

## 올리고당 첨가가 백설기의 호화와 노화에 미치는 영향

유지나·김영아  
인하대학교 식품영양학과

### Effect of Oligosaccharide Addition on Gelatinization and Retrogradation of Backsulgies

Ji-Na Yoo, Young-A Kim

Department of Food and Nutrition, Inha University, Incheon, Korea

#### Abstracts

Four different oligosaccharides used to determine their effects on gelatinization and retrogradation of Backsulgies(BSG), Korean traditional rice cake, were cyclodextrin, isomaltooligosaccharide, fructooligosaccharide and maltotetrose, with 3 or 6%(w/w), based on the rice flour. From the Amylograph and blue value data, adding 6% cyclodextrin into the rice flour fastened the gelatinization process, and delayed the retrogradation in stored BSG at 4°C for up to 3 days, probably due to its cyclic structure. Using rheometer, the hardness of freshly made BSG added with cyclodextrin was significantly lower than that of control BSG, and increased with storage time in all BSGs at refrigerated temperature. When using maltotetrose in rice flour, the hardness of BSG was also significantly low, but slightly higher than that of cyclodextrin. Hunter "L" value in BSG decreased with the addition of oligosaccharides, but the higher the level of oligosaccharide in BSG, the insignificant the Hunter "a","b" values of BSG. From the X-ray diffraction studies, the rice flour showed typical A pattern, and the crystallinities of all BSG gave amorphous V type. The highest peaks of X-ray patterns in BSG added with 6% cyclodextrin or maltotetrose were, however, lower than that of the control, meaning the less crystalline, retrograded starch in the former BSGs. Based on sensory evaluation, BSG added with all oligosaccharides were not significantly different in taste, flavor, chewiness, moistness and overall preferences, with slightly darker color with longer storage time, compared to the control BSG.

Key word: cyclodextrin, isomaltooligosaccharide, fructooligosaccharide, maltotetrose, Backsulgies.

#### 1. 서 론

올리고당은 포도당, 갈락토오스, 과당과 같은 단당류가 2~8개 정도 결합한 당질<sup>1)</sup>로써, 올리고당에 대한 관심과 연구는 생리활성적인 특성에서 시작되었지만 근래 생리적 특성뿐만이 아니라 보습성, 흡습성, 점도, 전분질식품의 노화방지, 분해 및 착색에 대한 안정성 등의 식품의 물리화화적인 특성에도 여러 가지 영향을 주는 것으로 밝혀져 관심이 증대되고 있다<sup>1-3)</sup>. 올리고당은 구성당의 종류, 결합방식, 분지상태에 따라 다양한 종류가 있고 종류마다 이

화학적 특성이 다르다<sup>3)</sup>. 올리고당은 식품에의 이용 가능성이 매우 클 것으로 기대되지만 실제로 물성적 측면에서는 폭넓게 이용되지 못하고 있다. 올리고당을 가래떡<sup>4)</sup>, 백설기<sup>5)</sup>, 증편<sup>6)</sup>, 밥<sup>7-9)</sup>, 스펀지 케익<sup>10-12)</sup>, 쌀전분겔<sup>13-15)</sup>, 전분<sup>16)</sup>, 팔양갱<sup>17)</sup>, 콩다식<sup>18)</sup> 등에 첨가한 연구논문들이 있지만, 아직 국내에서는 올리고당의 물성 및 이화학적 특성에 대한 연구는 생리활성적인 연구에 비해 부족하며 일본의 연구 논문들도 올리고당의 종류에 따른 물리적인 성질을 비교한 예는 드물다<sup>1,19)</sup>.

따라서 본 연구에서는 현재 시판되고 있는 사이클로덱스트린, 이소말토올리고당, 프럭토올리고당, 말토테트로오스 등 4가지 올리고당을, 우리 나라 고유의 식품인 백설기에 첨가하여 전분의 호화와 노화에 미치는 영향을 연구하고자 하였다. 각각의 시료들의 호화 특성 검사를 위해서는 아밀로그래프

Corresponding author : Ji-Na Yoo, Young-A Kim, Dept. of Food and Nutrition, Inha University, 253 Yonghyun-Dong, Nam-Gu, Incheon, Korea  
Tel : 032-860-8120  
Fax : 032-862-8120  
E-mail : jina10091@Hanmail.net

특성 검사와 blue value 측정을 하였고, 물리적 특성 검사를 위해서는 rheometer를 이용하여 저장기간에 따른 백설기의 경도 측정, 색차계를 사용한 색도 측정을 하였고, X선 회절도로 백설기의 결정성을 살펴보았다. 또한 관능검사를 실시하여 식품으로서의 수용성을 확인하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험 재료 및 제조

#### (1) 실험 재료

쌀은 경기 특미를 금성 농산에서 구입하여 사용하였고 설탕은 정백당(제일제당), 소금은 정제염(구운소금, 염도 88%이상)을 사용하였다. 백설기에 첨가된 올리고당은 현재 시판되고 있는 올리고당 시럽으로서 이소말토올리고당(IMO, isomaltooligosaccharide), 말토테트로오즈(MT, maltotetrose), 사이클로덱스트린(CD, cyclodextrin)은 (주)대상에서 프럭토올리고당(FO, fructooligosaccharide)은 삼양제넥스에서 제공받아 사용하였다. 이들 올리고당의 설탕에 비한 감미도와 수분함량은 Table 1과 같다.

