

## 마(*Dioscorea*) 첨가가 우리밀과 수입밀을 이용한 식빵 품질특성에 미치는 효과

이선영 · 김창순<sup>†</sup>  
창원대학교 식품영양학과

### Effects of Added Yam Powders on the Quality Characteristics of Yeast Leavened Pan Breads Made from Imported Wheat Flour and Korean Wheat Flour

Sun-Young Yi and Chang-Soon Kim<sup>†</sup>

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

#### Abstract

This study investigated the quality characteristics of yeast breads with addition of hot air-dried yam powder (HDYP) and freeze-dried yam powder (FDYP), using several physical and sensory examinations. Breads were made of imported wheat flour (IWF) or Korean wheat flour (KWF). HDYP and FDYP were added to the bread formula at three levels of 3, 5, and 7%. The addition of yam powders required an increase of water absorption. As the addition of HDYP/FDYP increased, IWF dough stickiness increased and thus handling property became inferior to the control. Especially, handling property of KWF bread dough containing FDYP was most poor among the dough samples. With HDYP/FDYP, final volumes of bread made from IWF were similar to the control at all added levels except for 7% FDYP. In bread made of KWF, loaf volumes were similar to the control when 3~5% HDYPs were added whereas loaf volumes decreased significantly as the amount of added FDYP increased, indicating volume depressing effect. In bread scoring, texture scores increased when yam powders were added using IWF and KWF. Especially, The grain scores of KWF bread also increased with HDYP. TPA data showed that hardness, chewiness, cohesiveness and guminess of KWF bread increased as the amounts of yam powders increased. The "L" value of IWF bread crumb decreased with the addition of yam powders. From sensory evaluation using acceptability scores, the results gave us that appearance, grain, texture, flavor, taste and overall acceptability of KWF bread could be more improved with the addition of yam powders than those of IWF bread.

**Key words:** hot air/freeze-dried yam powders, quality of yeast leavened pan breads, Korean wheat flour, dough property, physical and sensory evaluation

#### 서 론

최근 한국인의 식생활은 매우 급변하고 있으며, 여러 문화와 접할 기회가 많아지면서 한층 더 다양화되고 있다. 특히, 전통적인 식사법과 관련한 주식의 패턴이 서구화되고 있는데, 대표적인 예가 빵류의 소비이다.

특히, 영양성이 증진된 기능성 빵류를 지향하는 추세로 이에 대한 연구로 식이 섬유나 밀 이외의 보리, 쌀, 메밀 등의 곡분이나 셀룰로오스, wheat bran, oat bran 등의 섬유소를 첨가 혹은 대체한 이스트 발효빵에 대한 연구보고들(1-7)이 다수 발표되고 있으며, 이러한 연구결과에서는 대부분 빵의 무게 증가와 부피감소에 따른 조직감 저하가 나타나고, 빵 내부 및 접질 색이 어두워졌다고 보고하였다. 이러한 현상은 섬유소로 인하여 글루텐막이 손상되거나 반죽내 글루텐의 비율이 상대적으로 낮아져 글루텐의 회석효과로 반죽이 약

화되므로써 제빵의 전반적 단계에서 가스(gas)를 효과적으로 보유할 수 없어 빵의 구조형성에 어려움이 따르고(7) 반죽적성도 나쁘기 때문에 최종 품질이 열등해진다(4). 그러므로 반죽의 물성을 보완하고, 발효와 굽기과정 초기단계에서 반죽내 탄산가스를 잘 보유할 수 있도록 필름 형성을 도와 주어 최종적으로 밀가루만을 이용한 빵과 유사한 품질을 갖도록 하기 위해서는 적당한 첨가물의 사용이 필요하다. 이러한 물성개량제로써의 첨가물질로는 밀 단백질인 활성글루텐을 첨가하거나, 각종 유화제나 xanthan gum 혹은 guar gum과 같은 gum류, 또는 산화제를 사용하기도 한다(4). 최근 당뇨병을 비롯한 고콜레스테롤증, 대장암 예방, 면역기능 증강 및 강장 등에 생리효능이 높은 것으로 알려져(8-12) 그 수요가 증가되고 있는 마(Yam: *Dioscorea*)는 mannan이라는 끈끈한 점질물을 다량 함유하고 있어(13) 물성개량제로써 빵류에 이용할 수 있다. 국내산 우리밀은 수입밀과는 달리

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: cskim@sarim.changwon.ac.kr  
Phone: 82-55-279-7484, Fax: 82-55-281-7480

면역 증강 효과와 항산화 효과가 높다고 하지만(14), 대부분의 우리밀은 수입밀과 비교하여 비슷한 양의 단백질을 함유하고 있더라도 그 품질이 일반 수입밀에 미치지 못하여 제빵 적성은 상당히 열등하다(15,16).

이에 본 연구에서는 식량안보적 차원에서 우리밀 이용성 확대에 관심을 갖고 국내산 마 점질물의 물성학적 기능에 초점을 맞추어 우리밀을 이용한 빵배합비에 건조방법이 다른 동결건조마가루와 열풍건조마가루를 첨가하므로써 우리밀빵의 구조적 개선이 가능한지 알아보기 위하여 빵반죽 물성과 최종 빵의 품질 특성을 수입밀빵과 비교, 조사하므로써 우리밀 빵의 품질개선에 마 이용가능성을 확인하고 아울러서 영양성 및 기능성이 강화된 마 첨가 이스트 발효빵 개발에 기초자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 모든 재료는 실온 보관하여 사용하였으며, 수입 밀가루는 (주)삼양사의 1등급 강력분을 사용하였고, 우리밀은 우리밀 백밀가루로써 전북 구례군산을 우리밀 살리기 운동본부(창원, 경남)을 통하여 구입, 사용하였다. 마가루는 경남 사천에서 99년에 재배된 참마를 두가지 건조방법으로 가공하여 120 mesh로 분말화된 열풍건조 마가루(hot air dried yam powder : HDYP)와 동결건조 마가루(freeze dried yam powder : FDYP)를 (주) 본촌식품으로부터 구입하여 사

용하였으며, 인스턴트 드라이 이스트는 프랑스산(Safe社)을 사용하였다. 밀가루와 마가루의 일반성분 분석은 AACC 표준방법(17)에 따라 수분함량은 air-oven법(AACC 44-19), 회분은 550°C 건식 회화법(AACC 08-03)으로, 조단백질은 micro-Kjeldahl법(AACC-13)으로 분석하여 건물중량기준의 %로 표시하였다(Table 1).

