

흑마늘 추출 분말을 첨가한 기능성 머핀의 품질특성

양승미 · 강민정¹ · 김성현 · 신정혜^{1†} · 성낙주^{1,2}

경남도립남해대학 호텔조리제빵과, ¹남해마늘연구소, ²경상대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Functional Muffins Containing Black Garlic Extract Powder

Seung-Mi Yang, Min-Jung Kang¹, Sung-Hyun Kim, Jung-Hye Shin^{1†} and Nak-Ju Sung^{1,2}

Department of Hotel Culinary Arts & Bakery, Gyeongnam Provincial Namhae College

¹Namhae Garlic Research Institute

²Korea and Department of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University

Abstract

This study was performed to examine the quality and antioxidant activity of muffin containing black garlic extract powder that was stored for 9 days at room temperature. Black garlic extract powder was added to the muffin batter at concentrations of 0, 1, 4, 8, and 12%. Specific gravities of muffin batters increased as black garlic extract powder increased, whereas, height and specific volume of the muffins decreased. For the color of muffin crust and crumb, lightness decreased as the level of garlic extract powder increased, whereas redness and yellowness increased. For sensory evaluation, the color, flavor, softness, and chewiness of the muffins containing 1% black garlic extract powder were superior compared to those of other samples. Scores for taste and overall acceptability were the highest in muffin containing 4% black garlic extract powder. The antioxidant activity of muffins measured by DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging assay increased as the level of black garlic extract powder increased. Further, the TBARS(thiobarbituric acid reactive substance) content of the muffins containing various levels of black garlic extract powder was lower than that of control.

Key words: muffin, black garlic extract powder, antioxidant activity, quality characteristics

1. 서론

머핀(Muffin)은 주원료로 우유 및 달걀 등을 혼합하여 구워내기 때문에 영양가가 우수하며 비교적 만들기 쉬워 아침 식사 및 간식대용으로 많이 이용되고 있는 일반적인 빵 종류의 하나로서 첨가 재료에 따라 옥수수머핀, 치즈머핀, 너트머핀, 초코머핀 등 그 종류가 다양하다(Ahn CS와 Yuh CS 2004). 또한 머핀은 제빵시 글루텐 함량에 큰 영향을 받지 않으며 제조 시 다른 재료의 첨가가 비교적 용이하므로 다양한 제품으로 변형이 가능하다(Jung HO 등 2008). 이러한 점을 고려하여 국내외의 제과 제빵 분야에서도 각종 건강기능 소재를 머핀에 적용하는 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다. 머핀과 관련하여 hes-

peritin(Jeon SY 등 2003), 보리등겨(Kim JH와 Lee YT 2004), 유청 농축분말(Chung HJ 2006), 시금치가루(Joo SY 등 2006), 홍국분말(Park SH와 Lim SI 2007), 사과껍질분말(Vasanth R 등 2008), 다시마가루(Kim JH 등 2008), 마분말(Joo NM 등 2008), 브로컬리가루(Shin JH 등 2008b), 부추분말(Ryu SY 등 2008) 및 버찌분말(Kim KH 등 2009) 등 다양한 천연재료를 첨가하여 머핀의 기능적 가치를 높이기 위한 연구가 많이 이루어지고 있다.

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과(Liliaceae) 과속(*Allium*)에 속하는 1년생 속근초 식물로서 천연 조미료 및 강장 식품으로 이용됨과 동시에 가공식품의 향신료로 이용되고 있으며, 항균작용(Ankri S와 Mirelman D 1999), 항고혈압작용(Ruffin J와 Hunter SA 1983), 항암 및 세포의 항돌연변이 효과(Steinmetz KA 등 1994), 항산화작용(Corzo-Martinez M 등 2007, Hwang IG 등 2007) 등을 가지고 있음이 밝혀져 있어 기능성 소재, 기능성 식품 및 의약품 개발의 소재로도 이용되고 있다(Jang EK 등 2008). 마늘의

†Corresponding author: Jung-Hye Shin, Namhae Garlic Research Institute
Tel: 055-860-8947
Fax: 055-860-8960
E-mail: whanbee@korea.kr

주요 생리활성 물질로 알려진 휘발성 함유화합물들은 마늘 섭취 시 불쾌한 냄새를 나타내는 원인물질이기도 하므로 이러한 특유의 냄새나 자극을 감소시키되 체내에서 마늘 함유화합물 성분이 갖는 고유 효능을 발휘하는데 효과적인 처리법들이 개발되어 왔다(Choi YH 등 2007, Kim TW와 Kim BH 2007). 그 중 마늘을 향온기에 일정시간 숙성시킨 흑마늘은 숙성 과정 중에 마늘의 매운맛과 향은 감소하고 갈변반응으로 검은색이 되며 단맛이 증가하고 폴리페놀류 및 플라보노이드의 함량이 증가한다(Shin JH 등 2008a). 또 생마늘에 존재하지 않는 S-allyl-cysteine이라는 수용성 유황아미노산이 생성됨으로서 항산화력 뿐만 아니라 항암 효과, 콜레스테롤 저하, 동맥경화 개선 및 심장질환의 예방효과가 생마늘보다 증가하는 것으로 밝혀져 있다(Han KB 등 2005).

본 실험에서는 흑마늘의 다양한 이용 방안을 제시하고 기능성 고부가가치 가공식품을 개발하기 위한 연구의 일환으로 흑마늘 열수 추출물을 분말화 시킨 후 첨가 비율을 달리하여 제조한 머핀의 품질특성, 관능적 기호도, 항산화 및 저장특성을 조사 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

머핀의 재료로는 박력분 밀가루(Cake flour, Daehan flour mills Co., Seoul, Korea), 버터(Seoulmilk, Seoul, Korea), 설탕(Samyang Co., Seoul, Korea), 달걀, 우유(Seoulmilk, Seoul, Korea) 및 베이킹 파우더(Sungjin, Seoul, Korea)를 구입하여 사용하였다. 흑마늘 추출 분말은 남해보물섬마늘영농조합법인에서 시판되는 13brix 농도의 제품을 제공 받아 동결건조기(Thermo Scientific, Supermoduly 0220, Asheville, USA)를 이용하여 분말화 시킨 후 100메쉬 표준체로 체질한 것을 실험에 사용하였다.

