

A study of optimization of non-fried rice snack using *Baekjinju* rice flour

Ok Ja Choi¹, Hee Nam Jung¹, Young Doo Kim², Jae-Han Shim³, Ki Hoon Shim^{1*}

¹Department of Food and Cooking Science, Suncheon National University, Suncheon 540-950, Korea

²Department of Food Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-950, Korea

³Department of Biological Chemistry, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

백진주 쌀가루를 이용한 비유탕 쌀과자 제조조건의 최적화 연구

최옥자¹ · 정희남¹ · 김용두² · 심재한³ · 심기훈^{1*}

¹순천대학교 조리과학과, ²순천대학교 식품공학과, ³전남대학교 생명화학과

Abstract

This study investigated the properties of rice snack puffed in a microwave oven after drying its dough according to *Baekjinju* soaking time and additional soybean milk. The optimum conditions for the non-fried rice snack using *Baekjinju* wetted flour were determined through the design of an experiment using response surface methodology. The independent variables were the *Baekjinju* soaking time and the additional soybean milk, and the dependent variables were the weight, volume, density, expansibility, Hunter's color value, hardness, and sensory properties. The quadratic model was chosen for the weight, density, expansibility, b value, and hardness. The two-factor interaction model was chosen for the volume, flavor, appearance, and overall preference. The linear model was chosen for the L value, taste, and texture. The weight was increased to longer than 11.26 days with the increase in the rice soaking. The volume, expansibility, L value, and b value increased with the increase in the rice soaking time and in the additional soybean milk ratio. However, the density was decreased was in reverse. The hardness increased most, with the rice soaking time rising from 5.28 to 8.53 days and the soybean milk additional ratio increasing from 5.34 to 20.26%. The sensory properties improved as rice soaking time decreased, and the soybean milk additional ratio was reversed. As for the desirability, the optimal formulation of the dough of non-fried rice snack was achieved by mixing 200 g of *Baekjinju* flour with a 0.69 days rice soaking time and a 26.67% soybean milk of rice ratio according to weight.

Key words : *Baekjinju*, rice flour, non-fried snack, optimization, RSM

서 론

쌀은 밀, 옥수수과 함께 세계적으로 중요한 에너지 공급 원일 뿐만 아니라 비만방지, 콜레스테롤 저하 등의 여러 가지 기능을 가진 식품으로 알려져 있다(1-3). 우리나라는 1970년대 후반에 통일형 다수성 쌀 품종 개발 보급으로 쌀의 자급률이 높아져 그 이후에는 양질미 생산으로 전화되었다(4) 그러나 최근 식생활과 사회경제적 여건 향상에 따른 식습관의 서구화, 식품에 대한 고급화, 다양화 및 간편화

로 인하여 국민 1인당 쌀 소비량은 계속 감소하는 추세이다(5,6). 또한, 국제 곡물시장의 변화와 쌀 관련 식품에 대한 소비자들의 요구가 높아져 쌀 소비량 증가 및 수요창출을 위한 이용소재 개발과 품종 개발이 절실한 상황이다(7). 이러한 문제 해결 방안은 쌀 품질의 고급화와 용도의 다양화를 통해 쌀 산업을 활성화하여 쌀의 소비를 촉진할 수 있는 새로운 부가가치를 창출하는 다양한 쌀 가공 산업을 발전시켜야 한다(6). 우리나라 쌀 품종 개발은 일반미 품종 생산으로 전화된 이후 1980년대부터 가공용 특수미 품종 개발 연구가 시작되었으며, 본격적인 품종 개발 연구가 추진된 것은 1990년대이다(5). 이에 1991년대 후반부터 단순히 밥 짓는 쌀이 아닌 다양한 가공 특성을 지닌 백진주

*Corresponding author. E-mail : khshim@sunchon.ac.kr
Phone : 82-61-750-3697, Fax : 82-61-750-3690

품종을 포함한 여러 가지 쌀 품종이 육성하였다(6).

백진주 품종은 중부 및 남부평지에 적응하는 중만생종이며 아밀로오스 함량이 9%로 메벼와 찰벼의 중간인 반찰미 일반벼 계통으로 떡, 과자, 식혜, 술 등 다양한 식품 소재로 활용될 수 있는 품종이다(5,6). 그러나 그 동안 보고된 백진주 품종과 관련된 연구로는 백진주 품종의 육성경위 및 주요특성에 관한 연구(6), 이화학적 특성에 관한 연구(4,8), 취반특성에 관한 연구(9), 일품벼 유래 배유 돌연변이품종 쌀의 호화 및 노화 특성 비교에 대한 연구(10)가 있으며, 백진주 품종을 이용한 가공식품에 관한 연구로는 특수미 품종에 따른 식혜의 이화학적 특성에 관한 연구(11)로 백진주 품종이 가공용 품종으로 개발되었음에도 불구하고 가공에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 기존 취반용 쌀 품종과 다른 특성을 가지고 있는 백진주 품종의 다양한 이용 가능성을 제시하기 위하여 우리나라 고유의 쌀 가공식품인 유과 제조 방법을 참고하여 간편하게 섭취할 수 있고, 기름에 튀기지 않는 쌀과자를 제조하고자 하였다. 따라서 비유탕 쌀과자 제조를 위하여 백진주 쌀의 수침시간과 콩물 첨가량을 주요 변수로 하였고, 반응표면분석법을 이용하여 최적 조건을 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 쌀은 2010년에 전남 나주에서 재배한 백진주 품종을 사용하였고, 대두(Chungwon, Chungnam, Korea), 소주(20.1% ethanol, Jinro, Hitejinro Co., Ltd., Seoul, Korea), 설탕(Baeksul, CJ, Seoul, Korea) 등은 대형마트에서 구매하여 사용하였다.

