

아밀로오스와 아밀로펙틴이 묵의 텍스처에 미치는 영향

Effect of Amylose and Amylopectin on the Texture of Mook

김향숙·안승요*

충북대학교 생활과학대학 식품영양학과·서울대학교 가정대학 식품영양학과*

Kim, Hyang Sook · Ahn, Seung Yo*

Dept. Food and Nutrition, Chungbuk National Univ.

Dept. Food and Nutrition, Seoul National Univ.*

Abstract

Studies were carried out to investigate formation of Mook and its physical properties as well as the effects of amylose and amylopectin on the texture of Mook which were made from cowpea, mung bean, acorn, buckwheat, kidney bean, potato, rice, corn and wheat starches.

Texture parameters of 10% starch gels were significantly different depending on the kind of starches. However, there were no significant differences in those of gels of starches commonly used for the preparation of mook. It was appeared that gel indices of cowpea, mung bean, acorn and buckwheat starch gels were in the range of 2.11-2.37, elastic limits were more than 0.60, gel strength coefficients were in the range of 700-1400 and brittlenesses were 0.23-0.62.

It was also appeared that gel index and elastic limit were affected by amylopectin and gel strength coefficient and brittleness, by amylose, and that these two fractions were not able to form gel like Mook unless they were combined with proper proportion. Effect of addition of amylose from cereal and potato starches to cowpea starch or cowpea amylopectin were different from that of cowpea amylose. When cereal starches were supplemented by cowpea starches, gel strength coefficients and brittlenesses of their gels were increased, but gel indices and elastic limits were not changed. However, potato starch gel was improved to be similar to Mook with increasing of gel strength coefficient and appearance of brittleness by addition of cowpea amylose.

I. 서론

충분한 농도의 전분액을 가열하여 호화시킨 후 실온으로 냉각시키면 불투명한 전분 겔이 형성된다. 전분은 종류에 따라 호화 온도와 호화 전분의 유동학적 특성이 다를 뿐만 아니라, 냉각 후 형성되는 겔의 텍스처 특성에도 차이가 크다. 묵은 전분 겔로서 표면이 매끈하고 탄성이 크고 부드러우며, 탄성한계

이상의 변형을 초래하는 힘이 가해지면 크게 몇 조각으로 부서지는 절단성을 가지고 있다.

여러가지 전분에 대하여 묵의 원료로서의 이용가능성을 검토하기 위하여 문수재 등(1984)이 실시한 전분 겔의 관능 검사 결과에 의하면, 동부, 녹두, 도토리 묵의 수용력이 가장 높았고, 이들 상호간에는 유의한 차이가 없었다. 메밀 묵과 고구마 묵은 이들보다 낮

게 평가되었으며, 감자 묵은 묵으로서의 수용력이 매우 낮았다. 또한 옥수수 조전분과 밀가루는 묵의 제조가 불가능하다고 하였다.

전분 겔의 3차원의 망상구조는 아밀로오스와 아밀로펙틴 분자들의 이중 나선 구조가 가교 결합에 의하여 안정화되어 접합영역(junction zone)을 이루는 것이라고 알려졌다(Oakenfull, 1985; Sanderson, 1981).

전분 겔은 아밀로오스 겔 매트릭스에 팽윤된 전분 입자가 박혀 있는 복합체로 생각되고, 겔 텍스처에 영향을 주는 주요인은 이들 매트릭스 겔과 팽윤된 입자의 물리적 특성(특히 변형률) 및 입자의 체적 비율과 형태라고 알려져 있다(Harbit, 1982; Ring, 1985). 그러나, 이러한 성질을 직접적으로 측정할 수 있는 객관적 방법이 없기 때문에 겔의 형성 요인과 텍스처 특성을 관련짓기는 매우 어렵다.

묵의 텍스처 특성에 대한 연구는 그리 많지 않다. 배광순 등(1984)은 scanning electron micrograph로 녹두 묵과 감자 및 고구마 묵의 미세구조의 차이를 관찰하고, 2회 연속 압축 시험에 의한 힘-변형 곡선으로부터 견고성, 응집성, 탄력성 및 점착성을 분석하고 각 시료간에 유의한 차이가 있음을 보고하였다. 김영아와 이해수(1985a; 1985b; 1985c)는 도토리 묵의 농도와 저장에 따른 물리적 특성의 변화를 측정하기 위하여 TPA, 응력 완화 검사 및 관능 검사와 back extrusion test를 실시하였다. TPA는 여러가지 식품의 물리적 특성을 객관적으로 측정하기 위하여 많이 사용되었으나(Bourne, 1967; Bourne 1968; Henry, 1969; Henry, 1971; Breene, 1975; Peleg, 1976; Radley, 1985), 연구자에 따라 측정 조건이 다르고 특히 측정하고자 하는 식품의 종류에 따라 주요한 성질이 다르므로, 문헌의 비교나 인용에 어려움이 있다(Bourne, 1982).

Mohsenin(1970)에 의하면 부드러운 식품의 힘-변형 곡선은 Hook의 법칙을 따르지 않고 시그모이드 형을 나타내며, 식품 조직이 부드러울수록 작은 변형에서의 탄젠트 탄성률은 거의 영에 가깝고 변형이 커질수록 지수적으로 증가한다고 하였다. Wood(1979)는 한천 겔 및 xanthan gum-locust bean gum 혼합 겔의 텍스처에 대하여 관능 검사와 객관적 검사와의 관계를 연구한 결과 초기 탄성률은 입

에서 느끼는 겔 강도와는 상관이 없고 shakability, 즉 하들하들한 성질과 관계가 높으며, 입에서 느끼는 겔 강도는 최대항복치와 상관관계가 매우 높다고 하였다.

