

## 전분질첨가 김치의 숙성중 총 Vitamin C와 환원당 함량의 변화

이귀주 · 한정아

고려대학교 사범대학 가정교육과

### Changes in the Contents of Total Vitamin C and Reducing Sugars of Starchy Pastes Added *Kimchi* during Fermentation

Gui Chu Lee and Jung Ah Han

Department of Home Economics, College of Education, Korea University

#### Abstract

This study was conducted to determine the changes in the contents of vitamin C and reducing sugars of wheat flour and glutinous rice pastes added *Kimchi* during fermentation. *Kimchi* was fermented at 10°C for 14 days. Sensory evaluation of various *Kimchi* samples were also conducted. During fermentation, pH decreased in the order of wheat flour paste added *Kimchi* (WHFP-*Kimchi*), glutinous rice paste added *Kimchi* (GLRP-*Kimchi*) and control. Total acidity increased in the same order. The contents of total vitamin C of all *Kimchi* samples decreased. Total reducing sugar contents of *Kimchi* juices from various samples decreased in the order of WHFP-*Kimchi*, GLRP-*Kimchi* and control. In sensory evaluation, the red color of *Kimchi* juice decreased in the order of control>WHFP-*Kimchi*>GLRP-*Kimchi*. Off flavor decreased control>WHFP-*Kimchi*>GLRP-*Kimchi*. Firmness decreased control>GLRP-*Kimchi*>WHFP-*Kimchi*. Sour taste decreased WHFP-*Kimchi*>Control>GLRP-*Kimchi*. But there were no significant difference in crispiness, and salty taste. Overall preference decreased GLRP-*Kimchi*>control>WHFP-*Kimchi*.

Key word: Vitamin C, reducing sugars, starchy paste, *Kimchi*, fermentation.

## I. 서 론

김치는 배추, 무, 오이 등을 주재료로 하고 각종 부재료와 향신료, 조미료, 젓갈류를 첨가해 만든 우리 고유의 전통발효식품이다. 영양학적으로 김치는 비타민과 무기질을 함유하며 최근에는 식이섬유,  $\beta$ -carotene, 페놀성 화합물과 같은 다양한 생리활성물질의 함양효과에 대한 연구<sup>1)</sup>도 행해져 일상식으로서 우리의 건강을 유지하는데 중요한 역할을 한다. 이러한 김치의 맛과 품질은 김치제조에 사용되는 주재료, 부재료 및 기타재료와 숙성온도, 저장온도에 따라 다르다<sup>2)</sup>. 최 등<sup>3)</sup>의 조사에 의하면 김치에 첨가되는 부재료는 당근, 미나리, 갯등 채소류와 과일류, 곡류, 동물성 재료 등 약 50종이 있으며 이 중 곡류로서는 찹쌀, 밀가루, 엿기름, 보리쌀, 술지게미, 현미, 좁쌀 등이 있다고 하였다. 지금까지 김치의 부재료에 대한 연구로는 양파, 갯 등의 연구<sup>4,5,6,7)</sup>가 보고되어 있다. 따라서 본 연구에서는 김치의 부재료가 김치의 맛과 품질에 주는 영향을 알아보기 위하여 김치 담금시 가정에서 많이 사용하고

있는 밀가루풀과 찹쌀풀을 첨가하여 김치를 담그고 발효과정 중 김치의 pH와 산도, 총 비타민 C와 환원당의 변화를 조사하였으며 관능검사를 통한 품질도 비교하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 김치의 재료 및 담그기

본 실험에 사용된 재료는 배추(중량이 2.5~3.0 kg), 파, 마늘 및 생강등으로서 성북구 보문시장에서 실험당 일 신선한 것을 구입하였으며 고춧가루는 태양초를 건조분말화한 것을, 젓갈은 멸치액젓(하선정 종합식품, 식염함량 24±1%)을, 소금은 천일염을 사용하였다.

