J Korean Soc Food Sci Nutr
45(6), 872~879(2016)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2016.45.6.872

모링가 잎 분말을 첨가한 머핀의 품질 특성

정 경 임
신라대학교 의생명과학대학 식품영양학과

Quality Characteristics of Muffins Added with Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) Leaf Powder

Kyung Im Jung
Department of Food and Nutrition, College of Medical Life Sciences, Silla University

ABSTRACT This study evaluated the quality characteristics of muffins prepared with different amounts (0%, 1%, 3%, 5%, and 7%) of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf powder (MLP). The weight of muffins increased as the amount of MLP increased. The height and pH of muffins significantly decreased as the amount of MLP increased ($P<0.05$). The moisture content was higher in groups containing 3% MLP. The hardness was higher at 0% MLP. Cohesiveness decreased as the amount of MLP increased ($P<0.05$), whereas springiness was not significantly different among all samples. Chewiness and brittleness decreased with increasing MLP concentration. Substitution of wheat flour with MLP yielded muffins with a higher 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity and total polyphenol content ($P<0.05$). Alcohol dehydrogenase and acetaldehyde dehydrogenase activity significantly increased upon addition of MLP ($P<0.05$). In the sensory evaluation, appearance scores of muffins were higher in groups containing 7% MLP, whereas taste, flavor, texture, and overall acceptability scores were lowest in muffins with 7% MLP. Therefore, up to 3% MLP can be incorporated into muffins to satisfy the sensory quality and functional needs of the consumer. Furthermore, this study proposes the possibility of development of various products using MLP.

Key words: muffin, moringa (*Moringa oleifera* Lam.), quality characteristics, DPPH radical scavenging activity, alcohol dehydrogenase

서 론

최근 식생활의 서구화 및 외식산업의 발달과 평균수명의 연장에 수반되어 비만, 동맥경화증, 심혈관질환, 당뇨병 등의 만성질환이 증가하고 있다(1-4). 이에 따라 소비자들은 일상 속에서 건강과 삶의 질을 높이고자 하는 욕구가 늘어나고 있으며, 식품업계에서도 건강과 질병 예방 기능을 가진 천연물을 이용하여 건강 기능성 식품을 개발하기 위해 다양한 시도를 하고 있다(5).

모링가(*Moringa oleifera* Lam.)는 모링가과(Moringaceae)의 높이가 5~10 m(6)에 이르는 낙엽교목으로 드럼스틱 또는 고추냉이 나무로 알려져 있으며(7), 하와이에서는 마롱가이(Malunggay)로 불리는 식물로(8) 당뇨병과 고혈압 예방, 해독작용, 항산화 효과 등이 있는 것으로 알려져 있다(9). 또한 비타민과 단백질이 풍부하여 높은 영양가를 지닌 것으로 알려진(8) 모링가 나무의 잎과 꽃, 뿌리 및 씨앗 대부분을 식용 및 약용으로 사용하고 있다(10,11). 모링가의 다양한 부위 중 음식으로 주로 이용되는 잎은 β-carotene과 단백질, 비타민 C, 폴리페놀 및 플라보노이드 성분이 다량 함유되어 항산화 효과가 뛰어나며(12), 모링가 씨 추출물은 isothiocyanates, glucosinolates, thiocarbamate, flavonoid와 같은 생리활성물질을 함유한 것으로 알려져 있다(13).

모링가에 관한 연구로는 피부노화 억제 및 항염증 효과(8), 간 섬유화 억제 효과 및 항염증, 항균, 항고혈당증, 항종양, 항암 효과(9), 품종별 항산화, 항균 및 phytochemical(14), 신장 섬유화 억제 효과(15), 유방암 세포 활성 및 발현 억제 효과(16), 항히스타민 효과(17) 및 기능성 식품의 안전성과 보존성 향상을 위한 첨가제로서의 사용 효과(18), 모링가 잎 열수 추출물 첨가 설기떡의 항산화 및 품질 특성(19) 등의 연구 결과를 보고하였다.

최근 식생활 형태는 밥 중심의 식생활에서 빵 중심의 식생활로 서서히 변화되면서(20) 빵과 같은 밀가루 가공식품을 주식으로 대용하고 있는데, 특히 머핀은 달걀, 우유 등을 혼합하여 구운 것으로 영양가가 높고, 식사 및 간식 대용으로 많이 소비되고 있다(21). 머핀에 관한 연구로는 인삼 잎(5), 현미(20), 동결건조 들깻잎 분말(22), 여주 분말(23), 미나

Received 16 February 2016; Accepted 16 May 2016
Corresponding author: Kyung Im Jung, Department of Food and Nutrition, College of Medical Life Science, Silla University, Busan 46958, Korea
E-mail: jki9074@silla.ac.kr, Phone: +82-51-999-7618

리 가루(24), 보리순 가루(25), 케일 가루(26)를 첨가한 머핀 등이 있다. 우리나라에서는 1990년대 후반에 이르러 머핀에 관한 연구가 시작되었는데 연구 초기에는 첨가하는 재료의 함량에 따른 품질 특성을 주로 보았고 2006년경부터는 머핀 제조조건의 최적화 연구가 시작되었으며, 현재는 천연물을 이용한 머핀의 생리활성 검증에 관한 연구가 수행되고 있다(20). 그러나 모링가를 식품에 적용한 연구는 많이 이루어지지 않고 있으며, 특히 모링가를 이용한 과자 및 빵류의 품질 특성 및 생리활성에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 머핀의 품질 향상을 위한 기능성 천연소재의 개발을 위해 모링가 잎 분말을 첨가한 머핀을 제조하고 품질 특성 및 생리활성 효과를 확인하여 식품 개발을 위한 소재로의 가능성을 검토하고자 한다.

