

자색고구마 첨가 식빵의 품질특성

이순목 · 박금순[†]

대구가톨릭대학교 외식식품산업학부

Quality Characteristics of Bread with Various Concentrations of Purple Sweet Potato

Soon-Mok Lee and Geum-Soon Park[†]

Faculty of Food Service and Technology, Catholic University of Daegu

Abstract

The purpose of this study was to investigate the physicochemical and sensory properties of various breads prepared with purple-fleshed sweet potatoes and their powders. As the amount of purple-fleshed sweet potato and its powder increased, pH of the dough and bread, volume, dough yield, baking loss rate, and fermentation power of the dough decreased, whereas acidity of the bread increased. The lightness and yellowness of the breads decreased significantly, but redness increased with increasing content of purple-fleshed sweet potato and its powder. The textural properties, such as hardness, chewiness, springiness, and brittleness were significantly higher in groups with added purple-fleshed sweet potato and its powder compared to those in the control. The anthocyanin content and DPPH radical scavenging of dough and bread were higher in groups with purple-fleshed sweet potato and its powder than those in the control group. The groups with 5% and 10% purple-fleshed sweet potatoes and their powders had significantly higher scores for overall acceptability as compared to the control group.

Key words : purple-fleshed sweet potato, bread, quality characteristics

1. 서론

고구마(*Ipomoea batatas* L.)는 멕시코의 유카탄반도와 남미 베네수엘라의 오리노코 강 하구지역이 원산지로서 우리나라에는 조선시대 영조 6년(1736년)에 전파되었다(Jung JK

2008, 농촌진흥청 2002). 고구마의 성분 및 그 함량은 일반적으로 수확 시 건조고형물의 양이 16~40%이며, 이 중 75~90%가 탄수화물로 구성되어 있다(Choi CR 등 2000). 영양적으로 단백질, 지방, 식이섬유 및 무기질(칼륨, 인, 철) 등이 골고루 들어 있으며, 단백질 중에 함유되어 있는 필수 아미노산은 균형을 이루고 있다(Kim SY와 Ryu CH 1995). 그 중 자색고구마는 자미를 비롯하여 신자미, 보라미의 품종개량을 거듭하고 있으며 성분으로는 전분을 비롯하여 단백질, 비타민, 무기질, 미네랄, 식이섬유 등이 풍부하게 함유되어 있고 특히 천연 기능성 색소인 anthocyanin 색소를 다

[†]Corresponding author: Geum-Soon Park, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu
Tel: +82-53-850-3512
Fax: +82-53-850-3512
E-mail: gspark@au.ac.kr

2 이순목 · 박금순

량 함유하고 있다. 일본에서는 anthocyanin 색소를 이용하여 아이스크림, 과자 등의 재료로 많이 이용하고 있고(Zhang KS 1995) 국내에서는 팔고물, 잼, 주정발효 등의 대체물로도 연구 개발되고 있으며, 더불어 최근에는 항산화성도 인정받고 있다(Kim SY와 Ryu CH 1997). 자색고구마 색소에 대한 연구로는 자색고구마 색소의 효율적인 분리 방법과 특성이 검토되었고(Kim SJ 등 1996a), 자색고구마 색소의 안정성과 가열에 의한 속도론적 연구(Lee LS 등 1997), 자색고구마 anthocyanin 색소의 성분 분석(Lee LS 등 2000), 자색고구마 전분의 이화학적 특성(Choi CR 등 2000) 등이 보고되었으며 자색고구마의 영양성분에 관한 연구(Kim SY와 Ryu CH 1995)도 보고된바 있다.

식빵은 밀가루와 물, 이스트, 소금을 주재료로 하여 배합한 반죽을 발효시켜 구운 것을 말한다(Bae JH 등 2001). 생활의 간편화와 서구화로 빵의 소비가 증가하고 있으며, 기호의 다양화에 따라 고급 빵 제품에 대한 요구가 증대되고 있는 현실이다(Han GP 등 2004). 이에 따라 식빵에 건강기능성을 부여하기 위해 마늘 분말(Hong SY와 Shin GM 2008), 황기 가루(Min SH와 Lee BR 2008), 당귀 분말(Shin GM과 Kim DY 2008), 석류 분말(Shin SR 등 2008), 매실분말 및 농축액(Park WP 등 2008) 등을 첨가하여 빵을 제조하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 그러나 자색고구마를 이용하여 제빵에 적용한 예는 아주 미비한 실정이다.

본 연구에서는 anthocyanin 색소를 다량 함유하고 있는

자색고구마를 식품으로의 이용도를 증가시키기 위하여 생 자색고구마와 자색고구마 분말을 첨가하여 식빵을 제조하고 반죽의 품질 특성과 식빵의 품질 및 관능적 특성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 재료로 밀가루(강력분, 대한제분), 생이스트(제니코), 이스트푸드((주)조흥화학공업), 설탕(삼양사), 버터(무염, 삼양사), 탈지분유(서울우유), 소금(한일식품), 자색고구마(경북 안동산)는 대형마트에서 구입하였다. 자색고구마 분말(국내산 100%)은 (주)지.에스에서 판매하는 제품을 구입하여 사용하였다.

2. 자색고구마 첨가 식빵 제조

자색 고구마를 첨가한 식빵의 기본 재료 및 분량은 Table 1과 같으며 제빵 공정은 직접 반죽법(Straight dough method)으로 Fig. 1의 공정에 따라 제조하였다. 생자색고구마는 밀가루 중량에 대해 각각 5%, 10%, 15%의 비율로 계량하여 동량의 물(186 g)과 함께 믹서기(Blender, SMX-1200MEK, 신일, Korea)에 넣고 분쇄하여 물대신 첨가하

Table 1. Formula of the bread added with different concentrations of purple-fleshed sweet potatoes.

Ingredient(g)	S ¹⁾	Fresh purple sweet potato			Purple sweet potato powder		
		F1	F2	F3	P1	P2	P3
Flour	300	300	300	300	285	270	255
Water	186	186	186	186	186	186	186
Yeast	12	12	12	12	12	12	12
Yeast food	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Sugar	15	15	15	15	15	15	15
Butter	12	12	12	12	12	12	12
Powdered skim milk	9	9	9	9	9	9	9
Salt	6	6	6	6	6	6	6
Fresh purple sweet potato	-	15	30	45	-	-	-
Purple sweet potato powder	-	-	-	-	15	30	45

1) S: standard

- F1: bread added with 5 % fresh purple sweet potato
- F2: bread added with 10 % fresh purple sweet potato
- F3: bread added with 15 % fresh purple sweet potato
- P1: bread added with 5 % purple sweet potato powder
- P2: bread added with 10 % purple sweet potato powder
- P3: bread added with 15 % purple sweet potato powder

였다. 자색고구마 분말은 밀가루 중량에 대해 각각 5%, 10%, 15%의 양을 대체하여 첨가하였으며, 그 외 물, 이스트, 소금, 설탕 등은 대조군과 동일하게 첨가하여 식빵을 제조하였다. 제조공정은 반죽기에 버터를 제외한 모든 재료를 넣고 믹싱 하다가 클린업 단계에서 버터를 넣고 반죽을 완성하였다. 완성된 반죽은 온도 30℃, 습도 75%에서 30분간 1차 발효한 후 160 g씩 분할하여 둥글리기 하고 15분 동안 중간발효 하여 성형하였다. 성형 후 식빵 팬에 삼봉형으로 넣은 다음 온도 38℃, 습도 85% 조건에서 40분간 2차 발효를 하였다. 2차 발효 후 윗불 190℃, 아랫불 180℃의 오븐에서 30분간 구워 시료로 사용하였다.

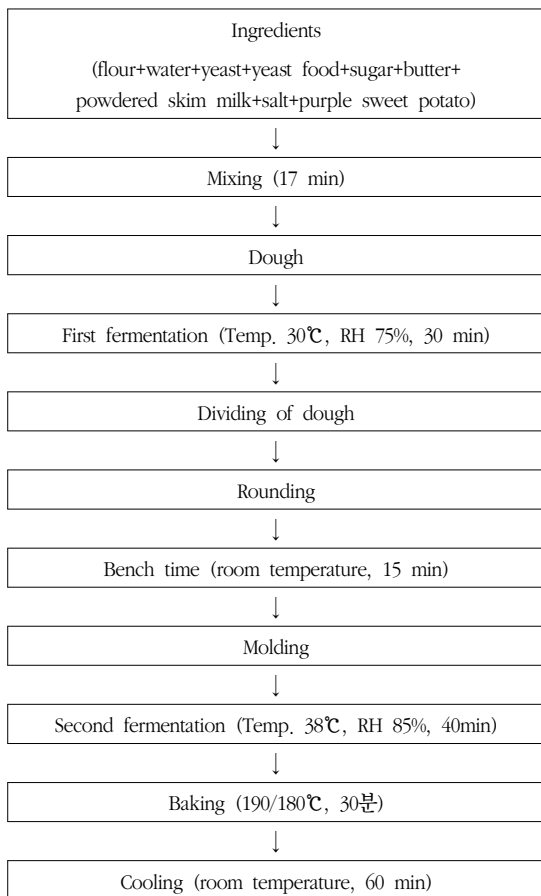


Fig. 1. Bread making processes by the straight dough method.

