

청국장 제품의 유통기한 설정을 위한 저장중의 품질 특성 monitoring

김동명¹ · 김성호² · 이진만² · 김지은 · 강선철*

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

Monitoring of Quality Characteristics of *Chungkookjang* Products during Storage for Shelf-life Establishment

Dong-Myung Kim¹, Seong-Ho Kim², Jin-Man Lee², Ji-Eun Kim 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

The major obstacle in the popularization of *Chungkookjang* is the short shelf-life of 2~3 months and some problems concerning storage including the growth of molds even in the products even within shelf-life. To solve these problems we conducted a research to improve its storage by using the vacuumed packaging and sanitary method through seed culture, inoculation and sterilization. For the optimization of storage time, temperature and sterilization temperature, we measured viable cell numbers of bacteria and fungi, amount of gas outbreak and contents of amino type nitrogen and monitored these experimental results by response surface methodology of SAS program, so that we could observe the quality changes of *Chungkookjang* during shelf-life. Especially fungi, which are the biggest troublemaker in *Chungkookjang* shelf-life, couldn't be detected from the generally and vacuum-packed samples; also, viable cell numbers were highly influenced by sterilization temperature and in vacuum-packed samples. In the case of vacuum-packed samples, amount of gas outbreak was highly influenced by sterilization temperature of its storage conditions and it was higher in generally packed samples as compared to vacuum-packed samples even at any storage conditions. The changes of pH in generally and vacuum-packed samples were highly influenced by the storage temperature. As the temperatures of storage and sterilization were higher and the storage time was longer, so the amount of gas outbreak was accordingly lower. These results showed that amino type nitrogen contents in generally and vacuum-packed samples were systematically influenced by the temperature, storage time and sterilization temperature. Also the result showed that the change of amino type nitrogen contents during storage was less in vacuum-packed samples than in general ones. Based on the above results, we can produce *Chungkookjang* products with extended shelf-life of as far as 6 months without any quality change using sanitary manufacturing method, vacuumed packaging condition, sterilization in 70°C for 60 minutes and storage under 10°C during shelf-life. According to this research, we have the possibility to greatly increase the goods value of *Chungkookjang* by developing the manufacture processing and packaging.

Key words: *Chungkookjang*, vacuum packaging, storage, shelf-life, monitoring

서 론

우리나라의 청국장 제조방법은 삶은 콩을 시루 속 벧짚 위에 넣고 또 다시 벧짚으로 덮고 그 시루 채 따뜻한 방에서 48

시간 내외로 단기간 발효숙성 시켜 가염, 마쇄 후 각종 향신료를 첨가하고 가열 조리하여 식용하는 자가 방법인 것인데 독특한 맛과 향 및 색을 갖는다.¹⁾ 그러나 주로 자가 방법으로 제조되는 현재의 우리나라 청국장은 각 지방 또는 제조한 가정마다 품질이 일정하지 못한데, 그 이유는 starter 격인 벧짚에 부착되어 있는 고초균 *Bacillus subtilis*의 종류에 따라 맛과 향이 크게 다르게 된다. 즉 벧짚에 protease 활성이 강력한 고초균이 많이 있는 것으로 담글 때는 청국장 맛이 좋아지고 반대로 벧

*Corresponding author
Phone: +82-53-850-6553, Fax: +82-53-850-6559
E-mail: sckang@daegu.ac.kr

짚에 protease 활성이 강력하지 못한 균만이 있는 것으로 담글 때는 청국장 맛이 나빠질 뿐만 아니라 부패 변질도 쉽게 일어나게 된다. 또한 원료의 종류, 균의 종류, 발효온도 및 시간 등에 의해서도 청국장의 품질이 결정되게 된다.^{1,2)}

청국장은 원래 가정에서 소량씩 제조하여 애용되어 왔으나 자가제조 기피현상에 따라 최근에는 소비량의 50% 정도가 공장에서 제조한 제품으로 대체되고 있다.²⁾ 일부 공장의 대량생산 제품은 표준화, 편이성과 청국장 특유의 냄새를 감소시킬 목적으로 일본의 *B. natto*를 starter로 사용하는 경우가 많으며,³⁾ 저장성과 관능향상의 목적으로 소량의 소금, 마늘, 고춧가루, 주정, 보존료 등을 일부 첨가하기도 한다. 그러나 청국장 제품의 특성상 저장성을 높이기 위하여 고농도의 소금을 첨가하기도 힘들고 수분도 다른 장류 제품과는 달리 50% 이상으로 높아 청국장 제품의 보존, 유통 등의 어려움과 그에 따른 품질 열화가 소비자들의 만족도를 저하시키는 요인이 되고 있다.²⁾

현재 시판되고 있는 청국장들은 보존기간이 보통 2~3개월이며, 대부분의 청국장 제조회사들의 영세성으로 제조과정 및 포장작업이 비위생적으로 이루어져 실제로는 유통기한 내의 제품에도 곰팡이 및 부패세균이 자주 번식하며 포장방법 또한 현대적인 감각에 뒤떨어져 사람들에게 외면당하고 있다.^{4,7)}