본 연구에서는 묵의 형성과 그 물리적 특성을 구명하기 위하여 동부전분을 주 시료로 하고, 묵을 만드는 녹두, 도토리, 메밀 전분과 그 밖의 묵제조에 사용되지 않는 강남콩, 쌀, 밀, 옥수수 및 감자 전분으로 제조한 묵에 대하여 정속 압축 시험에 의한 겔 텍스처를 비교 분석하고 묵의 텍스처 특성에 영향을 주는 아밀로오스와 아밀로펙틴의 작용에 대하여 시험하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

동부, 녹두, 메밀, 도토리, 강남콩, 쌀(아끼바레) 및 밀 전분은 알칼리 침지법(김향숙, 1987)에 의하여 분리하였고, 옥수수와 감자 전분은 Wako Chemical의 제품을 구입하였다.

2. 겔시료 제조 및 텍스처 측정 방법

1) 겔 시료 제조 방법

텍스처 측정용 겔 시료를 제조하기 위하여 직경 12-14mm, 길이 약 20mm의 유리관용형(mold)으로 사용하였다. 10%(w/v)의 전분 현탁액을 만들어 75-80℃의 항온 수조에서 저으면서 예열 처리하여 균일한 paste로 만들었다(이신영 등, 1986). 한쪽을 테프론 테이프로 막은 유리관에 예열 처리한 전분 paste를 주입하고 다른 한쪽도 테프론 테이프로 막은 다음 plastic film으로 완전히 씌었다. 이것을 100℃의 오븐에서 약 20분간 가열하였다. 오븐에서 꺼내어 상대습도 100%의 chamber에 넣어 20℃의 항온기에서 저장하였다. 전분의 농도와 가열 조건은 선행연구(문수재 등, 1984; 배광순 등, 1984; 김영아와 이해수, 1985a; 1985b; 1985c)와 예비 실험의 결과를 기초로 하여 정하였다.

2) 텍스처 측정 방법

전분 겔을 항온기에서 꺼내어 형으로부터

때낸 다음 양 쪽 끝을 잘라내고 vernier caliper로 직경과 길이를 측정하였다. 텍스처 측정은 Instron Universal Testing Machine (model 1140, 영국)을 사용하여 다음과 같은 조건으로 정속 압축 시험을 실시하였다: load cell, 5kg; clearance, 2mm; crosshead speed, 50mm/min; chart speed, 1000mm/min.

3) 텍스처 측정치의 산출 및 해석

목의 압축시험 결과 얻은 대표적인 힘-변형 곡선은 Fig. 1과 같다. 초기 탄젠트 탄성율은 거의 영에 가깝고 변형율이 커질수록 지수적으로 증가하다가 한계점에 이르면 감소한다. 예비 실험에 의하여 이 한계점 이내의 변형은 탄성 변형이며 그 이상의 변형에서는 소성 변형이 포함되는 것을 확인하였다. 따라서 이 점을 탄성한계(EL)로 표시하고 탄성한계의 변형률로써 목의 탄성을 나타내는 텍스처 파라미터로 삼았다. 탄성한계 이내의 변형 범위에서 stress(힘)와 strain(변형)의 관계는 (1)식과 같이 power model을 적용하여 해석하였다. 지수 n이 1이면 Hook의 법칙을 따르는 고체

이나 목을 포함한 전분 겔은 힘 축을 향하여 오목하여 부드러운 biomaterial의 특징을 나타내기 때문에(Mohsenin,1970) n이 1보다 크다. 이때 n이 커질수록 힘-변형 곡선의 오목한 정도도 커진다. 즉, n이 상대적으로 큰 것은 최대 항복치에 비하여 초기 변형에 요하는 힘이 작기 때문에 더 부드러운 성질을 나타낸다고 할 수 있다. 따라서 n을 겔의 부드러움을 나타내는 지표 즉, 겔 지표(gel index)라 하였다. K는 탄성 변형이 일어나는 과정에서 변형률의 증가에 따라 stress가 증가되는 비율을 나타낸다. K가 클수록 같은 변형을 일으키는 데 드는 힘이 크므로, K는 겔보기 겔 강도를 나타낸다고 할 수 있다. 따라서 K를 겔 강도 계수(gel strength coefficient)라 하였다.

