KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 31, No. 4, pp. 994~998 (1999)

자당-지방산 에스테르가 제빵특성에 미치는 영향

이민재 · 목철균 · 장학길
경원대학교 식품생물공학과

Effect of Sucrose-Fatty Acid Ester on Baking Properties of White Bread

Min-Jae Lee, Chulkyoon Mok and Hak-Gil Chang
Department of Food & Bioengineering, Kyungwon University

Abstract

To evaluate the effects of sucrose-fatty acid ester (SE) on bread-making characteristics, the dough mixing, gelatinization, baking properties with the addition of SE alone and together with other surfactants were investigated. SE increased the peak time and the peak height in mixogram, indicating that it contributed the elasticity of dough. In farinogram, SE increased the peak time and mechanical tolerance index, but reduced the dough stability. SE increased the peak viscosity and reduced the gelatinization temperature and maximum consistency temperature in amylogram. SE increased the specific volume of bread loaf and retarded the increase in hardness of bread during storage, showing its anti-staling effects. The maximum anti-staling effect of SE was observed at 0.5% level. The addition of SE (0.2%), SSL (0.15%) and ES-95 (0.15%) blend showed the maximum specific loaf volume, and that of SE (0.25%) and SSL (0.25%) did the maximum anti-staling effect.

Key words: sucrose-fatty acid ester, dough mixing properties, gelatinization, bread-making

서 론

계면활성제는 빵의 품질 향상을 위해 30년 이상 사용되어 왔으며 전분과 혼합하여 빵의 부드러운 기능과 노화 지연 효과 증가 시키기 위하여 사용되었다[1]. Junge 등[2]은 계면활성제는 반죽 동안 공기의 혼입을 증가시키고 반죽에 작은 cell을 형성시켜 빵에 좋은 입자를 제공하며 mixogram에서의 peak time과 peak height를 증가시킨다고 하였으며, Chung 등[3]은 계면활성제가 빵의 지방의 결합부위에 작용, 지방 결합을 억제하여 빵의 비체적을 향상시킨다고 하였다. Krog[4]는 계면활성제가 반죽시 계면활성제-물 구조를 형성하여 반죽 조절제와 crumb 연화제의 기능이 있다고 하였고, Junge 등[5]은 계면활성제가 shortening보다 반죽의 팽창이나 빵의 비체적 증가에 더욱 효과적이라고 하였다. 또한 Pisesookbunterng 등[6]은 계면활성제와 amylose 및 amylopectin 가지가 복합물을 형성하여 빵의 연화작용과 노화를 지연시킨다고 하였다.

Corresponding author: Hak-Gil Chang, Dept. of Food & Bioengineering, Kyungwon Univ. San 65 Bokjung-Dong, Soojung-Gu, Sungnam-Si, Kyunggi-Do 461-701, Korea

자당-지방산 에스테르(Sucrose-fatty acid ester, SE)는 1955년 Shell이 상용성 용매로서 DMF (dimethyformamide)를 발견해 DMF 중에서 설탕과 지방산메틸을 반응시켜 생산하는 Shell법을 이용하여 만들었으나 독성이 있는 DMF를 완전히 제거하기 어려워 공업화는 이루어지지 않았다. 그 후 1959년대 일본제당사(현, 미쯔비시화성식품)가 이 기술을 개선하여 세계에서 처음으로 공업화에 성공한 이래 1971년 디이이치공업제약사가 Nebraska-Shell법으로 자당-지방산 에스테르를 합성하여 생산하고 있다. 자당-지방산 에스테르는 1~20 까지의 다양한 HLB (Hydrophile-Lipophile Balance) 값을 가질 수 있으며 여러 용도로의 이용이 가능한 것으로 알려져 있다. 초기에는 케익의 기포제로 사용되었으나 최근에는 각종 식품 및 공업용으로도 이용하고 있다[7].