재료 및 방법

재료

머핀의 재료는 박력분(Samyang Co., Seoul, Korea), 달걀(Eggvill Co., Chilgok, Korea), 버터(Seoulmilk, Seoul, Korea), 우유(Seoulmilk), 백설탕(Samyang Co.), 베이킹파우더(JENICO Co., Pyeongtaek, Korea), 모링가 잎 분말(Agape Food, Yeongcheon, Korea)로 시중에서 구입하여 사용하였으며, 모링가 잎 분말은 -20°C 냉동고에 보관하며 사용하였다. 실험에 사용된 모든 시약은 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였다.

머핀의 제조

머핀은 Table 1의 배합비에 따라 크림법으로 제조하였다. 먼저 버터를 반죽기(K5SS, KitchenAid Co., St. Joseph, MO, USA) 5단 속도에서 1분간 믹싱한 다음 설탕을 넣고 1단 속도에서 30초, 5단 속도에서 1분 30초간 혼합하고, 달걀을 3번에 나누어 넣으면서 10단 속도에서 3분간 믹싱하였다. 그리고 박력분과 베이킹파우더 및 모링가 잎 분말을 체에 친 다음 넣어 혼합한 후 우유를 넣고 반죽하였다. 머핀 반죽은 유산지를 깐 머핀 틀에 70 g씩 팬닝하여 윗불 185 °C, 아랫불 175°C로 예열된 오븐(Auto 21, Sinsin Industry Co., Busan, Korea)에서 25분간 구워낸 다음 실온에서 1시간 방랭시켜 시료로 사용하였다.

머핀의 생리활성 측정을 위한 시료 제조

머핀 5 g에 2배량의 멸균 phosphate buffered saline을 가하여 vortex mixer로 1분간 혼합하고 homogenizer (AM-7, Ace homogenizer, Nihon Seiki Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 1,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 원심분리 하였다. 이후 상등액을 취하여 Whatman No. 2 filter paper(Whatman International Ltd., Maidstone, UK)로 여과하여 총폴리페놀 함량과 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거능, alcohol dehydrogenase(ADH) 활성 및 acetaldehyde dehydrogenase(ALDH) 활성 측정을 위한 시료로 사용하였다.

머핀의 중량과 높이 및 굽기 손실률 측정

머핀의 중량과 높이 및 굽기 손실률은 오븐에서 구워낸 머핀을 실온에서 1시간 동안 방랭시킨 후 측정하였으며, 높이는 머핀의 최고 높이 부분에서 종단으로 이등분한 단면을 측정하였다. 굽기 손실률은 반죽의 중량과 머핀의 중량을 이용하여 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{굽기 손실률}(\%) = \frac{\text{반죽 중량} - \text{머핀 중량}}{\text{반죽 중량}} \times 100$$

머핀의 pH 및 수분함량 측정

머핀의 pH와 수분함량은 구운 후 실온에서 1시간 방랭시킨 다음 측정하였으며, pH는 중앙 부분에서 취한 5 g의 머핀에 증류수 10 mL를 가하여 vortex mixer로 1분간 혼합하고 homogenizer(AM-7, Ace homogenizer, Nihon Seiki Co., Ltd.)를 이용하여 1,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 pH meter로 측정하였다. 수분함량은 머핀의 중앙 부분에서 5 g을 취하여 항량 접시에 균일하게 펼친 후 수분 측정기(NA 45-000230V1, Sartorius Ag, Gottingen, Germany)를 사용하여 측정하였다.

Table 1. Formula for preparation of the muffins with moringa leaf powder

Ingredient (g)	Baker's percent (%)	Substitution level[1)] (%)				
		0	1	3	5	7
Wheat flour[2)]		200	198	194	190	186
Moringa leaf powder[3)]	100	0	2	6	10	14
Butter	50	100	100	100	100	100
Sugar	60	120	120	120	120	120
Egg	50	100	100	100	100	100
Milk	50	100	100	100	100	100
Baking powder	2	4	4	4	4	4

[1)]0, untreated; 1, muffin with 1% moringa leaf powder; 3, muffin with 3% moringa leaf powder; 5, muffin with 5% moringa leaf powder; 7, muffin with 7% moringa leaf powder.
[2)]Moisture content of wheat flour: 12.86±0.15 (n=3).
[3)]Moisture content of moringa leaf powder: 7.29±0.46 (n=3).

머핀의 기계적 조직감 측정

머핀의 기계적 조직감은 머핀의 내부를 2.5×2.5×2 cm의 같은 크기로 잘라 Rheometer(COMPAC-100Ⅱ, Sun Science Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 파쇄성(brittleness)을 측정하였다. 사용한 기기의 측정 조건은 type texture 21, distance 5 mm, plunger diameter 10 mm(50%), table speed 120 mm/min이었다.

머핀의 총폴리페놀 함량 측정

머핀의 총폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 법(27)을 약간 변형시켜 측정하였으며 표준물질로 tannic acid를 사용하여 분석하였다. 각각의 시료 0.2 mL를 시험관에 취한 후 증류수를 가하여 2 mL로 정용한 다음 Folin-Ciocalteu reagent 0.3 mL를 가하여 잘 혼합하고 3분간 실온에서 반응시켰다. 혼합물에 7.5% Na_2CO_3 용액 0.4 mL를 가하여 50 °C에서 5분간 발색시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 추출물의 총페놀 함량은 mg TAE(tannic acid equivalents)/100 mL로 나타내었다.