통배추를 다듬어 1/4로 절단하여 10% 소금물에 3시간 동안 절인 후 깨끗이 헹구어 1시간 물기를 뺀다음 잎과 줄기를 분리하여 3×4 cm의 크기로 잘라 100g씩 취한다음 Table 1과 같은 비율로 배합하였다. 각 시료들을 100g씩 나누어 각각 polyethylene bag에 넣은 후 다시 플라스틱통에 담아 10°C±1°C의 항온기에서

**Table 1. Ingredient ratios of various Kimchi**

Kimchies Ingredients	Control	Wheat flour paste added Kimchi	Glutinous rice paste added Kimchi
Salted Korean cabbage	100	100	100
Green Onion	2	2	2
Galic	2	2	2
Ginger	1	1	1
Red pepper powder	2	2	2
Salted anchovy juice	5	5	5
Glutinous Rice paste	0	0	2.5
Wheat Flour paste	0	2.5	0

14일간 저장하면서 저장일수에 따라 꺼내어 사용하였다. 찹쌀풀 및 밀가루풀의 비율은 이 등<sup>9)</sup>의 방법을 참고하여 각각 40 g을 20 mL의 더운물에 용해시킨 뒤 식힌 후에 일정량을 양념들과 같이 첨가하였다.

## 2. pH 및 산도

각 김치의 국물을 Whatman No.2 여과지에서 여과하여 얻은 여액 10 mL를 시료액으로 하여 pH는 pH meter(EXTECH Model 671)로 측정하였고 산도는 0.1N NaOH용액으로 적정하여 pH 8.3이 될 때까지의 NaOH 용액 소비 mL로 정의하였으며 이것을 젖산함량으로 환산하여 총산함량(%)으로 표시하였다<sup>9)</sup>.

## 3. 총 Vitamin C 함량의 측정

김치조직 5g을 취한 후 5% m-H3PO4용액으로 추출하여 2,4-dinitrophenyl hydrazin 비색법<sup>10)</sup>으로 측정하였으며 표준 vitamin C는 L-ascorbic acid(Sigma.Co)를 사용하였다.

## 4. 환원당 정량

김치액을 Whatman No.2 여과지로 여과하고 그 중 200  $\mu$ L를 취해 HPLC주입용 시료액으로 하여 Table 2와 같은 조건으로 분석하였다<sup>11)</sup>. 이 때 표준당으로는

**Table 2. HPLC Condition (Waters PicoTag System)**

Column	Carbohydrate analysis column 3.9 $\times$ 300 mm
Column oven tempt.	35°C
HPLC pump	Water 510
HPLC injector	Water 712 WISP
Detector	Water 410 Refractometer (SENS 64, 내부온도 35°C)
Solvent	80% CH <sub>3</sub> CN, 20% dH <sub>2</sub> O
Flow rate	2.0 mL/min
Run time	15 min
Injection volume	Standard 20 $\mu$ L Samples 5 $\mu$ L

glucose, fructose, galactose, mannose, xylose의 5가지를 사용하였다.

## 5. 관능검사

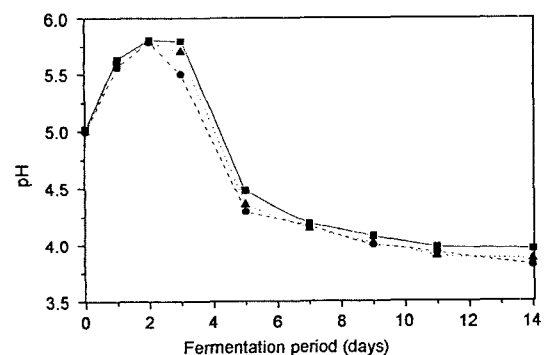
김치의 숙성 중 pH 4.0-4.5 사이의 최적숙기로 판단되는 5일째의 김치를 시료로 하였다. 흰색의 사기용기에 배추의 중륵 부분의 김치를 3조각씩 담고 3 mL 정도의 김치국물을 부은 후 식품영양학을 전공하는 대학원생 10명에게 제시하였다. 무작위로 추출한 세자리 숫자를 용기에 표시했으며 새 시료를 맛보기 전 입안을 가실 수 있도록 생수와 식빵을 함께 제공하였다. 평가특성으로는 색깔, 군덕내(off flavor), 신맛, 짠맛, 전체적인 선호도(overall acceptability)와 숙성중 조직감을 알아보기 위해 견고성(hardness)과 아삭아삭한 정도(crispiness)를 5단계 척도법을 이용하여 측정하였다. 측정치는 대조군을 3점으로 하여 '표준시료보다 매우 약하다'=1점, '표준시료보다 약간 약하다'=2점, '표준시료와 같다'=3점, '표준시료보다 강하다'=4점, '표준시료보다 매우 강하다'=5점으로하여 평가하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 2. pH와 산도의 변화

밀가루풀, 찹쌀풀을 첨가하여 담근 김치를 10°C의 항온기에 14일간 저장하고 발효과정 중 pH와 산도의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다.

