

양파껍질 가루를 첨가한 식빵의 품질 특성

정 채 린¹ · 윤 혜 현^{2*}

¹경희대학교 대학원 조리외식경영학과 석사과정, ²경희대학교 조리 & 푸드디자인학과 교수

Quality Characteristics of Loaf Bread Prepared with the Addition of Onion Peel Powder

Chae Rin Jeong¹ and Hye Hyun Yoon^{2*}

¹Master Student, Dept. of Culinary Science & Food Service Management, Graduate School, Kyung Hee University, Seoul 02447, Republic of Korea

²Professor, Dept. of Culinary Arts & Food Design Management, Kyung Hee University, Seoul 02447, Republic of Korea

ABSTRACT

This study examined the quality characteristics of loaf bread formulated with varying amounts of onion peel powder (OPP). OPP was added to the dough in the following proportions: 0% (Served as control, CON), 1% (OPP1), 3% (OPP3), 5% (OPP5), 7% (OPP7), and 10% (OPP10). The dough fermentation rate showed significant differences across samples from 15 to 90 minutes ($p < 0.001$). As the OPP content increased, the loaf bread's weight significantly increased, whereas its volume, specific volume, and oven spring decreased ($p < 0.001$). Additionally, both the pH and moisture content of the bread significantly declined with increasing OPP levels ($p < 0.001$). Color analysis revealed a significant decrease in L* (lightness) and b* (yellowness) values for both the crust and the crumbs as the proportion of OPP increased ($p < 0.001$). Texture profile analysis indicated that hardness, gumminess, and chewiness significantly increased in response to higher OPP content ($p < 0.001$). Consumer acceptance testing, conducted with 85 participants, demonstrated that the CON and OPP1 samples received the highest ratings for texture and overall acceptance, while the CON, OPP1, and OPP3 samples achieved the highest scores for odor and taste acceptance ($p < 0.001$). Thus, this study provides basic research data for the preparation of loaf bread containing OPP.

Key words: onion peel powder, loaf bread, quality characteristics, consumer acceptance

서 론

소비자의 간편한 식생활 추구 및 서구화된 식생활의 영향은 베이커리 시장을 확대했다(Kwon YH 등 2023). 식사 대용으로 빵을 선호하는 소비자 증가로 1인당 연간 빵류 소비량을 살펴보면 2012년에 약 78개였으나 2016년에 약 90개로 증가하며, 매주 한 사람당 빵을 2개 가까이 먹는 것으로 나타나 베이커리 시장의 규모가 더 확대될 전망이다(An HL 2024). 그러나 잦은 빵 섭취는 고혈압, 비만, 동맥경화, 당뇨병 등의 건강 문제를 유발하기 때문에 영양 측면을 고려해야 하고(Jang YS & Kim JK 2024), 건강 기능성 식품에 대한 소비자 관심이 증가하고 있으므로 건강 기능성 베이커리 제품 개발이 필요하다(Koo ES & Yoon HH 2024).

식품 폐기물 경우, 기능성 물질을 함유하고 있어 유용한 기능성 식품 원료로 활용이 가능하다(Hwang YK 등 2023).

특히 과일 및 채소의 부산물은 높은 수분함량, 섬유질, 항산화 성분 및 다량의 질소와 인으로 구성되어 있어 기능성 식품 원료로 활용이 가능하다(Kim SY 등 2019). 과일 및 채소의 부산물을 활용한 선행 연구로는 Kim EJ & Suh SU(2023)의 수박씨 식빵, Hwang YK 등(2023)의 파뿌리 식빵, Kim SY 등(2019)의 바나나껍질 생면, Lee EJ 등(2012)의 감귤과 피 식빵 등의 품질 특성에 관한 연구가 있다.

양파(*Allium cepa* L.)는 비늘줄기가 발달한 백합과의 다년생 식물로 국내 1인당 양파 소비량은 연간 30.8 kg으로 채소 중 2위를 차지하는 품목이다(Bae JH 등 2003a; Kim JY & Yoo SS 2021). Flavonoid 색소인 quercetin과 함황화합물 등 다양한 기능성 성분을 함유한 양파는 항산화 효과와 콜레스테롤 저하, 알레르기 반응 억제 및 발암성물질의 활성화 감소 등의 효과가 있는 것으로 보고되었다(Lee HJ 등 2009; Lee HJ 등 2010; Lim GN 등 2012). 반면 부산물인 양파껍질과 뿌리는 사료로 이용되거나 폐기되는데(Jeon SY 등 2012) 국립농업과학원(National Institute of Agricultural Science

* Corresponding author : Hye Hyun Yoon, Tel: +82-2-961-9403, Fax: +82-2-961-9557, E-mail: hhyun@khu.ac.kr

2024)의 보고에 따르면 2023년 기준, 한 해 생산된 양파 1,173,000 톤 중 약 18%~26%의 양파껍질이 버려졌다고 한다. 과육에 비해 영양 성분이 높은 양파껍질은 식이섬유가 25%~32% 들어있으며 flavonoid가 양파 속보다 약 10~100 배 함유되어 혈액 순환 및 면역 등에 효과가 있다고 보고되었다(Jeong EJ & Cha YJ 2020; Kim GA 등 2024). 특히 flavonoid에 속하는 quercetin은 과육에서 껍질로 갈수록 함량이 증가하여 과육보다 10~60배 높다고 알려져 알레르기, 천식, 암, 심장병, 통풍에 효과가 크고 퇴행성질환 및 당뇨합병증에도 효과가 있는 것으로 보고 되었다(Yeom MS & Hwang ES 2020). 건강 기능성을 함유한 양파껍질 활용을 위한 연구에는 Kim GA 등(2024)의 양파껍질 설기떡, Jeong EJ & Cha YJ(2022)의 양파껍질 음료, Yeom MS & Hwang ES(2020)의 양파껍질 쿠키 등의 연구가 이루어지고 있으나 제빵 관련한 연구가 적고 양파껍질을 활용한 제품에 대한 소비 가능성을 보여주는 감각적 특성조사 및 기호도 검사는 미흡한 실정이다.

