

둥굴레 근경의 연근별 향미관련 성분의 비교

박난영 · 정용진¹ · 권중호^{2,*}

(주)계명푸드텍스, ¹계명대학교 식품가공학과, ²경북대학교 식품공학과

Comparison of Flavor-related Components of *Polygonatum odoratum* in Root by Growth Year

Nan-Young Park, Yong-Jin Jeong¹ and Joong-Ho Kwon^{2,*}

Keimyung Foodex Co.

¹Department of Food Science and Technology, Keimyung University

²Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

As part of studies on the high quality dunggule tea, made of *Polygonatum odoratum* root with different growth year were analyzed for their flavor compounds. The quality attributes related to flavors were compared between raw and roasted samples which were treated at 130°C for 15 min. Free sugars in the roots were mainly composed of fructose (3.59~4.83%, d.b.), sucrose (1.78~2.49%), and glucose (1.60~1.80%). Threonine (1,239~1,444 mg/100 g, d.b.), arginine (589~689), histidine (289~370) were three major free amino acids. The root grown for three years showed the highest content in total free sugar and amino acids ($p < 0.05$). There was negligible difference in proximate composition and Hunter's color parameter depending on the growth year of the roots. However, sensory scores on color, taste and aroma were highest in 3 years' root, which is found most suitable for the preparation of dunggule tea. The roasting of 3 years old root significantly reduced the content of fructose and sucrose ($p < 0.01$). It caused most apparent changes in the decreasing amount of threonine and in the decreasing rate of lysine, showing the significant decrease in total free amino acid content ($p < 0.01$).

Key words: *Polygonatum odoratum*, flavor-related components, root by years

서 론

둥굴레(*Polygonatum odoratum* Ohwi)는 백합과에 속하는 다년생 초본으로 근경을 채취하여 말린 것을 둥굴레 또는 황정이라 한다⁽¹⁾. 둥굴레 근경은 옆으로 뻗으며 비대해지는 특성을 지니고 있다. 근경은 씹었을 때 감미가 있고 끈적끈적한 특성을 지니고 있으며, 근경을 볶음 처리하면 구수한 송늬맛의 독특한 풍미가 있어 전통차로 애용되어 왔다⁽²⁾. 둥굴레 근경에는 점액성 당질, 아미노산, 알카로이드 등을 함유하는 것으로 보고되고 있다⁽³⁾. Lim과 Kim⁽⁴⁾은 둥굴레 근경 추출물의 혈당강하 효과를 확인하였고, Kim⁽⁵⁾은 glucose와 threonine을 사용한 model 실험에서 둥굴레차의 향기성분 생성에 대하여 보고하였다. Cha⁽⁶⁾는 둥굴레 전분의 물리화학적 특성을 연구하였으며, Ryu 등⁽⁷⁾은 둥굴레차의 고품질화를 위

한 볶음조건 연구를 시도하였다.

둥굴레는 대부분 차의 제조에 사용된다. 둥굴레차의 제조용 원료는 수급에 따라 2~4년근이 채취되어 증자, 건조 및 볶음 과정을 거치는 전통적 공정에 따라 전통차로 가공되어 진다^(2,7). 그 동안 고품질 둥굴레 가공제품의 생산을 위한 과학적 기반을 구축하기 위하여 둥굴레 근경의 전처리 및 볶음조건에 따른 갈색화 반응과 특성 변화⁽⁸⁻¹³⁾, 볶음조건 모니터링 연구^(7,14) 등이 수행된 바 있으나, 아직 원료의 연근별 성분 및 품질 특성, 향기성분 최적화 등 고품질 둥굴레차의 제조를 위한 체계적인 연구는 미흡한 실정이다. 저자들은 그동안 이상의 일련의 연구를 수행하면서 본 연구에서는 둥굴레 근경의 연근별 성분 및 품질 특성을 비교 분석하여 둥굴레차 가공원료의 선택에 필요한 자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 둥굴레(*Polygonatum odoratum*) 근경은 2000년 12월 경남 함양군 지역에서 재배된 2, 3, 4년 근을 각각 채굴하여 수세한 후 일정한 크기(2 mm×2 mm×2 mmH)

