

## 가래떡의 노화 억제에 관한 변형 전분의 최적화

†신완철 · 박현정\* · 송재철  
울산대 생활과학부, \*다손푸드팜

### Optimization of Modified Starches on Retrogradation of Korean Rice Cake(*Garaeduk*)

†Wan-Chul Shin, Hyun-Jeong Park\* and Jae-Chul Song

Department of Food Science and Nutrition, University of Ulsan 680-749, \*Dason Foodpharm Corp., Ulsan 681-200, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the influences of modified starches on suppression of retrogradation in Korean rice cake for their optimization, *Garaeduk*. Based upon studying Avrami equation, the Avrami exponent  $n$  value of all the experiment samples was found to be 1.03~1.37 in the influence of modified starches on retrogradation of the rice cake. This means that the retrogradation of the Korean rice cake occurred instantly after the crystallization of starch particles in the Korean rice cake formulated by modified starches. The highest Avrami exponent  $n$  value was indicated in the control sample. The rate constant  $k$  of retrogradation in the Korean rice cake formulated by modified starches showed comparatively low and appeared to be the lowest in the Korean rice cake formulated by SHPP. This tendency was shown well in the time constant( $1/k$ ) of retrogradation velocity. According to the DSC analysis, the onset temperature of gelatinization in thermal characteristics showed somewhat high in case of addition of modified starch into the Korean rice cake on storage time and the SHPP was slowly gone up. In peak temperature of gelatinization in thermal characteristics of the DSC analysis, SSOS and ASA were increased a little in comparison with the control. The control was comparatively high increase. Melting enthalpy of all samples added with modified starches (SSOS: 21.1→23.7→24.1, ASA: 21.1→24.8→25.4) appeared to be lower than that of the Korean rice cake without modified starches(21.2→26.1→27.1). The Korean rice cake added with SHPP was shown to be the lowest in the increasing rate of melting enthalpy(20.9→21.4→22.1). Heat spreadability of all the samples in Martin melting diameter was revealed to be good in order of control, ASA, SSOS, SHPP and especially the Korean rice cake added with SHPP was shown to be the best in heat spreadability. In color, sensory examination and textural characteristic of the Korean rice cake added with modified starches, the  $L^*$  value was not changed practically with the storage time and seemed to be stable. The  $a^*$  value of the samples was followed by control(2.21→5.34: 141.6%), ASA (2.01→4.22: 110.0%), SSOS (2.78→4.87: 75.2%) and SHPP (2.12→3.40: 60.4%) in order of color change. Also the  $b^*$  value of the samples was followed by control(4.32→6.35: 47.0%), ASA (4.66→5.73: 23.0%), SSOS (4.90→5.89: 20.2%) and SHPP (4.89→5.12: 4.7%) and there was the least (or no) color change with the SHPP. Textural characteristics of samples was shown to be the highest in case of modified starch addition and especially SHPP appeared to be the best in texture.

Key words : modified starch, *garaeduk*, physical properties, retrogradation protection

#### 서론

매운 양념을 기본으로 조리되는 떡볶이는 특이한 배운 맛과 떡 자체의 유연성, 부드러움 등으로 젊은이

† Corresponding author : Wan-Chul Shin, Department of Food Science and Nutrition, University of Ulsan, Ulsan-Si, Kyung-nam, Korea.

Tel : +82-52-259-2371, Fax : +82-52-259-2370, E-mail : jcsong2002@yahoo.co.kr

들의 식미를 높여 주고 있다. 그러나 저장 중 떡 자체의 조직감 변화로 제조 후 곧 조리해야 하는 불편함이 있어 떡볶이용 가래떡을 매일 제조하여 시장에 공급하는 중소식품 가공 업체의 애로 사항은 매우 클 수밖에 없다<sup>1)</sup>. 따라서 일부에서는 찹쌀을 멥쌀과 혼합하여 사용하고 있으나 이것은 가래떡의 조직감 자체가 소비자들이 선호하지 않는 것이기 때문에 아예 소비자들로부터 외면 당하여 실제 찹쌀을 혼합하는 가래떡은 제조하지 않고 있는 실정이다<sup>2,3)</sup>. 그렇다고 멥쌀만으로 가래떡을 만들면 직후는 괜찮지만 시간이 지날수록 급격하게 조직이 응고, 노화되어 전처리를 하지 않고는 먹지 못하는 지경에 이르고 만다.

이와 같은 가래떡의 노화(aging, retrogradation)는<sup>1,2)</sup> 과거 이를 해결하기 위하여 많은 연구자들이 당류<sup>4~11)</sup>, 당알코올류<sup>12,13)</sup>, maltodextrin<sup>14,15)</sup>, 유지류<sup>16~18)</sup>, 유화제<sup>19~22)</sup>, 효소류<sup>23,24)</sup>, 검류(gums)<sup>25~27)</sup>, polyphosphate<sup>28)</sup> 등을 이용하였지만 실제 가래떡의 노화 문제를 억제하여 그 제품이 그대로 시중에 유통되는 경우는 아직 전무한 실정이다. 이것은 아직 실용화된 해결책이 없기 때문이다.

본 연구자들은 이를 실제적으로 해결하기 위하여 계속적으로 노력하고 있는데 그 연구의 일환으로 유화 안정제, 보수제, 겔 형성제, 결합제, 조직 개량제, 증점제(점성 강화제), 점도 안정제 등의 기능을 가진 식품 첨가물인<sup>29)</sup> 변형 전분(modified starch)을 이용, 이것이 가래떡의 노화에 어떤 영향을 미치는지를 검토하게 되었다. 실제 변형 전분은 그 제조 방법에 따라 구조적 특성과 기능 등이 다르긴 하지만<sup>29)</sup> 전분의 호화와 노화, 전분과 단백질의 상호 관계와 전분의 끈기, 굳기, body성, 겔성, 유동성 등 가공 식품의 조직과 물성에 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있다<sup>29)</sup>. 변형 전분 중 산처리 전분은 낮은 온도에서 강력한 겔을 형성하는 경향이 있고 NaOCl(sodium hypochlorite)로 처리하여 전분의 -OH 그룹 일부분을 산화, 알데히드기(-CHO), 케톤기(-C=O), 카르복실기(-COOH) 등으로 치환하여 만든 산화 전분은 졸을 형성하려는 성질을 가지고 있으며 덱스트린류(dextrines)는 전분의 직쇄 구조의 일부 절단, 단축으로 겔화 경향이 미약하여 모두 가래떡과 같은 조직감을 형성, 유지하는데는 만족하지 못한 것으로 알려져 있다<sup>29~31)</sup>. 그러나 전분 분자의 많은 -OH 그룹을 화학적으로 처리하여 가교(cross linking) 화시킨 가교 전분(cross linked starch) 유도체와 안정화 전분(stabilized starch) 등<sup>29)</sup>은 점성, 고온에 대한 저항성, 전분입자 팽윤, 수화, 전분의 -OH 그룹과 반응 정도, 겔 안정성, 전분의 수분 흡수 능력, 투명성 등<sup>29)</sup>이

