

## 숙성 흑마늘 추출액 첨가가 빵용 밀가루 반죽의 레올로지 특성에 미치는 영향 - 연구노트 -

왕숙자<sup>1</sup> · 이정훈<sup>2</sup> · 최미정<sup>3</sup> · 이시경<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 농축대학원 바이오식품공학과

<sup>2</sup>건국대학교 응용생물화학과

<sup>3</sup>건국대학교 분자생명공학과

## Effects of Aged Black Garlic Extracts on the Rheology of Flour Dough

Sug-Ja Wang<sup>1</sup>, Jeong-Hoon Lee<sup>2</sup>, Mi-Jung Choi<sup>3</sup>, and Si-Kyung Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science & Technology, Agrc. Livestock Graduate School,

<sup>2</sup>Dept. of Applied Biology and Chemistry, and

<sup>3</sup>Dept. of Molecular Biotechnology, KonKuk University, Seoul 143-701, Korea

### Abstract

This study was carried out to investigate the rheological effects of black garlic extracts on the bread dough. 0, 5, 10 and 15% of black garlic extracts were added in the bread flour. Falling number, RVA (Rapid visco analyser), farinograph and alveograph were analyzed. Falling number was lowered by increasing the amount of the extract added in the wheat flour. The pasting characteristics of the dough by RVA, value of pasting temperature, peak viscosity, holding strength, final viscosity, break down and set back were increased compared to the control. In the Farinograph analysis, the consistency and the water absorption ratio were elevated with the increase of the extract added. However, the rapid decrease of stability and the time to breakdown values were observed by increasing the extract addition amount compared to the control. However the mixing tolerance index (MTI) was rapidly increased as the amount of the extract addition was increased, and the highest farinogram quality number was observed in the control. Through the alveograph analysis,  $P_{max}$  value was found to show the highest value in the control, while the  $L$  and  $G$  values were higher but  $W$  values was lowered in the dough with added 15% black garlic extract. As a result of the analysis, there was no significant bad effect until 5% of black garlic extracts was added to the bread dough.

Key words: black garlic extracts, bread dough, falling number, farinograph, alveograph

### 서 론

오늘날 소득수준의 향상 및 고령화로 식생활 패턴이 변화하여 서구적이며 건강 지향적이고 자연친화적인 식품을 선호하고 있다. 이러한 추세에 부응하여 빵과 과자에 대한 개념이 양보다는 질을 추구하는 방향으로 변화하고 있으며 웰빙과 더불어 빵에 이용하는 소재가 다양하여 기능성 물질을 이용한 제품들이 시장에 선보이고 있다. 빵은 밀가루를 주원료로 하여 효모, 물, 설탕, 유지 및 여러 가지 부재료를 사용하여 불로 굽거나 기름에 튀기거나 증기로 찌서 만든다.

마늘(*Allium sativum*)은 다년생 초본 구근식물로 원산지는 중앙아시아와 지중해 연안 지방으로 알려져 있으며, 우리나라를 비롯한 중국, 인도, 미국 및 남부 유럽 등지에서 광범위하게 재배되고 있다. 우리나라에서 재배되는 마늘은 한지계와 난지계 마늘로 구분하는데, 한지계 마늘은 서산, 의성, 단양 등 내륙지역에서 재배되고, 난지계 마늘은 남해, 함평,

무안 등 남해안 지방에서 재배되는 품종으로 후자는 전자에 비하여 휴면기간이 짧은 것으로 알려져 있다(1). 강한 냄새를 갖고 있는 마늘은 우리 식생활에 필수적인 조미료로서 각종 음식에 이용되고 있다. 마늘은 콜레스테롤 저하 및 노화방지 작용(2,3), 항암작용(4), 항균작용(5,6) 등이 밝혀져 건강 지향적 식품소재로 각광 받고 있다. Sheo(7)는 마늘, 양파, 생강, 고추즙 등의 항균력 비교실험에서 마늘이 다른 시료에 비해 가장 강하다고 보고하였다. 특히 패혈증을 유발하는 *Vibrio parahaemolyticus*에 대해서는 시료 1% 이상 농도에서 거의 100% 항균효과를 나타냈고, 다른 균에 대해서는 2.5% 농도에서 71.9~88.0%의 항균력을 나타냈다고 하였다. Nagai 등(8)은 하루 10쪽 가량의 마늘을 섭취할 경우 인플루엔자 바이러스 감염방어에 상당한 효과와 심장질환, 두통, 종양, 기생충 등에 대한 약리적 기능을 밝혀내 건강보조식품 및 의약품의 소재로도 활용되고 있는 추세이다. 마늘이 함유하고 있는 alliin은 마늘이 상처를 입거나 분쇄할 경