계면활성제의 제빵특성에 미치는 영향에 대하여는 많은 연구가 진행되어왔으나 비교적 최근부터 식품용 유화제로 사용되기 시작한 자당-지방산 에스테르에 대한 연구는 미비한 편이다. 따라서 본 연구에서는 계면활성제인 자당-지방산 에스테르가 제빵시 반죽의 물리적 특성, 호화 특성, 제빵 특성에 미치는 영향 및 저장중 노화지연효과를 검토하고 기존의 계면활성제와 혼

Table 1. Effect of sucrose-fatty acid ester on mixogram characteristics of hard wheat flour

	Concentration (%)				
	0	0.25	0.5	0.75	1.0
Peak time (min)	3.0	3.3	3.1	3.3	3.0
Peak height (cm)	6.4	6.4	6.9	7.4	7.5
Angle (°)	141	140	134	134	125
Band width (cm)	1.6	2.0	1.9	1.7	1.9
Seven minute height (cm)	5.5	5.8	6.0	6.3	6.2

합한 혼합 계면활성제의 제빵 및 노화지연 효과에 대해 연구하였다.

재료 및 방법

실험재료

강력분은 대한제분(주)에서 생산된 강력분을 사용하였고, 자당-지방산 에스테르(sucrose-fatty acid ester, SE)는 일본 동경화성(주)에서 제조한 것으로 SE의 구성 지방산은 monoester 형태로 팔미틴산이 79.83%, 스테아린산이 18.84%인 것을 사용하였으며, ES-95 (glycerine fatty acid ester), SSL (sodium stearoyl-2-lactylate)은 일신유화(주)에서 구입하여 사용하였다.

반죽/호화 특성

가수량을 67%로 조절한 10g-Mixograph와 300g (m.b. 14%)-Farinograph를 사용하여 자당-지방산 에스테르 0.25~1.0% 첨가가 반죽에 미치는 영향을 조사하였고, 호화특성에 미치는 영향은 밀가루 현탁액(flour 54 g/water 450 mL)에 자당-지방산 에스테르를 밀가루 중량의 0.25~1.0% 수준으로 첨가하여 Amylograph를 이용하여 측정하였다[8-10].

제빵시험

자당-지방산 에스테르를 밀가루 중량의 0.5~1.0% 수준으로 첨가하여 straight dough method[11]에 의하여 200 g dough로 빵을 제조하였다. 제빵시 반죽은 mixer (National Co., USA)를 사용하여 반죽하였고, 반죽을 moulder & sheeting roll (National Co., USA)을 사용하여 성형하였으며 reel oven (National Co., USA)을 이용하여 204°C에서 baking 하였다. 제조한 빵으로부터 무게(g), 부피(cc)를 측정하였고 이로부터 비체적을 산출하였다.

또 자당-지방산 에스테르를 보완하기 위하여 제빵용 유화제인 SSL (sodium stearoyl-2-lactylate)과 ES-95 (monoglyceride)를 사용하여 혼합실험을 하였다.

Table 2. Effect of sucrose-fatty acid ester on farinogram characteristics of hard wheat flour

	Concentration (%)		
	0	0.5	1.0
Peak time (min)	17.58	22.0	17.75
Arrival time (min)	6.25	6.25	7.08
Stability (min)	28.75	24.42	25.67
Departure time (min)	35.0	30.67	32.75
Mechanical Tolerance Index (B.U.)	20.0	45.0	40.0

빵의 저장특성 측정

자당-지방산 에스테르를 0.5~1.0% 수준으로 첨가하여 제조한 빵을 20 mm로 slice하여 5°C 및 25°C 저장 중 노화에 따른 경도변화를 texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro System, U.K.)를 사용하여 T.P.A. (texture profile analysis) mode로 측정하였다. 이때 지름 40 mm 짜리 알루미늄 plunger를 사용하였으며 0.5 mm/sec로 속도로 10 mm 까지 압축하였으며 이때 측정된 경도를 노화도의 지표로 사용하였다.

결과 및 고찰

반죽특성 측정

농도별 자당-지방산 에스테르에 의한 반죽의 mixogram 특성은 Table 1에서 보는바와 같이 SE 첨가에 의해 peak time과 peak height가 증가하는 것을 볼 수 있다. Peak time은 무처리구의 3.0 분에서 SE 첨가에 의해 3.3 분으로 증가하다가 1.0% 첨가시 무처리군 수준으로 다시 낮아졌다. Peak height의 경우는 SE 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 보였다. 이는 Watson 등[12]의 실험결과에서 SE 및 SSL 첨가시 mixogram의 peak time은 증가한 것과 같은 결과를 나타냈다. 또한 band width, seven minute height도 각각 2.0 cm (SE 0.25%), 6.3 cm (SE 0.75%)로 증가하여 반죽의 안정성에도 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

Table 2는 자당-지방산 에스테르를 첨가한 밀가루의

Table 3. Effect of sucrose-fatty acid ester on amylogram characteristics of hard wheat flour

