

동결건조 시간이 동결건조김치의 품질에 미치는 영향

고영태* · 강정화

덕성여자대학교 식품영양학과

Effects of Freeze-Drying Time on Quality of Freeze-Dried Kimchi

Young-Tae Ko* and Jung-Hwa Kang

Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

Effects of freeze-drying time on the microbiological, sensory, and other characteristics of freeze-dried kimchi were investigated to optimize freeze-drying time for kimchi. Quality attributes of freeze-dried kimchi, including number of lactic acid bacteria (LAB), pH, sensory properties, brittleness, rehydration property, moisture content, and microstructure of Chinese cabbage were observed for 24, 48 and 72 h, respectively. Number of LAB and pH of the kimchi freeze-dried for 24 h were significantly changed in comparison with those of the kimchi not freeze-dried. However, further freeze-drying did not change markedly number of LAB and pH. Overall acceptability of the sample freeze-dried for 48 or 72 h was better than that of the sample freeze-dried for 24 h. As freeze-drying time increased, brittleness of the dried sample increased, and rehydration property was improved while dried weight and moisture content of the sample decreased. In conclusion, the sample freeze-dried for 48 h was better than the sample freeze-dried for 24 or 72 h, based on sensory properties and other characteristics.

Key words: kimchi, freeze-drying

서론

김치의 숙성을 지연시키고 저장성을 연장하고자하는 연구는 많이 이루어졌으나 아직 실용화할만한 방법은 없으며 현재로서는 저온유통으로 김치의 산패를 억제하는 것이 가장 효과적인 방법이다⁽¹⁾. 김치의 저장성 연장에 관한 대표적인 연구를 보면, 합성보존료에 의한 저장⁽²⁻⁵⁾, 천연보존료에 의한 저장⁽⁶⁻¹⁴⁾, 가열살균에 의한 저장⁽¹⁵⁻¹⁸⁾, 방사선처리에 의한 저장⁽¹⁹⁻²¹⁾ 등이 있다.

Ko 등⁽²²⁾은 동결건조에 의한 김치의 저장성 개선에 관한 연구를 수행하여 그 결과를 다음과 같이 보고하였다. 김치를 동결건조하여 0°C, 5°C, 28°C에 60일간 저장하면서 동결건조/저장/복원된 시료의 젖산균수와 관능적 특성 등을 관찰하였는데, 젖산균수는 60일 저장 후에 0°C, 5°C의 경우는 실험 첫날의 4.7~4.8%로, 28°C의 경우는 실험 첫날의 10⁻⁴ 수준으로 감소하였으며, 관능적 특성은 60일 저장 후에 표준시료(동결건조하지 않은 시료)와 비교하여 다소 저하하기는 하였

으나, 0°C, 5°C 저장 시료의 경우는 비교적 양호하다고 보고하였다. 한편 동결건조된 김치는 복원하지 않고 그대로 시식하여도 우수한 기호성을 나타냈으므로, “건조김치”라는 새로운 식품의 개발에 관한 보다 깊은 연구가 필요하다고 지적하였다.

본 연구의 목적은 동결건조된 김치를 시료로 선정하여 동결건조시간이 건조된 김치 제품의 미생물학적인 특성 및 관능적 특성 등과 같은 품질에 미치는 영향을 조사하여 “건조김치”의 제조에 적합한 동결건조 시간을 알아내는 것이다. 김치를 24, 48, 72시간 동결건조한 후, 건조제품의 젖산균수, pH, 관능적 특성, 파쇄도, 복원성 및 수분함량, 배추조직의 미세구조를 관찰하여 동결건조시간이 “건조김치”의 품질에 미치는 영향을 관찰하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 재료인 증가집 맛김치((주)두산)는 고차단성(PET/Al-foil/PE) 필름으로 500g씩 진공포장된 것으로 제조한 다음날 구입하여 4°C 이하의 냉장고에 보관하면서 10~22일의 제품을 시료로 사용하였다. 증가집 맛김치의 원료는 배추(75%), 무, 고추가루, 파, 마늘, 새우젓, 멸치액젓 등이다. 시료의 성상을 보면 맛, 냄새, Moistness(김치에 물기가 알맞

