

흑토마토 분말을 첨가한 냉동 쿠키의 품질 및 항산화 특성

오현빈 · 최병범* · 송가영 · 장양양 · †김영순

고려대학교 식품영양학과, *신한대학교 식품조리과학부 식품영양전공

Quality and Antioxidant Properties of Iced Cookie with Black Tomato (*Lycopersicum esculentum*) Powder

Hyeonbin O, Byung Bum Choi*, Ka-Young Song, Yangyang Zhang and †Young-Soon Kim

Dept. of Food and Nutrition, Korea University, Seoul 02841, Korea

*Major in Food and Nutrition, Division of Food Science & Culinary Arts, Shinhan University, Gyeonggi-do 11644, Korea

Abstract

Black tomato (*Lycopersicum esculentum*) is known to have more β -carotene, lycopene, and vitamin C than general red-colored tomatoes. In this study, we evaluated the quality properties, antioxidant activities and sensory characteristics of black tomato cookies. Cookies were prepared by replacing 0, 1, 3, 5, and 7% of flour with black tomato powder. Density of black tomato cookies tended to be decreased between control (1.20) and 3% added groups (1.12). pH value was decreased from control (6.66) to 7% added group (5.16). Spread factor and loss rate were increased with increasing amounts of black tomato powder. Hardness was gradually increased from 107.77 g/cm² in control to 170.50 g/cm² in 7% added group. Color measurement indicated that L-value (brightness) was highest in control (70.46) and lowest in 7% added group (45.23); whereas, a-value (redness) increased while b-value (yellowness) tended to decrease with increasing amounts of black tomato powder. Total polyphenol contents and DPPH radical scavenging activities were directly proportional to the amount of black tomato powder. Consumer preference scores in color and flavor of black tomato powder added group were higher than those of control. Characteristic strength test was not significantly different among the groups. Overall, the results indicated that adding 5% black tomato powder is desirable for making black tomato cookies.

Key words: antioxidant property, black tomato powder, iced cookie, quality property, sensory evaluation

서 론

최근 현대인들의 식생활 변화와 경제발전으로 인한 식품 가공산업의 발전으로 제과제품에 대한 소비자들의 선호도가 높아졌으며, 그 소비량도 증가하는 추세이다(Kim & Chung 2007). 냉동 쿠키는 길게 성형한 반죽을 냉동시킨 후 얇게 썰어 구운 쿠키이며, 장기간 저장이 용이하여 제과업계에서 많이 이용하고 있는 제과제품이다(Shin 등 2014). 한편, 건강한 영양섭취에 대한 인식이 높아지며 영양이 강화된 기능성 식품에 대한 수요가 증가하고 있고(Aksoylu 등 2015), 냉동 쿠키

에서도 표고버섯 분말(Jung & Joo 2010), 갈근 분말(Lee 등 2008)을 첨가하여 쿠키의 영양적 기능성과 품질을 높이고자 한 연구가 진행되었다.

토마토(*Lycopersicum esculentum*)는 가지과의 일년생 작물로서 안데스 산맥이 원산지이다. 토마토는 비타민 A, 비타민 C, 무기질, 당, 식이섬유, 유기산이 풍부하고, 글루탐산의 함량이 높아 서양에서는 생식뿐만 아니라, 굽거나 소스의 형태로 섭취하고 있다(Ha & Kwak 2008). 한국에서도 토마토는 전국적으로 재배되고 있으며, 과채류의 대표작물로서 건강식품으로 인식되고 있다(Seo 등 2013). 그 중에서도 Kumato라고

† Corresponding author: Young-Soon Kim, Dept. of Food and Nutrition, Korea University, Seoul 02841, Korea. Tel: +82-2-3290-5638, Fax: +82-2-921-7207, E-mail: ktersa@korea.ac.kr

알려진 흑토마토는 남아메리카 갈라파고스 제도가 원산지이며, 스위스 종자 회사 신젠타에서 개발한 토마토 품종이다 (Fernández LO 2009). 일반 토마토보다 수확기간이 3~4개월로 길고, 저장기간이 2배 이상 길며, 다른 토마토 종보다 라이코펜, 베타카로틴, 루테인 등의 성분들을 많이 함유하고 있다 (Na 등 2013). 특히 라이코펜은 식물에서 발견되는 천연 카로티노이드계 색소로, 강력한 항산화 효과와 항암작용을 갖고 있다고 알려져 있으며 (Rao & Agarwal 1999), LDL 콜레스테롤 수치와 혈압을 낮추는 효과가 있다 (Willcox 등 2003). 흑토마토에는 라이코펜과 함께 자색의 안토시아닌 색소가 함유되어 있어 특유의 검은색을 띠는데 (Borghesi 등 2011), 안토시아닌 색소는 항산화성이 뛰어나며, 심혈관계 질환 및 비만 개선의 효과를 가지고 있다 (Wallace TC 2011).

