Research article
Food Eng. Prog. 2026;30:260039
pISSN: 1226-4768, eISSN: 2288-1247
https://doi.org/10.13050/foodengprog.260039

산업식품공학
Food Engineering Progress

기능성 소재로서 큰비쑥(*Artemisia fukudo* Makino) 분말을 활용한 푸딩의 항산화 활성과 품질 및 관능 특성

오희정[1] · 박유진[1] · 임승용[1,2,*]

[1]국립군산대학교 식품생명공학과, [2]국립군산대학교 수산과학연구소

Antioxidant activity, quality, and sensory characteristics of pudding containing *Artemisia fukudo* Makino powder as a functional ingredient

Hee-Jeong Oh[1], Yu-Jin Park[1] and Seung-Yong Lim[1,2,*]

[1]Department of Food Science and Biotechnology, College of Ocean Science, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea
[2]Fisheries Science Institute, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

Abstract

In this study, we evaluated the antioxidant, quality, and sensory properties of puddings enriched with *Artemisia fukudo* Makino (*A. fukudo*) powder to assess its potential as a functional ingredient. Samples were prepared without the addition of *A. fukudo* powder (CON) or with 2, 3, and 4% powder (AF2, AF3, and AF4, respectively). As *A. fukudo* powder content increased, the pH and moisture content significantly decreased, whereas the titratable acidity increased. Color analysis revealed a significant reduction in lightness (L) and redness (a), resulting in a darker pudding color. Regarding texture properties, hardness properties, gumminess, and chewiness generally increased at higher powder concentrations, although the AF2 group exhibited a transient decrease. Antioxidant activities, including DPPH, ABTS, total polyphenolics, total flavonoids, and FRAP reducing power, significantly increased compared to the control, increasing in proportion to *A. fukudo* powder content. Sensory evaluation revealed that the addition of powder improved milk-specific off-flavors, with AF2 achieving the highest scores for flavor, taste, and overall acceptability. However, excessive addition decreased acceptability owing to color darkening and increased bitterness. In conclusion, *A. fukudo* powder has great potential as a natural functional ingredient, and 2% was identified as the optimal concentration for balancing quality and consumer acceptability.

Keywords: *Artemisia fukudo* Makino, Pudding, Quality characteristics, Antioxidant activity, Functional ingredient

서 론

해안 사구나 갯벌과 같은 고염분 환경에서 생육하는 염생식물(halophytes)은 고농도의 염분 스트레스에 대응하여 세포 항상성을 유지하기 위한 적응 기작으로 ascorbate peroxidase (APX), superoxide dismutase (SOD)와 같은 효소적 항산화 시스템과 함께 ascorbic acid (AsA), flavonoid 등의 비효소적 항산화 물질을 고농도로 축적하는 것으로 보고되었다(Apel & Hirt, 2004; Park et al., 2025). 또한 생체 내 염분을 효율적으로 조절하는 특화된 분비선을 형성함과 동시에 산화 스트레스로 유도되는 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)으로부터 세포를 보호하기 위해 페놀성 화합물 및 2차 대사산물을 포함한 생리활성 물질을 생합성하는 것으로 알려져 있다(Choi et al., 2018; Chang et al., 2019; Lee et al., 2023). 특히 염생식물에 함유된 카테킨(catechin)과 myricetin 등의 플라보노이드계 화합물이 우수한 암세포

Received: Sep 1, 2026 / Revised: Sep 20, 2026 / Accepted: Sep 26, 2026 / Published: Nov 19, 2026
Corresponding author: Seung-Yong Lim, Department of Food Science and Biotechnology, College of Ocean Science, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea
E-mail: syonglim@kunsan.ac.kr

Copyright © 2026 Korean Society for Food Engineering.
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

증식 억제 활성을 나타내는 것으로 보고됨에 따라 기능성 식품 및 천연 바이오 소재로서의 잠재력이 주목받고 있다(Mohammed et al., 2023). 국화과(Asteraceae)에 속하는 큰비쑥(*Artemisia fukudo* Makino)은 주로 해안가 염습지에 자생하는 대표적인 염생식물로 특유의 향미와 함께 다양한 기능성 성분을 함유하고 있다(Lee, 2018). 선행 연구에 따르면, 큰비쑥 추출물은 암세포 사멸(apoptosis)을 유도하여 암세포 증식을 억제하는 항암 활성(Kim et al., 2007)을 비롯해 RAW 264.7 대식세포에서 염증 매개 인자의 발현 억제를 통한 항염증 효능이 입증된 바 있다(Yoon et al., 2007). 아울러 tyrosinase 및 TRP-1 효소의 발현 억제를 통한 멜라닌 생합성 억제 기작이 규명되었으며(Kim et al., 2017) 생장 환경에 따른 항산화 활성 비교 연구에서는 자생 개체 대비 재배 작물에서 수확된 시료의 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성이 증진되는 것으로 확인되었다(Kang et al., 2024). 최근에는 큰비쑥의 항산화 및 항당뇨 효과에 대한 연구가 지속적으로 보고됨에 따라(Lee et al., 2023; Park et al., 2025) 고부가가치 천연 기능성 식품 소재로서의 활용 가능성이 주목받고 있다.

