

미강 식이섬유 추출물이 밀가루의 호화 및 노화에 미치는 영향

김영수 · 하태열 · 이상효 · 이현유
한국식품개발연구원 쌀이용연구센터

Effect of Rice Bran Dietary Fiber Extract on Gelatinization and Retrogradation of Wheat Flour

Young Soo Kim, Tae Youl Ha, Sang Hyo Lee and Hyun Yu Lee
Rice Utilization Research Center, Korea Food Research Institute

Abstract

Rapid visco-analyzer (RVA) and differential scanning calorimetry (DSC) were used to study the effect of rice bran dietary fiber extract on gelatinization and retrogradation of wheat flour. The addition of rice bran dietary fiber extracts from various heat treated bran into wheat flour caused to increase the pasting temperature, peak viscosity and final viscosity of RVA measurements. For gelatinization measured with DSC, mixtures of wheat flour and rice bran dietary fiber extract had slightly higher T_o (onset temperature) and T_p (peak temperature) values than those of control (wheat flour), and wheat flour/defatted rice bran dietary fiber extract mixture had the lowest enthalpy value. In comparison with gelatinization, the retrogradation endotherm of mixtures stored at 4°C up to 4 weeks occurred at about 20°C lower temperatures than gelatinization endotherm with broader shape and well-defined thermograms with storage time. The retrogradation of wheat flour was retarded greatly by addition of rice bran dietary fiber extract, and there was no big difference between 5% and 10% additions.

Key words: dietary fiber extract, gelatinization, retrogradation

서 론

벼를 도정함에 따라 얻어지는 미강에는 식물성 단백질, 각종 비타민 뿐만 아니라 식이섬유가 20~30% 함유되어 있다. 식이섬유는 보수력⁽¹⁾, 무기질 및 지질과의 결합력⁽²⁾, 발효성, 점도상승 등의 특성을 가지고 있으며 인체내에서 다양한 생리기능을 나타낸다. 따라서 식이섬유가 인체내 미치는 효능에 관해서는 다양하게 연구되어 왔으며, 예를들면, 콜레스테롤 저하 효과, 대장암 예방효과 등이 입증되어 있다⁽³⁻⁵⁾. 이러한 식이섬유의 중요성에 대한 인식이 높아짐에 따라 서구에서는 곡류, 두류 및 과채류로부터 추출한 식이섬유를 빵⁽⁶⁻¹⁰⁾, 쿠키⁽¹¹⁻¹³⁾, 스낵^(14,15) 등 baked product에 첨가하여 이용하고 있다. 밀가루를 원료로한 이들 가공식품들은 대부분 물의 존재 하에서 가열 처리에 의하여 제조되며, 밀가루 내의 약 70%를 함유하고 있는 전

분에 의해 품질이 크게 영향을 받는다. 가열처리를 하는 동안 밀가루 중의 전분은 호화 과정을 통하여 아밀로오스가 용출되며 냉각에 의하여 겔을 형성하게 된다. 특히 제품의 저장기간중 호화된 전분은 전분 분자들의 구조 변화로 제품의 텍스처에 커다란 영향을 주는 노화를 일으킨다.

이러한 식품의 노화현상을 지연시키기 위하여 많은 연구들이 수행되어왔는데, 예를들면, l'Anson 등⁽¹⁶⁾은 glucose, sucrose나 ribose같은 당류를 첨가함으로써 노화를 억제할수 있다고 보고하였다. Kohyama와 Nihinari⁽¹⁷⁾는 고구마전분의 노화를 지연시키는데 sucrose가 가장 큰 영향을 준다고 강조하면서 이는 분자들이 전분분자 체인과 상호 작용하여 전분 matrix를 안정화시켜 노화를 저해하기 때문이라고 주장하였다. Germani 등⁽¹⁸⁾은 짧은 지방산 체인을 갖는 lipid가 효과적으로 노화의 억제효과를 보였다고 보고하였으며, Russell과 Oliver⁽¹⁹⁾는 염농도를 증가시킴으로써 노화의 진행정도가 감소된다고 보고하였다.

