J Korean Soc Food Sci Nutr
41(4), 533~538(2012)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2012.41.4.533

올리고당 첨가 가래떡의 텍스처 변화와 노화 억제 분석

김상숙[1] · 정혜영[2†]

[1]한국식품연구원 유통연구단
[2]가천대학교 식품영양학과

Texture Profiles and Retarding Retrogradation Analysis of a Korean Rice Cake (*Karedduk*) with Addition of Oligosaccharides

Sang Sook Kim[1] and Hae Young Chung[2†]

[1]*Korea Food Research Institute, Gyeonggi-do 463-746, Korea*
[2]*Dept. of Food and Nutrition, Gachon University, Gyeonggi-do 461-701, Korea*

Abstract

The retrogradation properties of a Korean rice cake (*Karedduk*) added with oligosaccharides after 0~30 hr of storage at 5°C were examined by texture profile analysis and the Avrami equation using textural characteristics. Oligosaccharides, such as galactooligosaccharide (50%) and maltooligosaccharide, were added to dry rice flour at levels of 10%. In the amylogram, the breakdown (P-H) and consistency (C-H) of the Korean rice cake (*Karedduk*) added with oligosaccharides were lower than those of the control. Texture profile analysis using a Texture Analyzer revealed that the hardness of the Korean rice cake (*Karedduk*) added with oligosaccharides was lower than the control. The Avrami exponent (*n*) for the control, galactooligosaccharide (50%) 10% and maltooligosaccharide 10% addition was 2.415, 2.771 and 2.683, respectively. The time constant (1/*k*) for galactooligosaccharide (50%) 10% or maltooligosaccharide 10% addition was higher than the control. Overall, adding galactooligosaccharide (50%) 10% or maltooligosaccharide 10% to a Korean rice cake (*Karedduk*) is effective in retarding retrogradation.

Key words: oligosaccharides, texture profile, Avrami exponent, retrogradation

서 론

올리고당은 단당류가 탈수 축합하여 글리코사이드 결합을 한 것으로 단당류 2개부터 10개까지 구성된 당류를 총칭하며 소당류라고도 한다(1,2). 프락토올리고당, 이소말토올리고당 및 말토올리고당은 전분 또는 전분질 원료에, 갈락토올리고당은 유당 또는 유당질 원료에 효소를 작용시켜 얻은 당액을 가공한 혼합물을 말한다(3-5). 식품 소재로 이용되고 있는 올리고당은 유제품, 음료 및 장류 등에 첨가되고 있으며(6,7) 설탕에 비해 칼로리가 적고 체내 장 기능을 활성화시키는 기능성 감미료로 비피더스균과 같은 몸에 유익한 균의 번식을 촉진하는 효과가 있다(3-6).

전분의 노화 억제에 대한 올리고당 첨가 효과 연구들(8-17)에서 Katsuta 등(11)은 쌀 전분 겔의 점탄성 측정에서 올리고당이 포도당이나 설탕보다 노화 억제에 효과적이라고 하였고, 백설기의 텍스처 특성을 비교 분석한 연구(12)에서도 올리고당의 첨가 농도가 증가할수록 경도가 감소하여 저장성 향상에 효과적이라고 하였다. 이소말토올리고당 1, 2, 5% 첨가 수준별 쌀가루 겔의 노화도 조사에서 실온저장과 냉장저장 모두 첨가 수준이 증가함에 따라 노화도가 감소하였고 냉장 저장하였을 때보다 실온에서 저장 시 노화억제 효과가 크다고 보고하였다(13). Son 등(14)은 올리고당을 첨가한 떡을 저장하면서 노화억제 효과를 분석한 연구에서 조직감 측정의 경우에는 이소말토올리고당 10% 첨가가 가장 효과적이었고, DSC 측정의 경우에는 이소말토올리고당 5% 첨가가 효과적이라고 하였다. 당류 물질 1, 5 또는 10% 첨가 수준별 떡의 텍스처 특성 연구(16)에서 떡의 경도 변화에서 첨가 수준이 증가할수록 24시간 저장 후 경도가 낮아졌으며, 특히 트레할로스와 프락토올리고당(95%) 10% 첨가에서 경도가 현저하게 낮아지며 노화억제 효과가 나타났다.