대표적인 디저트 식품인 푸딩은 우유, 계란, 설탕 등을 주원료로 혼합하여 제조되는 반고체상의 겔(gel) 구조를 형성하며(Lim, 2022) 부드럽고 독특한 텍스처와 섭취 용이성으로 인해 전 연령층에서 높은 기호도를 나타낸다(Ngamlerst et al., 2022). 특히 탄수화물, 단백질, 지질 등 필수 영양성분을 함유함과 동시에 부드러운 물성을 지녀, 상대적으로 저작 및 연하(swallowing) 기능이 취약한 영유아, 고령자 및 환자용 케어푸드(care food)나 고령친화식품으로서 주목받고 있다(Ko & Lee, 2014). 최근 건강 지향적인 소비 트렌드가 확산됨에 따라 기호적 품질을 유지하면서도 당류 및 지방 함량을 저감화하거나 기능성을 강화한 웰빙(well-being)형 푸딩 개발 연구가 다각도로 이루어지고 있다(Rhee & Sim, 2018). 선행 연구에서는 두유를 이용한 저지방 푸딩(Rahim et al., 2022), 복분자 유래 기능성 성분을 강화한 푸딩(Yu et al., 2008) 및 대체 감미료인 알룰로스 기반의 저당 푸딩(Kim et al., 2021)과 된장 추출물 첨가 기능성 푸딩(Ha et al., 2026) 등이 보고된 바 있다. 이처럼 다양한 천연 기능성 소재를 접목한 푸딩 개발 연구가 지속적으로 이루어지고 있으나 염생식물인 큰비쑥(*Artemisia fukudo* Makino)의 경우 우수한 항산화 및 항염활성 등 다양한 생리활성 효능에도 불구하고 대부분의 선행 연구가 추출물의 기초 효능 검증 및 생리활성 탐색에 국한되어 있는 실정이다. 특히 큰비쑥을 실제 겔형 디저트 시스템에 적용하여 이화학적 특성, 텍스처 프로파일, 관능적 품질 및 가공식품 매트릭스 내 적용성을 종합적으로 규명한 연구는 현재까지 충분히 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 우수한 생리활성 성분을 함유한 큰비쑥의 기능성 식품 소재화 가능성을 검토하고자 대중적 선호도가 높은 디저트인 푸딩에 큰비쑥 분말의 첨가 비율을 달리하여 푸딩을 제조한 후 이화학적 품질 특성, 관능 특성 및 항산화 활성을 종합적으로 비교 분석함으로써 큰비쑥을 활용한 고부가가치 건강 지향형 천연 기능성 식품 소재로서의 활용 가능성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

푸딩 제조를 위한 주원료인 우유(Seoul Milk Cooperative, Geochang, Korea)와 설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea) 및 젤라틴 분말(Chungeun F&B, Ansan, Korea)은 시판 식품 등급(food grade)의 원료를 구입하여 사용하였다. 큰비쑥은 전북특별자치도 군산시 장자도에서 시험 재배한 개체를 채취하여 이물질을 제거하고 수세한 뒤 실온 건조 및 분쇄 공정을 거쳤으며 140 mesh 표준망체(106 μm sieve, Chung-Gye Sieve Co., Seoul, Korea)를 통과시켜 큰 입자를 제거한 균질화된 미세 분말을 밀폐 용기에 담아 냉암소에 보관한 후 푸딩 제조용 시료로 사용하였다. 항산화 활성 측정에 사용된 ethyl alcohol anhydrous (99.9%), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS), potassium persulfate, Folin-Ciocalteu's phenol reagent, aluminum nitrate, sodium carbonate, 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ)과 표준물질인 gallic acid 및 quercetin은 모두 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)에서 특급 또는 분석용 등급(analytical grade)으로 구입하여 사용하였다.

큰비쑥 푸딩의 제조

우유, 설탕 및 젤라틴 분말을 기본 원료로 하고 큰비쑥 분말 무첨가구(CON)와 첨가구 3종(AF2, AF3, AF4)으로 구분하여 푸딩을 제조하였다. 시료의 최종 배합 비율은 Yoon & Lim (2023)의 선행 연구를 기반으로 예비 실험을 통해 확립하였다(Table 1). 우유와 큰비쑥 분말을 배합비에 따라 혼합한 후 homogenizer (HG-15D,

Table 1. Formulation of puddings with different content of *Artemisia fukudo* Makino powder

Ingredients (w/w)	CON[1)]	AF2[2)]	AF3[3)]	AF4[4)]
Milk	91	89	88	87
Sugar	7	7	7	7
Gelatin	2	2	2	2
Powder	0	2	3	4
Total	100	100	100	100

[1)]CON: pudding without *Artemisia fukudo* Makino powder.
[2)]AF2: pudding added with *Artemisia fukudo* Makino powder 2%.
[3)]AF3: pudding added with *Artemisia fukudo* Makino powder 3%.
[4)]AF4: pudding added with *Artemisia fukudo* Makino powder 4%.

DAIHAN Scientific Co., Ltd., Wonju, Korea)를 이용하여 4,000 rpm에서 30초간 균질화하고 여과하였다. 여과액에 설탕을 첨가하여 용해시킨 다음 항온수조(water bath)를 이용하여 65℃에서 30분간 저온 살균을 진행하였다. 살균된 혼합액을 40±1℃로 조절하며 교반하는 상태에서 사전 수화(hydration)된 젤라틴을 소량씩 분할 첨가하여 균일하게 용해시켰다. 균일화된 푸딩액은 2 oz (60 mL) 플라스틱 원통형 용기에 시료당 20 g씩 정량 분주한 뒤 실온에서 30분간 예비 냉각하고 4±1℃ 냉장 조건에서 1시간 동안 겔화(gelation) 및 안정화하여 분석용 시료로 사용하였다.

큰비쑥 푸딩의 pH, 산도, 수분함량 및 색도

푸딩의 pH는 용기에 담긴 상태의 중심부에 pH meter (S20 SevenEasy Mettler-Toledo, Columbus, OH, USA) 전극을 삽입하여 3회 반복 측정하였으며 적정 산도는 시료 10 g에 증류수 90 mL를 혼합하여 균질화한 다음 희석액 10 mL에 지시약으로 0.1% phenolphthalein 용액(Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Korea)을 2~3방울 첨가한 후 0.1 N NaOH 표준용액을 이용하여 종말점(pH 8.35±0.05, 미홍색이 30초간 지속되는 시점)까지 적정하였다. 이때 소비된 NaOH 용액의 소비량(mL)을 다음 계산식을 이용하여 젖산(lactic acid, %) 환산량으로 산출하였다.

$$\text{Titratable acidity (\%)} = \frac{\text{mL of 0.1 N NaOH} \times \text{factor} \times \text{dilution rate} \times 0.009}{\text{weight of sample (g)}} \times 100$$

