

상업용 우리밀을 이용한 식빵 특성의 객관적 측정

이광석 · 노완섭*

경희대학교 조리과학과, *동국대학교 식품공학과

Objective measurement of characteristics of white pan bread using a commercial korean wheat flour

Kwang-Suck Lee and Wan-Seob Noh

Department of Culinary Science, Kyung Hee University

*Department of Food Science and Technology, Dong Kuk University

Abstract

The bread qualities were analyzed objectively by using CrumbScan software. Samples were prepared at the same conditions of mixing, fermentation, and baking time except the amount of Korean wheat flour (KWF). The bread volume was increased with increasing KWF, and the maximum volume was attained in the product of 20% KWF. Although the products of 20% and 30% KWF showed the same thickness of the crust, the crust was thinner than control when KWF was added. The size (fineness) and shape (elongation) of crumb cells were larger and rounder than control due to the low degree of elasticity of the KWF-added dough. Among the samples, the product with 20% KWF showed the most even distribution of crumb cells around the sliced area. The precise determination of external and internal characteristics of the bread was possible with Crumbscan, suggesting the possibility of developing industrial standards for bread.

key words: bread, Korean wheat flour, CrumbScan

1. 서 론

식빵의 품질을 평가하기 위해서는 전문가들의 감각에 의존하는 주관적 평가방법과 물성 측정기 및 색차계 등의 여러 분석기기들을 이용하는 객관적 평가방법이 있다. 다양한 주관적 평가항목들은 평가자의 주관에 따라 결과가 다르게 나타나며, 서로 다른 문화권의 소비자들은 최상의 품질 가치에 대한 평가가 서로 차이가 나타나기도 한다¹⁾. 반면에 분석기기들을 이용한 객관적 방법에서는 실험의 다양성, 고비용 그리고 저장기간 등과 같은 여러 변수들에 따른 실험 결과의 차이 등이 나타난다.

빵 제품의 품질측정을 위해서 디지털 카메라 혹은 스캐너를 이용한 영상분석(image analysis) 기법의

활용은 비교적 합리적인 비용으로 객관적인 평가결과를 얻을 수 있으며, 곡류를 이용하는 산업에서는 품질평가에 대체로 승인된 평가기술이다²⁾. 이미 계면활성제를 변수로 하여 만든 식빵의 속질 특성을 디지털 영상으로 비교하여 객관적인 품질평가의 가능성을 제시하였으며³⁾, 영상분석을 이용한 결과와 전문가들의 주관적 평가를 비교하여 식빵의 기공에 대한 결과가 같음을 입증하였고⁴⁾, 현미경을 이용한 자동화 영상 분석장치를 이용하여 쿠키의 품질에 관여되는 연질소맥의 입자크기를 분석하였으며⁵⁾, 빵 품질에 대한 대표적인 영상 분석 시스템인 뉴질랜드의 Bread Quality Imaging System(BQIS)과 미국의 CrumbScan System이 비교분석 되었다¹⁾.

오븐에서 구워진 식빵은 크게 겉질과 속질로 분리할 수 있으나 정확한 구분은 어려우며, 이는 굽기 동안에 얻어지는 온도의 차이에 의해서 비롯된다⁶⁾. 식빵의 구조는 반죽, 발효, 그리고 굽기와 같은 제빵공정 동안에 생기는 가스 기포에 의해 만들어진

Corresponding author: Kwang-Suck Lee, Kyung Hee University, 1 Hwaeki-dong, Dongdaemoon-ku, Seoul 130-701, Korea
Tel: 02-961-0857
Fax: 02-964-2537
E-mail: koreadclub@yahoo.co.kr

기공으로 가득 차 있으며, 따라서 식빵은 물리적 구조와 거품의 두 가지 특성으로 이루어져 있다⁷⁾. 식빵 품질의 평가는 외형, 속질구조, 그리고 식감 등의 세 가지 다른 특성으로 결정⁸⁾되기 때문에, 겹질과 속질의 객관적인 평가는 품질결정의 매우 중요한 요인이 된다.

