



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](#)

碩士學位論文

메밀잎으로부터 페놀화합물의 추출

濟州大學校 産業大學院

生命産業工學科 食品工學專攻

高 宰 必

2016年 8月



메밀잎으로부터 페놀화합물의 추출

指導教授 任 尙 彬

高 宰 必

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2016年 8月

高宰必의 工學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 金 賢 貞 印

委 員 千 智 連 印

委 員 任 尙 彬 印

濟州大學校 産業大學院

2016 年 8月

Extraction of Phenolic Compounds from Buckwheat Leaves

Jae-Pil Ko

(Supervised by professor Sang-Bin Lim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the
degree of Master of Engineering

2016. 08.

This thesis has been examined and approved.

Hyun Jung Kim, Thesis director, Prof. of Food Science and Engineering
Ji-Yeon Chun, Prof. of Food Science and Engineering
Sang-Bin Lim, Prof. of Food Science and Engineering

Aug. 2016

Department of Food Science and Engineering

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

ABSTRACT	I
I. 서 론	1
II. 실험재료 및 방법	4
1. 실험 재료	4
2. 아임계수 추출	4
3. 용매추출	4
4. 총페놀 함량 측정	4
5. 총플라보노이드 함량 측정	5
6. GC/MS에 의한 개별 페놀화합물 분석	5
7. DPPH radical 소거 활성 분석	6
8. FRAP 분석	6
9. 색차 분석	6
III. 결과 및 고찰	7
1. 아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 총페놀과 총플라보노이드 함량 ..	7
2. 용매에 의한 메밀잎 추출물의 총페놀과 총플라보노이드 함량 ...	10
3. 아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 개별 페놀화합물 함량 ...	12
4. 아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 항산화활성	16
5. 아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 색차	19

국문 요약 22

참고문헌 23

ABSTRACT

To enhance the extraction yields of phenolic compounds, buckwheat leaves were extracted using subcritical water at temperatures of 100~220°C and extraction times of 10~50 min, and total phenolic contents (TPC), total flavonoid contents (TFC), individual phenolic compounds, antioxidant activity, and color of the extracts were measured. TPC and TFC were increased with the extraction temperature, and the highest at 180°C/20 min (39.9 mg GAE/g) and 160°C/20 min (26.6 mg QE/g), respectively. TPC and TFC were decreased with the extraction time, and the highest at 180°C/10 min as 40.8 mg GAE/g and 27.7 mg QE/g, respectively. Individual phenolic compounds of the extracts were measured by GC/MS. Most phenolic compounds were the highest at 160°C or 180°C, while quercetin was increased with the extraction temperature and time. The sum of individual phenolic compounds was increased with the extraction temperature, and the highest as 1,764.9 µg/g at 200°C which was five-fold compared to 100°C. DPPH and FRAP as the index of antioxidant activities were the highest at 160°C (44.8 mg ascorbic acid equivalents/g) and 180°C (65.5 Fe²⁺/100 g), respectively. They were decreased as the increased of the extraction time, and the highest at 10 min as 47.7 mg ascorbic acid equivalents/g and 65.6 Fe²⁺/100 g, respectively. Color values *L** and *b** were decreased, while *a** was increased with the increase of the extraction temperature. All color values were increased with the increase of the extraction time. Browning index was the lowest at 140°C/20 min (34.29) and 180°C/10 min (34.25). In conclusion, the extract at 180°C for 10 min showed the highest quality in terms of high TPC and TFC, high antioxidant activities, and low browning index, and may be used as functional ingredients in food industry.

I. 서론

메밀(*Fagopyrum sp.*)은 쌍자엽식물의 마디풀과에 속하는 일년생 초본으로 단메밀(*F. esculentum*)과 쓴메밀(*F. tataricum*)로 분류된다. 단메밀은 주로 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등 대부분의 아시아 지역과 미국, 유럽 등지에서 재배되고 있으며, 쓴메밀은 히말라야 에베레스트 주변의 고산지대를 중심으로 인도 북부, 네팔, 부탄, 중국의 북부와 동북부 등에서 재배되고 있다. 메밀은 생육기간이 짧고 내한성과 흡비력이 강하며 산간지와 척박지에서도 잘 자라기 때문에 겨울 동작물이나 봄나물의 후작 또는 대파작물로 중요한 위치를 차지하고 있다(Jeong 등, 2014).

메밀은 우리 선조들이 오방지영물(五方之靈物)이라 하여 매우 중요시 여겼던 식품으로서, 특히 종실은 메밀국수, 메밀묵, 메밀죽, 메밀전 그리고 메밀산자로, 어린잎과 줄기는 채소로 식용되었으며, 근래에는 종실을 이용한 메밀차, 메밀음료 등 다양한 식품으로 이용되고 있다(Kim 등, 1996; Lee 등, 2008; Jeong 등, 2014).

메밀은 약이성(藥餌性)이 강하여 전통적으로 내과적으로는 홍역, 궤양성 위장병, 폐각혈, 흉통, 조산방지, 산후출혈, 장출혈, 황달, 백일해 등의 치료에 쓰이고, 외과적으로는 타박상, 악성 종기, 하복부 부기 치료에 쓰여 왔다(Kim 등, 1996).

메밀의 영양성분으로는 필수아미노산이 풍부하고 지방산은 단백질과 결합하여 세포막의 성분, 세포의 기능을 담당하는 중요한 역할을 하며(Lee 등, 1993), 무기질로는 골다공증 치료와 혈압조절에 필수적인 Ca, 헤모글로빈이 주성분인 Fe과 Zn, Mg이 있으며, 지용성 비타민 A(β -carotene)와 E(tocopherol), 수용성 비타민 C와 B₁, B₂가 많이 함유되어 있어 영양학적 가치가 높다(Kim 등, 1994; Kwon 등, 1994; Suh 등, 1997; Shim 등, 1998; Kim 등, 2005).

자연에 널리 분포되어 있는 flavonoids는 담황색 또는 노란색을 띠고 있는 수용성 식물색소인 2차 대사산물로 flavones, flavonols, flavanones, flavanols, isoflavones, anthocyanins 등을 총칭하는 말로써, 화학식의 기본 구조가 C₆-C₃-C₆로 이루어져 있다. 메밀 내의 phenol 화합물로는 flavonols와 flavones 등의 flavonoids가 밝혀져 있으며 그들의 생체조절 기능이 밝혀지며 주목을 받고

있다(Park 등, 2005).

