J Korean Soc Food Sci Nutr
34(2), 267~276(2005)

한국식품영양과학회지

부재료가 김치의 품질 특성에 미치는 영향

구경형† · 선우지영 · 박완수

한국식품연구원

Effects of Ingredients on the Its Quality Characteristics during Kimchi Fermentation

Kyung-Hyung Ku†, Ji-Young Sunwoo and Wan-Soo Park

Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of Kimchi ingredients, garlic, ginger, green onion and fermented fish sauces, on the Kimchi characteristics during fermentation. The experiment design of this study was the central composite design and response surfaces methodology. Garlic (X_1) of 0~2%, ginger (X_2) of 0~1.4%, green onion (X_3) of 0~4% and fermented fish sauces (shrimp, X_4 and anchovy, X_5) of 0~2% per salted Chinese cabbage of 100 g put in independent variables, respectively. The result of response surface regression analysis, independent variables of various ingredients and dependent variables, correlation coefficient (R^2) showed very difference value according to added ingredients. In the Kimchi samples fixed independent variables of garlic (X_1)-ginger (X_2), generally, it showed high correlation value more than samples fixed other independent variables of garlic (X_1)-green onion (X_3) and ginger (X_2)-green onion (X_3) over the fermentation period. And the correlation coefficient (R^2) of fermented fish sauces (shrimp of X_4, anchovy of X_5) showed value over 0.8 in the its characteristics of Kimchi samples except for textural properties of sensory evaluation. In the graph pattern of fermented fish sauces using response surfaces methodology, it showed a little increasing value of titratable acidity, lactic acid bacteria and "a" of redness, "b" of yellowish according to increasing addition fermented fish sauces. In the total acceptability of sensory evaluation, it showed high value according to increasing fermented fish sauce at the initial fermentation period of Kimchi. But it showed high value Kimchi sample added content of 1.0% fermented fish sauce in the middle (appropriate fermentation) and last (excessive) fermentation period.

Key words: Kimchi, ingredient, characteristics

서 론

한국 고유의 야채 발효 식품인 김치는 국내의 경제성장과 함께 소득 증가, 주거 환경의 변화, 여성의 사회 참여 등으로 가정에서 제조하여 섭취해 왔던 김치가 공장에서 제조되어 판매되는 상품김치로 바뀌게 되었다.

2001년 7월 총회에서 통과된 김치 국제 규격안에 의하면 김치의 최소 품질 인자로서 총산도 1.0% 이하, 염 농도 1.5~4.0%, 광물성 이물 0.03% 이하, 적색, 맛은 매운맛, 짠맛 및 약간 신맛과 사각사각한 조직감으로 넓게 규정하고 있다(1). 2001년도 기준으로 국내 총 김치 수요량은 154만 톤으로 추산되었고, 이중 상품 김치는 50만 7천톤으로 전체 김치 시장의 32.9 % 정도를 차지하였는데, 계절별로 차이는 있지만 지속적으로 상품김치의 수요는 증가할 것으로 전망하고 있다(2). 그러나 이러한 상품 김치는 가정에서 제조할 때와는 달리 김치 특성상 숙성에 미치는 여러 가지 원인에 의해 제조할 때마다 상품에 차이가 나서 규격에는 벗어나지 않지만 소비자가 원하는 제품의 표준화가 어렵다.

현재까지 발표된 김치 관련 연구 자료 및 문헌은 700여건 이상으로 원부재료, 발효 숙성, 저장 유통, 제조 시설 분야 등 여러 분야에 걸쳐 김치 연구가 매우 활발히 이루어졌다(3-8). 이중 김치 부재료에 관한 연구로는 Ryu 등(9)의 김치 주재료인 배추에 기본적으로 첨가하는 마늘, 파, 생강, 고춧가루를 각각 하나씩 첨가하여 김치 발효 중 유기산과 휘발성 성분의 변화 및 김치 맛과의 관련성을 조사한 것과 Lee 등(10)의 마늘 첨가량을 달리한 김치를 제조한 후 발효 중 일반 성분 변화와 관능검사를 조사한 것이 있다. 이외에 Kim과 Kim(11)의 젓갈 종류 및 첨가 수준에 따른 배추김치의 발효 기간 중 특성 변화와 젓갈 첨가가 김치의 유기산, 아질산염, 핵산 관련 물질의 변화(12,13) 및 5종류의 젓갈 첨가가

†Corresponding author. E-mail: khku@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9052, Fax: 82-31-709-9876

김치 품질에 미치는 영향(14) 등이 보고되었다.

본 연구는 김치 제조시 기본적으로 첨가되는 김치 부재료인 마늘, 파, 생강 및 젓갈을 독립변수로 두고, 반응표면 분석법으로 발효 단계별 pH, 산도, 젖산균수, 색도 및 관능적 특성을 조사한 후 상품 김치의 품질 특성에 가장 영향을 주는 요인을 분석하여 상품 김치의 색도 표준 기준을 확립하기 위한 기초 자료로 사용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 김치 제조

김치 재료는 포기 중량이 약 3 kg인 고랭지 배추김치와 부재료인 생강, 마늘, 파 및 소금(천일염)을 가락시장에서 구입하였고, 고춧가루(ASTA 값 100, capsaicinoid 함량 60 mg%), 새우액젓(육젓 80%, 식염 22.0±2.0%, 하선정)과 멸치액젓(멸치 원액 99.5%, 식염 22.0±2.0%, 하선정)을 사용하였다. 김치 제조는 배추를 다듬은 후 4등분하여 절임통에 넣은 다음 배추가 절임수에 잠기도록 하였다. 이때 절임수는 배추 1 kg당 0.25 kg의 천일염과 물 1.25 kg을 혼합하여 제조하였고, 절임조건은 상온(18~20°C)에서 5~6시간 절이고, 물로 2회 세척한 후 1시간 탈수시켜 최종 염 농도가 약 2.5%가 되도록 하였다. 각 부재료는 절임 배추 100 g당 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)(15,16)을 사용하여 Table 1과 같이 김치에 첨가하여 제조한 다음 10°C에서 저장하면서 발효 중 김치 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 이때 저장 온도는 Mheen과 Kwon(17)의 김치 발효에 미치는 온도 영향 연구에서 15°C이상에서는 급격한 pH 저하와 산도 증가가 있고, 5°C미만에서는 상대적으로 너무 느린 pH 저하와 산도 증가로 본 실험에서는 10°C를 저장 온도로 선발하였다. 김치의 주요 부재료를 크게 두 개의 부류로 나누어 채소류인 마늘(X_1), 생강(X_2), 파(X_3)와 젓갈류인 새우액젓(X_4) 및 멸치액젓(X_5)을 독립변수로 하여 중심합성계획(central composite design)에 의하여 실험을 계획하였다. 이때 각 부재료의 첨가량은 Park 등(18)의 김치류 표준가공공정 설정을 기준으로 하여 조절하였다. 즉 마늘의 첨가량은 0%, 1.5%, 3.0%, 생강 0, 0.7%, 1.4%, 파 0%, 2%, 4%로 하였고, 고춧가루의 함량은 2.3%, 젓갈류는 첨가하지 않았다. 또 젓갈 첨가 시료구는 절임 배추 100 g당 새우액젓과 멸치액젓의 첨가 범위는 0, 1.0%, 2.0%로 하였으며, 다른 부재료인 마늘은 1.5%, 생강 0.4%, 파 3.0%, 고춧가루의 함량(ASTA value 100, capsaicinoid 함량 60 mg/%) 2.3%가 되도록 제조하였다. 이외의 본 실험에 사용한 부재료의 영향을 알아보기 위하여 마늘, 생강, 파, 고춧가루 및 젓갈 이외의 부재료는 첨가하지 않았다.

