

## 돌산갓의 Isothiocyanate류의 분석

조영숙 · 박석규 · 전순실 · 박정로

순천대학교 식품영양학과  
(1993년 5월 3일 접수)

### Analysis of Isothiocyanates in Dolsan Leaf Mustard(*Brassica juncea*)

Young Sook Cho, Seok Kyu Park, Soon Sil Chun and Jeong Ro Park

Department of Food and Nutrition, Suncheon National University

(Received May 3, 1993)

#### Abstract

The composition of isothiocyanates in Dolsan leaf mustard was investigated. Five major volatile isothiocyanates detected in leaf mustard were sec-butyl isothiocyanate, allyl isothiocyanate, 3-butenyl isothiocyanate, n-hexyl isothiocyanate and  $\beta$ -phenylethyl isothiocyanate. In both leaf and leaf stalk allyl isothiocyanate and 3-butenyl isothiocyanate were the most abundant. The compositional difference of isothiocyanates between leaf and leaf stalk was that n-hexyl and  $\beta$ -phenylethyl isothiocyanates were present more in leaf than leaf stalk.

#### I. 서 론

갓은 십자화과 경엽채소의 하나로서 그 씨(겨자)는 신미성 향신료로 널리 사용되며, 그 잎 및 줄기 또한 독특한 향미를 가져 갓김치의 주재료로서 많이 사용된다. 갓의 독특한 자극성의 매운 맛은 휘발성 함황성 분인 isothiocyanate류에 기인하는 것으로 이는 sinigrin 등의 glucosinolate류에 myrosinase(thioglucoside glucosylhydrolase)가 작용하여 생성된다<sup>1,2)</sup>.

Brassica속 채소의 휘발성분에 대한 연구로 Uda 등<sup>3)</sup>은 3가지의 Chinese mustard(*B. campestris*)에서 4-pentenyl isothiocyanate, 2가지의 Japanese mustard(*B. campestris*)에서 3-butenyl isothiocyanate, 그리고, Chinese kale에서 3-butenyl, allyl isothiocyanate가 비교적 높은 함량으로 나타나며, 2-phenylethyl cyanide는 공통적으로 존재하고, 3-butenyl 및 4-pentenyl cyanide는 확인하지 못하였다고 보고하였다. Itoh 등<sup>4)</sup>은 *B. juncea*에서 allyl isothiocyanate 및 allyl cyanide의 함량이 높았고, 고비점 isothiocyanate는 성숙 잎에서는 존재하지 않았으며, 유채엽에서는 5-methylthiopentyl cyanide, 2-phenylethyl cyanide, benzyl cyanide가 높게 함유되고, allyl cyanide 및 allyl isothiocyanate는 거의 확인되지 못하였다고 하였다. 그리고 Chinese cab-

bage에서는 isothiocyanate 및 cyanide의 함량이 매우 낮았다고 보고하였다. Kojima 등<sup>5)</sup>은 mustard seed의 경우 methyl, propyl, allyl, sec-butyl, butyl, 3-pentenyl, 4-pentenyl, phenyl, 3-methylthiopropyl, benzyl 그리고  $\beta$ -phenylethyl isothiocyanate의 존재를 확인하였다.

이와 같이 Brassica속의 여러 채소와 겨자의 휘발성 성분에 관하여는 많은 연구가 있었으나 갓의 독특한 신미성분인 휘발성 isothiocyanate류에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 돌산갓을 잎과 잎줄기로 구분하여 각각의 휘발성 물질들의 함량을 조사하였다.

