



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](#)

2021년 2월

교육학석사(영양교육)학위논문

# 당근과 파스닙의 이화학적 성분 및 항산화 활성 비교

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

한 소 연

# 당근과 파스닙의 이화학적 성분 및 항산화 활성 비교

Comparison of Physicochemical Composition  
and Antioxidant Activity between Carrot and  
Parsnip

2021년 2월

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

한 소 연

# 당근과 파스닙의 이화학적 성분 및 항산화 활성 비교

지도교수 이 재 준

이 논문을 교육학석사(영양교육)학위 청구논문으로  
신청함.


2020년 10월


조선대학교 교육대학원


영양교육전공

한 소 연

한소연의 교육학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 조선대학교 교수 김복희 인 

심사위원 조선대학교 교수 이재준 인 

심사위원 조선대학교 교수 이주인 인 

2020년 12월

조선대학교 교육대학원

## 목 차

LIST OF TABLES .....	III
LIST OF FIGURES .....	V
ABSTRACT .....	VI
제 1장 서론 .....	1
제 2장 실험 재료 및 방법 .....	4
제 1절 실험준비 .....	4
제 2절 이화학적 성분분석 .....	5
1. 일반성분 분석 .....	5
2. 유리 아미노산 분석 .....	5
3. 지방산 분석 .....	7
4. 유기산 분석 .....	8
5. 비타민 분석 .....	9
6. 무기질 분석 .....	11
7. pH 측정 .....	12
8. 색도 측정 .....	12
9. 당도 측정 .....	12
제 3절 항산화 효과 측정 .....	13
1. 당근과 파스닙의 에탄올 추출 .....	13
2. 총 polyphenol 함량 측정 .....	13
3. 총 flavonoid 함량 측정 .....	14

4. DPPH radical 소거능 측정.....	14
5. ABTS radical 소거능 측정.....	15
6. 통계처리.....	15
<b>제 3장 실험 결과 및 고찰.....</b>	<b>16</b>
<b>제 1절 이화학적 성분 분석.....</b>	<b>16</b>
1. 일반성분.....	16
2. 유리 아미노산.....	17
3. 지방산.....	19
4. 유기산.....	21
5. 비타민.....	23
6. 무기질.....	24
7. pH.....	25
8. 색도.....	26
9. 당도.....	27
<b>제 2절 항산화 효과 측정.....</b>	<b>28</b>
1. 추출수율.....	28
2. 총 polyphenol 함량.....	29
3. 총 flavonoid 함량.....	30
4. DPPH radical 소거능.....	31
5. ABTS radical 소거능.....	33
<b>제 4장 요약 및 결론.....</b>	<b>35</b>
<b>제 5장 참고문헌.....</b>	<b>37</b>

## LIST OF TABLES

Table 1. Operating conditions of amino acid auto-analyzer for free amino acids.....	6
Table 2. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids.....	7
Table 3. Operating conditions of ion chromatography for organic acids.....	8
Table 4. Operating conditions of HPLC for vitamin C.....	10
Table 5. Operating conditions of HPLC for vitamin A .....	10
Table 6. Operating conditions of inductively coupled plasma optical emission spectrometry for minerals.....	11
Table 7. Proximate compositions of carrot and parsnip powder.....	16
Table 8. Free amino acids contents of carrot and parsnip powder....	18
Table 9. Compositions of fatty acids in carrot and parsnip powder...	20
Table 10. Contents of organic acids in carrot and parsnip powder....	22
Table 11. Contents of vitamin A and C in carrot and parsnip powder..	23
Table 12. Contents of minerals in carrot and parsnip powder.....	24
Table 13. pH values of carrot and parsnip powder.....	25



Table 14. Colorimetric characteristics of carrot and parsnip powder· 26

Table 15. °Brix of carrot and parsnip powder····· 27

Table 16. Extraction yield of carrot and parsnip ethanol extracts·····28

Table 17. Contents of total polyphenol in carrot and parsnip ethanol extracts· 29

Table 18. Contents of total flavonoid in carrot and parsnip ethanol extracts· 30

Table 19. DPPH radical scavenging activity of carrot and parsnip ethanol extracts····· 32

Table 20. ABTS radical scavenging activity of carrot and parsnip ethanol extracts····· 34

## LIST OF FIGURES

Figure 1. Photographs of carrots and parsnips.....	4
Figure 2. Photograph of carrot and parsnip powder.....	26

## ABSTRACT

# Comparison of Physicochemical Composition and Antioxidant Activity between Carrot and Parsnip

Han So-Yeon

Advisor : Prof. Jae-Joon Lee Ph. D.

Major in Nutrition Education

Graduate School of Education, Chosun University

Recently, as the prevalence of chronic diseases increases and aging progresses, interest in antioxidants is increasing. Carrots are one of the most widely used food ingredients in Korea, and are known to contain large amounts of provitamins and antioxidants such as  $\beta$ -carotene. As a food ingredient similar to Korean carrots, there is parsnip (*Pastinaca sativa* L.) in the West. Parsnip also has antioxidant activity and is known to contain various nutrients. On the other hand, in Korea, no previous studies have been conducted on parsnip, in this study, the physicochemical component analysis and antioxidant effect of carrot and parsnip were compared. In the physicochemical component analysis, general components, free amino acids, fatty acids, organic acids, vitamins, minerals, pH, color, and sugar content were measured. In addition, total polyphenol, total flavonoid, DPPH and ABTS radical scavenging activities were investigated to determine the antioxidant activity. The crude protein and carbohydrate contents were significantly higher than in carrot than in parsnip, but the ash and crude fat contents were significantly higher than in parsnip than in carrot. Total free amino acid contents were significantly higher in carrot than in parsnip. Aspartic acid, serine, asparagine, threonine, glutamic acid, glycine, proline, alanine, valine, isoleucine, methionine,

phenylalanine, carnosine, ornitine contents were significantly higher in carrot than in parsnip, while  $\alpha$ -aminoadipic acid, leucine, tyrosine,  $\gamma$ -amino-n-butyric acid, lysine and arginine were significantly higher in parsnip than in carrot. The contents of saturated fatty acid in carrot were higher than those in parsnip, while the contents of polyunsaturated fatty acid in parsnip were higher than those in carrot. Major organic acids were malic acid, formic acid, and acetic acid in carrot and parsnip. Citric acid was only detected in parsnip, but succinic acid was only detected in carrot. Also, vitamin A was only detected in carrot. The contents of vitamin C in carrot were higher than those in parsnip. The mineral contents in carrot, K was the highest followed by Na, Ca, Mg, Fe, Mn and Cu. K in parsnip was also highest followed by Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, and Mn. Zn was only detected in parsnip. pH values and °Brix in carrot were higher than those in parsnip. Values of L of parsnip were higher than those of carrot, but values of a and b of carrot were higher than those of freeze dried parsnip. There were no significant differences in total polyphenol and total flavonoid contents between carrot and parsnip. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of carrot were higher than those of parsnip. These results may provide the basic data for future studies for a better understanding of the biological activities of carrot and parsnip.

## 제 1장 서론

육류 및 패스트푸드 섭취가 증가함에 따라 우리나라의 식단이 점차 서구화되고 있다. 이와 같은 식습관의 변화와 함께 만성질환 유병률과의 관계에 대한 관심이 늘어나고 있다(1). 또한 현대 사회의 고령화가 가속화됨에 따라 노화와 질병의 관련성에 대한 관심이 증대되면서, 이와 관련된 phytochemical에 대한 연구가 다양하고 활발하게 이루어지고 있다.

