

무 첨가김치의 품질특성과 동결건조에 의한 품질변화

고영태* · 이주연
 덕성여자대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of *Kimchi* Prepared with Chinese Radish and Its Quality Change by Freeze-Drying

Young-Tae Ko* and Ju-Youn Lee

Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

Kimchi was prepared with 5, 10 or 20%(w/v) Chinese radish and ripened at 20°C for 3 days. Acid production and growth of lactic acid bacteria, sensory properties, and several volatile odor components in *kimchi* were examined. The effects of freeze-drying on the quality of *kimchi* were also studied. The pH of the control (*kimchi* prepared without Chinese radish) was 4.31 and gradually decreased as the amount of Chinese radish increased. The acidity of the control was 0.673% and gradually increased as the amount of Chinese radish increased. Viable counts of lactic acid bacteria in the samples did not differ significantly from the control. The pH of freeze-dried/rehydrated *kimchi* slightly decreased as the amount of Chinese radish increased while its acidity gradually increased. The viable count of lactic acid bacteria of freeze-dried/rehydrated *kimchi* did not differ significantly as the amount of Chinese radish increased. Overall acceptability and taste of *kimchi* and freeze-dried/rehydrated *kimchi* generally improved by the addition of 10% or 20% Chinese radish. Six volatile odor components including ethanol and five sulfur-containing components (SCC) were identified from unripened *kimchi*, and the level of two SCCs increased as the amount of Chinese radish increased. Eight volatile odor components, ethanol and seven SCCs, were identified from ripened *kimchi* and the level of five SCCs increased as the amount of Chinese radish increased. Diallyl sulfide and methyl trisulfide were newly detected from the ripened samples, but not from the unripened *kimchi*. Freeze-drying substantially reduced all of the volatile odor components from *kimchi*. Five volatile odor components including ethanol and four SCCs were identified from the freeze-dried/dehydrated samples.

Key words: *kimchi*, Chinese radish, lactic acid bacteria

서 론

김치의 숙성을 지연시키고 저장성을 연장하고자하는 연구는 많이 이루어졌으나 아직 실용화할 만한 방법은 없으며 현재로서는 저온유통으로 김치의 산패를 억제하는 것이 가장 효과적인 방법이다⁽¹⁾.

동결건조는 다른 건조방법에 비하여 건조된 시료의 복원성이 매우 우수하다는 특성이 있으므로 김치의 저장성을 연장시킬 수 있는 방법의 하나로 고려될 수 있다. Ko 등⁽²⁾은 김치를 동결건조하여 0, 5, 28°C에서 60일간 저장하면서 동결건조/저장/복원된 시료의 젖산균수와 관능적 특성을 관찰하였는

데, 60일 저장 후의 젖산균수는 0, 5°C의 경우는 실험 첫날 (4.48×10^7)의 4.7~4.8%로, 28°C의 경우는 실험 첫날과 비교하여 10^4 수준으로 감소하였으며, 60일 저장 후의 관능적 특성은 표준시료(동결건조하지 않은 시료)와 비교하여 다소 저하되었으나, 0, 5°C 저장시료의 경우는 비교적 양호하다고 보고하였다. 한편 동결건조된 김치는 복원하지 않고 그대로 시식하여도 우수한 기호성을 나타냈으므로 “건조김치”라는 새로운 종류의 김치가공품의 개발도 시도하였다⁽³⁾. Ko 와 Kang은 동결건조 시간이 동결건조김치의 품질에 미치는 영향⁽⁴⁾, 동결건조에 의한 김치의 휘발성 냄새성분의 변화⁽⁵⁾ 및 열무김치의 동결건조에 관한 연구⁽⁶⁾를 수행하여 동결건조에 의한 김치의 저장성 개선에 관한 여러가지 자료를 제시하였다.

김치라고 하면 일반적으로 배추김치를 의미하지만 그밖에도 열무김치, 파김치, 미나리김치, 갓김치 등 온갖 채소로 김치를 담글 수 있으며, 김치라는 용어를 쓰지는 않지만 깍두기나 동치미도 김치류에 포함된다. 또한 같은 배추김치라 하더라도 첨가되는 부재료와 담그는 방법에 따라 매우 다양한

*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@duksung.ac.kr

제품이 만들어지게 되므로 김치의 종류는 사실상 수백가지가 된다고 하겠다⁷⁾. 그렇다면 이와 같이 다양한 종류의 김치는 관능적인 특성과 물리적인 특성이 서로 다를뿐만 아니라 숙성과정, 특히 젖산균에 의한 발효과정도 차이가 있을 것이다. 따라서 김치의 주재료나 부재료 또는 담그는 방법을 달리하여 만든 각각의 김치는 동결건조한 제품의 특성도 서로 다를 것이다.

