

## 설탕 함량 및 입자 크기에 따른 비스킷의 물성

이승주 · 김남수 · 노완섭  
동국대학교 식품공학과

### Physical Properties of Hard Dough Biscuit Dependent on Sugar Content and Particle Size

Seung Ju Lee, Nam Su Kim and Wan Seob Noh

Department of Food Science and Technology, Dongguk University

#### Abstract

Physical properties of hard dough biscuit were instrumentally studied in terms of hardness of biscuit crust and crumb, TPA of biscuit dough, and WSI, WAI and water uptake of biscuit. Sugar content (based on the flour weight) and particle size were treated with level of 10, 20, 30 and 40%; powdered and granulated sugar, respectively. With increase in sugar content, hardness of biscuit crust and crumb increased. Magnitudes of springiness and cohesiveness in TPA were in the order of 30>40>20>10% and those of the powdered were larger than the granulated. But magnitudes of gumminess, adhesiveness, chewiness and hardness were opposite. WSI and WAI increased with increase in sugar content and decrease in particle size. Water uptake rate was the highest at 20% level and the lowest at 10% level.

Key words: hard dough biscuit, physical properties, sugar

#### 서 론

비스킷은 그 소비량이 매우 큰 소맥 2차 가공품의 하나로서 그 물성 및 관능적 성질은 매우 중요하다. 비스킷은 매우 여러 가지로 분류되나 보통 배합비에 따라 hard dough biscuit, soft dough biscuit, 및 batter biscuit으로 나눌 수 있다(Wade, 1988). 각각의 비스킷이 추구하는 물성 및 관능적 성질 또한 다양하다고 하겠다.

비스킷의 물성에 영향을 주는 요인으로서 밀가루의 종류(Abboud *et al.*, 1985a), 수분흡수율(Abboud *et al.*, 1985b), 설탕의 종류 및 사용량(Vetter *et al.*, 1986), 쇼트닝의 종류 및 사용량(Bright *et al.*, 1983), 반죽의 시간 및 방법(Olewink과 Kulp, 1984), 굽는 온도 및 시간(Bloksma, 1990) 등에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. 비스킷 물성분석법(Faridi, 1994)으로는 probe testing, snapping force / Young's modulus,

shearing, TPA(texture profile analysis), ultrasonic attenuation, acoustics 등이 알려져 있는데 이들을 유효 적절하게 적용할 수 있는 방법론이 필요하다.

본 연구에서는 국내의 전형적 비스킷인 hard dough biscuit을 대상으로 물성을 보다 객관화할 수 있는 방법론을 제시하여, 비스킷 물성에 설탕 함량과 입자 크기에 따른 효과에 대하여 알아보았다. 즉, 비스킷의 crust와 crumb을 구분한 probe testing, 비스킷 반죽의 TPA, 비스킷의 수화성 분석을 위한 WSI(water solubility index), WAI(water absorption index), 및 수분흡수속도를 설탕 함량과 입자 크기를 달리하여 제조된 비스킷에 대하여 실험하였다.

#### 재료 및 방법

##### 비스킷의 제조

비스킷의 원료로 밀가루(중력분, 삼양사), 설탕(정백당과 미분당, 삼양사), 쇼트닝(비엔나 쇼트닝, 오투기), 탈지분유, Na-caseinate, 배합수, 효소, 암모니아, 중조, 소금, 제1인산 칼슘을 사용하였다(Table 1).

Corresponding author: Seung Ju Lee, Department of Food Science and Technology, Dongguk University, 3Ga 26 Junggu, Pildong, Seoul 100-715, Korea

**Table 1. Hard dough biscuit formulas**

Ingredient	(Unit: g)				
	Granulated sugar (%)				Powdered sugar (%)
	10	20	30	40	30
Flour	1680	1680	1680	1680	1680
Sugar	168	336	504	672	504
Dry milk	180	180	180	180	180
Na-caseinate	150	150	150	150	150
Shortening	275	275	275	275	275
Enzyme	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Ammonia	35	35	35	35	35
Baking soda	2	2	2	2	2
Salt	16	16	16	16	16
Calcium phosphate	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Water	600	600	600	600	600

비스킷은 hard dough biscuit로서 all in method(one stage mixing)에 의해 다음과 같이 제조하였다.