*Corresponding author : Young-Tae Ko, Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University, Ssangmun-Dong, Dobong-Ku, Seoul, 132-714
Tel: 82-2-901-8374
Fax: 82-2-901-8372
E-mail: ytko@center.duksung.ac.kr

게 있는가 여부), 저작성(질긴 정도) 및 색상이 김치 실험의 시료로 사용하기에 적합하였다.

건조김치의 제조

김치를 250 mL 플라스틱 비이커(Nalgene, USA)에 30 g씩 넣은 후, 동결건조기((주) 일신랩, Model FD-5505P) chamber에 넣고 실온(25~29°C)에서 응축기 온도 -50°C, 압력 10 mm Torr의 조건하에서 24~72시간 동결건조시킨 후 시료로 사용하였다. 동결건조기 chamber 내부의 온도와 건조중인 시료의 실제온도는 20±1°C이었다.

생균수 및 pH 측정

생균수는 건조김치를 동결건조 전과 같은 수분함량으로 복원한 후, 액체부분(김치 국물)을 취하여 펩톤수에 의한 10배 희석법으로 희석하여 MRS 한천배지(Difco Lab., USA)에서 30°C, 48시간 배양한 후 colony의 수가 30~300개인 평판을 선택하여 산출하였고, pH는 복원된 시료의 액체부분(김치 국물)을 pH meter(동우메디칼시스템, Model DP-215M)로 측정하였다. 생균수의 결과는 평균치(mean value)로 표시하였고, pH의 결과는 중앙치(median value)로 표시하였다. 그 이유는 pH값이 수소이온농도의 역수의 log값이기 때문이다.

파쇄도 측정

건조김치의 파쇄도는 Data-Autoanalyzer-Software가 설치된 Rheometer(Sun Scientific Co., Model Compac-100, Tokyo, Japan)를 사용하여 사용자 안내서⁽²³⁾에 따라 측정하였다. 치아형 probe(No. 9)를 본체에 연결시키고 작동조건을 입력한 후, 측정대 위에 건조김치를 올려놓은 다음, 시료 표면에서 2.5±1 mm 위에 추를 고정시키고 Table 1과 같은 작동조건으로 Rheometer에 연결된 컴퓨터 모니터상의 START 표시를 click하여 측정하였다.

관능적 특성 검사

건조김치를 종이접시에 2.5~2.6 g씩 넣어 검사원에게 나누어주었다. 관능검사 방법은 multiple comparisons test에 준하였으며⁽²⁴⁾, 48시간 동결건조한 시료를 reference로 사용하였다. 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 10명의 검사원을 대상으로 각각 3일간 3회에 걸쳐 전반적인 기호성, 맛, 냄새, 조직감, 바삭바삭함 및 색상을 측정하였다.

복원성 측정

건조김치에 30°C의 살균수를 가하고 1시간 동안 수분을 충분히 흡수시킨 후, 흡수되지 않고 남은 물의 중량을 측정하

여 건조시료의 복원성을 측정하였다. 복원을 위하여 첨가된 살균수의 양은 “동결건조 전의 비이커 및 김치의 중량”에서 “동결건조 후의 비이커 및 건조김치의 중량”을 뺀 차이이다.

수분함량 측정

AOAC법에는 건조김치의 수분함량 측정법이 수록되어 있지 않으므로 건조김치와 성상이 비교적 유사한 “건조된 과일”의 AOAC 수분 측정법⁽²⁵⁾을 참고로 하여 건조김치의 수분을 측정하였다.

