

반응표면분석법에 의한 동충하초 첨가 증편 제조의 최적화

박금순 · 윤광섭* · 황성희* · 조현정 · 김정숙
대구가톨릭대학교 가정관리학과, *식품공학과

Optimization for the Preparation of Jeung-Pyun, with Added Paecilomyces japonica Powder, Using a Response Surface Methodology

Geum-soon Park, Kwang-sup Youn*, Sung-Hee Hwang*, Hyun-jung Cho, Jung-suk Kim
Department of Home Management, Catholic University of Daegu
*Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu

Abstract

To optimize the preparation process of Jeung-Pyun, an experiment was derived, using a central composite design, to find the optimal mixing conditions. The addition of Paecilomyces japonica powder, the volume of Tak-Ju and the second fermentation time were independent variables, with the pH, volume, color, sensory and texture properties of the Jeung-Pyun selected as response variables. As the Paecilomyces japonica powder and fermentation time were increased, the b values and volume after the second fermentation also increased. The color of the Jeung-Pyun became deeper with increases in the Paecilomyces japonica powder and fermentation time, and was deepest on the addition of 30% Tak-Ju. The pH increased with increasing fermentation time of the Jeung-Pyun, and on the addition of 3% Paecilomyces japonica rapidly increased more than with the other groups. The optimal mixing conditions for the best quality Jeung-Pyun, with restricted conditions above a b value of 3, a color intensity above 3, and a volume of 40ml and a pH of 4.02~4.04 after the second fermentation, were 4.0%, 20% and 45 mins for the Paecilomyces japonica powder, Tak-Ju and second fermentation time, respectively.

Key words : Jeung-Pyun, Paecilomyces japonica, Response Surface Methodology

1. 서 론

동충하초란 버섯의 균사체가 동절기에는 곤충의 유충이나 성충의 체내에 잠복해 있다(冬蟲) 하절기에 버섯으로 피어난다는(夏草) 뜻에서 붙여진 이름이며, 서양에서는 'Vegetable Wasps and Plant Worms'으로 불린다¹⁾. 이는 옛날부터 부작용이 없는 저칼로리 식품으로서, 영양적인 측면과 의약품으로서의 효능을 가진 "wholesome food"로 인식되어 소비량이 날로 증가하는 추세이다²⁾. 동충하초는 폐와 신장을 돕고 출혈을 멈추게 하고 기침을 멎게 하고 가래를 삭히고³⁾ 허리

와 무릎 통증을 치료하고 몸을 보호하고 면역력을 증가시키는 효력이 있다⁴⁾. 또 노인의 쇠약성 만성결핵, 빈혈, 허약 등을 치료하고 혈당강하, 콜레스테롤과 중성지질 저하에 효력이 있다⁵⁻⁷⁾.

증편은 우리나라 고유의 찌떡 중의 하나로 쌀을 주원료로 탁주를 첨가하여 발효시켜 만들기 때문에 보통의 떡에서 볼 수 있는 치밀한 조직 대신에 sponge 상의 조직을 가지고 있어^{8,9)} 질감이 부드러워 소화성이 좋고 또, 노화 속도가 비교적 느려 저장성이 좋은 우수한 전통식품이다¹⁰⁾. 또한 증편은 빵과 같은 발효 원리로 만들어진 것이기 때문에 새콤한 맛과 부드러운 식감으로 서구화되어 가고 있는 현재의 식생활에 있어서 적극 권장되어야 할 전통식품이라 할 수 있다¹¹⁾. 증편에 관한 연구로 최와 이⁸⁾의 연구에서는 증편의 품질을 결정하는 요인으로 동동주의 양과 콩, 발효

Corresponding author: Geum-soon Park, Catholic University of Taegu, 330, Kumrak-ri, Hayang-up, Kyungsan-si, Kyongbuk 712-702, Korea
Tel: 053-850-3512
Fax: 053-850-3512
E-mail: gspark@cuth.cataegu.ac.kr

시간 각 3요인과 이 요인을 3수준으로 하여 블록교락 반복실험계획으로 확률화 하여 증편의 최적조건에 가장 적합한 특성값을 보고하였으며, 박과 최¹²⁾의 연구에서는 2차 회귀식을 구하여 증편제조의 표준화 작업의 일환으로 반죽시 첨가하는 물의 적정비율을 검토하였다.

따라서 본 연구에서는 전통증편에 단백질 중에서도 필수아미노산을 골고루 갖춘 효능이 우수하고 약리적인 기능을 갖고 있는 동충하초를 첨가하여 증편을 제조하기 위해 반응표면분석법에 의해 증편제조에 최적 조건을 얻고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

증편제조에 첨가된 멥쌀(1999, 의성안계미), 건조이스트(Bruggerman Co., Belgium), 콩가루(칠갑농산(주), 충남 청양), 소금(한일식품(주), 경북 안동), 설탕(제일제당, 가는 정백당)은 시판품을 구입하였고 탁주(대구탁주, 대구)는 특별히 제조 당일 구입하였다. 반죽에 사용된 물은 30℃의 정수된 물을 이용하였다. 실험에 이용한 동충하초는 (주) KBF(Korea Bio Food Co., 경남 김해)의 눈꽃동충하초(*Paecilomyces japonica*)균사체 분말을 사용하였다.