$$\sigma = K \cdot \epsilon^n \text{-----(1)}$$

σ (stress) = force/area

ϵ (strain) = (Lo-Ld)/Lo

Lo = original sample height

Ld = deformed sample height

$$\log \sigma = \log K - n \cdot \log(1/\epsilon) \text{-----(2)}$$

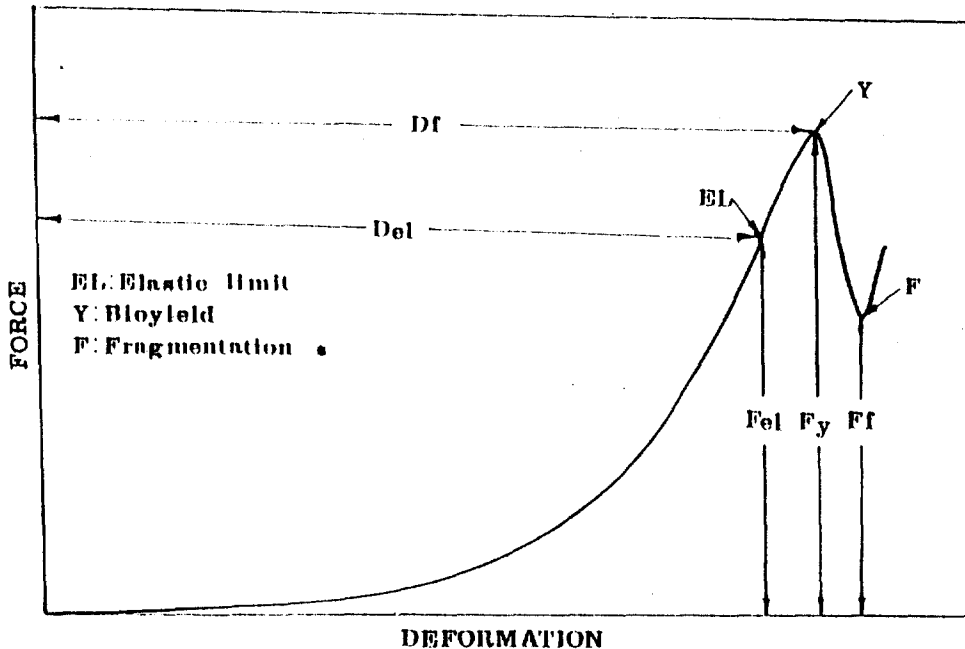


Fig. 1 A typical force-deformation curve of the cowpea starch gel

젤 지표와 젤 강도 계수를 계산하기 위하여 (1)식의 양변에 대수값을 취하면 (2)식과 같다. 기울기로부터 n 을 구하고, 세로 축의 절편으로부터 K 를 구하였다. Fig. 1에서 탄성 한계를 지나면 peak가 나타나는데 이것은 bioyield point(항복치:Y)에 해당되며, 이때 목은 몇개의 큰 조각으로 부서지며 그와 함께 힘은 급격히 감소한다. F(fragmentation point)는 부서진 조각들이 압착됨에 따라 다시 힘이 증가되는 점을 나타낸다. 이와같이 목이 조개지는 성질을 절단성(brittleness)이라 하였고, Y부터 F까지의 힘의 차이를 항복치(Fy)에 대한 비율로써 (3)식과 같이 산출하였다.

$$\text{Brittleness} = (F_y - F_f)/F_y \text{ -----(3)}$$

모든 측정은 4회 반복하였고, 변량 분석에 의하여 요인별 유의도를 검정하였으며, Tukey's test에 의하여 각 수준간의 유의차를 검증하였다.

2. 동부전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴 이 겔 텍스처에 미치는 영향

1) 아밀로오스와 아밀로펙틴의 분리

아밀로오스는 수용액의 가열 용출법(Miles et. al.,1985)에 의하여 분리하였다. 2% 전분 현탁액 1L를 각 전분의 호화 온도보다 10℃ 높은 온도에서 1시간 동안 저으면서 가열하였다. 약 2500rpm에서 30분 동안 원심분리하여 팽윤된 전분립을 제거하고 아밀로오스 용액을 95-100℃의 항온수조에서 감압 농축하였다. 페놀-황산법(Dubois et. al.,1956)에 의하여 농도를 확인하고 같은 온도의 항온 수조에서 보관하면서 각 실험에 사용하였다. 아밀로펙틴은 Montgomery and Senti(1964)의 방법으로 동부로부터 분리한 것을 사용하였다.

2) 아밀로오스 또는 아밀로펙틴을 첨가한 동부 전분 겔의 텍스처

동부 전분에 Table 1과 같은 비율로 아밀로오스와 아밀로펙틴을 첨가하여 전분의 아밀로오스 함량을 변화시켜서 겔 시료를 제조하여 텍스처를 측정하였다. 아밀로오스를 첨가할 때는 6% 및 8%의 동부 전분 현탁액에 같은 양의 4% 및 2%의 아밀로오스 용액을 각각

저으면서 혼합하여 총 농도가 10%가 되도록 하였다. 아밀로펙틴의 첨가시는 2, 4, 6, 8%의 아밀로펙틴 용액에 8, 6, 4, 2%에 해당되는 양의 동부 전분을 각각 저으면서 혼합하여 겔 시료로 제조하였다.

Table 1. Addition of amylose and amylopectin to cowpea starch for modification of amylose content

Sample no.	Amylose content (%)	Preparation method
1	42.4	5ml of 4% amylose solution was added to 5ml of 16% starch suspension
2	35.2	5ml of 2% amylose solution was added to 5ml of 18% starch suspension
Control	28.0	no addition
3	22.4	0.2g of amylopectin was added to 10ml of 8% starch suspension
4	16.8	0.4g of amylopectin was added to 10ml of 6% starch suspension
5	11.2	0.6g of amylopectin was added to 10ml of 4% starch suspension
6	5.6	0.8g of amylopectin was added to 10ml of 2% starch suspension

3) 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴의 재 구성에 의한 겔의 텍스처

동부 아밀로오스와 아밀로펙틴을 여러 가지 비율로 혼합하여 겔 시료로 제조하였다. 즉 동부 전분으로부터 분리한 아밀로오스 용액을 0.1-4% 농도 범위로 조절하고, 소정 농도의 아밀로오스 용액을 열판 위에서 마그네틱 스테러로 저으면서 아밀로펙틴을 가하여 총 고형물이 10%가 되도록 하였다. 혼합물이 균일해지면 즉시 형에 주입시켜 겔 시료를 제조하였다.