수분함량은 사전에 항량 상태로 준비된 칭량 접시에 시료 2~3 g을 칭량한 후 drying oven (VS-1202D2N, Vision Scientific Co., Ltd., Daejeon, Korea)에서 105℃ 조건으로 4~5시간 동안 건조하였다. 건조된 시료는 실리카겔이 담긴 데시케이터 내에서 실온까지 냉각하고 정밀 전자저울(HT-224, Vibra, Tokyo, Japan)을 이용하여 무게를 측정한 후 건조 전후의 중량 차이로부터 백분율(%, w/w)로 수분함량을 산출하였다. 색도는 색차계(CM-5, Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 시료 당 3회 이상 반복 측정한 후 평균±표준편차 값으로 나타내었다. 표준 백색 교정 플레이트로 기기를 보정한 후 전용 페트리디쉬(Ø: 40 mm, H: 10 mm)에 푸딩을 담아 L (lightness, 명도), a (redness, 적색도), b (yellowness, 황색도)값을 측정하였으며 대조구(L_1, a_1, b_1)와 첨가군(L_2, a_2, b_2)간의 색차를 나타내는 ΔE (total color difference)는 다음 식을 사용하여 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

푸딩의 조직감 특성 분석(texture profile analysis, TPA)

조직감 특성은 texture analyzer (CT3-10K, AMETEK Brookfield, Middleboro, MA, USA)를 이용하여 2회 연속 압착 시험(two-bite compression test)에 의한 TPA 모드로 측정하였다. 푸딩 시료는 직경 45 mm, 높이 15 mm의 형태를 고려하여 직경 12.7 mm의 원통형 Probe (TA10)를 장착하여 사용하였다. 측정 조건은 deformation 모드에서 target value 40%, trigger load 0.1 N, test speed 2.0 mm/s, pre-test 및 post-test speed를 각각 1.0 mm/s로 설정하여 texture profile analysis (TPA)를 수행하였다. 측정 결과로 도출된 텍스처 프로파일 곡선(texture profile curve)으로부터 경도(hardness, N), 부착성(adhesiveness, mJ), 탄력성(springiness, mm), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess, N) 및 씹힘성(chewiness, mJ)을 분석하였으며 시료 당 3회 이상 반복 측정하여 평균±표준편차 값을 사용하였다.

푸딩 추출액 제조 및 항산화 활성 분석

항산화 활성을 측정하기 위해 푸딩 시료 1 g에 70% ethanol (또는 증류수) 9 mL를 첨가한 후 균질기(homogenizer)를 이용하여 3,500 rpm에서 1분 동안 균질화한 액을 원심분리기(Universal 320 R, Hettich, Tuttlingen, Germany)를 사용하여 5,000 rpm에서 20분간 원심분리한 뒤 상층액을 Whatman No. 2 여과지(8 μm)로 여과하여 얻은 추출액을 항산화 활성 측정용 시료로 사용하였다. DPPH 라디칼 소거능은 99.5% ethanol에 용해한 0.2 mM DPPH 용액 800 μL와 푸딩 추출액 200 μL를 균일하게 혼합한 후 실온의 암실에서 30분간 반응시켰다. 마이크로 원심분리기(SCF-10, SciLab Co., Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 10,000 rpm에서 1분간 원심분리하여 불용성 물질을 제거한 후 상층액 200 μL를 취해 microplate spectrophotometer (BioTek Epoch 2, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료 무첨가구 대비 흡광도 감소율을 산출하였다. ABTS 라디칼 소거능은 7 mM ABTS 용액과 2.4 mM potassium persulfate 용액을 1:1(v/v) 비율로 혼합한 후 실온의 암실에서 16시간 이상 반응시켜 $ABTS^+$ (ABTS cation radical)을 충분하게 형성시킨 용액을 사용하기 전에 734 nm에서 흡광도 값이 0.70±0.05가 되도록 증류수로 보정하여 사용하였다. 푸딩 추출액과 보정된 ABTS 용액을 각각 500 μL씩 취해 균일하게 혼합한 후 실온의 암실에서 30분간 반응시킨 다음 원심분리(10,000 rpm, 1 min)하고 상층액 200 μL를 96-well plate에 분주하고 734 nm에서 측정한 흡광도 값을 대조구 대비 흡광도 감소율(%)로 산출하였다. 총 폴리페놀 함량(total polyphenolic content, TPC)은 푸딩 추출액 100 μL에 증류수 800 μL와 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 100 μL를 혼합하여 실온에서 5분간 1차 반응을 유도하였다. 여기에 2% Na_2CO_3 용액 300 μL

를 첨가하여 혼합한 후 실온의 암실에서 추가로 1시간 동안 발색 반응을 진행시킨 다음 10,000 rpm에서 1분간 원심분리하여 얻어진 상층액 200 μL를 취해 725 nm에서 측정된 흡광도 값을 표준물질인 gallic acid로 작성한 표준 곡선을 이용하여 total polyphenolic contents (μg GAE/mL)로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량(total flavonoid content, TFC)은 푸딩 추출액과 10% $Al(NO_3)_3$ 용액을 각각 500 μL씩 혼합한 후 실온의 암실에서 15분간 반응시킨 액을 원심분리(10,000 rpm, 1 min)하여 침전물을 제거하였다. 이후 상층액 200 μL를 취해 435 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질인 quercetin으로 작성한 검량선을 기준으로 결과를 total flavonoid contents (μg QE/mL)로 나타내었다. FRAP (ferric reducing antioxidant power) 환원력은 300 mM sodium acetate buffer (pH 3.6), 40 mM HCl에 용해한 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) 용액 및 20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 용액을 10:1:1 (v/v/v)의 비율로 혼합하여 FRAP working solution을 조제한 후 사용 전에 37℃ 항온수조(water bath)에서 30분간 예비 가온하여 사용하였다. 푸딩 추출액과 조제된 FRAP working solution을 각각 500 μL씩 혼합하여 실온의 암실에서 30분간 반응시킨 후 원심분리(10,000 rpm, 1 min)하고 상층액 200 μL를 취해 593 nm에서 측정된 흡광도 값을 표준물질인 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (FUJIFILM Wako Pure Chemical Corporation, Osaka, Japan)로 작성한 표준 검량선으로부터 ferric reducing antioxidant power (μM Fe^{2+} eq.)로 환산하여 산출하였다.

