

오디 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성

배재석¹ · 이의석¹ · 홍순택^{1*}

Quality Characteristics of Bread Containing Mulberry Fruit Powder

Jae-Seok Bae¹ · Eui-Suk Lee¹ · Soon-Taek Hong^{1*}

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the quality characteristics of bread containing mulberry fruit powder(0, 3, 6 and 9%, w/w). For color values, L, a and b values decreased with increasing the amount of mulberry fruit powder. In texture, increasing the amount of mulberry fruit powder resulted in hardness and chewiness to increase, while springiness and cohesiveness was decreased. Dough volume of bread containing mulberry fruit powder was reduced and specific loaf volume was also decreased with increasing the amount of mulberry powder. With addition of 6% mulberry powder to the bread, overall sensory score showed the highest rating, while it was minimum with 9% addition. In conclusion, it could be expected that a range of mulberry fruit breads can be developed, with good sensory properties.

Key words: mulberry fruit powder, bread, texture, specific loaf volume, sensory score

I. 서 론

오디(*Mulberry*)는 뽕나무과에 속하는 낙엽교목인 뽕나무(*Morus alba* L.)의 열매로서 5월부터 6월에 걸쳐 과실의 색이 검은색 또는 자홍색을 나타낼 때 채취하여 식용하거나 건조한 후 한약제로 사용하고 있다(Kim, 1991). 동의보감 탕액편에 ‘까만 오디는 뽕나무의 정령이 모여 있는 것이며, 당뇨병에 좋고 오장에 이로우며 오래 먹으면 배고픔을 잊게 해준다’고 하고, ‘귀야 눈을 밝게 한다’, ‘오디를 오래 먹으면 백발이검게 변하고 노화를 방지 한다’고 기록되어 있는 생리 기능성이 알려진 작물로(Lee 등, 1998), 과실의 크기가 작고 수분함량이 높으며 또한 수확 시기도 짧아 저장하는데 많은 어려움이 있는 실정이다(Yu 와 Chang, 1996).

오디는 영양학적으로 고형분 함량이 12.7~19.8° brix이고, 다량의 유기산(oxalic acid, citric acid)을 함유하고 있으며, 특히 무기질 및 비타민 함량(Yu와 Chang, 1996)이 사과에 비해 각각 14배, 18배로 매우 높게 보고되어 있다. 또한, 색은 anthocyanin 계통의 색소를 갖고 있으며, 주성분은 cyanidin-3-glucoside와 cyanidin-3-rutinoside로 그 비율이 7:3 정도로 분포한다(Cha 등, 2004). Antocyanin 색

소는 항당뇨(Kim와 Kwon, 1996), 항염증(Kim 등, 1998) 그리고 항고지혈증(Kim 등, 2001) 등의 다양한 생리활성을 갖는 것으로 보고되어 있다.

이에 오디를 이용하여 요구르트(Kim 등, 2006), 아이스크림(Hong 등, 2003), 설기떡(Kim 등, 2003), 오디펀(Kim 등, 2004), 주스(Lee 등, 2005), 달식(Suh 등, 2006), 술(Kim와 Kim, 2007; Kim 등, 2007), 젤리(Cho와 Kim, 2007), 분말차(Jung 등, 2005), 오디와인(Kim 등, 2008) 등 오디를 주재료 또는 첨가재료로 식품으로써 이용한 다양한 연구가 되고 있다.

국내·외적으로 건강 기능성 식품에 대한 관심이 높아지면서 식물체로부터 생리활성 물질을 추출하여 식품에 적용하려는 연구가 행해지고 있는데, 우리나라에서는 오디를 이용한 가공식품은 전술한 바와 같이 주로 전통주, 떡, 차 등에 한정되어 있으며 이를 활용한 보다 폭넓고 새로운 제품의 연구 개발 및 상품화가 시급한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 각종 기능성 물질과 생리활성 성분을 다양 함유하고 있는 오디를 대량소비가 가능한 건강 기능성 가공식품으로 개발하고자 오디분말을 이용하여 식빵을 제조한 후 품질특성을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 오디분말은 2009.06. 초순경에 전북 고창에서 구입한 생오디를 -80°C로 동결한후 동결건조기(SFDSF06, Samwon Freezing Engineering. CO., Korea)

¹ 충남대학교 농업생명과학대학 식품공학과(Dept. of Food Science and Technology, College of Agriculture and Life Science Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

* Corresponding author: 홍순택

Tel.: +82-42-821-6727 Fax: +82-42-821-7876

E-mail: hongst@cnu.ac.kr

2010년 8월 10일 투고

2010년 8월 29일 심사완료

2010년 9월 17일 게재확정

를 이용하여 건조하여 분말화한 것을 사용하였다. 제빵용 재료는 1등급 강력분(대한제분), 쇼트닝(롯데삼강), 건조이스트 (Lane Farm, France), 소금(한주), 설탕(CJ) 2008년 산 제품을 사용하였다.