3. 자색고구마 첨가에 따른 식빵 반죽의 품질특성 측정

1) 이화학적 특성

수분 함량은 반죽 1 g을 취하여 적외선 수분측정기 (moisture determination balance FD-600, KETT electric laboratory, Japan)를 이용하였고, pH는 반죽 10 g을 증류수 50 mL에 넣고 5분간 균질화 한 다음 5분간 방치한 후 상층액을 pH meter(Microprocessor pH meter pH 210, Hanna Instruments, Italy)를 이용하여 그 값은 3회 반복 측정 후 그 평균값을 이용하였다.

2) 기계적 특성

(1) 색도 측정

식빵 반죽의 색도는 반죽을 패트리디쉬에 담아 색차계 (Color difference meter, model JC 801, Color techno system Co. LTD, Japan)를 사용하여 L(명도)값, a(적색도)값, b(황색도) 값을 3회 반복 측정하였다.

(2) 발효팽창력 측정

제조한 식빵 반죽의 팽창력 측정은 믹싱이 끝난 반죽 25 g을 100 mL 메스실린더에 넣은 후 1차 발효조건(Temp. 30℃, RH 75%)에서 60분간 측정하였다.

Fermentation power of dough expansion (%) =

$$\frac{(1차 발효 후의 부피 - 1차 발효 전의 부피)}{1차 발효 전의 부피} \times 100$$

(3) DSC(Differential Scanning Calorimetry) 분석

자색고구마를 첨가한 반죽의 열안정도를 알아보기 위하여 열분석기(Thermal analyzer DSC-60, Shimadzu, Japan)를 사용하여 11~13 mg의 시료를 pan에 밀봉하여 가열 온도는 30~120℃ 까지이며, heating rate는 10℃/min, scanning rate 10℃/min, sensitivity 0.5 mcal/sec의 조건에서 얻어진 endothermic peak의 면적에 따라 enthalpy를 산출하여 각 식빵 시료의 열안정도를 분석하였다.

4 이순목 · 박금순

4. 자색고구마 첨가에 따른 식빵의 품질특성 측정

1) 제빵 특성

(1) 무게, 부피 및 비용적 측정

제조한 식빵을 실온에서 1시간 방냉 후 전자저울로 측정하고, 부피는 종자치환법으로 측정하였다. 비용적은 부피(mL)를 식빵의 무게(g)로 나누어 구하였다.

(2) 반죽 수율 및 굽기 손실률 측정

제조한 식빵의 반죽 수율은 Kim YS 등(2002)의 방법으로 다음의 식으로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었고, 굽기 손실률(baking loss)은 구워낸 다음 실온에서 1시간 방냉 후 측정하였으며 다음의 식을 이용하여 구하였다.

굽기 손실률(baking loss rate) = $\frac{DW-BW}{DW} \times 100$

DW = 반죽중량(dough weight), BW = 제품중량(bread weight)

2) 자색고구마 첨가에 따른 식빵의 저장기간 중 품질변화

(1) 수분 함량 측정

제조한 식빵을 실온에서 1시간 방냉 후 식빵의 crumb 부분 1 g을 취하여 적외선 수분측정기를 이용하여 3번 반복 측정 후 그 평균값을 이용하였다.

(2) pH와 산도 측정

pH는 제조한 식빵의 crumb 부분 10 g을 증류수 50 mL에 넣고 5분간 균질화 한 다음 5분간 방치한 후 상층액을 pH meter를 이용하여 3회 반복 측정하였다. 산도는 제조한 식빵의 crumb 부분 10 g을 증류수 50 mL에 넣고 5분간 균질화 후 5분간 방치한 후 상층액 10 mL를 phenolphthalein 용액으로 0.1N NaOH로 중화 적정하여 소비 mL를 citric acid%로 환산하였다.

(3) 색도 측정

제조한 식빵의 색도는 식빵 crumb의 단면(3×3×1 cm)과

crust의 단면(3×3×1 cm)을 색차계를 사용하여 L(명도)값, a(적색도)값, b(황색도) 값을 3회 반복 측정하였다.

(4) Texture 측정

자색고구마 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 texture는 rheometer (Compac-100, Sun Sci. Co. Ltd, Tokyo, Japan)를 이용하여 mastication test를 실시하였고 plunger diameter 15 mm, table speed 60mm/min, sample height 10 mm, load cell 2 kg의 조건으로 시료당 3회 반복 측정하여 평균치를 나타내었다. 시료로는 식빵의 crumb 부분을 분석하였으며 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 부서짐성(brittleness)을 측정하였다.

(5) 항산화성

① Anthocyanin 함량 측정

Park MK(2007)의 방법을 참고하여 식빵의 반죽과 완제품의 anthocyanin 함량을 측정하였다. 300 mL 삼각 플라스크에 시료 5 g을 45 mL 추출용매(에탄올:증류수:HCl=85:13:2)에 혼합하여 추출하여 여과지(Whatman No. 1)로 여과한 후 감압 농축하여 실온에서 2시간 방치 후 분광광도계(UV-9100)로 535 nm에서 흡광도를 측정하였다.

② DPPH radical 소거 활성 측정

Park WP 등(2007)의 방법을 참고하여 각 시료의 DPPH radical에 대한 소거작용을 측정하였다. 시료에 물을 각각 20 mL씩 가하여 1시간 동안 진탕한 다음 여과지(Whatman No. 1)로 여과하여 분석에 사용하였다. 여과액 0.1 mL에 미리 제조한 DPPH 용액 1 mL를 가하여 10분간 상온에서 방치한 뒤 분광광도계(UV-9100)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거능은 다음식으로 계산하였다.

DPPH radical 소거능(%) = $(1-A/B) \times 100$

(A: 항산화물질이 첨가된 시료의 흡광도 값,

B: 항산화물질이 첨가되지 않은 시료의 흡광도 값)

5. 관능검사

제조 후 1시간 방냉한 후 1 cm 두께의 수직단면을 잘라

직경 25 cm 흰 접시에 물과 함께 제공하였으며, 관능요원에 게 검사방법과 평가특성에 대해 충분히 교육을 시킨 후 7점 항목 척도법으로 나타내었다. 평가항목은 크게 외관 (appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 기호도 (acceptability) 항목을 조사하였다.

6. 통계 처리

데이터 분석은 computer program package인 SAS 9.1을 이용하여 각 실험군 간의 평균치의 유의성을 $p < 0.05$ 수준에서 분산분석(analysis of variance)과 Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 자색 고구마 첨가에 따른 식빵 반죽의 품질특성

1) 이화학적 특성

자색고구마 첨가 식빵 반죽의 수분함량은 Table 2와 같다. 생 자색고구마 첨가군은 대조군에 비해 첨가량이 증가할수록 높아졌고, 자색고구마 분말 첨가군은 대조군에 비해 낮게 나타났다. 이는 밀가루와 물을 고정시키고 수분 함량이 높은 생 자색고구마를 첨가함으로써 식빵 반죽의 수분함량이 높아짐을 알 수 있었다.

반죽의 pH는 Fig. 2와 같이 대조군보다 자색고구마 첨가군의 pH가 대체로 낮게 나타났다. 일반적으로 식빵 반죽의 pH는 5.5~6.0 정도이고 dough의 가스안정성은 pH가 높을수록 크며, pH가 낮은 경우에는 가스발생량이 많아져서 팽창력은 증가하나 안정성이 떨어진다고(Kim JS와 Jeong SH 2007) 하여 식빵의 부피 감소에 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다. Kim YO(2010)의 연구에서 자색고구마 첨가량이 많을수록 pH가 낮아져 본 연구 결과와 같았으며, Kim YS 등(2008)의 백련차 분말을 대체한 우리밀 식빵의 품질특성에서 백련차 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아져 본 연구 결과와 유사하였다.

Table 2. Moisture content of dough of the bread added with different concentration of purple sweet potato.