\*Corresponding author. E-mail: lesikyung@konkuk.ac.kr  
Phone: 82-2-450-3759, Fax: 82-2-450-3726

우 alliinase에 의해서 allicin으로 변화하는데, 마늘 특유의 복합적인 냄새성분이며 물에 대한 용해도는 매우 낮다(9). 마늘의 이용도를 높이기 위하여 자극적인 냄새를 감소시키고자 개발된 방법 중 생마늘을 일정한 온도와 습도에서 숙성시켜 만든 것이 흑마늘로 유백색의 생마늘과는 달리 검은색을 띤다. 또한 흑마늘에는 폴리페놀류의 함량이 증가하여 생마늘에 존재하지 않는 S-allyl-cysteine인 수용성의 함황아미노산이 생성되는 것으로 밝혀졌다(10). 본 연구에서는 건강식품으로 유효성분을 유지하면서 식품가공 산업에 마늘의 활용도를 높이고자 마늘이 갖는 강한 냄새를 제거한 숙성 흑마늘 추출액을 제빵용 반죽 제조에 첨가하여 반죽의 레올로지 특성에 미치는 영향을 조사함으로써 기능성 흑마늘 빵을 제조하는데 자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

흑마늘 추출액은 경상북도 의성군 영농조합에서 제조한 제품을 사용하였다. 숙성 흑마늘 추출액의 수분함량은 36%이었다.

### Falling number 측정

소맥분의 Falling number는 Perten Instruments(Falling number 1500, Perten Instruments Co., Huddinge, Sweden)를 사용하여 AACC법(56-81B)(11)에 따라 측정하였다. 밀가루의 수분함량을 14%로 기준하여 소맥분  $7.00 \pm 0.05$  g을 정확하게 계량한 후 여기에 흑마늘 추출액을 증류수에 혼합하여 최종농도가 0, 5, 10, 15%가 되도록 제조한 용액을 각각의 농도별로  $25 \pm 0.2$  mL를 계량하여 넣고 고무마개로 막아 20~30회 균일하게 교반하여 현탁액을 만들었다. 이것을 측정기에 결합하여 100°C 비등수에서 60초 동안 소화시킨 다음 5회 반복 측정하였다.

### 호화 특성 측정

호화 특성은 Rapid Visco Analyzer(Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Pty. Ltd., Warriewood NSW, Australia)를 이용하여 다음과 같이 측정하였다(12). 강력분 3.5 g에 흑마늘 추출액을 증류수에 혼합하여 최종농도가 0, 5, 10, 15%가 되도록 제조한 용액을 각각의 농도별로  $25 \pm 0.2$  mL를 혼합하여 알루미늄 용기에 넣고 플라스틱 회전축으로 균일하게 교반하였다. 50°C로 맞춘 신속 점도계에서 1분간 빠른 속도로 교반한 다음, 1분에 12°C씩 상승시키면서 95°C까지 가열하고 이 상태에서 2.5분 유지시킨 후 50°C로 냉각시키면서 최고점도(peak viscosity), 호화 개시온도(pasting temperature), 최고점도 시간(peak time), 최고점도 후에 나타나는 최저점도인 유지강도(holding strength), 최종점도(final viscosity), break down 및 set back 값을 5회 반복 측정하였다.

### Farinograph 측정

Farinograph 측정은 Farinograph-E(M81044, Brabender Co. Ltd., Duisburg, Germany)를 사용하여 AACC법(54-21)(11)으로 다음과 같이 측정하였다. 강력분 300 g에 흑마늘 추출액을 증류수에 혼합하여 최종농도가 0, 5, 10, 15%가 되도록 제조한 용액을 각각의 농도별로 커브의 중앙이  $500 \pm 10$  BU가 유지되도록 첨가하였으며, 측정기기 온도는  $30 \pm 0.2$ °C를 유지하였다. 반죽의 강도(consistency), 흡수율(water absorption), 반죽형성시간(development time), 안정도(stability), 약화도(time to breakdown), 반죽의 내성(tolerance index; MTI) 및 FQN(Farinograph quality number)의 값을 5회 반복 측정하였다.