2. 머핀의 제조

흑마늘 추출 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 배합비율은 박력분 400 g, 버터 320 g, 설탕 320 g, 달걀 320 g, 우유 80 g 및 베이킹파우더 12 g을 기본으로 하였으며, 흑마늘 추출 분말의 첨가량은 박력분의 중량에 대하여 0, 1, 4, 8 및 12%의 비율로 하여 박력분에 대체하여 첨가하였다.

머핀 제조 방법(Saltan WJ 1983)에 따라 버터는 상온에 두어 부드럽게 만든 후 거품기(5K5SS, Kitchen Aid, Michigan, USA)를 이용하여 크림상태로 만든 다음 설탕을 넣어 녹을 때까지 충분히 저어 준 후 달걀 푼 것을 넣고 반죽에 윤이 날 때까지 약 3분간 더 저어 주었다. 흑마늘 분말, 박력분, 소금, 베이킹파우더를 잘 섞은 다음 100메쉬의 표준체(체눈크기 0.149 mm)에 쳐서 내리고, 위의 재료와 고루 섞었다. 유산지를 깐 머핀 컵에 반죽을 50 g씩

채워 160°C로 예열된 오븐(Dae Young Bakery Machinery Co., Seoul, Korea)에 넣어 20분간 구워 실온에서 2시간 방냉한 후 물리적 및 관능평가를 실시하였고, 폴리에틸렌 팩에 밀봉하여 실온에서 9일 동안 저장하면서 0, 3, 6 및 9일에 항산화 활성 및 산화도를 측정하였다.

3. 반죽의 pH 및 비중 측정

반죽의 pH는 반죽 5 g에 증류수를 가하여 50 mL로 만든 다음 균질화한 후 여과지(Whatman No. 2)로 여과한 여액을 pH meter(Model 720, Thermo Orion, Waltham, USA)로 측정하였다.

머핀 반죽의 비중(specific gravity)은 AACC method 10-15의 방법(AACC 2000)에 따라 측정하였다. 즉 빈 컵의 무게를 측정하고, 물을 담은 컵의 무게를 측정하여 물의 무게를 기록하였다. 혼합이 완료된 머핀 반죽을 빈 컵에 담고 바닥에 쳐서 반죽의 공기를 뺀 후, spatula를 이용하여 윗면을 고르게 다듬은 후 무게를 측정하여 아래 식으로 계산하였다. 반죽의 비중은 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

$$\text{반죽의 비중} = \frac{\text{반죽을 담은 컵의 무게} - \text{빈 컵의 무게}}{\text{물을 담은 컵의 무게} - \text{빈 컵의 무게}}$$

4. 머핀의 높이와 비용적

머핀 단면의 크기 측정을 위하여 머핀을 위에서 아래로 정확히 반을 잘라 최고 높이를 측정하였으며, 머핀의 직경은 머핀 윗부분의 불룩한 부분을 자른 후 윗부분과 아랫부분의 직경을 측정하였다. 머핀의 부피는 종자치환법(AACC 2000)에 따라 측정하여 머핀의 무게로 나누어 비용적(cc/g)으로 표시하였다.

5. 머핀의 조직감

머핀 내부를 2.5×2.5×1.5 cm³의 동일한 크기로 자른 후 test speed 1 mm/s, test force 100 g, test distance 5 mm의 조건으로 texture analyzer(TA-XT Express 20140, Stable micro systems, Vienna Court, UK)를 사용하여 경도(hardness) 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 응집성(cohesiveness) 복원성(Resilience) 및 점성(gumminess)을 측정하였다.

6. 색도의 측정

흑마늘 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 색도는 색차계(Ultra Scan VIS, Hunter Lab, New Orleans, USA)를 사용하여 머핀 외부와 내부로 나누어 명도(lightness, L 값), 적색도(+redness/-greeness, a 값) 및 황색도(+yellowness/-blueness, b 값)를 각각 측정하였다. 이때 사용한 표준색판의 L값은 98.21, a값은 +0.21, b값은 +0.14이었다.

7. 관능평가

관능평가는 머핀을 제조한 후, 상온에서 1시간 정도 저장한 다음 사용하였다. 관능평가원으로 남녀 30명의 경남도립남해대학 호텔조리제빵과 학생들이 참여하였으며, 본 실험의 목적, 평가 방법 및 측정 항목에 대해 잘 인지하도록 충분히 설명한 후 오후 3시경에 실시하였다. 각 평가 항목에 대하여 7점 평가법을 실시하여, 좋거나 강하여 선호도가 높을수록 7점, 매우 나쁘거나 약할 경우 1점을 표시하도록 하였다. 각 시료는 난수표에 의해 3자리 숫자로 매긴 후, 한 시료에 대한 평가 후에는 생수를 제공하여 입안을 행구고 다음 시료를 평가하도록 하였다.

8. 항산화활성 측정

분쇄한 머핀 1 g에 methanol을 9 mL 가하여 250 rpm의 shaking plate 상에서 5시간 진탕한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(UNION 32R, Hanil Co., Korea)하여 얻은 상등액을 시료용액으로 사용하였다. 이 시료액 1 mL에 0.2 mM의 DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma Co Ltd., St. Louis, USA)용액 1 mL을 가하여 혼합한 다음 30분 후 methanol 용액을 대조구로 하여 517 nm에서 흡광도(GB/UV310, Biochrom, Cambridge, UK)를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 시료 첨가구와 무첨가구의 비로부터 백분율로 산출하였다.