머핀의 DPPH 라디칼 소거능 측정

머핀의 DPPH 라디칼 소거능은 Blois(28)의 방법에 따라 DPPH에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 96 well plate에 시료와 0.4 mM DPPH 용액을 1:4 비율로 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후, ELISA reader(Versa Max Microplate Reader, Molecular Device, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능(electron donating ability; EDA)은 시료를 첨가하지 않은 대조구와의 흡광도 차를 비교하여 유리 라디칼의 제거 활성을 백분율로 나타내었다.

$$\text{EDA (\%)} = \frac{\text{대조구 흡광도} - \text{시료 첨가구 흡광도}}{\text{대조구 흡광도}} \times 100$$

머핀의 ADH 활성 측정

머핀의 ADH 효소 활성은 Choi 등(29)과 Racker(30)의 방법을 변형하여 수행하였으며, 생성된 NADH의 양을 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 즉 시험관에 알코올 0.1 mL, NAD 수용액(2 mg/mL) 0.5 mL 및 시료 0.1 mL를 첨가하고 10 mM glycine-NaOH buffer(pH 8.8)를 총 부피가 1.8 mL가 되게 조절한 후 25°C 항온수조에서 10분간 반응시키고 ADH(10 unit/mL)를 가하여 340 nm에서 spectrophotometer(Amersham Pharmacia Biotech, Cambridge, UK)를 이용하여 흡광도의 변화를 측정하였다. 대조구는 시료 대신 증류수를 첨가하였으며, positive control로 사용한 Hepos는 약국에서 구입하여 1/2로 희석하여 사용하였다. ADH의 활성은 다음과 같은 식으로 상대적인 백분율로 계산하였다.

$$\text{ADH 활성(\%)} = \frac{\text{실험구의 최대 흡광도}}{\text{대조구의 최대 흡광도}} \times 100$$

머핀의 ALDH 활성 측정

머핀의 ALDH의 효소 활성 측정은 Koivula와 Koivusalo의 방법(31)을 약간 변형하여 측정하였다. 반응용액은 증류수 2.1 mL, 1.0 M Tris-HCl buffer(pH 8.0) 0.3 mL, 20 mM NAD^+ 0.1 mL, 0.1 M acetaldehyde 0.1 mL, 3.0 M KCl 0.1 mL, 0.33 M 2-mercaptoethanol 0.1 mL 및 시료 0.1 mL를 혼합한 후 25°C에서 10분간 반응시킨 다음 ALDH(1 unit/mL) 0.1 mL를 첨가하여 25°C 항온수조에서 5분간 반응시킨 후 340 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였다. 대조구는 시료 대신 TE buffer(pH 8.0)를 첨가하여 상대 활성(%)으로 나타내었고, ADH 활성 측정에서와 같이 Hepos를 positive control로 사용하였으며, 활성 측정은 ADH 활성 측정식과 같은 식을 사용하였다.

머핀의 관능검사

관능검사 경험이 있는 식품영양학전공 대학원생과 학부생 22명을 대상으로 본 실험의 목적과 평가방법 및 평가항목에 관해 설명한 후 머핀의 관능검사를 하였다. 평가항목은 외관(appearance), 내부 색(crumb color), 맛(taste), 향(flavor), 조직감(texture) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)로 매우 좋다 7점, 좋지도 싫지도 않다 4점, 매우 나쁘다 1점의 7점 기호 척도법으로 평가하였다.

통계처리

실험결과는 통계 SAS package(Statistical Analysis System, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하여 각 시료의 평균과 표준편차를 계산하였고, 분산분석(ANOVA)과 Duncan's multiple range test를 실시하여 $P<0.05$ 유의수준에서 시료 간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

머핀의 중량과 높이 및 굽기 손실률

머핀의 중량과 높이 및 굽기 손실률을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 머핀의 중량은 무첨가군이 64.75 g, 모링가 잎 분말 첨가군들은 64.69~65.81 g으로 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이었으나($P<0.05$), 무첨가군과 1% 첨가군 사이에는 유의적인 차이가 없었다. Choi(26)는 0%, 3%, 6%, 9%, 12%의 케일 가루를 첨가한 머핀의 중량이 9% 첨가군에서 65.87 g으로 가장 높아 무첨가군과 유의적인 차이가 있다고 보고하여 본 연구와 유사하였으나, 인삼잎(5), 동결건조 들깻잎 분말(22), 여주 분말(23) 및 보리순 가루(25)를 첨가한 머핀의 품질 특성 연구에서는 부재료의 첨가량에 따른 머핀의 중량은 유의적인 차이가 없었다고 보고하였는데, 이는 부재료 고유의 성분에 따른 변화라 생각한

Table 2. Weight, height, baking loss rate, pH, and moisture content of the muffins with moringa leaf powder

	Substitution level (%)				
	0	1	3	5	7
Weight (g)	64.75±0.25[b1)2)]	64.69±0.24[b]	65.44±0.39[a]	65.63±0.41[a]	65.81±0.66[a]
Height (cm)	6.08±0.04[a]	6.05±0.05[a]	5.75±0.11[b]	5.68±0.13[bc]	5.58±0.08[c]
Baking loss rate (%)	7.50±0.36[a]	7.59±0.35[a]	6.79±0.88[ab]	6.43±0.88[b]	6.25±1.28[b]
pH	8.27±0.02[a]	8.05±0.02[b]	7.77±0.01[c]	7.60±0.01[d]	7.48±0.02[e]
Moisture content (%)	29.12±0.72[b]	30.44±0.63[a]	30.48±0.32[a]	29.46±0.34[ab]	29.84±0.26[ab]

[1)]Mean±SD (n=5).
[2)]Means with different letters within a row are significantly different from each other at $P<0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

다. 머핀의 높이는 무첨가군이 6.08 cm, 모링가 잎 분말 첨가군들은 6.05~5.58 cm로 무첨가군과 1% 첨가군 사이에는 유의적인 차이가 없었으나 3% 이상 첨가 시에는 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 여주 분말(23), 케일 가루(26), 홍삼박 분말(32) 및 동결건조 살구 분말(33)을 첨가한 머핀의 높이는 첨가량이 증가할수록 본 연구에서와 같이 감소한다고 보고하였다. 이는 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 글루텐의 희석효과에 의한 망상구조 약화로 머핀의 높이가 감소(20,32)한 것으로 판단된다. 굽기 손실률은 반죽에 열이 침투되면서 수증기압이 증가하고, 이에 따라 비점이 낮은 액체부터 팽창되면서 기체로 빠져나가 발생하는데(32), 이는 머핀의 중량과 질감에 영향을 주게 된다. 모링가 잎 분말 첨가 머핀의 굽기 손실률은 무첨가군이 7.50%, 모링가 잎 분말 첨가군들은 7.59~6.25%로 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이었으나($P<0.05$), 무첨가군과 1% 및 3% 첨가군에서는 유의적인 차이가 없었다.

