



ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)
한국지역사회생활과학회지 33(4): 645~656, 2022
Korean J Community Living Sci 33(4): 645~656, 2022
<http://doi.org/10.7856/kjcls.2022.33.4.645>

자색당근 분말을 첨가한 국수의 품질특성

김 명 현[†]

숙명여자대학교 식품영양학과 시간강사

Quality Characteristics of Noodles Made with the Addition of Black Carrot Powder

Myunghyun Kim[†]

Part-time lecture, Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the antioxidant effects and quality characteristics of noodles made with the addition of black carrot powder at concentrations of 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, and 2%. The water absorption ratio, volume expansion, and turbidity of the noodles increased with the addition of the black carrot powder. There was a significant increase in the hardness, chewiness, cohesiveness, and gumminess as the proportion of black carrot powder increased in the wet noodles. The L and b values of the cooked noodles decreased as more black carrot powder was added. The sensory evaluation results showed that the noodles with the 1% addition of black carrot powder received the highest preference in terms of overall acceptability, including color, taste, and flavor. The DPPH radical scavenging activity and total polyphenol content increased significantly as more black carrot powder was added to the cooked noodles. Thus, this study proved that black carrot is a good ingredient and can be used to enhance the characteristics of noodles as a functional health food.

Key words: black carrot, noodle, quality characteristic, antioxidant activity

I. 서론

국수는 세계적으로 널리 이용되어온 식품으로 우리나라에서는 예로부터 경사스러운 일이나 건장과 장수를 기원하고자 할 때 즐겨 먹던 친숙한

음식이다(Oh et al. 2010). 국수는 밀가루를 비롯하여 곡류, 소금 및 물 등을 혼합하여 반죽하고 면대를 형성시킨 다음 일정한 크기로 절단하여 만든 대표적인 밀 가공식품이다(Park & Cho 2004). 국수는 밀가루의 글루텐 성분을 이용한 식품으로

Received: 10 November, 2022 Revised: 18 November, 2022 Accepted: 30 November, 2022

[†]**Corresponding Author:** Myunghyun Kim Tel: +82-2-710-9471 E-mail: kimmh@sookmyung.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

필수아미노산인 lysine과 함황아미노산이 부족하고 탄수화물이 대부분이다(Kim et al. 2015). 이를 보완하기 위해서 밀가루에 여러 기능성 식품소재를 첨가하여 제조한 연구가 진행되고 있다. 백련초(Chong & Park 2003), 연잎(Park et al. 2010), 레드렌틸(Bae et al. 2016), 파프리카(Jeong et al. 2007) 등 다양한 식품을 활용하여 개발되고 있다.

자색당근(*Daucus carota* L.)은 터키, 중동, 극동 지역에서 유래되었고 3,000년 이상 재배되고 있는 뿌리채소이며 일반 주황색 당근보다 식이섬유의 함량이 높으며 안토시아닌을 다량 함유하고 있다고 알려져 있다(Nho et al. 2013; Agcam et al. 2017). 자색당근의 안토시아닌 색소는 열, pH, 광선에 안정적으로 식품개발 소재로 활용될 수 있다(Montilla et al. 2011). 자색당근은 구강암(Soares et al. 2018)과 유방암(Liu et al. 2020) 등 억제 효과와 항산화 효과(Algarra et al. 2014), 항비만 효과(Wright et al. 2013) 등 다양한 생리활성에 관한 연구가 보고되고 있다. 자색당근을 첨가하여 개발한 연구는 패티(Ko & Yoo 2018), 콤포차(Yildiz et al. 2021), 발효유(Shin et al. 2015), 푸딩(Kang et al. 2016), 죽(Kim 2020), 젤리(Nho et al. 2013) 등이 있다. 다양한 식품에 자색당근 분말을 첨가하여 식품개발 연구가 진행되었지만 국수에 첨가한 연구는 아직 보고되지 않았으며, 다양한 생리활성과 안토시아닌 색소가 함유된 자색당근을 국수 제조에 활용할 필요성이 있다. 자색당근을 넣은 국수를 개발하여 소비를 촉진시키고 부가가치를 높일 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 안토시아닌 색소를 함유한 자색당근을 첨가량을 달리해 국수에 첨가하여 제조하고 품질특성, 기호성 평가 및 항산화 활성을 측정하여 기능성 식품으로서의 가능성을 알아

보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용한 자색당근은 제주에서 2020년 11월 재배한 것을 구입하였다. 자색당근을 세척하고 껍질을 제거하고 5 mm 두께로 자른 뒤 동결건조(MCFD 8508, Ilshin Bio Base, Yangju, Korea)하였다. 동결건조한 자색당근을 분쇄하여 분말화하였고 -40°C 냉동고에서 보관하며 사용하였다. 소금(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea)과 중력분(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea)은 대형마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 자색당근 첨가 국수 제조방법

자색당근 분말 첨가 국수는 선행연구(Na & Sim 2018)를 참고하여 수차례의 예비실험을 통하여 표준화하였고, 배합비는 Table 1에 나타내었다. 밀가루 대비 자색당근 분말을 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%의 비율로 첨가하여 국수를 제조하였다. 밀가루와 자색당근 분말을 혼합한 복합분과 소금물을 넣고 제면기(HR2365/04, Philips, Amsterdam, Netherlands)에서 8분간 반죽하고 두께와 길이는 30.00 cm, 1.60 mm, 폭은 3.50 mm인 생면을 제조하였다. 조리면(cooked noodle)은 국수 20 g을

Table 1. Ingredients and composition of noodles containing various amounts of black carrot powder

Ingredients (g)	Samples (%)				
	0	0.5	1.0	1.5	2
Wheat flour	250	248.75	247.5	246.25	245
Black carrot	0	1.25	2.5	3.75	5
Salt	3	3	3	3	3
Water	95	95	95	95	95

500 mL의 끓는 물에 넣고 4분간 삶은 후 체에 건져 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 다음 실온에서 5분간 방치하고, 물기를 제거하여 실험에 사용하였다.