9. TBARS의 정량

머핀내 지질의 산화 정도를 측정하기 위하여 TBARS (Thiobarbituric acid reactive substance)의 함량을 Buege JA와 Aust SD(1978)의 방법에 의해 측정하였다. 분쇄한 머핀 5 g에 3배의 초순수를 가하여 3,000 rpm에서 1분간 균질화(AM-7, Ace homogenizer, Nihonseiki, Japan)시킨 후, 상층액만을 취하였다. 이 여액 0.5 mL에 초순수 0.5 mL와 7.2% BHT(Butylatedhydroxy toluene, Sigma Co Ltd., St. Louis, USA) 용액 50 µL, TBA/TCA(Tiobarbutic acid/Trichloroacetic acid, Yakuri pure chemical co. Ltd. Kyoto Japan)용액 2 mL를 첨가하고 끓는 물에서 15분간 중탕한 뒤에 냉각시켰다. 이를 3,000 rpm의 속도로 10분간 원심분리하여 얻은 상층액의 흡광도를 531 nm에서 측정하였다. 지질과산화물의 함량은 표준용액 1,1,3,3-tetraethoxypropane(Sigma Co Ltd., St. Louis, USA)을 사용한 표준검량선으로부터 산출하였다.

10. 통계 처리

모든 분석은 3~6회 반복 수행하여 평균±표준편차로 나타내었으며, 얻어진 결과의 통계처리는 SPSS 통계 package program(Statistical package social science, Version 12.0)을 사용하여 실시하였다. 측정값 사이의 유의성은 Duncan's

multiple range test로 검정하였다(p<0.05).

III. 결과 및 고찰

1. 반죽의 pH 및 비중

흑마늘 추출물로 제조한 분말을 농도별로 첨가하여 만든 머핀 반죽의 pH와 밀도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 대조구의 pH는 7.13±0.02였으나, 흑마늘 분말 첨가구의 pH는 6.90±0.01~7.07±0.01의 범위로 흑마늘 분말 첨가량이 많아질수록 반죽의 pH는 낮아지는 경향이였다. 흑마늘의 pH는 4.23 정도로 생마늘 보다 낮아진다는 Choi DJ 등(2008)의 보고가 있으며, 또한 흑마늘 분말을 첨가한 스펀지 케이크(Lee JS 등 2009) 및 엘로우레이어 케이크(Jeong JY 등 2010)의 pH도 흑마늘 분말 첨가량이 증가할수록 pH는 감소한다는 보고와 일치하였다.

흑마늘 추출 분말을 첨가하여 제조한 머핀 반죽의 비중(Table 1)은 대조구(0.78±0.01)에 비해 흑마늘 분말 첨가구에서 유의적으로 증가하였으며, 12% 첨가구에서 0.84±0.01로 가장 높았다. 이러한 경향은 흑마늘 분말을 첨가한 케이크 제조시 흑마늘 분말의 첨가량 증가로 인하여 반죽의 비중이 증가했다는 Lee JS 등(2009)의 보고와 일치하는 결과였다.

반죽의 비중은 밀가루의 종류, 온도와 시간 등의 믹싱 조건, 화학 팽창제의 사용유무와 종류 및 믹싱 속도 등의 영향을 받으며, 반죽내의 거품 형성 정도를 나타내는데, 형성된 기포는 굵기 단계를 통해 팽창하여 내부구조를 형성하기 때문에 텍스처와 관련된 품질 결정에 중요한 영향을 미치게 된다고 보고 된 바 있다(Bennion EB와 Bamford GST 1997).

2. 머핀의 높이 및 비용적

흑마늘 추출액 분말의 첨가가 소성 후 머핀의 높이 및 비용적에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 머핀의 높이는 대조구에서 6.36±0.33 cm이던 것이 흑마늘 추출 분말을 첨가함에 따라 유의적으로 감소하였으며, 12% 첨

Table 1. pH and specific gravity of muffins batters substituted with different levels of black garlic extract powder

Substitution levels (%)	pH	Specific gravity
0	7.13±0.02 ^d	0.78±0.01 ^a
1	7.07±0.01 ^c	0.79±0.01 ^b
4	7.01±0.01 ^b	0.81±0.01 ^c
8	6.99±0.01 ^b	0.83±0.01 ^d
12	6.90±0.01 ^a	0.84±0.01 ^e

Each value is expressed as mean±standard deviation.

^{a-c} Means in column with different letters are significantly different(α=0.05) by Duncan's multiple range test

Table 2. Height and Specific volume of muffins added with different levels black garlic extract powder

Substitution levels (%)	Height (cm)	Specific volume(cc/g)
0	6.36±0.33 ^c	0.95±0.13 ^b
1	6.04±0.17 ^b	0.74±0.19 ^{ab}
4	5.98±0.28 ^b	0.74±0.18 ^{ab}
8	5.85±0.12 ^{ab}	0.74±0.12 ^{ab}
12	5.72±0.32 ^a	0.67±0.11 ^a

Each value is expressed as mean±standard deviation.

^{a-c} Means in column with different letters are significantly different($\alpha=0.05$) by Duncan's multiple range test

가구에서 가장 낮아 5.72±0.32 cm였다. 비용적도 대조구에 비해 흑마늘 추출 분말의 첨가량이 증가할수록 낮아져 0.74±0.019~0.67±0.16 cc/g의 범위였다. 이러한 결과는 자일리톨을 첨가한 머핀의 비용적 감소는 열에 의한 단백질과 전분의 변화에 기인한 것이라는 An HL 등(2010)의 보고와 유사한 결과로 흑마늘 추출 분말의 첨가로 인해 상대적인 밀가루 단백질의 변화 및 전분의 소화 속도나 점성 등에 변화가 일어남에 따라 비용적이 감소된 것으로 판단된다.