#### II. 재료 및 방법

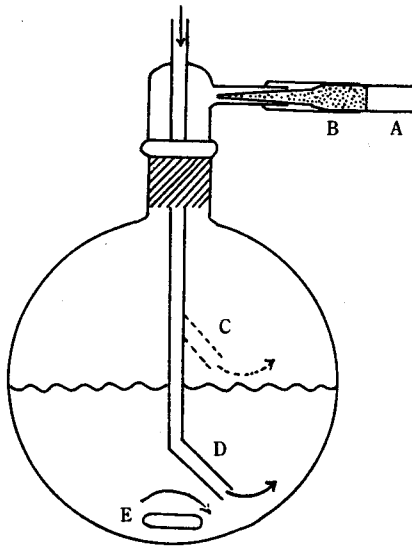
##### 1. 재료

본 실험에 사용한 재료는 1990. 10. 10-12. 30 사이에 전라남도 여천군 돌산면에서 실험 재배한 돌산 갓(mustard leaf, *Brassica juncea*)을 잎(leaf), 잎줄기(leaf stalk), 전체(whole)의 3가지로 구분하여 사용하였다.

##### 2. 휘발성 물질

###### 1) 추출

시료중의 휘발성 물질의 추출은 Olatsdottir 등의



**Fig. 1.** Glass apparatus for dynamic gas-purging of headspace aroma volatiles onto Tenax-GC A, Tenax-GC tube; B, heat shrinkable Teflon tubing; C, configuration of purge tube for swept-surface sampling; D, configuration of purge-tube for bubble sampling; E, magnetic stirring bar.

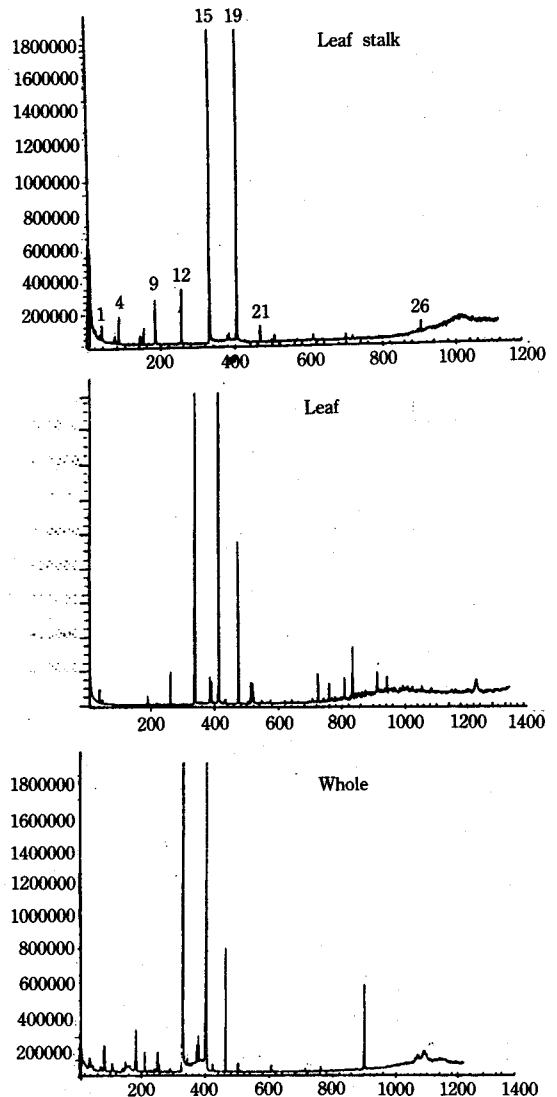
방법<sup>6)</sup>에 따랐다. 세절한 돌산 갓 80 g에 dichloromethane 120 ml을 혼합하여 마쇄(8000 rpm, 5분)시킨 다음, Tenax GC(ENKA, 네덜란드, 60-80 mesh)흡착제가 충전된 칼럼을 부착한 휘발성 추출장치에 넣고, 항온수조의 추출장치(25°C)에서 추출가스(N<sub>2</sub>)를 150 ml/분씩 분사하여 2시간 동안 휘발성 물질을 흡착포집하였다 (Fig. 1).

