발효비지 분말을 첨가한 비건 영양바의 품질 특성

임지영 · 진소연

숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공

Quality Characteristics of Vegan Nutritional Bars with Fermented Soybean Curd Residue Powder

Ji-Young Lim and So-Yeon Jin

Traditional Culinary Culture, Sookmyung Women's University

ABSTRACT Soybean curd residue has sulfur-containing amino acids, lysine, rich dietary fiber, and pectin polysaccharide, but most of these are discarded due to storage problems. Fermentation of the soybean curd residue improves functionality and storage. In this study, the control group of vegan nutritional bars was compared with the experimental groups comprising the bars with the addition of fermented soybean curd residue powder (0%, 2%, 4%, 6%, 8%). The comparison parameters included antioxidant activity, quality, and sensory evaluation according to content. The results of the measurement of the total polyphenol and DPPH free radical scavenging activity of the fermented soybean curd residue confirmed high antioxidant activity. The vegan nutrition bars increased in moisture, pH, and soluble solids as the added amount of fermented soybean curd residue powder increased. On the other hand, hardness, fracturability, cohesiveness, chewiness, and the color value L decreased. In the sensory evaluation, the 4% sample of fermented soybean curd residue powder received the highest score for taste, texture, and overall acceptability. Based on these results, it was confirmed that fermented soybean curd residue powder has value as a functional food ingredient and can be used in developing a high-protein convenience meal for vegans.

Key words: fermented soybean curd residue, vegans, nutritional bars, antioxidant activity, quality evaluation

서 론

식생활의 서구화와 1인 가구의 증가로 인해 소비자의 건강에 대한 관심이 증가하면서 기능성을 갖춘 간편식의 소비가 증가하고 있다(Lee, 2019a; Park 등, 2020a). 다양한 간편식 중 영양 보충과 체중 관리를 위한 에너지바, 프로틴바와 같은 영양바 제품의 수요가 증가하고 있다. 영양바는 작은 막대모양 스낵의 한 종류로 휴대성, 저장성 및 간편성을 지니며 최근 건강 지향적 소비자를 위한 식사 대용 영양바가 다양하게 수입 및 출시되고 있다(Lee 등, 2020). 이러한 영양바의 주재료로 밀가루가 사용되는데, 밀 단백질인 글루텐은 글루텐 흡수 장애 등의 건강 문제가 대두되어(Lee와 Jin, 2015) 이를 쌀가루로 대체한 글루텐 프리 제품 개발이 이루어지고 있다(Lee 등, 2013). 영양바에 부재료로 사용되는 달걀 및 우유와 같은 축산 식품의 경우 식품 알레르

기 증가(Lee 등, 2020)와 함께 생산과정에서 발생하는 온실가스로 인한 환경오염(Yoh, 2018) 등을 유발하고 있다. 또한 비윤리적 공장식 축산에 대한 문제 인식이 커지면서 채식에 동참하는 비건(vegan) 인구가 늘어나고 있다. 2016년 이후 식물 단백질을 기반으로 한 대체식품 시장 규모는 연평균 세계시장 9.5%, 국내시장 15.7%로 크게 성장하고 있으며(Park 등, 2020b), 국내 채식 인구는 10년 사이 150만 명 수준으로 10배가량 증가하였다(Jeong, 2020).

우리 밥상에 흔히 볼 수 있는 대두는 예로부터 양질의 식물성 단백질, 지방의 공급원으로 두부 및 장류 등의 제조에 이용되어 왔으며(Im 등, 2004), 대두의 기능성 및 생리활성 물질이 보고되면서 건강식품의 원료로 다양하게 활용되고 있다(Yamaguchia 등, 1996). 비지는 두부 또는 두유를 제조하는 과정에서 대량으로 남겨지는 부산물이지만 단백질 식품에서 부족하기 쉬운 함황 아미노산과 라이신(lysine)이

Received 26 April 2021; Revised 23 June 2021; Accepted 23 June 2021

Corresponding author: So-Yeon Jin, Traditional Culinary Culture, Sookmyung Women's University, 100, Cheongpa-ro 47-gil, Yongsan-gu, Seoul 04310, Korea, E-mail: syjin@sm.ac.kr

Author information: Ji-Young Lim (Graduate student), So-Yeon Jin (Professor)

Copyright © 2021 by The Korean Society of Food Science and Nutrition. All rights Reserved.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

풍부하며, 다량의 식이섬유소와 펙틴 다당류를 함유한 우수한 식품 자원이다(Hackler 등, 1967). 반면에 비지는 수분을 80% 이상 함유하고 있어 미생물이 쉽게 번식하고 지방의 산패가 발생하여 보존성이 매우 낮다(Kim과 Sohn, 1994). 대두 가공식품 공정에서 배출되는 비지의 일부는 가축의 사료로 이용되나(Woo 등, 2001), 비지는 연소 처분과 매립이 금지된 유기성 산업 폐기물로 지정되어 대부분 비싼 처리 비용을 내고 버려지는 실정이다(Kim과 Park, 1994; Joo 등, 2019).

과거 우리 조상들은 임진왜란 중 구황장의 일종으로 비지를 발효시켜 비지장을 담았으며(Kim, 2019) 이를 국이나 찌개로 끓여 먹었다(Lee, 2019b). 지금도 충청북도와 경상남도 일부 지역에서는 발효한 비지를 넣은 찌개를 별미음식으로 먹으며, 지역의 향토음식으로 전해지고 있다(Lee 등, 2007). 발효를 거친 비지는 일반 비지에 비해 입자가 작아져서 식감이 부드럽고 소화가 용이하며(Kang과 Lee, 2012), 치즈와 같은 특유의 발효취와 고소함, 감칠맛이 생성된다. 발효비지는 높은 항산화성, 면역 활성(Shi 등, 2012a), 항비만 효과, 지질개선 효과(Lee 등, 2013), 혈전용해 효소 활성, 가수분해 효소 활성(Oh 등, 2006), 골다공증 예방(Hong, 2008) 등의 효능이 보고되고 있으나 아직까지 이를 식품 가공 소재로 이용한 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 비건 식품 개발의 일환으로 건강기능성 소재인 발효비지의 보존성을 높일 수 있도록 발효비지를 건조 분말화한 다음, 일반적으로 영양바에 사용되는 밀가루, 버터, 달걀, 설탕을 대신하여 쌀가루와 견과류, 대체당인 알룰로스를 사용하여 발효비지 첨가 비건 영양바를 제조하여 품질 특성을 분석하고자 한다. 이를 통해 발효비지 분말을 이용한 비건 영양바 개발은 물론 발효비지를 활용한 다양한 가공식품 및 비건 가공식품 개발에 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 발효비지 분말은 2020년 수확된 백태(DGFarm Co., Gyeongju, Korea), 생수(Lotte Chilsung

