한 국 가 정 과 학 회 지 3(1) : 88~99, 2000
Korean J. of Human Ecology 3(1) : 88~99, 2000

■ 연구논문 ■

옥수수, 감자 및 고구마 전분의 pH에 따른 점도 특성

최옥자†* · 신말식 · 조성효

* 순천대학교 자연과학대학 조리과학과
전남대학교 가정대학 식품영양학과, 가정과학연구소
전남대학교 공과대학 물질화학공학과

Viscosity Properties of Corn, Potato and Sweet Potato Starch according to pH.

Choi Ok Ja*† · Shin Mal Shick · Chough Sung Hyo

** Dept. of Cooking & Food Science, Sunchon National Univ.*
Dept. of Food & Nutrition, Home Economics Research Institute, Chonnam National Univ.
Dept. of Material Chemical Engineering, Chonnam National Univ.

Abstract

This study was perfomed to search for how properties of the starch viscosity appear in different qualities, when acetic acid is added. For this study, corn starch which belongs to A-type, potato starch to B-type, and sweet potato starch to C-type were chosen as an experimental material, which was added to acetic acid controlled as pH 4.0, 4.5, and 5.0 at the time of before and after heating. After that, the viscosity properties of each starch was analyzed using Amylogram and Brookfield viscometer. As a result, the viscosity was shown high in an order of potato, sweet potato, and corn starch. According to addition of acetic acid, the viscosity appeared to be low. The viscosity differences of before and after heating when the acid is added were shown as follows : Amylogram shows that the lower the pH is, the lower the viscosity is when the acid is added before-heating. In case the acid is added before-heating, gelatinization temperature, consistency and setback was increased, but breakdown decreased. In case the acid is added after-heating, the viscosity goes down as soon as it is added meanwhile consistency and setback was decreased, but breakdown increased. Such properties of the viscosity show a conspicuous variation in an order of potato, sweet potato, and corn starch. Brookfield viscometer shows that the lower the apparent viscosity is, the lower pH is at the time of before-heating when the acid is added. In case of after-heating, when the acid is added, the apparent viscosity shows a higher inclination than that of before-heating in corn starch and sweet potato starch.

†Corresponding author : Dept. of Cooking & Food Science, Sunchon National Univ.,
315 Meagok-dong, Sunchon, Chonnam, 540-742, Korea
Tel(Fax) : 061-750-3692
E-mail : coj@sunchon.ac.kr

KEY WORDS : viscosity, potato starch, sweet potato starch, corn starch, acetic acid, pH

Ⅰ. 서 론

전분입자는 직선상의 아밀로오스와 분지상의 아밀로펙틴이 방사형으로 미셀구조를 이루며, 분지된 직선 부분인 중간 물질이 존재하는 것으로 알려져 있다. 그 중 아밀로펙틴은 cluster구조로 되어있고 분지점은 비결정성 영역을 형성하며, 구성사슬들은 이중나선 형태로 결정성 영역을 이루고 있다(Colonna, Mercier 1984; Lineback 1986). 전분입자의 결정형은 X-선 회절도의 peak 위치에 따라 A, B 및 C형으로 분류하며, 곡류전분은 A형, 괴경과 열매전분은 B형, 근경과 두류전분은 C형에 속한다(Hizukuri 등 1961). 전분은 전분입자 내에 존재하는 물의 양 및 분포, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율, 아밀로오스의 분자량, 아밀로펙틴의 분자량 및 사슬의 길이, 입자의 형태, 크기 등이 각각 다르므로 호화 및 노화과정에서 나타나는 특성에 차이가 있다. 전분의 호화와 노화특성은 전분입자의 특성 뿐만 아니라, 조리시 첨가되는 여러 가지 첨가물에 의하여 변화된다(이신경 1994a; 平等八郎 1980a; Campbell, Brianr 1957a; Eliasson, Ljunger 1988; Kohyma, Nishinari 1992; Moorthy 1985a; Pauline, Helen 1972a). 일상생활에서 섭취하는 대부분 음식의 pH는 4~7 사이이며, 전분질 식품에 산을 첨가한 음식으로는 초밥, 탕수육, fruit pie fillings 등 여러 가지 음식이 있다. 이와같이 전분에 산을 첨가하면 산에 의해 전분이나 전분호화액이 가수분해되기 쉬우므로 이화학적 특성이 변화되며, 이는 전분의 종류나 가열방법에 의하여 영향을 받게된다. 지금까지 산 첨가에 따른 전분특성에 관한 연구로 pH에 따른 면질 개량을 비롯한 몇 가지 연구가 보고되었다(平等八郎 1980b; Campbell, Brianr 1957b; Pauline, Helen 1972b).

본 연구에서는 전분입자의 결정구조가 다른 전분의 산에 의한 점도특성 변화를 알아보기 위하여 결정형이 A형인 옥수수 전분, B형인 감자전분, C형인 고구마 전분을 선택하여 가열 전과 가열 후에 acetic acid를 각각 첨가하여 pH를 4.0, 4.5, 5.0으로 조절한 후 아밀로그라프와 Brookfield 점도계를 이용하여 각 전분의 점도특성을 비교하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 재료

전남 순천시 북부시장에서 국내산 옥수수, 감자 및 고구마를 1997년 7~10월에 구입하여 재료로 사용하였다.

2. 전분의 조제

감자와 고구마는 껍질을 벗겨 세절하고, 옥수수는 낱알을 떼어낸 다음 알칼리 침지법(Yamanto 등 1973)에 의하여 각 전분을 조제하였다. 각각의 재료에 3배 분량의 0.2% NaOH(w/v)를 가하고, 와링브랜더로 2분 마쇄한 후, 60mesh와 100mesh를 반복 통과시켜 찌꺼기를 제거하였다. 침전물에 0.2% NaOH 용액을 넣어 4℃에서 하루밤 방치한 다음 상징액을 버리고 새로운 0.2% NaOH 용액을 넣어 뷰렛반응이 나타나지 않을 때까지 반복한 다음, 중성이 될 때까지 증류수로 세척하고 실온에서 건조하여 100mesh로 분쇄하여 시료로 사용하였다.

