

청국장 제품의 유통기한 설정을 위한 저장중의 색도변화 및 관능적 특성 monitoring

김동명¹ · 김성호² · 이진만² · Nguyen Thi Dung · 강선철*

¹(주)도들샘, ²경북과학대학 바이오식품계열, 대구대학교 식품·생명·화학공학부

Monitoring of Color Changes and Organoleptics Properties of Chungkookjang Products during Storage for Shelf-life Establishment

Dong-Myung Kim¹, Seong-Ho Kim², Jin-Man Lee², Nguyen-Thi Dung and Sun-Chul Kang*

¹Dodlesem Co. Ltd., Kyungsan, 712-833, Korea

²Division of Bio-food, Kyungbook Collage of Science, Chilgok, 718-851, Korea

Division of Food, Biological and Chemical Engineering, Daegu University, Kyungsan, 712-714, Korea

Received June 2, 2005; Accepted June 17, 2005

In order to examine the changes of commercial value during storage conditions and shelf-life of *Chungkookjang*, response surface methodology of SAS program was applied to monitor organoleptic properties and color changes to determine optimum storage conditions. Lightness (L) value of vacuum-packed *Chungkookjang* showed under the 1% significance probability with high influence in all conditions such as sterilized temperature, storage time and storage temperature. Redness (a) value of vacuum-packed *Chungkookjang* was increased during highly sterilized and storage temperatures, and was individually influenced. One of the generally packed sample also showed that significance value was influenced under 10%, during high storage temperature. Yellowness (b) value of vacuum-packed *Chungkookjang* showed the significance probability under 1% during storage time and temperature, and under 5% during sterilized temperature. Also, stational point showed saddle type in both packaging samples. In case of vacuum-packed *Chungkookjang*, compatibility of odor was influenced by sterilized temperature under 10% significance probability. But generally packed samples have an effect on storage time under 1% significance probability effect on storage time, and sterilized temperature under 5%. In case of vacuum-packed *Chungkookjang*, compatibility of taste was highly concerned with storage time under 1% significance probability, whereas generally packed samples were concerned with storage temperature under 5% significance probability. Overall palatability of vacuum-packed samples showed maximum value of 5.15 on sterilized temperature (61.92°C), storage temperature (6.79°C) and storage time (56.48 days) during storage.

Key words: *Chungkookjang*, shelf-life, color, organoleptic properties, commercial value

서 론

청국장은 콩을 원료로한 우리나라의 대표적인 발효식품으로 영양 면에서 된장이나 고추장보다 단백질과 지방함량이 높은 식물성 고영양 식품으로 영양기능 뿐만 아니라 감각기능, 생체 조절 기능까지도 보고된다.¹⁾ 청국장은 삶은 콩을 *Bacillus subtilis*를 이용하여 띄워 만든 것으로 발효과정 중에 *B. subtilis*가 생산하는 효소에 의해서 그 특유의 맛과 냄새를 내는 동시에 원료 콩의 당질과 단백질에서 유래된 levan form fructan과

polyglutamate의 중합물질인 끈적끈적한 점질물을 생산한다.²⁾ 또한 청국장은 관능적인 면과 영양면에서 우수할 뿐만 아니라 혈전 용해능,^{1,3,4)} 항암효과,¹⁾ 지질대사 개선 효과,¹⁾ 면역기능 강화,⁵⁾ 항산화 효과⁶⁾ 등의 기능성이 알려져 그 소비량이 증가하는 추세이다.

청국장의 불쾌취는 *Bacillus*에 의하여 생성되는 pyrazine류나 향 sulfide 화합물에서 유래하는 것으로 알려져 있는데³⁾ 실제로 청국장의 품질 변화는 대부분 제품의 보존에 따라 달라짐을 알 수 있다. 더구나 청국장의 주 발효균인 *Bacillus*는 내열성, 내약 품성이 높은 균주로서 기존의 방법으로는 살균이 어려운 문제 점이 있다. 최 등⁷⁾의 조사에 의하면 시중에서 유통되는 청국장에 대하여 소비자의 약 50%가 제품에 대한 불만족을 나타내었으며 그 요인으로 불쾌취와 보존중의 품질저하를 지적하였다.

*Corresponding author

Phone: +82-53-850-6553, Fax: +82-53-850-6559

E-mail: sckang@daegu.ac.kr

또한 청국장 발효과정에서 생성되는 이취 및 냄새의 감소 위하여 여러 가지 첨가물을 이용한 발효방법의 연구도 시도되고 있다.⁸⁻¹⁰⁾

본 연구에서는 청국장의 제품의 위생적인 처리와 저장조건과 유통기간 중에 발생하는 관능적인 변화와 상품성에 영향을 미치는 색도의 변화를 조사하기 위하여 살균온도, 저장온도 및 저장기간의 각 조건별로 관능적 품질과 색도의 품질변화를 SAS program의 반응표면분석법으로 monitoring하고 최종적으로 대량생산 및 유통과정에서의 색, 맛과 향미의 변화를 방지할 수 있는 조건을 예측하여 청국장의 상품성을 증대시키고자 하였다.

재료 및 방법

원료콩. 본 실험에 사용된 대두는 경북 경산시 대구대학교 인근 하양시장에서 구입하여 사용하였다. 이 콩의 주요성분은 수분 12.6%, 회분 6.8%, 조단백 37.5%, 조지방 15.7%, 조섬유 4.8%, 가용성 무기질이 22.4%이었다.

사용균주 및 종균의 제조. 청국장 제조에 사용한 균주는 벧짚에서 분리·동정²⁾된 *Bacillus subtilis* K-1 균주를 분양받아 4°C에서 보관하며 사용하였다. 보관중인 균주를 nutrient agar(Difco) 배지에 도말하여 35°C에서 24시간 배양 활성화시킨 후 생성된 colony를 100 ml의 nutrient broth에 현탁하여 40°C에서 24시간 배양하여 종균으로 사용하였다.

청국장의 제조. 원료콩 30 kg을 3회 세척한 후 15°C의 물에서 12시간 침지하고 1시간 동안 정치·탈수하였다. 탈수된 콩에 소금 3.0%(w/w)를 혼합하여 121°C에서 20분간 가압·살균한 후 80°C 전후에서 운반통에 담아 분무기를 이용하여 원료콩의 0.1%(w/w) 무게에 해당하는 종균을 골고루 혼합하였다. 종균을 접종한 청국장은 집균오염 방지를 위하여 세척, 소독한 자동 충전기를 이용하여 40°C 이상의 온도를 유지하면서 150 g씩 비닐팩에 충전한 후, 발효 상자에서 발효하였다. 발효실은 70°C로 60분간 미리 살균 처리하였으며, 발효실 내부 온도는 40-42°C로 자동 조절되게 설정하였다. 습도는 85-90%로 조절하였고, 발효시간은 24시간으로 하였다.

포장방법. 발효가 종료된 제품은 산소 차단성이 우수한 재질인 Nylon/PE film을 사용하여 일반 포장한 것과 진공포장한 것으로 나누어 분류하였다. 이때 일반포장은 접착기를 사용하였고 진공포장은 760 mmHg의 진공으로 포장하였다.