메밀 중에 다량 함유되어 있는 rutin은 19세기에 발견되었으며(Jiang 등, 2007), flavonoids의 배당체로서 일명 비타민 P로 알려져 있는데 혈관의 저항성을 강하게 하여 뇌출혈(Lee 등, 2006), 동맥경화(Lee 등, 1991), 당뇨병(Kim 등, 2009; Chang 등, 2010), 치근막염의 예방과 치료(Yoon 등, 2006), 유전독성억제(Kim 등, 2007), 항트럼빈 활성과 혈전증 예방(Sohn 등, 2006), 산화적 스트레스로 유발된 신경세포 보호, 퇴행성 신경질환 예방(Jeong 등, 2014) 효과 등이 알려져 있는데, 식생활의 서구화되면서 증가하는 각종 성인병의 예방과 치료에 메밀 중의 phenol 화합물이 효과가 있다는 연구결과와 함께 메밀의 소비도 증가하고 있다(Kang 등, 2014).

메밀 식물체를 대상으로 rutin 함량을 분석한 결과 종실보다 식물체 자체에 높다고 보고되었으며, 메밀잎을 이용한 기능성 대용차에 대한 연구에서 페놀화합물(rutin, quercetin) 함량과 항산화활성은 성숙한 잎과 꽃에서 높은 활성을 보였다(Jeong 등, 2014). 메밀을 환류 추출한 후 페놀화합물(rutin, quercetin)을 분석한 결과 쓴메밀과 단메밀의 꽃> 잎> 종자> 줄기> 뿌리 순으로 많이 존재하며, 개화기 전 잎> 엽병> 줄기> 뿌리 순으로 단메밀보다 쓴메밀에서 높은 함량을 나타내었다(Park 등, 2005). 유기용매(methanol) 추출물에서는 rutin, epicatechin, chlorogenic acid, 4-hydroxybenzoic acid, catechin, 4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid, p-coumaric acid, quercetin and kaempferol이 확인되었다. Phenol 화합물의 함량은 품종과 식물체 부위별로 차이가 있으며, 꽃> 잎> 줄기> 뿌리 순으로 높은 함량을 나타내었다(Uddin 등, 2013).

그 밖에 국내에서 메밀 추출물에 대한 연구로는 전분 가수분해효소인 α -amylase의 효소활성 저해를 통한 식후 혈당 조절(Lee 등, 2008), 가수분해물의 항고혈압, 항균 및 항곰팡이 활성(Do 등, 2006), 발아 메밀이 본태성 고혈압쥐의 혈압, 혈당, 및 혈중 지질수준에 미치는 영향(Lee 등, 2000), 체지방 감량과 지질 대사 조절 효과(Jung 등, 2001), 지방세포 분해억제 효과(Yoon 등, 2012), 돌연변이억제효과(Kwak 등, 2004), 볶은 공정에 따른 타타리 메밀의 항산화활성 측정(Lee 등, 2014), 카드뮴에 의한 세포 독성을 감소시켜 주는 효능(Kim 등, 2005), 혈압, 혈당 및 콜레스테롤농도 조절 기능 등의 많은 보고가 있다(Choi 등, 2000).

식물체 중의 폴리페놀계 화합물의 추출은 주로 유기용매 추출법을 사용하는 데, 이 방법은 독성의 유기용매를 사용하기 때문에 환경적인 문제를 초래하며 식품을 제조하는데 적용하기에는 여러 가지 한계를 보이고 있는 실정이다(Cheigh 등, 2010; Ko 등, 2014).

아임계수(subcritical water)는 pressurized hot water 또는 superheated water 라고도 불리며, 물의 끓는점(100℃)과 물의 임계온도(374℃) 사이에서 액체 상태를 유지하는 뜨거운 물을 가리킨다. 100℃ 이하에서 대기압 상태에서의 물은 분자 간 매우 강한 수소결합으로 융점이나 비점이 높은 특성이 있으며 물질의 전기적 특성을 나타내는 유전상수(dielectric constant, ϵ)가 매우 높기 때문에($\epsilon > 80$) 주로 극성 화합물의 추출에 이용된다. 그러나 물은 온도와 압력이 증가함에 따라 물의 표면장력, 점도, 유전율, 밀도, 용해도 등의 특성이 변화한다(Jo 등, 2011; Lee 등, 2015). 온도가 210℃로 증가하게 되면 물의 유전율은 25로 유기용매인 메탄올($\epsilon=33$), 에탄올($\epsilon=27$)과 유사한 값이 된다. 또한 물은 강한 수소결합으로 인하여 이온화 시 $[H_3O^+][OH^-]$ 형태로 이온화하게 된다. 하지만 과열된 온도 상에서는 열에너지에 의해 수소결합이 파괴되어 $[H^+][OH^-]$ 형태로 이온화되고 수소이온이 생성되므로 pH가 낮아지게 된다(Cheigh 등, 2011; Ko 등, 2011; Shitu 등, 2015). 아임계수 추출은 상온, 상압의 물을 압력 및 온도의 조절을 통하여 아임계 상태로 만들어 낮은 상대 유전상수($1 < \epsilon < 25$)를 부여하므로 flavonoids와 같은 비극성 화합물을 추출하는데 매우 효과적이다. 아임계수 추출은 일반적인 유기용매 추출 보다 짧은 시간 내에 유용물질을 추출할 수 있는 환경친화적 공정으로서 현재 많은 연구가 보고되어 있다(Cheigh 등, 2010; Yoswathana 등, 2013; Ravber 등, 2015).

따라서 본 연구에서는 메밀잎으로부터 페놀화합물의 추출을 극대화하기 위하여 아임계수의 온도와 시간을 달리하여 추출하여 추출물 중의 페놀화합물 함량, 항산화활성, 색차를 측정하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험 재료

메밀잎은 제주도내 소재 농장에서 채취한 후 세척, 음건, 분쇄(-30 mesh)하여 냉동 보관하면서 사용하였다.

2. 아임계수 추출

메밀잎의 아임계수 추출은 자체 제작한 장치를 이용하였다. 추출조(300 mL)에 메밀잎 건조분말 2 g와 증류수 100 mL를 가한 후 뚜껑을 덮고 질소 가스로 퍼징을 하여 용존산소를 제거하였다. 그 후 밴드히터를 이용하여 원하는 추출온도로 올린 후 일정시간 방치하였다. 추출이 끝나면 추출조를 상온의 증류수에 담가 냉각한 후 추출물을 회수하여 여과(Toyo No. 5A, Advantec Toyo Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)하였다. 여기에 증류수를 가하여 100 mL로 정용한 후 냉동고에 보관하면서 분석 시료로 사용하였다. 추출온도는 20분에서 100~220°C이었고, 추출시간은 180°C에서 10~50분이었다.

