

## 다시마밥 제조조건의 최적화

신은수<sup>1</sup> · 이진화<sup>1</sup> · 박경태<sup>1</sup> · 류홍수<sup>1\*</sup> · 장대흥<sup>2</sup>

<sup>1</sup>부경대학교 식품생명공학부

<sup>2</sup>부경대학교 수리과학부

## Optimizing Cooking Condition of Short Grain Rice Containing Sea-tangle Patch

Eun-Soo Shin<sup>1</sup>, Jin-Hwa Lee<sup>1</sup>, Kyong-Tae Park<sup>1</sup>, Hong-Soo Ryu<sup>1\*</sup> and Dae-Heung Jang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

<sup>2</sup>Faculty of Mathematical Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

### Abstract

Response surface methodology on sensory evaluation was used to optimize cooking condition of cooked short grain rice (CSR) and cooked short grain rice containing grainy sea-tangle patch (CSTR). Texture profile analysis and nutritional evaluation were also performed. For maximizing overall acceptability, it can be predicted sea-tangle patch 14%, added water 1.67 times of rice and sea-tangle amount and steeping time 47 min as optimum cooking conditions from sensory evaluation conducted by the forties panelist. Hardness of pressure cooked short grain rice containing grainy sea-tangle patch (CSTR) were lower than cooked short grain rice (CSR), but it showed similar as CSR in adhesiveness, chewiness and higher in springiness and cohesiveness. In addition CSTR was delayed retrogradation compared with CSR. The nutritional quality of CSTR showed higher level in total dietary fiber, protein, ash than CSR, but lower in protein digestibility, C-PER, gelatinization degree compared with CSR.

**Key words:** cooked short grain white rice, grainy sea-tangle patch, response surface methodology, sensory evaluation, textural profile

### 서 론

우리나라는 예로부터 쌀을 비롯한 곡물음식이 보편적으로 이용되어 왔으며, 특히 밥은 주식으로서 우리 생활의 중심에 깊이 뿌리내려왔다. 최근 여성인력의 사회진출, 생활의 국제화시대에, 밥을 주식으로 하는 한식 상차림이 국, 반찬 등의 부식을 따로 준비해야하는 번거로움이 있으므로 점차로 밥 먹는 양과 비율이 떨어지고 있는 추세이며, 실제로 2002년 우리나라 1인당 쌀 소비량은 87.0 kg으로 5년 전의 102.4 kg에 비해 크게 감소되었다(1). 또한 패스트푸드를 비롯한 서구식 위주로 생활이 변화함에 따라 뇌혈관 질환을 비롯한 고혈압, 동맥경화, 당뇨병 등 만성 퇴행성 질환과 암으로 인한 사망률이 증가되고 있어 국민 건강에 있어 커다란 문제가 되고 있다. 그러므로 서구식에 비하여 포화지방산 함량이 낮고, 균형식에 가까운 상차림을 가진 한식의 우수성이 더욱 강조되고 있으며, 특히 한식의 중심이 되는 밥의 기능성과 기호성 향상 방안에 대한 관심이 고조되고 있다. 따라서 백미에 부족한 섬유소를 보강하고, 맛을 증진시킬 수 있는 부재료에 대한 연구가 필요한 실정이며, 다시마는

이러한 요구를 충족시킬 수 있는 식품중 하나라 할 수 있다.

다시마는 K, Na, Ca, Mg 등 많은 알칼리성 금속이온을 풍부하게 함유하고 있으며, 특히 4000 ppm 이상의 요오드를 함유하고 있는 무기질의 훌륭한 공급원이다(2). 또한 다시마에 11~45% 함유된 알긴산은 소화되지 않는 식이성 섬유로서 혈청 콜레스테롤 저하작용, 유해 중금속의 체내 흡수 방지 및 배출 기능 뿐 아니라 항 virus 성, 항 종양성, 항 돌연변이 및 항 혈액응고, 면역력 증강, 혈당 및 혈청지질 저하 등의 생리기능을 갖는 것으로 알려져 있다(3-6). 그밖에 정미성분도 풍부하여 예로부터 조미재료로도 이용되어 왔으며 이러한 다시마의 생리활성 기능을 활용하기 위한 연구로서 다시마묵(7), 다시마를 이용한 분말 조미료(8), 기능성 해조차(9), 다시마를 첨가한 고추장(10), 다시마 가루를 첨가한 소보루빵(11), 다시마가루를 첨가한 식빵(12) 등이 있다.

본 연구에서는 반응표면 분석(response surface methodology: RSM)을 사용하여 밥의 기능성과 기호성을 향상시킬 수 있는 다시마밥을 대상으로 다시마편의 첨가비율( $X_1$ ), 가수량( $X_2$ ), 침지시간( $X_3$ )의 최적 제조조건을 구하였으며, 구해진 최적조건으로 제조된 다시마밥의 물성적 특성 및 영양

\*Corresponding author. E-mail: hsryu@pknu.ac.kr  
Phone: 82-51-620-6333, Fax: 82-51-628-6670

적 품질에 대해 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에서 사용한 다시마는 부산광역시 기장군 장안읍 소재 일광식품에서 공급받아서 쌀알 모양의 다시마편(2 mm × 3 mm)으로 절단하여 사용하였으며, 쌀은 2001년도에 생산된 농협 9분도미 황금쌀을 사용하였다.

### 반응표면분석을 위한 실험계획

다시마밥 제조의 최적조건을 구하기 위해 예비실험과 문헌고찰(13,14)을 통하여 다시마밥 제조의 영향인자인 다시마편 첨가비율( $X_1$ ), 가수량( $X_2$ ), 침지시간( $X_3$ )을 독립변수로 하였으며 각 인자의 수준은 Table 1과 같다. 실험설계는 중심합성계획(central composite design)에 따라 16개의 실험군으로 하였으며(Table 2), 반응변수는 향미, 색상, 윤기, 맛, 찰기, 전반적 기호도의 6가지 관능적 특성과 경도, 부착성, 탄력성, 응집성, 씹힘성의 5가지 물성적 특성으로 정하였고 이를 반응 표면분석을 사용하여 다시마밥의 최적 제조조건을 구하였다.

