creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000264083

2013年 8月

博士學位論文

콜라비의 생리활성과 쿠키 및 햄버거 패티로의 적용

朝鮮大學校 大學院

食品醫藥學科

車 善 淑

콜라비의 생리활성과
쿠키 및 햄버거 패티로의 적용

Physiological Activities of Kohlrabi and Their Applications to Cookie and Ground Hamburger Patty

2013年 8月 23日

朝鮮大學校 大學院

食品醫藥學科

車 善 淑

콜라비의 생리활성과
쿠키 및 햄버거 패티로의 적용

指導敎授 李 明 烈

이 論文을 理學 博士學位申請 論文으로 提出함

2013年 4月

朝鮮大學校 大學院

食品醫藥學科

車 善 淑

車 善 淑 의 博士學位 論文을 認准함

委員長 朝 鮮 大 學 校 敎 授 장 해 춘 (印)

委 員 草 堂 大 學 校 敎 授 정 해 옥 (印)

委 員 光州保健環境硏究院 博 士 하 동 룡 (印)

委 員 朝 鮮 大 學 校 敎 授 이 재 준 (印)

委 員 朝 鮮 大 學 校 敎 授 이 명 렬 (印)

2013年 6月

朝鮮大學校 大學院

목 차

LIST OF TABLE ····· v
LIST OF FIGURE ····· viii

ABSTRACT ····· ix

제 1장 서 론 ····· 1

제 2장 실험재료 및 방법 ····· 8
제 1절 콜라비 가식부와 껍질의 이화학적 성분 비교 ····· 8
1. 실험재료 ····· 8
2. 일반성분 분석 ····· 8
3. 유리당 분석 ····· 9
4. 구성 아미노산 분석 ····· 10
5. 유리 아미노산 분석 ····· 11
6. 지방산 분석 ····· 12
7. 유기산 분석 ····· 13
8. 비타민 분석 ····· 14
9. 무기질 분석 ····· 16
10. 통계처리 ····· 17

제 2절 콜라비 가식부와 껍질 에탄올 추출물의 항산화 효과 및 암세포 성장 억제효과 ····· 18
1. 콜라비 부위별 에탄올 추출 ····· 18
2. 콜라비 부위별 추출 수율 ····· 18
3. 총 flavonoid 함량 측정 ····· 19
4. Anthocyanin 함량 측정 ····· 19

5. Glucosinolate 함량 측정 ····· 20
6. DPPH radical 소거활성 측정 ····· 20
7. 항산화지수 측정 ····· 21
8. 세포배양 ····· 22
9. 간암, 폐암 및 대장암의 암세포 생존율 측정 ····· 22
10. 통계처리 ····· 23

제 3절 콜라비 분말을 첨가한 쿠키의 품질특성 ····· 24
1. 실험재료 ····· 24
2. 쿠키의 재료 배합비 ····· 24
3. 쿠키 제조방법 ····· 26
4. 쿠키의 일반성분 분석 ····· 26
5. 쿠키반죽의 pH 및 밀도 측정 ····· 27
6. 쿠키의 퍼짐성 측정 ····· 27
7. 쿠키의 색도 측정 ····· 28
8. 쿠키의 조직감(경도) 측정 ····· 28
9. 관능검사 ····· 29
10. 통계처리 ····· 29

제 4절 콜라비를 첨가한 햄버거 패티의 품질특성 및 저장안정성 ····· 30
1. 실험재료 ····· 30
2. 콜라비 첨가 햄버거 패티의 제조방법 ····· 30
3. 품질특성 ····· 32
가. 일반성분 및 열량 ····· 32
나. 아미노산 ····· 32
다. 지방산 ····· 33
라. 보수력 ····· 34
마. 가열감량 ····· 34
바. 조직특성 ····· 34
사. 관능검사 ····· 35

4. 저장특성 ····· 35
가. pH ····· 35
나. 2-Thiobarbituric acid (TBA) ····· 35
다. Volatile basic nitrogen (VBN) ····· 36
라. 총 미생물 수 ····· 37
마. 육색 측정 ····· 37
5. 통계처리 ····· 37

제 3장 실험결과 및 고찰 ····· 38

제 1절 콜라비 가식부와 껍질의 이화학적 성분 비교 ····· 38

1. 일반성분 및 식이섬유소 ····· 38
2. 유리당 ····· 41
3. 구성 아미노산 ····· 43
4. 유리 아미노산 ····· 45
5. 지방산 ····· 47
6. 유기산 ····· 49
7. 비타민 ····· 51
8. 무기질 ····· 53

제 2절 콜라비 가식부와 껍질 에탄올 추출물의 항산화효과 및 암세포 성장 억제효과 ····· 55

1. 총 flavonoid 함량 ····· 55
2. Anthocyanin 함량 ····· 57
3. Glucosinolate 함량 ····· 59
4. DPPH radical 소거능 ····· 61
5. 항산화지수 ····· 63
6. 간암의 암세포 생존율 ····· 65
7. 대장암의 암세포 생존율 ····· 67
8. 폐암의 암세포 생존율 ····· 69

제 3절 콜라비 분말을 첨가한 쿠키의 품질특성 ····· 71
1. 쿠키의 일반성분 ····· 71
2. 쿠키반죽의 pH 및 반죽의 밀도 ····· 73
3. 쿠키의 퍼짐성 ····· 75
4. 쿠키의 색도 ····· 78
5. 쿠키의 경도 ····· 80
6. 관능평가 ····· 82

제 4절 콜라비를 첨가한 햄버거 패티의 품질특성 및 저장안정성 ····· 84
1. 콜라비 첨가 햄버거 패티의 품질특성 ····· 84
가. 일반성분 및 열량 ····· 84
나. 아미노산 ····· 86
다. 지방산 ····· 88
라. 보수력 및 가열감량 ····· 90
마. 조직특성 ····· 93
바. 관능평가 ····· 95
2. 마쇄한 콜라비 첨가 햄버거 패티의 저장특성 ····· 97
가. pH의 변화 ····· 97
나. 지질산패도의 변화 ····· 100
다. 휘발성 염기태질소 함량 변화 ····· 102
라. 총 미생물 수의 변화 ····· 104
마. 색도 변화 ····· 106

제 4장 요약 및 결론 ····· 108

참 고 문 헌 ····· 111

LIST OF TABLES

Table 1. Operating conditions of Ion chromatography for free sugars ····· 9
Table 2. Operating conditions of amino acid auto-analyzer for total amino acid ····· 10
Table 3. Operating conditions of amino acid auto-analyzer for free amino acid ····· 11
Table 4. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids ····· 12
Table 5. Operating conditions of Ion chromatography for organic acids ····· 13
Table 6. Operation conditions of HPLC for vitamin C ····· 15
Table 7. Operating conditions of HPLC for vitamin E ····· 15
Table 8. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals ····· 16
Table 9. Yield of 80% ethanol extracts from *Kohlrabi* ····· 19
Table 10. Fomula of cookies made with different amount of *Kohlrabi* powder ····· 25
Table 11. Formula of Hamburgur Patties added with chopped *Kohlrabi* ····· 31
Table 12. Conditions for fatty acid analysis by GC-FID ····· 33
Table 13. Proximate compositions of *Kohlrabi* ····· 40
Table 14. Contents of insoluble and soluble dietary fibers in *Kohlrabi* ····· 40
Table 15. Contents of free sugars in *Kohlrabi* ····· 42
Table 16. Contents of total amino acids in *Kohlrabi* ····· 44
Table 17. Contents of free amino acids in *Kohlrabi* ····· 46
Table 18. Compositions of fatty acids in *Kohlrabi* ····· 48
Table 19. Contents of organic acids in *Kohlrabi* ····· 50
Table 20. Contents of vitamin C and vitamin E in *Kohlrabi* ····· 52
Table 21. Contents of minerals in *Kohlrabi* ····· 54
Table 22. Contents of total flavonoid in *Kohlrabi* ethanol extract ····· 56

Table 23. Contents of total anthocyanin in *Kohlrabi* ethanol extract ····· 58
Table 24. Contents of total glucosinolate in *Kohlrabi* ····· 60
Table 25. Scavenging effects of 80% ethanol extract of *Kohlrabi* on DPPH radical ····· 62
Table 26. Antioxidative index of *Kohlrabi* 80% ethanol extract ····· 64
Table 27. Proximate compositions of cookies made with *Kohlrabi* power ···· 72
Table 28. Density and pH value of cookies dough prepared with different levels of *Kohlrabi* powder ····· 74
Table 29. Spread ratio of cookies made with *Kohlrabi* powder ····· 76
Table 30. Hunter's color parameters of cookies prepared with different levels of *Kohlrabi* powder ····· 79
Table 31. Sensory properties of cookies prepared with different levels of *Kohlrabi* powder ····· 83
Table 32. Proximate compositions of Hamburgur Patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* ····· 85
Table 33. Amino acids of Hamburgur Patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* ····· 87
Table 34. Fatty acids of Hamburgur Patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* ····· 89
Table 35. Water holding capacity (WHC) and cooking loss of Hamburgur Patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* ····· 92
Table 36. Textural properties of Hamburgur Patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* ····· 94
Table 37. Sensory evaluation of Hamburgur Patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* ····· 96
Table 38. pH changes of total aerobic counts for Hamburgur Patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during 15 days of storage at 5℃ ····· 98
Table 39. Changes of TBA values for Hamburgur Patties prepared with

different levels of chopped *Kohlrabi* during 15 days of storage at 5℃ ····· 101
Table 40. Changes of VBN values for Hamburgur Patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during 15 days of storage at 5℃ ····· 103
Table 41. Changes of total aerobic counts for Hamburgur Patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during 15 days of storage at 5℃ ····· 105
Table 42. Color properties (L, a and b) of Hamburgur Patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during storage at 5℃ ····· 107

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Photographs of two types of *kohlrabi* : (A) pale green *kohlrabi* and (B) purple *kohlrabi.* ····· 7
Fig. 2. HepG2 cell viabilities of *Kohlrabi* flesh and peel ethanol extracts ····· 66
Fig. 3. HCT cell viabilities of *Kohlrabi* flesh and peel ethanol extracts ···· 68
Fig. 4. A549 cell viabilities of *Kohlrabi* flesh and peel ethanol extracts ·· 70
Fig. 5. Appearance of Kohlrabi cookie dough and baked cookie ····· 77
Fig. 6. Hardness of cookies prepared with different levels of *Kohlrabi* powder ····· 81
Fig. 7. Shape of the patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* ····· 91
Fig. 8. pH changes of total aerobic counts for patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during 15 days of storage at 5℃ ····· 99

ABSTRACT

Physiological Activities of Kohlrabi and Their Applications to Ground Hamburger Patty and Cookie

by. Cha, Seon Suk

Advisor : Prof. Lee, Myung-Yul, Ph. D.

Department of Food and Drug,

Graduate School of Chosun University

This study was investigated to compare the major chemical components of *Kohlrabi* (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) flesh and *Kohlrabi* peel. Among the proximate compositions, the crude fat of *Kohlrabi* peel contained lower than that of *Kohlrabi* flesh, while the contents of carbohydrate and the crude protein were higher in the *Kohlrabi* peel. Total free suger contents were higher in *Kohlrabi* flesh than *Kohlrabi* peel, and the major free sugars of *Kohlrabi* flesh and *Kohlrabi* peel were identified as fructose and glucose. The value of glutamic acid was greater in amino acids of *Kohlrabi flesh* and *Kohlrabi* peel, and the contents of total amino acids and essential amino acids were higher in *Kohlrabi* peel compared with *Kohlrabi* flesh. *Kohlrabi* flesh also contained a higher level of unsturated fatty acids than *Kohlrabi* peel. The contents of organic acid were higher in *Kohlrabi* peel, and the level of oxalic acid was the highest in both *Kohlrabi*. The contents of vitamin C of *Kohlrabi* flesh and *Kohlrabi* peel were 231.36 mg/100 g and 402.75 mg/100 g respectively. The minerals of *Kohlrabi* peel contained higher than that of *Kohlrabi flesh*, and the mineral contents of *Kohlrabi* flesh and *Kohlrabi* peel were greater in order of K>Ca>Mg>Na. As a result, the contents of total amino acid, essential amino

acid, organic acid, vitamin C and mineral were higher in *Kohlrabi* peel, and the contents of free sugar and unsaturated fatty acid were higher in *Kohlrabi* flesh.

In this study, we determined total polyphenol and total flavonoid of ethanol extract from Kohlrabi using a spectrophotometic method as well as anthocyan content by HPLC. Total polyphenol contents of *Kohlrabi* fresh and peel ethanol extract were found to be 17.77 mg/mL and 28.08 mg/mL in 1000 ppm. Also, total flavonoid contents of *Kohlrabi* fresh and peel ethanol extract were found to be 17.77 mg/mL and 28.08 mg/mL in 1000 ppm, respectively. Anthocyanin levels were much higher in the peel than the flesh of *Kohlrabi*. The DPPH radical scavenging activity and antioxidative activities of *Kohlrabi* peel ethanol extract was highly and it was similar to the BHA and BHT. Antioxidative index of the Kohlrabi flesh and peel ethanol extracts measured by rancimat were lower than that in the BHT, BHA and ascorbic acid, but were higher than that in the control. We determined the cytotoxic effect of *Kohlrabi* and *Kohlrabi* extracts in HCT human colon cancer cells, HepG2 human liver cancer cells and A549 human lung cancer cells by MTT assay. Dose-dependent relationships were found between the extract concentrations and cancer cell growth inhibition. The anticancer effect of *Kohlrabi* peel ethanol extracts at 4 days on lung cancer cell line (A549), colon cancer cell line (HCT116) and liver cancer cell line (HepG2) showed higher values compared with the fresh ethanol extracts.

The characteristics of cookies added *Kohlrabi*(*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) powder were analyzed by chemical and sensory evaluation. Samples were prepared with different levels (0, 1, 3 and 5%) of freeze-dried Kohlrabi powder. The pH of the cookie was 6.77 in the 5% Kohlrabi powder added group. Density value of cookie dough was decreased by increase of Kohlrabi power addition volume. Spread factor of cookie was significantly decreased by addition of Kohlrabi powder. However the hardness of cookies was significantly increased as Kohlrabi power concentration increased. L-value of cookie was significantly decreased with larger of Kohlrabi powder addition

volume and the lowest in the 5% Kohlrabi added group. The b value was the lowest for the 5% substituted sample group. The sensory evaluation was not observed significantly differences by terms of color(3.8-4.4), texture(4.0-4.1), flavor(4.1-4.2), taste(3.6-4.1) and overall acceptability (3.6-4.1). From these results, we suggest that *Kohlrabi* powder addition is possible up to 5% and is good ingredient for increasing the acceptability and functionality of cookies.

This study was performed to evaluate the effects of chopped Kohlrabi addition on the quality and palatability of patties. The patties consisted of four types: no *Kohlrabi* added (N), 3.3% *Kohlrabi* added (K1), 6.6% *Kohlrab*i added (K2), and 10% *Kohlrabi* added (K3). Each patties as tested in triplicate and assigned to one of four storage periods: 0, 5, 10, or 15 days. Addition of *Kohlrabi* decreased the protein and lipid contents, but the ash content was significantly increased ($p<0.05$). The total amino acid contents of control, K1, K2, and K3 were 15.34±1.02, 14.57±1.28, 15.10±1.17, and 16.70±1.23, respectively. Palmitic acid was the most abundant among saturated fatty acids, while oleic acid was the most abundant unsaturated fatty acids in the four groups. The WHC values and cooking loss were not significantly different among the patties. In the textural characteristics, the addition of *Kohlrabi* increased the cohesiveness and chewiness values, but did not affect the hardness and springiness values of patties. In the sensory evaluation, an addition of 10% *Kohlrabi* had the best score in color, flavor and total acceptability. The pH of patties decreased longer period storage, but the total microbial counts, TBA value and VBN content increased during storage. TBA value and VBN content of patties contaning 10% *Kohlrabi* were lower than those of the normal. *Kohlrabi* addition decreased b (yellowness) and a (redness) values, and did not affect L (lightness) value. Thus, this result suggests that adding *Kohlrabi* of 10% can be applied to patty to its functionality.

제 1장 서 론

오늘날 현대를 살아가는 우리들은 과거에 비하여 풍부한 식품공급 그리고 식품산업의 급속한 발달과 외식문화의 확산은 식생활의 서구화를 초래하였고(1), 이러한 식습관과 라이프스타일의 변화에 따라 패스트푸드가 유행해 이로 인해 비만, 당뇨, 고혈압 등 만성 서구형 질병 또한 증가하는 추세이다. 또한 소득 수준의 향상으로 인하여 식생활의 많은 변화를 가져와 필요 이상으로 지방, 육류 및 가공식품 등의 고열량, 고지방 섭취가 증가하는데 반하여, 채소류의 섭취는 감소하는 추세이다(2). 그러나 최근 세계적으로 유행되고 있는 웰빙(well-being)이라는 새로운 추세와 농약 및 환경오염에서 비롯된 공해식품의 범람으로 건강에 대한 관심이 높아지면서 육식보다는 건강의 상징으로 여기는 채식에 대한 관심이 늘어나고 있다. 예전에는 쉽게 볼 수 없었던 여러 가지 종류의 서양 채소나 과일들의 수입이 많이 늘어났으며, 기온의 변화로 국내에서도 재배가 이루어져 다양한 종류의 채소를 우리 생활 속에서 접할 수 있게 되었다.

콜라비(*Brassica oleracea* var. *gongylodes*)는 양배추에서 분화된 두해살이 풀로 양귀비목(*Papaveraceae*) 배추과(*Brassicaceae*)에 속하는 2년생 채소이며, 순무양배추 또는 구경양배추 라고도 한다. 콜라비는 영어 명칭으로 독일어로 kohl(양배추)과 rabic(순무)의 합성어이다. 품종은 적색품종(서유럽군)과 녹색품종(아시아군)이 있는데, 주요품종인 적색품종은 구경이 자주색이고 표면이 매끄럽고 흰 납질로 덮여 있으며(Fig. 1), 당도도 적색품종이 청색품종에 비하여 높은 편이다. 원산지는 유럽이며 현재 한국에서 콜라비는 주로 제주도에서 재배가 이뤄지고 있고 한국인에게는 아직까지 생소한 채소이지만(3), 최근에는 콜라비가 자주 소개되어지고 소비도 천천히 증가하고 있는 추세이다. 콜라비는 씨앗으로 재배하며 수확 시기는 11월부터 그 이듬해 3월까지 하게 되며 최상으로 성숙하기 위해서는 50~65일 정도가 요구된다. 줄기부분의 직경이 8 cm가 되면 수확하는데, 늦게 수확하면 콜라비의 모양이 기형으로 되고 섬유소가 많아져 육질이 단단해 지면서 쓴맛이 난다. 그리고 잎 부분을 제거하고 저장하면 콜라비는 0℃에서 3달 까지도 저장이 가능하다고 알려져 있다(4,5). 우리가 식용하는 부위는 뿌리와 줄기 사이에 바로 땅위에 올라온 부분 즉 지상 2~5 cm 부분에서 굵어지는데 그 비대한 줄기가 식용하는 부분이다. 비대해진 콜라비는 조직감, 색깔 및 맛에서 무와 유사하며, 매운맛은 덜한 편이다

(6).

콜라비는 양배추 등 일반채소에 비하여 비타민 C가 많은 편이며, 열량이 낮고 수분과 식이섬유소가 풍부해 다이어트에 좋다고 알려져 있다. 또한 아미노산 함량이 높아서 당 성분이 적어도 단맛을 일정 수준 유지할 수 있고(6), 당도도 12 Brix 이상으로 높은 편이다. 콜라비의 효능으로는 소염, 냉증, 신경통, 요통, 어깨 결림에 특효라고 민간에 전해지고 있지만 과학적 근거가 밝혀진 것은 아니며, 생리활성 연구로 *in vitro* 에서 항돌연변이 작용이 있는 것으로 보고되었으나(7,8) 생리활성에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

최근 식생활에 대한 소비자들의 의식이 식품의 질과 기능적인 요소 등 건강 지향적인 것에 대한 관심이 많아지면서 항산화 및 항암 효과를 갖는 식품을 이용한 기능성 식품의 개발이 많이 진행되고 있다. 퇴행성 질환들에 있어서 중요한 원인으로 생각되는 것 중 하나가 활성산소 종(reactive oxygen species, ROS)이다(9). 활성산소는 단백질, DNA 등에 작용해 세포막의 파괴, 세포의 노화 및 괴사 등을 일으켜 각종 암 등을 발생시킨다고 보고되었다(10,11). 대부분의 식물들은 이러한 활성 산소에 대한 방어기전으로 이를 제거 할 수 있는 다양한 형태의 천연 항산화물질을 함유하고 있다. 식물 내에서 항산화 활성을 나타내는 물질로는 flavonoids, anthocyanins, carotenoids, 비타민 등으로 이런 천연 항산화 물질들은 유리 라디칼(free radical)로 인해 유발되는 각종 암 및 노화 관련 질병 예방에 효과가 있는 것으로 나타났다(12). 식품에 사용되는 대표적인 페놀계 합성 항산화제인 butylated hydroxytoluene(BHT)와 butylated hydroxyanisole(BHA)는 지방의 산화를 억제시키는 뛰어난 효과와 경제성 때문에 널리 이용되고 있으나 생체효소의 활성을 억제하고 암을 유발시키는 등 인체에 독성을 미친다고 보고되고 있어 합성 항산화제를 첨가한 제품을 지양해야 하는 실정이다(13). 이러한 실정에 따라서 최근 천연식품 중에서 기능성 물질을 섭취하고자 하는 의식의 증가와 더불어 인체에 독성을 미치는 합성 항산화제를 대체 할 천연 항산화제에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 상황이다. 천연물에 존재하는 생리활성 물질들은 대부분 페놀성 화합물로 항산화 및 항균효과를 가지고 있다고 보고된 바 있다(14).

콜라비에는 항산화 및 항암효과가 우수한 물질로 알려진 anthocyanin, carotenoid 등을 풍부하게 함유하고 있고(15), 콜라비를 비롯한 배추, 양배추와 같은 십자화과 채소에는 glucosinolates라는 생리활성 물질이 있으며, 이들 성분의 섭취는 소화기계, 폐 등의 암 발생을 억제한다고 보고되고 있다(16,17). 십자화과 채소에 널리 포

함된 glucosinolates는 황(sulfur)을 함유하고 있으며, 휘발성이 강한 독특한 향기를 부여한다(16). 현재 확인되어 지는 100여종의 glucosinolates 중에서 30여종이 생리적 활성을 갖는 것으로 알려져 있다(18). 십자화과 채소에 함유되어 있는 주요 glucosinolates는 glucobrassicanapin, glucoraphanin, gluconapin 및 sinigrin 등으로, 이들은 채소에 존재하는 myrosinase에 의해 가수분해되어 각각 indone-3-carbinol, sulforaphane, butenyl isothiocyanate로 전환된다. 십자화과 채소의 항암효과는 glucosinolates의 분해산물인 isothiocyanate에 의한 것으로 알려져 있고(19,20) isothiocyanate는 주로 무독화효소 활성을 증가시키고 세포예정사(apoptosis) 및 세포주기 억제 기전을 통하여 암을 예방하는 것으로 알려져 있다(21,22). 따라서 본 연구에서는 십자화과 채소의 일종인 콜라비(kohlrabi)의 기능성 식품소재에 대한 탐색 연구로서 콜라비에 대한 여러 가지 생리활성 중 항산화 및 암세포 성장 억제 효과에 대한 기능성을 측정하였다.

한편, 오늘날 식생활 문화의 서구화와 소득수준의 증가로 인한 생활수준의 향상, 외식산업의 성장, 식생활의 간편화, 디저트문화의 확산 등으로 인하여 주식으로 빵을 대용하는 경우가 증가하고 있다. 또한 제과·제빵 분야에 기능성 물질을 첨가해 건강지향적인 제과·제빵류를 시도하는 연구가 이루어지고 있고 다양한 종류의 기능성 물질을 첨가한 연구가 이루어지고 있다. 우리나라 제과 산업은 약 2조원의 시장을 형성하고 있으며(23) 갈수록 소비자의 기호도 고급화, 다양화되고 있다.

제과에 속하는 쿠키는 건과자의 일종으로 감미가 높고 바삭바삭한 식감을 가지고 있어 차나 음료에 잘 어울리는 편이어서 어린이들의 간식과 젊은 여성들 및 현대인들의 주된 간식으로 소비되어지고 있다. 또한 수분 함량이 5% 이하로 낮고 유지와 설탕 함량이 높아 미생물 변패가 적어 빵에 비해 저장성이 좋은 편이어서 다양한 제품이 시중에서 판매되고 있다(24). 따라서 최근 건강에 대한 관심이 높아지면서 웰빙을 추구하는 형태로 식생활이 변함에 따라, 기존의 제품들에서 벗어나 여러 가지 식품들을 첨가해 건강증진 기능을 갖춘 기능성 식품의 형태로 개발하려는 연구가 많이 이루어지고 있고 실제로 개발되어 제품화되는 경우도 많이 있다. 기능성 쿠키에 대한 연구 소재로는 쌀(25), 현미 분말(26), 흑미 분말(27), 단호박 분말(28), 백련초 분말(29), 연잎 분말(30), 마늘 분말(31), 마 분말(32), 딸기 분말(33), 연근 분말(34) 등이 연구되었으나 콜라비 분말을 이용한 쿠키는 아직 보고되고 있지 않는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 anthocyanin 색소를 다량 함유하고 있고, 일반적으로 콜라비에서 폐기되어지는 껍질을 활용하고자 콜라비 가식부와 껍질을

함께 분말화하여 쿠키에 첨가한 후 관능 검사를 통해 최적의 콜라비 쿠키제품을 개발하고자 하였으며, 콜라비 분말을 첨가하여 제조한 쿠키의 기계적 특성을 분석함으로써 기능성 콜라비 쿠키의 최적 배합비를 확립하고자 하였다. 특히 적색 콜라비의 경우 진한 껍질 색깔로 인하여 분말화하여 쿠키에 첨가할 경우 쿠키의 색을 차별화 시킬 것으로 기대되어 진다.