3. 머핀의 색도

머핀의 저장 중 내부(crumb)와 외부(crust)의 색도는 Table 3과 같다. 머핀 내부의 명도는 대조구가 83.27±0.76이었으며, 흑마늘 분말 첨가구는 49.87±3.32~75.13±0.83의 범위로 흑마늘 분말 첨가량이 증가함에 따라 명도는 현저히 감소하여 12% 첨가구가 가장 낮았고, 외부의 명도도 동일한 경향이었다. 머핀 내부의 적색도는 흑마늘 추출 분말 8% 첨가시까지는 유의적으로 증가하여 12.10±0.27이었으며, 8% 첨가구와 12% 첨가구간에는 유의차가 없었다. 외부의 적색도는 흑마늘 추출 분말의 첨가량 증가와 더불어

어 유의적으로 증가하였으나 절대값이 내부색보다 낮아 12% 첨가시에도 10.88±0.01이었다. 황색도의 경우 내부는 대조구와 1%첨가구간에 유의차가 없었으며 4% 이상 첨가구에서는 유의적으로 증가하여 37.12±0.86~37.69±1.60의 범위였으나 이들 간의 유의차는 없었다. 머핀 외부의 황색도는 흑마늘 추출 분말 4% 첨가시 가장 높아 30.04±0.04였으며, 8%와 12% 첨가시에는 오히려 감소하였다.

Lee JO 등(2009)은 흑마늘의 첨가량이 증가할수록 흑마늘 쿠키의 색도 중 명도는 감소하고 적색도는 증가하였다고 보고하였는데 본 실험에서도 유사한 경향을 관찰할 수 있었으나, 흑마늘을 첨가한 옐로우레이어 케이크(Jeong JY 등 2010)나 스펀지 케이크(Lee JS 등 2009)의 외부 적색도와 황색도는 흑마늘 첨가량이 증가할수록 감소하고, 내부의 적색도는 증가하며 황색도는 증가하다 다시 감소한다는 보고와는 차이가 있다.

4. 머핀의 관능평가

흑마늘 추출액을 분말화하여 첨가한 머핀의 관능검사 결과는 Table 4와 같다. 색, 맛, 풍미, 부드러움, 씹힘성 및 전체적인 기호도에 대해 평가를 하였는데, 흑마늘 추출 분말 1% 첨가구에서 색, 풍미, 부드러움, 씹힘성이 유의적으로 높은 기호성을 나타내었다. 맛과 전체적 기호도는 4% 첨가구에서 가장 높게 나타났으며, 8% 이상 첨가구에서는 모든 항목에서 대조구보다 낮거나 유의차가 없었다.

Jeong JY 등(2010)의 옐로우레이어 케이크에 흑마늘 분말을 첨가할 경우 5% 첨가구에서 높은 선호도를 나타내었으며 10% 이상 첨가시 대조구와 비슷하거나 오히려 기호도가 감소하였다는 보고는 본 실험과도 유사한 경향으로 흑마늘 추출 분말을 적정량을 첨가할 경우 향, 맛, 색 및 전반적인 기호도에 좋은 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

Table 3. Hunter's color of muffins added with different levels black garlic extract powder

	Substitution levels (%)	Hunter's color values			
		L	a	b	△E
Crumb	0	83.27±0.76 ^c	2.98±0.67 ^a	34.77±1.29 ^a	1.79±1.52 ^a
	1	75.13±0.83 ^d	6.08±0.87 ^b	34.90±0.75 ^a	8.77±0.92 ^b
	4	58.42±1.37 ^c	10.33±0.28 ^c	37.12±0.86 ^b	25.87±1.34 ^c
	8	53.07±1.61 ^b	12.10±0.27 ^d	37.69±0.61 ^b	31.51±1.60 ^d
	12	49.87±3.32 ^a	12.73±0.61 ^d	37.15±1.31 ^b	34.77±3.31 ^e
Crust	0	74.41±0.01 ^{e1)}	5.29±0.01 ^a	28.21±0.01 ^b	38.04±0.15 ^a
	1	68.82±0.26 ^d	5.55±0.38 ^b	27.56±0.36 ^a	41.53±0.10 ^b
	4	59.34±0.05 ^c	8.16±0.04 ^c	30.04±0.04 ^d	50.74±0.07 ^c
	8	55.57±0.01 ^b	9.14±0.01 ^d	29.25±0.03 ^c	53.48±0.01 ^d
	12	48.41±0.01 ^a	10.88±0.01 ^e	27.54±0.04 ^a	58.78±0.03 ^e

Each value is expressed as mean±standard deviation.

^{a-e} Means in column with different letters are significantly different($\alpha=0.05$) by Duncan's multiple range test

Table 4. Sensory test of muffins added with different levels black garlic extract powder

Sensory characteristic	Substitution levels(%)				
	0	1	4	8	12
Color	5.45±0.31 ^{ab}	5.75±0.33 ^b	5.37±0.14 ^{ab}	4.50±0.49 ^a	4.31±0.47 ^a
Taste	4.43±0.23 ^{ab}	4.93±0.27 ^{ab}	5.50±0.41 ^b	3.93±0.57 ^a	3.87±0.30 ^a
Flavor	4.25±0.45 ^{ab}	5.62±0.51 ^b	4.68±0.29 ^{ab}	3.87±0.68 ^a	3.81±0.21 ^a
Softness	5.00±0.31 ^{ab}	5.56±0.32 ^b	4.87±0.48 ^{ab}	3.68±0.36 ^a	4.56±0.41 ^{ab}
Chewiness	4.56±2.20 ^{ab}	5.81±0.21 ^b	4.00±0.36 ^{ab}	3.31±0.34 ^a	4.25±0.23 ^{ab}
Overall acceptability	4.68±0.38 ^{ab}	5.75±0.37 ^{bc}	5.95±0.26 ^c	3.43±0.42 ^a	4.27±0.29 ^{ab}

Each value is expressed as mean±standard deviation.