Co., Cheongdo, Korea)를 사용하여 제조하였다. 비건 영양바에 사용한 박력쌀가루(Daedoo Co., Gunsan, Korea), 캐슈넛 분말(Nexfood Co., Pocheon, Korea), 옥수수 전분(Oherb, Dongdaemun, Korea), 현미유(Serim Hyunmi Co., Jeongeup, Korea), 알룰로스(Daerimfood Co., Iksan, Korea), 메이플시럽(Vermont Maple Sugar Co., Morrisville, VT, USA), 천일염(Taepyung Salt, Shinan, Korea)은 시중에서 구입하여 사용하였다. 항산화 측정에는 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 gallic acid, Folin-Ciocalteu phenol reagent(2 N), DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 시약을 사용하였다. 그 외의 실험에 사용된 시약은 1급을 사용하였다.

발효비지 및 비지 분말 제조

비지의 발효는 Im 등(2004), Lee 등(1987)의 방법을 참고하여 예비실험을 거쳐 온도와 시간을 설정하였다. 먼저 백태 200 g을 5회 수세하여 2 L의 물에 9시간 침지한 후 핸드 블랜더(MQ9045, BRAUN, Timis, Romania)를 고속으로 하여 10분 동안 갈아주었다. 그 다음 전기레인지(RBE-41 H, Rinnai, Falkenberg, Germany)를 이용하여 9단에서 25 분간 끓이고 면포에 걸러 비지를 얻었다. 다시 비지를 60°C까지 식혀, 소독된 발효기(KGC-712KC, NUC, Daegu, Korea)에 담아 45°C에서 72시간 동안 발효시켰다. 발효가 끝난 비지는 식품 건조기(LD-528ECO, L'EQUIP, Zhejiang, China)를 이용하여 60°C에서 6시간 동안 건조시킨 뒤 분쇄기(DKS-5200, Delki, Foshan, China)로 3회에 걸쳐 갈아 40 mesh 표준망체에 내렸다. 대조군으로 사용한 비지 분말은 면포에 걸러 얻은 비지를 식품 건조기를 이용하여 발효비지와 같은 조건에서 건조 및 분쇄하였다. 완성된 발효비지와 비지 분말은 밀봉하여 -20°C에서 보관하여 사용하였다.

비건 영양바 제조

발효비지 분말 첨가량을 달리한 비건 영양바는 Lee와 Jin(2015), Jin 등(2014)의 제조 방법을 참고하여 예비실험을 거쳐 제조하였으며, 배합비는 Table 1과 같다. 볼에 소금, 알룰로스, 메이플 시럽을 담아 스페큘러를 이용하여 섞은 뒤, 캐슈넛 분말, 현미유를 넣고 함께 섞어준다. 여기에

Table 1. Ingredients of vegan nutritional bars with fermented soybean curd residue powder

Ingredients (g)	Fermented soybean curd residue powder (%)				
	Control ¹⁾	2	4	6	8
Rice flour	40.0	39.2	38.4	37.6	36.8
Fermented soybean curd residue powder	0	0.8	1.6	2.4	3.2
Corn starch	10	10	10	10	10
Cashew nut	25	25	25	25	25
Rice bran oil	20	20	20	20	20
Allulose	10	10	10	10	10
Maple syrup	10	10	10	10	10
Salt	1	1	1	1	1

¹⁾Control: vegan nutritional bars without fermented soybean curd residue powder.

체에 2번 내린 분말(발효비지 분말, 옥수수 전분, 쌀가루)을 넣고 한 덩어리가 되도록 섞어준다. 밀봉하여 상온에서 30분 휴지시킨 다음 15 g씩 분할하여 가로 49×26×11 mm 크기의 실리콘 몰드(SF025 Financiers, Breadgarden Co., Venezia, Italy)에 채워 성형하였다. 180°C로 예열한 전기 오븐(EON-B430M, SK Magic, Hwaseong, Korea)에서 10분 동안 구운 뒤 틀을 제거하고 상온에서 4분간 식혔다. 그 후 다시 180°C의 오븐에서 10분간 구운 다음 실온에서 30분 동안 방랭한 후 밀봉하여 최종 시료로 사용하였다.

발효비지 분말의 일반성분 분석

기능성 소재로 영양바에 첨가한 발효비지 분말의 일반성분을 분석하였다. 수분함량은 상압건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 자동분석장치(Kjeltec 2300, Foss, Höganäs, Sweden), 탄수화물 함량은 차감법을 이용하여 100에서 수분, 조단백질, 조지방과 조회분의 함량을 제외한 값으로 하였다.

발효비지, 비지, 쌀가루, 영양바 추출 시료액 제조

용기에 발효비지와 비지, 쌀가루, 영양바를 각각 10 g 담고, 70% 에탄올 용액 90 mL를 넣은 다음 homogenizer (Polytron PT 2500 E, Kinematica, Lucerne, Switzerland)를 이용하여 20초 동안 15,000 rpm에서 분쇄한다. 그 다음 20°C의 incubator(INB-15R, Jeongbiotec, Incheon, Korea)에서 24시간 추출한 뒤 초미세 여과지(Whatman No. 2, Whatman Int., Ltd., Maidstone, UK)로 여과하여 시료액으로 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis phenol method 방법 (Swain과 Hillis, 1959)에 준하여 측정하였다. 시료액 150 µL에 증류수 2,400 µL와 2 N Folin-Ciocalteu reagent 50 µL를 넣고 3분간 반응시켰다. 반응액에 1 N Na₂CO₃(sodium carbonate) 300 µL를 가하여 암소에서 2시간 반응시킨 다음, UV-VIS 분광광도계(T60UV, JASCO, Tokyo, Japan)를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich Chemical Co.)를 사용하여 검량선을 구한 뒤 각 3회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

DPPH 자유라디칼 소거 활성 측정

DPPH 자유라디칼 소거 활성은 Lee 등(2007)의 방법에 준하여 측정하였다. 각 시료액 960 µL에 DPPH 용액(1.5×10⁻⁴ M) 320 µL를 넣고 교반한 뒤, 암소에서 30분간 반응시킨 후 UV-VIS 분광광도계를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 3회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

발효비지 분말 첨가 비건 영양바의 품질 특성

영양바의 가용성 고형물 및 pH 측정: 발효비지 분말, 비지 분말, 쌀가루, 영양바의 pH 측정은 pH Meter(FP20, Mettler toledo, Greifensee, Switzerland)를 사용하였다. 가용성 고형물 함량 측정은 당도계(Poket PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정 후 평균값±표준편차로 나타내었다.

