

## 당 첨가가 쌀가루겔의 노화에 미치는 영향

최차란 · 신말식  
전남대학교 식품영양학과

### Effects of Sugars on the Retrogradation of Rice Flour Gels

Cha-Ran Choi and Mal-Shick Shin

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

#### Abstract

To investigate effects of sugars on the retrogradation of rice flour gels, sucrose and isomaltooligosaccharide (1, 2, and 5%, w/w on the flour basis) were added to 50% Dongjinbyeo rice flour gels and stored at different temperature (20°C, 4°C) for 1, 3 and 6 days. Changes on the degree of retrogradation (DR) of these rice flour gels were measured by  $\alpha$ -amylase-iodine method, DSC and X-ray diffractometry. DRs of rice flour gels increased over storage and showed a rapid increase up to 3 days and then decreased thereafter. DRs of rice flour gels with sucrose or oligosaccharide also increased rapidly until 3 day storage but these values were lower than those of rice flour gels without sugar. DRs of rice flour gels with oligosaccharide were lower than those with sucrose. Changes in enthalpy of rice flour gels measured by DSC showed the same tendency with those in DRs of rice flour gels by  $\alpha$ -amylase-iodine method, but varied with sugar levels.

Key words: sucrose, oligosaccharide, retrogradation, rice flour gels

## 서 론

전분질 식품은 적절한 수분함량과 온도에서 저장하면 전분의 노화가 일어나 맛이 떨어지고 소화가 지연되며 품질이 저하되므로 노화를 억제시킬 수 있는 방안이 필요한데<sup>(1)</sup> 이러한 목적으로 연구되고 있는 첨가물질로는 지방질과 계면활성제<sup>(2,4)</sup>, 여러 종류의 당<sup>(5,7)</sup>을 비롯하여 펜토산<sup>(6)</sup>이나 셀룰로오스<sup>(8)</sup>, 식이섬유<sup>(9)</sup> 등이 있다.

그 중에서 지방질과 계면활성제는 노화를 억제하는 것으로 오래전부터 알려져 왔으며 이에 비해 당의 효과에 대해서는 연구된 것이 적다. 그러나, 곡류를 이용한 대부분의 식품은 조리, 가공할 때 당을 첨가하여 왔으므로 당을 포함하고 있는 전분질 식품의 호화나 노화 특성을 규명하는 것이 매우 중요하다<sup>(11)</sup>. 당이 전분의 노화에 미치는 영향에 대한 초기 연구에서는 당이 노화를 증가시킨다는 보고들이 있었으나<sup>(12,13)</sup> 빵의 품질과 관련된 연구에서 전분에 당을 첨가했을 때 노화가 억제되어 당이 노화방지제로서의 기능이 있음을 밝혔고<sup>(14)</sup>, Kohyama와 Nishinari<sup>(7)</sup>는 고구마전분의 호화와 노화에 대한

당류(포도당, 과당, 자당)의 효과에 대해서 연구하였는데 전분의 노화를 억제하는데 가장 효과적인 당은 자당이라고 하였다. 또한, 쌀전분겔에 단당류와 이당류를 첨가하면 전분의 노화가 억제되었고 단당류 중에서는 5탄당보다는 6탄당이 보다 효과적이었다고 보고하였다<sup>(15)</sup>. 최근에는 전분질 식품의 노화를 억제하기 위한 식품 성분의 하나로서 올리고당이 첨가되기도 하는데 Katsuta 등<sup>(16)</sup>은 크립 측정기를 이용하여 쌀전분겔의 점탄성을 측정하였을 때 직쇄올리고당이 포도당이나 자당보다 노화억제 효과가 컸으며 분쇄올리고당은 직쇄올리고당만큼 효과적이지 못하다고 하였다.

지금까지 전분의 노화에 대한 당의 영향에 대해서는 전분겔에서의 효과만이 연구되었으며 전분 외에 다른 성분들을 함유한 가루 자체에 대한 연구는 거의 없는 실정이며 첨가되는 당에 있어서도 고농도를 사용한 경우만이 보고되고 있다. 그러나 실질적으로 전분질 식품에는 저농도의 당을 첨가한 경우가 많으므로 이들 식품의 유통기한을 연장시킬 수 있는 방안이 필요하다.

