

농축단호박 분말을 대체한 하드롤 빵의 품질 특성

이찬호 · 전순실 · 김문용[†]

순천대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Hard Roll Bread with Concentrated Sweet Pumpkin Powder

Chan-Ho Lee, Soon-Sil Chun, and Mun-Yong Kim[†]

Dept. of Food and Nutrition, Sunchon National University, Jeonnam 540-742, Korea

Abstract

In this study, hard roll breads were prepared with 3, 6, 9, 12, and 15% of concentrated sweet pumpkin powder (CSPP). The samples and a control were then compared in terms of quality characteristics, including pH, total titratable acidity, fermentation power of dough expansion, specific volume, baking loss, moisture content, color, textural characteristics, external and internal surface appearances, and sensory qualities of bread in order to determine the optimal ratio of CSPP in the formulation. As CSPP content increased, pH of dough, specific volume, baking loss, and lightness of bread decreased, while total titratable acidity of dough, pH, total titratable acidity, moisture content, and redness of bread increased. Fermentation power of dough expansion increased as incubation time increased. The CSPP samples had significantly higher yellowness, hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness, and resilience than the control group. Adhesiveness was the highest at the 12% substitution level, while the lowest at the 6% level. Springiness increased with increasing CSPP content. In the sensory evaluation, as CSPP content increased, scores for color and consistency of crumb decreased, while scores for aroma of sweet pumpkin, sweetness, and delicious taste increased. Density of crumb pore were maximal with the 12% CSPP substitution. The CSPP samples had significantly higher uniformity of crumb pore and springiness of crumb than the control group. However, mouth-feel and overall acceptability showed the reverse effect, obtaining fairly good scores. In conclusion, the results indicate that substituting 6~9% CSPP to hard roll bread is optimal, providing good physiological properties as well as reasonably high overall acceptability.

Key words: hard roll, sweet pumpkin powder, dough expansion, texture, sensory

서 론

호박(*Cucurbita* spp.)은 멕시코 남부와 중앙아메리카가 원산지로서 알려져 있으며, 품종은 크게 동양계 호박(*Cucurbita moschata* Duch.), 서양계 호박(*Cucurbita maxima* Duch.) 및 페포계 호박(*Cucurbita pepo* L.)의 세 종류로 분류된다(1-3). 호박은 두뇌발달 촉진작용, 혈압강하작용, 바이러스 억제작용, 항산화작용, 이뇨작용, 부종치료 작용, 항암작용, 담석증 및 감기 예방 등의 다양한 생리활성과 효능을 지니고 있다(4). 최근 국내에서 새로운 건강식품으로 각광 받고 있는 단호박은 서양계 호박에 속하며, 우리나라에는 18세기 말에 전래되었고, 고온 다습한 환경을 싫어하여 한랭건조 지역에서 재배되어 왔으며, 방추형이 많다(3). 단호박은 1.5 kg 내외의 작은 크기로 진한 녹색의 과피와 두껍고 치밀한 진황색의 과육을 가지고 있으며, 기존의 동양계 호박보다 당도와 단백질, 지방, 총 아미노산, 유리당, A, B₁,

B₂ 및 C의 비타민류, Fe 및 카로틴 함량이 높고, 전자공여에 의한 라디칼 소거능, SOD 유사활성 및 아질산염 소거작용 등의 항산화활성이 우수하다(5).

식생활의 서구화와 함께 빵의 소비가 증가하고 있는 가운데, 건강에 대한 관심이 고조되면서 빵제품에 다양한 기능성을 부여하고자 하는 연구들이 이루어지고 있으며, 지금까지 다양한 생리활성과 효능을 지닌 단호박을 이용한 빵 제품에 대한 연구는 식빵(6), 스펀지케이크(7), 냉동쿠키(8) 등으로 아주 미비한 실정이다. 밀가루, 이스트, 소금 및 물만을 사용하여 제조하는 하드롤(hard roll)은 단맛이 적고, 맛이 담백하며, 껍질이 바삭하고 구수한 대표적인 독일빵이다. 현재까지 국내에서의 롤빵에 관한 연구는 청국장 분말을 첨가한 롤빵의 물성 및 관능적 특성(9), 야생효모와 유산균을 함유한 이탈리아 sour dough가 롤빵의 품질에 미치는 영향(10), 당뇨 환자를 위한 콩가루와 보리가루 혼합 롤빵의 관능특성(11), 당뇨 환자를 위한 롤빵의 품질과 혈당반응에 관한 연구

[†]Corresponding author. E-mail: yong8438@hotmail.com
Phone: 82-61-750-3654, Fax: 82-61-752-3657

(12) 등이 있을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 농축단호박 분말을 3, 6, 9, 12, 15%(w/w)로 대체한 하드롤 반죽의 pH, 총산도 및 발효 팽창력, 하드롤 빵의 품질 특성인 pH, 총산도, 비용적, 굽기손실률, 수분함량, 색도, 조직감, 외부와 내부 표면 관찰 및 관능검사를 실시하여 기능성이 강화된 농축단호박 분말 하드롤 빵의 최적 배합비를 찾고자 하였다.