Table 1. Moisture content and relative sweetness to sucrose

	CD	IMO	FO	MT
Moisture content %	10	25	25	25
Relative sweetness to sucrose	10	50	60	20

CD : cyclodextrin      IMO : isomaltooligosaccharide  
FO : fructooligosaccharide      MT : maltotetrose

#### (2) 시료의 비율

사이클로덱스트린, 이소말토올리고당, 프럭토올리고당, 말토테트로오즈를 쌀가루무게 200 g을 기준으로 각각 3%, 6%씩을 첨가하였다. 각 올리고당의 감미도와 수분함량이 각기 다른 점을 감안하여 설탕

과 물의 양을 조절해주어 무첨가 백설기와 같게 하였다. 재료 배합비는 Table 2와 같다.

#### (3) 백설기의 제조

쌀가루는 쌀을 4번 씻고 최대 수분 흡수 시간을 고려하여 80분간 침수시킨 후 건져서 물기를 제거하고 가루를 내어 18 mesh체에 내려서 사용하였다. 쌀가루에 소금, 설탕을 넣은 후 각 백설기에 첨가할 물에 사이클로덱스트린, 이소말토올리고당, 프럭토올리고당, 말토테트로오즈를 첨가비율별로 혼합하여 넣고 다시 체를 쳤다. 찜기 밑에 1700 cc의 물을 넣고, 증기가 통과할 수 있는 구멍이 여러 개 뚫린 pan(53×32×10 cm)을 놓은 후 찌를 깔고 6부분으로 구획 지을 수 있는 격자틀을 놓았다. 틀 안에 시료를 넣어 찌기 전에 15 mm×15 mm×15 mm로 잘라놓은 후 젖은 찌를 위에 덮고 20분 동안 강불로 가열한 후 중불에서 20분간 찌다. 뚜껑을 열고 찌를 덮어둔 채 상온에서 1시간 방냉한 후 평가 시료로 사용하였다.

### 2. 호화 특성 검사

#### (1) 아밀로그래프 특성 검사

Brabender Visco/AmyloGraph를 이용하여 Medcalf와 Gilles의 방법<sup>20)</sup>으로 amylogram을 구하였다. 쌀가루와 첨가물의 10% 현탁액(건물중량)을 30°C에서 95°C까지 1.5°C/min 속도로 가열하여, 95°C에서 15분간 유지시키면서 호화개시온도(BG), 최고점도(MV), 냉각점도(EC), breakdown(BD), setback(SB), consistency(CT) 등을 보았다.

#### (2) Blue value 측정

Blue value의 측정은 Gilbert와 Spragg의 방법<sup>21)</sup>을 보완하여 실시하였다. 백설기를 제조하여 1시간 방냉한 시료를 저장 0일의 시료로 하고, polyethylene

Table 2. Formular for the preparation of Backsulgies

Sample	%	Ingredient(g)				
		Rice flour	Water	Salt	Sugar	Oligosaccharide
CO	0	200	30.0	1.6	20.0	0
CD	3	200	30.0	1.6	19.4	6
CD	6	200	30.0	1.6	18.8	12
IMO	3	200	28.7	1.6	17.0	6
IMO	6	200	27.4	1.6	14.0	12
FO	3	200	28.6	1.6	16.4	6
FO	6	200	27.2	1.6	12.8	12
MT	3	200	28.9	1.6	18.8	6
MT	6	200	27.9	1.6	17.6	12

CO : control      CD : cyclodextrin      IMO : isomaltooligosaccharide      FO : fructooligosaccharide      MT : maltotetrose

film으로 밀봉하여 4°C에서 저장하면서 1일, 2일, 3일간 경과한 시료를 저장 1일, 저장 2일, 저장 3일의 시료로 하였다.

### 3. 물리적 특성 검사

#### (1) 경도 측정

백설기를 제조한 후 1시간 방냉한 시료와 이것을 1일, 2일, 3일, 7일 냉장 저장한 시료를 rheometer (CR-100D, Sunscientific Co., LTD., Tokyo, Japan)를 사용하여 two bite compression test를 실시하여 hardness를 측정하였다. 측정은 한번에 제조한 백설기에 대하여 5회 측정하였으며 이것을 3회 반복 실험하였다. rheometer 측정 조건은 sample size (15×15×15 mm); load cell 2 kg(당일 시료); 10 kg(저장 시료); compression (%) 60; table speed 60 cm/min; adapter diameter 20.0mm였다.

#### (2) 색도 측정

첨가된 올리고당 종류에 따른 백설기의 색도는 색차계(Δ 90, Nippon Denshoku, Japan)를 사용하여 L, a, b값을 측정하였다. standard plate는 L value=97.70, a value=-0.03, b value=-0.27인 white standard plate를 사용하였다.