수분함량 측정: 발효비지 분말, 비지 분말, 쌀가루, 영양바의 수분함량은 수분측정기(MB27, Ohaus, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 120°C에서 시료 5 g을 사용하여 3회 반복하여 측정 후 평균값±표준편차로 나타내었다.

영양바의 조직감 측정: 영양바의 조직감 측정은 Texture analyzer(TX-700, RAMY, Ryon, France)를 사용하였다. 시료를 일정한 크기(20×20×10 mm)로 자른 뒤 Bloom Probe Plexiglass(Part number 130046, φ12.7 mm, height 30 mm)를 사용하여 측정하였다. 분석조건은 down speed 0.5 mm/s, force to start 3 N, X axis time, delay 1 s, distance 0.4 mm, wait position 10 mm, up speed 0.5 mm/s로 하였다. 측정 후 force(g) and measure time(s) 그래프로부터 경도(hardness), 파쇄성(fracturability), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness) 값을 얻어 TPA(texture profile analysis)를 분석하였다. 이를 3회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

굽기 손실률, 팽창률 및 비용적 측정: 발효비지 분말을 첨가한 비건 영양바의 비용적(specific volume)은 종자치환법으로 3회 반복하여 측정한 부피를 영양바의 중량으로 나누어 계산하였다(AACC, 1995).

Specific volume (mL/g)=One volume difference before and after baking (mL)/ The weight of one dough before baking (g)

발효비지 분말을 첨가한 비건 영양바의 굽기 손실률(loss rate)과 팽창률(leavening rate)은 비건 영양바를 굽기 전과 후, 대조군과 실험군의 중량을 각각 측정하여 두 값의 차이에 대한 비율로 산출하였다(Choi 등, 2009).

Loss rate (%)=[One weight difference before and after baking (g)/ The weight of one dough before baking (g)]×100

Leavening rate (%)=[The difference in weight of the experimental group nutritional bars before and after baking (mL)/ The difference in weight of the control product before and after baking (g)]×100

반죽 및 영양바의 색도 측정: 발효비지 분말, 비지 분말, 쌀가루 및 영양바의 색도는 색차계 Colorimeter(CR-310, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(+ red/-green), b(+ yellow/-blue)의 값을 측정하였다. 영양바의 경우 표면(crust)과 내부(crumb), 반죽(dough)의 색

도를 측정하였으며 내부 색도는 시료를 일정한 크기(5×25×10 mm)로 잘라 단면을 측정하였다. 이때 사용한 표준 백판(standard plate)의 값은 L=97.76, a=-0.74, b=1.43이었다.

관능평가

발효비지를 첨가한 비건 영양바의 관능평가는 숙명여자대학교 생명윤리위원회의(IRB) 승인을 받고 진행되었다(Approval Number: SMWU-2101-HR-138). 대한민국 조리기능장 24명을 패널로 선정하여 평가 기준 및 용어를 숙지시킨 뒤 실시하였다. 7점 평점법을 사용하여 일정한 크기(25×25×10 mm)의 영양바를 물과 함께 제공하였다. 기호도 평가 항목으로 색(color), 향(aroma), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference)를 측정하였고, 강도평가 항목으로 갈색(brown color), 구수한 향(savory flavor), 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다.

통계처리

본 연구의 실험은 3회 반복 측정하였으며, 통계 분석에는 SPSS Statistics(ver. 25.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 평균과 표준편차로 표시하였다. 각 실험군은 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 통해 5% 수준에서 유의성($P<0.05$) 검증을 하였으며, 유의적 차이가 있는 항목은 Duncan's multiple range test로 사후 검증을 하였다.

결과 및 고찰

발효비지 분말의 일반성분 분석

발효비지 분말의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 수분함량은 5.76%, 조단백은 29.44%, 조지방은 16.94%, 조회분은 4.19%, 탄수화물은 44.04%로 측정되었다. Shin

과 Lee(2002)의 비지 분말 연구에서 수분은 7.3%, 조단백은 22%, 조지방은 13.2%, 회분은 3.25%로 본 연구에서 측정한 일반성분 함량과 유사한 함량을 나타내었다. 조단백의 경우 Lee와 Lim(2006)은 20.29%, Kim 등(2018)에서는 19.9%로 본 연구에서의 조단백 함량이 다소 높게 측정되었다.

발효비지 분말과 비지 분말의 품질 특성

pH 및 가용성 고형물 함량: 발효비지 분말과 비지 분말의 pH와 가용성 고형물 측정 결과는 Table 3과 같다. 비지 분말의 pH는 7.42, 발효비지의 pH는 6.97로 발효 과정을 통해 비지 분말의 pH가 감소함을 알 수 있었다. 고초균에 의한 비지 발효물(Ryu 등, 2007), 발효 조건을 달리한 비지장의 품질 특성(Im 등, 2004) 연구에서는 비지의 발효 온도가 35~45°C일 때 pH 값이 감소하여 본 연구와 경향이 일치하였으며, 55°C 발효 시 pH가 증가했다고 보고된 바 있다(Lee 등, 1987).

가용성 고형물의 경우 비지 분말은 20.53 Brix%, 발효비지 분말은 21.60 Brix%로서 발효 후 가용성 고형물 함량이 미미하게 증가하여 발효 과정을 통해 가용성 고형물 함량이 증가했다고 보고한 Kim(2021)과 Lee 등(1987)의 연구 결과와 유사하였다.

색도: 발효비지 분말과 비지 분말의 색도는 Table 3과 같다. 색도 L값은 79.26에서 발효 후 65.25로 감소하였고, a값은 -1.00에서 2.74로 증가하였으며 b값은 18.06에서 16.77로 감소하였는데, 이는 발효 과정을 통해 비지의 갈변이 진행되기 때문이다(Kim와 Lee, 2009). 버섯 균사체를 이용한 콩 발효물(Jung, 2019), 고초균에 의한 비지 발효물(Ryu 등, 2007), 발효 조건을 달리한 비지장(Im 등, 2004) 등의 연구에서도 이와 유사한 결과가 나타났다. 이러한 발효 과정 중의 갈색화 반응은 항산화와 관련되어 있으며 갈변도에 따라 항산화력도 함께 증가한다고 알려져 있다(Kirigaya 등, 1969).

Table 2. Proximate composition of fermented soybean curd residue powder (%)

	Moisture	Carbohydrate	Crude lipid	Crude protein	Crude ash
Fermented soybean curd residue powder	5.76±0.31	44.04±0.02	16.94±1.61	29.44±1.18	4.19±0.23

Each value represents mean±SD (n=3).

