

동부앙금의 단백질 함량이 겔화 특성에 미치는 영향

김경애 · 이선영* · 정난희* · 전은례*

전남대학교 사범대학 가정교육과, *전남대학교 식품영양학과

Effect of Cowpea Precipitate Flour Protein on Characteristics of Gel

Kyung-Ae Kim, Sun-Young Lee*, Lan-Hee Jung* and Eun-Ray Jeon*

Department of Home Economics Education, Chonnam National University

*Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

Abstract

The purpose of this study is to examine the effect of protein content on the physicochemical properties, gelatinized characteristics and textural properties of cowpea precipitate gels stored for 24 hrs and 48 hrs at room temperature. The contents of protein, total fat, and ash ranged from 0.35%~1.38%, 0.54%~0.64%, and 0.21%~0.25%, respectively. The X-ray diffraction patterns were all Ca-type, showing no difference according to the protein content. Protein content did not make any difference in the blue values of cowpea precipitate. The blue value of cowpea precipitate powder as protein content was decreased. The water-binding capacity of cowpea precipitate powder increased as the protein content increased. Swelling power and solubility of cowpea precipitate powder increased as protein content decreased. The transmittance of cowpea precipitate powder was not different according to the protein content. The initial pasting temperature of cowpea precipitate powder by differential scanning calorimetry (DSC) and rapid visco analyser (RVA) showed no differences according to the protein content. In sensory evaluation, the color and clarity of cowpea precipitate gels stored for 24 hrs and 48 hrs at room temperature as the protein content increased, and the hardness, cohesiveness, springiness, acceptability were greater when the gels were stored for 48 hrs. Instrumental analyses using a rheometer showed that the hardness, gumminess, and chewiness of cowpea precipitate gels stored for 24 hrs, which was increased as the high protein content increased. For the gels stored for 48 hrs, all other factors are significantly different except cohesiveness as the protein content increased.

Key words: cowpea precipitate powder, physicochemical property, gelatinized characteristics, gel

1. 서 론

동부(*Vigna sinensis*)는 두과식물로서 주로 자엽을 사용하고 있으며¹⁾, 단백질과 수용성 비타민인 공급원으로서 중요한 역할을 하고 있다^{2,4)}. 건조된 동부의 종자는 수분 10~13%, 단백질 20~26%, 지방 2~3%, 회분 3%, 탄수화물 53~63%, 식이성 섬유소 2~7%, 에너지 340 kcal/100 g으로써³⁾ 대체로 지방질 함량이 낮고 탄수화물, 단백질 함량이 높은 두류에 속한다. 우리나라에서의 동부는 전국적으로 여름에 유품지, 울타리 주변의 빈터에서 재배되고 있으며 크기, 모양, 색깔 등에 따라 여러 가지가 있다⁵⁾. 동부는 밥에 혼합하거나 떡고물 또는 과자용으로 사용되어 왔으며 전통적으로 이용되던 녹두 대신으로 청포묵의 제조원료로써 사용되고 있다. 묵은 전분의 겔형성 특성

을 이용한 우리 나라 고유의 젤상식품이다. 전분 현탁액을 가열하면 호화됨에 따라 입자 내에 침투된 물이 수화되면서 비가역적인 팽윤이 일어나고 아밀로오스가 용출되며 점도도 증가된다. 전분립의 호화 중에 일어나는 이화학적인 변화를 편광현미경, 전자현미경, 분광광도계, 아밀로그래프 및 시차주사열량기 등으로 관찰 또는 측정함으로써 전분의 호화 온도와 호화 양상 및 호화에 영향을 미치는 요인들에 대하여 연구되어왔다^{6,13)}. 이러한 전분 호화액은 냉각됨에 따라 용출된 아밀로오스분자의 가교결합으로 3차원의 망상구조를 이루는 전분겔이 형성된다. 전분겔은 혼합물로서 팽윤된 전분 입자가 아밀로오스 매트릭스에 끼여 있는 상태의 구조를 형성하게 되며 점탄성적인 물성특성을 나타낸다¹⁴⁾. 전분질 식품의 물성학적인 특성은 전분자체의 특성 이외에도 수분, 지질, 단

백질, 온도, 첨가물질 등 여러 요인에 의하여 영향을 받는다¹⁵⁻¹⁷). 두류 전분의 겔에 대한 연구는 주로 목으로써의 이용성에 중점을 두고 연구되어 왔으며 시중에 나와있는 청포묵은 거의 동부를 이용하여 제조한 것이며 목을 제조할 때는 조건분, 또는 앙금을 사용하였다. 동부에는 단백질 함량이 20% 이상 들어 있지만 목을 제조하기 위해 앙금을 만들면 단백질은 거의 함유되어 있지 않다. 또한 소량 함유한 단백질이 겔의 특성에 영향을 줄 것으로 생각되므로 본 연구에서는 청포묵으로 이용되고 있는 다른 두류에 비하여 값이싼 동부를 단백질 함량별로 앙금을 달리 제조하여 동부앙금의 이화학적 성질, 호화 특성 및 저장에 따른 겔의 특성을 측정하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험재료

1996년에 수확한 전라남도 담양산 붉은 동부를 광주광역시 양동시장에서 구입하여 시료로 사용하였다.

