

새우젓을 첨가한 전통적 통배추 김치의 최적 제조 조건 설정에 관한 연구

이종미 · 이혜란

이화여자대학교 가정과학대학 식품영양학과
(1994년 2월 22일 접수)

Standardization for the preparation of traditional Korean whole cabbage Kimchi with salted shrimp

Jong Mee Lee and Hye Ran Lee

Department of Foods and Nutrition, College of Home Science and Management,
Ewha Womans University
(Received February 22, 1994)

Abstract

This study was conducted to determine the optimum conditions for the preparation of traditional Korean whole cabbage Kimchi with salted shrimp. Sensory, physical and chemical characteristics of Kimchi with various salted shrimp level(1.8, 3.6%), fermentation time(12, 24, 36 hrs) and storage period(1, 4, 7 days) were measured. As the fermentation time and storage day were extended, pH of Kimchis decreased but titratable acidity of Kimchis increased. The more salted shrimp in Kimchi resulted in the higher titratable acidity. The longer fermentation time and the longer storage resulted in the more citric, malic and succinic acid, and the less lactic and acetic acid in Kimchi. The optimum conditions for the preparation of Korean whole cabbage Kimchi were 3.6% salted shrimp level, 12 hours fermentation time and 84 hours(3.5 days) storage period.

I. 서 론

김치는 우리나라 고유의 채소 발효식품으로서 주재료와 부재료의 종류가 계절, 지역 및 가정에 따라 매우 다양하게 사용된다. 지역별로 김치의 종류와 재료를 조사한 이¹⁾의 보고에 의하면 무우와 배추는 전 지역에서 주재료로 쓰였으며 부재료도 지역적 특성을 나타냈으나 젓갈류중 새우젓은 지역성과 관계없이 대부분의 지역에서 이용되었다. 김치를 담그는 방법도 다양하여 중부지역은 통배추김치에 채썬 무를 양념하여 소로 넣고 남부지역은 젓갈이나 해물을 고추가루와 함께 버무려 김치에 비벼서 담근다²⁾. 따라서 김치의 연구에 있어서는 이러한 조건들을 감안하여 계절과 지역에 따른 제조방법의 표준화를 위한 다양한 연구가 이루어져야 하리라 생각한다. 그러나 김치에 관한 문헌적 고찰^{3,4)}, 조와 남⁵⁾, 유와 정⁶⁾의 설문조사를 통한

본 연구는 동양제과 연구비 지원에 의한 것임.

김치류의 종류와 사용재료 등의 연구가 있지만 김치 제조법의 표준화에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 전 지역에서 사용되고 있는 배추와 새우젓을 재료로 한 중부지역의 소를 넣는 통배추김치의 새우젓 첨가수준, 발효시간, 저장기간에 따른 김치 특성을 알아보고 그 최적조건을 정함으로써 김치 산업화를 위한 김치제조의 표준화·방법을 제시하는 데 그 목적을 두었다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

배추는 1993년도 봄에 생산된 결구형 통배추로서 서울시 아현시장에서 제조하는 당일에 구입하였다. 무우·파·마늘 및 생강은 제조 당일에 구입하였고 고추 가루는 영양고추가루를 필요한 양을 한번에 구입하여

냉동실에 보관하면서 사용하였다. 새우젓은 광천 새우젓을 한번에 전량을 구입하여 냉장고(4℃)에 보관하면서 사용하였으며, 소금은 99% 정제염(주식회사 한주)을 사용하였다.