이런 기능성 성분을 함유한 토마토를 첨가하여 소시지 (Na & Joo 2012), 과실주 (Jang 등 2010), 고추장 (Seo 등 2012)을 제조하고, 그 특성을 분석한 연구가 진행되었다. 또한 Paik 등 (2013)의 연구에서는 토마토 분말을 첨가한 쉬폰 케이크가 기호도 측면에서 우수하였다고 보고되어, 제과제품의 기능성 및 품질 향상을 위하여 흑토마토 분말을 이용할 수 있을 것으로 예상되었다.

따라서 본 연구에서는 여러 효능을 갖고 있는 흑토마토 분말을 첨가하여 기능성 쿠키를 제조하고, 흑토마토 쿠키의 품질 특성, 항산화 활성 및 관능 특성을 분석하여, 제과제품에서 흑토마토 분말의 이용 가능성을 알아보았다.

재료 및 방법

1. 쿠키의 제조

쿠키를 제조하기 위해 박력분 (CJ, Incheon, Korea), 설탕 (CJ, Incheon, Korea), 버터 (Seoul Dairy Cooperative, Seoul, Korea)를 구입하였고, 계란은 시중에서 구입하여 사용하였다. 흑토마토는 강원도 화천 지방에서 2015년 9월에 수확한 것을 구입하였으며, 본 실험에 사용하기 위해 동결건조기 (FD8508, Ilshin Biobase Co. LTD., Gyeonggi, Korea)로 동결건조하고, 고속분쇄기 (CRT-04, Hungchuan Machinery Enterprise, Taipei, Taiwan)를 사용해 분쇄한 후 20 mesh 체를 통과시켜 분말화하였다.

흑토마토 분말을 첨가한 쿠키는 Table 1의 배합비율에 따라 밀가루의 0, 1, 3, 5, 7%를 흑토마토 분말로 대체하여 제조하였다. 제조 방법은 선행된 연구를 참고하였다 (Jung 등 2012; Jung 등 2013). 믹서 (KM400, Kenwood, Havant, Britain)를 사용해 버터를 2분 간 휘저어 크림화하였고, 설탕을 넣어 3분간 혼합하였다. 그 후 계란을 넣고 달걀이 분리되지 않도록 잘 혼합하였고, 밀가루와 흑토마토 분말을 체질하여 넣고 주걱

Table 1. Formulas for cookies with different levels of black tomato powder

Ingredients(g)	Additional ratio of black tomato powder(%)				
	0	1	3	5	7
Flour	300	297	291	285	279
black tomato powder	0	3	9	15	21
Butter	150	150	150	150	150
Sugar	120	120	120	120	120
Egg	60	60	60	60	60

으로 반죽하였다. 완성된 쿠키 반죽은 직경 40 mm의 원기둥 형태로 성형하고, 냉동고 (-10°C)에서 1일간 휴지시켰다. 반죽은 8 mm 간격으로 절단하고, 오븐 (Zippel DE68-04072D, Samsung, Seoul, Korea)을 사용하여 170°C에서 20분간 구웠다. 완성된 쿠키는 실온 (25°C)에서 1시간 동안 방냉한 후, 지퍼백에 넣어 밀봉하여 실험에 사용하였다.

2. 반죽의 비중 및 pH

흑토마토 쿠키 반죽의 비중과 pH를 측정하기 위해 냉동고에서 휴지시키기 직전의 완성된 반죽을 사용하였다. 반죽의 비중은 50 mL 메스실린더에 물 30 mL를 채우고, 반죽 5 g을 넣어 증가한 부피를 측정하여 계산하였다. 반죽의 pH는 쿠키 반죽 10 g에 증류수 90 mL를 혼합하고, 균질기 (Unidrive 1000D, Ingenieurburo CAT M.Zipperer GmbH, Staufen, Germany)로 균질화한 것을 pH meter (SP-701, Sutex instruments Co. LTD., Taipei, Taiwan)를 이용하여 측정하였다.

3. 퍼짐성, 굽기 손실

쿠키의 퍼짐성 측정은 AACC Method 10-50D (AACC 2000)의 방법을 사용하였고, 쿠키 표본 6개를 무작위로 추출하여 쿠키의 평균 직경과 두께를 구하고, 다음의 식으로 쿠키의 퍼짐성을 계산하였다. 쿠키의 굽기 손실은 굽기 전 쿠키 반죽의 중량과 구운 후 쿠키 반죽의 중량을 저울 (Libror EB-2200HV, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 측정하여 계산하였다.

$$\text{Spread factor} = \frac{\text{쿠키 6개에 대한 평균 넓이(mm}^2\text{)}}{\text{쿠키 6개에 대한 평균 두께(mm)}}$$