쌀가루 제조

비유탕 쌀과자 제조에 사용된 쌀가루는 기류식 초미분쇄기(Dream Mill DM-150S, Furukawa, Japan)를 이용하여 분쇄한 후 100 mesh 체를 통과시켜 사용하였다(수침 0일). 수침 3, 6, 9 및 12일 쌀가루는 백진주 품종의 쌀을 증류수로 2회 수세한 후 쌀과 증류수의 비율을 1:3(w/v)으로 하여 18±2℃에서 각 기간 동안 수침하였다. 수침한 쌀은 증류수로 2회 수세하고 체에 1시간 받쳐 물기를 제거하여 분쇄기(HMF-100, Hanil Electric Co., Ltd., Seoul, Korea)로 분쇄한 비풍건 쌀가루를 시료로 사용하였다. 쌀가루의 최종 수분함량은 수침 0일의 경우 10%이었고, 3, 6, 9 및 12일 수침한 비풍건 쌀가루는 40%이었다.

비유탕 쌀과자 제조

백진주 쌀가루를 이용한 비유탕 쌀과자 제조에 사용한

콩물은 대두와 물을 1:3의 비율로 25℃에서 8시간 침지한 후 콩과 동량의 물을 넣어 믹서기(Philips, HR-2860, Eindhoven, Netherlands)를 사용하여 분쇄하여 사용하였다. 비유탕 쌀과자의 반죽은 쌀가루 200 g, 설탕 30 g에 쌀가루 0~40%(w/w)의 콩물, 쌀가루 0~12%(w/w)의 물을 각각 첨가하여 반죽하였고, 수침 0일 쌀가루와 3, 6, 9, 12일 수침한 쌀가루 반죽의 최종 수분함량은 모두 45%로 동일하게 조절하였다. 이와 같이 제조한 반죽을 15분간 증자한 후 반죽기(KM-800, Kenwood, Co., Ltd., Havant, UK)에 넣고 소주 5 g을 가하여 80회/min. 회전조건에서 3분간 편칭하였다. 편칭한 반죽을 폭 1 cm, 두께 0.5 cm로 조절된 압출성형기(MS-2006-I, Dongaocar Co., Busan, Korea)에서 일정하게 뽑아 50℃에서 6시간 건조시킨 후 길이 1.0 cm로 절단한 다음 50℃에서 24시간 더 건조하여 반대기를 제조하였다. 건조된 반대기 3 g을 microwave oven(MW209QB, LG Electronics, Seoul, Korea)에 넣고 700 W에서 40초간 팽화시켜 비유탕 쌀과자를 제조하였다.

비유탕 쌀과자 실험계획

백진주 쌀가루를 이용하여 제조한 비유탕 쌀과자의 최적 조건을 분석하기 위하여 중심합성계획법으로 실험을 설계하여 수침시간(A) 및 콩물 첨가량(B)을 독립변수로 하고, Table 1과 같이 -2, -1, 0, +1, +2의 5단계로 부호화하였다. 즉, 백진주 쌀 수침시간(0, 3, 6, 9, 12일), 콩물 첨가량(0, 10, 20, 30, 40%)을 달리하여 비유탕 쌀과자를 제조하였다. 쌀과자의 품질특성으로 예상되는 무게(g), 부피(mL), 밀도(g/mL), 부피팽창률(%), 색도(L, a, b), 경도(kg), 관능검사(색, 맛, 향미, 외형, 질감, 전체적인 선호도: 싫음/좋음)를 종속변수로 하였다.

Table 1. Experimental range and values of the independent variables in the central composite design for non-fried rice snack

Independent variables	Symbols	Coded levels				
		-2	-1	0	1	2
Rice soaking time (day)	A	0	3	6	9	12
Soybean milk (%)	B	0	10	20	30	40

무게, 부피, 밀도 및 부피팽창률 측정

무게는 팽화시킨 비유탕 쌀과자를 측정하였고, 부피는 팽화 전 시료와 팽화시킨 비유탕 쌀과자를 종자치환법에 의해 각각 3회 반복 측정하였다. 밀도는 비유탕 쌀과자의 무게를 부피비로 나타내었고, 부피팽창률은 팽화 전후의 증가된 부피비로 나타내었다.

색도 측정

비유탕 쌀과자의 색도는 겉면을 색차계(JC 801S, Color Techno System, Tokyo, Japan)를 사용하여 L(백색도), a(적

색도), b(황색도) 값을 3회 반복 측정하였다.

경도 측정

비유탕 쌀과자의 compression force 측정은 texture analyzer(TA-XT2i, Stable Micro System Co., Surrey, UK)를 사용하여 측정하였다. Compression force의 측정조건은 test type: measure force compression, test speed: 1.0 mm/sec, strain: 70%, probe: cylinder 35.0 mm로 하여 3회 반복 측정하였다.

