

## 신선초 김치 숙성 중 Chlorophyll 함량 및 휘발성 향기 성분의 변화

전순실<sup>†</sup> · 조영숙 · 심선엽 · 손미예<sup>·</sup> · 최성희<sup>\*\*</sup> · 이상래<sup>\*\*\*</sup>

순천대학교 식품영양학과, \*경상대학교 식품영양학과,  
\*\*충남대학교 농업과학연구소, \*\*\*일본 동경농업대학

### Changes in Chlorophyll Contents and Volatile Compounds of *Angelica keiskei* Kimchi during Fermentation

Soon-Sil Chun<sup>†</sup>, Young-Sook Cho, Sun-Yup Shim, Mi-Yae Shon<sup>\*</sup>,  
Seong-Hee Choi<sup>\*\*</sup> and Sang-Rae Lee<sup>\*\*\*</sup>

Dept. of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

\*Dept. of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

\*\* Institute of Agricultural Science and Technology, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea

\*\*\*Laboratory of Crop Science, Tokyo University of Agriculture, Sakuragaoka 1-1-1, Setagaya, Tokyo, Japan.

#### Abstract

Changes in the contents of volatiles and chlorophylls of *Angelica keiskei* Kimchi during fermentation were investigated. Total chlorophyll contents decreased gradually during the fermentation period. Chlorophyll a decreased rapidly from 1.38 to 0.5  $\mu\text{g}/\text{cm}$  by the 5th day of fermentation with no further changes at 7th day, while chlorophyll b did not show any change by 3rd day and decomposed rapidly thereafter. Major volatile compounds identified in the kimchi were sabinene,  $\alpha$ -pinene and  $\alpha$ -terpinolene, which were gradually decreased during fermentation. There were significant differences in color, sourness, bitterness and overall acceptability in sensory evaluation of *Angelica keiskei* Kimchi during fermentation at 20°C.

Key words : *Angelica keiskei* Kimchi, chlorophylls, volatile compounds.

#### 서 론

신선초(*Angelica keiskei*)는 아열대 지방에서 자생하는 미나리과의 대형 다년초로 일본에서는 명일엽, 신립초라고도 하며, 중국에서는 도관초, 함초라고 부른다. 우리나라에서는 명일엽 또는 신선초라고 한다. 신선초는 옛부터 두창, 천연두 치료 및 해독제로 사용되었고, 고혈압, 간장병, 신경통, 변비, 이뇨, 악성빈혈, 식욕증진 등 각종 성인병의 민간약으로 쓰여져 왔다. 또한 생리적 활성을 나타내는 각종 유기산, flavonoid, coumarin, saponin 등이 들어 있어 자연 건강 식품으로 각광을 받고 있다. 신선초에 관한 연구로는 명일엽(신선초)의 형태, 유적생산 및 화학성분에 대한 기초

적인 연구<sup>1)</sup>, 명일엽 전초 및 생즙의 영양성분 분석<sup>2)</sup>, 저장조건에 따른 신선초의 생즙의 베타 카로틴과 비타민 C의 함량 및 항산화능의 변화<sup>3)</sup>, 신선초 분말에 오염시킨 미생물에 대한 감마선과 오존의 살균효과<sup>4)</sup> 등으로 신선초 생즙 및 분말에 관한 연구는 있으나, 신선초 김치에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

또한 김치의 휘발성 향기성분에 관한 연구로는 김치의 휘발성 향기성분에 관한 연구<sup>5)</sup>, 재료 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향기 성분 연구<sup>6)</sup>, 김치 저장 중 향기성분의 변화<sup>7)</sup>, 갓김치 숙성 중 매운맛 성분의 변화<sup>8)</sup> 등이 있으며 신선초 김치의 향기 성분에 관한 연구는 미비한 실정이다.

본 실험에서는 신선초가 대량 재배되는 순천지역

\* Corresponding author : Soon-Sil Chun

의 농가 소득을 위하여 수요를 확대시키고, 김치를 세계화, 다양화하기 위한 방안으로 신선초 김치를 개발하였다. 따라서 신선초 김치를 20°C에서 숙성시킬 때의 chlorophyll 함량 및 휘발성 향기성분을 분리·동정하여 그 변화를 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 1. 김치의 제조

신선초는 순천 근교 어진이 농장에서 줄기가 20~30 cm 정도일 때가 가장 연했으므로 그때의 신선초를 채취하여 신선초 김치의 주재료로 사용하였다.

