

청국장 분말을 첨가한 롤빵의 물성 및 관능적 특성

정인창[¶], 옥민*

서라벌대학 관광호텔조리과, *서라벌대학 기능식품컨설팅과

Rheological Properties and Sensory Characteristics of Roll Bread with *Chungkukjang* Powder

In-Chang Jung[¶], Min Ok*

Dept. of Tourism & Hotel Culinary Arts, Sorabol College

*Dept. of Functional Food Consulting, Sorabol College

Abstract

The purpose of this study was to investigate quality characteristics of roll bread with the addition of *Chungkukjang* powder(0, 5, 10, 15, 20%). The antioxidative activity of antioxidative substances produced from several bacterial strains isolated from fermented foods were tested by DPPH (α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl) free radical scavenging activity. The most optimal medium condition for the production of antioxidative substance from *Bacillus* sp. FF-7 was 2% galactose as carbon source and 1% tryptone as nitrogen source. In color values, with increasing *Chungkukjang* powder content, the "lightness" ($p<0.05$) decreased in the crumb bread, while the redness($p<0.05$) and yellowness($p<0.05$) increased. The volume and specific volume of roll bread with 5.0% *Chungkukjang* powder were the highest($p<0.05$). In the rheology measurements for the roll bread, the hardness ($p<0.05$) decreased with the addition of 5.0% *Chungkukjang* powder, but then increased with further additions of *Chungkukjang* up to 10.0%. Highest sensory scores for color, flavor, taste($p<0.05$), texture($p<0.05$) and overall acceptance($p<0.05$) were obtained from roll bread with 5.0% *Chungkukjang* powder and control. From the results of this study, it was assumed that the development of food products using *Chungkukjang* is prospective in response to health-oriented consumers.

Key words : *Chungkukjang* powder, roll bread, antioxidative activity, DPPH, rheological properties, sensory characteristics.

I. 서 론

경제 성장과 소득이 증대됨에 따라 식생활이 많이 불규칙해졌으며, 고지방 식이

¶ : 교신저자, 019-550-8253, jicjjo@sorabol.ac.kr, 경북 경주시 충효동 165

섭취 등 식생활 패턴의 변화로 인해 뇌 혈관계 질환, 심장병, 고혈증 및 당뇨병 등의 성인병 질환과 암으로 인한 사망율이 크게 높아지고 있다(Sin MK & Han SH 2001). 식생활은 점점 더 간편화·서구화 되고 있으며 이에 따라 빵의 소비도 증가하고 있는데, 건강에 대한 관심이 날로 고조되면서 빵에 다양한 기능성을 부여하고자 하는 연구들이 많이 이루어지고 있다. 이에 따라 제빵 재료에 있어서도 호박(Moon et al. 2004), 복분자(Kwon et al. 2004), 된장(Oh HJ · Kim CS 2004), 버섯 분말(Lee et al. 2004), 누에 가루(Kim et al. 2005), 대추 추출액(Bae et al. 2005) 등 다양한 천연소재를 이용하여 품질을 높이고자 시도한 연구들이 보고되고 있다. 한편 생체 내에서 산화 스트레스에 의한 free radical(유리기) 생성은 생체막의 구성성분인 불포화 지방산을 산화시키고, 이로 인해 생성된 과산화지질의 증가는 여러 조직을 손상시켜 대사 장애를 초래함으로써 생체기능의 저하나 노화 및 만성 퇴행성 질환들의 유발과 밀접한 관련을 가진 것으로 알려지고 있다(Min et al. 2003). 따라서 생체 내에서 free radical 형성에 의한 체내의 산화적 손상을 억제시킬 수 있는 생리활성 물질이 있다면 이는 순환기계 질환과 암 등 만성질환의 발병률을 낮추는 데에도 크게 기여할 것으로 생각된다. 최근 항산화 효과가 뛰어난 미생물 유래 항산화 물질에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있는데(Jeong et al. 2003; Kim HJ · Lee KR 2003), 곰팡이, 세균 유래의 배양액에서 항산화 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다(Kim et al. 2004). 이 중 청국장은 우리나라 고유의 콩 발효 식품으로서 된장, 간장과는 달리 발효기간이 매우 짧으며 단백질과 지질의 함량이 높고 소화흡수율도 높아 고 영양식으로서 많은 주목을 받고 있으며(Ho et al. 1999), 혈전 용해 작용(Yoo et al. 1998), 항암작용(Chem BE 1994), 항산화 효과(Lee et al. 2005) 등이 보고되면서 기능성 건강식품으로도 큰 관심을 모으고 있다. 이에 본 연구에서는 발효 식품 유래 *Bacillus* sp. FF-7 균주를 이용하여 제조한 청국장 분말을 빵에 첨가하여 빵의 물성학적 및 관능적 품질특성을 조사함으로써 기능성이 강화된 빵의 이용 가능성을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 청국장 제조

본 실험에 사용한 청국장의 제조 균주는 서라벌대학 기능식품 컨설팅과에서 분리한 혈전 용해 효소 활성과 성장 속도가 뛰어난 *Bacillus* sp. FF-7 KCTC 0869BP(이하 *Bacillus* sp. FF-7)였다. 고체 평판배지에 보존된 균을 백금이로 300 mL 삼각플라스크에 분주한 100 mL의 LB 배지(bacto trytone 10 g/L, yeast extract 5 g/L, NaCl 5 g/L, pH 6.8)에 접종하였다. 이것을 37°C, 180 rpm에서 8시간 동안 배양하여 지수성장 말기에 분광광도계(HP 8452A, USA)를 사용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 흡광도가 1.8에 이르렀을 때 평균 배양을 완료하였다. 24시간 동안 3배수의 배

