

무의 glucosinolate와 indole glucosinolate 열분해산물의 함량분석

심기환 · 강갑석* · 안철우* · 서권일

경성대학교 식품공학과, *부산전문대학 식품가공과

초록: 무(5종) 및 무씨(왕관)에 존재하는 glucosinolate를 동정 및 정량하고 열처리에 따른 그 분해산물의 함량을 분석하였다. 왕관, 태백, 대장군, 대부령, 364호 무 및 왕관 무씨의 glucosinolate 분석결과 왕관이 다른 품종보다 많은 종류의 glucosinolate가 동정되었으며 GC법에 의한 총 glucosinolate 함량은 1.25, 1.10, 0.97, 0.96, 0.90 및 2.14 $\mu\text{mole/g}$ 이었다. 100°C에서 20분 열처리시 무의 indoleacetonitrile의 생성량은 왕관, 대장군, 태백, 대부령, 364호 무 및 왕관 무씨에서 0.28, 0.20, 0.23, 0.21, 0.24 및 0.58 $\mu\text{mole/g}$ 으로 왕관 무씨가 무보다 높게 나타났으며 무 품종간의 차이는 거의 없었다. Thiocyanate 이온의 함량은 열처리 시간이 경과함에 따라 점차 증가하다가 30분 경과시에 최대치를 보였다(1992년 12월 14일 접수, 1993년 1월 10일 수리).

십자화과 채소(Cruciferous vegetable)에는 여러 종류의 glucosinolate가 존재하고 이들의 분해산물은 자극취 및 쓴맛 등을 낸다고 알려져 있으며,¹⁾ 이런 glucosinolate를 함유한 식물체를 사람과 가축이 섭취하면 그 분해산물이 생성되어 여러 가지 약리적 또는 생리적 활성을 나타내는 것으로 보고되고 있다.²⁾ 또한 이들 식물은 통풍, 설사, 위장병, 난청 및 두통을 치료하는 의약품으로 사용하였다고 보고된 바 있으며,³⁾ 이에 따라 15세기경 부터 유럽에서는 십자화과 채소를 각 가정에서 재배하였고,⁴⁾ 오늘날에는 십자화과 채소를 생채 및 가공품으로 널리 이용하고 있다.¹⁾ 한편, VanEtten 등⁵⁾은 glucosinolate는 채소의 조직이 파괴될 때 조직속의 효소인 myrosinase에 의해 isothiocyanate, nitrile 및 thiocyanate를 형성한다고 보고하였고, Truscott 등⁶⁾은 indole glucosinolate는 3-indolylmethyl, 4-hydroxy-3-indolylmethyl 및 4-methoxy-3-indolylmethyl glucosinolate 등으로 존재하고, 이들은 전체 glucosinolate에서 많은 비중을 차지한다고 보고하였으며, 이들의 분해산물이 항암효과를 갖는다고 Wattenberg 등이 보고하였다.⁷⁾ 또한 Slominski 등¹¹⁾은 indole glucosinolate가 열처리에 의해서 indolemethanol과 indoleacetonitrile로 분해되고 이들이 항암효과를 갖는다고 보고하였으며, 그 경로는 Fig. 1과 같다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 대표적인 십자화과 채소이지만 식생

활이 즉석화 되어감에 따라 소비가 줄고 있는 무의 indole glucosinolate를 포함한 glucosinolate를 동정 및 정량하고 열처리에 따른 indoleacetonitrile의 함량과 indolemethanol이 생성될 때 방출되는 thiocyanate 이온의 함량을 측정하여 얻은 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

무(Radish, *Raphanus sativus* L.) 5종(왕관, 태백, 대

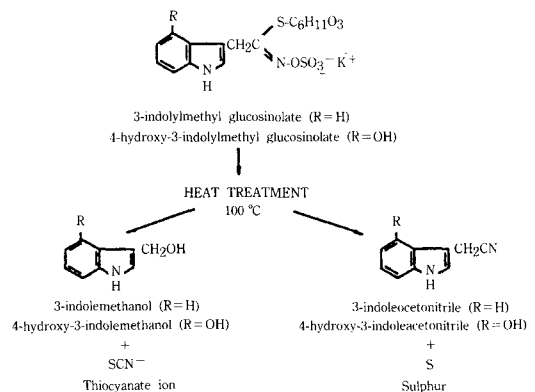


Fig. 1. Proposed pathway of the thermal degradation of indole glucosinolates.