김치의 pH, 적정산도 및 젖산균수

김치 100 g을 취하여 믹서기(동양 매직)로 2분간 분쇄하고 3겹의 거어즈를 사용하여 여과한 후 그 여과액을 취하여 pH와 산도를 측정하였다(19). pH는 여과액 20 mL를 취하여 pH meter(Corning 340, USA)로 직접 측정하였고, 산도는 김치액 10 mL를 0.1 N NaOH 용액의 소비량을 구한 후 젖산(%, w/w)으로 환산하여 표시하였다. 또한 젖산균수는 김치액 1 mL를 채취하여 0.85% 멸균 식염수에 단계적으로 희석한 후 1 mL씩 puring culture 방법(20)으로 MRS agar(Difco Lab)에 접종하여 30°C에서 48시간 평판 배양한 후 균수를 측정하였다.

색도

김치의 색도는 일정량의 김치 전체를 믹서로 곱게 간 후 백색지 10매 위에 직경 5 cm, 높이 5 mm의 원형 플라스틱틀을 놓고 색도계(CE-310, Macbeth, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter value인 L, a, b 값과 ΔE 값을 구하였다(21).

관능검사

김치의 관능적 품질 평가를 위하여 패널 모집에서는 본 실험에 관심이 있는 25명을 선발하여 훈련 과정을 거쳐 최종적으로 본 검사에 참여한 요인은 12명이었다. 냄새가 배지 않은 사기그릇에 배추 중록 부분의 김치 2~3조각을 넣고 뚜껑을 덮은 후 증류수와 함께 시료로 제공하였다. 시료에 의한

Table 1. Actual value of coded level and composite design metrics of independent variables for experimental design of Kimchi ingredient

Design point	Independent variables			Design point	Independent variables	
	X_1 (garlic, %)	X_2 (ginger, %)	X_3 (green oinion, %)		X_4 (fermented shrimp sauce, %)	X_5 (fermented anchovy sauce, %)
1	-1 (0)	-1 (0)	-1 (0)	1	-1 (0)	-1 (0)
2	-1 (0)	1 (1.4)	1 (4.0)			
3	1 (3.0)	-1 (0)	1 (4.0)	2	1 (2.0)	-1 (0)
4	1 (3.0)	1 (1.4)	-1 (0)			
5	0 (1.5)	0 (0.7)	0 (2.0)	3	-1 (0)	1 (2.0)
6	0 (1.5)	0 (0.7)	0 (2.0)			
7	-1 (0)	-1 (0)	1 (4.0)	4	1 (2.0)	1 (2.0)
8	-1 (0)	1 (1.4)	-1 (0)			
9	1 (3.0)	-1 (0)	-1 (0)	5	0 (1.0)	0 (1.0)
10	1 (3.0)	1 (1.4)	1 (4.0)	6	0 (1.0)	0 (1.0)

피로와 오차를 없애기 위해 불완전 블럭법(incomplete block design)(15)을 이용해서 마늘, 파, 생강의 영향 시험에서는 한사람이 한번 시험에서 4가지 시료를 평가하게 하였고, 젓갈의 영향 시험에서는 한사람이 한번 시험에서 3시료를 평가하도록 실험 계획을 하여 실시하였다. 평가 방법은 Kim 등(11)의 평가 방법을 수정하여 15 cm line scale법으로 외관(붉은색 정도), 이취, 매운맛, 이미 및 조직감(사각 사각한 정도)은 line의 cm가 길어질수록 강도가 강한 것으로 표현되었고, 전체적인 선호도는 line이 길어질수록 대단히 좋은 정도를 표현하였다(22).

통계분석

중심합성계획에 의한 관능검사 결과는 SAS(23) program을 이용하여 분산 분석과 ANOVA test를 실시하였고, 각 실험결과에 따른 김치의 품질 특성인 pH, 적정산도, 색도 및 관능검사 항목 간의 상관계수를 유도한 후 상관계수가 높은 항목인 종속 변수의 model 식을 이용하여 이들 독립 변수가 김치에 미치는 영향을 도시하였다.

결과 및 고찰

마늘, 파, 생강이 김치 발효에 미치는 영향

김치의 부재료인 마늘, 파, 생강을 각각 절임 배추 100 g당 중심합성 계획에 의해 재조합된 부재료를 일정량 첨가하여 제조한 다음, 제조 직후, 적당히 발효된 단계와 과숙된 단계로 나누어 pH, 적정산도, 젖산균수, 색도 및 관능검사를 실시하였다. 이때 첨가한 부재료의 양은 Park 등(17)의 김치 제조업체별 부재료의 함량 조사 결과 마늘 1.0~1.5%, 생강 0.5% 내외, 파 2.0~3.0%의 범위로 나타나서, 본 연구에서는 실험계획을 할 때 독립 변수인 마늘, 생강, 파의 첨가 수준을 각각 0~3%, 0~1.4%, 0~4%로 하였다(Table 1).

그 결과(Table 2) pH는 김치 제조 직후 부재료 첨가 범위에 큰 영향 없이 5.47~6.08의 범위를 보였고, 적정 산도는 0.22~0.28%, 젖산균 수는 1.1×10^4~9.9×10^4의 범위를 보였다. 발효 중반(숙성 10일)에는 pH 4.04~4.35, 적정산도 0.64~0.91%, 젖산균 수는 1.1×10^7~4.1×10^9의 범위로 문헌상 김치의 적정한 숙성의 기준인 pH 4.2~4.5와 적정산도 0.6~0.8% 기준(24)과 비슷한 결과였다. 또 과숙 단계(숙성 25일)인 김치의 pH는 3.83~3.94, 적정산도 0.98~1.14, 젖산균수 2.7×10^7~8.0×10^8를 나타내었다.

발효 단계별 김치 색도의 경우, 김치 제조 직후 밝기를 나타내는 L값은 40.61~43.70, 적색도를 나타내는 a값은 9.93~14.64, b값은 22.28~26.61이었고, 발효 중반에는 43.63~45.62의 L값, 13.44~18.52의 a값, 27.02~29.92의 b값으로 발효 초기에 비하여 L, a, b값이 전체적으로 약간 증가되었다. 반면에 과숙 단계인 발효 말기의 김치의 경우 L값은 42.66~44.51, a값 13.60~17.41, b값 25.46~28.69는 발효 중반과 거의 비슷한 값을 보였다. 각 시료간의 색도 변화의 경향을 보기 위하여 대조구로 김치 부재료가 첨가되지 않은 시료 1을 대조구의 L, a, b값과 부재료가 첨가된 김치 시료의 색도 차이 정도를 ΔE로 환산하였다(21). 그 결과 발효 전반에 걸쳐 0.63~5.0 내외의 ΔE 값을 보여 특이한 경향은 보이지 않았으나, 김치 제조시 첨가된 부재료에 따라 시료간, 발효 단계별로 차이가 있었다.