활성산소란 oxygen free radical 및 이로부터 유도된 산소 여러 산소 화합물들의 통칭이다(2). 자유 라디칼(free radical)은 최외각 전자 궤도에 짝을 이루지 않은 전자를 가지고 있는 불안정한 화합물로, 일반적으로 활성산소와 같은 의미로 사용되고 있다. 활성산소의 종류로는 일중항산소( $^1O_2$ ), superoxide ion( $O_2^{\cdot-}$ ), hydroxy radical( $OH\cdot$ ), 과산화수소( $H_2O_2$ ), peroxy radical( $LOO\cdot$ ), alkoxy radical( $LO\cdot$ ) 등이 있다(3). 인체는 신체활동을 할 때 호흡하며  $O_2$ 를 필요로 하는데, 이때 활성산소도 생성되어 유해작용을 나타낸다. 활성산소는 반응성이 크기 때문에 단백질이나 지질과 결합하여 산화를 일으키고 세포막 손상, 단백질 분해, 지질 산화, DNA 변성 등을 초래한다. 또한 노화로 인한 퇴행성 질환, 심장질환, 백내장, 암 등 각종 질병을 유발하는 것으로 알려져 있다(4). 이에 대응하여 인체 내에는 항산화 기전(system)이 존재하며, 활성산소를 무독화시키는 효소들이 존재한다(2, 3). 인체 내에서 이루어지는 작용뿐 만 아니라, 식품들 중에도 항산화 작용을 할 수 있는 다양한 성분들을 함유하고 있다. 식품 중에 함유된 항산화 성분들에는 flavonoid, tannin, catechin 등의 polyphenol과 비타민 C, tocopherol, carotenoid 등이 있다. 이러한 성분들은 과일류와 채소류에 다량 함유된 것으로 알려져 있다(5). 이와 관련하여 과일과 채소의 항산화 역할 및 질병 예방에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(6, 7). 당근은 프 로비타민 A인 베타카로틴과 알파카로틴, 루테인과 같은 carotenoid 성분을 다량 보유하고 있으며 세포 내 색소체에서 합성 및 광흡수를 하며

식품에 색깔을 부여하는 역할을 하기도 한다. 이와 관련하여 국내산 채배 품종별 carotenoid 함량을 분석하고(11), 조리법에 따른 당근의 영양성분 분석(12)하는 등 영양 성분에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다.

당근은 항산화, 항암 및 항염증 효과와 성인병 예방 등의 생리학적 및 약리학적 기능을 가지고 있다고 보고되고 있으며(13), 이를 활용하기 위하여 당근을 첨가한 막걸리(14), 당근가루를 첨가한 들깨다식(15), 당근 분말을 첨가한 설탕 스넵 쿠키(16, 17), 당근을 첨가한 쉰다리의 발효(18) 등 당근을 부재료로 첨가한 연구가 이루어지고 있다. 또한, 당근 발효음료(19), 당근 식초(17, 18) 등 당근을 활용하여 새로운 기능성 식품을 개발하기 위한 연구들이 활발하게 진행되고 있다.

서양에는 당근과 같이 미나리과(*Apiaceae*)에 속하는 뿌리 채소로 파스닙(Parsnip, *Pastinaca sativa* L.)이 존재하는데, 우리나라에서 ‘설탕 당근’ 또는 ‘하얀 당근’으로 불려오고 있다. 파스닙은 주로 야생 형태로 온대지역에서 서식하며 유럽이나 북미에 많이 분포되어 있다. 영양성분을 살펴보면 파스닙 100 g 속에는 수분이 약 80% 정도 차지하고 회분 0.98 g, 탄수화물 17.99 g, 지질 0.3 g, 단백질 1.2 g, 칼슘(Ca) 36 mg, 인(P) 71 mg, 나트륨(Na) 10 mg, 칼륨(K) 375 mg 등이 함유되어 있다(20). 파스닙은 무기질인 칼륨, 칼슘, 인 및 철분과 비타민 C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E 및 카로틴이 풍부하다고 알려져 있다(21). 또한 모세혈관 강화, 소화 개선, 진통제 역할 및 심장질환이나 비만에 긍정적인 영향을 미치는 등의 다양한 약리학적 역할이 알려져 있다(22). 최근에는 파스닙의 생리적 기능을 이용하기 위하여 파스닙으로부터 추출한 에센셜 오일의 항산화 활성에 관한 연구(23), 저온 저장 조건에 따른 파스닙의 설탕과 전분의 변화에 관한 연구(24), 파스닙을 포함하여 양파와 셀러리 등의 생리적 활성을 이용한 소스 개발(25), 균질화된 파스닙 현탁액의 조성 및 특성(26) 등 여러 가지 연구들이 진행되고 있다. 뿐만 아니라 파스닙에는 furanocoumarins이 다량 함유된 것으로 알려져 있어, 둘 사이의 상관관계에 대한 다양한 연구들이 진행되고 있다(27, 28).

현재 우리나라에서 판매 중인 파스닙은 수입산이며, 국내에서 판매를

위해 재배하는 곳이 없기 때문에 생소한 작물 중 하나이다. ‘설탕 당근’이라 불리며 매스컴에 노출된 적은 있지만, 아직까지 대중적으로는 잘 알려져 있지 않으며 우리나라에서 진행된 선행 연구가 존재하지 않는다. 따라서 본 연구에서는 당근과 파스닙의 구성성분 간의 차이를 알아보기 위하여 두 채소 간의 일반성분과 항산화 성분을 비교 분석해보았다.

## 제 2장 실험 재료 및 방법

### 제 1절 실험재료

#### 1. 실험준비

본 연구에 사용된 당근과 파스닙은 온라인 판매처(네이버 스마트스토어)에서 각 제주산과 벨기에산으로 구입하여 실험에 사용하였다. 당근과 파스닙은 세척 후 약 6cm 정도로 절단하여 물기를 제거하였고 급속냉동 시켰다. 동결건조는  $-70^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동시킨 다음 동결건조기(ED 8512, Ilshin, Yangju, Korea)를 사용하여 72시간 건조시켰다. 동결건조된 당근과 파스닙은 분쇄기(HR2904, Philips Co., Amsterdam, Netherland)를 이용하여 마쇄한 후 분말로 제조하였다. 이후  $-70^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동 보관하여 시료로 사용하였다.

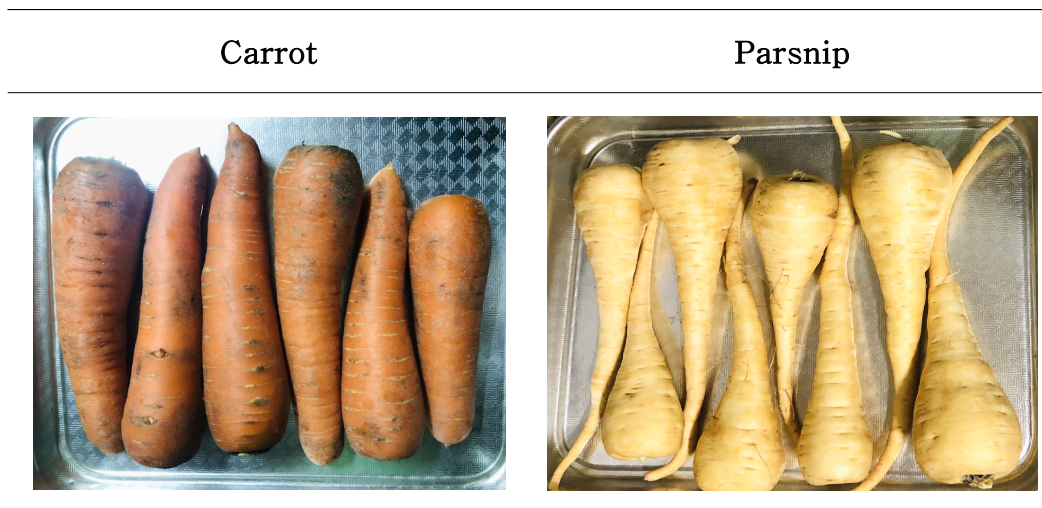


Figure 1. Photographs of carrots and parsnips



## 제 2절 이화학적 성분분석

### 1. 일반성분 분석

당근과 파스닙의 일반성분 분석은 Association of Official Analytical Chemists(A.O.A.C.) 방법(29)에 따라 실시하였다. 수분은 105℃에 2시간 이상 상압가열건조하였고, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 분석하였다. 또한 조단백질은 micro-kjeldahl법 그리고 조회분은 회화법으로 분석하였다. 탄수화물은 각 시료별 100g 중 수분, 조지방, 조단백질, 조회분 함량을 제외한 값으로 나타내었다.

