

동결건조 김치의 품질

고영태 · 강정화 · 김태은
덕성여자대학교 식품영양학과

Quality of Freeze Dried Kimchi

Young-Tae Ko, Jung-Hwa Kang and Tae-Eun Kim
Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

The objective of this study was to improve the shelf-life of kimchi by freeze drying. Kimchi was freeze dried and stored at 0°C, 5°C and 28°C for 60 days. It was reconstituted with water at an interval of ten days and number of total lactic acid bacteria(LAB), sensory properties and shape/color were observed. The results were as follows: (1) Number of total LAB of sample stored at 0°C or 5°C for 60 days decreased gradually and the value of 10 day-sample and 30 day-sample was significantly different from the value of 0 day-sample and 20 day-sample, respectively ($p<0.05$). Number of total LAB of sample stored at 28°C decreased more rapidly in comparison with that of sample stored at 0°C or 5°C. (2) Overall acceptability, taste, moistness and chewiness of freeze dried/reconstituted kimchi slightly decreased by freeze drying. However, acceptability of freeze dried/reconstituted kimchi was relatively good. (3) Overall acceptability of freeze dried/10 days-stored/reconstituted sample was slightly lower than that of reference sample (not-freeze dried sample). Overall acceptability of sample stored at 28°C for 50 days decreased substantially in comparison with sample stored at 28°C for 10 day. (4) In case of freeze dried/stored samples, sensory properties of sample stored at 5°C for 60 days were not different from those of reference (sample stored at 0°C). Overall acceptability, taste, texture and crispness of sample stored at 28°C started to decrease after 10 days. Odor and color of sample stored at 28°C were changed after 50 days and 60 days, respectively.

Key words : kimchi, freeze drying, sensory properties

서 론

김치의 상품화와 수출에 의한 세계화에 있어서 가장 큰 걸림돌은 젖산균에 의한 발효가 계속 진행되어 적합한 숙성기간을 지나서 산폐에 이른다는 점이다. 김치의 숙성을 지연시키고 저장성을 연장하고자하는 연구는 많이 이루어졌으나 아직 실용화할 만한 방법은 없으며 현재로서는 저온유통으로 김치의 산폐를 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. 여러가지 합성보존료 또는 천연보존료를 다양하게 첨가하여 김치의 저장성을 개선시키고자 하는 연구가 많이 이루어졌으나, 김치와 같이 균질성이 아닌 system에 미량의 첨가제를

을 골고루 첨가하기가 힘들고 여러가지를 함께 넣는 것은 쉬운 일이 아니어서 이를 방법은 실현성이 희박하다. 효과 또한 단순히 pH나 산도를 측정하여 지표를 삼은 경우가 많은데 관능적 특성 변화를 함께 실시하여 효과를 입증하지 않은 것도 미흡한 점이다. 김치는 국물과 건네기가 함께 들어 있고 형태가 각각 달라서 비교적 단순한 처리가 아니면 실용화하기가 어렵다⁽¹⁾. 김치를 가열처리하는 경우 문제가 되는 것은 신선미가 떨어지고 가열취가 발생하며 연화된다는 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 보조처리나 첨가제를 사용하여 처리온도를 가급적 낮추도록 하는 것이다. 만약 가열취 발생을 최소화할 수 있다면 가열처리는 비교적 바람직한 방법이라고 하겠다⁽¹⁾. 방사선처리는 가열처리 없이 살균이 가능하다 하더라도 특수한 처리장치와 기술이 요구되고 2차 오염에 대한 대책이 필요하며 특히 방사선의 안전성에 대한 의구심이 있어 실용화에 어려움이 있다⁽¹⁾.

이상의 연구를 검토하여 보면 건조법, 특히 동결건조에 의한 김치의 저장성 개선에 관한 연구가 필요하다고 생각된다.

본 연구의 목적은 동결건조에 의하여 김치의 저장성을 개선하고자 하는 것이다. 즉, 동결건조된 김치를 일정한 조건 하에서 60일간 저장하면서 (1) 동결건조저장/복원된 시료와

Corresponding author : Young-Tae Ko, Department of Foods & 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.

(2) 동결건조/저장/未복원된 시료의 젖산균 총균수, 관능적 특성, 형태 및 색상의 변화를 관찰하였다.

김치시료의 중량) - (동결건조 후의 비이커 및 건조시료의 중량)

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 재료인 종가집 맛김치((주) 두산)는 애칠렌 수지film으로 500 g씩 진공포장된 것으로 제조한 다음날 구입하여 0°C에 보관하면서 시료로 사용하였다. 종가집 맛김치의 원료는 배추, 무, 고춧가루, 파, 마늘, 새우젓이다. 시료의 성상을 보면 맛, 냄새, Moistness(김치에 물기가 알맞게 있는가 여부), 虬嚼性(질긴 정도) 및 색상이 김치 실험의 시료로 사용하기에 적합하고, 위생상태와 포장상태도 매우 양호하며 냉장고에서의 저장성도 매우 우수하였다.