푸딩의 관능 특성 평가

푸딩의 관능 평가는 훈련되지 않은 남녀 일반 소비자 패널 50명(남: 24명, 여: 26명)을 대상으로 9점 척도법을 이용하여 수행하였다. 시료는 1회 제공량으로 각각 10 g씩 일회용 투명 컵에 담아 무작위로 부여한 3자리 난수(random 3-digit code)를 라벨링한 후 생수와 함께 제공되었으며 시료 평가 사이에 물로 입안을 헹구도록 안내하였다. 관능 특성은 강도 평가(intensity test)와 기호도 평가(preference test)로 구분하여 진행하였다. 강도 평가 항목으로는 색(color), 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness), 조직감(texture) 및 우유 이취(milky off-flavor)를 설정하여 '매우 약함' 1점에서 '매우 강함' 9점으로 평가하도록 하였다. 기호도 평가 항목으로는 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)를 설정하여 '매우 싫음' 1점에서 '매우 좋음' 9점으로 양극 척도를 사용하여 평가하도록 사전 교육을 한 후 진행하였다. 본 관능 평가는 국립군산대학교 생명윤리위원회(Kunsan National University Institutional Review Board)의 사전 승인(IRB No.: 1040117-202605-HR-020-01)을 거쳐 모든 참여자에게 연구 목적을 설명하고 자발적인 서면 동의를 받은 후 윤리적 기준에 준하여 수행하였다.

통계 분석

모든 실험 결과는 3회 반복 측정을 통해 얻은 값을 평균±표준편차(mean±standard deviation, SD)로 나타내었다. 데이터의 통계 처리는 SPSS 프로그램(ver. 30.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며 각 시료 간의 유의적 차이는 Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)을 적용하여 $p<0.05$ 유의수준에서 사후 검증하였다.

결과 및 고찰

큰비쑥 푸딩의 pH, 적정산도, 수분함량 및 색도

큰비쑥 분말 첨가량에 따른 푸딩의 품질 특성은 Table 2에 나타내었다. 푸딩의 pH는 대조구(CON)에서 6.71로 가장 높게 나타났으나 큰비쑥 분말 첨가군에서는 첨가 농도에 비례하여 6.32까지 점진적으로 유의하게 감소하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 반면 적정산도는 대조구에 비해 큰비쑥 분말의 첨가 비율이 증가할수록 유의하게 증가하여 pH 변화와는 상반된 경향을 보였다. 이러한 결과는 쑥 분말 자체의 약산성 특성(pH 6.40)과 더불어 식물체 내에 존재하는 다양한 유기산 성분이 푸딩 매트릭스에 반영된 영향으로 판단된다(Song, 2013). 이와 같은 경향은 쑥 분말 첨가 식빵의 연구(Woo & Lee, 2021)와 유사한 결과이며 부재료 고유의 산도 특성이 완제품의 pH 및 산도 변화를 유도한다는 선행 연구의 보고와도 잘 부합된다. 수분함량 측정 결과, 대조구(CON)에서 79.36%로 가장 높았으며 큰비쑥 분말의 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 이러한 결과는 쑥 분말을 첨가한 설기떡(Ahn, 2019)과 양갱(Choi & Lee, 2013) 등 분말 형태의 부재료를 첨가한 연구 결과와 일치한다. 이는 수분함량이 낮은 큰비쑥 분말 첨가로 인해 푸딩 겔 매트릭스 내 고형분 비율이 상대적으로 증가함과 동시에 분말 내 불용성 식이섬유 등에 의한 수분 치환 효과가 작용한 결과로 판단된다. 큰비쑥 분말 첨가에 따른 푸딩의 색도 변화를 측정한 결과는 Table 3에 제시하였다. 명도(L값)는 대조

Table 2. Quality properties of puddings with *Artemisia fukudo* Makino powder

	CON[1)]	AF2	AF3	AF4
pH	6.71±0.03[2)d]	6.59±0.03[c]	6.54±0.03[b]	6.32±0.02[a]
Acidity (%)	0.12±0.01[a]	0.14±0.02[b]	0.15±0.02[bc]	0.16±0.01[c]
Moisture content (%)	79.36±0.12[d]	77.60±0.20[c]	76.62±0.39[b]	76.14±0.12[a]

[1)]Refer Table 1 for abbreviations.
[2)]Data are expressed as the mean±SD.
[a-d]Means in the same row with the same superscript are not significantly different at $p<0.05$.

구(CON)에서 가장 높았으며 녹색을 띠는 큰비쑥 분말의 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로 감소하여 푸딩 외관의 명도가 점차 낮아지는 결과를 나타내었다($p<0.05$). 적색도(a값)의 경우, 큰비쑥 분말 첨가군이 대조구에 비해 유의적으로 낮은 음(−)의 값을 나타내어 뚜렷한 녹색을 띠었으나, 분말 첨가량이 증가할수록 음의 값이 감소하여 점차 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 이러한 변화는 살균 처리 과정에서 큰비쑥 분말에 함유된 엽록소(chlorophyll)가 열에 의해 페오피틴(pheophytin)으로 전환됨에 따라 녹색도가 감소하고 상대적으로 적색도가 증가한 데 따른 것으로 판단된다(Choi et al., 2022). 황색도를 나타내는 b값의 경우에는 큰비쑥 분말 첨가군이 대조구에 비해 유의적으로 증가하였으나 첨가량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p<0.05$). 이는 식물체 고유의 색소 성분이 가열 공정에 의해 복합적인 화학적 변화에 기인한 것으로 판단된다(Jeon & Choi, 2019). 이러한 경향은 녹차 분말을 첨가한 밀크 캐러멜(Pi & Yoon, 2023) 및 스펀지케이크(Shin, 2024)에서 보고된 선행 연구 결과와도 유사하다. 큰비쑥 분말 첨가량 증가에 따라 대조구 대비 유의적인 증가 경향이 관찰된 색차($\triangle E$) 분석 결과는 선행 연구인 커피박 분말을 첨가한 양갱(Kim et al., 2016)의 보고와 유사하였다.

