

산 · 학 · 연 논문

볶음처리에 따른 치커리의 유리당과 아미노산의 변화

박채규^{1†} · 전병선¹ · 김나미¹ · 권오근² · 심기환³

¹KT&G 중앙연구원

²경상북도보건환경연구원

³경상대학교 식품공학과

Changes in the Free Sugars and Amino Acids Components of Chicory Roots by Different Roasting Processes

Chae-Kyu Park^{1†}, Byeong-Seon Jeon¹, Na-Mi Kim¹,
Oh-Geun Kwon² and Ki-Hwan Shim³

¹KT&G Central Research Institute, Daejeon 305-345, Korea

²Kyongsangbukdo Government public Institute of Health & Environment, Daegu 702-702, Korea

³Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

서 론

치커리(*Cichorium intybus* L.)는 식물 분류학상으로 국화과(*Compositae*)에 속하는 한대성의 1~2년생 고산 초본식물로 원산지는 프랑스, 네덜란드, 벨기에 등 북유럽 전역으로 내한성이 강한 식물로 알려져 있다. 치커리는 두 가지 변종이 알려져 있는데, 하나는 뿌리를 볶음처리하여 추출후 음용하는 *Cichorium intybus* L. var. *sativus*이며, 다른 하나는 샐러드용으로 잎을 식용하는 *Cichorium intybus* L. var. *foliosum*이다(1). 국내에서 치커리가 재배되기 시작한 것은 1970년부터이며 농촌진흥청에서 유럽으로부터 종자를 들여와서 우리나라 기후에 맞게 재배 기술을 연구하여 농가 소득작물로 재배를 권장하기 시작하였다. 그러나, 그 동안 일반인들의 인지도 부족 및 가공식품 개발 미흡 등으로 인하여 생산량은 적었으며 대중적으로 활성화되지 못하였다(2). 최근 건강에 관한 관심이 높아지면서 다양한 기호식품을 선호하면서 국내에서 재배지역은 증가 추세를 보이고 있다. 국내의 치커리 재배지역은 강원도 철원, 인제 등 설악산 부근과 충청북도 청원군, 전라북도 내장산지역 등이며 대부분 개인 또는 작목반 형태로 재배되고 있다. 치커리 뿌리의 가공에 대한 연구를 보면 치커리 뿌리의 볶음조건 및 쓴맛 제거방법(3), 치커리와 커피의 가공방법에 따른 관능평가(4), 볶음처리에 따른 기능성 및 관능적 특성 변화(5,6), 볶음조건에 따른 향기성분 및 화학성분 변화(7-9) 등이 보고되고 있다. 치커리의 가공제품

개발에 대한 연구에 관하여는 치커리 과립차 및 국수제조 방법(10,11), 탄산치커리 드링크 제조방법(12), 치커리 증류주 제조방법(13), 치커리차의 제조방법(14) 등이 보고되고 있다.

이와 같이 치커리의 화학성분, 볶음처리방법, 제품가공 및 효능에 대한 연구가 일부 보고되고 있으나, 치커리의 볶음처리 과정에서 갈색화 반응에 의한 갈색화물질 형성에 미치는 주요 인자인 유리당과 아미노산의 변화에 관한 보고는 거의 없다. 이에 본 연구에서는 치커리를 기능성 식품으로 개발하기 위한 기초 자료로 활용하고자 여러 조건에서 볶음처리를 할 때 갈변화 반응의 전구물질인 유리당과 아미노산의 함량변화를 조사한 결과를 보고자 한다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 치커리 뿌리는 충청북도 청원군 남이면에서 생산된 것 중 중량이 약 300 g, 길이가 30 cm 정도 되는 것을 선별하여 물로 세척한 다음 가로, 세로 및 높이를 각각 2×3×0.4 cm 크기로 절단 한 다음, 열풍순환건조기(KMC-1202D4N, Vision, Korea)로 60°C에서 48시간 건조한 다음 볶음시료로 사용하였다.

