

동결건조 열무김치의 품질

고영태* · 강정화
 덕성여자대학교 식품영양학과

Quality of Freeze-Dried Yulmoo-kimchi

Young-Tae Ko* and Jung-Hwa Kang

Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

Effects of freeze-drying on microbiological and sensory characteristics of yulmoo-kimchi (leaf radish kimchi) were investigated. Freeze-dried yulmoo-kimchi was stored at 0, 10 or 25°C for 60 days and rehydrated with water. Optimum rehydration time of freeze-dried yulmoo-kimchi was 2 hr. Number of lactic acid bacteria of freeze-dried, 10 days-stored, rehydrated yulmoo-kimchi decreased significantly ($p<0.05$) in comparison with that of reference sample (non-freeze-dried yulmoo-kimchi), while no significant changes were observed after 10 days. As storage temperature increased, number of lactic acid bacteria of 10 days-stored samples decreased. pH value slightly increased by freeze-drying, while it decreased gradually during 60 days of storage. Sensory properties of freeze-dried/rehydrated sample were slightly inferior to those of reference sample, but those were relatively good when the sample was evaluated solely. Overall acceptability of freeze-dried, 0°C-stored, rehydrated sample was significantly inferior to reference sample ($p<0.05$) and it gradually decreased as storage temperature increased. Between storage periods of 10 through 60 days, sensory properties of 0 and 10°C-stored sample slightly decreased, while those of 25°C-stored sample decreased markedly.

Key words: yulmoo-kimchi, freeze-drying

서 론

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 김치(배추김치)의 저장성 개선에 관한 연구를 수행하여 그 결과를 다음과 같이 보고하였다. 김치를 동결건조하여 0, 5, 28°C에서 60일간 저장하면서 동결건조/저장/복원된 시료의 젖산균수와 관능적특성을 관찰하였는데, 60일저장 후의 젖산균수는 0, 5°C의 경우는 실험 첫날의 4.7~4.8%로, 28°C의 경우는 실험 첫날의 10^{-4} 수준으로 감소하였으며, 60일저장 후의 관능적특성은 표준시료(동

결건조하지 않은 시료)와 비교하여 다소 저하하기는 하였으나, 0, 5°C 저장 시료의 경우는 비교적 양호하다고 보고하였다. 한편 동결건조된 김치는 복원하지 않고 그대로 시식하여도 우수한 기호성을 나타냈으므로 “건조김치”라는 새로운 종류의 김치가공품을 개발하는 것도 의미가 있다고 언급하였다. 또한 Ko 와 Kang은 동결건조 시간이 동결건조김치의 품질에 미치는 영향⁽²³⁾과 동결건조에 의한 김치의 휘발성냄새성분의 변화⁽²⁴⁾에 관한 연구도 수행하여 동결건조에 의한 김치의 저장성 개선에 관한 새로운 자료를 제시하였다.

김치라고 하면 일반적으로 배추김치를 의미하지만 그밖에도 열무김치, 파김치, 미나리김치, 갓김치 등 온갖 채소로 김치를 담글수 있으며, 김치라는 용어를 쓰지는 않지만 깍두기나 동치미도 김치류에 포함된다. 또한 같은 배추김치라 하더라도 첨가되는 부재료와 담그는 방법에 따라 매우 다양한 제품이 만들어지게되므로 김치의 종류는 사실상 수백가지가 된다고 하겠다⁽¹⁾. 이렇게 보면 다양한 종류의 김치는 관능적인 특성과 물리적인 특성이 서로 다를 뿐만아니라 숙성과정, 특히 젖산균에 의한 발효과정도 차이가 있을 것으로 생각되며, 김치의 주재료나 부재료, 담그는 방법을 달리하여 만든 각각의 김치를 동결건조한 제품의 특성도 각각 다를 것으로 생각된다.