본 연구에서는 김치류, 특히 배추김치에 기본적으로 사용되는 주재료인 배추, 고춧가루, 마늘, 생강, 소금, 젓갈이외에 단맛과 매운맛을 가지고 있어서 김치의 맛을 보다 풍요롭게 하는 무(*Chinese radish*)를 첨가하여 김치를 만들고, 무 첨가 김치를 동결건조하였다. 본 연구의 목적은 무의 첨가농도가 각각 다른 김치를 제조하여 김치의 품질특성 즉, 젖산균의 생육과 산생성, 관능성 및 휘발성 냄새성분을 조사하고, 아울러 동결건조가 무 첨가김치의 품질에 미치는 영향을 조사하는 것이다.

재료 및 방법

재료

배추, 무, 고춧가루(김치용, 삼양농수산), 생강(가나유통), 마늘(가나유통), 설탕(제일제당), 소금(천일염, 영진그린식품), 멸치액젓(멸치원액 100%, 식염 23%, 대상식품)은 E-Mart 서울 창동지점에서 구입하였다. 휘발성냄새성분 분석의 표준물질로는 1-pentanol(>99%, Aldrich Chemical Co., USA), ethanol(99.8%, Merck Co., Germany), allyl mercaptan(>80%, Aldrich Chemical Co., USA), methyl allyl sulfide(98%, Aldrich Chemical Co., USA), dimethyl disulfide(>98%, Fluka Chemie, Switzerland), diallyl sulfide(Sigma Chemical Co., USA), methyl propyl disulfide(90%, Aldrich Chemical Co., USA), methyl trisulfide(>98%, Acros Organics, USA) 및 diallyl disulfide(>80%, Fluka Chemie, Switzerland)를 사용하였다. GC시료에 수분이 증발하는 것을 억제하기 위하여 sodium sulfate, anhydrous(특급, Yakuri Pure Chemicals, Japan)를 사용하였다.

김치의 제조

배추는 결구배추를 사용하였으며, 먼저 배추를 잘 다듬은 후 4×4 cm 크기로 썰어 배추무게와 1:2 비율의 20%(w/w) 소금물에 3시간 절였다. 이것을 수돗물로 3회 행구고 10분간 탈수시킨 후 양념을 혼합하여 Table 1과 같은 조성으로 젓갈의 염도까지 고려하여 최종염도 2%의 김치를 제조하였다. 무는 서울무(조선무)를 껍질을 벗기고 3×3×0.5 cm(가로, 세로, 두께)의 크기로 썬 후, 김치 중량의 5%, 10%, 20%(w/w)의 비율이 되도록 조정하여 양념과 함께 염장된 배추에 첨가하였다. 숙성을 위한 시료는 공기가 들어가지 않는 1 L의 플라스틱용기(Nalgene, USA)에 넣은 후, 공기를 빼기 위하여 잘 누른 다음, 20°C의 저온저장고(JISICO, Model J-IBO2)에서 3일간 숙성하였다.

김치의 동결건조 및 복원

김치를 250 mL 플라스틱 비이커(Nalgene, USA)에 30 g씩

Table 1. Formula of Kimchi (% w/w)

Chinese cabbage	100
Red pepper powder	2
Ginger	0.5
Salted-fermented anchovy extract	2
Garlic	1
Sugar	1
Salt	- ¹⁾

¹⁾Salt content was adjusted to approximately 2% of final product.

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 동결건조하였다. 동결건조기 chamber 내부의 온도와 건조중인 시료의 실제온도는 20±1°C이었다. 동결건조된 김치를 복원할 때는 건조시료에 30°C의 살균수를 가하고 5°C에서 24시간 방치하여 수분을 흡수시켰다. 복원에 첨가된 살균수의 양은 “동결건조 전의 비이커 및 김치시료의 중량”에서 “동결건조 후의 비이커 및 건조김치의 중량”을 뺀 차이이다.