그러므로 본 연구에서는 쌀가루에 당류를 첨가하여 겔을 제조하였을 때 전분 노화에 어떤 영향을 주는지 알아보기 위하여 동진벼 쌀가루에 자당과 이소말토올

Corresponding author: Mal-Shick Shin, Department of Food and Nutrition, College of Home Economics, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

리고당을 1, 2, 5% 첨가하여 50% 쌀가루겔을 만들고 실온과 냉장조건에서 저장하면서  $\alpha$ -아밀라아제-요드법으로 노화도 변화를 측정하였고 측정방법에 따른 노화도는 시차주사열량기와 X-선 회절기로 비교하였다.

**재료 및 방법**

**실험 재료**

1994년도에 수확한 멥쌀인 동진벼를 농촌진흥청에서 구하였다.

**쌀가루의 제조**

쌀가루는 쌀을 분쇄기(존샘사, 한국)로 마쇄하여 실온에서 건조시킨 다음 45메쉬 체를 통과시켜 제조하였으며, 일반성분은 AOAC방법<sup>(17)</sup>에 의하여 분석하였는데 수분이 11.45%, 단백질은 7.00%, 회분은 0.18%, 조지방질은 0.20%, 총지방질은 1.00%였다.

**쌀가루겔 분말의 제조**

50% 쌀가루 현탁액(w/w 건물당)에 자당(Saccharose, Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Japan)과 올리고당(이소말토올리고당, 삼양제넥스, 한국)을 쌀가루에 대하여 각각 1, 2, 5% 첨가하여 잘 혼합한 다음 95~100°C의 항온수조에서 20분간 가열하여 호화액을 만든 후 총 알콜 농도가 80%가 되게 하여 탈수하고 감압여과시켜 실온에서 건조시킨 후 100메쉬 체를 통과시켜 호화쌀가루 시료로 사용하였다. 저장기간에 따른 쌀가루겔 분말은 저장 중에 수분 손실을 막기 위하여 밀봉용기에 쌀가루겔을 넣어 실온(20°C)과 냉장(4°C) 온도 조건에서 1, 3, 6일 동안 저장한 후 호화 쌀가루와 같은 방법으로 제조하였다.

**쌀가루겔의 노화특성 측정**

$\alpha$ -아밀라아제-요드법에 의한 노화도는 Tsuge 등<sup>(18)</sup>의 방법을 수정하여 김과 신<sup>(19)</sup>의 방법으로 실시하였다.

이때 쌀가루겔 분말의 노화도(DR, degree of retrogradation)는 다음 식을 이용하여 계산하였으며

$$DR(\%) = \{(b-c)/(a-c)\} \times 100$$

a는 총 쌀가루겔 분말 분획의 흡광도, b는 효소 반응시킨 쌀가루겔 분말 분획의 흡광도, c는 효소에 의해 완전히 분해된 호화쌀가루 분획의 흡광도를 나타낸다.

시차주사열량기(PL-DSC 700, Thermal Sci., U.K.)에 의한 노화특성은 신<sup>(20)</sup>의 방법에 따라 물과 쌀가루겔 분말의 비를 2:1로 하여 25°C에서 100°C까지 10°C/

분으로 가열하였으며 reference는 empty pan을 사용하였다. 쌀가루겔 분말 시료는 38°C에서 68°C까지의 온도 범위에서 용융 피크가 나타났으며 이로부터 초기 온도( $T_o$ ), 피크온도( $T_p$ )와 종료온도( $T_c$ ) 및 용융엔탈피( $\Delta H$ )를 구하였다.

X-선 회절기에 의한 결정도는 X-선 회절기(D/Max 1200, Rigaku Co., Japan)를 사용하여 회절각도(2 $\theta$ ) 40~5°까지 회절시켜 얻었으며 기기 조건은 target, Cu-K $\alpha$ ; filter, Ni; voltage, 40 kV; current, 20 mA; full scale range, 3000 cps; scanning speed, 8°/min와 같았다. 각 시료의 회절도를 호화 쌀가루 회절도와 비교하였으며 피크의 위치와 강도로부터 노화 정도를 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**저장기간에 따른 쌀가루겔의 노화도**

효소를 이용하여 전분의 노화도를 측정하는 방법 중에서 간편하고 정확하다<sup>(18)</sup>고 알려진  $\alpha$ -아밀라아제-요드법을 사용하여 측정한 자당과 올리고당을 첨가한 쌀가루겔의 노화도는 Fig. 1, 2와 같았다.