대조군은 발효초기 5.02에서 14일 후에는 3.96으로 감소하였으며 발효기간 내내 밀가루풀 첨가군이나 찹쌀풀 첨가군보다 높은 pH를 나타내었다. 밀가루풀 첨가군은 찹쌀풀 첨가군과 비슷한 감소를 보였으나 밀가



**Fig. 1. Changes in pH of various Kimchi samples during fermentation at 10°C. —■—Control Kimchi, ---●--- WHFP: wheat flour paste added Kimchi, ...▲...GLRP: glutinous rice paste added Kimchi.**

루플 첨가군이 약간 더 감소하였다. 김치를 담근 직후부터 발효 2일까지는 모든 김치시료에서 pH가 증가하였는데 이는 당류를 첨가한 김치의 pH 변화를 연구한 정 등<sup>12)</sup>의 결과와 같은 경향이었다. 김치의 맛이 가장 적절한 시기의 pH가 4.2-4.4 부근이라고 볼 때<sup>13)</sup> 발효 5일째의 pH가 대조군은 4.48, 밀가루풀 첨가군은 4.30, 찹쌀풀 첨가군은 4.36으로 적숙기임을 나타내었다.

한편 산도의 변화는 Fig. 2와 같다. 김치숙성중 산도의 증가는 발효중에 생성된 유기산, 특히 lactic acid와 succinic acid에 의한다고 한다<sup>14)</sup>. 김치를 담근 직후 모든 시료의 산도는 거의 비슷하였으나 발효 5일에는 밀가루풀 첨가군의 산도가 0.49%로 가장 높은 산도를 보이기 시작하였다. 이런 경향은 발효가 진행됨에 따라 현저한 차이를 보여 발효 14일에는 밀가루풀 첨가군이 1.09%, 찹쌀풀 첨가군이 1.06%로서 0.94%를 보인 대조군보다 산도가 높게 나타나 전분풀들이 김치의 발효에 관여하는 미생물의 영양원이되어 발효를 촉진시킨 것으로 생각된다. 전분의 종류에 따른 차이는 pH의 변화양상과 마찬가지로 밀가루풀 첨가군이 찹쌀풀 첨가군보다 높은 산도를 나타내면서 발효가 더 빨리 진행됨을 나타내었다. 발효 14일까지 산도는 계속 증가하는데 비해 pH의 감소는 발효 7일 이후로 완만하여 3.8 이하로 떨어지지 않는 현상은 김치류 중에 존재하는 산이 약산이기 때문에 해리도가 작아 김치가 과숙하여도 pH가 3 이하로 낮아지지 않는다는 연구결과<sup>15)</sup>로 설명될 수 있다. 또한 pH의 감소속도가 산도의 증가속도보다 느린 이유를 김치내에 존재하는 단백질과 아미노산의 완충작용때문인 것으로 보고한 연구도 있다<sup>16)</sup>. 한편 발효최적기로 생각되는 5일째의 산도는 대조군이 0.38%, 밀가루풀 첨가군이 0.49%,

찹쌀풀 첨가군이 0.36%를 나타내었다.

2. 총 vitamin C 함량의 변화

대조군, 밀가루풀 첨가군, 찹쌀풀 첨가군의 김치를 10°C에서 발효시키면서 침치의 총 vitamin C의 함량을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다.

김치를 담근 직후 모든 김치시료의 총 vitamin C 함량은 20.5~22.9 mg%를 나타냈으며 발효 2일에 최고 함량을 보인 후 숙성말기에는 18.6~20.2 mg%로 감소하였다. 김치숙성의 최적기에 총 vitamin C 함량이 최고에 달한다고<sup>17)</sup> 하였는데 본실험에서도 적숙기의 pH와 산도를 비교해볼 때 비슷한 경향을 보였다. 즉, 모든 시료의 총 vitamin C는 발효 2일까지는 증가하였으며 다시 점차적으로 감소하다가 적숙기인 5~7일 사이에 약간 증가하였다. 발효기간중의 이런 일시적인 총 vitamin C 함량의 증가는 김치의 주재료인 배추의 pectin이 호기적으로 효모, 곰팡이에 의해 분비되는 polygalacturonase에 의해 분해되어 생성된 galacturonic acid가 기질이 되어 총 vitamin C의 생합성을 촉진시키며 이러한 생합성은 김치 재료중의 효소작용에 기인한다는 연구들이 있다<sup>18,19)</sup>.