한편 기계적인 색도 차이를 나타낸 ΔE값과는 달리 김치 발효 단계별 관능검사를 실시한 결과, 붉은색 정도를 나타내는 외관은 김치 제조 직후 시료 간에 차이가 없다가 발효가 진행됨에 따라 시료 간에 차이를 보였다. 이는 기계적인 색도 측정의 경우 일정량의 김치 자체를 균질하게 분쇄한 후 색도계로 김치의 색을 측정한 결과로 양념의 분포 상태와 배추의 흰색과 푸른색을 고려하여 관능검사를 실시한 결과와는 차이가 있다고 여겨진다. 이취의 경우 김치 제조 직후에는 유의적인 차이가 없었으나, 발효 중반(10일 숙성)에는 시료 간에 차이가 있었는데, 마늘, 파 및 생강이 전혀 첨가되지 않은 시료 1과 양념이 가장 많이 첨가된 시료 10이 다른 시료에 비하여 강하다고 평가하였고, 발효 말기(25일 숙성)에는 시료 1을 이취가 강하다고 평가하였다. 매운맛의 강도는 제조 직후 시료 간 유의적인 차이가 없다가 발효 중반은 양념이 가장 많이 첨가된 시료 10을 높게 평가하였고, 발효 말기에 시료 간 유의적이 차이는 있었지만 양념에 의한 영향을 판단하기 어려웠다. 또 이미는 제조 직후에는 시료 간 차이가 없다가 발효 중반 마늘만 1.4% 첨가한 시료 8과 시료 10의 강도가 높았고, 발효 말기에는 마늘, 파, 생강이 첨가되지 않은 시료 1과 생강만 첨가된 시료 8을 가장 이미 강도가 높다고 평가하였다. 이외에 조직감은 발효 전반에 걸쳐 시료 간 유의적인 차이가 없었고, 전체적인 선호도의 경우 다른 관능검사 항목과 유사하게 김치 제조 직후에는 시료간의 차이를 보이지 않다가 발효가 진행됨에 따라 시료 간 차이를 있었다. 특히 부재료가 전혀 첨가되지 않은 시료 1의 전체적인 선호도의 경우 다른 시료에 비하여 6.0 이하의 낮은 점수로 평가하였다.

젓갈이 김치 발효에 미치는 영향

김치의 부재료인 새우액젓과 멸치액젓을 독립변수로 하여 각각 절임 배추 100 g당 중심합성 계획에 의해 첨가하였으며(Table 1), 다른 야채 부재료인 마늘, 생강, 파, 고춧가루는 각각 1.5%, 0.4%, 3.0% 및 2.3%를 첨가하여 제조한 후, 제조 직후, 적당히 발효된 단계와 과숙된 단계로 나누어 pH, 적정산도, 젖산균수, 색도 및 관능검사를 실시하였다.

그 결과(Table 3) pH는 김치 제조 직후 젓갈 첨가 양에 큰 영향 없이 5.95~6.03의 범위를 보였고, 적정산도는 0.25~0.28%, 젖산균 수는 2.3×10^5~5.3×10^5의 범위를 보였다. 발효 중반에는 pH 4.21~4.34, 적정산도 0.74~0.89%, 젖산균 수는 2.4×10^7~1.8×10^9의 범위를 나타냈다. 또 과숙 단계인 김치의 pH는 3.85~4.05, 적정산도 1.02~1.10, 젖산균수 6.1×10^6~1.5×10^7로 젓갈의 첨가량이 야채 부재료의 첨가

Table 2. Effects of garlic, ginger and green onion on the Kimchi characteristics according to fermentation period

Ferment. periods	Design point	pH	Titratable acidity (%)	Lactic acid bacteria	Color value				Sensory attribute					
					L	a	b	$\Delta E^{1)}$	Appearance (redness)	Odor	Pungency	Off taste	Texture	Total accept.
Initial	1	5.47±0.02	0.28±0.01	1.1×10^4	42.99±0.06	13.31±0.07	26.00±0.30	-	6.17±1.7	5.33±2.7	4.33±3.0	5.83±3.3	7.17±1.3	6.50±1.4
	2	5.91±0.02	0.23±0.00	1.5×10^4	42.26±0.16	12.19±0.39	25.64±0.05	1.38	8.17±3.3	5.00±1.9	5.50±1.5	4.17±3.1	9.50±2.4	8.37±3.7
	3	6.04±0.02	0.28±0.03	8.8×10^4	42.53±0.32	14.27±0.33	26.60±0.35	1.22	6.83±2.1	6.67±3.3	4.83±2.0	3.83±1.1	7.67±1.8	9.17±2.3
	4	5.96±0.04	0.24±0.03	9.9×10^4	43.02±0.10	13.02±0.19	26.61±0.12	0.63	6.33±2.3	6.30±5.4	5.50±2.4	5.60±4.4	11.50±2.2	7.17±3.1
	5	5.99±0.04	0.22±0.03	6.9×10^4	43.70±0.11	9.93±0.06	26.59±0.08	3.50	7.50±3.2	5.83±5.7	6.50±3.4	4.67±2.9	10.67±2.8	8.33±2.3
	6	6.00±0.03	0.23±0.02	5.3×10^4	41.17±0.07	11.05±0.10	23.90±0.05	3.58	7.33±1.9	5.83±2.1	6.83±2.9	5.00±1.7	10.33±3.2	8.50±1.6
	7	5.90±0.00	0.24±0.00	2.1×10^4	40.61±0.02	10.32±0.10	22.28±0.07	5.33	5.50±2.7	6.33±4.2	4.17±1.9	7.50±2.4	8.17±4.2	5.67±3.5
	8	5.72±0.01	0.27±0.01	1.6×10^4	41.37±017	11.39±0.29	23.44±0.35	3.58	7.00±1.8	10.67±4.5	5.67±2.7	8.00±3.5	8.17±3.3	5.67±2.7
	9	5.98±0.02	0.25±0.02	8.8×10^4	42.61±0.02	14.64±0.04	25.01±0.22	1.70	7.67±4.8	5.67±2.7	6.50±1.9	5.00±3.2	9.50±3.8	8.17±4.6
	10	6.08±0.01	0.26±0.01	7.8×10^4	41.35±0.02	12.23±0.36	23.89±0.20	2.88	5.50±2.9	5.17±2.2	4.50±1.1	6.33±3.5	10.50±3.2	6.83±1.8
Middle	1	4.28±0.06	0.64±0.08	4.6×10^8	43.63±0.16	16.98±0.06	28.62±0.47	-	$9.00\pm2.1^{a2)}$	8.67 ± 4.9^{a}	4.17 ± 2.5^{bc}	8.50 ± 4.8^{ab}	9.17±2.3	5.99 ± 3.7^{b}