Key words : Radish, glucosinolate, indoleacetonitrile, thiocyanate ion
 Corresponding author : K.-H. Shim

장군, 대부령 및 364호)을 홍농종묘 불암농장(김해)에서 구입하였으며, 무씨(왕관)는 홍농종묘사(서울)에서 각각 구입하여 사용하였다.

실험에 사용한 주요시약으로 pyridine, sulfatase, *N*-methyl-*N*-(trimethylsilyl)trifluoroacetamide(MSTFA), trimethylchlorosilane(TMCS) 및 potassium thiocyanate는 Sigma사 제품을, *n*-octadecane은 Fluka사 제품을 사용하였으며, 나머지 시약들은 특급시약을 사용하였다.

GC 및 GC-MS에 의한 glucosinolate 동정

Glucosinolate는 Slominski⁸⁾에 의해 변형된 Thies의 방법⁹⁾으로 분석하였다. 즉 시료 1g을 시험관에 넣어 끓는 항온수조에서 10분간 열처리하여 효소 myrosinase를 불활성시킨 후 95°C 열수 5 ml를 첨가하여 교반하고 다시 3분간 열처리하여 즉시 냉각한 다음 내부표분물질로써 0.5 μmole/ml benzyl glucosinolate 1 ml와 0.5 M lead 및 barium acetate 혼합용액(1 : 1, v/v) 0.5 ml 첨가하고, 원심분리(2,000×g, 10분)한 상정액 1 ml를 0.02 M pyridine acetate 1 ml로 수세한 DEAE Sephadex A-25 칼럼(pyridine acetate form)에 주입하고, sulfatase 용액 200 μl을 칼럼에 넣고 상온에서 하룻밤 정치하였다. 이후 desulphoglucosinolate를 물(0.5 ml×4)로 추출하여 2 ml의 cap vial에 넣고 밀봉한 다음 60°C에서 질소를 주입하여 건조한 후 pyridine 100 μl, MSTFA 50 μl 및 TMCS 10 μl를 각 병에 넣고 마개를 씌워 20°C에서 20분간 열처리한 농축액 2 μl를 gas chromatography(GC)와 computer data base가 장착된 gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS)에 주입하여 분석하였다. Glucosinolate의 GC 분석조건은 flame ionization detector(FID)가 부착된 GC(Shimadzu GC-6 AM)를 사용하였고, 2% OV-7 on chromosorb W(HP) 100~120 mesh가 충전된 stainless 칼럼(1 m×3 mm i.d.)을 사용하였으며, injector 및 detector 온도는 295°C로 하였다. 운반가스는 질소로써 분당 50 ml씩 주입하였으며, 칼럼오븐온도는 처음 200°C에서 4분간 정지시킨 후 275°C까지 분당 5°C씩 승온시켰다. Glucosinolate의 동정을 위한 GC-MS 분석조건은 Ultra II 칼럼(50 m×0.2 mm i.d.)을 사용하였으며, ionization voltage는 70 eV, 운반가스는 헬륨(15 psi)을 사용하였다. Split ratio는 100 : 1로 조절하고, 나머지는 GC 조건과 동일하게 하여 GC-MS(HP 5890A)로 분석하였다. GC-MS로 분석된 결과는 GC-MS에 내장된 data base와 비교하여 동정하였다.

