[韓作誌(Korean J. Crop Sci.) 42(3) : 281~285(1997)]

고추냉이 部位別 Allylisothiocyanate 含量

이성우* · 서정식** · 김석동* · 김영회*** · 류수노* · 김도연***

Allylisothiocyanate Content in Different Plant Parts of *Wasabia japonica* Mastum.

Sung Woo Lee* · Jeong Sik Seo** · Sok Dong Kim*
Young Hoi Kim*** · Su Noo Yu* and Doo Yeon Kim***

ABSTRACT : Essential oil extracted by solvent, n-pantane and diethyl ether for 2 hours was 0.1~0.5% in *Wasabia japonica* Mastum. and it was showed the highest content in root and the lowest content in petiole. Allylisothiocyanate detected by gas chromatography contained in all of the plant part in wasabi. Its content in rhizome was 0.687~1.339mg/g FW showing the highest content in rhizome. Allylisothiocyanate content was varied from culture site, variety and position of rhizome in wasabi.

Key words : Wasabi, Allylisothiocyanate, Essential oil, Rhizome.

고추냉이(*Wasabia japonica* Mastum.)는 일본이 원산지인 다년생 숙근성 향신료 작물로 우리나라에서는 울릉도에 자생하고 있으며 최근에는 춘천, 평창 등지에서 지하수를 이용한 물재배 양식으로 소규모 재배되고 있고 무주, 김천 등지의 고냉지에서는 밭재배 양식으로 재배되고 있다. 고추냉이 식물체 부위중 根莖에는 매운맛을 가장 많이 함유하고 있는데 그 매운맛의 주성분은 휘발성 향기성분인 allylisothiocyanate[1,7,8,14,15,17]로 고추냉이에서 추출된 精油중에 약 80%를 차지하며 그 외 20여종의 휘발성 성분이 확인되었다[1,6,8]. 식물체의 정유함량은 보통 0.04~0.50%로 부위에 따라 정유함량이 다르며[5,8,11,21] 고추냉이는 근경부위의 함량이 가장 많은데[1,2,8], 이는 추출용매와 추출장치, 추출시간 등에 따라 달라질 수 있다고 하였다[5]. 그리고 고추냉이 근경의 allylisothiocyanate함량은 0.088~0.357%라고 하였다[1,2,12,17,19].

Allylisothiocyanate는 식물체내에서 포도당 및 황산수소칼륨과 결합된 glucosinolate, 즉 sinigrin이라는 향과 맛이 없는 안정된 화합물 상태로 존재하는데[14,21], 세포가 외부의 물리적인 힘에 의해 파괴되면 효소 myrosinase의 작용으로 allylisothiocyanate와 glucose, $KHSO_4$ 등이 생성되어 비로소 강렬한 신미가 생성된다. Allylisothiocyanate는 겨자무, 겨자, 갓, 유채, 무, 배추, 냉이 등에도 존재하며[17] 건위, 진통, 식욕촉진, 항균, 항진균, 살충, 항암, 혈전응고 방지 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다[1,15,16,18].

고추냉이의 품질은 주로 근경의 크기, 색, 형태 등 외관을 중심으로한 개당 무게로 평가하지만 근

* 작물시험장(National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea)
** 강원도 농촌진흥원(Kang Won Provincial RDA, Chunchon 200-150, Korea)
*** 한국인삼연초연구원(Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejon 305-345, Korea) 〈'97. 1. 14 接受〉

경을 갈았을 때 나오는 신미는 외관 못지않게 중요한 평가기준이 된다[14].

따라서 재배장소와 품종 그리고 근경부위 및 크기에 따른 부위별 신미성분 allylisothiocyanate를 정량하여 품질판정과 성분 육종의 기초자료로 삼고자 본 시험을 수행하게 되었다.

材料 및 方法

공시재료는 일본에서 육성한 고추냉이 품종 달마종과 대왕1호로 1994년 10월 상순에 파종하여 하우스에서 육묘하다가 1995년 5월 상순에 본밭에 정식한 후 1996년 10월 하순에 수확하여 분석재료로 이용하였는데, 수확 직후의 생육특성은 표1과 같다.

분석시료의 재배장소는 평창과 춘천이며 평창에서는 대왕1호를 공시하여 평지식 작토조성법으로 밭을 만든 후 송어양식을 하고 난 지하수를 이용하여 재배했으며, 춘천에서는 대왕1호와 달마종을 공시하여 지니식 작토조성법으로 밭을 만든 후 소양강 댐물을 이용하여 재배했다. 작토 조성방법 및 재배관리 그리고 수온 및 수질은 전보와 같다[20,22].