3. 곡류 및 감자 아밀로오스가 동부 전분 겔의 텍스처에 미치는 영향

목이 되지 않는 전분 즉, 감자, 쌀, 옥수수 및 밀의 아밀로오스를 전술한 방법으로 추출하여 동부 전분에 대해서는 1:9의 비율로, 동부 아밀로펙틴에 대해서는 2:8의 비율로 혼합하여 겔 시료로 제조하여 텍스처를 측정하였다.

4. 동부 아밀로오스가 곡류 및 감자 전분 겔의 텍스처에 미치는 영향

곡류 및 감자 전분에 대하여 동부 아밀로오스나 그 자체의 아밀로오스를 1:9의 비율로 혼합하여 겔을 제조하여 텍스처의 변화를 시험하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 여러가지 전분 겔의 텍스처 특성

동부 전분을 포함하여 9가지 전분 겔의 힘-변형 곡선은 Fig. 2에서와 같다. 동부, 녹두, 도토리, 메밀 전분은 탄성 한계와 항복치가 크고, 절단성(brittleness)이 있는 것을 알 수 있었다. 쌀과 감자 전분은 탄성 한계는 크지만, 항복치가 작고 절단성이 없는 것이 특징이었다. 강남콩, 옥수수, 밀 전분은 절단성은 있으나 탄성 한계가 작고 항복치도 작은 것으로

보였다. 이 곡선들로부터 분석하여 얻은 겔 텍스처 특성치들은 Table 2에서와 같다.

일반적으로 목 재료로 사용되는 동부, 녹두, 도토리 및 메밀 전분 겔의 겔 지표는 2.1 - 2.4로서 이들 상호간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 이는 문수재 등(1984)의 관능검사결과와도 일치하였다. 감자와 쌀 전분의 겔 지표는 2.9와 2.7로 높았고, 강남콩과 옥수수 전분의 겔은 1.7과 1.8로 작았으며, 밀 전분 겔은 2.1으로 목이 되는 전분과 비슷한 겔 지표를 나타냈다.

탄성한계는 감자 전분 겔이 0.71로서 가장 컸고, 동부, 녹두, 도토리 및 메밀 전분 겔은 0.61 - 0.66 범위에서 서로 유의차가 없었다. 쌀 전분 겔도 0.60으로 탄성한계는 높은 편이었다. 강남콩, 옥수수, 밀 전분 겔의 탄성한계는 0.37 - 0.48로서 다른 전분 겔보다 유의하게 낮았다. 겔 강도 계수는 녹두 전분 겔이 1401로서 가장 높았고, 동부, 도토리, 메밀과 강남콩 전분 겔은 약 700-1000 범위에서 상호

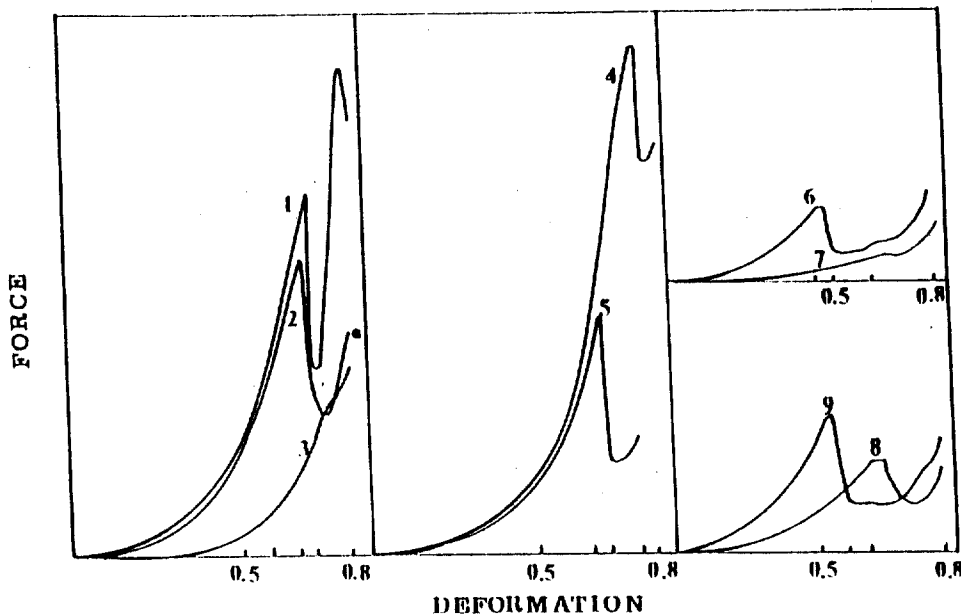


Fig. 2 Typical force-deformation curves of various starch gel tested
 1: Acorn 2: Mung bean 3: Potato 4: Cowpea 5: Buckwheat
 6: Corn 7: Rice 8: Wheat 9: Kidney bean

간에 유의차가 없었다. 이는 이상금과 신말식(1994)이 강남콩, 녹두, 옥수수 전분 겔을 비교한 결과와 일치하였다. 곡류 및 감자 전분 겔은 모두 겔 강도 계수가 유의하게 낮았다. 절단성은 강남콩 전분 겔이 0.70으로서 가장 컸으며, 동부 전분 겔은 0.23으로서 낮은 편이었고, 감자와 쌀 전분 겔은 절단성이 없었다. 다른 전분 겔들은 0.46 - 0.62 범위에서 뚜렷한 차이가 없었다. 노정해와 이해수(1988)에 의하면 옥수수과 쌀 전분으로 만든 겔은 특성과 다르다고 하였다.