빵의 제조 및 품질 특성 평가

이스트발효빵의 제빵 공정은 100 g 밀가루를 사용하는 pup loaf 직접 반죽법(100 g, optimized straight-dough method)으로 AACC 10-09 표준방법(17)을 따랐으며(Fig. 1), 재료배

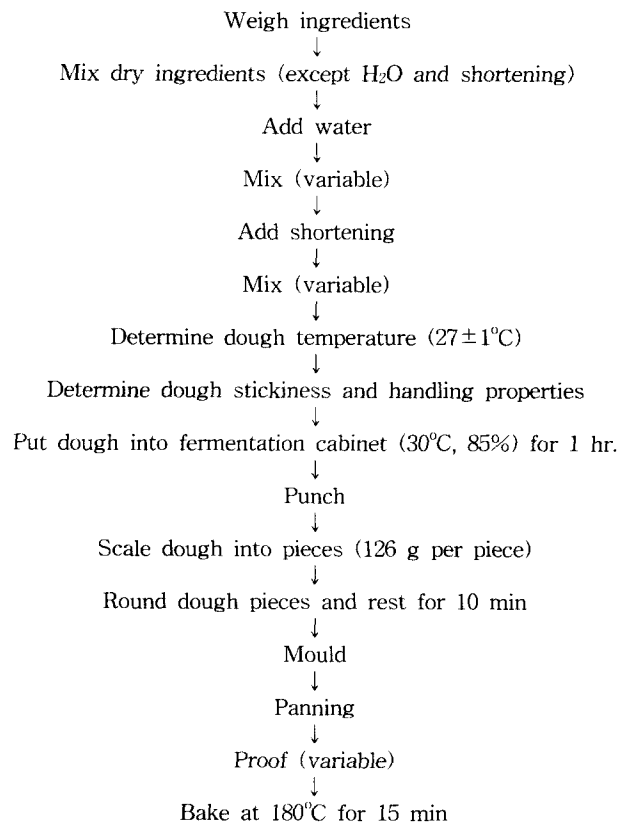


Fig. 1. Flow of a straight dough baking procedure.

Table 1. Proximate composition<sup>1)</sup> of wheat flours and yam powders

Components	Moisture	Ash	Protein
IWF	10.48	0.4	15.7
KWF	12.5	0.6	12.2
HDYP	13.3	3.4	10.0
FDYP	6.2	5.7	10.3

Abbreviations : IWF=Imported wheat flour; KWF=Korean wheat flour; HDYP=Hot air dried yam powder; FDYP=Freeze dried yam powder.

<sup>1)</sup>% on the dry basis

Table 2. Bread formula with addition of yam powders

(unit : g)

Ingredients	Baker's ratio (%)	Control	HDYP			FDYP		
			3%	5%	7%	3%	5%	7%
Flour	100	300	300	300	300	300	300	300
Sugar	6	18	18	18	18	18	18	18
Salt	2	6	6	6	6	6	6	6
Non fat dry milk powder	3	9	9	9	9	9	9	9
Shortening	5	15	15	15	15	15	15	15
Instant yeast	1.3	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
Yam powder	variable	-	9	15	21	9	15	21
Water for IWF	variable	195 (65)	198 (66)	204 (68)	210 (70)	201 (67)	207 (69)	216 (72)
Water for KWF	variable	180 (60)	183 (61)	186 (62)	189 (63)	186 (62)	189 (63)	192 (64)

Abbreviations : IWF, KWF, HDYP and FDYP are same as Table 1. Numbers in parentheses represent the percentage.

합은 Table 2에 나타내었다. 각 실험구에 첨가하는 HDYP 및 FDYP는 밀가루 중량에 대하여 3, 5, 7%의 비율(Baker's ratio %)로 밀가루와 함께 투입하였으며, 빵반죽의 적정수분 흡수율은 대조구 및 마 첨가구에 대한 예비실험을 통하여 정하였다. 이러한 반죽은 최적 상태가 되도록 밀가루의 종류에 따라 믹싱 속도와 시간을 달리하여 Table 3과 같이 제조하였다. 또한, 2차발효 후 빵틀내의 빵반죽 높이와 최종 제빵 후 빵 높이를 이용하여 오븐내에서의 팽창정도를 나타내는 oven spring을 계산하였으며, 오븐에서 구워낸 빵은 실온에서 2시간 방냉한 후 좁쌀을 이용하여 종자 치환법에 의하여 빵부피(cc)를 측정된 후 polyethylen bag(thickness : 0.02 mm)에 보관하면서 품질특성 평가 및 관능검사에 사용하였다. 모든 품질특성 평가는 제빵 완료 후 12시간 이내에 실시하였다. 빵 품질평가(bread scoring)는 crust color, crumb color, grain, texture의 4가지 항목에 대하여 각각 10점 만점으로 다음과 같은 척도를 사용하여 빵을 만든 사람이 주관적으로 평가하였다; 10점=매우 우수한 (excellent), 6점=그저그렇다. 그러나 만족스러운(fair, but acceptable), 5점=그저그렇다. 그러나 만족스럽지 못한(fair, but acceptable), 1점=매우 열등한(poor).

빵의 수분함량은 crust을 제외한 빵 중심부의 crumb을 이용하여 air-oven법(AACC 44-15A)에 따랐으며(17), 마첨가 식빵의 저장 안정성 예측을 위해 최종 제품의 수분 활성도를 digital 수분 활성도 측정기(CH-8303, Rotronics Co., Swiss)을 이용하여 측정하였다. Crumb은 colormeter(CM-3400d, Minolta Co., Japan)를 이용하여 명도(L), 적색도(a), 황색도(b) 및 전반적인 색차( $\Delta E$  value)를 측정하였다.