치커리의 볶음방법

치커리의 볶음에 사용된 roaster는 실험실용 볶음기

[†]Corresponding author. E-mail: ckpark@ktng.com
Phone: 42-866-5423, Fax: 42-866-5419

(Model THH-020, 태환자동화산업, 서울)를 사용하였으며, 볶음온도는 130, 140, 150 및 160°C에서 10, 20, 30 및 40분으로, 예열된 볶음기에 열풍건조시킨 건조치커리 100 g을 넣고 20 rpm의 속도로 드럼을 회전시키면서 볶음처리하였다. 볶음온도의 편차는 $\pm 1^\circ\text{C}$ 이내였다. 볶음처리를 한 치커리를 laboratory mill(Model 4, Arthur H. Thomas, PA, USA)로 20 mesh 이하로 분쇄하여 분석용 시료로 사용하였다.

유리당

유리당 함량은 시료 Fig. 1과 같이 시료 3 g에 80% methanol 100 mL을 가하여 80°C 수욕상에 환류법으로 2시간씩 3회 추출 여과하여 rotary evaporator로 80°C이하에서 감압농축하고, 증류수 50 mL에 용해시킨 다음 diethyl ether로 추출 분획하여 탈지시킨 후 수층을 수포화 n-butanol로 2회 추출 분획하여 butanol층을 제거시킨 후 수층을 농축하고 50% methanol 5 mL에 녹여 0.45 μm membrane filter (millipore)로 여과한 후 HPLC(Waters 600, USA)로 분석하였다. 그 분석조건에서 column은 lichrosorb NH_2 (Merck Co., 5 μm , 25 \times 0.4 cm I.D)을 사용하였고, mobile phase와 flow rate는 acetonitrile/water(80:20; v/v)와 1.5 mL/min로 하였으며, chart speed와 detector는 0.5 cm와 RI-410 Differential refractometer하였고, attenuation와 injection volume는 $\times 64$ 와 20 μL 로 정량하였다(15).

유리아미노산

유리아미노산의 정량은 Fig. 2와 같이 시료 5 g에 50 mL 75% ethanol을 첨가하여 homogenizer로 2회 추출 원

심분리한 후 그 상정액을 감압농축한 다음 에탄올을 제거한 후 증류수 25 mL를 가하여 용해한 뒤 10 mL를 취하여 SSA(5-sulfosalicylic acid) 50 mL/mL을 첨가하여 실온에서 30분간 방치한 다음 원심분리한 후 0.22 μm membrane filter로 여과하여 그 여액을 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biochrom, 20 USA)로 분석하였다. 그 분석조건에서 column은 ultrapac 11 cation exchange resin(11 $\mu\text{m} \pm 2 \mu\text{m}$)를 사용하였고, flow rate와 buffer는 ninhydrin 25 mL/hr와 pH 3.0~10.0으로 하였으며, column temp.와 reaction temp.은 각각 46°C와 88°C로, analysis time은 44 min으로 분석하였다(16).

총아미노산

볶음처리한 치커리의 총아미노산 분석은 치커리분말 250 mg을 칭량하여 ampoule에 넣은 후 6 N HCl 10 mL를 가하고 질소 가스로 충전시킨 뒤 진공상태에서 밀봉한 후 $110 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 22시간 가수분해한 다음, 감압농축한 뒤 pH 2.2의 sodium citrate buffer 3 mL에 용해한 후 0.2 μm (millipore filter)로 여과하였다. 여액 1 mL을 취하여 미리 activation 시킨 sep pak C_{18} cartridge를 통과시켜 아미노산 자동분석기를 이용하여 유리아미노산과 같은 분석조건으로 분석하였다(17).

