

Sous vide 포장된 소고기 장조림의 배합비 최적화

성호정* · 류은순** · 이동선*†

경남대학교 식품생명학과*, 부경대학교 식품생명공학부**

Optimization in Recipe of *Sous Vide* Packaged Seasoned Beef

Ho Jung Sung*, Eun Soon Lyu**, and Dong Sun Lee*†

*Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea

**Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University

Abstract Vinegar and/or sake are often added for preservation hurdle in Korean seasoned beef product, affecting its sensory quality. *Sous vide* packaging formerly developed requires optimization of formulation recipe in these ingredients. Therefore this study looked into the effect of vinegar and sake on the sensory quality attributes by response surface methodology. The addition of vinegar lowered the product pH significantly but sake addition did increase it slightly. Water activity did not change with the addition of these. Ten day storage at 8°C did not make any significant changes in pH, salt content and water activity. The added vinegar and/or sake in the formulation degraded the hedonic sensory scores of the product. The storage of the product made the degradation effect less pronounced. For the stored product the effect of sake on taste, texture and flavor was greater than that of vinegar. The respective addition of vinegar and sake less than 4.0 and 4.5% could maintain the required sensory quality and thus was suggested in this study as their affordable use level for preservation hurdle.

Keywords: Sensory quality, Preservation hurdle, Cook chill, Response surface technology

서 론

80년대까지 단체급식은 자체적으로 운영되는 경우가 대부분이었으나, 80년대 중반 위탁급식(contract food service)이 국내 처음으로 소개되면서 급속하게 발전해왔다. 위탁급식은 식자재의 대량구입에서 생기는 원가 절감, 각종 급식 시설 활용과 인력의 효율적인 배치로 인한 간접비용 및 인건비 절감, 인력의 전문화로 인한 생산성 향상이 기업에게 확실한 이익을 가져다주기 때문이다(김태희, 2001). 급식소의 운영을 향상시키고 효율적인 기구의 운영과 적정인원의 종업원고용을 위해 새로운 방법이 모색되어 왔으며 그 새로운 대안으로 *sous vide* 가공 혹은 포장 시스템이 부각되고 있다. *Sous vide*라 함은 식자재를 반가공하여 진공 상태에서 차단성 상태에서 포장한 후 저온살균을 거쳐 급속 냉각시키고 냉장 유통함으로써 식자재의 품질을 최대한으로

높이는 개념으로 배식할 식품들을 그때그때 생산하는 것이 아니고 시간적인 여유를 가지고 생산이 이루어지므로, 조리 과정이 복잡한 음식을 미리 생산하여 저장시키고 있다가 필요시에 가열과 함께 공급함으로써 급식소에서의 노동생산성을 향상시킬 수 있고 포장 후 살균과정을 거치므로 보다 안전한 식품을 생산할 수 있다(곽동경 등, 2001; 홍완수, 1994; Creed와 Reeve, 1998). 한편 *sous vide* 포장 시스템은 제한된 저장기간 동안에 우수한 관능적 품질을 제공하므로 급식업소에서 매우 효과적인 식자재 관리 체계이다(Creed, 1998).

이러한 *sous vide* 포장과 더불어 각광받고 있는 hurdle technology는 식품변패에 가장 큰 요인이라고 할 수 있는 미생물의 성장을 어렵게 하는 기술로서 미생물의 성장에 영향을 미칠 수 있는 요소들을 가벼운 강도로 결합하여 적용함으로써 식품의 품질저하를 줄이는 동시에 변패를 방지하는 기술이다(Leistner와 Gould, 2002). 하지만 hurdle technology의 큰 장애요인은 바로 관능적인 품질인데, 이 기술의 적용은 미생물의 성장억제에는 유효하지만 한편으로 관능적 품질을 저하시키는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 한국

†Corresponding Author : Dong Sun Lee
Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, 449 Wolyoung-dong, Masan, 631-701 Korea
E-mail : <dongsun@kyungnam.ac.kr>

의 전통식자재인 소고기 장조림을 *sous vide* 포장하고 hurdle technology를 적용하고자 할 때, 사용되는 첨가제 hurdle의 적용에 따른 품질변화를 보고자 하였다. 기본적으로 *sous vide* 포장 및 가공에서의 낮은 저장온도는 미생물의 성장에 영향을 미치므로 그 자체가 hurdle이라 말할 수 있고 그 외에 hurdle로서 식초와 청주가 사용되었다. 식초는 식품의 pH를 낮춤으로써 미생물 생육을 저하시킬 수 있고 청주의 경우 알코올 성분으로 말미암아 식품에서의 정균작용을 기대할 수 있다(Jang et al., 2006).