2. 동부앙금의 제조

동부를 반으로 타서 충분히 물에 불려 껍질을 제거하고 브렌더로 2분간 분쇄한 다음 증류수에 분산시켜 3등분으로 나눈 후 각각을 70 mesh 체, 100 mesh 체, 170 mesh 체를 통과시키고 통과된 전분 현탁액을 방치하여 앙금을 회수하였다. 회수한 앙금은 다시 증류수에 분산 후, 침전시켜 냉장고에 12시간 두면서 침전시켜 앙금을 취하여 실온에서 2일간 풍건하였다. 건조한 앙금은 마쇄 후 70 mesh 체에 통과시켜 데시케이터에 보관하면서 시료로 사용하였다.

3. 동부앙금의 이화학적 특성 측정

동부앙금의 일반성분은 AOAC법¹⁸⁾에 따라 수분, 단백질, 지방, 회분 함량을 분석하였고, 동부앙금의 결정형 측정은 X-ray diffractometer(D/Max-1200, Rigaku Co., Japan)를 사용하여 Target: Cu-K, Filter: Ni, Voltage: 40 kV, Current: 20 mA, Full scale range: 3,000 cps, Scanning speed: 8°/min의 조건으로 실시하였으며, 회절각도(2θ) 4.0°~5°까지 회절시켜 분석하였다¹⁹⁾. blue value는 Gilbert 등의 방법²⁰⁾으로 측정하였고, 물결합 능력은 Medcalf와 Gilles의 방법²¹⁾에 따라 측정하였으며, 팽윤력과 용해도는 Schoch방법²²⁾에 따라 50~95°C 온도범위에서 5°C 간격으로 측정하였다.

4. 동부앙금의 호화 특성 측정

동부앙금의 광투과도는 Wilson 등의 방법²³⁾에 따라 측정하였으며, 가열에 따른 동부앙금 호화액의 점도 특성은 신속 점도 측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Model RVA-3D, Newport Sci., Australia)를 이용하였다. 시료 3 g을 증류수 25 ml에 분산시키고 0~1분은 50°C, 1~4.7분은 95°C까지 상승, 4.7~7.2분은 95°C 유지, 7.2분~11분은 50°C까지 냉각, 11~13분은 50°C를 유지하면서 점도를 측정하였다. 시차주사열량기(DSC)에 의한 동부앙금의 호화 특성의 측정은 Donovan 등의 방법²⁴⁾에 따라 시료에 증류수를 1:2의 비율로 가하여 현탁액을 만들고 그 중 10 mg 정도를 aluminium sample pan에 넣고 밀봉한 후에 실온에서 4시간 방치한 다음 DSC(PL-DSC 700, Thermal Sci., U. K.)를 사용하여 10°C/min의 속도로 30°C부터 150°C까지 가열하여 흡열(endothermic) peak를 얻었다. 이 peak로부터 호화개시온도(onset temperature, T_0), 호화 정점온도 (peak temperature, T_p) 및 호화 엔탈피(gelatinization enthalpy, ΔH) 등을 구하였다.

5. 동부겔의 특성 측정

8% 동부앙금 현탁액 50 ml를 뚜껑이 있는 멸균병에 넣고 95~100°C 항온수조에서 30분간 가열한 다음 직경 2.0 cm, 높이 2.0 cm의 둥근 용기에 성형시켜 유리 판으로 덮은 다음 실온에서 24시간과 48시간 저장한 후 동부겔 시료로 사용하여 관능 검사와 기계적 텍스처를 측정하였다.