### 2. 유리 아미노산 분석

유리 아미노산의 분석은 분해관(digestion tube)에서 건조시킨 시료 0.5 g과 6 N HCl 3 mL를 계량한 다음 탈기하여 121℃에서 24시간 가수분해한 후 남은 여액을 회전 감압 농축기(EYELA VACCUM NVC-1100, Tokyo, Japan)로 감압·농축하였고, 인산 나트륨 완충액(pH 7.0) 10 mL로 정용하였다(30). 용액 1 mL를 취한 후 막 여과지(0.2  $\mu$ m)로 여과하여 아미노산자동분석기 (Biochrom 20, Pharmacia, Cambridge, England)로 정량 분석하였다. 분석조건은 Table 1와 같다.

Table 1. 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 nm
Column temperature	57 - 74 °C
Flow rate	Buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min
Buffer pH range	3.45 - 10.85
Wavelength	440 nm, 570 nm

### 3. 지방산 분석

지방산 분석방법은 Wungaarden(31)의 방법에 따라 시행하였다. 시료 2 g을 ether로 추출하여 여과한 후 감압·농축시킨 지방질 약 100 mg을 가지달린 플라스크에 취하였다. 1 N KOH·ethanol 용액 4 mL과 혼합한 후 유지 방울이 없어질 때까지 교반하였다. 이후 14% BF<sub>3</sub>-Methanol 5 mL를 첨가하였다. 냉각기를 부착하여 80℃에 5분간 가열한 후 metylester화 하였다. 이 용액에 염화나트륨 포화용액 3 mL를 첨가한 후 다시 hexane 1 mL를 더하여 흔들어서 섞었다. 이후 시험관에 옮겨 정치하였다. 그리고 상층액을 취하여 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 넣고 수분을 제거한 다음 가스 크로마토그래피(GC-17A, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 분석하였다. 분석조건은 Table 2과 같다.

Table 2. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids

Item	Condition
Instrument	GC-17A(Shimadzu Co., Kyoto, Japan)
Column	SP <sup>TM</sup> -2560 capillary column (100m length x 0.25mm I.d. x 0.25 $\mu$ m film thickness)
Oven temp.	140℃(10 min) → 4℃/min → 240℃(30min)
Injection temp.	260℃
Detector temp.	260℃
Split ratio	1 : 100
Detector	Flame ionization detector
Injection volume	2 $\mu$ l

#### 4. 유기산 분석

유기산 분석은 Kim 등(32)의 방법에 따라 시료 1 g과 증류수 50 mL를 더한 후 80°C 수조에 4시간 가열하여 Whatman filter paper(No. 2)를 이용하여 여과했다. 이 여액을 회전 감압 농축기(EYELA VACCUM NVC-1100, Tokyo, Japan)로 감압·농축하여 증류수로 10 mL로 정용하였고 Ion Chromatography(Prominence HPLC, Shimadzu Co., JAPAN)를 사용하여 분석하였다. 분석조건은 Table 3과 같다.

Table 3. Operating conditions of ion chromatography for organic acids

Item	Condition
Instrument	Prominence HPLC(Shimadzu Co., Kyoto, JAPAN)
Column	Two Shim-pack SCR-102H(300×8.0 mm)
Guard	Shim-pack Guard Column SCR-102H(50×6.0 mm)
Mobile phase	4 mM <i>p</i> -toluenesulfonic acid
Inj. Volume	20 $\mu$ l
Flow rate	0.8 mL/min
Reaction reagent	16 mM Bis-Tris aqueous solution containing 4 mM <i>p</i> -toluenesulfonic acid and 100 $\mu$ M EDTA
Detection	Electroconductivity

## 5. 비타민 분석

비타민 C 분석은 Rizzolo 등(33)의 방법에 따라 시행하였다. 시료 5 g에 10% metaphosphoric acid( $\text{HPO}_3$ ) 용액 20 mL를 첨가한 후 추출하여 3,000 rpm에서 20분 동안 원심 분리 하였다. 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filter를 사용해 여과시킨 다음 Perkin Elmer HPLC system(Perkin Elmer Inc., ME, USA)로 분석하였다. 분석조건은 Table 4와 같다.

비타민 A 분석은 식품공전법(34)의 방법에 따라 시행하였다. 시료 0.5 g에 ascorbic acid 0.1 g과 ethanol 30 mL를 첨가한 후 균질화하여 80°C에서 20분간 추출하였다. 이후 50% KOH용액 0.25 mL를 첨가하여 증류수 3 mL와 hexane 5 mL를 가한 후 3,000 rpm에서 20분 동안 원심분리 하였다. 잔사에 hexane 5 mL를 가하여 균질화하였고, 이후 80°C에서 20분 동안 추출시켜 3,000 rpm에서 20분 동안 원심분리 하였다. 상등액을 합하여 무수황산나트륨을 가하여 탈수시킨 후 50°C에서 감압·농축하였다. 이후 ethanol로 용해시켜 막 여과지(0.45 $\mu\text{m}$ )로 여과하여 분석하였다. 분석조건은 Table 5와 같다.

Table 4. Operating conditions of HPLC for vitamin C

Item	Condition
Instrument	PerkinElmer HPLC system (PerkinElmer Inc., USA)
Column	Phenomenex Bondclone C18 (3.9×300 mm, 10 μm)
Mobile phase	50 mM KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> : Acetonitrile(60:40)
Oven temperature	30 °C
Flow rate	1.0 mL/min
Inj. Volume	20 μl
Detection	UV-VIS Detector(254nm)

Table 5. Operating conditions of HPLC for vitamin A

Item	Condition
Instrument	LC-10AVP (Shimadzu Co., JAPAN)
Column	Phenomenex Luna 5 μm C18(250×4.6 mm)
Mobile phase	methanol : water (95 : 5)
Flow rate	1.0 mL/min
Inj. Volume	20 μl
Detection	UV-VIS Detector(254nm) Spectrofluorometric Detector(EX:290nm, EM:330nm)

## 6. 무기질 분석

무기질 분석은 AOAC(35)방법에 따라 시료 0.5 g에 60% HClO<sub>4</sub> 3 mL와 20% HNO<sub>3</sub> 10 mL를 가하여 투명해질 때까지 가열 후 0.5 M HNO<sub>3</sub>로 50 mL를 정용하였다. 분석항목별 표준용액을 혼합한 후 다른 시험관에 8 mL씩 취해 표준용액으로 하였고, 0.5 M HNO<sub>3</sub>를 대조구로 하여 유도결합플라즈마 광학분광계(ICP-OES, PerkinElmer, ME, USA)로 분석하였다. 분석조건은 Table 6과 같다.

Table 6. Operating conditions of inductively coupled plasma optical emission spectrometry for mineral

Item	Condition		
Instrument	ICP-OES/PerkinElmer/USA		
Plasma Unit	RF Power	1.4(Kw)	
	Gas Flow Rate (L/min)	15	
Wavelength	Ca	317.933	Radial
	K	766.490	Radial
	Mg	285.213	Radial
	Fe	238.204	Axial
	Na	589.592	Radial
	Mn	257.610	Axial
	Cu	327.393	Axial
Zn	206.200	Axial	

## 7. pH 측정

pH는 분말 시료 5 g에 증류수 45 mL를 넣고 희석하여 균질화한 후, 40°C에서 30분간 sonication(Powersonic 420, Hwashin Technology, Gwangju, Korea)으로 교반하고 3,000 rpm으로 20분간 원심분리(Combi-514R, Hanil, Hwaseong, Korea)하여 얻어진 상층액을 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)로 측정하였다.

## 8. 색도 측정

당근과 파스닙의 색도는 색차계(Spectro Colormeter JX-777, Color Techono. System Co, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 색도는 명도(lightness, L값)와 적색도(+ redness/-greenness, a값) 그리고 황색도(+ yellowness/-blueness, b값)를 측정하였다. 사용한 표준백판 L값은 89.39, a값은 0.13 및 b값은 -0.51로 보정하여 사용하였다.