Kim EJ & Suh SU(2023) 연구에 따르면 밀가루 이외의 첨가물을 이용한 식빵은 건강 기능성 식품을 선호하는 소비자의 욕구를 만족시키고, 색다른 관능적 특성을 갖게 되어 제품의 품질 향상과 기능성 향상을 기대할 수 있다고 한다. 따라서 기능성 식품을 선호하는 소비자의 트렌드에 맞춰 대중에게 부담 없이 접근할 수 있는 식빵을 활용해 본 연구를 진행하고자 하였다. 본 연구에서는 식빵의 건강 기능성 향상 및 개발 가능성을 파악하기 위해 양파껍질 가루를 첨가한 식빵에 관한 연구를 진행하였다. 양파껍질 가루를 첨가한 식빵의 발효율, pH, 수분함량, 색도, 조직감 및 소비자 기호도 등을 통하여 양파껍질 가루가 식빵의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였고, 이를 바탕으로 건강 기능성이 있는 식사 대용 식빵 개발을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 재료는 강력분(CJ, Gyeongsangnamdo, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 소금(Chungjungone, Jeollanamdo, Korea), 마가린(Ottogi, Anyang, Korea), 이스트(Jenico, Pyeongtaek, Korea), 100% 양파껍질 가루(Bijamsikyeon, Fukuyama, Japan)를 온라인에서 구매하여 사용하였다. 100% 양파껍질 가루는 국내 제품이 없어 해외 제품을 구매하여 표준화된 재료로 연구하고자 하였다.

2. 식빵의 제조

양파껍질 가루를 첨가한 식빵의 제조는 제빵 기능사 실기 시험의 배합을 참고하여 직접 반죽법으로 제조하였으며, 각 재료의 배합비는 Table 1과 같다. 세 차례 예비 실험을 통해 밀가루 함량에 대하여 양파껍질 가루 0%, 1%, 3%, 5%, 7%, 10%를 대체 첨가량으로 결정하여 식빵을 제조하였다. 제조 방법은 마가린을 제외한 전 재료를 Stand Mixer(Wilfa KM1B-70, Peking Industrial Company Limited, San Po Kong, China)에 넣고 저속(3단)에서 2분간 혼합 후, 클린업 단계에서 마가린을 첨가하여 중속(6단)으로 10분간 반죽하였다. 반죽 완료된 후 반죽을 둥글려 볼에 담아 온도 30±5℃, 상대습도 75±5%의 발효기(EP-20, Daeyung Bakery Machinery Ind., Co., Ltd, Seoul, Korea)에서 30분 동안 1차 발효하였다. 1차 발효 완료 후 450 g씩 분할하여 가스를 빼고 둥글리기 한 뒤 비닐로 덮어 실온에서 15분 중간 발효를 하였다. 이후 반죽의 가스를 가볍게 빼고 one-loaf로 성형해 식빵 팬(21.5 × 9.5 × 9.5 cm)에 팬닝하여 온도 35±5℃, 상대습도 85±5%의 발효기에서 2차 발효를 45분 동안 진행하였으며, 굽기는 윗불 170℃ 아랫불 180℃로 예열된 오븐(Deck Oven DHO2-43,

Table 1. Formulas for the loaf bread prepared with the addition of onion peel powder

Ingredient (g)	CON ¹⁾	OPP ²⁾ 1	OPP3	OPP5	OPP7	OPP10
Strong flour	300	297	291	285	279	270
Onion peel powder	0	3	9	15	21	30
Sugar	15	15	15	15	15	15
Salt	5	5	5	5	5	5
Margarine	12	12	12	12	12	12
Yeast	15	15	15	15	15	15
Water	190	190	190	190	190	190

¹⁾ CON: Control.

²⁾ OPP: Onion peel powder.

Daehung Softmill Co., Ltd, Gwangju-si, Gyeonggi-do, Korea)에서 30분간 구웠다. 구워진 식빵은 가볍게 바닥을 내리쳐 수증기를 뺀 후 틀과 분리하여 실온에서 1시간 냉각 후 비닐에 밀봉한 다음, 실온에 보관하며 본 실험에 사용하였다.

3. 발효율 측정

발효율 측정은 Koo ES & Yoon HH(2024)의 연구를 참고하여 눈금 5 mm 간격 및 두께 10 mm의 아크릴판 사이에 반죽 2 g을 둥글린 후 중앙에 맞췄다. 1차 발효와 동일한 조건으로 발효시키며 0분부터 90분까지 15분 간격으로 총 7회에 걸쳐 반죽의 가로, 세로를 자를 이용해 cm 단위로 측정된 평균값을 구하였다.