재료 및 방법

재료

밀가루(강력밀가루 1등, 씨제이제일제당주식회사), 농축단호박 분말(중국산, 이든타운에프앤비), 제빵개량제(S-2000, JENICO 주식회사), 인스턴트 이스트(Saf-instant yeast red, JENICO 주식회사), 소금(꽃소금, 샘표식품주식회사)을 실험재료로 사용하였다.

하드롤 빵의 제조

농축단호박 분말의 대체량을 달리하여 제조한 하드롤 빵의 재료 배합 및 비율은 Table 1과 같았다. 농축단호박 분말은 밀가루 건물 당 3, 6, 9, 12, 15%(w/w)의 비율로 대체하였고, 수분함량을 동일하게 조정하였다. 제조 공정은 강력분을 체에 친 후, 모든 재료를 반죽기(N-50, Hobart, USA)에 넣어 1단에서 1분, 2단에서 7분간 반죽하였고, 반죽의 최종온도는 24±1°C가 되도록 하였다. 완성된 반죽은 발효기(SMDG-36, Daehung Machinery Co., Korea)에서 90분 동안 1차 발효(온도 32°C, 상대습도 80%) 후 78 g로 분할하여 둥글리기하고 실온(20°C)에서 15분간 중간발효를 하였다. 가스빼기를 한 후 성형하여 팬에 놓고 발효기에서 1시간 동안 2차 발효(온도 32°C, 상대습도 80%)를 실시한 다음 윗불 200°C, 아랫불 230°C로 예열된 오븐(Deck Oven, Shinshin Machinery Co., Korea)에서 30분 동안 구웠다. 완성된 하드롤 빵은 실온(20°C)에서 1시간 동안 냉각시킨 후, 본 실험의 시료로 사용하였다.

밀가루와 농축단호박 분말의 일반성분 분석

밀가루와 농축단호박 분말의 수분은 상압가열건조법, 조회분은 직접회화법, 조지방과 조단백질은 원소분석기

(EA1110, Thermo Quest, Italy)를 이용하여 분석하였고, 조탄수화물은 시료 전체 무게(%)에서 수분, 조회분, 조지방, 조단백질을 뺀 나머지 값을 %로 표시하였다. 농축단호박 분말의 조섬유소는 Hennerberg-Stohmann법을 개량한 방법에 따라 분석하였다.

농축단호박 분말을 대체한 하드롤 반죽의 특성

pH와 총산도의 측정: 하드롤 반죽 10 g을 방수형 Pen-type pH meter(PH-03, 프로엠, Korea)로 측정하였고, 총산도는 Association of Cereal Research(13)의 실험방법에 따라 0.1 N NaOH로 pH 8.5까지 적정후 소모된 0.1 N NaOH의 양을 mL 수로 나타내었다.

반죽의 발효 팽창력 측정: 하드롤 반죽의 발효 팽창력은 He와 Hosoney(14)의 방법을 변형하여 사용하였다. 믹싱이 끝난 반죽 50 g을 취해 250 mL의 메스실린더에 넣은 후 상부의 표면을 평평하게 한 후 1차 발효 조건인 온도 32°C, 상대습도 80%의 발효기(SMDG-36, Daehung Machinery Co., Korea)에서 90분간 발효하면서 30분 간격으로 측정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{반죽의 발효 팽창력 (\%)} = \frac{(\text{1차 발효 후의 부피} - \text{1차 발효 전의 부피})}{\text{1차 발효 전의 부피}} \times 100$$

농축단호박 분말을 대체한 하드롤 빵의 품질 특성

pH와 총산도의 측정: 하드롤 빵 속살의 pH와 총산도는 하드롤 반죽과 동일한 방법으로 측정하였다.

비용적 및 굽기 손실률의 측정: 하드롤 빵의 부피는 유체 씨를 이용하여 용적계로 측정후 비용적(mL/g)으로 나타내었다. 굽기 손실 측정은 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이로 굽기 손실률(%)을 계산하였다.

수분함량의 측정: 하드롤 빵의 수분함량은 중심부를 취하여 상압가열건조법으로 5회 반복 측정하여, 그 평균값으로 나타내었다.

색도의 측정: 색도는 시료를 실온까지 식힌 후, 직경 2 cm, 높이 1 cm의 cell에 넣어 색차계(Chroma Meter, CR-200b, Minolta, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값으로 표현하였다. 이 때 표준색판은 백색판(L=97.10, a=+0.13, b=+1.88)을 사용하였다. 실험에 사용된 밀가루의 색도는 L=+72.22, a=-1.04, b=+7.80이었고, 농축단호박 분말

Table 1. Formula for hard roll breads with concentrated sweet pumpkin powder

Ingredients (g)	Concentrated sweet pumpkin powder (%)					
	0	3	6	9	12	15
Wheat flour ¹⁾	500	485	470	455	440	425
Dough improver	15	15	15	15	15	15
Instant yeast	10	10	10	10	10	10
Salt	10	10	10	10	10	10
Water	320.0	321.5	323.0	324.5	326.0	327.5
Concentrated sweet pumpkin powder ²⁾	0	13.5	27.0	40.5	54.0	67.5

¹⁾Moisture content of wheat flour: 13.25%. ²⁾Moisture content of concentrated sweet pumpkin powder: 3.83%.

