

## 식이섬유 첨가가 절편의 특성에 미치는 영향에 관한 연구

이지영 · 구성자

경희대학교 식품영양학과

### A Study on the Effect of Addition of Dietary Fibers on Quality of *Julpyun*

Ji-Young Lee and Sung-Ja Koo

Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University

#### Abstract

Recent epidemiological observations suggested beneficial effects of dietary fiber on man's health. With the increased emphasis placed on the requirement for dietary fiber in the diet, there has been greater interest in successfully incorporating dietary fiber into food products. Hence, in this study, several dietary fibers such as cellulose, pectin, rice bran, barley bran and job's tears bran were incorporated into *julpyun* to determine their effects on some physical properties and sensory characteristics. Difference of water binding capacity(WBC) was found among dietary fiber sources. The WBC of pectin was highest and that of job's tears bran was lowest. The moisture contents of *julpyun* were increased as WBC of added dietary fiber sources was higher. In the rheometer measurement for *julpyun* added with dietary fiber, hardness of *julpyuns* added with cellulose and pectin was low. But, hardness of *julpyun* added cellulose was increased rapidly during storage at 4°C. Springiness and gumminess were showed similar aspects to hardness. In the retrogradation speed by Avrami equation, the rate constant of *julpyun* added barley bran was low so retrogradation occurred slowly. The results of sensory evaluation, *julpyun* added no dietary fiber showed good overall preference. Overall preference in sensory evaluation showed positive correlation with the after-swallowing and color.

#### I. 서 론

영양학적 가치가 없는 물질로 인식되었던 식이섬유(Dietary fiber)는 1970년대에 이르러 Burkitt와 Trowell에 의한 역학 조사 결과 산업화된 사회에서 증가되고 있는 당뇨병, 관상동맥성 심장질환, 대장암, 비만 등 만성 퇴행성질환의 높은 발병률과 식이섬유의 낮은 섭취가 관련이 있을지도 모른다는 'fiber hypothesis'가 제안된 이래 질병에 대한 식이섬유의 역할에 관한 많은 실험적, 역학적 연구들이 이루어져 왔다<sup>1-7</sup>.

식이섬유는 단일 물질로 존재하지 않으며 일반적으로 mammalian enzyme에 의해 소화되지 않는 식물 구성 물질로 받아들여진다<sup>8</sup>. Trowell은 식이섬유를 인간의 소화 효소에 의해 분해되지 않는 plant polysaccharides와 lignins으로 된 복합물질로 정의했으며 cellulose, hemicellulose, lignins, pectins, gums, mucilages를 포함한다<sup>7-9</sup>. 수용성 식이섬유인 pectin, gum, mucilage와 불용성 식이섬유인 cellulose, hemicellulose, lignin으로 분류되며<sup>10</sup> 각 식이섬유들은 이들의 화학적 구성물과 물리적 성질에 따라 다양한 생리적 기능을 나타낸다<sup>5,11</sup>.

식생활이 서구화됨에 따라 동물성 식품, 유지류 및 정제 가공 식품의 섭취가 증가되어 이로 인한 식이섬유

섭취의 감소가 각종 질병의 원인으로 지적되자 충분한 식이섬유를 공급하기 위한 방안으로 빵, cake<sup>11</sup>, cookie<sup>12</sup>, 음료 등의 식품에 식이섬유를 인위적으로 첨가하려는 노력이 행해지고 있다<sup>13,14</sup>. Wheat bran, oat bran과 같은 전형적인 식이섬유<sup>14</sup> 뿐만 아니라 최근 sunflower hulls<sup>5</sup>, peanut hulls<sup>3</sup>, rice bran<sup>12</sup>, corn fiber<sup>10</sup>, apple fiber<sup>15</sup>, potato peel<sup>16</sup> 등이 연구되고 있으며 식품에 첨가된 식이섬유는 칼로리를 낮추고, 장기능을 증진시키며, 퇴행성 질환을 예방하는 인자로서 작용한다<sup>17</sup>. 또한 식이섬유의 종류에 따라 다소 효과 정도가 다르나 대체적으로 식품의 hardness나 loaf volume을 감소시키고 수분 함량은 증가시켜 노화를 억제하는 효과가 있다고 보고되었다<sup>17,18</sup>. 최근 우리나라에서도 식품에 식이섬유를 첨가하려는 노력이 많이 행해지고 있으며, 전통적인 식품에 식품에 식이섬유를 첨가하여 특성을 조사한 보고로는 최등<sup>16</sup>에 의한 식이섬유로 감자껍질, guar gum, polydextrose를 첨가하여 백설기를 제조한 후 특성 변화를 조사한 보고와 최등<sup>13</sup>에 의한 cellulose, pectin, wheat bran을 첨가하여 제조된 백설기의 관능적 특성과 기계적 특성의 변화에 관한 보고가 있다.

본 연구에서는 절편의 기능적인 측면을 보강하기 위한 방안으로 정제된 식이섬유 형태로서 불용성 식이섬유인

cellulose와 수용성인 pectin, 천연 시료로 rice bran, barley bran, job's tears bran을 첨가하여 절편을 제조한 후, 관능검사와 물성검사를 실시하여 기호성과 texture의 특성을 알아보고 또한 절편의 노화를 지연시키는 새로운 식이섬유 공급원으로서의 가능성을 고찰해 보고자 한다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

실험에 사용한 거는 1993년 7월 경동시장에서 현미, 현보리, 현율무를 구입하여 국립 농산물 시험소 가공실험실에서 rice bran, barley bran, job's tears bran을 각각 92%, 79.4%, 76.2% 도정하여 얻었다. 이들 거는 60 mesh 체를 통과시킨 후 데시케이터에 보존하면서 시료로 사용하였다. 정제된 식이섬유로는  $\alpha$ -cellulose(Sigma), pectin(Junsei Chemical Co.)를 이용하였고 쌀은 1993년 수확된 경기도 이천미, 참기름(오뚜기식품), 소금(샘표식품, 염도 88% 이상)을 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### (1) 절편의 제조 방법

절편은 Fig. 1과 같은 방법으로 제조하였다. 쌀은 3~4 회 깨끗이 수세하고 최대 흡수시간을 고려하여 상온에서 2시간 침지시킨 후 수분을 제거하고 분쇄하여 20 mesh 체를 통과시켜 사용하였다. 쌀가루와 식이섬유 혼합물 무게의 0.7% 소금을 첨가하였다.