4. 무게, 부피, 비용적, 오븐 스프링 측정

식빵의 무게는 실온에서 1시간 방랭 후 전자저울(Digital Scale I-2000, Labtools., Guangdong, China)을 이용해 측정하였다. 부피는 좁쌀을 이용한 종자 치환법을 따라 틀에 좁쌀을 가득 담아 수평을 만들고 비운 후 식빵을 넣고 그 위에 떨어졌던 좁쌀을 다시 채워 윗면이 수평을 맞춘 후, 남은 좁쌀의 부피를 측정하였다. 비용적(mL/g)은 양파껍질 가루를 첨가한 식빵의 부피를 식빵의 무게로 나누어 계산하였다. 오븐 스프링은 자를 이용해 2차 발효를 후 식빵의 높이와 구워진 후 1시간 방랭한 식빵의 높이의 차를 계산하였다. 모든 측정은 3회 반복 측정하여 평균값을 계산하여 기록하였다.

5. pH, 수분함량 측정

양파껍질 가루를 첨가한 식빵의 pH 측정은 식빵 15 g을 증류수 100 mL에 넣고 30분간 진탕하여 10분간 방치한 후 pH meter(ST3100, Ohaus Corp., Parsippany, NJ, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 식빵의 수분함량은 속질 1 g을 칭량해 수분측정기(Moisture Analyzer, MB-95, OHAUS, Parsippany, NJ, USA)로 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

6. 색도 측정

식빵의 색도 측정은 색차계(Colorimeter, JC801S, Color Techno System Co., Ltd, Tokyo, Japan)를 사용해 분석하였다. 먼저 사용된 백색판의 값은 $L=94.029$, $a=-1.658$, $b=1.898$ 이었다. 겉껍질과 속질 부분을 분리해 L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness) 값을 3회 반복 측정하여 평균값을 계산하였다.

7. 조직감 측정

양파껍질 가루를 첨가한 식빵의 조직감(texture)은 texture

analyzer(TA-XT2i, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK)로 측정하였다. 시료는 12.5 mm 두께로 자른 식빵 두 장을 겹쳐서 사용하고, cylinder probe를 중앙에 위치하도록 맞춘 후 측정하였다. Song TH & Yoon HH(2020) 연구를 참고하여 측정 조건은 36 mm cylinder probe를 이용해 pretest speed 1.0 mm/s, test speed 1.7 mm/s, posttest speed 10 mm/s, distance 6.3 mm, force 5 g, time 2.5 sec 설정 조건으로 실시하였다. 2회 연속으로 압착했을 때의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

8. 기호도 검사

기호도 검사 패널은 감각 검사의 경험이 없는 일반인과 경희대학교 학생 85명(남 27명, 여 58명) 중 결측 항목이 있는 5명을 제외한 80명 대상으로 실시하였다. 외관 평가를 위해 식빵의 절단면이 보이도록 제시하였으며, 시료의 속질 부분을 $30 \times 30 \times 20$ mm로 크기로 잘라서 뚜껑 있는 흰색 용기에 2조각씩 담아 난수 3자리를 표기한 후 생수 1병과 함께 제공하였다. 평가 항목으로 외관(appearance), 냄새(odor), 맛(taste), 질감(texture) 및 전반적인 기호도(overall acceptance)로 총 5가지를 7점 척도(1=매우 싫다, 7=매우 좋다)로 평가하였다.

9. 통계분석

양파껍질 가루를 첨가한 식빵의 품질 특성에 관한 결과는 3회 반복 측정하였으며, 검사 결과 모두 SPSS Statistics(ver. 28.0, IBM Corp, Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용해 평균과 표준편차를 산출하였다. 일원분산분석(one-way ANOVA)으로 대조구와 실험구 사이의 유의적인 차이를 분석하였고, 사후검정은 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시해 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 발효율

양파껍질 가루(onion peel powder; OPP)의 첨가 비율에 따른 식빵 반죽의 발효율을 알아보기 위해 15분씩 90분 동안 측정된 결과는 Table 2와 같다. 발효 시작에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나 15분부터 차이가 나기 시작하여 대조구(3.65 cm)와 OPP1~OPP5(3.59~3.38 cm)가 높은 발효율을 보였다. 이후 30분부터 90분까지 대조구와 OPP1~OPP3이 높은 발효율을 보이며 첨가량이 증가할수록 발효율이 감소하는 것으로 나타나 Bae JH 등(2003a), Kwon MS & Lee MH(2020) 연구와 유사한 경향을 보였다. 양파껍질에 함유된 식

Table 2. Fermentation rate of loaf bread prepared with the addition of onion peel powder (cm)

Time (min)	CON ¹⁾	OPP1	OPP3	OPP5	OPP7	OPP10	F-value
0	2.90±0.17 ²⁾	2.88±0.20	2.97±0.08	2.75±0.31	2.81±0.25	2.74±0.32	0.829 ^{NS}
15	3.65±0.21 ^{a3)}	3.59±0.31 ^a	3.61±0.15 ^a	3.38±0.24 ^{ab}	3.28±0.30 ^b	3.13±0.20 ^b	4.650 ^{***}
30	4.19±0.18 ^a	4.12±0.28 ^a	4.08±0.12 ^{ab}	3.78±0.34 ^{bc}	3.73±0.35 ^c	3.53±0.27 ^c	5.684 ^{***}
45	4.70±0.19 ^a	4.56±0.34 ^a	4.53±0.17 ^{ab}	4.22±0.29 ^{bc}	4.06±0.35 ^c	3.90±0.27 ^c	7.937 ^{***}
60	5.07±0.17 ^a	4.89±0.37 ^a	4.84±0.16 ^a	4.43±0.32 ^b	4.30±0.38 ^b	4.06±0.30 ^b	10.479 ^{***}
75	5.31±0.14 ^a	5.08±0.37 ^a	5.11±0.24 ^a	4.62±0.23 ^b	4.50±0.36 ^{bc}	4.26±0.30 ^c	12.397 ^{***}
90	5.46±0.12 ^a	5.30±0.38 ^a	5.19±0.19 ^a	4.70±0.28 ^b	4.64±0.34 ^b	4.41±0.33 ^b	12.880 ^{***}

1) Refer to the legends in Table 1.

