



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 원 저작자를 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 권리와 책임은 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



석사학위논문

동결참취분말을 첨가한 파운드케이크의
항산화능 및 식품학적 품질특성

2012년

HANSUNG
UNIVERSITY

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

장찬호

석사학위논문
지도교수 이명호

동결참취분말을 첨가한 파운드케이크의
항산화능 및 식품학적 품질특성

Antioxidant Capacity and Physicochemical Property of Pound
Cake adding Lyophylized *Aster scaber* Thunb

2011년 12월 일

한성대학교 경영대학원
호텔관광외식경영학과
외식경영전공
장찬호

석사학위논문
지도교수 이명호

동결참취분말을 첨가한 파운드케이크의
항산화능 및 식품학적 품질특성

Antioxidant Capacity and Physicochemical Property of Pound
Cake adding Lyophilized *Aster scaber* Thunb

위 논문을 경영학 석사학위 논문으로 제출함

2011년 12월 일

한성대학교 경영대학원
호텔관광외식경영학과
외식경영전공
장찬호

장찬호의 경영학 석사학위논문을 인준함

2011년 12월 일

심사위원장 홍용식 인

심사위원 허진 인

심사위원 이명호 인

국 문 초 록

동결 참취분말을 첨가한 파운드케이크의 항산화능 및 식품학적 품질특성

한성대학교 경영대학원
호텔관광외식경영학과
의식경영전공
장찬호

본 연구는 참취의 이용성증가 및 부가가치를 향상시키고 전통적인 파운드 케이크에 건강 기능성을 부여하기 위하여 동결 건조한 참취 분말을 첨가한 후 파운드 케이크를 제조하고 다음과 같은 실험을 수행하였다.

동결 건조한 참취 분말을 첨가함으로써 수분함유량, 조단백질, 칼슘, 철, 칼륨 및 식이섬유도 증가 하였고, 색도는 첨가량이 증가함에 따라 녹색값은 증가하였으나 첨가구 간의 유의적인 차이는 없었으며, 경도 (hardness)는 대조구가 364.13 ± 12.26 (g/cm²)로 가장 높았고, 첨가량이 증가할수록 경도가 유의적으로 감소하여 20%의 참취 분말 첨가구는 대조구보다 약 25% 정도로 경도가 낮았다.

무기성분 분석결과 첨가량에 비례하여 파운드케이크에 포함된 칼슘, 철 분함량이 증가하였고, 나트륨함량은 유의적 차이가 없었다. 또한 향기성분은 참취 첨가량이 증가할수록 참취로 부터 유래된 것으로 사료되는 향기성분의 수와 양이 증가하였다.

관능검사 결과 파운드케이크의 외관 (figure) 및 맛 (taste)은 대조구와 실험구 간에 유의적인 차이가 없었으며, 파운드 케이크의 색은 대조구와 20% 첨가구가 5~10% 첨가구보다 유의적으로 높은 평가를 보였다. 총 폴리페놀화합물 함량은 참취 첨가구에서는 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크의 폴리페놀 함량이 증가하여 양의 상관관계를 나타내었다.

베타카로틴 함량은 참취 첨가구는 참취 분말의 함량이 증가할수록 베타카로틴 함량도 증가하였으며, 항산화능 결과 참취 첨가구는 참취 첨가량이 증가할수록 환원력이 급격히 증가하여 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. 따라서 파운드 케이크에 참취 분말을 첨가함으로써 제품에서의 영양뿐만 아니라 제품의 항산화능 및 면역강화 작용 등의 건강기능성이 향상될 것으로 사료된다.

【주요어】 참취 분말, 파운드 케이크, 총 폴리페놀함량, DPPH, ORAC, FRAP

목 차

제 1 장 서 론	1
제 2 장 이론적 배경	4
제 1 절 참취 (<i>Aster scaber</i> Thunb)	4
제 2 절 항산화능 (Antioxidant capacity)	7
제 3 절 항산화능 측정방법	11
제 4 절 파운드 케이크 (Pound cake)	13
제 5 절 물성분석 (Texture Profile Analysis, TPA)	14
제 3 장 실험의 재료 및 방법	17
제 1 절 실험재료	17
제 2 절 실험방법	17
1. 케이크 반죽 (Cake batter) 및 파운드케이크의 제조	17
2. 반죽의 물리화학적 특성	19
3. 일반성분 분석	19
4. 파운드 케이크 물리적 품질 특성	20
5. 수분보유력	20
6. 물성	21
7. 색도	21
8. 향기성분	22
9. 관능검사	22
10. 총폴리페놀화합물 함량	23
11. 베타카로틴 함량	23
12. Organic radical scavenging effect	23
13. Peroxyl radical scavenging effect	24

14. Metal reducing power	24
15. 통계분석	24
제 4 장 실험결과 및 고찰	26
제 1 절 케이크 반죽의 물리적 특성	26
1. 반죽의 ph	26
2. 반죽의 색도	27
3. 반죽의 수분함량 및 비중	28
4. 반죽의 점도	30
제 2 절 동결 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크 특성	31
1. 파운드 케이크의 일반성분 분석	31
2. 파운드 케이크의 무기성분 분석	34
3. 파운드 케이크의 물리적 품질 특성	37
4. 파운드 케이크의 수분보유력	40
5. 파운드 케이크의 물성 분석	42
6. 파운드 케이크의 색도	47
7. 향기성분 분석	53
8. 관능검사	60
9. 총폴리페놀화합물 함량	63
10. 베타카로틴 함량	64
11. 항산화능	65
제 5 장 결 론	70
【참고문헌】	75
ABSTRACT	91

【 표 목 차 】

Table 1. Formulas for the pound cake added with lyophilized <i>Aster scaber</i> powder	16
Table 2. Operating condition for texture profile analysis	21
Table 3. Effects of addition of lyophilized <i>A. scaber</i> powder on the color characteristics of pound cake	27
Table 4. Moisture content and specific gravity of the pound cake batter added with lyophilized <i>A. scaber</i> powder	29
Table 5. Proximate composition of pound cake prepared with lyophilized <i>A. scaber</i> powder replacement	32
Table 6. Mineral concentration of pound cake prepared with lyophilized <i>A. scaber</i> powder	36
Table 7. Physical properties of pound cake prepared with lyophilized <i>A. scaber</i> powder	40
Table 8. Pearson's correlation coefficients between the <i>A. scaber</i> concentration, water holding capacity, dietary fiber, and/or reducing sugar concentration of the pound cake added with <i>A. scaber</i> powder	42
Table 9. Pearson's correlation coefficients between the hardness, density, weight, volume, moisture, water holding capacity, and dietary fiber of the cake, and/or batter viscosity of the pound cake added with <i>A. scaber</i> powder	44
Table 10. Springness and cohesiveness of pound cake prepared with lyophilized <i>A. scaber</i> powder	45
Table 11. Flavor volatile compounds of pound cake contained diverse concentrations of lyophilized <i>A. scaber</i> powder	54
Table 12. Organoleptic characteristics of identified flavor volatile compounds from pound cake contained diverse	

concentrations of lyophilized *A. scaber* powder 57

Table 13. Pearson's correlation coefficients between the antioxidant capacity and total polyphenol content and/or beta-carotene concentration of the pound cake added with

A. scaber powder 69



【 그 립 목 차 】

Fig. 1. Typical curve of texture profile analysis	16
Fig. 2. ph of the pound cake batter added with lyophilized <i>A. scaber</i> power	26
Fig. 3. Viscosity of the pound cake batter added with lyophilized <i>A. scaber</i> power	30
Fig. 4. Water holding capacity of pound cake with diverse concentration of lyophilized <i>A. scaber</i> powder	41
Fig. 5. Hardness of pound cake with diverse concentration of lyophilized <i>A. scaber</i> powder	43
Fig. 6. Gumminess and Chewiness of pound cake with diverse concentration of lyophilized <i>A. scaber</i> powder	46
Fig. 7. Effects of addition of lyophilized <i>A. scaber</i> powder on the lightness of pound cake	48
Fig. 8. Effects of addition of lyophilized <i>A. scaber</i> powder on the greeness (-a value) of pound cake	49
Fig. 9. Effects of addition of lyophilized <i>A. scaber</i> powder on the yellowness (b value) of pound cake	50
Fig. 10. Effects of addition of lyophilized <i>A. scaber</i> powder on hue angle of pound cake	51
Fig. 11. Effects of addition of lyophilized <i>A. scaber</i> powder on chroma of pound cake	52
Fig. 12. Sensory evaluation of lyophilized <i>A. scaber</i> powder added pound cake	62
Fig. 13. Total polyphenol content (TPC) of lyophilized <i>A. scaber</i> powder added pound cake	63
Fig. 14. Beta-carotene content of lyophilized <i>A. scaber</i> powder added pound cake	64

Fig. 15. Organic radical scavenging effect of lyophilized <i>A. scaber</i> powder added pound cake using DPPH assay	66
Fig. 16. Peroxyl radical scavenging effect of lyophilized <i>A. scaber</i> powder added pound cake using ORAC assay	67
Fig. 17. Reducing power of lyophilized <i>A. scaber</i> powder added pound cake using FRAP assay	68



제 1 장 서 론

우리나라에서는 삼국시대 이전부터 산채류를 섭취하고 있으며¹⁾ 현재에는 동아시아 국가들 중에서 나물(산채로) 섭취가 가장 많은 나라이다.²⁾ 나물류 중에는 산채가 주를 이루는데³⁾ 산채류란 ‘자연 그대로 산야에 자생하는 식물 중 식용이 가능한 식물’이라고 정의된다.⁴⁾ 지구상에는 약 55만 여 종의 식물이 존재하고, 우리나라에는 약 4,200여 종의 식물이 존재하며⁵⁾ 그 중에서 약 480종이 식용 가능한 것으로 알려져 있다. 산채류 중에서 기호성이 좋고 식품적 가치가 높은 식물이 약 90여 종이며, 약 40여 종이 재배되어 판매되고 있는 실정이다.⁶⁾

참취 (*Aster scaber* Thunb)는 우리나라에서 재배되는 산채류 중에서 재배면적으로 2위를 차지하고 농가소득 면에서는 3위를 차지하는 주요 작물이다.⁷⁾ 참취는 국화과에 속하며 한방에서는 활혈, 해독, 거풍지통의 약효가 있어 인후종통, 타박상, 감위 등의 치료에 사용되는 약용식물이기도 하다.⁸⁾ 참취는 모든 연령층에서 선호하는 산채류이나⁹⁾ 다양한 조리법 및 참취를 이용한 식품이 개발되어 있지 않아 그 이용성이 매우 낮은 실정이다. 특히 참취, 참취 분말 및 참취 추출액을 제과제빵에 이용한 예는 찾아볼 수 없었다.

최근에는 짊고 건강하게 오래 사는 것에 대한 일반 시민의 관심이 증가

-
- 1) 강은주(1993), 「고려와 조선시대의 문현으로 본 한국의 나물」, 『한국식품영양학회지』, 6, pp.16-24.
 - 2) 한영실, 박지영(2001), 「저장 기간에 따른 냉동 비빔밥 나물의 미생물학적, 관능적 특성」, 『한국조리과학회지』, 17, pp.149-155.
 - 3) 박근우, 최성진, 정진철, 박광우(1993), 「몇가지 야생 산채류의 저장」, 『한국원예학회지』, 34, pp.191-198.
 - 4) 이영노(2001), 『한국자원식물도감』, 교학사.
 - 5) 이창복(1989), 『대한식물도감』, 서울, 교학사.
 - 6) 송윤호(2006), 「참취 신품종 육성 연구」, 『농촌진흥청보고서』, 수원, 농촌진흥청, p.45.
 - 7) 안수용(2007), 「산채 연구 현황과 개발 과제」, 『농촌진흥청보고서』, 수원, 농촌진흥청, p.66.
 - 8) 동의학사전편찬위원회(2005), 『신동의학사전』, 서울, 여강출판사.
 - 9) 김명선, 오윤재(2009), 「참취에 대한 기호도 및 이용실태 조사에 관한 연구」, 『대한가정학회지』, 47, pp.110-117.

하면서, 노화와 질병을 예방하는 항산화제에 대한 관심도 증가하고 있다. 식품에는 BHT (butylated hydroxytoluene) 또는 BHA (butylated hydroxyanisole) 등이 주요 항산화제로 이용되어 왔으나, 이들의 장기 섭취가 암을 유발한다는 보고¹⁰⁾가 계속되면서 합성항산화제를 대체할 수 있는 천연항산화제를 탐색하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 천연항산화제는 주로 식물 (식물성 식품 또는 약용식물)체가 생산하는 여러 종류의 2차 대사물질들인 경우가 많다.

빵 및 케이크류는 식단의 간편성으로 소비량이 크게 증가하고 있는 식품이고, 제조 공정에 다른 식품재료를 부재료로 첨가해 제품을 제조하기 쉬운 특성이 있다.¹¹⁾ 따라서 체내에 유용한 성분을 제과제빵의 부재료로 첨가하고자 하는 연구가 많이 진행되고 있다.¹²⁾ 파운드 케이크 (pound cake)는 버터, 설탕, 계란 및 밀가루를 동량으로 사용하여 제조하는 대표적인 반죽형 케이크¹³⁾로 주요 재료의 종류 및 중량을 쉽게 기억할 수 있기 때문에 쉽게 만들 수 있는 장점이 있다. 그러나 다량의 버터, 설탕 등을 주재료로 하기 때문에 열량이 높고, 포화지방의 함량이 높다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하고자 건강기능성인 부재료를 첨가하여 파운드 케이크의 영양성·기능성 및 저장성을 향상시키고자 하는 연구가 보고되고 있다.¹⁴⁾

본 연구에서는 참취의 이용성 증가 및 부가가치를 향상시키고, 전통적인

-
- 10) Botterweck A. A. M, Verhagen H, Goldbohm R. A, Kleinjans J, and Brandt P. A. V. D. (2000). Intake of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene and stomach cancer risk: results from analyses in the Netherlands cohort study. *Food Chemical Toxicology* 3, pp.599-605.
 - 11) 박인덕(2008), 「단호박퓨레를 첨가한 파운드 케이크와 스폰지 케이크의 품질특성」, 『한국식생활문화학회지』, 23, pp.748-754.
 - 12) Lu T. M, Lee .C. C, Mau J. L, and Lin S. D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry* 119, pp.1090-1095.
 - 13) Simmons A. (1996). American Cookery: or, the art of dressing viands, fish, poultry and vegetables, and the best modes of making puff-pastes, pies, tarts, puddings, custards and preserves, and all kinds of cakes, from the imperial plumb to plain cake. 2nd ed. (original published by Albany, 1796) reprinted, MA, USA, *Applewood Books*.
 - 14) 강병선, 이영춘(2007), 「반응표면분석법에 의한 비동결 파운드 케이크의 최적 배합비 설정」, 『한국식품저장유통학회지』, 14, pp.469-473.

파운드 케이크에 건강기능성을 부여하기 위하여, 동결건조한 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크를 제조한 후 물리화학적·식품학적 품질 특성을 분석하였다.



제 2 장 이론적 배경

제 1 절 참취 (*Aster scaber* Thunb)

참취 (*Aster scaber* Thunb)는 식물분류학상 국화과에 속하는 다년초로서 한국, 일본, 중국 등지에 분포되고 있다. 잎은 긴 타원형으로 가장자리에 톱니가 있으며 생육 초기에 뿌리 잎이 자라거나 6-7월에 줄기가 자라서 8-9월에 꽃이 피는 식물이다.¹⁵⁾ 변종으로는 제주 특산 식물인 한라참취 (*A. scaber* var. *minor* Yabe ex Nakai in Bull.)가 보고되고 있다.

참취는 전 세계적으로 약 400 여 종이 분포하고 있으며, 우리나라의 참취속 식물은 가실쑥부쟁이 (*A. ageratoides*), 단양쑥부쟁이 (*A. altaicus*), 옹긋나물 (*A. fastigiatus*), 섬쑥부쟁이 (*A. glehni*), 눈개쑥부쟁이 (*A. hayatae*), 좀개미취 (*A. maackii*), 우선국 (*A. novi-belgii*), 미국쑥부쟁이 (*A. pilosus*), 참취 (*A. scaber*), 해국 (*A. spathylius*), 개미취 (*A. tataricus*), 갯개미취 (*A. tripolium*) 등으로 약 12종이 있다.¹⁶⁾ 이들은 식용이 가능하나 실제로 산나물로 재배 또는 식용되고 있는 종류는 참취와 섬쑥부쟁이의 2 종류뿐이다.

참취의 다른 이름으로는 동풍채 (東風菜), 선백초 (仙白草), 산합노 (山蛤蘆), 반용초 (盤龍草), 백운초 (白雲草), 첨엽산고매 (尖葉山苦蕡), 산백채 (山白菜), 소엽청 (小葉青), 흘답약 (疙瘩藥), 초삼칠 (草三七), 찬산구 (鑽山狗), 나물취, 암취, 취나물 등이 있다. 맛은 달고 매우며, 성질은 따뜻하고 독이 없다고 알려져 있다.¹⁷⁾

참취의 전초 (全草)에는 혈액순환 촉진, 해독제거, 진통작용, 황달, 간염, 해소, 소화 장애, 타박상, 장염으로 인한 복통, 풍제거 골절의 통증 치료의 효능을 지니고, 특히 뱀에 물린 상처의 치료에 매우 뛰어난 효과를 나타내

15) 이영노, 전계서, p.20

16) 이우철(1996), 『한국식물명고』, 아카데미서적, pp.1099-1103.

17) 김수정, 김재광, 김건희(2004), 「참취의 고부가 식품이용화를 위한 품질특성 및 기능성 건강음료 개발」, 『한국조리과학회지』, 20, pp.84-90.

는 것으로 알려져 있다.¹⁸⁾

전통적인 참취의 기능성 효과 이외에 참취의 건강 기능성을 과학적으로 탐색한 연구들이 보고되고 있다. 즉, 참취 즙·분말·추출물의 항산화 활성 및 폴리페놀함량 분석¹⁹⁾ 돌연변이 및 유전독성 억제 효과²⁰⁾ 혈청지질 저하 작용 및 내인성 콜레스테롤 합성 저해 효과²¹⁾ 혈압저해 효과²²⁾ 장내 유용미생물 증식 촉진 효과²³⁾ 비효소적 당화 반응 억제 효과²⁴⁾ 등에 대한 연구들이 보고되고 있다.

18) 동의학사전편찬위원회(2005), 『신동의학사전』, 서울, 여강출판사,

19) 우정향, 신소림, 장영득, 이철희(2009), 「참취, 좀개미취, 큰금계국 및 기생초 꽃의 추출방법에 따른 항산화활성 비교」, 『한국자원식물학회지』, 22, pp.381-388.

유진균, 정미자, 김대중, 최면(2009), 「장기저장을 위해 제조한 동결건조 산채 블록의 항산화활성 변화」, 『한국식품영양과학회지』, 38, pp.1649-1655.

우정향, 정현상, 유정식, 장영득, 이철희(2008), 「자생 쑥부쟁이속 식물 4종 추출물의 항산화 효과」, 『한국자원식물학회지』, 21, pp.52-59.

민오진, 김민석, 곽병희, 류동영(2008), 「약용식물의 peroxynitrite와 hydroxyl radical 소거활성」, 『한국자원식물학회지』, 21, pp.254-259.

정희경, 김영진, 박병권, 박승춘, 정유석, 홍주현(2007), 「Phytobiotic 소재 선발을 위한 약용식물 추출물의 항산화 및 항균 활성」, 『한국식품영양과학회지』, 36, pp.1235-1240.

김현구, 권영주, 김영언, 남궁배(2004), 「마이크로웨이브 추출조건에 따른 참취 추출물의 총 폴리페놀 함량 및 항산화작용의 변화」, 『한국식품저장유통학회지』, 11, pp.88-93.

오세인, 이미숙(2003), 「한국인 상용채소 7종의 항산화능 및 항돌연변이능 검색」, 『한국식품영양학회지』, 32, pp.1344-1350.

Cho Y. O (2002), Antioxidant activity of the Korean wild leafy vegetables: *Aster scaber* and *Ligularia fischeri*. Nutraceuticals and Food, 7, pp.146-150.

Chung T. Y and Lee S. E. (2001). *In vitro* antioxidant effect of *Aster scaber* Thunb. extract. Agricultural Chemistry and Biotechnology 44, pp.71-76.

20) 오세인, 이미숙(2003), 「한국인 상용채소 7종의 항산화능 및 항돌연변이능 검색」, 『한국식품영양학회지』, 32, pp.1344-1350.

함승시, 황보현주, 최승필, 이의용, 조미애, 이득식(2001), 「참취뿌리 에탄올추출물의 유전독성 억제효과」, 『동아시아식생활학회지』, 11, pp.466-471.

함승시, 김성완, 김영명(1990), 「효소적 갈변반응 생성물의 돌연변이 억제효과 및 유전자 수복에 관한 연구」, 『한국식품과학회지』, 22, pp.632-639.

21) 박정로, 박종철, 최성희, 임상선, 이종호(1997), 「식용식물 추출물로부터 콜레스테롤 합성 저해제의 검색 및 분리」, 『한국식품영양과학회지』, 26, pp.236-241.

22) 최근표, 정병희, 이동일, 이현용, 이진하 김종대(2002), 「약용식물의 angiotensin converting enzyme 저해활성 탐색」, 『한국약용작물학회지』, 10, pp.399-402.

23) Park J. H, Han N. S, Yoo J. Y, Kwon D. J, and Koo Y. J. (1993). Effect of *Aster scaber* extract on the growth of *Bifidobacteria* and *Clostridium perfringens*. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 3, pp.285-291.

24) 이현준, 윤진이(2010), 「피부 주름개선 소재 개발을 위한 식용작물의 최종당화산물 생성 억제 활성」, 『한국식품영양과학회지』, 39, pp.186-192.

참취의 영양성분 분석 및 참취로부터 건강기능성 성분을 분리동정하기 위한 연구도 활발히 진행 중이다. 참취는 칼슘과 철분이 풍부하고 β -carotene을 다량 함유하고 있으며 참취뿌리로부터 scaberoseide 및 echinosystic acid의 glycoside가 분리되었고²⁵⁾ 퇴행성신경질환 치료효과가 있는 (-)-3,5-dicaffeoyl-muco-quinic acid가 2005 분리 동정되었다.²⁶⁾

전통적으로 우리나라에서는 봄에 돋는 어린순을 생채, 데쳐서 무침, 쥐나물로 식용 (쌈, 볶음, 무침, 국거리, 튀김, 취반, 떡, 또는 경단 등)되어오고 있고, 전초를 햇볕에 말려서 술에첨가하거나 달여서 혹은 가루를 내어 섭취하여 왔다.²⁷⁾ 서울·경기 지역에 거주하는 10대 이상의 남·여 약 700여 명을 대상으로 참취에 대한 기호도를 조사한 바²⁸⁾에 의하면 조사대상자 중 참취를 좋아하는 정도가 '보통이다'가 전체 응답자의 44.4%였고 '좋아한다'가 25.1%로 약 80%가 참취에 대해 긍정적인 기호도를 나타내었다. 10대부터 50대 이상까지의 연령대에서 고르게 참취를 좋아하는 것으로 조사되었다. 좋아하는 이유로는 '건강에 좋아서', '맛이 좋아서', '향기가 좋아서' 순으로 보고되었다. 반면에 참취를 싫어한다고 응답한 대상자들이 참취를 싫어하는 이유로는 '평소에 자주 접하지 않아서'와 '향기가 강해서'인 것으로 보고되었다. 향후 참취를 첨가한 음식을 섭취할 의향을 묻는 문항에는 응답자의 약 60% 정도가 긍정적으로 대답한 것으로 보고되었다.

참취는 증산 호흡작용으로 인하여 수확 후 급격히 품질이 저하되기 때문에 저장기간이 매우 짧다. 일반적으로 참취는 생채의 형태로 시장에 유통되며, 그 신선도가 저하되면 일반건조 또는 blanching 후 다시 건조하여 판매되고 있는 실정이다.²⁹⁾ 이러한 가공 과정으로 거치는 동안 참취에 포

25) Nagao T, Tanaka R, Iwase Y, and Okabe H. (1993). Studies on the constituents of *Aster scaber* Thunb. IV. Structures of four new echinocystic acid glycosides isolated from the herb. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 41, pp.659-665.

26) Hur J. Y, Lee P. J, Kim H. C, Kang I. S, Lee K. R, and Kim S. Y. (2004). (-)-3,5-dicaffeoyl-muco-quinic acid isolated from *Aster scaber* contributes to the differentiation of PC12 cells: through tyrosine kinase cascade signaling. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 313, pp.948-953.

27) 조은자(2000), 「산채류의 이용실태에 대한 조사」, 『한국식생활문화학회지』, 15, pp.59-68.

28) 김명선, 오윤재, 전계논문, pp.110-117.

함되어 있는 영양성분 및 bioactive components 등이 손실되거나 다른 물질로 변환된다.³⁰⁾

따라서 참취의 부가가치를 증대시키고 참취의 활용도를 상승시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 즉, 참취즙을 첨가한 메밀국수의 제조.³¹⁾ 데친 참취 가루를 첨가한 매작과의 제조³²⁾ 데친 참취 가루를 첨가한 참쌀떡의 제조³³⁾ 참취의 저장성 향상을 위한 참취추출물의 미세캡슐화³⁴⁾ 참취즙을 이용한 건강기능성 음료의 개발³⁵⁾ 참취의 저장성을 증대시키기 위한 동결건조 참취블록의 제조³⁶⁾에 관한 연구들이 진행되고 있다.