수에 침지시킨 후 흐르는 물기를 제거하고 121℃에서 1시간 동안 멸균한 대두를 무균상자에 방치하여 온도가 약 30℃ 정도 되었을 때 준비된 *Bacillus* sp. FF-7 균주를 접종하여 37℃에서 24시간 배양하였다. 제조된 청국장은 동결 건조하였으며, 분말화(수분함량 10.25%)하여 실험에 사용하였다. 청국장 제조용 대두는 경주시 재래시장에서 구입한 국산 대두이며, 밀가루는 CJ(주) 강력분 1등급, 생이스트와 제빵개량제는 (주)웰가, 마가린은 롯데삼강, 탈지분유는 서울우유, 설탕은 삼양사의 정백당, 소금은 (주)한주 정제염을 사용하였다.

2. DPPH법에 의한 청국장 균주의 항산화 활성 측정

DPPH 용액은 100 mL 에탄올에 DPPH 16 mg을 녹인 후 증류수 100 mL를 혼합하여 Whatman filter paper No. 2에 여과시켜 만들었다. 이 용액 5 mL에 *Bacillus* sp. FF-7 배양액 1 mL 및 BHT 0.05%를 함유한 용액 1 mL를 각각 혼합하여 37℃에서 30분간 반응시킨 후 528 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능(Electron donating ability, EDA)은 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도 차를 측정하여 백분율로 표시하였다.

$$\text{EDA (\%)} = (\text{대조구흡광도} - \text{시료첨가구흡광도}) / \text{대조구흡광도} \times 100$$

1) 탄소원 종류 및 농도에 따른 배양액의 항산화 활성

탄소원의 종류에 따른 배양액의 항산화 활성 측정은 DPPH 법에 의한 전자공여능으로 측정하였다. 균주 배양은 기본배지인 L-broth 배지(bactotryptone 10 g/L, yeast extract 5 g/L, NaCl 5 g/L, pH 6.8)에 glucose, sucrose, maltose, lactose, galactose를 각각 2% 농도로 첨가하고 초기 pH를 동일하게 6.8로 조정된 후 청국장 발효균을 각각 2%로 접종하여 30℃에서 18시간 배양한 후 7,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻은 상등액을 항산화 측정에 이용하였다. 또한 청국장 발효균 배양시 첨가한 탄소원 중에서 항산화 활성이 가장 우수한 탄소원의 농도별 효과를 검토하기 위하여 L-broth에 1, 2, 3, 5 및 7% 농도로 각각 첨가하여 30℃에서 18시간 배양한 상등액을 이용하여 항산화 활성을 측정하였다.

2) 질소원 종류 및 농도에 따른 배양액의 항산화 활성

질소원의 종류에 따른 배양액의 항산화 활성 측정은 DPPH 법에 의한 전자공여능으로 측정하였다. 균주 배양은 기본배지인 L-broth 배지에 tryptone, yeast extract, malt extract, beef extract, (NH₄)₂SO₄를 각각 1% 농도로 첨가하고 청국장 발효균을 각각 2%로 접종하여 초기 pH를 동일하게 6.8로 조정된 후 30℃에서 18시간 배양한 후 7,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻은 상등액을 항산화 측정용 물질로 이용하

였다. 또한 청국장 발효균 배양시 첨가한 질소원 중에서 항산화 활성이 가장 우수한 질소원의 농도별 효과를 검토하기 위하여 L-broth에 1, 2, 3, 5 및 7% 농도로 각각 첨가하여 30℃에서 18시간 배양한 상등액을 이용하여 항산화 활성을 측정하였다.

3. 빵의 제조

청국장 분말 첨가량을 달리하여 롤 빵 제조에 사용한 반죽의 배합비는 <Table 1> 과 같다. 제빵시 반죽은 Finny 등(1984)의 방법을 수정한 직접 반죽법으로 수직형 반죽기(Model NVM-95, Dae Young Co., Korea)를 사용하여 마가린을 제외한 전 재료를 믹서 볼에 넣고 클린업 상태까지 믹싱한 후 마가린을 첨가하여 저속에서 2분간 혼합한 다음 중고 속에서 글루텐이 최적 상태로 형성될 때까지 믹싱하여 반죽온도가 27℃가 되도록 하였다. 1차 발효는 온도 27±1℃, 상대습도 75%의 발효기에서 60분간 발효하였고 발효가 끝난 반죽은 40 g씩 분할한 후 둥글리기 하여 10분간 중간발효시킨 다음 타구공 모양으로 둥글게 만들어 기름칠을 얇게 한 철판에 팬닝하고 2차 발효기(온도 35± 1℃, 상대 습도 85± 5%)에서 30분간 발효하였다. 2차 발효를 마친 반죽은 윗불 190℃, 아랫불 150℃로 예열된 오븐(Model FDO-7102, Dae Young Co., Korea)에서 12분간 굽기를 한 후 실온에서 1시간 방냉하여 폴리에틸렌 필름을 사용하여 포장하였다.