	Concentration (%)				
	0	0.25	0.5	0.75	1.0
Gelatinization temperature (°C)	79	68	71	71.5	77
Peak viscosity (B.U.)	680	840	830	780	810
Peak viscosity temperature (°C)	91	95	95	94.5	95
Minimum viscosity (B.U.)	555	705	705	655	660
50 viscosity (B.U.)	750	1035	1100	1000	930
Setback (B.U.)	70	195	270	220	120
Consistency (B.U.)	195	330	395	345	270

farinogram상에서의 반죽특성을 보여준다. 자당-지방산 에스테르 첨가에 의해 peak time과 arrival time이 증가함을 볼 수 있었다. Peak time은 SE 0.5% 첨가시 22.0분, arrival time은 SE 1.0% 첨가시 7.08 분으로 높게 증가하였다. SE 첨가에 의해 stability와 departure time는 감소하는 경향을 보였으며, mechanical tolerance index는 증가하였다.

호화특성 측정

농도별 자당-지방산 에스테르 첨가에 의한 호화특성의 변화는 Table 3에 나타나 있다. 자당-지방산 에스테르의 농도별 첨가에 의해 호화개시온도는 낮아졌으나 최고 점도, 50°C에서의 점도, set back 및 consistency 모두 대조구보다 높은 값을 보였다. 호화개시온도는 SE 첨가량에 따라 68~77°C로 대조구 79°C보다 낮은 값을 보였으며, 최고점도는 대조구 680 B.U.보다 높게 증가한 780~840 B.U. 값으로 SE 0.25% 첨가구가 가장 높은 점도를 나타냈다. 또한 최저점도도 대조구 보다는 100 B.U. 이상 증가하였으며, 50°C 점도도 180 B.U. 이상 증가하였다. 그 중 SE 0.5% 첨가구는 최저점도, 50°C에서의 점도, set back 및 consistency에서 각각 705, 1100, 270, 395 B.U.로 가장 높은 점도증가를 보였다. 이는 Morad 등[13] 및 Orthoefer[14]의 결과에 나타난 것과 같이 계면활성제(Amidon B-250, Panatex 및 Glyceriol monostearate) 첨가에 의해 최고점도, 최저점도, 50°C 점도 등이 증가하는 결과와 같은 경향으로 계면활성제가 전분 입자와의 흡착에 의해 점도가 증가한다는 것을 확인할 수 있었다.

제빵 특성 측정 및 개선

자당-지방산 에스테르를 첨가하여 제빵특성을 측정한 결과는 Table 4에 나타나 있다. 자당-지방산 에스테르의 유화제로서의 작용에 의하여 빵의 부피를 증가시켰다. 무첨가 빵의 비체적은 4.40 cc/g인 반면 자당-지방산 에스테르 0.5% 첨가구는 4.58 cc/g, 1.0% 첨가구는 4.46 cc/g이었다. 따라서 제빵시 유화제로서 자당-지방산 에스테르의 적정 첨가농도는 1.0% 보다 0.5%가 적당하였다. Chung 등[15]은 0.8% sucrose ester를 제빵시 첨가하였을 경우 비체적의 증가가 무첨가구 및 3% shortening 첨가구보다 더욱 효과적임을 확인하였다. 또한 Chung 등[16]의 지방산 조성 차이가 있는 sucrose monoester를 농도별로 실험한 결과를 보면 구성 지방산이 palmitate인 sucrose monoester 경우 1.0%보다 0.5% 첨가하여 제조한 빵의 비체적이 더욱 증가함을 나타내어 본 실험과 같은 결과를 보였다. SE 첨가에 의한 비체적의 증가는 반죽의 가스 포집력이 좋은 gluten 구조를 형성하여 빵의 체적을 증가시키기 때문으로 사료된다. 또한 Junge 등[17]과 Bruinsma 등[18]의 실험에서 여러종류의 계면활성제 첨가에 의해 빵의 비체적이 증가하는 결과를 보여 본 실험과 유사한 결과를 나타냈다.