배추조직의 현미경 촬영

김치 또는 건조김치의 배추를 아주 얇은 박편으로 만들어 슬라이드글라스 위에 올리고 카버글라스로 덮은 후, 현미경(동원정밀, DW-THN)으로 적합한 부분을 찾은 다음 칼러모니터(삼성전자, SCM-21M)로 확인하고, 비디오프린터(Sony, UP-2300)로 촬영하였다.

자료의 처리 및 분석

전체적인 실험, 즉 김치의 동결건조시료 제조 및 품질평가 실험은 30 g의 시료를 사용하여 5회에 걸쳐 반복실험 하였으며, 각 품질평가 항목의 실험 반복횟수는 Table 하단에 명기하였다. 실험결과는 Window용 SigmaStat⁽²⁶⁾ software를 사용하여 F-test(ANOVA와 최소유의차 검정)로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

동결건조 시간이 건조김치의 젖산균수와 pH에 미치는 영향

Table 2는 건조전의 시료(Raw)와 24, 48, 72시간 동결건조하여 만든 건조김치의 젖산균수와 pH를 나타내고 있다. 원시료(Raw sample)의 젖산균수는 3.7×10^7 CFU/mL이었으나 건조김치의 경우는 $4.4\text{--}4.6 \times 10^6$ CFU/mL로 건조에 의하여 젖산균수가 원시료의 11.9~12.4%로 감소하였다. 생균수는 처음 24시간 건조로 현저하게 감소하고 유의적인 차이도 있었으나($p < 0.05$), 그 후에는 72시간까지 건조하여도 감소의 정도가 미미하였다. 한편 pH는 원시료의 pH는 5.42이었으나 건조김치의 pH는 5.64~5.75로 다소 증가하였다. 동결건조로 젖산균 생균수가 감소한 이유는 장시간의 건조에 의하여 균체가 손상된 것이며⁽²⁷⁾, pH가 다소 증가한 이유는 동결건조시 휘발성유기산의 일부가 손실된 때문이라고 생각된다. 본 실험의 재료로 사용한 증가집 맛김치의 제조회사의 권장보관기간은 4°C 이하의 냉장고에서 10~22일인데 이 기간중의 pH는 Table 2에 나타난 바와 같이 5.42로서 대체로 발효초기의 상태이었다. 이상의 결과로부터 건조김치 제조시 생균

Table 1. Operation Conditions of Rheometer

Mode	20	Holding time (sec)	0
R/H	Real	Test type	Cutting & Shearing
P/T	Press	Adaptor type	Rectangle
REP (Repeat)	1	Adaptor area (cm ²)	0.02
Max. weight (kg)	10	Sample type	H-angle
Penetration depth (mm)	7	Sample height (mm)	5
Table speed (mm/min)	120		

Table 2. Effects of freeze-drying time on viable cell count of lactic acid bacteria and pH of freeze-dried kimchi¹⁾

Freeze-drying time	Raw	24 h	48 h	72 h
Viable cell count (CFU/mL) ²⁾	3.7×10 ⁷ _a ³⁾ (100.0%)	4.6×10 ⁶ _b (12.4%)	4.4×10 ⁶ _b (11.9%)	4.4×10 ⁶ _b (11.9%)
pH ⁴⁾	5.42	5.75	5.70	5.64

¹⁾Viable cell count and pH of dried kimchi were measured after rehydration with water

²⁾Mean values of 30 or more replications

CFU: Colony forming unit per mL

³⁾a-b Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level

⁴⁾Median values of 18 replications

Table 3. Effects of freeze-drying time on sensory properties of freeze-dried kimchi¹⁾

Freeze-drying time	24 h	48 h (Reference)	72 h
Overall acceptability	4.53 _b ²⁾	5.00 _a	5.07 _a
Taste	4.97 _a	5.00 _a	5.03 _a
Odor	5.90 _a	5.00 _b	4.17 _c
Texture	4.87 _a	5.00 _a	4.90 _a
Crispness	4.07 _c	5.00 _b	5.83 _a
Color	5.00 _a	5.00 _a	5.00 _a

¹⁾The scores were assigned numerical values 1 to 9 with “no difference between sample and reference” equaling 5, “extremely better than reference” equaling 9 and “extremely inferior to reference” equaling 1. Sensory evaluation test was repeated three times using 10 panelists.