3. 수분함량 측정

수분함량은 적외선 수분측정기(MB45, Ohaus Corporation, Zurich, Switzerland)를 이용하여 자색당근 분말을 첨가한 생면 0.5 g씩을 105°C에서 3회 반복 측정된 후 평균과 표준편차를 나타냈다.

4. pH 측정

국수의 pH는 자색당근 분말 첨가 조리면 10 g에 10배의 증류수를 넣어 3분간 균질화시킨 다음 25°C에서 20분간 3,000 rpm으로 원심분리(Combi-514R, Hanil Science Industrial Co., Ltd., Gimpo, Korea)하고 시료의 상등액을 취하여 사용하였다. 여과액은 pH meter(F-51, HORIBA, Kyoto, Japan)를 이용하여 실온에서 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차를 구하였다.

5. 색도 측정

색도는 조리면 20 g을 빈틈없이 차례대로 붙인 후에 색차계(CR-300, Minolta Co., Tokyo, Japan)로 Hunter L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 3회 반복 측정하였다. 기기의 보정을 위한 standard plate의 L, a, b 값은 각각 93.15, -0.54, 4.53이었다.

6. 국수의 조리특성 측정

국수의 조리특성은 생면과 조리면의 수분흡수율과 부피 팽창률, 탁도를 측정하였다. 수분흡수율은 조리면의 중량에서 생면의 중량을 뺀 후 생면의 중량으로 나누어 100을 곱하여 계산하였다.

부피 팽창률은 500 mL 메스 실린더에 300 mL의 증류수를 채우고 20 g의 생면을 넣어 증가하는 물의 부피를 측정하였다. 조리면도 같은 방법으로 부피 팽창률을 계산하였다.

탁도는 끓는 물에 4분간 생면 20 g을 삶아 건진 뒤 남은 면수를 실온에서 냉각하였다. 면수를 UV/VIS spectrophotometer(T60UV, PG Instruments, Wibtoft, England)를 사용하여 675 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다.

7. 기계적 조직감 측정

기계적 조직감 측정은 자색당근 분말 첨가 생면을 사용하여 texture analyzer(TA-XT2 express, Stable Micro System Ltd., Godalming, UK)로 측정하였다. 측정 조건은 posttest speed 1.0 mm/s, test speed는 1.0 mm/s, pretest speed는 3.0 mm/s, distance는 5.0 mm, time은 5.0 s, trigger force는 5.0 g, probe type 35 mm을 사용하여 10회 반복 측정된 후 평균값과 표준편차로 표시하였다.

8. 국수 복합분의 호화점도특성 측정

호화점도 특성은 신속점도측정기(RVA-4, Newport Scientific, Warriewood, Australia)를 이용하여 자색당근 분말을 첨가한 국수를 만들기 위한 복합분 3 g을 증류수 25 mL로 현탁액을 만들었다. 복합분을 50°C에서 호화를 시작하여 95°C까지 온도를 상승시킨 후 50°C로 냉각시키면서 호화점도 특성을 측정하였다. 신속점도 측정기를 이용한 복합분의 호화특성은 초기 호화온도(initial pasting temperature), 최저점도(trough viscosity, T), 강하점도(breakdown viscosity, P-T), 최고점도(peak viscosity, P), 최종점도(final viscosity, F) 및 치반점도(setback viscosity, F-P)를 측정하여

Rapid Visco Unit(RVU)로 나타냈다.

9. 관능평가

자색당근 분말 첨가 국수의 관능평가는 숙명여 대학교 식품영양학 전공자 15명을 패널로 선정하였으며, 실험의 목적을 설명하고 관능평가에 대한 사전교육을 실시한 뒤 검사에 동의를 얻고 실시하도록 하였다. 국수의 5개의 시료는 동시에 제공하였으며, 시료 번호는 3자리 숫자를 난수표를 이용하여 표시하였다. 관능평가는 7점 척도법을 활용하여 평가하였으며, 관능평가 항목은 색(color), 향(flavor), 조직감(texture), 맛(taste), 전반적인 기호도(overall acceptability)로 아주 좋다: 7점, 아주 나쁘다: 1점으로 진행하였다.

10. 추출물 제조

자색당근 분말 첨가한 조리면 10 g에 70% 에탄올 90 mL을 가한 후, shaking incubator (SI-900R, JEILO TECH, Kimpo, Korea)에서 24시간 동안 100 rpm, 25°C 조건에서 추출하였다. 추출한 시료는 25°C에서 3,000 rpm, 20분간 원심분리하여 상층액을 여과지로 여과하여 사용하였다.

11. 총 폴리페놀 함량 측정

자색당근 분말 첨가 국수의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu method(Swain & Hillis 1959)를 이용하여 측정하였다. 추출물 150 μ L에 2 N Folin-Ciocalteu 시약 50 μ L와 증류수 2.4 mL를 가한 후 3분간 방치하고, 1 N sodium carbonate(Na_2CO_3) 0.3 mL를 넣은 뒤 암소에서 2시간 동안 방치한 뒤 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용하여 표준곡선을 작성해 실험은 3회 반복 측정하였고, 평균값과 표준

편차로 나타내었다.