살균. 위에서 포장한 제품을 비살균군과 살균군(50, 60, 70, 80, 90°C)으로 분류하였고 살균군은 각각 60분간 살균하였다.

저장. 청국장을 일반 포장, 진공포장과 그리고 비살균, 살균 제품으로 구분하고 저장온도를 각각 5, 15, 25, 35, 45°C로 설정하여 각각 0, 20, 40, 60, 80, 100일간 저장하면서 실험을 수행하였다.

색도 측정. 표면 색도는 색차계(모델명: EROM 200 Minolta JAPAN)를 사용하여 직경 5 cm petri dish에 paste 상으로 만든 시료를 넣고 측정하여 L(lightness), a(redness), b(yellow)값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판의 L, a, b의 값은 각각 96.8, -1.44 및 2.63 이었다.

관능검사. 관능검사는 F-검정으로 20대의 숙달된 남녀 20명

Table 1. Levels of experimental conditions for sterilized and storage conditions of vacuumed or non-vacuumed *Chungkookjang* packaging

X _n	Exp. condition	Level				
		-2	-1	0	1	2
X ₁	Sterilized temp (°C)	50	60	70	80	90
X ₂	Storage temp (°C)	5	15	25	35	45
X ₃	Storage time (days)	20	40	60	80	100

Table 2. Experimental conditions on central composite for response surface analysis(RSM)

Exp. No*	Sterilized temp (°C)	Storage temp (°C)	Storage time (days)
1	1(80)	1(35)	1(80)
2	1(80)	1(35)	-1(40)
3	1(80)	-1(15)	1(80)
4	1(80)	-1(15)	-1(40)
5	-1(60)	1(35)	1(80)
6	-1(60)	1(35)	-1(40)
7	-1(60)	-1(15)	-1(40)
8	0(70)	0(25)	0(60)
9	2(90)	0(25)	0(60)
10	-2(50)	0(25)	0(60)
11	0(70)	2(45)	0(60)
12	0(70)	-2(15)	0(60)
13	0(70)	0(25)	2(100)
14	0(70)	0(25)	-2(20)

*: The number of experimental conditions by central composite design.

을 선발하여 시료와 평가기준을 숙지 시킨 후 실시하였다. 평가는 7점 기호 척도법¹¹⁾(7점: 지극히 좋다, 6점: 매우 좋다, 5점: 약간 좋다, 4점: 보통이다, 3점: 약간 싫다, 2점: 매우 싫다, 1점: 지극히 싫다) 을 이용하여 외관, 냄새, 쓴맛, 종합적인 기호도에 대하여 평가하였다. 관능검사용 청국장은 물 300 ml, 청국장 80 g, 두부 20 g, 마늘 10 g, 파 20 g, 풋고추 5 g, 고춧가루 1 g을 넣고 25분간 가열하여 만든 청국장 찌개를 조제한 후 한번에 3종류의 시료를 제시하여 균형불완전계획법¹²⁾으로 실시하였다.

반응표면분석. 최적조건은 중심합성계획법(central composite design)¹³⁾으로 설계하였고 반응표면회귀분석을 위해서 Statistical Analysis System(SAS) program¹⁴⁾을 사용하였다. 중심합성계획에서 실험조건은 독립변수로서 살균온도(X₁, 50-90°C), 저장온도(X₂, 5-45°C), 저장시간(X₃, 20-100 days)이었으며, 실험계획은 -2, -1, 0, 1, 2 등 5단계로 부호화 Table 1과 같이 16개의 실험구로 설정하여 실시하였고 그 실험값은 Table 2에 나타내었다. 또 실험중의 종속(반응)변수(Y_n)로는 기계적 색도의 명도, 적색도, 황색도와 관능평가의 냄새, 맛, 외관, 종합적인 평가로 하였고 이들은 각기 3회 반복 측정하여 평균값을 회귀분석에 사용하였다. 이때 세 개의 독립변수와 종속변수에 대한 2차 회귀 모형식은 다음과 같다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2$$

Table 3. Experimental data on Hunter's colors values under vacuumed or non-vacuumed packaging of Chungkookjang at different conditions based on central composite design for response surface methodology

Exp. No.	Hunter's color value					
	L		a		b	
	*Vac.	**Non-vac.	Vac.	Non-vac.	Vac.	Non-vac.
1	48.97	46.22	6.67	6.32	15.32	17.11
2	58.78	55.77	6.04	6.48	18.88	18.12
3	53.12	56.38	7.56	6.26	19.68	19.33
4	54.96	59.25	7.02	6.69	19.36	20.78
5	42.63	41.33	7.34	7.16	17.31	16.23
6	49.05	47.91	7.60	8.72	21.78	21.29
7	57.34	57.63	6.51	6.44	23.32	22.76
8	48.86	49.93	7.12	7.06	17.81	17.58
9	59.89	58.85	6.96	6.54	19.16	18.11
10	56.76	54.59	6.08	6.17	25.55	22.49
11	42.61	46.36	7.59	7.38	16.59	15.87
12	51.63	52.19	6.99	6.60	18.90	18.67
13	43.85	45.26	6.67	6.82	16.34	16.61
14	56.17	50.10	7.66	7.58	22.11	19.77

*Vacuumed, **Non-vacuumed.

Table 4. Polynomial equations calculated by RSM program for sterilization and storage conditions under vacuumed or non-vacuumed packaging of Chungkookjang

Response	Second order polynomials	R ²	Significance
L	*Vac. $Y_L = 201.506178 - 3.764192X_1 - 1.343587X_2 - 0.004764X_3 + 0.023663X_1^2 + 0.024812X_1X_2 - 0.004687X_2^2 - 0.000882X_1X_3 - 0.006607X_2X_3 + 0.000719X_3^2$	0.9718	0.0006
	**Non-vac. $Y_{NL} = 147.680641 - 2.547096X_1 - 0.796418X_2 + 0.126941X_3 + 0.016975X_1^2 + 0.011777X_1X_2 - 0.001638X_2^2 + 0.000499X_1X_3 - 0.004139X_2X_3 - 0.001406X_3^2$	0.8541	0.0557
a	Vac. $Y_a = -4.389623 + 0.284365X_1 + 0.387764X_2 - 0.129237X_3 - 0.001500X_1^2 - 0.006081X_1X_2 + 0.000425X_2^2 + 0.001520X_1X_3 + 0.000520X_2X_3 + 0.000028125X_3^2$	0.8415	0.0690
	Non-vac. $Y_{Na} = -5.574527 + 0.298288X_1 + 0.411630X_2 - 0.091093X_3 - 0.001762X_1^2 - 0.004996X_1X_2 - 0.000175X_2^2 + 0.001075X_1X_3 - 0.000338X_2X_3 + 0.000087500X_3^2$	0.8043	0.1163
b	Vac. $Y_b = 99.928510 - 1.900183X_1 + 0.102774X_2 - 0.0285923X_3 + 0.011323X_1^2 + 0.000151X_1X_2 - 0.000163X_2^2 + 0.002732X_1X_3 - 0.003256X_2X_3 + 0.000884X_3^2$	0.9747	0.0004
	Non-vac. $Y_{Nb} = 80.768029 - 1.273298X_1 + 0.042385X_2 - 0.438832X_3 + 0.006800X_1^2 - 0.001485X_1X_2 - 0.000775X_2^2 + 0.004708X_1X_3 + 0.000195X_2X_3 + 0.000381X_3^2$	0.9028	0.0189

*Vacuumed, **Non-vacuumed, X₁: Sterilized temperature (°C), X₂: Storage temperature (°C), X₃: Storage time (days).