## 9. 당도 측정

당근과 파스닙의 분말의 당도는 각각의 시료 1 g을 일정하게 취하여 증류수 10 mL를 가하여 vortexing 하였다. 그 후 각 시료를 sonicator를 이용하여 3시간 동안 추출한 다음 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 당도계를 이용하여 3회 반복 측정하였다.



## 제 3절 항산화 효과 측정

### 1. 당근과 파스닙의 에탄올 추출

동결건조한 당근과 파스닙 분말 100 g당 80% 에탄올 1,500 mL을 첨가하였고, 환류 냉각관을 부착한 65 °C 히팅 맨틀(Mtops ms-265, Seoul, Korea)에 3시간씩 3회 추출하여 와트만 거름종이(No.2)로 여과하였다. 여액을 40°C 수욕 상에서 회전 감압 농축기(EYELA VACCUUM NVC 1100, Tokyo, Japan)로 용매를 제거한 다음 감압·농축하여 시료의 수율을 구하였다. 시료를 산화 방지하기 위하여 -70°C에 냉동 보관하였다. 80% 에탄올 추출물이 열수 추출물에 비하여 더 높은 radical 소거활성과 높은 항산화 활성을 보였다고 Lee와 Kim(36)의 연구방법에 나타나 있다. 따라서 본 실험에서도 이와 동일한 방법으로 에탄올 추출을 실시하였다.

### 2. 총 polyphenol 함량 측정

당근과 파스닙의 총 polyphenol 함량은 Folin-Demis법(37)에 따라 측정하였다. 당근과 파스닙 분말의 에탄올 추출물 0.2 mL에 Folin reagent 0.2 mL을 혼합하여 3분간 반응시켰다. 이후 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 0.4 mL를 첨가하여 암소에서 40분 동안 반응시켰다. 흡광도는 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 이용하여 760 nm에서 측정하였다. 검량선은 gallic acid를 이용하여 작성하였으며, 시료의 총 polyphenol 함량은 mL 중의 µg gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

### 3. 총 Flavonoid 함량 측정

당근과 파스닙의 총 flavonoid 함량은 Davis 방법(38)을 응용하여 측정하였다. 당근과 파스닙 분말의 에탄올 추출물 0.5 mL에 diethylene glycol 0.5 mL를 첨가하여 1N NaOH 10  $\mu$ L를 넣고 37°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 흡광도는 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 이용하여 760nm에서 측정하였다. 검량선은 quercertin을 이용하여 작성하였고, 시료의 총 flavonoid 함량은 mL 중의  $\mu$ g quercertin equivalents(QE)로 나타내었다.

### 4. DPPH radical 소거능 측정

당근과 파스닙의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능은 Blois 방법(39)에 따라 측정하였다. 시험관에 당근과 파스닙 분말의 에탄올 추출물 0.1 mL와 0.2 mM DPPH 용액 0.9 mL를 잘 혼합한 후 37°C에서 30분간 반응시켰다. 무첨가군은 시료 대신 에탄올을 넣어 반응시켰다. 흡광도는 ELISA Microplate Reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용하여 517 nm에서 측정하였다. DPPH radical 소거능을 아래와 같은 계산식을 이용하여 백분율로 나타내었다. 양성대조군으로는 합성항산화제인 BHA(butylated hydroxyanisole) 및 BHT(butylated hydroxytoluene) 그리고 천연항산화제인 ascorbic acid를 사용하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}})] \times 100$$

## 5. ABTS radical 소거능 측정

당근과 파스닙의 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) radical 소거능의 측정은 Re 등의 방법(40)을 변형하여 측정하였다. 7.4 mM ABTS 용액과 2.6 mM 과황산 칼륨 용액을 제조한 후 동일한 비율로 혼합하였다. 이후 혼합용액을 ABTS radical 양이온(ABTS<sup>+</sup>)의 생성을 위해 암소에서 24시간 동안 반응시켰다. 그 다음 ABTS<sup>+</sup> 용액을 734 nm에서 0.7~1.0±0.02의 흡광도가 나타날 때까지 ethanol로 희석하였다. 당근과 파스닙 분말 ethanol 추출물 0.1 mL와 ABTS<sup>+</sup> 용액 0.9 mL를 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시켰다. 무첨가군은 시료 대신 에탄올을 넣어 반응시켰다. 흡광도는 ELISA Microplate Reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용하여 734 nm에서 측정하였다. ABTS radical 소거능을 다음과 같은 계산식을 통하여 백분율로 나타내었다. 양성대조군으로는 합성항산화제인 BHT와 BHA 그리고 천연항산화제인 ascorbic acid를 사용하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}})] \times 100$$

## 6. 통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용해서 통계 분석하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis for variance)을 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan의 다중검정방법을 이용하여 상호 검정하였다.

## 제 3장 실험 결과 및 고찰

### 제 1절 이화학적 성분 분석

#### 1. 일반성분

당근과 파스닙의 일반성분 분석 결과는 Table 7과 같다. 당근의 일반성분은 수분 2.45%, 조회분 4.0%, 조지방 1.08%, 조단백 5.83%, 탄수화물 86.64%로 나타났다. 파스닙의 일반성분은 수분 2.98%, 조회분 5.87%, 조지방 1.90%, 조단백 5.11%, 탄수화물 84.14%로 나타났다. 당근과 파스닙의 일반성분을 비교해 보았을 때, 당근의 조단백과 탄수화물 함량이 파스닙에 비하여 높게 나타났다. 반면 파스닙은 조회분 및 조지방 함량이 높게 나타났다.

Table 7. Proximate compositions of carrot and parsnip powder

(%)

Composition	Carrot	Parsnip
Moisture	2.45±1.96 <sup>2)</sup>	2.98±0.36
Ash	4.00±0.57 <sup>**3)</sup>	5.87±0.36
Crude fat	1.08±0.19 <sup>**</sup>	1.90±0.14
Crude protein	5.83±0.24 <sup>*</sup>	5.11±0.31
Carbohydrate <sup>1)</sup>	86.64±2.96 <sup>*</sup>	84.14±1.17

<sup>1)</sup>Carbohydrate = 100 - (moisture + crude protein + crude fat + crude ash).

<sup>2)</sup>All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

<sup>3)</sup>Significantly different between carrot and parsnip by Student's t-test at \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ .

## 2. 유리 아미노산

당근과 파스닙의 유리 아미노산 분석 결과는 Table 8과 같다. 분석 결과 총 20종의 아미노산 중에서 당근과 파스닙 각 19종의 아미노산이 검출되었다. 당근은 파스닙에 비해 14종의 아미노산이 높았으며, 파스닙은 당근에 비해 8종의 아미노산이 높았다. Aspartic acid, Serine, Asparagine, Glutamic acid, Alanine, Methionine, Ornithine, Arginine은 당근 분말에서의 함량이 2배 이상 높게 나타났다. 반면  $\alpha$ -Amino adipic acid, Leucine, Tyrosine,  $\gamma$ -amino-n-butyric acid, Lysine, Arginine은 파스닙에서의 함량이 높게 나타났다. 당근과 파스닙의 필수 아미노산 함량을 비교해 보았을 때, 당근과 파스닙 분말 각각 6종과 7종의 필수 아미노산이 나타났다. Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Arginine은 당근과 파스닙에서 공통으로 검출되었다. 한편 Proline은 당근에서만 검출되었고, Lysine은 파스닙에서만 검출되었다. 총 아미노산의 함량은 당근은  $2628.31 \pm 3.27$  mg%, 파스닙은  $1075.54 \pm 6.18$  mg%로 나타났다.

