

## 다양한 Surfactants의 가래떡 노화 억제 기능

신완철<sup>†</sup> · 송재철

울산대학교 생활과학부

### Suppression Functions of Retrogradation in Korean Rice Cake (Garaeduk) by Various Surfactants

An-Chul Shin<sup>†</sup> and Jae-Chul Song

College of Human Ecology, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea

#### Abstract

This study was conducted to investigate suppression functions of retrogradation in Korean rice cake by various surfactants. Samples were manufactured by multifunctional extruder and wrapped with polyethylene wrap at 20°C for four days of storage. In the thermal characteristics studies on suppression of retrogradation, the Korean rice cake with various surfactants had lower onset temperature compared to the control. The Korean rice cake with GLF (glycerin fatty acid ester) had the lowest onset temperature. In case of peak temperatures, they showed a similar tendency to the onset temperature. All the Korean rice cakes added with various surfactants had low melting enthalpy values compared to the control. In addition the Korean rice cake with GLF added had the lowest melting enthalpy. Melting spreadabilities of the Korean rice cake added with GLF, SUF, SOF and PST were higher values than that of the control. The n value of Avrami exponent was 0.90 in case of the Korean rice cake added with GLF and its retrogradation was slowly progressed compared to the other samples. The Korean rice cake with GLF had the lowest rate constants of retrogradation. The recrystallinity of the Korean rice cake with GLF was relatively lower than that of the control. The rate constant of retrogradation showed the lowest value in case of GLF. All the Korean rice cakes added with surfactants were in good compared to the control in sensory characteristics. GLF exhibited the best effect in sensory characteristics during storage. In conclusion surfactant showed suppression effect of retrogradation in Korean rice cake, and GLF was best effective.

**Key words:** surfactants, retrogradation, Korean rice cakes, glycerin fatty acid ester

#### 서 론

식생활의 서구화로 주식으로서의 쌀 소비가 저하되고 있으며 따라서 쌀의 소비를 촉진하기 위한 다양한 쌀가공식품 개발이 시도되고 있다(1). 그 중 가장 대표적인 대중적 기호도를 가진 쌀가공식품의 일종이 떡볶이떡인 가래떡이다. 떡볶이떡의 기호도가 높은 것은 매운 양념을 조리된 것 이외 떡자체의 유연성과 부드러운 조직감 때문이다. 실제 떡볶이떡의 원료인 가래떡은 가공 후 5시간이 경과하면 굳어지기 시작하여 하루가 지나면 그대로 먹을 수 없을 정도로 딱딱해져 버린다. 이것이 떡이 가지고 있는 문제점인(2) 떡볶이떡의 고화(固化) 즉 노화현상이다(2,3). 실제 떡볶이떡의 노화는 풍미 저하, 보수성 감소, 조직의 무질서함 등으로 식미(食味)가 크게 저하된다. 따라서 많은 연구자들은 떡의 노화를 억제하기 위한 연구를 행하였는데 아직 찹쌀을 이용하지 않는 순수한 멥쌀을 이용할 경우 만족스러운 가래떡 제조에는 이르지 못하였다. Baker와 Rayas-Duarte(4)는 당류를, Wang

과 Jane(5)은 당류와 maltodextrin 등을 첨가하여 조직을 개선하려고 하였으며 당알콜류(6), 유지류(7), 식이섬유(8), 유화제(9,10), 올리고당(11), 효소류(12), 지방질(13), 명반(14), 셀룰로오스(15) 등도 노화와 관련한 연구를 행하였으나 근본적인 문제는 해결하지 못하였다. 최근에는 실용적인 방법으로 내열성  $\beta$ -amylase(16),  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -amylase, pullulanase 등을 비롯하여 변성전분(modified starch)을 첨가하기도 하였다(17). 또한 검류(16), 식물조직단백(18), 다당류(19), 유기산과 올리고당류(20), 축합인산염(21), 말티톨(1) 등을 사용하여 문제점을 해결하고자 하였다. 실제 surfactants에 의한 떡의 노화억제 연구는 친수성콜로이드 기능을 가진 일부만을 제외하고는 아직도 잘 이루어져 있지 않고 있다(1). 본 연구에서는 점성, 조직감, 입안에서의 촉감, 결정억제기능, 분산기능, 유평기능 등의 역할을 가진 식품첨가물용 surfactant를 선정, 이들이 떡의 저장 중 조직과 표면의 변화, 관능적 변화, 열특성의 변화에 어떻게 관여하는지를 규명하여 궁극적으로 가래떡의 노화방지를 이루고자 하였다.