최근 국민 생활수준의 향상으로 인하여 사회 구조가 다양해지고 복잡해짐에 따라 식문화 형태가 변화하면서, 외식의 증가 그리고 시간절약과 간편성을 추구하는 즉석식품(ready-to-eat food)의 수요 증가가 높아지고 있다(35). 대표적인 패스트푸드(fast food) 음식이면서 다짐육을 활용한 음식인 햄버거는 즉석에서 섭취 가능한 식품으로 그 편리성과 저렴한 가격 때문에 세계적으로 젊은층에게 가장 선호도가 높은 육가공 제품 중 하나로, 현재는 중장년층으로도 소비가 이어지고 있는 추세이다(36). 그러나 일반적으로 시중에 유통되는 햄버거 패티의 경우는 20~30% 이내의 지방을 첨가시키거나(37), 지방이 붙어있는 육을 사용하기 때문에(38) 소비자들로부터 콜레스테롤이 많이 함유된 고칼로리 식품으로 인식되고 있고, 과다한 지방의 섭취는 비만, 고혈압, 동맥경화 및 관상동맥계의 질환과 상관관계가 있다고 보고되었다(39). 이에 따라 소비자들은 건강을 생각하는 저지방 식품뿐만 아니라 식육과 함께 야채가 가미된 식품을 추구하는 경향이 나타나고 있다. 따라서 본 연구에서는 햄버거 패티의 육류 함량 일부를 마쇄한 콜라비로 대체하여 에너지와 지방, 포화지방 및 콜레스테롤의 함량을 낮추고 콜라비의 생리활성을 가지면서 패티의 품질 특성을 유지하는 건강기능성 패티를 개발하고자 하였다.

한편 육류는 가공 및 저장 중에 식품의 품질이 떨어지게 되는데, 육제품의 품질 저하의 주원인은 지방산화이다. 지방산화를 일으키는 다양한 요인 중 특히 활성 산소는 매우 산화력이 강하고 불안정한 상태의 산소로 연쇄반응에 의한 지방산화를 야기 시켜, 이로 인하여 식육가공품의 관능 성상, 기능성 및 영양적 가치를 저하시키는 주된 물질로 알려져 있다(40). 뿐만 아니라 각종 산화 생성물은 사람과 동물에게도 잠재적인 독성물질이 될 뿐만 아니라 DNA를 손상시키고 암을 유발하여 인간의 노화와도 관련이 있는 것으로 알려져 있다(41,42). 그러나 육제품의 지방함량을 낮추게 되면 연도, 풍미, 다즙성 등의 관능적 특성이 감소하는 문제가 발생하기 때문에(43,44), 육제품 중의 동물성 지방을 줄이는 대신 비육단백질, 탄수화물, 식물성 기름 등을 첨가하는 연구들이 시도되고 있다(45,46).

육류에 함유된 불포화지방산은 지질산패가 잘 이루어지는 것으로 알려져 있으며,

지질 산화결과 생긴 과산화물, 알켄류, 알콜류, 알데히드류, 산 등은 식품의 품질을 저하시킨다(47). 특히 분쇄하여 조리하는 음식물의 경우 돈육의 분쇄과정으로 인하여 근육의 세포벽을 파기시키고, 불포화지방산과 비헴철(non-heme)과 같은 산화전구물질(pro-oxidnat substance)에 의한 급속한 지질 산화와 더불어 품질 저하가 일어난다(48). 따라서 육제품의 지질 산화를 억제하기 위하여 BHA, BHT와 tert-butylhydroquinone (TBHQ) 등 여러 종류의 인공 합성항산화제를 많이 첨가하고 있다(49-51). 그러나 합성항산화제의 첨가는 생체 내의 독성물질을 생성하여 폐를 손상시켰다는 연구 보고로(52) 안정성에 문제가 제기됨에 따라 엄격하게 규제되어지고 있다. 따라서 천연 보존제의 개발이 절실한 실정이며, 나아가 기능성을 함유한 여러 가지 천연물이 밝혀지고 있어, 이를 이용하여 분쇄육을 이용한 햄버거 패티의 기능성과 저장성을 향상시킬 수 있는 연구가 필요한 실정이다. 이로 인해 돼지고기 분쇄육을 이용한 육가공품의 저장 기간 연장과 지질 산화 방지하기 위한 연구가 다양하게 수행되었으며, 이러한 연구로 조릿대 잎 추출물(53), 토마토 건조분말(54), 치자 추출물(55), 흑마늘(56) 등을 첨가 한 후 항산화효과를 비롯한 저장 및 품질특성을 검토한 연구가 보고되었다. 따라서 본 연구에서는 대표적인 패스트푸드인 햄버거 패티의 저장성과 기능성 증진 방안을 모색하고, 다양한 생리활성을 가지고 있는 콜라비의 활용도와 햄버거 패티의 품질개선을 위하여 콜라비 햄버거 패티의 저장기간 중 품질특성과 저장특성을 비교 분석하여 콜라비의 새로운 기능성식품의 소재로서 개발 가능성을 살펴보고자 한다.

콜라비는 생소한 채소였으나 최근 자주 소개되어지면서 소비가 증가되고 있으며, 다양한 생리활성 성분을 함유하고 있는 기능성 채소로 인식되면서 이에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 콜라비는 맛이나 영양면에서도 우수하여 활용성이 높은 채소로 여겨지기 때문에 새로운 기능성 식품소재로의 개발 가능성이 크다고 할 수 있다. 콜라비는 보통 생것으로 식용하는 것 외에 샐러드 등에 활용하거나 또는 무보다 매운맛이 덜하고 물러짐이 덜해 나박김치, 깍두기, 피클 등 무를 대신한 여러 요리들에 사용되고 있지만, 콜라비를 이용한 식품소재의 개발은 극히 미미한 실정이며, 콜라비에 관한 생리활성 연구도 미진한 편이다. 현대의 안전한 먹거리 요구의 증대와 웰빙이라는 새로운 추세로 볼 때 콜라비의 성분과 효능을 알아보고, 기능성 식품으로 개발하는 것은 매우 가치가 있을 것으로 생각된다. 또한 콜라비가 식품자체로서 갖는 가치뿐만 아니라 분말화해 시료에 넣거나 마쇄해 시료에 넣어본 다양한 연구를 통해 콜라비를 활용하는 자료로서 긍정적인 효과를 미칠 수 있으리라

생각된다.

따라서 본 연구에서는 적색콜라비의 생리활성 기능과 기능성 식품소재로의 활용 가능성에 관한 연구의 일환으로 먼저 콜라비의 가식부와 껍질의 이화학적 성분 분석을 통해 콜라비의 영양가치를 살펴보았고, 콜라비의 항산화 및 암세포 성장 억제효과를 통한 생리활성 측면을 알아보았다. 또한 콜라비 분말을 쿠키에 첨가하여 쿠키를 제조해 보았고, 콜라비 햄버거 패티를 제조해 대표적인 패스트푸드 음식인 햄버거에 다양한 기능성을 가진 콜라비를 첨가해 봄으로써 콜라비를 식품에 활용할 수 있는 방안과 기능성 식품으로서의 가치를 살펴보고자 하였다.

(A) (B)

Fig. 1. Photographs of two types of *kohlrabi* : (A) pale green *kohlrabi* and (B) purple *kohlrabi.*

제 2장 실험재료 및 방법

제 1절 콜라비 가식부와 껍질의 이화학적 성분 비교

1. 실험재료

본 실험에 사용된 적색콜라비는 2012년 1월 제주도에서 구입하여 사용하였다. 콜라비의 껍질은 1 mm 정도로 깎아서 비가식부로 사용하였으며 나머지 부분은 가식부로 사용하였다. 가식부와 비가식부(껍질 부분)을 각각 구분하여 동결 건조하고 분쇄하여 분말로 제조한 후 -70℃에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였다. 각 실험항목에 대한 시료의 분석은 3회 반복 실시하였다.

2. 일반성분 분석

일반성분 분석은 Association of Official Analytical Chemists(A.O.A.C.)방법(57)에 준하여 실시하였는데, 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 micro-kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법 및 조회분은 회화법으로 분석하였고, 식이섬유소는 효소중량법(Enzymatic-Gravimetric method)에 의하여 분석하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분을 제외한 값으로 나타내었다.

3. 유리당 분석

유리당 분석은 Gancedo 방법(58)에 준하여 실시하였다. 시료 1 g에 80% ethanol 50 mL를 가하여 heating mentle에서 75℃로 5시간 가열한 다음 Whatman filter paper (No. 2)로 여과하고 여액을 rotary vacuum evaporator에서 감압·농축 후 10 mL로 정용하여 Ion Chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating conditions of Ion chromatography for free sugars

Item	Condition
Instrument	DX-600 (Dionex, USA)
Column	CarboPac TM-PA10 Analytical
Guard	CarboPac TM-PA10
Eluent	18 mM NaOH
Flow rate	1.0 mL/min.
Inj. volume	20 μL
Detection	ED50 Intergrated Amperometry

4. 구성 아미노산 분석

구성아미노산의 분석은 분해관에 건조된 시료 0.5 g과 6 N HCl 3 mL를 취하여 탈기하고 121℃에서 24시간 가수분해한 다음 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압 농축하여 sodium phosphate buffer (pH 7.0) 10 mL로 정용하였다(59). 용액 1 mL를 취하고 membrane filter (0.2 μm)로 여과한 다음 아미노산자동분석기 (Biochrom 20, Pharmacia, England)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operating conditions of amino acid auto-analyzer for total amino acid

Item	Condition
Instrument	S433-H (SYKAM)
Column	Cation separation column (LCA K07/Li)
Column size	4.6 × 150 mm
Column temperature	57 ~ 74℃
Flow rate	Buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min
Buffer pH range	3.45 ~ 10.85
Wavelength	440 m and 570 m

5. 유리 아미노산 분석

유리아미노산 분석은 시료 2 g에 ethanol 20 mL을 가한 후 homogenizer로 10분 동안 교반하여 1,900 ×g에서 20분간 원심분리 하였고, 잔사에 다시 75% ethanol 10 mL를 첨가하여 homogenizer로 10분 동안 교반한 후 1,900 ×g에서 20분간 원심분리 하였다. 상층액을 합하여 감압농축한 후 증류수로 용해시켜 sulfosalicylic acid 20 mg을 첨가하여 4℃로 1시간 동안 방치시킨 다음 다시 1,900 ×g에서 20분간 원심분리한 후, membrane filter (0.2 ㎛)로 여과시켜 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia, England)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 3과 같다.

Table 3. Operating conditions of amino acid auto-analyzer for free amino acids

Item	Condition
Instrument	S433-H (SYKAM)
Column	Cation separation column (LCA K07/Li)
Column size	4.6 × 150 mm
Column temperature	37 ~ 74℃
Flow rate	Buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min
Buffer pH range	2.90 ~ 7.95
Wavelength	440 m and 570 m

6. 지방산 분석

지방산 분석은 Wungaarden의 방법(60)에 따라 시료 2 g을 ether로 추출·여과하여 감압농축한 지방질 약 100 mg을 가지형 플라스크에 취하고 1N KOH·ethanol 용액 4 mL를 섞어 유지방울이 없어질 때까지 교반시킨 후 14% BF_3-Methanol 5 mL를 가한다. 냉각기를 부착하여 80℃에서 5분간 가열하여 methylester화하여, 이 용액에 NaCl 포화용액 3 mL를 가하고, 다시 hexane 1 mL를 가하여 흔들어 섞은 후 시험관에 옮겨 정치하였고 상층을 분취하여 무수 Na_2SO_4를 넣어 수분을 제거하고 Gas Chromatography (GC-17A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 기기 분석조건은 Table 3과 같다.

Table 4. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids

Item	Condition
Instrument	GC-17A (Shimadzu, Japan)
Column	SP™-2560 capillary column (100 mm length × 0.25 mm i.d. × 0.25 μm film thickness)
Oven temp.	170℃(5 min) → 4℃/min → 250℃(30min)
Detector	FID detector
Analytic time	80 min/1 sample

7. 유기산 분석

유기산 분석은 Kim 등의 방법(61)에 따라 마쇄한 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 80℃ 수조에서 4시간 가열한 다음 Whatman filter paper (No. 2)로 여과하고, 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압·농축한 다음 증류수로 10 mL로 정용하여 Ion Chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 4와 같다.

Table 5. Operating conditions of Ion chromatography for organic acids

Item	Condition
Instrument	DX-600 (Dionex, USA)
Column	IonPac AS11-HS Analytical, 4-mm
Guard	Ionpac AG11-HS Guard, 4-mm
ELUENT	EGC-KOH Cartridge-38mM KOH
Flow rate	1.0 mL/min.
Inj. volume	10 μL
Detection	ED50 Conductivity

8. 비타민 분석

비타민 C 분석은 Rizzolo 등의 방법(62)에 따라 시료 5 g을 metaphosphoric acid (HPO_3) 용액을 20 mL를 가하여 추출한 다음 3,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후에 membrane filter (0.45 μm)로 여과하여 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 5와 같다.

비타민 E 분석은 식품공전법의 시험방법을 기준(63)으로 수행하였다. 시료 0.5 g, ascorbic acid 0.1 g 및 ethanol 5 mL를 취하여 80℃에서 10분간 가열한 후 50% KOH용액 0.25 mL을 첨가하고 20분간 가열한 다음 증류수 24 mL와 hexane 5 mL를 가하여 1,900 ×g에서 20분간 원심분리 하였다. 상징액을 분리 후 hexane 40 mL를 가하고 원심분리하여 상징액을 분리한 다음 증류수를 가하여 10분간 방치 후 하층을 제거하였다. 이 과정을 3회 반복한 후 전 용액을 합하여 Na_2SO_4로 탈수하고 rotary vacuum evaporator로 hexane을 감압·농축한 후 분석조건 Table 6으로 분석하였다.

Table 6. Operation conditions of HPLC for vitamin C

Item	Condition
Instrument	Young-Rin Associates
Column	μBondapak C_{18} (3.9×300 mm)
Mobile phase	0.1% phosphoric acid on water
Detector	UV 210 nm
Flow rate	0.6 mL/min

Table 7. Operating conditions of HPLC for vitamin E

Item	Condition
Instrument	LC-10AVP (Shimadzu, Japan)
Column	Shim-pack GLC-ODS (M) 25 cm
Eluent	acetonitrile : isopropanol = 95 : 5
Flow rate	1 mL/min.
Inj. volume	10 μL
Detection	Retinol : SPD-10A (UV-VIS Detector 254 nm) Tocopherol : RF-10A (Spectrofluorometric Detector

9. 무기질 분석

무기질 분석은 A.O.A.C. 방법(64)에 따라 0.5 g, 20% HNO_3 10 mL 및 60% $HClO_4$ 3 mL를 취하여 투명해질 때까지 가열한 후 0.5 M HNO_3으로 50 mL로 정용하였다. 분석항목별 표준용액을 혼합 후 다른 vial에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였고 0.5 M HNO_3을 대조구로 하여 원자흡수분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며 Table 7과 같다. Acetylene flow rate는 2.0 L/min, air flow rate는 13.5 L/min의 조건으로 Ca (422.7 nm), K (766.5 nm), Zn (213.9 nm), Mg (285.2 nm), Mn (279.5 nm), Na (330.2 nm), Fe (248.3 nm), Cu (324.8 nm)를 분석 정량하였다.

Table 8. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals

Item	Condition							
Instrument	AA-6501GS (Shimadzu, Japan)							
Lamp Item	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Cu	Na	Zn
Wave length (nm)	422.7	248.3	766.5	285.2	279.5	324.8	330.2	213.9
Current (mA)	10	12	10	8	10	6	10	8
Slit Width (nm)	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5
Lighting Mode	BGC-D_2	BGC-D_2	Non-BGC	BGC-D_2	BGC-D_2	BGC-D_2	Non-BGC	BGC-D_2
Burner height (mm)	7	7	7	7	7	7	7	7
Fuel gas Flow (mL/min.)	2.0	2.2	2.0	1.8	2.0	1.8	1.8	2.0

10. 통계처리

모든 분석결과는 SPSS program(SPSS version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 통해 3회 반복하여 측정한 평균값과 표준편차로 나타내었으며, Student's *t*-test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

제 2절 콜라비 가식부와 껍질 에탄올 추출물의 항산화 및 암세포 성장 억제효과

1. 콜라비 부위별 에탄올 추출

통상적으로 콜라비는 껍질 부분이 질겨서 주로 껍질을 제외한 속살부위를 가식부로 사용하고 있다. 본 연구에서는 가식부와 비가식부의 부위별 성분차이와 그 생리활성 기능의 차이를 살펴보고자 가식부와 더불어 껍질부분(비가식부)에 대한 실험을 동시에 시행하였다. 준비된 콜라비 가식부와 껍질 부분을 -70℃에서 동결건조 시킨 후 100 g 당 80% ethanol 1,500 mL을 첨가한 후 환류냉각관을 부착한 65℃의 Heating mantle(Mtops ms-265 Korea)에서 3시간씩 3회 추출한 다음 Whatman filter paper(No.2 China)로 여과하였으며, 여액을 40℃ 수욕 상에서 rotary vacuum evaporator(EYELA VACUUM NVC-1100 Tokyo, Japan)로 용매를 제거하고 감압 농축한 후 콜라비 가식부와 껍질 부분의 추출 수율을 구한 다음 시료의 산화를 방지하기 위해 -70℃에 냉동 보관하였다. Lee와 Kim(65)의 연구에서 80% 에탄올 추출물이 열수 추출물보다 더 높은 radical 소거활성을 보였으며, 높은 항산화 활성을 보였다고 하여 본 실험에서 에탄올 추출을 실시하였다.

2. 콜라비 부위별 추출수율

콜라비 가식부와 껍질의 항산화효과를 검토하기 위하여 냉동 건조하여 마쇄한 시료를 80% 에탄올로 추출한 후 추출 수율은 Table 8과 같다. 콜라비 가식부와 껍질의 에탄올 수율은 각각 5.23%와 6.77%의 범위로 나왔으며, 가식부에서 추출 수율이 좀 더 높게 나타났다.

Table 9. Yield of 80% ethanol extracts from *Kohlrabi*

Parameters	Treatment	
	fresh	peel
Extraction yield(%)	5.23	6.77

3. 총 flavonoid 함량 측정

총 flavonoid 함량은 Davis법을 변형한 방법(66)에 따라 측정하였다. 콜라비 가식부와 껍질의 에탄올 추출물을 각각 1 mL에 diethylene glycol 2 mL을 첨가한 다음 1N NaOH 20 μL을 넣고 37℃ water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 rutin을 이용하여 최종 농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL가 되도록 조제하였으며, 이 검량곡선으로부터 시료 중의 flavonoid 함량을 구했다.

4. 총 anthocyanin 함량 측정

Kim 등(67)의 방법에 따라 껍질과 가식부 분말 1 g을 취하여 1%의 HCl을 함유한 methanol로 색소를 2회 추출하였다. 색소 추출 효율을 높이기 위하여 진탕기를 이용하여 4℃ 암소에서 24시간 진탕한 후, Whatmann No.1 여과지로 Buchner funnel에서 흡인여과 하였다. 여과된 색소추출액은 35℃ 이하에서 slurry 상태가 될 때까지 감압농축 후 최종적으로 지질성분을 제거하기 위해 ethylethet:hexane(1:6, v/v)의 혼합액으로 2회 세척하였으며, 이를 다시 slurry 상태로 농축하여 남아있는 ethylether와 hexane을 제거하였다. 지질이 제거된 콜라비 색소 추출물을 Shimadzu

LC system에 주입하여 538 nm에서 anthocyanin 색소물질의 조성패턴을 비교하였다. 컬럼은 Nova-Pack C18(300×3.9 mm)을 사용하였으며, 컬럼의 온도는 35℃를 유지하였다. 이동상으로는 Water : CH_3CN : HoAC : H_2PO_4 = 81.7 : 8.4 : 1.5(V/V)을 사용하였으며, Flow rate는 1.0 mL/min이 되도록 하였다. Anthocyanin의 표준물질인 cyanidin-3-glucoside (C3G)와 HPLC chromatogram을 비교하여 정량분석을 실시하였다.

5. Glucosinolate 함량 측정

콜라비 껍질과 가식부의 건조 시료를 갈아서 300 mg을 정량하여 시험관에 넣고 60% methanol 600 uL를 혼합하여 80℃의 수욕조에서 5분간 가열처리한 후 여기에 온수(80℃)를 4 mL씩 첨가하고 다시 80℃의 수욕조에서 15분간 보관하였다. 이 용액을 3,200 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 40 uL 취하고 Pd-용액(23.5% in 25 mL 25% HCL, mass up 1,000 mL distill water) 800 uL씩 첨가한 후 30분간 반응시켜 microplate reader를 사용하여 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로서 glucosinolate와 구조가 비슷한 sinigrin(Sigma, Mo, USA)을 사용하였다.

6. DPPH radical 소거활성

시료의 전자공여능 측정을 Blois의 방법(68)에 준하여, 콜라비 에탄올 추출물 분획들의 DPPH에 대한 수소공여능을 측정하였다. DPPH 16 mg을 에탄올 100 mL에 용해하고 20초간 진탕한 후 517 nm에서 흡광도가 0.93~0.97이 되도록 적당량의 에탄올을 가하여 DPPH 용액으로 하였다. DPPH 용액 2 mL와 콜라비 껍질과 가식부의 에탄올 추출물 분획 2 mL를 시험관에 취하고 vortex mixer로 5초간 진탕하여 517 nm에서 반응시간에 따른 콜라비 부위별 에탄올 추출물의 환원력을 측정하

였다. DPPH radical을 50% 소거시키는 시료의 농도를 RC_{50}으로 하였으며 양성대조군으로 합성항산화제인 BHT와 BHA, 천연항산화제인 비타민 C를 사용하였다.

$$\text{DPPH radical 소거활성}(\%) = (A_{control} - A_{sample}) \times 100$$

$A_{control}$: 음성대조군(분획 미첨가)의 흡광도

A_{sample} : 실험군(분획 첨가)의 흡광도

7. 항산화지수 측정

항산화지수(antioxidant index, AI)는 Joo와 Kim의 방법(69)에 의하여 Rancimat(Metrohm model 679, Herisan, Switzerland)을 이용하여 측정하였는데, 콜라비 껍질과 가식부의 에탄올 추출물에 포함된 용매를 완전히 제거한 후 각 추출물의 함량이 600 ppm이 되도록 soybean oil(Sigma Co., USA)에 첨가하고, 초음파기기(Ultrasonic processor, UCX-750, USA)를 이용하여 유기 용매 추출물과 유지가 잘 혼합되도록 하였다. Rancimat의 측정 조건은 시료 3.0 g를 반응용기에 취하고 증류수 70 ml를 측정용기에 넣은 후 110℃에서 air flow rate 20 L/hr로 하여 산화안정성을 비교하였다. 항산화지수는 추출물을 첨가한 실험군의 유도시간을 추출물을 첨가하지 않은 대조군의 유도시간으로 나눈 값을 구하였고, 모든 측정치는 3회 반복 실험하여 얻은 값의 평균치로 표시하였다. 기존의 상업용 항산화제인 BHT와 BHA, 천연항산화제인 비타민 C를 유지에 대해 첨가하여 양성대조군으로 비교 실험하였다.

8. 세포의 배양

본 실험에 사용한 암세포주는 인체 간암 세포인 HepG2, 인체 대장암 세포인 HCT116, 인체 폐암 세포인 A549로 충북대학교 수의학과에서 *in vitro* 배양해 오던 것을 사용하였다. HepG2, AGS 및 A549는 10% fetal bovine serum, 100 units/mL penicillin, 10 μg/mL streptomycin이 함유된 DMEM 배지가 들어있는 T-75 플라스크에 이식한 후 5% 이산화탄소가 유지되는 37℃ 항온기에서 단일막으로 배양하였다. 배양된 각각의 세포는 일주일에 2~3회 신선한 새 배지로 갈아주고 6~7일 만에 phosphate buffered saline(PBS)으로 세척한 후 0.05% trypsin-0.02% EDTA로 부착된 세포를 분리하여 원심분리한 후 집적된 세포에 배지를 넣고 피펫으로 세포가 골고루 분산되도록 잘 혼합한 다음 6~7일마다 계대배양하면서 실험에 사용하였다.

9. 간암, 폐암 및 대장암의 암세포 생존율 측정

암세포 성장억제 효과를 측정하기 위해 Ishiyama 등(70)의 방법에 따라 MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) assay로 실험하였다. 즉, 1×10^5 cell/well 농도로 96 well plate에 100 μL씩 분주한 후 37℃, 5% CO_2 배양기에서 24시간 배양 후, 전 배양에 사용된 배지를 제거하고 배지에 일정 농도로 희석된 추출물을 100 μL를 첨가하여 다시 24시간 배양하였다. 배양 완료 후 2 mg/mL 농도의 MTT 시약을 well 당 10 μL씩 분주한 다음 37℃, 5% CO_2 배양기에서 4시간 후 MTT 시약이 포함된 배지를 제거하고 DMSO(dimethyl sulfoxide Sigma Lot #84596) 100 μL를 가한 후 상온에서 발색시키고, ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) microplate reader (ELx808, Bio-tek® Inc., HighlandPark, USA)를 이용, 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\% \text{ of control} = \frac{\text{시료처리구의 흡광도}}{\text{control 흡광도}} \times 100$$

10. 통계처리

모든 실험은 3회씩 수행하였으며, 본 실험에서 얻어진 통계분석 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용해서 통계 분석하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 그룹 간 평균 차에 대한 통계적 유의성을 검정하기 위해 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 실시 한 후 $p<0.05$ 수준에서 Tukey's test를 이용한 사후 검정(Post-Hoc test)을 실시하였다.

제 3절 콜라비 분말을 첨가한 쿠키의 품질특성

1. 실험재료

쿠키 제조에 사용된 박력분, 백설탕은 삼양사(주), 버터는 서울우유 버터 제품을 구입하여 사용하였다. 콜라비는 제주도 애월읍에서 재배된 것을 2012년 2월 구입하여 사용하였다. 콜라비를 흐르는 물에 2회 세척한 다음 껍질채 콜라비를 동결건조기(ED 8512, Ilshin, yangju, Korea)로 건조한 후 분쇄기(HR2904, Philips Co., Netherland)를 이용하여 분말화 한 다음 100 mesh 이상인 것을 시료로 사용하였다.

2. 쿠키의 재료 배합비

콜라비 쿠키 재료 배합비는 Table 9와 같다. 콜라비 분말은 밀가루함량에 대하여 비율(w/w)을 달리하여 레시피를 확립하였다. 콜라비 분말과 밀가루의 비율은 여러 번의 예비실험을 거쳤으며, 콜라비 분말을 첨가하지 않은 것을 대조군(control)으로 하였고, 콜라비 분말을 밀가루에 대하여 1, 3 및 5% 첨가하여 실험군(K-1, K-3, K-5)으로 하였다.