2. 증편 제조의 최적화를 위한 실험계획 및 통계처리

증편의 특성에 영향을 미치는 요인은 예비실험 결과로 얻어진 동충하초 첨가량, 2차발효 시간, 탁주 첨가량을 주요 변수로 하여 반응표면분석법(Response Surface Methodology : RSM)으로 최적화하였다. 중심합성계획법으로 실험을 설계하여 *Paecilomyces japonica*(X_1)과 2nd fermentation time(X_2), Tak-Ju(X_3)을 독립변수(X_n)로 하고 Table 1과 같이 -2, -1, 0, +1, +2의 다섯 단계로 부호화하고 증편의 품질 특성으로 예상되는 색도(L, a, b), 증편 반죽의 pH와 부피, 관능적 특성(Color intensity, Springiness, Rice wine flavor, Stale grain taste, Overall desirability), 기계적 특성

Table 1. Levels of independent variables in experimental design for Jeung-Pyun process of *Paecilomyces japonica*

X_i	Independent variables	Level				
		-2	-1	0	1	2
X_1	<i>Paecilomyces japonica</i> (%)	1	2	3	4	5
X_2	2nd fermentation time(min)	5	25	45	65	85
X_3	Tak-Ju(%)	10	20	30	40	50

(hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, brittleness)을 종속변수로 하였다. 분석결과는 SAS program을 이용하여 통계처리 하였다¹³⁾.

3. 제조방법

증편의 제조과정은 Fig. 1과 같은 방법으로 제조하였다. 쌀을 수세하여 20℃에서 8시간 수침 시킨 후, 체에 받쳐 1시간 방치하여 탈수한 다음 제분기에서 2회 분쇄 한 후 다시 80mesh의 체로 쳐서 쌀가루를 제조하였다. 이때 쌀가루의 무게는 원료쌀의 1.4배를 기준으로 하여 이에 미달 시 별도의 물로 부족한 무게를 보충하였다. 쌀가루 100g, 설탕 10g, 건조이스트 0.5g, 콩가루 3g, 소금 1g, 물 40ml의 비율로 고정된 후에 동충하초(1g, 2g, 3g, 4g, 5g), 탁주(10ml, 20ml, 30ml, 40ml, 50ml) 첨가량을 달리하여 제조하였다.

4. 부피 측정

혼합한 반죽을 0시간으로 정하고 30℃ 항온기에서 3시간 동안 1차 발효를 한 후 메스실린더로 증가한 부피를 측정한 후 10회 저어주고 다시 60℃ 항온기에서 5분, 25분, 45분, 65분, 85분간 2차 발효를 실시한

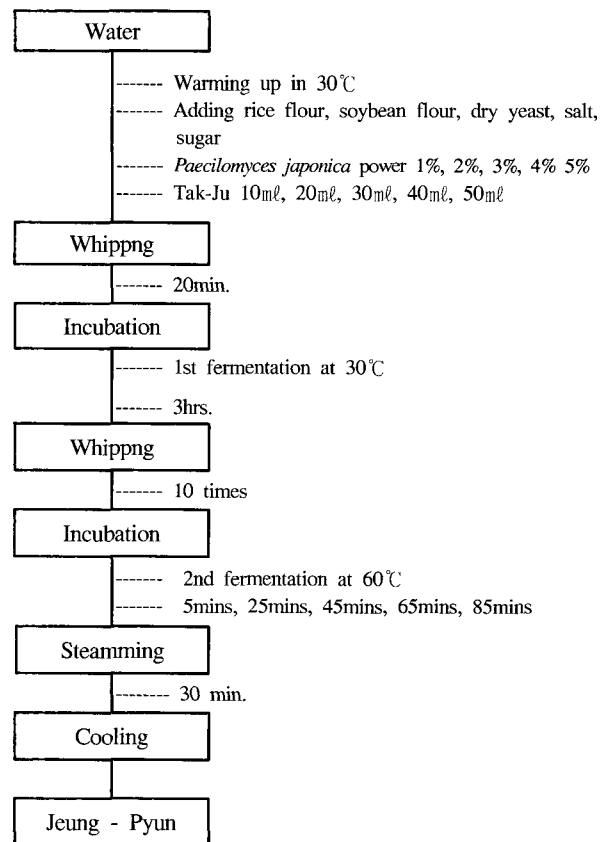


Fig. 1. Preparation process of Jeung-Pyun added *Paecilomyces japonica* power.