#### (3) 결정성 검사

전분의 X-선 회절 양상은 X-ray diffractometer (PW 1710, Philips, U.S.A) 를 사용하여 target; Cu-K $\alpha$  와 40kV, 40mA의 조건으로 회절 각도(2 $\theta$ ) 5~40

도 범위에서 쌀가루 및 올리고당을 첨가한 제조 직후의 백설기와 4°C에서 2일간 저장한 백설기를 분석하였다.

### 4. 관능 검사

관능검사는 7점 채점법<sup>22)</sup>을 사용하여 백설기 제조 직후 1시간 방냉한 시료와 1일, 2일 저장한 시료에 대하여 실시하였다. 각각의 시료는 흰색 플라스틱 용기에 시료를 담아 물과 함께 제공하여 color, taste, grain, softness, chewiness, moistness, overall quality 등을 2회 반복 실험하여 평가하였다. 관능검사는 인하대학교 식품영양학과 대학원생 10명으로 선정하였다.

### 5. 통계 처리

각 실험에서 얻은 실험 결과 자료들은 통계 분석용 프로그램인 SAS/PC를 사용하여 통계처리 하였으며, 분산분석(Analysis of variance), Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test), Pearson의 상관분석(Pearson's correlation analysis) 등을 실시하였다<sup>23)</sup>.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 호화 특성

#### (1) 아밀로그래프 특성

올리고당 첨가에 따른 쌀가루의 아밀로그래프 특성을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 사이클로덱스트린을 첨가한 시료들의 경우 호화개시온도는 무첨가

Table 3. Brabender Visco/Amylo/Graph characteristics of rice flours with different oligosaccharides levels

Samples	Sugar %(w/w)	BG(iÉ)	MV(BU)	EC(BU)	BD(BU)	SB(BU)	CT(BU)
Control	0	79.9a	510.0a	469.5ab	250.0c	40.5a	217.5a
Cyclodextrin	3	78.0bcd	503.0ab	466.0ab	259.0b	37.0b	207.0b
	6	75.0f	505.0ab	476.0ab	272.0a	31.5cde	195.5d
	9	76.3e	508.0ab	471.5ab	255.0b	36.5b	215.0ab
Isomalto- oligosaccharide	3	78.6abc	481.5ab	454.0b	239.5fg	27.5f	214.0abc
	6	78.2bc	482.5ab	490.5a	238.5fgh	32.0cd	211.5abc
	9	79.0ab	490.5ab	455.5b	240.5ef	35.0bc	207.5c
Fructo- oligosaccharide	3	77.5cde	482.5ab	451.0b	246.5cd	31.5cde	210.5abc
	6	78.2bc	485.5ab	456.5b	241.5def	29.0def	208.0bc
	9	77.5cde	480.5ab	454.5b	237.5fg	26.0f	211.0abc
Maltotetrose	3	76.7de	486.0ab	445.0b	245.5cde	34.5bc	208.5bc
	6	78.6abc	477.5ab	458.0b	240.0f	28.5ef	207.0c
	9	77.8bcd	486.0ab	453.5b	239.0fg	32.5c	213.0abc

BG : beginning of gelatinization temperature, MV : maximum viscosity, EC : viscosity at end of cooling period, BD : breakdown, SB : setback, CT : consistency  
a-h : Values within a column that followed by same letter are not significantly different at 0.05 level by Duncan's multiple range test

군보다 낮아지는 경향이고 breakdown은 유의적으로 높은 값을 보여, 사이클로덱스트린을 첨가한 경우 호화가 쉽게 일어난다는 것을 알 수 있었다. Setback과 consistency의 경우는 사이클로덱스트린 첨가에 의하여 그 값이 유의적으로 낮아져 노화 지연 효과를 확인할 수 있었다. 첨가량에 따라서는 3% 보다는 6% 첨가시에 더 유의적으로 호화촉진 및 노화 억제효과가 있었고 9% 첨가시에는 3% 첨가시와 비슷하며 6% 첨가시료보다는 효과가 낮은 편이었다. 따라서 호화촉진 및 노화억제를 위하여 사이클로덱스트린을 3%, 6%, 9% 수준으로 첨가하는 경우 6%가 가장 효과적인 첨가비율임을 알 수 있었으며 이는 cyclodextrin이 지질과 inclusion complex를 형성하여 팽윤력, 용해도, 아밀로오스 용출, 점도 등 전분의 특성을 변화시킨다는 연구들과 유사한 결과였다<sup>24-26)</sup>.

사이클로덱스트린 이외의 다른 올리고당의 경우, 호화개시온도(BG)는 프럭토올리고당과 말토테트로오스 첨가시 유의적으로 낮아졌고 이소말토올리고당 첨가시에는 유의차가 없으며 첨가량에 따른 영향은 일률적이지 않았다. Breakdown(BD)은 이소말토올리고당, 프럭토올리고당, 말토테트로오스 모두 무첨가군보다 다소 낮은 값을 보였으며, 최고점도(MV)와 냉각점도(EC)도 유의차는 없었지만 무첨가군보다 낮은 값을 나타내었다. Setback(SB)은 이소말토올리고당, 프럭토올리고당, 말토테트로오스를 첨가한 시료들이 무첨가군보다 낮은 값을 보여 노화 지연효과가 있음을 나타내었고 consistency의 경우에도 첨가 농도에 따라서는 유의차가 없으나 낮아지는 경향을 보임으로써 노화억제효과를 다소 기대할

수 있었다. 첨가비율은 3%, 6%, 9% 수준에서 비교했을 때 이소말토올리고당과 말토테트로오스는 6%가 가장 효과적인 첨가비율인 것으로 보여진다. 이는 이소말토올리고당이 쌀전분질의 노화억제 효과가 있다는 연구<sup>14)</sup> 및 올리고당이 포도당이나 자당보다 쌀가루질의 노화억제에 효과적이라는 보고<sup>15)</sup>와 일치하였다.