따라서 본 연구는 제빵과정의 처음 단계인 반죽에서 우리밀을 이용하여 혼합되는 밀가루의 함량을 달리하여 만든 우리밀 식빵의 품질을 CrumbScan을 이용해서 분석하고, 표준화된 객관적인 품질평가의 가능성을 알아보려고 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 식빵의 제조

분석을 위한 식빵들은 직접 반죽법으로 우리밀의 함량을 달리하여 만들었으며, 제조에 사용된 배합의 차이는 Table 1과 같다. 밀가루는 대한제분의 강력 밀가루와 함양농업협동조합의 토종 밀가루를 사용하였으며, 우리밀의 수분흡수력이 많음을 감안하여 배합에 사용되는 물의 양을 각각 1%씩 증감하였다. 반죽이 이스트의 발효에 의해 생기는 이산화탄소에 의해서 팽창되기 위해서는 반죽과정에서 혼합되는 공기가 필수적이며, 덜 발효된 반죽이 작은 크기의 기공과 두꺼운 기공 벽을 갖는 것⁹⁾으로 나타났다. 이러한 여러 가지의 변수들은 실험의 분석결과에 상당한 영향을 주게 된다. 따라서 실험의 일관성을 유지하기 위해서 반죽은 1.5 HP 수직 반죽기(대영공업사)로 1단 1분과 2단 8분, 발효는 도우 콘디셔너(대영공업사)를 이용하여 1차 발효(30°C, 80% 상대습도) 60분과 2차 발효(40°C, 87% 상대습도) 50분으로 제한하였다. 또한 겹질 색은 반죽이 갖고 있는 수분 때문에 굽는 온도보다는 시간에 따라 많은 영향을 받게되므로¹⁰⁾, 전기오븐(대영공업사, FDO 7103)을 이용하여 식빵의 굽는 시간은 윗불 185°C와

Table 1. Changes of ingredient amount and water absorption in bread formula (%)¹⁾

Samples	Bread flour	KWF ²⁾	Water absorption
Control	100	0	60
10%	90	10	61
20%	80	20	62
30%	70	30	63

Ingredients: fresh yeast;3%, salt;1.5%, sugar;8%, margarine; 3%, milk solids non fat;2%, S-500;1.5%

¹⁾ Baker's percent

²⁾ Korean wheat flour

밑불 180°C에서 28분간 동일하게 하였다. 식빵의 제조에 사용한 틀은 21.5×9.8×9.5cm이었다.

2. 식빵의 처리

배합에 따라 6개씩 식빵을 만들어 부피가 가장 크거나 작은 것을 제외한 4개에서 겹질의 형태가 가장 고른 것을 사용하였다. 식빵은 1시간의 냉각시간을 거친 후 식빵절단기(대영공업사)를 이용하여 13mm 두께로 절단하였으며, 겹질 부분을 제외하고 왼쪽부터 1번에서 15번까지의 번호를 부여하여 각각 식품 포장용 지퍼 백에 보관하였다. 같은 제품에서 위치에 따른 기공의 차이를 알아보기 위해서는 2, 7, 10번 조각을 이용하였으며, 한 제품에 대한 분석결과의 평균값을 얻기 위해서는 6, 7, 10번 세 조각을 각각 사용하였다.

3. 영상분석

식빵 속질의 품질을 분석하기 위해서 사용한 프로그램은 CrumbScan(American Institute of Baking/Devore Systems)이었으며, 영상탐지는 HP ScanJet 6350C 스캐너(Hewlett Packard), 프로그램의 운용에는 Slim 5300 노트북 컴퓨터(Sejin), 결과물의 인쇄는 HP DeskJet 720C 프린터(Hewlett Packard)를 각각 연결해서 사용하였다.

