

전통적 통배추김치 제조시 최적절임조건 및 저장기간 설정에 관한 연구

이종미 · 김희정

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

A Study on the Standardization method of Brining Conditions and Storage Day in the Preparation of Traditional chinese whole Cabbage Kimchi

Jong Mee Lee and Hee Jeong Kim

*Department of Foods and Nutrition, College of Home Science and Management,
Ewha Womans University*

(Received February 2, 1994)

Abstract

This study was conducted to present a method that determine the optimum conditions for the preparation of chinese whole cabbage kimchi. After Sensory and chemical characteristics of kimchi with various salt concentration in brine, brining time and storage period at equal saltiness were measured, the optimum conditions for the preparation of chinese whole cabbage kimchi were determined with the use of the response surface methodology. The results are summarized as follows;

1. The more salt concentration in brine, the longer brining time and storage period, resulted in the lower pH and the higher titratable acidity of kimchis. As the salt concentration in brine and brining time increased, kimchi reaches at optimum titratable acidity of it within a shorter time.
2. As the salt concentration in brine and brining time increased, content of succinic acid decreased but that of lactic, acetic, and propionic acid increased. Amount of citric, malic and succinic acid decreased but that of lactic, acetic acid increased, with storage day.
3. Sensory data showed that firmness and green cabbage flavor of kimchi decreased while toughness, carbonic mouthfeel, sourness and staled flavor increased with increased salt concentration in brine, brining time and storage day. As the storage period increased, crispness of kimchi decreased.
4. The optimum conditions for the preparation of chinese whole cabbage kimchi were as follows: Optimum salt concentration in brine, brining time, and storage period were 19.5%, 3 hours and 45 minutes, and 12 hours.

I. 서 론

김치는 한국 고유의 전통식품으로, 채소에 여러가지 양념과 젓갈 등을 가미한 발효채소이다. 현재 가장 보편적으로 담는 통배추김치의 제조는 기본적으로 배추를 소금에 절여 양념과 혼합하여 저장하는 과정을 거치게 된다. 그 중 소금에 절이는 과정이 김치의 품질에 있

어서 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 배추의 절임과정에 대해서는 많은 연구가 계속되고 있으나¹⁾²⁾, 우³⁾의 보고를 제외하고는 모두 석박지의 절임조건에 대한 연구로 통배추김치의 절임조건에 대한 연구는 매우 미흡하였다. 그러므로, 통배추김치의 절임조건과 저장기간에 따른 제조법을 최적화하고 표준화시키는 작업이 시급하다.

본 연구는 동양제과 연구비 지원에 의한 것임.

따라서 본 실험은 통배추김치의 주재료인 배추의 절임농도, 절임시간 그리고 김치의 저장기간을 동시에 고려하여 최적조건을 정함으로써 통배추김치의 제조시 최적조건을 잡는 방법연구의 일환으로 시도되었다.

II. 실험재료 및 방법

1. 재료

1) 재료

본 실험에서 사용한 배추는 1993년도에 생산된 여름 결구형 통배추로서 서울시 아현시장에서 김치를 제조하는 당일에 구입하였다. 무우, 파, 마늘 및 생강은 김치제조 당일에 신선한 것을 구입하여 사용하였고, 소금은 99% 정제염(주식회사 한주)을, 고추가루는 영월고추가루를 한번에 구입하여 냉동실에 보관하면서 사용하였다.