제 2 절 항산화능 (Antioxidant capacity)

유리라디칼은 ‘짝을 짓지 않은 전자 (unpaired electron)’ 또는 ‘홀수전자 (odd electron)’와 연관되어 있는 화학물질로 불안정하며 매우 높은 반응성을 통해 중성화 된다. 유리라디칼은 인체의 건강한 세포를 공격할 수 있으며, 이러한 과정을 거치는 동안 세포의 구조 및 기능이 저하된다.³⁷⁾ 이와 같은 세포손상이 유리라디칼에 의한 노화, 퇴행성 질환 및 면역기능 감소 등의 주요 원인이다.³⁸⁾

-
- 29) 강윤창, 최경구, 김공환, 김현구, 「분무건조법을 이용한 참취 및 섬쑥부쟁이 추출물의 미세캡슐화」, 『한국식품저장유통학회지』, 9, pp.212-220.
- 30) 오덕환, 함승시, 이상영, 김상현, 홍정기(1996), 「천연유기산처리 및 포장방법에 의한 참취의 저장 효과」, 『한국식품과학회지』, 29, pp.57-64.
- 31) 이상영, 이은영, 심태흠, 오덕환, 강일준, 정차권, 함승시(1998), 「참취 즙액 첨가가 메밀국수의 조리 특성에 미치는 영향」, 『한국식품영양학회지』, 27, pp.501-507.
- 32) 이종미, 정혜정(1999), 「참취를 이용한 스낵제품의 이화학적 관능적 특성」, 『한국식 생활문화학회지』, 14, pp.49-55.
- 33) 이종미, 박윤정, 이승민(2002), 「참취를 첨가한 참쌀떡의 관능적 및 이화학적 특성」, 『한국식 생활문화학회지』, 16, pp.180-186.
- 34) 강윤창, 최경구, 김공환, 김현구, 전계논문, pp.212-220.
- 35) 김수정, 김재광, 김건희, 전계논문, pp.84-90.
- 36) 유진균, 정미자, 김대중, 최면, 전계논문, pp.1649-1655.
- 37) Phillai C. K and Phillai K. S. (2002). Antioxidants in health. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology* 46, pp.1-5.
- 38) David G. B, Erik E. A, Rohini S, and Alfins S. (2000). Antioxidant enzyme expression and ROS damage in prostatic intraepithelial neoplasia and cancer. *Cancer*

유리라디칼 (free radical)은 활성산소류 (reactive oxygen species; ROS)의 한 형태로, 매우 반응성이 높으며 산소를 포함하고 있는 물질이다. 활성산소류에는 hydroxyl radical (H: O[·]), superoxide anion radical (:O[·]-O[·]), hydrogen peroxide (H: O[·]-O[·]: H), singlet oxygen(O[·]-O[·]), nitric oxide radical (NO[·]), hypochlorite radical (ClO₄[·]) 및 lipid peroxide (LOO[·]) 등이 모두 포함된다.

이와 같은 ROS는 세포막지질 (membrane lipid), 핵산, 단백질과 효소 및 그 외의 작은 분자들과의 반응성이 매우 높기 때문에 세포손상을 초래 한다.³⁹⁾ 생체내에서 ROS는 정상적인 산소호흡 (aerobic respiration) 등의 기전을 통해 생성되며, 이러한 내인성 ROS의 생성장소는 주로 세포이다. 반면에 흡연, 방사선 조사, 유기용매, 살충제 및 특정한 오염물질과의 접촉을 통해 외인성 유리라디칼이 생성된다.⁴⁰⁾

인체는 유리라디칼로부터 세포와 기관을 보호하기 위한 정교한 보호시스템을 지니고 있다. 인체의 항산화기전은 내인성/ 외인성 유리라디칼을 안정화시키거나 불활성화시킴으로 활성산소류가 세포막을 공격하는 것을 예방한다. 따라서 항산화제 (antioxidant)는 인체의 건강을 유지하기 위해 필수적인 물질이다.⁴¹⁾

“항산화제 (antioxidant)란 다른 물질 (분자)의 산화속도를 저연시키거나 산화를 예방하는 물질 (molecule)”이다.⁴²⁾ 반면에 “생리적 항산화제 (biological antioxidant)란 산화될 수 있는 물질보다 상대적으로 소량으로 존재하면서 산화속도를 유의적으로 저연시키거나 예방하는 물질

89, pp.124-134.

- 39) Sen, ygen toxicity and antioxidants: State of the ar(1995)t. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology* 39, pp.177-193.
- 40) Shrivaprakash H. N, Mohan S, Kharya M. D, Shiradkar M. R, and Lakshman K. (2005). In vitro models for antioxidant activity evaluation. *Pharmaceutical Reviews* 3. pp.1-17.
- 41) Fleischauer A. T, Olson S. H, Mignone L, Simonsen N, Caputo T. A, and Harlap S. (2002). Dietary antioxidants supplements and risk of epithelial ovarian cancer. *Nutrition and Cancer* 40, pp.92-98.
- 42) Moon J. K and Shibamoto T. (2009). Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 57, pp.1655-1666.

(substance)"이다.⁴³⁾ '산화 (oxidation)'에 의해 여러 종류의 생체내 물질이 손상될 수 있으며, 이러한 산화적 손상 (oxidative damage)은 암⁴⁴⁾ 간질환⁴⁵⁾ Alzheimer성 질환⁴⁶⁾ 노화⁴⁷⁾ 관절염⁴⁸⁾ 염증⁴⁹⁾ 당뇨병⁵⁰⁾ 파킨슨병⁵¹⁾ 동맥경화증⁵²⁾ 및 AIDS 등의 다양한 질환을 유발한다.

일반적으로 내인성 유리라디칼의 생성과 체내의 항산화기전에 의한 유리라디칼의 불활성화 (소거) 반응 간에는 동적인 평형 상태를 유지하여 인체를 보호하는 것으로 알려져 있으나 정상적인 생리조건 하에서의 항산화제의 총량은 외인성/ 내인성 유리라디칼을 소거하기에 불충분하다.⁵³⁾ 따라서 유리라디칼에 의해 유발되는 질환을 예방하고 건강을 유지하기 위하여

-
- 43) Halliwell B and Gutteridge J. M. (1995). The definition and measurement of antioxidants in biological systems. *Free Radical Biology and Medicine* 18, pp. 125-126.
 - 44) Paz-Elizur T, Sevilya Z, Leitner-Dagan Y, Elinger D, Roisman L. C, Livneh Z. (2008). D. N. A repair of oxidative D. N. A damage in human carcinogenesis: Potential application for cancer risk assessment and prevention. *Cancer Letters* 266, pp.60-72.
 - 45) Preedy V. R, Reilly M. E, Mantle D, and Peters T. J. (1998). Oxidative damage in liver disease. *Journal of the International Federation of Clinical Chemistry* 10, pp. 16-20.
 - 46) Moreira P, Smith M. A, Zhu X, Honda K, Lee H. G, Aliev G, and Perry G. (2005). Since oxidative damage in a key phenomenon in Alzheimer's disease, treatment with antioxidants seems to be a promising approach for slowing disease progression. Oxidative damage and Alzheimer's disease: are antioxidant therapies useful? *Drug News and Perspectives* 18, pp.13-19.
 - 47) Gemma C, Mesches M. H, Sepesi B, Choo K, Holmes D. B, and Bickford P. C. (2002). Diets enriched in foods with high antioxidant activity reverse age-induced decreases in cerebellaradrenergic function and increases in proinflammatory cytokines. *Journal of neuroscience* 22, pp.6114-6120.
 - 48) Colak E. (2008), New markers of oxidative damage to macromolecules. *Journal of Medicinal Biochemistry* 27, pp.1-16.
 - 49) Mukherjee A. B, Zhang Z, and Chilton B. S. (2007). Uteroglobin: a steroid-inducible immunomodulator protein that founded the secretoglobin superfamily. *Endocrine Reviews* 28, pp.707-725.
 - 50) Naito Y, Uchiyama K, and Yoshikawa T. (2006). Oxidative stress involvement in diabetic nephropathy and its prevention by astaxanthin. *Oxidative Stress and Disease* 21, pp.235-242.
 - 51) Beal M. F. (2003). Mitochondria, oxidative damage, and inflammation in Parkinson's disease. *Annals of the New York Academy of Sciences* 991, pp.120-131.
 - 52) Heinecke J. W. (1997). Mechanisms of oxidative damage of low density lipoprotein in human atherosclerosis. *Current Opinion in Lipidology* 8, pp.268-274.
 - 53) Bartosz G. (2003). Total antioxidant capacity. *Advances in Clinical Chemistry* 37, pp.219-292.

항산화제의 섭취가 필수적이다.⁵⁴⁾

따라서 건강기능성식품산업, 일반식품산업 및 예방의학 분야 등에서 천연항산화제 (natural antioxidant)를 탐색하기 위한 노력들이 증가하고 있다. 비타민 E (α -tocopherol), 비타민 C (ascorbic acid), 폴리페놀류 (polyphenols) 및 플라보노이드 (flavonoids)는 천연항산화제 (natural antioxidant)이다.⁵⁵⁾

폴리페놀류는 모든 고등식물체에 함유되어 있으며 식물의 잎, 꽃 및 열매 등에 색을 부여하는 물질로 항산화성을 지닌 건강기능성 성분 (bioactive component)로 그 종류가 매우 다양하다.⁵⁶⁾ 폴리페놀류의 일반적인 구조는 최소한 2개의 phenol ring을 지니고 있으며 각각의 phenol ring에는 적어도 1개의 수산기 (hydroxyl group)를 갖고 있다. 식물체에 함유된 폴리페놀 함량은 식물의 항산화능과 양의 상관관계를 지니기 때문에 많은 연구논문에서 폴리페놀 함량을 측정하여 항산화력을 나타내고 있다.⁵⁷⁾

54) Ashok K. J. (2001). Imbalance in antioxidant defence and human disease: Multiple approach of natural antioxidant therapy. *Current Science* pp.1179-1186.

55) Robak J and Gryglewski R. J. (1998). Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochemical Pharmacology* 37, pp.837-841.

56) Liu L, Laura T, Liang X, Ye H, and Zeng X. (2009). Determination of polyphenolic content and antioxidant activity of kudingcha made from *Ilex kudingcha* C.J. Tseng. *Food Chemistry* 112, pp.35-41.

57) Pandino G, Lombardo S, Mauromicale G, and Williamson G. (2011). Phenolic acids and flavonoids in leaf and floral stem of cultivated and wild *Cynara cardunculus* L. genotypes. *Food Chemistry* 126, pp.417-422.

Amarowicz R, estrella I, Hernandez T, Robredo S, Troszynska A, Kosinska A, and Pegg R. B. (2010). Free radical scavenging capacity, antioxidant activity, and phenolic composition of green lentil (*Lens culinaris*). *Food Chemistry* 121, pp.705-711.

DDu G, Li M, Ma F, and Liang D. (2009). Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in *Actinidia* fruits. *Food Chemistry* 113, pp.557-562.

Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Defraigne J, and Dommes J. (2009). Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. *Food Chemistry* 113, pp.1226-1233.

제 3 절 항산화능 측정 방법

식품의 항산화능을 측정하는 방법은 매우 다양하며 각각의 방법에 의해 정량된 항산화능은 각기 다른 항산화력을 나타낸다. 따라서 *in vitro*에서 항산화능을 측정할 때는 최소한 3가지 이상의 방법을 사용하여야 하며, 각각의 결과를 총괄하여 항산화능을 평가하고 있다. 식품의 항산화능을 측정하는 가장 보편적인 방법은 다음과 같다.

첫째, 항산능을 측정하는 가장 보편적인 방법은 'DPPH 법'이다. DPPH란 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl 시약의 약자이다. DPPH는 어두운 보라색의 분말시약으로 안정한 유리라디칼 분자이다. DPPH는 3가지 형태의 결정구조를 지니고 있으며 구조에 따라서 다른 온도의 녹는점 (128-137°C)을 가진다.⁵⁸⁾ DPPH는 그 자체가 라디칼이면서 다른 라디칼을 잡는 (scavenger) '트랩 (trap)'으로 작용한다. 따라서 DPPH가 환원되면 시료의 색이 짙은 보라색에서 짙은 황색으로 변색되므로 520nm에서의 흡광도(absorbance)를 측정한다. DPPH 법에 의한 항산화능은 EC₅₀ (effective concentration) 또는 표준물질에 대한 상대저해율 (relative inhibition percentage)로 표시한다. DPPH는 organic radical을 scavenging 할 수 있다.

둘째, ORAC (oxygen radical absorbance capacity) 법이다. ORAC 법에 의해 식품 및 화학물질의 '항산화력 (antioxidant power)'을 측정할 수 있다.⁵⁹⁾ 특히 시료가 peroxyradical scavenging 할 수 있는 능력을 나타낸다. 즉, 유리라디칼에 의해 손상될 수 있는 것을 측정하는 시료가 얼마만큼 예방할 수 있는지를 나타낸다. 이 방법은 Trolox (수용성 비타민 E 동족체)를 표준물질로 하여 측정하며, 결과는 Trolox equivalent (TE)로 계산할

58) Kiers C. T, De Boer J. L, Olthof R, Spek A. L. (1976). The crystal structure of a 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) modification. *Acta Crystallographica Section B Structural Crystallography and Crystal Chemistry* 32, p.2297.

59) Ou B, Hampsch-Woodill M, and Prior R. (2001). Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 49, pp.4619-4626.

수 있다. ORAC value는 TE로부터 산출되며, ORAC unit 또는 ORAC value로 나타낸다. 시료의 ORAC value가 높을수록 항산화력이 높다.

셋째, FRAP (Ferric reducing ability of plasma 또는 Ferric ion reducing antioxidant power) 법이다.⁶⁰⁾ FRAP 법은 간단하고 신속하게 항산화력을 분석할 수 있는 방법으로 폴리페놀을 함유하고 있는 식품, 음료 및 건강보조제의 metal reducing power를 측정할 수 있다. FRAP 시약으로 TPTZ [2,4,6-tri(2-pyridyl)-s-triazine] 또는 FeCl_3 을 사용하여, ferric ion (Fe^{3+})이 형성한 ferrous ion (Fe^{2+})의 양을 595nm에서의 흡광도로 측정한다. Trolox를 표준물질로하여 식품의 항산화력을 TE로 나타낸다.

넷째, 불포화지방산의 초기 산패정도를 측정하는 FTC (Ferric thiocyanate) 법이다. 이 방법은 지방의 산패 산물인 peroxide에 의해 ferric iron이 ferric thiocyanate를 형성한 것을 500nm에서 측정한다.⁶¹⁾ 다섯째, 지질의 과산화도를 측정하는 TBARS (Thiobarbituric acid reactive substance) 법이다. 불포화지방산의 최종산화 단계에서 형성되는 hydroperoxide가 thiobarbituric acid와 반응하여 생성되는 malondialdehyde (MDA)의 양을 532nm에서 측정하여 지질산패도를 측정한다.⁶²⁾ 항산화제에 의해 불포화지방산의 산패가 억제될수록 MDA의 양이 낮아지게 된다. 그러나 MDA를 포함하고 있는 식품에서는 그 결과가 높게 나타날 수 있는 단점을 지니고 있다.⁶³⁾

60) Benzie I. F and Strain J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239, pp. 70-76.

61) Lips A, Chapman R. A, and McFarlane W. D. (1943). The application of the ferric thiocyanate method to the determination of incipient rancidity in fats and oils. *Journal of the American Chemical's Society* 11, pp.240-243.

62) Marnett L.J. (1999). Lipid peroxidation-DNA damage by malondialdehyde. *Mutation Research* 424, pp.83-95.

63) Muller F. L, Lustgarten M. S, Jang Y, Richardson A, and Van Remmen H. (2007). Trends in oxidative aging theories. *Free Radical Biology and Medicine* 43, pp. 477-503.

제 4 절 파운드 케이크 (Pound cake)

1700년대 초반의 영국인들은 글을 읽을 수 있는 사람들이 많지 않았다. 이들은 케이크 만드는 방법을 쉽게 기억하기 위하여 간단한 조리법을 사용하였고, 이렇게 하여 탄생된 것이 파운드 케이크 (pound cake)이었다. 파운드 케이크의 원조 조리법 (original recipe)은 버터, 설탕, 계란 및 밀가루를 각각 1 파운드씩 넣고 케이크를 만들었다. 반죽을 젓는 동안에 혼입되는 공기를 제외하면 다른 종류의 팽창제는 첨가되지 않았다. 따라서 케이크에 들어가는 재료의 양이 모두 1 파운드이었기 때문에 ‘파운드 케이크’이라 불려지게 되었다.⁶⁴⁾

1796년에 미국에서 발간된 요리책에 두 종류의 파운드 케이크 레시피가 출판되었다. 하나는 original recipe였고, 다른 하나는 original recipe를 약간 변형한 것으로 난백과 난황을 분리하여 거품을 내었고, 물과 브랜디 (brandy)를 소량 첨가하여 파운드 케이크를 만드는 방법이었다. 이후 1800년대 중반까지 파운드 케이크의 레시피는 lighter cake를 만드는 방향으로 약간씩 수정되었다. 1900년대에 화학첨가제인 baking soda와 baking powder가 개발되면서 파운드 케이크 제조시에 화학적 팽창제를 첨가하였다.

최근에는 식품 및 음식의 건강기능성 (functionality)에 대한 일반 시민들의 관심이 급증하면서 파운드 케이크에 포함된 버터의 양을 줄이고 식물성 유지를 이용하여 파운드 케이크 열량을 낮추고 건강기능성을 증가시키기 위한 노력들이 보고되고 있고⁶⁵⁾ 흑마늘을 첨가하여 파운드 케이크의

64) Simmons A. (1996). *American Cookery: or, the art of dressing viands, fish, poultry and vegetables, and the best modes of making puff-pastes, pies, tarts, puddings, custards and preserves, and all kinds of cakes, from the imperial plumb to plain cake.* 2nd ed. (original published by Albany, 1796) reprinted, MA, USA, *Applewood Books*.

65) Wilderjans E, Lagrain B, Rbijs K, and Delcour J. (2010). Impact of potassium iodate in a pound cake syste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, pp. 6465–6471.

Sanchez-Pardo M. A, Ortiz-Moreno A, Mora-Escobedo R, Chanona- Perez JJ, and Necoechea-Mondragon H. (2008). Comparison of crumb microstructure from pound cake baked in a microwave or conventional oven. *L. W. T Food Science and Technology* 41, pp.620–627.

항산화성을 증가시킨 경우⁶⁶⁾ 벼찌 분말을 첨가하여 파운드 케이크의 항산화성을 증가시킨 경우⁶⁷⁾ 밀감 분말을 첨가한 경우⁶⁸⁾ 단호박퓨레를 첨가한 경우⁶⁹⁾ 클로렐라를 첨가한 경우⁷⁰⁾ 등이 보고되고 있다. 또한 파운드 케이크의 저장성을 향상시키기 위한 연구⁷¹⁾가 보고되고 있다.

제 5 절 물성분석 (Texture Profile Analysis, TPA)

TPA 분석법은 질감(texture)이 관능특성 (sensory)에 미치는 영향을 측정하기 위하여 1960년대 개발되었다. TPA는 "Two bite" compression test를 수행한다. 이는 사람이 식품을 2회 씹었을 때의 질감을 'Force (힘)' 대 'Time (시간)'의 그래프로 나타낸 것이다.

TPA 분석으로 얻어진 texture profile curve로부터 다음과 같은 항목을 산출할 수 있다.

Wilderjans, Pareyt, Goesaert, Hrijs, Delour(2008), Comparison of crumb microstructure from pound cake ve or conventional oven. *L. W. T Food Science and Technology* 41, pp.620-627.

- 장경희, 강우원, 곽은정(2010), 「미강 분말 첨가 파운드 케이크의 품질특성에 미치는 영향」, 『한국식품저장유통학회지』, 17, pp.250-255
- 최순남, 정남용(2006), 「식물성유를 사용한 파운드케이크의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 22, pp.808-814.
- 66) 김경희, 이정옥, 백승한, 육홍선(2009), 「흑마늘을 첨가한 파운드 케이크의 저장 중 품질 특성」, 『동아시아식생활학회지』, 19, pp.238-246.
- 67) 김경희, 황혜림, 윤미향, 조지은, 김미선, 육홍선(2009), 「벼찌 (Fruit of *Prunus serrulata* L var. *spontanea* Max. wils.) 분말을 첨가한 파운드 케이크의 저장 중 품질 특성」, 『한국식품영양과학회지』, 38, pp.926-934.
- 68) 박영선, 신솔, 신길만(2008), 「밀감 분말을 첨가한 파운드 케이크의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 15, pp.662-668.
- 69) 박인덕, 전계논문, pp.748-754.
- 70) 정남용, 최순남(2005), 「올리브유를 첨가한 파운드 케이크의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 22, pp.222-228.
- 71) 강병선, 이영춘, 전계논문, pp.469-473.

1. Fracturability: The ease with which the material will break.
2. Hardness: The force required to compress the material by a given amount
3. Cohesiveness: The strength of the internal bonds in the sample
4. Adhesiveness: The energy required to overcome attractive forces between the food and any surface it is in contact with.
5. Springiness: The elastic recovery that occurs when the compressive force is removed.
6. Gumminess: The energy required to break down a semi-solid food ready for swallowing
7. Chewiness: The energy required to chew a solid food into a state ready for swallowing.
8. Modulus of deformability: the initial slope of the force-deformation curve before the first break in the curve (i.e. before fracture of the sample)

이 때 gumminess와 chewness는 서로 배제될 수 있다. 한 개의 식품을 TPA 분석하여 모든 물성값을 얻을 수는 없다. 이는 식품의 특성에 따라서 다른 물성을 나타내기 때문이다.

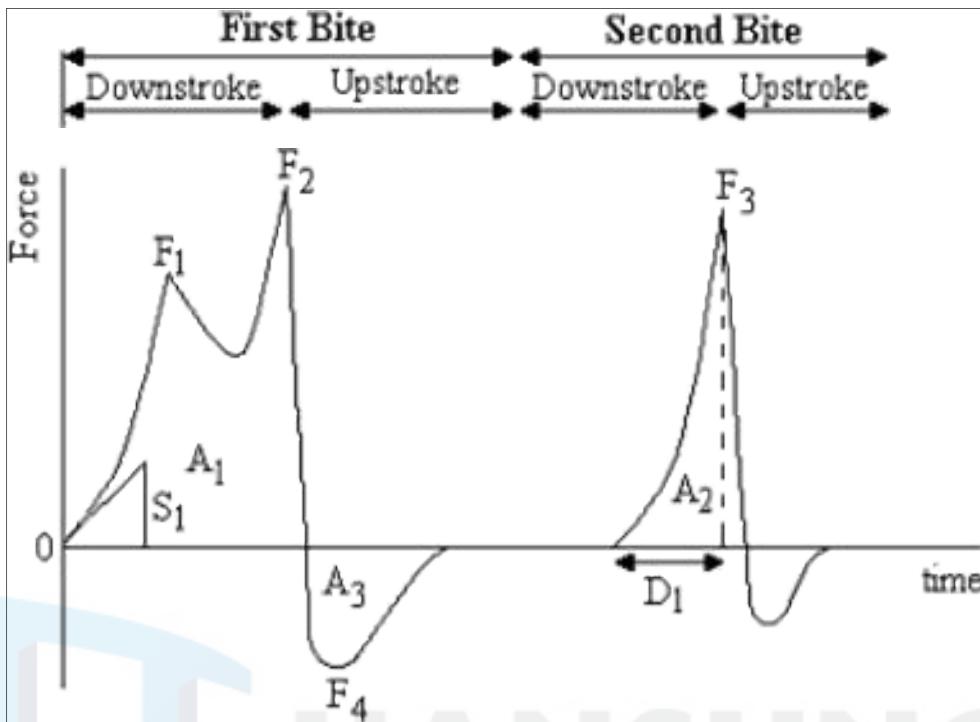


Fig. 1. Typical curve of texture profile analysis.

Texture profile parameters are determined from: Fracturability = F_1 , Hardness = F_2 , Cohesiveness = A_2/A_1 , Adhesiveness = (based on) A_3 , Springiness = D_1 , Gumminess = hardness \times cohesiveness = $F_2 \times A_2/A_1$, Chewiness = hardness \times cohesiveness \times springiness = $F_2 \times A_2/A_1 \times D_1$, Modulus of deformability (based on) slope, S_1

제 3 장 실험의 재료 및 방법

제 1 절 실험 재료

참취는 2010년 5월, 강원도 원주에서 수확 즉시 실온 ($23 \pm 2^{\circ}\text{C}$)에서 3회 수세하고 20분간 풍건하여 -20°C 로 동결한 후 -70°C 에서 동결건조 (Vacuum Freeze Dryer, VFD0030-5085, Hanil Sci. Ind. Co. Incheon, Korea)하였다. 동결건조한 참취를 일정 크기 (1mm)로 마쇄하여 케이크 제조시에 사용하였다. 여분의 참취분말은 -20°C 에서 보관하였다.

