

흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿 개발

Development of Chocolate with White Glutinous Barley Flour and Yellow Rice Flour

임성현¹⁾ • 전재은²⁾ • 이정희^{3)*}

국립군산대학교 해양바이오특성화대학 식품영양학과 학부생¹⁾ •
농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과 전문연구원²⁾ •
국립군산대학교 해양바이오특성화대학 식품영양학과 부교수^{3)*}

Lim, Seonghyun¹⁾ • Jeon Jae-eun²⁾ • Lee, Jounghee^{3)*}

Department of Food and Nutrition Science, College of Marine Bio Specialization, Kunsan National University^{1),3)} •
Fermented & Processed Food Science Division, Department of Agrofood Resources, National Institute of
Agricultural Science, RDA²⁾

Abstract

Chocolate, a globally popular foodstuff, is becoming increasingly expected to meet consumer demands for health and nutritional benefits. The objective of this study was to develop a functional chocolate product by incorporating white glutinous barley and yellow rice in order to enhance its antioxidant properties. The chocolate was manufactured with the incorporation of white glutinous barley flour and yellow rice flour, following the tempering and molding processes. The findings demonstrated that the WY group (chocolate with white glutinous barley and yellow rice) exhibited a markedly elevated total polyphenol and flavonoid content in comparison to the control ($p < 0.01$), indicating an enhanced antioxidant capacity. Moreover, the WY chocolate demonstrated superior DPPH and ABTS radical scavenging activities, indicating a robust antioxidant potential. In sensory evaluations, the WY chocolate was rated higher in terms of aroma, taste, and overall acceptability, indicating a positive consumer perception. The enhanced flavor profile and health benefits, attributable to the combined effects of white glutinous barley and yellow rice, indicate that WY chocolate may appeal to health-conscious consumers seeking a product that is both functional and palatable. The findings of this study illustrate the potential of grain-based additives to develop distinctive functional chocolates that align with the increasing market demand for health-oriented confectionery.

Keywords: Chocolate, White glutinous barley, Yellow rice, Polyphenol, Sensory evaluation

I. 서론

초콜릿은 약 3,500년 전 고대 중남미 문명에서 시작되어

오늘날까지 전 세계적으로 소비자의 선호도가 높은 식품이다. 일반적으로 초콜릿은 카카오 콩을 발효, 건조, 로스팅하여 만든 카카오 매스에 카카오 버터와 설탕 등을 더해 제

본 논문은 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 연구개발특구진흥재단-2024년 강소특구 지역특성화 육성 사업(전북 군산특구)사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2024-IT-RD-0019-01-101).

* Corresponding author: Lee, Jounghee
Tel:82+63-469-4633, Fax:82+63-469-7426
E-mail: joungheeleee@kunsan.ac.kr

© 2024, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

조된다. 2018년 이후 국내 초콜릿 시장은 감소하는 추세를 보였으나 저당 초콜릿이나 커피나 와인과 즐길 수 있는 고급 초콜릿 등이 출시되면서 2022년부터 시장 규모가 회복되었다(한국농수산식품유통공사, 2024). 현대사회의 소비자들은 건강과 영양을 고려하여 식품을 선택하고 있고, 이러한 추세를 따라 건강 기능성을 강화한 식품에 대한 연구와 개발이 활발히 이루어지고 있다. 그중에서도 고섬유질, 저당류, 비타민 및 무기질을 강화한 다양한 식품들이 주목을 받고 있다. 초콜릿에는 테오브로민과 페닐에틸아민 성분이 포함되어 있으며, 이 성분들은 기분을 좋게 하고 스트레스를 줄여주는 효과를 보이며, 다크 초콜릿에 함유된 항산화물질인 플라보노이드는 혈압조절에 도움이 된다고 알려져있다(Smit & Rogers, 2002; Scholey & Owen, 2013; Ried et al., 2017). 앞서 항산화 능력을 증가시키기 위해 카카오 함량을 높이거나(Samanta et al., 2022), 복분자 분말(Yu et al., 2007), 루바브 분말 첨가 초콜릿(Lee et al., 2019)이 개발되었다. 또한, 장 건강 개선을 위해 프로바이오틱스를 첨가한 초콜릿에 관한 연구도 보고된바 있다(Possemiers et al., 2010). 그 외에도 치커리 뿌리에서 추출한 이눌린이나 아카시아 섬유를 포함한 고식이섬유 초콜릿(Konar et al., 2016), 오메가-3 지방산이 포함된 초콜릿(Hadnadev et al., 2023), 그리고 스테비아와 같은 대체 감미료를 사용한 저당류 초콜릿도 개발되었다(Homayouni Rad et al., 2012). 이러한 기능성 초콜릿들은 소비자들의 건강을 고려하면서 동시에 맛을 충족시키기 위한 제품들로, 시장에서 그 가치와 수요가 점차 증가하고 있다.

보리 품종 중의 하나인 흰찰쌀보리(*Hordeum vulgare* var. *nudum*)는 방사 6호와 찰성 품종인 요네자와 모치를 인공교배하여 육종 과정을 거친 새로운 품종이다. 흰찰쌀보리는 식이섬유가 다량으로 함유되어 있고, 일반 보리와 비교하여 짙은 맛이 덜하고 식감이 우수한 장점이 있다(이연지 외, 2016). 황미(*Oryza sativa* L.)는 도정 과정에서 쌀겨층과 배아가 제거되지 않아 식이섬유, 비타민 B군, 항산

화 성분 등 백미에 비해 영양소가 풍부하게 보존된 곡물이다(Ahn & Ha, 2010). 또한, 흰찰쌀보리와 황미는 글루텐이 없어 소화가 용이하다. 이러한 곡물의 장점을 활용하여 약과(Ra & Lee, 2019), 캐릭터 빵(Lee et al., 2022), 머핀(Lee & Lee, 2024), 쿠키(Jung & Chung, 2013), 그리고 식빵(Kim & Shin, 2003) 등과 같은 제품을 대상으로 한 연구가 진행되었다.