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: wcshin@mail.ulsan.ac.kr  
Phone: 82-52-259-2371, Fax: 82-52-259-2370

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용된 떡의 원료는 맵쌀(아끼바레계, 한림농협쌀)을 사용하였고 surfactants는 유도 및 합성 surfactants 중에서 식품첨가물로 사용 가능한 ionic group인 succinyl monoglycerides(SMG)와 nonionic group인 sorbitan fatty acid ester(SOF), sucrose fatty acid ester(SUF), glycerin fatty acid ester(GLF), polysorbate T-80(PST) 등을 사용하였다(Ilshin Chemical Co., Korea). Surfactants의 HLB값은 12정도로 monoglyceride형을 선택하여 사용하였다. 예비실험 결과 surfactants첨가량은 SMG는 0.09%, SOF, SUF는 각각 0.12%, GLF, PST는 각각 0.11% 정도로 하는 것이 품질에 적합한 것으로 나타나 전체 surfactants의 첨가량은 쌀 함량에 대해서 0.1%로 통일하였다. 첨가방법은 쌀가루를 반죽할 때 균등하게 혼합하였다.

떡의 제조

실험에 사용한 떡은 떡볶이떡인 가래떡을 선택하였다(이하 떡이라 칭함). 떡은 쌀 500 g(수화전 쌀가루의 수분함량 13.9%, 단백질 6.8%, 총 amylose 17.8%)을 상온의 물에 12시간 침지한 후 건져 낸 다음 이를 roll grinder(SE 1100, 1,420 rpm, 1.5 HP, 동아전기, 한국)를 이용하여 분쇄하였다. 쌀가루 중량비 25%의 온수(70°C, 쌀가루 중량비로 25%)와 각종 surfactants를 0.1% 첨가, 반죽, conditioning시키고 autoclave를 이용한 수증기로 30분간 증자하여 호화시켰다. 이를 압출성형기(multifunctional extruder, 동아산업, 한국)를 사용하여 떡 샘플(1.5 cm×10 cm)을 제조한 다음 실온(20°C)에서 약 30분 가량 방치하여 폼온을 낮춘 후 폴리에틸렌랩(polyethylene wrap)으로 포장, 실온에 저장하면서 시료로 사용하였다.

열특성 측정

열특성은 시차주사열량기(DSC, differential scanning calorimeter, TA Instruments, Inc., Dupont DSC 2910 module, USA)와 전자레인지(microwave oven, MR-M253, LG전자, 한국)를 이용하였다. 시차주사열량기는 시료의 용융이나 결정성의 변화 등 물리적 상태 변화와 분자수준의 반응에서 생기는 열의 수치 즉 흡·발열로 나타난 enthalpy를 정량적으로 측정하는 기기로 열적특성으로부터 전분의 호화와 노화 정도를 해석하였다. 시료는 10 mg으로 절단하여 알루미늄 시료 팬에 넣고 2시간동안 방치하여 시료를 균일하게 한 후 10°C/min의 가열속도로 20°C에서 180°C(22-24)까지 가열하여 열반응 곡선을 얻은 후 호화개시온도(To: onset temperature), 최대호화온도(Tp: peak temperature)와 용융엔탈피(ΔH)를 결정하였다(25,26). 재결정도(recrystallinity, %)는 초기 용융엔탈피에 대하여 4일간 재결정한 것의 용융엔탈피를 고려하여 결정하였다[(ΔH for retrograded one/ΔH for

native one)×100]. 전자레인지를 이용한 떡의 용융정도는 petri dish에 직경 1 cm×높이 0.5 cm되는 원통형의 떡을 넣고 2,450 MHz의 전자파를 1분간 처리했을 때 나타나는 용융 상태를 Martin직경으로 측정하여 결정하였다(27). 노화는 떡의 경도를 경시적으로 분석한 자료를 Avrami식(28,29)에 의해서 분석한 후 식의 절편으로부터 속도상수 k를, 결정화 양상을 나타내는 Avrami지수 n을 식의 기울기로부터 각각 구하여 떡의 노화특성을 결정하였다. Avrami식은 다음과 같다.

$$\theta = \exp(-kt^n) \tag{1}$$

θ: t 시간후 남아있는 비결정부분, k(day<sup>-n</sup>): 속도상수, n: Avrami지수, t: 저장기간(day),

$$\theta = (E_L - E_t)/(E_L - L_0) = \exp(-kt^n) \tag{2}$$

(단, L<sub>0</sub>: 초기상태의 노화도, E<sub>t</sub>: t시간후의 노화도, E<sub>L</sub>: 최대 노화도, 본 연구에서는 상온에서 10일간 저장한 시료로부터 구함)

식 (2)에서 자연로그와 상용로그를 취하여 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln(E_L - E_t)/(E_L - L_0) &= -kt^n \\ \log[-\ln(E_L - E_t)/(E_L - L_0)] &= \log k + n \log t \end{aligned} \tag{3}$$

