

식혜식이섬유가 쌀전분의 호화와 노화 특성에 미치는 영향

진은례 · 김경애* · 정난희**

성화대학 식품계열, *전남대학교 사범대학 가정교육과, ** 동강대학 식품영양과

Effects of *Sikhe* dietary fibers on the Rice Starch gelatinization and Retrogradation properties

Eun-Raye, Jeon, Kyung-Ae, Kim*, Lan-Hee, Jung**

Dept. of Food and Nutrition, Sunghwa College

*Dept. of Home Economics Education, Chonnam National University

**Dept. of Food and Nutrition, Dongkang College

Abstract

The gelatinization and retrogradation properties of rice starch added with dietary fibers from *sikhe* were investigated. The pasting temperature and setback of starch measured by using a rapid visco analyzer were increased by the addition of the fiber, whereas the peak viscosity, trough viscosity, end viscosity, breakdown and consistency were lowered. The onset temperature of starch measured by a DSC was increased, but the enthalpy of gelatinization of the starch was decreased as the addition of fiber increased. The melting peak temperature of the retrograded starch gels was 41~46°C as measured by a DSC. The melting enthalpy of the control retrograded starch gel was increased while storing for 1, 3 and 7 days at 4°C, but that of containing *sikhe* fiber showed no differences.

Key words : *sikhe* dietary fiber, rice starch, gelatinization, retrogradation

1. 서 론

식혜는 우리 나라 고유의 대표적인 음청류중의 하나이며, 지애밥에 맥아의 효소 추출액을 가하여 적당한 온도로 유지시켜서 맥아의 amylase로 하여금 밥의 전분을 당화시켜 maltose, glucose 등이 생성되어 감미와 특유의 풍미가 생성¹⁾된 것으로 감주²⁾라고도 하고, 이³⁾에 의하면 밥알의 전분질을 완전히 당화용출시켜 비중을 가볍게 하며 섬유소만 남은 밥알의 형태가 깨끗이 유지되어 식혜물인 당액에 떠오르게 하는 것이 식혜라고 하였다.

식혜 밥알은 섬유소와 기타물질로 구성되어 있는데, 식이섬유는 인간의 소화체계에 의해서 분해되지 않는 식물성 물질로 수분 결합력이 커서 비만증 예

방, 당뇨병 예방, 심장 및 순환계 질환예방, 동맥경화증 억제 등의 효과를 갖는 것으로 알려져 있다⁴⁾. 그 뿐만 아니라 김 등⁵⁾과 최 등⁶⁾은 빵과 백설기에 식이섬유를 첨가하여 보강효과 뿐만이 아니라 식이섬유가 전분의 노화를 지연시킨다고 보고한 바 있다. 식이섬유는 증점력, 겔 형성 능력과 수분과 지방 보유력을 가지고 있어 식품에 적절하게 사용되었을 때 식품의 구조 안정성에 기여하기 때문에⁷⁾, meat emulsions, 소세지 등의 조리된 육류제품의 조리량(cooking yield)을 증가시키기 위해⁸⁾, 도우넛 같은 튀김류의 지방함량을 낮추고 부피와 유연성을 증가시키기 위해⁹⁾, 케이크나 비스킷 등 빵 제품(bakery product)의 저장동안 질감의 향상을 위해¹⁰⁾ 첨가하여 이용할 뿐만 아니라 기타 즉석 소오스나 향미 촉진제, 착색제, 다이어트 음료, 스포츠 음료 등에 이용되기도 한다. 최와 김¹¹⁾은 백설기에 감자 껍질, 구아 검 및 폴리덱스트로오스를 첨가하여 식이섬유를 첨가한 백설기가 유의적으로 더 높은 호

Corresponding author : Eun Raye Jeon, Sunghwa college 224
Wolpyounglee Sungjeonmyun Kangjingun, Chonnam, Korea
Tel: 061-430-5312
Fax: 061-430-5111
E-mail: eunye-j@hanmail.net

화도를 나타냈고, 노화 지연 효과가 있었음을 보고하였고, 이와 문¹²⁾은 밀가루에 미강 식이섬유를 첨가하여 측정된 결과 식이섬유 첨가량(0~100%)에 비례하여 DSC로부터 노화지연 효과가 있었다고 하였다.

따라서 식이섬유 공급원으로서 식혜밥알의 활용 가능성에 대한 기초자료로써 제공하고자 식혜식이 섬유가 쌀전분의 호화와 노화 특성에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

전라남도 농촌진흥원에서 1997년에 수확한 동진벼 품종의 현미멥쌀과 백미멥쌀을 구입하여 사용하였으며, 엿기름 제조에 사용한 곶보리는 광주광역시 양동시장에서 구입하여 사용하였다.