*Corresponding author : Joong-Ho Kwon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, 1370 Sankyukdong, pookgu, Daegu 702-701, Korea
 Tel: 82-53-950-5775
 Fax: 82-53-950-6772
 E-mail: jhkwon@knu.ac.kr

로 절단한 다음 동결 건조한 후, -20°C의 냉동고에 보관하면서 분석시험에 사용하였다. 볶음장치는 온도계가 부착된 밀폐형 glass vessel에 시료 일정량을 넣고 oil bath(OS-180, Advantec Co., Japan) 상에서 볶음처리를 하였다⁽¹¹⁾. 이 때 볶음용기 내의 온도는 ±2°C 범위에서 조절이 가능하게 하였다.

일반성분 분석

동굴레 근경의 일반성분 조성은 AOAC 방법⁽¹⁵⁾에 준하여 분석하고 건물량 기준으로 나타내었다. 즉, 수분은 105°C 건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 직접회화법, 조섬유는 1.25% H₂SO₄ 및 NaOH 분해법으로 각각 측정하였다. 가용성 무질소물은 100으로부터 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분의 값을 제한 값으로 나타내었다.

유리당 함량 분석

동굴레 근경의 유리당 분석은 동결 건조된 시료와 볶음시료를 분쇄하여 diethyl ether로 탈지하였다. 탈지된 시료 5g에 75% ethanol을 가하여 80°C의 수욕 상에서 2시간 동안 환류 냉각시키면서 가용성 당을 추출하였다. 추출액은 냉각 후 여과하여 50°C에서 감압 농축하여 ethanol을 제거한 다음 증류수로 100 mL로 정용하였다. 가용성 당의 분석은 또한 색소를 제거하기 위하여 활성탄 칼럼을 통과시킨 다음, Sep-Pak C₁₈를 통과시키고, 0.45 µm membrane filter로 여과한 후, high performance liquid chromatograph(HPLC, Shimadzu LC10A, Japan)로 분석하였다. HPLC column은 Shimpak CLC-NH₂ (4.6 mm I.D.×25 cm), detector는 RI, mobile phase는 75% acetonitrile, flow rate는 0.8 mL/min, injection volume은 20 µL로 하여 분석하였다⁽¹⁶⁾.

유리아미노산 함량 분석

동굴레 근경의 유리아미노산 분석⁽¹⁷⁾은 동결 건조된 시료와 볶음시료를 분쇄하여 80 mesh 체를 통과시켜 얻어진 분말 2g에 75% ethanol 200 mL를 가한 다음 80°C로 유지된 water bath에 1시간 환류 냉각시켜 유리아미노산을 추출하였다. 추출액을 냉각, 여과 및 감압 농축시켜 증류수로 100 mL가 되게 정용 한 후 50 mL를 취하였다. 여기에 동량의 25% trichloroacetic acid 용액을 가하여 1시간 동안 냉장 보관하면서 단백질을 침전시킨 다음 원심분리(3,000 rpm, 20 min)하였다. 이 액은 100 mL diethyl ether로 3회 반복 추출하여 지질, 색소 및 지용성 물질을 제거하였다. 수용액 층은 감압 농축 건조시켜 loading buffer solution(0.2 N sodium citrate, pH 2.2) 10 mL로 용해한 후 0.45 µm membrane filter로 여과하여 여액을 아미노산 자동분석기(Sykam S433, Germany)로 분석하였다⁽¹⁷⁾. 분석조건은 column은 cation separation column(Na type)을 사용하였고, flow rate는 ninhydrin 0.25 mL/min, column 온도는 55~85°C, 이동상은 buffer A(sodium citrate, pH 3.45)와 buffer B(sodium citrate, pH 10.85)를 사용하였다.

색도 측정

동굴레 근경의 볶음처리⁽¹¹⁾ 후 분말시료에 대한 기계적 색도는 color & color difference meter(model CR-200,

Minolta Co., Japan)를 사용하여 표면 색도 값인 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b) 및 색차(ΔE)를 각각 측정하였다. 이때 사용된 표준백판(standard plate)의 L, a, b값은 L: 97.92, a: -0.39, b: 2.03이었다.