조직감, 관능성과 표면색깔 검토

떡의 경도는 Texture Analyser(Stable Micro Systems Co. Ltd., TA-XT2, England)를 이용하였다. 모든 측정은 post-test speed: 10.0 mm/s, pre test speed: 10.0 mm/s, test speed: 5.0 mm/s, force units: grams, strain: 50%, distance format: strain, time: 0.01s, trigger force: 5 g 조건에서 행하였으며 반복압착시험을 행하였다. 시료를 1.5 cm×1 cm로 절단하였고 직경이 5 cm인 원통형 plunger를 이용하여 force-time curve를 얻고 이로부터 경시적인 경도변화를 구하였다. 또 관능성 검토에는 관능능력평가를 통과한 사람(Spearman의 순위상관계수 0.85 이상) 12명을 관능검사요원으로 선발, 색깔(color), 맛(taste), 응집성(cohesiveness), 경도(hardness), 점성(viscosity), 그리고 전반적인 기호성(overall acceptability) 등 관능성을 7점 채점법(7점: 매우 양호, 1점: 매우 나쁨)으로 하여(3회) 정량적 특성묘사시험법(quantitative description analysis, QDA)을 이용, 도해하였다. 또 떡의 색깔은 색차계(Color Reader, CR-10, Minolta Co. Ltd., Japan)를 이용하여 L\*, a\*, b\*값으로 나타내었으며 색도변화는 4일간의 변화를 처음 값으로 나눈 백분율로 표시하였다.

결과 및 고찰

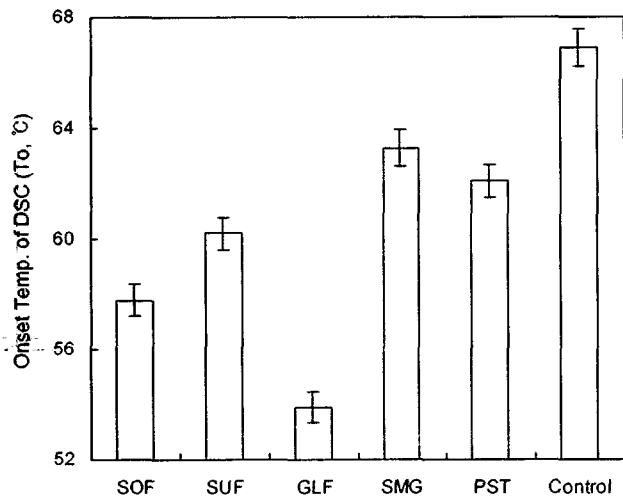
Surfactants의 열특성 변화

객관적인 떡의 노화정도를 측정하는데 가장 유용하게 거론되는 것은 시차주사열량(DSC, differential scanning calorimeter) 해석법이다. 이 방법은 어떤 물질의 melting이나

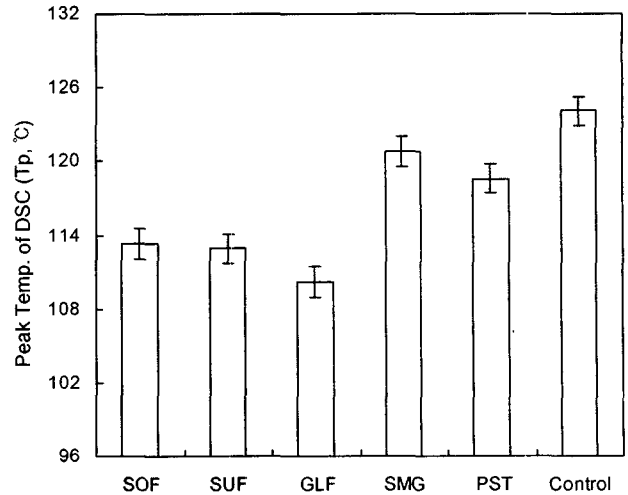
crystallinity 등 물리적인 변화가 일어났을 때 생기는 열의 흡수나 방출 정도를 정량적으로 측정하여 전분의 호화와 노화 과정 정도를 열역학적으로 해석한 것이다. 본 연구에서는 DSC 흡열곡선상에 나타나는 호화개시온도, 최대호화온도, 그리고 용융엔탈피를 열역학적으로 검토한 결과(Fig. 1) 호화개시온도는 surfactant를 사용한 떡이 대조구보다 낮은 값을 보였으며 그 중 GLF를 첨가한 떡이 가장 낮은 것으로 나타났다. 그 다음은 SOF, SUF, PST, SMG 순이었었는데 전체적으로 이온그룹형이 비이온형그룹에 비하여 낮은 값을 나타내었다. GLF의 호화개시온도가 다른 것과 비교해서 낮은 것은 에스테르결합에 참여하지 않은 친수성 이온그룹들이 떡의 수소결합과 느슨하게 결합하고 있으며 떡의 자유수 함량이 많이 존재하고 있음을 의미하고 있다(1). 따라서 GLF를 첨가한 떡의 구조는 다른 성분간의 결합은 잘 이루어져 있으나 물의 수소결합수가 적고 결합력의 열에 대한 절단 또는 붕괴가 쉬운 구조를 하고 있어 전체적인 구조는 매우 유연하게 형성되어 있을 것으로 짐작된다.

최대호화온도의 경우에는 호화개시온도의 결과와 비슷한 경향을 나타내었는데(Fig. 2) surfactant를 첨가한 떡은 대조구보다 전체적으로 낮은 값을 나타내었다. GLF의 경우는 에스테르화 되지 않는 2개의 수산기가 떡의 전분구조와 수소결합하면서 약한 결합을 이루고 있으며 2개의 acyl기는 결합에 참여하지 않은 채 떡의 지방성분과 인접해 있어 전체적으로 최대호화온도가 낮은 것으로 생각된다(1).