12. DPPH free radical 소거 활성 측정

자색당근 분말 첨가 국수의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) free radical에 대한 소거 활성은 Blois(1958) 방법에 준하여 측정하였다. 추출물 1 mL에 DPPH solution(1.5×10^{-4} M) 3 mL를 넣고 교반한 뒤 30분간 실온에 방치한 후 흡광도를 517 nm에서 측정하였다. 흡광도는 3회 반복 측정하였고, 평균값과 표준편차로 나타내었다.

$$\text{DPPH free radical scavenging activity (\%)} = (1 - \text{sample absorbance/control absorbance}) \times 100$$

13. 통계처리

모든 자료는 통계 프로그램 SPSS(Statistical Analysis Program, version 25, IBM, Armonk, NY, USA)를 이용하였고, 평균과 표준편차로 나타내었다. 각 실험군 간의 유의성 검증을 위해 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 실시한 후, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test 방법으로 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수분함량

자색당근 분말을 첨가한 생면의 수분함량은 Table 2에 나타내었다. 자색당근 분말을 첨가한 생면의 수분함량은 17.55~18.76%로 측정되었으나 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Table 2. Moisture content of wet noodles with the addition of varying amounts of black carrot powder

Properties	Samples (%)					F-value
	0	0.5	1.0	1.5	2	
Moisture content(%)	17.55 ± 0.58	18.76 ± 1.10	17.37 ± 1.23	18.21 ± 0.54	17.55 ± 0.09	1.525

All values are mean ± S.D

Table 3. The pH, and color values of cooked noodles with the addition of varying amounts of black carrot powder

Properties	Samples (%)					F-value	
	0	0.5	1.0	1.5	2		
pH	9.04 ± 0.05 ^a	8.53 ± 0.14 ^b	8.50 ± 0.14 ^b	8.52 ± 0.04 ^b	7.74 ± 0.57 ^c	8.837 [*]	
Color value	L	86.32 ± 1.05 ^a	59.53 ± 1.10 ^b	54.65 ± 0.97 ^c	47.80 ± 0.54 ^d	45.83 ± 0.47 ^e	1,059.426 ^{***}
	a	-2.14 ± 0.05 ^e	6.81 ± 0.18 ^d	7.47 ± 0.18 ^c	9.14 ± 0.18 ^b	9.58 ± 0.43 ^a	1,204.212 ^{***}
	b	20.91 ± 0.48 ^a	0.80 ± 0.22 ^b	0.67 ± 0.21 ^b	-0.28 ± 0.21 ^c	-0.52 ± 0.11 ^c	3,487.646 ^{***}

All values are mean ± S.D

^{a-e)} Values with different alphabet letters within a row differ significantly (Duncan's multiple range test, p<0.05).

^{*}p<0.05, ^{***}p<0.001

2. pH 및 색도

자색당근 분말 첨가 조리면의 pH 결과는 Table 3에 나타내었다. 자색당근 분말을 첨가한 조리면의 pH는 대조구 9.04, 첨가군에서 7.74~8.53으로 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였다(p<0.05). Jung & Yoon(2022)의 연구에서 자색당근 분말의 pH는 5.16, 밀가루의 pH는 6.66으로 자색당근이 밀가루보다 pH가 낮아 첨가량이 증가함에 따라 낮아졌다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 밀가루 대비 자색당근의 함량이 증가할수록 pH가 낮아지는 경향을 보였다고 생각된다.

자색당근을 첨가한 조리면의 색도 결과는 Table 3에 표시하였다. 명도를 나타내는 L값은 대조구 86.32, 첨가군은 45.83~59.53으로 측정되어 첨가량이 증가할수록 명도는 낮아졌다(p<0.001). 적색도를 나타내는 a값은 대조구 -2.04, 첨가군 6.81~9.58으로 자색당근 분말이 첨가될수록 a값이 높아져 유의적인 차이를 보였다(p<0.001). 자

색당근은 cyanidin을 기본으로 glucosides나 acetate가 결합된 안토시아닌 형태로 peonidin, pelagonidin을 함유하고 있어(Montilla et al. 2011; Xu et al. 2014) 자색당근의 안토시아닌 색소에 의해 a값이 높아졌다고 판단된다. 안토시아닌이 풍부하게 들어있다고 알려진 자색고구마를 첨가한 국수에서도 a값은 높아졌다(Lee & Yoo 2012). 황색도를 나타내는 b값은 -0.52~20.91로 첨가량이 증가함에 따라 황색도는 낮아졌다(p<0.001). 자색당근 분말을 첨가하여 제조한 쿠키(Cho & Chung 2019)와 귀리식빵(Park et al. 2018)의 색도 결과에서도 L값과 b값은 감소하고 a값은 높아져 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

3. 국수의 조리특성

자색당근 분말을 첨가한 국수의 조리특성에 대한 결과는 Table 4와 같다. 국수의 조리 품질을 판단하는 기준에서 조리 후 부피 증가, 중량 및 조리

Table 4. Cooking properties of noodles with the addition of varying amounts of black carrot powder

Properties	Samples (%)					F-value
	0	0.5	1	1.5	2	
Volume expansion ratio (%)	102.20 ± 0.64 ^a	102.69 ± 0.16 ^a	101.82 ± 0.88 ^{ab}	100.93 ± 0.63 ^{bc}	100.00 ± 0.00 ^c	4.122 [*]
Water absorption ratio (%)	43.75 ± 2.75 ^a	44.25 ± 2.75 ^a	43.25 ± 1.25 ^a	40.50 ± 5.00 ^{ab}	36.00 ± 1.00 ^b	10.651 ^{**}
Turbidity (O.D.)	0.06 ± 0.00 ^c	0.06 ± 0.00 ^c	0.06 ± 0.00 ^c	0.07 ± 0.00 ^b	0.10 ± 0.00 ^a	183.957 ^{***}

All values are mean ± S.D

^{a-c}) Values with different alphabet letters within a row differ significantly (Duncan's multiple range test, $p < 0.05$).

