



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

석사 학위논문

# 자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 품질특성 및 항산화 효과

조선대학교 대학원

식품영양학과

김 영

# 자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 품질특성 및 항산화 효과

Quality Characteristics and Antioxdative Activity of  
Sulgidduk (Rice cake) Added with Black Carrot Powder

2021년 2월 25일

조선대학교 대학원

식품영양학과

김 영

# 자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 품질특성 및 항산화 효과

지도교수 이 재 준

이 논문을 석사 학위 청구논문으로 제출함

2020년 10월

조선대학교 대학원

식품영양학과

김 영

# 김영의 교육학 석사학위 논문을 인준함

위 원 장 조선대학교 교수 김복희 (印)

위 원 조선대학교 교수 이주민 (印)

위 원 조선대학교 교수 이재준 (印)

2020년 11월

조선대학교 대학원

## 목 차

LIST OF TABLE .....	iv
LIST OF FIGURE .....	v
ABSTRACT .....	vi
제1장 서 론 .....	1
제2장 실험 재료 및 방법 .....	4
제1절 자색 당근 분말의 이화학적 특성 .....	4
1. 수분 함량, pH 및 당도 측정 .....	4
2. 색도 측정 .....	4
3. 통계처리 .....	4
제2절 자색 당근 에탄올 추출물의 항산화 효과 측정 .....	5
1. 자색당근 분말 에탄올 추출 .....	5
2. 총 polyphenol, 총 flavonoid 및 anthocyanin 함량 측정 .....	5
3. DPPH radical 소거능 측정 .....	6
4. ABTS radical 소거능 측정 .....	7
5. 통계처리 .....	7

제3절 쌀가루의 이화학적 특성 .....	8
1. 수분 함량 및 pH 측정 .....	8
2. 색도 측정 .....	8
3. 통계처리 .....	8
제4절 자색당근 설기떡의 외관 관찰 .....	9
제5절 자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 품질특성 및 항산화 효과 측정 .....	9
1. 실험재료 .....	9
2. 쌀가루의 제조 .....	10
3. 설기떡의 제조 방법 .....	10
4. 자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 에탄올 추출 시료액 조제 .....	13
5. 설기떡의 품질특성 및 항산화 효과 측정 .....	13
6. 통계처리 .....	15
제3장 실험결과 및 고찰 .....	16
제1절 자색당근 분말의 이화학적 특성 .....	16
1. 수분 함량, pH 및 당도 .....	16
2. 색도 .....	17
제2절 자색당근 에탄올 추출물의 항산화 효과 .....	18
1. 총 polyphenol, 총 flavonoid 및 anthocyanin 함량 측정 .....	18
2. DPPH radical 소거능 .....	19
3. ABTS radical 소거능 .....	21

제3절 쌀가루의 이화학적 특성 .....	23
1. 수분 함량 및 pH .....	23
2. 색도 .....	23
제4절 자색당근 설기떡의 외관 관찰 .....	24
제5절 자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 품질특성 및 항산화 효과 .....	25
1. 설기떡의 수분함량, pH 및 당도 .....	25
2. 색도 .....	27
3. 설기떡의 조직특성 .....	29
4. 설기떡의 총 polyphenol, 총 flavonoid 및 anthocyanin 함량 .....	31
5. 설기떡의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능 .....	36
 제4장 요약 및 결론 .....	 40
 참 고 문 헌 .....	 42

## LIST OF TABLES

Table 1. Formulas for preparation of <i>Sulgidduk</i> with black carrot powder .....	11
Table 2. Moisture, pH and ° Brix of black carrot powder .....	16
Table 3. Hunter' s color value of black carrot powder .....	17
Table 4. Total polyphenol, total flavonoid and total anthocyanin compounds contents in ethanol extract of black carrot powder ..	18
Table 5. DPPH radical scavenging activity of ethanol extracts of black carrot powder .....	20
Table 6. ABTS radical scavenging activity of ethanol extracts of black carrot powder .....	22
Table 7. Moisture content and pH of non-glutinous rice powder .....	23
Table 8. Color values of non-glutinous rice powder .....	23
Table 9. Moisture contents, pH and ° Brix values of <i>Sulgidduk</i> with different addition of black carrot powder .....	26
Table 10. Color values of <i>Sulgidduk</i> prepared with different addition of black carrot powder .....	28
Table 11. Texture characteristics of <i>Sulgidduk</i> added with different amounts of black carrot powder .....	30
Table 12. Total polyphenol, total flavonoid and anthocyanine contents of <i>Sulgidduk</i> with different addition of black carrot powder .....	32
Table 13. DPPH and ABTS radical scavenging activities of <i>Sulgidduk</i> with different addition of black carrot powder .....	37

## LIST OF FIGURES

Fig. 1. A photograph of black carrot and black carrot powder	9
Fig. 2. Processing flow chart for <i>Sulgidduk</i> with black carrot powder	12
Fig. 3. A photograph of <i>Sulgidduk</i> added with different amounts of black carrot powder	24
Fig. 4. Total polyphenol contents of <i>Sulgidduk</i> with different addition of black carrot powder	33
Fig. 5. Total flavonoid contents of <i>Sulgidduk</i> with different addition of black carrot powder	34
Fig. 6. Total anthocyanin compounds contents of <i>Sulgidduk</i> added with different amounts of black carrot extract powder,	35
Fig. 7. DPPH radical scavenging activity of <i>Sulgidduk</i> with different addition of black carrot powder	38
Fig. 8. ABTS radical scavenging activity of <i>Sulgidduk</i> with different addition of black carrot powder	39

## ABSTRACT

### Quality Characteristics and Antioxdative Activity of Sulgidduk(Rice cake) Added with Black carrot Powder

Kim Young

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

Major in Food and Nutrition Chosun University

In this study, changes in the quality characteristics and antioxidant effects of *Sulgidduk* containing black carrot (*Daucus carota* L.) powder were investigated. *Sulgidduk* was prepared with different amounts of (0, 3, 6, 9, and 12% to the non-glutinous rice amount) of black carrot powder.

Physicochemical properties (moisture contents, pH, ° brix and color) of non-glutinous rice flour, black carrot powder, and the mixture (black carrot *Sulgidduk*) are measured. Also, the antioxidant effects of ethanol extracts of black carrot powder and black carrot *Sulgidduk* were evaluated.

For the physicochemical properties of the black carrot powder, the moisture content is  $2.45 \pm 0.09\%$ , pH is  $5.02 \pm 0.07$ , and the ° brix (sugar content) is  $7.37 \pm 0.06$ . The color values of black carrot powder is L (Lightness)  $23.47 \pm 0.09$ , a (Redness)  $10.13 \pm 0.51$ , and b (Yellowness)  $3.86 \pm 0.67$ . The total polyphenol, total flavonoid and total anthocyanin compounds contents of black carrot powder were  $182.07 \pm 3.48$  mg GAE/g,

25.52±3.56 mg QE/g, and 9.44±0.14 mg/g, respectively. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of samples increased with increasing the ethanol extracts of black carrot powder. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of ethanol extracts of black carrot powder were lower than those in the BTH, BHA, and ascorbic acid.

Examining the physicochemical properties of rice flour, the moisture content was 30.45±0.14% and the pH was 6.50±0.02. The results of measuring the color values of rice flour were L (Lightness) 65.55±0.12, a (Redness) -1.39±0.03, and b (Yellowness) 1.54±0.04.

Investigation results of the quality characteristics of *Sulgidduk* with black carrot powder added, the moisture contents of the control (no addition) group was 35.60±0.06%, the pH was 6.44±0.04, and the ° brix was 19.53±0.06. However, as the amounts of black carrot powder added increased, the moisture content and pH tended to decrease, while the ° brix tended to increase. The L value (Lightness) was low and dark as the addition amount increased, and the a value (Redness) tended to increase, but and b value (Yellowness) tended to decrease. In the result of measuring the texture of *Sulgidduk* added with black carrot powder, the hardness increased as the added amount increased, but the springiness, cohesiveness, chewiness, and fractureability tended to decrease. The total polyphenol, total flavonoid, total anthocyanin compounds contents of *Sulgidduk* added with black carrot powder were increased with increasing black carrot powder. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of *Sulgidduk* added with black carrot powder tended to increase with the addition of Black carrot powder.

In summarizing the above results, it is indicated that black carrot powder shows potential as a natural antioxidant, and the quality characteristics and antioxidant activity of *Sulgidduk* could be improved by the black carrot powder. Furthermore, it is considered that black carrot powder is most suitable for the production of functional *Sulgidduk* that can satisfy consumers' preferences and for the expand of black carrot using.

## 제 1 장 서 론

인류는 농경사회와 18세기 후반 산업혁명 이후 문명의 가속화되는 변화에 발맞추어 음식문화에 대한 인식도 바뀌고 있다. 현대 사회로 접어들면서 바쁜 일상에 대처하기 위해 패스트푸드나 인스턴트 식품 등 정크푸드에 대한 소비가 많아지고 있는 추세였으나, 증가하는 성인병의 발병과 비만 인구에 대한 관심이 대두되면서 최근에는 다시 건강식이나 다이어트 식품들이 많이 각광 받고 있다.

우리나라도 고도성장과 산업화 및 경제발전으로 인하여 국민들의 식생활에 많은 변화가 있었다(1). 특히, 서구화된 식생활의 유입으로 인해 비만, 당뇨와 같은 성인병 및 각종 질환에 시달리며 점차 웰빙, 유기농 음식 등 건강 및 다이어트 식품 등을 추구하는 추세로 변화하고 있다(2). 이러한 사회적 변화로 인해 최근에는 간편하고 열량이 적으며 식사 대응으로 빠르게 접할 수 있는 떡에 대한 관심과 수요가 많아지고 있으며, 이를 위한 관련시장도 점점 커져가고 있다.