젖산균수, pH 및 산도 측정

젖산균수, pH 및 산도는 담근 직후의 김치(비숙성시료), 숙성후의 김치(숙성시료) 또는 동결건조/복원후 시료(복원시료)의 국물부분을 취하여 분석하였다. 젖산균수는 시료를 펩톤수에 의한 10배 희석법으로 희석하고 MRS 한천배지(Difco Lab., USA)에서 30°C, 48시간 배양한 후 colony수가 30~300 개인 평판을 선택하여 산출하였고, pH는 pH meter(istek, Model 720P)로 측정하였다. 산도는 증류수 10 g에 김치국물 5 g을 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.3까지 적정하여 얻은 수치를 다음 식에 따라 젖산으로 환산하였다⁸⁾.

$$\text{총산도} = 0.1 \text{ N NaOH 소비량(mL)} \times 0.9 \div \text{시료의 무게(g)}$$

관능검사

숙성시료와 복원시료는 5°C에서 5시간 방냉한 후 종이컵에 20 g씩 넣어 검사원에게 나누어주었고, 동결건조시료는 10 g씩 나누어주었다. 관능검사 방법은 control(무 비첨가시료)를 검사원에게 미리 알려주고, 다시 시료 중에도 포함시키는 multiple comparisons test에 준하였으며⁹⁾, 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 10명의 검사원을 대상으로 각각 5일간 5회에 걸쳐 전반적인 기호도, 맛, 냄새, 조직감, chewiness, moistness 및 형태를 측정하였다.

휘발성 냄새성분 분석

준비된 시료의 휘발성냄새성분은 HP 6890 Series gas chromatograph(Hewlett Packard Co., USA)를 사용하여 다음과 같이 분석하였다. 100 mL의 삼각플라스크에 시료 25 g, 증류수 25 g, sodium sulfate, anhydrous 25 g 및 100 ppm의 1-pentanol(내부표준물질)을 넣고 rubber septum(24 mm, Sigma Chemical Co., USA)으로 밀봉한 후, 35°C의 pair stirrer(Eyela, PS-100, Japan)에서 20분간 교반하였다. 발생한 head-space gas를 5 mL gas tight syringe(Hamilton Co., USA)로

Table 2. Conditions of gas chromatographic analysis

Column:	HP-5 (5% diphenyl and 95% dimethyl-polysiloxane) Length 30 m×I.D. 0.32 mm×Film thickness 0.25 µm)
Carrier gas:	Nitrogen (flow rate 3.2 mL/min)
Air & Hydrogen flow rate:	350 mL & 35 mL/min
Injector temp.:	120°C
Detector:	FID
Detector temp.:	230°C
Oven temp.:	35°C/3 min hold, 3°C/min to 220°C
Injection volume:	Headspace gas 1 mL
Split ratio:	5.0 : 1
Integration Events:	Slope sensitivity (5), Peak width (0.02), Area reject (0.5), Height reject (0.5)

Table 3. Effects of Chinese radish addition on salt concentration, pH, acidity and viable cells of 3 days-ripened kimchi and freeze-dried/rehydrated kimchi¹⁾

	Concentration of Chinese radish added to kimchi								
	Reference	Ripened kimchi				Freeze-dried/rehydrated kimchi			
		5%	10%	20%	Reference	5%	10%	20%	
Salt conc. (%) ²⁾	2.07a	2.00a	1.90b	1.82b					
pH ³⁾	4.31	4.27	4.25	4.21	4.59	4.52	4.51	4.50	
Acidity (%) ⁴⁾	0.673a±0.081	0.676a±0.071	0.709ab±0.078	0.743b±0.052	0.287a±0.047	0.303a±0.053	0.352b±0.059	0.376b±0.091	
Viable cells (x10 ⁸ CFU ⁵⁾ / mL) ⁶⁾	32.2a±11.1	31.0a±11.6	31.2a±12.2	36.8a±9.7	3.2A±1.3	3.0A±1.2	3.9A±1.5	4.3A±1.5	

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

^{2,4)}Mean values and standard deviations of 6 or more replications.

³⁾Median values of 6 or more replications.

⁵⁾CFU: Colony forming unit.

⁶⁾Mean values and standard deviations of 8 or more replications.

1 mL 취하여 Gas chromatograph로 분석하였다. 표준물질과 머무름시간을 비교하여 피크를 확인하고(정성분석), HP Chem-Station(Revision A.05.01, 1997)으로 계산된 표준시료와 실험 시료의 해당 냄새성분의 피크면적을 비교하여 정량하였다.