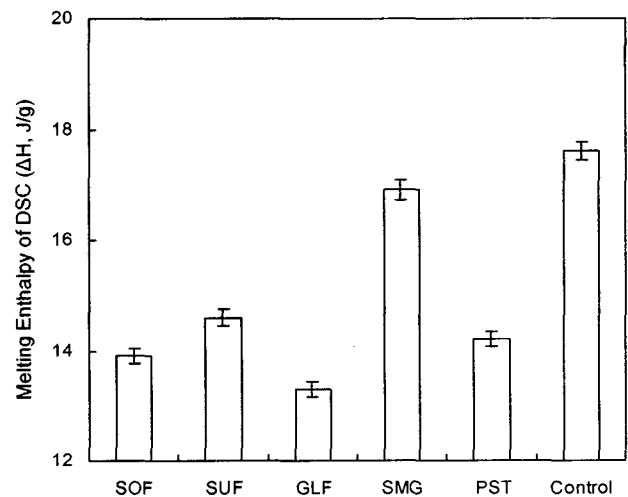
또 surfactant를 첨가한 떡전분의 용융엔탈피는 대조구에 비해서 모두 낮은 값을 보였으며 GLF가 가장 낮은 값을 나타내었다(Fig. 3). 이것은 GLF 첨가 떡의 구조가 수소결합을 중심으로 되어 있어 수산기가 전분과 경쟁적이므로 전분분자와 결합할 기회가 적고 전분분자 상호 수소결합을 하므로



**Fig. 1. Effects of various surfactants on the DSC characteristics of a Korean rice cake after 4 days of storage.**  
 SOF: sorbitan fatty acid ester, SUF: sucrose fatty acid ester, GLF: glycerin fatty acid ester, SMG: succinyl monoglyceride, PST: polysorbate T-80.



**Fig. 2. Effects of various surfactants on the DSC melting characteristics of a Korean rice cake after 4 days of storage.**  
 Group: See the legend of Fig. 1.



**Fig. 3. Effects of various surfactants on the DSC melting enthalpy of a Korean rice cake after 4 days of storage.**  
 Group: See the legend of Fig. 1.

전체적으로 불규칙적인 folding 구조를 하고 있기 때문에 용융엔탈피가 적게 요구되는 것으로 생각된다. 실제 친수성 물질들은 전분의 용융에 필요한 전분분자의 유동성을 저지하거나 용융에 이용될 수 있는 수분의 함량을 상대적으로 감소시킨다고 한다(11,30).

재결정도는 떡의 고화(固化)와 관련이 있는데 대조구는 수분이탈로 조직이 다시 응고되어 재결정도가 가장 높고 surfactant를 첨가한 떡은 결합에 참여한 수분이 약한 상호결합으로 쉽게 유리되어 나오지 않는 관계로 낮은 재결정도를 나타내었다(Fig. 4). 특히 GLF 첨가 떡의 재결정도는 매우 낮은 값을 나타내었다.

떡의 용융정도는 열신전성(熱伸剪性, heat spreadability)과 열확산정도와 관련이 있는데 온도에 따른 예민성과 내부구조의 분자상호간의 결합강도를 추측하는데 도움이 된다.

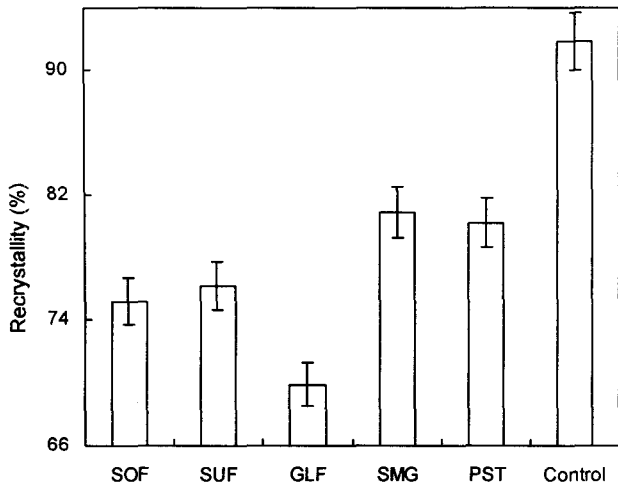


Fig. 4. Effects of various surfactants on the recrystallity characteristics of a Korean rice cake after 4 days of storage. Group: See the legend of Fig. 1.

따라서 떡의 용융상태를 전자레인지용, 용융퍼짐정도를 검토한 결과(Fig. 5) 떡의 용융퍼짐성은 대조구보다 GLF, SUF, SOF, PST 등을 첨가한 떡이 모두 큰 것으로 나타났다. 이것은 surfactant 첨가한 떡이 열신전성과 확산성이 좋고 조직자체가 유연한 구조를 하고 있음을 의미한다.