떡은 우리 민족 고유의 음식으로써 농경사회 초기였던 삼국시대에는 정치적 통제를 위한 수단(중앙집권적 국가체제 이룩)으로 이용하였으며 특히, 고려시대부터 떡은 제천음식(제사, 제례)으로 사용되었다(3). 이후 조선시대에는 농서간행을 통한 농기술의 발달로 곡물의 품종이 다양해지고 조리서의 발행으로 식품가공 및 조리 기술이 발달되면서 자연스럽게 떡문화도 발전하였다. 또한 유교 숭배와 농업을 중시하는 지배계층의 정치·경제적 필요에 의해서 관혼상제의 풍습과 세시행사가 관습화되면서 각종 의례 및 의식 행사가 잦았으며, 이에 떡은 그 맛과 형태뿐만 아니라 색감 및 식감도 더욱 풍부해졌다(4). 또한, 여러 가지 곡식이나 곡물을 배합하거나 채소·과일·야생초·꽃·견과류·한약재 등의 다양한 부재료를 이용하였으며, 조청·꿀·계피·설탕·엿기름·참깨·팥·밤·대추 등의 소, 고물, 감미료를 사용하게 되었다(5).

이러한 조합에 따라 최근 현대에는 전통식을 기본으로 하되 크림치즈, 아이스크림 등 서양식 음식과 융합된 퓨전 떡도 많이 개발되어 유통되고 있으며, 건강식으로 자리 잡아 바쁜 현대인들의 식문화로 자리 잡고 있다.

우리나라에서 만드는 떡은 제조 방법에 따라, 치는 떡, 빻는 떡, 부치는 떡, 찌는 떡 등으로 나누지만 대부분 모든 공정은 곡물을 가루내는 것부터 시작한다(6). 또한 반죽이나 체를 치는 과정에서 물의 배합과 곡물의 배합에 따라 떡의 종류가 나누어지며 이러한 떡은 각 지역의 환경이나 문화에 따라 그 종류가 다양하며, 만드는 사람의 취향에 따라 변화가 가능하기 때문에 떡은 무한한 개발을 할 수 있다는 장점이 있다.

이러한 여러 가지 떡의 종류 중 설기떡은 떡의 쪄(포개어진 물건의 하나하나의 층)를 만들지 않고 한 덩어리가 되게 찌는 시루떡의 한 종류로 삼국시대부터 내려온 음식이다. 우리나라에서는 고려 시대 이색이 『목은집』에 「영설고(詠雪餠)」라는 시에서 설기떡을 절찬하였다. 이로 보아 전통적인 설기떡이 이미 고려 시대에 완전히 뿌리를 내리고 있었음을 짐작할 수 있으며 삼국 시대부터 만들어 먹다가 일본에 전해 준 것으로 보인다(7).

중국과 일본의 문헌에도 비슷한 떡이 나온다. 중국에서는 곡물 가루를 그대로 시루에 찌낸 것을 ‘고(餠)’라 하며 13세기 남송에서 나온 『무림구사(武林舊事)』에는 19종의 고 가운데 ‘설고(雪餠)’가 있으며, 일본의 『화한삼재도회(和漢三才圖會)』(1712년)에는 ‘백설고(白雪餠)’가 나온다(8).

설기떡에는 불린 콩을 섞어서 찐 콩설기와 쭈을 버무려 찐 쭈설기, 무를 채쳐서 섞은 무설기, 밤·대추·꽃감 등을 섞은 잡과 설기, 여러 가지 색이 들어간 가루만 찌낸 무지개 떡 등이 있다. 특히, 예부터 아기가 태어나 백일이 되거나 첫 돌때는 백설기를 만들어 친척이나 이웃들에게 나누어 주며 아기의 무병장수를 기원하는 등 우리 민족의 세시풍습과도 밀접한 관련이 있다(9).

한편, 당근은 뿌리 단면 색상에 따라 black carrot, orange carrot, purple carrot, rainbow carrot 등으로 분류되며, 우리나라에서는 주로 주황색의 orange carrot이 재배되고 있지만 최근에는 검은 보라색을 띄는 자색당근(black carrot)도 재배된다(10). 자색당근은 10세기부터 중앙아시아 (아프가니스탄, 파키스탄, 이란) 부근에서 재배되었으며, 크기는 10 cm ~ 20 cm 정도이며 우리나라에서는 경기 남부 지역에서

주로 재배한다(11).

자색당근은 대사증후군 및 비만조절, 혈중 당 감소 등에 영향을 미친다(12). 주황색 당근은 식이섬유, 카로티노이드 등 다양한 영양소를 함유하고 있고 자색당근은 다량의 안토시아닌을 추가적으로 함유하고 있어 더 우수하다고 볼 수 있다(13). 또한, 자색당근은 cyanidin계 안토시아닌의 함량이 높고 주황색 당근보다 플라보노이드가 11배 이상 높으며 폴리페놀도 12배 높게 나타났다고 보고되었다(14).

안토시아닌은 그리스어로 꽃을 의미하는 anthos와 청색을 의미하는 kianos에서 유래된 말로 화청소라 불리기도 하며 식물체에서 적색, 자색 및 청색을 내는 페놀성 화합물의 플라보노이드에 속하는 수용성 색소로 자연계에는 다양한 종류와 많은 양이 존재한다고 알려져 있다(15). 과일과 채소에 풍부한 안토시아닌은 생체 내에서 다양한 생리활성을 나타내는데(16) 항산화 작용뿐만이 아니라 항염(anti-inflammatory) 및 항당뇨(antidiabetes), 항돌연변이(antimutagenic), 항알레르기(antiallergic) 등의 작용을 하는 것으로 보고되어 있다(17). 특히 자색당근의 안토시아닌은 다른 식물의 안토시아닌보다 광선과 열, pH에 안정적인 것으로 알려져 있다(18,19,20,21).

자색당근을 활용한 식품과 관련된 선행연구로는 자색당근을 첨가한 돈육 햄버거 패티(11), 자색당근을 첨가한 뿌리차(22), 자색당근을 첨가한 발효유(23), 자색당근 착즙액 첨가 젤리(24) 등이 있다.

자색당근을 이용한 식품의 개발 및 조리가공에 관한 연구로는 위와 같이 쿠키 및 젤리, 푸딩 등 주로 서구식 음식에만 치중되는 실정이며 자색당근 분말을 원료로 이용하고자 하는 연구만 있을 뿐 전통 식품과 결합한 형태에 관한 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 자색당근 분말의 함량을 다양하게 하여(0%, 3%, 6%, 9%, 12%) 제조한 설기떡의 pH, 수분 함량, 당도, 색도 및 항산화능 분석을 통해 자색당근을 이용한 설기떡 제조의 기초자료로 활용하고자 한다.

## 제 2 장 실험 재료 및 방법

### 제1절 자색당근 분말의 이화학적 특성

#### 1. 수분 함량, pH 및 당도 측정

자색당근 분말의 분석은 AOAC(Association of Official Analytical Chemists)법 (25)에 따라 수분함량은 105℃ 상압가열건조법으로 측정하였고, pH는 pH 미터 (meter) (InoLab pH 720, WTW, Weilheim, Germany)를 이용하여 측정하였으며, 당도는 굴절당도계(Rx-5000, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

#### 2. 색도 측정

자색당근 분말은 색차계(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 색도를 측정하였다. 색도는 L(lightness)값, a(redness/greenness)값, b(yellowness/bluenss)값을 측정하였다. 사용된 표준 색판으로는 백판(L 값 89.39, a 값 -0.13, b 값 -0.09)을 사용하였다.

#### 3. 통계처리

본 실험에서의 분석 결과는 SPSS 17.0 P/C package(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계 분석하였으며 3회 반복 측정한 평균값±평균 오차로 표시하였고 *Student's t-test*를 실시해 유의성 검정을 하였다.

## 제2절 자색당근 에탄올 추출물의 항산화 효과 측정

### 1. 자색당근 분말 에탄올 추출

자색당근 분말 100 g당 80% ethanol 1,500 mL을 첨가한 다음 환류 냉각관이 부착된 65°C의 Heating mantle (Mtops ms-265, Seoul, Korea)를 이용하여 3시간씩 3회 추출한 후 Whatman filter paper (No. 2)로 여과하였으며, 그 다음 이 여액을 40°C 수욕 상에서 rotary vacuum evaporator (EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, Japan)를 이용하여 용매를 제거하고 감압·농축한 다음 동결 건조하여 추출 수율을 구하였다. 시료가 산화되는 것을 방지하기 위해서 -70°C에 냉동 보관하였다.

### 2. 총 polyphenol, 총 flavonoid 및 anthocyanin 함량 측정

자색당근 분말 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량은 Folin-Denis법(26)에 따라 측정하였다. Test tube에 자색당근 에탄올 추출물을 각각 0.2 mL와 Folin reagent 0.2 mL을 넣어 실온에서 3분간 반응시켰다. 그 다음 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.4 mL을 첨가하여, 이를 혼합한 후에는 40분간 암소에 넣어 반응시켰다. UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid를 표준물질로 이용하여 최종농도 0, 6.25, 12.5, 25, 50, 100 µg/mL가 되도록 작성하였으며, 이 검량곡선을 통해 시료 중의 총 polyphenol 함량을 구했다.