#### 빵반죽과 최종 빵의 물성

마가 첨가된 빵반죽의 용기나 작업자 손에 달라붙는 정도를 나타내는 stickiness와 최종 빵의 조직감은 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., England)를 사용하여 Chen과 Hosney(18), Kim 등(19)의 방법에 따라 각 측정하였으며, 각 측정치는 texture profile로부터 산출하였다. 그 측정조건은 Table 4와 같다. 측정은 한 시료당 2번씩 3회 반복하였으며, crumb의 조직감을 측정하는데 사용되는 시료는 pup loaf를 두께 2.5 cm로 잘라 직경 25 mm plunger를 사용하여 2회 압착 실험을 실시 하였다. 반죽의 작업적성(handling property)에 대한 주관적인 평가는 5점법을 이용

**Table 3. Mixing and proofing times of bread dough**

	Bread dough	
	IWF	KWF
Mixing times	3 min at speed 1 →	3 min at speed 1 →
	2 min at speed 2 →	3 min at speed 2 →
	1 min at speed 1 →	2 min at speed 1 →
	8 min at speed 2	6 min at speed 2
Proofing times	55 min	50 min

Abbreviations : IWF and KWF are same as Table 1.

**Table 4. Operation condition of texture analyzer for measurement of stickiness bread dough and firmness of bread**

Mode	Stickiness of bread dough	Firmness of bread crumb
Option	Adhesiveness	TPA
Pre-test speed	2.0 mm/s	2.0 mm/s
Test speed	2.0 mm/s	1.0 mm/s
Post-test speed	10.0 mm/s	5.0 mm/s
Distance	10.0 mm	50%
Force	40 g	40 g
Time	0.1 sec	5 sec
Trigger type	Auto-5 g	Auto-40 g
Accessory	25 mm plexiglass cylinder probe (P/25P)	

하여 점수화하였다(20). 즉, 5점은 반죽이 신장성과 탄력성을 가지며 작업적성(handling property)이 매우 좋은 것이고, 3점은 보통, 1점은 손에 반죽이 매우 잘 달라붙으며, 일정한 형태를 만들기 어려운 상태를 말한다.

#### 관능검사

기호도 측면에서 마 첨가가 수입밀빵과 우리밀빵에 미치는 효과를 알아보기 위하여 훈련된 식품영양학과 대학원생과 4학년 학부생 9명을 대상으로 9점 기호 척도를 사용하여, 외관, 향미, 맛, 조직감 및 전체적인 만족도 등 5개 항목에 대한 기호도 검사를 이틀 동안 4회 반복 실시하였다. 각 시료는 5.2×9.5×1.5 cm의 크기로 하여 흰 점시에 담아 물과 함께 제공하였다.

#### 통계분석

모든 실험결과 data는 SPSS/PC + (Statistical Package for the ScienceX)에 의한 분산분석(ANOVA)을 실시하여 각 측정 평균값간의 유의성을  $p < 0.05$  수준으로 Duncan의 다중 범위 시험법(multiple range test)을 사용하여 검정하였다(21).

#### 결과 및 고찰

##### 빵반죽의 stickiness와 작업적성(handling property)

마첨가 빵반죽 시료의 적정 수분흡수율(optimum water absorption %)은 마첨가 비율이 높을수록 증가하였으며 수입밀(imported wheat flour : IWF)에 비하여 우리밀(Korean wheat flour : KWF)이 4~8% 낮게 나타났다(Table 5).

Texture analyzer를 사용하여 측정된 반죽의 stickiness와 5점 척도의 주관적 평가에 의한 반죽의 작업적성(handling property)에 대한 결과를 보면(Table 5) 수입밀 빵반죽의 stickiness는 우리밀 빵반죽에 비하여 낮고 그에 따른 작업적성도 매우 우수하였다. 마첨가에 따른 빵반죽의 물성 변화를 보면, 수입밀빵반죽의 경우 마첨가구 모두에서 첨가 비율이 증가할수록 대조구에 비하여 반죽의 stickiness가 유의적으로 증가하였으며, 작업적성은 상대적으로 감소하였다. 그러나 이러한 작업적성의 감소는 마 첨가량이 가장 많은 7% 첨가시에 도 작업적성의 주관적 척도 점수는 3.3으로 반죽의 처리가

**Table 5. Water absorption and properties of bread dough on the various levels of yam powders**

	Levels of yam powder	Water absorption (%)		Dough stickiness (kg)		Dough handling property <sup>1)</sup>	
		IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF
HDYP	0%	65	60	0.67 <sup>a2)</sup>	1.15 <sup>a</sup>	5.0 <sup>b</sup>	4.0 <sup>a</sup>
	3%	66	61	0.83 <sup>b</sup>	0.93 <sup>a</sup>	4.8 <sup>b</sup>	4.0 <sup>a</sup>
	5%	68	62	0.90 <sup>b</sup>	0.96 <sup>a</sup>	4.3 <sup>b</sup>	4.2 <sup>a</sup>
	7%	70	63	1.02 <sup>c</sup>	0.99 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>
FDYP	0%	65	60	0.67 <sup>a</sup>	1.15 <sup>c</sup>	5.0 <sup>b</sup>	4.0 <sup>c</sup>
	3%	67	62	0.88 <sup>b</sup>	1.06 <sup>bc</sup>	4.7 <sup>b</sup>	3.0 <sup>b</sup>
	5%	69	63	0.99 <sup>c</sup>	0.95 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>
	7%	72	64	1.08 <sup>c</sup>	0.92 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>

Abbreviations : IWF, KWF, HDYP and FDYP are same as Table 1.

<sup>1)</sup>5 point scale with 5=very good, 4=good, 3=fair, 2=poor, 1=very poor.

<sup>2)</sup>Means of at least of more than six replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).

매우 힘든 것은 아니었다. 이는 마가루 속의 점질물이 반죽시 첨가되는 물을 일부 흡수하면서 점질물의 특성을 빵 반죽내에 다소 부여하기 때문으로 생각된다.