떡볶이용 가래떡의 노화에 어떤 형태로든 영향을 미칠 것으로<sup>15)</sup> 예상되어 이들 일부를 중심으로 가래떡의 원료에 첨가, 가래떡의 물성과 조직감의 변화를 관찰, 변형 전분의 최적화를 모색하고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 실험에서 사용한 멥쌀은 아키바레계인 한림농협 쌀이며 변형 전분은 식품 첨가물용 starch sodium octenyl succinate(이하 SSOS : 수분 10%, 이물질 없음, pH 6.2(30% 용액), 조단백 0.58% 이하, 하이텍스(주)), starch  $\alpha$ -hydroxypropyl phosphate(SHPP : 수분 10%, 이물질 없음, pH 6.6(30% 용액), 조단백 0.54% 이하, 삼신케미컬(주)), acetylated starch adipate(ASA : 수분 10%, 이물질 없음, pH 6~8(30%용액), 조단백 0.58% 이하, 삼신케미컬(주))를 사용하였다. 떡볶이용 가래떡의 제조는 쌀 500 g(수화전 쌀가루의 수분 함량 13.9%, 단백질 6.8%, 총 amylose 17.8%)을 상온의 물에 일정 시간 동안 침지한 후 건져 낸 다음 이를 roll grinder(Condition : SE 1100, 1,420 rpm, 1.5 HP, Dong-A Elec, Co. Korea)로 미세한 쌀가루로 만들었다. 쌀가루 중량비의 25%에 해당하는 온수(70°C)와 쌀가루 중량비의 2%에 해당하는 변형 전분을 첨가(일반적인 사용량의 +20%), 반죽한 후 반응을 위해 1시간 동안 정치시켰다(20°C). 정치한 것은 알루미늄접기를 이용, 수증기로 상압에서 증자하여 호화시키고 이를 압출 성형기(Multifunctional extruder, 동아산업, 한국)를 이용하여 떡볶이 가래떡 샘플(지름 1.5 cm×길이 10 cm)을 제조하였다. 떡은 실온에서 약 30분 가량 냉각시킨 후 폴리에틸렌랩(polyethylene wrap)으로 포장한 후 실온(20°C)에 저장하면서 원하는 실험 시료로 사용하였다.

Avrami equation<sup>32~34)</sup>의 적용을 위해 경도(hardness)만 Texture Analyser(Stable Micro Systems Co. Ltd., TA-XT2, England), 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 : 0.01 sec, trigger force : 5 g 조건)를 이용하여 측정하였다. 그것은 경도가 가래떡의 품질을 결정하는 가장 중요한 요인이기 때문이다(경도 실험은 4일 동안 실온에서 실시하고 Avrami equation의 최대 노화 정도를 측정하기 위해서는 10일 동안 정치하였음<sup>29)</sup>). 가래떡의 측정 시료는  $\Phi 1.5 \times 1$  cm로 절단하여 직경이 5 cm인 원통형 plunger를 이용하였다. 노화는 떡의 경도를 경시적으로 분석한 자료를 Avrami equation에 의해서 분석한 후식의 절편으로부터 속도 상수  $k$ 를, 결정화 양상을 나

타내는 Avrami exponent  $n$ 을 식의 기울기로부터 각각 구하여 떡의 노화 특성을 결정하였다. Avrami equation은 다음과 같다.

$$\theta = \exp(-kt^n) \quad (1)$$

$$\theta = (E_L - E_t)/(E_L - E_0) = \exp(-kt^n) \quad (2)$$

$$\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0) = -kt^n$$

$$\log(-\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0)) = n \log t + \log k \quad (3)$$

단,  $\theta$ :  $t$  시간 후 남아 있는 비결정 부분,  
 $k(\text{day}^{-n})$ : 속도 상수,  $n$ : Avrami지수,  
 $t$ : 저장 기간(days),  $E_0$ : 초기상태의 노화도,  
 $E_t$ :  $t$ 시간 후의 노화도,  
 $E_L$ : 최대 노화도(본 연구에서는 상온에서 10일간 저장하여 구함)

