

동부 양금의 호화성질

이애랑[†] · 김성곤*

송의여자전문대학 식품영양과

*단국대학교 식품영양학과

Gelatinization Properties of Cowpea Flour

Ae-Rang Lee[†] and Sung-Kon Kim*

Dept. of Food and Nutrition, Sungeui Women's Junior College, Seoul 100-250, Korea

*Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

Gelatinization properties of the air-dried sediment of cowpea were investigated. The water-binding capacity of cowpea flour was drastically increased over the temperature range of 52~55°C. The percent transmittance of flour suspension was linearly increased at temperature between 65°C to 75°C. The gelatinization temperature determined by differential scanning calorimetry was 63.4~76.0°C. Cowpea flour showed a single-stage of swelling and a low solubility pattern. The minimum moisture content required for the gelatinization was 37.0%. The amylograph peak viscosity was greatly influenced by concentration of the flour, but was not affected by heating temperatures (85~94°C) at a given concentration. The 20 min height and cold viscosity at 30°C at a fixed concentration was negatively correlated ($p < 0.05$) with heating temperatures.

Key words : cowpea, gelatinization

서 론

동부 (*Vigna sinensis*)는 콩과에 속하는 1년생 덩굴식물로 서부아프리카에서 세계 생산량의 90% 이상이 생산되고 있으며 이 지역에서 단백질과 수용성 비타민의 공급원으로서 중요한 역할을 하는 두류이다^{1,2)}. 서부아프리카에서의 동부 가공제품으로는 페이스트 (paste)를 스팀 증자한 moin-moin과 기름에 튀긴 akara가 있다³⁾. 건조된 동부 종자 (수분 12%)는 단백질 24%, 탄수화물 60%, 지방질 1.3%, 식이섬유소 2.7%, 에너지 340Kcal/100g으로서⁴⁾ 대체로 단백질과 지방질의 함량이 낮고 탄수화물 함량이 높은 두류에 속한다.

우리나라에서의 동부는 전국적으로 여름에 유향지, 울타리 주변의 빈터에서 재배되고 있으며 빗갈은 여러 가지가 있다. 동부는 밥에 두거나 떡고물이나 과자용

으로 사용되어 왔으나⁵⁾ 최근에는 상업적으로 녹두 대용으로 목제조에 이용되고 있다.

목은 전분의 겔 형성의 특성을 이용한 우리나라 고유의 겔상 식품이다. 목 또는 겔화 성질은 전분의 농도⁶⁻⁸⁾와 가열방법^{7,9)}에 따라 성질이 크게 달라지게 된다. 따라서 동부를 녹두 대신 목 제조에 이용하는 경우가 열 호화방법, 가열 온도 그리고 농도가 중요한 인자로 생각되나 이에 대한 체계적인 연구는 없는 실정이다. 동부 전분 또는 양금의 성질에 대하여는 많은 연구^{7,9-10)}가 있으나 주로 팽윤력, 아밀로그래프에 의한 호화, 아밀로오스 함량, 기타 일부 화학적 성질에 대한 것이 대부분이다.

이 연구는 동부 양금의 농도, 가열온도와 호화방법에 따른 동부겔의 특성 연구의 하나로서, 농도와 온도에 따른 동부 양금의 호화성질을 보고하고자 한다.

[†] To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

재료

동부 양금은 풀무원식품(주)에서 제조한 것으로서 충청북도 영동산 흰색 동부를 충분히 물에 불려 껍질을 제거하고 분쇄한 다음 연속원심분리시켜 양금을 회수하였다. 양금은 다시 증류수에 분산시키고 170메쉬 체로 걸러 다시 증류수에 분산, 침전시킨 다음 실온에서 건조시키고 80메쉬 체에 통과시켜 시료로 사용하였다.

동부 양금의 일반 성분은 수분 10.7%, 단백질 1.08% (N×6.25), 회분 0.15% 이었다.

호화성질의 측정

양금의 물결합능력은 Medcalf와 Gilles¹⁷⁾의 방법에 따라 30~60°C의 온도 범위에서 측정하였고, 광투과도는 양금 현탁액 (0.2%)을 가열하면서 50~90°C에서 기록하였다. 호화온도의 측정은 시료 (100메쉬 가루) 4mg을 알루미늄 용기에 취하고 여기에 시료의 0.8, 1.0, 1.5와 2.0배량의 증류수를 가하고 30분간 실온에서 방치한 다음 시차주사열량기 (differential scanning calorimetry, Perkin-Elmer, DSC-4, USA)를 이용하여 1분당 10°C의 속도로 25°C로부터 100°C까지 가열하고 흡열 피크로부터 호화개시온도 (To), 호화정점온도

(Tp), 호화종료온도 (Tc)와 호화엔탈피 (ΔH)를 구하였다. 양금의 팽윤력과 용해도는 Leach 등¹⁸⁾의 방법에 따라 65~90°C의 온도 범위에서 측정하였다.

양금의 호화에 필요한 수분 양은 Eliasson¹⁹⁾의 방법에 따라 호화엔탈피 (ΔH)와 수분 함량과의 관계에서 호화엔탈피가 0이 될 때의 수분 함량으로부터 구하였다.

