

## 멍게껍질로부터 정제된 섬유소 첨가 빵반죽의 물리적 및 제빵의 품질특성

육홍선 · 김영호\* · 안현주 · 김동호 · 김정옥\*\* · 변명우

한국원자력연구소 방사선 식품 · 생명공학기술개발팀,

\*혜전대학 호텔제과제빵과, \*\*세종대학교 가정학과

## Rheological Properties of Wheat Flour Dough and Qualities of Bread Prepared with Dietary Fiber Purified from Ascidian (*Halocynthia roretzi*) Tunic

Hong-Sun Yook, Young-Ho Kim\*, Hyun-Joo Ahn, Dong-Ho Kim,  
Jung-Ok Kim\*\* and Myung-Woo Byun

Team for Radiation Food & Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute

\*Department of Hotel Baking Technology, Hyejeon College,

\*\*Department of Home Economics, Sejong University

### Abstract

The rheological properties of wheat flour dough and qualities of bread prepared with 0, 10, and 20% of dietary fiber slurry extracted and purified from ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic were investigated. Water absorption of the dough increased with the increase of dietary fiber slurry. Both arrival and development time of the dough with 10 and 20% dietary fiber slurry added were shorter than those of the control. An increase in the added amount of the dietary fiber slurry resulted in an increase of weakness. The dough's extensibility and resistance to extension were decreased, and the ratio of resistance to extensibility (R/E) decreased with the increase in the dietary fiber slurry. The maximum viscosity gradually decreased with the increase in the amount of dietary fiber slurry, while the temperature of gelatinization was not changed. Both loaf and specific volume of bread were slightly decreased with an increase in the amount of dietary fiber slurry. Overall preference scores by sensory evaluation and the quality characteristics of the bread with up to 20% dietary fiber slurry added was not significantly different from those of the control( $p<0.05$ ). The results indicated that the addition of the dietary fiber from ascidian tunic retarded staling and improved the shelf-life of the bread by enhancing the water holding capacity.

Key words : ascidian tunic, dietary fiber, dough, bread, rheological properties

### 서 론

식이섬유는 인간의 소화관에서 분비되는 효소에 의해 소화되지 않는 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 페틴, 검류, 뮤실라지류 등의 식물성 다당류와 리그닌, 그리고 키틴, 키토산, 콘드로이친 설페이트와 같은 동물성 급원의 난소화성 다당류까지 포함시키고 있다<sup>(1,2)</sup>. 이러한 식이섬유의 주요 급원은 미나리, 당근, 파슬리, 옥수수, 사과, 배, 건미역, 건다시마, 김 등 주로 곡류, 녹

황색 채소류, 과일류, 해조류 등 식물성 급원에서 얻어지고 있다. 최근 식이섬유의 기능성 및 생리적 중요성이 대두되면서 고식이섬유 보강식품이 급진적인 속도로 증가하게 되었으며, 식이섬유 보강식품의 연구는 각종 편이식품 및 제과 · 제빵류, 음료 등에 다양하게 적용되고 있다. 특히 식이섬유는 물리화학적인 측면에서 수용성의 경우 음식에 첨가시 점도를 증가시키고, 불용성의 경우 식품의 수분보유능력을 향상시킨다<sup>(3-5)</sup>.

멍게껍질의 식이섬유는 대부분 불용성 성분으로 구성되어 있기 때문에 멍게껍질은 수용성을 필요하지 않는 제빵, 제과의 식이섬유 제품에 이용 가치가 있다<sup>(6)</sup>. 그러나 멍게껍질은 가공을 통한 용도의 개발이 이루어지지 않고 그냥 폐기되고 있어 이를 식이섬유 식품 신소재로 활용시 해안 환경오염 방지라는 물론 양질의

Corresponding author : Myung-Woo Byun, Team for Radiation Food & Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, P.O. Box 105 Yusung, Taejon, 305-600, Korea  
Tel : 82-42-868-8060  
Fax : 82-42-868-8043  
E-mail : mwbyun@nanum.kaeri.re.kr

식이섬유를 생산할 수 있다.

식이섬유 식품소재를 이용한 연구에서, 조 등<sup>(7)</sup>은 식이섬유가 풍부한 보리가루를 이용한 빵 제조에서 보리가루 10% 첨가한 빵이 관능적으로 양호하다고 하였고, 황 등<sup>(8)</sup>과 Wang 등<sup>(9)</sup>은 밀기울의 이용도를 증가시키기 위해 열처리한 밀기울이 화학적 조성, 식이섬유 성분, 기능 특성 등에 미치는 영향에 관해 보고하였다. 또한 김 등<sup>(10)</sup>은 미강 식이섬유가 밀가루의 리올로지에 미치는 영향에 대해 조사하였고, 강<sup>(11)</sup>, 이 등<sup>(12)</sup>은 빵·과자에 식이섬유 첨가는 보수력, 노화 저연의 효과가 있는 것으로 보고하였다. 제빵의 물리적 특성에 관한 연구에서는, 김 등<sup>(13)</sup>은 한국산 밀의 mixograph 특성과 제빵 적성과의 관계에 관해, 이<sup>(14)</sup>는 한국산 밀 품종 "조광"의 물리적 성질과 전밀빵 제조에 관해 보고하였다. 김 등<sup>(15)</sup>은 밀기울 첨가량에 따른 반죽의 리올로지의 변화에 대해 보고하였고, 김 등<sup>(16)</sup>은 밀, 쌀 보리 혼합분의 물리적 성질을 조사하였다. 이와 같이 곡분을 이용한 제빵적성과 물리적 성질에 대한 보고가 있다.