결과 및 고찰

유리당

볶음조건에 따른 치커리의 유리당 조성 및 함량을 HPLC로 분석한 결과는 Table 1과 같다. 볶음처리를 하지

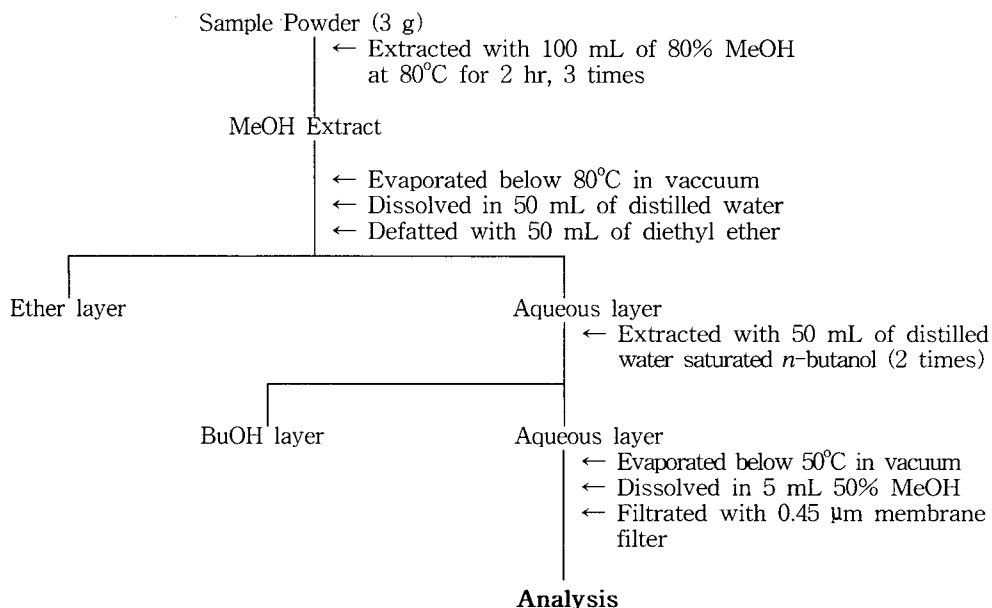


Fig. 1. Flow chart for determination of free sugars in chicory roots roasted at different conditions.

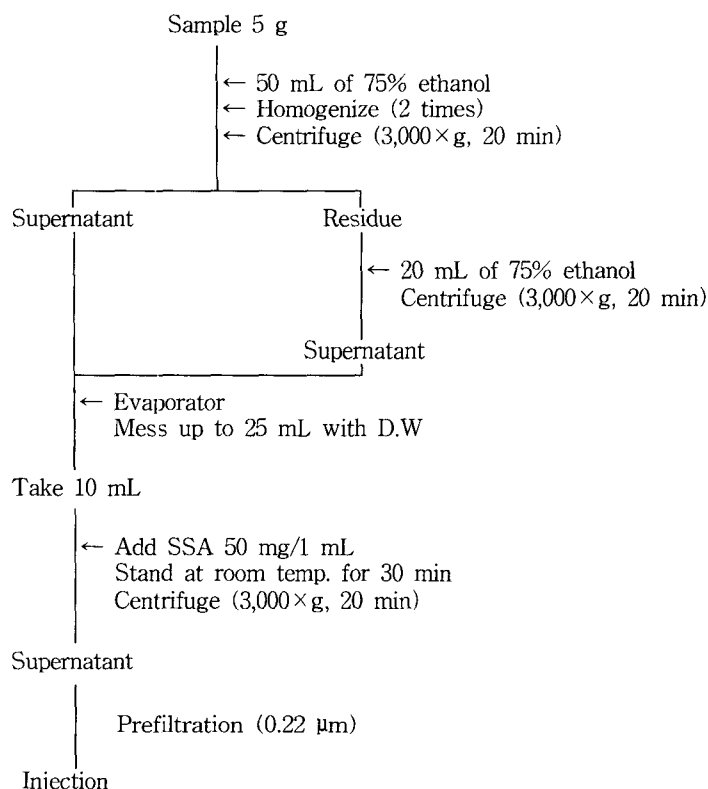


Fig. 2. Flow chart for determination of free amino acids of chicory roots roasted at different conditions.

Table 1. Changes in the content of free sugars in chicory roots roasted at different conditions (Unit: %, Dry basis)

Roasting temp. (°C)	Roasting time (min)	Glucose	Fructose	Sucrose	Total
Unroasted		0.53	0.81	4.73	6.12
130	10	0.51	0.84	4.76	6.11
	20	0.48	0.82	4.73	6.03
	30	0.42	0.72	4.52	5.66
	40	0.40	0.70	4.10	5.20
140	10	0.50	0.80	4.63	5.93
	20	0.46	0.75	4.42	5.63
	30	0.40	0.71	4.07	5.18
	40	0.38	0.60	3.84	4.82
150	10	0.42	0.74	4.37	5.53
	20	0.38	0.62	3.86	4.86
	30	0.31	0.54	3.20	4.05
	40	0.29	0.47	2.87	3.63
160	10	0.36	0.68	3.10	4.14
	20	0.31	0.58	2.67	3.56
	30	0.25	0.40	2.42	3.07
	40	0.20	0.35	2.21	2.76