찜틀(지름 30 cm, 높이 45 cm, 재료 : 알루미늄)에 물 1l를 넣고 가열하여 끓기 시작하면 젖은 거즈를 깔고 재료를 혼합하여 찜틀에서 20분간 쪄 다음 불을 끄고 3분간 뜸을 들였다. 쪄낸 설기떡을 후드믹서(kaiser, 우림전자)에서 2분간 교반시킨 후 10g씩 절편틀(가로3cm, 세로 3cm, 깊이 1cm)에 넣어 형태를 만들었다. 열원은

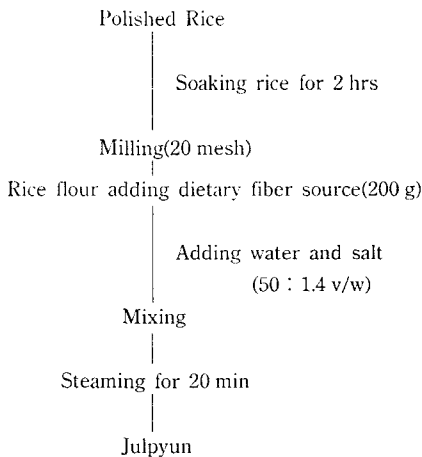


Fig. 1. Preparation procedure for Julpyun.

가스레인지(매직쉐프)를 이용하였다.

시료는 저장기간에 따른 절편의 노화 및 물성적 특성 변화를 알아보기 위해 4℃ 항온기에 저장하면서 제조 직후와 제조 12, 24, 48, 72시간 후의 특성을 관찰하였다.

#### (2) 식이섬유의 첨가 비율 선정

적절한 식이섬유의 첨가 비율을 선정하기 위해 각 식이섬유를 0%에서 10%까지 2% 간격으로 첨가하여 절편을 제조한 후 순위시험(ranking test)에 의해 관능검사를 실시하였다. 관능검사에서는 절편의 외관(appearance), 질감(texture), 맛(taste), 냄새(odor), 그리고 종합적인 기호도(overall preference)를 평가하였다.

#### (3) 식이섬유의 이화학적 특성

##### 1) 일반 성분의 분석

본 실험에 사용한 식이섬유의 일반성분은 AOAC법<sup>19)</sup>에 의해 측정하였다.

##### 2) 식이섬유의 함량분석

수용성과 불용성 식이섬유의 분석은 Mongeau 드<sup>20)</sup>의 방법으로 측정하였으며, 총 식이섬유의 함량은 이들의 합으로 나타내었다.

##### 3) 수분결합력(Water Binding Capacity)측정

식이섬유의 수분결합력은 Collins 등<sup>21)</sup>의 방법으로 측정하였다.

##### 4) 절편의 수분함량 측정

절편의 크기는 2×2×0.3 cm로 썰어 100±5℃에서

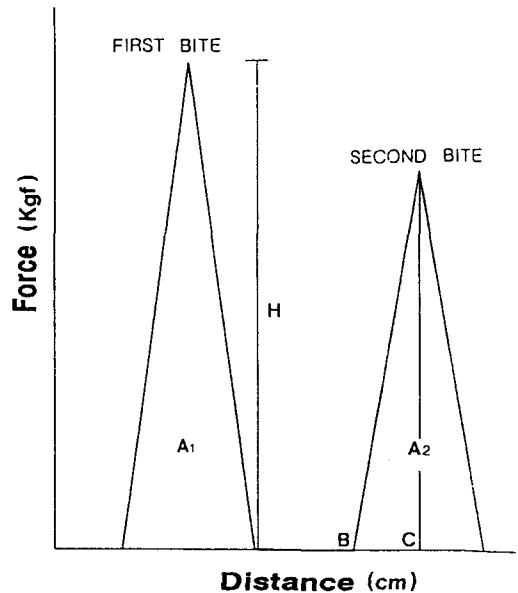


Fig. 2. Typical texture curve by rheometer.

Hardness: H (Kgf)

Cohesiveness: Area of A<sub>2</sub>/Area of A<sub>1</sub>

Springiness: BC(cm)

Gumminess: H×A<sub>2</sub>/A<sub>1</sub> (Kgf)

Chewiness: H×A<sub>2</sub>/A<sub>1</sub>×BC (Kgf·cm)

건조하여 측정하였다.

(4) 물성론적 분석

1) Rheometer에 의한 texture 평가

식이섬유의 종류를 달리하여 제조한 절편의 texture는 rheometer(Sun Scientific Co.,CR-200D)를 사용하여 2회

연속 압착하였을 때 얻어지는 force-distance curve로부터 측정하였으며, 측정은 5회 반복 실시하여 평균값을 취하였다. 시료의 크기는 3×3×1 cm로 하였다.

Rheometer 측정시 전형적인 곡선은 Fig.2와 같으며, 곡선을 분석하여 각 시료의 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 구하였다. 절편은 제조 직후 검사하였고, 유니랩으로 싸 다음 4℃ 항온기에 저장하면서 12, 24, 48, 72시간 경과한 후에 동일한 방법으로 검사하였다.

Rheometer의 측정조건은 Table 1과 같다.

2) Avrami방정식에 의한 노화특성

절편의 저장중 노화속도는 경도의 변화로 부터 Avrami식<sup>21-23)</sup>을 이용하여 계산하였다.

(5) 관능검사

**Table 1. Test condition of rheometer for measuring textural characteristics of Julpyun**

Sample size	30×30×12 mm <sup>3</sup>
Cross-head speed	200 mm/min
Chart speed	300 mm/min
Strain	25%
Plunger diameter	20 mm
Force range	1 Kg full scale 10 Kg full scale