관능검사원은 전남대학교 대학원 식품영양학과 학생 10명으로 구성되었고 색깔(color), 투명도(clarity), 견고성(hardness), 부서짐성(brittleness), 휘어짐성(bend property), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 촉촉함(moistureness), 부드러움성(smoothness), 종합적인 맛(acceptability) 10가지 특성치에 대해서 잘 파악하도록 한 다음, 결과를 일정한 간격을 가진 15 cm 표준척도의 양극단에 텍스처 특성의 강도 정도를 나타내는 용어를 표시한 검사지를 사용하여 정량묘사분석법(Quantitative Descriptive Analysis: QDA)²⁵⁾으로 평가하였다. 기계적 특성은 Rheometer(Sun Scientific Co. COM-PAC-100, Japan)로 Type: two bite compression test, Deformation: 50%, Test speed: 50.00 mm/min, Chart speed: 150.00 mm/sec, Critical diameter: 10.00 mm, Load cell: 1.00 kg 조건으로 텍스처를 측정하였다.

관능 검사와 기계적 검사에서 얻은 결과를 SAS package를 이용하여 ANOVA와 Duncan's multiple range test로 통계처리하였다.

Table 1. Proximate composition of cowpea precipitate powder

Sample	Moisture	Crude Protein	Ash	unit: %
				Total
HPCP	10.17	1.38	0.25	0.64
MPCP	9.66	0.85	0.23	0.59
LPCP	9.58	0.35	0.21	0.54

HPCP: High Protein Content Powder, MPCP: Medium Protein Content Powder, LPCP: Low Protein Content Powder.

III. 결과 및 고찰

1. 동부양곡의 이화학적 성질

동부양곡의 일반 성분은 Table 1과 같다. 동부양곡을 제조할 때 시료간의 단백질 함량의 차이가 있겠 크기가 다른 mesh 체를 사용하였으며 그 결과 얻어진 양곡의 단백질 함량은 70 mesh 체 일 때 1.38%, 100 mesh 체 일 때 0.85%, 170 mesh 체 일 때 0.35%이었다. 수분 함량은 9.58~10.17%, 총지방 함량은 0.54~0.64%, 회분 함량은 0.21~0.25%범위였다. 시료간에 총지방 함량, 회분 함량에 있어서는 큰 차이는 보이지 않았으나 단백질 함량은 차이를 보였음을 알 수 있었다. X-선 회절도는 Fig. 1과 같이 회절각도(2θ) 17.0, 22.8 에서 강한 피크를 보여 모두 A형에 가까운 C형으로 전형적인 A형인 곡류나 B형인 괴경과는 다른 회절양상을 보였으며 권²⁶과 이²⁷의 보고와 일치하였다. 단백질 함량에 따라서 결정성의 차이는 보이지 않았다.

입자크기와 단백질 함량이 다른 동부 양곡의 Blue value는 단백질 함량이 적을수록 각각 0.31, 0.32, 0.34

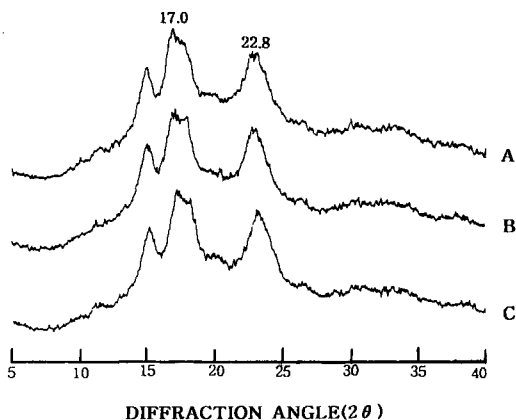


Fig. 1. X-ray diffraction pattern of cowpea precipitate powder with different protein content.
 A: HPCP (High Protein Content Powder)
 B: MPCP (Medium Protein Content Powder)
 C: LPCP (Low Protein Content Powder).

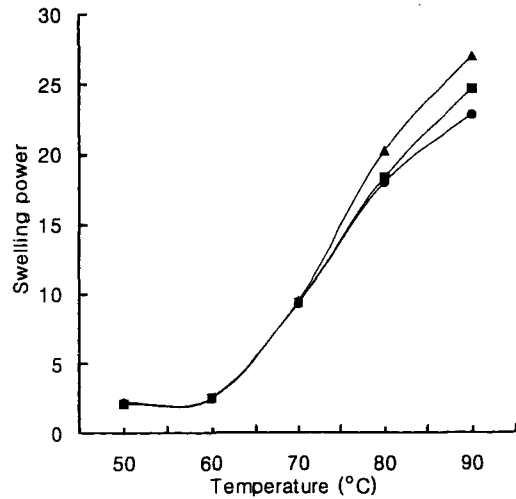


Fig. 2. Swelling power of cowpea precipitate powder suspensions with different protein content.
 ●: HPCP (High Protein Content Powder)
 ■: MPCP (Medium Protein Content Powder)
 ▲: LPCP (Low Protein Content Powder).