2) 동정

Tenax-GC관에 흡착된 휘발성 물질을 약 1 ml의 diethylether로 용출시킨 후, 이 용출액을 질소가스로 5-10 μl가 될 때까지 농축하여 이 액 3 μl를 GC/MS 에

**Table 1.** Conditions GC and GC/MS for analysis of volatile components

Item	Condition
<b>GC/MS</b>	
Instrument	Varian MAT 212 system & SS MAT 188 data system
<b>GC</b>	
Instrument	Varian 3700 GC
Column	30 m×0.32 mm ID fused silica capillary column coated with Supelcowax 10 (film thickness 0.5 μm)
Oven temp.	Isothermally at 50°C for 5 min. and programmed at 3 °C/min. to 220°C for 30 min.
Column flow	10 psig He
Injection volume	3 μl splitless mode
Injection temp.	230°C
<b>MS</b>	
Ion source pressure:	1.4×10 <sup>-5</sup> Torr
Ion source:	70 eV EI
Ion source temp.:	220°C
Emission current:	1 mA
Interface:	open splitter 250°C



**Fig. 2.** Gas chromatogram of volatile substance in Dolsan leaf mustard.

주입하여 Varian MAT 212 시스템 및 SS MAT 188 데이터 시스템을 이용하여 휘발성 성분을 분리 및 동정하였다. GC-MS에 사용된 기구는 유리재질로서 250℃에 가열 후 사용하였으며, GC의 조건은 Table 1과 같다.

### III. 결과 및 고찰

*Brassica*속 야채의 휘발성 물질에 대한 분석연구는 많이 밝혀져 있지 않다. 돌산갓으로부터 얻은 휘발성 물질의 가스크로마토그램은 Fig. 2와 같으며 동정된 화합물의 상대적 비율을 Table 2에 나타낸 바와 같이 총 26종류의 휘발성물질이 나타났다. 잎줄기와 잎의

경우, 전자에는 분자량이 적은 것이 많이 나타났으며 후자는 peak 15번 이후의 분자량이 다소 높은 화합물이 분리확인되었다. 잎과 잎줄기에 공통적으로 많이 함유되어 있는 주요 휘발성 물질의 질량스펙트럼은 Fig. 3에 나타낸 바와 같이, 5가지 주요 휘발성물질은 *sec*-butyl isothiocyanate, allyl isothiocyanate, *n*-hexyl isothiocyanate, 3-butenyl isothiocyanate 및  $\beta$ -phenylethyl isothiocyanate였으며, 기타 nitrile류도 확인되었다. Kojima 등<sup>5)</sup>은 갓(*Brassica juncea*)의 경우, 주요 휘발성 물질 11가지를 보고하였는데, 종자에는 잎에 비하여 methyl, isopropyl, 4-pentenyl, phenyl, 3-methylthiopropryl, benzyl isothiocyanate가 더 확인되었다고 하였다. Itoh 등<sup>4)</sup>은 미성숙 갓과 성숙된 갓의 수증기 휘발성

Table 2. Results of the analysis of the volatile substances in Dolsan leaf mustard

Peak No. in Fig. 2.	Identified volatile components	Protion*1		
		Leaf	Leaf stalk	Whole
1	2-Butenenitril	+	+	+
2	Ethyl isothiocyanate	+	+	+
3	4-Pentenenitril	-	+	+
4	Acetic acid	-	++	++
5	Pentanenitril	-	+	+
6	Unknown*2	-	+	tr
7	Unknown	-	+	tr
8	Unknown	+	-	+
9	Allyl cyanide	+	++	++
10	Unknown	-	-	tr
11	Unknown	-	-	tr
12	<i>sec</i> -Butyl isothiocyanate	++	++	+
13	Unknown	-	-d+	
14	Butylacetylene	-	-	tr
15	Allyl isothiocyanate	++++	++++	++++
16	Unknown	+	-	+
17	Isoamyl isothiocyanate	++	-	++
18	Unknown	++	-	++
19	3-Butenyl isothiocyanate	++++	++++	++++
20	Unknown	+	tr	+
21	<i>n</i> -Hexyl isothiocyanate	+++	+	+++
22	Unknown	+	tr	+
23	Unknown	+	tr	+
24	Unknown	+	-	tr
25	Unknown	tr	-	tr
26	$\beta$ -Phenylethyl isothiocyanate	+++	+	+++

\*1, Wet basis; \*2, Unknown peaks.

tr, trace amounts were detected; -, not detected; +, means quantitative level.