Surfactants의 떡 노화속도 변화

Surfactant를 첨가한 떡의 노화속도를 결정하기 위한 자료는 Fig. 6과 Fig. 7에 나타나 있다. 이 결과를 근거로 Avrami equation의 지수 n와 노화속도 k, 1/k를 결정하였다. 지수 n는 결정양상에 대한 정보를 주는데 이 값은 떡의 결정화 양상 즉 결정핵 형성시간, 결정형성 속도에 의존하는 복합적인 값이다. 떡의 노화양상이 입자의 고화(固化) 즉시 노화가 바로 진행되면 1이 된다(31). Table 1에 나타난 바와 같이 지수

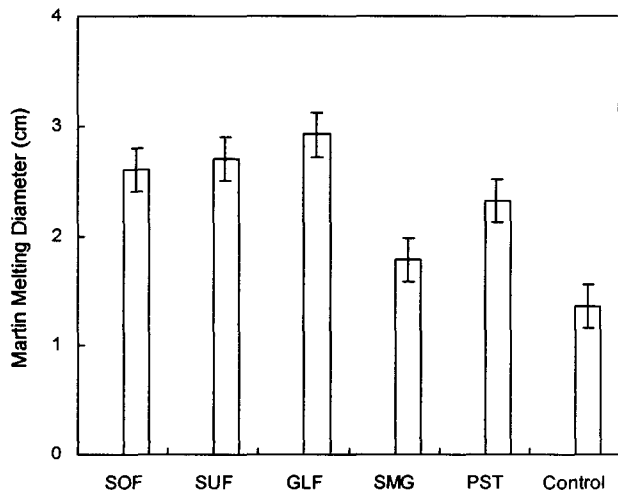


Fig. 5. Melting characteristics of a Korean rice cake with addition of various surfactants after 4 days of storage. Group: See the legend of Fig. 1.

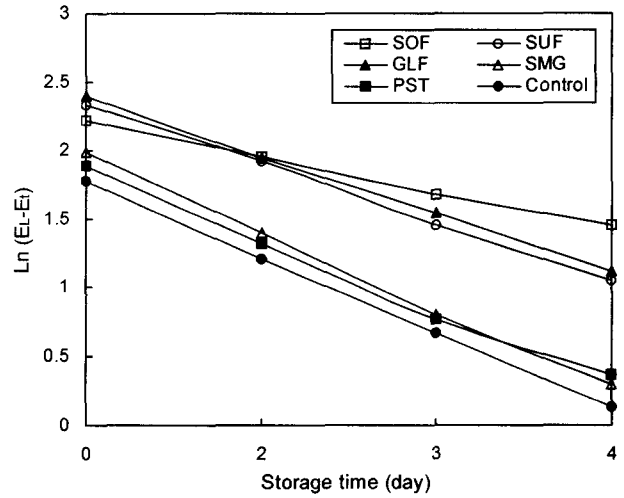


Fig. 6. Plot Ln (E<sub>L</sub> - E<sub>t</sub>) vs time for the Korean rice cake formulated with various hydrocolloids after 4 days of storage. Group: See the legend of Fig. 1.

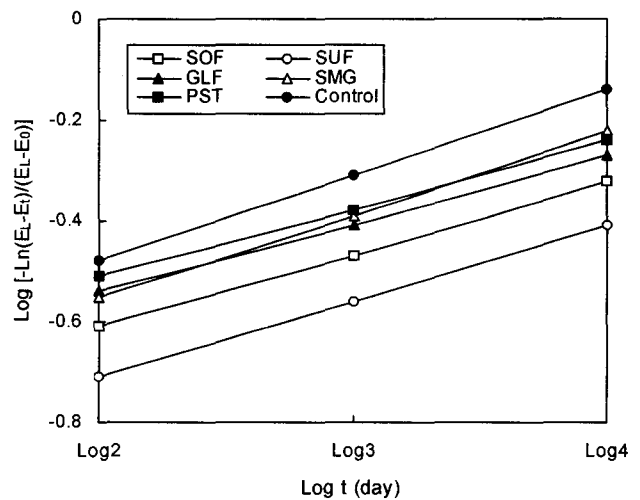


Fig. 7. Plot Log [-Ln (E<sub>L</sub> - E<sub>t</sub>) / (E<sub>L</sub> - E<sub>0</sub>)] vs log time for the Korean rice cake formulated with various surfactants after four days of storage. Group: See the legend of Fig. 1.

Table 1. Avrami exponent, rate constant and time constant of the Korean rice cake formulated with various surfactants for 4 days of storage

Surfactants <sup>1)</sup>	Avrami exponent (n)	Rate constant (k, days <sup>-n</sup> )	Time constant (1/k, days <sup>n</sup> )
SOF	0.96	0.19	5.21
SUF	1.00	0.32	3.13
GLF	0.90	0.17	5.88
SMG	1.10	0.42	2.38
PST	0.91	0.38	2.63
Control	1.13	0.46	2.17

<sup>1)</sup>See the legend of Fig. 1.

n은 GLF가 0.90으로 다른 경우보다 노화가 천천히 진행되고 있음을 보여주고 있다. 노화속도상수(rate constant, day<sup>-n</sup>) k는 GLF가 가장 낮은 값을 가지며 1/k의 경우도 다른 경우보