**Table 2. Ranking test for the sensory characteristics of Julpyun added with dietary fiber sources**

Sample	% Conc.	Characteristics				
		APP	TEX	TAS	ODO	OVE
CE	0	3.75 <sup>ab</sup>	4.00 <sup>ab</sup>	5.25 <sup>d</sup>	3.50 <sup>a</sup>	4.88 <sup>c</sup>
	2	5.13 <sup>b</sup>	4.13 <sup>b</sup>	4.50 <sup>cd</sup>	2.75 <sup>a</sup>	5.13 <sup>c</sup>
	4	2.75 <sup>a</sup>	3.63 <sup>ab</sup>	3.25 <sup>bc</sup>	2.75 <sup>a</sup>	3.13 <sup>b</sup>
	6	4.38 <sup>b</sup>	3.63 <sup>ab</sup>	3.63 <sup>bcd</sup>	3.00 <sup>a</sup>	3.63 <sup>b</sup>
	8	2.50 <sup>a</sup>	3.63 <sup>ab</sup>	2.63 <sup>ab</sup>	5.63 <sup>ab</sup>	3.00 <sup>b</sup>
	10	2.50 <sup>a</sup>	2.13 <sup>a</sup>	1.38 <sup>a</sup>	3.38 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>
PE	0	5.75 <sup>c</sup>	5.75 <sup>b</sup>	5.38 <sup>d</sup>	2.00 <sup>a</sup>	5.38 <sup>b</sup>
	2	5.25 <sup>c</sup>	5.00 <sup>b</sup>	4.63 <sup>cd</sup>	2.88 <sup>ab</sup>	4.88 <sup>b</sup>
	4	3.63 <sup>d</sup>	2.75 <sup>a</sup>	3.63 <sup>bc</sup>	3.75 <sup>b</sup>	3.25 <sup>a</sup>
	6	2.88 <sup>c</sup>	3.00 <sup>a</sup>	2.88 <sup>ab</sup>	3.88 <sup>b</sup>	3.00 <sup>a</sup>
	8	2.13 <sup>b</sup>	2.38 <sup>a</sup>	2.75 <sup>ab</sup>	4.25 <sup>b</sup>	2.63 <sup>a</sup>
	10	1.38 <sup>a</sup>	2.13 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	4.25 <sup>b</sup>	1.88 <sup>a</sup>
RB	0	5.88 <sup>c</sup>	6.00 <sup>c</sup>	6.00 <sup>c</sup>	3.88 <sup>a</sup>	6.00 <sup>c</sup>
	2	5.00 <sup>d</sup>	4.88 <sup>d</sup>	5.00 <sup>d</sup>	2.50 <sup>a</sup>	5.00 <sup>d</sup>
	4	3.50 <sup>c</sup>	3.63 <sup>c</sup>	3.75 <sup>c</sup>	3.75 <sup>a</sup>	3.63 <sup>c</sup>
	6	2.63 <sup>b</sup>	2.75 <sup>b</sup>	2.50 <sup>b</sup>	3.88 <sup>a</sup>	2.50 <sup>b</sup>
	8	2.75 <sup>bc</sup>	2.13 <sup>ab</sup>	2.63 <sup>b</sup>	4.00 <sup>a</sup>	2.63 <sup>b</sup>
	10	1.25 <sup>a</sup>	1.63 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>
BB	0	5.38 <sup>c</sup>	4.38 <sup>cd</sup>	4.50 <sup>b</sup>	4.75 <sup>c</sup>	5.25 <sup>d</sup>
	2	4.75 <sup>c</sup>	5.13 <sup>d</sup>	4.75 <sup>b</sup>	4.75 <sup>c</sup>	5.13 <sup>d</sup>
	4	3.63 <sup>b</sup>	3.50 <sup>bc</sup>	3.50 <sup>ab</sup>	3.00 <sup>ab</sup>	3.63 <sup>c</sup>
	6	3.13 <sup>b</sup>	3.75 <sup>bcd</sup>	3.63 <sup>b</sup>	3.63 <sup>bc</sup>	3.75 <sup>c</sup>
	8	1.13 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	2.13 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>
	10	3.00 <sup>b</sup>	2.50 <sup>ab</sup>	2.50 <sup>a</sup>	2.88 <sup>ab</sup>	2.13 <sup>b</sup>
JB	0	5.13 <sup>c</sup>	5.75 <sup>d</sup>	5.63 <sup>d</sup>	4.50 <sup>b</sup>	5.63 <sup>d</sup>
	2	4.00 <sup>bc</sup>	3.38 <sup>c</sup>	3.88 <sup>c</sup>	3.50 <sup>ab</sup>	4.13 <sup>c</sup>
	4	5.00 <sup>c</sup>	5.25 <sup>d</sup>	5.25 <sup>d</sup>	4.00 <sup>ab</sup>	5.13 <sup>d</sup>
	6	3.25 <sup>b</sup>	2.88 <sup>bc</sup>	2.88 <sup>b</sup>	2.50 <sup>a</sup>	2.63 <sup>b</sup>
	8	2.13 <sup>a</sup>	2.25 <sup>ab</sup>	1.63 <sup>a</sup>	3.63 <sup>ab</sup>	1.75 <sup>a</sup>
	10	1.50 <sup>a</sup>	1.50 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	2.88 <sup>ab</sup>	1.75 <sup>a</sup>

CE: Julpyun added with cellulose PE: Julpyun added with pectin RB: Julpyun added with rice bran BB: Julpyun added with barley bran JB: Julpyun added with job's tears bran APP: Appearance TEX: Texture TAS: Taste ODO: Odor OVE: Overall preference Means with the same letter in a column are not significantly different(p≤0.05).

식이섬유를 2% 첨가하여 제조한 절편의 기호도를 알아보기 위해 관능검사를 실시하였다.

평가내용은 색(color), 냄새(odor), 촉촉한 정도(moistness), 절편의 부드러운 정도(tenderness), 쫄깃한 정도(cohesiveness), 삼킨 후의 느낌(after-swallowing), 종합적인 기호도(overall preference)를 순위시험으로 평가하였으며 가장 좋지 못한 시료를 1점, 가장 좋은 시료를 5점으로 하였다.

### 3. 통계처리

본 연구의 실험결과는 SPSS package를 이용하여 통계처리하여 분석하였다.

분석방법으로는 평균, 분산 분석(Analysis of variance) 및 Duncan의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test), 회귀분석(multiple regression) 및 Pearson의 상관관계 분석(Pearson's correlation)을 행하였다.

## III. 실험결과 및 고찰

### 1. 관능검사에 의한 식이섬유 첨가비율 선정

식이섬유의 적절한 첨가 비율을 선정하기 위해 순위 시험을 실시한 결과는 Table 2와 같다. Table 2에 나타난 바와같이 첨가된 식이섬유의 함량이 적을수록 종합적인 기호도가 높게 나타났다. CE군의 경우 2%의 cellulose를 첨가한 군이 좋은 선호도를 보였으며, PE군, BB군에서는 0%, 2%첨가군이 높은 선호도를 나타냈으나 유의적인 차이는 없었다. 따라서 식이섬유 2%를 최적 첨가비율로 선정하여 2% 식이섬유를 첨가하여 제조된 절편을 이화학적 검사와 관능검사의 시료로 사용하였다.

### 2. 식이섬유의 이화학적 특성

#### (1) 일반성분

시료의 일반성분을 분석하여 얻은 결과는 Table 3과 같다.

수분의 경우 쌀겨와 보리겨가 9.54%, 10.60%로 비슷한 수치를 보였으나 울무겨는 7.32%로 낮은 함량을 보였으며 단백질은 쌀겨 11.32%, 보리겨 10.38%, 울무겨 11.54%로 서로 비슷한 함량을 나타냈다. 곡류의 거층에는 단백질이 배유 부분에 비해 많이 함유되어 있으므로 쌀겨의 경우 7분도미의 단백질 함량인 6.9%<sup>24)</sup>보다 높게 나타났다. 지질의 함량은 세 시료가 큰 차이를 보여 보리겨가 7.72%로 가장 낮고, 쌀겨는 19.48%, 울무겨는 26.47%로 가장 높게 나타났다. 회분의 경우 보리겨가 7.20%로 낮은 수치를 보였으며 쌀겨와 보리겨는 각각 8.31%, 8.25%로 비슷했다.

