

수침이 멥쌀의 이화학적 성질에 미치는 영향

김성곤 · 방정범
단국대학교 식품영양학과

Physicochemical Properties of Rice Affected by Steeping Conditions

Sung-Kon Kim and Jung-Bum Bang

Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

Abstract

The effects of steeping temperature (7°, 15°, 20° and 30°C) and steeping time (2~14 hr) on the physicochemical properties of milled rice (variety: Chucheongbyeon) were investigated. The pH of the steep water decreased as the steeping time increased, which was more pronounced at higher steeping temperature. The solid loss was about 4.0% during steeping. The contents of protein, fat and ash decreased during steeping, which was greater at elevated temperature. The lightness of rice was slightly increased, and the yellowness was decreased upon steeping. The water-binding capacity of rice was increased during steeping at above 15°C. The slight increase of the swelling power of rice at 80°C was observed upon steeping. The maximum wavelength for the rice flour-iodine complex was moved to a higher wavelength, but X-ray diffraction patterns remained constant regardless the steeping conditions. The pasting properties of rice flour (10%) by amylograph indicated that the peak viscosity increased as the steeping time was increased at all steeping temperatures. The steeping resulted in the greater breakdown and the lower setback. The log peak viscosity showed a linear relationship with the steeping time. The activation energy and Q_{10} value for the viscosity increase rate was 2,320 cal/mole and 1.14, respectively.

Key words: rice, steeping, amylograph, activation energy

서론

쌀을 이용하여 떡이나 과자의 제조시 전처리 과정으로 물에 침지하는 과정을 거치게 되는데, 쌀의 수침 공정에 대한 연구는 주로 찰쌀을 대상으로 이루어져 왔다⁽¹⁻⁹⁾. 박과 오⁽³⁾, 양 등⁽⁴⁾, Kim과 Yoshimatsu⁽⁵⁾, 박 등⁽⁶⁾은 수침시간 또는 수침온도가 강정제조에 미치는 영향에 대하여, 김⁽⁷⁾은 경단제조시 최적 수침시간에 대하여 보고하였다. 찰쌀의 수침에 따른 이화학적 성질 변화에 대하여는 여러 연구가 있다^(3,4,6-9). 찰쌀의 수침중 지방산도⁽⁸⁾와 총산도⁽⁷⁾는 증가하며, 아밀로그래프의 최고점도도 증가한다^(3,8,9). 수침한 찰쌀가루의 70°C에서의 팽윤력과 용해도는 수침시간에 따라 차이를 보이지 않거나⁽³⁾, 80°C에서의 팽윤력과 용해도는 수침 24시간까지 증가하고 그 이후 감소한다^(8,9). 찰쌀의 수

침시간의 경과에 따라 일반성분^(6,9)과 무기질⁽⁶⁾은 감소한다. 그러나 수침에 따른 전분의 구조적 성질 변화는 일어나지 않는다⁽⁹⁾.

멥쌀의 수침에 대한 연구는 아주 제한적이다. 박 등⁽¹⁰⁾은 절편제조시, 김⁽¹¹⁾은 백설기 제조시 최적 수침시간에 대하여, 김⁽¹²⁾은 멥쌀의 수침 조건이 밥의 텍스처에 미치는 영향에 대하여 보고하였다. 본 연구에서는 수침조건이 멥쌀의 이화학적 성질 특히 일반 성분과 호화성질에 미치는 영향을 중심으로 연구하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 시료는 추청벼(아끼바레)로서 단국대학교 농과대학 시험농장에서 재배된 것으로서 수확 후 3개월 이내의 것이다. 벼는 왕겨를 제거한 다음 도정기(Satake Test Mill)로 무게비로 8%를 도정하여 시

Corresponding author: Sung-Kon Kim, Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, San 8, Hannam-dong, Yongsan-ku, Seoul 140-714, Korea

료로 사용하였다.

수침조건

쌀 350 g을 1 l 비이커에 취하고 여기에 각 온도별로 미리 조절된 증류수 600 ml를 넣은 다음 7°, 15°, 20°와 30°C의 배양기에서 최대 14시간 침지시켰다. 수침 2시간마다 체에 받쳐 물을 제거하고 증류수 500 ml로 1회 씻은 다음 10분간 물빼기를 하고 실온에서 2일간 건조시켰다.