3. Amylograph에 의한 점도 측정

Brabender/Visco/Amylograph(350cps, Germany)를 사용하여 Medcalf와 Gilles의 방법(1966)에 따라 측정하였다. 전분의 농도는 점도변화가 비슷한 범위에서 예비실험을 통하여 정하였다. 즉 옥수수전분 7%(dry base w/v), 감자전분 2.5%, 고구마 전분 6%의 현탁액을 500ml의 amylograph bowl에 넣은 다음 30℃에서 10분 교반한 후 가열속도 1.5℃/min, 회전속도 75rpm조건으로 95℃까지 가열하고 15분 유지한 후 다시 1.5℃/min 속도로 50℃까지 냉각하여 이 온도에서 15분 유지 하였다. 이와 같이 얻은 아밀로그램으로 부터 호화개시온도, 최고점도(P), 95℃에서 15분 유지한 후의 hot paste viscosity(H), 50℃에서의 냉각점도(C), consistency(C-H), setback(C-P), breakdown(P-H)을 구하였다. 호화개시온도는 점도가 10 B.U(Brabender Unit)에 도달한 온도로 나타냈다. 가열전 산의 첨가는 전분현탁액에 3%, 10% acetic acid(v/v)를 넣어 pH를 4.0, 4.5, 5.0으로 조절한 다음 아밀로그라프로 측정하였고, 가열 후 산의 첨가는

95℃에서 10분 째에 각 pH에 해당되는 acetic acid 함량을 가하여 아밀로그램을 구하였다.

4. Brookfield 점도계에 의한 전분호화액의 점도 측정

Brookfield 점도계(RVT DV-I, U.S.A.)에 의한 유동학적 특성은 Fig. 1과 같은 장치를 이용하였다. 옥수수전분 8%, 감자전분 3%, 고구마전분 7.5% 농도의 현탁액을 60℃, 70℃, 80℃, 90℃에서 각각 10분간 호화시킨 후, 30℃까지 냉각시키면서 실온(27±1℃)에서 spindle No. 4, 회전속도 10rpm 조건으로 냉각점도를 측정하였다. 가열 전 산 첨가에 의한 점도특성은 1%, 5% acetic acid를 각각의 전분현탁액에 첨가하여 pH를 4.0, 4.5, 5.0로 각각 조절하였다. pH를 조절한 전분현탁액 80㎖를 100㎖ 비이커에 넣어 입구를 밀봉하고, 항온수조에서 전분현탁액을 가열 교반하여 소정의 가열온도에 도달하면 그 온도에서 10분 가열한 후, 즉시 점도계로 30℃까지 냉각하면서 실온(27±1℃)에서 냉각점도를 측정하였다. 가열 후 산의 첨가는 소정의 가열온도에서 가열 8분째에 각 pH에 상당하는 acetic acid 함량을 전분현탁액에 첨가하여 30℃까지 냉각하면서 냉각 점도를 측정하였다. 외조의 물의 온도는 소정의 가열온도로 미리 가열하여 전분현탁액이 담긴 비이커를 넣고 전분현탁액의 온도가 소정의 가열온도에 도달하면 그 온도에서 10분 가열하여 전분현탁액의 교반을 멈추고 즉시 점도계로 30℃까지 냉각하면서 점도를 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. pH 변화에 따른 각 전분의 아밀로그램 특성

1) 옥수수전분

산 첨가에 따른 7% 옥수수전분 용액의 아밀로그라프에 의한 호화의 특성은 Table 1 및 Fig. 2와 같다. Olkku와 Rha(1978)는 아밀로그램에 의한 호화단계를 입자의 수화와 원래크기의 수배로 팽윤, 복굴절성 소실, 투명도의 증가, 급격한 점도의 증가, 분리된 입자로부터 전분분자의 용해와 확산, 냉각에 따라 균일하게 분산된 메트릭스 겔 형성 등 6단계로 설명하였다. 아밀로그라프에 의한 7% 옥수수전분의 호화개시온도는 75.0℃로 이상금(1995)의 보고보다는 낮게 나타났다. 최고점도는 90.0℃에서 560 B.U.이었고, 50.0℃ 냉각점도는 760 B.U.이었다. Schoch, Maywald(1968a)는 Brabender hot paste viscosity 특성이 전분입자의 팽윤정도와 팽윤된 입자의 열과 전단에 대한 저항정도에 따라 결정되기 때문에 전분의 점도 pattern을 A~D 4가지로 분류하였는데, 옥수수 전분은 급격히 점도가 상승했다가 완만하게 유지되는 A형을 나타냈다.