자색당근 분말 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량은 Davis법(27)을 변형한 방법을 따라 측정하였다. 자색당근 분말 에탄올 추출물 0.5 mL에 diethylene glycol 0.5 mL을 첨가한 다음 1N NaOH 10 µL을 넣고 37°C water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)로 420 nm에

서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 quercetin을 이용하여 최종농도 0, 6.25, 12.5, 25, 50, 100  $\mu\text{g/mL}$ 가 되도록 작성하였으며, 이 검량곡선으로부터 시료중의 총 flavonoid 함량을 구했다.

자색 당근 분말의 Anthocyanin 함량은 Jang 등(28)의 방법을 변형하여 측정하였다. 자색 당근 분말 3 g을 추출 용매(EtOH : H<sub>2</sub>O : HCl = 85 : 13 : 2) 60 mL에 넣은 후, 호일로 겉을 싸서 150 rpm으로 상온에서 60분간 진탕하였다. 추출액을 Whatman filter paper(No. 2)로 여과하여 암소에서 60분간 방치한 후 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)로 530 nm에서 흡광도를 측정하였다. Anthocyanin 함량은 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Anthocyanin content (mg/mL)} = \text{O.D.} \times \text{희석배수} / 65.1(\text{흡광계수})$$

### 3. DPPH radical 소거능 측정

자색당근 분말 에탄올 추출물의 DPPH(2,2-diphenyl - 1-picrylhydrazyl) radical 소거능은 Blois의 방법(29)에 준하여 측정하였다. 자색당근 분말 에탄올 추출물 0.1 mL과 0.2 mM DPPH 0.9 mL를 잘 혼합하여 37°C에서 30분 동안 반응시켰다. 무침 가운은 시료 대신 에탄올을 넣어 반응시켰으며, 흡광도는 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용해 595 nm에서 측정하였다. DPPH radical 소거능은 다음과 같이 계산하여 백분율로 나타내었다.

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

## 4. ABTS radical 소거능 측정

자색당근 분말 에탄올 추출물의 ABTS(2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical 소거능은 Re 등(30)의 방법을 응용하여 측정하였다. 7 mM ABTS 용액과 2.4 mM potassium persulfate 용액을 제조하여 동일한 비율로 혼합하여 ABTS radical 양이온(ABTS<sup>+</sup>)의 생성을 위해 암소에서 24시간 동안 반응시켰다. 그 다음 ABTS<sup>+</sup> 용액을 0.7~1.0±0.02의 흡광도가 나타날 때까지 734 nm에서 에탄올로 희석하였다. 자색당근 분말 에탄올 추출물 0.1 mL와 ABTS<sup>+</sup> 용액 0.9 mL를 잘 혼합하여 37°C에서 30분 동안 반응시켰다. 무첨가군은 시료 대신 에탄올을 넣어 반응시켰으며, 흡광도는 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용해 734 nm에서 측정하였다. ABTS radical 소거능은 다음과 같이 계산하여 백분율로 나타내었다.

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

## 5. 통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용하여 통계 분석하였다. 실험 군당 평균±표준오차로 표시하였으며, 세 집단 이상의 평균치 분석은 일원 배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 통계적 유의성 검정은  $p < 0.05$  수준에서 Tukey's test를 이용하여 상호 검정(Post-Hoc test)하였으며, 두 집단 간 통계적 유의성 검정은 Student's *t*-test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

## 제3절 쌀가루의 이화학적 특성

### 1. 수분 함량 및 pH 측정

쌀가루의 분석은 AOAC법(25)에 따라 수분함량은 105℃ 상압가열건조법으로 측정하였고, pH는 pH 미터(meter) (InoLab pH 720, WTW, Weilheim, Germany)를 이용하여 측정하였다.

### 2. 색도 측정

쌀가루는 색차계(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 색도를 측정하였다. 색도는 L(lightness)값, a(redness/greenness)값, b(yellowness/bluenss)값을 측정하였다. 사용된 표준 색판으로는 백판(L 값 89.39, a 값 -0.13, b 값 -0.09)을 사용하였다.

### 3. 통계처리

본 실험에서의 분석 결과는 SPSS 17.0 P/C package(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분석하였으며, 3회 반복 측정한 평균값±평균 오차로 표시하였다.

## 제4절 자색당근 설기떡의 외관관찰

외관 관찰은 휴대폰 카메라(Samsung Galaxy S9+, Korea)를 이용하여 설기떡의 외관을 플래시가 터지지 않도록 하여 하늘색 배경의 색상지에 올려놓고 촬영하였다.

## 제5절 자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 품질특성 및 항산화 효과 측정

### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 자색당근 분말은 Fig. 1과 같으며, 2020년 온라인에서 신선약 초제품(바른 에프엔비 Korea)을 구매하여 사용하였고, 쌀은 품질인증미(이천 2019년산, 임금님표 이천쌀)를 사용하였으며, 설탕(Samyang Corporation, Ulsan, Korea), 소금(Haepyo, Jeongeup, Korea)을 사용하여 설기떡을 제조하였다.



Fig. 1. A photograph of black carrot and black carrot powder

## 2. 쌀가루의 제조

설기떡 제조에 사용한 쌀은 3회 수세한 후 상온에서 8시간 불린 다음 체에 건져서 1시간 동안 수분을 빼고 Roller mill(켓싱로라, 덕산기계, 한국)을 이용하여 2회 체분하였다. 그리고 다시 20 Mesh체(20 스탠다드 메쉬, 청계상공사, 한국)에 2회 내려서 사용하였다.

## 3. 설기떡의 제조 방법

자색당근 분말 설기떡의 재료는 Table 1과 같으며, 제조공정은 Fig. 2과 같은 공정으로 제조하였다. 쌀가루, 자색당근 분말, 소금(5 g), 물(75 g)을 혼합하여 20 mesh체에 1번 내리고, 설탕(50 g)을 첨가하여 다시 20 mesh체에 내렸다. 자색당근 분말은 쌀가루(500 g)에 대하여 0, 3, 6, 9, 12%의 비율로 첨가하였다. 예비실험을 통하여 제조 비율 및 방법을 결정한 기준으로 자색당근 분말 첨가군에 동일하게 적용하였다. 재료의 혼합과 시간은 대조군과 자색당근 분말 첨가군에 동일하게 적용하였다. 혼합된 시료는 스테인레스 재질의 찜솥에 2 L의 물을 붓고 끓이다가 증기가 올라오면 불을 줄이고 스팀사각 찜기(Steamer)에 사각 실리콘 푸드메쉬를 깔고 크기가 일정한 사각틀(24 cm × 24 cm, 높이 4 cm)에, 혼합한 재료를 넣은 후 2 cm 높이로 쌀가루를 넣고 표면을 편평하게 고른 후, 가로 5 cm × 세로 5 cm 칼금을 그었다. 뚜껑을 덮어 20분간 센 불에서 찌고, 불을 끈 뒤 5분간 뜸을 들였다. 제조된 설기떡은 실온에서 3시간 동안 식힌 후 각종 분석 및 시료로 사용하였다.

**Table 1. Formulas for preparation of *Sulgidduk* with black carrot powder**

Ingredients (g)	Black carrot powder (%)				
	Control <sup>1)</sup>	3	6	9	12
Black carrot powder	0	15	30	45	60
Rice flour	500	485	470	455	440
Water	75	75	75	75	75
Sugar	50	50	50	50	50
Salt	5	5	5	5	5

<sup>1)</sup>Control: *Sulgidduk* added with 0% black carrot powder.

3: *Sulgidduk* added with 3% black carrot powder (w/w).

6: *Sulgidduk* added with 6% black carrot powder (w/w).

9: *Sulgidduk* added with 9% black carrot powder (w/w).

12: *Sulgidduk* added with 12% black carrot powder (w/w).



Fig. 2. Processing flow chart for *Sulgidduk* with black carrot powder

#### 4. 자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 에탄올 추출 시료액 조제

자색당근 분말 첨가 설기떡은 100 g당 80% 에탄올 1,500 mL을 첨가한 다음 환류 냉각관이 부착된 65 °C의 Heating mantle (Mtops ms-265, Seoul, Korea)를 이용하여 3시간씩 3회 추출한 후 Whatman filter paper (No. 2)로 여과하였으며, 그 다음 이 여액을 40 °C 수욕 상에서 rotary vacuum evaporator (EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, Japan)를 이용하여 용매를 제거하고 감압·농축한 다음 시료가 산화되는 것을 방지하기 위해서 -70 °C에 냉동 보관하였다.

#### 5. 설기떡의 품질특성 및 항산화 효과 측정

##### 가. 설기떡의 수분 함량, pH 및 당도 측정

자색당근 분말 첨가 설기떡의 분석은 AOAC(25)법에 따라 수분함량은 105°C 상압가열건조법으로 측정하였고, pH는 pH 미터(meter) (InoLab pH 720, WTW, Weilheim, Germany)를 이용하여 측정하였으며, 당도는 굴절당도계(Rx-5000, Atago Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다.

##### 나. 설기떡의 색도 측정

자색당근 분말 첨가 설기떡은 색차계(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 색도를 측정하였다. 색도는 L(lightness)값, a(redness/greenness)값, b(yellowness/blueness)값을 측정하였다. 사용된 표준 색판으로는 백판(L 값 89.39, a 값 -0.13, b 값 -0.09)을 사용하였다.