Table 2. Texture parameters of various starch gels tested

Starch Source	Gel Index	Elastic Limit	Gel Strength	Brittleness
Cowpea	2.37 bc*	0.63 ab	1000 b	0.23 c
Mung bean	2.29 bc	0.61 ab	1401 a	0.46 b
Acorn	2.11 cd	0.66 ab	769 bc	0.55 ab
Buckwheat	2.29 bc	0.61 ab	696 bc	0.62 ab
Kidney bean	1.73 d	0.41 c	1006 b	0.70 a
Potato	2.86 a	0.71 a	452 cd	-
Rice	2.50 ab	0.60 b	166 d	-
Corn	1.80 d	0.37 c	487 cd	0.51 b
Wheat	2.13 cd	0.48 c	599 c	0.53 ab

* Same letters in the same column are not significantly different(p<0.05).

2. 동부 전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴이 겔 텍스처에 미치는 영향

1) 아밀로오스 또는 아밀로펙틴을 첨가한 동부 전분 겔의 텍스처

동부 전분으로부터 추출한 아밀로오스 또는 아밀로펙틴을 동부 전분에 첨가함으로써 아밀로오스 함량을 변화시켜 제조한 동부 전분겔의 텍스처 특성치들을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

겔 지표는 아밀로오스 함량이 증가함에 따라 감소하는 경향이 있으나, 아밀로오스 함량 11.2-35.2% 범위에서는 2.17-2.42로서 비슷하였고 5.6%로 아주 낮아진 경우에는 2.49로서 유의하게 컸으며 아밀로오스 함량이 42.4%로 아주 높은 경우에는 1.90으로서 유의하게 작았다.

탄성 한계는 아밀로펙틴을 첨가한 경우

0.68-0.72로서 본래 전분 겔(0.71)과 유의한 차이가 없었고, 아밀로오스를 첨가한 경우는 0.56-0.61로서 유의하게 감소하였다.

겔 강도 계수는 아밀로오스 함량의 증가에 따라 증가하는 경향이 뚜렷하였다. 아밀로오스를 첨가하여 만든 겔의 강도 계수는 약 1850-2000으로서 아무 것도 첨가하지 않은 전분겔이 1000인 것에 비하여 유의하게 증가하였고, 아밀로펙틴을 첨가한 경우에는 약 300-550으로서 유의하게 감소하였다.

절단성도 겔 강도와 같이 아밀로오스 함량의 증가에 따라 증가하였다. 아밀로오스를 첨가한 경우 0.63-0.71로서 전분 겔 0.23보다 현저하게 증가하였고, 아밀로펙틴을 첨가한 경우에는 아밀로오스 함량 11.2%까지는 유의한 차이가 없었으나 5.6%에서는 0.05로서 절단성이 아주 미약하였다.

이상과 같은 Table 3의 결과를 종합해 보면 아밀로오스 함량이 높을수록 겔 강도 계수와 절단성은 증가하였고, 겔 지표와 탄성 한계는 아밀로오스 함량이 낮은 범위내에서는 변화가 없으나 아밀로오스의 함량이 지나치게 커지면 감소하였다. 특히 아밀로오스를 20% 첨가한 겔의 경우에 겔 지표가 크게 변하였으므로 아밀로오스가 겔의 기본 구조에 영향을 미친다고 해석된다. 따라서 겔지표와 탄성 한계는 아밀로펙틴에 의해서 나타나는 특성이고, 겔 강도의 절단성은 아밀로오스의 함량에 따라서 변하는 특성이라고 생각된다.

Table 3. Effect of the added amylose and amylopectin on the cowpea starch gel texture

Sample No.**	Amylose Content (%)	Gel Index	Elastic Limit	Gel Strength	Brittleness
1	42.4	1.90 c*	0.56 b	1994 a	0.63 a
2	35.2	2.25 ab	0.61 b	1836 a	0.71 a
control	28.0	2.37 ab	0.71 a	1000 b	0.23 b
3	22.4	2.17 bc	0.69 a	550 c	0.30 b
4	16.8	2.42 ab	0.68 a	549 c	0.28 b
5	11.2	2.34 ab	0.72 a	368 c	0.19 b
6	5.6	2.49 a	0.72 a	282 c	0.05 c

* Same letters in the same column are not significantly different(p<0.05).

** Samples were prepared as described in Table 1.

2) 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴의 재 구성에 의한 젤의 텍스처

동부로부터 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴을 여러가지 비율로 재구성하여 제조한 젤의 압축실험 결과의 텍스처 특성의 변화는 Table 4에서와 같다.

Table 4. Texture parameters of the gels reconstituted with amylose and amylopectin from cowpea strach

Amylose content (%)	Gel Index	Elastic Limit	Gel Strength	Brittleness
0	2.79 a	0.62 cd ^f	248 d	0.003 g
1	2.56 abc	0.72 a	228 d	0.04 fg
2	2.21 abc	0.69 ab	227 d	0.05 fg
3	2.61 abc	0.69 ab	314 d	0.19 ef
4	2.50 abc	0.69 ab	302 d	0.27 de
5	2.32 bcd	0.68 b	385 d	0.44 cd
10	2.56 abc	0.66 bc	402 d	0.33 de
15	2.41 abcd	0.61 de	1068 c	0.71 ab
20	2.10 cde	0.57 e	1150 c	0.74 a
30	1.98 de	0.53 f	1523 b	0.72 ab
40	1.62 e	0.37 g	2726 a	0.56 bc

* Same letters in the same column are not significantly different(p<0.05).