^{*} $p < 0.05$, ^{**} $p < 0.01$, ^{***} $p < 0.001$

손실률은 중요하다(Yang & Kim 2010). 국수의 부피 팽창력은 전분 입자 내의 결합력 약화를 나타내는 지표(Cho et al. 2014)로서 자색당근 분말 첨가 국수의 부피 팽창률은 첨가할수록 감소하였다($p < 0.05$). 양파 분말(Kim et al. 2016)과 도라지 분말(Yu et al. 2020)을 첨가한 국수에서도 부재료 첨가량이 증가할수록 조리 후 부피 팽창률이 감소하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

국수의 수분흡수율 측정 결과 대조군 44.25%, 첨가군은 36.00~43.75%로 자색당근 분말 첨가량이 증가할수록 수분을 흡수하는 경향이 작아졌다($p < 0.01$). 수분흡수율에 의해서 국수의 조직감이나 질감이 변하며 수분의 흡수가 과다해지면 국수가 탄력성이 감소되고 부드러워져 국수의 질감을 저하시킨다고 하였다(Lee & Shim 2006). 두메부추(Yang & Han 2020)와 어수리(Nam et al. 2010) 분말을 첨가한 국수에서도 부재료 분말의 첨가량이 증가할수록 국수의 수분흡수율이 낮아졌다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 단호박 분말을 첨가한 국수 연구에서 수분흡수율은 전분의 호화와 단백질의 수화, 입자의 크기에 영향을 받아 단호박 분말이 첨가됨에 따라 밀가루의 단백질 함량이 대조군보다 첨가군에서 줄었기 때문에 감소하였다고 하였다(Park et al. 2015).

자색당근 분말을 첨가한 국수의 탁도는 자색당근을 첨가할수록 탁도가 높아지는 결과를 보였으나 0~1%를 첨가한 국수 간에는 유의적인 차이가 없었고 2% 첨가한 국수에서 탁도가 크게 높아졌다($p < 0.001$). 탁도는 조리 중 고형분의 손실 정도를 알아볼 수 있는 중요한 척도인데 높은 식이섬유 함량은 국수의 글루텐 조직 결합력을 저하시키고, 이로 인하여 고형분이 유출되는 것으로 보고하였다(Chang et al. 2017). 따라서 자색당근 분말 첨가량을 조절하여 국수의 고형분 손실을 줄일 수 있을 것이다. 국수의 조리특성의 결과는 자색당근에 함유된 식이섬유에 의한 것으로 자색당근에는 조섬유 1.0%로 녹황색 당근보다 조섬유가 더 많이 함유되어 있다고 알려져 있다(Novotny et al. 1995).

4. 조직감

자색당근 분말을 첨가한 국수의 조직감 측정 결과는 Table 5에 나타내었다. 경도는 대조군 1,852.03 g, 첨가군 2,438.15~3,427.52 g으로 자색당근 분말의 첨가량이 증가할수록 높아졌다($p < 0.001$). 비파잎(Park & Cho 2011), 백련초(Chong & Park 2003)와 들깻잎(Kim et al. 2013)을 첨가한 국수에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도가 높아져 본 연구와 경향이 유사

Table 5. Texture properties of wet noodles with the addition of varying amounts of black carrot powder

Properties	Samples (%)										F-value
	0		0.5		1		1.5		2		
Hardness (g)	1,852.03 ± 215.95 ^d		2,438.15 ± 204.83 ^c		2,948.93 ± 207.33 ^b		3,126.57 ± 225.60 ^b		3,427.52 ± 101.20 ^a		55.250 ^{***}
Springiness	0.52 ± 0.06		0.63 ± 0.22		0.50 ± 0.11		0.54 ± 0.05		0.62 ± 0.07		1.183
Chewiness	264.62 ± 51.06 ^c		475.6 ± 147.31 ^b		491.33 ± 74.29 ^b		598.07 ± 124.22 ^b		801.73 ± 118.17 ^a		17.221 ^{***}
Gumminess	515.94 ± 80.16 ^d		766.47 ± 83.40 ^c		999.89 ± 59.57 ^b		1,109.2 ± 174.79 ^b		1,302.16 ± 72.32 ^a		51.293 ^{***}
Cohesiveness	0.28 ± 0.02 ^d		0.32 ± 0.02 ^c		0.34 ± 0.01 ^{bc}		0.35 ± 0.03 ^b		0.38 ± 0.01 ^a		22.780 ^{***}

All values are mean ± S,D

^{a-d} Values with different alphabet letters within a row differ significantly (Duncan’s multiple range test, p<0.05)

^{***} p<0.001

하였다. 자색당근 분말을 첨가한 스펀지케이크의 경도를 측정된 결과 자색당근 분말의 식이섬유가 스펀지케이크 반죽의 기포의 형성을 저해하여 케이크의 내부 조직을 조밀하게 만들어 첨가량이 증가할수록 경도가 높아졌다고 하였다(Jung & Yoon 2022). 재료에 함유된 식이섬유에 의해 분자 내 결합이 발생하여 경도가 증가하고, 밀가루의 글루텐 결합력이 증가한다고 하였다(Lee et al. 2009; Park & Kim 2014). 자색당근 분말을 첨가한 국수의 탄력성은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 씹힘성과 검성은 경도와 같이 자색당근 분말 첨가량이 증가할수록 높아졌다(p<0.001). 식품 내부 결합의 강도를 나타내는 지표인 응집성은 자색당근 분말을 첨가할수록 높아지는 경향을 보였다(p<0.001). 모링가잎을 첨가한 국수에서도 분말의 첨가량이 증가할수록 응집력이 높아졌고 운반과 보관에 장점이 된다고 하였다(Kim & Chung 2017).