이러한 대부분의 고식이섬유를 함유한 식품은 외관, 향, 조직감 등 제품의 품질에 좋지 않은 영향을 미치기 때문에 제품의 품질저하를 최소화하면서 식이섬유 보강식품을 생산하는 것이 중요하다. 이처럼 식물성 식이섬유의 첨가가 제품의 품질에 영향을 주는 것은 곡류나 식물성 원료에는 5% 이하의 식이섬유가 포함되어 이를 정제하기가 어려우므로 곡류 등을 직접 첨가하기 때문이나 멍게껍질로부터 정제된 섬유소를 첨가한 본 연구는 간단하고 경제적인 방법으로 99% 이상의 순도를 가진 식이섬유를 대량생산 할 수 있으므로 식품 고유의 특성을 유지하면서도 고기능성을 가진 식품개발에 이용될 수 있다.

한편, 멍게는 1998년도에만 25,000여톤이 생산되어 폐기물인 멍게 껍질은 10,000여톤 이상이 될 것으로 추정되나 대부분의 멍게껍질은 폐기, 매립, 또는 항만 등에 버려져 해양오염의 원인이 되어지고 있는 실정이다. 그러나 멍게 껍질에 대한 연구로는 일반 성분 분석에 관한 기초연구와 효소 및 색소처리에 의한 방법으로 색소를 추출하여 산업적으로 적용하려는 연구<sup>(17,18)</sup>가 보고되었을 뿐 본 연구와 같이 멍게 껍질에 존재하는 섬유소를 정제하여 식품에 이용한 연구는 전혀 찾아볼 수 없다.

따라서 본 연구는 멍게껍질로부터 식이섬유를 분리, 정제하여 제빵 원료 소재로서의 이용 가능성을 알아보고자 빵반죽의 물리적 및 제빵 후의 품질특성 실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 멍게껍질은 경북 포항 근해에서 양식된 것을 섬유소 분리, 정제용 시료로 사용하였고, 제빵에 사용된 기타 원료로서 밀가루는 대한제분(주) 강원부 1급품, 효모는 압착효모(오뚜기식품)를 사용하였으며, 식염은 (주)한주 정제염을, 쇼트닝은 삼립유지제품을, 설탕은 대한제당(주) 정백당을, 탈지분유는 서울우유협동조합 제품을 사용하였다.

### 멍게껍질로부터 섬유소 분리·정제

멍게껍질로부터 섬유소의 분리·정제는 겉껍질을 1.7% NaClO<sub>2</sub> 용액, acetate buffer(7.5% acetic acid, 2.7% NaOH) 및 중류수가 각각 1:1:3(v/v)이 되도록 혼합하여 80°C에서 6~8시간 추출하고, 중류수로 세척한 후, 5% KOH 용액에 8~10시간 침지하였다. 이러한 과정을 반복하여 백색의 섬유소를 분리·정제하고, 균질기로 마쇄 한후, 20 mesh sieve를 통과 시켜 얻어진 멍게껍질 섬유소 슬러리를 제빵 제조용 시료로 사용하였다. 멍게껍질 섬유소 슬러리의 조성은 수분 80%, 불용성 섬유소 19.2%, 수용성 섬유소 0.6%, 조회분 0.2%를 함유하였고, 섬유소 함량은 Faulks 등<sup>(19)</sup>의 방법으로 분석되었다.

### 멍게껍질 섬유소를 첨가한 식빵 제조

빵에 사용한 반죽의 배합비는 Table 1과 같다. 멍게껍질에서 정제된 섬유소 슬러리는 베이커 퍼센트로 밀가루 100 g 기준에 대해 0%, 10% 및 20%로 각각 달리 첨가하였다.

제빵공정은 AACC 방법 21-10A에 따라 직접반죽법<sup>(20)</sup>(straight dough method)에 준해서 Mixing → Fermentation(27°C, 80% R.H., 1 hr) → Degassing(20 min) → Dividing → Rounding → Bench time(15 min) → Moulding → Proofing(38°C, 85% RH, 60 min) →

Table 1. Proximate composition of white bread formula

Ingredients	Content(g)
Bread flour	100
Dietary fiber slurry of ascidian tunic	0~20
Compressed yeast	3.0
Yeast food	0.5
Sugar	5.0
Salt	2.0
Non-fat dry milk	3.0
Shortening	4.0
Water	Variable

Baking(200°C) → Bread로 제조하였다.

#### 멍게껍질 섬유소 첨가 빵반죽의 물리적 특성

Farinograph 분석은 AACC방법<sup>(21)</sup>에 따라 farinograph mixing bowl을 30±0.2°C로 유지하였다. 공시료는 수분함량 14.0% 기준으로 300 g을 사용하여 curve의 중심선이 500 B.U.(Brabender Units)에 도달하도록 물을 첨가하였다. 그리고 흡수율(water absorption), 반죽도달시간(arrival time), 반죽형성시간(development time), 안정도(stability), 약화도(weakness) 및 발로리미터 값(valorimeter value) 등을 조사하였다. 약화도(weakness)는 반죽형성시간 후부터 시작하여 12분 후의 curve 중심의 하강정도를 500 B.U.선으로부터 거리(B.U.)로 표시하였다.