3. 용매추출

메밀잎 건조 분말 2 g를 250 mL 둥근바닥 플라스크에 가한 후 추출용매로 각각 물, 60% methanol, 100% methanol을 100 mL를 가한 후 환류냉각기에 연결하였다. 히팅맨틀로 각 용매의 끓는점까지 가열하여 2시간 동안 환류 냉각 추출한 후 추출액을 여과(Toyo No. 5A, Advantec Toyo Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)하였다. 여기에 각 추출용매를 가하여 100 mL로 정용한 후 냉동보관하면서 분석시료로 사용하였다.

4. 총페놀 함량 측정

메밀잎의 아임계수 추출물의 총페놀 함량은 Folin-Denis 방법(Zhang 등, 2006)으로 측정하였다. 증류수로 10배 희석한 추출물 200 μ L과 증류수 900 μ L을 혼합하였고 여기에 Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co.) 100 μ L을 가한 후 5분간 상온(암소)에서 반응시켰다. 이 용액에 20% Na_2CO_3 300 μ L

을 가한 다음 증류수를 가하여 2 mL 되게 조정하였다. 이 용액을 상온(암소)에서 1시간 동안 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 검량선은 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 이용하여 작성하였고, 총페놀 함량은 mg gallic acid equivalents(GAE)/g로 나타내었다.

5. 총플라보노이드 함량 측정

메밀잎의 아임계수 추출물의 총플라보노이드의 함량은 Chang 등(2002)의 방법으로 측정하였다. 시료 용액을 증류수로 2배 희석한 후 200 μ L을 취하였고 여기에 에탄올 800 μ L과 5% NaNO_2 60 μ L을 가한 후 5분간 실온(암소)에서 반응시켰고 다시 10% AlCl_3 60 μ L을 가하여 실온(암소)에서 5분간 반응시켰다. 여기에 1 M NaOH 용액 400 μ L을 가하여 실온(암소)에서 1분간 반응시켰고 증류수 500 μ L을 가하여 균질화한 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 검량선은 quercetin(Sigma-Aldrich Co.)을 이용하여 작성하였고, 총플라보노이드 함량은 mg quercetin equivalents(QE)/g로 나타내었다.

6. GC/MS에 의한 개별 페놀화합물 분석

메밀잎의 아임계수 추출물 5 mL에 에틸아세테이트를 15 mL 가한 후 1분간 vortexing하였고 10,000 \times g에서 10분간 원심분리한 후 상층액을 회수하였다. 이 과정을 3회 반복한 후 에틸아세테이트 층에 무수 sodium sulfate를 가하여 수분을 제거하였고, 40°C에서 진공증발농축기(Rotavapro R-124, Büchi Labortechnik AG, Flawil, Switzerland)로 용매를 제거하였다. 잔사를 0.25 mL BSTFA에 용해한 후 75°C에서 40분간 유도체화한 후 냉각하여 GC/MS 분석하였다.

개별 페놀 성분은 HP 5973 MS detector와 HP 7683 autosampler가 장착된 Agilent series GC 6890N(Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)을 이용하여 분석하였다. 칼럼은 HP-5 MS capillary column(30 m \times 0.25 mm, 0.25 μ m film thickness), 주입구와 검출기의 온도는 각각 280과 300°C이었다. 오븐온도는 120°C에서 1분간 유지한 후 분당 5°C 씩 220°C 까지 증가시킨 후 다시 분당 10°C 씩 300°C 까지 증가시킨 후 5분간 유지하였다. 운반기체로는 헬륨을 사용하였고 유속은 0.6 mL/min이었다. 시료 주입량은 1 μ L이었고 분할비율은 1:20이

었다. 각 성분의 3개의 질량값을 표준물질의 것과 비교하여 정성하였으며, 각 성분
 분에 대한 질량값은 다음과 같았다: *p*-hydroxybenzoic acid, 267, 223, 193;
 gentisic acid, 355, 356, 223; protocatechuic acid, 193, 355, 370; *p*-coumaric
 acid; 219, 293, 249; ferulic acid, 338, 249, 308; caffeic acid, 219, 396, 397;
 catechin, 368, 355, 369; quercetin, 647, 648, 559(Kim 등, 2010).

7. DPPH radical 소거 활성 분석

메밀잎의 아임계수 추출물의 DPPH radical 소거 활성은 Blois 방법(1955)을
 이용하여 측정하였다. 10배 희석한 추출물 100 μ L에 0.1 mM의
 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)(Sigma- Aldrich Co.) 용액 2 mL를 가한
 후 실온(암소)에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조
 군으로는 L-ascorbic acid를 사용하였다.

8. FRAP 분석

메밀잎의 아임계수 추출물의 FRAP은 Thaipong 등(2006)의 방법에 따라 측정
 하였다. FRAP 용액은 300 mM acetate buffer, 10 mM TPTZ 용액(in 40 mM
 HCl), 20 mM $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (10:1:1(v/v))로 이루어져 있다. 4배 희석한 추출물 100
 μ L에 증류수 300 μ L과 FRAP 용액 3 mL를 가한 후 37°C 항온수조에서 30분간
 반응시킨 후 595 nm에서 Multiskan EX microplate reader(Thermo Electron
 Corp.)로 흡광도를 측정하였다. 검량선은 ferrous sulfate($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)로 작성하
 였으며, FRAP은 $\text{mmol Fe}^{2+}/100 \text{ g dry sample}$ 로 나타내었다.

9. 색차 분석

메밀잎의 아임계수 추출물의 색차는 UltraScanVIS color spectrophotometer
 (Hunter Associates Lab., Inc., Reston, VA, USA)로 측정하여 L^* (lightness),
 a^* (redness to greenness), b^* (yellowness to blueness) 값으로 나타내었다. 갈색
 도(browning index, BI)는 다음 식에 의하여 산출하였다(Maskan, 2001).

$$\text{BI(browning index)} = \frac{100(x - 0.31)}{0.17}, \text{ 여기서 } x = \frac{(a^* + 1.75L^*)}{(5.645L^* + a^* - 3.012b^*)}$$

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 총페놀과 총플라보노이드 함량

아임계수의 추출온도에 따른 메밀잎 추출물의 총페놀과 총플라보노이드 함량은 Table 1과 같았다. 총페놀 함량(TPC)은 추출온도가 100℃에서 180℃까지 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며 180℃에서 39.9 mg GAE/g dry sample로 가장 높았으나 200℃ 이후에는 감소하였다. 총플라보노이드 함량(TFC)도 총페놀 함량과 비슷한 경향을 나타내었으며 160℃에서 26.6 mg QE/g dry sample로 가장 높게 나타난 후 180℃ 이후에는 감소하였다. Tunchaiyaphum 등(2013)도 아임계수를 이용하여 망고 껍질로부터 페놀화합물을 추출하였는데, 총페놀 함량이 추출온도 180℃에서 30.6 mg GAE/g DW로 가장 높게 나타났으며 200℃와 220℃에서는 각각 20.1 mg GAE/g DW와 17.5 mg GAE/g DW로 감소하였는데, 이는 180℃ 이상의 온도에서는 페놀화합물이 열에 의해 파괴되었기 때문이라고 보고하였다.