전분현탁액을 가열하기 전에 산을 첨가한 경우 pH 4.0~5.0에서는 호화개시온도가 76.0℃로 대조군 보다 상승되었고, pH가 낮아질수록 전체적으로 점도는 감소되었다. Ghiasi 등 (1982)에 의하면 호화개시온도는 아밀로오스 함량 및 무정형 부분에서의 분자간 회합정도 등에 영향을 받으며, 전분입자내의 내부 치밀도가 치밀

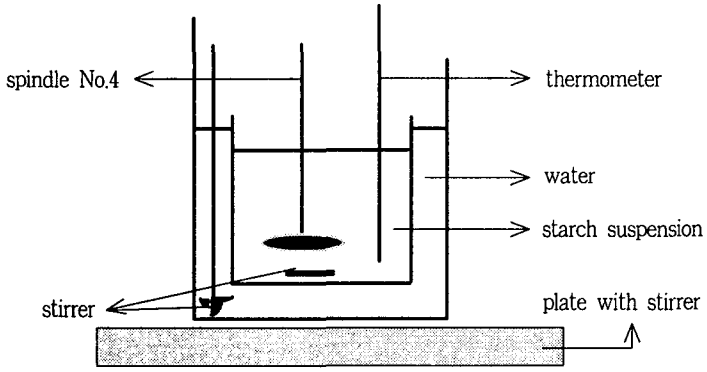

Fig 1. Viscosity measuring apparaus using Brookfield viscometer

할수록 가열시 느리게 팽윤되어 호화온도가 높아진다고 하였는데, pH 4.0~5.0 사이에서는 산의 영향이 그다지 크지 않았다. 이는 가열에 의하여 전분 일부가 분해되어 점도가 낮아지기 때문에 호화개시온도가 약간 상승이 된 것으로 생각된다. 겔화와 노화의 특성(Leelavathi 1987)을 나타내는 setback(C-P)은 가열전 산의 첨가에 의하여 약간 증가하므로 산의 첨가에 의하여 노화가 촉진된다고 할 수 있다. 전분입자가 깨지는 정도를 나타내는 breakdown(P-H)은 가열전 산을 첨가하였을 때 pH가 낮아짐에 따라 감소하여 가열 전의 산첨가는 호화액의 안정성에 기여한다고 생각된다.

전분현탁액을 가열한 후에 산을 첨가한 경우는 산첨가 즉시 약간 점도가 떨어졌으나 바로 원상태로 회복되었고, pH가 낮을수록 점도가 낮았으나, 가열 전에 산을 첨가하였을 때 보다 영향이 더 적었다. 가열 후 산의 첨가에 의하여 consistency(C-H), setback(C-P)은 약간 감소하였고, breakdown(P-H)은 증가하여 가열전과 가열후 산첨가의 결과는 차이가 있었다. 가열후 산의 첨가는 충분히 호화된 전분이 첨가된 산에 의하여 일부 가수분해되기 때문에(Pauline 1972c) 점도가 낮아지고, 전분입자의 깨지는 정도를 나타내는 breakdown(P-H)은 증가된다고 생각된다.

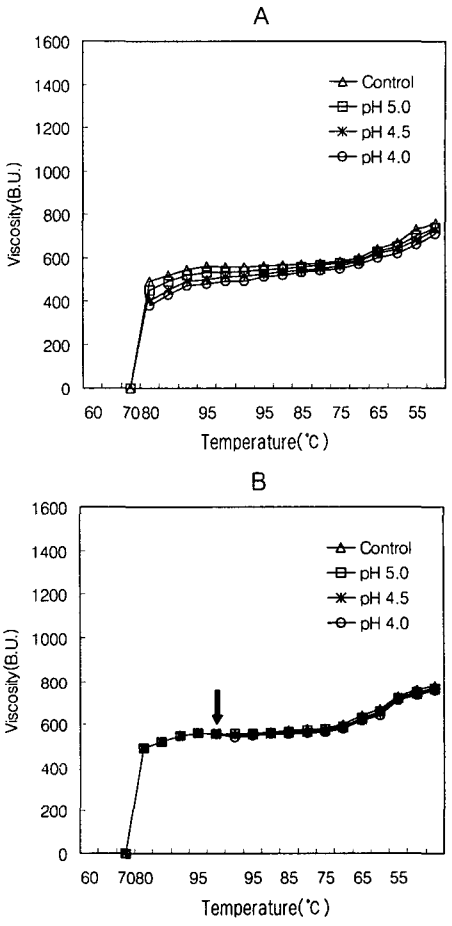

Fig. 2 Brabender amylogram curve of 7.0% corn starch suspesions with addition of acid before(A) and after(B) heating

Table 1. Brabender amylogram data of 7.0% corn starch suspensions with addition of acid

Addition of acid		Initial pasting temp. (℃)	Peak viscosity (B.U.) (P)	Hot paste viscosity (B.U.) (H)	Viscosity at 50℃ (B.U.) (C)	Consistency (C-H)	Set back (C-P)	Break down (P-H)
Control(pH 6.8)		75.0	560	560	760	200	200	0
A[1]	pH 5.0	76.0	530	545	740	195	210	-15
	pH 4.5	76.0	500	525	730	205	230	-25
	pH 4.0	76.0	480	510	710	200	230	-30
B[2]	pH 5.0	75.0	560	555	750	195	190	5
	pH 4.5	75.0	560	550	740	190	180	10
	pH 4.0	75.0	560	545	735	190	175	15

1) : before heating 2) : after heating

2) 감자전분

pH를 4.0~5.0으로 조절한 2.5% 감자전분 현탁액의 아밀로그램 호화양상과 그 특성값은 Table 2 및 Fig. 3과 같다. 감자전분의 아밀로그램은 최고점도의 피크가 높고 바로 점도가 떨어진 후 점점 냉각점도가 상승되는 전형적인 B형의 특성을 보였다(Schoch, Maywald 1968b). 감자전분의 호화개시온도는 67.0℃이며, 최고점도는 1040 B.U였으나, 95℃에서 15분 유지하는 과정에서 점도는 점점 감소되었고, 50℃까지 냉각하는 동안 점도는 다시 상승하여 50℃에서 820 B.U를 나타냈다.