### 다시마밥과 백미밥의 제조

다시마밥(CSTR; cooked short grain rice containing grainy sea-tangle patch)의 제조과정은 중심합성계획에 따라 설계된 비율대로(Table 1) 쌀과 다시마의 양을 정량하여 총량이 300 g이 되도록 하였다. 쌀은 정수된 물로 3회 씻은 후 60분간 불리고, 다시마편도 정해진 침지시간대로(Table 1) 불린 후, 쌀과 다시마편에 흡수된 물의 양을 계산하였다. 첨가할 물의 양에서(Table 1) 흡수된 물의 양을 제한 나머지량의 물을, 불린 쌀과 다시마편에 첨가하여 전기압력 보온밥솥(SRP-1096S, 성광전자, 한국)에서 가압(1.7 kg/cm<sup>2</sup>)하여 제조하였다. 상압에서 지은 다시마밥은 밥알이 설익게되어 관능검사와 물성검사의 시료로 부적절하여 본 고찰에서 제외하였다(결과 미제시).

백미밥(CSR; cooked short grain rice)은 다시마밥의 물성과 영양적 품질을 비교하기 위하여 상압(0.9~1.0 kg/cm<sup>2</sup>)과 압력솥을 이용한 가압(1.7 kg/cm<sup>2</sup>)에서 제조하였다. 9분도미를 300 g 정량하여 정수된 물로 3회 씻어서 60분간 불린 후, 상압 취사조건에는 백미의 1.5배 물을, 압력 취사조건에는 백미의 1.4배 물을 첨가하여 다시마밥을 제조한 동일한

종류의 밥솥(SRP-1096S, 성광전자, 한국)으로 상압, 압력 취사조건을 각각 선택하여 제조하였다.

### 관능검사

관능검사는 대학교에 재학중인 20대 남녀 대학생 10명과 40대 남녀 6명을 대상으로 하여, 질문지를 이용한 5점 척도법을 사용하였다. 관능적인 특성은 향미, 색상, 윤기, 맛, 찰기, 전반적인 기호도 등 6가지 항목에 대하여, 매우 좋다(5점), 약간 좋다(4점), 보통(3점), 약간 나쁘다(2점), 매우 나쁘다(1점) 중 선택하도록 하였다. 시료는 취사가 완료된 직후 흰색 폴리에틸렌 접시에 일정량씩 담아 물과 함께 제공하였으며, 한 시료를 평가한 다음 생수로 입안을 깨끗이 헹군 후 다른 시료를 시식하도록 하였다. 동일 환경에서 모든 실험을 실시하기가 현실적으로 곤란하다고 판단하여 균형화된 검사법으로 블록을 나누어 실시하였다.

### 물성검사

9분도미로 지은 밥과 제시된 최적조건으로 취사한 다시마밥의 조직감은 취사가 완료된 직후 원통형 용기에(지름 44 mm, 높이 7 mm) 일정량의(약 10 g) 밥을 남는 공간없이 같은 높이로 균일하게 채운 후 이를 Texture analyzer(TA-XT2i, Stable Microsystem, England)를 사용하여 측정하였다. 이때 측정 조건은 strain mode에서 test speed 1.0 mm/s, 70% strain이었으며, 3.0 cm cylinder probe(P/3)를 사용하였다. 측정항목은 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness) 등 5가지였으며, 한 항목에 대하여 5회 반복 시행하였다.

### 통계처리

관능검사 결과는 Minitab을 이용하여 반응표면분석을 실시하였으며, texture 측정 결과는 분산분석을 하여 유의차를 검증하였고, 유의차가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의성을 검증하였다.

### 일반성분 분석

수분, 조지방, 조단백질, 조회분 및 염분은 AOAC(15) 표준방법에 따라, 조섬유와 총 식이섬유 함량은 AOAC(16)에 제시된 방법으로 정량하였다.

### 단백질 품질 평가

효소를 이용한 *in vitro* 단백질 소화율 측정은 Satterlee 등(17)과 AOAC법(18)을 수정한 Ryu 등(19)의 방법으로 실험하였으며, C-PER은 AOAC(18)의 방법에 따라 계산하였다.

Table 1. Independent variables and their levels for central composite design

Independent variables	Unit for variables	Symbol <sup>1)</sup>	Coded variable levels				
			-1.682	-1	0	1	1.682
Sea-tangle patch	%	$X_1$	0	3.41	8.41	13.41	16.82
Water	cc	$X_2$	399.54	420	450	480	500.46
Steeping time	min	$X_3$	13.18	20	30	40	46.82

<sup>1)</sup> $X_1$ : Percentage of sea-tangle patch,  $X_2$ : Amount of added water,  $X_3$ : Steeping time of sea-tangle patch.

### 전분의 호화도

전분의 호화도는 Yamasita(20)의 방법에 따라 malt diastase(Kanto Chemical Co.)를 사용하여 측정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 관능검사

중심합성계획에 따라 설계된 16가지 조건에서 얻은 다시마밥의 관능검사의 결과(관능점수들의 평균)를 Table 2와 Table 3에 각각 나타내었으며 원 관능점수를 이용하여 반응표면분석을 하면 20대에서는 공변수인 관능검사원(패널리스트)로 인한 블록효과가 통계적으로 유의하게 나타나고, 40대에는 블록효과가 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다.

그러므로, 20대에서는 2차 회귀반응식을 찾을 때는 원 관능점수를 이용하여 블록효과를 고려한 반응모형을 적합화하여야 하고, 40대에서는 2차 회귀반응식을 찾을 때는 블록효과를 고려할 필요가 없으므로 Table 3의 관능점수들의 평균을 이용하여 반응모형을 적합화하여도 된다. 20대와 40대에 대한 2차 회귀반응식을 Table 4와 Table 5에 각각 표시하였는데, 이 회귀식들은 모두 적합 결여 검정(lack-of-fit test) 결과 모두 데이터에 잘 적합한 것으로 나타났다. Table 6과 Table 7은 각각 20대와 40대에 대하여 전반적 기호도에 대한 분산분석과 적합 결여 검정을 나타내는 SAS 출력 결과이다. 20대를 대상으로 한 관능검사 결과로부터 얻은 2차 회귀식(Table 4)은 6가지 항목(향, 색상, 윤기, 맛, 찰기, 전반적 기호도)의 결정계수( $R^2$ ) 값이 0.30~0.46으로 비교적 높은 값은