로 시료들간의 차이를 보이지 않았다. 물결합 능력은 각각 115.8%, 120.6%, 126.2%로 단백질 함량이 높은 양곡일수록 더 큰 값을 보여주고 있다. 일반적으로 두류전분의 물결합능력은 80~90%로 알려져 있는데^{28,29}, 동부전분의 물결합능력은 71%³⁰, 86%³¹, 또는 113%¹⁷로 보고되어 있다. 팽윤력은 Fig. 2와 같이 70°C까지는

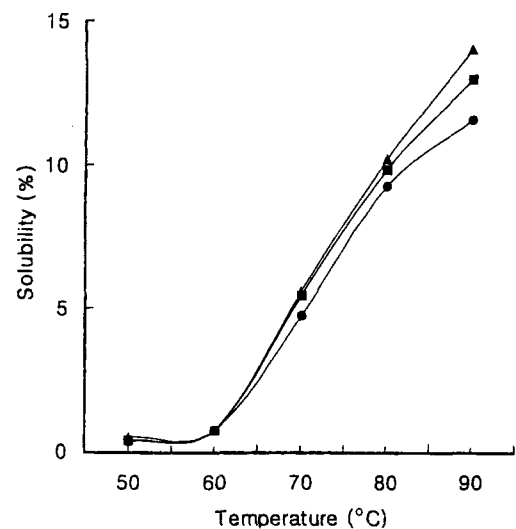


Fig. 3. Solubility of cowpea precipitate powder with different protein content.
 ●: HPCP (High Protein Content Powder)
 ■: MPCP (Medium Protein Content Powder)
 ▲: LPCP (Low Protein Content Powder).

단백질 함량에 따른 동부양금의 팽윤력이 차이를 나타내지 않았으나 80°C에서 17.9, 18.3, 20.2로서, 단백질 함량이 높은 양금일수록 팽윤력이 낮은 경향을 보였다. 윤과 이³³⁾는 동부양금의 팽윤력이 70°C에서 6~7, 80°C에서 20 정도라고 하여 비슷한 양상을 보였다. 용해도는 Fig. 3과 같이 60°C 이후 급격히 증가하는 양상을 보이며, 90°C에서 가장 큰 값을 보였다. 용해도도 팽윤력과 마찬가지로 단백질 함량이 높은 양금일수록 낮은 경향을 보였다.

2. 동부양금의 호화 특성

단백질 함량에 따른 동부양금 현탁액의 광투과도 측정 결과는 Fig. 4와 같다. 광투과도는 50°C에서 60°C까지는 약간 감소하였으나 70~80°C에서 증가하였고 그 이상의 온도에서 완만한 증가 현상을 보였으며 단백질 함량이 높은 양금일수록 광투과도는 낮아졌다. 신속 점도계로 측정된 가열에 따른 동부양금 현

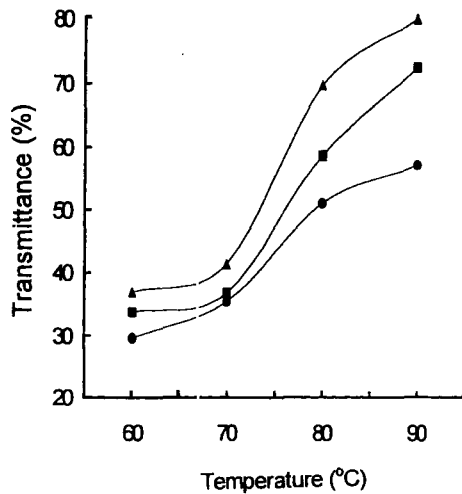


Fig. 4. Transmittance of cowpea precipitate powder with different protein content.

●: HPCP (High Protein Content Powder)
 ■: MPCP (Medium Protein Content Powder)
 ▲: LPCP (Low Protein Content Powder).

탁액의 점도 특성은 Fig. 5와 같고, 특성값은 Table 2와 같다. 점도의 변화로 나타내는 호화 개시 온도는 72.2°C, 72.4°C, 72.9°C로 단백질 함량이 높을수록 낮았으나 큰 차이가 없었다. 최고점도는 단백질 함량이 높은 양금일수록 낮아졌다. 팽윤된 전분립의 깨어지는 정도를 나타내는 breakdown은 호화액의 안정성을 나타내는데 단백질 함량이 높을수록 낮아졌다. 전분의 노화 경향을 예측할 수 있는 consistency와 setback은 그 값이 클수록 노화경향이 크다³²⁾고 하였는데 단백질 함량이 높은 양금일수록 높은 값을 보였다. 단백질 함량이 다른 동부양금의 호화특성을 시차주사열량기로 측정된 결과는 Fig. 6 및 Table 3과 같다. 호화개시 온도는 65.46°C, 65.47°C, 65.55°C로 시료들 간의 차이를 보이지 않았으나 신속점도계로 측정된 온도보다 낮았다. 호화 종료온도는 단백질 함량이 높은 양금일수록 빨라지는 경향을 보였다. 시료들 간의 호화에 탈피는 2.178 J/g, 2.690 J/g, 2.915 J/g으로 비슷한 양상을 보였다.

