

김치 분말을 첨가한 식빵의 반죽 특성

기미라¹ · 김래영² · 전순실^{1*}

¹순천대학교 식품영양학과, ²창원대학교 식품영양학과

Effects of *Kimchi* Powder on the Quality of White Bread Dough

Mi-Ra Ki¹, Rae-Young Kim² and Soon-Sil Chun^{1*}

¹Dept. of Food Nutrition, Suncheon National University, Suncheon, 540-742, Korea

²Dept. of Food Nutrition, Changwon National University, Changwon, 641-773, Korea

Abstract

This study was conducted to test the white bread dough with substitution of 1, 2, 3, 4 and 5% *kimchi* powder on farinograph, extensograph, amylograph, and pH to find the dough development time, stability, extensibility, resistance to extension, temperature at gelatinization, and temperature at maximum viscosity. Dough with *kimchi* powder showed less moisture absorption than control. Upon increasing amount of *kimchi* powder, pH was decreased and dough development time was increased. Extensibility of dough showed negative correlation with amount of *kimchi* powder added. Gelatinization temperature increased but maximum viscosity temperature decreased as the amount of *kimchi* powder increased. Overall, the samples with substitution of *kimchi* powder showed better extensibility than the control sample at the first fermentation.

Key words : *Kimchi*, white bread, farinograph, extensograph, amylograph.

서 론

우리나라의 대표적인 전통 발효 식품인 김치는 각종 유기산 및 우수한 영양성분이 함유되어 있으며, 소화력이 좋아 건강식품으로의 가치를 가지고 있다.

김치는 주·부 재료와 양념류를 혼합하여 만듦으로써는 특유의 맛, 풍미 및 영양소 등을 공급해 주는 식품이며 (Cheigh HS 1995), 발효과정 중 유기산과 유산균 등의 생리활성 물질들이 풍부하게 생성되며, 김치 내에 존재하는 비타민 C, β -carotene, 식이섬유소, 페놀성 화합물 등은 항암, 고혈압 예방, 항산화 효과 등을 나타내는 등 탁월한 기능성 식품으로 인체의 건강을 유지하는데 중요한 역할을 하고 있다 (Cheigh & Park 1994, Park KY 1995, Kim SH 1991, Ha JO 1997, Kim *et al* 1991).

김치를 이용한 가공식품으로는 라면, 햄버거 및 만두 등이 있으며, 이에 관한 연구로는 동결김치분말을 첨가한 스낵류에 관한 연구(Cho *et al* 2004), 김치 분말을 첨가한 국수에 관한 연구(Cho & Kang 2003) 및 김치를 이용한 스테이크 소스의 휘발성 향기 성분에 관한 연구(Cho *et al* 2002) 등이 있다.

또한 현대 청소년층의 식생활 패턴의 변화로 빵류의 소비

가 급증하여 매출액은 1990년 6,420억원에서 2000년 16,236억원으로(식품유통연감, 2003년) 그 소비량이 급상승하고 있어 전문 판매점포도 급속도로 늘고 있다.

김치를 첨가한 제빵에 관련된 연구로는 김치 파쇄물을 첨가하여 김치빵을 제조하였을 때 빵의 품질 및 기호도가 향상되었다고 보고가 있다(Park *et al* 2000). Shin *et al* (2003)은 제빵의 고급화를 위해 sourdough법에 착안하여 김치 유산균을 분리하고 preferment를 제조하여 빵 제품에 적용함으로써 품질 특성 및 관능 특성이 향상되었다. Kim JS (2004)은 김치를 햄버거 빵에 첨가 시 락트산, 아세트산 등의 유기산이 많이 함유되어 제빵과정 중 글루텐의 팽윤을 도와 가스 보유력을 높이며, 조직감을 향상시키고, 부피를 증대시킨다고 보고하였다.