재료 및 방법

1. 재료

원료육인 소고기와 마늘, 생강, 붉은 고추는 L마트(경남 마산)에서 구입하였다. 소고기는 전통적으로 장조림에 사용되는 부분인 신선한 우둔살이며 구입되어진 당일 수돗물에서 30분 동안 핏물을 제거한 후 가열조리를 위해 두께 2~3 cm 두께로 절단하여 준비하였다. 마늘과 생강, 붉은 고추도 세척 후 균일한 크기(두께 2 mm)로 얇게 잘라 준비하였다. 그 외에 햇살담은 양조간장(청정원), 화염양조식초(청정원), 설탕(삼양사), 청주(두산)가 사용되었다.

2. 조리방법

이 실험에 사용되어진 장조림 조리방법은 전통적인 장조림 조리공정에 기반 한 *sous vide*공정에 의해서 조리되었다(Jang et al., 2006). 전통적인 장조림조리는 식육연화를 위한 1차가열(30분)과 간장과 설탕을 비롯한 양념을 첨가하는 2차가열(30분)로 이루어져 있으나 *sous vide*공정에서는 포장 후 저온살균공정이 있으므로 우수한 품질유지를 위해서는 가급적 가열과정을 최소화하는 것이 바람직한 것으로 판단되어 증복가열을 피하기 위해 2차가열을 생략했다. 핏물을 제거하고 균일한 두께로 자른 소고기 600 g을 조직연화를 위해 1,200 mL의 끓는물에서 20분간 가열하여 액즙과 분리하였다. 분리된 소고기 고형분은 초기 무게의 약 61%로 무게가 감소하였고, 포장을 위해 균일한 두께(3~5 mm)로 절단하였다. 분리된 액즙은 2차가열 후의 전통적인 장조림과 유사한 수준인 초기 무게 대비 34.2%수준으로 농축하여 다음 공정에 대비하였으며, 간장 역시 초기 무게의 70% 수준으로 농축하여 사용되었다.

혼합액즙은 농축된 액즙 205 g에 설탕 35 g, 농축간장 168 g, 천연보존료인 식초와 청주를 첨가하여 조제하였다. 독립적인 두 변수인 식초와 청주의 효과를 평가하기 위해서 그 배합은 회전중심합성법(rotatable central composite design)이 사용되었으며 이들은 Table 1과 같은 코드수준을 기준으로 첨가되었다(Chi and Chen, 1992).

이렇게 제조된 혼합액즙 50 g과 증숙된 소고기 50 g, 마

Table 1. Actual and coded levels of sake and vinegar used in a rotatable central composite design

Treatment number	Actual levels (%)		Coded levels	
	Vinegar	Sake	Vinegar (X_1)	Sake (X_2)
1	6	3.25	+1.414	0
2	5.12	5.55	+1	+1
3	3	6.5	0	+1.414
4	0.88	5.55	-1	+1
5	0	3.25	-1.414	0
6	0.88	0.95	-1	-1
7	3	0	0	-1.414
8	5.12	0.95	+1	-1
9	3	3.25	0	0

$$X_1 = (\text{Vinegar concentration} - 3) / 2.12$$

$$X_2 = (\text{Sake concentration} - 3.25) / 2.30$$

늘 5 g, 생강 5 g, 붉은 고추 5 g은 11 × 11 cm의 고차단성 공압출 다층 폴리올레핀 필름 C5045(두께 113 μm, Cryovac Division, Sealed Air Corporation, Duncan, SC, USA) 파우치에 담아 살균하였다.

저온살균시간의 결정을 위해서는 97°C의 열수에서 파우치의 중심부의 온도상승을 동-콘스탄산 열전대로 측정하여 저온성 *Clostridium botulinum*의 6D 사멸을 달성할 수 있는 수준으로서 열수에서 11분간 가열하였다. 이후 소고기 장조림파우치는 3°C의 냉각수에서 급속히 냉각되어졌으며 3°C에서 저장 1일 후와 8°C에서 10일간 저장한 다음 관능적인 품질을 평가하였다.

3. 평가방법

수분활성도(A_w)는 액즙에 대해 수분활성도측정장치(Humidat-IC I, Novasina, Switzerland)로 측정되었다. 시료가 센서와 평형을 이룬 후인 1시간 30분 이후의 값을 읽어서 사용되었다. 염농도는 액즙에서 각각 이온농도측정기(Orion 920A, ThermoOrion, USA)를 사용하여 액즙에서 측정하였다.

관능검사는 맛(taste), 조직감(texture), 풍미(flavor), 색(color), 전체적인 만족도(overall acceptability)의 다섯 가지 항목에 걸쳐 13명의 숙달된 관능평가요원에 의해 평가되었다. 실험은 세 번의 반복을 통하여 각 시료당 39번의 관능요원 평가가 이루어졌고, 성분조성이 다른 9개의 시료에 대해서 함께 평가가 이루어졌다. 시료의 관능평가는 포장개봉 후 절단하지 않고 관능검사용 용기에 담아서 실시하였으며 scoring test를 이용하여 '9점은 매우매우 좋다, 8점은 매우 좋다, 7점은 좋다, 6점은 약간 좋다, 5점은 보통이다, 4점은 약간 나쁘다, 3점은 나쁘다, 2점은 매우 나쁘다, 1점은 매우매우 나쁘다'의 9단계로 평가하였다. 시료의 제시는 임의의 세자리 숫자로 표기하였다.