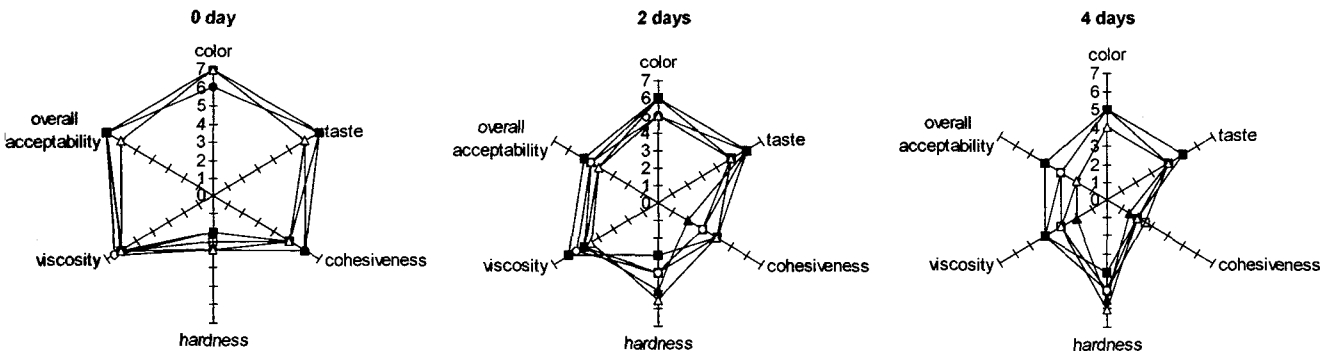
다 큰 차이를 나타내었다. 이 결과는 GLF 첨가로 떡의 노화가 천천히 진행되고 있음을 의미하는 것이며 경시적 분자들의 응집현상과 수분유리가 저장 중에 천천히 일어남을 의미한다. 전분의 노화는 팽윤된 전분의 응집화-조직화과정이다. 즉, 노화는 호화과정에서의 이중나선구조가 점점 커져서 집합되면서 물이 빠져 나가는 과정인데 이 과정에서 surfactant의 수소결합 작용으로 전분입자의 결정화가 억제하게 된다.

**Surfactant의 떡 관능성과 표면색깔 영향**

Surfactant를 첨가/비첨가한 떡의 색깔(color), 맛(taste), 응집성(cohesiveness), 경도(hardness), 점성(viscosity), 그리고 전반적인 기호성(overall acceptability) 등 관능성을 채점하여 정량적 특성묘사시험법(quantitative description analysis, QDA)을 이용하여 나타내었다. 그 결과(Fig. 8) 저장하면서 관능성은 경시적으로 나빠졌지만 대조구에 비해서 surfactant를 첨가한 것은 그 정도가 적고 식미감 또한 크게 저하지 않은 것으로 나타났다. 그 중 GLF의 첨가효과가 전체적인 관능성에 가장 좋은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 응집성은 가장 많이 변한 것으로 나타났다. 이와 같이 GLF의 경우 관능성 변화가 적은 것은 친수성 -OH기가 떡의 전분과 수소결합으로 느슨한 상태로 많이 결합한 것으로 생각되며 이 결합이 nonesterifying 분자에게도 영향을 미쳐 전체적인 조직에 유연성을 부여한 것으로 해석된다(32). 이와

같은 조직의 유연화는 식품에 첨가되는 gums(33,34)와 maltitol(35)의 첨가 경우에도 나타나며 특히 응집성과 보수성에 큰 영향을 미치므로 전체적인 관능성도 좋아지는 것으로 해석된다.

저장 중 일어난 떡표면의 색깔은 surfactant를 첨가한 경우(Table 2) 명도 L값의 경우에는 떡의 표면 색깔이 모두 어두운 쪽으로 변하였는데 그 중 GLF의 경우 가장 적게 변하고 SOF가 가장 많이 변한 것으로 나타났다. 적색과 녹색의 정도를 나타내는 a값의 경우는 SOF를 제외하고는 녹색 쪽으로 변하였으며 GLF가 가장 적게 변한 것으로 나타났다. b값의 경우는 모두 황색 쪽으로 변하였는데 SOF, GLF, PST 등의 경우에는 많이 변한 것으로 나타났다. 떡표면의 색깔 변화는 p<0.05 수준에서 surfactant와 저장기간에 따라 유의차가 있는 것으로 나타났다. 일반적으로 떡을 저장할 때 표면 변화는 주로 색깔, 광택, 조직수축, 경화 등인데 수분의 이동과 함께 일어나는 성분의 변화를 비롯하여 공기와의 반응, 수분증발 때문이다. 그 중 색깔의 변화는 떡의 탈수 정도와 공기와의 상호반응을 예측할 수 있는 품질지표로 수분의 손실을 동반한 성분간의 결합력의 변화와 물리적 이동 때문에 일어나며 일부는 표면의 성분과 산소와의 반응으로 야기된다. 따라서 본 연구에서도 떡 표면의 색깔 변화가 일어난 것은 surfactant의 흡습 능력과 수분의 표면 이동, 내부구조의 변화와 관련된 것으로 생각되어진다.