4. 색도

흑토마토 쿠키의 색도는 쿠키 시료 표본을 무작위로 추출하고, 쿠키의 표면을 색차계 (CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 3회 측정하여 평균값을 내었다. 색차계 보정을 위하여 색도의 색차

표가 각각 $L=96.90$, $a=0.45$, $b=1.49$ 인 백색판을 사용하였고, 다음의 식을 이용해 ΔE (총색차값)을 구하여 각 시료간의 색차를 비교하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_{sample} - L_{standard})^2 + (a_{sample} - a_{standard})^2 + (b_{sample} - b_{standard})^2}$$

5. 경도

흑토마토 쿠키의 경도는 Rheometer(Sun rheometer Compact-100 II, Sun Scientific Co. LTD., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. Probe는 Lee WG(2015)의 연구에서 설정한 기기 작동 조건을 참고하여 No. 5 mm 어댑터를 사용하였고, distance 5 mm, table speed 120 mm/s의 조건에서 측정하였다.

6. 총 폴리페놀 함량

흑토마토 쿠키의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 법(Singleton & Rossi 1965)에 따라 분석하였다. 시료는 동결건조한 쿠키 분말 1 g을 증류수 10 mL로 24시간 추출하여 원심분리기를 이용해 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고, Whatman No. 1 여과지로 여과한 것을 사용하였다. 80배 희석한 시료 용액 800 μ L에 0.9 N Folin-Ciocalteu 시약(Junsei Chemistry, Tokyo, Japan) 50 μ L와 20% 탄산나트륨(Merck kGaA, Darmstadt, Germany) 용액 150 μ L를 첨가하여 빛을 차단하고 상온(25°C)에서 2시간 동안 반응시켰다. 흡광도는 700 nm에서 microplate reader (Infinite 200 PRO, Tecan, Mannedorf, Switzerland)를 사용해 측정하였다. 표준물질로 갈산(Merck kGaA, Darmstadt, Germany)을 사용하여 흡광도 검량선을 작성하였고, 각 시료의 총 폴리페놀 함량은 갈산 당량(GAE)으로 환산하여 표시하였다.

7. DPPH 라디칼 소거능

흑토마토 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 Molyneux P(2004)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료의 DPPH 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼에 대해 50% 소거 효과를 보이는 IC₅₀ 값(mg/mL)으로 표현하였다. IC₅₀ 값은 각 시료를 1~6배 희석하여 희석 배수에 따른 DPPH 라디칼 소거율을 구하고, 추세선의 식으로부터 도출하였다. 각 시료의 희석 배수별 DPPH 라디칼 소거율은 희석한 시료 0.1 mL에 0.2 mM DPPH(Sigma Aldrich Corp., St. Louis, MO, USA) 용액 0.1 mL를 첨가하고,

빛을 차단하여 상온에서 30분간 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였다.

8. 관능검사

관능검사는 고려대학교 식품영양학과 대학원생 20명을 대상으로 관능검사의 목적과 평가 방법 및 측정 항목에 대한 주의사항을 설명하고, 충분한 훈련을 거친 후 실시하였다. 관능검사에 사용된 시료는 백색 플라스틱 접시에 생수와 함께 제공되었다. 소비자 기호도는 각 시료의 색(color), 향미(flavor), 질감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptability)를 7점 척도법으로 평가하였으며, ‘매우 싫음’은 1점, ‘매우 좋음’은 7점으로 질문지에 표시하도록 하였다. 특성 강도는 느끼한 맛(oily flavor), 단맛(sweetness), 고소한 맛(savory), 삼킨 후의 느낌(after taste) 등 4개 항목을 7점 척도법으로 평가하였으며, ‘매우 약함’을 1점, ‘매우 강함’을 7점으로 질문지에 표시하도록 하였다.

9. 통계처리

모든 실험은 3회 반복 시행되었으며, 실험에 의한 결과값은 SPSS(12.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용해 분산분석(ANOVA)을 실시하여 Mean \pm S.D.로 나타내었다. 각 측정 평균값 간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test에 의해 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 반죽의 밀도 및 pH

흑토마토 분말을 첨가한 쿠키 반죽의 밀도와 pH는 Table 2와 같다. 반죽의 밀도는 대조군에서 1.20으로, 3% 첨가군에서 1.12로 나타나 흑토마토 분말의 첨가량에 따라 감소하는 경향을 보였으나, 3~7% 첨가군에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반죽의 밀도는 쿠키의 품질을 평가하는 주요한 지표이며(HadiNezhad & Butler 2009), 완성된 쿠키의 향과 색에 영향을 주는 요인으로 알려져 있다(Moon & Jang 2011).