2. 전분 분리 및 식혜 식이섬유 제조

전분은 백미멥쌀을 가지고 알칼리 침지법¹³⁾으로 분리, 제조하였고, 백미 식혜는 60°C에서 당화시간 10시간에 pH 5.56, 현미 식혜는 60°C에서 당화시간 12시간에 pH 5.30으로 약간의 신맛이 나는 것을 확인할 수 있어 식혜 식이섬유 제조를 위한 당화시간을 백미 식혜는 8시간, 현미 식혜는 10시간으로 하였으며 그 때의 식혜 밥알을 건져 끓는 물에서 2분간 효소를 불활성화시키고 증류수로 씻어, 씻은 액의 당도가 0.0 brix(%)인 식혜밥알의 물기를 빼고 향온기(25±0.1°C)에서 24시간동안 건조시킨 다음 분쇄하여 100메쉬 체로 통과시켰다. 85% 메탄올로 48시간 동안 탈지시켜 향온기(25±0.1°C)에서 48시간 동안 건조시킨 후 분쇄하여 100메쉬 체로 통과시켜 데시케이터에서 수분평형을 시켜 보관하면서 총식이 섬유함량이 백미식혜식이 섬유는 33.83%, 현미식혜식이 섬유는 66.46%인 것을 시료로 사용하였다.

3. 식이섬유 첨가전분의 호화 특성 측정

쌀전분과 식이섬유 2%, 4%, 6% 첨가전분의 호화 특성은 신속 점도 측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Model RVA-3D, Newport Sci., Australia)와 Donovan의 방법¹⁴⁾에 따라 시차주사열량기(PL-DSC 700, Thermal Sci., U.K.)를 사용하여 분석하였다.

4. 노화 시료의 제조 및 노화 특성 측정

노화 시료의 제조는 쌀전분과 식이섬유 2%, 4%,

6% 첨가전분 10g을 뚜껑이 있는 시험관(∅3cm×9cm)에 넣고 잘 섞은 후 수분함량이 50%가 되게 증류수를 가한 다음 충분히 혼합되도록 유리막대로 저었다. 전분 현탁액이 담긴 시험관의 뚜껑을 테프론테이프로 막은 다음 끓는 수조에서 흔들어가며 30분간 호화시켰다. 호화된 전분액을 얼음물에 넣어 급냉하였고, 4°C에서 1일, 3일, 7일동안 저장한 시료 겔을 꺼내 최종 알코올 농도가 80%가 되게 무수에탄올을 가하여 균질기(Homogenizer, ULTRA-TURRAXT25 S1, Janke & KunKel GmbH & Co KG, Germany)로 분산, 탈수¹⁵⁾시켜, 감압여과한 다음 실온에서 건조, 마쇄하여 100메쉬 체를 통과시켜 노화 시료로 사용하였다. 시료의 노화 양상은 시차주사열량기(PL-DSC 700, Thermal Sci., U.K.)를 사용하여 분석하였고, 투명도 측정은 Chung과 Seib의 방법¹⁶⁾을 수정하여 흡광광도계(Shimadzu UV-120 spectrophotometer, Japan)를 이용하여 650nm에서 광투과도(%)를 측정하였다.

5. 통계처리

자료는 SPSS Package program(10.0 version)을 이용하여 RVA와 DSC에 의한 호화특성, DSC에 의한 호화특성 측정결과에 대한 평균, 표준편차를 one way ANOVA에 의하여 분석하였고, Duncan's multiple range test로 시료간의 유의차를 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식이섬유 첨가전분의 호화 특성 변화

쌀전분과 백미 식혜식이 섬유를 2%, 4%, 6% 첨가한 전분의 호화 특성은 Fig. 1(A)와 같고 이들로부터 구한 특성치는 Table 1과 같다. 호화개시온도는 쌀전분의 경우 69.35°C였으며, 첨가수준이 증가할수록 69.45°C, 70.55°C, 70.95°C로 유의성 있게 높아졌다. 최고점도는 전분이 가열에 의해 팽윤되면서 점도가 증가하다가 어느 지점 이후부터는 팽윤된 전분 입자가 붕괴되면서 점도의 감소를 보이는데, 쌀전분의 경우 최고점도, 최저점도, 최종점도는 각각 306 RVU, 103 RVU, 233 RVU였고 식이섬유 첨가수준이 증가할수록 최고점도, 최저점도, 최종점도 및 breakdown이 유의성 있게 낮아졌으며, consistency는 4%까지는 낮아졌으나 6%에서 높아졌고, setback은 높아졌다. 현미 식혜식이 섬유를 쌀전분에 첨가한 경우는 Fig. 1(B), Table 1과 같다.