#### (2) 식이섬유의 함량

시료의 수용성 및 불용성 식이섬유 함량을 측정하는 결과는 Table 4와 같다.

수용성 식이섬유의 경우 건조량을 기준으로 하여 보면 쌀겨가 12.86%로 가장 높았고, 보리겨 10.16%, 울무겨

**Table 3. Proximate composition of dietary fiber sources**  
(% dry weight basis)

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Rice bran	9.54	11.32	19.48	8.31
Barley bran	10.60	10.38	7.72	7.20
Job's tears bran	7.32	11.54	26.47	8.25

**Table 4. Fiber analysis of dietary fiber sources**  
(% dry weight basis)

Sample	SDF	IDF	Total DF	IDF/SDF
Rice bran	12.86	33.03	45.89	2.57
Barley bran	10.16	54.47	64.63	5.36
Job' tears bran	7.82	34.70	42.53	4.44

SDF: Soluble dietary fiber IDF: Insoluble dietary fiber

**Table 5. Water binding capacity of dietary fiber sources**  
(g water/g flour)

Sample	Soaking time(min)	Temperature(°C)		
		10	38	66
Rice flour (hydrated)	30	1.14	1.04	1.29
	90	1.55	1.09	1.13
	150	1.73	1.17	1.25
Pectin	30	6.91	8.12	12.39
	90	7.78	8.98	11.94
	150	10.39	10.72	11.01
Cellulose	30	4.47	4.48	4.78
	90	4.70	5.13	4.42
	150	4.77	5.30	5.13
Rice bran	30	2.29	2.21	2.04
	90	2.29	2.03	2.60
	150	2.00	2.47	3.11
Barley bran	30	1.93	2.11	2.06
	90	2.01	2.24	2.38
	150	2.24	2.49	2.07
Job's tears bran	30	0.95	0.95	0.93
	90	0.91	0.76	0.78
	150	0.92	0.80	0.79

7.82%의 순이었다. 불용성 식이섬유의 함량은 쌀겨와 울무겨가 33.03%, 34.71%로 비슷한 함량을 나타냈으나 보리겨의 경우 54.47%로 매우 높았다. 측정된 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유의 함량을 합한 총 식이섬유의 함량은 쌀겨, 보리겨, 울무겨가 45.89%, 64.63%, 42.53%로 나타나 보리겨가 다른 겨에 비해 높은 함량을 보였다. 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유의 함량비를 살펴보면 보리겨(5.36), 울무겨(4.44), 쌀겨 (2.57)의 순으로 불용성 식이섬유가 수용성 식이섬유보다 2~6배 많이 함유되어 있음을 알 수 있다.

#### (3) 식이섬유의 수분결합력

시료의 종류와 incubation조건에 따른 수분결합력(WBC)은 Table 5에 그 결과가 나타나있다.

울무겨를 제외한 모든 식이섬유에서 대체적으로 온도

**Table 6. Moisture contents of Julpyun added with dietary sources (%)**

	Sample					
	CO	CE	PE	RB	BB	JB
Moisture contents	52.88	54.31	54.92	53.31	53.07	52.17
CO: Julpyun added with no dietary fiber source						
CE: Julpyun added with 2% cellulose						
PE: Julpyun added with 2% pectin						
RB: Julpyun added with 2% rice bran						
BB: Julpyun added with 2% barley bran						
JB: Julpyun added with 2% job's tears bran						

가 증가하고 침지시간이 길어짐에 따라 수분결합력이 높게 나타났으며, 정제된 식이섬유 간의 수분결합력을 비교해보면 수용성 식이섬유인 pectin이 불용성 식이섬유인 cellulose에 비해 약 1.5~2.5배 가량 높은 수치를 나타내어 수용성이 불용성보다 좋은 수분결합력을 보였다. 쌀겨, 보리겨, 율무겨의 순으로 수분결합력이 높게 나타났는데 이는 함유하고 있는 식이섬유의 종류 및 다른 성분들의 함량과 관련이 있는 것으로 생각되며 쌀겨의 경우 보리겨보다 총 식이섬유의 함량은 적으나 수용성 식이섬유가 많이 함유되어 있기 때문에 수분결합력이 좋게 나타난 것으로 보인다.

물에 침지한 후 분쇄한 쌀가루(hydrated rice flour)의 경우 pectin, cellulose, 쌀겨, 보리겨보다 낮은 수분결합력을 보였으나 율무겨보다는 높게 나타났다. 율무겨가 다른 식이섬유에 비해 현저히 낮은 수분결합력을 보이는 것은 수용성 식이섬유 및 총 식이섬유의 함량이 낮을 뿐 아니라 다량의 지질을 함유하여 수분을 흡수하기 어렵기 때문인 것으로 생각된다.

**(4) 절편의 수분함량**

절편을 제조한 직후 보유하고 있는 수분함량을 측정한 결과는 Table 6에 나타나 있다. 수분함량은 절편에 첨가된 식이섬유의 수분결합력과 일치하는 결과를 보였다. PE군 54.92%, CE군 54.31%, RB군 53.31%, BB군 53.07%, JB군 52.17%의 순이었으며 식이섬유를 첨가하지 않은 CO군의 경우 52.88%로 JB군보다는 높았으나 다른 군보다 적은 수분을 보유하고 있었다.

**3. 절편의 물성론적 분석**

**(1) Rheometer에 의한 texture**

2% 식이섬유를 첨가하여 제조된 절편을 4C 항온기에 저장하면서 rheometer를 사용하여 제조 직후와 12, 24, 48, 72시간 경과 후의 texture를 측정하는 결과는 Table 7에 나타내었으며 Fig. 3에서는 저장 기간에 따른 견고성, 응집성, 탄력성, 점착성, 씹힘성의 변화를 볼 수 있다.

견고성(hardness)의 경우 제조 직후에 CE군, BB군, PE군이 비슷하게 낮은 값을 보였으며 CO군, JB군, RB군의 순으로 낮게 나타났다. 수분결합력이 큰 pectin과 cellulose를 첨가한 군의 견고성이 낮게 나타난 것으로