쌀가루겔의 노화도는 저장온도나 첨가물질과는 관계없이 저장기간이 길어질수록 증가하였고 저장 초기에는 급격한 증가를 보였으나 저장 3일 이후에는 완만한 변화를 보였다. 실온에서 저장한 쌀가루겔은 냉장온도에서 저장한 것보다 낮은 노화도를 보였고 자당과 올리고당을 첨가했을 때 첨가하지 않은 시료에 비해 실온과 냉장 조건에서 모두 노화도가 감소하였는데 그 정도와 양상은 저장온도와 당 첨가수준에 따라 달랐다.

자당 첨가의 경우, Fig. 1과 같이 첨가수준이 1, 2, 5%로 증가할수록 노화도는 감소하였는데 저장 1일을 기준으로 할 때 실온에서 1% 첨가 시 30%, 2% 첨가 시 55%, 5% 첨가 시 64% 감소한 반면, 냉장 저장했을 때는 1%일 때 12%, 2%일 때 20%, 5%일 때 28% 감소하여 저장온도에 따른 차이를 보여주었고 실온 저장하였을 때 감소효과가 큼을 알 수 있었다. 저장기간에 따른 노화도 변화는 저장 1일까지의 증가 정도가 그 후 6일까지 변화에 차이를 보였는데 저장 1일 동안의 변화는 자당 첨가 수준에 따라 뚜렷한 차이를 보였으나 1일 이후에는 큰 차이가 없어 자당의 노화 억제 효과는 저장 초기에 큼을 알 수 있었다.

올리고당을 첨가한 경우에는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 실온과 냉장조건에서 모두 노화도가 감소하였으나 실온에서는 저장 3일까지 노화도 증가가 직선적인 반면 냉장 저장시에는 저장 1일까지 급격한 증가를 보였으며 그 후에는 완만하였다. 첨가수준에 따라서는

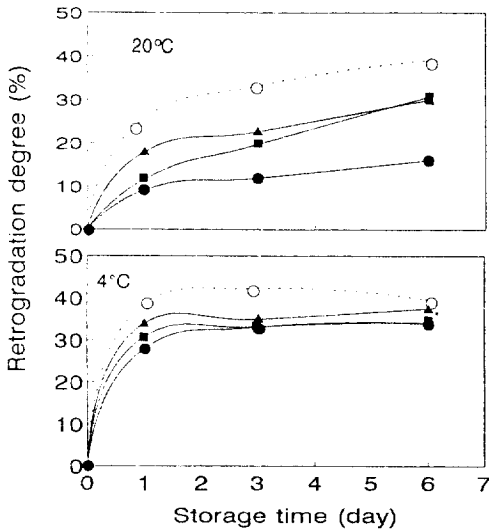


Fig. 1. Changes in degree of the retrogradation of rice flour from stored gels with different sucrose levels at 20°C and 4°C ○—○, control; ▲—▲, 1%; ■—■, 2%; ●—●, 5%

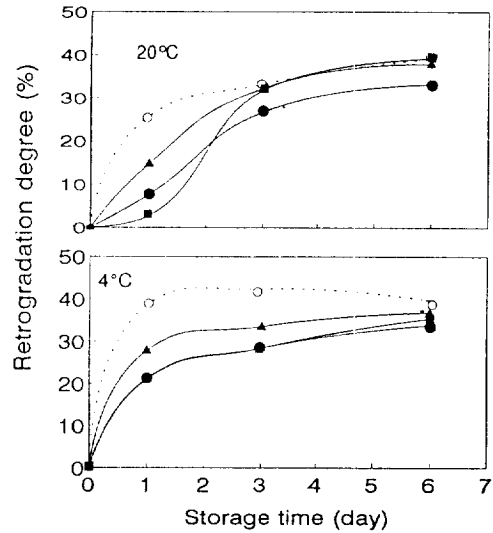


Fig. 2. Changes in degree of the retrogradation of rice flour from stored gels with different oligosaccharide levels at 20°C and 4°C ○—○, control; ▲—▲, 1%; ■—■, 2%; ●—●, 5%

실온에서 저장 1일을 기준으로 1% 첨가 시 43%, 2% 일 때 90%, 5%일 때 71%의 노화도 감소를 보였고 냉장 조건에서는 1% 첨가했을 때 28%, 2%일 때 45%, 5%일 때 45%의 감소를 보여 대체적으로 첨가수준이 증가함에 따라 노화도가 감소하였고 냉장 저장했을 때보다 실온에서 저장시 노화억제 효과가 큼을 알 수 있었다. 또한 저장 1일에 당 첨가수준에 따른 노화도를 비교해 보면 2% 이상에서는 큰 차이가 없어 노화를 억제하기 위해서는 2% 정도 첨가하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