Table 10. Fomula of cookies with different amount of *Kohlrabi* powder

Ingredients	Control	K1	K3	K5
Flour	300	297	291	285
Kohlrabi powder	0	3	9	15
Sugar	180	180	180	180
Butter	200	200	200	200
Egg	70	70	70	70
Baking powder	6	6	6	6

[1)]Control: no Kohlrabi powder, K-1: 1% Kohlrabi powder added, K-3: 3% Kohlrabi powder added, K-5: 5% Kohlrabi powder added.

3. 쿠키 제조방법

콜라비는 냉동건조(ED 8512, Ilshin, yangju, Korea)후 분쇄(HR2904, Philips Co., Netherland)하여 냉동고에 보관하면서 사용하였다. 콜라비 쿠키는 쿠키제조 시 가장 보편적으로 사용하는 크림법(creaming method)을 사용하였다(71). 반죽기에(NVM-14, Daeyong, Seoul, Korea) 버터를 넣고 충분히 믹싱해 부드럽게 한 후 설탕을 넣고 설탕 결정이 보이지 않을 때까지 저어 크림상태로 만들었다. 달걀은 3~4회 나누어 넣어 분리되지 않도록 하여 부드러운 크림이 되도록 믹싱한 다음 체로 친 박력분과 베이킹파우더를 넣고 혼합한 후 랩을 씌우고 냉장고의 냉장실에서 1시간 동안 휴지 시켰다. 냉장 휴지가 끝난 반죽을 밀대를 사용하여 1 cm 두께로 균일하게 편 다음 직경 50 mm의 원형 쿠키 틀로 찍어 절단한 후 팬닝하여 윗불 180℃, 밑불 160℃로 예열해 둔 오븐(FDO-7104, Dae Yung Bakery, Seoul, Korean)에서 15분간 구웠다. 구운 쿠키는 1시간 동안 20±4℃에서 냉각시킨 후 O.P.P (Oriented Pony Propylene)에 포장해서 24시간 포장 후 일반성분, 퍼짐성, 색도, pH, 밀도, 경도 및 관능검사를 실시하였다.

4. 쿠키의 일반성분 분석

쿠키의 일반성분은 AOAC법(72)에 따라 수분 함량은 105℃ 건조법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 550℃ 회화법으로 분석하였고 조단백질은 원소분석기(Thermo Quest사, Flash 2000)를 이용하여 전질소량을 정량하고 질소계수 5.70을 곱하여 조단백질로 하였으며 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 회분의 값을 제한 값으로 하였다.

5. 쿠키반죽의 pH 및 밀도 측정

pH는 반죽 5 g에 증류수 50 mL를 가한 후 homogenizer(Bihon seiki, Ace, Japan)를 사용하여 7,000 rpm으로 30초간 균질화한 후 여과지 (Whatman No, 2)로 여과한 여액을 pH meter(Mteeler Delta 340, Mettler-tolede, Ltd, UK)로 측정하였다. 밀도는 50 mL 메스실린더에 증류수 40 mL를 넣은 다음 반죽 5 g을 넣었을 때 늘어난 높이를 측정하여 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로부터 계산하였다(73).

6. 쿠키의 퍼짐성(Spread Ratio) 측정

쿠키의 퍼짐성(Spread Ratio)은 직경(Width: Diameter, cm)에 대한 두께(Thickness, cm)의 비를 나타낸 것으로 AACC method 10-52의 방법(74)에 의해 퍼짐성 지수를 구하였다. 쿠키의 직경은 쿠키 5개를 나란히 수평으로 정렬한 후 전체길이를 측정하고, 각각의 쿠키를 90^0로 회전시킨 후 같은 방법으로 전체길이를 측정하여 쿠키 한 개에 대한 평균 직경을 구하였다. 쿠키의 두께는 위의 쿠키 5개를 수직으로 쌓은 후 수직 높이를 측정하고, 다시 쿠키의 놓인 순서를 바꾸어 높이를 측정하여 쿠키 한 개에 대한 평균 두께를 구하였다. 쿠키 1개에 대한 평균 직경과 두께는 3회 반복 측정 후 평균값을 이용하였고, 반죽과 구워진 쿠키의 외형을 관찰하기 위해 디지털 카메라(VLUU, PL150, Samsung, KOREA)로 촬영을 하였다.

$$\text{퍼짐성지수} = \frac{\text{쿠키1개에 대한 평균 직경(cm/개)}}{\text{쿠키1개에 대한 평균 두께(cm/개)}}$$

7. 쿠키의 색도 측정

콜라비 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 반죽 및 완성된 쿠키의 표면색은 색차계(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Japan)로 동일 실험군에서 쿠키의 윗면에 대해 5회 반복 측정하였다. 색도는 명도(lightness, L값), 적색도 (+redness/－greeness, a값) 및 황색도 (＋yellowness/－blueness, b값)를 측정하였으며, 이때 사용한 표준백판의 L값은 89.39, a값은 0.13, b값은 -0.51로 보정한 후 사용하였다.

8. 쿠키의 조직감(경도) 측정

조직감은 Rheomether(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하였다. Rheomether의 조건은 Max wt: 10 kg, Distance: 50%, Table speed: 120 mm/min, rupture: 1bite, 및 prove는 직경 2 mm의 number 4 needle을 이용하여 쿠키 표면으로부터 4 mm 침투하도록 설정하고 침투할 때 생기는 조직적 특성을 측정하였다. 쿠키가 중심부에서 부러질 때 받는 최대 힘(Maximum Force)을 3회 반복하여 측정하고 경도(Hardness)로 나타내었다.

9. 관능검사

콜라비 분말 첨가 쿠키의 관능평가는 제과 제빵 관련된 전문가 집단을 대상으로 실시하였다. 전문가는 20명의 조사팀을 구성하였으며, 조사방법은 쿠키에 넣은 콜라비 함량에 대하여 각 개인의 취향에 따라 평가하도록 하였다. 콜라비 분말 첨가 쿠키는 오븐에서 구워내어 1시간 냉각시킨 후 O.P.P(Oriented Pony Propylene) 필름으로 포장하고 보관하면서 24시간 후에 1개씩 똑같은 접시에 담아 제공하였으며 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 생수로 입안을 헹군 후 다른 시료를 평가 하도록 하였다. 평가항목은 색(color), 향(flavor), 기호도(overall acceptability), 조직감(texture), 맛(taste), 외관(appearance)에 대해 5점 기호 척도법(1점: 매우 나쁘다, 5점: 매우 좋다)을 사용하여 평가하였다.

10. 통계처리

관능검사를 제외한 모든 이화학적, 기계적 검사의 측정 결과는 수차례의 예비실험을 거친 후 3회 반복 실험하여 분산 분석을 실시하였다. 모든 통계자료는 SPSS 통계 package를 이용하였다. 시료들 간의 평균 차이유무는 α=0.05 수준에서 사후검증(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

제 4절 콜라비를 첨가한 햄버거 패티의 품질특성 및 저장안정성

1. 실험재료

본 실험에 사용한 콜라비는 2012년 1월 제주도 애월읍에서 자색콜라비를 구입하여 여러 번 수세 후 껍질째 믹서기(HR2904, Philips Co., Netherland)에 갈아서 사용하였다. 실험에 사용된 우육은 호주산 냉동 우육을 구입하여 사용하였으며, 돈육은 (합)괴산두레식품에서 친환경 유기농 돼지의 후지 부위의 지방과 결체조직을 제거하여 우육과 돈육을 합하여 직경 8 mm으로 chopping한 후 사용하였다.

2. 콜라비 첨가 햄버거 패티의 제조방법

콜라비 첨가 햄버거 패티의 제조는 여러 번 예비시험을 거쳐 설정하였으며, 패티의 재료 배합 비율은 Table 10과 같다. 원료 우육과 돈육은 지방과 결체조직을 제거한 후 만육기(Meat chopper, M-12S, 한국후지공업(주), 한국)로 파쇄하여 사용하였다. 패티의 제조 방법은 쇠고기 분쇄육 분량의 재료와 돼지고기 양 대비 0, 3.3, 6.6 및 10%의 콜라비를 첨가하여 중량 100 g, 직경 10.0 ㎝, 두께 1.2 ㎝의 크기로 성형하였다. 모든 패티는 완전히 혼합한 후 Nylon/PE 필름에 넣어 진공 포장하였다. 또한 냉장상태에서 15일간 저장하면서 0, 5, 10, 및 15일에 각 처리구의 포장을 개봉하여 실험을 실시하였다.

Table 11. Formula of patties added with chopped *Kohlrabi*

(%)

Ingredients	N[1)]	K1	K2	K3
Beef meat	70.00	63.00	56.00	49.00
Pork meat	10.50	10.50	10.50	10.50
Kohlrabi	-	7.00	14.00	21.00
Onion	10.00	10.00	10.00	10.00
Garlic	1.50	1.50	1.50	1.50
Black pepper	0.20	0.20	0.20	0.20
Salt	1.50	1.50	1.50	1.50
Egg	2.30	2.30	2.30	2.30
Bread crumb	4.00	4.00	4.00	4.00

[1)]N: no Kohlrabi added; K1: 3.3% Kohlrabi added; K2; 6.6% Kohlrabi added; K3: 10% Kohlrabi added.

3. 품질특성

가. 일반성분 및 열량

콜라비 첨가 패티의 일반성분은 Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.) 방법(57)에 준하여 측정하였다. 열량은 열량계(PARR 1351 Bomb Caloriemeter, USA)를 이용하여 측정하였다. 분석은 각 시험군별 3처리 반복 시료를 분석시료로 하여 측정하였다.

나. 아미노산

아미노산의 분석은 동결 건조한 분말 시료 2 g에 ethanol 20 mL을 가한 후 homogenizer로 10분 동안 교반하여 1,900 ×g에서 20분간 원심분리 하였고, 잔사에 다시 75% ethanol 10 mL를 첨가하여 homogenizer로 10분 동안 교반한 후 1,900 ×g에서 20분간 원심분리 하였다. 상층액을 합하여 감압농축한 후 증류수로 용해시켜 sulfosalicylic acid 20 mg을 첨가하여 4℃로 1시간동안 방치시킨 다음 다시 1,900 ×g에서 20분간 원심분리한 후, membrane filter (0.2 ㎛)로 여과시켜 아미노산 자동분석기(S433-H, Sykam GmbH, Germany)로 정량 분석하였다.

다. 지방산

시험관에 시료를 넣고 Folch 방법(75)으로 총 지질을 추출하였다. Morrison과 Smith(76)의 방법에 따라 100℃의 water bath에서 1시간 metylation시키고 냉각 후 여기에 hexane을 첨가하여 층이 분리된 후 상층을 취하였다. 그런 다음 capillary column(100 m × 0.25 mm I.d × 0.20㎛ film thickness)을 장착한 Gas chromatograph(HP 5890Ⅱ, Hewlett Packard Co.,)를 이용하여 분석하였는데, 이때 carrier gas로 질소를 이용하였으며 column의 초기 온도는 180℃로 그리고 최종 온도는 240℃ (3℃/min)로 하였다. Injector와 detector의 온도는 225℃와 285℃로 설정하였다. 이때 사용한 장치와 분석조건은 Table 11과 같다.

Table 12. Conditions for fatty acid analysis by GC-FID

Items	Conditions
Instrumemt	Aglient 7890
Column	Supelco SP^{TM-}2560 (100 m × 0.25 mm × 0.2 ㎛)
Detecter	FID(Flame Ionization Detector)
Split ratio	50:1
Injector temperature	225℃
Detector temperature	285℃
Oven temperature	100℃ for 4 min 3℃/min to 240℃ 240℃ for 17 min
Injection volume	1 ㎕
Carrier gas, Flow rate	He, 1 mL

라. 보수력

보수력 측정은 Laakkonen 등(77)의 방법에 따라 미세한 구멍이 있는 2 mL 튜브의 무게를 칭량하고, sample을 정확히 0.5±0.05 g을 칭량하여 튜브에 넣고 시료와 튜브 무게를 칭량한 다음 80℃의 Water bath에서 20분간 가열한 후 10분간 실온에서 방냉 하였다. 4℃ 2,000 rpm에서, 10분 동안 원심분리 한 후 남은 시료를 가열전 시료무게 비율(%)로 표시하였다.

마. 가열감량

가열감량은 햄버거 패티의 중심온도가 72℃에 도달한 후 15분간 더 가열한 다음 철망에 옮겨 30분간 냉각시켜 무게를 측정하여 가열처리 전의 무게와 후의 무게를 비교하여 줄어든 무게의 양을 가열감량(%)로 평가하였다.

바. 조직특성

패티의 조직감 특성을 측정하기 위해 Rheometer (Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 mastication test 및 shear force, cutting test를 실시하였고, 사용 프로그램은 R.D.S (Rheology Data System) Ver 2.01을 이용하였다. Table Speed는 110 mm/min, Graph Interval은 20 m/sec, Load cell (max)는 10 kg의 조건으로 하였다.

사. 관능검사

관능검사는 잘 훈련된 관능검사요원 10명을 선발하여 실시하였다. 관능평가 방법에 대한 간단한 교육을 실시한 후 관능평가표를 만들어 각각의 시료에 대하여 단맛 (Sweetness), 짠맛(Saltness), 색(Color), 탄력성(Springiness), 풍미(Flavor), 다즙성(Juiciness), 전체적인 기호도(Overall acceptability)에 대한 평가를 5점 척도법으로 실시하였다. 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 5점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much) 으로 표시하여 관능검사를 실시하였다.

4. 저장특성

가. pH

콜라비 첨가 햄버거 패티 시료 10 g을 채취한 후 증류수 100 mL와 함께 Stomacher (400 Lab blender, seward, London, England)로 30초간 균질화하여 pH-meter (WTW pH 720, Germany)로 측정하였다. 측정은 3반복한 후 평균값을 취하였다.

나. 2-Thiobarbituric acid (TBA)

지방산패도(TBA)는 Witte 등(78)의 추출 방법을 약간 변형하여 TBA 수치로 나타내었으며, 시료 10 g에 cold 10% prechloric acid 15 mL과 3차 증류수 25 mL을 Homogenizer에서 10,000 rpm으로 10초 동안 균질을 한다. 균질액을 Whatman No. 2 filter paper를 사용하여 여과하였으며, 여과액 5 mL과 0.02 M TBA 용액 5 mL을 넣어 완전히 혼합한 다음, 냉암소에서 16시간 방치 후 Spectrophotometer

(DU-650, Beckman, USA)를 이용하여 529 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 3차 증류수를 이용하였다. TBA 수치는 시료 1 kg당 mg malonaldehyde (mg malonaldehyde/kg)로 표시하였다. 이때 사용된 standard curve는 y=0.1975x-0.0011 (r=0.999)이었으며, y=흡광도, x=TBA가로 계산하였다.

다. Volatile basic nitrogen (VBN)

휘발성염기태질소(VBN) 함량 측정은 Conway unit을 사용한 미량 확산법(79)을 이용하여 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 10,000 rpm으로 약 30초 균질한 후, 균질액을 Whatman No. 2 filter paper를 사용하여 여과하였으며, 여과액 1 mL를 Conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N 붕산용액 1 mL와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가하였다. 뚜껑과의 접착 부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K_2CO_3 1 mL을 외실에 주입을 하고, 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37℃에서 120분간 배양하였다. 배양 후 0.02 N H_2SO_4로 내실의 붕산용액을 적정하였다. 휘발성염기태질소(VBN)의 수치는 100 g 시료 당 mg (mg%)으로 환산하여 표시하였다.

$$VBN = \frac{\{(a-b)\times F\times 28.014\times 100\}}{\text{시료의 양}}$$

a: 주입된 황산의 양(mL)

b: Blank에 주입된 황산의 양(mL)

F: 0.02 N H_2SO_4표준화 지수

28.014=0.02 N H_2SO_4 1mL 소모하는데 필요한 N의 양

라. 총 미생물 수

총 미생물 수는 연속희석법을 이용하여 시료 10 g에 0.1% peptone 용액 90 mL을 가하여 Stomacher (400 Lab blender, seward, London, England)로 30초간 균질을 한다. 이후 연속희석 시킨 시료를 PCA (plate count agar)배지에 접종하여 37℃에서 48시간 배양시켰다(80). 배양 종료 후 colony counter로 count하였다. 총미생물수의 단위는 Log CFU/g으로 표시하였다.

마. 육색 측정

시료의 육색은 백색판(L, 94.04; a, 0.13; b, -0.51)으로 표준화시킨 Spectro colorimeter (Model JX-777, Color Techno. System Co., Japan)로 측정하였는데, 이때 광원은 백색형광등(D65)을 사용하여 Hunter Lab 표색계의 명도(lightness)를 나타내는 L값, 적색도(redness)를 나타내는 a값 그리고 황색도(yellowness)를 나타내는 b값으로 나타냈다.

5. 통계처리

본 실험의 통계처리는 SAS program (2002)의 GLM (general linear model) procedure를 이용하여 자료의 분산분석을 실시하였으며, 각 처리구 평균 간의 차이에 의한 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 5% 수준에서 실시하였다.

제 3장 실험결과 및 고찰

제 1절 콜라비 가식부와 껍질의 이화학적 성분 비교

1. 일반성분 및 식이섬유소

콜라비 가식부와 껍질의 일반성분 함량 분석 결과는 Table 12와 같다. 일반성분 함량은 건물량 기준(dry basis)으로 콜라비 가식부는 수분 16.52%, 조회분 7.32%, 조지방 2.26%, 조단백질 16.63%, 탄수화물 57.27%이고, 콜라비 껍질은 수분 5.58%, 조회분 8.29%, 조지방 1.54%, 조단백질 20.45%, 탄수화물 64.14%이었다. 콜라비 가식부와 껍질의 일반성분 함량을 비교해 보면 조지방과 조회분 함량은 비슷하였으나, 콜라비 가식부가 콜라비 껍질에 비하여 조단백질과 탄수화물 함량은 낮았다. 농촌진흥청의 식품성분분석표 8차 개정판에 따르면 콜라비 생것은 수분 함량 91.4%, 단백질 1.5%, 지질 0.5%, 회분0.9%, 탄수화물 5.6%이며, 콜라비 데친 것은 수분 함량 63.1%, 단백질 1.0%, 회분 0.6%, 탄수화물 5.2%를 함유하였다(81). 순무뿌리의 일반성분은 수분 91%, 조단백질 1.1%, 조지방 0.1%, 회분 0.7%를 나타내고, 순무 잎은 수분 91%, 조단백질 2.1%, 조지방 0.2%, 회분 1.0%를 함유하고 있어서(82) 순무뿌리나 순무 잎 보다 콜라비가 조단백질, 조지방, 조회분의 함량이 더 높았다. 또한 양배추의 일반성분은 수분이 93%, 단백질 0.6%, 지방 0.1%, 회분 0.6% 정도 함유하고 있어서(83) 양배추 보다 콜라비가 조단백질, 조지방, 회분의 함량이 더 높았다. Kim 등(84)의 강화 순무와 조선무 연구에 의하면 강화 순무는 수분 92.73%, 조단백 0.86%, 조지방 0.29%, 회분 0.76%를 함유하고 있고, 조선무는 수분 91.45%, 조단백질 0.75%, 조지방 0.19%, 회분 0.65%를 함유하고 있어 강화 순무나 조선무보다도 콜라비가 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량이 더 높았다.

콜라비 가식부와 껍질의 식이섬유소 함량을 분석한 결과는 Table 13과 같다. 콜라비 가식부의 총 식이섬유소 함량은 1.44%로 그 중 불용성 식이섬유소와 수용성 식이섬유소 함량은 각각 0.41%와 1.03%로 나타났고, 콜라비 껍질의 총 식이섬유소 함량은 19.58%로 그 중 불용성 식이섬유소와 수용성 식이섬유소 함량이 각각 5.08%와 14.50%로 나타났다. 조선무, 강화 순무 및 이천 게걸무의 식이섬유소 함량

은 각각 14.20%, 13.26% 및 11.32%로 보고(84)되어 콜라비 껍질 부분의 식이섬유소 함량이 좀 더 높았다. 식품성분표에 의하면 양배추도 식이섬유소 함량이 생것은 8.1%, 데친 것은 2.0%로 보고되고 있다. 우리나라 사람들의 식이섬유소 하루 권장량은 20~25 g/day 이나 섭취량 조사에 의하면 거의 모든 계층에서 평균섭취량이 15 g 정도로 권장량에 못 미치는 걸로 나타났다(85,86). 본 연구결과 콜라비는 비슷한 다른 채소에 비하여 식이섬유소의 함량이 높게 나타나 최근 식이섬유소가 부족한 일부 한국인들에게 좋은 급원식품이 될 수 있을 것으로 여겨진다.

Table 13. Proximate compositions of *Kohlrabi*

(% dry matter basis)

Item \ Sample	*Kohlrabi*	
	Flesh	Peel
Moisture	16.52±0.54[2)]	5.58±0.86
Crude protein	16.63±0.24	20.45±0.28
Crude fat	2.26±0.22	1.54±0.37
Crude ash	7.32±0.27	8.29±0.15
Carbohydrate[1)]	57.27±1.26	64.14±1.67

[1)]100 - (moisture +crude protein + crude fat + crude ash).

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

Table 14. Contents of insoluble and soluble dietary fibers in *Kohlrabi*

(%)

Item \ Sample	*Kohlrabi*	
	Flesh	Peel
Insoluble dietary fiber	0.41±1.03[1)]	5.08±1.04
Soluble dietary fiber	1.03±1.02	14.50±1.01
Total	1.44±2.32	19.58±2.23

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

2. 유리당

콜라비 가식부와 껍질 부분의 유리당 함량은 Table 14와 같다. 총 7종의 유리당을 분석한 결과 콜라비 가식부와 껍질 모두 galactose, glucose, mannose, fructose 및 ribose와 같이 총 5종의 유리당이 검출되었으며 fucose와 rhamnose는 검출되지 않았다. 콜라비 가식부와 껍질 모두 glucose 함량이 각각 229.81 g/100 g과 182.23 g/100 g으로 가장 높았고, 가식부는 fructose, ribose, mannose, galactose 순으로, 껍질은 fructose, ribose, galactose, mannose 순이었다. 콜라비 가식부와 껍질 부분의 총 유리당 함량은 각각 419.15 g/100 g과 314.94 g/100 g으로 콜라비 가식부의 총 유리당 함량이 높았다. Galactose를 제외한 모든 유리당 함량이 가식부에서 높았으며, 콜라비 가식부와 껍질의 주요 유리당은 glucose와 fructose로 나타났다. Park 등(82)은 순무의 유리당은 fructose, glucose, sucrose, maltose로 구성되어 있고, 뿌리의 경우 glucose가 3.3%로 총 유리당 함량의 약 64%를 차지하였고, fructose가 1.3%로 25.0%, sucrose가 0.6%로 11.5%를 나타냈다. 순무 잎은 glucose가 1.1%로 전체 유리당 함량의 약 79%를 차지하여 순무 잎 부분의 주된 유리당이며, fructose는 0.25%, sucrose는 0.05%의 함량을 나타냈다. 무의 당 함량은 백광품종을 제외하고는 glucose, fructose, sucrose 순으로 높게 나타났으며, 봄 무인 백광의 경우는 fructose, glucose, sucrose 순으로 당 함량이 높았으며(87), 무의 수분과 당 함량을 비교해 보면 수분 함량이 적은 품종과 부위가 당 함량이 높았다고 보고하였다(88).

Table 15. Contents of free sugars in *Kohlrabi*

(g/100 g)

Free sugars	*Kohlrabi*	
	Fresh	Peel
Galactose	1.96±0.03[1)]	5.71±0.04
Glucose	229.81±0.10	182.23±0.06
Mannose	12.49±0.04	4.67±0.04
Fructose	152.23±0.31	111.52±0.19
Ribose	22.65±0.03	10.80±0.03
Total	**419.15±1.02**	**314.94±1.20**

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

3. 구성 아미노산

콜라비 가식부와 껍질에 함유된 구성 아미노산 함량은 Table 15와 같다. 아미노산의 조성과 함량은 단백질의 질을 평가하는데 매우 중요한 요소이다. 콜라비 가식부와 껍질을 분석한 결과 총 16종의 구성 아미노산이 검출되었다. 총 구성 아미노산 함량은 콜라비 가식부가 8,075.51 mg/100 g으로 이 중 glutamic acid가 2,811.30 mg/100 g으로 가장 높았으며, 다음으로 proline, aspartic acid, arginine 순으로 높았다. 콜라비 껍질의 총 구성 아미노산 함량은 11,125.43 mg/100 g으로 가식부위와 마찬가지로 glutamic acid가 2,898.79 mg/100 g으로 가장 높았고, proline, aspartic acid, arginine 순으로 나타났다.

대부분의 아미노산은 맛을 유도해 내는 물질로 알려져 있으며, 이 중 glutamic acid는 감칠맛을 내고 aspartic acid는 신맛을 내는데 이 두 가지는 아미노산이 갖는 역가 중에서 가장 낮은 농도 3~5 mg/dL에서도 그 맛이 감지되는 것으로 알려져 있다(89). Matsushita와 Yamada(90)는 채소의 주요한 아미노산들로 glutamic acid, aspartic acid, serine, valine, alanine, proline이 있으며 이 아미노산들이 채소의 맛에 중요한 역할을 한다고 보고하였는데 본 연구 결과도 콜라비 가식부와 껍질의 아미노산 조성이 이와 비슷하였다. 보건복지부에서 2004년(91)에 우리국민이 즐겨먹는 음식들 중에서 아미노산 함량이 높은 순으로 조사한 자료에 의하면 채소부분에서는 마늘이 5,763 mg%로 가장 높았고, 최근 뇌 기능을 향상시켜 치매를 예방할 수 있다는 깻잎이 3,130 mg%, 아스파라긴산을 다량 함유한 콩나물이 2,924 mg% 순으로 보고하였다. 그 외에 배추 1,187 mg%, 양배추 952 mg%, 무 402 mg%로 보고되어 아미노산 함량이 높다고 알려진 채소들보다도 콜라비의 아미노산 함량이 높았다.