또 호화-노화 양상을 결정하기 위하여 시차주사열량기(DSC, differential scanning calorimeter, TA Instruments, Inc. Dupont DSC 2910 module, USA)를 이용하였으며 가래떡의 용융(melting characteristics)과 신전성(spreadability)을 검토하기 위하여 전자레인지(microwave oven, MR-M253, LG전자, 한국)를 이용하였다. 시차주사열량기는 시료의 용융이나 결정성의 변화 등 물리적 상태 변화와 분자 수준의 반응에서 생기는 열의 수치 즉 흡·발열로 나타난 엔탈피(enthalpy)를 정량적으로 측정하는 기기로 시료는 10 mg으로 절단하여 알루미늄팬에 넣고 2시간동안 방치하여 시료를 균일하게 한 후 10 °C/min의 가열 속도로 20°C에서 180°C<sup>35-39</sup>까지 가열하여 열반응 곡선을 얻은 후 호화 개시 온도( $T_o$ : onset temperature), 최대 호화 온도( $T_p$ : peak temperature)와 용융 enthalpy(melting enthalpy,  $\Delta H$ )를 결정하였다<sup>40,41</sup>. 전자레인지를 이용한 떡의 용융신전성은 petri dish에 직경 10 mm×높이 2 mm되는 크기의 샘플을 넣고 2,450 MHz의 전자파를 1분간 처리했을 때 나타나는 용융 상태를 Martin 직경으로 측정하여 결정하였다<sup>42</sup>. 색도는 색차계(Color Reader, CR-10, Minolta Co. Ltd., Japan)를 이용하여 시료의 색도를  $L^*$ [어둠(0)~밝음(100)],  $a^*$ [적색(60)~녹색(-60)],  $b^*$ [황색(60)~청색(-60)]값으로 나타내었다<sup>30</sup>. 모든 실험은 떡 제조 후 4일을 기준으로 하였는데 그 이유는 3~4일이 지난 떡은 실제 상품으로서의 가치가 없기 때문이다. 관능적 조직 검사는 색깔(color), 맛(taste), 표면 끈기(cohesiveness), 조직의 경도(hardness), 조직의 점탄성(viscoelasticity), 그리고 전반적인 기호성(overall acceptability) 등을 7점 채점법(7점: 매우 양호, 1점: 매우 나쁨)으로 하

고 이 결과를 정량적 특성 묘사 시험법(quantitative description analysis, QDA)을 사용하여 서로 비교하였다<sup>30</sup>.

## 결과 및 고찰

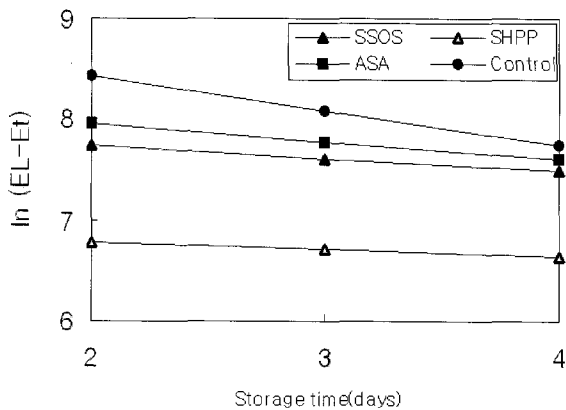
### 1. 조직의 변화에 미치는 영향

변형 전분의 가래떡 노화에 미치는 영향을 검토하기 위하여 우선 떡의 조직감 중 가장 결정적인 요인이 되는 경도(hardness)에 대한 실험을 실시하였다. 경도는 노화와 직접적인 관계를 갖는 요인으로 보통 떡이 노화되면 노화 정도에 비례해서 떡 조직의 경도가 높아지게 된다. 따라서 우선 경도를 측정하고 이를 기본으로 노화의 정도(程度) 및 속도에 관한 조직의 변화를 관찰하였다. Avrami equation에서의 지수  $n$ 는 결정화 즉 노화 양상에 대한 정보를 주는데 이 값은 떡의 결정화 양상 즉 결정핵 형성 시간, 비결정 부분 즉 노화되지 않는 부분, 결정 형성 속도에 의존하는 복합적인 것을 의미해 주는 값이다. 떡의 노화 양상이 입자의 노화가 바로 진행된다면 지수는 1에 가까워지는데<sup>43</sup> 이 경우는 전분 결정화 과정에서 결정 핵이 생성된 후 결정이 성장, 노화가 바로 진행됨을 의미한다.

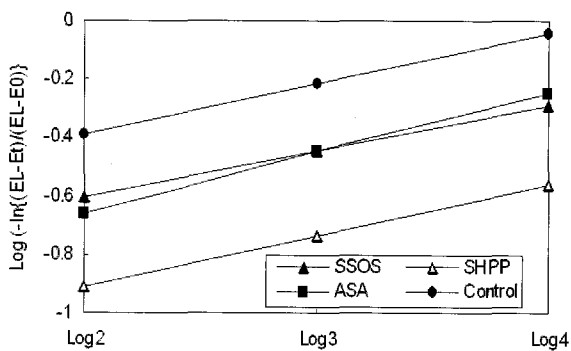
결과에 의하면(Table 1) Avrami equation의 지수  $n$  값은 실험구 모두 1.03~1.37 범위로 나타났는데 ASA가 1.37로 가장 높고 SSOS는 1.03, SHPP는 1.15, 대조구는 1.16을 나타내었다. 이것은 실험구 모두 노화 진행 속도와 관계없이 전분 입자의 결정화 즉시 노화가 일어남을 의미하고 있다. 노화 속도 상수  $k$ 에 관해서는  $\log(-\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0))$  vs  $\log t$ 의 관계에서 대조구가 0.18, SSOS는 0.12, SHPP는 0.06, ASA는 0.08로 나타났다. 즉, 대조구에 비해서 변형 전분을 첨가한 경우는 노화 속도 상수가 낮게 나타났는데 그 중 SHPP는 가장 낮은 값을 나타내었다. 이러한 경향은 노화 속도의 시간상수  $1/k$ 값에서 잘 나타나 있다. 노화 속도 상수가 크다는

**Table 1. Avrami exponent, rate constant and time constant of Korean rice cake formulated with modified starch for 4 days(Group : see the legend of Fig. 1).**

	Avrami exponent( $n$ )	Rate constant ( $k, \text{day}^{-n}$ )	Time constant ( $1/k, \text{day}^n$ )
SSOS	1.03	0.12	8.33
SHPP	1.15	0.06	16.67
ASA	1.37	0.08	12.5
Control	1.16	0.18	5.56



**Fig. 1.** Plot  $\ln(E_L-E_t)$  vs time for Korean rice cake formulated with modified starch for 4 days. (SSOS : starch sodium octenyl succinate, SHPP : starch  $\alpha$ -hydroxypropyl phosphate, ASA : acetylated starch adipate).



**Fig. 2.** Plot  $\log\{-\ln\{(E_L-E_t)/(E_L-E_0)\}\}$  vs log time for the Korean rice cake formulated with modified starch for 4 days(Group : See the leg end of Fig. 1).