Table 2. Central composite design arrangement and responses by the twenties

Exp. no	Variable levels			Response <sup>1)</sup>					
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>
1	-1	-1	-1	4.2	3.8	3.5	2.7	2.0	2.7
2	-1	-1	1	3.6	3.4	3.2	2.8	2.5	3.0
3	-1	1	-1	2.9	3.7	3.7	3.4	3.9	3.9
4	-1	1	1	2.9	3.6	3.9	4.1	4.6	3.9
5	1	-1	-1	1.3	1.2	1.4	1.8	1.6	1.2
6	1	-1	1	2.3	2.9	1.8	1.6	1.2	1.4
7	1	1	-1	2.5	2.2	2.1	2.1	1.8	1.8
8	1	1	1	2.4	2.7	3.6	3.2	3.7	2.9
9	0	0	0	3.0	2.7	3.5	3.4	3.8	3.4
10	0	0	0	3.0	3.1	2.2	2.1	1.2	1.8
11	-1.682	0	0	3.8	3.9	4.2	3.9	4.1	3.8
12	1.682	0	0	2.3	2.0	2.5	2.4	2.6	2.2
13	0	-1.682	0	3.3	3.1	2.6	3.1	2.7	3.2
14	0	1.682	0	3.6	3.6	3.8	3.4	4.3	3.7
15	0	0	-1.682	3.8	4.0	3.9	3.8	3.7	3.9
16	0	0	1.682	3.8	3.9	3.6	3.9	3.5	4.0

<sup>1)</sup>Y<sub>1</sub>=flavor, Y<sub>2</sub>=color, Y<sub>3</sub>=glossiness, Y<sub>4</sub>=taste, Y<sub>5</sub>=adhesiveness, Y<sub>6</sub>=overall acceptability. Each value represents mean of 10 sensory scores.

Table 3. Central composite design arrangement and responses by the forties

Exp. no	Variable levels			Response <sup>1)</sup>					
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>
1	-1	-1	-1	3.7	3.7	3.5	3.8	4.0	4.2
2	-1	-1	1	3.5	3.2	3.8	3.7	4.2	3.7
3	-1	1	-1	3.3	3.2	3.2	3.2	3.7	3.3
4	-1	1	1	3.2	3.0	3.5	3.8	4.5	3.3
5	1	-1	-1	2.5	2.0	2.2	2.2	1.8	2.0
6	1	-1	1	2.8	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5
7	1	1	-1	3.2	3.0	3.0	2.3	2.5	2.3
8	1	1	1	3.5	3.5	3.5	3.0	3.2	3.0
9	0	0	0	3.5	3.5	2.8	2.5	2.8	2.7
10	0	0	0	3.3	3.3	3.2	2.7	2.5	2.7
11	-1.682	0	0	3.0	3.2	3.3	3.5	4.2	3.7
12	1.682	0	0	3.8	2.7	2.3	1.7	2.0	2.0
13	0	-1.682	0	4.0	3.5	3.0	2.2	2.2	2.3
14	0	1.682	0	3.7	3.8	4.3	3.7	4.2	3.8
15	0	0	-1.682	3.5	3.7	3.7	3.5	3.0	3.3
16	0	0	1.682	3.3	3.5	3.0	3.0	3.3	3.2

<sup>1)</sup>Shown as Table 2.

Each value represents mean of 6 sensory scores.

Table 4. RSM program-derived polynomial equation by the twenties

Response	Polynomial equation	R <sup>2</sup> <sup>1)</sup>	P-value
Flavor	$\hat{Y}_1 = 3.4449 - 0.5355X_1 - 0.0032X_2 + 0.0363X_3 - 0.1799X_1^2 - 0.0274X_2^2 + 0.0963X_3^2 + 0.3880X_1X_2 + 0.1686X_1X_3 - 0.0880X_2X_3$	0.30	<0.0001
Color	$\hat{Y}_2 = 3.4602 - 0.6069X_1 + 0.1393X_2 + 0.1170X_3 - 0.1241X_1^2 + 0.0459X_2^2 + 0.2580X_3^2 + 0.0793X_1X_2 + 0.3173X_1X_3 - 0.1293X_2X_3$	0.44	<0.0001
Glossiness	$\hat{Y}_3 = 3.1158 - 0.5624X_1 + 0.4222X_2 + 0.1258X_3 + 0.0163X_1^2 - 0.0155X_2^2 + 0.1789X_3^2 + 0.1471X_1X_2 - 0.2065X_1X_3 + 0.1529X_2X_3$	0.43	<0.0001
Taste	$\hat{Y}_4 = 2.6805 - 0.5013X_1 + 0.3359X_2 + 0.1283X_3 - 0.0221X_1^2 + 0.0195X_2^2 + 0.2316X_3^2 + 0.0020X_1X_2 - 0.0104X_1X_3 + 0.2480X_2X_3$	0.32	<0.0001
Adhesiveness	$\hat{Y}_5 = 2.5821 - 0.5751X_1 + 0.6904X_2 + 0.1687X_3 + 0.1672X_1^2 + 0.1686X_2^2 + 0.2040X_3^2 - 0.1551X_1X_2 + 0.0327X_1X_3 + 0.3301X_2X_3$	0.46	<0.0001
Overall acceptability	$\hat{Y}_6 = 2.8175 - 0.6628X_1 + 0.3795X_2 + 0.1344X_3 - 0.0554X_1^2 + 0.0937X_2^2 + 0.2704X_3^2 - 0.0084X_1X_2 + 0.1072X_1X_3 + 0.0834X_2X_3$	0.41	<0.0001

<sup>1)</sup>Coefficient of determination.