Thymol법에 의한 총 glucosinolate 정량

Thymol법에 의한 총 glucosinolate의 정량은 Tholen

등¹⁰⁾의 방법에 준하여 실험하였다. 즉 시료 0.5 g을 시료관에 넣고 10분간 열처리하여 효소를 불활성화 시킨 다음 열수 3 ml를 첨가하여 끓는 항온수조에 5분간 정치한 후 이를 원심분리하여 얻은 상정액과 남은 잔사에 대해 같은 조작으로 얻은 상정액을 합하였다. 여기에 0.5 M lead 및 barium acetate 혼합용액(1 : 1, v/v) 0.5 ml를 첨가하여 증류수로 6 ml로 맞춘 후 이를 원심분리(600×g)하여 얻은 상정액 1 ml를 30% formic acid 1 ml로 2번 수세하여 증류수 1 ml로 세척한 DEAE-Sephadex A-25 칼럼에 주입하였다. 이것을 0.3 M potassium sulfate 500 μl로 3번 용출하여 증류수로 5 ml되도록 맞춘 후 그 용액 0.5 ml를 취하여 시험관에 넣고 6% thymol 용액 100 μl와 78% sulfuric acid 2 ml를 첨가하여 밀봉하고 끓는 항온수조에서 45분간 정치한 후 급냉하여 505 nm에서 측정하였으며, 표준곡선은 sinigrin으로 작성하여 그 값을 산출하였다.

Indoleacetonitrile의 분석

Indoleacetonitrile은 Slominski 등¹¹⁾의 방법에 따라 분석하였다. 즉 시료 1g을 습열처리한 후 급냉하고, dichloromethane 30 ml 및 내부 표준물질(0.25 mole/ml *n*-octadecane) 1 ml를 첨가하여 진탕기에서 15분간 추출한 dichloromethane 추출물을 Whatman 여과지(No. 2)로 여과 농축하여 질소로 건조한 후 실온(20°C)에서 pyridine 50 μl와 bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamide 50 μl를 첨가하여 trimethylsilyl(TMS) 유도체화된 indoleacetonitrile을 GC를 이용하여 분석하였다. Indoleacetonitrile의 GC 분석조건은 FID가 부착된 GC(Shimadzu GC-6 AM)를 사용하였고, 3% OV-1 on chromosorb W(HP) 100~200 mesh가 충전된 유리칼럼(2 m×3 mm i.d.)을 사용하였으며, injector 및 detector 온도는 250°C로 하였다. 운반가스는 질소로써 분당 50 ml씩 주입하였으며, 칼럼오븐온도는 처음 120°C에서 220°C까지 분당 5°C씩 승온시켰다.

Thiocyanate 이온의 측정

Thiocyanate 이온은 Strivastava 등¹²⁾에 의해 변형된 Johnston의 방법¹³⁾에 따라 측정하였다. 즉 시료를 넣은 시험관을 끓는 항온수조에서 5분간 전열처리한 후 95°C의 열수 10 ml를 각 시료에 넣고 시간별(0, 10, 20, 30 및 40분)로 정치하고 급냉한 후 20% trichloroacetic acid 용액 5 ml를 첨가하여 30분간 추출한 후 가아제로 여과하여 원심분리한 상정액 2 ml에 1 N nitric acid에 0.4 M ferric nitrate가 함유된 시약(2 ml)을 첨가하였다. 공시료에는 5% mercuric chloride 2~3방울을 떨어뜨리고

460 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준곡선은 potassium thiocyanate로 작성하여 그 값을 산출하였다.

결과 및 고찰

Glucosinolate의 동정

무(왕관, 태백, 대장군, 대부령 및 364호) 및 무씨(왕관)에서 GC 및 GC-MS를 이용하여 glucosinolate를 동정한 결과는 Fig. 2와 Table 1에서 보는 바와 같이 왕관 무 및 왕관 무씨는 3-indolylmethyl 및 4-hydroxy-3-indolylmethyl glucosinolate를 포함한 5종류의 glucosinolate를

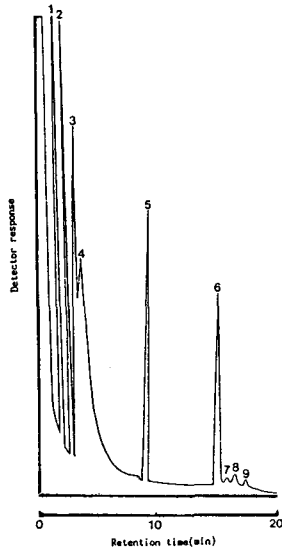


Fig. 2. Gas chromatogram of trimethylsilyl derivatives of desulfoglucosinolates from Wangkwan variety.