그러나 제빵 과정 중 김치 파쇄물의 직접 이용은 반죽내 균일한 분포가 힘들며, 작업 적성을 저해하는 단점을 가지고 있어 산업적 이용에 문제점을 가진다. 따라서 본 실험에서는 현재 시판되고 있는 김치를 동결건조한 후 분말화 하여 baking system에 적용하였을 때의 반죽 특성을 알아봄으로써, 김치 식빵의 관능적 특성의 향상과 제빵 과정중의 작업 적성을 저해하는 단점을 보완하고자 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 김치분말의 함량을 0, 1, 2, 3, 4, 5%씩 첨가한 반죽의 형성 시간과 안정도, 반죽의 신장도와 신장 저항도, 호

* Corresponding author : Soon-Sil Chun, Tel : +82-61-750-3654, Fax : +82-61-750-3608, E-mail : css@suncheon.ac.kr

화 개시 온도 및 최고 점도의 온도를 알아보기 위해 반죽의 pH, 파리노그램, 익스텐소그램, 아밀로그래를 측정하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 밀가루는 제일제당(주)에서 2003년에 생산된 강력 1등급을 사용하였다. 김치는 국내에 시판되고 있는 종가집 김치((주) 두산)를 동결건조기(Freeze dryer, Bondiro, Ilshin Lab Co., Ltd, Korea)를 이용하여 건조한 시료를 homogenizer로 분쇄한 후 60 mesh로 한 시료를 0, 1, 2, 3, 4 및 5%로 대체하였다. 이때 김치분말의 수분함량은 12.66%이었으며, pH는 5.82였다.

2. 실험 방법

1) Dough의 pH 측정

Dough의 pH는 AOAC method(1995)를 적용하여 Table 1의 조성으로 mixing을 마친 직후 dough 10 g을 취하여 증류수 50 mL와 함께 homogenizer로 10,000 rpm에서 5분간 균질화한 혼탁액을 pH meter(ORION, 520A, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

Table 1. Formula for white bread (g)

Ingredients	Baker's ratio(%)	Kimchi powder(%)					
		0	1	2	3	4	5
Flour	100	300	297	294	291	288	285
Sugar	6	18	18	18	18	18	18
Salt	variable	6.0	2.5	2	1.5	1	0.5
NFDM	3	9	9	9	9	9	9
NES	5	15	15	15	15	15	15
Instant yeast	1.3	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
Water	variable	193	192	192	191	191	190
Kimchi powder	variable	-	3	6	9	12	15

Table 2. pH of dough with kimchi powder

	Kimchi powder(%)					
	0	1	2	3	4	5
pH	5.86±0.06a	5.68±0.04b	5.57±0.04bc	5.55±0.05bc	5.60±0.04bc	5.42±0.23c

Means±S.D.(n=3). Means with the same superscripts in each row are not significantly different(p<0.05).

2) 반죽의 Farinograph 분석

김치 분말을 첨가한 식빵 반죽 수분 흡수율 및 물성은 Farinograph(Model 810108, Brabender, Germany)로 54-21 AACC 방법에 따라 측정하였다. Farinograph 법에서 반죽 형성 시간(development time)은 반죽의 점조도(consistency)가 최고점에 도달할 때까지의 시간을 나타내며, 반죽의 안정도(stability)는 커브의 윗부분이 500 B.U. (Brabender Unit)에 도달했을 때부터 떠날 때까지의 시간으로 표시하였다. 반죽의 약화도(softening)는 반죽 형성 시간(그래프가 500 B.U.에 도달하는 시간) 후부터 시작하여 12분 후의 커브 중심의 하강 정도를 500 B.U.선으로부터의 거리(B.U.)로 표시하였다. 형상계수(Valorimeter Value)로부터 반죽의 형성시간과 안정도를 종합적으로 평가하였다.

