

쿠키 반죽공정의 Scale-up에 반죽에너지가 미치는 영향

박효정* · 이승주

동국대학교 식품공학과

*해태제과(주) 연구소

Effect of Kneading Energy on the Scale-up of Cookie Dough Mixing Process

Hyo Jung Park* and Seung Ju Lee

Department of Food Science and Technology, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

*R&D Institute, HAITAI CONFECTIONERY Co., LTD, Seoul 140-190, Korea

Abstract

The purpose of this study was to establish a scale-up parameter which controls the cookie properties in scale-up of cookie dough production rate. Electric power was measured as a kneading energy during kneading three level amount of dough at three levels of rpm. The kneading energy was kept constant for the condition of the fixed dough amount with rpm varied to produce the largest cookie in diameter and hardness. But it was not constant if the dough amount changed, so a specific kneading energy was defined as (kneading energy + constant) / dough mass. The specific kneading energy was kept constant even for the condition of the varied dough amount. It was concluded that the kneading energy and specific kneading energy were the first and second scale-up parameters, respectively, appropriate for controlling the physical properties of cookie.

Key words: scale-up parameter, kneading energy, dough mixing

서 론

식품의 생산속도를 증가시킬 필요가 있을 때는 제조공정을 scale-up해야 한다. Scale-up이란 생산속도를 높이기 위하여 가공기계의 운전속도 또는 기계의 크기를 증가시키는 작업으로 그 과정에서 식품의 품질이 변하게 되는 문제점이 수반된다. 따라서 그 크기에 관계없이 식품의 품질을 일정하게 유지할 수 있는 scale-up parameter를 찾는 작업이 필수적이다(Valentas *et al.*, 1991). 한편 쿠키 반죽공정도 scale-up에 큰 어려움 점을 안고 있다.

일반적으로 쿠키제조는 반죽(kneading, mixing), 성형, 굽기, 냉각의 과정을 거치는데, 쿠키 생산속도를 scale-up하는 하나의 방안으로서 Skeggs와 Kingswood

(1981), Tipples와 Kilborn (1975) 등은 반죽에 가해지는 에너지의 영향 및 에너지 투입속도의 중요성을 제시한 바 있다. 반죽공정의 scale-up은 원료의 양을 증가시키고 동시에 반죽기의 회전속도를 변화시킴으로써 이루어지지만, 쿠키의 품질을 일정하게 유지할 수 있는 조건을 찾아야 한다.

쿠키의 품질에는 외관, 맛, 물성, 향 등이 작용하는데, 반죽시간(Olewink와 Kulp, 1984; Navickis, 1989; Dreesse *et al.*, 1988)과 반죽방법(Vetter *et al.*, 1984; Bright *et al.*, 1983)은 쿠키 물성에 크게 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 즉, 쿠키 반죽공정에 의하여 밀가루 등의 원료 혼합물이 기계적으로 혼합되면서 점성물인 반죽의 물성이 형성되며 굽기를 통한 쿠키의 물성 또한 최종 결정된다.

본 연구에서는 쿠키 반죽공정의 scale-up parameter를 확립하고자 하였다. 반죽 중 반죽기의 소모에너지를 측정할 수 있는 시스템을 구축하였고, 반죽기 회전

Corresponding author: Seung Ju Lee, Department of Food Science and Technology, Dongguk University, 3Ga 26, Pil-dong, Jung-gu, Seoul 100-715, Korea

Table 1. Cookie Formulas

Material	Total Weight (Unit: g)		
	1 kg	1.5 kg	2 kg
Flour	500	750	1000
Sugar	170	255	340
Shortening	200	300	400
Butter	40	60	80
Egg	50	75	100
Salt	6	9	12
Whole milk powder	15	22.5	30
Lecithin	1	1.5	2
Sodium bicarbonate	1	1.5	2
Ammonium bicarbonate	6.5	9.8	13

속도와 원료투입량을 증감시킬 때 반죽에너지와 굽기 후 쿠키의 직경과 경도의 상관관계를 분석하여 scale-up parameter를 결정하였다.

재료 및 방법

재료

밀가루, 설탕, 쇼트닝, 버터를 주재료로 사용하였으며, 화학 팽창제로는 ammonium bicarbonate와 sodium bicarbonate, 유화제로는 lecithin을 사용하였다.

쿠키의 제조

본 실험에서는 쿠키 제조를 위해 밀가루 100%를 기준으로 한 baker's percent를 배합비(Table 1)로 사용하였으며, 반죽제조 방법은 크림법(creaming method)를 사용하였다(Wade, 1988).

크림 형성

밀가루를 제외한 모든 원료를 bowl에 넣고 혼합하여 크림을 완성하였다.