본 연구에서는 전분의 노화에 미치는 영향을 분석하고, 전분의 노화억제 효과에 대한 객관적인 기초 자료를 제공하기 위하여 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당을 쌀가루 기준으로 당류 물질 첨가 떡의 텍스처 특성(16)에서 노화억제 효과가 있는 것으로 나타난 10%의 농도로 첨가하여 쌀가루의 pasting 특성을 측정하였고, 가래떡을 제조하여 5°C 냉장 보관하면서 0, 2, 6, 24 및 30시간 경과 후 텍스처의 변화를 Texture Analyzer에 의해 측정하여 실험군의 떡을 무첨가

†Corresponding author. E-mail: hychung@gachon.ac.kr
Phone: 82-31-750-5970, Fax: 82-31-750-5974

군 떡과 비교하였다. 그리고 가래떡의 노화도는 텍스처 특성 중에서 0, 2, 4, 6, 22, 24, 28 및 30시간 경과 후 경도의 변화를 이용하여 Avrami 방정식에 따라 실험군의 떡을 무첨가군 떡과 비교하여 노화 특성 분석을 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 쌀가루는 2003년산 경기 추청미로 3시간 침지한 후 roll mill(경창기계, 경기도 광주, 한국)을 사용하여 습식방법에 의해 제분하였으며 쌀가루 제조 후 사용 전까지 폴리에틸렌 봉지에 포장하여 냉동(-20°C)보관하였다. 가래떡에 첨가된 갈락토올리고당(50%)은 삼양제넥스(서울, 한국)에서 말토올리고당은 대상(주)(서울, 한국)에서 구입하였다.

쌀가루의 amylograph 측정

쌀가루의 pasting 특성은 Juliano 등의 방법(18)에 의하여 측정하였으며, Brabender® Visco/Amylograph(801360, OHG Brabender Co., Ltd., Duisburg, Germany)를 이용하여 쌀가루 8% (w/w)에 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당을 쌀가루 기준 각각 10% 농도로 첨가하였으며 무첨가군과 비교하여 물성 특성을 측정하였다. Amylograph 측정 조건으로 35°C에서 95°C까지 1.5°C/min의 속도로 가열하여 95°C에서 15분간 유지시킨 다음 다시 동일한 속도로 50°C까지 냉각하여 15분간 유지시킨 후 측정하였다. Pasting 특성은 최고점도(P: peak viscosity), 95°C에서 15분간 유지시킨 후의 점도(H: hot paste viscosity), 50°C에서 15분간 유지시킨 후의 점도(C: cold paste viscosity), 노화에 관련이 있는 이들 두 점도의 차 즉 breakdown(P−H), consistency(C−H) 그리고 setback(C−P) viscosity를 산출하였다(17).

가래떡의 제조

떡의 제조는 쌀가루(300 g)에 따라 수분함량을 43%로 조정하였고 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당을 쌀가루 기준 각각 10% 농도로 첨가하여 전기찜기(SO2-6166, Shanghai SEB Electric Appliances Co., Shanghai, China)에 40분간 증자한 후 녹즙기(DC-502, 동아산업, 서울, 한국)를 이용하여 제조하였다. 노화 특성 분석조건은 가래떡을 20 cm 정도 길이로 제조한 다음 폴리에틸렌 백에 밀봉하여 5°C 냉장 보관하면서 사용하였다.

기계적 텍스처 특성

제조된 가래떡은 지름×높이=12.5×15 mm 크기로 자른 후 Texture Analyzer(model TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, England)를 이용하여 Bourne(19)에 의해 기술된 방법으로 당류 첨가 떡의 텍스처 특성(16)의 연구와 같은 조건에서 가래떡을 5°C 냉장 보관하면서 0, 2, 6, 24 및 30시간 경과 후 텍스처의 변화를 분석하였다(Table 1). TPA(texture profile analysis) 방법으로 two bite compression에 의해 3회 반복(5회 측정/실험), 총 15회 측정하여 평균값으로 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess), 부착성(adhesiveness) 및 경도(hardness) 값을 측정하였다.

Table 1. Texture analyzer conditions for texture profiles of a Korean rice cake (*Karedduk*)

Parameter	Operating condition
Distance format	25% strain
Plunger diameter	12.5 mm
Test speed	1.7 mm/sec
Pre-test speed	5.0 mm/sec
Post-test speed	10.0 mm/sec
Sample size (diameter×height)	12.5×15 mm

저장 중 rigidity modulus(*E*)의 변화 측정

제조된 가래떡을 5°C 냉장 보관하면서 0, 2, 4, 6, 22, 24, 28 및 30시간 경과 후 rigidity modulus(*E*)를 Texture Analyzer(model TA-XT2, Stable Micro System Ltd.)를 사용하여 텍스처 특성과 같은 조건으로 분석하였다. TPA 방법에 의해 두 번 압착하였을 때 얻어진 곡선으로부터 얻어진 경도(hardness) 값으로 rigidity modulus(*E*)의 변화를 측정하였다.