양금의 농도와 가열 온도에 따른 호화 성질은 Visco/amylo/Graph를 사용하여 Medcalf와 Gilles²⁰⁾의 방법에 따라 조사하였으며, 농도는 6, 7, 8과 9% (건량기준), 가열온도는 85, 89.5, 92.5와 94°C로 하였다. 시료 현탁액 500g을 아밀로그래프 용기에 넣고 30°C로부터 1분당 1.5°C의 속도로 각 가열 온도까지 가열한 다음 20분간 유지시키고 다시 1분당 1.5°C의 속도로 30°C까지 냉각시키면서 아밀로그래프를 얻었다. 아밀로그래프로부터 호화개시온도 (°C), 최고점도 (B.U.), 가열 온도에서 20분 후 점도 (B.U.)와 30°C에서의 점도 (B.U.)를 구하였다. 호화개시온도는 초기 점도가 10B.U.에 도달하는 온도로 나타내었다. 점도붕괴도 (breakdown)는 최고점도와 20분 후의 점도와의 차이, setback은 냉각점도 (30°C에서의 점도)와 20분 후의 점도와의 차이, 전체 setback은 냉각점도와 최고점도와의 차이로부터 구하였다.

결과 및 고찰

물결합능력

동부 양금의 물결합능력은 50°C까지는 완만하게 증가하다가 52°C에서 55°C까지 급격히 증가하고 그 이후 60°C까지는 증가 폭이 감소하였다 (Fig. 1).

본 실험에서의 동부 양금의 물결합능력은 30°C에서 101%이었으나, 윤과 이¹⁰⁾는 실온에서 135%, 손 등¹³⁾은 실온에서 183.6%라고 하여 큰 차이를 보였다. 이러한 이유는 동부의 종류, 양금 제조 방법의 차이 또는 측정 온도의 차이 때문으로 생각된다. 동부 전분의 물결합능력은 71%⁹⁾, 86%¹⁰⁾ 또는 113%¹¹⁾로 보고 되어 있다. 일반적으로 두류전분의 물결합능력은 80~90%로 알려져 있다^{21,22)}.

호화온도

동부 양금 현탁액의 625nm에서의 광투과도를 보면 Fig. 2와 같다. 광투과도는 50°C에서 55%이었고 60°C에서 51%로 감소하였으나 그 후 다시 증가하여 65~75°C에서 직선적으로 증가하였고, 그 이상의 온도에서 완만한 증가 현상을 보여 손 등¹³⁾의 보고와 비슷한

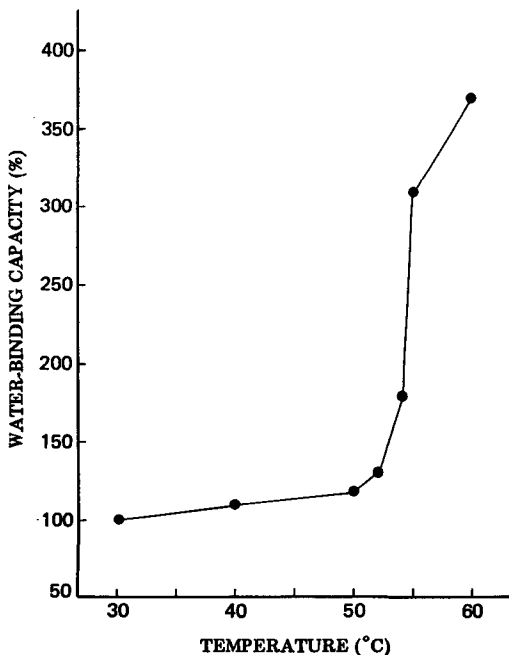


Fig. 1. Water-binding capacity of cowpea flour.

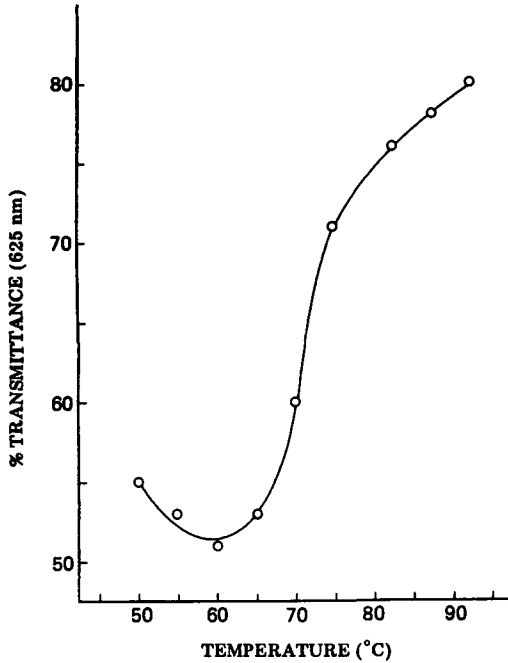


Fig. 2. Changes in percent transmittance of cowpea flour during heating.