## 다. 설기떡의 조직특성 측정

자색당근 분말 첨가 설기떡의 시료를 가로×세로×높이를 각각 1×1×1 cm가 되도록 절단한 다음 조직감 특성을 측정하기 위해 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 Mastication test 및 Shear force, cutting test를 실시하였고 경도(Hardness), 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 씹힘성(Chewiness) 및 깨짐성(Fracturability)을 측정하였다.

사용 프로그램은 R.D.S(Rheology Data System) Ver 2.01을 이용하여 실시하였다. Table Speed는 110 mm/min, Graph Interval은 20 mm/sec, Load cell(max)는 10 kg의 조건으로 하였다. 한 처리구 당 3개의 시료를 택하여 각각 3회 반복 측정하여 평균치로 나타내었다.

## 라. 설기떡의 총 polyphenol, 총 flavonoid 및 anthocyanin 함량 측정

자색당근 분말 첨가 설기떡의 에탄올 추출물의 총 polyphenol, 총 flavonoid 및 anthocyanin 함량 측정은 자색당근 분말 추출물의 총 polyphenol(26), 총 flavonoid(27) 및 anthocyanin(28) 함량 측정 실험방법과 동일하게 실행하였다.

## 마. 설기떡의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능 측정

자색당근 분말 첨가 설기떡의 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능 측정은 자색당근 분말 추출물의 DPPH(29) 및 ABTS(30) radical 소거능 측정 실험방법과 동일하게 실행하였다.

## 6. 통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 기계적, 이화학적 검사의 측정 결과는 SPSS (Statistical Package for Social Science)로 통계 분석하여 처리하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 다음 Duncan의 다중검정 방법을 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 상호 검정하였다.

## 제 3 장 실험결과 및 고찰

### 제1절 자색당근 분말의 이화학적 특성

#### 1. 수분 함량, pH 및 당도

자색당근 분말의 수분 함량, pH 및 당도를 분석한 결과는 Table 2와 같다.

자색당근 분말의 수분 함량은  $2.45 \pm 0.09\%$ 로 나타났으며, pH는  $5.02 \pm 0.07$  였고, 당도는  $7.37 \pm 0.06$  °Brix로 나타났다.

Table 2. Moisture content, pH and °Brix of back carrot powder

Sample	Moisture(%)	pH	°Brix
Black carrot powder	$2.45 \pm 0.09^{1)}$	$5.02 \pm 0.07$	$7.37 \pm 0.06$

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

## 2. 색도

자색당근 분말의 색도 측정 결과는 Table 3과 같다.

명도를 나타내는 L값(Lightness)은  $23.47 \pm 0.32$ , 적색도를 나타내는 a값(Redness)은  $10.13 \pm 0.51$ , 황색도를 나타내는 b값(Yellowness)은  $3.86 \pm 0.67$ 로 측정되었다.

Table 3. Hunter's color value of black carrot powder

Sample	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
Black carrot powder	$23.47 \pm 0.09^{1)}$	$10.13 \pm 0.51$	$3.86 \pm 0.67$

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

## 제2절 자색당근 에탄올 추출물의 항산화 효과

### 1. 총 polyphenol, 총 flavonoid 및 anthocyanin 함량

자색당근 분말 에탄올 추출물의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 안토시아닌 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다.

자색당근 분말의 총 폴리페놀 함량은  $182.07 \pm 3.48$  mg GAE/g이며, 총 플라보노이드 함량은  $25.52 \pm 3.56$  mg QE/g, anthocyanin 함량은  $9.44 \pm 0.14$  mg/g 으로 나타났다.

**Table 4. Total polyphenol, total flavonoid and total anthocyanin compounds contents in ethanol extract of black carrot powder**

Sample	Total polyphenol (mg GAE <sup>1</sup> /g )	Total flavonoid (mg QE <sup>2</sup> /g )	Total anthocyanin compounds (mg/g)
<b>Black carrot powder</b>	$182.07 \pm 3.48^{3)}$	$25.52 \pm 3.56$	$9.44 \pm 0.14$

1) GAE: Gallic acid equivalent

2) QE: Quercetin equivalent

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

## 2. DPPH radical 소거능

자색당근 분말 추출물 농도에 따른 항산화 활성을 비교하기 위하여 DPPH radical 소거능을 측정한 결과는 Table 5에 나타내었다. DPPH radical 소거능은 4,000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  자색당근 분말 추출물 농도에서 67.76%, 2,000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 44.34%, 1,000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 26.29%, 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 15.38%로 자색당근 분말 추출물 농도가 증가할수록 DPPH radical 소거능도 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). DPPH radical 소거능 측정 결과를  $\text{IC}_{50}$  값으로 나타낸 결과 2,656.40  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도를 나타내었다. 이러한 결과는 같은 농도(1,000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )에서 측정한 합성항산화제 혹은 천연 항산화제를 첨가하여 측정한 시료에 비해서는 항산화 활성이 떨어지는 것으로 나타났다.

Table 5. DPPH radical scavenging activity of ethanol extracts of black carrot powder

Sample	Concentration (µg/mL)	DPPH radical scavenging activity (%)	IC <sub>50</sub> <sup>1)</sup> (µg/mL)
Black carrot	4,000	67.76±0.23 <sup>4)c5)</sup>	2,656.40
	2,000	44.34±0.31 <sup>d</sup>	
	1,000	26.29±0.23 <sup>eC6)</sup>	
	500	15.38±0.23 <sup>f</sup>	
BHA <sup>2)</sup>	1,000	73.26±0.21 <sup>bB</sup>	
BHT <sup>3)</sup>	1,000	73.96±0.58 <sup>bB</sup>	
Ascorbic acid	1,000	85.42±0.29 <sup>aA</sup>	

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

2) BHA: butylated hydroxyanisole

3) BHT: butylated hydroxytoluene

4) All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations

5) a-f Means with the different letters within the same column are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test

6) A-C Values with different letters in the same concentration are significantly different at p<0.05

### 3. ABTS radical 소거능

ABTS를 이용한 자색당근 분말 에탄올 추출물의 radical 소거능의 결과는 Table 6과 같다.

ABTS radical 소거능은 1,000  $\mu\text{g/mL}$  자색당근 분말 추출물 농도에서 81.60%, 500  $\mu\text{g/mL}$ 에서 54.69%, 250  $\mu\text{g/mL}$ 에서 34.55%, 125  $\mu\text{g/mL}$ 에서 23.19%로 자색당근 분말 추출물 농도가 증가할수록 ABTS radical 소거능도 유의적으로 증가하는 것으로 확인되었다( $p < 0.05$ ). ABTS radical를 50% 제거하는 자색당근 분말 추출물의 농도( $\text{IC}_{50}$ )는 491.629  $\mu\text{g/mL}$ 를 나타내었다. ABTS radical 소거능은 같은 농도 (1,000  $\mu\text{g/mL}$ )에서 측정된 합성항산화제와 자색당근 분말 추출물과는 차이가 없었으나, 천연 항산화제인 비타민 C에 비해서는 항산화 효과가 낮은 것으로 나타났다.

Table 6. ABTS radical scavenging activity of ethanol extracts of black carrot powder

Sample	Concentration (µg/mL)	ABTS radical scavenging activity (%)	IC <sub>50</sub> <sup>1)</sup> (µg/mL)
Black carrot	1,000	81.60±4.59 <sup>4)a5)B6)</sup>	491.63
	500	54.69±6.06 <sup>b</sup>	
	250	34.55±9.86 <sup>c</sup>	
	125	23.19±8.90 <sup>d</sup>	
BHA <sup>2)</sup>	1,000	84.45±5.58 <sup>aB</sup>	
BHT <sup>3)</sup>	1,000	83.97±3.28 <sup>bB</sup>	
Ascorbic acid	1,000	89.31±5.49 <sup>cA</sup>	

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

2) BHA: butylated hydroxyanisole

3) BHT: butylated hydroxytoluene

4) All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations

5) a-f Means with the different letters within the same column are significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

6) A-B Values with different letters in the same concentration are significantly different at p < 0.05

### 제3절 쌀가루의 이화학적 특성

#### 1. 수분 함량 및 pH

쌀가루의 수분 함량과 pH를 측정한 결과는 Table 7과 같다.

쌀가루의 수분 함량은  $30.45 \pm 0.14\%$ 로 나타났으며, pH는  $6.50 \pm 0.02$ 로 나타났다.

**Table 7. Moisture content and pH of non-glutinous rice powder**

Sample	Moisture(%)	pH
Rice powder	$30.45 \pm 0.14$	$6.50 \pm 0.02$

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

#### 2. 색도

쌀가루의 색도 측정 결과는 Table 8과 같다.

명도를 나타내는 L값(Lightness)은  $65.55 \pm 0.12$ , 적색도를 나타내는 a값(Redness)은  $-1.39 \pm 0.03$ , 황색도를 나타내는 b값(Yellowness)은  $1.54 \pm 0.04$ 로 나타났다.

**Table 8. Color values of Non-glutinous rice powder**

Sample	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
Rice powder	$65.55 \pm 0.12^{1)}$	$-1.39 \pm 0.03$	$1.54 \pm 0.04$

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

### 제4절 자색당근 설기떡의 외관 관찰

자색당근 분말 첨가 농도를 달리하여 제조한 설기떡의 요리 전과 후를 촬영한 사진은 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서 보는 바와 같이, 자색당근의 첨가 농도가 증가함에 따라 설기떡의 자주색 빛이 증가하고, 진해지는 것을 확인하였다. 또한 설기떡을 요리하기 전보다 후에 색이 더 짙어진 것을 확인할 수 있었다.

