

볶음조건이 치커리의 이화학적 특성과 향기성분에 미치는 영향

김현구 · 이부용 · 신동빈 · 권중호*
한국식품개발연구원, *경북대학교 식품공학과

Effects of Roasting Conditions on Physicochemical Characteristics and Volatile Flavor Components of Chicory Roots

Hyun-Ku Kim, Boo-Yong Lee, Dong-Bin Shin and Joong-Ho Kwon*

Korea Food Research Institute

*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

Abstract

This study was designed to investigate the reasonable roasting condition of chicory. Extraction and surface color development of roasted chicory were significantly influenced by roasting temperature and time, and they were increased with increasing time, and roasting at 170°C showed the highest browning color development. Soluble solid contents was not affected by roasting temperature and time. Roasting for 10min at 150°C exhibited the highest sensory score, at which the free sugar composition of the extract was 0.87% xylose, 0.62% fructose and 0.84% sucrose. A total of 17 volatile components were identified by GC/MSD from the dried and roasted chicories. Aldehyde, ketone and pyrazine compounds were found to be major volatile flavor components in chicory roots. It was concluded that the results of this work will be useful to determine the optimum conditions for roasting of chicory roots.

Key words: chicory root, roasting, physicochemical property, flavor component

서 론

치커리는 국화과에 속하는 숙근초로 그 맛이 커피와 유사하면서도 카페인 함량이 커피에 비하여 훨씬 적고 해열작용 및 이뇨작용 등 약리효과가 있으며, 커피보다 유효성분의 추출이 용이하며 구미각국에서는 커피대용품이나 혼용품으로 널리 이용되고 있다. 치커리는 강원도와 충청북도 지방의 특산물로서 우리나라 전체 생산량의 대부분이 이 지역에서 생산되고 있으며 한약재와 식용으로 사용되고 있다. 치커리는 국민들의 건강에 대한 관심이 높아가고 국산 한약재에 대한 선호도 증가 그리고 재배기술의 향상으로 1992년 600 M/T에서 1997년 5,000 M/T으로 급격한 증가추세를 보이고 있다. 따라서 과잉생산에 따른 치커리의 가공식품화 필요성은 적극 제기되고 있다.

치커리에 대한 연구결과로서 Bhatia 등⁽¹⁾은 총수용성 당질, 유리 글루코스 및 결합 프럭토스는 치커리

뿌리가 성장함에 따라 증가한다고 보고하였다. Fouldrin 등⁽²⁾은 치커리 직근(直根)의 Ca부족으로 갈변 현상이 나타난다고 보고하였으며 김 등⁽³⁾은 치커리의 일반성분과 무기질 조성, 지방산 조성 등에 대하여 보고하였다. 치커리를 이용한 가공에 대한 연구결과로서 박 등⁽⁴⁾은 효율적으로 건조하기 위하여 건조기를 제작하였고 건조에 미치는 여러 요인을 분석하여 건조특성을 밝혔다. 송⁽⁵⁾은 치커리와 커피원두를 1:5 비율로 혼합하여 치커리 커피차를 제조하는 방법을 특허출원하였고 전 등⁽⁶⁾은 커피대용을 위한 치커리차의 볶음조건 및 쓴맛 제거방법에 대하여 보고하였다. 이외에도 치커리차의 제조방법에 대한 전⁽⁷⁾의 특허출원 내용은 발효, 숙성 및 배소처리에 의한 치커리차의 제조방법이 있고 현⁽⁸⁾의 특허출원 내용은 급격히 건조한 치커리 원료를 증류하고 배소한 후 추출용액에 산화칼슘을 가하고 탄산가스를 통과시킨 다음 탄산칼슘을 여과하면 이취가 감소하거나 제거된다고 보고하였다. 최⁽⁹⁾는 한국산 치커리와 커피의 성분을 비교 검토하였으며, Chopra 등⁽¹⁰⁾은 치커리가 강장작용이 있으며 구토, 비장의 확대 증상 및 발열 등에 효과가 있다고 보

Corresponding author: Hyun-Ku Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

고하였다. 홍 등⁽¹¹⁾은 볶음처리에 따른 치커리의 기능성과 관능적 특성의 변화에 대하여 보고하였다. 이상과 같이 치커리의 약리작용이나 여러 성분과 관한 연구는 비교적 많이 수행되고 있으나, 치커리의 볶음조건에 따른 이화학적 성분과 향미성분 변화에 대한 연구는 찾아보기 힘든 실정이다.