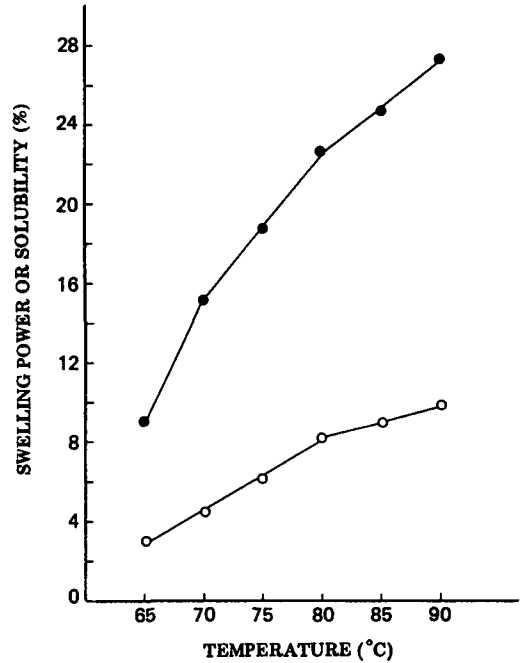


Fig. 3. Swelling power(●) and solubility(○) of cowpea flour.

Table 1. Gelatinization temperatures and enthalpies of cowpea flour at various water to flour ratios

W/F ratio	To (°C)	Tp (°C)	Tc (°C)	ΔH (cal/g)
0.8	62.7	68.0	73.0	0.38
1.0	62.4	67.6	74.8	0.58
1.5	62.6	68.9	75.2	1.00
2.0	63.4	69.6	76.0	1.43

결과를 보였다. 그러나 윤과 이¹⁰⁾는 동부 양금의 광투과도가 65~80°C에서 급격히 증가하고 그 이상의 온도에서 변화가 없었다고 하였다.

동부 양금의 호화온도를 시차주사열량기로 측정 한 결과는 Table 1과 같다. 호화개시온도는 수분 함량에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 호화종료온도는 수분 함량이 낮을수록 빨라지는 경향을 보였다. 그러나 호화 온도 범위(Tc - To)는 수분과 양금의 비율이 1.0~2.0에서 12.5°C로서 차이를 보이지 않았으나, 수분과 양금의 비율 0.8에서는 10.3°C이었다. 이러한 경향은 쌀^{23,24)}과 밀전분^{19,25,26)}에서도 보고되어 있다.

일반적으로 시차주사열량기에 의한 호화온도는 수분과 전분의 비율 2.0이상에서 측정하므로¹⁹⁾ 동부 양금의 호화온도는 63.4~76.0°C로 볼 수 있다. El Faki 등¹⁵⁾은 복굴절성 소실에 의한 두류전분의 호화온도가

65~73°C라고 하였고, Tolmasquim 등¹⁴⁾은 64~78°C로 보고하였다. 동부를 제외한 두류 전분의 복굴절성 소실에 의한 호화온도는 63~77°C로 알려져 있다²⁷⁾. 본 실험에서 동부 양금의 호화개시 온도(63.4°C)는 가열에 따라 광투과도가 증가하기 시작하는 온도 65°C (Fig. 1)와 비슷하였다.

최근 Lee와 Osman²⁸⁾은 쌀 전분의 복굴절성 소실 종료온도가 전분의 결정도와 정의 상관관을 보인다고 하였다. Tester와 Morrison²⁹⁾도 밀 전분의 경우 시차주사열량기에 의한 호화 온도는 전분의 팽윤 정도와 밀접한 관계가 있으며, 호화에 따른 복굴절성 소실과 시차주사열량기에 의한 엔탈피의 감소는 결정 cluster의 해리와 밀접한 관계를 보인다고 하였다.

동부 양금의 팽윤력과 용해도는 Fig. 3과 같다. 팽윤력은 70°C에서 15.0, 80°C에서 22.8로서, 손 등¹³⁾이 보고한 70°C에서 11.0, 80°C에서 24.0과 비슷한 값을 보였다. 그러나 윤과 이¹⁰⁾는 동부 양금의 팽윤력이 70°C에서 6~7, 80°C에서 20정도라고 하였다. 동부 전분의 경우 팽윤력은 70°C에서 14, 80°C에서 23정도도 보고되어 있다^{11,15,16)}.

한편 용해도는 65~80°C 범위에서 직선적으로 증가하였고, 그 이후에는 완만하게 증가하였다(Fig. 3). 이 결과는 다른 연구자들^{15,16)}의 보고와 비슷한 경향이었

다. Fig. 3의 결과를 보면 동부 양금은 일단계의 팽윤과 용해도가 낮은 패턴을 보여, El Faki 등¹⁵⁾이 보고한 동부 전분의 결과와 같은 경향을 보였다. 이러한 결과는 다른 두류 전분에서도 보고되어 있다^{27,30)}. 일단계 팽윤은 전분입자 내의 결합력(bonding force)이 한 온도 범위에서 완화(relaxation)된다는 것을 가리킨다¹⁵⁾.