Sample	moisture (%)
S	38.60±0.10 ^{dl}
F1	40.17±0.06 ^c
F2	40.70±0.10 ^b
F3	41.13±0.06 ^a
P1	37.30±0.10 ^e
P2	36.40±0.10 ^f
P3	36.13±0.06 ^g
F-value	1812.22 ^{***}

*** $p < 0.001$

1) a~g Means with different letters are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's multiple range test

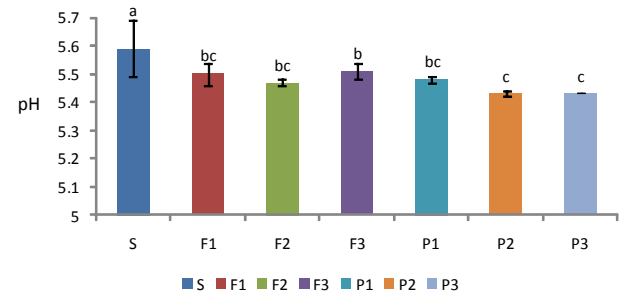


Fig. 2. pH of dough of the bread added with different concentration of purple sweet potato.

a~c Means with different letters are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

2) 기계적 특성

(1) 색도 변화

자색고구마 첨가 식빵 반죽의 색도 변화는 Table 3과 같다. Dough의 명도 L값과 황색도 b값은 대조군보다 첨가군이 낮은 값을 나타내었고, 자색고구마 분말 첨가량과 생 자색고구마 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 낮아지는 경향을 나타내었다. 적색도 a값은 대조군보다 자색고구마 첨가군이 높았으며 자색고구마 분말 첨가량과 생 자색고구마 첨가량이 증가할수록 a값은 증가하는 경향을 나타냈다.

6 이순목 · 박금순

Table 3. Hunter color value of dough of the bread added with different concentration of purple sweet potato.

Sample	L	a	b
S	69.94±0.26 ^{a1)}	6.67±0.07 ^f	6.94±0.13 ^a
F1	57.84±0.09 ^b	15.41±0.25 ^c	0.34±0.15 ^b
F2	53.87±0.36 ^c	17.96±0.14 ^d	0.08±0.10 ^c
F3	52.29±0.16 ^d	19.24±0.54 ^c	-2.13±0.13 ^d
P1	46.54±0.00 ^e	20.01±0.39 ^b	-4.35±0.00 ^e
P2	38.39±0.00 ^f	22.75±0.30 ^a	-4.47±0.24 ^e
P3	34.78±0.03 ^g	22.75±0.20 ^c	-4.87±0.01 ^f
F-value	12812.40***	984.77***	2916.69***

***p<.001

1) a-g Means with different letters are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test

(2) 발효팽창력

자색고구마 첨가 식빵 반죽의 발효팽창력은 Fig. 3과 같다. 발효초기에서 15분까지 대조군과 첨가군 모두에서 급격한 발효가 일어났고 30분까지 발효가 진행되었다. 30분 이후에는 발효가 더디게 진행되어 45분 이후에는 발효가 포화 상태에 도달하였음을 알 수 있다. Min SH와 Lee BR(2008)의 황기가루를 첨가한 식빵의 품질특성, Shin SR 등(2008)의 석류 분말을 첨가한 식빵 반죽의 물리적 특성에서 발효초기

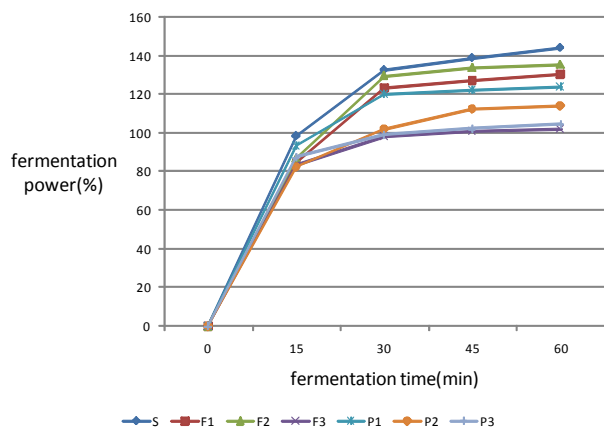


Fig. 3. Fermentation power of dough of the bread added with different concentration of purple sweet potato.

에서 60분까지 급격히 발효가 진행되고 이후에는 서서히 발효가 진행되어 본 연구와 발효과정이 유사하였다. 식빵 반죽의 발효팽창력은 대조군이 전 측정 구간에서 가장 높았으며 자색고구마 첨가군이 낮게 나타났다. Kim YO(2010)의 연구에서도 자색고구마 분말을 첨가한 식빵 반죽의 발효팽창력이 대조군보다 낮게 나타나 본 연구결과와 같은 경향을 보였다.

(3) DSC 분석

자색고구마 첨가 식빵 반죽의 DSC(Differential Scanning Calorimetry)에 의한 노화도를 측정한 결과는 Table 4와 같다.

DSC는 어떤 물질이 용융되거나 결정성의 변화 등과 같은 물리적 상태가 변할 때 또는 화학반응이 일어날 때 생기는 열의 흡수나 방출을 측정하는 기기로서 전분의 호화특성 연구에 자주 사용되는 기기이다(박지혜 2009). 자색고구마 첨가 식빵 반죽 대조군의 호화 개시온도는 62.12°C이고 생 자색고구마 첨가군은 62.34~65.67°C, 자색고구마 분말 첨가군은 62.34~63.50°C로 첨가량이 증가할수록 호화 개시온도가 높았다. 호화종료 온도는 대조군이 92.93°C이고 생 자색고구마 첨가군이 91.25~91.93°C, 자색고구마 분말 첨가군이 92.19~92.71°C로 대조군이 첨가군보다 높았다(p<0.001). 피크

Table 4. DSC characteristics of dough of the bread added with different concentration of purple sweet potato.

Sample	To(°C) ²⁾	TP(°C)	TC(°C)	ΔH(J/g)
S	62.12±0.08 ^d	81.66±0.06 ^c	92.93±0.10 ^a	275.11±0.30 ^a
F1	62.34±0.10 ^c	81.90±0.10 ^b	91.69±0.09 ^d	228.53±0.12 ^b
F2	62.38±0.08 ^c	80.69±0.11 ^e	91.93±0.06 ^{cd}	218.92±0.50 ^f
F3	65.67±0.04 ^a	79.08±0.06 ^f	91.25±0.05 ^e	223.07±0.03 ^d
P1	62.34±0.10 ^c	81.66±0.24 ^c	92.49±0.34 ^b	220.50±1.00 ^e
P2	62.02±0.02 ^d	81.37±0.05 ^d	92.19±0.15 ^c	220.67±0.23 ^e
P3	63.50±0.08 ^b	82.46±0.05 ^a	92.71±0.13 ^{ab}	226.19±0.17 ^c
F-value	876.07***	276.46***	41.14***	5841.21***

***p<.001

1) a-f Means with different letters are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test

2) T₀ : onset temperature

T_p : peak temperature

T_c : endset temperature

ΔH : enthalpy

온도는 대조군과 첨가군이 큰 차이 없이 나타났고, 엔탈피 값은 대조군보다 첨가군이 낮은 값을 나타내었다.

자색고구마 첨가군의 호화개시온도가 대조군에 비해 높으며, 피크 온도는 자색고구마 분말 15% 첨가군이 가장 높았고 생자색고구마 15% 첨가군이 가장 낮았다. 엔탈피 값은 대조군이 가장 높았고 첨가군이 상대적으로 낮아 자색고구마 첨가가 자색고구마 첨가 식빵의 노화 지연에 효과가 있다고 사료된다.

2. 자색 고구마 첨가에 따른 식빵의 품질특성

1) 제빵 특성

(1) 부피, 무게 및 비용적

자색고구마 첨가 식빵의 부피, 무게 및 비용적은 Table 5와 같다. 자색고구마 첨가 식빵의 부피는 대조군에 비해 첨가군이 낮은 경향을 보였으며 생 자색고구마 5%, 10%, 자색고구마 분말 5% 첨가량이 높은 값을 보였다. 이는 가스 발생량이 많아 팽창력은 높지만 안정성이 떨어져서 대조군에 비해 첨가군의 부피가 낮은 값을 보인 것으로 생각된다. 무게는 대조군에 비해 첨가군이 높은 값을 보였으며, 자색고구마 첨가량이 증가할수록 무게는 증가하였다. 자색고구마를 제외한 재료를 고정하고 자색고구마를 첨가했기 때문에 무게는 비례하여 증가하였다. 비용적은 자색고구마 첨가량이 증가할수록 감소하였다. Moon HK 등(2004)은 늙은 호박 동결건조분말 첨가시 식빵의 부피가 감소하였다고 보고하였고, Shin DH와 Lee YW(2005)도 선인장 열매 분말 첨가시 비용적이 감소하였다고 보고하였으며, Min SH와 Lee BR(2008)도 황기가루 첨가량 증가에 따라 유의적으로 감소하였다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 나타냈다. 식빵의 부피는 반죽상태, 단백질의 양과 질, 수분흡수율, 발효정도에 따라 영향을 받으며 글루텐 함량의 차이에 의하여 가스 보유력이 달라지기 때문인데(Ha TY 등 2003), 본 실험에서는 자색고구마가 첨가됨에 따라 글루텐의 망상구조 형성을 저해하여 부피가 감소한 것으로 생각된다.