따라서 본 연구에서는 볶음조건에 따른 치커리의 갈변도, 가용성고형분 함량, 유리당 및 표면색깔 등의 이화학적 성분과 향미성분의 변화를 측정하였기에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 치커리 뿌리(*Chicorium intybus* L.)는 충북 청원군산으로 수세 후 두께 0.3 mm로 절단하여 60°C에서 24시간 열풍건조하여 시료로 사용하였다.

볶음조건의 설정

건조된 치커리는 미리 각 온도로 예열된 가스 크로마토그래피 열풍 오븐에 50 g 단위로 하단이 스테인리스 망으로 되어 있는 sieve에 담아 열풍으로 가열처리하였는데 130°C에서 10, 20, 30분을, 150°C에서 5, 10, 20분을 그리고 170°C에서는 3, 5, 10분의 조건으로 각각 볶음처리하였다.

일반성분 및 유리당의 분석

건조 및 볶은 치커리의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 조섬유는 AOAC⁽¹²⁾에 준하여 정량하였고 당질은 100%로부터 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 조회분의 값을 뺀 값으로 나타내었다. 볶은 치커리의 유리당은 추출액의 당도를 모두 6.4 °Brix로 맞춘 후 HPLC (Waters Co.)를 사용하여 분석하였다. 이때 carbohydrate analysis column (Waters Co.), 용매는 80% acetonitrile, 용매 이동속도는 1.5 mL/min, 검출기는 RI로 하였다.

갈색도 및 가용성고형분 함량의 분석

갈색도는 치커리 시료를 분쇄한 후 40 mesh sieve로 걸러낸 다음 체위에 남아있는 시료 2 g에 증류수 200 mL를 넣고 실온에서 3시간 방치 후 Toyo No. 2 여과지로 여과한 다음 420 nm에서 흡광도를 측정하였다⁽¹³⁾. 가용성고형분 함량은 굴절률에 의한 방법으로 굴절당도계 (Atago digital refractometer, Japan)를 사용하여 상온에서 가용성고형분 함량을 측정하였다.

표면색깔의 측정

각 시료중 치커리의 표면적이 큰 것을 취하여 색차계 (Color and Color Difference meter: Chroma Meters CR-300, Minolta Camera Co., Japan)를 사용하여 L (lightness), a (redness), b (yellowness) 값을 측정하였다.

향기성분의 측정

볶음조건에 따른 향기성분의 변화를 측정하기 위하여 flame ionization detector를 장착한 가스 크로마토그래피 (HP 5890, Hewlett-Packard Company, CA, U.S.A)를 사용하였고 각 향기성분의 확인은 GC-MSD (gas chromatography-mass spectrometry, HP 5890 II, Hewlett-Packard Company, CA, U.S.A)를 이용하였다. 향기성분의 분리 및 확인을 위하여 DB-5 fused silica capillary column (60 m × 0.32 mm I.D, J&W Scientific, U.S.A)를 사용하였다. 가스 크로마토그래피의 주입기 및 검출기 온도는 각각 180°C 및 250°C로 하였고 오븐 온도는 40°C에서 3분간 정지 후 분당 1.5°C씩 220°C까지 상승시켰으며 220°C에서 10분간 유지하였다. 운반기체는 헬륨을 사용하였고 분당 1.5 mL의 속도를 유지하도록 하였다. GC-MSD 분석시 주입구 온도는 180°C, electron voltage는 70 eV, ion source temperature는 180°C로 하였으며 그밖의 조건은 GC의 분석조건과 동일하게 하였다. 향기성분의 포집은 dynamic headspace법에 의하여 Purge and Trap system (Tekmar LSC 2000, U.S.A)을 사용하였다. 20메쉬로 분쇄한 시료 10 g에 물 30 mL를 가하여 100 mL의 시료병에 넣고 분당 60 mL의 속도로 질소를 purging하여 tenax GC 흡착제에 흡착한 후 주입하였다.