	2	4.10±0.02	0.85±0.08	3.8×10^8	43.77±0.06	18.52±0.07	28.82±0.02	1.55	10.17 ± 1.5^{a}	8.17 ± 4.9^{ab}	7.00 ± 4.4^{abc}	8.17 ± 2.9^{ab}	10.33 ± 1.5	8.50 ± 2.2^{ab}
	3	4.35±0.01	0.91±0.04	6.4×10^7	44.79±0.13	16.51±0.19	27.02±0.09	2.02	8.00 ± 3.4^{ab}	3.50 ± 1.9^{b}	5.67 ± 2.9^{abc}	4.17 ± 2.9^{b}	10.17 ± 2.7	10.50 ± 2.2^{a}
	4	4.10±0.02	0.91±0.04	9.6×10^7	44.82±0.12	14.98±0.20	27.02±0.51	2.82	8.17 ± 2.5^{ab}	4.50 ± 2.7^{ab}	8.67 ± 2.8^{a}	8.17 ± 2.7^{ab}	8.83 ± 1.9	8.50 ± 1.1^{ab}
	5	4.16±0.00	0.87±0.07	1.1×10^7	44.42±0.05	13.44±0.46	27.37±0.14	3.83	10.83 ± 1.5^{a}	4.67 ± 4.3^{ab}	8.17 ± 1.8^{ab}	6.33 ± 3.6^{ab}	10.33 ± 1.5	10.33 ± 2.4^{a}
	6	4.05±0.01	0.88±0.09	9.5×10^7	44.89±0.02	18.42±0.16	29.92±0.05	2.30	10.00 ± 2.4^{a}	7.50 ± 4.2^{ab}	8.00 ± 3.5^{abc}	6.33 ± 3.4^{ab}	9.17 ± 1.2	9.17 ± 1.9^{ab}
	7	4.18±0.03	0.75±0.05	2.4×10^8	45.20±0.16	14.98±0.23	29.12±0.29	2.58	10.50 ± 2.7^{a}	6.17 ± 2.1^{ab}	4.00 ± 2.2^{c}	6.50 ± 2.6^{ab}	9.83 ± 2.8	7.33 ± 4.2^{ab}
	8	4.17±0.03	0.68±0.02	3.4×10^8	44.61±0.17	14.82±0.32	27.47±0.09	2.63	10.00 ± 2.9^{a}	6.50 ± 3.7^{ab}	4.33 ± 3.4^{bc}	9.00 ± 1.9^{a}	10.50 ± 3.0	7.67 ± 3.0^{ab}
	9	4.23±0.09	0.80±0.08	1.6×10^8	44.80±0.05	14.38±0.12	28.28±0.16	2.86	9.87 ± 2.5^{ab}	6.00 ± 2.0^{ab}	7.67 ± 2.9^{abc}	7.83 ± 3.4^{ab}	9.33 ± 3.1	8.50 ± 3.0^{ab}
	10	4.04±0.01	0.86±0.00	4.1×10^9	45.62±0.22	14.86±0.13	28.89±0.04	2.91	5.67 ± 3.3^{b}	8.50 ± 3.9^{a}	9.00 ± 2.9^{a}	10.33 ± 4.1^{a}	9.83 ± 2.1	7.33 ± 2.2^{ab}
Last	1	3.93±0.01	0.98±0.02	1.5×10^8	44.05±0.18	17.41±0.16	28.69±0.03	-	10.00 ± 3.5^{a}	11.67 ± 3.3^{a}	5.17 ± 2.9^{ab}	11.17 ± 2.8^{a}	7.17±2.9	4.00 ± 2.2^{b}
	2	3.83±0.03	1.14±0.04	3.3×10^7	43.05±0.01	15.43±0.15	26.88±0.15	2.86	9.00 ± 2.7^{ab}	7.50 ± 3.4^{b}	7.33 ± 3.4^{ab}	9.83 ± 3.9^{ab}	9.50±4.5	8.67 ± 3.8^{a}
	3	3.94±0.04	1.13±0.02	8.0×10^8	43.79±0.01	15.18±0.02	27.78±0.17	2.42	7.50 ± 1.9^{ab}	6.17 ± 3.9^{b}	6.33 ± 2.3^{ab}	4.83 ± 3.6^{b}	10.67 ± 1.8	9.67 ± 2.8^{a}
	4	3.84±0.02	1.12±0.04	4.6×10^7	44.51±0.18	15.74±0.01	27.95±0.15	1.88	8.67 ± 2.4^{ab}	6.83 ± 3.1^{b}	8.83 ± 1.3^{a}	6.67 ± 3.3^{ab}	9.83 ± 2.3	8.17 ± 2.6^{ab}
	5	3.93±0.03	1.09±0.01	6.7×10^7	43.46±0.03	15.80±0.06	27.48±0.20	2.09	8.83 ± 2.7^{ab}	5.83 ± 3.2^{b}	8.83 ± 3.3^{a}	7.33 ± 2.5^{ab}	8.17 ± 1.5	8.83 ± 3.8^{a}
	6	3.89±0.00	1.07±0.04	5.6×10^7	43.15±0.12	14.95±0.18	26.71±0.04	3.28	10.67 ± 2.4^{a}	6.00 ± 2.1^{b}	9.17 ± 2.3^{a}	6.67 ± 4.5^{ab}	9.00 ± 3.9	7.67 ± 3.3^{ab}
	7	3.85±0.02	1.03±0.02	9.3×10^7	43.32±0.15	14.70±0.04	26.35±0.16	3.65	7.50 ± 3.4^{ab}	7.17 ± 3.9^{b}	4.67 ± 2.1^{b}	6.17 ± 4.6^{ab}	7.33 ± 3.9	7.83 ± 4.6^{ab}
	8	3.93±0.07	1.07±0.06	3.4×10^7	42.66±0.08	13.60±0.01	25.46±0.05	5.18	9.83 ± 3.1^{a}	8.67 ± 2.4^{ab}	8.50 ± 3.5^{a}	10.83 ± 3.1^{a}	9.00 ± 3.2	6.33 ± 2.3^{ab}
	9	3.94±0.01	1.09±0.01	2.7×10^7	43.15±0.33	14.67±0.26	26.01±0.78	3.93	5.67 ± 1.2^{b}	6.83 ± 3.2^{b}	7.50 ± 1.1^{ab}	6.33 ± 4.3^{ab}	8.17 ± 2.6	7.83 ± 2.9^{ab}
	10	3.86±0.05	1.14±0.04	5.0×10^7	43.11±0.09	15.49±0.30	25.54±0.03	3.85	7.33 ± 3.0^{ab}	9.00 ± 2.8^{ab}	7.33 ± 1.4^{ab}	6.00 ± 4.5^{ab}	9.83 ± 1.7	8.50 ± 3.6^{a}