반응속도론적 노화도 분석

가래떡의 텍스처 특성 중 경도변화를 Kim 등(20)에 의해 기술된 Avrami 방정식에 따라 당류 첨가 가래떡 노화억제의 연구(17)와 같은 방법으로 노화 특성분석을 하였다.

경도의 변화로부터

$$\theta = e^{-kt^n} \quad (1)$$

θ=일정시간 후 결정화 되지 않는 부분

k=속도상수(rate constant)

n=결정화 mode에 따라 1~4의 값을 갖는 Avrami 지수

t=저장시간(storage time)

$$\frac{E_L - E_t}{E_L - E_0} = e^{-kt^n} \quad (2)$$

E_0=초기(0 시간)의 경도

E_t=t시간 경과 후의 경도

E_L=이론적으로 도달할 수 있는 최고의 경도

식 (2)에서 자연로그와 상용로그를 취하면 다음과 같다.

$$\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0) = -kt^n \quad (3)$$

$$\log\{-\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0)\} = \log k + n \log t \quad (4)$$

혹은 $$\ln(E_L - E_t) = -kt^n + \ln(E_L - E_0) \quad (5)$$

Avrami 지수(n)는 log로 표시된 식 (4)에서 $\log\{-\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0)\}$ (y축)을 $\log t$(x축)에 대하여 좌표로 나타낸 그래프의 기울기로 구하였다. 속도상수(k)는 방정식 (5)로부터 $\ln(E_L - E_t)$와 시간 t를 축으로 한 그래프의 기울기로 구하

Table 2. The effect of oligosaccharides addition on pasting properties of rice flour

Samples	Pasting properties[1,2]					
	Peak viscosity (P)	Hot paste viscosity (H)	Cold paste viscosity (C)	Break down (P−H)	Consistency (C−H)	Setback (C−P)
Control	508	278	553	230	275	45
Galactooligosaccharide (50%) 10%	433	285	465	148	180	33
Maltooligosaccharide 10%	485	345	525	140	180	40

[1]8% (w/w, dry weight basis). [2]Means of two replications.

였으며, 시간상수(1/*k*)는 속도상수(*k*)의 역수를 사용하였다. 가래떡의 이론적 최고 경도(limiting modulus)는 5°C에서 4일간 저장 후 경도로 얻었다.

통계분석

본 실험은 3회 반복 실험하였으며 실험군간 차이검증은 SAS (Statistical Analysis System, ver. 8.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석을 실시하였다. 분산분석 결과 실험군간 차이가 있는 특성의 경우, 실험군의 평균값 간의 차이수준 여부를 결정하기 위해 SNK(Student Newman Keul)의 다중비교 방법을 사용하였다.

결과 및 고찰

쌀가루의 amylograph 측정

노화억제에 효과적인 것으로 검색된 당류 물질 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당을 쌀가루 기준으로 각각 10% 농도로 첨가한 쌀가루의 Brabender® Visco/Amylograph에 의한 pasting 특성은 Table 2에 나타나 있다. 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당을 첨가한 실험군의 pasting 특성에서 peak(P) viscosity는 무첨가군에 비해 낮게 나타났고, hot paste viscosity(H)는 높게 나타났다. 노화억제에 대한 당류 첨가 효과(17)와 마찬가지로 올리고당의 첨가에 의해 전분 호화가 지연되어 일어난 현상으로 여겨진다. Breakdown(P-H)과 consistency(C-H)는 모든 실험군에서 무첨가군인 control에 비해 낮게 나타나 실험군에서 노화억제 효과가 있는 것으로 나타났다.

올리고당 첨가 떡의 물리적 텍스처 변화

올리고당 첨가 떡의 물리적 텍스처 변화 분석을 위하여 당류 물질 첨가 가래떡의 텍스처 연구(16)와 같이 쌀가루의 수분함량에 따른 가래떡의 경도 변화를 분석하여 얻은 결과에 따라 쌀가루(300 g)에 수분함량을 43%로 조정하여 가래떡을 제조한 후 텍스처 변화를 조사하였다.