Extensograph 분석은 AACC방법<sup>(22)</sup>에 따라 시료 300 g(수분 14%기준)에 6 g의 식염을 가하고 farinograph 혼합기를 사용하여 1분간 혼합한 다음 5분간 방치하였다. 그 후 다시 반죽을 시작하여 farinograph의 500 B.U.에 curve의 중심이 도달되게 한 다음, 150 g의 반죽을 extensograph(Brabender, Co. Ltd., Germany) rounder에서 둥글리기를 하여 원통형으로 성형하였고, 30±2°C의 발효조에서 45분, 90분, 135분 발효시킨 후 각 시간마다 반죽의 신장도(extensibility), 신장저항도(resistance to extension), R/E 비율을 측정하였다. 신장도(E)는 시작점으로부터 끝까지의 거리, 신장저항도(R)는 curve의 최고 높이로서 나타내며, 이를 비율은 R/E로 표시하였다.

Amylograph 분석은 시료의 호화양상을 AACC법<sup>(23)</sup>에 따라 amylograph(Brabender, Co. Ltd., Germany)를 사용하여 측정개시온도(starting temperature), 호화개시온도(gelatinization temperature), 최고점온도(temperature at max. viscosity) 및 최고점도(max. viscosity)의 특성치를 측정하였다. 시료의 량은 65 g(수분 14%기준)에 중류수 450 mL를 첨가한 후 혼탁액으로 하여 사용하였으며 측정개시온도는 25°C부터 시작하였다.

#### 멍게껍질 섬유소 첨가 식빵의 품질특성 평가

멍게껍질 섬유소를 각각 0, 10, 20% 첨가한 식빵의 저장기간에 따른 경도(firmness)측정은 TA XT2i Texture analyser(SMS Co. Ltd., England)를 이용하였고 측정 조건은 AACC(74-09)<sup>(24)</sup> standard method에 따랐으며, 측정 후 얻어진 force(g)-time(s) curve로부터 average curve를 구한 후, texture expert software system으로 25% strain point의 경도를 구하였다<sup>(8)</sup>.

식빵의 노화속도는 빵의 저장기간에 따른 경도변화

를 Avrami 방정식에 의하여 분석하고, 이로부터 노화속도를 구하였다<sup>(25)</sup>.

$$\theta = \exp (-kt^n) \quad (1)$$

$\theta$ : t 시간후 남아있는 비결정 부분

k: 속도 상수 (day<sup>-n</sup>)

n: Avrami 지수

t: 저장 기간 (day)

만약 빵의 경도변화가 결정화 정도를 측정하는 척도라고 본다면, 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\theta = \frac{E_L - E_t}{E_L - E_o} = \exp (-kt^n) \quad (2)$$

$E_0$ : 초기상태의 빵의 경도

$E_t$ : t 시간 후의 빵의 경도

$E_L$ : 최대 빵의 경도

식 (2)를 변형하면 다음과 같은 식이 표현된다.

$$\log [-\ln \frac{(E_L - E_t)}{(E_L - E_o)}] = \log k + n \cdot \log t \quad (3)$$

식 (3)으로부터 시간상수 1/k 및 Avrami 지수 n을 구하였다.

멍게껍질 섬유소를 각각 0, 10, 20% 첨가하여 제조한 식빵의 외관변화에서 중량은 빵을 구운 후 실온에서 1시간 동안 냉각한 후 측정하였다. 빵의 용적(loaf volume)은 종자 치환법<sup>(26)</sup>에 의해 빵 세 개를 각각 세 번씩 측정한 값을 산술평균으로 나타내었다. 빵의 내상(internal score) 및 외상(external score)은 빵의 대칭성(symmetry), 껍질색(crust color), 빵의 터짐성(break to shred)과 빵의 조직감(texture), 기공(grain), 내부색상(crumb color)등을 평가 관찰하였다.

관능적 품질평가는 제빵기술자를 포함한 한국원자력 연구소에 근무하는 20명의 관능 검사요원을 대상으로 5점법의 기호도 검사를 사용하여 비교 채점하였다. 시료는 관능검사 시작 10분전에 관능검사용 그릇에 담아 관능검사원에게 평가하도록 제시되었고 결과는 SAS(Statistical Analysis System)통계 package를 사용하여 분산 분석 및 Duncan의 다범위 검증(Duncan's multiple range test)을 실시하였다<sup>(27)</sup>.

## 결과 및 고찰

#### 멍게껍질 섬유소 첨가 빵반죽의 farinogram 특성

밀가루에 멍게껍질로부터 정제된 섬유소 슬러리를

**Fig. 1. Farinograms, extensograms and amylograms of wheat flour dough prepared with dietary fiber refined from ascidian tunic.**

0%, 10% 및 20% 각각 첨가하였을 때의 farinogram은 Fig. 1과 같았으며, farinogram의 특성값에 대한 변화는 Table 2와 같았다.