추출시간에 따른 메밀잎 추출물의 총페놀과 총플라보노이드 함량은 Table 2와 같았다. 추출시간 10분에서 총페놀과 총플라보노이드 함량은 각각 40.8 mg GAE/g dry sample와 27.7 mg QE/g dry sample로 가장 높았으며 추출시간이 증가할수록 총페놀과 총플라보노이드 함량이 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 열에 불안정한 페놀화합물이 추출시간이 길어짐에 따라 파괴되었기 때문이라고 추정되었다.

Table 1. Total phenolic contents (TPC) and total flavonoid contents (TFC) in subcritical water extracts of buckwheat leaves at various temperatures for 20 min.

Extraction temperature (°C)	TPC (mg GAE/g dry sample)	TFC (mg QE/g dry sample)
100	25.2	17.0
120	28.9	19.9
140	32.7	24.7
160	36.9	26.6
180	39.9	25.8
200	34.2	19.2
220	34.6	17.0

Table 2. Total phenolic contents (TPC) and total flavonoid contents (TFC) in subcritical water extracts of buckwheat leaves at various extraction times at 180°C.

Extraction time (min)	TPC (mg GAE/g dry sample)	TFC (mg QE/g dry sample)
10	40.8	27.7
20	39.9	25.8
30	39.1	22.9
40	37.7	21.5
50	33.9	20.9

2. 용매에 의한 메밀잎 추출물의 총페놀과 총플라보노이드 함량

추출용매(물, 60% 메탄올, 100% 메탄올)를 달리하여 추출한 메밀잎 추출물의 총페놀과 총플라보노이드 함량은 Table 3과 같았다. 물, 60% 메탄올, 100% 메탄올 추출물의 총페놀 함량은 각각 27.4, 38.2, 32.3 mg GAE/g dry sample으로 60% 메탄올 추출물이 가장 높았으나 아임계수 추출물(180℃, 10분)의 40.8 GAE/mL보다는 낮았다. 총플라보노이드 함량은 물, 60% 메탄올, 100% 메탄올 추출물의 경우 각각 23.7, 29.2, 19.7 mg QE/g dry sample으로 60% 메탄올 추출물이 가장 높았으며 아임계수 추출물(180℃, 10분)의 27.7 mg QE/g보다도 높았다. 아임계수 추출공정은 추출온도는 높지만 처리시간은 10분으로 매우 짧으며 유기용매를 사용하지 않는 장점이 있다. 반면 유기용매 추출법은 유기용매를 사용한다는 점과 추출시간(2시간)이 오래 걸린다는 단점을 가지고 있다.

Table 3. Total phenolic contents (TPC) and total flavonoid contents (TFC) in solvent extracts of buckwheat leaves.

Solvent type	TPC (mg GAE/g dry sample)	TFC (mg QE/g dry sample)
Water	27.4	23.7
60% Methanol	38.2	29.2
100% Methanol	32.3	19.7

3. 아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 개별 페놀화합물 함량

아임계수의 추출온도 및 추출시간에 따른 개별 페놀화합물의 함량 분포를 알아보기 위하여, 메밀잎을 추출온도는 100~220°C에서 20분, 추출시간은 180°C에서 10~50분으로 달리하여 추출한 추출물을 GC/MS로 정성 및 정량하였다.

Table 4는 메밀잎을 100~220°C의 다양한 온도에서 20분 동안 추출한 추출물의 개별 페놀화합물의 함량을 나타내고 있다. 총 9종의 페놀화합물(*p*-hydroxybenzoic acid, gentisic acid, protocatechuic acid, *p*-coumaric acid, gallic acid, ferulic acid, caffeic acid, catechin, quercetin)이 검출되었는데 그 중 주요 페놀화합물은 quercetin, protocatechuic acid, gallic acid, *p*-coumaric acid 이었다. 개별 페놀화합물의 함은 온도의 증가에 따라 증가하였고, 특히 200°C에서 1,764.9 µg/g dry sample로 가장 높았으며 100°C와 비교하였을 때 약 5배 높았다. 추출온도에 따른 각 개별 페놀화합물의 변화를 살펴보면 *p*-hydroxybenzoic acid와 quercetin은 추출온도의 증가에 따라 계속 증가하는 경향을 보였으며, protocatechuic acid는 160과 180°C에서, *p*-coumaric acid와 ferulic acid는 160°C에서, caffeic acid와 catechin은 140°C에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 특히 quercetin은 온도가 증가할수록 계속 증가하였는데 200°C와 220°C에서는 각각 1,223.5와 1,272.8 µg/g dry sample로 개별 페놀화합물의 총합의 69.3%와 76.9%를 차지하였다. Elhamirad 등(2012)은 여러 페놀화합물의 열안정성을 Q10값으로 나타내었는데, quercetin은 1.650으로 catechin(1.822), caffeic acid(2.226), gallic acid(2.225)보다 낮은 것으로 보아 quercetin이 다른 페놀화합물 보다 열안정성이 높았다고 보고하였다. Ravber 등(2015)도 아임계수를 이용하여 rutin을 가수분해 하였을 때 quercetin의 수율이 160°C, 175°C, 190°C, 205°C까지 계속 증가하는 경향을 나타내었으며 205°C에서 가수분해율이 62.6%로 가장 높은 값을 나타내었다고 보고하였다.

아임계수의 추출온도에 따른 개별 페놀화합물의 총합량은 200°C까지 계속 증가한 반면, 총페놀 함량(TPC)은 180°C에서 가장 높았고 총플라보노이드 함량(TFC)은 160°C에서 가장 높아 개별 페놀화합물의 총합량의 변화와는 다른 경향을 나타내었는데, 이는 총페놀과 총플라보노이드 함량의 분석시 고온에서 생성되

는 화합물들에 의하여 영향을 미쳤기 때문인 것으로 추정되었다.

