

들깨박의 푸드 업사이클링을 위한 식빵의 품질 특성

성 주 영¹ · 윤 혜 현^{2*}

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

Quality Characteristics of Pan Bread for Food Upcycling of Perilla Seed Meal

Ju Young Sung¹ and Hye Hyun Yoon²

¹Master's 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 was conducted to analyze the effect of adding perilla seed meal powder to pan bread and to explore its potential as an upcycled food product. Pan bread was made with varying amounts of perilla seed meal powder at 0% (CON), 5% (P5), 10% (P10), 15% (P15), 20% (P20), and 25% (P25). The specific volume of the pan bread decreased, while the pH increased, as the amount of perilla seed meal powder increased. Hunter's L (lightness) value decreased, while a (redness) and b (yellowness) values increased with increasing amounts of perilla seed meal powder. Texture profile analysis showed that hardness, gumminess, and chewiness significantly increased with increasing amounts of perilla seed meal powder addition. The sensory attribute difference test revealed that increasing the amount of perilla seed meal powder resulted in a decrease in pan bread volume, and an enhanced savory aroma along with a stronger roasted nut flavor. Consumer acceptance showed that overall acceptance remained high up to 10% addition of perilla seed meal powder. This experiment demonstrated the feasibility of food upcycling of pan bread using perilla seed meal powder.

Key words: perilla seed meal powder, pan bread, quality characteristics, food upcycling, sensory evaluation

서 론

최근 경제발전과 함께 건강에 대한 관심이 점차 증가하면서, 건강관리의 패러다임이 질병 치료에서 예방과 건강 유지로 변화하고 있으며, 이러한 변화는 소비자들이 건강하고 영양가 높은 식품을 찾는 경향으로 이어지고 있다(Lee SJ & Chung CH 2024). 특히, 국내 건강기능식품 시장은 COVID-19 이후 급격한 성장을 보이며, 2020년 5조 원 규모를 돌파한 이후 연평균 약 9%씩 증가하여 현재 6조 원에 달하는 규모로 성장하였다. 세계 시장 또한 지난 3년간 연평균 6.9%씩 성장해 현재 약 230조 원 규모로 확대되었다(Bae JM 등 2022). 이러한 건강 지향적인 소비 패턴의 변화와 친환경 식품에 대한 관심 증가로 인해 건강 기능성 식품에 대한 수요가 크게 증가하고 있다. 이러한 소비자 요구에 부응하기 위해 다양한 기능성 소재를 활용한 식품 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, 식생활의 간편화와 가정간편식(HMR) 시장의 확대로 인해 전통적인 식사 방식에서 벗어나 빵, 전식, 시리얼과 같

은 간편 식품을 선호하는 문화가 확산되고 있다. 아울러, 서구화된 식생활과 소득 수준의 향상, 그리고 디저트 문화의 확산으로 인해 쌀밥 대신 빵을 주식으로 선택하는 경향도 증가하고 있다(Kim GH 등 2023).

식빵은 전 세계적으로 널리 소비되는 대표적인 빵 제품으로 밀가루, 소금, 설탕, 이스트 등을 물과 혼합하여 반죽하고 굽는 방식으로 만들어진다(Boukid F 2022). 최근에는 단순한 먹거리를 넘어 건강과 기능성을 갖춘 식품으로 식빵을 소비하려는 경향이 증가하고 있다. 이에 따라 천연 재료, 유기농 재료, 건강 기능성 재료를 첨가한 차별화된 식빵 제품에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Kim EJ 2016). 예를 들어, 국내 연구에서는 연근 분말을 첨가한 식빵(Cha YJ 2023), 녹용·백수오·당귀 추출액을 첨가한 식빵(Jang YS & Kim JK 2024), 나문재 첨가 식빵(Hong GJ & Kim MH 2024), 천마 분말을 첨가한 식빵(Kwak JH & Lee MH 2023) 등이 개발되었다. 이러한 연구는 식이섬유 보강 및 기능성 향상을 위해 식빵에 채소, 과일, 곡물 등을 첨가하는 방법을 활용하고 있다.

식품 제조 과정에서 발생하는 부산물을 재활용하여 새로

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

은 식품 원료로 활용하는 푸드업사이클링(food upcycling)은 지속 가능성을 강조하는 현대 식품 산업의 중요한 트렌드로 자리 잡고 있다(Moshtaghian H 등 2021). Global Market Insights(2021)에 따르면, 푸드업사이클링 시장은 연평균 5.5%의 성장률을 보이며, 2026년까지 700억 달러에 이를 것으로 전망된다. 최근 자원 재활용과 환경 문제 해결에 대한 관심이 높아지면서, 식품 가공 부산물의 재활용이 주목받고 있으며(Osorio L 등 2021), 다양한 식품 부산물을 활용하여 식이섬유가 풍부한 식품을 개발하는 연구가 활발히 진행되고 있어, 사과 껍질(Valková V 등 2022), 감자 껍질(Soltan OIA 등 2023), 사탕무 과육(Khattab AE 등 2021), 사탕수수 부산물(Morales-Tapia AA 2023) 등을 활용한 연구가 있다. 이러한 부산물 활용은 환경 문제 해결뿐만 아니라 영양가가 풍부한 식이섬유 식품 개발에도 기여할 수 있다(Lau KQ 등 2021).

들깨(*Perilla*, *Perila frutescens*)는 한반도를 중심으로 동남아시아 지역에서 널리 재배되는 식용 작물이다. 불포화 지방산, 특히 오메가-3 지방산인 리놀렌산(linolenic acid)이 풍부하여 항염증, 항당뇨, 항산화 등의 생리활성 효과를 가지는 것으로 알려져 있다. 우리나라에서는 주로 들기름으로 소비되며, 2021년 들기름 출하량은 4,255톤에 이른다(FIS 2022). 그러나 들깨를 착유한 후 남은 부산물인 들깨박은 탄수화물(주로 식이섬유)과 단백질이 30~40% 함유되어 있음에도 불구하고, 대부분 식품 가공 부산물로 폐기되거나 비료, 사료 등으로 제한적으로 사용되고 있는 실정이다(You JS 2010; Kim JM 등 2019).