Table 5. RSM program-derived polynomial equation by the forties

Response	Polynomial equation	R <sup>2</sup> <sup>1)</sup>	P-value
Flavor	$\hat{Y}_1 = 3.4333 - 0.0259X_1 + 0.0143X_2 - 0.0027X_3 - 0.0807X_1^2 + 0.0784X_2^2 - 0.0963X_3^2 + 0.3880X_1X_2 + 0.1686X_1X_3 - 0.0807X_2X_3$	0.44	0.8193
Color	$\hat{Y}_2 = 3.4372 - 0.2153X_1 + 0.1321X_2 - 0.0027X_3 - 0.2493X_1^2 - 0.0018X_2^2 - 0.0195X_3^2 + 0.3375X_1X_2 + 0.2125X_1X_3 + 0.0375X_2X_3$	0.83	0.0850
Glossiness	$\hat{Y}_3 = 3.0188 - 0.3648X_1 + 0.2846X_2 - 0.0203X_3 - 0.1161X_1^2 + 0.1843X_2^2 + 0.0783X_3^2 + 0.3625X_1X_2 - 0.0375X_1X_3 + 0.0875X_2X_3$	0.87	0.0447
Taste	$\hat{Y}_4 = 2.6015 - 0.6244X_1 + 0.2653X_2 - 0.0250X_3 - 0.0037X_1^2 + 0.1200X_2^2 + 0.2260X_3^2 + 0.2625X_1X_2 - 0.0625X_1X_3 + 0.2625X_2X_3$	0.93	0.0082
Adhesiveness	$\hat{Y}_5 = 2.6505 - 0.8127X_1 + 0.4220X_2 + 0.1394X_3 + 0.1579X_1^2 + 0.1932X_2^2 + 0.1755X_3^2 + 0.3000X_1X_2 - 0.0750X_1X_3 + 0.2000X_2X_3$	0.96	0.0021
Overall acceptability	$\hat{Y}_6 = 2.7152 - 0.6267X_1 + 0.2213X_2 - 0.0343X_3 + 0.0161X_1^2 + 0.0868X_2^2 + 0.1575X_3^2 + 0.3875X_1X_2 + 0.0875X_1X_3 + 0.2125X_2X_3$	0.91	0.0146

<sup>1)</sup>Coefficient of determination.

Table 6. SAS output of ANOVA table for overall acceptability by the twenties

Response Surface for Variable y6					
Response Mean		2.929487			
Root MSE		0.966933			
R-Square		0.4060			
Coefficient of Variation		33.0069			
Regression	DF	Type I Sum of Squares	R-Square	F Value	Pr > F
Covariates	1	1.282965	0.0056	1.37	0.2434
Linear	3	80.053215	0.3508	28.54	<.0001
Quadratic	3	9.873166	0.0433	3.52	0.0167
Crossproduct	3	1.439865	0.0063	0.51	0.6737
Total Model	10	92.655211	0.4060	9.91	<.0001
Residual	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Lack of Fit	136	119.569148	0.879185	0.49	0.9587
Pure Error	9	16.000000	1.777778		
Total Error	145	135.569148	0.934960		

Table 7. SAS output of ANOVA table for overall acceptability by the forties

Response Surface for Variable y6					
Response Mean		2.937500			
Root MSE		0.358450			
R-Square		0.9116			
Coefficient of Variation		12.2026			
Regression	DF	Type I Sum of Squares	R-Square	F Value	Pr > F
Linear	3	6.049170	0.6939	15.69	0.0030
Quadratic	3	0.273661	0.0314	0.71	0.5805
Crossproduct	3	1.623750	0.1863	4.21	0.0635
Total Model	9	7.946581	0.9116	6.87	0.0146
Residual	DF	Sum of Squares	Mean Square		
Total Error	6	0.770919	0.128486		

아니었으나, 유의성은 모두 인정되었다( $p < 0.01$ ). 40대 이상을 대상으로 한 관능검사 결과로부터 얻은 2차 회귀식(Table 5)은 향을 제외한 색상, 윤기, 맛, 찰기, 전반적 기호도 등의 결정계수( $R^2$ ) 값이 0.83~0.96으로 비교적 높은 값을 나타내었고, 유의성도 맛( $p < 0.01$ ), 찰기( $p < 0.01$ ), 윤기( $p < 0.05$ ), 전반적 기호도( $p < 0.05$ ), 색상( $p < 0.10$ )에서 각각 인정되었다. 정준분석(canonical analysis) 결과 20대와 40대 모두 정상점(stationary point)이 안부점(saddle point)이어서 최적조건을 찾기 위하여 등고선도(contour plot)와 반응표면도(response surface plot)를 사용하였다.

능형분석(ridge analysis) 결과, 20대는 6가지 항목 모두에서 다시마편 첨가 비율이 작을수록 관능점수가 크게 나왔다. 즉, 20대는 다시마밥 자체가 생소하고 거부 반응을 보이고 있음을 알 수 있다. Fig. 1은 다시마편 첨가량의 비율을 각각 3.41%, 8.41%, 13.41%로 고정했을 때의 20대의 전반적 기호도에 대한 등고선도이다. 다시마편 첨가량이 적을수록, 가수량이 많고 침지 시간이 길수록 관능점수가 높게 나옴을 알 수 있다. 다시마밥을 지을 수 있는 최적 조건은 다시마밥의 전반적인 기호도 점수

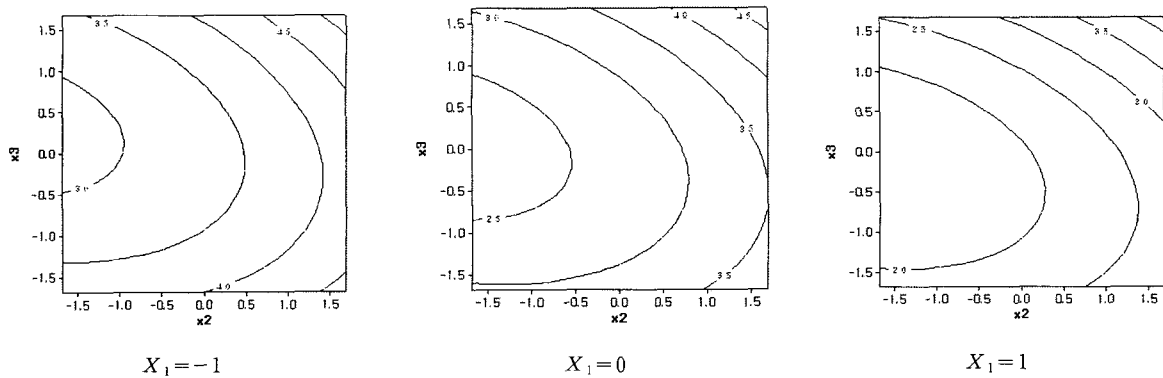


Fig. 1. Contour plots of overall acceptability by the twenties.