건조된 시료는 분쇄하여 60메쉬 체에 통과시키고 대류오븐을 이용하여 30°C에서 10시간 건조시켰다. 이때 시료의 최종 수분함량은 12~13%이었다.

시료는 -20°C에 저장하면서 실험에 사용하였다.

이화학적 성질 측정

쌀의 침지중 침지액의 pH는 pH 미터(Fisher, model 620)로 측정하였다. 쌀의 침지중 고형분의 손실량은 침지한 쌀을 실온에서 2일간 건조시키고 다시 30°C에서 10시간 건조시킨 다음 수분함량을 고려한 초기 쌀의 무게 차이로부터 고형분의 손실량을 계산하였다. 쌀가루의 수분, 회분, 조단백질과 조지방함량은 AACCC의 표준방법⁽¹³⁾, 물결합능력은 Medcalf와 Gilles의 방법⁽¹⁴⁾, 팽윤력과 용해도는 Kainuma 등의 방법⁽¹⁵⁾, 요오드 반응은 Williams 등의 방법⁽¹⁶⁾으로 측정하였다. 모든 실험은 2회이상 반복하고 평균값으로 표시하였다.

아밀로그래프

쌀가루의 Visco/amylo/Graph에 의한 호화는 Medcalf와 Gilles의 방법⁽¹⁷⁾에 따랐다. 시료 현탁액(10%, 건량기준) 500 ml를 25°C부터 92.5°C까지 분당 1.5°C의 속도로 가열하고 92.5°C에서 15분간 유지시킨 다음 분당 1.5°C의 속도로 50°C까지 냉각시켰다. 아밀로그래프로부터 호화개시온도, 최고점도(P), 92.5°C에서 15분 후의 점도(H), 냉각점도(C), 점도붕괴도(P-H), 전체 setback (C-P)을 구하였다. 호화개시온도는 점도가 10 B.U.(Brabender Units)에 도달하는 온도로 나타내었다. 실험은 2회 반복하고 평균값으로 표시하였다.

수침시간에 따른 최고점도의 증가속도상수와 수침온도와의 관계로부터 활성화 에너지는 다음 아래니우스 식으로 계산하였다.

$$k = Ae^{-Ea/RT}$$

여기에서 k는 속도상수(log B.U. hr⁻¹), Ea는 활성화 에너지(cal/mole), R은 기체상수(1,987 cal/mole), T는 수침온도(K), A는 빈도인자이다.

점도증가속도의 온도계수(Q₁₀)는 다음 식으로 부터 구하였다⁽¹⁸⁾.

$$\log Q_{10} = \frac{2.19 Ea}{(T)(T+10)}$$

여기에서 T는 수침온도(K)이다.

결과 및 고찰

수침액의 pH

쌀의 수침공정중 수침액의 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 수침액의 pH는 수침온도가 높아질수록 크게 감소하였다. 수침온도 7°, 15°와 20°C에서 pH는 수침 4시간까지 급격히 감소하였고, 그 이후에는 감소폭이 완만하였다. 수침온도 30°C에서는 초기 6.70에서 수침 2시간에 6.50으로, 수침 6시간에 6.32로 감소하였고 그 이후에는 급격히 감소하여 수침 10시간에 5.76이었다.

김 등⁽⁹⁾은 찹쌀을 20°C에 수침했을 때 수침액의 pH는 초기 6.80에서 수침 6시간 후에 6.35로 감소하였고 그 이후 18시간까지는 큰 변화가 없었다고 하여 본 실험과 비슷한 경향을 보였다. 박과 오⁽¹²⁾는 찹쌀을 25°C에서 수침했을 때 pH는 수침 1~3일 사이에 현저히 감소한다고 하였고, 박 등⁽⁶⁾은 찹쌀을 20°C에서 1일 수침했을 때 pH는 6.25이었으나 5일 후에는 4.23으로 감

