

아로니아 분말을 첨가한 식빵의 품질특성

윤향식 · 김지원 · 김상희 · 김이기 · 엄현주[†]

충청북도농업기술원

Quality Characteristics of Bread added with *Aronia* Powder (*Aronia melanocarpa*)

Hyang-Sik Yoon, Ji Won Kim, Sang Hee Kim, Yee Gi Kim, and Hyun-Ju Eom[†]

Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Chungbuk 363-883, Korea

ABSTRACT This study was carried out to investigate the quality characteristics of bread added with *Aronia* powder. Breads were prepared with different amounts of *Aronia* powder (in ratios of 0, 1, 3, 5, and 10% of total flour). As the *Aronia* powder content increased, the pH level decreased while total acidity increased. For color, bread added with 10% *Aronia* powder showed low lightness and yellowness but high redness. As the *Aronia* powder content increased, antioxidant activity, total polyphenol content, and baking loss also significantly increased. For the preservation period, breads added with *Aronia* showed mold growth within 4 days, whereas the control showed growth within 2 days. Bread added with 10% *Aronia* showed strong retrogradation. In the sensory evaluation, appearance, color, and overall acceptance of bread added with 3% *Aronia* showed remarkably higher values than both the control and others samples.

Key words: *Aronia*, bread, storage quality, antioxidant activity, quality characteristics

서 론

빵은 밀가루 또는 기타 곡분을 주원료로 하여 식염, 계란, 효모 등을 첨가하여 발효시킨 후 그대로 냉동시키거나 구운 것으로서 한국인에 있어 대용식을 주목적으로 하는 것을 말한다(1). 쌀을 이용한 주식에 익숙한 한국인들도 현대에는 분주한 일상생활과 서구화로 인하여 대용식인 빵을 쉽게 이용하게 되었고 식빵 그 자체뿐만 아니라 빵을 주재료로 한 토스트, 샌드위치 등 다양한 형태로 섭취하고 있다(2). 이에 따라 제빵분야에도 건강 지향적이며 동시에 밀가루 이외의 다른 곡물이나 부재료를 이용하여 기능성이 첨가된 빵에 대한 연구가 많이 보고되고 있다(3,4).

아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 블랙 초크베리(black chokeberry)라고 불리는 장미과(Rosaceae)에 속하는 베리류의 식물열매로 원래는 북부 아메리카지역에서 자생한다. 블랙 초크베리는 미국과 유럽에서 큰 인기를 얻고 있으며 특히 안토시아닌이라는 강력한 항산화물질과 그 외 다양한 플라보노이드를 함유하고 있어 천연색소나 주스, 잼, 와인 등과 같은 식품과일로 이용된다(5). 이렇듯 항산화 효과뿐만 아니라 위장보호 효과(6), 항염증(7), 항당뇨 효과(8),

면역조절활성(9) 등도 보고되었다. 최근 이러한 아로니아의 기능성이 알려지면서 옥천, 단양 등 전국적으로 재배면적이 늘어나고 있지만 아로니아 생과는 신맛과 떼은맛이 강하고 단맛이 적어 생과를 그대로 식용하기는 어려운 가공적성을 보인다(10).

따라서 본 논문에서는 아로니아의 부가가치 향상 및 건강에 좋은 기능성 식빵을 제조하기 위하여 아로니아 분말을 밀가루 중량의 1%, 3%, 5%, 10%로 첨가하여 아로니아가 식빵의 품질 특성에 미치는 영향으로 pH와 총산, 발효팽창율, 식빵의 부피, 무게, 굽기손실률, 색도, texture, 생리활성, 노화도와 저장성, 관능평가 등을 조사하여 아로니아를 이용한 제빵산업에 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험 재료

아로니아 분말가루를 이용한 식빵을 제조하기 위하여 아로니아 가루(GreenField Pawel Gucajtis Sebastian Haftaniuk s.c, Warszawa, Poland), 강력분 1등급(대한제분주식회사, 국내산)과 정백당(삼양사, 국내산), 소금(사조해표, 국내산), 상업용 효모(VEGA INSTANT DRY YEAST, Pak gida uretim wepazarlama A.S., Istanbul, Turkey)와 버터(서울우유, 국내산)를 각각 사용하였다.

Received 8 October 2013; Accepted 13 January 2014

[†]Corresponding author.

E-mail: hyunjueom@korea.kr, Phone: +82-43-220-5693

Table 1. Composition of dough with *Aronia* powder

Ingredients (g)	Control	1%	3%	5%	10%
Wheat flour	300	297	291	285	270
<i>Aronia</i> powder	0	3	9	15	30
Yeast	3	3	3	3	3
Salt	6	6	6	6	6
Sugar	24	24	24	24	24
Butter	9	9	9	9	9
Water	180	180	180	180	180

Control: dough without *Aronia* powder.

1%: dough added with 1% *Aronia* powder.

3%: dough added with 3% *Aronia* powder.

5%: dough added with 5% *Aronia* powder.

10%: dough added with 10% *Aronia* powder.