여기서 Y는 종속(반응)변수, X₁, X₂, X₃는 독립변수, β₀는 절편, β_n는 회귀계수이다.

회귀분석에 의한 모델식의 예측에는 SAS⁽¹⁴⁾ program이 사용되었고, 회귀분석의 결과 임계점(critical point)이 최대점(maximum)이거나 최소점(minimum)이 아닌 안장점(saddle point)의 경우에는 능선분석(ridge analysis)을 하여 최적점을 구하였다. 또한 저장조건에 대한 특성의 monitoring은 SAS에서 예측된 모델식을 이용하여 Mathematica program⁽¹⁵⁾을 이용하여 4차원 반응표면분석으로 해석하였다.

결과 및 고찰

명도. 각 반응 조건별로 Hunter's의 색차계를 이용한 기계적 색도의 명도(L값)을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 진공포장 시료의 명도(L)값에 대한 변화의 반응표면 회귀식은

$$Y_L = 201.506178 - 3.764192X_1 - 1.343587X_2 - 0.004764X_3 + 0.023663X_1^2 + 0.024812X_1X_2 - 0.004687X_2^2 - 0.000882X_1X_3 - 0.006607X_2X_3 + 0.000719X_3^2$$

과 같다(Table 4). 이때 R²값은 0.9718이고 1% 이하에서 유의성을 가지는 것으로 나타났다. 명도(L값)는 살균온도가 높고 저장기간이 길수록 낮아지는 것으로 나타났다. 그러나 진공포장의 경우는 살균온도, 저장기간, 저장온도 모두 1% 이내에서 유의확률을 가지는 것으로 나타나 세 조건 모두가 명도에 영향성이 높은 것으로 나타났으나, 일반포장은 세 조건 모두에서 유의확률이 없는 것으로 나타나 세 조건 보다 다른 조건이 영향을 미치는 것으로 사료된다. 일반포장의 경우 반응표면 예측식은

$$Y_{NL} = 147.680641 - 2.547096X_1 - 0.796418X_2 + 0.126941X_3 + 0.016975X_1^2 + 0.011777X_1X_2 - 0.001638X_2^2 + 0.000499X_1X_3 - 0.004139X_2X_3 - 0.001406X_3^2$$

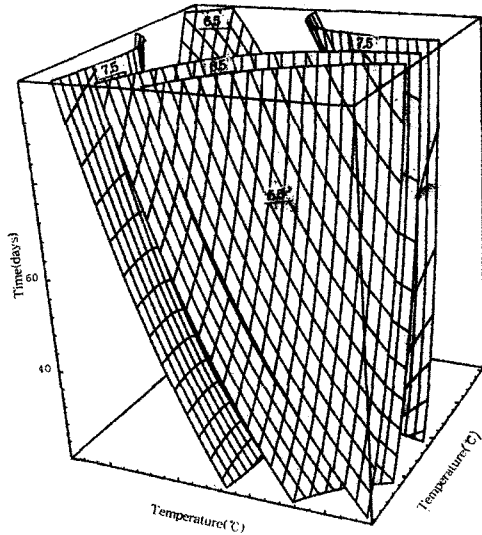


Fig. 1. Four-dimensional response surface for Hunter's L value of vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

이었고 R²값은 0.8541로 10% 이내에서 유의성이 있는 것으로 나타났다.

한편 명도에 대하여 4차원 반응분석 결과는 Fig. 1, 2와 같다. 두 포장군 모두가 정상점이 안장점으로 나타나 적합성 검정으로 능선분석을 행한 결과는 Table 5와 같다. 진공포장의 경우 살균온도 64.40°C, 저장온도 41.09°C, 저장기간 80.95일에서 L값이 37.51로 최대값이었고, 살균온도 88.22°C, 저장온도 29.40°C, 저장기간 46.04일에서 L값은 63.17로 최고값을 나타내었다. 또한 일반포장의 경우 능선분석 결과 살균온도 65.29°C, 저장온도 39.04°C, 저장기간 86.88일에서 L값이 39.38로 최저값이었고 살균온도 89.63°C, 저장온도 24.09°C, 저장기간 52.60일에서 저장했을 때 L값은 60.94로 최고값을 나타내었다.

적색도 변화. 각 반응조건별로 적색도(a)값의 변화를 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 이를 이용한 반응표면 회귀 예측식은 진공포장의 경우

$$Y_a = -4.389623 + 0.284365X_1 + 0.387764X_2 - 0.129237X_3 - 0.001500X_1^2 - 0.006081X_1X_2 + 0.000425X_2^2 + 0.001520X_1X_3 + 0.000520X_2X_3 + 0.000028125X_3^2$$

이며(Table 4), R²값은 0.8415로 10% 이내에서 유의성이 인정되었고, 일반포장의 경우

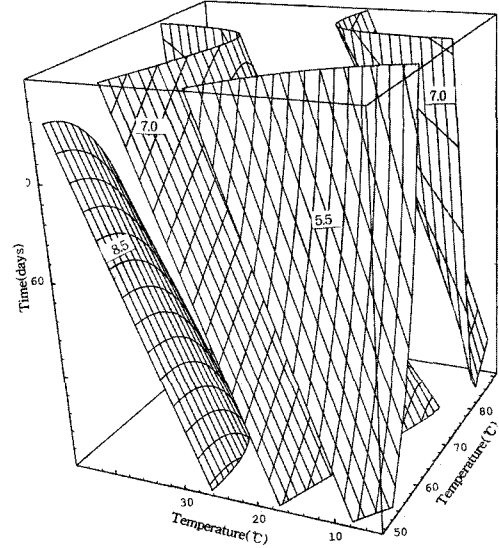


Fig. 2. Four-dimensional response surface for Hunter's L value of non-vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

$$Y_{Na} = -5.574527 + 0.298288X_1 + 0.411630X_2 - 0.091093X_3 - 0.001762X_1^2 - 0.004996X_1X_2 - 0.000175X_2^2 + 0.001075X_1X_3 - 0.000338X_2X_3 + 0.000087500X_3^2$$

이었고(Table 4), R²값은 0.8043으로 유의성이 인정되지 않았다.

적색도 (a)값의 변화에 대한 4차원 반응표면 분석결과는 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다. 진공포장의 경우 살균온도와 저장온도가 높을수록 적색도는 증가하며 둘 다 각기 독립적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이에 비해서 저장기간은 큰 영향을 미치지 않았다. 일반포장의 경우 저장온도가 높을수록 적색도(a)값의 유의적 값(10% 이내)이 높게 나타났다(Table 6). 적색도에 대한 반응분석 결과 두 포장군 모두 안장점의 형태를 나타내어 능선분석을 행한 결과 진공포장은 최대 4.83, 최고 8.22이었고, 일반포장은 각각 5.10과 8.64로 나타났다.