본 연구에서는 현재 전분의 호화 및 노화를 연구하는데 가장 광범위하게 사용되고 있는 differential scan-

Corresponding author: Young Soo Kim, Rice Utilization Research Center, Korea Food Research Institute, San 46-1 Bae-khyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

ning calorimetry (DSC)를 사용하여 빵과 국수의 주원료인 밀가루에 미강에서 추출한 식이섬유추출물을 첨가할 때 변화되는 밀가루의 호화 및 노화 특성을 조사하였다. 또한, 열처리를 달리한 미강 식이 섬유추출물들의 호화 및 노화에 대한 영향을 비교, 검토하였다.

재료 및 방법

재료

생미강은 충남 연무농협의 미국 종합 처리장에서 도정 직후에 생산된 신선한 미강을 수거하여 사용하였고, 탈지미강은 (주)신양현미유에서 미강유 제조 후에 정선한 탈지미강을 구입하여 사용하였다. 밀가루는 무표백 중력 1등급을 구입하여 사용하였다.

미강의 전 처리

도정 직후에 수거한 신선한 미강은 미강의 안정화를 위하여 볶음기와 압출성형기를 이용하여 열처리하였다. 볶음미강은 미강 4.5 kg을 원형볶음기(직경 50 cm, 높이 22 cm, 동원기기사사)에 넣고 볶음기 내부의 온도 120°C에서 20분간 볶아 제조하였다. 압출성형미강은 (주)남성산업에서 제작한 동방향 쌍축스크류 압출성형기(corotating twin-screw extruder, Festina FX40)를 사용하였으며, 20% 수분함량으로 조정된 미강을 시간당 22.5 kg의 속도로 투입하면서 스크류의 회전 속도는 400 rpm으로, 토출기의 온도는 140°C로 유지하며 제조하였다. 상기에 의해 얻어진 볶음, 압출성형 미강과 생미강은 4 volume (v/w)의 hexane을 가한 후 진탕기에서 하루밤 동안 진탕, 여과하여 미강내의 지방을 제거하였다. 지방이 제거된 미강은 상온에서 건조한 후 미강식이섬유 추출물 제조를 위한 시료로 사용하였다.

미강 식이섬유 추출물의 제조

탈지후 건조한 각 미강시료 150 g에 0.6% ter-mamyl (Type LS, 120 KNU/g, Novosa) 1 L를 가하여 95°C에서 계속적으로 진탕하면서 1시간 동안 반응시킨 후 가제를 사용하여 여과한 다음 잔사를 4 volume (v/w)의 열수로 3회 수세하였다. 수세한 잔사를 실온으로 냉각후 4 volume (v/w)의 무수에탄올을 가하여 여과하고 잔사를 압착한 후 50°C의 열풍건조기에서 건조(1일)한 다음 pin mill (경창기계제작소)로 분쇄, -20°C 냉동고에 보관하며 사용하였다. 제조된 미강 식이섬유 추출물들은 지방 1.8~2.5%, 단백질 27.3~30.5%, 회분 9.4~13.2%, 불용성 식이섬유 49.7~54.1%, 수

용성 식이섬유 1.9%~2.7%를 함유하였다⁽²⁰⁾.

RVA (rapid visco-analyzer)를 이용한 호화특성 측정

밀가루의 호화 특성은 RVA (Newport Scientific Pty. Ltd., Australia)를 사용하여 측정하였다. 밀가루 3.5 g (wb)에 생, 탈지, 압출성형, 볶음미강 식이섬유 추출물을 10% (w/w) 첨가한 후 25 mL의 증류수를 가한 현탁액을 50°C부터 95°C까지 분당 6°C로 가열하고 95°C에서 5분간 유지시킨 다음 분당 6°C로 50°C까지 냉각시켰다. RVA로부터 호화개시온도, 최고점도, 최고 점도에 도달하는 시간, 최저점도, 냉각점도와 set-back (냉각점도/냉각시작 직전의 점도)을 구하였다. 호화개시온도는 현탁액의 점도가 2에서 3으로 상승할 때의 온도로 정하였다.