Ko 등⁽²²⁾의 연구에서는 일반 배추김치의 동결건조제품의

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

품질특성을 조사하였는데, 열무김치는 배추김치와 품질특성은 다르지만 저장기간이 경과하면 산패한다는 공통점이 있으므로 열무로 만든 김치를 동결건조한 후 품질특성을 조사하여 일반 배추김치와 차이점을 비교할 필요가 있다. 본 연구의 목적은 열무김치의 저장성 개선의 한 방법으로 동결건조법을 선택하여 동결건조 열무김치의 품질특성을 조사하는 것이다. 열무김치를 동결건조한 후 0, 10, 25°C에서 각각 60일간 저장하면서 동결건조/저장/복원된 시료의 젖산균수, pH, 관능적특성을 관찰하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 재료인 증가집 열무김치((주) 두산)는 폴리에틸렌수지 필름으로 500 g씩 진공포장된 것으로 제조한 다음날 구입하여 0°C에 보관하면서 시료로 사용하였다. 증가집 열무김치의 원료는 열무(57.3%), 고추가루, 파, 양파, 새우젓이다. 유통기한은 0~10°C에서 제조일로부터 23일이다. 시료의 성상을 보면 맛, 냄새, moistness(김치에 물기가 알맞게 있는가 여부), 저장성(질긴 정도) 및 형태가 열무김치 실험의 시료로 사용하기에 적합하였다.

열무김치의 동결건조

열무김치를 250 mL 플라스틱 비이커(Nalgene, USA)에 20 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 24시간 동결건조시킨 후 시료로 사용하였다. 동결건조기 chamber 내부의 온도와 건조중인 시료의 실제온도는 20±1°C이었다.

동결건조된 열무김치의 저장

동결건조된 시료는 수분의 흡수를 방지하기 위하여 비닐지퍼팩으로 이중으로 포장한 후 실험에 사용할 때까지 0, 10, 25°C에 각각 60일 동안 저장하면서 일정기간마다 꺼내어 복원한 다음 생균수, pH, 관능적특성을 관찰하였다. 0°C저장은 냉동고(LG전자), 10°C와 25°C저장은 저온항온기(JISICO, Model J-IB03)를 사용하였다.

동결건조된 열무김치의 복원성 측정

동결건조된 열무김치에 30°C의 살균수를 가하고 5°C에 방치하고 수분을 흡수시키면서 매 시간마다 흡수되지 않고 남은 물의 중량을 측정하여 건조시료의 복원성을 측정하였다. 복원을 위하여 첨가된 살균수의 양은 “동결건조 전의 비이커 및 열무김치시료의 중량”에서 “동결건조 후의 비이커 및 건조김치의 중량”을 뺀 차이이다.

젖산균수 및 pH 측정

젖산균수는 건조된 열무김치를 동결건조 전의 상태로 복원한 후, 시료의 액체부분(열무김치 국물)을 취하여 펌프수에 의한 10배 희석법으로 희석하고 MRS 한천배지(Difco Lab., USA)에서 30°C, 48시간 배양한 후 colony의 수가 30~300개인 평판을 선택하여 산출하였고, pH는 복원된 시료의 액체부분(열무김치 국물)을 pH meter(동우메디칼시스템, Model DP-215M)로 측정하였다. 젖산균수의 결과는 평균치(mean)로 표시하였고, pH의 결과는 중앙치(median value)로 표시하였다. 그 이유는 pH값이 수소이온농도의 역수의 log값이기 때문이다.

관능적특성 검사

동결건조/저장/복원 시료를 5°C에서 5시간 방냉한 후 종이컵에 20 g씩 넣어 검사원에게 나누어주었다. 관능검사 방법은 2종의 시료에 1~9점을 기재하여 비교하는 hedonic scale⁽²⁵⁾, 또는 reference를 검사원에게 미리 알려주고, 다시 시료 중에도 포함시키는 multiple comparisons test에 준하였으며⁽²⁵⁾, 동결건조하지 않은 원래의 시료를 reference로 사용하였다. 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 10명의 검사원을 대상으로 각각 5일간 5회에 걸쳐 전반적인기호도, 맛, 냄새, moistness, chewiness 및 형태를 측정하였다. Reference로 사용된 김치시료는 관능검사를 실시할 때마다 증가집김치 대리점에서 새로 구입하였다.