Table 16. Contents of total amino acids in *Kohlrabi*

(mg/100 g)

Amino acid	*Kohlrabi*	
	Flesh	Peel
Essential		
Valine	366.09±1.37[3)]	608.82±2.27
Methionine	44.73±0.46	47.65±0.65
Isoleucine	211.15±5.06	354.08±0.96
Leucine	333.55±4.77	547.72±5.33
Threonine	275.58±4.24	428.40±4.12
Phenylalanine	188.71±2.35	315.10±3.67
Histidine	240.06±5.75	388.38±2.37
Lysine	356.85±2.74	594.41±3.47
Total EAA[1)]	**2,016.72**	**3,284.56**
Non-essential		
Aspartic acid	833.99±4.24	993.30±1.24
Serine	267.30±3.55	487.40±2.34
Glutamic acid	2,811.30±8.24	2,898.79±4.25
Proline	902.04±1.33	1,646.31±3.53
Glycine	234.89±3.252	398.65±3.24
Alanine	374.02±1.24	448.52±2.35
Tyrosine	29.78±0.25	83.40±0.51
Arginine	605.49±3.24	884.91±2.46
Total AA[2)]	**8,075.51**	**11,125.43**
EAA/AA(%)	**24.97**	**29.50**

[1)]Total EAA: Total essential amino acid.

[2)]Total AA: Total amino acid.

[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

4. 유리 아미노산

콜라비 가식부와 껍질에 함유된 유리아미노산 함량은 Table 16과 같다. 유리아미노산은 단백질 합성은 물론 신경전달물질과 같은 중요한 생물학적 기능에도 관여하며, 면역계를 강화하는 역할, 유리기 억제작용, 항산화 작용을 하는 것으로 알려져 있다(92). 콜라비 가식부와 껍질 부분의 분석결과 총 27종의 유리아미노산이 검출되었다. 총 유리아미노산 함량은 콜라비 가식부가 2,603.85 mg/100 g 이고, 이 중 proline 함량이 가장 높았고, arginine, asparagine, ɣ-amino-n-butyric acid, glutamic acid, alanine, aspartic acid, valine 순 이였으며, 콜라비 껍질은 3,544.79 mg/100 g로 가식부의 유리아미노산과 비슷하게 proline, arginine, valine, asparagine, ɣ-amino-n-butyric acid, aspartic acid 순으로 나타났다. 이와 같이 콜라비 가식부와 껍질의 총 유리아미노산의 조성은 차이가 없었으나, 함량은 부위에 따라 차이가 있었다. Park 등(82)은 순무와 순무 잎의 유리아미노산 조성을 분석하였는데 순무 뿌리는 총 유리아미노산 함량이 274.6mg%로 glutamic acid 132.5 mg%, alanine 25.0 mg%, valine 23.3 mg%, serine 20.7 mg% 순으로, 순무의 경우는 aspartic acid 15.4 mg%, glycine 11.6 mg% 순으로, 순무잎은 총 유리아미노산 함량이 202.5 mg%로 glutamic acid 44.1 mg%, serine 35.7 mg%, aspartic acid 26.6 mg%, valine 21.4 mg%, alanine 18.6 mg% 순으로 나타났다. 무의 경우는 총 유리아미노산의 함량이 357.4 mg%로 arginine 130.8 mg%, glycine 88.1 mg%, aspartic acid 37.7 mg%를 나타내었다(93). 본 연구와 비교하면 순무 뿌리, 순무 잎, 순무, 무 등에 함유한 총 유리아미노산에 비해 콜라비 가식부와 껍질의 유리아미노산 함량이 높았다. 사람이 음식으로 섭취하여 얻은 20종의 아미노산은 단백질 또는 생체분자 합성에 이용되는데 특히 유리아미노산의 경우 맛과 연관이 있다고 할 수 있다. 단맛을 내는 아미노산으로는 alanine, lysine, proline, threonine, valine 등이 있고, 쓴맛을 내는 것으로는 arginine, cystine, histidine, leucine, isoleucine, methionine, phenylalanine, trytophan 등이 있다(94,95). 이렇게 유리아미노산은 맛에 영향을 미치고 또는 기능성 성분의 원료가 되는데, 예를 들면 glutamate는 mono sodium염의 형태로 조미료의 원료로 사용되는 umami의 원료가 되며, 수용성 아미노산인 aspartate 등은 umami를 내는 맛의 중요한 요소가 된다(92).

Table 17. Contents of free amino acids in *Kohlrabi*

(mg/100 g)

Amino acid	*Kohlrabi*	
	Flesh	Peel
Valine	119.20±3.36[2)]	230.61±4.28
Methionine	5.33±0.37	10.37±0.94
Phosphoserine	3.67±0.24	5.34±0.26
Taurine	6.41±0.44	3.14±0.31
Hydroxyproline	30.38±2.14	13.63±1.02
α-aminoadipic acid	13.43±1.01	5.73±0.51
Cystine	6.52±0.43	8.99±0.65
β-alanine	0.10±0.01	0.11±0.01
β-aminoisobutyric acid	1.29±0.23	2.64±0.13
Tryptopan	8.21±0.55	12.19±1.25
Ornitine	0.84±0.08	2.19±0.23
Ethanolamine	15.24±1.58	30.53±2.89
Isoleucine	46.51±2.07	91.27±5.55
Leucine	8.09±1.08	33.83±3.52
Threonine	81.02±4.74	101.14±7.25
Phenylalanine	11.37±0.74	21.90±0.95
Histidine	32.04±2.10	64.13±3.78
Lysine	12.35±0.89	22.09±2.00
Aspartic acid	161.49±3.63	156.26±3.74
Serine	40.23±1.25	114.30±3.74
Asparagine	289.35±5.21	210.65±4.26
ɣ-amino-n-butyric acid	209.53±4.37	207.31±4.84
Glutamic acid	187.22±3.45	90.62±5.66
Proline	723.67±7.85	1,354.39±9.02
Glycine	9.46±0.30	9.95±0.34
Alanine	161.99±3.41	75.36±1.06
Tyrosine	9.26±0.41	16.00±1.05
Arginine	409.67±5.74	649.36±6.85
Total AA[1)]	**2,603.85**	**3,544.79**

[1)]Total AA: Total amino acid.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

5. 지방산

콜라비 지방산을 분석한 결과는 Table 17과 같다. 콜라비 가식부와 껍질에서 9종의 포화지방산과 8종의 불포화지방산이 검출 되었다. 지방산 중 콜라비 가식부의 포화지방산은 palmitic acid (C16:0)가 22.92%로 가장 높았고, 다음으로 heneicosanoic acid (C21:0), arachidic acid (C20:0), stearic acid (C18:0), lignoceric acid (C24:0) 순으로 검출되었고, 껍질의 포화지방산도 palmitic acid (C16:0)가 36.04%로 가장 높았고, heneicosanoic acid (C21:0), stearic acid (C18:0), behenic acid (C22:0), heptadecanoic acid (C17:0) 순으로 검출되었다. 불포화지방산은 콜라비 가식부에서 linoleic acid (C18:2n6c)가 13.56%로 가장 높았고, oleic acid (C18:1n9c), ɣ-linolenic acid (C18:3n6c) 순으로 검출되었고, 콜라비 껍질에서는 cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6c), linoleic acid (C18:2n6c), nervonic acid (C24:1), oleic acid (C18:1n9c) 순으로 검출 되었다. 콜라비 가식부와 껍질의 지방산 함량은 약간의 차이를 보였으나, 콜라비 두 부위의 주요 지방산은 palmitic acid, linoleic acid, oleic acid, heneicosanoic acid 이였다. 콜라비 가식부와 껍질의 불포화지방산은 각각 27.01%와 17.81%로 콜라비의 가식부가 불포화지방산 함량이 높았다.

Table 18. Compositions of fatty acids in *Kohlrabi*

(%)

Fatty acid	*Kohlrabi*	
	Flesh	Peel
Myristic acid (C14:0)	0.40±0.02[1)]	2.34±0.05
Pentadecanoic acid (C15:0)	0.69±0.02	1.45±0.03
Palmitic acid (C16:0)	22.92±0.57	36.04±0.85
Heptadecanoic acid (C17:0)	1.22±0.08	6.93±0.06
Stearic acid (C18:0)	4.84±0.05	9.23±0.44
Arachidic acid (C20:0)	18.65±0.67	4.12±0.64
Heneicosanoic acid (C21:0)	21.71±0.15	11.85±0.25
Behenic acid (C22:0)	0.44±0.13	7.27±0.24
Lignoceric acid (C24:0)	2.11±0.07	2.97±0.14
Saturated	**72.99**	**82.20**
Palmitoleic acid (C16:1)	0.26±0.07	N.D[2)]
Oleic acid (C18:1n9c)	4.35±0.57	2.41±037
Nervonic acid (C24:1)	2.65±0.04	2.78±0.02
Monounsaturated	**7.26**	**5.19**
Linoleic acid (C18:2n6c)	13.56±0.64	4.00±0.43
cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	N.D	1.11±0.03
cis-13,16-Docosadienoic acid (C22:2)	N.D	0.59±0.01
ɣ-Linolenic acid (C18:3n6c)	2.95±0.64	N.D
cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6c)	2.59±0.13	5.54±0.33
Polyunsaturated	**19.75**	**12.62**
Total	**100.00**	**100.00**

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[2)]N.D. : not detected.

6. 유기산

콜라비 가식부와 껍질의 유기산 함량은 Table 18과 같다. 총 6종의 유기산을 분석한 결과 lactic acid를 제외한 5종의 유기산이 검출되었다. 총 유기산 함량은 콜라비 가식부가 13,094.26 mg/100 g, 껍질이 14,927.97 mg/100 g으로, 콜라비 가식부에 비하여 껍질의 총 유기산 함량이 높았다. 콜라비 가식부와 껍질 모두에서 검출된 유기산 중 oxalic acid 함량이 각각 6,857.99 mg/100 g과 6,226.50 mg/100 g으로 가장 높았다. 그 다음으로는 콜라비 가식부와 껍질 모두 acetic acid, citric acid, succinic acid, malic acid 순으로 검출되었다. 순무 싹의 유기산 함량은 tartaric acid, malic acid 순으로(96), 무순의 유기산은 oxalic acid, levulinic acid, malic acid, citric acid 순으로 보고되었다(97).

Table 19. Contents of organic acids in *Kohlrabi*

(mg/100 g)

Oragnic Acid	*Kohlrabi*	
	Flesh	Peel
Oxalic acid	6857.99±1.24[1)]	6226.50±2.34
Malic acid	630.73±2.31	1324.76±3.53
Acetic acid	1989.04±2.97	3824.39±2.47
Citric acid	1808.25±5.68	1776.16±8.65
Succinic acid	1808.25±3.26	1776.16±2.35
Total	13,094.26	14,927.97

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

7. 비타민

콜라비 가식부와 껍질의 비타민 C와 E의 함량은 Table 19와 같다. 콜라비 가식부는 비타민 C가 231.36 mg/100 g, 비타민 E가 0.17 mg/100 g 이고, 콜라비 껍질은 비타민 C가 402.75 mg/100 g, 비타민 E가 0.24 mg/100 g으로 검출 되었으며, 콜라비 껍질의 비타민 C와 E의 함량이 콜라비 가식부에 비하여 높았다. 비타민 C는 채소나 과일에 존재하는 중요한 수용성 비타민으로 인체 내에서 일어나는 많은 생물학적 반응에 관여하는 것으로 알려지고 있다(98). 그러나 비타민C의 단점으로는 자체가 불안정하여 금속 이온, 산소, 빛, 온도 등에 의해서 쉽게 산화형으로 바뀐다는 점이다(99,100). 비타민 C는 수용성 환경에서 강력한 생물학적 환원제로 항산화 기능을 가지고 있어서 비타민 A 및 E와 함께 자유 라디칼의 생성을 억제하여 피부에서 탄력섬유의 손상과 색소 침착의 발생을 억제하는 기능이 있는 것으로 알려져 있어서 콜라비는 항산화 활성의 효과도 있는 것으로 사료된다(101). 또한 비타민 C는 과일이나 채소에 함량이 높은 것으로 알려졌는데, 일반적으로 함량이 높다고 알려진 감귤은 289 mg%, 잎상추는 189 mg%, 딸기 154mg%, 레몬 70 mg%로 보고(102)되어 이들과 비교해 볼 때 콜라비의 비타민 C 함량이 높음을 알 수 있다.

Table 20. Contents of vitamin C and vitamin E in *Kohlrabi*

(mg/100 g)

Vitamin	Flesh	Peel
C	231.361±4.36[1)]	402.748±3.88
E	0.170±0.01	0.244±0.02

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

8. 무기질

콜라비 가식부와 껍질의 무기질 함량은 Table 20과 같다. 총 무기질 함량은 콜라비 가식부가 4,146.07 mg/100 g, 콜라비 껍질이 5,346.4 mg/100g으로 콜라비 껍질이 가식부에 비해 무기질 함량이 높았다. 무기질 중 K 함량이 콜라비 가식부와 껍질에서 각각 3,660.00 mg/100 g과 4,440.00 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 Ca, Mg, Na 순이었으며, Fe, Zn, Mn 등은 5 mg/100 g 미만으로 검출되었다. 무는 K 289 mg/100 g, Ca 34.87 mg/100 g, Mg 14.85 mg/100 g, Na 13.88 mg/100 g 정도로 함량이 보고되어(103), 콜라비가 무에 비해 무기질 함량이 높았다. 채소와 과일은 우리에게 비타민과 무기질을 제공하는데 특히 무기질은 비교적 다양하게 함유되어 있다(104). 하지만 비타민과 무기질은 재배 지역과 품종에 따라 영양성분의 차이가 많이 나기도 하며 채소의 영양성분은 가공이나 저장 또는 조리시간이나 온도 등의 조건에 따라 영양성분이 파괴, 변화될 가능성이 무엇보다도 크다고 보고하였다(105-107).

Table 21. Contents of minerals in *Kohlrabi*

(mg/100 g)

Mineral	*Kohlrabi*	
	Fresh	Peel
Ca	359.00±8.23[1)]	544.00±6.05
Fe	1.03±0.25	4.41±0.37
K	3,660.00±7.21	4,440.00±5.68
Mg	116.20±5.75	238.90±2.12
Cu	N.D[2)]	0.04±0.01
Mn	N.D	0.33±0.02
Zn	1.25±0.01	3.12±0.05
Na	8.59±0.04	115.60±0.13
Total	**4,146.07**	**5,346.4**

[1)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.
[2)]N.D. : not detected.

제 2절 콜라비 가식부와 껍질 에탄올 추출물의 항산화 및 항암효과

1. 총 flavonoid 함량

콜라비 부위별 에탄올 추출물의 농도별 총 flavonoid 함량은 Table 21과 같다. 총 flavonoid 함량 분석 결과 1,000 ppm에서 콜라비 껍질은 23.20±0.12 mg/mL, 콜라비 가식부는 0.18±0.02 mg/mL으로 나타나 콜라비 가식부 보다는 콜라비 껍질 부분의 총 flavonoid 함량이 훨씬 높은 것으로 나타났다.

Flavonoid는 담황색 또는 노란색을 나타내는 페놀성 화합물의 일종으로 자연계에 널리 분포되어 있고(108) 식물이 만들어 내는 2차 대사산물로 계절, 기후, 장소, 재배조건, 식물의 종 및 부위에 따라 함량이 다르게 나타난다. 화학적 구조에 따라 26개 군으로 분류할 만큼 다양하지만, 실제로 식품의 맛이나 건강에 관련되어 알려진 것은 6개군 (anthocyanins, flavan-3-ols, flavanones, flavones, flavonols, isoflavones) 20-30종 화합물 정도이다(109,110). 과일과 야채에 함유된 flavonoid 화합물은 대부분 배당체 형태로 존재하는데 배당체 형태는 flavonoid의 흡수율을 높이는데 중요한 것으로 알려져 있다(111). Flavonoid는 항산화 효과(112), 항염증효과(113), 항균효과(114)와 같은 작용을 나타내고 또한 여러 종류의 종양세포의 성장 및 분화를 저해시키는 효과가 있다고 보고되고 있다(115).

여러 종류의 채소들에 함유되어 있는 flavonoid 함량을 보면 무순이 24.3 mg/mL로 콜라비 껍질부분의 함량과 비슷하게 나타났고, 시금치 7.51 mg/mL, 브로콜리 5.02 mg/mL, 가지 4.32 mg/mL, 당근 2.54 mg/mL, 토마토 2.24 mg/mL, 호박 1.81 mg/mL으로(116) 콜라비 껍질 부분의 함량에 비하면 훨씬 낮게 나타났음을 알 수 있다. 과일의 껍질 부위에 만성질환을 예방할 수 있는 페놀성 화합물 등 각종 기능성 성분이 많이 함유되고 있는 것으로 보고되어(117,118), 껍질의 중요성이 강조되는 것처럼 콜라비도 flavonoid 함량이 높게 나타난 껍질을 같이 활용해 사용하는 것이 영양적으로 더 효과적일 것으로 생각된다.

Table 22. Contents of total flavonoid in *Kohlrabi*(*Brassica oleracea* var. gongylodes) ethanol extract

	Total flavonoid contents (mg/g)
Flesh[1)]	0.18 ± 0.02[3)b4)]
Peel[2)]	23.20 ± 0.12[a]

[1)]Flesh : Kohlrabi flesh 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL)

[2)]Peel : Kohlrabi peel 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL)

[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[4)]Different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

2. Anthocyanin 함량

자연계에서 얻을 수 있는 천연 식용색소 중 하나인 anthocyanin 색소는 각 종의 과일이나 채소의 열매, 뿌리, 줄기 및 잎 등에서 발견되는 붉은색 계통의 천연색소로서 수용성이다(119). Anthocyanin은 방향족 고리로 이어진 안토시아니딘(anthocyanidin)을 기본 구조로 하며, 이는 산소를 가지는 heterocyclic 고리와 또 다른 방향족 고리의 C-C 결합으로 이루어져있고, anthocyanidin과 당이 결합된 배당체이다(120).

Anthocyanin 색소는 당뇨병성 망막장애의 치료 및 시력개선 효과, 항산화작용 등 다양한 생리활성을 갖는 것으로 보고됨에 따라(121) 인체에 무해한 천연색소 및 기능성 소재로서 각광받고 있다. 식물체는 광합성과정에서 발생되는 superoxide와 같은 활성 산소종으로부터 보호할 수 있는 효소 및 이차대사 산물의 방어체계가 선택적으로 발달되어 있어 식물체로부터 항산화 물질의 탐색은 중요한 의미가 있다(122).

콜라비의 anthocyanin 함량은 적콜라비 껍질 부분에서만 함유되어 있고, 적콜라비 가식부나 녹색콜라비의 껍질과 가식부에는 함유되어 있지 않은 것으로 나타났다(123). 본 연구 결과도 적콜라비의 껍질 부분에 함유된 anthocyanin 함량은 Table 22와 같이 175.25±9.46 mg/mL로 나타났으며 가식부에서는 검출되지 않았다. 본 연구에서 사용된 적콜라비 가식부의 anthocyanin 함량은 anthocyanin 함량이 상당히 높다고 알려진 블루베리 25~490 mg/100g, 적포도 100~1000 mg/100g의 함량과 비슷하지만, 적양배추 25 mg/100g, 적양파 9~21 mg/100g 보다는 훨씬 함량이 높음을 알 수 있었다(124).

Table 23. Contents of total anthocyanin in *Kohlrabi* (*Brassica oleracea* var. gongylodes) ethanol extract

	Total anthocyanin contents (mg/mL)
Flesh[1)]	Tr
Peel[2)]	175.25±9.46[3)]

[1)]Flesh : Kohlrabi flesh 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

[2)]Peel : Kohlrabi peel 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

3. Glucosinolate 함량

십자화과 식물이 항암 효과를 갖는 것은 glucosinolate와 sulforaphane과 같이 황을 함유한 화합물과 관련이 있는 것으로 알려져 있다. Glucosinolate는 항암 관련 지표 물질로 채소의 조직이 파괴될 때 조직 속의 효소인 myrosinase에 의해 isothiocyanate, nitrile 및 thiocyanate를 형성한다고 보고되어 진다(125). 또한 십자화과 채소의 종류에 따라 함유되어 있는 주요 glucosinolate의 종류, 함량 및 이들의 가수분해 물질이 각각 다르게 나타난다(16,126). Glucosinolate의 일종으로 생리활성을 가지고 있는 것 중의 하나인 glucobrassicin(indolymethyl glucosinolate)의 자가분해 산물인 indol-3-cabinl(I3C), indol-3-aceto-nitrile(IAN), 3,3-diinolymethane은 설치류에서 화학적으로 발생되는 종양을 저해하고, 이 indol 중 I3C는 cytochrome P-450 의존 monooxygenase의 가장 유력한 유발제이며, 실험 동물에서 화학적으로 유발되는 발암 과정의 가장 강력한 저해제로 보고되고 있다(127).

콜라비를 가식부와 껍질로 나누어 Pd-quicktest 발색법에 의해 총 glucosinolate 함량을 분석하였고, 그 결과는 Table 23과 같다. 콜라비 가식부와 껍질의 함량은 각각 19.92 μmol/g과 12.74 μmol/g으로 가식부가 껍질 부위에 비해 높게 나타났다. 같은 십자화과 채소인 배추는 13.55 μmol/g, 양배추는 12.52 μmol/g로 함량이 보고되어(128) 콜라비의 glucosinolate 함량이 더 높게 나타난 것을 알 수 있다.

Table 24. Contents of total glucosinolate in kohlrabi

	Total glucosinolate contents (μmol/g)
Flesh[1)]	19.92±0.02[3)a4)]
Peel[2)]	12.74±0.12[b]

[1)]Flesh : Kohlrabi flesh 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

[2)]Peel : Kohlrabi peel 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[4)]Different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

4. DPPH radical 소거능

1,1'-Diphenyl-2-picrylhdrazyl(DPPH)-radical은 자체가 안정한 free radical을 지니고 있는 화합물로 간단한 항산화 측정법으로 많이 사용되고 있으며 ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류에 의해 환원되어 짙은 자색으로 탈색되는 원리 즉 안정한 형태의 DPPH-radical이 산화방지물질로부터 전자를 제공 받아 흡광도가 변화하는 원리를 이용하여 항산화 활성을 측정하는 방법이다(129). 하지만 이 방법은 DPPH가 pH, 빛 그리고 온도에 민감하게 영향을 받는 것이 단점으로 알려져 있다(130).

전자공여 작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 식품중의 지방 산화를 억제시키는 척도로 사용되며 또한 인체 내 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 척도로 이용되고 있다(131). 자유라디칼이나 활성산소에 의한 생체 내 산화는 암, 각종 성인병 및 노화의 주원인이 된다고 알려져 있다(132).

콜라비 80% 에탄올 추출물을 DPPH법에 의한 전자공여능을 비교한 결과는 Table 24와 같다. 1,000 ppm에서 콜라비 껍질이 87.28%, 콜라비 가식부가 23.13% 정도의 소거능을 보였으며, 콜라비 부위에 따라서 항산화 활성도가 차이가 나서 콜라비 가식부에 비해 껍질 부분이 3배 이상 높은 것으로 나타났다. 또한 콜라비 껍질 에탄올 추출물은 천연 항산화제인 비타민 C에 비해서는 DPPH radical 소거능이 적었으나, 합성 항산화제인 BHT와 BHA는 높은 항산화 활성을 나타냈다.

이와 같이 콜라비 껍질 에탄올 추출물이 DPPH radical 소거능 효과가 높게 나타난 것은 콜라비 껍질에 함유된 flavonoid와 anthocyanin 함량 때문인 것으로 생각되어 지며, 이는 flavonoid savenging이나 chelating 과정을 통해 항산화 효과가 나타난 것으로 보여진다(133).

Table 25. Scavenging effects of the solvent fractions from 80% ethanol extract of Kohlrabi on DPPH radical

Samples[1)]	DPPH radical scavenging activity (%)
Fresh[2)]	23.13±1.23[6)d7)]
Peel[3)]	87.28±0.94[b]
BHA[4)]	85.87±0.81[bc]
BHT[5)]	84.30±0.71[c]
Vitamin C	92.15±0.89[a]

[1)]The concentration of all test samples was 1,000 ppm (1 mg/mL).

[2)]Flesh : Kohlrabi flesh 80% ethanol extract.

[3)]Peel : Kohlrabi peel 80% ethanol extract.

[4)]BHA : butylated hydroxyanisole.

[5)]BHT : butylated hydroxytouene.

[6)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[7)]Different superscript letters indicate significant differences at $p<0.05$ by Tukey's test.

5. 항산화지수

콜라비 에탄올 추출물의 지질 산패도를 알아보기 위하여 Rancimat (Metrohm model 679, Herisan, Switzerland)으로 항산화 지수를 측정하였는데, Rancimat에 의한 항산화지수는 시료를 첨가한 후 유지의 복잡한 산화과정 중 유도기간 마지막에 저분자량인 휘발성 카보닐산이 유리되는 양으로 측정한다(134).

콜라비 가식부와 껍질 에탄올 추출물 농도가 1,000 ppm이 되도록 soybean oil에 첨가한 후 공기에 의한 지질 자동산화를 유발시켜 지질 산패도를 Rancimat으로 측정한 항산화지수는 Table 25와 같다. 항산화지수는 천연 항산화제인 비타민 C가 가장 우수하였으며, 그 다음은 합성 항산화제인 BHA와 BHT로 둘은 거의 비슷한 결과를 나타냈다. 콜라비 가식부는 아무것도 첨가하지 않은 대조군과 비슷한 수준이었으나 콜라비 껍질 부분은 콜라비 가식부에 비해 유의적으로 높았고 천연 항산화제나 합성 항산화제에 비해서는 항산화지수가 낮았으나, 대조군에 비하여 유의적으로 높았다($p<0.05$). 따라서 콜라비 가식부에서는 항산화 효과가 나타나지 않았으나, 껍질은 항산화 효과가 우수한 것으로 나타났다.

Table 26. Antioxidative index of *Kohlrabi* (*Brassica oleracea* var. gongylodes) 80% ethanol extract

Samples[1)]	IP[6)] (AI)[7)]
	1,000 ppm
[2)]Flesh	6.54±0.12[8)c9)](1.32)
[3)]Peel	9.25±0.12[c](1.34)
BHA[4)]	13.22±0.17[b] (1.92)
BHT[4)]	13.45±0.19[b] (1.95)
Vitamin C	15.43±0.92[a] (2.24)
Control[5)]	6.90±0.14[d] (1.00)

[1)]The concentration of all test samples was 1,000 ppm (1 mg/mL).

[2)]Flesh : Kohlrabi flesh 80% ethanol extract.

[3)]Peel : Kohlrabi peel 80% ethanol extract.

[4)]BHA: butylated hydroxyanisole, BHT: butylated hydroxytoluene.

[5)]Control: soybean oil without Kohlrabi ethanol extract.

[6)]Induction period (IP) of oil was determined by test of Rancimat at 110℃.