것은 떡의 전분 입자의 탈수 현상이 빠르게 진행되고 있음을 의미하며 탈수가 일어나면서 결정화가 일어나고 이 결정화는 곧 전분 입자의 노화를 촉진하게 된다.

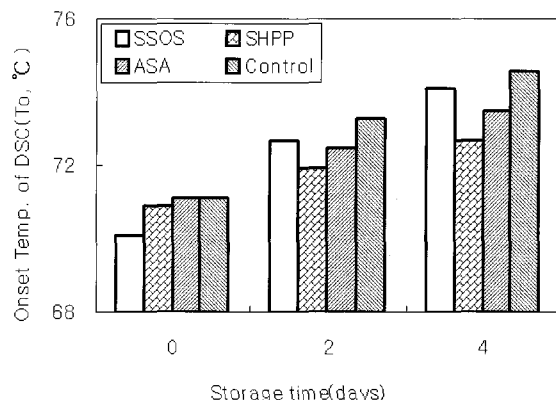
따라서 노화 속도의 지연 효과가 있는 변형 전분은 변형 전분의 친수성 그룹들이 수분과의 결합 빈도를 낮게 하거나 또는 노화 endotherm enthalpy를 감소시키는 작용이 있기 때문으로 해석하고 있다<sup>32)</sup>. 또 다른 견해는 변형 전분이 전분-단백질과의 상호 결합을 방해하거나 길항하므로써 노화의 기본 구조인 전분-단백질 matrix 형성을 억제하여 노화를 지연한다고 생각할 수도 있다<sup>43)</sup>.

**2. 열적 특성 변화에 미치는 영향**

변형 전분 첨가의 가래떡 노화 양상을 이해하기 위하여 전분과 같은 중합체의 용융이나 결정성의 물리

적 상태의 변화, 분자 수준의 반응에서 생기는 열의 수치 즉 흡·발열 반응의 enthalpy를 정량적으로 측정하여 전분의 호화와 노화 과정을 열역학적으로 해석하는데 시차주사열량기(DSC, differential scanning calorimeter)를 이용하였다.

Fig. 3은 변형 전분을 첨가한 가래떡의 호화 개시 온도를 나타낸 것이다. 호화 개시 온도는 전분 구조의 겔화가 일어나는 임계 온도로 전분 입자 자체의 결합 강도, 다공성, 결정성 영역의 성질과 크기, 팽윤 정도 등 전분 입자 구조의 형상을 짐작하는데 유용한 요소이다. 실험 결과 저장 기간에 따라 변형 전분을 사용한 경우 전분 입자의 호화 개시 온도가 조금씩 높아졌는데 그 중 SHPP가 가장 완만하면서 낮게 상승한 것으로 나타났다. 호화 개시 온도가 가장 낮고 완만한 것은 이미 전분 분자가 변형 전분과 약하게 수소 결합하였거나 열에 대한 친화력이 SHPP가 가장 크기 때문으로 해석할 수 있다. 이것은 SHPP의 분자 구조에 기인하는 것으로 생각되는데 특히 인산기와 같은 친수성 그룹이 전분, 단백질 등의 다른 친수성 그룹과 약한 결합을 하여 호화 개시 온도에 영향을 미치는 것으로 해석된다<sup>41,42)</sup>. 이와 같은 경향은 떡의 최대 호화 온도에서도 잘 나타나 있는데(Fig. 4). 저장 기간에 따라 SHPP는 거의 변하지 않고 SSOS, ASA는 약간 증가, 대조군은 보다 많이 증가한 것으로 나타났다. 이것은 SHPP의 경우, 이열적(易熱的) 성질이 다소 높아 호화된 후 전분 분자들의 구조가 급격히 약화되었거나 또 전분이 호화된 후 정상적인 전분 분자의 재배열을 하는 과정에서 SHPP가 가래떡의 전분 분자 입자들 사이에 끼어들어 전분 분자들끼리의 complex 형성을 방해하기 때문



**Fig. 3.** Effects of modified starch on the DSC melting characteristics(onset temp.  $T_o$ , °C) of Korean rice cake during storage(Group : See the legend of Fig. 1).

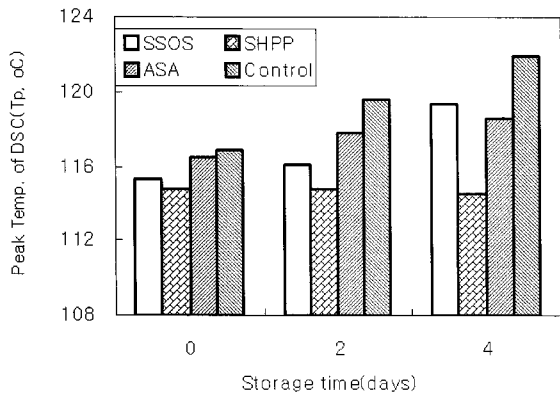


Fig. 4. Effects of modified starch on the melting characteristics(peak temp.  $T_p$ , °C) of Korean rice cake during storage(Group : See the legend of Fig. 1).

으로 추측된다. 저장 기간에 따라 최대 호화 온도가 증가한다는 것은 호화 후 전분 분자들의 저장 기간 중 일부가 재결합하거나 불규칙하게 고화(固化)되어 전분 분자 구조가 다소 결정화된 것으로 해석된다<sup>42)</sup>.