자료의 처리 및 분석

전체적인 실험, 즉 열무김치의 동결건조시료 제조 및 품질평가 실험은 20 g의 시료를 사용하여 5회에 걸쳐 반복실험하였으며, 각 품질평가 항목의 실험 반복횟수는 Table 하단에 명기하였다. 실험 결과는 Window용 SigmaStat⁽²⁶⁾ software를 사용하여 t-test 또는 F-test(ANOVA와 최소유의차 검정)로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

동결건조된 열무김치의 복원성

동결건조된 열무김치의 복원성(건조된 시료가 수분을 재흡수하여 건조 전의 시료로 되돌아가는 성질)을 “복원 후에 남은 수분함량”으로 표시하였으며, 따라서 복원 후에 남은 수분량이 적을수록 복원성이 우수하다는 것을 의미한다. Table 1을 보면 30°C의 살균수를 가한 직후(0 h)의 잔류수분량은 17.79 g이었으나 복원 1시간 후에는 9.29 g으로 감소하여 유의적인 차이를 보였고(p<0.05), 복원 2시간 후에는 7.79 g으로 복원 1시간 후와 비교하여 유의적으로 복원성이 우수하였다(p<0.05). 그러나 복원 3~6시간 후에는 복원 2시간 후와

Table 1. Effects of rehydration time on amount of residual water of freeze-dried yulmoo-kimchi¹⁾

Rehydration time	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h
Amount of residual water (g)	17.79 ^{a2)} ±0.109	9.29 ^b ±1.296	7.79 ^c ±0.619	6.69 ^c ±1.033	7.13 ^c ±0.510	7.32 ^c ±1.367	6.69 ^c ±0.789

¹⁾Amount of raw yulmoo-kimchi sample was 20 g.

Mean values and standard deviations of 10 replications.

^{2)a-c}Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

Table 2. Changes in viable cell count of lactic acid bacteria in freeze-dried /stored /rehydrated yulmoo-kimchi¹⁾

Storage temperature		Storage period					
		0 Day	10 Days	20 Days	40 Days	60 Day	
Viable cell count (CFU/mL) ²⁾	0°C		5.7 × 10 ⁶ ± 9.22 ^b (10.75%)	5.6 × 10 ⁶ ± 4.61 ^b (10.57%)	5.9 × 10 ⁶ ± 8.76 ^b (11.13%)	6.1 × 10 ⁶ ± 7.08 ^b (11.51%)	
	10°C	5.3 × 10 ⁷ ± 2.87 ^{a3)} (100%)	1.1 × 10 ⁶ ± 2.45 ^b (2.08%)	1.1 × 10 ⁶ ± 2.24 ^b (2.08%)	1.6 × 10 ⁶ ± 3.12 ^b (3.02%)	1.8 × 10 ⁶ ± 1.89 ^b (3.40%)	
	25°C		5.3 × 10 ⁴ ± 8.49 ^b (0.01%)	4.0 × 10 ⁴ ± 0.43 ^b (0.0075%)	5.1 × 10 ⁴ ± 3.95 ^b (0.0096%)	5.9 × 10 ⁴ ± 2.99 ^b (0.0111%)	

¹⁾Viable cell count of raw sample: 5.4×10⁸±2.87
 Mean values and standard deviations of 30 or more replications.
²⁾CFU: Colony forming unit.
³⁾See footnote in Table 1.

유의적인 차이를 보이지 않았으므로 동결건조 열무김치의 적정한 복원시간은 2시간이라고 생각된다. 따라서 이후의 실험에서는 동결건조 열무김치의 복원시간을 2시간으로 하였다.