우리밀빵반죽의 경우, stickiness가 1.15 kg으로 수입밀 0.67 kg에 비하여 높게 나타났다(Table 5). 이러한 결과는 우리밀의 반죽물성에 대하여 최근에 보고된 Koh(22)의 연구결과에서 우리밀 반죽은 강력분의 기타 곡류나 연질맥과 같이 반죽 안정성(dough stability)이 매우 약하여 mixograph의 optimum mixing time 이후의 급속한 dough break down현상이 나타나고 전형적인 질척한 반죽의 문제점을 지적한 것과 부분적으로 일치한다. 본 실험에서 우리밀반죽 stickiness는 HDYP 첨가 시료간에 유의적인 차이가 없고, FDYP 첨가구에서는 첨가에 따라 오히려 반죽의 stickiness가 적은 쪽으로 감소하였는데, 이러한 현상을 뒷받침할 수 있는 근거는 아직 제시되지 못하고 있으며, 이와같이 마 첨가가 빵반죽의 stickiness에 미치는 효과는 수입밀에 비하여 우리밀에서 적은 정도로 나타났다.

반죽의 작업적성에 있어서 우리밀 HDYP 첨가구는 시료간 유의적인 차이가 없어 stickiness측정치와 일치하는 경향이 나타났으나, FDYP 첨가구는 마 첨가에 따른 stickiness의 적은 감소에도 불구하고, 작업적성은 낮은 점수를 얻어 불량한 것으로 나타났다. 그러므로, 실제 빵 반죽에 있어서는 마

가 첨가될수록 반죽내 점질물이 차지하는 비율이 더 높아짐에 따라 우리밀 반죽이 원래 가지고 있는 높은 stickiness가 더해져서 손에 달라붙는 경향이 더 현저히 나타났다.

**빵의 물리적 특성 및 주관적 외관평가(bread scoring)**

굽기과정 중 오븐속에서의 부피팽창(oven spring)은 믹싱 후 발효단계까지 형성된 빵반죽의 내부구조의 안정성과 CO<sub>2</sub> 가스의 효과적인 포집 능력과 관련되므로 제빵품질 평가시 중요하다(23). 그 측정결과는 Table 6에 나타내었으며, 우리밀의 FDYP 첨가구를 제외하고는 각 실험구의 oven spring은 대조구와 비교하여 유의적 차이가 없으며 단, 우리밀의 FDYP 첨가구에서 마첨가 비율이 증가할수록 oven spring이 큰 쪽으로 감소하였다. 이러한 경향은 우리밀의 반죽물성이 수입밀에 비하여 약한 것(22)과 관련하여 기포를 포집하는 우리밀 글루텐막의 약한 망상구조에 마 점질물의 stress가 더해져서 오븐속 가열 환경 속에서 적절한 신장성을 가지고 충분히 팽창하는데 방해를 받았기 때문으로 사료된다.

빵부피에서 수입밀빵의 HDYP 첨가구는 모든 첨가수준에서 유의적인 차이가 없었고, FDYP 첨가구는 가장 열등한 7% 첨가구를 제외한 다른 첨가수준에서는 대조구와 유사하였다. 우리밀빵의 HDYP 첨가구는 첨가 5%까지 대조구와 유사하고, FDYP 첨가구는 첨가율 증가에 따라 전반적으로 부

**Table 6. Characteristics of yam breads made from imported wheat flour and Korean wheat flour**

	Levels of yam powders	Oven spring (cm)		Loaf volume (cc)		Specific volume (cc/g)		Moisture contents (%)		Water activity (A <sub>w</sub> )	
		IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF
HDYP	0%	1.8 <sup>a1)</sup>	1.6 <sup>a</sup>	500 <sup>a</sup>	465 <sup>bc</sup>	4.54 <sup>a</sup>	4.27 <sup>c</sup>	40.56 <sup>a</sup>	39.99 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
	3%	1.6 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	481 <sup>a</sup>	467 <sup>c</sup>	4.53 <sup>a</sup>	4.23 <sup>c</sup>	40.56 <sup>a</sup>	40.97 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
	5%	1.7 <sup>a</sup>	1.2 <sup>a</sup>	506 <sup>a</sup>	455 <sup>b</sup>	4.59 <sup>a</sup>	4.10 <sup>b</sup>	40.99 <sup>b</sup>	42.38 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
	7%	1.7 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	504 <sup>a</sup>	440 <sup>a</sup>	4.57 <sup>a</sup>	3.95 <sup>a</sup>	41.53 <sup>c</sup>	39.92 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
FDYP	0%	1.8 <sup>a</sup>	1.6 <sup>b</sup>	500 <sup>b</sup>	465 <sup>c</sup>	4.54 <sup>b</sup>	4.27 <sup>c</sup>	40.56 <sup>a</sup>	39.99 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
	3%	1.5 <sup>a</sup>	1.3 <sup>ab</sup>	500 <sup>b</sup>	450 <sup>b</sup>	4.52 <sup>b</sup>	4.06 <sup>b</sup>	40.75 <sup>ab</sup>	40.94 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
	5%	1.7 <sup>a</sup>	1.2 <sup>ab</sup>	490 <sup>ab</sup>	445 <sup>b</sup>	4.44 <sup>ab</sup>	3.99 <sup>b</sup>	41.08 <sup>b</sup>	39.99 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>
	7%	1.7 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	481 <sup>a</sup>	408 <sup>a</sup>	4.34 <sup>a</sup>	3.64 <sup>a</sup>	41.54 <sup>c</sup>	40.01 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>

Abbreviations : IWF, KWF, HDYP and FDYP are same as Table 1.

<sup>1)</sup>Means of at least of more than six replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).

피가 감소하였다. 이와 같은 부피감소는 밀이외의 다른 복합분의 첨가 혹은 대체와 관련한 제빵결과와 일치하였다 (1-7).

수입밀 빵의 수분활성도는 0.95이하이고, 우리밀 빵은 0.93으로 John 등(24)이 보고한 빵류(bakery goods) 수분활성도 0.95~0.90 범위 내에 드는 것으로 마 첨가에 의한 수분활성도 변화는 나타나지 않았다.