자당-지방산 에스테르의 혼합유화제로서의 적용가능성을 측정하기 위해 제빵용 유화제인 SSL과 ES-95를 사용하여 SE(0.25%)+ES-95(0.25%), SE (0.25%)+SSL(0.25%), SE(0.25%)+ES-95 (0.125%)+SSL(0.125%)과 같이 혼합하여 사용하였다. Table 5는 자당-지방산 에스테르를 혼합하여 제조한 제빵실험의 결과를 보여준다. SE+SSL, SE+ES-95, SE+SSL+ES-95 사용구는 대조구 뿐만 아니라 SE, SSL, ES-95 단독 사용구보다 빵의 부피나 비체적이 향상되어 자당-지방산 에스테르의

Table 4. Effect of sucrose-fatty acid ester on baking properties

	Concentration (%)		
	0	0.5	1.0
Loaf weight (g)	185.8	193.4	188.3
Loaf volume (cc)	817.5	885.8	839.8
Specific loaf volume (cc/g)	4.40	4.58	4.46

Table 5. Effect of surfactant and sucrose-fatty acid ester/surfactant blend on baking properties at 0.5% concentration

	Control	SE	ES-95	SSL	SE+ES-95	SE+SSL	SE+ES-95+SSL
Loaf weight (g)	174.4	173.2	171.9	173.15	170.8	172.35	171.1
Loaf volume (cc)	720	755	760	735	795	760	805
Specific loaf volume (cc/g)	4.13	4.36	4.42	4.24	4.65	4.41	4.70

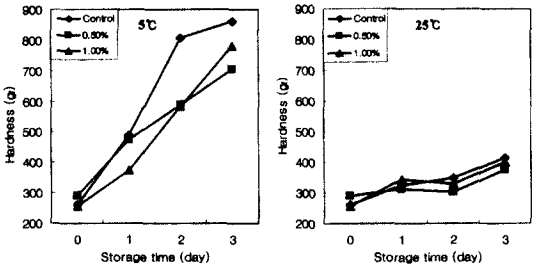

Fig. 1. Effect of sucrose-fatty acid ester on hardness of bread stored at 5°C and 25°C.

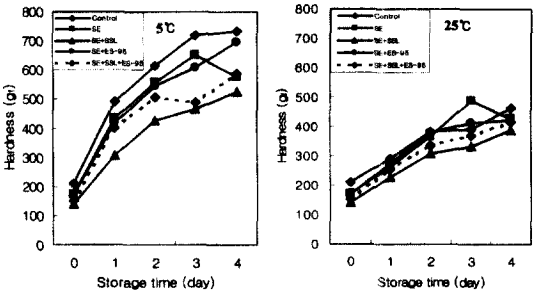

Fig. 2. Effect of SE and surfactant blends on hardness of bread stored at 5°C and 25°C.

혼합유화제로서의 적용가능성을 확인하였다. SE+SSL +ES-95 혼합구는 부피 805 cc, 비체적 4.70 cc/g으로 가장 높게 나타났다.

저장특성 측정 및 개선

자당-지방산 에스테르를 0.5~1.0% 수준으로 첨가하여 제조한 빵의 5°C 및 25°C 저장중 노화도를 T.P.A.를 통하여 조사한 결과 Fig. 1에서와 같이 5°C 및 25°C 모두 자당-지방산 에스테르 첨가구가 완만한 증가 양상을 보였으며, 1.0% 첨가구보다 0.5% 첨가구가 노화지연 효과가 높은 것으로 나타났다. 자당-지방산 에스테르와 SSL, ES-95 혼합 후 제조한 빵의 저장중 노화도 변화는 Fig. 2에 나타나 있다. 5°C 및 25°C 모두 SE+SSL 혼합구가 단독구와 다른 혼합구보다 hardness가 완만하게 증가하여 가장 좋은 노화 지연 효과를 나타냈다. 이는 Pisesookbunterng 등[6]의 보고와 같이 계면활성제가 amylose와 복합물을 형성하여 amylose의 gel화를 억제하여 빵을 부드럽게하며, 저장중 amylopectin의 재결정화를 억제하고 전분입자에 수화된 수분을 보호하기 때문에 빵의 연화작용과 노화 지연 효과를 갖는 것으로 사료된다.