관능검사

쌀과자에 대한 관능검사는 조리과학과 대학(원)생 19명을 대상으로 실시하였다. 각 시료의 용기에는 난수표에서 선택한 세 자리 숫자를 표시하였고, 제시 순서는 무작위로 제시하였다. 시료의 특성에 따른 전 시료와의 혼란과 감각의 둔화를 줄이기 위해 시료를 평가하기 전에 2~3회 정도 충분히 입 행균을 하도록 하였다. 비유탕 쌀과자의 선호도에 대한 평가 항목은 색(color), 맛(taste), 향미(flavor), 외형(appearance), 질감(texture) 및 전체적인 선호도(overall preference)로 15점 line scale을 사용하였고, 소수점 첫 번째 자리까지 표기할 수 있도록 하였다. 1점은 '매우 좋지 않다', 15점은 '매우 좋다'로 평가하였다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 Design Expert 8.0(Design-Expert V8 Software for Design of Experiment, Stat-Ease, Inc., Minneapolis, MN, USA)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

비유탕 쌀과자의 무게, 부피, 밀도 및 부피팽창률

수침 후 비풍건 처리한 백진주 쌀가루를 이용한 비유탕 쌀과자 제조 조건의 최적화를 목적으로 두 가지 독립변수인 쌀 수침시간과 콩물 첨가량에 따라 9가지 조건에서 얻어진 무게, 부피, 밀도 및 부피팽창률 측정 결과는 Table 2와 같다. 각 조건에 따라 제조하여 팽화시킨 쌀과자의 무게는 2.37~3.46 g, 부피는 13.00~31.00 mL, 밀도는 0.08~0.26 g/mL 그리고 부피팽창률은 348.15~838.00%로 나타났다. Table 3에서와 같이 무게 측정 결과의 회귀곡선에 대한 결정계수 R^2 은 0.4719($p < 0.0139$), 부피의 결정계수 R^2 은 0.8916($p < 0.0001$), 밀도의 결정계수 R^2 은 0.7310($p < 0.0001$) 그리고 부피팽창률의 결정계수 R^2 은 0.9016($p < 0.0001$)으로 모델의 적합성이 인정되었다. 무게, 밀도 및 부피팽창률은 독립변수간의 교호작용하는 quadratic model이 선택되었고, 부피는 독립변수간의 상호작용하는 2FI(two-factor interaction) model이 선택되었다. 비유탕 쌀과자의 무게는

Fig. 1의 반응표면의 그래프에서 살펴보면 쌀의 수침시간이 길어짐에 따라 증가하다가 11.26일 이후에는 다시 감소하는 경향을 보였고, 회귀식을 살펴본 결과 콩물 첨가량은 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 비유탕 쌀과자의 부피는 반응표면의 그래프에서 보는 것과 같이 쌀 수침시간이 3.68일 이전이고, 콩물 첨가량이 6.28% 이하로 내려갈수록 부피가 최대 감소하는 구간으로 나타났으나 콩물 첨가량을 29.94% 이상 첨가할 경우 최대의 부피를 보이는 구간으로 나타났으며, 회귀식에서도 비유탕 쌀과자의 부피는 쌀 수침시간보다 콩물 첨가량에 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. Cho와 Jeon(12)의 콩물 첨가량에 따른 유과의 저장 중 품질 변화의 연구에서 콩물을 7%까지 첨가하였을 때에는 부피가 증가하였으나, 14%를 첨가하였을 때에는 부피가 감소하는 것으로 나타나 본 연구결과와 다소 상이한 결과를 보였는데, 찹쌀이 아닌 반찰미를 주재료로 사용할 경우 콩물 첨가가 비유탕 쌀과자의 부피에 긍정적인 효과가 있는 것으로 생각된다. 비유탕 쌀과자의 밀도는 부피에서 보는 것과 같이 콩물 첨가량에 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. Fig. 1의 반응표면의 그래프에서 쌀 수침시간이 0일 때 콩물 첨가량이 증가할수록 밀도가 낮아지고, 콩물 첨가량이 감소할수록 증가하는 경향이 확연하게 나타났다. 콩물을 첨가하지 않은 비유탕 쌀과자의 경우 Kang 등(13)의 연구에서와 같이 수침시간이 증가할수록 밀도는 감소한다는 결과와 일치하였다. 그러나 비유탕 쌀과자의 밀도는 부피에서 보는 것과 같이 쌀 수침시간보다 콩물 첨가량에 많은 영향을 받는 것으로 생각되는데, 콩물의 α , β -amylase가 전분 분해물질을 생성, 콩물 단백질이 망상 구조 형성에 필요한 단백질을 공급 또한 반찰벼인 백진주 쌀가루에 있는 amylopectin이 분해하여 나타난 것으로 알려져 있다(14,15). 부피팽창률은 쌀 수침시간과 콩물 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. Kim과 Wei(16)의 연구에서도 대두 slurry를 첨가한 경우 용적 증가율이 가장 높은 것으로 나타났다.