²⁾See footnote in Table 2

수와 pH에 가장 큰 변화를 초래하는 동결건조시간은 최초의 24시간임을 알 수 있었다. 즉 미생물학적인 변화는 동결건조 최초의 24시간에 가장 현저하게 발생하고 그 후에는 큰 변화가 없었다.

동결건조 시간이 건조김치의 관능적 특성에 미치는 영향

Table 3은 건조시간을 달리한 세 가지 시료의 관능적 특성을 비교한 결과이다. 48시간 건조시료를 reference로 사용하였으며, 관능적 특성은 각 항목의 강도(Strength)를 측정하는 것이 아니라 검사원들의 기호도를 측정하는 것이므로 수치(Score)가 낮은 것이 상대적으로 기호도가 낮은 것이다. 맛(Taste), 조직감(Texture), 색상(Color)의 수치는 24, 48, 72시간 사이에 유의적인 차이가 없었으나(p<0.05), 동결건조시간이 경과할수록 냄새(Odor)의 수치는 저하하였고, crispness(바삭바삭한 느낌을 주는 食感)의 수치는 증가하였다. 전반적인 기호성(Overall acceptability)은 24시간시료보다 48시간 또는 72시간시료가 우수하였다.

건조시간이 경과함에 따라 냄새의 수치가 저하한 이유는 김치의 고유한 휘발성분이 동결건조의 한 공정인 감압처리로 제거되어 감소하였기 때문이며, crispness수치가 증가한 이

유는 24시간시료보다는 48시간시료가, 48시간시료보다는 72시간시료가, 각각 건조상태가 보다 양호하여 바삭바삭한 느낌을 주는 食感이 개선되었기 때문이다. 전반적인 기호성은 맛, 냄새, 조직감, crispness, 색상 등을 포함한 여러 가지 복합적인 인자에 의하여 영향을 받는데, 본 실험에서는 냄새보다는 crispness와 같은 食感이 전반적인 기호성에 미치는 영향이 우세하였던 것으로 생각된다. 그러나 동결건조시간이 48시간이 지난 후에는 관능적 특성, 특히 전반적인 기호성은 유의성이 없었으므로(p<0.05), 관능적 특성의 측면에서 판단하면 대체로 48시간이 적합한 건조시간이라고 생각된다.

동결건조 시간이 건조김치의 파쇄성(Brittleness)에 미치는 영향

본 실험에서는 건조김치의 파쇄성을 Rheometer의 치아형 probe를 사용하여 수치화하였다. 치아형 probe는 사람의 치아와 유사한 형태를 지니고 있으며 이 추가 시료를 절단할 때 받는 힘을 최대하중(g) 또는 Distance(dyne/cm²)값으로 표시한 것을 파쇄도(brittleness value)라고 한다.

Table 4를 보면 24시간시료의 최대하중(Max. weight)을 100%로 하면 48시간, 72시간시료의 수치는 각각 88.5%, 79.2%로 저하하였으며, distance의 경우도 24시간시료의 수치를 100%로 하면 48시간, 72시간시료의 수치는 각각 76.9%, 69.2%로 저하하였다. 최대하중(Max. weight)은 rheometer의 추가 시료에 진입할 때 받는 최대의 힘(force)을 나타내고, distance는 최대하중에 도달할 때의 추의 진입 깊이를 말한다. 본 실험에서 Rheometer로 측정된 최대하중이나 distance 수치는 파쇄도 수치를 의미하는 것으로서 이 수치가 낮은 시료가 파쇄성은 높은 것이다. 관능적으로 측정된 crispness와 기계적으로 측정된 파쇄성이 정확하게 비례하지는 않았으나, 본 실험에서는 파쇄성이 높은 시료가 관능적 특성인 crispness 수치도 높았다. Table 4에서 건조시간이 24시간에서 48시간, 72시간으로 증가하면 건조김치의 파쇄도 수치는 감소하는데, 이러한 결과는 시료의 파쇄성은 증가하고, crispness(바삭바삭한 느낌의 食感)는 개선됨을 의미한다.