180℃에서 10~50분으로 추출시간을 달리하여 추출한 추출물의 개별 페놀화합물의 함량은 Table 5와 같았다. 개별 페놀화합물의 합은 추출시간 40분까지는 비슷한 경향을 나타내었으나, 추출시간 50분에서는 2,053.7 µg/g dry sample로 가장 높게 나타났다. Protocatechuic acid, gallic acid, ferulic acid는 20분에서, *p*-coumaric acid, caffeic acid, catechin은 10분에서 가장 높은 함량을 나타내었고, *p*-hydroxybenzoic acid, gentisic acid, quercetin은 추출시간의 증가에 따라 계속 증가하였다. 특히 quercetin은 추출시간 50분에서 1,448.8 µg/g dry sample로 가장 높은 함량을 나타내었으며 개별 페놀화합물의 총합의 70.5%를 차지하였다.

아임계수의 추출시간에 따른 개별 페놀화합물의 총합량은 계속 증가한 반면, 총페놀과 총플라보노이드의 함량은 추출시간 10분에서 가장 높아 개별 페놀화합물의 총합량의 변화와 다른 경향을 나타내었다. Verardo 등(2011)은 메밀 내에 procyanidin B₂, procyanidin B₂ dimethyl gallate 등의 flaval-3-ol의 중합체도 존재한다고 보고하였으며, Li 등(2011)도 메밀잎 내에 flaval-3-ol의 종류인 epicatechin과 (-)-epigallocatechin이 각각 103.2와 309.2 mg/100 g DW로 다량 존재한다고 보고하였다. 따라서 GC/MS 분석에서 불검출된 페놀화합물로 인하여 총페놀 및 총플라보노이드 함량과 개별 페놀화합물의 GC/MS 분석 데이터 사이에 차이가 있을 것으로 추정되었다.

Table 4. Yield of individual phenolic compounds in subcritical water extracts of buckwheat leaves at various temperatures for 20 min.

Phenolic compounds	Yields ($\mu\text{g/g}$ dry sample)						
	100°C	120°C	140°C	160°C	180°C	200°C	220°C
<i>p</i> -Hydroxybenzoic acid	ND	ND	ND	40.8	82.3	112.0	147.5
Gentisic acid	ND	ND	ND	10.3	16.5	33.5	24.8
Protocatechuic acid	ND	ND	32.3	190.3	190.3	115.3	56.5
<i>p</i> -Coumaric acid	ND	ND	68.5	110.5	96.8	76.3	61.3
Gallic acid	ND	ND	ND	152.5	223.0	108.3	35.8
Ferulic acid	ND	ND	35.3	56.8	44.5	23.0	ND
Caffeic acid	ND	ND	108.0	80.8	67.0	45.5	27.8
Catechin	59.0	165.0	176.3	57.8	37.5	27.5	27.0
Quercetin	295.0	300.0	359.5	466.8	972.0	1,223.5	1,272.8
Total	354.0	465.0	779.9	1,166.6	1,729.9	1,764.9	1,653.5

ND: not detected

Table 5. Yield of individual phenolic compounds in subcritical water extracts of buckwheat leaves at various extraction times at 180°C.

Phenolic compounds	Yields ($\mu\text{g/g}$ dry sample)				
	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min
<i>p</i> -Hydroxybenzoic acid	79.0	82.3	93.8	99.5	103.5
Gentisic acid	12.0	16.5	18.8	22.8	27.5
Protocatechuic acid	188.5	190.3	169.5	154.0	131.3
<i>p</i> -Coumaric acid	101.0	96.8	86.0	81.5	75.8
Gallic acid	170.5	223.0	197.3	180.3	143.0
Ferulic acid	42.5	44.5	33.3	30.8	25.0
Caffeic acid	72.0	67.0	58.0	53.5	48.5
Catechin	129.3	37.5	70.0	57.8	54.3
Quercetin	1,079.3	972.0	1,011.0	1,152.0	1,444.8
Total	1,874.1	1,729.9	1,737.7	1,832.2	2,053.7

4. 아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 항산화활성

아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 항산화활성은 DPPH 라디칼 소거능 및 FRAP으로 나타내었는데, 추출온도에 따른 추출물의 항산화활성은 Table 6과 같았다. DPPH 라디칼 소거능은 추출온도 160℃ 까지는 추출온도가 증가할수록 증가하였고, 160℃에서 44.8 mg ascorbic acid equivalents/g dry sample로 최대값을 나타내었으며, 그 이상의 추출온도에서는 점차 줄어드는 경향을 나타내었다. FRAP도 추출온도 180℃ 까지는 추출온도가 증가할수록 증가하였고, 180℃에서 65.5 mmol Fe²⁺/100 g dry sample로 최대값을 나타내었으며, 그 이상의 온도에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 추출온도에 따른 추출물의 항산화활성의 변화는 총페놀과 총플라보노이드 함량과 유사한 경향을 나타내었다.

추출시간에 따른 메밀잎 추출물의 DPPH 라디칼 소거능과 FRAP은 Table 7과 같았다. DPPH 라디칼 소거능과 FRAP은 추출시간 10분에서 각각 47.7 mg ascorbic acid equivalents/g dry sample와 65.6 mmol Fe²⁺/100 g dry sample로 최대값을 나타내었고 추출시간의 증가에 따라 감소하였다. 추출시간에 따른 항산화활성의 변화도 총페놀 및 총플라보노이드 함량과 유사한 경향을 나타내었는데, 이로부터 아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 항산화활성은 총페놀 및 총플라보노이드 함량과 밀접한 관계가 있는 것으로 추정되었다.

Table 6. DPPH free radical scavenging activities and ferric reduction antioxidant power (FRAP) values of subcritical water extracts from buckwheat leaves at various temperatures for 20 min.

Extraction temperature (°C)	DPPH (mg ascorbic acid equivalents/g dry sample)	FRAP (mmol Fe ²⁺ / 100 g dry sample)
100	35.4	46.6
120	38.2	52.2
140	40.5	63.4
160	44.8	62.4
180	42.4	65.5
200	37.1	51.0
220	37.2	49.6

Table 7. DPPH free radical scavenging activities and ferric reduction antioxidant power (FRAP) values of subcritical water extracts from buckwheat leaves at various extraction times at 180°C.