2. 방법

가. 식빵의 제조

오디분말을 첨가한 식빵 제조를 위한 배합비율은 Table 1과 같다, 제빵 제조공정은 American Association of Cereal Chemists(1983)의 직접반죽법(straight dough method)을 응용하여 다음과 같이 제조하였다. 고속반죽기(Super Cosmoheat, CH-800, 500cycle/min, Japan)를 사용하여 재료를 섞고 드라이 이스트를 60°C 물 60mL에 잘 개어 넣는다. 반죽의 시작과 함께 10초동안 오디가루를 녹인 물 330mL(5°C)를 넣고 1분 20초간 지속적으로 반죽을 하고 클린업 단계에서 유지를 첨가하여 30초간 추가적으로 반죽하였다. 1차 발효는 온도 30°C, 습도 75%인 조건에서 발효기(Original fermenter, F-2000, 썬리치, Taiwan)에서 60분간 실시하였다. 1차 발효 후 반죽 1060g을 4분할하여 265g씩 나누어 둥글리기 한 후 20분 동안 중간발효 하여 성형하고 미니 식빵팬(보통식빵의 1/2틀, 150mm×80mm×80mm)에 넣은 다음 온도 40°C, 습도 85% 조건에서 30분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효 후 상170, 하 180°C 오븐(Dae Yung Machinery Co., Korea)에서 30분간 구웠다.

나. 색도 측정

식빵(crumb)의 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta Sensing INC., Japan)를 사용하여 표준색판($L = 97.39$, $a = -0.14$, $b = 2.03$)으로 보정한 뒤 사용하였다. 명도(Lightness, L), 적색도(Redness, a), 황색도(Yellowness, b)를 측정하였다. 측정 결과는 한 시료 당 5회 측정하여 평균값을 이용하였다.

Table 1. Ingredient composition for breads prepared from wheat flours containing mulberry fruit powder (relative percent ratio of flour basis).

Ingredients	mulberry fruit concentration (%)			
	0 (control)	3	6	9
strong wheat flour(g)	600	582	564	546
mulberry fruit powder(g)	0	18	36	54
water(mL)	380	380	380	380
dry yeast(g)	12	12	12	12
sugar(g)	30	30	30	30
salt(g)	12	12	12	12
shortening(g)	30	30	30	30

Table 2. Texture analyzer conditions for measuring textural properties of bread with mulberry powder.

Item	Condition
measure force in compression	return to start
pre test speed	3mm/s
test speed	1mm/s
post test speed	1mm/s
strain	80%
time	2.00 sec

다. 텍스처 측정

식빵의 텍스처 측정은 Texture analyzer(Stable Micro System, TAXT2i Texture analyzer, England)를 이용하였으며 probe는 P/36R cylinder probe를 사용하였다. 빵을 구운 후 실온에서 2시간 방치 후 폴리에틸렌 백에 넣고 저장하면서, TPA(texture profile analyzer)를 통해 시료당 5회 측정하여 평균값을 이용하였다. 시료의 두께는 10mm로 하였으며, 압착했을 때 얻어지는 force distance curve로부터 시료의 hardness(경도), springiness(탄력성), cohesiveness(응집성), gumminess(검성), chewiness(씹힘성)을 측정하였고 그 조건은 Table 2와 같다.

라. Dough의 발효 팽창력 측정

1차 발효 후 반죽 100g을 취하여 1L 메스실린더에 넣고 온도 40°C, 습도 85% 발효기(original fermenter, F-2000, 썬리치, Taiwan)에서 30분 발효시킨 후 부피를 측정하였다(Lee, 2003).

