

쌀 품종에 따른 증편의 조직특성에 관한 연구

김효진 · 이숙미 · 조정순
명지대학교 식품영양학과

A Study on Texture of Jeung-pyun According the Kinds of Rice

Kim Hyo-Jin, Lee Sook-Mi and Cho Jung-Soon
Department of Food and Nutrition, Myong-Ji University

Abstract

The composition and polymeric structure of starch are the most important factors to determine the functional properties of rice. In an effort to relate the structural characteristics and its functional properties of starch in rice, molecular structural properties of starch from 6 rice cultivars were analysed. To relate the structure and function of starch the texture of Jeung-pyun made of rice were analyzed during retrogradation. The polymeric structure of rice starch was analyzed by debranching with isoamylase after gelatinization and fractionated with Sephadex G-75 gel filtration. The size fractionated debranched starch was categorized into four groups such as Fraction I, II, III and Intermediate Fraction depending in their max. The fractions with the max higher than 620 nm were designated as Fraction I, while those in the range of 600~620 nm and 540~600 nm as the Intermediate Fraction and Fraction II, respectively. The Fractions with the max lower than 540 were described as Fraction III. The average degree of polymerization (DP) of the Fraction I was estimated to be higher than 200, and those of other fractions, i.e. the Intermediate Fraction I, Fraction II and III were 150, 45 and 25, respectively. The levels of Fraction I were varied from 11 to 35% of total sugar. The Fraction I showed the linear relationship with the amylose contents, and the Intermediate Fraction, which might contain the mixture of short chain of amylose and debranched long chain of amylopectin, were measured to be in the range of 2.7~8.4%. The levels of Fraction II and III, both to be considered as the branches of amylopectin, were ranged 14.5~23.6% and 39.7~73.0%, respectively. The ratio of Fraction III to Fraction II describing the degree of branch or compactness of amylopectin was estimated to be around 4.0 for waxy varieties and around 2.0 for high amylose cultivars. With these results, it can be suggested that the degree of branch of the amylopectin may effect on amylose contents of starch or rice versa. To investigate processing aptitude of different rice cultivars for the preparation of Jeung-pyun, its texture was analyzed by Instron, hardness, cohesiveness, elasticity, gumminess and chewiness of Jeung-pyun made of rice showed the significant relationship with the amylose content. Hardness was increased during retrogradation of product, but the relationship between hardness and amylose content due to not only difference in amylose content but also difference in structural characteristics of starch. In analysis of relationship between structure of rice starch and mechanical properties of Jeung-pyun during retrogradation elasticity did not show any relationship before retrogradation but during retrogradation showed significant correlation. With these result, it can be suggested that the degree of branch of the amylopectin may effect on elasticity during retrogradation. However hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness which were significant different before retrogradation, showed some correlation with structure of rice starch during retrgradation.

Key words: gelatinization, polymerization, cohesiveness, elasticity, retrogradation

I. 서 론

경제발전과 더불어 국민생활수준이 향상됨에 따라 주식인 쌀의 소비성향도 고급화되고 다양화되는 추세를 나타냄으로써 육류 및 채소, 과일의 소비증가와 각종 스낵류와 편의식의 등장은 쌀 소비를 감소시켜

왔다.

미작 중심인 우리의 기후 풍토와 농경기반에서 20% 이상 되는 농민의 주소득원을 유지하고 쌀 생산량의 현 수준을 유지하기 위해서는 쌀을 이용한 각종 다양한 전통식품이 개발되어야 하고 식생활의 편의화, 서구화되는 추세에 부응하면서 쌀의 다각적인 활

용과 소비자의 변화양상에 맞는 소비촉진이 이루어져야 할 것이다.

쌀의 기능적 특성을 좌우하는 전분은 polyhedral granule 형태로 존재하며¹⁾ 직쇄상의 아밀로오스와 분지상의 아밀로펙틴이 서로 결합된 micell 구조를 이루고 있다. 최근 아밀로오스도 소수의 가지로 형성된 것이 있다는 보고가 있으며^{2,3)} 아밀로펙틴은 포도당 중합체 가지의 길이에 따른 분포 비율이 품종이나 등숙환경에 따라 상당한 차이를 나타낸다고 한다^{6,7)}. 이러한 서로 상이한 구조를 이루고 있는 포도당 중합체인 아밀로오스나 아밀로펙틴의 구성비율은 벼의 품종과 재배조건에 따라 다소 차이를 보이고 있으나 일반적으로 찰벼(waxy rice: glutinous rice)에는 아밀로오스가 거의 존재하지 않으며 우리가 주식으로 이용하고 있는 일반적인 메벼(nonwaxy rice: onoglutinous rice)에는 아밀로오스 함량이 품종에 따라 전체 전분의 7~30%에 이르고 있다^{8,9)}.