머핀의 pH 및 수분함량

머핀의 pH 및 수분함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 머핀의 pH는 무첨가군이 8.27로 가장 높았고, 모링가 잎 분말 첨가군들은 8.05~7.48로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였는데($P<0.05$), 이는 여주 분말(23), 보리순 가루(25) 및 홍삼박 분말(32)의 첨가량이 증가할수록 pH는 유의적으로 낮아진다는 연구 결과와 유사하였다. Lee와 Chung(33)은 동결건조 살구 분말의 첨가량이 증가할수록 살구 분말에 함유된 유기산의 영향으로 pH는 유의적으로 낮아지는 것으로 보고하였다. 머핀의 수분함량은 무첨가군이 29.12%, 모링가 잎 분말 첨가군들은 30.44~29.46%로 첨가군들의 수분함량이 무첨가군보다 높게 나타났으나 첨가군들 사이에는 유의적인 차이가 없었다. Choi와 Kim(19)의 모링가 잎 열수 추출물을 첨가한 설기떡의 수분함량이 무첨가군보다 높았다는 연구 결과 및 여주 분말(23), 미나리 가루(24), 케일 가루(26), 홍삼박 분말(32)의 첨가군에서도 머핀의 수분함량은 증가하는 것으로 보고하여 본 연구와 유사하였다.

머핀의 기계적 특성

머핀의 기계적 특성을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 경도는 무첨가군이 200.85 g/cm^2, 모링가 잎 분말 첨가군들은 182.55~147.35 g/cm^{2}로 무첨가군에서 가장 높게 나타났으나, 1% 첨가군과는 유의적인 차이가 없었다. 이는 0~12%의 케일 가루를 첨가한 머핀(26)의 경도가 무첨가군에서 가장 높았으나 3% 첨가군과는 유의적인 차이가 없었고, 0~5%의 인삼 잎을 첨가한 머핀(5)의 경도는 무첨가군에서 가장 높았다고 보고하여 본 연구와 유사하였다. 응집성은 무첨가군이 66.88%, 모링가 잎 분말 첨가군들은 67.33~58.49%로 1% 첨가군에서 가장 높게 나타났으나, 무첨가군 및 3% 첨가군과는 유의적인 차이가 없었다. 0~9%의 동결건조 들깻잎 분말을 첨가한 머핀(22)의 응집성은 3% 첨가군에서 가장 높았으나 무첨가군과는 유의적인 차이가 없었고, 0~12%의 케일 가루를 첨가한 머핀(26)의 응집성은 3% 첨가군에서 가장 높았으나 무첨가군과는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 0~10%의 모링가 잎 열수 추출물을 첨가한 설기떡(19)의 응집성은 0.1% 첨가군에서 가장 높았으나 무첨가군 및 1% 첨가군과는 유의적인 차이를 보이지 않았다는 연구 결과와 유사하였다. 그러나 Jung 등(32)의 홍삼박

Table 3. Texture characteristics of the muffins with moringa leaf powder

	Substitution level (%)				
	0	1	3	5	7
Hardness (g/cm^2)	200.85±18.86[a1)2)]	182.55±6.43[a]	153.33±7.02[b]	147.35±11.82[b]	153.95±14.38[b]
Cohesiveness (%)	66.88±3.44[a]	67.33±4.69[a]	62.32±4.00[ab]	61.14±3.59[b]	58.49±2.00[b]
Springiness (%)	90.43±1.70[a]	88.31±2.59[a]	88.84±2.02[a]	90.24±3.88[a]	88.02±1.78[a]
Chewiness (g)	236.39±29.63[a]	188.09±14.71[b]	192.43±28.39[b]	172.78±12.11[b]	207.92±25.58[ab]
Brittleness (kg)	21.12±2.52[a]	16.62±1.54[b]	17.10±2.62[b]	15.57±1.00[b]	18.26±2.09[ab]

[1)]Mean±SD (n=5).
[2)]Means with different letters within a row are significantly different from each other at $P<0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

분말 무첨가군의 응집성이 첨가군보다 유의적으로 낮았다는 연구 결과와는 차이가 있었는데, 이는 부재료 고유의 성분과 첨가량에 따른 차이라고 판단된다. 탄력성은 무첨가군이 90.43%로 가장 높게 나타났으나 모든 시료 간의 유의적인 차이는 없었다. 0~5%의 인삼 잎(5), 0~9%의 동결건조 들깻잎 분말(22) 및 0~12%의 동결건조 살구 분말(33)을 첨가한 머핀의 탄력성은 유의적인 차이를 보이지 않았다는 결과와 유사하였다. 씹힘성은 무첨가군이 236.39 g로 가장 높게 나타나 1~5%의 모링가 잎 분말 첨가군과는 유의적인 차이가 있었는데(P<0.05), 이는 인삼 잎(5) 및 홍삼박 분말(32) 첨가 머핀의 품질 특성 연구에서 무첨가군의 씹힘성이 가장 높았다는 결과와 유사하였다. 한편 동결건조 들깻잎 분말(22)과 동결건조 살구 분말(33)의 첨가량에 따른 머핀의 씹힘성에는 뚜렷한 경향이 나타나지 않은 것으로 보고하였다. 파쇄성은 무첨가군이 21.12 kg로 가장 높게 나타나 1~5%의 모링가 잎 분말 첨가군과는 유의적인 차이가 있었는데(P<0.05), 이는 0~12%의 케일 가루를 첨가한 머핀(26)의 부서짐성(brittleness)은 무첨가군에서 가장 높았다는 연구 결과와 유사하였다.