김치의 냉동 및 동결건조

김치를 250 mL 플라스틱 비이커(Nalgene, USA)에 30 g씩 넣고 크린랩((주) 크린랩)으로 덮은 다음, -70°C의 냉동고 (Forma Scientific, Inc., Model 917)에서 30분간 냉동시켰다. 냉동된 시료를 동결건조기((주) 일신랩, Model FD-5505P) chamber에 넣고 실온(25~29°C)에서 응축기 온도 -50°C, 압력 10 mmTorr의 조건하에서 24시간 동결건조시켰다.

동결건조 시료의 저장

동결건조된 시료는 수분의 흡수를 방지하기 위하여 비닐지퍼팩으로 이중으로 포장한 후 실험에 사용할 때까지 0°C, 5°C, 28°C에 각각 보관하였다. 0°C의 냉동고(LG전자, Model FC-B53CM, Micom 제어시스템 장착), 5°C의 냉장고(LG전자, Model R-B31BD), 28°C의 항온기(Eyela, Model SLI-600D, Japan)에 60일동안 저장하면서 10일마다 꺼내어 시료의 외형적인 변화 상태를 디지털 카메라로 촬영하고, 복원한 다음 생균수, pH, 기호성을 관찰하였다.

동결건조된 김치의 복원

고체 상태의 시료를 필요로 하는 경우에는 동결건조된 시료를 그대로 사용하였고, 복원된 상태의 시료를 필요로 하는 경우에는 30°C의 실온으로 복원하여 1시간 동안 수분을 흡수시킨 후 분석의 시료로 사용하였다.

복원을 위하여 첨가된 살균수 = (동결건조 전의 비이커 및

생균수 및 pH 측정

생균수는 시료의 액체부분(김치 국물)을 취하여 펩톤수에 의한 10배 희석법으로 희석하고 MRS 한천배지(Difco Lab., USA)에서 30°C, 48시간 배양한 후 colony의 수가 30~300개인 평판을 선택하여 산출하였고, pH는 시료의 액체부분(김치 국물)을 pH meter(동우메디칼시스템, Model DP-215M)로 측정하였다.

시료의 사진 촬영

디지털 카메라 Mavica(Sony, Model MVC-FD71)에 디스켓을 넣고, “이미지 화질: Fine, 기록모드: Bitmap, 자동노출모드: 팬포커스, 플레시모드: 강제 스토로보”의 조건 하에서 촬영하고, 디스켓을 컴퓨터로 옮겨서 컴퓨터 그래픽 software (Adobe Photoshop, V 5.0.2K)를 이용하여 화상을 재생하고 사진은 컬라프린터로 출력하였다.

관능적 특성 검사

동결건조된 상태의 시료는 종이컵에 10 g씩 넣어 검사원에게 나누어주었으며, 동결건조 후 복원시킨 시료는 5°C에서 5시간 방냉한 후 종이컵에 10 g씩 넣어 나누어주었다. 관능검사 방법은 多重比較試驗法 또는 嗜好尺度法에 준하였으며⁽²²⁾, 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 10명의 검사원을 대상으로 각각 3일간 3회에 걸쳐 검사를 실시하였다.

자료의 처리 및 분석

실험 결과는 Window용 SigmaSTAT⁽²³⁾ software를 사용하여 F-test(ANOVA와 최소유의차 검정) 또는 t-test로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

동결건조된 김치의 저장 중 생균수와 pH 변화

Table 1은 동결건조시료를 0°C(냉동고), 5°C(냉장고), 28°C(실온에 가까운 온도)에 60일간 저장하면서 10일 단위로 동결건조시료를 복원한 후, 젖산균 총균수를 측정한 결과이다. Table 1의 하단에 기재된 바와 같이 동결건조된 시료의 생균수는 3.14×10^8 인데 비하여 동결건조 후에는 4.48×10^7 으로

Table 1. Changes in viable cell count of lactic acid bacteria in freeze dried/stored/reconstituted kimchi¹⁾

Storage period Storage temperature	0 day	10 day	20 day	30 day	40 day	50 day	60 day
Viable cell count (CFU/mL) ²⁾	0°C	1.89×10^7 _b ± 1.14(42.2%)	1.29×10^7 _b ± 0.48(28.8%)	4.69×10^6 _c ± 2.23(10.5%)	2.32×10^6 _c ± 1.12(5.2%)	3.41×10^6 _c ± 2.45(7.6%)	2.09×10^6 _c ± 2.78(4.7%)
		4.48×10^7 _a ± 2.61(100%)	1.53×10^7 _b ± 0.80(34.2%)	1.14×10^7 _b ± 1.07(25.4%)	4.61×10^6 _c ± 2.04(10.3%)	2.52×10^6 _c ± 1.95(5.6%)	2.30×10^6 _c ± 1.67(5.1%)
	28°C	1.51×10^6 _b ± 0.72(3.4%)	1.13×10^5 _d ± 0.80(0.25%)	3.56×10^4 _d ± 2.09(0.079%)	3.26×10^4 _d ± 1.96(0.073%)	2.16×10^4 _d ± 0.92(0.048%)	3.27×10^4 _d ± 1.56(0.073%)

¹⁾Viable cell count of raw sample: 3.14×10^8 ± 2.06

Mean values and standard deviations of 12 or more replications.

Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

²⁾CFU: Colony forming unit

Table 2. Changes in pH of freeze dried/stored/reconstituted kimchi¹⁾

Storage temperature	Storage period	0 day	10 day	20 day	30 day	40 day	50 day	60 day
pH	0°C		5.35	5.30	5.15	5.04	5.10	5.14
	5°C	5.33	5.29	5.27	5.16	5.07	5.09	5.13
	28°C		5.33	5.16	5.18	5.16	5.12	5.16

¹⁾pH of raw sample: 5.19

Median values of five replications.

14.3%로 감소하였다. 동결건조시료의 저장 중 변화를 보면 0°C의 경우, 10일 후 표준시료(0 Day)의 42.2%로 감소하여 유의성을 보였고($p<0.05$), 30일 후 10.5%로 감소하여 20일시료와 유의적인 차이를 나타냈으며($p<0.05$), 30일 후에는 감소하는 경향은 나타났으나 유의적인 차이는 없었다($p<0.05$). 5°C의 경우는 60일 저장기간 중에 젖산균수가 점차 감소하여 10일과 30일시료가 바로 앞의 시료와 유의적인 차이를 보였는데($p<0.05$), 이와 같은 결과는 그 경향이 0°C의 경우와 유사한 것이었다. 28°C의 경우는 10일 후 표준시료의 3.4%, 20일 후 표준시료의 0.25%, 30일 후 표준시료의 0.079%로 각각 바로 앞의 시료와 유의적인 차이를 보였으나($p<0.05$), 30일 이후에는 큰 변화가 없었다. Table 2는 60일 저장기간 중 pH의 변화를 관찰한 것으로서, Table 2의 하단에 기재된 바와 같이 동결건조 전 시료의 pH는 5.19였으나 동결건조 후 시료의 pH는 5.33으로 다소 증가하였으며, 0°C, 5°C, 28°C 어느 시료나 60일 저장기간 중에 pH가 다소 저하하는 경향을 보였다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 동결건조/저장/복원 시료의 저장 중 젖산균수의 변화를 보면, 0°C와 5°C의 경우는 젖산균수가 점차 감소하여 10일과 30일시료가 바로 앞의 시료와 비교하여 유의적인 차이를 보였으며($p<0.05$), 28°C의 경우는 10일, 20일, 30일 시료가 각각 바로 앞의 시료와 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 한편 pH는 모든 시료가 60일 저장 기간 중에 다소 저하하는 경향을 보였으나 그 정도는 매우 낮았다.

0°C와 5°C의 시료는 표준시료(0 Day)와 비교하여 10일 저장후에 34.2~42.2%로 감소하고 30일 후에는 10.3~10.5%로 감소한데 비하여 28°C의 시료는 10일 후 3.4%, 30일 후 0.079%로 현저하게 감소하였는데, 이와 같은 현상은 실온에 가까운 28°C보다 0°C, 5°C와 같은 낮은 온도에서 젖산균의 생존기간이 연장됨을 의미한다.

동결건조에 의한 김치의 관능적 특성 변화

Table 3은 동결건조 전 시료(표준시료)와 동결건조 후 복원한 시료의 관능성을 비교한 결과로서, 전반적인 기호성(Overall acceptability)은 동결건조로 7.00에서 6.00으로 다소 저하하였고, 맛(Taste)도 7.00에서 6.00으로 저하하였다. 냄새(Odor)는 6.60으로 동결건조 전과 후에 변화가 없었으며, Moistness(김치 시료에 물기가 알맞게 있는가 여부)는 6.53에서 5.53으로 저하하였고, Chewiness(김치몸체의 질긴 정도 또는 咀嚼性)은 6.87에서 5.77로 저하하였고, 색상(Color)은 6.63으로 변화가 없었다. 이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 동결건조에 의하여 김치의 관능적 특성 또는 전반적인 기호성이 다소 저하하는데 그 이유는 맛, Moistness, Chewiness가 저하하-

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

Sample type	Before freeze drying	After freeze dried/reconstituted
Overall acceptability	7.00**	6.00±0.26
Taste	7.00**	6.00±0.45
Odor	6.60±0.50	6.60±0.50
Texture	Moistness	6.53±0.51**
	Chewiness	6.87±0.35**
Color		5.77±0.43
		6.63±0.49

¹⁾Hedonic Scale value, 9: Like extremely, 5: Neither like nor dislike, 1: Dislike extremely** $p<0.01$ * $p<0.05$

였기 때문이다.