1) 반죽의 pH

<Table 1> Formulas of the roll bread prepared by different ratio of *Chungkukjang* powder (Unit: g)

Ingredients	<i>Chungkukjang</i> powder content(%)				
	0	5.0	10.0	15.0	20.0
Wheat flour	100.0	95.0	90.0	85.0	80.0
<i>Chungkukjang</i> powder	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0
Compressed yeast	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Yeast food	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Sugar	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Salt	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Margarine	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Non-fat dry milk	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Egg	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Water	47.0	47.0	47.0	47.0	47.0

청국장 분말 첨가량을 달리하여 제조한 반죽을 혼합이 끝난 직후와 90분간 발효하면서 30분 간격으로 반죽의 pH를 측정하였다. 시료 10 g을 각각 취해 250 mL 비이커에 넣고 100 mL 증류수를 가하여 균일하게 혼합시킨 다음 25℃에서 10분간 방치한 후 그 혼탁액을 pH meter(AM-30V, Toyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

2) 색 도

색차계(Color difference meter, Model CR-200 Minolta, Japan)를 사용하여 빵을 세로 20 mm 두께로 잘라 crust와 crumb 부분의 중앙 부분을 3회 반복 측정하고 그 값은 Hunter Scale에 의해 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)으로 나타내어 통계처리하였다.

3) 빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기 손실을

빵의 무게는 빵을 구운 후 실온에서 2시간 방냉한 다음 측정하였으며 빵의 부피는 종자치환법(Pyler EJ 1979)으로 빵 3개를 각각 세 번씩 측정한 값을 산술평균으로 나타내었고 비용적(specific volume)은 빵 1 g이 차지하는 부피(mL)로 나타내었으며 굽기 손실율은 다음 식과 같다.

$$\text{Specific volume(mL/g)} = \text{Bread volume} / \text{Dough weight}$$

$$\text{Baking loss rate(\%)} = (\text{Dough weight} - \text{Bread weight}) / \text{Dough weight} \times 100$$

4) 빵의 물성 측정

빵을 구운 후 실온에서 2시간 동안 방냉하고 Rheometer(Compac CR-100D, Sun Scientific Co., Ltd. Japan)를 사용하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess)을 측정하였다. 시료는 20×20×30 mm로 하여 3회 반복 측정하여 통계처리 하였다. 측정 조건은 압착율 50%, table speed 60 mm/min, adaptor diameter 15 mm, load cell 2 kg으로 하였다.

5) 관능검사

관능평가는 서라벌대학 호텔조리과에 재학 중인 학생 20명(남학생 10명, 여학생 10명)으로 구성하여 시료를 일정한 크기로 잘라 5점법의 기호도 검사법(Lee et al. 1982)으로 시행하였다. 시료는 난수표에 의한 세 자리 숫자가 기록된 수로 표시하고 동일한 모양의 접시에 담아 칸막이가 있는 개인 검사대에 제공하였다. 평가 항목은 색상, 향미, 맛, 조직감, 전반적인 기호도로 나누어 시행하였으며 아주 좋다 5점, 좋다 4점, 보통이다 3점, 싫다 2점, 아주 싫다 1점으로 평가하였다.

6) 통계처리

관능검사에 대한 통계처리는 SPSS 10.0 for windows 프로그램을 사용하였으며 분산분석(analysis of variance)과 Duncan의 다중 검증법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검정하였다(Steel RD · Torrie JH 1980).

III. 결과 및 고찰

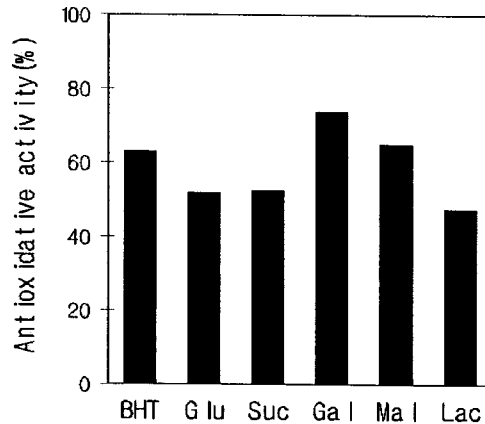
1. 탄소원 종류 및 농도에 따른 청국장 균주의 항산화 활성

DPPH법은 tocopherol, ascorbate, flavonoid 화합물, 방향족 아민류, maillard형 갈변 생성물질, peptide 등의 항산화 활성을 나타내는 생리활성 물질에 의해 환원됨으로서 짙은 자색이 탈색되는 정도에 따라 항산화 효과를 전자공여능으로 측정하는 방법(Blois MS 1958)으로 항산화제 탐색에 일반적으로 이용되는 방법으로 알려져 있다. 본 실험계의 대조구로 자주 사용하는 합성 항산화제인 BHT는 항산화 작용으로 반응 시간과 함께 528 nm에서 짙은 자색을 가지는 DPPH 용액의 흡광도가 점차적으로 감소하는 것으로 나타났다. 탄소원의 종류에 따른 *Bacillus* sp. FF-7 균주 배양액의 항산화 활성을 DPPH 법인 전자공여능으로 측정한 결과는 <Fig. 1>과 같이 47.5~74.0% 범위였으며, galactose > maltose > sucrose > glucose > lactose 순으로 나타났다. 대조구로 사용한 합성 항산화제 BHT 0.05%의 전자공여능 63.8%에 비해 galactose 첨가 배양액에서 74.0%로 비교적 높은 항산화 활성을 나타내었다. 또한 *Bacillus* sp. FF-7 균주 배양시 첨가한 탄소원 중에서 항산화 활성이 가장 우수한 galactose의 농도별 효과를 검토한 결과는 <Fig. 2>와 같이 2% > 1% > 3% > 5% > 7% 순으로 나타났다. 따라서 본 실험에 사용한 *Bacillus* sp. FF-7 배양액의 탄소원 첨가에 의한 항산화 활성은 2% 첨가 농도에서 배양한 배양액에서 가장 높았다.