DSC (differential scanning calorimetry)를 이용한 호화 및 노화 측정

시료의 호화 및 노화 특성은 Rheometric Scientific DSC를 사용하여 분석하였다. 밀가루와 밀가루에 1, 5, 10%의 미강 식이섬유 추출물을 첨가한 시료 6~7 mg을 hermetic aluminium pan에 넣고 일정량의 증류수를 microsyringe로 가하여 70% 수분함량으로 조정된 후 sample encapsulating press를 사용, 밀봉하였다. Reference pan은 빈 pan을 밀봉하여 사용하였다. 밀봉후 시료는 수분확산을 위하여 1시간 동안 실온에 방치하여 가열하였다. 시료는 25°C에서 130°C까지 분당 10°C로 가열하였으며, To (onset temperature), Tp (peak temperature), ΔH (enthalpy change)는 endothermic curve로부터 계산하였다. 시료의 노화 측정 은 밀봉한 시료를 끓는 물에서 5분간 호화시킨 후 4°C에서 일정기간 저장한 후 2차 가열하여 DSC thermogram을 얻어 노화도를 결정하였다.

결과 및 고찰

RVA로 측정된 미강 식이섬유 추출물의 호화에 대한 영향

RVA는 밀가루나 전분의 호화 특성을 측정하기 위하여 amylograph를 대신하여 쓰여지고 있으며, 적은 양의 시료를 사용할 수 있고 기계 작동 시간이 빠르다는 이점을 가지고 있다. 밀가루의 호화 특성에 대한 전처리의 영향을 조사하기 위하여 생, 탈지, 볶음, 압출성형미강으로부터 추출한 식이섬유 추출물들을 밀가루에 각각 10% 첨가한 결과(Table 1), 호화개시온도는 대조구인 밀가루가 60.9±0.2°C로 가장 낮았으며,

Table 1. The effects of various rice bran dietary fiber extracts on wheat flour pasting properties

Samples	Pasting Temp. (α)	Peak Visc. (RVU)	Time to peak (min)	Trough (RVU)	Final Visc. (RVU)	Setback
WF	60.9 \pm 0.2 ^c	149 \pm 1 ^b	8.8 \pm 0.2 ^a	78 \pm 2 ^b	160 \pm 2 ^b	2.00 \pm 0.01 ^a
WF+RRBDF 10%	63.6 \pm 0.3 ^a	192 \pm 3 ^a	8.9 \pm 0.3 ^a	96 \pm 1 ^a	193 \pm 3 ^a	1.97 \pm 0.01 ^a
WF+DRBDF 10%	62.1 \pm 0.2 ^b	184 \pm 2 ^a	8.9 \pm 0.0 ^a	93 \pm 1 ^a	189 \pm 5 ^a	1.99 \pm 0.01 ^a
WF+RoRBDF 10%	62.9 \pm 0.2 ^{ab}	184 \pm 0 ^a	9.0 \pm 0.3 ^a	94 \pm 2 ^a	191 \pm 1 ^a	1.99 \pm 0.02 ^a
WF+ERBDF 10%	62.4 \pm 0.2 ^b	185 \pm 3 ^a	8.9 \pm 0.2 ^a	92 \pm 1 ^a	186 \pm 3 ^a	1.98 \pm 0.01 ^a

WF: Wheat flour.

RRBDF: Raw rice bran dietary fiber.

DRBDF: Defatted rice bran dietary fiber.

RoRBDF: Roasted rice bran dietary fiber.

ERBDF: Extruded rice bran dietary fiber.

^{ab,c}Means within column with different superscript letters are significantly different ($P < 0.05$).

10%의 각종 미강 식이섬유 추출물을 첨가한 시료들의 경우 대조구보다 1.2~2.7°C 증가를 보여 유의적인 차이를 나타냈다. 최고점도, 최저점도, 최종점도는 대조구가 149 \pm 1, 78 \pm 2, 160 \pm 2 RVU로 10%의 각종 미강 식이섬유 추출물을 첨가한 시료들보다 유의적으로 낮은 점도를 나타냈으나 최고점도에 도달하는 시간은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