Table 5. Volume, weight and specific volume of the bread added with different concentration of purple sweet potato.

Sample	Volume (mL)	Weight (g)	Specific volume (mL/g)
S	2103.78±40.85 ^{a1)}	421.10±4.65 ^c	5.00
F1	1933.57±31.20 ^c	429.17±1.52 ^b	4.51
F2	2008.46±31.20 ^b	435.03±5.20 ^{ab}	4.62
F3	1429.75±20.43 ^f	437.37±4.70 ^a	3.27
P1	1899.53±20.43 ^c	428.57±1.80 ^b	4.43
P2	1729.32±51.40 ^d	431.97±1.31 ^{ab}	4.00
P3	1497.84±31.20 ^e	432.57±1.90 ^{ab}	3.46
F-value	172.22***	7.17**	

p<.01, *p<.001

1) a-f Means with different letters are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test

(2) 반죽 수율 및 굽기손실율

자색고구마 첨가 식빵의 반죽 수율 및 굽기손실율은 Table 6과 같다. 자색고구마 첨가 식빵의 반죽 수율은 대조군이 첨가군에 비해 높은 값을 보였으며 자색고구마 첨가량이 증가할수록 소폭으로 감소하는 경향을 보였다. 이는 Hong SY와 Shin GM(2008)의 마늘 분말을 첨가한 식빵의 반죽 수율이 대조군에 비해 첨가군이 낮은 값을 보였다는 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

굽기손실율은 대조군이 12.27%로 가장 높은 값을 나타냈으며, 첨가군이 대조군에 비해 낮은 값을 나타냈다. 자색고구마 첨가군은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 굽기 손실율은 휘발성 물질의 휘발과 가열에 의한 수분 증발에 의하여 영향을 받으며, Jung JY 등(2006)의 발아콩 첨가 실험에서 발아 콩 첨가량이 증가할수록 굽기 손실율은 비례하여 증가하였다는 보고와 Hong SY와 Shin GM(2008)의 마늘 분말을 첨가한 식빵에서 첨가량이 증가할수록 굽기 손실율은 감소하는 경향을 나타내었다는 보고와 유사하였다.

Table 6. Dough yield, baking loss rate of the bread added with different concentration of purple sweet potato.

Sample	Dough yield (%)	Baking loss rate (%)
S	114.00±1.26 ¹⁾	12.27±0.97 ^a
F1	110.35±1.32 ^{bc}	9.37±1.09 ^{bc}
F2	111.84±0.39 ^b	10.59±0.32 ^b
F3	109.76±1.18 ^c	8.88±0.98 ^c
P1	112.00±0.47 ^b	10.71±0.38 ^b
P2	111.12±0.34 ^{bc}	10.01±0.27 ^{bc}
P3	110.97±0.49 ^{bc}	9.88±0.40 ^{bc}
F-value	7.31 ^{**}	7.18 ^{**}

^{**}p<.01

1) a~c Means with different letters are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test

2) 자색고구마 첨가에 따른 식빵의 저장기간 중 품질변화

(1) 수분함량

자색고구마 첨가 식빵의 저장기간 중 수분함량의 변화는 Table 7과 같다. 제조 당일 대조군의 수분함량은 42.80%이고 생 자색고구마 첨가군은 43.03~44.13%, 자색고구마 분말 첨가군은 43.30~40.00%로 대조군에 비해 첨가군이 높은 수분함량을 보였으며, 저장 기간 3일째는 대조군이 34.70%, 생 자색고구마 첨가군이 35.40~37.50%, 자색고구마 분말 첨가군이 41.60~37.87%로 대조군에 비해 자색고구마 첨가군의 수분함량은 높은 값을 보였으며, 저장기간이 경과할수록 대조군과 생 자색고구마 첨가군의 수분함량 변화가 크며, 자색고구마 분말 첨가군의 수분함량 변화는 작은 것으로 나타났다. Maleki M 등(1980), 김혜영(1998)은 빵의 수분함량이 많을수록 노화가 느리다고 보고하였다. 이와 같이 빵에서 수분 보유효과는 노화와 관련이 있으며 빵의 노화는 먼저 수분손실에서 시작되기 때문에 저장기간 동안 제품의 수분 보유력이 높으면 노화 지연 효과가 클 것으로 생각된다.

Table 7. Moisture content of the bread added with different concentration of purple sweet potato during storage for 3 days at room temperature. (%)

Sample	Days			F-value
	1	2	3	
S	^A 42.80±0.10 ^{e1)}	^B 40.23±1.23 ^c	^C 34.70±0.10 ^f	99.93 ^{***}
F1	^A 43.03±0.06 ^d	^B 40.40±0.10 ^{cd}	^C 35.40±0.10 ^e	5623.00 ^{***}
F2	^A 43.70±0.10 ^b	^B 42.20±0.10 ^{ab}	^C 35.30±0.10 ^e	6021.00 ^{***}
F3	^A 44.13±0.06 ^a	^B 41.70±0.10 ^b	^C 37.50±0.10 ^d	4343.29 ^{***}
P1	^A 43.30±0.10 ^c	^B 42.87±0.06 ^a	^C 41.60±0.10 ^a	301.00 ^{***}
P2	^A 42.60±0.10 ^f	^C 40.07±0.06 ^{cd}	^B 40.70±0.10 ^b	670.43 ^{***}
P3	^A 40.00±0.10g	^B 39.20±0.10 ^d	^C 37.87±0.06 ^c	448.00 ^{***}
F-value	665.33 ^{***}	27.69 ^{***}	2444.21 ^{***}	

^{***}p<.001

1)a~g: Duncan's multiple range test in samples(columns)

A~C: Duncan's multiple range test in days(rows)

(2) pH와 산도

자색고구마 첨가 식빵 반죽의 pH 변화는 Fig. 4와 같다. 대조군에 비해 자색고구마 첨가군의 제품이 대체로 낮게 나타났다. 일반적으로 빵에 가장 적합한 pH는 5.0~5.5 정도로 pH는 첨가원료의 pH, 삼투압, 원료 단백질의 완충작용에 영향을 받으며(Hong SY와 Shin GM 2008), Lee JO 등(2008)의 연자육 분말 첨가에 따라 식빵의 pH는 감소하는 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 자색고구마 분말 첨가군에 비해 생 자색고구마 첨가군의 pH가 낮게 나타났다. 자색고구마 첨가 식빵의 산도변화는 Fig. 5와 같으며 0.3~0.4 범위로 나타나서 pH와는 상반되는 결과를 보였으며, Kim YS 등(2008)의 백련차 분말을 대체한 우리밀 식빵의 pH와 산도 변화의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

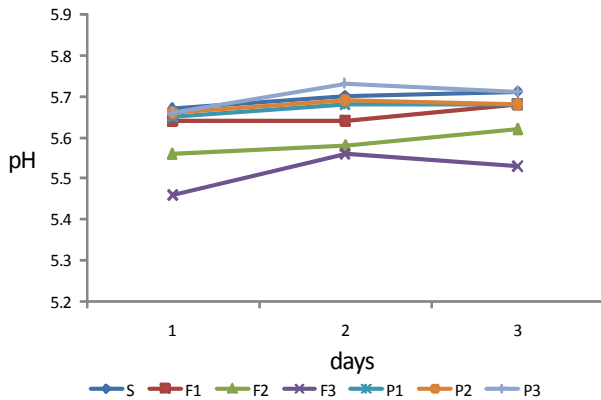


Fig. 4. Changes pH of the bread added with different concentration of purple sweet potato during storage for 3 days at room temperature.

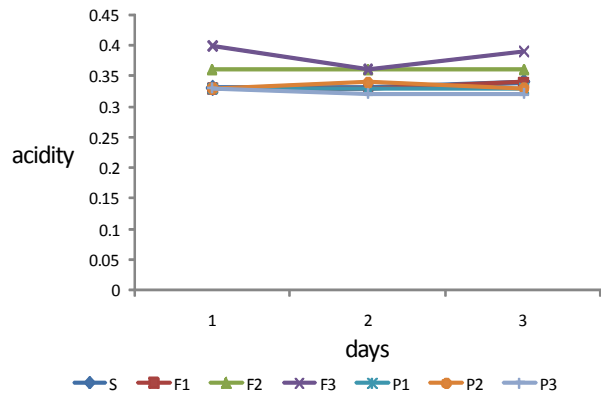


Fig. 5. Changes acidity of the bread added with different concentration of purple sweet potato during storage for 3 days at room temperature.