신선초의 잎 및 어린줄기(20~30 cm 길이) 3 kg을 3회 수세하여 쓴맛을 제거하기 위해 10% NaCl 5배 용액에 6시간 침지 후 2회 수세하여 30분간 물을 뺐다. 무, 파, 양파, 고추가루 등의 부재료는 순천 중앙시장에서 구입하였으며, 젓갈은 하선정 멸치액젓 및 육젓을 사용하였으며, 소금은 1등급의 한주 소금을 사용하였다.

예비 실험에서 신선초에 무 30% 첨가한 군이 관능 검사의 종합적인 맛에서 가장 높은 점수를 얻었으므로 본 실험에서는 신선초에 무를 30% 첨가한 군만을 실험하였다.

부재료로서 무 900 g, 미나리 250 g, 파 500 g, 고추가루 500 g, 당근 350 g 마늘 100 g, 생강 50 g, 양파 250

g, 멸치액젓 225 ml, 액체 육젓 225 ml, 참쌀풀 3 cup, 소금 20 g을 사용하여 김치를 제조하였으며, 김치는 20°C의 incubator에 저장하면서 분석 시료로 사용하였다.

### 2. Chlorophyll류

신선초 김치 2 g을 취하여 Mackinnry법<sup>9)</sup>에 따라 85% acetone 10 ml를 가하여 마쇄하고 20분간 교반한 후 여과하여 잔사를 85% acetone으로 세척하였다. 여액에 85% acetone을 가하여 50 ml로 정용하고 잘 혼합한 후 냉암소에 방치하였다. 방치한 추출액을 상온으로 한 후에 Smith 및 Benitez법<sup>10)</sup>으로 정제하였다. 즉 추출한 원액 중에서 5 ml를 취하여 30 ml의 diethyl ether와 10 ml의 물을 가하고 진탕하여 안토시안 등을 함유한 물층을 제거하였다. 다시 60 ml의 물을 넣은 분취여두에 diethyl ether용액으로 세척 후 정제하였다. 정제한 추출액을 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 탈수하고 유리여과기로 여과 후 diethyl ether로 정용하여 660, 642.5 nm에서 흡광도(25°C)를 측정하고 클로로필의 농도를 다음의 정량식으로 계산하였다.

$$\text{총클로로필 } (\mu\text{g/ml}) =$$

$$7.12 \text{ OD}(660 \text{ nm}) + 16.8 \text{ OD}(642.5 \text{ nm})$$

$$\text{클로로필 a } (\mu\text{g/ml}) =$$

$$9.93 \text{ OD}(660 \text{ nm}) - 0.777 \text{ OD}(642.5 \text{ nm})$$

$$\text{클로로필 b } (\mu\text{g/ml}) =$$

$$17.6 \text{ OD}(642.5 \text{ nm}) - 2.81 \text{ OD}(660 \text{ nm})$$

### 3. 휘발성 향기성분

신선초 김치의 휘발성 향기성분의 추출은 Olafsdottir 등<sup>11)</sup>의 방법을 다소 수정하여 사용하였다. 분쇄한 신선초 및 김치를 각각 50 g 취하여 증류수 150 ml를 혼합한 다음, Tenax-GC(ENKA, 네델란드, 60~80 mesh) 흡착제 10 mg이 충전된 칼럼을 부착한 휘발성 추출장치에 넣고, 항온수조(25°C)에서 추출가스(N<sub>2</sub>)를 분사시키면서 2시간 동안 휘발성 물질을 흡착포집시켰다.

Tenax-GC관에 흡착된 휘발성 물질을 200  $\mu$ l diethyl ether로 용출시킨 후, 이 액 4  $\mu$ l를 Table 1과 같은 조건으로 신선초 김치의 휘발성 향기성분을 분리 및 동정하였다.