분석 결과의 정확성을 높이기 위해서 한 구획에서 10% 이상 어둡거나(intensity=0.1) 크기가 500pixels(size=500) 이상으로 나타난 기공들은 성형 실수로 설정하였으며, 구획간의 중복율은 10%(overlap=0.1)로 하였다. 부피의 측정은 식빵의 길이를 19.5cm로 하여 6, 7, 10번 세 조각을 분석한 결과의 평균값으로 구하였으며, 겹질의 두께는 CrumbScan에 의해 자동으로 산출되었다.

III. 결과 및 고찰

1. 식빵의 외형 특성

우리밀 함량 변화에 따른 식빵 속질의 영상분석은 Fig. 1과 같으며, 검은색으로 표시된 사각 부분은 성형 과정의 실수로서 자동적으로 계산에서 제외되었다. CrumbScan에 의한 분석 결과는 Table 2와 같으며, Fig. 2에서 나타나듯이 우리밀을 사용할 경우 대조구에 비해서 부피가 점점 증가하였으나 30%의 경우에는 다소 부피가 감소함을 알 수 있었다. 우리밀 20%의 경우 부피는 최대이었으며, 대조구에 비해 22.1%가 증가하였다. 식빵 겹질의 두께는 우리밀

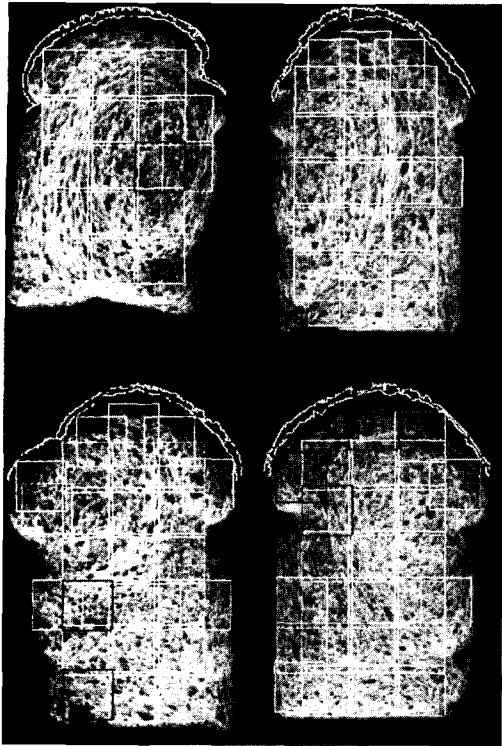


Fig. 1. Bread slice images output from CrumbScan; upper left: control, upper right: 10%, lower left: 20%, lower right: 30%

이 포함될수록 점점 얇아졌으나 20%와 30%의 경우는 같았다. 이것은 우리밀이 첨가됨으로써 반죽의 탄성은 줄어들고 점성이 증가되어 최종적으로는 부피의 증가와 껍질이 얇아지는 것으로 나타났다. 그러나 우리밀이 30% 첨가된 제품의 경우 20% 제품과 비교해서 껍질의 두께는 차이가 없으나 부피가 감소되어 과도한 우리밀의 투입은 제품의 구조력을 약화시켜서 제품이 주저앉는 것으로 나타났다.

껍질의 색은 우리밀을 사용하지 않은 제품(0%)이 0.42로 가장 밝은 것으로 나타났으나, 우리밀의 색조 차이와 Table 2의 색조 결과는 속질과의 비교값

Table 2. External characteristics of bread with various contents of KWF

Samples	Volume(cm ³) ¹⁾	Crust thickness(cm) ¹⁾	Contrast ²⁾
Control	2069	0.39	0.42
10%	2206	0.34	0.37
20%	2526	0.31	0.39
30%	2412	0.31	0.36

¹⁾ mean value of three slices for one sample

²⁾ average gray shade of the crust versus the center of the slice (1.0 is equal to crust and crumb color)

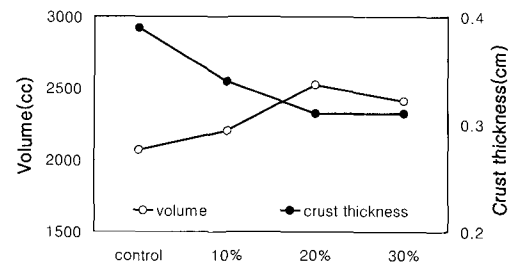


Fig. 2. External characteristics of bread with various KWF

이기 때문에 외형적 특성의 분석에는 적합하지 않은 것으로 사료된다.