쌀의 식미에 영향을 주는 인자들은 수분함량, 아밀로오스 함량, 무기질 함량 중 K와 Mg, 낱알의 크기, 알칼리 붕괴도와 Gel consistency이며¹⁰⁻¹²⁾, 냄새, 맛, 응집성, 탄력성과 외관으로 평가된다고 하였다¹³⁻¹⁷⁾.

이중 아밀로오스의 구성성분과 아밀로펙틴의 분자구조는 전분의 기능성에 있어서 가장 중요한 요인이며 그 관계는 젤 크로마토그래피를 통한 전분의 분획별 분지도로 알 수 있다^{18,20)}.

따라서 본 연구에서는 쌀의 이용도를 높이고 쌀 가공식품의 다양화와 고급화를 위한 기초 연구로서 국내 품종 개발에 이용되는 모본 6품종의 쌀을 Sephadex G-75 column으로 전분의 분획별 분지도로 분석하여 쌀전분의 구조적 특성을 조사하였으며 증편을 제조, 시간 경과에 따른 물성 변화를 측정하여 전분의 구조적 특성과 기능성 사이의 상호관련성을 분석한 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본연구에 사용된 쌀은 1990년 농촌진흥청 산하 작물 시험장에서 수확한 6종(멥쌀)을 벼 상태로 분앙받아 상법에 따라 시험용 소형 도정기(Sttack grain testing mill, 1850 rpm, Japan)를 사용하여 10분 도정미로 만든 후 진공포장하여 4°C에 보관하면서 사용하였다.

공시 재료들의 품종별 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Physicochemical properties of various rice grains

Cultivar	Ecotype	Amylose (%)
Chucheng	J	16.9
San Li Cun	JV	26.2
IR 841	I	20.6
IR 41999	I	23.1
Hanyangjo	I	29.5
IR 31432	I	32.1

J: Japonica, JV: Javanica, I: Indica.

2. 실험방법

(1) Sephadex G-75 column에 의한 쌀 전분의 분자구조적 특성

1) 효소에 의한 시료 조제²¹⁾

전분 20 mg에 0.5 ml의 0.3 N NaOH를 넣어 잘 저어준 다음 40°C에서 2시간 동안 충분히 알칼리 호화시켜 0.6 N HCl로 중화한 후 60 mM Acetate buffer로 4.0 ml가 되게 정용한 후 isoamylase(SIGMA Co.) 250 units를 첨가하여 40°C에서 하룻밤동안 반응시킨다. 하룻밤동안 반응시킨 시료에다 4배량의 ethanol을 넣어 0°C에서 30분동안 반응시키고 난 후 3000 rpm에서 10분동안 원심분리하고 상정액은 제거, 침전물은 건조시킨다. 여기에 0.3 N NaOH 400 μ l를 첨가해 4°C에서 하루 동안 호화시킨 것을 시료로 사용한다.

2) Sephadex G-75 column의 조제 및 Gel 투과²²⁾

Sephadex G-75(Pharmacia fine chemicals) 8.0 g을 증탕하여 gel을 팽창시켜 용출 용액은 0.2% NaCl-0.02 N NaOH로, 용출 속도는 0.5 ml/min으로 했고 fraction collector를 이용해 1 tube당 2 ml씩 받아 1 N HCl로 pH 6.2~6.4가 되게 중화하였다.

3) 각 분획의 당량 측정

Fr.12-Fr.60까지 100 μ l씩 취해 phenol-sulfuric acid 방법으로 당량을 구하고, 동시에 isoamylase로 절지한 시료의 일부를 적당히 희석해 전 당량을 구해 이것으로 회수율을 측정하였다. 회수율은 90~100%로 되게 하였다.

4) 요오드-전분 복합체에 따른 각 분획의 구분 및 Peak의 평균 사슬의 측정

전분 용액 1 ml에 적당량에 증류수와 1% I₂-10% KI 200 μ l를 첨가하고 20 ml되게 정용하여 500~700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

각 분획에 들어있는 전분 입자가 I₂와 정색반응을 나타내는 최대 흡수 파장에 의해 분류하는 방법^{23,24)}에 따라서 620 nm 이상을 Fr.I으로 620~600 nm는 Fr.Int.로, 600~540 nm는 Fr.II로 하고, 540 nm 이하는 Fr.III

Table 2. Formula of dough for Jeung-pyun

Ingredient	g/100 g of rice flour
Sugar	10.0
Baking powder	1.5
Dry yeast	1.5
Salt	1.0
Water	60.0

Table 3. Instrument condition of rheometer

Mode	I
Chart speed	120.0 mm/min
Cross head speed	120.0 mm/min
Clearance	1.5 cm
Range (mV)	500.0

라고 하였다.

Hizukuri²⁵⁾ 방법으로 환원 말단기를 비색정량하고 phenol-sulfuric acid 방법으로 구한 전 당량과의 비로 평균 사슬을 구하였다.