박력분과 정백 당은 큐원 (삼양사) 제품을, 버터 (서울우유)는 무염으로 된 것을 구입하였고, 계란 (팜에버)은 파운드 케이크 제조일에 생산된 것으로 사용하였다.

Butylated hydroxytoluene (BHT), Folin - Ciocalteu reagent, gallic acid, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), thiobarbituric acid (TBA), 및 α -linolenic acid는 Sigma-Aldrich Chemical (St. Louis, USA)로부터, (\pm)-6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox C)와 trichloroacetic acid (TCA)는 Fluka Chemie (Buchs, Switzerland)로부터 구입하였다. 그 외의 모든 시약은 분석용 (analytical grade)을 사용하였다.

제 2 절 실험 방법

1. 케이크 반죽 (Cake batter) 및 파운드 케이크의 제조

파운드 케이크의 재료 배합 비율은 Table 1과 같다. 제조 방법은 반죽기 (KM-800, Kenwood, England)에 버터와 설탕을 넣고 3분간 혼합하여 크림 화시킨 후, 계란을 3-4회에 나누어 넣으면서 5분간 혼합하여 버터와 계란이 분리되지 않도록 한 후, 물을 넣고 30초간 혼합하였다. 밀가루, 탈

지분유, 베이킹파우더, 소금 및 참취 분말을 체에 친 후 가볍게 혼합하여 반죽 (batter)을 완성하였다.

파운드 케이크 반죽 250g를 베이킹 틀 (길이 180mm × 넓이 76mm, 내부높이 50mm)에 넣어 175°C로 예열된 오븐에서 45분간 구운 후, 실온 (25 ± 1°C)에서 2시간 동안 냉각한 후 시료로 사용하였다.

Table 1. Formulas for the pound cake added with lyophilized *Aster scaber* powder

Ingredients (g)	Control	AS-1	AS-2	AS-3
Cake flour	100	95	90	80
Sugar	80	80	80	80
Egg	80	80	80	80
Butter	80	80	80	80
Water	20	20	20	20
Non-fat dry milk	1	1	1	1
Baking powder	2	2	2	2
Salt	1	1	1	1
Lyophilized <i>A. scaber</i> powder	0	5	10	20

2. 반죽의 물리화학적 특성

반죽 5g에 증류수 45mL과 해사 (sea sand) 1g를 넣고 3분간 교반시킨 후, 10분간 원심분리 (750g, 25 ± 1°C)한 후, 상등 액의 pH를 측정하였다. 제조 직후 반죽의 수분함량을 적외선수분측정기 (Moisture analyzer, MS-70, A&D Co. Tokyo, Japan)로 측정하였다. 반죽 200mL 중량을 물 20mL 중량으로 나누어 비중을 측정하였다.

반죽 6mL를 Petri dish (50 × 12mm)에 가득 담아 색차계 (Color meter JX777, Minolta Japan)를 이용하여 명도 (L , lightness), 적색도 (a , redness), 및 황색도 (b , yellowness)로 측정하였다. 표준 백판의 보정치는 $L = 98.46$, $a = -0.23$, 그리고 $b = 1.02$ 이었다.

반죽 50mL를 폴리에틸렌 컵에 담고 실온 (25 ± 1°C)에서의 반죽의 점도를 측정하였다 (Sine-wave vibro viscometer, SV-10. A&D Co. Tokyo, Japan).

3. 일반성분 분석

파운드 케이크의 수분함량은 적외선수분측정기 (Moisture analyzer, MS-70, A&D Co. Tokyo, Japan)로 측정하였다.

참취 파운드 케익을 동결건조한 후 마쇄 (Food mixer, HMF- 3100S, Hanilelectric Co. Seoul, Korea)하여 수분을 제외한 일반성분 분석의 시료로 사용하였다.

조단백질은 AOAC 984.13 A-D (AOAC, 2006), 조지방은 AOAC 920.39 A (AOAC, 2006), 조회분은 AOAC 942.05 (AOAC, 2006) 방법으로 분석하였고, 식이섬유는 AACC 32-07 (AACC, 2000) 방법으로 분석하였다.

당질 (환원당)은 Somogyi-Nelson 법으로 분석하였다.⁷²⁾

무기질 함량을 측정하기 위해, 동결건조한 파운드 케이크 0.1g (건조중량)에 HNO_3 을 가해 유기물을 분해하였다. 분해된 시료를 100mL가 되도록 정용한 후, ICP-MS (Optima 4300DU, VG Elemental, Perkin Elmer, USA)로 분석하였다.

72) Somogyi M. (1952), Note on sugar determination. *Journal of Biological Chemistry* 195, pp.19-25.

4. 파운드 케이크의 물리적 품질 특성

파운드 케이크의 중량은 굽고 실온에서 2시간동안 냉각시킨 후 측정하였으며, 부피는 종자치환법⁷³⁾으로 측정하였다. 파운드 케이크의 비용적은 케이크의 부피를 중량으로 나누어 산출하였으며, 반죽 수율과 굽기손실률은 다음의 식으로 계산하여 나타내었다.⁷⁴⁾

$$\text{비용적 (mL/g)} = \frac{\text{완제품의 부피 (mL)}}{\text{완제품의 중량 (g)}}$$

$$\text{반죽수율 (\%)} = \frac{\text{반죽의 중량 (g)}}{\text{완제품의 중량 (g)}} \times 100$$

$$\text{굽기손실률 (\%)} = \frac{\text{반죽중량 (g)} - \text{완제품의 중량 (g)}}{\text{반죽중량 (g)}} \times 100$$

5. 수분보유력

실온에서 방냉한 파운드 케이크 1g을 시험관에 넣고 증류수 20mL를 가하여 30분간 교반한 ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) 후 원심분리 (3,000rpm, 10분, $25 \pm 1^\circ\text{C}$) 하였다. 상등 액을 제거한 후 침전물의 중량을 측정하여 파운드 케이크의 수분보유력을 다음과 같이 측정하였다.

$$\text{수분보유력 (\%)} = \frac{\text{침전시료중량 (g)} - \text{시료중량 (g)}}{\text{시료중량 (g)}} \times 100$$

73) Pyler E. J. (1979). Physical and chemical test method. Baking science and technology. 2nd ed., pp.891-895. Sosland Publication Company, Kansas, USA.

74) Summu G, Sahin S, and Sevimli M. (2005). Microwave, infrared and infrared-microwave combination baking. *Journal of Food Engineering* 71, pp. 150-155.

6. 물성

파운드 케이크를 $3 \times 3 \times 3$ cm의 입방체로 잘라 물성을 측정하였고, 그 조건은 Table 2와 같다 (Texture analyzer TA-XT2, Stable Microsystem. LTD. UK).

Table 2. Operating condition for texture profile analysis

Classification	Condition
Pretest speed	10.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Posttest speed	1.0 mm/sec
Probe	P10 (10 mm DIA cylinder aluminium)
Sample area	3.0 mm ²
Contact force	5.0 g
Threshold	20.0 g
Distance	10.0 mm
Strain deformation	90.0 %

7. 색도

파운드 케이크의 색도는 crust와 crumb로 나누어 측정하였다. 즉, 케이크를 crust와 crumb로 나누어 분쇄한 후 Petri dish (50 \times 12 mm)에 가득 담아 색차계 (Color meter JX777, Minolta Japan)를 이용하여 Hunter의 명도 (L , lightness), 적색도 (a , redness), 및 황색도 (b , yellowness)로 나타내었다. 표준 백판의 보정치는 $L = 98.46$, $a = -0.23$, 그리고 $b = 1.02$ 이었다. Hue angle (색상)은 $(\tan^{-1} (b^*/a^*))$ 로, 채도 (chroma 또는 intensity)는 $((a^{*2}+b^{*2})^{1/2})$ 로 산출하였다.

8. 향기성분

제조한 후 실온에서 2시간 동안 냉각한 파운드 케이크 시료 (500g)를 분쇄한 후 dichloromethan : pentane = 2 : 1 (v/v)의 혼합용매 (1L)를 가하여 실온에서 3분간 shaking한 후 용매를 회수하였다. 파운드 케이크의 향기성분 추출수율을 향상시키기 위하여 상기 조작을 10회 반복하고 회수한 용매는 무수황산나트륨을 통과시켜 용매에 포함된 수분을 제거한 후 40°C에서 감압 농축하였다. 이 농축 물을 1mL 추출용매에 재용해하여 향기성분분석에 사용하였다.

향기성분의 분리 및 확인을 위하여 gas chromatography (GC, Hewlett-Packard 5890A)를 수행하였다. Detector는 flame ionization detector (FID) 및 mass detector를 사용하였고, column은 capillary column (HP-1, 30m × 0.25mm i. e. × 0.33mm)을 사용하였다. Injector와 Detector의 온도는 각각 250°C로 맞추었다. 오븐의 온도는 50°C에서 5분간 유지시킨 후 3°C/min으로 230°C까지 승온하여 230°C에서 30분간 유지하였다. Carrier gas는 GC 분석시에는 질소 (1mL/min)를, GC-MS 분석시에는 헬륨 (1mL/min)을 사용하였고, 시료의 injection volume은 1µL로 하였다. GC-MS spectrum은 NIST Hewlett-Packard 59942C original library의 mass spectra와 비교하여 향기성분을 확인하였다.

9. 관능검사

관능검사는 10대에서부터 60대까지의 남녀 24명을 관능검사요원으로 선정하여 본 실험의 목적과 평가방법에 대해 잘 인지할 수 있도록 사전교육을 실시하였다. 평가항목은 케이크 외관 (figure), 내부의 색 (color), 향기 (flavor), 맛 (taste), 질감 (texture), 및 전체적인 수용도 (overall acceptability)에 대하여 관능특성이 좋을수록 10점 쪽에, 낮을수록 1점 쪽에 표시하도록 하였다. 각 시료마다 무작위로 조합된 3자리 숫자가 주어졌으며, 동일크기로 자른 후에 시료의 번호가 적혀진 일회용 접시에 담아 제시하였다.

10. 총폴리페놀화합물 함량

동결건조한 파운드 케이크를 메탄올과 물로 실온에서 2시간 동안 추출하여 감압농축한 후 항산화능 분석의 시료로 사용하였다. 총폴리페놀 함량 (total polyphenol content, TPC)은 Folin-Ciocalteu 방법⁷⁵⁾을 사용하였다. 각각의 시료 100 μ L를 시험관에 옮기고, 500 μ L의 증류수를 가하였다. Folin-Ciocalteu reagent 250 μ L, Na₂Co₃ 1.25mL를 넣은 후 45°C에서 15분간 인큐베이션 하였다. 시료의 흡광도는 725nm에서 측정하였다. Gallic acid (100~1,000 μ g/mL)를 이용한 calibration curve ($R^2 = 0.9846$)로부터 TPC 함량을 산출하여 gallic acid/100g 건조중량으로 나타내었다.

11. 베타카로틴 함량

동결건조한 파운드 케이크 시료 5g에 증류수 1mL를 가한 후 ethyl ether: petroleum ether (1: 1, v/v) 10mL를 가하여 강하게 혼합한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하였다 (4°C). 상층 액만을 취하고, 잔류물에 동일한 용매를 가하여 추출하는 조작을 3회 반복하였다. 추출된 용액의 용매를 감압농축한 후 acetone에 용해시켜 전량을 20mL로 하였다. 이를 여과하여 HPLC 분석 시료로 사용하였다. HPLC 분석시 stationary phase는 C18 (250 mm × 4.6 mm, YMC Co., Japan)이었고, mobile phase는 acetone: water = 100: 5 (flow rate: 1mL/min)이었고, detector의 파장은 450nm이었다.

12. Organic radical scavenging effect

Hydrogen-donating 또는 radical scavenging ability는 DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)법을 이용하였다. 100 μ L 시료에 2.9mL DPPH (0.1mM in ethanol)를 가하여 혼합하여 reaction mixture를 만들었다. Reaction mixture를 강하게 혼합하여 어두운 곳에 30분간 인큐베이션 하였다 (실온). DPPH radical를 환원시킨 정도를 517nm에서 측정하였다. Organic radical scavenging 효과는 DPPH radical를 50% 소거할 수 있는

75) Sepulveda R. T and Watson R. R. (2002). Treatment of antioxidant deficiencies in AIDS patients. *Nutrition Research* 22, pp.27-37.

시료의 농도 (IC_{50})로 나타내었다.

13. Peroxyl radical scavenging effect

ORAC (oxygen radical absorbance capacity)의 방법으로 측정하였다.⁷⁶⁾ 25 μ L 시료 (100 μ g/mL), blank, Trolox calibration solution (0~100 μ M)을 4 M fluorescein 150 μ L과 혼합한 후 173 mM/L AAPH 용액 25 μ L를 가하여 37°C에서 15분간 인큐베이션 하였다. Fluorescence를 4시간 동안 2분 간격으로 측정하였다. AAPH (2,2'-azobis-(2-methyl-propanimidamide) dihydrochloride)는 peroxy radical generator로, trolox는 standard로 사용하였다. ORAC 분석은 pH 7.4 phosphate buffer에서 수행하였다 (37°C). 485 nm (excitation)와 520nm (emission)에서 fluorescence를 측정하였고, 최종 ORAC 값은 net area under the dacy curve를 사용하여 trolox equivalent (TE)로 나타내었다.

14. Metal reducing power

Metal reducing power는 FRAP (ferric reducing ability of plasma)을 이용하였다 (Benzie & Strain, 1996). 900 μ L FRAP reagent (2.5mL of a 10 mM TPTZ in 40 mM HCl plus 2.5mL of 20mM $FeCl_3 \cdot H_2O$ 와 25 mL of 0.3M acetate buffer, pH 3.6), 90 μ L 중류수와 30 μ L 시료 (100 μ g/mL) 또는 blank를 넣고 혼합한 후 어두운 곳에서 30분간 반응시켰다. 흡광도를 595 nm에서 측정하였고, 결과는 trolox equivalent (TE)로 나타내었다.

15. 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하여 '평균 \pm 표준편차'로 표시하였다. 일원배치분산분석 (ONEWAY-Analysis of Variance)에서 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 Duncan의 다중분석법으로 유의차를 검정하였다.

Simple linear regression analysis를 통해 Pearson's correlation

76) Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Defraigne J, and Dommes J. (2009). Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. *Food Chemistry* 113, pp1226-1233.

coefficient로 나타내었다. 통계분석에는 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, ver. 14.0, SPSS Inc., IL, USA) 프로그램을 사용하였다.



제 4 장 실험결과 및 고찰

제 1 절 케이크 반죽의 물리적 특성

1. 반죽의 pH

동결건조한 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크 반죽의 pH를 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하여 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. 참취 분말을 5g과 10g을 첨가한 시료 간에는 유의적인 차이가 없었고, 10g과 20g을 첨가한 시료 간에도 유의적인 차이는 없었다. 참취 분말을 첨가할수록 pH가 증가하는 것은 참취 분말 자체의 pH가 8.54 ± 0.02 정도로 높기 때문인 것으로 사료되었다.

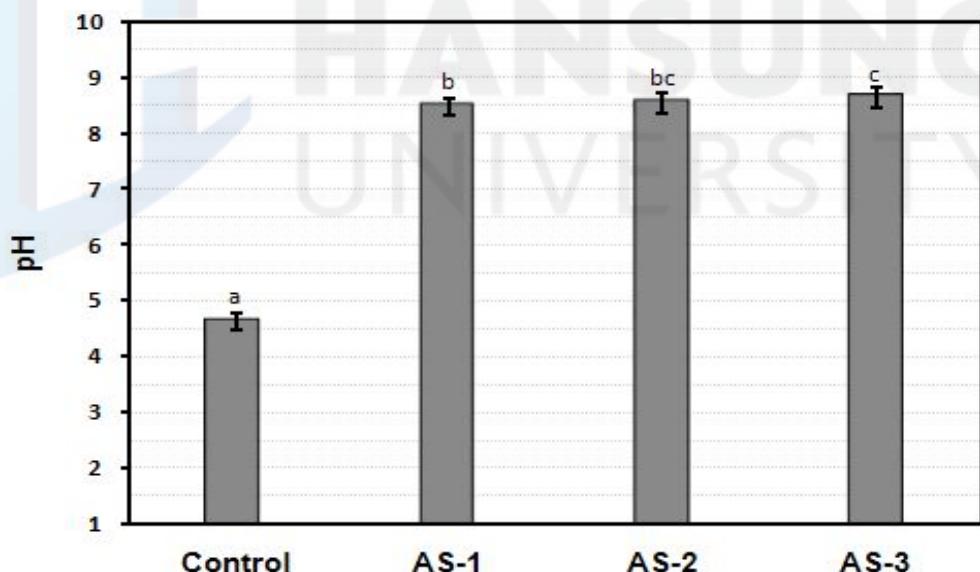


Fig. 2. pH of the pound cake batter added with lyophilized *A. scaber* power.

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Different letters in figure indicate significantly different ($p<0.05$).

2. 반죽의 색도

동결 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크 반죽의 색도를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 동결 참취 분말을 첨가함으로써 반죽의 명도 (*L* value)는 유의적으로 감소하였고, 녹색도 (*a* value)와 황색도 (*b* value)는 유의적으로 증가하였다. 색도와 동결 참취 분말 첨가량 간의 Pearson's correlation coefficient (*r*²)는 명도가 *r*² = -0.923 (*p* = 0.01)이었고, 녹색도가 *r*² = -0.912 (*p* = 0.01)이었으며, 황색 도는 *r*² = 0.942 (*p* = 0.01)이었다. 즉, 동결 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽의 명도와 녹색 도는 유의적으로 감소하였고, 황색 도는 유의적으로 증가하였다.

Table 3. Effects of addition of lyophilized *A. scaber* powder on the color characteristics of pound cake

Chromaticity	Control	AS-1	AS-2	AS-3
<i>L</i> value	75.40±0.12 ^a	66.60±0.26 ^b	62.17±0.32 ^c	57.55±2.09 ^d
<i>a</i> value	-2.50±0.10 ^a	-6.27±0.12 ^b	-7.07±0.11 ^c	-9.06±0.14 ^d
<i>b</i> value	16.47±0.15 ^a	16.50±0.22 ^a	18.27±0.05 ^b	19.10±0.02 ^c

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in a column denote values that were not significantly different (*p* < 0.05), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

3. 반죽의 수분함량 및 비중

동결 참취 분말을 첨가한 반죽의 수분함량 및 비중의 변화를 Table 4에 나타내었다. 케이크 반죽의 수분함량은 동결 참취 분말을 첨가함으로써 증가하였으나 AS-1과 대조구 간의 유의적인 차이는 관측되지 않았다. 케이크 반죽의 비중도 동결 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 케이크 반죽에 microcrystalline cellulose와 같은 섬유소를 첨가하였을 때 반죽의 비중이 증가되었다는 연구 결과가 보고되었다.⁷⁷⁾ 또한 녹차 가루를 넣은 쉬폰 케이크 반죽에서 첨가되는 녹차 가루의 양이 증가함에 따라 반죽의 비중이 증가한 것과 일치하는 결과이다.⁷⁸⁾ 본 연구에 사용된 cake flour의 식이섬유소 함량은 $0.35 \pm 0.083\%$ (w/w)이었고, 동결 참취 분말의 식이섬유소 함량은 $58.21 \pm 0.972\%$ (w/w)이었다. 따라서 동결 참취 분말을 첨가하였을 때 반죽의 비중이 증가된 원인은 참취 분말에 포함된 섬유소인 것으로 사료되었다.

77) Brys K. D and Zabik M. E. (1976). Microcrystalline replacement in cakes and biscuits. *Journal of the American Dietetic Association* 69, pp.50-55.

78) Lu T. M, Lee C. C, Mau J. L, and Lin S. D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry* 119, pp.1090-1095.

Table 4. Moisture content and specific gravity of the pound cake batter added with lyophilized *A. scaber* powder

	Control	AS-1	AS-2	AS-3
Moisture (%)	32.97±0.05 ^a	33.18±0.29 ^a	34.41±0.33 ^b	37.27±0.14 ^c
Specific gravity	0.511±0.002 ^a	0.518±0.003 ^b	326.03±2.32 ^c	411.77±1.56 ^d

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in a column denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

4. 반죽의 점도

동결 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크 반죽의 점도를 실온 ($25 \pm 1^{\circ}\text{C}$)에서 측정하였다 (Fig. 2). 동결 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽의 점도가 급격히 증가하였고, 참취 첨가량과 반죽의 점도 사이에는 강한 양의 상관관계 ($r^2 = 0.914$, $p \leq 0.01$)를 나타내었다. 참취 분말을 첨가함으로써 반죽의 점도가 증가하는 원인은 섬유소 때문인 것으로 사료되었다. 즉, 섬유소가 수분을 흡수하기 때문에 반죽의 점도가 상승되는 것으로 사료되었다. 이러한 결과는 케이크 반죽에 흰 강낭콩 껍질, 사과껍질 및 녹차가루를 첨가하였을 때와 일치하였다.⁷⁹⁾

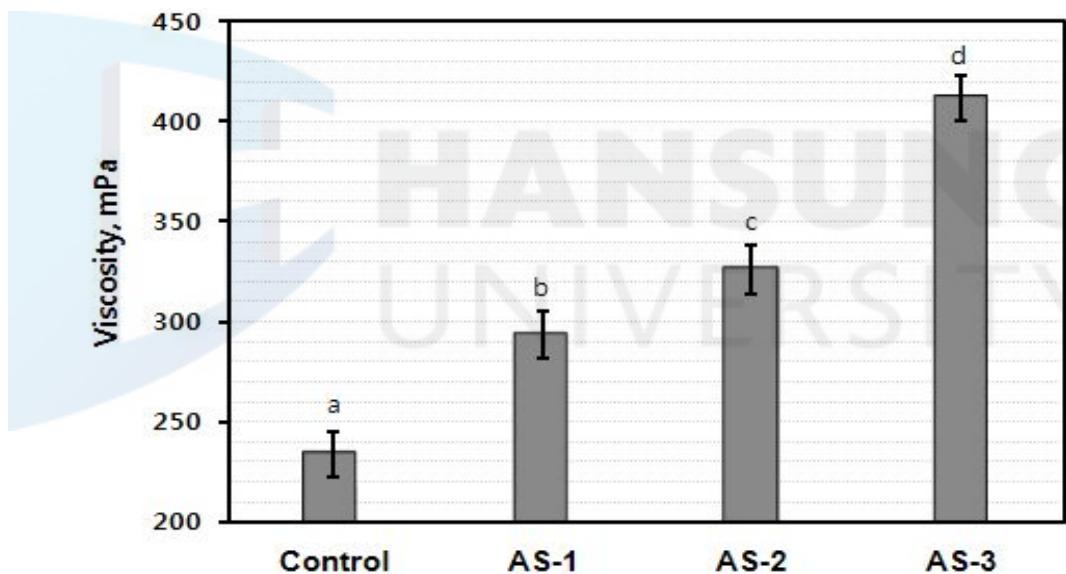


Fig. 3. Viscosity of the pound cake batter added with lyophilized *A. scaber* powder.

- 79) Lu T. M, Lee C. C, Mau J. L, and Lin S. D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry* 119, pp.1090-1095.
Masood F. A, Sharma B, and Chauhan G. S. (2002). Use of apple as a source of dietary fiber in cakes. *Plant Foods for Human Nutrition* 57, pp.121-128.
De Fouw C, Zabik ME, Uebersa M. A, and Aguilera J. M. (1982). Use of unheated and heat treated navy bean hulls as a source of dietary fiber in spice flavoured layer cakes. *Cereal Chemistry* 59, pp.22-230.

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in figure denote values that were not significantly different ($p<0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

제 2 절 동결 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 특성

1. 파운드 케이크의 일반성분 분석

동결 건조 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 일반성분을 분석한 결과를 Table.5에 나타내었다. Table 5에서와 같이 열량은 참취 첨가량이 증가하면서 최대 15Kcal까지 감소하였으나 실험구 사이에 유의적인 차이는 관측되지 않았다 ($p = 0.165$). 조지방 및 환원당 함량은 참취 분말이 첨가됨으로써 조지방은 약 0.11~0.61g까지, 환원당은 약 0.17~0.21g까지 각각 감소하였으나 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다 (조지방; $p = 0.511$, 환원당 $p = 0.092$). 따라서 조지방 및 환원당 함량이 감소하여 열량도 감소한 것으로 사료되었다.

Table 5. Proximate composition of pound cake prepared with lyophilized *A. scaber* powder replacement

	Control	AS-1	AS-2	AS-3
Energy (Kcal)	406.69±10.99	406.19±10.84	392.58±10.29	392.09±3.96
Moisture (%)	24.56±0.66 ^a	24.97±0.81 ^a	39.01±0.39 ^b	40.88±0.36 ^c
Crude protein (g)	5.52±0.15 ^a	5.74±0.15 ^a	5.77±0.14 ^a	6.21±0.06 ^b
Crude fat (g)	21.93±0.59	22.04±0.58	21.43±0.52	21.67±0.22
Ash (g)	0.76±0.021 ^a	0.91±0.024 ^b	1.03±0.027 ^c	1.32±0.013 ^d
Reducing sugar (g)	46.98±1.27	46.81±1.25	45.13±1.18	44.86±0.45
Dietary fiber (%)	0.05±0.001 ^a	0.91±0.023 ^b	1.71±0.045 ^c	3.39±0.034 ^d

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in a row denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

동결 참취 분말을 첨가하여 제조한 파운드 케이크의 일반성분 중에서 수분, 조단백질, 회분 및 식이섬유소 함량은 대조구에 비하여 참취 첨가구에서 유의적으로 증가하였다. 참취 분말을 밀가루로 대체함으로써 파운드 케이크의 수분함량은 약 0.4~16.32%까지, 식이섬유소 함량은 0.86~3.24배 까지 각각 증가하였다. 케이크의 수분 함량이 증가한 것은 식이섬유소 함량의 증가가 원인인 것으로 사료되었다. 식이섬유소가 다량의 수분을 보유 할 수 있으므로 케이크 내에 다량의 수분을 포집할 수 있었던 것으로 사료되었다.