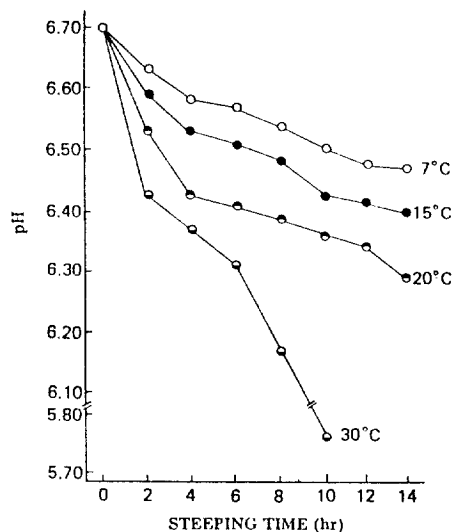


Fig. 1. Changes in pH of steep water during steeping of milled rice (variety : Chucheongbyeo) at various temperatures

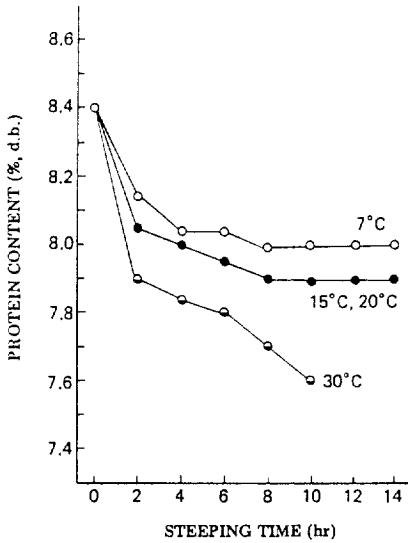


Fig. 2. Changes in protein content of rice flour as influenced by steeping conditions

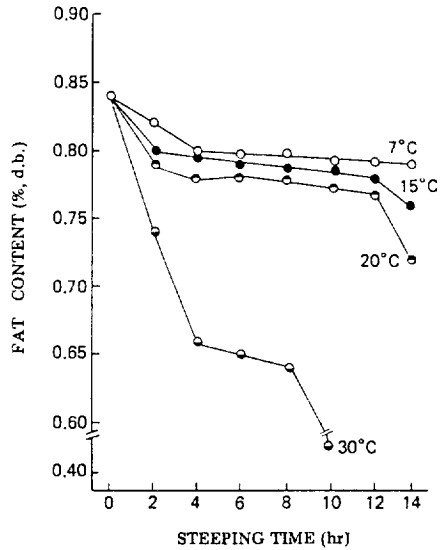


Fig. 3. Changes in fat content of rice flour as influenced by steeping conditions

소하였다고 하였다. 찹쌀의 수침과정 중 찹쌀의 지방산도⁽³⁾ 또는 총산도⁽⁴⁾는 침지시간에 따라 증가한다. 따라서 쌀의 수침시간에 따라 수침액의 pH가 감소하는 것은 수침중 생성된 유기산 또는 지방산에 기인하는 것으로 생각된다.

고형분 손실량

쌀의 수침온도와 수침시간에 따른 고형분 손실량을 보면 수침온도 7°C에서의 고형분 손실량은 수침 2시간에 3.8%이었고 수침시간에 따른 변화를 보이지 않았다. 수침 15°, 20°와 30°C에서의 고형분 손실량은 4%정도로서 수침온도에 따른 차이가 없었으며, 수침시간의 경과에 따라서도 큰 변화를 보이지 않았다.

일반 성분

쌀의 수침시간에 따른 단백질 함량의 변화를 보면 Fig. 2와 같다. 단백질은 수침온도에 관계없이 수침 2시간에 급격히 감소하였으며 그 정도는 수침온도가 높을수록 컸다. 수침온도 7°C에서는 수침 4시간 이후에는 단백질 함량에 변화가 없었으나, 수침온도 15°C와 20°C에서는 수침 8시간 이후부터 일정한 값을 보였다. 그러나 수침 30°C에서는 수침시간이 길어짐에 따라 단백질의 함량은 계속 감소하여 수침 10시간에는 7.60%이었다.