2) 김치의 제조

김치제조는 정⁷⁾의 방법을 약간 수정하여 사용하였다. 배추는 한쪽이 300g씩이 되도록 나누어 소금물(1kg)에 넣고 20°C에서 절인 후 흐르는 물에 3회 씻어 30분간 물기를 빼고 양념을 넣어 김치를 담구었다. 예비실험을 통해 김치 맛에 영향을 줄 수 있는 요인으로 절임농도, 절임시간 및 저장기간을 정하였다. 이때 소금물의 농도는 15% 및 20%로 하였고 절임시간은 2시간, 4시간 및 6시간으로 하였다. 배추를 절인 후 Mohr의 방법⁸⁾을 사용하여 양념을 첨가하기 전의 염농도가 총 3%가 되도록 소금과 물을 첨가하였는데, 첨가되는 물의 양은 절인 배추무게의 10%로 하였고 양념은 무우 45g, 파 3g, 마늘 1g, 생강 1g, 고추가루 7g이었다. 제조한 김치를 유리용기에 밀봉하여 20°C 항온기에서 2일간 숙성시킨 후, 저장기간은 0일, 3일 및 6일로 하여 냉장고(4°C)에서 저장하였다. 관능검사용 김치와 분석용 김치는 따로 제조하였으며 분석용 김치 중 일부는 살균된 거어즈로 걸러서 그 액을 냉동고(-20°C)에서 얼렸다가 사용하였다.

2. 방법

1) pH 및 적정산도 김치 시료 한병을 전부 Waring blender로 마쇄한 후 20g을 취하여 증류수 180 ml로 희석한 후 여과지(Whatman filter paper No.4)로 걸러서 여액을 사용하였다⁹⁾. pH는 시료액을 pH meter(Corning pH meter 120)로 실온에서 측정하였다. 적정산도는 시료액 10 ml를 취하여 0.1% phenolphthalein 지시약을 첨가한 후 0.1 N NaOH로 적정하였으며, 소요된 NaOH 용액을 % lactic acid로 환산하여 측정하였다.

Table 1. 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°C

2) 김치의 유기산 함량

냉장고에서 녹인 김치 시료액 100 μl, 3차 증류수 100 μl, 및 acetonitrile 400 μl를 1.5 ml tube에 넣어 혼합하였다. 이것을 7000×G에서 5분간 원심분리시킨 다음 Milipore filter(0.45 μm)로 여과시킨 것을 고속액체크로마토그래피(HPLC, LKB, Sweden)를 사용하여¹⁰⁾ Table 1과 같은 조건으로 분석하였다. 표준유기산으로 citric acid, malic acid, succinic acid, lactic acid, acetic acid, propionic acid를 사용하였다.

3) 화학적 방법의 통계분석

위의 화학적 측정들은 김치 제조부터 측정까지의 전 과정을 3회 반복 실시하였다. 이 결과들은 SAS/STAT을 이용하여 분산분석을 실시하였고 실험군간의 유의적인 차이는 Duncan test를 이용하여 나타내었다¹¹⁾.

4) 관능검사

줄기부분의 김치(3×3 cm)를 투명한 유리용기(직경 9×높이 4 cm)에 3조각씩 담고 약 15 ml의 국물을 부은 후 랩을 씌워 젓가락과 함께 관능검사요원에게 제공하였다. 각 용기에는 무작위로 추출한 3자리 숫자를 표시하고 동일숫자에 의한 편견을 방지하기 위하여 매 평가시마다 시료의 숫자를 변화시켰다. 이렇게 준비된 시료들을 간막이가 되어 있는 개인 검사대에 제시하였으며 다음 시료에 입하기 전에 입안의 맛을 제거할 수 있도록 입을 가릴 수 있는 증류수와 식빵을 함께 제공하였다. 김치의 관능적 특성평가에 참여한 관능검사요원은 김치관능검사 경험이 있는 식품영양학 전공의 대학원생 6명으로 수차례의 훈련과정을 통하여 평가할 특성에 대한 식별력과 특성의 강도에 대한 안정된 판단기준이 확립된 후 관능검사에 임하도록 하였다. 4회에 걸친 관능검사를 통해 각 시료는 4번 평가되었다. 관능검사는 제한된 3×3×2요인 실험으로서 절임농도를 주구(main plot)로 하고 절임시간과 저장기간을 세구(split plot)로 잡은 일종의 수정된 분할구실험계획으로 수행되었다^{12,13)}.