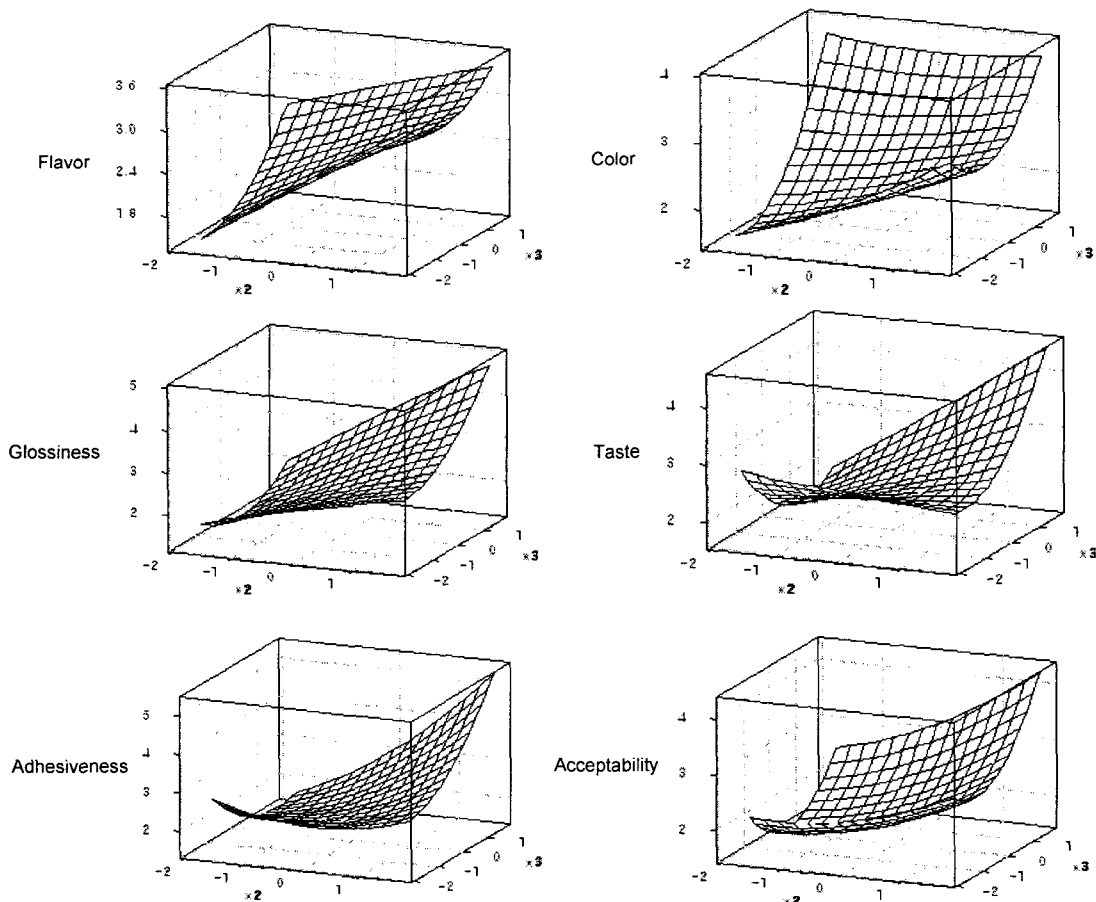


Fig. 2. Response surface plots of 6 response variables by the twenties ( $X_1=1$ ).

중 '4.5점'을 target으로 하여 이를 만족시키는 각 독립변수의 수준을 찾아 선정하였다. 기호도 점수 4.5점 이상을 만족시키는 조건은 많이 찾아질 수 있으나 본 연구에서는 기호도 4.5점 이상을 만족시키는 범위 내에서 다시마 첨가수준을 최대로 올릴 수 있는 조건을 목표로 하였다. 최적조건으로서 20대에서는 다시마편 첨가량의 비율은 14%(w/w), 가수량 1.75배, 침지시간이 49분으로 선정할 수 있다. 다시마편 첨가량의 비율을 13.41%로 고정했을 때의 6가지 반응변수들에 대한 반응표면도는 Fig. 2에 있다. 6가지 항목 모두에서 가수

량이 많고 침지 시간이 길수록 관능점수가 높게 나옴을 알 수 있다. 능형분석(ridge analysis) 결과 40대는 6가지 항목 모두에서 다시마편 첨가 비율이 작을수록 관능점수가 좋게 나왔으나 20대에 비하면 그 영향은 크게 줄었다. 40대가 20대보다는 다시마밥에 대한 거부반응이 적은 탓이라고 생각한다. Fig. 3은 다시마편 첨가량의 비율을 3.41%, 8.41%, 13.41%로 고정했을 때의 40대의 전반적 기호도에 대한 등고선도이다. 다시마편 첨가량이 적을수록 관능점수가 높게 나오나 그 영향은 크지 않음을 알 수 있고 동일한 다시마편

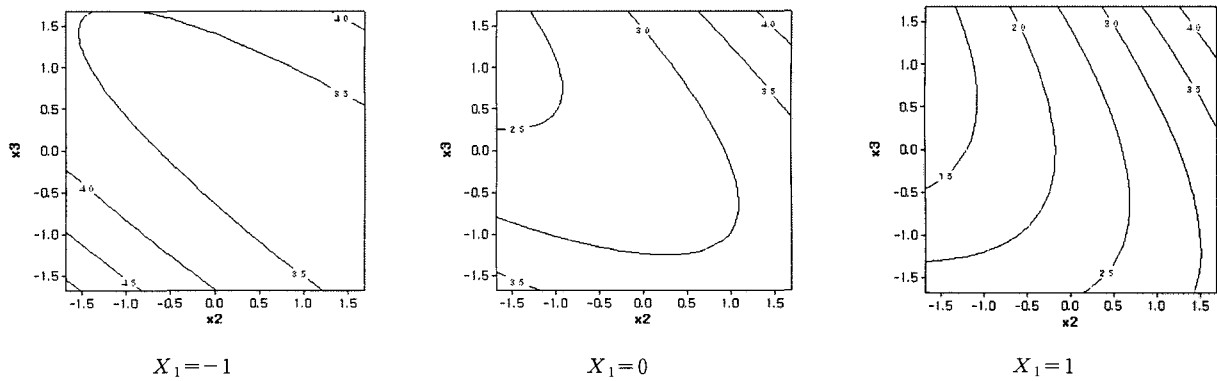


Fig. 3. Contour plots of overall acceptability by the forties.