동결건조/저장/복원된 열무김치의 생균수와 pH 변화

Table 2는 동결건조시료를 0, 10, 25°C에서 60일간 저장하면서 10일 또는 20일마다 동결건조시료를 복원한 후, 젖산균수를 측정된 결과이다. Table 2의 하단에 기재된 바와 같이 동결건조전 시료의 생균수는 5.4×10⁸인데 비하여 동결건조 후에는 5.3×10⁷으로 9.8%로 감소하였다. 동결건조시료의 저장중 변화를 보면 0°C의 경우, 10일 후 표준시료(0 Day)의 10.75%로 감소하여 유의성을 보였고(p<0.05), 20일 후부터는 유의적인 차이가 없었다(p<0.05). 10°C의 경우는 10일 후 표준시료(0 Day)의 2.08%로 감소하였으나 20일 후부터는 유의적인 차이를 보이지 않았다(p<0.05). 25°C의 경우는 10일만에 표준시료의 0.01%로 현저히 감소하였고 유의성을 보였으며(p<0.05), 그 후에는 큰 변화가 없었다. Table 3은 60일 저장기간 중 pH의 변화를 관찰한 것으로서, Table 3의 하단에 기재된 바와 같이 동결건조전 시료의 pH는 4.75였으나 건조 후 시료의 pH는 5.21로 다소 증가하였으며, 0, 10, 25°C 어느 경우나 저장기간 중 pH가 다소 저하하는 경향을 보였으나 25°C의 경우는 60일째의 pH가 0°C나 10°C시료보다 다소 높았다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 동결건조/저장/복원 시료의 저장중 젖산균수는 저장 10일만에 표준시료와 비교하여 유의적으로 감소하였으며(p<0.05), 그 이후에는 큰 변화가 없었다. 한편 저장온도가 높을수록 10일시료의 젖산균수 감소 정도는 높았다. pH는 동결건조에 의하여 다소 증가하였

Table 3. Changes in pH of freeze-dried/stored/rehydrated yulmoo-kimchi¹⁾

Storage temperature		Storage period				
		0 Day	10 Days	20 Days	40 Days	60 Days
pH	0°C		5.21	5.20	5.17	4.97
	10°C	5.21	5.22	5.22	5.15	4.99
	25°C		5.18	5.14	5.11	5.09

¹⁾pH of raw sample: 4.75
 Median values of 10 or more replications.

으나 60일 저장기간 중에는 점차 저하하는 경향을 보였다.

동결건조로 젖산균 생균수가 감소한 이유는 장시간의 건조에 의하여 균체가 손상되었기 때문이며⁽²⁷⁾, 저장온도가 높을수록 10일시료의 젖산균수의 감소 정도가 높은 것은 낮은 저장온도에서는 젖산균의 생존이 연장되지만 저장온도가 높으면 젖산균의 생존력이 그만큼 저하하기 때문이다. 동결건조에 의하여 시료의 pH가 다소 증가한 이유는 동결건조시 휘발성유기산의 일부가 손실된 때문이라고 생각된다. 본 실험의 결과는 배추김치의 동결건조 실험결과⁽²²⁾와 대체로 유사한 경향을 보였으나, 저장 중에 생균수 감소 pattern에는 차이가 있었다. 즉, 동결건조 배추김치의 경우 0°C저장시료⁽²²⁾는 저장 10일에 생균수가 42.2%로 감소하고 그 후에도 점차 저하하여 저장 60일에 4.7%로 감소한데 비하여, 동결건조 열무김치의 0°C저장시료의 경우는 저장 10일에 10.75%로 급격히 감소한 후 60일이 지나도 큰 차이가 없었다.