참취 첨가구는 대조구에 비하여 조단백질 함량은 0.22~0.69g, 회분 함량은 0.15~0.56g까지 높았다. 밀가루의 조단백질 함량이 8.76 ± 0.32 g/100g, 회분 함량이 0.18 ± 0.087 g/100g이었고, 참취 분말의 조단백질 함량은 23.14 ± 0.65 g/100g (건조중량), 회분 함량은 10.67 ± 0.026 g/100g (건조중량)이었다. 대조구보다 참취 첨가구에서 조단백질 및 회분 함량이 증가한 것은 밀가루를 참취 분말로 첨가하였기 때문으로 사료되었다.

파운드 케이크는 열량이 높은 것이 단점으로 지적되었고, 열량이 적은 파운드 케이크 (lighter pound cake)를 제조하기 위한 노력들이 보고되고 있다.⁸⁰⁾ 참취 분말을 첨가함으로써 전통적인 방법으로 제조한 파운드 케이크보다 열량이 감소하였고, 식이섬유, 단백질 및 회분 함량이 증가하였다. 따라서 참취를 첨가함으로써 영양성분은 증가하고 열량이 감소한 파운드 케이크를 제조할 수 있을 것으로 사료되었다.

80) Wilderjans E, Luyts A, Goesaert H, Hrijs K, Delour J. A. (2008). The role of gluten in a pound cake system: A model approach based on gluten-starch blends. *Food Chemistry* 110, pp.909~915.

Wilderjans E, Lagrain B, Rbjs K, and Delcour J. (2010). Impact of potassium iodate in a pound cake syste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, pp. 6465~6471.

Sudha M. L, Baskaran V, and Leelavathi K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry* 104, pp.686~692.

2. 파운드 케이크의 무기성분 분석

참취 파운드 케이크의 회분 함량이 대조구보다 유의적으로 높았기 때문에 무기성분 분석을 수행하였다. 참취 첨가구는 대조구보다 칼슘 함유량이 약 113~150% 정도가 유의적으로 증가하였다. 2005년 국민건강영양조사에 의하면 영유아 및 청소년층에서의 칼슘섭취량은 권장량의 60~75% 범위로 매우 낮게 나타났으며⁸¹⁾ 여성 노인층에서는 권장량의 약 55% 정도만을 섭취하고 있는 것으로 나타났다.⁸²⁾ 이와 같이 칼슘은 우리 식생활에서 섭취량이 권장량에 비해 가장 미흡한 영양소로⁸³⁾ 칼슘의 섭취를 증가시키려는 노력들이 있어왔다.⁸⁴⁾ Table 6에서와 같이 참취 분말의 첨가량에 비례하여 파운드 케이크에 포함된 칼슘 함량이 증가되었다. 따라서 참취 분말 첨가 파운드 케이크는 칼슘의 섭취를 증가시킬 수 있을 것으로 사료되었다.

식품 내에 함유된 인과 칼슘이 함량 비 (ratio)는 칼슘의 흡수에 영향을 주는 요인이다.⁸⁵⁾ Table 6에서와 같이 참취분말 첨가량이 증가할수록 인의 함량이 증가하였으나 대조구와 실험구 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ($p = 0.063$). 따라서 참취 분말 첨가로 인하여 파운드 케이크의 함량이 증가할지라도 칼슘의 흡수에는 영향을 미치지 않을 것으로 사료되었다.

참취 첨가구는 대조구보다 철분 함유량이 약 113~150% 정도가 유의적으로 증가하였다. 한국인의 철분 영양 상태는 WHO가 정하는 기준으로 판정했을 때, 10세 이상 인구의 2.6~23.1%가 빈혈이며, 특히 65세 이상의

81) 보건복지부, 질병관리본부(2006), 『국민건강영양조사』, 제 3기 (2005) 총괄보고서. p. 14.

82) 정용진, 김주남, 서지형, 김경은(2004), 「액상칼슘 섭취가 중년여성의 골밀도에 미치는 영향」, 『한국식품영양과학회지』, 33, pp.995-999.

83) 보건복지부, 질병관리본부(2006). 전케서, p.16

84) 양승준, 민용규, 정현상, 조경주, 박광순(2003), 「침치조건이 칼슘 강화미 제조에 미치는 영향」, 『한국식품과학회지』, 35, pp.604-609.

황인경, 변진원. (1996). 「칼슘강화 두유의 제조 및 단백질과 칼슘의 체외 소화특성」, 『한국식품과학회지』, 28, pp.995-1000.

85) 정혜경, 김종연, 이현숙, 김종여. (1997), 「흰쥐에서 칼슘과 인의 섭취비율이 체내 칼슘 및 골격대사에 미치는 영향」, 『한국영양학회지』, 30, pp.813-824.

노년층에서의 빈혈이 심각한 것으로 보고되었다.⁸⁶⁾ 철분은 해모글로빈의 구성 분으로 산소 운반 및 에너지 대사에 필수적이며 효소의 촉매인자로 이용되는 등 체내에서 중요한 역할을 한다. 따라서 철분결핍성 빈혈은 작업수행, 행동과 지능발달, 감염에 대한 저항능력 및 체온 조절능력 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 경제 여건과 관계없이 전 세계적으로 발생 빈도가 높은 공중 보건 문제로서 우리나라의 경우 전통적으로 철 분 섭취량이 부족한 형편이다. 따라서 철분 섭취를 증가시키기 위해 식품에 철분을 강화시키려는 노력들이 있어왔다.⁸⁷⁾ 참취 분말 첨가 파운드 케이크는 별도의 공정이나 특별한 노력 없이 철분의 섭취를 증가시킬 수 있는 것으로 사료되었다.



86) 보건복지부, 질병관리본부, 전계서, p.18.

87) 이종우, 전수진(2004), 「철분 강화 식품첨가제용 리포퓸의 제조 및 특성」, 『한국식품영양과학회지』, 33, pp.864-868.

김윤지(1999), 「철분강화 우유의 생이용성 평가」, 『한국식품영양과학회지』, 28, pp. 705-709.

김윤지, 윤칠석(1999), 「미세 괴복된 철분을 첨가한 요구르트의 저장 중 품질변화」, 『한국식품영양과학회지』, 28, pp.542-546.

Table 6. Mineral concentration of pound cake prepared with lyophilized *A. scaber* powder

	Control	AS-1	AS-2	AS-3
Ca (mg)	24.54±0.66 ^a	27.78±0.74 ^b	30.04±0.79 ^c	36.48±0.37 ^{d⁸⁸}
Fe (mg)	0.83±0.022 ^a	0.94±0.025 ^b	1.02±0.027 ^c	1.24±0.013 ^d
K (mg)	87.26±2.36 ^a	92.36±2.48 ^b	94.35±2.47 ^b	104.54±1.06 ^c
Na (mg)	207.26±5.60	208.30±5.58	202.59±5.31	204.91±2.07
P (mg)	69.72±1.88	70.68±1.85	71.37±1.91	74.04±0.75

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in a row denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

참취 첨가구의 칼륨 함유량은 대조구보다 105~120% 정도로 유의적으로 증가하였다. 나트륨과 칼륨은 세포액에 들어있는 주요 양이온으로 체내 삼투압 유지, 수분 및 산염기 평형 등의 항상성 유지, 신경 및 근육세포의 흥분과 자극전달 조절, 심장 박동 유지에 중요한 역할을 한다.⁸⁹⁾ 특히 칼륨은 과잉의 식염 섭취로 인해 유발된 고혈압에 대해 보호기능이 있어 고혈압 환자의 식이에 칼륨 섭취량을 증가시키도록 권장되고 있으나⁹⁰⁾ 일반

89) Ekhrd E. Z, Filer J. R. (1996). Salt, water, and extracellular volume regulation. Present knowledge in nutrition, 7th ed., ILSI Press, pp.265-271.

90) Tannen R. L. (1983). Effects of potassium on blood pressure control. Annals of Internal Medicine 98: 773-780. Kempner W. 1948. Treatment of hypertensive vascular disease with rice diet. *American Journal of Medicine* 4, pp.545-577.

적으로 식품의 가공 공정 중에 나트륨 함량은 증가되는 반면에 칼륨 함량은 감소되는 것으로 보고되고 있다.⁹¹⁾ 그러나 Table 6에서와 같이 참취 분말을 첨가함에 따라 나트륨 함량에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 ($p = 0.518$) 칼륨 함량은 유의적으로 증가하였다.

따라서 참취 분말 첨가량이 많은 파운드 케이크에서의 나트륨 증가량은 영양학적으로 문제되지 않을 것으로 사료되었다. 상기 서술한 바와 같이 파운드 케이크 제조시 동결 건조 참취 분말을 첨가함으로써, 영양소 강화 등 별도의 공정을 거치지 않고도 칼슘, 철분 및 칼륨 등의 영양소 섭취를 증가시킬 수 있는 것으로 사료되었다.

3. 파운드 케이크의 물리적 품질 특성

동결 건조 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 물리적 품질 특성을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 참취 분말 첨가구는 대조구에 비하여 파운드 케이크의 중량이 약 3~15% 정도 유의적으로 증가하였고, 참취 첨가량과 파운드 케이크 중량 간에는 강한 정(positive)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다 ($r^2 = 0.981$, $p < 0.01$). 이러한 결과는 미강을 파운드 케이크에 첨가하였을 때와 유사한 양상을 나타내었다.⁹²⁾

참취 첨가구의 부피는 대조구에 비하여 약 3~30%까지 유의적으로 증가하였으며, 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크의 부피도 증가하는 것으로 나타났다 ($r^2 = 0.941$, $p < 0.01$). 이는 저항전분, 해조류 및 밀감 분말을 첨가한 파운드 케이크의 특성에서 첨가물의 양이 증가할수록 파운드 케이크의 부피가 감소하였다는 연구⁹³⁾ 와는 다른 양상을 보였으나,

91) 임화재(2000), 「부산지역 학령전 아동의 식품섭취와 나트륨, 칼륨의 섭취 및 소변중 배설실태에 관한 연구」, 『한국영양학회지』, 33, pp.647-659.

92) 장경희, 강우원, 곽은정. 전개논문, pp.250-255.

93) 박영선, 신솔, 신길만. 전개논문, pp.662-668.

김명희, 김정옥, 신말식(2001), 「저항전분을 첨가한 스폰지 케이크의 특성」, 『한국식품영양과학회지』, 36, pp.30-40.

안정미, 송영선(1999), 「미역과 다시마 가루를 첨가한 케이크의 물리화학적 및 관능적 특성」, 『한국식품영양과학회지』, 28, pp.534-541.

구기자 및 미강 분말을 첨가한 파운드 케이크의 품질 특성에서 첨가물의 양이 일정 수준에 도달할 때까지는 케이크의 부피가 증가하였다는 연구⁹⁴⁾와는 일치하는 경향을 나타내었다.

Table 7에서와 같이, 파운드 케이크의 비용적은 참취 분말 첨가량이 증가할수록 약 10% 정도 증가하였다. 그러나 대조구와 5% 참취 첨가구에서는 차이를 나타내지 않았고, 10%와 20% 참취 첨가구 간에도 유의적인 차이는 없었다. 케이크의 비용적은 반죽에 혼입된 공기의 양과 구울 때 케이크의 골격을 형성시켜주는 글루텐 및 단백질의 함량과 관련이 있다고 보고 되었다. 본 연구에서는 참취 분말 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크의 부피가 증가되는 것으로 나타나, 소량의 밀가루를 참취 분말로 대체하였을 때 제빵 특성이 저하되지 않았다. 이는 밀가루 함량이 감소하였으므로 글루텐 양도 감소하였으나, 참취 분말을 첨가함으로써 단백질을 보충하는 효과를 나타냈기 때문으로 사료되었다. 즉, 참취 첨가량이 증가할수록 단백질 함량이 증가한 것 (Table 5)을 고려하면, 참취 첨가구에 함유된 다량의 단백질이 파운드 케이크의 부피 형성에 바람직한 영향을 미친 것으로 사료되었다.

반죽 수율은 참취 첨가량이 증가할수록 감소하여 강한 음 (negative)의 상관관계 ($r^2 = -0.914$, $p < 0.01$)를 나타내었다. 이는 캐슈 및 밀감분말을 첨가한 파운드 케이크에서 반죽 수율이 감소하였다.⁹⁵⁾는 연구결과와 일치하는 경향이었다.

굽기 손실율은 참취 첨가구가 대조구에 비하여 약 1.1~2.6 배 가량 감소하였다 ($r^2 = -0.982$, $p < 0.01$). 이는 버찌를 첨가한 경우.⁹⁶⁾와는 다른 경향이었으나, 캐슈를 첨가한 경우.⁹⁷⁾ 혹은 마늘을 첨가한 경우.⁹⁸⁾ 밀감분말

94) 장경희, 강우원, 곽은정. 전계논문, pp.250~255.

95) 최순남, 정남용(2006). 「식물성유를 사용한 파운드 케이크의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 22, pp.808~814.

96) 박영선, 신솔, 신길만(2008), 「밀감 분말을 첨가한 파운드 케이크의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 15, pp.662~668.

97) 김경희, 황혜림, 윤미향, 조지은, 김미선, 육홍선. 전계논문, pp.926~934.

98) 최순남, 정남용(2010), 「캐슈를 첨가한 파운드 케이크의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』, 26, pp.198~205.

98) 김경희, 이정옥, 백승한, 육홍선, 전계논문, 19, pp.238~246.

을 첨가한 경우⁹⁹⁾ 의 연구와 일치하는 경향이었다. 굽는 과정 중에는 반죽에 열이 가하여집으로써 반죽 내에 있던 수분이 기체로 빠져나가기 때문에 굽기 손실이 발생하게 된다.¹⁰⁰⁾ 따라서 굽기 손실이 적을수록 케이크 내에 보존되는 수분의 양이 많기 때문에 케이크가 보다 더 촉촉한 질감을 나타낼 수 있다.¹⁰¹⁾ 따라서 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크의 물리적 특성이 향상될 것으로 사료되었다.



99) 박영선, 신솔, 신길만. 전 케논문, pp.662-668.

100) Pomeranz Y. 1978. Wheat chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists. M. N, USA. p.756.

101) Berglund P. T, and Hertsgaard D. M. (1986). Use of vegetable oils at reduced levels in cake, pie crust, cookies and muffins. *Journal of Food Science* 51, pp. 640-644.

Table 7. Physical properties of pound cake prepared with lyophilized *A. scaber* powder

	Control	AS-1	AS-2	AS-3
Weight (g)	252.44 \pm 1.45 ^a	260.18 \pm 1.29 ^b	275.19 \pm 3.99 ^c	290.86 \pm 15.5 ^d
Volume (mL)	641.54 \pm 1.97 ^a	659.70 \pm 2.01 ^b	778.89 \pm 3.24 ^c	823.85 \pm 6.55 ^d
Specific volume (mL/g)	2.54 \pm 0.01 ^a	2.54 \pm 0.01 ^a	2.83 \pm 0.03 ^b	2.83 \pm 0.01 ^b
Dough yield (%)	124.78 \pm 0.72 ^a	121.07 \pm 0.60 ^b	114.48 \pm 1.66 ^c	108.31 \pm 0.89 ^d
Baking loss rate (%)	19.86 \pm 0.46 ^a	17.40 \pm 0.41 ^b	12.64 \pm 1.27 ^c	7.66 \pm 0.76 ^d

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in a row denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

4. 파운드 케이크의 수분보유력

전술한 바와 같이 참취 첨가구에서의 식이섬유 함량이 높고, 굽기 손실이 낮았다. 따라서 동결 건조 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 수분보유력을 측정하였다 (Fig. 3). Fig. 3.에서와 같이, 대조구가 약 57%로 가장 낮은 수분보유력을 나타내었고, 참취 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크가 보유하는 수분의 양이 유의적으로 증가하였다. 즉 참취 첨가구는 대조구에 비하여 최소 약 3%에서 최대 약 30% 정도의 수분을 더 보유하였다.

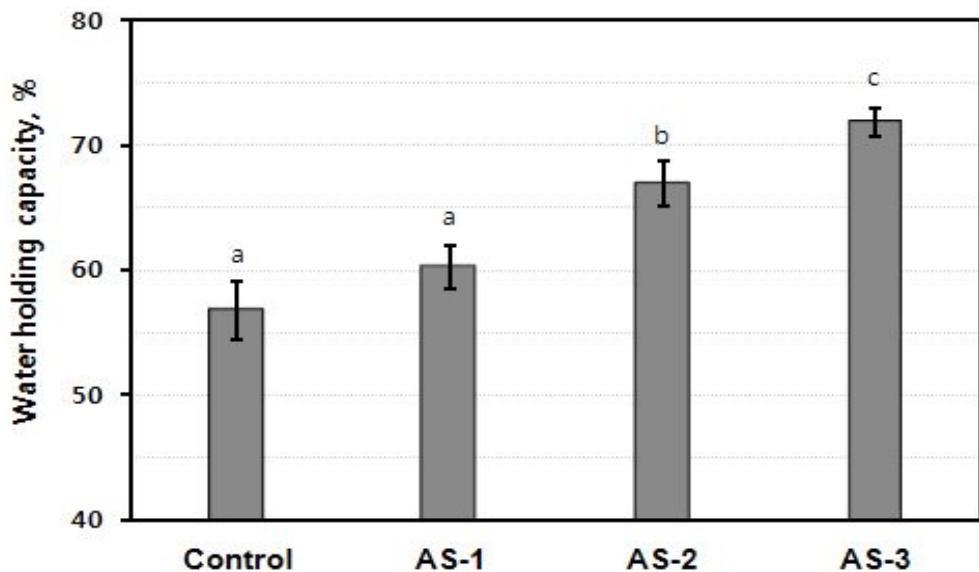


Fig. 4. Water holding capacity of pound cake with diverse concentration of lyophilized *A. scaber* powder.

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in figure denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

박 등¹⁰²⁾ 은 파운드 케이크 제조시 당 및 섬유소 함량이 높은 물질을 첨가하면 케이크의 수분보유력이 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 참취 분말을 첨가함으로써 파운드 케이크의 식이섬유소 함량이 대조구에 비해 최대 3배까지 증가하였다 (Table 5). 따라서 참취 분말 첨가량, 식이섬유소 함량 및 수분보유력 사이의 상관관계를 분석하였다 (Table 8). 참취 첨가량과 케이크의 식이섬유소 및 수분보유력 간에는 강한 양의 상관관계가 성립되었고, 식이섬유소 함량과 수분보유력 사이에도 강한 양의 상관관계가 성립되었으나, 환원당과 수분보유력 간에는 상관관계를 나타내지 않았다. 따라서 동결 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 수분보유력이 대조구보다 유의적으로 높은 것은 참취분말의 첨가에서 기인한 식이섬유

102) 박영선, 신솔, 신길만. 전계논문, pp.662-668.

소 때문인 것으로 사료되었다.

Table 8. Pearson's correlation coefficients between the *A. scaber* concentration, water holding capacity, dietary fiber, and/or reducing sugar concentration of the pound cake added with *A. scaber* powder.

	AS	WHC	DF	RS
AS	1.000	0.949 ^a	0.987 ^a	-0.659
WHC	0.949 ^a	1.000	0.945 ^a	-0.769
DF	0.987 ^a	0.945 ^a	1.000	-0.645
RS	-0.659	-0.769	-0.645	1.000

AS; concentration of *A. scaber*, WHC; water holding capacity of pound cake, DF; concentration of dietary fiber in the pound cake, RS; concentration of reducing sugar in the pound cake. Superscript letter means significantly correlated between categories ($p < 0.01$), analyzed by Simple linear regression analysis.

5. 파운드 케이크의 물성 분석

동결건조한 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 물성을 분석하였다. 경도 (hardness)는 대조구가 364.13 ± 12.26 (g/cm^2)로 가장 높았고, 참취 분말 첨가량이 증가할수록 경도가 유의적으로 감소하여 20%의 참취 분말 첨가구는 대조구보다 약 25% 정도로 경도가 낮았다 (Fig. 4).

케이크의 경도는 케이크 제조시 첨가되는 물질의 비용적에 직접적으로 영향을 받으며, 간접적으로는 중량, 부피, 수분함량 등에 영향을 받는 것으로 알려져 있다.¹⁰³⁾ 따라서 케이크의 경도와 비용적 (밀도), 중량, 부피 및

수분함량과의 상관관계를 분석하였다.

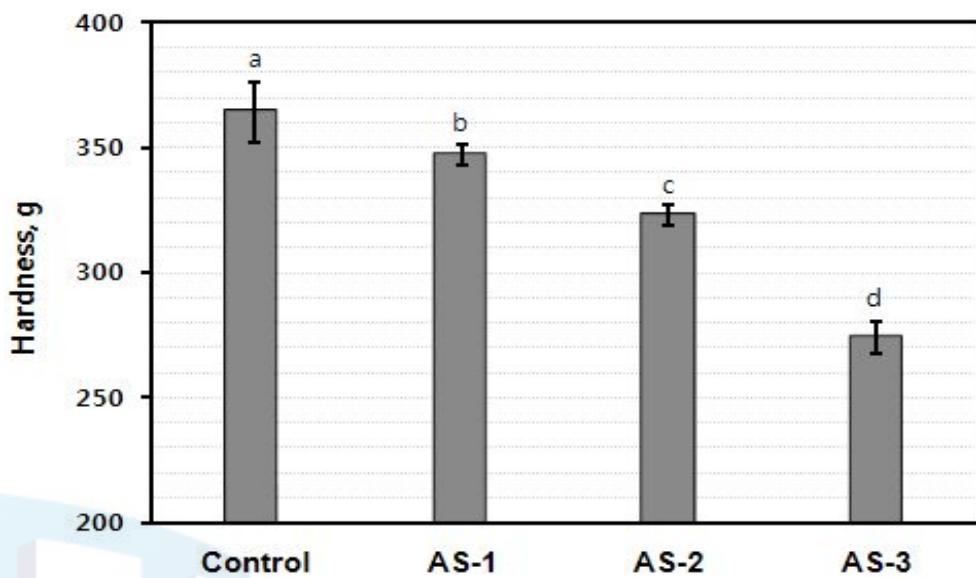


Fig. 5. Hardness of pound cake with diverse concentration of lyophilized *A. scaber* powder.

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Different letters in figure denote values that were significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

103) Lu T. M, Lee C. C, Mau J. L, and Lin S. D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry* 119, pp.1090-1095.

Kamel B. S and Rasper V. F. (1988). Effects of emulsifiers, sorbitol, polydextrose, and crystalline cellulose on the texture of reduced-calorie cakes. *Journal of Texture Studies* 19, pp.307-320.

Table 9. Pearson's correlation coefficients between the hardness, density, weight, volume, moisture, water holding capacity, and dietary fiber of the cake, and/or batter viscosity of the pound cake added with *A. scaber* powder.

	Hardness	Density	Weight	Volume	Moisture	WHC	Dietary Fiber	Viscosity
Hardness	1.00	-0.82 ^a	-0.97 ^a	-0.92 ^a	-0.87 ^a	-0.93 ^a	-0.98 ^a	-0.94 ^a
Density	-0.82 ^a	1.00	0.88 ^a	0.97 ^a	0.99 ^a	0.89 ^a	0.84 ^a	0.72
Weight	-0.97 ^a	0.88 ^a	1.00	0.97 ^a	0.93 ^a	0.97 ^a	0.98 ^a	0.89 ^a
Volume	-0.92 ^a	0.97 ^a	0.97 ^a	1.00	0.99 ^a	0.96 ^a	0.94 ^a	0.83 ^a
Moisture	-0.87 ^a	0.99 ^a	0.93 ^a	0.99 ^a	1.00	0.92 ^a	0.88 ^a	0.78
WHC	-0.93 ^a	0.89 ^a	0.97 ^a	0.96 ^a	0.92 ^a	1.00	0.95 ^a	0.84 ^a
Dietary Fiber	-0.98 ^a	0.84 ^a	0.98 ^a	0.94 ^a	0.88 ^a	0.95 ^a	1.00	0.91 ^a
Viscosity	-0.94 ^a	0.72	0.89 ^a	0.83 ^a	0.78	0.84 ^a	0.91 ^a	1.00

WHC; water holding capacity of pound cake. Superscript letter means significantly correlated between categories ($p < 0.01$), analyzed by Simple linear regression analysis.

Table 9에서와 같이, 케이크의 경도는 식이섬유소 함량, 중량, 부피, 밀도, 수분함량, 수분보유력 및 반죽의 점도와 강한 음(negative)의 상관관계를 갖는 것으로 분석되었다. 따라서 케이크의 수분 함량이 높을수록 케이크의 경도가 낮아지는 것으로 사료되었다.