[1] $\Delta E=\{(L_{sample}-L_{standard})^2+(a_{sample}-a_{standard})^2+(b_{sample}-b_{standard})^2\}^{1/2}$.

[2] Means with the different letters in same column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple test.

Table 3. Effects of fermented shrimp sauce and anchovy sauce on the Kimchi characteristics according to fermentation period

Ferment. periods	Design point	pH	Titratable acidity (%)	Lactic acid bacteria	Color value				Sensory attribute					
					L	a	b	$\Delta E^{1)}$	Appearance (redness)	Odor	Salty	Off taste	Texture	Total accept.
Initial	1	5.96±0.04	0.28±0.01	4.8×10^5	42.67±0.01	11.89±0.01	25.72±0.12	-	$7.40\pm2.5^{bc2)}$	8.20 ± 2.5	6.00 ± 3.2^{b}	5.20±4.1	8.80±1.6	6.60±0.6
	2	5.95±0.09	0.25±0.00	2.8×10^5	45.05±0.05	10.25±0.19	25.99±0.09	2.90	9.60 ± 1.3^{ab}	5.20±2.6	8.00 ± 2.6^{ab}	4.20±2.9	9.00±2.0	7.00±2.6
	3	5.95±0.09	0.28±0.01	5.3×10^5	41.77±0.04	9.68±0.12	24.11±0.15	2.87	5.60 ± 1.5^{c}	8.40±3.8	10.40 ± 1.8^{a}	6.20±1.9	9.20±1.8	8.80±2.2
	4	6.03±0.01	0.25±0.00	4.5×10^5	42.84±0.01	11.73±0.32	25.48±0.01	0.33	10.60 ± 1.7^{a}	4.40±4.6	9.20 ± 4.4^{ab}	5.80±4.8	10.80±3.6	9.20±3.0
	5	5.97±0.01	0.25±0.00	3.6×10^5	43.75±0.09	13.59±0.02	26.79±0.12	2.28	8.20 ± 2.4^{ab}	5.40±4.1	10.40 ± 2.3^{a}	6.20±4.2	9.00±1.6	8.20±1.9
	6	5.99±0.02	0.26±0.02	2.3×10^5	43.09±0.25	13.89±0.04	26.31±0.35	2.12	8.60 ± 1.3^{ab}	6.20±4.2	10.00 ± 2.0^{ab}	5.60±3.0	10.20±1.3	6.40±3.9
Middle	1	4.34±0.03	0.74±0.03	8.3×10^7	46.86±0.04	14.50±0.16	29.25±0.09	-	8.80±1.3	4.80 ± 3.78^{b}	4.80 ± 2.9^{b}	5.00±2.5	8.60±4.3	9.60±3.4
	2	4.32±0.05	0.76±0.05	2.0×10^8	44.78±0.06	13.03±0.02	27.32±0.17	3.19	9.20±3.0	8.20 ± 2.4^{ab}	7.80 ± 3.6^{a}	6.00±3.5	9.60±2.3	9.80±2.5
	3	4.24±0.01	0.89±0.01	2.6×10^7	44.23±0.13	15.51±0.21	27.35±0.02	3.39	7.80±3.7	7.60 ± 3.2^{ab}	6.00 ± 3.8^{a}	4.40±2.1	7.80±3.3	9.40±2.9
	4	4.22±0.07	0.85±0.03	2.4×10^7	45.08±0.05	15.45±0.04	28.25±0.09	2.25	10.00±1.9	9.00 ± 2.7^{ab}	7.00 ± 3.7^{a}	9.00±3.8	8.00±3.4	8.40±3.8
	5	4.21±0.03	0.87±0.05	4.3×10^8	45.38±0.16	17.74±0.15	29.57±0.11	3.57	10.00±4.9	10.60 ± 4.2^{a}	8.80 ± 2.1^{a}	6.60±4.8	11.20±2.4	10.20±3.1
	6	4.28±0.05	0.82±0.03	1.8×10^9	46.74±0.08	16.47±0.02	30.41±0.20	2.29	10.60±2.7	7.00 ± 3.7^{ab}	7.80 ± 3.0^{a}	8.00±3.2	10.20±1.8	9.40±2.1
Last	1	3.92±0.01	1.03±0.02	1.4×10^7	43.53±0.14	17.02±0.18	28.78±0.19	-	9.60 ± 1.7^{ab}	9.20±1.9	5.20 ± 1.8^{c}	5.40±3.8	9.00±2.7	9.40±1.7
	2	4.05±0.05	1.02±0.04	1.5×10^7	43.60±0.08	15.91±0.08	27.72±0.07	1.53	7.20 ± 2.6^{bc}	8.20±1.6	8.60 ± 1.8^{a}	7.80±2.7	9.20±3.0	7.40±3.3
	3	3.84±0.01	1.10±0.02	7.7×10^6	42.23±0.12	13.18±0.02	24.77±0.11	5.70	7.80 ± 1.8^{bc}	6.20±2.5	6.20 ± 2.2^{bc}	9.20±2.1	7.20±1.3	6.20±2.9
	4	3.91±0.03	1.06±0.05	1.5×10^7	41.99±0.04	14.05±0.19	24.83±0.01	5.10	8.20 ± 1.1^{abc}	9.00±3.8	9.60 ± 2.1^{a}	6.80±4.3	7.80±3.6	8.20±2.2
	5	3.85±0.01	1.09±0.01	9.7×10^6	43.32±0.02	16.12±0.26	26.93±0.09	2.06	10.40 ± 1.1^{a}	7.00±1.6	7.60 ± 1.1^{ab}	4.60±1.8	9.20±2.2	10.20±1.3
	6	3.88±0.03	1.08±0.03	6.1×10^6	42.80±0.01	15.46±0.24	26.74±0.24	2.66	6.60 ± 1.3^{bc}	7.00±2.1	5.60 ± 1.1^{bc}	5.80±1.8	6.40±1.5	6.20±0.5

[1] $\Delta E=\{(L_{sample}-L_{standard})^2+(a_{sample}-a_{standard})^2+(b_{sample}-b_{standard})^2\}^{1/2}$.

[2] Means with the different letters in same column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple test.

량에 따른 영향과 동일한 숙성 양상을 나타내었다. 이 결과는 Ko 등(14)의 젓갈을 첨가하지 않은 대조구, 멸치액젓, 까나리 액젓, 액체 육젓 첨가 시료의 경우 pH와 적정산도에 있어서 시료간 차이가 없었다는 보고와 동일하였다.

젓갈이 첨가된 김치 색도의 경우, 김치 제조 직후 밝기를 나타내는 L값은 41.77~45.05, 적색도를 나타내는 a값은 9.68~13.89, b값은 24.11~26.79이었고, 발효 중반에는 44.23~46.86의 L값, 13.03~17.74의 a값, 27.32~30.41의 b값이었으며, 과숙 단계에서의 L값은 41.99~43.60, a값 13.18~17.02, b값 24.77~28.78이었다. 젓갈이 첨가되지 않은 시료 1을 대조구로 하여 젓갈이 첨가된 김치 시료의 색도 차이 정도를 ΔE로 환산한 결과 발효 전반에 걸쳐 0.33~5.0 내외의 ΔE 값을 보였다.

발효 단계별 야채 부재료의 결과와 동일하게 기계적인 측정값인 ΔE값에는 시료간에 색도 차이가 없었으나, 관능검사에 의한 경우 붉은색 정도를 평가한 외관의 경우 김치 제조 직후 젓갈 함량이 높았던 시료 4를 붉은색 정도가 강하다고 평가하였다. 그러나 발효가 진행됨에 따라 시료 간 차이는 있었지만, 젓갈 첨가량이 많은 시료와 젓갈을 첨가하지 않은 시료 1과 비교하여 젓갈의 영향을 확인할 수가 없었다. 이취의 경우 김치 제조 직후에는 시료 간 차이를 보이지 않다가 발효 중반에는 젓갈 첨가구가 대조구에 비하여 이취가

Table 4. The square of the simple correlation coefficient between Y (dependent variables) and independent

Y (dependent variables)		Fermentation period	Independent variables[1]			
			X_1*X_2	X_1*X_3	X_2*X_3	X_4*X_5
pH		Initial	0.659	0.891*	0.433	0.961*
		Middle	0.855*	0.195	0.729	0.831*
		Last	0.945*	0.050	0.948*	0.985*
Titratable acidity		Initial	0.643	0.905*	0.583	0.954*
		Middle	0.836*	0.839*	0.395	0.932*
		Last	0.845*	0.549	0.475	0.991*
Lactic acid bacteria		Initial	0.964*	0.976*	0.205	0.875*
		Middle	0.419	0.410	0.493	0.526
		Last	0.841*	0.484	0.335	0.916*
Color	L	Initial	0.157	0.245	0.265	0.934*
		Middle	0.487	0.396	0.722	0.838*
		Last	0.443	0.179	0.154	0.943*
	a	Initial	0.760	0.661	0.533	0.997*
		Middle	0.138	0.163	0.370	0.938*
		Last	0.519	0.026	0.253	0.999*
	b	Initial	0.275	0.181	0.136	0.997*
		Middle	0.278	0.348	0.526	0.955*
		Last	0.283	0.041	0.235	0.999*
Sensory attribute	Appearance	Initial	0.874*	0.234	0.698	0.995*
		Middle	0.712	0.772	0.749	0.965*
		Last	0.639	0.642	0.427	0.810*
	Odor	Initial	0.414	0.461	0.513	0.739
		Middle	0.494	0.395	0.361	0.954*
		Last	0.802*	0.718	0.537	0.835*
	Pungency (Salty)[2]	Initial	0.902*	0.599	0.527	0.999*
		Middle	0.939*	0.693	0.507	0.804*
		Last	0.703	0.652	0.708	0.549
	Off taste	Initial	0.952*	0.445	0.452	0.937*
		Middle	0.593	0.241	0.789	0.936*
		Last	0.679	0.824*	0.510	0.722
	Texture	Initial	0.857*	0.609	0.557	0.779
		Middle	0.441	0.402	0.315	0.772
		Last	0.704	0.481	0.424	0.771
	Total accept.	Initial	0.934*	0.429	0.377	0.824*
		Middle	0.772	0.541	0.471	0.814*
		Last	0.567	0.601	0.495	0.910*

[1]X_1: garlic, X_2: ginger, X_3: green onion, X_4: fermented shrimp sauce, X_5: fermented anchovy sauce.
[2]Fermented fish sauce.
*>0.8 of correlation coefficient and significant at $p<0.05$.