Moistness(김치 시료에 물기가 알맞게 있는가 여부)는 김치의 관능적 특성을 결정하는 중요한 인자의 하나로서, 김치시료의 동결건조 과정에서 승화된 수분(유리수의 대부분과 결합수의 일부라고 추정됨)이 복원과정에서 완전히 흡수되지 않기 때문에 발생되는 현상이다. 따라서 동결건조 전의 시료(표준시료)에는 김치 국물이 알맞게 존재하지만 동결건조/복원 시료에서는 김치 국물과 재흡수되지 않은 수분이 그대로 남아 있어 관능적 특성을 감소시키는 주요한 원인이 되었다. 복원 직후에는 수분의 재흡수가 진행되지만 일정시간이 지나면 더 이상 변화가 없었는데 본 실험에서는 5°C에서 5시간 방치한 후 관능검사의 시료로 사용하였다. Chewiness(김치몸체의 질긴 정도 또는 저작성) 수치가 동결건조로 저하된 것은 일단 건조된 김치시료는 아무리 복원을 잘 하여도 건조 전 김치의 조직감에는 이르지 못한다는 것을 의미한다. Chewiness의 수치와 Moistness의 수치는 서로 유사하였는데, 이것은 수분의 재흡수가 불완전하면 시료의 복원성이 낮으며 이에 따라 Chewiness도 저하됨을 의미하는 것이다. 섬유소는 식물체내에서 결정형 및 비결정형의 혼합체로 존재하고 있으며, 섬유소의 이러한 특성은 식물성식품의 조직이 과도하게 질기거나 부스러짐이 없이 그 형태를 유지하는데 기여하고 있다⁽²⁴⁾. 그런데 동결이나 건조에 의하여 섬유소의 결정형과 비결정형의 혼합체가 원래의 평형상태와 다르게 되면 김치의 조직이 동결건조 전보다 질겨질 가능성이 있으며, 이런 현상이 동결건조/복원시료의 Chewiness 수치를 저하시킨 요인 가운데 하나라고 추정된다. 맛은 이론적으로는 표준시료와 동결건조/복원시료 사이에 별 차이가 없을 것으로 생각되지만, 실제로는 김치시료의 특성상 조직감(Moistness와 Chewiness)의 영향을 받아서 동결건조/복원시료의 수치가 다

Table 4. Changes in sensory properties of freeze dried/stored/reconstituted kimchi¹⁾

(Storage period: 10 days)

Sample type	Before freeze drying (Reference)	Stored at 0°C	Stored at 5°C	Stored at 28°C
Overall acceptability	5.00 ^a	4.50 ^b	4.50 ^b	4.37 ^c ± 0.23
Taste	5.00 ^a	4.50 ^b	4.50 ^b	4.27 ^c ± 0.26
Odor	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	4.53 ^b ± 0.13
Texture	Moistness	5.00 ^a	4.50 ^b	4.50 ^b
	Chewiness	5.00 ^a	4.50 ^b	4.50 ^b
Color	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a

¹⁾a-c Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level. 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.

Table 5. Changes in sensory properties of freeze dried/stored/reconstituted kimchi¹⁾

(Storage period: 50 days)

Sample type	Before freeze drying (Reference)	Stored at 0°C	Stored at 5°C	Stored at 28°C
Overall acceptability	5.00 ^a	4.23 ^b ± 0.26	4.23 ^b ± 0.26	3.77 ^c ± 0.26
Taste	5.00 ^a	4.20 ^b ± 0.25	4.20 ^b ± 0.25	3.70 ^c ± 0.25
Odor	5.00 ^a	4.97 ^a ± 0.13	4.97 ^a ± 0.13	3.93 ^b ± 0.18
Texture	Moistness	5.00 ^a	4.17 ^b ± 0.24	4.17 ^b ± 0.24
	Chewiness	5.00 ^a	4.33 ^b ± 0.24	4.33 ^b ± 0.24
Color	5.00 ^a	4.50 ^b	4.50 ^b	4.50 ^b

¹⁾a-c See footnote in Table 4.

Table 6. Changes in sensory properties of freeze dried/stored/reconstituted kimchi¹⁾

(Storage period: 60 days)

Sample type	Before freeze drying (Reference)	Stored at 0°C	Stored at 5°C	Stored at 28°C
Overall acceptability	5.00 ^a	4.50 ^b	4.50 ^b	4.00 ^c
Taste	5.00 ^a	4.50 ^b	4.50 ^b	3.93 ^c ± 0.18
Odor	5.00 ^a	4.50 ^b	4.50 ^b	3.97 ^c ± 0.26
Texture	Moistness	5.00 ^a	4.03 ^b ± 0.13	4.03 ^b ± 0.13
	Chewiness	5.00 ^a	4.33 ^b ± 0.24	3.83 ^c ± 0.25
Color	5.00 ^a	4.50 ^b	4.50 ^b	4.50 ^b

¹⁾a-c See footnote in Table 4.