마. 식빵의 부피 및 비용적 측정

식빵의 부피 측정은 oven에서 식빵을 꺼내어 2시간 동안 실온에서 식힌 후 종자치환법(Griswold, 1962)에 의해 측정하였으며, 비용적은 빵 부피(mL)/빵 무게(g)로 하였다(Lee, 2003).

바. 외관 및 내부구조

식빵의 외관 관찰은 식빵을 구워낸 후 상온에서 1시간 방치한 후 10mm 두께로 세로로 절단한 후 디지털 카메라(Canon Eos 400-D Canon, Co, Tokyo, Japan)로 촬영하여 관찰하였다.

사. 관능평가

식빵 제품의 관능적 품질 평가는 관능패널 남,녀 각각 20명을 선정하였으며 9점 기호 척도법(1=매우 싫음, 5=보통, 9=매우 좋음)으로 평가하였다. 관능검사 시간은 오후 3시로 하였으며, 시료 번호는 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 하였다. 평가내용은 색(color), 향(flavor), 맛(taste),

부드러움(softness), 부착성(adhesiveness), 조직감(texture), 선호도(overall preference)를 측정하였다.

아. 통계처리

실험 결과는 SAS(Statistical Analysis System) 통계 패키지를 이용하여 평균과 표준편차를 구하고, ANOVA 분석 후 최소 유의차 검정(Duncan's multiple test)을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 색도 측정

오디분말을 첨가하여 만든 식빵(Crumb)의 색도 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 밝기를 나타내는 L값은 오디분말 첨가량이 증가할수록 대조군(0%)에 비해 현저히 낮아지는 경향을 나타내었고($p < 0.05$), 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값 역시 대조군(a:11.45, b:10.57)에 비해 오디분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. Bowers(1992) 와 Owen(1996)는 식빵의 색은 물질의 본래 색, pH, 당의 종류와 양, 온도 등의 영향을 많이 받는다고 보고하였다. 즉 오디분말첨가로 인해

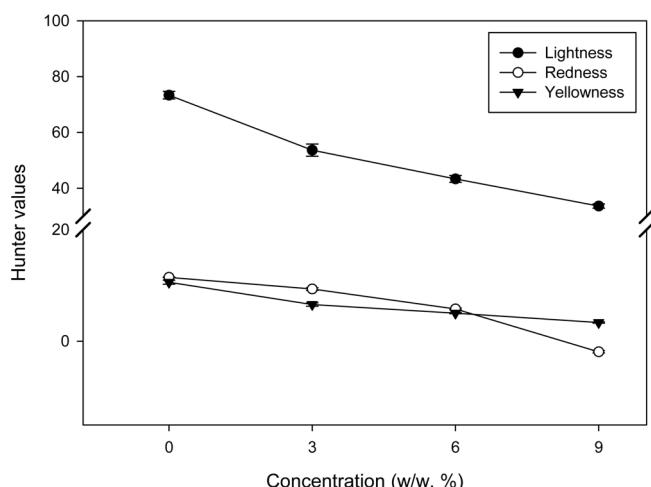


Fig 1. Changes in hunter values of breads containing mulberry fruit powder.

오디가 가지는 다양한 안토시안의 색소와 당의 양의 증가로 인하여 증가한 Maillard 갈색화 반응을 통해 색이 변한 것으로 추정되어진다. 당귀식빵(Shin와 Kim, 2008), 클로렐라식빵(Jeong 등, 2006)에서도 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

2. 조직감 측정

오디분말 첨가량에 따른 식빵의 조직감은 Table 3과 같다. 경도(hardness)는 9% 첨가군이 가장 높은 2540.87을 보였으며, 3% 첨가군이 가장 낮은 1830.88 값을 보여 오디분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 조직이 더욱 단단해짐을 알 수 있었다. 이는 Jeong 등(2006) 및 Park과 Lee (1999)의 클로렐라 및 율무 첨가량이 많을수록 경도가 증가한다는 결과와 유사하였다. 한편, 오디분말 첨가군이 첨가량이 낮을때는 대조군 보다 낮은 경도를 보이지만 첨가량이 증가할수록 단단해지는 것은 오디분말 함량이 증가할수록 dough의 팽창이 줄어들게 되어 단위면적당 밀도가 증가하여 조직이 치밀해졌기 때문이라고 추정된다.