Extraction time (min)	DPPH (mg ascorbic acid equivalents/g dry sample)	FRAP (mmol Fe ²⁺ /100 g dry sample)
10	47.7	65.6
20	42.4	65.5
30	41.6	62.5
40	39.2	60.6
50	39.7	59.6

5. 아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 색차

아임계수에 의한 메밀잎 추출물의 추출온도와 추출시간에 따른 색차의 변화는 각각 Table 8과 9와 같았다. 추출온도에 따른 색차의 변화로 L^* 값은 추출온도의 증가에 따라 160℃까지 급격히 감소하였으며 그 이상의 온도에서는 유사한 경향을 나타내었다. a^* 값은 추출온도의 증가에 따라 160℃까지 비슷한 경향을 유지하였다가 그 이상의 온도에서는 급격히 증가하였다. b^* 값은 160℃까지는 급격히 감소하였다가 그 이상의 온도에서는 급격히 증가하였다. 갈색도(browning index, BI)는 140℃까지는 급격히 감소하였다가 그 이상의 온도에서는 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 한편, 추출시간에 따른 색차의 변화는 L^* , a^* , b^* , 갈색도 모두 추출시간의 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히 추출시간 10분 이상에서는 큰 폭으로 증가하였다.

100℃와 120℃ 추출물에서 갈색도가 높은 이유는 추출물 자체의 색에 의한 것으로 추정되었으며, 추출온도 140, 160℃에서는 온도 증가에 따라 색소 성분이 파괴된 것으로 추정되었으며, 추출온도가 180℃ 이상으로 증가함에 따라, 그리고 추출시간의 증가에 따라 갈색도가 증가하는 이유는 비효소적 갈변반응인 Maillard reaction과 caramelization에 의한 것으로 추정되었다. Song 등(2013)은 삼백초(*Saururus chinensis*) 잎을 가열처리하여 품질 특성을 비교하였는데, 가열처리에 의하여 갈색도가 증가하는 것은 Maillard reaction과 caramelization과 같은 비효소적 갈변에 의한 것으로 보고하였으며, Watchararuji 등(2008)도 쌀겨와 콩가루를 아임계 가수분해하였을 때 고온 처리로 아임계 가수분해 용액의 색이 검게 변하였는데 이는 Maillard reaction에 의한 것이라고 보고하였다.

이상의 결과로 부터 아임계수를 이용하여 메밀잎을 추출온도와 시간을 달리 하여 처리한 결과 추출온도가 페놀화합물의 추출수율과 항산화활성에 크게 영향을 미치는 것으로 추정되었다. 특히 180℃에서 10분 추출물의 경우 총페놀과 총플라보노이드 함량이 가장 높았으며 항산화활성도 다른 추출물에 비해 가장 높게 나타났고 갈색도는 가장 낮게 나타나 180℃에서 10분 추출물이 가장 좋은 품질 특성을 나타내었다.

Table 8. Hunter's color values of subcritical water extracts from buckwheat leaves at various temperatures for 20 min.

Extraction temperature (°C)	Hunter's color value			Browning index
	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	
100	39.56	2.48	18.27	64.66
120	36.45	3.00	14.61	56.10
140	31.55	2.49	7.94	34.29
160	30.37	3.30	7.65	36.53
180	30.67	5.30	10.11	52.07
200	31.54	5.08	10.85	53.32
220	31.50	5.02	10.65	52.32

Table 9. Hunter's color values of subcritical water extracts from buckwheat leaves at various extraction times at 180°C.

Extraction time (min)	Hunter's color value			Browning index
	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	
10	28.29	3.76	6.24	34.25
20	30.67	5.30	10.11	52.07
30	31.69	5.54	11.74	58.35
40	32.02	5.66	12.17	59.98
50	31.54	5.43	11.31	56.33

국문 요약

메밀잎으로부터 페놀화합물의 추출을 극대화하기 위하여 아임계수의 추출온도(100~220℃)와 시간(10~50분)을 달리하여 추출하여 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량, 개별 페놀화합물 함량, 항산화활성, 색차를 측정하였다. 총페놀과 총플라보노이드 함량은 추출온도의 증가에 따라 증가하여 180℃/20분과 160℃/20분에서 각각 39.9 mg GAE/g와 26.6 mg QE/g로 가장 높았으며, 추출시간의 증가에 따라 감소하여 180℃/10분에서 각각 40.8 mg GAE/g와 27.7 mg QE/g로 가장 높았다. 추출물의 개별 페놀화합물을 GC/MS로 분석한 결과 대부분의 페놀화합물은 160과 180℃에서 가장 높은 함량을 나타내었지만 quercetin은 추출온도와 시간의 증가에 따라 계속 증가하였다. 개별 페놀화합물의 총합은 추출온도의 증가에 따라 증가하였고, 특히 200℃에서 1,764 µg/g dry sample로 가장 높았으며 100℃와 비교하였을 때 약 5배 높았다. DPPH 소거활성과 FRAP으로 나타낸 항산화활성은 추출온도 160℃와 180℃에서 각각 44.8 mg ascorbic acid equivalents/g와 65.5 Fe²⁺/100 g로 가장 높았으며, 추출시간인 경우 10분에서 각각 47.7 mg ascorbic acid equivalents/g와 65.6 Fe²⁺/100 g로 가장 높았다. 색차지표로서 *L**과 *b**값은 추출온도의 증가에 따라 감소하였다가 160℃ 이후에는 변화가 적었으나 *a**값은 계속 증가하였다. 추출시간의 증가에 따라 *L**, *a**, *b**값은 모두 증가하는 경향을 나타내었다. 갈색도는 140℃/20분과 180℃/10분에서 각각 34.29와 34.25로 가장 낮았다. 이상의 결과로부터 180℃/10분 추출물의 경우 다른 추출물에 비해 총페놀과 총플라보노이드 함량은 물론 항산화활성도 가장 높았으며 갈색도는 가장 낮아 가장 높은 품질 특성을 나타내어 식품산업에서 기능성 소재로 사용될 수 있을 것으로 추정되었다.

참고문헌

Blois S. 1955. A note on free radical formation in biologically occurring quinones. *Biochim Biophys Acta* 18: 165.

Chang CC, Yang MH, Wen HM, Chern JC. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J Food Drug Anal* 10: 178-182.

Chang KJ, Seo GS, Kim YS, Huang DS, Park JI, Park JJ, Lim YS, Park BJ, Park CH, Lee MH. 2010. Components and biological effects of fermented extract from tartary buckwheat sprouts. *Korean J Plant Res* 23: 131-137.