2) Mean±S.D., *** $p < 0.001$, ^{NS} Not significant.

3) ^{a-c} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

이섬유는 글루텐 형성을 방해하기 때문에 밀가루 함량 대비 양과껍질 가루의 첨가량이 증가할수록 글루텐 발진 및 가스 보유력이 감소하여 본 연구의 발효율이 감소한 것으로 사료된다(Lee EJ 등 2012; Kwon MS & Lee MH 2020; Koo ES & Yoon HH 2024).

2. 무게, 부피, 비용적, 오븐 스프링

양과껍질 가루를 첨가한 식빵의 무게, 부피, 비용적, 오븐 스프링 결과는 Table 3과 같다. 식빵의 무게는 OPP3까지 대조구와 비슷한 경향을 보였고, OPP5~OPP10(400.50~415.50 g)까지 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). Hwang YK 등(2023) 연구에서 첨가량이 증가할수록 무게가 증가하여 본 연구와 유사한 경향을 보였으며, 밀가루 단백질의 함량 감소와 양과껍질의 첨가량 증가 등에 영향을 받았기 때문으로 해석했다(Bae JH 등 2003b). 양과껍질 가루를 첨가한 식빵의 부피는 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여($p < 0.001$) OPP10이 719.80 mL로 가장 낮았으

며, 이는 본 연구의 발효율 결과와 유사하게 식이섬유가 함유된 양과껍질 가루의 첨가량이 증가할수록 글루텐 발달이 저하되어 반죽 팽창이 원활히 이루어지지 않아 부피가 감소한 것으로 사료된다(Jeon KS 등 2015; Shin HK 등 2017).

비용적은 OPP5까지 대조구와 비슷한 경향을 보였고, OPP7부터 유의적으로 감소하여 OPP10이 2.00 mL/g으로 가장 낮았다($p < 0.001$). Ju HW 등(2010) 연구에서도 가루 첨가량이 증가함에 따라 부피와 비용적의 감소 경향을 보였으며, 이는 글루텐의 양이 감소하여 글루텐 형성을 방해했기 때문으로 사료된다. 이에 따라 오븐 스프링의 결과도 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여($p < 0.001$) 대조구가 2.58 cm로 가장 높고 OPP10이 0.06 cm로 가장 낮은 것으로 나타났다.

3. pH와 수분함량

양과껍질 가루를 첨가한 식빵의 pH와 수분함량 측정 결과는 Table 4와 같다. 일반적으로 빵에 적합한 pH는 5.0~5.5 정도로 알려져 있으며, 첨가되는 원료의 pH가 빵의 품질에

Table 3. Weight, volume, specific volume and oven spring of loaf bread prepared with the addition of onion peel powder

Property	CON ¹⁾	OPP1	OPP3	OPP5	OPP7	OPP10	F-value
Weight (g)	395±1.41 ^{2)d3)}	393±0.00 ^d	393.5±0.71 ^d	400.50±2.12 ^c	407.50±2.12 ^b	415.50±0.71 ^a	81.767 ^{***}
Volume (mL)	1,856.00±65.29 ^a	1,809.40±73.01 ^a	1,654.20±79.75 ^b	1,396.60±55.01 ^c	996.80±85.84 ^d	719.80±28.99 ^c	235.076 ^{***}
Specific volume (mL/g)	4.53±0.06 ^a	4.50±0.11 ^a	4.30±0.08 ^a	3.81±0.53 ^a	2.38±0.48 ^b	2.00±0.47 ^b	19.877 ^{***}
Oven spring (cm)	2.58±1.05 ^a	2.50±0.97 ^a	1.24±0.65 ^b	0.42±0.47 ^{bc}	0.60±0.23 ^{bc}	0.06±0.09 ^c	12.803 ^{***}

1) Refer to the legends in Table 1.

2) Mean±S.D., *** $p < 0.001$.

3) ^{a-c} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. pH values and moisture content of loaf bread prepared with the addition of onion peel powder

Property	CON ¹⁾	OPP1	OPP3	OPP5	OPP7	OPP10	F-value
pH	5.41±0.01 ^{2)a3)}	5.30±0.02 ^b	5.03±0.01 ^c	4.79±0.01 ^d	4.52±0.01 ^e	4.52±0.03 ^f	2274.21 ^{***}
	SF ⁴⁾	5.81±0.03		OPP ⁵⁾	4.04±0.01		
Moisture content (%)	44.39±0.15 ^a	44.25±0.16 ^a	44.31±0.31 ^a	44.31±0.05 ^a	43.85±0.09 ^b	43.46±0.27 ^c	10.761 ^{***}
	SF	12.08±0.20		OPP	4.72±0.35		

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D., ^{***} $p < 0.001$.