후 각각 증가한 부피를 메스실린더로 측정하였다.

5. pH측정

pH는 증편반죽을 만든 직후와 1, 2차 발효 후 반죽 5g을 취하고 증류수 25ml를 가하여 stirrer를 사용하여 균질화시키면서 pH meter(340, Mettler toledo, UK)로 측정하였다.

6. 색도 측정

증편의 색도는 중심 단면을 3×3×1cm로 잘라 Color Techno(분광측색기, JC 801, Japan)로 Hunter's L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 5회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

7. Texture 측정

증편의 물리적인 특성은 Rheometer(Sun compac-100, Japan)을 이용하여 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 파쇄성(brittleness), 껌성(gumminess)을 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

8. 관능검사

관능검사는 훈련된 대구가톨릭대학교 가정관리학과 대학원생 10명을 선정하여 이들에게 실험의 목적과 취지를 설명한 후에 실시하였다. 증편의 외관(color

intensity), 질감(springiness), 풍미(rice wine flavor), 맛(stale grain taste), 전체적인 수용도(overall desirability)를 5점 척도법으로 하였고 수치가 클수록 특성이 강한 것으로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 제조조건외 최적화

제조조건외 최적화는 증편의 색도와 증편 반죽의 pH와 부피, 관능적 평가치, 기계적인 값으로 얻어진 texture 특성치를 측정하였으며 이들 값을 기준으로 하여 최적화를 시도하였다. 동충하초 첨가 증편 제조시 가장 중요한 제조조건인 동충하초 첨가량, 2차발효시간, 탁주첨가량을 독립변수로 하여 중심합성계획법에 의해 얻어진 실험 조건에서 제조한 증편의 품질특성을 측정한 실험 결과를 Table 2에 나타내었다. 증편제조시 독립변수가 각 종속변수에 미치는 영향을 알아본 결과(Table 3) 동충하초 첨가량은 b값, 관능검사 항목의 색의 강도에 유의성을 보이고 탁주 첨가량은 반죽의 부피와 발효전의 pH와 상관관계를 보였으며 2차 발효시간은 색의 강도에 영향이 있는 것으로 나타났다. 관능검사 항목의 색의 강도는 동충하초 함량(P<0.01)과 2차발효시간(P<0.05)에 모두 유의성이 있는 것으로 나타났으며 b값은 동충하초 함량에, 2차 발

Table 2. Effect of preparing condition of Paecilomyces japonica for Jeung-Pyun on the color, pH, volume, sensory properties and texture different coded values of treatment conditions

No	japo	time	tak	Color of the Jeung-pyun			pH			Volume		Sensory evaluation					Texture properties				
				L	a	b	pH ¹⁾	pH ²⁾	pH ³⁾	V1 ⁴⁾	V2 ⁵⁾	color intensity	springiness	rice wine flavor	stale grain taste	overall desirability	hardness	cohesiveness	springiness	gumminess	brittleness
1	2	25	20	56.10	-1.74	25.47	4.83	3.90	3.90	33.00	37.50	1.4	4	2.0	2.7	3.3	3399359.40	37.50	30.20	48.91	38.33
2	2	25	40	55.88	-1.74	24.07	4.63	3.80	3.90	34.00	34.67	1.8	3.9	2.5	2.5	2.9	2520526.30	34.67	97.06	261.97	651.90
3	2	65	20	53.1	-5.36	28.06	4.77	3.80	4.00	32.00	41.67	3.5	1.9	2.7	3.7	2.1	3162558.70	41.67	107.00	411.16	443.70
4	2	85	40	44.0	-3.52	31.11	4.60	3.80	4.00	27.67	31.33	2.8	2.9	2.7	3.2	2.1	2360040.20	31.33	66.00	267.35	550.90
5	4	25	20	53.64	-0.88	30.56	4.77	3.90	3.90	29.67	37.67	2.8	4.2	1.9	2.6	3.1	2884466.60	37.67	218.50	543.66	6677.00
6	4	25	40	53.51	-1.31	28.20	4.60	3.90	3.90	30.33	30.17	3.1	3.3	2.5	3.4	3.2	3885843.30	30.17	72.31	434.26	404.40
7	4	65	20	44.66	-3.55	38.02	4.70	3.93	4.10	32.00	37.00	4.8	1.2	2.2	3.4	1.7	14613.43	37.00	92.02	2266.60	4454.00
8	4	65	40	45.43	-4.82	41.62	4.60	3.90	4.10	28.33	28.67	4.2	1.7	2.3	2.9	1.7	17762.48	28.67	73.78	2720.60	4898.00
9	3	45	30	49.74	-3.45	33.9	4.60	3.83	4.03	30.33	36.83	4.0	2.0	2.4	3.0	2.1	20863.97	36.83	76.70	2686.10	2624.00
10	3	45	30	53.12	-2.63	27.5	4.67	3.90	4.00	35.33	39.83	3.2	3.3	3.5	2.3	3.2	8808.12	39.83	85.51	1658.50	1524.00
11	1	45	30	56.21	-1.93	20.37	4.60	3.90	4.00	31.67	32.17	1.2	3.2	2.9	3.6	3.3	73620.93	32.17	92.45	1253.20	1982.00
12	5	45	30	52.6	-2.79	34.84	4.70	3.90	4.10	34.33	36.00	4.8	4.0	2.7	3.2	2.8	4176.29	36.00	59.79	1206.10	2206.00
13	3	5	30	55.68	-1.89	25.24	4.57	3.90	3.90	28.67	31.00	2.9	3.4	2.5	2.8	2.7	16249.15	31.00	150.20	2145.30	3959.00
14	3	85	30	50.16	-3.23	30.94	4.60	3.90	4.03	40.00	40.33	4.0	2.9	2.8	3.1	2.7	14557.91	40.33	169.00	2018.10	3675.00
15	3	45	10	51.66	-0.86	28.81	4.80	3.97	4.10	38.33	45.50	1.6	4.4	3.4	2.8	2.9	4607.65	45.50	142.80	1368.90	2856.00
16	3	45	50	51.93	-3.55	27.04	4.50	3.90	4.07	29.00	30.67	2.1	4.8	3.6	3.7	1.8	3222.71	30.67	177.70	1548.20	1994.00