(3) 색도

자색고구마 첨가 식빵의 저장 기간 중 색도 변화는 Table 8과 같이 명도의 L값은 대조군이 67.11, 생 자색고구마 첨가군이 47.16~55.66, 자색고구마 분말 첨가군이 37.15~54.47로 대조군에 비해 낮은 값을 보였으며, 자색고구마 첨가군별로 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 저장기간이 경과할수록 생 자색고구마 첨가군은 유의적(p<0.001)으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 자색고구마 분말 첨가군은 저

장 2일 다소 낮아졌으나 저장 3일에는 증가하는 경향을 보였다. 적색도인 a값은 대조군에 비해 자색고구마 첨가군이 높은 값을 나타내었고, 저장기간이 경과할수록 자색고구마 첨가군이 대체로 감소하는 경향을 보였다. 황색도인 b값은 대조군이 자색고구마 첨가군에 비해 높은 값을 나타내었으며, 저장기간이 경과할수록 대조군은 큰 변화가 없었지만 자색고구마 첨가군은 대체로 감소하는 경향을 보였다.

Lee YS 등(2007)의 찰흑미분 첨가에 따른 색도 변화 결과와 유사한 경향을 나타내었으며, 찰흑미분을 첨가하여 빵을 만들 경우 찰흑미에 함유된 안토시아닌 색소에 의해 빵의 내부 색이 짙어지는 결과(Hwang YK와 Kim TY 2000)와 같이 자색고구마의 안토시아닌 색소에 의해 자색고구마 첨가 식빵의 경우도 각 첨가군별로 첨가량이 증가할수록 빵의 내부 색이 짙어지는 결과가 얻어졌다.

이상의 결과 자색고구마 첨가 식빵의 색도는 중요한 품질요인 중의 하나이며 시각적 기호도의 척도로 이용되어 자색고구마 첨가 식빵의 기호도에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

(4) Texture 변화

자색고구마 첨가 식빵을 3일간 저장하면서 일어난 texture 변화는 Table 9와 같다. 경도(hardness)는 자색고구마 분말 15% 첨가군이 가장 높게 나타났으며 자색고구마 첨가량이 증가할수록, 저장기간이 경과할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.001). 이는 Lee BG 등(2009)의 연자육 분말 첨가에 따른 보고와 유사한 결과를 보였다. 탄력성(springiness)은 제조 당일에는 생 자색고구마 5%, 자색고구마 분말 5% 첨가군이 높은 값을 나타냈고 대조군에 비해 자색고구마 첨가군이 높은 값을 나타내었다. 저장기간에 따라 생 자색고구마 15%, 자색고구마 분말 5, 10% 첨가군에서 유의하게 변화가 있는 것으로 나타났고 대조군과 그 밖의 첨가군에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 응집성(cohesiveness)은 제조 당일은 대조군이 높은 값을 보였고 자색고구마 첨가군은 낮은 값을 보였으며, 저장기간이 경과할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 씹힘성(chewiness)은 제조 당일 자색고구마 분말 15% 첨가군이 가장 높았고 대조군보다 자색고구마 첨가군이 높게 나타났다. 저장 후기에도 대조군보다 자색고구마 첨가군이 높은 값을

10 이순목 · 박금순

Table 8. Hunter Color value of the bread added with different concentration of purple sweet potato during storage for 3 days at room temperature.

Sample	L			F-value
	1	2	3	
S	^A 67.11±0.25 ^{a1)}	^B 62.30±0.17 ^a	^C 61.22±0.04 ^a	954.61***
F1	^A 53.05±0.05 ^d	^B 52.29±0.10 ^c	^C 51.42±0.28 ^c	66.93***
F2	^A 55.66±0.17 ^b	^B 54.53±0.07 ^b	^C 48.85±0.95 ^d	127.12***
F3	^A 47.16±0.15 ^e	^B 43.44±0.16 ^e	^C 39.38±0.03 ^f	2810.72***
P1	^A 54.47±0.16 ^c	^C 49.14±0.20 ^d	^B 52.64±0.00 ^b	979.31***
P2	^B 40.78±0.20 ^f	^C 39.76±0.21 ^f	^A 41.40±0.03 ^e	71.88***
P3	^B 37.15±0.00 ^g	^C 32.33±0.11 ^g	^A 37.53±0.05 ^g	5379.36***
F-value	11579.00***	12620.70***	1534.20***	

Sample	a			F-value
	1	2	3	
S	^B 3.04±0.27 ^e	^A 4.17±0.18 ^e	^A 4.04±0.22 ^g	22.59**
F1	^A 10.38±0.20 ^d	^A 10.33±0.20 ^c	^B 9.40±0.22 ^e	21.03**
F2	^A 11.36±0.08 ^c	^B 8.47±0.29 ^d	^C 7.11±0.25 ^f	274.36***
F3	^{AB} 10.51±0.16 ^d	^A 11.15±0.58 ^c	^B 10.35±0.18 ^d	4.08 ^{NS}
P1	^B 12.72±0.27 ^b	^C 10.63±0.17 ^c	^A 14.10±0.36 ^c	119.40***
P2	^A 17.35±0.53 ^a	^B 16.11±0.76 ^a	^B 16.02±0.23 ^b	5.50*
P3	^B 17.29±0.39 ^a	^C 14.32±0.64 ^b	^A 19.12±0.21 ^a	86.76***
F-value	769.19***	209.38***	1392.83***	

Sample	b			F-value
	1	2	3	
S	^B 8.58±0.11 ^a	^A 9.03±0.23 ^a	^B 8.53±0.10 ^a	9.03*
F1	^A 4.76±0.09 ^c	^B 3.61±0.16 ^{cd}	^C 1.83±0.12 ^e	421.39***
F2	^A 4.20±0.01 ^d	^B 3.70±0.19 ^{bc}	^B 3.51±0.07 ^b	28.14***
F3	^A 2.61±0.05 ^e	^{AB} 2.30±0.26 ^e	^B 2.19±0.12 ^{cd}	5.22*
P1	^A 6.14±0.06 ^b	^B 3.33±0.11 ^d	^C 2.03±0.08 ^{de}	1740.67***
P2	2.44±0.07 ^f	2.23±0.06 ^e	2.20±0.20 ^{cd}	3.05 ^{NS}
P3	^B 2.42±0.01 ^f	^A 3.94±0.16 ^b	^B 2.35±0.10 ^c	198.41***
F-value	3546.30***	501.06***	1208.12***	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001, NS: Not Significant

1) a~g: Duncan's multiple range test in samples(columns)

A~C: Duncan's multiple range test in days(rows)

보였으며 생 자색고구마 첨가군은 첨가량이 증가할수록 높았고 자색고구마 분말 첨가군은 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났다. 부서짐성(brittleness)은 제조 당일 대조군에 비해 자색고구마 첨가군이 높은 값을 보였고 자색고구마 분말

15% 첨가군이 가장 높았다. 저장 후기에도 대조군보다 자색고구마 첨가군이 높은 값을 나타내었고 대조군, 생 자색고구마 첨가군, 자색고구마 분말 5% 첨가군이 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였으며, 자색고구마 분말 10,

Table 9. Texture of the bread added with different concentration of purple sweet potato during storage for 3 days at room temperature.