탄성(springiness)은 대조군이 0.96으로 가장 높으며, 9% 첨가군이 가장 낮은 0.8을 보여 오디분말을 첨가할수록 유의적인 차이로 감소하였다. 응집성(cohesiveness) 또한 탄성과 같은 경향을 보였으며, 점성(gumminess)은 대조군이 1354로 가장 높은 값을 보였고, 오디가루를 첨가할수록 증가하여 981.93에서 1141.31까지 증가하였다. 씹힘성(chewiness)은 대조군이 1300.10으로 가장 큰 값을 보였고, 오디분말 첨가군이 대조군에 비해 감소된 값을 보이지만 첨가군들 사이의 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$).

3. Dough의 발효 팽창력 측정

오디분말을 0%, 3%, 6%, 9% 첨가하여 반죽한 뒤 1차 발효 후 100g을 덜어내어 메스실린더에 넣은 다음, 온도 40°C, 습도 85% 발효기에서 30분간 발효 후 측정한 dough의 팽창력을 Table 4와 같다.

대조군(0%)의 팽창력은 250mL으로 가장 높았으며, 9% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내었다. 오디분말 첨가량이

Table 3. Texture properties of bread prepared containing mulberry fruit powder.

texture properties	mulberry fruit concentration (%)			
	0	3	6	9
hardness	2419.34±46.49 ^b	1830.88±28.50 ^d	1982.07±35.64 ^{bc}	2540.87±117.31 ^a
springiness	0.96±0.01 ^a	0.92±0.01 ^b	0.86±0.01 ^c	0.80±0.01 ^d
cohesiveness	0.56±0.01 ^a	0.54±0.01 ^{ab}	0.51±0.02 ^b	0.45±0.03 ^c
gumminess	1354.25±30.00 ^a	981.93±7.46 ^c	1019.81±30.17 ^c	1141.31±92.30 ^b
chewiness	1300.10±37.56 ^a	902.91±11.10 ^b	892.74±30.08 ^b	908.58±69.14 ^b

^{a-d} Mean±S.D, with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) by the Duncan's multiple range test.

Table 4. Expansive force of dough.

mulberry fruit concentration (%)	Loaf volume (mL)
0	250±3.2 ^a
3	249±8.1 ^a
6	221±2.7 ^b
9	182±5.8 ^c

^{a-c} Mean±S.D, with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$) by the Duncan's multiple range test.

증가할수록 dough의 발효 팽창력은 유의적으로 감소하였으며, 3% 첨가군은 대조군과 유의적으로 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$).

오디분말 첨가량이 증가할수록 dough의 팽창이 감소하는 경향을 나타내는 것은 첨가량이 높으면 상대적으로 글루텐의 함량이 감소하고 dough의 품질이 나빠지기 때문에 가스 포막의 기밀도와 신전도가 떨어져 팽창력의 저하를 가져오기 것으로 사료된다. 또한 Kim 등(2007)은 제빵시 반죽의 발효 속도와 가스 보유력은 pH의 영향을 받는다고 보고하였는데, 유기산이 다량 함유된 오디분말이 pH에 영향을 미쳐 효모의 활성을 약화시켜 가스 보유력이 약화되어진 것으로 생각되어진다.

4. 식빵의 부피 및 비용적 측정

오디분말을 첨가한 식빵의 부피와 비용적은 Table 5와 같다. 식빵의 부피는 대조군(0%)이 806.7mL로 가장 높았으며, 오디분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 무게는 대조군이 229g을 보였고, 3% 첨가군이 가장 낮은 226.3g을 나타내었으며 첨가량이 증가할수록 증가해 9% 첨가군이 가장 높은 232g이었다. 비용적은 대조군과 3% 첨가군이 같은 값을 나타내었고 6%, 9%로 증가수록 낮아지는 경향을 나타내었다. 이는 당귀분말 첨가함량이 증가할수록 식빵의 부피 및 비용적이 감소하는 경향을 나타낸 Shin과 Kim(2008)의 연구결과와 유사하였다.

발효된 식빵의 부피는 발효팽창이 80%, 오븐 스프링이 20%일 때 품질 좋은 빵이 되며 또한 단백질 함량이 많으면 오븐 스프링이 커진다고 보고되었다(Kim 등, 2007). 오디분말 첨가 식빵의 부피 특성변화는 전술한 오디분말 첨가 dough의 팽창력 측정 결과와 일치하고 있으며 오디분말 첨가에 따른 글루텐 함량이 감소 및 열세한 dough 품질에 의한 것으로 사료되었다.