빵의 제조

식빵의 제조는 강력분에 아로니아 분말가루를 밀가루 중량의 1%, 3%, 5%, 10%로 첨가하여 직접반죽법(11)을 응용하여 제조하였으며 그 배합비율은 Table 1에 나타내었다. 식빵 제조 시 반죽기(5Qt Tilt-Head Mixer White, Kitchen-Aid, St. Joseph, MI, USA)를 사용하여 버터를 제외한 전 재료를 넣어 클린업 상태까지 믹싱하고 버터를 첨가하여 10분간 반죽 후, 온도 28°C, 습도 80%로 맞춰놓은 발효기(EP-40A, Deayoug Bakery Machine Co., Seoul, Korea)에서 90분간 1차 발효하였다. 그 다음 반죽은 180 g으로 분할, 둥글리기를 하여 실온에서 10분간 중간발효를 시켰고, 중간발효가 끝난 반죽은 가스빼기를 하고 성형하여 식빵용 빵틀에 넣고, 발효기에서 온도 34°C, 습도 85%, 60분간 2차 발효하였다. 2차 발효 후 170~180°C의 오븐(EP-40A, Deayoug Bakery Machine Co.)에서 20분간 굽기를 시행하였다. 완성된 빵은 실온에서 2시간 냉각 후 폴리에틸렌 비닐로 포장하고 상온에서 저장하면서 시료로 사용하였다.

pH와 총산 측정

반죽과 빵의 pH를 측정하기 위해 혼합이 끝난 직후의 반죽과 1차 발효 직후의 반죽, 2차 발효 직후의 반죽, 구운 후의 빵으로 총 4차례에 걸쳐 측정하였다. 시료의 10 g을 10배로 희석하여 현탁시키고 pH meter(Docu-Ph⁺ meter, Sartorius AG, Göttingen, Germany)로 측정하였다. 총산은 pH 측정과 동일한 방법으로 준비한 시료액에 1.0% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 첨가 후 0.1 N NaOH로 미홍색(pH 8.2~8.3)이 될 때까지 적정하였다. 적정에 소비된 NaOH 소비량은 lactic acid에 상당하는 유기산 계수를 이용하여 총산으로 환산하여 나타내었다.

발효팽창력

식빵의 발효율을 측정하기 위해서 반죽 직후 시료 10 g을 채취 후 실험조각이 용이하도록 둥글게 만들어 100 mL mess cylinder에 넣고 1차 발효조건에서 발효시키면서 30분 간격으로 반죽의 둥글게 올라온 윗부분의 높이를 측정하

여 부피(mL)로 발효율을 나타내었다.

식빵의 부피, 무게 및 굽기손실을 측정

식빵의 부피는 좁쌀을 이용한 종자치환법(12)에 의하여 측정하였고, 식빵의 부피와 무게는 반죽상태에서의 중량(dough weight, DW)과 구운 후 1시간 경과 후 빵의 중량(bread weight, BW)을 측정하여 굽기 과정 중 일어난 손실 정도(굽기 손실률, baking loss)를 구하고, 3번 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었다.

색도 측정

색도색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 식빵의 내부의 색도를 측정하였다. L(lightness), a(redness), b(yellowness)를 각 3회 반복하여 측정한 후 평균값으로 나타내었다. 표준백판의 값은 L=96.89, a=-0.07, b=-0.18이었다.

조직감 측정

식빵의 조직감은 Texture Analyser(TA.XT2i, Stable Micro System Ltd., Surrey, UK)를 사용하였으며, 식빵을 구워낸 다음 실온에서 2시간 냉각시키고 빵의 중앙 부위를 20×20×20 mm의 사이즈로 잘라 직경이 35 mm인 cylindrical probe로 측정하였다. 조직감은 경도(hardness), 부서짐성(fracturability), 부착성(adhesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 및 복원성(resilience)을 측정하였으며, 측정조건은 최대하중 5 kg으로 하고 test speed는 1 mm/sec, 측정 시료 높이는 10 mm, 압착율은 50%로 하였으며 모든 측정조건은 10회 반복 측정하여 그 평균값을 사용하였다.

생리활성 분석

항산화성은 전자공여능으로 측정하였으며 여과한 시료 0.2 mL에 4 mM DPPH용액 0.8 mL를 가한 후 vortex mixer로 10초간 진탕하고 실온에서 10분 방치 후 분광광도계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다(13). 총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Ciocalteu's 방법(11)에 따라 추출물 0.1 mL에 증류수 8.4 mL와 2 N-Folin-Ciocalteu's 시약(Sigma Co., St. Louis, MO, USA) 0.5 mL를 넣고 20%의 Na₂CO₃ 1 mL를 가하여 1시간 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질인 gallic acid(Sigma Co.)를 0, 20, 40, 60, 80 그리고 100 µg/mL를 이용하여 표준곡선을 작성하고 그 양을 환산하였다(14).

빵의 노화도와 저장성 측정

식빵의 노화도와 저장성을 측정하기 위해 완성된 빵을 실

온에서 2시간 냉장시킨 후, 빵의 내부를 20×20×20 mm로 잘라 polyethylene film bag에 밀봉하여 25°C에서 7일간 저장하면서 시료를 채취하였다. 노화도는 경도의 증가율로 1일 간격으로 채취한 시료를 texture analyser로 빵의 절단면을 측정하여 경도값 간의 변화 비율로 산출하였으며(15), 분석조건은 조직감 측정과 동일하게 수행하였다. 폴리에틸렌 비닐에 포장한 후 25°C에서 보관하면서 빵의 저장 중 곰팡이의 형성을 보기 위해 10배 연속희석법으로 희석한 시료를 yeast and mold count plate(petrifilm, 3M Microbiology Products, St. Paul, MN, USA)에서 30°C, 48시간 배양하여 나타난 colony 수를 측정해 미생물의 오염 정도를 판별하였다.