³⁾ ^{a-f} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ SF: Strong flour.

⁵⁾ OPP: Onion peel powder.

영향을 끼칠 수 있다(Shin GM & Hong SY 2008). 양과껍질 가루를 첨가한 식빵의 pH 결과, 대조구부터 OPP3(5.41 ~ 5.03)까지 빵에 적합한 pH를 나타냈으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 결과가 나타났다($p < 0.001$). 본 연구에 사용된 강력분(SF)과 양과껍질 가루(OPP)의 pH 측정 결과, OPP의 pH는 4.04이며, SF의 pH가 5.81로써 양과껍질의 pH가 밀가루보다 낮아 첨가량의 증가함에 따라 식빵의 pH가 감소한 것으로 사료된다. Yeom MS & Hwang ES(2020), Bae JH 등(2003b) 연구에서도 유사한 결과가 나타났으며, Kwon MS & Lee MH(2020) 연구에서 양과껍질의 유기산인 tannic acid, sinapinic acid, ferulic acid 등이 pH를 낮춘다는 보고와 유사하게 본 연구의 양과껍질 가루의 pH가 낮아 첨가량이 증가할수록 유기산으로 인해 제품의 pH가 낮아진 것으로 판단된다.

수분함량 측정 결과, OPP5까지 대조구와 비슷한 경향을

보였고, OPP7부터 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$). 본 연구에 사용된 OPP의 수분함량은 4.72%이며, SF의 수분함량이 12.08%로써 양과껍질 가루가 밀가루에 비해 수분함량이 낮아 본 연구의 수분함량이 감소한 것으로 사료된다. 이는 Masood S 등(2020)의 연구와 유사하며 수분함량이 감소한 것은 본 연구에서 사용된 OPP의 수분함량이 밀가루에 비해 상대적으로 낮아 양과껍질 가루의 첨가량이 증가할수록 수분을 많이 흡수했기 때문으로 판단된다(Kim GA 등 2024).

4. 색도

양과껍질 가루 첨가한 식빵의 겉질(crust)과 속질(crumb)을 분리하여 각각 색도 측정된 결과는 Table 5와 같다. 겉질의 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$). 본 연구에 사용한 강

Table 5. Hunter color values of loaf bread prepared with the addition of onion peel powder

Property	CON ¹⁾	OPP1	OPP3	OPP5	OPP7	OPP10	F-value
Crust	L	68.26±0.02 ^{2)a3)}	63.84±0.04 ^b	58.22±0.10 ^c	55.66±0.03 ^d	52.39±0.06 ^e	70,388.66 ^{***}
	a	6.05±0.09 ^a	4.16±0.10 ^b	4.34±0.29 ^b	3.09±0.05 ^c	2.88±0.14 ^c	467.14 ^{***}
	b	35.62±0.01 ^a	31.98±0.09 ^b	29.98±0.16 ^c	27.30±0.06 ^d	24.91±0.10 ^e	11,714.81 ^{***}
Crumb	L	87.81±0.01 ^a	74.40±0.19 ^b	60.30±0.28 ^c	53.67±0.04 ^d	50.15±0.01 ^e	33,695.371 ^{***}
	a	-6.02±0.07 ^c	-2.30±0.20 ^d	-0.98±0.41 ^c	0.58±0.06 ^b	0.77±0.06 ^b	526.879 ^{***}
	b	22.68±0.01 ^b	22.48±0.04 ^b	23.46±0.01 ^a	22.11±0.08 ^c	20.72±0.23 ^d	272.433 ^{***}
	SF ⁴⁾	L	97.51±0.21	OPP ⁵⁾	L	63.02±0.35	

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D., ^{***} $p < 0.001$.

³⁾ ^{a-f} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ SF: Strong flour.

⁵⁾ OPP: Onion peel powder.

력분(SF)과 양파껍질 가루(OPP)의 L값은 각각 97.51과 63.02로써 OPP 첨가량의 증가는 겉질의 명도 감소로 이어지는 것으로 사료된다. 또한 Jeon SY 등(2012)의 연구에 따르면 양파껍질에는 당질(nonfibrous carbohydrate)이 다량 함유되어 있다고 보고하였다. 당질은 빵이 구워지는 동안 빠른 메일라드 반응을 촉진하기 때문에 본 연구에 명도가 낮아진 것으로 판단된다(Lee MH 2022).

속질의 L값 측정 결과, 대조구가 87.81로 가장 높았고 OPP10이 48.82로 가장 낮아 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여($p<0.001$) Lee HJ 등(2009) 연구 결과와 유사하게 나타났다. 이는 본 연구에 사용된 OPP의 L값이 밀가루에 비해 낮아 양파껍질의 자체 색상이 영향을 미친 것으로 판단된다. 또한 Lee CS 등(2024)의 연구는 글루텐 형성이 부족한 식빵은 기공 형성이 잘 이루어지지 않아 명도가 낮아진다고 보고하여 본 연구도 기공 형성이 명도에 영향을 미친 것으로 사료된다. a값의 측정 결과, OPP10이 1.35로 가장 높았고 대조구가 -6.02로 가장 낮아 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아져($p<0.001$) Michalak-Majewska M 등(2020) 연구와 유사하게 나타났으며, 양파껍질의 붉은 색상이 적색도에 영향을 끼친 것으로 사료된다. b값의 측정 결과, OPP3이 23.46으로 가장 높게 나타나 다른 시료들과 유의적인 차이를 보이며 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 OPP10이 20.43으로 가장 낮게 나타났($p<0.001$).