참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 탄력성(springness)과 응집성(cohesiveness)을 측정한 결과는 Table 10과 같다. 탄력성은 변형된 시료가 힘이 제거된 후 원래대로 되돌아가려는 성질이며, 응집성은 시료가 원래의 형태를 유지하려는 힘을 측정하는 것이다. 동결건조한 참취 분말을 5~20%까지 파운드 케이크에 첨가하는 것은 케이크의 탄력성과 응집성에 영향을 미치는 않는 것으로 나타났다 ($p = 0.701$ for springness; $p = 0.899$ for cohesiveness).

반고체 상태의 시료를 삼킬 수 있는 상태로 만드는데 필요한 힘인검성(gumminess)과 고체 상태의 시료를 삼킬 수 있는 상태로 만드는데 필요한 힘인 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 참취 분말을 첨가하여 파운드 케이크를 제조하면 검성과 씹힘성이 감소하였다 (Fig. 6). 그러나 5~10% 참취 분말 첨가구는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Table 10. Springness and cohesiveness of pound cake prepared with lyophilized *A. scaber* powder

	Control	AS-1	AS-2	AS-3
Springiness	0.98±0.017	0.96±0.033	0.98±0.009	0.95±0.034
Cohesiveness	0.32±0.020	0.31±0.023	0.33±0.022	0.32±0.04

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*.

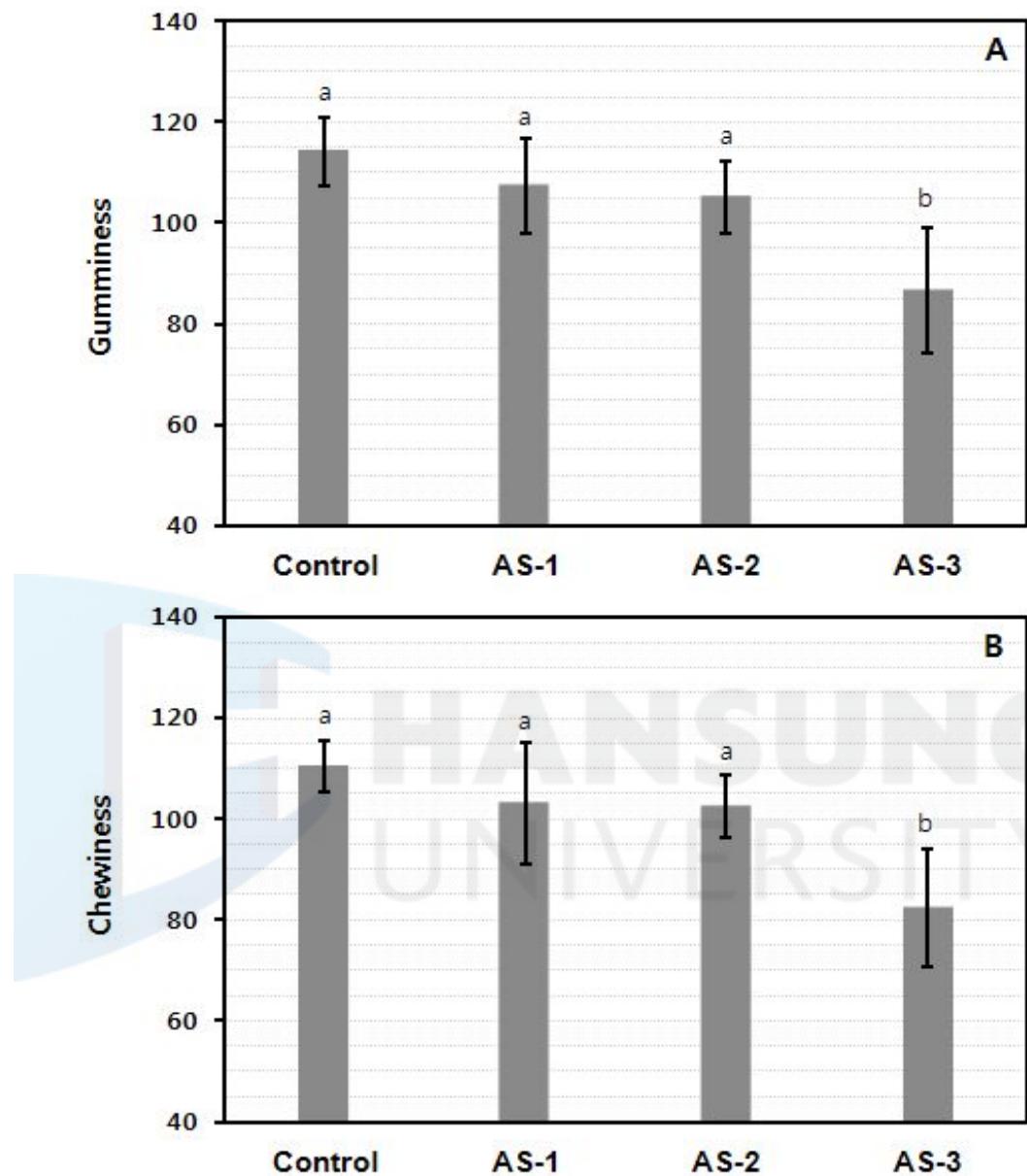


Fig. 6. Gumminess and Chewiness of pound cake with diverse concentration of lyophilized *A. scaber* powder.

A; Gumminess, B; Chewiness. AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in each panel denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

20%의 참취 분말을 첨가한 경우는 검성과 씹힘성이 현저히 감소하였다. 검성과 씹힘성의 산출은 경도 측정값을 기준으로 한다. 따라서 20% 참취 첨가구에서 검성과 씹힘성이 대조구보다 유의적으로 감소한 이유는 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 경도가 감소한 것에 기인하였다.

6. 파운드 케이크의 색도

동결건조한 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 명도 (Lightness, L value)를 측정한 결과는 Fig. 7과 같다. 케이크 표면의 L 값은 참취 첨가구가 대조구보다 유의적으로 높았으나, 참취 첨가구 간에는 유의적인 차이가 관측되지 않았다. 케이크 내부의 L 값은 참취 첨가구가 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었고, 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하였다.

참취 분말을 첨가하여 제조한 파운드 케이크 표면에서의 적색도 (Redness, a value) 변화는 L 값의 변화 양상과 일치하였다 (Fig. 8). 즉, 대조구와 참취 첨가구 사이에는 유의적인 차이를 나타내었다. 참취 분말 첨가량이 증가하면서 녹색값 ($-a$ value)이 증가하였으나 참취 첨가구 간의 유의적인 차이는 없었다. Fig. 8에서와 같이, 케이크 내부에서는 참취 첨가량과 적색도 사이에는 강한 음 (negative)의 상관관계 ($r^2 = -0.941$, $p = 0.01$)를 나타내었다. 따라서 참취 분말 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크 내부의 초록색이 진해지는 것으로 사료되었다. 이는 파운드 케이크 제조시에 클로렐라를 첨가하였을 때¹⁰⁴⁾의 a 값의 변화와 유사한 결과이었다.

케이크 표면에서의 황색도 (yellowness, b value)는 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 소폭으로 감소하였으나 (Fig. 9) 대조구 및 실험구 간의 유의적인 차이는 없었다 ($p = 0.142$). 케이크 내부의 황색도 변화는 L 값 및 a 값의 변화 양상과 같았다. 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 b 값이 유의적으로 감소하였다 (Fig. 9).

104)정남용, 최순남(2005), 「클로렐라를 첨가한 파운드 케이크의 품질특성」, 『한국 조리 과학회지』, 21, pp.669-676.

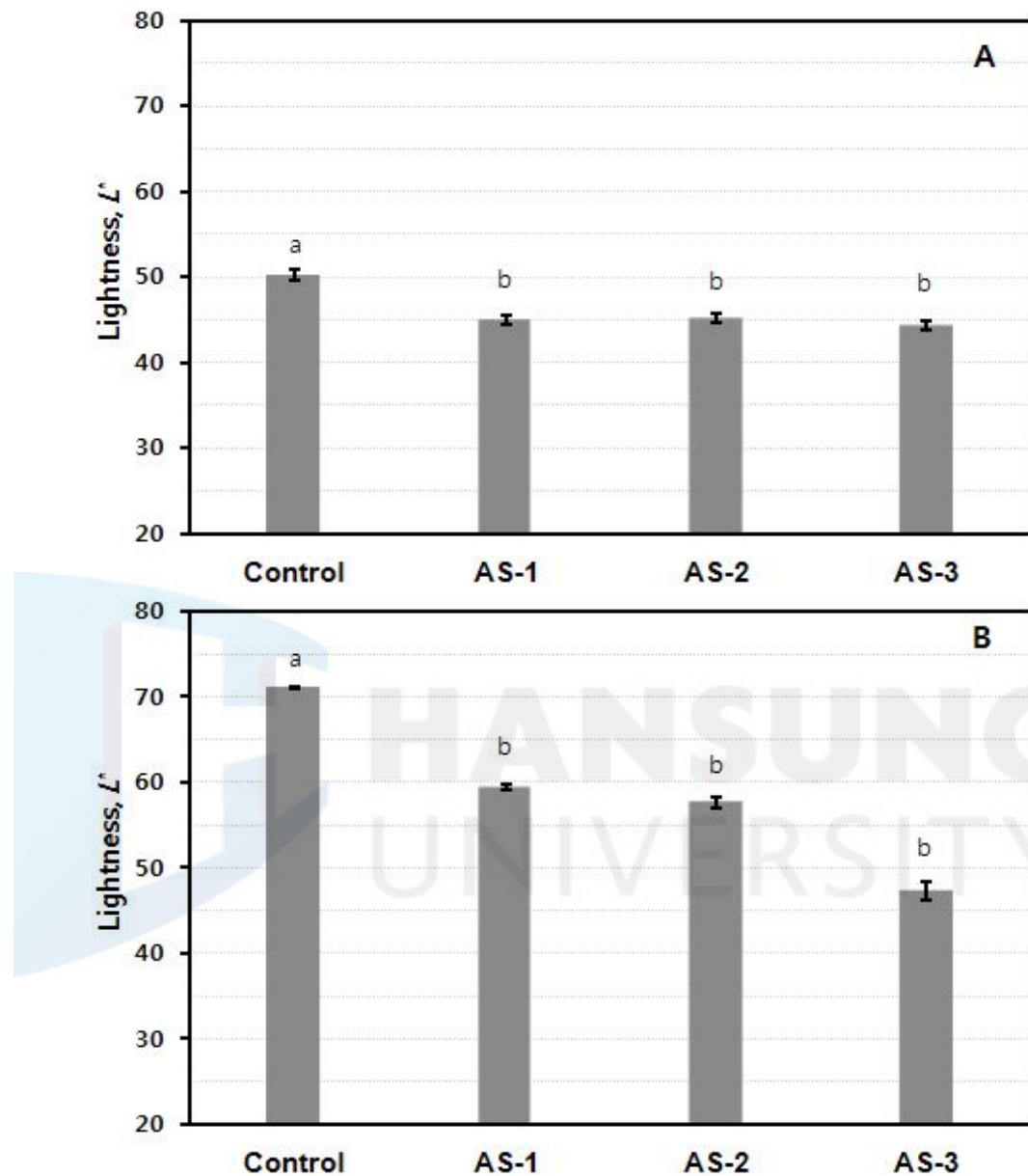


Fig. 7. Effects of addition of lyophilized *A. scaber* powder on the lightness of pound cake.

A; Crust, B; Crumb. AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in each panel denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

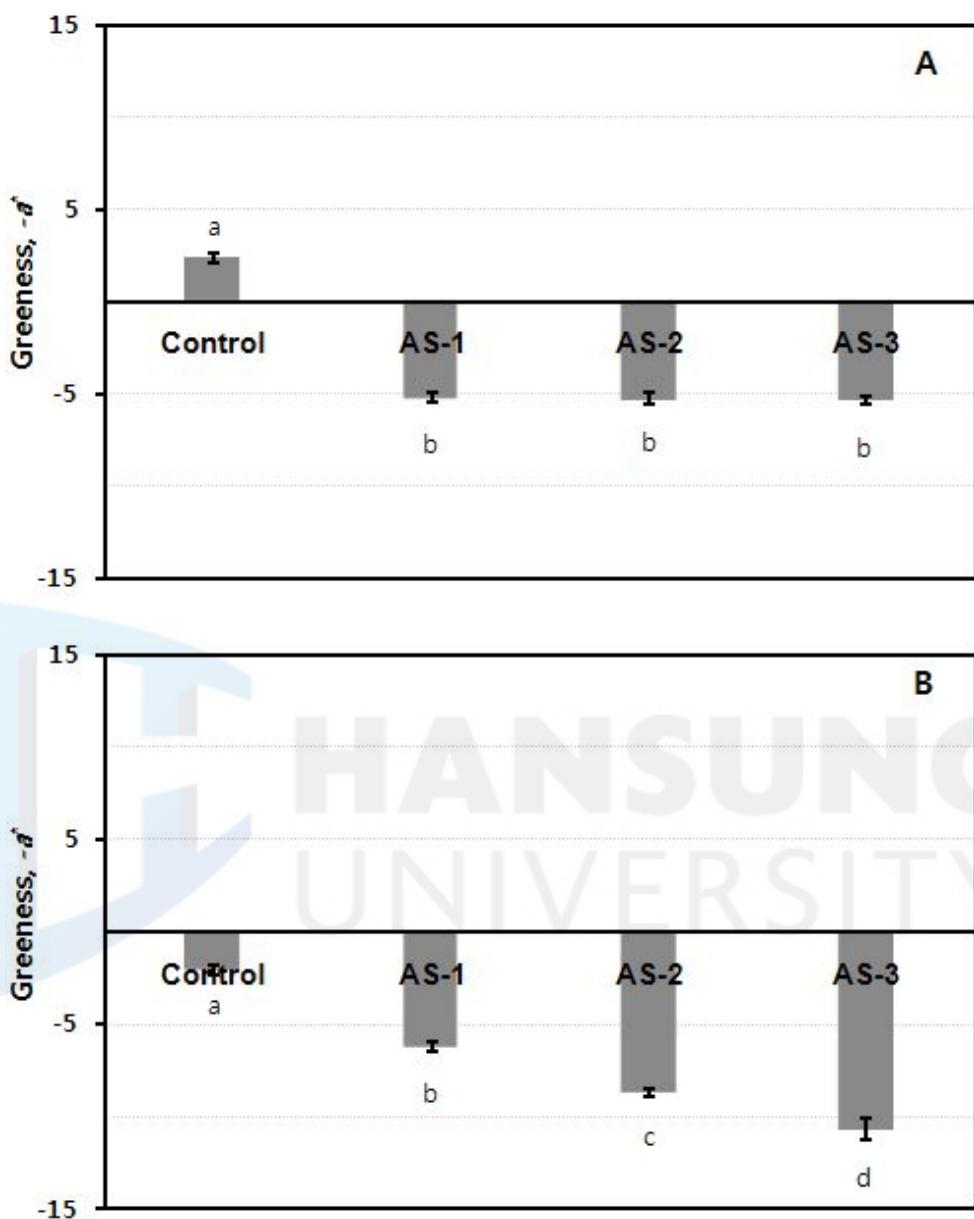


Fig. 8. Effects of addition of lyophilized *A. scaber* powder on the greenness ($-a^*$ value) of pound cake.

A; Crust, B; Crumb. AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in each panel denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

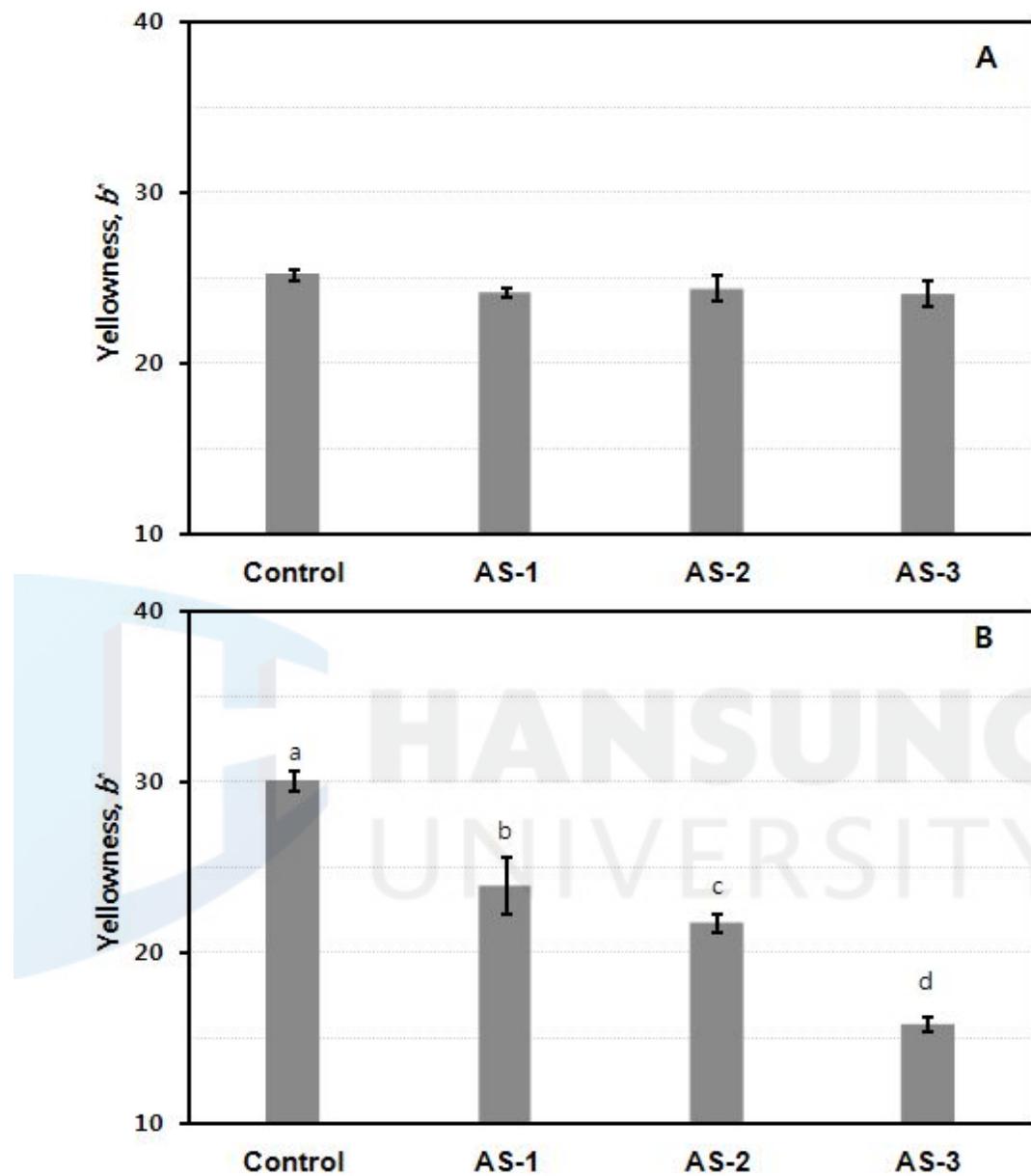


Fig. 9. Effects of addition of lyophilized *A. scaber* powder on the yellowness (b' value) of pound cake.

A; Crust, B; Crumb. AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in each panel denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

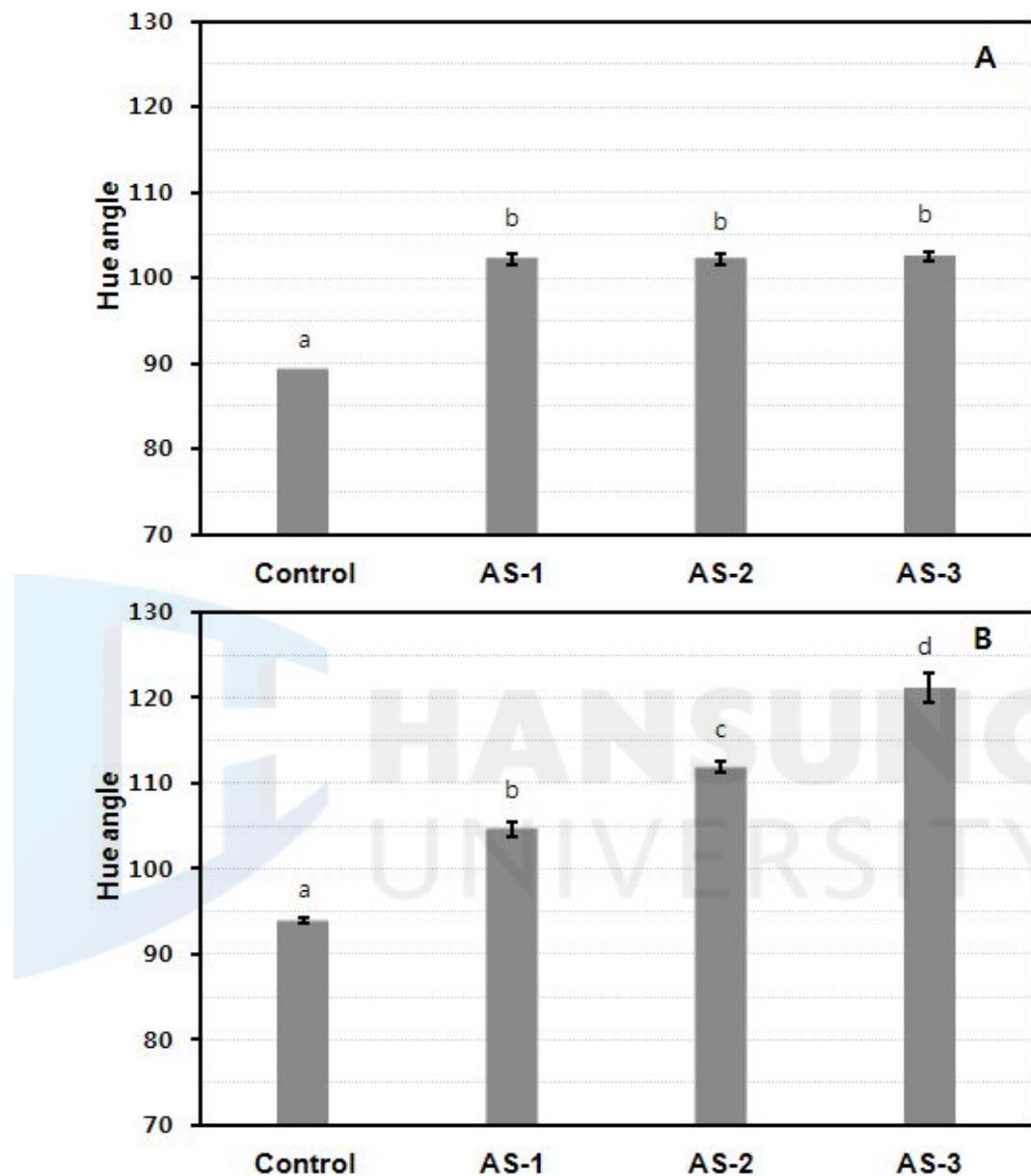


Fig. 10. Effects of addition of lyophilized *A. scaber* powder on hue angle of pound cake.

A; Crust, B; Crumb. AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in each panel denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

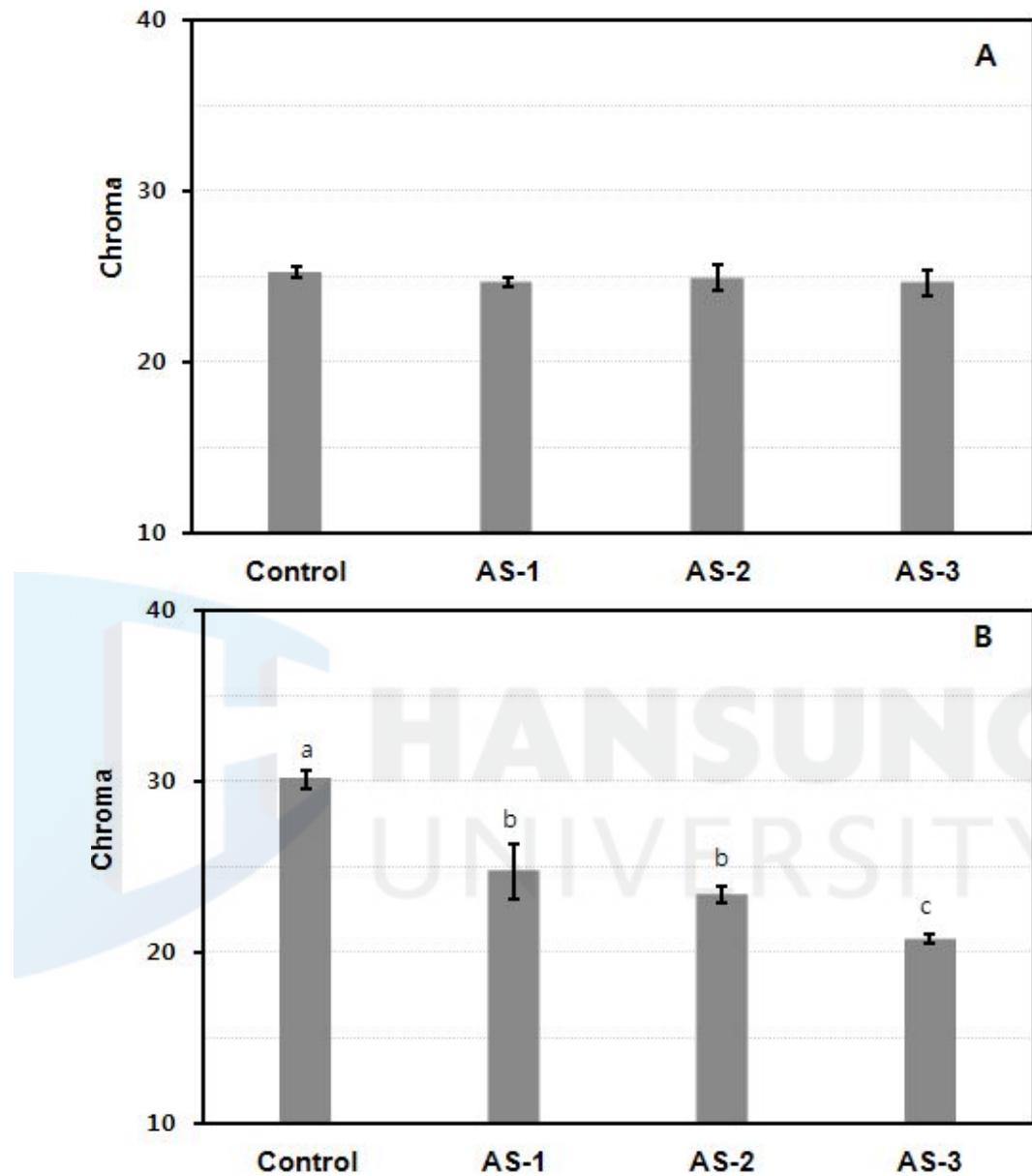


Fig. 11. Effects of addition of lyophilized *A. scaber* powder on chroma of pound cake.