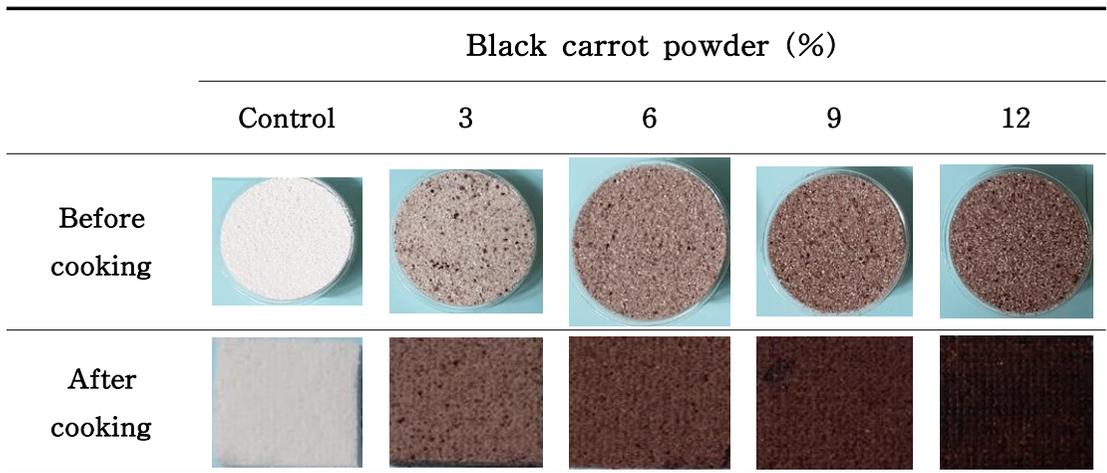


Fig. 3. A photograph of *Sulgidduk* added with different amounts of black carrot powder.

## 제5절 자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 품질특성 및 항산화 효과

### 1. 설기떡의 수분 함량, pH 및 당도

자색당근 분말 첨가량을 달리하여 제조한 자색당근 설기떡의 수분함량, pH 및 당도를 분석한 결과는 Table 9와 같다.

자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 수분함량은  $25.84 \pm 0.86 \sim 35.60 \pm 0.60\%$ 의 범위를 나타냈으며, 자색당근 분말을 첨가하지 않는 대조군에서 수분 함량이  $35.60 \pm 0.60\%$ 로 가장 높았으며, 자색당근 분말 12%를 첨가한 설기떡이  $25.84 \pm 0.86\%$ 로 가장 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 실험에 사용된 쌀가루의 수분 함량( $30.45 \pm 0.14\%$ )에 비해 자색당근분말의 수분함량( $2.45 \pm 0.09\%$ )이 낮기 때문인 것으로 판단된다. 이러한 결과는 자색고구마를 첨가한 설기떡(31)와 자색양파분말을 첨가한 설기떡(32), 백년초를 첨가한 설기떡(33), 아로니아 분말 첨가량을 달리한 설기떡(34)의 수분함량 측정결과와 유사한 경향이였다.

자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 pH는 대조군이  $6.44 \pm 0.04$ 로 가장 높게 나타났으며, 자색당근 분말 3% 첨가 설기떡은  $5.84 \pm 0.01$ , 6% 첨가 설기떡은  $5.57 \pm 0.03$ , 9% 첨가 설기떡은  $5.22 \pm 0.03$ , 12% 첨가 설기떡은  $5.11 \pm 0.03$ 로 자색당근 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다. 이는 쌀가루의 pH가  $6.50 \pm 0.02$ 이고, 자색당근 분말의 pH는  $5.02 \pm 0.07$ 로 자색당근 분말의 pH가 쌀가루의 pH보다 낮아 자색당근 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 중화되어 점점 낮아지는 것으로 판단된다. 이 같은 결과는 아사이베리 분말을 첨가한 설기떡(35), 산수유 분말가루 첨가량에 따른 설기떡(36)의 연구에서 첨가량이 증가할수록 pH값이 유의적으로 감소한 결과와 유사하였다.

자색당근 분말을 첨가한 설기떡의 °Brix는 19.80±0.00~19.50±0.00의 범위를 나타냈으며, 자색당근 분말을 첨가하지 않는 대조군의 °Brix는 19.53±0.06으로 나타났다. 자색당근 분말의 첨가량이 증가할수록 °Brix는 증가하며 6% 첨가 설기떡은 19.57±0.06, 9% 첨가 설기떡은 19.67±0.06, 12% 첨가 설기떡은 19.80±0.00 가장 높게 나타났으며 이는 자색당근 분말안에 함유된 °Brix 농도 7.37.80±0.06에 의한 것으로 판단된다. 하지만 자색당근 분말이 3% 첨가된 설기떡의 °Brix는 19.50±0.00으로 감소하는 경향으로 분석되었다. 이와 같은 결과는 보리수즙을 첨가한 설기떡(37), 복분자 첨가 설기떡의 이화학적 품질특성 및 향산화성(38)의 연구 결과와 일치하는 경향이였다.

**Table 9. Moisture contents, pH, and °Brix values of *Sulgidduk* with different addition of black carrot powder**

Texture parameters	Black carrot powder (%)				
	Control	3	6	9	12
pH	6.44±0.04 <sup>1)a2)</sup>	5.84±0.01 <sup>b</sup>	5.57±0.03 <sup>c</sup>	5.22±0.03 <sup>d</sup>	5.11±0.03 <sup>e</sup>
Moisture (%)	35.60±0.60 <sup>1)a2)</sup>	35.23±0.74 <sup>a</sup>	34.20±0.35 <sup>ab</sup>	33.56±0.71 <sup>b</sup>	25.84±0.86 <sup>c</sup>
°Brix	19.53±0.06 <sup>1)c2)</sup>	19.50±0.00 <sup>c</sup>	19.57±0.06 <sup>bc</sup>	19.67±0.06 <sup>b</sup>	19.80±0.00 <sup>a</sup>

- 1) All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.
- 2) a-d Means in row with different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

## 2. 색도

자색당근 분말 첨가량을 달리하여 제조한 자색당근 설기떡의 색도 측정 결과는 Table 10과 같다.

명도를 나타내는 L값(Lightness)은 대조군이  $96.36 \pm 2.41$ 로 가장 높게 측정되었고, 첨가량이 3, 6, 9, 12%로 증가할수록  $50.15 \pm 0.50$ ,  $36.06 \pm 0.52$ ,  $30.84 \pm 0.11$ ,  $20.44 \pm 0.15$ 로 감소하는 경향을 보였다. 즉 설기떡의 색도는 자색당근 분말 첨가량이 높을수록 L값은 감소하는 경향으로 나타났다.

적색도를 나타내는 a값(Redness)의 경우는 대조군이 음의 값인  $-0.52 \pm 0.07$ 로 가장 낮았으며, 자색당근 분말을 첨가할수록 값은  $9.02 \pm 0.22 \sim 14.45 \pm 0.40$ 으로 유의적으로 높아졌다.

황색도를 나타내는 b값(Yellowness)은 적색도 a값(Redness)은 대조군이  $6.94 \pm 0.17$ 로 나타났으며 자색당근 첨가량이 3, 6, 9, 12%로 증가됨에 따라  $11.98 \pm 0.33$ ,  $9.81 \pm 0.49$ ,  $9.15 \pm 0.46$ ,  $4.60 \pm 0.32$ 로 점점 감소하는 형태로 분석되었다.

Table 10. Color values of *Sulgidduk* prepared with different addition of black carrot powder

Color values	Black carrot powder (%)				
	Control	3	6	9	12
<b>L</b>	96.36±2.41 <sup>1)a2)</sup>	50.15±0.50 <sup>b</sup>	36.06±0.52 <sup>c</sup>	30.84±0.11 <sup>d</sup>	20.44±0.15 <sup>e</sup>
<b>a</b>	-0.52±0.07 <sup>e</sup>	9.02±0.22 <sup>d</sup>	12.46±0.13 <sup>c</sup>	13.64±0.21 <sup>b</sup>	14.45±0.40 <sup>a</sup>
<b>b</b>	6.94±0.17 <sup>c</sup>	11.98±0.33 <sup>a</sup>	9.81±0.49 <sup>b</sup>	9.15±0.46 <sup>b</sup>	4.60±0.32 <sup>d</sup>

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

2) a-c Means in row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

### 3. 설기떡의 조직특성

자색당근 분말 첨가량을 달리한 설기떡의 Hardness(경도), Springiness(탄력성), Cohesiveness(응집성), Chewiness(씹힘성), Fracturability(깨짐성)의 항목에 관해 조직감을 측정된 결과는 Table 11과 같다.

Hardness(경도) 측정 결과 자색당근 분말 12% 첨가 설기떡은 경도가  $3,165.92 \pm 210.03 \text{ kg/cm}^2$ 로 가장 높았고, 그 다음으로 자색당근 분말 9% 첨가 설기떡은  $2,789.23 \pm 190.61 \text{ kg/cm}^2$ , 6% 첨가 설기떡은  $2,761.29 \pm 120.12 \text{ kg/cm}^2$ , 자색당근 분말 3% 첨가 설기떡은  $2,640.04 \pm 153.45 \text{ kg/cm}^2$ 로 측정되었고, 대조군은  $2,318.70 \pm 175.20 \text{ kg/cm}^2$ 로 가장 낮게 측정되었다.