5. 조직감

양파껍질 가루를 첨가한 식빵의 texture 측정 결과는 Table 6과 같다. 양파껍질 가루를 첨가한 식빵의 경도(hardness) 측정 결과, 대조구(298.01 g)와 OPP1(317.94 g)이 가장 낮으며 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였으며($p<0.001$) Shin GM & Hong SY(2008) 연구에서도 본 연구와 유사하게 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하는 경향을 보였다. 이는 기공 형성이 잘 발달되지 않아 단단한 구조를 형성했기 때문이라

고 제시하였으며(Koo ES & Yoon HH 2024) 경도가 낮을수록 식빵의 부피가 크고 부드러움이 증가하므로(Kim YM 2018) 본 연구의 대조구와 OPP1이 가장 부드러울 것으로 사료된다. 검성(gumminess) 측정 결과, 대조구(252.96)와 OPP1(282.64)은 비슷한 경향을 보이며 OPP3부터 유의하게 증가하였다($p<0.001$). 이는 경도의 증가가 검성에 영향을 끼친 것으로 사료되며, Kim YM(2018) 연구와 유사한 경향을 보였다. 씹힘성(chewiness) 측정 결과, 대조구가 224.04로 가장 낮게 나타났으며 OPP10이 2,703.52로 가장 높게 나타나 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다($p<0.001$). 이는 검성의 증가가 씹힘성에 영향을 끼친 것으로 사료되며, Bae JH 등(2003b), Kim CH & An SH(2023) 연구와 유사한 경향을 보였다. 양파껍질 가루 첨가는 탄력성(springiness)과 응집성(cohesiveness)에서는 유의적인 차이를 보이지 않아 본 연구에 영향을 미치지 않았으나 경도, 검성 및 씹힘성에는 유의적인 차이를 보이며 영향을 미치는 것으로 나타났다.

6. 기호도 검사

양파껍질 가루를 첨가한 식빵의 기호도 검사 결과는 Table 7과 같다. 식빵 외관에 대한 기호도는 대조구가 가장 높았고, 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소하였다($p<0.001$). Kim GA 등(2024) 연구에서 양파껍질 첨가량이 증가할수록 색에 대한 기호도가 감소했다고 보고되어 본 연구의 색도 결과에서도 첨가량이 증가할수록 명도가 낮아지는 결과가 나타나 색상이 외관 기호도에 영향을 준 것으로 사료된다. 냄새와 맛에 대한 기호도는 대조구부터 OPP3까지 가장 높았고, 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소하였다($p<0.001$). Lee HJ 등(2009)의 연구에 따르면 높은 첨가량으로 인한 양파의 향미는 소비자에게 거부감을 주나 적절한 양의 첨가는 긍정적인 결과를 나타낸다고 한다. 이에 따라 본 연구에서도 양파의 강한 향미가 소비자 기호도에 부정적 영향을 미친 것으로

Table 6. Textural properties of loaf bread prepared with the addition of onion peel powder

Property	CON ¹⁾	OPP1	OPP3	OPP5	OPP7	OPP10	F-value
Hardness (g)	298.01±22.97 ^{2)c(3)}	317.94±6.64 ^c	589.35±12.69 ^d	742.69±17.58 ^c	1,351.91±23.89 ^b	3,282.56±68.15 ^a	3,722.390 ^{***}
Springiness	0.97±0.03	1.13±0.25	1.00±0.00	0.97±0.01	0.98±0.00	0.96±0.03	1.095 ^{NS}
Cohesiveness	0.85±0.04	0.89±0.01	0.88±0.01	0.87±0.02	0.88±0.02	0.86±0.00	1.503 ^{NS}
Gumminess	252.96±9.76 ^c	282.64±5.91 ^c	520.03±4.63 ^d	649.32±2.17 ^c	1,189.81±9.33 ^b	2,809.57±67.42 ^a	3,549.674 ^{***}
Chewiness	244.04±2.94 ^f	317.74±64.43 ^c	518.62±4.62 ^d	631.24±4.98 ^e	1,165.23±9.62 ^b	2,703.52±14.86 ^a	3,428.723 ^{***}

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D., ^{***} $p<0.001$, ^{NS} Not significant.

³⁾ ^{a~f} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 7. Acceptance of loaf bread prepared with the addition of onion peel powder

Property	CON ¹⁾	OPP1	OPP3	OPP5	OPP7	OPP10	F-value
Appearance	5.98±1.30 ^{2)a3)}	5.15±1.38 ^b	5.25±1.26 ^b	4.85±1.19 ^b	3.69±1.48 ^c	2.91±1.49 ^d	55.296 ^{***}
Odor	5.24±1.45 ^a	5.10±1.33 ^{ab}	4.78±1.33 ^{ab}	4.66±1.49 ^b	3.44±1.39 ^c	2.76±1.55 ^d	39.180 ^{***}
Taste	5.10±1.56 ^a	4.83±1.19 ^{ab}	4.70±1.21 ^{ab}	4.45±1.35 ^b	2.84±1.34 ^c	2.33±1.32 ^d	60.496 ^{***}
Texture	5.71±1.18 ^a	5.49±1.23 ^a	5.00±1.19 ^b	4.70±1.50 ^b	2.98±1.43 ^c	2.38±1.34 ^d	87.292 ^{***}
Overall acceptance	5.69±1.13 ^a	5.43±1.17 ^a	4.88±1.28 ^b	4.70±1.31 ^b	2.71±1.36 ^c	2.14±1.14 ^d	114.118 ^{***}

1) Refer to the legends in Table 1.