3) 반죽의 Extensograph 분석

식빵 반죽의 신장도와 저항도를 측정하는 방법으로 Extensograph(Brabender model; 1310, Germany)은 54-10 AACC 방법에 따라 측정하였다. Extensograph 법에서 반죽의 신장도(extension)를 curve의 밑변의 거리(mm)로 측정하였고, 신장저항도(resistance to extension)는 curve의 높이(B.U.)로 측정하였다. 또한 반죽이 내포하고 있는 힘을 전체 면적으로 계산하였다.

4) 반죽의 Amylo-Viscograph 분석

Amylo-viscogram(Brabender model; 802725, Germany)으로 밀가루와 김치 분말 혼합비에 따른 호화 점도 변화를 22-10 AACC 방법(1983)에 따라 측정하여 오븐에서의 빵의 구조 형성 과정을 예측하였다(AACC 1983). 호화 개시 온도(gelatinization temperature), 최고점도 온도(temperature at max. viscosity) 및 최고점도(max. viscosity)를 측정하였다. 시료의 양은 65g (수분 13.5% 기준)에 증류수 450 mL 첨가한 현탁액을 사용하였으며, 측정 개시 온도는 30℃부터 시작하였다.

결과 및 고찰

1. Dough의 pH

Mixing 직후 반죽의 pH를 Table 2에 나타내었다. 반죽의

pH 저하는 글루텐의 팽윤을 돕고 가스 보유력이 증가함을 의미하는데 본 실험에서는 대조구(pH 5.86)와 비교하여 김치 분말의 첨가량이 증가할수록 pH는 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 생김치를 homogenizer로 균질화하여 첨가한 식빵(Kim JS 2004, Park *et al* 2000)의 연구 결과와 일치하였다. 본 실험의 반죽도 pH가 5.42~5.68 이었으므로, 가스를 보유하기 적합한 산도로 양질의 빵이 기대되었다.

2. Farinograph 분석

수분흡수율(water absorption)은 밀가루 단백질의 함량에 따라서 크게 변화하고, 일반적으로 단백질 함량이 높을수록 수화능력도 높아지며, 밀가루의 입도, 손상전분의 함량 및 첨가물에 따라서 많은 영향을 받는다.

김치 분말을 1, 2, 3, 4, 5%로 각각 대체하였을 때 반죽의 Farinograph는 Fig. 1과 같았으며, 그 측정값은 Table 3와 같았다. 반죽의 수분 흡수율(Water absorption)은 대조군에서 63.2%이었고, 김치 분말 첨가군에서는 전체적으로 대조군보다 낮은 수분 흡수율을 나타내었다. 그러나, 김치 분말 첨가량이 증가할수록 수분 흡수율은 다소 증가하여 노화 지연에 따른 최종 빵제품의 저장 수명이 연장되리라 예측된다. 반죽의 형성시간(Development time)은 대조군 5.5분으로 반죽이 형성되기 시작하였으며, 김치 분말 1% 첨가 시에 11.3분으로 크게 증가하였다가 김치 분말 첨가량이 증가할수록 점차적으로 감소하여 5% 첨가 시에는 9.1분으로 대조군에 비하여 3.6분 빨라졌다. 일반적으로 반죽의 형성시간은 물을 흡수하는 속도를 나타내며, 단백질 함량과 전분의 손상도 등에 따라 많이 달라질 수 있다(Jacobsberg *et al* 1976).

본 실험에서 김치 분말 첨가군이 대조군에 비해 반죽 형성시간이 증가하여 제빵 적성이 양호한 것으로 예측되나 김치 분말 첨가량이 증가할수록 반죽 형성시간은 감소하였다. 안정도(Stability)는 반죽이 500 B.U.에 도달하는 시간부터 떠날 때까지의 시간으로 반죽의 힘이나 강도를 알 수 있다. 대조