동결건조/복원된 열무김치의 관능적특성의 변화

Table 4는 동결건조하지 않은 시료(표준시료)와 동결건조후 복원한 시료의 관능적특성을 비교한 결과이다. 표준시료는 관능검사할 때마다 증가집김치 대리점에서 새로이 구입하였다. 관능적특성은 각 항목의 강도(strength)를 측정된 것이 아니라 검사원들의 기호도(acceptability)를 측정된 것이므로 수치(score)가 낮은 것이 상대적으로 기호도가 낮은 것이다. 전반적인기호도(Overall acceptability)는 동결건조로 8.00에서

Table 4. Effects of freeze-drying on sensory properties of yulmoo-kimchi¹⁾

Sample Type	Before freeze-drying (Reference)	freeze-dried/rehydrated
Overall acceptability	8.00 ± 0.00**	6.35 ± 0.49
Taste	8.00 ± 0.00**	7.00 ± 0.00
Odor	8.00 ± 0.00**	7.00 ± 0.00
Moistness	8.00 ± 0.00**	6.00 ± 0.00
Chewiness	6.90 ± 0.31**	5.15 ± 0.49
Appearance	8.00 ± 0.00**	7.00 ± 0.56

¹⁾Hedonic Scale value, 9: Like extremely, 5: Neither like nor dislike, 1: Dislike extremely.
 Reference samples were purchased from Zongazib-kimchi agent whenever sensory test was performed. Sensory evaluation test was repeated five times using 10 panelists.
 **p<0.01

Table 5. Changes in sensory properties of freeze-dried/stored/rehydrated yulmoo-kimchi¹⁾

(Storage period: 10 days)

Sample type	Before freeze-drying (Reference)	Stored at 0°C	Stored at 10°C	Stored at 25°C
Overall acceptability	5.00 ²⁾	4.10 ± 0.31 ^b	4.00 ± 0.00 ^{bc}	3.95 ± 0.22 ^c
Taste	5.00 ^a	4.10 ± 0.31 ^b	4.05 ± 0.22 ^b	3.90 ± 0.31 ^c
Odor	5.00 ^a	4.60 ± 0.50 ^b	4.00 ± 0.00 ^c	3.85 ± 0.37 ^c
Moistness	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	4.00 ± 0.00 ^b	4.00 ± 0.00 ^b
Chewiness	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	4.00 ± 0.00 ^b	4.00 ± 0.00 ^b
Appearance	5.00 ^a	4.25 ± 0.44 ^b	4.25 ± 0.44 ^b	4.05 ± 0.39 ^b

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.

Reference samples were purchased from Zongazib-kimchi agent whenever sensory test was performed. Sensory evaluation test was repeated five times using 10 panelists.

²⁾See footnote in Table 1.

Table 6. Changes in sensory properties of freeze-dried/stored/rehydrated yulmoo-kimchi¹⁾

(Storage period: 20 days)

Sample type	Before freeze-drying (Reference)	Stored at 0°C	Stored at 10°C	Stored at 25°C
Overall acceptability	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	4.00 ± 0.00 ^b	3.50 ± 0.51 ^c
Taste	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	4.00 ± 0.00 ^b	3.65 ± 0.49 ^c
Odor	5.00 ^a	4.50 ± 0.51 ^b	4.20 ± 0.41 ^c	3.60 ± 0.50 ^d
Moistness	5.00 ^a	3.85 ± 0.37 ^b	3.85 ± 0.37 ^b	3.85 ± 0.37 ^b
Chewiness	5.00 ^a	3.85 ± 0.37 ^b	3.85 ± 0.37 ^b	3.85 ± 0.37 ^b
Appearance	5.00 ^a	4.50 ± 0.51 ^b	4.50 ± 0.51 ^b	3.75 ± 0.44 ^c

¹⁾See footnote in Table 5.

6.35로 저하하였고, 맛(Taste)과 냄새(Odor)도 8.00에서 7.00으로 저하하였다. Moistness(김치 시료에 물기가 알맞게 있는가 여부)는 8.00에서 6.00으로 저하하였고, chewiness(배추줄기의 질긴 정도 또는 저작성)은 6.90에서 5.15로 저하하였고, 형태(Appearance)도 8.00에서 7.00으로 저하하였다. 전반적인기호도는 맛, 냄새, moistness, chewiness, 형태 등과 같은 복합적인 인자에 의하여 영향을 받는다고 할 수 있는데, 본 실험에서는 맛, 냄새, 형태보다는 moistness, chewiness와 같은 食感이 전반적인기호도에 미치는 영향이 우세하였다. 동결건조에 의하여 냄새의 기호도가 저하한 이유는 김치의 고유한 휘발성분이 동결건조 공정의 하나인 감압처리로 손실되었기 때문이다. 동결건조 배추김치의 결과²⁾와 비교하면 전반적인기호도, 맛, moistness, chewiness는 유사한 경향을 보였으며, 냄새와 형태는 배추김치의 경우 동결건조에 의하여 큰 차이가 없었으나, 열무김치의 경우는 큰 차이를 보였다.