관능평가

관능검사는 충북농업기술원 식품개발팀의 연구원 8명을 대상으로 아로니아 첨가 식빵의 색(color), 외관(appearance), 향(flavor), 조직감(texture), 맛(taste), 신맛(sourness), 전반적인 기호도(overall acceptability)를 1점에서 9점까지 9점 기호도 척도법으로 실시하였다(16).

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하였고 Statistical Analysis System(v8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 통계프로그램을 이용하여 통계분석 하였으며, 결과의 유의성을 검증하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 행한 후 시료 간 차이의 유무를 Duncan's multiple range test로 비교 분석하였다($P < 0.05$).

결과 및 고찰

pH와 총산의 변화

아로니아 분말을 첨가한 식빵의 품질특성 중 발효시간별 pH 결과는 Fig. 1A와 같다. 반죽 직후의 경우 대조구는 pH 5.45를 나타낸 반면, 아로니아 분말 1% 첨가 시에는 5.24, 3% 첨가 시에는 5.02, 5% 첨가 시에는 4.73, 10% 첨가 시에는 4.24로 아로니아 분말 첨가량의 증가에 따라 pH는 감소하였다. 아로니아 내에는 다양한 유기산 중 사과산(malic acid)과 구연산(citric acid)을 포함하고 있어 빵 반죽 시 그 첨가량에 비례하여 pH가 감소한 것은 당연한 결과이다. 대조구와 1%, 3% 아로니아 분말 첨가구의 pH는 일반적으로 가스 보유력이 가장 좋은 pH 5.0~5.5의 범위에 있었다(17). 10% 분말 첨가 반죽을 제외하고는 반죽 직후, 1차 발효 후와 2차 발효 후로 시간이 경과할수록 pH 값은 감소하였다. 이는 Nam과 Cho(18)의 연구에서와 같이 반죽 직후와 1차 발효 후에 pH가 감소하였다는 것과 같은 결과를 보여주었으며, 일반적으로 발효 과정에서 생성되는 탄산가스, 알코올과 산에 의해 pH가 감소한 것으로 생각된다. 또한 반죽의 pH가 산성에서 효모의 활성화가 활발해지며 pH가 낮

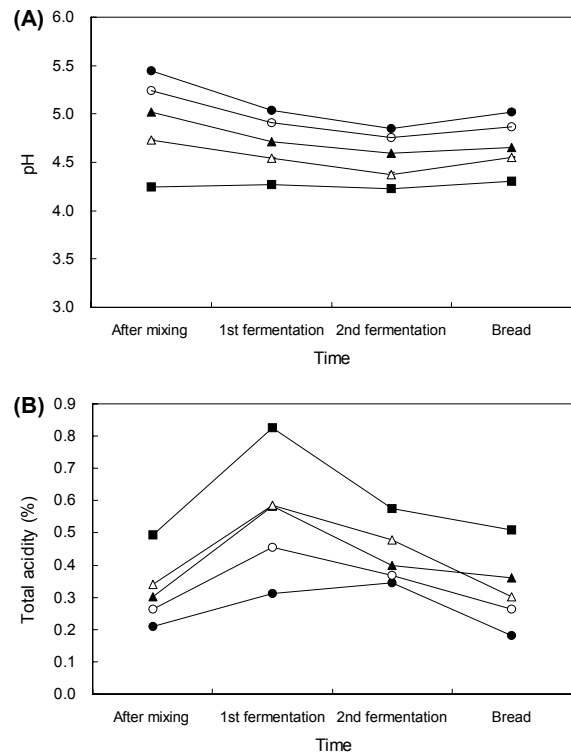


Fig. 1. Changes of pH (A) and total acidity (B) during fermentation of bread with *Aronia* powder. ●, control (without *Aronia*); ○, bread added with 1% *Aronia* powder; ▲, bread added with 3% *Aronia* powder; △, bread added with 5% *Aronia* powder; ■, bread added with 10% *Aronia* powder.

아질수록 탄산가스 발생량도 많아진다(19). 일반적으로 반죽의 pH는 효모의 발효작용과 단백질의 용해성에 영향을 미쳐 반죽부피와 빵의 품질에 상당한 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데, Bae 등(20)은 반죽의 pH가 높으면 가스안정성이 크고, pH가 낮으면 가스의 발생량은 많아 팽창력은 증가하나 안정성이 떨어진다고 하였다.

아로니아 분말을 첨가한 식빵의 총산(Fig. 1B)은 반죽 직후 대조구가 0.21%를 나타낸 반면, 아로니아 분말 1% 첨가 시에는 0.26%, 3% 첨가 시에는 0.30%, 5% 첨가 시에는 0.34%, 10% 첨가 시에는 0.49%로 아로니아 분말 첨가량의 증가에 따른 첨가구 상호 간의 총산도 차이가 유의적으로 증가되었다($P < 0.05$). 대조구의 경우 반죽 직후 1차 발효 후와 2차 발효 때까지 꾸준히 산도가 증가하였지만, 아로니아 분말을 첨가한 모든 실험구의 경우는 1차 발효 때까지는 산도가 증가하였으나 2차 발효와 완성품이 될 때까지 총산도가 감소되었다. 이와 같은 결과는 아로니아가 보유하고 있는 유기산(사과산 등) 때문에 그 분말을 첨가함에 따라 총산의 농도가 처음부터 높았고, 발효를 통해 모든 실험구에서 증가하긴 하였으나 발효가 진행되고 완성품이 될 때까지 휘발성 유기산 등이 휘발되어 완성품에서는 전반적으로 산도가 다시 낮아졌다. 결국 최종 완성품의 총산의 값은 처음 반죽 믹싱 후와 거의 유사한 값으로 대조구의 경우 0.21%에서