japo : Paecilomyces japonica (%), time : 2nd fermentation time(min), tak : Tak-Ju(%)

¹⁾ pH after 1st fermentation. ²⁾ pH after 2nd fermentation. ³⁾ volume after 1st fermentation.
⁴⁾ volume after 2nd fermentation. ⁵⁾ pH of before 1st fermentation.

효후 반죽의 부피는 탁주함량에 대해서만 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 1차발효 전의 pH에 대해서는 탁주 함량에 대해서 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 따라서 Table 4에서는 회귀식에 대해 유의성이 있는 것으로 나타난 증편의 b값, 색의 강도, 2차 발효 후의 반죽의 부피(V2) 그리고 2차 발효후의 pH(pH3)에 대하여 분산분석한 결과를 나타낸 것으로서 R2는 0.8545, 0.9200, 0.8064, 0.7988로 색의 강도와 b값에 대하여는 5% 내외, 그리고 V2와 pH3에 대하여는 10%내외의 유의성이 있는 것으로 나타났다. 수립된 회귀식에 대한 적합성 결여 분석결과 b값, 색의 강도, V2, pH3에 대해 반응표면 모형이 통계적으로 유의(P>0.05)하다고 할 수 있었다. 따라서 증편제조시 제조조건을 최적화하기 위해서는 종속변수 중 증편의 품질에 영향을 끼치면서 회귀식이 유의성이 있다고 판단되는 b값, 색의 강도, V2, pH3를 종속변수로 하여 최적조건을 찾고자 하였다. 이 실험 결과를 이용하여

반응표면분석법에 의해 수립된 2차 회귀모형에 적용하여 얻은 회귀계수값들을 Table 5에 나타내었는데 이 계수값을 이용하여 반응변수의 예측은 물론 실험구간 내에서의 반응표면을 형성할 수 있다. Table 6은 각 반응변수의 정상점과 정상점에서의 독립변수의 조건을 나타낸 결과로 반응변수 모두 안장점을 나타내어 주어진 구간에서의 최대, 최소값을 나타내고자 능선 분석을 실시하여 얻어진 실험구간을 괄호로 표시하였다.

2. 제조조건에 따른 증편의 품질특성

반응변수 중 유의성이 인정된 b값과 색의 강도, 2차 발효후의 반죽 부피(V2) 그리고 2차발효 후의 pH (pH3)를 제한 변수로 선정하여 주어진 실험구간에서의 변화 특성을 알아보고자 하였다. 먼저 증편의 황색도를 나타내는 b값에 대한 동충하초의 양, 2차발효 시간, 탁주의 첨가량의 영향을 Fig. 2에 나타내었다. 동충하초의 양을 증가시킬수록 b값은 증가하는 경향을

Table 3. Analysis of variance showing significance of effects of processing variables on color, pH, volume sensory evaluation and texture properties of Jeung-Pyun

Process variables	DF	F- Ratio																	
		Color of the Jeung-pyun			pH			Volume		Sensory evaluation				Texture properties					
		L	a	b	pH1 ¹⁾	pH2 ²⁾	pH3 ³⁾	V1 ⁴⁾	V2 ⁵⁾	Color intensity	Spring-ness	Ricewine flavor	Stale grain taste	Overall desirability	Hard-ness	Cohessiv-ness	Springi-ness	Gummi-ness	Brittle-ness
<i>Paecilomyces japonica</i>	4	1.36	0.23	6.10*	0.08	0.96	1.20	0.13	0.56	9.78**	0.31	0.20	1.61	0.34	0.52	0.40	1.07	1.16	1.34
2nd fermentation time	4	4.33	0.57	3.58	0.18	0.37	4.14	0.52	0.91	4.63*	1.42	0.35	1.80	1.03	0.56	0.23	0.82	0.73	0.27
Tak-Ju	4	0.46	0.90	0.46	5.04*	0.81	0.41	0.69	4.85*	3.71	1.20	0.39	1.76	0.31	0.09	0.52	0.86	0.18	0.61

* p<.05, **p<.01

¹⁾ pH after 1st fermentation.

