



기능성 원료가 첨가된 식빵의 품질개선에 대한 국내 연구동향 분석

전영상¹ · 곽호석^{2,*}

¹신한대학교 첨단소재공학과, ²동양미래대학교 바이오융합공학과

Research Trends in Quality Improvement with Functional Ingredients for White Bread

Yongsang Chun¹, Ho Seok Kwak^{2,*}

¹Department of Advanced Materials Engineering, Shinhan University

²Department of Bio-Convergence Engineering, Dongyang Mirae University

Abstract

In contemporary society, consumers increasingly demand foods that provide health benefits and satisfy taste. As a result, the importance of functional foods has risen, particularly in the development of functional bread using various ingredients. This study examines the impact of different functional ingredients on bread quality, including plant-based components like vegetables, fruits, and grains, as well as animal-derived materials, medicinal herbs, and other additives. The study evaluates changes in the physical, chemical, and sensory properties of bread dough. Plant-based ingredients improved the color, flavor, and texture of the bread, enhancing its overall sensory quality. They also increased water absorption in the dough, improving its appearance and texture. Animal-derived ingredients, especially from insects, enhanced the physical properties and nutritional value of the dough. Medicinal herbs significantly boosted the bread's nutritional value and health benefits through antioxidant and anti-inflammatory properties. The findings show that functional additives play a crucial role in improving bread quality, providing valuable data for the development of functional foods that meet modern consumer demands for health benefits and good taste.

Key Words : Bread quality, functional ingredients, sensory analysis, health, nutritional value

1. 서론

현대 사회는 식생활의 서구화로 인한 간편식 소비의 증가와 더불어 코로나19 팬데믹을 거치며 건강에 대한 관심이 급증하면서 소비자들은 단순한 영양 공급을 넘어 건강과 맛을 동시에 만족시킬 수 있는 식품에 대한 선호도가 증가하고 있다(Zanatta et al. 2022). 이는 기능성 식품 개발에 대한 필요성으로 이어져 다양한 기능성 원료를 활용하여 만든 제품의 연구 및 생산이 활발히 진행되고 있다(Hossain et al. 2024).

식빵은 일상적으로 소비되는 대표적인 간편식으로, 전 세계적으로 다양한 문화권에서 간편하면서도 영양가 있는 식사 대용으로 애용되고 있으며, 각국의 식문화에 따라 다양한 변형과 조리가 이루어지고 있다(Cabello-Olmo et al. 2023). 또한, 식빵은 다양한 재료와 조합이 가능하며, 영양가를 높이고 맛을 다양화할 수 있는 유연성을 지니고 있다. 식빵은 밀가루, 물, 이스트, 소금, 설탕 등의 기본 재료를 혼합하여

발효시키고 구워서 만들어지며, 이스트는 빵 반죽을 부풀게 하여 부드럽고 유연한 조직감을 제공하고, 설탕과 소금은 맛을 조절하며 효모의 발효를 돕는다. 식빵의 품질은 반죽의 물리적 특성, 빵의 부피, 속질의 구조, 색상, 풍미 등 다양한 요소에 의해 결정된다. 특히, 반죽의 pH, 안정도, 흡수율 등은 식빵의 최종 품질에 큰 영향을 미친다. 이러한 품질 요소들은 다양한 기능성 원료의 첨가를 통해 개선될 수 있다.

기능성 식품에 대한 관심이 높아지면서 식빵에 다양한 기능성 원료를 투입하여 기능성 식빵을 제조하고, 식빵의 품질 특성을 분석하는 연구들이 많이 보고되고 있다. 주로 식물성 원료, 동물성 원료, 약재 및 기타 기능성 원료로 구분할 수 있다. 식물성 원료로는 채소, 과일, 곡류 등이 있으며, 이들은 빵 반죽의 pH, 안정도, 흡수율 등에 긍정적인 영향을 미쳐 반죽의 물리적 특성을 개선한다. 예를 들어, 채소 기반 기능성 원료들은 비타민과 항산화 물질을 풍부하게 제공하여 체내 면역력 증진과 노화 방지에 도움을 줄 수 있으며, 색깔과 풍미를 개선하여 기호도를 향상시킬 수 있다(Lee 2022).

*Corresponding author: Ho Seok Kwak, Department of Bio-Convergence Engineering, Dongyang Mirae University, 445, Gyeongin-ro, Guro-gu, Seoul 08221, Republic of Korea
Tel: +82-2-2610-1759 Fax: +82-2-2610-1988 E-mail: hskwak@dongyang.ac.kr

또한, 통밀,オート밀 등의 곡류 기반 기능성 원료들은 식이섬유와 미네랄을 공급하여 소화 건강을 증진시키고, 식빵의 물리적 구조와 질감을 개선하는 역할을 한다(Choi 2001). 동물성 원료, 특히 곤충 원료는 환경 친화적인 단백질 공급원으로서 반죽의 물리적 특성을 개선하고 체력 증진과 면역력 강화에 필요한 영양분을 공급할 수 있다(Lee 2019). 또, 이러한 기능성 원료들은 높은 사료 효율과 낮은 온실가스 배출량, 적은 물과 토지 사용량 등의 장점을 가지고 있어 지속 가능한 식품 생산이 가능하다(Lee et al. 2023b). 한약재는 오랜 역사를 통해 건강에 대한 다양한 효능이 보고되고 있으며, 항산화 및 항염증 특성을 부여하여 면역력을 강화하고 체력을 증진시키는 데 도움이 된다(Park 2015). 약재를 활용한 식빵은 단순한 영양 보충을 넘어 특정 질병 예방과 건강 유지에 기여할 수 있는 기능성 식품으로 자리잡을 수 있다(Ko & Lee 2022).

본 연구는 다양한 기능성 원료들이 첨가된 식빵의 품질 개선 연구 결과들을 토대로 첨가된 기능성 원료의 종류와 특성에 따라 빵 반죽과 완성된 식빵의 품질 특성에 어떠한 영향을 미치는지 종합적으로 분석하여 각 기능성 원료의 특성과 효능을 정리하고, 기능성 식빵 개발에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다. 연구 결과는 기능성 식품을 개발에 유용한 정보를 제공하며, 건강과 맛을 동시에 추구하는 현대인의 요구를 충족시킬 수 있는 제품 개발에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구방법 및 범위

본 연구는 한국인의 빵 섭취량이 2012년 18.2 g에서 2016년 20.9 g으로 15% 증가한 이후(Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation 2018), 매년 국내 빵 소비량이 지속적으로 증가함에 따라 내국인의 기호도를 반영할 수 있고, 식빵의 품질 개선을 위한 연구 조사를 위하여 2000년도 이후 현재까지 국내 출판된 KCI 등재학술지 및 등재후보 학술지를 대상으로 약 30일간 총 92개의 연구 결과를 수집하여 정리하였다. 본 연구는 식물성 원료(채소, 과일, 곡류, 조류), 동물성 원료, 약재 및 기타 기능성 원료(발효식품, 차(茶))에 초점을 맞추어 진행되었으며, 각 기능성 재료의 첨가량과 이에 따른 식빵의 주요 품질 특성 및 관능평가 결과를 중심으로 분석하였다. 이를 위해 Web of Science, ScienceDirect, Scopus, DBpia, NDSL 등에서 출판된 논문을 수집하였고, 분석 항목으로는 반죽의 pH, 안정도, 흡수율, 식빵의 텍스처, 색깔 등 주요 품질 특성과 관능평가(맛, 색깔, 조직감, 씹힘성 등)가 포함되었으며, 기능성 원료의 종류와 첨가량에 따른 품질 변화를 표로 정리하고 기호도 평가를 통해 높은 기호도를 보인 원료와 그 비율을 분석하였다. 연구 결과, 다양한 식물성, 동물성, 약재 및 기능성 원료가 식빵의 품질 및

기호도에 미치는 영향을 체계적으로 평가하였으며, 향후 연구 방향을 제시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식물성 원료 첨가에 따른 식빵의 품질특성 개선

1) 채소

채소는 비타민, 미네랄, 항산화 성분이 풍부하여 식빵의 영양가를 높이고, 면역력을 강화하며, 노화 방지에 도움을 줄 수 있다(Padhy & Behera 2015). 특히, 섬유질이 많아 소화 기능을 개선하고, 포만감을 증가시키며, 혈당 수치를 안정화하는데 도움을 준다(Ranawana et al. 2016). 또, 채소는 고유의 맛과 향을 더해 식빵의 풍미를 풍부하게 하고, 자연적인 색소를 통해 식빵의 색상을 더 선명하게 하여 식빵의 품질을 개선할 수 있다. 뿐만 아니라, 항염증 및 항균 성분을 함유하고 있어 건강에 유익한 식빵의 제조가 가능하다(Amoah et al. 2021). 이처럼 식빵의 영양가를 향상시키고 다양한 건강 혜택을 제공할 수 있는 중요한 요소로 자리 잡고 있으며, 이러한 원료들은 식빵의 물리적 특성만 아니라 관능적 특성에도 영향을 미쳐, 최종 제품의 품질과 소비자의 기호도에 중요한 영향을 준다.

Lee (2022)는 곤드레 분말을 첨가하면 첨가량이 증가할수록 식빵 반죽의 산도가 증가하는 결과를 확인하였으나, Han et al. (2015)와 Oh et al. (2017)의 경우, 각각 고구마 잎과 깻잎 착즙액을 첨가했을 때는 대조구와 비교하여 반죽의 pH에 미치는 영향이 상대적으로 적음을 확인하였다 <Table 1>. 반죽의 안정도는 첨가하는 원료의 종류와 양에 따라 다양하게 변화하였다. 깻잎 착즙액을 첨가했을 때는 첨가량이 증가할수록 깻잎 착즙액이 반죽의 구조를 강화하여 반죽의 안정도가 2.3에서 2.9까지 증가하는 경향을 보였으나, 꾸지뽕잎 분말을 첨가한 경우에는 대조구와의 유의적인 차이가 나타나지 않아 반죽의 물리적 특성에 크게 영향을 미치지 않은 것으로 나타나기도 하였다(Kim & Ju 2016). 또, 채소들은 반죽의 수분 흡수율에도 영향을 주었으며, Hong & Lee (2024)에 따르면 나문재 분말의 첨가는 반죽의 수분 보유 능력을 향상시켜 식빵의 질감과 촉감을 개선하는데 도움을 주었음을 보여주었다.