2) Mean±S.D., *** $p < 0.001$.

3) a~d Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

사료된다. 조직감에 대한 기호도는 대조구와 OPP1이 가장 높았고, 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소하였다($p < 0.001$). 이는 조직감 중 경도, 검성 및 씹힘성이 양과껍질 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 앞의 조직감 결과에 따라 식빵의 부드러움 감소로 이어져 조직감에 대한 기호도에 영향을 끼친 것으로 사료된다. 전반적인 기호도에 관한 결과는 대조구와 OPP1이 가장 높았고, 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소하였다($p < 0.001$). 즉, 전체적인 기호도가 향미(냄새와 맛) 기호도의 영향보다는 외관과 조직감 기호도의 영향에 의해 더 강하게 영향을 받음을 알 수 있었다.

요 약

본 연구는 다량의 식이섬유와 항산화 성분이 함유되어 있어 건강 기능성이 높음에도 불구하고 비가식 부위이기 때문에 폐기되는 양과껍질을 첨가한 식빵의 이화학적 특성과 소비자 기호도를 조사하였다. 양과껍질 가루(onion peel powder; OPP)는 예비 실험을 거쳐 0%(CON), 1%(OPP1), 3%(OPP3), 5%(OPP5), 7%(OPP7), 10%(OPP10) 비율로 밀가루를 대체하여 첨가하여 반죽의 발효율, 무게, 부피, 비용적, 오븐 스프링, pH, 수분함량, 색도, 조직감과 소비자 기호도를 통해 식빵의 적용 가능성을 알아보려고 하였다.

반죽의 발효율은 대조구부터 OPP3까지 높은 발효율을 보였고, 양과껍질 가루 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 식빵의 무게는 대조구부터 OPP3(395~393.5 g)까지 낮게 나타났으며 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 부피와 오븐 스프링은 대조구와 OPP1이 가장 높게 나타났으며 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, 비용적은 대조구부터 OPP5(4.53~3.81 mL)가 높게 나타났으며 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. pH는 양과껍질 가루 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하여, 대조구가 5.41로 가장 높고 OPP10이 4.52로 가장 낮았다.

수분함량은 대조구부터 OPP5(44.39%~44.31%)가 높게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 겉질의 색도는 명도(L), 적색도(a), 황색도(b) 모두 대조구가 가장 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 어두워지는 경향을 보였고, 속질의 색도는 명도(L), 황색도(b)는 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으나 적색도(a)는 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 OPP10이 1.35로 가장 높고 대조구가 -6.02로 가장 낮게 나타났고 Texture는 양과껍질 가루 첨가량이 증가할수록 경도와 검성이 유의적으로 증가하여 OPP10이 가장 높게 나타났고 대조구와 OPP1이 가장 낮게 나타났고 씹힘성도 OPP10이 2,703.52로 가장 높고 대조구가 244.04로 가장 낮게 나타나 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으나 탄력성, 응집성은 시료 간 유의적인 차이를 보이지 않았다.

80명의 소비자를 대상으로 실시한 기호도 검사는 외관, 냄새, 맛, 조직감, 전반적인 기호도를 조사하였다. 외관의 기호도 결과 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 OPP10이 2.91로 가장 낮고, 대조구가 5.98로 가장 높은 기호도를 나타냈다. 냄새와 맛의 기호도 결과 대조구부터 OPP3까지 가장 높은 기호도를 나타냈다. 조직감과 전반적인 기호도 결과 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하여 OPP10이 가장 낮고, 대조구와 OPP1이 가장 높은 기호도를 나타냈다.

따라서 양과껍질 가루를 첨가한 식빵의 품질 특성 및 기호도 결과를 고려하였을 때, 양과껍질 가루를 1% 정도 첨가한다면 식빵의 품질을 유지하면서 건강 기능성 향상 및 소비자 기호도에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대한다. 더불어 냄새와 맛의 기호도 결과에서 OPP3까지 높은 기호도를 나타냈기 때문에 명도의 변화를 최소화하거나 조직감 개선이 이루어진다면 양과껍질 가루를 3%까지 첨가하여도 높은 기호도를 나타내리라 추측되며, 건강 기능성 향상에도 도움이 될 것이라 기대한다. 그러나 소비 가능성에 대한 연구로는 부족하여 향후 추가로 감각적 특성을 조사하여 소비자 기호도와