용융 enthalpy( $\Delta H$ )는 떡의 전분 구조 결합에 대한 절단 또는 붕괴를 유도하는데 필요한 enthalpy인데 주로 수분과 전분 분자간의 수소 결합, 단백질-전분간의 결합, 불규칙한 응고화에 대한 열반응 정보에 대한 것을 제공하고 있다. 변형 전분의 가래떡에 대한 용융 enthalpy를 보면(Fig. 5) 저장 기간 중 전분 분자들의 재결합으로 가래떡의 노화 현상이 나타나므로 일반적으로 용융 enthalpy는 증가하였으나 대조구(21.2→26.1→27.1)에 비해서 변형 전분을 첨가한 경우(SSOS: 21.1→23.7→24.1, ASA: 21.1→24.8→25.4)가 용융 enthalpy가 적은 것으로 나타났다. 특히 SHPP의 경우는 가장 적은 폭으로 증가하였다(20.9→21.4→22.1). 일반적으로 가래떡의 경우, 저장 기간이 경과하여 전분 분자들이 재결합하여 노화가 일어날 경우 용융 enthalpy가 증가하게 되는데 변형 전분이 이와 같은 전분 입자의 고화 또는 노화를 억제하여 전분 입자의 결합 자체를 약하게 만들거나 규칙적인 결합 형태로 전환, 유지하는데 도움을 주는 것으로 생각된다. 변형 전분은 가래떡의 전분 구조에서 항응고제(antiplasticizer)로 작용하여 전분 겔 매트릭스(matrix)의 유리 전이 온도를 더 높은 온도 범위로 옮겨 주고 증가된 유리 전이 온도는 결정핵의 성장률을 낮추는 결과를 가져오게 되어 전분의 노화를 억제한다는 것인데 이 경우 첨가량이 증가될수록 노화 억제 효과는 더 클 것으로 생각된다. 이와 같은 용융 enthalpy는 저온에 저장할 경우 더욱 높은 값을 요구하게 된다.

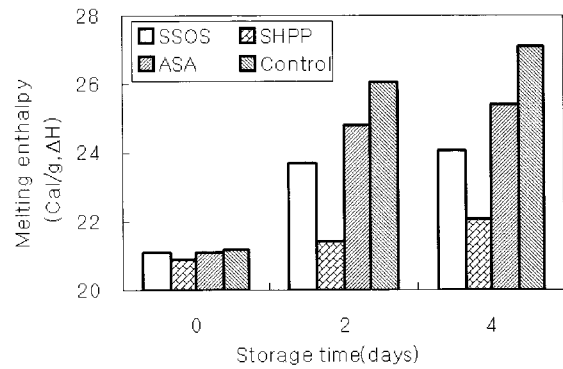


Fig. 5. Effects of modified starch on the DSC melting characteristics(melting enthalpy, Cal/g,  $\Delta H$ ) of Korean rice cake during storage(Group : See the legend of Fig. 1).

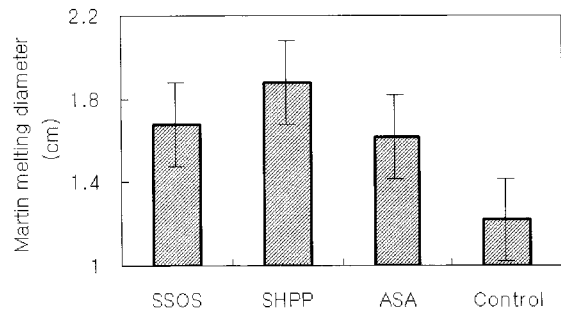


Fig. 6. Effects of modified starch on the Martin melting characteristics(melting spreadability) of Korean rice cake during storage.

떡볶이용 가래떡의 열적 성질 중 열용융 신전성(熱熔融伸展性, heat spreadability, Martin diameter로 표시함)은 가래떡 구조의 온도 친화성, 내부 구조의 분자 결합 정도를 이해하는데 매우 좋은 요인이며 주로 치즈와 같은 전분-단백질 혼합 겔 구조의 관찰에 많이 이용되고 있다. 그 결과(Fig. 6) 떡의 용융 신전성은 대조구, ASA, SSOS, SHPP 순으로 좋게 나타났으며 SHPP를 첨가한 것은 용융 신전성이 매우 좋은 것으로 나타났다. 용융 신전성이 좋다는 것은 조직의 유연성이 높고 균일하며 수소 결합과 같은 약한 결합의 영향을 많이 받고 있다는 의미이다. 즉 SHPP가 친수성이 큰 그룹과 결합하고 있으며 -OH 그룹이 전분과 단백질의 친수성 그룹과 수소 결합을 많이 하고 있다는 증거이다. 특히 열에 의해서 수소 결합이 붕괴되면서 수분의 이탈과 함께 동시에 입자의 열전도에 의한 조직의 용융이 쉽게 일어난다는 것도 의미한다.

### 3. 색깔과 관능적 조직감에 미치는 영향

변형 전분을 첨가한 가래떡의 색깔과 관능적 조직감을 검토하기 위하여 떡의 표면 색깔, 내부 조직의 관능적 조직감 등을 주관적인 패널로 하여금 검토하도록 하였다. 떡의 표면은 저장 기간 동안 팽택, 단단함, 색깔, 균일성 등 여러 가지가 변하게 되는데 그것은 떡 자체 내의 이화학적 변화는 물론 외부 환경에 따른 자연적인 물리적 변화 때문이다(생물학적 변화는 제외). 특히 색깔은 고화 또는 노화 정도를 간접적으로 짐작하는데 매우 중요한 요소로 보통 표면의 탈수, 공기와 접촉 정도, 표면 조직의 수축 정도와 같은 물리적 변화는 물론 일부 성분 상호간에 일어나는 갈변화 등의 화학적 변화 등 복잡한 요인들에 의해서 일어난다. 따라서 가래떡의 저장 기간 중 색깔의 변화는 최소화하는 것이 가장 바람직하는데, 본 연구의 결과를 보면 L\* 값은 저장 기간에 따라 SSOS와 SHPP의 경우에는 그 값이 많이 변하지 않았으나(변화율 : SSOS : -0.50%, SHPP : -0.61%), ASA는 -9.9%, 대조구는 -11.2%로 앞의 두 시료보다는 많이 변한 것으로 나타났다(Fig. 7). 특히 변형 전분 SSOS와 SHPP는 모두 대조구보다 안정한 편이었다. 이것은 저장 기간동안 변형 전분의 탈수 억제, 자체내의 상호 작용에 의한 갈변화 억제 효과가 있었던 것으로 해석된다. Koh의 연구 결과<sup>45)</sup>에 의하면 L\*값이 낮아지는 것은 생성된 환원당에 의한 떡의 갈변 때문이라고 하였다. a\*값은 모두 시료의 색깔 변화율이 60.4~141.6%까지 많이 변화를 보였는데 대조구(2.21→5.34 : 141.6%), ASA(2.01→4.22 : 110.0%), SSOS(2.78→4.87 : 75.2%), SHPP(2.12→3.40 : 60.4%)의 순으로 나타났다(Fig. 8). 변형 전분을 사용한 경우는 대조구보다 변화가 적게 일어나 색깔 a\*에 대해서는 저장 안정성이 있는 것으로 생각되었다. 또 b\*값의 경우는 전체적인 변화의 범위가 a\*값의 경우보다 적은 편이었는데 그 범위는 4.7%~47.0%였다. 4일 동안의