(2) 백설기의 호화도

아밀로그래프 특성 분석 결과에서 최적의 올리고당 첨가농도를 3%, 6%로 정하여 백설기를 제조하였고, 저장기간에 따른 호화도를 비교하기 위하여 blue value를 측정된 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다.

Blue value는 첨가한 올리고당 종류에 무관하게 저장기간이 0, 1, 2, 3일로 증가함에 따라 그 값이 유의적으로 낮아졌으며, 첨가한 올리고당의 종류에 따라서는, 무첨가군과 호화도가 유의적으로 차이는 나는 시료는 사이클로덱스트린 6% 첨가군 뿐이었다. 즉 저장 1일, 2일, 3일째에 사이클로덱스트린 6% 첨가군의 blue value는 다른 시료들보다 유의적으로 높은 값을 보였다. 이는 앞서의 아밀로그래프 분석 결과 확인한 사이클로덱스트린의 호화촉진 및 노화억제경향과 일치하는 양상이다. 다만 제조당일 사이클로덱스트린 첨가군의 blue value가 무첨가군보다 낮은 값을 보였는데 이는 호화가 덜 된 것이 아니고 사이클로덱스트린이 환상고리구조로 되어 있어 아밀로오스와 결합할 요오드와 결합했기 때문인 것으로 보여진다.

Table 4. Effect of different oligosaccharides on the degree of gelatinization of backsulgies during storage at 4℃ determined by blue value methethod

Sample	Storage(days)	0	1	2	3
CO		w0.8000ab	x0.3026b	y0.2405bc	z0.1905b
CD	3	w0.7593b	x0.3090b	xy0.2585abc	y0.2060b
	6	w0.7110c	x0.4263a	y0.3100a	z0.2468a
IMO	3	w0.8255a	x0.3115b	x0.2744abc	y0.2145ab
	6	w0.8115a	x0.2965b	xy0.2631abc	y0.2085b
FO	3	w0.8161ab	x0.3188b	y0.2274c	z0.1900b
	6	w0.7845ab	x0.3040b	y0.2285c	y0.1910b
MT	3	w0.7545ab	x0.3040b	x0.2895ab	y0.1915b
	6	w0.7761ab	x0.3050b	x0.2745abc	y0.2090b

CO : control CD : cyclodextrin IMO : isomaltooligosaccharide FO : fructooligosaccharide MT : maltotetrose  
 w-z : Values within a rows that followed by same letter are not significantly different at 0.05 level by Duncans multiple range test  
 a-c: Values within a column that followed by same letter are not significantly different at 0.05 level by Duncans multiple range test

Table 5. Hardness of Backsulgies during storage at 4°C

Sample	%(w/w)	Storage days				
		0	1	2	3	7
CO		z507.8a	y2407.6a	x3136.1b	w3489.3b	v4500.0a
CD	3	z475.4b	y1483.3b	x2331.1d	w2537.4e	v3013.2c
	6	y448.7c	x1181.1c	w1943.7e	w1840.1f	v2236.3d
IMO	3	z507.0a	y2453.2a	x3008.0b	w3463.1b	v4440.4a
	6	y510.8a	x2392.0a	w3216.3b	w3461.9b	v4898.2a
FO	3	z507.8a	y2493.8a	x3122.0b	w3413.1b	v4569.1a
	6	z506.0a	y2473.9a	x3567.5a	w4181.1a	v4757.4a
MT	3	z490.1ab	y2262.4a	x2723.1c	w3211.2c	v3686.5b
	6	z496.5ab	y1717.5b	x2358.3d	w2774.6d	v3370.0c

CO : control CD : cyclodextrin IMO : isomaltooligosaccharide FO : fructooligosaccharide MT : maltotetrose

v-z : values within a rows that followed by same letter are not significantly different at 0.05 level by Duncans multiple range test

a-f : values within a column that followed by same letter are not significantly different at 0.05 level by Duncans multiple range test

## 2. 물리적 특성

### (1) 백설기의 경도 변화

저장기일에 따른 백설기의 경도(hardness)변화는 Table 5와 같다. 저장기간이 지날수록 백설기의 경도는 유의적으로 그 값이 커졌는데, 저장 0일의 백설기시료의 경우 사이클로덱스트린을 첨가한 시료의 경도가 무첨가군에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였고, 3%보다 6% 첨가시 더 낮은 값을 보였다. 저장 1, 2, 3, 7일에도 사이클로덱스트린을 첨가한 백설기의 경도가 같은 양상을 보였으며, 무첨가군과는 더 큰 유의적인 차이가 있었다. 말토테트로오즈의 경우 제조직후에는 무첨가군과 유의적인 차이가 없었으나 저장기간에는 무첨가군보다 낮은 값을 보였고 3%보다 6% 첨가시 더 낮은 값을 보였다. 이는 가래떡에 말토올리고당, 말토테트로오즈첨가량이 증가할수록 노화억제효과가 있었다는 보고<sup>4)</sup>와, 밥에 말토덱스트린, 이소말토올리고당을 첨가했을 때 밥의 경도가 낮아졌다는 보고들<sup>8,9)</sup>과도 같은 결과였다.