물리적 텍스처 변화 분석을 위해 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당을 쌀가루 기준으로 각각 10% 농도로 첨가하여 가래떡을 제조하였고, 5°C 냉장 보관하면서 0, 2, 6, 24 및 30시간 경과 후 가래떡의 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess), 부착성(adhesiveness) 및 경도(hardness) 등 텍스처 변화를 비교하여 측정하였다. 효과적인 노화억제 물질의 기준은 실험군 떡의 경도를 무첨가군(control) 떡과 비교하여 낮은 정도로 판단하였다. 무첨가군 가래떡과 비교하여 Texture Analyzer에 의해 측정한 텍스처 변화의 결과는 Fig. 1~6에 있다.

탄성(springiness)의 경우(Fig. 1) 저장 24시간 경과까지 실험군 모두 무첨가군과 큰 차이가 없이 비슷한 경향을 보여주었으나 저장 30시간 경과 후 모든 실험군들은 무첨가군보다 비교적 높게 나타났다.

응집성(cohesiveness)의 경우(Fig. 2) 실험군 모두 무첨가군과 큰 차이가 없이 비슷한 경향을 보여주었다. 다른 연구들(14-16)에서도 떡을 냉장 보관 시 올리고당의 첨가가 무첨가군과 실험군 간에 차이가 없어 응집성에 영향을 주지 못하였다.

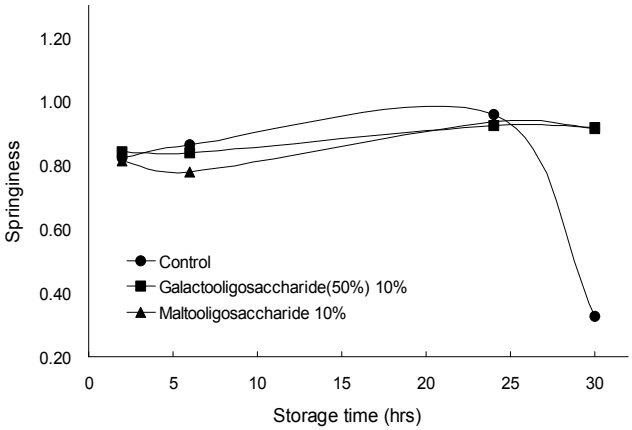

Fig. 1. Springiness profiles for a Korean rice cake (*Kare-dduk*) with added oligosaccharides after 0, 2, 6, 24, and 30 hr of storage at 5°C.

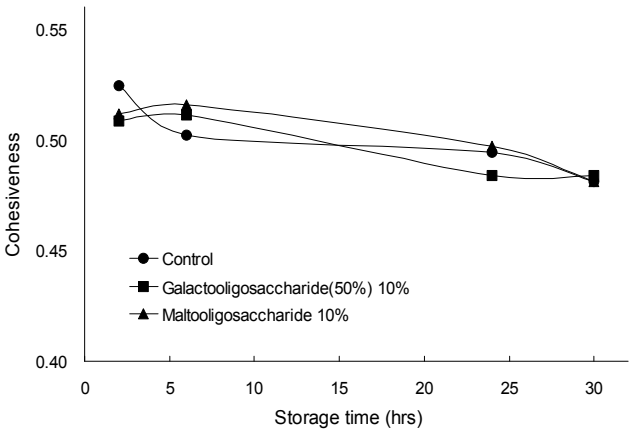

Fig. 2. Cohesiveness profiles for a Korean rice cake (*Kare-dduk*) with added oligosaccharides after 0, 2, 6, 24, and 30 hr of storage at 5°C.

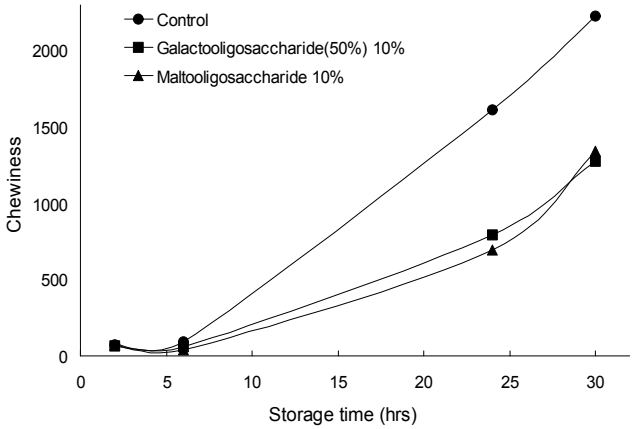

Fig. 3. Chewiness profiles for a Korean rice cake (*Karedduk*) with added oligosaccharides after 0, 2, 6, 24, and 30 hr of storage at 5°C.