황색도 변화. 각 실험조건에서 청국장의 황색도 (b)값의 변화는 Table 3과 같다. 이에 대한 결과를 반응표면 분석한 결과 2차 회귀 예측식은(Table 4) 진공포장의 경우

$$Y_b = 99.928510 - 1.900183X_1 + 0.102774X_2 - 0.0285923X_3 + 0.011323X_1^2 + 0.000151X_1X_2 - 0.000163X_2^2 + 0.002732X_1X_3 - 0.003256X_2X_3 + 0.000884X_3^2$$

Table 5. Regression analysis for regression model of Hunter's color values in sterilization and storage conditions under vacuumed or non-vacuumed packaging of *Chungkookjang*

Experiment conditions	F-ratio					
	L		a		b	
	¹ Vac.	² Non-vac.	Vac.	Non-vac.	Vac.	Non-vac.
Sterilized temp. (°C)	16.95***	2.14	6.65**	2.99	26.91**	4.83**
Storage temp. (°C)	11.60***	3.00	6.05**	4.23*	6.08***	2.36
Storage time (days)	15.90***	1.94	1.72	1.75	17.55***	4.46*

*Significance at 10% level, **Significance at 5% level, ***Significance at 1% level, ¹Vacuumed, ²Non-vacuumed.

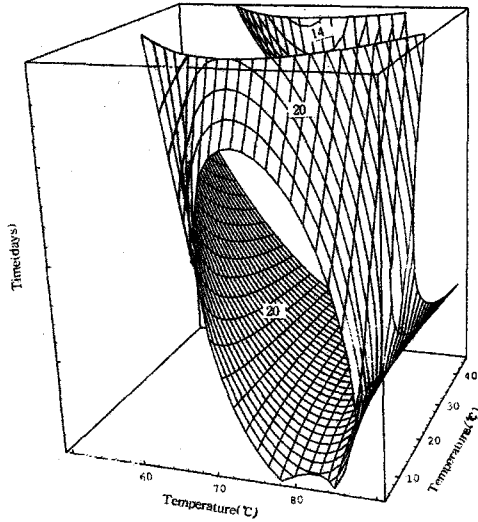


Fig. 3. Four-dimensional response surface for Hunter's a value of vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

으로, R²값은 0.9747로서 1% 이내의 유의성이 인정되었고, 일반포장의 경우 예측식은

$$Y_{Nb} = 80.768029 - 1.273298X_1 + 0.042385X_2 - 0.438832X_3 + 0.006800X_1^2 - 0.001485X_1X_2 - 0.000775X_2^2 + 0.004708X_1X_3 + 0.000195X_2X_3 + 0.000381X_3^2$$

이었으며, R²값은 0.9028로써 5% 이내에서 유의성이 인정되었다.

두 포장군에 대한 4차원 반응표면은 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다. 진공포장의 경우 저장기간 길수록, 저장온도가 높고, 살균 온도가 높을수록 황색도 (b)값이 증가하는 것으로 나타났다. 이때 저장기간과 저장온도는 1% 이내에서 유의확률을 가지며 살균 온도의 경우 5% 이내에서 유의확률을 가지는 것으로 나타났다(Table 5). 또한 두 포장군 모두 정상점이 안장점의 형태로서 능선분석을 행한 경우 진공포장군은 최적값 13.95, 최고값 26.54 이었고, 일반포장군은 최저값 11.31, 최고값 24.52로 나타났다.

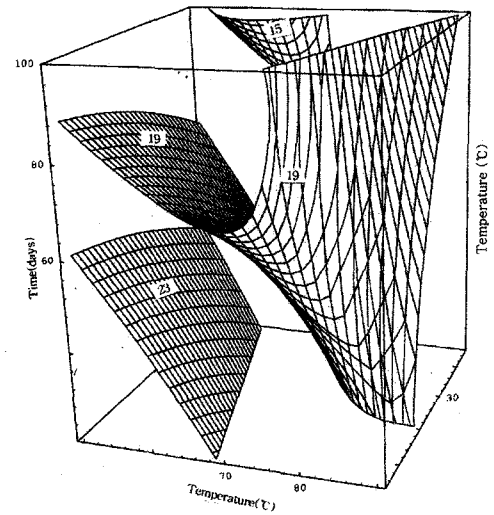


Fig. 4. Four-dimensional response surface for Hunter's a value of non-vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

위의 결과를 보았을 때 외적품질변화인 색도의 큰 변화가 발견되지 않아 위생적인 처리와 포장, 저장 등의 조건이 청국장의 외적변화를 최소화시킬 수 있을 것으로 사료된다. Choi 등¹⁶⁾은 청국장의 숙성이 진행될수록 황색을 띄는 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

관능검사. 각각의 실험조건에 대한 청국장의 관능적 평가 값은 Table 7과 같다. 진공포장한 것의 외관적 변화에 대한 반응표면 2차 회귀식은 Table 8과 같으며, 이때의 R²는 0.9677로서 1% 이하에서 유의성이 인정되었다. 또한 일반포장한 청국장의 외관에 대한 반응표면 2차 회귀식은 Table 8과 같으며, 이때의 R²는 0.9625로서 역시 1% 이내에서 유의성이 인정되었다.

또한 냄새에 대한 2차 회귀식은 진공포장의 경우

$$Y_F = 3.834215 + 0.044712X_1 + 0.037308X_2 + 0.009968X_3 - 0.000375X_1^2 - 0.000141X_1X_2 - 0.000625X_2^2 + 0.000012821X_1X_3 + 0.000012821X_2X_3 - 0.000125X_3^2$$

Table 6. Predicted levels of optimum conditions for sterilization and storage conditions under vacuumed or non-vacuumed packaging of *Chungkookjang* by the ridge analysis

Responses	Sterilized temp (°C)	Storage temp (°C)	Time (weeks)	Estimated response	Morphology	
L	*Vac.	64.40	41.09	80.95	37.51 (Min)	Saddle
		88.22	29.40	46.04	63.17 (Max)	
a	**Non-vac.	65.29	39.04	86.88	39.38 (Min)	Saddle
		89.63	24.09	52.60	60.94 (Max)	
b	Vac.	54.80	14.13	73.25	4.83 (Min)	Saddle
		58.80	40.61	48.91	8.22 (Max)	
b	Non-vac.	55.68	12.20	71.17	5.10 (Min)	Saddle
		59.84	38.66	39.00	8.64 (Max)	
b	Vac.	72.09	40.51	84.91	13.95 (Min)	Saddle
		52.07	23.94	42.40	26.54 (Max)	
b	Non-vac.	69.36	41.01	83.94	15.31 (Min)	Saddle
		54.21	24.40	36.01	24.52 (Max)	

*Vacuumed, **Non-vacuumed.

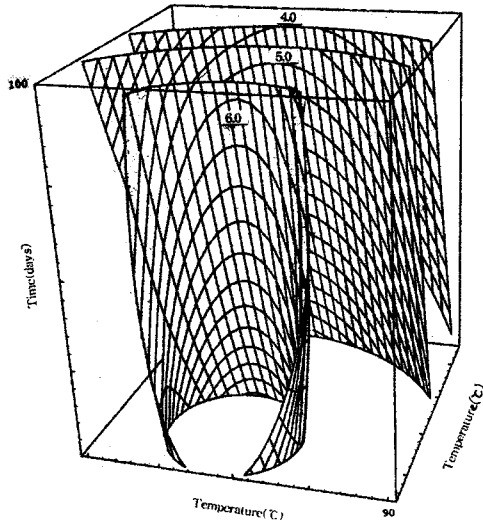


Fig. 5. Four-dimensional response surface for Hunter's b value of vacuum packaged Chungkookjang at different conditions.