반면에, 미강 식이섬유 추출물을 10% 첨가한 시료들 사이에서는 생미강 식이섬유 추출물을 첨가했을 때가 탈지하거나 압출성형한 미강 식이섬유 추출물을 첨가했을 때보다 유의적으로 높은 소화개시온도를 나타냈으나, 최고점도, 최저점도 및 최종점도에 있어서는 첨가한 각 시료들 간에 유의적인 차이를 보이지 않아 미강의 전처리에 의한 영향을 보이지 않았다. Setback의 경우에도 대조구(2.00 \pm 0.01)와 미강 식이섬유 추출물 첨가시료들(1.97~1.99) 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 식이섬유 추출물 첨가량의 차이가 밀가루 paste의 점도에 미치는 영향을 조사한 결과(Fig. 1), 탈지미강 식이섬유 추출물의 첨가량이 1, 5, 10%로 증가함에 따라 최고점도는 149에서 184 RVU로, 최종점도는 160에서 189 RVU로 증가하였다. 이상의 결과는 Mod 등⁽²¹⁾이 hemicellulose가 쌀가루의 점도에 미치는 영향을 조사한 연구에서 밀가루중 pentosan의 xylose unit와 ester 결합으로 존재하는 두 분자의 ferulic acid가 oxidative coupling에 의해 diferulic acid를 형성하여 pentosan들을 가교화하므로써 불용성으로 만들기 때문에 쌀가루 paste의 점도를 감소시킨다고 보고한 것과는 상반되는 결과이다. 본 연구에서 나타난 미강 식이섬유 추출물의 첨가에 따른 밀가루 paste의 점도증가는 밀가루와 미강 식이섬유 추출물의 현탁액에서 미강 식이섬유 추출물들이 수화를 위해 먼저 물을 점유하기 때문에 밀가루 중의 전분입자들이 이용할 수 있는 물이 결과적으로 적어지게 되며 상

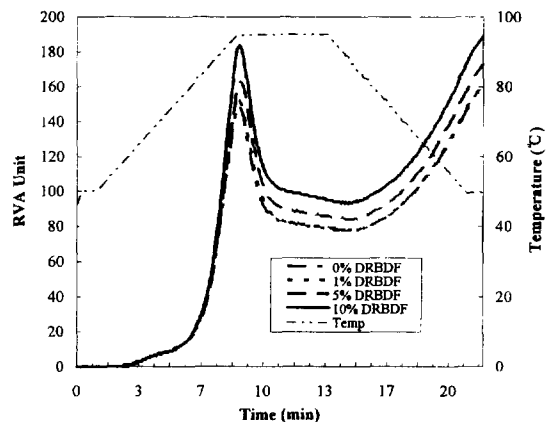


Fig. 1. RVA pasting profiles of wheat flour and wheat flour/defatted rice bran dietary fiber extract mixtures.

대적 전분농도가 증가하게 되어 전분의 swelling과 함께 점도의 증가를 가져온 것으로 생각된다.

DSC로 측정된 미강 식이섬유 추출물의 호화 및 노화에 대한 영향

밀가루 및 각종 미강 식이섬유 추출물을 농도별로 혼합(수분함량: 70%)한 시료가 가열중 일어나는 DSC의 열적특성 (T_o , T_p , ΔH)을 Table 2, 그리고 DSC thermogram을 Fig. 2에 나타내었다. 대조구인 밀가루의 T_o 및 T_p 는 각각 59.2 \pm 0.3°C와 64.8 \pm 0.4°C로 밀전분의 호화특성 (T_o =57.0~62.1°C, T_p =64.0~66.9°C)⁽²²⁻²³⁾과 비슷한 값을 보였으나 ΔH 는 1.5 \pm 0.1 kcal/mg로 이미 보고된 밀전분의 1.9~2.2 kcal/mg⁽²²⁻²³⁾보다 상당히 낮은 값을 나타냈다. 이러한 ΔH 값의 차이는 대조구의 경우 밀전분에 비해 전분함량이 낮기 때문인 것으로 생각된다. 즉, 밀가루의 경우는 전분 이외에도 섬유소, 단백질 및 지방을 약 20~30% 함유하고 있기 때문에 시료의 총함량으로 계산되는 호화의 엔탈

Table 2. DSC endothermic properties of wheat flour and wheat flour/defatted rice bran dietary fiber extract mixtures

Samples	To (°C)	Tp (°C)	ΔH (mcal/mg)
WF	59.2±0.3 ^a	64.8±0.4 ^a	1.5±0.1 ^a
WF+RRBDF 10%	59.7±0.2 ^a	65.7±0.0 ^a	1.5±0.1 ^a
WF+DRBDF 10%	59.8±0.2 ^a	65.6±0.2 ^a	1.3±0.1 ^a
WF+RoRBDF 10%	59.6±0.4 ^a	65.8±0.4 ^a	1.4±0.0 ^a
WF+ERBDF 10%	60.2±0.2 ^a	65.5±0.0 ^a	1.5±0.0 ^a

WF: Wheat flour.