평가특성은 경도(firmness), 질긴 정도(toughness),

아삭아삭한 정도(crispness), 신맛(sourness), 짠맛(saltiness), 탄산미(carbonic mouthfeel), 배추꽃 냄새(green cabbage flavor), 굳덕내(staled flavor)였다. 각 특성평가는 9점 척도를 이용하였으며 1점으로 갈 수록 특성의 강도가 약하고 9점으로 갈 수록 강해지는 것을 나타내도록 하였다. 김치 관능검사 결과를 반응표면분석으로 분석하여 얻은 모델식에 의한 기대값들로부터 김치제조시 절임농도, 절임시간 및 저장기간의 최적조건을 결정하였다. 관능검사 결과에 대한 제반분석은 통계패키지 SAS 중 SAS/STAT의 GLM, RSREG 및 SAS/GRAPH의 GCONTOUR 절차를 사용하여 수행되었다^{11,14,15}.

III. 결과 및 고찰

1. 김치의 pH 및 적정산도

pH와 적정산도 측정결과는 Table 2와 같다. pH 값은 절임농도가 높고 절임시간이 길수록 낮은 값을 나타내었는데 이것은 발효 전에 이미 내염성 세균인 젖산균 등의 유기산이 생성되었기 때문이라고 사료된다. 저장기간에 따른 변화를 보면 발효시 실험군의 pH는 약 4.3으로 제조 당일 실험군에 비해 현저히 감소하였으며 저장기간이 경과되면서 모든 실험군의 pH는 계속해서 유의적으로 감소하였다.

적정산도는 절임농도가 높고 절임시간이 길수록 높은 값을 보였다. 저장기간에 따른 변화를 보면, 발효시 실험군의 적정산도는 제조 당일 실험군의 약 2배로 급격히 증가하였으며 저장기간이 길어짐에 따라 서서히 증가하였다. 본 실험결과 김치는 절임농도와 절임시간이 증가할 수록 김치의 최적산도에 빨리 도달한다고 할 수 있다.

2. 김치의 유기산 함량

김치의 유기산 측정결과는 Table 3과 같다. 절임농도와 절임시간이 증가할 수록 succinic acid는 감소하는 경향을 보였고 lactic acid, acetic acid 및 propionic acid는 증가하는 경향을 보였다. 그리고 저장기간이 길어질 수록 citric acid, malic acid 및 succinic acid는 감소하는 경향을 보였고 lactic acid는 유의적으로 증가하였으며 acetic acid는 약간 증가하는 경향을 보였다. 저장기간에 따라 malic acid, succinic acid가 감소하고 lactic acid, acetic acid가 증가하는 경향은 유¹⁶의 결과와 일치하였다. 한편, 김치가 발효되면서 citric acid가 감지되지 않은 것은 저장기간에 따라 citric acid가 더 증가한다는 허¹⁷의 보고와 다른 결과이다.

Table 2. Changes in pH and titratable acidity of kimchi depending on salt concentration in brine, brining time and storage day

	SC ¹⁾ (%)	BT(hr)	pH	Titratable acidity
F ₁ ³⁾	15	2	5.64 ^a	0.21 ²⁾
		4	5.63 ^a	0.22 ⁱ
		6	5.55 ^b	0.24 ^{hi}
	20	2	5.61 ^{ab}	0.23 ^{hi}
		4	5.56 ^b	0.28 ^h
		6	5.49 ^c	0.34 ^g
ST ₀ ⁴⁾	15	2	4.39 ^d	0.50 ^f
		4	4.36 ^d	0.54 ^{ef}
		6	4.33 ^{def}	0.57 ^{de}
	20	2	4.35 ^{de}	0.55 ^{ef}
		4	4.33 ^{def}	0.59 ^{cde}
		6	4.29 ^{efg}	0.62 ^{bcd}
ST ₃ ⁵⁾	15	2	4.28 ^{gh}	0.56 ^e
		4	4.27 ^{ghi}	0.58 ^{cde}
		6	4.23 ^{hi}	0.62 ^{bcd}
	20	2	4.26 ^{ghi}	0.59 ^{cde}
		4	4.22 ^{ij}	0.63 ^{bcd}
		6	4.19 ^j	0.67 ^b
ST ₆ ⁶⁾	15	2	4.18 ^{jk}	0.62 ^{bcd}
		4	4.13 ^{kl}	0.67 ^b
		6	4.09 ^{lm}	0.73 ^a
	20	2	4.11 ^{lm}	0.64 ^{bc}
		4	4.06 ^m	0.74 ^a
		6	3.96 ⁿ	0.78 ^a

¹⁾SC, Salt concentration in brine; BT, Brining time.