관능적 품질 평가

동굴레 근경의 볶음처리 후 관능적 품질평가는 본 실험에 흥미를 가진 식품전공 대학원생 10명에게 동굴레차 특유의 향미와 특성에 대하여 훈련시킨 뒤 색상, 향미 및 전반적 기호도에 대한 관능평가를 5점 체점법⁽¹⁸⁾(5: 매우 좋다, 4: 좋다, 3: 보통이다, 2: 좋지 않다, 1: 매우 좋지 않다)으로 실시하였다. 이때 평가 시료의 제조는 볶음시료 5g을 1.5 L 열수에 넣어 약 20분 간 추출한 다음 여과하여 고유한 향미를 잘 느낄 수 있는 50~60°C 부근⁽¹⁹⁾에서 시료를 제시하여 관능검사를 실시하였다.

결과분석

동굴레 근경의 연근별 분석결과와 유의성 분석과 유의차 검정은 SAS에 의한 분산분석과 Duncan의 다중검정으로 실시하였다⁽²⁰⁾.

결과 및 고찰

일반성분 조성

동굴레 근경의 2~4년 근별 일반성분을 분석하기 위하여 130°C에서 15분간 볶음 처리⁽¹¹⁾한 시료와 볶음 처리하지 않은 시료의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 생 동굴레 시료의 수분함량은 연근별로 73.54~76.58% 범위였으며, 가용성 무질소물은 4년근에서 84.13%로 함량이 가장 높았고, 조단백질 함량은 2년근 동굴레에서 11.15%로 높게 나타났으나 볶음처리 시 생시료 보다 함량이 조금 낮게 나타났으며, 조지방은 1% 미만으로 비교적 적게 함유되어 있었다. 이는 더덕의 경우 뿌리가 오래될수록 조단백질이 낮아진다는 결과⁽²¹⁾와 일치하였다. 동굴레 근경의 생시료는 3년근을 제외하고는 볶음처리에 의해 조회분, 조지방 및 조섬유의 함량이 다소 증가하였는데 이는 Park⁽²²⁾의 볶음 치커리와 유사한 경향을 나타내었다. Rohan와 Stewart⁽²³⁾도 140°C에서 90분간 cocoa bean을 볶았을 때 환원당 함량이 95% 이상 감소되어 아미노산과 함께 Strecker degradation에 관여한 아미노산이 부분적으로 영향을 주었다고 하였다. Wang과 Sakurai⁽²⁴⁾

Table 1. Proximate composition of raw and roasted *Polygonatum odoratum* root by years

Composition	Content (% , d.b.)		
	2 ¹⁾	3	4
Crude protein	11.15 (9.84) ²⁾	9.88 (8.41)	8.88 (7.63)
Crude fat	0.34 (0.72)	0.44 (0.80)	0.34 (0.68)
Crude ash	2.57 (2.68)	4.20 (3.00)	2.90 (3.14)
Crude fiber	3.54 (4.27)	6.24 (7.84)	3.75 (3.69)
N-free ext.	82.40 (82.49)	79.24 (79.95)	84.13 (84.86)

¹⁾Years of root.

²⁾Roasted at 130°C for 15 min.

Table 2. Free sugar composition of raw *Polygonatum odoratum* root by years

Sugar	Content (% d.b.) ¹⁾		
	2 ²⁾	3	4
Fructose	4.06	4.83	3.59
Glucose	1.80	1.60	1.71
Sucrose	1.78	2.49	2.04
Total	7.64 ^b	8.92 ^a	7.34 ^b

¹⁾Values are mean of triplicate determinations.

²⁾Years of root.

^{ab)}Means in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.01).

Table 3. Free amino acid composition of raw *Polygonatum odoratum* root by years

Amino acid	Years of root (mg%, d.b.)		
	2 ¹⁾	3	4
Aspartic acid	118.38	119.67	135.01
Threonine	1,238.57	1,444.84	1,442.65
Serine	138.41	144.21	152.08
Glutamic acid	89.35	194.71	188.64
Proline	Trace	Trace	Trace
Glycine	76.28	70.43	69.37
Alanine	142.31	137.99	149.27
Cystine	23.30	22.58	30.52
Valine	58.45	67.91	54.38
Methionine	6.38	8.79	7.79
Isoleucine	38.20	38.88	70.16
Leucine	10.97	11.31	13.52
Tyrosine	5.58	9.24	7.79
Phenylalanine	31.45	30.10	31.08
Histidine	289.31	369.62	355.89
Lysine	98.32	94.70	96.58
Arginine	588.56	689.33	647.15
Total	2,953.82 ^b	3,454.31 ^a	3,451.88 ^a

¹⁾Years of root.