(2) 증편의 조직특성의 측정

1) 증편의 조제

쌀을 수세하여 12시간동안 수침시키고 물기를 뺀 후 제분기로 분쇄하였다. 이렇게 얻은 쌀가루의 무게는 원료 쌀 무게의 1.5배로 정하고 미달시에는 물로 그 무게만큼 보충하였다. 반죽은 박²⁶⁾ 등의 연구를 참조하여 Table 2와 같은 배합비로 하였다.

건조 이스트를 40°C 설탕물과 섞어 25분 정도 활성화시킨 다음 쌀가루와 베이킹 파우더를 첨가하여 파리가 일 때까지 저은 후 40°C 항온조에서 6시간 발효시켰다. 발효 후 찜틀(직경 8 cm, 높이 6 cm)에 성형하여 증기가 나오기 시작하여 20분간 쪄 다음 10분간 뜸을 들였다.

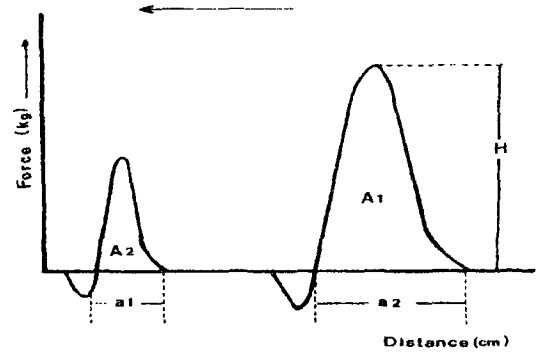
2) Rheometer에 의한 증편의 조직성 분석

품종별로 제조한 증편을 알루미늄 호일에 싸서 4°C에 보관하면서 0, 24, 48, 72시간 후의 물성 변화를 Rheometer(R-200D SUN Scientific Co., Ltd.)를 사용하여 texture profile analysis방법으로 Table 3과 같은 조건으로 측정하였다.

증편의 TPA(texture profile analysis)곡선은 Fig. 1과 같으며 그 TPA 곡선으로부터 경도(Hardness), 응집성(Cohesiveness), 탄력성(Elasticity), 점조성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness)의 특성을 측정하였다^{27,28)}.

(3) 통계처리

모든 실험은 3회 반복실험을 통하여 Anova Test로 평균치와 표준편차를 산출하였고, 각 실험군의 평균



Hardness=H
 Cohesiveness=A2/A1
 Elasticity=a₂/a₁
 Gumminess=Hardness × Cohesiveness
 Chewiness=Elasticity × Gumminess

Fig. 1. Texture profile of Jeung-pyun using a texturometer double bite technique.

치간의 유의성을 p < 0.05 수준에서 행하였다. 각 변수간의 상관관계는 Pearson's correlation으로 상관계수를 구하여 분석·고찰하였다²⁹⁾.

III. 실험결과 및 고찰

1. Sephadex G-75 column에 의한 품종별 쌀 전분의 분자구조적 특성

전분분자의 α-1, 6결합을 isoamylase에 의해 가수분해시킨 후 직쇄성분들의 겔 크로마토그래피는 Fig. 2와 같으며, 겔크로마토그래피를 정리한 결과는 Table 4와 같다. 품종별 쌀 전분의 특징을 살펴보면 아밀로오스에 해당하는 Fr.I의 분획은 IR31432를 제외하고는 낮은 수치를 나타내었다. 일반적으로 전분질 식품의 조리, 가공적성에 관해서 논의할 때 아밀로오스 함량을 중요한 요소로 여겨져 왔는데 아밀로오스 함량보다는 아밀로오스 분획 사슬의 길고 짧음이 조리, 가공적성(특히 노화와 관련된 부분)에 보다 큰 영향을 미치리라 여겨지므로 이러한 점들을 감안하여 보다 심도 깊은 연구가 이루어져야 하리라고 예상된다.

냉각젤이 잘 굳어지는 품종은 모두 3.0 이상의 Fr. III/Fr. II비를 보여 저 아밀로오스일수록 Fr. III/Fr. II비가 대부분 높은 경향을 나타내었다. 이러한 결과로 볼 때 아밀로펙틴의 분지도는 전분의 아밀로오스 함량에 영향을 미친다고 볼 수 있다.

2. Rheometer에 의한 증편의 조직성 분리

(1) 경도

저장기간에 따른 증편의 정도 변화는 Table 5와 같다. 경도는 모두 5% 수준에서 품종간의 유의한 차이를 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 모든 품종의 경도는 증가하였는데 아밀로오스 함량이 높은 품종인 Hanyangjo와 IR31432의 경도가 가장 많이 증가하였

으며 노화가 진행됨에 따라 더 단단해지는 경향을 나타내었다. 또한 시간에 따른 노화의 양상을 보면 아밀로오스 함량이 높은 품종일수록 경도가 급격히 증가하는 양상을 보였다. 그러나 경도와 아밀로오스 사이에 일관성 있는 정의 상관관계는 보이지 않았는데 이는 아밀로오스 함량의 차이뿐 아니라 각 품종별 전분 구조의 특성 차이에 기인한다고 생각된다.