반죽

완성된 크림에 밀가루를 넣고 반죽기(SM 200, Sinmag Corporation)와 12 Quarter 용량의 bowl과 beater (A120, Hobart Corporation)를 사용하여 반죽하였다.

성형

6 mm 두께로 균일하게 펴고 30 mm의 원통형 쿠키 cutter로 눌러 일정 형태의 모양을 만든 후 굽기용 tray에 올려 놓았다.

굽기

윗불 220°C, 밑불 200°C로 온도가 고정된 오븐(1단

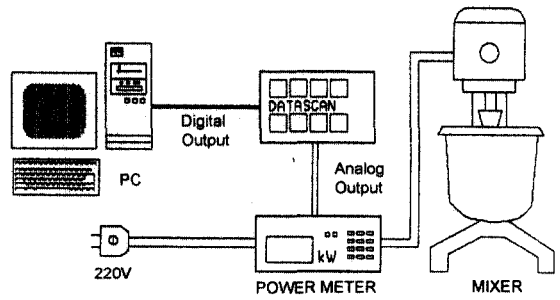


Fig. 1. Data acquisition system for measurement of kneading energy.

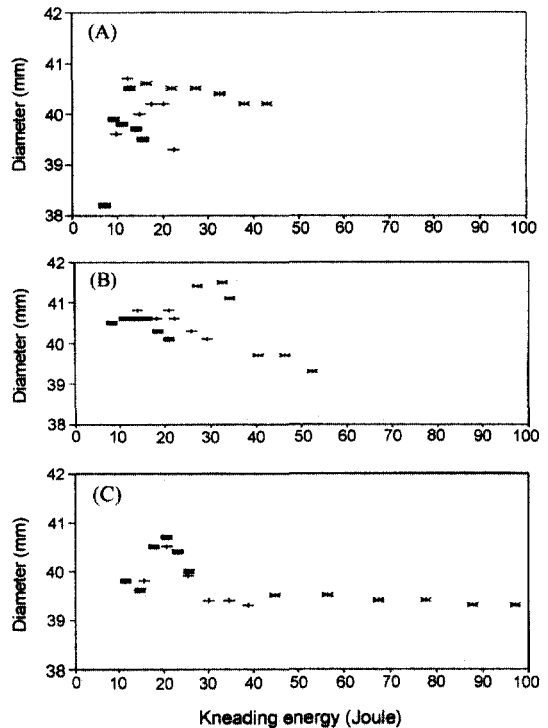


Fig. 2. Plot of cookie diameter vs. kneading energy in mixing different dough amount by different beater rpm. (A), dough 1 kg; (B), dough 1.5 kg; (C), 2 kg; ■, 110 rpm; +, 207 rpm; *, 371 rpm.

deck형, 한영기업사) 속에 반죽이 올려진 tray를 넣고 8분간 구웠다.

냉각 및 보관

굽기 후 오븐에서 꺼낸 쿠키는 실온에서 1시간 냉각한 후 물성 측정을 위하여 zip-loc plastic bag에 보관하였다.

반죽 에너지 측정

반죽기에 clip-on AC power meter(Yokogama,

Japan)와 data acquisition system(7321, Datascan, England)를 부착하여 크립에 밀가루를 혼합하면서 전력을 on-line 측정하였다(Fig. 1). Kneading energy는 시간에 대한 전력을 적분하여 계산하였고, specific kneading energy는 다음 식에 의하여 정의하였다.

$$\text{Specific kneading energy} = \frac{\text{Kneading energy} + \text{상수}}{\text{원료 투입량}}$$

쿠키의 물성 측정

직경 측정

냉각 후 보관된 쿠키 중에서 10개를 취해 각각 caliper를 사용하여 직경을 측정하였다. 직경의 크기는 10개의 평균값으로 나타내었다.

경도 측정

쿠키의 경도를 측정하기 위해 texture analyzer(TA-XT2, SMS, England)의 compression mode에서 snap test를 하였다(Faridi, 1994). 힘-시간 곡선에서 peak 힘을 경도의 지표로 삼았고 10개의 평균값을 취하였다. Probe의 이동속도는 2 mm/sec, 두 지지대 사이의 간격은 20 mm로 하였다.