Sample	Days			F-value	
	1	2	3		
Hardness (kg/cm ²)	S	^C 472.83±35.32 ^{e1)}	^B 1153.33±65.16 ^c	^A 1275.33±60.00 ^d	185.06 ^{***}
	F1	^C 683.90±71.87 ^d	^B 830.47±89.09 ^d	^A 1372.33±39.32 ^{cd}	80.79 ^{***}
	F2	^C 496.60±15.94 ^e	^B 980.30±47.78 ^{cd}	^A 1555.00±73.78 ^c	316.60 ^{***}
	F3	^C 845.77±22.99 ^c	^B 1547.67±116.36 ^a	^A 2896.00±172.00 ^a	223.84 ^{***}
	P1	^C 815.83±55.04 ^c	^B 1341.67±22.81 ^b	^A 2265.67±171.82 ^b	146.60 ^{***}
	P2	^C 936.07±26.56 ^b	^B 1488.00±158.58 ^{ab}	^A 2088.00±133.00 ^b	68.61 ^{***}
	P3	^C 1177.00±63.00 ^a	^B 1579.67±139.75 ^a	^A 2848.67±246.53 ^a	81.29 ^{***}
	F-value	87.23 ^{***}	24.68 ^{***}	63.91 ^{***}	
Springiness (%)	S	85.05±9.67	85.60±1.50	88.16±0.93 ^a	0.26 ^{NS}
	F1	90.21±0.95	88.81±3.18	88.02±1.90 ^a	0.76 ^{NS}
	F2	89.62±4.08	86.27±4.12	85.67±0.72 ^{ab}	1.19 ^{NS}
	F3	^A 87.87±1.23	^A 87.98±2.66	^B 81.74±2.92 ^{bc}	6.70 [*]
	P1	^A 90.11±1.91	^A 86.56±2.37	^B 80.18±2.04 ^c	16.92 ^{**}
	P2	^A 89.73±0.67	^A 85.82±1.78	^B 67.79±3.52 ^d	77.14 ^{***}
	P3	88.03±3.38	88.60±3.88	81.65±2.21 ^{bc}	4.27 ^{NS}
	F-value	0.56 ^{NS}	0.63 ^{NS}	29.29 ^{***}	
Chewiness (g)	S	^B 41.19±8.75 ^e	^A 103.45±3.24 ^c	^A 104.48±8.62 ^e	73.32 ^{***}
	F1	^B 68.83±7.53 ^d	^B 80.09±5.30 ^d	^A 122.19±4.65 ^{de}	66.95 ^{***}
	F2	^C 47.49±2.58 ^e	^B 85.39±11.50 ^d	^A 130.20±10.90 ^{cd}	59.84 ^{***}
	F3	^C 80.21±3.67 ^c	^B 129.21±7.06 ^b	^A 210.30±5.90 ^a	395.75 ^{***}
	P1	^C 81.73±9.48 ^c	^B 103.86±8.07 ^c	^A 171.52±14.26 ^b	54.93 ^{***}
	P2	^B 94.48±1.27 ^b	^A 137.17±7.83 ^{ab}	^A 147.84±15.98 ^c	22.55 ^{**}
	P3	^B 116.65±4.84 ^a	^A 147.46±8.08 ^a	^A 137.62±5.45 ^{cd}	18.81 ^{**}
	F-value	53.77 ^{***}	34.37 ^{***}	35.10 ^{***}	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001, NS: Not Significant

1) a~g: Duncan's multiple range test in samples(columns)

A~C: Duncan's multiple range test in days(rows)

15% 첨가군은 증가하였다가 감소하는 경향을 보였다.

3) 항산화성

(1) Anthocyanin 함량

Table 10은 자색고구마 첨가 식빵 반죽과 식빵의 anthocyanin

함량을 측정된 결과이다. 대조군에 비해 자색고구마 첨가군이 반죽과 식빵 모두에서 높은 값을 나타내었고 첨가량이 증가할수록 anthocyanin 함량이 높았다. 반죽의 anthocyanin 함량이 굵고 난 후의 식빵에서보다 높게 나타났다. 이는 anthocyanin 색소가 열, pH, 산소, 빛 등 여러 요인에 민감하게 영향을 받기 때문이다. 따라서 항산화 효과 등의 생리

Table 10. Anthocyanin content of dough and bread added with different concentration of purple sweet potato.

Sample	Anthocyanin (mg%)	
	Dough	Bread
S	0.12±0.02 ^{c1)}	0.09±0.01 ^c
F1	0.29±0.05 ^b	0.22±0.03 ^b
F2	0.32±0.02 ^b	0.23±0.02 ^b
F3	0.32±0.10 ^b	0.26±0.06 ^b
P1	0.51±0.10 ^a	0.39±0.00 ^a
P2	0.54±0.10 ^a	0.39±0.01 ^a
P3	0.61±0.06 ^a	0.40±0.01 ^a
F-value	17.20***	52.65***

***p<.001

1) a~c Means with different letters are significantly different at α =0.05 by Duncan's multiple range test

활성이 있는 anthocyanin 색소를 가공식품 및 음료에 광범위하게 이용하는데 제한적 요소가 되고 있어 최근에는 식물의 페놀성 성분 등을 비롯한 anthocyanin 색소 안정화에 기여하는 물질의 탐색이 활발히 이루어지고 있다(Park MK 2007)고 하여 반죽의 anthocyanin 색소 함량 손실을 줄일 수 있는 다양한 방법이 나올 것이라 생각된다.

(2) DPPH radical 소거 활성

DPPH radical 소거활성의 측정결과는 Table 11과 같다. DPPH(1, 1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl)는 짙은 자주색을 나타내며, 그 자체가 질소 중심의 radical로서 radical 전자의 비편재화에 의해 안정화된 상태로 존재한다. 따라서 DPPH radical 소거 활성은 식품의 항산화력을 측정하는 방법으로 상용화 되고 있다(Kim WM와 Lee YS 2008). 대조군의 DPPH radical 소거활성 값에 비해 자색고구마 첨가군의 DPPH radical 소거활성 값이 유의적으로 높게 나타났다(p<0.001). 생 자색고구마 첨가 식빵의 반죽에서 첨가량이 증가할수록 DPPH radical 소거활성 값도 높아졌고 굽고 난 후의 식빵에서도 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타냈다. 자색고구마 분말 첨가 식빵 반죽의 경우 첨가량이 증가할수록 DPPH radical 소거활성 값은 증가하였으나 굽고 난 후의

Table 11. Effect of DPPH radical scavenging of dough and bread added with different concentration of purple sweet potato.

Sample	DPPH (%)	
	Dough	Bread
S	-8.55±4.62 ^{d1)}	-12.07±0.47 ^{e2)}
F1	8.44±0.80 ^c	7.59±0.21 ^d
F2	8.82±0.18 ^{bc}	8.92±0.18 ^c
F3	12.38±0.06 ^b	11.79±0.92 ^a
P1	10.43±2.53 ^{bc}	10.43±1.57 ^b
P2	16.51±0.27 ^a	13.06±0.66 ^a
P3	17.50±0.31 ^a	10.26±0.15 ^b
F-value	54.95***	388.52***

***p<.001

1) a~e Means with different letters are significantly different at α =0.05 by Duncan's multiple range test

식빵에서는 비례하여 증가하지 않았지만 생 자색고구마를 첨가하는 것 보다 자색고구마 분말의 형태로 첨가하는 것이 효과적이라는 것을 알 수 있었다. Kim WM와 Lee YS(2008)의 흑미와 녹차 혼합분을 첨가한 식빵의 항산화성 및 품질특성에 나타난 DPPH radical 소거활성 결과와 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

4) 관능검사

자색고구마 첨가량을 달리한 식빵의 관능검사 결과 Table 12와 같이 외관, 맛, 향, 질감을 살펴보았다. 외관에서 식빵의 crust와 crumb의 색상(color)은 자색고구마 첨가량이 증가할수록 높은 값을 보였고 저장기간이 경과함에 따른 색의 변화는 대부분 유의적 차이 없이 약간의 변화가 있는 것으로 평가되었다. 자색고구마 식빵의 기공(pore size)에서 생 자색고구마 5, 10%, 자색고구마 분말 5% 첨가군이 대조군과 유의하게 기공의 균일함을 보였다.

맛에서 식빵의 구수한 맛(savory)은 대조군에 비해 자색고구마 첨가군이 높은 값을 나타냈으며, 자색고구마 분말 15% 첨가구가 가장 높은 값을 나타내었다. 저장기간에 따른 구수한 맛은 유의적 차이가 없는 것으로 평가되었다.

Table 12. Sensory evaluation of the bread added with different concentration of purple sweet potato during storage for 3 days at room temperature.

