

# 김 효소 가수분해물 첨가가 밀가루 반죽과 제빵 특성에 미치는 영향

유정희 · 구재근<sup>†</sup>  
(군산대학교)

## Effect of Enzymatic Hydrolysate of Laver *Pyropia* on the Dough and Bread Making Properties of Wheat Flour

Chung-Hee RYU · Jae-Geun KOO<sup>†</sup>  
(Kunsan National University)

### Abstract

The effects of replacement of wheat flour with laver, *Pyropia yezoensis*, on the bread making properties and quality characteristics of bread were evaluated. The poor baking performance which arose from dried laver addition could be compensated by using exogenous enzymes (Flavouzyme) and baking aids. Laver hydrolysate was prepared by hydrolyzing laver using Flavouzyme for 9 hrs at 50°C. Doughs made by addition of laver hydrolysate (8% dried laver substitution level) showed excellent baking properties. Moreover, with the addition of glucose oxidase and hydro colloidal HPMC, loaf volume and crumb grain were improved for doughs containing laver hydrolysate. Both of intermediate fermentation and final proof time for doughs containing laver hydrolysate was shorter than that for conventional dough.

**Key words :** *Pyropia yezoensis*, Dough, Enzymatic hydrolysate, Bread-making properties

### I. 서론

국내에서 생산되는 김의 생산량은 2013년 약 35 만 톤으로 매년 생산량이 꾸준히 증가하는 추세이다(Korea Statistic Information Service, 2013). 김은 건물 기준으로 단백질 29.8-40.8%, 불용성 식이섬유 20.6-26.5%, 수용성 식이섬유 5.9-8.4% 함유되어 있고 taurine, lysine 등의 아미노산의 함량도 높아 영양적으로 우수한 식품이다(Shin et al., 2013; Dawczynski et al., 2007). 또한 김의 수용성 식이섬유의 주요 성분인 porphyran은 혈중 콜레스테롤 저하 활성(Lee et al., 2010), 항산화

활성(Zhang et al., 2004) 및 항종양 활성(Noda et al., 1989)이 보고되어 있고, 김 단백질 가수분해물은 항고혈압 작용(Kim et al., 2005)이 있는 것으로 보고되고 있어 김은 건강 기능성 식품 소재로의 활용 가능성도 높다. 그러나 국내의 김을 이용한 식품 생산량은 마른 김과 조미 김이 대부분을 차지하고 있고 다른 가공 식품으로의 활용은 매우 낮다. 본 연구에서는 국민 다소비 식품 중의 하나인 빵에 김을 첨가하여 식이섬유의 함량이 높은 건강 기능성 빵을 개발하고자 하였다. 그러나 일반적으로 빵을 제조할 때 밀가루에 식이섬유의 첨가 비율이 높을수록 글루텐이 상대적

<sup>†</sup> Corresponding author : 063-469-8909, kseaweed@kunsan.ac.kr

으로 희석되는 반면 식이섬유 함량이 증가하여 빵 품질이 저하된다. 김 역시 식이섬유 함량이 높아 제빵 가공 적성이 나빠질 것으로 예상된다. 본 연구에서는 김의 제빵 가공 적성을 개선하여 김을 첨가한 우수한 품질의 빵을 개발하기 위해 서 우선 마른 김을 단백질 분해효소로 처리하여 김 가수 분해물을 제조한 후 김 가수 분해물의 첨가가 반죽 및 제빵 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

실험에 사용한 김은 서천 마른 김 제조 공장에서 2005년 구입하여 진공 포장 후 냉동실에 보관하면서 실험에 사용하였다. 마른 김의 일반성분은 수분 11.0%, 회분 13.1%, 지방 0.8%, 단백질 26.5%, 탄수화물 48.6%였다. 그 외 강력분(제일제당), instant dry yeast(S-II, Lesaffre, France), 버터(서울우유), 백설탕(삼양사), 소금(백곰표) 등은 시장에서 구입하였다. 또한 glucose oxidase(Gluzyme), Flavourzyme(Novo Nordisk), sodium stearoyl lactylate(일신유화), gum류(MSC)는 식품 첨가물용을 사용하였다.