이에 본 연구에서는 청국장을 위생적인 제조방법으로 대량생산하고, 진공포장 후 저온살균을 실시하여 유통과정 중에 일어날 수 있는 2차 오염과 이상발효에 의한 곰팡이 번식 및 부패세균을 억제하여 보존성 및 유통기한을 연장시킬 수 있는 연구를 수행하기 위하여 살균온도, 저장온도 및 저장기간의 각 조건별로 생균수, 진균류, 가스발생량, pH 및 아미노태 질소함량의 품질변화를 SAS program의 반응표면분석법으로 monitoring 하고 최종적으로 대량생산 및 유통과정에서의 품질변화를 방지할 수 있는 조건을 예측화하여 상품성을 연장시키고자 하였다.

재료 및 방법

원료콩. 본 실험에 사용된 대두는 경북 경산시 하양읍 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·동정된 *Bacillus subtilis* K-1 균주를 분양받아 4°C에서 보관하며 사용하였다.⁸⁾ 보관중인 균주를 Nutrient Agar (Difco) 배지에 도말하여 35°C에서 24시간 배양 활성화시킨 후 생성된 colony를 100 m²의 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 기압·살균한 후 80°C 전후에서 운반통에 담아 분무기를 이용하여 원료콩의 0.1%(w/w) 무게에 해당하는 종균을 골고루 혼합하였다. 종균을 접종한 청국장은 잡균오염 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. 상대습도는 85~90% RH로 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 일반포장, 진공포장과 그리고 비살균, 살균제품으로 구분하고 저장온도를 각각 5, 15, 25, 35, 45°C로 설정하여 각각 0, 20, 40, 60, 80, 100일간 저장하면서 실험을 수행하였다.

생균수 및 진균류의 측정. 청국장을 팩에서 으갠 다음 무균적으로 1 g을 취하여 멸균 생리식염수를 이용하여 적당히 희석하고 생균은 Plate Count Agar(Difco) 배지에 도말한 후 35°C에서 24시간 배양한 다음 나타난 colony수를 계수하였고, 진균류는 멸균된 10% 주석산으로 pH를 3.5로 맞춘 PDA 배지(Difco)를 이용해서 25°C에서 5일 동안 배양 후 colony를 계수하였다.

가스발생량 측정. 청국장의 저장중의 포장내의 가스발생량은 이산화탄소 농도 측정장치(ABISS PAK 12P, Swiss)를 이용하여 측정하였다.

pH 측정. 청국장의 pH는 청국장을 분쇄하여 동량의 증류수를 가하고 30분간 교반한 다음 15,000 rpm에서 30분 동안 원심분리하여 얻어진 상등액을 pH meter(METEROM 2169, Japan)로 측정하였다.

아미노태 질소(NH₂-N) 측정. 시료 10 g을 100 m²의 열수로 용해 후 1분간 약하게 끓인다. 여기에 200 m²이 되도록 증류수로 희석하고 이를 잘 혼합하여 여과지(Toyo, No. 2)로 여과 한 후 그 여액 20 m²를 취했다. 이 액에 페놀프탈레인을 한 방울 넣은 후 0.1 N-NaOH 용액으로 미홍색이 될 때까지 적정하여 A용액으로 하였다. 중성 formalin 용액(35%)에 지시약 페놀프탈레인을 한 방울 넣은 후 0.1 N-NaOH 용액으로 미홍색이 될 때까지 적정하여 B용액으로 하였다. 위 A용액과 B용액을 20 m²씩 정확히 취하여 잘 혼합한 후 0.1 N-NaOH로 적정하여 다음 식으로 아미노태 질소함량을 산출하였다.

$$\text{NH}_2\text{-N (mg\%)} = \frac{0.1 \text{ N-NaOH 소비 m} \times 0.0014 \times 1,000 \times f \times 100}{\text{Sample (g)}}$$

f: 0.1 N-NaOH factor

0.0014: Nitrogen conversion factor

반응표면분석. 최적조건은 중심합성계획법(central composite design)으로 설계하였고,⁹⁾ 반응표면회귀분석을 위해서 Statistical Analysis System(SAS) program을 사용하였다.¹⁰⁾ 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 부호화하여 Table 1과 같이 16개의 실험구로 설정하여 실시하였으며, 그 실험값을 Table 2에 나

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

X_n	Experimental 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 methodology (RSM)

*Experimental number	Sterilized temperature (°C)	Storage temperature (°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.