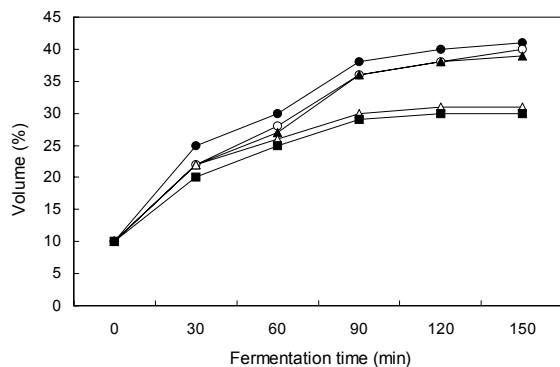


Fig. 2. Change of dough volume with *Aronia* powder during fermentation. ●, control (without *Aronia*); ○, bread added with 1% *Aronia* powder; ▲, bread added with 3% *Aronia* powder; △, bread added with 5% *Aronia* powder; ■, bread added with 10% *Aronia* powder.

완성된 빵의 경우 0.18%, 아로니아 1% 첨가구는 0.26%에서 0.26%, 아로니아 3% 첨가구는 0.30%에서 0.36%, 아로니아 5% 첨가구는 0.34%에서 0.30%, 그리고 아로니아 10% 첨가구는 0.49%에서 0.51%로 그 변화의 폭이 작게 나타났다.

발효율 변화

아로니아 분말을 첨가한 식빵의 발효율을 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. 모든 시료들이 90분까지 급격히 발효가 진행되고 이후에는 서서히 발효가 진행되어 120분에 최고치를 나타내었으며 그 이후에는 증가율의 차이가 거의 없었다. 30분이 경과하였을 때를 비교할 경우, 대조구(25 cm)가 가장 높았고 아로니아 분말 1~5% 첨가구가 22 cm로 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 60분 경과 시 모든 실험구에서 30분 경과하였을 때와 비교했을 때 약간 상승한 값을 나타내었으며, 발효율은 대조구가 가장 높았고 아로니아 분말을 첨가할수록 적게 팽창되었다. 60~90분 사이에는 실험구들 간에 극명한 차이를 보여 주었으며 대조구와 아로니아 분말을 1, 3% 첨가했을 때는 유사한 값을 나타내었지만, 그 이상 첨가한 반죽은 팽창 정도가 크지 않았다. 모든 시험구들은 90분까지는 발효율이 계속적으로 증가하였으나 120분 후부터는 발효율이 거의 멈춰진 것을 알 수 있다. 발효 초기에는 급격히 증가하지만 발효시간이 지날수록 증가율이 유의적으로 감소되는데 이는 반죽이 산성화가 되면서 효모의 활성이 감소하는 영향에 따른 것으로 생각된다($P<0.05$). 감압가루(20), 크랜베리 분말(21) 첨가 식빵 연구에서와 같이 대조구에 비해 실험군의 발효율이 감소하는 것과 동일하였으며, 반죽의 발효율이 감소하는 것은 밀가루에 첨가하는 재료의 혼합 비율이 증가할수록 글루텐의 함량이 줄어들어 글루텐의 가스 포집이 원활하게 이뤄지지 않았기 때문인 것으로 생각된다(22). 또한 앞에서 말한 것처럼 아로니아가 가지고 있는 높은 유기산의 함량 때문에 효모 등 미생물이 충분히 발효하지 못한 것으로 생각된다.

Table 2. Color characteristics of bread with *Aronia* powder^{1),2)}

Samples	Color values		
	L	a	b
Control	72.1±0.64 ^a	-0.8±0.08 ^c	13.4±0.18 ^a
1%	63.0±0.85 ^a	3.3±0.17 ^d	12.0±0.08 ^b
3%	50.9±0.18 ^b	10.1±0.09 ^c	7.5±0.14 ^c
5%	43.6±0.77 ^c	14.2±0.22 ^b	4.7±0.40 ^d
10%	30.4±0.25 ^c	18.7±0.08 ^a	1.9±0.13 ^c

¹⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

²⁾Mean±standard deviation.

Samples are the same as Table 1.

색도 변화

아로니아 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 내부색상을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 명도를 나타내는 L값은 대조구가 72.1로 나타났으며, 아로니아 분말 첨가량이 많아짐에 따라 63.0, 50.9, 43.6, 30.4로 감소하는 경향을 보였다. 적색을 나타내는 a값은 대조구가 -0.8이고 아로니아 분말 첨가군을 대조구와 비교하였을 때 점차 증가하여 가장 많은 아로니아를 첨가할 경우 18.7의 값으로 나타났다. 황색도 b값의 경우 대조구는 13.4이고 아로니아 분말 첨가군은 12.0에서 1.9로 첨가량이 많아질수록 황색도는 감소하는 유의적인 차이를 보였다($P<0.05$). 이러한 결과는 아로니아 분말의 색소인 안토시아닌에 기인하는 것으로써 식물의 꽃, 과일, 줄기, 잎, 뿌리 등에 폭 넓게 함유되어 있는 적색, 자색, 청색을 나타내는 수용성 플라보노이드 색소로서 식품 고유의 색을 보완 미화시켜 식품의 가치를 높이는 효과가 있으며, 가공식품의 저장성을 높이는 보존제의 역할을 할 뿐만 아니라 다양한 생리활성기능을 가진다(23,24).