^{ab)}Means in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

는 250°C에서 50분간 보리를 볶았을 때 분해된 아미노산 중 질소가 불용성의 저분자 잔기로 남기 때문에 전 질소의 함량이 증가한다고 보고하여 본 실험의 결과와 다소 상이한 경향이있다. 그러나 Kim 등⁽²⁵⁾은 건조 치커리를 볶았을 경우 조지방, 조회분, 조단백 등이 감소한다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다고 발표한 바 있다.

유리당 함량

등굴레 근경의 연근별 유리당 함량은 2, 3 및 4년 근으로 나타내었다(Table 2). 전반적으로 유리당 함량은 fructose, sucrose, glucose의 순으로 함량이 높았다. Fructose와 sucrose를 포함한 총 유리당 함량은 3년근에서 가장 높았으며(p<0.01), glucose의 함량은 2년 근에서 가장 높게 나타났다. 이상의 결과는 Ryu 등⁽⁷⁾의 야생 등굴레의 유리당 분석 결과와 그 함량 및 조성에서 상이한 경향임을 나타내었다. 또한 숙근초인

Table 4. Hunter's color values of roasted *Polygonatum odoratum* root¹⁾ by years

Years of root	Hunter's color parameter ²⁾			
	L	a	b	E
2	60.53	1.24	20.32	41.67
3	57.63	2.48	17.10	43.20
4	58.33	1.85	16.35	42.24

¹⁾Roasted at 130°C for 15 min.

²⁾L: Degree of whiteness (white +100 ↔ 0 black).

a: Degree of redness (red +100 ↔ 0 ↔ -80 green).

b: Degree of yellowness (yellow +70 ↔ 0 ↔ -80 blue).

ΔE : Overall color difference ($\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$).

Table 5. Sensory scores of *Polygonatum odoratum* root tea

Sensory parameter ¹⁾	Years of root		
	2	3	4
Color	2.91 ^b	3.74 ^a	3.57 ^{ab}
Taste	3.24 ^{ab}	3.32 ^a	2.66 ^b
Aroma	3.24 ^{ab}	3.40 ^a	2.74 ^b

¹⁾Samples were roasted at 130°C for 15 min and used for sensory evaluation at around 50 for water-extracted tea by 10 judges using 5-point scale (1: very poor, 2: poor, 3: fair, 4: good, 5: very good).

^{ab)}Means in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05).

인삼의 경우 생산지, 채굴시기, 연근별로 유리당 함량이 다양하였다는 보고^(26,27)는 이상의 결과들을 잘 뒷받침하여 주었으며, 이들 유리당의 특성은 볶음처리 시 갈변반응과 향기성분 생성에 직접적인 영향을 미칠 것으로 생각된다⁽¹¹⁾.

유리아미노산 함량

등굴레 근경의 유리아미노산 조성은 Table 3에서와 같이 전체 아미노산의 약 40%를 차지하는 threonine이 가장 많았고, 그 다음으로 arginine, histidine, serine, alanine, aspartic acid 등의 순으로 높은 함량을 보였다. 각 연근별 유리아미노산의 함량 차이에서 threonine은 2년근보다는 3년근과 4년근에서 함량이 증가하였으며 glutamic acid, arginine, histidine 등도 유사한 경향을 나타내었다. 전체 16종의 아미노산 총 함량은 3년 근과 4년 근은 유의적인 차이가 없었으나 2년 근은 유의적으로 낮은 값을 나타내었다(p<0.05).