채소 첨가는 식빵의 관능적 특성에도 큰 영향을 주었는데, 고구마 잎 분말을 2-3% 첨가한 경우, 식빵의 맛, 색깔, 조직감, 씹힘성, 종합적 기호도가 증가하는 경향을 보였으며, 이는 고구마 잎 분말이 적정 농도에서 식빵의 감각적 특성을 향상시킬 수 있음을 보여준 결과이다(Han et al. 2015). 유사한 경향은 모르헤이아 분말 첨가 식빵, 민들레 잎 분말 첨가 식빵, 알로에 첨가 식빵, 양파 분말 식빵, 연근 분말 식빵, 자색 고구마 식빵, 파뿌리 첨가 식빵, 히비스커스 분말 첨가 식빵, 고수 첨가 식빵, 천년초 선인장 식빵에서도 보고되었다(Kim et al. 2001; Kang et al. 2002; Kim et al. 2002;

< Table 1 > Quality characteristics of bread with vegetable ingredients

Additives (Content %)	Physicochemical properties		References
	Dough	Bread	
<i>Suaeda glauca</i> (0, 1, 2, 3, 4)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.63→5.93 Fermentation expansion: 326.33%→252.67% 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 42.25%→40.87% Hardness: 5,941.40 gf/cm²→8,133.00 gf/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> Hong & Lee 2024
<i>Sweetpotato leaf</i> (0, 2, 3, 5, 7)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.55→5.43 Water absorption: 65.0%→67.5% 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 37.2%→36.6% Specific volume: 3.86 mL/g→1.68 mL/g 	<ul style="list-style-type: none"> Han et al. 2015
<i>Cirsium setidens</i> (0, 5, 10, 15, 20)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 6.61→6.12 	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 3.99 mL/g→3.05 mL/g DPPH: 4.73%→60.29% 	<ul style="list-style-type: none"> Lee 2022
<i>Perilla leaf</i> (0, 0.5, 1, 1.5, 2)	<ul style="list-style-type: none"> Water absorption: 63.0%→1.0% Stability: 13.07 min→14.26 min 	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.31 mL/g→3.28 mL/g Hardness: 103.12 g/cm²→279.37 g/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> Oh et al. 2017 Ji et al. 2022
<i>Cubania tricuspidate</i> (0, 1, 2, 3, 4, 5)	<ul style="list-style-type: none"> Mixogram peak value: 73.05%→65.97% pH: 5.49→5.79 	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.17 mL/g→3.63 mL/g Hardness: 377.73 g→426.23 g 	<ul style="list-style-type: none"> Kim & Ju 2016
<i>Pumplin</i> (0, 3, 6, 9, 12)	<ul style="list-style-type: none"> No mentioned 	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 3.98 mL/g→3.53 mL/g Hardness: 77.46 g/cm²→93.44 g/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> Moon et al. 2004 Lee & Han 2013
<i>Moringa oleifera</i> (0, 2, 4, 6, 8)	<ul style="list-style-type: none"> Water retention: 69.76%→93.37% 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 39.68%→33.37% Specific loaf volume: 1,352.21→1,153.72 mL/g 	<ul style="list-style-type: none"> Jeong 2021
Wheat sprout (0-0.1)	<ul style="list-style-type: none"> No mentioned 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 41.52→42.78% Specific volume: 2.68→3.83 mL/g 	<ul style="list-style-type: none"> Joo et al. 2018
<i>Broccoli sprout</i> (0, 1.5, 3, 4.5)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 6.246→6.423 	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.061 mL/g→2.820 mL/g Hardness: 227.334 kg→486.539 kg 	<ul style="list-style-type: none"> Lim et al. 2021
<i>Allium hookeri</i> (12 g, 42 g)	<ul style="list-style-type: none"> No mentioned 	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.35~5.46 Volume: 1,586.67~2,093.33 cc 	<ul style="list-style-type: none"> Lee et al. 2014
<i>Stevia leaf</i> (0, 0.5, 1, 1.5, 2)	<ul style="list-style-type: none"> No mentioned 	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.21 mL/g→4.12 mL/g Color: Light ↓, Red ↓, Yellow ↑ 	<ul style="list-style-type: none"> Choi et al. 2014
<i>Spinacia oleracea</i> (0, 2, 4, 6, 8)	<ul style="list-style-type: none"> Fermentation expansion: 81.33%→78.67% pH: 5.88→6.18 	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.36 mL/g→3.84 mL/g Moisture: 40.68%→41.07% Hardness: 32.51 g→47.05 g 	<ul style="list-style-type: none"> Ko et al. 2013
<i>Mugwort</i> (0, 2, 4, 6, 8)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 6.56→6.06 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 40.23%→42.73% Specific volume: 3.35 mL/g→3.24 mL/g 	<ul style="list-style-type: none"> Woo & Lee 2021
<i>Lotus leaf</i> (0, 2.5, 5, 7.5)	<ul style="list-style-type: none"> No mentioned 	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.45 mL/g→3.56 mL/g Hardness: 71.3 g→156.9 g 	<ul style="list-style-type: none"> Park et al. 2009
<i>Arctium lappa</i> (0, 5, 10, 15)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 4.71→5.11 Density: 5.67 g/mL→4.83 g/mL 	<ul style="list-style-type: none"> Baking loss rate: 7.00%→6.58% Hardness: 178.43 g/cm²→430.51 g/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> Tae et al. 2015

Bae et al. 2003; Kim et al. 2005a; Kim et al. 2007; Shin et al. 2007; Lee & Park 2011; Hwang et al. 2023; Lee et al. 2023a). 감잎 분말 1% 첨가 식빵은 텍스처 및 관능검사 결과를 통해 기호도가 가장 뛰어난 조건으로 발표되었다(Kang et al. 2000). 깻잎 착즙액 첨가는 식빵의 맛과 풍미를 향상시켰으며, 식빵의 색깔도 원료의 함량이 높아질수록 색상이 진해지는 경향을 나타내었다(Oh et al. 2017). 유사하게 단호박 분말을 첨가한 식빵은 색상이 더욱 선명해지고 자연적인 단맛이 더해져 소비자들의 기호도 향상에 기여할 수 있음을 보였고(Lee & Han 2013), 들깻잎 분말은 특유의 향과 풍미를 더해 주어 식빵의 맛을 향상시키며, 항산화 성분이 풍부하여 건강에도 도움을 줄 수 있음이 확인되었다(Ji & Jeong 2013). 마찬가지로 모링가잎 분말은 단백질, 비타민, 미네랄이 풍부하여 영양가를 높이는 데 도움을 주며(Jeong 2021), 밀싹 분말은 엽록소와 비타민이 풍부하여 반죽의 영양가를 높이면서 동시에 색상을 녹색으로 변화시켜 식빵의 외관에 대한 소비자의 기호도를 개선시켰다(Joo et al. 2018). 브로콜리 새싹 분말은 항산화 성분과 비타민 C가 풍부하여 식빵의 보관성을 향상시키기도 하였으며, 삼채와 쑥 분말은 항염증 효과를 개선시키고, 동시에 특유의 향미를 더해 주는 효과를 보였다(Lee et al. 2014; Lim et al. 2021; Woo & Lee 2021). 이외에도 시금치, 연잎, 우엉 분말 등 채소 기반의 성분들은 풍부한 식이섬유로 체내 소화 기능을 개선하는데 도움을 줄 수 있음을 보여주었으며(Tae et al. 2015), 천연 감미료로 사용되는 스테비아잎의 경우, 식빵의 칼로리를 낮추면서도 단맛을 가진 식빵을 제조하는데 도움을 주었다(Choi et al. 2014). 이처럼 기능성 원료로서 채소의 첨가는 기능성 식빵의 물리적, 관능적 특성 및 영양적 특성에 긍정적인 영향을 주었으며, 천연의 색소, 비타민, 미네랄 및 항산화 물질을 다량 함유하고 있어 식빵의 품질을 다각도로 향상시켰다.

2) 과일

과일은 비타민 A, C, E 등 다양한 비타민을 풍부하게 함유하고 있어 식빵의 영양가를 높일 수 있으며, 철분, 칼슘, 칼륨 등의 다양한 미네랄이 포함되어 있어 식빵의 영양 성분을 보강할 수 있다(Kaparapu et al. 2020). 또, 섬유질이 있어 섭취 시, 소화 기능을 개선하고 포만감을 주는데 도움을 주며, 항산화 성분이 다량 함유되어 있어 체내 자유 라디칼의 생성을 억제함으로써 면역력을 강화하고 노화를 방지하는데 기여할 수 있다(Dhalaria et al. 2020).

과일은 식빵 반죽의 pH를 낮춰 산도를 높이는데, 예를 들어 단감 분말은 첨가량이 증가할수록 pH 5.36에서 pH 5.06으로, 비타민열매 분말은 pH 5.09에서 pH 4.71로, 매실 분말과 매실 농축액을 사용한 경우엔 pH 5.40까지 반죽의 산도가 증가하는 경향을 보였는데, 이는 채소와 달리 과일에 들어있는 다양한 유기산의 영향으로 나타난 결과이다(Chung

et al. 2002; Park et al. 2008; Lee & Kim 2020) <Table 2>. 식빵 반죽의 부피는 과일의 종류와 첨가량에 따라 변화하였는데, Choi (2016)에 따르면 바나나를 첨가한 경우엔 첨가량이 증가할수록 식빵 반죽의 부피가 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 바나나의 천연 당분과 섬유질이 반죽의 발효를 촉진시킨 것으로 해석할 수 있다. 반면, 도토리 분말과 우유 및 복분자 착즙액을 첨가한 경우에는 반죽의 부피가 감소하는 경향을 보였는데, 이는 우유와 복분자 착즙액과 같은 액체가 식빵 반죽의 밀도를 높여 부피를 줄이는 효과를 보인 것으로 해석된다(Kwon et al. 2004; Kim & Joo 2019). 이처럼 과일을 분말로 첨가하는지, 액체로 첨가하는지에 따라 식빵의 품질 특성은 달라질 수 있다. Yoon et al. (2014)와 Lee & Chung (2024)에 따르면 마키베리, 아로니아를 첨가할 경우, 식빵 반죽의 명도를 감소시키는 것으로 나타났으며, 이는 과일 특유의 색으로 인하여 과일 첨가량의 농도가 증가할수록 색이 짙어지는 것을 보여주며, 이는 소비자 기호도 개선으로도 이어졌다. 과일은 반죽의 호화 개시 온도에도 영향을 주었으며, Park et al. (2008)에 따르면 매실 분말 또는 매실 농축액의 첨가량이 증가할수록 호화 개시 온도가 감소하는 경향을 보였으며 이는 과일에 함유된 다양한 효소가 활성화되며 전분 구조를 변화시키고, 호화가 더 낮은 온도에서 쉽게 일어날 수 있도록 촉진시켰기 때문으로 판단된다.