Table 1. Pasting characteristics of rice starch in the presence of *sikhe* dietary fiber by Rapid Visco Analyzer

Sample		Temperature (°C)			Viscosity (RVU) ¹⁾			
		Pasting Temperature	Peak (P)	Trough (T)	End (E)	Breakdown (P-T)	Consistency (E-T)	Setback (E-P)
Milled rice	0% ²⁾	69.35±0.35 ^a	306±0.71 ^c	103±0.71 ^c	233±1.41 ^c	203±1.41 ^c	130±0.00 ^c	-73±2.12 ^a
	2% ³⁾	69.45±0.21 ^a	257±1.41 ^b	95±0.71 ^b	218±2.83 ^{ab}	162±0.71 ^b	123±4.24 ^{ab}	-39±4.24 ^b
	4% ⁴⁾	70.55±0.35 ^b	244±7.78 ^a	94±0.71 ^b	216±0.71 ^a	150±8.49 ^a	122±1.41 ^a	-28±7.07 ^{bc}
	6% ⁵⁾	70.95±0.21 ^b	238±0.71 ^a	91±0.71 ^a	220±0.71 ^b	147±1.41 ^a	129±0.00 ^{bc}	-18±1.41 ^c
	F value	14.96 ^c	119.88 ^{***}	105.00 ^{***}	43.94 ^{**}	69.64 [*]	6.67 [*]	60.27 ^{**}
Brown rice	0% ²⁾	69.35±0.35 ^a	306±0.71 ^b	103±0.71 ^b	233±1.41 ^c	203±1.41 ^c	130±0.00 ^b	-73±2.12 ^a
	2% ³⁾	70.60±0.42 ^b	242±2.12 ^a	95±2.12 ^a	218±2.83 ^b	147±0.00 ^b	129±1.41 ^b	-24±0.71 ^b
	4% ⁴⁾	70.75±0.50 ^b	239±0.71 ^a	95±0.71 ^a	216±1.41 ^a	144±0.00 ^a	123±0.00 ^a	-23±0.71 ^b
	6% ⁵⁾	71.10±0.28 ^b	239±2.83 ^a	92±1.41 ^a	226±0.71 ^b	147±1.41 ^b	134±0.71 ^c	-13±1.41 ^c
	F value	7.39 [*]	643.10 ^{***}	22.29 ^{**}	38.44 ^{**}	1628.50 ^{***}	61.00 ^{**}	768.24 ^{***}

*: P < 0.05, **: P < 0.01, ***: P < 0.001

¹⁾: Rapid Visco Units ²⁾: Rice starch

³⁾: 2% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

⁴⁾: 4% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

⁵⁾: 6% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

^{a,b,c} Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test (P<0.05)

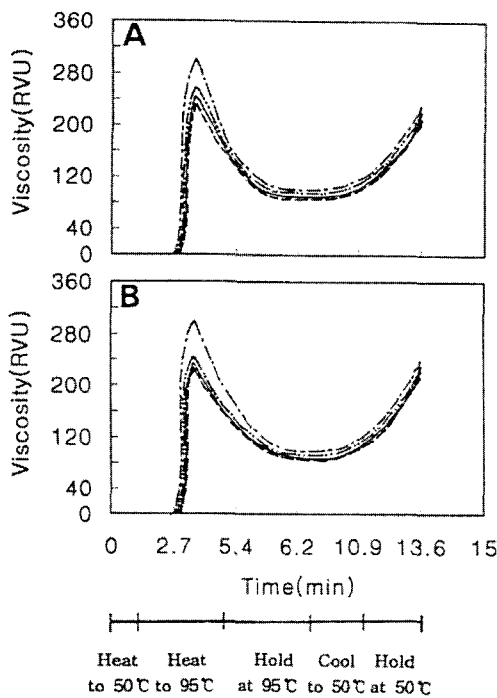


Fig. 1. Viscogram of rice starch in the presence of cooked milled rice(A) and cooked brown rice(B) *sikhe* dietary fiber by Rapid Visco Analyzer.