등굴레차의 색도

등굴레 근경의 연근별 색도를 비교하기 위하여 등굴레 근경을 130°C에서 15분 간⁽¹¹⁾ 볶음처리 한 후 등굴레차를 분말로 하여 색상을 비교하였다. Table 4에서와 같이 L값은 2년 근에서 가장 높았으나 연근에 따른 차이는 크지 않았으며, a 값은 3년 근이 가장 높았고 b값은 2년 근이 가장 높게 나타났다. 전반적인 색차를 나타내는 ΔE 값에서는 연근별로 유의적인 차이를 보이지 않았다.

등굴레차의 관능적 품질

등굴레 근경을 각 연근별 130°C에서 15분간 볶음처리 한 후 열수 추출하여 등굴레차의 관능적 품질을 평가하였다.

Table 6. Changes in free sugar content of raw and roasted *Polygonatum odoratum* root of 3 years old¹⁾

Sugar	Content (% d.b.) ¹⁾	
	Raw	Roasted ²⁾
Fructose	4.83	3.59
Glucose	1.60	1.71
Sucrose	2.49	2.04
Total	8.92 ^a	7.34 ^b

¹⁾Values are mean of triplicate determinations.

²⁾Roasted at 130°C for 15 min.

^{ab)}Means in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.01).

Table 5와 같이 관능적 색상에 대한 기호도는 2년 근과 4년 근은 유의적인 차이가 없었으나 2년 근과 3년 근은 차이가 있었다(p<0.05). 맛에 대한 기호도는 2년 근과 3년 근은 유의적인 차이가 없이 4년 근보다 높은 관능평점을 나타내었다(p<0.05). 그리고 동굴레 향에 대한 평가에서도 2년 근과 3년 근에서 맛에서의 경향과 유사하게 4년근보다 높은 기호성을 나타내어 전반적으로 동굴레차의 맛, 색상, 향에 대한 관능적 품질은 연근별로 5% 이내에서 유의성이 인정되었으며, 4년 근 및 2년 근에 비해 3년 근이 우수한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 연근별로 성분의 차이는 현저하지 않았으나 유리당 및 유리아미노산의 총 함량은 3년 근이 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 동굴레차의 관능평가에서도 3년 근이 가장 우수한 것으로 나타나 볶음 처리 시 향미 관련 성분의 변화가 기대되었다.

볶음처리에 따른 유리당 및 유리아미노산 함량변화

동굴레의 연근별 성분 분석과 동굴레차의 관능평가에서 3년 근이 가장 양호한 결과를 나타내었으므로 볶음 전 후 향미 관련 성분인 유리당과 유리아미노산의 함량을 분석 비교해 보았다. 동결 건조된 시료 일정량을 130°C에서 15분간⁽¹¹⁾ 볶음처리한 다음 유리당 함량을 분석해 본 결과 fructose와 sucrose 함량은 유의적으로 감소되었고(p<0.01)고 glucose 함량은 오히려 다소 증가되었다. Kwon 등⁽⁸⁾은 동굴레의 열처리에 따른 갈변반응의 동적 변화 연구에서 fructose함량은 다른 유리당에 비해 함량 감소가 심하여 갈변반응에 용이하게 관여하는 것으로 보고하였다. 그러나 glucose는 fructose 및 sucrose와는 다른 경향의 변화를 보이면서 볶음온도와 시간이 경과함에 따라 점차 증가하다가 150°C 이상부터는 서서히 감소하였으며, 낮은 온도에서의 증가는 amino-carbonyl 반응에서의 소비보다 sucrose로부터의 생성이 많았음을 시사한 바 있다. 본 연구의 결과는 이상의 보고와 일치하는 경향으로, 동굴레 근경의 볶음처리는 유리당 함량의 감소를 초래하지만 처리조건에 큰 영향을 받는 것으로 사료된다.