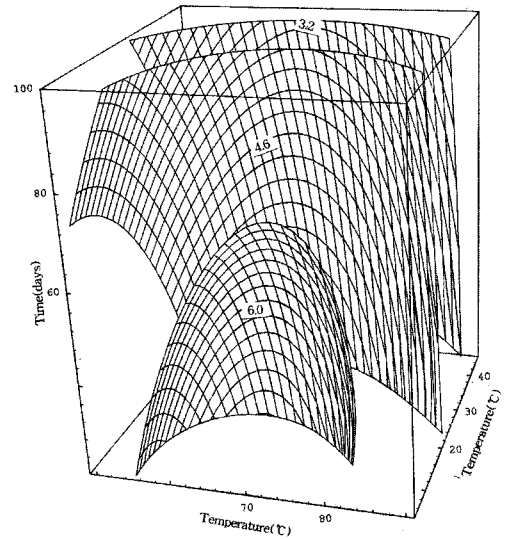


Fig. 6. Four-dimensional response surface for Hunter's b value of non-vacuum packaged Chungkookjang at different conditions.

이였으며, 이때의 R²는 0.8374로 10% 이내에서 유의성이 인정 되었다. 그러나 일반포장의 경우 냄새에 대한 2차 회귀식은

$$Y_{NF} = 2.956771 + 0.046250X_1 + 0.035312X_2 - 0.001458X_3 - 0.000375X_1^2 + 0.000354X_1X_2 - 0.000375X_2^2 + 0.000146X_1X_3 + 0.000083333X_2X_3 - 0.000141X_3^2$$

으로, 이때의 R²는 0.9260으로 1% 이내에서 유의성이 인정 되었다.

맛에 대한 변화에서 진공포장의 2차 회귀반응식은

$$Y_T = 3.064127 + 0.062615X_1 + 0.001389X_2 + 0.016763X_3 - 0.000413X_1^2 + 0.000119X_1X_2 - 0.000100X_2^2 - 0.000230X_1X_3 - 0.000105X_2X_3 - 0.000018750X_3^2$$

이였고, 이때의 R²는 0.9407로서 역시 1% 이내에서 유의성이

인정되었고, 일반포장의 경우 2차 회귀식은

$$Y_{NT} = 6.186234 + 0.045471X_1 - 0.052269X_2 - 0.058441X_3 - 0.000375X_1^2 - 0.000789X_1X_2 + 0.000825X_2^2 + 0.000439X_1X_3 + 0.000539X_2X_3 + 0.000031250X_3^2$$

이였고, 이때의 R²는 0.8961로서 5% 이내에서 유의성이 인정 되었다.

전체적인 평가에서 진공포장의 2차 회귀 예측식은

$$Y_{OP} = -0.410144 + 0.119990X_1 + 0.005827X_2 + 0.065034X_3 - 0.000700X_1^2 + 0.000048077X_1X_2 - 0.000075000X_2^2 - 0.000601X_1X_3 - 0.000151X_2X_3 - 0.000238X_3^2$$

으로, R²값은 0.9860으로 1% 이하의 유의성이 인정되어 예측 도가 높은 것으로 나타났고, 일반포장의 예측식은

Table 7. Experimental data on organoleptic properties under vacuumed or non-vacuumed packaging of Chungkookjang at different conditions based on central composite design for response surface methodology

Exp. No.	Organoleptic property							
	Appearance		Odor		Taste		Overall palatability	
	*Vac.	**Non-vac.	Vac.	Non-vac.	Vac.	Non-vac.	Vac.	Non-vac.
1	4.30	3.80	5.30	4.20	5.20	4.30	4.35	4.10
2	5.00	4.50	5.50	4.40	5.43	4.50	5.00	4.60
3	5.90	5.70	5.40	4.40	5.20	5.20	4.50	4.35
4	6.00	6.00	5.60	4.50	5.43	5.43	5.06	5.06
5	4.20	3.90	5.50	4.40	5.30	4.35	4.80	4.10
6	5.00	4.70	5.70	4.55	5.43	4.50	5.00	4.60
7	6.00	6.00	5.85	4.65	5.43	5.43	5.06	5.06
8	5.60	5.50	5.60	4.50	5.43	4.50	5.06	4.80
9	4.80	4.20	5.20	4.20	5.10	4.20	4.50	4.08
10	5.20	4.50	5.70	4.50	5.43	4.50	5.06	4.80
11	4.20	3.50	5.30	4.30	5.35	4.23	5.00	4.05
12	6.00	5.40	5.40	4.40	5.43	5.43	5.06	5.06
13	5.00	4.50	5.30	4.00	5.20	4.10	4.30	4.25
14	6.00	5.80	5.50	4.55	5.60	5.00	5.06	5.06

Table 8. Polynomial equations calculated by RSM program for sterilization and storage conditions under vacuumed or non-vacuumed packaging of Chungkookjang

Response		Second order polynomials	R ²	Significance
Apperance	*Vac.	$Y_C = -0.877404 + 0.198173X_1 + 0.057115X_2 - 0.001106X_3 - 0.001500X_1^2 - 0.000115X_1X_2 - 0.001250X_2^2 + 0.000192X_1X_3 - 0.000683X_2X_3 - 0.000062500X_3^2$	0.9677	0.0008
	**Non-vac.	$Y_{NC} = -4.863398 + 0.331592X_1 + 0.076211X_2 - 0.029891X_3 - 0.002405X_1^2 - 0.000947X_1X_2 - 0.001331X_2^2 + 0.000433X_1X_3 - 0.000192X_2X_3 - 0.000101X_3^2$	0.9625	0.0013
Ordor	Vac.	$Y_F = 3.834215 + 0.044712X_1 + 0.037308X_2 + 0.009968X_3 - 0.000375X_1^2 - 0.000141X_1X_2 - 0.000625X_2^2 + 0.000012821X_1X_3 + 0.000012821X_2X_3 - 0.000125X_3^2$	0.8374	0.0735
	Non-vac.	$Y_{NF} = 2.956771 + 0.046250X_1 + 0.035312X_2 - 0.001458X_3 - 0.000375X_1^2 + 0.000354X_1X_2 - 0.000375X_2^2 + 0.000146X_1X_3 + 0.000083333X_2X_3 - 0.000141X_3^2$	0.9260	0.0089
Taste	Vac.	$Y_T = 3.064127 + 0.062615X_1 + 0.001389X_2 + 0.016763X_3 - 0.000413X_1^2 + 0.000119X_1X_2 - 0.000100X_2^2 - 0.000230X_1X_3 - 0.000105X_2X_3 - 0.000018750X_3^2$	0.9407	0.0048
	Non-vac.	$Y_{NT} = 6.186234 + 0.045471X_1 - 0.052269X_2 - 0.058441X_3 - 0.000375X_1^2 - 0.000789X_1X_2 + 0.000825X_2^2 + 0.000439X_1X_3 + 0.000539X_2X_3 + 0.000031250X_3^2$	0.8961	0.0227
Overall palatability	Vac.	$Y_{OP} = -0.410144 + 0.119990X_1 + 0.005827X_2 + 0.065034X_3 - 0.000700X_1^2 + 0.000048077X_1X_2 - 0.000075000X_2^2 - 0.000601X_1X_3 - 0.000151X_2X_3 - 0.000238X_3^2$	0.9860	<.0001
	Non-vac.	$Y_{NOP} = 0.938598 + 0.122538X_1 - 0.029933X_2 + 0.032970X_3 - 0.000900X_1^2 + 0.000641X_1X_2 - 0.000613X_2^2 - 0.000413X_1X_3 - 0.000150X_2X_3 - 0.000090625X_3^2$	0.9586	0.0017

*Vacuumed, **Non-vacuumed, X₁: Sterilized temperature (°C), X₂: Storage temperature (°C), X₃: Storage time(days).