세 시료간의 차이를 보면 발효 7일과 11일을 제외한 전 발효기간 동안 밀가루풀 첨가군이 가장 높은 총 vitamin C 함량을 보였다.

대조군의 경우 발효 7일에 25 mg%로 최고함량을 나타내었으나 점차 감소하여 발효후기에는 최소함량을 나타내고 있다. 이는 전분을 첨가하여 김치를 발효시켰을 때 총 vitamin C 함량이 증가한다는 전<sup>20)</sup>의 결과와 같은 경향을 보이는 것이다. 한편 이<sup>21)</sup>는 맛이 좋은 김치 100 g 중에는 총 vitamin C가 12~19 mg 정도

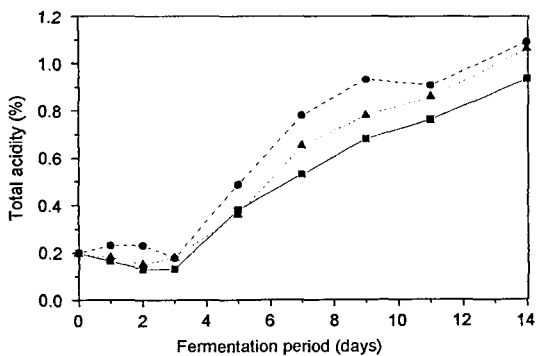


Fig. 2. Changes in total acidity of various Kimchi samples during fermentation at 10°C. —■—Control Kimchi, ...●...WHFP: wheat flour paste added Kimchi, ...▲...GLRP: glutinous rice paste added Kimchi.

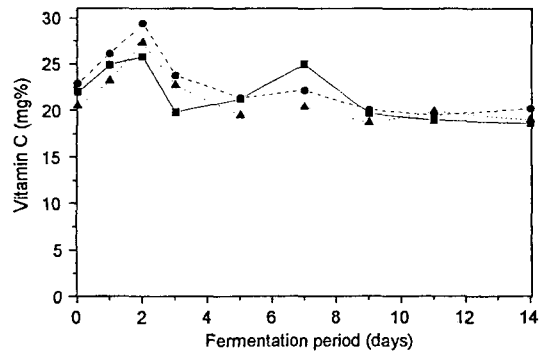


Fig. 3. Changes in total vitamin C contents of various Kimchi samples during fermentation at 10°C. —■—Control Kimchi, ...●...WHFP: wheat flour paste added Kimchi, ...▲...GLRP: glutinous rice paste added Kimchi.

함유되어있다고 하였다.

### 3. 환원당 함량의 변화

김치는 숙성중 젖산균에 의해 재료 중의 당질이 분해되어 유리당이 생성되는데 주된 유리당으로는 glucose, galactose, mannose, fructose 등이 있고 이들은 숙성이 진행되면서 점차감소한다고 하였다<sup>23)</sup> 본 실험에서는 chromatogram에서 표준당과 같은 peak를 찾아본 결과 glucose와 fructose는 뚜렷이 분리되었으나 나머지 당들은 거의 검출되지 않았다. 김치 100 g으로부터 얻은 김치액 중 분리된 glucose와 fructose 각각의 함량의 변화는 Table 3과, 총 reducing sugar의 함량변화는 Fig. 4와 같다. 전 발효기간을 통해 세 시료군 모두에서 glucose의 양이 fructose보다 많았다. 김치가 숙성되어가면서 초기 당함량은 모든 시료에서 감소하였으나 발효 7일에는 대조군과 밀가루풀 첨가군에서, 발효 5일에는 찹쌀풀 첨가군에서 glucose가 약간 증가하였다가 점차 감소하였다. 대조군의 경우 발효 초기 35.1 mg/mL에서 발효 14일째에는 9.95 mg/mL으로 가장 많이 감소하였으며 밀가루풀과 찹쌀풀 첨가군은 각각 22.39 mg/mL, 29.25 mg/mL에서 8.38 mg/mL, 8.87 mg/mL으로 감소하였다. 전분풀의 종류에 따라서는 유의적인 차이가 없었다. 세 시료군 모두 숙성초기에 당함량이 많이 감소한 이유는 숙성초기에 유산균의 생장이 활발함으로써 산도가 증가하여 김치의 숙성이 촉진되었기 때문으로 생각된다. 일반적으로 발효초기에 환원당은 빠르게 감소하다가 발효가 진행되면서 서서히 감소하여 매우 적은 양만이 남게된다. 곡류나 전분을 첨가한 김치는 효소의 가수분해 작용으로 발효초기 당함량이 증가할 수 있으며 발효가 진행되면서 미생물의 당 소비작용에 의해 점차 감소한다고 김 등은 설명하고 있다<sup>23)</sup>. 오 등<sup>24)</sup>은 10°C에서 24시