2. 김치의 제조

김치제조에 사용되는 재료와 그 수준은 정⁷⁾의 방법을 약간 수정하여 사용하였다. 배추는 한쪽이 700 g씩이 되도록 나누어 염도 20%의 소금물(3 kg)에 넣어 20℃에서 4시간 절인 후 건져서 흐르는 물에서 3회 헹구고 30분간 물기를 뺀 후 양념을 첨가하였다. 양념은 고추가루 10.5 g, 파 4.2 g, 마늘 1.4 g, 생강 1.4 g, 무우 70 g, 2.5% 소금물 70 g 그리고 실험군에 따라 동일한 염도가 되도록 소금 및 새우젓을 각각 첨가하였다 (Table 1). 김치에 첨가할 새우젓의 수준은 절인 배추의 염농도를 Mohr의 방법⁸⁾으로 측정된 후 제조된 김치의 염농도가 총 2.5%가 되도록 소금과 새우젓으로 조절하였다. 수회에 걸친 예비실험 결과 20% 소금물에 절인 배추의 염농도가 1.5%가 되었기 때문에 김치제조시 첨가할 염의 농도는 1%로 하였다. 이때 1% 염의 농도를 새우젓 전부로 보충하는 군과 0.5%는 새우젓, 0.5%는 소금으로 첨가하는 2가지 실험군으로 하였다. 새우젓은 새우와 국물을 동량 취하여 분쇄기로 갈아서 사용하였다. 이와 같은 재료를 모두 혼합한 후 밀폐용 고무링이 달린 유리 용기(1000 cc)에 담아 이 등⁹⁾의 보고를 참고로 하여 24℃의 항온기에서 12, 24 그리고 36시간 동안 발효시킨 후 4℃의 냉장고에서 1, 4 그리고 7일간 저장하였다. 이상의 조건은 여러 차례의 예비실험을 통하여 정하였다. 관능 검사용 김치와 분석용 김치는 따로 제조하였으며 분석용 김치중 일부는 살균된 거어조로 걸러서 그 액을 냉동고에서 얼렸다가 사용하였다.

3. pH 및 적정산도 측정

위와 같은 방법으로 제조한 김치 시료 한병을 전부 waring blender로 마쇄 혼합 후 20 g씩 취하여 증류수 180 ml로 희석한 후 mixer로 혼합하여 여과지(whatman filter paper No.4)로 걸러서 여액을 시료로 사용하였다¹⁰⁾. pH는 시료액을 pH meter(Corning pH meter

120)로 실온에서 측정하였다. 적정산도는 시료액 50 ml를 취하여 0.1% phenolphthalein 지시약을 첨가한 후 0.1 N NaOH로 적정하였으며, 소요된 NaOH 용액을 % lactic acid로 환산하여 측정하였다.

4. 유기산 함량 측정

냉장고에서 녹인 김치 시료액 100 μ l, 3차 증류수 100 μ l, 및 acetonitrile 400 μ l를 1.5 ml tube에 넣어 혼합하였다. 이것을 7000×G에서 5분간 원심분리시킨 다음 Milipore filter(0.45 μ m)로 여과시킨 것을 고속액체크로마토그래피(HPLC, LKB, Sweden)를 사용하여¹¹⁾ Table 2와 같은 조건으로 분석하였다. 표준 유기산으로는 citric acid, malic acid, succinic acid, lactic acid, acetic acid, propionic acid를 사용하였다.

5. 이화학적 방법의 통계분석

김치제조부터 측정까지의 전 과정을 3회 반복하여 실시하였다. 이 결과들은 SAS/STAT를 이용하여 분산분석을 실시하였고 Duncan test로 실험군간의 유의적인 차이를 보았다¹²⁾.

6. 관능검사

관능검사시 검사원 1인이 18종류의 김치 시료를 한번에 평가할 때에 발생할 수 있는 둔화현상의 방지를 위해 6명의 관능검사원에게 실험계획에 따라 무작위로 추출된 3개의 시료를 평가하게 하였으며, 4회에 걸친 관능검사를 통해 각 시료는 4번 평가되었다. 본 실험은 제한된 3×3×2 요인 실험으로서 새우젓의 첨가수준을 주구(main plot)로 하고 발효시간과 저장기간을 세구

Table 2. Conditions for HPLC analysis of organic acid.

Column	Aminex HPX-87H (300 mm×7.8 mm, Biorad, Richmond, CA, U.S.A)
Mobile phase	0.009 N H ₂ SO ₄
Flow rate	0.7 ml/min
Detector	UV detector (at 220 nm)
Temperature	35℃

Table 1. Formula for Kimchi preparation.

(unit: g)

ingredient SS	Korean cabbage	Radish	Red pepper	Green onion	Garlic	Ginger	Salted shrimp	Salt
1.8%	700(100)*	70(10)	10.5(1.5)	4.2(0.6)	1.4(0.2)	1.4(0.2)	12.6(1.8)	3.5(0.5)
3.6%	700(100)	70(10)	10.5(1.5)	4.2(0.6)	1.4(0.2)	1.4(0.2)	25.2(3.6)	0(0)

*(): Values in parenthesis are percentage, SS: Salted shrimp.