동정하였고, 대장군, 대부령, 태백 및 364호 무에서 모두 3-indolylmethyl glucosinolate를 포함한 4종류의 glucosinolate가 동정되었으나 4-hydroxy-3-indolylmethyl glucosinolate는 검출되지 않았다. 또한 동정되지는 않았지만, 7, 8 및 9번 물질들은 glucosinolate로 추정된다.

십자화과 채소의 glucosinolate에 관한 연구는 배추에서는 Dexenbichler 등¹⁴⁾이 3-butenyl, 2-hydroxy-3-butenyl 및 2-hydroxy-4-pentenyl glucosinolate를, 심 등¹⁵⁾이 allyl, 3-butenyl, 2-hydroxy-3-butenyl, benzyl, 3-indolylmethyl 및 4-hydroxy-3-indolylmethyl glucosinolate를 동정하였고, 양배추에서는 MecLeod 등¹⁵⁾이 propyl 및 butyl glucosinolate를, 심 등¹⁶⁾이 allyl, 3-butenyl, 2-hydroxy-3-butenyl, 3-indolylmethyl 및 4-hydroxy-3-indolylmethyl glucosinolate를 동정하였으며, 무에서는 Kjaer 등¹⁷⁾이 pentenyl, benzyl, 2-propenyl 및 3-phenylethyl glucosinolate를 동정하였으며, Carlson 등¹⁸⁾은 Turnips과 Rutabaga에서 3-butenyl, 2-hydroxy-3-butenyl 및 3-indolylmethyl glucosinolate 등을 동정하였다. 또한 케일에서는 VanEtten 등¹⁹⁾이 2-hydroxy-3-butenyl glucosinolate를 동정하였으며, 겨자에서는 Röbbelen 등²⁰⁾이 3-butenyl, 2-hydroxy-3-butenyl 및 2-hydroxy-4-pentenyl glucosinolate를 각각 동정하였다.

Thymol법에 의한 총 glucosinolate 함량

Thymol법에 의한 총 glucosinolate 함량은 Table 2에서 보는 바와 같이 왕관, 대장군, 태백, 대부령 및 364호 무와 왕관 무씨에서 2.05, 1.79, 1.63, 1.63, 1.58 및 4.07 μmole/g을 각각 나타내었다.

Daxenichler 등¹⁴⁾은 총 glucosinolate 함량이 양배추에서 540 μg/g, VanEtten 등¹⁹⁾은 양배추에서 640 mg/g,

Table 1. Identification of glucosinolates in radish and its seed

(μmole/g)

Peak No.	Compounds (glucosinolate)	Retention time	W	DJ	TB	DB	364	RS
1	Allyl	2.32	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS
2	3-Butenyl	3.38	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS
3	2-Hydroxy-3-butenyl	4.82	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS
4	Unknown	6.08	D	ND	D	ND	ND	D
5	Benzyl	9.88			Internal standard			
6	3-Indolylmethyl	16.78	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS	RT, MS
7	4-Hydroxy-3-indolylmethyl	17.52	RT, MS	ND	ND	ND	ND	RT, MS
8	Unknown	18.08	D	ND	ND	ND	ND	ND
9	Unknown	18.22	D	ND	ND	ND	ND	ND

W, Wangkwan; DJ, Daejangkun; TB, Taebaek; DB, Daebooryeung; RS, Radish seed (Wangkwan); RT, Identified by retention time; MS, Tentatively identified by mass spectrometry; D, Detected; ND, Not detected.

Mullin 등²¹⁾은 무에서 110 µg/g, Klein 등²²⁾은 황겨자에서 46,660 µg/g이었다고 보고하였고, Johnston 등¹³⁾은 케일에서 건물량으로 환산하여 960 µg/g이었다고 보고하였다. Heaney 등²³⁾은 22 품종의 brussels sprouts에 대한 총 glucosinolate를 정량하였는데 이들은 다른 품종의 양배추 보다 함량이 높았으나 품종 및 재배지 등에 따라 상당한 차이가 있다고 보고하였다. 이처럼 총 glucosinolate 함량이 차이를 보이는 것은 시료의 품종, 기후, 토양 및 경작방법 등에 기인한 것으로 생각된다.