Table 3. The pH, sugar content, and color value, total phenol content, and DPPH radical scavenging activity of FSCR, SCR, and rice flour

Sample	pH	Sugar content (°Brix)	Color value			Total phenol content (mg/GAE/g)	DPPH radical scavenging activity (%)
			Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)		
FSCR ¹⁾	6.97±0.01 ^b	21.60±0.10 ^a	65.25±0.20 ^c	2.74±0.04 ^a	16.77±3.00 ^b	591.94±8.27 ^a	85.61±1.40 ^a
SCR ²⁾	7.42±0.03 ^a	20.53±0.06 ^b	79.26±0.16 ^b	-1.00±0.02 ^c	18.06±0.14 ^a	161.42±2.31 ^b	75.60±1.42 ^b
Rice flour	6.49±0.01 ^c	20.00±0.00 ^c	94.65±0.41 ^a	-0.61±0.05 ^b	4.16±0.02 ^c	29.50±3.05 ^c	62.22±1.89 ^c

¹⁾FSCR: fermented soybean curd residue powder.

²⁾SCR: soybean curd residue powder.

Each value represents mean±SD (n=3).

Values with different letters (a-c) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

발효비지 분말과 비지 분말의 항산화성

발효비지 분말과 비지 분말의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 자유라디칼 소거능 측정 결과는 Table 3과 같다. 비지 분말의 총 폴리페놀 함량은 161.42 mg GAE/100 g으로 나타났으며, 발효비지 분말의 경우 591.94 mg GAE/100 g으로 발효비지 분말의 총 폴리페놀 함량이 발효 과정을 통해 3.7 배 증가하였다. 대두의 항산화 물질은 주로 대두의 종피, 자엽에 존재하는데(Bae와 Moon, 1997), 주요 물질로는 genistein, daidzein, L-carnitine 등의 isoflavone과 β -conglycini, glycinin이 있으며, phenolic acids의 종류에는 chlorogenic acid, cinnamic, ferulic, gentisic과 salicylic, syringic, vanillic acid, *p*-hydroxybenzoic 등이 있다. 비지의 발효를 통해 분리된 다당체는 높은 항산화능을 가지며(Shi 등, 2012a), 발효 후 비지의 genistein과 polyphenol 성분이 쉽게 추출되었다(Shi 등, 2012b). 이는 발효 과정 중 미생물에 의해 비지의 성분이 기능성을 가진 저분자 물질로 분해되면서 항산화능과 폴리페놀 함량이 증가하는 것으로 사료된다. DPPH 자유라디칼 소거능 측정 결과 또한 비지 75.60%, 발효비지 85.61%로 발효 과정을 통해 항산화성이 증가한 것을 확인할 수 있었다.

비건 영양바의 품질 특성

영양바의 pH와 가용성 고형물 함량: 발효비지 분말 첨가량을 달리한 비건 영양바의 pH와 가용성 고형물 측정 결과는 Table 4와 같다. 발효비지 분말 첨가량이 증가할수록 pH, 가용성 고형물, 수분함량이 유의적으로 증가하였다. 발효비지 분말을 첨가하지 않은 무첨가 대조군의 pH가 5.94로 가장 낮았으며, 발효비지 분말을 2~8% 첨가한 영양바의 경우 pH 5.96~6.08로 발효비지 분말 첨가량이 증가함에 따라 pH가 증가하였다. 이는 발효비지의 pH(6.97)가 본 실험에 사용된 쌀가루의 pH(6.49)보다 높기 때문인 것으로 사료된다. 가용성 고형물 측정 결과 발효비지 분말을 첨가하지 않은 무첨가 대조군의 가용성 고형물 함량이 20.87 Brix%로 가장 낮았으며, 발효비지 분말을 2~8% 첨가한 영양바의 경우 20.90~21.10 Brix%로 발효비지 첨가량이 증가함에 따라 가용성 고형물 함량 또한 유의적으로 증가하였다. 이는 쌀가루에 비해(20 Brix%) 발효비지 분말(21.6 Brix%)의 가용성 고형물 함량이 낮기 때문인 것으로 사료된다.

영양바의 수분함량: 발효비지 분말 첨가량을 달리한 비건 영양바의 수분함량 측정 결과는 Table 4와 같다. 대조군이

4.30%로 가장 낮았으며, 2~8% 발효비지 분말 첨가량이 증가함에 따라 4.57~4.94%로 유의적인 증가가 있었다. 발효비지 분말의 첨가량이 증가할수록 영양바의 수분함량이 증가하는 것은 발효와 건조과정에서 농축된 식이섬유가 영양바의 수분 흡수율을 증가시키기 때문인 것으로 사료된다(Lee, 1984; Kye, 1996; Jung과 Lee, 2011). 일반적인 쿠키의 수분함량은 대부분 10% 미만으로 쿠키는 저장성이 우수한 대표적 식품이다(Lee 등, 2006). 발효비지 분말을 첨가한 비건 영양바의 수분함량은 4.30~4.94%로 쿠키보다도 수분함량이 낮아 저장성이 높을 것으로 생각된다.

영양바의 색도: 발효비지 분말을 첨가한 비건 영양바의 표면(crust)과 내부(crumb), 반죽(dough)의 색도를 측정 결과는 Table 5와 같다. 명도를 나타내는 색도 L값의 경우 발효비지 무첨가 대조군의 표면, 내부, 반죽의 측정값이 각각 59.78, 71.72, 63.54로 가장 높았으며, 발효비지 분말 8% 첨가군의 측정값이 57.77, 70.61, 60.70으로 가장 낮게 측정되었다. 이는 쌀가루에 비해 발효비지 분말의 명도가 낮기 때문에 발효비지 분말의 첨가량이 증가할수록 영양바의 명도값이 유의적으로 낮아지는 것으로 보인다.

적색도 a값의 경우 영양바의 표면에서는 발효비지 첨가량에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 영양바 내부의 적색도는 6% 첨가군이 5.25로 가장 높았다. 영양바 반죽의 적색도는 대조군이 1.94로 가장 낮았으며 2~8% 첨가군의 경우 2.56~2.97로 발효비지 첨가량이 증가함에 따라 적색도가 다소 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 발효비지 분말의 갈색빛이 반죽에 그대로 반영된 것으로 보인다.