### 4. 관능 검사

발효과정 중 신선초 김치의 관능적 특성을 알아보기 위하여 20°C의 incubator에서 숙성시켜서 선택, 신

Table 1. GC/GC-Mass conditions for volatile substances of *Angelica keiskei* Kimchi

Items	Conditions
GC/MS Instrument	Varian MAT212 system and SSMAT 188 data system
GC Instrument	Varian 3700GC
Column	HP-Inowax(0.25 mm×30 m)
Oven temp.	70°C, 2°C/min, 120°C, 20 min, 10°C/min 220°C
Column flow	10psig He
Injection volumn	10 $\mu$ l splitless mode
Injection temp.	210°C
Detector temp.	250°C
MS	
Ion source pressure	1.4×10 <sup>-5</sup> Torr
Ion source	70 eV EI
Ion source temp.	220°C
Emission current	1mA
Interface	Open splitter 250°C

맛, 질감, 이취, 쓴맛, 종합적인 맛 등에 대하여 훈련된 10명의 관능검사요원에 의해 5점 채점법으로 행하였으며, 관능검사의 유의성은 SAS software package를 이용하여 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**1. Chlorophyll 색소**

신선초 김치 숙성중의 chlorophyll 색소의 변화는 Table 2에 나타내었다. Chlorophyll 함량은 숙성기간 중 점차 감소하였으며, 이중 chlorophyll a는 숙성 초기에 많이 감소하여 숙성 말기에는 더 이상 감소하지 않다가 숙성 5일부터 급격히 감소하였다. chlorophyll은 2일 이후부터 분해되기 시작하여 5일 이후는 대체로 감소의 폭이 적었다. 초기 1.78  $\mu$ l/ml의 chlorophyll 함량이 3일 후 1.06  $\mu$ l/ml에 도달하였으나, 총 chlorophyll, a 및 b 각각의 감소율은 비슷하였다. 이와 같은

**Table 2. Changes in chlorophyll content of *Angelica keiskei* Kimchi during fermentation ( $\mu$ l/ml)**

Chloro- phyll	Fermentation period(days)					
	0	1	2		4	5
			2	3		
Total	1.78	1.63	1.43	1.06	0.74	0.59
a	1.38	1.12	0.97	0.67	0.56	0.56
b	0.40	0.58	0.52	0.44	0.21	0.06

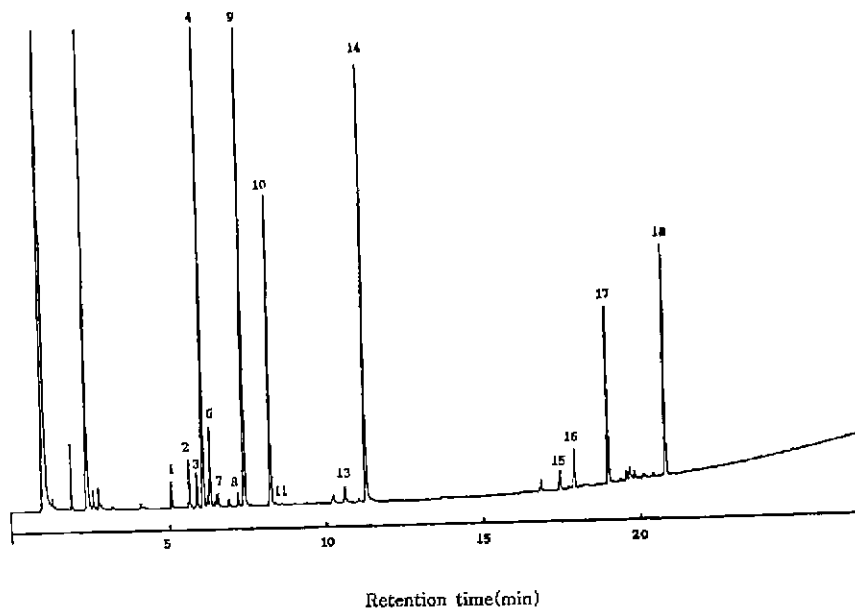
수치상의 색소변화는 뚜렷하였으나 육안상의 관능적 변화는 크게 인식되지 않았다. 이는 갓김치에서는 chlorophyll a 및 b는 15°C에서 저장했을 때 발효 초기 (약 7일간)부터 급격히 pheophytin a 및 b로 전환되었고, 7일부터 12일까지의 이 반응은 다소 완만하게 진행되었다는 보고와 일치하였다<sup>12)</sup>. 본 실험에서 다소 분해가 빠른 것은 20°C에서 저장하였고 김치의 제조시의 부재료 배합비율이 다르기 때문으로 생각된다.