호화에 필요한 수분 함량

수분 함량의 증가에 따라 시차주사열량기에 의한 호화엔탈피는 직선적으로 증가하였다(Fig. 4). 이러한 경향은 멥쌀 전분²³⁾, 찹쌀 전분^{24,31)}, 밀 전분^{19,32)}에서도 보고되어 있다. Fig. 4에서 호화엔탈피가 0이 되는 점에서의 수분량이 호화에 필요한 수분함량이다¹⁵⁾. Fig. 4의 직선식으로부터 구한 호화에 필요한 수분 함량은 37.0%이었다.

시차주사열량기로 구한 호화에 필요한 수분 함량은 멥쌀 전분은 33%²³⁾, 찹쌀 전분은 33.5 또는 38%^{24,31)}, 밀 전분은 31~33%^{19,32)}, 옥수수 전분은 31~32%³²⁾로 알려져 있다. Zobel 등³³⁾은 감자 전분의 호화 정도를 X-선 회절법으로 분석했을 때 수분 30% 이상에서 가열시 결정의 소실이 시차주사열량기에 의한 thermogram의 전이와 잘 일치한다고 하였다. 또한 Biliaderis 등³⁴⁾도 시차주사열량기에 의한 쌀 전분의 호화에는 최소한

30% 이상의 수분이 요구된다고 하였다.

이상의 여러 연구 결과를 보면 전분의 호화에 hexo-오스 단위당 최소한 4몰 이상의 물이 요구됨을 알 수 있다. 전분의 호화에 필요한 수분 함량은 전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비에 영향을 받게 된다³⁵⁾. Owusu-Ansah 등³⁶⁾은 완두콩 전분이 옥수수 전분보다 호화에 많은 수분을 요구하는 것은 아밀로오스와 아밀로펙틴 비가 높기 때문이라고 하였다. 아밀로오스는 아밀로펙틴보다 높은 온도에서 호화되므로³⁷⁾ 아밀로오스 함량이 높은 경우 더 많은 물과 결합하게 되며 이에 따라 상당히 높은 수분 조건에서 전분의 호화가 일어나게 된다. Biliaderis 등³⁴⁾은 쌀 전분의 호화가 아밀로펙틴 결정의 용융(melting)과 재결정화로 특징지워지며 이에 필요한 수분 함량이 호화에 필요한 수분이라고 하였다.

아밀로그래프

동부 양금의 농도에 따른 가열 온도 92.5°C에서의 아밀로그래프는 Fig. 5와 같다. Fig. 5에서 보는 것과 같이 호화개시 온도는 농도가 증가함에 따라 빨라졌고 최고 점도가 크게 증가하였으며 점도붕괴도(최고 점도와 20분 후의 점도와의 차이)도 증가하였다. 일반적으로

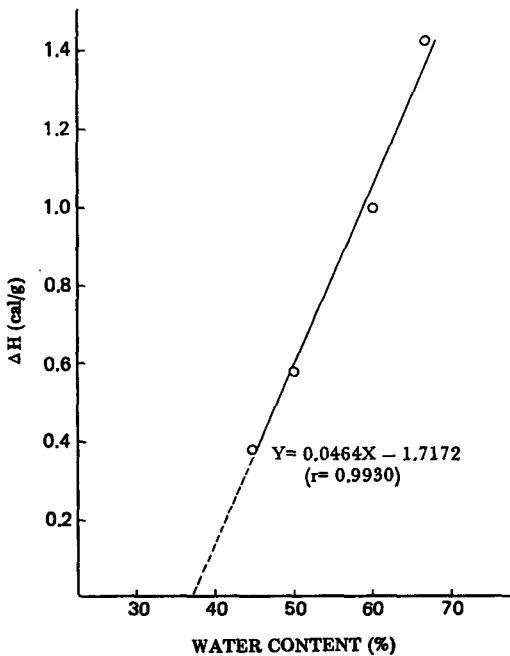


Fig. 4. Dependence of water content on enthalpies of transition endotherms of cowpea flour.

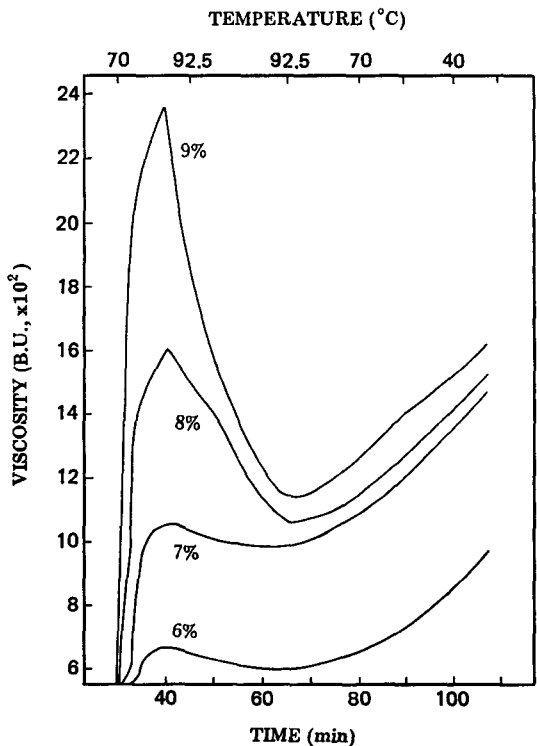


Fig. 5. Amylograms of cowpea flour heated to 92.5°C.