Table 4. Effects of freeze-drying time on maximum weight and distance value of freeze-dried kimchi¹⁾

Freeze-drying time	24 h	48 h	72 h
Max. weight (g)	1021.8 _a ²⁾ ±799.0 (100.0%)	904.5 _a ±506.9 (88.5%)	808.8 _a ±414.8 (79.2%)
Distance (dyne/cm ²)	2.6 _a ±2.0 (100.0%)	2.0 _b ±1.4 (76.9%)	1.8 _b ±1.3 (69.2%)

¹⁾Mean values and standard deviations of 5 or more replications

²⁾See footnote in Table 2

Table 5. Effects of freeze-drying time on rehydration of freeze-dried kimchi¹⁾

Freeze-drying time	24 h	48 h	72 h
Amount of residual water (g)	5.80 _a ²⁾ ±1.23 (100.00%)	5.22 _a ±1.39 (90.00%)	4.97 _a ±0.87 (85.69%)

¹⁾Amount of raw kimchi sample was 30 g

Mean values and standard deviations of 10 or more replications

²⁾See footnote in Table 2

Table 6. Effects of freeze-drying time on weight and moisture content of freeze-dried kimchi¹⁾

Freeze-drying time	24 h	48 h	72 h
Wt. of dried kimchi (g)	2.62 _a ²⁾ ±0.07	2.66 _a ±0.07	2.56 _a ±0.12
Moisture content of dried kimchi (g)	0.37 ±0.02	0.36 ±0.02	0.35 ±0.02
Moisture (%)	14.12±0.72	13.53±1.01	13.67±1.02

¹⁾Amount of raw kimchi sample was 30 g

Mean values and standard deviations of 8 replications

²⁾See footnote in Table 2

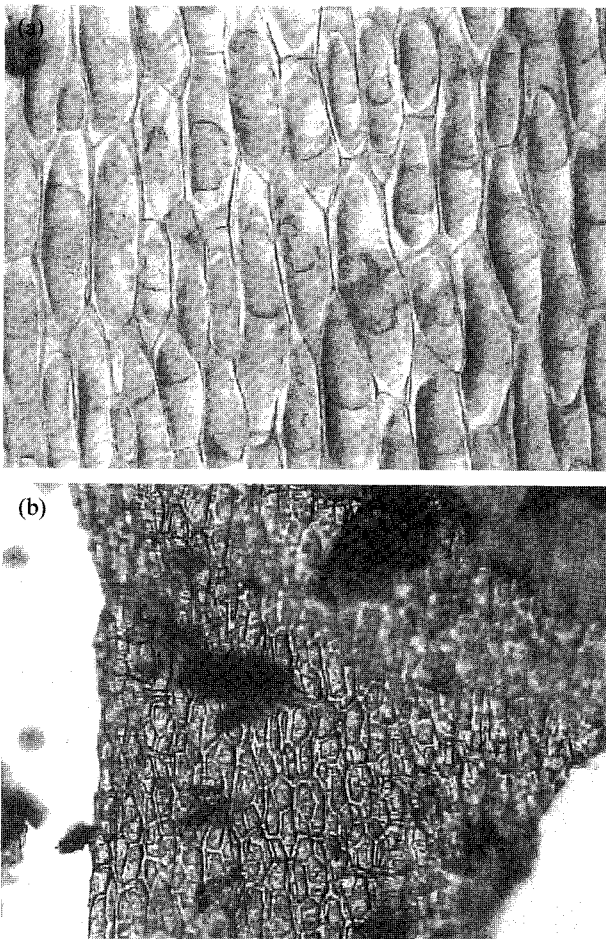


Fig. 1. photomicrographs of Chinese cabbage cells of freeze-dried kimchi

(a) Chinese cabbage cells of the kimchi not freeze-dried (b) Chinese cabbage cells of the kimchi freeze-dried for 48 h
Magnification: ×1500

