ^d ±0.90	1.57 ^a ±0.22	15.27 ^c ±0.63	37.95 ^f ±0.51	1.87 ^{bc} ±0.54	13.56 ^f ±0.68
6W8	54.52 ^{cd} ±1.77	-1.32 ^e ±0.26	14.51 ^f ±0.50	45.93 ^{de} ±0.61	0.09 ^{cd} ±0.28	15.80 ^e ±0.62	43.08 ^b ±2.90	-0.38 ^d ±0.24	10.11 ^c ±0.22	41.05 ^d ±1.52	-0.83 ^c ±0.31	13.76 ^c ±1.43	38.62 ^f ±0.66	0.56 ^d ±0.50	13.54 ^{ef} ±0.31
6W2/2/4	52.13 ^{bc} ±0.54	-1.18 ^{cd} ±0.48	16.98 ^{de} ±0.55	42.71 ^f ±1.67	0.39 ^{bc} ±0.42	9.05 ^s ±0.64	39.69 ^c ±1.87	-1.46 ^c ±0.91	10.54 ^c ±0.34	40.79 ^d ±1.98	-2.53 ^d ±0.86	14.56 ^c ±1.84	40.16 ^f ±1.20	-1.58 ^c ±0.87	14.55 ^c ±1.92

¹⁾1w21, 1w3/2/7, 6w8, 6w2/2/4: Refer to the comment in Table 1.

²⁾For each color parameter, values (mean±standard deviation) followed by different letters in the same raw are significantly different by multiple range test (P<0.001).

Table 3. Effect of microwave drying on total bacteria of five cultivars of herbs

(Unit: CFU/g)

Cultivars	Irradiation dose (Watt)				
	Control	1W21	1W3/2/7	6W8	6W2/2/4
Marino Lavender	TNTC ¹⁾	9.8×10 ⁻⁸	4.5×10 ⁻⁶	3.3×10 ⁻⁵	2.1×10 ⁻³
Golden sage	6.5×10 ⁻⁸	7.1×10 ⁻⁸	3.3×10 ⁻⁷	6.5×10 ⁻⁵	2.9×10 ⁻⁴
Ryuchia rosemary	1.4×10 ⁻⁴	4.4×10 ⁻⁴	3.6×10 ⁻³	5.7×10 ⁻²	3.2×10 ⁻²
Korea thyme	TNTC ¹⁾	3.3×10 ⁻⁸	1.4×10 ⁻⁷	5.4×10 ⁻⁵	3.4×10 ⁻⁵
Super mint	1.1×10 ⁻⁶	4.7×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻⁴	1.9×10 ⁻³

¹⁾TNTC: too numerous to count

감 유지 및 갈변화 방지에 매우 효과적인 것으로 나타났다. 또한 CW에 의한 건조 보다는 PW를 활용한 방법이 조직감 유지 및 갈변화 방지, 탈수율에 효과적인 것으로 나타났다. 특히 허브의 총균수 사멸에 있어서 마이크로파는 다른 일반가열보다 짧은 시간 내에 미생물의 사멸효과가 있었으며, CW보다 PW가 미생물의 사멸속도가 빠른 것으로 나타났다. 따라서 마이크로파를 이용한 허브의 건조시 낮은 온도에서의 빠른 건조 발생으로 시간적 향상과 물리적 변화를 최대한 억제시키며 미생물의 성장을 억제하는 작용을 하여 허브 특유의 냄새를 보존시키는 작용으로 앞으로 국내산 허브의 건조저장기술에 마이크로파가 다양하게 이용될 수 있을 것이라 기대된다.

감사의 글

이 논문은 농림축산식품부 재원으로 수출연구사업단의 지원 (319090-3)을 받아 수행된 연구결과입니다.

References

Altindal D, Nüket A. Essential oils in food preservation, flavor and safety. Academic Press, Cambridge, MA, USA. pp. 715-721 (2016)

Aminzare M, Hashemi M, Hassanzadazar H, Hejazi J. The use of herbal extracts and essential oils as a potential antimicrobial in meat and meat products; a review. J. Hum. Environ. 1: 63-74 (2016)

AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA (1990)

Chandrasekaran S, Ramanathan S, Basak T. Microwave food processing - A review. Food Res. Int. 52: 243-261 (2013)

Chen ZY, Wang LY, Chan PT, Zhang Z, Chung HY, Liang C. Antioxidative activity of green tea catechin extract compared with that of rosemary extract. J. Am. Oil Chem. Soc. 75: 1141-1145 (1998)

Datta AK, Hu W. Optimization of quality in microwave heating: Dielectric and ohmic sterilization. Food Technol-Chicago. 46: 53-56 (1992)

Dauqan EM, Abdullah A. Medicinal and functional values of thyme (*Thymus vulgaris L.*) herb. J. App. Biol. Biotech. 5: 17-22 (2017)

Denev P, Kratchanova M, Ciz M, Lojek A, Vasicek O, Blazheva D, Nedelcheva P, Vojtek L, Hyrsil, P. Antioxidant, antimicrobial and neutrophil-modulating activities of herb extracts. Acta Biochim. Pol. 61: 359-367 (2014).

Jacques T. Microwaves-industrial, scientific, and medical application. Artech House, Boston, MA, USA. pp. 346-356 (1992)

Ku DW, Lee YH. Effects of horticultural therapy applied by herb fragrance on the depression of middle school students. J. People Plants Environ. 9: 125-129 (2006)

Lis-Balchin M, Hart S. 23 Chemical profiles of lavender oils and pharmacology. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp. 243 (2002)

Midilli A. Determination of pistachio drying behaviour and conditions in a solar drying system. Int. J. Energ. Res. 25: 715-725 (2001)

Oh MH, Whang HJ. Chemical composition of several herb plants. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 1-6 (2003)

Paraskova P, Sapundzhieva T, Karachomakova D, Kraevska A. Influence of microwaves on the microflora of dry herbs, drugs and

- flavourings. *Food Industry*. 43: 29-31 (1994)
- Park I, Park JD, Lee HY, Kum JS. Effects of air, microwave, and microvacuum drying on brown rice quality. *J. Korean Soc. Appl. Bi.* 55: 523-528 (2012)
- Rosenberg M. The science of bad breath. *Sci. Am.* 286: 72-79 (2002)
- Ryoo JW, Cha BC. Mineral content and antioxidative activity in some herb plants. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 6: 28-32 (1998)
- Sato S, Shibata C, Yazu M. Nonthermal killing effect of microwave irradiation. *Biotechnol. Tech.* 10: 145-150 (1996)
- Shan B, Cai YZ, Brooks JD, Corke H. Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork. *J. Sci. Food Agr.* 89: 1879-1885 (2009)
- Wang L, Yang R, Yuan B, Liu Y, Liu C. The antiviral and antimicrobial activities of licorice, a widely-used Chinese herb. *Acta Pharmacol. Sin.* 5: 310-315 (2015)
- Yang R, Yuan BC, Ma YS, Zhou S, Liu Y. The anti-inflammatory activity of licorice, a widely used Chinese herb. *Pharm. Biol.* 55: 5-18 (2017)
- Yousif AN, Durance TD, Scaman CH, Girard B. Headspace volatiles and physical characteristics of vacuum-microwave, air, and freeze-dried oregano (*Lippia berlandieri Schauer*). *J. Food Sci.* 65: 926-930 (2000)