I'Anson 등<sup>(11)</sup>은 밀전분겔에 당을 첨가하여 노화 정도를 리올로지와 X-선 회절도로 측정한 결과 리보오스, 자당, 포도당 순으로 겔의 견고성과 결정성이 감소되었다고 보고하여 당에 대한 노화 억제 효과를 보고하였고 Miura 등<sup>(21)</sup>은 펙산 전분겔에서 polyol과 유화제의 영향을 조사하였는데 30% 전분겔에 6% polyol을 넣었을 때 전분의 노화를 방지하고 단단하며 안전한 겔을 이루었다고 하였다. Katsuta 등<sup>(16,22)</sup>은 0°C에서 저장기간을 달리한 쌀전분의 노화에 있어 여러 종류의 단당류, 이당류, 말토올리고당류가 미치는 영향을 노화속도상수로 나타냈는데 모든 당이 노화를 억제하였고 단당류보다는 이당류가 효과적이었으며 올리고당 중에서 직선상의 올리고당은 자당보다 노화를 억제하였으나 분지올리고당은 자당보다 노화억제 효과가 적었다고 보고하였다. 즉, 당이 전분의 노화를 억제하나 그 정도는 당의 종류, 첨가수준, 수분함량과 저장

온도 등의 여러 요인에 의하여 영향을 받음을 알 수 있었다. 이 결과는 물이 plasticizer로서 작용하는데 대해 antiplasticizer로서 작용하여 노화를 억제한다는 Slade와 Levine<sup>(23)</sup>의 이론으로 설명이 가능하다.

측정 방법에 따른 쌀가루겔의 노화도 비교

3일 저장된 쌀가루겔 분말의 노화도를 α-아밀라아제-요드법으로 측정된 결과와 비교해보기 위해 시차주사열량기로 쌀가루겔 분말의 용융엔탈피를 측정하였으며 X-선 회절도로 결정성을 비교하였다.

α-아밀라아제-요드법을 이용하여 측정된 결과는 Fig. 3과 같이 냉장 건조에서는 당을 1% 첨가하였을 때 첨가하지 않은 시료에 비해 노화도가 급격히 감소하다가 2% 이상이 되면 완만해졌으나 실온에서는 당 농도가 증가 할 수록 노화도가 계속 감소하는 경향을 보였으며 올리고당보다는 자당을 첨가한 경우에 감소 효과가 컸다. 시차주사열량기로 측정된 쌀가루겔 분말의 특성치는 Table 1, 2와 같이 38~68°C에서 용융피크가 나타났으며 단일피크가 아니고 shoulder를 보였다. 김<sup>(23)</sup>은 50% 쌀전분겔로부터 얻은 노화전분의 용융 피크가 36~70°C에서 나타났다고 하였으며 White 등<sup>(24)</sup>은 호화된 쌀전분을 4°C에서 7일간 저장 후 시차주사열량기로 측정했을 때 나타나는 용융 피크의 범위를 39~63°C로 보고하여 쌀가루겔 분말도 쌀전분의 노화용융 피크와 같은 온도 범위에서 나타남을 알 수 있었다.

자당을 첨가하지 않은 경우 용융 피크는 40~55°C에

서 나타났으나 자당을 첨가한 시료의 경우 50~60°C 범위에서 피크가 나타나 당 농도가 증가함에 따라 피크온도가 더 높은 온도범위에서 관찰되었다. 이는 자당이 첨가된 쌀가루의 호화 온도가 높은 쪽으로 이동하는 것<sup>(25)</sup>과 같은 경향으로 재결정화에 사용된 자당이 전분의 용융을 저해한다고 생각된다. 올리고당을 첨가한 경우에도 자당과 같은 경향을 보였으며 피크 종료온도는 더 높아져 피크 온도범위가 넓어졌다. 이런 시차주사열량기에 의한 결과로부터 전분의 결정화는 첨가 물질에 따라 다른 결정화 과정을 거치는 것으로

생각되었다<sup>(26)</sup>. 노화쌀가루겔 분말의 용융엔탈피는 실온보다는 냉장 조건일 때 더 컸으며 이는 Jankowski와 Rha<sup>(26)</sup>가 보고한 4°C와 20°C에서 조리된 밀을 2일 저장했을 때 4°C에서 저장한 밀의 엔탈피가 더 컸다는 사실과 일치하였다.