황색도 b값의 경우, 표면이 14.80~16.48, 내부가 16.54~17.87, 반죽이 18.89~20.28로 측정되었으며, 무첨가군에 비해 발효비지 첨가군의 황색도가 높게 나타났다. 영양바에 발효비지 분말을 첨가할 경우 명도는 감소하였고, 반죽을 굽는 과정을 통해 영양바의 표면과 내부의 적색도는 증가하였는데, 이는 동결건조 실타(Kim 등, 2020), 볶은 콩가루(Lee와 Lim, 2013)를 첨가한 연구와 유사한 결과였다.

영양바의 조직감: 영양바의 조직감 측정 결과는 Table 6과 같다. 경도(hardness)는 대조군이 4,299.81 g으로 나타났다. 2~8%의 경우 4,236.36~2,454.85 g으로 발효비지 분말의 첨가량이 증가할수록 경도는 감소하는 경향을 보였다. 파쇄성(fracturability)의 경우 발효비지 분말 무첨가 대조군이 3,520.63으로 가장 높았으며, 2~8%의 경우 1791.60~3,093.58으로 비지 분말 첨가량이 증가함에 따라

Table 4. The pH, sweetness, and moisture content of vegan nutritional bars with fermented soybean curd residue powder

Item	Fermented soybean curd residue powder (%)				
	0	2	4	6	8
pH	5.94±0.01 ^c	5.96±0.01 ^d	5.98±0.01 ^c	6.04±0.01 ^b	6.08±0.01 ^a
Soluble solids (Brix%)	20.87±0.06 ^b	20.90±0.00 ^b	20.93±0.06 ^b	21.07±0.00 ^a	21.10±10.00 ^a
Moisture content (%)	4.30±0.11 ^d	4.57±0.08 ^c	4.77±0.09 ^b	4.86±0.07 ^a	4.94±0.09 ^a

Each value represents mean±SD (n=3).

Values with different letters (a-e) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Color value of vegan nutritional bars with fermented soybean curd residue powder

Color value		Fermented soybean curd residue powder (%)				
		Control	2	4	6	8
Crust	L	59.78±0.97 ^a	58.56±0.77 ^{ab}	58.23±1.31 ^{ab}	56.85±0.39 ^b	57.77±1.20 ^b
	a	11.03±0.46	10.92±0.15	11.07±0.51	10.82±0.65	11.41±0.26
	b	16.48±0.81	15.47±0.29	16.41±2.99	14.80±1.57	16.33±1.13
Crumb	L	71.72±0.38 ^a	71.21±0.36 ^{ab}	68.36±0.45 ^c	69.03±0.89 ^c	70.61±0.22 ^b
	a	4.39±0.13 ^{ab}	4.28±0.32 ^{ab}	5.24±0.48 ^a	5.25±0.96 ^a	3.96±0.09 ^b
	b	17.87±0.41	17.56±1.23	17.25±1.82	17.40±0.33	16.54±0.34
Dough	L	63.54±0.59 ^a	62.19±0.20 ^c	62.80±0.17 ^b	62.11±0.05 ^c	60.70±0.07 ^d
	a	1.94±0.18 ^d	2.56±0.04 ^{bc}	2.43±0.16 ^c	2.65±0.06 ^b	2.97±0.03 ^a
	b	18.89±1.15 ^b	20.12±0.41 ^a	20.14±0.16 ^a	20.28±0.22 ^a	19.97±0.43 ^a

Each value represents mean±SD (n=3).

Values with different letters (a-d) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. Texture of vegan nutritional bars with different amounts of fermented soybean curd residue powder

Texture		Fermented soybean curd residue powder (%)				
		Control	2	4	6	8
Hardness (g)		4,299.81±125.20 ^a	4,236.36±62.11 ^a	3,196.53±390.10 ^b	3,085.25±214.40 ^b	2,454.85±293.39 ^c
Fracturability		3,520.63±365.52 ^a	3,093.58±427.84 ^{ab}	2,709.37±400.95 ^b	2,494.31±230.70 ^b	1,791.60±345.40 ^c
Cohesiveness		0.43±0.05 ^a	0.38±0.09 ^{ab}	0.35±0.01 ^b	0.34±0.03 ^b	0.33±0.04 ^c
Chewiness		24.28±10.04 ^a	16.22±03.81 ^{ab}	11.12±1.64 ^b	10.35±0.79 ^b	8.18±1.98 ^b

Each value represents mean±SD (n=3).

Values with different letters (a-c) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

과쇄성 또한 유의적으로 낮아졌다. 응집성(cohesiveness)은 대조군이 0.43으로 가장 높았고, 8% 첨가군이 0.33으로 측정되었으며 첨가량이 증가함에 응집성은 감소하는 경향을 나타냈다. 씹힘성(chewiness)은 대조군이 24.28로 가장 높았으며, 발효비지 분말 첨가군의 씹힘성은 16.22~8.18로 발효비지 첨가량이 증가함에 따라 씹힘성 또한 유의적으로 감소하였다. 식물유래 식이섬유는 입자가 작아질수록 수분 흡수율이 증가하는데(Guillon과 Champ, 2000), 비지의 발효를 통해 작아진 식이섬유 입자가 수분을 흡수하여 경도가 감소한 것으로 사료되며, 이와 같은 결과는 비지 분말(Shin과 Lee, 2002), 음나무잎 분말(Lee와 Jin, 2015), 야콘 분말(Lee, 2014), 초석잠 분말(Joo와 Choi, 2017)을 첨가한 쌀 쿠키 연구에서 분말 첨가량이 증가할수록 경도는 감소한다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

영양바의 굽기 손실률 및 팽창률, 비용적 측정: 발효비지 분말을 첨가한 비건 영양바의 굽기 손실률(loss rate), 팽창률(leavening rate), 비용적(specific volume) 측정 결과는

Table 7과 같다. 손실률은 발효비지 분말 2% 첨가군이 6.86%로 가장 높았으며, 8%의 경우 6.82%로 감소하였다. 팽창률은 발효비지 분말 2% 첨가군이 100.39%로 가장 높았으며, 8%의 경우 99.87%로 발효비지 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 비용적의 경우 대조군이 0.90%로 나타났으며, 발효비지 분말 8% 첨가군의 경우 0.91로 나타났으나 시료 간의 팽창률, 비용적의 차이가 미미하여 발효비지 분말 첨가가 영양바의 부피 변화에 큰 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었다.