의 색도는 $L=+52.69$, $a=-0.24$, $b=+47.23$ 이었다.

Texture의 측정: 하드롤 빵의 조직감은 시료를 3 cm의 높이로 자른 후 texture analyzer(model TA-XT2i, Stable Micro Systems, England)를 이용하여 100 mm compression plate를 장착하고 시료를 2회 연속적으로 침입시켰을 때 얻어지는 force-time curve로부터 견고성(hardness), 부서짐성(fracturability), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 및 복원성(resilience)을 측정하였으며, 이때의 분석 조건은 Table 2와 같았다.

외부 및 내부 표면 관찰: 외부 및 내부 표면 관찰은 디지털카메라(C-4040ZOOM, Olympus Co., Japan)로 하드롤 빵의 외관과 내관을 검은 배경의 무대에서 플래시가 터지지 않도록 하여 촬영하였다. 이때 시료와 카메라와의 거리, 지면과 카메라의 높이는 일정하게 유지하였다.

관능검사: 관능검사는 순천대학교 식품영양학과 학생 100명을 대상으로 9점 척도법을 이용하여 평가하였다. 하드롤 빵의 내부적 특성에서 빵속살의 색상(1점: 대단히 어둡다~9점: 대단히 밝다), 기공의 밀도와 빵속살의 경도(1점: 대단히 높다~9점: 대단히 낮다), 기공의 균일성(1점: 대단히 불균일하다~9점: 대단히 균일하다), 빵속살의 탄력성(1점: 대단히 약하다~9점: 대단히 강하다), 식감에서 단호박 향, 단맛, 구수한 맛(1점: 전혀 없다~9점: 대단히 강하다), 입촉감(1점: 대단히 좋지 않다~9점: 대단히 좋다), 종합적인 기호도(1점: 대단히 싫어한다~9점: 대단히 좋아한다)를 9점 평점법(scoring test)으로 실시하였다. 시료의 준비 및 제시

는 하드롤 빵을 1인분 크기를 정하여 흰 플라스틱 접시에 담아서 제공하였다.

통계처리: 모든 실험결과는 SPSS 프로그램(SPSS 12.0 for windows, SPSS Inc.)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 각 측정 평균값간의 유의성은 $p<0.05$ 수준으로 Duncan의 다중범위시험법을 사용하여 검증하였다.

결과 및 고찰

밀가루와 농축단호박 분말의 일반성분

밀가루의 일반성분은 수분 13.25%, 조회분 0.43%, 조지방 0.98%, 조단백질 12.32%, 조탄수화물 73.02%로 나타났고, 농축단호박 분말의 일반성분은 수분 3.83%, 조회분 6.58%, 조지방 0.52%, 조단백질 9.59%, 조탄수화물 79.48%, 조섬유소 4.89%, pH 5.43, 총산도 21.9 mL로 나타났다.

농축단호박 분말을 대체한 하드롤 반죽의 특성

pH와 총산도: 농축단호박 분말을 대체하여 제조한 하드롤 반죽의 pH와 총산도는 Table 3에 나타내었다. 반죽의 pH는 대조군이 5.93으로 가장 높았고, 농축단호박 분말 대체군들은 5.70~5.85로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 총산도는 대조군이 2.6 mL로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 2.8~4.0 mL로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 이는 농축단호박 분말의 pH와 총산도가 하드롤 빵의 pH와 총산도에 영향을 준 것으로 사료된다.

발효 팽창력: 농축단호박 분말을 대체하여 제조한 하드롤 반죽의 발효 팽창력은 Table 4에 나타내었다. 발효시간에 따른 대조군과 농축단호박 분말 대체군들의 발효 팽창력은 발효시간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 농축단호박 분말 대체량에 따른 대조군과 대체군들의 발효 팽창력은 30분에서 3% 대체군이 67.33%로 가장 높았고, 12% 대체군이 48.12%로 가장 낮았으며, 60분과 90분에서 9% 대체군이 각각 144.66%, 175.96%로 가장 높았고, 12% 대체군이 각각 110.47%, 139.56%로 가장 낮아 다소 불안정한 변화를 보였다($p<0.05$). 반죽의 발효 중 팽창력에 영향을 주는 가스의 생성은 이스트의 발효에 의한 것이며, 이스트의 양, 이스트의 영양원, 반죽의 온도와 pH, 삼투압,

Table 2. Operation condition of texture analyzer for hard roll breads with concentrated sweet pumpkin powder