²⁾Means of 3 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p < 0.05$). ³⁾Initial value at kimchi fermentation. ⁴⁾Stored for zero day. ⁵⁾Stored for three days. ⁶⁾Stored for six days.

3. 김치의 관능검사

절임조건과 저장기간을 달리한 김치시료의 8가지 특성에 대한 평가결과와 각 관능적 특성에 대한 이들 요인들의 효과는 Table 4 및 Table 5와 같다. 또한 각 관능적 특성에 대해 반응표면방법으로 분산분석한 결과는 Table 6에 나타나 있다. RSM을 이용한 분산분석 결과(Table 6), 모든 관능적 특성에서 요인과 반응값간

Table 3. Changes in organic acids content (mg/ml) of kimchi depending on salt concentration in brine, brining time and storage day.

	SC ¹⁾ (%)	BT(hr)	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Propionic acid
F ₁ ³⁾	15	2	0.14 ^{a2)}	0.27 ^a	0.56 ^a	—	0.17 ⁱ	0.07 ^d
		4	0.13 ^{ab}	0.25 ^{ab}	0.52 ^b	—	0.17 ⁱ	0.08 ^d
		6	0.08 ^c	0.22 ^{bcd}	0.41 ^{def}	—	0.24 ^{gh}	0.09 ^{cd}
	20	2	0.11 ^{abc}	0.24 ^{abc}	0.51 ^b	—	0.23 ^{gh}	0.08 ^d
		4	0.10 ^{bc}	0.21 ^{cd}	0.40 ^{ef}	—	0.25 ^g	0.10 ^{bcd}
		6	0.08 ^c	0.20 ^d	0.38 ^g	—	0.25 ^g	0.12 ^{abc}
ST ₀ ⁴⁾	15	2	—	0.12 ^e	0.46 ^c	0.13 ^f	0.25 ^{fg}	0.07 ^d
		4	—	0.12 ^e	0.44 ^{cd}	0.13 ^f	0.27 ^{ef}	0.08 ^d
		6	—	0.10 ^{efg}	0.41 ^{def}	0.18 ^e	0.31 ^{bcd}	0.09 ^{cd}
	20	2	—	0.11 ^{ef}	0.43 ^{cde}	0.17 ^e	0.29 ^{de}	0.08 ^d
		4	—	0.09 ^{efg}	0.39 ^f	0.18 ^e	0.32 ^{bcd}	0.10 ^{bcd}
		6	—	0.09 ^{efg}	0.33 ^{hi}	0.22 ^d	0.33 ^{bc}	0.13 ^{ab}
ST ₃ ⁵⁾	15	2	—	0.09 ^{def}	0.38 ^g	0.24 ^d	0.21 ^h	0.07 ^d
		4	—	0.08 ^{fgh}	0.35 ^{gh}	0.24 ^d	0.22 ^{gh}	0.08 ^d
		6	—	0.05 ^{hij}	0.30 ^{ij}	0.27 ^c	0.30 ^{cde}	0.10 ^{bcd}
	20	2	—	0.08 ^{fgh}	0.35 ^f	0.28 ^c	0.30 ^{cde}	0.08 ^d
		4	—	0.05 ^{hij}	0.29 ^j	0.33 ^b	0.32 ^{bcd}	0.12 ^{abc}
		6	—	0.05 ^{hij}	0.25 ^k	0.33 ^b	0.44 ^a	0.14 ^a
ST ₆ ⁶⁾	15	2	—	0.07 ^{ghi}	0.35 ^{gh}	0.27 ^c	0.30 ^{cde}	0.08 ^d
		4	—	0.05 ^{hij}	0.32 ^{hij}	0.32 ^b	0.32 ^{bcd}	0.08 ^d
		6	—	0.04 ^{ij}	0.29 ^j	0.33 ^b	0.34 ^b	0.12 ^{abc}
	20	2	—	0.04 ^{ij}	0.32 ^{hij}	0.34 ^b	0.32 ^{bcd}	0.10 ^{bcd}
		4	—	0.03 ^j	0.24 ^k	0.42 ^a	0.33 ^{bc}	0.13 ^{ab}
		6	—	0.03 ^j	0.22 ^k	0.43 ^a	0.47 ^a	0.14 ^a