발효비지를 첨가한 비건 영양바의 항산화 활성 측정

총 폴리페놀 함량: 폴리페놀은 항산화, 노화 방지, 항당뇨, 항암 작용 및 고지혈증 억제 등의 생리활성 기능을 가진 물질로서(Yun 등, 2014), 발효비지 첨가량을 달리한 비건 영양바의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1과 같다. 발효비지 무첨가 대조군 영양바의 총 폴리페놀 함량은 213.09 mg GAE/100 g으로 가장 낮았으며, 발효비지 분말 2~8%의 첨가군의 경

Table 7. Loss rate, leavening rate, and specific volume rate of vegan nutritional bars with different amounts of fermented soybean curd residue powder

	Fermented soybean curd residue powder (%)				
	Control	2	4	6	8
Loss rate (%)	6.83±0.02 ^b	6.86±0.01 ^a	6.83±0.01 ^b	6.84±0.01 ^{ab}	6.82±0.02 ^b
Leavening rate (%)	100.00±0.26 ^b	100.39±0.10 ^a	100.00±0.10 ^b	100.03±0.12 ^b	99.87±0.20 ^b
Specific volume (mL/g)	0.90±0.01 ^b	0.90±0.01 ^b	0.90±0.00 ^b	0.89±0.01 ^b	0.91±0.00 ^a

Each value represents mean±SD (n=3).

Values with different letters (a,b) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Fig. 1. Total phenol content of vegan nutritional bars with fermented soybean curd residue powder. Means with different letters (a-c) above the bars are significantly different ($P<0.05$).

Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of vegan nutritional bars with fermented soybean curd residue powder. Means with different letters (a-e) above the bars are significantly different ($P<0.05$).

우 222.83~271.04 mg GAE/100 g으로 측정되었다. 발효비지 분말 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량도 유의적으로 증가하였다($P<0.05$).

DPPH 자유라디칼 소거 활성: 발효비지를 첨가한 비건

영양바의 DPPH 자유라디칼 소거능 측정 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군이 51.54%로 나타났으며 2~8%의 경우 60.48~73.03%로 발효비지 분말 첨가량이 증가함에 따라 DPPH 자유라디칼 소거 활성도 유의적으로 증가하였다($P<0.05$).

대두 발효식품에 존재하는 대표적인 항산화 물질로는 클로로겐산, 카페인산, 이소클로로겐산, 이소플라본, 제니스테인, 아미노산 및 펩타이드, 갈변화 반응 물질 등이 있다 (Lee 등, 2001).

또한 무첨가군의 경우에도 항산화능이 높게 측정되었는데, 이는 영양바의 재료로 포함된 쌀(Son과 Kang, 2014), 캐슈넛(Chung 등, 2020), 알룰로스(Kim, 2017), 현미유(Lee 등, 2014), 메이플시럽(Yoo 등, 2011), 옥수수 전분(Cho 등, 2018)에 들어있는 γ -오리자놀, α -토코페롤, β -토코페롤, 토코트리에놀, 시스토테롤, 포름오노네티, 비오틴 A, 피트산 등으로 인한 것으로 사료된다.

관능평가

발효비지 분말을 첨가한 비건 영양바의 기호도 평가 결과는 Table 8과 같다. 색의 기호도는 발효비지 분말 6% 첨가군이 5.13으로 가장 높았으며, 첨가량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 영양바의 향에 대한 기호도 평가 결과, 발효비지 분말 2% 첨가군이 5.33으로 가장 높았으며, 4% (4.75), 0%(4.67), 6%(4.08), 8%(3.92) 순으로 나타났다. 이는 발효비지 분말의 구수한 발효향이 영양바의 기호도를 높이거나 6% 이상 첨가 시에는 오히려 향의 기호도를 낮추는 것으로 보인다. 맛과 질감의 기호도에서는 발효비지 분말 4% 첨가군의 기호도가 5.5와 5.17로 가장 높았으나 시료 간의 유의적인 차이는 없었다. 전반적인 기호도의 경우, 4% 첨가군이 5.42로 가장 높았으며, 그다음으로 2% 첨가군이 5.29로 평가되었다. 6% 첨가군이 5.21로 6% 첨가까지는 무첨가군에 비해 기호도가 높아지는 것으로 나타났으나 8% 첨가군의 경우 전반적인 기호도가 4.13으로 무첨가군의 기호도인 4.67보다도 낮게 평가되었다. 발효비지 첨가 영양바의 관능적 특성에 대한 강도 평가 결과는 Table 8과 같다.

Table 8. Sensory evaluation of vegan nutritional bars with fermented soybean curd residue powder

Parameter		Fermented soybean curd residue powder (%)				
		Control	2	4	6	8
Acceptability	Color	5.00±1.50	5.04±1.20	4.92±0.97	5.13±1.19	5.04±1.30
	Aroma	4.67±1.2 ^{abc}	5.33±1.09 ^a	4.75±1.15 ^{ab}	4.08±1.44 ^{bc}	3.92±1.32 ^c
	Taste	4.92±1.32	5.33±1.05	5.50±1.32	5.00±1.47	4.67±1.49
	Texture	4.63±1.17	4.67±1.13	5.17±0.92	4.42±1.1	4.83±1.27
	Overall preference	4.67±0.82 ^{bc}	5.29±0.82 ^a	5.42±0.97 ^a	5.21±1.06 ^{ab}	4.13±1.19 ^c
Characteristic intensity rating	Brown color	4.25±1.15 ^b	4.21±0.83 ^b	5.21±1.14 ^a	5.33±1.01 ^a	5.33±1.24 ^a
	Savory flavor	3.04±0.95 ^b	4.71±0.81 ^a	5.21±0.83 ^a	5.13±0.90 ^a	4.92±1.21 ^a
	Sweetness	3.71±1.08	4.00±0.98	4.04±1.52	4.04±1.04	3.71±1.27
	Bitterness	2.63±1.28 ^c	3.21±1.32 ^{bc}	3.75±1.51 ^{ab}	4.08±1.21 ^a	4.25±1.33 ^a
	Chewiness	4.50±1.44 ^a	4.54±0.88 ^a	3.92±1.02 ^{ab}	3.83±1.24 ^{ab}	3.63±1.17 ^b

Each value represents mean±SD (n=24).