전분 현탁액을 가열하기 전에 산을 첨가한 경우, pH가 낮을수록 호화개시온도가 상승하여 pH 4.0에서는 호화개시온도가 75.0℃로 상승되었고, 점도도 크게 감소하여 pH 4.0에서는 감자전분에서 나타나는 뚜렷한 peak모양의 곡선이 거의 나타나지 않았다. 이는 감자전분이 옥수수전분 보다 산에 의해 쉽게 가수분해되기 때문이라고 생각된다. 전분현탁액의 pH가 낮아짐에 따라 consistency (C-H), setback(C-P)은 증가하였고, breakdown(P-H)은 감소하였다.

전분현탁액을 가열한 후 산을 첨가한 경우, 산 첨가 즉시 점도가 낮아졌다. pH 4.0에서는 대조군에 비하여 산을 첨가한 즉시 약 400 B.U 정도가 감소하였으며, 50℃까지 냉각하는 동안 점도의 변화는 거의 없었다. 호화된 전분의 경우 생전분과는 달리 무정형구조를 가지므로 산에 의해 쉽게 분해되어 점도가 급격히 감소하기 때문이다. 가열전 산첨가와는 반대로 pH가 낮아짐에 따라 consistency(C-H), setback(C-P)은 감소하였고,

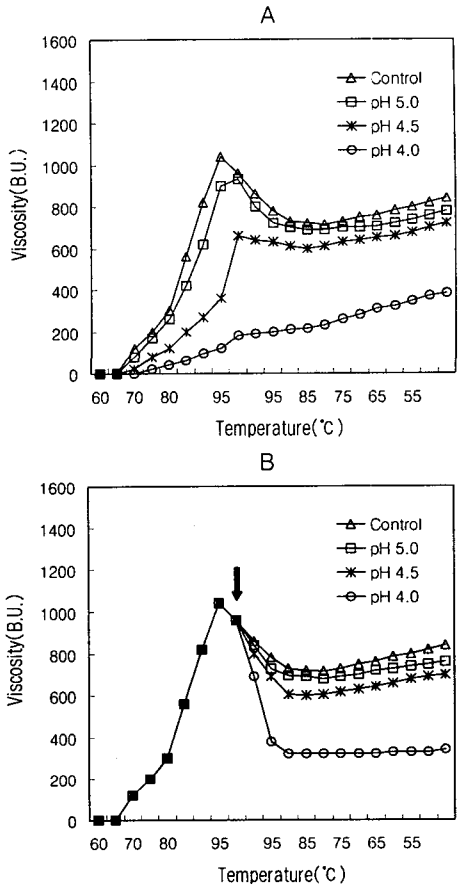

Fig. 3 Brabender amylogram curve of 2.5% potato starch suspesions with addition of acid before (A) and after(B) heating

Table 2. Brabender amylogram curve of 2.5% potato starch suspensions with addition of acid

Addition of acid		Initial pasting temp. (℃)	Peak viscosity (B.U.) (P)	Hot paste viscosity (B.U.) (H)	Viscosity at 50℃ (B.U.) (C)	Consistency (C-H)	Set back (C-P)	Break down (P-H)
Control(pH 6.8)		67.0	1040	780	820	40	-220	260
A[1]	pH 5.0	68.0	980	720	760	40	-220	260
	pH 4.5	70.0	660	630	700	70	40	30
	pH 4.0	75.0	200	200	370	170	170	0
B[2]	pH 5.0	67.0	1040	730	750	20	-290	310
	pH 4.5	67.0	1040	690	690	0	-350	350
	pH 4.0	67.0	1040	380	330	-50	-710	660

1) : before heating 2) : after heating

breakdown(P-H)은 증가하였다. 가열 후 산의 첨가는 충분히 호화된 전분이 산에 의하여 전분이 일부 가수분해되기 때문에 점도가 대조군에 비하여 낮아진다고 생각된다. 감자전분은 옥수수전분에 비하여 산 첨가에 의한 호화개시온도의 상승과 점도의 감소 경향이 훨씬 크게 나타났으며, 가열 전 산첨가 뿐만 아니라 가열 후 산첨가에 의해서도 영향이 크게 나타났다. 따라서 감자전분은 옥수수전분에 비하여 입자내의 치밀도가 낮고 산에 더 약하다고 할 수 있다.

3) 고구마전분

pH가 다른 고구마전분 현탁액의 아밀로그램 호화양상과 그 특성값은 Table 3 및 Fig. 4와 같다. 고구마전분의 호화개시온도는 72.5℃였고, 95℃에서 15분 유지하였을 때 1,005 B.U. 50℃ 냉각점도는 1,400 B.U.로 나타났다. 이 결과는 이신경(1994b)의 보고와 유사하다

전분현탁액을 가열하기 전에 산을 첨가한 경우, pH 4.5, pH 4.0에서는 호화개시온도가 73.0℃로 대조군보다 약간 상승하였고, 점도도 감소하였으나, 고구마 전분의 점도곡선 특징은 변화되지 않았다. 옥수수전분, 감자전분과 마찬가지로 pH가 낮아짐에 따라 consistency (C-H), setback(C-P)은 증가하였고, breakdown(P-H)은 감소하였다.