Springiness(탄력성) 측정 결과 대조군은  $83.42 \pm 1.96$ 으로 가장 높게 측정되었으며 자색당근 분말 3% 첨가 설기떡은  $83.29 \pm 4.13 \%$ 로 대조군 다음으로 높았고, 그 다음으로 자색당근 분말 6% 첨가 설기떡은  $73.74 \pm 3.20 \%$ , 자색당근 분말 9% 첨가 설기떡은  $66.40 \pm 2.99 \%$ , 자색당근 분말 12% 첨가 설기떡은  $56.47 \pm 1.96 \%$ 로 가장 낮게 측정되었다.

Cohesiveness(응집성) 측정 결과 대조군은  $74.28 \pm 2.28 \%$ 로 나타났으며, 자색당근 분말 3% 첨가 설기떡은  $75.22 \pm 3.79 \%$ , 자색당근 분말 6% 첨가 설기떡은  $65.97 \pm 2.72 \%$ , 자색당근 분말 9% 첨가 설기떡은  $65.72 \pm 4.16 \%$ , 자색당근 분말 12% 첨가 설기떡은  $58.75 \pm 2.07 \%$ 로 가장 낮게 측정되었다.

Chewiness(씹힘성) 측정 결과 자색당근 분말 12% 첨가 설기떡은  $1,041.41 \pm 71.62 \text{ g}$ 으로 가장 높았고, 그 다음으로 자색당근 분말 9% 첨가 설기떡은  $902.73 \pm 27.77 \text{ g}$ , 자색당근 분말 6% 첨가 설기떡은  $738.40 \pm 30.51 \text{ g}$ , 자색당근 분말 3% 첨가 설기떡은  $652.45 \pm 19.23 \text{ g}$ 로 나타났으며, 대조군은  $463.87 \pm 13.96 \text{ g}$ 으로 가장 낮게 측정되었다.

Fracturability(깨짐성) 측정 결과 대조군에  $85.86 \pm 4.89 \text{ kg}$ 로 가장 높았고, 그 다음으로 자색당근 함량 3%에서  $83.89 \pm 6.78 \text{ kg}$ , 자색당근 분말 6% 첨가 설기떡은

52.67±2.32 kg, 자색당근 분말 9% 첨가 설기떡은 45.27±1.90 kg로 나타났으며, 자색당근 분말 12% 첨가 설기떡은 36.90±1.14 kg로 낮게 측정되었다. 5가지 조직감 측정결과 자색당근 첨가량이 증가함에 따라 시료 간에 유의적인 차이를 나타내었다.

**Table 11. Texture characteristics of *Sulgidduk* added with different amounts of black carrot powder**

Texture parameters	Black carrot powder (%)				
	Control	3	6	9	12
<b>Hrdness</b> (kg/cm <sup>2</sup> )	2,318.70 ±175.20 <sup>1)c2)</sup>	2,640.04 ±159.45 <sup>b</sup>	2,761.29 ±120.12 <sup>b</sup>	2,789.23 ±190.61 <sup>b</sup>	3,165.92 ±210.03 <sup>a</sup>
<b>Springiness</b> (%)	83.42 ±1.96 <sup>a</sup>	83.29 ±4.13 <sup>a</sup>	73.74 ±3.20 <sup>b</sup>	66.40 ±2.99 <sup>c</sup>	56.47 ±1.96 <sup>d</sup>
<b>Cohesiveness</b> (%)	74.28 ±2.82 <sup>a</sup>	75.22 ±3.79 <sup>a</sup>	65.97 ±2.72 <sup>b</sup>	65.72 ±4.16 <sup>b</sup>	58.75 ±2.07 <sup>c</sup>
<b>Chewiness</b> (g)	463.87 ±13.96 <sup>c</sup>	652.45 ±19.23 <sup>d</sup>	738.40 ±30.51 <sup>c</sup>	902.73 ±27.77 <sup>b</sup>	1,041.41 ±71.62 <sup>a</sup>
<b>Fracturability</b> (kg)	85.86 ±4.89 <sup>a</sup>	83.89 ±6.78 <sup>a</sup>	52.67 ±2.32 <sup>b</sup>	45.27 ±1.90 <sup>c</sup>	36.90 ±1.14 <sup>d</sup>

1) All values are expressed as mean±SE of five determinations.

2) a-d Means in row with different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

#### 4. 설기떡의 총 polyphenol, 총 flavonoid 및 anthocyanin 함량

자색당근 분말 첨가량을 달리하여 제조한 자색당근 설기떡의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 안토시아닌 함량을 측정된 결과는 Table 12, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6 과 같다.

총 polyphenol 함량 결과는 대조군은  $152.36 \pm 5.18$  mg GAE/g으로 가장 함량이 낮았으며, 자색당근 분말 3% 첨가 설기떡은  $179.86 \pm 3.16$  mg GAE/g, 자색당근 분말 6% 첨가 설기떡은  $188.06 \pm 6.91$  mg GAE/g, 자색당근 분말 9% 첨가 설기떡은  $203.80 \pm 2.42$  mg GAE/g, 자색당근 분말 12% 첨가 설기떡은  $213.26 \pm 7.21$  mg GAE/g으로 자색당근 분말의 첨가량이 증가할수록 총 polyphenol 함량은 증가함을 보였다.

총 flavonoid 함량 결과에서는 대조군은  $0.68 \pm 0.017$  mg QE/g의 함량을 보였으며, 자색당근 분말 3% 첨가 설기떡은  $1.38 \pm 0.03$  mg QE/g, 자색당근 분말 6% 첨가 설기떡은  $1.85 \pm 0.10$  mg QE/g, 자색당근 분말 9% 첨가 설기떡은  $3.06 \pm 0.07$  mg QE/g, 자색당근 분말 12% 첨가 설기떡은  $3.65 \pm 0.26$  mg QE/g으로 자색당근 분말의 첨가량이 증가할수록 총 flavonoid 함량은 증가함을 보였다.

총 anthocyanin 함량은 대조군은  $0.50 \pm 0.11$  mg /100 g의 함량을 보였으며, 자색당근 분말 3% 첨가 설기떡은  $1.12 \pm 0.02$  mg /100 g, 자색당근 분말 6% 첨가 설기떡은  $2.48 \pm 0.03$  mg /100 g, 자색당근 분말 9% 첨가 설기떡은  $3.59 \pm 0.03$  mg /100 g, 자색당근 분말 12% 첨가 설기떡은  $5.29 \pm 0.05$  mg /100 g으로 자색당근 분말의 첨가량이 증가할수록 총 anthocyanin 함량도 증가하는 경향을 나타내었다.

Table 12. Total polyphenol, total flavonoid and anthocyanine contents of *Sulgidduk* with different addition of black carrot powder

Black carrot powder (%)	Total polyphenol (mg GAE <sup>1)</sup> /g)	Total flavonoid (mg QE <sup>2)</sup> /g)	Anthocyanine (mg/ 100 g)
0	152.36±5.18 <sup>1)c2)</sup>	0.68±0.017 <sup>e</sup>	0.50±0.01 <sup>e</sup>
3	179.86±3.16 <sup>b</sup>	1.38±0.03 <sup>d</sup>	1.12±1.12 <sup>d</sup>
6	188.06±6.91 <sup>b</sup>	1.85±0.10 <sup>c</sup>	2.48±0.03 <sup>c</sup>
9	203.80±2.42 <sup>a</sup>	3.06±0.07 <sup>b</sup>	3.59±0.03 <sup>b</sup>
12	213.26±7.21 <sup>a</sup>	3.65±0.26 <sup>a</sup>	5.29±0.05 <sup>a</sup>