Mode	Measure force in compression
Option	TPA
Sample size	Height: 3 cm
Load cell	25 kg
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	1.0 mm/s
Distance	50%
Time	3 sec
Trigger type	Auto-10 g
Data acquisition rate	200 pps
Probe and product data	100 mm compression plate

Table 3. pH and total titratable acidity of hard roll doughs and breads with concentrated sweet pumpkin powder

Samples		Concentrated sweet pumpkin powder (%)					
		0	3	6	9	12	15
Doughs	pH	5.93±0.01 ^a	5.85±0.01 ^b	5.77±0.01 ^c	5.74±0.01 ^d	5.72±0.01 ^e	5.70±0.01 ^f
	TTA ¹⁾ (mL)	2.6±0.06 ^f	2.8±0.10 ^e	3.1±0.10 ^d	3.4±0.06 ^c	3.7±0.10 ^b	4.0±0.06 ^a
Breads	pH	5.07±0.01 ^d	5.08±0.01 ^d	5.11±0.01 ^c	5.12±0.01 ^c	5.15±0.01 ^b	5.17±0.01 ^a
	TTA (mL)	4.8±0.10 ^f	5.0±0.06 ^e	5.5±0.06 ^d	5.8±0.10 ^c	6.1±0.06 ^b	6.3±0.10 ^a

Mean±SD ($n=3$). Means in a row not sharing a common superscript letter(s) are significantly different ($p<0.05$).

¹⁾TTA: total titratable acidity.

Table 4. Fermentation power of dough expansion of hard roll doughs with concentrated sweet pumpkin powder (%)

Concentrated sweet pumpkin powder (%)	Incubation time (min)			
	0	30	60	90
0	0.00±0.00	65.91±3.93 ^{cAB}	123.51±6.51 ^{bBC}	156.06±0.47 ^{aB}
3	0.00±0.00	67.33±7.86 ^{cA}	130.06±10.13 ^{bbB}	164.39±10.50 ^{aAB}
6	0.00±0.00	65.15±7.98 ^{cAB}	133.36±5.98 ^{baB}	172.73±6.78 ^{aA}
9	0.00±0.00	63.21±5.28 ^{cAB}	144.66±4.63 ^{ba}	175.96±7.74 ^{aA}
12	0.00±0.00	48.12±5.14 ^{cC}	110.47±3.12 ^{bd}	139.56±1.19 ^{aC}
15	0.00±0.00	54.25±5.47 ^{cBC}	114.92±7.06 ^{bCD}	140.38±4.72 ^{aC}

Mean±SD (n=3). Means with different small character superscripts in each row are significantly different (p<0.05). Means with different large character superscripts in each column are significantly different (p<0.05).

탄수화물 및 당에 의하여 영향을 받는다(15). 단호박은 14~15°Brix의 비교적 높은 당도를 갖고 있으며(5), 하드롤 반죽에 대체된 농축단호박 분말의 당분은 9% 대체군까지는 이스트의 활성을 촉진시켜 가스 발생량을 증가시키는 반면, 12%와 15% 대체군들의 과도한 당이 이스트 세포의 삼투압에 영향을 미쳐 이스트의 활성을 저해하여 가스 발생량을 감소시킨 것으로 사료된다.

농축단호박 분말을 대체한 하드롤 빵의 품질 특성

pH와 총산도: 농축단호박 분말을 대체하여 제조한 하드롤 빵의 pH와 총산도는 Table 3에 나타내었다. 빵의 pH는 대조군이 5.07로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 5.08~5.17로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 총산도는 대조군이 4.8 mL로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 5.0~6.3 mL로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 본 실험에서 농축단호박 분말을 대체한 대체군들의 pH가 대조군보다 다소 높은 것은 농축단호박 분말의 대체가 발효시 pH 저하의 완충작용을 하여 반죽의 산성화를 다소 저지함으로써 최종 빵제품의 pH에 영향을 준 것으로 사료된다.

비용적 및 굽기 손실률: 농축단호박 분말을 대체하여 제조한 하드롤 빵의 비용적과 굽기 손실률은 Table 5에 나타내었다. 비용적은 대조군이 5.83 mL/g로 가장 높았고, 농축단호박 분말 대체군들은 3.39~5.20 mL/g로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 이는 농축단호박 분말 3, 6, 9% 대체군들이 대조군보다 1차 발효 팽창력은 더 컸지만 농축단호박 분말의 대체에 따른 글루텐의 희석효과에 의해 글루텐의 양

이 적고, 그 힘이 약하며, 분할, 중간발효, 성형 및 2차 발효 중 가스 발생력이 감소하고, 반죽의 탄력성은 증가하며, 신장성은 감소되어 기공의 붕괴가 쉽게 일어나 가스 보유력이 약해져서 2차 발효 팽창력이 저하되고(15), 굽는 과정에서 오븐 팽창이 적어져 빵의 최종 부피가 감소한 것으로 사료된다. 굽기 손실률은 대조군이 25.12%로 가장 높았고, 농축단호박 분말 대체군들은 19.73~24.78%로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(p<0.05), 이는 농축단호박 분말 대체에 따른 하드롤 반죽의 부피 감소와 오븐 부피가 적고, 오븐열과 반응하는 표면적이 적어 굽는 과정 중 수분 증발이 저해되었기 때문으로 사료된다. 이 결과는 Freund(16)가 기술한 직접구이 빵(hearth bread)의 굽기 손실률 20%보다 다소 높은 경향을 보였다.