비유탕 쌀과자의 색도

각 조건에 따라 제조하여 팽화시킨 비유탕 쌀과자의 색도는 Table 2 및 3과 같다. L값은 78.00~82.54, a값은 -3.81~-0.00, b값은 4.26~13.36으로 나타났다. 색도 L값 측정 결과의 회귀곡선에 대한 결정계수 R^2 은 0.2382($p < 0.0382$), a값의 결정계수 R^2 은 0.2172($p < 0.0529$), b값의 결정계수 R^2 은 0.8861($p < 0.0001$)로 L값과 a값은 쌀 수침시간과 콩물 첨가량이 각각 독립적으로 작용하는 linear model이 선택되었고, b값은 독립변수간의 교호작용하는 quadratic model이 선택되었다. 회귀식에 의하면 쌀 수침시간은 비유탕 쌀과자의 L값에 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났고, 반응표면 그래프에 의하면 쌀 수침시간이 3.52일 이상이고 콩물 첨가량이 35.47%일 때 비유탕 쌀과자의 L값은 높은 구간으로

나타났다. 비유탕 쌀과자의 b값은 쌀 수침시간이 길어지고, 콩물 첨가량이 증가할수록 높게 나타났고, 반응표면 그래프에 의하면 쌀 수침시간이 10.32일 이상이고, 콩물 첨가량이 31.75% 이상일 때에 b값이 가장 높은 구간으로 나타났다

비유탕 쌀과자의 경도

각 조건에 따라 제조하여 팽화시킨 비유탕 쌀과자의 경도는 Table 2 및 3과 같다. 비유탕 쌀과자의 경도는 6.38~12.01 kg으로 나타났다. 경도 측정 결과의 회귀곡선에 대한 결정계수 R^2 은 0.5965($p < 0.0011$)로 모델의 적합성이 인정되었다. 팽화시킨 비유탕 쌀과자의 경도는 독립변수간의 교호작용하는 quadratic model이 선택되었다. Fig. 1의 반응

표면 그래프에 의하면 비유탕 쌀과자의 경도가 12.00 kg일 때 쌀 수침시간과 콩물 첨가량이 교차하는 점으로 나타났으며, 쌀 수침시간이 5.28~8.53일이고, 콩물 첨가량이 5.34~20.26%일 때 정상점에 가까워지는 것으로 높은 경도를 형성하는 것으로 나타났다. 따라서 백진주 품종에 콩물을 첨가하여 부드러운 비유탕 쌀과자를 제조하기 위한 조건은 쌀 수침시간이 1.44일 이하인 쌀가루에 콩물을 8.74% 첨가하여 비유탕 쌀과자를 제조하거나 쌀 수침시간이 9.12일 이상인 쌀가루에 콩물을 27.81% 첨가하여 비유탕 쌀과자를 제조하는 것이라고 할 수 있다. Cho와 Jeon(12)의 연구에서 콩물을 0~14% 첨가하였을 때 첨가량이 증가할수록 경도는 감소하는 것으로 나타났고, Kim과 Wei(16)의 대두 첨가

Table 2. The central composite experimental design with the observed responses

No.	Code variable		Weight (g)	Volume (mL)	Density (g/mL)	Expansibility (%)	L	a	b	Hardness (kg)	Color	Taste	Flavor	Appearance	Texture	Overall preference
	A	B														
1	-1	-1	2.63	15.00	0.18	424.60	78.37	-1.16	5.84	6.38	11.91	11.41	9.55	12.08	11.24	11.80
2	1	-1	2.65	21.83	0.12	569.67	78.00	-1.32	9.26	10.94	6.78	9.99	5.33	6.93	9.40	8.05
3	1	1	2.48	31.00	0.08	838.00	80.01	-1.59	10.49	10.92	6.04	10.17	7.80	8.56	9.66	9.51
4	-1	1	2.62	18.67	0.14	549.05	80.19	-0.00	13.36	8.95	4.99	9.87	6.26	6.82	9.38	7.76
5	-2	0	2.37	19.00	0.13	495.73	81.65	-3.81	8.49	8.38	10.53	11.35	9.14	10.42	11.28	11.38
6	2	0	3.46	20.50	0.17	508.34	82.54	-1.14	11.29	6.72	5.80	10.90	6.85	7.67	9.76	9.04
7	0	-2	3.38	13.00	0.26	348.15	79.20	-1.97	4.26	11.80	10.79	11.10	8.34	9.13	10.77	11.35
8	0	2	3.00	24.50	0.12	735.16	81.41	-1.02	11.17	6.99	5.76	10.00	8.54	9.58	9.77	9.54
9	0	0	3.21	19.67	0.16	460.87	80.30	-1.79	8.66	12.01	6.40	11.07	8.63	9.92	9.88	10.47

All values are mean.

¹⁾A: Rice soaking time (days), B: Soybean milk (%).

Table 3. Polynomial equations calculated by RSM program for non-fried rice snack

Responses	Model	R-square ¹⁾	F value	Pr>F	Polynomial equation ²⁾
Weight	Quadratic	0.4719	3.75	0.0139*	$3.21+0.21A-0.26A^2$
Volume	2FI	0.8916	63.06	0.0001***	$20.35+3.64B-4.79AB$
Density	Quadratic	0.7310	11.41	0.0001***	$0.16-0.034B+0.029AB$
Expansibility	Quadratic	0.9016	38.49	0.0001***	$460.87+117.51B-108.50AB+38.95A^2+58.76B^2$
L	Linear	0.2382	3.75	0.0382*	$80.19+0.87B$
a	Linear	0.2172	3.33	0.0529	$-1.54+0.65A+0.28B$
b	Quadratic	0.8861	36.67	0.0001***	$8.66+1.28A+2.32B+0.85A^2$
Hardness	Quadratic	0.5965	6.21	0.0011**	$12.01-1.63AB-2.02A^2-1.10B^2$
Color	Quadratic	0.5520	40.66	0.0001***	$6.40-1.61A-1.85B+1.02AB+0.68A^2+0.74B^2$
Taste	Linear	0.0442	3.88	0.0225*	$10.65-0.36B$
Flavor	2FI	0.2231	15.98	0.0001***	$7.83-1.12A+0.67AB$
Appearance	2FI	0.2578	19.34	0.0001***	$9.01-1.35A+0.85AB$
Texture	Linear	0.0842	7.72	0.0006***	$10.13-0.53A-0.38B$
Overall Preference	2FI	0.2294	16.57	0.0001***	$9.88-1.10A-0.64B$