많았다고 하였고, 발효 말기에는 시료 간 차이가 거의 없었다. 짠맛은 젓갈 첨가구가 젓갈을 첨가하지 않은 대조구에 비하여 높게 평가하였으나, 첨가량에 따라서 차이가 거의 없었고, 조직감과 전체적인 선호도의 경우 시료 간에 유의적인 차이가 거의 없었다.

독립변수인 김치 부재료와 종속변수와의 상관관계

김치의 주요 부재료를 크게 두 개의 부류로 나누어 채소류인 마늘(X_1), 생강(X_2), 파(X_3)를 독립변수로 두었고, 젓갈류인 새우액젓(X_4)과 멸치액젓(X_5)을 독립변수로 하여 중심합성계획(central composite design)에 의해 김치를 제조한 후 발효 단계별로 pH, 적정산도, 젖산균 수 및 관능검사를 실시한 결과와 상관관계를 분석하였다(Table 4). 즉 김치 부재료를 독립변수(independent variables)로 하고, pH, 적정산도, 젖산균 수 및 관능검사를 종속변수(dependent variables)하여 항목간의 상관관계를 분석한 결과 조합된 독립변수에 따라 R^2값이 크게 차이가 있었다. 독립변수 X_1(마늘)와 X_2(생강)의 경우, 발효단계별로 종속변수인 pH, 적정산도 및 젖산균 수와 상관 계수인 R^2값이 비교적 높게 나타났으나, 김치 색도를 나타내는 L, a, b값과는 낮은 상관계수를 보였으며, 관능검사 항목 중 붉은색을 나타내는 외관은 발효가 진행됨에 따라 그 값이 0.874, 0.712, 0.639로 점차 감소하였다. 또 매운맛의 경우 제조 직후에는 독립변수인 마늘과 생강의 영향이 있다가 발효가 진행됨에 따라 낮은 상관성을 보였고, 이미, 텍스쳐 및 전체적인 선호도의 경우 제조 직후에는 마늘과 파의 영향을 받으나 발효가 진행됨에 따라 상관성이 낮았다. 독립변수 X_1(마늘)*X_3(파)의 경우와 독립변수 X_2(생강)*X_3(파)의 영향은 전반적으로 독립변수에 낮은 상관성을 나타내었다. 이 결과는 Ryu 등(9)의 마늘이 김치 숙성을 촉진하는 반면, 파와 생강은 숙성에 크게 관여하지 않는 보고와 Lee 등(10)의 마늘이 김치 숙성을 촉진하며 그 함량이 많을수록 숙성을 촉진한다는 보고와 유사하였다. 또 젓갈의 경우(X_4, 새우액젓*X_5, 멸치액젓) pH, 적정산도 등의 종속변수와 높은 상관성을 나타내어 관능검사의 경우 텍스쳐 항목을 제외하고는 상관계수 0.8이상으로 나타났다.

한편 전반적으로 개별 독립 변수와 실험 항목간의 교차분석중 0.05% 범위에서 유의적인 값을 보였던 젓갈과의 결과를 반응 표면 분석법에 의하여 회귀 분석하여 도시하였다. Fig. 1은 발효 단계별 독립 변수인 새우액젓(X_4)과 멸치액젓(X_5)이 pH, 적정산도 및 젖산균 수에 미치는 영향을 도시한 결과이다. 김치 제조 직후 pH는 젓갈 함량이 증가할수록 pH가 높았고, 적정 산도는 상대적으로 낮았는데, 이는 Park 등(12)의 젓갈별 첨가 김치의 숙성 중 pH 및 적정 산도 변화에서 제조 직후 젓갈을 첨가하지 않은 대조구에 비하여 약간 높은 pH와 비교적 낮은 적정 산도를 보였던 결과와 유사하였다. 또한 발효가 진행됨에 따라 멸치액젓이 새우액젓보다 적정산도 증가에 영향이 컸는데, 이는 Park 등(12)의 멸치젓갈류가 대조구 및 새우 젓갈 첨가구에 비하여 높은 산도를 보였다는 결과와 유사한 패턴을 보였다. 즉 첨가 젓갈별로 내재하는 유기산 및 핵산 관련 물질의 함량이 달라 이들이

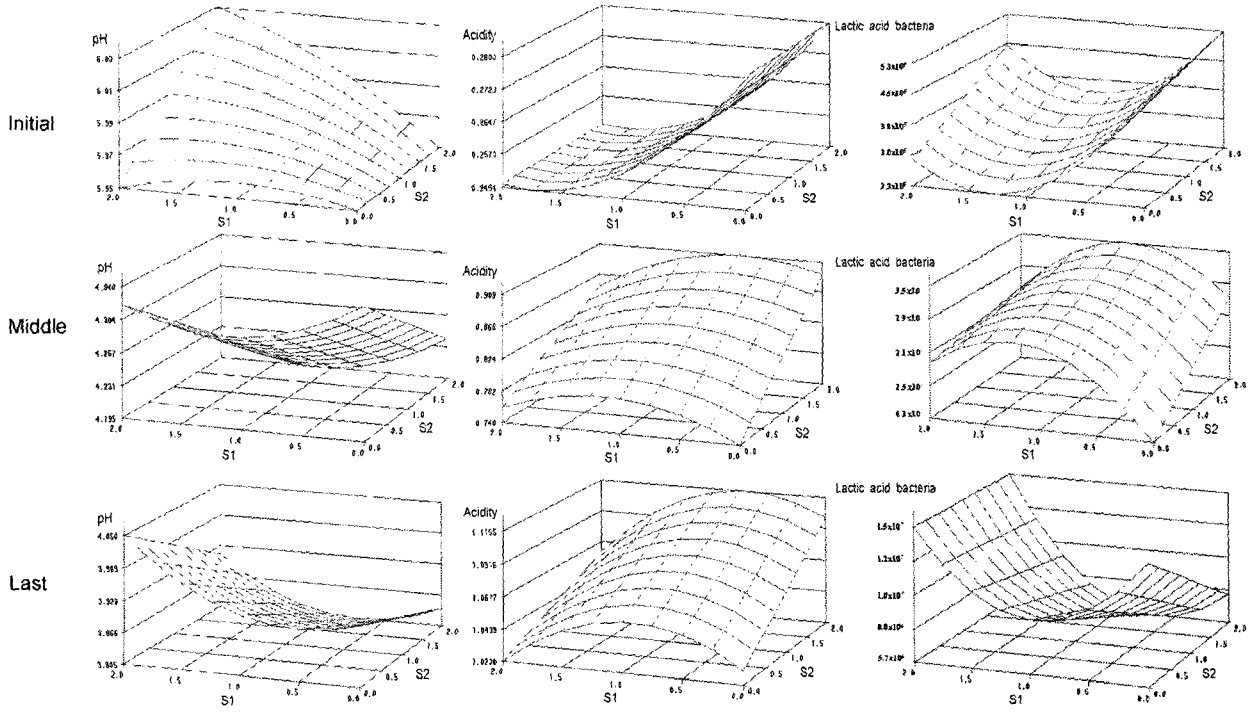

Fig. 1. Response surfaces on the pH, titratable acidity and lactic acid bacteria of Kimchi according to fermented fish sauces and fermentation period.
S1: fermented shrimp sauce, S2: fermented anchovy sauce.

pH와 산도에 영향을 준 것으로 사료되었다. 젖산균 수는 김치 제조 직후보다 발효가 진행됨에 따라 초기와는 약간 다르게 젓갈류 함량이 1.0% 이상에서 첨가량이 많을수록 균수가 증가하는 경향을 보였다.