(split plot)로 잡은 일종의 분할구 실험 계획으로 수행되었다^{13,14}.

관능검사원은 식품영양학을 전공하는 대학원생 6명이었으며 수회에 걸친 훈련과정을 통하여 평가할 특성에 대한 식별력과 특성의 강도에 대한 안정된 판정 기준이 확립되어 결과의 재현성이 나타난 후 본 실험에 임하도록 하였다¹⁵. 평가특성은 경도(firmness), 질긴 정도(toughness), 아삭아삭한 정도(crispness), 탄산미(carbonic mouthfeel), 짠맛(saltiness), 단맛(sweetness), 신맛(sourness), 새우젓 향미(salted shrimp flavor), 이취(off-flavor)였다. 각 특성평가는 모두 9점 척도를 사용하였다.

7. 관능검사의 통계처리 및 최적조건 결정

관능검사 결과는 통계패키지 SAS중 SAS/STAT의 GLM, RSREG, SAS/GRAPH의 G3D 및 GCONTOUR 절차를 사용하여 분석되었다. 반응표면분석 프로그램으로 분석하여 얻은 모델식에 의한 예측값들로부터 통배추김치 제조시 새우젓 첨가수준, 발효시간, 저장기간의 최적조건을 결정하였다^{12-14,16,17}.

III. 결과 및 고찰

1. pH 및 적정산도

pH 및 적정산도 측정 결과는 Table 3과 같다. pH는 발효시간이 증가할 수록 감소하였고 새우젓 첨가수준에 의해 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 또한 저장기간에 따른 pH의 실험군간의 유의적 차이는 없었지만 저장기간이 길어질 수록 낮아지는 경향을 보였다. pH가 저장기간에 따라 유의적 차이가 없는 것은 아미노산 등의 완충작용에 의한 것으로 보인다.

적정산도는 박 등¹⁸의 보고와 같이 새우젓 첨가수준이 높은 군에서 유의적으로 높았고 저장기간이 길어질 수록 증가하였다. 발효시간에 따라서는 1일 저장군에서는 유의성이 보이지 않았으나 4일, 7일 저장군에서 발효시간이 길어질 수록 유의적으로 증가하였다.

일반적으로 김치의 적숙기의 산도는 0.4-0.75%이고, 특히 맛있는 김치의 산도는 0.5% 부근이라고 알려져 있다^{19,20}. 본 실험에서는 12시간 발효 김치의 경우는 4일 저장, 24시간 발효김치는 1일 저장, 36시간 발효 김치는 발효 직후가 최적의 산도를 나타내었다.

2. 유기산 함량

유기산 함량 측정결과는 Table 4와 같다. citric acid는 새우젓 첨가수준, 발효시간에 따라서 어떤 일관된 경향과 유의적인 차이가 보이지 않았으나 저장기간이

Table 3. pH and titratable acidity of various Kimchis.

SS (%)	FT (hr)	SD (day)	pH	Titratable acidity		
1.8	0	0	6.34 ^{ab1)}	0.354 ^l		
		12	0	6.20 ^{ab}	0.390 ^{kl}	
			1	6.08 ^{bc}	0.456 ^{hij}	
			4	5.75 ^c	0.480 ^{gh}	
	24	7	4.47 ^{efg}	0.525 ^{efg}		
		36	0	4.61 ^{ef}	0.468 ^{hi}	
			1	4.57 ^{ef}	0.495 ^{fgh}	
	4		4.52 ^{efg}	0.546 ^{ef}		
	7		4.34 ^{fg}	0.621 ^{cd}		
	3.6	0	0	4.36 ^{fg}	0.528 ^{efg}	
			12	1	4.29 ^{fg}	0.570 ^{de}
				4	4.25 ^{fg}	0.618 ^{cd}
7				4.14 ^g	0.708 ^b	
24		0	6.54 ^a	0.369 ^l		
		12	0	6.25 ^{ab}	0.405 ^{kl}	
			1	6.11 ^{bc}	0.423 ^{ijk}	
			4	5.33 ^d	0.558 ^c	
36		7	4.43 ^{efg}	0.573 ^{de}		
		24	0	4.80 ^e	0.474 ^{ghi}	
			1	4.52 ^{efg}	0.492 ^{fgh}	
4			4.45 ^{efg}	0.630 ^c		
7	4.30 ^{fg}		0.717 ^b			
36	0	4.37 ^{fg}	0.504 ^{fgh}			
	1	4.32 ^{fg}	0.639 ^c			
	4	4.24 ^{fg}	0.693 ^b			
	7	4.15 ^g	0.861 ^a			

¹⁾ Means of 3 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p < 0.05$). SS: Salted shrimp, FT: Fermentation time, SD: Storage day.