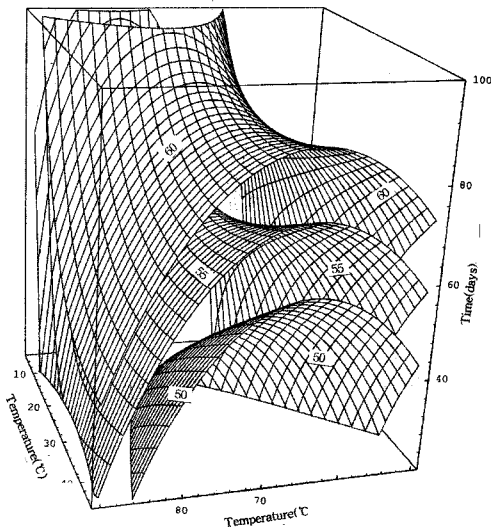


Fig. 7. Four-dimensional response surface for sensory score in appearances of vacuum packaged Chungkookjang at different conditions.

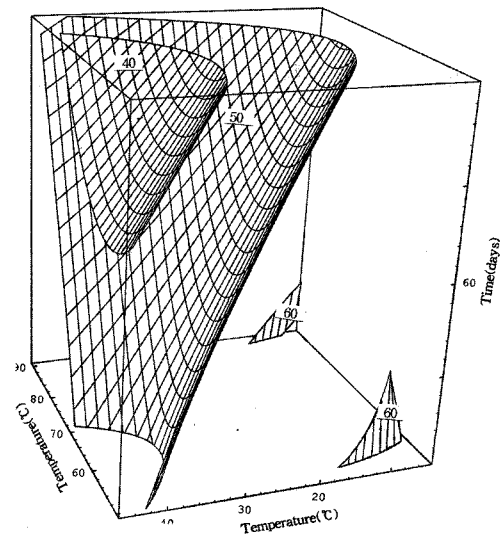


Fig. 8. Four-dimensional response surface for appearances in sensory score of non-vacuum packaged Chungkookjang at different conditions.

$$Y_{NOP} = 0.938598 + 0.122538X_1 - 0.029933X_2 + 0.032970X_3 - 0.000900X_1^2 + 0.000641X_1X_2 - 0.000613X_2^2 - 0.000413X_1X_3 - 0.000150X_2X_3 - 0.000090625X_3^2$$

이었고 R²값은 0.9586으로 역시 1% 이내에서 유의성이 인정되어 회귀 예측식의 적합도가 높은 것으로 나타났다.

관능적 평가에 대한 각 항목의 4차원 반응표면분석결과는 Fig. 7~Fig. 14와 같다. 외관의 경우 4차원 반응분석 결과(Fig. 7, Fig. 8) 진공포장은 70°C 부근에서 살균하여 20°C 내외에서 저장하여 40~80일 저장한 것이 가장 좋은 평점을 보였다. 일반 포장 역시 비슷한 경향이었으나 저장기간이 짧은 것이 좋은 결과를 받았다. 외관에 대한 적합성은 두 포장군 모두 저장온도가 1% 이내의 유의확률 이내에서 결정적인 영향을 미치며 그

다음으로 저장기간이 5% 유의확률로서 영향을 미친다. 그러나 살균온도는 10% 유의확률 오차를 벗어나는 것으로 나타났다 (Table 9).

냄새에 대한 4차원 반응분석결과(Fig. 9), 진공포장은 60°C 이내에서, 저장온도 30°C, 저장기간 50일 이내의 것이 좋은 평점을 나타내었다. 그러나 일반포장은 살균온도 60~70°C, 20°C 근처의 저장온도, 40일 근처의 저장기간이 좋은 평점을 나타냈으나 진공포장에 비해 평점이 낮게 나타났다. 냄새에 대한 적합성(Table 9)은 진공포장의 경우 살균온도가 10% 이내의 유의확률로서 관련성이 다소 있으나 다른 조건은 큰 영향을 미치지 않았다. 그러나 일반포장의 경우 저장기간이 1% 이내의 유의확률로서 큰 영향을 미치고 살균온도 또한 5% 이내 유의확

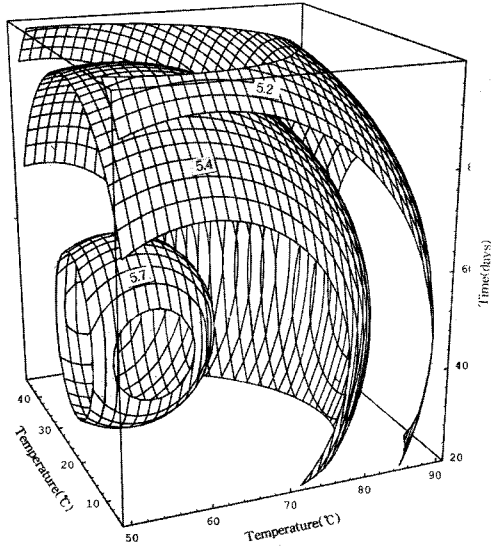


Fig. 9. Four-dimensional response surface for odors in sensory score of vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

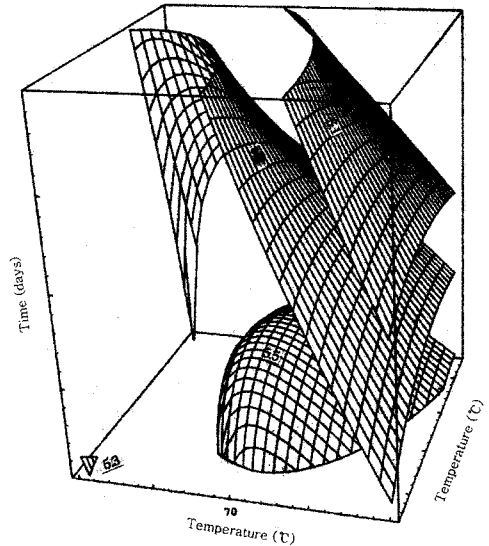


Fig. 11. Four-dimensional response surface for tastes in sensory score of vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