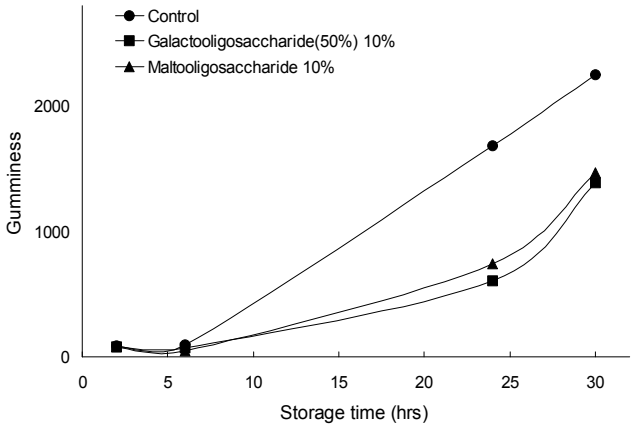

Fig. 4. Gumminess profiles for a Korean rice cake (*Karedduk*) with added oligosaccharides after 0, 2, 6, 24, and 30 hr of storage at 5°C.

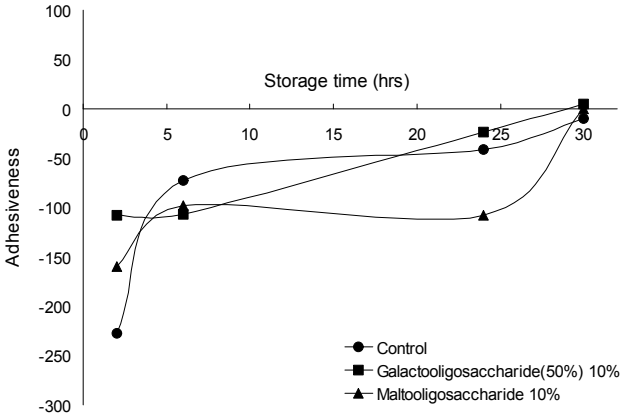

Fig. 5. Adhesiveness profiles for a Korean rice cake (*Karedduk*) with added oligosaccharides after 0, 2, 6, 24, and 30 hr of storage at 5°C.

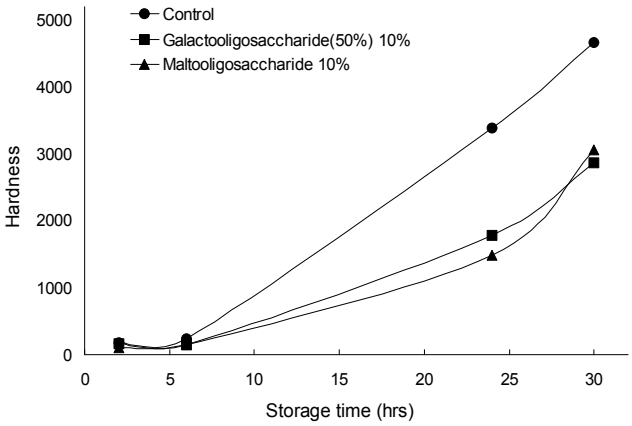

Fig. 6. Hardness profiles for a Korean rice cake (*Karedduk*) with added oligosaccharides after 0, 2, 6, 24, and 30 hr of storage at 5°C.

씹힘성(chewiness)의 경우(Fig. 3) 실험군에서 무첨가군에 비해 감소하는 경향을 보여 주었으며 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당 10% 첨가한 가래떡은 저장(5°C) 30시간 경과까지 씹힘성에 큰 차이가 없이 비슷한 경향으로 나타났다.

검성(gumminess)의 경우(Fig. 4) 실험군에서 무첨가군에 비해 감소하는 경향을 보여 주었으며 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당 첨가한 가래떡은 저장(5°C) 30시간 경과까지 검성에 큰 차이가 없이 비슷한 경향으로 나타났다.