소 낮았다. 동결건조/복원시료의 전반적인 기호성이 다소 저하한 이유는 맛과 조직감의 저하에 기인하는 것이다. 한편 조⁽¹⁾는 김치 숙성 중 포름산과 아세트산과 같은 휘발성유기산이 생성되어 김치의 맛을 좋게한다고 하였는데, 본 실험에서도 동결건조/복원시료는 관능적 특성에 영향을 미치는 휘발성유기산이 동결건조로 감소되어 전반적인 기호성에 영향을 미칠 수 있다고 생각된다.

동결건조/복원시료의 전반적인 기호성이 표준시료보다 낮은 것은 사실이지만, 본 실험에서 사용된 기호척도(hedonic scale)의 최고 수치가 9, 중간 수치가 5 라는 점을 고려하면 동결건조/복원제품의 기호성은 결코 낮은 것이 아니다. 즉, 표준시료와 비교하지 않고 동결건조/복원시료만 시식하면 기호성이 비교적 양호하였다. 그러나 앞으로의 실험에서 동결건조/복원시료의 수분 재흡수, 즉 복원성을 증가시키는 방법을 찾아내는 것은 매우 중요한 과제이다.

동결건조 후 복원시킨 김치의 저장 중 관능적 특성의 변화

Table 4,5와 6은 동결건조시킨 시료를 0°C, 5°C, 28°C에 각

각 60일간 저장하면서 10일 단위로 복원하여 관능성의 변화를 관찰한 것이다. 변화가 있는 10일, 50일, 60일 시료의 결과만 기재하였다. Table 4,5와 6의 표준시료(Reference)는 대리점에서 새로이 구입한 김치시료(동결건조하지 않은 시료)를 의미하는 것이며, 나머지 3개 시료는 동결건조된 시료를 각각 다른 온도에서 저장한 후 복원한 것이다.

Table 4는 10일 저장시료의 관능적 특성을 보여주는데, 전반적인 기호도는 동결건조저장/복원시료가 다소 낮았으며 표준시료와 0°C, 5°C 시료 사이에, 그리고 0°C, 5°C 시료와 28°C 시료 사이에 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$). 맛의 경우는 전반적인 기호성과 경향이 동일하였으며, 냄새의 경우는 28°C 시료만이 표준시료와 유의적인 차이를 나타냈고 ($p<0.05$), Moistness와 Chewiness는 동결건조/저장/복원시료가 표준시료와 유의적인 차이를 나타냈으며 ($p<0.05$), 색상은 표준시료와 차이가 없었다.

Table 5는 50일 저장시료의 관능적 특성으로서, 동결건조/저장/복원시료 가운데 28°C 시료의 전반적인 기호성은 3.77로서 28°C/10일 시료의 4.37과 비교하여 현저하게 저하하였다.

맛과 냄새의 경우도 전반적인 기호성과 동일한 경향을 보여서 28°C/50일 시료의 수치가 28°C/10일 시료보다 현저하게 저하하였다. 색상은 10일 시료는 표준시료와 차이가 없었으나 50일 시료는 표준시료와 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$).

Table 6은 60일 저장시료의 관능적 특성으로서, 동결건조/저장/복원시료의 전반적인 기호성과 맛은 50일시료와 유사한 경향을 보였다. 냄새의 경우는 50일의 0°C와 5°C 시료가 표준시료와 비교하여 유의적인 차이가 없었으나, 60일시료의 0°C와 5°C는 표준시료와 비교하여 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$). Chewiness는 28°C/50일 시료는 0°C, 5°C 시료와 유의차가 없었으나, 28°C/60일 시료는 0°C, 5°C 시료와 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$).

Table 4,5와 6의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 동결건조/저장/복원시료의 전반적인 기호성은 10일시료의 경우 표준시료보다 다소 낮았으며, 표준시료와 0°C, 5°C 시료 사이에, 그리고 0°C, 5°C 시료와 28°C 시료 사이에 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 50일 시료의 경우는 28°C 시료의 전반적인 기호성이 28°C/10일 시료보다 현저하게 저하하였으며, 60일 시료의 전반적인 기호성은 50일 시료와 그 경향이 유사하였다.

10일 시료의 경우 동결건조/저장/복원시료의 전반적인 기호성이 표준시료보다 낮은 것은 Table 3의 결과에서 설명한 바와 같이 맛, Moistness, Chewiness의 영향을 받은 것이며, 그 중에서도 28°C 시료의 수치가 낮은 것은 맛과 냄새가 0°C나 5°C 시료보다 낮기 때문이다.