2. 질소원 종류 및 농도에 따른 청국장 균주의 항산화 활성

본 실험에 사용된 청국장 균 배양액의 질소원 종류에 따른 항산화 활성을 DPPH 법에 의한 전자공여능으로 측정한 결과는 <Fig. 3>과 같이 21.5~67.8% 범위였으며, tryptone > malt extract > beef extract > yeast extract > (NH₄)₂SO₄ 순으로 나타났다. 대조구로 사용한 합성 항산화제 BHT 0.05%의 전자공여능 63.8%에 비해 tryptone 첨가 배양액에서 67.8%로 비교적 높은 항산화 활성을 나타내었다. 또한 *Bacillus* sp. FF-7 균주 배양시 첨가한 질소원 중에서 항산화 활성이 가장 우수한 tryptone의 농도 변화에 따른 효과를 검토한 결과는 <Fig. 4>와 같이 1% > 2% > 3% > 5% = 7% 순으로 나타났다. 따라서 본 실험에 사용된 청국장 발효균 배양액의 질소원 첨가에 의한 항산화 활성은 1% 첨가 농도에서 가장 높게 나왔다.

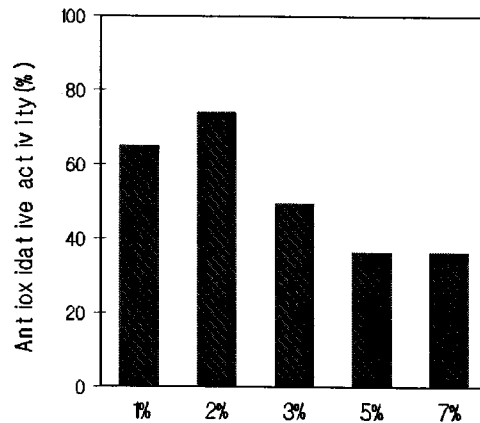
3. 반죽의 pH



<Fig. 1> Effect of carbon sources on the production of antioxidative substance by *Bacillus* sp. FF-7.

* The antioxidative activity was tested by DPPH method. BHT used as control at the level of 0.05%.

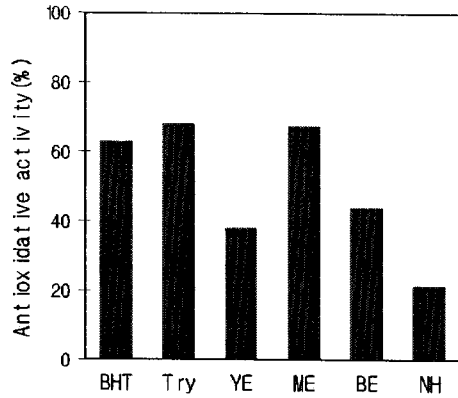
* BHT: Butylated hydroxytoluene, Glu: Glucose, Suc: Sucrose, Gal: Galactose, Mal: Maltose, Lac: Lactose.



<Fig. 2> Effect of galactose concentrations on the production of antioxidative substance by *Bacillus* sp. FF-7.

* The antioxidative activity was tested by DPPH method.

청국장 분말 첨가량을 달리하여 제조한 반죽의 발효과정 중 pH 변화를 측정한 값은 <Fig. 5>와 같다. 혼합 직후 반죽의 pH는 대조구가 5.30이었고 청국장 분말 5.0% 첨가구는 5.25였으며 10.0% 첨가구는 5.12, 15.0% 첨가구는 5.10, 20.0% 첨가구는 4.92였다. 발효 30분 경과시 대조구의 pH는 5.28이었고 60분과 90분 경과시에는 각각 5.24, 4.80으로 저하하는 경향을 보였다. 청국장 분말을 5.0% 첨가시에는 발효시



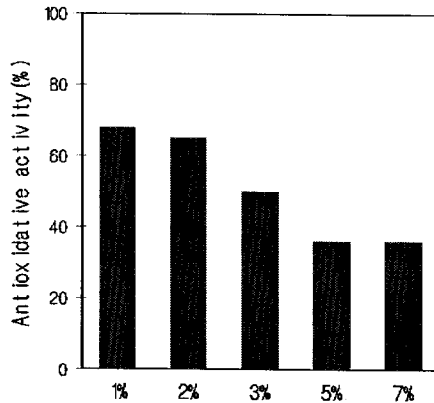
<Fig. 3> Effect of nitrogen sources on the production of antioxidative substance by *Bacillus* sp. FF-7.

* The antioxidative activity was tested by DPPH method.

* BHT used as control at the level of 0.05%,

Try : Tryptone, YE : Yeast extract, ME : Malt extract, BE : Beef extract,

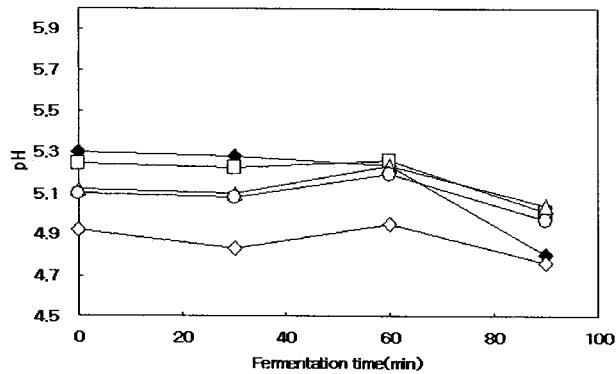
NH : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.