Table 8. Free amino acids contents of carrot and parsnip powder  
(mg%, dry basis)

Amino acid	Carrot	Parsnip
Aspartic acid	173.75±6.86 <sup>1)***2)</sup>	28.30±2.19
Threonine	57.20±0.44 <sup>**</sup>	32.70±0.49
Serine	152.73±1.07 <sup>***</sup>	35.95±1.24
Asparagine	287.95±3.52 <sup>**</sup>	94.33±4.96
Glutamic acid	24.70±1.63 <sup>***</sup>	0.13±0.02
α-amino adipic acid	34.41±0.35 <sup>**</sup>	42.80±0.47
Proline	41.86±0.39 <sup>***</sup>	-
Glycine	16.68±0.21 <sup>*</sup>	9.22±0.20
Alanine	1221.65±9.80 <sup>***</sup>	73.82±3.20
Valine	71.63±0.34 <sup>***</sup>	37.42±0.17
Methionine	21.19±0.29 <sup>**</sup>	8.30±0.61
Isoleucine	67.86±2.45 <sup>***</sup>	40.58±2.75
Leucine	49.28±0.29	53.32±0.28
Tyrosine	22.32±0.17	25.95±0.31
Phenylalanine	63.41±0.43 <sup>**</sup>	44.52±0.41
γ-amino-n-butyric acid	182.84±5.50	202.57±5.09
Carnosine	34.54±0.229 <sup>**</sup>	23.20±0.27
Ornithine	49.60±0.33 <sup>***</sup>	6.00±0.15
Lysine	-	73.83±1.85
Arginine	54.71±0.37 <sup>***</sup>	242.61±2.75
Total	2628.31±3.27 <sup>**</sup>	1075.54±6.18

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

<sup>2)</sup>Significantly different between carrot and parsnip by Student's t-test at <sup>\*</sup>*P*<0.05, <sup>\*\*</sup>*P*<0.01, <sup>\*\*\*</sup>*P*<0.01.

### 3. 지방산

당근과 파스닙의 지방산을 분석한 결과는 Table 9와 같다. 당근에서는 포화지방산 2종과 불포화지방산 2종이 검출되었다. 파스닙에서는 포화지방산 2종과 불포화지방산 3종이 검출되었다. 공통적으로는 포화지방산인 Palmitic acid, Stearic acid와 다가 불포화지방산인 Linoleic acid, Linolenic acid이 검출되었다. 파스닙에서는 당근과 달리, 단일 불포화지방산인 Oleic acid가  $4.1 \pm 0.49$  g% 검출되었다. 당근과 파스닙에서 Palmitic acid의 함량은 각각  $32.55 \pm 0.36$  g%와  $30.09 \pm 0.20$  g%로 나타났고, Stearic acid의 함량은 각각  $7.80 \pm 0.66$  g%와  $3.14 \pm 0.42$  g%로 나타났다. 두 종류의 포화지방산 모두 파스닙보다 당근에서 함량이 높았다. 당근과 파스닙에서는 필수지방산인 Linoleic acid와 Linolenic acid가 검출되었다. 당근과 파스닙에서 Linoleic acid의 함량은 각각  $54.49 \pm 0.41$  g%와  $56.21 \pm 0.51$  g%로 나타났고, Linolenic acid의 함량은  $5.16 \pm 0.71$  g%와  $6.46 \pm 0.56$  g%로 나타났다. 포화지방산과는 반대로, 두 종류의 불포화지방산 모두 당근보다 파스닙에서의 함량이 높았다. 총 불포화지방산은 당근  $59.65 \pm 4.83$  g%, 파스닙  $62.67 \pm 5.68$  g%로 파스닙에서 더 높게 검출되었다.

Table 9. Compositions of fatty acids in carrot and parsnip powder  
(g/100 g total fatty acids, dry basis)

Fatty acids	Carrot	Parsnip
Palmitic acid (C16:0)	32.55±0.36 <sup>1)</sup>	30.09±0.20
Stearic acid (C18:0)	7.80±0.66 <sup>***2)</sup>	3.14±0.42
<b>Saturated</b>	<b>40.35±1.43</b>	<b>33.23±2.46</b>
Oleic acid (C18:1n9c)	-	4.1±0.49
<b>Monounsaturated</b>	<b>-</b>	<b>4.1±0.49</b>
Linoleic acid (C18:2n6c)	54.49±0.41	56.21±0.51
Linolenic acid (C18:3n3)	5.16±0.71	6.46±0.56
<b>Polyunsaturated</b>	<b>59.65±4.83</b>	<b>62.67±5.68</b>

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

<sup>2)</sup>Significantly different between carrot and parsnip by Student's t-test at <sup>\*\*\*</sup> $P < 0.001$ .



#### 4. 유기산

당근과 파스닙의 유기산을 분석한 결과는 Table 10과 같다. 총 5종의 유기산이 검출되었으나, 특정 유기산은 당근이나 파스닙에서만 나타났다. 당근에서는 Malic acid, Succinic acid, Formic acid, Acetic acid가 검출되었고, 파스닙 분말에서는 Citric acid, Malic acid, Formic acid, Acetic acid가 검출되었다. 당근 분말과 파스닙에서 모두 검출된 유기산들 중 Malic acid가 가장 높은 함량으로 검출되었다. Succinic acid는 당근에서만 검출된 반면, Citric acid는 파스닙에서만 검출되었다. 당근과 파스닙에서 공통으로 검출된 유기산 중에서 Malic acid와 Formic acid는 당근에서의 함량이 높았다. 한편, Acetic acid는 당근 분말보다 파스닙에서 더 높았다. 총 유기산 함량은 파스닙 39580.75 mg%, 당근 30118.23 mg%가 검출되어, 파스닙이 더 많은 유기산 함량을 갖고 있다는 것을 알 수 있다.

Table 10. Contents of organic acids in carrot and parsnip powder  
(mg%, dry basis)

Organic acid	Carrot	Parsnip
Citric acid	-	12372.44±16.62
Malic acid	21665.85±20.19 <sup>1)</sup>	19706.73±15.45
Succinic acid	927.75±7.87	-
Formic acid	1070.61±15.91	947.66±6.56
Acetic acid	6454.02±68.97	6553.92±42.92
Total	30118.23	39580.75

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

## 5. 비타민

당근과 파스닙의 비타민 A와 C의 분석 결과는 Table 11과 같다. 당근에서 비타민 A가  $1320.63 \pm 2.63$  mg% 검출된 반면 파스닙에서는 비타민 A가 검출되지 않았다. 당근과 파스닙 분말 모두 비타민 C는 검출되었다. 당근의 비타민 C 함량은  $6961.36 \pm 9.157$  mg%이고 파스닙의 비타민 C 함량은  $4099.73 \pm 6.27$  mg%으로 당근의 비타민 C 함량이 파스닙의 비타민 C 함량보다 높게 측정되었다.

Table 11. Contents of vitamin A and C in carrot and parsnip powder  
(mg%, dry basis)

Vitamin	Carrot	Parsnip
A(RE) <sup>1)</sup>	$1320.63 \pm 2.63$ <sup>2)</sup>	-
C	$6961.36 \pm 9.157$ <sup>**3)</sup>	$4099.73 \pm 6.27$

<sup>1)</sup>RE: Retinol Equivalent

<sup>2)</sup>All values are expressed as mean  $\pm$  SE of triplicate determinations.

<sup>3)</sup>Significantly different between carrot and parsnip by Student's t-test at  $***P < 0.001$ .

## 6. 무기질

당근과 파스닙의 무기질 분석 결과는 Table 12와 같다. 당근과 파스닙 둘 다 가장 많이 함유하고 있는 무기질은 칼륨(K)으로 측정되었다. 당근의 경우 칼륨(K), 나트륨(Na), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 철(Fe) 순으로 높은 함량을 보였고 파스닙의 경우 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 철(Fe) 순으로 높은 함량을 보였다. 무기질 중에서 철(Fe), 나트륨(Na), 망간(Mn), 아연(Zn)의 경우 당근에서 높게 검출되었다. 반면 칼슘(Ca), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 구리(Cu)의 함량은 파스닙에서 높게 검출되었다. 아연(Zn)의 경우에는 파스닙에서만 검출되었다.