들깨박은 탄수화물과 단백질 외에도 무기질, 폴리페놀, 소량의 지질 성분도 함유되어 있다(Park JH & Yang CB 1990; Kim HK 등 1995). 이처럼 들깨박은 다양한 생리적 유용성을 지닌 식품으로 착유 후에도 폴리페놀 등 항산화 성분이 잔존하여 생리활성 기능을 유지하며, 높은 식이섬유 함량과 낮은 열량을 나타내어 현대인의 고열량·저섬유소 식습관을 보완

할 수 있는 식품소재로 활용될 잠재력이 있다(Park MJ 2023).

들깨박의 건강 기능성에 대한 연구로는 항산화 활성 물질의 동정(Jeong GH 등 2020), 들깨박 추출물의 항산화 및 항노화 효과(Kang H 등 2018), 효소 분해에 의한 들깨박 수용성 식이섬유의 물리적 특성 및 기능성(Hwang YJ 2017) 등이 있으나 들깨박의 유용성을 활용한 식품 개발에 관한 연구는 아직 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 건강 기능성이 우수한 들깨박을 보다 쉽게 섭취할 수 있는 식빵에 첨가하여 시료를 제조한 후 기계적 품질 특성과 특성 차이 검사, 기호도 검사를 통해 들깨박이 식빵의 감각적 품질 특성에 미치는 영향을 조사하고자 한다. 이를 통해 들깨박의 식품 활용 가능성을 제시하고, 추후 다양한 제품 개발을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 들깨박은 경북 예천에서 재배되고 생산 후 들기름을 착유한 들깨박을 온라인(농부창고)을 통해 직접 구입하였으며, 들깨박을 분쇄기(Blender, HMF-3250S, Haniil, Korea)로 갈아, 40 mesh(Chung Gye Industrial Mfg., Co., Seoul, Korea)로 내린 후 시료로 사용하였다. 본 실험에 사용된 재료는 강력분(Daehan Flour Mills, Seoul, Korea), 소금(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang, Seoul, Korea), 버터(Fonterra Ltd, New Zealand), 탈지분유(Seoulmilk, Seoul, Korea), 이스트(Ottogi, Anyang-si, Gyeonggi-do, Korea)이다.

2. 식빵의 제조

식빵의 시료는 Kim EJ & Suh SU(2023) 제조 방법을 기초로 하여 제조하였으며, 여러 차례의 예비 실험을 통해 6가지

Table 1. Formulas for pan bread added with perilla seed meal powder

Ingredient (g)	CON	P5	P10	P15	P20	P25
Strong flour	260	247	234	221	208	195
Perilla seed meal powder	0	13	26	39	52	65
Yeast	8	8	8	8	8	8
Water	156	156	156	156	156	156
Salt	4	4	4	4	4	4
Sugar	21	21	21	21	21	21
Butter	8	8	8	8	8	8
Non-fat dry milk	5	5	5	5	5	5

시료군을 Table 1과 같이 선정하였다. 들깨박 첨가량은 밀가루 중량에 5%, 10%, 15%, 20%, 25%를 대체하여 첨가하였다. 모든 재료는 전자저울(Scale, SW-1S, CAS, China)을 이용하여 정확히 계량하여 실온(23±3℃)에서 보관한 시료 재료들을 유지를 제외한 전 재료를 반죽기(Kitchen Aid 5K5SS, Whirlpool Corp., Benton Harbour, MI, USA)에 넣어 저속(2단) 2분 동안 믹싱 후 중속(6단)에서 6분간 믹싱후 클린업 단계에서 유지(버터)를 첨가 후 중속(6단)에서 6분간 믹싱하였다. 믹싱 완료된 반죽 온도가 27℃인지 확인 후 반죽을 볼에 담아 상대습도 85±5%, 온도 28±1℃ 설정한 발효기(RJDC-36-2-2, Rajin, Seoul, Korea)에서 1차 발효를 60분 동안 진행하였다. 1차 발효가 완료된 반죽은 450 g으로 분할하여 둥글리기를 하여 실온(23±3℃)에서 15분 동안 중간 발효를 하였다. 이후 성형은 one-loaf 형태로 하여 21.5 × 9.7 × 9.5 cm 크기의 식빵틀에 넣어 팬닝 후 상대습도 90±5%, 온도 38±1℃로 설정한 발효실에 넣은 뒤 2차 발효를 45분간 진행하였다. 전기식 3단 테크오븐(PICCOLO II, WACHTEL, Germany)을 185/180℃로 예열 후 2차 발효가 완료된 반죽을 오븐에 넣어 30분간 구워서 굽기가 완료된 식빵은 팬에서 꺼내 1시간 동안 실온(23±3℃)에서 방랭 후 비닐 지퍼백에 넣어 실온 보관 후 사용하였다.

3. 식빵의 부피, 무게, 비용적

식빵의 부피는 차조를 이용한 종자 치환법을 사용해서 3회 반복 측정해 평균값을 구하였다. 비용적은 실온에서 1시간 동안 냉각한 식빵의 무게를 전자저울(Scale, SW-1S, CAS, China)을 사용해서 측정한 다음 부피를 무게로 나눈 값을 비용적(mL/g)으로 하여 3회 반복 측정 후 평균값을 구하였다.

4. pH 측정

pH는 AACC method 02-52(11)(AACC 2000)에 따라 측정하였다. 구운 후 1시간 동안 방랭한 식빵 속질 15 g을 증류수 100 mL와 함께 비커에 넣고 30분간 진탕하여 10분간 방치한 후, 여과지로 여과하여, pH meter(ST3100, Ohaus Corp., Parsippany, NJ, USA)를 이용하여 측정하였고, 모든 시료를 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

5. 수분함량 측정

시료의 속질 10 g을 블렌더(Blender, BR300KR, Ninja, China)에 10초 곱게 갈아준 후 칭량 접시에 1 g을 정량하여 할로젠 수분 측정기(Moisture Analyser, MB-95, OHAUS Corp, USA)를 사용하여 수동으로 105℃에 고속 건조프로그램, 자동 60 방식으로 수분함량을 구하였다. 각 시료는 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

6. 색도 측정

색도 측정은 제품의 색도는 색차계(Colorimeter, JC801, Color Techno System Co. Ltd, Japan)를 이용하여 측정하였다. 식빵의 속질 부분을 petri dish(35.0 mm × 10.0 mm)에 알맞게 잘라서 사용하였으며, L(명도), a(적색도), b(황색도)값은 시료마다 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 이때 사용된 백색판(calibration plate)은 L값 93.94, a값 -1.72, b값 1.88이었다.