이소말토올리고당, 프럭토올리고당 첨가 시에는 제조직후나 저장기간별로 무첨가군과 유의적인 차이를 거의 나타내지 않아 올리고당을 증편에 첨가한 보고<sup>6)</sup>와 같은 결과를 보였고 백설기, 가래떡에 올리고당을 첨가한 연구들<sup>4,5)</sup>과는 다른 결과였는데 이는 올리고당 첨가기준과 첨가량의 차이 때문인 것으로 보인다.

### (2) 백설기의 색도

올리고당을 첨가한 백설기의 색도는 Table 6과 같다. 명도를 나타내는 L값은 말토테트로오즈를 제외한 대부분의 시료에서 낮아졌다. 적색도를 나타내는

a값은 무첨가군과 유의차가 그리 크지 않았고, 황색도를 나타내는 b값은 올리고당 첨가군들이 무첨가군보다 모두 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 특히 프럭토올리고당의 경우 가장 큰 값을 보였다. 따라서 올리고당을 첨가한 백설기의 색은 명도는 낮아졌고 황색도는 증가해 더 노르스름해졌다는 것을 알 수 있었다.

### (3) 백설기의 결정성

쌀가루와 백설기의 결정화양상을 살펴보기 위하여 X-ray diffractometer를 이용한 X선 회절도를 분석한 결과 Fig. 1과 같다. 쌀가루는 회절각도(2 $\theta$ ) 15.0, 16.8, 18.1과 23.0에서 강한 피크를 나타내어 전형적인 A형의 결정성을 나타내었으나 백설기시료

Table 6. Color of Backsulgies stored at 4°C for 2 days

Sample	%(w/w)	L	a	b
CO		84.80a	-1.29ef	7.56g
CD	3%	83.95cd	-1.33f	8.16ef
	6%	83.53de	-1.27c	8.77b
IMO	3%	84.14ab	-1.27def	8.22ef
	6%	84.58bc	-1.08c	8.44cd
FO	3%	83.13e	-1.24def	8.56c
	6%	83.59de	-0.78a	9.47a
MT	3%	85.04a	-0.92b	8.06f
	6%	84.69a	-1.21de	8.31de

CO : control CD : cyclodextrin IMO : isomaltooligosaccharide

FO : fructooligosaccharide MT : maltotetrose

a-f : values within a column that followed by same letter are not significantly different at 0.05 level by Duncans multiple range test

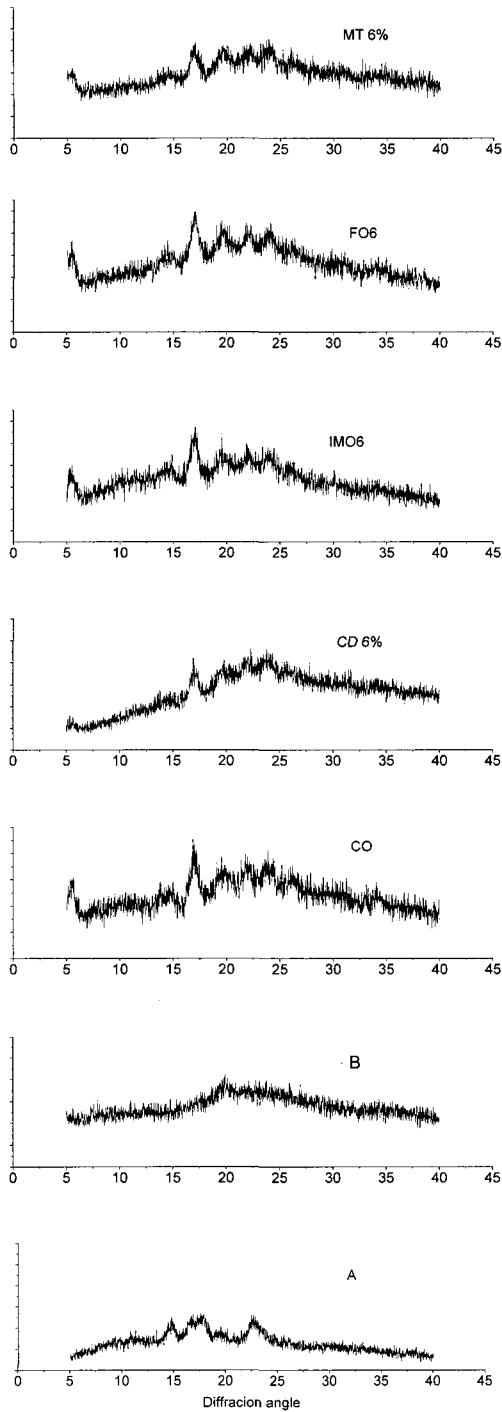


Fig. 1. X-ray diffraction pattern of rice powder(A) and fresh Backsulgi(B) and Backsulgi stored at 4°C for 2 days(CO, CD, IMO, FO, MT)  
CO: control CD: cyclodextrin IMO: isomaltooligosaccharide  
FO: fructooligosaccharide MT: maltotetrose