4. 통계적 분석

실험 데이터는 SAS(SAS/STAT, USA)의 RSM(response surface methodology) 으로 분석되었으며 두 변수간의 관계에 이해를 돕기 위해 contour diagram과 response surface로 표현했다. 다음의 2차방정식을 독립변수에 의한 관능적 품질을 평가하기 사용했다.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2 \quad (1)$$

여기서 Y는 관능적 품질 특성치, X₁과 X₂는 각각 식초 및 청주의 농도로부터 변환된 값으로서 X₁=(식초 농도-3)/2.12, X₂=(청주 농도-3.25)/2.30 으로 정의되고, b₀, b₁, b₂, b₁₁, b₂₂, b₁₂는 계수이다.

결과 및 고찰

1. 이화학적 특성

9개의 시료는 각각 Table 2와 같은 이화학적 특성치를 나타내었다. 식초의 첨가에 따라 pH는 크게 저하하고 청주의 첨가에 따라 약간 증가하는 것으로 나타났으나 초기의 시료와 8°C에서 10일 저장된 시료 사이에는 큰 차이를 보이지 않았다. 시료 중 식초를 가장 많이 넣은 처리구의 경

우 pH는 5.0이였으며 이는 저온성 *Clostridium botulinum*의 생장이 가능한 영역이다. 따라서 관능적인 품질 외에도 식초의 첨가만으로 미생물의 생장을 억제하기란 문제가 있음을 보인다. 그리고 식초와 청주의 첨가는 염도를 약간 저하시켰으며 이는 희석효과에 의한 당연한 결과이다. 수분활성도 값은 식초와 청주의 첨가에 따라 차이를 보이지 않아 이들의 첨가가 별로 영향을 미치지 않은 것으로 보인다. 염농도에서는 첨가되는 식초와 청주의 양이 많을수록 낮게 나타났다. 이는 식초와 청주의 양에 비례하여 농축간장의 양이 줄어드는 것에 기인한다.

2. 관능적 품질의 반응표면분석

관능검사 결과 9개의 처리구는 맛(taste), 조직감(texture), 풍미(flavor), 색(color), 전체적인 만족도(overall acceptability)의 다섯 가지 항목에 대해 저장 초기와 8°C에서 10일 후에 관능검사를 실시하였으며, 그 결과를 각각 Table 3와 Table 4에 나타내었다. 그리고 이에 대한 식 (1)으로의 회귀에 대한 계수값과 결정계수(R²)를 Table 5에 나타내었다. 식초 청주 두 변수가 관능적 품질에 미치는 함수적 관계를 보다 쉽게 이해하기 위해 contour diagram과 response surface로 표현하였다.

Fig. 1에서와 같이 맛은 저장 초기에 식초와 청주를 첨가

Table 2. The effect of vinegar and sake on pH, salt concentration and A_w of seasoned beef after processing and 10 day storage.

Treatment number	pH		Salt concentration (%)		Initial A _w (%)
	Initial	After 10 days	Initial	After 10 days	
1	5.04 ± 0.01	5.09 ± 0.05	3.31 ± 0.24	3.24 ± 0.10	95.63 ± 0.04
2	5.11 ± 0.09	5.15 ± 0.08	3.12 ± 0.08	3.20 ± 0.07	95.70 ± 0.14
3	5.29 ± 0.11	5.29 ± 0.07	3.39 ± 0.09	3.37 ± 0.08	95.15 ± 0.07
4	5.43 ± 0.13	5.38 ± 0.21	3.68 ± 0.03	3.60 ± 0.15	94.98 ± 0.25
5	5.61 ± 0.13	5.60 ± 0.06	4.27 ± 0.03	4.10 ± 0.17	95.18 ± 0.18
6	5.31 ± 0.18	5.43 ± 0.19	4.22 ± 0.24	4.16 ± 0.28	95.30 ± 0.00
7	5.17 ± 0.17	5.24 ± 0.04	4.12 ± 0.20	4.10 ± 0.17	95.68 ± 0.18
8	5.00 ± 0.15	5.05 ± 0.03	3.78 ± 0.16	3.76 ± 0.18	95.90 ± 0.42
9	5.20 ± 0.13	5.24 ± 0.05	3.81 ± 0.04	3.77 ± 0.03	94.93 ± 0.32

Table 3. The effect of vinegar and sake on initial sensory quality of the sous vide packaged seasoned beef.