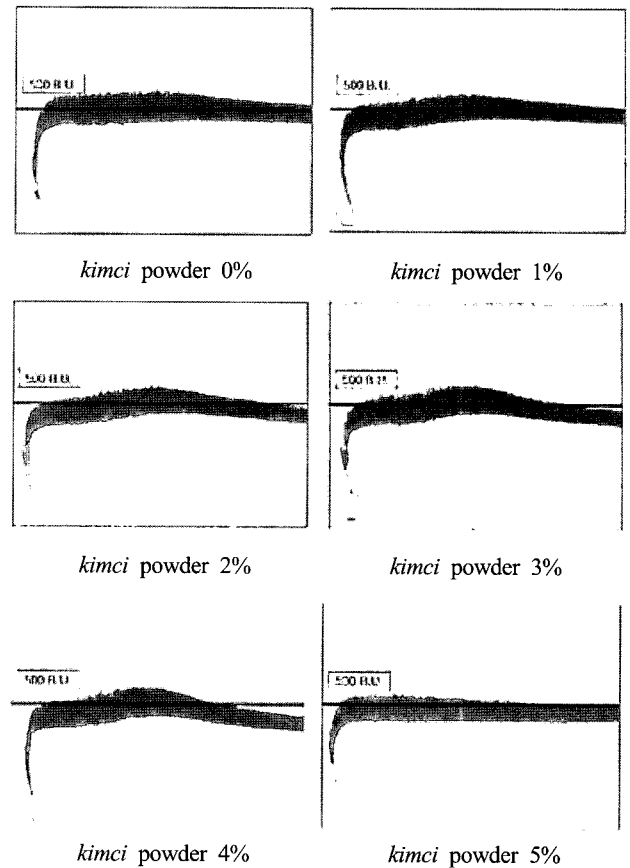


Fig. 1. Farinographic of dough added with different levels of kimchi powder.

군은 30분, 김치 분말 첨가군은 각각 23.8, 18.0, 14.1, 12.4 및 11.4분으로 김치 분말의 첨가량이 증가할수록 안정도는 감소하였다. Lindborg *et al* (1997)에 의하면 반죽의 힘이 강하면 높은 안정도를 갖고 힘이 약한 반죽은 안정도가 낮다고 하였다. 이는 밀가루 이외의 곡분이나 초실 단백질, 전분을 첨가하면 안정도가 감소된다는 Cheug *et al* (1998)의 보고와 일치

Table 3. Farinographic properties of dough with different levels of kimchi powder

Components (%)	Water absorption(%)	Development time(min)	Stability (min)	Mechanical tolerance index(B.U.)	Valorimeter value(v.v)
0	63.2	5.5	30.0	20	62
1	61.6	11.3	23.8	30	81
2	61.8	10.7	18.0	40	78
3	61.9	10.0	14.1	50	75
4	62.0	9.8	12.4	55	75
5	62.1	9.1	11.4	65	71

하였으며 이는 첨가제를 사용하여 안정도를 증가시킬 수 있다. 또한, 반죽 저항도(Mechanical Tolerance Index, MTI)는 반죽에 대하여 저항성이 큰 밀가루(즉, 안정도가 좋은 밀가루)는 낮은 MTI값을 보이며, MTI값이 클수록 약한 밀가루인데 안정도와는 반대의 경향으로 김치분말 첨가량이 증가할수록 MTI값이 감소하여 대조군과 비교하여 비교적 약한 반죽 특성을 나타내었다. 형상계수(Valorimeter value)는 반죽의 형성시간과 안정도를 토대로 하여 얻은 Farinograph의 점수를 말한다. 일반적으로 강력분은 70이상 박력분은 30 이하의 값을 나타내고(Kim & Kim 1997), 본 실험에서는 대조군의 경우 62이었으며 김치분말 첨가군에서 대조군보다 높은 값을 나타내었다.

3. Extensograph에 의한 리올로지 특성

일반적인 좋은 반죽의 리올로지 특성은 신장도와 신장저항도가 균형을 이루어야 하며, 신장도가 큰 반죽은 CO₂ gas의 보유능력이 낮으며, 신장저항도가 큰 경우에는 반죽 gluten의 성질이 강한 것을 나타낸다. 반죽의 Extensograph에 의한 리올로지 특성은 Fig. 2과 Table 4에 나타내었다. 반죽의 신장도(extension)는 대조군에서 17.7 B.U.이었고, 김치분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이였다.