<Fig. 4> Effect of tryptone concentrations on the production of antioxidative substance by *Bacillus* sp. FF-7.

* The antioxidative activity was tested by DPPH method.

간 30분, 60분 및 90분 경과시 5.23, 5.26, 5.01로 나타났다. 청국장 분말 10.0% 첨가구는 발효시간 30분, 60분, 90분 경과에 따라 각각 5.10, 5.24, 5.04로 변화하였으며 15.0% 첨가구의 경우에도 발효 30분 후에는 5.08, 발효 60분 후에는 5.20, 90분 후에는 4.97로 pH가 나타났다. 또한 20.0% 첨가구의 경우는 발효시간 30분, 60분 및 90분 경과시 4.83, 4.95, 4.76으로 반죽의 pH가 변화하였다. 청국장 분말을 첨가한 대부분 실험구의 pH가 발효가 진행됨에 따라 다소 완만하게 저하하는 경향을 보였으며,



<Fig. 5> The changes of pH during fermentation.

- ◆ 0% Chungkukjang powder added.
- 5.0% Chungkukjang powder added.
- △ 10.0% Chungkukjang powder added.
- 15.0% Chungkukjang powder added.
- ◇ 20.0% Chungkukjang powder added.

90분 발효후 대조구에 비해 다소 높은 pH를 나타내었다. 제빵시 이스트 발효 속도는 첨가된 원료 성분에 의한 pH, 영양원의 종류, 물의 종류와 삼투압 등에 영향을 받으며 발효가 진행됨에 따라 pH는 저하되며 발효시 pH의 저하 정도는 원료 단백질의 완충작용에 영향을 받았다고 발표된(Magoffin CD · Hosney RC 1974) 바 있으나 본 실험에서 청국장 분말을 첨가한 실험구의 혼합 초기 pH가 대조구에 비해 낮게 나타난 것은 청국장 분말 재료의 성분에 영향을 받은 것이고 발효가 진행되면서 완만한 pH 저하를 보인 것은 청국장 분말의 첨가가 반죽의 숙성을 다소 저지한 때문으로 생각된다.

4. 색 도

청국장 분말 첨가량을 달리하여 제조한 빵의 색도를 측정된 결과는 <Table 2>와 같다. 빵의 crust 색도를 측정된 결과, 명도를 나타내는 L값은 청국장 분말 첨가량 10.0%까지는 거의 변화를 보이지 않았으나 15.0% 부터는 유의적으로 감소하였다. 적색도인 a값은 청국장 분말 10.0% 첨가구가 유의적으로 가장 높았고 20.0% 첨가구가 15.0% 첨가구와 유의적 차이 없이 가장 낮았다. 황색도인 b값은 유의적인 차이가 없었다. 빵의 crumb 색도를 측정된 결과, 명도를 나타내는 L값은 청국장 분말 첨가량을 늘임에 따라 유의적으로 수치가 낮아진 반면 적색도인 a값은 유의적으로 수치가 증가하였으며 황색도인 b값은 청국장 분말 첨가량이 증가할수록 15%까지 그 값이 유의적으로 증가하는 경향을 보이다가 20.0% 첨가구는 다시 수치가 다소 낮아졌다. 이런 결과는 굽기 과정에서 일어나는 캐러멜화 반응과 메일라드 반응이 청국장

〈Table 2〉 Color values of the roll bread crumb and crust prepared by different ratio of *Chungkukjang* powder

Color values ¹⁾	<i>Chungkukjang</i> powder content(%)					F-value
	0	5.0	10.0	15.0	20.0	
Bread crust L	45.40±2.40 ²⁾	45.23±0.03 ^a	43.81±0.67 ^{ab}	42.33±0.13 ^b	33.11±1.55 ^c	45.481 ^{***}
Bread crust a	13.65±0.03 ^c	14.29±0.01 ^b	14.38±0.06 ^a	13.24±0.03 ^d	13.18±0.06 ^d	563.278 ^{***}
Bread crust b	20.53±1.42 ^a	20.60±0.28 ^a	19.31±1.18 ^a	19.69±0.06 ^a	19.65±1.58 ^a	0.861
Bread crumb L	72.25±1.01 ^a	70.88±0.24 ^a	66.83±0.52 ^b	65.20±0.50 ^c	55.18±1.20 ^d	222.432 ^{***}
Bread crumb a	-3.20±0.06 ^c	-2.95±0.03 ^d	-2.33±0.07 ^c	-1.76±0.08 ^b	-0.70±0.11 ^a	531.794 ^{***}
Bread crumb b	14.41±0.53 ^d	16.17±0.08 ^c	18.10±0.07 ^b	19.31±0.19 ^a	18.22±0.14 ^b	159.551 ^{***}

¹⁾ L: Lightness(white; +100~black; 0), a: redness(red; +100~green; -80),
b: yellowness(yellow; +70~blue; -70).

²⁾ Values are Mean±S.D., n=3.

Means followed by the same letter in row are not significantly different($p < 0.05$).

^{***} $P < 0.001$.

분말의 첨가로 인하여 진전된 것으로 생각되며 첨가량도 색도에 영향을 준 것으로 나타났다.