건강을 중시하는 소비 트렌드에 맞춰 초콜릿 또한 현대 사회 소비자들의 건강에 대한 요구도를 충족할 수 있는 기능성 초콜릿을 개발할 필요가 있다. 이에 본 연구는 흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가하여 기능성을 향상시킨 초콜릿을 개발하고자 하였다. 두 가지 곡물가루를 초콜릿에 추가하여 기존 초콜릿보다 섬유질 함량을 높이고, 바삭한 식감을 제공하여 맛과 건강을 동시에 충족시키고자 하였다. 건강기능성을 강조한 식품의 선호도가 높은 상황에서 본 연구는 기존 초콜릿과 차별화된 제품을 제안하여 기능성 초콜릿 개발에 새로운 가능성을 창출하는데 기여하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

초콜릿 제조를 위해 초콜릿(Barry Callebaut corp., Antwerpen, Belgium), 흰찰쌀보리(Gunsan, Korea), 황미(Gunsan, Korea)를 사용하였다. 흰찰쌀보리와 황미는 모두 호정화를 통해 빵튀기 한 후 분쇄하여 분말로 제작하여 사용하였다.

2. 초콜릿의 제조

흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿은 Lee et

〈표 1〉 흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿의 배합비

재료 (g)	구분 ¹⁾			
	Control	WB	YR	WY
초콜릿	200	200	200	200
흰찰쌀보릿가루	0	2	0	2
황미가루	0	0	2	2

¹⁾ Control : Chocolate made without white glutinous barley flour or yellow rice flour; WB : Chocolate with 1% white glutinous barley flour added; YR : Chocolate with 1% white yellow rice flour added; WY : Chocolate with 1% white glutinous barley flour and 1% white yellow rice flour added.

al.(2019)의 방법을 참고하여 여러 차례의 예비 실험을 통해 배합비<표 1>과 제조 공정[그림 1]을 결정한 후 제조하였다. 먼저, 초콜릿 200 g을 90℃의 온수에 중탕하여 녹인 후, 27℃까지 온도를 낮추고 다시 32℃로 템퍼링하였다. 템퍼링이 완료된 초콜릿에 흰찰쌀보릿가루 2 g 또는 황미가루 2 g을 배합비에 맞추어 넣고 고무주걱으로 골고루 혼합하였다. 혼합한 초콜릿은 일정한 크기의 몰드에 담아 1℃ 냉장고에서 24시간 동안 1차로 굳힌 후, -20℃ 냉동고로 옮겨 20-30분 동안 2차로 굳혀 완성하였다.

3. pH 및 당도

초콜릿의 pH 및 당도 측정은 Jung et al.(2017)의 방법을 참고하였다. 측정을 위해 초콜릿 시료 1 g을 증류수로 10배 희석한 후, 30분 동안 교반하여 균일한 혼합액을 준비하였다. pH는 pH meter(HORIBA, Kyoto, Japan, model F-51)를 사용하여 측정하였으며, 당도는 디지털 당도계(Atago Co., Tokyo, Japan, 모델 PAL-2)를 이용하여 측정한 후, 측정 값에 희석배수를 곱하여 최종 당도 값을 계산하였다.

4. 수분함량

초콜릿의 수분함량은 식품공전(MFDS 2024)의 상압가열건조법을 기준으로 측정하였다.

5. 외관 및 색도

초콜릿의 외관은 30 cm 떨어진 위치에서 수직으로 촬영하였다(SM-M336K, Samsung Co., Ltd., Seoul, Korea). 초콜릿의 색도 측정을 위해 시료는 2.5×2.5×0.4 cm 크기

로 준비하였다. 색차계(CM-2600d, Konica Minolta, Inc., Osaka, Japan)를 사용하여 초콜릿 표면의 명도(L: lightness), 적색도(a: redness), 황색도(b: yellowness) 값을 측정하였다. 표준 색판으로는 백판(L=94.47, a=0.01, b=2.12)을 사용하였다. 초콜릿의 색차값(ΔE)은 식. 1에 따라 계산하였으며, ΔL, Δa, 그리고 Δb 값은 대조군과 실험군의 L, a, 그리고 b 값의 차이로 계산하였다.

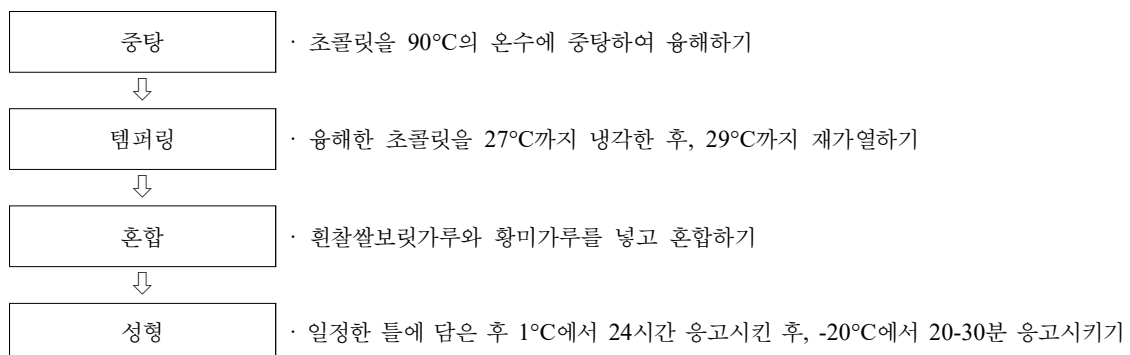
$$\text{색차 } (\Delta E) = \sqrt{\Delta L + \Delta a + \Delta b} \quad (\text{식. 1})$$

6. 조직감

초콜릿의 조직감은 Jeon et al.(2022)과 Lee(2023)의 방법을 토대로 Rheo-meter(Compac-100, Sun scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 절단 강도(cutting strength) 측정을 위해 시료는 2.5×1.5×1.0 cm로 준비하였고, 측정 조건은 Probe No. 8(7.5×38.3 mm), penetration distance 10.0 mm, table speed 120 mm/min, peak force 10 kg이었다. 조직감 측정에는 2.5×2.5×1.5 cm 크기의 시료를 사용하였고, 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 그리고 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 측정 조건은 Probe No. 8 (stainless cylinder, Φ 2.5 mm), penetration distance 10.0 mm, table speed 120 mm/min, peak force 10 kg이었다.

7. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

총 폴리페놀 함량 및 플라보노이드 함량 측정을 위해 초콜릿 추출물을 제조하였다(Godočiková et al., 2020). 분쇄한 시료 0.25 g과 80% ethanol 20 mL와 혼합한 후 2시간 동안 교반하며 추출하였다. 이후 2,325 ×g으로 20분간



[그림 1] 흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿의 제조 공정

원심분리하여 회수한 상등액을 여과하여 추출물로 사용하였다. 총 함량은 Godočíková et al. (2020)의 방법에 따라 Folin-Ciocalteu 시약을 사용하여 측정하였다. 추출물 100 μ L에 Folin-Ciocalteu 시약 100 μ L, 20% (w/v) Na_2CO_3 1 mL, 그리고 증류수 8.8 mL를 혼합하고 암소에서 30 분 동안 반응시킨 후, 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. gallic acid(25-250 mg/L; $R^2=0.9892$)을 표준물질로 사용하였으며, 결과는 초콜릿 100 g당 mg GAE(gallic acid equivalents)로 표시하였다. 총 플라보노이드 함량은 추출물 0.5 mL과 10% (w/v) AlCl_3 ethanol solution 100 μ L, 1 mol/L sodium acetate 100 μ L, 그리고 증류수 4.3 mL를 혼합하여 암소에서 30분 동안 반응시킨 후, 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. quercetin(0.01-0.50 mg/L; $R^2=0.9939$)을 표준물질로 사용하였으며, 결과는 초콜릿 100 g당 mg QE (quercetin equivalents)로 표시하였다.

8. 항산화 활성

초콜릿의 항산화 활성 측정을 위한 시료는 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정에 사용한 것과 동일하게 준비하였다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 Poliński et al.(2022)의 방법을 참고하여 측정하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 추출물 0.5 mL에 0.3 mM DPPH ethanol solution 0.5 mL를 혼합하여 암소에서 15분 동안 반응시킨 후, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 80% ethanol을 blank로 하여 측정한 후 DPPH 라디칼 소거 활성을 계산하였다. trolox(0.02-0.16 mg/L; $R^2=0.9667$)를 표준물질로 사용하였으며, 결과는 초콜릿 100 g당 mmol TE(trolox equivalents)로 표시하였다. ABTS 라디칼 소거 활성은 추출물 0.3 mL에 7 mM ABTS ethanol solution 2.2 mL를 혼합하여 암소에서 5분 동안 반응시킨 후, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 80% ethanol을 blank로 하여 측정한 후 ABTS 라디칼 소거 활성을 계산하였다. trolox(0.02-0.16 mg/L; $R^2=0.9868$)를 표준물질로 사용하였으며, 결과는 초콜릿 100 g당 mmol TE(trolox equivalents)로 표시하였다.

9. 소비자 기호도

소비자 기호도 평가는 국립군산대학교 생명윤리위원회의 승인하에 연구윤리절차에 준수하여 수행하였다(1040117-202410-HR-021-02). 소비자 기호도 검사는 20대 이상의

남녀 56명(남: 29명, 여: 27명)을 대상으로 하였다. 초콜릿의 소비자 기호도 검사는 2024년 11월에 진행하였다. 평가 환경은 조명과 소음이 통제된 연구실 내부에서 진행되어, 외부 요인이 평가에 미치는 영향을 최소화하였다. 완성된 초콜릿을 가로×세로×높이 각 2 cm의 크기로 준비하여 세 자리 숫자가 적힌 흰 접시에 두 조각씩 제공하였다. 시료와 함께 생수를 함께 제시하여 한 개의 시료 평가가 끝나면 입을 충분히 헹군 후 다음 시료를 평가하도록 하였다. 9점 기호도 척도(hedonic scale)를 이용하여 1점은 ‘대단히 싫다’에서 9점 ‘대단히 좋다’까지 점수를 표시하도록 하였다. 평가 기호 특성은 외관(appearance), 냄새(aroma), 맛(taste), 조직감(texture), 그리고 전반적인 기호도(overall acceptability)이었다. 평가는 총 4개의 시료를 20분간 평가 진행하였다.

10. 통계분석

소비자 기호도 평가를 제외한 모든 실험은 3회 이상 반복하여 진행하였다. 실험 결과는 SPSS Statistics(ver. 27, IBM Corp, Armonk, NY, USA)를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 시료 간의 유의성을 검증하기 위해 분산분석을 실시하였고, 시료별 평균값에 대한 유의성은 Duncan’s multiple range test를 실시하여 분석하였다. 각각 특성 평가는 일반선형모델(General Linear Model, GLM)을 사용하여 각 평가 항목(외관, 냄새, 맛, 조직감, 전반적인 기호도)에 대한 시료 간 평균 차이를 분석하였다. GLM의 반복측정 설계(Repeated Measures Design)를 적용하여, 평가자들이 모든 시료에 대해 동일한 항목을 반복적으로 평가한 데이터를 처리하였다. 주효과(main effects) 검정을 통해 각 시료가 관능적 특성(외관, 냄새, 맛, 조직감, 전반적인 기호도)에 미치는 영향의 유의성을 검토하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH, 당도 및 수분함량

초콜릿의 pH, 당도($^{\circ}$ Brix), 및 수분 함량 측정 결과는 <표 2>에 제시하였다. 초콜릿의 pH는 YR 실험군이 6.60으로 대조군(6.53)에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 당도($^{\circ}$ Brix) 측정 결과, 대조군과 실험군 모두 52.00에서 52.33 범위에 속해 유의적인 차이가 없었다. 수분 함량 측정 결과에서는 YR 실험군이 1.77%로 대조군