타내었다. 또 실험중의 종속(반응)변수(Y_n)로서 아미노태 질소, pH, 가스 발생량, 생균수로 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 amino-type nitrogen contents, pH, gas outbreak and sugar contents under vacuumed or non-vacuumed packaging of *Chungkookjang*

Exp. No.	Viable cell (1×10^6 CFU/g)		Gas outbreak (cc)		pH		NH ₂ -N content (mg%)	
	^b Vac.	^c Non-vac.	Vac.	Non-vac.	Vac.	Non-vac.	Vac.	Non-vac.
1	550	647	35	46	6.2	6.0	285	252
2	380	485	5	12	6.0	5.8	105	120
3	469	559	5	10	6.6	6.5	128	137
4	228	325	0	0	6.5	6.5	191	158
5	1,230	1,405	52	180	6.2	5.9	324	357
6	635	784	40	125	6.2	6.1	341	255
7	375	416	25	40	6.5	6.4	198	155
8	450	525	0	0	6.3	6.1	364	380
9	149	235	0	0	6.5	6.4	157	197
10	3,500	4,750	80	120	6.2	6.1	250	205
11	730	985	60	88	6.1	5.9	132	124
12	196	287	0	0	6.6	6.5	126	106
13	680	766	10	20	6.2	6.0	106	101
14	280	326	0	0	6.7	6.6	126	115

^aExperimental number, ^bVacuumed sample and ^cNon-vacuumed sample.

여기서 Y 는 종속(반응)변수, X_1, X_2, X_3 는 독립변수, β_0 는 절편, β_n 는 회귀계수이다. 회귀분석에 의한 모델식의 예측에는 SAS program이 사용되었고,¹⁰⁾ 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 program을 이용하여 4차원 반응표면분석으로 해석하였다.¹¹⁾

결과 및 고찰

생균수 및 진균류 검사. 무살균처리구 초기 시료 중에서 생균수는 2.3×10^9 CFU/g의 세균이 검출되었으며(Table 3), 이러한 미생물 수는 최 등⁷⁾과 최 등¹²⁾이 보고한 1×10^9 cells/g과 거의 일치하는 수준이다. 자연상태에서 야생균주를 이용하여 발효된 장류의 경우도 포자를 형성하는 호기성 세균인 *Bacillus subtilis*가 대부분을 차지하나 약간의 진균류도 동시에 검출되었다고 보고하였다.^{5,6,13)} 그러나 본 연구에서 실험한 시료에서는 효모나 곰팡이가 검출되지 아니한 점을 미루어 볼 때, 청국장 시료에서 검출된 호기성 포자형성균은 발효균으로 접종된 *B. subtilis* 계열의 세균으로 사료되었다. 본 시료 중에서 진균류가 검출되지 않은 점은 청국장 제조시 고압살균으로 콩에 존재하던 일반잡균이 제거되었으며, 순수 분리한 *B. subtilis*를 배양하여 종균·접종하였기 때문이라 판단되며, 상기 제조방법이 발효 숙성중의 2차 오염이 일어나지 않는 가장 위생적인 제조공정으로 생각된다. 특히 Nylon/PE 비닐팩을 이용한 밀봉으로 인하여 장기 저장 중에도 2차 오염이 되지 않는다고 추정되었다. 진공포장 제품의 생균수에 대한 반응표면 회귀식은

$$Y_{VC} = 14768 - 474.306731X_1 + 19.335096X_2 + 1170240224X_3 + 3.436250X_1^2 + 0.498237X_1X_2 + 0.032500X_2^2 - 1.254840X_1X_3 - 0.812340X_2X_3 + 0.018750X_3^2$$

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
Viable cell	^a Vac.	$Y_{VC} = 14768 - 474.306731^cX_1 + 19.335096^dX_2 + 1170240224^eX_3 + 3.436250X_1^2 + 0.498237X_1X_2 + 0.032500X_2^2 - 1.254840X_1X_3 - 0.812340X_2X_3 + 0.018750X_3^2$	0.8308	0.0812
	^b Non-vac.	$Y_{NVC} = 21137 - 678.402885X_1 + 13.141827X_2 + 164.293429X_3 + 4.918750X_1^2 + 0.792340X_1X_2 + 0.277500X_2^2 - 1.727372X_1X_3 - 1.243622X_2X_3 + 0.013125X_3^2$	0.8110	0.1069
Gas outbreak	Vac.	$Y_{GV} = 700.724359 - 16.146154X_1 - 2.455769X_2 - 2.392628X_3 + 0.100000X_1^2 - 0.025064X_1X_2 + 0.075000X_2^2 + 0.020801X_1X_3 + 0.029551X_2X_3 + 0.003125X_3^2$	0.9524	0.0025
	Non-vac.	$Y_{NGV} = 729.041667 - 19.137500X_1 + 10.675000X_2 - 3.672914X_3 + 0.150000X_1^2 - 0.253333X_1X_2 + 0.110000X_2^2 + 0.019167X_1X_3 + 0.075417X_2X_3 + 0.006250X_3^2$	0.9122	0.0143
pH	Vac.	$Y_{pH} = 8.094551 - 0.014808X_1 + 0.026587X_2 - 10.052965X_3 + 0.000125X_1^2 - 0.000920X_1X_2 + 0.000125X_2^2 + 0.000436X_1X_3 + 0.000311X_2X_3 + 0.000093750X_3^2$	0.8576	0.0523
	Non-vac.	$Y_{NpH} = 9.495913 - 0.049231X_1 + 0.036971X_2 - 0.068942X_3 + 0.000375X_1^2 - 0.001221X_1X_2 + 0.000250X_2^2 + 0.000577X_1X_3 + 0.000327X_2X_3 + 0.000125X_3^2$	0.9397	0.0050
NH ₂ -N content	Vac.	$Y_{AC} = -2293.196314 + 55.927885X_1 + 49.870673X_2 + 4.323237X_3 - 0.401250X_1^2 - 0.414006X_1X_2 - 0.587500X_2^2 + 0.134455X_1X_3 + 0.191955X_2X_3 - 0.155000X_3^2$	0.8815	0.0323
	Non-vac.	$Y_{NAC} = -3135.419872 + 68.994231X_1 + 50.258624X_2 + 15.428526X_3 - 0.447500X_1^2 - 0.349487X_1X_2 - 0.662500X_2^2 + 0.017340X_1X_3 + 0.171090X_2X_3 - 0.170000X_3^2$	0.8957	0.0229