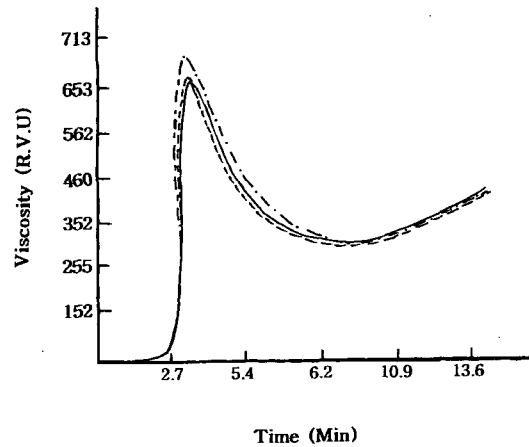


Fig. 5. Viscogram of cowpea precipitate powder with different protein content by Rapid Visco Analyser.

—: HPCP (High Protein Content Powder)
 - - -: MPCP (Medium Protein Content Powder)
 ···: LPCP (Low Protein Content Powder).

Table 2. Rapid Visco Analyzer data of cowpea precipitate powder with different protein content

Sample	Initial Pating Temp. (°C)	Viscosity (R.V.U)					
		Peak	15-min Height	At 50°C	Breakdown	Consistency	Setback
HPCP	72.9	658	300	411	358	111	-247
MPCP	72.4	664	273	381	391	108	-283
LPCP	72.2	690	283	385	407	103	-305

HPCP: High Protein Content Powder
 MPCP: Medium Protein Content Powder
 LPCP: Low Protein Content Powder

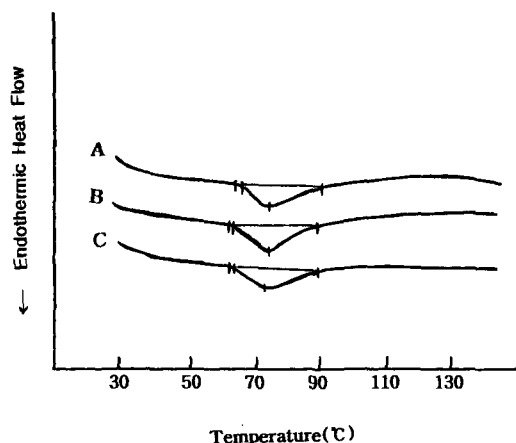


Fig. 6. DSC thermograms of cowpea precipitate powder with different protein content.
A: HPCP-High Protein Content Powder
B: MPCP-Medium Protein Content Powder
C: LPCP-Low Protein Content Powder.

3. 동부겔의 특성

단백질 함량이 다른 동부앙금으로 겔(8%)을 만들어 24시간과 48시간 실온에서 저장하면서 관능검사를 실시한 결과는 Table 4, 5와 같다. 24시간 저장한 동부겔

Table 3. DSC thermograms of cowpea precipitate powder with different protein content

Sample	Gelatinization Temperature (°C)		
	T ₀ (°C)	T _p (°C)	ΔH (J/g)
HPCP	65.46	72.80	2.690
MPCP	65.55	72.96	2.915
LPCP	65.47	73.43	2.178

T₀: Onset Temperature
 T_p: Peak Temperature
 ΔH: Gelatinization enthalpy
 HPCP: High Protein Content Powder
 MPCP: Medium Protein Content Powder
 LPCP: Low Protein Content Powder

에서는 색깔, 투명도에서 유의적인 차이를 보였고 단백질 함량이 높은 앙금일수록 색깔과 투명도가 더 높은 값을 보였다. 48시간 저장한 동부겔에서는 색깔, 투명도, 부서짐성, 응집성, 종합적인 맛에서 유의적인 차이를 보였으며 색깔, 투명도, 종합적인 맛에서는 단백질 함량이 높은 동부겔이 높은 값을 보였으나 부서짐성, 응집성은 단백질 함량이 높은 동부겔이 낮은 값을 보였다.