(1.72%)에 비해 높은 값을 보였다. 반면, WB 실험군과 WY 실험군은 각각 1.64%와 1.65%로 대조군에 비해 낮은 수분 함량을 보였다. 이는 원재료의 수분 함량에 따라 나타난 차이로 생각된다. 찰보리의 수분 함량은 약 9%, 미곡의 수분 함량은 품종에 따라 11~12%인 것으로 알려져 있다 (Lee et al., 2017; Jeong et al., 2022). 즉, 상대적으로 수분 함량이 낮은 흰찰쌀보릿가루를 첨가한 WB 실험군과 WY 실험군이 대조군과 WY 실험군에 비해 낮은 수분 함량을 보인 것이라 판단된다. 한편, 수분 함량은 초콜릿의 보존성과 품질에 중요한 요인으로 작용하며, 과도한 수분은 미생물의 성장을 촉진하여 곰팡이와 세균의 성장을 유발하여 품질 저하를 초래할 수 있다(Kim et al., 1997). 또한, 초콜릿의 수분 함량은 식감과 외관에도 영향을 미치는 중요한 요소로 수분은 초콜릿 겉면에 설탕 결정이 형성되는 슈가 블룸(Sugar bloom) 현상을 유발하여 외관을 저하시킬 수 있

다(Afoakwa et al., 2007). 따라서, WY 실험군에서 나타난 낮은 수분 함량은 초콜릿의 품질 보존 측면에서 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대된다. 다만, 본 연구에 사용된 흰찰쌀보리와 황미는 호정화를 거쳐 뽕튀기 후 분쇄된 상태라는 점에서 실제 시료의 수분 함량 데이터가 포함되지 않았다는 한계가 있다. 이러한 한계점을 보완하기 위해, 향후 연구에서는 호정화 과정을 거친 곡물의 수분 함량을 측정하여 정확하고 정량적인 데이터를 제시할 필요가 있다.

2. 외관 및 색도

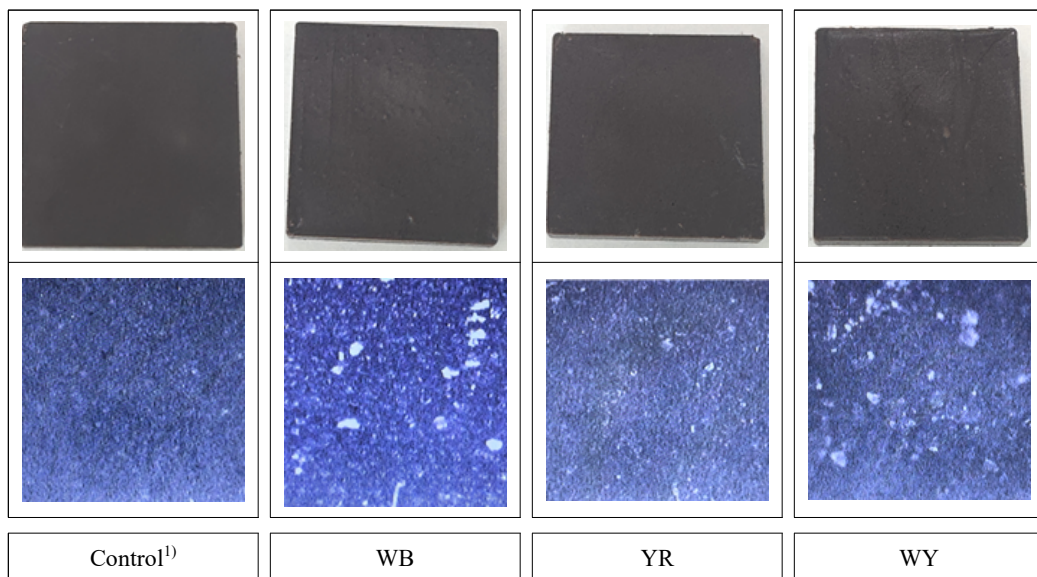
완성된 초콜릿의 외관은 [그림 2]에 제시하였으며, 초콜릿의 색도 측정 결과는 <표 3>과 같다. 색도 분석 결과, WY 실험군의 명도 값은 33.75로, 대조군(33.44)과 비교했을 때 유의하게 높았다($p<0.001$). 이는 WY 초콜릿이 대조

<표 2> 흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿의 pH, 당도, 및 수분 함량

구분 ¹⁾	pH	당도 (° Brix)	수분 함량 (%)
Control	6.53±0.05 ^b	52.33±0.58 ^a	1.72±0.03 ^{ab}
WB	6.65±0.01 ^{ab}	52.00±0.00 ^a	1.64±0.05 ^b
YR	6.60±0.02 ^a	52.33±0.58 ^a	1.77±0.09 ^a
WY	6.56±0.03 ^{ab}	52.33±0.58 ^a	1.65±0.03 ^b

Values represent mean±standard deviation. Values followed by the same letter in superscript within the same column were not significantly different ($p<0.05$), according to Duncan's multiple range test.

¹⁾ Refer to table 1.



[그림 2] 흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿의 외관과 단면 사진

¹⁾ Refer to table 1.

군에 비해 더 밝은색을 띠고 있음을 나타낸다. 다른 실험군(WB와 YR)과 비교했을 때는 비슷한 명도를 보였으나, 전반적으로 실험군이 대조군보다 높은 명도를 보이는 경향이 있었다. WY 실험군의 적색도는 6.45로, 대조군(6.37)과 비교했을 때 유의하게 높은 값을 나타냈다($p<0.001$). WY 실험군의 경우, 적색도를 높이는 황미가루와 명도를 증가시키는 흰찰쌀보리가 결합하여 독특한 색조 특성을 나타낸 것으로 해석된다. 황미가루는 적색도를 증가시키는 주요 원료로 작용하였으나, 흰찰쌀보리는 본질적으로 밝은 색을 띠어 시료의 전체적인 명도를 증가시키는 역할을 하였다. 이러한 두 재료의 상호작용은 적색도와 황색도가 모두 유의적으로 증가하면서도 명도가 낮아지지 않고 오히려 밝게 유지되는 결과를 초래한 것으로 보인다. 이는 밝기와 색조에 영향을 미치는 원료 특성 간의 균형 및 시너지 효과로 설명될 수 있다. 또한, WB 실험군(6.17)과 비교했을 때, WY 초콜릿은 노란빛이 덜 강조된 색조를 띠다고 볼 수 있다. 색차(ΔE) 분석 결과, WY 실험군과 대조군 간의 전반적인 색 차이가 유의미하게 나타났으며, ΔE 값이 0.28로 측정되었다. 이는 WY 실험군이 대조군에 비해 전반적으로 밝고, 붉고, 약간의 노란빛이 더해진 색조를 나타냄을 시

사한다.