^aVacuumed sample, ^bNon-vacuumed sample, ^cX₁, Sterilized temperature (°C), ^dX₂, Storage temperature (°C) and ^eX₃, Storage time (days).

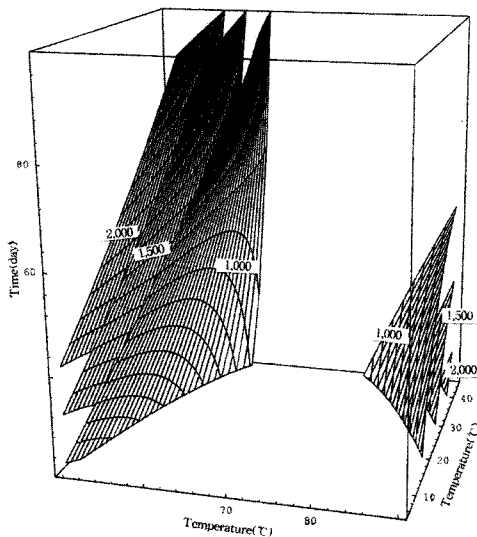


Fig. 1. Four-dimensional response surface for viable cell number of vacuum packaged Chungkookjang at different conditions.

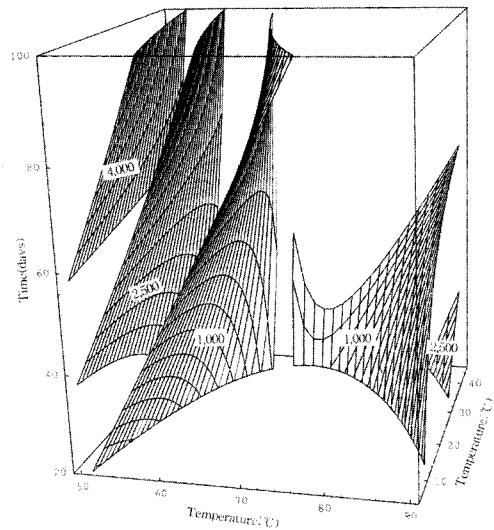


Fig. 2. Four-dimensional response surface for viable cell number of non-vacuum packaged Chungkookjang at different conditions.

이며(Table 4), 이때 R²는 0.8908로 10% 이내에서 유의성이 인정되었다. 한편 일반포장의 경우 반응표면 회귀식은

$$Y_{NVC} = 21137 - 678.402885X_1 + 13.141827X_2 + 164.293429X_3 + 4.918750X_1^2 + 0.792340X_1X_2 + 0.277500X_2^2 - 1.727372X_1X_3 - 1.243622X_2X_3 + 0.013125X_3^2$$

으로 나타났으며, R²는 0.8110으로 유의성이 인정되지 않았다. 4차원 반응표면분석결과는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. 진공포장과 일반포장의 경우 살균온도가 낮고 저장기간이 길수록 생균수가 많았고 저장온도가 높은 경우 살균온도가 높아도 생균수의 발생이 많아지는 것으로 나타났다. 결국 생균수는 진공포장과 일반포장 둘 다 살균온도에 따른 영향이 가장 큰 것으로 나타났다고 두 포장군 모두 5% 이내에서 유의확률을 가지는 것

로 나타났다.

또한 생균수는 두 포장군 다 정상점이 안장점의 형태를 띠어서 능선분석을 행한 결과 진공포장은 살균온도 74.23°C, 저장온도 33.96°C에서 18.83일간 저장하였을 때 18.43×10⁶ CFU/g의 균수를 나타내어 가장 낮았고, 일반포장은 살균온도 74.08°C에서 살균한 개체를 20.46°C 저장온도에서 49.66일간 저장하였을 때 33.23×10⁶ CFU/g의 생균수를 나타내어 가장 낮은 생균수의 분포를 보였다.