----- : Rice starch
 : 2% added cooked rice *sikhe* dietary fiber
 ——— : 4% added cooked rice *sikhe* dietary fiber
 - - - : 6% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

호화개시온도는 첨가수준이 증가할수록 각각 70.60°C, 70.75°C, 71.10°C로 증가하였고 최고점도, 최저점도, 최종점도는 백미 식혜 식이섬유 첨가 경우와 같은 양상이었다. 쌀전분에 식혜식이섬유를 첨가할수록 호화개시온도가 높아진 것은 식이섬유의 높은 보수력에 의해 식혜식이섬유가 물과 결합해 자유수의 양을 감소시키며, 온도의 증가에 따라 쌀전분 내의 전분이 이용할 자유수의 감소때문이라 사료된다. 또한 최고점도, 최저점도, 최종점도가 감소되는 것은 Mod 등¹⁷⁾이 hemicellulose가 쌀가루의 점도에 미치는 영향을 조사한 연구에서 밀가루 중 pentosan의 xylose unit와 ester결합으로 존재하는 두 분자의 ferulic acid가 oxidative coupling에 의해 diferulic acid를 형성하여 pentosan들을 가교시킴으로써 불용성을 만들기 때문에 쌀가루의 paste의 점도를 감소시킨다는 보고와 같은 원리에 의한 것이라고 사료된다.

쌀전분과 백미 식혜 식이섬유를 2%, 4%, 6% 첨가한 전분의 시차주사열량기에 의한 호화 양상은 Fig. 2(A)와 같고 이때 구한 특성치는 Table 2와 같다. 쌀전분의 호화개시온도는 67.25°C였고, 2%, 4%, 6% 백미식혜 식이섬유첨가전분에서는 각각 67.47°C, 67.76°C, 68.37°C로 첨가수준이 증가할수록 유의성 있게 증가함을 볼 수 있었으며, 이는 RVA에 의한 호화특성과 같은 양상이었다. 호화점온도는 쌀전분이 72.21°C였으며, 각각 72.49°C, 72.74°C, 73.20°C로 첨가수준이 증가할수록 높아졌으나 호화종료온

Table 2. DSC characteristics of rice starch in the presence of *sikhe* dietary fiber

Sample		Gelatinization temperature(°C)			
		T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	ΔH (J/g)
Milled rice	0% ¹⁾	67.25±0.35 ^a	72.21±0.16 ^a	83.20±0.14 ^c	3.324±0.162 ^c
	2% ²⁾	67.47±0.18 ^a	72.49±0.11 ^{ab}	81.55±0.50 ^b	2.559±0.151 ^b
	4% ³⁾	67.76±0.20 ^{ab}	72.74±0.22 ^b	80.55±0.50 ^b	2.306±0.122 ^{ab}
	6% ⁴⁾	68.37±0.23 ^b	73.20±0.16 ^c	79.20±0.28 ^a	1.949±0.211 ^a
	F value	7.62 [*]	12.97 [*]	38.52 ^{**}	25.09 [*]
Brown rice	0% ¹⁾	67.25±0.35 ^a	72.21±0.16 ^a	83.20±0.14 ^b	3.324±0.162 ^b
	2% ²⁾	68.10±0.28 ^b	73.20±0.21 ^b	83.20±0.28 ^b	2.553±0.136 ^a
	4% ³⁾	68.35±0.21 ^b	72.74±0.19 ^b	82.90±0.28 ^b	2.256±0.173 ^a
	6% ⁴⁾	68.15±0.67 ^b	73.01±0.16 ^b	81.15±0.21 ^a	2.122±0.143 ^a
	F value	11.43 [*]	11.11 [*]	34.51 ^{**}	24.39 [*]

^{*}: P <0.05, ^{**}: P <0.01

T_o : Onset temperature, T_p : Peak temperature, T_c : Conclusion temperature, ΔH : Enthalpy

¹⁾ : Rice starch

²⁾ : 2% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

³⁾ : 4% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

⁴⁾ : 6% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

^{a,b,c} Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test (P<0.05)

도는 낮아졌고, 호화엔탈피는 쌀전분이 3.324J/g이었으며 2%, 4%, 6% 백미식혜 식이섬유첨가전분에서

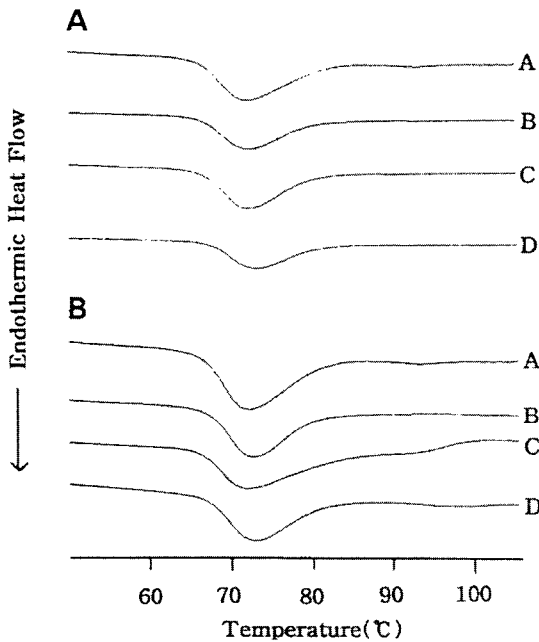


Fig. 2. DSC thermograms of rice starch in the presence of cooked milled rice(A) and cooked brown rice(B) *sikhe* dietary fiber.