표준시료는 50 mL의 증류수, 25 g의 sodium sulfate, anhydrous 및 1-pentanol, ethanol(이상 100 ppm 수용액), allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl sulfide, methyl propyl disulfide, methyl trisulfide, diallyl disulfide(이상 20 ppm 수용액)를 각각 첨가하여 만든 후, 시료와 동일한 조건으로 분석하였다. 표준시료로부터 발생한 headspace gas를 1 mL 주입시켜 얻어진 피크의 면적과 시료의 해당 냄새성분의 피크면적을 비교하여 계산하고, 여기에 표준시료 중의 1-pentanol의 면적과 시료 중의 1-pentanol의 면적비인 회수율의 역수를 곱하여 정량하였다. 각 휘발성냄새성분의 함량계산식은 다음과 같다.

$$\text{Amount of each component (ppm)} = 100 \text{ ppm} \times (\text{Area of each component in sample} \div \text{Area of same component in standard sample}) \times (\text{Area of 1-pentanol in standard sample} \div \text{Area of 1-pentanol in sample})$$

1-pentanol은 본 실험에서 사용된 칼럼의 담체에 대한 반응성이 김치의 주요한 휘발성 냄새성분들과 유사하였으므로 표준물질과 시료중의 1-pentanol의 함량비를 내부표준물질의 보정계수로 사용할 수 있었다. 실험은 3회 반복 실시하고 매

회 7회 이상 주입하였으며 gas chromatograph의 분석조건은 Table 2와 같다.

자료의 처리 및 분석

전체적인 실험은 4~6회에 걸쳐 반복 실시하였으며, 각 항목별 실험 반복횟수는 Table 하단에 명기하였다. 실험결과는 Window용 SigmaStat software⁽¹⁰⁾를 사용하여 F-test (ANOVA와 최소유의차검정)로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

젖산균의 산생성과 생육

Table 3은 표준시료(무 비첨가시료)와 무를 5%, 10%, 20% 첨가한 시료의 염도, pH, 산도 및 젖산균수의 변화를 보여 주는 것이다. 먼저 염도를 보면 표준시료는 2.07%인데 비하여 무의 첨가농도를 증가시킴에 따라 염도가 조금씩 감소하여 20% 첨가시료는 1.82%였다. 무에서 수분이 흘러나와 시료의 염도를 다소 희석시킨 것으로 생각된다.

숙성시료(20°C, 3일)의 pH를 보면 표준시료의 경우는 4.31이었으나 무의 첨가농도가 증가함에 따라 pH가 다소 저하하여 20% 첨가시료의 경우는 4.21이었다. 산도는 이와 반대로 0.673%에서 0.743%로 증가하였으며, 젖산균수는 무의 첨가에 따른 변화가 없었다.

한편, 동결건조후 복원된 시료의 pH를 보면 표준시료가

Table 4. Effects of Chinese radish addition on sensory properties of ripened kimchi¹⁾

	Reference	5%	10%	20%
Overall acceptability	5.00 ^a	5.00 ^a	5.90 ^b ± 0.31	6.00 ^c ± 0.26
Taste	5.00 ^a	5.00 ^a	5.90 ^b ± 0.31	6.00 ^c ± 0.26
Odor	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a
Texture	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a
Appearance	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a

¹⁾Sensory evaluation test was repeated five times using 10 panelists.

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.

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

Table 5. Effects of Chinese radish addition on sensory properties of freeze-dried kimchi¹⁾

	Reference	5%	10%	20%
Overall acceptability	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.33 ^b ± 0.48
Taste	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.33 ^b ± 0.48
Odor	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a
Texture	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a
Crispness	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a
Appearance	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a

¹⁾See footnote in Table 4.

Table 6. Effects of Chinese radish addition on sensory properties of rehydrated kimchi¹⁾

	Reference	5%	10%	20%
Overall acceptability	5.00 ^a	5.00 ^a	5.03 ^{ab} ± 0.18	5.70 ^b ± 0.47
Taste	5.00 ^a	5.00 ^a	5.03 ^{ab} ± 0.18	5.70 ^b ± 0.47
Odor	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a
Moistness	5.00 ^a	5.00 ^a	4.97 ^{ab} ± 0.18	4.33 ^b ± 0.48
Chewiness	5.00 ^a	5.00 ^a	5.03 ^a ± 0.18	5.33 ^b ± 0.48
Appearance	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a

¹⁾See footnote in Table 4.