**2. 휘발성 향기성분**

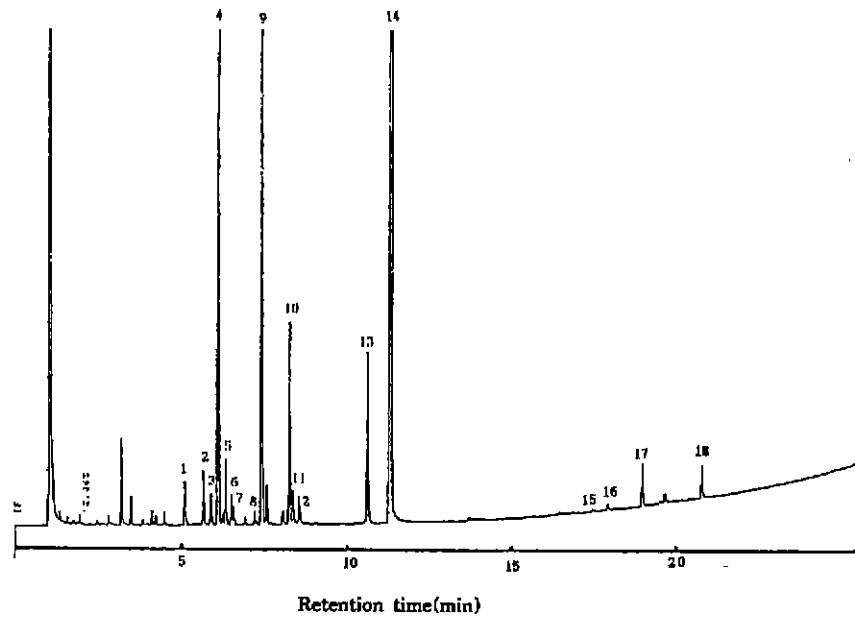
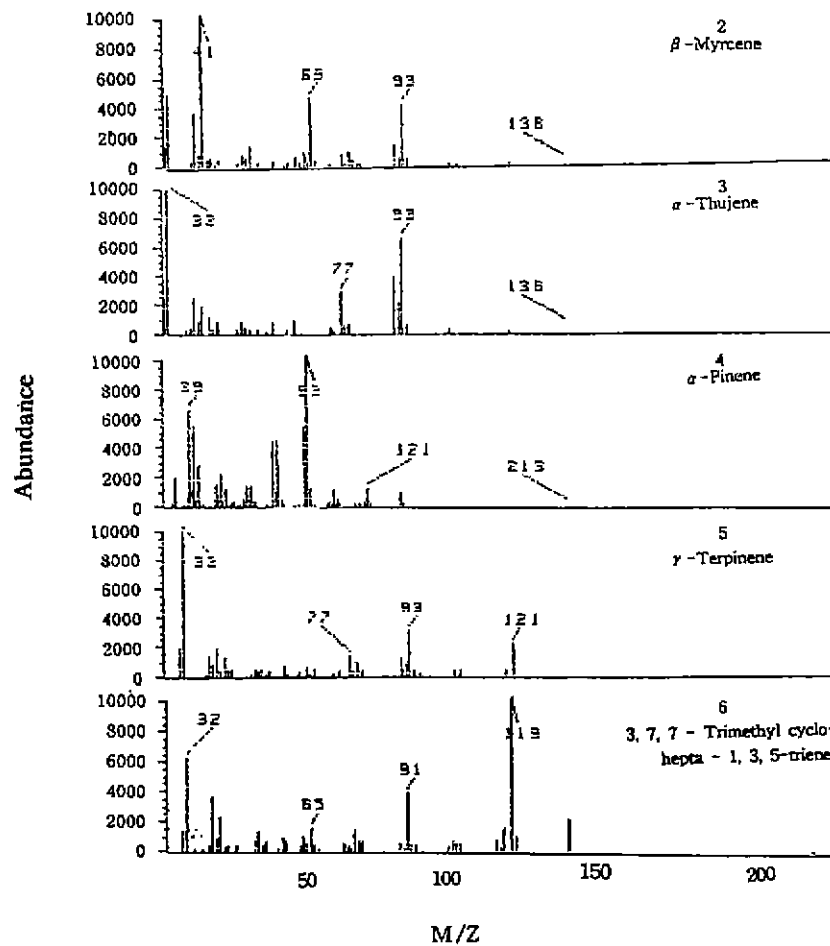
Fig. 1, 2는 신선초 생시료 및 김치의 향기성분을 Tenax GC법으로 포집하여 GC/MS로 분석하였을 때 얻어진 total ion intensity이다. 약 10개의 peak가 분리되었고, 전술한 GC/MS로 분석한 결과 각각의 mass spectrum을 얻을 수 있었다(Fig 3). 신선초 김치의 향기성분은 주로 sabinene이었으며, GC chromatogram과 total ion intensity를 기준으로 볼 때 sabinene,  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -terpinolene 순으로 함량이 가장 많았다.