(2) 응집성

저장기간에 따른 증편의 응집성 변화는 Table 6과 같다. 저장전(0 hr)의 응집성은 품종간의 차이를 보이지 않으나 24시간, 48시간, 72시간 경과 후의 응집성은 5% 수준에서 품종간의 유의성을 나타내었다. 응집성은 모든 품종이 감소하는 경향을 보였는데 그 감소 폭은 IR41432가 가장 낮았고 IR41999의 응집성이 가장 낮았다.

(3) 탄력성

저장기간에 따른 증편의 탄력성의 변화는 Table 7과

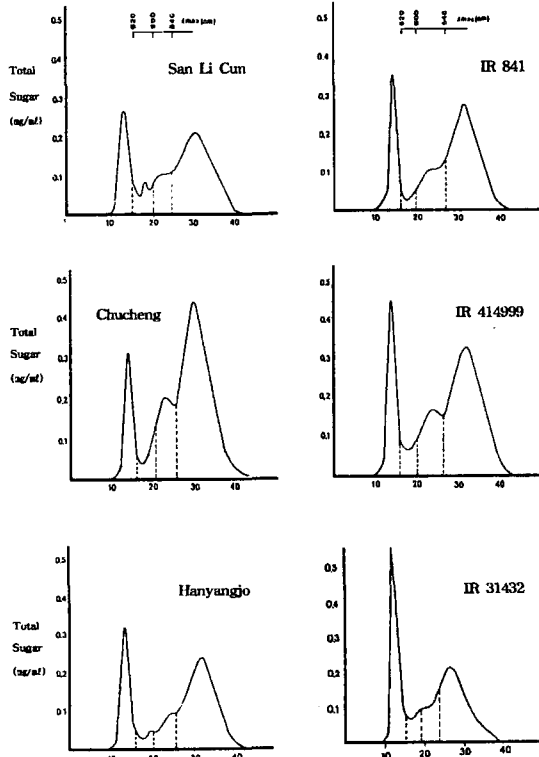


Fig. 2. Comparison of elution patterns of Chucheng, San Li Cun, IR 841, IR 41999, Hanyangjo, IR 31432 debranched by isoamylase from a column of Sephadex G-75.

Table 4. Percentage of Fraction I, Intermediate II, III and ratio of Fraction III/II of various rice starches (%)

Cultivar	Fr.I	Fr.Int.	Fr.II	Fr.III	FrIII/Fr.II
Chucheng	11.3	5.9	18.6	64.1	3.5
San Li Cun	17.1	4.4	23.6	54.8	2.3
IR 841	22.6	6.3	18.7	52.4	2.8
IR 41999	20.7	7.4	15.9	56.0	3.5
Hanyangjo	26.1	4.9	12.5	56.5	4.5
IR 31432	36.1	8.4	15.8	39.7	2.5

Each fraction (Fr.) was divided according to λ_{max} of iodine-carbohydrate complexes as follows:

Fr.I: $\lambda_{max} \geq 620$ nm

Fr.Intermediate: $620 \text{ nm} > \lambda_{max} \geq 600$ nm

Fr.II: $600 \text{ nm} > \lambda_{max} \geq 540$ nm

Fr.III: $540 \text{ nm} > \lambda_{max}$.

Table 5. Analysis of variance and Duncan's multiple range for instrumental measurement of hardness of Jeungpyun (kg)

Cultivar	Storage time (hr)			
	0	24	48	72
Chucheng	0.90 ± 11.11 ^c	1.16 ± 11.40 ^f	1.84 ± 6.78 ^e	1.97 ± 5.58 ^f
IR841	1.82 ± 8.92 ^a	1.90 ± 3.16 ^d	1.94 ± 3.72 ^e	2.31 ± 4.99 ^e
IR41999	1.63 ± 10.58 ^a	1.73 ± 5.69 ^d	2.22 ± 5.64 ^d	2.66 ± 5.57 ^d
San Li Cun	1.80 ± 4.18 ^a	3.97 ± 0.44 ^a	4.16 ± 0.96 ^b	4.40 ± 1.39 ^c
Hanyangjo	1.41 ± 2.48 ^b	2.14 ± 2.11 ^c	3.66 ± 0.42 ^c	4.66 ± 0.57 ^b
IR31432	1.83 ± 2.84 ^a	3.38 ± 0.90 ^b	4.34 ± 0.40 ^a	4.86 ± 0.63 ^a
F value	31.40*	605.03*	618.02*	576.76*

Values are Means ± S.D.

abcd means in the same column with different lowercase letter are significantly different ($p < 0.05$).

Means without lowercase letter are not significant.

* $p < 0.05$.