생리활성 변화

아로니아 분말을 첨가한 빵의 생리활성을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 항산화성은 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 것으로 대조구가 1.63%로 나타났고 아로니아 분말 10% 첨가구가 57.83%로 가장 높은 값을 나타내, 아로니아 분말을 첨가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($P<0.05$). 총 폴리페놀 함량 역시 대조구가 28.38%이고 아로니아

Table 3. DPPH free scavenging activity and total polyphenol of bread with *Aronia* powder^{1),2)}

Samples	DPPH free scavenging activity (%)	Total polyphenol (mg%)
Control	1.63±0.24 ^c	28.38±3.57 ^c
1%	6.87±1.10 ^d	34.07±3.49 ^d
3%	18.16±0.50 ^c	51.53±6.22 ^c
5%	28.85±1.58 ^b	67.06±3.63 ^b
10%	57.83±0.25 ^a	94.07±9.20 ^a

¹⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

²⁾Mean±standard deviation.

Samples are the same as Table 1.

아 분말 첨가구는 34.07~94.07%로 아로니아 분말 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 이는 아로니아 분말 첨가로 인해 나타나는 항산화성과 생리활성의 효과임을 알 수 있었다. 찰흑미를 식빵에 첨가할 경우 찰흑미의 첨가량이 증가할수록 DPPH radical 소거활성이 유의적으로 증가한다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다(25). 또한 19종의 베리류 중에 아로니아의 경우 폴리페놀 중 퀘세틴(querعتin)과 ferulic acid가 특히 많이 존재하는 것으로 보고(26)되고 있으며, 이런 물질들로 인해 총 폴리페놀 함량이 아로니아 분말 첨가량이 늘어날수록 유의적으로 증가하였을 것으로 생각된다.

비용적 측정과 굽기 손실을 변화

반죽의 무게와 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기 손실률 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. 식빵의 무게는 대조구가 361.3 g으로 가장 작았으며, 아로니아 분말 1~10% 첨가구는 각각 364.3 g, 368.7 g, 370 g, 371 g으로 증가하였고 유의적인 차이를 보였으며, 부피는 이와는 반대로 아로니아 첨가량이 증가할수록 감소하였다($P<0.05$). 비용적은 대조구가 4.82 mL/g을 나타내었으며 첨가구들은 2.17~4.46 mL/g으로 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 값이 작아졌다. 매실추출물(19), 재스민차 가루(27)에서도 각각의 첨가물을 첨가하면 할수록 반죽의 무게는 증가하는 반면 빵의 부피는 감소하는 결과를 나타내었다. 이는 매실이나 재스민차 가루에 함유되어 있는 식이섬유의 보수력에 의한 무게 증가와 gluten 희석 효과로 이산화탄소 보유력이 약화되어 부피가 감소된 것으로 보고하였다. 본 실험에서도 아로니아 분말이 식빵의 부피 형성에 영향을 준 것으로 판단되었다.

굽기 손실률(baking loss)의 경우 대조구가 11.44%로 가

장 높았고, 아로니아 분말 1, 3, 5 그리고 10% 첨가 시 11.07~9.59%로 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률이 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 이는 아로니아 분말을 첨가할수록 부피가 커지지 않아 빵이 충분히 부풀지 못해 굽기 전후에 차이가 크지 않았기 때문이라 생각된다. 그러나 Fujiyama(28)는 직접법이나 중중법으로 식빵 제조 시 굽기 손실은 7~13%라 하였고, Tanaka와 Matsumoto(29)는 굽기 중의 초기(1차), 중기(휴지), 후기(2차)의 오븐 온도에 따라 9.8~11.5%의 굽기 손실이 발생한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 아로니아 분말의 첨가 유무에 상관없이 굽기 손실률의 범위가 본 범위에 포함되어 있었다.

식빵의 조직감 변화

아로니아 분말을 1%, 3%, 5% 그리고 10%를 첨가하여 제조한 식빵의 texture 특성인 경도, 부서짐성, 부착성, 점착성, 씹힘성, 복원성을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 대조구의 경도는 34.8 g/cm²이며 아로니아 분말 1%과 10%를 첨가한 것이 대조구보다 높게 나타났다. 경도의 경우는 대조구와 아로니아 첨가구 간의 경향성을 보이지 않았다. 부서짐성과 부착성은 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였으며 첨가구들과의 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 점착성은 대조구에서 32.2 g/cm²이고 아로니아 분말을 첨가한 경우 비슷한 차이를 보였다($P<0.05$). 씹힘성은 대조구가 30.0 g이고 아로니아 분말 1, 10% 첨가구가 대조구와 차이를 보였으며, 아로니아 분말 3, 5% 첨가구는 값이 12.8 g으로 대조구보다 낮은 경향을 보였다. 복원성은 대조구가 1.9%이고 아로니아 분말 첨가량 3%, 5% 그리고 10% 사이에는 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). Sarah 등(30)에 의하면 식빵의 조직감은 첨가되는 부재료의 성질과 양에 따라

Table 4. Specific volume and baking loss of bread with *Aronia* powder^{1),2)}

Samples	Dough weight (g)	Bread weight (g)	Bread volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Baking loss (%)
Control	408.0±1.00 ^b	361.3±3.21 ^b	1,740.0±10.00 ^a	4.82±1.69 ^a	11.44±0.59 ^a
1%	409.7±0.58 ^{ab}	364.3±1.15 ^b	1,610.0±10.00 ^b	4.46±0.06 ^a	11.07±0.36 ^b
3%	410.3±0.58 ^a	368.7±1.15 ^a	1,466.7±5.77 ^c	3.98±0.02 ^b	10.15±0.64 ^c
5%	409.0±1.00 ^{ab}	370.0±1.00 ^a	1,093.3±5.77 ^d	2.95±0.01 ^b	9.54±0.12 ^d
10%	410.3±0.58 ^a	371.0±1.00 ^a	806.7±5.77 ^e	2.17±0.02 ^b	9.59±0.01 ^e

¹⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

²⁾Mean±standard deviation.