요 약

자당-지방산 에스테르(Sucrose-fatty acid ester, SE)가 제빵특성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 반죽특성, 호화특성, 제빵특성 및 노화방지 효과를 조사하였고, 다른 유화제와 혼합, 비교실험을 하였다. SE의 첨가에 의해 peak time과 peak height를 증가 시켜 반죽 탄성이 향상되었고, farinogram 특성은 SE 0.5, 1.0% 첨가에 의해 peak time과 mechanical tolerance index (MTI)는 증가하였고 stability는 감소하였다. 호화개시온도, 최고점도시 온도는 감소하였으며 peak viscosity는 증가하였다. 제빵특성은 SE의 유화제로서의 작용에 의하여 빵의 비체적을 증가 시켰으며, 빵의 5°C 및 25°C 저장 중 경도는 무첨가구에 비해 완만한 증가양상을 나타내어 노화지연효과가 뚜렷하였으며, 0.5% 첨가구의 제빵 및 노화지연효과가 높게 나타났다. SE, SSL, ES-95의 단독 및 혼합하여 0.5% 수준으로 첨가하여 측정한 제빵특성은 모두 비체적을 증가시켰으며 그 중 SE (0.2%)+SSL (0.15%)+ES-95(0.15%) 혼합구의 비체적이 대조구 보다 매우 높게 나타났다. 위에서 제조한 빵의 5°C 및 25°C 저장 중 경도는 무첨가구에 비해 완만한 증가양상을 보여 노화지연효과가 뚜렷하였으며, 그 중 SE(0.25%)+SSL(0.25%)의 노화지연효과가 가장 좋게 나타났다.

감사의 글

이 연구는 보건복지부에서 시행한 1997년도 보건의료기술연구개발사업에 의하여 연구비 지원을 받았으므로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Pisesookbunterng, W. and D'appolonia, B.L. Bread stal-

ing studies. I. Effect of surfactants on moisture migration from crumb to crust and firmness values of bread crumb. Cereal Chem. 64: 298-300 (1983)
2. Junge, R.C., Hoseney, R.C. and Varriano-marston, E. Effect of surfactants on air incorporation in dough and the crumb grain of bread. Cereal Chem. 58: 338-342 (1981)
3. Chung, O.K., Tsen, C.C. and Robinson, R.J. Functional properties of surfactants in breadmaking. III. Effects of surfactants and soy flour on lipid binding in breads. Cereal Chem. 58: 220-226 (1981)
4. Krog, N. Theoretial aspects of surfactants in relation to their use in breadmaking. Cereal Chem. 58: 158-164 (1981)
5. Junge, R.C. and Hoseney, R.C. A mechanism by which shortening and certain surfactants improve loaf volume in bread. Cereal Chem. 58: 408-412 (1981)
6. Pisesookbunterng, W., D'appolonia, B.L. and Kulp, K. Bread staling studies. II. The role of refreshing. Cereal Chem. 60: 301-305 (1983)
7. No, J.S. and Park, E.Y. Food emulsifier. pp. 24-31. Suseowon, Korea (1996)
8. AACC. Approved Methods. 18th ed. American Association of Cereal Chemists, 54-40, AACC Inc., USA (1983)
9. AACC. Approved Methods. 18th ed. American Association of Cereal Chemists, 51-21, AACC Inc., USA (1983)
10. AACC. Approved Methods. 18th ed. American Association of Cereal Chemists, 22-10, AACC Inc., USA (1983)
11. AACC. Approved Methods. 18th ed. American Association of Cereal Chemists, 10-10A, AACC Inc., USA (1983)
12. Watson, K.S. and Walker, C.E. The effect of sucrose esters on flour-water dough mixing characteristics. Cereal Chem. 63: 62-64 (1986)
13. Morad, M.M. and D'appolonia, B.L. Effect of baking procedure and surfactants on the pasting properties of bread crumb. Cereal Chem. 57: 239-241 (1980)
14. Orthoefer, F.T. Effect of type of fat on starch pastes containing glycerol momostearate. Cereal Chem. 53: 561-565 (1976)
15. Chung, O.K., Pomeranz, Y., Goforth, D.R., Shogren, M.D. and Finney, K.F. Improved sucrose esters in breadmaking. Cereal Chem. 53: 615-626 (1976)
16. Chung, H., Seib, P.A., Finney, K.F. and Magoffin, C.D. Sucrose Monoesters and diesters in Breadmaking. Cereal Chem. 58: 164-170 (1981)
17. Junge, R.C. and Hoseney, R.C. A mechanism by which shortening and certain surfactants inprove loaf volume in bread. Cereal Chem. 58: 408-412 (1981)
18. Bruinsma, B.L. and Finney, K.F. Various oils, surfactants, and their blends as replacements for shortening in breadmaking. Cereal Chem. 61: 279-281 (1984)

(1998년 2월 8일 접수)