¹⁾ $0 < R^2 < 1$, close to 1 means more significant. ²⁾A: Rice soaking time (days), B: Soybean milk (%). * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

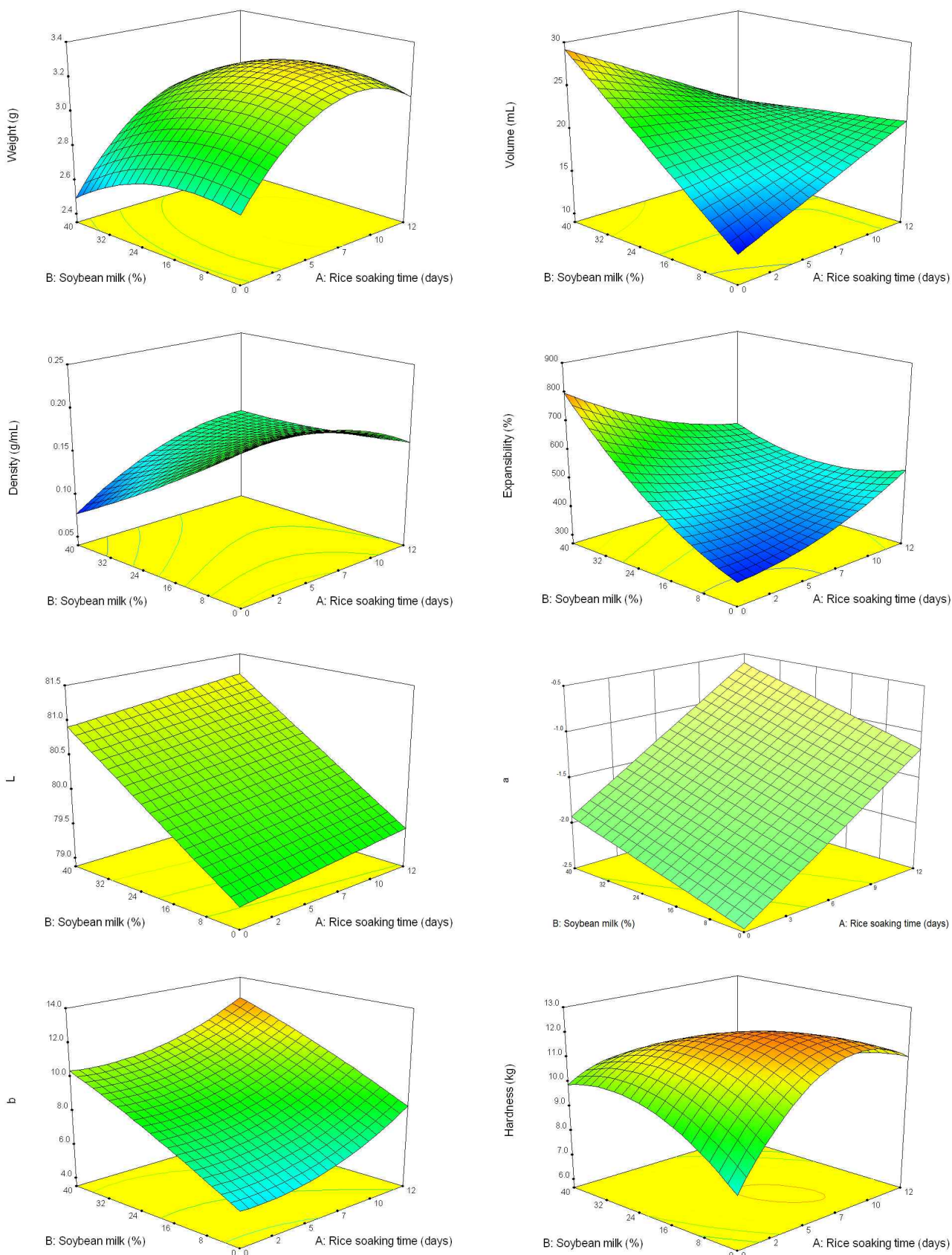


Fig. 1. Response surface for the effect of rice soaking time (A), and soybean milk (B) on weight, volume, density, expansibility, Hunter's color value (L, a and b) and hardness of non-fried rice snack.

한 부수계(산자) 바탕의 품질에 관한 연구에서도 대두 현탁액(slurry), 대두열수추출물, soy protein isolate, soy protein concentrate, defatted soy flour를 각각 쌀가루 대신 20% 첨가한 경우가 대조구보다 경도 감소 효과가 나타났으며, Shin 등(17)의 첨가물별 유과의 팽화도를 비교한 결과에서 경도는 불린 콩을 첨가한 경우에는 무첨가구보다는 높았으나, 콩국물을 첨가한 경우에는 무첨가구보다 낮았다고 하였다.