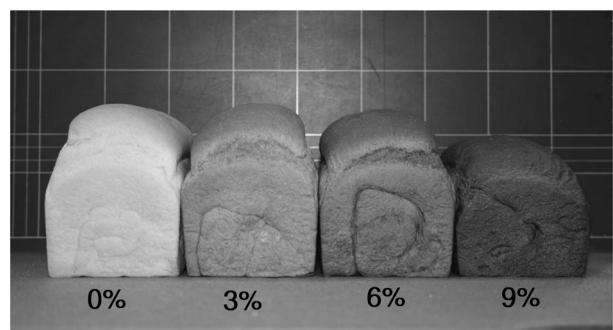
5. 외관 및 내부구조

오디분말 첨가한 식빵의 외관 및 내관 관찰 결과를 Table 5와 Fig. 2에 나타내었다. 오디분말 첨가량이 증가할수록 조직이 조밀하며 거친 경향을 나타내었다. 이는 Hong과 Choi(2009)의 매생이 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 내

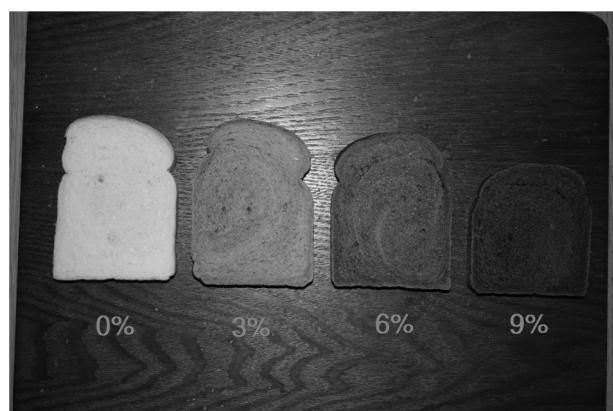
Table 5. Changes of volume, weight, and specific volume of breads containing Mulberry fruit powder.

mulberry fruit concentraion (%)	loaf volume (mL)	loaf weight (g)	specific loaf volume (mL/g)
0 (control)	806.7±5.77 ^a	229±1 ^b	3.52±0.01 ^a
3	796.7±5.77 ^a	226.3±0.58 ^c	3.52±0.03 ^a
6	776.7±15.28 ^{ab}	228.7±0.58 ^{bc}	3.40±0.07 ^b
9	643.3±15.28 ^c	232±1 ^a	2.77±0.07 ^c

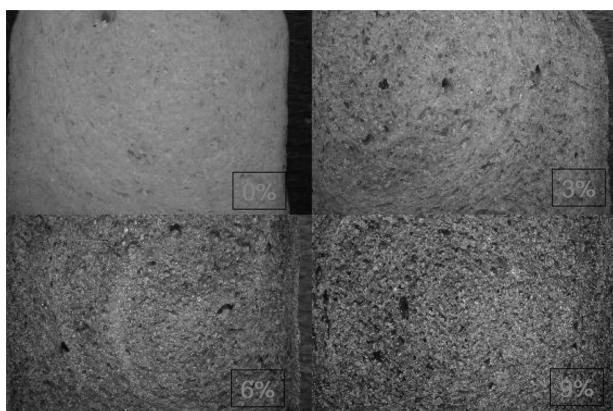
^{a-c} Mean±S.D, with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$) by the Duncan's multiple range test.



(a)



(b)



(c)

Fig. 2. Internal appearance and volume of breads containing mulberry powder (a) (b) : volume (c) internal structure.

Table 6. Sensory properties of breads containing Mulberry fruit powder.

sensory properties	mulberry fruit concentratia (%)			
	0 (control)	3	6	9
color (crumb)	6.00±2.56 ^a	6.00±1.91 ^a	6.50±1.38 ^a	5.50±2.35 ^a
color (crust)	6.25±2.01 ^a	6.00±1.71 ^a	6.83±1.53 ^a	5.67±2.27 ^a
flavor	6.67±1.50 ^a	5.75±1.91 ^a	6.50±1.62 ^a	5.83±2.44 ^a
taste	5.67±2.50 ^a	5.75±1.91 ^a	6.50±1.68 ^a	6.08±1.98 ^a
softness	6.17±2.08 ^a	6.50±1.98 ^a	7.00±1.28 ^a	6.17±1.75 ^a
texture	7.08±1.24 ^a	6.67±0.65 ^a	7.17±1.11 ^a	6.08±2.68 ^a
overall	6.83±0.94 ^a	6.83±1.19 ^a	7.25±1.29 ^a	6.33±2.23 ^a

^a Mean±S.D. with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$) by the Duncan's multiple range test.