흡수율(water absorption)은 Table 2에서와 같이, 100% 밀가루에서 63.0%로 나타났다. 10%, 20% 섬유소 슬러리를 첨가한 반죽은 64.5%, 65.8%로 증가하여 100% 밀가루보다 흡수율이 높아졌다. 밀가루의 흡수율은 쟈ප, 제과 등의 생산에 있어서 중요한 인자이다. Sych 등<sup>(28)</sup>은 반죽 혼합시 첨가되는 수분 함량을 증가시키면 노화를 지연시킬 수 있다고 보고하였다. 따라서 멍게껍질의 수분 흡수율의 증가로 인한 수분 보유력의 증가는 노화지연과 품질수명 연장에 도움으로

될 것이며 흡수율이 높은 경우에는 생산량이 증가되므로 높은 흡수율을 가지는 것은 바람직하다. 밀가루의 흡수율은 일반적으로 farinograph에 의하여 결정된다. 밀가루의 흡수율은 여러 인자에 의하여 영향을 받으며 주로 단백질함량, 손상전분(damaged starch)등에 영향을 받는다<sup>(29)</sup>. 본 실험에서 첨가된 멍게껍질의 정제된 섬유소는 보수력이 높은 인자로서 흡수율에 미치는 영향이 커서 첨가량이 증가함에 따라 흡수율이 높아지게 된 것이다.

반죽도달시간(arrival time)은 20% 섬유소 슬러리에서는 0.5분으로 100% 밀가루의 1.5분에 비하여 시간이 짧아졌다. 반죽도달시간은 반죽이 형성되는 초기단

**Table 2. Farinogram characteristics of wheat flour dough prepared with dietary fiber refined from ascidian tunic(14%, moisture basis)**

Sample	Farinogram characteristics					
	Water absorption(%)	Arrival time (min)	Development time(min)	Stability (min)	Weakness (B.U)	Valorimeter value
Control	63.0	1.3	3.5	20	15	68
10% fiber slurry added	64.5	0.5	1.2	20	15	61
20% fiber slurry added	65.8	0.5	1.5	20	20	64

**Table 3. Extensogram characteristics of wheat flour dough prepared with dietary fiber refined from ascidian tunic(14%, moisture basis)**

Sample	Water absorption (%)	Extensogram characteristics							
		R/E		Extension(mm)		Resistance to extension(B.U)		Area under curve(cm <sup>2</sup> )	
		45min	135min	45min	135min	45min	135min	45min	135min
Control	60.1	3.89	6.20	157	142	610	880	123	148
10% fiber slurry added	61.2	3.79	5.89	153	140	580	820	120	135
20% fiber slurry added	62.3	3.78	5.92	148	130	560	770	116	130

계로서 물이 흡수되는 시간에 관계된다. 멍게껍질로부터 정제된 섬유소는 보수력과 흡수력이 커서 그 첨가로 인해 반죽의 흡수속도가 빨라지기 때문에 반죽이 형성되는 도달시간이 짧아지는 것으로 나타났다.

반죽형성시간(development time)은 100% 밀가루에서 3.5분, 20% 섬유소 슬러리에서는 1.5분으로 빨라졌다. 이는 반죽도달시간에서와 같이 섬유소 첨가로 인해 흡수력이 커서 밀가루 반죽의 글루텐 형성에 필요한 수분공급을 촉진하기 때문에 시간이 짧아지는 것으로 나타났다. 안정도(stability)의 경우는 섬유소 첨가에 따라 큰변화를 보이지 않았다. 밀가루 반죽은 혼합과정 중 글루텐 발달로 점탄성이 생기면서 반죽이 안정을 갖게 되는데, 20% 슬러리 첨가까지는 안정도의 변화는 없지만 그 이상의 첨가량을 증가할 경우는 글루텐의 회석효과와 섬유소의 높은 보수력에 의한 글루텐의 불완전한 수화로 반죽의 발달이 저하되어 안정도가 낮아질 것으로 생각된다.

약화도(weakness)는 100% 밀가루에서 15 B.U였다. 섬유소 슬러리 10%에서 첨가에서는 대조구와 차이를 나타나지 않았으나 20%에서는 20 B.U로 약화도가 증가하여 글루텐 구조력이 저하되는 것으로 나타났다. 이는 섬유소 첨가량의 증가에 따라 반죽시 글루텐 형성에 방해인자로 작용하여 글루텐 발달을 약화시켜 주기 때문이다. 제빵시 이러한 문제점을 보완하기 위해서는 반죽시간, 발효시간 조절과 vital gluten 및 반죽 강화제(dough strengthener) 등을 사용하여 이와 같은 단점을 보완할 수 있다고 여겨진다.

Farinogram에서 valorimeter는 반죽시간과 반죽에 대한 저항성을 기초로 하여 유도되는 값으로 valorimeter로 계산한 farinogram의 점수를 말한다. 이상적인 강력분을 100으로 하고 이상적인 박력분을 0으로 하여 그 사이를 구분해서 점수를 구하도록 한 것으로 일반적인 강력분은 70이상, 박력분은 30이하의 값을 보이게 된다<sup>(30)</sup>. Valorimeter값은 100% 밀가루에서 68의 값을

보인 반면, 10%, 20% 섬유소 슬러리 첨가에 따라 64, 61로 그 값이 낮아 반죽형성에 대한 글루텐의 힘이 다소 감소됨을 보여 섬유소 슬러리 첨가에 의해 약화도 값이 커지는 현상과 동일한 경향을 보였다.