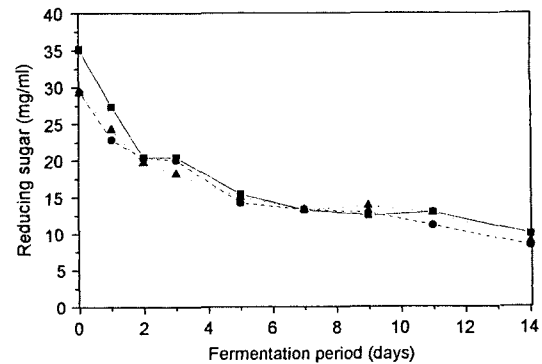


Fig. 4. Changes in total sugars contents of various Kimchi samples during fermentation at 10°C. —■— Control Kimchi, ...●...WHFP: wheat flour paste added Kimchi, ...▲...GLRP: glutinous rice paste added Kimchi.

간 소금절임한 절임배추로 만든 김치의 유리당을 HPLC로 분석한 결과 glucose와 fructose가 숙성 14일째까지 계속적으로 감소하였으며 이는 원료배추속의 amylase를 비롯한 효소류들이 소금절임시에 활성화되어 숙성초기부터 중기에 이르기까지 작용하기 때문으로 설명하고 있다. 하 등<sup>25)</sup>은 발효가 진행되면서 mannose, glucose, galactose 등은 감소하나 mannitol은 발효초기에 생성되어 발효 후반기에 감소된다고 하였고 초기단계의 당함량의 감소는 주로 전체 당함량의 50% 이상을 차지하는 glucose의 감소 때문이며 이러한 당의 감소와 함께 유기산, mannitol, 이산화탄소, dextran 등이 생성된다고 하였다.

### 4. 관능검사

최적속기로 판단된 발효 5일(pH 4.0-4.5)에 세 시료군의 관능적 특성을 비교한 결과는 Table 4와 같다.

Table 3. Changes in reducing sugars of various Kimchi juices during fermentation at 10°C.

Samples Fermentation period (days)	unit: mg/mL					
	Control		WHFP		GLRP	
	fructose	glucose	fructose	glucose	fructose	glucose
0	8.87	26.23	8.11	21.28	8.12	21.13
1	7.04	20.30	6.87	16.02	6.78	17.42
2	7.18	13.23	7.08	13.28	7.17	12.50
3	7.98	12.40	6.93	13.07	7.50	10.63
5	5.45	9.96	4.87	9.34	3.20	11.80
7	1.58	11.67	1.13	12.18	0.98	12.32
9	0.54	11.95	0.40	12.46	0.35	13.42
11	0.66	12.27	0.24	10.89	0.36	12.48
14	0.29	9.66	0.00	8.38	0.00	8.87

Control: Control Kimchi, WHFP: wheat flour paste added Kimchi, GLRP: glutinous rice paste added Kimchi.