가열 후 산첨가에 의한 전분현탁액은 산첨가 즉시 점도가 낮아졌으며, pH가 낮아질수록 냉각점도는 더 낮게 나타났다. 가열 후 산을 첨가하였을 때, 가열전 산첨가에 비하여 pH가 낮아짐에 따라 50℃ 냉각점도는 더 낮

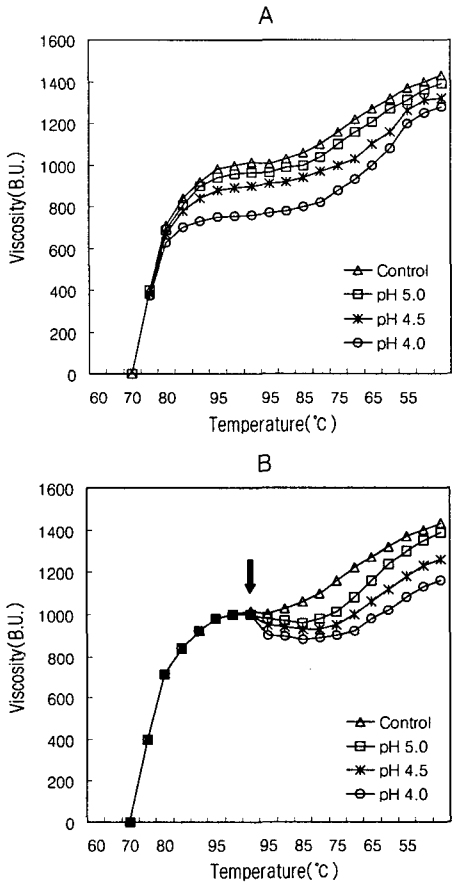

Fig. 4 Brabender amylogram curve of 6.0% sweet potato starch suspesions with addition of acid before(A) and after(B) heating

Table. 3 Brabender amylogram curve of 6.0% sweet potato starch suspensions with addition of acid

	Addition of acid	Initial pasting temp. (℃)	Peak viscosity (B.U.) (P)	Hot paste viscosity (B.U.) (H)	Viscosity at 50℃ (B.U.) (C)	Consistency (C-H)	Set back (C-P)	Break down (P-H)
Control(pH 6.8)		72.5	1015	1005	1400	395	385	10
A[1)]	pH 5.0	72.5	965	965	1360	395	395	0
	pH 4.5	73.0	900	910	1310	400	410	-10
	pH 4.0	73.0	755	770	1250	480	495	-15
B[2)]	pH 5.0	72.5	980	980	1350	370	370	0
	pH 4.5	72.5	980	950	1230	280	250	30
	pH 4.0	72.5	980	900	1130	230	150	80

1) : before heating 2) : after heating

았다. 가열전 산첨가와는 반대로 pH가 낮아짐에 따라 consistency(C-H), setback(C-P)은 감소되었고, breakdown (P-H)은 증가되었다. 산을 첨가 하였을 때 나타나는 특성은 X선 회절도에 의하여 분류한 B도형인 감자, C도형인 고구마, A도형인 옥수수 전분 순으로 변화가 크게 나타났으며, 가열전과 가열후의 산 첨가에 의한 변화 정도는 옥수수전분의 경우 가열 후 보다 가열 전에 더 많은 영향이 나타났으나, 감자전분, 고구마 전분은 가열 전후 산첨가에 의하여 모두 점도에 크게 영향을 받았다. 이 결과로 볼 때, 전분현탁액에 가열전과 가열 후에 산을 첨가할 때 나타나는 전분의 점도특성은 각각 다르고, 전분의 종류에 따라 변화정도가 차이가 있었다.

2. pH에 따른 Brookfield 점도계에 의한 전분호화액의 점도특성

1) 옥수수전분

8% 옥수수전분 현탁액의 점도특성을 Brookfield 점도계로 검토한 결과는 Fig. 5, 6과 같다. Brookfield 점도계는 식품연구에 널리 이용되고 있으며(김성곤 1983), 전분과 같은 비뉴우톤 유체의 유동성에 대한 실험에 많이 이용된다. 전분현탁액을 가열하면 전분입자가 팽윤되어 아밀로오스 분자들이 용출되어 점도가 증가하고, 호화액이 냉각되면서 전분입자에 있는 아밀로펙틴과 용출된 아밀로오스가 서로 결합하여 전분입자를 둘러싸게 되어 겔이 형성된다(Levine, Slade 1987). 전분의 노화는 아밀로오스와 아밀로펙틴 분자의 재결정화에 의하며 노화정도는 전분의 종류, 전분의 농도, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율과 구조, 저장온도, 당, 산과 같은 첨가물질에 의하여 영향을 받는다(Moorthy 1985b).

옥수수전분 현탁액을 90℃에서 10분 가열한 후 냉각시켰을 때 점도는 40℃에서 최대점도인 $100x10^3$cp를 나타냈고, 80℃에서 가열하여 냉각시켰을 때 30℃에서 $90x10^3$cp, 70℃에서 가열하여 냉각시켰을 때 30℃에서 $68x10^3$cp를 나타냈으며, 60℃에서 가열하여 냉각한 경우 점도가 낮아서 측정할 수 없었다. 이는 높은 온도에서 호화시켰을 때 충분한 호화로 인하여 냉각시에도 점도가 높게 나타나기 때문이다. 가열전 산을 첨가하여 점도를 측정한 경우 pH가 낮을수록 점도는 전체적으로 낮게 나타났다. 가열 후 산을 첨가하여 냉각점도를 측정한 결과, pH가 낮을수록 전분의 점도는 낮게 나타났고, 가열전 산첨가에 비하여 전반적으로 점도는 약간 더 높은 경향이었으나, 점도 곡선의 기울기는 더 낮아 평평한 모양의 곡선을 나타냈다. 아밀로그라프는 전분액을 일정속도로 가열하여 점도의 변화를 측정하였고, Brookfield 점도계는 가열 후 냉각하면서 점도를 측정하였으나 냉각시 변화는 큰차이를 보이지 않았다.