가스 발생량. 각 반응조건에 따른 가스발생량은 Table 3에 나타난 바와 같다. 진공포장의 가스발생에 대한 반응표면 회귀식은

$$Y_{GV} = 700.724359 - 16.146154X_1 - 2.455769X_2 - 2.392628X_3 + 0.100000X_1^2 - 0.025064X_1X_2 + 0.075000X_2^2 + 0.020801X_1X_3 + 0.029551X_2X_3 + 0.003125X_3^2$$

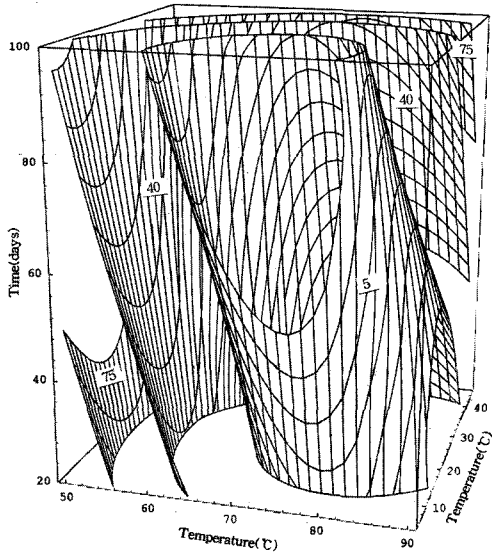


Fig. 3. Four-dimensional response surface for gas outbreak volume of vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

이며(Table 4), 이때 R²값은 0.9524이며 5% 이내에서 유의성이 인정되었다. 진공포장의 가스 발생량에 대한 4차원반응표면의 결과는 Fig. 3과 같다. 대개 살균온도가 낮고, 저장기간이 길며, 저장온도가 높을수록 가스발생량이 높은 것으로 나타났다. 일반포장의 경우 가스 발생량에 대한 반응표면 회귀식은

$$Y_{NGV} = 729.041667 - 19.137500X_1 + 10.675000X_2 - 3.672914X_3 + 0.150000X_1^2 - 0.253333X_1X_2 + 0.110000X_2^2 + 0.019167X_1X_3 + 0.075417X_2X_3 + 0.006250X_3^2$$

이며(Table 4), 이때 R²값은 0.9122이며 5% 이내에서 유의성이 인정되었다. 일반포장의 가스 발생량에 대한 4차원 반응표면분석은 Fig. 4와 같이 나타났다. 대체로 진공포장과 비슷한 형태를 보였으나 가스발생량은 진공포장에 비해 월등히 많이 발생하였다. 특히 살균온도가 낮으며 고온에서 오래 동안 저장할 경우 가스발생량은 급격히 증가하는 것으로 나타났다.

진공포장의 경우 가스발생량에 대한 저장조건의 영향은 Table 5에 나타난 바와 같이 살균온도가 가장 큰 영향을 미치고 저장온도가 다음의 영향인자였으나, 저장기간은 두 조건에 비해서는 큰 영향을 주지 않았다. 일반포장의 경우 살균온도가 1% 이내의 유의확률에서 가장 큰 영향을 주었고 저장온도는 5% 이내의 유의확률을 가져 그 다음으로 영향을 주었고 진공포장과 마찬가지로 저장기간은 큰 영향을 주지 않았다.

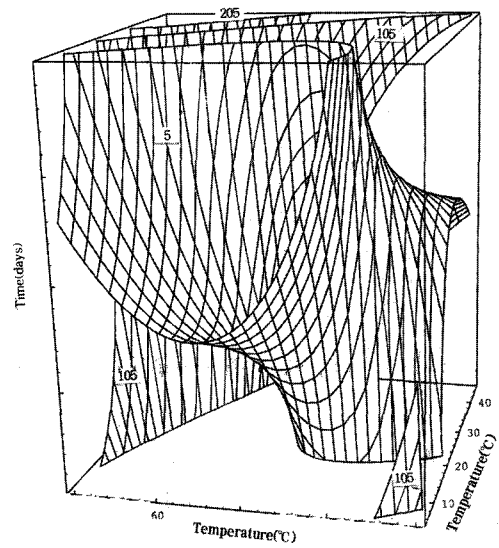


Fig. 4. Four-dimensional response surface for gas outbreak volume of non-vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

회귀분석결과 가스발생량은 진공포장과 일반포장 둘 다 안장점의 형태를 나타내었다(Table 6). 따라서 능선분석을 행한 결과 진공포장은 살균온도 70°C, 저장온도 60°C, 저장기간 25일에서 최저점이었고 살균온도 53.62°C, 저장온도 62.46°C, 저장기간 36.41일에서 최고발생량을 보였다. 또한 일반포장의 경우 살균온도 71.48°C, 저장온도 23.68°C, 저장기간 59.47일 때 가장 작은 가스발생량이었고 살균온도 55.41°C, 저장온도 38.36°C, 저장기간 65.88일에서 가스발생량이 가장 많았다.

pH 변화. 각 독립변수별로 측정된 pH 값의 변화를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 이때 나타난 반응표면 회귀식은 Table 4에 나타난 바와 같으며, 이때 R²값은 진공포장의 경우 0.8760으로 10% 이내에서 유의성이 인정되었고, 일반포장은 R²값이 0.9397로 1% 이내에서 유의성이 인정되었다. pH 값의 변화에 대한 4차원 반응표면은 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다.