#### 멍게껍질 섬유소 첨가 빵반죽의 extensogram 특성

밀가루에 멍게껍질로부터 정제된 섬유소 슬러리를 0%, 10% 및 20% 각각 첨가하였을 때의 extensogram은 Fig. 1과 같았다. Extensogram 특성값에 대한 변화는 Table 3과 같다. 대체로 섬유소 첨가량이 증가함에 따라 발효 경과시간 45분과 135분을 비교하여 볼 때, 저항도는 발효시간 경과에 따라 증가하였으나 신장도는 감소하였으며 이에 따라 resistance/extensibility(R/E) 비는 증가하였다. 한편 10% 첨가량에서는 거의 대조구와 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 밀가루 반죽은 발효에 의하여 탄성과 점성이 증가되며 신장도는 감소한다는 Hoseney 등<sup>(31)</sup>의 보고와 일치하였다. 45분 후 멍게껍질로부터 정제된 섬유소 슬러리 0%와 20% 각각 첨가하였을 때를 비교하면, 신장도는 157 mm에서 148 mm로, 신장저항도는 142 B.U에서 130 B.U로, 반죽의 힘을 내포하고 있는 전체면적은 123 cm<sup>2</sup>에서 116 cm<sup>2</sup>로 변화되었다. 한편 135분 후, 0%와 20% 첨가하였을 경우에도, 신장도는 142 mm에서 130 mm로, 신장저항도는 610 B.U에서 560 B.U로, 전체면적은 148 cm<sup>2</sup>에서 130 cm<sup>2</sup>로 섬유소 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 결과를 보였다. 따라서 섬유소를 첨가하는 경우는 반죽의 가스보유력과 발효내구력이 밀가루만 사용할 경우보다는 저하되는 반죽물성을 보였다.

한편, 신장도와 저항도값의 비율인 R/E값의 변화에서 섬유소 0%와 20% 첨가의 경우 45분 후는 3.89에서 3.78로 135분 후에는 6.20에서 5.92로 R/E비 값은 멍게껍질 섬유소의 첨가량의 증가에 따라 감소하였으나 그 R/E값의 비율 변화는 크지 않았다. R/E는 그 값이 적을수록 박력분인 경향이 있다. R값이 큰 경우,

**Table 4. Amylogram characteristics of wheat flour dough prepared with dietary fiber refined from ascidian tunic(14%, moisture basis)**

Sample	Amylogram characteristics		
	Gelatinization temperature(°C)	Temperature at max-viscosity(°C)	Max. viscosity(B.U)
Control	61	92.5	850
10% fiber slurry added	61	92.5	815
20% fiber slurry added	61	90.2	760

**Table 5. Determination of firmness on white breads prepared with dietary fiber refined from ascidian tunic during storage at 20°C**  
(unit:g)

Sample	Storage periods (day)				
	0	1	2	3	5
Control	224.409 ± 10.2 <sup>A,a,1)</sup>	302.682 ± 14.25 <sup>Ab</sup>	333.659 ± 15.62 <sup>Ac</sup>	404.686 ± 15.27 <sup>Ad</sup>	501.156 ± 19.08 <sup> Ae</sup>
10% fiber slurry added	201.330 ± 9.8 <sup>Ba</sup>	290.166 ± 12.35 <sup>Bb</sup>	300.041 ± 11.26 <sup>Bc</sup>	363.019 ± 14.35 <sup>Bd</sup>	394.549 ± 13.73 <sup>Be</sup>
20% fiber slurry added	194.343 ± 9.2 <sup>Ca</sup>	255.088 ± 10.36 <sup>Cb</sup>	263.523 ± 10.79 <sup>Cc</sup>	302.935 ± 11.10 <sup>Cd</sup>	330.264 ± 16.29 <sup>Ce</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SD: 10 measurements on 3 different samples.

<sup>a-c)</sup>Mean value of sensory scores followed by different letters in same column means significantly different at p<0.05.

<sup>a-e)</sup>Mean value of sensory scores followed by different letters in same row means significantly different at p<0.05.

특히 45분, 90분, 135분으로 시간이 지날수록 R의 증가가 현저한 것은 제빵공정에서 반죽이 쉽고 좋은 빵이 된다. 또한 신장도가 크고 신장저항도가 낮은 것은 약한 반죽의 특성을 나타내며 가스수용력도 낮다<sup>(32)</sup>. 따라서 멍게껍질로부터 정제된 섬유소의 첨가량이 증가함에 따라 신장도와 저항도는 같이 감소하여 신장성과 탄력성이 떨어져 반죽이 약하고 가스 수용력이 낮아 제빵적성을 저하시킨다. 그러므로 빵 제조시 이를 보완 할 수 있도록 제조공정 개선, 적절한 배합비의 조절과 첨가제인 반죽강화제(dough strengthener) 등을 이용함으로서 제빵성을 향상시킬 수 있을 것이다.