5. RVA 호화 점도 특성

자색당근 분말 첨가량에 따른 복합분의 전분 호화특성은 Table 6과 같다. RVA(Rapid viscosity analyzer)는 전분을 함유한 식품을 heating, holding, cooling하면서 paste점도 변화로 식품의 가공 특성을 예측하는 실험방법으로 알려져 있다(Park

WP 2014). 복합분의 호화 개시 온도는 자색당근 분말 첨가량에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 최고점도와 최저점도는 대조구에서 가장 높은 값을 나타내었다. 최고온도에 도달할 때 측정되는 최고점도는 대조구 134.22로 가장 높았으며, 자색당근 분말 첨가량이 증가함에 따라 최고 점도가 유의적으로 낮아졌다(p<0.01). 최종점도에서도 대조구가 158.20으로 가장 높았으며 첨가군에서 143.17~156.38로 첨가량에 따라 낮아지는 경향을 보였다(p<0.001). 밀가루의 점도에 영향을 미치는 요인으로는 단백질 함량, 입도 분포 등이 알려져 있으며(Park & Cho 2006), 본 연구에서 자색당근 분말 첨가로 밀가루 글루텐 함량이 감소하기 때문에 보여진다. 호화과정 중 팽창된 전분의 열 및 전단에 대한 저항성을 나타내는 강하 점도는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 노화 정도를 반영하는 치반점도는 전분의 최종점도에서 최고점도를 뺀 값으로 자색당근을 첨가한 복합분에서 대조구는 23.97, 첨가군은 21.79~17.92로 낮아지는 경향(p<0.001)으로 자색당근 첨가로 인해 조리면이 굳어지는 노화현상을 줄일 수 있을 것이라 기대된다.

Table 6. Rapid visco analyzer (RVA) pasting profiles of wheat flour with the addition of varying amounts of black carrot powder

Viscosity (RVU)	Samples (%)					F-value
	0	0.5	1	1.5	2	
Pasting temperature (°C)	69.33 ± 0.53	69.48 ± 0.43	69.43 ± 0.33	69.83 ± 0.03	70.25 ± 0.40	2.925
Peak (P)	134.22 ± 1.38 ^a	134.58 ± 1.25 ^a	128.38 ± 0.46 ^b	128.54 ± 1.46 ^b	125.25 ± 0.33 ^c	41.897 ^{**}
Trough (T)	88.72 ± 0.83 ^a	88.00 ± 0.83 ^a	81.71 ± 0.63 ^b	81.96 ± 0.04 ^b	78.71 ± 0.63 ^c	131.100 ^{***}
Final (F)	158.20 ± 0.65 ^a	156.38 ± 1.46 ^b	147.50 ± 0.17 ^c	147.46 ± 1.29 ^c	143.17 ± 0.42 ^d	141.238 ^{***}
Breakdown (P-T)	45.50 ± 1.16	46.59 ± 2.09	46.67 ± 1.09	46.58 ± 1.50	46.54 ± 0.29	0.392
Setback (F-P)	23.97 ± 1.04 ^a	21.79 ± 0.21 ^b	19.13 ± 0.30 ^c	18.92 ± 0.17 ^{cd}	17.92 ± 0.75 ^d	51.478 ^{***}

All values are mean ± S.D

^{a-d}) Values with different alphabet letters within a row differ significantly (Duncan's multiple range test, p<0.05)

^{**}p<0.01, ^{***}p<0.001

RVU: Rapid visco units

6. 관능평가

자색당근 분말 첨가량에 따른 국수의 관능평가 결과는 Table 7과 같다. 자색당근 분말 첨가량에 따른 국수의 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference)에 관하여 관능평가 하였다. 색 기호도 결과는 대조구 3.10점, 0.5% 첨가구 4.60점, 1% 첨가구 5.40점, 1.5% 첨가구 4.50점, 2% 첨가구 3.60점으로 대조구와 비교하여 자색당근 분말을 첨가한 국수에서 더 높은 기호도가 나타났다(p<0.001). Kim et al.(2015)은 천연색소를 함유한 부재료를

첨가한 유색 국수에 대한 소비자의 거부감보다는 기호도가 높아졌다고 보고하여 부재료의 첨가는 긍정적인 평가가 될 것으로 판단된다. 자색당근 첨가 국수의 향 기호도 평가에서 1%와 1.5% 첨가구에서 4.60으로 가장 높은 기호도 평가를 나타내었다(p<0.01). 국수의 맛에 대한 기호도는 자색당근 분말 1%, 1.5%, 0.5%, 2%, 0% 첨가한 순서로 기호도가 평가되어 대조구보다 첨가군에서 높은 기호도를 나타내었다(p<0.001). 조직감 기호도 평가에서 자색당근 분말 1.5% 첨가군에서 가장 높은 기호도를 보였으며 대조구에서 가장 낮은 기

Table 7. Sensory characteristics of noodles with the addition of varying amounts of black carrot powder

Sensory characteristics	Samples (%)					F-value
	0	0.5	1	1.5	2	
Color	3.10 ± 0.74 ^c	4.60 ± 0.97 ^b	5.40 ± 0.97 ^a	4.50 ± 0.71 ^b	3.60 ± 0.70 ^c	11.956 ^{***}
Flavor	3.40 ± 0.52 ^c	4.00 ± 0.82 ^b	4.60 ± 0.52 ^a	4.60 ± 0.52 ^a	3.40 ± 0.52 ^c	10.385 ^{***}
Taste	3.50 ± 0.71 ^c	4.60 ± 0.52 ^b	5.60 ± 0.84 ^a	4.90 ± 0.57 ^b	3.60 ± 0.70 ^c	17.323 ^{***}
Texture	4.30 ± 0.95 ^c	4.20 ± 0.92 ^c	5.00 ± 0.82 ^{ab}	5.30 ± 0.95 ^a	4.60 ± 0.84 ^{ab}	2.698 [*]
Overall acceptability	3.40 ± 0.52 ^d	4.20 ± 0.63 ^c	6.00 ± 1.05 ^a	5.00 ± 0.82 ^b	4.30 ± 0.48 ^c	17.776 ^{***}