28°C/50일 시료의 전반적인 기호성이 현저하게 저하한 이유는 맛과 냄새의 수치가 저하된 것으로 설명되며, 동결건조/저장/복원시료의 색상이 표준시료와 유의성을 보이는 것은 장기간 저장에 의하여 색상이 변화된 때문이다. 60일 시료의 경우는 동결건조/저장/복원시료의 냄새가 표준시료와 유의성을 보였는데, 동결건조후 장기간 저장된 시료는 복원후에 따른 냄새 즉, 말린 산나물을 물로 복원시켰을 때 나는 냄새를 떠었으며 이런 현상은 특히 28°C 시료가 현저하였다.

조⁽¹⁾는 그의 최근 저서에서 김치의 발효를 억제시키고 신선도를 유지하는 방법은 지금까지 많이 연구되어 왔지만, 현재로서는 냉장하는 방법이 가장 효과적이라고 하였다⁽¹⁾.

본 연구에서 시도한 동결건조에 의한 김치의 저장성 개선은 획기적인 방법이라고 할 수는 없다. 그러나 현재 본 실험실에서 이것에 관한 연구를 지속적으로 수행하고 있으므로 앞으로 이 방법의 문제점을 계속 보완해 나가면 김치의 저장성을 개선하는데 다소 도움이 될 것으로 기대된다.

동결건조 후 복원하지 않은 김치의 저장 중 관능적 특성의 변화

본 연구의 동결건조 김치시료는 복원하지 않고 그대로 시식해도 우수한 기호성을 나타냈으므로, “건조김치” 또는 “인스턴트김치”라는 새로운 식품의 개발을 시도하였다. 따라서 동결건조/복원된 김치시료에 관한 관능적 특성과 형태 및 색상에 관한 연구를 수행하였다.

Table 7은 동결건조된 시료를 0°C(표준시료), 5°C, 28°C에 10일간 저장후 복원하지 않고 관능적 특성을 관찰한 것으로서, 0°C 시료(표준시료)와 5°C 시료 사이에는 전반적인 기호

Table 7. Changes in sensory properties of freeze dried/stored kimchi⁽¹⁾
(Storage period: 10 days)

Sample type	Stored at 0°C (Reference)	Stored at 5°C	Stored at 28°C
Overall acceptability	5.00 ^a	5.00 ^a	4.53 ^b ±0.13
Taste	5.00 ^a	5.00 ^a	4.67 ^b ±0.24
Odor	5.00 ^a	5.00 ^a	4.93 ^a ±0.18
Texture	5.00 ^a	5.00 ^a	4.50 ^b
Crispness	5.00 ^a	5.00 ^a	4.50 ^b
Color	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a

^{a-b} See footnote in Table 4.

Table 8. Changes in sensory properties of freeze dried/stored kimchi⁽¹⁾
(Storage period: 50 days)

Sample type	Stored at 0°C (Reference)	Stored at 5°C	Stored at 28°C
Overall acceptability	5.00 ^a	5.00 ^a	4.07 ^b ±0.18
Taste	5.00 ^a	5.00 ^a	4.17 ^b ±0.24
Odor	5.00 ^a	5.00 ^a	4.10 ^b ±0.21
Texture	5.00 ^a	5.00 ^a	4.00 ^b
Crispness	5.00 ^a	5.00 ^a	4.03 ^b ±0.13
Color	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a

^{a-b} See footnote in Table 4.

Table 9. Changes in sensory properties of freeze dried/stored kimchi⁽¹⁾
(Storage period: 60 days)

Sample type	Stored at 0°C (Reference)	Stored at 5°C	Stored at 28°C
Overall acceptability	5.00 ^a	5.00 ^a	4.23 ^b ±0.26
Taste	5.00 ^a	5.00 ^a	4.33 ^b ±0.24
Odor	5.00 ^a	5.00 ^a	4.20 ^b ±0.25
Texture	5.00 ^a	5.00 ^a	4.33 ^b ±0.24
Crispness	5.00 ^a	5.00 ^a	4.27 ^b ±0.26
Color	5.00 ^a	5.00 ^a	4.17 ^b ±0.24

^{a-b} See footnote in Table 4.

성과 다른 관능적 특성이 차이가 없었으나, 28°C/10일 시료는 냄새와 색상을 제외한 다른 관능적 특성, 즉 전반적인 기호성, 맛, 조직감(Texture), Crispness(파삭파삭함)의 수치가 표준시료보다 낮고 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$). Table 8은 50일간 저장된 동결건조시료의 관능적 특성으로 표준시료와 비교하여 5°C 시료는 차이가 없었고, 28°C 시료는 다른 관능적 특성은 10일 시료와 경향이 유사하였으나, 냄새의 수치가 4.10으로 표준시료와 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$). Table 9는 60일간 저장된 동결건조시료의 관능적 특성으로 표준시료와 비교하여 5°C 시료는 차이가 없었고, 28°C 시료는 다른 관능적 특성은 50일 시료와 경향이 유사하였으나, 색상의 수치가 4.17로 현저하게 저하하여 표준시료와 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$).