동결건조/복원시료의 전반적인기호도가 표준시료보다는 낮지만 본 실험에서 관능검사법으로 사용된 기호척도(hedonic scale)의 최고수치가 9, 중간수치가 5라는 점을 고려하면 동결건조/복원제품의 기호성은 결코 낮은 것은 아니다. 즉, 표준시료와 비교하지 않고 동결건조/복원시료만 단독으로 시식하면 기호성이 비교적 양호하였다. 그러나 앞으로의 실험에서 동결건조/복원시료의 수분재흡수성, 즉 복원성을 증가시키는 방법을 찾아내어 moistness, chewiness와 같은 食感を 개선시키는 것이 필요하다고 생각한다.

동결건조/저장/복원된 열무김치의 관능적특성의 변화

Table 5~8은 동결건조시킨 시료를 0, 10, 25°C에서 10, 20,

40 또는 60일 저장한 후 복원하여 관능적특성의 변화를 관찰한 것이다. Table 5~8의 표준시료(Reference)는 대리점에서 새로이 구입한 열무김치(동결건조하지 않은 김치)를 의미하는 것이며, 나머지 3개 시료는 동결건조된 시료를 각각 다른 온도에서 저장한 후 복원한 것이다.

Table 5는 10일 저장시료의 관능적특성을 보여주는데, 전반적인기호도는 동결건조/저장/복원시료가 낮았으며 표준시료와 0, 10, 25°C시료 사이에, 그리고 0°C시료와 25°C시료 사이에 유의적인 차이를 나타냈다(p<0.05). 맛의 경우도 전반적인기호도와 경향이 매우 유사하였다. 냄새의 경우 0°C시료의 경우는 표준시료와 비교하여 차이가 크지는 않았으나 10, 25°C시료는 큰 차이를 보였다. 한편 moistness, chewiness, 형태의 경우는 표준시료와 비교하여 0°C시료의 수치가 크게 저하하고 10°C와 25°C시료는 0°C시료와 비교하여 큰 차이가 없었다. 이상의 결과를 보면 0°C저장시료의 전반적인기호도, 맛, moistness, chewiness, 형태는 표준시료와 비교하여 차이를 보였으나, 10°C 및 25°C시료와는 기호도 수치가 큰 차이가 없었다. 한편 냄새의 경우는 저장온도가 높을수록 기호도 수치가 현저하게 감소하였다.

Table 6은 20일저장시료, Table 7은 40일저장시료, Table 8은 60일저장시료의 관능적특성을 나타내는 것이다. 이들은 10일저장시료의 결과와 유사한 경향을 보였으며, 시료에 따라서는 차이는 있었지만 저장기간이 길어질수록 관능적특성 각 항목의 수치가 서서히 감소하는 경향을 보였다. 60일시료의 결과를 10일시료의 결과와 비교해 보면, 먼저 60일/0°C시료의 경우는 냄새를 제외한 모든 항목의 수치가 10일/0°C시료의 수치와 큰 차이가 없었고, 60일/25°C시료의 전반적인기

Table 7. Changes in sensory properties of freeze-dried/stored/rehydrated yulmoo-kimchi¹⁾

(Storage period: 40 days)