¹⁾ SC, Salt concentration in brine; BT, Brining time. ²⁾ Means of 3 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p < 0.05$). ³⁾ Initial value at kimchi fermentation. ⁴⁾ Stored for zero day. ⁵⁾ Stored for three days. ⁶⁾ Stored for six days.

Table 4. Sensory characteristics of kimchi with various salt concentration in brine, brining time and storage day.

X ₁	X ₂	X ₃ ¹⁾	Y ₁ ²⁾	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅ ³⁾	Y ₆	Y ₇	Y ₈
15	2	0	7.00 ^{a4)}	3.00 ^f	7.00 ^a	3.00 ^h	4.00	1.75 ^f	5.75 ^a	1.00 ^f
		3	6.50 ^{ab}	3.50 ^{ef}	5.75 ^{abcde}	4.00 ^{fgh}	5.00	2.25 ^{ef}	4.75 ^{ab}	1.00 ^f
		6	5.50 ^{abcd}	4.00 ^{def}	5.25 ^{bcdefg}	5.75 ^{bcde}	5.25	3.00 ^{cdef}	2.00 ^{efg}	1.25 ^f
	4	0	7.00 ^a	3.00 ^f	6.75 ^{ab}	4.00 ^{fgh}	4.25	2.25 ^{ef}	4.75 ^{ab}	1.00 ^f
		3	6.25 ^{ab}	3.75 ^{ef}	5.50 ^{abcdef}	4.50 ^{efgh}	5.25	2.50 ^{def}	3.75 ^{bcd}	2.00 ^{cdef}
		6	4.50 ^{cdef}	5.25 ^{bcd}	5.00 ^{cdefg}	6.25 ^{abcd}	5.50	4.25 ^{abc}	1.25 ^g	3.25 ^{bc}
	6	0	5.75 ^{abc}	3.50 ^{ef}	6.00 ^{abcd}	4.00 ^{fgh}	4.50	2.50 ^{def}	3.00 ^{cdef}	1.25 ^f
		3	4.00 ^{defg}	6.25 ^{ab}	4.50 ^{defg}	6.00 ^{abcd}	5.00	4.25 ^{abc}	1.75 ^{efg}	1.75 ^{def}
		6	2.75 ^g	6.75 ^a	2.50 ^h	6.50 ^{abc}	5.00	3.75 ^{bcd}	1.50 ^{fg}	4.25 ^b