### Alveograph 측정

Alveograph 측정은 Alveograph(NG, Chopin Co., Villeneuve, France)를 사용하여 AACC법(54-30A)(11)으로 측정하였다. 강력분 250 g에 흑마늘 추출액을 2.5% NaCl 용액에 혼합하여 최종농도가 0, 5, 10, 15%가 되도록 제조한 용액을 132 mL 넣고 반죽을 시작하는데 이때 반죽기의 온도는 24°C로 맞추고 resting chamber의 온도는 25°C로 조절하였다. 평평한 반죽의 중앙을 편치로 눌러 자른 후 반죽판에 놓고 resting room에 반죽 순서대로 넣었다. Alveograph의 공기방출판과 템퍼에 식용유를 바르고 반죽을 방출판의 중앙에 넣고 템퍼를 닫은 다음 링을 돌려 잠그고 템퍼와 링을 직각으로 들어 낸 후 공기를 주입할 때 만들어진 반죽 볼이 팽창한도에 이르렀을 때 파괴되는데 이때 alveolink에 반죽의 변형에 필요한 최대저항력과 관계되는 압력인  $P_{max}$ , 팽창된 반죽이 터질 때까지의 신장성을 나타내는  $L(mm)$ , 팽창지표인  $G(2.22 \sqrt{L})$ , 반죽의 baking strength인  $W$  등을 분석하였다. 시료마다 5회 반복 측정하였다.

### 통계분석

통계분석은 Statistical Analysis System(SAS Inc., Cary, NC, USA)(13) 통계프로그램을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 각 시료 간의 유의성 검증은  $p < 0.05$  수준으로 던컨의 다중범위시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### Falling number 특성

숙성 흑마늘 추출액 첨가 시 소맥분의 반죽 특성에 미치는 영향을 조사하기 위해 강력분에 흑마늘 추출액의 양을 달리 첨가하여 측정한 Falling number 결과는 Table 1과 같다. 대조구가  $486.0 \pm 2.1$  sec, 흑마늘 추출액을 5, 10, 15% 첨가한 시험구는 각각  $470 \pm 1.4$ ,  $452 \pm 4.9$ ,  $440 \pm 6.4$  sec로 흑마늘 추출액 첨가량이 많아질수록 Falling number 값이 감소하는 경향을 나타내었다. 흑마늘 추출액 5% 첨가 시에는 대조구

Table 1. Falling numbers of the bread flour added with different amount of black garlic extract

	Control	Tests		
		5%	10%	15%
Falling number (sec)	486±2.1 <sup>a1)</sup>	470±1.4 <sup>a</sup>	452±4.9 <sup>b</sup>	440±6.4 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD, n=5.

<sup>a,b</sup>Means with the same letter are not significantly different by Duncan's range test (p<0.05).

와 유의적 차이가 없었으나, 10%와 15% 첨가구에서는 유의적 차이가 있었다(p<0.05). Varrino-Marston 등(14)은 밀 전분에 맥아 분말 첨가량이 증가할수록 Falling number 값이 낮아진다고 하였고, Kim(15)도 홍곡으로 제조한 발효액종의 첨가량이 증가할수록 낮아진다고 하였다. 이는 첨가된 발효액종에 함유되어 있는 amylase에 의하여 전분 결합이 끊어져 반죽의 점도가 저하된 것에 기인하는 것으로 보고하였다. Falling number는 밀가루에 함유된 α-amylase의 활성을 측정하는 것으로 효소 활성이 증가하면 제빵용 밀가루의 Falling number 값이 낮아진다. 제빵용 강력분의 Falling number는 350 sec 이상이 정상으로 효소활성이 증가하면 그 값은 낮아지고 200 sec보다 낮으면 효소활성이 매우 높아 제빵 적성이 나빠진다(16). 그러나 본 실험에서 숙성 흑마늘 추출액 첨가로 Falling number가 낮아지는 것은 마늘에 함유된 diallyl sulfide, diallyl disulfide, S-ethyl cysteine, N-acethyl cysteine 등의 환원력이 있는 황함유화합물이나 gallic acid 등의 항산화 물질인 polyphenol 물질이 환원제로 작용하여 글루텐의 -SS- 기를 -SH 기로 환원시켰기 때문으로 생각된다(17). 또한 마늘의 allyl methyl sulfide도 환원제로 작용하는데 Shin 등(18)은 마늘을 130°C에서 2시간 동안 열처리하여 얻은 흑마늘의 향기 성분 중 allyl methyl sulfide 및 allyl alcohol 등의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 라디칼 소거활성을 측정한 결과 열처리한 마늘의 항산화활성이 무처리 마늘에 비하여 증가하였다고 하여 항산화성이 강함을 보고하였다.