진공포장과 일반포장군의 pH값의 변화에 대해서 저장온도와 살균온도의 순으로 영향을 미치며 두 포장군 모두가 저장온도가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으나 저장시간은 큰 영향을 보이지 않았다(Table 5).

pH 값의 변화에 대한 회귀분석결과 두 포장군 모두가 정상점이 안장점의 형태를 가져 능선분석을 행한 결과 진공포장은 최하 5.95, 최고 6.79를 보였고, 일반포장은 각각 5.72와 6.78로 나타났다. Kim은 증자대두의 경우 pH는 6.8을 나타내었고, 발효

Table 5. Regression analysis for regression model of physiochemical properties in sterilization and storage conditions under vacuumed or non-vacuumed packaging of *Chungkookjang*

Experimental condition	F-Ratio							
	Viable cell (1×10 ⁶ CFU/g)		Gas outbreak (cc)		pH		NH ₂ -N content(mg%)	
	^a Vac.	^b Non-vac.	Vac.	Non-vac.	Vac.	Non-vac.	Vac.	Non-vac.
Sterilized Temp. (°C)	5.95 ^d	5.26 ^d	17.94 ^e	9.63 ^e	1.73	4.84 ^d	4.90 ^d	4.44 ^c
Storage Temp. (°C)	0.29	0.28	10.76 ^e	6.04 ^d	6.16 ^d	14.83 ^e	7.23 ^d	8.99 ^d
Storage Time (days)	0.95	0.78	1.89	0.88	2.14	6.46 ^d	6.80 ^d	8.47 ^d

^aVacuumed sample, ^bNon-vacuumed sample, ^cSignificance at 10% level, ^dSignificance at 5% level and ^eSignificance at 1% level.

Table 6. 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
Viable cell	^a Vac.	74.23	33.96	18.83	18.43 (Min)	Saddle
		51.21	23.77	73.50	3150.10 (Max)	
	^b Non-vac.	74.08	20.46	49.66	33.23 (Min)	Saddle
		51.15	23.39	73.00	4201.74 (Max)	
Gas outbreak	Vac.	70.00	60.00	25.00	1.50 (Min)	Saddle
		53.62	62.46	36.41	83.17 (Max)	
	Non-vac.	71.48	23.68	59.47	4.52 (Min)	Saddle
		55.41	38.36	65.88	207.77 (Max)	
pH	Vac.	79.52	41.60	48.37	5.95 (Min)	Saddle
		77.98	42.19	8.97	6.79 (Max)	
	Non-vac.	55.91	19.77	86.39	5.72 (Min)	Saddle
		81.15	9.20	49.78	6.78 (Max)	
NH ₂ -N content	Vac.	64.50	10.25	63.64	46.89 (Min)	Maximum
		63.81	30.06	60.24	378.30 (Max)	
	Non-vac.	65.53	10.05	77.95	64.48 (Min)	Maximum
		67.66	27.95	62.69	382.84 (Max)	

^aVacuumed and ^bNon-vacuumed sample.

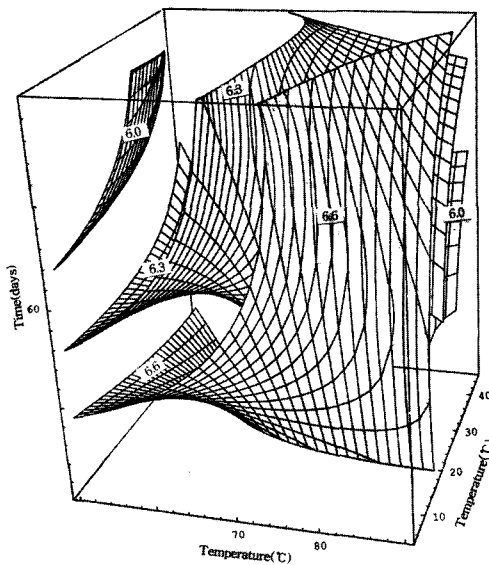


Fig. 5. Four-dimensional response surface for pH of vacuum packaged Chungkookjang at different conditions.

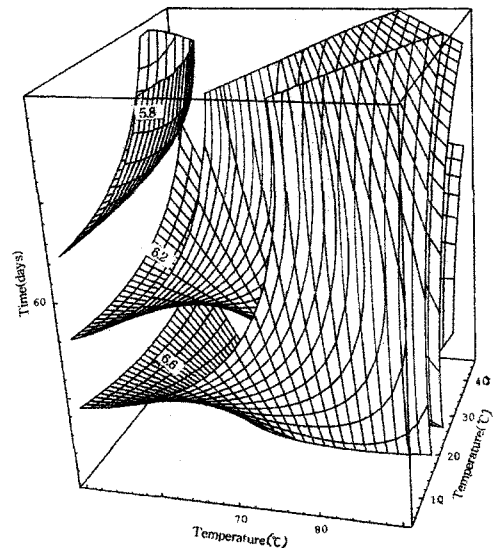


Fig. 6. Four-dimensional response surface for pH of non-vacuum packaged Chungkookjang at different conditions.