**Table 7. Changes in textural characteristics of Julpyun added with dietary fiber sources during storage at 4°C**

Textural characteristics	Sample	Storage time (hrs)				
		0	12	24	48	72
Hardness	CO	0.55	2.38	4.80	8.20	9.30
	CE	0.37	2.80	5.60	9.30	9.90
	PE	0.39	2.25	4.50	6.60	7.40
	RB	0.65	2.50	5.40	7.80	8.70
	BB	0.38	1.92	4.05	5.50	5.53
	JB	0.61	2.60	5.25	6.60	8.10
Cohesiveness	CO	0.92	0.97	0.96	0.98	0.98
	CE	0.95	0.93	0.97	0.98	0.98
	PE	0.95	0.93	0.98	0.97	0.93
	RB	0.92	0.93	0.94	0.98	0.98
	BB	0.94	0.95	0.85	0.96	0.96
	JB	0.91	0.92	0.91	0.97	0.96
Springiness	CO	0.31	0.39	0.43	0.42	0.44
	CE	0.30	0.29	0.39	0.45	0.48
	PE	0.29	0.32	0.37	0.42	0.40
	RB	0.34	0.34	0.31	0.45	0.41
	BB	0.29	0.32	0.25	0.42	0.40
	JB	0.25	0.31	0.31	0.40	0.45
Gumminess	CO	0.51	2.31	4.61	8.04	9.11
	CE	0.35	2.60	5.43	9.11	9.70
	PE	0.37	2.09	4.41	6.40	6.88
	RB	0.60	2.33	5.08	7.64	8.53
	BB	0.36	1.82	3.44	5.28	5.31
	JB	0.56	2.39	4.78	6.40	7.78
Chewiness	CO	0.16	0.90	1.98	3.38	4.01
	CE	0.11	0.75	2.12	4.10	4.66
	PE	0.11	0.67	1.63	2.69	2.68
	RB	0.20	0.79	1.57	3.44	3.50
	BB	0.10	0.58	0.86	2.22	2.12
	JB	0.14	0.74	1.48	2.56	3.50

CO: Julpyun added with no dietary fiber  
 CE: Julpyun added with 2% cellulose  
 PE: Julpyun added with 2% pectin  
 RB: Julpyun added with 2% rice bran  
 BB: Julpyun added with 2% barley bran  
 JB: Julpyun added with 2% job's tears bran

보아 절편의 견고성은 첨가된 식이섬유의 수분결합력과 관련이 있는 것으로 생각된다. BB군은 초기 뿐 아니라 12, 24, 48, 72시간 경과 후에도 가장 작은 견고성을 나타냈다. CE군의 경우 초기의 견고성은 낮았으나 저장 기간이 길어짐에 따라 급격히 증가하여 다른 식이섬유 첨가군에 비해 높은 수치를 나타내었다. Cellulose의 수분결합력이 높은데도 불구하고 저장 기간에 따라 견고성이 매우 크게 나타나고 있는데 이는 Kohyama 등<sup>29)</sup>의 보고에서 볼 수 있듯이 불용성 식이섬유인 cellulose가 전분의 결정화를 촉진시키기 때문이라고 생각된다. JB군의 경우 초기의 견고성은 높으나 저장 중 변화도가 낮았는데 이는 율무겨에 다량 함유되어 있는 지질이

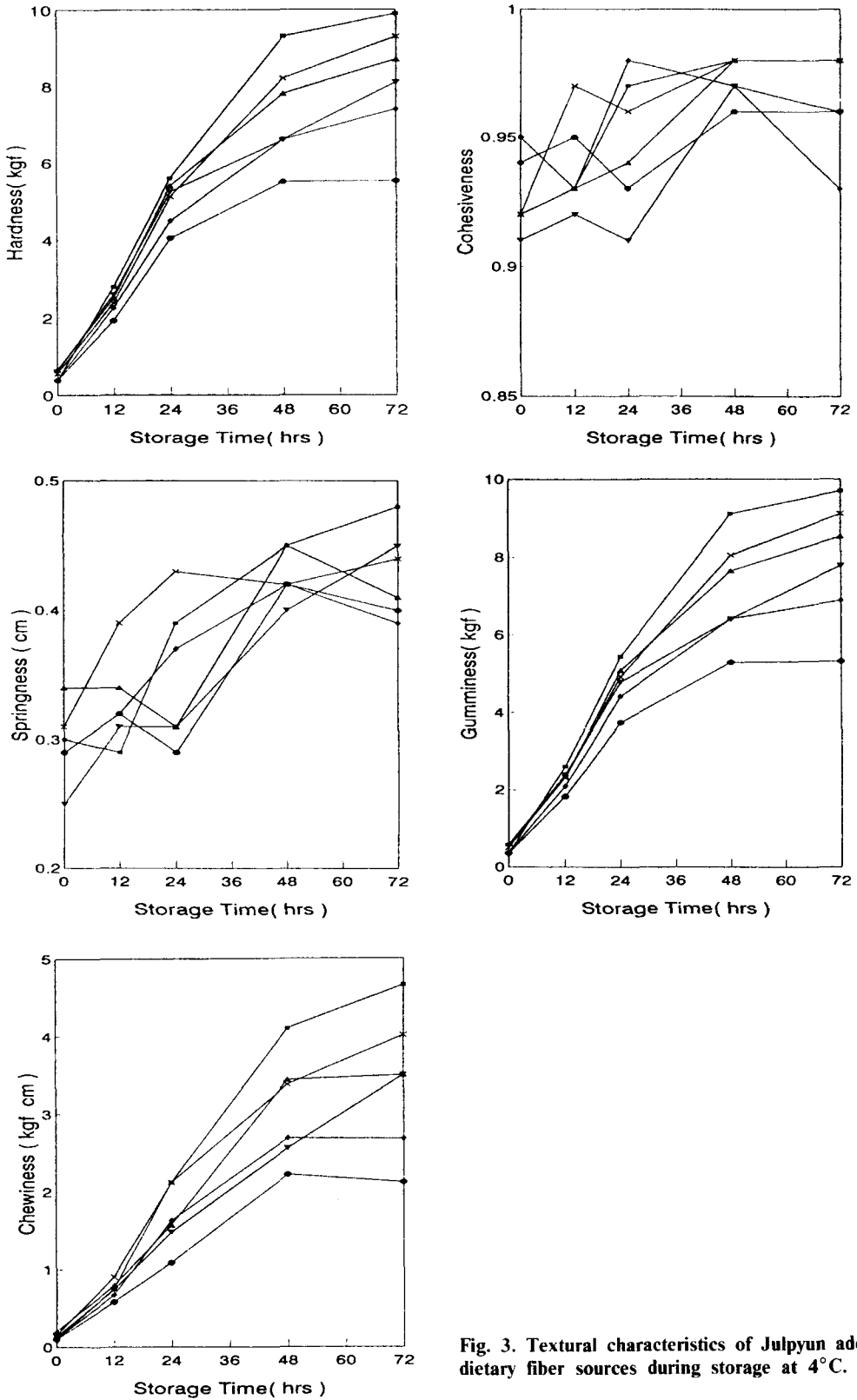


Fig. 3. Textural characteristics of Julpyun added with dietary fiber sources during storage at 4°C.