RRBDF: Raw rice bran dietary fiber.

DRBDF: Defatted rice bran dietary fiber.

RoRBDF: Roasted rice bran dietary fiber.

ERBDF: Extruded rice bran dietary fiber.

To: Onset temperature.

Tp: Peak temperature.

ΔH: Enthalpy.

^aMeans within column with different superscript letters are significantly different (P<0.05).

Table 3. The effect of wheat flour and concentration of wheat flour/defatted rice bran dietary fiber extract mixtures on DSC endothermic properties

Samples	To (°C)	Tp (°C)	ΔH (mcal/mg)
WF	59.2±0.3 ^a	64.8±0.4 ^a	1.5±0.1 ^a
WF+DRBDF 1%	59.3±0.2 ^a	65.0±0.3 ^a	1.4±0.0 ^a
WF+DRBDF 5%	59.6±0.1 ^a	65.4±0.3 ^a	1.4±0.1 ^a
WF+DRBDF 10%	59.8±0.2 ^a	65.6±0.2 ^a	1.3±0.1 ^a

WF: Wheat flour.

DRBDF: Defatted rice bran dietary fiber.

To: Onset temperature.

Tp: Peak temperature.

ΔH: Enthalpy.

^aMeans within column with different letters are significantly different (P<0.05).

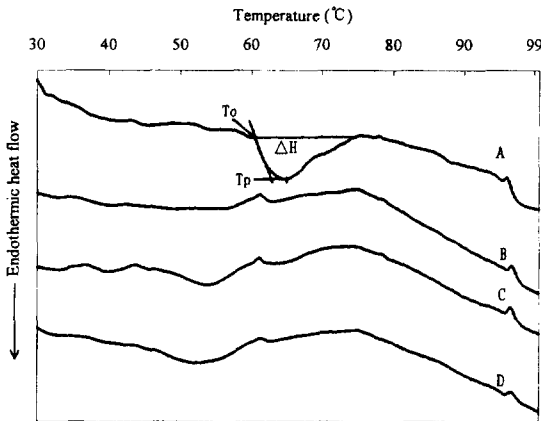


Fig. 2. DSC thermograms of gelatinization of wheat flour and reheating of wheat flour/defatted rice bran dietary fiber extract mixtures stored at 4°C up to 4 weeks. A: gelatinization, B: reheating for 1 day, C: reheating for 1 week, D: reheating for 4 weeks.

피는 낮은 값을 나타낸다고 사료된다.

미강 식이섬유 추출물을 10% 첨가한 시료들의 호화시 일어나는 DSC 열적특성을 조사한 결과(Table 2), To는 볶음미강 식이섬유 추출물을 첨가한 경우 59.6±0.4°C였고 압출성형미강 식이섬유 추출물을 첨가한 경우 60.2±0.2°C로서 대조구의 To와는 유의적인 차이를 보이지 않아 미강 식이섬유 추출물의 전처리에 따른 영향을 나타내지 않았다. 이 결과는 RVA로 측정 한 호화개시 온도와 일치하는 경향을 보였다. Tp값 또한 65.5±0.0°C (압출성형미강 식이섬유 추출물)에서 65.8±0.4°C (볶음미강 식이섬유 추출물) 사이로 첨가한 미강 식이섬유 추출물들 사이에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이와같이 미강 식이섬유 추출물을

첨가함에 따라 To 및 Tp값이 상승하는 것은 앞에서 언급한 바와 같이 미강 식이섬유 추출물의 높은 보수력에 의해 미강 식이섬유 추출물이 물과 결합하여 자유수의 양을 감소시키며, 온도의 증가에 따라 밀가루 내의 전분이 이용될 자유수의 감소 때문이다. ΔH의 경우에도 대조구와 각 미강 식이섬유 추출물들 사이에는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

밀가루의 DSC 열적특성에 미치는 미강 식이섬유 추출물의 첨가농도의 영향을 조사하기 위하여 1, 5, 10%되게 탈지미강 식이섬유 추출물을 밀가루에 첨가한 결과(Table 3), 첨가한 미강 식이섬유 추출물의 농도가 증가함에 따라 To 및 Tp값은 59.3±0.2에서 59.8°C±0.2와 65.0±0.3에서 65.6°C±0.2로 유의적인 차이를 보이지 않았으며 ΔH값 또한 1.4에서 1.3 kcal/mg으로 유의적인 차이를 보이지 않아 미강 식이섬유 추출물의 첨가농도에 의한 영향을 받지 않았다.