한편, 동굴레 근경의 볶음처리에 따른 함량 변화를 보면 Table 7과 같이, 130°C에서 15분간⁽¹¹⁾ 볶음처리 하였을 때 유리아미노산의 총 함량은 70% 정도 감소하였다. 이들 중 감소량이 큰 아미노산은 threonine, histidine, arginine, glutamic acid, alanine, serine 등의 순이었으며, 생 동굴레의 함량에 비

Table 7. Changes in free amino acid content of raw and roasted *Polygonatum odoratum* root of 3 years old

Amino acid	Years of root (mg%, d.b.) ¹⁾	
	Raw	Roasted ²⁾
Aspartic acid	119.67	37.46
Threonine	1,444.84	228.70
Serine	144.21	29.73
Glutamic acid	194.71	62.28
Proline	Tr.	Tr.
Glycine	70.43	5.60
Alanine	137.99	12.81
Cystine	22.58	16.67
Valine	67.91	13.61
Methionine	8.79	3.02
Isoleucine	38.88	17.79
Leucine	11.31	Tr.
Tyrosine	9.24	Tr.
Phenylalanine	30.10	Tr.
Histidine	369.62	140.36
Lysine	94.70	6.04
Arginine	689.33	461.12
Total	3,454.31 ^a	1,035.19 ^b

¹⁾Values are mean of triplicate determinations.

²⁾Roasted at 130°C for 15 min.

^{ab)}Means in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.01).

해 볶음처리 하였을 때 감소율이 높은 아미노산은 lysine, glycine, alanine 등이 90% 이상 감소하였다. 이 같은 결과는 볶음조건이 상이하지만 Park 등⁽¹²⁾의 보고와 대체로 유사한 경향으로, 볶음처리에 의해 아미노산이 당과 amino-carbonyl 반응을 일으켜 갈색색소를 생성하기 때문인 것으로 추정된다⁽²⁸⁾. Kim⁽²⁹⁾은 glucose와 threonine 모델실험에서 시판 동굴레차의 향기성분 생성을 보고한 바 있어 본 연구의 유리당 및 유리아미노산의 변화와 잘 일치되었다.

요 약

고품질 동굴레차 제조를 위한 연구의 일환으로 동굴레 (*Polygonatum odoratum*) 근경의 주요 성분을 연근별(2~4년)로 분석하였다. 동굴레차의 향미관련 성분의 변화를 비교하기 위하여 동결건조 한 시료와 130°C에서 15분 간 볶음처리 한 시료의 특성을 비교하였다. 동굴레 근경의 유리당은 fructose 3.59~4.83%(d.b.), sucrose 1.78~2.49%, glucose 1.60~1.80%의 순이었고, 유리아미노산은 threonine 1,239~1444 mg/100 g(d.b.), arginine 589~689 mg/100 g, histidine 289~370 mg/100 g 등의 순으로, 두 성분의 총 함량은 각각 3년 근에서 가장 높게 나타났다(p<0.05). 볶음처리에 따른 연근별 특성 비교에서 일반성분과 기계적 색도는 뚜렷한 차이가 없었으나 색, 맛 및 향에 대한 관능적 품질은 3년 근이 가장 우수하여 동굴레차 제조 원료로서 가장 적합한 것으로 나타났다. 그리고 3년 근 시료의 볶음 전 후 유리당 및 아미노산 함량을 비교해 본 결과, fructose와 sucrose 함량은 유의적

으로 감소되었고($p < 0.01$), threonine과 lysine은 감소량과 감소율에서 가장 현저한 변화를 보였으며 유리아미노산의 전체 함량은 볶음처리에 따라 유의적으로 감소되었다($p < 0.01$).