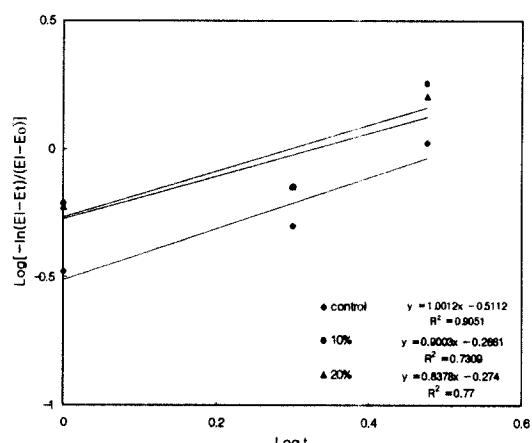
#### 멍게껍질 섬유소 첨가 빵반죽의 amylogram 특성

밀가루에 0~20% 멍게껍질로부터 정제된 섬유소 첨가분에 대한 amylogram은 Fig. 1과 같았으며, 여기서 전분호화액의 점도,  $\alpha$ -amylase의 활성도를 조사하기 위해 측정개시온도(starting temperature), 호화개시온도(gelatinization temperature), 최고점도온도(temperature at max. viscosity), 최고점도(max. viscosity)를 조사한 amylogram 특성값은 Table 4와 같았다. 최고점도는 멍게 섬유소 슬러리 0%와 20% 첨가할 때를 비교하면, 850 B.U.에서 760 B.U.로 멍게섬유소 첨가량의 증가에 따라 감소되었다. Amylograph는 전분의 질과 양, 효소의 활성도, pH의 정도에 따라 영향을 받는다. 섬유소 첨가량의 증가에 따라 상대적으로 전분질의 양이 감소되어 최고점도치는 섬유소 첨가량이 증가할수록 낮아졌다. 최고점도온도는 10% 첨가에서는 대조구와 차

이를 보이지 않았으나 20%첨가에서는 대조구보다 낮게 나타났다. 한편 호화개시온도는 20% 첨가까지 대조구와의 차이가 없었다.

#### 멍게껍질 섬유소 첨가 식빵의 경도 및 노화속도 변화

멍게껍질로부터 정제된 섬유소 슬러리를 각각 0, 10, 20% 첨가한 식빵의 저장기간에 따른 경도(firmness) 변화는 Table 5와 같다. 초기 경도는 시험구간의 차이를 나타내지 않았으나, 저장 기간이 경과함에 따라 무첨가구의 경도 증가가 뚜렷한 양상을 보였다. 저장 기간 5일 째에는 무첨가구가 501.156 g, 10% 첨가구가



**Fig. 2. Plot of log[-ln(Et-Et0)/(Et-Et0)] vs. log t for white bread prepared with dietary fiber refined from ascidian tunic.**

**Table 6.** Avrami exponent (n) and time constant (1/k) of white breads prepared with dietary fiber refined from ascidian tunic during storage at 20°C

Sample	Avrami exponent (n)	Time constant (1/k)
Control	1.0012 <sup>a,1)</sup>	1.3049 <sup>b</sup>
10% fiber slurry added	0.9003 <sup>b</sup>	1.6245 <sup>a</sup>
20% fiber slurry added	0.8378 <sup>c</sup>	1.6673 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean value of sensory scores followed by different alphabet in same column means significantly different at p<0.05.

394.549 g, 20% 첨가구가 330.264 g으로 첨가구에 비해 무첨가구가 1.5배 이상 경도가 높은 것으로 나타났다. 따라서 멍게껍질로부터 정제된 섬유소를 빵에 첨가할 때, 보수성을 증진시킴과 함께 빵의 경화를 지연시켜 저장성을 증진시킬 것으로 사료된다.

식빵의 저장기간에 따른 경도변화를 Avrami 방정식에 의하여 분석한 결과 Fig. 2로부터 회귀식을 얻을 수 있었고, 이 식으로부터 Avrami 지수(n)를 구하고, 각각의 시간상수(1/k)를 구하여 Table 6에 나타내었다. 무첨가구의 경우 n값이 1에 가까왔고, 멍게껍질로부터

정제된 섬유소 첨가시 n값이 낮아지는 경향을 보였다. Avrami 지수값은 결정성장의 형태에 따라 1~4까지의 값으로 나타내는데, 이 값은 결정핵 형성시간 및 결정체 형성속도 상수에 의존하는 복합된 값으로서 그 값이 1.0에 근접하는 것은 결정핵 형성 즉시 결정체의 성장이 막대 모양으로 일어난다는 것을 의미한다. 시간상수(1/k)의 경우 무첨가구가 1.3049, 멍게껍질로부터 정제된 섬유소 10% 첨가구가 1.6245, 20% 첨가구가 1.6673으로 20% 첨가구의 저장성이 가장 긴 것으로 나타났다.

#### 멍게껍질 섬유소 첨가 식빵의 외관적 및 관능적 품질평가

밀가루에 멍게껍질로부터 정제된 섬유소 슬러리를 0~20%로 달리 첨가하여 제조한 식빵의 외관적 품질을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 멍게껍질 섬유소의 첨가량이 증가할수록 흡수량은 증가하였다. 제빵시 발효시간의 변화는 대조구와 차이가 없었으나 섬유소 첨가량이 증가할수록 loaf volume 및 용적비가 다소 감소되는 결과를 나타내었다. 10% 첨가에서는 외관상 (external characteristics) 빵의 품질은 대조구와 거의 변

**Table 7.** The qualities of white breads prepared with dietary fiber refined from ascidian tunic

Sample	Qualities of white bread					
	Water absorption(%)	Proofing time(min)	Loaf volume(mL)	Loaf weight (g)	Specific volume(mL/g)	Loaf score
Control	60 <sup>a,1)</sup>	60	2280 <sup>a</sup>	485 <sup>a</sup>	4.70 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>
10% fiber slurry added	64 <sup>b</sup>	60	2200 <sup>a</sup>	495 <sup>b</sup>	4.44 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>
20% fiber slurry added	68 <sup>c</sup>	60	2100 <sup>b</sup>	505 <sup>c</sup>	4.16 <sup>b</sup>	8.2 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Mean value of sensory scores followed by different alphabet in same column means significantly different at p<0.05.