Table 4. Continued

X ₁	X ₂	X ₃ ¹⁾	Y ₁ ²⁾	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅ ³⁾	Y ₆	Y ₇	Y ₈
20	2	0	6.75 ^{ab}	3.50 ^{ef}	6.50 ^{abc}	3.25 ^{gh}	4.25	2.25 ^{ef}	4.25 ^{bc}	1.25 ^f
		3	6.00 ^{abc}	3.75 ^{ef}	5.00 ^{cdefg}	4.75 ^{defg}	4.75	3.25 ^{bcd}	1.75 ^{efg}	1.50 ^{ef}
		6	4.50 ^{cdef}	4.75 ^{cde}	4.75 ^{defg}	7.00 ^{ab}	5.25	4.00 ^{bc}	1.50 ^{fg}	2.75 ^{bcd}
	4	0	5.75 ^{abc}	3.50 ^{ef}	6.00 ^{abcd}	4.75 ^{defg}	4.50	3.00 ^{cdef}	3.25 ^{cde}	1.50 ^{ef}
		3	4.50 ^{cdef}	5.25 ^{bcd}	5.25 ^{bcd}	6.25 ^{abcd}	5.00	4.25 ^{abc}	2.00 ^{efg}	3.00 ^{bcd}
		6	3.75 ^{efg}	5.75 ^{abc}	4.00 ^{fg}	7.25 ^{ab}	5.25	4.50 ^{ab}	1.75 ^{efg}	3.25 ^{bc}
	6	0	5.25 ^{bcd}	4.25 ^{def}	5.00 ^{cdefg}	5.25 ^{cdef}	4.75	3.50 ^{bcd}	2.50 ^{defg}	1.50 ^{ef}
		3	4.00 ^{defg}	6.00 ^{abc}	4.25 ^{efg}	6.50 ^{abc}	5.00	4.00 ^{bc}	2.00 ^{efg}	3.25 ^{bc}
		6	3.25 ^{fg}	6.50 ^{ab}	3.75 ^{gh}	7.50 ^a	5.00	5.50 ^a	1.75 ^{efg}	5.50 ^a

¹⁾X₁, Salt concentration in brine; X₂, Brining time; X₃, Storage day. ²⁾Y₁, Firmness; Y₂, Toughness; Y₃, Crispness; Y₄, Sourness; Y₅, Saltiness; Y₆, Carbonic mouthfeel; Y₇, Green cabbage flavor; Y₈, Staled flavor. ³⁾No significant difference. ⁴⁾Means of 4 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p < 0.05$). As the value increases from 1 to 9, the intensity of the sensory characteristics increases.

Table 5. 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	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈
NaCl concentration	6.72*	4.01*	3.13	20.06*	0.00	13.35**	13.35***	10.13*
Salting time	42.75***	39.36***	25.19***	21.36***	0.53	16.58***	18.86***	25.86***
Storage day	58.58***	51.19***	48.44***	96.36***	9.03**	31.75***	63.19***	55.03***

*, **, ***significant at 5%, 1%, 0.1% level respectively. Y₁, Firmness; Y₂, Toughness; Y₃, Crispness; Y₄, Sourness; Y₅, Saltiness; Y₆, Carbonic mouthfeel; Y₇, Green cabbage flavor; Y₈, Staled flavor.

Table 6. Analysis of variance table showing the effect of treatment variables on the response variables.

Source	DF	Sum of squares							
		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈
Linear	3	107.43***	92.56***	73.81***	137.72**	8.52*	61.37***	95.12***	89.83***
Quadratic	2	0.63	2.01	2.95	0.06	1.03	0.31	0.28	1.18
Crossproduct	3	1.99	5.99*	3.14	1.61	1.48	0.22	22.05***	14.99***
Total regress	8	110.05***	100.56***	79.90***	139.39***	11.03	61.90***	117.45***	106.00***
Total error	63	53.95	43.09	55.42	61.89	47.57	48.98	58.53	48.98
%Variability explained(R ²)		67.10	70.00	59.04	69.25	18.83	55.83	66.74	68.40

*, **, ***significant at 5%, 1%, 0.1% level respectively. Y₁, Firmness; Y₂, Toughness; Y₃, Crispness; Y₄, Sourness; Y₅, Saltiness; Y₆, Carbonic mouthfeel; Y₇, Green cabbage flavor; Y₈, Staled flavor.

에 회귀관계가 있었다. 이들에 대한 다중회귀모형의 계수값은 Table 7과 같다.