5. 빵의 부피, 무게, 비용적 및 굽기 손실을

청국장 분말 첨가량을 달리하여 제조한 빵의 외적 특성은 〈Fig. 6〉과 같으며, 빵의 부피와 무게를 측정된 결과는 〈Table 3〉과 같다. 빵의 부피는 청국장 분말 5.0% 첨가구가 164.33 mL로 유의적으로 가장 컸고, 청국장 분말 20.0% 첨가구가 152.67 mL로 가장 작았다. 빵의 무게는 대조구가 36.33 g, 청국장 분말 5.0% 첨가구는 36.00 g, 10.0% 첨가구는 37.00 g, 15.0% 첨가구는 37.33 g, 20.0% 첨가구는 37.50 g으로 청국장 분말 첨가량 20%에서 대조구에 비하여 유의적으로 무게가 많이 나갔다. 비용적은 청국장 분말 5.0% 첨가구가 4.11 mL/g으로 가장 컸고, 대조구가 4.07 mL/g을 나타내었으며 10.0%, 15.0%, 20.0% 청국장 분말 첨가구가 각각 4.04 mL/g, 3.91 mL/g, 3.82 mL/g으로 청국장 분말의 첨가량이 늘어날수록 전반적으로 빵의 부피와



〈Fig. 6〉 Roll breads prepared at various levels of adding *Chungkukjang* powder.

〈Table 3〉 Baking loss rate and specific volume of roll bread prepared by different ratio of *Chungkukjang* powder

	<i>Chungkukjang</i> powder content(%)					F-value
	0	5.0	10.0	15.0	20.0	
Bread volume (mL)	162.67±1.15 ^b	164.33±0.58 ^a	161.33±0.58 ^c	156.33±0.58 ^d	152.67±0.58 ^c	131.438 ^{***}
Bread weight (g)	36.33±0.58 ^{bc}	36.00±1.00 ^c	37.00±0.50 ^{abc}	37.33±0.29 ^{ab}	37.50±0.00 ^a	3.750 ^{**}
Specific volume (mL/g)	4.07±0.03 ^b	4.11±0.02 ^a	4.04±0.01 ^b	3.91±0.02 ^c	3.82±0.02 ^d	116.009 ^{***}
Baking loss rate (%)	9.17±1.44 ^{ab}	10.00±2.50 ^a	7.50±1.25 ^{abc}	6.67±0.72 ^{bc}	6.25±0.00 ^c	3.750 ^{**}

* Means of five replicates in which the same superscripts in each row are not significantly different($p<0.05$).

** $P<0.01$, *** $P<0.001$.

비용적이 줄어드는 경향이였다. 빵의 부피는 밀가루 단백질 함량과 질, 글루텐의 형성 정도에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kim et al. 1978). 청국장 분말 첨가량 5%에서 부피와 비용적이 가장 높은 수치를 나타내다가, 첨가량이 증가할수록 빵의 부피가 감소한 것은 청국장 분말 첨가에 의해 빵반죽의 gluten이 감소하였고 protease의 과도한 활성으로 인해 gluten이 약화된 때문으로 생각된다. 굽기 손실율은 청국장 분말 첨가량 10.0% 이상에서 첨가량을 증가할수록 대조구에 비해 손실량이 감소하는 경향을 보였다. 굽기손실은 발효산물 중 휘발성 물질이 휘발하면서 수분이 증발한 것으로 일정량의 수분손실은 빵의 호화를 돕고 껍질의 착색도 좋게 하는데(Kim et al. 1978), 본 실험에서 나타난 지나친 수분 손실량 감소는 빵의 품질에 부정적인 영향을 끼치는 것으로 생각된다.

6. 빵의 물성

청국장 분말 첨가량을 달리하여 제조한 빵의 물성은 〈Table 4〉와 같이 경도, 응집성, 탄력성 및 점착성 등을 측정하였다. 청국장 분말 5.0% 첨가구가 115.12 g으로 경도가 가장 낮았지만, 전반적으로 청국장 분말의 첨가량이 늘어날수록 경도가 증가하였고 탄력성은 낮아지는 경향을 보였다. 또한 청국장 분말 20% 첨가구가 대조구와 유의적인 차이를 보이면서 응집성이 가장 낮았고 점착성은 가장 높았다. 빵의 경도에 영향을 미치는 요인으로 수분함량, 기공의 발달 정도 및 부피 등이 있는데 기공이 잘 발달된 빵은 부피가 크고 부드러움이 증가하여 경도가 낮게 나타난다(Chabot

〈Table 4〉 Rheological characteristics of roll bread prepared by different ratio of *Chungkukjang* powder

	<i>Chungkukjang</i> powder content(%)					<i>F</i> -value
	0	5.0	10.0	15.0	20.0	
Hardness (g/cm ²)	127.09±3.61 ^c	115.12±5.99 ^d	131.82±3.13 ^c	150.68±3.63 ^b	180.13±3.99 ^a	109.762 ^{***}
Cohesiveness (g/cm ²)	42.53±5.96 ^a	38.81±8.87 ^a	33.35±2.75 ^{ab}	32.33±4.13 ^{ab}	28.40±1.32 ^b	3.322
Springiness (%)	75.18±5.37 ^a	68.97±3.59 ^a	56.94±4.49 ^b	49.72±8.78 ^{bc}	43.70±4.51 ^c	16.143 ^{***}
Gumminess (g/cm ²)	6.65±1.05 ^b	6.33±1.41 ^b	8.25±1.41 ^{ab}	9.28±1.37 ^{ab}	10.68±3.18 ^a	3.021

* Means of five replicates in which the same superscripts in each row are not significantly different($p < 0.05$).