푸딩의 조직감 특성

큰비쑥 분말 첨가에 따른 푸딩의 조직감 특성을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 경도(hardness)는 4% 첨가구(AF4)에서 1.74 N으로 가장 높게 측정되었으며 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 높은 수치였다. 부착성(adhesiveness)의 경우 2% 첨가구(1.03 mJ)에서 대조구보다 증가하였으나 3% 이상 첨가구에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 반면 응집성(cohesiveness)과 탄성(springiness)은 첨가량에 따른 뚜렷한 변화나 처리구 간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이와 대조적으로 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)은 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향이 나타났다. 이러

Table 3. Color characteristics of puddings with *Artemisia fukudo* Makino powder

	CON[1)]	AF2	AF3	AF4
L[2)]	84.64±0.13[3)c]	52.96±1.50[b]	49.32±3.43[a]	47.72±1.22[a]
a	−2.91±0.06[c]	−4.07±0.46[a]	−3.90±0.29[a]	−3.52±0.56[b]
b	9.31±0.17[a]	23.44±0.84[b]	23.02±3.17[b]	22.54±0.74[b]
$\triangle E$	-	34.92±1.72[a]	38.16±4.14[b]	39.42±1.31[b]

[1)]Refer Table 1 for abbreviations.
[2)]L: lightness, a: redness, b: yellowness.
[3)]Data are expressed as the mean±SD.
[a-c]Means in the same row with the same superscript are not significantly different at $p<0.05$.

Table 4. Texture characteristics of puddings with *Artemisia fukudo* Makino powder

	CON[1)]	AF2	AF3	AF4
Hardness (N)	1.14±0.21[2)a]	1.10±0.25[a]	1.16±0.35[a]	1.74±0.24[b]
Adhesiveness (mJ)	0.44±0.59[a]	1.03±0.67[b]	0.44±0.33[a]	0.40±0.11[a]
Cohesiveness	0.59±0.37[ab]	0.39±0.24[a]	0.64±0.15[b]	0.60±0.06[ab]
Springiness (mm)	5.77±0.59[a]	5.45±0.29[a]	5.71±0.23[a]	5.54±0.11[a]
Gumminess (N)	0.65±0.38[ab]	0.43±0.27[a]	0.73±0.20[b]	1.06±0.24[c]
Chewiness (mJ)	3.94±2.51[a]	2.40±1.53[a]	4.07±1.32[a]	5.87±1.34[b]

[1)]Refer Table 1 for abbreviations.
[2)]Data are expressed as the mean±SD.
[a-c]Means in the same row with the same superscript are not significantly different at $p<0.05$.

한 결과는 새싹보리 분말을 첨가한 양갱에서 분말 첨가량이 높아질수록 검성과 씹힘성이 증가한다고 보고한 선행 연구(Kim & Yook, 2022) 및 타트 체리 분말을 첨가한 푸딩에서 응집성과 탄성이 증가하는 결과(Oh, 2023)와 유사한 양상을 보였다. 하지만 복숭아 과즙을 첨가했을 때는 경도가 감소한다는 보고(Park et al., 2014)와는 상이한 결과가 나타나 푸딩의 물성이 첨가되는 부재료의 종류 및 해당 성분의 물리·화학적 특성에 따라 가변적일 수 있음을 확인하였다.

큰비쑥 분말 첨가에 따른 푸딩의 항산화 활성 변화

큰비쑥 분말 첨가에 따른 푸딩의 항산화 활성 결과를 Table 5에 제시하였다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 대조구에서 가장 낮은 활성을 보였으나 큰비쑥 분말 첨가량이 증가할수록 활성이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 화이트 가나슈 내 쑥 분말 첨가 비율에 비례하여 항산화 활성이 증진된다는 선행 연구(Kang & An, 2024)와 일치하는 결과이다. 이러한 활성 증가는

Table 5. Antioxidant activity of puddings containing *Artemisia fukudo* Makino powder

	CON[1)]	AF2	AF3	AF4
DPPH (%)	10.08±2.39[2)a]	13.51±1.96[a]	18.33±3.46[b]	25.56±3.55[c]
ABTS (%)	18.80±3.29[a]	78.21±1.23[b]	82.05±1.96[c]	83.50±1.22[c]
TPC (μg GAE/mL)	82.26±9.77[a]	90.22±9.28[a]	113.00±6.18[b]	120.41±9.64[b]
TFC (μg QE/mL)	202.65±7.15[a]	224.98±9.91[b]	240.32±16.35[c]	247.29±10.20[c]
FRAP (μM Fe^{2+} eq.)	0.33±0.03[a]	0.36±0.02[ab]	0.37±0.04[ab]	0.38±0.02[b]

[1)]Refer Table 1 for abbreviations.
[2)]Data are expressed as the mean±SD.
[a-c]Means in the same row with the same superscript are not significantly different at $p<0.05$.