반죽의 pH는 대조군에서 6.66, 7% 첨가군에서 5.16으로 점차 감소하였다. Jung 등(2012)은 구아바 잎을 첨가하였을 때 쿠키의 pH가 낮아졌으며, 첨가되는 기능성 성분에 의해 영향

Table 2. Density and pH value of cookie dough with different levels of black tomato powder

Properties	Additional ratio of black tomato powder (%)				
	0	1	3	5	7
Density	1.20 \pm 0.03 ^{a1)}	1.18 \pm 0.01 ^b	1.12 \pm 0.01 ^c	1.11 \pm 0.00 ^c	1.11 \pm 0.01 ^c
pH	6.66 \pm 0.01 ^a	6.28 \pm 0.02 ^b	5.82 \pm 0.02 ^c	5.44 \pm 0.01 ^d	5.16 \pm 0.02 ^e

¹⁾ Means in each row with different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

을 받는다고 보고한 바 있다. 또한, Kim 등(2012)의 연구에서 토마토의 첨가량이 증가함에 따라 산천어육수의 pH가 감소하였다는 결과와 일치하였다. 본 연구에서도 흑토마토 분말에 들어있는 다양한 종류의 유기산이 쿠키 반죽의 pH를 낮추었다고 사료된다(Hernández 등 2007).

2. 퍼짐성, 굽기 손실

흑토마토 쿠키의 퍼짐성과 굽기 손실은 Table 3과 같다. 퍼짐성은 쿠키를 구운 이후에 두께가 감소하고, 직경이 증가하는 현상으로 쿠키의 품질을 결정하며, 일반적으로 퍼짐성이 증가할수록 더 좋은 쿠키라고 평가된다(Miller & Hoseney 1997). 흑토마토 쿠키의 퍼짐성은 흑토마토 분말 첨가량이 증가함에 따라 4.97(대조군)에서 6.17(7% 첨가군)으로 증가하는 경향을 보였다. 이는 커민과 생강 분말을 첨가하였을 때 쿠키의 퍼짐성이 증가하였다는 결과와 유사하였다(Abdel-Samie 등 2010).

굽기 손실은 대조군에서는 14.77%였으며, 5% 첨가군에서는 15.70%로 나타나 흑토마토 분말 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보였다. 그러나 7% 첨가군에서는 15.60%로, 5% 첨가군의 굽기 손실과는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 흑미 미강 분말을 3%까지 첨가하였을 때 쿠키의 굽기 손실이 증가하였다는 결과와 유사하였다(Joo & Choi 2012a). 흑토마토 쿠키의 굽기 손실율이 증가한 원인은 퍼짐성의 증가로 쿠키의 직경이 커졌기 때문에, 표면적이 넓어져 수분의 증발이 더 많아졌기 때문으로 해석된다.

3. 색도

흑토마토 쿠키의 색도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. L

(명도) 값은 분말 첨가량이 증가함에 따라 70.46(대조군)에서 45.23(7% 첨가군)으로 점차 감소하였다. a(적색도) 값은 대조군에서는 0.03, 3% 첨가군에서는 12.59로 증가하는 경향을 보였으나, 흑토마토 분말을 5% 이상 첨가하였을 때는 유의적인 차이를 보이지 않았다. b(황색도) 값은 5% 첨가군까지는 대조군(26.34)에 비해 감소하는 경향을 보였다. ΔE(총색차값)는 5% 첨가군까지는 36.35에서 58.45로 증가하는 경향을 보였으나, 7% 첨가군의 색차(58.17)는 5% 첨가군과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 쿠키의 색상은 마이야르 반응이나 카라멜 반응에 의해 어둡게 변화한다(Walker 등 2012). 쿠키의 명도가 감소한 원인은 흑토마토에 존재하는 과당이 카라멜 반응을 일으켰기 때문으로 추측된다(Pathare 등 2012). 한편, 흑토마토의 색소에는 라이코펜과 안토시아닌이 포함되어 있으며(Borghesi 등 2011), 카라멜 반응과 흑토마토에 함유된 색소에 의하여 적색도와 황색도가 변화하였다고 사료된다. 이는 라이코펜의 함량이 색도의 변화에 영향을 주었다는 Stinco 등(2013)의 연구와 일치하였다.

4. 경도

흑토마토 쿠키의 경도는 Fig. 1과 같다. 대조군의 경도는 107.77 g/cm²로 측정되어 가장 낮았고, 흑토마토 분말 첨가군에서는 1% 첨가군부터 각각 123.77, 144.97, 155.27, 170.50 g/cm²로 나타나, 흑토마토 분말 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이 결과는 반죽의 밀도가 낮으면 쿠키가 딱딱해지고, 높으면 쉽게 부서지는 성질을 나타낸다는 Moon & Jang (2011)의 보고와 일치하였다. 쿠키의 경도는 수분 함량, 기공의 발달 정도, 비중 등의 영향을 받는 것으로 알려져 있

Table 3. Spread factor and loss rate of cookies with different levels of black tomato powder