A : Rice starch

B : 2% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

C : 4% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

D : 6% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

는 각각 2.599J/g, 2.306J/g, 1.949J/g으로 낮아졌다. 현미 식혜 식이섬유를 2%, 4%, 6% 첨가한 전분의 호화 양상은 Fig. 2(B)와 같고 이때 구한 특성치는 Table 2와 같다. 호화개시온도는 2%, 4%, 6% 현미 식혜 식이섬유첨가전분에서는 각각 68.10°C, 68.35°C, 68.15°C로 첨가수준이 증가할수록 유의성있게 증가하였으나, 호화정점온도는 각각 73.20°C, 72.74°C, 73.01°C, 호화종료온도는 각각 83.20°C, 82.90°C, 81.15°C로 낮아졌다. 호화엔탈피는 쌀전분이 3.324J/g 이었으며, 2%, 4%, 6% 현미식혜 식이섬유첨가전분에서는 각각 2.553J/g, 2.256J/g, 2.122J/g으로 백미 식혜 식이섬유를 첨가한 경우와 같은 양상이었다.

2. 식이섬유 첨가전분의 노화 특성 변화

쌀전분 겔과 백미 식혜 식이섬유 첨가전분 겔을 4°C에서 1일, 3일, 7일간 저장하면서 시차주사열량기에 의한 흡열곡선으로부터 구한 노화 특성치는 Table 3과 같다. 노화로 인해 생성된 결정이 용융되기 시작하는 온도는 저장기간이나 첨가수준에 관계없이 호화시보다 약 20~25°C정도 낮은 41~46°C에서 나타났는데, 이는 김 등⁵⁾과 이와 문¹²⁾의 결과와 일치하였다. 엔탈피 변화는 Fig. 3(A)에서와 같이 쌀전분 겔은 저장기간이 1일, 3일, 7일로 증가함에 따라 0.4696J/g, 0.7926J/g, 0.9269J/g으로 그 값이 유의성있게 계속 증가하여 노화가 진행되었음을 알 수 있었다. 첨가수준이나 저장기간에 따른 어떤 경향은 보이지 않았으나 식이섬유 첨가전분겔의 엔탈

Table 3. DSC characteristics of rice starch gels in the presence of cooked milled rice *sikhe* dietary fiber during storage at 4°C

Storage time (day)	Sample	Crystalline melting endotherm			
		T ₀ (°C)	T _P (°C)	T _C (°C)	ΔH (J/g)
1	0% ¹⁾	42.20±0.20 ^a	49.05±0.28 ^{ab}	61.33±0.14 ^c	0.4696±0.0097 ^c
	2% ²⁾	45.61±0.15 ^d	51.27±0.18 ^d	60.30±0.18 ^b	0.3452±0.0085 ^a
	4% ³⁾	43.38±0.21 ^b	48.80±0.18 ^a	59.54±0.30 ^a	0.3555±0.0095 ^{ab}
	6% ⁴⁾	44.21±0.16 ^c	49.60±0.18 ^b	61.41±0.16 ^c	0.3859±0.0075 ^b
	F value	126.48 ^{***}	57.33 ^{**}	37.79 ^{**}	83.46 ^{***}
3	0% ¹⁾	45.54±0.28 ^a	50.05±0.26 ^a	61.38±0.20 ^a	0.7926±0.0091 ^b
	2% ²⁾	45.91±0.17 ^a	50.23±0.17 ^{ab}	62.14±0.18 ^b	0.3354±0.0095 ^a
	4% ³⁾	45.54±0.16 ^a	50.50±0.25 ^{ab}	61.52±0.14 ^a	0.3432±0.0091 ^a
	6% ⁴⁾	45.64±0.23 ^a	50.73±0.25 ^b	61.38±0.18 ^a	0.3453±0.010 ^b
	F value	1.54 ^{ns}	3.24 ^{ns}	8.48 [*]	1150.26 ^{***}
7	0% ¹⁾	45.64±0.17 ^b	49.16±0.30 ^b	63.03±0.36 ^c	0.9269±0.0102 ^b
	2% ²⁾	41.40±0.21 ^a	49.10±0.16 ^b	61.56±0.42 ^b	0.3339±0.0103 ^a
	4% ³⁾	41.53±0.13 ^a	51.57±0.26 ^c	61.68±0.30 ^b	0.3245±0.0096 ^a
	6% ⁴⁾	41.53±0.13 ^a	46.72±0.37 ^a	51.78±0.30 ^a	0.3057±0.0103 ^a
	F value	329.09 ^{***}	97.73 ^{***}	440.71 ^{***}	1813.49 ^{***}