Values with different letters (a-c) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

갈색도, 구수한 향, 쓴맛의 강도 특성 평가 결과, 발효비지 분말 첨가량이 증가할수록 강도 특성 또한 높게 평가되었다. 갈색의 강도는 발효비지 무첨가군이 4.25로 가장 낮게 평가되었으며 8% 첨가군이 5.33으로 가장 높게 나타났고, 발효비지 첨가량이 증가함에 따라 강도 또한 높게 평가되었다. 구수한 향의 경우도 무첨가군(3.04)에 비해 첨가군(4.71~5.21)의 구수한 향이 높게 나타났다. 단맛의 경우 발효비지 분말 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 쓴맛 강도의 경우 무첨가군이 2.63으로 가장 낮게 평가되었으며, 첨가군의 경우 발효비지 분말의 함량이 증가함에 따라 쓴맛의 강도 또한 높게 나타났다. 씹힘성의 경우 첨가량이 증가함에 따라 씹힘성의 강도가 감소하는 경향을 나타내었다. 이를 통해 발효비지 분말의 첨가량이 증가함에 따라 영양바의 색이 진해지고, 구수함과 쓴맛은 증가하나 씹힘성은 다소 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 비지를 발효시키게 되면 여러 가지 유리 아미노산이 생성되는데, 구수한 맛을 내는 Glu, 쓴맛을 내는 Phe와 Met 성분 등이(Lee 등, 1987; Im 등, 2004) 영양바의 관능적 특성에 영향을 미친 것으로 생각된다. 특히 Glu 성분은 소금과의 결합으로 monosodium glutamate(MSG)를 형성하므로 감칠맛을 상승시키는 작용을 한다(Odunfa, 1985). 따라서 영양바에 발효비지 분말을 첨가할 경우 구수함과 감칠맛의 상승시켜 전반적인 기호도를 증가시키거나 8% 이상 첨가 시에는 쓴맛의 강도가 높아지고, 향에 대한 기호도가 낮아져 전반적인 기호도를 감소시키므로 비건 영양바 제조 시에는 발효비지 분말을 4% 첨가하는 것이 가장 적합하다고 사료된다. 발효비지 분말 4%를 첨가한 비건 영양바의 일반성분 분석 결과 수분함량은 4.68%, 조단백은 4.77%, 조지방은 29.09%, 조회분은 1.65%, 탄수화물은 59.81%로 측정되었다.

요 약

본 연구는 기능성이 우수한 발효비지를 비건 영양바에 첨가하여 발효비지 분말을 0%, 2%, 4%, 6%, 8% 첨가하고 품질 특성 및 항산화능을 분석하였다. 발효비지의 총 폴리페놀 함량은 591.94 mg GAE/100 g, DPPH 자유라디칼 소거능은 85.61%로 발효 과정을 통해 비지의 항산화능이 증가함을 확인할 수 있었다. 발효비지 분말을 비건 영양바에 첨가하여 품질 평가를 수행한 결과, 발효비지 분말의 첨가량이 증가할수록 수분, pH, 가용성 고형물 함량이 증가하였으나 명도, 경도, 파쇄성, 응집성, 씹힘성은 감소하였다. 영양바의 손실물, 팽창률, 비용적은 시료 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 영양바의 항산화능 측정 결과, 발효비지 분말 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량, DPPH 자유라디칼 소거능 또한 증가하였다. 관능평가 결과 발효비지 분말 4% 첨가군이 맛, 조직감, 전반적인 기호도에서 가장 높은 점수를 받았으며, 8% 이상 첨가 시에는 전반적인 기호도가 감소하는 것으로 나타났다. 관능 특성 강도 평가 결과 발효비지 분말 첨가

량이 증가함에 따라 갈색도, 구수한 향, 쓴맛의 강도 특성이 높게 평가되었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때, 비건 영양바에 발효비지 분말을 첨가하는 것은 기능성을 높일 뿐 아니라 구수한 맛과 감칠맛을 높여 관능적 기호도 또한 높일 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구 결과로부터 발효비지 분말을 첨가한 비건 영양바의 개발은 충분한 경쟁력이 있을 것으로 생각되며, 향후 비건 고단백 간편식의 개발 가능성을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

- AACC. Approved methods of the AACC. 9th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. 1995.
- Bae EA, Moon GS. A study on the antioxidative activities of Korean soybeans. J Korean Soc Food Sci Nutr. 1997. 26:203-208.
- Cho DH, Kim MJ, Sim EY, Jeon YH, Lee CK, Woo KS. Effect of carbohydrate treatments on phenolics content and antioxidant activity of maize flour. Korean J Food Sci Technol. 2018. 50:132-137.
- Choi HY, Oh SY, Lee YS. Antioxidant activity and quality characteristics of perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* HARA) cookies. Korean J Food Cook Sci. 2009. 25:521-530.
- Chung YK, Lee BD, Kim SJ, Kim MR. The color quality and antioxidant activities of baekseolgi added with cashew (*Anacardium occidentale*). FoodService Industry Journal. 2020. 16:21-32.
- Guillon F, Champ M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. Food Res Int. 2000. 33:233-245.
- Hackler LB, Stillings BB, Ploimeni BJ. Correlation of amino acid indexes with nutritional quality of several soybean fraction. Cereal Chem. 1967. 44:638-644.
- Hong GE. Effect of isoflavone aglycon from fermented soy-pulp in preventing osteoporosis for ovariectomized rats. Master's thesis. Konkuk University, Seoul, Korea. 2008.
- Im SK, Yoo SM, Kim TY, Chun HK. Quality characteristics of *Bijijang* in different fermentation conditions. Korean J Food Sci Technol. 2004. 36:448-455.
- Jeong JH. The vegetarian diet re-emerged in the stagnant restaurant market, using it as a niche growth engine. Food & People. Korea Food Service Industry Association, Seoul, Korea. 2020. 421:84-88.
- Jin SY, Lee EJ, Kim MH. Quality characteristics and optimization of rice cookies with nuts by response surface methodology. J East Asian Soc Diet Life. 2014. 24:208-216.
- Joo SY, Choi HY. Quality characteristics of rice nutritional bars containing different levels of chinese artichoke (*Stachys sieboldii* Miq.) powder. Korean J Food Cook Sci. 2017. 33:1-8.
- Joo SY, Seo DW, Choi HY. Quality characteristics of pork patties added with soybean-curd residues. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2019. 48:260-267.
- Jung KJ, Lee SJ. Quality characteristics of rice cookies prepared with sea mustard (*Undaria pinnatifida* Suringer) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2011. 40:1453-1459.
- Jung MS. Preparation and characterization of soybean fermented food using mycelium. Master's thesis. Woosuk University, Jeonbuk, Korea. 2019.
- Kang KM, Lee SH. Physiological characteristics of starter isolated from *Kimchi* and fermentation of tofu with isolated starter. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2012. 41:1626-1631.