### 2. 김 가수분해물의 제조 및 성분 분석

오븐을 이용하여 170℃에서 3분 40초 동안 구운 후 100 mesh로 분말화한 구운 김 분말에 5배량의 증류수와 0.5%의 Flavourzyme을 첨가하여 50℃ 향온기(BW-10G, JEIO TECH, Korea)에서 9시간 효소 가수분해 한 후 고압 살균기(AC-12, JEIO TECH, Korea)로 살균(120℃, 10분간)하였다. 김의 일반성분 및 식이성분은 AOAC 법(1990)에 의해 실시하였고 적정산도는 phenolphthalein을 이용하여 0.1N NaOH mL 수로 표시하였다. 아미노산성 질소는 Formol법(Kohara, 1982)에 따라 측정하였다. 김 가수분해물의 점도는 점도계(HAAE,

viscotester, VT6/7L, Germany)로 측정하였고 색도는 colorimeter(JS555, Japan)를 사용하여 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)값으로 나타내었다. 이 때 표준 백판(standard plate)의 L값은 98.80, a값은 -0.23, b값은 -0.38이었다.

### 3. 반죽의 발효 및 미세구조 특성

발효 중 반죽의 물성과 발효 양상은 rheofermentometer F2 (Chopin, France)로 총 탄산가스 생성량(V1), 가스보유량(V2), 최대 반죽 높이(Hm), 최대 높이에 도달하는 시간(T1), 반죽으로부터 가스 방출 시작 시간(TX) 및 최대 가스 생성 시간(T1) 등을 측정하였다. 반죽표면의 미세구조는 SEM (JSM 5410, JEOL, Japan)을 사용하여 가속전압 15kv에서 1,000배율로 관찰하였다.

### 4. 제빵특성 측정

#### 가. 식빵의 제조

제빵 실험은 AACC법(2000)의 직접반죽법(straight dough method)을 사용하였으며 김의 첨가량은 마른 김으로 환산했을 때 4%, 8%, 12%에 해당하는 김 가수분해물을 각각 24%, 48%, 72% 첨가하여 실시하였다(<Table 1>). 반죽은 table mixer(kitchen aid, USA)를 사용하여 2단에서 3분, 3단에서 2분, 4단에서 3분간 혼합 후 발효기(대영공업, 30℃, RH 80%)에서 발효 후 baking(190℃, 25분)하였다.

#### 나. 제빵의 특성

빵의 부피는 종자 치환법(AACC, 2000)으로 측정하였으며, 빵의 무게와 비용적(mL/g)을, 굽기손실율(%)은 굽기 전 반죽무게와 구운 후 무게의 중량 차이를 %로 나타내었다. 빵의 물성은 rheometer(Sun rheometer compact 100, Japan)를 사용하여 점착성, 경도, 응집성, 탄력성 등을 측정하였다. Rheometer 측정 조건은 table speed 60.0(mm/min), critical dia 30.0(mm), load cell 2.00(kg), 시료 높이 10.0(mm)였다. 빵의 노화도는

Kang et al., (1997)의 방법으로 실온에서 제빵 1시간 경과 후의 경도에 대한 72시간 경과 후의 경도 변화비로 표시하였다.

<Table 1> Formula for bread added with laver hydrolysate (bakers %)

Ingredients	Laver hydrolysate			
	Control	LH-4	LH-8	LH-12
Wheat flour	100	96	92	88
Sugar	6	6	6	6
Salt	1.5	1.5	1.5	1.5
Butter	4	4	4	4
Yeast	3	3	3	3
Powdered skim milk	3	3	3	3
Laver hydrolysate	0	24	48	72
Water	62	41	20	0

LH-4 : Equivalent to 4% of dried laver

LH-8 : Equivalent to 8% of dried laver

LH-12 : Equivalent to 12% of dried laver

## 5. 제품의 관능검사

관능적 품질평가는 군산대학교 교직원 및 대학원생 7명을 대상으로 빵의 색, 향미, 빵 내부 조직 및 전반적인 기호도 등 특성차이에 대해 5점 평점법으로 실시하였다(Kim et al., 2000).

## 6. 통계분석

SAS 통계 Package를 이용하여 평균과 표준편차 그리고 분산분석(ANOVA)으로 p < 0.05 수준에서 시료간의 유의성(Duncan's multiple range test)을 검토하였다.