김치의 관능적 특성 중에서, 절임농도가 높고 절임 시간 및 저장기간이 길어질 수록 경도와 배추풋냄새가

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
β ₀	5.333	4.597	5.300	5.361	5.097	3.500	2.722	2.181
β ₁	-0.306	0.236	-0.208	0.528	0.000	0.431	-0.431	0.375
β ₂	-0.938	0.896	-0.688	0.667	0.063	0.583	-0.625	0.729
β ₃	-1.104	1.021	-1.000	1.417	0.417	0.813	-1.146	1.063
β ₂₂	-0.188	0.229	-0.396	-0.042	-0.146	-0.125	-0.083	-0.146
β ₃₃	-0.063	-0.271	0.167	-0.042	-0.208	-0.063	0.104	0.229
β ₁₂	0.146	-0.104	0.146	0.042	0.021	0.000	0.417	0.063
β ₁₃	0.063	-0.063	0.167	0.000	-0.083	0.063	0.313	0.146
β ₂₃	-0.156	0.406	-0.156	-0.219	-0.188	0.031	0.531	0.656

¹⁾ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3$. ²⁾ Y₁, Firmness; Y₂, Toughness; Y₃, Crispness; Y₄, Sourness; Y₅, Saltiness; Y₆, Carbonic mouthfeel; Y₇, Green cabbage flavor; Y₈, Staled flavor. ³⁾ X₁, Salt concentration in brine; X₂, Brining time; X₃, Storage day.

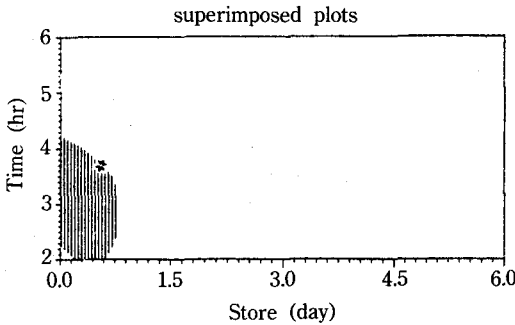


Fig. 1. Accepted regions of kimchi as a function of brining time and storage day when salt concentration in brine is fixed at 19.5%.

나타내는 제한된 절임조건과 저장기간 내에서 탄산미가 최대가 되는 조건을 최적수준으로 결정하였다. 이 제한에 따라 위에서 구한 회귀식을 이용하여 여러 수준으로 독립변수를 달리하여 계산된 각 특성의 기대값을 살펴 본 결과 절임농도 19.5%, 절임시간 3시간 45분, 저장기간 12시간을 최적조건으로 결정하였다. 이 수준에서 각각의 특성에 대한 기대반응값은 경도는 6.01점, 질긴 정도는 3.73점, 아삭거리는 정도는 6.03점, 탄산미는 3.01점, 배추꽃 냄새는 3.29점, 군덕내는 1.63점이었다. 위와같은 사실을 고려하여 절임 농도를 19.5%로 고정시킨 등고선도의 겹침 그림은 Fig.1과 같고 이 범위에서 탄산미가 최대가 되는 조건은 그림에 그림에 표시된 바(*)와 같다.

낮게 평가되었고 질긴 정도, 탄산미, 신맛, 군덕내가 높게 평가되었다. 그리고 저장기간이 길어질 수록 아삭거리는 정도가 낮게 평가되었다.

일반적으로 텍스처에 관한 특성들 중에서 경도와 아삭거리는 정도는 높을수록 바람직하고 질긴 정도는 낮을수록 바람직하다. 덜 익은 김치에서 나타나는 배추꽃 냄새와 신김치에서 나타나는 군덕내는 모두 낮을수록 바람직하고 탄산미는 김치의 기호도와 상관관계가 높으므로 높을수록 바람직하다¹⁶⁾.

