

동결건조에 의한 김치의 휘발성냄새성분의 변화

고영태* · 강정화

덕성여자대학교 식품영양학과

Changes of Volatile Odor Components in Kimchi by Freeze-drying

Young-Tae Ko* and Jung-Hwa Kang

Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

Volatile odor components of ripened and ripened/freeze-dried kimchi were analyzed by gas chromatograph. As ripening temperature of kimchi increased, pH of kimchi decreased, viable cell count of lactic acid bacteria of kimchi increased up to ripening temperature of 15°C, and sensory properties of kimchi gradually decreased. Allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl sulfide, diallyl disulfide, and ethanol were detected in ripened kimchi and ripened/freeze-dried kimchi. The amounts of allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, diallyl sulfide, and ethanol increased as the ripening temperature increased, while those of dimethyl disulfide and diallyl disulfide decreased. Freeze-drying for 24 hr removed most of the above-mentioned volatile odor components, which were further removed by freeze-drying for 48 hr.

Key words: kimchi, freeze-drying, volatile odor components

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.

고 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(0.073%) 수준으로 감소하였으며, 관능적 특성은 60일 저장 후에 표준 시료(동결건조하지 않은 시료)와 비교하여 다소 저하하기는 하였으나, 0°C, 5°C 저장시료의 경우는 비교적 양호하다고 보고하였다. 한편 동결건조된 김치는 복원하지 않고 그대로 시식하여도 우수한 기호성을 나타냈으므로, “건조김치”라는 새

로운 식품의 개발에 관한 보다 깊은 연구가 필요하다고 지적하였다.

숙성중인 김치에는 다양한 냄새성분이 존재하여 김치의 맛에 중요한 역할을 하는데, 허⁽²³⁾, 허 등⁽²⁴⁾은 숙성중인 김치로부터 40종의 냄새성분을 동정하였으며, 이 중에서 김치의 주요한 냄새성분은 methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl disulfide, methyl allyl trisulfide 등의 함유황성분과 ethanol, acetic acid, camphene, 1-phellandrene, α -zingibrene 등이라고 보고한 바 있다.

본 연구의 목적은 김치에 함유된 주요한 휘발성냄새성분이 동결건조에 의하여 어떻게 변화하는가를 조사하는 것이다. 김치를 각각 다른 온도에서 일주일간 숙성시킨 후, 먼저 숙성된 김치의 젖산균수와 관능적 특성을 관찰한 다음, 숙성된 김치를 동결건조하여 동결건조에 의한 김치의 주요한 휘발성냄새성분(황함유성분 및 ethanol)의 변화를 관찰하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 재료인 증가집 맛김치((주)두산)는 폴리에틸렌 필름으로 500g씩 진공포장된 것으로 제조한 다음날 구입하여 0°C의 냉동고에 보관하면서 구입한지 10일 이내의 제품을 시료로 사용하였다. 증가집 맛김치의 원료는 배추(75%), 무, 고춧가루, 파, 마늘, 새우젓, 멸치액젓 등이다. 유통기한은 냉장고(0°C~10°C)에서 제조일로부터 25일이다. 시료의 성상을 보면 맛, 냄새, moistness(김치에 물기가 알맞게 있는가

*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

여부), 저작성(질긴 정도) 및 색상이 김치실험의 시료로 사용하기에 적합하였다. 휘발성냄새성분 분석의 표준물질로는 1-pentanol(>99%, Aldrich Chemical Co., USA), ethanol (99.8%, Merck Co., Germany), allyl mercaptan(>80%, Aldrich Chemical Co.), methyl allyl sulfide(98%, Aldrich Chemical Co.), dimethyl disulfide(>98%, Fluka Chemie, Switzerland), diallyl sulfide(Sigma Chemical Co., USA) 및 diallyl disulfide(>80%, Fluka Chemie)를 사용하였다. GC시료의 headspace gas에 수분이 증발하는 것을 억제하기 위하여 sodium sulfate, anhydrous(특급, Yakuri Pure Chemicals Co., Japan)를 사용하였다.

김치의 숙성

맛김치를 0°C의 냉동고(LG전자, Model FC-B53CM), 5°C의 냉장고(LG전자, Model R-B31BD), 15°C 및 25°C의 저온항온기(제일과학산업, Model J-IB03)에서 각각 1주일간 저장하여 숙성의 정도를 달리하였다.