^{a-c} Means in row with different letters are significantly different($\alpha=0.05$) by Duncan's multiple range

5. 저장 중 머핀의 pH 변화

흑마늘 추출 분말의 첨가 비율을 달리하여 제조한 머핀의 저장 중 pH 변화는 Table 5에 제시하였다. 머핀 제조 직후 pH는 대조구에서 7.81±0.01로 가장 높았고, 흑마늘 분말 첨가구는 7.76±0.01~6.69±0.01의 범위로 흑마늘 분말의 첨가량이 많아질수록 pH는 낮아지는 경향이었고 이는 본 실험의 반죽 pH 분석 결과와 일치하는 경향이였다. 흑마늘을 5~15% 범위로 첨가한 엘로우레이어 케이크의 pH도 7.21±0.07~6.18±0.04의 범위로(Jeong JY 등 2010) 본 실험의 결과와 유사한 범위였다. 저장 중 머핀의 pH는 저장 6일까지 미량 증가하였다가 저장 9일에 다시 감소하였다.

6. 저장 중 텍스처 변화

머핀의 저장 중 텍스처의 변화는 Table 6에 나타내었다. 견고성(hardness)은 저장 3일에 가장 큰 폭으로 유의적으로 증가한 다음 계속하여 증가하는 경향을 나타내었는데 저장 9일에 1% 첨가구에서 226.93±28.53로 가장 높았다. 백년초 분말을 첨가한 컵케이크의 견고성도 1% 첨가구에서 가장 높았으며 5% 이상 첨가구에서 다시 낮아

Table 5. pH of muffins substituted with different levels of black garlic extract powder during storage at room temperature

substitution levels(%)	Storage period (days)			
	0	3	6	9
0	7.81±0.01 ^{aE}	7.81±0.01 ^{aE}	7.91±0.01 ^{bE}	7.90±0.01 ^{bE}
1	7.76±0.01 ^{bD}	7.72±0.01 ^{aD}	7.75±0.01 ^{bD}	7.75±0.01 ^{bD}
4	7.39±0.01 ^{cC}	7.35±0.01 ^{aC}	7.36±0.01 ^{bC}	7.29±0.01 ^{aC}
8	6.94±0.01 ^{aB}	7.03±0.01 ^{cB}	7.06±0.01 ^{bB}	6.94±0.01 ^{aB}
12	6.69±0.01 ^{aA}	6.82±0.01 ^{bA}	6.87±0.01 ^{cA}	6.80±0.01 ^{bA}

Each value is expressed as mean±standard deviation.

Means in the same row(a-c) and the same column(A-E) bearing different superscripts are significantly different($\alpha=0.05$) by Duncan's multiple range test

졌는데, 저장 기간이 경과할수록 견고성은 증가하였다는 보고(Kim NY 등 2007)는 본 실험의 결과와 유사한 경향이였다.

탄력성(springness)은 저장 기간의 경과에 따른 차이가 없었고 흑마늘 추출 분말의 첨가량에 따른 영향도 적어 저장 6일과 9일에만 실험구간에 미미한 차이가 있었다. 씹힘성(chewiness)은 흑마늘 분말 1% 첨가구에서 가장 높았으며, 저장기간에 따라 증가하여 저장 9일에 가장 높아 42.22±10.95~64.74±15.06의 범위였다. 응집성(cohesiveness)은 제조 직후 흑마늘 분말 1% 첨가구에서 가장 높았으며 모든 실험구에서 저장 3일에 유의적으로 감소한 후 저장 기간의 경과와 더불어 점차 감소하는 경향이었는데 저장 9일에는 0.23±0.02~0.27±0.02의 범위로 대조구와 실험구간에 유의차가 없었다. 머핀의 복원성(resilience)은 대조구와 첨가구 모두 저장 기간 저장 0일에 가장 높아 0.09±0.01~0.10±0.01의 범위였으며 저장 3일에 0.06±0.01~0.07±0.01의 범위로 감소한 이후 유의적인 변화가 없었다. 검성(gumminess)은 저장 기간이 경과함에 따라 증가하였는데, 저장 전에는 흑마늘 분말 1% 첨가구에서 52.80±16.71로 가장 높았으며, 흑마늘 분말 4~12% 첨가구에서는 30.98±3.28~37.67±6.54이던 것이 저장 9일에는 흑마늘 분말 1% 첨가구는 62.39±11.51, 그 외 실험구는 45.84±3.84~52.48±8.88로 증가하였다.

7. 저장 중 항산화 활성의 변화

흑마늘 추출 분말을 첨가하여 제조한 머핀의 저장 중 항산화 활성을 DPPH 라디칼 소거능을 이용해 측정된 결과는 Table 7에 나타내었다. 대조구에 비해 흑마늘 분말 4% 이상 첨가구에서 유의적으로 높은 활성을 나타내었고, 흑마늘 추출 분말의 첨가량이 증가할수록 활성도 유의적으로 높아져 12% 첨가구에서 49.76±0.51%로 활성이 가장 높았다. 저장 기간이 경과할수록 DPPH 소거활성은 점차 감소하였는데, 저장 9일에 대조구의 활성은 81% 정도가 감소한데 반해 흑마늘 추출 분말 첨가구에서는 4~33% 정도 감소하여 감소율이 더 낮았으며, 흑마늘 추출 분말

Table 6. Texture profile analysis of muffins added with different levels black garlic extract powder during storage at room temperature