GC법에 의한 glucosinolate 함량

Table 3에서 보는 바와 같이 왕관, 대장군, 태백, 대부령, 364호 무 및 왕관 무씨에서 GC법에 의한 총 glucosinolate 함량은 1.25, 1.10, 0.97, 0.96, 0.90 및 2.14 µmole/g로써 왕관 무씨가 가장 높았으며, 무에서는 왕관 무가 가장 높았다. Allyl glucosinolate의 함량은 0.21, 0.20, 0.20, 0.37, 0.27 및 0.37 µmole/g으로 대부령과 왕관 무씨가 가장 높았으며, 3-butenyl glucosinolate 함량은 0.37, 0.32, 0.25, 0.27, 0.27 및 0.67 µmole/g로써 왕관 무씨가 가장 높았다. 2-Hydroxy-3-butenyl glucosinolate의 함량도 0.20, 0.28, 0.19, 0.34, 0.30 및 0.35

Table 2. Contents of total glucosinolates determined by Thymol method in radish and its seed(µmole/g)

Samples		Glucosinolates
Radish	Wangkwan	2.05
	Daejangkun	1.79
	Taebaek	1.63
	Daebooryeung	1.63
	364	1.58
Radish seed	Wangkwan	4.07

µmole/g로써 왕관 무씨가 가장 높았으며, 3-indolylmethyl glucosinolate의 함량은 0.39, 0.30, 0.32, 0.28, 0.26 및 0.70 µmole/g로써 왕관 무씨에서 가장 높았다. 4-Hydroxy-3-indolylmethyl glucosinolate는 왕관 무와 왕관 무씨에서 0.02 및 0.04 µmole/g으로 나타났으나 다른 품종에서는 검출되지 않았다.

총 glucosinolate 함량을 분석한 결과 Thymol법에 의한 함량이 GC법에 의한 함량보다 조금 높게 나타났으며, 이는 방법에 따른 차이도 있겠지만 GC법에서는 검출되지 않은 glucosinolate의 양에 의한 결과로 사료된다.

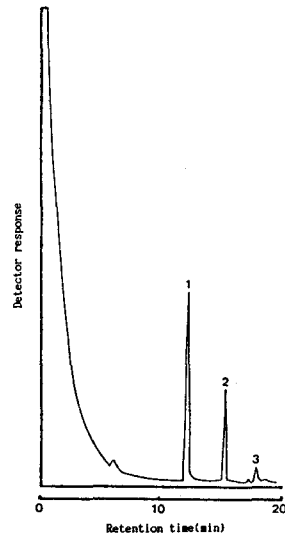


Fig. 3. Gas chromatogram of trimethylsilyl derivatives of indoleacetonitriles from the heated (20 min) Wangkwan variety. 1, *n*-Octadecane (internal standard); 2, 3-Indoleacetonitrile; 3, 4-Hydroxy-3-indoleacetonitrile

Table 3. Contents of glucosinolates in radish and its seed

(µmole/g)

Peak No.	Compounds (glucosinolate)	W	DJ	TB	DB	364	RS
1	Allyl	0.21	0.20	0.20	0.37	0.27	0.37
2	3-Butenyl	0.37	0.32	0.25	0.27	0.27	0.67
3	2-Hydroxy-3-butenyl	0.20	0.28	0.19	0.34	0.30	0.35
4	Unknown	0.01	ND	0.01	ND	ND	0.01
6	3-Indolylmethyl	0.39	0.30	0.32	0.28	0.26	0.70
7	4-Hydroxy-3-indolylmethyl	0.02	ND	ND	ND	ND	0.04
8	Unknown	0.03	ND	ND	ND	ND	ND
9	Unknown	0.02	ND	ND	ND	ND	ND
Total		1.25	1.10	0.97	0.96	0.90	2.14

W, Wangkwan; DJ, Daejangkun; TB, Taebaek; DB, Daebooryeung; RS, Radish seed (Wangkwan); ND, Not detected.