All values are mean ± S.D(n=15)

^{a-d}) Values with different alphabet letters within a row differ significantly (Duncan's multiple range test, p<0.05)

^{*}p<0.05, ^{***}p<0.001

호도를 보였다($p < 0.05$). 전반적인 기호도 결과는 7점 만점에 대조구 3.40점, 0.5% 첨가구 4.20점, 1% 첨가구 6.00점, 1.5% 첨가구 5.00점, 2% 첨가구 4.30점으로 평가되었다. 자색당근을 첨가한 설기떡 연구에서도 자색당근을 2% 첨가한 설기떡이 관능평가에서 다른 첨가군에 비해 높게 기호도가 평가되었다(Kim et al. 2021). 자색당근의 첨가는 기호도에 긍정적인 영향을 끼치므로 본 연구에서도 대조구에 비하여 첨가군에서 높은 기호도를 보인 것으로 판단된다. 따라서 외관, 향, 맛과 전반적인 기호도 결과에서 자색당근 분말 1% 첨가한 국수에서 높은 기호도를 나타내어 기호도를 고려하였을 때 자색당근 분말 1% 첨가량이 가장 최적의 함량이라고 판단된다.

7. 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거 활성

자색당근 분말 첨가 조리면의 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거 활성은 Table 8에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 대조구 62.28 GAE/100 g, 첨가군 72.09~108.26 mg GAE/100 g으로 자색당근의 첨가량이 증가할수록 국수의 총 폴리페놀 함량이 높아졌다($p < 0.001$). Cho & Chung (2019)은 자색당근 분말을 첨가한 쿠키의 총 폴리

페놀 함량 결과에서 첨가군은 45.50~103.50 mg GAE/100 g으로 자색당근 분말이 첨가될수록 함량이 증가함을 보고해 본 연구에서도 자색당근 함량이 증가할수록 함량이 높아져 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 자색당근의 주요 페놀산은 chlorogenic acid(5-O-caffeoylquinic acid or 5-CQA), cryptochlorogenic acid(4-CQA), neochlorogenic acid(3-CQA), caffeic acid 등으로 보고되었다(Kamiloglu et al. 2015). 또한 자색당근의 경우 폴리페놀이 97.9 mg/100 g 함유하고 있으며, 그 중 대부분이 안토시아닌으로 75.3 mg/100 g이라고 보고되었다(Montilla et al. 2011). DPPH 라디칼 소거 활성을 측정한 결과, 대조구 1.61%, 자색당근을 첨가한 국수에서 6.23~97.74%로 대조구에 비해 높은 DPPH 라디칼 소거 활성을 보였다($p < 0.001$). 이는 총 폴리페놀 함량 결과와 일치하여 이 같은 성분들이 국수의 항산화 활성에 동일하게 영향을 준 것으로 판단된다. 따라서 이러한 항산화 활성을 지닌 자색당근을 국수에 첨가하여 제조하면 국수의 항산화 활성이 향상될 것으로 기대된다.

Table 8. Total phenol content and DPPH free radical scavenging activity of cooked noodles with varying amounts of black carrot powder

	Samples (%)					F-value
	0	0.5	1	1.5	2	
Total polyphenol content (mg GAE ¹⁾ /100 g)	62.28 ± 6.17 ^c	72.09 ± 5.40 ^d	81.60 ± 1.11 ^c	87.87 ± 1.11 ^b	108.26 ± 3.47 ^a	55.531 ^{***}
DPPH free radical scavenging activity (%)	1.61 ± 0.45 ^c	6.23 ± 1.20 ^d	23.47 ± 2.77 ^c	31.84 ± 2.36 ^b	97.74 ± 1.46 ^a	1,320.732 ^{***}

All values are mean ± S.D

^{a-e)} Values with different alphabet letters within a row differ significantly (Duncan's multiple range test, $p < 0.05$)

¹⁾ GAE: gallic acid equivalent, DPPH: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

^{***} $p < 0.001$

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 자색당근 분말을 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%를 첨가한 국수를 제조하여 국수의 품질특성 및 항산화 활성을 측정하였다. 자색당근 분말을 첨가한 생면에서 수분함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 조리면의 pH는 7.74~9.04로 측정되었으며 자색당근 분말을 첨가할수록 pH는 감소하였다. 자색당근을 첨가한 조리면의 색도를 측정할 결과, 자색당근 분말을 첨가할수록 국수의 L값, b값은 낮아졌고 a값은 높아지는 경향을 나타내었다. 자색당근 분말을 첨가한 복합분의 소화특성은 첨가량이 증가할수록 초기 소화 온도, 강하점도 및 치반점도는 높은 값을 보였고 최고점도, 최저점도, 최종점도는 낮은 값을 보였다. 생면의 조직감을 측정한 결과, 자색당근 분말 함량이 증가될수록 경도, 응집성, 검성과 씹힘성은 대조구에 비해 높은 값을 나타내었다. 자색당근을 첨가한 국수의 관능평가 결과, 색, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에서 첨가군이 대조구보다 높은 기호도로 평가되었다. 그 중 자색당근 1.0% 첨가한 국수가 색, 향, 맛, 전반적인 기호도에서 가장 높은 점수로 평가되었다. 조리면의 총 폴리페놀 함량은 대조구 62.28 mg GAE/100 g으로 가장 낮았고, 첨가군에서는 첨가량에 따라 72.09~108.26 mg GAE/100 g의 함량을 보였다. 첨가군의 DPPH radical 소거활성은 6.23~97.74%로 자색당근 분말 첨가량이 증가할수록 활성이 높아지는 결과를 보였다. 이상의 결과로 보아 국수를 제조할 때 자색당근 분말을 1% 첨가하면 항산화 활성, 품질특성 및 기호도를 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 우리나라에서 재배 중인 자색당근을 활용하여 식품 소재로써 사용 가능성을 확인할 수

있었다. 국수에 자색당근 분말을 첨가하는 것은 국수의 항산화 활성을 높이고, 품질특성과 기호도에 긍정적인 영향을 끼쳐 기능성 국수 개발을 통해 가치를 높여 줄 것으로 기대된다.