**Table 8.** Sensory characteristics of breads prepared with dietary fiber refined from ascidian tunic during storage at 20°C

Sensory Parameter	Storage period (day)	Sample		
		Control	10% fiber slurry added	20% fiber slurry added
Color	0	4.2 ± 0.02 <sup>a,1,2)</sup>	4.5 ± 0.03 <sup>a</sup>	4.3 ± 0.03 <sup>a</sup>
	2	4.3 ± 0.05 <sup>a</sup>	4.2 ± 0.06 <sup>a</sup>	4.0 ± 0.06 <sup>a</sup>
	5	4.0 ± 0.03 <sup>a</sup>	4.2 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.2 ± 0.04 <sup>a</sup>
Texture	0	4.2 ± 0.07 <sup>a</sup>	4.5 ± 0.03 <sup>a</sup>	4.3 ± 0.12 <sup>a</sup>
	2	3.5 ± 0.10 <sup>b</sup>	4.2 ± 0.09 <sup>a</sup>	4.3 ± 0.09 <sup>a</sup>
	5	2.5 ± 0.08 <sup>b</sup>	3.7 ± 0.11 <sup>a</sup>	4.0 ± 0.06 <sup>a</sup>
Taste	0	4.5 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.3 ± 0.07 <sup>a</sup>	4.0 ± 0.03 <sup>a</sup>
	2	3.4 ± 0.02 <sup>b</sup>	4.0 ± 0.05 <sup>a</sup>	4.2 ± 0.06 <sup>a</sup>
	5	2.7 ± 0.07 <sup>b</sup>	3.7 ± 0.08 <sup>a</sup>	4.0 ± 0.10 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SD: 10 measurements on 3 different samples.

<sup>2)</sup>Mean value of sensory scores followed by different alphabet in same row means significantly different at p<0.05.  
Score: 5;excellent, 4;good, 3;acceptable, 2;unacceptable, 1;poor

화를 보이지 않았으며, 20% 첨가구에서도 전반적으로 제품의 품질에 큰 영향이 보이지 않았다. 내관상(internal characteristics) 품질에서는 멍게껍질 섬유소의 첨가구가 조직감이 부드럽고 촉촉한 느낌이 더 좋았다.

멍게껍질 섬유소 첨가량에 따라 제조된 식빵의 색택, 텍스쳐, 맛에 대한 관능적 품질평가 결과는 Table 8과 같다. 색택은 섬유소 자체가 순백색으로 첨가량과 관계없이 동일한 기호성을 보였으나, 텍스쳐의 경우 제조후에는 섬유소 첨가구나 대조구간에 유의적 차이가 없었으나, 저장 2일째부터는 섬유소 첨가가 식빵의 수분보유력을 향상시켜 대조구에 비해 더 좋은 텍스쳐를 나타내었다<sup>(33)</sup>.

## 요 약

멍게껍질로부터 정제된 섬유소 슬러리를 첨가한 빵 반죽의 물리적 및 제빵의 품질특성을 조사하였다. Farinograph는 멍게껍질섬유소 첨가량이 증가함에 따라 흡수량의 증가를 보였다. 반죽도달시간 및 반죽형성시간은 섬유소 첨가량이 증가함에 따라 짧아졌고, 안정도에서는 변화를 보이지 않았다. 약화도는 멍게껍질섬유소 첨가량이 증가할수록 약화도가 커졌다. Extenograph에서는 섬유소 첨가량이 증가할수록 흡수율은 증가하였고, 신장도 및 신장저항도는 감소하였다. R/E값은 섬유소 첨가비율이 높을수록 감소하였다. Amylograph에서는 멍게껍질 섬유소 첨가량이 증가할수록 최고점도는 감소하였다. 멍게껍질 섬유소 첨가량이 증가 할수록 식빵의 loaf volume 및 용적비가 감소되는 결과를 보였고, 멍게껍질 섬유소 슬러리 20% 첨가까지는 빵의 관능적 품질에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 섬유소 첨가 식빵은 보습성을 높혀 빵의 경화를 지연시킴과 함께 저장성 향상 효과를 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

## 문 헌

- Schneeman, B.O. Dietary fiber. *Food Technol.* 43: 133-136 (1989)
- Selvendran, R.R., Stevens, B.J.H. and Du Pont, M. S. Dietary fiber: chemistry analysis, and properties. *Adv. Food Res.* 31: 117-121 (1987)
- Spiller, G.A. Dietary fiber in human nutrition. 2nd ed.,

CRC Press, London (1992)