# Ⅲ. 결과 및 고찰

## 1. 효소처리 시간에 따른 이화학적 특성 및 식빵 품질 평가

다른 김의 제빵 가공 적성을 개선하기 위해 구운 김 무게의 5배량의 물과 단백질 분해 효소를

첨가하여 김 가수분해물을 제조하였다. 가수분해 시간에 따른 김 가수분해물의 이화학적 특성 변화는 <Table 2>와 같다. 단백질 분해 효소처리 시간이 증가함에 따라 김 가수분해물의 pH는 5.90에서 9시간째 5.72로, 점도는 999.4 Pas에서 9시간째 388.5 Pas로 계속적으로 감소하였다. 반면에 아미노산성 질소는 0.41%에서 9시간째 0.80%로 지속적으로 증가한 후 그 후 변화는 거의 없었다. 따라서 효소처리에 의해 단백질이 가수분해되어 저분자 됨에 따라 점성도 감소함을 알 수 있다.

<Table 2> Physicochemical properties of laver hydrolysate<sup>1)</sup> at different hydrolysis times

Hydrolysis time(hrs)	pH	TA <sup>2)</sup> (mL)	Amino acid nitrogen (%)	Viscosity <sup>3)</sup> (Pas)
0	5.90	0.73	0.41	966.4
3	5.91	0.73	0.55	792.0
6	5.85	0.80	0.69	531.6
9	5.75	5.72	0.85	0.80
12	5.72	5.72	0.87	0.83

<sup>1)</sup> Equivalent to 8% of dried laver

<sup>2)</sup> Titratable acidity(0.1 N NaOH solution, mL)

<sup>3)</sup> Spindle No.4, speed 200rpm, at 25°C

가수분해 시간을 달리하여 제조한 김 가수분해물을 첨가한 빵 반죽의 특성은 <Table 3>과 같다. pH는 9시간까지 완만히 감소하는 경향을 나타낸 반면에 효모균수와 용적비(specific volume)는 6시간까지는 서서히 증가한 후 9시간째 급속히 증가하였다. 또한 hardness, grain score 및 관능검사 결과로 미루어 볼 때 9시간 가수분해 한 김 가수분해물이 빵효모의 성장에 가장 적합한 가수분해 조건임을 알 수 있었다. 효소처리 가수분해를 9시간 실시하여 제조한 김 가수분해물의 이화학적 특성은 <Table 4>와 같다. 김 가수분해물은 구운 김 분말에 비해 건물량 기준으로 식이섬유함량은 낮고 아미노산성 질소 함량은 높았으며 명도는

<Table 3> Bread quality properties of dough added laver hydrolysate at different hydrolysis times<sup>1)</sup>

Hydrolysis time(hrs)	Yeast counts (cfu)	pH	Specific vol(cc/g)	Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	Grain <sup>2)</sup> score	Edibility <sup>3)</sup>
0	1.9×10 <sup>8</sup>	6.42±0.55 <sup>a</sup>	2.95±0.57 <sup>c</sup>	30.21±0.86 <sup>b</sup>	3.51±0.30 <sup>c</sup>	3.30±0.42 <sup>a</sup>
3	2.2×10 <sup>8</sup>	6.30±0.12 <sup>a</sup>	3.11±0.09 <sup>c</sup>	32.86±0.54 <sup>a</sup>	3.62±0.51 <sup>c</sup>	3.58±0.10 <sup>c</sup>
6	2.4×10 <sup>8</sup>	6.12±0.50 <sup>ab</sup>	3.57±0.18 <sup>b</sup>	32.03±0.11 <sup>ab</sup>	3.80±0.27 <sup>b</sup>	3.94±0.72 <sup>b</sup>
9	6.3×10 <sup>8</sup>	5.97±0.23 <sup>b</sup>	3.95±0.30 <sup>a</sup>	28.71±0.63 <sup>c</sup>	3.97±0.11 <sup>ab</sup>	4.40±0.85 <sup>a</sup>
12	5.7×10 <sup>8</sup>	6.01±0.29 <sup>b</sup>	4.01±0.25 <sup>a</sup>	27.05±0.49 <sup>c</sup>	4.06±0.26 <sup>a</sup>	4.38±0.61 <sup>a</sup>

Different letters in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ )

<sup>1)</sup> Mixed 0.5 g Flavouzyme, 16 g dried laver powder, 80 g water at 50°C, <sup>2)</sup> The higher scores the higher acceptability of crumb grain, <sup>3)</sup> Sensory overall quality analysis (scored from 1 = very poor, to 5 = very good)