b\*값의 변화를 보면 대조구(4.32→6.35 : 47.0%), ASA(4.66→5.73 : 23.0%), SSOS(4.90→5.89 : 20.2%), SHPP(4.89→5.12 : 4.7%)로 SHPP가 가장 b\*의 색깔 변화가 없는 반면 대조구가 가장 많이 변한 것으로 나타났다(Fig. 9). 이러한 색깔의 변화를 종합해 볼 때 저장 중 떡의 표면 색깔 변화는 변형 전분을 사용한 경우 적게 일어나는 편이었으며 전체적으로 제조 직후의 표면 색깔과 크게 다르게 보이지 않았다. 특히 SHPP를 첨가한 경우는 환원당의 갈변화 억제, 수분 활성도의 감소, 공기와 떡 표면간의 직접 접촉에 의한 탈수 억제 등으로 인한 표면 경화(case hardening)의 지연 등의 효과가 가장 좋아 저장 중 색깔의 변화가 가장 적게 일어났다. 이러한 것은 SHPP의 분자 구조에 기인하는 것으로 보이는데 우선 하이드록실기(hydroxyl group)가 많고 수소결합의 가능성이 많으며 전분과 단백질과의 결합 사이사이에 가교 역할을 하면서 존재 수분을 보유하는 유연한 구조 때문에<sup>44)</sup> 저장 중 표면 색깔의 변화가 최소화된 것으로 생각된다.

관능적 조직감 관찰에서는 저장 4일 후 색깔(color),



Fig. 7. The Hunter's L values of Korean rice cake with addition of modified starch after 4 days storage(Group : See the legend of Fig. 1).

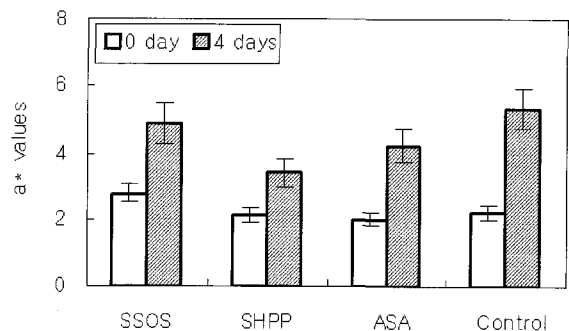


Fig. 8. The Hunter's a values of Korean rice cake with addition of modified starch after 4 days storage(Group : See the legend of Fig. 1).

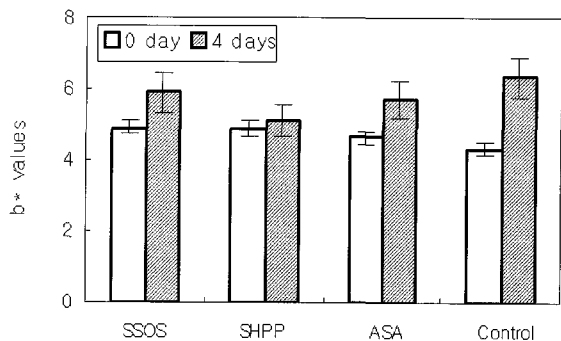


Fig. 9. The Hunter's b values of Korean rice cake with addition of modified starch after 4 days storage(Group : See the legend of Fig. 1).

맛(taste), 표면 끈기(cohesiveness), 조직의 경도(hardness), 조직의 점탄성(viscoelasticity), 그리고 전반적인 기호성(overall acceptability) 등에 많은 변화가 관찰되었다. 그 결과(Fig. 10), 제조 직후에는 시료 모두 거의 동일한 평가를 받았지만 4일 후에는 QDA 양상이 매우 다르게 나타날 정도로 값의 변화가 현저하게 나타났다. 특히 대조구의 경우에는 색깔(6.7→4.1), 맛(6.8→4.1), 표면 끈기(6.4→2.4), 조직의 경도(6.8→2.1), 조직의 점탄성(6.0→2.0), 그리고 전반적인 기호성(6.5→2.4) 등이 저장하면서 매우 낮게 평가되었으며 그 중 표면 끈기, 경도, 점탄성 기호도 등은 특히 낮은 값을 나타내었다. 그러나 변형 전분을 사용한 경우는 대부분 높은 관능적 평가를 보였는데 특히 SHPP의 경우는 색깔(7.0→6.1), 맛(6.9→5.9), 표면 끈기(6.4→6.0), 조직의 경도(6.7→5.4), 조직의 점탄성(6.3→5.8), 그리고 전반적인 기호성(6.7→6.2) 등이 제조 직후의 시료와 비슷한 관