당 첨가에 따른 노화 엔탈피는 당의 종류에 관계없이 모두 감소하였고 당의 첨가수준이 증가함에 따라 엔탈피는 감소하였으며 자당보다는 올리고당을 첨가한 경우 엔탈피가 더 작았고 당의 첨가수준의 증가에 따른 엔탈피의 감소는 자당보다 올리고당을 첨가했을 때 보다 뚜렷하였다.

전분의 노화도를 노화전분의 용융엔탈피와 생전분의 호화엔탈피의 퍼센트로도 나타내므로 이것을 당 첨가수준에 따라 비교하면 Fig. 4와 같다.

쌀가루겔 분말의 노화도는 당 첨가수준이 증가함에 따라 감소되어 아밀라아제 요드법과 같은 경향이었으나 당의 종류에 따른 효과는 차이가 있어 자당의 경우 저장 온도에 관계없이 1% 첨가 시 노화도가 급격히 감소하다가 2% 이상일 때 완만해졌고 올리고당을 첨가했을 때는 당 첨가수준이 증가함에 따라 노화도가 급격히 감소하여 자당보다는 올리고당을 첨가했을 때 감소효과가 큰 것으로 나타났다. 대체로 시차주사열량기에 의한 용융 피크는 전분 중에 아밀로펙틴에 의한 것으로 설명되어지므로 자당보다는 올리고당이

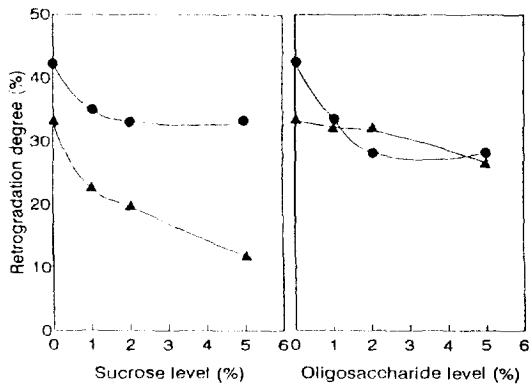


Fig. 3. Degree of retrogradation of rice flour from 3-day stored gels with different sugar levels by  $\alpha$ -amylase iodine method ●—●, 4°C ▲—▲, 20°C

Table 1. DSC characteristics of rice flour from 3 day stored gels with different sucrose levels

| Storage temp. (°C) | Sugar content (%) | To <sup>1)</sup> (°C) | Tp <sub>1</sub> <sup>2)</sup> (°C) | Tp <sub>2</sub> <sup>3)</sup> (°C) | Tc <sup>4)</sup> (°C) | $\Delta H$ <sup>5)</sup> (cal/g) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 20                 | 0                 | 39.24                 | 42.36                              | 53.30                              | 60.14                 | 0.87                             |
|                    | 1                 | 46.74                 | 52.14                              | 59.60                              | 61.97                 | 0.57                             |
|                    | 2                 | 47.23                 | 52.00                              | 61.22                              | 67.05                 | 0.54                             |
|                    | 5                 | 39.25                 | 48.11                              | 58.18                              | 61.48                 | 0.54                             |
| 4                  | 0                 | 38.18                 | 45.30                              | 50.32                              | 57.83                 | 0.99                             |
|                    | 1                 | 46.53                 | 52.83                              | 60.16                              | 62.91                 | 0.60                             |
|                    | 2                 | 44.95                 | 50.99                              | 59.27                              | 62.04                 | 0.66                             |
|                    | 5                 | 34.14                 | 48.19                              | 62.10                              | 63.63                 | 0.63                             |

<sup>1)</sup>Onset temperature, <sup>2)</sup>first peak temperature, <sup>3)</sup>second peak temperature, <sup>4)</sup>conclusion temperature, <sup>5)</sup>enthalpy of endotherm