쌀의 수침시간에 따른 지방질의 변화는 수침온도 7°, 15°, 20°C에서는 수침 2시간 이후에 약간 감소하였

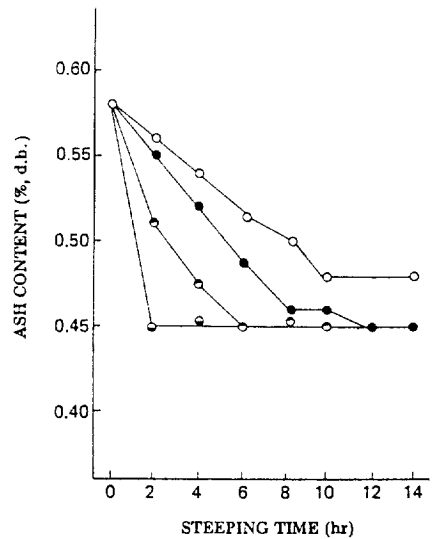


Fig. 4. Changes in ash content of rice flour as influenced by steeping conditions ○—○, 7°C; ●—●, 15°C; ●—●, 20°C; ●—●, 30°C

고 그 이후에는 큰 변화를 보이지 않았다(Fig. 3). 그러나 수침온도 30°C에서는 초기 0.84%에서 수침 4시간 후에 0.66%로 급격히 감소하였고, 수침 10시간 후에는 0.42%로 초기 함량의 50%가 감소하였다.

쌀의 수침과정중 회분의 변화를 보면 Fig. 4와 같이 수침시간에 따라 직선적으로 감소한 다음 일정한 값에 도달하였다. 수침온도 7°C에서는 초기 0.57%에서

수침 10시간에 0.48%로, 15°C에서는 수침 10시간에 0.46%로 감소하였으며, 20°C에서는 수침 6시간에 0.45%로 감소하였으나, 30°C에서는 수침 2시간만에 0.45%로 감소한 다음 그 이후에는 변화가 없었다.

쌀의 수침공정중 일반성분의 감소 경향에 대하여는 찹쌀^(8,9)에서도 보고되어 있다. 양 등⁽⁴⁾은 찹쌀의 수침 시간의 경과에 따라 무기질 함량이 감소하며 칼륨과 나트륨의 용출속도는 칼슘과 마그네슘보다 빨랐다고 보고하였다.

이화학적 성질

쌀의 물결합능력은 수침온도 7°C에서는 수침시간에 관계없이 대조구와 비슷한 값을 보였으나, 수침온도 15°C에서는 수침 6시간까지 증가하다가 그 이후 감소하였고, 수침온도 20°C와 30°C에서는 수침 2시간에서 가장 높은 값을 보이며 수침시간이 길어짐에 따라 감소하는 경향이였다(Table 1). 찹쌀의 경우 물결합능력은 수침온도 20°C에서 수침 12시간까지 증가하고 그 이후에는 감소하는 것으로 알려져 있다⁽⁹⁾. Kim과 Yoshimatsu⁽⁹⁾는 찹쌀을 5°C와 20°C에 수침했을 때 수침시간이 길어질수록 쌀알의 조직적 변화가 뚜렷하며 특히 20°C에서 11일간 수침하는 경우 세포막의 파괴가 관찰되었다고 하였다.

쌀의 80°C에서의 팽윤력은 수침온도 7°C에서는 대조구와 비슷한 값이었으나 수침온도 15°C이상에서는 대조구보다 약간 높은 값을 보였으며, 동일한 수침온도에서 수침시간에 따른 변화는 없었다. 한편 용해도는 수침온도에 관계없이 수침에 따라 감소하였으나 수침시간에는 큰 영향이 없었다. 수침한 쌀의 용해도가 대조구보다 낮은 이유는 쌀의 수침중 고형분의 손실이 일어나기 때문으로 생각된다. 찹쌀의 경우 수침온도 20°C에서 수침시간이 길어짐에 따라 80°C에서의 팽윤력과 용해도는 증가하는 경향을 보인다^(8,9). 그러나 박과 오⁽³⁾는 찹쌀을 25°C에서 10일간 수침했을 때 70°C에서의 팽윤력은 큰 변화를 보이지 않았다고 하였다.

쌀의 수침온도와 수침시간에 따른 625 nm에서의 흡광도는 수침온도 7, 15°와 20°C에서는 수침시간에 관계없이 0.219~0.228, 수침온도 30°C에서는 0.231~0.237로서 대조구 0.210보다 약간 높은 값을 보였다. 최대흡수파장은 수침온도와 수침시간에 관계없이 570 nm 부근으로서 대조구의 558 nm와 차이를 보였다. 이러한 결과는 수침한 쌀은 수침하지 않은 쌀보다 요오드결합력이 약간 크며, 최대흡수파장은 장파장쪽으로 이동함을 가리킨다.