Fig. 2는 젓갈류 첨가량 및 발효 단계별 김치 색도를 도시한 결과이다. 밝기를 나타내는 L, 황색도인 b값은 발효 단계

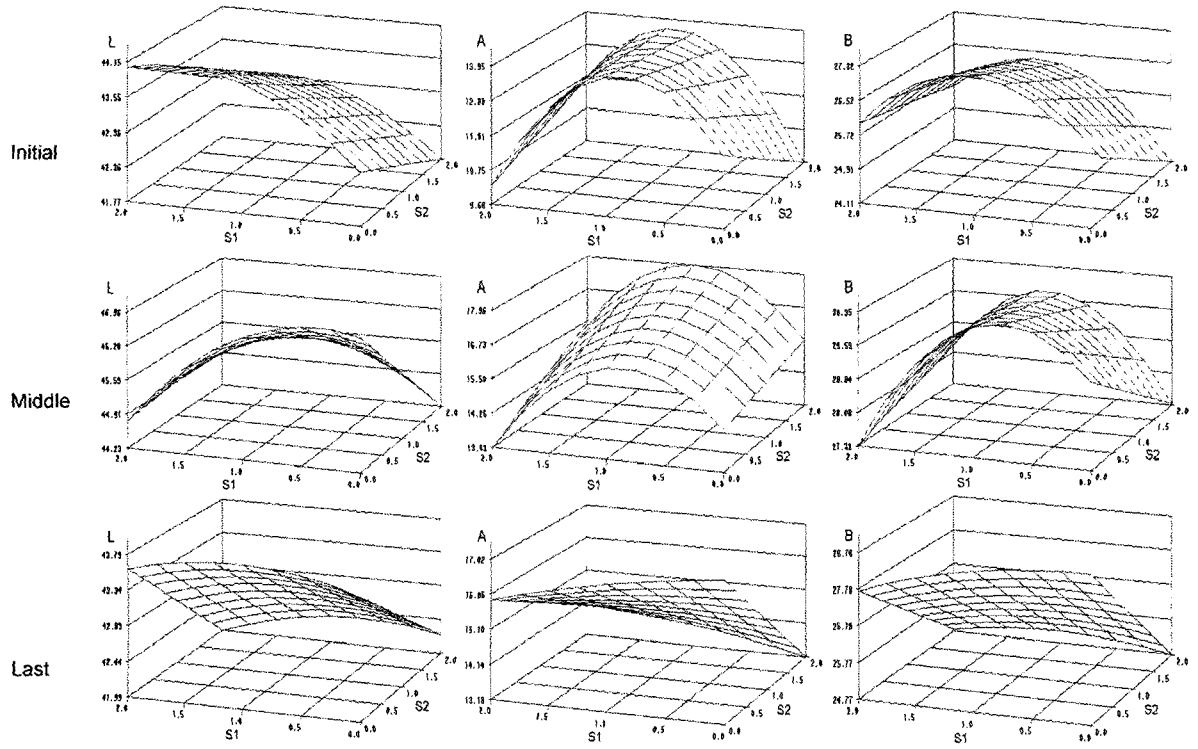

Fig. 2. Response surfaces on the color value of Kimchi according to fermented fish sauces and fermentation period.
S1: fermented shrimp sauce, S2: fermented anchovy sauce.

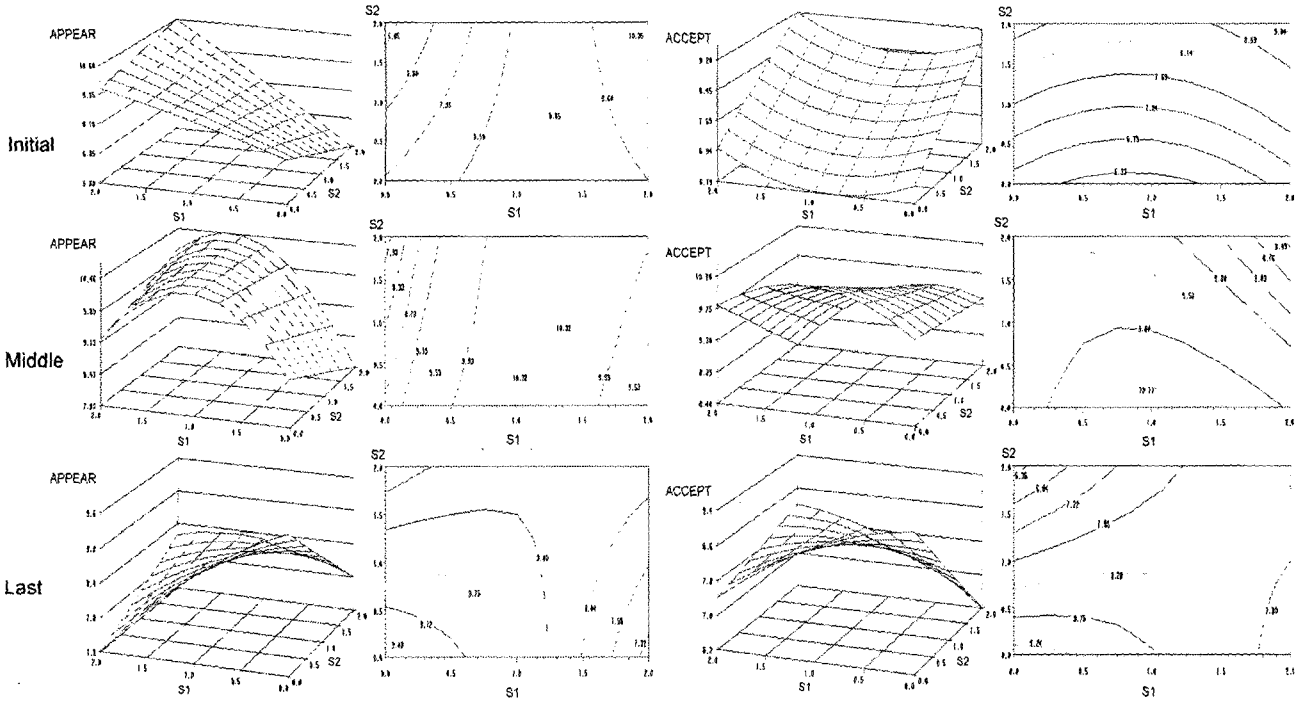

Fig. 3. Response surfaces and contour on the sensory evaluation of Kimchi according to fermented fish sauces and fermentation period.
S1: fermented shrimp sauce, S2: fermented anchovy sauce.

별로 전반적으로 경향이 없었으나, 붉은색 정도를 나타내는 a값은 제조 초기보다 발효가 진행된 시료의 값이 높게 나타났다. 또 젓갈 첨가량에 따라서 김치 제조 직후에는 젓갈 첨가량에 따라 색도의 차이가 있는 곡선 그래프를 나타내었으나, 발효 말기에는 L, a, b의 값이 큰 차이가 없는 평면적인 그래프 형태였다. 또 Fig. 3은 젓갈류 첨가량 및 발효 단계별 김치의 관능검사 결과 중 김치의 색도와 전체적인 선호도의 경향을 도시한 결과이다. 육안으로 보았을 때 김치의 붉은색 강도는 김치 제조 직후 젓갈류 첨가량이 증가할수록 높은 점수로 평가하였으나, 발효 중반에는 새우액젓 1% 첨가 범위에서 가장 높은 점수를 준 반면, 발효 말기에는 젓갈의 영향이 크지 않았다. 이는 붉은색 강도의 관능검사 결과, 붉은색 정도를 나타내는 a값이 발효가 진행됨에 따라 젓갈의 영향이 감소하는 경향을 보인 Fig. 2의 결과와 비슷하였다. 본 실험에서 김치의 기계적인 색도 측정은 일정량의 김치 전체를 간 후 Hunter L, a, b 값을 측정한 것이고, 관능검사에 의한 김치의 붉은색 강도는 김치 재료의 주재료인 배추의 푸른 잎과 흰 줄기 부분의 비율을 고려하고 있는 관능검사 요원에 의한 평가이므로 그 결과에 있어서 차이가 있는 것으로 여겨진다. 김치의 전체적인 선호도의 경우, 김치 제조 직후는 멸치액젓 첨가량이 증가할수록 높은 점수를 나타내었고, 새우액젓(S1)에 비하여 멸치액젓(S2)이 선호도에 미치는 영향이 컸다. 그러나 발효가 진행됨에 따라 젓갈이 많이 들어간 시료보다는 1.0%내외 첨가구를 높게 평가하였다. 이는 Ko 등(14)의 멸치액젓 및 액체 육젓 시료를 첨가하여 제조한 김치의 pH와 적정 산도의 경우 젓갈을 첨가하지 않은 대조구와 차이가 없었다는 보고와, Kim과 Kim(11)의 젓갈류 첨가군이 젓갈류를 첨가하지 않은 구보다 발효 기간 동안 총산 함량이 높게 나타났다는 결과를 고려하면, 본 연구에서 사용한 젓갈류가 이화학적 특성인 총산도의 수치에는 큰 차이가 없었으나, 김치의 총산도, 젓갈류에서 오는 맛 성분 등에 의해 평가되는 선호도에 영향을 준 것으로 여겨진다.