Table 4. Contents of indoleacetonitriles^{a)} formed by twenty minutes' heat treatment (100°C) radish and its seed (μmole/g)

Sample	Indoleacetonitriles
Wangkwan	0.28
Daejangkun	0.20
Taebaek	0.23
Daebooyeung	0.21
364	0.24
Wangkwan seed	0.58

^{a)}Indoleacetonitriles mean 3-indoleacetonitrile and 4-hydroxy-3-indoleacetonitrile.

Indoleacetonitrile 함량

100°C에서 20분 열처리한 왕관 무 indoleacetonitrile의 gas chromatogram과 무 품종별 indoleacetonitrile의 함량은 Fig.3과 Table 4에 각각 나타내었다. Fig.3에서 보는 바와 같이 3-indoleacetonitrile과 4-hydroxy-3-indoleacetonitrile의 2종류가 분석되었으며, Table 4에서 indoleacetonitrile(3-indoleacetonitrile 및 4-hydroxy-3-indoleacetonitrile)의 함량은 왕관, 대장군, 태백, 대부령, 364호 무 및 왕관 무씨에서 0.28, 0.20, 0.23, 0.21, 0.24 및 0.58 μmole/g으로 왕관 무씨가 무보다 높게 나타났으며 무 품종간의 차이는 거의 없었다. 한편, 심 등²⁴⁾은 양배추, 배추 및 무를 열처리함에 따라 이들 채소의 내부에 존재하는 indole glucosinolate가 분해되어 indoleacetonitrile을 생성하며 열처리 시간이 증가함에 따라 그 함량도 증가한다고 보고하였고, Wattenberg 등²⁵⁾은 토끼에서 유방암을 유발하는 dimethylbenzanthracene이 쥐에서 위암을 유발하는 benzo pyrene을 저해한다고 보고하였다.

Thiocyanate 이온 함량

무의 열처리에 따른 항암물질인 indolemethanol의 함량은 indole glucosinolate가 분해되어 indolemethanol이 생성될 때 방출되는 thiocyanate 이온의 함량으로 간접 측정하였다. Thiocyanate 이온의 함량은 Table 5에서 보는 바와 같이 왕관, 대장군, 태백, 대부령, 364호 및 왕관 무씨에서 처음에 1.05, 1.00, 0.96, 0.98, 1.01 및 3.90 μmole/g이었던 것이 열처리 시간이 점차 증가함에 따라 처음의 함량이 점차 증가하여 30분 열처리시에는 1.20, 1.05, 1.00, 1.05, 1.08 및 4.28 μmole/g으로 각각 최대치를 나타내었다.

Slominski 등⁸⁾은 열처리 시간이 경과함에 따라 thiocyanate 이온의 방출량이 증가한다고 보고하였으며, 시료에

Table 5. Effect of heat treatment (100°C) time on the thiocyanate ion contents in radish and its seed (μmole/g)

Sample	Heat treatment (min)				
	0	10	20	30	40
Wangkwan	1.05	1.10	1.15	1.20	1.20
Daejangkun	1.00	1.03	1.03	1.05	1.05
Taebaek	0.96	0.98	0.98	1.00	1.01
Daebooyeung	0.98	1.02	1.04	1.05	1.04
364	1.01	1.04	1.07	1.08	1.07
Wangkwan seed	3.90	4.08	4.15	4.28	4.30

다른 thiocyanate 이온의 함량차이는 glucosinolate의 함량 중 indole glucosinolate(3-indolylmethyl 및 4-hydroxy-3-indolylmethyl glucosinolate)의 함량과 관계가 있는 것으로 생각된다.^{8,11)}

이와 같은 결과로 볼 때 여러 형태로 요리된 무는 무중의 indole glucosinolate가 항암성의 분해산물을 생성하며 결국 이를 섭취하는 사람에게 영향을 미치게 된다.