쑥에 함유된 cirsimaritin 및 caffeic acid와 같은 페놀산 성분이 나타내는 우수한 항산화 활성에 기인하며(Woo et al., 2025), 결과적으로 큰비쑥 분말의 첨가가 푸딩의 라디칼 소거능을 향상시키는 핵심 요인으로 작용하였음을 시사한다. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 대조구에서 가장 낮게 측정되었으나 큰비쑥 분말 첨가량이 증가할수록 두 성분 모두 유의적으로 증가하였다. 이러한 결과는 *Artemisia*속 식물이 페놀산(phenolic acid)과 플라보노이드(flavonoid)를 포함한 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있다는 보고(Kim et al., 2026)와 부합할 뿐만 아니라 쑥 분말 첨가량에 비례하여 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 유의적으로 증가한다는 선행 연구(Jegal, 2024)와도 유사한 양상을 나타내었다. 아울러 FRAP (Ferric reducing antioxidant power) 환원력 또한 큰비쑥 분말 첨가량이 증가할수록 대조구에 비해 유의적으로 증가하는 결과가 나타났다. 일반적으로 식물의 환원력은 페놀 화합물 및 플라보노이드 함량에 비례하여 나타나는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2012; Choi et al., 2015). 따라서 큰비쑥 분말 내 유효 성분 함량의 증가는 본 연구에서 관찰된 항산화 활성의 향상을 뒷받침하는 결정적인 근거가 된다. 결론적으로, 큰비쑥 분말 첨가로 인한 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 증가가 DPPH, ABTS 및 FRAP 활성을 유의적으로 향상시키는 핵심 기전으로 작용하였음을 확인하였다.

큰비쑥 분말 첨가 푸딩의 관능 특성

큰비쑥 분말 첨가에 따른 푸딩의 관능 특성 평가 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 강도 평가에서는 색의 경우, 대조구(CON)가 2.74로 가장 낮았으며 큰비쑥 분말 첨가 비율이 증가할수록 최대 5.86까지 유의적으로 증가하는 경향이 나타났다. 이는 색도 측정에서 나타난 명도(L값)가 감소한 결과와 부합한다. 단맛과 조직감은 큰비쑥 분말 첨가에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 반면 우유 이취는 대조구에서 5.64로 최고치를 나타냈고, 쓴맛은 큰비쑥 분말 3% 첨가구에서 4.18로 가장 높은 수치를 보였으나 두 항목 모두 첨가군 간의 유의적인 차이는 확인되지 않았다. 기호도 평가 결과, 큰비쑥 분말 첨가량이 증가할수록 외관 수치는 5.66에서 4.56까지 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이와 대조적으로 향, 조직감, 맛 및 전반적인 기호도에서는 대조구와 첨가군 간의 유의적인 차이가 관찰되지는 않았으나 맛의 경우 큰비쑥 분말 2% 첨가구(AF2)에서 5.94로 가장 높은 점수를 나타내었다. 방풍나물 분말을 첨가한 양갱의 선행 연구(Lee et al., 2018)에 따르면 분말 첨가량이 증가할수록 소비자 거부감을 유발할 가능성이 있으므로 부재료의 특성을 고려하여 적정 첨가량 설정이 필수적이라고 보고하였다. 본 연구에서도 큰비쑥 분말의 첨가량 증가는 쓴맛과 외관 특성에 유의적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 그러나 대조구(CON)와 2% 첨가구(AF2)를 비교하였을 때 향, 조직감, 맛 및 전반적인 기호도에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 따라서 큰비쑥 분말 2%를 첨가한 푸딩은 대조구와 유사한 관능적 품질을 저해하지 않으면서도 기능적 이점을 제공할 수 있어 소비자 수용성이 높을 것으로 기대된다. 결론적으로, 본 연구를 통해 큰비쑥 분말의 최적 첨가량을 2%로 제안하고자 한다.

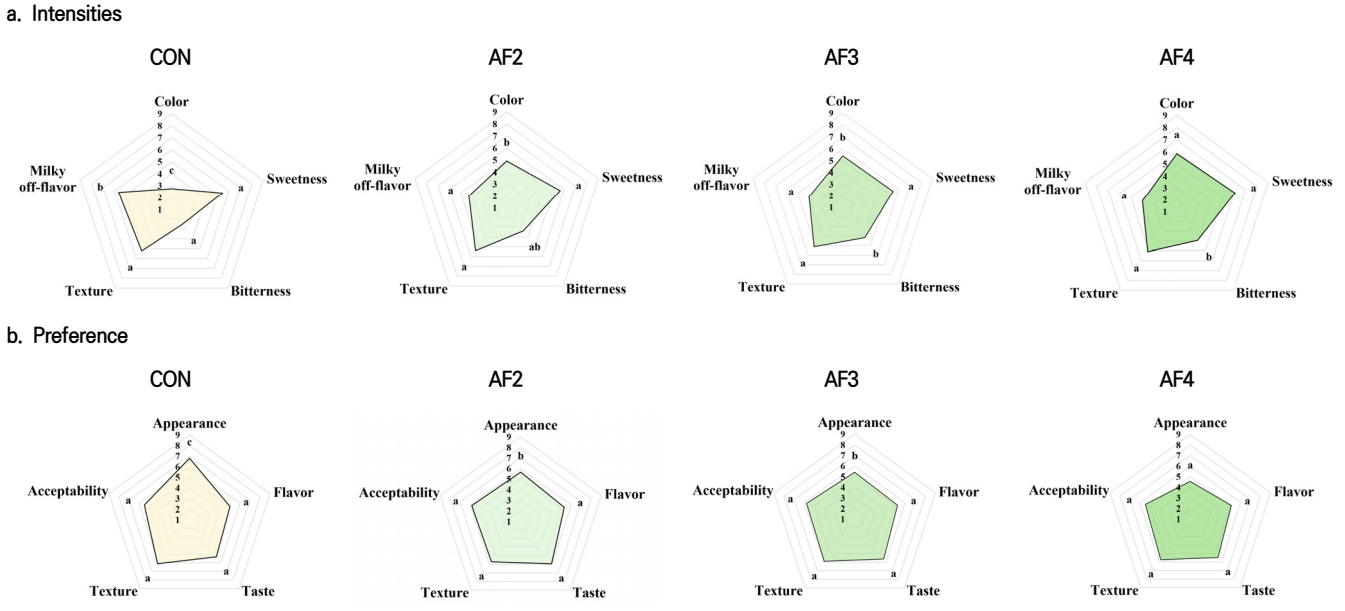

Fig. 1. Consumer sensory evaluation of pudding with *Artemisia fukudo* Makino powder (refer to Table 1 for abbreviations). [a-c]Means with different letters are significantly different (p<0.05).