Sample type	Before freeze-drying (Reference)	Stored at 0°C	Stored at 10°C	Stored at 25°C
Overall acceptability	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	4.00 ± 0.00 ^b	3.30 ± 0.47 ^c
Taste	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	3.85 ± 0.37 ^b	3.40 ± 0.50 ^c
Odor	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	3.85 ± 0.37 ^b	3.25 ± 0.44 ^c
Moistness	5.00 ^a	3.95 ± 0.22 ^b	3.95 ± 0.22 ^b	3.95 ± 0.22 ^b
Chewiness	5.00 ^a	3.95 ± 0.22 ^b	3.95 ± 0.22 ^b	3.95 ± 0.22 ^b
Appearance	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	4.00 ± 0.00 ^b	3.45 ± 0.51 ^c

¹⁾See footnote in Table 5.Table 8. Changes in sensory properties of freeze-dried/stored/rehydrated yulmoo-kimchi¹⁾

(Storage period: 60 days)

Sample type	Before freeze-drying (Reference)	Stored at 0°C	Stored at 10°C	Stored at 25°C
Overall acceptability	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	3.80 ± 0.41 ^c	3.10 ± 0.31 ^d
Taste	5.00 ^a	4.05 ± 0.22 ^b	3.75 ± 0.44 ^c	3.15 ± 0.37 ^d
Odor	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	3.85 ± 0.37 ^c	3.05 ± 0.22 ^d
Moistness	5.00 ^a	3.80 ± 0.41 ^b	3.80 ± 0.41 ^b	3.80 ± 0.41 ^b
Chewiness	5.00 ^a	3.80 ± 0.41 ^b	3.80 ± 0.41 ^b	3.80 ± 0.41 ^b
Appearance	5.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	3.95 ± 0.22 ^b	3.00 ± 0.00 ^c

¹⁾See footnote in Table 5.

호도, 맛, 냄새, 형태는 10일/25°C시료와 큰 차이가 있었으나, moistness와 chewiness는 두 시료 사이에 큰 차이가 없었다.

Table 5~8의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 동결건조/저장/복원시료의 전반적인기호도는 0°C저장시료의 경우 표준시료보다 유의적으로 낮았으며, 저장온도가 증가할수록 전반적인기호도가 점차로 저하하였다. 저장기간이 10일에서 60일로 증가됨에 따라 0°C나 10°C저장시료의 관능적특성은 다소 저하하였으나 25°C저장시료의 관능적특성은 현저하게 저하하였다.

10일/0°C저장시료의 전반적인기호도가 표준시료보다 낮은 이유는 맛, 냄새, moistness, chewiness, 형태의 기호도 수치가 저하한 때문이며, 0°C시료보다 25°C시료의 전반적인기호도가 낮은 이유는 moistness와 chewiness는 큰 차이가 없으나 맛, 냄새, 형태의 기호도 수치가 낮기 때문이다. 60일/25°C시료의 전반적인기호도가 현저하게 저하한 이유도 맛, 냄새, 형태의 기호도 수치가 현저하게 저하되었기 때문이다. 동결건조/저장시료는 복원후에 마른 냄새 즉, 말린 산나물을 물로 복원시켰을 때 나는 냄새를 띠었는데 이런 현상은 특히 25°C시료가 현저하였다.

동결건조 배추김치의 경우⁽²²⁾도 저장에 의하여, 특히 높은 온도에서 저장했을 때 관능적특성이 저하하기는 하였으나, 저하의 정도가 열무김치의 경우만큼 현저하지는 않았다.

요 약

본 연구에서는 동결건조된 열무김치를 0, 10, 25°C에 60일간 저장하면서 동결건조/저장/복원시료의 젖산균수, pH, 관능적특성을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 동결건조된 열무김치의 적정한 복원시간은 2시간이었다. 동결건조/저장/복원시료의 저장중 젖산균수는 저장 10일만에 표준시료와 비