Table 3은 신선초 김치 숙성중의 휘발성 향기 성분의 변화를 나타낸 것이다. 주 휘발성 향기 물질인 sabinene,  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -terpinolene은 김치가 숙성됨에 따라 점차 감소하는 경향을 보였으며,  $\alpha$ -humulene 및 trans-chlorophyllene은 생시료와 0 day김치와 비교했을 때 상당히 감소하였다. 이것은 신선초로 김치를 담글 때의 전처리 단계인 소금물에 침지했을 때에 거의 소실된 물질로 생각된다.

전체적으로 볼 때 휘발성 향기 성분은 숙성 기간 동



**Fig. 1. Total ion chromatogram of *Angelica keiskei*.**

Fig. 2. Total ion chromatogram of *Angelica keiskei* Kimchi.Fig. 3. Mass spectra of major volatile substances in *Angelica keiskei* Kimchi.

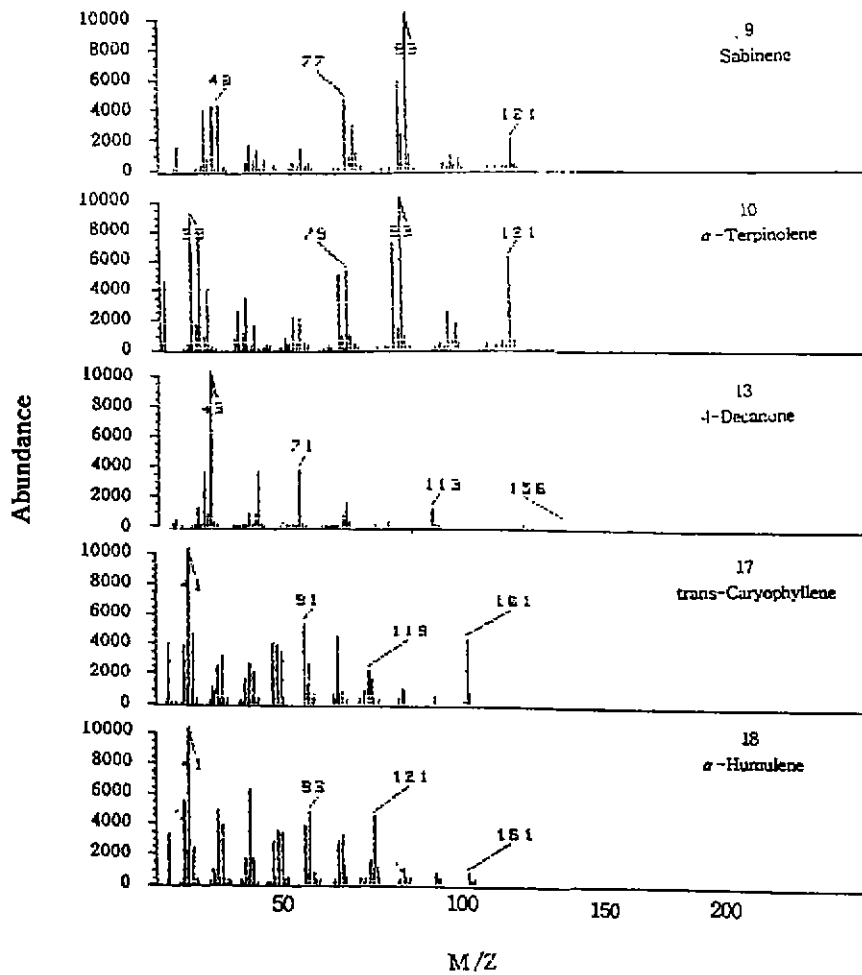


Fig. 3. Continued

안 점차 감소하는 경향을 보였다. 이는 갓김치 숙성 중에도 주 휘발성분인 3-isothiocyanate-1-propane도 숙성중에 점차로 감소하는 경향을 보인 결과와 유사하였다<sup>8)</sup>.