Table 1. Changes in physicochemical properties of rice flour during steeping of milled rice

Steeping temperature (°C)	Steeping time (hr)	Solid loss (%)	Water-binding capacity (%)	Swelling power at 80°C	Solubility (%)	A ₆₂₅	λ _{max} (nm)	
Control	0	-	128	7.70	6.8	0.210	558	
	7	2	3.8	128	7.62	4.2	0.226	572
		4	3.8	129	7.70	4.2	0.224	570
		6	3.8	133	7.72	4.5	0.220	565
		8	3.6	128	7.82	3.8	0.224	570
		10	3.6	128	7.75	4.0	0.221	566
		12	3.6	129	7.75	3.9	0.219	564
	14	3.7	130	7.76	4.0	0.219	564	
	15	2	3.9	137	7.80	4.5	0.224	570
		4	4.0	138	7.86	4.4	0.224	570
		6	4.2	140	7.88	4.7	0.227	572
		8	4.2	139	7.88	4.8	0.223	572
		10	4.1	133	8.01	4.7	0.223	572
		12	3.9	133	8.00	4.8	0.220	566
14		3.7	132	8.02	4.6	0.224	572	
20		2	4.0	142	8.01	4.6	0.223	570
		4	4.3	138	8.00	4.7	0.223	572
		6	4.5	134	8.10	4.7	0.227	570
		8	4.3	133	8.30	4.8	0.226	570
		10	4.1	137	8.20	4.9	0.220	564
		12	4.0	132	8.00	4.7	0.228	568
14		3.9	134	8.00	4.5	0.227	570	
30	2	4.1	142	8.01	4.8	0.237	572	
	4	4.1	139	7.90	4.9	0.233	570	
	6	4.0	134	8.10	5.0	0.231	566	
	8	4.0	134	7.90	4.7	0.232	562	
	10	4.3	135	7.80	4.7	0.232	570	

호화 성질

쌀을 20°C에서 6시간 수침한 쌀가루의 아밀로그래프는 Fig. 5와 같다. 수침한 쌀가루의 호화개시온도는 대조구보다 낮았으며 점도는 대조구보다 높았다. 이러한 경향은 다른 처리구에서도 같은 것이었다.

쌀의 수침온도와 수침시간에 따른 쌀가루의 아밀로그래프에 의한 호화성질을 보면 Table 2와 같다. 호화개시온도는 수침온도 7°C에서는 수침시간에 관계없이 대조구와 같은 값을 보였으나, 수침온도 15, 20°와 30°C에서는 수침시간에 관계없이 모두 65.5°이었다. 최고점도는 수침한 시료가 모두 대조구보다 높았으며, 동일한 수침온도에서는 수침시간이 길어짐에 따라 최고점도는 증가하는 경향이였다. 그러나 15°와 20°C에서는 수침 12시간 이후에 30°C에서는 수침 6시간 이후에 최고점도 값은 감소하였다. 수침온도 7°C와 15°C에서의 최고점도는 수침 12시간까지 같은 값을 보였으며, 수침온도 20°C에서의 최고점도는 수침

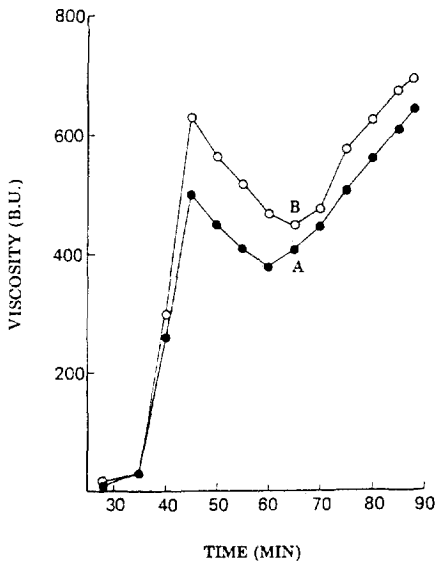


Fig. 5. Amylogram of rice flour heated to 92.5°C (10%, d.b.) A=control, B=20°C, 6 hr steeping

12시간까지 15°C에서 보다 높은 값을 보였고, 수침온도 30°C에서는 수침 6시간까지 수침온도 20°C에서 보다 최고점도 값이 높았다. 최고점도 650 B.U.를 기준으로 이에 도달하는데 필요한 수침시간은 7°C와 15°C에서는 12시간, 20°C에서는 10시간, 30°C에서는 6시간이었다.