2) 감자전분

3% 감자전분의 Brookfield 점도계에 의한 점도 특성은 Fig. 7, 8과 같다. 감자전분 현탁액을 90℃에서 10분 가열한 후 냉각시켰을 때 35℃에서 최대점도인 $100x10^3$cp를 나타냈고, 80℃에서 10분 가열하여 냉각시켰을 때 30℃에서 $100x10^3$cp, 70℃에서 10분 가열하여 냉각시켰을 때 30℃에서 $42x10^3$cp를 나타냈다. 60℃에서 가열하여 냉각한 경우 다른 전분과는 달리 점도가 측정되었으나 극히 낮았다. 감자전분은 옥수수전분, 고구마전분 보다 낮은 온도에서 호화가 일어나고, 일단 호화온도에 가까워지면 전분입자가 팽윤되어 크기가 커지므로 점도가 증가되기 때문이다. 가열전 산을 첨가하여 측정한 경우 pH가 낮을수록 점도는 전체적으로 낮게 나타났고, 90℃에서 가열한 경우 pH에 따른 냉각점도는 pH가 낮아질수록 뚜렷하게 감소하였으나, 60℃, 70℃로 가열한 전분은 pH에 따른 점도의 변화는 적어 가열온도에 따른 냉각점도는 호화온도가 높을수록 pH의 영향을 더 받는다고 할 수 있다. 이는 호화된 전분 일수록 무정형구조로 산에 의해 더 쉽게 공격을 받게 되어 산가수분해 속도가 커지기 때문이다고 생각된다.

가열 후 산을 첨가하여 Brookfield 점도계에 의해 냉각점도를 측정한 결과, pH가 낮아질수록 냉각점도는 감소하였고, 옥수수전분과는 달리 점도의 감소 정도도 훨씬 컸으며, 가열전에 산을 첨가하였을 때 보다 점도의 변화가 더 컸다. pH 4.0에서 가열 전 산을 첨가 하였을 때는 60℃에서 호화시킨 전분용액의 점도가 측정되지 않았으나, 가열 후 산을 첨가한 전분용액은 점도가 측정되었다.

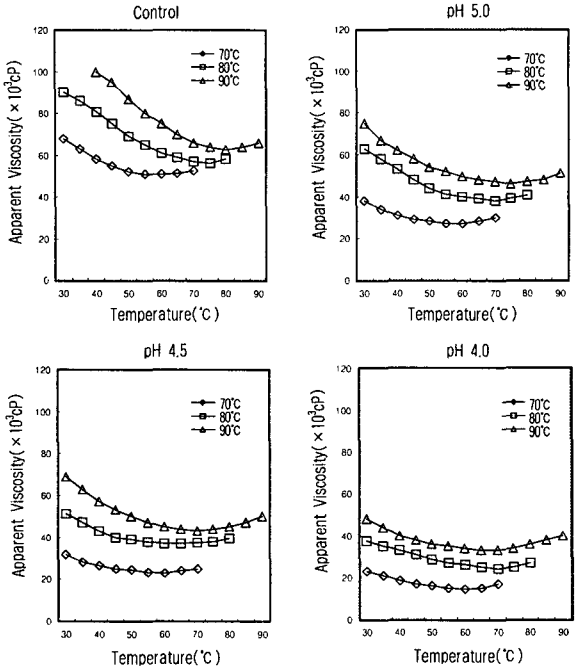

Fig. 5 Changes in the cold viscosity of 8.0% corn starch suspensions with addition of acid before heating

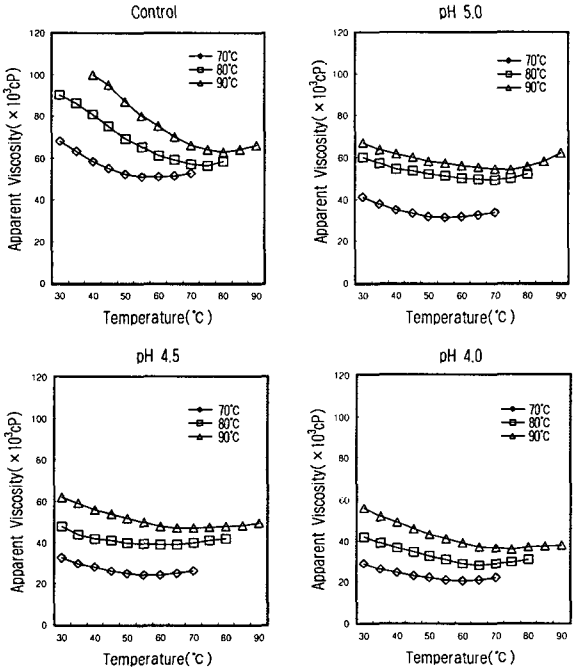

Fig. 6 Changes in the cold viscosity of 8.0% corn starch suspensions with addition of acid after heating

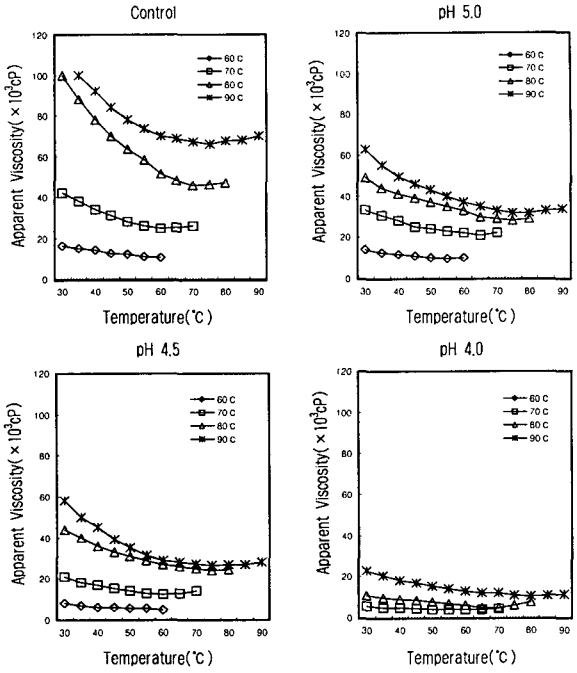

Fig. 7 Changes in the cold viscosity of 3.0% potato starch suspensions with addition of acid before heating