[7)]Antioxidant index(AI) was expressed as IP of oil containing various fraction/IP of soybean oil.

[8)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[9)]Means with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$) by Tukey's test.

6. 간암의 암세포 생존율 측정

콜라비 부위별(가식부, 껍질) 추출물의 간암세포 성장 억제효과를 측정하기 위해 간암(HepG2) 세포주를 대상으로 MTT assay를 이용한 세포생존율을 측정하였다. MTT assay는 살아있는 세포의 양을 측정하는 표준 비색분석법(standard colorimetric assay)이라고 하며, 세포의 미토콘드리아 탈수소 효소작용(dehydrogenase)에 의하여 노란색의 수용성 기질인 MTT를 자주색을 띄는 비수용성의 MTT-formazan 결정으로 환원시키는 미토콘드리아의 능력을 이용하는 검사법으로, 살아있는 세포 수에 비례해서 흡광도가 증가한다(135). 콜라비 가식부와 껍질 에탄올 추출물을 16.13 μg/mL, 31.25 μg/mL, 62.50 μg/mL, 125 μg/mL, 250 μg/mL, 500 μg/mL, 1000 μg/mL의 단계별 농도에 대한 측정 결과를 Fig. 2에 나타내었다.

간암 세포에 대한 암세포 성장 억제효과를 살펴보면, 콜라비 껍질 에탄올 추출물의 경우에만 500 μg/mL 농도부터 간암 세포 성장 억제효과가 나타났으나, 콜라비 가식부 에탄올 추출물은 간암세포 증식 억제 효과가 나타나지 않았다. 같은 십자화과 채소인 배추와 양배추의 경우에도 에탄올 추출물의 농도가 증가할수록 간암 세포의 생존율이 저하되어 배추 42.4%, 양배추 55.3%로 각각 성장 억제효과를 보였다(128).

대부분의 십자화과 채소에 존재하는 sinigrin과 glucotropaeolin 가수분해 산물인 allyl isothiocyanate와 benzyl isothiocyanate도 간암뿐만 아니라 폐암, 대장암, 전립선암 세포주의 증식을 억제한다고 보고되었다(136,137).

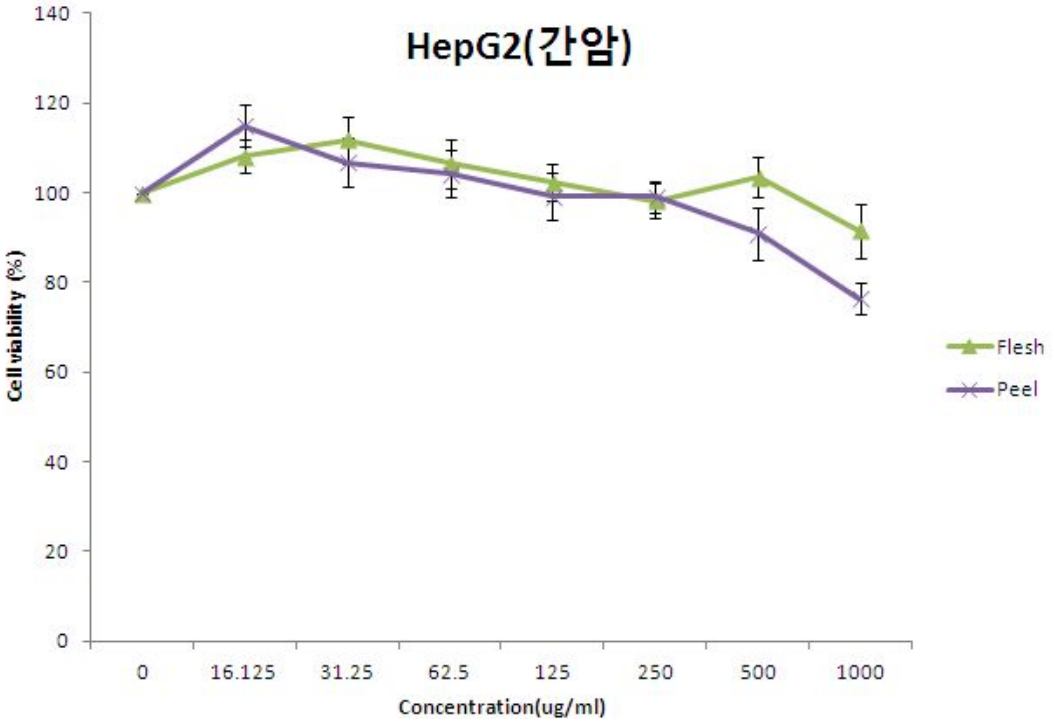


Fig. 2. HepG2 cell viabilities of Kohlrabi flesh and peel ethanol extracts

Reported values are means±SE. Different superscript letters in the same line show significant differences at $p<0.05$ by one-way ANOVA.

7. 대장암의 암세포 생존율 측정

콜라비 부위별(가식부, 껍질) 에탄올 추출물의 대장암세포 성장억제 효과를 측정하기 위해 대장암(HCT116) 세포주를 대상으로 MTT assay를 이용한 세포생존율을 측정하였다. 콜라비 가식부와 껍질 부분의 추출물별로 16.13 μg/mL, 31.25 μg/mL, 62.5 μg/mL, 125 μg/mL, 250 μg/mL, 500 μg/mL, 1000 μg/mL의 단계별 농도에 대한 측정 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

대장암 세포의 경우 콜라비 가식부 에탄올 추출물은 대장암 세포의 생존율에 영향을 미치지 않았으나, 콜라비 껍질 에탄올 추출물은 16.125 μg/mL부터 세포 생존율이 유의하게 저하되었으며, 농도의존적인 경향을 보였다.

인체를 대상으로 한 임상실험이나 역학조사에서도 십자화과 채소의 섭취와 암 발생이 반비례 관계에 있음이 발표되고 있다(138). 십자화과 채소에 함유되어 있어 항암효과가 있다는 glucosinolates가 본 실험에 사용한 콜라비 분말을 37℃ 에탄올 용액에서 추출과정 중 가수분해 되어 암세포 성장 억제에 직접적인 영향을 주었을 것으로 사료된다. 또한 본 실험에서 사용한 37℃는 myrosinase의 활성을 높여 glucosinolate의 가수분해를 촉진했을 것으로 사료된다.

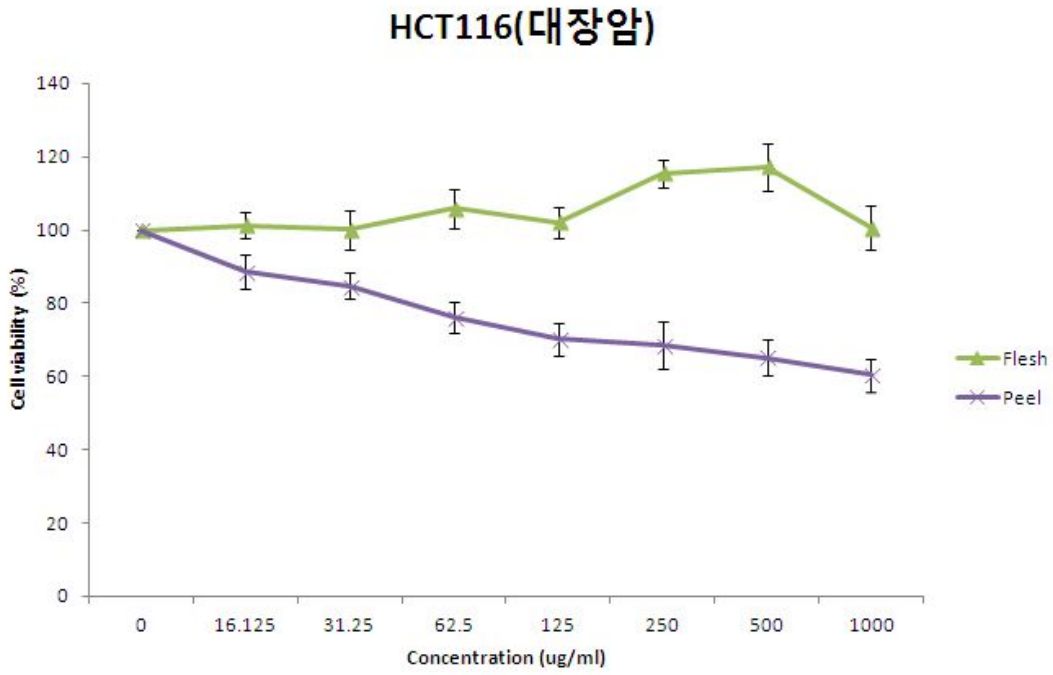


Fig. 3. HCT cell viabilities of Kohlrabi flesh and peel ethanol extracts

Reported values are means±SE. Different superscript letters in the same line show significant differences at $p<0.05$ by one-way ANOVA.

8. 폐암의 암세포 생존율 측정

콜라비 부위별(가식부, 껍질) 추출물의 폐암세포 성장억제 효과를 측정하기 위해 폐암(A549) 세포주를 대상으로 MTT assay를 이용한 세포생존율을 측정하였다. 우라나라 사람의 사망원인 1위는 암이며, 암으로 인한 사망원인 중 폐암이 1위를 차지하고, 간암이 2위, 위암이 3위인 것으로 보고되어 진다(139). 따라서 본 연구에서는 사망원인 1위인 폐암에 대한 콜라비 에탄올 추출물의 항암활성을 알아보았다. 콜라비 가식부와 껍질 부분의 추출물 16.13 μg/mL, 31.25 μg/mL, 62.5 μg/mL, 125 μg/mL, 250 μg/mL, 500 μg/mL, 1000 μg/mL의 단계별 농도에 대한 측정 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

폐암세포의 경우 콜라비 가식부 에탄올 추출물은 폐암 세포의 생존율에 영향을 미치지 않았으나, 콜라비 껍질 에탄올 추출물의 경우는 16.125 μg/mL부터 농도 의존적으로 폐암세포 생존율이 저하되었다. 같은 십자화과 채소인 무의 줄기 부분의 추출물과 뿌리 부분의 추출물 모두 A-549에 대한 세포 독성을 가지고 있어서 항암활성을 나타내는 것으로 보고된 바 있다(140).

각종 항암제의 암세포 사멸작용의 유형을 살펴보면 세 가지로 분류할 수 있다. 첫째는 농도에 의존하는 경우로 단시간에 세포가 사멸되어 시간이 경과되어도 세포 생존율이 일정치 이하로 감소하지 않는 경우이고, 둘째는 작용시간에 의존하는 경우로 농도보다는 시간에 따라 세포사멸 작용이 커지는 경우며, 셋째는 농도와 시간 둘 동시에 의존성을 가져 고농도에서는 단시간에, 저농도에서는 시간이 경과됨에 따라 사멸작용이 비례되는 경우 등으로 구분하는데(141), 본 실험의 결과는 첫째 경우에 해당되는 것으로 보여진다.

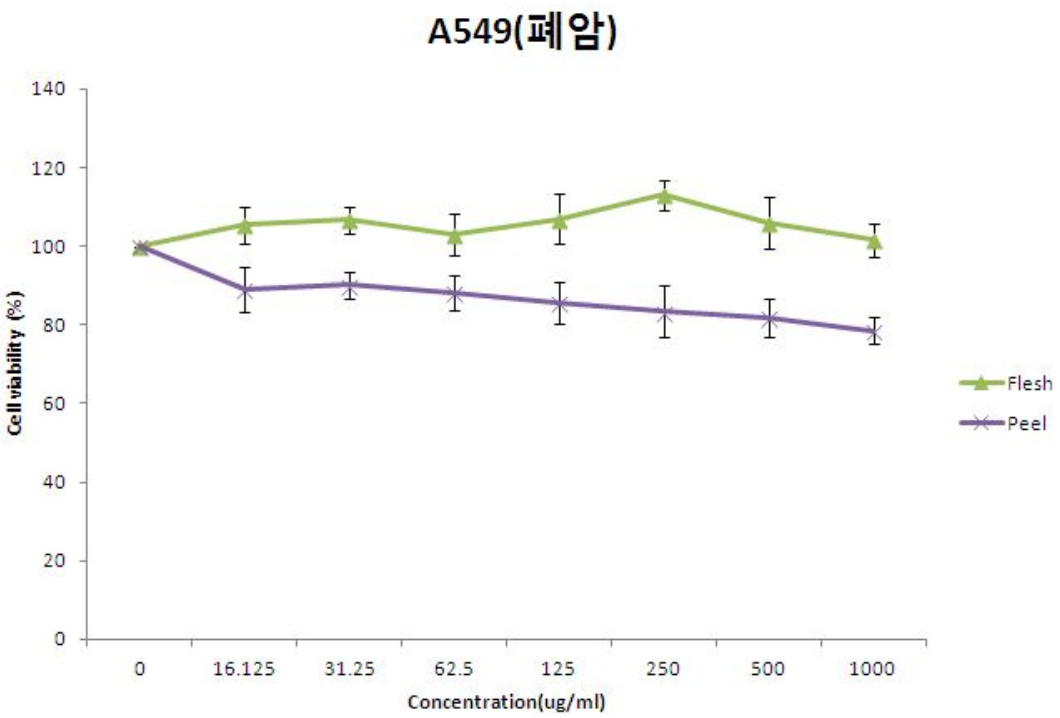


Fig. 4. A549 cell viabilities of Kohlrabi flesh and peel ethanol extracts

Reported values are means±SE. Different superscript letters in the same line show significant differences at $p<0.05$ by one-way ANOVA.

제 3절 콜라비 분말을 첨가한 쿠키의 품질특성

1. 쿠키의 일반성분

실험에 사용한 콜라비 쿠키의 일반성분 분석 결과는 Table 26과 같다. 수분 함량은 대조군보다 콜라비 분말 첨가 함량이 1, 3 및 5%로 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. 조단백질의 경우 대조군이 5.78인데 비해 콜라비 분말 첨가 함량이 1, 3 및 5%로 증가할수록 각각 5.61, 5.34 및 5.08로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 조지방은 대조군이 24.58인데 비하여 콜라비 분말 첨가 함량이 1, 3 및 5%로 증가할수록 각각 24.34, 24.20 및 23.66으로 나타났으나 유의차가 없었으며, 회분 함량은 대조군이 0.61를 나타냈고 콜라비 분말 첨가함량이 증가할수록 높아져 유의차가 났으며, 특히 콜라비 분말 5% 첨가군에서는 0.95로 가장 높았다.

Table 27. Proximate compositions of cookies made with *Kohlrabi* power

(% dry matter basis)

Item	Control[1)]	K1	K3	K5
Moisture	3.36±0.21[3)a4)]	3.34±0.19[a]	3.16±0.15[a]	2.48±0.72[b]
Crude protein	5.78±0.43[a]	5.61±0.38[a]	5.34±0.44[ab]	5.08±0.49[b]
Crude fat	24.58±1.68[NS5)]	24.34±1.54	24.20±1.43	23.66±1.33
Crude ash	0.61±0.01[c]	0.65±0.01[c]	0.85±0.02[b]	0.95±0.04[a]
Carbohydrate[2)]	66.01±5.12[NS]	66.43±5.20	66.62±5.21	66.69±5.32

[1)]See the legend of Table 9.

[2)]100 - (moisture +crude protein + crude fat + crude ash).

[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[4)]a~d: Means in row with different letters are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test

[5)]NS: not significant.

2. 쿠키반죽의 pH 및 반죽의 밀도

콜라비 분말을 농도별로 첨가하여 제조한 쿠키반죽의 pH와 반죽의 밀도를 측정한 결과는 Table 27과 같다. 콜라비 분말을 1~5% 첨가 하였을 때 쿠키의 pH는 6.77~7.10의 범위로 대조군 7.37에 비해 콜라비 분말 첨가 함량이 증가할수록 유의적으로 낮아져, 콜라비 분말을 5% 첨가한 시료에서 pH는 6.77로 가장 낮았다. 본 실험에서 시료로 사용한 콜라비 분말은 pH가 6.21였는데, 이는 콜라비 분말 자체의 pH가 반죽의 pH에 영향을 미쳐 pH가 저하된 것으로 생각된다. 이러한 경향은 아스파라거스가 첨가된 쿠키(142) 및 인삼이 첨가된 쿠키(143) 등 에서의 결과와도 비슷한 경향으로 보고되어지고 있다.

반죽의 밀도는 콜라비 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 대조군에서는 1.15 g/mL인데 반해 콜라비 분말 5% 첨가군에서는 1.02 g/mL로 가장 낮게 나타났다. 반죽의 밀도는 쿠키의 팽창 정도를 미리 알 수 있고 쿠키의 품질을 예측할 수 있는 지표 중 하나로써 밀도가 높으면 쿠키가 쉽게 부서져서 상품성이 낮아지며 반면에 밀도가 너무 낮을 경우에는 쿠키가 딱딱해져 기호도가 떨어지기도 한다. 또한 쿠키의 밀도는 구워지는 온도와 시간, 반죽의 믹싱방법과 시간 등에 따라 달라질 수도 있다는 연구결과도 보고된다(144). 쿠키 제조 시 밀가루 보다 단백질 함량이 적은 첨가물을 넣으면 대조군에 비해 첨가물을 넣은 그룹에서 반죽의 신장도가 감소하고 이로 인해 반죽의 밀도가 낮아진다는 연구보고와 비슷한 경향을 나타냈다(145). 본 실험의 결과에서도 콜라비 분말 함량이 증가할수록 상대적으로 반죽의 밀도가 감소된 것으로 판단되어진다.

Table 28. Density and pH value of cookies dough prepared with different levels of *Kohlrabi* powder

	Control[1)]	K1	K3	K5
Density(g/mL)	1.15±0.04[2)d3)]	1.12±0.29[cd]	1.07±0.01[b]	1.02±0.01[a]
pH	7.37±0.01[a]	7.10±0.01[b]	7.08±0.01[b]	6.77±0.02[c]

[1)]See the legend of Table 9.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)]Means in row with different letters are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

3. 쿠키의 퍼짐성

콜라비 분말쿠키의 크기, 두께 및 퍼짐성 지수는 Table 28과 같다. 쿠키의 크기와 두께는 콜라비 첨가 함량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향이 보였다. 쿠키의 퍼짐성 지수는 대조군, K1, K3 및 K5군이 각각 7.58, 7.44, 7.42 및 7.40으로 콜라비 분말 첨가량이 높아질수록 퍼짐성 지수가 낮아지는 경향을 보였으나 유의차는 없었다. 이와 같은 양상은 Kim과 Park(146)의 연잎 분말, Lee 등(147)의 매생이 분말, Park 등(148)의 구기자 분말, 백련초 분말쿠키(29), 마늘 분말쿠키(149) 등에서처럼 첨가되는 분말 함량이 많을수록 퍼짐성이 작아진다는 보고와 비슷한 경향을 보였다. Fig. 5는 콜라비 분말 쿠키의 반죽과 구운 쿠키의 외형을 제시한 것이다. 쿠키의 퍼짐성은 수분 함량과 밀접한 상관관계가 있는데 반죽의 수분 함량이 낮을수록 퍼짐성 지수가 낮아진다고 보고된다(151,152). 본 연구에서도 콜라비 첨가 함량이 증가할수록 수분 함량이 낮았으며, 퍼짐성 지수도 감소하는 경향을 보였다. 반죽의 수분 함량이 높으면 점도가 낮아져 쿠키의 직경을 증가시킨다. 이처럼 쿠키의 점성이 수분 함량과 관계가 있기는 하지만 반죽에 존재하는 수분의 상태에 따라 퍼짐성 지수에 영향을 미칠 수 있다. 반죽 내 수분이 자유수로 존재할 경우는 점성이 낮아 퍼짐성 지수가 높아지며, 결합수로 존재할 경우는 반죽의 점성을 낮추는데 기여할 수 없는 상태가 되어 퍼짐성 지수는 낮아진다고 알려져 있다(153). 쿠키 반죽상태일 때는 크기가 일정하나 구운 후 쿠키의 외형은 대조군과 콜라비 분말 첨가군 에서 차이가 있음을 알 수 있다.

Table 29. Spread ratio of cookies made with Kohlrabi powder

	Control[2)]	K1	K3	K5
Widthness(cm)	6.83±0.01[3)a4)]	6.43±0.01[b]	6.39±0.03[b]	6.12±0.05[c]
Thickness(cm)	0.90±0.01[a]	0.86±0.01[b]	0.86±0.01[b]	0.83±0.01[c]
Spread ratio(w/t)[1)]	7.58±0.01[NS5)]	7.44±0.03	7.42±0.12	7.40±0.05

[1)]Spread ratio(w/t): Widthness(cm)/Thickness(cm)

[2)]See the legend of Table 9.

[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[4)]Means in row with different letters are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

[5)]NS: not significant.

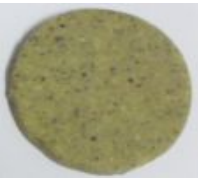
	Control[1)]	K1	K3	K5
Dough				
Cookie				

Fig. 5. Appearance of Kohlrabi cookie dough and baked cookie. [1)]See the legend of Table 9.

4. 쿠키의 색도

콜라비 분말의 첨가 비율을 달리한 쿠키의 색도를 측정한 결과는 Table 29에 나타내었다. 쿠키의 색은 일정한 조건하에서 주로 당에 의한 영향이 크고, 환원당에 의한 비효소적 maillard 반응 및 열에 불안정한 당에 의한 캬라멜화 반응에 의해 가장 큰 영향을 받는다(153). 이 반응들은 매우 높은 온도가 필요하므로 오븐 내에서 쿠키의 소성 후 표면색이 큰 변화를 보이는 것으로 알려져 있다(154). 쿠키의 밝기를 나타내는 명도(L)값은 대조군 76.06에 비하여 콜라비 분말 첨가량이 1%, 3% 및 5%로 증가할수록 각각 71.58, 70.36 및 68.44로 어둡게 나타났으며, 유의적으로 감소하는 경향을 나타내 콜라비 분말 5% 첨가 쿠키가 68.44로 가장 낮은 값을 나타내었다. 콜라비 분말 함량이 증가할수록 명도값이 낮아진 것은 재료 자체의 색소에 의한 영향이 색도의 차이를 나타낸다는 연구 자료와 유사한 결과를 나타냈다(155). 쿠키의 적색도를 나타내는 a값은 녹색도를 나타내는 음의 값을 보여 -2.11이었고, 콜라비 분말 첨가량이 1%, 3% 및 5%로 증가할수록 -3.56, -3.96 및 -3.58로 나타나 대조군에 비해 콜라비 분말을 첨가한 군에서 유의적으로 녹색도의 값이 낮아짐을 나타냈다. 이런 현상은 녹차분말을 첨가한 쿠키(156)와 대나무잎 분말(157)을 첨가한 쿠키에서도 같은 경향을 보고되고 있다. 쿠키의 황색도를 나타내는 b값은 대조군이 29.96으로 가장 높게 나타났으며, 콜라비 분말 첨가량이 1%, 3% 및 5%로 증가할수록 25.03, 25.39 및 24.50으로 나타났다. 따라서 콜라비 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 황색도의 값이 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 30. Hunter's color parameters of cookies prepared with different levels of Kohlrabi powder

Hunter' color values	Control[1)]	K1	K3	K5
L	76.06±0.73[2)c3)]	71.58±0.85[b]	70.36±0.81[ab]	68.44±0.78[a]
a	-2.11±0.07[a]	-3.56±0.11[b]	-3.96±0.25[b]	-3.58±0.12[b]
b	29.96±0.33[a]	25.03±0.32[b]	25.39±0.62[b]	24.50±0.56

[1)]See the legend of Table 9

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)]Means in row with different letters are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

5. 쿠키의 경도

콜라비 분말 첨가량에 따른 쿠키의 경도를 Rehometer로 측정한 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 쿠키의 경도는 콜라비 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 5% 콜라비 분말 첨가군(K3군)에서 2180.12 g으로 가장 높았으며, 대조군은 1520.13 g, 1% 첨가군(K1군)은 1910.34 g, 3% 첨가군(K2군)은 2000.14 g이였다. 이러한 결과는 인삼분말 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 감소되어 쿠키의 경도가 증가한다는 보고(158), 대나무잎 분말(157) 및 삼백초 분말(159) 첨가량이 많을수록 쿠키의 경도는 증가한다는 보고와 일치하였다.

쿠키의 경도의 변화는 여러 가지 원인에 의해 영향을 받는다고 할 수 있는데 첨가되는 재료의 종류에 따라 달라지는 경우가 있고(157), 쿠키 속의 수분의 존재와도 관련이 있다고 보고되고 있다(160). 즉 부재료의 수분 함량이 적을 경우 특히 건조분말 상태일 때, 부재료의 첨가량이 많을 경우 경도가 상승한다고 한다. 또한 반죽의 밀도가 낮을수록 쿠키의 경도가 증가하는 것으로 알려져 있다(161).

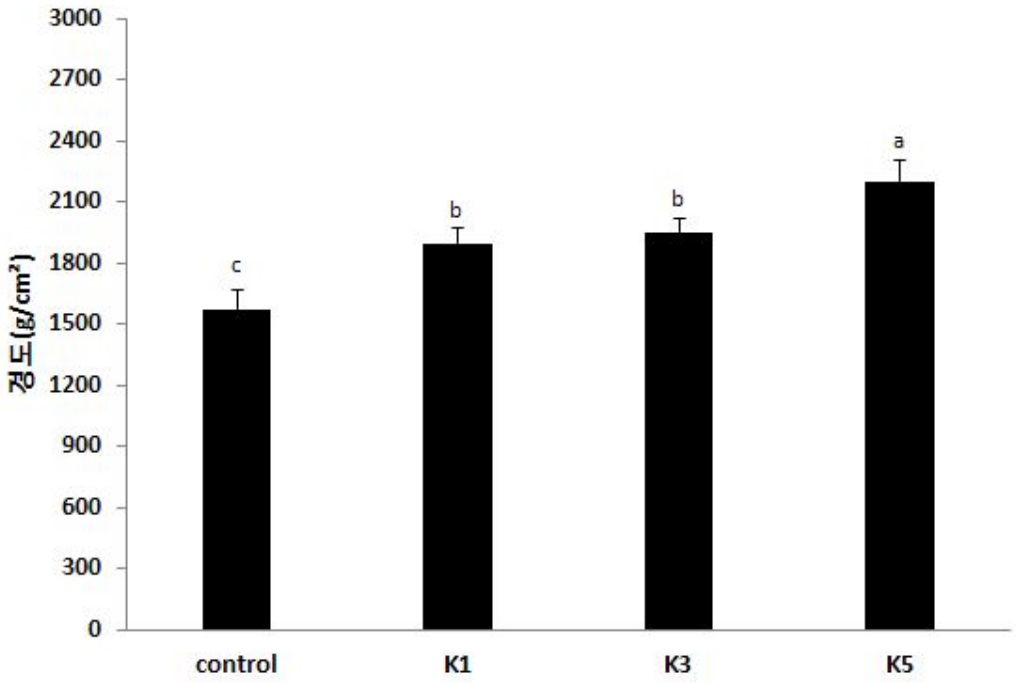


Fig. 6. Hardness of cookies prepared with different levels of *Kohlrabi* powder. Abbreviations: See the legend of Table 9.