7. 기계적 조직감 측정

시료는 texture analyser(TA-XT Express, Stable Micro Systems, U.K.)를 사용하여 TPA를 실시하였다. 식빵의 속질을 3.0 cm × 3.0 cm × 2.5 cm로 재단 후 시료를 cylinder probe 중앙에 두고 측정하였다. 측정 조건은 Sin S(2018)의 방법에 따라 36 mm cylinder probe를 이용하여 pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 1.7 mm/s, post-test speed 10 mm/s, distance 6.3 mm, force 40 g, time 2.5s 조건 하에 측정하였다. TPA를 통해 식빵의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였으며, 각 시료는 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

8. 특성 차이 검사

특성 차이 검사패널은 특성 차이 검사에 참여한 경험이 있으며 관능검사 수업을 이수한 경희대학교 대학원생 15명을 대상으로 2회 반복 시행하였다. 시료는 구운 뒤 1시간 동안 방랭한 후 지퍼백에 보관한 시료를 사용하였으며, 껍질을 제거하고 식빵의 속질만을 3.0 cm × 3.0 cm × 1.0 cm로 크기로 각각 자른 3조각을 뚜껑이 있는 흰색 플라스틱 원형용기에 담아 6가지 시료를 한꺼번에 제시하였다. 외관 특성의 평가를 위해서는 식빵의 절단면이 보이도록 하여 시료를 별도로 제공하였다. 세자리 난수로 표시한 시료를 입안을 행굴 물과 함께 제공하여 시료를 평가하는 사이마다 물로 입안을 행구도록 하였다. 검사 시 시료의 제시 순서는 임의 배열법으로 정하였으며, 제시된 시료에 대하여 모든 관능적 특성을 순서대로 평가하도록 하였다.

들깨박을 첨가한 식빵의 특성 차이 검사를 위한 평가 항목은 예비 조사 결과와 선행연구 Sin S(2018)를 바탕으로 하여, 외관에서는 식빵의 부피, 겉질의 어두운 정도, 속질의 어두운 정도, 기공 균일성, 향미에서는 막걸리 향, 들깨박, 단맛, 짠맛, 구수한 맛, 구운 견과류 맛, 들깨 맛, 감칠맛, 조직감에서는 경도, 탄력성, 촉촉함, 쫄깃한 정도, 씹힘성, 후미에서는 쓴맛, 텁텁함, 삼킨 후 풍미, 입안에 남는 정도를 평가하였고, 평가는 9점 척도(1점=매우 약하다, 9점=매우 강하다)로 실시하였다.

9. 기호도 검사

소비자 기호도 검사를 위한 패널 선정에는 제빵 제품에 관심이 있는 일반인 50명(남: 18명, 여: 32명)을 대상으로 실시하였다. 식빵을 구워 1시간 동안 방랭한 뒤 껍질을 제거하고 지퍼팩에 담아둔 시료를, 3.0 cm × 3.0 cm × 1.0 cm로 절단하여 흰색 용기에 3조각씩 3자리의 난수를 표기하여 입안을 행굴 수 있는 생수와 함께 제공하였다. 제품의 외관(appearance), 냄새(odor), 맛(taste), 질감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptance)의 5가지 항목에 대하여 7점 척도(1= 매우 싫음, 7, 매우 좋음)로 평가하였다.

10. 통계분석

모든 검사의 분석은 3회 이상 반복하여 진행하였고, 그 결과를 SPSS Statistics(ver. 28.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 사후검정으로는 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 유의수준 $p < 0.05$ 의 범위에서 각 시료 간의 유의적 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 식빵의 부피, 무게, 비용적

들깨박을 첨가한 식빵 시료들의 부피와 무게 비용적의 결과는 Table 2와 같다. 들깨박 첨가 비율이 증가함에 따라 식빵의 부피는 유의하게 감소하였다. 대조군의 부피는 1,650

mL로 가장 컸고, 실험군에서는 들깨박 첨가량이 늘어날수록 부피가 점진적으로 줄어드는 경향을 보였다. 또한, 식빵의 비용적도 대조군이 4.6 mL/g으로 가장 높았으며, 들깨박 첨가량이 증가함에 따라 유의하게 낮아졌다($p < 0.001$). 식빵의 부피는 글루텐의 양과 질, 그리고 부재료의 종류에 따라 영향을 받는다. 식이섬유는 글루텐 발달을 저해하여 반죽 내 충분한 글루텐 구조 형성을 방해하므로, 결과적으로 식빵의 부피가 작아지게 된다(Djordjević M 등 2022). 본 연구에서 부피와 비용적 감소한 이유는 들깨박의 섬유질이 반죽 내 글루텐 네트워크 형성을 방해하여 팽창 능력을 저하시키고 이로 인한 가스 보유력 감소에 의한 것으로 보인다. 특히 P20과 P25 시료는 부피가 현저히 감소했는데, 이는 들깨박의 높은 식이섬유 함량으로 인해 반죽 내 기포 형성이 방해받고 밀도가 높아지면서 최종적으로 빵의 부피는 줄고 무게는 증가한 것으로 해석된다. 이러한 경향은 Hong GJ & Kim MH(2024)의 나문재 분말 첨가 식빵 연구, Ji JL 등(2022)의 동결건조 들깨잎 분말을 첨가한 식빵 연구에서도 유사하게 확인된 바 있다(Fig. 1).

2. 식빵의 수분함량과 pH

들깨박을 첨가한 식빵의 수분함량은 Table 3과 같다. 실험 결과, P10에서 수분함량이 가장 높았으며(41.36%), 그 이후로 들깨박 첨가 비율이 증가함에 따라 수분함량이 감소하는 경향을 보였다. 이는 적정량의 들깨박이 반죽 내 수분 보유에 기여할 수 있지만, 첨가량이 과도해지면 반죽이 지나치게

Table 2. Volume, weight, specific volume of pan bread added with perilla seed meal powder

Variables	CON ¹⁾	P5	P10	P15	P20	P25	F-value
Volume (mL)	1,650.40±23.35 ^{2a)3)}	1,519.80±21.32 ^b	1,465.40±8.26 ^c	1,421.40±16.07 ^d	1,202.60±15.75 ^e	952.20±4.65 ^f	1,185.17 ^{***}
Weight (g)	405.80±0.83 ^e	400.60±1.14 ^f	407.20±0.83 ^d	409.60±0.89 ^e	412.20±0.83 ^b	414.80±1.30 ^a	128.01 ^{***}
Specific volume (mL/g)	4.6±0.05 ^a	3.79±0.04 ^b	3.59±0.01 ^c	3.47±0.03 ^d	2.91±0.04 ^e	2.29±0.01 ^f	1,394.70 ^{***}

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D. *** $p < 0.001$.