시료의 동결건조

숙성이 이루어진 김치 가운데 국물부분 50 g을 시료로 취하여 250 mL 플라스틱 비이커(Nalgene, USA)에 넣고 크린랩((주)크린랩)으로 덮은 다음, -70°C의 냉동고(Forma Scientific, Inc., Model 917, USA)에서 50분간 냉동시켰다. 냉동된 시료를 동결건조기((주)일신랩, Model FD-5510) chamber에 넣고 실온(20~25°C)에서 응축기 온도 -50°C, 압력 10 mm Torr의 조건하에서 24시간 또는 48시간 동결건조시켰다. 동결건조기 chamber 내부의 온도와 건조중인 시료의 실제온도는 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 이었다.

시료의 복원

동결건조된 시료(김치국물)를 30°C의 살균수로 복원하여 1 시간 동안 수분을 흡수시킨 후 분석의 시료로 사용하였다. 복원을 위하여 첨가된 살균수의 양은 “동결건조 전의 비이커 및 김치시료의 중량”에서 “동결건조 후의 비이커 및 건조시료의 중량”을 뺀 차이이다.

숙성된 시료의 생균수 및 pH 측정

생균수는 김치국물을 취하여 펩톤수에 의한 10배 희석법으로 희석하고 MRS 한천배지(Difco Lab., USA)에서 30°C, 48시간 배양한 후 colony수가 30~300개인 평판을 선택하여 산출하였고, pH는 pH meter(동우메디칼시스템, Model DP-215 M)로 측정하였다. 생균수의 결과는 평균치(mean)로 표시하였고, pH의 결과는 중앙치(median value)로 표시하였다. 그 이유는 pH값이 수소이온농도의 역수의 log값이기 때문이다.

숙성된 시료의 관능적 특성 검사

시료(국물을 포함한 김치 전체)를 5°C에서 5시간 방냉한 후 종이컵에 20 g씩 넣어 reference(비숙성시료)와 함께 검사원에게 나누어주었다. 관능검사 방법은 hedonic scale에 준하였으며⁽²⁵⁾, 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 10명의 검사원을 대상으로 각각 3일간 3회에 걸쳐 전반적인 기호성, 맛, 냄새, 조직감 및 색상을 측정하였다.

Table 1. Conditions of gas chromatographic analysis

| | |
|---------------------------|--|
| Column: | HP-5 (5% diphenyl and 95% dimethyl-polysiloxane 30 m × 0.32 mm × 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/3min hold, 3°C/min to 220°C |
| Injection volume: | Headspace gas 1 mL |
| Split ratio: | 5.0 : 1 |

동결건조/복원 시료의 휘발성냄새성분 측정

동결건조시킨 시료(김치국물)의 휘발성냄새성분은 고 등⁽²⁶⁾, 허⁽²³⁾, 허 등⁽²⁴⁾의 방법을 참고로하여 다음과 같이 분석하였다.

100 mL의 삼각플라스크에 50 mL의 복원된 시료, 25 g의 Na₂SO₄ 및 100 ppm의 1-pentanol(내부표준물질)을 넣고 rubber septum(24 mm, Sigma Chemical Co.)으로 밀봉한 후, 35°C의 pair stirrer(Eyela, PS-100, Japan)에서 20분간 교반하였다. 발생한 headspace gas를 5 mL gas tight syringe(Hamilton Co., USA)로 1 mL 취하여 HP 6890 Series gas chromatograph (Hewlett Packard Co., USA)로 분석하였다. 표준물질을 사용하여 머무름시간을 비교하여 피크를 확인하고(정성분석), HP ChemStation(Revision A.05.01, 1997)으로 계산된 표준시료와 시료의 해당 냄새성분의 피크면적을 비교하여 정량하였다.

표준시료는 50 mL의 증류수, 25 g의 Na₂SO₄ 및 1-pentanol, ethanol(이상 100 ppm), allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl sulfide, diallyl disulfide(이상 20 ppm)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. 실험은 2회 반복 실시하고 매회 10회 이상 주입하였으며 gas chromatograph의 분석조건은 Table 1과 같다.