### 호화 특성

강력분에 흑마늘 추출액의 양을 달리 첨가하여 RVA를 이용하여 호화개시온도, 최고점도, 유지강도, 최종점도 및 set back 값을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 호화개시온도는 대조구가 68.60±0.1°C, 흑마늘 추출액을 5, 10, 15%를

첨가한 시험구는 각각 69.00±0.6, 70.70±0.5, 71.95±0.0°C로 흑마늘 추출액 첨가량이 증가할수록 호화개시 온도가 다소 높아졌으나 대조구와 5% 첨가구는 유의적인 차이가 없었다(p<0.05). Chun 등(19)은 식빵 반죽에 양과분말 첨가 시 양과분말 첨가량이 많을수록 호화온도가 높아졌다고 하였고, Ha 등(20)도 결명자 식이섬유를 첨가하여 amylograph을 분석한 결과 대조구에 비해 결명자 식이섬유를 첨가한 경우 호화개시온도가 다소 높게 나타났다고 하여 본 실험과 같은 결과였다. 최고점도는 대조구가 235±1.5 RVU, 흑마늘 추출액을 5, 10, 15% 첨가한 시험구는 각각 273±4.9, 293±4.2, 310±0.6 RVU로 첨가구에서 높았고, 첨가량이 증가함에 따라 최고점도가 높아졌으며 첨가구 간에 유의적 차이가 있었다(p<0.05). 유지강도는 대조구가 166±2.7 RVU이었고, 흑마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 169±5.3, 176±4.2, 187±8.4 RVU로 첨가량이 5%일 때 대조구와 유의적 차이가 없었으나, 10%와 15% 첨가 시에는 대조구에 비해 증가하여 유의적 차이가 있었다(p<0.05). 유지강도는 최고점도에 다다른 후 95°C에서 기계적 전단력을 계속 주면 호화되었던 아밀로오스 분자가 파괴되면서 점도가 떨어져 묽게 되는데, 소요시간은 보통 8~9분 정도이다. 최고점도에서 유지강도 값을 뺀 값으로 표시되는 break down은 대조구가 70±4.1 RVU, 흑마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 104±5.2, 117±8.4, 123±7.7 RVU로 증가되었으며 첨가량이 많을수록 그 값도 높았다. Break down 값은 전분의 특성에 따라 달라지는데 식품을 가공할 때 전분을 변성시켜 교질화 시키면 호화된 상태의 점도를 더 유지할 수 있다(12). 최종점도는 대조구가 259±1.9 RVU, 흑마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 256±1.5, 289±3.0, 332±4.5 RVU로 나타났으며, 첨가량이 5%일 때는 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 그러나 10, 15% 첨가구에서는 최종점도가 증가하였으며, 대조구와 유의적 차이가 있었다(p<0.05). Hwang 등(21)은 녹차분말 첨가가 소맥분의 물리적 특성과 제빵적성에 미치는 영향에 관한 연구에서 녹차분말 첨가량이 증가할수록 최종점도가 증가한다고 하여 본 실험과 유사한 결과이었다. Set back 값은 대조구가 93±0.8 RVU, 흑마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 97±1.2, 103±1.2, 104±3.8 RVU로 첨가량이 많아질수록 set back 값이 높아지는 경향을 보여 흑마늘 추출액을 첨가할 경우 전분의 노화가 촉진될 수 있음을 간접적으로 예측할 수 있었다. 그러나 본 실험에서 흑마늘 추출액

Table 2. RVA value of the bread flour added with different amount of black garlic extract

Samples	Initial pasting temp. (°C)	Peak viscosity		Holding strength (RVU)	Break down (RVU)	Final viscosity (RVU)	Set back (RVU)
		RVU	Time (min)				
Control	68.60±0.1 <sup>b1)</sup>	235±1.5 <sup>c</sup>	6.50±0.0 <sup>a</sup>	166±2.7 <sup>c</sup>	70±4.1 <sup>b</sup>	259±1.9 <sup>c</sup>	93±0.8 <sup>b</sup>
5%	69.00±0.6 <sup>b</sup>	273±4.9 <sup>bc</sup>	6.30±0.2 <sup>b</sup>	169±5.3 <sup>c</sup>	104±5.2 <sup>a</sup>	256±1.5 <sup>c</sup>	97±1.2 <sup>b</sup>
10%	70.70±0.5 <sup>a</sup>	293±4.2 <sup>b</sup>	6.35±0.1 <sup>b</sup>	176±4.2 <sup>b</sup>	117±8.4 <sup>a</sup>	289±3.0 <sup>b</sup>	103±1.2 <sup>a</sup>
15%	71.95±0.0 <sup>a</sup>	310±0.6 <sup>a</sup>	6.50±0.0 <sup>a</sup>	187±4.4 <sup>a</sup>	123±7.7 <sup>b</sup>	332±4.5 <sup>a</sup>	104±3.8 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD, n=5.