얇은 치커리와 볶음치커리에서 검출된 유리당은 fructose, glucose, sucrose를 확인 할 수 있었으며, 볶음처리를 하지 않은 치커리에서는 sucrose가 4.78%로 가장 많았으며, fructose가 0.81%, glucose가 0.53%의 함량 순이었다. 이들

유리당은 볶음온도와 시간이 길어질수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 130°C, 10분에서는 fructose가 약간 증가되었는데 이는 fructose가 maillard 반응 기질로 작용하는 것보다 치커리 중의 inulin, sucrose 등이 열분해에 의해 fructose가 많이 생성되기 때문으로 추정되며, 볶음온도가 증가하고 볶음시간이 길어질수록 유리당함량은 감소하였는데, 160°C, 40분에서는 glucose가 0.20%, fructose가 0.35%, sucrose가 2.21%로 나타났다.

Choi(18)는 볶음치커리에서 sucrose 9.87%, fructose 3.25%, glucose 0.48% 함유하고 있다고 보고하였으며, Kim 등(19)은 볶음 치커리의 유리당을 분석한 결과 xylose가 0.87%, sucrose 0.84%, fructose 0.62%로 보고 하였는데 본 실험에서의 결과와는 상이한 결과로 나타났다.

치커리의 유리당은 볶음온도가 높아지고 볶음시간이 길어질수록 환원당인 glucose와 fructose의 감소율이 크게 나타났으며, 이런 환원성당들은 아미노화합물들과 직접 maillard 반응 기질로 크게 관여하여 소모되는 것으로 추정된다. 비환원성당인 sucrose는 볶음온도가 높을수록 감소 정도가 크게 나타나는 것은 열분해에 의해 glucosidic bond가 가수분해되어 환원당인 glucose와 fructose로 전환되어 maillard 반응에 관여하여 갈변물질과 향미 등을 생성하는 것으로 추정된다(20-22). 이들 유리당은 종류에 따라 maillard 반응의 속도가 다르게 나타나며, 일반적으로

로 D-ribose, D-xylose 등의 pentoses가 갈색화 반응 속도가 가장 빠르며, 그 다음 hexoses, sucrose 순서로 갈색화 반응을 잘 일으킨다고 알려져 있다(22-24).

볶음처리중 유리당의 총 함량 변화의 잔존율은 Fig. 3과 같다. 130°C, 40분에서는 초기에 비해 잔존율이 84.97%이었으며, 140°C, 40분에서는 78.76%, 150°C, 40분에서는 59.31%, 160°C, 40분에서는 45.10%으로 나타났다. Seog(22)은 쌀보리를 볶음처리하였을 때 총유리당의 함량이 초기 대조구 5.49%에서 200°C 30분 볶음처리하였을 때 0.98%로 약 17.9% 잔존하였으며, Kim(23)은 미숙보리를 180°C에서 9분동안 볶음처리하였을 때 총유리당 함량이 초기 대조구 1.43%에서 0.35%로 약 24% 잔존하였다는 보고보다도 본 실험에서 치커리는 훨씬 많은 함량의 유리당이 잔존하는 것으로 나타났다.

유리아미노산

볶음 조건별 치커리의 유리아미노산 조성 및 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. phosphoethanolamine을 비롯한 18종 분리 정량할 수 있었으며, 볶음처리하지 않은 유리아미노산의 함량은 arginine이 504.49 mg%로 가장 많았으며 그 다음 asparagine이 500.78 mg%, glutamine이 243.66 mg%, glutamic acid이 97.82 mg%, valine이 72.11 mg%, serine이 55.80%, threonine이 50.12 mg%, isoleucine인 38.83 mg%등의 순으로 함량이 많았으며, glycine이 5.78 mg%, ornithine이 4.38 mg%로 가장 적었다. 이들 유리아미노산들의 종류별 볶음온도와 시간에 따른 감소 정도를 보면, 130°C, 40분에서는 볶음처리하지 않은 초기 함량에 비해 잔존율이 50% 이하인 것을 보면 leucine은 완전히 소실하였으며, glutamine이 24.65 mg%, histidine이 2.31 mg%, serine이 13.11 mg%, glutamic acid가 28.40 mg%, asparagine이 162.17 mg%, lysine이 6.78%, phosphoethanolamine 이 9.70%로 총 8종이며, 140°C, 40분에서 잔존율이 20% 이하인 것은 leucine이 0 mg%, his-