수입밀빵 crumb 색(Table 7)은 마 첨가비율이 증가함에 따라 L값이 감소하여 대체적으로 어두워지는 경향을 나타내었으며, 우리밀빵의 HDYP 첨가구에서는 첨가율 증가에 따라 L값의 유의적 차이가 없고, FDYP 첨가구에서는 첨가 비율 증가에 따라 약간의 L값의 감소가 있었다. Lee와 Kim(25)과 Kwan 등(26)의 보고에 의하면 FDYP 분말의 경우 HDYP와 비교하여 마이알 반응이 적게 일어나 밝은 색으로 나타났으며, 과당이나 포도당 같은 환원당 함량이 높다고 하였다. 이러한 관점에서 본 실험의 빵반죽에 첨가된 FDYP는 HDYP보다 높은 잔존 환원당 함량으로 baking 가열조건에서 마이알 갈변반응이 HDYP에 비하여 많이 일어난 것으로 추측

된다. Crumb의 전반적인 색차값( $\Delta E$ )은 실험구 전반에 걸쳐 유의적인 차이가 나타나는데, 그 값차가 우리밀빵에 비하여 수입밀 빵에서 크게 나타났다. 이것은 본래 우리밀가루 색이 수입밀가루 색과 비교하여 어둡기 때문에 마첨가로 인한 색의 변화가 크게 나타나지 않은 것으로 생각된다.

주관적 제품평가인 bread score(Table 8)는 수입밀 빵의 경우, HDYP 첨가구의 총점수가 대체적으로 높아 품질이 우수한 것으로 평가되었다. 즉, HDYP 첨가구의 crumb color는 첨가율에 따라 유의적인 차이가 없고, texture 점수가 마 첨가구에서 다소 높게 나타나 평가 총점수가 대조구 39.7에 비하여 HDYP 7%에서도 37점을 유지하였다. 반면 FDYP 첨가구는 첨가 비율에 따라 crust color가 짙어지고, grain이 좋지 않아 평가점수가 대체로 낮아져서 7% 첨가에서는 32점에 지나지 않았다.

우리밀빵은 마 첨가구 모두에서 crumb 및 crust color의 유의적인 차이가 없고 FDYP 첨가구의 grain점수는 첨가율 증가에 따라 유의적으로 낮아지지만, texture점수는 마첨가

Table 7. Crumb color of breads containing yam powders

Levels of yam powders	Hunter color values <sup>1)</sup>								$\Delta E$
	L		a		b		IWF	KWF	
	IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF			
HDYP	0%	80.15 <sup>c2)</sup>	72.70 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	2.01 <sup>a</sup>	17.30 <sup>a</sup>	19.40 <sup>b</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
	3%	79.57 <sup>b</sup>	72.95 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	2.08 <sup>a</sup>	17.32 <sup>a</sup>	19.07 <sup>a</sup>	1.07 <sup>b</sup>	0.69 <sup>b</sup>
	5%	79.02 <sup>ab</sup>	72.93 <sup>a</sup>	0.51 <sup>b</sup>	2.12 <sup>a</sup>	17.20 <sup>a</sup>	19.37 <sup>b</sup>	1.21 <sup>b</sup>	0.74 <sup>b</sup>
	7%	78.76 <sup>a</sup>	73.06 <sup>a</sup>	0.53 <sup>b</sup>	2.11 <sup>a</sup>	17.39 <sup>a</sup>	19.24 <sup>ab</sup>	1.52 <sup>b</sup>	1.21 <sup>c</sup>
FDYP	0%	80.15 <sup>c</sup>	72.70 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	2.01 <sup>a</sup>	17.30 <sup>b</sup>	19.40 <sup>b</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
	3%	79.82 <sup>c</sup>	72.74 <sup>ab</sup>	0.40 <sup>a</sup>	2.12 <sup>a</sup>	17.09 <sup>ab</sup>	18.87 <sup>a</sup>	0.95 <sup>b</sup>	0.85 <sup>b</sup>
	5%	79.81 <sup>b</sup>	73.18 <sup>b</sup>	0.49 <sup>b</sup>	2.12 <sup>a</sup>	17.05 <sup>ab</sup>	18.60 <sup>a</sup>	1.22 <sup>b</sup>	1.11 <sup>b</sup>
	7%	78.61 <sup>a</sup>	72.17 <sup>ab</sup>	0.65 <sup>c</sup>	2.26 <sup>b</sup>	16.72 <sup>a</sup>	18.92 <sup>a</sup>	1.82 <sup>c</sup>	1.03 <sup>b</sup>

Abbreviations : IWF, KWF, HDYP and FDYP are same as Table 1.

<sup>1)</sup>L : Measures lightness and varies from 100 for perfect white to zero black.

a : redness when plus, gray when zero and greenness when minus.

b : yellowness when plus, when zero, and blueness when minus.

$\Delta E : \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ , color difference.

<sup>2)</sup>Means of at least of more than six replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

Table 8. Bread scores of IWF and KWF breads containing yam powders

Levels of yam powders	Bread score <sup>1)</sup>										
	Crust color		Crumb color		Grain		Texture		Total		
	IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF	
HDYP	0%	10.0 <sup>b2)</sup>	8.3 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	10.0 <sup>c</sup>	9.0 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	7.7 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>	31.0 <sup>a</sup>
	3%	10.0 <sup>b</sup>	9.0 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	10.0 <sup>c</sup>	9.7 <sup>a</sup>	10.0 <sup>b</sup>	7.7 <sup>a</sup>	40.0 <sup>a</sup>	32.3 <sup>ab</sup>
	5%	9.0 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	9.0 <sup>b</sup>	9.7 <sup>a</sup>	10.0 <sup>b</sup>	9.0 <sup>b</sup>	38.0 <sup>b</sup>	34.0 <sup>b</sup>
	7%	9.0 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>	8.7 <sup>a</sup>	10.0 <sup>b</sup>	9.0 <sup>b</sup>	37.0 <sup>c</sup>	31.7 <sup>ab</sup>
FDYP	0%	10.0 <sup>c</sup>	8.8 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	10.0 <sup>d</sup>	9.0 <sup>d</sup>	9.3 <sup>a</sup>	7.7 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>	31.0 <sup>a</sup>
	3%	10.0 <sup>c</sup>	7.7 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	9.0 <sup>c</sup>	8.0 <sup>c</sup>	10.0 <sup>b</sup>	9.0 <sup>b</sup>	39.0 <sup>b</sup>	30.7 <sup>a</sup>
	5%	9.0 <sup>b</sup>	6.7 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	7.0 <sup>b</sup>	6.7 <sup>b</sup>	10.0 <sup>b</sup>	9.0 <sup>b</sup>	36.0 <sup>c</sup>	29.0 <sup>ab</sup>
	7%	7.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	10.0 <sup>b</sup>	9.0 <sup>b</sup>	32.0 <sup>d</sup>	27.0 <sup>b</sup>