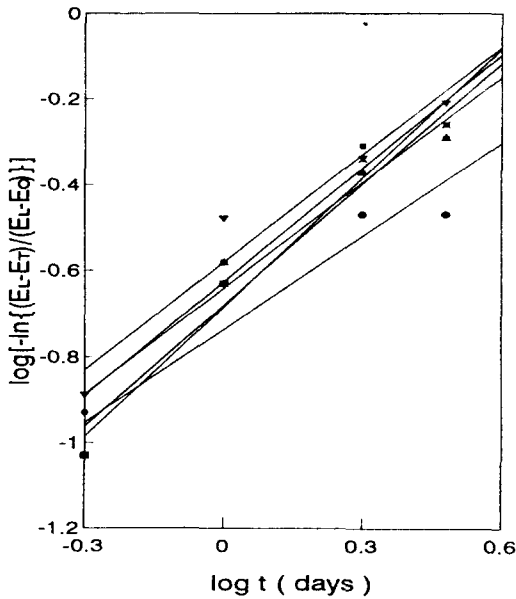


Fig. 4. Plot of  $[-\ln\{(E_L-E_T)/(E_L-E_0)\}]$  against  $\log t$  for Julpyun stored at 4°C.

—×; CO, —■; CE, —◆; PE, —△; RB, —●; BB, —▼; JB,

전분의 안정도를 증가시켜 결정화를 지연시켰기 때문이라고 생각된다.(26) 응집성(cohesiveness)은 JB군, CO군, RB군이 0.91, 0.92, 0.92로 초기에 낮은 값을 나타내었고 BB군, PE군, CE군은 0.94, 0.95, 0.95를 보이고 있어서 견고성과는 반대되는 경향을 보이고 있다. 탄력성(springiness)은 대체적으로 견고성과 비슷한 경향을 나타냈으며 저장 중에 점차 증가하여 72시간 후에는 PE군, BB군, RB군이 낮게 나타났으며 CE군의 탄력성이 가장 큰 값을 보였다. 점착성(gumminess)의 경우 견고성과 비슷한 양상을 나타내어 제조 직후에는 CE군, BB군, PE군이 낮게 나타났으며 RB군이 가장 높은 결과를 보였다. CE군의 경우 저장 기간에 따라 증가하여 72시간 후에는 9.70으로 가장 큰 값을 보였다.

씹힘성(chewiness)은 BB군과 PE군이 전체 저장기간에서 가장 낮은 값을 보였으며 CO군, CE군이 비교적 높게 나타났다.

(2) Avrami방정식에 의한 절편의 노화속도

Rheometer를 이용하여 측정한 texture 특성치 중에서 견고성을 Avrami방정식에 따라 분석함으로써 노화 경향을 살펴보았다.

Fig. 4에 나타난  $\log t$ 에 대한  $\log[-\ln\{(E_L-E_T)/(E_L-E_0)\}]$ 의 그래프의 기울기 n값으로부터 Avrami지수를 구하였는데 Table 8에서 볼 수 있듯이 Avrami지수는 CO군 1.0017, CE군 0.8810, PE군 0.8197, RB군 0.9388, JB군 0.8350을 나타내어 거의 1에 가까운 값을 보였다. Avrami지수는 결정핵 형성 시간 및 결정체 형성 속도에

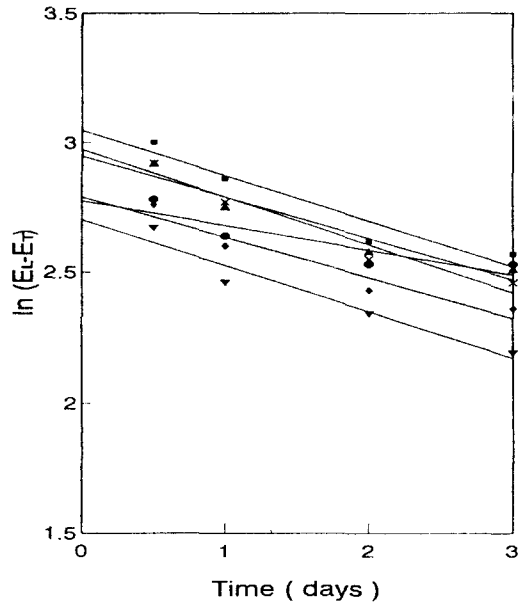


Fig. 5. Plot of  $\ln(E_L-E_T)$  against time for Julpyun stored at 4°C.

—×; CO, —■; CE, —◆; PE, —△; RB, —●; BB, —▼; JB,

Table 8. Comparison of the Avrami exponents, rate constants and time constants of Julpyun stored at 4°C

Sample	n	k	1/k
CO	1.0017	0.1837	5.4437
CE	0.8810	0.1753	5.7045
PE	0.8197	0.1555	6.4309
RB	0.9388	0.1586	6.3052
BB	0.7211	0.0949	10.5374
JB	0.8350	0.1769	5.6529

n: Avrami exponent k: Rate constants 1/k: Time constants

CO: Julpyun added with no dietary fiber

CE: Julpyun added with 2% cellulose

PE: Julpyun added with 2% pectin

RB: Julpyun added with 2% rice bran

BB: Julpyun added with 2% barley bran

JB: Julpyun added with 2% job's tears bran

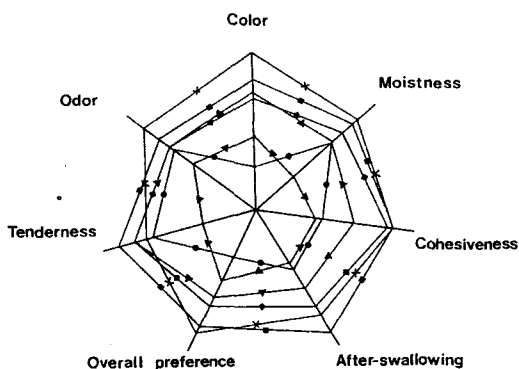
의존하는 복합된 값으로 결정화의 형태를 나타내주는데 Avrami지수가 1이라는 것은 결정핵 형성 즉시 결정체의 성장이 막대 모양으로 일어난다는 것을 의미한다(21).