Table 7,8와 9의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 동결건조된 시료를 0°C(표준시료), 5°C, 28°C에 60일간 저장하면서 관찰한 관능적 특성을 보면, 5°C 시료는 표준시료와 차이가 없었으나, 28°C 시료는 저장 10일에 전반적인 기호성, 맛, 조

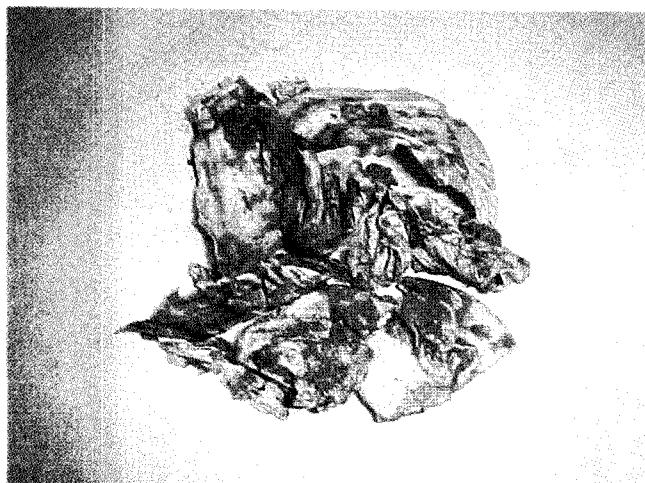


Fig. 1. Photograph of freeze dried kimchi (Reference)

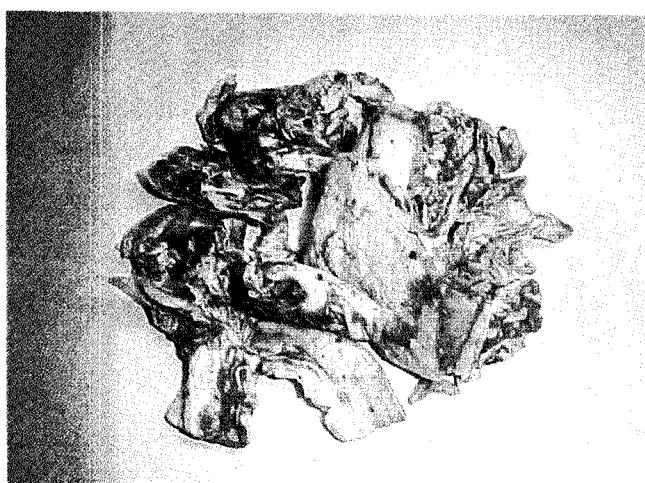


Fig. 2. Photograph of freeze dried kimchi stored at 0°C for 60 days

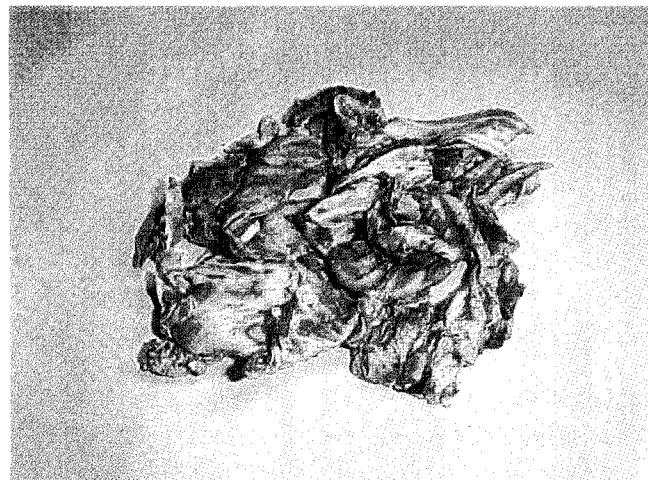


Fig. 3. Photograph of freeze dried kimchi stored at 5°C for 60 days

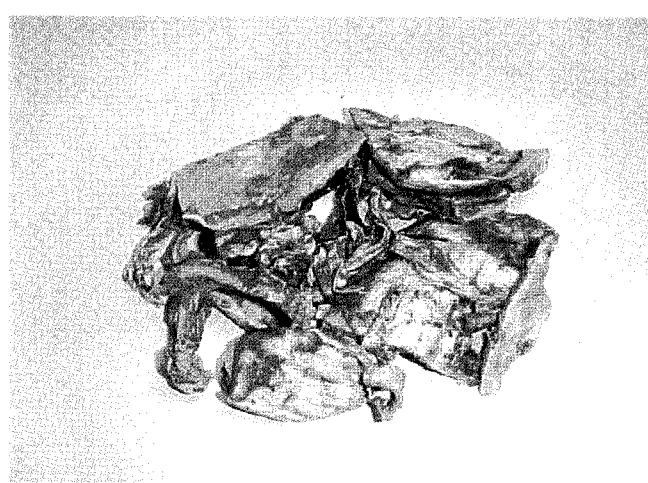


Fig. 4. Photograph of freeze dried kimchi stored at 28°C for 60 days

직감, Crispness가 저하하기 시작하였고, 50일후에는 냄새도 표준시료와 차이가 있었으며, 60일후에는 색상도 표준시료와 차이가 있었다.