**Table 4. Sensory score\* of various Kimchi samples after 5th days of fermentation at 10°C**

samples	sensory attributes	Color	Off flavor	Hardness	Crispiness	Sourness	Saltiness	Overall accepta-bility
Control		3.0 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	3.0	3.0	3.0 <sup>ab</sup>	3.0	3.0 <sup>ab</sup>
WHFP		2.7 <sup>b</sup>	2.7 <sup>ab</sup>	2.5	3.0	3.5 <sup>a</sup>	3.2	2.8 <sup>b</sup>
GLRP		1.5 <sup>c</sup>	2.0 <sup>b</sup>	2.8	2.9	2.7 <sup>b</sup>	3.2	3.4 <sup>a</sup>

\*Means of 3 replications.

a,b: Means with the same letter within columns are not significantly different(P<0.05), Conctrl: Control Kimchi, WHFP: wheat flour paste added Kimchi, GLRP: glutinous rice paste added Kimchi.

color는 유의적인 차이를 나타내었다(p<.05). 대조군이 가장 붉은 색을 띠고 다음이 밀가루풀 첨가군, 찹쌀풀 첨가군의 순으로 나타났으며 이러한 결과는 486 nm에서 발효 5일에 김치액의 흡광도를 측정 한 결과와 같은 경향을 보였다. 이취는 찹쌀풀 첨가군이 다른 시료에 비해 유의적으로 약하게 평가되었고 대조군이 가장 강하게 평가되었다. hardness의 경우 유의적인 차이는 없었으나 대조군, 찹쌀풀 첨가군, 밀가루풀 첨가군의 순서로 높은 점수를 보였으며 crispiness는 세 시료간에 차이가 없었다. 신맛은 세 시료군에서 유의적인 차이를 나타내었는데 (p<.05) 밀가루풀 첨가군에서 신맛이 가장 강하게 평가되었고 대조군, 찹쌀풀 첨가군의 순으로 감소하였다. 짠맛은 세 시료군에서 큰 차이가 없었으나 대조군이 전분풀 첨가군보다 짠맛이 적었다.

종합적인 기호도는 찹쌀풀을 첨가한 시료가 가장 좋은 평가를 받았고 다음이 대조군이었으며 밀가루풀을 첨가한 시료가 가장 낮게 평가되었다.(p<.05) 강 등<sup>26)</sup>은 김치의 신맛과 풍미에 vitamin C가 긍정적으로 작용한다고하여 김치에 vitamin C 함량을 높이면 보다 맛있는 김치의 제조가 가능하다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 발효과정 중 밀가루 첨가군의 vitamin C의 함량이 가장 높았으나 전체적인 선호도는 가장 낮았다.

**요 약**

전분질의 첨가가 김치 발효에 미치는 영향을 알아보기 위해 세 종류의 김치, 즉 대조군, 밀가루풀 첨가군, 찹쌀풀 첨가군을 10°C에서 2주간 저장하면서 발효 중 pH, 산도, 총 vitamin C 함량, 환원당함량 및 김치의 관능검사를 행한 결과는 다음과 같다. pH는 전분풀을 첨가한군들이 대조군보다 빠른 감소를 보였지만 유의적인 차이는 없었다. 산도는 밀가루풀 첨가군, 찹쌀풀 첨가군이 대조군보다 큰 폭으로 증가하여 전분풀의 첨가가 김치 발효를 촉진시킨다는 것을 알 수 있으며 찹쌀풀 첨가군보다는 밀가루풀 첨가군에서 산도

가 더 빨리 증가되었다. pH 4.0-4.5의 숙성 적기라고 여겨지는 발효 5일째에 총 비타민 C함량은 대조군이 21.3~25 mg%, 밀가루풀 첨가군이 21.4~22.2 mg%, 찹쌀풀 첨가군은 19.4~20.4 mg%로 대조군>밀가루풀 첨가군>찹쌀풀 첨가군 순으로 높았으나 발효 말기에는 대조군의 잔존량이 가장 적었다. 김치액의 환원당 함량은 대조군>밀가루풀 첨가군>찹쌀풀첨가군의 순으로 감소하였다. 최적숙기인 발효 5일째 관능검사를 실시한 결과 이취와 신맛이 가장 적게 나타난 찹쌀풀 첨가군이 전체적인 선호도가 가장 높았으며 숙성이 빨리 진행된 밀가루풀 첨가군은 가장 선호도가 낮았다.