<sup>a-c</sup>Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's range test (p<0.05).

Table 3. Farinogram parameters of the bread flour added with different amount of black garlic extract

Samples	Consistency (BU)	Water absorption (%)	Development time (min)	Stability (min)	Time to breakdown (sec)	Tolerance index (MTI)	Farinograph quality number
Control	508.5±2.1 <sup>d1)</sup>	63.1±0.1 <sup>d</sup>	5.7±0.5 <sup>a</sup>	14.3±0.9 <sup>a</sup>	897.0±26.9 <sup>a</sup>	12.0±1.4 <sup>c</sup>	149.5±4.9 <sup>a</sup>
5%	591.5±0.7 <sup>c</sup>	65.1±0.0 <sup>c</sup>	5.2±0.2 <sup>ab</sup>	5.3±0.4 <sup>b</sup>	475.0±18.4 <sup>b</sup>	75.0±1.4 <sup>b</sup>	79.0±2.8 <sup>b</sup>
10%	644.0±5.7 <sup>b</sup>	66.4±0.1 <sup>b</sup>	5.0±0.1 <sup>b</sup>	3.1±0.0 <sup>c</sup>	336.0±8.5 <sup>c</sup>	158.5±4.9 <sup>a</sup>	52.5±0.7 <sup>c</sup>
15%	680.5±2.1 <sup>a</sup>	67.4±0.1 <sup>a</sup>	4.4±0.1 <sup>c</sup>	2.8±0.1 <sup>c</sup>	316.0±2.8 <sup>c</sup>	161.5±10.6 <sup>a</sup>	56.0±1.4 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD, n=5.

<sup>a-d</sup>Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's range test (p<0.05).

5% 첨가 시에는 대조구와 유의적 차이가 없는 것으로 나타나 노화에 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다. Kim 등(22)은 메밀가루를 이용한 제빵적성 연구에서 밀가루 빵에 비하여 메밀가루를 혼합한 빵에서는 메밀가루의 첨가량이 증가할수록 enthalpy가 증가하여 노화가 빨리 진행되었으며 이는 저장기간이 경과되었을 때도 같은 경향을 보였다고 하였다. 이상의 호화 특성에 관한 실험에서 흑마늘 추출액의 첨가량이 증가됨으로써 호화 개시온도, 최고점도는 증가하였으며 유지강도, 최종점도, set back 값도 증가하였다. 그러나 흑마늘 추출액 5% 첨가구는 대조구와 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다(p<0.05).

Farinograph 특성

강력분에 흑마늘 추출액 양을 달리 첨가하여 Farinograph 특성을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 반죽의 강도는 대조구가 508.5±2.1 BU, 흑마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 591.5±0.7, 644.0±5.7, 680.5±2.1 BU로 나타나 대조구보다 흑마늘 추출액 첨가구에서 높았으며 첨가량이 많을수록 증가하여 유의적 차이가 있었다(p<0.05). 흡수율은 대조구가 63.1±0.1%, 흑마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 65.1±0.0, 66.4±0.1, 67.4±0.1%로 대조구에 비해 흡수율이 증가하였다. 흑마늘 추출액 첨가량이 증가할수록 흡수율이 증가한 것은 흑마늘 추출액에 함유된 고형분 즉, 당이나 단백질 등이 반죽 중의 수분과 먼저 결합하여 소맥분이 흡수할 수분이 부족하였기 때문인 것으로 생각된다. 반죽형성시간은 대조구가 5.7분, 흑마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 5.2, 5.0, 4.4분으로 첨가량이 증가할수록 짧아지는 것으로 나타났다. Kwon 등(23)은 복분자즙을 첨가한 식빵의 품질 특성에서 대조구에 비해 복분자즙 첨가구의 반죽형성시간이 빨라진다고 하였는데, 이는 반죽에 복분자즙을 첨가하면 밀가루 단백질의 회석작용으로 생성되는 글루텐 함량이 적어 반죽의 점탄성이 다소 감소되는 것에 기인하기 때문이라고 하였다. 안정도는 대조구가 14.3±0.9분, 흑마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 5.3±0.4, 3.1±0.0, 2.8±0.1분으로 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 이는 마늘에 함유된 황 함유성분인 allyl methyl sulfide, diallyl sulfide, diallyl disulfide, S-ethyl cysteine, N-acetyl cysteine 등이 환원성 물질인 glutathione(16)과 같이 환원제로 작용하여 반죽 내의 글루텐 조직을 약화시켰기 때문으로 생각된다(17).