**배합**

먼저 밀가루, Na-caseinate, 탈지분유, 설탕을 배합하여 혼합기에 넣어 30초간 잘 혼합하였다. 배합비는 밀가루를 100%기준으로 하는 baker's percent를 사용하였으며 쇼트닝과 배합수는 각각 16.4%, 35.7%로 고정하였다. 설탕 사용량은 정백당을 각각 10, 20, 30 및 40%로 그리고 미분당을 30%로 하였다. 여기에 효소, 암모니아, 중조, 소금, 제1인산칼슘을 각각 물에 잘 용해시켜 반죽기에 넣고 반죽을 시작하였다. 산 알칼리 반응을 최소화하기 위하여 제1인산칼슘을 가장 마지막에 넣었으며 이상의 일련의 과정은 30초 이내에 마쳤다.

**반죽**

반죽기(수평형, 동양기계)에 넣고 60 rpm, 3분간 반죽한 후 scraper로 반죽기의 내벽과 arm에 붙어있는 반죽물을 잘 긁어낸 다음 다시 스위치를 작동시켜 전체 12분 30초 동안 반죽하였다. 반죽시 발생하는 에너지에 의한 열을 제거하기 위해 반죽기에 장착된 chamber에 냉각수를 순환시킴으로서 온도를 30°C로 유지시켰다. 이때 저온에서 반죽함으로써 반죽물의 수분증발을 방지하고 물의 유동을 증가시킬 수 있다(Vetter et al., 1988).

**숙성**

반죽을 15°C 냉장고에 넣어 16시간 숙성시킴으로서 효소의 반응을 유도하였다.

**성형**

숙성된 반죽물을 적당량 떼어 손으로 어느 정도 반죽한 후 reverse sheeter에 올려놓고 2 cm의 두께로 밀어준 다음 이것을 moulder로 눌러 일정한 형태를 만들어 band에 올려 놓았다.

**굽기**

온도 250°C, 윗불과 밑불이 65:45인 3단형 deck 오븐으로 성형된 반죽물이 놓여진 band를 넣어 5분간 구웠다(Endo et al., 1984)

**건조 및 보관**

굽기 후 오븐에서 꺼낸 비스킷을 50°C에서 4시간 건조한 후 zip-loc plastic bag에 보관하였다.

**비스킷의 경도**

비스킷 crust와 crumb의 경도를 측정하기 위하여 texture analyzer (TA-XT2, SMS, England)를 사용하였다. 비스킷은 두 개의 지지대(간격 15 mm) 위에 올려 놓고 pin형 plunger(직경 1.5 mm)로 compression test를 하였다. 힘-시간 곡선의 결과에서 첫 번째와 두 번째 peak를 각각 crust와 crumb의 경도로 정의하였다.

**비스킷 반죽의 TPA**

40 mesh로 마쇄한 비스킷에 물을 첨가하여 실제 저작시 입 안에서의 수분함량이 가까운 40%로 조절한 후 손가락으로 10초 동안 반죽하였다. Texture analyzer에 반죽 덩어리 40 g을 직경 60 mm, 높이 12 mm의 원통형 용기에 넣고 직경 25 mm 크기의 plunger를 사용하여 TPA를 실시하였다.