실험적 오차 내에서 Avrami지수의 값을 1로 보고 Fig. 5의 시간에 대한  $\ln(E_L-E_T)$ 의 그래프로 부터 속도상수 k를 구하였으며, 그 역수값으로 시간상수값을 얻었다. 각 실험군의 Avrami지수, 속도상수 및 시간상수는 Table 8에 나타내었다. 속도상수의 경우 CO군이 가장 높은 값을 보여 노화의 진행속도가 빠르다는 것을 알 수 있

**Table 9. Sensory characteristics of Julpyun added with dietary fiber sources**

Sample	Characteristics						
	COL	ODO	MOI	TEN	COH	AFT	OVE
CO	5.00 <sup>d</sup>	4.38 <sup>c</sup>	4.25 <sup>b</sup>	3.63 <sup>bc</sup>	4.38 <sup>c</sup>	3.88 <sup>bc</sup>	4.38 <sup>d</sup>
CE	4.13 <sup>c</sup>	3.75 <sup>bc</sup>	4.13 <sup>b</sup>	4.50 <sup>c</sup>	4.38 <sup>ct</sup>	4.50 <sup>c</sup>	4.13 <sup>cd</sup>
PE	3.50 <sup>c</sup>	3.38 <sup>ab</sup>	3.63 <sup>b</sup>	3.88 <sup>bc</sup>	4.25 <sup>c</sup>	3.63 <sup>bc</sup>	3.38 <sup>bc</sup>
RB	3.75 <sup>c</sup>	3.38 <sup>ab</sup>	3.25 <sup>b</sup>	3.88 <sup>bc</sup>	3.13 <sup>b</sup>	2.88 <sup>ab</sup>	3.13 <sup>b</sup>
BB	1.38 <sup>a</sup>	3.25 <sup>ab</sup>	3.25 <sup>b</sup>	3.38 <sup>b</sup>	2.13 <sup>a</sup>	2.25 <sup>a</sup>	1.63 <sup>a</sup>
JB	2.25 <sup>b</sup>	2.50 <sup>a</sup>	1.63 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	1.88 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>

COL: Color ODO: Odor  
 MOI: Moistness TEN: Tenderness  
 COH: Cohesiveness AFT: After-swallowing  
 OVE: Overall preference  
 Means with the same letter in a column are not significantly different(p≤0.05).



**Fig. 6. QDA profiles of Julpyun added with dietary fiber sources.**

—×; CO, —■; CE, —◆; PE, —△; RB,  
 —●; BB, —▽; JB,  
 Scale: 0 at center to 5 at edge

있고 JB군(0.1769), CE군(0.1753), RB군(0.1586), PE군(0.1555)의 순으로 노화속도가 빠르게 나타났으며 BB군의 경우 0.0949로 현저하게 낮은 진행속도를 보였다. 따라서 노화를 지연시키기 위한 방안으로 보리겨를 첨가시키는 것이 효과적인 것으로 생각된다. 시간상수값은 CO군이 가장 낮은 값으로 노화가 빨리 시작됨을 나타냈다.

**4. 관능검사**

식이섬유를 2% 첨가하여 제조된 절편의 선호도를 알아보기 위해 관능검사를 실시한 결과는 Table 9와 같다.

색(color)은 CO군이 다른 군에 비해 유의적으로 높은 선호도를 나타내었는데 이는 식이섬유를 첨가하지 않은 깨끗한 흰색이 선호되기 때문인 것으로 생각된다.

냄새(odor) 또한 CO군이 가장 좋은 선호도를 보였으며 JP군을 제외한 PE군, RB군, CE군, BB군은 비슷한 선호도를 보였다.

촉촉한 정도(moistness)에 있어서는 CE군이 좋은 선

**Table 10. Multiple regression analysis for effects of other sensory characteristics on overall preference**

Variable	B	SE B	Beta value	T	Sig T
AFT	0.4704	0.1325	0.4669	3.549	0.0010
ODO	0.1568	0.1332	0.1183	1.178	0.2457
MOI	0.0518	0.1160	0.0493	0.447	0.6574
TEN	0.1664	0.1304	0.1460	1.276	0.2092
COL	0.2985	0.1138	0.3062	2.622	0.0122
COH	0.0114	0.1280	-0.0121	-0.089	0.9295
constant	-0.6470	0.5104		-1.267	0.21

AFT: After-swallowing ODO: Odor MOI: Moistness  
 TEN: Tenderness COL: Color COH: Cohesiveness

호도를 보였는데 CE군의 경우 제조 직후 수분함량이 높은 것으로 나타난 결과와 일치하고 있으며 또한 JB군은 현저히 낮은 선호도를 보였는데 이도 역시 제조 직후의 수분함량이 낮은 것과 일치하고 있다.

부드러운 정도(tenderness)는 CE군, PE군, RB군이 높게 나타났고 JB군이 가장 낮은 값을 보였는데 이는 JB군의 수분함량이 낮아 딱딱한 느낌을 주었기 때문인 것으로 기계적 측정에 있어서 견고성도 높게 나타났다. 쫄깃한 정도(cohesiveness)는 CO군, CE군, PE군이 서로 유의적인 차이 없이 높은 결과를 보였고 RB군, BB군, JB군의 순이었다.

삼킨 후의 느낌(after-swallowing) 역시 쫄깃한 정도와 마찬가지로 CE군, CO군, PE군이 좋은 선호도를 나타냈다.

종합적인 기호도(overall preference)를 살펴보면 CO군이 가장 좋게 나타나 식이섬유를 첨가하지 않은 것에 대한 선호도가 가장 높았으며 이는 식이섬유의 첨가 비율을 선정하기 위해 실시한 관능검사 결과와 비슷한 양상을 보이고 있다. CE군, PE군, RB군의 순으로 선호도가 나타났으며 BB군과 JB군은 낮은 선호도를 보였다.

Fig. 6은 관능검사의 결과를 나타내는 QDA profiles<sup>27)</sup>



Table 11. Pearson's correlation coefficients among sensory characteristics

	COL	ODO	MOI	TEN	COH	AFT	OVE
COL	1.000						
ODO	0.482**	1.000					
MOI	0.538**	0.252	1.000				
TEN	0.331	0.084	0.513**	1.000			
COH	0.585**	0.442**	0.503**	0.539**	1.000		
AFT	0.513**	0.300	0.510**	0.606**	0.716**	1.000	
OVE	0.670**	0.425*	0.551**	0.559**	0.657**	0.764**	1.000

\*:  $p \leq 0.01$  \*\*:  $p \leq 0.001$

COL: Color ODO: Odor MOI: Moistness TEN: Tenderness COH: Cohesiveness AFT: After-swallowing OVE: Overall preference

로 CE군, CO군, PE군이 좋은 선호도를 보인 것을 쉽게 알 수 있다.

Table 10은 관능검사에서의 각 특성치들이 종합적인 기호도를 어느 정도 설명하고 있는지 알아보기 위해 단계별 회귀분석(stepwise regression)을 실시한 결과이다. 삼킨 후의 느낌은 beta value가 0.4669로 종합적인 기호도에 가장 큰 영향을 주었고 색 0.3062, 부드러운 정도 0.1460의 순으로 beta value가 높게 나타나 이들 특성치들과 종합적인 기호도가 깊은 상관관계를 가지고 있음을 예상할 수 있었다. 쫄깃한 정도의 경우 부의 상관관계를 보여 쫄깃한 정도가 커질수록 종합적인 기호도가 낮아짐을 알 수 있었다.

회귀분석에 의해 예상된 상관관계를 확인해보기 위해 Pearson의 상관관계(Pearson's correlation) 분석을 실시한 결과는 Table 11에 나타내었다. 예상했던 대로 삼킨 후의 느낌과 종합적인 기호도의 상관계수가 0.764로 가장 높게 나타났으며 색 0.670, 부드러운 정도 0.559의 순이었다.