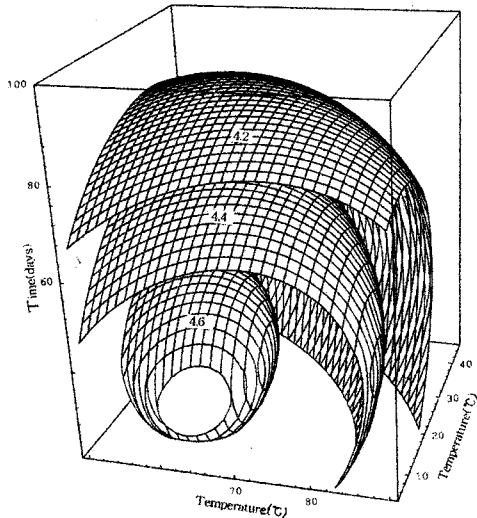


Fig. 10. Four-dimensional response surface for odors in sensory score of non-vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

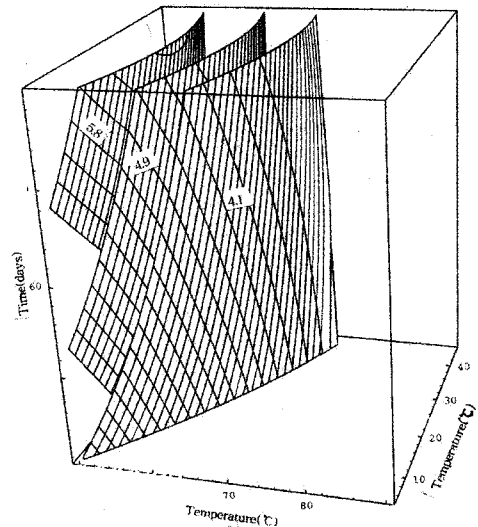


Fig. 12. Four-dimensional response surface for tastes in sensory score of non-vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

를로서 영향성이 있는 것으로 나타나 냄새의 영향을 막기 위해 진공포장 후 저장할 경우 관능적 평점에 좋은 영향을 미칠 것으로 사료된다. 냄새의 경우 진공포장과 일반포장 모두가 정상점이 최대점이었기 때문에 진공포장은 최적값이 살균온도 56.13°C, 저장온도 23.48°C, 저장기간 44.20일의 조건에서 5.75의 최고 평점이었다. 일반포장의 경우 살균온도 56.29°C, 저장온도 23.94°C, 저장기간 30.96일의 조건에서 4.66의 평점을 나타내었다.

맛에 대한 4차원 반응표면분석 결과는 Fig. 11, 12와 같다. 맛에 대한 것은 진공포장의 경우 살균온도 70°C, 저장온도 30°C, 저장기간 50일 이내의 것이 좋은 평점을 나타내었다. 그러나 일반포장의 경우 대체로 30°C 부근에서 80일 저장한 것이 좋은 평점으로 나타나 청국장의 맛에 대한 관능평가가 다양하게 나타났다. 우리나라 청국장에 대한 맛의 기호도가 다양함

을 나타내는 부분이다. 한편 맛에 대한 적합성을 분석한 결과 진공포장은 저장기간이 1% 이내의 유의확률로서 높은 관련성이 있었고, 살균온도는 5% 이내에서 유의확률을 가지는 것으로 나타났다. 그러나 일반포장은 저장온도가 5% 이내의 유의확률로서 관련성이 있었고, 살균온도 10% 이내의 유의확률을 가지는 것으로 나타났다. 맛에 대한 최적 평점은 진공포장과 일반포장 모두 안장점으로 능선분석 결과 진공포장은 최저값 5.02, 최고값 5.57이었고, 일반포장은 최저값 4.05, 최고값 5.86이었다 (Table 10).

청국장의 종합적인 맛의 평가에 대한 4차원 반응분석 결과는 Fig. 13, 14와 같다. 진공포장의 경우 종합적인 맛의 평가는 살균온도 70°C, 저장기간이 60일 근처, 30°C에서 저장한 것이 좋은 평점을 받았고, 살균온도가 높고(80°C 이상) 저장온도가 높

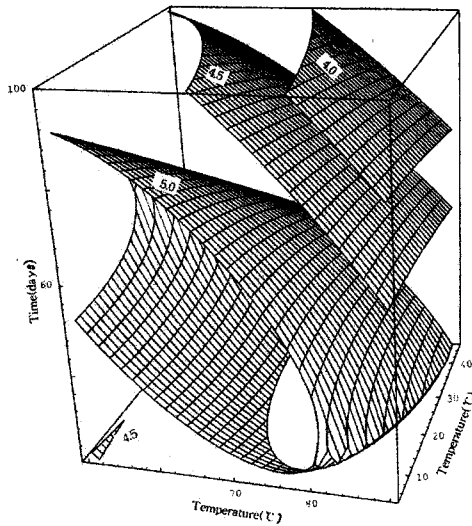


Fig. 13. Four-dimensional response surface for overall palatabilities in sensory score of vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

으며(30°C 이상) 저장기간이 긴 것이 나쁜 평점이었고, 일반포장은 살균온도 60°C에서 저장온도 10°C 내외, 40일 정도의 저장기간인 것이 좋은 평점을 나타내었다. 즉 살균온도 68.28°C,

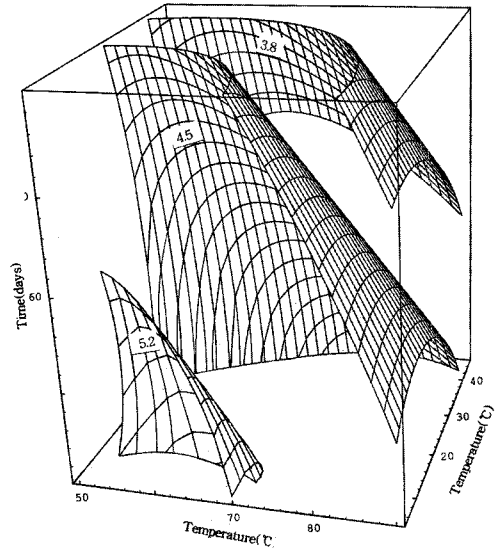


Fig. 14. Four-dimensional response surface for overall palatabilities in sensory score of non-vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

저장온도 5.10°C, 저장기간 61.91일에서 5.92로 최고값을 나타내었다(Table 10).

Table 9. Regression analysis for regression model of organoleptic properties in sterilization and storage conditions under vacuumed or non-vacuumed packaging of *Chungkookjang*

Exp. conditions	F-ratio							
	Organoleptic property							
	Appearance		Odor		Taste		Overall palatability	
	¹ Vac.	² Non-vac.	Vac.	Non-vac.	Vac.	Non-vac.	Vac.	Non-vac.
Sterilized temp (°C)	2.62	3.92*	3.83*	4.75**	8.35**	0.37*	32.34***	5.28**
Storage temp (°C)	30.64***	24.56***	1.54	2.28	0.70	8.24**	1.94	14.21***
Storage time (days)	7.36**	5.80**	2.44	11.53***	13.70***	2.51	72.56***	11.67***

*Significance at 10% level, **Significance at 5% level, ***Significance at 1% level, ¹Vacuumed, ²Non-vacuumed.