요 약

본 연구는 생리활성 성분이 풍부한 염생식물인 큰비쑥(*Artemisia fukudo* Makino) 분말을 첨가한 푸딩의 항산화 활성과 품질 및 관능 특성을 평가하여 기능성 식품 소재로서의 활용 가능성을 규명하고자 수행되었다. 큰비쑥 분말을 첨가하여 푸딩을 제조한 후 pH, 산도, 수분함량, 색도, 조직감, 항산화 활성 및 관능 특성을 분석하였다. 연구 결과, 큰비쑥 분말 첨가량이 증가할수록 푸딩의 pH와 수분함량은 유의적으로 감소하였으며 산도는 증가하는 경향이 나타났다. 특히 색도 분석에서는 명도(L값)가 감소하고 황색도(b값)는 유의적으로 증가하였는데, 이러한 변화는 큰비쑥 분말에 함유된 고유의 색소 성분 및 열처리 과정 중 발생하는 색소의 열적 변화에 기인한 것으로 해석된다. 조직감 분석 결과, 경도, 검성 및 씹힘성은 분말 첨가량이 증가함에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었으나 2% 첨가구(AF2)에서는 일시적으로 감소하는 양상을 보였다. 항산화 활성 측면에서는 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능, 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량 및 FRAP 환원력 모두 대조구보다 유의적으로 높았으며 큰비쑥 분말 첨가량에 비례하여 증가하였다. 이러한 결과는 큰비쑥에 함유된 페놀성 화합물과 플라보노이드 등의 생리활성 성분이 푸딩의 물리적 구조와 항산화 능력을 향상시키는 주요 요인으로 작용한 것으로 판단된다. 관능 평가 결과, 큰비쑥 분말의 첨가는 우유 특유의 이취(off-flavor)를 개선하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 반면 분말 첨가량이 과도할 경우 색상이 어두워지고 쓴맛의 증가로 인해 기호도가 저하되는 경향을 보였다. 이와 대조적으로 큰비쑥 분말 2% 첨가구(AF2)에서는 풍미(향, 맛) 및 전반적인 기호도가 가장 높은 점수를 기록하여 관능적 품질과 기능적 이점을 동시에 확보할 수 있는 최적의 농도임을 확인하였다. 이상의 결과를 종합할 때, 큰비쑥 분말은 푸딩의 항산화 활성을 강화할 수 있는 유용한 천연 기능성 소재로서 활용 가치가 높으며, 품질 특성과 소비자 기호도를 동시에 만족시키는 최적 첨가 수준으로 2%를 제안하고자 한다. 다만 향후 산업적 활용 가능성을 확립하기 위해서는 저장 기간에 따른 품질 변화, 기능성 성분의 안정성 및 영양학적 특성에 관한 심도 있고 체계적인 후속 연구가 수행되어야 한다.

ORCID

Yu-Jin Park https://orcid.org/0009-0007-7254-1219

Seung-Yong Lim https://orcid.org/0000-0003-0523-7288

Conflict of interests

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

Acknowledgements

Not applicable.

Data availability

Upon reasonable request, the datasets of this study can be available from the corresponding author.

Authorship contribution statement

Conceptualization: Oh HJ, Lim SY.

Data curation: Oh HJ, Park YJ.

Formal analysis: Oh HJ, Lim SY.

Methodology: Oh HJ, Lim SY.

Validation: Oh HJ, Park YJ, Lim SY.

Investigation: Oh HJ, Lim SY.

Writing - original draft: Oh HJ.

Writing - review & editing: Oh HJ, Park YJ, Lim SY.

Ethics approval

The sensory evaluation was conducted with prior approval from the Kunsan National University Institutional Review Board (IRB No.: 1040117-202605-HR-020-01). All participants were informed of the research objectives and provided voluntarily written informed consent prior to the evaluation, which was performed following ethical guidelines.

References

Ahn GJ. 2019. Quality characteristics and antioxidantive actives of Sulgidduk added mugwort powder. Culi. Sci. Hos. Res. 25: 184-193.

Apel K, Hirt H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Annu. Rev. Plant Biol. 55: 373-399.

Chang MC, Choi YS, Noh JS, Kim SH. 2019. Study on classification and ecological characteristics of halophyte in tidal flat using remote sensing technique: application to marine spatial planning. J. Korean Soc. Mar. Environ. Energy. 22: 34-46.

Choi BY, Gil NY, Mun JY, Yeo SH, Kim SY. 2018. Changes in the physicochemical characteristics of low-salt Doenjang by addition of halophytes. Korean J. Food Preserv. 25: 819-829.

Choi IK, Lee JH. 2013. Quality characteristics of Yanggaeng incorporated with mugwort powder. J. Korean Soc. Food Sci.