결과 및 고찰

적정 볶음조건의 설정

치커리의 건조를 위하여 정확한 온도와 시간 측정 그리고 열의 전달이 전체 표면에 일률적으로 이루어지게 하기 위하여 실험적으로 가스 크로마토그래피 열풍 가열기를 이용하여 온도 설정을 하였는데, 최적조건 설정은 볶음처리 직후의 구수한 향과 색깔을 관능적으로 평가하여 Table 1에 나타내었다. 볶음온도 130°C에서 30분간 처리한 경우 치커리 표면의 색깔은 진갈색이며 볶음향이 강하게 나타났다. 같은 온도에서 10분간 처리한 경우 황갈색을 띄었고 볶음향이 약하였다. 그리고 20분간 처리한 경우 연한 갈색이었고 볶음향이 강하게 나타나지 않았다. 볶음온도 150°C에서 5분간 처리한 경우 치커리 표면의 색깔과 볶음향은

Table 1. Roasting of dried chicory at various roasting temperature and time

Roasting temp. (°C)	Roasting time (min)	Assessment
130	10	Yellowish brown color Half-roasted aroma
	20	Light brown color Not strong roasted aroma
	30	Dark brown color Strong roasted aroma
150	5	Similar to 130°C, 20 min
	10	Similar to 130°C, 30 min Good aroma
	20	Dark brown color Better aroma Slightly burnt
170	3	Similar to 150°C, 10 min Severely roasted out-layer
	5	Similar to 150°C, 20 min More severely roasted out-layer
	10	Black color Heavy smoke

130°C에서 20분간 볶음처리한 것과 비슷하게 나타났고, 같은 온도의 10분간 처리한 것은 130°C에서 30분간 볶음처리한 것과 비슷하게 나타났다. 그리고 20분간 처리한 것은 암갈색으로 구수한 향은 더 많으나 약간 탄듯한 현상을 보였다. 볶음온도 170°C에서 3분간 처리한 경우 치커리 표면의 색깔과 볶음향은 150°C에서 10분간 볶음처리한 것과 비슷하나 외피부분의 볶음정도가 심하게 나타났고, 같은 온도의 5분간 처리한 것은 150°C에서 20분간 볶음처리한 것과 비슷하나 외피부분의 과다 볶음으로 연기가 심하게 나타났다. 그리고 10분간 처리한 것은 치커리 표면의 색깔이 검게 나타나고 연기가 심하게 나타났다. 이와 같은 결과를 종합적으로 판단하여 각 온도별 적정 볶음조건은 130°C에서는 30분, 150°C에서는 10분 그리고 170°C에서는 3분이 가장 적당한 것으로 나타났으나 150°C에서 10분간 볶음처리 하는 것이 작업시간과 에너지 절약 측면에서 가장 좋은 것으로 나타났다.