tidine이 0.12 mg%, glutamine이 9.46 mg%, lysine이 1.05 mg%, glutamic acid가 11.89 mg%, asparagine이 67.14 mg%, threonine이 6.55 mg%, serine이 10.70 mg%로 8종이었다. 150°C에서 30분에서는 leucine과 lysine이 완전히 소실되었으며, 40분에서는 잔존율이 10% 이하인 것은 leucine, lycine이 각각 0%, histidine이 0.17 mg%, glutamine이 2.57 mg%, asparagine이 14.01 mg%, threonine이 2.41 mg%, glutamic acid가 5.58 mg%, valine이 6.97 mg%, citrulline이 1.99 mg%로 9종이며, 160°C에서 20분에서는 leucine, lysine, histidine 등 3종, 30분에서는 glutamic acid, proline, citrulline 등 6종이 완전히 소실되었으며, 40분에서는 18종의 유리아미노산중 ornithine, threonine외 3종만 잔존하였고, 나머지 14종은 완전히 소실하였다. 유리아미노산의 종류별 소실되는 순서는 leucine, lysine, histidine, glutamic acid, proline, citrulline 등이 볶음온도가 높아지고 시간이 길어짐에 따라 감소가 빨리 일어났으며, 아미노산의 종류에 따라 감소되는 정도가 다를 수 있었다. 이러한 유리아미노산은 단백질, peptide류, 구성아미노산, 유리당등보다 maillard 반응 속도가 크며, 환원당과 상호 반응하여 maillard 반응을 일으켜 갈색물질과 향기 성분도 다른 특성을 나타낸다고 보고 되고 있다(21-23).

볶음처리중 유리아미노산 총함량 변화의 잔존율은 Fig. 4와 같다. 볶음처리 하지 않은 것에 비해 130°C에서 40분에서는 40.78%, 140°C에서 40분에서는 15.02%, 150°C에서 40분에서는 11.02%, 160°C에서 40분에서는 0.25%로 볶음온도와 시간이 높을수록 급격하게 감소하는 것을 알 수 있었으며, 이러한 총유리아미노산의 큰 감소는 유리아미노산이 볶음온도와 시간에 따라 maillard 반응 기질로 크게 작용하는 것으로 추정된다.

총아미노산

치커리의 볶음조건별 총아미노산의 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. aspartic acid를 비롯한 18종의 아미

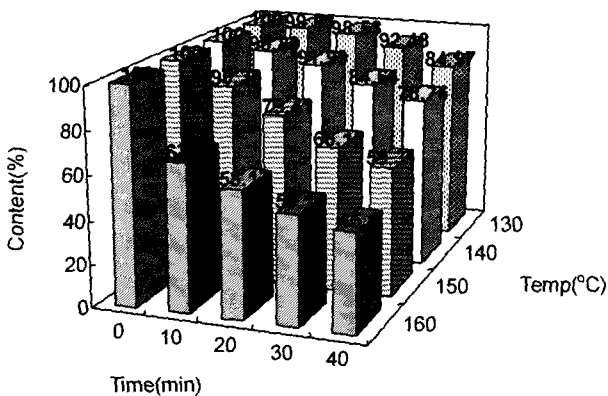


Fig. 3. Destruction of free sugars (total amount) in chicory roots roasted at different conditions. (as remaining % of unroasted chicory roots).

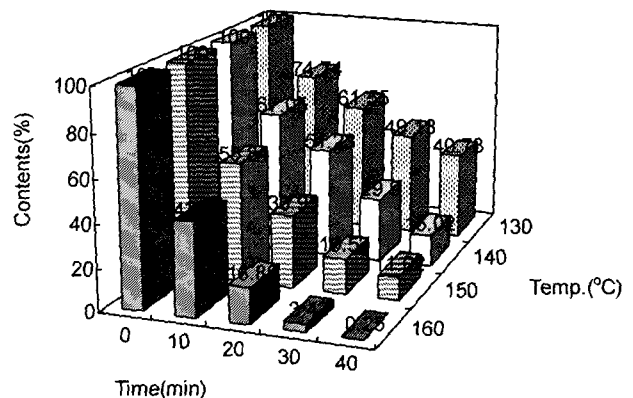


Fig. 4. Destruction of free amino acids (total amount) in chicory roots roasted at different conditions. (as remaining % of unroasted chicory root).