밀가루의 노화에 미치는 미강 식이섬유 추출물 첨가의 영향을 검토하기 위하여 밀가루에 미강 식이섬유 추출물을 5% 및 10% 첨가하여 100°C에서 호화시킨 후 4°C의 냉장고에 일정기간 저장한 다음 다시 DSC에서 2차 가열하여 얻은 DSC endotherm의 특성을 조사하였다(Table 4). 우선, 대조구에서 보면 Fig. 2에서 보는 바와 같이 2차 가열후 얻어진 endotherm은 대조구의 호화시 얻어진 것보다 약 15~20°C 낮은 온도에서 나타났다. 이는 호화후 밀가루 내의 전분분자들이 저장기간중 재결합하지만 본래의 전분분자 구조보다 약한 분자구조를 형성하기 때문이다⁽²¹⁾. 또한, 노화시에 나타난 endotherm은 호화시보다 폭이 넓은 형태를 보였으며 저장 기간이 길어질수록 뚜렷한 endotherm을 나타냈다(Fig. 2). ΔH값은 호화시보다 매우 작아 그 정도는 저장기간이 1일, 2일, 1주일, 2주일, 3주일, 4주일로 증가함에 따라 0.53, 0.81, 0.91, 1.07,

Table 4. DSC endothermic properties for reheating of wheat flour and wheat flour/defatted rice bran dietary fiber extract mixtures

Storage time (day)	Samples	Endotherm			
		To (°C)	Tp (°C)	ΔH (mcal/mg)	%R
1	WF	42.43	52.76	0.53	37
	WF+DRBDF5%	41.46	48.94	0.34	23
	WF+DRBDF10%	42.23	48.32	0.32	22
2	WF	44.53	52.66	0.81	56
	WF+DRBDF 5%	42.56	47.66	0.39	27
	WF+DRBDF 10%	40.93	49.08	0.42	29
7	WF	45.60	53.05	0.91	63
	WF+DRBDF 5%	42.70	50.54	0.54	37
	WF+DRBDF 10%	42.87	54.02	0.52	36
14	WF	44.40	51.19	1.07	74
	WF+DRBDF 5%	48.63	55.33	0.53	37
	WF+DRBDF 10%	43.43	53.71	0.54	37
21	WF	43.44	50.29	1.09	75
	WF+DRBDF 5%	46.49	55.21	0.62	43
	WF+DRBDF 10%	44.04	54.59	0.59	41
28	WF	43.54	50.92	1.12	77
	WF+DRBDF 5%	45.32	55.38	0.66	46
	WF+DRBDF 10%	44.07	54.85	0.61	48

WF: Wheat flour.

To: Onset temperature.

Tp: Peak temperature.

ΔH: Enthalpy.

%R: retrogradation percentage= $\Delta H_{\text{retro}}/\Delta H_{\text{gel}} \times 100$.

DRBDF: Defatted rice bran dietary fiber.

1.09, 1.12 kcal/mg으로 호화시의 37~77%를 나타냈다. 전분의 노화는 두단계로 이루어지며, 초기 단계에서는 가열중 용출된 아밀로오스에 의하여 냉각후 몇 시간 이내에 이루어지며, 다음 단계에서는 아밀로펙틴의 외부 체인이 결합하여 전분 겔의 crystallinity가 저장후 계속적으로 서서히 생성되어 노화가 진행된다⁽²⁴⁾. 이러한 아밀로펙틴의 결합력은 단위 사슬의 길이에 의해 영향을 받으며, 크기가 다른 crystallinity mixture를 형성해서 긴 단위 사슬을 갖는 분자는 긴 이중 helix를 형성하여 노화가 빠르게 진행된다⁽²⁵⁾.