<Table 4> Physicochemical characteristics of wheat flour, laver powder and laver hydrolysate

Parameter	Hard wheat flour	Laver powder <sup>1)</sup>	Laver hydrolysate <sup>2)</sup>
Crude protein, %	12.6	38.1	6.5
Moisture, %	13.5	4.4	86.0
Ash, %	0.47	15.1	2.6
TDF, %	0.22	30.3	3.9
Amino nitrogen, %	<sup>3)</sup>	0.1	0.8
pH	-	-	5.72
Color L	79.5	40.90	37.78
a	-2.63	-1.14	-0.38
b	16.68	24.03	19.34
Viscosity, Pas	-	-	388.5

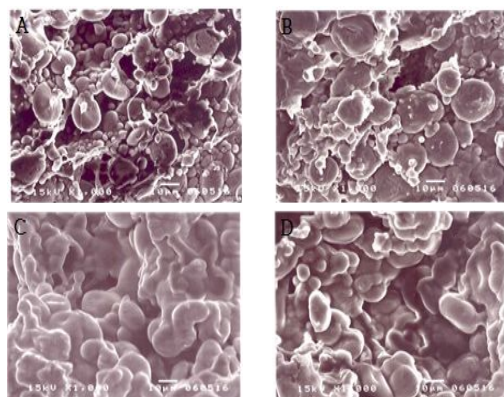
<sup>1)</sup> Baked in oven(170°C), <sup>2)</sup> Mixed 0.5g Flavouzyme, 16g baked laver powder and 80g water at 50°C, <sup>3)</sup> Not determined

감소하고 적색도는 증가하였다. 또한 점성(388.5 Pas)이 있는 유동성의 semifluid 형태로 수분은 86.0%, 조단백질 6.5%, 회분 2.6%, 아미노산성 질소 0.8%, 총 식이섬유 3.9%였다. 한편 구운 김의 조 단백질과 식이섬유 함량은 각각 38.1%, 30.3%로 밀가루에 비해 높고 또한 회분함량도 15.1%로 높아 제빵성이 떨어질 것으로 예상된다. Katina (2006)은 제빵 특성은 밀가루 구성 성분 중 단백질, 회분, pentosan 함량에 따라 영향을 받는데 특

히 회분 함량이 높으면 상대적으로 단백질 함량이 낮아 빵의 부피가 감소하고 빵 내부 색이 좋지 않다고 보고하였다. 본 연구진에 의한 실험 결과(미발표)에서도 구운 김 분말 대체율이 높을수록 제빵성이 감소하여 김 시료의 전처리 방법 및 제조공정의 조건 설정이 필요함을 알 수 있었다.

## 2. 김 가수분해물 첨가 반죽의 미세구조

김 첨가에 따른 반죽의 특성을 조사하기 위해 반죽의 미세구조를 SEM으로 측정하였다[Fig.1]. 밀가루 100%인 SEM(A)의 표면은 전분입자와 단백질, 물이 혼합된 연속적인 망(network)과 크고 작은 공기집(air cell)이 분산되어 있으며 생김 분말이 혼합된 SEM(B)는 글루텐이 희석되고 생김 입자가 부분적으로 흩어져 있어 전분과 글루텐 망이 연속적이지 못하였으며 구운 김(C)을 8% 첨가한 경우(SEM C)와 김 가수분해물을 첨가한 SEM(D)은 상대적으로 공기집수가 적고 표면적이 부드러우며 SEM(A)와 (B)에 비해 좀 더 연속적인 영상을 보여 주었다. 이와 같은 새로운 연속상은 물성개량제인 친수성 검류를 첨가한 반죽에서도 보고된 바 있다(Bárcenas and Rosell, 2005). 이러한 현상은 반죽내의 전분이 구운 김의 변성 단백질과 김 가수분해물과의 또 다른 망 형성을 의미하며 특히 SEM(D)는 SEM(C)에 비해 얇은



A: wheat flour, B: wheat flour - 8% raw laver powder, C: wheat flour -8% baked laver powder, D: wheat flour-laver hydrolysate(LH-8)

[Fig. 1] Scanning electron micrographs of doughs

막(veil)으로 덮여있는데 이는 단백질 함량의 차이로 생각되었다.