Table 2. Amylograph indices of cowpea flour

Concentration (%)	Heating temperature (°C)	Initial pasting temperature (°C)	Peak height (B.U.)	Temperature at peak height (°C)	20-min height (B.U.)	Height at 30°C (B.U.)	Set back* (B.U.)
6.0	85.0	73.6	660	-	650	980	330
	89.5	73.9	660	-	630	960	330
	92.5	73.5	660	-	600	950	350
	94.0	73.3	660	-	590	940	350
7.0	85.0	72.5	1060	85.0	1050	1600	550
	89.5	72.7	1050	88.0	1010	1550	540
	92.5	72.5	1060	87.6	980	1460	480
	94.0	72.5	1060	87.6	950	1400	450
8.0	85.0	71.8	1620	85.0	1480	1960	480
	89.5	72.0	1600	84.5	1180	1630	450
	92.5	72.0	1600	84.5	1060	1490	430
	94.0	72.0	1600	85.0	1020	1460	440
9.0	85.0	71.2	2250	85.0	1630	2130	500
	89.5	71.2	2250	85.0	1280	1750	470
	92.5	71.2	2260	85.0	1140	1610	470
	94.0	71.5	2260	85.0	1100	1550	440

*Difference in viscosity between cold viscosity and 20-min height

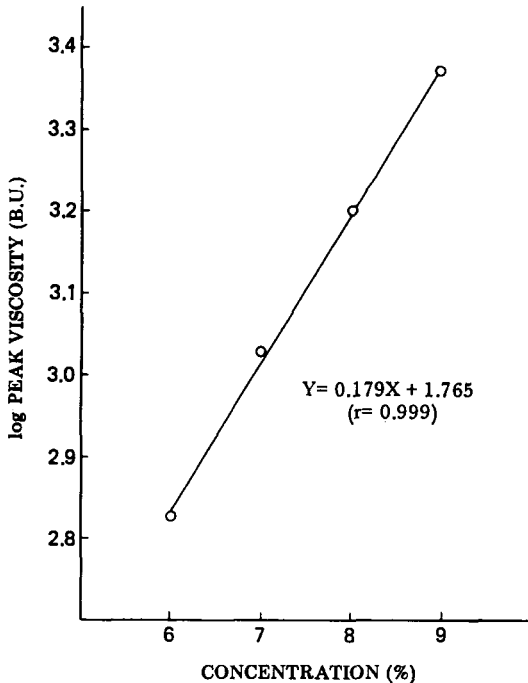


Fig. 6. Relationship between log peak viscosity and concentration of cowpea flour dispersion.

전분의 농도가 증가함에 따라 호화개시 온도가 감소되는 것은 모든 전분에서 볼 수 있는 현상이다³⁸⁾.

앙금의 농도와 가열온도에 따른 아밀로그래프의 결과는 Table 2와 같다. 모든 가열온도에서 호화개시온도는 농도가 증가함에 따라 감소하였으나, 최고점도는

일정한 농도에서 가열 온도에 영향을 받지 않았다. 최고점도에 도달하는 온도는 6% 농도에서 뚜렷하지 않았고, 7%에서 88°C, 8%와 9%에서 모두 85°C이었다. 따라서 이상의 결과는 앙금의 농도 8과 9%는 85°C에서 최대의 점도를 보이며 그 이상의 온도로 가열하여도 최고 점도에는 영향을 주지 않음을 가리킨다. 권¹⁶⁾은 8% 동부 전분의 최고점도가 가열 온도 85°C에서 1,220 B.U., 가열온도 95°C에서 1,325 B.U.이었으며 최고점도에서의 온도가 모두 83.5°C이었다고 하여, 본 실험 결과와 비슷한 경향을 보였다. 동일한 농도에서 동부 앙금은 동부 전분보다 아밀로그래프의 최고점도가 높은 경향을 보인다¹⁰⁾.

아밀로그래프의 점도는 전분입자의 팽윤정도와 팽윤된 전분입자의 열과 전단에 대한 저항도^{15,27)}, 가열 중 입자로부터 용출된 가용성 전분의 존재³⁹⁾, 그리고 팽윤된 입자끼리의 상호작용 또는 응집성⁴⁰⁾ 따위에 따라 좌우된다. Schoch와 Maywald²⁷⁾는 전분입자의 팽윤 정도와 팽윤된 입자의 열과 전단 (shear)에 대한 저항정도를 기준으로 아밀로그래프의 점도 형태를 네가지로 분류하였다. 본 실험에서의 아밀로그래프(Fig. 5)을 보면 6% 농도에서 B형(낮은 최고 점도와 낮은 점도 붕괴도)을, 7~9% 농도에서 A형(높은 최고 점도와 높은 점도 붕괴도)을 보였다. El Faki 등¹⁵⁾도 동부 전분(10%)의 아밀로그래프는 A형에 속한다고 하였고, 윤과 이¹⁰⁾는 6% 동부 전분이 B형에 속한다고 하였다.