Table 6. Analysis of variance and Duncan's multiple range for instrumental measurement of cohesiveness of Jeung-pyun

Cultivar	Storage time (hr)			
	0	24	48	72
Chucheng	1.09±10.48 ^a	0.67± 6.59 ^b	0.37± 4.78 ^c	0.25± 9.26 ^c
IR841	0.96± 5.91 ^a	0.73±13.00 ^{ab}	0.33± 6.37 ^d	0.27± 2.94 ^c
IR41999	1.07± 2.91 ^a	0.46± 7.22 ^c	0.27±11.23 ^c	0.19±10.30 ^d
San Li Cun	1.06±12.62 ^a	0.45± 2.33 ^c	0.31± 0.82 ^d	0.20± 5.98 ^d
Hanyangjo	1.05± 4.40 ^a	0.81± 2.58 ^a	0.58± 2.63 ^b	0.51± 1.85 ^b
IR31432	1.03± 3.27 ^a	0.81± 0.40 ^a	0.75± 0.73 ^a	0.72± 0.42 ^a
F value	0.98	28.13*	328.11*	653.67*

Values are Means±S.D.

abcd means in the same column with different lowercase letter are significantly different (p < 0.05).

Means without lowercase letter are not significant.

*p < 0.50.

Table 7. Analysis of variance and Duncan's multiple range for instrumental measurement of elasticity of Jeung-pyun (cm)

Cultivar	Storage time (hr)			
	0	24	48	72
Chucheng	1.07±5.92 ^{ab}	0.88±3.30 ^b	0.74±9.39 ^b	0.61± 9.69 ^c
IR841	1.10±5.34 ^a	0.85±3.22 ^c	0.76±3.11 ^b	0.59±11.74 ^{cd}
IR41999	1.03±2.36 ^{ab}	0.81±2.43 ^d	0.76±5.12 ^b	0.52± 1.54 ^d
San Li Cun	1.00±3.01 ^b	0.88±0.39 ^b	0.76±3.35 ^b	0.38±10.91 ^c
Hanyangjo	1.00±1.65 ^b	0.93±1.08 ^a	0.79±4.22 ^b	0.73± 1.36 ^b
IR31432	1.01±1.09 ^b	0.90±0.55 ^{ab}	0.86±0.24 ^a	0.83± 0.13 ^a
F value	3.13*	14.63*	4.37*	43.43*

Values are Means±S.D.

abcde means in the same column with different lowercase letter are significantly different (p < 0.05).

Means without lowercase letter are not significant.

*p < 0.05.

Table 8. Analysis of variance and Duncan's multiple range for instrumental measurement of gumminess of Jeung-pyun (kg)

Cultivar	Storage time (hr)			
	0	24	48	72
Chucheng	1.04±8.03 ^c	0.68± 5.68 ^b	0.50±7.46 ^b	0.30± 4.84 ^{de}
IR841	1.91±2.25 ^a	1.17±10.41 ^c	0.48±5.79 ^d	0.40±13.84 ^c
IR41999	1.69±3.18 ^b	0.64± 1.62 ^d	0.46±0.67 ^d	0.27± 4.00 ^e
San Li Cun	1.90±5.34 ^a	1.58± 1.73 ^b	0.96±3.21 ^c	0.33± 6.43 ^d
Hanyangjo	1.48±0.27 ^c	1.61± 1.52 ^b	1.66±2.20 ^b	1.73± 0.22 ^b
IR31432	1.91±4.94 ^a	2.48± 0.04 ^a	2.82±0.27 ^a	2.91± 0.15 ^a
F value	70.01*	480.95*	352.25*	576.76*

Values are Means±S.D.

abcde means in the same column with different lowercase letter are significantly different (p < 0.05).

Means without lowercase letter are not significant.

*p < 0.50.

같다. 탄력성은 모든 품종에서 유의성을 보였는데(p < 0.05) Hanyangjo와 IR31432는 탄력성의 변화가 적었

고 San Li Cun은 가장 많이 감소하였으며 Chucheng, IR841과 IR41999는 거의 비슷한 수준으로 감소하였

다. Chucheng와 IR841의 탄력성은 24시간 저장 후의 감소폭이 가장 컸고 IR41999와 San Li Cun은 48시간 저장이후 탄력성의 감소폭이 가장 컸다.

(4) 점조성

저장기간에 따른 증편의 점조성의 변화는 Table 8과 같다. 시간에 따른 점조성의 변화는 분산분석에서 모든 품종이 유의한 차이를 보였다. Chucheng, IR841, IR41999와 San Li Cun의 점조성은 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 IR841의 점조성이 가장 낮았다. 그러나 다른 품종과는 달리 Hanyangjo와 IR31432의 점조성은 시간이 경과함에 따라 증가 추세를 나타내었다.

(5) 씹힘성

저장기간에 따른 증편의 씹힘성의 변화는 Table 9와 같다. 점조성과 마찬가지로 Chucheng, IR841, IR41999와 San Li Cun의 씹힘성은 감소하였고 Hanyangjo와 IR31432의 씹힘성은 증가하는 경향을 보였다. 시간에 따른 씹힘성의 변화는 모든 품종에서 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$).