의 연관관계를 파악하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- An HL (2024) Physical properties and sensory evaluation of pan bread added with molasses. *Culi Sci & Hos Res* 30(10): 1-9.
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C (2003a) Physicochemical properties of onion powder added wheat flour dough. *Korean J Food Sci Technol* 35(3): 436-441.
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C (2003b) Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J Food Sci Technol* 35(6): 1124-1128.
- Hwang YK, Yu YS, Park HR (2023) Quality characteristics and antioxidant of white pan bread added with *Allium fistulosum* root powder. *Culi Sci & Hos Res* 29(11): 49-61.
- Jang YS, Kim JK (2024) Quality characteristics and antioxidant activities of pan bread added with *Antler velvet*, *Cynanchum wilfordii* radix and *Angelica* extract. *Culi Sci & Hos Res* 30(6): 8-18.
- Jeon KS, Lee NH, Park SI (2015) Quality characteristics of white pan bread with chinese artichoke (*Stachys sieboldii* MIQ) powder. *Culi Sci & Hos Res* 21(4): 1-15.
- Jeon SY, Baek JH, Jeong EJ, Cha YJ (2012) Potential of onion peel extract as a functional ingredient for functional food. *J Life Sci* 22(9): 1207-1213.
- Jeong EJ, Cha YJ (2020) Quality characteristics of jelly made with onion peel extracts. *Culi Sci & Hos Res* 26(4): 186-193.
- Jeong EJ, Cha YJ (2022) Quality characteristics of beverage adding onion peel extract. *Journal of the Korean Society of Industry Convergence* 25(1): 11-19.
- Ju HW, An HL, Lee KS (2010) Quality characteristics of bread added with black garlic powder. *Culi Sci & Hos Res* 16(4): 260-273.
- Kim CH, An SH (2023) Antioxidative activity and quality characteristics of salt bread added with *Allium ochotense* prokh. powder. *Culi Sci & Hos Res* 29(12): 40-50.
- Kim EJ, Suh SU (2023) Quality characteristics of white pan bread made with watermelon seed powder. *Culi Sci & Hos Res* 29(3): 27-36.
- Kim GA, Lee YJ, Min YR, Jang HW (2024) Quality characteristics and antioxidative activities of *Sulgidduk* added with onion peel powder. *Korean J Food Sci Technol* 56(4): 499-504.
- Kim JY, Yoo SS (2021) Physicochemical quality characteristics of short-term fermented gochujang using onion peel water-extract. *Culi Sci & Hos Res* 27(1): 42-52.
- Kim SY, O HB, Lee PR, Kim YS (2019) Effect of banana peel on quality characteristics and antioxidant activities of wet noodles. *Culi Sci & Hos Res* 25(7): 137-146.
- Kim YM (2018) Quality characteristics of white bread using hot-air-dried leek powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47(12): 1320-1326.
- Koo ES, Yoon HH (2024) Quality characteristics of white pan bread according to the addition ratio of sweet persimmon. *Korean J Food Cook Sci* 40(3): 156-164.
- Kwon MS, Lee MH (2020) A study on the quality characteristics antioxidant activity of morning roll added with onion peel concentrate. *Culi Sci & Hos Res* 26(12): 43-54.
- Kwon YH, Yoo SM, Jang DW, Kim IB, Choi JS, Lee JE (2023) The quality characteristics of pound cake added with oat flour. *Culi Sci & Hos Res* 29(10): 32-41.
- Lee CS, Han JH, Yu YS (2024) *Capsosiphon fulvescens* pan bread's quality changes about the shelf life and antioxidants effect during the preservation storing. *Culi Sci & Hos Res* 30(5): 22-33.
- Lee EJ, Ju HW, Lee KS (2012) Quality characteristics of pan bread added with citrus mandarin peel powder. *Culi Sci & Hos Res* 18(1): 27-39.
- Lee HJ, Jeong SI, Hwang YI (2009) Characteristics and preservation of the plain bread added with onion juice. *J Life Sci* 19(6): 781-786.
- Lee HJ, Lee KH, Park EJ, Chung HK (2010) Effect of onion extracts on serum cholesterol in borderline hypercholesterolemic participants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(12): 1783-1789.
- Lee MH (2022) Quality characteristics and antioxidant properties of pan bread with garlic peel powder. *Culi Sci & Hos Res* 28(9): 14-23.
- Lim GN, Kim SY, Kim MJ, Park SN (2012) Physical characteristic and *in vitro* transdermal delivery of PCL-*b*-PEG micelles containing quercetin and rutin. *Polym Korea* 36(4): 420-426.
- Masood S, Rehman AU, Bashir S, Imran M, Khalil P, Khursheed T, Ifitikhar F, Jaffar HM, Farooq S, Rizwan B, Javaid N (2020) Proximate and sensory analysis of wheat bread supplemented with onion powder and onion peel

- extract. *Biosci Res* 17(4): 4071-4078.
- Michalak-Majewska M, Teterycz D, Muszyński S, Radzki W, Sykut-Domańska E (2020) Influence of onion skin powder on nutritional and quality attributes of wheat pasta. *PLoS One* 15(1): e0227942.
- National Institute of Agricultural Science (2024) Discarded Onion Peels Increase Immunity and Reduce Stress. <https://www.rda.go.kr> (accessed on 27. 3. 2024).
- Shin GM, Hong SY (2008) Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food Nutr* 21(4): 485-491.
- Shin HK, Lee JH, Lee SK (2017) Characteristics of white pan bread with roasted rice bran. *Korean J Food Sci Technol* 49(4): 401-407.
- Song TH, Yoon HH (2020) Quality characteristics of white pan bread added with dextrinized flour. *Korean J Food Cook Sci* 36(5): 416-423.
- Yeom MS, Hwang ES (2020) Quality characteristics, antioxidant activities and acrylamide formation in cookies added with onion peel powder. *Korean J Preserv* 27(3): 299-310.
-

Date Received Feb. 3, 2025
Date Revised Feb. 26, 2025
Date Accepted Feb. 28, 2025