* : P <0.05, ** : P <0.01, *** : P <0.001, ns: not significant

T₀ : Onset temperature, T_P : Peak temperature, T_C : Conclusion temperature, ΔH : Enthalpy

¹⁾ : Rice starch

²⁾ : 2% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

³⁾ : 4% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

⁴⁾ : 6% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

^{a,b,c} Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test (P<0.05)

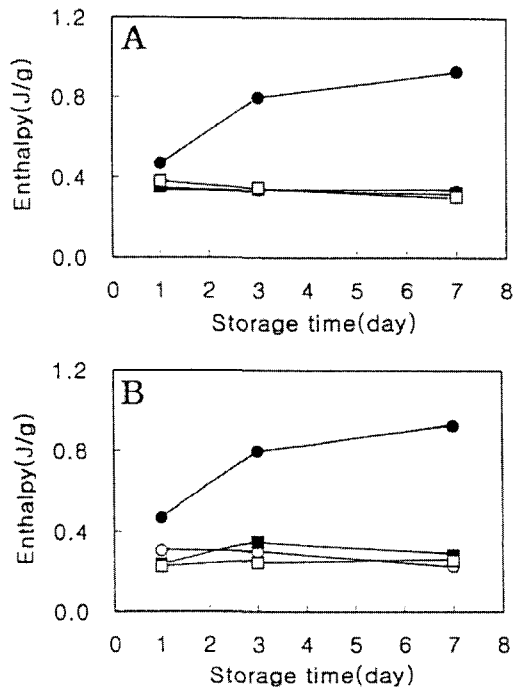


Fig. 3. Effect of cooked milled rice(A) and cooked brown rice(B) *sikhe* dietary fiber on enthalpy of rice starch gels during storage at 4°C.

-●- : Rice starch

-○- : 2% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

-■- : 4% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

-□- : 6% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

피가 쌀전분 겔의 엔탈피보다 작아 식이섬유 첨가가 쌀전분에 노화 지연효과가 있음을 알 수 있었다.

현미 식혜 식이섬유 첨가전분 겔을 4°C에서 1일, 3일, 7일간 저장하면서 시차주사열량기에 의한 흡열 곡선으로부터 구한 노화 특성치는 Table 4와 같다.

노화로 인해 생성된 결정이 용융되기 시작하는 온도는 42~46°C이었고, Fig. 3(B)와 같이 엔탈피 변화는 식이섬유 첨가전분겔의 경우 거의 변화가 없어, 백미 식혜식이섬유첨가의 경우와 비슷한 양상을 보였으나 백미식혜 식이섬유 첨가의 경우보다 엔탈피가 더 작아 백미보다 노화지연효과가 더 컸음을 알 수 있었다.

투명도는 starch-thickened sauce 또는 filling에 중요한 특성치로 전분의 노화에 영향을 받아 노화 경향이 낮은 피근, 피경, 찰전분의 겔과 소스가 더 투명하고, 노화가 되기 쉬운 곡류 전분의 겔과 소스는 상대적으로 불투명하다¹⁸⁾. 쌀전분과 백미 식혜 식이섬유 2%, 4%, 6% 첨가전분 현탁액을 호화시킨 다음 4°C에서 0일, 1일, 3일, 7일간 저장한 후 저장에 따른 650nm에서의 광투과도로 투명도 변화를 측정 한 결과는 Fig. 4(A)와 같다.

모든 전분 호화액에서 투명도는 저장에 따라 감소하였으며, 쌀전분은 저장 0일에 64.72%에서 저장 1일에 54.79%로 감소정도가 컸으나 저장 3일에 54.52%, 저장 7일에 53.59%로 저장 1일 후에는 완만한 감소를 보였다. 백미 식혜 식이섬유를 첨가한

Table 4. DSC characteristics of rice starch gels in the presence of cooked brown rice *sikhe* dietary fiber during storage at 4°C