일반성분 및 유리당의 함량

건조된 치커리와 볶은 치커리의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 건조 치커리는 60°C에서 24시간 건조한 것을, 볶은 치커리는 150°C에서 10분간 볶은 치커리를 사용하였다. 건조 치커리의 경우 당질은 74%로 함량이 가장 높았고 조섬유와 조단백질은 6~7%, 조지방이 1% 정도로 비교적 적게 함유되어 있었다. 건조 치커리는 볶음처리에 의하여 수분, 조단백질,

Table 2. Proximate composition of dried and roasted chicory root (Unit: %)

Components	Chicory root	
	Dried	Roasted
Moisture	8.45	5.29
Crude protein	6.35	4.93
Crude fat	1.07	1.01
Crude ash	3.54	3.25
Crude fiber	6.91	6.45
Nitrogen free extracts	73.68	79.07

Table 3. Free sugar composition of boiling water extracts of roasted chicory (Unit: %)

Free sugar	Content
Xylose	0.87
Fructose	0.62
Sucrose	0.84

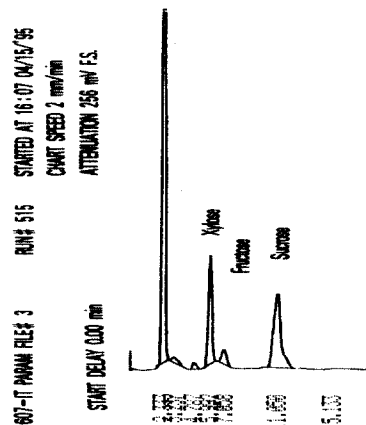


Fig. 1. HPLC chromatogram for free sugar of roasted chicory extracts.

조지방, 조회분, 조섬유 함량이 감소하는 것으로 나타났으며, 이와 같은 결과는 김 등⁽³⁾의 결과와 유사한 경향이었다.

볶은 치커리의 유리당 함량을 정량한 결과는 Table 3과 같으며 치커리 시료중의 대표적인 유리당 크로마토그램은 Fig. 1과 같다. 치커리의 유리당으로는 xylose, fructose, sucrose가 확인되었으며 unknown peak 2개는 D-arabinose, D-mannose 및 D-ribose도 아닌 다른 물질로 추정되었으며, 확인된 유리당의 합은 2.33%로서 구기자나 산수유 추출한 것과 비교하여 매우 적은 편이었다⁽¹⁴⁾.

갈색도 및 가용성고형분 함량

각 온도별 적정조건으로 나타난 130°C에서 30분,

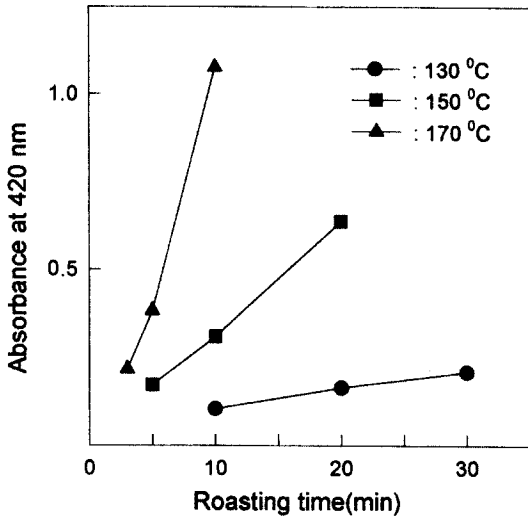


Fig. 2. Changes in browning color intensity of roasted chicory with various roasting condition.

150°C에서 10분 및 170°C에서 3분 처리한 치커리 시료의 갈색도를 측정 한 결과는 Fig. 2와 같다. 130°C에서 20분과 150°C에서 5분 볶음처리한 것이 흡광도가 각각 0.167, 0.175로 비슷하게 나타났고 130°C에서 30분과 170°C에서 3분 볶음처리한 것이 0.211, 0.218로 갈색도가 비슷하였다. 각각의 온도별 적정 볶음 조건으로 나타난 130°C에서 30분, 150°C에서 10분, 170°C에서 3분 처리한 치커리의 경우 0.211, 0.311, 0.218로 나타나 치커리는 관능적으로 좋은 갈색의 정도가 0.211~0.311의 범위인 것으로 나타났다. 그리고 130°C에서는 볶음시간 30분까지 갈색화가 거의 일어나지 않았으나 150°C와 170°C에서는 볶음시간 20분과 10분 시점부터 갈색도가 급격히 일어나고 있는데, 대체적으로 볶음온도와 시간이 경과할수록 갈색도가 증가하는 경향이었는데 이는 홍 등⁽¹¹⁾의 결과와 유사하였다.