A; Crust, B; Crumb. AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in each panel denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test. p value of A panel = 0.531.

Hue angle은 색상 (tone)을 표시하는 것으로 '0'에 가까울수록 '적색 (red)', '90'에 가까울수록 '황색 (yellowish)', '120'에 가까울수록 '녹색 (green)', '180'에 가까울수록 '청록색 (cyan)', '240'에 가까울수록 '청색 (blue)', '360'에 가까울수록 '분홍색 (magenta)'을 표시한다. 반면에 chroma는 채도를 표시하는 것으로 '0'에 가까울수록 채도가 낮고, 숫자가 클수록 생생한 색감을 나타낸다.

Figs. 10~11에서와 같이, 참취 분말이 파운드 케이크의 색상에 미치는 효과는 케이크의 표면보다는 내부에서 더 높은 것으로 나타났다. 즉, 케이크 내부는 참취 분말을 첨가함으로써 짙은 녹색을 나타내었다. 케이크 표면의 색은 반죽에 들어있는 당과 아미노산이 케이크를 굽는 동안 Maillard reaction을 일으켜 갈색을 나타내는 것이다. 파운드 케이크를 굽는 동안 케이크 내부의 온도는 100°C 이상으로 올라가지 않는다.¹⁰⁵⁾

따라서 케이크 내부에서 당과 아미노산 간의 Maillard reaction이 일어나지 못하므로 케이크 내부의 색상 (hue angle)은 케이크 제조시에 첨가하는 물질의 색상에 직접적으로 영향을 받는다. ($r^2 = 0.694$, $p = 0.05$). 따라서 참취 분말 첨가량이 증가할수록 케이크 내부의 색상이 짙은 초록색을 나타낸 것으로 사료되었다.

7. 향기성분 분석

일반적으로 향기성분을 용매로 추출할 때는 소량의 용매를 사용하여 시료 내에 포함되어 있는 향기성분이 용매로 이행하도록 하는 방법을 사용한다. 그러나 본 실험의 연구대상인 파운드 케이크에는 다량의 지방이 함유되어 있기 때문에 소량의 용매를 사용하여 오랜 시간동안 향기성분을 추출할 경우, 향기성분보다는 지방의 추출이 증가하였다. 따라서 일반적인 용매추출방법 시에 사용되는 용매의 양보다 많은 양의 용매를 사용하였고, 추출시간을 단축하여 지방의 용출을 최소화하였다.

105) Gomez M, Oliete B, Rosell C. M, Pando V, Fernandez E. (2008). Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. *LWT-Food Science and Technology* 41, pp.1701-1709.

Table 11. Flavor volatile compounds of pound cake contained diverse concentrations of lyophilized *A. scaber* powder

No.	R.T. ^a	Compounds	GC peak area, %		
			AS-1	AS-2	AS-3
1	3.99	hexenal	-	0.01	0.04
2	5.58	2-hexenal	0.02	0.04	0.15
3	5.62	3-hexenol	0.08	0.17	0.60
4	8.90	α -pinene	0.17	0.34	1.22
5	9.42	camphene	-	0.02	0.07
6	9.98	benzaldehyde	-	0.01	0.04
7	10.61	sabinene	0.12	0.24	0.86
8	10.71	β -pinene	0.16	0.32	1.15
9	11.54	myrcene	1.40	2.80	10.08
10	11.80	1-octen-3-ol	-	-	0.01
11	12.68	α -terpinene	-	0.01	0.05
12	13.08	ρ -cymene	0.05	0.10	0.35
13	13.26	limonene	0.36	0.71	2.56
14	13.27	α -phellandrene	0.03	0.06	0.20
15	13.73	β -phellandrene	0.66	1.33	4.77

continued

No.	R.T. ^a	Compounds	GC peak area, %		
			AS-1	AS-2	AS-3
16	12.91	ocimene	0.12	0.25	0.90
17	14.01	phenylacetaldehyde	0.02	0.04	0.14
18	16.73	terpinolene	0.13	0.26	0.94
19	16.88	linalool	0.16	0.32	1.17
20	17.41	phenylethyl alcohol	0.03	0.05	0.19
21	20.55	terpinen-4-ol	0.07	0.14	0.49
22	21.22	α -terpineol	0.06	0.12	0.43
23	23.11	citronellol	-	-	0.02
24	23.46	cuminic aldehyde	-	-	0.03
25	24.25	geraniol	0.02	0.04	0.14
26	25.82	cuminic alcohol	-	0.02	0.06
27	28.76	eugenol	0.01	0.02	0.08
28	29.89	β -bourbonene	0.12	0.23	0.84
29	31.22	isocaryophyllene	0.03	0.07	0.23
30	31.33	β -caryophyllene	0.34	0.68	2.44
31	32.52	α -humulene	0.11	0.23	0.82
32	33.83	γ -muurolene	0.07	0.15	0.53

continued

No.	R.T. ^a	Compounds	GC peak area, %		
			AS-1	AS-2	AS-3
33	33.88	germacrene D	0.46	0.91	3.28
34	34.69	α -muurolene	0.03	0.05	0.18
35	35.07	β -bisabolene	0.03	0.07	0.23
36	35.08	α -farnesene	0.06	0.11	0.41
37	35.41	δ -cadinene	0.09	0.18	0.64
38	35.63	β -sesquiphellandrene	-	0.01	0.04
39	37.85	caryophyllene oxide	0.02	0.05	0.18
40	42.25	α -cardinol	0.09	0.17	0.61
41	42.29	heptadecane	-	-	0.03
42	55.73	phytol	-	0.01	0.04
<i>A. scaber</i>	Identified flavor		5.12	10.32	37.25
	Unknown flavor		25.72	24.85	25.33
Control			69.16	64.83	37.42

^a; retention time (min). AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. The analyses of volatile flavor compounds from *A. scaber* added pound cake were performed using GC with FID and GC-MS. Oven temperature was increased with the following program: hold at 50°C for 5 min, raised from 50°C to 230°C at 3°C/min, hold 230°C for 30 min. Mass spectra were obtained by electron impact ionization at 70 eV, ion species were normal ion (MF-Linear), and the TIC range was m/z 0 to 600.

Table 12. Organoleptic characteristics of identified flavor volatile compounds from pound cake contained diverse concentrations of lyophilized *A. scaber* powder

Sensory note	Compounds
Herbaceous	1-octen-3-ol, caryophyllene oxide, cuminic alcohol, cuminic aldehyde, ocimene, phytol, α -cardinol, β -bisabolene, β -bourbonene, β -caryophyllene, γ -muurolene, δ -cadinene
Woody	benzaldehyde, germacrene D, isocaryophyllene, myrcene, sabinene, terpinolene, α -farnesene, α -humulene, α -muurolene, α -pinene, β -pinene, β -sesquiphellandrene
Floral	citronellol, eugenol, geraniol, linalool, phenylacetaldehyde, phenylethyl alcohol, α -terpineol
Fruity	limonene, terpinen-4-ol, α -phellandrene, α -terpinene, β -phellandrene, ρ -cymene
Leafy	2-hexenal, 3-hexenol, hexenal
Fuel-like	heptadecane
Camphoraceous	camphene

파운드 케이크의 향기성분 발현에 참취 분말 첨가가 미치는 영향을 측정하기 위하여 향기성분 분석을 수행한 결과는 Table 11과 같다. 참취 첨가구와 대조구의 향기성분을 분석한 CG chromatogram에서 대조구로부터 유래된 모든 CG peak의 동정은 수행하지 않았다. 즉, 파운드 케이크 제조 시에 참취를 첨가함으로써 대조구와는 다르게 나타나는 향기성분을 분석

하고자 하였다. 5% 참취 분말 첨가구에서는 69.16%, 10% 참취 첨가구에서는 64.83%, 20% 참취 첨가구에서는 37.42%의 향기성분이 대조구의 향기성분과 동일하였다.

참취 첨가량이 증가할수록 참취로부터 유래된 것으로 사료되는 향기성분의 수와 양이 증가하였다. 즉, 5% 참취 첨가구에서는 전체 향기성분의 5.12%가 참취로부터 유래되었고, 10% 참취 첨가구에서는 전체 향기성분의 10.32%가, 20% 참취 첨가구에서는 전체 향기성분의 37.25%가 참취로부터 유래되었다. 또한 참취 첨가량과는 관계없이 GC로 분석된 향기성분의 약 25% 정도는 그 성분을 확인할 수 없었다.

Table 11에서와 같이 참취를 넣은 파운드 케이크는 대조구보다 약 40개 정도의 향기성분이 더 발현되는 것으로 나타났다. 5% 참취 첨가구는 31종, 10% 참취 첨가구는 38종, 20% 참취 첨가구는 42종의 향기성분이 동정되었다. 이는 파운드 케이크 제조시에 첨가되는 참취 분말의 양이 많아 질수록 용매로 추출되는 향기성분의 양이 증가하였기 때문으로 사료되었다.

향기성분을 관능 특성에 맞도록 분류한 것은 Table 12와 같다. Table 12에서와 같이 풀향기 (herbaceous)를 내는 물질이 12종, 나무향 (woody)을 내는 물질이 12종, 꽃향기 (floral)를 내는 물질이 7종, 과일향기 (fruity)를 내는 물질이 6종, 나뭇잎향기 (leafy)를 내는 물질 3종으로 분류되었다. 참취 첨가 파운드 케이크로부터 동정된 향기성분 중에서는 나무향의 myrcene (26.9%), 과일향의 β -phellandrene (12.7%), 나무향의 germacrene D (8.8%) 및 풀향의 β -caryophyllene (6.5%)이 차지하는 비율이 높았다. 이는 생 참취 잎의 향기성분 분석 결과와 일치하는 경향이었다.¹⁰⁶⁾

Myrcene (MW 136.23, 7-methyl-3-methylene-1,6-octadiene; β -myrcene; 2-methyl-6-methylene-2,7-octadiene; geraniolene; 3-methy

106) Chung T. Y, Eiserich J. P, and Shibamoto T. (1993). Volatile compounds isolated from edible Korean Chamchwi (*Aster scaber* Thumb). *Journal of Agricultural Chemistry* 41, pp.1693-1697.

lene-7-methyl-1,6-octadiene)는 식품첨가물로 허가 (FDA PART 172)되어 있는 monoterpenes이다. 이 물질의 향기는 anise, grape, fruity, herbaceous, peach, vanilla, vegetable, woody, green, wine-like, slight leafy mint, sweet한 것으로 묘사되며, 향료 및 pharmaceutical 산업에서 많이 사용되는 물질 중의 하나이다. 또한 myrcene은 강한 진통작용을 나타내는 것으로 알려져 있다.¹⁰⁷⁾

β -phellandrene (MW 136.24, 3-methylene-6-(1-methylethyl) cyclohexene)은 상쾌한 향기를 내는 물질로, 이 물질의 향기 peppermint 또는 slightly citrusy로 묘사된다. 또한 인체의 병원균인 *Pseudomonas aeruginosa*에 대해 강한 항균력을 지닌 것으로 보고되고 있다.¹⁰⁸⁾

Germacrene D (MW 204.35, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methyl ethyl)-1,6-cyclodecadiene)는 식물체 내에서 다양한 sesquiterpene의 전구체로 작용한다.¹⁰⁹⁾

β -caryophyllene (MW 204.36, trans-(1R,9S)-8-methylene-4,11,11-trimethylbicyclo(7.2.0)undec-4-ene)은 후추의 매운 향을 내는 주요 물질로 FDA에서 매일 섭취해도 안전한 물질로 허가되어 있으며, 인체 및 동물에서 강한 항염증 작용을 나타내는 물질이다.¹¹⁰⁾ 또한 인체의 유방암 세포주 (MCF-7)와 대장암 세포주 (DLD-1) 및 백서의 섬유아세포인 L-929 세포주에 항암작용을 갖는 것으로 보고되었다.¹¹¹⁾

-
- 107) Lorenzetti B. B, Souza G. E. P, Sarti SJ, Filho D. S, Ferreira S. H. (1991). Myrcene mimics the peripheral analgesic activity of lemongrass tea. *Journal of Ethnopharmacology* 34, pp.43-48.
- 108) Sonibare O. O and Olakunle K. (2008). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Pinus caribaea* from nigeria. *African Journal of Biotechnology* 7, pp.2462-2464.
- 109) Noge K and Becerra J. X. (2009). Germacrene D, A common sesquiterpene in the genus *Bursera* (Burseraceae). *Molecules* 14, pp.5289-5297.
- 110) Gertsch J, Leonti M, Raduner S, Racz I, Chen J. Z, Xie X. Q, Altmann K. H, Karsak M, and Zimmer A. (2008). Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105, pp.9099-9104.
- 111) Legault J and Pichette A. (2007). Potentiating effect of β -caryophyllene on anticancer activity of α -humulene, isocaryophyllene and paclitaxel. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 59, pp.1643-1647.

Phytol은 monounsaturated diterpene alcohol로 식물체 내에 있는 chlorophyll이 분해되어 형성된다. 대조구에는 없는 phytol이 참취 첨가구에서 동정된 것은 참취의 chlorophyll로부터 유래된 것으로 사료되었다.

따라서 Tables 11~12와 같이, myrcene, β -phellandrene, germacrene D 및 β -caryophyllene 등이 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 주요 향기 성분인 것으로 사료되었으며, 참취 분말을 첨가하여 생리기능성이 강화된 파운드 케이크를 제조할 수 있을 것으로 사료되었다.

8. 관능검사

10대부터 60대까지의 일반인을 대상으로 참취를 첨가한 파운드 케이크의 관능검사를 실시한 결과는 Fig. 12와 같다. 파운드 케이크의 외관 (figure) 및 맛 (taste)은 대조구와 실험구 간에 유의적인 차이가 없었다. ($p = 0.441$ for figure, $p = 0.359$ for taste).

파운드 케이크의 색은 대조구와 20% 첨가구가 5~10% 첨가구보다 유의적으로 높은 점수를 획득하였다. 이는 참취 분말을 많이 첨가하여 파운드 케이크의 색이 진한 녹색으로 되었을 때가 5~10% 정도를 첨가하였을 때보다 관능적으로 높은 평가를 받은 것으로 사료되었다. 대조구는 관습적으로 기대하고 있던 파운드 케이크의 색이었으므로 패널에게 특별한 반감이 없이 수용되었던 것으로 사료되었다. 따라서 파운드 케이크에 색이 있는 부재료를 첨가할 경우는 부재료의 색이 확실히 표시될 수 있는 정도로 첨가하여 주는 것이 제품의 관능 특성을 향상시킬 것으로 추정되었다.

파운드 케이크의 향기는 대조와 5% 참취 첨가구 간에는 유의적인 차이가 없었고, 10~20% 참취 첨가구는 대조구보다 유의적으로 높은 평가 점수를 획득하였다. 이는 전술한 바와 같이, 참취 분말에서 유래한 다양한 종류의 향기 성분이 파운드 케이크의 관능특성을 향상시키는데 기여한 것으로 사료되었다. 그러나 10% 첨가구와 20% 첨가구 사이에는 유의적인 차이가 관측되지 않았다. 따라서 제품의 향기 성분 만을 향상시키고자 할

경우에는 동결건조한 참취 분말을 10% 정도 첨가하는 것이 경제적으로 유리할 것으로 사료되었다.

파운드 케이크의 질감은 참취 첨가량이 증가할수록 대조구보다 높은 관능특성을 나타내었다. 이는 참취 분말이 지닌 높은 수분보유력 때문으로 사료되었다. 즉, 참취 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크의 수분보유력이 증가하므로, 참취 분말을 첨가한 제품의 질감이 대조구보다 촉촉하고 부드럽기 때문에 관능검사의 점수가 높았던 것으로 사료되었다.

파운드 케이크에 대한 전체적인 수용도 (overall acceptability)는 10~20% 참취 첨가구가 대조구보다 유의적으로 높았다. 그러나 5% 참취 첨가구와 대조구 사이에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 케이크의 전체적인 수용 도는 제품의 flavor 및 color와 양의 상관관계 ($r^2 = 0.886, p < 0.01$ for flavor; $r^2 = 0.738, p < 0.05$ for color)를 갖고 있으므로, 제품의 맛이 일정할 경우, 향과 색에 의해 관능특성이 향상될 것으로 사료되었다.

Figure

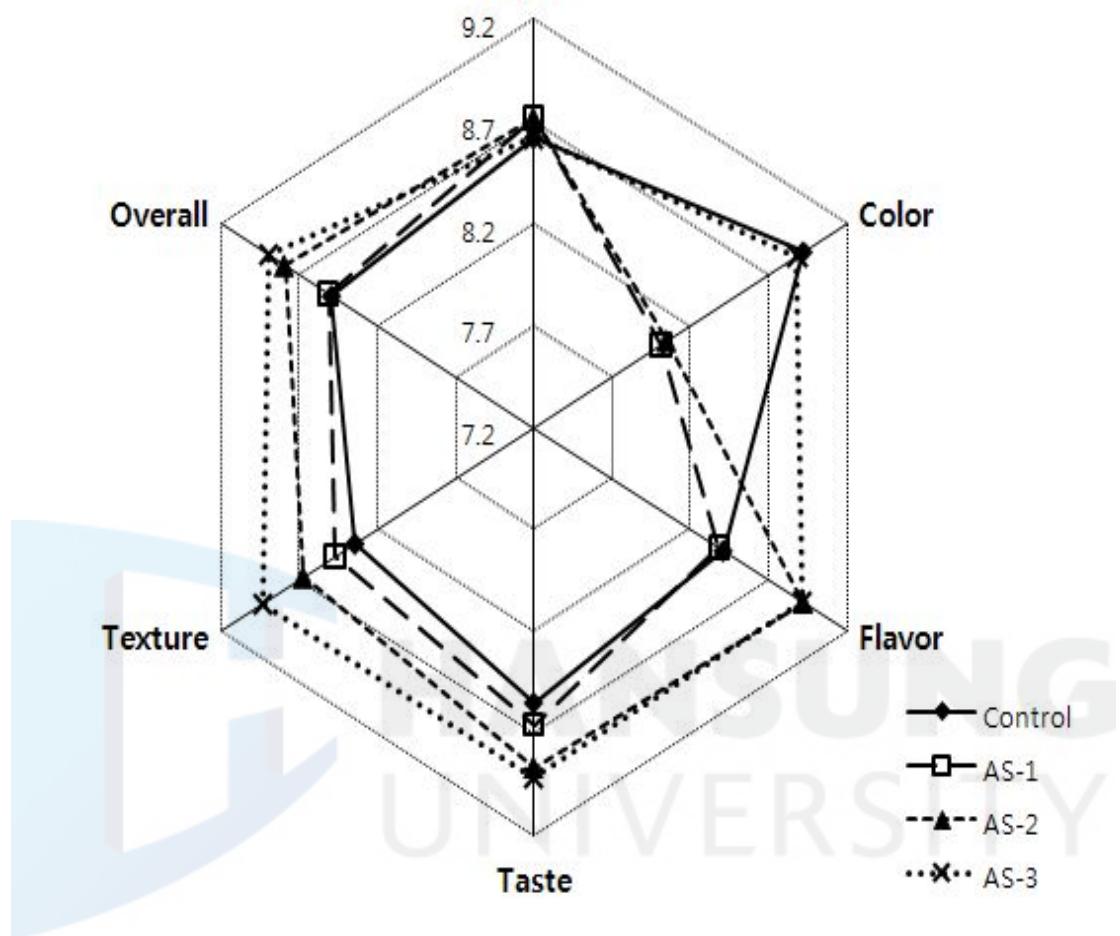


Fig. 12. Sensory evaluation of lyophilized *A. scaber* powder added pound cake.

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*.

9. 총폴리페놀화합물 함량

폴리페놀은 고등식물체의 2차 대사산물로 거의 모든 식물체 내에 존재하는 bioactive compound로 항산화작용을 나타내는 phytochemical이다. 대조구로부터는 폴리페놀 함량이 검출되지 않았다. 참취 첨가구에서는 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크의 폴리페놀 함량이 증가하여 양의 상관관계를 나타내었다. ($r^2 = 0.996$, $p < 0.01$). 따라서 참취 분말을 첨가하여 파운드 케이크를 제조함으로써 제품의 건강기능성을 강화시킬 수 있는 것으로 사료되었다.

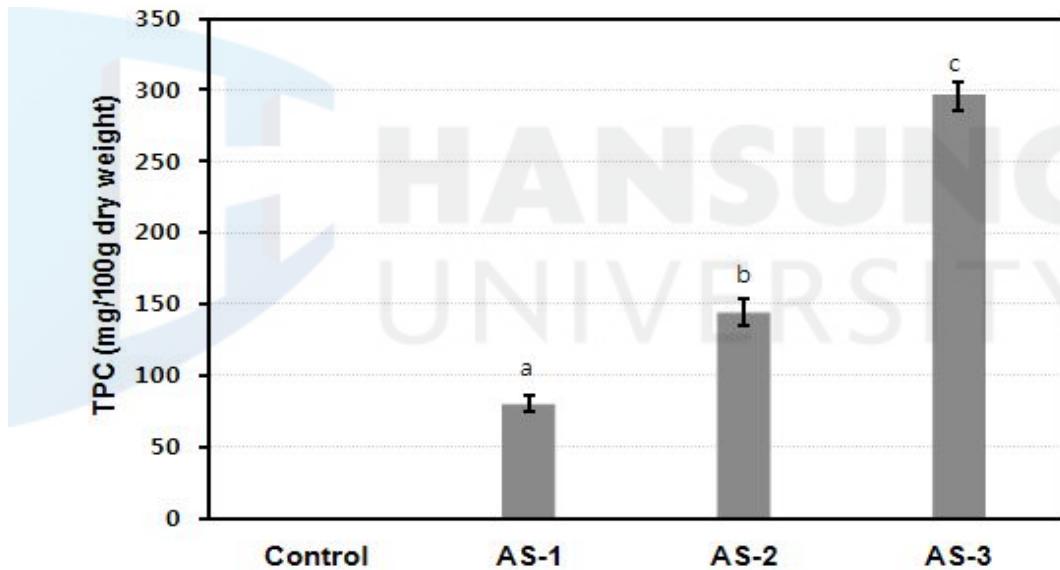


Fig. 13. Total polyphenol content (TPC) of lyophilized *A. scaber* powder added pound cake.

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in a figure denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

10. 베타카로틴 함량

베타카로틴은 비타민 A의 전구체로서 면역 기능 증강효과가 있고, 강력한 항산화제로서 인체 내 유해한 활성산소를 제거함으로써 노화예방은 물론 항암 효과도 있는 것으로 알려져 있으며, 산업적으로는 의약품, 기능성 식품, 화장품 및 일반식품용 식품첨가제로 사용되고 있다.¹¹²⁾ 대조구의 베타카로틴은 계란 및 버터 등에서 유래된 것으로 사료되었고, 참취 첨가구는 참취 분말의 함량이 증가할수록 베타카로틴 함량도 증가하였다 ($r^2 = 0.989$, $p < 0.01$). 따라서 파운드 케이크에 참취 분말을 첨가함으로써 제품에서의 영양성분 증가뿐만 아니라 제품의 항산화능 및 면역 강화 작용 등 의 건강기능성이 향상될 것으로 사료되었다.