과일의 첨가는 식빵의 관능적 특성에도 영향을 주었는데, 단감 분말을 첨가한 경우, 단감의 자연스러운 단맛과 풍부한 영양 성분이 식빵의 맛과 풍미를 개선하는데 기여했음을 보여주었으며, 매실 농축액은 매실 특유의 새콤한 맛이 식빵의 풍미를 향상시킬 수 있음을 보여주었다(Kwon et al. 2004; Park et al. 2008). 또, 과일 특유의 색으로 인해 식빵의 외관과 색 개선에도 긍정적인 영향을 줄 수 있으며, 마키베리 분말과 복분자 착즙액을 첨가한 식빵에서 원료의 첨가량이 증가할수록 두 식빵 모두 식빵의 색과 외적 기호도가 증가하는 결과를 통해 확인할 수 있다(Lee & Chung 2024). 바나나 식빵의 경우엔 바나나의 자연스러운 단맛과 부드러움이 반죽의 조직감을 향상시켜 종합적인 기호도가 증가하였다(Choi 2016).

과일의 첨가는 식빵의 영양적 특성과 보관성에도 긍정적인 영향을 주었는데, 비타민열매 분말과 대추 추출액은 풍부한 비타민 C로 인해 항산화 효과를 제공할 뿐 아니라 단맛과 함께 철분을 제공하여 식빵의 영양가를 높였다(Bae et al. 2005; Lee & Kim 2020). 이외에도 산수유, 석류, 아로니아 분말은 짙은 색소와 항산화 성분을 포함하고 있어 반죽의 색을 특유의 색상으로 다양화하면서 반죽의 보관성을 향상시켰다(Shin et al. 2008; Shin & Shin 2008; Yoon et al. 2014). 사과즙과 오디 농축액의 경우엔 자연스러운 단맛과 산미를 제공하여 식빵의 맛을 풍부하게 하여 맛과 기능성을 모두 개선시키는 효과를 보였다(Lee et al. 2008; Cha et al. 2019). 과일의 첨가는 식빵의 품질을 다각도로 향상시킬 수

<Table 2> Quality characteristics of bread with fruit ingredients

Additives (Content %)	Physicochemical properties		References	
	Dough	Bread		
<i>Persimmon</i> (0, 5, 10, 15, 20)	<ul style="list-style-type: none"> Water absorption: 59.0%→52.5% Specific loaf volume: 5.53 cm³/g→ 3.72 cm³/g 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 33.00%→28.30% β-carotene: 0.00 mg→0.09 mg 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 10% Appearance: Highest at 20% 	
				<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.17 mL/g→4.38 mL/g Baking loss rate: 9.55%→10.05%
<i>Jujube</i> (0, 30, 50, 70, 100)	No mentioned		Bae et al. 2005	
<i>Acorn 15%</i> (Milk 0, 10, 20, 30, 40)	No mentioned	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.67 cc/g→4.18 cc/g Hardness: 103.18 g→111.10 g 	<ul style="list-style-type: none"> Overall, Taste, Color: Highest at 20% Bitter aftertaste: Highest at 10% 	
				<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 3.765 mL/g→4.013 mL/g Hardness: 789.61 gf→811.12 gf DPPH: 8.36%→60.20%
<i>Maquiberry</i> (0, 2, 3, 4, 5)	Expansion power: 26.87 mL→25.50 mL		Lee & Chung 2024	
<i>Prunus mume</i> (0, 0.5, 1, 2)	pH: 5.44→3.88	<ul style="list-style-type: none"> Specific loaf volume: 5.4 mL/g→3.5 mL/g Hardness: 244,149→1,060,617 dyne/cm² 	Park et al. 2008	
<i>Banana</i> (0, 10, 20, 30, 40)	pH: 5.85→5.71	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.27 mL/g→3.22 mL/g Moisture: 40.30%→35.76% 	Choi 2016	
	Mixogram peak value: 66.43%→56.18%	<ul style="list-style-type: none"> Hardness: 488.0 g→621.2 g 	Kwon et al. 2004	
<i>Robus coreanus</i> (0, 5, 10, 15, 20)	Water absorption: 62.5%→63.5%			
<i>Hippophae rhamnoides</i> (0, 1, 3, 5)	Stability: 19.0 min→13.3 min			
	<ul style="list-style-type: none"> Fermentation expansion: 83.67→73.67 pH: 5.09→4.20 		Lee & Kim 2020	
<i>Corni fructus</i> (0, 1, 2, 3)	No mentioned			
	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.5→4.6 RVU: 240 P→228 P Raising power: 147 min/mL→101 min/mL 		Shin & Shin 2008	
<i>Pomegranate</i> (0, 1, 2, 3)			Shin et al. 2008	
<i>Aronia melanocarpa</i> (0, 1, 3, 5, 10)	Weight: 408.0 g→410.3 g			
		<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 3.99 mL/g→4.34 mL/g Moisture: 40.1%→37.5% Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 1% Taste & Flavor: Highest at 1% 	
<i>Mulberry</i> (0, 10, 15, 20, 25)		<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.82 mL/g→2.17 mL/g DPPH: 1.63→57.83 	<ul style="list-style-type: none"> Overall & Appearance: Highest at 3% Taste: Highest at 1% 	
	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.96→5.29 Stickiness: 0.53 gs→1.59 gs 		Yoon et al. 2014	
<i>Apple</i> (0, 10, 20, 30)		<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.13 mL/g→2.76 mL/g Hardness: 50.73 g→99.73 g Antioxidant activity: Increased 	<ul style="list-style-type: none"> Overall, Taste, Flavor: Highest at 25% 	
	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.22→5.10 Leavening ability: 34.67 mL→24.33 mL 		Lee et al. 2008	
			<ul style="list-style-type: none"> No mentioned 	Cha et al. 2019

있다. 따라서 종합해보면 과일의 첨가는 식빵의 영양적 가치와 항산화 효과를 개선시키고, 특유의 색상과 풍미를 더해 소비자의 기호도를 높일 뿐만 아니라, 반죽의 물리적 특성과 보관성을 개선하여 제품의 전반적인 품질을 향상시키는데 중요한 요소로 작용할 수 있다.

3) 곡류

곡류는 비타민 B군, 철분, 마그네슘, 아연 등의 비타민과 미네랄이 풍부하고, 영양가가 높을 뿐 아니라, 식물성 단백질을 공급할 수 있는 훌륭한 공급원이다. 또, 풍부한 식이섬유는 소화 기능을 개선하고, 포만감을 증가시킬 수 있고, 다양한 항산화 성분을 함유하고 있어 면역력 강화와 세포 손상 방지에도 기여할 수 있다(Garutti et al. 2022). 또, 특유의 고소한 맛과 풍미를 제공하여 식빵의 맛을 풍부하게 하고, 반죽의 질감을 부드럽고 촉촉하게 만들 수 있어 기능성 식품 개발에 유용한 재료로 활용할 수 있다.

우선, 곡류의 첨가에 따른 식빵 반죽의 영향을 분석해보면, 반죽의 무게를 증가시키는 경향을 보였다<Table 3>. 상황현미 분말의 경우, 대조구 477 g에서 491.2 g으로 증가하였으며, 쌀 분말도 대조구 143.8 g에서 145.5 g의 증가가 나타났는데, 이는 곡류의 첨가가 반죽의 수분 흡수율을 증가시켜 무게가 증가한 것으로 보인다(Choi 2010; Jung et al. 2010). 반면, 곡류의 첨가는 식빵 반죽의 부피를 감소시키는 경향을 보였는데, 발아현미, 보리등겨, 흑미 분말을 첨가한 식빵의 경우, 곡류의 성분 중 반죽의 팽창성을 저해하는 성분으로 인한 결과로 해석된다(Choi 2001; Jung et al. 2002; Choi 2005).

곡류가 첨가된 식빵의 관능적 특성의 경우, 식빵의 외관과 색깔에 대한 평가에서는 대체로 곡류의 적정량이 첨가될수록 기호도가 증가하였는데, 검정콩 분말은 5%, 들깨 분말은 15%에서 각각 높은 기호도 점수를 획득하였으며, 이는 검정콩과 들깨의 첨가로 인해 반죽의 색과 질감이 개선된 것으로 판단할 수 있다(Im & Kim 2003; Ji & Jeong 2013). 쌀 분말의 첨가는 식빵의 명도(L: 73.78→74.65)를 증가시켜 반죽의 색을 더 밝고 선명하게 만드는 효과가 있었다(Choi 2010). 또, 곡류 고유의 향이 반죽과 잘 어우러져 향과 맛에 대한 기호도에서 대체로 긍정적인 평가를 나타내는 것으로 확인된다.

곡류의 첨가는 식빵의 품질을 향상시킬 뿐만 아니라, 소비자들에게 다양한 맛과 건강상의 이점을 제공할 수 있는데, 검정콩은 단백질과 항산화 물질이 풍부하여 체력 증진과 면역력 강화에 도움을 줄 수 있으며, 들깨는 오메가-3 지방산을 다량 함유하여 심혈관 건강에 도움을 준다. 찰쌀보리는 식이섬유와 비타민이 풍부하여 소화 건강에 기여하며, 상황현미는 항산화 효과와 면역력 강화에 도움을 줄 수 있다(Choi 2005; Jung et al. 2010). 쌀 분말은 글루텐 프리 특성을 가지고 있어 글루텐 민감성을 가진 소비자들에게 빵에

대한 거부감을 줄여줄 수 있을 것으로 판단된다(Choi 2010). 이처럼 곡류를 첨가한 식빵은 우수한 영양가와 건강상의 이점을 제공하여 건강한 간식이나 아침 식사 대용으로 적합할 뿐만 아니라, 자연 친화적 식품을 선호하는 현대 소비자들의 요구를 충족시키며, 기능성 식품 개발에 있어 중요한 역할을 수행할 수 있는 재료로 잠재력을 지닌다.