시료의 처리 및 분석

전체적인 실험은 김치의 국물부분 50 g을 사용하여 4회에 걸쳐 반복 실시하였으며, 각 항목별 실험 반복횟수는 Table 또는 Figure 하단에 명기하였다. 단, 관능검사의 경우는 김치국물을 포함한 김치 전체를 시료로 사용하였다. 실험 결과는 Window용 SigmaSTAT software⁽²⁷⁾를 사용하여 t-test로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

김치의 숙성이 젖산균수와 관능적 특성에 미치는 영향

Table 2는 김치를 실험의 시료로 사용하기 위하여 각각 다른 온도에서 일주일간 숙성시킨 후, 숙성된 시료의 젖산균수와 pH를 관찰한 것이다. 먼저 pH를 보면 25°C 시료가 3.93으로 가장 낮고, 0°C 시료가 5.11로 가장 높았으며, 젖산균

Table 2. Effects of ripening temperature on pH and viable cell count of lactic acid bacteria of kimchi

| Ripening temp. | pH ¹⁾ | Viable cell count (× 10 ⁸ CFU/mL) ²⁾ |
|----------------|------------------|--|
| 0°C | 5.11 | 2.6 ^a ±1.09 |
| 5°C | 4.37 | 10 ^b ±7.11 |
| 15°C | 4.12 | 16 ^a ±2.10 |
| 25°C | 3.93 | 7.7 ^b ±4.17 |

¹⁾Median values of four replications.

²⁾Mean values and standard deviations of 8 or more replications.

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

CFU: Colony forming unit per mL.

Table 3. Sensory properties of kimchi ripened at 0°C¹⁾

| | Reference (Unripened kimchi) | Sample |
|-----------------------|------------------------------|-----------|
| Overall acceptability | 8.00 | 7.95±0.22 |
| Taste | 8.00 | 8.00 |
| Odor | 8.00 | 7.85±0.37 |
| Texture | 8.00 | 8.00 |
| Color | 8.00 | 7.95±0.22 |

¹⁾Hedonic Scale value, 9: Like extremely, 8: Like very much, 7: Like moderately, 6: Like slightly, 5: Neither like nor dislike, 4: Dislike slightly, 3: Dislike moderately, 2: Dislike very much, 1: Dislike extremely.

**p<0.01.

*p<0.05.

Sensory evaluation test was repeated three times using 10 panelists.

수는 15°C 시료가 가장 높고 5°C와 25°C 시료가 그 다음이고, 0°C 시료가 가장 낮았다. 15°C, 5°C와 25°C, 0°C 사이에는 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 젖산균수가 증가하면 pH는 대체로 저하하는 경향을 나타냈는데, 이러한 결과는 높은 온도에서 숙성된 시료에서 젖산균의 증식이 높으며 따라서 산생성도 증가하고 pH가 저하되는 것을 의미하는 것이다. 25°C 시료의 젖산균수가 15°C 시료보다 낮은 이유는 숙성이 지나쳐서 젖산균수가 오히려 감소되었기 때문이라고 생각된다.

Table 3~6은 각각 다른 온도에서 숙성된 시료의 관능적 특성을 보여주는 것으로서, 0°C 숙성시료(Table 3)의 경우는 reference(비숙성시료)와 차이가 없었으나, 5°C 시료 (Table 4)는 전반적인 기호성, 맛, 냄새가 다소 저하하였는데, 유의적인 차이를 보였으며(p<0.01), 15°C 시료 (Table 5)는 전반적인 기호성, 맛, 냄새는 현저하게, 조직감은 다소 저하하였는데, 유의적인 차이를 보였고(p<0.01), 25°C 시료(Table 6)는 전반적인 기호성, 맛, 냄새는 현저하게, 조직감과 색상은 다소 저하하는데, 모두 유의적인 차이를 보였다(p<0.01). 그러나 25°C에서 일주일간 숙성된 시료(Table 6)의 경우에도 전반적인 기호성이 5.95로서 먹기에 부적합한 상태는 아니었다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 김치의 숙성온도를 증가시킴에 따라 시료의 pH는 저하하고 25°C의 경우를 제외하고는 젖산균수는 증가하였으며, 관능적 특성은 0°C의 경우는 reference와 차이가 없었으나 5°C, 15°C, 25°C의 관능적 특성은 숙성온도가 증가함에 따라 점차 저하하였다.

Table 4. Sensory properties of kimchi ripened at 5°C¹⁾

| | Reference (Unripened kimchi) | Sample |
|-----------------------|------------------------------|-----------|
| Overall acceptability | 8.55±0.51** | 7.65±0.49 |
| Taste | 8.55±0.51** | 7.55±0.51 |
| Odor | 8.55±0.51** | 7.55±0.51 |
| Texture | 8.05±0.22 | 8.05±0.22 |
| Color | 8.15±0.37 | 8.00 |

¹⁾See footnote in Table 3.