Samples are the same as Table 1.

Table 5. Textual characteristics of bread with *Aronia* powder^{1),2)}

Samples	Hardness (g/cm ²)	Fracturability (g)	Adhesiveness (g/s)	Gumminess (g/cm ²)	Chewiness (g)	Resilience (%)
Control	34.8±0.4 ^{b1)}	16.4±0.7 ^b	222.7±1.7 ^a	32.2±13.0 ^b	30.0±2.9 ^b	1.9±0.3 ^a
1%	50.4±2.5 ^a	16.2±1.2 ^a	247.0±9.6 ^a	49.1±5.8 ^a	51.0±3.3 ^a	1.6±0.6 ^b
3%	16.8±0.7 ^c	16.8±0.7 ^b	227.7±7.2 ^a	16.8±0.7 ^c	16.8±0.7 ^c	2.1±0.1 ^a
5%	16.4±0.8 ^c	20.8±1.9 ^b	250.3±9.4 ^a	19.9±4.9 ^c	19.8±4.9 ^b	2.3±0.1 ^a
10%	43.9±6.5 ^a	23.6±1.4 ^b	251.8±9.3 ^a	42.0±5.3 ^a	42.0±5.3 ^a	2.1±0.0 ^a

¹⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

²⁾Mean±standard deviation.

Samples are the same as Table 1.

Table 6. Comparison of preservation period for bread with *Aronia* powder (unit: CFU/mL)

Samples	Day (mold)						
	1	2	3	4	5	6	7
Control	—	3.19×10^1	4.70×10^2	8.08×10^5	8.41×10^5	8.94×10^6	9.61×10^7
1%	—	—	—	6.77×10^4	7.70×10^5	7.90×10^6	9.10×10^6
3%	—	—	—	5.66×10^3	6.64×10^4	7.65×10^5	9.04×10^6
5%	—	—	—	4.05×10^2	4.54×10^2	4.61×10^2	6.76×10^4
10%	—	—	—	3.82×10^2	4.11×10^2	4.19×10^2	6.68×10^4

Samples are the same as Table 1.

Table 7. Degree of retrogradations of bread with *Aronia* powder wrapped with polyethylene film during storage at 25°C.

Storage days	Control	1%	3%	5%	10%
1	0.70	0.76	1.20	2.58	1.94
2	1.26	0.75	2.39	2.70	1.74
3	1.15	0.53	2.64	3.15	2.12
4	1.46	0.92	2.97	3.48	2.69
5	1.66	0.95	3.40	5.07	3.00

Samples are the same as Table 1.

달라지는 경향을 보이며 특히 경도는 수분함량, 기공의 조밀도, 부피, 이스트 양, 발효 시간, 성형기술과 소금의 양에 따라 영향을 받는다고 한다.

식빵의 저장성과 노화도

아로니아 분말을 첨가한 빵의 저장성 결과는 Table 6과 같다. 저장 2일째부터 대조구에서만 곰팡이가 3.19×10^1 CFU/mL로 번식하였고 3일째에도 대조구에서 검출되었다. 4일째부터는 모든 실험구에서 나타났으며 날짜가 지날수록 대조구와 아로니아 분말 1% 첨가구는 비슷한 범위에 곰팡이가 검출되었고, 3% 아로니아 첨가구는 곰팡이의 번식속도가 하루하루 계속 늘어나 저장 4일째 5.66×10^3 CFU/mL에서 발효 7일째는 9.04×10^6 CFU/mL의 곰팡이가 검출되었으며, 아로니아 분말 5와 10% 첨가구는 다른 첨가구보다는 덜 번식하여 저장 6일째 각각 4.61×10^2 와 4.19×10^2 CFU/mL의 곰팡이만 검출되었다. 아로니아 분말을 첨가한 식빵은 아로니아 중에 포함된 높은 유기산으로 인해 미생물의 초기 발생시기가 늦어 저장성이 좋아지는 것으로 생각된다. 앞서 설명하였지만 아로니아에 존재하는 유기산 특히 사과산과 구연산 등으로 인해 빵 반죽 시 낮은 pH와 높은 산도를 가졌으며, 빵을 구운 후에도 아로니아 10% 첨가구의

경우는 pH 4, 0.6%의 산도를 보여 내산성의 효모나 미생물을 제외하고는 일반 미생물이 잘 자랄 수 있는 환경이 아니었다.

아로니아 분말을 첨가한 식빵을 polyethylene film에 포장하여 25°C의 incubator에서 저장하면서 24시간 간격으로 노화도를 산출한 결과는 Table 7과 같다. 본 연구에서는 빵의 노화도를 저장 기간 중의 정도 증가율로 나타내었고 대조구와 아로니아 분말을 첨가한 첨가구는 시간이 지남에 따라 경도가 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히 아로니아 분말 1% 첨가구를 제외하고 다른 첨가구는 아로니아의 첨가량이 많을수록 증가 폭은 높았다. 결과적으로 아로니아 분말은 전분의 노화 기작에 큰 영향을 주기 때문에 많은 양을 사용하지 않는 것이 빵의 노화예방에 좋을 것으로 판단된다.