²⁾ pH after 2nd fermentation.

³⁾ volume after 1st fermentation.

⁴⁾ volume after 2nd fermentation.

⁵⁾ pH of before 1st fermentation.

Table 4. Analysis of variance showing effects of treatment variables as linear or quadratic terms and interaction(cross product) effects on response variables, extraction color, pH, volume and sensory evaluation of Jeung-Pyun

Source	DF	Color of the Jeung-pyun		pH		Volume		Sensory evaluation	
		b		pH3 ¹⁾		V2 ²⁾		Color intensity	
		Sum of squares	Prob>F	Sum of squares	Prob >F	Sum of squares	Prob>F	Sum of squares	Prob>F
Model	9	370.697	0.0553	0.020	0.6359	274.466	0.1133	18.692	0.0111
Linear	3	332.244	0.0083	0.012	0.3150	230.321	0.0220	14.190	0.0023
Quadratic	3	8.962	0.8355	0.004	0.7242	32.934	0.4549	3.851	0.0504
Cross product	3	29.4912	0.4799	0.004	0.7145	11.212	0.7976	0.651	0.5373
Residual	6	63.095		0.0164		65.895		1.625	
Lack of fit	1	42.615	0.8182	0.014	0.6072	61.395	0.4286	1.305	0.681
Pure error	5	20.480		0.002		4.50		0.320	
Variability explained(R ²)		0.8545		0.7988		0.8064		0.920	

¹⁾ pH after 2nd fermentation.

²⁾ volume after 2nd fermentation.

Table 5. Regression coefficients of second order polynomials representing relationships between indicated response variables(Yn) and independent variables of *Paecilomyces japonica*(i or j=1), 2nd fermentation time(i or j=2) and Tak-Ju (i or j=3)

Coefficients	Color of the Jeung-pyun		pH	Volume	Sensory evaluation
	b	pH3 ¹⁾	V2 ²⁾	Color intensity	
	$\beta k0$	21.311	4.138	16.988	-6.570
$\beta k1$	4.023	-0.080	9.211	1.515	
$\beta k2$	-0.192	0.002	0.453	0.066	
$\beta k3$	-0.015	-0.011	0.098	0.305	
$\beta k11$	-0.632	0.009	-1.135	-0.136	
$\beta k12$	0.070	0.001	-0.025	0.000	
$\beta k13$	0.013	0.000	-0.055	0.003	
$\beta k22$	-0.001	0.000	-0.002	-0.000	
$\beta k23$	0.007	0.000	-0.005	-0.001	
$\beta k33$	-0.006	0.000	-0.001	-0.004	

$$a) Y_n = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$$

1) pH after 2nd fermentation.

2) volume after 2nd fermentation.

나타내었으나 발효시간을 5분, 25분 처리한 증편에서는 낮은 증가폭을 나타내었고, b값에 대한 탁주 첨가량의 영향은 발효시간을 5분, 25분 처리한 증편에서 탁주 양을 증가시킬 경우 b값이 감소하는 경향을 나타내었으며 45분, 65분 처리구에서는 약간 증가하는 경향을 보였으며 85분 처리구에서는 증가폭이 다른 처리구에 비해 높게 나타났다.

Fig. 3은 증편의 관능적 평가로서 색의 강도의 변화인데 동충하초의 첨가량이 많아질수록, 발효시간이

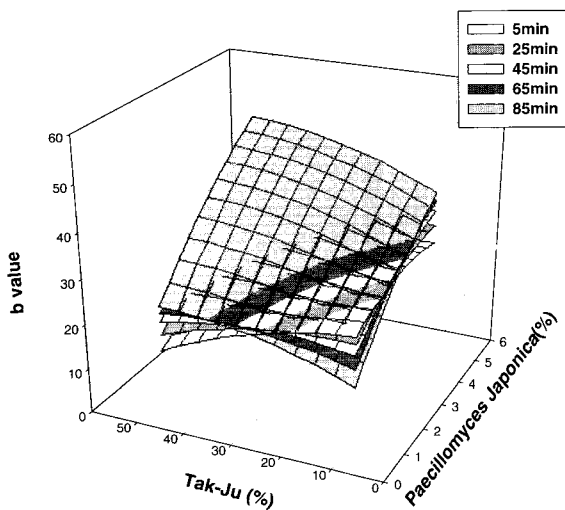


Fig. 2. Response surface for the effect of *Paecilomyces japonica* power and Tak-Ju on b value of Jeung-Pyun.