3. 관능적 특성

Table 4는 발효 과정중의 신선초 김치의 관능 점사를 섹택, 신맛, 짠맛, 매운 맛, 질감, 이취, 쓴맛 등으로 구분하여 조사하였다. 섹택, 신맛은 저장기간에 따라 유의적인 차이가 있었으며, 신맛은 발효 2일 이후부터 나타났다.

짠맛, 매운맛, 질감은 발효일수에 따라 유의적인 차이가 없었다. 발효기간 동안 질감에 차이가 없는 것은 신선초 잎 자체가 질기기 때문에 물러지지 않는 이유라고 생각된다. 이취는 전 발효 기간과 모든 실험군에서는 거의 없었다. 쓴맛은 0 day 때 가장 높은 점수를 나타내어 쓴맛이 강했으며, 발효 기간이 증가함에 따

라 쓴맛은 점차 감소되어 저장 2일 이후부터 쓴맛이 약해졌으며, 유의적인 차이가 있었다. 종합적인 맛은 1일째가 가장 높은 점수를 나타내었고, 저장 3일까지도 좋은 점수를 나타내었다. 따라서 신선초 김치는 1~2일 정도 20°C에 보관했다가 냉장 저장하는 것이 바람직하다고 생각된다.

요 약

신선초 김치 개발의 일환으로 신선초 김치 숙성 중 chlorophyll 함량변화 및 휘발성 향기성분을 분석하였다. 신선초 김치의 chlorophyll은 2일 이후부터 분해되기 시작하여 5일 이후는 대체로 감소의 폭이 적었다. 초기 1.78 µl/ml의 chlorophyll 함량이 3일 후 1.06 µl/ml에 도달하였으나 총 chlorophyll, a 및 b의 감소율은 각각 비슷하였다. 총 chlorophyll 함량은 숙성기간 중 점차 감소하였다. 이 중 chlorophyll a는 숙성초기에 많

Table 3. Changes in volatile compounds of *Angelica keiskei* Kimchi during fermentation at 20°C (μl/ml)

Peak No.	Identified volatile components raw	Sample	0	Day		
				2	5	7
1	unknown	0.24	0.08	0.05	0.02	0.02
2	β-Myrcene	0.46	0.12	0.06	0.04	0.04
3	α-Thujene	0.37	0.05	0.04	0.03	0.01
4	α-Pinene	7.76	1.14	1.06	0.70	0.44
5	γ-Terpinene	0.12	0.03	0.01	0.01	0.01
6	3,7,7-Trimethylcyclohepta-1,3,5-triene	0.77	0.14	0.08	0.04	0.04
7	unknown	0.13	0.05	0.04	0.02	0.03
8	unknown	0.15	0.04	0.02	0.02	0.01
9	Sabinene	8.51	4.38	1.79	0.93	0.97
10	α-Terpinolene	3.38	0.45	0.20	0.14	0.14
11	unknown	0.05	0.04	0.05	0.07	0.05
12	unknown	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
13	4-Decanone	0.21	0.25	0.25	0.48	0.27
14	4-Decanol(Std)					
15	unknown	0.24	-	-	-	0.01
16	unknown	0.36	0.01	0.01	-	0.01
17	trans-Caryophyllene	2.23	0.05	0.07	0.02	0.08
18	α-Humulene	3.03	0.04	0.05	0.02	0.07
	Total	28.04	6.91	3.87	2.57	2.22

Table 4. Average scores of sensory evaluation of *Angelica keiskei* Kimchi during fermentation at 20°C