Treatment sample	Taste	Texture	Flavor	Color	Acceptability
1	4.90 ± 1.66	5.21 ± 1.95	5.02 ± 1.51	5.71 ± 1.04	4.71 ± 1.63
2	4.44 ± 1.58	5.31 ± 1.99	5.10 ± 1.33	5.38 ± 1.29	4.46 ± 1.45
3	5.17 ± 1.58	5.42 ± 1.74	5.58 ± 1.46	5.87 ± 0.89	5.23 ± 1.62
4	5.19 ± 1.53	5.10 ± 1.88	5.67 ± 1.20	5.63 ± 1.19	4.92 ± 1.51
5	5.62 ± 1.72	5.73 ± 1.69	5.85 ± 1.51	6.17 ± 1.18	5.44 ± 1.72
6	6.27 ± 1.27	5.92 ± 1.80	6.19 ± 1.14	6.19 ± 1.05	6.06 ± 1.32
7	5.94 ± 1.53	5.38 ± 1.84	6.00 ± 1.25	6.19 ± 1.03	5.63 ± 1.43
8	5.42 ± 1.73	5.56 ± 2.06	5.42 ± 1.54	6.08 ± 1.22	5.13 ± 1.75
9	5.27 ± 1.59	5.60 ± 1.91	5.65 ± 1.22	5.65 ± 1.23	5.23 ± 1.54

Table 4. The effect of vinegar and sake on the sensory quality of the *sous vide* packaged seasoned beef stored for 10 days at 8°C

Treatment sample	Taste	Texture	Flavor	Color	Acceptability
1	5.21 ± 1.64	5.21 ± 1.88	5.23 ± 1.44	5.31 ± 1.17	4.90 ± 1.67
2	5.28 ± 1.43	5.62 ± 1.63	4.87 ± 1.42	5.53 ± 1.31	4.92 ± 1.44
3	4.74 ± 2.16	5.28 ± 1.99	4.72 ± 1.61	5.51 ± 1.45	4.36 ± 2.08
4	5.05 ± 1.95	6.10 ± 1.35	4.97 ± 1.65	5.56 ± 1.43	5.03 ± 1.86
5	5.41 ± 1.60	6.08 ± 1.86	5.62 ± 1.48	6.21 ± 1.32	5.49 ± 1.82
6	5.85 ± 1.60	5.44 ± 1.76	5.77 ± 1.16	6.05 ± 1.30	5.51 ± 1.57
7	5.87 ± 1.42	5.31 ± 1.75	5.56 ± 1.14	5.95 ± 1.12	5.46 ± 1.43
8	5.64 ± 1.87	5.51 ± 1.64	5.46 ± 1.48	5.49 ± 1.17	5.05 ± 1.67
9	5.51 ± 1.55	5.54 ± 1.79	5.49 ± 1.34	5.36 ± 1.35	5.23 ± 1.75

Table 5. Regression coefficients of the second order polynomials (Eq. (1)) for the sensory quality attributes

	Taste		Texture		Flavor		Color		Acceptability	
	Initial	After 10 days	Initial	After 10 days	Initial	After 10 days	Initial	After 10 days	Initial	After 10 days
b ₀	6.535	6.001	5.939	5.476	6.349	5.792	6.569	6.824	6.247	5.760
b ₁	-0.136	-0.001	-0.076	-0.138	-0.028	-0.044	-0.175	-0.434	-0.080	-0.142
b ₂	-0.340	-0.136	-0.036	0.215	-0.186	0.045	-0.253	-0.341	-0.290	0.000
b ₁₁	-0.006	-0.015	-0.012	0.022	-0.025	-0.008	0.023	0.039	-0.023	0.000
b ₂₂	0.024	-0.012	-0.017	-0.014	0.012	-0.033	0.028	0.031	0.014	-0.027
b ₁₂	0.005	0.022	0.030	-0.029	0.010	0.011	-0.007	0.027	0.024	0.018
R ²	0.928	0.927	0.621	0.712	0.990	0.994	0.800	0.911	0.875	0.879