머핀의 총폴리페놀 함량

식물계에 널리 존재하는 폴리페놀 화합물은 분자 내에 phenolic hydroxyl 기를 가지고 있는 방향족 화합물로 유리 라디칼 불활성화 및 지질 과산화물이 유리 라디칼로 분해되는 것을 저해함으로써 항산화력을 나타내는 매우 효과적인 물질이며(34), 단백질과 쉽게 결합하는 성질로 인해 미생물 세포에 작용하여 성장을 저해시킴으로써 항미생물 효과를 나타내는 등 다양한 생리활성을 가지는 것으로 알려져 있다(35). 모링가 잎 분말을 첨가한 머핀의 총페놀 함량을 tannic acid를 표준물질로 사용하여 측정한 결과(Table 4) 무첨가군이 13.85 mg TAE/100 mL, 모링가 잎 분말 첨가군들은 14.23~19.84 mg TAE/100 mL로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(P<0.05). 한편, Lee와 Chung(33)은 동결건조 살구 분말을 첨가한 머핀의 총폴리페놀 함량이 첨가량의 증가에 따라 증가하였으나 8% 이상 첨가군 사이에는 유의차가 없는 것으로 보고하였다. 본 연구 결과로 모링가 잎 분말은 건강 지향적 제품개발을 위한 소재로서 가치가 있다고 판단된다.

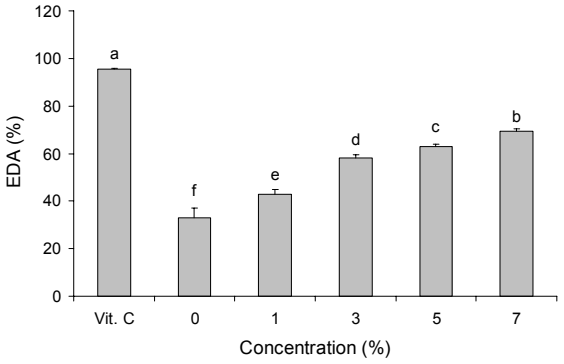

Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of the muffins with moringa leaf powder. Results are mean±SD of triplicate data. Vitamin C (Vit. C, 0.01%) is used as positive control. Different letters among samples differ significantly (P<0.05).

머핀의 DPPH 라디칼 소거능

인체 내의 유리 라디칼은 지질, 단백질 등과 반응하여 생체의 노화를 촉진할 수 있는 물질로 DPPH 라디칼 소거법은 주로 phenolic 구조와 aromatic amine 화합물의 항산화능 측정에 많이 사용되는 방법이다. 모링가 잎 분말 첨가 머핀의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과(Fig. 1) 무첨가군은 33.07%, 첨가군들은 42.81~69.29%로 모링가 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(P<0.05). 0~5%의 인삼 잎을 첨가한 머핀(5)은 44.71~86.98%, 3~9%의 동결건조 들깻잎 분말을 첨가한 머핀(22)에서는 33.84~67.00%, 0~12%의 케일 가루를 첨가한 머핀(26)에서는 25.70~53.70%로 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거능은 유의적으로 증가하였다. 한편 0~10%의 모링가 열수 추출물을 첨가한 설기떡(19)의 DPPH 라디칼 소거능은 0.87~17.23%로 보고하였다. 모링가 잎 분말의 DPPH 라디칼 소거능은 185°C의 높은 가열 조리과정을 거친 후에도 나타나는 것으로 확인되었기에 모링가 잎 분말의 첨가는 머핀뿐만 아니라 다양한 제과 및 제빵 분야에 활용될 수 있을 것으로 생각한다.

머핀의 알코올 분해 활성(ADH, ALDH)

Positive control로 알코올 분해와 숙취해소에 효과가 있는 것으로 알려진 Hepos를 사용하여 모링가 잎을 첨가한 머핀의 숙취 해소능을 분석하기 위해서 체내 알코올대사 1차 효소인 ADH 활성 및 acetaldehyde를 분해하는 ALDH 활성에 대한 머핀의 영향을 분석하였다. 체내 흡수된 알코올

Table 4. Total polyphenol content of the muffins with moringa leaf powder

	Substitution level (%)				
	0	1	3	5	7
Total polyphenol content (mg TAE/100 mL)[1)]	13.85±0.69[d2)3)]	14.23±0.34[d]	16.23±0.12[c]	18.10±0.72[b]	19.84±0.98[a]

[1)]TAE standards for tannic acid equivalents.
[2)]Mean±SD (n=6).
[3)]Means with different letters within a row are significantly different from each other at P<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