감사의 말

이 연구는 1990년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Fenwick, G. R. and Mullin, W. J.: Food Sci. Nutrition, 18 : 123(1982)
2. Spornins, V. L. and Wattenberg, L. W.: J. Natl. Cancer Inst., 66 : 769(1989)
3. Prakash, S.: In "Brassica crops and wild allies, biology and breeding", p.151, Japan Scientific Societies Press. Tokyo(1980)
4. Van Marrewijk, N. P. A. and Toxopeus, H.: Proc. Eucarpia 'Cruciferae 1979' Conf. Wageningen, 47 (1979)
5. VanEtten, C. H., Daxenbichle, M. E. and Wolff, I. A.: J. Agric. Food Chem., 17 : 48(1969)
6. Fenwick, G. R. and Heaney, R. K.: Food Chem. II, 249(1983)
7. Bradfield, C. A. and Bjeldanes, L. F.: J. Agric. Food Chem., 35 : 46(1987)

8. Slominski, B. A. and Campbell, L. D.: J Agric. Food Chem., 37 : 297(1989)
9. Thies, W. Z.: Pflanzenzuchth, 79 : 331(1977)
10. Tholen, J. T., Shifeng, S. and Truscott, J. W.: J. Sci. Food Agric., 49 : 157(1989)
11. Slominski, B. A. and Campbell, L. D.: J. Chromatogr., 454 : 285(1988)
12. Srivastava, U. K. and Hill, D. C.: J. Biochem., 53 : 630(1975)
13. Johnston, T. D. and Jones, D. I. H.: J. Sci. Food Agric., 17 : 70(1966)
14. Daxenbichler, M. E., VanEtten, C. H. and Williams, P. H.: J. Agric. Food Chem., 27 : 34(1979)
15. Macleod, A. J. and Nussbaum, M. L.: Phytochemistry, 16 : 861(1977)
16. 심기환, 성낙계, 강갑석, 안철우, 서권일: 한국영양식량학회지, 21 : 43(1992)
17. Kjaer, A., Conti, J. and Larsen, I.: Acta Chem. Scand., 7 : 1276(1953)
18. Carlson, D. G., Daxenbichler, M. E., VenEtten, C. H. and Tookey, H. L.: J. Agric. Food Chem., 29 : 1235(1981)
19. VanEtten, C. H. and Tookey, H. L.: In "Herbivores, their interaction with secondary metabolites", p. 471, Eds. Academic Press, New York(1980)
20. Röbbelen, G. and Thies, W.: In "Brassia crops and wild allies, biology and breeding", p.258, Japan Scientific Societies Press. Tokyo(1980)
21. Mullin, W. J. and Sahasrabudhe, M. R.: Can. J. Plant Sci., 57 : 1227(1977)
22. Klein, H., Schuster, W. and Marquand, R.: Fette Seifen Anstrichen., 82 : 5(1980)
23. Heaney, R. K. and Fenwick, G. R.: J. Sci. Food Agric., 31 : 785(1980)
24. 심기환, 강갑석, 성낙계, 서권일, 문주석: 한국영양식량학회지, 21 : 49(1992)
25. Wattenberg, L. W. and Loub, W. D.: Cancer Res., 38 : 1410(1978)

Quantitative analysis of glucosinolates and thermal degradation product of indole glucosinolates in radish

Ki-Hwan Shim, Kap-Suk Kang*, Cheol-Woo Ahn and Kwon-Il Seo (Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea, *Department of Food Processing, Pusan Junior College, Pusan 616-092, Korea)

Abstract : Glucosinolates from radish (Wangkwan, Daejangkun, Taebaek, Daebooryeung and No. 364) and its seed (Wangkwan) were identified, and their degradation product by heat treatment was analyzed. The Wangkwan variety contained much more types of glucosinolates than other radish varieties. Total glucosinolate contents of Wangkwan, Daejangkun, Taebaek, Daebooryeung, No. 354 and Wangkwan seed by GC method were 1.25, 1.10, 0.97, 0.96, 0.90 and 2.14 $\mu\text{mole/g}$, respectively. The indoleacetonitrile contents after 20 minutes' heat treatment at 100°C from Wangkwan, Daejangkun, Taebaek, Daebooryeung, No. 364 and Wangkwan seed were 0.28, 0.20, 0.23, 0.21, 0.24 and 0.58 $\mu\text{mole/g}$, respectively. The heat treatment increased the thiocyanate ion contents in radish and its seed, and the contents were maximum at 30 min.