Table 5. Sensory properties of kimchi ripened at 15°C¹⁾

| | Reference (Unripened kimchi) | Sample |
|-----------------------|------------------------------|-----------|
| Overall acceptability | 8.50±0.51** | 6.70±0.47 |
| Taste | 8.55±0.51** | 6.35±0.49 |
| Odor | 8.10±0.97** | 6.80±0.77 |
| Texture | 8.50±0.51** | 8.00 |
| Color | 7.65±0.49 | 7.50±0.51 |

¹⁾See footnote in Table 3.

Table 6. Sensory properties of kimchi ripened at 25°C¹⁾

| | Reference (Unripened kimchi) | Sample |
|-----------------------|------------------------------|-----------|
| Overall acceptability | 8.05±0.32** | 5.95±0.39 |
| Taste | 8.05±0.22** | 5.30±0.87 |
| Odor | 7.35±0.75** | 6.00±0.56 |
| Texture | 7.80±0.52** | 7.05±0.83 |
| Color | 7.80±0.52** | 7.05±0.22 |

¹⁾See footnote in Table 3.

동결건조에 의한 휘발성냄새성분의 변화

본 연구에서는 숙성된 김치의 동결건조 전 시료(표준시료, 0 h), 24시간동결건조시료(24 h), 48시간동결건조시료(48 h)의 몇가지 주요한 휘발성냄새성분을 측정하였는데, allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl sulfide, diallyl disulfide와 같은 황함유성분과 ethanol이 확인되었다.

Figure 1은 allyl mercaptan의 함량을 김치의 저장온도, 동결건조시간별로 나타낸 결과로서 먼저 표준시료(0 h)를 보면 0°C, 5°C, 15°C 숙성시료는 거의 변화가 없었으나 25°C 숙성시료는 292.0 ppm로 다른 시료보다 높았다. 그러나 25°C 숙성시료의 경우도 24시간 또는 48시간 동결건조에 의하여 91.6% 또는 94.4%가 제거되어 24.5 ppm 또는 16.3 ppm만 남았다.

Figure 2는 methyl allyl sulfide의 함량을 나타낸 결과로서 먼저 표준시료를 보면 0°C 숙성시료가 8.6 ppm인데 비하여 25°C 숙성시료는 22.9 ppm으로 숙성온도가 높아짐에 따라 현저하게 높았으나 24시간 또는 48시간 동결건조에 의하여 거의 대부분이 제거되고 2.7~3.9 ppm만 남았다.

Figure 3은 dimethyl disulfide의 함량을 나타낸 결과로서 먼저 표준시료를 보면 0°C, 5°C, 15°C 숙성시료는 31.7~29.7 ppm으로 거의 변화가 없었으나 25°C 숙성시료는 4.8 ppm으로 현저하게 낮았다. 24시간 동결건조에 의하여 48.9~100.0%

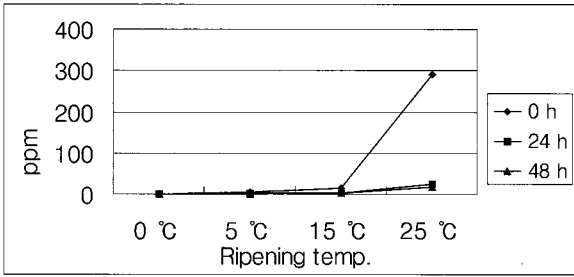


Fig. 1. Effects of ripening temperature and freeze-drying on amount of allyl mercaptan in kimchi¹⁾.
¹⁾Mean values of 20 or more replications.

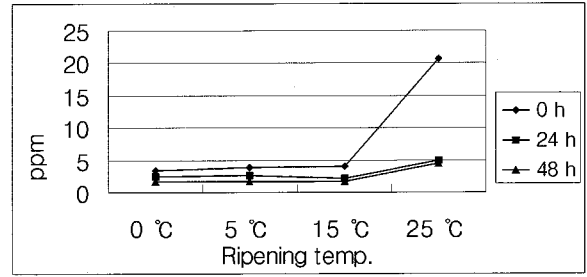


Fig. 4. Effects of ripening temperature and freeze-drying on amount of diallyl sulfide in kimchi¹⁾.
¹⁾Mean values of 20 or more replications.