Table 6. Predicted levels of process variables yielding optimum response of color, pH, Volume and sensory evaluation and of Jeung-Pyun

Process variables	Levels for optimum response			
	Color of the Jeung-pyun	pH	Volume	Sensory evaluation
	b	pH3 ¹⁾	V2 ²⁾	Color intensity
<i>Paecilomyces japonica</i>	2.77 (4.36)	1.12 (4.58)	0.85 (3.06)	5.92 (4.25)
2nd fermentation time	-6.96 (72.78)	52.05 (69.10)	-90.18 (60.29)	-130.42 (75.73)
Tak-Ju	-2.27 (34.60)	30.44 (27.83)	172.89 (11.53)	57.93 (27.11)
R-square	0.8545	0.7988	0.8064	0.9200
Significance	0.0553	0.1244	0.1133	0.0111
Predicted value	27.58 (41.46)	3.97 (4.14)	9.00 (45.70)	2.47 (5.22)
Morphology	S.P ³⁾ (Max)	S.P (Max)	S.P (Max)	S.P (Max)

1) pH after 2nd fermentation.

2) volume after 2nd fermentation.

3) S.P.=Saddle Point.

길수록 높았으며 탁주첨가량에서는 중심점 근처인 30% 첨가했을 때 가장 크게 나타났다. 이와 같은 결과는 동충하초 첨가량이 많을수록 식빵의 색이 진해진다고 평가된 결과^{14,15)}와 일치하였다.

한편, 2차 발효후의 반죽의 부피에 대한 독립변수의 영향을 나타낸 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 동충하초의 첨가량이 많을수록 부피는 증가하는 경향을 나타내었다. 나 등¹⁶⁾은 콩물을 첨가한 군이 대조군에 비해 유의적으로 부피가 증가하여 본 실험과 일치하는 경향을 볼 수

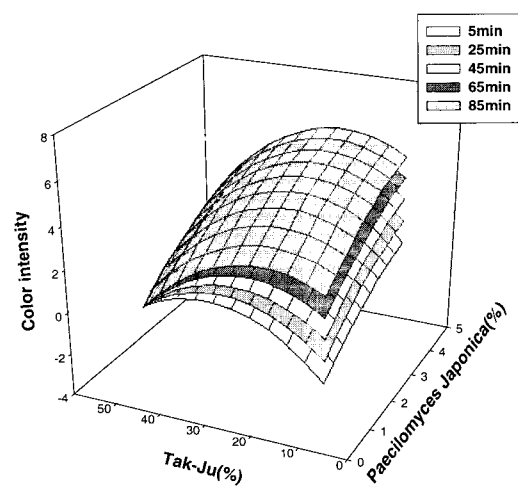


Fig. 3. Response surface for the effect of *Paecilomyces japonica* power and Tak-Ju on color intensity of Jeung-Pyun.

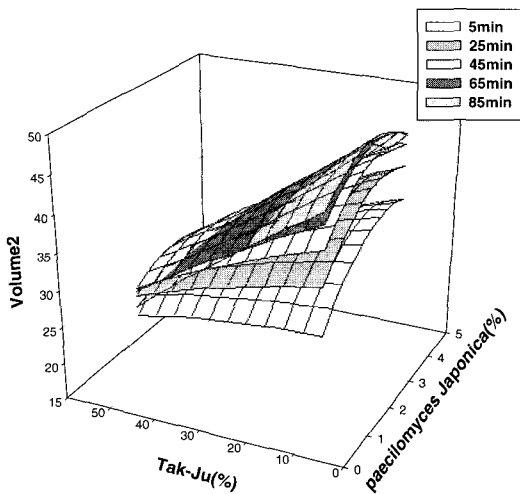


Fig. 4. Response surface for the effect of *Paecilomyces japonica* power and Tak-Ju on volume after 2nd fermentation of Jeung-Pyun.

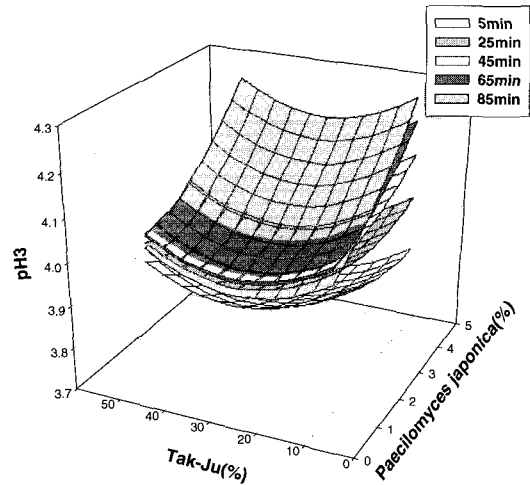


Fig. 5. Response surface for the effect of *Paecilomyces japonica* power and Tak-Ju on pH after 2nd fermentation of Jeung-Pyun.