Abbreviations : IWF, KWF, HDYP and FDYP are same as Table 1.

<sup>1)</sup>10 point scale with 10=excellent; 6=fair (but acceptable); 5=fair (but not acceptable); 1=poor.

<sup>2)</sup>Means of at least of more than six replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

구 모두에서 높아 전반적으로 조직감이 향상된 것으로 나타났다.

**빵의 기계적 텍스처 특성**

수입밀빵과 우리밀빵의 최종 수분함량은 각각 41~42%, 40~42%로 나타났으며(Table 6), Texture analyzer로 2회 압착하여 얻은 이스트 발효빵의 각 항목별 기계적 텍스처 특성(Table 9)에 있어서 수입밀빵의 HDYP 첨가구는 각 특성 항목에서 대조구와 거의 유사한 특성을 가지는 것으로 나타난 반면, FDYP 첨가구에서 경도가 다소 감소하였다. 일반적으로 우리밀빵은 수입밀빵에 비하여 단단한 것으로 나타났으며, 마 첨가비율이 높아질수록 FDYP와 HDYP의 첨가구 모두에서 경도, 점성, 씹힘성이 유의적으로 증가하였으며, 특히 HDYP 첨가구에서는 응집성이 증가하였다. 이렇게 마를 첨가할수록 경도와 관련된 응집성과 점성, 씹힘성이 동시에 증가된 결과는 우리밀빵의 마 첨가구가 대조구에 비해서 빵 부피가 적고 전보(27)에 밝힌 바와 같이 밀전분겔에 비하여 마와 밀전분을 동일량으로 혼합한 8% 농도 겔의 경도, 씹힘성, 응집성이 상승한 것과 관련하여 더 단단한 빵의 특성을 가지는 것으로 사료된다. 그리고, 마첨가 우리밀빵의 특성중 특이한 점은 부착성이 시료간 유의적인 차이는 없으나 수입밀빵보다는 상대적으로 크게 나타난다는 점이다. 이러한 경향은 밀에 포함된 단백질 함량과 질의 차이로 우리밀의 전반

적인 반죽물성이 수입밀과 근본적으로 다르기 때문에(16,22) 나타난 특성이라 생각되어지며 특히, 탄력성(springiness)에서는 우리밀의 경우 수입밀보다 대체적으로 값이 적는데, 이는 가스포집력이 낮아 부피가 적고 기포막이 약하여 압착 stress에 대한 복원력이 부족한 결과라고 할 수 있다. 이것으로 마첨가에 따른 이스트 발효빵의 기계적 조직감 변화는 HDYP보다 FDYP가, 수입밀보다는 우리밀에서 각 특성항목의 조직감 변화가 크다는 것을 알 수 있다.

**관능검사 결과**

수입밀 시료는 5% 마첨가구를 우리밀은 3% 첨가구를 대조구와 함께 제시하여 기호도 검사를 실시한 결과는 Table 10과 같다. 수입밀빵에서 5% 마첨가구를 선택한 것은 HDYP 및 FDYP첨가구 모두에서 부피를 비롯한 대부분의 제빵적 성 결과가 대조구와 유사하게 우수한 것으로 나타났기 때문이며, 우리밀빵에서도 반죽 적성, 빵부피, bead score 등을 고려하여 마첨가 3%를 선택하였다.

수입밀빵의 기호도 결과는 마첨가로 외관과 향미에 있어서 대조구에 비하여 기호성이 다소 낮아지는 경향을 보였으며 맛, 조직감 및 전반적인 기호도는 대조구를 비롯한 HDYP와 FDYP 첨가 시료간에 유의적인 차이가 없었다.