Resistance/extension(R/E)는 대조군에서 240 B.U.이고 김치분말 첨가 시에 340 B.U.에서 570 B.U.로 증가하였다. 또한 최대 신장저항도 값(R/M)에서도 대조군과 비교하여 김치분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 전체 면적에서도 대조군에서는 107 cm²이었고, 김치분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이였다. 이는 반죽의 CO₂ 가스 보유력과 발효 내구력이 감소하여 반죽 물성이 다소 저하될 것으로 예측된다.

4. Amylograph에 의한 호화 특성

반죽의 gluten 망상구조에는 전분과 기포가 공존하고 있

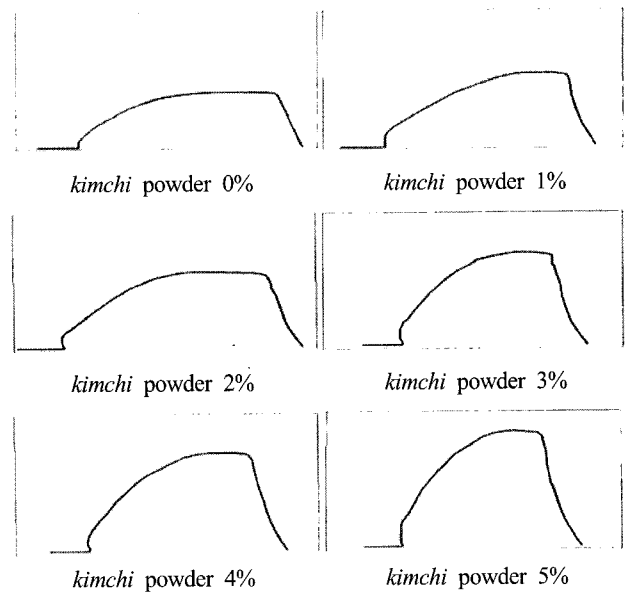


Fig. 2. Extensographic of dough added with different levels of kimchi powder.

다. 발효과정에 생성된 기포와 전분입자는 굽는 과정에서 물리적 변화로 제빵성에 영향을 미친다. 반죽은 낮은 열전도로 굽는 과정에서는 가스 팽창이 서서히 일어나고, 60℃에서 yeast가 불활성화되고 차츰 온도가 상승함에 따라 가스 세포의 압력증가로 주로 큰 전분입자의 호화가 시작되고, 호화과정 중 수분이 글루텐에서 전분으로 이동한다. 이때 빵의 제한된 수분으로 작은 전분입자가 완전히 호화되지 못하고 단백질과 전분사이에 강한 결합이 생겨 균일한 기공을 가진 crumb이 형성된다.

Amylograph에 의한 김치 분말 반죽의 호화 특성을 Fig. 3와 Table 5에 나타내었다.

호화제시온도(gelatinization temperature : G.T.), 최고점도 (temperature at maximum viscosity : M.T.) 및 최고점도

Table 4. Extensographic properties of dough with different levels of kimchi powder

Components (%)	Extension (B.U.)	Resistance to extension(B.U.)	RM1 (B.U.)	Area under curve(cm ²)
0	17.7	240	480	107
1	17.7	340	530	119
2	17.4	430	580	144
3	16.5	450	710	153
4	15.5	470	720	156
5	15.4	570	850	165

¹⁾ RM = resistance to extension of maximum.