동결건조 시간이 건조김치의 복원성과 건조김치의 수분함량에 미치는 영향

본 연구에서는 건조김치의 복원성(건조된 시료가 수분을 재흡수하여 건조전의 시료로 되돌아가는 성질)을 “복원 후에

남는 수분함량”으로 표시하였는데, 다시 말하면 복원 후에 남는 수분량이 적을수록 복원성이 우수하다는 의미이다. Table 5를 보면 동결건조시간이 경과할수록 복원성이 우수하였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다($p < 0.05$).

Table 6은 건조김치의 중량과 그 안에 남아 있는 수분함량을 보여주는데 (건조전 시료의 함량은 30 g), 동결건조시간이 경과할수록 건조김치의 중량과 각각의 시료에 함유된 수분함량은 대체로 감소하는 경향을 보였다. Table 5에서 건조시간이 경과할수록 복원성이 우수했던 것은 Table 6에 나타난 바와 같이 건조시간이 경과할수록 시료내의 수분함량이 감소하였기 때문이라고 생각한다.

동결건조 시간이 건조김치의 배추조직의 미세구조에 미치는 영향

Fig. 1은 원시료(동결건조하지 않은 김치)와 48시간 건조된 시료의 배추조직의 미세구조를 현미경으로 관찰한 사진이다 (배율 ×1500). Raw시료는 세포의 용적이 매우 크고 세포내 구조의 일부가 관찰되었으나, 건조된 시료는 배추조직의 세포가 수축되어 용적이 현저하게 수축되고 세포내 구조를 관찰할 수 없었다.

요 약

본 연구의 목적은 동결건조된 김치를 시료로 선정하여 동결건조 시간이 건조된 김치제품의 미생물학적인 특성, 관능적 특성 및 다른 품질에 미치는 영향을 조사하여 “건조김치”의 제조에 적합한 동결건조 시간을 알아내는 것이다. 김치를 24, 48, 72시간 동결건조한 후, 건조제품의 젖산균수, pH, 관능적 특성, 파쇄도, 복원성 및 수분함량, 배추조직의 미세구조를 관찰하여 동결건조 시간이 건조김치의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 원시료에 비하여 24시간 건조시킨 제품의 생균수 및 pH가 현저하게 변화하였으나, 그 후에는 72시간까지 거의 변화가 없었다. 24시간 건조김치보다 48시간 또는 72시간 건조김치의 전반적인 기호성이 우수하였다. 동결건조 시간이 24시간에서 48시간, 72시간으로 증가할수록 건조김치의 파쇄성은 증가하였다. 동결건조 시간이 경과할수록

건조김치의 복원성이 개선되고, 건조김치의 중량과 함유된 수분함량은 감소하였다. 본 실험의 조건하에서는 건조김치의 제조에 적합한 동결건조 시간은 미생물학적인 측면에서 보면 24시간도 큰 문제는 없으나, 관능적 특성과 건조제품의 품질특성의 측면에서 판단하면 48시간이 보다 바람직하였다.