Table 2. DSC characteristics of rice flour from 3 day stored gels with different oligosaccharide levels

| Storage temp. (°C) | Sugar content (%) | To <sup>1)</sup> (°C) | Tp <sub>1</sub> <sup>2)</sup> (°C) | Tp <sub>2</sub> <sup>3)</sup> (°C) | Tc <sup>4)</sup> (°C) | $\Delta H$ <sup>5)</sup> (cal/g) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 20                 | 0                 | 39.24                 | 42.36                              | 53.30                              | 60.14                 | 0.87                             |
|                    | 1                 | 40.05                 | 49.51                              | 59.91                              | 62.71                 | 0.52                             |
|                    | 2                 | 46.04                 | 48.87                              | 67.27                              | 68.48                 | 0.39                             |
|                    | 5                 | 47.02                 | 52.00                              | 55.25                              | 61.89                 | 0.18                             |
| 4                  | 0                 | 38.18                 | 45.30                              | 50.32                              | 57.83                 | 0.99                             |
|                    | 1                 | 48.75                 | 56.22                              | 62.00                              | 73.07                 | 0.54                             |
|                    | 2                 | 46.36                 | 48.03                              | 56.18                              | 65.97                 | 0.53                             |
|                    | 5                 | 47.46                 | 49.63                              | 65.17                              | 66.26                 | 0.36                             |

<sup>1)</sup>Onset temperature, <sup>2)</sup>first peak temperature, <sup>3)</sup>second peak temperature, <sup>4)</sup>conclusion temperature, <sup>5)</sup>enthalpy of endotherm

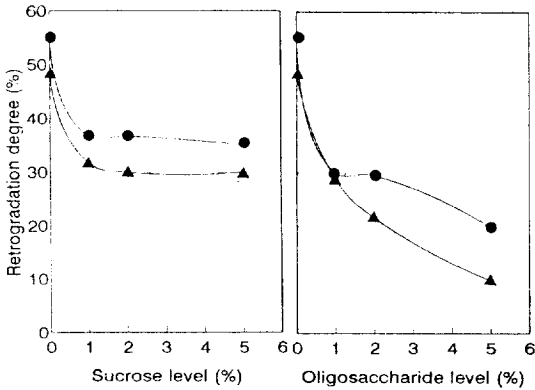


Fig. 4. Degree of retrogradation of rice flour from 3-day stored gels with different sugar levels by DSC ●—●, 4°C; ▲—▲, 20°C

아밀로펙틴과 잘 결합하여 결정화를 방해하는 것으로 생각되었다.

Bello-Perez와 Paredes-Lopez<sup>(27)</sup>는 찹옥수수 전분에 자당과 포도당을 넣어 2주 저장한 후 시차주사열량기로 측정된 결과로부터 당을 첨가한 경우, 엔탈피가 당을 첨가하지 않은 시료에 비해 감소하였고 당 농도가 증가할수록 엔탈피도 감소했다고 보고하여 본 실험결과와 일치함을 보여주었으며 이와 같은 경향은 Levine과 Slade<sup>(28)</sup>가 당을 첨가한 아밀로펙틴의 노화를 시차주사열량기로 측정했을 때의 결과에서도 볼 수 있었다. 이는 당이 antiplasticizer로 작용하여 전분겔 매트릭스의 유리전이온도(Tg)를 더 높은 온도범위로 옮겨주고 증가된 유리전이온도는 결정핵의 성장을 낮추는 결과를 가져오게 되어 전분의 노화를 억제한다는 보고<sup>(28)</sup>로부터 설명될 수 있으며 당 농도의 증가에 따라 이러한 효과가 더 클 것으로 생각된다.

생쌀가루의 X-선 회절도는 회절각도(2θ) 15.1°, 17.2°, 23.1°에서 피크를 보이는 전형적인 A형이었으며 호화된 쌀가루는 20°근처에서 피크를 보이는 V형을 보여 무정형임을 알 수 있었다(Fig. 5). 노화 쌀가루겔 분말의 경우도 Fig. 5와 같이 2θ=20° 근처의 피크에 2θ=16.7~17.0° 근처의 피크가 점점 증가하여 Vt B형의 결정형을 나타내고 있다. 당의 종류에 따른 결정성의 변화는 자당을 첨가한 경우 첨가수준의 증가나 저장 온도에 따른 결정성의 차이가 나타나지 않았다. 반면, 올리고당을 첨가한 경우에는 첨가하지 않은 시료에 비해 결정성이 감소됨을 볼 수 있었고 첨가수준이 증가함에 따라 이러한 경향은 확실해졌다. Tomasik<sup>(29)</sup>은 저분자 물질인 여러 종류의 당을 첨가하여 저장한 다음 X-선 회절도로 측정된 결과에서 당을 첨가했을 때 결정성 부분이 감소하였으며 모두 유사한 양상을