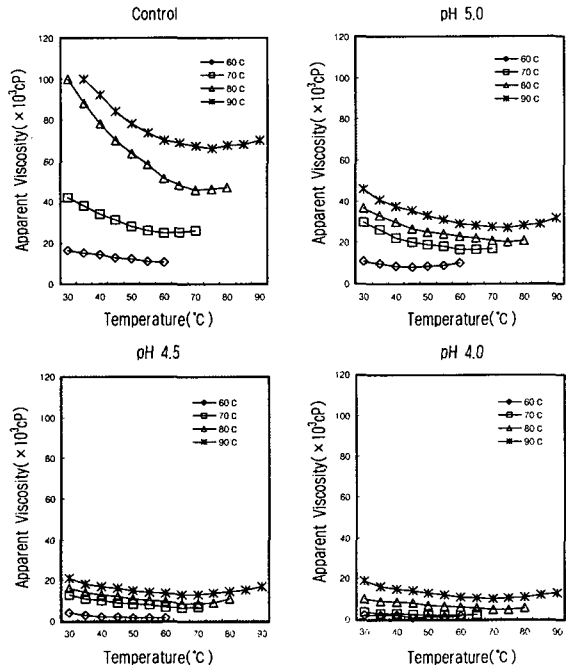

Fig. 8 Changes in the cold viscosity of 3.0% potato starch suspensions with addition of acid after heating

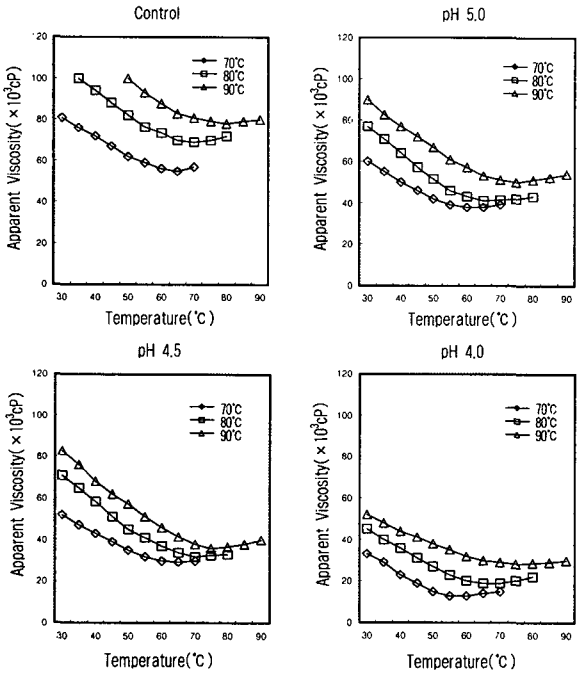

Fig. 9 Changes in the cold viscosity of 7.5% sweet potato starch suspensions with addition of acid before heating

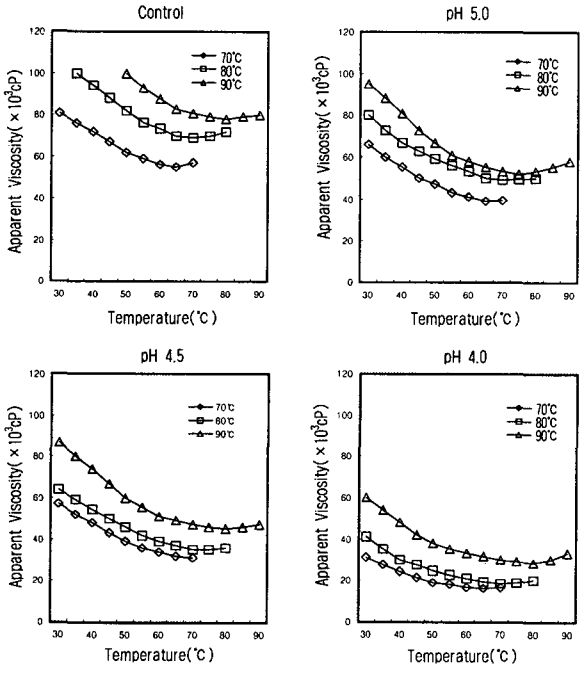

Fig. 10 Changes in the cold viscosity of 7.5% sweet potato starch suspensions with addition of acid after heating

3) 고구마전분

7.5% 고구마전분의 Brookfield 점도계에 의한 점도 특성은 Fig. 9, 10과 같다. 고구마전분 현탁액을 90℃에서 10분 가열하여 냉각시켰을 때 50℃에서 최대점도인 $100x10^3$cp을 나타냈고, 80℃에서 10분 가열하여 냉각시켰을 때 35℃에서 $100x10^3$cp, 70℃에서 10분 가열하여 냉각시켰을 때 30℃에서 $81x10^3$cp을 나타냈으며 60℃에서 가열하여 냉각한 경우 점도를 측정할 수 없었다. 가열전 산을 첨가하여 측정한 경우, pH가 낮을수록 점도는 전체적으로 낮게 나타났으나, 감자전분 보다는 pH에 따른 점도변화는 더 적었고, 곡선의 변화양상도 거의 일정하였다. 가열 후 산을 첨가한 경우 냉각점도는 가열 전에 산을 첨가하였때 보다 약간 높거나 거의 차이가 없었다.

이상의 결과에서 전분의 호화개시온도를 아밀로그라프로 측정하였을 때 옥수수전분, 감자전분 및 고구마전분의 호화온도는 각각 75.0℃, 67.0℃ 및 72.5℃로 옥수수전분, 고구마전분, 감자전분 순으로 높았다. Brookfield 점도계로 측정하였을 때 옥수수전분, 고구마전분은 70℃에서 부터 점도를 측정할 수 있었고, 감자전분은 60℃로 가열하였을 때부터 점도를 측정할 수 있었다.