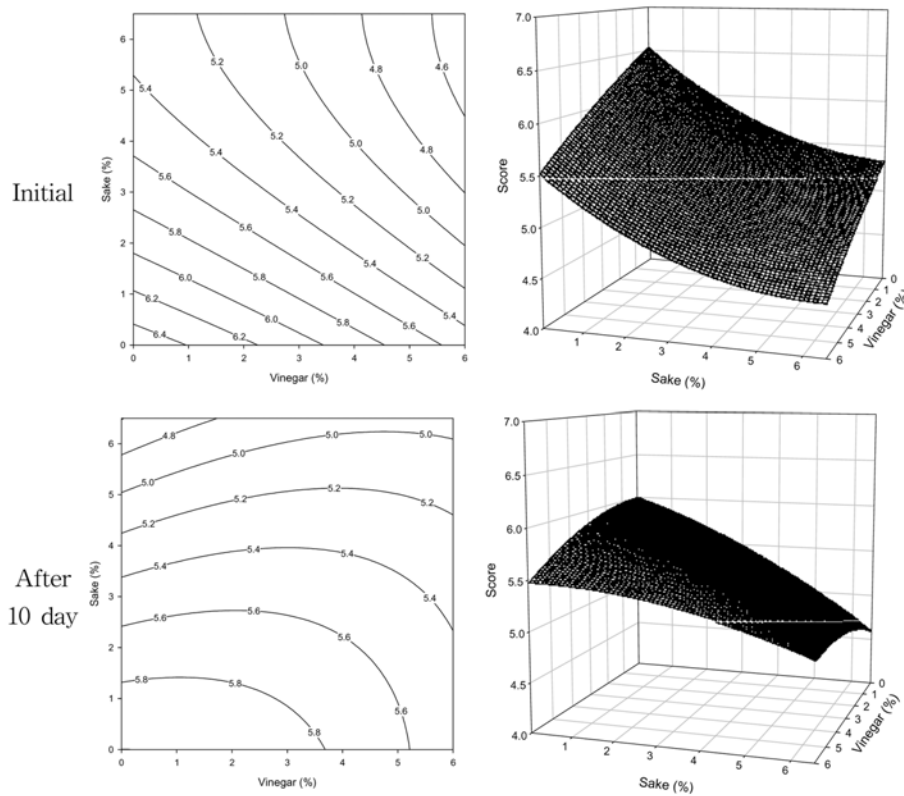


Fig. 1. Contour map and response surface for the effect of vinegar and sake on taste of the *sous vide* packaged seasoned beef.

하지 않는 것이 가장 좋은 맛을 보이거나 8°C에서 10일 저장 이후에는 큰 폭으로 감소함으로써 저장 10일에 이르러서는 관능점수 5.2점까지의 범위에서는 식초와 청주의 첨가에 따른 관능품미의 저하가 심하지 않은 것을 볼 수 있다. 맛은 식초의 첨가보다는 청주의 첨가에 보다 민감한 것으로 평가되며 저장과 더불어 초기와 다른 패턴의 관능적 평가를 보였다.

Fig. 2에서와 보듯이 texture는 초기에는 식초와 청주의 첨가에 따라 비례적으로 저하하는 감소하는 경향을 보이고 있으나 저장 10일 이후에는 식초의 첨가가 없는 조건에서 청주의 첨가는 약간의 긍정적 효과를 보였다. 하지만 청주와 식초의 동시 첨가는 texture에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Fig. 3에서와 같이 풍미의 경우 초기 식초의 독특한 향으로 인해 첨가량에 늘어남에 따라 급격한 관능품미의 저하를 보이고 있으나 저장 10일 이후에는 크게 차이를 보이지 않았다. 청주의 경우 저장 초기에 비해서 저장 10일 후에 풍미에 미치는 영향이 상대적으로 증가하였다.

Fig. 4에서와 같이 색택의 경우 저장 10일째에 식초 4%와 청주 3.5% 부근에서 가장 낮은 관능적 기호도를 보였는데, 이는 식초와 청주의 첨가에 따라 색이 연해짐에 의한

것으로 판단된다. 색의 경우 판단의 기준이 모호한 관계로 관능요원에 의한 평가가 어려웠으며, 이로 인해서 색의 어두움 정도를 기준으로 평가가 진행되었고 점수가 낮은 시료가 가장 밝은 색을 보이게 나타났다. 따라서 색의 경우 관능적인 품질에 영향을 미친다고 판단하기 어려운 바 최종선택에서 제외하였다.

Fig. 5에서와 같이 전체적인 만족도의 경우 저장 초기에 식초와 청주의 첨가에 따라 지대한 영향을 받아 기호도가 열화되었으나, 저장 10일 이후에는 식초의 영향은 상대적으로 크게 줄었다. 주목할 것은 저장 초기의 허용 가능한 품질수준인 5.2점을 나타내는 배합비의 위치(식초 4%, 청주 4.5%)는 저장 10일 후에도 큰 변화를 보이지 않았다. 즉, 관능검사를 대표하는 전체적인 만족도로 보아 관능점수 5.2점을 기준으로 식초는 4%, 청주는 4.5%까지는 관능점수를 큰 폭으로 하락시키지 않았다. 초기에 가장 높은 관능평점을 얻었던 식초와 청주의 무첨가는 저장에 따라 전체적인 만족도가 큰 폭으로 하락함을 보였다.