1) GAE: Gallic acid equivalent

2) QE: Quercetin equivalent

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

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

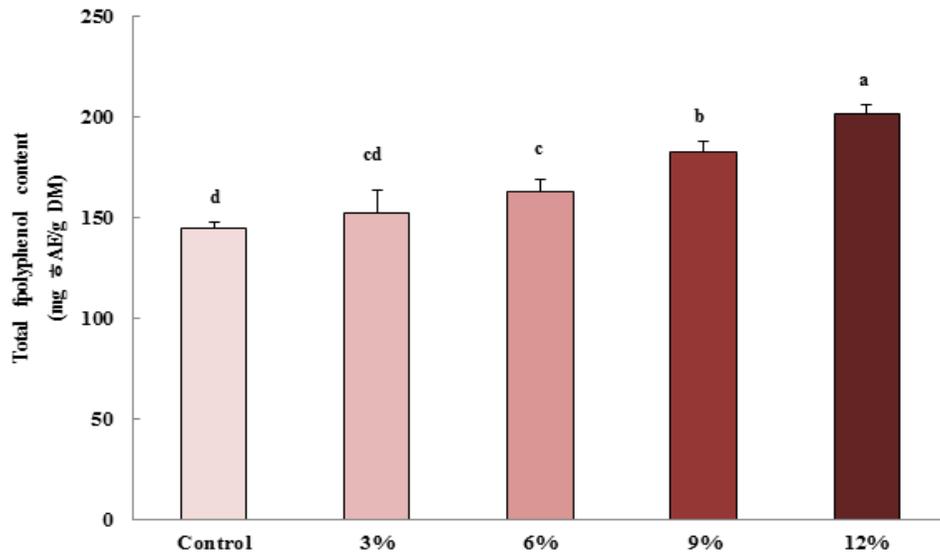
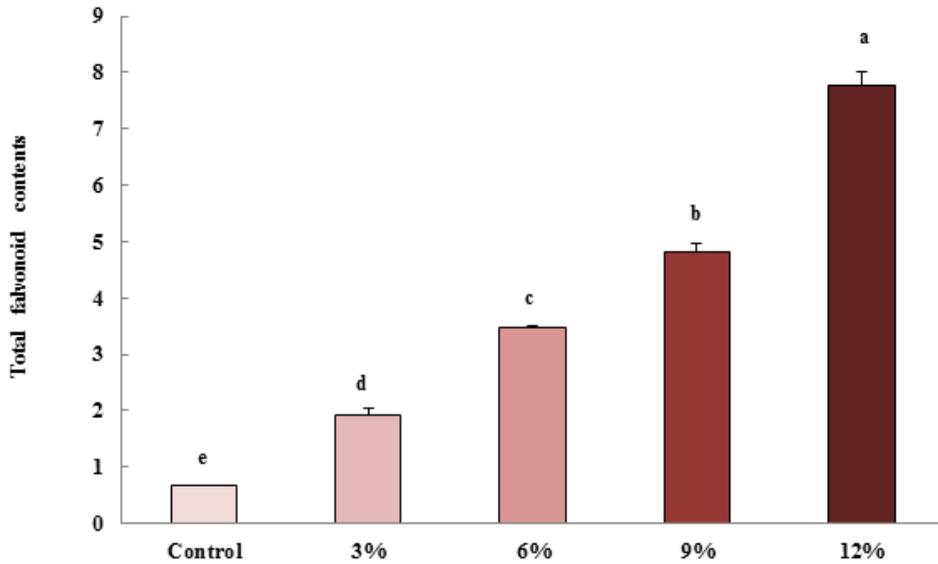
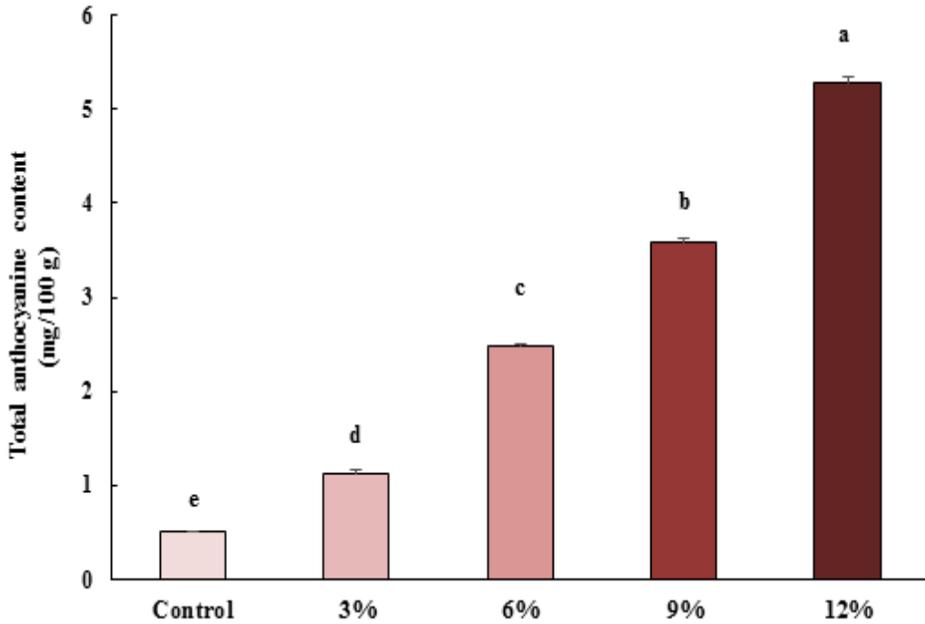


Fig. 4. Total polyphenol contents of *Sulgidduk* with different addition of **Black carrot powder**. All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations. a-d Means in row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.



**Fig. 5.** Total flavonoid contents of *Sulgidduk* with different addition of **Black carrot powder**. All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations. a-e Means in row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.



**Fig. 6.** Total anthocyanin compounds contents of *Sulgidduk* added with different amounts of black carrot extract powder. All values are expressed as mean $\pm$ SE of triplicate determinations. a-e Means in row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

## 5. 설기떡의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능

자색당근 분말 첨가량을 달리하여 제조한 자색당근 설기떡의 DPPH와 ABTS radical 소거능을 분석한 결과는 Table 13, Fig 7, Fig 8과 같다.

DPPH radical 소거 활성은 자색당근 분말을 첨가하지 않은 대조군에서  $3.15 \pm 1.93\%$ 로 나타났고, 자색당근 분말을 3%, 6%, 9% 및 12%까지 첨가한 설기떡에서는 DPPH radical 소거 활성이 각각  $15.29 \pm 0.50\%$ ,  $23.13 \pm 0.81\%$ ,  $32.40 \pm 0.40\%$  및  $37.43 \pm 0.98\%$ 로 점점 증가하였다.

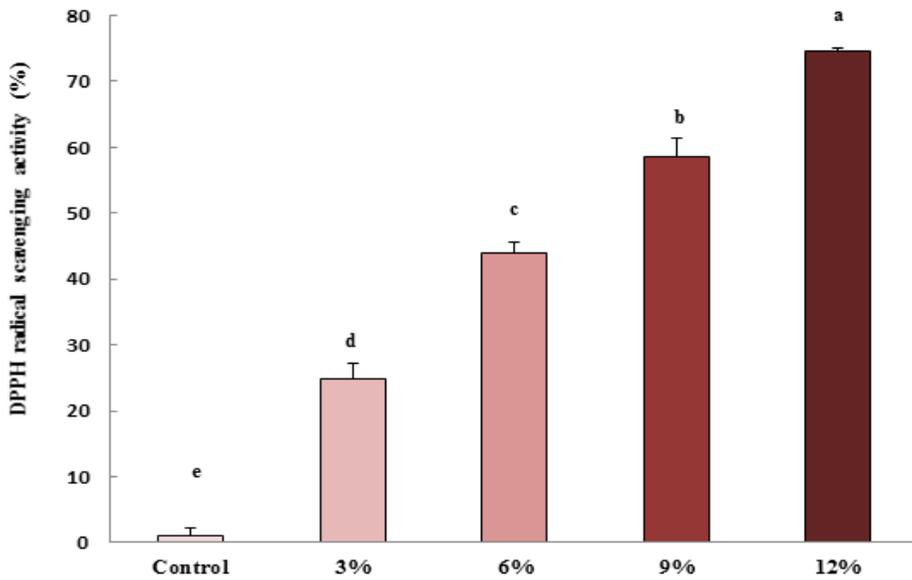
ABTS radical 소거 활성도 자색당근 분말 첨가량이 증가함에 따라 높게 나타났으며, DPPH radical 소거 활성과 비슷한 양상을 보였다. 자색당근 분말을 첨가하지 않은 설기떡의 ABTS radical 소거 활성은  $8.36 \pm 2.30\%$ 로 가장 낮은 값을 나타내었고, 자색당근 분말을 3%와 6%로 첨가하여 제조한 설기떡에서는 각각  $47.59 \pm 0.91\%$ 와  $67.85 \pm 2.94\%$ 의 ABTS radical 억제 활성을 나타냈다. 자색당근 분말 함량이 9%와 12%인 설기떡에서는 각각  $94.41 \pm 0.14\%$ ,  $94.65 \pm 0.09\%$ 의 ABTS radical 소거 활성을 보여 자색당근 분말의 첨가량에 비례하여 ABTS radical 소거 활성이 증가함을 확인하였다.

Table 13. DPPH and ABTS radical scavenging activities of *Sulgidduk* with different addition of black carrot powder

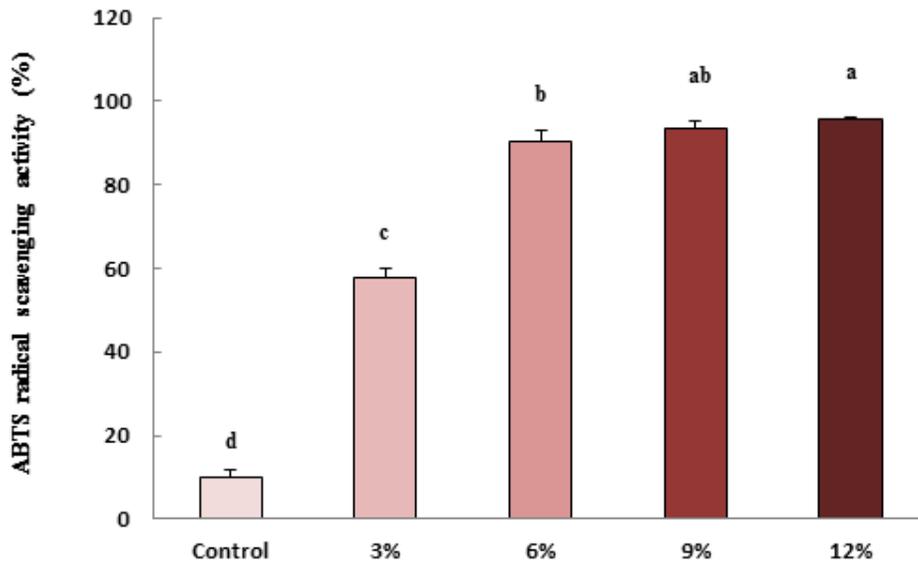
Black carrot powder (%)	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
0	3.15±1.93 <sup>1)e2)</sup>	8.36±2.30 <sup>d</sup>
3	15.29±0.50 <sup>d</sup>	47.59±0.91 <sup>c</sup>
6	23.13±0.81 <sup>c</sup>	67.85±2.94 <sup>b</sup>
9	32.40±0.40 <sup>b</sup>	94.41±0.14 <sup>a</sup>
12	37.43±0.98 <sup>a</sup>	94.65±0.09 <sup>a</sup>

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

2) a-b Means in row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.