Cheigh CI, Chung EY, Ko MJ, Cho SW, Chang PS, Park YS, Lee KA, Paik HD, Kim KT, Hong SI, Chung MS. 2010. Effect of subcritical water for the enhanced extraction efficiency of polyphenols and flavonoids from black rice bran. *Food Eng Prog* 14: 335-341.

Cheigh CI, Jung WG, Chung EY, Ko MJ, Cho SW, Lee JH, Chang PS, Park YS, Paik HD, Kim KT, Chung MS. 2010. Comparison on the extraction efficiency and antioxidant activity of flavonoid from citrus peel by different extraction methods. *Food Eng Prog* 14: 166-172.

Cheigh CI, Yoo SY, Chung MS. 2011. Efficient flavonoid extraction from apple peel by subcritical water and estimation of antioxidant activity. *Korean J Food Nutr* 24: 458-463.

Choi YS, Kim BR, Jin LH, Lee BH, Shim TH, Lee SY. 2000. *In vitro* screening of dietary factorson buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*)

influencing the regulation of blood pressure, glucose and cholesterol level. J Korean Soc Food Sci Nutr 29: 280-287.

Do JR, Heo IS, Back SY, Yoon HS, Jo JH, Kim YM, Kim KJ, Kim SK. 2006. Antihypertensive, antimicrobial and antifungal activities of buckwheat hydrolysate. Korean J Food Sci Technol 38: 268-272.

Elhamirad AH, Zamanipoor MH. 2012. Thermal stability of some flavonoids and phenolic acids in sheep tallow olein. Eur J Lipid Sci Technol 114: 602-606.

Jeong CH, Jeong HR, Choi SG, Shim KH, Heo HJ. 2011. Neuronal cell protection and antioxidant activities of hot water extract from commercial buckwheat tea. Korean J Food Preserv 18: 358-365.

Jeong JC, Son YL, Lee GA, Lee ST, Lee GA, Lee JA, Park EG, Ma SJ. 2014. Manufacture and physiochemical properties of tea using leaves and flowers of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). J Korean Tea Soc 20: 77-85.

Jiang P, Burczynski F, Campbell C, Pierce G, Austria J.A, Briggs C.J. 2007. Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum*, and *F. homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. Food Res Int 40: 356-364.

Jo EK, Lee SC. 2011. Antioxidant and acetylcholinesterase inhibitory activities of subcritical water extracts from *Houttuynia cordata Thunb.* J Korean Soc Food Sci Nutr 40: 1391-1396.

Jung UJ, Lee JS, Bok SH, Choi MS. 2011. Effects of extracts of persimmon

leaf, buckwheat leaf, and chinese matrimony vine leaf on body fat and lipid metabolism in rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 40: 1215-1226.

Kang HW. 2014. Antioxidant and anti-inflammation effects of water extract from buckwheat. Korean J Cul Res 20: 190-199.

Kim JE, Joo SI, Seo JH, Lee SP. 2009. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory effect of tartary buckwheat extract obtained by the treatment of different solvents and enzymes. J Korean Soc Food Sci Nutr 38: 989-995.

Kim MB, Park JS, Lim SB. 2010. Antioxidant activity and cell toxicity of pressurized liquid extracts from 20 selected plant species in Jeju, Korea. Food Chem 122: 546-552.

Kim NK, Jung JH, Jang KJ, Ko IY, Choi SW, Yoon CS. 2005. Studies on the antioxidative effect of the buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) extract and its protective role against cadmium-mediated stress. J Soc Cosmet Sci Korea 31: 197-206.

Kim SH, Lee EY, Ham SS. 2007. Antioxidation and antigenotoxic effects of buckwheat sprout extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 36: 955-959.

Kim YS. 1996. Changes of rutin contents and superoxide dismutase activity in buckwheat vegetable (suwon 5) according to drying method and blanching condition. J Allied Health Sci 21: 95-105.

Kim YS, Chung SN, Suh HJ, Chung ST, Cho JS. 1994. Rutin and mineral contents on improved kinds of Korean buckwheat at growing stage. Korean J Food Sci Technol 26: 759-763.

Kim YS, Kim JG, Lee YS, Kang IJ. 2005. Comparison of the chemical components of buckwheat seed and sprout. *J Soc Food Sci Nutr* 34: 81-86.

Ko MJ, Cheigh CI, Cho SW, Chung MS. 2011. Subcritical water extraction of flavonol quercetin from onion skin. *J Food Eng* 102: 327-333.

Ko MJ, Cheigh CI, Chung MS. 2014. Relationship analysis between flavonoids structure and subcritical water extraction (SWE). *Food Chem* 143: 147-155.

Ko MJ, Kwon HL, Chung MS. 2014. Optimum conditions for extracting flavanones from grapefruit peels and encapsulation of extracts. *Korean J Food Sci Technol* 46: 465-469.

Kwak CS, Lim SJ, Kim SA, Park SC, Lee MS. 2004. Antioxidative and antimutagenic effects of Korean buckwheat, sorghum, millet and job's tears. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 921-929.

Kwon TB. 1994. Changes in rutin and fatty acids of buckwheat during germination. *Korean J Food Nutr* 7: 124-127.

Lee EH, Kim CH. 2008. Nutritional changes of buckwheat during germination. *Korean J Food Cult* 23: 121-129.

Lee JK, Ryu GH. 2006. Effect of extrusion process variables on rutin content in buckwheat. *Food Eng Prog* 10: 280-285.

Lee JM, Ko MJ, Chung MS. 2015. Physicochemical properties and composition of ginsenosides in red ginseng extract as revealed by subcritical water

extraction. Korean J Food Sci Technol 47: 757-764.

Lee JS, Park SJ, Sung KS, Han CK, Lee MH, Lung CW, Kwon TB. 2000. Effects of germinated-buckwheat on blood pressure, plasma glucose and lipid levels of spontaneously hypertensive rats. Korean J Food Sci Technol 32: 206-211.

Lee MH, Cho JH, Kim JC, Kim BK. 2014. Effect of roasting conditions on the antioxidant activities of tartary buckwheat. Korean J Food Sci Technol 46: 390-393.

Lee MH, Lee JS, Yang HC, 2008. α -Amylase inhibitory activity of flower and leaf extracts from buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). J Korean Soc Food Sci Nutr 37: 42-47.

Lee MK, Park SH, Kim SJ. 2011. A time-course study off flavonoids in buckwheats (*Fagopyrum* species). CNU J Agric Sci 38: 87-94.