*** $P < 0.001$.

〈Table 5〉 Sensory evaluation of the roll bread prepared by different ratio of *Chungkukjang* powder

	<i>Chungkukjang</i> powder content(%)					<i>F</i> -value
	0	5.0	10.0	15.0	20.0	
Color	4.35± 0.74 ^{a1)}	4.00± 0.64 ^{ab}	3.65± 0.74 ^b	3.55± 0.99 ^b	2.90± 1.07 ^c	8.004 ^{***}
Flavor	3.70± 0.97 ^{a2)}	4.10± 0.71 ^{ab}	3.30± 1.08 ^{bc}	2.90± 0.96 ^c	2.15± 0.74 ^d	13.654 ^{***}
Taste	3.75± 1.18 ^a	3.90± 0.71 ^a	3.00± 1.12 ^b	2.90± 0.78 ^b	1.95± 1.09 ^c	12.531 ^{***}
Texture	4.03± 0.73 ^a	4.05± 0.67 ^a	3.40± 0.82 ^b	3.20± 0.76 ^{bc}	2.70± 0.97 ^c	16.070 ^{***}
Overall acceptance	4.25± 0.55 ^a	4.15± 0.58 ^a	3.45± 0.97 ^b	3.00± 0.85 ^b	2.20± 0.83 ^c	24.293 ^{***}

1) Rate using a scale of 1~5, where 5=excellent, 4=good, 3=fair, 2=poor, 1=bad.

2) Values are Mean± S.D., n=20.

Means followed by the same letter in column are not significantly different($p < 0.05$).

*** $P < 0.001$.

JF 1976). 본 실험에서 청국장 분말을 5% 이상 첨가할 때는 부피의 감소와 함께 빵의 경도를 증가시키고, 모든 시험구에서 탄력성도 감소시키는 것으로 나타났다.

7. 관능검사

청국장 분말을 첨가하여 제조한 롤 빵에 대한 관능검사를 실시한 결과는 <Table 5>와 같다. 색상, 향미, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도를 조사한 결과 색상은 대조구가 유의적으로 가장 높은 점수를 나타내었고 청국장 분말 5.0% 첨가구도 높은 점수를 나타내었으나 첨가량이 점차적으로 늘어날수록 낮은 점수를 보였다. 향, 맛 그리고 조직감에서는 청국장 분말 5.0% 첨가구가 대조구와 함께 유의적으로 높은 점수를 나타내었고 청국장 분말의 첨가량이 늘어날수록 청국장의 맛이 강하게 느껴져 거부감을 주었으며 제품의 평가도 낮게 나타났다. 전체적인 기호도에서도 대조구와 청국장 분말 5.0% 첨가구가 10.0%, 15.0%, 20.0% 청국장 분말 첨가구와 비교하여 유의적으로 높은 점수를 나타내었다. 본 실험의 관능검사에서 색상, 향미, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에서 청국장 분말을 5.0% 첨가한 빵이 대조구와 함께 대부분 유의적으로 높은 점수를 나타내었으므로 청국장의 소량 사용은 빵의 부피와 조직감을 떨어뜨리지 않으면서 기호성을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 청국장은 혈전 용해 활성화와 면역세포 활성화 등의 기능성이 뛰어나며(Kim et al. 2002; Chang et al. 2005) 영양학적 가치도 높은 식품이므로 불쾌치 등을 억제할 수 있다면 이용도를 한층 높일 수 있을 것이다. Kim 등(2003)은 청국장의 강한 불쾌치를 억제시키기 위하여 생강, 붉은 마늘 등을 첨가하여 기호성을 향상시키고자 하였으며, Lee KA(2006)는 카스테라 제조시 전체적인 기호도 측면에서 청국장 분말을 밀가루의 30%까지 대체 사용하는 것이 가능하다고 하였는데, 본 실험에서는 청국장 분말을 첨가한 빵을 제조할 때는 5.0%까지 첨가하는 것이 적합할 것으로 판단되었다.

IV. 요약 및 결론

발효 식품으로부터 채취하고 분리, 동정한 *Bacillus* sp. FF-7을 이용하여 청국장을 제조하고 건조 분말화한 후 빵 제조시 첨가하였다. 청국장 제조에 이용된 균주의 항산화 활성을 DPPH 법에 의해 측정된 결과, *Bacillus* sp. FF-7 배양액의 탄소원 첨가에 의한 항산화 활성은 L-broth 배지에 galactose를 2% 첨가한 배양액에서 가장 높았으며, 질소원 첨가에 의한 항산화 활성은 L-broth 배지에 tryptone을 1% 첨가하는 농도에서 가장 높았다. 청국장 분말 첨가량을 달리하여 제조한 롤 빵의 물성 및 관능적 품질 특성을 조사하였다. 청국장 분말 첨가량을 달리하여 제조한 반죽의 pH를 측정된 결과 청국장 분말을 첨가한 대부분 실험구의 pH가 90분 발효후 대조구에 비해 다소 높게 나타났다. 빵의 crumb 색도는 청국장 분말 첨가량을 늘임에 따라 L값은 유의적으로 감소하였고 a값은 유의적으로 증가하였으며 b값은 15.0% 첨가량까지 유의적으로 증가하였다. 부피와 비용적은 청국장 분말 첨가량 5.0%에서 유의적으로 가장 컸으나, 첨가량을 더욱 늘이면 빵의 부피와 비용적이 유의적으로 감소하였다. 청국장 분말을 첨가한 롤 빵의 물성을 측정된 결과, 경도는 청국장 분말 5.0% 첨가구