Properties	Additional ratio of black tomato powder (%)				
	0	1	3	5	7
Spread factor	4.97±0.09 ^{d1)}	5.41±0.04 ^c	5.73±0.01 ^b	5.84±0.10 ^b	6.17±0.03 ^a
Loss rate(%)	14.77±0.14 ^c	15.27±0.29 ^b	15.67±0.12 ^a	15.70±0.18 ^a	15.60±0.24 ^{ab}

¹⁾ Means in each row with different superscript letter are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 4. Color values of cookies with different levels of black tomato powder

Properties	Additional ratio of black tomato powder (%)				
	0	1	3	5	7
L	70.46±3.98 ^{a1)}	60.04±3.85 ^b	48.85±2.71 ^c	44.44±3.06 ^c	45.23±4.45 ^c
a	0.03±2.70 ^c	9.72±0.67 ^b	12.59±0.74 ^a	14.61±0.76 ^a	15.11±0.89 ^a
b	26.34±0.81 ^{ab}	26.93±1.85 ^a	22.76±1.98 ^b	22.69±2.06 ^b	23.32±3.15 ^{ab}
ΔE	36.35±2.73 ^d	45.85±2.21 ^c	54.00±1.54 ^b	58.45±1.88 ^a	58.17±2.64 ^a

¹⁾ Means in each row with different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

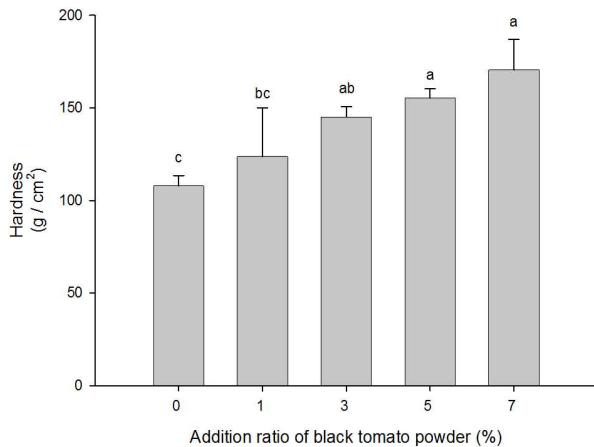


Fig. 1. Hardness of cookies with different levels of black tomato powder

다(Chabot JF 1976). 또한, 당의 첨가는 경도를 증가시키는 효과가 있어(Vetter 등 1986), 흑토마토에 들어있는 당이 쿠키의 경도를 증가시켰을 것으로 추측된다. 즉, 흑토마토 분말을 첨가했을 경우, 더 딱딱한 쿠키 제품이 생산될 것으로 예측된다.

5. 총 폴리페놀 함량 측정

폴리페놀 화합물은 과일, 야채, 식물 등에서 얻을 수 있는 2차 대사산물로서, 강력한 항산화 활성을 가지고 있다(Balasundram 등 2006). 흑토마토 쿠키의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 2와 같다. 총 폴리페놀 함량은 대조군 및 1, 3, 5, 7% 첨가군에서 각각 0.04, 0.05, 0.07, 0.10, 0.15 μg GAE/mg이었으며, 흑토마토 분말 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다. 흑토마토에는 카

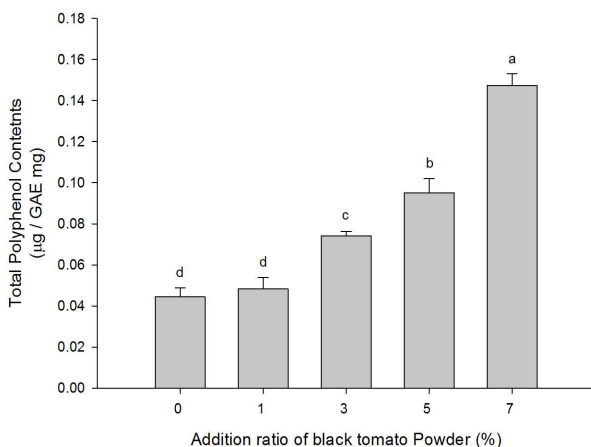


Fig. 2. Total polyphenol contents of cookies with different levels of black tomato powder

페산, 페롤산, 케르세틴, 루틴 등의 폴리페놀 화합물이 들어 있다(Martí 등 2015). 또한 Socaci 등(2014)은 다양한 토마토 종의 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과, 흑토마토에 0.17 μg GAE/mg의 폴리페놀이 들어있는 것을 확인하였다고 보고한 바 있다. 이상의 결과로부터 흑토마토 분말을 넣어 쿠키를 제조했을 때에 항산화성이 강화될 것으로 기대된다.