결과 및 고찰

반죽기 회전속도의 scale-up parameter

Kneading energy와 쿠키 직경

반죽량 1, 1.5, 2 kg을 회전속도 110, 207, 371 rpm으로 각각 반죽하면서 1분 간격으로 시간경과에 따른 kneading energy를 측정하고 직경과의 관계를 살펴보았다. Fig. 2에 나타난 바와 같이 반죽량 1 kg의 경우 모든 회전속도에서 쿠키가 최대 직경을 나타낼 때 반죽에너지는 약 12 J로 같은 값을 나타냈으며 1.5 kg의 경우에는 약 15 J, 2 kg에서는 약 20 J로 같게 나타났다. 단, 1.5 kg, 371 rpm의 경우에는 그 값이 다소 벗어났는데, 급격한 속도 상승으로 인하여 투입된 원료의 손실이 많았을 뿐만 아니라 쿠키 제조를 위한 적당한 반죽이 형성되지 않았기 때문으로 분석된다. 결과적으로 일정한 반죽량에 대하여 회전속도를 증감시킬 때에 일정한 투입 에너지를 맞추어 줌으로서 최대 직경의 쿠키를 얻을 수 있었기 때문에, kneading energy를 scale-up parameter로 간주할 수 있었다. 이와 같은 결과는 Skeggs와 Kingswood(1981)가 보고한 쿠키 반죽 중 투입되는 에너지의 속도와 양은 반죽의 consistency를 변화시켜서 반죽기의 회전속도는 이 투입 에너지

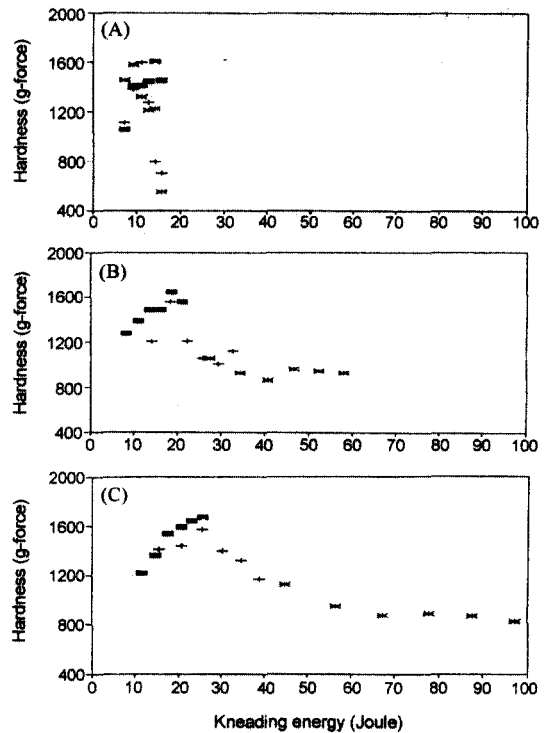


Fig. 3. Plot of cookie hardness vs. kneading energy in mixing different dough amount by different beater rpm. (A), dough 1 kg; (B), dough 1.5 kg; (C), 2 kg; ■, 110 rpm; +, 207 rpm; *, 371 rpm.

를 조절할 수 있는 인자라는 사실과 연관된다.

Kneading energy와 쿠키 경도

쿠키의 경도도 직경과 마찬가지로 각 반죽량에 대하여 kneading energy는 회전속도와 무관하게 비슷한 값을 나타냈다(Fig. 3). 따라서 일정한 경도의 쿠키를 얻기 위해서는 반죽공정 조건에 관계없이 일정한 반죽 에너지만을 유지하면 될 것으로 생각된다.

반죽기 회전속도와 원료 투입량의 scale-up parameter

Specific kneading energy와 쿠키 직경

원료 투입량과 반죽기 회전속도를 모두 변화시켰을 때, 쿠키의 물성을 일정하게 제어하기 위한 인자를 알아보기 위해 specific kneading energy를 고안하였다. Specific kneading energy는 kneading energy와 투입 반죽량의 관계식으로부터 정의하였다. 먼저 각 반죽량에 대하여 최대의 직경을 나타낼 때의 kneading energy를 회기분석하였고(Fig. 4), 회귀식을 변형하여 최대 쿠키 직경을 얻기 위한 specific kneading energy, 15.03 J/kg(=(kneading energy + 1.92)/반죽량)을 얻었다. Specific kneading energy는 쿠키 반죽시 반죽량과 회전속도를

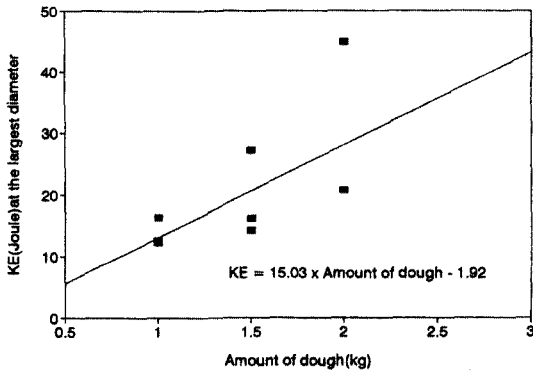


Fig. 4. Regression of dough amount and KE (kneading energy) for the largest diameter of cookie in defining specific kneading energy, 15.03 J/kg (= (KE + 1.92) / dough amount).