Texture parameters	Sub. levels(%)	Storage period (days)			
		0	3	6	9
Hardness	0	90.90±8.69 ^{aA}	137.42±19.46 ^{aB}	173.46±15.64 ^c	157.51±26.03 ^{aBC}
	1	122.03±16.55 ^{bA}	201.56±18.09 ^{bB}	205.95±19.12 ^{cB}	226.93±28.53 ^{cB}
	4	98.76±3.80 ^{aA}	147.65±17.71 ^{aB}	164.22±18.44 ^{abBC}	188.61±46.74 ^{abC}
	8	100.55±3.84 ^{aA}	162.35±17.34 ^{aB}	145.59±4.10 ^{abB}	197.53±22.13 ^{bcC}
	12	118.75±6.14 ^{bA}	141.10±17.39 ^{aAB}	163.16±26.08 ^{aBC}	178.22±37.66 ^{abC}
Springness	0	0.99±0.00 ^{aA}	1.00±0.00 ^{aA}	0.94±0.13 ^{abA}	0.87±0.21 ^{aA}
	1	0.99±0.01 ^{aA}	1.00±0.01 ^{aA}	0.99±0.01 ^{abA}	1.03±0.11 ^{bA}
	4	0.99±0.00 ^{aA}	0.99±0.02 ^{aA}	1.00±0.01 ^{bA}	0.97±0.05 ^{abA}
	8	0.99±0.00 ^{aA}	1.00±0.00 ^{aA}	0.87±0.21 ^{aA}	0.97±0.05 ^{abA}
	12	1.00±0.00 ^{aA}	0.99±0.01 ^{aA}	0.98±0.02 ^{abA}	1.04±0.06 ^{abB}
Chewiness	0	30.21±5.57 ^{aA}	39.49±5.54 ^{aA}	46.49±5.59 ^{abB}	42.22±10.95 ^{aAB}
	1	49.18±4.65 ^{cA}	57.23±8.53 ^{bAB}	56.62±7.63 ^{cAB}	64.74±15.06 ^{abB}
	4	30.89±3.31 ^{aA}	38.22±8.60 ^{aAB}	50.18±14.69 ^{bB}	49.83±15.59 ^{abB}
	8	34.82±1.53 ^{abA}	38.82±5.86 ^{aAB}	46.47±8.24 ^{abA}	51.08±9.63 ^{aAB}
	12	38.80±4.56 ^{bA}	38.71±4.74 ^{aA}	45.49±6.70 ^{abA}	57.53±34.95 ^{aA}
Cohesiveness	0	0.34±0.03 ^{bC}	0.28±0.02 ^{aB}	0.27±0.01 ^{abAB}	0.23±0.02 ^{aA}
	1	0.38±0.03 ^{cB}	0.28±0.02 ^{aA}	0.27±0.01 ^{bA}	0.27±0.02 ^{aA}
	4	0.30±0.01 ^{abB}	0.25±0.02 ^{aA}	0.28±0.02 ^{bAB}	0.26±0.03 ^{aAB}
	8	0.35±0.01 ^{bbB}	0.28±0.02 ^{aA}	0.25±0.01 ^{aA}	0.26±0.02 ^{aA}
	12	0.33±0.01 ^{abA}	0.27±0.01 ^{aA}	0.27±0.01 ^{abA}	0.29±0.12 ^{aA}
Resilience	0	0.09±0.01 ^{abC}	0.06±0.01 ^{aAB}	0.06±0.01 ^{abB}	0.05±0.01 ^{aA}
	1	0.10±0.01 ^{bbB}	0.07±0.01 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}	0.06±0.01 ^{bA}
	4	0.09±0.01 ^{abB}	0.07±0.01 ^{aAB}	0.06±0.01 ^{aA}	0.05±0.01 ^{aA}
	8	0.09±0.04 ^{abB}	0.07±0.01 ^{aA}	0.06±0.01 ^{aA}	0.06±0.01 ^{bA}
	12	0.09±0.01 ^{aC}	0.07±0.01 ^{abB}	0.06±0.01 ^{aA}	0.06±0.01 ^{bA}
Gumminess	0	37.01±15.51 ^{aA}	39.46±5.54 ^{aA}	44.09±11.59 ^{aA}	46.07±6.01 ^{aA}
	1	52.80±16.71 ^{bA}	53.39±5.30 ^{baA}	58.09±8.94 ^{baA}	62.39±11.51 ^{caA}
	4	30.98±3.28 ^{aA}	37.44±8.92 ^{aAB}	43.83±6.90 ^{abC}	45.84±3.84 ^{bcC}
	8	34.92±1.53 ^{aA}	38.79±6.71 ^{aAB}	45.96±7.25 ^{abC}	52.48±8.88 ^{acC}
	12	37.67±6.54 ^{aA}	38.73±4.77 ^{aA}	44.16±7.36 ^{aA}	45.26±6.12 ^{aA}

Each value is expressed as mean±standard deviation.

Means in the same row(a-c) and the same column(A-C) bearing different superscripts are significantly different($\alpha=0.05$) by Duncan's multiple range test

의 첨가량이 많을수록 감소율은 낮았다.

생마늘 보다 흑마늘 총 폴리페놀의 함량이 2.5배 이상 높으며, 전자공여능 및 항산화 활성도 마늘에 비해 더 높다는 보고들(Jang EK 등 2008, Shin JH 등 2008a)로 미루어 볼 때 본 실험에서 흑마늘 첨가 머핀의 항산화 활성은 첨가된 흑마늘 추출 분말에 기인하는 것으로 판단되고, 머핀 소성 후에도 흑마늘의 첨가에 따른 항산화 활성은 유지되므로 일정량 이상의 흑마늘 분말 첨가는 머핀의 기능성 부여에 기여할 것으로 생각된다.

8. 저장 중 산화도의 변화

흑마늘 추출액 분말의 혼합비율을 달리하여 제조한 머핀을 9일 동안 상온에 저장하면서 산화도를 TBARS법으로 측정된 결과는 Fig. 1에 나타내었다. Malonaldehyde는 식품중의 불포화지방산이 산화되어 생성되는 과산화물 중의 하나로 2-tiobarbutric acid와 결합하여 붉은색으로 발색하게 되는데, 이 발색정도로 식품의 산화도를 알 수 있다(Park NB 등 2010).