수분함량: 농축단호박 분말을 대체하여 제조한 하드롤 빵의 수분함량은 Table 6에 나타내었다. 수분함량은 대조군이 42.34%로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 42.48~43.52%로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 이는 보수력이 높은 농축단호박 분말의 식이섬유(4.89%) 이외에도 농축단호박 분말에 존재하는 기타 당류 등의 친수성 성분들이 영향을 미친 것으로 사료된다. 한편, 빵의 굽기 손실률 결과와 비교해 보면, 대조군보다 굽기 손실률이 낮은 농축단호박 분말의 대체군들이 수분함량이 높은 것을 알 수 있었다.

색도: 농축단호박 분말을 대체하여 제조한 하드롤 빵의 색도는 Table 7에 나타내었다. 명도(L값)는 대조군이 58.07로 가장 높았고, 농축단호박 분말 대체군들은 47.05~55.14

Table 5. Specific volume and baking loss of hard roll breads with concentrated sweet pumpkin powder

Concentrated sweet pumpkin powder (%)	Bread weight (g)	Bread volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Baking loss (%)
0	584.12±3.65 ^e	3405±55.00 ^a	5.83±0.13 ^a	25.12±0.47 ^a
3	586.75±5.15 ^e	3050±50.00 ^b	5.20±0.13 ^b	24.78±0.66 ^a
6	603.49±4.54 ^d	2895±45.00 ^c	4.80±0.11 ^c	22.69±0.64 ^b
9	610.31±1.91 ^c	2575±35.00 ^d	4.22±0.07 ^d	21.76±0.25 ^c
12	617.66±2.66 ^c	2320±40.00 ^e	3.76±0.08 ^e	20.59±0.32 ^d
15	626.15±2.37 ^b	2120±30.00 ^f	3.39±0.06 ^f	19.73±0.31 ^d

Mean±SD (n=3). Means in a column not sharing a common superscript letter(s) are significantly different (p<0.05).

Table 6. Moisture content of hard roll breads with concentrated sweet pumpkin powder

Samples	Concentrated sweet pumpkin powder (%)					
	0	3	6	9	12	15
Moisture content	42.34±0.10 ^c	42.48±0.28 ^c	43.14±0.17 ^b	43.40±0.05 ^a	43.52±0.18 ^a	43.39±0.21 ^a

Mean±SD (*n*=15). Means in a row not sharing a common superscript letter(s) are significantly different (*p*<0.05).

로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(*p*<0.05). a값은 대조군이 -1.42의 녹색도를 보였고, 농축단호박 분말 대체군들은 -2.93~0.30으로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 녹색도는 감소하고 적색도가 증가하는 경향을 보였다(*p*<0.05). 황색도(b값)는 대조군이 12.38로 가장 높았고, 농축단호박 분말 대체군들은 27.38~38.10으로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났고(*p*<0.05). 이는 농축단호박 분말의 carotenoid계 색소가 하드를 빵의 색도에 영향을 준 것으로 사료된다.

Texture: 농축단호박 분말을 대체하여 제조한 하드롤 빵의 조직감은 Table 8에 나타내었다. 견고성(hardness)은 대조군이 853.818 g으로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 891.790~1552.093 g으로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났고(*p*<0.05). 한편, 빵의 비용적 결과와 비교 검토해 보면, 대조군보다 비용적이 낮은 농축단호박 분말의 대체군들이 견고성이 높은 것을 알 수

있었다. 빵의 견고성은 수분함량, 기공의 발달 정도 및 부피 등에 영향을 받는다(17). 부서짐성(fracturability)은 대조군과 농축단호박 분말 대체군들 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 부착성(adhesiveness)은 농축단호박 분말 12% 대체군이 -3.124 g·s로 가장 높았고, 6% 대체군이 -1.469 g·s로 가장 낮았다. 탄력성(springiness)은 대조군이 0.831로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 0.834~0.914로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(*p*<0.05). 응집성(cohesiveness)은 대조군이 0.332로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 0.365~0.526으로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났고(*p*<0.05), 이는 식빵의 응집성은 대조군보다 호박분말 첨가구가 낮게 나타났다는 Bae 등(6)의 연구보고와 상반된 결과를 보였다. 점착성(gumminess)은 대조군이 279.390로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 374.538~733.698로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났고(*p*<0.05), 이 결과는 Bae 등(6)의 식빵의 점착성은 대조군보다 호박분말 첨가구가 낮게 나타났다는 연구보고와 상반되었다. 이러한 상반된 결과는 하드롤 빵과 식빵이라는 시료의 차이 이외에도 분석조건의 차이에 따른 것으로 사료된다. 씹힘성(chewiness)은 대조군이 232.897로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 319.503~617.964로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났고(*p*<0.05). 복원성(resilience)은 대조군이 0.115로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 0.132~0.195로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났고(*p*<0.05).