가 진행됨에 따라 점차 알칼리화하여 발효 96시간째에는 pH 8.9를 나타내었다고 하며,¹³⁾ Son 등은 증자대두(pH 6.25~6.84)에 *B. subtilis*를 접종하여 40°C 내외에서 72시간 발효시켜 청국장을 제조하였을 때 pH 8.26을 나타내어 알칼리화 하였다고 보고하고 있으나 그 원인에 대해서는 분명하게 언급된 바가 없다.⁹⁾

아미노태 질소 함량. 각 반응 조건별 아미노태 질소함량은 Table 3과 같다. 이에 대한 결과에 대한 반응표면 회귀식 중 진공포장한 경우는

$$Y_{AC} = -2293.196314 + 55.927885X_1 + 49.870673X_2 + 4.323237X_3 - 0.401250X_1^2 - 0.414006X_1X_2 - 0.587500X_2^2 + 0.134455X_1X_3 + 0.191955X_2X_3 - 0.155000X_3^2$$

이고, 함량값 R²는 0.8815이고 5% 이내에서 유의성이 인정되었다(Table 4). 이때의 최대함량값에 대한 4차원 반응표면은 Fig. 7과 같다. 아미노태 질소 함량값은 살균온도가 높고 저장온도가 낮은 경우에 감소하였고, 살균온도가 낮으며, 20~30°C의 저장온도에서 저장기간은 60~70일 부근에서 함량이 높게 나타났다. 이는 저장환경에서 미생물의 작용으로 계속적으로 콩 단백질의 분해가 일어나는 것으로 사료된다(Table 5). 이때 예측된 정상점(stational point)은 최대점(maximum)으로 최대 함량값은 378.30 mg%로 예측되었고 이때의 조건은 살균온도 63.81°C, 저장온도 30.06°C, 저장시간 60.24일에서 최대로 나타났다(Table 6). 일반포장의 경우 예측식은

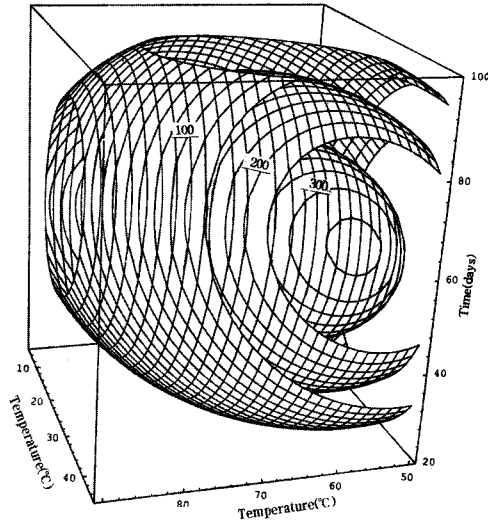


Fig. 7. Four-dimensional response surface for $\text{NH}_2\text{-N}$ content of vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

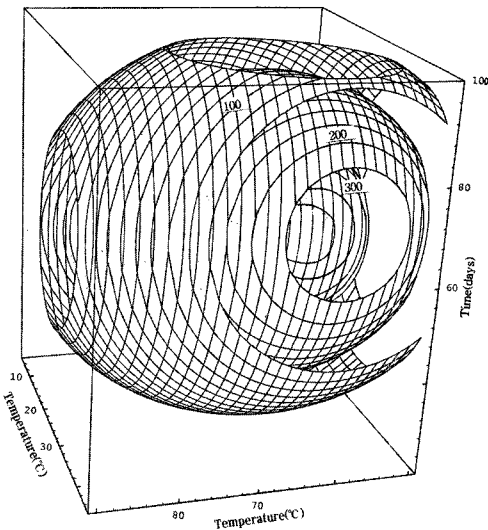


Fig. 8. Four-dimensional response surface for $\text{NH}_2\text{-N}$ content of non-vacuum packaged *Chungkookjang* at different conditions.

$$Y_{\text{NAC}} = -3135.419872 + 68.994231X_1 + 50.258624X_2 + 15.428526X_3 - 0.447500X_1^2 - 0.349487X_1X_2 - 0.662500X_2^2 + 0.017340X_1X_3 + 0.171090X_2X_3 - 0.170000X_3^2$$

와 같고 이때의 R^2 는 0.8957로 5% 이내에서 유의성이 인정되었다(Table 4).

일반포장의 NH_2 함량 값에 대한 4차원 반응표면은 Fig. 8과 같다. 아미노태 질소 함량값이 진공포장과 마찬가지로 살균온도, 저장온도, 저장시간에 대한 영향이 크게 나타났다. 진공포장과 일반포장에서 $\text{NH}_2\text{-N}$ 함량에는 저장온도, 저장기간, 살균온도의 순으로 영향을 미치는 것으로 나타났고(Table 5), 일반포장의 경우 살균온도가 10% 이내의 유의확율을 가지는 것으로 나타났다. 또한 예측된 정상점은 최대점이었고, 최적값은 살균온도 67.66°C, 저장온도 27.95°C, 저장기간 62.69일에서 최대값을 나타내었다(Table 6).