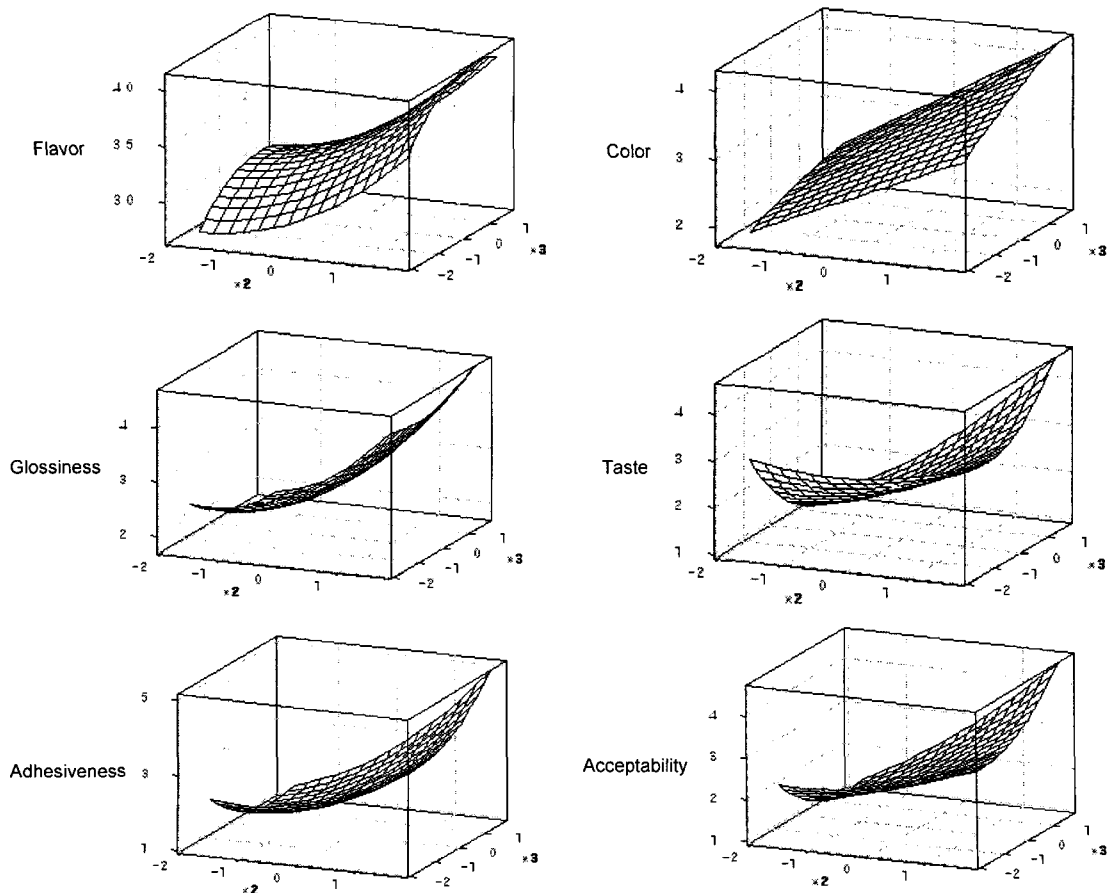


Fig. 4. Response surface plots of 6 response variables by the forties ( $X_1=1$ ).

첨가량의 비율에서는 가수량이 많고 침지 시간이 길수록 관능점수가 높게 나옴을 알 수 있다. 20대와 마찬가지로 기호도 점수 4.5점 이상을 만족시키는 조건은 많이 찾아질 수 있으나 본 연구에서는 기호도 4.5점 이상을 만족시키는 범위 내에서 다시마 첨가수준을 최대로 올릴 수 있는 조건을 목표로 하였다. 최적조건으로서 40대에서는 다시마편 첨가량의 비율은 14%(w/w), 가수량 1.68배, 침지시간이 47분으로 선정할 수 있다. 20대에 비하여 가수량과 침지시간이 약간 작았다. 나머지 반응변수들에 대한 반응표면도는 Fig. 4에 있다. 20대와 마찬가지로 6가지 항목 모두에서 가수량이 많고 침지 시간이 길수록 관능점수가 높게 나옴을 알 수 있다.

#### 물성검사

40대 이상의 검사원의 실험결과에서 얻어진 최적조건에 따라 압력솥에서 지은 다시마밥의 물성적 특성을 비교하기 위하여 상압, 혹은 압력솥으로 가압하여 제조한 백미밥(9분도미)의 물성검사를 같이 실시하였다(Table 8). 경도는 압력솥으로 지은 백미밥이 상압에서 지은 백미밥보다 높게 나타났으며 이는 Kim과 Kim(21)의 연구 결과와 유사하였다. 다시마밥은 압력밥솥에서 지었음에도 불구하고 상압에서 지은 백미밥과 경도가 비슷하였는데 다시마에서 우려나온 점질물이 밥의 경도를 저하시키는 것으로 보인다. 30분경과 후에는 다시마밥과 백미밥에서 모두 경도가 약간 증가하는 경향이였다.

부착성은 상압에서 지은 백미밥이 가장 높았으며, 다시마밥은 압력솥에서 지은 백미밥과 비슷한 정도로 낮았다. 백미밥의 부착성이 높은 것은 다시마의 해조성 점질물이 amylopectin의 점성보다 약하고, 또한 amylopectin의 점성효과를 방해하는 것으로 생각된다. 밥의 기호성은 부착성과 경도의 비 또는 경도에 의해서 주로 영향을 받는 것으로 보고되는데(22,23) 다시마밥의 경우 점질물로 인해 경도와 부착성이 아주 낮아질 수 있는 가능성이 압력솥에서 밥을 지으면 다소 개선될 것으로 여겨진다. 씹힘성은 압력솥에서 지은 백미밥이 가장 높았고 상압에서 지은 백미밥이 가장 낮았으나, 다시마밥은 상압에서 지은 백미밥보다 두배 정도 높았으며 압력솥에서 지은 백미밥보다는 약간 낮았다. 전반적으로 압력솥에서 지은 다시마밥의 물성을 압력솥에서 지은 백미밥과 비교해보면, 경도는 낮았고, 부착성과 씹힘성은 비슷한 정도로 나타났으며, 탄력성과 응집성은 약간 높은 것으로 나타나 경도를 제외하고는 압력솥에서 지은 백미밥과 유사한 물성을 보여 소비자들에게 거부감을 크게 불러일으키지 않을 것으로 생각된다. 그리고 30분 경과 후의 물성의 변화는 백미밥보다 다시마밥의 변화가 더 적은 경향을 보여, 노화의 속도가 백미밥에 비해 지연되는 효과가 있었다.