길어질 수록 유의적 차이는 없었지만 감소하는 경향을 보였다. 저장기간이 길어질 수록 citric acid가 현저히 증가하였다는 허 등²¹의 보고와는 다소 다른 결과인데 이는 김치 제조방법과 분석기기 등의 연구방법의 차이로 인한 결과로 보여진다. malic acid와 succinic acid는 새우젓 첨가수준이 높을 수록, 발효 및 저장기간이 경과할 수록 낮은 함량을 보였다. lactic, acetic acid는 새우젓 첨가수준이 높을 수록, 발효 및 저장기

Table 4. Organic acids content of various Kimchis. (mg/ml)

SS(%)	FT(hr)	SD(day)	Citric acid*	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	
1.8	0	0	0.013 ¹⁾	0.258 ^a	0.645 ^a	—	0.090 ^d	
		12	0	0.050	0.182 ^{abc}	0.423 ^{bcd}	0.023 ^j	0.102 ^d
			1	0.025	0.155 ^{bcd}	0.428 ^{bcd}	0.066 ⁱ	0.154 ^d
			4	0.014	0.124 ^{bcd}	0.427 ^{bcd}	0.135 ^j	0.244 ^{cd}
	24	7	—	0.035 ^{fg}	0.163 ^{gh}	0.473 ^{defgh}	0.379 ^{bcd}	
		0	0.014	0.076 ^{defg}	0.368 ^{cdef}	0.275 ^{ghij}	0.140 ^d	
		1	—	0.061 ^{defg}	0.271 ^{defg}	0.392 ^{defghi}	0.236 ^{cd}	
	36	4	—	0.057 ^{defg}	0.231 ^{efgh}	0.431 ^{defgh}	0.408 ^{bcd}	
		7	—	0.044 ^{efg}	0.184 ^{gh}	0.624 ^{cde}	0.425 ^{bcd}	
		0	—	—	—	0.239 ^{efgh}	0.535 ^{cdefgh}	0.243 ^{cd}
	3.6	0	1	—	0.036 ^{fg}	0.238 ^{efgh}	0.535 ^{cdefgh}	0.244 ^{cd}
			4	—	0.020 ^{fg}	0.176 ^{gh}	0.599 ^{cdefg}	0.424 ^{bcd}
7			—	0.018 ^{fg}	0.148 ^{gh}	0.808 ^{bc}	0.494 ^{bcd}	
0			0.015	0.209 ^{ab}	0.565 ^{ab}	—	0.100 ^d	
12		0	0.038	0.161 ^{abcd}	0.467 ^{bc}	0.051 ^j	0.103 ^d	
		1	0.030	0.145 ^{bcd}	0.390 ^{cde}	0.072 ^j	0.138 ^d	
		4	0.027	0.105 ^{cdefg}	0.287 ^{defg}	0.089 ^j	0.254 ^{cd}	
		7	—	0.066 ^{defg}	0.286 ^h	0.414 ^{defgh}	0.348 ^{cd}	
24		0	0.027	0.062 ^{defg}	0.259 ^{efg}	0.263 ^{hij}	0.202 ^d	
		1	—	0.057 ^{defg}	0.229 ^{efgh}	0.287 ^{ghij}	0.218 ^{cd}	
		4	—	0.037 ^{fg}	0.221 ^{efgh}	0.304 ^{efghij}	0.365 ^{bcd}	
		7	—	0.027 ^{fg}	0.195 ^{gh}	0.990 ^{ab}	0.789 ^{ab}	
36	0	—	—	0.212 ^{fgh}	0.605 ^{cdef}	0.265 ^{cd}		
	1	—	0.036 ^{fg}	0.197 ^{fgh}	0.642 ^{cd}	0.280 ^{cd}		
	4	—	0.026 ^{fg}	0.171 ^{gh}	0.693 ^{cd}	0.659 ^{abc}		
	7	—	0.020 ^{fg}	0.120 ^{gh}	1.179 ^a	0.944 ^a		

¹⁾Means of 3 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p < 0.05$). *Not significant difference. SS: Salted shrimp, FT: Fermentation time, SD: Storage day.