92.5°C에서 15분간 유지했을 때의 점도와 50°C에서의 점도도 최고점도의 변화와 같은 경향이였다. 점도 붕괴도는 수침한 시료 모두 대조구보다 큰 값을 보였으나, 수침온도와 수침시간이 따른 뚜렷한 차이는 없었다. 한편 setback은 수침한 시료 모두 대조구보다 현저히 낮았으며, 수침온도와 수침시간에는 영향을 받지 않는다.

박과 오⁽⁹⁾는 찹쌀을 25°C에서 10일간 수침했을 때 호화개시온도는 수침한 것이 대조구보다 낮았으며, 최고 점도는 수침 5일까지 지속적으로 증가하고 수침 7일째 감소하였다가 다시 증가한다고 보고하였다. 김 등⁽⁸⁾과 김 등⁽⁹⁾은 찹쌀을 20°C에 12시간 또는 30시간 수침했

Table 2. Effects of steeping conditions on amylograph indices of milled rice flour

Steeping temperature (°C)	Steeping time (hr)	Initial pasting temperature (°C)	Peak viscosity (B.U.)	Viscosity after 15 min at 92.5°C (B.U.)	Viscosity at 50°C (B.U.)	Breakdown (B.U.)	Set-back (B.U.)	
Control	0	67.0	500	380	650	120	150	
	7	2	67.0	610	445	675	165	65
		4	67.0	615	450	680	165	65
		6	67.0	620	455	685	165	65
		8	67.0	630	460	690	170	60
		10	67.0	640	460	690	180	50
		12	67.0	650	470	720	180	70
		14	67.0	670	520	740	150	70
	15	2	65.5	610	445	675	165	65
		4	65.5	615	450	680	165	65
		6	65.5	620	455	685	165	65
		8	65.5	630	460	695	170	65
		10	65.5	640	475	710	165	70
		12	65.5	650	495	730	165	80
14		65.5	635	475	710	160	75	
20	2	65.5	617	460	685	157	68	
	4	65.5	625	465	690	160	65	
	6	65.5	627	470	700	157	73	
	8	65.5	640	480	710	160	70	
	10	65.5	650	490	720	160	70	
	12	65.5	660	500	740	160	80	
	14	65.5	610	460	700	150	90	
30	2	65.5	635	480	700	155	65	
	4	65.5	645	495	715	150	70	
	6	65.5	655	500	730	155	75	
	8	65.5	627	465	700	162	73	
	10	65.5	600	440	680	160	80	

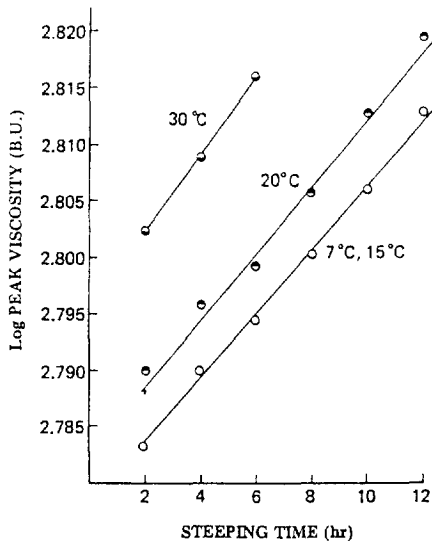


Fig. 6. Relationship between log amylograph peak viscosity and steeping time of milled rice at various temperatures The log peak viscosities after 14hr at 15° and 20°C, and 8hr at 30°C were decreased

을 때 최고점도는 지속적으로 증가한다고 하였다.