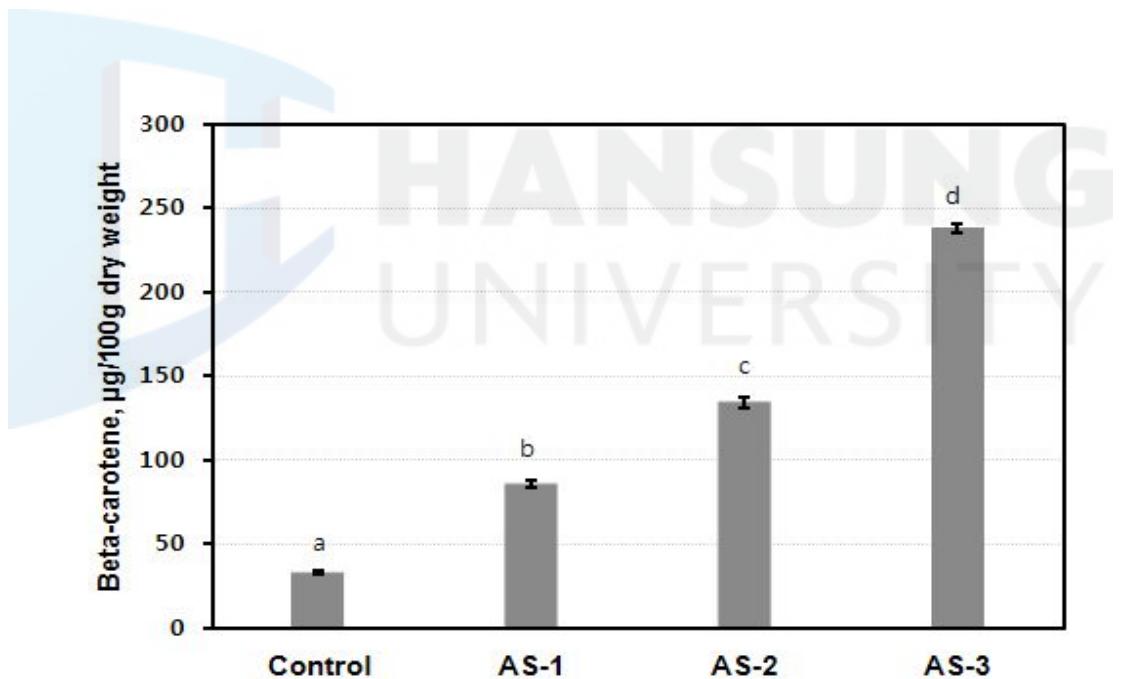


Fig. 14. Beta-carotene content of lyophilized *A. scaber* powder added pound cake.

112) Burri B. J. (1997). Beta-carotene and human health: a review of current research. *Nutrition Research* 17, pp.547-580.

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in a figure denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

11. 항산화능

참취 분말을 첨가한 파운드 케이크에서의 폴리페놀 및 베타카로틴 함량이 높았으므로 이들의 항산화능을 측정하였다. DPPH assay로 organic radical을 소거하는 능력을 분석한 결과는 Fig. 15와 같다. Fig. 15에서와 같이, 반응 초기에 생성된 organic radical의 농도를 50%로 감소시키는데 필요한 파운드 케이크의 양은 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 낮은 IC_{50} 값은 높은 항산화능을 나타낸다. 따라서 파운드 케이크 제조 시에 첨가되는 참취 분말에 의해 hydrogen donation이 나타난 것으로 사료되었다.

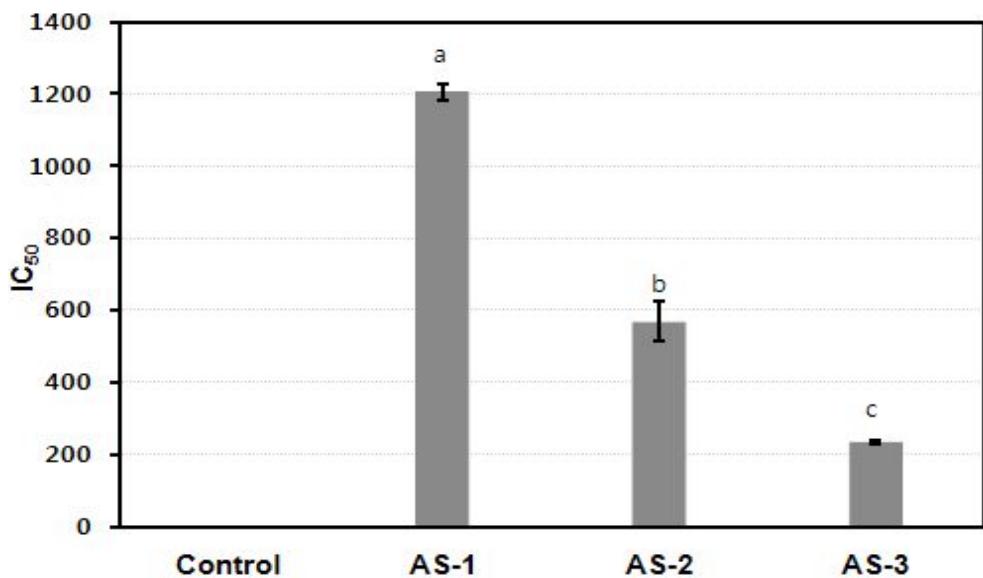


Fig. 15. Organic radical scavenging effect of lyophilized *A. scaber* powder added pound cake using DPPH assay.

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in a figure denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

ORAC assay는 생리적 조건에서 산화과정 동안에 생성되는 peroxy radical을 시료가 어느 정도 소거할 수 있는지를 측정하는 방법이다. ORAC 방법은 식물성 식품, botanical materials, 영양보조제 (nutritional supplement)등이 radical로부터 신체를 보호하는 능력 또는 항산화력을 측정하기 위하여 널리 사용되고 있다.¹¹³⁾ Fig. 16에서와 같이, 대조구에서는 ORAC 활성을 나타나지 않았으나, 참취 첨가구에서는 참취 분말 첨가량이 증가할수록 ORAC 활성도 높아졌다.

113) Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, and Byrne D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* 19, pp.669-675.

FRAP assays는 TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine)의 존재 하에 ferric ion (Fe^{3+})을 ferrous ion (Fe^{2+})으로 환원시키는 능력을 측정하는 방법이다.¹¹⁴⁾ FRAP assay에서 시료의 흡광도가 감소할수록 항산화력이 낮은 것으로 해석된다.

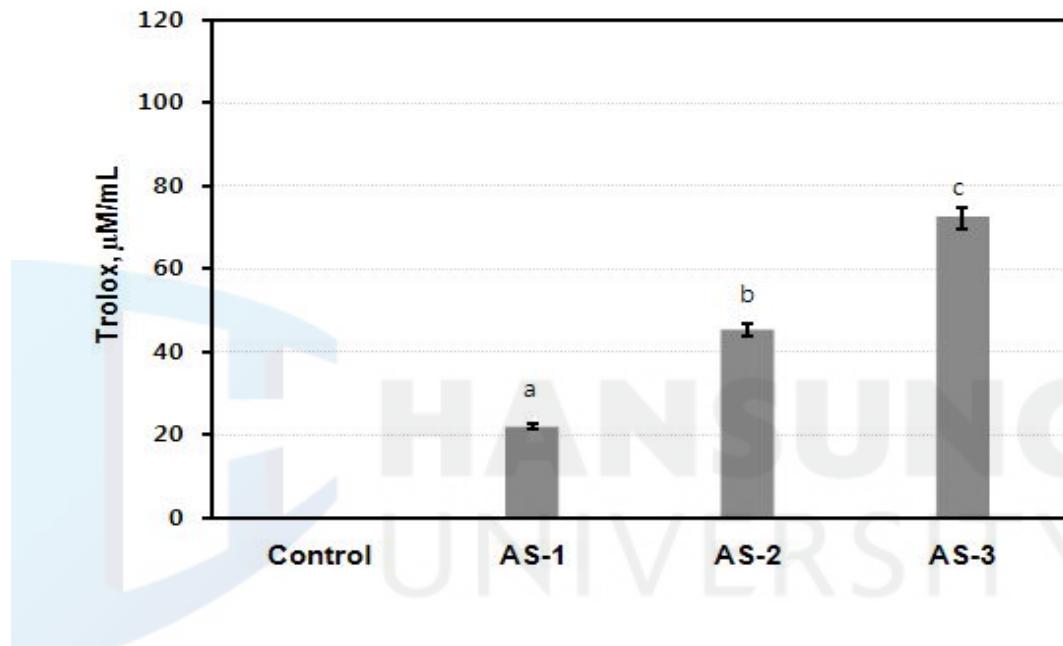


Fig. 16. Peroxyl radical scavenging effect of lyophilized *A. scaber* powder added pound cake using ORAC assay.

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in a figure denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

이는 항산화제 자체가 환원제 (reducing agent)라는 기본적인 원리를 이용한 실험 방법이다.¹¹⁵⁾ 참취를 첨가한 파운드 케이크의 FRAP assay 결

114) Benzie I. F and Strain J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 29, pp.70-76.

115) Liu L, Laura T, Liang X, Ye H, and Zeng X. (2009) Determination of polyphenolic content and antioxidant activity of kudingcha made from *Ilex kudingcha* C.J. Tseng.

과는 DPPH assay 및 OARC assay 결과와 유사한 양상을 나타내었다 (Fig. 17). 대조구에서는 매우 낮은 환원력을 나타내었다. 이는 베타카로틴으로부터 유래된 환원력인 것으로 사료되었다. 반면에 참취 첨가구는 참취 첨가량이 증가할수록 환원력이 급격히 증가하여 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. 따라서 참취 첨가구가 환원반응에서 single electron이나 수소원자를 공여할 수 있는 것으로 사료되었다.

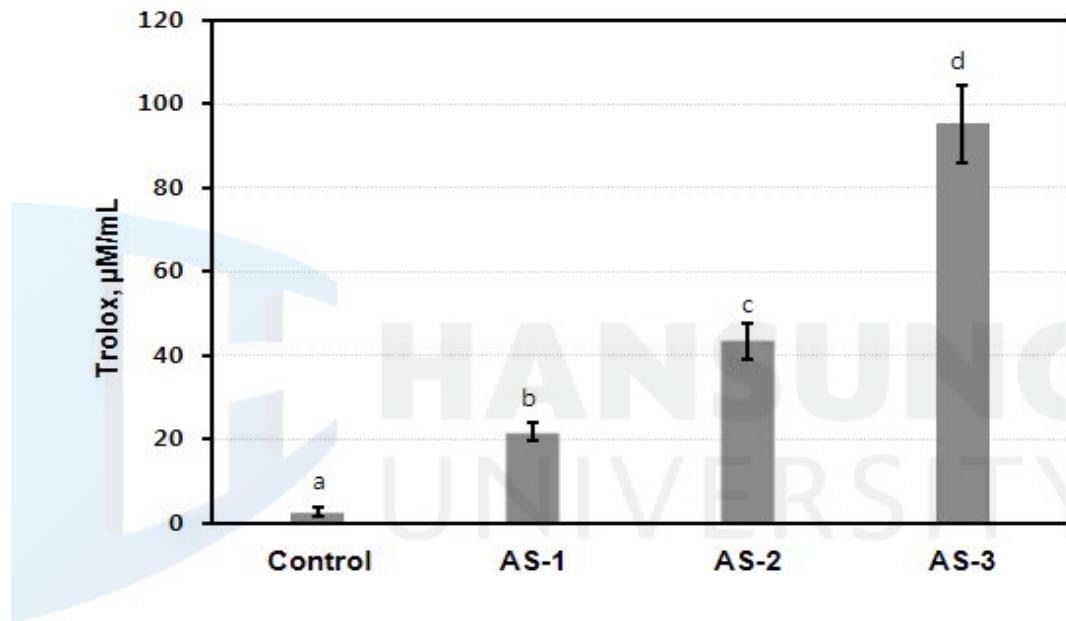


Fig. 17. Reducing power of lyophilized *A. scaber* powder added pound cake using FRAP assay.

AS-1; 5% (w/w) *A. scaber*, AS-2; 10% (w/w) *A. scaber*, AS-3; 20% (w/w) *A. scaber*. Same letters in a figure denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

식물성 식품 및 botanical material이 항산화력을 지니는 것은 식물에 포함되어 있는 다양한 종류의 bioactive 화합물 때문이다. 이러한 bioactive components 중에서 항산화능에 영향을 주는 대표적인 물질은 총폴리페놀 화합물 (TPC) 및 베타카로틴이다. 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크에 포함된 TPC 및 베타카로틴과 파운드 케이크의 항산화력 간의 상관관계를 단순회귀분석을 통하여 산출하여 Pearson's coefficients로 나타내었다 (Table 13). TPC와 항산화능 (DPPH, ORAC 및 FRAP) 및 베타카로틴과 항산화능 (DPPH, ORAC 및 FRAP) 사이에는 강한 상관관계를 나타내었다. 유리라디칼 소거방법으로 항산화능을 측정하는 경우, 라디칼소거능 측정 결과와 TPC 함량 사이에는 상관관계가 형성¹¹⁶⁾되어야 하므로 본 연구 결과는 바람직한 것으로 사료되었다.

Table 13. Pearson's correlation coefficients between the antioxidant capacity and total polyphenol content and/or beta-carotene concentration of the pound cake added with *A. scaber* powder.

	TPC	β -carotene	DPPH	ORAC	FRAP
TPC	1.00	0.994 ^a	-0.931 ^a	0.981 ^a	0.994 ^a
β -carotene	0.994 ^a	1.00	-0.924 ^a	0.984 ^a	0.987 ^a
DPPH	-0.931 ^a	-0.924 ^a	1.00	-0.974 ^a	-0.907 ^a
ORAC	0.981 ^a	0.984 ^a	-0.974 ^a	1.00	0.977 ^a
FRAP	0.994 ^a	0.987 ^a	-0.907 ^a	0.977 ^a	1.00

Superscript letter means significantly correlated between categories ($p < 0.01$), analyzed by Simple linear regression analysis.

¹¹⁶⁾ Liu L, Laura T, Liang X, Ye H, and Zeng X. (2009). Determination of polyphenolic content and antioxidant activity of kudingcha made from *Ilex kudingcha* C.J. Tseng. *Food Chemistry* 112, pp.35-41.

제 5 장 요약 및 결 론

본 연구에서는 참취의 이용성 증가 및 부가가치를 향상시키고, 전통적인 파운드 케이크에 건강 기능성을 부여하기 위하여 동결 참취 분말의 첨가량을 달리하여 파운드 케이크를 제조한 후 물리화학적, 식품학적 품질 특성을 분석하고 관능검사를 통해 건강기능성인 파운드 케이크를 개발하고자 하였다. 각 실험 결과는 다음과 같다.

1. 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하여 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. 참취 분말을 5g~20g을 첨가한 시료 간에는 유의적인 차이가 없었고, 참취 분말을 첨가할수록 pH가 증가하는 것은 참취 분말 자체의 pH가 8.54 ± 0.02 정도로 높기 때문인 것으로 사료되었다.
2. 동결 참취 분말을 첨가한 파운드 케이크 반죽의 색도를 측정한 결과는 반죽의 명도 (L)는 유의적으로 감소하였고, 녹색도 (a)와 황색도 (b)는 유의적으로 증가하였다.
3. 반죽의 수분함량 및 비중은 동결 참취 분말을 첨가함으로 반죽의 수분함량은 증가하였으나 AS-1과 대조구간의 유의적인 차이는 관측되지 않았고, 케이크 반죽의 비중도 첨가량이 증가 할수록 유의적으로 증가하였다. cake flour의 식이섬유소 함량은 $0.35 \pm 0.083\%$ (w/w)이었고, 동결 참취 분말의 식이섬유소 함량은 $58.21 \pm 0.972\%$ (w/w)이었다. 따라서 동결 참취 분말을 첨가하였을 때 반죽의 비중이 증가된 원인은 참취 분말에 포함된 섬유소인 것으로 사료되었다.
4. 반죽의 점도는 동결 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽의 점도가 급격히 증가하였고, 참취 분말 첨가량과 반죽의 점도 사이에는 강한 양의 상관관계 ($r^2 = 0.914$, $p \leq 0.01$)를 나타내었다.

5. 파운드 케이크의 일반성분 분석 중에서 수분, 조단백질, 회분 및 식이섬유소 함량은 대조구에 비하여 참취 첨가구에서 유의적으로 증가하였고, 비용적은 첨가량이 증가할수록 약 10% 정도 증가하였다. 참취분말을 밀가루로 대체함으로써 파운드 케이크의 수분함량은 약 0.4~16.32% 까지 식이섬유소 함량은 0.86~3.24 배까지 각각 증가하였다. 참취 분말 첨가구는 대조구에 비하여 조단백질 함량은 0.22~0.69g, 회분 함량은 0.15~0.56g까지 높았다. 참취 분말을 첨가함으로써 전통적인 방법으로 제조한 파운드 케이크보다 열량이 감소하였고, 식이섬유, 단백질 및 회분 함량이 증가하였다.

6. 파운드 케이크의 무기성분 분석 결과 참취 분말의 첨가량에 비례하여 파운드 케이크에 포함된 칼슘, 철분 함량은 유의적으로 증가되었고, 참취 분말을 첨가함에 따라 나트륨 함량에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 ($p = 0.518$) 칼륨 함량은 유의적으로 증가하였다.

7. 파운드 케이크의 물리적 품질 특성결과 참취 분말 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크의 부피가 증가되는 것으로 나타났으며, 비용적은 참취 분말 첨가량이 증가할수록 약 10% 정도 증가하였다. 반죽 수율은 참취 첨가량이 증가할수록 감소하여 강한 음 (negative)의 상관관계 ($r^2 = -0.914$, $p < 0.01$)를 나타내었다. 굽기손실율은 참취 첨가구가 대조구에 비하여 약 1.1~2.6 배 가량 감소하였다.

8. 파운드케이크의 수분보유력은 참취분말 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크가 보유하는 수분의 양이 유의적으로 증가하였으며, 참취 분말 첨가구는 대조구에 비하여 최소 약 3%에서 최대 약 30% 정도의 수분을 더 보유하였다. 참취 분말을 첨가함으로서 파운드 케이크의 식이섬유소 함량이 대조구에 비해 최대 3배까지 증가하였으며, 참취 첨가량과 케이크의 식이섬유소 및 수분보유력 간에는 강한 양의 상관관계가 성립되었고, 식이섬유소 함량과 수분보유력 사이에도 강한 양의 상관관계가 성립되었으나, 환원당과 수분보유력 간에는 상관관계를 나타내지 않았다.

9. 파운드 케이크의 물성 분석 결과 경도 (hardness)는 대조구가 364.13 ± 12.26 (g/cm²)로 가장 높았고, 첨가량이 증가할수록 경도가 유의적으로 감소하여 20%의 참취 분말 첨가구는 대조구보다 약 25% 정도로 경도가 낮았다. 케이크의 경도는 식이섬유소 함량, 중량, 부피, 밀도, 수분함량, 수분보유력 및 반죽의 점도와 강한 음 (negative)의 상관관계를 갖는 것으로 분석되었다.

10. 파운드 케이크의 색도는 참취 분말 첨가량이 증가하면서 녹색값 (-a value)이 증가하였으나 참취 분말 첨가구 간의 유의적인 차이는 없었으며, 케이크 내부에서는 참취 분말 첨가량과 적색도 사이에는 강한 음 (negative)의 상관관계 ($r^2 = -0.941$, $p = 0.01$)를 나타내었다. 케이크 표면에서의 황색도 (yellowness, b value)는 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 소폭으로 감소하였으나, 대조구 및 실험구 간의 유의적인 차이는 없었다 ($p = 0.142$). 케이크 내부의 황색도 변화는 L 값 및 a 값의 변화 양상과 같았다. 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 b 값이 유의적으로 감소하였다.

11. 향기성분 분석 결과 참취 첨가량이 증가할수록 참취로부터 유래된 것으로 사료되는 향기성분의 수와 양이 증가하였다. 즉, 5% 참취 첨가구에서는 전체 향기성분의 5.12%가 참취로부터 유래되었고, 10% 참취 첨가구에서는 전체 향기성분의 10.32%가, 20% 참취 첨가구에서는 전체 향기성분의 37.25%가 참취로부터 유래되었다. 참취를 넣은 파운드 케이크는 대조구보다 약 40개 정도의 향기성분이 더 발현되는 것으로 나타났다. 5% 참취 첨가구는 31종, 10% 참취 첨가구는 38종, 20% 참취 첨가구는 42종의 향기성분이 동정되었다.

12. 관능검사 결과 파운드케이크의 외관 (figure) 및 맛 (taste)은 대조구와 실험구 간에 유의적인 차이가 없었으며, 파운드 케이크의 색은 대조구와 20% 첨가구가 5~10% 첨가구보다 유의적으로 높은 평가를 보였고, 향기는 대조구와 5% 참취 첨가구 간에는 유의적인 차이가 없었고, 10~20% 첨가구에서 대조구보다 유의적으로 높은 평가 점수를 획득하였다. 파운드 케이크의 질감

은 참취 첨가량이 증가할수록 대조구보다 높은 관능특성을 나타내었다. 전체적인 수용도 (overall acceptability)는 10~20% 참취 첨가구가 대조구보다 유의적으로 높았다. 그러나 5% 참취 첨가구와 대조구 사이에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 케이크의 전체적인 수용도는 제품의 flavor 및 color와 양의 상관관계를 갖고 있으므로, 제품의 맛이 일정할 경우 향과 색에 의해 관능특성이 향상될 것으로 사료되었다.

13. 총 폴리페놀화합물 함량은 참취 첨가구에서는 참취 분말의 첨가량이 증가할수록 파운드 케이크의 폴리페놀 함량이 증가하여 양의 상관관계를 나타내었다.

14. 베타카로틴 함량은 참취 첨가구는 참취 분말의 함량이 증가할수록 베타카로틴 함량도 증가하였으며, 파운드 케이크에 참취 분말을 첨가함으로써 제품에서의 영양성분 증가뿐만 아니라 제품의 항산화능 및 면역 강화 작용 등의 건강기능성이 향상될 것이다.

15. 항산화능 결과 참취 첨가구는 참취 첨가량이 증가할수록 환원력이 급격히 증가하여 대조구와 유의적인 차이를 나타내었고, TPC와 항산화능 (DPPH, ORAC 및 FRAP) 및 베타카로틴과 항산화능 (DPPH, ORAC 및 FRAP) 사이에는 강한 상관관계를 나타내었다. 유리라디칼 소거방법으로 항산화능을 측정하는 경우, 라디칼소거능 측정 결과와 TPC 함량 사이에는 상관관계가 형성되어야 하므로 본 연구결과는 바람직한 것으로 사료되었다.

이상에서 살펴본 바 참취분말의 첨가량이 증가할수록 수분함유량, 식이섬유, 단백질, 회분, 칼슘, 철, 칼륨등의 영양성분은 증가하였고, 열량이 감소한 파운드 케이크를 제조할 수 있을 것으로 사료되며, 총폴리페놀 함량과 베타카로틴 함량도 증가하여 항산화능 및 면역강화 작용 등의 건강기능성이 향상될 것으로 사료된다.

이를 바탕으로 동결 참취분말을 첨가한 파운드 케이크의 레시피를 이용하여 유리라디칼에 의해 발생될 수 있는 각종질병을 예방하고 현대인의 기호에 맞는 기능성 파운드 케이크로서의 이용가능성을 확인하였다.

마케팅 및 홍보와 더불어 동결참취 분말을 첨가한 파운드 케이크의 소비가 확대되기를 바라며, 이를 기초자료로 빵, 과자 및 가공식품의 산업에서 상업적 생산에 응용이 가능할 것으로 기대된다. 참취분말을 20% 첨가한 실험결과가 우수한 평가를 받았지만 그 이상의 첨가량에 따른 항산화능에 대한 실험연구가 필요하다.

한계점으로는 참취분말이 제과, 제빵 재료로서 보편화되지 않은 까닭에 재료구입과 원가면에서 어려운 점이 있었다. 또한 다른 제품에 참취분말을 첨가하여 비교실험도 필요할 것이다.



【참고문헌】

1. 국내문헌

- 장규찬, 백상봉, 이규순(1990), 「식이성 섬유의 첨가가 케이크의 노화에 미치는 영향」, 『한국식품과학회지』, 22, pp.19-25.
- 강미영, 최영희, 최해춘(1997), 「쌀의 이화학적 특성과 저장 쌀 빵의 노화 성과의 관계」, 『한국식품과학영양학회지』, 26, pp.886-891.
- 장병선, 이영춘(2007), 「반응표면분석법에 의한 비동결 파운드 케이크의 최적 배합비 설정」, 『한국식품저장유통학회지』, 14, pp.469-473.
- 장윤창, 최경구, 김공환, 김현구(2002), 「분무건조법을 이용한 참취 및 섬 쑥부쟁이 추출물의 미세캡슐화」, 『한국식품저장유통학회지』, 9, pp.212-220.
- 강은주(1993), 「고려와 조선시대의 문헌으로 본 한국의 나물」, 『한국식 품영양학회지』, 6, pp.16-24.
- 김경희, 이정옥, 백승한, 육홍선(2009), 「흑마늘을 첨가한 파운드 케이크의 저장 중 품질 특성」, 『동아시아식생활학회지』, 19, pp.238-246.
- 김경희, 황혜림, 윤미향, 조지은, 김미선, 육홍선(2009), 「버찌 (Fruit of *Prunus serrulata* L var. *spontanea* Max. wils.) 분말을 첨가한 파 운드 케이크의 저장 중 품질 특성」, 『한국식품영양과학회지』, 38, pp.926-934.
- 김명선, 오윤재(2009), 「참취에 대한 기호도 및 이용실태 조사에 관한 연구」, 『대한가정학회지』, 47, pp.110-117.
- 김명희, 김정옥, 신말식(2001), 「저항전분을 첨가한 스폰지 케이크의 특 성」, 『한국식품영양과학회지』, 36, pp.30-40.