3. 쌀 전분의 구조와 노화에 따른 증편의 기계적 특성 간의 상관관계

(1) 저장전

저장전 쌀 전분의 구조와 증편의 기계적 특성간의 상관관계는 Table 10과 같다. 저장전 쌀전분 중 아밀로오스에 해당하는 Fr.I은 경도, 점조성, 씹힘성과 높은 상관관계를 나타내었으며 경도는 점조성($R=0.982$) 및 씹힘성($r=0.998$)과는 정의 상관관계를 보였으며 점조성은 씹힘성과 정의 상관관계($r=0.977$)를 보였다.

(2) 24시간 경과 후

24시간이 지난 다음 날 쌀 전분의 구조와 증편의 기계적 특성간의 상관관계는 Table 11과 같다. 24시간이 경과한 후 Fr.I은 저장 전과 마찬가지로 경도, 점조성, 씹힘성과 높은 상관관계를 나타내었으며 저장 전 상관성이 있었던 경도, 응집성, 점조성과 씹힘성은 전분 구조와는 아무런 관계를 나타내지 않는다.

(3) 48시간 경과 후

48시간이 지난 다음 날 쌀 전분의 구조와 증편의 기계

Table 9. Analysis of variance and Duncan's multiple range for instrumental measurement of chewiness of Jeung-pyun (kg/cm)

Cultivar	Storage time (hr)			
	0	24	48	72
Chucheng	1.04±8.03 ^c	0.68± 5.68 ^b	0.50±7.46 ^b	0.30± 4.84 ^{de}
IR841	1.91±2.25 ^a	1.17±10.41 ^c	0.48±5.79 ^d	0.40±13.84 ^c
IR41999	1.69±3.18 ^b	0.64± 1.62 ^d	0.46±0.67 ^d	0.27± 4.00 ^e
San Li Cun	1.90±5.34 ^a	1.58± 1.73 ^b	0.96±3.21 ^c	0.33± 6.43 ^d
Hanyangjo	1.48±0.27 ^c	1.61± 1.52 ^b	1.66±2.20 ^b	1.73± 0.22 ^b
IR31432	1.91±4.94 ^a	2.48± 0.04 ^a	2.82±0.27 ^a	2.91± 0.15 ^a
F value	70.01*	480.95*	352.25*	576.76*

Values are Means±S.D.

abcde means in the same column with different lowercase letter are significantly different ($p < 0.05$).

Means without lowercase letter are not significant.

* $p < 0.05$.

Table 10. Correlation coefficients structural of rice starches and mechanical properties of 0 hr of Jeung-pyun

	Fr.I	Fr.II	Fr.III	Fr.IV	Hardness	Cohesivness	Elasticity	Gumminess	Chewiness
Fr.I	1.000								
Fr.II	-0.409	1.000							
Fr.III	-0.592*	0.835**	1.000						
Fr.IV	-0.533*	-0.480	-0.354	1.000					
Hardness	0.587*	0.371	0.066	-0.804**	1.000				
Cohesivness	-0.324	-0.505*	-0.218	0.671*	-0.620*	1.000			
Elasticity	0.070	-0.697*	-0.484	0.495	-0.396	-0.920*	1.000		
Gumminess	0.611*	0.274	-0.006	-0.747*	0.982*	-0.464	-0.220	1.000	
Chewiness	0.572*	0.368	0.081	-0.798*	0.998*	-0.629*	-0.411	0.977**	1.000

*Significant at the 5% level, **Significant at the 1% level.

Table 11. Correlation coefficients structural of rice starches and mechanical properties of 24 hr of Jeung-pyun

	Fr.I	Fr.II	Fr.III	Fr.IV	Hardness	Cohesivenee	Elasticity	Gumminess	Chewiness
Fr.I	1.000								
Fr.II	-0.409	1.000							
Fr.III	-0.592*	0.835**	1.000						
Fr.IV	-0.533*	-0.480	-0.354	1.000					
Hardness	0.590*	0.287	-0.409	-0.248	1.000				
Cohesivness	0.528	-0.427*	-0.519*	-0.066	-0.155	1.000			
Elasticity	0.452	-0.821*	-0.923**	0.447	0.307	0.657*	1.000		
Gumminess	0.926*	-0.503*	-0.647*	-0.377	0.776	0.475	0.596	1.000	
Chewiness	0.926*	-0.549	-0.690*	-0.331	0.758	0.501	0.638	0.998*	1.000

*Significant at the 5% level, **Significant at the 1% level.

Table 12. Correlation coefficients structural of rice starches and mechanical properties of 48 hr of Jeung-pyun

	Fr.I	Fr.II	Fr.III	Fr.IV	Hardness	Cohesivenee	Elasticity	Gumminess	Chewiness
Fr.I	1.000								
Fr.II	-0.409	1.000							
Fr.III	-0.592*	0.835**	1.000						
Fr.IV	-0.533*	-0.480	-0.354	1.000					
Hardness	0.753*	-0.607*	-0.769*	-0.063	1.000				
Cohesivness	0.863**	-0.728*	-0.772*	-0.152	0.632	1.000			
Elasticity	0.977**	-0.509*	-0.584**	-0.485	0.701*	0.913**	1.000		
Gumminess	0.931**	-0.714*	-0.795*	-0.212	0.824**	0.954**	0.951**	1.000	
Chewiness	0.939**	-0.697*	-0.762*	-0.251	0.802**	0.956**	0.965*	0.998*	1.000

*Significant at the 5% level, **Significant at the 1% level.