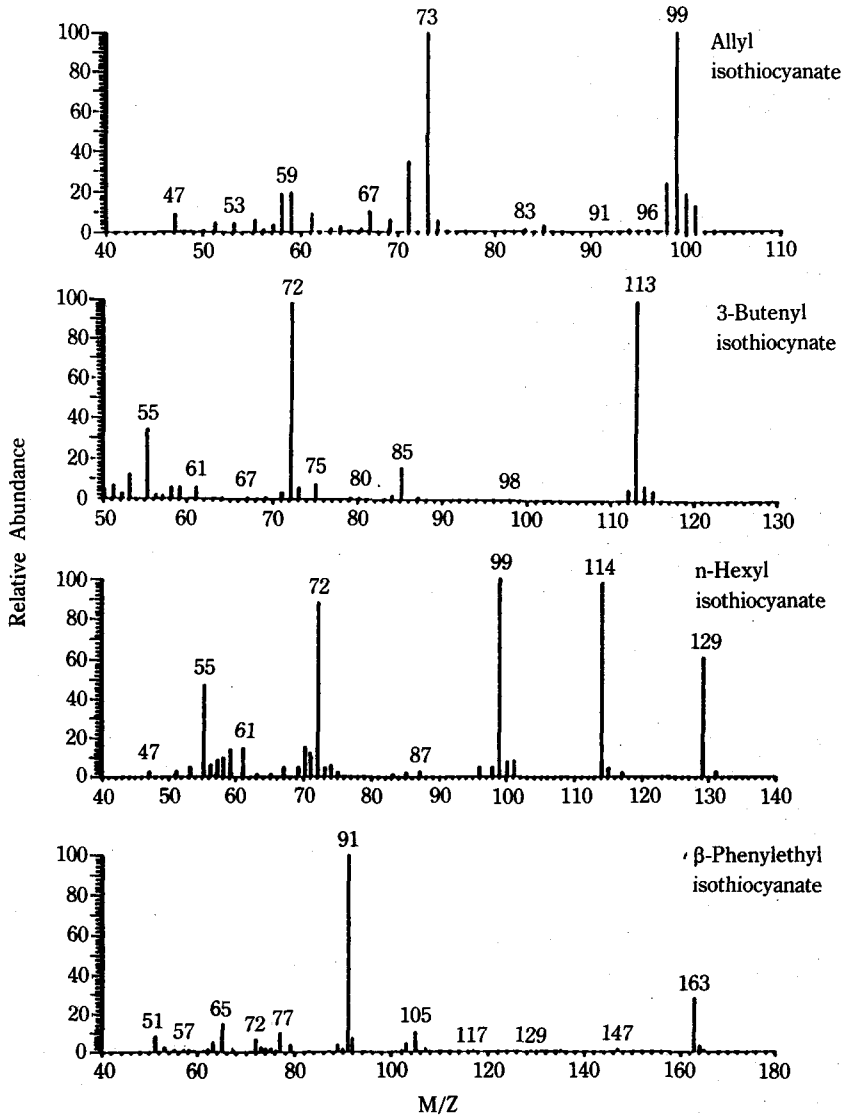


Fig. 3. Mass spectra of major volatile substances in Dolsan leaf mustard.