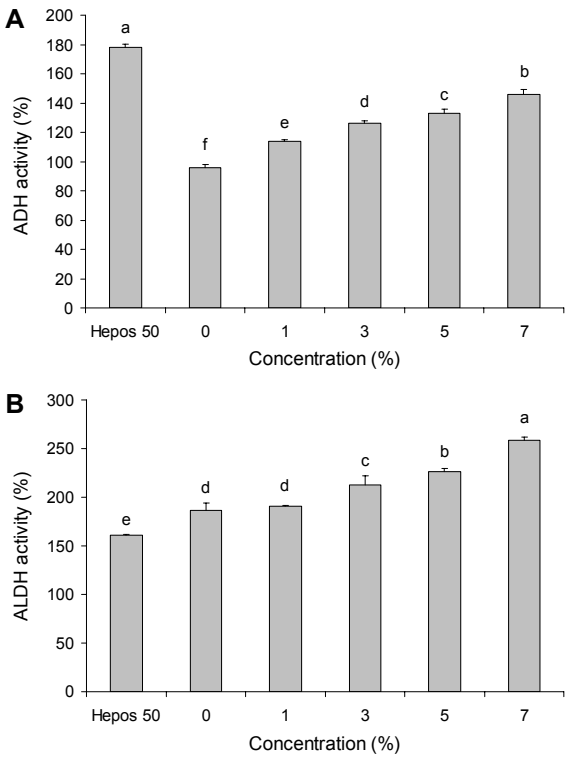

Fig. 2. Alcohol dehydrogenase (ADH) activity (A) and acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) activity (B) of the muffins with moringa leaf powder. Results are mean±SD of triplicate data. Hepos (50%) is used as positive control. Different letters among samples differ significantly (P<0.05).

이 분해되면서 생성되는 acetaldehyde는 숙취의 주 원인물질로, ADH의 활성화는 혈중 알코올 농도를 빠르게 감소시킬 수는 있으나 간이나 혈액에 잔존하는 acetaldehyde는 계속적으로 축적되어 숙취를 유발할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 ADH 및 ALDH에 미치는 머핀의 영향을 분석한 결과(Fig. 2A, 2B), 모링가 잎 분말을 첨가한 머핀의 ADH 활성은 무첨가군이 95.93%, 첨가군들은 113.55~145.77%로 나타났고, ALDH 활성은 무첨가군이 186.54%, 첨가군들은 190.58~258.22%로 모링가 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(P<0.05). Kim 등(36)은 헛개나무 열수 추출물의 효소 활성이 농도 의존적으로 증가하나 잎, 열매, 줄기 등의 부위 및 분쇄 정도와 추출시간 등의 조건에 따라 차이가 있다고 보고하였는데, 본 연구 결과 DPPH 라디칼 소거능의 결과에서와 같이 고온에서의 가열 조리과정을 거친 후에도 알코올 분해 활성이 높은 것으로 확인되었다. 모링가 잎 분말을 첨가한 머핀 및 이를 부재료로 이용한 식품에 대한 알코올 분해 활성을 측정한 연구는 매우 미흡한 실정으로, 본 연구 결과 모링가 잎 분말을 첨가한 머핀의 알코올 분해 활성이 매우 우수한 것으로 나타났기에 숙취해소를 위한 기능성 식품개발의 기초자료가 될 것으로 생각한다.

머핀의 관능적 특성

모링가 잎 분말을 첨가한 머핀의 관능 특성을 평가한 결과는 Table 5와 같다. 머핀의 외관은 7% 첨가군이 5.65로 가장 높게 나타났으나 무첨가군(5.60)과 1%(5.20) 및 3%(4.80) 첨가군과는 유의적인 차이가 없었다. 내부 색은 무첨가군이 5.80으로 가장 높았고 1% 첨가군은 3.70으로 가장 낮게 나타나 유의적인 차이가 있었지만(P<0.05), 3% 이상 첨가군에서는 5.10~5.65로 무첨가군과는 유의적인 차이가 없었다.

맛은 무첨가군이 5.39, 첨가군들은 4.74~5.26으로 무첨가군이 맛에 대한 가장 높은 기호도를 보인 반면 7% 첨가군에서 가장 낮은 기호도를 보였으나, 시료 간의 유의적인 차이는 없었다. 0~30%의 보리순 가루를 첨가한 머핀(25)의 맛에 대한 기호도는 무첨가(6.43), 20% 첨가군(6.03), 10% 첨가군(5.97) 순으로 나타났으나 시료 간의 유의적인 차이가 없는 것으로 보고하였고, 0~4%의 발효차 가루를 첨가한 식빵(37)의 맛에 대한 기호도는 2% 첨가군이 6.67로 가장 높았고 무첨가군이 5.00으로 가장 낮았으나 모든 시료 간의 유의적인 차이가 없는 것으로 보고하였다. 또한 0~6%의 클로렐라를 첨가한 파운드케이크(38)의 맛에 대한 기호도는 4% 첨가군(3.6), 무첨가군(3.5), 1% 첨가군(3.4)의 순으로 나타났으나 유의적인 차이가 없는 것으로 보고하였다. 한편 Choi와 Chung(19)은 0%, 0.1%, 1% 및 10%의 모링가 열수 추출물을 첨가한 설기떡의 관능 특성 연구에서 추출물의 첨가량이 증가할수록 색에 대한 기호도가 높았고, 맛에 대한 기호도는 10% 첨가군에서 가장 낮은 것으로 보고하였는데,

Table 5. Sensory characteristics of the muffins with moringa leaf powder

	Substitution level (%)				
	0	1	3	5	7
Appearance	5.60±1.36[a1)2)]	5.20±1.36[ab]	4.80±1.03[ab]	4.65±1.19[b]	5.65±1.31[a]
Crumb color	5.80±1.08[a]	3.70±1.05[b]	5.10±1.30[a]	5.65±1.01[a]	5.35±1.28[a]
Taste	5.39±1.31[a]	4.83±1.13[a]	4.83±1.09[a]	5.26±1.26[a]	4.74±1.42[a]
Flavor	4.83±1.37[a]	5.04±1.08[a]	4.61±0.97[a]	5.13±1.15[a]	4.57±1.47[a]
Texture	5.43±1.28[a]	5.52±0.93[a]	5.09±0.97[a]	4.91±1.18[a]	4.83±1.40[a]
Overall acceptability	5.13±1.36[a]	5.17±1.27[a]	5.43±0.97[a]	5.09±1.18[a]	4.70±1.68[a]

[1)]Mean±SD.
[2)]Means with different letters within a row are significantly different from each other at P<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

이는 모링가 잎 추출물이 가진 특유의 떫은맛 때문으로 판단하였다.