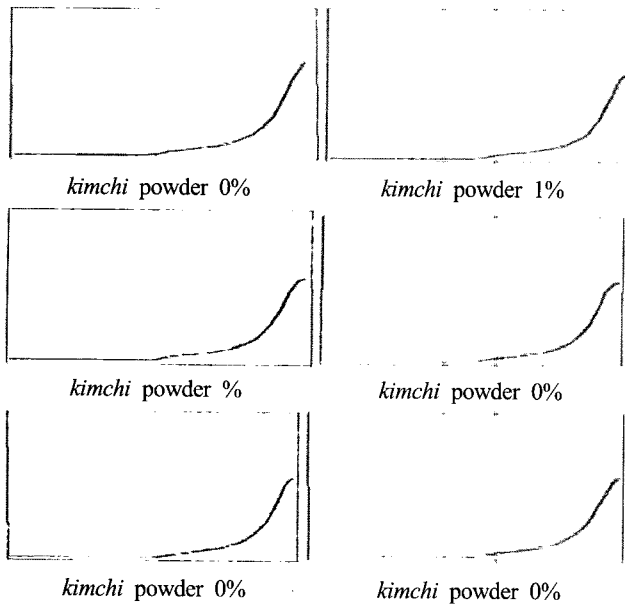


Fig. 3. Amylographic of dough added with different levels of kimchi powder.

Table 5. Amylographic properties of dough with different levels of kimchi powder

Components (%)	G. T. ¹⁾ (°C)	M. T. ²⁾ (°C)	M. V. ³⁾ (B.U.)
0	57.0	91.0	640
1	57.0	91.0	580
Kimchi powder 2	57.5	91.0	560
3	58.0	91.0	555
4	58.5	91.0	555
5	59.0	91.0	550

¹⁾ Gelatinization temperature(°C).

²⁾ Temperature at maximum viscosity(°C).

³⁾ Maximum viscosity(B.U.).

(maximum viscosity : M.V.)로 표시하였다. 호화개시온도는 대조군에서 57 °C 였고, 첨가량이 증가할수록 호화 개시온도는 증가하였다. 이는 김 등이 밀가루에 식이섬유를 첨가하였을 때 호화 개시 온도가 지연되었다고 보고하였는데 김치의 식이 섬유가 전분의 호화를 지연시키는 것으로 생각된다. Amylograph의 호화 특성은 밀가루 첨가물의 질과 양, 효소의 활성도, 발효 부산물 및 pH에 따라 많은 영향을 받는다. 빵을 구울 때 빵의 조직은 많이 달라지는데 호화되는 동안 일정량의 물은 전분과 단백질을 강하게 결합시켜주는 역할을

한다(Song & Park 1995). 최고 점도온도는 대조군과 김치분말 첨가에서 모두 91 °C를 나타내었다. 최고 점도는 α-amylase의 활성 정도를 나타내는데 최고 점도는 대조군에서 640 B.U.를 나타내었고 김치 분말 첨가량이 증가할수록 점도는 감소하였다. 따라서 α-amylase의 활성이 증가함을 예측할 수 있었다.

요약 및 결론

국내 시판용 배추김치를 동결건조한 후 분말화하여 baking system에 적용하였을 때의 반죽특성을 알아보았다. 김치분말의 함량을 0, 1, 2, 3, 4, 5%씩 대체한 반죽의 형성 시간과 안정도, 반죽의 신장도와 신장 저항도, 호화개시 온도 및 최고 점도의 온도를 알아보기 위해 pH, Farinograph, Extensograph 및 Amylograph를 측정하였다. 반죽의 pH는 김치분말첨가에 따라 감소하여 글루텐의 팽윤을 돕고 가스 보유력을 증가시키므로 양질의 빵 제품이 예측되었다. 그러나 Farinograph에서 반죽형성시간은 증가하였으나 수분흡수율, 안정도 및 MTI는 감소하였으며, Extensograph의 신장성의 감소와 신장저항성이 증가한 반죽의 물성 역시 발효시간을 단축할 수 있음을 의미하므로 실제 제빵의 김치첨가가 양호한 빵 제품을 생산할 수 있다고 기대된다. Amylograph는 호화개시온도의 상승, 최고점도의 저하를 나타내었다.

감사의 글

본 논문은 2003년도 순천대학교 대학자체연구비의 지원에 의해 수행되었습니다.