Table 10. Predicted levels of optimum conditions for sterilization and storage conditions under vacuumed or non-vacuumed packaging of *Chungkookjang* by the ridge analysis

Response		Sterilized temp (°C)	Storage temp (°C)	Time (weeks)	Estimated response	Morphology
Appearance	*Vac.	70.61	43.04	77.22	3.75 (Min)	Saddle
		70.05	5.20	65.60	6.17 (Max)	
	**Non-vac.	71.04	33.88	95.78	4.92 (Min)	
Ordor		68.28	5.10	61.91	5.92 (Max)	Saddle
	Vac.	82.92	36.05	81.06	5.18 (Min)	
		56.12	23.98	44.20	5.75 (Max)	
Taste		70.58	25.11	99.98	4.06 (Min)	Maximum
	Non-vac.	56.29	23.94	30.96	4.66 (Max)	
		86.07	26.64	83.59	5.02 (Min)	
Overall palatability		72.80	29.60	21.48	5.57 (Max)	Saddle
	Non-vac.	83.87	39.07	53.77	4.05 (Min)	
		70.95	7.57	40.48	5.86 (Max)	
Overall palatability		82.07	27.01	91.64	4.00 (Min)	Maximum
	Vac.	61.93	6.79	56.48	5.15 (Max)	
	Non-vac.	80.95	35.50	86.06	3.80 (Min)	
		63.32	8.81	40.67	5.21 (Max)	Saddle

최 등¹⁷⁾은 발효과정에서 기호도의 변화 실험에서 발효 72시간까지는 5% 이내에서 유의적인 차이가 없었으나 발효 96시간에서는 선호도가 떨어지는 것으로 보고한 결과와 비교했을 때 본 실험 조건을 청국장 상품의 생산, 유통에 적용시킬 수 있을 것으로 사료된다.

초 록

청국장 제품의 저장조건 및 유통기간 중에 상품성의 변화를 조사하기 위하여 살균온도, 저장온도 및 저장기간별로 관능적 특성과 색도의 변화를 측정하여 SAS program의 반응표면분석법으로 monitoring하였다. 진공 포장한 청국장의 명도(L)값은 살균온도, 저장기간 및 저장온도 모두 1% 이내에서 유의확률을 가지는 것으로 나타나 세 조건 모두가 명도에 영향성이 높은 것으로 나타났다. 적색도(a)값은 진공포장의 경우 살균온도와 저장온도가 높을수록 증가하며 각기 독립적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 일반포장의 경우, 저장온도가 높을수록 유의적 값(10% 이내)이 영향을 미치는 것으로 나타났다. 황색도(b)값은 진공 포장한 경우, 저장기간과 저장온도는 1% 이내에서, 살균온도의 경우 5% 이내에서 유의확률을 가지는 것으로 나타났다. 또한 두 포장군 모두 정상점이 안장점의 형태로 나타났다. 관능적 평가 중 외관에 대한 적합성은 두 포장군 모두 저장온도가 1% 이내의 유의확률로 결정적인 영향을 주었고, 냄새에 대한 적합성은 진공포장의 경우 살균온도가 10% 이내의 유의확률로서 관련성이 있었으나, 일반포장은 저장기간이 1% 이내, 살균온도가 5% 이내 유의확률로서 영향성이 있는 것으로 나타났다. 맛에 대한 적합성에서는 진공포장한 경우 저장기간이 1% 이내의 높은 관련성이 있었고, 일반포장은 저장온도가 5% 이내의 유의확률로서 관련성이 있었다. 관능검사의 전체적인 평가에서는 진공포장의 경우 살균온도가 61.92°C, 저장온도 6.79°C, 저장기간 56.48일에서 5.15로 최대 값을 나타내었다.

Key words: 청국장, 유통기한, 색도, 관능적 특성

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지정 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화연구센터(RRC)의 연구비 지원에 의한 것임으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Kim, S. H., Yang, J. L. and Song Y. S. (1999) Physiological functions of *Chungkookjang*. *Food Ind. Nutr.* **4**, 40-46.
2. Lee, Y., L., Kim, S. H., Choung, N. H. and Yim, M. H. (1992) A study on the production of viscous substance during *chungkookjang* fermentation. *J. Kor. Agric. Chem. Soc.* **35**,

- 202-209.
3. Kim, W. K., Choi, K. H., Kim, Y. T., Park, H. H., Choi, J. Y., Lee, Y. S., Oh, H. I., Kwon, I. B. and Lee, S. Y. (1996) Purification and characterization of fibrinolytic enzyme produced from *Bacillus* sp. strains CK11-4 screened from *Chungkookjang*. *Appl. Environ. Microbiol.* **62**, 2482-2488.
4. Yoo, C. K., Seo, W. S., Lee, C. S. and Kang S. M. (1998) Purification and characterization of fibrinolytic enzyme excreted by *Bacillus subtilis* K-54 isolated from *Chungkookjang*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **26**, 507-514.
5. Lee, B. K. (1999) Immunomodulation materials of fermented soybean products. Lecture 3. 2nd Symposium for Soybean Fermentation Foods, The Research Institute of Soybean Fermentation Foods, Yeungnam Univ. Korea.
6. Cheigh, H. S., Lee, J. S. and Lee, C. Y. (1993) Antioxidative characteristics of melanoidin related products fractionated from fermented soybean sauce. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **22**, 570-575.
7. Choi, J. S., Kim, J. S., Yoo, S. M., Park, H. J., Kim, T. Y., Chang, C. M. and Shin, S. Y. (1996) Survey on preparation method and consumer response of *Chungkookjang*. *Kor. J. Soybean Res.* **13**, 29-43.
8. Kim, B. N., Park, C. H., Ham, S. S. and Lee, S. Y. (1995) Flavor component fatty acid and organic acid natto added with spice. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **24**, 219-227.
9. Joo, H. K. (1996) Studies on chemical composition of commercial *chungkookjang* and flavor compounds of *Chungkookjang* by mugwort (*Artemisia asiatica*) or red pepper seed oil. *Korea Soybean Digest* **13**, 44-56.
10. Shon, M. Y., Kim, M. H., Park, S. K., Park, J. R. and Sung, N. J. (2002) Taste components and palatability of black bean *Chungkookjang* added with kiwi and radish. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **31**, 39-44.
11. Larmond, E. (1970) Methods for sensory evaluation of food. Canada Department of Agriculture, Publication 1284, pp. 27.
12. Park, S. H. (1991) In *Modern Experimental Design* Minyoungsa, Seoul, Korea.
13. Floros, J. D. and Chinnan, M. S. (1987) Optimization of pimento pepper lyepeeling process using response surface methodology. *Trans ASEA.* **30**, pp. 560-566.
14. SAS (1990) SAS/STAT User's Guide version 6.0 (4th. ed.). Vol. 2, SAS Institute Inc. pp. 1457.
15. Martha, L. A. and James, P. B. (1992) In *The Mathematica Handbook Compatible with Mathematica (Ver. 2.0)*. An Inprint of a Division of Academic Press Inc. Harcourt Brace & Co. Massachussetts, pp. 15-511.
16. Choi, U. K., Ji, W. D. and Chung Y. G. (1998) Characteristics of *Chungkookjang* produced by *Bacillus subtilis* DC-2. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 846-851.
17. Choi, U. K., Son, D. H., Ji, W. D., Im, M. H., Choi, J. D. and Chung Y. G. (1998) Changes of taste components and palatability during *Chungkookjang* fermentation by *Bacillus subtilis* DC-2. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 840-845.