김치의 바람직한 특성을 최대 하면서 바람직하지 않은 특성을 최소로 할 수 있는 처리요인의 최적수준이 3차원 공간에서 일치하지 않았기 때문에 이들의 처리수준에 대하여 제한수준을 설정하였다. 즉 경도는 6점 이상, 질긴 정도는 4점 이하, 아삭거리는 정도는 6점 이상, 배추꽃 냄새는 4점 이하, 군덕내는 2점 이하를

IV. 결 론

절임농도, 절임시간 및 저장기간(4℃)에 따라 염도를 소금으로 일정하게 한 김치의 특성변화를 관능적 방법과 화학적 방법으로 측정한 후 반응표면방법을 사용하여 이들 요인의 최적수준을 결정한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 절임농도와 절임시간 및 저장기간이 증가함에 따라 pH는 감소하고 적정산도는 증가하였다. 따라서 절임농도와 절임시간이 높은 실험군일 수록 김치의 최적산도에 빨리 도달하였다.

2. 절임농도와 절임시간이 증가할 수록 succinic acid는 감소하는 경향을 보였고 lactic acid, acetic acid 및 propionic acid는 증가하는 경향을 보였다. 그리고 저장기간이 길어질 수록 citric acid, malic acid 및 suc-

cinic acid는 감소하는 경향을 보였고 lactic acid는 유의적으로 증가하였으며 acetic acid는 약간 증가하는 경향을 보였다.

3. 김치의 관능적 특성 중에서, 절입 농도가 높고 절입시간 및 저장기간이 길어질 수록 경도와 배추풋 냄새가 낮게 평가되었고 질긴 정도, 탄산미, 신맛, 군덕내가 높게 평가되었다. 그리고 저장기간이 길어질 수록 아삭거리는 정도가 낮게 평가되었다.

4. 본 실험조건하에서 통배추김치 제조시의 최적조건은 절입 농도 19.5%, 절입시간 3시간 45분, 저장기간 (4°C) 12시간으로 결정되었다.

심 등¹⁹⁾은 김치제조시 배추의 품종보다 재배계절이 김치의 맛에 더 영향을 미친다고 보고하였다. 본 실험은 여름 통배추김치의 절입조건에 대한 최적화방법을 제시하였으나, 김치의 산업화와 세계화를 위해서는 배추의 재배계절과 양에 따른 다양한 김치의 절입조건 최적화에 관한 많은 후속연구가 수행되어 김치제조과학화를 이루는 것이 김치 산업화의 지름길이 되리라 생각된다.

참고문헌

1. 민태익, 권태완. 한국식품과학회지 **16(4)**: 443, 1984.
2. 이희섭, 이철호, 이귀주. 한국식품과학회지 **3(1)**: 64, 1987.
3. 김중만, 김인숙, 양희천. 한국영양식량학회지 **16(2)**: 75, 1987.
4. 우경자, 고경희. 한국식문화연구논총 p. 163, 1988.
5. 최신양, 김영봉, 유진영, 이인선, 정건섭, 구영조. 한국식품과학회지 **22(6)**: 707, 1990.
6. 박우포, 김재욱. 한국농화학회지 **34(3)**: 295, 1991.
7. 정순자. 한국조리 p. 187. 신광출판사. 1990.
8. A.O.A.C: Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. Washington, D.C. 1970.
9. 박경자, 우순자. 한국식품과학회지 **20(1)**: 40, 1988.
10. Marsili RT, Ostapenco RE, Green DE. J Food Sci. **46**: 52, 1981.
11. 성내경. SAS/STAT-회귀분석. 자유아카데미. 1990.
12. Hicks CR. Fundamental concepts in the design of experiment, 3rd edition. Holt. Rinehart and Winston. 1982.
13. Kempthorne. Design and Analysis of experiments. Krieger. 1983.
14. 성내경. SAS 시스템과 SAS 언어. 자유아카데미. 1990.
15. 성내경. SAS/STAT-분산분석. 자유아카데미. 1990.
16. 유재연, 이혜성, 이혜수. 한국식품과학회지 **16(2)**: 169, 1984.
17. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화. 한국식품과학회지 **20(4)**: 511, 1988.
18. 송태희, 김상순. 한국식문화학회지 **6(3)**: 237, 1991.
19. 심선태, 김경제, 경규향. 한국식품과학회지 **22(3)**: 278, 1990.