외부 및 내부 표면 관찰: 농축단호박 분말을 대체하여 제조한 하드롤 빵의 외관 및 내관은 Fig. 1에 나타내었다.

Table 7. Color of hard roll breads with concentrated sweet pumpkin powder

Concentrated sweet pumpkin powder (%)	Color ¹⁾		
	L	a	b
0	58.07±0.27 ^f	-1.42±0.10 ^c	12.38±0.21 ^c
3	55.14±0.32 ^e	-2.93±0.15 ^e	27.38±0.60 ^d
6	53.46±0.53 ^d	-2.33±0.23 ^d	34.29±0.44 ^c
9	51.15±0.37 ^c	-1.37±0.23 ^c	37.35±0.71 ^b
12	48.56±0.51 ^b	-0.36±0.16 ^b	38.10±2.31 ^a
15	47.05±0.51 ^a	0.30±0.15 ^a	37.93±2.70 ^{ab}

Mean±SD (*n*=60). Means in a column not sharing a common superscript letter(s) are significantly different (*p*<0.05).

¹⁾L: lightness (white; +100~black; 0), a: redness (red; +60~green; -60), b: yellowness (yellow; +60~blue; -60).

Table 8. Textural characteristics of hard roll breads with concentrated sweet pumpkin powder

Samples	Concentrated sweet pumpkin powder (%)					
	0	3	6	9	12	15
Hardness (g)	853.818±201.000 ^d	1103.932±261.199 ^{bc}	891.790±236.675 ^{cd}	1180.728±160.213 ^b	1098.220±247.856 ^{bc}	1552.093±313.347 ^a
Fracturability (g)	1118.071±171.033 ^{NS1)}	1137.771±175.886	925.632±88.887	1128.943±197.651	948.218±237.536	950.533±162.554
Adhesiveness (g·s)	-2.120±1.366 ^{abc}	-2.900±1.346 ^{ab}	-1.469±1.022 ^c	-2.577±1.274 ^{abc}	-3.124±1.793 ^a	-1.661±1.172 ^{bc}
Springiness	0.831±0.032 ^c	0.834±0.024 ^c	0.854±0.026 ^{bc}	0.869±0.014 ^b	0.894±0.034 ^a	0.914±0.028 ^a
Cohesiveness	0.332±0.032 ^d	0.365±0.050 ^d	0.420±0.040 ^c	0.452±0.046 ^{bc}	0.526±0.039 ^a	0.473±0.009 ^b
Gumminess	279.390±48.391 ^d	396.476±78.992 ^c	374.358±101.578 ^c	532.254±80.793 ^b	575.604±120.448 ^b	733.698±145.888 ^a
Chewiness	232.897±45.180 ^d	330.029±62.431 ^c	319.503±85.673 ^c	462.567±69.361 ^b	513.460±100.487 ^b	617.964±146.256 ^c
Resilience	0.115±0.013 ^d	0.132±0.024 ^c	0.150±0.017 ^b	0.160±0.023 ^b	0.195±0.017 ^a	0.163±0.006 ^b

Mean±SD (*n*=12). Means in a row not sharing a common superscript letters(s) are significantly different (*p*<0.05).

¹⁾NS: not significant.