6. DPPH 라디칼 소거능

흑토마토 분말을 첨가한 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과는 Fig. 3과 같다. 대조군 및 1, 3, 5, 7% 첨가군의 IC_{50} 은 각각 152.27, 114.60, 96.23, 45.44, 35.33 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 나타났으며, 분말첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다. 즉, 흑토마토 분말을 많이 첨가한 쿠키는 대조군에 비하여 더 적은 양으로도 DPPH 라디칼의 50%를 감소시킬 수 있어, 흑토마토 분말을 첨가할수록 쿠키의 항산화력이 높아지는 것으로 해석된다. 이는 새송이버섯 분말을 첨가하였을 때 DPPH 라디칼 소거능이 증가하였다는 Kim 등(2010)의 연구결과와 유사하였고, 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능이 부재료의 항산화력에 많은 영향을 받았다고 보고된 바 있다. 흑토마토 분말에는 폴리페놀 화합물과 라이코펜, 안토시아닌 색소 등이 포함되어 있으며, 이 물질들이 흑토마토 쿠키의 항산화력 증가에 영향을 주는 것으로 사료된다.

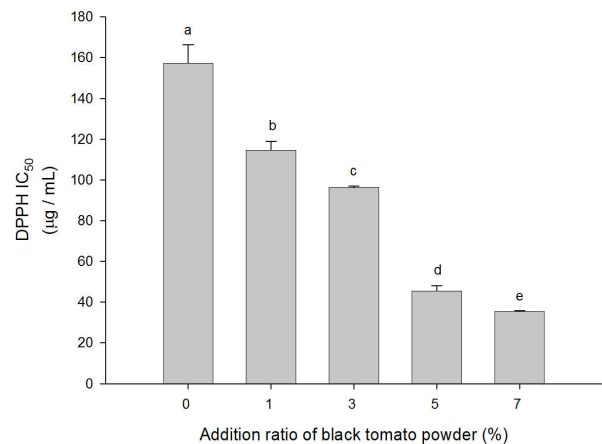


Fig. 3. DPPH scavenging activities of cookies with different levels of black tomato powder

7. 관능검사

흑토마토 분말 첨가량을 다르게 하여 제조한 쿠키에 대한 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 소비자 기호도 항목은 색, 향미, 조직감, 전반적인 기호도의 네 가지 항목이며, 그 중 색과 조직감 항목에서 흑토마토 분말 첨가군이 대조군보다 더 높은 점수를 받았다. 본 연구의 경도 측정에서는 흑토마토 분

Table 5. Consumer acceptability score and characteristic intensity rating of cookies with different levels of black tomato powder

Properties	Additional ratio of black tomato powder (%)				
	0	1	3	5	7
Color	3.78±1.76 ^{b1)}	4.74±1.25 ^a	5.09±1.20 ^a	4.83±1.34 ^a	4.70±1.06 ^a
Flavor	4.26±1.60 ^a	4.43±1.37 ^a	4.91±1.28 ^a	4.57±1.34 ^a	4.48±0.99 ^a
Texture	3.91±1.53 ^b	5.30±1.02 ^a	4.78±1.20 ^a	5.39±1.20 ^a	4.87±1.01 ^a
Overall acceptability	3.99±1.29 ^b	4.83±0.88 ^a	4.93±0.91 ^a	4.93±0.89 ^a	4.68±0.83 ^b
Oily flavor	4.26±1.60 ^a	4.30±1.43 ^a	4.39±1.34 ^a	4.43±1.44 ^a	4.13±1.14 ^a
Sweetness	4.17±1.50 ^a	4.65±1.50 ^a	4.65±1.30 ^a	4.57±1.70 ^a	4.91±0.99 ^a
Savory	4.09±1.47 ^a	4.35±1.43 ^a	4.83±1.53 ^a	4.52±1.56 ^a	4.78±1.08 ^a
After taste	4.00±1.35 ^a	4.70±1.29 ^a	4.87±1.46 ^a	4.48±1.73 ^a	4.26±1.01 ^a

¹⁾ Means in each row with different superscript letter are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

말 첨가량에 따라 경도가 증가하였으나, 관능검사의 조직감 항목에서 더 높은 점수를 받았는데, 이는 율피 분말을 첨가한 쿠키에서 적당히 딱딱한 쿠키에 대한 선호도가 높았다는 결과와 유사하였다(Joo & Choi 2012b). 전반적인 기호도는 3%, 5% 첨가군이 4.93으로 대조군의 3.99보다 높은 점수를 받아, 소비자들은 흑토마토 분말을 3%, 5% 첨가한 쿠키를 가장 선호할 것으로 예상된다. 특성강도 항목은 느끼한 맛, 단맛, 고소함, 삼킨 후의 느낌 등 네 가지 항목을 측정하였으며, 모든 항목에서 대조군과 흑토마토 분말 첨가군 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