Hwang 등(21)은 녹차분말을 첨가하여 반죽의 레올로지를 분석한 결과 반죽의 안정도는 대조구의 18.3분에서 녹차분말을 1% 첨가하였을 때 14.4분으로 감소하였다고 하였다. 반죽의 안정도는 그래프가 500 BU에 도달한 시간에서 떠날 때까지의 시간으로 소맥분에 함유된 글루텐의 질과 양에 따라 결정되는데, Lindborg 등(24)은 글루텐이 강하면 안정도가 길어지고 믹싱 및 발효 내구력이 좋아지는데 반하여 글루텐의 양이 적거나 약할 경우에는 안정도가 짧아진다고 하였다. 약화도는 대조구가 897.0±26.9 sec, 흑마늘 추출액을 5, 10, 15% 첨가구는 각각 475.0±18.4, 336.0±8.5, 316.0±2.8 sec로 첨가량이 증가할수록 급격히 감소하였다. 이는 흑마늘 추출액의 성분이 환원제로 작용하였기 때문으로 생각된다. 반죽의 내성(MTI)은 대조구가 12.0±1.4 BU, 흑마늘 추출액을 5, 10, 15% 첨가구는 각각 75.0±1.4, 158.5±4.9, 161.5±10.6 BU로 대조구보다 높게 나타났다. FQN(Farinogram quality number)은 대조구가 149.5±4.9, 흑마늘 추출액을 5, 10, 15% 첨가구는 각각 79.0±2.8, 52.5±0.7, 56.0±1.4로 첨가량이 증가할수록 감소하였으나 10%와 15% 첨가구에서는 유의적 차이가 없었다(p<0.05). 이상의 실험에서 빵 제조 시 흑마늘 추출액을 첨가하면 반죽의 강도, 수분흡수율, MTI (Mixing tolerance index) 등은 첨가량이 증가할수록 높아졌으며, 안정도와 time to break down 값은 시험구에 비해 대조구에서 높았다.

Alveograph 특성

강력분에 흑마늘 추출액 양을 달리 첨가하여 Alveograph를 측정된 결과는 Table 4와 같다. P<sub>max</sub>는 대조구가 98.5±0.7 mm, 흑마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 78±0.7, 74±1.4, 70±1.4 mm로 나타나 첨가량이 증가할수록 P<sub>max</sub> 값은 감소하였고 대조구와 유의적 차이가 있었다(p<0.05). 흑마늘 추출액 첨가량이 많아질수록 P<sub>max</sub> 값이 작아진 것은 Farinograph의 안정도에서와 같이 환원제로 작용한 마늘 성분에 의하여 반죽이 약화되고 따라서 반죽을 변형하는데 적은 힘이 필요했기 때문으로 생각된다. Yoon 등(25)은 중력분에 인삼분말을 첨가하여 Alveograph를 분석한 결과 인삼분말 첨가구의 P<sub>max</sub> 값이 낮지 않은 대조구에 비하여 작아졌다고 하였는데, 이는 인삼분말에 함유된 전분이 글루텐을 회석하여 반죽이 약화됨을 의미한다고 하였다. 팽창된 반죽이 터질 때까지의 신장성인 L 값은 대조구가 121±0.7 mm, 흑

Table 4. Alveogram parameters of the bread flour added with different amount of black garlic extract

Samples	Overpressure $P_{max}$ (mm)	Extensibility $L$ (mm)	Swelling index $G$ (mm)	Deformation energy $W$ ( $10^{-4}$ J)
Control	98±0.7 <sup>a1)</sup>	121±0.7 <sup>b</sup>	24±0.1 <sup>b</sup>	406±9.2 <sup>a</sup>
5%	78±0.7 <sup>b</sup>	125±10.6 <sup>b</sup>	25±2.3 <sup>b</sup>	266±25.5 <sup>b</sup>
10%	74±1.4 <sup>b</sup>	137±6.4 <sup>b</sup>	26±0.6 <sup>b</sup>	252±1.4 <sup>b</sup>
15%	70±1.4 <sup>c</sup>	159±3.5 <sup>a</sup>	30±0.3 <sup>a</sup>	146±1.4 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD, n=5.