능적 가치로 평가되어 가장 좋은 관능적 조직감을 유지하는 시료로 나타났다. 이와 같이 변형 전분을 첨가한 떡의 관능성이 좋은 것은 전분 분획들이 다시 회합하여 쉽게 결정화되지 않거나 수분 이탈 방지와 내부 성분간의 상호 친화력을 강화하는데 기여하기 때문으로 해석된다. 특히 수분 포집이 강하고 조직의 유연성을 조절하므로 공기와의 접촉에 의해서 일어나는 겔 표면의 변화를 최소화하는 것도 그 이유가 될 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 변형 전분이 가래떡의 노화에 어떤 영향을 미치는지를 규명하기 위해 실시하였다. 우선 변형 전분이 가래떡의 노화에 미치는 영향을 Avrami equation으로 검토하였는데 그 결과 Avrami equation 지수 n값은 실험구 모두 1.03~1.37범위로 나타났다. 이것은 변형 전분을 첨가한 가래떡 전분 입자의 결정화 즉시 노화가 일어난다는 것을 의미하며 대조구(control)의 Avrami equation 지수 n값이 가장 높은 값을 나타내었다. 노화속도상수 k는 대조구에 비해서 변형 전분을 첨가한 경우가 낮게 나타났으며 그 중 SHPP가 가장 낮게 나타났다. 이러한 경향은 노화 속도의 시간 상수 1/k값에서도 잘 나타나 있다. 시차주사열량기(DSC, differential scanning calorimeter)를 이용한 변형 전분의 가래떡에 대한 열적 특성 검토에서는 저장 기간에 따라 변형 전분을 사용한 경우 전분 입자의 호화 개시 온도가 조금씩 높아졌고 그 중 SHPP가 가장 완만하게 상승하였다. 떡의 최대 호화 온도에서도 저장 기간에 따라 SHPP는 거의 변하지 않고 SSOS, ASA는 약간 증가하였고 대조구는 더 많이 증가한 것으로 나타났다. 용융 enthalpy(ΔH)는 대조구(21.2→26.1→27.1)에 비해서 변형 전분을 첨가한 경우(SSOS: 21.1→23.7→24.1, ASA : 21.1→24.8→25.4)가 용융 enthalpy가 적은 것으로 나타났다. 가래떡의 열 용융 신전성(熱熔融伸縮性, Martin diameter)은 대조구, ASA, SSOS, SHPP 순으로 좋게 나타났다. 변형 전분을 첨가한 것이 가장 좋은 용융 신전성을 나타내었다. 변형 전분을 첨가한 가래떡의 색깔과 관능적 조직감의 경우에는 L\*값은 저장 기간에 따라 SSOS와 SHPP의 경우에는 그 값이 많이 변하지 않고 안정한 편이었다. a\*값은 대조구(2.21→5.34 : 141.6%), ASA(2.01→4.22 : 110.0%), SSOS(2.78→4.87 : 75.2%), SHPP(2.12→3.40) : 60.4%의 순이었다. 또 b\*값은 대조구(4.32→6.35 : 47.0%), ASA(4.66→5.73 : 23.0%), SSOS

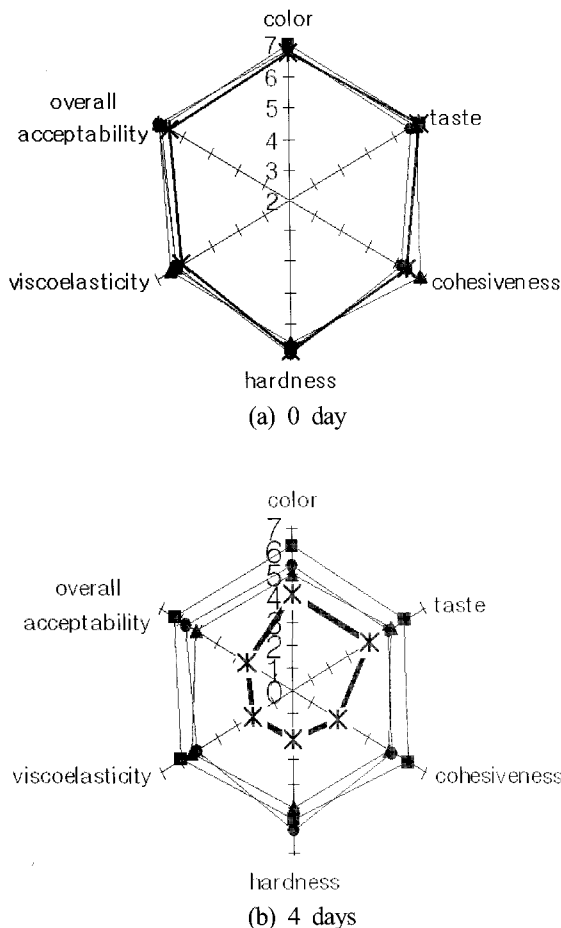


Fig. 10. QDA scores of sensory characteristics of Korean rice cake with addition of modified starch after storage(●: SSOS, ■: SHPP, ▲: ASA, \*: Control, Group:see the legend of Fig. 1).

(4.90→5.89 : 20.2%), SHPP(4.89→5.12 : 4.7%) 순서로 SHPP가 가장 색깔 변화가 없었다. 관능적 조직감은 변형 전분을 사용한 경우 높게 나타나고 특히 SHPP는 가장 좋은 관능적 조직감을 유지하는 것으로 나타났다.