한편 Fig. 3에서 보는 바와 같이 저장 기간에 따른 미강 식이섬유 추출물의 첨가영향을 조사한 결과 대조구는 저장 기간이 증가함에 따라 저장 1주일 내에 ΔH의 급격한 증가를 보여 노화 현상을 보인 후 그 이후에는 완만한 증가를 보였으나 미강 식이섬유 추출물을 첨가한 시료들은 저장 첫날 이후에 완만한 증가를 보였다. 이와같이 미강 식이섬유 추출물을 첨가한 시료는 대조구보다 매우 작은 ΔH값을 나타내어 미강 식이섬유 추출물이 밀가루의 노화를 지연시키는 효과가 있음을 알 수 있었다. 이러한 미강 식이섬유 추출

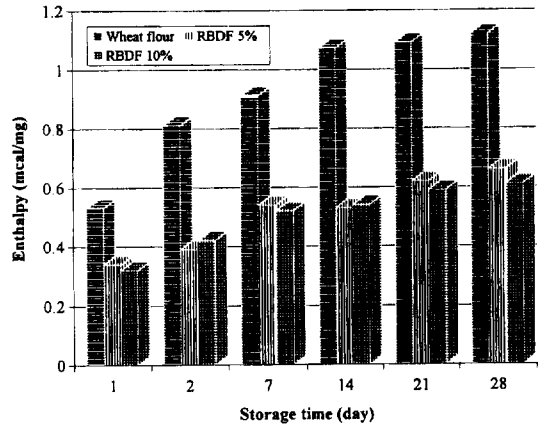


Fig. 3. Enthalpy change values of retrograded gels of wheat flour/defatted rice bran dietary fiber extract mixtures stored at 4°C, as determined by DSC.

물의 노화지연 효과는 전분이 호화된후 정상적인 전분분자의 재배열을 하는 과정에서 식이섬유 추출물들이 전분입자들 사이에 끼어들어 회합을 방해하며, 아밀로오스 및 아밀로펙틴의 일부와 결합해서 전분분자들의 수소결합을 방해하기 때문이다⁽²⁶⁾. 본 연구의 결과는 강 등⁽²⁷⁾과 이와 문⁽²⁴⁾이 보고한 결과와 일치하였다. 강 등⁽²⁷⁾은 시판 식이섬유의 첨가가 케익의 노화지연에 효과가 있었다고 보고하였으며, 이와 문⁽²⁴⁾도 미강 식이섬유를 밀가루에 첨가하여 호화시킨후 DSC로 측정했을 때 미강 첨가시료의 노화지연 효과를 보고하였다. 따라서, 미강에서 추출한 미강 식이섬유 추출물을 baked product와 같은 전분을 함유하고 있는 식품에 첨가하여 고식이섬유식품을 생산한다면 저장중 식품의 품질을 저하시키는 노화현상을 크게 지연시키고 품질을 유지하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

요 약

미강 식이섬유 추출물이 밀가루의 호화 및 노화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 여러방법으로 열처리한 미강 식이섬유 추출물을 첨가하여 호화 및 노화현상을 RVA 와 DSC로 측정하여 조사하였다. 그결과 미강 식이섬유 추출물 첨가는 대조구에 비해 호화온도, 최고점도 및 최종점도를 증가시켰다. 미강 식이섬유 추출물을 첨가한 시료들을 DSC로 측정했을 때 To, Tp 및 ΔH값들은 탈지미강 식이섬유 추출물을 첨가한 시료에 영향을 받지 않았다. 노화시 나타난 endothermic peak는 호화시보다 약 15~20°C 낮은 온도에서 폭이 넓은 형태로 나타났으며, 저장기간이 길어

질수록 뚜렷한 endothermic peak를 보였다. 미강 식이 섬유 추출물을 첨가한 시료들은 노화지연 효과를 보였으며, 5%와 10% 첨가시료들 사이에는 큰 차이가 없었다.