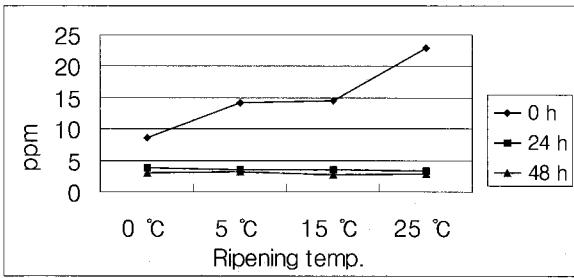


Fig. 2. Effects of ripening temperature and freeze-drying on amount of methyl allyl sulfide in kimchi¹⁾.
¹⁾Mean values of 20 or more replications.

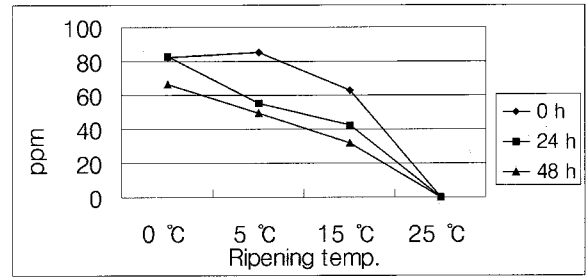


Fig. 5. Effects of ripening temperature and freeze-drying on amount of diallyl disulfide in kimchi¹⁾.
¹⁾Mean values of 20 or more replications.

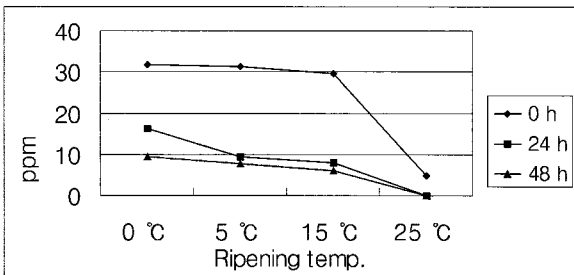


Fig. 3. Effects of ripening temperature and freeze-drying on amount of dimethyl disulfide in kimchi¹⁾.
¹⁾Mean values of 20 or more replications.

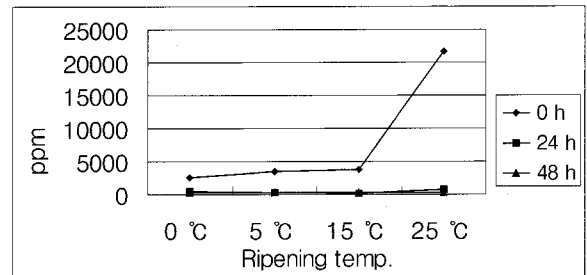


Fig. 6. Effects of ripening temperature and freeze-drying on amount of ethanol in kimchi¹⁾.
¹⁾Mean values of 20 or more replications.

제거되고 0.0~16.2 ppm이 남았고 특히 25°C 숙성시료는 동결 건조에 의하여 완전히 제거되었다. 48시간 동결 건조의 경우도 24시간과 매우 유사한 경향을 보였다.

Figure 4는 diallyl sulfide의 함량을 나타낸 결과로서 먼저 표준시료를 보면 0°C, 5°C, 15°C 숙성시료는 3.4~3.9 ppm으로 변화가 없었으나 25°C 숙성시료는 20.6 ppm으로 현저하게 높았다. 24시간 동결 건조에 의하여 0°C, 5°C, 15°C 시료는 다소 저하하였으나 25°C 시료는 75.7% 제거되고 5.0 ppm이 남았으며 48시간 동결 건조의 경우도 이와 매우 유사한 경향을 보였다.

Figure 5는 diallyl disulfide의 함량을 나타낸 결과로서 먼저 표준시료를 보면 0°C와 5°C 숙성시료가 82.5~85.4 ppm이었으나 15°C 시료는 63.2 ppm으로 다소 낮았으며, 25°C 숙성시료에서는 검출되지 않았다. 24시간 동결 건조에 의하여 5°C 및 15°C 숙성시료의 경우 35.5% 또는 32.9% 제거되어 55.1 ppm 또는 42.4 ppm으로 감소하였으며, 48시간 동결 건조

의 경우는 24시간의 경우와 경향은 유사하였으나 감소량이 더 많았다.