Fig. 6에서는 색을 제외한 모든 관능평가 항목에서 평점 수준 5.2점 이상의 기준을 만족시키는 하는 영역을 보여주고 있다. 앞에서 언급했던 것처럼 초기의 품질은 식초와 청주의 첨가에 따라 크게 영향을 받았지만 저장에 따라 첨가

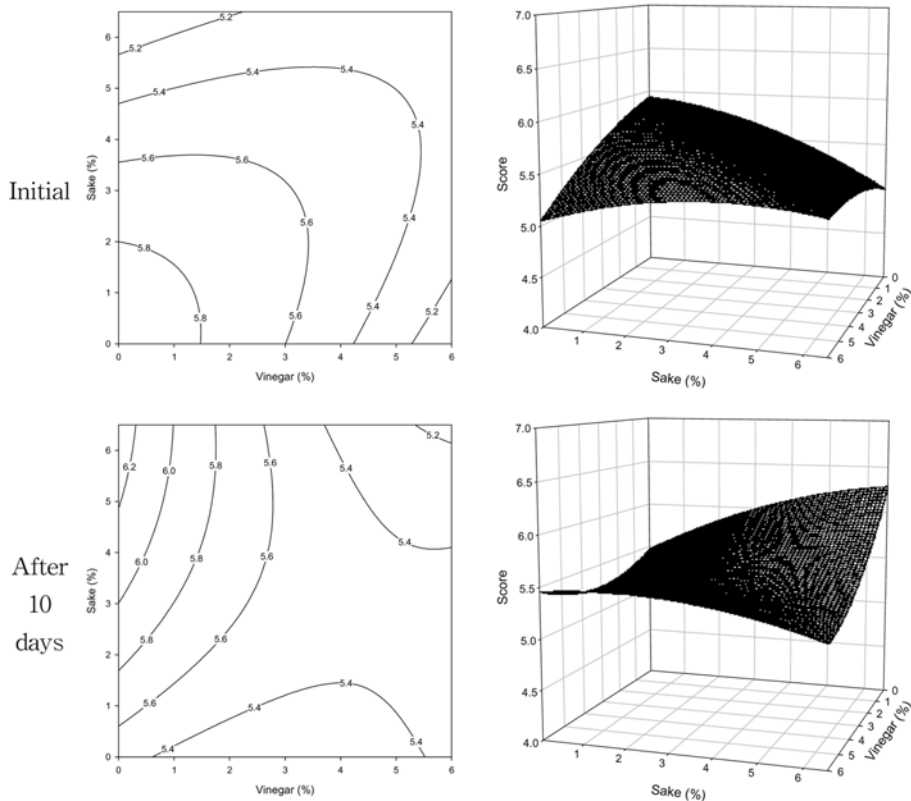


Fig. 2. Contour map and response surface for the effect of vinegar and sake on texture of the sous vide packaged seasoned beef.

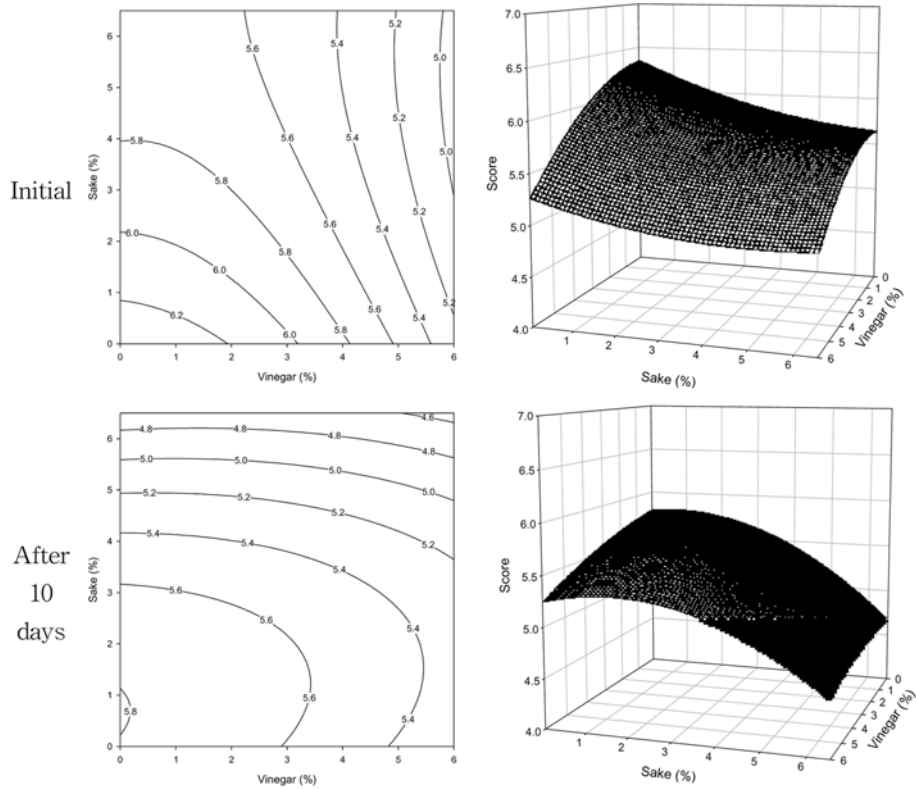


Fig. 3. Contour map and response surface for the effect of vinegar and sake on flavor of the *sous vide* packaged seasoned beef.