**비스킷의 WSI와 WAI**

Anderson(1987)의 방법을 수정하여 적용하였다. 비스킷을 분쇄하여 40 mesh의 체로 거른 다음 15 mL 원심분리관에 분말 2 g과 증류수 10 mL를 넣어 마개를 한 후 상온에서 10분간 vortexing하여 1000×g에서 30분 동안 원심분리하였다. 상등액 중 고형분 무게와 비스킷 분말의 무게 비를 백분율로 나타낸 후 다음 식에 의하여 WSI(수분용해지수)를 나타내었다.

$$WSI (\%) = \frac{\text{상등액중 고형분의 무게}(g)}{\text{비스킷 분말의 무게}(g)} \times 100$$

원심분리 후 물을 함유한 침전물의 무게를 쟀 후 105°C, 24시간 건조시켜 다음 식에 의하여 WAI(수분흡수지수)를 구하였다.

$$WAI (\%) = \frac{\text{침전물중 수분의 무게}(g)}{\text{침전물중 고형분의 무게}(g)} \times 100$$

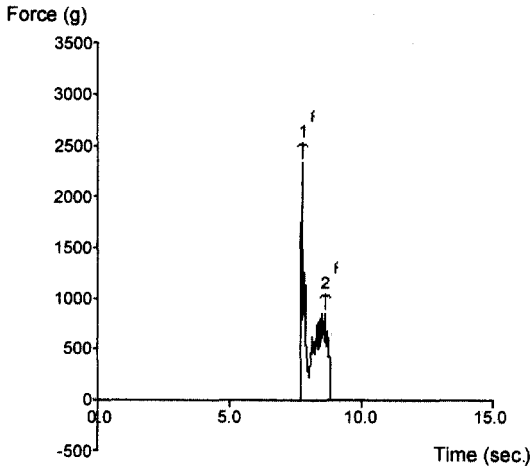


Fig. 1. Typical plot of force vs. deformation time in probe testing of hard dough biscuit.

비스킷의 수분흡수속도

파괴되지 않은 비스킷 덩어리를 물이 담긴 용기에 10, 20 및 30초 동안 각각 담근 후 얻은 수화된 비스킷을 여지 위에 놓고 골려 표면수를 제거한 후 건조하여 수분함량을 측정하였고, 수화 전·후의 수분함량으로부터 비스킷 덩어리 무게에 대한 흡수한 수분의 양을 산출하였다.

결과 및 고찰

비스킷 crust와 crumb의 경도

비스킷 경도의 실험에서 나타난 전형적인 힘-시간 곡선의 유형은 Fig. 1과 같았다. 일단 표면부위(crust)가 부서질 때 첫 번째 peak 점이 나타났고 그 후에 따르는 비스킷의 내부층(crumb)이 부서지는 힘으로 두 번째 peak 점이 관찰되었다. 첫 번째 peak 점과 두 번째 peak 점의 조합은 비스킷 저작시 초기의 텍스처를 반영한다고 볼 수 있다. 첫 번째 peak 점은 최초의 저

Table 2. First and second peak force in probe testing on hard dough biscuit with different sugar content and particle size

Sugar content (%)	First peak force (g)	Second peak force (g)
Granulated		
10	1126.38 ± 297.23	730.91 ± 263.63
20	1702.33 ± 410.67	864.18 ± 218.17
30	2194.78 ± 269.03	1098.07 ± 269.03
40	2581.33 ± 566.82	1173.13 ± 223.52
Powdered		
30	2678.13 ± 669.18	1317.32 ± 274.99

\*Average for 10 replications.

작시 정도에 해당하고, 두 번째 peak 점은 연속되는 저작중에 느껴질 수 있는 경도일 것이다. Table 2에 나타난 것과 같이 설탕의 함량이 많은 비스킷의 경우 첫 번째 peak값이 크게 나타남을 볼 수 있는데, 본문에 구체적으로 제시하진 않았지만 설탕의 양이 많을수록 crust의 두께가 두껍게 관찰되었던 결과와 일치함을 알 수 있었다. 두 번째 peak값 역시 설탕의 함량이 많은 비스킷이 크게 나타났는데, 이와 같은 결과는 설탕이 비스킷 baking후 냉각할 때에 재결정화(recrystallization) 되는 성질에 의하여 경화제(hardening agent)의 역할을 하여 씹을 때 바삭바삭(crisp)한 촉감을 느끼게 한다는 보고(Doescher와 Hosoney, 1985; Vetter, 1986)와 일치함을 보였다.