**참고문헌**

1. 오영주: 김치의 역사와 영양(영양교육 계시판). 국민영양 95-3: 36 (1995).
2. 김명희, 신말식, 전덕영, 홍운호, 임현숙: 재료를 달리 한 김치의 품질. 한국영양식량학회지, 16: 268 (1987).
3. 최선규, 황성연, 조재선: 김치류 및 절임류의 표준화에 관한 調査研究, 한국식생활문화학회지, 12(5): 531 (1997).
4. 박혜진, 한영실: 갖의 첨가가 김치의 품질과 관능적 특성에 미치는 영향, 한국영양식량학회지, 23(4): 618 (1994).
5. 장경숙, 김순동: 배추김치의 관능적 품질에 미치는 부재료의 영향. 한국영양식량학회지, 20(3): 233 (1991).
6. 장경숙 등 4인: 배추김치의 숙성중 부재료와 젖산균에 따른 carotene의 함량변화. 한국영양식량학회지, 20(1): 5-12 (1991).
7. 류복미, 전영수, 송영선, 문갑순: 멸치를 첨가한 김치의 물리화학적 및 관능적 특성. 한국영양식량학회지, 25(3): 460-469 (1996).
8. 이형욱, 이혜준, 우순자: 찹쌀풀 및 새우젓 첨가가 김치 발효 중 총 유리아미노산, 총 Vitamin C 및 환원형 Ascorbic acid의 함량변화에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 10(3): (1994).
9. 이인선, 박완수, 구영조, 강국희: 가을 김장배추 품종별 김치가공적성의 비교. 한국식품과학회지, 26(3): 226 (1994).

10. 日本藥學會: 衛生試驗法主解. 금원출판사, 동경, pp. 216 (1980).
11. 이상급, 신말식, 전덕영, 홍윤호, 임현숙: 마늘첨가량을 달리한 김치숙성에 따른 변화. 한국식품과학회지, 21(1): 68-74 (1989).
12. 정하숙, 고영태, 임숙자: 당류가 김치의 발효와 ascorbic acid 안정도에 미치는 영향. 한국영양학회지, 18(1): (1985).
13. 조재선: 김치의 이화학적 특성. 식품과학, 21(1): 25 (1989).
14. 유재연, 이해성, 이혜수: 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향기성분의 변화. 한국식품과학회지, 16(2): 169 (1984).
15. Bell, T.A. and Etchells, J.L.: Influence of salt (NaCl) on pectinolytic softening of cucumber. J. Food Sci., 26, 84 (1961).
16. Cheigh, H.S. and Park, K.Y.: Biochemical, microbiological and nutritional aspects of Kimchi (Korean Fermented Vegetable Product). Critical Review in Food Sci. and Nutrition, 34(2): 175-203 (1994).
17. 송석훈, 조재선, 김관: 김치보존에 관한 연구(제 1보). 김치 발효에 미치는 방부제의 영향에 관하여. 기술연구소 보고, 5(5) (1966).
18. 이태녕, 이정원: 김치 숙성중의 Vitamin C 함량의 소  
장 및 galacturonic acid의 첨가효과. 한국농화학회지, 24(2): 139 (1981).
19. 한홍의, 임종락, 박현근: 김치발효의 지표로서 미생물 군집의 측정. 한국식품과학회지, 22(1): 26 (1990).
20. 전희정: 김치관리상으로 본 Vitamin C의 생합성 및 파괴에 미치는 영향. 숙명여대 대학원 석사학위 논문 (1964).
21. 이기열: 영양과학면에서 본 한국의 전래음식, 전래식품의 새로운 인식과 바람직한 발전. 제1회 인제과학 FORUM, pp. 29 (1992).
22. Ha, J.H., Hawer, W.D., Kim, Y.J. and Nam, Y.J.: Changes of free sugar in Kimchi during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 21: 633 (1989).
23. Kim, M.J.: Fermentation and Preservation of Korea Kimchi. MS thesis, University of Leeds (1976).
24. 오영애, 김순동: 배추의 소금절임과 김치숙성 중 효소류의 활성변화. 한국식품영양과학회지, 26(3): 404-410 (1997).
25. 하재호, 허우덕, 김영진, 남영중: 김치숙성 중 유리당의 변화. 한국식품과학회지, 21(5): 633-638 (1989).
26. 강수기, 박완수, 최태동: 김치, 수지맞는 사업추진과 경영. 농민신문사 (1995).

---

(1998년 5월 22일 접수)