들은 모두 호화전분의 특성을 나타내어 무정형의 V 형에 가까운 회절도를 보였다. 그러나 백설기 제조 후 2일이 경과한 시료들은 첨가한 올리고당 종류에 따라 서로 다른 결정화양상을 보였다. 올리고당을 첨가하지 않은 저장 시료는 회절 각도(2θ) 5.0, 17.0, 19.8, 22.3, 24에서 새로운 양상의 피크를 나타내고 있음으로 보아 저장기간 중 전분의 노화로 인하여 결정이 생성되었음을 알 수 있었다. 반면 사이클로덱스트린 6% 첨가와 말토테트로오스 6%를 첨가한 저장시료들의 결정화 양상은 피크들이 무첨가 시료에 비해 크기가 작아 결정이 덜 생성되었다는 것을 알 수 있었다. 이상과 같은 떡의 X선 회절양상을 통하여 사이클로덱스트린과 말토테트로오스 첨가 시 떡의 노화가 지연됨을 확인할 수 있었다.

### 3. 관능적 특성

앞서의 아밀로그래프 특성 분석, blue value에 의한 호화도 측정, rheometer에 의한 경도 등의 분석에서 호화촉진 및 노화억제 효과가 가장 유의적으로 나타난 올리고당 6% 첨가시료들과 무첨가 백설기의 관능검사를 실시한 결과는 Table 7에 나타나 있다.

백설기의 color만 제외하고 모든 평가 항목들이 백설기 제조당일보다 저장기간에 따라 대체적으로 더 낮은 값을 보였는데, 먼저 백설기의 color는 저장기간에 관계없이 올리고당을 첨가하지 않은 백설기가 가장 좋은 점수를 받았고, 올리고당을 첨가한 떡은 유의적으로 낮은 값을 보여 떡의 색이 올리고당 첨가에 의해 노르스름해졌다는 것을 확인할 수 있었으며, 프럭토올리고당 6% 첨가한 떡이 가장 낮은 점수를 받았다. 이는 프럭토올리고당은 특히 열에 불안정하여 백설기 제조 과정 중에 Maillard 갈변 반응이 많이 일어났기 때문이라고 생각되어지며 이러한 결과는 색도계에 의해서 측정된 결과(Table 6)와도 일치하고 있다. 올리고당을 이용하여 제조한 스폰지 케익에서도 올리고당의 첨가량이 증가함에 따라서 케익의 색이 어두워진다는 김의 보고<sup>11)</sup>하고도 일치하는 결과였다.

Flavor는 프럭토올리고당 6% 첨가시료가 제조직후와 저장 1일에 낮은 값을 보였고 저장기간에 따른 변화는 크게 유의적이지 않았다.

Taste는 백설기 제조직후에 이소말토올리고당 6% 첨가시료만 유의적으로 낮은 값을 보였다. 저장 1일에는 사이클로덱스트린 첨가시료만 약간 높은 값을 보였고 저장 2일에는 무첨가군과 올리고당 첨가군들과의 유의적인 차이가 없었다.

Table 7. Sensory characteristics of Backsulgies during storage at 4°C

Sensory characteristics	Storage days	CO	CD 6%	IMO 6%	FO 6%	MT 6%
Color	0	w5.76a	y4.50a	x4.71a	z3.00a	x4.67a
	1	w5.80a	y4.48a	x4.72a	z3.00a	x4.75a
	2	w5.75a	y3.94b	x4.65a	z2.95a	x4.70a
Flavor	0	x5.15a	x5.04a	xy4.86a	y4.19a	x5.28a
	1	x4.40a	x4.35b	x4.25a	y3.90a	x4.38ab
	2	x4.36a	x4.14b	x3.96a	x4.42a	x4.11b
Taste	0	xy5.24a	y4.86a	z4.32a	xy5.00a	x5.35a
	1	y2.95b	x4.30b	y3.20ab	y3.15b	xy3.35b
	2	x2.72b	x3.00c	x2.64b	x2.15c	x2.86b
Grain	0	y5.05a	x5.40a	z4.47a	z4.46a	x5.63a
	1	x3.30b	x3.15b	xy2.99b	y2.58b	xy3.01b
	2	xy2.77c	x2.91b	xy2.56b	y2.24c	xy2.68b
Softness	0	y5.08a	x5.52a	y5.06a	y5.13a	y5.20a
	1	yz3.06b	w4.63b	xy3.13b	z2.75b	x3.44b
	2	y2.39c	x3.20c	y2.52c	y2.06c	x3.19b
Chewiness	0	x5.64a	x5.29a	x5.40a	x5.73a	x5.87a
	1	x3.55b	yz2.85b	xy3.25b	z2.50b	yz2.95b
	2	x2.78c	xy2.57b	y2.29b	y2.29b	x2.69b
Moistness	0	yz4.64a	x5.10a	z4.27a	yz4.59a	xy4.85a
	1	y2.95b	x4.30b	y3.20ab	y3.15b	xy3.35b
	2	x2.73b	x3.00c	x2.15b	x2.15c	x2.87b
Overall quality	0	x5.43a	y4.77a	y4.87a	y4.55a	x5.77a
	1	xy3.90b	x4.75a	y3.54b	xy3.80a	xy4.20b
	2	x2.75c	x3.65a	x2.95b	x2.99a	x3.42c