아밀로펙틴 젤(아밀로오스 함량 0%)의 탄성한계는 0.62이고 젤 지표는 2.79였다. 젤 강도 계수는 248로서 매우 작았고, 절단성이 전혀 없었다. 이러한 아밀로펙틴 젤에 아밀로오스를 첨가함에 따라 전반적으로 젤 지표와 탄성한계는 감소하는 경향이었고 젤강도 계수와 절단성은 증가하는 경향을 보였다.

젤지표와 탄성한계는 아밀로오스 함량 15%까지는 동부 전분 젤의 특성치(Table 2)와 비슷하게 유지되다가 아밀로오스 함량이 20%이상으로 높아지면 유의하게 작아졌다. 젤 강도 계수는 아밀로오스 함량을 10%까지 증가시켰을 때는 서서히 증가하다가 15%이상에서는 급격히 증가하는 양상을 보였다. 절단성은 아밀로오스가 1%만 첨가되어도 나타났고, 아밀로오스 함량이 증가함에 따라 전반적

으로 증가하는 경향을 보였다.

따라서 전분 젤의 특성에 있어서 아밀로펙틴은 부드러움과 탄성에 영향을 미치고 아밀로오스는 강도와 절단성에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 또한 이 두 분획은 어느 한쪽으로는 목을 형성할 수 없고 두 분획이 알맞은 비율로 배합되어 있을 때 비로소 목이 될 수 있다는 것을 알 수 있었다.

3. 곡류와 감자 아밀로오스가 동부 전분 젤의 텍스처에 미치는 영향

일반적으로 목 재료로 사용되지 않는 쌀, 감자, 밀 및 옥수수 전분으로부터 용출한 아밀로오스를 아밀로오스 함량이 35%가 되도록 동부 전분에 첨가하여 제조한 전분 젤들의 텍스처 특성치를 분석하여 동부전분 젤 및 동부 아밀로오스-동부전분 (1:9) 혼합 젤과 비교한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Effect of amylose from various starches on the cowpea starch gel texture(amylose : starch, 1 : 9)

Amylose source	Gel Index	Elastic Limit	Gel Strength	Brittleness
Control**	2.37a	0.71a [*]	1000b	0.23d
Cowpea	2.25a	0.61bc	1836a	0.71a
Potato	2.17ab	0.64ab	1224b	0.50c
Rice	2.35a	0.64ab	982b	0.52bc
Corn	2.09ab	0.57bc	1293b	0.62ab
Wheat	1.91b	0.54c	1264b	0.62ab

* Same letters in the same column are not significantly different(p<0.05).

** Cowpea starch without addition of amulose.

젤 지표와 탄성한계는 밀 아밀로오스를 첨가한 경우에만 각각 1.91과 0.54로서 유의하게 감소하였고 나머지는 유의한 차이가 없었다. 젤 강도 계수는 동부 아밀로오스를 첨가한 경우 약1850으로서 control(1000)보다 유의하게 증가하였으나 다른 전분들로부터 분리한 아밀로오스들을 첨가한 경우에는 약 1000-1300 범위의 값을 나타냈으나 그 차이는 유의하지 않았다. 절단성을 증가시킨 정도는 동부 아밀로

오스가 가장 크고 다음은 옥수수과 밀 아밀로오스의 순이며 쌀과 감자 아밀로오스가 가장 작았다. 이와같이 아밀로오스의 급원에 따라 겔 특성에 미치는 영향이 다른 것은 분자구조상의 차이때문이라고 사료된다. 박상옥과 김광옥(1988)은 도토리묵에 옥수수전분을 25% 대체하였을 때 묵의 특성이 좋지 않았으나 가교화된 옥수수전분을 대체하였을 때는 겔 특성이 유지되었음을 보고한 바 있으며, 녹두묵에 대해서도 같은 결과가 보고되었다(박옥진과 김광옥, 1988). 또한 주난영과 안승요(1995)의 연구에 의하면 밤전분을 산처리하였을 때는 처리하지 않은 경우보다 겔의 견고도가 감소하였으나 가교결합으로 분자량을 크게 만들었을 때는 견고도가 증가하였다고 하여 용출되는 구조가 겔 강도에 영향을 미친다는 점을 시사하였다.

위의 아밀로오스들을 동부 아밀로펙틴과 2:8의 비율로 혼합하여 만든 겔의 텍스처 특성치는 Table 6과 같다.

Table 6. Texture parameters of gels reconstituted with amylose from various starch and amylopectin from cowpea starch(amylose content: 20%)

Amylose Source	Gel Index	Elastic Limit	Gel Strength	Brittleness
Control**	2.79 a	0.62 ab*	248 d	0.003 d
Cowpea	2.10 d	0.57 bc	1150 bc	0.74 ab
Potato	2.57 ab	0.66 a	1050 bc	0.56 c
Rice	2.29 bcd	0.62 ab	655 cd	0.62 bc
Corn	2.46 abc	0.53 c	1260 b	0.63 bc
Wheat	2.17 cd	0.50 c	1991 a	0.81 a

* Same letters in the same column are not significantly different($p < 0.05$)

** Cowpea amylopectin without addition of amylose.

겔 지표는 전체적으로 아밀로펙틴 겔보다 작았고, 밀과 쌀 아밀로오스를 첨가한 겔의 경우 동부 아밀로오스를 첨가한 겔과 차이가 없었고 감자와 옥수수 아밀로오스를 첨가한 겔은 그보다 약간 높은 편이었다. 탄성한계는 옥수수와 밀 아밀로오스를 첨가한 겔이 0.53과 0.50으로서 다소 작았고 전체적으로 약

0.60 이상으로서 큰 차이가 없었다.