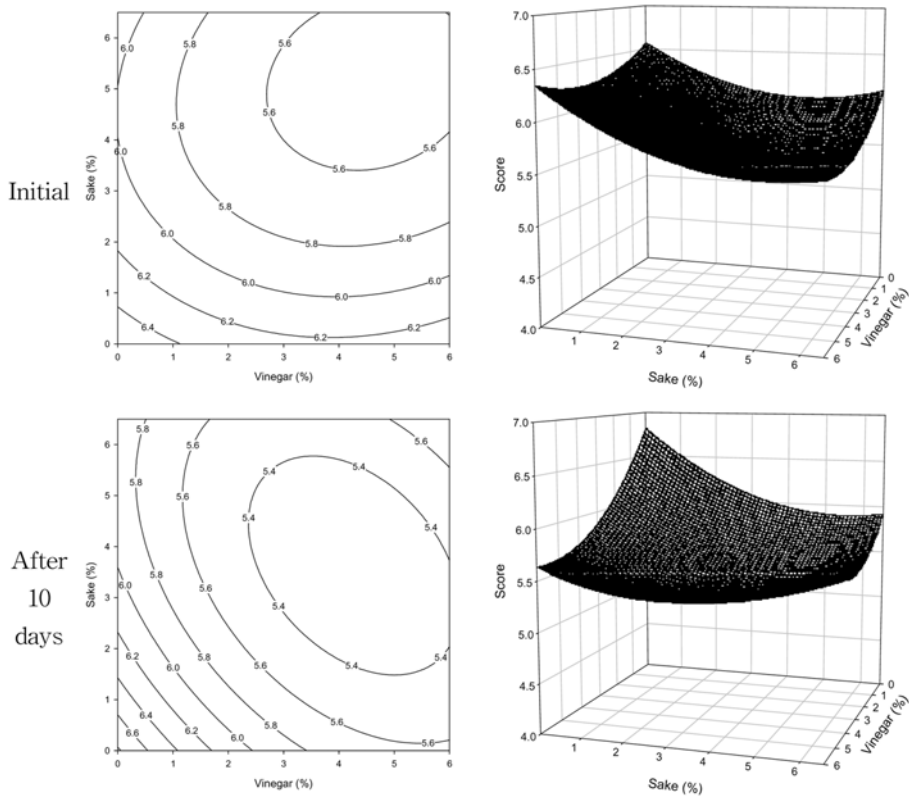


Fig. 4. Contour map and response surface for the effect of vinegar and sake on color of the *sous vide* packaged seasoned beef.

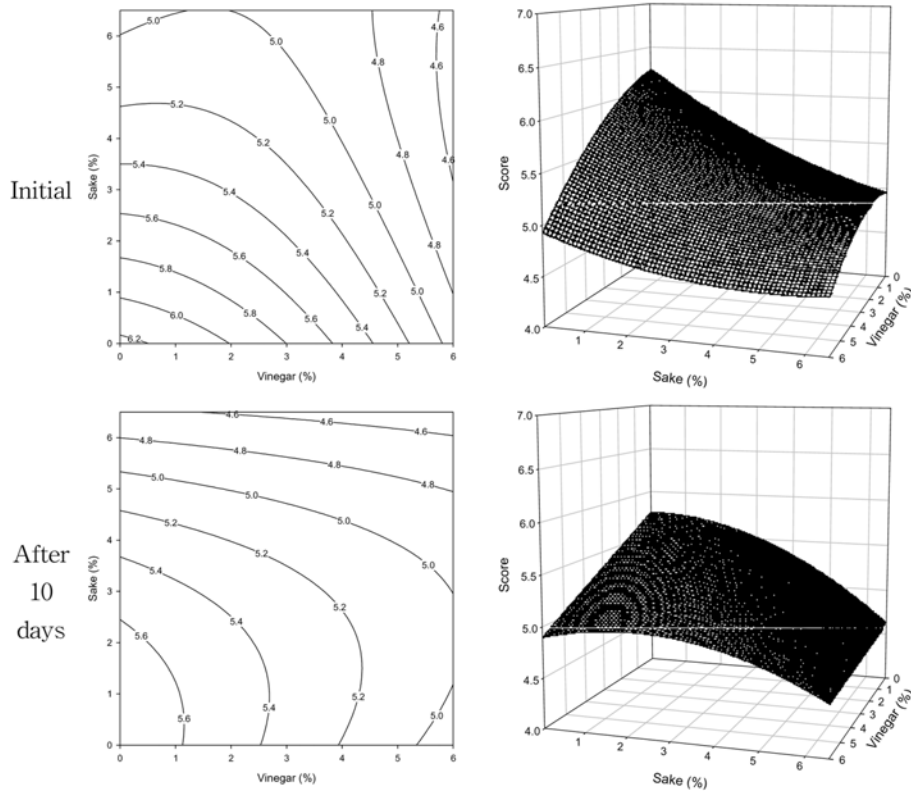


Fig. 5. Contour map and response surface for the effect of vinegar and sake on overall acceptability of the *sous vide* packaged seasoned beef.