Table 7. DPPH radical scavenging activity of muffins prepared with black garlic extract powder during storage at room temperature (%)

Substitution levels(%)	Storage period (days)			
	0	3	6	9
0	2.59±0.66 ^{bA}	2.51±0.18 ^{bA}	0.62±0.22 ^{aA}	0.49±0.19 ^{aA}
1	2.12±0.24 ^{bA}	2.26±0.61 ^{bA}	1.53±0.14 ^{aA}	1.42±0.24 ^{aA}
4	16.90±0.83 ^{bb}	15.59±0.63 ^{bb}	14.22±1.63 ^{bb}	13.78±1.77 ^{bb}
8	35.71±1.19 ^{bc}	29.65±1.24 ^{ac}	29.91±1.25 ^{ac}	30.60±1.49 ^{ac}
12	49.76±0.51 ^{cd}	48.09±1.01 ^{bd}	47.09±0.62 ^{abd}	47.38±0.37 ^{abd}

Each value is expressed as mean±standard deviation. Means in the same row(a-c) and the same column(A-D) bearing different superscripts are significantly different($\alpha=0.05$) by Duncan's multiple range test

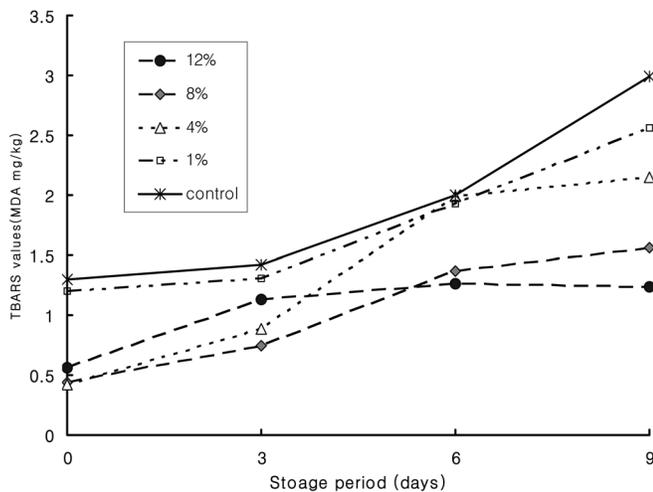


Fig. 1. Changes in TBARS value of muffins prepared with black garlic extract powder during storage at room temperature.

흑마늘 추출액 분말 첨가구에서 산화도 감소 효과가 있었는데, malonaldehyde의 함량은 저장 0일에 흑마늘 추출 분말 4% 이상 첨가구에서 유의적으로 낮았으며, 1% 첨가구는 저장 초기에는 대조구와 유의차가 없었으나, 저장 9일차에는 유의적으로 낮아졌다. 12% 첨가구에서 저장 기간이 증가할수록 더욱 뚜렷한 항산화 효과를 나타내었는데 저장 9일에는 malonaldehyde 생성량이 가장 낮아 1.24±0.22 MDA mg/kg이었다.

Shin JH 등(2008a)은 oil emulsin 상에서 TBA 생성량은 흑마늘 추출물 첨가시 유의적으로 낮았다고 보고 하였으며, 그 외에도 마늘 및 흑마늘의 항산화 활성에 대한 여러 보고(Lee HH 등 2010, Choi DJ 등 2008, Jung CH 등 2007)들로 미루어 보아 흑마늘의 항산화 효과에 의해 머핀의 산화도가 감소되었을 것으로 추측할 수 있으며 이는 산화억제에 따른 머핀의 저장성 향상에 도움을 줄 것

으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

흑마늘 추출액의 동결건조 분말을 박력분 중량에 대하여 0, 1, 4, 8 및 12%(w/w) 첨가하여 제조한 머핀의 품질 특성을 분석하였으며, 이를 9일 동안 상온 저장하면서 3일간 간격으로 시료를 취하여 항산화 활성 및 산화 정도를 비교 분석하였다. 머핀 반죽의 pH는 흑마늘 추출 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 낮아졌으며, 반죽의 비중은 0.78±0.01~0.84±0.01 cc/g의 범위로 흑마늘 분말의 첨가량이 많을수록 증가하였다. 소성 후 머핀의 높이는 흑마늘 추출 분말 12% 첨가구에서 가장 낮았다. 머핀 외부와 내부의 색도를 측정된 결과 명도는 흑마늘 분말 첨가량이 증가함에 따라 내부와 외부 모두 유의적으로 감소하는 경향이었으며, 적색도는 내부와 외부색 모두 증가하는 경향을 나타내었다. 머핀 외부의 황색도는 흑마늘 추출 분말 8%와 12% 첨가시에는 오히려 감소하였다. 관능 평가결과 색, 풍미, 부드러움 및 씹힘성은 흑마늘 추출물 분말 1% 첨가구, 맛과 전체적인 기호도는 4% 첨가구에서 가장 높았다. 머핀의 저장 중 조직감의 변화를 측정한 결과 흑마늘 분말 1% 첨가구에서 견고성, 씹힘성, 응집성, 복원성 및 검성이 가장 높았으며, 저장기간이 증가함에 따라 견고성, 씹힘성 및 검성은 대조구와 실험구 모두 증가하였고, 탄력성, 응집성 및 복원성은 감소하는 경향을 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과 흑마늘 추출물 분말의 첨가량이 증가함에 따라 활성이 증가하였으며, 저장 기간이 경과 할수록 활성은 점차 감소하였다. 흑마늘 추출 분말을 첨가함으로써 지질과산화 생성물인 malonaldehyde의 생성도 유의적으로 낮아 흑마늘 추출 분말의 첨가는 머핀의 기능성 향상 및 산화 안정성에 기여함을 확인할 수 있었다.