4.59인데 비하여 무 20% 첨가시료는 4.50으로 다소 저하하였고, 산도는 0.287%에서 0.376%로 증가하였으며, 젖산균수는 시료 사이에 차이가 없었다. 복원시료의 pH, 산도, 젖산균수의 패턴은 숙성시료의 경우와 매우 유사한 것이었다. 동결건조 전의 시료(숙성시료)와 동결건조후 복원된 시료를 비교하면 pH는 증가하고, 산도와 젖산균수는 현저하게 감소하였다.

이상의 결과는 무의 첨가로 젖산균의 산생성이 촉진되었음을 의미하는 것으로, Park과 Kyung⁽¹¹⁾은 무에는 젖산균 증식물질이 들어있는데, 이 물질은 메타놀에 침전되는 백색분말로 수용액은 적갈색이고 단백질분해효소나 펩틴분해효소에 안정하며, 회화해도 안정한 회분함량이 44%인 무기질성분으로 0.02%의 농도에서 EDTA에 의한 젖산균 증식저해를 정상으로 회복시켰으며, 특히 *Lactobacillus fermentum*의 증식을 촉진한다고 보고한 바 있다.

김치의 관능적 특성

Table 4는 20°C에서 3일 숙성된 시료의 관능적 특성을 보여주는데, 전반적인 기호도는 무 10% 또는 20% 첨가시료가 표준시료나 무 5% 첨가시료보다 유의적으로 우수하였다 (p<0.05). 맛은 전반적인 기호도와 경향이 일치하며, 냄새, 조직감, 형태는 무의 첨가로 변화하지 않았다. 무 첨가시료는 표준시료에 비하여 무로부터 유래되는 청량감, 매운 맛, 단 맛 등으로 인하여 전반적인 기호도와 맛의 기호도가 높았던 것으로 생각된다. 무에는 3% 정도의 당질이 들어 있는데 주로 포도당이고, 그 밖에도 자당, 과당, 맥아당이 함유되어 있어서⁽¹²⁾, 단 맛을 부여한다. 무의 매운 맛 성분은 isothiocyanate 류이고 그 중에서도 4-methyl thio-3-butenyl isothiocyanate(MTB-NCS)가 90%를 차지한다⁽¹²⁾. 본 실험에서는 무의 첨

가량을 20%까지 증가하여도 매운 맛은 별로 느껴지지 않았는데, 그 이유는 무의 매운 맛이 다른 양념의 자극적인 맛에 의하여 희석되었거나, 또는 무의 매운 맛 성분인 MTB-NCS가 열장숙성중 알콜, aldehyde, sulfide 등으로 분해하여 독특한 매운 맛을 상실하였기 때문이라고 생각된다⁽¹³⁾.

Table 5는 동결건조된 시료의 관능적 특성을 보여주는 것으로, 전반적인 기호도와 맛은 무 20% 첨가시료가 다소 우수하였으나, 그 정도는 미미하였고, 냄새, 조직감, 바삭바삭함(crispness) 및 형태는 무의 첨가로 변화가 없었다. 동결건조된 시료는 수분이 매우 낮으므로 동결건조전의 시료에 비하여 염미가 강하였는데, 무 20% 첨가시료는 다른 시료보다 염미가 다소 낮게 느껴져서 전반적인 기호도와 맛의 수치가 다소 높아진 것으로 생각된다.

Table 6은 동결건조/복원된 시료의 관능적 특성을 보여주는 것으로, 무 20% 첨가시료의 전반적인 기호도와 맛이 다른 시료보다 유의적으로 우수하였으나, moistness(물기가 알맞게 있는가를 나타내는 지표) 수치는 무 20% 첨가시료가 유의적으로 낮았다. Chewiness(질긴 정도 또는 저작성)은 무 20% 첨가시료가 다소 우수하였다. 무 20% 첨가시료는 다른 시료에 비하여 청량감과 단 맛은 다소 높고 국물로 수분의 이행이 많아서, 맛 항목과 chewiness 항목의 수치는 높았지만, moistness 항목의 수치가 낮았다고 생각된다.

이상의 결과를 보면 무 10% 또는 20%의 첨가로 숙성시료 또는 복원시료의 전반적인 기호도와 맛이 대체적으로 향상되었으며, 그 이유는 무의 청량감과 단 맛에 기인하는 것이라고 생각된다.