6. 관능평가

콜라비 분말 첨가 쿠키의 관능평가 결과는 Table 30과 같다. 쿠키의 색, 맛, 외형은 3%와 5% 콜라비 분말을 첨가한 쿠키군(K3, K5)의 수치가 유의하게 가장 높게 나타났다. 그러나 향, 질감 및 전체적인 기호도는 처리군간에 유의차가 나타나지 않았다. 전반적으로 양송이버섯 분말(162), 대나무잎 분말(157)의 건강식품재료를 첨가하여 제조한 쿠키의 기호도는 분말 첨가량이 많을 경우에는 대조군에 비해 낮게 나타나는 경향을 나타내고 있다. 그러나 본 연구결과에서는 가장 높은 농도인 5%를 첨가한 콜라비 쿠키의 전체적인 기호도가 대조군과 거의 비슷한 수준 이었다.

Table 31. Sensory properties of cookies prepared with different levels of *Kohlrabi* powder

Sensory parameter	Control[1)]	K1	K3	K5
Color	2.8±0.2[2)b3)]	3.8±0.1[a]	3.8±0.2[a]	3.9±0.3[a]
Flovor	3.2±0.2[NS4)]	3.5±0.2	3.7±0.3	3.8±0.3
Texture	3.1±0.2[NS]	2.9±0.2	3.2±0.2	3.0±0.3
Taste	2.8±0.1[b]	3.1±0.2[ab]	3.7±0.3[ab]	3.3±0.2[a]
Appearance	2.6±0.2[b]	3.1±0.1[ab]	3.5±0.2[a]	3.5±0.3[a]
Overall acceptability	3.0±0.2[NS]	3.2±0.2	3.5±0.5	3.1±0.3

[1)]See the legend of Table 9.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)]Means in row with different letters are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

[4)]NS: not significant.

제 4절 콜라비를 첨가한 햄버거 패티의 품질특성 및 저장안정성

1. 콜라비 첨가 햄버거 패티의 품질특성

가. 일반성분 및 열량

패티를 제조할 때 콜라비를 첨가하지 않은 대조군(N), 콜라비 3.3% 첨가한 K1군, 콜라비 6.6% 첨가한 K2군 및 콜라비 10.0% 첨가한 K3군의 일반성분 함량을 측정한 결과는 Table 31과 같다. 조지방과 조단백질 함량은 콜라비 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 감소하였으나, 조회분 함량은 증가하였다($p<0.05$). 이러한 결과는 패티 재료 중 육류의 일부를 콜라비로 대체함으로써 콜라비에 들어 있는 탄수화물과 조회분이 첨가된 반면 육류에 함유된 지방과 단백질 함량이 줄어든 것으로 이해된다. 처리구간의 일반성분 차이는 패티의 재료 배합비의 차이인 것으로 보여지며, 일반성분 중 수분은 저장성, 보수력. 가열감량, 경도, 응집성과 밀접한 관계가 있으며(163-165), 지방은 조직감, 다즙성 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(166). 패티의 열량은 2.015-2.142 kcal/g으로 콜라비 첨가 함량이 높을수록 낮아지는 경향을 보였으나, 유의적인 차이는 없었다.

Table 32. Proximate compositions of patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi*

Items	N[1)]	K1	K2	K3
Moisture	68.99±0.30[2)NS3)]	67.86±1.32	68.66±0.59	69.73±1.01
Crude lipid	7.03±0.18[a4)]	7.48±0.15[a]	7.09±0.17[b]	6.71±0.10[c]
Crude ash	2.46±0.05[c]	2.69±0.03[b]	2.76±0.01[b]	2.80±0.06[ab]
Crude protein	21.52±0.14[a]	21.97±0.16[a]	21.82±0.04[a]	20.43±0.16[b]
Caloric	2142.00±70.01[NS]	2119.00±71.08	2081.00±69.09	2015.00±69.01

[1)]See the legend of Table 10.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)]NS: not significant.

[4)]Means in the same row not sharing a common letter are significantly different ($p<0.05$) by Tukey's test.

나. 아미노산

패티의 품질특성 중 육류의 일부를 콜라비로 대체한 패티의 아미노산을 측정한 결과는 Table 32와 같다. 총 아미노산 함량은 15.34, 14.57, 15.10 및 16.70%으로 시료 들 사이에 유의차가 없어서 콜라비가 패티의 아미노산 함량에는 영향을 미치지 않는 것으로 보여 진다. 모든 패티의 아미노산 조성은 glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine 순으로 함량이 높게 나타났다. 필수아미노산 중에서는 leucine과 lysine 함량이 다른 아미노산들 보다는 높게 나왔고, 10% 콜라비를 첨가한 K3군에서만 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 특히, 10% 콜라비를 첨가한 K3군은 aspartic acid, threonine, serine, glycine, valine, isoleucine, leucine, lysine 및 proline 함량이 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$). 아미노산은 맛과 관련이 있는데, glutamic acid와 aspartic acid는 아미노산이 갖는 역가 중 가장 낮은 농도에서도 맛을 감지할 수 있다고 알려져 있는데, 본 연구 결과에서도 모든 패티에서 glutamic acid와 aspartic acid 함량이 높게 나타났다. 또한 아미노산은 펩티드, 아민, 단백질, 당, 유기산, 핵산 등의 비휘발성 화합물과 함께 가열에 의하여 맛을 내기 때문에 기호성의 예측 인자로 쓰여 지기도 한다(167).

Table 33. Amino acids of patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi*

Amino acid	N[1)]	K1	K2	K3
Cysteine	0.18±0.02[2)NS3)]	0.17±0.02	0.18±0.02	0.18±0.02
Methionine	0.36±0.01[NS]	0.34±0.01	0.34±0.01	0.35±0.02
Aspartic acid	1.48±0.03[b4)]	1.40±0.03[b]	1.47±0.03[b]	1.62±0.03[a]
Threonine	0.74±0.02[b]	0.69±0.01[b]	0.73±0.01[b]	0.81±0.01[a]
Serine	0.70±0.01[b]	0.64±0.01[c]	0.68±0.01[bc]	0.76±0.01[a]
Glutamic acid	2.69±0.03[NS]	2.50±0.03	2.67±0.04	2.89±0.02
Glycine	0.84±0.02[b]	0.80±0.01[b]	0.78±0.02[b]	0.96±0.01[a]
Alanine	0.97±0.02[NS]	0.92±0.02	0.94±0.01	0.95±0.02
Valine	0.69±0.01[b]	0.66±0.02[b]	0.68±0.01[b]	0.76±0.02[a]
Isoleucine	0.64±0.01[b]	0.61±0.01[b]	0.64±0.01[b]	0.71±0.01[a]
Leucine	1.28±0.03[b]	1.23±0.03[b]	1.27±0.03[b]	1.42±0.03[a]
Tyrosine	0.51±0.01[NS]	0.49±0.01	0.51±0.01	0.56±0.02
Phenylalanine	0.66±0.01[NS]	0.63±0.01	0.65±0.01	0.73±0.02
Lysine	1.35±0.03[b]	1.29±0.03[b]	1.32±0.03[b]	1.48±0.03[a]
Histidine	0.52±0.01[NS]	0.50±0.01	0.51±0.01	0.57±0.02
Arginine	1.00±0.02[NS]	0.96±0.01	0.98±0.01	1.12±0.02
Proline	0.73±0.01[b]	0.74±0.01[b]	0.75±0.01[b]	0.85±0.01[a]
Total	15.34±1.02[NS]	14.57±1.28	15.10±1.17	16.70±1.23

[1)]See the legend of Table 10.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)]NS: not significant.

[4)]Means in the same row not sharing a common letter are significantly different ($p<0.05$) by Tukey's test.

다. 지방산

콜라비 첨가가 패티의 지방산 조성에 미치는 영향을 검토한 결과는 Table 33과 같다. 콜라비 첨가와는 관계없이 가장 많이 함유된 포화지방산은 palmitic acid로 대조구, K1군, K2군 및 K3군 각각 25.89, 25.91, 26.06 및 25.74%이었고, 다음으로 stearic acid로 18.48, 18.61, 18.07 및 17.41% 함유하는 것으로 나타났다. 불포화지방산은 oleic acid가 가장 많이 함유하고 있으며, 대조구, K1군, K2군 및 K3군 각각 44.68, 44.29, 44.26 및 45.07% 함유하고 있었다. 포화지방산의 총량은 47.10, 47.13, 46.85 및 45.85%, 불포화지방산의 총량은 52.90, 52.87, 53.15 및 54.15%로 나타났다. 콜라비 첨가 함량이 가장 높은 K3군이 다른 군에 비하여 포화지방산 함량은 가장 낮았고, 불포화지방산 함량은 유의하게 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 그러나 단일불포화지방산, n-3지방산, n-6지방산 함량은 유의차가 없었다.

Table 34. Fatty acids of patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* (%)

	N[1)]	K1	K2	K3
Myristic acid(C14:0)	2.73±0.03[2)NS3)]	2.61±0.02	2.71±0.03	2.69±0.04
Palmitic acid(C16:0)	25.89±0.04[NS]	25.91±0.02	26.06±0.15	25.74±0.11
Palmitoleic acid (C16:1n7)	3.31±0.04[NS]	3.18±0.02	3.26±0.03	3.23±0.07
Stearic acid (C18:0)	18.48±0.34[a4)]	18.61±0.15[a]	18.07±0.09[ab]	17.41±0.11[b]
Oleic acid (C18:1n9)	44.68±0.32[NS]	44.29±0.17	44.26±0.34	45.07±0.08
Linoleic acid (C18:2n6)	3.39±0.20[NS]	3.77±0.15	4.10±0.31	4.32±0.14
γ-Linoleic acid (C18:3n6)	0.16±0.01[NS]	0.18±0.01	0.15±0.01	0.15±0.01
Linolenic acid (C18:3n3)	0.58±0.01[NS]	0.60±0.01	0.57±0.01	0.58±0.01
Eicosenoic acid (C20:1n9)	0.57±0.04[NS]	0.58±0.02	0.61±0.02	0.62±0.02
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.21±0.01[b]	0.27±0.01[a]	0.20±0.01[b]	0.18±0.02[b]
Total	100	100	100	100
SFA	47.10±0.41[a]	47.13±0.18[a]	46.85±0.08[a]	45.85±0.12[b]
UFA	52.90±0.41[b]	52.87±0.18[b]	53.15±0.08[b]	54.15±0.12[a]
MUFA	48.56±0.38[NS]	48.05±0.19	48.14±0.35	48.92±0.01
PUFA	4.34±0.20[NS]	4.82±0.17	5.02±0.31	5.23±0.12
n-3 FA	0.58±0.01[NS]	0.60±0.01	0.57±0.01	0.58±0.01
n-6 FA	3.76±0.20[NS]	4.22±0.16	4.45±0.31	4.65±0.13

[1)]See the legend of Table 10.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)]NS: not significant.

[4)]Means in the same row not sharing a common letter are significantly different ($p<0.05$) by Tukey's test.

라. 보수력 및 가열감량

가열, 조리후 패티의 모양과 패티의 보수력 및 가열감량을 측정한 결과는 Fig. 7과 Table 34와 같다. Fig. 7은 가열 전·후의 패티 모양인데 가열 후 패티의 크기는 콜라비 첨가 함량이 증가할수록 약간 감소하는 경향을 보였으나 유의차는 없었다. 보수력은 Table 34에서와 같이 콜라비 첨가 수준이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나, 처리군 간에 유의적인 차이가 없었다. 가열감량도 콜라비 첨가 수준이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나 처리군 간에 유의차가 없었다. 본 연구와는 다르게 해조류 분말을 첨가한 돈육 패티의 경우 해조류 분말의 첨가량이 증가할수록 가열감량이 감소하였다고 보고하였으며(168), 이는 해조류의 경우 알긴산과 같은 수용성식이섬유소가 풍부해 해조류 식이섬유소에 의한 보수력의 증가로 패티 가열 중 수분 손실이 감소한 것이라 하였다. Winger와 Fennema(169)에 의하면 육제품 가열 시 수분과 지방 함량이 감소하게 되면 다즙성, 조직감, 기호성 등이 저하되기 때문에 육제품 품질을 높이기 위해서는 수분과 지방 손실되지 않도록 주의해야 한다고 하였다. 특히, 가열 감량은 pH 낮을수록, 가열 온도가 높을수록, 가열속도가 느릴수록, 가열시간이 길수록, 식육의 표면과 중량의 비율이 커질수록 가열감량이 증가하며, 저장기간의 증가에 따른 육질 내 가열감량의 변화는 단백질과 물 분자 사이의 결합력이 약해짐에 따라 수분 손실이 일어나는 것으로 pH의 높고 낮음에 영향을 받는다고 하였다(170).

	N	C	K1	K2	K3
Cooking before					
Cooking after					

Fig. 7. Shape of the patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi*

Table 35. Water holding capacity (WHC) and cooking loss of patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi*

Items	N[1)]	K1	K2	K3
WHC (%)	63.76±1.91[2)NS3)]	61.95±0.30	61.97±0.87	60.68±1.13
Cooking loss (%)	18.38±0.24[NS]	17.47±0.16	19.08±0.51	19.78±0.38

[1)]See the legend of Table 10.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)]NS: not significant.

마. 조직특성

콜라비 첨가 햄버거 패티의 물리적 조직감을 측정한 결과는 Table 35와 같다. 경도를 나타내는 Hardness는 콜라비 첨가 수준이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으나, 유의차가 없었다. 탄력성을 나타내는 Springiness도 처리구 간에 차이가 없었다. 응집성을 나타내는 Cohesiveness와 씹힘성을 나타내는 Chewiness는 콜라비 첨가 함량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 콜라비 첨가에 의한 경도와 씹힘성의 변화는 콜라비 첨가로 인해 결착력이 높아져서 경도를 높이고 이로 인하여 씹힘성도 높게 나타난 것으로 사료된다. 이와 유사하게 Jeon과 Choi(168)도 해조류 분말을 첨가한 돈육 패티의 경우도 경도와 씹힘성이 증가되었으며 이로 인해 품질특성을 향상시켰다고 하였다. 일반적으로 육제품의 조직감은 지방이나 수분 함량, 원료육의 상태, 첨가물의 종류, 가열온도의 차이에 의한 단백질의 변성 정도 등 다양한 변인에 의해 달라진다(171). 이들 변이 중 경도에 가장 큰 영향을 미치는 것은 지방 함량으로 알려져 있으며 지방 함량이 높을수록 경도는 낮다고 한다(172). 본 연구에서도 육류 함량의 일부로 콜라비로 대체한 경우 경도가 높아진 이유는 지방 함량의 감소의 결과로 생각되어진다.

Table 36. Textural properties of patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi*

Items	N	K1	K2	K3
Hardness (g)	2190.00±340.81[2)NS3)]	2252.00±228.50	2398.00±267.48	2576.00±95.63
Cohesiveness (%)	32.22±2.85[b4)]	33.44±1.63[b]	38.86±1.42[a]	37.01±2.61[a]
Springiness (%)	50.57±3.43[NS]	57.86±4.73	59.52±2.14	63.54±1.11
Chewiness (g)	381.31±82.14[b]	546.73±51.79[ab]	611.47±64.26[ab]	849.94±144.60[a]

[1)]See the legend of Table 10.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)]NS: not significant.

[4)]Means in the same row not sharing a common letter are significantly different ($p<0.05$) by Tukey's test.

바. 관능평가

관능평가는 이화학적 검사나 미생물학적인 검사와는 달리 인간이 직접 품질을 평가하기 때문에 품질평가의 주관적인 지표가 된다(173). 가열·조리된 콜라비 첨가 패티의 단맛, 짠맛, 색, 탄력성, 풍미, 다즙성 및 전체적인 기호도의 관능검사를 조사한 결과는 Table 36과 같다. 10% 콜라비를 첨가한 K3군은 다른 처리군에 비하여 육색과 향미가 유의하게 우수하였다($p<0.05$). 전체적인 기호도는 콜라비 함량이 증가할수록 유의하게 우수하였으며, K3군이 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 그러나 단맛, 짠맛, 탄력성, 다즙성에 있어서는 모두 처리군 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 식육제품의 기호성에 영향을 미치는 요인들은 다양한데, 맛은 아미노산, 펩티드, 당, 유기산, 핵산 등이며, 풍미는 유리아미노산, 저분자펩티드, IMP 등의 혼합물이며(167), 지방은 조직감, 풍미, 다즙성에 영향을 미친다고 알려져 있다(174). 따라서 본 연구 결과는 기호성에 관여하는 지방 함량, 아미노산 조성, 지방산 조성들 사이의 차이에 기인되어진 것으로 보여지며, 콜라비 특유의 색과 향이 패티의 나쁜 맛과 향기를 제거하였기 때문으로 여겨진다.

Table 37. Sensory evaluation of patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi*

Sensory characteristics[1)]	N[2)]	K1	K2	K3
Sweetness	1.86±0.14[3)NS4)]	2.00±0.19	2.07±0.23	2.09±0.23
Saltness	3.36±0.32[NS]	3.21±0.21	3.14±0.18	3.37±0.21
Color	2.29±0.18[c5)]	2.64±0.18[b]	2.86±0.39[ab]	3.21±0.21[a]
Springiness	2.50±0.19[NS]	2.79±0.21	3.21±0.31	3.30±0.21
Flavor	2.64±0.18[b]	3.14±0.24[ab]	3.41±0.17[a]	3.43±0.17[a]
Juiciness	2.43±0.17[NS]	2.57±0.23	2.89±0.19	3.14±0.18
Total acceptability	2.64±0.21[b]	2.94±0.18[ab]	3.53±0.19[ab]	3.97±0.19[a]

[1)]1: dislike extremely, 3: neither like nor dislike, 5: like extremely.

[2)]See the legend of Table 10.

[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[4)]NS: not significant.

[5)]Means in the same row not sharing a common letter are significantly different ($p<0.05$) by Tukey's test.

2. 마쇄한 콜라비 첨가 햄버거 패티의 저장특성

가. pH의 변화

콜라비 첨가 수준을 달리하여 제조한 패티를 5℃에서 저장하면서 15일간 측정한 pH 변화는 Table 37, Fig. 8과 같다. 최종 육제품의 품질에 영향을 미치는 pH값은 원료육과 첨가물의 배합 비율에 따라 차이가 있으며, 육제품의 보수성, 육색, 조직감, 연도와 결착력 등의 품질변화와 저장성에 있어서도 매우 중요한 요인으로 작용하는 것으로 알려졌다(175). 저장 초기의 pH는 전체적으로 6.08-6.12로 나타났으며, 저장 15일 후에는 4.54-4.61로 나타났다. 즉 저장기간이 경과하면서 pH가 유의적으로 낮아지는 경향을 보이기 시작하였다($p<0.05$). 그러나 제조 5일째부터 10% 콜라비를 첨가한 K3군이 다른 처리군에 비하여 pH가 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 따라서 콜라비 첨가는 저장초기에는 pH에 영향을 미치지 않지만, 저장기간이 길어지면 영향을 미치는 것으로 나타났다. 전반적으로 분쇄육은 저장기간이 경과함에 따른 pH 저하는 미생물의 성장에 따른 젖산 생성에 의해 기인한다고 Goddar 등(176)과 Langlosis와 Kemp(177)가 보고하였다. 소시지 제조 시 솔잎 추출물을 첨가하였을 때 저장기간이 증가함에 따라 pH가 저하되었다는 보고(178)와 본 실험 결과는 유사한 경향이었다.

Table 38. pH changes of total aerobic counts for patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during 15 days of storage at 5℃

	Storage time (day)	N[1)]	K1	K2	K3
pH	0	6.08±0.01[2)b3)A4)]	6.11±0.01[aA]	6.12±0.01[aA]	6.11±0.01[aA]
	5	4.93±0.03[cB]	4.92±0.06[cB]	5.18±0.06[bB]	5.31±0.05[aB]
	10	4.54±0.01[bC]	4.53±0.01[bC]	4.55±0.01[bC]	4.55±0.01[aC]
	15	4.54±0.01[cC]	4.54±0.01[cC]	4.60±0.01[bC]	4.61±0.01[aC]

[1)]See the legend of Table 10.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)a-d]Means with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

[4)A-E]Means with different superscripts within a column differ significantly ($p<0.05$).

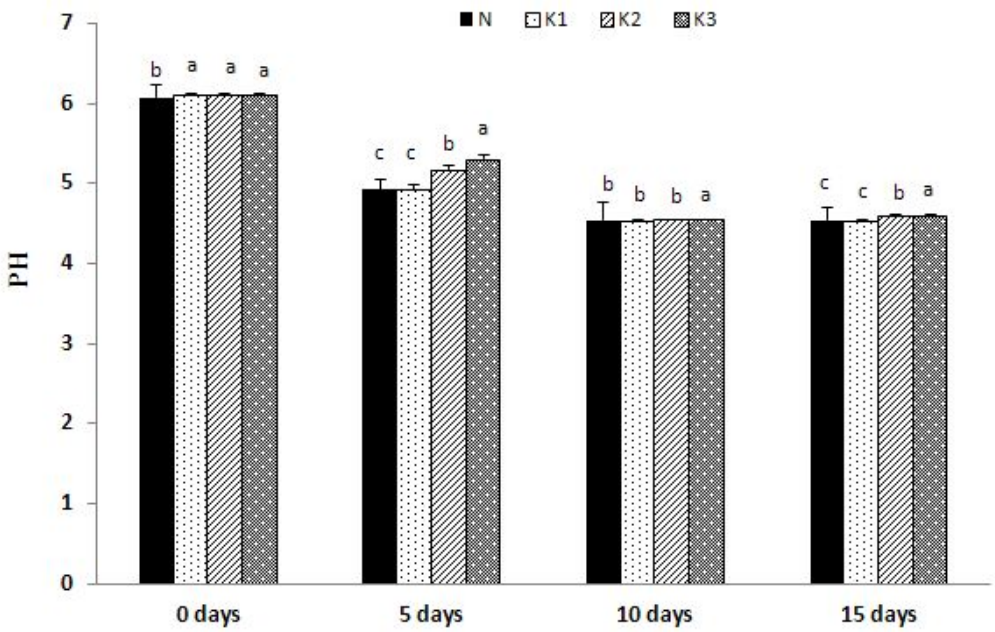


Fig. 8. pH changes of total aerobic counts for patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during 15 days of storage at 5℃

나. 지질산패도의 변화

콜라비를 첨가한 패티를 5℃에서 15일간 저장하면서 과산화물의 2차 생성물인 malonaldehyde (MA) 함량을 이용하여 지질산패도를 측정한 결과는 Table 38과 같다. 모든 처리군이 저장기간이 증가함에 따라 TBA 값이 증가하는 경향이 보였다 ($p<0.05$). 이는 분쇄육이 저장 기간이 증가함에 따라 TBA 값이 증가하는 경향을 보였다는 여러 연구 결과와도 유사하였다(179,180). 10% 콜라비를 첨가한 K3군은 저장 10일째부터 다른 처리군에 비하여 유의적으로 TBA 값이 낮은 경향을 보였다. 따라서 콜라비는 10% 수준으로 육제품에 첨가 시 지방산화를 억제할 수 있을 것으로 보여 진다. 이는 콜라비가 안토시아닌 같은 항산화 활성을 가지는 플라보노이드 화합물이 패티에서 항산화제로 작용하여 지방산화를 억제한 것으로 사료된다. 식품에 존재하는 불포화지방산이 산화되어 hydroperoxide와 같은 과산화물이 생성되면 단백질이나 DNA를 손상시켜 돌연변이나 암을 유발할 수 있으며, 동맥경화나 노화를 촉진할 뿐만 아니라(181), 과산화물의 이취는 기호성을 저하시킬 수 있다. Suh(182)는 TBA 값이 1 이상일 때에 산패도가 높아 식용으로 이용할 수 없다고 하였다. Brewer 등(181)은 식육의 지방산패도가 높아지는 것은 지방분해 효소 미생물의 대사 등에 의하여 지방이 분해됨으로써 형성되는 분해 물질에 의한 것이라고 하였다. 이러한 식육의 저장 중 지질산패도의 변화는 식육의 지방산 조성, pH, 시료의 크기, 온도에 영향을 받는다고 하였다(183).

Table 39. Changes of TBA values for patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during 15 days of storage at 5℃

	Storage time (day)	N[1)]	K1	K2	K3
TBA (mg MA/kg)	0	0.20±0.01[2)a3)C4)]	0.25±0.01[bC]	0.25±0.01[bC]	0.22±0.01[aC]
	5	0.24±0.01[aC]	0.23±0.01[aC]	0.23±0.01[aC]	0.21±0.01[aC]
	10	0.36±0.01[aB]	0.35±0.01[aB]	0.32±0.01[aB]	0.29±0.01[bB]
	15	0.49±0.01[aA]	0.44±0.01[abA]	0.42±0.01[bA]	0.41±0.01[bB]

[1)]See the legend of Table 10.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)a-d]Means with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

[4)A-E]Means with different superscripts within a column differ significantly ($p<0.05$).