동부 앙금의 최고점도의 대수값과 농도와의 관계는

Table 3. Relations between 20-min height (Y) and heating temperature (X)

Concentration (%)	Linear regression equation	Correlation coefficient
6	$Y = -6.8X + 1233$	-0.9836
7	$Y = -10.6X + 1957$	-0.9880
8	$Y = -56.2X + 6266$	-0.9820
9	$Y = -59.8X + 6688$	-0.9853

Table 4. Relations between cold viscosity (T) and heating temperature (X)

Concentration (%)	Linear regression equation	Correlation coefficient
6	$Y = -4.3X + 1144$	-0.9959
7	$Y = -21.7X + 3465$	-0.9634
8	$Y = -56.8X + 6763$	-0.9849
9	$Y = -64.7X + 7605$	-0.9866

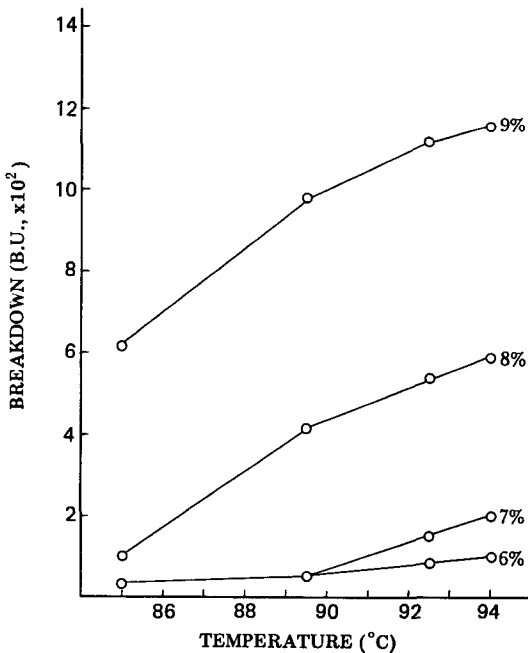


Fig. 7. Amylograph breakdown of cowpea flour dispersion at various heating temperatures and concentrations.

직선적인 관계를 보였다(Fig. 6). 이러한 관계는 녹두전분⁽¹⁾에서도 보고되어 있다. 본 실험에서 94°C까지 가열했을 때 동부 앙금의 최고점도는 6%에서 660B.U., 7%에서 1,050B.U., 8%에서 1,600B.U., 9%에서 2,260B.U.이었다(Table 2). 녹두 전분의 경우 가열온도 94.5°C에서의 최고점도를 보면 6%에서 370B.U., 7%에서 760B.U., 8%에서 1,330B.U., 9%에서 1,650B.U.이었다⁽¹⁾. 따라서 동부 앙금의 점도는 동일한 농도에서

Table 5. Relations between cold viscosity (Y) and 20-min height (X)

Concentration (%)	Linear regression equation	Correlation coefficient
6	$Y = 0.604X + 584$	0.9746
7	$Y = 1.019X + 526$	0.9981
8	$Y = 1.008X + 430$	0.9994
9	$Y = 1.080X + 369$	0.9996

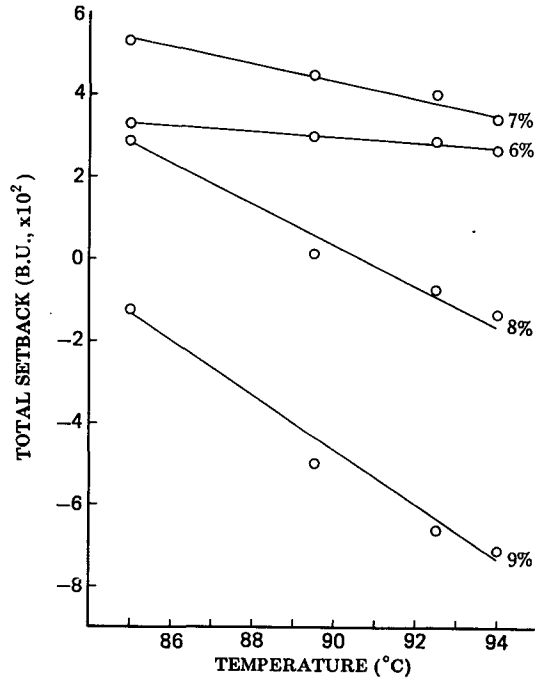


Fig. 8. Amylograph total setback of cowpea flour dispersion at various heating temperatures and concentrations.

6% ; $Y = -4.285X + 684$ ($r = -0.9959$)
 7% ; $Y = -21.111X + 2338$ ($r = -0.9903$)
 8% ; $Y = -54.603X + 4958$ ($r = -0.9870$)
 9% ; $Y = -66.031X + 5464$ ($r = -0.9884$)

녹두 전분보다 높으나, 동부 앙금 8%에서의 점도는 녹두 전분 9%에서의 점도와 비슷하였다.

20분 후의 점도는 농도에 관계없이 가열 온도가 높아질수록 감소하였으며 그 정도는 농도가 높을수록 컸다(Table 3). 그러나 가열 온도 85°C에서 20분 후의 점도와 94°C에서 20분 후의 점도와의 차이는 6%가 60B.U., 7%가 100B.U., 8%가 500B.U., 그리고 9%가 530B.U.로서 8과 9%는 비슷한 값을 보였다(Table 2).