**Fig. 8.** QDA scores of sensory characteristics of a Korean rice cake with various surfactants at 20°C after 4 days of storage. ●: SOF, ○: SUF, ■: GLF, □: SMG, ▲: PST, △: Control. Group: See the legend of Fig. 1.

**Table 2.** The Hunter's color values of a Korean rice cake with various surfactants at 20°C after 4 days of storage

Storage time (day)	Color values <sup>1)</sup>								
	L			a			b		
	0	4	Rate of change (%)	0	4	Rate of change (%)	0	4	Rate of change (%)
Surfactants <sup>2)</sup>	0	4	Rate of change (%)	0	4	Rate of change (%)	0	4	Rate of change (%)
SOF	76.76 ± 0.01 <sup>e</sup>	70.00 ± 0.02 <sup>a</sup>	-8.8	12.41 ± 0.15 <sup>a</sup>	16.07 ± 0.15 <sup>b</sup>	29.5	5.23 ± 0.01 <sup>e</sup>	6.03 ± 0.01 <sup>d</sup>	15.3
SUF	74.77 ± 0.03 <sup>b</sup>	71.87 ± 0.02 <sup>b</sup>	-3.9	24.47 ± 0.06 <sup>e</sup>	16.97 ± 0.03 <sup>c</sup>	-30.6	1.76 ± 0.05 <sup>a</sup>	5.63 ± 0.15 <sup>c</sup>	219.8
GLF	73.70 ± 0.12 <sup>a</sup>	73.06 ± 0.03 <sup>c</sup>	-0.87	20.40 ± 0.05 <sup>c</sup>	17.70 ± 0.06 <sup>d</sup>	-13.2	1.87 ± 0.06 <sup>b</sup>	4.61 ± 0.06 <sup>b</sup>	146.5
SMG	76.43 ± 0.01 <sup>d</sup>	73.31 ± 0.12 <sup>d</sup>	-4.1	22.43 ± 0.01 <sup>d</sup>	18.13 ± 0.12 <sup>e</sup>	-19.2	2.70 ± 0.05 <sup>d</sup>	3.87 ± 0.05 <sup>a</sup>	43.3
PST	75.42 ± 0.15 <sup>c</sup>	74.43 ± 0.15 <sup>e</sup>	-1.3	19.83 ± 0.05 <sup>b</sup>	12.03 ± 0.01 <sup>a</sup>	-39.3	2.44 ± 0.05 <sup>c</sup>	6.20 ± 0.15 <sup>d</sup>	154.1

<sup>1)</sup>Values are mean ± standard deviations of three replications and different letters in same column indicates significantly difference at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

<sup>2)</sup>See the legend of Fig. 1.

요 약

본 연구는 각종 surfactant를 첨가하여 만든 떡의 노화억제 효과를 검토하기 위하여 실시하였다. 떡은 압출기로 만들어져 폴리에틸렌랩으로 포장한 후 20°C에서 4일동안 저장하였다. 노화억제에 관한 열적 특성 연구에서 각종 surfactant를 사용한 떡의 호화개시온도는 대조구에 비해서 낮은 값을 보였으며 그 중 GLF를 첨가한 떡이 가장 낮은 것으로 나타났다. 최대호화온도의 경우에는 호화개시온도의 결과와 비슷한 경향을 보였다. 또 surfactant를 첨가한 떡전분의 용융엔탈피는 대조구에 비해서 모두 낮은 값을 나타내었다. 떡의 용융퍼짐성은 대조구보다 GLF, SUF, SOF, PST 등을 첨가한 떡이 모두 큰 것으로 나타났다. GLF 첨가 떡의 Avrami 지수 n은 0.90이며 다른 경우보다 떡의 노화는 천천히 진행되었다. GLF를 첨가한 떡의 재결정도는 대조구보다 낮았고 노화속도상수(rate constant)도 가장 낮은 값을 보였다. 관능 검사에서 surfactant를 첨가한 떡이 대조구보다 좋게 나타났는데 그 중 GLF 첨가가 가장 좋은 것으로 나타났다. 결론적으로 떡의 노화를 억제하는데 surfactant는 효과가 있고 특히 GLF의 첨가가 효과적인 것으로 나타났다.

감사의 글

이 연구는 2003년도 울산대학교 연구비 일부 지원에 의해서 수행되었으며 지원에 감사를 드립니다.