#### 영양적 품질평가

실험에 사용된 기장산 다시마와 다시마편, 백미밥, 다시마밥의 일반성분 분석은 Table 9에 나타내었다. 기장산 다시마

**Table 8. Texture profile analysis of cooked short grain white rice (CSR) and CSR containing grainy sea-tangle patch (CSTR)**

Sample <sup>1)</sup>	Hardness (kg)	Adhesiveness (g/sec)	Springiness (mm)	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
CSR 1	12.11±0.27 <sup>2a3)</sup>	429±14 <sup>b</sup>	0.12±0.00 <sup>c</sup>	0.17±0.01 <sup>b</sup>	1995±102 <sup>b</sup>	236±19 <sup>bc</sup>
CSR 1-30 min	12.67±0.14 <sup>a</sup>	465±21 <sup>ab</sup>	0.13±0.02 <sup>bc</sup>	0.20±0.01 <sup>a</sup>	2445±121 <sup>a</sup>	329±32 <sup>a</sup>
CSR 2	7.39±0.42 <sup>d</sup>	501±13 <sup>b</sup>	0.10±0.00 <sup>d</sup>	0.15±0.02 <sup>c</sup>	1080±182 <sup>c</sup>	105±26 <sup>d</sup>
CSR 2-30 min	9.96±0.42 <sup>b</sup>	465±31 <sup>ab</sup>	0.13±0.00 <sup>bc</sup>	0.20±0.01 <sup>a</sup>	2004±119 <sup>b</sup>	265±28 <sup>b</sup>
CSTR	7.01±0.41 <sup>d</sup>	423±2 <sup>b</sup>	0.15±0.01 <sup>ab</sup>	0.20±0.02 <sup>a</sup>	1390±087 <sup>d</sup>	204±25 <sup>cd</sup>
CSTR-30 min	8.07±0.36 <sup>c</sup>	452±21 <sup>b</sup>	0.16±0.00 <sup>a</sup>	0.20±0.01 <sup>a</sup>	1612±125 <sup>c</sup>	246±23 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>CSR 1: Pressure cooked short grain white rice at 1.7 kg/cm<sup>2</sup>, CSTR: Pressure cooked rice using short grain white rice and sea-tangle patch mixture (86:14, w/w). CSR 1-30 min: Checked after 30 min standing. CSTR-30 min: Checked after 30 min standing. CSR 2: Cooked at atm (0.9~1.0 kg/cm<sup>2</sup>). CSR 2-30 min: Checked after 30 min standing.

<sup>2)</sup>Value represents mean±SD of triplicate analysis.

<sup>3)</sup>Mean in the same column with different superscripts are significantly different.

**Table 9. Proximate composition, NaCl and total dietary fiber content of sea-tangle, CSR<sup>1)</sup> and CSTR<sup>2)</sup> % (dry basis)**

	Moisture	Protein*	Lipid	Ash*	Carbohydrate		Total dietary fiber*	NaCl*
					Non-fibrous*	Crude fiber*		
Dry sea-tangle	14.09±0.12	9.47±0.02 (11.02)	1.02±0.01 (1.19)	21.59±0.15 (25.13)	53.83±0.21 (62.65)	3.78±0.25 (4.40)	34.48±0.01 (40.13)	7.05±0.12 (8.20)
Sea-tangle patch	9.80±0.11	10.37±0.01 (11.50)	1.08±0.01 (1.20)	24.45±0.23 (27.11)	54.94±0.32 (60.92)	3.86±0.21 (4.28)	37.23±0.25 (41.28)	7.45±0.13 (8.25)
CSR	58.19±0.32	4.37±0.01 (10.45)	0.50±0.01 (1.19)	0.07±0.01 (0.17)	36.91±0.23 (88.28)	0.10±0.01 (0.24)	0.30±0.01 (0.71)	0.07±0.01 (0.16)
CSTR	57.22±0.21	4.72±0.01 (11.03)	0.51±0.02 (1.19)	2.41±0.01 (5.63)	34.21±0.35 (80.09)	0.94±0.01 (2.19)	5.40±0.03 (12.62)	1.04±0.02 (2.43)

<sup>1)</sup>CSR: Cooked short grain white rice.

<sup>2)</sup>CSTR: Cooked rice using short grain white rice and sea-tangle patch mixture (86:14, w/w).

\*Significantly different compare CSR with CSTR (p<0.05).

**Table 10.** *In vitro* digestibility and computed protein efficiency ratio (C-PER) and gelatinization degree of CSR and CSTR<sup>1)</sup>

	<i>In vitro</i> digestibility (%)	C-PER	Gelatinization degree (%)
ANRC casein	90.00	2.50	-
CSR 1	86.24	2.44	93.3±1.3 <sup>a</sup>
CSR 2	87.94	2.43	94.2±2.1 <sup>a</sup>
CSTR	81.28	2.34	82.5±4.1 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>CSR 1: Pressure cooked short grain white rice at 1.7 kg/cm<sup>2</sup>.  
 CSR 2: Cooked at atm. (0.9~1.0 kg/cm<sup>2</sup>).  
 CSTR: Cooked rice using short grain white rice and sea-tangle patch mixture (86:14, w/w).

의 총 식이성 섬유소의 함량은 아주 높게 나타났으며, 다시마편을 첨가한(14%) 다시마밥이 백미밥에 비해 식이성 섬유소의 보강효과가 현저하게 나타났으며, 그 외에도 회분과 단백질도 높게 나타났다.