쌀의 수침에 따라 아밀로그래프의 최고점도가 증가하는 현상에 대해서는 수침중 일반성분의 손실(Fig 2~4)에 대한 상대적인 전분농도의 증가, 지방질의 손실(Fig. 3)에 의한 영향 등을 생각할 수 있다. 수침온도 7°, 15°와 20°C에서의 수침 시간에 따른 단백질의 손실은 최대 0.5% 정도(Fig. 2), 지방질은 최대 0.12% 정도(Fig. 3), 회분은 최대 0.12% 정도(Fig. 4)이었다. 우리나라 쌀가루의 경우 단백질 함량과 아밀로그래프의 최고점도는 정 의 상관 을 보이는 것으로 알려져 있다⁽¹⁹⁾. 따라서 수침시간에 따라 아밀로그래프의 최고점도가 증가하는 현상을 단백질의 손실에 의한 것으로 볼 수 없는 것으로 생각된다. 신⁽²⁰⁾은 현미 쌀가루를 탈지하면 아밀로그래프의 최고점도는 40 B.U. 정도 증가한다고 하였으며, 김 등⁽²¹⁾은 쌀 전분을 탈지했을 때 아밀로그래프의 최고점도가 100 B.U. 증가하였다고 보고하였다. 일반적으로 쌀 전분을 탈지하면 전분의 결정도가 감소한다⁽²¹⁾. 앞에서 설명한 것과 같이 찹쌀을 수침하면 쌀알의 조직적 변화가 일어난다⁽⁵⁾. 따라서 쌀의 수침시간에 따라 아밀로그래프의 최고점도가 증가하는 것은 지방질의 손실과 함께 쌀알의 조직적 변화에 의한 것으로 생각된다.

아밀로그래프의 최고점도의 대수값은 수침온도에 관계없이 일정 수침시간 범위내에서 직선적인 관계를 보였으며(Fig. 6), 직선의 기울기로부터 구한 점도증가

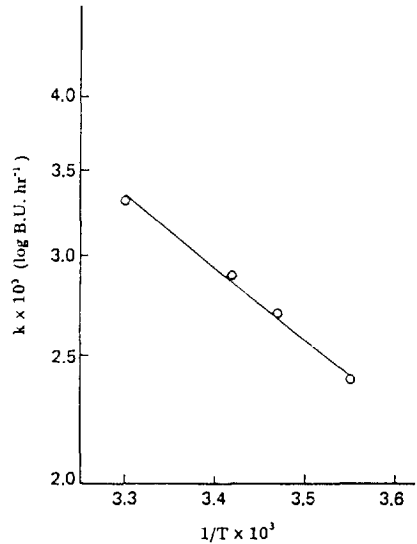


Fig. 7. Arrhenius plot of increase rate constant of amylograph peak viscosity

Table 3. Peak viscosity increase rate constant of milled rice flour at various steeping temperatures

Steeping temperature (°C)	k (log viscosity hr ⁻¹)
7	0.0024
15	0.0027
20	0.0029
30	0.0033
Ea(cal/mole)	2320
Q ₁₀	1.14

속도 상수는 Table 3과 같다. 점도증가 속도 상수값은 수침온도의 역수와 직선관계를 보여(Fig. 7) 아레니우스 식에 따랐으며 이로부터 구한 활성화 에너지 값은 2,320 cal/mole이었고, 활성화 에너지 값으로부터 계산한 Q₁₀ 값은 1.14이었다(Table 3).

요 약

쌀(품종 : 추청벼)의 수침온도(7°, 15°, 20°, 30°C)와 수침시간(2~4시간)에 따른 이화학적 성질의 변화를 조사한 결과는 다음과 같다. 쌀의 수침시간이 길어짐에 따라 침지액의 pH는 감소하였으며 그 정도는 수침온도가 높을수록 컸다. 고형분의 손실량은 수침온도 7°C에서는 3.8% 정도, 수침온도 15°, 20°와 30°C에서는 4.0% 정도로서 수침시간에 따른 차이가 없었다. 단백질은 수침온도에 관계없이 수침 2시간에 현저히 감소하였고, 지방질은 수침 2시간 후에 약간 감소하고 그