4) 조류(Algae)

조류는 광합성을 통해 에너지를 얻는 식물성 생물 군집으로 해양, 담수, 습지 등 다양한 환경에서 서식하는데, 우리나라에서는 주로 미역, 다시마, 김, 매생이, 파래 등이 식품에 활용되고 있다. 이러한 조류를 기능성 원료로 식빵에 첨가할 경우, 식빵의 영양 특성을 강화하고, 엽록소 등 조류가 함유한 천연 색소로 인해 식빵의 색에 대한 품질 특성을 개선할 수 있다(Kwon et al. 2003; Lee et al. 2024).

녹조류인 매생이는 무기질, 비타민 및 지방산 등 영양학적으로 선호되는 식물이며, 식빵에 매생이를 첨가할수록 식빵의 pH, 수분 함량을 증가시키는 것으로 나타났다(Lee et al. 2024). 이는 An et al. (2008)의 연구결과에서도 유사한 결과를 보였으며, 매생이의 첨가가 대조구에 비해 식빵의 촉촉함과 부드러움을 증가시킬 수 있음을 확인할 수 있다. 또, 매생이 첨가는 식빵의 항산화 기능성을 부여할 뿐 아니라, 식빵의 외관, 향, 맛, 질감 등 전체적인 관능적 특성의 기호도를 개선시키는 것으로 확인되었다.

갈조류인 다시마는 감칠맛이 있어 다양한 음식의 풍미를 높이는데 활용되는 원료로 요오드, 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등 풍부한 무기질과 수용성 식이섬유인 알긴산을 다량 함유하고 있어 장 건강을 돕고 소화를 촉진할 수 있다(Kwon et al. 2003). 식빵에 다시마를 첨가하면, 식빵 반죽의 발효 팽창력을 감소시키는 것으로 나타났으며, 이는 완성된 식빵의 부피 감소로 나타났다. 식빵 부피의 감소는 다시마 첨가량에 따라 더 크게 나타났으나, 다시마 분말을 5% 이하로 첨가한 경우에는 대조구에 비해 식빵의 부피 감소가 크게 차이가 나지 않았으며, 다시마 가루 2.5% 이하로 첨가할 경우, 20대와 50대 연령별 기호도에서도 대조구에 비해 높은 평가를 받았다. 이처럼 조류를 식빵에 첨가하면 영양 강화와 기능성 향상 및 기호도 개선을 기대할 수 있기 때문에 기능성 식품 개발을 위한 중요 원료로써 다양하게 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 동물성 원료 첨가에 따른 식빵의 품질특성 개선

동물성 원료는 고단백, 저지방, 필수 아미노산, 비타민, 미네랄 등이 풍부하여 체력 증진과 면역력 강화에 도움을 줄 수 있다. 특히, 미래 식량으로 간주되는 곤충은 단백질과 철분, 비타민 B₁₂가 다량 함유되어 빈혈 예방과 신경계 건강을 유지하는데 도움을 줄 수 있다(Shah et al. 2022).

갈색거저리 분말, 밀웜 분말과 같이 곤충 분말을 식빵에

< Table 3 > Quality characteristics of bread with cereal ingredients

Additives (Content %)	Physicochemical properties		Sensory properties	References
	Dough	Bread		
<i>Black soybean</i> (0, 5, 10, 15, 20)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.43→5.77 Volume: 98 mL→76 mL Initial pasting temperature: 64.25°C→77.75°C Sedimentation volume: 75.76 mL→53.85 mL Water absorption: 64.4%→70.6% Stability: 14.41 min→3.23 min 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 41.01%→43.59% Loaf volume: 2,160 mL→2,113 mL Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↓ Baking loss rate: 5.47%→4.15% Specific loaf volume: 1,234.33→882.67 mL/g Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 5% Appearance: Highest at 10% Taste: Highest at 5% 	Im & Kim 2003
<i>Perilla seed</i> (0, 5, 10, 15, 20)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.94→5.55 Pasting temperature: 94.90°C→95.35°C Breakdown viscosity: 111.50 cP→94.00 cP 	<ul style="list-style-type: none"> Baking loss rate: 11.67%→7.96% Specific volume: 3.79 mL/g→2.42 mL/g Hardness: 132.00 g/cm²→632.28 g/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 5% Flavor & Taste: Highest at 5% Texture: Decreased compared to control 	Choi 2001 Jung et al. 2010
<i>Chalssalbori</i> (0, 10, 20, 30)	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 38.7%→39.8% Crude protein: 14.2%→15.7% 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 38.7%→39.8% Crude protein: 14.2%→15.7% 	<ul style="list-style-type: none"> Overall & Taste: Decreased compared to control Flavor: Highest at 5% 	Choi 2005
<i>Brown rice flour</i> (0, 5, 10, 15, 20)	<ul style="list-style-type: none"> Water absorption: 65%→68% 	<ul style="list-style-type: none"> Specific loaf volume: 7.41 cc/g→6.98 cc/g Moisture: 41.6%→41.9% 	<ul style="list-style-type: none"> No mentioned 	Choi 2010
<i>Barley bran</i> (0, 5, 10, 15)	<ul style="list-style-type: none"> Viscosity (Peak): 285.8→271.4 Viscosity (Trough): 231.0→213.7 	<ul style="list-style-type: none"> Specific loaf volume: 3.36 cc/g→2.39 cc/g Color: Light ↓, Red ↓, Yellow ↓ DPPH: 15.9%→28.3% 	<ul style="list-style-type: none"> No mentioned 	Jung et al. 2002 Im & Lee 2010
<i>Rice flour</i> (0, 10, 20, 30)	<ul style="list-style-type: none"> No mentioned 	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.35→5.53 Hardness: 0.162%→0.274% Color: Light ↓, Red ↓, Yellow ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> Overall & Taste: Highest at 2.5% Moisture: Decreased compared to control 	Choi & Chung 2005
<i>Black rice flour</i> (0, 10, 20, 30)				
<i>Black sesame</i> (0, 2.5, 5, 7.5)				

첨가하면 첨가량에 따라 식빵 반죽의 수분 함량이 전체적으로 증가하는 경향 나타나며, 반죽의 수분 유지 능력을 개선하는 것으로 확인되었다(Lee 2019; Lee et al. 2023b) <Table 4>. 또, 곤충 분말은 식빵 반죽의 pH를 다르게 변화시켰는데, 갈색거저리 유충 분말은 대조구에 비해 첨가된 반죽의 pH를 증가시킨 반면, 누에추출물과 유청 분말을 첨가한 경우엔 식빵 반죽의 pH가 대조구 반죽에 비해 감소하는 결과가 나타났다(Kwon & Kim 2016).

곤충 분말이 첨가된 식빵의 관능적 특성의 경우, 식빵의 색에 대해 일부 부정적인 결과가 나타나기도 하였는데, 갈색거저리 분말이 첨가될수록 식빵의 색을 진하게 만들었고, 소비자의 선호도를 떨어뜨렸다(Lee 2019). 이는 식물성 원료와 달리 식품에 첨가하는 원료로 동물성 소재에 대한 소비자의 부정적 인식이 반영된 것으로 판단되며, 특히 곤충의 경우 위생적이지 않거나 불쾌한 이미지와 심리적 혐오감이 식빵의 색에 대한 기호도 평가에도 영향을 준 것으로 판단된다. 따라서 곤충과 같은 동물성 원료의 첨가는 적절한 농도의 첨가를 통해 식빵의 외관과 색에 대한 기호도가 떨어지지 않도록 하는 것이 중요한 것으로 보인다. 반면, 식빵의 맛에 대한 기호도는 곤충에 첨가에 따라 대체로 긍정적으로 확인되었는데 이는 누에추출물, 밀웜 분말은 식빵의 풍미를 개선시키는 것으로 나타났으며, 곤충의 첨가는 식빵의 조직감에도 영향을 주었는데, 동충하초 분말을 첨가한 경우, 식빵의 수분 함량이 증가하면서 식빵 조직감에 대한 기호도가 증가하는 것으로 나타났다(Jung & Park 2002).

이외에도 곤충의 첨가는 맛의 개선만이 아니라 건강상의 이점을 제공할 수 있는데, 갈색거저리 분말은 단백질과 필수 아미노산이 풍부하여 체력 증진과 면역력 강화에 도움을 줄 수 있고, 누에 추출물은 항산화 효과와 항염증 특성을 가지고 있어 건강 증진에 기여할 수 있다. 밀웜 분말은 철분과 비타민 B₁₂가 풍부하여 빈혈 예방과 신경계 건강에 도움을 준다. 따라서 곤충 분말의 첨가는 식빵의 영양적 가치를 높이고, 다양한 건강상의 이점을 제공할 수 있는 가능성을 지니고 있으며, 적절한 첨가 비율과 소비자의 수용도를 고려한 제품 개발이 중요하다.

3. 약재 첨가에 따른 식빵의 품질특성 개선

인삼, 홍삼, 당귀, 황기, 어성초, 사물탕 등 약재로 사용되는 약용식물은 오랜 기간에 걸쳐 인체의 면역력 강화, 피로 회복, 체내 신진 대사 활성화 등 건강 기능을 향상시키는데 효과적임이 밝혀져 다양한 목적으로 사용되고 있다(Park et al. 2023). 이러한 약재가 첨가될 경우, 식빵의 영양가와 더불어 건강 효능을 개선시킬 수 있으며, 약용식물 특유의 독특한 향과 맛을 더해 식빵의 풍미를 풍부하게 하고, 항산화 성분은 노화 방지와 세포 보호에 도움을 줄 수 있어 건강을 중시하는 현대의 소비자들에게 적합한 기능성 원료가 될 수 있다(Wang et al. 2023).

대표 약재인 당귀 분말을 첨가한 식빵의 경우, 식빵 반죽의 무게가 대조구에 비해 증가(395.1 g→410.2 g) 하였으며, 이는 당귀 분말이 수분을 흡수하는 특성이 있어 식빵 반죽 내 수분 함량이 증가한 것으로 판단된다(Shin & Kim 2008) <Table 5>. 하지만 이러한 특성은 반죽의 부피를 오히려 감소시킬 수 있는데, 당귀, 백련초와 같은 약재 분말은 반죽보다 수분을 더 쉽게 흡수하면서 상대적으로 반죽 내 수분 함량을 감소시킬 수 있으며, 이는 반죽을 유연성을 감소시키고 발효 과정에서 기체가 제대로 형성되지 않게 하는 요인으로 작용할 수 있다(Jeon & Park 2006). 또, 약재 분말이 글루텐 구조 형성을 방해하면서 반죽 내 기체를 포획하는 글루텐 구조의 역할을 약화시키는 것으로 판단된다.