있었다. 발효시간에 따라서는 시간이 증가함에 따라 부피가 증가하는 경향을 나타내었으나 발효시간이 65분과 85분인 경우는 큰 차이를 보이지 않아 이 조건에서 최적 발효시간을 결정할 수 있다. 이같은 현상은 발효시간이 증가함에 따라 증편의 volume이 증가한다는 보고^{16,17)}와 일치하였다. 또한 탁주의 양에 따른 부피의 변화는 발효시간을 5분, 25분 처리한 증편에서 탁주의 첨가량에 따른 변화는 없었으나 그 외의 발효시간 처리구에서는 탁주양을 증가시킬수록 부피는 감소하는 경향을 보여 적절한 부피를 가질 수 있도록 탁주량의 조절이 요구된다고 할 수 있다.

Fig. 5는 2차 발효후 pH의 변화를 나타낸 결과로서 발효시간을 증가시킬수록 pH는 높은 경향을 나타내었고 동충하초의 첨가량이 1-2% 사이의 처리구에서는 발효시간 증가에 따른 pH의 변화가 적었으나 3%이상 첨가한 처리구에서는 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 콩을 첨가한 증편이 첨가하지 않은 증편보다 pH가 높은 것을 볼 수 있었다는 보고^{8,16)}와 일치하는 결과이다. 탁주첨가량에 따라서는 큰 변화를 보이지 않았으나 30% 첨가했을 경우 pH가 다소 낮은 값을 나타내었다. 증편 반죽의 pH 저하는 발효에 따른 유기산 생성에 기인하는 것으로 이러한 pH의 변화는 증편 반죽내 여러 효소(peotcase류, amylase류)들의 활성에 영향을 미치는 중요한 환경요인이라 짐작할 수 있다¹⁸⁾.

3. 최적조건의 선정

반응표면분석법은 그래프로 최적조건을 결정하는

방법이므로, 제한변수의 등고선도를 이용하여 최적조건을 결정할 수 있다. 그러나 각 제한변수들의 반응표면은 정확하게 일치하지 않으므로 적절한 제한조건을 필요로 하게 된다. 앞의 결과에서 얻어진 b 값과 색의 강도, 2차 발효후의 부피와 pH에 대하여 주어진 실험 조건내에서 예비실험을 통해 얻어지는 결과를 바탕으로 제한영역을 설정하고, 각 조건이 일치하는 지역을 중첩되는 contour map으로 구하고

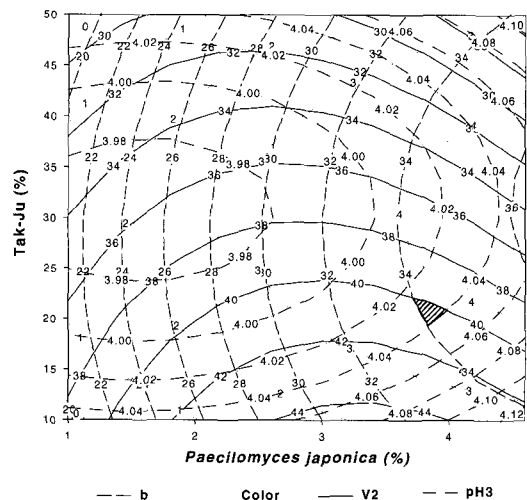


Fig. 6. Contour plots of b value>34 ; color intensity>3point ; volume after 2nd fermentation(V2)>40ml and pH after 2nd fermentation(pH3), 4.02~4.04 are superimposed of Tak-Ju and Japonica for process of Jeung-Pyun added *Paecilomyces japonica* power.

Table 7. Optimum process conditions for maximum response of b value, color intensity, pH after 2nd fermentation and volume after 2nd fermentation by superimposing their contour maps

Process conditions	Range of optimum condition	Optimum condition
<i>Paecilomyces japonica</i> (%)	3.7-4.0	4
2nd fermentation time (min)	45	45
Tak-Ju (%)	19-22	20

자 하였다. Fig. 6에서는 세 가지의 독립변수 중 비교적 영향력이 적은 것으로 판단된 2차 발효시간을 중심점으로 고정하고 동충하초와 탁주의 첨가량에 따른 변화를 알아 본 결과 증편 제조시 종속변수의 제한요건으로 b값 34이상, 색의 강도 3점 이상, 2차 발효 후 부피는 40ml 이상, 그리고 2차발효 후 pH는 4.02~4.04을 만족하는 영역을 표시하였으며 이 때의 최적조건으로는 동충하초의 함량은 3.7%~4.0%, 탁주의 함량은 19~22%로 결정할 수 있었다. 따라서 동충하초를 첨가하여 제조한 증편의 최적조건은 Table 7에서 보는 바와 같이 2차 발효시간은 45분, 동충하초의 첨가량은 4.0%, 탁주의 첨가량은 20%로 결정할 수 있었다.