Table 12. Contents of minerals in carrot and parsnip powder

(mg%, dry basis)

Minerals	Carrot	Parsnip
Ca	195.52±3.72 <sup>1)</sup>	212.01±4.47
K	2468.28±23.57	2562.26±39.08
Mg	69.49±3.95 <sup>**2)</sup>	161.14±2.51
Fe	2.46±0.46 <sup>*</sup>	1.27±0.18
Na	246.01±4.03 <sup>*</sup>	152.23±2.15
Mn	0.53±0.06 <sup>*</sup>	0.36±0.03
Cu	0.10±0.02 <sup>***</sup>	0.45±0.04
Zn	-	0.38±0.05

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

<sup>2)</sup>Significantly different between carrot and parsnip by Student's t-test at <sup>\*</sup> $P<0.05$ , <sup>\*\*</sup> $P<0.01$ , <sup>\*\*\*</sup> $P<0.01$ .

## 7. pH

당근과 파스닙 분말의 pH 측정 결과는 Table 13과 같다. 당근의 pH는  $6.41 \pm 0.01$ 로 측정되었고, 파스닙의 pH는  $6.36 \pm 0.01$ 로 측정되었다. 당근과 파스닙의 pH값은 유의하지만 파스닙의 pH가 당근의 pH보다 약간 낮게 나타났다.

Table 13. pH values of carrot and parsnip powder

	Carrot	Parsnip
pH	$6.41 \pm 0.01^{1)**2)}$	$6.36 \pm 0.01$

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean  $\pm$  SE of triplicate determinations.

<sup>2)</sup>Significantly different between carrot and parsnip by Student's t-test at  $**P < 0.01$ .

## 8. 색도

당근과 파스닙 분말은 Fig. 1과 같고 색도 측정 결과는 Table 14와 같다. 당근의 명도 L값은  $45.39 \pm 0.06$ , 적색도 a값은  $19.43 \pm 0.06$ , 황색도 b값은  $22.40 \pm 0.22$ 으로 나타났다. 파스닙의 명도 L값은  $53.75 \pm 0.04$ , 적색도 a값은  $-1.98 \pm 0.09$ , 황색도 b값은  $12.13 \pm 0.06$ 으로 나타났다. 적색도와 황색도는 당근이 파스닙보다 높은 반면, 명도는 파스닙이 당근보다 높은 것으로 나타났다. Figure 3을 통해 색도의 차이를 시각적으로도 확인할 수 있다.

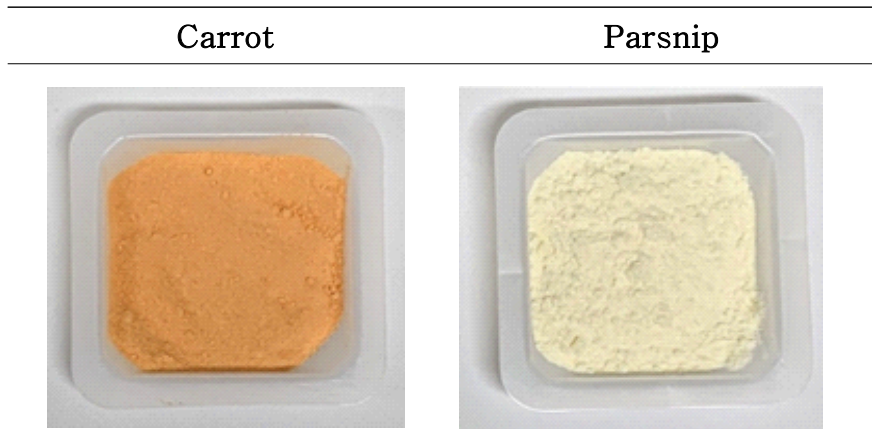


Figure 2. Photograph of carrot and parsnip powder.

Table 14. Colorimetric characteristic of carrot and parsnip powder

	Carrot	Parsnip
L	$45.39 \pm 0.06$ <sup>1)***2)</sup>	$53.75 \pm 0.04$
a	$19.43 \pm 0.06$ <sup>***</sup>	$-1.98 \pm 0.09$
b	$22.40 \pm 0.22$ <sup>***</sup>	$12.13 \pm 0.06$

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean  $\pm$  SE of triplicate determinations.

<sup>2)</sup>Significantly different between carrot and parsnip by Student's t-test at <sup>\*\*\*</sup> $P < 0.001$ .

## 9. 당도

당근과 파스닙의 당도 측정 결과는 Table 15와 같다. 당근과 파스닙의 당도는 각각 6.90 °Brix, 6.67±0.06 °Brix가 측정되었다. 이 결과 당근과 파스닙의 당도 사이에 커다란 유의적 차이는 없었다.

Table 15. °Brix of carrot and parsnip powder

Item	Carrot	Parsnip
°Brix (Sugar content)	6.90±0.00 <sup>1)*2)</sup>	6.67±0.06

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

<sup>2)</sup>Significantly different between carrot and parsnip by Student's t-test at \*\* $P < 0.01$ .

## 제 2절 항산화 효과 측정

### 1. 추출 수율

당근과 파스닙의 항산화 효과를 알아보기 위해 동결 건조하여 마쇄한 시료를 80% ethanol로 추출하였다. 당근과 파스닙 추출물의 추출 수율은 각각  $23.15 \pm 0.58$  %와  $28.32 \pm 0.42$  %였다.

Table 16. Extraction yield of carrot and parsnip ethanol extracts

Item	Carrot	Parsnip
Extraction yield (%, dry basis)	$23.15 \pm 0.58^{1)*2)}$	$28.32 \pm 0.42$

<sup>1)</sup>All values are expressed as mean  $\pm$  SE of triplicate determinations.

<sup>2)</sup>Significantly different between carrot and parsnip by Student's t-test at \* $P < 0.05$ .



## 2. 총 polyphenol 함량

페놀성 화합물은 수산기를 가지는 방향족 화합물로 식물의 대표적인 2차 대사산물이다(41). 단백질 및 거대분자들과 쉽게 결합할 수 있는 특징을 지녀 항산화, 항노화, 항암, 항당뇨, 항고혈압 및 항고혈압 등의 여러 생리 활성 능력을 가지고 있다고 알려져 있다. 특히 페놀성 화합물의 종류나 함량이 항산화 활성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(42).

본 실험에서 진행한 당근과 파스닙의 총 polyphenol 함량 분석 결과는 Table 15와 같다. 당근은  $101.45 \pm 4.61$  mg GAE/g 검출되었고, 파스닙은  $107.35 \pm 2.84$  mg GAE/g 검출되어 총 polyphenol 함량은 파스닙이 당근보다 많이 함유하고 있음을 알 수 있다.

Table 15. Contents of total polyphenol in carrot and parsnip ethanol extracts

	Carrot	Parsnip
Total polyphenol (mg GAE/g) <sup>1)</sup>	$101.45 \pm 4.61^{2)}$	$107.35 \pm 2.84$

<sup>1)</sup>GAE: Gallic acid equivalent.

<sup>2)</sup>All values are expressed as mean $\pm$ SE of triplicate determinations.

### 3. 총 flavonoid 함량

Flavonoid는 15개의 탄소와 3개의 환으로 구성된 diphenylpropanes(C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>)의 기본 구조를 갖고 있는 페놀성 화합물의 총칭이다. Flavones, flavanones, isoflavones, flavonols, flavanonols, catechins, 및 anthocyanidins 등으로 구성되어 있다(43). Flavonoid는 과일 및 채소와 같은 식물성 자원에 다량 함유되어 있으며 항염, 항균, 항암, 항산화 작용, 심장질환 예방 등 다양한 약리 효과가 있는 것으로 알려져 있다(44, 45).

본 실험에서 진행한 당근과 파스닙의 총 flavonoid 함량 분석 결과는 Table 16과 같다. 당근은 8.42±1.31 mg QE/g 검출되었고 파스닙은 10.38±0.34 mg QE/g 검출되어 총 flavonoid 함량은 파스닙이 당근보다 많이 함유하고 있음을 알 수 있다.

Table 16. Contents of total flavonoid of carrot and parsnip ethanol extracts

	Carrot	Parsnip
Total flavonoid (mg QE/g ) <sup>1)</sup>	8.42±1.31 <sup>2)</sup>	10.38±0.34

<sup>1)</sup>QE: Quercetin equivalent.