요 약

본 연구에서는 기능성 쿠키 제조 및 쿠키의 품질 향상을 위한 목적으로 동결건조한 흑토마토 분말을 첨가하여 냉동 쿠키를 제조하고, 분말 첨가 비율(1~7%)에 따른 쿠키의 품질 특성, 항산화 활성 및 관능 특성을 분석하였다. 반죽의 밀도는 1%, 3% 첨가군은 대조군에 비하여 낮게 나타났으나, 3~7% 첨가군 사이에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반죽의 pH는 7% 첨가군에서 5.16으로 가장 낮았다. 퍼짐성은 흑토마토 분말 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였으며, 굽기 손실은 5% 첨가군까지는 증가하는 경향을 보였으나, 5% 첨가군과 7% 첨가군 사이에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 색도 측정에서 L(명도) 값은 점차 감소하였고, a(적색도) 값은 흑토마토 분말 첨가군이 대조군보다 더 높았으나 흑토마토 분말을 5% 이상 첨가하였을 때는 유의적인 차이를 보이지 않았다. b(황색도) 값은 5% 첨가군까지 대조군(26.34)에 비해 감소하는 경향을 보였다. ΔE (총색차값)도 5% 첨가군과 7% 첨가군에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 경도는 대조군이 107.77 g/cm²로 가장 낮았으며, 7% 첨가군이 170.50 g/cm²로 가장 높았다.

흑토마토 분말 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였고, DPPH IC₅₀은 감소하여 쿠키의 항산화력이 높아지는 것으로 나타났다. 관능 검사에서 소비자 기호도 항목 중 색과 조직감 항목에서 흑토마토 분말 첨가군이 대조군보다 더 높은 점수를 받았다. 특성강도는 모든 항목에서 대조군 및 첨가군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 전반적인 기호도는 3%, 5% 첨가군이 4.93으로 대조군의 3.99보다 높은 점수를 받았다.

이상의 결과를 종합하면, 흑토마토 분말을 첨가하였을 때 쿠키의 퍼짐성이 증가하고, 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능이 증가하였으며, 관능평가에서도 색, 조직감 등에서 대조군에 비해 좋은 평가를 받았다. 흑토마토 분말은 쿠키의 품질 특성 및 항산화 활성에 긍정적인 효과를 주어, 기능성 쿠키 제조 및 쿠키의 품질 향상을 위한 흑토마토 분말의 이용 가능성을 확인하였다. 그러나 흑토마토 분말을 5% 이상 첨가하였을 때 밀도, 굽기 손실, 색상, 특성 강도 등에서 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 관능검사에서도 소비자들이 전반적으로 5% 첨가군을 가장 선호할 것으로 예상되어 흑토마토 분말의 첨가량을 적절히 조절해야 할 필요성이 발견되었다. 쿠키를 제조할 시 밀가루의 5%를 대체하는 것이 가장 바람직할 것으로 예상된다.

References

- AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists: Methods 10-50D. Vol 1. 10th Edition, St. Paul MN. USA
- Abdel-Samie MAS, Wan JJ, Huang WN, Chung OK, Xu BC. 2010. Effects of cumin and ginger as antioxidants on dough mixing properties and cookie quality. *Cereal Chem* 87:

- 454-460
- Aksoylu Z, Çağindi Ö, Köse E. 2015. Effects of blueberry, grape seed powder and poppy seed incorporation on physico-chemical and sensory properties of biscuit. *J Food Quality* 38:164-174
- Balasundram N, Sundram K, Samman S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chem* 99: 191-203
- Borghesi E, González-Miret ML, Escudero-Gilete ML, Malorgio F, Heredia FJ, Meléndez-Martínez AJ. 2011. Effects of salinity stress on carotenoids, anthocyanins, and color of diverse tomato genotypes. *J Agr Food Chem* 59:11676-11682
- Chabot JF. 1976. Preparation of food science sample for SEM. *Scan Electron Micros* 3:279-283
- Fernández LO 2009. Tomato plants, US Patent No. 7,612,261
- Ha DJ, Kwak EJ. 2008. Comparison of quality and sensory characteristics of tomato for tomato sauce production. *J East Asian Soc Dietary Life* 18:965-973
- HadiNezhad M, Butler F. 2009. Effect of flour type and dough rheological properties on cookie spread measured dynamically during baking. *J Cereal Sci* 49:178-183
- Hernández Suárez M, Rodríguez Rodríguez E, Díaz Romero C. 2007. Analysis of organic acid content in cultivars of tomato harvested in Tenerife. *Eur Food Res Technol* 226:423-435
- Jang SY, Woo SM, Jo YJ, Kim OM, Kim IH, Jeong YJ. 2010. Quality characteristics of tomato wine on fermentation conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:443-448
- Joo SY, Choi HY. 2012a. Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:182-191
- Joo SY, Choi HY. 2012b. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies with chestnut inner shell. *Korean J Food & Nutr* 25:224-232
- Jung EJ, Kim KP, Bang BH. 2012. Quality characteristics of cookies added with guava (*Psidium guajava* L.) leaf powder. *Korean J Food & Nutr* 25:317-323
- Jung EJ, Kim KP, Bang BH. 2013. Quality characteristics of cookies added with hongkuk powder. *Korean J Food & Nutr* 26:177-183
- Jung EK, Joo NM. 2010. Optimization of iced cookie prepared with dried oak mushroom (*Lentinus edodes*) powder using response surface methodology. *Korean J Food Cookery Sci* 26:121-128
- Kim KB, Kim YS, Choi SK. 2012. Quality characteristics of *Oncorhynchus masou* stock containing various amounts of tomato. *J East Asian Soc Dietary Life* 22:826-835
- Kim SH, Chung HK. 2007. Sugar supply and intake of Koreans. *Korean J Nutr* 40:22-28
- Kim YJ, Jung IK, Kwak EJ. 2010. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies added with *Pleurotus eryngii* powder. *Korean J Food Sci Technol* 42:183-189
- Lee JH, Soung YH, Lee SM, Jung HS, Paik JE, Joo NM. 2008. Optimization of iced cookie with arrow root powder using response surface methodology. *Korean J Food Cookery Sci* 24:76-83
- Lee WG. 2015. Quality characteristics of cookies added with dropwort powder. *Korean J Culinary Res* 21:42-54
- Martí R, Valcárcel M, Herrero-Martínez J M, Cebolla-Cornejo J, Roselló S. 2015. Fast simultaneous determination of prominent polyphenols in vegetables and fruits by reversed phase liquid chromatography using a fused-core column. *Food Chem* 169:169-179
- Miller RA, Hosenev RC. 1997. Factors in hard wheat flour responsible for reduced cookie spread 1. *Cereal Chem* 74:330-336
- Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J Sci Technol* 26:211-219
- Na HS, Kim JY, Yun SH, Park HJ, Choi GC, Yang SI, Lee JH, Cho JY. 2013. Phytochemical contents of agricultural products cultivated by region. *Korean Soc Food Preserv* 20: 451-458
- Na YR, Joo NM. 2012. Processing optimization and antioxidant activity of sausage prepared with tomato powder. *Korean J Food Cook Sci* 28:195-206
- Paik JE, Kim SJ, An HA, Joo NM. 2013. Processing optimization and antioxidant activity of chiffon cake prepared with tomato powder. *J Korean Diet Assoc* 19:1-13
- Pathare PB, Opara UL, Al-Said F Al-J. 2012. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food Bioproc Tech* 6:36-60
- Rao AV, Agarwal S. 1999. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: A review. *Nutr Res* 19:305-323
- Seo JB, Shin GH, Jang MH, Lee YS, Jung HJ, Yoon BK, Choi KJ. 2013. Breeding of black tomato 'Hei' for protected

- cultivation. *Kor J Hort Sci Technol* 31:833-836
- Seo MJ, Kang BW, Park JU, Kim MJ, Lee HH, Kim ZS, Yoo MB, Kim HS, Kim SM, Jeong YK. 2012. Characterization analysis of functional *gochujang* including grain syrup with tomato puree. *J Life Sci* 22:1463-1469
- Shin DS, Yoo YM, Park BR. 2014. Quality characteristics of iced pumpkin paste cookies prepared using different fat and fatty oils. *Korean J Food Cook Sci* 30:509-516
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colormetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16:144-158
- Socaci SA, Socaciu C, Mureşan C, Fărcaş A, Tofăni M, Vicaş S, Pintea A. 2014. Chemometric discrimination of different tomato cultivars based on their volatile fingerprint in relation to lycopene and total phenolics content. *Phytochem Anal* 25:161-169
- Stinco CM, Rodríguez-Pulido FJ, Escudero-Gilete ML, Gordillo B, Vicario IM, Meléndez-Martínez AJ. 2013. Lycopene isomers in fresh and processed tomato products: correlations with instrumental color measurements by digital image analysis and spectroradiometry. *Food Res Int* 50:111-120
- Vetter JL, Sutton T, Blockcolsky D. 1986. Effect of sweetener syrups on quality characteristics of soft cookies. *Techincal Bull Am Inst Baking* 8:1-5
- Walker S, Seetharaman K, Goldstein A. 2012. Characterizing physicochemical changes of cookies baked in a commercial oven. *Food Res Int* 48:249-256
- Wallace TC. 2011. Anthocyanins in cardiovascular disease. *Adv Nutr* 2:1-7
- Willcox JK, Catignani GL, Lazarus S. 2003. Tomatoes and cardiovascular health. *Crit Rev Food Sci Nutr* 43:1-18
- Moon YJ, Jang SA. 2011. Quality characteristics of cookies containing powder of extracts from *Angelica gigas* Nakai. *Korean J Food & Nutr* 24:173-179
-
- Received 2 February, 2016
Revised 11 February, 2016
Accepted 19 February, 2016