CO : control CD : cyclodextrin IMO : isomaltooligosaccharide FO : fructooligosaccharide MT : maltotetrose

w-z: Values within a rows that followed by same letter are not significantly different at 0.05 level by Duncans multiple range test

a-c : Values within a column that followed by same letter are no significantly different at 0.05 level by Duncans multiple range test

Grain은 시료 제조직후에 사이클로덱스트린과 말토테트로오즈 첨가시료가 대조구보다 높은 값을 보여 더 좋게 평가가 되었고, 이소말토올리고당과 프럭토올리고당은 무첨가군보다 유의적으로 더 낮은 값을 보였다. 저장기간동안에는 올리고당을 첨가한 백설기 시료들이 무첨가군과 비슷한 값을 나타내었다.

Softness는 백설기 제조직후에 사이클로덱스트린 첨가시료가 유의적으로 높은 값을 보여 더 부드럽게 평가되었고, 저장 1일, 2일에는 사이클로덱스트린, 말토테트로오즈 첨가시료가 무첨가군보다 유의적으로 높은 값을 나타내 앞의 백설기의 경도측정 결과와 같은 결과를 보였다.

백설기의 chewiness는 제조당일에 올리고당을 첨가한 떡이 무첨가군과 차이가 없었다. 저장 1일엔 이소말토올리고당 첨가시료만 대조구와 비슷하였고 다른 올리고당 첨가군은 약간 낮은 값을 보였으며, 저장 2일에는 사이클로덱스트린과 말토테트로오즈 첨가시료가 대조구와 비슷한 값을 나타내었다.

Moistness는 백설기 제조직후엔 사이클로덱스트린 첨가시료만 약간 낮았지만 저장 1일에는 사이클로덱스트린 첨가군이 유의적으로 높은 값을 보여 더 촉촉하다고 평가되었다. 저장 2일에는 올리고당을 첨가한 백설기 시료들이 무첨가군과 비슷한 값을 나타내었다.

백설기의 overall quality는 제조당일에 대조구와 말토테트로오즈가 가장 좋게 평가가 되었으며 저장 1, 2일에는 모든 올리고당 첨가군과 대조구가 유의차가 없이 비슷한 선호도로 평가되었다. 이는 올리고당을 스펀지 케익에 첨가시 관능검사결과 전반적인 기호도가 무첨가군과 비교해서 유의적인 차이를 보이지 않았다는 연구결과<sup>11)</sup>와 일치했다.

#### 4. 관능적 특성치와 이화학적 특성치의 상관관계

관능적 특성치와 rheometer로 측정된 백설기의 경도, 호화도 사이의 상관관계를 살펴본 결과, 관능검사의 color는 색차계에 측정값중 황색도를 나타내는 b값과는  $r=0.993$ 의 높은 상관관계를 나타내었으며,

관능검사 특성치들 간에는 대체적으로 양의 상관관계를 보였다. blue value로 측정된 백설기의 호화도는 관능적 특성치중 taste, grain, chewiness, moistness, overall quality와 모두 상관계수가 0.8이상의 큰 양의 상관관계를 보였으며, rheometer로 측정된 백설기의 hardness는 관능검사 특성치인 softness와 상관계수  $r=-0.981$ 로 매우 높은 음의 상관관계를 보였다. 또한 hardness는 color를 제외한 나머지 모든 관능적 특성치와도 음의 상관관계를 보였다. 호화도와 기계적으로 측정된 hardness도 상관계수  $r=-0.922$ 의 높은 음의 상관관계를 보였다.

IV. 요약

올리고당 첨가가 백설기의 호화 및 노화에 미치는 영향을 알아보기 위해 사이클로텍스트린, 이소말토올리고당, 프럭토올리고당, 말토테트로오스를 3%, 6%, 9%씩 각각 첨가하여 아밀로그래프 특성 검사, 호화도 검사, 경도 및 색도 측정, X선 결정성 검사와 관능검사를 실시한 결과는 다음과 같다. 사이클로텍스트린은 아밀로그래프 특성 검사에서 전분의 호화 증진 및 노화 지연 효과를 보였고, 백설기에 첨가한 후 호화도 검사, 경도 측정, 결정성 검사에서 모두 노화 억제 효과를 나타냈다. 이소말토올리고당과 프럭토올리고당의 경우 아밀로그래프 특성에서는 전분의 노화 억제 효과가 있었으나 백설기에 첨가한 후에는 호화도 검사와 경도 측정에서 노화억제효과를 보이지 않았다. 말토테트로오스는 사이클로텍스트린보다는 효과가 크진 않지만 아밀로그래프 특성 검사, 경도측정, 결정성 검사에서 떡의 노화 억제 효과를 보였다. 그리고 이들 올리고당들을 첨가한 백설기의 관능적인 특성들은 무첨가군과 큰 유의차가 없었다.