겔 강도 계수는 밀 아밀로오스를 첨가한 겔이 약 1990으로서 높았고, 옥수수와 감자 아밀로오스를 첨가한 겔은 동부 아밀로오스를 첨가한 겔과 1100-1300범위로 비슷하였고, 쌀 아밀로오스를 첨가한 겔은 655로서 그 효과가 미약하였다. 절단성은 전반적으로 0.56-0.81 범위로써 첨가한 아밀로오스의 종류에 따라 약간의 차이가 있었다.

Table 6의 텍스처 특성치들을 종합해 볼 때, 동부 아밀로펙틴에 다른 전분의 아밀로오스를 혼합하여 만든 겔은 겔 지표와 탄성한계에는 뚜렷한 차이가 없었으나, 겔 강도계수와 절단성은 아밀로오스의 종류에 따라 차이가 있었다. 따라서 전분 겔의 지표와 탄성한계는 아밀로펙틴에 의해서 주어지고, 겔 강도와 절단성은 아밀로오스의 영향을 받는다는 것을 다시 확인하였다.

4. 동부 아밀로오스가 곡류 및 감자 전분 겔의 텍스처에 미치는 영향

곡류 및 감자 전분에 그 자체의 아밀로오스와 동부 아밀로오스를 혼합하여 만든 겔의 겔 특성치의 변화는 Table 7에서와 같다.

세가지 곡류 전분 겔은 그 자체의 아밀로오스에 의하여 겔 지표에 유의한 변화가 없었으나 쌀 전분 겔은 동부 아밀로오스에 의하여 겔 지표가 2.70에서 1.86으로 크게 감소하였다. 감자 전분 겔의 겔 지표는 2.86에서 동부와 감자 아밀로오스에 의해서 각각 2.21과 2.37로 감소하였는데 이는 묵의 특성치에 근접한 값이었다.

감자 전분은 탄성한계도 아밀로오스의 첨가에 의해서 감소하였는데 동부 아밀로오스를 첨가한 것이 감자 아밀로오스를 첨가한 것보다 더 크게 감소되었으나 그 값은 아직 묵의 특성치와 비슷하게 유지되었다. 쌀 전분의 탄성한계는 쌀 아밀로오스에 의해서는 영향을 받지 않았으나 동부 아밀로오스를 첨가한 경우에는 0.58에서 0.41으로 감소되었다. 옥수수의 탄성한계는 0.37로서 매우 작운데 동부나 그 자체의 아밀로오스에 의하여 아무 영향이 없었다. 밀 전분 겔의 탄성한계는 0.55로서 다소 높은 값을 보였으나 아밀로오스의 첨가에 의하여 0.45에서 0.47로 감소되었다.

Table 7. Changes of gel texture parameters of various starches by addition of amylose (amylose : starch, 1 : 9)

Treatment	Gel Index	Elastic Limit	Gel Strength	Brittleness
Potato starch	2.86 a*	0.69 a	452 b	-
+cowpea amylose	2.21 b	0.54 c	994 a	0.48
+potato amylose	2.37 b	0.62 b	568 b	0.29
Rice starch	2.70 a	0.58 a	166 a	-
+cowpea amylose	1.86 b	0.40 b	763 b	0.60
+rice amylose	2.78 a	0.56 a	217 a	0.15
Corn starch	1.80 b	0.37 a	487 c	0.51 be
+cowpea amylose	2.07 ab	0.42 a	1293 a	0.70 a
+corn amylose	2.24 a	0.45 ae	820 b	0.52 b
Wheat starch	2.13 a	0.55 a	599 b	0.53 b
+cowpea amylose	2.05 a	0.47 d	1043 a	0.67 ab
+wheat amylose	1.74 a	0.45 d	798 ab	0.80 a

* Same letters in the same column are not significantly different ($p < 0.05$).

젤 강도 계수는 모든 시료 전분들의 경우에 동부 아밀로오스에 의하여 증가하였다. 그 자체의 아밀로오스에 의해서는 감자와 쌀 전분 젤의 젤 강도 계수는 약간 증가하였으나 그 차이가 유의하지 않았고, 옥수수 및 밀 전분젤의 젤 강도 계수는 유의한 차이로 증가하였지만 동부 아밀로오스에 의한 것보다는 작았다.

절단성도 동부 아밀로오스에 의하여 모두 크게 증가하였다. 그 자체의 아밀로오스에 의해서는 밀 전분 젤만이 크게 증가하였다. 감자와 쌀 전분 젤은 본래 절단성이 없었으나 그 자체의 아밀로오스에 의해서도 동부 아밀로오스에 의해서 보다는 약하지만 약간 생겼다.

이상을 종합하여 볼 때 곡류 및 감자 전분으로부터 분리한 아밀로오스가 젤 강도계수 및 절단성에 미치는 영향은 동부 아밀로오스보다 전반적으로 약하였으며, 아밀로오스의 종류에 따라 같은 함량으로도 그 효과에 차이

가 있었다. 따라서 이들은 분자량과 분자 구조에 차이가 있는 것으로 생각된다.

또한 곡류 전분에 동부 아밀로오스를 첨가했을 때 젤 지표와 탄성한계가 향상되지 않았으므로, 이 텍스처 특성치들은 전분입자 또는 아밀로펙틴의 특성인 것으로 해석되었다. 따라서 곡류 전분은 아밀로오스 뿐만 아니라 아밀로펙틴의 성질도 다르기 때문에 목과 같은 텍스처를 갖는 젤을 형성하지 못하는 것으로 생각된다.

따라서 목의 형성 메카니즘을 더욱 규명하기 위해서는 전분의 분자구조와 입자구조에 대하여 더욱 깊이 있는 연구가 이루어져야 하겠다.