관능검사

아로니아 분말 첨가량을 달리하여 제조한 빵의 관능검사 결과를 Table 8에 나타내었다. 외관은 1%, 3% 첨가구가 각각 6.71점과 6.86점으로 유의적인 차이가 없었고, 아로니아 첨가량이 더 증가할수록 빵의 크기가 작아져 외관에 대한 기호도가 낮아졌다. 색은 아로니아 3% 첨가구가 7.29점으로 가장 높았고, 5와 10% 첨가구는 4.00과 5.57로 첨가량이 증가할수록 낮은 점수를 보여 빵의 색이 진해짐에 따라 기호도는 낮게 나타났다. 향은 1% 첨가구가 6.43점으로 가장 높았고, 아로니아의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 차이가 났다($P < 0.05$). 신맛에 대한 기호도는 아로니아 분말을 첨가할수록 유기산에 의한 신맛이 강화되어 아로니아 분말 10% 첨가구가 제일 낮았다. 맛은 1%와 3% 첨가구의 기호도가 가장 좋게 나타났고, 10% 첨가구가 1.86점으로 가장 낮은 점수를 받았다. 전반적인 기호도는 3% 첨가구가 6.57

Table 8. Sensory evaluation of bread with *Aronia* powder^{1),2)}

Samples	Appearance	Color	Flavor	Texture	Sourness	Taste	Overall acceptance
Control	5.00±0.00 ^b	5.00±0.00 ^b	5.00±0.00 ^c	5.00±0.00 ^c	5.00±0.00 ^b	5.00±0.00 ^b	5.00±0.00 ^b
1%	6.71±0.84 ^a	6.57±0.66 ^a	6.43±0.46 ^a	6.71±0.24 ^a	6.57±0.15 ^a	6.57±0.33 ^a	6.17±0.62 ^a
3%	6.86±0.58 ^a	7.29±0.22 ^a	5.71±0.38 ^b	5.71±0.22 ^b	6.14±0.15 ^a	6.43±0.08 ^a	6.57±0.22 ^a
5%	4.57±0.65 ^b	5.57±0.29 ^b	4.57±0.88 ^c	3.29±1.09 ^d	4.14±0.50 ^c	4.14±0.58 ^c	4.14±0.36 ^c
10%	3.14±0.17 ^c	4.00±0.08 ^c	3.43±0.67 ^d	2.29±1.15 ^e	2.29±1.03 ^d	1.86±0.33 ^d	2.29±0.70 ^d

¹⁾Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

²⁾Mean±standard deviation.

Samples are the same as Table 1.

점으로 가장 높았고, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다($P < 0.05$). 분말 첨가량이 증가함에 따라 부피가 작아지고 색은 진해지며 경도의 증가와 기공의 분포가 고르지 못해 기호도가 감소된 것으로 생각된다. 따라서 아로니아의 영양가, 색깔, 풍미, 맛 등의 기호성으로 보아 첨가량이 증가할수록 빵의 품질 특성에 영향을 미치는 것으로 나타나 분말 3% 정도로 첨가하는 것이 좋다고 판단하였다.

아로니아는 현재 다양한 기능성으로 인해 슈퍼베리로 불리우고 있으며 우리나라의 초고소득 작물로 재배면적이 급속도로 늘어나고 있는 실정이지만, 아로니아가 가지는 신맛과 짠맛으로 인해 생과로 이용하기보다는 가공용으로 개발할 필요성이 대두되고 있다(10). 본 관능검사 시 제한된 인원으로 아로니아 분말 첨가 식빵에 대한 관능평가를 실시한 한계점은 존재하지만, 앞으로 생산량이 늘어날 아로니아의 활용방안 중 한 대안을 제시했다고 생각되며, 보다 정밀한 결과를 위해서는 대규모의 기호도 조사가 요구된다.

요 약

본 연구는 아로니아 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 적절한 아로니아 분말 첨가량을 확정하기 위하여 아로니아 분말 첨가량을 밀가루 중량의 1%, 3%, 5% 그리고 10%로 식빵을 제조하여 발효과정 중 이화학적, 생리활성 및 관능적인 특성을 조사하였다. 반죽의 pH는 대조구가 5.45인데 비해 아로니아 분말 첨가구는 그보다 낮은 pH 4.24~5.24로 나타났으며, 반죽의 총산은 발효기간이 경과함에 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 그러나 빵을 구운 후에는 반죽 때와 유사한 산도를 나타내었다. 식빵의 부피는 대조구가 1,740 mL로 가장 컸으며 굵기 손실률 또한 대조구가 가장 높았다. 생리활성 분석 결과, 총 폴리페놀 함량은 아로니아 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다. 5%, 10% 첨가구는 각각 67.1 mg%, 94.1 mg%로 대조구 28.4 mg%에 비하여 39~66% 증가하는 경향이었고, 항산화성도 아로니아 분말 첨가량에 따른 증가를 보였다. 식빵의 색도는 아로니아 분말을 첨가할수록 명도와 황색도가 유의적으로 낮게 나타났고, 적색도는 증가하는 경향이였다. 기계적 텍스처 측정 결과 경도, 점착성 및 씹힘성은 대조구에 비해 첨가구가 유의적으로 증가하였고, 부서짐성, 부착성 및 복원성은 대조구와 비교 시 유의적인 차이는 없었다. 저장성의 경우 대조구는 저장 2일째부터 곰팡이가 검출되었고, 양의 차이는 있었지만 4일째는 모든 실험구에서 곰팡이가 검출되었다. 노화도는 아로니아 분말의 첨가량이 많아질수록 노화가 빨리 진행되었다. 관능검사는 아로니아 분말 첨가 1% 식빵이 향, 조직감, 신맛에서 높게 평가되었으며, 외관, 색, 전반적인 기호도에 대해서는 아로니아 분말 첨가 3% 식빵이 가장 양호하게 나타났다. 종합적으로 생리활성도 높으면서 저장성이 좋고, 관능평가에서 높은 기호도를 보인 아로니아 분말 3% 첨가가 식빵 제조 시 최적 배합비로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(지역특화작목기술개발사업, 과제번호: PJ0101792014)의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