2. 식빵의 속질 특성

식빵 속질의 특성은 일반적으로 많고 작은 기공들에 의해서 나타나게 되며, 기공의 조밀성 및 형태와 기공 벽의 두께에 많은 영향을 받는 속질의 색등으로 표현할 수 있다. 식빵 속질의 기공 특성에 대한 분석 결과는 Table 3에 나타나 있으며, 일반적으로 좋은 기공이라 함은 크기가 2mm 이하이며 2차 발효와 굽기 과정에서 크기가 조절된다¹⁾. Fig. 3을 보면 우리밀의 투입은 기공의 조밀함을 점점 감소시켜 큰 기공들을 갖는 제품을 만드는 것으로 나타났다. 또한 외형 특성과 마찬가지로 20%의 경우가 가장 조밀성이 낮은 것으로 나타났다. 기공의 형태는 대조구에 비해서 우리밀을 사용할 경우 대체로 원형에 가까운 것으로 나타났으며, 우리밀의 첨가에 따른 반죽의 탄성 감소와 점성 증가를 시사하였다. 이것은 반죽의 탄성이 약하고 점성이 강하면 기공의 형태는 원형으로 되고 조밀한 기공일수록 기공 벽의 두께가 얇다는 Hayman 등의 실험 결과²⁾와 일치하였다. 우리밀 30% 제품의 경우 20% 제품과 비

Table 3. Internal characteristics of bread with the various contents of KWF

Samples	Fineness ¹⁾	Elongation ²⁾	Subimages ³⁾
Control	866	1.74	49
10%	820	1.42	56
20%	788	1.38	70
30%	831	1.44	66

¹⁾ A measure of the size of crumb cells (1,000=compact)

²⁾ A ratio of the long axis over the short axis of crumb cells (1.0=round)

³⁾ Number of subimages for analysis without molding errors

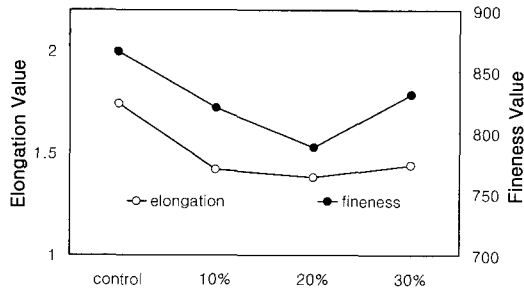


Fig. 3. Internal characteristics of bread with various KWF

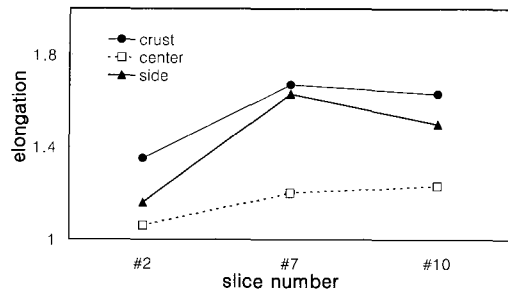


Fig. 5. Changes of elongation value according to the location of sliced area in 20% KWF