이후에 큰 변화를 보이지 않았으나 회분은 수침시간에 따라 직선적으로 감소한 다음 일정한 값을 보였다. 수침한 쌀의 물결합능력은 수침온도 15°C 이상에서 처음에는 증가하다가 어느 시간 이후 감소하는 경향을 보였다. 수침한 쌀의 팽윤력은 수침온도 7°C에서는 대조구와 차이가 없었으나, 수침온도 15°C 이상에서는 약간 높은 값을 보였으며 동일한 수침온도에서 수침시간에 따른 변화는 없었다. 쌀가루-요오드 복합체의 625 nm에서의 흡광도는 대조구보다 약간 높았으며, 최대흡수파장은 대조구 558 nm보다 높은 570 nm이었다. 수침한 쌀가루의 아밀로그래프에 의한 호화개시 온도는 수침온도 7°C에서는 대조구와 같았으나 수침온도 15°C 이상에서는 수침시간에 관계없이 대조구보다 1.5°C 낮았다. 최고점도는 모두 대조구보다 높았으며, 동일한 수침온도에서는 수침시간이 길어짐에 따라 증가하였다. 점도붕괴도는 수침한 시료가 모두 대조구보다 큰 값을 보였고 setback은 모두 대조구보다 낮았다. 아밀로그래프의 최고점도의 대수값은 수침온도에 관계없이 일정 수침시간 범위내에서 직선적인 관계를 보였고, 점도증가 속도 상수와 수침온도의 관계로부터 구한 활성화 에너지는 2,320 cal/mole, Q_{10} 값은 1.14이었다.

감사의 글

본 연구는 1995년도 단국대학교 교내 연구비로 이루어진 것임.

문헌

- 안동 허씨 : 음식디미방, 황혜성편. 한국인서출판사, p. 40 (1985)
- 이철호, 장지연, 홍일식, 맹연선 : 전통식품 한과류의 영양화를 위한 역사적 및 과학적 기초연구. 연구보고서 (아산재단), p.70 (1986)
- 박영미, 오명숙 : 찰쌀의 수침이 강정의 팽화부피에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **17**, 415 (1985)
- 양희천, 홍재식, 김중만 : 부수계 제조에 관한 연구. 제 1보. 수침공정이 원료 찰쌀의 점도와 팽화력에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **14**, 141 (1982)
- Kim, K. and Yoshimatsu, F.: On the expansion factors of *gangjung* (Korean rice cookie). *Sci. of Cookery (Japan)*, **17**(2), 45 (1984)
- 박진영, 김광옥, 이종미 : 전통적 강정 제조방법의 표준화. I. 찰쌀의 최적 수침시간과 익힌 찰쌀의 최적 교반 정도. 한국식품과학회지, **7**, 29 (1992)
- 김기숙 : 경단조리법의 표준화를 위한 조리과학적 연구 (I). 한국조리과학회지, **3**(1), 20 (1987)
- 김관, 강길진, 이용현, 김성곤 : 찰쌀의 수침중 성질 변화. 한국식품과학회지, **25**, 86 (1993)
- 김관, 이용현, 강길진, 김성곤 : 수침이 찰쌀의 이화학적 성질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **25**, 535 (1993)
- 박미원, 김명희, 장명숙 : 쌀의 수침시간에 따른 절편의 특성. 한국조리과학회지, **8**, 315 (1992)
- 김기숙 : 백설기 조리법의 표준화를 위한 조리과학적 연구(I). 대한가정학회지, **25**(2), 79 (1987)
- 김명환 : 쌀의 침지조건이 취만후 조직감에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **24**, 511 (1992)
- A.A.C.C.: *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. The Association, St. Paul, MN, U.S.A. (1992)
- Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, **42**, 558 (1965)
- Kainuma, K., Miyamoto, S. and Suzuki, S.: Studies on structure and physico-chemical properties of starch. Part 2. Reaction of epichlorohydrin with corn starch. *J. Jap. Soc. Starch Sci.*, **22**, 66 (1975)
- Williams, P.C., Kuzima, F.D. and Hlynka, L.: A rapid calorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.*, **47**, 411 (1970)
- Medcalf, D.G. and Gilles, K. A.: Effect of lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starch. *Stärke*, **18**, 101 (1966)
- Labuza, T.P.: *Shelf-life Dating of Foods*. Food & Nutrition Press, Inc., Westport, Co., U.S.A., Chap.3 (1982)
- 김성곤, 김상순 : 우리나라 쌀의 점도특성. 한국농화학회지, **28**, 142 (1985)
- 신명곤 : 저장중 현미의 물리화학적 특성변화. 한국과학기술원 박사학위 논문 (1986)
- 김순미, 김광옥, 김성곤 : 탈지가 아끼바레(japonica)와 밀양 23호(j/indica) 쌀의 녹말호화 및 조리특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **18**, 393 (1986)

(1996년 5월 2일 접수)