비스킷 반죽의 TPA

경도가 저작 초기의 텍스처를 반영한다면, 저작 중·후기의 텍스처는 치아에 의하여 마쇄된 비스킷이 타액과 혼합되어 비스킷 반죽물로부터 느껴진다. 이와 같은 비스킷 반죽물의 TPA 결과는 Table 3과 같다. 설탕함량 10, 20, 40 및 30% 순으로 springiness와 cohesiveness는 증가하였으나 gumminess, adhesiveness, hardness, chewiness는 감소하였다. 또한 미분당이 정백

Table 3. TPA parameters on wet mass of hard dough biscuit with different sugar content and partial size

Parameter	Granulated sugar (%)				Powdered sugar (%)
	10	20	30	40	30
Springiness	0.215	0.242	0.245	0.254	0.035
Gumminess	3381.685	3211.028	2225.489	2419.279	1857.379
Cohesiveness	0.613	0.772	0.814	0.785	0.956
Adhesiveness	-2244.181	-2463.677	-1761.244	-1801.215	-1494.977
Hardness (g)	5517.1	4159.4	2734.0	3080.0	1943.4
Chewiness	728.705	778.147	544.189	614.532	621.388

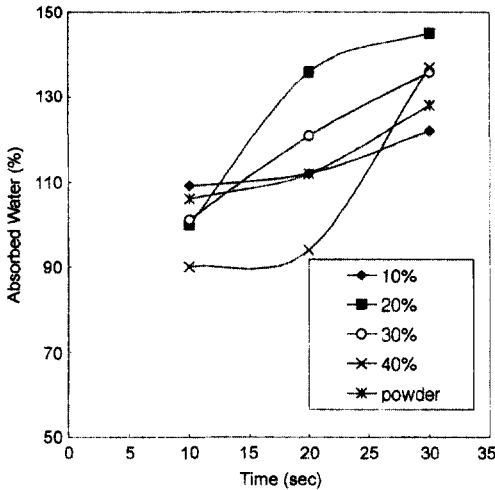


Fig. 2. Plot of absorbed water vs. immersing time of hard dough biscuit.

당보다 springiness와 cohesiveness는 크며, gumminess, adhesiveness, hardness 및 chewiness는 작게 나타났다. Springiness와 cohesiveness는 밀가루의 글루텐(gluten)이 수화(hydration)되면서 나타나는 성질로서(Peter, 1988), 이 값들이 크게 나타난 결과로부터 글루텐형성이 잘 된 것으로 생각된다.

비스킷의 수화성

WSI와 WAI

설탕의 함량이 많고 입자크기가 작은 비스킷의 경우 WSI와 WAI가 높게 나타났음을 볼 수 있었다(Table 4). 즉 설탕의 함량이 많을수록 비스킷이 물에 잘 수화되고 물의 흡수력 또한 증가한다는 것을 알 수 있었다.

수분흡수속도

수분흡수속도는 설탕함량 20%에서 수분흡수속도가 높았으며 흡수량 또한 가장 많았다(Fig. 2). 설탕의 함량이 많을수록 수분의 흡수속도가 높을 것 같으나 다른 양상을 보인 것은 비스킷의 crumb의 구조와 텍스처, 비스킷 crust의 두께 또는 경도 등 여러 가지 요인들이 작용한 것이라고 생각된다. 즉 설탕의 함량이 많은 40%의 비스킷은 crust 두께와 경도는 높지만 spore의 수와 면적이 크게 관찰되어, 초기에는 수분의 흡수속도가 가장 낮았으나 점차 급격히 증가하여 후반부에는 매우 높은 흡수량을 나타내었다. 반면에 10%에서는 초기 흡수량은 가장 높았으나 전체적인 흡수 속도는 가장 낮은 것을 볼 수 있었다. 설탕입자의 크기에 따른 흡수량을 비교하여 보면 같은 30% 정백당의