문 헌

- Robertson, J.A. and Eastwood, M.A.: An investigation of the experimental conditions which could affect water-holding capacity of dietary fiber. *J. Sci. Food Agric.*, **32**, 819 (1981)
- Camire, A.L. and Clydesdale, F.M.: Effect of pH and heat treatment on the binding of calcium, magnesium, zinc and iron to wheat bran and fractions of dietary fiber. *J. Food Sci.*, **46**, 568 (1981)
- Behall, K.M., Lee, K.H. and Moser, P.B.: Blood lipids and lipoproteins in adult men fed four refined fibers. *Am. J. Clin. Nutr.*, **39**, 209 (1984)
- Chen, W.L., Anderson, J.W. and Gould, M.R.: Effects of oat bran, oat gum, and pectin on lipid metabolism of cholesterol-fed rats. *Nutr. Rep. Int.*, **24**, 1093 (1981)
- Lithell, H., Selinus, I. and Vessby, B.: Lack of effect of a purified bran preparation in men with low cholesterol. *Hum. Nutr. Clin. Nutr.*, **38**, 309 (1984)
- Chen, H., Rubenthaler, G.L., Leung, H.K. and Baranowski, J.D.: Chemical, physical, and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. *Cereal Chem.*, **65**, 244 (1988)
- Lai, C.S., Hosney, R.C. and Davis, A.B.: Effect of wheat bran in breadmaking. *Cereal Chem.*, **66**, 217 (1989)
- Pomeranz, Y., Shogren, M.D., Finney, K.F. and Bechtel, D.B.: Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem.*, **54**, 25 (1977)
- Sievert, D., Pomeranz, Y. and Abdelrahman, A.: Functional properties of soy polysaccharides and wheat bran in soft wheat products. *Cereal Chem.*, **67**, 10 (1990)
- Sosulski, F.W. and Wu, K.K.: High-fiber breads containing field pea hulls, wheat, corn, and wild oat brans. *Cereal Chem.*, **65**, 186 (1988)
- Artz, W.E., Warren, C.C., Mohring, A.E. and Villota, R.: Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies. *Cereal Chem.*, **67**, 303 (1990)
- Gorczyca, C.G. and Zabik, M.E.: High fiber sugar-snap cookie containing cellulose and coated cellulose products. *Cereal Chem.*, **56**, 537 (1979)
- Jeltema, M.A., Zabik, M.E. and Thiel, L.J.: Prediction of cookie quality from dietary fiber components. *Cereal Chem.*, **60**, 227 (1983)
- Breen, M.D., Seyam, A.A. and Banasik, O.J.: The effect of mill by-products and soy protein on the physical characteristics of expanded snack foods. *Cereal Chem.*, **54**, 728 (1977)
- Camire, M.E. and King C.C.: Protein and fiber supplementation effects on extruded cornmeal snack quality. *J. Food Sci.*, **56**, 760 (1991)
- 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)
- Kohyama, K. and Niahinari, K.: Effect of soluble sugars on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 1406 (1991)
- Germani, R., Ciacco, C.F. and Rodriguez-Amaya, D.B.: Effect of sugars, lipids and type of starch on the mode and kinetics of retrogradation of concentrated corn starch gels. *Starch/Stärke*, **35**, 377 (1983)
- Russell, P.L. and Oliver, G.: The effect of pH and NaCl content on starch gel aging. A study by differential scanning calorimetry and rheology. *J. Cereal Sci.*, **10**, 123 (1989)
- 김영수, 하태열, 이상효, 이현유: 미강에서 추출한 식이 섬유의 특성 및 제빵에의 응용. 한국식품과학회지, **29**, 502 (1997)
- 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)
- White, P.J., Abbas, I.R. and Johnson, L.A.: Freeze-thaw stability and refrigerated storage retrogradation of starches. *Starch/Stärke*, **39**, 231 (1989)
- Jankowski, T. and Rha, C.K.: Differential scanning calorimetry study of the wheat grain cooking process. *Starch/Stärke*, **38**, 45 (1986)
- 이영현, 문태화: 미강식이섬유의 조성과 보수력 및 전분노화에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **26**, 228 (1994)
- Orford, P.D., Ring, S.G., Carroll, V., Miles, M.J. and Morris, V.J.: The effect of concentration and botanical source on the gelation and retrogradation of starch. *J. Sci. Food Agric.*, **39**, 169 (1987)
- Yuan, R.C., Thompson, D.B. and Boyer, C.D.: Fine structure of amylopectin in relation to gelatinization and retrogradation behavior of maize starches from three wx-containing genotypes in two inbred lines. *Cereal Chem.*, **70**, 81 (1993)
- 강규찬, 배상봉, 이규순: 식이성 섬유의 첨가가 케익의 노화에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **22**, 19 (1990)

(1996년 10월 24일 접수)