<sup>a-c</sup>Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's range test ( $p < 0.05$ ).

마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 125±22.6, 137±6.4, 159±3.5 mm로 첨가량이 많을수록 증가하여 유의적 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 특히 흑마늘 추출액 15% 첨가구는 다른 첨가구에 비해  $L$  값이 현저히 증가하였으며 다른 첨가구와는 유의적인 차이를 보였다. 이상의 흑마늘 추출액을 첨가한 본 실험에서 첨가량이 증가함에 따라  $L$  값도 증가하였는데 이는 흑마늘 추출액의 환원작용에 의해 반죽의 탄력성은 줄어들었으나, 신장성은 커졌기 때문으로 생각된다.

팽창지표인  $G$  값은 대조구가 24±0.1 mm, 흑마늘 추출액 5, 10, 15% 첨가구는 각각 25±2.3, 26±0.6, 30±0.3 mm로 첨가구가 대조구에 비해 높았다. 대조구와 5% 및 10% 첨가구는 유의적 차이를 보이지 않았으나 15% 첨가구는 유의적 차이를 보여  $G$  값도  $L$  값과 동일한 경향을 보였다. 반죽의 탄력에 대한 저항성을 나타내는  $W$  값은 대조구가 406±9.2×10<sup>-4</sup> J이었고 흑마늘 추출액을 5, 10, 15% 첨가구는 각각 266±25.5, 252±1.4, 146±1.4×10<sup>-4</sup> J로 흑마늘 추출액 첨가량이 많아질수록  $W$  값이 감소하였으나 5%와 10% 첨가구에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 대조구와 15% 첨가구에서는 유의적인 차이가 있었다.  $W$  값의 감소는 흑마늘에 함유되어 있는 환원성 물질이 반죽을 약화시켜 반죽이 부드러워지고 따라서 반죽의 변형에 필요한 에너지도 감소되었기 때문으로 생각된다. 반죽 1 g을 기준으로 하여 반죽의 변형 작용에 필요한 에너지를 10<sup>-4</sup> J로 계산한 것이  $W$  값으로 반죽의 부피와 탄력성을 간접적으로 측정할 수 있다 (26). 이상의 실험에서 Alveograph로 측정된 글루텐의 강도를 나타내는  $P_{max}$ 는 대조구가 높았고,  $L$ ,  $G$ ,  $W$  값은 시험구가 높아 시험구보다 대조구의 반죽이 강한 것으로 나타났다. 또한 Farinogram의 탄력도가 흑마늘 추출액의 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났으며  $W$  값도 감소하였다. 이는 흑마늘 추출액 첨가량이 증가할수록 diallyl sulfide, diallyl disulfide, S-ethyl cysteine, N-acetyl cysteine 등의 환원력이 있는 황 함유화합물(17)이나 gallic acid 등이 환원제로 작용하여 반죽이 변형되는데 적은 힘이 필요했다고 생각된다.

## 요 약

제빵용 밀가루인 강력분에 흑마늘 추출액을 0, 5, 10, 15% 첨가하여 반죽의 레올로지 특성으로 Falling number, RVA에 의한 호화 특성, Farinograph, Alveograph 등을 분석하였

다. Falling number는 흑마늘 추출액의 첨가량이 증가함에 따라 대조구에 비하여 낮아졌으나 제빵적성의 범위에 있었다. 호화도 특성에서 흑마늘 추출액의 첨가량이 증가함에 따라 호화개시 온도, 최고점도, 유지강도, 최종점도, break down, set back 등 모두가 대조구에 비해 증가하였다. Farinograph 측정에서 흑마늘 추출액 첨가량이 증가할수록 반죽의 강도와 흡수율은 증가하였고, 반죽형성시간은 감소하였으며 안정도와 약화도는 급격히 감소하는 경향을 나타냈다. 반죽의 내성(MTI)은 대조구에 비해 흑마늘 추출액 첨가량이 증가할수록 증가하였으며, FQN은 대조구가 가장 높았다. Alveograph 측정에서  $P_{max}$ 는 대조구가 가장 높았고  $L$ ,  $G$  값은 흑마늘 추출액 15% 첨가구가 가장 높았으며  $W$  값은 15% 첨가구에서 가장 낮았다. 이상의 실험 결과 흑마늘 추출액 5%까지는 첨가가 가능하나 그 이상은 반죽의 레올로지 특성을 저하시켜 제빵 적성이 나빠질 것으로 생각된다.