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

Table 3. Moisture contents and pH of pan bread added with perilla seed meal powder

Variables	CON ¹⁾	P5	P10	P15	P20	P25	F-value
Moisture contents (%)	39.95±0.09 ^{2d)3)}	40.18±0.11 ^c	41.36±0.18 ^a	40.52±0.20 ^b	39.36±0.14 ^e	37.83±0.20 ^f	271.89 ^{***}
pH	5.26±0.13 ^f	5.56±0.01 ^e	5.70±0.01 ^d	5.75±0.01 ^c	5.80±0.01 ^b	5.79±0.00 ^a	1,279.13 ^{***}

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D. *** $p < 0.001$.

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



Fig. 1. Images of pan bread added with perilla seed meal powder.

조밀해져 수분 보유 능력이 저하되는 것으로 해석된다. 식이 섬유는 수분을 흡수하고 유지하는 특성이 있어 적정량의 섬유질은 반죽의 수분함량을 증가시킬 수 있으나, 섬유질이 과다하면 반죽의 물리적 구조가 지나치게 단단해져 수분이 고르게 분포되지 않고, 결과적으로 수분함량이 감소하게 된다. 또한 식빵 제조 시 사용한 들깨박의 수분함량은 5.09%이고, 사용한 밀가루의 수분 함량은 12.5%로, 들깨박 자체의 수분 함량이 밀가루의 수분함량보다 낮기 때문에 사료된다. 이러한 현상은 Verbeke C 등(2024)과 Kurek M & Wyrwiz J 등(2015)의 연구에서도 확인되었다.

식빵의 pH는 대조군이 5.26으로 가장 낮았으며, 들깨박의 첨가량이 증가할수록 pH가 유의미하게 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 이는 식빵 제조 시 사용한 들깨박 가루의 pH가 5.65로 대조군보다 높아 첨가군의 pH에 영향을 미쳤기 때문으로 해석된다.

3. 식빵의 색도

들깨박을 첨가한 식빵의 색도는 Table 4와 같이, 첨가량이 증가할수록 L값(명도)은 유의미하게 감소하고, a값(적색도)과 b값(황색도) 모두 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 이는 들깨박이 회갈색을 띠기 때문에, 첨가량이 늘어날수록 명도가 감소한 것으로 보인다. 이러한 경향은 Lee SY(2007)의 들깨가루를 첨가한 파운드케이크 및 쿠키 연구와 Oh HL 등(2022)의 들깨박을 첨가한 식물성 쌀쿠키 연구에서도 확인되었으며, 첨가물의 색상에 따라 시료의 색

도에 영향을 주는 것으로 설명하였다. 또한, 식빵의 색은 밀가루 내 당분과 단백질의 아미노기가 반응하는 메일라드 반응에 의해 형성되며, 이 반응은 특히 고온에서 굽는 과정 중에 활성화 되어 갈변을 유도하는데 이는 빵의 색상에 중요한 역할을 한다(Mesta-Corral M 등 2024). Ramirez-Jimenez A 등(2000)의 연구에서도 이와 같은 메일라드 반응과 캐러멜화 과정이 빵의 색상 변화에 영향을 준다고 하였다. 따라서 들깨박의 첨가량이 증가할수록 식빵의 명도가 낮아지고 적색 및 황색도가 높아지는 것은 들깨박 고유의 색소뿐 아니라, 들깨박은 수분 함량이 5.87%이며, 건조 중량 기준으로 약 40%의 조단백질과 0.85%의 라이신(National Institute of Animal Science 2023)이 굽는 과정에서 아미노산과 환원당 간의 메일라드 반응을 촉진시켜 색상에 영향을 미친 것으로 해석된다(Fig. 1).

4. 식빵의 기계적 조직감

들깨박을 첨가한 식빵의 조직감 측정 결과는 Table 5와 같다. 들깨박이 첨가된 식빵의 경도(hardness)는 대조군에서 572.91 g으로 가장 낮았으며, 들깨박 첨가량이 증가할수록 경도가 유의미하게 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 이는 들깨박의 섬유질이 반죽 내 글루텐 네트워크 형성을 저해하여 반죽이 더 조밀해지면서 빵이 단단해진 결과로 해석된다. 특히, P25 시료에서 경도 값이 가장 높게 나타난 것은 높은 섬유질 함량이 글루텐 형성을 억제하면서 반죽이 더욱 단단해졌기 때문이다. 이와 같은 경향은 동결건조 들깨잎 분말(Ji JL 등 2022), 수박씨 분말(Kim EJ & Suh SU 2023), 나문재 가루(Hong GJ & Kim MH 2024) 첨가 식빵 연구에서도 유사하게 확인되었다.

탄력성(springiness)은 첨가량에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.001$). 이는 섬유질이 과도하게 첨가될 경우 글루텐의 형성을 방해하여 반죽의 탄성이 저하되었음을 의미한다. 이러한 결과는 Lee MH(2018)의 마테 분말을 첨가한 식빵 연구와 Lee SM(2018)의 자색고구마 식빵 연구에서

Table 4. Hunter color values of pan bread added with perilla seed meal powder

Color values	Sample						F-value
	CON ¹⁾	P5	P10	P15	P20	P25	
L	86.50±0.02 ^{2)a3)}	75.00±0.03 ^b	68.40±0.02 ^c	64.94±0.02 ^d	59.70±0.01 ^e	57.24±0.02 ^f	991,114.38 ^{***}
a	-5.79±0.01 ^a	-3.81±0.14 ^b	-2.34±0.07 ^c	-1.80±0.10 ^d	-1.11±0.06 ^e	-0.85±0.08 ^f	2,150.35 ^{***}
b	18.76±0.02 ^c	19.01±0.04 ^d	20.02±0.08 ^e	20.77±0.04 ^a	20.76±0.08 ^a	20.56±0.09 ^b	847.50 ^{***}

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D. ^{***} $p<0.001$.