교하여 유의적으로 감소하였으며($p < 0.05$), 그 이후에는 큰 변화가 없었다. 한편 저장온도가 높을수록 10일시료의 젖산균수 감소 정도가 높았다. pH는 동결건조에 의하여 다소 증가하였으나, 60일 저장기간 중에 점차 저하하는 경향을 보였다. 동결건조/복원 열무김치의 관능적특성은 표준시료(동결건조전 시료)와 비교하면 기호성이 다소 낮았으나, 동결건조/복원시료만 단독으로 시식하면 기호성이 비교적 양호하였다. 동결건조/저장/복원시료의 전반적인기호도는 0°C저장시료의 경우 표준시료보다 유의적으로 낮았으며($p < 0.05$), 저장온도가 증가할수록 전반적인기호도도 점차로 저하하였다. 저장기간이 10일에서 60일로 연장됨에 따라 0°C나 10°C저장시료의 관능적특성은 다소 저하하였으나 25°C저장시료의 관능적특성은 현저하게 저하하였다.

문 헌

1. Jo, J.S. Studies on Kimchi, pp. 261-339. Yurim-munhwasa, Seoul (2000)
2. Kim, M.H. and Chang, M.J. Influence of organic acid or ester addition on kimchi fermentation. *Foods Biotechnol.* 4: 146-149 (1995)
3. Cho, S.Y., Lee, I.S., Yoo, J.Y., Chung, K.S. and Koo, Y.J. Inhibitory effect of nisin upon kimchi fermentation. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 18: 620-623 (1990)
4. Moon, K.D., Byun, J.A., Kim, S.J. and Han, D.S. Screening of natural preservatives to inhibit kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 257-263 (1995)
5. 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)
6. Kim, S.J. and Park, K.H. Retardation of kimchi fermentation by the extracts of *Allium tuberosum* and growth inhibition of related microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 813-818 (1995)
7. Yun, S.I. Method to increase preservation of kimchi by addition

- of cinnamon oil. Korean Patent 1002 (1990)
8. Chung, D.K. and Yu, R. Antimicrobial activity of bamboo leaves extract on microorganisms related to kimchi fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 1035-1038 (1995)
 9. Lee, S.H., Choi, W.J. and Im, Y.S. Effect of *Scizandra chinensis* (Omija) extract on the fermentation of kimchi. Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 25: 229-234 (1997)
 10. 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. J. Korean Soc. Food Sci. 11: 309-315 (1995)
 11. 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. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 888-896 (1996)
 12. Kim, K.O., Moon, H.A. and Jeon, D.W. The effect of low molecular weight chitosans on the characteristics of kimchi during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 420-427(1995)
 13. 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)
 14. 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)
 15. Lee, C.Y., Kim, H.S. and Chun, J.K. Studies on the manufacture of canned kimchi. J. Korean Soc. Agri. Chem. 10: 33-38 (1968)
 16. Kim, C.S., Kim, J.H. and Jung, M.H. Method of preparation of kimchi can. Korean Patent 850 (1966)
 17. 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. Korean Soc. Agri. Chem. 25: 197-200 (1982)
 18. Park, K.H., An, S.Y. and Yook, C. Method to prevent deterioration of kimchi by pre-heat treatment. Korean Patent 22 (1987)
 19. 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. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 109-119 (1989)
 20. 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. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 185-191(1989)
 21. Byun, M.W. and Kwon, J.H. Method of long term storage of Chinese cabbage kimchi. Korean Patent 5282 (1991)
 22. Ko, Y.T., Kang, J.H. and Kim, T.E. Quality of freeze dried kimchi. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 100-106 (2001)
 23. Ko, Y.T. and Kang, J.H. Effects of freeze-drying time on quality of freeze-dried kimchi. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 91-95 (2002)
 24. Ko, Y.T. and Kang, J.H. Changes of volatile odor components in kimchi by freeze-drying Korean J. Food Sci. Technol. 34: 559-564 (2002)
 25. Larmond, E. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada (1997)
 26. Jandel Co. SigmaStat for Windows. V 1.02, Jandel Co., USA (1994)
 27. 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. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1337-1344 (1999)

(2003년 2월 25일 접수; 2003년 4월 10일 채택)