Lee SY, Choi YS, Ham SS. 1993. The nutritional components and biological functions of buckwheats. J Agri Sci 5: 133-148.

Lee SY, Shim HH, Ham SS, Rhee HI, Choi YS, Oh SY. 1991. The nutritional components of buckwheat flours and physicochemical properties of freeze-dried buckwheat noodles. J Korean Soc Food Nutr 20: 354-362.

Maeng YS, Park HK, Kwon TB. 1990. Analysis of rutin contents in buckwheat and buckwheat foods. Korean J Food Sci Technol 22: 732-737.

Maskan M, 2001. Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and

microwave drying. J Food Eng 48: 169-175.

Park BJ, Kwon SM, Park JI, Chang KJ, Park CH. 2005. Phenolic compound in common and tartary buckwheat. Korean J Crop Sci 50: 175-180.

Park BJ, Park JI, Chang KJ, Park CH. 2005. Comparison in rutin content of tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). Korean J Plant Res 18: 246-250.

Ravber M, Knez Z, Skerget M. 2015. Optimization of hydrolysis of rutin in subcritical water using response surface methodology. J Supercrit Fluids 104: 145-152.

Shim TH, Lee HH, Lee SY, Choi YS. 1998. Composition of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) cultivars from forean. Korean J Food Sci Technol 30: 1259-1266.

Shitu A, Izhar S, Tahir TM. 2015. Sub-critical water as a green solvent for production of valuable materials from agricultural waste biomass: A review of recent work. Global J Environ Sci Manage 3: 255-26.

Sohn HY, Kwon CS, Son KH, Kwon GS, Ryu HY, Kum EJ. 2006. Antithrombin and thrombosis prevention activity of buckwheat seed, *Fagopyrum esculentum* Moench. J Korean Soc Food Sci Nutr 35: 132-138.

Song AS, Lim SW, Kim SJ, Lee SC. 2013. Effect of hydrothermal treatment on the antioxidant activity of *Sambaekcho* (*Saururus chinensis*) leaves. Food Sci Biotechnol 22: 825-829.

Suh Hj, Chung SH, Kim YS, Lee SD. 1997. Free radical scavenging activities

and inhibitory effects on xanthine oxidase of buckwheat (suwon No. 5). J Korean Soc Food Sci Nutr 26: 411-416.

Thaipong K, Bonnprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Hawkins DB. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extract. J Food Composit Anal 19: 669-675.

Tunchaiyaphum S, Eshtiaghi MN, Yoswathana N. 2013. Extraction of bioactive compounds from mango peels using green technology. Int J Chem Eng Applic 4: 194-198.

Uddin MR, Xiaohua LI, Park WT, Kim YB, Kim SJ, Kim YS, Lee MY, Park CH, Park SU. 2013. Phenolic compound content in different organs of Korean common buckwheat cultivars. Asian J Chem 25: 424-426.

Verardo V, Gomez-Caravaca AM, Segura-Carretero A, Caboni MA, Fernandez-Gutierrez A. 2011. Development of a CE-ESI-micro TOF-MS method for a rapid identification of phenolic compounds in buckwheat. Electrophoresis 32: 669-673.

Watchararuji K, Goto M, Sasaki M, Shotipruk A. 2008. Value-added subcritical water hydrolysate from rice bran and soybean meal. Bioresour Technol 99: 6207-6213.

Xiaohua Li, Nam Il Para, Hui Xu, Sun-Hee Woo, Cheol Ho Park, Sang Un Park. 2010. Differential expression of flavonoid biosynthesis genes and accumulation of phenolic Compounds in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). J Agric Food Chem 58: 12176-12181.

Yoon BR, Cho BJ, Lee HK, Kim DJ, Rhee SK, Hong HD, Kim KT, Cho CW, Choi HS, Lee BY, Lee OH. 2012. Antioxidant and anti-adipogenic effects of ethanolic extracts from tartary and common buckwheats. *Korean J Food Preserv* 19: 123-130.

Yoon SJ, Cho NJ, Na SH, Kim YH, Kim YM. 2006. Development of optimum rutin extraction process from *Fagopyrum tataricum*. *J East Asian Soc Diet Life* 16: 573-577.

Zhang Q, Zhang J, Shen J, Silva A, Dennis D, Barrow C. 2006. A simple 96-well microplate method for estimation of total polyphenol content in seaweeds. *J Appl Phycol* 18: 445-450.

감사의 글

조리사의 일을 하면서 건강한 음식을 만들고자 더 많은 학문을 배우려고 대학원을 입학하였습니다. 일과 학업을 병행하면서 새로운 것을 배운다는 생각에 설레기도 하고, 한편으로는 걱정과 두려움을 느꼈던 일들이 어제 일 같은데 이제 졸업을 앞두고 이렇게 감사의 글을 쓰게 되었습니다.

새로운 분야에 기초를 다질 수 있도록 아낌없이 지도해 주시고, 연구에 대해서 아무것도 모르던 저를 연구 방법뿐만 아니라 인생에 필요한 지혜 등 많은 것들을 가르쳐 주시고 이끌어주신 임상빈 교수님께 진심으로 감사드립니다. 교수님의 아낌없이 주신 가르침과 격려, 칭찬의 있었기에 지금의 제가 있을 수 있었습니다. 또한 바쁘신 와중에도 부족한 부분 하나 하나 세심하게 논문 지도와 심사까지 격려와 칭찬을 해주신 김현정 교수님, 천지연 교수님께도 감사드립니다.

대학원 생활과 논문이 완성되기까지 아낌없이 관심과 도움을 주신 김동신 선생님, 김재원 선생님, 고미옥 선생님, 고정연 선생님, 김미보 박사님 그리고 김소연 선생님, 조만재 선생님, 김효진 선생님, 신철민 선생님, 한지령 선생님, 강은옥 선생님께 감사의 마음을 전합니다.

바쁘신 와중에도 저에게 대학원에서 학문을 배우고 꿈을 이룰 수 있도록 격려해주신 양양한 교수님과 “누구나 두려움과 공포는 갖고 있으며 할 수 있다” 파이팅을 외치며 힘이 되어주신 김기남 교수님께 감사드립니다.

마지막으로 희망과 삶의 목표가 되어준 아내와 규남, 규범 사랑합니다. 항상 묵묵하게 응원해주시는 양가 부모님과 형님, 누님에게 감사드립니다. 항상 건강하세요. 이외에도 저를 항상 응원해주시는 모든 분들에게 감사드립니다.