비유탕 쌀과자의 관능검사

각 조건에 따라 제조하여 팽화시킨 비유탕 쌀과자 관능 검사는 Table 2 및 3과 같다. 비유탕 쌀과자의 색에 대한

선호도는 4.99~11.91, 맛에 대한 선호도는 9.87~11.41, 향미에 대한 선호도는 5.33~9.55, 외형에 대한 선호도는 6.82~12.08, 질감에 대한 선호도는 9.38~11.28 그리고 전체적인 선호도는 7.76~11.80의 결과를 보였다. Table 3에서 보는 바와 같이 색에 대한 선호도의 회귀곡선에 대한 결정계수 R^2 은 0.5520($p < 0.0001$), 맛에 대한 선호도의 결정계수 R^2 은 0.0442($p < 0.0225$), 향미에 대한 선호도의 결정계수 R^2 은 0.2231($p < 0.0001$), 외형에 대한 선호도의 결정계수 R^2 은 0.2578($p < 0.0001$), 질감에 대한 선호도의 결정계수 R^2 은 0.0842($p < 0.0006$) 그리고 전체적인 선호도의 결정계수 R^2 은 0.0903($p < 0.0076$)으로 모든 항목에서 모델의 적합성이

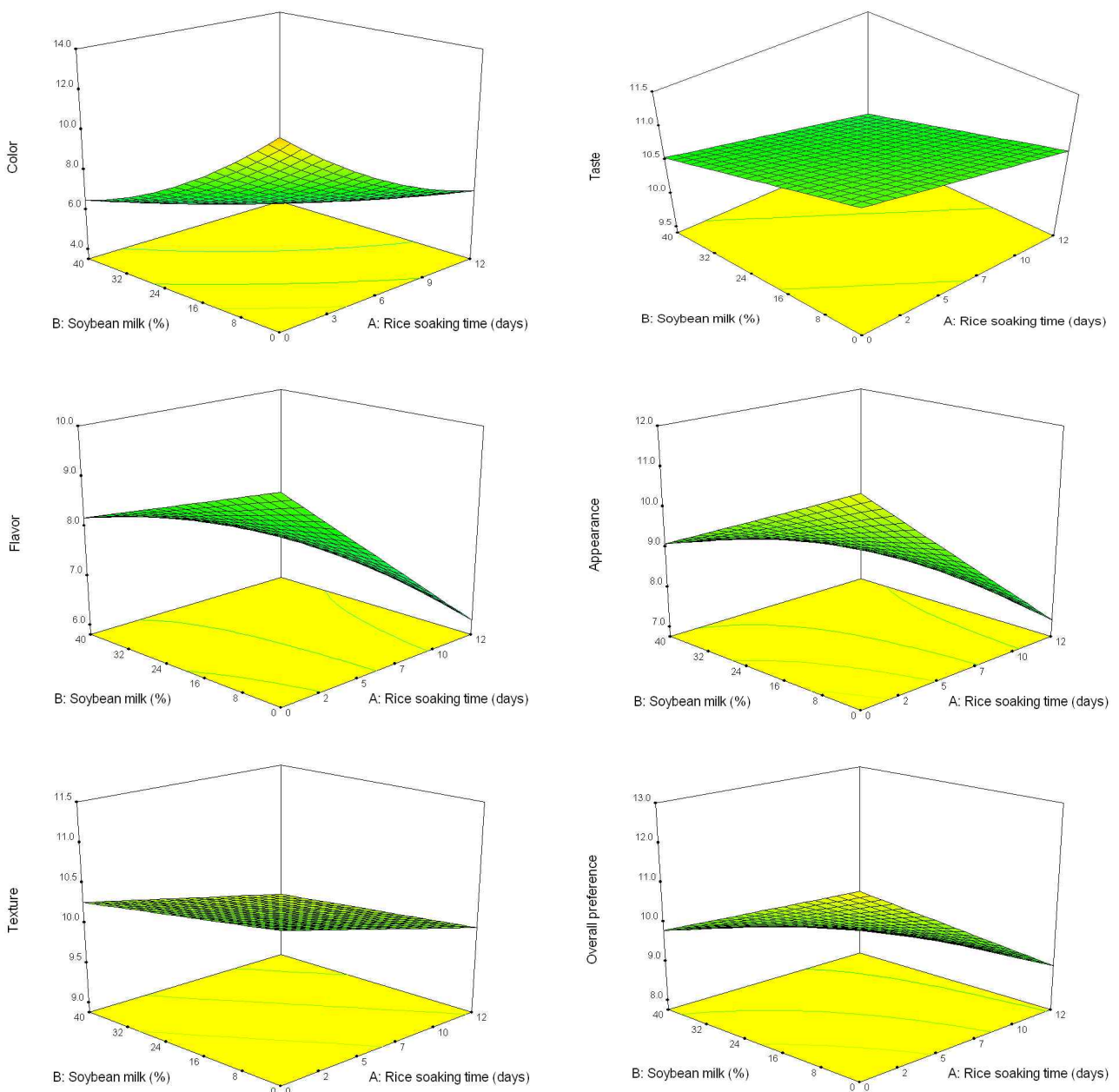


Fig. 2. Response surface for the effect of rice soaking time (A), and soybean milk (B) on sensory evaluation of non-fried rice snack.