## 문 헌

- Jo JS. 1990. *Food materials*. Gijeonyungusa, Seoul, Korea, p 154-155.
- Kamanna VS, Chandrasekhara N. 1983. Biochemical and physiological effects of garlic (*Allium sativum* Linn.). *J Sci Indust Res* 42: 353-359.
- Choi JH, Byun DS. 1986. Studies on anti-aging of garlic, *Allium sativum* L (1). Comparative study of garlic and ginger components on antiaging action. *Korean Biochem J* 19: 140-146.
- Kim ES, Chun HJ. 1993. The anticarcinogenic effect of garlic juice against DMBA induced carcinoma on the hamster buccal pouch. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 398-404.
- Cavallito CJ, Bailey JH. 1944. *Alliin*, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties, and antibacterial action. *J Am Chem Soc* 66: 1950-1956.
- Dewit JC, Notermans S, Gorin N, Kampelmacher EH. 1979. Effect of garlic oil or toxin production by *Clostridium botulinum* in meat slurry. *J Food Protect* 42: 222-227.
- Sheo HJ. 1999. The antibacterial action of garlic, onion, ginger and red pepper juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 94-99.
- Nagai K, Park MH, Ha SK, Kim GH. 2000. Effects of garlic extract for protecting the infection of influenza virus. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 128-133.
- Won YS. 2000. Manufacture process of aged black garlic. *Korean Patent* 10-0738427.
- Jeon JR, Kim J. 2004. Properties on the quality characteristics and microbial changes during storage added with extracts from *Ulmus cortes*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 180-186.

11. AACC. 2000. *American Association of Cereal Chemistry Approved Methods*. 10th ed. American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, MN, USA. 56-81B, 54-21, 54-30A.
12. Operation Manual for the Series 3 Rapid Visco Analyzer. 1995. Issued July. Newport Scientific Pty. Ltd., Warriewood, NSW, Australia. p 2.
13. SAS. 2000. User's guide. SAS Institute, Cary, NC, USA.
14. Varriano-Marston E, Hosney RC, Dunaway JA. 1982.  $\alpha$ -amylase determination: explanation for high falling numbers at lower bath temperatures. *Cereal Chem* 59: 151-152.
15. Kim YE. 2008. Development of ferment cultured by using red Koji and baking characteristics of bread made from red Koji ferment. *MS Thesis*. Konkuk University, Seoul, Korea.
16. Lee JH, Yun MS, Bog JH, An HG, Woo HS, Lee JJ. 2011. New practical bread and cake. Jigumunhwasa, Paju city, Korea. p 38, 48.
17. Yin MC, Hwang SW, Chan KC. 2002. Nonenzymatic activity of four organosulfur compounds derived from garlic. *J Agric Food Chem* 50: 6143-6147.
18. Shin JH, Choi DJ, Lee SJ, Cha JY, Sung NJ. 2008. Antioxidant activity of black garlic (*Allium sativum* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 965-971.
19. Chun SS, Park JR, Cho YS, Kim MY, Kim RY, Kim KO. 2001. Effect of onion powder addition on the quality of white bread. *Korean J Food Nutr* 14: 346-354.
20. Ha TY, Kim SH, Cho IJ, Lee HY. 2003. Effect of dietary fiber purified from *Cassia tora* on the quality characteristics of the bread with rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 35: 598-603.
21. Hwang SY, Choi OK, Lee HJ. 2001. Influence of green tea powder on the physical properties of the bread flour and dough rheology of white pan bread. *Korean J Food Nutr* 14: 34-39.
22. Kim BR, Choi YS, Lee SY. 2000. Study on bread-making quality with mixture of buckwheat-wheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 241-247.
23. Kwon KS, Kim YS, Song GS, Hong SP. 2004. Quality characteristics of bread with Rubi fructus (*Rubus coreanus mi-que*) juice. *Korean J Food & Nutr* 17: 272-277.
24. Lindborg KM, Tragardh C, Eliasson AC, Dejmek P. 1997. Time resolved shear viscosity of wheat flour doughs effect of mixing, shear rate, and resting on the viscosity of doughs of different flours. *Cereal Chem* 74: 49-50.
25. Yoon SB, Hwang SY, Chun DS, Kong SK, Kang KO. 2007. An investigation of the characteristics of sponge cake with ginseng powder. *Korean J Food Nutr* 20: 20-26.
26. Chopin manual operating and interpreting the results. 1997. Chopin SA Co., Villeneuve-la-Garenne, France. p 4.

(2011년 11월 11일 접수; 2012년 2월 16일 채택)