약재의 첨가는 식빵의 색, 맛, 조직감 등의 다양한 관능적 특성에도 긍정적인 영향을 주는데, 당귀, 녹용, 백수오, 인삼, 잎줄기, 천마와 같은 약재가 적정량 첨가될 경우, 대조구에 비해 식빵의 외관과 색에 대한 기호도가 증가하였는데, 이는 약용식물이 반죽의 색과 질감을 개선하여 종합적인 소비자의 기호도를 개선하는데도 도움을 줄 수 있다는 것을 의미한다(Jang & Lee 2022; Ko & Lee 2022; Kwak & Lee 2023). 맥문동을 첨가한 경우에는 대조구와 비교하여 유의미한 차이가 나타나지 않았으나 전체적인 기호도는 증가하였다(Park et al. 2021).

약재의 첨가는 단순히 식빵의 외관과 맛의 개선만이 아니라 기능성을 부여할 수 있는데, 승검초 분말은 항염증 및 항산화 효과가 있어 반죽의 영양가를 높인다(Jeon & Park 2006). 새송이버섯 분말은 식이섬유가 풍부하여 소화 건강에 기여하며, 반죽의 질감을 향상시킨다(Lee et al. 2009). 생강즙은 강한 향과 항균 효과로 인해 반죽의 풍미와 보관성을 향상시킨다(Kim & Lee 2019). 어성초 분말은 항염증 및 항균 성분을 함유하고 있어, 반죽에 첨가될 경우, 반죽의 항염증 및 항균 기능을 강화하여 건강 증진에 기여할 수 있다(Park 2015). 인삼 잎줄기 분말은 면역력 강화와 항산화 작용을 통해 반죽의 영양가를 높인다(Ko & Lee 2022). 천마 분말은 신경 안정 효과와 항염증 작용이 있어 식빵의 건강 기능을 향상시킨다(Kwak & Lee 2023). 초석잠 분말은 면역력 강화와 소화 개선 효과를 제공하며, 홍삼 분말은 피로 회복과 면역력 증진에 기여한다(Jeon & Park 2015; Jeon et al. 2015). 홍삼박 분말은 항산화 성분이 풍부하여 반죽의 보관성을 향상시킨다(Han et al. 2007). 황기 분말은 면역력 강화와 피로 회복 효과를 제공하며, 사물탕은 전통 한방 약재로 면역력 증진과 체력 강화에 기여한다(Oh et al. 2007; Min & Lee 2008). 차전자피 분말 첨가 식빵은 식이섬유로 인한 노화 지연 측면에서 첨가군이 우수한 것으로 밝혀졌다(Jeon & Kim 2020). 느릅나무 추출액을 농도별로 첨가한 식빵은 곰팡이 대상 저장성 평가에서 탁월한 항균 활성이 입증되었다(Jeon & Kim 2004). 함초 분말 첨가 식빵은 조직감 증가와 더불어 지방산패 억제 활성 증가 및 폴리페놀 함

<Table 4> Quality characteristics of bread with animal-derived ingredients

Additives (Content %)	Physicochemical properties		Sensory properties	References
	Dough	Bread		
<i>Tenebrio molitor</i> (0, 5, 10, 15, 20, 30)	▪ Weight: 365.60 g→373.50 g	▪ Moisture: 31.99%→30.73%	▪ Overall: Highest at 5%	Kim 2017 Lee 2019 Lee et al. 2023
	▪ Dough yield: 91.45%→93.92%	▪ Crude protein: 11.75%→23.69%	▪ Color: Highest at 5%	
	▪ Hardness: 13.33→27.67	▪ Crude fat: 6.25%→9.15% kg	▪ Taste: Highest at 5%	
<i>Sikworm</i> (0, 25, 50, 75, 100)	▪ Fermentation rate (30 min): 27 mL→24 mL	▪ Volume: 1,980 mL→1,949 mL	▪ Overall: Highest at 50%	Kwon & Kim 2016
	▪ Fermentation rate (60 min): 30 mL→28 mL	▪ Baking loss rate: 13.7%→13.1%	▪ Color: Highest at 100%	
	▪ Fermentation rate (90 min): 34 mL→29 mL	▪ Color: Light ↓, Red ↓, Yellow ↑	▪ Flavor & Taste: Highest at 50%	
<i>Paecilomyces japonica</i> <i>Corydiceps militaris</i> (0, 2, 4)	▪ Moisture: 42.22%→41.54% (<i>militaris</i>)	▪ Volume: 1,530 mL→1,500 mL (<i>militaris</i>)	▪ Overall: Decreased compared to control	Jung & Park 2002
	▪ Moisture: 42.22%→42.26% (<i>japonica</i>)	▪ Hardness: 229.62 g/cm ² →190.98 g/cm ²	▪ Appearance: Highest at M2	
		▪ Color: Light ↓, Red ↓, Yellow ↑	▪ Flavor & Taste: Decreased compared to control	
<i>Cuttlefish Ink</i> (0, 2, 4, 6, 8)	▪ pH: 5.52→5.16	▪ pH: 6.08→5.95	No mentioned	Kim & Choi 2023
	▪ Fermentation expansion: 21 mL→15 mL	▪ Moisture: 31.95%→32.56%		
		▪ Baking loss rate: 5.85%→4.71%		
<i>Whey</i> (0, 25, 50, 75, 100)	▪ pH: 6.576→6.0984	▪ pH: 6.047→5.920	▪ Overall: Highest at 50%	Lee & Lee 2021
		▪ Moisture: 33.62%→28.52%	▪ Appearance: Decreased compared to control	
		▪ Baking loss rate: 177.70%→188.32%	▪ Flavor & Taste: Highest at 50%	
<i>Chitosan</i> (0, 1, 3, 5)	▪ Fermentation expansion: 315 cc (3% increased)	▪ Volume: 1,466 mL→1,360 mL	▪ Overall: Highest at 1%	Yun et al. 2002
		▪ Specific volume: 3.46 cc/g→3.24 cc/g		
		▪ Hardness: 132.6→168 dyne/cm ²		

<Table 5> Quality characteristics of bread with herb ingredients

Additives (Content %)	Physicochemical properties		References			
	Dough	Bread				
<i>Angelica gigas</i> (0, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10)	<ul style="list-style-type: none"> pH: No difference Dough yield: 87.77%→91.11% 	<ul style="list-style-type: none"> Hardness: 169.67 g/cm²→266.5 g/cm² Specific volume: 2,426.7→1,760.23 mL/g Light: (Crust) 94.1→86.4 (Crumb) 82.0→67.5 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 0.5% Flavor: Highest at 1% Color & Taste: Highest at 0.5% 			
				<ul style="list-style-type: none"> pH: No difference Height: 51.9 mm→47.4 mm (Before) Height: 68.8 mm→60.2 mm (After) 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 38.2%→37.9% Volume: 873.4 mL→800.8 mL Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 10% Taste: Highest at 10% Purchase intention: Highest at 10%
<i>Bakluncho</i> , <i>Sengguncho</i> (0, 1, 3, 5)		<ul style="list-style-type: none"> Hardness: 921.75→840.40% (B), 740.09% (S) Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 50% Volume: Increased compared to control 			
<i>Samuljang</i> (0, 25, 50, 75, 100)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.8→5.2 Wet gluten: 34.7%→37.0% Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ 	<ul style="list-style-type: none"> Baking loss rate: 4.4%→4.6% Specific loaf volume: 3.5 cm³/g→4.2 cm³/g Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ 		<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 2.5% Texture: Highest at 2.5% Taste: Highest at 5% 		
<i>Pleurotus eryngii</i> (0, 2.5, 5, 7.5, 10)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.22→5.58 Fermentation expansion: 113.35%→44.39% 	<ul style="list-style-type: none"> Volume: 1,515 mL→940 mL Specific volume: 3.09 mL/g→1.93 mL/g Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 2.5% Texture: Highest at 2.5% Taste: Highest at 5% 			
<i>Ginger</i> (0, 3, 6, 9)	<ul style="list-style-type: none"> Mixogram peak time: 3.72 min→4.19 min Mixogram peak value: 63.00%→60.67% Fermentation rate: 1.71 cm→1.85 cm 	<ul style="list-style-type: none"> Hardness: 183.47 g→233.10 g Volume: 1,881.50 mL→1,447.00 mL Color: Light ↓, Red ↓, Yellow ↓ 		<ul style="list-style-type: none"> Overall: Decreased compared to control Appearance: Highest at 3% Taste: Decreased compared to control 		
<i>Houttuynia cordata</i> (0, 0.3, 0.5, 1)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.16→5.10 Volume: No difference 	<ul style="list-style-type: none"> Baking loss rate: 11.60%→11.67% Specific volume: 4.58 mL/g→4.34 mL/g 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 0.5% Color & Taste: Highest at 0.5% 			
<i>Ginseng leaf</i> (0, 0.8, 1.6, 2.4, 3.2)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.64→5.43 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 39.70%→40.45% Volume: 1,016.66 mL→904.30 mL Baking loss rate: 9.55%→9.76 % 		<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 1.6% Appearance: Decreased compared to control Taste: Highest at 1.6% 		
<i>Gastrodia elata</i> (0, 4, 8, 12, 16)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.87→5.72 Moisture: 41.68%→42.42% 	<ul style="list-style-type: none"> Baking loss rate: 12.41%→12.14% Volume: 1,085.43 mL→938.37 mL 	<ul style="list-style-type: none"> Overall & Appearance: Highest at 8% Taste: Highest at 4% 			
<i>Stachys sieboldii</i> (0, 3, 6, 9, 12)	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 42.82%→37.39% Baking loss rate: 11.41%→9.04% 	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 4.18 mL/g→2.43 mL/g Hardness: 255.80 g/cm²→307.06 g/cm² 		<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 9% Appearance & Taste: Highest at 12% 		
<i>Red ginseng</i> (0, 3, 6, 9)	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 3.63 mL/g→3.34 mL/g Water holding capacity: 246.42%→270.38% 	<ul style="list-style-type: none"> Hardness: 69.81 g→76.13 g Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 3% Color, Flavor, Taste: Highest at 3% 			
<i>Astragalus membranaceus</i> (0, 3, 6, 9)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.34→5.42 	<ul style="list-style-type: none"> Specific volume: 3.06 mL/g→2.35 mL/g Hardness: 123.92 g→177.91 g Lightness: 79.45→75.09 		<ul style="list-style-type: none"> Overall: Decreased compared to control Flavor: Highest at 3% Taste & Texture: Decreased compared to control 		