인정되었다. 색에 대한 선호도는 독립변수간의 교호 작용하는 quadratic model이 선택되었고, 맛과 질감은 쌀 수침시간과 콩물 첨가량이 각각 독립적으로 작용하는 linear model이 선택되었으며, 향미, 외형 및 전체적인 선호도는 독립변수간의 상호작용하는 2FI model이 선택되었다. Fig. 2의 반응표면 그래프에 의하면 쌀 수침시간이 3.89일 이하이고, 콩물을 11.69% 이하로 첨가하였을 색에 대한 선호도가 높은 구간으로 나타났다. 맛에 대한 선호도에서는 회귀식에 의하면 쌀 수침시간은 영향을 주지 않는 것으로 나타났으나, 반응표면 그래프에 의하면 쌀 수침시간이 6.29일 이하이고, 콩물은 16.85% 이하로 첨가하였을 때 비유당 쌀과자의 맛에 대한 선호도가 높은 구간으로 나타났다. 회귀식에 의하면 향미에 대한 선호도에서는 콩물 첨가량보다 쌀 수침시간이 더 많은 영향을 주는 것으로 나타났고, 쌀 수침시간이 짧을수록 향미에 대한 선호도는 높아지는 것으로 나타났다. 반응표면 그래프에 의하면 쌀 수침시간이 2.33일 이하이고, 콩물 첨가량이 18.60% 이하일 때 비유당 쌀과자의 향미에 대한 선호도가 높은 구간으로 나타났다. 외형에 대한 선호도와 질감에 대한 선호도는 향미에 대한 선호도와 유사하게 쌀 수침시간이 짧을수록 비유당 쌀과자에 대한 선호도가 높은 것으로 나타났고, 반응표면 그래프에 의하면 외형에 대한 선호도는 쌀 수침시간이 1.62일 이하이고 콩물 첨가량이 9.47% 이하일 때 선호도가 높은 구간으로 나타났다. 질감에 대한 선호도에서는 쌀 수침시간이 6.06일 이하이고, 콩물 첨가량이 28.56% 이하일 때 선호도가 높은 구간으로 나타났다. 전체적인 선호도는 회귀식에서 보는 것과 같이 쌀 수침시간이 콩물 첨가량보다 더 많은 영향을 주는 것으로 나타났고, 반응표면 그래프에 의하면 쌀 수침시간이 4.22일 이하이고, 콩물 첨가량이 19.49%일 때 비유당 쌀과자의 전체적인 선호도가 높은 구간으로 나타났다.

비유당 쌀과자의 최적화

백진주 쌀가루를 이용한 비유당 쌀과자의 최적조건을 설정하기 위하여 독립변수는 쌀 수침시간과 콩물 첨가량은 설정한 범위 내에서 최소로 하였을 때를 최적조건으로 설정하였다. 반응표면분석에 의해 평가된 항목 중 색도에서 a값은 수침 후 풍건한 백진주 쌀가루를 이용한 비유당 쌀과자의 제조 조건에 유의적으로 영향을 주지 않기 때문에 조건 설정에서 제외하였고, 관능검사 항목에서도 맛과 질감의 R^2 이 다른 변수들과 비교하여 매우 낮게 나타나 설명력이 떨어진 것으로 판단되어 제외하였다. 무게, 부피, 밀도, 부피팽창률, 색도에서 L값 및 b값, 경도, 관능검사에서 색, 향미, 질감 및 전체적인 선호도 등의 항목에서 밀도는 최적 조건의 목적이 최소 범위일 때로 설정하였고, 나머지 항목은 최적 조건의 목적이 최대 범위에 있을 때로 설정하였다. 설정한 모델화에 의해 결정된 반응식을 이용한 백진주 쌀가루를 이용한 비유당 쌀과자의 최적화를 나타낸 결과는

Table 4와 같다. 예측된 값에서 가장 높은 desirability를 갖는 최적값은 쌀 수침시간 0.69일, 콩물 첨가량 26.67%로 나타났다. Park 등(14)의 전통적 강정 제조 방법의 표준화 연구에서 청주와 콩의 최적 첨가 수준 결정에 관한 연구에서는 청주 35 mL와 콩 8.5 g 첨가하였을 때 최적 수준인 것으로 나타나 콩 첨가량이 본 연구 결과보다 낮았는데 이는 본 실험에서 사용한 백진주 품종은 반찰벼 품종으로 amylose 함량이 찹쌀 품종보다 높아 팽화하는데 콩 첨가량이 높아야 되는 것으로 생각된다. 백진주 품종을 이용한 비유당 쌀과자의 최적 조건은 백진주 쌀을 0.69일 동안 수침한 비풍건한 쌀가루 200 g, 설탕 30 g과 쌀가루 중량의 26.67%에 해당하는 콩물과 물을 첨가하여 15분간 증자한 후 소주 5 g과 함께 넣고 80회/min. 회전조건에서 3분간 편칭하여 반대기를 제조한 후 microwave oven을 이용하여 40초간 팽화시켰을 때로 나타났다.