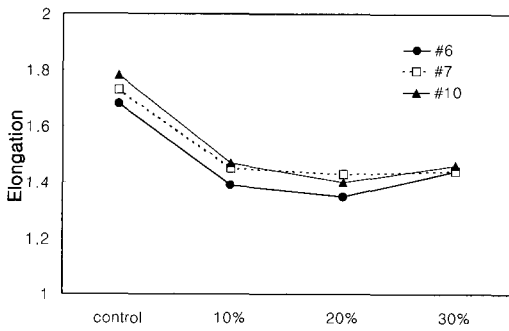


Fig. 4. Changes of cell elongation value related with various KWF

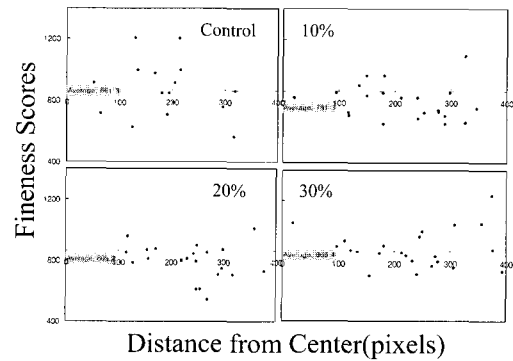


Fig. 6. Fineness versus distance from the center of bread crumb

교해서 조밀하고 찌그러진 형태의 기공을 나타내어 구조력의 약화로 굽는 과정에서 주저앉은 결과를 말해준다.

식빵 속질의 색조는 기공의 조밀성에 영향을 받아서 조밀한 기공일수록 밝은 속질 색을 나타낸다¹³⁾. 그러나 분석 결과는 우리밀이 가지고 있는 어두운 색조를 감안하지 않은 결과이며, 대체로 껍질과 속질의 색은 양호한 것으로 평가된다.

3. 절단면에 따른 기공 형태

식빵의 절단 위치에 따른 기공의 형태 변화를 대조구와 우리밀을 혼합한 제품들의 6, 7, 10번 조각들을 이용하여 알아보았다. Fig. 4의 결과는 전반적인 기공의 형태를 나타냈던 Fig. 3과 비슷한 곡선을 보였으며, 우리밀 20%의 경우가 가장 원형에 가까웠으며, 30% 경우 기공의 형태가 다시 찌그러지는 것으로 나타났다. 식빵의 가장자리인 2번, 중심부인 7번, 그리고 그 중간 부분인 10번 조각을 우리밀 20% 제품을 이용하여 껍질, 옆면, 그리고 가운데의

기공 형태를 비교하여 보았다(Fig. 5). 기공의 찌그러진 정도는 껍질, 옆면, 가운데 순서로 심했으며, 오븐에서 반죽에 미치는 열전도 속도의 차이에 따라서 2번의 경우가 가장 낮은 값을 나타내어 기공이 덜 찌그러지는 것을 알 수 있으며, 이는 절단면의 단면적과도 직접적인 관계가 있었다(대조구 2번: 96.2cm², 7번: 103.9cm², 10번: 102.7cm²).

4. 기공의 분포

절단면의 중앙에서부터 거리에 따른 기공의 분포와 조밀성을 각 제품의 가운데 부분(7번)을 이용하여 비교해 보았으며, Fig. 6에서 중앙의 기준선은 대조구의 값을 나타내어 식빵들 간의 차이를 보았다. 대조구에서는 조밀도가 절단면의 위치에 따라 폭넓게 분포되어 있으나, 우리밀을 첨가했을 경우 대체로 기준선 아래의 값이 많아지고 조밀도의 폭이 좁아져서 기공의 크기가 일정하게 분포되는 경향을 보였다. 또한

우리밀 30% 경우를 제외하고는 큰 기공들이 형성되었으며, 30% 경우는 증양에서 멀어질수록 대조구보다도 더 조밀한 부분이 많이 나타났다. 결국 우리밀 20% 경우 대조구에 비해 기공의 크기가 약 6.5% 커졌지만 전체적인 평가에서는 기공의 분포가 일정하여 더 좋은 품질을 갖는 것으로 나타났다.