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

Table 5. Texture profile analysis of pan bread added with perilla seed meal powder

Variables	Sample						F-value
	CON ¹⁾	P5	P10	P15	P20	P25	
Hardness (g)	572.91±10.92 ^{2)ab3)}	629.65±7.29 ^{cd}	661.84±22.64 ^d	736.80±27.80 ^c	1,158.44±88.02 ^b	1,818.23±19.00 ^a	439.51 ^{***}
Springiness	1.00±0.00 ^a	0.99±0.00 ^a	0.96±0.02 ^b	0.95±0.00 ^b	0.94±0.00 ^b	0.91±0.01 ^c	20.65 ^{***}
Cohesiveness	0.77±0.14	0.65±0.13	0.76±0.12	0.60±0.01	0.62±0.13	0.79±0.03	1.70 ^{NS}
Gumminess (g)	447.30±91.66 ^c	410.15±81.63 ^c	503.62±85.69 ^c	442.94±21.64 ^c	725.52±126.97 ^b	1,437.15±63.82 ^a	65.80 ^{***}
Chewiness (g)	528.48±20.16 ^c	485.33±4.37 ^d	532.72±10.08 ^c	523.92±9.39 ^c	857.75±14.03 ^b	1,349.21±13.62 ^a	2,090.61 ^{***}

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 with different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

도 유사하게 보고된 바 있다. 응집성(cohesiveness)은 첨가량에 따른 유의미한 차이는 나타나지 않았으며, 이는 들깨박이 반죽의 응집성에 큰 영향을 미치지 않았음을 나타낸다.

검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)은 첨가량이 증가함에 따라 유의미하게 증가했다($p < 0.001$). 이는 들깨박의 식이 섬유로 인한 의해 높은 수분 보유력을 지니게 되어 빵의 검성 및 씹힘성이 증가되었으리라(Verbeke C 등 2024) 사료된다. 검성의 증가 경향은 Hwang YK 등(2023)의 파뿌리 분말 첨가 연구 및 Lee SJ & Chung CH (2024)의 마키베리 분말 첨가 연구에서도 확인되었다. 씹힘성 역시 Lim KG 등(2021)의 금강밀을 이용한 브로콜리 새싹 분말 첨가 연구와 Sin S(2018)의 양배추 분말 첨가 식빵 연구에서 비슷한 결과가 나타났다.

5. 특성 차이 검사

들깨박을 첨가한 식빵의 특성 차이 검사 결과는 Table 6과 같다. 들깨박 첨가량이 증가함에 따라 식빵의 부피는 유의미하게 감소하였고($p < 0.001$), 껍질과 속질의 색은 어두워졌다. 이는 들깨박의 회갈색이 반죽에 영향을 미친 결과로 해석되며, 이는 기계적 측정 결과와 일치하는 경향을 보인다. 특히, 부피 감소는 Koo ES & Yoon HH(2024)의 단감 첨가 식빵 연구에서도 확인되었으며, 이는 들깨박에 함유된 식이 섬유가 글루텐 형성을 방해하여 반죽의 부피를 줄였기 때문으로 사료된다. 기공 균일성은 시료 간 유의적인 차이를 보였으며($p < 0.05$), P20 시료에서 유의적으로 높게 나타났다.

향미(flavor)의 경우, 들깨박 특유의 향이 첨가량이 많아질수록 강하게 나타났으며, P25 시료에서 가장 강하게 나타났다($p < 0.001$). 막걸리 향에서는 시료간의 유의한 차이가 없었다. 들깨박 첨가량에 따른 향의 증가는 Park MJ(2023)의 들깨박을 사용한 파운드케이크 연구에서도 유사하게 나타났다. 단맛과 짠맛은 시료 간 유의미한 차이가 없었으나, 구수한

맛과 구운 건과류의 맛, 그리고 들깨의 고유한 맛은 첨가량이 증가할수록 유의미하게 증가했다($p < 0.001$). 이는 들깨박의 고유한 풍미가 빵에 영향을 준 것으로 사료되며 이러한 경향은 들깨박 첨가 식물성 쌀쿠키 연구(Oh HL 등 2022)에서도 확인되었다.

질감(texture)은 첨가량이 많아질수록 경도는 증가하고, 탄력성은 감소하며, 씹힘성은 유의미하게 증가했다($p < 0.001$). 또한 촉촉함은 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈으며, 이는 기계적 검사 결과와도 일치하였다.

후미(aftertaste)는 첨가량이 많아질수록 쓴맛, 텁텁함, 삼킨 후 후미, 잔여감이 유의미하게 증가했다($p < 0.001$). 이는 들깨박 특유의 맛과 섬유질이 식감과 맛에 영향을 미친 결과로 해석되며, 이러한 경향은 들깨박 첨가 식물성 쌀쿠키 연구(Oh HL 등 2022)에서도 보고되었다.

6. 기호도 검사

들깨박을 첨가한 식빵의 기호도 검사 결과는 Table 7과 같다. 외관에 대한 기호도는 대조군(CON)과 P5(5.91), P10(5.80)까지 비슷한 기호도를 보여주었고, P20(4.80)부터 기호도가 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$). 냄새는 CON(5.90)과 P5(5.81), P10(5.50)는 비슷한 기호 수준을 나타내었고 P15(5.28)부터 유의적으로 감소한 것으로 나타났다($p < 0.001$). 이는 들깨박 특유의 향이 증가하면서 기호도가 낮아진 결과로 보인다. 맛에 대한 기호도는 CON(5.95)부터 P10(5.85)까지 높은 기호도를 보였다. 반면, P25(4.51)는 가장 낮은 기호도를 나타내었다($p < 0.001$). 조직감에 대한 기호도는 CON(5.91) 다음으로 P10(5.95)이 가장 높게 나타났으며, 들깨박 첨가량이 증가할수록 유의미하게 감소하였다($p < 0.001$). 전반적인 기호도는 CON(6.01), P5(5.61), P10(5.95), P15(5.53)의 시료군이 높은 평가를 받았다. 그러나 P25(4.21)는 전반적인 기호도가 가장 낮게 평가되었다($p < 0.001$). 이와 같은 경향은 들깨