우리밀빵의 외관과 향미는 HDYP 첨가구가 우리밀 대조구빵과 FDYP 첨가구빵에 비해 높은 점수를 얻어 좋은 평가

**Table 9. Textural characteristics of breads containing yam powders**

	Levels of yam powders	HD (g)		AD (g)		SPR		COH		GUM		CHW	
		IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF	IWF	KWF
HDYP	0%	393.8 <sup>ab1)</sup>	451.4 <sup>ab</sup>	0.91 <sup>a</sup>	-4.2 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	211.1 <sup>ab</sup>	193.6 <sup>a</sup>	220.6 <sup>a</sup>	174.7 <sup>a</sup>
	3%	434.5 <sup>b</sup>	431.0 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	-3.0 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	0.92 <sup>ab</sup>	0.53 <sup>a</sup>	0.45 <sup>b</sup>	229.9 <sup>b</sup>	193.1 <sup>a</sup>	241.7 <sup>b</sup>	178.3 <sup>a</sup>
	5%	359.0 <sup>a</sup>	449.6 <sup>ab</sup>	0.53 <sup>a</sup>	-3.1 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	0.93 <sup>b</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.46 <sup>bc</sup>	194.5 <sup>a</sup>	206.4 <sup>ab</sup>	210.4 <sup>a</sup>	191.7 <sup>ab</sup>
	7%	383.3 <sup>ab</sup>	475.4 <sup>b</sup>	1.57 <sup>a</sup>	-2.1 <sup>a</sup>	1.08 <sup>a</sup>	0.93 <sup>b</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.47 <sup>c</sup>	205.7 <sup>ab</sup>	221.8 <sup>b</sup>	220.9 <sup>a</sup>	206.3 <sup>b</sup>
FDYP	0%	393.8 <sup>b</sup>	451.4 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	-4.2 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	211.1 <sup>b</sup>	193.6 <sup>a</sup>	220.6 <sup>ab</sup>	174.7 <sup>a</sup>
	3%	326.7 <sup>a</sup>	433.4 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	-5.2 <sup>a</sup>	1.17 <sup>b</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.55 <sup>b</sup>	0.45 <sup>a</sup>	183.0 <sup>a</sup>	194.7 <sup>a</sup>	209.8 <sup>a</sup>	178.5 <sup>a</sup>
	5%	346.4 <sup>a</sup>	470.4 <sup>a</sup>	1.31 <sup>a</sup>	-3.5 <sup>a</sup>	1.18 <sup>b</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.55 <sup>b</sup>	0.43 <sup>a</sup>	187.9 <sup>a</sup>	215.7 <sup>ab</sup>	221.5 <sup>ab</sup>	199.0 <sup>ab</sup>
	7%	350.1 <sup>a</sup>	516.5 <sup>b</sup>	1.24 <sup>a</sup>	-3.3 <sup>a</sup>	1.22 <sup>b</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.56 <sup>b</sup>	0.44 <sup>a</sup>	194.6 <sup>ab</sup>	227.7 <sup>b</sup>	238.0 <sup>b</sup>	210.3 <sup>b</sup>

Abbreviations: IWF, KWF, HDYP and FDYP are same as Table 1; HD=hardness; AD=adhesiveness; SPR=springiness; COH=cohesiveness; GUM=gumminess; CHW=chewiness.

<sup>1)</sup>Means of at least of more than six replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).

**Table 10. Acceptability scores<sup>1)</sup> for sensory attributes of yam breads**

Sensory attributes	IWF <sup>2)</sup>			KWF <sup>3)</sup>		
	Control	HDYP	FDYP	Control	HDYP	FDYP
Apperance	6.42 <sup>a4)</sup>	5.89 <sup>ab</sup>	5.25 <sup>a</sup>	4.36 <sup>a</sup>	5.53 <sup>b</sup>	4.97 <sup>ab</sup>
Flavor	6.06 <sup>b</sup>	5.28 <sup>a</sup>	5.64 <sup>ab</sup>	5.19 <sup>a</sup>	5.72 <sup>b</sup>	5.53 <sup>a</sup>
Taste	6.28 <sup>a</sup>	5.78 <sup>a</sup>	6.25 <sup>a</sup>	5.11 <sup>a</sup>	6.00 <sup>b</sup>	6.03 <sup>b</sup>
Texture	6.47 <sup>a</sup>	6.11 <sup>a</sup>	6.31 <sup>a</sup>	5.06 <sup>a</sup>	6.14 <sup>ab</sup>	5.63 <sup>ab</sup>
Overall acceptability	6.39 <sup>a</sup>	5.97 <sup>a</sup>	6.17 <sup>a</sup>	5.14 <sup>a</sup>	6.11 <sup>b</sup>	5.83 <sup>ab</sup>

Abbreviations are same as Table 1.

<sup>1)</sup>9-point scale with 9=like extremely, 1=dislike extremely.

<sup>2)</sup>IWF bread containing yam powders at levels of 5%.

<sup>3)</sup>KWF bread containing yam powders at levels of 3%.

<sup>4)</sup>Means of thirty-six replicates observations in which the same superscripts in each row are not significantly different (p<0.05).

를 받았다. 이것은 마 고유의 향과 열풍건조시의 마이알 갈변반응(Maillard reaction)으로부터 얻어진 구수한 향미 물질에 기인된다고 생각된다(25,26). 맛은 마 첨가구가 대조구에 비해서 모두 유의적으로 향상되었으며 이것은 마를 첨가하므로써 본래 우리밀 빵이 갖는 쓴맛과 같은 정제되지 않은 곡물맛이 다소 상쇄되었기 때문이라고 여겨진다(28). 조직감과 전반적인 기호도에서도 대조구보다 마 첨가구가 좋은 평가를 얻었다. 그리고 우리밀 HDYP 첨가구가 FDYP 첨가구보다 대부분의 관능특성 항목에서 높은 값을 보여 우수한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 우리밀에 마첨가로 빵의 외관이 향상되고, 우리밀 특유의 곡물향은 감소되며, 맛과 조직감이 향상되어 빵의 기호측면에서 품질향상의 효과가 크게 나타남을 알 수 있다.

## 요 약

절질물을 다량 함유하고 있으며 생리효능이 높다고 알려진 마(Yam: *Dioscorea*)의 첨가가 이스트 발효빵 품질에 미치는 효과를 알아보기 위하여 건조방법을 달리한 열풍건조마가루와(hot air-dried yam powder: HDYP)와 동결건조마가루(freeze-dried yam powder: FDYP)를 3, 5, 7% 수준으로 수입밀과 우리밀을 이용한 이스트 발효빵 배합비에 첨가하여 빵반죽과 최종빵의 기계적 특성 및 관능적 특성을 살펴보았다. 마 첨가 빵반죽의 특성은 Texture analyzer를 통해 반죽의 stickiness를 측정하고 5점 척도의 주관적인 작업 적성(handling property)을 평가하였다. 마 첨가 빵반죽의 적정수분흡수율은 수입밀에 비하여 우리밀이 4~8% 낮으며 마첨가 비율이 높을수록 증가하였다. 반죽의 stickiness는 우리밀반죽이 수입밀반죽보다 높게 나타났으며 마첨가에 의한 반죽 stickiness 변화는 수입밀에서 유의적인 증가를 보였으나 반죽작업이 어려운 정도는 아니었다. 우리밀 반죽의 FDYP 첨가구는 stickiness의 적은 감소에도 불구하고 반죽작업적성은 가장 열등하게 나타났다. 우리밀은 수입밀에 비하여 낮은 oven spring을 보였으며, 특히 FDYP 첨가 비율이 증가할수록 oven spring이 큰 폭으로 감소하였다. 마첨가 수입밀빵의 최종 부피는 FDYP 7% 첨가로 다소 감소하였으나, 다른 모든 처리구에서는 대조구와 유사하였고, 우리밀빵은 전반적으로 FDYP 첨가구가 HDYP 첨가구보다 빵부피면에서 열등한 것으로 나타났다. 빵의 기계적 조직감은 수입밀빵보다 우리밀빵이 단단하고 부착성이 높았으며 마첨가로 조직감변화가 우리밀에서 다소 크게 나타나 정도, 씹힘성, 응집성, 검성이 증가하였다. 마 첨가에 따라 빵의 crumb색은 어두워졌으며, 반죽적성, 빵부피 및 bread scoring 평가결과를 기준으로 선택된 각각 5% 마첨가 수입밀빵과 3% 마첨가 우리밀빵에 대한 관능검사에서도 마첨가의 효과가 수입밀보다 우리밀에서 뚜렷하게 나타나 빵의 외관이 향상되고, 우리밀 특유의 곡물향이 감소되며, 맛과 조직감이 향상되어 기호 측면에서 우리