References

- Agcam E, Akyıldız A, Balasubramaniam VM(2017) Optimization of anthocyanins extraction from black carrot pomace with thermosonication. *Food Chem* 237, 461-470. doi:10.1016/j.foodchem.2017.05.098
- Algarra M, Fernandes A, Mateus N, Freitas V, Silva JCE, Casado J(2014) Anthocyanin profile and antioxidant capacity of black carrots (*Daucus carota* L. ssp. sativus var. *atrorubens* Alef.) from Cuevas Bajas, Spain. *J Food Composition Analysis* 33(1), 71-76. doi:10.1016/j.jfca.2013.11.005
- Bae DB, Kim KH, Yook HS(2016) Quality characteristics of noodles added with red lentil powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45(9), 1338-1343. doi:10.3746/jkfn.2016.45.9.1338
- Blois MS(1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nat* 181 (4617), 1199-1200
- Chang HS, Kim MS, Kim MZ, Lee JS, Kim YB, Sim KH(2017) Quality characteristics and antioxidant activities of noodles added with *Spergularia marina* L. Griseb powder. *J East Asian Soc Diet Life* 27(1), 50-60. doi:10.3746/jkfn.2015.44.3.386
- Cho MR, Chung HJ(2019) Quality characteristics and antioxidant activity of cookies made with black carrot powder. *Korean J Food Cult* 34(5), 612-619. doi:10.7318/KJFC/2019.34.5.612
- Cho YH, Lim ST, Lee YT(2014) Effects of rice starch addition on quality of instant fried noodle. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(8), 1264-1269. doi:10.3746/jkfn.2014.43.8.1264
- Chong HS, Park CS(2003) Quality of noodle added powder of *Opuntia ficusindica* var. *saboten*. *Korean J Food Preserv* 10(2), 200-205
- Jeong CH, Kim JH, Cho JR, Ahn CG, Shim

- KH(2007) Quality characteristics of wet noodles added with Korean paprika powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(6), 779-784. doi:10.3746/jkfn.2007.36.6.779
- Jung CL, Yoon HH(2022) Quality properties and sensory characteristics of sponge cakes added with purple carrot powder. *Culin Sci Hos Res* 28(3), 1-12. doi:10.20878/cshr.2022.28.3.001
- Kamiloglu S, Pasli AA, Ozcelik B, Camp JV, Capanoglu E(2015) Influence of different processing and storage conditions on in vitro bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. *Food Chem* 186, 74-82. doi:10.1016/j.foodchem.2014.12.046
- Kang S, Lee SH, Shim YN, Oh MJ, Lee NR, Park S(2016) Antioxidant capacity of anthocyanin-rich fruits and vegetables and changes of quality characteristics of black carrot added pudding according to storage. *J Appl Biol Chem* 59(4), 273-280. doi:10.3839/jabc.2016.047
- Kim DS, Ahn JB, Choi WK, Han GP, Park ML, Kang BN, Choi SH(2015) Quality characteristics of noodles added with tomato powder. *Culin Sci Hos Res* 21(1), 129-142
- Kim GM, Kim HG, Hong JY, Choi YJ, Nam HS, Shin SR(2015) Quality characteristics of noodle added with *Aster scaber* extracts solution and powder. *Korean J Food Preserv* 22(3), 328-334. doi:10.11002/kjfp.2015.22.3.328
- Kim JS, Ahn JS, Ahn KY(2013) Quality characteristics of fresh noodles with hot-air-dried perilla leaf powder. *Culin Sci Hos Res* 19(3), 73-86
- Kim MR, Kim MH, Han YS(2021) Antioxidant activities and quality characteristics of *Sulgidduk* added with black carrot (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.). *Korean J Food Nutr* 34(1), 114-122. doi:10.9799/ksfan.2021.34.1.114
- Kim SY, Chung CH(2017) Quality characteristics of noodles added with *Moringa oleifera* leaf powder. *J East Asian Soc Diet Life* 27(3), 321-331. doi:10.17495/easdl.2017.6.27.3.321
- Kim SY(2020) A study on quality characteristics and antioxidant activity characteristics of functional rice porridge with purple carrot. *Culin Sci Hos Res* 26(12), 85-93. doi:10.20878/cshr.2020.26.12.009
- Kim YS, Park NY, No HK(2016) Quality and shelf life of noodles containing onion powder. *Korean J Food Preserv* 23(2), 218-224. doi:10.11002/kjfp.2016.23.2.218
- Ko YJ, 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. doi:10.9799/ksfan.2018.31.3.345
- Lee JH, Shim JY(2006) Characteristics of wheat flour dough and noodles added with onion juice. *Food Eng Prog* 10(1), 54-59
- Lee JS, Yoo SS(2012) Quality characteristics of wet noodles added with purple sweet potato powder. *J East Asian Soc Diet Life* 22(4), 489-496
- Lee YJ, Wok SC, Kim HJ, Lee JH, Kim MR(2009) Quality characteristics of raw and cooked spirulina added noodles during storage. *Korean J Food Preserv* 16(1), 23-32
- Liu R, Choi HS, Kim SL, Kim JH, Yun BS, Lee DS(2020) 6-Methoxymellein isolated from carrot (*Daucus carota* L.) targets breast cancer stem cells by regulating NF- κ B signaling. *Molecules* 25(19), 4374-4387. doi:10.3390/molecules25194374
- Montilla EC, Arzaba MR, Hillebrand S, Winterhalter P(2011) Anthocyanin composition of black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) cultivars antonina, beta sweet, deep purple, and purple haze. *J Agric Food Chem* 59(7), 3385-3390. doi:10.1021/jf104724k
- Na SY, Sim KH(2018) Antioxidant activities and quality characteristics of noodle with added apios(*Apios americana* Medikus) cultivated in Korea. *Korean J Food Nutr* 31(6), 844-857. doi:10.9799/ksfan.2018.31.6.844
- Nam YH, Hong JH, Youn KS, No HK, Lee SH(2010) Quality characteristics and shelf life of noodles prepared with *Heracleum moellendorffii* (Hogweed) powder. *Korean J Food Preserv* 17(5), 602-607
- Nho HJ, Jang SY, Park JJ, Yun HS, Park S(2013) Browning prevention of black carrot extract and the quality characteristics of jelly supplemented with black carrot extract. *J Korean Soc Food Cult* 28(3), 293-302. doi:10.7318/KJFC/2013.28.3.293