Day	Color	Sourness	Saltiness	Hotness	Texture	Off-flavor	Bitterness	Overall acceptability
0	3.73±0.46 <sup>a</sup>	1.55±0.52 <sup>d</sup>	3.18±0.40 <sup>a</sup>	2.82±0.75 <sup>a</sup>	3.55±0.52 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.27±0.46 <sup>a</sup>	3.55±0.68 <sup>ab</sup>
1	4.00±0.00 <sup>a</sup>	2.83±1.02 <sup>c</sup>	3.08±0.29 <sup>a</sup>	2.92±0.90 <sup>a</sup>	3.25±0.45 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	3.17±1.11 <sup>b</sup>	4.00±0.00 <sup>a</sup>
2	3.78±0.66 <sup>a</sup>	3.33±0.70 <sup>bc</sup>	3.22±0.44 <sup>a</sup>	2.89±0.60 <sup>a</sup>	3.44±0.53 <sup>a</sup>	4.89±0.33 <sup>a</sup>	2.33±0.50 <sup>c</sup>	3.56±0.52 <sup>ab</sup>
3	3.43±0.79 <sup>ab</sup>	3.71±0.48 <sup>ab</sup>	3.14±0.37 <sup>a</sup>	2.71±0.48 <sup>a</sup>	3.57±0.53 <sup>a</sup>	4.57±0.53 <sup>ab</sup>	1.86±0.37 <sup>cd</sup>	3.43±0.53 <sup>ab</sup>
4	2.89±0.92 <sup>bc</sup>	4.11±1.05 <sup>ab</sup>	3.22±0.66 <sup>a</sup>	2.78±0.66 <sup>a</sup>	3.11±0.78 <sup>a</sup>	4.33±0.86 <sup>b</sup>	1.56±0.52 <sup>de</sup>	2.89±0.78 <sup>b</sup>
5	2.40±0.96 <sup>c</sup>	4.40±0.96 <sup>a</sup>	3.20±0.4 <sup>a</sup>	2.60±0.51 <sup>a</sup>	3.10±0.56 <sup>a</sup>	3.80±0.91 <sup>c</sup>	1.00±0.00 <sup>e</sup>	2.90±0.99 <sup>b</sup>

Mean ± STD (n=10). Means in the same column sharing a common super script letter(s) are not significantly different(p>0.05)

이 감소하여 숙성 말기에는 더 이상 감소하지 않았으나 chlorophyll b는 숙성 3일까지는 감소하지 않다가 숙성 5일부터 급격히 감소하였다. 신선초 김치의 주 향기성분은 sabinene, α-pinene, α-terpinolene이었으며, 숙성됨에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다. 관능적 특성에서는 색깔, 신맛, 쓴맛, 종합적인 맛이 발효기간에 따라 유의성 있는 차이를 나타내었으며, 신선초 김치는 20°C에서 1~2일 정도 발효시켰다가 냉장 저장하는 것이 바람직하다고 생각된다.

## 감사의 글

이 논문은 1995년 전라남도 지원 실용 농수산 기술 산학협동으로 수행한 연구결과의 일부로서 연구비를 지원해 준 전라남도에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 엄병헌 : 명일엽(신선초)의 형태, 유적생장 및 화학성분에 대한 기초적인 연구. 서울대학교 석사논문 (1991).
2. 김옥경, 궁성실, 박원봉, 이명환, 함승시: 명일엽 전초 및 생즙의 영양성분 분석, *한국식품과학회지*, 24(6), 592~596 (1992).
3. 박원봉, 김덕숙 : 저장조건에 따른 신선초 생즙의 베타카로틴과 비타민 C 함량 및 항산화능의 변화. *한국식품과학회지*, 27(3), 375~379 (1995).
4. 권오진, 박순연, 김광훈, 이현자, 변명우 : 신선초 분말에 오염시킨 미생물에 대한 감마선과 오존의 살균효과. *한국식품위생안전성학회지*, 11(3), 221~225 (1996).
5. 윤진숙, 이해수 : 김치의 휘발성 향미 성분에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 9, 116~122 (1997).
6. 유재현, 이해성, 이해수: 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미성분의 변화. *한국식품과학회지*, 16, 169~174 (1984).
7. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화: 김치의 저장 중 향미성분의 변화. *한국식품과학회지*, 20, 511~517 (1988).
8. 전순실, 최옥자, 조영숙, 박석규, 박정로: 들산갓 김치 숙성 중 대운맛 성분의 변화. *한국영양과학회지*, 24, 54~59 (1995).
9. Mackinney, G : Absorption of light by chlorophyll solution. *J. Biol. Chem.*, 140, 315~319 (1941).
10. Smith, J. H. C. and Benitez, A. : Modern methods of plant analysis (Pack., Tracey, M. V.) Springer-Verlag, Berlin, 4, 142~146 (1995).
11. Olafsdottir, G., Steinke, J. A. and Lindsay, R. C. : Quantitative performance of a simple Tenax-GC absorption method for use in the analysis of aroma volatiles. *J. Food Sci.*, 50, 1431~1436 (1985).
12. 최홍식, 송은승, 전영수 : 갓김치 모델시스템에서 발효과정 중 chlorophylls의 특성변화에 대한 연구. *한국식품영양과학회지*, 28(3), 520~525 (1999).

---

(2000년 2월 18일 접수)