Storage time (day)	Sample	Crystalline melting endotherm			
		T ₀ (°C)	T _P (°C)	T _C (°C)	ΔH (J/g)
1	0% ¹⁾	42.20±0.20 ^a	49.05±0.28 ^a	61.33±0.14 ^c	0.4696±0.0097 ^c
	2% ²⁾	43.16±0.18 ^b	49.11±0.19 ^a	59.21±0.13 ^b	0.3037±0.0095 ^b
	4% ³⁾	44.60±0.33 ^c	49.65±0.11 ^b	58.71±0.18 ^a	0.2340±0.0084 ^a
	6% ⁴⁾	45.34±0.25 ^d	49.84±0.11 ^b	58.41±0.17 ^a	0.2228±0.0082 ^a
	F value	64.59 ^{***}	9.05 [*]	144.71 ^{***}	322.37 ^{***}
3	0% ¹⁾	45.54±0.28 ^a	50.05±0.26 ^a	61.38±0.20 ^c	0.7926±0.0091 ^d
	2% ²⁾	46.38±0.21 ^b	51.36±0.13 ^b	60.81±0.15 ^b	0.2982±0.0086 ^b
	4% ³⁾	45.74±0.18 ^a	50.53±0.21 ^a	60.54±0.14 ^b	0.3436±0.0089 ^c
	6% ⁴⁾	45.43±0.16 ^d	50.59±0.21 ^a	59.90±0.12 ^a	0.2434±0.0088 ^a
	F value	7.93 [*]	13.79 [*]	31.74 ^{**}	1620.39 ^{***}
7	0% ¹⁾	45.64±0.17 ^b	49.16±0.30 ^a	63.03±0.36 ^c	0.9269±0.0102 ^c
	2% ²⁾	46.38±0.21 ^c	50.52±0.17 ^b	58.65±0.14 ^b	0.2273±0.0101 ^a
	4% ³⁾	43.89±0.14 ^a	50.45±0.24 ^b	57.54±0.14 ^a	0.2820±0.0103 ^b
	6% ⁴⁾	45.76±0.11 ^b	50.40±0.13 ^b	58.40±0.16 ^b	0.2524±0.0091 ^a
	F value	85.72 ^{***}	17.26 ^{**}	249.34 ^{***}	2315.56 ^{***}

* : P <0.05, ** : P <0.01, *** : P <0.001

T₀ : Onset temperature, T_P : Peak temperature, T_C : Conclusion temperature, ΔH : Enthalpy

¹⁾ : Rice starch

²⁾ : 2% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

³⁾ : 4% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

⁴⁾ : 6% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

^{a,b,c} Means in a column with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test (P<0.05)

전분의 경우 저장 0일에 2%, 4%, 6% 첨가시 각각 64.55%, 67.14%, 68.09%에서 저장 1일에 각각 57.37%, 58.91%, 59.11%, 저장 3일에 각각 55.88%, 56.86%, 57.64%, 저장 7일에 각각 54.13%, 55.69%,

56.25%로 쌀전분과 같은 양상이었고, 첨가수준이 증가할수록 투명도가 증가하였다. 현미 식혜 식이섬유를 2%, 4%, 6% 첨가한 경우는 Fig. 4(B)와 같다. 현미 식혜 식이섬유를 첨가한 전분의 경우도 저장 0

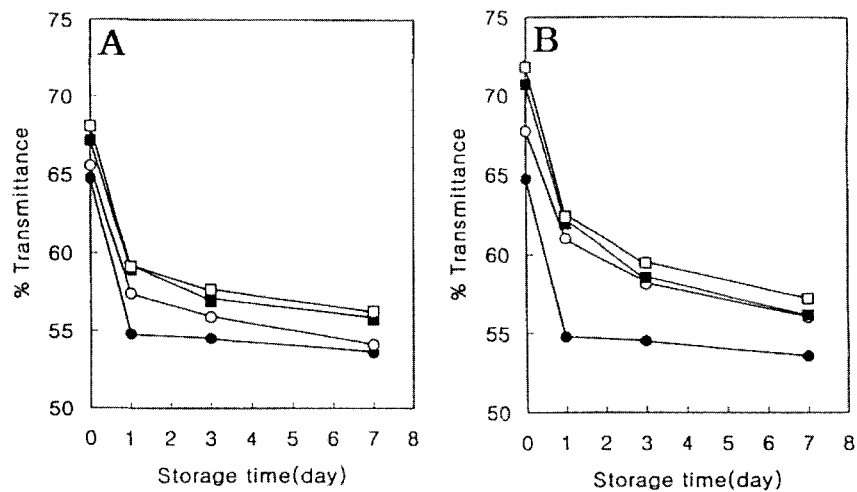


Fig. 4. Changes in transmittance of rice starch in the presence of cooked milled rice(A) and cooked brown rice(B) *sikhe* dietary fiber.

—●— : Rice starch

—○— : 2% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

—■— : 4% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

—□— : 6% added cooked rice *sikhe* dietary fiber

일에 2%, 4%, 6% 첨가시 각각 67.75%, 70.70%, 71.82%에서 저장 1일에 각각 60.99%, 61.94%, 62.43%, 저장 3일에 58.13%, 58.14%, 59.50%, 저장 7일에 56.01%, 56.18%, 57.23%로 백미 식혜식이섬유를 첨가한 전분의 경우와 같은 양상이었으나 더 높은 값을 보여 노화지연효과가 백미보다 더 컸다. 식이섬유의 첨가수준이 증가할수록 저장에 따른 투명도가 높아진 결과로 보아 노화 지연 효과가 있음을 알 수 있었다.