Table 13. Correlation coefficients structural of rice starches and mechanical properties of 72 hr of Jeung-pyun

	Fr.I	Fr.II	Fr.III	Fr.IV	Hardness	Cohesivenee	Elasticity	Gumminess	Chewiness
Fr.I	1.000								
Fr.II	-0.409	1.000							
Fr.III	-0.592*	0.835**	1.000						
Fr.IV	-0.533*	-0.480	-0.354	1.000					
Hardness	0.793*	-0.597*	-0.840**	0.790*	1.000				
Cohesivness	0.899**	-0.647*	-0.721*	-0.058	0.677*	1.000			
Elasticity	0.674*	-0.518*	-0.531**	-0.192	0.323	0.900**	1.000		
Gumminess	0.935*	-0.675*	-0.789*	-0.233	0.806**	0.979**	0.806**	1.000	
Chewiness	0.931**	-0.648*	-0.729*	-0.283	0.734**	0.993**	0.856**	0.993**	1.000

*Significant at the 5% level, **Significant at the 1% level.

적 특정치와의 상관관계는 Table 12와 같다. 24시간 경과 후의 정상관을 보였던 탄력성에서조차 아무런 관계를 나타내지 않았는데 이것은 어느 정도 이상으로 노화가 진행되면 전분의 구조는 기계적 특성에 아무런 영향을 미치지 않음을 볼 수 있었다. 저장전과 24시간 후의 결과와는 약간 다르게 48시간 경과후의 물성은 기계적 특성간에 모두 높은 정의 상관관계를 나타내었다. 노화에 따른 점조성($r=0.760$) 및 씹힘성($r=0.777$)은 24시간 경과 후보다 다소 높은 정의 상관관계를 보였다. 시간이 경과함에 따른 점조성은 모두

높은 정의 상관관계를 나타내었다.

(4) 72시간 경과 후

72시간이 지난 다음 쌀 전분의 구조와 증편의 기계적 특정치와의 상관관계는 Table 13과 같다. 48시간 경과 후와 비슷한 경향으로 전분의 구조가 기계적 특성에 미치는 영향은 없었으며 기계적 특성간에는 48시간 경과 후의 결과와 마찬가지로 72시간 경과 후에는 모두 높은 정의 상관관계를 보였는데 경도와 탄력성 사이의 상관성은 48시간 경과후의 $r=0.517$ 보다 조금 낮은 $r=0.310$ 을 나타내었다.

IV. 결 론

쌀의 이용성을 높이고 쌀 가공 식품의 다양화와 고급화를 위해서 국내 품종 개발에 이용되는 모본 6품종의 쌀 전분의 분자구조적 특성을 조사한 후 증편을 제조, 시간경과에 따른 물성 변화를 측정하여 전분의 구조와 조직성사이의 상호 관련성에 대한 연구를 한 결과는 다음과 같다.

1. Sephadex G-75 겔 크로마토그래피 분석 결과는 가장 긴 포도당 사슬 분획인 Fr.I에서 품종간의 유의한 차이를 보였고 아밀로펙틴의 구조를 나타내는 Fr. III/Fr.II비는 본 연구의 품종(멥쌀)들 사이에서는 아밀로오스 함량과 일관된 차이를 나타내지 않았다.

2. 증편의 경도는 모두 5% 수준에서 품종간의 유의한 차이를 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 모든 품종의 경도는 증가하였는데 아밀로오스 함량이 높은 품종인 Hanyangjo와 IR31432의 경도가 가장 많이 증가하였으며 노화가 진행됨에 따라 더 단단해지는 경향을 나타내었다.

응집성은 품종간의 차이를 보이지 않으나 24시간, 48시간, 72시간 경과 후의 응집성은 5% 수준에서 품종간의 유의성을 나타내었다.

증편의 탄력성은 품종간에 유의성을 보였는데 Hanyangjo와 IR31432는 탄력성의 변화가 적었고 San Li Cun은 가장 많이 감소하였으며 Chucheng, IR841과 IR41999는 거의 비슷한 수준으로 감소하였다. 저장기간에 따른 증편의 점조성과 씹힘성의 변화는 모든 품종이 유의한 차이를 보였다.

본 연구에서는 전분 구조 특성에 따라 쌀 품종간의 차이를 규명하여 가공적성과의 사이의 연관성을 조사하기 위해 시도되었다. 따라서 앞으로 본 연구결과를 기초로 증편의 전반적인 기호성들을 고려한 증편의 상품화에 대한 연구가 필요하리라고 본다.