물질 중, ally isothiocyanate 및 allylcyanide의 상대적 함량 비율은 미성숙 갓에 더 많고, 품종에 따라서도 상당히 차이가 많았다고 보고한 바 있다. Uda 등<sup>7)</sup>은 Chinese cauliflower(*Brassica campestris*)에는 휘발성물질 중 특히 4-pentenyl isothiocyanate가 비교적 많고, Japanese cauliflower에는 3-pentenyl isothiocyanate가 상당히 많았으며, Chinese kale의 경우는 3-butenyl 및 allyl isothiocyanate가 비교적 높은 농도였고, 2-phenethyl cyanide도 확인되었다고 보고한 바 있다. Kameoka 및 Hashimoto<sup>9)</sup>는 8가지 *Brassica juncea* seed에서 28-32개 정도의 peak가 나타났는데, 그 중 allyl isothiocya-

nate>3-butenyl isothiocyanate>n-butyl isothiocyanate>2-phenylethyl isothiocyanate>phenylacetone nitrile >3-butenonitril이 주된 휘발성 물질이라고 보고하여, 돌산갓의 경우와 비슷하였는데 종자와 잎의 큰 차이는 나타나지 않았다. Kameoka 및 Hashimoto<sup>9)</sup>는 *Brassica rapa*에서 주요 휘발성 물질로 5-hexonitrile, 4-pentenitril, 6-methyl-thiohexanonitrile을 포함한 7가지의 물질을 분리확인하였으나 돌산갓과는 상당히 다른 패턴이었다. Maeda 등<sup>10)</sup>은 갓(*Brassica juncea*)에서 11가지의 휘발성 물질을 분리동정하였는데 그 중 allyl, pentenyl, 3-methylthiopropyl isothiocyanate가 주요한 화학

성분이었다고 하였는데, 돌산갓의 경우 3-methylthiopyryl은 분리동정하지 못하였다. Kameoka 및 Hashimoto<sup>11)</sup>는 갓(*Brassica juncea* Czern. et Coss)의 잎과 잎줄기에서 3-phenylpropionitrile>3-butenitrile>allyl isothiocyanate>n-butyl isothiocyanate의 순으로 휘발성 물질을 함유한다고 하였으나, 함량 및 조성이 돌산갓과는 상이하였다.

이상의 결과에서 돌산갓에는 휘발성 물질이 총 26 종류였고, 그 주요물질은 isothiocyanate류로서 이는 돌산갓이 갓김치로서의 독특한 맛과 향기를 부여하는 요소 중의 하나라고 사료된다.

#### IV. 결 론

돌산갓(*Brassica juncea*)의 주요 휘발성 물질을 조사하였는데, allyl isothiocyanate, 3-butenyl isothiocyanate, n-hexyl isothiocyanate,  $\beta$ -phenylethyl isothiocyanate 및 sec-butyl isothiocyanate순으로 함량이 많았으며 nitril류도 일부 확인되었다.

#### 참고문헌

1. Morimoto, A., Ikegaya Y., Harada I. J. Jpn. Soc. Nutr

- Food Sci **36**: 515, 1983.
2. 약품 식물학 연구회. 약품 식물학 각론. 진명출판사. 306, 1980.
  3. Uda Y, Kubota S, Maeda Y. *Nippon Shkuhin Kogyo Gakkaishi* **35**: 513, 1988.
  4. Itoh H., Yoshida R, Mizuno T, Kudo M, Nikuni S, Karki T. *Rept. Nat'l Food Res. Inst.* **45**: 33, 1984.
  5. Kojima M, Uchida M, Akahori Y. *Yakugaku Zasshi* **93**: 453, 1973.
  6. Olatsdottir G. Steinke JA, Lindsau RC. *J. Food Sci* **50**: 1431, 1985.
  7. Uda Y. Ikawa H, Ishibashi O, Maeda Y. *Nippon No-geigakaku Kaishi* **31**: 114, 1984.
  8. Kameoka H, Hashimoto S. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* **54**: 535, 1980.
  9. Kameoka H, Hashimoto S. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* **54**: 865, 1980.
  10. Maeda Y, Ozawa Y, Uda Y. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* **53**: 261, 1979.
  11. Kameoka H, Hashimoto S. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* **54**: 99, 1980.