<Table 6> Quality characteristics of bread with other functional ingredients

Additives (Content %)	Physicochemical properties		Sensory properties	References
	Dough	Bread		
<i>Kimchi</i> (0, 1, 2, 3, 4, 5)	<ul style="list-style-type: none"> pH: 5.86→5.42 Water absorption: 63.2%→62.1% Extension resistance: 240 B.U.→570 B.U. Water absorption: 63.2%→62.1% Extension resistance: 240 B.U.→570 B.U. Dough stability: 10 min→7 min pH: 6.48→7.45 Volume: 120.08 mL→96.98 mL Moisture: 39.70%→37.13% Dough yield: 125.6%→115.4% Specific volume: 2.66 mL/g→2.27 mL/g pH: 5.56→5.46 Density: 1.06 g/mL→0.95 g/mL 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 40.46%→41.35% Volume: 537 cc→573 cc Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ Total cell: lower with powder over 3 days Volume: 3,420 mL→3,048 mL Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ Volume: 2031.33 mL→1928.67 mL Baking loss rate: 12.78%→9.17% Hardness: 1.34 kg→1.89 kg Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ Hardness: 329,578→419,139 dyne/cm² pH: 7.75→6.87 Specific volume: 2.33 mL/g→2.74 mL/g Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ Moisture: 41.22%→39.47% Volume: 1,991.67 mL→1,793.33 mL Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ Volume: 1,930 cc→1,200 cc Lightness: 96.303→56.117 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 3% Moistness: Highest at 3% Hardness: High at 4% Overall: Highest at 0.5% Moistness: Highest at 0.5% Hardness: High at 0.5% Overall: Highest at 6% Appearance: Decreased compared to control Flavor & Taste: Highest at 6% Overall: Highest at 1% 	<ul style="list-style-type: none"> Ki et al. 2005 Kim et al. 2005 Moon & Park 2008 Yoo & Lee 2020 Kim & Kim 2003
<i>Black galic</i> (0, 1, 3, 6, 9, 12)	<ul style="list-style-type: none"> Mixogram peak time: 3.38→3.96 Mixogram peak value: 65.76%→62.55% Mixing tolerance: 11.34%→9.87%* Initial pasting temperature: 61.8°C→64.1°C Peak viscosity: 610 B.U.→640 B.U. 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 38.64%→39.54% Volume: 2016.33 mL→1755.67 mL Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ Moisture: 39.91% (Day 0), 37.83% (Day 7) Specific volume: more than 2.54 cc/g (Control) Loss rate: 6.11% (Baking), 9.11% (Cooling) 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: No difference Taste: Highest at 6% Overall: Highest at PRipe15 Appearance: Highest at PRipe30 Taste: Highest at PRipe15 Overall: Highest at 2.5% Hardness: Increased compared to control Gumminess: Increased compared to control Overall: Highest at 10% Appearance: Decreased compared to control 	<ul style="list-style-type: none"> Yang et al. 2010 Kim et al. 2015 Hwang et al. 2021 Kim & Suh 2023
<i>Pu'er tea</i> (0, 15 g, 30 g)	<ul style="list-style-type: none"> Initial pasting temperature: 61.8°C→64.1°C Peak viscosity: 610 B.U.→640 B.U. 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 38.64%→39.54% Volume: 2016.33 mL→1755.67 mL Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ Moisture: 39.91% (Day 0), 37.83% (Day 7) Specific volume: more than 2.54 cc/g (Control) Loss rate: 6.11% (Baking), 9.11% (Cooling) 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 2.5% Hardness: Increased compared to control Gumminess: Increased compared to control Overall: Highest at 10% Appearance: Decreased compared to control 	<ul style="list-style-type: none"> Kim et al. 2015 Hwang et al. 2021 Kim & Suh 2023
<i>Green tea</i> (0, 2.5, 5, 10)	<ul style="list-style-type: none"> Initial pasting temperature: 61.8°C→64.1°C Peak viscosity: 610 B.U.→640 B.U. 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 38.64%→39.54% Volume: 2016.33 mL→1755.67 mL Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ Moisture: 39.91% (Day 0), 37.83% (Day 7) Specific volume: more than 2.54 cc/g (Control) Loss rate: 6.11% (Baking), 9.11% (Cooling) 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 2.5% Hardness: Increased compared to control Gumminess: Increased compared to control Overall: Highest at 10% Appearance: Decreased compared to control 	<ul style="list-style-type: none"> Hwang et al. 2021 Kim & Suh 2023
<i>Watermelon seeds</i> (0, 5, 10, 15, 20)	<ul style="list-style-type: none"> Fermentation expansion rate: Decreased 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 38.64%→39.54% Volume: 2016.33 mL→1755.67 mL Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ Moisture: 39.91% (Day 0), 37.83% (Day 7) Specific volume: more than 2.54 cc/g (Control) Loss rate: 6.11% (Baking), 9.11% (Cooling) 	<ul style="list-style-type: none"> Overall: Highest at 2.5% Hardness: Increased compared to control Gumminess: Increased compared to control Overall: Highest at 10% Appearance: Decreased compared to control 	<ul style="list-style-type: none"> Kim & Suh 2023
<i>Gums</i> (0, 0.5, 1, 1.5, 2)	<ul style="list-style-type: none"> Fermentation Expansion: 156 cm³ at 60 min 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture: 38.64%→39.54% Volume: 2016.33 mL→1755.67 mL Color: Light ↓, Red ↑, Yellow ↑ Moisture: 39.91% (Day 0), 37.83% (Day 7) Specific volume: more than 2.54 cc/g (Control) Loss rate: 6.11% (Baking), 9.11% (Cooling) 	<ul style="list-style-type: none"> No mentioned 	<ul style="list-style-type: none"> Kim et al. 2021

량이 증가하였다(Bae et al. 2008). 이처럼 약재의 첨가는 기능성 식빵의 품질을 향상시킬 뿐만 아니라, 소비자들에게 다양한 건강상의 이점을 제공할 수 있는 기회를 준다. 약재는 천연의 항산화 물질, 비타민, 미네랄 및 생리활성 물질을 함유하고 있어, 식빵의 영양 가치를 높이는 데 기여할 수 있으며, 각기 다른 효능을 지니고 있어, 이를 적절히 활용하면 기능성 식품의 효능을 극대화할 수 있다. 또, 건강과 맛을 동시에 추구하는 현대인의 요구를 만족시키는 다양한 제품 개발에도 활용이 가능하여 건강한 간식이나 아침 식사 대용으로 궁극적인 소비자의 만족도를 높이고, 건강을 증진시키는 데 기여할 것으로 보인다.

4. 기타 기능성 원료에 따른 식빵의 품질특성

1) 발효식품

발효 식품은 그 자체로도 각종 비타민과 다양한 효소를 함유하고 있어 건강식으로 간주되고 있다(Afzaal et al. 2021). 이러한 기능성 소재를 활용하여 식빵을 제조할 경우, 식빵의 품질 특성을 개선하는데 활용될 수 있다. 대표적 발효 식품인 김치 분말을 식빵에 첨가한 경우, 김치 내 풍부한 유산균과 젖산에 의해 반죽의 pH가 낮아지고, 반죽의 수분 흡수율과 반죽의 안정도가 감소하였다(Ki et al. 2005) <Table 6>. 그럼에도 식빵의 경도, 탄력성, 응집성 및 씹힘성이 증가하였고, 향, 맛, 질감 및 색과 관련된 관능적 특성에서 3% 김치 분말이 첨가된 식빵의 전체적인 기호도가 증가하였다(Kim et al. 2005b). 유사하게 청국장 분말을 넣은 식빵의 경우에도 0.5% 첨가되었을 때, 전체적인 기호도가 증가하였으며, 색, 맛, 향, 조직감 등에서 높은 점수를 얻었다(Moon & Park 2008). 이처럼 발효 식품을 첨가하는 경우 단순히 맛과 외관에 대한 개선만이 아니라, 장 건강과 염증 감소에 도움을 줄 수 있는 기능성 식품 개발이 가능하다(Moon et al. 2018).

2) 차(茶)

녹차, 보이차 등을 차를 첨가하여 제조하는 경우, 식빵의 물리화학적 특성은 대조구에 비해 다소 감소하는 결과들이 나타났으나, 전체적인 기호도는 증가하는 결과들이 나타났다(Hwang et al. 2001; Kim et al. 2015). 이는 각 차가 가진 독특한 색, 풍미, 향, 건강에 대한 인식 등이 종합적으로 소비자에게 긍정적으로 인식되었을 것으로 보인다. 특히 차는 폴리페놀, 카테킨, 플라보노이드 등의 항산화 물질을 다량 함유하고 있어 심혈관을 포함 건강을 증진시키는데 도움을 줄 수 있고, 심리적 안정감을 줄 수 있다는 점 등이 긍정적으로 작용한 것으로 보인다(Seo 2005). 이처럼 다양한 기능성 원료를 통해 식빵의 품질 특성을 개선하고자 하는 다양한 시도들이 있었으며, 식빵의 물리화학적 특성이 일부 저하되더라도 실질적인 소비자의 선호도는 증가할 수 있으므로 맛과 기능성을 개선하기 위한 다양한 시도들이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 보인다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 식빵의 품질을 향상시키기 위한 다양한 식물성 및 동물성 원료, 약재, 발효식품, 차 등의 기능성 원료의 첨가로 인한 효과를 종합적으로 분석하였다. 식물성 원료로서 채소와 과일은 식빵의 영양가를 높이고, 소화 기능 개선, 항산화 효과 증대, 면역력 강화 등 다양한 건강 혜택을 제공하는 동시에, 식빵의 관능적 특성을 개선하는 데 중요한 역할을 한다는 것을 확인하였다. 특히, 채소와 과일의 첨가는 식빵의 색상과 풍미를 풍부하게 하여 소비자의 기호도를 높이는 데 기여하였다.