간이 길어질 수록 높은 함량을 나타내었다. 발효 및 저장기간이 길어짐에 따라 lactic acid와 acetic acid가 증가하는 이러한 경향은 이 두 종류의 산이 김치의 pH를 감소시키고 적정산도가 증가하게 되는 중요한 요인임을 알 수 있게 한다¹⁹⁾. 이상발효 결과 생성되는 것으로 알려진 propionic acid²²⁾는 김²³⁾ 등의 보고와 마찬가지로 본 실험에서도 모든 실험군에서 나타나지 않았다.

3. 관능검사

18개의 시료들의 9가지 관능적 특성에 대한 관능검

사를 실시하여 얻은 결과의 평균치는 Table 5와 같다. 독립변수와 종속변수간의 회귀관계 및 다중회귀계수는 Table 6과 7에 나타나 있다. 통계적 분석(Table 8)으로 볼 때 발효시간은 모든 특성에 대해서 유의성을 보였고 저장기간은 새우젓 향미를 제외한 나머지 특성들에 대해서 유의성을 보이므로 세 요인(새우젓 첨가수준, 발효시간, 저장기간)중 발효시간과 저장기간이 반응변수들에 대해 영향을 미치는 중요한 요인으로 보여진다.

김치의 관능적 특성은 발효 및 저장기간이 길어짐에 따라 경도, 아삭아삭한 정도, 단맛은 낮게 평가되었고 질긴 정도, 탄산미, 신맛, 짠맛은 높게 평가되었다. 이

Table 5. Sensory scores of various Kimchis.

X ₁ ¹⁾	X ₂	X ₃	Y ₁ ²⁾	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉
1.8	12	1	7.75 ^{ab3)}	3.00 ^{ef}	7.75 ^{ab}	3.00 ^{efg}	3.50 ^{cd}	2.75 ^{ij}	5.00 ^{bcd}	5.00 ^{ab}	3.00 ^{ab}
		4	7.00 ^{abcd}	3.50 ^{cdef}	7.00 ^{abcd}	2.50 ^g	3.50 ^{cd}	2.25 ^j	2.75 ^f	2.25 ^k	1.50 ^d
		7	6.50 ^{bcd}	4.50 ^e	6.75 ^{abcd}	6.00 ^b	5.50 ^a	3.75 ^{ghi}	3.75 ^{def}	4.25 ^{bcd}	2.00 ^{bcd}
	24	1	7.25 ^{abc}	3.25 ^{def}	7.25 ^{abc}	4.50 ^{cd}	5.75 ^a	3.25 ^{hij}	3.25 ^{ef}	3.50 ^{cdefg}	1.50 ^d
		4	6.25 ^{cd}	4.25 ^{cd}	6.75 ^{abcd}	4.00 ^{def}	4.00 ^{bcd}	4.75 ^{efg}	3.25 ^{ef}	3.25 ^{defg}	1.75 ^{cd}
		7	3.50 ^e	6.50 ^{ab}	3.75 ^e	5.00 ^{bcd}	3.75 ^{bcd}	6.25 ^{cd}	4.25 ^{cde}	4.25 ^{bcd}	2.00 ^{bcd}
	36	1	4.50 ^e	6.50 ^{ab}	4.25 ^e	5.00 ^{bcd}	4.00 ^{bcd}	5.75 ^{de}	4.25 ^{cde}	4.25 ^{bcd}	2.00 ^{bcd}
		4	4.00 ^e	7.00 ^a	4.00 ^e	7.50 ^a	3.00 ^d	7.75 ^a	6.50 ^a	2.50 ^{fg}	1.75 ^{cd}
		7	3.50 ^e	6.75 ^{ab}	3.75 ^e	5.50 ^{bc}	3.50 ^{cd}	7.50 ^{ab}	5.50 ^{abc}	3.75 ^{bcddef}	2.50 ^{abcd}
3.6	12	1	6.75 ^{bcd}	3.50 ^{cdef}	7.00 ^{abcd}	2.25 ^g	5.00 ^{ab}	2.25 ^j	2.75 ^f	2.75 ^{efg}	1.50 ^d
		4	8.00 ^a	2.75 ^f	8.00 ^a	2.75 ^{fg}	3.75 ^{bcd}	2.25 ^j	5.75 ^{ab}	4.00 ^{bcd}	2.00 ^{bcd}
		7	6.50 ^{bcd}	4.00 ^{cde}	6.75 ^{abcd}	4.25 ^{cde}	5.50 ^a	4.00 ^{fgh}	4.50 ^{bcd}	2.50 ^{fg}	2.00 ^{bcd}
	24	1	6.75 ^{bcd}	4.25 ^{cd}	6.50 ^{bcd}	3.00 ^{efg}	5.00 ^{ab}	2.75 ^{ij}	2.75 ^f	4.25 ^{bcd}	2.25 ^{bcd}
		4	6.50 ^{bcd}	4.25 ^{cd}	6.00 ^{cd}	6.00 ^b	4.75 ^{abc}	5.00 ^{ef}	5.00 ^{bcd}	3.00 ^{defg}	1.75 ^{cd}
		7	4.00 ^e	6.50 ^{ab}	4.50 ^e	4.75 ^{bcd}	3.50 ^{cd}	6.50 ^{bcd}	5.00 ^{bcd}	3.75 ^{bcd}	3.50 ^a
	36	1	5.75 ^d	5.75 ^b	5.75 ^d	5.00 ^{bcd}	3.25 ^d	6.50 ^{bcd}	5.00 ^{bcd}	3.25 ^{defg}	3.00 ^{ab}
		4	3.75 ^e	7.00 ^a	3.75 ^e	5.00 ^{bcd}	3.75 ^{bcd}	7.25 ^{abc}	6.50 ^a	6.00 ^a	2.75 ^{abc}
		7	3.75 ^e	7.50 ^a	3.50 ^e	5.50 ^{bc}	3.50 ^{cd}	8.00 ^a	4.50 ^{bcd}	4.75 ^{abc}	3.50 ^a