아밀로그라프와 Broolfield 점도계로 측정할 수 있는 각 전분의 농도는 각각 옥수수전분 7%, 8%, 감자전분 2.5%, 3%, 고구마전분 6%, 7.5%로 전분 종류에 따라 가열에 의해 측정되는 점도의 변화가 차이가 있었으며, 가열 전에 산을 첨가하였을 때는 가열 후에 산을 첨가한 경우 보다 산에 의해 더 많은 변화를 보였다. 가열된 전분 호화액의 온도에 따른 점도변화는 가열온도와 전분의 종류에 의하여 영향을 받았으며, 호화온도 이상에서 온도가 증가할수록 pH에 따른 점도변화가 큼을 알 수 있었다. 산에 의한 점도변화는 감자전분, 고구마전분, 옥수수전분의 순으로 변화가 큰 것으로 보아 산을 이용한 식품에서 전분의 점도 안정성은 옥수수전분이 가장 좋은 것으로 생각되었다.

Ⅳ. 요 약

옥수수, 감자, 고구마 전분현탁액에 가열 전·후 산을 첨가하여 pH를 4.0~5.0으로 하였을 때 아밀로그라프에 의한 호화특성과 Brookfield 점도계로 측정한 점도 특성은 다음과 같다.

산 첨가에 따른 옥수수전분, 감자전분, 고구마전분의 아밀로그라프에 의한 특성은 가열전에 산을 첨가하였을 때 호화개시온도가 대조군보다 상승되었고, 감자전분의 호화개시온도 상승이 가장 컸다. 각 전분의 점도는 pH가 낮아질수록 감소하였는데 옥수수전분의 경우 가열전·후와는 관계없이 점도변화가 가장 적었다. 가열전 산을 첨가하였을 때 consistency(C-H), setback(C-P)은 증가하였고, breakdown(P-H)은 감소하였다. 가열 후 산을 첨가한 경우는 consistency(C-H), setback(C-P)은 감소하였고, breakdown(P-H)은 증가하여 가열전과 가열후 산첨가의 결과는 다르게 나타났다. 산에 의한 점도의 변화정도는 감자전분, 고구마전분, 옥수수전분 순으로 크게 변화하였다.

가열전 산을 첨가하여 일정온도까지 가열하여 Brookfield 점도계로 점도를 측정한 경우 pH가 낮을수록 점도는 전체적으로 낮게 나타났으나, 가열에 따른 냉각점도는 가열온도가 높을수록 pH의 영향에 따른 냉각점도의 감소가 뚜렷하게 나타났다. 가열 후 산을 첨가하여 냉각점도를 측정한 경우 가열전 산첨가에 비하여 옥수수전분과 고구마전분은 전반적으로 점도가 높은 경향이었다.

참 고 문 헌

1. 김성곤(1983). 유체식품의 리올로지. 단국대학교 부설 식량개발연구소 보고서
2. 이상금(1995). 탈지 및 첨가물질이 녹두와 옥수수전분겔 특성에 미치는 영향. 전남대학교 대학원 박사학위논문
3. 이신경(1994). 고구마 수침과 계면활성제 첨가가 전분 호화액의 특성에 미치는 영향. 전남대학교 박사학위논문
4. 平等八郎(1980). pH調整 による麵質改良. *New Food Industry* 22(7):1
5. Campbell, A.M., Brianr, A.M.(1957). Wheat starch pastes and gels containing citric acid and sucrose. *Food Research* 22:358
6. Colonna, P., Mercier, C.(1984). Macromolecular

structure of wrinkled and smooth pea starch components. *Carbohydrate Research* 126:233

7. Eliasson, A.C., Ljunger, G.(1988). Interactions between amylopectin and lipid additives during retrogradation in a model system. *J. Sci. Food Agric.* 22:3
8 Ghiasi, K., Varriano, M.E., Hosency, R.C.(1982). Gelatinization of wheat starch IV. Amylograph viscosity. *Cereal Chem.* 59:262
9. Hizukuri, S., Fujii, M., Nikuni, Z.(1961). Effect of temperature during germination on the crystalline type of starch in soybean seedling. *Nature* 192:239
10. Kohyma, K., Nishinari, K.(1992). Cellulose derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Food Sci.* 57:128
11. Leelavathi, K., Indrani, D.M., Sidhu, J.S.(1987). Amylograph pasting behaviour of cereal and tuber starches. *Starch* 39:378
12. Levine, H., Slade, L.(1987). Water as a plasticizer ; Physcochemical aspects of low-moisture polymer systems. In Water Science Reviews. Vol. 3. Franks, F. ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge
13. Lineback, D.R.(1986). Current concepts of starch structure and its impart on properties. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.* 33:80
14. Medcalf, D.G., Gilles, K.A.(1966). Effect of a lyotropic ion series on the pasting characteristic of wheat and corn starch. *Starch* 18:101
15. Moorthy, S.N.(1985). Effect of different types of surfactants on cassava starch properties. *J. Agric. Food Chem.* 33:1227
16. Olkku, J., Rha, C.K.(1978). Gelatinization of starch and wheat flour starch-A review. *Food Chem.* 3:293
17. Pauline, C.P., Helen H.P.(1972). Food theory and application. pp 187, John Wiley & Sons Inc., New York
18. Schoch, T.J., Maywald, E.C.(1968). Preparation and properties of various legume starches. *Cereal Chem.* 45:564
19. Yamanto, K., Sawada, S., Onogaki, T.(1973). Properties of rice starch prepared by alkali method with various condition. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.* 20:99