IV. 요약

식혜식이섬유를 쌀전분에 첨가하여 호화 특성과 노화 특성을 알아보았다. 신속 점도계에 의한 호화 개시온도는 첨가수준이 증가할수록 유의성 있게 높아졌으나 최고점도, 최저점도, 최종점도, breakdown, consistency는 낮아졌고 setback은 높아졌으므로 식이섬유 첨가에 의하여 호화가 더 어려웠다. 시차주사열량기에 의한 호화개시온도도 첨가수준이 증가할수록 유의성 있게 높아졌으나 엔탈피(ΔH)는 낮아졌다. 4°C에서 1일, 3일, 7일간 저장하는 동안 호화액의 투명도 변화는 저장 1일까지는 감소정도가 크다가 그 이후에는 완만하게 감소했으며, 첨가수준이 증가할수록 투명도가 약간 높아졌다. 또한 쌀전분 겔과 식이섬유 첨가전분 겔의 시차주사열량기에 의한 노화 용융피크는 41~46°C에서 나타났으며 노화 엔탈피는 1일, 3일, 7일간 저장함에 따라 쌀전분 겔은 증가하였고 식이섬유 첨가전분 겔은 거의 변화가 없었으므로 식혜식이섬유첨가는 노화를 지연시켰는데, 노화지연효과는 백미식혜식이섬유보다 현미식혜식이섬유가 더 컸다.

V. 참고문헌

1. 문수재, 조혜정 : 식혜에 관한 조리학적 검토. 대한가정학회지, 16(1): 43, 1978
2. 이철호, 김선영 : 한국 전통음료에 문헌적 고찰. 한국식품화학회지, 6(1): 50, 1991
3. 이종순 : 식혜조리과정에서 α -starch 당화요인에 관한 연구. 성신여대논문집, 2(35): 97, 1970
4. Vahouny, G. V. : Dietary fiber, lipid metabolism and atherosclerosis. Federation Proc., 41: 2801, 1982
5. 김영수, 하태열, 이상효, 이현유 : 미강에서 추출한 식이섬유 추출물의 특성 및 제빵에의 응용. 한국식품과학회지, 29(3): 502, 1997
6. 최영자, 김영아 : 식이섬유 첨가에 의한 백설기의 특성 변화에 관한 연구. 한국조리과학회지, 8(3): 281, 1992
7. Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M. and Bergeois, C.M.: Dietary fibres-Nutritional and technological interest. *Trends in Food Sci. & Technol.*, 8(1), 41~48, 1997
8. Pszczola, D.E.: Oat-bran based ingredient blend replaces fat in ground beef and pork sausage. *Food Technol.*, 45(1), 60~66, 1991
9. Ang, J.F. and Miller, W.B.: Multiple functions of powdered cellulose as a food ingredient. *J. Am. Diet Assoc.*, 36, 558~561, 1991
10. Arora, A. and Camire, M.E.: Performance of potato peels in muffins and cookies. *Food Res. Int.*, 27, 15, 1994
11. 최영선, 김영아 : 감자껍질, guar gum 및 polydextrose 첨가에 의한 백설기의 품질 특성 변화, 한국조리과학회지, 8, 333~341, 1992
12. 이영현, 문태화 : 미강식이섬유의 조성과 보수력 및 전분노화에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 26, 288~294, 1994
13. Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T.: Properties of rice starch prepared by alkali method with various condition. *Denpun Kagaku*, 20, 99, 1973
14. Donovan, J.W.: Phase transitions of the starch-water system. *Biopolymers*, 18, 263, 1979
15. Bowler, P., Evers, A.D. and Sargent, J.: Dehydration artefacts in gelatinized starches. *Starch*, 39, 46~49, 1987
16. Chung, K.M., and Seib, P.A.: Thin-boiling and nongelling adhesive prepared from maize and wheat starches. *Starch*, 43, 441~446, 1991
17. Mod, R.R., Normand, F.L., Ory, R.L. and Conkerton, E.J. : Effect of hemicellulose on viscosity of rice flour. *J. Food Sci.*, 46, 571, 1981
18. Bean, M.M. and Setser, C.S.: Polysaccharides, sugars and sweeteners, in *Food Theory and Applications*, ed. by Bowers, J., Macmillan, New York, p.95, 1992

(2001년 9월 4일 접수, 2002년 4월 1일 채택)