부착성(adhesiveness)의 경우(Fig. 5) 갈락토올리고당(50%) 10% 첨가 가래떡이 5°C 저장 24시간 경과에서 무첨가군에 비해 증가하였으나 저장(5°C) 30시간 경과 후 모든 실험군들은 무첨가군에 비해 큰 차이가 없이 비슷한 경향을 보여주었다. 갈락토올리고당(50%) 5% 첨가(16)와 비교 시 10% 첨가의 경우 5°C 냉장 보관 6시간에서 부착성이 증가하였으나 24시간 이후에는 큰 차이가 없었다.

경도(hardness)의 경우(Fig. 6) 실험군에서 무첨가군에 비해 감소하는 경향으로 노화를 억제하는 효과를 보여 주었으며 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당 첨가한 경우에 저장(5°C) 30시간 경과까지 경도 변화에 큰 차이가 없이 비슷한 경향으로 나타났다. 따라서 갈락토올리고당(50%) 또는 말토올리고당 10% 첨가 떡의 노화억제 효과가 있는 것으로 확인되었다. 특히 갈락토올리고당(50%) 첨가 수준 별 경도 변화에서 갈락토올리고당(50%) 5% 첨가의 경도 변화(16)와 비교하면 10% 첨가군의 측정값이 낮아짐으로 첨가 수준이 증가할수록 노화 억제 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 올리고당이 설탕에 비해 점도와 수분 보습력의 효과(4,11)가 높으므로 가래떡에 첨가 시 노화억제 효과가 있다고 설명될 수 있다.

경도 변화를 Avrami 이론에 적용한 노화 특성 분석

올리고당 첨가 떡의 노화 특성 분석을 위해 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당을 쌀가루 기준으로 각각 10% 농도로 첨가하여 제조한 가래떡을 5°C 냉장 보관하면서 제조시간 0, 2, 4, 6, 22, 24, 28 및 30시간 경과 후 가래떡의 경도의 변화를 Avrami 방정식에 따라 실험군의 떡을 무첨가군 떡과 비교하여 노화 특성 분석을 하였다. 효과적인 노화억제 물질의 기준은 무첨가군과 비교하여 Avrami 지수(n)는 낮은 값으로, 시간상수($1/k$)는 높은 값으로 판단하였다. 올리

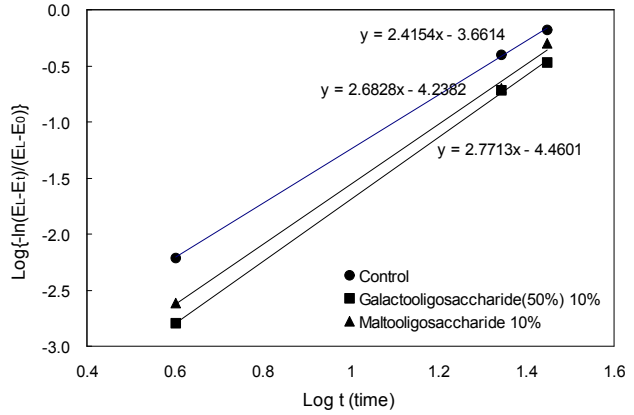

Fig. 7. Plot log{$-\ln(E_L-E_t)/(E_L-E_0)$} vs log t for a Korean rice cake (*Karedduk*) with added oligosaccharides after 0, 4, 22, and 28 hr of storage at 5°C.

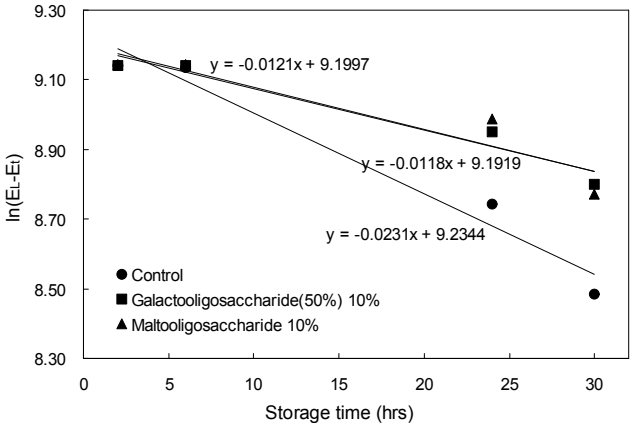

Fig. 8. Plot ln(E_L-E_t) vs time for a Korean rice cake (*Karedduk*) with added oligosaccharides after 0, 2, 6, 24, and 30 hr of storage at 5°C.