¹⁾X₁, Salted shrimp; X₂, Fermentation time; X₃, Storage day. ²⁾Y₁, Firmness; Y₂, Toughness; Y₃, Crispness; Y₄, Carbonic mouthfeel; Y₅, Sweetness; Y₆, Sourness; Y₇, Saltiness; Y₈, Salted shrimp flavor; Y₉, Off-flavor. ³⁾Means of 4 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from another (*p*<0.05). As the value increases from 1 to 9, the intensity of sensory characteristics increases.

Table 6. Analysis of variance table showing the effect of treatment variables as a linear term, quadratic term and cross product on the response variables, firmness, toughness, crispness, carbonic mouthfeel, sweetness, sourness, saltiness, salted shrimp flavor, off-flavor.

Source	DF	Sum of squares								
		Firmness	Toughness	Crispness	Carbonic mouthfeel	Sweetness	Sourness	Saltiness	Salted shrimp flavor	Off-flavor
Linear	3	140.02***	153.62***	141.16***	81.38***	12.04**	270.99***	29.12***	5.06	9.78***
Quadratic	2	2.31	3.81	1.53	0.35	8.01*	1.06	19.56**	2.18	4.12*
Cross product	3	1.98	0.27	1.40	8.04	4.82	0.98	3.13	13.54*	8.15**
Total Regress	8	144.31***	157.70***	144.09***	89.76***	24.88**	273.03***	51.82***	20.78	22.05***
Residual										
Total error	63	57.69	49.17	58.35	82.18	59.73	50.47	88.06	85.21	0.94
% variability explained(R ²)		71.44	76.23	71.18	52.21	29.40	84.40	37.04	19.60	41.61

*, **, ***significant at 5%, 1% and 0.1% level respectively.

Table 7. Regression coefficients of the response surface equations¹⁾ representing the relationship between response variables²⁾ and the independent variables.