Table 6. Attribute difference test results of pan bread added with perilla seed meal powder

Attribute	Item	Samples						F-value
		CON ¹⁾	P5	P10	P15	P20	P25	
Appearance	Volume [†]	7.95±1.50 ^{2)a3)}	6.92±1.55 ^b	5.75±1.48 ^c	5.35±1.51 ^c	2.07±1.16 ^d	1.77±0.91 ^d	135.40 ^{***}
	Crust darkness [†]	2.12±1.26 ^c	4.27±1.51 ^d	5.25±1.17 ^c	6.50±0.75 ^b	7.82±1.03 ^a	7.97±1.36 ^a	138.43 ^{***}
	Crumb darkness [†]	1.45±0.71 ^c	3.95±1.39 ^d	5.30±1.20 ^c	6.35±0.97 ^b	7.85±0.92 ^a	8.27±0.87 ^a	243.18 ^{***}
	Air cell uniformity [†]	4.25±2.26	4.57±1.75	4.27±1.81	4.07±2.12	5.65±2.79	5.25±2.23	3.31 ^{NS}
Flavor	Makgeolli [†]	4.32±2.98	4.42±1.82	4.82±1.78	5.25±2.36	4.97±2.67	4.72±2.75	0.79 ^{NS}
	Perilla seed meal [†]	1.85±1.61 ^c	4.25±1.51 ^d	5.35±1.81 ^c	6.67±1.20 ^b	7.60±1.23 ^a	7.82±1.81 ^a	86.49 ^{***}
	Sweet [†]	4.60±2.12	4.60±1.89	4.82±2.15	3.62±1.61	4.50±2.19	3.45±1.98	3.31 ^{NS}
	Salty [†]	3.17±2.08	3.65±2.16	3.75±2.12	4.35±2.24	4.32±2.37	4.42±2.38	2.01 ^{NS}
	Savory [†]	3.27±2.18 ^d	4.65±1.99 ^c	5.37±2.04 ^{bc}	6.10±1.73 ^b	7.25±1.39 ^a	7.50±1.83 ^a	29.09 ^{***}
	Roasted nutty [†]	2.12±1.68 ^c	4.07±1.52 ^d	4.87±1.75 ^c	5.87±1.97 ^b	6.92±1.62 ^a	7.12±2.01 ^a	45.73 ^{***}
	Perilla [†]	1.92±1.55 ^c	4.12±1.52 ^d	5.42±1.61 ^c	6.37±1.77 ^b	7.67±1.24 ^a	7.87±1.69 ^a	82.73 ^{***}
Umami [†]	3.55±2.24 ^c	4.37±2.00 ^{bc}	4.25±1.82 ^{bc}	5.15±2.04 ^{ab}	5.75±2.50 ^a	5.47±2.64 ^a	5.65 ^{**}	
Texture	Hardness [†]	3.47±2.60 ^c	4.32±1.87 ^{bc}	4.17±1.73 ^{bc}	4.75±1.80 ^b	7.27±1.75 ^a	7.65±2.16 ^a	30.11 ^{***}
	Springiness [†]	6.65±2.33 ^a	5.62±2.04 ^a	5.72±2.02 ^a	5.97±1.79 ^a	3.95±2.12 ^b	3.25±2.59 ^b	14.49 ^{***}
	Moisture [†]	5.82±2.51 ^a	5.75±2.02 ^a	5.52±1.78 ^a	5.57±1.51 ^a	4.17±2.13 ^b	3.90±2.69 ^b	6.31 ^{***}
	Stickiness [†]	5.60±2.38 ^a	5.87±1.89 ^a	5.47±1.60 ^a	4.37±1.93 ^b	3.40±1.79 ^c	3.42±2.62 ^c	11.62 ^{***}
	Chewiness [†]	4.00±2.05 ^c	3.80±1.77 ^c	4.97±1.49 ^b	5.47±1.64 ^{ab}	6.00±2.17 ^a	5.77±2.78 ^{ab}	8.26 ^{***}
Taste after swallowing	Bitterness [†]	1.72±1.26 ^c	3.22±1.71 ^d	4.20±1.53 ^c	5.20±1.71 ^b	6.22±1.98 ^a	6.70±2.24 ^a	45.22 ^{***}
	Dry taste [†]	2.35±1.79 ^d	3.57±1.99 ^c	4.87±1.95 ^b	5.42±1.58 ^b	7.15±1.71 ^a	7.55±1.85 ^a	48.80 ^{***}
	After taste [†]	3.00±2.06 ^d	4.10±1.73 ^c	4.70±1.34 ^c	5.87±1.38 ^b	7.42±1.67 ^a	7.85±1.35 ^a	55.97 ^{***}
	Residue [†]	2.30±1.74 ^c	3.67±1.89 ^d	4.82±1.50 ^c	5.80±1.30 ^b	7.55±1.63 ^a	7.87±1.50 ^a	73.56 ^{***}

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D. * $p<0.01$, *** $p<0.001$, NS=not significant.

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

[†] 9-point scale (1: very weak, 9: very strong).

Table 7. Consumer acceptance results of pan bread added with perilla seed meal powder

Sensory attributes	Samples						F-value
	CON ¹⁾	P5	P10	P15	P20	P25	
Appearance	6.28±1.07 ^{2)a3)}	5.90±1.18 ^{ab}	5.80±1.19 ^{ab}	5.60±1.16 ^b	4.80±1.78 ^c	4.46±1.96 ^c	14.12 ^{***}
Odor	5.90±1.31 ^a	5.81±1.20 ^a	5.50±1.25 ^a	4.95±1.73 ^{ab}	4.73±1.64 ^b	4.53±1.65 ^b	9.16 ^{***}
Taste	5.95±1.17 ^a	5.45±1.41 ^{ab}	5.85±1.16 ^a	5.28±1.62 ^{ab}	4.98±1.53 ^{bc}	4.51±1.42 ^c	8.89 ^{***}
Texture	5.91±1.33 ^a	5.66±1.42 ^{ab}	5.95±1.32 ^a	5.28±1.62 ^{bc}	4.81±1.77 ^c	4.08±1.85 ^d	12.93 ^{***}
Overall acceptance	6.01±1.18 ^a	5.61±1.24 ^a	5.95±1.32 ^a	5.53±1.46 ^a	4.90±1.60 ^b	4.21±1.65 ^c	14.10 ^{***}

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D. *** $p<0.001$.