단백질 함량이 높은 앙금일수록 색깔과 투명도가 더 높고 48시간 저장한 겔은 견고성, 응집성, 탄성, 종합적인 맛이 더 높은 값을 보였다. 이와 같은 결과를

Table 4. ANOVA & Duncan's multiple range test for sensory evaluation for cowpea precipitate gels with different protein content stored for 24 hrs

Sample	Factor	Color	Clarity	Hardness	Brittleness	Bend property	Cohesiveness	Springiness	Moistness	Smoothness	Acceptability
	HPCP	11.56 ^a	10.84 ^a	4.94	8.86	8.86	7.31	7.06	9.75	8.47	8.77
	MPCP	8.80 ^b	8.46 ^b	6.83	7.62	9.27	7.52	8.96	9.32	9.72	7.92
	LPCP	8.96 ^b	8.14 ^b	5.83	7.56	9.24	7.62	8.11	8.90	10.31	8.33
	F Value	4.34*	3.44*	1.48	0.57	0.06	0.03	1.37	0.49	1.65	0.36

*: P<0.05
 HPCP: High Protein Content Powder
 MPCP: Medium Protein Content Powder
 LPCP: Low Protein Content Powder

^{a,b} Mean values with the different letters in a column are significantly different by Duncan's multiple range test.

Table 5. ANOVA & Duncan's multiple range test for sensory evaluation for cowpea precipitate gels with different protein content stored for 48 hrs

Sample	Factor	Color	Clarity	Hardness	Brittleness	Bend property	Cohesiveness	Springiness	Moistness	Smoothness	Acceptability
	HPCP	11.07 ^a	10.92 ^a	8.35	8.78 ^b	9.57	8.23 ^b	11.09	10.54	10.57	11.17 ^a
	MPCP	8.87 ^b	8.90 ^b	9.84	10.57 ^{ab}	10.31	11.03 ^a	11.29	10.11	10.42	9.40 ^b
	LPCP	8.62 ^b	7.64 ^b	8.16	11.10 ^a	11.24	11.00 ^a	12.53	11.50	11.42	8.95 ^b
	F Value	10.78***	13.79***	1.82	3.22*	2.56	9.47***	1.72	1.41	1.25	10.43***

*: P<0.05, ***: P<0.001
 HPCP: High Protein Content Powder
 MPCP: Medium Protein Content Powder
 LPCP: Low Protein Content Powder

^{a,b} Mean values with the different letters in a column are significantly different by Duncan's multiple range test.

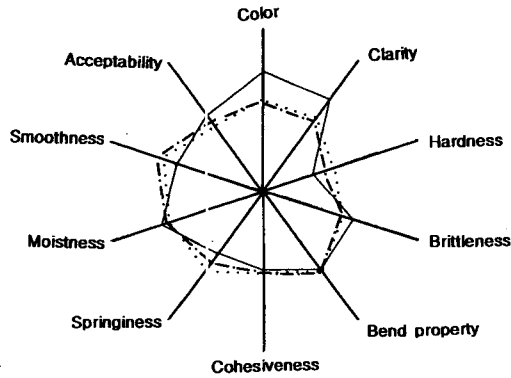


Fig. 7. QDA profile of cowpea precipitate gels with different protein content stored for 24 hrs
 —: HPCP (High Protein Content Powder)
: MPCP (Medium Protein Content Powder)
 - · - ·: LPCP (Low Protein Content Powder).

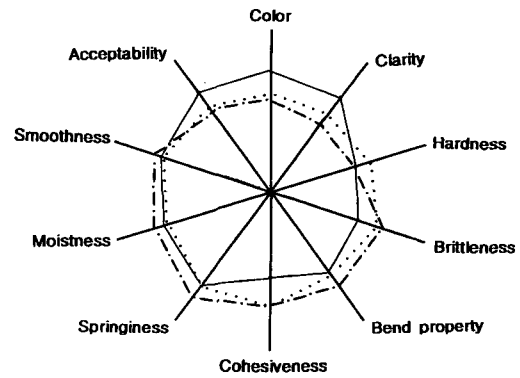


Fig. 8. QDA profile of cowpea precipitate gels with different protein content stored for 48 hrs
 —: HPCP (High Protein Content Powder)
: MPCP (Medium Protein Content Powder)
 - · - ·: LPCP (Low Protein Content Powder).

명확히 알아보기 위하여 QDA profile로 나타내면 Fig. 7과 같이 24시간 저장한 동부겔보다는 48시간 저장한 동부겔이 모든 특성치에서 다소 높게 나타냄을 볼 수 있었으나 단백질 함량이 높은 동부겔의 응집성이 낮았다.