- Anderson, J.W. Plant fiber in foods. HCF Nutrition Research Foundation, Inc., Lexington, Kentucky, USA (1986)
- Englyst, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. *Ani. Feed Sci. Technol.* 23: 27-30 (1989)
- Przybyla, A.E. Formulating fiber into foods. *J. Food Eng.* 60: 77 (1988)
- Cho, M.K. and Lee, W.J. Preparation of high-fiber bread with barley flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 702-706 (1996)
- Hwang, J.K., Kim, J.T., Cho, S.J. and Kim, C.J. Characteristics of water soluble fractions of wheat bran treated with various thermal processes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 934-938 (1995)
- Wang, W.M., Klopstein, C.F., and J.G. Ponte, JR. Effects of Twin-Screw Extrusion on the physical properties of Dietary Fiber and other components of whole wheat and wheat bran and on the Baking Quality of the wheat bran. *Cereal Chem.* 70: 707-711 (1993)
- Kim, Y.S., Ha, T.Y., Lee, S.H. and Lee, H.Y. Effect of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 90-95 (1997)
- Kang, K.C., Baek, S.B. and Rhee, K.S. Effect of the addition of dietary fiber on staling of cakes. *Korea J. Food Sci. Technol.* 22: 19-25 (1995)
- Lee, Y.H. and Moon, T.W. Composition, water-holding capacity and effect on starch retrogradation of rice bran dietary fiber. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 288-294 (1994)
- Kim, C.H., Chang, H.G., Hah, D.M., Yoon, J.O. and Shin, H.S. Relationship between mixograph properties and bread quality of korean wheat cultivars and breeding lines. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16: 223-227 (1984)
- Rhee, C.A. Study on rheological properties of dough and whole wheat bread-baking test of wheat variety "Cho-Kwang." *Korean J. Food Sci. Technol.* 15: 215-219 (1983)
- Kim, Y.H. Rheological properties of dough added with wheat bran. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 1125-1131 (1998)
- Kim, S.K., Cheigh, T.W., Kwon, D'Appolonia B.L. and Marston P.E. Rheological and baking studies of composite flour from wheat and naked barley. *Korean J. Food Sci. Technol.* 10: 11-15 (1978)
- Choi, B.D., Kang, S.J. and Lee K.H. Quality improvement of rainbow trout with pigments and enzymatic hydrolysates of ascidian(Halocynthia roretzi) tunic, 1. Chemical specificity of ascidian tunic and its hydrolysates. *J. Korean Fish. Soc.* 29: 345-356 (1996)
- Lee, K.H., Kang, B.D., Choi, Y.J. and Youm, M.G. Utilization of ascidian (Halocynthia roretzi) tunic. 1. Effect of ascidian tunic extracts on pigmentation and growth of rainbow trout(Oncorhynchus mykiss). *Bull. Kor. Fish. Soc.* 27: 232-239 (1994)
- Faulk, R.M. and Timms, S.B. A rapid method for

- determining the carbohydrates component of dietary fiber. Food Chem. 17: 273-287 (1985)
20. Pyler E.J. Baking science and technology, p.592, 3rd ed., Sosland Publishing Co., Kansas, USA (1990)
21. American Association of Cereal Chemists(AACC). Approved method, The Association, st. Paul, Minn. sec. 54-21 (1985)
22. American Association of Cereal Chemists(AACC). Approved method, The Association, st. Paul, Minn. sec. 54-10 (1985)
23. American Association of Cereal Chemists:(AACC). Approved method, The Association, st. Paul, Minn. sec. 22-10 (1985)
24. American Association of Cereal Chemists:(AACC). Approved method, The Association, st. Paul, Minn. sec. 74-09 (1985)
25. Kim, S.K. and Pyun, Y.R. Staling rate of cooked rice stored at 21°C and 72°C. Korean J. Food Sci. Technol. 14: 80-81 (1982)
26. Pyler, E.J. Physical and chemical test methods. Baking science technology. Vol. II, 591-895, Sosland Pub. Co. Merriam Kansas, USA. (1979)
27. SAS Institute, Inc. SAS/STAT Software, Changes and Enhancements, Release 6.10. SAS Institute Inc., Cary, NC (1994)
28. Sych, J., Castaigne, F. and Lacroix, C. Effects of initial moisture and storage relative humidity on textural changes of layer cakes during storage. J. Food Sci. 52: 1604-1607 (1987)
29. Kim, H.K. and Kim, S.K. Wheat and Milling Industrial. Korea wheat and Flour Industrial Association, Seoul, pp. 107-110 (1997)
30. Kim, H.K. and Kim, S.K. Wheat and Milling Industrial. Korea wheat and Flour Industrial Association, Seoul, pp. 184-185 (1997)
31. Hoseney, R.C., Hsu, K.H. and Junge, R.C. A simple spread test to measure the rheological properties of fermenting dough, Cereal Chem. 56: 141 (1979)
32. Kim, H.K and Kim, I.S. Wheat and flour. Korea wheat and Flour Industrial Association, Seoul. pp. 107-110 (1997)
33. Byun, M.W., Yook, H.S., Lee, K.H., Lee, J.W. and Kim, D.H. Dietary fiber from marine products, refining process there of and the manufacture of functional food containing the dietary fiber. Korean Patent(99-43469) and Japanese Patent( 平 11-318946) (1999)

---

(2000년 1월 26일 접수)