김치의 휘발성 냄새성분

Table 7은 숙성시키지 않은 시료(0일 시료)의 몇가지 휘발

Table 7. Effects of Chinese radish addition on volatile odor components in unripened kimchi¹⁾

(Unit: ppm)

	Ethanol	AM ²⁾	MAS ³⁾	DD ⁴⁾	DS ⁵⁾	MPD ⁶⁾	MT ⁷⁾	DDS ⁸⁾
Control	784.59 ± 71.27	1.11 ± 0.54	0.95 ± 0.25	4.60 ± 0.76	- ⁹⁾	3.91 ± 0.35	-	9.07 ± 0.61
5%	942.92 ± 30.67	1.02 ± 0.30	1.00 ± 0.89	13.90 ± 2.95	-	4.55 ± 1.10	-	10.83 ± 2.63
10%	792.24 ± 153.15	1.13 ± 0.19	1.66 ± 1.07	25.60 ± 5.87	-	4.88 ± 0.87	-	11.77 ± 1.54
20%	823.72 ± 130.01	0.90 ± 0.05	1.96 ± 0.94	35.63 ± 6.49	-	3.77 ± 0.67	-	11.30 ± 0.04

¹⁾Means and standard deviations of 15 or more replications.²⁾AM: Allyl Mercaptan, ³⁾MAS: Methyl Allyl Sulfide, ⁴⁾DD: Dimethyl Disulfide, ⁵⁾DS: Diallyl Sulfide, ⁶⁾MPD: Methyl Propyl Disulfide, ⁷⁾MT: Methyl Trisulfide, ⁸⁾DDS: Diallyl Disulfide, ⁹⁾- Trace amount.**Table 8. Effects of Chinese radish addition on volatile odor components in ripened kimchi¹⁾**

(Unit: ppm)

	Ethanol	AM	MAS	DD	DS	MPD	MT	DDS
Control	5668.68 ± 328.72	1.56 ± 0.54	3.14 ± 0.74	5.19 ± 0.26	1.62 ± 0.28	2.20 ± 0.17	1.84 ± 0.09	7.59 ± 0.76
5%	5417.51 ± 333.05	1.46 ± 0.35	4.21 ± 0.48	8.99 ± 0.88	1.94 ± 0.20	2.47 ± 0.36	2.26 ± 0.19	8.81 ± 0.65
10%	5670.44 ± 1177.43	1.48 ± 0.43	5.78 ± 0.85	13.54 ± 1.71	2.37 ± 0.47	3.31 ± 0.56	2.87 ± 0.42	11.25 ± 1.32
20%	5744.40 ± 466.08	1.17 ± 0.16	7.81 ± 1.28	19.65 ± 2.78	3.12 ± 0.38	2.87 ± 0.43	2.94 ± 0.26	11.68 ± 0.70

¹⁾See footnote in Table 7.**Table 9. Effects of Chinese radish addition on volatile odor components in rehydrated kimchi¹⁾**

(Unit: ppm)

	Ethanol	AM	MAS	DD	DS	MPD	MTS	DDS
Control	14.52 ± 4.34	0.06 ± 0.01	0.22 ± 0.03	0.32 ± 0.04	-	-	-	0.77 ± 0.09
5%	18.74 ± 4.01	0.06 ± 0.01	0.20 ± 0.04	0.35 ± 0.06	-	-	-	0.83 ± 0.11
10%	16.57 ± 3.26	0.06 ± 0.01	0.21 ± 0.05	0.37 ± 0.05	-	-	-	0.93 ± 0.14
20%	18.41 ± 4.45	0.06	0.21 ± 0.05	0.44 ± 0.08	-	-	-	1.15 ± 0.13

¹⁾See footnote in Table 7.

성 냄새성분을 분석한 결과인데, ethanol, allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, methyl propyl disulfide, diallyl disulfide의 6개 성분이 확인되었으며, 무의 첨가 농도가 증가함에 따라 methyl allyl sulfide와 dimethyl disulfide는 증가하였다. Table 8은 20°C에서 3일간 숙성된 시료의 휘발성 냄새성분을 분석한 결과인데, 8개의 냄새성분이 확인되었으며, 무의 첨가농도가 증가함에 따라 methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl sulfide, methyl trisulfide 및 diallyl disulfide가 증가하였다. 숙성시키지 않은 시료(0일 시료)와 비교하면 diallyl sulfide와 methyl trisulfide가 새로이 생성되었고, ethanol, methyl allyl sulfide는 증가하였으며, dimethyl disulfide 및 methyl propyl disulfide는 감소하는 경향을 보였다. Table 9는 동결건조후 복원시료의 휘발성 냄새성분을 분석한 결과인데, ethanol, allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide 및 diallyl disulfide의 5성분이 검출되었고, 숙성시료(Table 8)와 비교하여 모든 휘발성 냄새성분이 동결건조에 의하여 현저하게 감소하였다.