고당을 첨가하여 제조한 가래떡을 5°C 냉장 보관하면서 제조시간 0, 4, 22 및 28시간 경과 후 가래떡의 경도의 변화를 Avrami 방정식에 따라 log{$-\ln(E_L-E_t)/(E_L-E_0)$}와 log t를 축으로 나타낸 그래프는 Fig. 7에 있다. 또한 떡의 저장시간 0, 2, 6, 24 및 30시간 경과에 따른 가래떡의 경도의 변화를 Avrami 방정식에 따라 $\ln(E_L-E_t)$와 시간 t를 축으로 한 그림은 Fig. 8에 있다. 무첨가군(control)을 포함한 올리고당이 첨가된 가래떡의 Avrami 지수(n)와 시간상수($1/k$)는 Table 3에 나타나 있다.

본 실험의 무첨가군 떡의 결정화 형태를 나타내는 Avrami 지수(n) 값은 2.415로 Han(21)의 연구 결과의 2.34와 비슷한 값을 보였으며, 본 실험의 경우 Table 3에 나타난 바와 같이 실험군의 경우 2.683에서 2.771 범위로 무첨가군보다 약간 높은 값을 보여 주었다. 당류 물질의 노화억제 연구(17)에서도 갈락토올리고당(50%) 5% 첨가한 가래떡의 경우 Avrami 지수(n) 값은 2.873으로 무첨가군보다 약간 높은 값을 보여 주었다. 그러나 노화의 속도를 나타내는 시간상수($1/k$)는 무첨가군과 비교하여 높은 값을 나타내어 노화억제에 효과가 있는 것으로 판단되었다.

Table 3. Avrami exponent, rate constant and time constant of a Korean rice cake (*Karedduk*)

Samples	Avrami exponent (n)[1)]	Rate constant (k)[2)]	Time constant ($1/k$)
Control	2.415	2.31×10^{-2}	43.29
Galactooligosaccharide (50%) 10%	2.771	1.18×10^{-2}	84.75
Maltooligosaccharide 10%	2.683	1.21×10^{-2}	82.64

[1)]Values obtained from slop of plot log{$-\ln(E_L-E_t)/(E_L-E_0)$} vs log t.
[2)]Values obtained from slop of plot $\ln(E_L-E_t)$ vs time.

속도상수(k)는 $\ln(E_L-E_t)$와 시간 t를 축으로 한 그래프에서 구하였으며(Fig. 8), 시간상수($1/k$)는 속도상수(k)의 역수를 사용하였다. 노화의 속도를 나타내는 시간상수($1/k$)는 무첨가군 떡의 경우 43.29이었다. 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당 10% 첨가 수준의 떡은 시간상수가 84.75와 82.64이었고 실험군 모두 무첨가군에 비해 노화의 진행 속도가 느린 것으로 나타나 노화억제 효과가 있는 것으로 나타났다(Table 3).

결론적으로 본 실험에 사용한 올리고당인 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당은 가래떡 제조 시 10% 수준으로 첨가하면 조직감의 변화를 보여 주었고 노화속도가 무첨가군에 비해 비교적 느린 것으로 나타나 노화억제 효과가 있는 것으로 확인되었으며 쌀 가공제품에 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

가래떡의 노화 특성을 분석하기 위하여 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당을 쌀가루 기준으로 각각 10% 농도로 첨가하여 쌀가루의 pasting 특성을 측정하였고, 가래떡을 제조하여 5°C 냉장 보관하면서 0, 2, 6, 24 및 30시간 경과 후 텍스처의 변화를 Texture Analyzer에 의해 측정하여 실험군의 떡을 무첨가군 떡과 비교하였다. 그리고 가래떡의 노화도는 텍스처 특성 중에서 0, 2, 4, 6, 22, 24, 28 및 30시간 경과 후 경도의 변화를 이용하여 Avrami 방정식에 따라 실험군의 떡을 무첨가군 떡과 비교하였다. 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당을 첨가한 실험군의 pasting 특성에서 peak(P) viscosity는 무첨가군에 비해 낮게 나타났고, hot paste viscosity(H)는 높게 나타났다. Breakdown(P-H)과 consistency(C-H)는 모든 실험군에서 무첨가군에 비해 낮게 나타나 올리고당을 10%를 첨가한 실험군에서 노화억제 효과가 있는 것으로 나타났다. 텍스처 특성 중 경도의 경우 실험군은 무첨가군에 비해 감소하는 경향으로 노화를 억제하는 효과를 보여 주었다. Avrami 방정식에 따른 노화 특성 분석 결과는 Avrami(n)지수 값은 무첨가군보다 약간 높은 범위였으나 노화의 속도를 나타내는 시간상수($1/k$)는 무첨가군 떡의 경우 43.29이었고 실험군의 경우는 82.64에서