### 3. 김 가수분해물 첨가 반죽의 발효 특성

김 효소 가수물이 김 첨가 빵의 제빵성에 미치는 영향을 조사하기 위해 김 분말 및 김 효소 가수분해물의 첨가 비율을 달리하면서 반죽을 제조

하여 발효 중 반죽 형성과 가스 발생, 가스 보유력 등의 발효 양상과 반죽의 물성을 rheofermentometer로 측정하였다(<Table 5>). 구운 김 분말을 첨가한 반죽의 총 가스 발생량, 가스 보유량은 대조구보다 감소하였고 식빵의 품질에 가장 영향이 있는 반죽의 최대 높이 역시 감소하였다. 이는 밀 글루텐과 구운 김 분말이 발효 중 반죽의 팽창을 저해한 것으로 생각된다(Wang et al., 2002). 또한 구운 김 분말 첨가 반죽은 최대 높이에 달하는 시간(T1)이 대조구보다 길어 발효가 천천히 진행됨을 알 수 있고 반죽 형성 후 가스가 이탈되는 시간(Tx)도 대조구보다 길어 제빵 총 공정 시간이 오래 소요됨을 알 수 있다.

반면에 구운 김 분말 8% 첨가에 상당하는 김 가수분해물을 첨가한 LH-8의 경우 가스 발생율, 가스 보유율이 대조구보다 오히려 향상되었다. 따라서 동일한 함량의 김을 첨가하여도 분말상의 마른 김에 비하여 페이스 상의 효소 가수분해물을 첨가한 빵의 품질이 우수할 것으로 예측되었는데 이는 [Fig. 1]의 SEM(D)에서 나타난 미세 구조 차이 때문으로 생각되었다.

<Table 5> Rheofermentometer parameters of doughs added with different laver contents<sup>1)</sup>

Doughs	V1 (mℓ)	V2 (mℓ)	R (%)	Hm (mm)	T1 (min)	X (mm/min)	Tx
Wheat flour 100%	5716	5609	98.1	46.2	78	0.59	64
Wheat flour 96%- baked Laver powder 4%	5133	5049	98.4	25.0	158	0.16	76
Wheat flour 92%- baked Laver powder 8%	4446	4365	98.2	18.6	157	0.12	78
Wheat flour 96%- Laver hydrolysate(LH-4) <sup>2)</sup>	7236	7016	97.0	51.3	90	0.57	49
Wheat flour 92%- Laver hydrolysate(LH-8) <sup>3)</sup>	6629	6490	97.9	42.1	93	0.45	49
Wheat flour 88%- Laver hydrolysate(LH-12) <sup>4)</sup>	6519	6413	98.4	30.4	88	0.35	57

<sup>1)</sup> Fermented for 3hrs, <sup>2)</sup> Equivalent to 4% of dried laver, <sup>3)</sup> Equivalent to 8% of dried laver, <sup>4)</sup> Equivalent to 12% of dried laver, V1: Total CO<sub>2</sub> volume, V2: Retention volume, R: Retention coeff., T1: The time to reach the maximum curve height, Tx: The time when the porosity of the dough develops, Hm: Height of maximum dough development, X: The maximum gas flow

#### 4. 김 가수분해물 첨가반죽의 발효시간에 따른 제빵특성

밀가루 이외의 고 식이섬유 등 기능성 성분을 함유한 빵류는 건강식을 추구하는 소비자들의 관심 증가로 인하여 제빵 업계에서도 기능성 제품 생산을 증가시키고 있는 추세이다(Kyung and Lee, 2003). 그러나 고 식이섬유는 제빵의 품질을 저하시키는 성분이므로 이를 보완하기 위해 시료의 전처리나 제조과정, 원료 배합비를 조정함으로써 제빵 과정의 최적 조건에 접근하는 시도가 필요하다. <Table 6>은 김 가수분해물 첨가가 제빵 공정 중 발효 시간에 미치는 영향을 조사하였다. Straight와 short time dough법 모두 중간 발효 시간(intermediate fermentation time)에 비해 최종 발효시간(final or proofing time)이 긴 경우 빵 품질이 우수 하였으나 전체적인 발효시간은 전통적인 straight법의 발효 시간(2-3시간)보다 단축되었다. 이는 고 식이섬유 빵의 일반적인 경향인데 (Sosulski and Wu, 1998), 김이 첨가된 반죽의 starch-gluten 그물 구조가 밀가루 반죽보다 약하기 때문에 과 발효 시 gluten 그물 구조가 유지되기 어렵고(Gang et al., 1995) 결국 baking시 oven spring이 감소된 것으로 생각된다. 따라서 김 첨가 제빵 시는 발효시간의 조정이 필요함을 알 수 있고 이는 <Table 5>의 김 가수분해물 첨가 반죽

의 발효 특성에서도 같은 경향을 보였다.