참고문헌

- Juliano, B.O.: Properties of Rice Starch in Relation to Varietal Differences in Processing Characteristics of Grain *J. Jpa. Soc. Starch Sci.* **29**(4): 305 (1982).
- Hizukuri, S., Takeda, Y., Yasuda, M., and Suzuki, A.: Multi-branched nature of amylose and the action of debranching enzymes. *Carbohydr. Res.*, **94**: 205 (1981).
- Suzuki, A., Hizukuri, S. and Takeda, Y.: Physico-chemical properties of kuzu starch. *Cereal Chem.*, **58**: 286 (1981).
- Takeda, C. Takeda, Y. and Hizukuri, S.: Physico-chemical properties of lily starch. *Cereal Chem.*, **60**, 212 (1983).
- Shewmaker, C.K. and Stalker, D.M.: Modifying starch biosynthesis with transgenes in potatoes. *Plant Physiol.*, **100**(3): 1083 (1992).
- Kaneko, T., Hizukuri, S. and Takeda, Y.: Measurement of the chain length of amylopectin and its relevance to the origin of crystalline polymorphism of starch granules. *Biochem. Biophys. Acta.* **760**: 188 (1983).
- Hizukuri, S.: Polymodal distribution of the chain length of amylopectin and its significance. *Carbohydr. Res.*, **147**: 342 (1986).
- Williams, V.R., Wn, W.T., Tsai, H.Y. and Bates, H.G.: Varietal differences in amylose content of rice starch. *J. Agr. Food Chem.*, **6**: 47 (1958).
- Yano, M., Okuno, K., Kawakami, J. Satoh, H. and Omura, T: High amylose mutants of rice, *Oryza sativa* L. *Theor. Appl. Genet.*, **69**: 253 (1985).
- Halick, J.V. and Kelly, V.J.: Gelatinization and Pasting characteristics of varieties as related to cooking behavior. *Cereal Chem.* **36**: 91 (1959).
- Juliano, B.O.: Criteria and tests for rice grain quality. In *Rice Chemistry and Technology*, AACC, p. 443 (1985).
- IRRI, Proc. Workshop on chemical aspects of rice grain quality, *Int. Rice Res.* (1979).
- Juliano, B.O.: Compiler, An international survey of methods used for evaluation of the cooking and eating qualities of milled rice. *IRRI Res. Paper Series*, 77, IRRI, Los Banos, Languna, Philippines, 28 (1982).
- Larmond, E. Laboratory method for sensory evaluation of food. *Publ. 1637. Res. Branch Canada Dept. Agric.*, Ottawa, p. 73 (1977).
- Goodman, D.E. and Rao, R.M.: Amylose content and puffed volume of gelatinized rice. *J. Food Sci.*, **29**: 1204 (1984).
- Okabe, M: Texture measurement of cooked rice and its relationship to eating quality. *J. Texture Studies*, **10**: 131 (1979).
- Kato, S.: Rheology of Food (part a) Retrogradation of boiled rice. *J. of Home Economics of Jpn.*, **30**(6): 497 (1979).
- Juliano, B.O.: Processing of Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. p. 69 (1979).
- Ghiashi, K., Hoseney, R.C. and Varriano-Marston, E.: Gelatinization of wheat starch. II. Starch-surfactant interaction. *Cereal Chem.*, **59**: 86 (1982).
- Onate, L.U., del Mundo, A.M. and Juliano, B.O.: Relationship between protein content and eating quality of milled rice. *Philippine Agric.* **47**: 441 (1964).
- Biliaderis, C.G., Grant, D.R. and Vose, J.R.: Molec-

- ular weight distribution of legume starches by gel chromatograph. *Cereal Chem.*, **56**: 475 (1979).
22. Takeda, Y., Shitazono, T. and Hizukuri, S.: Molecular structure of corn starch. *Stärke*, **40**: 51 (1988).
23. Ikawa, Y., Glover, D.V., Sugimoto, Y. and h. Fuwa: Some structural characteristics of starches of maize having a specific genetic background. *Stärke*, **33**: 9 (1981).
24. Bailey, J.M. and Whelan, W.: Physical properties of starch I. Relation between iodine stain and chain length. *J. Biol. Chem.*, **236**: 763 (1961).
25. Hizukuri, S., Shirasaka, K. and Juliano, B.O.: Phosphorus and amylose branching in rice granules. *Stärke*, **35**: 348 (1983).
26. 박영선: 발효에 따른 증편의 이화학적 성질변화. 효성여자대학교 박사학위논문 (1989).
27. Peleg, M.: Textural profile analysis parameters obtained by an Instron Univesal Testing Machine. *J. Food Sci.*, **41**, 721 (1976).
28. Bourne, M.C.: Textural profile analysis. *Food Technol.*, **32**: 60 (1978).
29. 이승욱: 통계학의 이해, p. 283, 자유아카데미, (1990)
-
- (1996년 11월 26일 접수)