Sample	S	F1	F2	F3	P1	P2	P3	F-value			
Appearance	Crust color	1	2.57±1.56 ^{e1)}	4.00±1.11 ^d	5.00±0.00 ^c	6.00±0.96 ^{ab}	3.79±0.97 ^d	5.50±0.76 ^{bc}	6.36±0.74 ^a	27.02 ^{***}	
		3	2.57±1.09 ^c	4.43±1.09 ^{cd}	5.07±1.14 ^{bc}	6.21±0.80 ^a	4.29±0.73 ^d	5.29±0.72 ^b	6.43±0.76 ^a	28.20 ^{***}	
		F-value	0.00 ^{NS}	1.06 ^{NS}	0.05 ^{NS}	0.41 ^{NS}	2.37 ^{NS}	0.58 ^{NS}	0.06 ^{NS}		
	Crumb color	1	1.86±1.17 ^d	3.14±0.86 ^c	^A 5.14±0.36 ^b	^A 6.71±0.73 ^a	3.36±0.74 ^c	5.64±0.45 ^b	6.79±0.43 ^a	94.85 ^{***}	
		3	1.57±0.85 ^f	2.86±0.66 ^c	^B 4.21±0.70 ^c	^B 5.79±0.70 ^b	3.57±1.09 ^d	5.29±0.47 ^b	6.71±0.47 ^a	82.64 ^{***}	
		F-value	0.55 ^{NS}	0.96 ^{NS}	19.44 ^{***}	11.88 ^{**}	0.37 ^{NS}	3.82 ^{NS}	0.18 ^{NS}		
	Pore size	1	^A 5.29±0.91 ^a	^A 4.71±0.47 ^{ab}	4.14±1.51 ^b	1.86±0.66 ^d	4.43±1.02 ^b	2.93±0.83 ^c	2.21±1.31 ^{cd}	23.65 ^{***}	
		3	^B 3.86±1.56 ^a	^B 3.86±0.86 ^a	3.64±1.22 ^a	2.50±2.18 ^b	4.29±1.33 ^a	3.14±1.17 ^{ab}	2.29±0.91 ^b	4.12 ^{**}	
		F-value	8.72 ^{**}	10.64 ^{**}	0.93 ^{NS}	1.12 ^{NS}	0.10 ^{NS}	0.31 ^{NS}	0.03 ^{NS}		
Taste	savory	1	^A 3.42±1.22 ^b	4.14±0.86 ^{ab}	4.71±1.33 ^a	4.29±1.20 ^{ab}	4.07±0.83 ^{ab}	4.57±1.02 ^a	5.07±1.60 ^a	2.81 [*]	
		3	^B 2.43±0.94 ^c	3.71±1.07 ^b	4.07±0.92 ^{ab}	4.71±0.91 ^a	4.57±1.83 ^{ab}	4.71±0.91 ^a	4.86±0.86 ^a	8.48 ^{***}	
		F-value	5.90 [*]	1.36 ^{NS}	2.23 ^{NS}	1.12 ^{NS}	0.87 ^{NS}	0.15 ^{NS}	0.20 ^{NS}		
	bitter	1	^A 3.14±1.51 ^d	3.00±1.24 ^d	3.43±1.22 ^{cd}	^A 5.14±1.41 ^{ab}	^B 3.21±0.70 ^d	4.29±1.33 ^{bc}	5.57±1.02 ^a	10.08 ^{***}	
		3	^B 2.07±0.10 ^d	2.43±1.02 ^d	2.93±1.44 ^{cd}	^B 3.86±1.51 ^{bc}	^A 4.43±1.55 ^{ab}	4.86±1.61 ^{ab}	5.57±1.83 ^a	11.36 ^{***}	
		F-value	4.90 [*]	1.78 ^{NS}	0.98 ^{NS}	5.43 [*]	7.10 [*]	1.05 ^{NS}	0.00 ^{NS}		
	Texture	Moistness	1	3.14±1.51 ^c	5.00±0.96 ^a	5.71±1.20 ^a	^B 3.57±1.74 ^{bc}	^A 5.43±0.76 ^a	4.14±0.66 ^b	^A 4.07±1.07 ^b	10.20 ^{***}
			3	3.36±0.74 ^c	4.71±0.47 ^{bc}	5.50±0.52 ^a	^A 5.21±0.80 ^{ab}	^B 4.29±1.07 ^{cd}	3.71±0.91 ^{de}	^B 3.00±1.47 ^c	15.03 ^{***}
			F-value	0.34 ^{NS}	1.00 ^{NS}	0.37 ^{NS}	10.28 ^{**}	10.67 ^{**}	2.02 ^{NS}	4.87 [*]	
Springiness		1	4.29±1.33 ^{bc}	4.71±0.91 ^{bc}	5.14±0.66 ^{ab}	5.71±1.63 ^a	4.14±0.95 ^c	5.14±0.66 ^{ab}	^A 5.64±1.28 ^a	4.29 ^{***}	
		3	4.07±1.38	4.29±0.47	4.71±0.91	4.86±1.29	4.57±0.93	4.57±1.09	^B 4.14±1.61	0.93 ^{NS}	
		F-value	0.17 ^{NS}	2.44 ^{NS}	2.02 ^{NS}	2.36 ^{NS}	1.44 ^{NS}	2.81 ^{NS}	7.46 [*]		
Chewiness		1	4.57±0.94 ^{bc}	3.71±1.33 ^c	4.86±1.79 ^b	^A 5.86±0.66 ^a	4.00±0.78 ^{bc}	^B 4.64±0.93 ^b	5.71±0.91 ^a	7.30 ^{***}	
		3	4.79±0.43 ^{bc}	4.57±0.94 ^c	4.50±1.16 ^c	^B 4.50±1.70 ^c	4.43±1.09 ^c	^A 5.43±0.51 ^{ab}	6.00±0.96 ^a	4.58 ^{***}	
		F-value	0.61 ^{NS}	3.90 ^{NS}	0.39 ^{NS}	7.76 ^{***}	1.43 ^{NS}	7.67 [*]	0.65 ^{NS}		
Hardness	1	^B 4.43±0.51 ^{bc}	4.00±0.96 ^c	4.43±1.74 ^{bc}	^A 6.29±0.47 ^a	3.79±0.89 ^c	4.93±1.07 ^b	6.07±0.83 ^a	13.33 ^{***}		
	3	^A 5.64±1.01 ^{ab}	4.50±0.52 ^{cde}	4.43±0.94 ^{de}	^B 5.07±1.38 ^{bcd}	4.00±1.47 ^e	5.29±0.73 ^{abc}	6.00±0.96 ^a	6.54 ^{***}		
	F-value	16.12 ^{***}	2.94 ^{NS}	0.00 ^{NS}	9.66 ^{**}	0.22 ^{NS}	1.07 ^{NS}	0.04 ^{NS}			

*p<.05, **p<.01, ***p<.001, NS: Not Significant

1) a-f: Duncan's multiple range test in samples(rows)

A~B: Duncan's multiple range test in days(columns)

향에서 자색고구마 향은 자색고구마 첨가량이 증가할수록 높게 평가되었다. 저장기간에 따른 자색고구마 향은 유의적인 차이가 없는 것으로 평가되었다.

질감에서 촉촉한 정도(moistness)는 대조군에 비해 자색고구마 첨가군이 높게 평가되었고 자색고구마 첨가군 중에서 생 자색고구마 5, 10%, 자색고구마 분말 5% 첨가군이 높게 평가되었다. 저장기간이 경과함에 따라 생 자색고구마 15%, 자색고구마 분말 5% 첨가군이 유의하게 변화가 있었다. 탄력성(springiness)에서 제조 당일에는 대조군에 비해 자색고

구마 분말 5% 첨가군을 제외한 모든 첨가군이 높게 평가되었고 저장 후기에는 유의적 차이 없이 비슷한 경향을 보였다. 저장기간이 경과함에 따라 자색고구마 분말 15% 첨가군만 유의적 차이를 보이면서 변화를 보였고 대조군과 다른 첨가군에서는 유의적 차이를 보이지 않았다. 씹힘성(chewiness)에서 자색고구마 첨가량이 증가할수록 높게 평가되었고 저장기간에 따라 생 자색고구마 15%, 자색고구마 분말 10% 첨가군에서 유의하게 변화가 있었고 이외의 첨가군에서는 큰 변화가 없는 것으로 평가되었다.

자색고구마 첨가 식빵의 제조당일 전반적인 기호도는 Fig.

6과 같이 외관에서 생 자색고구마 10%, 자색고구마 분말 5, 10% 첨가군이 높게 평가되었고 향, 맛, 질감, 전반적인 기호도 모두에서 생 자색고구마 10%, 자색고구마 분말 5% 첨가군이 높게 평가되었다. 저장 후기의 전반적인 기호도는 Fig. 7과 같으며 외관에서 생 자색고구마 10%, 자색고구마 분말 10% 첨가군이 높게 평가되었고 향에서는 생 자색고구마 5, 10% 첨가군이 높게 평가되었으며, 맛, 질감과 전반적인 기호도에서 생 자색고구마 5, 10%, 자색고구마 분말 5, 10% 첨가군이 높게 평가되었다.

제조당일과 저장 후기의 전반적인 기호도에서 생 자색고구마 5%, 10% 첨가군, 자색고구마 분말 5, 10% 첨가군이 높게 평가되어 자색고구마 첨가 식빵 제조 시 자색고구마 5~10% 가 가장 적절한 첨가량으로 판단된다.