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉
	PE ³⁾	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE
β ₀	5.958	4.583	5.986	4.639	4.111	4.708	4.411	3.431	1.806
β ₁	0.083	0.014	0.028	-0.250	0.083	0.028	0.181	0.069	0.236
β ₂	-1.438	1.604	-1.521	1.063	-0.479	2.125	0.646	0.313	0.292
β ₃	-0.917	0.792	-0.792	0.688	-0.104	1.063	0.375	0.021	0.188
β ₂₂	-0.063	0.313	-0.104	-0.021	-0.479	0.250	0.813	0.104	0.167
β ₃₃	-0.375	0.375	-0.292	-0.146	0.521	0.063	-0.750	0.354	0.479
β ₁₂	0.104	0.063	0.063	0.021	0.146	0.083	-0.146	0.479	0.333
β ₁₃	0.083	-0.042	0.041	0.021	-0.021	0.104	0.208	0.104	0.188
β ₂₃	-0.188	0	-0.188	-0.500	-0.344	0.063	0.031	0.250	0.188

¹⁾ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \epsilon$. ²⁾ Y₁, firmness; Y₂, toughness; Y₃, crispness; Y₄, carbonic mouthfeel; Y₅, sweetness; Y₆, sourness; Y₇, saltiness; Y₈, salted shrimp flavor; Y₉, off-flavor.

³⁾ Parameter estimated from coded data. ⁴⁾ X₁, salted shrimp; X₂, fermentation time; X₃, storage day.

Table 8. Analysis of variance table showing the significance of the effect of the factors on each of the indicated response variables.

Source	sum of squares								
	Y ₁ ¹⁾	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉
Salted shrimp	0.500	0.014	0.056	4.500*	0.500	0.056	2.347	0.347	4.014**
Fermentation time	99.250***	125.083***	111.194***	54.194***	14.694***	217.750***	30.583***	4.861*	4.528*
Storage day	42.583***	32.333***	31.444***	23.028***	4.861*	54.250***	15.750***	2.028	5.361**

*, **, ***significant at 5%, 1% and 0.1% level respectively. ¹⁾ Y₁, Firmness; Y₂, Toughness; Y₃, Crispness; Y₄, Carbonic mouthfeel; Y₅, Sweetness; Y₆, Sourness; Y₇, Saltiness; Y₈, Salted shrimp flavor; Y₉, Off-flavor.

취는 발효 및 저장초기와 후기에 유의적으로 높게 평가되었다. 이취의 이와 같은 결과는 발효 및 저장초기에는 배추풋냄새, 후기에는 군덕내로 인한 것으로 사료된다. 새우젓 첨가수준에 따라서 새우젓 향미와 이취에서 유의적 차이가 나타났지만 일정한 경향은 없었다.

새우젓을 첨가한 통배추김치의 최적조건을 결정하기 위하여 GLM에서 유의성이 나타나고 김치의 품질에 영향을 미친다고 사료되는 관능적 특성인 경도, 질긴 정도, 아삭아삭한 정도, 새우젓 향미, 이취의 5가지를 중심으로 최적조건을 결정하였다. 그러나 김치의 바람직한 특성은 최대한로 하면서 바람직하지 않은 특성은 최소로 할 수 있는 처리요인의 최적수준이 3차원의 공간에서 일치하지 않았기 때문에 이들의 예측값에 대하여 제한수준을 설정하였다. 즉 경도와 아삭아삭한 정도는 7점 이상, 질긴 정도는 4점 이하, 새우젓 향미는 3점 이하, 이취 2점 이하의 제한된 범위를 정하고 이

제한에 따라 위에서 구한 회귀식을 이용하여(Table 7) 여러 수준으로 독립변수를 달리하여 계산된 각 특성의 예측값들을 산출하였다. 그 값들 중 김치의 기호도와 상관관계가 높은 탄산미가 3점 이상이면서 이취의 값이 최소가 되는 요인 수준을 최적조건으로 선정하였다. 그 결과 새우젓의 첨가수준은 3.6%, 발효시간은 12시간, 저장기간은 84시간(3.5일)이 새우젓을 첨가한 통배추김치의 최적조건으로 결정되었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 새우젓을 첨가한 전통적 통배추김치 제조법의 표준화를 시도하기 위한 방법제시의 일환으로 새우젓 첨가수준, 발효시간 그리고 저장기간에 따른 김치의 특성을 이화학적 방법과 관능적 방법으로 측정하였고 반응 표면 방법을 사용하여 이들 요인들의 최적 수준을 결정하였다. pH는 발효시간과 저장기간이

경과함에 따라 감소하였으며 새우젓 첨가수준에 따라서는 유의적 차이가 없었다. 적정산도는 발효 및 저장기간이 경과함에 따라, 그리고 새우젓 첨가수준이 높을수록 더 높았다. 유기산 함량은 발효시간과 저장기간이 길어짐에 따라 citric acid, malic acid, succinic acid는 감소하였고 lactic acid, acetic acid는 증가하였으나 새우젓 첨가수준에 의한 효과는 크게 나타나지 않았다. 관능검사 결과로부터 반응표면 방법을 이용하여 결정된 새우젓을 첨가한 통배추김치 제조의 최적 조건은 새우젓 첨가수준 3.6%, 24℃에서 12시간 발효 그리고 4℃에서의 84시간(3.5일) 저장이었다.