최 등의 연구에서 *B. subtilis*로 24시간 발효한 실험구의 아미노태 질소함량이 224 mg%이었다는 보고와 본 연구의 아미노태 질소의 변화와 일치하였다.¹⁴⁾

감사의 글

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

초 록

청국장의 대중화에 있어서 가장 큰 걸림돌이 되고 있는 2~3개월의 짧은 유통기간과 유통기한 내의 제품에서 곰팡이가 번식하는 등 저장성 문제점들을 해결하고자 종균 배양 및 접종, 저온살균을 통한 위생적 제조/가공방법, 포장방법 개선 등의 연구를 수행하였다. 살균온도, 저장온도, 저장기간을 최적화하기 위한 각각의 조건에서 진균류, 생균수, 가스발생량, pH 및 아미노태 질소 등을 측정하고 SAS program의 반응표면분석법으로 monitoring하여 유통과정에서의 품질변화를 측정하였다. 진공포장과 일반포장 제품에서 진균류는 나타나지 않았으며 생균수는 진공포장과 일반포장 둘 다 살균온도에 따른 영향이 가장 큰 것으로 나타났다. 가스발생량에 대한 저장조건의 영향은 진공포장의 경우 살균온도에서 가장 큰 영향을 받았고, 일반포장이 진공포장보다 가스발생량이 훨씬 많았다. pH변화는 진공포장과 일반포장 모두 저장온도가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 아미노태 질소 함량에는 진공포장과 일반포장 모두에서 저장온도, 저장기간, 살균온도의 순으로 영향을 미치는 것으로 나타났고 진공포장 한 것이 저장 중 아미노태 질소 함량 변화가 적었다. 진공포장 조건이 미생물에 의한 지속적인 분해작용을 억제함을 알 수 있었다. 위 결과를 토대로 본 연구에서 종균배양 접종을 통한 위생적인 제조 방법으로 청국장을 제조하여, 진공포장하고, 70°C에서 60분간 살균하여, 10°C 이하 저장조건에서 6개월 이상까지 저장이 가능한 제품을 생산할 수 있었으며, 제조 및 포장공정의 개선으로 청국장의 상품성을 크게 증가시키는 것이 가능할 것으로 사료된다.

Key words: 청국장, 진공포장, 저장, 유통기한, 모니터링

참고문헌

- Cheong, D. H. and Shim S. K. (1994) In *Fermented Soy Food*. Jisungesaem, Korea, pp. 673-686.
- 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.
- Suh, J. S., Lee, S. G. and Ryu, M. K. (1982) Effect of *Bacillus* strains on the *Chungkookjang* processing. *Korean J. Food Sci. Technol.* **14**, 309-314.
- Son, D. H., Kwon, O. J., Ji, W. D., Choi, U. K., Kwon, O. J.,

- Lee, E. J., Cho, Y. J., Cha, W. S. and Chung, Y. G. (2000) The quality changes of *Chungkookjang* prepared by *Bacillus* sp. CS-17 during fermentation time. *J. Kor. Soc. Agri. Chem. Biotechnol.* **43**, 1-6.
5. Kwon, O. J., Kim, J. K., Chung, Y. G. (1986) The characteristics of bacteria isolated from ordinary Korean soy sauce and soybean paste. *J. Kor. Soc. Agri. Chem. Biotechnol.* **29**, 422-428.
6. Cho, D. H. and Lee, W. J. (1970) Microbiological studies of Korean native soy-sauce fermentation; A study on the microflora of fermented Korean Maeju loaves. *J. Kor. Soc. Agri. Chem. Biotechnol.* **13**, 35-42.
7. 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.
8. 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. Korean Agric. Chem. Soc.* **35**, 202-209.
9. Floros, J. D. and Chinnan M. S. (1987) Optimization of pimento pepper lye peeling process using response surface methodology. *Trans. ASEA* **30**, 560-566.
10. SAS (1990) SAS/STAT User's Guide, Version 6.0, (4th. ed.), Vol. 2, SAS Institute Inc. pp. 1-1457.
11. Martha, L. A. and James, P. B. (1992) The Mathematica Handbook Compatible with Mathematica, Version 2.0, An Inprint of a Division of Academic Press Inc. Harcourt Brace & Co. Massachusetts, pp. 15-511.
12. Choi, K. H. and Cho, M. Y. (1997) Thermal sterilizing characteristics of *Bacillus subtilis* spores contained in *Chungkookjang*. Archives of Taegu Hyosung Catholic Univ. pp. 191-198.
13. Kim, D. H., Yook, H. S. Youn, K. C., Cha, B. S., Kim, J. O. and Byun, M. W. (2000) Changes of microbiological and general quality characteristics of gamma irradiated *Chungkookjang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 896-901.
14. Choi, S. H. and Ji, Y. A. (1989) Changes in flavor of *Chungkookjang* during fermentation. *Korean J. Food Sci Technol.* **21**, 229-234.