환류냉각장치가 부착된 추출장치에서 볶음온도와 볶음시간을 각각 달리한 시료를 시간별로 가용성고형분 함량을 측정 한 결과는 Fig. 3과 같다. 볶음온도와 볶음시간에 관계없이 가용성 고형분함량은 비슷한 경향을 보였다. 이상의 결과로 볶음온도와 볶음시간은 가용성 고형분의 함량에 영향을 주지 않는 것으로 나타나 가장 효율적인 볶음조건 설정은 제조공정상의 경제적인 면에서 주안점을 두면 될 것으로 생각된다.

표면색깔

각 온도와 시간별로 볶음처리된 시료중 표면적이

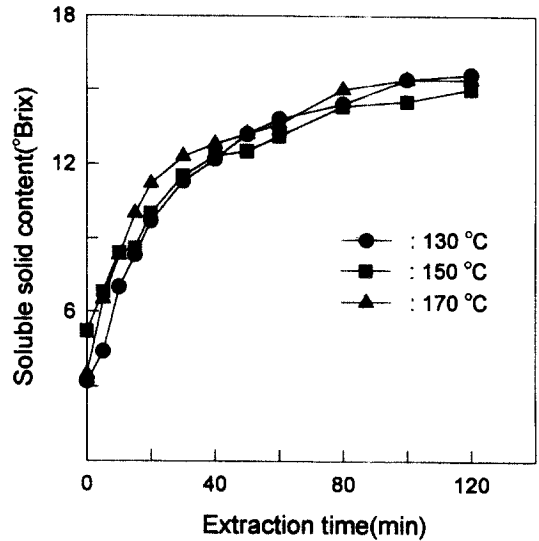


Fig. 3. Changes of soluble solid contents for boiling water extracts of roasted chicory with various roasting temperature.

Table 4. Changes of surface color with various roasting condition

Roasting condition		Color value ¹⁾		
Temp. (°C)	Time (min)	L	a	b
130	10	31.40	0.39	0.37
	20	25.91	0.38	0.36
	30	19.18	0.39	0.37
150	5	31.29	0.38	0.37
	10	24.97	0.38	0.37
	20	21.34	0.38	0.36
170	3	33.15	0.38	0.37
	5	19.87	0.41	0.37
	10	14.38	0.39	0.37

¹⁾L: lightness, a: redness, b: yellowness.

큰 것을 취하여 색차계를 이용하여 L값, a값, b값을 측정 한 결과는 Table 4와 같다. 각 온도별로 모두 볶음 시간이 증가함에 따라 L값은 감소하였으며, a값과 b값은 볶음 시간에 관계없이 모든 시료에서 다 비슷하게 각각 0.38~0.41과 0.36~0.37로 나타났다. 즉 볶음 온도와 시간은 주로 L값에만 영향을 주었는데 볶음 온도와 시간이 길어짐에 따라 갈색도가 증가하였으나 L값은 그와 반대로 감소하는 경향이였다.

향기성분

볶음조건에 따른 치커리의 향기성분 변화를 GC 및 GC/MSD를 이용하여 분석한 결과 Table 5와 같다. GC를 이용하여 치커리의 향기성분을 분리한 결과

Table 5. Effects of roasting conditions on the volatile flavor compounds for dried and roasted chicory

(Unit: area/10,000)