### 감사의 글

이 논문은 2005년 울산대학교의 일부 연구비에 의하여 연구되었으며 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Hoover, R. Starch retrogradation. *Food Reviews International* 11:331-335. 1995
2. Gudmundsson, M. Retrogradation of starch and the role of its components. *Thermochimica Acta*. 246:329-335. 1994
3. Song, JC and Park, HJ. Function of various hydrocolloids as anticaking agents in Korean rice cake. *J. Korean Soc. Food Sci.* 32:1253-1261. 2003
4. Baker, LA and Rayas-Duarte, P. Retrogradation of Amaranth starch at different storage temperature and the effect of salt and sugars. *Cereal Chem.* 75:308-314. 1998
5. Son, HS, Park, SO, Hwang, HJ and Lim, ST. Effect of oligosaccharide syrup addition on the retrogradation of a Korean rice cake (*Karedduk*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 29:1213-1221. 1997
6. Leloup, VM, Colonna, P and Ring, SG. Physicochemical aspects of resistant starch. *J. Cereal Sci.* 16:253-257. 1992
7. Kohyama, K and Nishinari, K. Cellulose derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Food Sci.* 57:128-132. 1992
8. Farhat, IA, Blanshard, MV, Descamps, M and Mitchell, JR. Effect of sugars on retrogradation of waxy maize starch-sugar extrudes. *Cereal Chem.* 77:202-208. 1999
9. Jang, JK, Lee, SH, Cho, SC and Pyun, YR. Effect of sucrose on glass transition, gelatinization, and retrogradation of wheat starch. *Cereal Chem.* 78:186-192. 2001
10. LeBotlan, D and Desbois, P. Starch retrogradation study in presence of sucrose by low-resolution nuclear magnetic resonance. *Cereal Chem.* 72:191-193. 1995
11. Eerlingen, RC, Jacobs, H and Dekcour JA. Enzyme resistant starch. V. Effect of retrogradation of waxy maize starch on enzyme susceptibility. *Cereal Chem.* 71:351-356. 1994
12. Shin, IY, Kim, HI and Kim, CS. Effect of sugar alcohol on wheat starch gelatinization and retrogradation. *J. Korean Soc. Food Sci.* 28:1251-1255. 1999
13. Park JW, Park, HJ and Song, JC. Suppression effect of maltitol on retrogradation of Korean rice cake (*Karedduk*). *J. Korean Soc. Food Sci.* 32:175-180. 2003
14. Wang, YJ and Jane, J. Correlation between glass transition temperature and starch retrogradation in the presence sugars and maltodextrins. *Cereal Chem.* 71:527-531. 1994
15. Gerrard, JA, Every, D, Sutton, KH and Gilpin, MJ. The role of maltodextrins in the staling of bread. *J. Cereal Sci.* 26(2):201-209. 1997
16. Kwon, HJ and Kim, YA. Effects of adding sugars and lipids on characteristics of cooked rice. *J. Korean Soc. Food Sci.* 15:163-170. 1999
17. Hibi, Y, Kitamura, S. and Kuge, T. Effects of lipids on retrogradation of cooked rice. *Cereal Chem.* 67:163-170. 1999
18. Kulwinde, K. and Narpinder, S. Amylose-lipid complex formation during cooking of rice flour. *Food Chem.* 71(4):51-517. 2000
19. Mun, SH, Kim, JO, Lee, SK and Shin, MS. Retrogradation of sucrose fatty acid ester and soybean oil added rice flour gels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28:305-310. 1996
20. Jang, JK, Lee, YH, Lee, SH and Pyun, YR. Effect of sodium stearyl lactylate on complex formation with amylopectin and on gelatinization and retrogradation of wheat starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32:500-5007. 2000
21. Shin, MS. Influence of water and surfactants on wheat starch gelatinization and retrogradation. *Korean J. Soc. Food Sci.* 23(1):116-121. 1991
22. Bean, MM, Hanamoto, MM, Nishita, KD, Mecham, DK and Fellers, DA. Soy-fortified wheat-flour blends. IV. storage stability with several surfactant additives. *Cereal Chem.* 54:1159. 1977
23. Sohn, CB and Lee, SM. Effect of retrograde restraint of rice cake using raw starch saccharifying  $\beta$ -amy-



- lase from *Bacillus polymyxa* No.26. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26:459-463. 1994
24. 황기운. 떡의 노화방지용 아밀라제 함유 유연성 조성물. 한국공개특허 1996-0004447. 1996
  25. 서중일. 보존성과 기호도가 우수한 떡의 제조방법. 한국공개특허 1997-0009584. 1997
  26. Lim, KS and Hwang, IK, Effects of hydrocolloids on wheat flour rheology. *Korean J. Soc. Food Sci.* 15: 203-209. 1999
  27. Mettler, E and Seibel, W. Optimizing of rye bread recipes containing mono-diglyceride, guar gum, and carboxymethylcellulose using a maturograph and an ovenrise recorder. *Cereal Chem.* 72:109-115. 1995
  28. 김일환. 전분질 식품의 노화방지방법. 한국공개특허 1986-0000236. 1986
  29. Song, JC and Yang, HC. Food Additives. pp.394. Seemoonsa. 1990
  30. Song, JC and Park, HJ. Physical, functional, textural and rheological properties. University of Ulsan Press. pp. 413-483, pp. 637-639. 2000
  31. Kang, KJ, Kim, K, Lee, SK and Kim, SK. Relationship between molecular structure of acid hydrolyzed rice starch and retrogradation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29:876-881. 1997
  32. Kim, SK, Lee, AR, Lee, SK, Kim, KJ and Cheon, KC. Firming rates of cooked rice differing in moisture contents. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28:877-881. 1996
  33. Kum, JS, Lee, SH, Lee, HY and Lee C. Retrogradation behavior of rice starches differing in amylose content and gel consistency. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28:1052-1058. 1996
  34. Melver, RG, Axford, DWE, Colwell, KH and Elton GAH. Kinetic study of the retrogradation of gelatinized starch. *J. Sci. Food Agric.* 19:560-565. 1968
  35. Donovan, JW, Lorenz, K and Kulp K. Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starch. *Cereal Chem.* 60:381-385. 1983
  36. Wada, K, Takahashi, K, Shirai, K and Kawamura, A. Differential thermal analysis(DTA) applied to examining gelatinization of starches in foods. *J. Food Sci.* 44:1366-1370. 1979
  37. Biliaderis, CG, Maurice, TJ and Vose, JR. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J. Food Sci.* 45:1669-1673. 1980
  38. Hyun, CK, Park, KH, Kim, YB and Yoon IH. Differential scanning calorimetry of rice starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20:331-337. 1988
  39. Krueger, BR, Knutson, CA, Inglett, GE and Water, CE. A DSC study on the effect of scanning on gelatinization behavior of corn starch. *J. Food Sci.* 52: 715-720. 1987
  40. Jeon, ER, Kim, KE and Jung, LH. Effects of *Sikhe* dietary fibers on the rice starch gelatinization and retrogradation properties. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 18(2):29-35. 2002
  41. Wang, YJ and Jane, J. Correlation between glass transition temperature and starch retrogradation in the presence sugars and maltodextrins. *Cereal Chem.* 71: 527-531. 1994
  42. Song, JC and Park HJ. Microstructural and melting characteristics of imitation cheese analog. *Korean J. Food Sci. Technol.* 18:11-15. 1986
  43. Choi, CR and Shin, MS. Effects of sugars on the retrogradation of rice flour gels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28:904-909. 1996
  44. Lee, SW and Rhee, C. The effect of water activity and temperature on the retrogradation rate of gelatinized corn starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26:370-374. 1994
  45. Koh, BK. Development of the method to extend shelf life of Backsulgi with enzyme treatment. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 15(5):533-538. 1999

---

(2006년 6월 22일 접수; 2006년 9월 7일 채택)