단백질 함량에 따른 동부겔을 24시간과 48시간 실

온에서 저장하면서 Rheometer를 이용하여 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 겹성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정된 기계적 물성 검사 결과는 Table 6, 7과 같다. 24시간 저장한 동부겔에서는 견고성, 겹성, 씹힘성의 특성치에서 유의적인 차이를 보였는데 단백질 함량이 높은 앙금일

Table 6. Rheological characteristics of cowpea precipitate gels with different protein content stored for 24 hrs by rheometer

Sample \ Factor	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
HPCP	1946.80 ^a	1.0000	1.0080	1803.60 ^a	1884.80 ^a
MPCP	1738.00 ^b	0.9620	1.0000	1674.40 ^b	1676.20 ^b
LPCP	1395.60 ^c	0.9200	0.9920	1397.00 ^c	1341.20 ^c
F value	400.50***	3.52	0.23	145.60***	215.12***

***: P<0.001

HPCP: High Protein Content Powder

MPCP: Medium Protein Content Powder

LPCP: Low Protein Content Powder

^{ab} Mean values with the different letters in a column are significantly different by Duncan's multiple range test.

Table 7. Rheological characteristics of cowpea precipitate gels with different protein content stored for 48 hrs by rheometer

Sample \ Factor	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
HPCP	2483.60 ^a	0.8200 ^b	1.0080	2035.60 ^a	2073.00 ^a
MPCP	2229.00 ^b	0.8700 ^b	1.0000	1937.20 ^b	1946.20 ^b
LPCP	2025.40 ^c	0.9520 ^a	0.9400	1875.20 ^c	1755.80 ^c
F value	225.09***	8.26**	2.01	39.70***	188.04***

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

HPCP: High Protein Content Powder

MPCP: Medium Protein Content Powder

LPCP: Low Protein Content Powder

^{ab} Mean values with the different letters in a column are significantly different by Duncan's multiple range test.

수록 이런 특성치가 높은 값을 보였다. 48시간 저장한 동부겔에서는 견고성, 응집성, 껌성, 씹힘성의 특성치에서 유의적인 차이를 보였는데 응집성만 단백질 함량이 많은 시료일수록 더 낮은 값을 보여 주었으며 48시간 저장하면 낮아졌으나 단백질 함량이 가장 높은 경우는 48시간 저장할수록 응집성이 낮아졌다. 응집성은 관능검사에서도 단백질 함량이 높은 앙금일수록 더 낮은 값을 보여서 기계적인 검사와 일치하였다. 또한 이²⁷⁾에 따르면 동부겔은 견고성이 높을수록 응집성이 낮다고 하였는데 이 결과와도 일치함을 보였다.

IV. 요약

동부앙금의 단백질 함량이 높을수록 물결합력과 호화 개시 온도는 높았으나 팽윤력과 용해도, 팽투과도는 낮은 값을 보였다. 최고 점도와 breakdown은 낮았으나, consistency와 setback은 높은 값을 보였다. 동부겔을 24시간과 48시간 실온에서 저장하면서 실시한 관능검사 결과는 단백질 함량이 높을수록 색깔과 투명도가 더 높은 값을 보였고 저장기간이 길수록 견고성, 응집성, 탄성, 종합적인 맛에서 더 높은 값을 보였으며 기계적 물성 검사 결과는 24시간 저장한 동부겔에서는 견고성, 껌성, 씹힘성의 특성치에서 단백질 함량이 높을수록 유의적으로 높았다. 그리고 48시간 저장한 동부겔에서는 견고성, 응집성, 껌성, 씹힘성의 특성치에서 유의적인 차이를 보였는데 응집성만 단백질 함량이 높을수록 더 낮은 값을 보였다.

감사의 글

“이 논문은 1995년도 전남대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음”을 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Mcwatters, K.H. and Flora, F.: A deep-fried product from Southern peas. *Food Technol.*, **34**: 71 (1980).
2. 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).
3. Phillips, R.D. and Mcwatters, K.H.: Contribution of cowpeas to nutrition and health. *Food Technol.*, **41**: 127 (1991).
4. Nnanna, I.A. and Dixon Phillips, R.: Protein and Starch Digestibility and Flatulence Potential of Germinated Cowpeas (*Vigna unguiculata*). *J. Food Sci.*,