PN	RT	Compounds	Roasting conditions			
			Control	130°C/30 min	150°C/10 min	170°C/5 min
1	6.587	Unknown	51.2	tr ¹⁾	7.9	25.3
2	7.718	2-Propanone	179.6	268.5	378.0	116.8
3	8.545	Unknown	tr	359.4	613.8	332.4
4	8.670	2-Methyl-propanal	315.4	1334.9	1442.6	1017.9
5	9.192	Butanal	140.8	159.5	186.8	61.1
6	9.458	Unknown	86.7	155.3	281.1	161.9
7	11.547	3-Methyl butanal	166.3	622.1	633.2	411.1
8	12.083	2-Methyl butanal	452.2	2747.1	2999.1	2240.2
9	13.751	4-Methyl-2-Pentanone	173.4	128.3	143.4	72.7
10	14.555	3-Hydroxy-2-butanone	52.3	32.3	37.9	23.3
11	19.144	Methyl benzene	93.5	63.7	68.7	60.3
12	19.482	1-Pentanol	101.3	68.9	65.8	22.4
13	22.321	Hexanal	1971.2	300.9	286.4	147.5
14	22.960	Dihydro-2-methyl-3(2H)-furanone	tr	99.1	73.6	32.4
15	24.587	Methyl pyrazine	tr	210.9	284.9	64.2
16	25.669	2-Furancarboxaldehyde	tr	217.6	269.6	123.3
17	28.510	2-Furanmethanol	66.9	48.4	73.8	45.6
18	30.129	1-Hexanol	108.4	54.3	51.5	16.9
19	32.371	Unknown	tr	19.5	17.0	16.4
20	33.565	Unknown	tr	13.1	13.8	13.9
21	34.557	Dimethyl pyrazine	23.6	611.1	793.5	161.1
22	45.735	2-Ethenyl-6-methyl-pyrazine	63.7	93.6	50.9	42.9
23	54.047	3-Ethyl-2,5-dimethyl-pyrazine	63.8	73.4	100.6	13.8
Total			4110.3	7681.9	8873.9	5223.4

¹⁾trace.

23개의 주요 향기성분 피크를 얻었고 GC/MSD를 이용하여 이 중 17개 피크에 대하여 향기성분을 확인할 수 있었다. 확인된 향기성분을 분류하여 보면 aldehyde 화합물 5종, ketone 화합물 4종, pyrazine 화합물 4종, alcohol 화합물 3종 및 benzene 화합물 1종이었다. 볶음조건에 따른 향기성분의 변화를 보면 150°C에서 10분간 볶은 시료는 대조구에 비하여 2배 정도 강하였고 130°C에서 30분간 볶은 것보다도 강한 것으로 나타났다. 170°C에서 5분간 볶은 시료는 대조구에 비하여 약 30% 정도 증가한 것으로 나타났다.

볶음조건에 따른 각 향기성분의 변화를 보면 aldehyde 화합물은 hexanal를 제외하고는 대조구보다 증가하였으나 hexanal은 고온에서 단시간 처리하면 크게 감소하였다. Pyrazine 화합물의 경우도 130°C에서 30분 및 150°C에서 10분간 볶으면 각각 6배 및 8배 정도가 증가하는 것으로 나타났다. 반면 alcohol 화합물은 감소하였으며 ketone 화합물은 크게 변화하지 않았다.

볶음에 의한 곡류의 휘발성성분은 온도, 시간, 원료의 수분함량 및 성분조성에 따라 변화하는 것으로 보고되고 있다⁽¹⁵⁾. Pyrazine화합물은 보리, 땅콩, 코코아,

커피를 볶을 때 나타나는 휘발성물질로 구수한 향기의 주요 물질로 보고되고 있다. Pyrazine화합물은 strecker 분해로 생성되는 aminoreductone의 탈수 축합으로 생성되는 것으로 보고되었다⁽¹⁵⁾. 알데하이드는 아미노산과 카르보닐 화합물의 산화적 분해로 생성되며 일반적으로 threshold value가 비교적 낮기 때문에 가열식품의 향기에 큰 영향을 끼치며 다른 성분과 이차적인 반응으로 많은 휘발성 성분의 생성에 관여한다고 알려져 있다.