가 유의적으로 가장 낮았지만 전반적으로 첨가량이 늘어날수록 경도는 증가하였고 탄력성은 낮아지는 경향을 보였다. 관능검사 결과, 청국장 분말을 5.0% 첨가한 빵이 대조구와 함께 대부분 유의적으로 높은 점수를 얻었으므로 청국장의 소량 사용은 빵의 부피와 조직감을 떨어뜨리지 않으면서 기호성을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 이러한 결과를 통하여 청국장 분말 첨가시 제조 방법을 좀 더 개선하여 적용한다면 청국장의 생리활성 기능을 가미한 우수한 품질의 빵이 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Bae JH · Lee JH · Kwon KI · Im MH · Park GS · Lee JG · Choi HJ · Jeong SY (2005) : Quality characteristics of the white bread prepared by addition of Jujube extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37(4):603-610.
2. Blois MS (1958) : Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
3. Chabot JF (1976) : Preparation of food science sample for SEM. *Scanning Electron Microscopy* 3:279-283.
4. Cham BE (1994) : Solasodine glycosides as anti-cancer agents-preclinical and clinical studies. *Asia Pac. J. Pharmacol.* 9:113-118.
5. Chang JH · Shim YY · Kim SH · Chee KM · Cha SK (2005) : Fibrinolytic and immunostimulating activities of *Bacillus* spp. strains isolated from *Chungkuk-jang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37(2):255-260.
6. Finny KF (1984) : An optimized straight dough bread making method after 44 years. *Cereal Chem.* 61:20-26.
7. Ho DH · Hwang SY · Kim YM (1999) : The effect of quality improvement by *Chungkukjang's* processing methods. *Korean J. Food & Nutr.* 12(1):1-6.
8. Jeong HY · Kim TH · Park JS · Kim KT · Paik HD (2003) : Antioxidative and cholesterol-reducing activity of *Bacillus polyfermenticus* SCD. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 18(5):371-376.
9. Kim HJ · Lee KR (2003) : Effect of *Ramaria botrytis* methanol extract on antioxidant enzyme activities in benzo(a)pyrene-treated mice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35(2):286-290.
10. Kim IJ · Kim HK · Chung JH · Jeong YK · Ryu CH (2002) : Study of functional *Chungkukjang* contain fibrinolytic enzyme. *Korean J. Life Sci.* 12:357-362.
11. Kim SJ · Lim DK · Hyung SW · Kim MS · Kim JO · Kim MN · Lee KK · Ha YL

- (2004) : Inhibition of lipid autoxidation by the extract of the submerged-liquid culture of mushrooms in the medium containing Mulberry tree powders. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33(2):249-254.
12. Kim SK · Cheigh HS · Kwon TW · Marston PE (1978) : Rheological and baking studies of composite flour wheat and naked barley. *Korean J. Food Sci. Technol.* 10:247-251.
 13. Kim YH · Cho NJ · Im MH (2005) : Rheological properties of dough and quality characteristics of bread added with Silkworm powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37(3):377-388.
 14. Kim YS · Jung HJ · Park YS · Yu TS (2003) : Characteristics of flavor and functionality of *Bacillus subtilis* K-20 *Chunggukjang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35(3):475-478.
 15. Kwon KS · Kim YS · Song GS · Hong SP (2004) : Quality characteristics of bread with rubi fructus(*Rubus coreanus* Miquel) juice. *Korean J. Food & Nutr.* 17(3): 272-277.
 16. Lee CH · Chae KS · Lee SK · Park BS (1982) : Quality Managements in Food Industry, Yoorim Munwhasa. 98-160.
 17. Lee KA (2006) : Quality characteristics of castella with *Chunggukjang*. *Korean J. Food Cookery Sci.* 22(2):244-249.
 18. Lee KH · Ryul SH · Lee YS · Kim YM · Moon GS (2005) : Changes of antioxidative activity and related compounds on the *Chunggukjang* preparation by adding drained boiling water. *Korean J. Food Cookery Sci.* 21(2):163-170.
 19. Lee MJ · Kyung KH · Chang HG (2004) : Effect of mushroom(*Lentinus tuber-regium*) powder on the bread making properties of wheat flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36(1):32-37.
 20. Magoffin CD · Hosoney RC (1974) : A review of fermentation. *Baker's Digest.* 48: 22-29.
 21. Min HY · Park EJ · Lee SK · Cho YJ (2003) : Effects of grape extracts on free radical scavenging activity and inhibition of pro-inflammatory mediator production in mouse macrophage cells. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35(1):132-137.
 22. Moon HK · Han JH · Kim JH · Kim JK · Kang WW · Kim GY (2004) : Quality characteristics of the breads added with freeze dried old pumkin powders. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 20(2):126-132.
 23. Oh HJ · Kim CS (2004) : Development of yeast leavened pan bread using commercial Doenjangs(Korean soybean paste): 2. Correlation between factors relating with

- dough extensibility and bread quality in addition of Doenjang. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33(5):880-887.
24. Pyler EJ (1979) : Physical and Chemical Test Methods. Baking Science and Technology, Vol. II, Sosland Pub. Co. Manhattan Kansas. 891-895.
 25. Sin MK · Han SH (2001) : Effects of methanol extracts from *Phaseolus vulgaris* on serum lipid concentrations in rats fed high fat and cholesterol diet. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33(1):113-116.
 26. Steel RD · Torrie JH (1980) : Principles and procedure of statistics. McGraw-Hill Kogakusha, Ltd. Tokyo. 96.
 27. Yoo CK · Seo WS · Lee CS · Kang SM (1998) : Purification and characterization of fibrinolytic enzyme excreted by *Bacillus subtilis* K-54 isolated from *Chungkukjang*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 26(6):507-514.

2006년 4월 8일 접수

2006년 6월 15일 게재확정