다. 휘발성 염기태질소 함량

돈육은 부위별로 단백질 함량이 14-21% 함유된 단백질식품으로 저장 중 변패로 신선도가 저하되기 쉽다(168). 저장 중 육제품의 변패가 진행됨에 따라 단백질이 아미노산에서 무기태 질소로 분해되면 식품의 휘발성 염기태 질소 함량은 육제품의 신선도를 평가하는 중요한 요인이 되고 있다. 우리나라 식품위생법에는 원료육과 포장육의 VBN 함량을 20 mg% 이하로 규정하고 있다(184). 육제품의 VBN 함량은 5-10 mg% 일 때가 신선하고, 30-40 mg% 범위에 있을 경우 초기 부패단계로 보고 있다(185). 특히 휘발성 무기태 질소의 생성은 악취의 원인이 되기 때문에 관능적 특성에 크게 관여한다. 그러나 Table 39에서와 같이 본 연구에서는 저장 15일까지 10 mg% 이하를 유지하고 있어서 단백질의 부패는 없는 것을 알 수 있었다. 제조 당일의 모든 패티의 VBN 함량은 6.41-6.47 mg% 정도로 거의 유사한 수치를 나타내었으나, 저장기간이 경과함에 따라 VBN 함량은 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 그러나 10% 콜라비를 첨가한 K3군은 다른 처리군에 비하여 저장 5일째부터 VBN 함량이 유의적으로 낮은 경향을 나타냈다($p<0.05$). Kang 등(186)은 저장기간 중에 VBN 함량이 증가하는 것은 단백질 chain의 일부가 절단되면서 유리아미노산, 핵산관련 물질, 아민류, 암모니아 등 비단백태 질소 화합물이 상승하게 되고, 이와 더불어 세균 수도 증가하여 관능적으로 초기 부패가 느껴질 때까지는 그 증가폭이 적다가 그 이후 급속히 변화하기 때문에 단백질 변패와 세균의 증식 속도는 서로 밀접한 관련이 있다고 보고하였다.

Table 40. Changes of VBN values for patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during 15 days of storage at 5℃

	Storage time (day)	N[1)]	K1	K2	K3
VBN (mg%)	0	6.42±0.16[2)a3)D4)]	6.41±0.18[aD]	6.47±0.48[aD]	6.46±0.27[aD]
	5	9.47±0.16[aC]	9.33±0.64[aC]	9.38±0.24[aC]	8.98±0.24[bC]
	10	11.12±0.27[aB]	11.84±0.27[aB]	11.48±0.09[aB]	10.17±0.24[bB]
	15	14.02±0.16[aA]	13.32±0.69[aA]	13.50±0.48[aA]	12.69±0.32[bA]

[1)]See the legend of Table 10.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)a-d]Means with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

[4)A-E]Means with different superscripts within a column differ significantly ($p<0.05$).

라. 총 미생물수의 변화

콜라비를 첨가한 패티를 5℃에서 15일간 저장하면서 저장에 따른 총 미생물수의 변화는 Table 40에 나타내었다. 총 미생물의 수는 저장기간이 길어짐에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 저장기간이 증가함에 따라 대조군과 콜라비 첨가 구간에 따른 총 미생물수의 차이는 나타나지 않았다. 본 연구에서 초기 오염도가 높게 나타난 것은 마쇄한 콜라비 보다는 원료육과 실험실 내 가공장의 환경요인 등에 영향을 받은 것으로 판단되어진다. Lamkey 등(187)은 소시지의 경우 총 균수가 8 log CFU/g 정도이면 부패 수준이라고 하였으며, Egan 등(188)은 6-8 log CFU/g 수준이면 부패하였다고 판단하였다. 또한 Reagan 등(189)은 육의 총 균수가 6 log CFU/g 이하일 때에 식용 가능하다고 하였으며, 우리나라의 경우 축산물가공처리법(190)에는 5 log CFU/g 이하일 때 신선하다는 기준을 정해두고 있다. 본 연구에서는 저장 15일째에 모든 처리구가 7 log CFU/g로 가식권을 벗어났다. 따라서 본 연구 결과 콜라비를 첨가한 패티에서 미생물 억제효과를 확인할 수 없었다.

Table 41. Change of total aerobic counts for *kohlrabi* patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during 15 days of storage at 5℃

	Storage time (day)	N[2)]	K1	K2	K3
TPC[1)] (Log CFU/g)	0	3.94±0.06[3)a4)D5)]	4.01±0.04^{aB}	3.65±0.05^{bC}	3.69±0.06^{bC}
	5	5.33±0.04^{aC}	5.20±0.10^{aB}	5.11±0.02^{aC}	5.02±0.02^{aC}
	10	6.30±0.04^{aB}	6.42±0.01^{aA}	6.33±0.01^{aAB}	6.17±0.07^{aB}
	15	7.74±0.04^{aA}	7.50±0.01^{aA}	7.50±0.20^{aA}	7.45±0.15^{aA}

[1)]TPC: Total plate count.

[2)]See the legend of Table 10.

[3)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[4)]$^{a-d}$Means with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

[5)]$^{A-E}$Means with different superscripts within a column differ significantly ($p<0.05$).

마. 색도 변화

콜라비를 첨가한 햄버거 패티를 5℃에서 15일간 저장하면서 색도의 변화를 살펴본 결과는 Table 41과 같다. 명도를 나타내는 L값은 10% 콜라비를 첨가한 K3군은 저장 5일째 까지 유의하게 감소하였으나, 저장 15일째는 다른 구와 차이가 없었다. 저장기간에 따른 변화를 살펴보면, 모든 처리군이 저장기간이 길어질수록 명도는 증가하였다. 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값의 경우는 콜라비를 10% 첨가한 K3군이 다른 군에 비하여 유의하게 증가하는 경향을 보였고, a값은 유의하게 낮은 경향을 보였다. 저장기간에 따른 변화를 살펴보면 b값은 저장기간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였고, a값은 감소하는 경향을 보였다. 이상의 결과를 종합해 보면 콜라비 첨가 패티의 색도는 시료 간의 일정한 경향을 보이지 않았음을 알 수 있었다. 또한, 이를 통해 콜라비 첨가가 패티의 색에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 일반적으로 육가공 제품의 경우에는 첨가물의 종류와 가열 시 발생하는 색소 등이 색도에 영향을 미치고(191), 일반적으로 육제품의 명도와 적색도는 이들 제품의 관능적 특성에 영향을 미친다(192).

Table 42. Color properties (L, a, b) of patties prepared with different levels of chopped *Kohlrabi* during storage at 5℃

	Storage time (day)	N[1)]	K1	K2	K3
L	0	37.11±1.62[2)a3)B4)]	38.87±0.50[aB]	38.66±0.99[aA]	33.40±2.18[bB]
	5	38.80±1.50[aAB]	40.01±1.01[aA]	38.97±1.02[aA]	35.15±0.61[bB]
	10	40.17±0.87[aA]	41.88±0.13[aA]	39.42±0.26[aA]	39.93±0.72[abA]
	15	40.33±1.02[aA]	41.95±1.20[aA]	39.15±1.59[aA]	39.07±0.92[aA]
a	0	12.12±0.87[aA]	10.07±0.75[abA]	7.83±0.56[cBC]	6.40±0.98[dB]
	5	9.93±0.64[aA]	10.14±0.23[aA]	8.88±0.29[bB]	6.58±0.34[cB]
	10	9.80±0.40[aA]	10.12±0.63[aA]	9.32±0.15[abAB]	8.78±0.65[bA]
	15	10.61±0.35[aA]	10.40±0.71[aA]	10.17±0.31[aA]	9.08±0.03[bA]
b	0	16.14±0.51[abA]	15.22±0.49[aA]	14.31±0.32[bcA]	13.95±0.24[bA]
	5	15.99±2.50[aA]	15.38±0.74[aA]	14.11±1.57[bBAB]	14.01±0.35[bA]
	10	15.95±0.63[aA]	15.49±0.60[aA]	14.96±0.78[bA]	12.16±0.53[cB]
	15	15.38±0.85[aA]	15.00±0.67[aA]	13.83±2.19[bA]	12.08±1.14[bB]

[1)]See the legend of Table 10.

[2)]All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

[3)a-d]Means with different superscripts within a row differ significantly ($p<0.05$).

[4)A-E]Means with different superscripts within a column differ significantly ($p<0.05$).

제 4장 요약 및 결론

본 연구는 적색콜라비의 생리활성 기능과 기능성 식품소재로의 활용 가능성에 관한 연구의 일환으로 콜라비의 껍질과 가식부의 이화학적 성분과 항산화 및 암세포 성장 억제효과를 통해 콜라비 껍질과 가식부의 영양성분과 생리활성을 알아보았다. 가식부와 껍질을 같이 사용한 콜라비 분말을 이용하여 콜라비 쿠키를 제조하였고, 마쇄한 콜라비를 패티에 첨가하여 콜라비 첨가 쿠키와 패티의 품질 특성을 통해 콜라비의 기능성 식품 재료로의 가치를 알아보고자 조사 하였다.

콜라비의 콜라비 가식부와 껍질의 이화학적 성분을 비교 분석한 결과는 다음과 같다. 건물량 기준으로 콜라비 가식부와 껍질의 일반성분 함량은 조지방과 조회분은 비슷하였으나, 콜라비 껍질이 조단백질과 탄수화물 함량이 높았다. 총유리당 함량은 콜라비 가식부가 껍질에 비하여 높았고, 콜라비 가식부와 껍질 모두 유리당 중 glucose 함량이 가장 높았으며, fructose, ribose, mannose, galactose 순이었다. 콜라비 가식부와 껍질 모두 검출된 16종의 구성 아미노산 중 glutamic acid 함량이 가장 높았고, 유리 아미노산은 proline 함량이 높았다. 콜라비 가식부와 껍질의 주요 지방산은 palmitic acid, linoleic acid, oleic acid 등이며, 콜라비 가식부가 껍질에 비하여 불포화지방산 함량이 높았다. 유기산 함량은 콜라비 껍질이 가식부에 비하여 10% 정도 높았고, 가식부와 껍질 모두 oxalic acid 함량이 가장 높았다. 콜라비 가식부는 비타민 C와 비타민 E 함량이 각각 231.361 mg/100 g과 0.170 mg/100 g이고, 콜라비 껍질은 402.748 mg/100 g과 0.244 mg/100 g으로 검출되었다. 총 무기질 함량은 콜라비 껍질이 콜라비 가식부에 비해서 높았으며, 무기질 중 K 함량이 가장 높았으며, 다음으로 Ca, Mg, Na 순이었고, Fe, Zn, Mn 등은 미량으로 검출되었다.

콜라비 가식부와 껍질의 에탄올 추출물의 항산화물질 함량, 항산화효과 및 MTT assay를 통한 간암, 대장암, 폐암세포의 암세포 증식 억제 활성을 측정한 결과는 다음과 같다. 콜라비 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량은 껍질에서 23.20 mg/mL, anthocyanin 함량도 껍질에서 175.25 mg/mL로 가식부에 비하여 높게 나타났다. Glucosinolate 함량은 가식부와 껍질에서 각각 19.92 μmol와 12.74 μmol로 나타났

다. 콜라비 껍질 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능은 87.28%, Rancimat에 의한 항산화능은 9.25 mg/mL으로 BHT 및 BHA와 비슷한 수준으로 높은 항산화 활성이 나타났으나, 가식부는 항산화 활성이 아주 미미 하게 보였다. 콜라비 에탄올 추출물이 A549 인체 폐암세포주, HepG2 인체 간암세포주 및 HCT 인체 대장암세포주 증식에 미치는 영향은 콜라비 껍질 에탄올 추출물의 농도가 증가함에 따라 농도 의존적으로 암세포 증식 억제 효능이 나타났다. 그러나 가식부 추출물의 경우는 암세포 성장 억제효과가 나타나지 않았다. 이는 콜라비 껍질의 추출과정 중에 생성된 glucosinolate 가수분해 산물과 플라보노이드, anthocyanin 등의 생리활성 물질들이 암세포 성장 억제에 직접적인 영향을 주었을 것으로 사료된다.

콜라비를 이용한 쿠키의 개발로 콜라비의 활용방안을 증진시킬 목적으로 콜라비 분말을 첨가하여 제조한 콜라비 쿠키의 관능검사 및 품질 특성을 평가한 결과는 다음과 같다. 콜라비 쿠키의 일반성분 분석 결과 조단백질, 조지방, 탄수화물 함량은 유의적인 차이가 없었으며, 회분은 콜라비 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 쿠키의 pH는 콜라비 분말 첨가량이 증가할수록 낮아졌고, 콜라비 쿠키 반죽의 밀도도 콜라비 분말 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였다. 콜라비 쿠키의 퍼짐성 지수는 콜라비 분말을 첨가하지 않은 대조군이 가장 컸으며, 콜라비 분말 첨가량이 증가할수록 작아지는 경향이었으나 유의차가 없었다. 콜라비 분말 첨가량이 증가할수록 쿠키의 명도(L값)는 대조군보다 낮아지는 경향을 보였고, 적색도(a값)는 처리군 간에 유의적인 차이가 없었으며, 황색도(b값)는 콜라비 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 콜라비 쿠키의 경도(hardness)는 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 관능검사 결과 쿠키의 색, 맛 및 외형은 콜라비 분말을 3%와 5%를 첨가한 군(K3, K5)의 수치가 유의하게 높게 나타났다. 향, 질감 및 전체적인 기호도는 처리군 간에 유의차가 없었다. 이상의 결과 3% 콜라비 첨가는 쿠키의 품질특성 및 관능평가에서 가장 우수한 것으로 나타났다.

마쇄한 콜라비의 첨가가 패티의 품질 및 저장특성에 미치는 영향을 알아보고자 콜라비 첨가량을 각각 0, 3.3, 6.6 및 10%로 제조하여 5℃에서 15일 동안 저장하면서 품질특성 및 저장특성을 조사한 결과는 다음과 같다. 떡갈비의 일반성분은 조지방과 조단백질 함량은 콜라비 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 감소하였으나,

조회분과 수분은 증가하였다. 보수력 및 가열감량은 처리군별 커다란 차이를 보이지 않았으며, pH는 대조구에 비해 10% 콜라비를 첨가한 K3군이 유의적으로 높은 수준을 나타내었으나, 그 차이는 작았다. 조직특성에서는 탄력성과 응집성이 콜라비 첨가군이 대조군에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 또한 관능평가에서 콜라비 6.6~10%의 첨가군들에서 색, 다즙성, 연도, 풍미 및 전체 기호도에서 대조군에 비해 유의적으로 높은 결과를 나타내어 바람직하였다. 저장기간이 길어질수록 지질산패도, VBN 함량 및 총 미생물수가 유의적으로 증가하였으나, 10% 콜라비를 첨가한 K3군은 저장기간이 증가함에 따라 다른 처리군에 비하여 지질산패도와 VBN 함량이 저하되었으나 총 미생물 수는 차이가 없었다. 이상의 결과에서 10% 콜라비의 첨가는 패티의 품질과 저장특성을 증가시키는 것으로 사료되었다.

본 연구는 여러 종류의 서양 채소 중 하나인 콜라비에 대한 기초적인 연구로 영양성분과 생리활성을 알아보았고, 응용연구로 쿠키와 햄버거 패티에 첨가해 봄으로써 최근 알려지기 시작한 콜라비를 여러 분야에서 어떻게 활용해야 할지 시도하였다는데 큰 의의가 있다. 이화학적 성분 분석에서는 콜라비의 가식부와 껍질을 구분하여 각각의 성분을 비교 분석하였다는데 의미가 있고, 항산화 및 암세포 성장 억제효과 연구에서는 가식부에 비하여 껍질에서 더 높은 활성을 나타내어 콜라비 활용 시 껍질을 같이 사용함으로써 콜라비가 가지고 있는 생리활성이 극대화되리라 사료된다. 또한 쿠키와 패티에 콜라비를 각각 분말 및 마쇄하여 다르게 처리해 본 결과 기능성 쿠키와 패티로서 가치가 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Lee HS. 1997. Dietary fiber intake of Korean. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 540-548.
2. Park MR. 2010. Effects of ramie leaves on improvement of lipid metabolism and anti-obesity effect in rats fed high fat-high cholesterol diet. MS These, Chosun University, Gwangju, Korea.
3. Lee JW, Lee DY, Cho JG, Baek NI, Lee YH. 2010. Isolation and identification of sterol compounds from the red Kohlrabi (*Brassica oleracea var. gongylodes*) sprouts. *J App Bio Chem* 53: 207-211.
4. Escalona VH, Aguayo E, Artes F. 2006. Metabolic activity and quality changes of whole and fresh-cut Kohlrabi (*Brassica oleracea* L. *gongylodes* group) stored under controlled atmospheres. *Postharvest Biol Technol* 41: 181-190.
5. Ben-Erik van Wyk. 2010. Food plants of the world. Shinilbooks, Korea, p 104.
6. Choi SH, Ryu DK, Park SH, Ahn KG, Lim YP, An GH. 2010. Composition analysis between koholrabi (*Brassica oleracea var. gongylodes*) and radish (*Raphanus sativus*). *Kor J Hort Sci Technol* 28: 469-475.
7. Edenharder R, Kurz P, John K, Burgard S, Seeger K. 1994. *In vitro* effect of vegetable and fruit juices on the mutagenicity of 2-amino-3-methylimidazo [4,5-f] quinoline, 2-amino-3,4-dimethylimidazo [4,5-f] quinoline and 2-amino-3,8-dimethylimidazo [4,5-f] quinoxaline. *Food Chem Toxxicol* 32: 443-459.
8. Edenharder R, John K, Ivo-Boor H. 1990. Antimutagenic activity of vegetable and fruit extracts against in-vitro benzo(a)pyrene. *Z Gesamte Hyg* 36: 144-147.
9. Lee SJ, Lee MG, Cheo GP, Kim NY, No SG, Heo MY, Kim JD, Lee HY, Lee JH. 2003. Inhibitory effect of Korean mistletoes on the oxidative DNA damage. *Korean J Medical Crop Sci* 11: 89-96.

10. Cha BC, Lee EH, Noh MA. 2005. Antioxidant activity of *Smilacis chinae* radix. *Korean J Pharmacogn* 36: 195-200.
11. Kim, HJ, Bae JT, Lee JW, Hwangbo MH, Im HG, Lee IS. 2005. Antioxidant activity and inhibitive effects on human leukemia cells of edible mushrooms extracts. *Korean J Food Preserv* 12: 80-85.
12. Hertog MG, Feskens EJ, Hollman PC, Katan MB, Kromhout D. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease. the Zutphan elderly study. *Lancet* 342: 1007-1011.
13. Brancn AL. 1975. Toxicological and biochemisty of butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole. *J Am Oil Chem Soc* 52: 59-63.
14. Farag RS, Badei AZMA, Hewedi FM, El-Baroty GSA. 1989. Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidant in aquesous media. *J Am Oil Chem Soc* 66: 792-798.
15. Park WT, Kim JK, Park S, Lee SW, Li X, Kim YB, Uddin MR, Park NI, Kim SJ, Park SU. 2012. Metabolic profiling of glucosinolates, anthocyanins, carotenoids, and other secondary metabolites in Kohlrabi (*Brassica oleracea var.. gongylodes*) *J Agri Food Chem* 60: 8111-8116.
16. Fenwick GR, Griffiths NM, Heaney RK. 1983. Bittemess in Brussels sprouts(Brassica oleracea L. var. gemmifera): the role of 126 glucosinolates and their breakdown products. *J Sci Food Agric* 34: 73-80.
17. Van Poppel G, Verhagen H, Goldbohm RA. 1999. Brassica vegetables and cancer prevention. Epidemiology and mechanisms. *Adv Exp Med Biol* 472: 159-186.
18. Fahey JW, Zalcmann AT, Talalay P. 2001. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochem* 56: 5-51.
19. Talalay P. 1989. Mechanisms of induction of enzymes that protect against chemical carcinogenesis. *Adv Enzyme Regul* 28: 237-250.
20. Zhang Y, Kensler TW, Cho C-G, Posner GH, Talalay P. 1994. Anticarcinogenic activities of sulforaphane and structurally related synthetic

norbomyl isothiocyanates. *Proc Natl Acad Sci USA* 91: 3147-3150.

21. Smith TK, Mithen R, Johnson IT. 2003. Effect of brassica vegetable juice on the induction of apoptosis and aberrant crypt foci in rat colonic mucosal crypts *in vivo*. *Carcinogenesis* 24: 491-495.
22. Hwang ES, Lee HJ. 2010. Effects of phenylethyl isothiocyanate and its metabolite on cell-cycle arrest and apoptosis in LNCaP human prostate cancer cells. *Int J Food Sci Nutr* 61: 324-336.
23. Cho HS, park BH, Kim KH, kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *J Korean food Culture* 21: 541-549.
24. Shin IY, Kim HI, Kim CS, Whang K. 1999. Characteristics of sugar cookies with replacement of sucrose with sugar alcohol (I) organoleptic characteristics of sugar alcohol cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 642-646.
25. Kim HY, Lee IS, kang JY, KIm GY. 2002. Quality characteristics of cookies with various levels of functional rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34: 642-646.
26. Lee MH, Oh MS. 2006. Quality characteristics of cookies with brown rice flour. *J Korean Food Culture* 21: 685-694.
27. Lee JS, Oh MS. 2006. Quality characteristics of cookies with black rice flour. *Korean J. Food Cookery Sci* 22: 193-203.
28. Lee SM, Ko YJ, Jung HA, Paik JE, Joo NM. 2005. Optimization of iced cookie with the addition of dried sweet pumpkin powder. *Korean J Food Culture* 20: 516-524.
29. Jeon ER, Park ID. 2006. Effect of angelica plant powder on the quality characteristics of batter cake and cookies. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 62-68.
30. Kim GS, Park GS. 2008. Quality characteristics of cookies prepared with lotus leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 398-404.
31. Shin JH, Lee SJ, Choi DJ, Kwen OC. 2007. Quality characteristics of cookies

with added concentrations of garlic juice. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 608-614.

32. Joo NM, Lee SM, Jung HS, Park SH. song YH, Shin JH, Jung HA. 2008. Optimization of cookies preparation by addition of Yam powder. *Korean J Food preserv* 15: 49-57.
33. Lee JH, Ko JC. 2009. Physicochemical properties of cookies incorporated with strawberry powder. *Korean J Food Engineering progress* 13: 79-84.
34. Lee EJ, Kim HI, Hong GJ. 2011. Quality Characteristics of Cookies Added with Nelumbo nucifera G. powder. *Korean J food culture* 26: 394-399.
35. Koo MS, Kim YS, Shin DB, Oh SW, Chun HS. 2007. Shelf-life of prepacked kimbab and sandwiches marketed in convenience stores at refrigerated condition. *J Fd Hyg Safety* 22: 323-331.
36. Chung KY, Chung ER, Lee JY. 2008. The Manufacturing of Low-fat Hamberger Patties Added Organic Vegetable. *Korean J Food Sci Ani. Resour* 28: 165-170.
37. Miler MF, Davis GW, Williams AC, Ramsay Jr CB, Galyean, RD. 1987. Palatability and appearance traits of beef/pork meat patties. *J Food Sci* 52: 886.
38. Cross HR, Bery BW, Wells LH. 1980. Effect of fat level and source on the chemical, sensory and cooking properties of ground beef patties. *J Food Sci* 45: 791.
39. Reddy BS. 1995. Nutrition factors and colon cancer. *Crit Rev Food Sci* 35: 175-190.
40. Aguirrezabal MM, Mateo J, Dominguez MC, Zumalacarregui JM. 2000. The effect of paprika, garlic and salt on randicity in dry sausage. *Meat Sci* 54: 77-81.
41. Frankel EN. 1984. Lipid oxidation, mechanism, products and biological significance. *J Am Oil Chem Soc* 61: 1908-1914.
42. Zanardi E, Ghidini S, Battaglia S, Chizzolini R. 2004. Lipolysis and oxidation in fermented sausage depending on different processing condition and

different antioxidants. *Meat Sci* 66: 415-423.

43. Berry BW. 1992. Low fat level effect on sensory, shear, cooking and chemical properties of ground beef patties. *J Food Sci* 57: 537-540.
44. Egbert WR, Huffman DL, Chen C, Dylewski DP. 1991. Development of low fat ground beef. *Food Sci* 57: 537-540.
45. Chizzolini R, Zanardi E, Dorigoni V, Ghidini S. 1999. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat and meat products. *Trends Food Sci Tech* 10: 119-128.
46. Colmenero FJ. 2000. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends Food Sci Tech* 11: 56-66.
47. Ho CP, McMillin KW, Huang NY. 1996. Ground beef lipid, color and microsomal stability in gas exchange modified atmosphere packaging. Proceedinds, 1996 IFT annual meeting, New Orleans, LA, USA. p 162.
48. Tichivangana JZ, Morrissey PA. 1985. Metmyogobin and inorganic metals as prooxidants in raw and cooked muscle system. *Meat Sci* 15: 107-116.
49. Martinez-Tome M, Jimnenez AM, Ruggieri S, Frega N, Atrabbioli R, Mucia MA. 2001. Antioxidant properties od Mediterranean compared with common food additives. *J Food Prot* 64: 1412-1419.
50. Shadihi F, Rubin LJ, Wood DF. 1987. Control of lipid oxidation in cooked ground pork with antioxidants and dinitrosyl ferrohemochrome. *J Food Sci* 52: 564-567.
51. MaCarthy TL, Kerry JP, Kerry JF, Lynch PB, Buckley DJ. 2001. Evaluation of the antioxidant potential of natural food plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties. *Meat Sci* 57: 45-52.
52. Cho MH, Kim BH. 1988. Basic Toxicology. Young Jin Moon Hwa Sa, p 194-197.
53. Oh HK, Lim HS. 2010. Quality chrateristics of hamburger patties with Bamboo (*Sasa borealis*) leaf extract with/without cooked rice. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30: 833-841.

54. Kim HS, Chin KB. 2011. Physico-chemical properties and antioxidant activity of pork patties containing various tomato powders of solubility. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 436-441.
55. Jeon MR, Choi SH. 2011. Residual nitrite content and storage properties of pork patties added with *Gardenia fructus* extract. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 741-749.
56. Jin SK, Kim IS, Jeong JY, Kang SN, Yang HS. 2010. Quality characteristics of low-salt and -fat meatball added black garlic (*Allium sativum L.*) during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30: 1031-1037.
57. AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, p 788
58. Gancedo M, Luh BS. 1986. HPLC analysis of organic acid and sugars in tomato juice. *J Food Sci* 51: 571-573.
59. Waters Associates. 1990. Analysis of amino acid in waters. PICO. TAG system. Young-in Scientific Co. Ltd., Seoul, Korea, p 41-46.
60. Wungaarden DV. 1967. Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. *Analytical Chem* 39: 848-850.
61. Kim DH, Lim DW, Bai S, Chun SB. 1997. Fermentation characteristics of whole soybean *meju* model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1006-1015.
62. Rizzolo A, Formi E, Polesello A. 1984. HPLC assay of ascorbic acid in fresh and processed fruit and vegetables. *Food Chem* 14: 189-199.
63. Korea Food and Drug Association. 2005. Food standards codex. Korean Foods Industry Association. Seoul, Korea, p 367-385.
64. AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, p 878.
65. Lee KI and Kim SM. 2009. Antioxidative and antimicrobial activities of Eriobotrya japonica Lindl. leaf extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 267-273.
66. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. standard

food analysis. Jigu-moonwha sa, p 381-382.