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

박을 첨가한 식물성 쌀쿠키(Oh HL 등 2022)에서도 유사하게 나타났으며, 들깨박의 첨가량이 증가할수록 고소함이 증가되었으나, 20%를 초과할 경우 과도한 느끼함이 나타나 오히려 기호도가 낮아지는 것으로 보인다고 하였다. 전반적인 기호도에서 시료간의 유의적인 차이가 없었으나, P10이 유의적으로 가장 높은 값을 보여주었다. 전반적인 기호도는 부피, 기공 균일성, 구수한 견과류 향이 증가할수록 함께 높아지는 경향을 보였으며, 반대로 경도, 씹힘성, 쓴맛 및 텁텁함이 높을수록 기호도는 낮아지는 경향을 나타냈다. 이는 적절한 부피 유지와 풍미 증진은 기호도 향상에 긍정적으로 작용하는 반면, 과도한 질감 변화와 후미 증가는 기호도를 저해할 수 있음을 시사한다.

요 약

본 연구는 식이섬유와 단백질, 무기질 및 폴리페놀 등 항산화 물질이 풍부한 식품 부산물인 들깨박을 첨가하여 식빵의 품질에 미치는 영향을 분석하고, 이를 통해 음식 업사이클링 식품으로서의 가능성을 알아보고자 실시하였다. 본 연구에서는 식빵 제조 시 밀가루의 0%(CON), 5%(P5), 10%(P10), 15%(P15), 20%(P20), 25%(P25)를 들깨박으로 대체하여 식빵을 제조한 후 부피, 무게, 비용적, pH, 수분함량, 색도, 기계적 조직감을 측정하였고, 관능검사로 특성차이검사와 기호도 검사를 실시하였다.

들깨박 첨가 식빵의 부피는 CON이 1650(mL)로 가장 높았고 P25가 952(mL)로 가장 작았으며 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다. 비용적은 CON이 4.6(mL/g)으로 가장 높았으며 P25가 2.29(mL/g)로 가장 낮았고 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. pH는 CON이 가장 낮았으며 들깨박 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 식빵의 수분함량은 P10(41.36%)이 가장 높게 나타났고, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 식빵의 색도는 들깨박을 첨가할수록 L값은 유의적으로 감소하였고, a, b값은 유의적으로 증가하였다. 기계적 조직감 측정에서 들깨박 첨가량이 증가할수록 경도, 검성, 씹힘성은 유의미하게 증가하였으며, 탄력성은 낮아졌다. 응집성은 유의미한 차이를 보이지 않았다.

특성 차이 검사에서 외관에서는 들깨박 첨가량 증가에 따라 부피는 유의적으로 낮아졌고, 껍질과 속질은 어두워졌다. 향미의 경우 들깨박 첨가량이 증가할수록 들깨박의 향은 강하게 나타났으며, 막걸리 향에서는 뚜렷한 변화가 나타나지 않았다. 단맛과 짠맛은 시료 간의 유의적인 차이가 없었으며, 구수한 맛, 구운 견과류맛, 들깨맛은 들깨박의 첨가량이 증가할수록 유의미하게 증가하였다. 조직감의 경우 들깨박의

첨가량이 증가할수록 경도와 씹힘성은 증가하고, 탄력성과 촉촉함은 감소하는 경향을 나타냈으며 기계적 검사와 일치하였다. 후미는 모든 항목에서 유의미하게 증가하였다. 기호도 검사에서는 대조군에서 P15 시료까지는 유사한 기호도를 나타내었고 이는 들깨박의 고소한 맛이 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 그러나 P20 시료부터 기호도가 감소하는 경향이 관찰되었으며, 이는 들깨박을 20% 이상 첨가할 경우 과도한 느끼함이 나타나고, 식이섬유가 글루텐 형성을 저해하여 질감이 단단해지고, 들깨박 특유의 회갈색이 식빵에 적용되었을 때 소비자에게 익숙하지 않게 느껴졌기 때문으로 추정된다. 본 연구는 CON과 P5, P10, P15에서 통계적인 차이가 없었으나 P10의 시료가 유의적으로 가장 높은 값을 보였으므로 들깨박의 적정 첨가 수준은 밀가루 중량의 10%의 첨가가 적절한 것으로 나타났다. 이를 통해 들깨박을 식품 첨가물로 활용하는 방법을 제안할 수 있으며, 이러한 접근은 다양한 푸드 업사이클링 식품 개발에 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- AACC (2000) Method 02-52.01. pH of Flour. In: Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (10th ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Bae JM, Kim JH, Cho HR, Shin YJ, Bae MJ (2022) Activation plan of functional food market with domestic ingredients. *Food Industry and Nutrition* 27(2): 17-21.
- Boukid F (2022) Flatbread: A canvas for innovation: A review. *Applied Food Research* 2(1): 100071. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100071>
- Cha YJ (2023) Quality characteristics and palatability of loaf bread made with *Lotus* root powder. MS Thesis, Uiduk University, Kyeongju. pp 12-16.
- Djordjević M, Djordjević M, Šoronja-Simović D, Nikolić I, Šereš Z (2022) Delving into the role of dietary fiber in gluten-free bread formulations: Integrating fundamental rheological, technological, sensory and nutritional aspects. *Polysaccharides* 3(1): 59-82.
- Global Market Insights (2021) Upcycled Food Products Market Size & Share: 2032. Global Market Insights Inc., Selbyville, DE, USA.
- Hong GJ, Kim MH (2024) A study on the quality characteristics of pan bread added with *Suaeda asparagoides* powder. *Journal of Convergence in Food & Spatial Design*