- 55: 151 (1990).
5. Witoon P., Kay H. Mcwatters, Larry R. Beuchat, and R. Dixon Phillips: Cowpea flour-A Potential Ingredient in Food Products. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **36**: 413 (1996).
6. Lund, D.: Influence of time, temperature, moisture, ingredients, and processing conditions on starch gelatinization. *CRC Critical Reviews In Food Science and Nutrition*, **20**: 249 (1983).
7. Zobel, H.F.: Gelatinization of starch and mechanical properties of starch. in “Starch: chemistry and technology” ed by Whistler, R.L., Bemiller, J.N. and Paschall, E.F. Academic Press. chap: 9. p. 285 (1984).
8. Ghiasi, K., Hosenev, R.C. and Varriano-Marston, E.: Gelatinization of wheat starch, I. Excess-water systems. *Cereal Chem.*, **59**: 81 (1981).
9. Ghiasi, K., Hosenev, R.C. and Varriano-Marston, E.: Gelatinization of wheat starch, II. Starch-surfactant interaction. *Cereal Chem.*, **59**: 86 (1981).
10. 김성곤, 한태룡, 이양희, 비 엘 다포르니아: 통일 및 팔달쌀 전분의 이 화학적 성질에 관한 연구. 한국식품과학회지, **10**: 157 (1978).
11. 김남수, 석호문, 남영중, 민병용: 뽕쌀 전분의 호화 특성. 한국농화학회지, **30**: 24 (1987).
12. 김성곤, 박홍연, 정혜민, 김관: X-ray 회절법에 의한 쌀의 취반시 호화도 측정. 한국농화학회지, **26**: 266 (1983).
13. 김일환, 김성곤, 이규한: 인산염이 쌀전분의 호화에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **17**: 5 (1985).
14. Miles, .M.J., Morris, V.J. and Ring, S.G.: Gelation of amylose. *Carbohydr. Res.*, **135**: 257 (1985).
15. 손경희, 윤계순, 정혜정, 채선희: 두류 전분의 이 화학적 특성 비교-동부, 녹두, 강낭콩, 팥-. 한국조리과학회지, **6**: 13 (1990).
16. 배광순, 손경희, 문수재: 목의 구조와 텍스처. 한국식품과학회지, **16**: 185 (1984).
17. 김향숙: 아밀로오스와 아밀로펙틴이 목의 텍스처에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문 (1987).
18. Association of Official Analytical Chemists: Official methods of analysis, 15th ed., Washington, D.C. (1990).
19. Biliaderis, C.S., Grant, D.R. and Vose, J.R.: Structural characterization of legume Starches, II. Studies on acid treated starches. *Cereal Chem.*, **58**: 502 (1981).
20. Gilbert, G.A. and Spragg, S.P.: Iodimetric determination of amylose, In Method in Carbohydrate Chemistry. ed. by Whistler, R.L., Academic Press: New York, Vol. IV. p. 168 (1964).
21. Medcalf, D.F. and Gilles, K.A.: Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, **42**: 558 (1965).
22. Schoch, T.J.: Swelling power and solubility of granular starches. In “Methods in Carbohydrate Chemistry”

- ed. by Whistler, R.L., Academic Press, New York, vol. 4, p. 106-108 (1964).
23. Wilson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.P. and Snyder, H.E.: Isolation and characterization of starch from mature soybean. *Cereal Chem.*, **55**: 661 (1978).
 24. Donovan, J.W.: Phase transitions of the starch-water system. *Biopolymers*, **18**: 263 (1979).
 25. Herbert, S. and Joel, L.S.: Sensory evaluation practices. Academic Press, N.Y., p. 202 (1985).
 26. 권미라: 두류전분의 분자구조와 겔특성. 서울대학교 박사학위논문 (1992).
 27. 이애량: 동부양금의 리올로지 성질과 겔의 특성. 단국대학교 박사 학위논문 (1992).
 28. 김완수, 이혜수, 김성곤: 각종 전분으로 만든 교질상 식품의 특성에 관한 연구-녹두 전분의 이화학적 특성. *한국농화학회지*, **23**: 166 (1980).
 29. Naivikul, O. and D'Appolonia, B.L.: Carbohydrate of legume flour compared with wheat flour. II. Starch. *Cereal Chem.*, **56**: 24 (1979).
 30. 김향숙, 권미라, 안승요: 동부 전분의 이화학적인 특성. *한국식품과학회지*, **19**: 18 (1987).
 31. 윤혜현, 이혜수: 동부 조건분 및 정제 전분의 이화학적 특성. *한국조리과학회지*, **3**: 31 (1987).
 32. Leelavathi, K., Indrani, D.M. and Sidhu, J.S.: Amylograph pasting behavior of cereal and tuber starches. *starch*, **39**: 378 (1987).
-
- (1997년 11월 30일 접수)