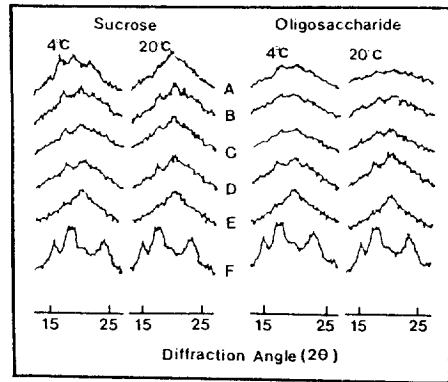


Fig. 5. X-ray diffraction patterns of rice flour from 3-day stored gels with different sugar levels A, 5%; B, 2%; C, 1%; D, 0%; E, Gelatinized; F, Native

보였다고 하였고, l'Anson 등<sup>(11)</sup>은 순수한 전분겔에 비해 당을 함유한 전분겔의 결정성이 감소된 것은 당이 아밀로펙틴의 노화를 억제시키기 때문이라고 제안한 바 있다. 시차주사열량기의 결과, 엔탈피의 감소 정도가 큰 올리고당의 경우엔 X-선 회절도에 의한 결정성이 더 감소된 것으로 보아 올리고당은 아밀로펙틴의 노화를 억제시키는 것으로 생각하였다. 그러나 X-선 회절도에 의한 피크의 크기로부터 노화도를 계산하는 것은 민감도가 떨어지므로 노화 정도의 차이를 비교하기 위한 측정 방법으로는 적합하지 않다고 생각된다.

### 요 약

쌀가루겔의 노화에 대한 당의 영향을 알아보기 위하여 자당과 이소말토올리고당을 동진비 쌀가루 중량당 1, 2, 5% 첨가하고 50% 겔을 만들어 실온(20°C)과 냉장(4°C)조건에서 1, 3, 6일 동안 저장하면서 α-아밀라아제-요드법과 시차주사열량기, X-선 회절도를 이용하여 노화도 변화를 비교하였다. 쌀가루겔의 노화도는 저장온도와 관계없이 저장기간이 길어짐에 따라 증가하였으며 저장 3일까지는 급격한 증가를 보였으나 그 후에는 완만하였다. 자당과 올리고당을 첨가한 쌀가루겔은 당의 종류나 저장조건에 관계없이 노화도가 감소되었고 첨가수준에 따른 차이를 보였다. 저장기간에 따른 쌀가루겔의 노화도의 변화는 자당을 첨가한 겔의 경우 저장 1일에 급격히 증가하였으며 그 이후 완만하였으나 올리고당을 첨가한 경우에는 저장 1일까지는 노화도가 낮았으며 3일 사이에 급격히 증가하여 그 이후에는 완만해졌다. 저장온도에 따른 차이는 당의 종류에 관계없이 20°C보다 4°C에 저장한 것의 노화도가 컸으며 저장 초기에 그 차이가 뚜렷하

였으나 시간이 길어지면 점차 감소하였다. 또한, 당 첨가수준이 증가하면 노화도 감소 효과가 컸으며 저장 초기와 실온에 저장하였을 때 더 뚜렷하였다. 3일 저장된 시료의 노화도를 방법에 따라 비교하면 X-선 회절도에 의해서는 첨가수준에 따른 뚜렷한 차이를 볼 수 없었으나 자당보다는 올리고당의 효과가 컸으며 시차주사열량기로 구한 엔탈피는  $\alpha$ -아밀라아제-요드 법과 같은 경향으로 당의 종류나 첨가수준에 따라 다른 경향을 보였다.

### 감사의 글

본 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구된 내용의 일부이며 이에 감사드립니다.