관이 거칠면서 기공이 균일하지 못하다고 한 연구 결과와 유사하였다.

6. 관능평가

오디분말 첨가량에 따른 식빵의 관능평가는 기호도 검사로 실시하였으며 관능특성은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 부드러움(softness), 부착성(adhesiveness), 조직감(texture), 전체적인 선호도(overall)를 측정하였고 결과는 Table 6에 나타내었다. 향을 제외한 모든 항목에서 오디분말 6% 첨가한 식빵이 가장 높은 선호도를 보였다. 향은 대조군(0%)이 6.67로 가장 높았으며, 오디분말 6% 첨가군이 6.5점으로 나타났다. 오디가루를 9% 함유한 식빵은 색이 너무 짙다는 의견이 있었고, 그 색에 대한 선호도 값에서 crust 5.50점, crumb 5.67점으로 맛을 제외한 모든 항목이 가장 낮은 선호도를 나타냈다. 반면, 맛에서는 오디분말 첨가군이 대조군에 비해 모두 높은 값을 나타냈으며 그중 오디분말 6% 첨가군이 가장 높은 6.5점을 얻었다. 전체적인 선호도에 있어서 6% 첨가군이 가장 좋은 평점을 보였으며(7.25점) 9% 첨가군이 가장 낮았다(6.33점).

따라서 오디분말을 적당량 첨가할 경우 빵의 기호성에 좋은 영향을 주어 오디의 건강 기능성을 이용한 빵류 개발이 가능할 것으로 기대된다.

IV. 결 론

오디의 건강 기능성 및 이용성을 증대시키기 위하여 오디분말을 첨가하여 식빵을 제조하고, 오디식빵의 품질특성을 조사하였다. 색도(L, a, b)는 오디분말 첨가량이 증가할수록 전체적으로 대조군에 비해 감소하는 경향을 나타내었고, 첨가군간에도 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$). 조직감은 오디분말 첨가량이 증가할수록 경도와 겹성이 증가하였으며, 탄성과 응집성은 감소하였다. Dough 발효팽창력, 부피, 비용적은 오디분말 첨가량이 증가할수록 각각 낮아지는 경향을 나타내었다. 그리고 관능검사(기

호도)검사 결과 오디분말 6% 첨가군이 가장 높은 선호도를 나타내었으며 오디분말 9% 첨가군에서는 대조군에 비해 선호도가 감소하였다. 이는 높은 오디함량에 의해 신맛 등 속성이 지나치게 발현되어 나타난 현상으로 사료되었다. 따라서, 오디분말을 적당량 첨가할 경우, 식빵의 기호성에 좋은 영향을 주어 오디분말의 건강 기능성을 이용한 빵류 신제품 개발이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

- American Association of Cereal Chemists. 1983. Approved method of the AACC. Method 10-10A. The Association, St. Paul. MN. USA.
- Bowers, J. 1992. Food theory and applications. 2nd ed. p.326. Macmillan publishing Co., N.Y.
- Cha, W.S., H.R. Shin, J.H. Park, S.L. Oh. 2004. Antioxidant activity of phenol compounds from mulberry fruits. Korean J. Food Preserv. 11: 383-387.
- Cho, M.Z., A.J. Kim. 2007. The manufacturing and physiological evaluation of mulberry fruit tea. Korean J. Food & Nutr. 20: 173-178.
- Griswold, R.M. 1962. The experimental study of foods. p.63-73. Houghton Mifflin Co., Boston.
- Hong, J.H., S.H. An, M.J. Kim, G.S. Park, S.W. Choi, S.J. Rhee. 2003. Quality characteristics of mulberry fruit Seolgidduk added with citric acid. Korean J. Food Cookery Sci. 19: 777-782.
- Hong, S.C., S.N. Choi. 2009. Studies on the manufacture and quality characteristics of bread made with *capsosiphon fulvecense* powder. Jour. Fish. Mar. Sci. Edu. 21: 28-42.
- Jeong, C.H., H.J. Cho, K.H. Shim. 2006. Quality characteristics of white bread added with chlorella powder. Korean J. Food Preserv. 13: 465-471.
- Jung, G.T., I.O. Ju, D.G. Choi. 2005. Quality characteristics and manufacture of mulberry wine. Korean J. Food Preserv. 12: 90-94.