#### 5. 물성개량제의 제빵성에 대한 영향

반죽의 제빵성 개선을 위해 김 가수분해물과 물성 개량제인 산화 환원제, 친수성 검류, 유화제 등을 활용하고자 glucose oxidase, carboxymethyl cellulose(CMC), hydroxypropyl methylcellulose(HPMC), xanthan gum, K-carrageenan, alginate를 첨가하여 제빵성 실험을 실시하였다. Glucose oxidase의 적정 첨가 수준을 검토한 결과 0.005%이상 첨가는 오히려 제빵성에 유용하지 못하였고 0.001~0.003% (w/w, 밀가루 기준)가 효과적이었다(<Table 7>). 제빵시 친수성 검류는 밀 전분의 호화 특성을 유도하고 지방 대체제나 gluten-free 빵일 경우는 글루텐 대체제로도 이용된다(Rosell et al., 2001). 친수성 검류를 김 페이스트에 첨가하는 경우 HPMC와 CMC가 가장 바람직한 제빵성을 나타내었고 다음으로 xanthan gum > alginate > K-carrageenan 순이었다(Table 8). 빵의 제빵성은 반죽의 무게, 빵의 부피, 및 균일한 빵 내부의 기공 상태 등으로 나타나는데(Yi et al., 2009) 김 가수분해물에 검을 첨가한 반죽은 porphyrin이라는 수용성 식이섬유와 단백질 가수분해물에 의해 적정한 보수력과 물성이 개선되어 제빵성이 향상된 것으로 추정된다. 또한 빵의 굵기 손실율은 알긴

<Table 6> Effect of fermentation time on bread produced from dough added with laver hydrolysate<sup>1</sup>

Intermediate fermentation time(min)	Proofing time(min)	Volume (mL/100g dough)	Baking Loss(%)	Baking performance
Straight dough				
20	40	428.27±1.52 <sup>a</sup>	9.04±0.64 <sup>a</sup>	very good
30	30	415.32±1.23 <sup>a</sup>	8.57±0.45 <sup>a</sup>	still good
40	20	391.05±0.08 <sup>b</sup>	8.14±0.23 <sup>b</sup>	not good
Short time dough				
10	40	404.92±2.23 <sup>a</sup>	8.60±0.09 <sup>a</sup>	good
20	30	380.04±0.02 <sup>ab</sup>	7.92±0.53 <sup>b</sup>	still good
30	20	375.24±0.27 <sup>b</sup>	7.81±0.40 <sup>b</sup>	not good

Different letters in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ )

<sup>1)</sup> Equivalent to 8% of dried laver, <sup>2)</sup> Means handling properties with dough and loaf vol of bread.

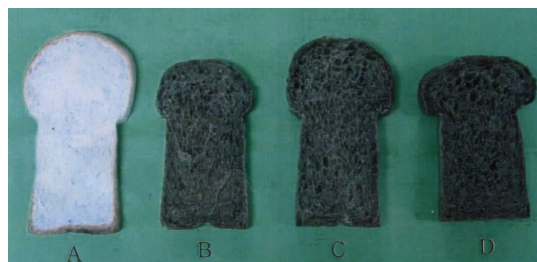
<Table 7> Optimization of the level of glucose oxidase for laver bread quality<sup>1)</sup>

GO dosage (% fb)	Specific vol.(cm <sup>3</sup> /g)	Height/ <sup>2)</sup> width ratio	Crumb Grain <sup>3)</sup>
0.000	3.54 <sup>b</sup>	0.78 <sup>b</sup>	underoxidized
0.001	3.90 <sup>c</sup>	0.85 <sup>c</sup>	optimum oxidation
0.003	4.11 <sup>c</sup>	0.96 <sup>d</sup>	optimum oxidation
0.005	3.37 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	over oxidized
0.01	3.40 <sup>a</sup>	0.75 <sup>ab</sup>	over oxidized

Different letters in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ )

<sup>1)</sup> Equivalent to 8% of dried laver, <sup>2)</sup> Height/weight ratio of the central slice, <sup>3)</sup> The crumb grain of optimally oxidized bread has a large number of elongated cells. In bread that is underoxidized, crumb grain has many small round cells. An over oxidized crumb grain of bread has large round cells with thick cell walls.