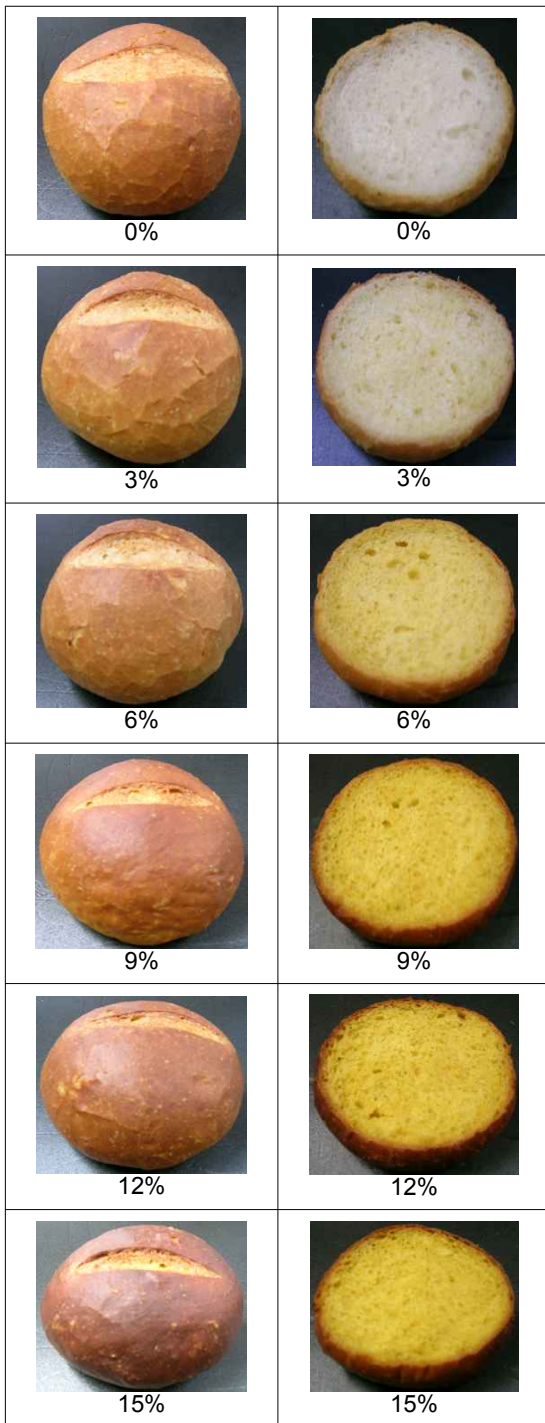


Fig. 1. External and internal surface appearance of hard roll breads with concentrated sweet pumpkin powder.

농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 껍질색은 갈색이 진해지고 어두워졌으며, 이는 굽기 과정에서 일어나는 메일라드 반응과 카라멜화 반응이 농축단호박 분말의 대체로 인하여 촉진된 것으로 사료된다. 내부색은 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 어둡고 노란색이 진해졌고, 이는 농축단호박 분말의 carotenoid 색소가 영향을 준 것으로 사료된다.

하드롤 빵의 부피는 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다.

관능검사: 농축단호박 분말을 대체하여 제조한 하드롤 빵의 관능검사 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 빵속살의 색상은 대조군이 7.86로 가장 높았고, 농축단호박 분말 대체군들은 2.79~6.07로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 기공의 밀도는 대조군이 4.10이었고, 단호박 분말 대체군들은 3.44~4.22로 나타났으며, 12% 대체군을 제외하고 대조군보다 농축단호박 분말 대체군들이 낮게 나타났다($p < 0.05$). 기공의 균일성은 대조군이 4.44로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 4.66~4.96으로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났다($p < 0.05$). 빵속살의 경도는 대조군이 5.68로 가장 높았고, 농축단호박 분말 대체군들은 4.36~5.59로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 빵속살의 탄력성은 대조군이 5.66으로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 5.75~6.08로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났다($p < 0.05$). 단호박 향은 대조군이 3.74로 가장 낮았고, 농축단호박 분말 대체군들은 4.19~8.43으로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 단맛과 구수한 맛은 대조군이 각각 5.96, 5.15로 가장 높았고, 농축단호박 분말 대체군들은 각각 5.99~7.81, 5.45~6.45로 나타났으며, 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 입촉감은 대조군이 5.46으로 가장 높았고, 농축단호박 분말 대체군들은

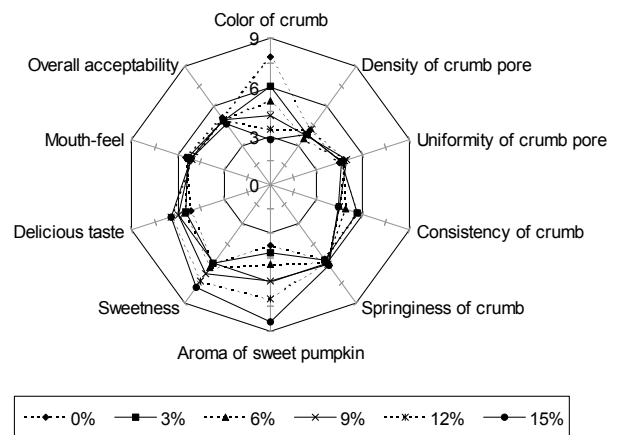


Fig. 2. QDA profile of sensory evaluation of hard roll breads with concentrated sweet pumpkin powder. Mean \pm SD ($n=100$). Means in a row not sharing a common superscript letters(s) are significantly different ($p < 0.05$). 0%: hard roll bread without concentrated sweet pumpkin powder, 3%: hard roll bread with 3% of concentrated sweet pumpkin powder, 6%: hard roll bread with 6% of concentrated sweet pumpkin powder, 9%: hard roll bread with 9% of concentrated sweet pumpkin powder, 12%: hard roll bread with 12% of concentrated sweet pumpkin powder, 15%: hard roll bread with 15% of concentrated sweet pumpkin powder.

은 5.11~5.31로 나타났으며, 대조군보다 농축단호박 분말 대체군들이 낮게 나타났다($p<0.05$). 종합적인 기호도는 대조군이 5.10으로 가장 높았고, 농축단호박 분말 대체군들은 4.64~4.96으로 나타났으며, 대조군보다 농축단호박 분말 대체군들이 낮은 경향을 보였지만 평균 이상의 높은 점수를 나타내었다($p<0.05$).