10. Kim, A.J., M.W. Kim, N.R. Woo, M.H. Kim, Y.H. Lim. 2003. Quality characteristics of Oddy-Pyun prepared with various levels of mulberry fruit extract. Korean J. Food Cookery Sci. 19: 708-714.
11. Kim, A.J., C.S. Yuh, I.S. Bang, H.Y. Park, G.S. Lee, 2007. An investigation the preparation and physicochemical properties of Oddy jelly using mulberry fruit powder. Korean J. Food & Nutr. 20: 27-33.
12. Kim, H.B., S.Y. Kim, K.S. Ryu, W.C. Lee, J.Y. Moon. 2001. Effect of methanol extract from mulberry fruit on the lipid metabolism and liver function in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. Korean J. Seric. Sci. 43: 104-108.
13. Kim, H.R., Y.H. Kwon, H.B. Kim, B.H. Ahn. 2006. Characteristics of mulberry fruit and wine with varieties. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 49: 209-214.
14. Kim, I.S., J.Y. Lee, S.J. Rhee, K.S. Youn, S.W. Choi. 2004. Preparation of minimally processed *Morus* spp. juices. Korean J Food Sci Technol. 36: 321-328.
15. Kim, M.W., A.J. Kim. 2007. The quality characteristics of mulberry fruit wine by two different manufacturing methods. Korean J. Food & Nutr. 20: 276-281.
16. Kim, S.Y., K.J. Park, W.C. Lee. 1998. Anti inflammatory and antioxidative effects of *Morus* spp. fruit extract. Korean J. Medicinal Crop Sci. 6: 204-209.
17. Kim, S.K. 1991. Bonachohak, 2nd ed. 598pp. Younglimsa. Seoul.
18. Kim, T.Y., Y.B. Kwon, 1996. A study on the antidiabetic effect of mulberry fruits. Korean J. Seric. Sci. 38: 100-107.
19. Kim, Y.S., D.Y. Jeong, D.H. Shin. 2008. Optimum fermentation conditions and fermentation characteristics of mulberry (*Morus alba*) wine. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 63-69.
20. Kim, H., C.R. Chio, K.S. Han. 2007. Quality characteristics of white pan breads prepared with various salts. J Korean Soc Food Sci Nutr. 36: 72-80.
21. Lee, Y.H. 2003. Effect of soybean milk residues powder on bread quality and characteristics. Ph.D. Hannam university. Daejeon.
22. Lee, J.H., K.J. Woo, W.S. Choi, A.J. Kim, M.W. Kim. 2005. Quality characteristics of starch oddi dasik added with mulberry fruit juice. Korean J. Food Cookery Sci. 21: 629-636.
23. Lee, H.W., D.H. Shin, W.C. Lee. 1998. Morphological and chemical characteristics of mulberry (*Morus* spp.) fruit with varieties. Korean J. Seric. Sci. 40: 1-7.
24. Owen, R.F. 1996. Food Chemistry, 3rd ed. pp.171-173 Marcel Dekker. N.Y.
25. Park, G.S., S.J. Lee, 1999. Effects of job's tears powder on the characteristics of quality of bread. J Korean Soc Food Sci Nutr. 28: 1244-1250.
26. Steel, R.G.D., J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics, 2nd ed. McGraw-Hill Co. N.Y.
27. Suh, H.J., Y.S. Kim, J.M. Kim, H. Lee. 2006. Effect of mulberry extract on the growth of yogurt starter cultures. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 26: 144-147.
28. Shin, G.M., D.Y. Kim. 2008. Quality characteristics of white pan bread by angelica gigas nakai powder. Korean J. Food Preserv. 15: 497-504.
29. Yu, S.M., C.M. Chang. 1996. Development of processed foods using mulberry fruit. Rural Resource Development Institute. Korea.