**Fig. 7.** DPPH radical scavenging activity of *Sulgidduk* with different addition of Black carrot powder. All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations. a-e Means in row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.



**Fig. 8. ABTS radical scavenging activity of *Sulgidduk* with different addition of Black carrot powder.** All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations. a-d Means in row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

## 제4장 요약 및 결론

본 연구에서는 자색당근 분말의 품질특성과 더불어 자색당근 분말을 각기 다른 비율로 첨가하여 제조한 설기떡의 품질특성 및 항산화 효과를 분석하였다.

자색당근 분말의 품질특성은 수분 함량은  $2.45 \pm 0.09\%$ , pH는  $5.02 \pm 0.07$ , 당도는  $7.37 \pm 0.06$  °Brix로 나타났다. 색도 측정 결과는 L값(Lightness)  $23.74 \pm 0.09$ , a값(Redness)  $10.13 \pm 0.51$ , b값(Yellowness)  $3.86 \pm 0.67$ 로 나타났다.

자색당근 분말 추출물의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 안토시아닌 함량을 분석한 결과는 총 폴리페놀 함량은  $182.07 \pm 3.56$  mg GAE/g, 총 플라보노이드 함량은  $25.52 \pm 3.56$  mg QE/g, 안토시아닌 함량은  $9.44 \pm 0.14$  mg/g으로 나타났다. DPPH 및 ABTS radical 소거능을 측정한 결과는 자색당근 분말 추출물 첨가 농도에 따라 항산화 활성이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ).  $9.44 \pm 0.14$

자색당근 분말 첨가 설기떡의 pH값과 수분 함량은 자색당근 분말 첨가 농도가 높을수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ).

당도는 대조군, 3%에서 설기떡에서는 유의적 차이가 없었으나 9% 및 12% 첨가 설기떡에서는 유의적으로 증가하여( $p < 0.05$ ) 대체로 자색당근 분말 첨가 농도가 높을수록 증가하였다.

조직감 측정에서 경도 및 씹힘성은 자색당근 분말 첨가 농도가 높아질수록 증가하였으며, 탄력성 및 부서짐성은 감소하는 경향을 나타내었다. 응집성은 대조군에 비하여 6, 9 및 12% 첨가군에서 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ).

색도는 자색당근 분말 첨가 농도가 높아질수록 명도 L값 및 황색도 b값은 감소하였으며, 적색도 a값은 증가하였다.

총 polyphenol, 총 flavonoid 및 anthocyanin 함량은 자색당근 분말 첨가 농도에 비례하여 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). DPPH 및 ABTS radical 소거능을 측정한 결과도 자색당근 분말 첨가 농도에 따라 항산화 활성이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ).

이상의 연구결과의 자색당근 분말을 첨가한 설기떡은 품질특성 및 항산화 효능이 향상 되었으며, 자색 당근 설기떡 제조의 기초자료로 활용될 것이며, 자색당근 분말의 첨가는 설기떡의 항산화 효능을 증가시키므로 식품 개발 가능성이 높을 것으로 시료된다.

## 참 고 문 헌

1. Shin HG. 1997. The development of functional food and research trends. Food Sci Indus 30(1):2-13
2. Lee YE. 2005. Bioactive compounds in vegetables: Their role in the prevention of disease. Korean J Food Cookery Sci 21(3):380-398
3. 윤석서. 1985. 한국음식. 수학사. 18,383
4. Kim YS, OhSD, Kim HM. 2003. Investigation for recognition and consumption patterns of Korean rice cakes on students in women's colleges. J Health Sci & Med Technol 29(1):40-46
5. 윤숙자. 2002. 한국의 떡 한과 음청류, 지구문화사. pp71~79
6. 한복려. 1989. 떡과 과자. 대원사. p16
7. 한국학중앙연구원. 한국민족문화대백과 (<http://encykorea.aks.ac.kr>)
8. 한복진. 1998. 우리가 정말 알아야 할 우리음식 백가지. 현암사. p36
9. 이효지. 1988. 조선시대 떡분류의 분석적 고찰. 한국음식문화연구원. p15
10. Park SY, Kim AJ, Han MR. 2018. Quality characteristics of oat bread with wild carrot (*Daucus carota* L.) powder. J Korean Soc Food Cult 33(1):55-61
11. Ko YJ and Yoo SS. 2018. Effect of black carrot (*Daucus carota* L.) on the quality of pork hamburger patties. Korean J Food Nutr 31(3):345-354.

12. Kang HS, Kim MJ, Rho JO, Choi HI, Han MR, Myung JH, Kim AJ. 2017. Quality characteristics of care food (jelly) prepared with wild carrot (*Daucus carota* L.) juice. J Korean Diet Assoc 23(4):337-349.
13. Ko YJ and Yoo SS. 2018. Effect of black carrot (*Daucus carota* L.) on the quality of pork hamburger patties. Korean J Food Nutr 31(3):301-303.
14. Kim YJ. 2015. Preventive effect of purple carrot on colitic, obesity and colorectal cancer in C57BL/6J mice. MS thesis, Pusan National University, Korea.
15. Lee CH, Kim SB, Han DH. 1996. Anthocyanins in grapes. Natural Resour Res 4:81-92
16. Park EM. 2019. Physiological activities of red chinese cabbage and its applications to cookie and teokgalbi. Ph.D thesis, Chosun University, Korea.
17. Castaneda-Ovando A, Pacheco-Hernandez M, Paez-Hernandez M, Rodriguez JA, Galan-Vidal C. 2009. Chemical studies of anthocyanins: A review. Food Chem 113(4):859-871.
18. Hassellund SS, Flaa A, Kjeldsen SE, Seljeflot I, Karlsen A, Erlund I, Rostrup M. 2013. Effects of anthocyanins on cardiovascular risk factors and inflammation in pre-hypertensive men: A double-blind randomized placebo-controlled crossover study. J Hum Hypertens 27(2):100-106.
19. Kirca A, Özkan M, Cemeroglu B. 2007. Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins. Food Chem 101(1):212-218
20. Algarra M, Fernandes A, Mateus N, de Freitas V, Esteves dS, Casado J. 2014. Anthocyanin profile and antioxidant capacity of black carrots (*Daucus carota* L. ssp. sativus var. atropubens alef.) from cuevas bajas, Spain. J Food Comp Anal 33(1):71-76.

21. Khandare V, Walia S, Singh M, Kaur C. 2011. Black carrot (*Daucus carota* ssp. sativus) juice: Processing effects on antioxidant composition and color. *Food Bioprod Process* 89(4):482-486.
22. Park, Choi. 2017. The Antioxidant Content of Flower Tea by Drying Method in *Daucus carota* var. purple root. *Plant Resour Soc Kor* 09: 317.
23. Shin, Kang. 2015. Quality and sensory characteristics of fermented milk adding black carrot extracts fermented with *Aspergillus oryzae*. *Korean Soc Food Culture*. 30(3):370-376.
24. Nho HJ, Jang SY, Park JJ, Yun HS, Park SM. 2013. Browning prevention of black carrot extract and the quality characteristics of jelly supplemented with black carrot extract. *Korean J Food Culture* 28(3):293-302
25. AOAC. 1984. Official methods of analysis. 14th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC, USA, 878. solvent extracts from dried onion with different drying methods. *J Life Sci* 18: 1271-1277.
26. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Bio Chem* 12: 239-249.
27. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. Standard food analysis. Paju: Jigu-Moonwhasa. pp381-382.
28. Jang KI, Lee JH, Kim KY, Jeong HS, Lee HB. 2006. Quality of stored grape(*Vitis labruscana*) treated with ethylene-absorbent and activated charcoal. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 35:1237-1244.
29. Biois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1203.

30. 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 Radic Biol Med* 26:1231-1237.
31. Park YM, Kim MH. 2012. Quality characteristics of Sulgidduck added with purple sweet potato. *Culinary Soc Korea* 18(1): 54-64.
32. Hwang Su Jung. 2013. Quality characteristics of Korean steamed rice cake containing different amount of red onion powder. *Korean Soc Food Preserve* 20(4): 488-494
33. Shin. 2007. Qualitative characteristics of Sulgidduk added beaknyuncho. *Culinary Soc Korea*. 13(3):105-114
34. Hwang YR, Hwang ES. 2015. Quality characteristics and antioxidant activity of Sulgidduk prepared by addition of aronia powder (*Aronia melanocarpa*). *Korean Soc Food Sci & Technol* 47(4):452-459
35. Choi YS. 2015. The study of quality characteristics of acaiberry (*Euterpe oleracea* Mart.) powder Sulgidduk. *Culinary Sci Hospitality Res* 21(1):90-99.
36. Kim HK, Jin HH. 2013. Quality characteristics of Sulgidduk added with *Corni fructus* powder. *Food Eng Pro* 17(2):105-111
37. Choi HU, Kim HY. 2015. Effect of cherry silverberry(*Elaeagnus multiflora*) juice on the quality of Sulgidduk. *Korean J Community Living Sci* 26(4):707-716
38. Cho EJ, Yang MO. 2006. Quality characteristics of Sulgidduk added with *Rubus coreanum* Miquel during storage. *East Asian Soc Diet Life* 16(4):458-467