28°C 시료의 관능적 특성이 표준시료(0°C)와 차이를 보인 것은 확실하지는 않지만 다음과 같이 추측해볼 수 있다. 실온에 가까운 28°C에서 동결건조시료 중의 효소 활성이 증가하고 다양한 물리, 화학적 반응이 촉진되어 맛, 냄새, 조직감이 변화하고, 공기 중의 산소에 의한 탈색이 촉진되어 색상이 변화할 수 있다. 이러한 개별적인 관능적 특성의 변화는 전반적인 기호성에 영향을 미칠 가능성이 있다. 한편 김치의 재료로 사용된 고추, 마늘, 생강 등에는 지질과 각종 자용성 성분이 함유되어 있는데, 동결건조식품을 실온에 가까운 28°C에서 저장하면 이 성분들의 산폐가 촉진되어 관능적 특성 저하의 한 원인으로 작용할 수 있다고 생각된다.

동결건조된 김치의 저장 중 형태와 색상의 변화

Fig. 1,2,3과 4는 동결건조된 김치시료(Fig. 1)와 0°C, 5°C, 28°C에서 60일간 저장된 동결건조 시료(Fig. 2,3과 4)의 사진

이다. 표준시료(Fig. 1)와 비교하여 0°C/60일 시료와 5°C/60일 시료는 형태와 색상에 변화가 없었다. 한편 28°C/60일 시료는 형태는 변화가 없으나, 색상이 다소 변하였다. 이것은 배추의 잎사귀 부분을 자세히 관찰하면 초록색이 탈색되어 연두색을 띠고 있는 것과 고춧가루의 붉은 색상이 흐려진 것으로 알 수 있다. 28°C의 시료는 표준시료(0°C)보다 공기 중의 산소에 의한 탈색 반응을 많이 받은 것으로 생각된다.

요약

본 연구에서는 김치를 동결건조하여 0°C, 5°C, 28°C에 60일간 저장하면서 동결건조/저장/복원시료와 동결건조/저장/未복원시료의 젖산균수, 관능적 특성, 형태 및 색상의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다. (I) 동결건조/저장/복원시료의 저장 중 젖산균수의 변화를 보면, 0°C와 5°C의 경우는 젖산균수가 점차 감소하여 10일과 30일 시료가 바로 앞의 시료와 비교하여 유의적인 차이를 보였으며($p<0.05$), 28°C의 경우는 10일, 20일, 30일 시료가 각각 바로 앞의 시

료와 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). (2) 동결건조에 의한 김치의 관능적 특성의 변화를 보면, 표준시료(동결건조하지 않은 시료)와 비교하여 동결건조/복원시료의 전반적인 기호성, 맛, Moistness, Chewiness가 다소 저하하였다. 그러나 동결건조/복원시료의 기호성은 비교적 양호하였다. (3) 동결건조/저장/복원시료의 전반적인 기호성은 10일 시료의 경우 표준시료(동결건조하지 않은 시료)보다 다소 낮았으며, 표준시료와 0°C, 5°C 시료 사이에, 그리고 0°C, 5°C 시료와 28°C 시료 사이에 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 50일 시료의 경우는 28°C 시료의 전반적인 기호성이 28°C/10일 시료보다 현저하게 저하하였다. (4) 동결건조/저장/미복원 시료의 저장 중 관능적 특성의 변화를 보면, 표준시료(0°C 저장 시료)와 비교하여 5°C 시료는 차이가 없었으나, 28°C 시료는 저장 10일에 전반적인 기호성, 맛, 조직감, Crispness가 저하하기 시작하였고, 50일 후에는 냄새, 60일 후에는 색상도 표준시료와 차이가 있었다.

감사의 글

본 논문의 작성에 필요한 문헌을 제공하여 주시고 투고논문을 상세하게 수정하여 주신 경희대학교 식품가공학과 조재선 교수님께 깊이 감사드립니다.

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 and 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. Kor. 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. Kor. 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. Kor. 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 90-1002(1990)
8. 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)
9. 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)
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. Kor. J. 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. Kor. 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. Kor. 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 (B.), 3501 p.1 (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. Kor. Agri. Chem. Soc. 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. Kor. Agri. Chem. Soc. 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 87-22(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. Kor. 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. 21: 185-191(1989)
21. Byun, M.W. and Kwon, J.H. Method of long term storage of Chinese cabbage kimchi. Korean Patent 91-5282(1991)
22. Larmond, E. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada (1997)
23. Jandel Co. SigmaStat for Windows. V 1.02, Jandel Co., U.S.A. (1994)
24. Kim, D.H. Food Chemistry, pp. 319-353. Tamkudang, Seoul (1990)

(2000년 9월 20일 접수)