의 영향은 크게 줄었다. 그리고 앞의 Table 2 보였던 바와 같은 이화학적 특성은 저장 중 큰 변화 없이 그대로 유지하는 것으로 보아 관능적 품질의 관점에서 비교적 만족할 만한 첨가범위인 식초 4%, 청주 4.5%까지의 첨가 범위는 안전성 향상과 저장의 관점에 도움이 된다면 관능적 품질의 큰 저하가 없이 이용될 수 있는 것으로 평가된다.

결론

한국의 전통식품인 소고기 장조림을 *sous vide* 포장하고 hurdle technology의 적용시 소고기 장조림의 품질변화를 보았는데, 식초의 첨가에 따라 pH는 크게 저하하고 청주의 첨가에 따라 약간 증가하는 것으로 나타났으나 초기에 비해서 8°C에서 저장 10일 동안은 별 차이를 보이지 않았다.

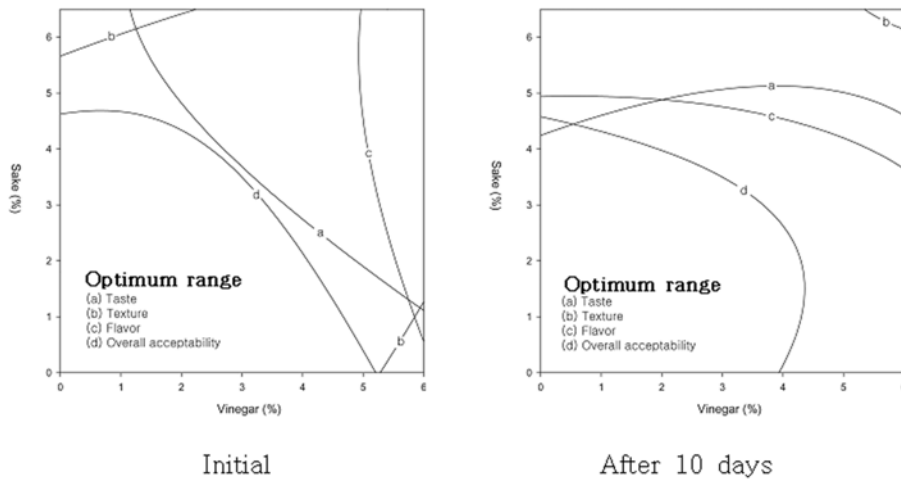


Fig. 6. Optimum contour range satisfying the hedonic score 5.2 of the *sous vide* packaged seasoned beef.

맛, 조직감, 풍미, 전체적인 만족도의 경우 초기의 품질은 식초와 청주의 첨가에 따라 크게 영향을 받았지만 저장에 따라 첨가의 영향은 크게 줄었으며, 저장을 할수록 식초보다는 청주가 맛, 조직감, 풍미에 더 큰 영향을 주었다. 관능점수 5.2점을 기준으로 식초는 4%, 청주는 4.5%까지는 저장 제품의 관능점수를 큰 폭으로 하락시키지 않고 이화학적 특성도 그대로 유지되었다. 따라서 이들 범위에서 식초와 청주를 첨가하는 것이 안전성 및 저장성의 향상의 측면에서 도움이 된다면 관능적 품질의 큰 저하 없이 이용될 수 있는 것으로 평가된다.

참고문헌

- 곽동경, 류은순, 이해상, 홍완수, 장혜자. 2001. 급식경영학. 신광출판사, 서울.
- 김태희. 2001. 국내외 위탁급식산업의 현황과 전망. 국민영양, 226: 16-2.
- 홍완수. 1994. Cook/chill system의 현황과 전망. 국민영양, 160: 2-7.
- Chi, S.P. and Chen, T.C. 1992. Predicting optimum monosodium glutamate and sodium chloride concentrations in chicken broth as affected by spice addition. Journal of Food Processing and Preservation, 16: 313-326.
- Creed, P. G. 1998. Sensory and nutritional aspects of *sous vide* processed foods. In: *Sous Vide and Cook-chill Processing for the Food Industry*. Ghazala, S. (ed.) Aspen Publishers, Gaithersburg, MD, USA, pp. 57-88.
- Creed, P. G. and Reeve, W. 1998. Principles and application of *sous vide* processed foods, In: *Sous Vide and Cook-chill Processing for the Food Industry*. Ghazala, S. (ed.) Aspen Publishers, Gaithersburg, MD, USA, pp. 25-56.
- Jang, J.D., Seo, G.H., Lyu, E.S., Yam, K.L. and Lee, D.S. 2006. Hurdle effect of vinegar and sake on Korean seasoned beef preserved by *sous vide* packaging, Food Control, 17(3): 171-175.
- Leistner, L. and Gould, G.W. 2002. Hurdle Technology: Combination Treatments for Food Stability, Safety and Quality. Kluwer Academic, New York, USA.