1. Legras JL, Merdinoglu D, Cornuet JM, Karst F. 2007. Bread, beer and wine: *Saccharomyces cerevisiae* diversity reflects human history. *Mol Ecol* 16: 2091-2102.
2. Kang CO. 2002. Effect of the addition of powdered-bamboo leaves on the quality and preservations of breads. *MS Thesis*. Chonnam National University, Gwangju, Korea. p 30-45.
3. Lee H, Joo N. 2012. Optimization of pan bread prepared with ramie powder and preservation of optimized pan bread treated by gamma irradiation during storage. *Prev Nutr Food Sci* 17: 53-63.
4. Lee SH, Yun MS, Lee JH, Min SG, Lee SK. 2005. Quality characteristics of white pan bread with olive oil. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 3: 217-221.
5. Chrubasic C, Li G, Chrubasic S. 2010. The clinical effectiveness of chokeberry: a systematic review. *Phytother Res* 24: 1107-1114.
6. Zheng W, Wang SY. 2003. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. *J Agric Food Chem* 51: 502-509.
7. Ohgami K, Ilieva I, Shiratori K, Koyama Y, Jin XH, Yoshida K, Kase S, Kitaichi N, Suzuki Y, Tanaka T, Ohno S. 2005. Anti-inflammatory effects of *Aronia* extract on rat endotoxin-induced uveitis. *Invest Ophth Vis Sci* 46: 275-281.
8. Jankowski A, Niedworok J, Jankowska B. 1999. The influence of *Aronia melanocarpa* Elliot on experimental diabetes in the rats. *Herba Polonica* 45: 345-353.
9. Gasiorowski K, Szyba K, Brokos B, Kolaczynska B, Jankowiak-Wlodarczyk M, Oszmianski J. 1997. Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from *Aronia melanocarpa* fruits. *Cancer Lett* 119: 37-46.
10. Hwang ES, Lee YJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant activities of yanggaeng with aronia juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1220-1226.
11. AACC. 1983. *Approved method of the America Association of Cereal Chemists*. 8th ed. St. Paul, MN, USA.
12. Pyler EJ. 1979. Physical and chemical test methods. In *Baking Science and Technology*. Sosland Publishing Co., Manhattan, KS, USA. p 891-895.
13. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
14. Amerine MA, Ough CS. 1980. *Methods for analysis of musts and win*. Wiley & Sons, New York, NY, USA. p 176-180.
15. Kang MY, Choi YH, Choi HC. 1997. Interrelation between physicochemical properties of milled rice and retrogradation of rice bread during cold storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 886-891.
16. Herbert A, Joel LS. 1993. *Sensory evaluation practice*. Academic Press, New York, NY, USA. p 68-75.
17. Hong SY, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food & Nutr* 21: 485-491.
18. Nam HY, Cho JS. 2006. Quality characteristics of white pan bread with ingredients of Sagoonja-Tang. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 458-467.

19. Lee YW, Shin DH. 2001. Bread properties utilizing extracts of mume. *Korean J Food & Nutr* 14: 305-310.
20. Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2001. Qualities of bread added with Korean persimmons (*Diospyros kaki* L. folium) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 882-887.
21. An HL, Lee KS. 2010. Quality characteristics of pan bread by the addition of cranberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 697-705.
22. Jeon TG, An HL, Lee KS. 2010. Quality characteristics of bread added with turmeric powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 113-121.
23. Kim JS, Nam YJ, Kwon TW. 1996. Induction of quinine reductase by genistein, soybean isoflavone. *Food Sci Biotechnol* 5: 70-75.
24. Son JH, Choung MG, Choi HJ, Jang UB, Son GM, Byun MW, Choi C. 2001. Physiological effect of Korean black soybean pigment. *Korean J Food Sci Technol* 33: 746-768.
25. Kim WM, Lee YS. 2007. A study on antioxidant activity of bread with waxy black rice flour added. *Korean J Culinary Res* 13: 178-185.
26. Häkkinen S, Heinonen M, Kärenlampi S, Mykkänen H, Ruuskanen J, Toärönen R. 1999. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Res Int* 32: 345-353.
27. Hwang YK, Hyun YH, Lee YS. 2004. Study on the characteristics of bread with jasmin tea powder. *Korean J Food & Nutr* 17: 41-46.
28. Fujiyama Y. 1984. *Baking science & technology*. Japan International Baking School, Tokyo, Japan. p 49-106.
29. Tanaka Y, Matsumoto H. 1997. *The baking science and technology*. Kourin Co., Tokyo, Japan. p 31-200.
30. Sarah RL, Priscilla M, Damme EV, Tenbergen K. 2005. *On baking: A textbook of baking and pastry fundamentals*. Pearson-Prentice Hall, Saddle river, NJ, USA. p 50-52.