Figure 6은 ethanol의 함량을 나타낸 결과로서 표준시료를 보면 0°C, 5°C, 15°C의 경우 2627.0~3713.0 ppm이었으나 25°C에서는 21666.0 ppm으로 현저하게 높았다. 24시간 동결 건조에 의하여 85.5~96.7% 제거되어 381.0~719.0 ppm이 남았고 48시간의 경우도 이와 유사한 경향을 보였다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 본 실험에서 검출된 김치의 휘발성냄새성분은 allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl sulfide, diallyl disulfide와 같은 황함유성분 5종과 ethanol이었으며, 이 중에서 allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, diallyl sulfide, ethanol은 시료에 따라 차이는 있었으나 김치의 숙성온도가 증가함에 따라 생성량이 증가하였고, dimethyl disulfide와 diallyl disulfide는 숙성온도가 증가함에 따라 감소하였다. 한편 24시간 동결 건조의 경우는 이상의 모든 휘발성냄새성분은 현저하게 감

소하였으며 48시간 동결건조에 의하여 시료에 따라서는 24시간과 거의 같거나 24시간보다 더 감소하였다.

숙성중인 김치에는 다양한 냄새성분이 존재하여 김치의 맛에 중요한 역할을 한다. 허⁽²³⁾, 허 등⁽²⁴⁾은 숙성중인 김치로부터 40종의 냄새성분을 동정하였으며, 이 중에서 김치의 주요한 냄새성분은 methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl disulfide, methyl allyl trisulfide 등의 황함유성분과 ethanol, acetic acid, camphene, 1-phellandrene, α -zingibrene 등이라고 보고한 바 있다. 본 연구에서 밝혀진 휘발성냄새성분 가운데 methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl disulfide, ethanol은 김치의 주요한 냄새성분으로 알려진 것이며, allyl mercaptan, diallyl sulfide도 김치의 함유황냄새성분으로 알려진 것이다⁽²³⁾. 그밖에도 본 연구에서는 여러 가지 미지의 성분이 검출되었는데 GC의 머트름시간으로 판단하여 이들은 methyl allyl disulfide, methyl propyl disulfide, dimethyl trisulfide 등으로 추정되나 정확한 것은 앞으로 보다 연구가 필요하다고 생각된다. 한편 본 연구에서 검출된 휘발성냄새성분 가운데 일부는 숙성온도가 증가함에 따라 감소하는 것도 있었는데 이것은 숙성이 지나치면 냄새성분이 감소할 수 있다는 기존의 보고⁽²³⁾와도 일치하는 것이다.

요 약

김치를 각각 다른 온도에서 일주일간 숙성시킨 후, 먼저 젖산균수와 관능성을 관찰하고 동결건조시킨 후, 동결건조에 의한 김치의 주요한 휘발성냄새성분의 변화를 관찰하였다. 김치의 숙성온도를 증가시키에 따라 시료의 pH는 저하하였고 25°C의 경우를 제외하고는 젖산균수는 증가하였으며, 관능적 특성은 0°C의 경우는 표준시료와 차이가 없었으나 5°C, 15°C, 25°C의 관능적 특성은 숙성온도가 증가함에 따라 점차 저하하였다. 본 실험에서 검출된 김치의 휘발성냄새성분은 allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl sulfide, diallyl disulfide와 같은 황함유성분 5종과 ethanol이며, 이 중에서 allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, diallyl sulfide, ethanol은 시료에 따라 차이는 있었으나 김치의 숙성온도가 증가함에 따라 생성량이 증가하였고, dimethyl disulfide와 diallyl disulfide는 숙성온도가 증가함에 따라 감소하였다. 한편 24시간 동결건조의 경우는 이상의 모든 휘발성냄새성분이 현저하게 감소하였으며 48시간 동결건조에 의하여 시료에 따라서는 24시간과 거의 같거나 24시간보다 더 감소하였다.

감사의 글

본 연구는 2002학년도 덕성여자대학교 자연과학연구소 연구비 지원으로 이루어졌으며 덕성여자대학교에 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. *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. *Korean 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. *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 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. Korean 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* 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. Hawer, W.D. Study of changes in flavor components in Korean cabbage kimchi during fermentation, pp. 175-190. In: Science of Kimchi. Symposium of Korean Soc. of Food Sci. Technol., Seoul (1994)
24. Hawer, W.D., Ha, J.H., Seog, H.M., Nam, Y.J., and Shin, D.W. Changes in the taste and flavor compounds of kimchi during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 511-517 (1988)
25. Larmond, E. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food.

Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada (1997)
26. Ko, Y.T., Kim, T.E. and Kang, J.H. Volatile aroma compounds in ice cream prepared from lactic fermented egg white food added with cream. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 373-377 (2001)

27. Jandel Co. SigmaStat for Windows. V 1.02, Jandel Co., USA (1994)

(2002년 5월 6일 접수; 2002년 6월 3일 채택)