IV. 요약

목의 형성과 그의 물리적 특성을 구명하기 위하여 동부전분을 포함한 9가지 전분의 젤 텍스처를 비교 분석하였고, 아밀로오스와 아밀로펙틴이 목의 특성에 미치는 영향에 대하여 시험하였다.

10%의 전분으로 제조한 동부, 녹두, 도토리 및 메밀 전분 젤의 젤 지표는 2.11-2.37 범위로서 이들 상호간에 유의한 차이가 없었고, 탄성 한계는 0.60이상이었다. 젤 강도 계수는 녹두 전분 젤이 1400으로서 가장 높았고, 동부, 도토리, 메밀 전분 젤은 약 700-1000범위에서 상호간에 유의한 차이가 없었으며, 절단성은 동부 전분 젤은 0.23이었고, 다른 전분 젤들은 0.46-0.62범위였다.

목의 텍스처 특성에 있어서 아밀로펙틴은 젤 지표와 탄성한계에, 아밀로오스는 젤 강도 계수와 절단성에 기여하며, 이 두 분획은 어느 한 쪽 만으로는 목을 형성할 수 없고 두 분획이 알맞은 비율로 배합되어 있을 때 비로소 목이 될 수 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 곡류와 감자 전분으로부터 분리한 아밀로오스를 동부 전분이나 동부 아밀로펙틴에 첨가하면 그 효과가 다르게 나타났으며, 곡류 전분에 동부 아밀로오스를 첨가하면 젤 강도 계수와 절단성은 증가되었지만 젤 지표와 탄성 한계는 향상되지 않았다. 그러나 감자 전분은 동부 아밀로오스의 첨가에 의하여 젤 강도 계수가 증가되고 절단성이 생김으로써 목과 비슷한 텍스처 특성치를 나타냈다.

참고 문헌

- 김영아, 이해수(1985a). 도토리묵의 물리적 특성. 한국식품과학회지 17:345.
- 김영아, 이해수(1985b). 도토리묵의 응력완화 시험. 한국조리과학회지 1:53.
- 김영아, 이해수(1985c). 도토리묵의 물리적 특성. 한국식품과학회지 17:469.
- 김향숙, 권미라, 안승요(1987). 동부전분의 이화학적 특성. 한국식품과학회지 19:18.
- 노정해, 이해숙(1988). 옥수수과 팔조전분의 이화학적 특성 및 젤 형성. 한국조리과학회지 4(1):1.
- 문수재, 손경희, 박혜원(1984). 목의 식품 과학적 연구. 제 1보, 목 재료의 물리화학적 성질을 중심으로. 대한가정학회지 15:31.
- 박상옥, 김광옥(1988). 옥수수전분을 혼합한 도토리묵의 관능적 특성. 한국식품과학회지 20(4):613.
- 박옥진, 김광옥(1988). 옥수수전분과 Hydrocolloids 첨가가 녹두전분 및 목의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 20(4):618.
- 배광순, 손경희, 문수재(1984). 목의 구조와 텍스처. 한국식품과학회지 16:185.
- 이상금, 신말식(1994). 탈지 및 지질첨가 전분 젤의 관능적 기계적 특성. 한국조리과학회지 10(2):87.
- 이신영, 김광중, 이상규(1986). 보리 전분의 역학적 성질. 한국식품과학회지 18:215.
- Bourne, M. C.(1967). Deformation testing of foods. 1. A precise technique for performing the deformation test. J. Food Sci. 32:601.
- Bourne, M. C.(1968). Texture profile of ripening pears J. Food Sci. 33:223.
- Bourne, M. C.(1982). Food texture and viscosity: Concept and measurement. Academic press, New York London. p.114.
- Breene, W, M.(1975). Application of texture profile analysis to instrumental food texture evaluation. J. Texture Studies 6:53.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F.(1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28:350.
- Henry, W. F. and Katz, M. H.(1969). New dimensions relating the textural quality of semi-solid foods and ingredient systems. Food Technol. 23: 822.
- Henry, W. F., Katz, M. H. , Pilgrim, F. J. and May, A. T.(1971). Texture of semi-solid foods: Sensory and physical correlates. J. Food Sci. 36:155.
- Harbitz, O.(1983). Gel formation of potato starch in the presence of a surfactant. Starch 35:198.
- Miles, M. J., Morris, V. J., Orford, P. D. and Ring, S. G.(1985). The roles of amylose and amylopectin in the gelation and retrogradation of starch. Carbohydr. Res. 135:271.
- Mongomery, E. M. and Senti, F. R.(1964). Separation of amylose from amylopectin of starch by an extraction-sedimentation procedure. J. Polymer Sci. 28:1.
- Mohsenin, N. N.(1970). Physical properties of plant and animal materials. Godon and breach science publishers. New York. p.174.
- Oakenfull, D. G.(1985). Food gels. CSIRO Food Res. Q. 44:49.
- Peleg, M.(1976). Texture profile analysis parameters obtained by an Instron universal testing machine. J. Food Sci. 41:72.
- Ring, S. G.(1985). Some studies on starch gelation. Starch 37:80.
- Radley, P. L. and Mayer, S. M.(1985). Correlations of sensory and instrumental measures of bread texture. Cereal Chem. 62:70.
- Sanderson, G. R.(1981). Polysaccharides in foods. Food Technology 1981(Jul):50.
- Wood, F. W.(1979). Psychophysical studies on liquid foods and gels. In "Food texture and rheology" ed. by Sherman, P. Academic press. London. p.21.