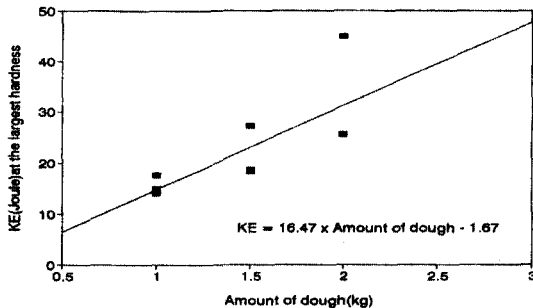


Fig. 5. Regression of dough amount and KE (kneading energy) for the largest hardness of cookie in defining specific kneading energy, 16.47 J/kg (= (KE + 1.67) / dough amount).

변화시킬 때 직경이 최대인 쿠키를 얻기 위한 scale-up parameter라고 할 수 있다. 예를 들어 반죽량을 1 kg 투입하여 kneading energy가 13.11 J되는 반죽시간에서 반죽을 완료하면 최대 직경의 쿠키를 얻을 수 있다.

Specific kneading energy와 쿠키 경도

원료 투입량과 반죽기 회전속도를 달리하였을 때, 최대 경도의 쿠키에 대한 반죽 에너지와 반죽량을 회기분석하여 specific kneading energy, 16.47 (= (KE + 1.67) / 반죽량)의 결과를 얻었다(Fig. 5). 쿠키 직경의 경우와 마찬가지로 specific kneading energy는 쿠키 반죽시 반죽량과 회전속도를 변화시킬 때 경도가 최대인 쿠키를 얻기 위한 scale-up parameter로 간주할 수 있었다.

요 약

쿠키 반죽공정의 scale-up parameter와 이를 측정할

수 있는 data acquisition system을 확립하였다. 반죽기 회전속도 및 원료 투입량을 각각 세가지 수준으로 하여 반죽할 때 전력에너지를 측정하여 kneading energy로 간주하였다. 쿠키 물성과의 상관관계를 분석한 결과 kneading energy는 각 반죽량에 대하여 제조된 쿠키가 최대 직경을 나타낼 때 반죽기 회전속도에 무관하게 일정하게 나타났으며 쿠키 경도의 경우도 같은 경향의 결과를 나타냈다. 또한 새로이 정의한 specific kneading energy(= (kneading energy + 상수) / 원료투입량)는 반죽기 회전속도와 원료투입량에 관계없이 최대의 직경과 경도의 쿠키에 대하여 일정하게 산출되었다. 따라서 쿠키반죽 생산속도를 scale-up할 때 kneading energy와 specific kneading energy는 쿠키의 물성을 제어하는데 필요한 scale-up parameter임을 알 수 있었다.

문 헌

Bright, H., J.L. Vetter, Marsha Utt, and Gerald McMaster. 1983. Effect of sugar and mixing variables on cookie spread. *Technical Bulletin, American Institute of Baking* 5(4): 1

Dreese, P.C., J.M. Faubion and R.C. Hoskeny. 1988. Dynamic rheological properties of flour, gluten, and gluten-starch dough. II. Effects of various processing and ingredient changes. *Cereal Chem.* 65(4): 354

Faridi, H. 1994. *The Science of Cookie and Cracker Production*. Chapman and Hall, New York, USA

Navickis, L.L. 1989. Rheological changes of fortified wheat and corn flour mixing time. *Cereal Chem.* 66(4): 321

Olewick, M.C. and K. Kulp. 1984. The effect of mixing time and ingredients variation on farinograms of cookie dough. *Cereal Chem.* 61(6): 532

Skeggs, P.K. and K. Kingswood. 1981. Mechanical dough development-Pilot scale studies. *Cereal Chem.* 58(4): 256

Tipples, K.H. and R.H. Kilborn. 1975. Unmixing-The disorientation of developed bread doughs by slow speed mixing. *Cereal Chem.* 52(2): 248

Valentas, K.J., L. Levine and J.P. Clark. 1991. *Food Processing Operations and Scale-up*. Marcel Dekkar, Inc., New York, USA

Vetter, J.L., Doris Blockcolsky, Marcia Utt, and Hugh Bright. 1984. Effect of shortening type and level on cookie spread. *Technical Bulletin, American Institute of Baking* 6(10): 1

Vetter, J.L., and Jeff Zeak. 1989. Chemical leavening of cookies and crackers. *Technical Bulletin, American Institute of Baking* 11(7): 1

Wade, P. 1988. *Biscuit, Cookies and Crackers*. Elsevier Applied Science, London and New York, USA