### 문헌

1. 김성곤 : 빵의 노화에 미치는 전분의 역할. 화학과 공업의 진보, 23, 819 (1983)
2. Hibi, Y., Kitamura, S. and Kuge, T.: Effect of lipids on the retrogradation of cooked rice. *Cereal Chem.*, **67**, 7 (1990)
3. Huang, J.J. and White, P.J.: Waxy corn starch ; Monoglyceride interaction in a model system. *Cereal Chem.*, **70**, 42 (1993)
4. Eliasson, A. -C., Finstad, H. and Ljunger, G.: A study of starch-lipid interactions for some native and modified maize starches. *Starch*, **40**, 95 (1988)
5. Cairns, P., l'Anson, K.J. and Morris, V.J.: The effect of added sugars on the retrogradation of wheat starch gels by X-ray diffraction. *Food Hydrocolloids*, **5**, 151 (1991)
6. Le Botlan, D. and Desbois, P.: Starch retrogradation study in presence of sucrose by low-resolution nuclear magnetic resonance. *Cereal Chem.*, **72**, 191 (1995)
7. Kohyama, K. and Nishinari, K.: Effect of soluble sugars on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Agri Food Chem.*, **39**, 1406 (1991)
8. Kim, S.K. and D'Appolonia, B.L.: Effect of pentosans on the retrogradation of wheat starch gels. *Cereal Chem.*, **54**, 150 (1977)
9. Kohyama, K. and Nishinari, K.: Cellulose derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Food Sci.*, **57**, 128 (1992)
10. Ranholta, C. and Gelroth, J.: Soluble and insoluble fiber in soda crackers. *Cereal Chem.*, **65**, 159 (1988)
11. l'Anson, K.J., Miles, M.J., Morris, V.J., Besford, L.S., Jarvis, D.A. and Marsh, R.A.: The effects of added sugars on the retrogradation of wheat starch gels. *J. Cereal Sci.*, **11**, 243 (1990)
12. Germani, R., Ciacco, C.F. and Rodriguez-Amaya, D.B.: Effects of sugars, lipids and type of starch on the mode and kinetics of retrogradation of concentrated corn

- starch gels. *Starch*, **35**, 377 (1983)
13. Wang, Y.-J. and Jane, J.: Correlation between glass transition temperature and starch retrogradation in the presence of sugars and maltodextrins. *Cereal Chem.*, **71**, 527 (1994)
14. Levine, H. and Slade, L.: Water as a plasticizer ; Physico-chemical aspects of low-moisture polymer systems. In *Water Science Reviews* Vol. 3, F. Franks (Ed.), Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 79~185 (1987)
15. Katsuta, K., Miura, M. and Nishimura, A.: Kinetic treatment for rheological properties and effects of saccharides on retrogradation of rice starch gels. *Food Hydrocolloids*, **6**, 187 (1992)
16. Katsuta, K., Nishimura, A. and Miura, M.: Effects of saccharides on stabilities of rice starch gels. 2. Oligosaccharides. *Food Hydrocolloids*, **6**, 399 (1992)
17. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. (1990)
18. Tsuge, H., Tatsumi, E., Ohtani, N. and Nakazima, A.: Screening of  $\alpha$ -amylase suitable for evaluating the degree of starch retrogradation. *Starch*, **44**, 29 (1992)
19. 김정옥, 신말식 : 저장 온도에 따른 쌀가루겔의 노화. 한국농화학회지, **39**, 44 (1996)
20. Shin, M.S.: Influence of water and surfactants on wheat starch gelatinization and retrogradation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 116 (1991)
21. Miura, M., Nishimura, A. and Katsuta, K.: Influence of addition of polyols and food emulsifiers on the retrogradation rate of starch. *Food Structure*, **11**, 225 (1992)
22. Katsuta, K., Nishimura, A. and Miura, M.: Effects of saccharides on stabilities of rice starch gels. 1. Mono- and disaccharides. *Food Hydrocolloids*, **6**, 387 (1992)
23. 김정옥 : 저장온도와 수분함량이 쌀전분겔의 노화에 미치는 영향. 전남대학교 석사학 위논문 (1994)
24. White, P.J., Abbas, I.R. and Johnson, L.A.: Freeze-thaw stability and refrigerated-storage retrogradation of starches. *Starch*, **41**, 176 (1989)
25. Ghiasi, K., Hosene, R.C. and Varriano-Marston, E.: Effect of flour components and dough ingredients on starch gelatinization. *Cereal Chem.*, **60**, 58 (1983)
26. Hoover, R., Vasanthan, T., Senanayake, N.J. and Martin, A.M.: The effects of defatting and heat-moisture treatment on the retrogradation of starch gels from wheat, oat, potato and lentil. *Carbohydr. Res.*, **261**, 13 (1994)
27. Bello-Perez, L.A. and Paredes-Lopez, O.: Effects of solutes on retrogradation of stored starches and amylopectins; A calorimetric study. *Starch*, **47**, 83 (1995)
28. Slade, L. and Levine, H.: Recent advances in starch retrogradation. In *Recent Developments in Industrial Polysaccharides*, Stivala, S.S., Crescenzi, V. and Dea, I.C. M. (Ed.), Gordon and Breach Science, New York, pp. 387-430 (1987)
29. Tomasik, P., Wang, Y.-J. and Jane, J.L.: Complexes of starch with low-molecular saccharides. *Starch*, **47**, 185 (1995)