문 헌

- Kim, T.J. Herbs of Fields and Mountains in Korea, p. 190. Kookil moonwhasa, Seoul (1994)
- MAF. *Dunggulecha*. Korea traditional food collection of standard (1998-66), pp. 277-285. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul (1998)
- Rural Development Administration National Crop Experiment Station. Classification of Korean medicinal plant resources, pp. 243-244. RDA, Suwon (1990)
- Lim, S.J. and Kim, K.K. Hypoglycemic effect of *Polygonatum odoratum* var. *Pluriflorum ohwi* extract in streptozotocin-induced diabetic rats. Korean J. Nutr. 28: 727-739 (1995)
- Kim, K.H. Volatile flavor components and formation model system of dunggule (*Polygonatum* sp.) tea and chicory (*Cichorium intybus* L.) tea. M.S. thesis, Donggeui Univ., Busan (1998)
- Cha, W.S. Physico-chemical properties of Polygonatum starch. M.S. thesis, Chosun Univ., Gwangju (1980)
- Ryu, K.C., Chung, H.W., Kim, K.T. and Kwon, J.H. Optimization of roasting conditions for high-quality *Polygonatum odoratum* tea. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 776-783 (1997)
- Kwon, J.H., Ryu, K.C. and Lee, G.D. Dynamic changes in browning reaction substrates of *Polygonatum odoratum* roots during roasting. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 654-661 (1997)
- Kwon, J.H., Lim, C.H., Ryu, K.C., Chung, H.W. and Lee, G.D. Effect of steaming prior to roasting of *Polygonatum odoratum* roots on its water solubles and browning. Korean J. Postharvest Sci. Technol. Agri. Products 4: 155-162 (1997)
- Ryu, K.C., Chung, H.W., Lee, G.D. and Kwon, J.H. Color change and optimization of organoleptic properties of roasted *Polygonatum odoratum* tea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 831-837 (1997)
- Park, N.Y., Seo, J.H., Kim, Y.H. and Kwon, J.H. Comparison of flavor compounds in steamed-and nonsteamed-roasted *Polygonatum odoratum* roots by solid-phase micro extraction. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 507-512 (2000)
- Park, N.Y., Jeong, Y.J., Lee, G.D. and Kwon, J.H. Monitoring of Maillard reaction characteristics under various roasting conditions of *Polygonatum odoratum* root. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 647-654 (2000)
- Park, N.Y. and Kwon, J.H. Flavor components of *Polygonatum odoratum* and the influence of heating condition. Food Ind. Nutr. 6: 3-12 (2001)
- Kim, M.B., Kim, D.K., Lee, G.D. and Kwon, J.H. Optimization of roasting conditions *Polygonatum sibiricum* roots by a pressure roaster. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 80-86 (1998)
- AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
- Macrae, R. HPLC in food analysis. Academic Press Limited, London, UK (1988)
- Kwon, J.H., Belanger, J.M.R., Sigouin, M., Lanthier, J., Willemot, C. and Pare, J.R.J. Chemical constituents of *Panax ginseng* exposed to γ -irradiation. J. Agric. Food Chem. 38: 830-834 (1990)
- Larmond, E. Methods for sensory evaluation of food. Canada Department of Agriculture. Publication 1284: 27-30 (1970)
- Kwon, J.H., Jacqueline, M.L. and Jocelyn, J.R. Effects of ionizing energy treatment on the quality of ginseng products. Radiat. Phys. Chem. 34: 963-967 (1989)
- SAS. SAS Users Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA (1986)
- Oh, S.M., Jeong, H.J., Kwon, S.T. Studies on increase of aroma and establishment of processing system in *Codonopsis lanceolata*. Report of Ministry of Agriculture and Forestry
- Park, C.G. Physicochemical characteristics and physiological functionalities of chicor (*Cichorium intybus* L.) by different roasting processes. Ph.D. dissertation, Kyungsang Univ., Jinju (1999)
- Rohan, T.A. and Stewart, T. The precursors of chocolate aroma, changes in the sugars during the roasting of cocoa beans. J. Food Sci. 31: 206-210(1966)
- Wang, P.S. and Sakurai, Y. Studies on flavor components of roasted barley, part . The production of flavor. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 15: 514-518 (1968)
- Kim, H.K., Lee, B.Y., Shin, D.B. and Kwon, J.H. Effects of roasting conditions on physicochemical characteristics and volatile flavor components of chicory roots. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1279-1284 (1998)
- Jang, J.K. Physicochemical properties of the freeze dried ginseng and red ginseng processed from the fresh ginsengs stored at low temperature. Ph.D. dissertation, Kyungsang Univ., Jinju (1991)
- Ko, S.R. Comparative study on chemical components and biological activities of panax species. Ph.D. dissertation, Jeonpook Univ., Jeonju (1994)
- Seog, H.M. The effects of the roasting temperature on the formation of volatile compounds in the malted naked barley. Ph.D. dissertation, ChungAng Univ., Seoul (1987)
- Kim, K.H. Volatile flavor components and formation model system of dunggule (*Polygonatum* sp.) tea and chicory (*Cichorium intybus* L.) tea. M.S. thesis, Donggeui Univ., Busan (1998)

(2002년 10월 22일 접수; 2003년 2월 12일 채택)