문 헌

- Jo, J.S. Studies on Kimchi, pp. 261-339. Yurim-munhwasa, Seoul (2000)
- Kim, M.H. and Chang, M.J. Influence of organic acid or ester addition on kimchi fermentation. *Foods and Biotechnol.* 4: 146-149 (1995)
- Choi, S.Y., Lee, I.S., Yoo, J.Y., Chung, K.S. and Koo, Y.J. Inhibitory effect of nisin upon kimchi fermentation. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 18: 620-623 (1990)
- Moon, K.D., Byun, J.A., Kim, S.J. and Han, D.S. Screening of natural preservatives to inhibit kimchi fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 27: 257-263 (1995)
- Ryu, H.J., Chung, C.H. and Kyung, K.H. Evaluation of nisin as a preservative to prevent over-acidification of kimchi. *Food Sci. Biotechnol.* 7: 205-208 (1998)
- Kim, S.J. and Park, K.H. Retardation of kimchi fermentation by the extracts of *Allium tuberosum* and growth inhibition of related microorganisms. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 27: 813-818 (1995)
- Yun, S.I. Method to increase preservation of kimchi by addition of cinnamon oil. Korean Patent 1002 (1990)
- Chung, D.K. and Yu, R. Antimicrobial activity of bamboo leaves extract on microorganisms related to kimchi fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 27: 1035-1038 (1995)
- Lee, S.H., Choi, W.J. and Im, Y.S. Effect of *Scizandra chinensis* (Omija) extract on the fermentation of kimchi. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 25: 229-234 (1997)
- Ahn, S.C. and Lee, G.J. Effects of salt-fermented fish and chitosan addition on the pectic substance and the texture changes of kimchi during fermentation. *Kor. J. Soc. Food Sci.* 11: 309-315 (1995)
- Son, Y.M., Kim, K.O., Jeon, D.W. and Kyung, K.H. The effect of low molecular chitosan with or without other preservatives on the characteristics of kimchi during fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 28: 888-896 (1996)
- Kim, K.O., Moon, H.A. and Jeon, D.W. The effect of low molecular weight chitosans on the characteristics of kimchi during fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 27: 420-427(1995)
- Park, K.H., Seo, B.C., Han, J.S. and Na, S.I. Method to prolong ripening of kimchi by addition of glucono-delta-lactone. Korean Patent 3501 (1993)
- An, D.J., Lew, K.C. and Lee, K.P. Effects of adipic acid and storage temperature on extending the shelf-life of kimchi. *Food Sci. Biotechnol.* 8: 78-82 (1999)
- Lee, C.Y., Kim, H.S. and Chun, J.K. Studies on the manufacture of canned kimchi. *J. Kor. Agri. Chem. Soc.* 10: 33-38 (1968)
- Kim, C.S., Kim, J.H. and Jung, M.H. Method of preparation of kimchi can. Korean Patent 850 (1966)
- Lee, N.J. and Chun, J.K. Studies on the kimchi pasteurization. Part II. Effects of kimchi pasteurization conditions on the shelf-life of kimchi. *J. Kor. Agri. Chem. Soc.* 25: 197-200 (1982)
- Park, K.H., An, S.Y. and Yook, C. Method to prevent deterioration of kimchi by pre-heat treatment. Korean Patent 22 (1987)
- Cha, B.S., Kim, W.J., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Cho, H.O. Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf life of kimchi. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 21: 109-119 (1989)
- Byun, M.W., Cha, B.S., Kwon, J.H., Cho, H.O. and Kim, W.J. The combined effect of heat treatment and irradiation on the inactivation of major lactic acid bacteria associated with kimchi fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 21: 185-191(1989)
- Byun, M.W. and Kwon, J.H. Method of long term storage of Chinese cabbage kimchi. Korean Patent 5282 (1991)
- Ko, Y.T., Kang, J.H. and Kim, T.E. Quality of Freeze Dried Kimchi. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 33: 100-106 (2001)
- Sun Scientific Co., User's Manual of Rheometer Model Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan (1999)
- Larmond, E. Laboratory methods for sensory evaluation of food, Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada (1977)
- AOAC Official Methods of Analysis, 15th ed., 934.06, Moisture in dried fruits, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
- Jandel Co. SigmaStat for Windows. V 1.02, Jandel Co., USA (1994)
- Ko, Y.T. and Lee, E.J. Freeze drying of lactic acid bacteria fermented food prepared from egg white powder and casein supplemented with growth stimulating agent. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 31: 1337-1344 (1999)

(2001년 10월 5일 접수)