이상의 결과로 볼 때 백설기에 사이클로텍스트린 6% 첨가군과 말토테트로오스 6% 첨가군에서 노화가 효과적으로 억제되었고, 무첨가군과 비교해서 관능적인 특성에서 큰 유의차가 없으므로 기호도를 저하시키지 않으면서 백설기의 저장성 개선을 위한 방안으로 사이클로텍스트린 6% 첨가가 가장 효과적인 것으로 판단되며, 말토테트로오스 6% 첨가도 좋은 효과를 나타내는 것으로 분석되었다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 인하대학교 교수연구진흥비 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김철재: 기능성 올리고당, 국민영양, 6: 44 (1997).
2. 박관화: 기능성당의 종류와 특성, 한국식품과학회 올리고당의 기능성 심포지움 발표논문집, p. 1 (1994).
3. 박관화: 탄수화물 신소재의 개발, 식품과학과 산업, 25(2): 73 (1992).
4. 손혜숙, 박순옥, 황혜진, 임승택: 올리고당 시럽의 첨가에 따른 가래떡의 노화억제 효과, 한국식품과학회지, 29(6): 1213 (1997).
5. 김명환, 여경목, 장문정: 백설기의 저장성 연구, 한국농화학회지, 42(3): 218 (1999).
6. 이은아: 올리고당 첨가에 따른 증편의 품질 특성, 석사학위논문, (1999).
7. 권혜진, 김영아: 당류 및 유지류 첨가가 밥의 특성에 미치는 영향, 한국조리과학회지, 15(2): 163 (1999).
8. 김명환, 김성곤: 자당 지방산 에스테르 또는 말토덱스트린 첨가가 쌀밥의 조직감에 미치는 영향, 식품과학과 산업, 29(4), (1996).
9. 김명환, 이상규, 김성곤: 첨가물에 따른 저장 쌀밥의 텍스처 특성, 한국농화학회지, 40(5): 422 (1997).
10. 이경애, 이윤진, 이선영: 올리고당을 사용한 스펀지케이크의 물리적, 관능적 및 텍스처 특성, 한국식품영양과학회지, 28(3): 547 (1999).
11. 김영애: 올리고당 첨가가 케익의 품질과 노화에 미치는 영향, 한국식품영양과학회지, 27(5): 875 (1998).
12. 김창순, 이영순: 올리고당과 당알콜을 이용한 스펀지케익의 제조, 한국조리과학회지, 13(2): 204 (1997).
13. 송지영, 김정옥, 신말식, 김성곤, 김광중: 첨가물이 쌀전분겔의 노화에 미치는 영향, 한국농화학회지, 40(4): 289 (1997).
14. 최차란, 신말식: 당 첨가가 쌀가루겔의 노화에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 28(5): 904 (1996).
15. Katsuta, K., Nishimura, A. and Miura, M.: Effects of saccharides on stabilities of rice starch gels. 1. Mono and disaccharides. Food Hydrocolloid, 6: 387 (1992).
16. R.D. spies and R.C. hoseney: Effect of Sugars on starch Gelatinization, Cereal Chem., 59(2): 128 (1982).
17. 이철호, 박춘상, 한복진, 김봉찬, 장지향: 대체감미료 당유도체의 유변성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 22(7): 852 (1990).
18. 박지현, 우순임: 콩다식 제조시 당의 종류와 당의 양, 반죽 횟수에 따른 물리적 특성 연구, 한국조리과학회지, 13(1): 1 (1997).
19. 김정렬, 육철, 권혁건, 홍성용, 박찬구, 박경호: 이소말토올리고당과 프락토올리고당의 물리적 성질 및 생리학적 특성, 한국식품과학회지, 27(2): 170 (1995).
20. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Wheat starch I. Compression of physicochemical properties. Cereal Chem., 57: 496 (1981).
21. Gilbert, G. A. and Spragg, S. P.: Indimetric Determination of Amylose, in Method in Carbohydrate Chemistry, Vol. VI, Academic Press, p.106 (1964).
22. 최인자, 김영아: 식이섬유 첨가에 의한 백설기의 특성 변화에 관한 연구, 한국조리과학회지, 8(3): 281 (1992).



23. 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병천: SAS를 이용한 통계자료분석, 자유아카데미, (1993).
24. Kim, H.O. and Hill, R.D.: Physical characteristics of wheat starch granule gelatinization in the presence of cycloheptaamylose. *Cereal Chem.*, 61: 432 (1984).
25. Kim, H.O. and Hill, R.D.: Modification of wheat flour dough characteristics by cycloheptaamylose. *Cereal Chem.*, 61: 406 (1984).
26. Weselake, R.J. and Hill, R.D.: Inhibition of alpha-amylase-catalyzed starch granule hydrolysis by cycloheptaamylose. *Cereal Chem.*, 60: 98 (1983).

---

(2001년 3월 16일 접수)