동물성 원료, 특히 곤충 분말의 경우, 단백질, 필수 아미노산, 철분 등 풍부한 영양소를 통해 식빵의 영양적 가치를 높이며, 건강 증진에 기여할 수 있음을 확인하였다. 다만, 곤충 분말의 첨가로 인한 식빵의 색 변화와 이에 따른 소비자의 선호도 저하는 곤충 식품에 대한 부정적 인식에서 기인하는 것으로 보이며, 적절한 첨가 비율 조정이 필요하다.

약재의 첨가는 식빵의 건강 기능성을 극대화할 수 있는 방법으로, 항산화, 항염증, 면역력 강화 등의 다양한 효과를 제공하며, 소비자들에게 새로운 건강식으로 자리 잡을 가능성이 높다. 약재 특유의 향과 맛이 식빵의 풍미를 더욱 풍부하게 하고, 기능성 식품으로의 가치를 높이는 데 기여하였다.

발효식품과 차를 첨가한 식빵은 특유의 향과 맛, 기능성 성분을 통해 소비자의 기호도를 높이는 데 긍정적인 영향을 미쳤으며, 특히 항산화 효과와 소화 기능 개선 등의 추가적인 건강 혜택을 제공할 수 있는 것으로 나타났다.

결론적으로, 기능성 원료를 활용한 식빵 제조는 단순한 빵 제품을 넘어 건강 기능성을 갖춘 다양한 제품 개발의 가능성을 보여주었다. 각 기능성 원료의 특성과 소비자의 수용도를 고려한 최적의 배합비를 통해, 기능성과 맛을 동시에 만족시키는 제품 개발이 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 이러한 연구는 식품 산업에서의 기능성 식품 개발 및 건강한 식생활 증진에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

저자정보

전영상(신한대학교 첨단소재공학과, 조교수, 0009-0004-1500-1441)

곽호석(동양미래대학교 바이오융합공학과, 부교수, 0000-0002-6683-1953)

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Afzaal M, Saeed F, Anjum F, Waris N, Husaain M, Ikram A, Ateeq H, Muhammad Anjum F, Suleria H. 2021. Nutritional and ethnomedicinal scenario of koumiss: A concurrent review. *Food Sci. Nutr.*, 9:6421-6428
- Amoah I, Cairncross C, Rush E. 2021. Swallowing and liking of vegetable-enriched bread compared with commercial bread as evaluated by older adults. *Front. Nutr.*, 7:599737
- An HL, Lee KS, Park SJ. 2008. Quality characteristics of white pan bread with Mesangi (*Capsosiphon fulvecense*). *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 18(4):563-568
- Bae JH, Lee JH, Kwon KI, Im MH, Park GS, Lee JG, Choi HJ, Jeong SY. 2005. Quality characteristics of the white bread prepared by addition of jujube extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37(4):603-610
- Bae JH, Park LY, Lee SH. 2008. Effect of *Salicornia herbacea* L. powder on the quality characteristics of bread. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 37(9):1196-1201
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2003. Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35(6):1124-1128
- Baek CW, Lee AY, Lee JH. 2021. Quality evaluation of pan bread supplemented with immature Chalsalbori powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 50(10):1108-1116
- Cabello-Olmo M, Krishnan PG, Araña M, Oneca M, Díaz JV, Barajas M, Rovai M. 2023. Development, analysis, and sensory evaluation of improved bread fortified with a plant-based fermented food product. *Foods*, 12:2817
- Cha SH, Shin NR, An HM, Yoo DI, Kim DI. 2019. Quality and antioxidant properties of bread added with 'Fuji' apple juice. *Korean J. Food Nutr.*, 32(2):98-105
- Choi I. 2010. Substitution of rice flour on bread-making properties. *Korean J. Food. Preserv.*, 17(5):667-673
- Choi IJ. 2016. Quality characteristics of white pan bread with banana. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 22(2):78-92
- Choi JH. 2001. Quality characteristics of the bread with sprouted brown rice flour. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 17(4):323-28
- Choi SN, Chung NY. 2005. Quality characteristics of bread added with black sesame powder. *Korean J. Soc. Food Cook. Sci.*, 21(5):655-661
- Choi SN, Joo MK, Chung NY. 2014. Quality characteristics of bread added with stevia leaf powder. *Korean J. Soc. Food Cook. Sci.*, 30(4):419-427
- Choi UK. 2005. Effect of barley bran flour addition on the quality of bread. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37(5):746-750
- Chung JY, Kim KH, Shin DJ, Son GM. 2002. Effects of sweet persimmon powder on the characteristics of bread. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 31(5):738-742
- Dhalaria R, Verma R, Kumar D, Puri S, Tapwal A, Kumar V, Nepovimova E, Kuca K. 2020. Bioactive compounds of edible fruits with their anti-aging properties: A comprehensive review to prolong human life. *Antioxidants*, 9(11):1123
- Garutti M, Nevola G, Mazzeo R, Cucciniello L, Totaro F, Bertuzzi CA, Caccialanza R, Pedrazzoli P, Puglisi F. 2022. The impact of cereal grain composition on the health and disease outcomes. *Front. Nutr.*, 9:888974
- Han IJ, Kim RY, Kim YM, Ahn CB, Kim DW, Park KT, Chun SS. 2007. Quality characteristics of white bread with red ginseng marc powder. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 17(2):242-249
- Han SK, Kang CS, Kim JM, Yang JW, Lee HU, Hwang UJ, Song YS, Lee JS, Nam SS, Lee KB. 2015. Quality characteristics of bread manufactured with sweetpotato leaf powder. *Korean J. Food Nutr.*, 28(4):571-578
- Hong GJ, Lee IO. 2024. Quality characteristics and textural properties of dough of pan bread with *Suaeda glauca* powder. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 30(3):35-44
- Hossain Md. S, Small BC, Kumar V, Hardy R. 2024. Utilization of functional feed additives to produce cost-effective, ecofriendly aquafeeds high in plant-based ingredients. *Rev. Aquac.*, 16(1):121-153
- Hwang YK, Hyun YH, Lee YS. 2001. Study on the characteristics of bread with green tea powder. *Korean J. Food Nutr.*, 14(4):311-316
- Hwang YK, Yu YS, Park HR. 2023. Quality characteristics and antioxidant of white pan bread added with *Allium fistulosum* root powder. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 29(11):49-61
- Im JG, Kim YH. 2003. Quality characteristics of bread prepared by the addition of black soybean powder. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 13(4):334-342.
- Im JS, Lee YT. 2010. Quality characteristics of rice bread substituted with black rice flour. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 20(6):903-908
- Jang YS, Lee MH. 2022. Quality characteristics and pan bread added with *Angelica gigas*, *Cervus canadensis* Erxleben, and *Cynanchum wilfordii* powder. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 28(6):17-24
- Jeon ER, Park ID. 2006. Quality characteristics of bread with added *Angelica* plant (Bakluncho) and *Angelica gigas* (Senggumcho) powders. *J. Korean Home Econ. Assoc.*, 44(3):163-169
- Jeon JR, Kim J. 2004. Properties on the quality characteristics and microbial changes during storage added with extracts from *Ulmus cortex*. *Korean J. Soc. Food Cook. Sci.*, 20(2):180-186
- Jeon KS, Lee Njoo wrH, Park SI. 2015. Quality characteristics of white pan bread with Chinese artichoke (*Stachys sieboldii* Miq) Powder. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 21(4):1-15
- Jeon KS, Park SI. 2015. Antioxidative properties of Chinese artichoke (*Stachys sieboldii* Miq) added white bread. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 21(6):120-132
- Jeon SH, Kim MR. 2020. Quality characteristics of white bread added with Psyllium Husk Powder. *J. Korean Soc. Food*