Table 4. Optimum constraint values using two analytical methods in the object goal

		Goal	Numerical optimization solution	
Independent variables	Rice soaking time (days)	Minimum	0.69	
	Soybean milk (%)	Minimum	26.67	
Response variables	Weight (g)	Maximum	2.77	
	Volume (mL)	Maximum	23.35	
	Density (g/mL)	Minimum	0.12	
	Expansibility (%)	Maximum	583.06	
	Hunter's color value			
	L	Maximum	80.40	
	b	Maximum	8.98	
	Hardness (kg)	Maximum	10.58	
	Sensory evaluation			
	Color	Maximum	7.50	
	Flavor	Maximum	8.60	
	Appearance	Maximum	9.80	
Overall preference	Maximum	10.50		

요 약

본 연구는 백진주 쌀가루를 이용한 비유당 쌀과자 제조 조건의 최적화를 목적으로 두 가지 독립변수인 쌀 수침시간과 콩물 첨가량에 따라 9가지 조건의 비유당 쌀과자 품질특성을 분석하였다. 무게는 쌀 수침시간이 길어짐에 따라 증가하다가 11.26일 이후에는 다시 감소하였으나 콩물 첨가량은 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 부피와 부피팽창율은 쌀 수침시간이 길어지고, 콩물 첨가량이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 밀도는 쌀 수침시간이 1.94일

이전이고, 콩물 첨가량이 32.23% 이상일 때 밀도가 가장 낮은 구간으로 나타났다. 색도에서 쌀 수침시간이 3.52일 이상이고 콩물 첨가량이 35.47%일 때 L값은 높은 구간으로 나타났고, a값은 유의성이 없는 것으로 나타났으며, b값은 쌀 수침시간이 길어지고 콩물 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다. 경도는 쌀 수침시간이 5.28~8.53일이고, 콩물 첨가량이 5.34~20.26%일 때 가장 높은 구간으로 나타났다. 색, 향미, 외형 및 전체적인 선호도는 쌀 수침시간이 짧고, 콩물 첨가량이 적을수록 선호도가 높은 것으로 나타났다. 최적 조건을 설정하기 위하여 독립변수인 쌀 수침시간과 콩물 첨가량을 범위 내에서 최소로 설정하고, 종속변수에서 밀도는 최소로 설정하고 다른 항목은 최대로 설정하였을 때 백진주 쌀가루를 이용한 비유탕 쌀과자의 최적 조건은 쌀 수침시간 0.69일이고 콩물 첨가량은 26.67%로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 및 전남농업기술원의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

References

1. Kwon YR, Jung MH, Cho JH, Song YC, Kang HW, Lee WY, Youn KS (2011) Quality characteristics of rice cookies prepared with different amylose contents. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 832-838
2. Choe JS, Ahn HH, Nam HJ (2002) Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 31, 885-892
3. Kyoum OY, Oh SH, Kim HJ, Lee JH, Kim HJ, Yoon YK, Kim HM, Kim MR (2006) Analyses of nutrients and antinutrients of rice cultivars. *Korean J Food Cookery Sci*, 22, 949-956
4. Choi I (2010) Physicochemical properties of rice cultivars with different amylose contents. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 1313-1319
5. Choi HC (2002) Perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korea J Crop Sci*, 47, 15-32
6. Hong HC, Choi HC, Hwang HG, Kim YG, Moon HP, Kim HY, Yea JD, Shin YS, Choi YH, Cho YC, Baek MK, Lee JH, Yang CI, Jeong KH, Ahn SN, Yang SJ (2012) A lodging-tolerance and dull rice cultivar 'Baegjinju'. *Korean J Breed Sci*, 44, 51-56
7. Huh CJ, Lee JW, Kim YD (2012) Fermentation and quality characteristics of Yakju according to different rice varieties. *Korean J Food Preserv*, 19, 925-932
8. Choi OJ, Kim YD, Shim JH, Noh MH, Shim KH (2012) Physicochemical properties of diverse rice species. *Korean J Food Preserv*, 19, 532-538
9. Choi OJ, Jung HN, Shim KH (2012) Cooking characteristics of different types of rice produce. *Korean J Food Preserv*, 19, 81-86
10. Kang HJ, Seo HS, Hwang IK (2004) Comparison of gelatinization and retrogradation characteristics among endosperm mutant rices derived from Ilpumbyeo. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 879-884
11. Kim KJ, Woo KS, Lee JS, Chun A, Choi YH, Song J, Suh SJ, Kim SL, Jeong HS (2008) Physicochemical characteristics of Sikye (Korean traditional rice beverage) with specialty rice varieties. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 1523-1528
12. Jo MA, Jeon HJ (2001) Effect of bean water concentration and incubation time of Yukwa paste and packaging method on the quality of Yukwa. *Korean J Food Sci Technol*, 33, 294-300
13. Kang SH, Lee, SJ, Ryu GH (2001) Effects of steeping and mixing time on mixing energy input and properties of pellets and puffed pellets (Yukwa). *Food Eng Progress*, 5, 19-24
14. Park JY, Kim KO, Lee JM (1993) Standardization of traditional preparation method of Gangjung II. Optimum levels of rice wine and bean in the production of Gangjung. *Korean J Diet Cult*, 8, 309-311
15. Na HN, Yoon S, Park HW, Oh HS (1997) Effect of soy milk and sugar addition to Jeungpyun on physicochemical property of Jeungpyun batters and textural property of Jeungpyun. *Korean J Soc Food Sci*, 13, 484-491
16. Kim JM, Wei LS (1985) Studies on Busuge preparation II. Effect of the addition of soy products on the quality of Busuge (San-ja) base. *J Korean Soc Food Nutr*, 14, 51-56
17. Shin DH, Kim MK, Chung TK, Lee HY (1990) Effect of some additives for Yukwa (popped rice snack) quality improvement and process modification trials. *Korean J Food Sci Technol*, 22, 272-277