요 약

치커리의 적정 볶음조건 설정을 위하여 볶음조건에 따른 일반성분, 유리당, 갈색도, 가용성고형분 함량, 표면색깔 및 향기성분을 측정하였다. 각 온도별 적정 볶음조건은 130°C에서는 30분, 150°C에서는 10분 그리고 170°C에서는 3분이 가장 적당한 것으로 나타났으나 150°C에서 10분간 볶음처리하는 것이 작업시간과 에너지 절약 측면에서 가장 좋은 것으로 나타났다. 가용성고형분 함량은 볶음온도나 시간에 영향을 받지 않았고 볶은 치커리의 유리당은 xylose 0.87%, fructose

0.62% 및 sucrose 0.84% 등 유리당 함량의 합은 2.33% 였다. 치커리의 향기성분을 분리한 결과 23개의 주요 향기성분 피크를 얻었고 GC/MSD를 이용하여 이중 17개의 피크에 대하여 향기성분을 확인할 수 있었다. 확인된 향기성분을 분류하여 보면 aldehyde 화합물 5종, ketone 화합물 4종, pyrazine 화합물 4종, alcohol 화합물 3종 및 benzene 화합물 1종이었다.

문 헌

1. Bhatia, I.S., Mann, S.K. and Singh, R.: Biochemical changes in the water-soluble carbohydrates during the development of chicory (*Cichorium intybus* L.) roots. *J. Sci. Food Agric.*, **25**, 535-539 (1974)
2. Fouldrin, K., Limami, A. and Lamaze, T.: Calcium mobility in chicory root as affected by the anionic composition of the nutrient solution during forcing. *J. Amer. Soc. Horticultural Sci.*, **118**, 587-592 (1993)
3. Kim, T.Y., Yoon, Y.J. and Lee, K.W.: Studies on the constituents of the chicory root (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **10**, 258-262 (1978)
4. Park, S.K. and Huh, C.O.: Drying characteristics and efficiencies of chicory with various conditions (in Korean). *Bulletin of Hanyang Woman Junior College*, **3**, 179-190 (1981)
5. Song, N.Y.: Manufacturing method of coffee type in chicory (in Korean). *Korean Patent* 76-1791 (1977)
6. Jun, H.J. and Park, S.K.: Studies on roasting and removing the bitter taste of chicory tea for coffee substitution (in Korean). *Bulletin of Hanyang Woman Junior College*, **3**, 253-269 (1981)
7. Jun, J.K.: Manufacturing methods of chicory tea (in Korean). *Korean Patent* 76-1960 (1977)
8. Hyun, T.J.: Processing methods of chicory (in Korean). *Korean Patent* 76-1398 (1997)
9. Choi, M.K.: A study on the ingredients of chicory harvested in Korea and coffee. *Ph.D. Thesis*, Hanyang Univ., Seoul, Korea (1989)
10. Chopra, R.N., Chopra, I.C. and Hand, K.L.: Indigenous drugs of India. p.318-319 (1958)
11. Hong, M.J., Lee, G.D., Kim, H.K. and Kwon, J.H.: Changes in functional and sensory properties of chicory roots induced by roasting processes (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 413-418 (1998)
12. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1980)
13. Hendel, C.E., Bailey, G.F. and Taylor, D.H.: Measurement of nonenzymatic browning of dehydrated during storage. *Food Technol.*, **4**, 344-347 (1950)
14. Park, M.H., Lee, B.Y., Kim, S.S. and Kim, H.K.: Development of healthy beverages using boxthorn. Report of Korea Food Research Institute, I 1130-0439, p.26 (1994)
15. Kim, J.K.: Effect of roasting conditions on volatile flavor compounds and physicochemical characteristic in *Cassia Tora* seeds. *Ph.D. Thesis*, Kyungpook National Univ., Seoul, Korea (1994)

(1998년 9월 7일 접수)