- Sci. Nutr., 48(6):855-865
- Jeong HC. 2021. Quality characteristics and dough rheological properties of pan bread with *Moringa oleifera* leaf powder. Culin. Sci. Hosp. Res., 27(10):101-110
- Ji JL, Jeong HC. 2013. Quality characteristics and dough rheological properties of pan bread with perilla seed powder. Culin. Sci. Hosp. Res., 19(3):142-155
- 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. Food Serv. Ind. J., 18(3):59-72
- Joo SY, Park JD, Choi YS, Sung JM. 2018. A study of the optimization of white pan bread added with wheat sprout powder. Culin. Sci. Hosp. Res., 24(3):1-14
- Jung DS, Lee FZ, Eun JB. 2002. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. Korean J. Food Sci. Technol., 34(2):232-237
- Jung IC, Sohn HY, Bae JH, Kim KJ. 2010. Quality characteristics of white pan bread containing brown rice fermented with *Phellinus linteus*. J. East Asian Soc. Diet. Life, 20(3):445-451
- Jung MH, Park GS. 2002. Effect of *Paecilomyces japonica* and *Cordyceps militaris* powder on quality characteristics of bread. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31(5):743-748
- Kang MJ. 2002. Quality characteristics of the bread added Dandelion Leaf Powder. Korean J. Food Preserv., 9(2):221-227
- Kang WW, Kim GY, Kim JK, Oh SL. 2000. Quality characteristics of the bread added Persimmon Leaves Powder. Korean J. Soc. Food Sci., 16(4): 336-341
- Kaprapu J, Pragada PM, Geddada MNR. 2020. Fruits and vegetables and its nutritional benefits. Springer Cham., pp 241-260
- Ki MR, Kim RY, Chun SS. 2005. Effects of kimchi powder on the quality of white bread dough. J. East Asian Soc. Diet. Life, 15(3):334-339.
- Kim CS, Chung SK. 2001. Quality characteristics of bread prepared with the addition of persimmon peel powder. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 8(2):175-180.
- Kim DW, Kim YH. 2003. Quality Characteristics of bread added *Monascus anka* powder. Culin. Sci. Hosp. Res., 9(1):39-50
- Kim E, Ju HW. 2016. Quality characteristics of white pan bread with *Cudrania tricuspidata* leaf powder. Culin. Sci. Hosp. Res., 22(7):173-186
- Kim E, Kang JW, Kim JP, Ko JY, Lee KS. 2015. Quality characteristics of white pan bread with *Pu'er* tea. Culin. Sci. Hosp. Res., 21(2):230-242
- Kim E, Suh SU. 2023. Quality characteristics of white pan bread made with watermelon seed powder. Culin. Sci. Hosp. Res., 29(3):27-36
- Kim HJ, Chang SK, Kim HJ. 2005a. Properties and quality characteristics of the bread with added Moroheiya powder. Korean J. Food Cookery Sci., 21(4):416-421
- Kim JM, Joo JI. 2019. Quality characteristics of acorn bread added with milk. J. Korean Soc. Food Cult., 34(3):343-352
- Kim JM, Lee KS. 2019. Quality characteristics of white pan bread added with ginger extract. Culin. Sci. Hosp. Res., 25(3):86-97
- Kim KT, Choi AR, Lee KS, Joung YM, Lee KY. 2007. Quality characteristics of bread made from domestic Korean wheat flour containing Cactus *Chounmyuncho* (*Opuntia humifusa*) powder. Korean J. Food Cook. Sci., 23(4): 461-468
- Kim NY, Kim SH. 2005. The physicochemical and sensory characteristics of bread added with red ginseng powder. J. East Asian Soc. Diet. Life, 15(2):200-206
- Kim OH, Choi OJ, Kim YD, Kang SK, Ree HJ, Lee SY. 2001. Properties on the quality characteristics of bread added with Coriander. Korean J. Soc. Food Cook. Sci., 17(3):269-274
- Kim RY, Ki MR, Kim MY, Lee GJ, Choi HM, Chun SS. 2005b. Quality characteristics of white pan bread with kimchi powder. J. East Asian Soc. Diet. Life, 15(3):340-345
- Kim SH, Choi KH, Kwon YA. 2021. The quality characteristics of white bread according to the types and additives of gums. Culin. Sci. Hosp. Res., 27(1):77-85.
- Kim WM, Oh ST, Song MR, Kim KH, Lee GH. 2017. Physical properties of pan bread made with various amounts of squeezed Danggui leaf (*Angelica acutiloba* Kitagawa) juice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 46(8):971-978
- Kim YM. 2017. Quality characteristics of white bread with hot air-dried *Tenebrio molitor* Larvae Linne powder. Korean J. Food Cook. Sci., 33(5):513-522
- Kim YM, Choi YM. 2023. Quality characteristics of bread with cuttlefish ink added. Korean J. Food Nutr., 36(6):561-571
- Kim YS, Chun SS, Jung ST, Kim RY. 2002. Effects of lotus root powder on the quality of dough. Korean J. Soc. Food Cook. Sci., 18(6):573-578
- Ko SH, Bing DJ, Chun SS. 2013. Quality characteristics of white bread manufactured with Shinan Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 42(5):766-773
- Ko SJ, Lee MH. 2022. Quality characteristics and functionality of pan bread added with ginseng leaf stem powder. Culin. Sci. Hosp. Res., 28(7):12-22
- Kwak JH, Lee MH. 2023. Quality characteristics and antioxidant of pan bread prepared with *Gastrodia elata* powder. Culin. Sci. Hosp. Res., 29(12):27-39
- Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing Laminaria powder. J. Korean, Soc. Food Sci. Nutr., 32(3):406-412
- Kwon KS, Kim YS, Song GS, Hong SP. 2004. Quality characteristics of bread with Rubi Fructus (*Rubus coreanus* Miquel) juice. Korean J. Food Nutr., 17(3):272-277
- Kwon YJ, Kim HJ. 2016. Quality characteristics of white pan

- bread containing heat-treated silkworm steam extract. *Food Serv. Ind. J.*, 12(1):87-97
- 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. *Culin. Sci. & Hos. Res.*, 30(5):22-33
- Lee GS, Han GP. 2013. Quality characteristics of bread supplemented with sweet pumpkin. *J. Korean Soc. Food Cult.*, 28(4):386-391
- Lee HJ, Baik JE, Joo N. 2014. Quality characteristics and storage stability of bread with *Allium hookeri* powder. *Korean J. Food Nutr.*, 27(2):318-329
- Lee JE, Shin S, Jung JW. 2023a. The Quality characteristics of pan bread added with hibiscus powder. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 29(7):28-37
- Lee JS, Kim JM. 2020. Quality characteristics and antioxidant properties of white pan bread added with sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry powder. *Korean J. Food Nutr.*, 33(5):473-482
- Lee JY, Lee KA, Kwak EJ. 2009. Fermentation characteristics of bread added with *Pleurotus eryngii* powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 38(6):757-765
- Lee KH. 2019. Characteristics of pullman bread with added *Tenebrio molitor* Larvae powder. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 15(2):21-44.
- Lee KH, Lee MH. 2021. The palatability and quality characteristics of whey added pan bread. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 27(12):34-44
- Lee SB, Lee KH, Lee KS. 2008. Quality characteristics of white pan bread with mulberry extracts. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 18(5):805-811
- Lee SH. 2022. Preparation and characterization of white bread with added *Cirsium setidens* Nakai powder. *J. Agri. Life Environ. Sci.*, 34(1):61-72
- Lee SJ, Chung CH. 2024. Quality characteristics of bread added with maqui berry (*Aristotelia chilensis*) powder. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 30(3):45-57
- Lee SM, Park GS. 2011. Quality characteristics of bread with various concentrations of purple sweet potato. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 27(4):1-16
- Lee YJ, Ju YE, Cho EC, Park SJ, Kim DH, Hwang HJ, Yoon JA, Shin KO. 2023b. Quality characteristics and nutritional functions of bread added with *Tenebrio molitor* Linnaeus (mealworm) powder. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 33(4):251-263
- Lim KG, Han JH, Lee MH. 2021. Quality characteristics of bread added with broccoli sprout powder using Geumgang wheat and microorganisms during storage. *Culin. Sci. Hosp. Res.*, 27(4):12-22
- Min SH, Lee BR. 2008. Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. *J. Korean Soc. Food Cult.*, 23(2):228-234
- Moon EG, Kim B, Kim EY, Lee HJ, Kim Y, Park Y, Cha YS. 2018. Research trend in traditional fermented foods focused on health functional evaluation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 47(4):373-386
- Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim JK, Kang WW, Kim GY. 2004. Quality characteristics of the breads added with freeze dried old pumpkin powders. *Korean J. Soc. Food Cook. Sci.*, 20(2):180-186
- Moon SW, Park SH. 2008. Quality characteristics of white pan bread with chungkukjang powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 37(5):633-639
- Oh HK, Shin MS, Lim HS. 2007. A study on the quality characteristics of the bread with Samultang. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 36(5):643-650
- Oh ST, Kim KH, Kim WM, Lee GH. 2017. Physicochemical and sensory properties of pan bread made with various amounts of squeezed perilla leaf juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 46(7):833-840
- Padhy C, Behera S. 2015. Role of horticulture in human nutrition: an analytical review. *Int. J. Eng. Sci. Technol.*, 3(6):167-176
- Park CW, Kim YH, Kim YJ. 2023. Bioactive compounds and biological activities of Korean ginseng (*Panax ginseng Meyer*). Springer Cham., pp 1-43
- Park JH, Kweon M, Ryu HK. 2021. A study on the quality characteristics and preferences for whole wheat pan bread with *Liriopsis* tuber. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 37(5):408-415
- Park LY. 2015. Effect of *Houttuynia cordata* Thunb. Powder on the quality characteristics of bread. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 47(1):75-80
- Park SH, Chang KH, Byun GI, Kang WW. 2009. Quality characteristics of bread made with flour partly substituted by lotus leaf powder. *Korean J. Food Preserv.*, 16(1):47-52
- Park WP, Cho SH, Lee SC, Kim SY. 2008. Quality characteristics of bread added with powder and concentrate of *Prunus mume*. *Korean J. Food Preserv.*, 15(5):682-686
- Ranawana V, Campbell F, Bestwick C, Nicol P, Milne L, Duthie G, Raikos V. 2016. Breads fortified with freeze-dried vegetables: quality and nutritional attributes. Part II: breads not containing oil as an ingredient. *Foods*, 5(3):62
- Seo HJ. 2005. Review: Recent clinical trials of antioxidant therapy in cardiovascular disease. *Korean J. Med.*, 68(4):354-359
- Shah R, Patel V, Dave N. 2022. Association of vitamin B12 status with biochemical parameters among the adult population (30-50 years) of vallabh vidyanagar, anand, gujarat. *Indian J. Nutr. Diet.*, 59(3):369-378
- Shin DH, Kim DW, Jeong YN. 2007. Quality characteristics of bread with added Aloe (*Aloe vera* linne). *Korean J. Food Nutr.*, 20(4):399-405
- Shin GM, Kim DY. 2008. Quality characteristics of white pan bread by *Angelica gigas* Nakai powder. *Korean J. Food Preserv.*, 15(4):497-504
- Shin JW, Shin GM. 2008. Quality of white pan bread as affected

- by various concentrations of Corni fructus powder. J. East Asian Soc. Diet. Life, 18(6):1007-1013
- Shin SR, Shin S, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread with added pomegranate powder. Korean J. Food Nutr., 21(4):492-498
- Tae MH, Kim KH, Yook HS. 2015. Quality characteristics of bread with Burdock (*Arctium lappa* L.) Powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 44(12):1826-1831
- Wang P, Wang Z, Zhang Z, Cao H, Kong L, Ma W, Ren W. 2023. A review of the botany, phytochemistry, traditional uses, pharmacology, toxicology, and quality control of the *Astragalus memranaceus*. Front. Pharmacol., 14:1242318
- Woo SL, Lee MH. 2021. Quality characteristics and antioxidant of pan bread prepared with Mugwort powder. Culin. Sci. Hosp. Res., 27(10):153-162
- Yang SM, Shin JH, Kang MJ, Kim SH, Sung NJ. 2010. Quality characteristics of bread with added black garlic extract. Korean J. Food Cook. Sci., 26(5):503-510
- Yoo YS, Lee MH. 2020. Quality characteristics and antioxidant of pan-bread prepared with Cacao Nibs powder. Culin. Sci. Hosp. Res., 26(11):84-96
- Yoon HS, Kim JW, Kim SH, Kim YG, Eom HJ. 2014. Quality characteristics of bread added with Aronia powder (*Aronia melanocarpa*). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 43(2):273-280
- Zanatta F, Mari S, Adorni R, Labra M, Maracena R, Zenga M, D'Addario M. 2022. The role of selected psychological factors in healthy-sustainable food consumption behaviors during the COVID-19 pandemic. Foods, 11:1944
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. 2018. Current status of processed food segment market 2018. Available from: www.atfirs.or.kr [accessed 2018.06.]

Received July 30, 2024; revised August 17, 2024; revised August 21, 2024; accepted August 28, 2024