문 헌

1. Song JC, Park HJ. 2003. Function of various hydrocolloids as anticaking agents in Korean rice cake. *J Kor Soc Food Sci* 32: 1253-1261.
2. Hoover R. 1995. Starch retrogradation. *Food Reviews International* 11: 331-335.
3. Gudmundsson M. 1994. Retrogradation of starch and the role of its components. *Thermochimica Acta* 246: 329-335.
4. Baker LA, Rayas-Duarte P. 1998. Retrogradation of Amaranth starch at different storage temperature and the effect of salt and sugars. *Cereal Chem* 75: 308-314.
5. Wang YJ, Jane J. 1994. Correlation between glass transition temperature and starch retrogradation in the presence of sugars and maltodextrins. *Cereal Chem* 71: 527-531.
6. Shin IY, Kim HI, Kim CS. 1999. Effect of sugar alcohol on wheat starch gelatinization and retrogradation. *J Kor Soc Food Sci* 28: 1251-1255.
7. Kwon HJ, Kim YA. 1999. Effects of adding sugars and lipids on characteristics of cooked rice. *Kor J Soc Food Sci* 15: 163-170.
8. Kang KC, Baek BB, Rhee KS. 1990. Effect of the addition of dietary fiber on salting of cakes. *Kor J Food Sci Technol* 22: 19-25.
9. Mun SH, Kim JO, Lee SK, Shin MS. 1996. Retrogradation of sucrose fatty acid ester and soybean oil added rice flour gels. *Kor J Food Sci Technol* 28: 305-310.
10. Jang JK, Lee YH, Lee SH, Pyun YR. 2000. Effect of sodium stearoyl lactylate on complex formation with amylopectin and on gelatinization and retrogradation of wheat starch. *Kor J Food Sci Technol* 32: 500-507.

11. Son HS, Park SO, Hwang HJ, Lim ST. 1997. Effect of oligosaccharide syrup addition on the retrogradation of a Korean rice cake (Karedduk). *Kor J Food Sci Technol* 29: 1213-1221.
12. Sohn CB, Lee SM. 1994. Effect of retrograde restraint of rice cake using raw starch saccharifying  $\beta$ -amylase from *Bacillus polymyxa* No.26. *Kor J Food Sci Technol* 26: 459-463.
13. Hibi Y, Kitamura S, Kuge T. 1990. Effect of lipids on the retrogradation of cooked rice. *Cereal Chem* 67: 7-11.
14. Lee SY, Lee SG, Kim KJ, Kwon IB. 1993. Effect of alum on the physicochemical properties. *Korean J Food Sci Tech* 25: 355-359.
15. Kohyama K, Nishinari K. 1992. Cellulose derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J Food Sci* 57: 128-132.
16. 서종일. 1997. 보존성과 기호도가 우수한 떡의 제조방법. 한국공개특허 1997-0009584.
17. 안기영. 1996. 떡의 제조방법. 한국공개특허 1996-0006566.
18. 황기운. 1996. 떡의 노화방지용 아밀라제 함유 유연성 조성물. 한국공개특허 1996-0004447.
19. 마스이뫼산가부시기가이샤. 1989. 식품의 노화방지방법. 한국공개특허 1989-0002198.
20. 대상(주). 2000. 조직감과 노화안정성이 우수한 떡의 제조방법. 한국공개특허 2000-0074809.
21. 김일환. 1986. 전분질 식품의 노화방지방법. 한국공개특허 1986-0000236.
22. Donovan JW, Lorenz K, Kulp K. 1983. Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starch. *Cereal Chem* 60: 381-385.
23. Wada K, Takahashi K, Shirai K, Kawamura A. 1979. Differential thermal analysis (DTA) applied to examining gelatinization of starches in foods. *J Food Sci* 44: 1366-1370.
24. Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR. 1980. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J Food Sci* 45: 1669-1673.
25. Hyun CK, Park KH, Kim YB, Yoon IH. 1988. Differential scanning calorimetry of rice starch. *Kor J Food Sci Technol* 20: 331-337.
26. Krueger BR, Knutson CA, Inglett GE, Water CE. 1987. A DSC study on the effect of scanning on gelatinization behavior of corn starch. *J Food Sci* 52: 715-720.
27. Song JC, Park HJ. 1986. Microstructural and melting characteristics of imitation cheese analog. *Kor J Food Sci Technol* 18: 11-15.
28. Kim SK, Lee AR, Lee SK, Kim KJ, Cheon KC. 1996. Firming rates of cooked rice differing in moisture contents. *Kor J Food Sci Technol* 28: 877-881.
29. Kum JS, Lee SH, Lee HY, Lee C. 1996. Retrogradation behavior of rice starches differing in amylose content and gel consistency. *Kor J Food Sci Technol* 28: 1052-1058.
30. Choi CR, Shin MS. 1996. Effects of sugars on the retrogradation of rice flour gels. *Kor J Food Sci Technol* 28: 904-909.
31. Leloup VM, Colonna P, Ring SG. 1992. Physicochemical aspects of resistant starch. *J Cereal Sci* 16: 253-257.
32. Song JC, Park HJ. 2000. Physical, functional, textural and rheological properties. University of Ulsan Press, Ulsan. p 413-483, p 637-639.
33. Lim KS, Hwang IK. 1999. Effects of hydrocolloids on wheat flour rheology. *Kor J Soc Food Sci* 15: 203-209.
34. Choi IJ, Kim YA. 1992. Effect of addition of dietary fibres on quality of Backsulgies. *Kor J Soc Food Sci* 8: 281-289.
35. Park JW, Park HJ, Song JC. 2003. Suppression effect of maltitol on retrogradation of Korean rice cake (Karedduk). *Kor J Soc Food Sci* 32: 175-180.

(2004년 4월 16일 접수; 2004년 7월 12일 채택)