요 약

식빵의 외형 특성과 속질의 기공들을 정확히 평가하기 위해서 우리밀 함량을 달리한 식빵들을 만들어 스캐너와 CrumbScan을 이용해서 객관적으로 분석하였다. 껍질의 두께는 우리밀 함량이 높을수록 얇아졌으며, 20%나 30%의 경우 두께는 0.31cm로 같았다. 또한 우리밀의 증가는 부피의 증가와도 관계가 있었으며, 20%의 경우에서 대조구와 비교하여 최대 22.1%의 증가가 있었으나, 30%의 경우에는 다소 부피가 감소하여 구조력의 약화를 보였다.

식빵 속질은 우리밀이 첨가될수록 조밀도가 낮아져서 기공의 크기가 커졌으나, 오히려 일정한 크기의 기공이 분포됨을 알 수 있었다. 기공의 형태도 우리밀이 첨가되면 털 찌그러지는 것으로 나타나서 반죽의 탄성이 줄고 점성이 증가되는 것을 알 수 있었다. 절단 위치에 따른 분석에서 전반적인 기공의 형태는 차이가 없었다. 기공의 찌그러진 정도는 껍질 부분이 가장 심했으며 중심 부분이 가장 원형인 것으로 나타났다. 특히 가운데 절단면의 경우 가장자리 부분과 비교하여 급격한 찌그러짐을 보여 식빵의 중심부가 오븐 팽창이 많음을 보여 주었다.

결과적으로 우리밀 20% 함량의 식빵이 가장 좋은 품질을 갖는 것으로 나타났으며, 주관적으로는 매우 연기 어려운 껍질의 두께나 기공의 조밀성 및 분포 등을 통해 객관적인 평가를 할 수 있었다. 이러한 실험 결과는 국내에서 식빵 품질에 대한 표준화 작업이 이루어진다면 상당히 유용하게 사용되리라 생각된다.

참고문헌

1. Coles G.D., Rogers D.E., Olewnik M.C. and Wang J.: Objective estimation of bread visual texture. A preliminary discussion paper prepared for an ICC study group, New Zealand Institute for Crop&Food Research Limited, 1997
2. Psotka J.: Digital image analysis of finished food products. *Cereal foods world*, 46(1):20, 2001
3. Bertrand D., Guerneve C., Marion D., Devaux M.F. and Robert P.: Description of the textural appearance of bread crumb by video image analysis. *Cereal chem.*, 69(3):257-261, 1992
4. Day D.D. and Rogers D.: Fourier-based texture measures with application to the analysis of the cell structure of baked products. *Digital signal processing*, 6(14):138-144, 1996
5. Harrigan K.A.: Particle size analysis using automated image analysis. *Cereal Foods World*, 42(1):30-35, 1997
6. Eliasson A. and Larsson K.: Bread In *Cereals in breadmaking*. Marcel Dekker, Inc., New York. 340-342, 1993
7. Sugden D.: Bubbles in bread. *World grain*, August 1998
8. Doerry W.: Bread and roll baking In *Baking technology Vol. 2: Controlled baking*. American Institute of Baking, Manhattan, KS, 46-47, 1995
9. Hayman D., Sipes K., Hosney R.C. and Faubion J.M.: Factors controlling gas cell failure in bread dough. *Cereal chem.*, 75(5):587, 1998
10. Anderson J.: Crust color assessment of bakery products, *American Institute of Baking, Technical bulletin*, 17(3):1, 1995
11. Cauvain S.P.: Holes in bread. Proceeding of the 76th annual technical conference, American Society of Baking, 151-153, 2000
12. Hayman D., Hosney R. and Faubion J.: Bread crumb grain development during baking *Cereal chem.*, 75(5): 577, 1998
13. Pyler E.J.: Physical and chemical test methods In *Baking science & technology* 3rd. ed. Vol. 2, Sosland publishing com., KS, 906, 1988

(2002년 1월 4일 접수, 2002년 3월 12일 채택)