요 약

본 연구의 목적은 무의 첨가농도가 각각 다른 김치를 제조하여 김치의 품질특성 즉, 젖산균의 생육과 산생성, 관능성 및 휘발성 냄새성분을 조사하고, 아울러 동결건조가 무 첨가김치의 품질에 미치는 영향을 조사하는 것이다. 무의 첨가가 젖산균의 산생성과 생육에 미치는 영향은 다음과 같다. 숙성시료의 pH는 표준시료(무를 첨가하지 않은 시료)의 경

우는 4.31이었으나 무의 첨가농도가 증가함에 따라 pH가 다소 저하하여 20% 첨가시료의 경우는 4.21이었다. 산도는 이와 반대로 0.673%에서 0.743%로 증가하였으며, 젖산균수는 무의 첨가로 변화가 없었다. 한편, 동결건조후 복원된 시료의 pH는 표준시료가 4.59인데 비하여 20%첨가시료는 4.50로 다소 저하하였고, 산도는 0.287%에서 0.376%로 증가하였으며, 젖산균수는 시료사이에 차이가 없었다. 관능검사의 결과를 보면 무 10% 또는 20%의 첨가로 숙성시료 또는 복원시료의 전반적인 기호도와 맛이 대체적으로 향상되었다. 휘발성 냄새성분의 분석결과를 보면, 숙성되지 않은 시료(0일 시료)의 경우는 ethanol과 5개의 함유황성분이 확인되었으며, 무의 첨가농도가 증가함에 따라 함유황성분 2개의 함량이 증가하였다. 20°C에서 3일간 숙성된 시료에서는 ethanol과 7개의 함유황성분이 확인되었으며, 무의 첨가농도가 증가함에 따라 함유황성분 5개의 함량이 증가하였다. 미숙성시료와 비교하면 diallyl sulfide와 methyl trisulfide가 새로이 생성되었다. 동결건조에 의하여 김치 또는 무 첨가김치의 모든 휘발성 냄새성분이 현저하게 감소하였고, 동결건조된 제품에는 ethanol과 4개의 함유황성분이 검출되었다.

감사의 글

본 연구는 2003학년도 덕성여자대학교(자연과학연구소) 연구비 지원으로 이루어졌으며 덕성여자대학교에 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. Jo, J.S. Studies on *Kimchi*, p.307. Yurim-munhwasa, Seoul, Korea (2000)
2. Ko, Y.T., Kang, J.H. and Kim, T.E. Quality of freeze dried *kimchi*. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 100-106 (2001)
3. Ko, Y.T., Kang, J.H. and Kim, T.E. Novel instant *kimchi* and its preparation method. Korean Patent 0390185 (2003)
4. 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)
5. 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)
6. Ko, Y.T. and Kang, J.H. Quality of freeze-dried yulmoo-*kimchi*. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 254-259 (2003)
7. Jo, J.S. Studies on *Kimchi*, p. 77. Yurim-munhwasa, Seoul, Korea (2000)
8. Hong, S.I., Park, N.H. and Kim, K.H. Changes of quality of *kimchi* according to packing method, pp. 384-399. In: Science of *Kimchi*, Symposium of Korean Society of Food Sci. Technol. (1994)
9. Larmond, E. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of food. Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada (1997)
10. Jandel Co. SigmaStat for Windows. V 1.02, Jandel Co., USA (1994)
11. Park, K.S. and Kyung, H.K. Growth stimulation of lactic acid bacteria by a radish component. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 528-534 (1992)
12. Jo, J.S. Studies on *Kimchi*, p. 125 & 280. Yurim-munhwasa, Seoul, Korea (2000)
13. Lee, M.R. and Rhee, H.S. A study on the flavor compounds of *Dongchimi*. Korean J. Soc. Food Sci. 6: 1-8 (1990)

(2003년 7월 21일 접수; 2003년 8월 12일 채택)