Table 4. WSI and WAI of hard dough biscuit with different sugar content and particle size

Sugar content (%)	WSI	WAI
Granulated		
10	7.14 ± 0.69	112.52 ± 19.15
20	9.62 ± 0.76	136.69 ± 25.48
30	10.68 ± 1.67	140.53 ± 26.54
40	12.64 ± 0.79	151.51 ± 12.64
Powdered		
30	14.96 ± 1.19	139.43 ± 36.73

\*Average for 10 replications.

경우 흡수속도가 일정하게 증가하였으나 30% 미분당의 경우는 초기에는 흡수량도 많았고 흡수속도도 낮았으나 점차 흡수속도가 증가하였다. 이상의 결과로부터 비스킷 완제품의 수분흡수속도는 비스킷의 물성이 매우 크게 관여한다는 것을 알 수 있었다.

요 약

설탕의 함량을 각각 10, 20, 30 및 40%로 달리하고 또한 정백당과 미백당으로서 입자크기를 달리하여 구운 비스킷으로 여러 가지 물성을 분석하여 보았다. 설탕의 함량이 많을수록 비스킷 crust의 경도와 crumb의 경도가 증가하였다. Springiness와 cohesiveness는 설탕의 함량이 10, 20, 40 및 30% 순으로, 그리고 설탕입자의 크기가 작을수록 증가하였으나 gumminess, adhesiveness, hardness 및 chewiness는 감소하는 것으로 나타났다. WSI와 WAI는 설탕입자의 크기가 작을수록, 그리고 설탕함량이 많을수록 증가하였다. 수분흡수속도는 설탕함량 20%가 가장 높았으며 10%가 가장 낮게 나타났다.

문 헌

Abboud A.M., G.L. Rubenthaler and R.C. Hoseney. 1985a. Effects of fat and sugar in sugar-snap cookies and evaluation of tests to measure cookies flour quality. *Cereal Chem.* **62**: 124

Abboud A.M., R.C. Hoseney and G.L. Rubenthaler. 1985b. Factors affecting cookie flour quality. *Cereal Chem.* **62**: 130

Anderson, R.A. 1987. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem.* **59**: 265

Bloksma, A.H. 1990. Dough structure, dough rheology and baking quality. *Cereal Food World* **35**: 237

- Bright, H., J.L. Vetter, M. Utt and G. McMaster. 1983. Effect of sugar and mixing variables on cookie spread. *Technical Bulletin, American Institute of Baking* **5**: 1
- Doescher, L.C. and R.C. Hosney. 1985. Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar-snap Cookies. *American Association of Cereal Chemists* **62**: 263
- Endo, S., K. Tanaka and S. Nagao. 1984. Studies on dough development. II. Effects of mixing apparatus and mixing speed on the rheological and analytical properties of heated dough. *Cereal Chem.* **61**: 532
- Faridi, H. 1994. *The Science of Cookie and Cracker Production*. Chapman and Hall, New York, USA
- Olewink, M.C. and K. Kulp. 1984. The effect of mixing time and ingredients variation on farinograms of cookie dough. *Cereal Chem.* **61**: 532
- Smith, W.H. 1988. *Technology, Production and Management*, Applied Science Publishers Ltd, London, UK
- Vetter J.L., T. Sutton and D. Blockcolsky. 1986. Effect of sweetener syrups on quality characteristics of soft cookies. *Technical Bulletin, American Institute of Baking* **8**: 1
- Vetter, J.L., A. Zeak and H. Bright. 1988. Effect of sugar and shortening levels on properties cooked doughs and baked cookies. *Technical Bulletin, American Institute of Baking* **10**: 1
- Wade, P. 1988. *Biscuit, Cookies and Crackers*. Elsevier Applied Science, London and New York, USA