냉각점도는 농도에 관계없이 가열 온도가 높아질수록 직선적으로 감소하여(Table 4), 20분 후 점도의 변화와 같은 경향을 보였다. 가열 온도 85°C에서의 냉각 점도와 94°C에서의 냉각 점도와의 차이도 20분 후의 점도 차이값과 비슷하였다. 따라서 냉각 점도와 20분

후의 점도와는 관계는 농도에 관계없이 정의 상관관계를 보였다(Table 5). 이러한 결과는 동부 앙금이 경우 20분 후의 점도로부터 냉각 점도의 예측이 가능함을 가리킨다.

동부 앙금의 setback은 8%와 9%농도에서 큰 차이를 보이지 않았다(Table 2). El Faki 등¹⁵⁾은 동부 전분(10%)의 경우 냉각 점도(50°C)가 높아 노화 경향이 높다고 하였고, Tolomasquim¹⁴⁾도 비슷한 결과를 보고하였다.

아밀로그래프의 점도 붕괴도는 모든 농도에서 가열 온도가 높아질수록 증가하였다(Fig. 7). 6%와 7% 농도에서 점도붕괴도는 가열 온도에 따른 증가폭이 크지 않았으나, 8%와 9% 농도에서 85.0°C와 89.5°C 사이에 크게 증가하였고 그 이상의 온도에서 증가 폭이 감소하였다. El Faki 등¹⁵⁾은 동부 전분(10%)의 경우 점도 붕괴도가 무시할 정도로 작다고 하였다. 윤과 이¹⁰⁾는 농도 6%에서의 점도붕괴도가 동부 앙금이 약 100B.U., 동부 전분이 약 45B.U.라고 하여 본 실험 결과(Fig. 7)와 비슷한 경향을 보였다.

아밀로그래프와 total setback (최고 점도와 냉각 점도와의 차이)은 Fig. 8과 같다. 농도에 관계없이 total setback은 가열 온도가 높아질수록 직선적으로 감소하였으며 그 정도는 농도가 증가할수록 현저하였다.

요 약

동부 앙금의 호화성질을 조사한 결과 물결합능력은 52°C 이후 급격히 증가하였고, 현탁액의 광투과도는 65°C 이후 직선적으로 증가하였으며 호화 온도는 63.4~76.0°C이었다. 동부 앙금은 일단계의 팽윤과 용해도가 낮은 특징을 보였고, 호화에 필요한 수분 함량은 37%이었다. 아밀로그래프의 최고점도는 농도가 증가할수록 높아졌으나 일정한 농도에서 가열 온도에 따른 영향은 없었다. 각 가열 온도에서 20분 후의 점도와 30°C에서의 점도는 일정한 농도에서 가열 온도와 부의 상관관계 ($p < 0.05$)를, 냉각 점도는 20분 후의 점도와 농도에 관계없이 정의 상관관계 ($p < 0.05$)를 보였다.

감사의 말

이 연구는 1990년도 (주)미원 부설 한국음식문화연구원 연구비로 이루어진 것입니다.

문 헌

1. Okaka, J. C. and Potter, N. N. : Physicochemical and functional properties of cowpea powders processed to reduce beany flavor. *J. Food. Sci.*, **44**, 1235 (1979)
2. Phillips, R. C. and McWatters, K. H. : Contribution of cowpeas to nutrition and health. *Food Technol.*, **45** (9), 127 (1991)
3. 조연화, 장정옥, 구성자 : 동부의 이화학적 특성과 동부 목의 rheology에 대하여. *한국조리과학회지*, **3**, 54 (1977)
4. 문수재, 손경희, 박혜원 : 목의 식품과학적 연구. 제1보. 목 재료의 물리, 화학적 성질을 중심으로. *대한가정학회지*, **15**(4), 31 (1977)
5. Morris, V. J. : Starch gelation and retrogradation. *Trends in Food Sci. Technol.*, **1**, 2 (1990)
6. 정구민 : 목 제조용 전분의 분자구조와 지방질. *한국식품과학회지*, **23**, 633 (1991)
7. 최필승 : 자랑스런 민족음식-북한의 요리-. 한마당, p.171 (1989)
8. Lee, C. S. : Studies on the cooking quality of mung-bean starch (Part 2). The properties of starch gel. *Science of Cookery (Japan)*, **14**, 130 (1981)
9. 김향숙, 권미라, 안승요 : 동부 전분의 이화학적 특성. *한국식품과학회지*, **19**, 18 (1987)
10. 윤혜현, 이혜수 : 동부 조건분 및 정제 전분의 이화학적 특성. *한국조리과학회지*, **3**, 31 (1987)
11. 김향숙 : 아밀로오스와 아밀로펙틴이 목의 텍스처에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문 (1987)
12. 윤계순, 손경희, 정혜정 : 동부와 녹두 전분의 이화학적 특성비교. *대한가정학회지*, **27**, 39 (1989)
13. 손경희, 윤계순, 정혜정, 채선희 : 두류 전분의 이화학적 특성 비교-동부, 녹두, 강남콩, 팥-. *한국조리과학회지*, **6**, 13 (1990)
14. Tolomasquim, E., Conea, A. M. N. and Tolomasquim, S. T. : New starches. Properties of five varieties of cowpea starch. *Cereal Chem.*, **48**, 132 (1971)
15. El Faki, H. A., Desikachar, H. S. R., Paramahans, S. V. and Tharanathan, R. N. : Physicochemical characteristics of starches from chick pea, cowpea and horse gram. *Stärke*, **35**, 118 (1983)
16. 권미라, 김성란, 임경숙, 안승요 : 목 형성 전분의 특성에 관한 연구. *한국농화학회지*, **35**, 92 (1992)
17. Medcalf, D. G. and Gilles, K. A. : Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, **42**, 558 (1965)
18. Leach, H. W., McCowen, L. D. and Schoch, T. J. : Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.*, **36**, 534 (1959)
19. Eliasson, A.-C. : Effect of water content on the gelatinization of wheat starch. *Stärke*, **32**, 270 (1980)
20. Medcalf, D. G. and Gilles, K. A. : Effect of lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starches. *Stärke*, **18**, 101 (1965)
21. Naivikul, O. and D' Appolonia, B. L. : Carbohydrates of legume flours compared with wheat flour. II.