요 약

농축단호박 분말을 3, 6, 9, 12, 15%로 대체한 하드롤 반죽의 pH, 총산도 및 발효 팽창력, 하드롤 빵의 품질 특성인 pH, 총산도, 비용적, 굽기 손실률, 수분함량, 색도, 조직감, 외부와 내부 표면 관찰 및 관능검사는 다음과 같았다. 반죽의 pH는 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하고, 총산도는 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 발효시간에 따른 발효 팽창력은 발효시간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 빵의 pH와 총산도는 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 비용적과 굽기 손실률은 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 수분함량은 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 명도(L값)는 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 적색도(a값)는 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 녹색도가 감소하고 적색도가 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 황색도(b값)는 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났었다($p<0.05$). 견고성, 응집성, 점착성, 씹힘성, 복원성은 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났었다($p<0.05$). 부서짐성은 대조군과 농축단호박 분말 대체군들 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 부착성은 농축단호박 분말 12% 대체군이 $-3.124 \text{ g}\cdot\text{s}$ 로 가장 높았고, 6% 대체군이 $-1.469 \text{ g}\cdot\text{s}$ 로 가장 낮았다($p<0.05$). 탄력성은 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 빵속살의 색상과 경도는 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 기공의 밀도는 12% 대체군을 제외하고 대조군보다 농축단호박분말 대체군들이 낮게 나타났었다($p<0.05$). 기공의 균일성, 빵속살의 탄력성은 농축단호박 분말 대체군들이 대조군보다 높게 나타났었다($p<0.05$). 단호박 향, 단맛, 구수한 맛은 농축단호박 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 입촉감과 종합적인 기호도는 대조군보다 농축단호박 분말 대체군들이 낮은 경향

을 보였지만 평균 이상의 높은 점수를 나타내었다($p<0.05$). 이상의 결과를 종합해 보면, 대조군이 종합적인 기호도에서 가장 좋은 점수를 나타내었고, 농축단호박 분말 대체군들이 다소 낮은 점수를 나타내었지만, 전체적인 품질특성을 고려해 보면 6~9% 대체는 농축단호박 분말의 생리기능성을 고려할 때 하드롤 빵의 품질 특성에 좋은 영향을 미칠 수 있는 것으로 사료된다.

문 헌

1. 강우원, 김미향, 오상룡. 2007. 식품재료학. 보문각, 서울. p 94.
2. 홍진숙, 박혜원, 박관숙, 명춘옥, 신미혜, 최은정, 정혜정. 2005. 식품재료학. 교문사, 서울. p 106-107.
3. 현영희, 구분순, 송주은, 김덕숙. 2000. 식품재료학. 형설출판사, 서울. p 122-123.
4. 정동효. 1998. 식품의 생리활성. 선진문화사, 서울. p 94-95.
5. Kim SR, Ha TY, Song HN, Kim YS, Park YK. 2005. Comparison of nutritional composition and antioxidative activity for kobocho squash and pumpkin. *Korean J Food Sci Technol* 37: 171-177.
6. Bae JH, Woo HS, Jung IC. 2006. Rheological properties of dough and quality characteristics of bread added with pumpkin powder. *Korean J Food Culture* 21: 311-318.
7. Woo IA, Kim YS, Choi HS, Song TH, Lee SK. 2006. Quality characteristics of sponge cake with added dried sweet pumpkin powders. *Korean J Food & Nutr* 19: 254-260.
8. Lee SM, Ko YJ, Jung HA, Paik JE, Joo NM. 2005. Optimization of iced cookie with the addition of dried sweet pumpkin powder. *Korea J Food Culture* 20: 516-524.
9. Jung IC, Ok M. 2006. Rheological properties and sensory characteristics of roll bread with *Chungkukjang* powder. *Korean J Culinary Research* 12: 168-183.
10. Sohn BK. 2005. Effects of italian sour dough containing wild yeasts and lactic acid bacteria on the quality of roll bread. *MS Thesis*. Chungju National University, Chungju.
11. Kim MA, Yoon SK. 2001. Organoleptic characteristics of roll bread mixed with soybean and barley flour for diabetes mellitus. *Donduk J Life Science Studies* 6: 3-9.
12. Kim MA, Yoon SK. 2000. Study on quality and blood glucose response of roll breads for diabetes mellitus. *Korean J Food & Nutr* 13: 419-424.
13. Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. 1994. *Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot* (in German). 7th ed. Verlag Moritz Schäfer, Detmold, Germany.
14. He H, Hosney RC. 1992. Effect of quantity of wheat flour protein on bread loaf volume. *Cereal Chem* 69: 17-19.
15. 김성곤, 조남지, 김영호. 1999. 제과제빵과학. 비엔씨월드, 서울. p 77-80.
16. Freund W. 1995. *Bäckerei-Konditorei Management V.: Verfahrenstechnnk Brot und Kleingebäck* (in German). Gildebuchverlag, Alfeld (Leine), Germany.
17. Chabot JF. 1976. Preparation of food science sample for SEM. *Scanning Electro Microscopy* 3: 279-283.

(2008년 5월 26일 접수; 2008년 6월 25일 채택)