<sup>2)</sup>All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

#### 4. DPPH radical 소거능

DPPH radical은 실온에서 안정한 자유라디칼로 에탄올에서 보라색 용액을 생성한다. 항산화 활성을 갖은 물질과 반응하면 수소 전자를 받아 환원되어 DPPH radical은 감소하고 무색의 에탄올이 된다. 이러한 특징으로 인하여 항산화능을 비교적 간편하고 빠르게 측정할 수 있어 많이 이용되고 있다(46).

본 실험에서 진행한 당근과 파스닙의 DPPH radical 소거능 분석 결과는 Table 17과 같다. 당근과 파스닙의 DPPH radical 소거능 1000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 12.51% 및 10.26%였고, 추출물 농도 증가와 비례하게 DPPH radical 소거능도 함께 증가하는 경향을 보여 8000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 61.38% 및 51.88%를 나타냈다. 같은 농도(1000  $\mu\text{g/mL}$ )에서 측정한 DPPH radical 소거능은 파스닙보다 당근의 DPPH radical 소거능이 더 높았지만, BHT와 BHA 및 Ascorbic acid와 비교해보면 당근과 파스닙 모두 양성대조군보다는 낮은 활성이 나타났다.

Table 17. DPPH radical scavenging activity of carrot and parsnip ethanol extracts

	Concentration ( $\mu\text{g/mL}$ )	DPPH radical scavenging activity (%)	IC <sub>50</sub> <sup>1)</sup>
Carrot	8000	61.38 $\pm$ 4.88 <sup>3)b4)A5)</sup>	6,179.221
	4000	37.53 $\pm$ 5.01 <sup>cA</sup>	
	2000	22.77 $\pm$ 3.76 <sup>dA</sup>	
	1000	12.51 $\pm$ .33 <sup>eB</sup>	
Parsnip	8000	51.88 $\pm$ 6.49 <sup>bB</sup>	7,501.034
	4000	30.69 $\pm$ 4.36 <sup>cB</sup>	
	2000	18.02 $\pm$ 2.43 <sup>dB</sup>	
	1000	10.26 $\pm$ 2.90 <sup>e</sup>	
BHT <sup>2)</sup>	1000	88.32 $\pm$ 0.52 <sup>aA</sup>	
BHA <sup>2)</sup>	1000	88.24 $\pm$ 0.25 <sup>aA</sup>	
Ascorbic acid	1000	90.74 $\pm$ 0.25 <sup>aA</sup>	

<sup>1)</sup>IC<sub>50</sub>: Concentration required to reduce 50% of DPPH radical activity.

<sup>2)</sup>BHT: butylated hydroxytoluene, BHA: butylated hydroxyanisole.

<sup>3)</sup>All values are expressed as mean $\pm$ SE of triplicate determinations.

<sup>4)a-e</sup>Means in row with different letters are significantly different( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>5)A-B</sup>Values with different letters in the same concentration are significantly different at  $p<0.05$ .

## 5. ABTS radical 소거능

ABTS radical 소거활성은 potassium persulfate와의 반응으로 생성된 ABTS+ free radical이 항산화 활성을 보유한 물질로부터 수소 전자를 받아 안정한 물질로 변화되면서 라디칼 특유의 푸른색이 탈색되는 원리를 이용하여 항산화능을 측정하는 방법이다(47).

본 실험에서 진행한 당근과 파스닙의 ABTS radical 소거능 분석결과는 Table 18과 같다. 당근과 파스닙의 ABTS radical 소거능 1000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 14.67% 및 12.03%였고, 추출물 농도 증가와 비례하게 ABTS radical 소거능도 함께 증가하는 경향을 보여 8000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 72.18% 및 58.68%를 나타냈다. ABTS radical 소거활성도 같은 농도(1000  $\mu\text{g/mL}$ )에서 측정하였을 때, 파스닙보다 당근의 ABTS radical 소거능이 더 높았지만, 양성대조군인 BHT와 BHA 및 Ascorbic acid와 비교해보면 당근과 파스닙 모두 낮은 것으로 나타났다.

Table 18. ABTS radical scavenging activity of carrot and parsnip

	Concentration ( $\mu\text{g/mL}$ )	ABTS radical scavenging activity (%)	IC <sub>50</sub> <sup>1)</sup>
Carrot	8000	72.18 $\pm$ 0.08 <sup>3)b4)A</sup>	5079.063
	4000	44.11 $\pm$ 1.53 <sup>dA</sup>	
	2000	26.80 $\pm$ 1.59 <sup>fA</sup>	
	1000	14.67 $\pm$ 1.94 <sup>hB</sup>	
Parsnip	8000	58.68 $\pm$ 1.42 <sup>cB</sup>	6543.246
	4000	36.14 $\pm$ 0.52 <sup>e</sup>	
	2000	21.22 $\pm$ 0.15 <sup>g</sup>	
	1000	12.03 $\pm$ 0.96 <sup>hB</sup>	
BHT <sup>2)</sup>	1000	94.47 $\pm$ 0.17 <sup>aA</sup>	
BHA <sup>2)</sup>	1000	94.47 $\pm$ 0.17 <sup>aA</sup>	
Ascorbic acid	1000	94.82 $\pm$ 0.08 <sup>aA</sup>	

<sup>1)</sup>IC<sub>50</sub>: Concentration required to reduce 50% of ABTS radical activity.

<sup>2)</sup>BHT: butylated hydroxytoluene, BHA: butylated hydroxyanisole.

<sup>3)</sup>All values are expressed as mean $\pm$ SE of triplicate determinations.

<sup>4)a-h</sup>Means in row with different letters are significantly different( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>5)A-B</sup>Values with different letters in the same concentration are significantly different at  $p<0.05$ .

## 제 4장 요약 및 결론

본 연구는 당근과 파스닙의 이화학적 성분 및 항산화 활성을 분석하였다. 당근과 파스닙의 일반성분을 비교하였을 때, 당근에서는 수분과 조단백의 함량이 높게 나타났고 파스닙에서는 조회분, 조지방 및 탄수화물의 함량이 높게 나타났다. 유리 아미노산의 성분을 분석한 결과, 필수아미노산이 당근과 파스닙에서 각각 6종과 7종이 검출되었다. 공통적으로 Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine이 검출되었고, Lysine은 파스닙에서만 검출되었다. 지방산을 분석한 결과, 포화지방산 함량은 당근에서 높게 검출되고 불포화지방산 함량은 파스닙에서 높게 검출되었다. 또한 파스닙에서만 Oleic acid가 검출되었으며, 필수지방산에 속하는 Linoleic acid 및 Linolenic acid가 당근보다 높게 검출되었으나 유의적 차이가 없었다. 유기산을 분석한 결과 Succinic acid는 당근에서만, Citric acid는 파스닙에서만 검출되었다. 파스닙에서는 acetic acid가 높게 나타났고, 당근에서는 Malic acid와 Formic acid가 높게 나타났다. 비타민을 분석한 결과, 당근에서는 비타민 A가 검출되었지만 파스닙에서는 검출되지 않았다. 비타민 C는 당근에서의 함량이 파스닙에서보다 높게 나타났다. 무기질을 분석한 결과 당근과 파스닙 각각 7종과 8종이 검출되었고 아연(Zn)은 파스닙에서만 나타났다. 당근과 파스닙 모두 칼륨(K)의 성분이 가장 높게 검출되었으며, 총 무기질 함량은 파스닙이 더 높게 나타났다. 색도를 비교한 결과 적색도와 황색도는 당근이 높게 나타났고, 명도는 파스닙이 높게 나타났는데, 이는 분말로 관찰해보면 둘의 차이를 쉽게 확인할 수 있었다. pH는 파스닙이 당근보다 약간 더 낮게 나타났다. 당도는 파스닙이 당근보다 낮게 나타났다. 총 polyphenol 함량과 총 flavonoid 함량을 분석한 결과 파스닙이 더 높게 나타났지만 당근과 유의적 차이가 없었다. DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능 분석결과 당근이 파스닙보다 더 높게 나타났다.