84.75 범위로 무첨가군에 비해 그 값이 높았으며 노화속도가 느린 것으로 나타났다. 따라서 무첨가군에 비교하여 실험군 모두 경도가 낮고 노화 진행속도가 느린 것으로 나타나 갈락토올리고당(50%)과 말토올리고당을 가래떡 제조 시 10% 수준으로 첨가하면 노화억제 효과가 있는 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발 사업의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Hoseney RC. 1986. *Principles of Cereal Science and Technology*. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA. p 94-95.
2. Koo NS, Kim HS, Shin MS, Lee KA, Choi EO, Hwang IK. 2004. *Food Chemistry*. Kyomunsa, Seoul, Korea. p 27.
3. An YG, Park JW, Son GO, Sin DH, Chung YC, Kim JG. 2005. *Designer Food*. Kwangmoonkag, Seoul, Korea. p 103-104.
4. Kim JR, Yook C, Kwon HK, Hong SY, Park CK, Park KH. 1995. Physical and physiological of isomaltooliogosaccharides and fructooligosaccharides. *Korean J Food Sci Technol* 27: 170-175.
5. Ahn JW, Hong SS, Park KW, Sea JH. 1996. Reaction mode of transglucosidase from *Aspergillus niger* for production of isomaltooligosaccharides. *Korean J Food Sci Technol* 28: 273-278.
6. Seo JH. 1994. Functional properties of oligosaccharides. *Food Science and Industry* 27: 8-11.
7. Park KH. 1992. Development of new materials from carbohydrate. *Food Science and Industry* 25: 73-82.
8. Yoo JN, Kim YA. 2001. Effect of oligosaccharide addition on gelatinization and retrogradation of Backsulgies. *Korean J Food Cookery Sci* 17: 156-164.
9. Kim YA. 1998. Effects of fructooligosaccharide and isomaltooligosaccharide on quality and staling of cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 875-880.
10. Lee KA, Lee YJ, Ly SY. 1999. Effects of oligosaccharides on physical, sensory and textual characteristics of sponge cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 547-553.
11. Katsuta K, Nishimura A, Miura M. 1992. Effects of saccharides on stabilities of rice starch gels. Ⅱ. Oligosaccharides. *Food Hydrocolloids* 6: 399-408.
12. Kim MH, Yeo KM, Chang MJ. 1999. Storage stability of Baikseolgi. *Agric Chem Biotech* 42: 218-222.
13. Choi CR, Shin MS. 1996. Effects of sugars on the retrogradation of rice flour gels. *Korean J Food Sci Technol* 28: 904-909.
14. Son HS, Park SO, Hwang HJ, Lim ST. 1997. Effect of oligosaccharide syrup addition on the retrogradation of a Korean rice cake (*Karedduk*). *Korean J Food Sci Technol* 29: 1213-1221.
15. Lee HJ, Nam JH. 2000. The changes of characteristics of glutinous and rice Korean cake with trehalose in the storage. *Korean J Food Nutr* 13: 570-577.
16. Kim SS, Chung HY. 2007. Texture properties of a Korean rice cake (*Karedduk*) with addition of carbohydrate materials. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1205-1210.
17. Kim SS, Chung HY. 2007. Effects of carbohydrate materials on retarding retrogradation of a Korean rice cake (*Karedduk*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1320-1325.
18. Juliano BO, Perez CM, Alyoshin EP, Romanov VB, Bean MM, Nishita KD, Blakeeney AB, Welsh LA, Delgado L, Elbaya AW, Fussati G, Kongseree N, Mendes FP, Brilhante S, Suzuki H, Tada M, Webb BD. 1985. Cooperative test on amylograph on milled-rice flour for pasting viscosity and starch gelatinization temperature. *Starch* 37: 40-50.
19. Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. *Food Technol* 32: 62-72.
20. Kim SK, Ciacco CF, D'Appolonia BL. 1976. Kinetic study of retrogradation of cassava starch gels. *J Food Sci* 41: 1249-1250.
21. Han MY. 1997. Physicochemical properties of extruded heenddeok as affected different milling methods of rice. *MS Thesis*. Chung-ang University, Seoul, Korea.

(2012년 1월 10일 접수; 2012년 2월 11일 채택)