문헌

송재철, 박현철 (1995) *식품물성학*. 울산대학교 출판부, p 161-163, 561-564.

AACC (1983) *Approved Methods of the AACC*. 8th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn., U.S.A.

AACC (1983) *Official methods of the AACC*. 8th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn., U.S.A.

AACC (1985) *American Association of Cereal Chemists. Approved method*. The Association, St. Paul, Minn., U.S.A. sec. p 54-10.

AACC (1985) *American Association of Cereal Chemists. Approved method*. The Association, St. Paul, Minn., U.S.A.

- sec. p 54-21.
- AOAC (1995) *Official method of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington DC. U.S.A.
- Cheigh HS (1995) Critical review on biochemical characteristics of kimchi(Korean fermented vegetable products). *J East Asian Soc Diet Life* 5: 89-101.
- Cheigh HS, Park KY (1994) Biochemical, microbiological, and nutritional aspects of kimchi(Korean fermented vegetable products). *Cric Rev in Food Sci Nutr* 34: 175-203.
- Cho YB, Kang BN (2003) Effect of analysis in the by taste and quality freeze-dried kimchi powder adding of noodles. *Korean Journal of Culinary Research* 9: 115-126.
- Cho YB, Park WP, Hur MS, Lee YB (2004) Effect of adding freeze-dried kimchi powder on flavor and taste of kimchi snacks. *Korean J Food Sci Technol* 36: 919-923.
- Cho YB, Park WP, Jung EJ, Lee MJ, Lee YB (2002) Analysis of volatile compounds in kimchi-flavored steak sauce. *Korean J Food Sci Technol* 34: 351-355.
- Chung, JY and Kim, CS (1998) Development of buck-wheat bread : 1. Effects of vital gluten and water-soluble gums on dough rheological properties. *Korean J Soc Food Sci* 14: 140-147.
- Ha JO (1997) Studies on the developement of functional and low sodium kimchi and physiological of salts. *Ph. D. thesis*. Pusan National University, Pusan.
- Jacobsberg FR, Worman SL, Daniels NWR (1976) Lipid binding in wheat flour doughs. The effect of datem emulsifier. *J Sci Food Agric* 27: 1064-1070.
- Jane Bowers (1972) *Food Theory and Applications*. Second edition : 82-94, U.S.A.
- Kang KO, Ku KH, Lee HJ, Kim WJ (1991) Effect of enzyme and inorganic salts addition and heat treatment on kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 23: 183-187.
- Kim HK, Kim SK (1997) *Wheat and Milling Industrial*. Korea wheat and flour Industrial Association, Seoul, p 184-185.
- Kim JS (2004) Quality characteristics of hamburger bread prepared by the addition of kimchi homogenate. *J East Asian Dietary Life* 14: 34-38.
- Kim SH (1991) Comutagenic and antimutagenic effect of kimchi components. *Ph. D. thesis*. Pusan Nation University, Pusan.
- Kim SH, Park KY, Suh MJ (1991) Inhibitory Effect of Aflatoxin B1 Mediated Mutagenicity by Rad Pepper Powder in the Salmonella Assay System. *J Korea Soc Food Nutr* 20: 156-161.
- Kim YS, Ha TY, Lee SH, Lee HY (1997) Effect of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. *Korean J Food Sci Technol* 30: 90-95.
- 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: 49-55.
- Park IK, Kim MK, Kim SD (2000) Studies on preparation and quality of kimchi bread. *J East Asian Dietary Life* 10: 229-238.
- Park KY (1996) The nutritional evaluation and antimutagenic and anticancer effects of kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 169-182.
- Pomeranz Y (1985) *Carbohydrate : Starch*. In "Functional properties of food component" Academic press, New York, p 64-69.
- Shin EH, Kim S, Park CS (2003) Study on the properties of white pan bread made by adding preferment prepared by lactic acid bacteria isolated from kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1193-1198.

(2005년 4월 20일 접수, 2005년 6월 3일 채택)