초콜릿의 색도 차이는 시각적 품질과 소비자 선호도에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 이번 연구에서 WY 실험군은 대조군에 비해 유의적으로 명도가 높아 밝은 색을 띠고 있음을 확인하였다. 초콜릿의 밝은 색상은 일부 소비자에게 신선하고 고급스러움을 전달될 수 있지만, 진한 색상의 초콜릿을 선호하는 소비자들도 있어 명도에 따른 선호도에 차이가 있을 수 있다(Pathare et al., 2013). 초콜릿의 적색도와 황색도는 첨가물에 따라 달라질 수 있다(Afoakwa et al., 2007). WY 실험군은 대조군에 비해 더 붉고 노란 색을 보였지만 WB 실험군에 비해서는 상대적으로 덜 붉고 덜 노란 색을 보였다. WY 실험군은 밝고, 적색도와 황색도를 적절하게 갖춘 색상은 대조군과의 차별화된 특성으로 확인되었다.

3. 조직감

초콜릿의 조직감 측정 결과는 <표 4>와 같다. WY 실험군은 절단 강도가 542.22 g/cm²로, 다른 실험군과 대조군에 비해 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었다($p<0.01$). 이는 WY 초콜릿이 다른 실험군에 비해 더 견고한 질감을

〈표 3〉 흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿의 색도

구분 ¹⁾	명도 (L)	적색도 (a)	황색도 (b)	색차 (ΔE)
Control	33.44±0.04 ^b	6.37±0.02 ^d	5.76±0.04 ^c	0.05±0.03 ^c
WB	33.71±0.01 ^a	6.71±0.04 ^a	6.17±0.06 ^a	0.39±0.03 ^a
YR	33.74±0.05 ^a	6.64±0.0 ^b	5.96±0.08 ^b	0.32±0.03 ^b
WY	33.75±0.02 ^a	6.45±0.04 ^c	5.87±0.06 ^{bc}	0.28±0.02 ^b

Values represent mean±standard deviation. Values followed by the same letter in superscript within the same column were not significantly different ($p<0.05$), according to Duncan's multiple range test.

¹⁾ Refer to table 1.

²⁾ L: lightness(100=white, 0=black), a: redness(+100=red, -80=green), b: yellowness(+70=yellow, -70=blue)

〈표 4〉 흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿의 조직감

	Control ¹⁾	WB	YR	WY
절단 강도 (g/cm ²)	435.56±15.39 ^c	488.89±7.70 ^b	478.00±4.06 ^b	542.22±34.21 ^a
경도 (g)	5,453.33±109.70 ^d	6,373.33±100.66 ^b	5,836.67±126.62 ^c	7,236.67±56.86 ^a
탄력성	52.84±1.02 ^a	49.12±0.38 ^b	49.35±0.03 ^b	43.05±1.60 ^c
응집성	51.59±1.14 ^a	48.04±1.56 ^b	48.36±1.29 ^b	43.52±1.35 ^c
썩힘성 (g)	1,721.95±179.56 ^c	2,353.66±86.49 ^{ab}	2,154.72±116.14 ^b	2,613.90±22.30 ^a

Values represent mean±standard deviation. Values followed by the same letter in superscript within the same row were not significantly different ($p<0.05$), according to Duncan's multiple range test.

¹⁾ Refer to table 1.

가지고 있음을 시사한다. 경도 측면에서도 WY 실험군은 흰찰쌀보릿가루를 첨가한 WB 실험군과 함께 대조군 및 YR 실험군보다 유의미하게 높은 값을 보였다($p<0.001$). 반면, 탄력성과 응집성에서는 WY 실험군이 대조군보다 유의미하게 낮은 값을 보였다. 대조군의 탄력성과 응집성 값은 각각 52.84와 51.59로, 이는 다른 실험군과 비교하여 조직감이 더 부드럽고 응집력이 높음을 나타낸다($p<0.01$). 하지만 WY 실험군의 낮은 탄력성과 응집성은 절단 강도와 부서짐성에서 보여준 높은 수준 함께 고려할 때, 더 단단하고 잘 부서지는 조직감 특성이 관찰되었다.

WY 실험군의 높은 절단 강도는 초콜릿의 구조가 견고하게 유지되면서도 쉽게 깨질 수 있는 특성을 의미하는 데, 이러한 특성은 씹을 때 바삭한 식감을 제공할 수 있다(Afoakwa et al., 2007). WY 실험군과 WB 실험군은 대조군 및 YR 실험군보다 유의미하게 높은 경도를 나타내었다. 경도는 초콜릿의 식감에 큰 영향을 미치는 요소로, 경도가 높은 초콜릿은 더 오래 씹을 수 있는 식감을 제공하여 씹는 동안 풍미를 천천히 느낄 수 있는 장점을 제공할 수 있다(Bertelsen & Kristensen, 2009). 대조군은 상대적으로 무르고 응집력이 높은 조직감을 나타낸 반면, WY 초콜릿은 단단하고 잘 부서지는 조직감을 보였다. 이는 초콜릿에 포함된 입자 크기와 분포가 조직감에 영향을 미친 결과로 볼 수 있으며(Ziegler & Mongia, 2002), 이러한 조직감은 초콜릿의 바삭한 특성을 선호하는 소비자에게 긍정적으로 작용할 수 있다. 또한 초콜릿의 수분 함량이 조직감에 영향을 줄 수 있는데 수분 함량이 낮으면 초콜릿의 매끄럽고 단단한 텍스처를 유지하면서도 바삭한 식감을 형성할 수 있다(Afoakwa et al., 2007). 실제 본 연구에서도 수분 함량이 낮은 흰찰쌀보릿가루를 첨가한 WB 실험군과 WY 실험군이 황미가루만 첨가한 YR 실험군에 비해 절단 강도와 경도가 높아 단단한 텍스처를 나타내었다.

4. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

초콜릿의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정 결과는 <표 5>와 같다. 총 폴리페놀 함량에서 WY 실험군은 29.91 mg GAE/100g으로, 대조군(21.28 mg GAE/100g)에 비해 유의하게 높은 값을 보였다($p<0.01$). 총 플라보노이드 함량에서도 WY 실험군은 26.02 mg QE/100g으로 대조군(15.84 mg QE/100g)보다 유의하게 높은 값을 보여($p<0.01$), WY 초콜릿이 우수한 항산화 특성을 지닌 것으로 측정되었다. WB 실험군 역시 대조군보다 높은 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 보였으나, WY 실험군이 평균적으로 더 높은 함량을 보여주어 항산화 성분의 함유 측면에서 가장 높은 수준이었다.

폴리페놀과 플라보노이드는 강력한 항산화제로서 체내 유해 산소를 제거하고, 염증 반응을 완화하는 효과가 있다(Kenny et al., 2004). 특히, 코코아에 포함된 플라보노이드는 심혈관 건강에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kenny et al., 2004). WY 실험군의 높은 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 초콜릿의 항산화 능력을 높여, 활성 산소로 인한 세포 손상을 줄이고 노화 방지 및 면역력 강화에 기여할 수 있다(Lee et al., 2003). 도정하지 않은 보리를 품종별로 비교한 결과, 메성 쌀보리인 ‘다한’ 품종에 비해 찰성 쌀보리인 ‘흰찰쌀’ 품종은 폴리페놀 함량(1.46 mg/g vs. 1.49 mg/g)과 플라보노이드 함량(0.43 mg/g vs. 0.56 mg/g)이 더 높은 것으로 보고되었다(김은희 외, 2016). 또한, 황미는 쌀겨층이 일부 남겨진 상태이며, 일반 쌀의 경우, 도정도가 감소할수록 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 증가하는 경향이 있다(김성란 외, 2004). 본 연구에서는 초콜릿에 흰찰쌀보리와 황미가루를 동시에 첨가함으로써 단독으로 들어간 시료에 비해 항산화 기능이 향상되는 결과를 보였다.

<표 5> 흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

구분 ¹⁾	총 폴리페놀 함량(mg GAE ²⁾ /100g)	총 플라보노이드 함량(mg QE ³⁾ /100g)
Control	21.28±0.90 ^c	15.84±0.90 ^c
WB	25.79±0.67 ^b	20.35±0.67 ^b
YR	23.96±1.59 ^{bc}	18.52±1.59 ^{bc}
WY	29.91±3.71 ^a	26.20±2.88 ^a

Values represent mean±standard deviation. Values followed by the same letter in superscript within the same column were not significantly different ($p<0.05$), according to Duncan's multiple range test.

¹⁾ Refer to table 1.

²⁾ Gallic acid equivalent.

³⁾ Quercetin equivalent.

5. 항산화 활성

초콜릿의 항산화 활성 분석을 위해 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성을 측정하였으며, 그 결과는 <표 6>과 같다. DPPH 라디칼 소거 활성에서 WY 실험군은 48.57 mg TE/100g으로 다른 실험군들과 비교했을 때 유의하게 높은 값을 보였다. 특히, ABTS 라디칼 소거 활성에서는 WY 실험군이 97.49 mg TE/100g으로, 대조군(91.82 mg TE/100g)에 비해 유의하게 높은 활성을 보였다($p<0.01$).

이러한 항산화 성분은 세포 손상을 줄이고, 노화를 방지하며, 심혈관 건강을 개선하는 데 도움을 줄 수 있다(Steinberg, 2003). WY 실험군에서 보인 높은 항산화 활성은 황미와 흰찰쌀보릿가루가 결합하여 시너지 효과를 발휘했을 가능성을 나타낸다. 각각의 첨가물이 폴리페놀 및 플라보노이드와 같은 항산화 성분을 증가시켜, 단독으로 첨가했을 때보다 더 강력한 항산화 활성을 보였을 수 있다(Heim et al., 2002). 이번 WY 실험군의 높은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 항산화 기능이 강화된 초콜릿으로서의 가능성을 제시하며, 건강지향적인 소비자들에게 차별화된 가치를 제공할 수 있다.

6. 소비자 기호도 검사

소비자 기호도 측정을 통해 초콜릿의 외관, 냄새, 맛, 조직감, 전반적인 기호도를 평가한 결과는 <표 7>과 같다. WY 실험군은 여러 항목에서 다른 실험군과 대조군에 비해 긍정적인 평가를 받았다. WY 실험군의 냄새 기호도는 7.09로, 대조군(6.63) 및 WB 실험군(6.30)에 비해 유의하게 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 맛 기호도에서도 WY 실험군은 6.63으로 대조군에 비해 유의적으로 높게 평가되었다. 전반적인 기호도에서 WY 실험군은 6.59로, 대조군(5.77)에 비해 유의하게 높은 점수를 받았다. 이는 WY 초콜릿이 전체적인 만족도 측면에서도 긍정적인 평가를 보였으며, 소비자들이 WY 실험군을 대조군과 비교하여 더 선호했음을 의미한다.

이전 연구에 따르면, 초콜릿의 향은 맛과 함께 중요한 기호도 결정 요인으로 작용하며, 향이 풍부할수록 소비자에게 긍정적인 인상을 줄 수 있다(Ares & Jaeger, 2013). 냄새와 맛이 뛰어난 제품은 소비자 만족도를 높이는 데 중요한 역할을 하며(정현채, 김찬우, 2020), 이는 WY 초콜릿이 전체적으로 소비자 만족도를 충족시키는 제품으로 평가될

<표 6> 흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿의 항산화 활성

구분 ¹⁾	DPPH 라디칼 소거 활성(mg TE ²⁾ /100g)	ABTS 라디칼 소거 활성(mg TE/100g)
Control	45.25±0.45 ^b	91.62±0.85 ^c
WB	46.30±0.45 ^a	94.34±1.19 ^b
YR	45.82±0.24 ^{ab}	92.77±1.62 ^{bc}
WY	46.57±0.73 ^a	97.49±1.30 ^a

Values represent mean±standard deviation. Values followed by the same letter in superscript within the same column were not significantly different ($p<0.05$), according to Duncan's multiple range test.

¹⁾ Refer to table 1.

²⁾ Trolox equivalent.