- Kim BH. Production and characteristics of fermented soymilk and tofu residues for a seasoning paste. Master's thesis. Sejong University, Seoul, Korea. 2021.
- Kim J, Jeong JB, Kim HS. Impact of protein and lipid contents on the physical property of dried biji powder. *Food Eng Prog*. 2018. 22:344-352.
- Kim JE, Lee SP. Production of bioactive components and anti-oxidative activity of soybean grit fermented with *Bacillus subtilis* HA according to fermentation time. *Korean J Food Sci Technol*. 2009. 41:179-185.
- Kim K, Kim YR, Kim SA, Han TI, Park RD, Hong GD, et al. Quality characteristics of nutritional bar supplemented with freeze-dried natto. *J Korean Soc Food Cult*. 2020. 35:382-386.
- Kim KS, Park EH, Choi YB, Kim KC, Lee SH, Sohn HS. Solubilization of tofu-residue using multienzyme derived from *Aspergillus niger* CF-34. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 1994. 26:484-489.
- Kim MH. Study on the consumption status of beans and the soybean food culture in the mid-Joseon period according to *Shamirok*. *J Korean Soc Food Cult*. 2019. 34:241-254.
- Kim P. Quality characteristics of *Yakgwa* added different ratio of allulose. Master's thesis. Sookmyung Women's University, Seoul, Korea. 2017.
- Kirigaya N, Kato H, Fujimaki M. Studies on antioxidant activity of nonenzymatic browning reaction products. Part 2. Antioxidant activity of non-dialyzable browning reaction products. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi*. 1969. 43:484-491.
- Kye SK. Water binding capacity of vegetable fiber. *Korean J Food Nutr*. 1996. 9:231-235.
- Lee E, Jeong K, Shin YS, Nahm DH, Park HS, Choi HN, et al. Causes of food allergy according to age and severity: A recent 10-year retrospective study from a single tertiary hospital. *Allergy Asthma Respir Dis*. 2020. 8:80-88.
- Lee EJ, Jin SY. Antioxidant activity and quality characteristics of rice cookies added *kalopanax pictus* leaf powder. *J East Asian Soc Diet Life*. 2015. 25:672-680.
- Lee GJ, Lim SM. Quality characteristics of *Sulgidduk* with added soybean curd residue powder. *Korean J Food Cook Sci*. 2006. 23:583-590.
- Lee GJ. Changes in carbohydrate composition during the fermentation of soybean curd residue with enzymes. *J Biochem Mol Biol*. 1984. 7:44-50.
- Lee JA. Quality characteristics of rice cereal bars containing different levels of mulberry leaf (*Morus alba* Linne) powder. *Culi Sci & Hos Res*. 2019a. 25:119-126.
- Lee JA. Quality characteristics of rice cookies prepared with yacon (*Smallanthus sonchifolius*) powder. *Korean J Culi Res*. 2014. 20:100-112.
- Lee JJ, Cho CH, Kim JY, Kee DS, Kim HB. Antioxidant activity of substances extracted by alcohol from *Chunggukjang* powder. *Korean J Microbiol*. 2001. 37:177-181.
- Lee JK, Lim JK. Effects of roasted soybean flour on textural properties of rice cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2013. 42:1426-1432.
- Lee JY, Ju JC, Park HJ, Heu ES, Choi SY, Shin JH. Quality characteristics of cookies with bamboo leaves powder. *Korean J Food Nutr*. 2006. 19:1-7.
- Lee MJ, Cho MK, Oh SH, Oh CH, Choi DS, Woo JW, et al. Fatty acid composition, contents of tocopherols and phytosterols, and oxidative stability of mixed edible oil of perilla seed and rice bran oil. *Korean J Food Nutr*. 2014. 27:59-65.
- Lee MS, Kim KH, Lee GJ. Microbiological studies and biochemical changes in fermenting soybean curd residue during fermentation. *Korean J Food Sci Technol*. 1987. 19:520-527.
- Lee SI, Lee YK, Kim SD, Lee IA, Choi J, Suh JW. Dietary effects of fermented soybean curd residue (biji) on body weight, serum lipid profiles, and antioxidation-related enzymes activity of mice fed a high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2013. 42:1043-1053.
- Lee YK. Chosunmusangsinsikyori-jebub. Ricetree, Seoul, Korea. 2019b. p 24-25.
- Lee YL, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT - Food Sci Technol*. 2007. 40:823-833.
- Odufa SA. Biochemical changes in fermenting African locust bean (*Parkia biglobosa*) during 'iru' fermentation. *J Food Technol*. 1985. 20:295-303.
- Oh SM, Kim CS, Lee SP. Functional properties of soybean curd residue fermented by *Bacillus* sp.. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2006. 35:115-120.
- Park HJ, Oh HI, Yang JY, Oh JE, Kang NE, Cho MS. A study on the consumer's preference and purchasing behavior of high-protein bars with soy protein isolate. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2020a. 49:270-278.
- Park MS, Park SH, Lee YS. Current status of alternative foods and challenges. Report of Korea Rural Economic Institute. Jeonnam, Korea. 2020b. p 1-17.
- Ryu MJ, Kim HI, Lee SP. Quality characteristics of cookies fortified with soymilk cake fermented by *Bacillus subtilis* GT-D. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2007. 36:1070-1076.
- Shi M, Yang Y, Guan D, Zhang Y, Zhang Z. Bioactivity of the crude polysaccharides from fermented soybean curd residue by *Flammulina velutipes*. *Carbohydr Polym*. 2012a. 89:1268-1276.
- Shi M, Yang Y, Wang Q, Zhang Y, Wang Y, Zhang Z. Production of total polyphenol from fermented soybean curd residue by *Lentinus edodes*. *Int J Food Sci Technol*. 2012b. 47:1215-1221.
- Shin DH, Lee YH. Quality attributes of bread with soybean milk residue-wheat flour. *Korean J Food Nutr*. 2002. 15:314-320.
- Son JY, Kang KO. Antioxidant properties of commercial noodles made with wheat, rice, brown rice, and barley flour. *Food Service Industry Journal*. 2014. 10:95-103.
- Swain T, Hillis WE. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. - The quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric*. 1959. 10:63-68.
- Woo EY, Kim MJ, Shin WS, Lee KA, Kim KS. Production of protein hydrolyzate, that can be used as food additives, from okara. *Korean J Food Sci Technol*. 2001. 33:769-773.
- Yamaguchia F, Ota Y, Hatanaka C. Extraction and purification of pectic polysaccharides from soybean okara and enzymatic analysis of their structures. *Carbohydr Polym*. 1996. 30:265-273.
- Yoh EA. Determinants of purchase intention for vegan fashion products - Application of the modified planned behavior model - . *Research J Costume Cult*. 2018. 26:125-139.
- Yoo KH, Kim SJ, Jeong JM. Effects of persimmon (*Diospyros kaki thunb*) syrup extracted from persimmon and persimmon by-products on blood glucose level. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2011. 40:682-688.
- Yun SB, Lee Y, Lee NK, Jeong EJ, Jeong YS. Optimization of microwave extraction conditions for antioxidant phenolic compounds from ligustrum lucidum aiton using response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2014. 43: 570-576.