향은 4.57~5.13으로 5% 첨가군에서 가장 높게 나타났으나 시료 간에 유의적인 차이는 없었고, 조직감은 4.83~5.52로 1% 첨가군에서 가장 높게 나타났으나 무첨가군과 첨가군 사이에 유의적인 차이가 없었다. Choi와 Kim(25)은 0~30%의 보리순 가루 첨가 머핀의 조직감이 무첨가군(6.43)에서 가장 높게 나타났으나 10% 첨가군(5.93)과는 유의적인 차이가 없는 것으로 보고하였고, Chung과 Choi(38)는 0~6%의 클로렐라를 첨가한 파운드케이크의 씹힘성이 2% 첨가군에서 3.4로 가장 높았고 무첨가군에서 3.0으로 가장 낮게 나타났으나 모든 시료 간에 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다.

전반적인 기호도는 4.70~5.43으로 3% 첨가군(5.43)이 가장 높았고, 그다음으로 1% 첨가군(5.17), 무첨가군(5.13), 5% 첨가군(5.09), 7% 첨가군(4.70) 순으로 나타났으나 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 0~5%의 인삼 잎을 첨가한 머핀 연구(5)와 0~9%의 동결건조 들깻잎 분말을 첨가한 머핀 연구(22)에서는 무첨가군, 0~9%의 미나리 가루를 첨가한 머핀 연구(24)와 0~12%의 케일 가루를 첨가한 머핀 연구(26)에서는 3% 첨가군, 0~30%의 보리순 가루를 첨가한 머핀 연구(25)에서는 10% 첨가군, 0~10%의 모링가 열수 추출물을 첨가한 설기떡 연구(19)에서는 0.1% 첨가군, 0~4%의 발효차 가루를 첨가한 식빵 연구(37)에서는 2% 첨가군, 0~6%의 클로렐라를 첨가한 파운드케이크 연구(38)에서는 4% 첨가군에서 전반적인 기호도가 높은 것으로 보고하였는데, 엽록소의 영향으로 녹색을 띠고 있는 분말을 이용한 연구 결과에서와 같이 부재료 특유의 향과 첨가하는 양에 따라 전반적인 기호도에 차이가 있는 것으로 판단된다. 본 연구 결과를 종합해 보면 3%까지의 모링가 잎 분말 첨가는 머핀의 관능적 특성에 긍정적인 영향을 줄 것으로 생각한다.

요 약

본 연구에서는 머핀의 품질향상을 위한 기능성 천연소재의 개발을 위해 당뇨병과 고혈압 예방, 항산화 작용 및 해독작용이 있는 것으로 알려진 모링가 잎 분말을 0%, 1%, 3%, 5% 및 7%를 첨가한 머핀의 이화학적 및 관능적 특성과 생리활성을 탐색하였다. 머핀의 중량은 64.69~65.81 g으로 모링가 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이었고, 높이는 5.58~6.08 cm로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며($P<0.05$), 굽기 손실률은 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이었다. 머핀의 pH는 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였으며($P<0.05$), 수분함량은 3% 첨가군에서 30.48%로 가장 높았으나 첨가군들 사이에서는 유의적인 차이가 없었다. 머핀의 기계적 특성에서 경도는 무첨가군에서 가장 높게 나타났으나 1% 첨가군과는 유의적인 차이가 없었고, 응집성은 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 탄력성은 무첨가군이 가장 높게 나타났으나 모든 시료 간에 유의적인 차이는 없었고, 씹힘성과 파쇄성은 무첨가군에서 가장 높게 나타나 1~5% 첨가군들과는 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$). 모링가 잎 분말을 첨가한 머핀의 총페놀 함량은 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였고($P<0.05$), DPPH 라디칼 소거능 또한 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 모링가 잎 분말을 첨가한 머핀의 알코올 분해 활성을 측정한 결과 ADH 및 ALDH 활성 모두 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 머핀의 관능적 특성을 측정한 결과 외관에 대한 기호도는 7% 첨가군에 가장 높게 나타났고, 내부 색과 맛에 대한 기호도는 무첨가군, 향은 5% 첨가군, 조직감은 1% 첨가군에서 가장 높게 나타났다. 전반적인 기호도는 3% 첨가군에서 5.43으로 가장 높게 나타났고 7% 첨가군에서 4.70으로 가장 낮게 나타났지만, 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 이상의 결과를 종합해보면 모링가 잎 분말을 3% 수준까지 첨가하여 머핀을 제조한다면 관능적 특성에 긍정적인 영향을 줄 뿐만 아니라 생리활성이 향상된 머핀을 제조할 수 있을 것으로 판단되며, 이는 모링가 잎을 이용한 식품개발의 기초자료로 제공될 수 있을 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. Ahn CS, Yuh CS. 2004. Sensory evaluations of the muffins with mulberry leaf powder and their chemical characteristics. *J East Asian Soc Diet Life* 14: 576-581.
2. Jeon SY, Jeong SH, Kim H, Kim M. 2002. Sensory characteristics of functional muffin prepared with ferulic acid and p-hydroxybenzoic acid. *Korean J Soc Food Cook Sci* 18: 476-481.
3. Woo NRY, Ahn MS. 2004. The study on the quality characteristics of cake prepared with fat substitute. *Korean J Food Cult* 19: 506-515.
4. Choi MK, Bae YJ. 2007. A study on blood lipids and blood pressure of adult men and women according to vegetable intake. *Korean J Community Nutr* 12: 761-772.
5. Cheon SY, Kim KH, Yook HS. 2014. Quality characteristics of muffins added with ginseng leaf. *Korean J Food Cook Sci* 30: 333-339.
6. Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani AH. 2007. *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytother Res* 21: 17-25.
7. Okuda T, Baes AU, Nishijima W, Okada M. 2001. Isolation and characterization of coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed by salt solution. *Water Res* 35: 405-410.
8. Lee HJ, Chang YC. 2012. Suppression of TNF-α-induced inflammation by extract from different parts of moringa in HaCaT cells. *J Life Sci* 22: 1254-1260.
9. Abdull Razis AF, Ibrahim MD, Kntayya SB. 2014. Health benefits of *Moringa oleifera*. *Asian Pac J Cancer Prev* 15: 8571-8576.
10. Choudhary MK, Bodakhe SH, Gupta SK. 2013. Assessment of the antiulcer potential of *Moringa oleifera* root-bark extract in rats. *J Acupunct Meridian Stud* 6: 214-220.
11. Dollah S, Abdulkarim SM, Ahmad SH, Khoramnia A, Ghazali HM. 2014. Physicochemical properties and potential food applications of *Moringa oleifera* seed oil blended with