참고문헌

AACC. 2000. Approved methods of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN. U.S.A.
 Ahn CS, Yuh CS. 2004. Sensory evaluations of muffins with melberry leaf powder and their chemical characteristics. J East Asian Dietary Life 14(6):576-581
 An HL, Heo SJ, Lee KS. 2010. Quality characteristics of muffins with xylitol. The Korean Journal of Curlingly Research 16(3): 307-316
 Anki S, Mirelman D. 1999. Antimicrobial properties of allicin from garlic. Microbes Infect 1(2):125-129
 Bennion EB, Bamford GST. 1997. The technology of cake making. 6th ed. Blackie Academic and Professional, London, UK. pp 275-288

- Buege JA, Aust SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. Method Enzymol 52:302-310
- Choi DJ, Lee SJ, Kang MJ, Cho HS, Sung NJ, Shin JH. 2008. Physicochemical characteristics of black garlic(*Allium sativum* L.). J Korean Soc Food Sci Nutr 37(4):465-471
- Choi YH, Shim YS, Kim CT, Lee C, Shin DB. 2007. Characteristics of thiosulfinates and volatile sulfur compounds from blanched garlic reacted with alliinase. Korean J Food Sci Technol 39(6):600-607
- Chung HJ. 2006. Quality characteristic of low-fat muffins containing whey protein containing whey protein concentrate. Korean J Food Cookery Sci 22(6):890-897
- Corzo-Martinez M, Corzo N, Villamiel M. 2007. Biological properties of onions and garlic. Trends Food Sci Tech 18(12):607-625
- Han KB, Song IH, Eum KY. 2005. Process for preparing aged garlic. Korea Patent 10-0530386
- Hwang IG, Woo KS, Kim DJ, Hong JT, Hwang BY, Lee YR. 2007. Isolation and identification of an antioxidant substance from heated garlic(*Allium sativum* L.). Food Sci Biotechnol 16(6):963-966
- Jang EK, Seo JH, Lee SB. 2008. Physiological activity and antioxidative effects of aged black garlic(*Allium sativum* L.) extract. Korean J Food Sci Technol 40(4):443-448
- Jeon SY, Kim HC, Kim MR. 2003. Quality characteristics of functional muffins containing hesperetin. Korean J Soc Food Cookery Sci 19(3):324-327
- Jeong JY, Jeong CH, Choi JS. 2010. Quality characteristic of yellow layer cake added with black garlic powder. Journal of Agriculture & Life science 44(1):51-59
- Joo NM, Lee SM, Jeong HS, Park SH, Jung AR, Ryu SY, Lee JH, Jung HA. 2008. The optimization of muffin with yam powder using response surface methodology. Korean J Food culture 23(2):243-251
- Joo SY, Kim HJ, Park JE, Joo NM, Han YS. 2006. Optimization of muffin with added spinach powder using response surface methodology. Korean J Food Cookery Sci 22(12):45-55
- Jung CH, Shin JH, Kang MJ, Seoung TJ, Shim KH, Choi SG. 2007. Effect of garlic addition on oxidative stability of oil dressing and mayonnaise. Journal of Agriculture & Life science 41(3):55-62
- Jung HO, Lee JJ, Lee MY. 2008. The characteristics of cookie and muffin made with soybean paste powder and sun-dried salt. Korean J Food Preserv 15(4):505-511
- Kim JH, Kim JH, Yoo SS. 2008. Impacts of the proportion of sea-tangle on quality characteristic of muffin. Korean J Food Cookery Sci 24(5):565-572
- Kim JH, Lee YT. 2004. Effects of barley bran on the quality of sugar-snap cookie and muffin. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(8):1367-1372
- Kim KH, Lee SY, Yook HS. 2009. Quality characteristics of muffins prepared with flowering cherry(*Prunus serrulata* L. var. spontanea Max. wils.) Fruit Powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(6):750-756
- Kim NY, Cho AR, Jung SJ, Kim KH, Lee HJ, Lee S, Yook HS. 2007. Quality characteristic of cupcakes added with *Opuntia ficus-indica* var. saboten powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 36(1):58-64
- Kim TW, Kim BH. 2007. Aged garlic and its methods. Korea patent 10-2007-0080964
- Lee HH, Kim IJ, Kang ST, Kim YH, Lee JO, Ryu CH. 2010. Development of black garlic Yakju and its antioxidant activity. Korean J Food Sci Technol 42(1):69-74
- Lee JO, Kim KH, Yook HS. 2009. Quality characteristics of cookies containing various levels of aged garlic. J East Asian Soc Dietary Life 19(1):71-77
- Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH. 2009. Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(9):1222-1228
- Park NB, Lee SY, Yoon SY, Kim KBWR, Song EJ, Lee SJ, Lee CJ, Jung JY, Kwak JH, Lee HD, Choi HD, Ahn DH. 2010. Effect of extracts from morus alba L. and curcuma aromatica on Shelf-life and quality of wet noodle. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(5):750-756
- Park SH, Lim SI. 2007. Quality characteristics of muffin added red yeast rice flour. Korean J Food Sci Technol 39(3):272-275
- Ruffin J, Hunter SA. 1983. An evaluation of side effects of garlic as an antihypertensive agent. Cytobios 37(4):85-89
- Ryu SY, Jung HS, Park SH, Shin JI, Jung HA, Joo NM. 2008. Optimization of muffins containing dried leek powder using response surface methodology J Korean diet Assoc 14(2):105-113
- Saltan WJ. 1983. Factors Concerning Biscuits and Muffins. 3rd ed. The AVI Publishing Co. Inc. New York, USA. pp 191-207
- Shin JH, Choi DJ, Lee SJ, Cha JY, Sung NJ. 2008a. Antioxidant activity of black garlic(*Allium sativum* L.). J Korean Soc Food Sci Nutr 37(8):965-971
- Shin JH, Ryu SY, Lee SM, Jeong HS, Paik JE, Joo NM. 2008b. Optimization of formulation condition for muffins with added broccoli powder. Korean J Food Culture 23(5):621-628
- Steinmetz KA, Kushi LH, Bostick RM, Folsom AR, Potter JD. 1994. Vegetables, fruits, and colon cancer in the Iowa women's health study. Am. J Epidemiol 139(1):1-15
- Vasanth Rupasinghe HP, Wang L, Huber GM, Pitts NL. 2008. Effect of baking on dietary fiber and phenolics muffins incorporated with apple skin powder. Food Chemistry 107(3):1217-1224