- Novotny JA, Dueker SR, Zech LA, Clifford AJ(1995) Compartmental analysis of the dynamics of β -carotene metabolism in an adult volunteer. *J Lipid Res* 36(8), 1825-1838. doi:10.1016/S0022-2275(20)41501-9
- Oh BY, Lee YS, Kim YO, Kang JH, Jung KJ, Park JH(2010) Quality characteristics of dried noodles prepared by adding *Hericium erinaceum* powder and extract. *Korean J Food Sci Technol* 42(6), 714-720
- Park BH, Cho HS(2006) Quality characteristics of dried noodle made with *Dioscorea japonica* flour. *Korean J Food Cookery Sci* 29(2), 173-180
- Park BH, Jeon E, Kim SD, Cho HS(2010) Quality characteristics of dried noodle added with lotus leaf powder. *J Korean Soc Food Cult* 25(2), 225-231
- Park HY, Kim BK(2014) Manufacturing optimization of wet noodle added with leaf powder of freeze-dried *Cirsium setidens* Nakai. *Food Eng Prog* 18(2), 130-139. doi:10.13050/foode ngprog.2014.18.2.130
- Park ID, Cho HS(2011) Quality characteristics of dried noodles with added *Loquat leaf* powder. *Korean J Food Cult* 26(6), 709-716. doi:10.7318/KJFC.2011.26.6.709
- Park JH, Choi JE, Lee JH(2015) Selected physicochemical and consumer preference characteristics of noodles incorporated with sweet pumpkin powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(2), 291-295. doi:10.3746/jkfn.2015.44.2.291
- Park SI, Cho EJ(2004) Quality characteristics of noodle added with chlorella extract. *Korean J Food Nutr* 17(2), 120-127
- Park SY, Kim AJ, Han MR(2018) Quality characteristics of oat bread with wild carrot (*Daucus carota* L.) powder. *Korean J Food Cult* 33(1), 55-61. doi:10.7318/KJFC/2018.33.1.55
- Park WP(2014) Quality characteristics of noodles added with *Houttuynia cordata* Thunb. powder. *Korean J Food Preserv* 21(1), 34-39. doi:10.11002/kjfp.2014.21.1.34
- Shin BK, Kang SA, Han JI, Park S(2015) Quality and sensory characteristics of fermented milk adding black carrot extracts fermented with *Aspergillus oryzae*. *Korean J Food Cult* 30(3), 370-376. doi:10.7318/KJFC/2015.30.3.370
- Siwan T, Hillis WE(1959) The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.-the quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric* 10(1), 63-68. doi:10.1002/jsfa.2740100110
- Soares GR, Moura CFG, Silva MJ, Vilegas W, Santamarina AB, Pisani LP, Estadella D, Ribeiro DA(2018) Protective effects of purple carrot extract (*Daucus carota*) against rat tongue carcinogenesis induced by 4-nitroquinoline 1-oxide. *Med Oncol* 35(54), 1-14. doi:10.1007/s12032-018-1114-7
- Wright OR, Netzel GA, Sakzewski AR(2013) A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of the effect of dried purple carrot on body mass, lipids, blood pressure, body composition, and inflammatory markers in overweight and obese adults, the QUENCH trial. *Canadian J Physiol Pharmacol* 91(6), 480-488. doi:10.1139/cjpp-2012-0349
- Xu ZS, Huang Y, Wang F, Song X, Wang GL, Xiong AS(2014) Transcript profiling of structural genes involved in cyanidin-based anthocyanin biosynthesis between purple and non-purple carrot (*Daucus carota* L.) cultivars reveals distinct patterns. *BMC plant Biol* 14(1), 262. doi:10.1186/s12870-014-0262-y
- Yang EY, Han YS(2020) Antioxidant activities and quality characteristics of noodles containing *Allium senescens* L. *Korean J Food Sci Technol* 52(2), 156-161. doi:10.9721/KJFST.2020.52.2.156
- Yang HS, Kim CS(2010) Quality characteristics of rice noodles in Korean market. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(5), 737-744. doi:10.3746/jkfn.2010.39.5.737
- Yildiz E, Guldaz M, Gurbuz O(2021) Determination of in-vitro phenolics, antioxidant capacity and bio-accessibility of *Kombucha* tea produced from black carrot varieties grown in Turkey. *Food Sci Technol* 41(1), 180-187. doi:10.1590/fst.00320
- Yu HH, Yu ZR, Kim SH, Oh JC(2020) Quality Characteristics of wet noodles containing different amounts of *Doraji* powder. *Korean J Food Nutr* 33(1), 37-48. doi:10.9799/ksfan.2020.33.1.037