Nutr. 42: 313-317.
Choi MH, Kang JR, Sim HJ, Kang MJ, Seo WT, Bae WY, Shin JH. 2015. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of Sumaeyaksuk depending on harvest times and processing methods. Korean J. Food Preserv. 22: 399-407.
Choi SY, Chae HB, Hwang IJ, Hyun JE, Seo WD, Kim SR. 2022. Effects of different drying methods and storage conditions on the reduction of *Escherichia coli* and the quality parameters of barley sprouts. Korean J. Food Preserv. 29: 1047-1058.
Ha HM, Baek YB, Lee SS, Choi SK, Jang SJ, Lee IS. 2026. Quality characteristics of pudding with the addition of Doenjang extract. FoodServ. Ind. J. 22: 193-205.
Jegal JM. 2024. Quality characteristics of Cheongpomook added with mugwort powder. Culi. Sci. Hos. Res. 30: 1-9.
Jeon YH, Choi SW. 2019. Evaluation of phytochemical constituents and organoleptic properties of mulberry leaf tea obtained by different processing methods. Korean J. Food Preserv. 26: 59-67.
Kang BR, Kim EH, Kim YK, Kim AH, Oh GY, Park YM, Jo AH, Na HS, Shin MY, An YJ, Cho JY, Lee SH. 2024. Comparison of the physicochemical properties of native and cultivated *Artemisia fukudo* Makino. Food Sci. Preserv. 31: 267-275.
Kang W, An SH. 2024. Quality characteristics and antioxidant activities of white ganache chocolate added with mugwort powder. Culi. Sci. Hos. Res. 30: 39-48.
Kim BG, Park LY, Lee SH. 2016. Quality characteristics of *Yanggaeng* with extracts and powder of roasted coffee ground residue. Korean J. Food Preserv. 23: 631-637.
Kim DS, Choi BB, Kim YS. 2021. Physicochemical properties and antioxidant activity of custard pudding added with rare hexose, D-Allulose. Culi. Sci. Hos. Res. 27: 23-35.
Kim EH, Park MY, Lee HY, Kim JH, Oh GY, Lee SH, Ha TM, Kim JY, Na HS, Park S, An YJ, Park YM. 2026. Evaluation of the skin-improving effects of *Artemisia fukudo* Makino extract. Food Sci. Preserv. 33: 543-551.
Kim KN, Lee JA, Yoon WJ, Kim JY, Song GP, Park SY. 2007. The cytotoxicity of *Artemisia fukudo* extracts against HL-60 cells. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36: 819-824.
Kim MJ, Kim SY, Hyun KH, Kim DS, Kim SY, Hyun CG. 2017. Antimelanogenic of *Artemisia fukudo* Makino extract in melanoma cells. KSBB J. 32: 233-237.
Kim RJ, Kang MJ, Hwang CR, Jung WJ, Shin JH. 2012. Antioxidant and cancer cell growth inhibition activity of five different varieties of *Artemisia* cultivars in Korea. J. Life Sci. 22: 844-851.
Kim YH, Yook HS. 2022. Quality characteristics and antioxidant activity of Yanggaeng made with barley sprout powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 51: 1178-1184.
Ko SH, Lee KY. 2014. Quality characteristics of pudding using Tarak, traditional fermented milk. Culi. Sci. Hos. Res. 20: 90-99.
Lee ES, Park JW, Moon KH, Seo YW. 2023. Antioxidant activity of native Korean halophyte extracts and their anti-biofilm activity against *Acinetobacter baumannii*. J. Life Sci. 33: 1015-1024.
Lee JS. 2018. Chemical constituents from *Artemisia fukudo* Makino of halophyte. MS thesis, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju, Korea.
Lee WH, Yoo SS, Hong KW. 2018. Quality characteristics of Yanggaeng with *Peucedanum japonicum* powder. Culi. Sci. Hos. Res. 24: 114-121.
Lim SY. 2022. Changes in viability of *Bifidobacterium lactis* and quality properties on pudding with grain-added yogurt during cold storage. Food Eng. Prog. 26: 36-43.
Mohammed HA, Emwas AH, Khan RA. 2023. Salt-tolerant plants, halophytes, as renewable natural resources for cancer prevention and treatment: roles of phenolics and flavonoids in immunomodulation and suppression of oxidative stress towards cancer management. Int. J. Mol. Sci. 24: 5171.
Ngamlerst C, Prangthip P, Leelawat B, Supawong S, Vatthanakul S. 2022. A vital role of high-pressure processing in the gel forming on new healthy egg pudding through texture, microstructure, and molecular impacts. Foods. 11: 2555.
Oh JS. 2023. Quality characteristics of pudding with tart cherry powder. MS thesis, Sejong University, Seoul, Korea.
Park NH, Kim JY, Kim GH, Kwon YJ. 2025. In vitro efficacy study on the antioxidant and anti-inflammatory mechanisms of *Glehnia littoralis* extract. J. Soc. Cosmet. Scientists Korea. 51: 289-299.
Park SG, Song TH, Kim DH, Kim GH, Jang KI. 2014. Quality properties of peach pudding added with Korean peach (*Prunus persica* L. Batsch) juice and gelatin. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 43: 265-272.
Pi YJ, Yoon HH. 2023. Quality characteristics of milk caramel added with different amount of matcha. Culi. Sci. Hos. Res. 29: 9-18.
Rahim A, Islam MA, Iqbal A, Akter F, Mazumder MAR. 2022. Effect of soymilk on the nutritional, textural and sensory quality of pudding. J Bangladesh Agril Univ. 20: 304-312.
Rhee HJ, Sim KH. 2018. Antioxidant activities and quality characteristics of pudding added with olbyeossal. Korean J. Food Nutr. 31: 587-597.
Shin GM. 2024. Quality characteristics of sponge cake with green tea powder. Culi. Sci. Hos. Res. 30: 66-73.

Song HN. 2013. Quality properties of fermented mugworts and the rapid pattern analysis of their volatile flavor components via surface acoustic wave (SAW) based electronic nose sensor in the GC system. Korean J. Food Preserv. 20: 554-563.

Woo SL, Jang YS, Yu YS. 2025. Quality characteristics and antioxidant activity of pan bread with freeze-dried mugwort (*Artemisia lavandulaefolia*) extract powder. Culi. Sci. Hos. Res. 31: 1-13.

Woo SL, Lee MH. 2021. Quality characteristics and antioxidant of pan bread prepared with mugwort powder. Culi. Sci. Hos. Res. 27: 153-162.

Yoon SH, Lim SY. 2023. Effects of probiotic viability on gastrointestinal simulation and quality characteristics in soymilk, inulin, and/or rice flour pudding. Korean J. Food Sci. Technol. 55: 634-640.

Yoon WJ, Lee JA, Kim KN, Kim JY, Park SY. 2007. *In vitro* anti-inflammatory activity of the *Artemisia fukudo* extracts in murine macrophage RAW 264.7 cells. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 464-469.

Yu OK, Baek HI, Cha YS. 2008. Quality characteristics of pudding added with Bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel) fruit juice and Bokbunja wine. J. Korean Soc. Food Cult. 23: 616-620.