- 19(2): 53-64.
- Hwang YJ (2017) Physical properties and functionality of water-soluble fiber produced from perilla seed cake by enzymatic hydrolysis. MS Thesis, Yeungnam University, Gyeongsan.
- 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.
- Jeong GH, Jeong YH, Nam JH, Kim TH (2020) Characterization of antioxidant constituents from perilla cake. J Korean Soc Food Sci Nutr 49(8): 900-906.
- Ji JL, Ko SH, Jeong HC (2022) Quality characteristics of bread dough and pan bread with added freeze-dried perilla leaf (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) powder. Foodservice Industry Journal 18(3): 59-72.
- Kang H, Lee SG, Song GJ, Jung MS (2018) Antioxidant and anti-aging activities of ethanol extracts from defatted *Perilla frutescens*. J Naturopath 7(2): 70-74.
- Khattab AE, El-khamissi HAZ, Allam SM, Yousef KYM (2021) Utilization of sugar beet pulp to improve quality of flat bread. J Agr Chem Biotechnol 12(6): 113-116.
- Kim EJ (2016) Study on utilization of Durum wheat semolina for breadmaking. MS Thesis, Kyung Hee University, Seoul. pp 1-2.
- 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 GH, Kim SH, Park SH (2023) Application of Baromi 2 rice flour on baguette and its physicochemical analysis. Food Eng Prog 27(4): 394-398.
- Kim HK, Kim YE, Do JR, Lee YC, Lee BY (1995) Antioxidative effects and biological activities of domestic medicinal plant extracts. Korean J Food Sci Technol 27(1): 80-85.
- Kim JM, Liceaga AM, Yoon KY (2019) Purification and identification of an antioxidant peptide from perilla seed (*Perilla frutescens*) meal protein hydrolysate. Food Sci Nutr 7(5): 1645-1655.
- 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.
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation (2022) Sesame oil & Perilla oil: 2022 segmented market trends in processed food. Research Report, Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, Naju, Korea. pp 80.
- Kurek M, Wyrwiz J (2015) The Application of Dietary Fiber in Bread Products. pp 155-175.
- Kwak JH, Lee MH (2023) Quality characteristics and antioxidant of pan bread prepared with *Gastrodia elata* powder. Culi Sci & Hos Res 29(12): 27-39.
- Lau KQ, Sabran MR, Shafie SR (2021) Utilization of vegetable and fruit by-products as functional ingredient and food. Front Nutr 8: 661693.
- Lee MH (2018) Quality characteristics of white pan bread added mate (*Ilex paraguariensis*) leaf powder. Culi Sci & Hos Res 24(5): 145-155.
- Lee SJ, Chung CH (2024) Quality characteristics of bread added with maqui berry (*Aristotelia chilensis*) powder. Culi Sci & Hos Res 30(3): 45-57.
- Lee SM (2018) Quality characteristics of bread added with different concentrations of purple sweet potato. MS Thesis, Daegu Catholic University, Gyeongsan. pp 31-33.
- Lee SY (2007) Quality characteristics of pound cake and cookies added with perilla seed powder. MS Thesis, Sejong University, Seoul.
- Lim KG, Han JH, Lee MH (2021) Quality characteristics of bread added with broccoli sprout powder using geumgang wheat and microorganisms during storage. Culi Sci & Hos Res 27(4): 12-22.
- Mesta-Corral M, Gómez-García R, Balagurusamy N, Torres-León C, Hernández-Almanza AY. (2024). Technological and nutritional aspects of bread production: An overview of current status and future challenges. Foods 13(13): 2062.
- Morales-Tapia AA, Ortiz-Sánchez CA, Ojeda-Juárez D, Del Ángel-Zumaya JA, Vivar-Vera G, Peredo-Lovillo A, Reyes-Reyes M, González-Jiménez FE (2023) Application of sugarcane bagasse as potentially functional ingredient in cookies formulation: A study on physicochemical, sensory, and texture profile properties. Rev Mex Ing Quim 23(2): Alim238.
- Moshtaghian H, Bolton K, Rousta K (2021) Challenges for upcycled foods: Definition, inclusion in the food waste management hierarchy and public acceptability. Foods

- 10(11): 2874.
- National Institute of Animal Science (2023) Nutrient Composition Data of Defatted Perilla Seed Meal. <https://www.nias.go.kr> (accessed on 2, 7. 2025).
- Oh HL, Kim MH, Han YS (2022) Antioxidant activities and quality characteristics of perilla seed meal and plantbased rice added cookies prepared with the addition of perilla seed meal powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 51(9): 950-959.
- Osorio LLDR, Flórez-López E, Grande-Tovar CD (2021) The potential of selected agri-food loss and waste to contribute to a circular economy: Applications in the food, cosmetic and pharmaceutical industries. *Molecules* 26(2): 515.
- Park JH, Yang CB (1990) Studies on the removal of phytate from Korean perilla (*Perilla ocimoides* L.) protein. *Korean J Food Sci Technol* 22(3): 343-349.
- Park MJ (2023) Quality characteristics and preferences of pound cake added with defatted perilla seed meal powder. MS Thesis, Uiduk University, Kyeongju. pp 14-15.
- Ramirez-Jimenez A, Guerra-Hernández E, García-Villanova B (2000) Browning indicators in bread. *J Agric Food Chem* 48(9): 4176-4181.
- Sin S (2018) A study on the quality characteristics of white pan bread added with cabbage. MS Thesis, Kyung Hee University, Seoul. pp 46-47.
- Soltan OIA, Gazwi HSS, Ragab AE, Mahmoud ME, Fudllalah FMN, Alqahtani MM, Alasmari A, Ghazzawy HS, Hikal DM (2023) Antihyperlipidemic effect of bread fortified with potato peel powder against Triton X-100-induced hyperlipidemia in male albino rats. *J Funct Foods* 108: 105725.
- Valková V, Ďůranová H, Havrlentová M, Ivanišová E, Mezey J, Tóthová Z, Gabriny L, Kačániová M(2022) Selected physico-chemical, nutritional, antioxidant and sensory properties of wheat bread supplemented with apple pomace powder as a by-product from juice production. *Plants* 11(9): 1256.
- Verbeke C, Debonne E, Versele S, Van Bockstaele F, Eeckhout M (2024) Technological evaluation of fiber effects in wheat-based dough and bread. *Foods* 13(16): 2582.
- You JS (2010) A study on the characteristics of baking and pastry with perilla meal added. MS Thesis, Busan University, Busan. pp 2-5.

Date Received	Jun. 18, 2025
Date Revised	Jul. 7, 2025
Date Accepted	Jul. 8, 2025