other vegetable oils. *J Oleo Sci* 63: 811-822.
12. Siddhuraju P, Becker K. 2003. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *J Agric Food Chem* 51: 2144-2155.
13. Guevara AP, Vargas C, Sakurai H, Fujiwara Y, Hashimoto K, Maoka T, Kozuka M, Ito Y, Tokuda H, Nishino H. 1999. An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam.. *Mutat Res* 440: 181-188.
14. Ndhlala AR, Mulaudzi R, Ncube B, Abdelgadir HA, du Plooy CP, Van Staden J. 2014. Antioxidant, antimicrobial and phytochemical variations in thirteen *Moringa oleifera* Lam. cultivars. *Molecules* 19: 10480-10494.
15. Park SH, Chang YC. 2012. Anti-fibrotic effects by moringa root extract in rat kidney fibroblast. *J Life Sci* 22: 1371-1377.
16. Cho HJ, Chang YC. 2014. Extract of moringa root inhibits PMA-induced invasion of breast cancer cells. *J Life Sci* 24: 8-13.
17. Thakur S, Verma A. 2013. Antihistaminic effect of *Moringa oleifera* seed extract. *Int J Pharm Res Allied Sci* 2: 56-59.
18. Kim KW, Jung SH, Hwang YJ, Park JK. 2015. Effect of medium molecular weight chitosan on antioxidant activity of *Moringa oleifera*. *J Chitin Chitosan* 20: 27-33.
19. Choi EJ, Kim EK. 2015. Antioxidation, physicochemical and sensory characteristics of *Sulgidduck* fortified with water extracts from *Moringa oleifera* leaf. *Korean J Food Cook Sci* 31: 335-343.
20. Jung KI, Cho EK. 2011. Effect of brown rice flour on muffin quality. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 986-992.
21. Kim B, Joo N. 2012. Optimization of sweet rice muffin processing prepared with oak mushroom (*Lentinus edodes*) powder. *Korean J Food Cult* 27: 202-210.
22. Yoon MH, Kim KH, Kim NY, Byun MW, Yook HS. 2011. Quality characteristics of muffin prepared with freeze dried-perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* HARA) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 581-585.
23. An SH. 2014. Quality characteristics of muffin added with bitter melon (*Momordica charantia* L.) powder. *Korean J Food Cook Sci* 30: 499-508.
24. Seo EO, Kim KO, Ko SH. 2011. Quality characteristics of muffins containing domestic dropwort powder (*Oenanthe stolonifera* DC.). *J East Asian Soc Diet Life* 21: 338-344.
25. Cho JS, Kim H. 2014. Quality characteristics of muffins by the addition of dried barley sprout powder. *Korean J Food Cook Sci* 30: 1-10.
26. Choi SH. 2015. Quality characteristics of muffins added with kale powder. *Korean J Culinary Res* 21: 187-200.
27. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299: 152-178.
28. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
29. Choi JT, Joo HK, Lee SK. 1995. The effect of Schizandrae Fructus extract on alcohol fermentation and enzyme activities of *Saccharomyces cerevisiae*. *Agric Chem Biotechnol* 38: 278-282.
30. Racker E. 1955. Alcohol dehydrogenase from baker's yeast: $ROH_2OH + DPN^+ \rightleftarrows RCHO + DPNH + H^+$. *Methods Enzymol* 1: 500-503.
31. Koivula T, Koivusalo M. 1975. Different forms of rat liver aldehyde dehydrogenase and their subcellular distribution. *Biochim Biophys Acta* 397: 9-23.
32. Jung YM, Oh H, Kang ST. 2015. Quality characteristics of muffins added with red ginseng marc powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 1050-1057.
33. Lee YS, Chung HJ. 2013. Quality characteristics of muffins supplemented with freeze-dried apricot powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 957-963.
34. Maisuthisakul P, Suttajit M, Pongsawatmanit R. 2007. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chem* 100: 1409-1418.
35. Jung KI, Cho EK, Choi YJ. 2011. Food quality of muffin with germinated brown rice soaked in mycelial culture broth of *Phellinus linteus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 875-884.
36. Kim SM, Kang SH, Ma JY, Kim JH. 2006. A study on the extraction and efficacy of bioactive compound from *Hovenia dulcis*. *Korean J Biotechnol Bioeng* 21: 11-15.
37. Kim JR, Choi OJ, Shim KH. 2005. Quality properties of loaf bread added with fermented tea powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 869-874.
38. Chung NY, Choi SN. 2005. Quality characteristics of pound cake with chlorella powder. *Korean J Food Cook Sci* 21: 669-676.