<표 7> 흰찰쌀보릿가루와 황미가루를 첨가한 초콜릿의 소비자 기호도

(n=56)

	Control	WB	YR	WY
외관 기호도	6.70 ± 1.41 ^a	6.39 ± 1.68 ^a	6.27 ± 1.71 ^a	6.61 ± 1.63 ^a
냄새 기호도	6.63 ± 1.54 ^a	6.30 ± 1.56 ^a	6.71 ± 1.44 ^{ab}	7.09 ± 1.31 ^b
맛 기호도	5.66 ± 1.79 ^a	5.98 ± 2.05 ^{ab}	6.43 ± 1.92 ^b	6.63 ± 1.67 ^b
조직감 기호도	6.05 ± 1.92 ^a	5.54 ± 2.20 ^a	5.27 ± 2.13 ^a	5.79± 1.95 ^a
전반적인 기호도	5.77 ± 1.58 ^a	5.89 ± 1.86 ^{ab}	6.23 ± 1.64 ^{ab}	6.59 ± 1.64 ^b

Values represent mean±standard deviation. Values followed by the same letter in superscript within the same column were not significantly different ($p<0.05$), according to General linear model multiple range test.

¹⁾ Refer to table 1.

수 있음을 보여준다. 황미와 흰찰쌀보리와 같은 첨가물이 초콜릿의 감각적 특성을 개선할 수 있다는 이번 연구 결과는, 건강 기능성과 맛을 동시에 중시하는 소비자들에게 차별화된 가치를 제공할 가능성을 시사한다. 소비자들은 맛뿐만 아니라 건강에 좋은 성분이 포함된 제품을 선호하는 경향이 있으며, WY 초콜릿이 이러한 소비자 요구를 충족할 수 있는 기능성 제품으로 제공될 수 있다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서 흰찰쌀보리와 황미를 첨가하여 건강 기능성을 강화한 초콜릿을 개발하고, 그 특성을 평가하였다. 연구 결과, WY 실험군 초콜릿은 대조군 및 다른 실험군에 비해 높은 항산화 활성을 보였으며, 이는 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량에서 유의한 증가로 나타났다. 또한, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성 측정에서 WY 실험군이 가장 높은 항산화 성능을 나타내었다. 이는 흰찰쌀보리와 황미의 조합이 초콜릿의 항산화 능력을 강화하는 데 기여했음을 시사한다. 감각 특성 평가에서도 WY 실험군은 냄새, 맛, 전반적인 기호도에서 다른 시료들보다 높은 점수를 받았다. 이는 소비자들에게 긍정적인 향미와 식감을 제공하여, 건강과 맛을 동시에 고려한 차별화된 제품으로 평가될 수 있음을 보여준다. 특히, WY 초콜릿의 낮은 수분 함량은 보존성과 품질 유지 측면에서도 긍정적인 영향을 줄 수 있으며, 바삭한 식감과 단단한 조직감은 소비자 만족도를 높일 수 있는 요소로 작용하였다. 본 연구는 흰찰쌀보리와 황미를 첨가한 초콜릿이 기존 초콜릿보다 높은 항산화 효과와 소비자 선호도를 제공할 수 있음을 보여주었다.

이러한 기능성 초콜릿은 현대 소비자들의 요구를 충족할 수 있는 차별화된 제품으로서 건강과 맛을 동시에 만족시켜 경쟁력 있는 제품으로 성장할 수 있다. 특히, 흰찰쌀보릿가루와 황미가루 첨가로 인해 형성되는 바삭한 식감은 초코바나 초콜릿을 이용한 과자류 등 다양한 제품의 소비자 선호도를 높이는 요인으로 작용할 수 있다. 향후 연구에서는 다양한 첨가물 비율 및 추가적인 기능성을 탐구하여 기능성 초콜릿 제품의 개발을 지속할 필요가 있다.

주제어: 초콜릿, 흰찰쌀보리, 황미, 폴리페놀, 감각평가

REFERENCES

- 김성란, 하태열, 이지연, 이세은, 이현유(2002). 도정도를 달리한 백미 및 미강에 함유된 phenolic acids와 총 폴리페놀 함량. 한국식품저장유통학회: 학술대회논문집(p.142-143), 경주, 한국.
- 김은희, 이윤정, 장귀영, 김민영, ... 정현상(2016). 품종과 도정도에 따른 보릿가루의 기능성분 함량. 한국식품과학회지, 48(3), 256-261.
- 이연지, 이진주, 김소현, 타이슈아이지, 김용태(2014). 군산 흰찰쌀보리의 일반성분 분석. 한국식품영양과학회 학술대회발표집(p.252), 대전, 한국.
- 이연지, 임승용, 김원석, 김용태(2016). 톳(Hizikia fusiformis)을 첨가한 흰찰쌀보리죽의 제조 및 품질특성. 한국수산물과학회지, 49(3), 310-316.
- 정현채, 김찬우(2020). 밀키트(Meal Kit) 상품의 선택속성이 구매행동과 만족도에 미치는 영향 연구. 한국콘텐츠학회논문지, 20(6), 381-391.
- 한국농수산물유통공사(2024). [뉴스레터] 2월 5주 초콜릿. 식품산업통계정보, <https://www.atfis.or.kr/home/board/FB0002.do?act=read&subSkinYn=N&bpoId=4764&bcaId=0&pageIndex=3>에서 인출.
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. (2007). Factors influencing rheological and textural properties of chocolate. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(9), 802-812.
- Ahn, J. Y., & Ha, T. Y. (2010). Nutritional superiority of rice. *Food Preservation and Processing Industry*, 9(2), 60-64.
- Ares, G., & Jaeger, S. R. (2013). Check-all-that-apply questions as a method to evaluate consumer perception of minimally processed products: Case study with chocolate milk desserts. *Food Quality and Preference*, 30(1), 174-184.
- Bertelsen, R. J., & Kristensen, T(2009). Effect of particle size distribution on texture of dark chocolate. *Journal of Food Science*, 74(3), 55-62.
- Godočiková, L., Ivanišová, E., Zaguľa, G., Noguera-Artiaga, L., ... & Kačániová, M. (2020). Antioxidant activities and volatile flavor components of selected single-origin and blend chocolates. *Molecules*, 25(16), 3648.