67. Kim SL, Hwang JJ, Song J, Song J, Jung KH. 2000. Extraction, Purification, and quantification of anthocyanins in colored rice, black soybean and black waxy corn. *Korean J Breed* 32 : 146-152.
68. Chung HM, Lyckholm LJ, Smith TJ. 2009. Palliative care in BMT. *Bone Marrow Transplant* 43: 265-273.
69. Shen DW, Dardarelli C, Hwang J, Cornwell M, Richert N, Ishii S, Pastan I, Gottesman MM. 1986. Multiple drug resistant human KB carcinoma cell in dependently selected for high level resistance to colchicin. adryamycin or vinblastine show changes in expression of specific protein. *J Bio Chem* 261: 7762-7770.
70. Ishiyama M, Tominaga H, Shiga M, Sasamoto K, Ohkura Y, Ueno K. 1996. A combined assay of cell viability and in vitro cytotoxicity with a highlywater-soluble tetrazolium salt, neutral red and crystal violet. *Bio Pharm Bull* 19: 1518-1520.
71. AACC. 1983. Approved methods of the AACC. 8th ed., American of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
72. AOAC. 1990. Office Methods of Analysis of AOAC. Ialt, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Artington, VA. USA.
73. Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1414-1421.
74. AACC. 1995. Approved methods of the AACC. 9th ed, Method 10-52. American of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
75. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley G. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
76. Morrison WR. Smith LM. 1964. Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoridemethanol. *J Lipid Resour* 5: 600-608.
77. Laakkonen E, Wellington GH, Skerbon JW. 1970. Low temperature longtime

heating of bovine. I . Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. *J Food Sci* 35: 175-177.

78. Laakkonen E, Wellington GH, Skerbon JW. 1970. Low temperature longtime heating of bovine. I . Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. *J Food Sci* 35: 175-177.
79. Aguirrezabal MM, Mateo J, Dominguez MC, Zumalacarregui JM. 2000. The effect of paprika, garlic and salt on randicity in dry sausage. *Meat Sci* 54: 77-81.
80. APHA. 1992. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association Inc.
81. Korea Health Industry Development Institute. 2012. Database of nutrient analysis data in food. Ministry of Health and Welfare. Seoul. Korea.
82. Park YK, Kim HM, Park MW, Kim SR Choi IW. 1999. Physicochemical and functional properties of turnip. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 333-341.
83. Lee SH. 2010. Effect of cabbage powder on baking properties of white breads. *Korean J Food Preserv* 17: 674-680.
84. Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM. 2007. Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon Ge-geol radish, Gangwha turnip, and Korean radish. *Korean J Food Sci Technol* 3: 255-259.
85. Lee SH, Park HJ, Hwang HG. 2004. Analysis of dietary fibers and its biofunctional effect. *Korean J Crop Sci* 10: 18-25.
86. Park JS, Lee WJ. 1994. Dietary fiber contents and physical properties of wild vegetables. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 120-124.
87. Ryu KD, Chung DH, Kim JK. 2000. Comparison of radish cultivars for physicochemical properties and *Kakdugi p*reparation. *Korean J Food Sci Technol* 3: 681-690.
88. Cho JS. 1992. Food chemical study for Kimchi export, Rural Development Administration.
89. Kato H, Rhue MR, Nishimura T. 1989. Role of amino acids and peptides in food taste. In Flavor Chemistry Am Chem Soc, Washington DC, USA, p

158.
90. Matsushita A, Yamada A. 1957. Nippon Nogeikagaku Kaishi, 31: 578.
91. Choi YH, Han JS. 2000. A survey on perilla leaves uses. *J East Asian Soc Dietary Life* 5: 445-454.
92. Oh IN, Choi SH, Park SY, Lim YP, An GH. 2011. Effect of season, tissue position and color on content of amino acids in cabbage (*Brassica oleracea*). *CNU J Agri Sci* p 79-86.
93. Park YG, Kang YH. 1994. Promote research on the utilization of radish and Chinese cabbage. Korea Food Research Instititute Report. E1274.
94. Hong JS, Kim YH, Kim MK, Kim YS, Sohn HS. 1989. Contents of free amino acids and total amino acids in *Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes*. *Korean J Food Sci Technol* 1: 58~62.
95. Shallenberger RS. 1993. Taste chemistry. Blackie Academic & Professional. New York Agricultural Ecperiment Station Cornell Univ. New York, USA, p 226-252.
96. Ha TM. 2009. Effect of brassica rapa sprouts on lipid metabolism of rats fed high fat diet. MS These, Chosun University, Gwangju, Korea.
97. Han JH, Moon HK, Kim JK, Kim JY, K WW. 2003. Changes in chemical composition of radish bud (*Raphanus sativ*es L.) during groeth stage. *J Korean Soc Food Sci* 19: 596-602.
98. Choi WS, Kim YJ, Jung JY, Kim TJ, Jung BM, Kim ER, Jung HK, Chun HN. 2005. Research for selecting the optimized vitamin C analysis method. *Korean J Technol* 6: 861-865.
99. Miller DM. Buettenr GR, Aust SD. 1990. Transition metals as catalysts of autooxidation reactions. *Free Radical Biol Med* 8: 95-108.
100. Aust SD, Morehouse LA, Thomas CF. 1985. Role of metals in oxygen radical reactions. *Free Radical Biol Med* 1: 3-25.
101. Cha HS, Youn AR, Kim SH, Kwon KH, Kim BS. 2007. Evaluation of quality and analysis of hazard management at different seasons of lettuce. *J Korean Soc Nutr* 36: 932-937.

102. Hancok AB. 1988. Vitamin C and cancer. *Prog Clin Biol Res* 259: 307-313.
103. Kim JH, Kim MJ, Oh HK, Chang MJ, Kim SH. 2007. Seasonal variation of mineral nutrients in Korean command fruits and vegetables. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 860-875.
104. Cho JS. 1984. Food materials 8th ed. Moonwoondang, Seoul, Korea, p 139-184.
105. Lee YC. 1984. Effect of ethephon treatment on vitamin and mineral contents of fresh tomatoes. *Korean J Food Sci Technol* 15: 409-413.
106. Lee YC. 1984. Effect of ripening methods and harvest time on vitamin content of tomatoes. *Korean J Food Sci Technol* 16: 59-65.
107. Park WB, Kim DS. 1995. Changes of contents of β-carotene and vitamin C and antioxidative activities of juice of *Ange-lica keiskei* Koidz stored at different conditions. *Korean J Food Sci Technol* 27: 375-379.
108. Hetog MGL, Hollman PCH, Venema DP. 1992. Optimization of a quantitative HPLC determinination of potetially anticarcinogenic flavonoids in vegetables and fruits. *J Agric Food Chem* 40: 1591.
109. Kim JY, Kwon O. 2011. Culijary plants and their potenial impact on metabolic overload. *Ann NY Acad Sci* 1229: 133-139.
110. Dwyer JT, Peterson JJ. 2002. Measuring flavonoid intake: need for ad-vanced tools. *Public Health Nutr* 5: 925-930.
111. Hollman PC, Bijsman MN, Van Gameren Y, Cnossen EP, de Vr-Ies JH, katan MB. 1999. The sugar moiety is a major determinant of the absorption of dietary flavonoid glycosides in man. *Free Rad-Ic Res* 31: 569-573.
112. Rice-Evans CA, Miller NJ, Bolwell PG, Bramley PM, Pridham JB. 1995. The relative antioxidant activites of plant-derived polyphe-nilic flavonoids. *Free Radlic Re*s 22: 375-383.
113. Formica JV, Regelson W. 1995. Review of the biology of Quereetin and related bioflavonoids. *Food Chem Toxicol* 33: 1061-1080.
114. Rauha JP, Remes S, Heinonean M, Hopia A, Kahkonen M, Kujala T,

Pihlaja K, Vuorela H, Vuorela P. 2000. Antimicrobial effects of Finn-ish plant extracts containing flvonoids and other phenolic com-pounds. *Int J Food Microbiol* 56: 3-12.

115. Lam LKT, Zhang J. 1994. Cirtus limonoid reduction of chemically induced tumorigenesis. *Food Tech.* 48: 104.
116. Lee JM, Son ES, Oh SS, Han DS. 2001. Contents of Rotal Flavonoid and Biological Activies of Edible plants. *Korean J dietary culture* p 504-514.
117. Kubola J, Sirlamornpun S. 2001. Phytochemicals and antioxidant active-ity of different fruit fractions (peel, pulp, aril, and seed) of Thaigac (*Momordica cochinchinensis Spreng*). *Food Chem* 127: 1138-1145.
118. Contreras-Calderron J, Calderon-James L, Guerra-Hemandez E, Garacia-Villanova B. 2011. Antioxidant capacity, phenolic content, and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Res Int* 44: 2047-2053.
119. Francis FJ. 1989. Food colorants: anthocyanins. *Crit. Rev. Food Sci. & Nutr* 28: 273-314.
120. Castaneda A, Pacheco L, Paez E, Rodriguez JA, Galan CA. 2009. Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chem* 113: 859-871.
121. Scharrer A, Ober M. 1981. Anthocyanosides in the treatment of retinopathies. *Klin Monatsbl Augenheikd* 178: 386-389.
122. Franckel EN. 1996. Antioxidants in lipid foods and their on food quality. *Food Chem* 57: 51-54.
123. Park WT, Kim JK, Park SY, Lee SW, Li XH, Kim YB, Uddin MR, Park NI, Kim SJ, Park SU. 2012. Metabolic profiling of glucosinolates, anthocyanins, carotenoids, and other secondary metabolites in Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60: 8111-8116.
124. Hyun Bok Kim. 2003. Quantification of Cyanidin-3-glucoside(C3G) in Mulberry Fruits and Grapes. *Korean J Seric Sci* 45: 1-5.
125. Van Etten CH, Daxenbichler ME, Wolff IA. 1969. Natural glucosinolates

(thioglucosides) in foods and feeds. *J Agric Food Chem* 17: 483-491.

126. Hwang ES, Jeffery EH. 2003. Evaluation of urinary N-acetylcysteinyl allyl isothiocyanate as a biomarker for intake and bioactivity of Brussels sprouts. *Food Chem Toxicol* 41: 1817-1825.
127. Wattenberg LW. 1977. Inhibition of carcinogenic effects of polycyclic hydrocarbons by benzylisothiocyanate and related compound. *J Natl Cancer Inst* 58: 398-398.
128. Hwang ES, Hong EY, Kim GH. 2012. Determination of Bioactive Compounds and Ant-cancer Effect from Extracts of Korean Cabbage and Cabbage. *Korean J Food & Nutr* 25: 259-265.
129. Lee, JM, Chung, H, Chang PS, Lee JH. 2007. Development of a methods predicting the oxidative stability of edible oils using 2,2-diphenyl-1-picrylhdrazyl(DPPH). *Food Chem* 103: 662-669.
130. Yoo KM, Kim DO, Lee CY. 2007. Evaluation of different methods of antioxidant measurement. *Food Science and Biotechnology* 16: 177-182.
131. Choi JH, Oh SK. 1985. Studies on the anti-aging action of Korean Ginseng. *Korean J Food Sci Technol* 17: 506-515.
132. Halliwell GH, Gutteridge JMC. 1990. Role of free radical and catalytic metal ionsin human disease: An overview. *Methods Enzymol* 186: 1-85.
133. Kessler N, Ubeaud G, Jung L. 2003. Anti- and pro-oxidant activity of rutin and quercetin derivatives. *J Pharm Pharmacol* 55: 131-142.
134. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1200.
135. Choi EO, Kim HS, Han MH, Choi YH, Kim BW. 2012. Effects of *Hizikia fusiforme* extracts on adipocyte differentiation and adipogenesis in 3T3-L1 preadipocytes. *Journal of Life Science* 22: 1399-1406.
136. Hwang ES, Lee H. 2006. Allyl isothiocyanate and its N-acetylcysteine conjugate suppress metastasis via inhibition of invasion, migration and matrix metalloproteinase2/-9 activites in SK-Hepl human hepatoma cell. *Exp Biol Med* 231: 421-430.

137. Tan XL, Shi M, Tang H, Han W, Spivack SD. 2010. Candidate dietary phytochemicals modulate expression of phase II enzymes GSTPI and NQO1 in human lung cells. *J Nutr* 140: 1404-1410.
138. Annema N, Heyworth JS, McNaughtion SA, Jacopetta B, Fritschi L. 2011. Fruit and vegetable consumpition and the risk of proximal colon, distal colon and rectal cancers in case-control study in wstem Australia. *J Am Diet Assoc* 11: 1479-1490.
139. Truong T, Baron-Dubourdieu D, Rougier Y, Guenel P. 2010. Role of dietary iodine and cruciferous vegetables in thyroid cancer: a countrywide case-control study in New Caledonia Cancer Causes Control 21: 1183-1192.
140. NSOK. 2011. Annual Report on the Cause of Death Statistics. National Statistical Office of Korea, Seoul, Korea.
141. Yim HB, Lee GS, Chae HJ. 2004. Cytotoxicity of Ethanol Extract of *Raphanuse Sativus* on a Human Lung Cancer Cell Line. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 287-290.
142. Yang SM, Kim SH, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ. 2010. Quality Characteristics of Cookies added with Asparagus Powder. *Journal of Agriculture & Life Science* 44: 67-74.
143. Kang HJ, Choi HJ, Lim JK. 2009. Quality Characteristics of Cookies with Ginseng Powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1595-1599.
144. Koh WB, Noh WS. 1997. Effext of sugar particle size and level on cookie spread. *J. East Asian Dietary Life* 7: 159-165.
145. Lee MH, Oh MS. 2006. Quality characteristics of cookies with brown rice flour. *Korean J Food Culture* 21: 685-694.
146. Kim GS, Pak GS. 2008. Quality characteristics of cookies prepared with lotus leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 398-404.
147. Lee GW, Choi MJ, Jung BM. 2010. Quality characteristics and antioxidative effect of cookies made with capsosiphon fulvescens powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 381-389.
148. Park SH, Hyun JS, Shin EH, Han JH. 2005. Functional evaluation of lotus

root on serum lipid profile and health improvement. *Korean J East Aasian Soc Dietary LIfe* 15: 257-263.

149. Lee SJ, Shin JH, Choi DJ, Lwen OC. 2007. Quality characteristics of cookies prepared with fresh and steamed garlic powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1048-1054.
150. Kim GS, Park GS. 2008. Quality characteristics of cookies prepared with lotus leaf powder. *Korean J Cookery Science* 24: 398-404.
151. Kim HY, park JH. 2006. Physicochemical and sensory characteristics of pumpkin cookies using ginseng powder. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 855-863.
152. Kissell LT, Yamazaki WT. 1975. Protein enrichment of cookie flours with wheat gluten and soy flour-derivatives. *Cereal Chem* 52: 638-649.
153. Kim, DH. 1995. Food chemistry. Tamgdang press. Seoul, p 401-417.
154. Kim HY, Jeong SJ, Heo MY, Kim KS. 2002. Quality characteristic of cookies prepared with varied levels of shredded garlics. *Korean J Food Sci Tech* 34: 637-641.
155. Kim MH, Park YK, Jang MS. 1994. Effect of the addition of surichwi on quality characteristics of surichwijulpyum. *Korean J Soc Food Sci* 10: 94-98.
156. Shin GM, Roh SH. 1999. A study on the texture of cookie depending the quality of green tea. *Korean J Food Cookery Sci* 5: 131-146.
157. Lee JY, Ju JC, Park HJ, Her ES, Choi SY, Shin JH. 2006. Quality characteristic of cookies with bamboo leaves powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 19: 1-7.
158. Kim HY, Park JH. 2006. Physicochemical and sensory characteristics of pumpkin cookies using ginseng powder. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 855-863.
159. Bae HJ, Lee HY, Lee JH, Lee JH. 2010. Effect of Saururus chinensis Power Addition on the Quality of Sugar Snap Cookies. *Korean J. Food Engineering Progress* 14: 256-262.

160. Park BH, Cho HS, Park SY. 2005. A study on the antioxidant effect and quality characteristics of cookies made with Lycii fructus powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 94-102.
161. Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle power. *J Korean Food Culture* 21: 541-549.
162. Lee JS, Jeong SS. 2009. Quality Characteristics of Cookies Prepared with Button Mushroom (*Agaricus bisporous*) Power. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 98-105.
163. Tompkin RB. 1983. Indirect antimicrobial effects in foods: phosphate. *J Food Safety* 6: 13-27.
164. Song DJ. 1993. Changes in freshness of spent layer meat with additive levels of sodium chloride and phosphates. *J Inst Develop Livestock Prod* 20: 9-19.
165. Huttunen MM, Pietila PE, Viljakainen HT, Lamberg-Alladt CJE. 2006. Prolonged increase in dietary phosphate intake alters bone mineralization in adult male rats. *J Nutr Biochem* 17: 479-484.
166. Hensley JL, Hand LW. 1995. Formulation and chopping temperature effects on beef frankfurters. *J Food Sci* 60: 55-57.
167. Cambero MI, Seuss I, Honikel KO. 1992. Flavor compounds of beef broth as affected by cooking temperature. *J Food Sci* 57: 1285-1290.
168. Jeon MR, Choi SH. 2012. Quality characteristics of pork patties added with seaweed powder. *Korean J Food Sci Ani Resour* 32: 77-83.
169. Winger RJ, Fennema O. 1976. Tenderness and water hodling properties of beef muscle as influence d by freezing and subsequent storage at -3℃ or 15℃. *J Food Sci* 41: 1433-1438.
170. Flores M, Moya VJ, Aristory MC. Todra F. 2000. Nitrogen compounds as potential biochemical markers of pork meat quality. *Food Chem.* 69: 371-377.
171. Song HI, Moon GI, Moon YH, Jung IC. 2000. Quality and storage stability

of hamburger during low temperature storage. *Korean J Food Ani Resour* 20: 72-78.

172. Song HI, Moon YH, Jung IC. 2000. Quality and storage stability of hamburger during low temperature storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 20: 72-78.
173. Byrne DV, O'Sullivan MG, Bredie WLP, Andersen HJ, Martens M. 2003. Descriptive sensory profiling and physical/chemical analyses of warmed-over flavour in pork patties from carriers and non-carriers of the RN-allele. *Meat Sci* 63: 211-224.
174. Lunt DK, Smith SB. 1991. Wagyu beefs holds profits potential for U.S. feed lot. *Feedstuffs.* 19: 18-26.
175. Miller MF, Davis GW, Seideman SC, Ramsey CB. 1986. Effects of chloride salts on appearance, palatability, and storage traits of flaked and formed beef bullock restructured steaks. *J Food Sci* 51: 1424-1427.
176. Goddar BL, Mikel WB, Conner DE, Jones ER. 1996. Use of organic acids to improve the chemical, physical, and microbial attributes of beef strip loins stored at -1℃ for 112 days. *J Food Protect* 59: 849-853.
177. Langlosis BE, Kemp JD. 1974. Microflors of fresh and dry-cured hams and affected by fresh ham storage. *J Anim Sci* 38: 525-532.
178. Kim YJ. 2011. Effects of addition of pine needle extracts in different forms on the antioxidant and residual nitrite contents of emulsified sausages during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 74-80.
179. Kim HY, Jeong JY, Choi JH, Lee JH, Chang KH, Choi SY, Paik HD, Kim, CJ. 2006. Effects of ethanol extracts of *Bacillus polyfermenticus* SCD on Tteogalbi quality during storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 478-485.
180. Park JG, Her JH, Li SY, Cho SH, Youn SK, Choi JS, Park SM, Ahn DH. 2005. Study on the improvement of storage property and quality in the traditional seasoning beef containing medicinal herb extracts. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 34: 113-119.

181. Brewer MS, Ikins WG, Harbers CAZ. 1992. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effect of packing. *J Food Sci* 57: 558-563.
182. Suh KD. 1984. The production of boneless ham and the role of additives in processing. *Kor Soc Meat Technol* 5: 41-49.
183. Keskinel A, Ayres JC, Hnyer HE. 1964. Determination of oxidative changes of meats by the 2-thiobarbituric acid method. *J Food Technol* 18: 223-228.
184. Food Code. 2002. Meat product. Korea Food & Drug Administration. p 220.
185. 高坂知久. 1975. 肉製品の 鮮度保持と 測定. 食品工業. 18: 105-111.
186. Kang SN, Jang A, Lee SO, Min JS, Lee M. 2002. Effect of organic acid on value of VBN, TBARS, color and sensory property of pork meat. *J Anim Sci & Technol* 44: 443-452.
187. Lamkey JW, Leak FW, Tuley WB, Johonson DD, West RL. 1991. Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage. *J Food Sci* 56: 220-227.
188. Egan AF, Ford AL, Shay BJ. 1980. A comparison of *Brochothrix thermosphacta* and *Lactobacillu s*asa spoilage organism of vaccum packaged sliced luncheon meats. *J Food Sci* 45: 1745-1748.
189. Reagan JO, Jeremiah LE, Smith GC, Carpenter ZL. 1971. Vacuum packaging of lamb. I. Microbial consideration *J Food Sci* 36: 764-771.
190. 농림수산부. 1975. 축산물가공처리법 법률 제 2738호.
191. Osburn WN, Keeton JT. 1994. Konjack flour gel as fat substitute in low-fat preigor fresh pork sausage. *J Food Sci* 59: 484-489.
192. Benedini R, Raja V, Parolari G. 2007. Zinc-protoporphyrin IX promoting activity in pork muscle. *Food Sci Technol* 10: 1016-1022.

감사의 글

20대 후반에 결혼과 동시에 시작한 대학원 학위 과정의 기나긴 15년 이란 세월을 지나 모든 과정을 무사히 마무리 할 수 있게 된 것을 먼저 하나님께 감사와 영광을 드립니다. 몇 글자의 글로 저에게 도움을 주신 분들께 감사의 마음을 전하기엔 부족하지만 짧은 지면을 빌려 마음을 전하고자 합니다.

오래전 학부시절부터 지금까지 20여년이 넘는 세월동안 스승과 제자로 인연을 맺어온 이명렬 교수님 부족한 저의 논문을 마무리하는 날까지 집중할 수 있도록 이끌어주신 교수님의 은혜에 깊은 감사를 드립니다. 따뜻한 애정과 관심으로 보살펴주시고 학문에 정진할 수 있도록 채찍질 해주신 덕에 무사히 박사학위 과정을 끝마칠 수 있었다고 생각합니다. 교수님께서 우려와 격려의 마음으로 해주신 말씀들을 가슴 속 깊이 새겨 더욱 발전하도록 노력하겠습니다.

논문심사 위원장을 맡아 세심한 부분까지 꼼꼼하게 체크해주시고 걱정해 주신 장해춘 교수님께도 감사의 마음을 전합니다. 무안에서 광주까지 논문심사를 하러 와주신 초당대학교 정해옥 교수님께도 감사의 마음을 전하며, 논문의 세심한 부분을 신경 써 주신 광주보건환경연구원 하동룡 부장님께도 감사의 인사를 드립니다. 논문을 준비하고 쓸 수 있도록 모든 것이 가능하게 해주시며 논문이 끝날 때가지 언제나 따뜻한 마음으로 보살펴주시고 부족한 저에게 많은 힘이 되어 주신 이재준 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

논문을 쓰는 동안 저와 실험실에서 많은 시간을 함께 보내며 함께 울고 웃었던 실험실 식구들..환이 후배～라고 부르면 “네 선생님” 하면서 뭐든 즉시 해결해 주었던 남동생처럼 든든한 환이, 논문 쓰는 시기가 같아 많은 것을 의지하며 물어보면 잘 알려주었던 마음이 여린 아라, 정말 열심히 살기에 파이팅 해주고 싶은 꼼꼼 대마왕 유정이, 항상 내 자리 옆이라서 많은 이야기를 나눴던 마음이 예쁜 착한 희경이, 요즘 남학생답지 않게 속이 깊고 배려심 많은 센스쟁이 유선이, 웃으면 상대방

의 마음을 열게 만드는 눈웃음이 예쁜 실험실 막내 정욱이에게도 감사의 인사를 드립니다. 나이차이가 많이 나는 선배여서 불편했을 텐데 깍듯하게 선배대접 해줘서 고마웠고 함께한 소중한 추억들 오래 오래 기억하고 간직하겠습니다.

가까이 있는 것만으로 힘이 되었던 조대 보건소 의사선생님인 26년 지기 내 친구 경희, 멀리 있지만 먼저 했던 과정이라 힘듦을 이해하고 도움을 줬던 영원한 동기인 경인청의 은령이, 석사 시절의 추억을 같이 나눌 수 있는 이제는 호진엄마인 정은선생님, 콜라비를 보내줬던 나의 오랜 제자 은영이 에게도 감사의 마음을 전합니다.

그리고 항상 내 옆을 지켜주는 사랑하는 가족들... 작년 여름에 갑작스레 건강이 나빠지셔서 가슴을 철렁하게 했던 우리 엄마, 언제나 당신의 모든 것을 다 주고도 아쉬워하시며 마흔 넘은 딸에게 차조심 하라며 늘 걱정하시는 아빠. 지금까지 내 옆에 살아계셔 주셔서 감사하고 많이 사랑합니다. 논문 쓰는 1년 반 동안 엄마의 스트레스를 받아 줘야 했던 내 소중한 보물들 예솔이, 예찬이. 너희 들이 있어서 엄마가 힘을 내고 다시 일어설 수 있었단다. 애들아 엄마가 미안하고 고맙고 사랑한다.

마지막으로 내 인생의 동반자인 남편, 물심양면으로 많은 도움을 주고 이해해주고 뒷바라지 하느라 수고했고 진심으로 고맙습니다.

주위의 모든 분들에게 깊은 감사의 마음을 전하며, 지금의 마음가짐이 바래지고 무뎌지지 않도록 더욱 열심히 하겠습니다.

저작물 이용 허락서

학 과	식품의약학과	학 번	20087470	과 정	박사
성 명	한글 : 차선숙 한문 : 車 善 淑 영문 : Cha Seon Suk				
주 소	광주광역시 광산구 수완동 현진에버빌1차 102동 1102호				
연락처	e-mail : cha1469@hanmail.net				
논문제목	한글 : 콜라비 생리활성과 쿠키 및 햄버거 패티로의 적용				
	영문 : Physiological Activities of Kohlrabi and Their Applications to Cookie and Ground Hamburger Patty				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의 (○) 반대( )

2013 년 08 월

저작자 : 차 선 숙 (인)

조선대학교 총장 귀하