본 실험은 새우젓 첨가수준에 따른 김치의 최적화 조건을 제시하였다. 우리나라의 대표적 음식인 김치의 세계화를 위하여 김치 산업화가 이루어져야 하며 이의 전제조건은 김치제조업의 표준화 작업이다. 따라서 후속 연구로 배추의 재배계절, 젓갈등의 부재료의 종류와 양에 따른 여러가지 김치제조업의 최적조건이 제시될 때 김치의 표준화가 이루어지고 우리나라 음식문화가 올바르게 계승되리라 생각한다.

참고문헌

1. 이종미. 우리나라 상용김치의 지역성 고찰. 이화 가정학 60주년 기념 교수논문집. 이화여자대학교 가정과학대학 p. 325, 1990.
2. 한복진. 전통음식. 대원사 p. 107, 1989.
3. 조재선. 김치의 표준화에 관한 문헌적 고찰. 동대논총. 동덕여자대학교. 1979.
4. 윤서석. 한국 김치의 역사적 고찰. 한국식품과학회지 6(4): 467, 1991.
5. 조재선, 남창우. 김치류 및 절임류의 표준화에 관한 조사 연구. 동대논총 9: 199, 1979.
6. 유태종, 정동효. 김치의 공업적 생산을 위한 공업표준화에 관한 연구, 제1보, 공업적 생산을 위한 조사. 한국식품과학회지 6(2): 116, 1974.
7. 정순자. 한국조리. 신광출판사 p. 187, 1990.
8. A.O.A.C. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. Washington, D. C. 1970.
9. 이용호, 이혜수. 김치의 숙성과정에 따른 pectin질의 변화. 한국조리과학회지 2(1): 54, 1986.
10. 박경자, 우순자. Na-acetate 및 Na-malate와 K-sorbate가 김치 발효중 pH, 산도 및 산미에 미치는 효과. 한국식품과학회지 20(1): 40, 1988.
11. Marsili RT, Ostapenco RE, Green DE. High Performance Liquid Chromatographic determination of organic acid in dairy products. J. Food Sci. 46: 52, 1981.
12. 성내경. SAS/STAT-분산분석. 자유아카데미. 1990.
13. Hicks CR. Fundamental concepts in the design of experiment. 3rd ed. Holt. Rinehart and Winston. 1982.
14. Kempthorne. Design and Analysis of experiments. Krieger. 1983.
15. 김광옥, 이영춘. 식품의 관능검사. 학연사. 서울. p. 116, 1989.
16. 성내경. SAS/STAT-회귀분석. 자유아카데미. 1990.
17. 성내경. SAS 시스템과 SAS 언어. 자유아카데미. 1990.
18. 박우포, 김재욱, 조미료, 젓갈 등이 김치 발효에 미치는 영향. 한국농화학회지 34(3): 242, 1991.
19. 이철호, 황인주, 김정교. 김치제조용 배추의 구조와 조직감 측정에 관한 연구. 한국식품과학회지 20(6): 742, 1988.
20. 황인주, 윤의정, 황성연, 이철호. 보존료, 젓갈, CaCl₂ 첨가가 김치발효중 배추잎의 조직감 변화에 미치는 영향. 한국식품화학회지 3(3): 309, 1988.
21. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화. 김치의 저장중 향미 성분의 변화. 한국식품과학회지 20(4): 511, 1988.
22. Frazier WC, Westhoff DC. Food Microbiology. McGraw-Hill Book Co. p. 369, 1978.
23. 김원희, 김광옥. 젓갈의 종류 및 첨가수준에 따른 배추 김치의 저장기간 중 특성 변화. 이화여자대학교 대학원 석사 논문 p. 19, 1993.