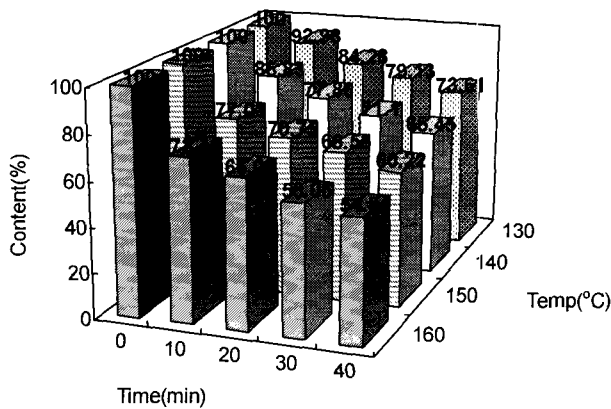


Fig. 5. Destruction of total amino acids (total amount) in chicory roots roasted at different conditions. (as remaining % of unroasted chicory root).

노산을 분리 정량할 수 있으며, 볶음처리를 하지 않은 치커리의 아미노산 조성은 arginine이 676.7 mg%로 유리아미노산과 마찬가지로 가장 많았으며, 그 다음이 glutamic acid가 583.9 mg%, aspartic acid가 319.2 mg%, proline 297.4 mg%, threonine이 154.2 mg%, alanine이 142.5 mg%의 순으로 함량이 많았으며, cystine이 27.8 mg%, methionine이 12.3 mg%로 함량이 적게 나타났다. 이들 총아미노산의 감소 정도를 보면 130°C, 40분에서는 methionine이 5.8 mg%, arginine이 352.7 mg%, lysine이 79.1 mg%, isoleucine이 42.4 mg%, threonine이 101.3 mg%의 순으로 많은 소실율을 나타내었으며, 140°C, 40분에서도 마찬가지로 methionine이 4.7 mg%, arginine이 261.0 mg%, lysine이 56.7 mg%, isoleucine이 37.5 mg%, threonine이 80.6 mg%, 150°C에서도 비슷한 경향으로 나타났다. 160°C, 40분에서는 arginine이 108.9 mg%로 가장 감소 정도가 높게 나타났다. 전체 아미노산의 종류별로 볼 때 유리아미노산보다 감소 정도가 매우 적게 나타났다.

볶음처리중 총아미노산의 총합량 변화는 Fig. 5와 같다. 130°C, 40분에서는 볶음처리를 하지 않은 것보다 잔존율이 73.61%, 140°C는 65.45%, 150°C는 60.22%, 160°C는 54.84%로 유리아미노산 경우보다 감소 정도가 훨씬 적게 나타났다. 따라서, 볶음중 치커리의 유리아미노산이 총아미노산보다 쉽게 환원당과 상호반응에 의해서 maillard 반응에 관여하는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 다른 연구자의 결과와도 같은 경향으로 나타났다(22).

요 약

볶음조건에 따라 치커리의 유리당 함량은 무처리구에서는 sucrose 4.78%, fructose 0.81% 및 glucose 0.53%이었는데 볶음온도가 증가하고 볶음시간이 길어질수록 감소하여 160°C 40분 볶음처리구에서는 sucrose 2.21%, fruc-

tose 0.35% 및 glucose 0.20%로 전체 유리당 함량으로는 약 45.10% 잔존하였다. 아미노산은 18종이 분리되었고, 그 중 유리아미노산 함량은 arginine이 504.49 mg%, asparagine이 500.78 mg%, glutamic acid가 97.82 mg%이었고, 총아미노산 함량은 arginine이 676.7 mg%, glutamic acid가 583.9 mg%, aspartic acid가 319.2 mg%, proline이 297.4 mg%로 다른 것에 비하여 높게 나타났다. 볶음온도가 증가하고 볶음시간이 길어질수록 아미노산의 함량은 감소하였고, 그 정도도 다르게 나타났다. 전체함량으로 보면 유리아미노산의 경우 무처리구에서는 1728.6 mg%이었던 것이 160°C 40분 처리구에서 4.37 mg%로 약 0.25%만 잔존하였고, 총아미노산의 경우 무처리구에서 3159.4 mg%이었던 것이 160°C 40분 볶음처리구에서는 1732.5 mg%이었다.