산을 제외하고 대조구보다 증가했는데 이는 김 가수분해물과 검류의 상승작용으로 반죽의 가스 팽창력이 높아 오븐내의 열과 반응하는 표면적이 높아 굽는 과정 중 수분증발과 발효 중 생성된 휘발성 물질이 많아진 것으로 생각되었다(Kim et al., 2007). 또한 glucose oxidase와 HPMC를 함께 첨가하면 제빵성 향상에 서로 상승효과를 나타내었다([Fig. 2]).



[Fig. 2] Interior view of wheat bread(A), wheat bread supplemented with laver hydrolysate (B), wheat bread supplemented with laver hydrolysate-glucose · oxidase-HPMC (C) and wheat bread supplemented with laver hydrolysate-glucose oxidase(D)

반죽 내 교차 결합 형성에 기여하여 제빵성을 향상시키는 첨가물인 ascorbic acid, KBO3, glucose oxidase는 반죽내의 산화적 기능(disulfide 결합, 교차결합 형성)이 비슷한데, 최근에는 화학 첨가제 보다 효소 첨가를 권장하고 있다(Vonulapalli et al., 1998).

#### IV. 요약

김을 첨가한 빵의 제빵성을 개선하기 위하여 페이스트 상의 김 가수분해물의 첨가가 반죽 및 제빵 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 김 가수

<Table 8> The effect of hydrocolloids addition in laver bread quality

Doughs	Dough gas retention(%)	Acceptable sensory value	Specific loaf vol.	Bread moisture (% db)	Baking loss (%)
Laver hydrolysate <sup>1)</sup>	96.8 <sup>2)</sup>	3.60±0.91 <sup>c</sup>	3.75±0.08 <sup>b</sup>	40.84	9.16±0.14 <sup>ab</sup>
+Xanthan gum 0.2%	96.5	3.71±0.56 <sup>b</sup>	3.94±0.04 <sup>a</sup>	41.59	9.36±0.02 <sup>a</sup>
+K-carrageenan 0.2%	94.4	3.54±0.18 <sup>c</sup>	3.78±0.05 <sup>b</sup>	41.33	8.95±0.29 <sup>b</sup>
+HPMC 0.2%	98.7	3.82±1.62 <sup>a</sup>	4.02±0.09 <sup>a</sup>	42.71	9.34±0.34 <sup>a</sup>
+CMC 0.2%	97.0	3.80±0.08 <sup>a</sup>	3.86±0.06 <sup>a</sup>	41.57	9.30±0.18 <sup>a</sup>
+Alginate 0.2%	98.2	3.75±0.09 <sup>ab</sup>	3.80±0.08 <sup>ab</sup>	40.92	9.05±0.05 <sup>b</sup>

Different letters in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ )

<sup>1)</sup> Equivalent to 8% of dried laver

분해물 제조 조건 설정을 위해 김 분말에 5배량의 물을 넣고 0.5% Flavouzyme 단백질 가수분해 효소를 첨가하여 50℃에서 가수분해 시간을 달리 하면서 가수분해물을 제조한 후 제빵성을 측정하였다. 효소 가수분해 시간이 증가함에 따라 제빵성이 증가하였으며 가장 제빵성이 우수한 9시간 가수분해한 김 가수분해물은 수분 86.0%, 단백질 6.5%, 회분 2.6%, 총 식이섬유 3.9%, 아미노산성 질소 0.8%, pH 5.72, 명도 37.88, 점성은 Pas 388.5로서 유동성 반 액체 상태였다. 김 가수분해물 첨가량에 따른 반죽의 발효 특성을 조사한 결과 8% 구운 김 분말 첨가에 상당하는 김 가수분해물을 첨가한 시료의 가스 발생율, 가스 보유율 및 반죽 물성이 분말 김 첨가와 대조구보다 우수하였고 제빵 품질이 개선되었다. 또한 반죽의 반죽형성시간은 대조구나 구운 김 첨가 반죽보다 발효시간이 짧아 short time dough 공정이 유효하였으며 glucose oxidase 효소를 첨가하거나 HPMC와 CMC 친수성 검류를 첨가할 경우 제빵성이 더욱 개선되었고 이들을 복합적으로 활용할 경우 더욱 상승효과가 있었다.