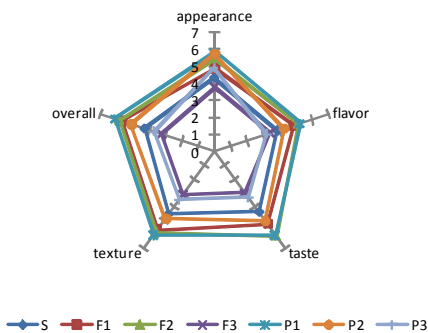


Fig. 6. QDA profile of the bread added with different concentration of purple sweet potato during for 1 day at room temperature.

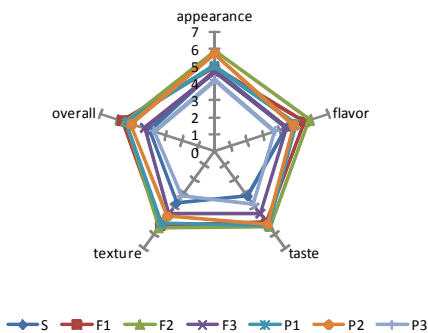


Fig. 7. QDA profile of the bread added with different concentration of purple sweet potato during for 3 day at room temperature.

IV. 요약 및 결론

자색고구마 첨가 식빵의 품질특성을 살펴본 결과 자색고구마 첨가량이 증가할수록 반죽의 pH, 반죽수율, 굽기손실율은 낮아졌으며 산도는 높아졌다. 식빵 반죽의 발효팽창력은 대조군이 높았으며 자색고구마 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났다. 식빵의 수분함량은 대조군보다 생 자색고구마 첨가군이 높은 값을 나타냈고 자색고구마 분말 첨가군은 낮게 나타났다. 색도에서 명도 L값과 황색도 b값은 대조군이 높았으나 적색도 a값은 자색고구마 첨가군이 높게 나타났다. Texture에서 경도와 씹힘성은 자색고구마 분말 15% 첨가군이 가장 높았고 탄력성과 부서짐성은 대조군보다 자색고구마 첨가군이 높았으며 응집성은 대조군이 높게 나타났다. Anthocyanin 함량은 대조군보다 자색고구마 첨가군이 높게 나타났고 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타냈다. DPPH radical 소거 활성 측정 결과 대조군보다 자색고구마 첨가군이 높은 값을 보였으며, 생 자색고구마 첨가군보다 자색고구마 분말 첨가군이 더 높았다. 관능검사의 전반적인 기호도에서 생 자색고구마 5%, 10%, 자색고구마 분말 5%, 10% 첨가군이 높게 평가되어 자색고구마 첨가 식빵 제조 시 자색고구마 5~10%가 가장 적절한 첨가량으로 판단된다.

이상의 연구 결과 자색고구마에서 추출한 안토시아닌 색소는 천연추출물로서 식품에 첨가하는 소재로서 유용한 물질이다. 식품산업에서 자색고구마의 안토시아닌 색소의 활용도를 높일 수 있는 다양한 식품의 개발이 필요하다고 생각되며, 이를 통해 자색고구마 재배 농가의 소득과 식품산업의 경쟁력 향상에 기여할 수 있을 것이라 사료된다.

참고문헌

김혜영. 1998. 밀가루 이외의 가루제품을 이용한 제빵 특성 및 제법. 식품기술 11(3):30-43
 박지혜. 2009. 쌀가루 입자크기에 따른 글루텐 무첨가(GF) 쌀 식빵의 품질특성. 고려대학교 석사논문. pp27
 농촌진흥청 호남농업시험장 목포시험장. 2002. 고구마 생산과 이용. pp16-27, 99-107
 Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2001. Quality of bread added

- with korean persimmon leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(5):882-887
- Choi CR, Rhim JW, Park YK. 2000. Physicochemical properties of purple-fleshed sweet potato starch. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(1):1-5
- Ha TY, Kim SH, Cho IJ, Lee HU. 2003. Effect of dietary fiber purified from cassia tora on the quality characteristics of the bread with rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 35(4):598-603
- Han GP, Lee KR, Han JS, Kozukue N, Kim DS, Kim JA, Bae JH. 2004. Quality characteristics of the potato juice added functional white bread. *Korean J Food Sci Technol* 36(6):924-929
- Hong SY, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food & Nutr* 21(4):485-491
- Hwang YK, Kim TY. 2000. Characteristics of colored rice bread using the extruded HeugjinJu rice. *Korean J Soc Food Sci* 16(2):167-172
- Jung JK. 2008. The study for antioxidation activity and polyphenol contents of Korean sweet potatoes. Uiduk University. doctoral thesis.
- Jung JY, Kim WJ, Chung HJ. 2006. Quality characteristics of bread added with germinated soybean powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35(9):1260-1266
- Kim JS, Jeong SH. 2007. Quality characteristics of bread added with crataegus pinnatifida bunge powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 17(1):125-129
- Kim SJ, Rhim JW, Lee LS and Lee JS. 1996a. Extraction and characteristics of purple sweet potato pigment. *Korean J Food Sci, Technol*, 28(2):345-351
- Kim SY, Ryu CH. 1995. Studies on the nutritional components of purple sweet potato(Ipomoea batatas). *Korean J Food Sci Technol* 27(5):819-825
- Kim SY, Ryu CH. 1997. Effect of certain additives on bread-making quality of wheat-purple sweet potato flours. *Korean J Food Sci Technol*, 13(4):492-499
- Kim YO. 2010. Effect of purple sweet potato powder and hemicellulase on the quality of white bread. Suncheon National University. Master thesis. pp.17-33
- Kim YS, Jeon SS, Jung ST. 2002. Effect of lotus root powder on the baking quality of white bread. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 18(4):413-425
- Kim YS, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of domestic wheat white bread with substituted *Nelumbo nucifera* G. tea powder. *Korean J Food & Nutr* 21(4):448-456
- Kim WM, Lee YS. 2008. A study on the antioxidant activity and quality characteristics of pan bread with waxy black rice flour and green tea powder. *Korean J Culinary Research* 14(4):1-13
- Lee BG, Byun GI. 2008. Rheological properties of white pan bread dough prepared with lotus(*Nelumbo nucifera*) seeds powder. *Korean J Food Preserv* 15(6):852-858
- Lee BG, Byun GI, Cha WS. 2009. Quality characteristics of white pan bread by lotus(*Nelumbo nucifera*) seeds powder. *Korean J Food Preserv* 16(1):58-74
- Lee JO, Lee SA, Kim KH, Choi JJ, Yook HS. 2008. Quality characteristics of cooking added with hot-air dried yellow and red onion powder. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 37(3):342-347
- Lee LS, Rhim JW, Kim SJ, Chung BC. 1997. Study on the stability of anthocyanin pigment extracted from purple sweet potato. *Korean J Food Sci Technol*, 28(2):352-359
- Lee LS, Kim SJ, Rhim JW. 2000. Analysis of anthocyanin pigments from purple-fleshed sweet potato(Jami). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(4):555-560
- Lee YS, Kim WM, Kim TH. 2007. A study on the Rheological and sensory properties of bread added waxy black rice flour. *Korean J Food Cookery Sci* 23(3):337-345
- M. Maleki, R. C. Hosenev, P. J. Mattem. 1980. Effects of loaf volume, moisture content and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chem* 57(2):138-140
- Min SH, Lee BR. 2008. Effect of astragalus membranaceus powder on yeast bread baking quality. *Korean J Food Culture* 23(2):228-234
- Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim JK. 2004. Quality characteristics of bread added with freeze dried old pumpkin powders. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20(2): 126-132
- Shin DH, Lee YW. 2005. Quality characteristics of bread added with prickly pear powder. *Korean J Food & Nutr* 18(4): 341-348
- Shin GM, Kim DY. 2008. Quality characteristics of white pan bread by angelica gigas nakai powder. *Korean J Food Preserv* 15(4):497-504
- Shin SR, Shin S, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread by pomegranate with added pomegranate powder. *Korean J Food & Nutr* 21(4): 492-498
- Park MK. 2007. Quality characteristics of strawberry jam containing

16 이순목 · 박금순

sugar alcohols. Korean J Food Sci Technol 39(1): 44-49

Park WP, Cho SH, Lee SC, Kim SY. 2007. Changes of characteristics in Kochujang fermented with Maesil(Prunus mume) powder or concentrate. Korean J Food Preserv 14(4): 378-384

Park WP, Cho SH, Lee SC, Kim SY. 2008. Quality characteristics of bread added with powder and concentrate of prunus mume. Korean J Food Preserv 15(5): 682-686

Zhang KS. 1995. 紫色고구마 利用性 試驗. Korean Rural life Science, 16(1): 26-29