- Hadnađev, M., Kalić, M., Krstonošić, V., Jovanović-Lješković, N., ... & Dapčević-Hadnađev, T. (2023). Fortification of chocolate with microencapsulated fish oil: Effect of protein wall material on physicochemical properties of microcapsules and chocolate matrix. *Food Chemistry: X*, 17, 100583.
- Homayouni Rad, A., Delshadian, Z., Arefhosseini, S. R., Alipour, B., & Jafarabadi, M. A. (2012). Effect of inulin and stevia on some physical properties of chocolate milk. *Health Promotion Perspectives*, 2(1), 42-47.
- Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: Chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13(10), 572-584.
- Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M. R., Yarmand, M. S., & Razavi, S. H. (2008). Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic chocolate. *Food Chemistry*, 111(2), 379-383.
- Jeon, Y. H., Gu, B. J., & Ryu, G. H. (2022). Effects of brewer's spent yeast content on the physicochemical properties of extruded high-moisture meat analog. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 51(10), 1,084-1,090.
- Jeong, S. H., Song, J. Y., Park, H. J., Kim, J., & M., No. J. (2022). The chemical composition and fermentation properties of colored barley. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 38(6), 356-366.
- Jung, H. W., & Chung, H. J. (2013). Quality characteristics and amino acid content of cookies with GABA-enhanced brown rice. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 42(11), 1,813-1,820.
- Jung, K. M., Park, S. G., Lee, Y., & Kim, S. R. (2017). Development and characterization of peach powder-added chocolate and chocolate-covered freeze-dried peach snack. *Journal of the East Asian Society of Dietetic Life*, 27(5), 521-528.
- Kenny, T. P., Keen, C. L., & Schmitz, H. H. (2004). Cocoa and chocolate flavonoids: Implications for cardiovascular health. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(6), 292S-296S.
- Kim, M. H., & Shin, M. S. (2003). Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 19(2), 136-143.
- Kim, S. Y., No B. S., & Oh, D. K. (1997). Occurrence of Mold Growth due to Moisture Migration in a Composite Chocolate Product. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 29(5), 1033-1037.
- Konar, N., Toker, O. S., Oba, S., & Sagdic, O. (2016). Improving functionality of chocolate: A review on probiotic, prebiotic, and/or synbiotic characteristics. *Trends in Food Science & Technology*, 49, 35-44.
- Lee, K. H., Woo, K. S., Lee, S. K., Park H. Y., ... & Kim, J. J. (2017). Evaluation of quality characteristics of rice to select suitable varieties for porridge. *The Korean Journal of Food And Nutrition*, 30(2), 243-250.
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003). "Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(25), 7292-7295.
- Lee, P. R., O, H. B., Kim, S. Y., & Kim, Y. S. (2019). Quality characteristics and antioxidant activities of chocolate with rhubarb (*Rheum palmatum* L.) powder and extract. *Culinary Science & Hospitality Research*, 25(3), 13-24.
- Lee, Y. M., Baek, W. R., Kim, D. H., & Lee, J. H. (2022). Development of 'Mugbangi and Friends' character breads using gunsan white glutinous barley. *The Korean Society Of Community Living Science*, 33(2), 223-235.
- Lee, Y. K. (2024). Quality characteristics of muffin with the addition of glutinous barley flour. *FoodService Industry Journal*, 20(4), 79-93.
- Lee, W. G. (2023). Quality characteristics and antioxidant activities of white ganache chocolate added with wheat sprout powder. *Culinary Science & Hospitality Research*, 29(8), 40-48.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and

- processed foods: A review. *Food Bioprocess Technology*, 6, 36-60.
- Possemiers, S., Marzorati, M., Verstraete, W., & Van de Wiele, T. (2010). Bacteria and chocolate: A successful combination for probiotic delivery. *International Journal of Food Microbiology*, 141(1-2), 97-103.
- Poliński, S., Topka, P., Tańska, M., Kowalska, S., ... & Szydłowska-Czerniak, A. (2022). Impact of bioactive compounds of plant leaf powders in white chocolate production: Changes in antioxidant properties during the technological processes. *Antioxidants*, 11(4), 752.
- Ra, H. N., & Lee, I. S. (2019). Effects of adding glutinous barley flour on quality characteristics of *Yakgwa*. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 34(5), 604-611.
- Ried, K., Fakler, P., & Stocks, N. P. (2017). Effect of cocoa on blood pressure. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(4), CD008893.
- Samanta, S., Sarkar, T., Chakraborty, R., Rebezov, M., ... & Rengasamy, K. R. R. (2022). Dark chocolate: An overview of its biological activity, processing, and fortification approaches. *Current Research in Food Science*, 5, 1916-1943.
- Scholey, A. B., & Owen, L. (2013). Effects of chocolate on cognitive function and mood: a systematic review. *Nutrition Reviews*, 71(10), 665-681.
- Smit, H. J., & Rogers, P. J. (2002). Effects of low doses of caffeine on cognitive performance, mood and thirst in low and higher caffeine consumers. *Psychopharmacology*, 162(3), 385-392.
- Steinberg, F. M., Bearden, M. M., & Keen, C. L. (2003). Cocoa and chocolate flavonoids: Implications for cardiovascular health." *Journal of the American Dietetic Association*, 103(2), 215-223.
- Yoo, K. M., Lee, C. H., & Hwang, I. K. (2008). Preparation of chocolate added with yuza (*Citrus junos* Seib ex TANAKA) and its antioxidant characteristics. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 24(2), 222-227.
- Yoo, K. M., Song, M. R., & Ji, E. J. (2011). Preparation and sensory characteristics of chocolate with added coffee waste. *Korean Journal of Food and Nutrition*, 24(1), 111-116.
- Yu, O. K., Kim, M. A., Rho, J. O., Sohn, H. S., & Cha, Y. S. (2007). Quality characteristics and the optimization recipes of chocolate added with bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel). *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 36(9), 1193-1197.
- Ziegler, G. R., & Mongia, G. (2002). The role of particle size distribution of suspended solids in defining chocolate texture. *International Journal of Food Properties*, 5(2), 353-361.

Received 12 November 2024;
1st Revised 02 December 2024;
Accepted 19 December 2024