## References

- AOAC.(1990). Official method of analysis of AOAC international. 16th. Ed.
- AACC(2000). Approved methods of the AACC 10th ed. AACC. St. Paul. MN.
- Bárcenas, M. E. & Rosell, C. M.(2005). Effect of HPMC addition on microstructure, quality and aging of wheat bread, Food Hydrocolloids 19, 1037~1047.
- Dawczynski, C. · Schubert, R. and Jahreis, G.(2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. Food Chemistry 103, 891~899.
- Gang, Z. · Ellis, P. R. and Schofield, J. D.(1995). Gas cell stabilization and gas retention in wheat bread dough, J. of Cereal Sci 21, 215~230.
- Kang, M.Y. · Choi, Y. H. and Choi, H. C.(1997). Interrelation between physicochemical properties of milled rice and retrogradation of rice bread during cold storage. Journal of Korean Soc. Food Sci. Nutri 26(5), 886~891.
- Kim, K. T. · Choi, A. R. · Lee, K. S. · Joung, Y. M. and Lee, K. Y.(2007). Quality characteristics of bread made from domestic Korean wheat containing Cactus Chounnyuncho (*Opuntia humifusa*) powder. Korean J Food Cook Sci 23(4), 61~468.
- Kyung, J. H. and Lee, M. K.(2003). Trends in technology of bakery, Food Sci. and Industry 36(4), 13~17.
- Katina, K.(2003). High-fibre baking, P 487. in Bread making cauvain S.P. (ed) CRC press.
- Kim, Y. M. · Do, J. R. · In, J. P. and Park, J. H.(2005). Angiotension I converting enzyme (ACE) inhibition activities of laver (*Porphyra tenera*) protein hydrolysates. Korean J Food & Nutr 18, 11~18.
- Kim, B. R. · Choi, Y. S. and Lee, S. Y.(2000). Study on bread-making quality with mixture of buckwheat-wheat flour. Journal of Korean Soc. Food Sci. Nutri 29(2), 241~247.
- Korea Statistical Information service(2013). Retrieved from <http://kosis.kr>.
- Kohara, T.(1982). Handbook of food analysis. Kenpakusha, Tokyo, 51~55.
- Lee, J. S. · Lee, M. H. and Koo, J. G.(2010). Effects of porphyrin and insoluble dietary fiber isolated from laver, *Porphyra yezoensis* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. Korean J Food & Nutr 23, 562~569.
- Noda, H. · Amano, H. · Arashima, K. and Nisizawa, K.(1989). Antitumour activity of polysaccharides and lipids from marine algae. Nippon Suisan Gakkaishi 55, 1265~1271.
- Shin, D. M. · An, S. R. · In, S. K. and Koo, J. G. (2013). Seasonal variation in dietary fiber, amino acid and Fatty acid contents of *Porphyra yezoensis*. Kor J Fish Aquat Sci 46(4), 337~342.
- Sosulski, F. and Wu, K.(1998). High fiber breads containing field pea hulls, wheat, corn, and wild oat brans, Cereal Chem 65, 86-191.
- Vonulapalli, V. · Miller, K. A. and Hosney, R.C. (1998). Glucose oxidase in breadmaking systems,



- Cereal Chem 75(4) 439-442.
- Wang, J. · Rosell, C. M. and Barber, C. B.(2002). Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality, Food Chemistry 79, 221~226.
- Yi, J. · Johnson, J. W. and Kerr, W. L.(2009). Properties of bread made from frozen dough containing waxy wheat flour, J. Cereal Sci 50, 364~369.
- Zhang, Q. · Li, N. · Liu, X. · Zhao, Z. · Li, Z. and Xu, Z.(2004). The structure of a sulfated galactan from *porphyra haitanensis* and its in vivo antioxidant activity. Carbohydr Res 339, 105~111.
- 
- Received : 03 February, 2015
  - Revised : 04 March, 2015
  - Accepted : 04 March, 2015