본 연구 결과 김치의 부재료 중 일정 범위 내에서 김치의 품질 특성에 비교적 영향을 끼치는 재료는 젓갈임을 예측할 수 있었으며, 소비자 기호에 따라 여러 가지 젓갈, 젓갈 함량 등이 김치에 미치는 영향을 연구할 필요가 있다고 여겨진다.

요 약

중심합성계획(central composite design)과 반응표면 분석법(response surface analysis)을 이용하여 절임 배추 100g 당 부재료인 마늘(0~2%), 파(0~4%), 생강(0~1.4%) 및 젓갈류(0~2%)를 독립변수로 하여 pH, 적정산도, 젖산균 수, 색도 및 관능적 특성을 조사한 후 상품 김치의 품질 특성에 영향을 주는 요인을 분석하였다. 그 결과 본 연구에 이용한 김치 부재료의 첨가량이 발효 단계별로 pH, 적정산도, 젖산균 수 등의 변화에 있어서 전통적인 김치 발효 형태를 보였다. 김치 부재료를 독립변수(independent variables)로 하고, 각각의 품질 특성을 종속변수(dependent variables)로 하여 분석한 결과, 독립변수 마늘(X_1)-생강(X_2) 조합구는 발효 전반에 거쳐 pH, 적정산도 및 관능 특성 중 색도, 전체적인 기호도와 상관성이 높은 반면, 마늘(X_1)-파(X_3), 또는 생강(X_2)-파(X_3) 조합구는 각각의 품질 특성 항목과 상관성이 낮게 나타났다. 반면에 젓갈류의 경우 관능검사의 텍스쳐 항목을 제외하고는 상관 계수 0.8이상이었다. 한편 젓갈의 결과를 반응표면 분석에 의하여 회귀 분석하여 도시한 결과, 발효 단계별로 차이는 있지만, 전반적으로 젓갈류 첨가량이 많을수록 적정 산도, 젖산균 수, 붉은색과 황색을 나타내는 a, b값이 높았다. 전체적인 기호도는 김치 제조 직후에는 젓갈 첨가량이 증가할수록 높게 평가하였으나, 발효가 진행됨에 따라 젓갈 함량 1.0%에서 가장 높은 점수로 평가하였다

감사의 글

이 연구는 2002년도 농림기술개발 사업 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Park WS, Kim MH, Kim YH, Kil BI, Lee YK, Park KJ. 2000. Development of quality control technology and elaboration of codex standard for high-quality exporting *Kimchi. Research Report of Agriculture Department* KFRI, GA0174-0002.
2. Nongsuchuksan newspaper Co. 2001. *Korea food yearbook* (in Korea). p 590.
3. Kim JM, Kim IS, Yan HC. 1987. Storage of salted Chinese cabbages for Kimchi. I. Physicochemical and microbial changes during salting of Chinese cabbage. *J Korean Soc Food Nutr* 16: 75-82.
4. Kim MH, Shin MS, Jhon KY, Hong YH, Lim HS. 1987. Quality characteristics of Kimchis with different ingredients. *J Korean Soc Food Nutr* 16: 268-277.
5. Kim MJ, Moon SW, Jang MS. 1995. Effect of onion on dongchimi fermentation. *J Korean Soc Nutr* 24: 330-335.
6. No HK, Lee SH, Kim SD. 1995. Effects of ingredients on fermentation of Chinese cabbage Kimchi. *J Korean Soc Nutr* 24: 642-650.
7. Lee SH, Cho OK, Park NY. 1998. The mixed effect of *Salvia miltiorrhiza* and *Glycyrrhiza uralensis* on the shelf-life of Kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 858-863.
8. Cho EJ, Lee SM, Rhee SH, Park KY. 1998. Studies on the standardization of Chinese cabbage *Kimchi. Korean J Food Sci Technol* 30: 324-332.
9. Ryu JY, Lee HS, Rhee HS. 1984. Changes of organic acids and volatile flavor compounds in *Kimchis* fermented with different ingredients. *Korean J Food Sci Technol* 16: 169-174.
10. Lee SK, Shin MS, Jhong DY, Hong YH, Lim HS. 1989. Changes of *Kimchis* contained different garlic contents during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 68-74.
11. Kim KO, Kim WH. 1994. Changes in properties of *Kimchi* prepared with different kinds and levels of salted and fermented seafoods during fermentation. *Korean J Food*

Sci Technol 26: 324-330.
12. Park DC, Park JH, Gu YS, Han JH, Byun DS, Kim EM, Kim YM, Kim SB. 2000. Effects of salted-fermented fish products and their alternatives on nitrite scavenging activity of Kimchi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 32: 942-948.
13. Park DC, Kim EM, Kim EJ, Kim YM, Kim SB. 2003. The contents of organic acids, nucleotides and their related compounds in Kimchi prepared with salted-fermented fish products and their alternatives. *Korean J Food Sci Technol* 35: 769-776.
14. Ko YT, Hwang JK, Baik IH. 2004. Effects of Jeotkal addition on quality of *Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 36: 123-128.
15. Cochram WG, Cox CM. 1957. Experimental designs. 2nd ed. Library of congress Cataglog card No:57-5908, New York. p 376-378.
16. Gacula MC. 1993. *Design and analysis of sensory optimization*. Food & Nutrition press, Inc., Connecticut, USA.
17. Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16: 443-450.
18. Park WS, Koo YJ, Ahn BH, Choi SY, Choi DW, Lee MG. 1994. Standardization of *Kimchi*-Manufacturing Process. *Research Report of Agriculture Department* KFRI I1121-0449: 67-81.
19. AOAC. 1990. *Official method of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC, USA.
20. Collins CH, Lyne PM. 1985. *Microbiological methods*. 5th ed. Butterworth & Co. Ltd., Boston. p 73, 130-133.
21. Hutchings JS. 1994. *Food colour and appearance*. Instrumental specification. Blackie Academic & Professional, U.K. Ch 7, p 217-223.
22. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. 1991. *Sensory evaluation techniques*. 2nd ed. CRC press, Boston, p 53-55, 238-243.
23. SAS Institute, Inc. 1988. SAS/STAT User's Guide. Version 6.2th ed. Cary, NC, USA.
24. Lee KH, Cho HY, Pyun YR. 1991. Kinetic modelling for the prediction of shelf life of Kimchi based on total acidity as a quality index. *Korean J Food Sci Technol* 23: 306-310.

(2004년 10월 20일 접수; 2005년 1월 14일 채택)