다시마밥의 단백질 소화율(*in vitro*), 단백질 효율비(C-PER; computed protein efficiency ratio), 전분호화도를 Table 10에 나타내었다. 다시마밥의 단백질 소화율은 백미밥보다 약간 낮게 나타났고, C-PER도 다시마밥이 약간 낮았는데 이는 첨가한 다시마의 해조성 점질물이 단백질 분해 효소활성을 저해하기 때문으로 생각된다. 전분호화도도 다시마밥이 백미밥보다 낮게 나타났는데, 이도 역시 다시마의 해조성 점질물이 α-amylase의 작용을 방해하는 효과를 나타냈을 것으로 생각된다. 따라서 주요 영양성분의 소화성은 다시마밥이 백미밥보다 낮아 영양적 품질이 낮은 것으로 여겨질 수 있으나 오히려 비만과 이에 따르는 여러 합병증이 건강문제 대두되고 있는 현대인의 식생활에서는 긍정적인 효과를 주는 기능성식품으로 권장할 수 있을 것으로 생각된다.

**요 약**

백미밥에 비하여 기능성과 기호성이 향상된 다시마밥의 최적조건을 구하기 위하여, 관능검사를 실시하였고, 그 결과를 반응표면 분석하여 다시마편 첨가비율, 가수량과 침지시간 등의 최적 수준을 정하고, 최적수준으로 제조한 다시마밥과 백미밥의 물성검사와 영양적 품질평가를 비교하였다. 40대 이상을 대상으로 한 결과로부터 얻어진 2차 회귀 방정식에서 맛, 찰기, 색상, 전반적기호도의 관능적 특성에서 유의성이 인정되었고(p<0.05), 예측되는 최적 조건은 다시마편 첨가비율 14%, 가수량 1.67배, 침지시간 47분이었다. 이 최적조건으로 지은 다시마밥의 경도는 압력솥으로 지었음에도 불구하고 경도는 상압에서 지은 백미밥과 비슷하였다. 부착성은 상온에서 지은 백미밥보다는 낮았고 압력솥에서 지은 백미밥과는 큰 차이 없었다. 씹힘성은 상온에서 지은 백미밥에 비해 2배 높았으나 압력솥에서 지은 백미밥보다는 약간 낮았다. 밥을 지은 뒤 30분 경과 후의 물성의 변화는 백미밥보다 다시마밥의 변화가 더 적었다. 다시마밥의 식이섬유소

함량은 5.4%이었고, 백미밥에 비해 식이성 섬유소, 회분, 단백질의 보강효과는 현저하였다. 다시마밥의 단백질 소화율(*in vitro*), 단백질 효율비(C-PER)과 전분호화도는 백미밥에 비해 낮게 나타났다. 따라서 다시마밥은 열량섭취량이 높고, 섬유소 섭취량이 낮은 현대인의 식생활에 이를 보완해주는 저열량 고섬유소의 기능적 식품으로 권장할 수 있을 것으로 판단된다.

**문 헌**

1. Korea National Statistical Office. 2002. Statistical Data Base.
2. National Fisheries Research and Development Agency. 1995. *Chemical composition of marine products in Korea*. p 76-77.
3. Choi JH, Choi JS, Yang DS. 1986. Basic studies in the development of diet for the treatment of obesity. II. Comparison of inhibitory effect of algae and crude drug components on obesity. *Bull Kor Fish Soc* 19: 485-492.
4. Lee JG, Lim YS, Joo DS, Jeong IH. 2002. Effects of diet with sea tangle on calcium absorption, serum composition and feces in rats. *J Korean Fish Soc* 35: 601-607.
5. Choi HG, Jang BH, Rhee JD, Yu BK, Yong CS. 2003. The effect of *Laminaria japonica* diet on the pharmacokinetics of glipizide in rats. *J Kor Pharm Sci* 33: 113-120.
6. Lee YK, Lee HS, Kim BW. 1996. Effect of short-term feeding of dietary fiber supplements on glucose metabolism in subject with non-insulin dependent diabetes mellitus. *J Korean Soc Food Nutr* 15: 846-854.
7. Jung YH, Kim GB, Choe SN, Kang YJ. 1994. Preparation of mook with sea mustard and sea tangle. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 156-163.
8. Bae TJ, Kang DS. 2000. Processing of powdered seasoning from sea tangle. *Korean J Food Nutr* 13: 521-528.
9. Jo KS, Do JR, Koo JG. 1998. Pretreatment conditions of *Prophyra yezoensis*, *Undaria pinnatifida* and *Laminaria religiosa* for functional algae-tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 275-280.
10. Bae TJ, Choi OS. 2001. Changes of free amino acid compositions and sensory properties in Kochujang added sea tangle powder during fermentation. *Korean J Food Nutr* 14: 245-254.
11. Han KH, Choi MS, Ahn CK, Youn MJ, Song TH. 2002. Soboru bread enriched with dietary fibers extracted from kombu. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 619-624.
12. Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing *Laminaria* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 406-412.
13. Kim HY, Lee HD, Lee CH. 1996. Studies on the physico-chemical factors influencing the optimum amount of added water for cooking in the preparation of Korean cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 28: 644-649.
14. Min BK, Hong SH, Shin MG, Jung J. 1994. Study on the determination of amount of added water for rice cooking by extrusion test of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 26: 98-101.
15. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. p 777-784, 334.
16. AOAC. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. p 82, 1105.
17. Satterlee LD, Kendric JG, Miller GA. 1979. Rapid *in vitro*



- assay for estimating protein quality. *Food Technol* 31: 78-81.
18. AOAC. 1982. Calculated protein efficiency ratio (C-PER and DC-PER), Official first action. *J AOAC* 65: 496-501.
  19. Ryu HS, Hwang EY, Lee JY, Yoon HD. 1998. A new regression equation of pH drop procedure for measuring protein digestibility. *J Food Sci Nutr* 3: 180-185.
  20. Yamasita TR. 1968. Determination of  $\alpha$ -starch. *Cookery Science* (in Japanese). 1: 24-26.
  21. Kim HS, Kim YA. 1991. The sensory properties and lipid contents of cooked rices depending on the variety and cooker. *Korean J Soc Food Sci* 7: 1-6.
  22. Okabe M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J Tex Stud* 10: 131-152.
  23. Kim WJ, Chung NY, Kim SK, Lee AR, Lee AK, Ha YC, Baik MY. 1995. Sensory characteristics of cooked rices differing in moisture contents. *Korean J Food Sci Technol* 27: 885-890.

(2004년 6월 1일 접수; 2004년 11월 4일 채택)