밀빵의 품질향상 효과가 크게 나타났다. 그러므로 본 연구결과에 의하면 종합적 제빵적성면에서 이스트 발효빵에 마가루 첨가는 HDYP 5%와 FDYP 3%가 가능하다고 할 수 있다.

## 문 헌

- Ryu, C.H.: Study on bread making quality with mixture of waxy barley wheat flour mixture. 1. Rheological properties of dough made with mixture of waxy barley wheat flour. *J. Food Sci. Nutr.*, **28**, 1034-1043 (1999)
- Cho, M.K. and Lee, W.J.: Preparation of high-fiber bread with barley flour. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 702-706 (1996)
- Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Choi, H.C.: Composition of some characteristics relevant to rice bread processing between brown and milled rice. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **13**, 64-69 (1997)
- Chung, J.Y., Kim, C.S. and Kim, H.I.: Breadmaking properties of composite flours of wheat and buckwheat with different proportions. *J. Human Ecology* (Changwon National University), **1**, 113-123 (1997)
- Ann, C.E. and Kare, L.: *Cereals in Bread Making*. Marcel Dekker Inc., New York, p.346-349 (1993)
- Nishita, K.D., Roberts, R.L. and Bean, M.M.: Development of a yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chem.*, **53**, 626-635 (1976)
- Pomeranz, Y., Shogren, M.D., Finney, K.F. and Bechtel, B.: Fiber in bread making effects on functional properties. *Cereal Chem.*, **54**, 25-41 (1977)
- Lim, H.I. and Kim, M.W.: Hypoglycemic effects of Korean wild vegetables. *Korean J. Nutr.*, **25**, 511-517 (1992)
- Kim, M.W.: Effects of H<sub>2</sub>O fraction of *Dioscorea japonica* Thunb with vitamin E on glucose and lipid metabolism in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **13**, 500-506 (1997)
- Kim, M.W. and Lim, S.J.: Effects of fraction of *Dioscorea japonica* thumb on blood glucose level and energy metabolism in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.*, **31**, 1093-1099 (1998)
- Kwon, C.S., Son, I.S., Shim, J.H., Kwon, I.S. and Chung, K.M.: Effects of yam lowering cholesterol levels and its mechanism. *Korean J. Nutr.*, **32**, 637-643 (1999)
- Kwon, M.Y. and Sung, H.J.: Immunity fuction modulate of complement activity poly saccarhide. *Korean J. Soc. Food Sci. Technol.*, **30**, 30-43 (1997)
- Chung, H.Y.: Carbohydrates analysis of Korean yam tubers. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **27**, 36-40 (1995)
- 최면, 김선률, 신건재, 김종대, 박재봉: 우리밀에 함유된 면역증강 기능성 물질의 확인. 한국식품영양과학회 제 44차 추계 학술발표회, p.145 (1998)
- Kim, C.S., 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 "Chokwang" (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **15**, 215-219 (1983)
- AACC: *Official Methods of the AACC*. 8th ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, M.N. (1986)
- Chen, W.Z. and Hoseney, R.C.: Production of whole wheat bread with good loaf volume. *Cereal Chem.*, **66**, 224-227 (1989)

19. Kim, C.S., Lee, S.A. and Kim, H.I. : Development of buckwheat bread : 3. Effects of the thermal process of dough making on baking properties. *J. Food Sci. Nutr.*, **4**, 6-13 (1999)
20. Lai, C.S., Davis, A.B. and Hoseney, R.C. : Production of wholewheat bread with good loaf volume. *Cereal Chem.*, **66**, 244-227 (1989)
21. Lee, K.H., Park, H.C. and Her, E.S. : *Statistics and Data Analysis Method*. Hyoil press, Seoul, p.253-296 (1998)
22. Koh, B.K. : A composition of protein characteristics of Korean and imported wheat varieties. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 586-592 (1999)
23. Pyler, E.J. : *Baking Science and Technol.* 3rd ed., Sosland Co., Marriam, KS, Vol. II, p.746-748 (1988)
24. John, A.T. and Christian, J.H.B. : *Water Activity and Food*. Academic Press, New York, p.195-209 (1978)
25. Lee, B.Y. and Kim, H.K. : Quality properties of Korean yam by various drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 877-882 (1998)
26. Kwan, J.H., Lee, G.D., Lee, S.J., Chung, C.K. and Choi, J.U. : Changes in chemical components and physical properties with freeze drying and hot air drying of dioscorea batatas. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 908-913 (1998)
27. Lee, S.Y., Kim, C.S., Song, Y.S. and Park, J.H. : Studies on the quality characteristics of sponge cakes with addition of yam powders. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **30**, 48-55 (2000)
28. Kim, B.R., Choi, Y.S. and Lee, S.Y. : Study on bread making quality with mixture of buckwheat-wheat flour. *J. Korean Soc. Food Sci.*, **29**, 241-247 (2000)

(2000년 11월 1일 접수)