김수정, 김재광, 김건희(2004), 「참취의 고부가 식품이용화를 위한 품질특성 및 기능성 건강음료 개발」, 『한국조리과학회지』, 20, pp. 84-90.

김영애(2005), 「구기자 분말의 첨가가 엘로우 레이어 케이크의 품질특성에 미치는 영향」, 『한국식품영양과학회지』, 34, pp.403-407.

김윤지(1999), 「철분강화 우유의 생이용성 평가」, 『한국식품영양과학회지』 28, pp.705-709.

김윤지, 윤칠석(1999), 「미세 피복된 철분을 첨가한 요구르트의 저장 중 품질변화」, 『한국식품영양과학회지』, 28, pp.542-546.

김현구, 권영주, 김영언, 남궁배(2004), 「마이크로웨이브 추출조건에 따른 참취 추출물의 총 폴리페놀 함량 및 항산화작용의 변화」, 『한국식품저장유통학회지』, 11, pp.88-93.

김혜영B, 김양화(2003), 「저 열량 레이어 케이크 제조 공정의 최적화」, 『한국식생활문화학회지』, 18, pp.37-44.

동의학사전편찬위원회(2005), 『신동의학사전』, 서울, 여강출판사.

민오진, 김민석, 곽병희, 류동영(2008), 「약용식물의 peroxy nitrite와 hydroxyl radical 소거활성」, 『한국자원식물학회지』, 21, pp. 254-259.

박근우, 최성진, 정진철, 박광우(1993), 「몇가지 야생 산채류의 저장」, 『한국원예학회지』, 34, pp.191-198.

박영선, 신솔, 신길만(2008), 「밀감 분말을 첨가한 파운드 케이크의 품질 특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 15, pp.662-668.

박인덕 (2008), 「단호박퓨레를 첨가한 파운드 케이크와 스폰지 케이크의 품질특성」, 『한국식생활문화학회지』, 23, pp.748-754.

박정로, 박종철, 최성희(1997), 「식용식물 추출물로부터 콜레스테롤 합성

저해제의 검색 및 분리」, 『한국식품영양과학회지』, 26, pp. 236-241.

보건복지부, 질병관리본부(2006), 『국민건강영양조사』, 제 3기 (2005) 총괄보고서.

송윤호(2006). 참취 신품종 육성 연구, 『농촌진흥청보고서』, 수원, 농촌진흥청.

신유미, 양윤형, 김미경, 조한영, 김미리(2005), 「 β -glucan 첨가 파운드 케이크의 저장 중 품질 특성」, 『한국조리과학회지』, 21, pp. 950-958.

안수용(2007), 「산채 연구 현황과 개발 과제」, 『농촌진흥청보고서』, 수원, 농촌진흥청.

안정미, 송영선(1999), 「미역과 다시마 가루를 첨가한 케이크의 물리화학적 및 관능적 특성」, 『한국식품영양과학회지』, 28, pp.534-541.

양승준, 민용규, 정현상, 조경주, 박광순(2003), 「침지조전이 칼슘 강화미제조에 미치는 영향」, 『한국식품과학회지』, 35, pp.604-609.

오덕환, 함승시, 이상영, 김상현, 홍정기(1996), 「천연유기산처리 및 포장방법에 의한 참취의 저장 효과」, 『한국식품과학회지』, 29, pp. 57-64.

오세인, 이미숙(2003), 「한국인 상용채소 7종의 항산화능 및 항돌연변이능 검색」, 『한국식품영양학회지』, 32, pp.1344-1350.

우정향, 신소림, 장영득, 이철희(2009), 「참취, 좀개미취, 큰금계국 및 기생초 꽃의 추출방법에 따른 항산화활성 비교」, 『한국자원식물학회지』, 22, pp.381-388.

우정향, 정현상, 유정식, 장영득, 이철희(2008), 「자생 쑥부쟁이속 식물 4종 추출물의 항산화 효과」, 『한국자원식물학회지』, 21, pp. 52-59.

유진균, 정미자, 김대중, 최면(2009), 「장기저장을 위해 제조한 동결건조 산채블록의 항산화활성 변화」, 『한국식품영양과학회지』, 38, pp. 1649-1655.

이경희(1996), 「국산밀로 제조한 파운드 케이크의 품질」, 『한국식품영양 학회지』, 9, pp.419-423.

이상영, 이은영, 심태희, 오덕환, 강일준, 정차권, 함승시(1998), 「참취 즙 액 첨가가 메밀국수의 조리 특성에 미치는 영향」, 『한국식품영양 학회지』, 27, pp.501-507.

이승은, 성낙술, 정태영, 최미연, 윤은경, 정유진(2001), 「참취 분말이 에탄 올을 투여한 흰쥐의 항산화계에 미치는 효과」, 30, pp. 1215-1219.

이영노(2001). 『한국자원식물도감』, 교학사

이우철(1996). 『한국식물명고』, 아카데미서적, pp.1099-1103.

이종미, 박윤정, 이승민(2001), 「참취를 첨가한 찹쌀떡의 관능적 및 이화 학적 특성」, 『한국식생활문화학회지』, 16, pp.180-186.

이종미, 정혜정(1999), 「참취를 이용한 스낵제품의 이화학적 관능적 특 성」, 『한국식생활문화학회지』, 14, pp.49-55.

이종우, 전수진(2004), 「철분 강화 식품첨가제용 리포좀의 제조 및 특 성」, 『한국식품영양과학회지』, 33, pp.864-868.

이창복(1989). 『대한식물도감』, 서울, 교학사.

이현순, 윤진이(2010), 「피부 주름개선 소재 개발을 위한 식용작물의 최종 당화산물 생성 억제 활성」, 『한국식품영양과학회지』, 39, pp. 186-192.

임상선, 이종호(1997), 「참취 및 씀바귀의 성분조성과 혈청 지질저하작용에 대한 연구」, 『한국식품영양과학회지』, 26, pp.123-129.

임화재(2000), 「부산지역 학령전 아동의 식품섭취와 나트륨, 칼륨의 섭취 및 소변중 배설실태에 관한 연구」, 『한국영양학회지』, 33, pp. 647-659.

장경희, 강우원, 곽은정(2010), 「미강 분말 첨가 파운드 케이크의 품질특성에 미치는 영향」, 『한국식품저장유통학회지』, 17, pp.250-255.

정남용, 최순남(2005), 「클로렐라를 첨가한 파운드 케이크의 품질특성」, 『한국 조리과학회지』, 21, pp.669-676.

정남용, 최순남(2006), 「올리브유를 첨가한 파운드케이크의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 22, pp.222-228.

정용진, 김주남, 서지형, 김경은(2004), 「액상칼슘 섭취가 중년여성의 골밀도에 미치는 영향」, 『한국식품영양과학회지』, 33, pp.995-999.

정혜경, 김종연, 이현숙, 김종여(1997). 「흰쥐에서 칼슘과 인의 섭취비율이 체내 칼슘 및 골격대사에 미치는 영향」, 『한국영양학회지』, 30, pp.813-824.

정희경, 김영진, 박병권, 박승춘, 정유석, 홍주현(2007), 「Phytobiotic 소재 선발을 위한 약용식물 추출물의 항산화 및 항균 활성」, 『한국식품영양과학회지』, 36, pp.1235-1240.

조은자(2000), 「산채류의 이용실태에 대한 조사」, 『한국식생활문화학회지』 15, pp.59-68.

최근표, 정병희, 이동일, 이현용, 이진하, 김종대(2002), 「약용식물의 angiotensin converting enzyme 저해활성 탐색」, 『한국약용작물학회지』, 10, pp.399-402.

최남순, 오상석, 이종미(2001), 「데침 조건에 따른 참취의 생리활성성분 및 품질특성 변화」, 『한국식품과학회지』, 33, pp.745-752.

최순남, 정남용(2006), 「식물성유를 사용한 파운드케이크의 품질특성」,

- 『한국조리과학회지』, 22, pp.808-814.
- 최순남, 정남용(2010), 「캐슈를 첨가한 파운드케이크의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』, 26, pp.198-205.
- 허진영, 이평재, 김호철, 강인석, 이강로, 김선여. (2004), 「티로신 키나제의 캐스케이드 신호를 통한 참취에서 격리된 3,5-디카페오일-뮤코-퀴닉산의 PC12 세포의 분화에 대한 기여」 313, pp.948-953.
- 한영실, 박지영(2001), 「저장 기간에 따른 냉동 비빔밥 나물의 미생물학적, 관능적 특성」, 『한국조리과학회지』, 17, pp.149-155.
- 함승시, 김성완, 김영명(1990). 효소적 갈변반응 생성물의 돌연변이 억제효과 및 유전자 수복에 관한 연구. 『한국식품과학회지』, 22, pp. 632-639.
- 함승시, 황보현주, 최승필, 이의용, 조미애, 이득식(2001), 「참취뿌리 에탄올추출물의 유전독성 억제효과」, 『동아시아식생활학회지』, 11, pp.466-471.
- 황인경, 변진원(1996), 「칼슘강화 두유의 제조 및 단백질과 칼슘의 체외소화특성」, 『한국식품과학회지』, 28, pp.995-1000.

2. 국외문헌

- AACC. (2000). Approved methods of the AACC. MN, USA, The American Association of Cereal Chemists.
- Amarowicz R, Estrella I, Hernandez T, Robredo S, Troszynska A, Kosinska A, and Pegg R. B. (2010). Free radical scavenging capacity, antioxidant activity, and phenolic composition of green lentil (*Lens culinaris*). *Food Chemistry* 121, pp.705–711.
- AOAC. (2006). Official Methods of Analysis of AOAC International (18th ed., Rev. 1). MD, USA, Association of Official Analytical Chemists.
- Arabashahi-Delouee S and Urooj A. (2007). Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Food Chemistry* 102, pp.1233–1240.
- Ashok K. J. (2001). Imbalance in antioxidant defence and human disease: Multiple approach of natural antioxidant therapy. *Current Science* pp.1179–1186.
- Bartosz G. (2003). Total antioxidant capacity. *Advances in Clinical Chemistry* 37, pp.219–292.
- Beal M. F. (2003). Mitochondria, oxidative damage, and inflammation in Parkinson's disease. *Annals of the New York Academy of Sciences* 991, pp.120–131.
- Benzie I. F and Strain J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239, pp.70–76.

- Berglund P. T, and Hertsgaard D. M. (1986). Use of vegetable oils at reduced levels in cake, pie crust, cookies and muffins. *Journal of Food Science* 51, pp.640–644.
- Botterweck A. A. M, Verhagen H, Goldbohm R. A, Kleinjans J, and Brandt P. A. V. D. (2000). Intake of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene and stomach cancer risk: results from analyses in the Netherlands cohort study. *Food Chemical Toxicology* 3, pp.599–605.
- Brys K. D and Zabik M. E. (1976). Microcrystalline replacement in cakes and biscuits. *Journal of the American Dietetic Association* 69, pp.50–55.
- Burri B. J. (1997). Beta-carotene and human health: a review of current research. *Nutrition Research* 17, pp.547–580.
- Cao G, Alessio H, and Cutler R. (1993). Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine* 14, pp.303–311.
- Cho Y. O. (2002). Antioxidant activity of the Korean wild leafy vegetables: *Aster scaber* and *Ligularia fischeri*. *Nutraceuticals and Food* 7, pp.146–150.
- Chung T. Y and Lee S. E. (2001). *In vitro* antioxidant effect of *Aster scaber* Thunb. extract. *Agricultural Chemistry and Biotechnology* 44, pp.71–76.
- Chung T. Y, Eiserich J. P, and Shibamoto T. (1993). Volatile compounds isolated from edible Korean Chamchwi (*Aster scaber* Thunb.). *Journal of Agricultural Chemistry* 41, pp. 1693–1697.

- Colak E. (2008). New markers of oxidative damage to macromolecules. *Journal of Medicinal Biochemistry* 27, pp.1–16.
- Daker M, Noorlidah A, Vikineswary S, Goh P. C, and Kuppusamy U. R. (2008). Antioxidant from maize and maize fermented by *Marasmiellus* sp. as stabilizer of lipid-rich foods. *Food Chemistry* 107, pp.1092–1098.
- David G. B, Erik E. A, Rohini S, and Alfins S. (2000). Antioxidant enzyme expression and ROS damage in prostatic intraepithelial neoplasia and cancer. *Cancer* 89, pp.124–134.
- De Fouw C, Zabik M. E, Uebersa M. A, and Aguilera J. M. (1982). Use of unheated and heat treated navy bean hulls as a source of dietary fiber in spice flavoured layer cakes. *Cereal Chemistry* 59, pp.22–230.
- Du G, Li M, Ma F, and Liang D. (2009). Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in *Actinidia* fruits. *Food Chemistry* 113, pp.557–562.
- Ekhrd E. Z, Filer J. R. (1996). Salt, water, and extracellular volume regulation. Present knowledge in nutrition, 7th ed., ILSI Press, pp.265–271.
- Fleischauer A. T, Olson S. H, Mignone L, Simonsen N, Caputo T. A, and Harlap S. (2002). Dietary antioxidants supplements and risk of epithelial ovarian cancer. *Nutrition and Cancer* 40, pp. 92–98.
- Gemma C, Mesches M. H, Sepesi B, Choo K, Holmes D. B, and Bickford PC. (2002). Diets enriched in foods with high antioxidant activity reverse age-induced decreases in

- derebellaradrenergic function and increases in proinflammatory cytokines. *Journal of neuroscience* 22, pp.6114–6120.
- Gertsch J, Leonti M, Raduner S, Racz I, Chen J. Z, Xie X. Q, Altmann K. H, Karsak M, and Zimmer A. (2008). Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105, pp.9099–9104.
- Gomez M, Oliete B, Rosell C. M, Pando V, Fernandez E. (2008). Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. *LWT-Food Science and Technology* 41, pp.1701–1709.
- Halliwell B and Gutteridge J. M. (1995). The definition and measurement of antioxidants in biological systems. *Free Radical Biology and Medicine* 18, pp.125–126.
- Heinecke J. W. (1997). Mechanisms of oxidative damage of low density lipoprotein in human atherosclerosis. *Current Opinion in Lipidology* 8, pp.268–274.
- Hur J. Y, Lee P. J, Kim H. C, Kang I. S, Lee K. R, and Kim S. Y. (2004). (–)-3,5-dicaffeoyl-muco-quinic acid isolated from *Aster scaber* contributes to the differentiation of PC12 cells: through tyrosine kinase cascade signaling. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 313, pp.948–953.
- Kamel B. S and Rasper V. F. (1988). Effects of emulsifiers, sorbitol, polydextrose, and crystalline cellulose on the texture of reduced-calorie cakes. *Journal of Texture Studies* 19, pp. 307–320.
- Kempner W. (1948). Treatment of hypertensive vascular disease with rice diet. *American Journal of Medicine* 4, pp.545–577.

- Kiers C. T, De Boer J. L, Olthof R, Spek A. L. (1976). The crystal structure of a 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) modification. *Acta Crystallographica Section B Structural Crystallography and Crystal Chemistry* 32, p.2297.
- Legault J and Pichette A. (2007). Potentiating effect of β -caryophyllene on anticancer activity of α -humulene, isocaryophyllene and paclitaxel. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 59, pp. 1643–1647.
- Lips A, Chapman R. A, and McFarlane W. D. (1943). The application of the ferric thiocyanate method to the determination of incipient rancidity in fats and oils. *Journal of the American Chemical's Society* 11 , pp.240–243.
- Liu L, Laura T, Liang X, Ye H, and Zeng X. (2009). Determination of polyphenolic content and antioxidant activity of kudingcha made from *Ilex kudingcha* C.J. Tseng. *Food Chemistry* 112, pp. 35–41.
- Lorenzetti B. B, Souza G. E. P, Sarti SJ, Filho D. S, Ferreira S. H. (1991). Myrcene mimics the peripheral analgesic activity of lemongrass tea. *Journal of Ethmopharmacology* 34, pp.43–48.
- Lu T. M, Lee C. C, Mau J. L, and Lin S. D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry* 119, pp.1090–1095.
- Marnett L. J. (1999). Lipid peroxidation-DNA damage by malondialdehyde. *Mutation Research* 424, pp.83–95.
- Masood F. A, Sharma B, and Chauhan G. S. (2002). Use of apple as a source of dietary fiber in cakes. *Plant Foods for Human*

Nutrition 57, pp.121–128.

- Moon J. K and Shibamoto T. (2009). Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 57, pp.1655–1666.
- Moreira P, Smith M. A, Zhu X, Honda K, Lee H. G, Aliev G, and Perry G. (2005). Since oxidative damage is a key phenomenon in Alzheimer's disease, treatment with antioxidants seems to be a promising approach for slowing disease progression. Oxidative damage and Alzheimer's disease: are antioxidant therapies useful? *Drug News and Perspectives* 18, pp.13–19.
- Mukherjee A. B, Zhang Z, and Chilton B. S. (2007). Uteroglobin: a steroid-inducible immunomodulator protein that founded the secretoglobin superfamily. *Endocrine Reviews* 28, pp.707–725.
- Muller F. L, Lustgarten M. S, Jang Y, Richardson A, and Van Remmen H. (2007). Trends in oxidative aging theories. *Free Radical Biology and Medicine* 43, pp.477–503 .
- Nagao T and Okabe H. (1992). Studies on the constituents of *Aster scaber* Thunb. III. Structures of scaberosides B7, B8, and B9, mino oleanolic acid glycosides isolated from the root. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 40, pp.886–888
- Nagao T, Tanaka R, Iwase Y, and Okabe H. (1993). Studies on the constituents of *Aster scaber* Thunb. IV. Structures of four new echinocystic acid glycosides isolated from the herb. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 41, pp.659–665.
- Naito Y, Uchiyama K, and Yoshikawa T. (2006). Oxidative stress involvement in diabetic nephropathy and its prevention by astaxanthin. *Oxidative Stress and Disease* 21, pp.235–242.

- Noge K and Becerra JX. 2009. Germacrene D, A common sesquiterpene in the genus *Bursera* (Burseraceae). *Molecules* 14, pp. 5289–5297.
- Ou B, Hampsch-Woodill M, and Prior R. (2001). Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 49, pp.4619–4626.
- Pandino G, Lombardo S, Mauromicale G, and Williamson G. (2011). Phenolic acids and flavonoids in leaf and floral stem of cultivated and wild *Cynara cardunculus* L. genotypes. *Food Chemistry* 126, pp.417–422.
- Park J. H, Han N. S, Yoo J. Y, Kwon D. J, and Koo Y. J. (1993). Effect of *Aster scaber* extract on the growth of *Bifidobacteria* and *Clostridium perfringens*. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 3, pp.285–291.
- Paz-Elizur T, Sevilya Z, Leitner-Dagan Y, Elinger D, Roisman L. C, Livneh Z. (2008). DNA repair of oxidative DNA damage in human carcinogenesis: Potential application for cancer risk assessment and prevention. *Cancer Letters* 266, pp.60–72.
- Phillai C. K and Phillai K. S. (2002). Antioxidants in health. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology* 46, pp.1–5.
- Pomeranz Y. (1978). Wheat chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists. MN, USA. p.756.
- Preedy V. R, Reilly M. E, Mantle D, and Peters T. J. (1998). Oxidative damage in liver disease. *Journal of the International Federation of Clinical Chemistry* 10, pp.16–20.

- Pyler E. J. (1979). Physical and chemical test method. Baking science and technology. 2nd ed., Sosland Publication Company, Kansas, USA, pp.891-895
- Ratty A. K, Sunammoto J, and Das N. P. (1988). Interaction of flavonoids with 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl free radical, liposomal membranes and soybean lipoxygenase-1. *Biochemical Pharmacology* 37, pp.989-995.
- Sanchez-Pardo M. A, Ortiz-Moreno A, Mora-Escobedo R, Chanona-Perez J. J, and Necoechea-Mondragon H. (2008). Comparison of crumb microstructure from pound cake baked in a microwave or conventional oven. *LWT Food Science and Technology* 41, pp.620-627.
- Sen C. K. (1995). Oxygen toxicity and antioxidants: State of the art. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology* 39, pp. 177-193.
- Sepulveda R. T and Watson R. R. (2002). Treatment of antioxidant deficiencies in AIDS patients. *Nutrition Research* 22, pp.27-37.
- Shivaprasad H. N, Mohan S, Kharya M. D, Shiradkar M. R, and Lakshman K. (2005). In vitro models for antioxidant activity evaluation. *Pharmaceutical Reviews* 3. pp.1-17.
- Simmons A. (1996). American Cookery: or, the art of dressing viands, fish, poultry and vegetables, and the best modes of making puff-pastes, pies, tarts, puddings, custards and preserves, and all kinds of cakes, from the imperial plumb to plain cake. 2nd ed. (original published by Albany, 1796) reprinted, MA, USA, Applewood Books.

- Somogyi M. (1952). Note on sugar determination. *Journal of Biological Chemistry* 195, pp.19–25.
- Sonibare O. O and Olakunle K. (2008). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Pinus caribaea* from nigeria. *African Journal of Biotechnology* 7, pp.2462–2464.
- Stoilova I, Jirvetz L, Stoyanova A, Krastanov A, Gargova S, and Ho L. (2008). Antioxidant activity of the polyphenol mangiferin. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* 7, pp.2706–2716.
- Sudha M. L, Baskaran V, and Leelavathi K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry* 104, pp.686–692.
- Summu G, Sahin S, and Sevimli M. (2005). Microwave, infrared and infrared–microwave combination baking. *Journal of Food Engineering* 71, pp.150–155.
- Robak J and Gryglewski R. J. (1998). Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochemical Pharmacology* 37, pp.837–841.
- Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Defraigne J, and Dommes J. (2009). Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. *Food Chemistry* 113, pp.1226–1233.
- Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, and Byrne DH. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* 19, pp. 669–675.

- Tannen R. L. (1983). Effects of potassium on blood pressure control. *Annals of Internal Medicine* 98, pp.773–780.
- Wilderjans E, Pareyt B, Goesaert H, Hrijs K, Delcour JA. (2008). The role of gluten in a pound cake system: A model approach based on gluten–starch blends. *Food Chemistry* 110, pp. 909–915.
- Wilderjans E, Lagrain B, Rbijs K, and Delcour J. (2010). Impact of potassium iodate in a pound cake syste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, pp.6465–6471.
- Wilderjans E, Luyts A, Goesaert H, Brijs K, and Delcour JA. (2010). A model approach to starch and protein functionality in a pound cake system. *Food Chemistry* 120, pp.44–51.

ABSTRACT

Antioxidant Capacity and Physicochemical Property of Pound Cake adding Lyophylized *Aster scaber* Thunb

Chang, Chan Ho

Major in Food Service Management

Dept. of Hotel, Tourism and Restaurant Management

Graduate School of Business Administration
Hansung University

This experiment was undertaken in order to increase utilizability and added value of *Aster scaber* Thunb while adding a health function to traditional pound cake by adding lyophilized *A. scaber* powder.

The moisture content, crude protein, calcium, iron, potassium, and dietary fiber concentrations of the pound cakes increased significantly when added with lyophilized *A. scaber* powder. Chromacitically, the level of green increased with increasing amount of the powder; however, no notable difference was observed in the treated group. The level of hardness was the highest for the compare group [364.13 ± 12.26 (g/cm²)]. The level of hardness decreased noticeably as the amount of the powder increased. The treated group with 20% powder concentration had 25% lower hardness

than the compare group.

In the mineral component analysis, the levels of calcium and iron increased while there was no noticeable change in the level of sodium. As the amount of the added powder increased, the number and amount of aromatic components increased which may be attributed to *A. scaber*. In the analysis of organic functions, the figures and tastes of both treated and compare groups had no noticeable differences. The compare group and the group with 20% concentration had higher color concentration than the groups with 5~10% concentrations.

Total polyphenol content (TPC) and beta-carotene concentration of pound cake increased significantly when added with *A. scaber*. No antioxidant activity was detected in the control group, but significant antioxidant activities were observed in the treated groups.

Thus, it can be concluded that addition of *A. scaber* powder would result in overall improvement of nutritional values and health functions as anti-oxidant function and immunopotentiation improve.

there was no noticeable change in the level of sodium. As the amount of the added powder increased, the number and amount of aromatic components increased which may be attributed to *A. scaber*. In the analysis of organic functions, the figures and tastes of both treated and compare groups had no noticeable differences. The compare group and the group with 20% concentration had higher color concentration than the groups with 5~10% concentrations.

Total polyphenol content (TPC) and beta-carotene concentration of pound cake increased significantly when added with *A. scaber*. No antioxidant activity was detected in the control group, but significant antioxidant activities were observed

Thus, it can be concluded that addition of *A. scaber* powder would result in overall improvement of nutritional values and health functions as anti-oxidant function and immunopotentiation improve.

【Key words】 *Aster scaber*, pound cakes, total polyphenol content, DPPH, ORAC, FRAP