참 고 문 헌

1. 박권우. 1986. 서양채소론(西洋菜蔬論). 고려대학교출판부, 서울. p 271-281.
2. 독고준선. 1988. 부존자원활용과 신소재. 고향문화사, 서울. p 16-71.
3. Jun HJ, Park SK. 1981. Studies on roasting and removing the bitter taste of chicory tea for coffee substitution. *Bulletin of Hanyang Woman Junior College* 3: 253-269.
4. Hyun SW. 1983. Studies on the chicory-coffee processing and the sensory evaluation of the products. *MS Thesis*. Korea University, Seoul, Korea. p 1-11.
5. Hong MJ, Lee GD, Kim HK, Kwon JH. 1998. Changes in functional and sensory properties of chicory roots induced by roasting processes. *Korean J Food Sci Technol* 30: 413-418.
6. Hong MJ, Lee GD, Kim HK, Kwon JH. 1998. Changes in browning characteristics of chicory roots by roasting processes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 591-595.
7. Park CK, Lee JG, Jeon BS, Kim NM, Shim KH. 2002. Changes of volatile components with different roasting processes in chicory roots. *Food engineering Progress* 6: 232-240.
8. Park CK, Lee JG, Jeon BS, Kim SC, Chang JK, Lee JT, Yang JW, Shim KH. 2003. Changes of chemical compositions in chicory roots by different roasting processes. *Korean J Medicinal Crop Sci* 11: 179-185.
9. Kim HK, Lee BY, Shim DB, Kwon JH. 1998. Effects of roasting conditions on physicochemical characteristics and volatile flavor components of chicory roots. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1279-1284.
10. 홍거표, 공영준, 엄명호. 1997. 치커리 과립차의 제조방법. 한국공개특허공보. 공개 번호 97-5234.
11. 홍거표, 공영준, 엄명호. 1996. 치커리국수 제조방법. 한국공개특허공보. 공개번호 96-9879.
12. 김거리. 1996. 탄산치커리 드링크 및 그 제조방법. 한국

- 공개특허공보. 공개번호 96-6800.
13. 김범규, 서민재, 박경주, 백운화. 1996. 치커리 증류주 제조방법. 한국공개특허공보. 공개번호 96-23024.
 14. 백남두. 1996. 치커리를 주재료한 차 및 그 제조방법. 한국공개특허공보. 공개번호 96-6769.
 15. Ko SR. 1994. Comparative study on chemical components and biological activities of panax species. *PhD Thesis*. Chonbuk National University, Jeonju, Korea.
 16. Bae YL. 1999. Functional properties and processes of korean Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *PhD Thesis*. Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
 17. Lee JW. 1997. Physico-chemical characteristics and biological activities of the water soluble browning reaction products from korean red ginseng. *PhD Thesis*. Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
 18. Choi MK. 1989. A study on the ingredients of chicory harvested in Korea and coffee. *PhD Thesis*. Hanyang University, Seoul, Korea. p 1-3.
 19. Kim HK, Lee BY, Shin DB, Kwon JH. 1998. Effects of roasting conditions on physiochemical characteristics and volatile flavor components of chicory roots. *Korea J Food Sci Technol* 30: 1279-1284.
 20. Park MH. 1994. Studies on the changes in chemical components and safety of ginseng extract residue by roasting process. *PhD Thesis*. Chungbuk National University, Cheongju, Korea.
 21. Lee YT, Seog HM, Kim SS, Kim KT, Hong HD. 1994. Changes in physiochemical characteristics of immature barley kernels during roasting. *Korean J Food Sci Technol* 26: 336-342.
 22. Seog HM. 1987. The Effects of the roasting temperature on the formation of volatile compounds in the malted naked barley. *PhD Thesis*. Chung-Ang University, Seoul, Korea.
 23. Kim SS. 1996. Effects of maturing barley kernels on flavor characteristics during roasting. *PhD Thesis*. Chung-Ang University, Seoul, Korea.
 24. 김동훈. 1995. 식품화학. 탐구당, 서울. p 401.