IV. 요약

동충하초를 이용하여 증편의 영양성과 기호성을 개선하기 위하여 동충하초의 첨가량, 2차발효 시간, 탁주량을 달리한 후 반응표면분석법으로 최적화하여 최적조건을 얻고자 하였다. 동충하초의 양과 발효시간을 증가시킬수록 b값과 2차 발효 후 부피는 증가하는 경향을 나타내었고 동충하초 양과 발효시간을 증가시킬수록 색은 더 짙어지는 경향을 나타내었으며 탁주는 30% 첨가했을 때 색이 가장 짙게 나타났다. 2차 발효후 pH의 변화는 발효시간을 증가시킬수록 증가하는 경향을 나타내었고 3%이상 첨가한 처리구에서는 발효시간 증가에 따른 pH가 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. b값은 34이상, 색의 강도는 3점이상, 2차 발효 후 부피는 40ml 이상, 그리고 2차발효 후 pH는 4.02~4.04을 제한조건으로 하는 증편의 최적 제조 조건은 2차발효 시간을 중심점 45분으로 고정시켰을 때 동충하초의 함량은 3.7%~4.0%, 탁주의 함량은 19~22%였다.

V. 감사의 글

본 연구는 2003년 대구가톨릭대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

VI. 참고문헌

1. Park, GS, AN, SH, and Choi, MA : Effect of *Paecilomyces japonica* powder on the characteristics of quality of bread, J. East Asian Soc Dietary Life, 11(2):112, 2001
2. Mizuno, T. : Bioactive biomolecules of mushroom fungi. Food Rev. Int., 11, p.7, 1995
3. 吳儀洛 : 본초종신(本草從新), 행림출판사, 1972
4. 李時珍 : 본초강목(本草綱目), 교문사, 1987
5. 郭蘭忠 : 현대실용중약(現代實用中藥), 人民衛生出版社, 1999
6. 上海 科學技術出版社 小學館 : 중약대사전(中藥大辭典), 소학관, 1985
7. 한미석, 송효남, 김상희 : 동충하초 새로운 기능성 식품 소재, 식품과학과 산업, 32(3):56, 1999
8. Choi, SE and Lee, JM : Standardization for the Preparation of Traditional Jeung - pyun, Kor J. Food Sci. Technol., 25(6):655, 1993
9. Choi, YH, Jeon, HS and Kang, MY : Sensory and Rheological Properties of Jeungpyun made with various Additives, Korean J. Soc. Food Sci., 12(2):200, 1996
10. Yoon, S, Lee, CJ, Park, HW, Myung CO, Choi, EJ and Lee, JJ : Effect of raw soy flour addition to jeung - Pyun pizza on fermentation time and viscosity of batters and texture and general desirability of Jeung Pyun pizza, Korean J. Soc. Food Sci., 16(3):267, 2000
11. Lee, BH and Ryu, HS : Processing Conditions for Protein Enriched Jeung - Pyun (Korean Fermented Rice Cake), J. Korean Soc. Food Nutr., 21(5):525, 1992
12. Park, YS and Choi, BS : Studies on the Amounts of Water Addition in JeungPyun Dough, Korean J. Soc. Food Sci., 10(4):334, 1994
13. 성내경 : SAS/STAT 회귀분석, 자유아카데미, 서울, 2000
14. 김수진 : 동충하초 첨가식빵의 저장기간에 따른 품질 특성 변화, 대구가톨릭대학교 석사학위 논문, 2001
15. Jung, MH and Park, GS : Effect of *Paecilomyces japonica* and *Cordyceps militaris* Powder on Quality Characteristics of Bread, J. Korean Soc. Food Nutr., 31(5):743, 2002
16. Na, HN, Yoon, S, Park, HW and Oh, HS : Effect of Soy Milk and Sugar Addition to Jeungpyun on Physicochemical Property of Jeungpyun Batters and Textural Property of Jeungpyun, J. Korean Soc. Food Nutr., 13(4):484, 1997
17. Lee, HG and Kim YH : The Effects of Partial Replacement of Rice Flour with Wheat Flour and Fermentation Time on the Characteristics of Jeung-Pyun, Korean. Academy of family, 23(3):63, 1985
18. Kang, MS and Kang, MY : Changes in Physicochemical Properties of Jeungpyon (Fermented and Steamed Rice Cake) Batter during Fermentation Time, J. Korean Soc. Food Nutr. 25(2):255, 1996

(2003년 6월 5일 접수, 2003년 8월 21일 채택)