- Starch. *Cereal Chem.*, **56**, 24 (1979)
22. 김완수, 이해수, 김성곤 : 각종 전분으로 만든 교질상 식품의 특성에 관한 연구 - 녹두 전분의 이화학적 특성. *한국농화학회지*, **23**, 166 (1980)
 23. 이수정 : 일반계와 다수계 현미의 몇가지 특성 비교. 단국대학교 석사학위논문 (1991)
 24. 김성곤, 손정우 : 찹쌀의 겨층구조 및 전분의 몇가지 성질. *한국농화학회지*, **33**, 105 (1990)
 25. Ghiasi, K., Hosney, R. C. and Varriano-Marston, E. : Gelatinization of wheat starch. III. Comparison by differential scanning calorimetry and light microscopy. *Cereal Chem.*, **59**, 258 (1992)
 26. 강연순 : 밀 종류별 전분의 성질 비교. 단국대학교 석사학위논문 (1990)
 27. Schoch, T. J. and Maywald, E. C. : Preparation and properties of various legume starches. *Cereal Chem.*, **45**, 564 (1968)
 28. Lee, Y. E. and Osman, E. M : Factors affecting gelatinization temperature of rice starch. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **20**, 646 (1991)
 29. Tester, R. F. and Morrison, W. R. : Swelling and gelatinization of cereal starches. I. Effects of amylopectin, amylose, and lipids. *Cereal Chem.*, **67**, 551 (1990)
 30. Lineback, D. R. and Ke, C. H. : Starches and low-molecular-weight carbohydrates from chick pea and horse bean flours. *Cereal Chem.*, **52**, 334 (1975)
 31. 김성곤 : 발벼 찹쌀의 겨층구조와 전분의 호화성질. *한국농화학회지*, **34**, 75 (1991)
 32. Wootton, W. and Bamunuarachchi, A. : Application of differential scanning calorimetry to starch gelatinization. II. Effect of heating rate and moisture level. *Stærke*, **31**, 262 (1979)
 33. Zobel, H. F., Young, S. N. and Rocca, L. A. : Starch gelatinization ; An X-ray diffraction study. *Cereal Chem.*, **65**, 443 (1988)
 34. Biliaderis, C. G., Page, C. M., Maurice, T. J. and Juliano, B. O. : Thermal characterization of rice starches ; a polymeric approach to phase transitions of granular starch. *J. Agric. Food Chem.*, **34**, 6 (1986)
 35. Banks, W., Greenwood, C. T. and Muir, D. D. : Studies on starches of high amylose content. Part 17. A review of current concept. *Stærke*, **26**, 289 (1974)
 36. Owush-Ansah, J., Van de Voort, F. R. and Stanley, D. W. : Determination of starch gelatinization by X-ray diffractometry. *Cereal Chem.*, **59**, 167 (1982)
 37. Takeda, C. and Hizukuri, S. : Characterization of the heat dependent pasting behavior of starches. *Nippon Nogaku Kaishi*, **48**, 663 (1974)
 38. Sandsted, R. M. and Abbot, R. C. : A comparison of methods for studying the course of starch gelatinization. *Cereal Science Today*, **9**, 13 (1964)
 39. Miller, B. S., Derby, R. I. and Trimbo, H. B. : A pictorial explanation for the increase in viscosity of a heated wheat starch-water suspension. *Cereal Chem.*, **50**, 271 (1973)
 40. Leach, H. W. : Gelatinization of starch. In "Starch chemistry and technology" Whistler, R. L. and Paschall, E. F. (eds.), Academic Press, New York, Vol. 1, p.289 (1965)
 41. 권순혜, 김명희, 김성곤 : 녹두 전분의 리올로지 성질. *한국식품과학회지*, **22**, 38 (1990)

(1992년 8월 5일 접수)