당근과 파스닙의 간의 영양성분 분석 결과는 필수지방산, 필수아미노산, 비타민 A와 C, 주요 무기질, 항산화 활성 등 전반적으로 당근의 함량이 더 높게 나타났다. 이는 우리나라에서 재배되는 당근의 영양적 가치가 더 높을 수 있음을 시사한다. 그럼에도 불구하고 파스닙의 경우 유아기 필수 아미노산인 Arginine, 불포화지방산인 Oleic acid, 에너지 대사에 필요한 유기산인 Citric acid 함량이 높으므로 다양한 기능성 식품으로의 활용이 가능할 것으로 보인다.



## 제 5장 참고문헌

1. Shin SR, Lee SM. 2020. Relation between the total diet quality based on Korean healthy eating index and the incidence of metabolic syndrome constituents and metabolic syndrome among a prospective cohort of Korean adults. *Korean J Community Nutrition*. 25(1): 61-70.
2. Hyong IH, Moon SE, Bae SS. 2006. Review of reactive oxygen. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*. 1(1): 139-146.
3. Chung HY. 1991. Aging · free radical · arteriosclerosis. *Journal of Life Science*. 1(1): 2-14.
4. Droge W. 2002. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Reviews*. 82: 47-95.
5. Stahl W, Sies H. 2005. Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. *Biochim Biophys Acta*. 1740: 101-107.
6. Jeong SJ, Shim HR, Lee JS, Nam HS, Lee HG. 2015. Antioxidant and synergistic activities of fruit and vegetable concentrates. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 47: 240-245.
7. Lee MY, Yoo MS, Jeong YJ, Jin YJ, Hong MH, Pyo YH. 2012. Vitamin C, total polyphenol, flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 44: 540-544.

8. Park YB, Kim YD, Moon JS. 2002. Evaluation of commercial varieties of carrot in Jeju island. *Journal of bio-environment control*. 11: 144-148.
  
9. Kim SG, Byun HD, Kim SC, Yang KW, Kim JH, Han JH. 2015. Antioxidative and anti-inflammatory activities of carrot flower. *KSBB Journal*. 30: 77-81.
  
10. National Rural Resources Development Institute (NRRDI), Food Composition Table: Carrot, raw. [accessed: September 07, 2020]; Available from:  
<http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctFoodSrch/list>
  
11. Ha JL, Bae JS, Park MK, KIM YU, Ha SH, Bae JM, Back KW, Lee CH, Lee SW, Ahn MJ. 2009. Quantitative analysis carotenoids in aarrot aultivars produced in Korea. *Journal of Environmental Science International*. 18: 1135-1141.
  
12. Lee KJ, Chung HJ. 2020. Nutritional compositions and their retention rates of carrots by different cooking methods. *Korean Journal of Food Preservation*. 27: 311-324.
  
13. Nagraj GS, Jaiswal S, Harper N, Jaiswal AK. 2020. Carrot. Nutritional composition and antioxidant properties of fruits and vegetables. *Academic Press*. 323-337.
  
14. Park JH, Lee S J, Park JH. 2017. Quality Characteristics of Makgeolli added with Carrot Powder. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*. 27: 569-575.

15. Han JA, Jin HK, Bi HX. 2015. Effect of carrot powder on anti-oxidative and quality characteristics of perilla-Dasik. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 44: 1832-1838.
16. Hwang SH, Hong JS. 2010. Quality characteristics of sugar snap-cookie added to carrot powder (I)-Rheology characteristics of cookie dough. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*. 20: 122-127.
17. Hwang SH. 2010. Quality characteristics of sugar snap-cookie added to carrot powder (II)-Quality characteristics of sugar snap-cookie. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*. 20: 307-312.
18. Kim S, Park EJ. 2015. Fermentation characteristics of Shindari added with carrot. *Korean Journal of Food and Cookery Science*. 31(1): 9-17.
19. Jo SJ, Oh SM, Jang EK, Hwang KI, Lee SP. 2008. Physicochemical properties of carrot juice fermented by *Leuconostoc mesenteroides* SM. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 37: 210-216.
20. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE(USDA). FoodData central: Parsnips, raw. [accessed: September 07, 2020]; Available from:  
<https://ndb.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170417/nutrients>

21. Kaliniewicz Z, Jadwisieńczyk K, Choszcz D, Kolankowska E, Przywitowski M, Śliwiński D. 2014. Correlations between germination capacity and selected properties of parsnip seeds (*Pastinaca sativa* L.). *Agricultural Engineering*. 1: 39-49.
22. Stegelmeier BL, Colegate SM, Knoppel EL, Rood KA, Collett MG. 2019. Wild parsnip (*Pastinaca sativa*)-induced photosensitization. *Toxicon*. 167: 60-66.
23. Jianu C, Goleț I, Stoin D, Cocan I, Lukinich-Gruia AT. 2020. Antioxidant activity of *pastinaca sativa* L. ssp. *sylvestris* [Mill.] rouy and camus essential oil. *Molecules*. 25: 869.
24. Bufler, G, Horneburg, B. 2013. Changes in sugar and starch concentrations in parsnip (*Pastinaca sativa* L.) during root growth and development and in cold storage. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 88: 756-761.
25. Muresan EA, Vlaic RA, Muresan V, Petrut G, Chis S, Muste S. 2017. Development and characterization of a biologically active white sauce based on horseradish, onion, parsley and Parsnip. *Hop and Medicinal Plants*. 25: 139-148.
26. Castro A, Bergenståhl B, Tornberg E. 2012. Parsnip (*Pastinaca sativa* L.): Dietary fibre composition and physicochemical characterization of its homogenized suspensions. *Food research international*. 48: 598-608.
27. Kviesis J, Kļimenkovs I, Arbidans L, Podjava A, Kļaviņš M,

- Liepiņš E. 2019. Evaluation of furanocoumarins from seeds of the wild parsnip (*Pastinaca sativa* L. sl). *Journal of Chromatography B* 1105: 54-66.
28. Berenbaum MR, Zangerl AR. 1986. Variation in seed furanocoumarin content within the wild parsnip (*Pastinaca sativa*). *Phytochemistry*. 25: 659-661.
29. AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA, 788.
30. Waters Associates. 1990. Analysis of amino acid in waters. PICO. TAG system. Young-in Scientific Co. Seoul, Korea, 41-46.
31. Van Wunngaarden D. 1967. Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*. 39: 848-850.
32. Kim DH, Lim DW, Bai S, Chun SB. 1997. Fermentation characteristics of whole soybean meju model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 29: 1006-1015.
33. Rizzolo A, Formi E, Polesello A. 1984. HPLC assay of ascorbic acid in fresh and processed fruit and vegetables. *Food Chemistry*. 14: 189-199.
34. Korea Food and Drug Association. Food standards codex. 2005. Korean Foods Industry Association. Seoul, Korea, 367-385.

35. AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, 878.
36. Lee KI, Kim SM. 2009. Antioxidative and antimicrobial activities of *Eriobotrya japonica* Lindl. leaf extracts. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 38: 267-273.
37. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *Journal of Biological Chemistry*. 12: 239-243.
38. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. Standard food analysis. Jigu-Moonwhasa. pp.381~382.
39. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 29: 1199-1200.
40. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. 26: 1231-1237.
41. Naczki, M., Shahidi, F. 2003. Phenolic compounds in plant foods: chemistry and health benefits. *Journal of Food Science and Nutrition*. 8: 200-218.
42. Lee MY, Yoo MS, Whang YJ, Jin YJ, Hong MH, Pyo YH. 2012. Vitamin C, total polyphenol, flavonoid contents and

- antioxidant capacity of several fruit peels. *Korean Journal of Food Science and Technology* 44: 540-544.
43. Pietta Pier-Giorgio. 2000. Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products* 63: 1035-1042.
44. Liu RH. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *The Journal of Nutrition*. 134: 3479-3485.
45. Harborne JB, Williams CA. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*. 55: 481-504.
46. Mensor LL, Menezes FS, Leitão GG, Reis AS, Santos TCD, Coube CS, Leitão SG. 2001. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytotherapy Research*. 15: 127-130.
47. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Byrne DH. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 669-675.