#### IV. 결 론

식이섬유의 섭취를 증가시키기 위한 방안으로 cellulose, pectin, 쌀겨, 보리겨, 울무겨를 2% 첨가하여 제조한 절편의 특성을 알아보기 위해 관능검사와 물성검사를 실시한 결과는 다음과 같았다.

식이섬유의 수분결합력은 수용성 식이섬유인 pectin이 현저히 높게 나타났고 cellulose, 쌀겨, 보리겨, 울무겨 순이었다.

절편을 제조한 직후의 수분함량은 첨가된 식이섬유의 수분결합력이 클수록 높게 나타나 PE군, CE군이 많은 수분을 보유하고 있으며 울무겨를 첨가한 JB군이 낮은 함량을 보였다.

Rheometer에 의해 측정된 견고성(hardness)의 경우 초기에는 수분결합력이 높은 CE군, PE군이 낮게 나타났으나 CE군의 경우 저장 기간이 길어짐에 따라 급격히 증가하였고, BB군은 제조 직후 뿐 아니라 전 기간에 걸쳐 가장 낮은 수치를 보였다. 탄력성(springiness), 점착성

(gumminess)은 견고성과 비슷한 양상을 나타냈다.

Avrami방정식에 의한 Avrami지수는 실험적 오차 내에서 각 군이 거의 1에 가까운 수치를 보여 노화가 일어날 때 결정핵 형성 즉시 결정체의 성장이 막대 모양으로 나타난다는 것을 의미했다. 노화속도는 BB군의 속도상수가 낮아 노화가 느린 속도로 일어남을 보여 주었으며 CO군, CE군, JB군의 경우 노화가 빨리 진행되는 것을 알 수 있었다.

관능검사 결과 CO군과 CE군의 종합적인 기호도(overall preference)가 좋게 나타났고, PE군과 RB군 또한  $p \leq 0.05$  수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않으면서 좋은 기호도를 보였다. BB군, JB군은 전반적으로 낮은 기호도를 나타냈다. 단계별 회귀분석을 실시한 결과 종합적인 기호도는 삼킨 후의 느낌(after-swallowing), 색(color)에 가장 큰 영향을 받았다.

#### References

1. 이명숙, 성장자: Dietary fiber가 흰귀의 철분 흡수 억제에 미치는 영향, 한국영양학회지, 18(2), 115-125 (1985).
2. 이해성, 이연경, Shirley C. Chen: 대학생의 식이섬유 섭취에 관한 연구, 한국영양학회지, 24(6), 534-545 (1991).
3. J.L. Collins and A.R. Post: Peanut hull flour as a potential source of dietary fiber, *J. Food Sci.*, 46, 445-451 (1981).
4. J.L. Collins, S.M. Kalantari and A.R. Post: Peanut hull flour as dietary fiber in wheat bread, *J. Food Sci.*, 47, 1899-1920 (1982).
5. M.L. Dreher and Padmanaban: Sunflower hull flour as a potential dietary fiber supplement, *J. Food Sci.*, 48, 1463-1465 (1983).
6. Stephen R. Platt and Fergns M. Clttdesdale: Mineral binding characteristics of lignin, guar gum, cellulose, pectin and neutral detergent fiber under simulated duodenal pH conditions, *J. Food Sci.*, 52(5), 1414-1419 (1987).
7. Trowell HC.: Definitions of fiber, *Lancet* 1, 503 (1974).
8. George V. Vahauny and David Kritchevsky: Dietary fiber, Plenum press, p.37-46 (1984).

9. H.Chen, G.L. Rubenthaler and E.G. Schanus: Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour, *J. Food Sci.*, **53**(1), 304-305 (1988).
10. A.M. Cadpen, F.W. Sosulski and J.P. Dison: Physiological responses of rats to high fiber bread diets containing several sources of hulls or brans, *J. Food Sci.*, **48**(4), 1151-1156 (1983).
11. 강규찬, 백상봉, 이규순: 식이성 섬유 첨가가 케익의 노화에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, **22**(1), 19-25 (1990).
12. G.R. Scurry, D.A. Wooldridge and Minh Ngyen: Rice bran as a source of dietary fiber in bread, *J. Food Tech.*, **21**, 727-730 (1986).
13. 최인자, 김영아: 식이섬유 첨가에 의한 백설기의 특성 변화에 관한 연구, *한국조리과학회지*, **8**(3), 281-289 (1992).
14. L.M. Polizzoto, A.M. Tinsley, C.W. Weber and J.W. Berry: Dietary fiber in muffins, *J. Food Sci.*, **48**, 111-118 (1983).
15. H. Chen, G.L. Rubenthaler, H.K. Leung and J.D. Baranowski: Chemical, physical and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran, *Cereal Chem.*, **65**(3), 244-247 (1988).
16. 최영선, 김영아: 감자껍질, guar gum 및 polydextrose 첨가에 의한 백설기의 품질특성변화, *한국조리과학회지*, **8**(3), 333-341 (1992).
17. Jeltema M.A., Zabik M.E. and Thiel L.J.: Prediction of cookie quality from dietary fiber components, *Cereal Chem.*, **60**(3), 244-247 (1988).
18. Ranholta C. and Gelroth J.: Soluble and insoluble fiber in soda crackers, *Cereal Chem.*, **65**(2), 159-160 (1988).
19. AOAC official Methods: 13th Ed., Assoc. of off. Anal. Chem., Washington D.C., (1980).
20. Roger Mongeau and Rene Brassard: A rapid method for the determination of soluble and insoluble dietary fiber, *J. Food Sci.*, **51**(5), 1333-1335 (1986).
21. 김성곤, 변유량: 실온 및 고온 저장시 쌀밥의 노화속도, *한국식품과학회지*, **14**(1), 80-81 (1982).
22. S.K. Kim, C.F. Ciacco and B.L. Dappolonia: Kinetic study of retrogradation of cassava starch gels, *J. Food Sci.*, **41**, 1249-1250 (1976).
23. Rhonda G. Mciver, D.W.E. Axford, K.H. Colwell and G.A.H. Elton: Kinetic study of the retrogradation of gelatinized starch, *J. Sci. Food Agric.*, **19**, 560-563 (1968).
24. 이철원: 호화된 옥수수 전분의 노화속도에 미치는 온도 및 수분활성도의 영향, *고려대학교 석사논문* (1992).
25. Kaoru Kohyama and Katsuyoshi Nishinari: Cellulose Derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch, *J. Food Sci.*, **57**(1), 128-137 (1992).
26. 김동훈: 식품화학, 탐구당, p. 231 (1988).
27. Howard Moskowitz: Applied sensory analysis of foods, CRC press, p. 43-71 (1988).