신미성분 allylisothiocyanate의 정량은 다음과 같다. 식물체 각 부위 즉, 잎, 잎자루, 근경, 뿌리에서 생체시료 약 50g을 각각 취하여 증류수 500ml을 가한 다음 분쇄기로 3분간 분쇄하고, 37℃ 수욕상에 30분간 방치하여 효소 myrosinase의 작용을 촉진시킨 후 내부표준물질(phenyl isothiocyanate) 1ml(1.024mg/ml)을 첨가한 다음 Schultz et al.의 방법[23]에 따라 개량형 stimulaneous steam distillation and extraction(SDE) 장치를 사용하여 2시간 동안 정유성분을 추출했다. 이때 추출용매로 n-pentane : diethyl ether 혼합액(1:1,v/v) 50ml를 사용했으며 추출 완료 후 유기용매층만을 취하여 무수황산나트륨으로 탈수시킨 다음 상온에서 질소기류하에 농축하여 분석시료로 사용하였다.

Gas chromatography(GC)는 Hewlett-packard(HP)5890형 GC 및 intergrator를 사용하였다. Column은 supelcowax 10 fused silica capillary(30×0.32mm)column을 사용하였고 column온도는 50℃에서 5분간 유지한 후 분당 3℃씩 승온하여 220℃에서 30분간 유지하였다. 주입구온도는 230℃ , 검출기(FID)온도는 250℃였으며 운반가스는 N_2(1.2ml/min)를 사용하였고 split mode(ratio=50:1)로 주입하였다.

분리된 allylisothiocyanate 성분과 내부표준물질의 확인은 GC에서 표준품과의 머무름시간을 비교하여 확인하였으며, 성분의 정량은 allylisothiocyanate peak 면적 × 내부표준물질첨가량(1.024mg)/내부표준물질의 peak 면적으로 구한 후 mg/g으로 환산했다.

Table 1. Growth characteristics of wasabi plant used for analysis of allylisothiocyanate♪

〈Fresh weight;FW〉

Test site	Variety	Plant height (cm)	Leaf		Petiole		Root weight (g)	Rhizome		
			Length (cm)	Weight (g)	Length (cm)	Weight (g)		Length (cm)	Diameter (cm)	Weight (g)
Chun-chon	Daioichigo	63.4	13.9	240.6	45.1	589.4	72.5	8.7	2.5	75.8
Chun-chon	Daruma	57.4	12.4	219.2	41.7	470.3	61.5	6.5	2.1	45.6
Pyong chang	Daioichigo	64.4	14.7	249.1	47.0	708.0	80.6	10.9	2.7	78.7

♪ All of the characteristics were measured within a plant base.

結果 및 考察

1. 부위별 정유함량과 gas chromatogram

n-pentane과 diethyl ether를 용매로 사용하여 SDE장치로 2시간 추출하였을 때 평창에서 재배된 대왕1호의 부위별 정유함량은 표 2에서와 같이 뿌리에서 가장 높았고 엽병에서 가장 낮았으며 보통 0.1~0.5% 정도 함유되어 있었다. 보통 핵산 추출시 고추냉이 잎의 정유함량은 0.08%였고 엽병은 0.13%였으며, 에테르 추출시 잎은 0.50%, 엽병은 0.38%였다고 하여 추출용매에 따라 부위별 정유함량은 달랐다[8].

또한 Kazuo [6]의 시험에서 근경의 정유함량은 에테르 추출시 0.17%, 에탄올 추출시 0.19%였는데, 본시험에서는 에테르 추출시와 비슷한 정유함량을 나타냈다.

고추냉이 각 부위에서 얻어진 정유의 gas chromatogram은 Fig. 1과 같은데 allylisothiocyanate 성분은 머무름시간이 19.3분이었고 내부표준물질로 사용한 phenylisothiocyanate는 머무름시간이 32.1분이었다.

Table 2. Yield of essential oil in wasabi plant of the variety, Daioichigo

Plant part	Yield(g /100g, FW)
Leaf	0.327
Petiole	0.146
Rhizome	0.177
Root	0.509

2. 재배장소에 따른 allylisothiocyanate함량

춘천과 평창에서 재배된 대왕1호의 부위별 allylisothiocyanate함량은 표 3과 같다. 식물체 전 부위에서 allylisothiocyanate성분이 검출되었는데, 두 지역 모두 根莖(Rhizome)에서 allylisothiocyanate함량이 가장 많았으며 根>葉>葉柄 순으로 적었고 근경의 allylisothiocyanate함량은 잎과 줄기의 약 7배에 달하였다[21].

그리고 재배장소에 따라서 성분이 변화한다는 연구결과는 많은데[4,9,10], 본 연구에서도 재배장소에 따라 allylisothiocyanate 함량의 차이를 보였다. 대체로 평창지방보다 춘천지방에서 재배한 고추 냉이에서 allylisothiocyanate함량이 높았

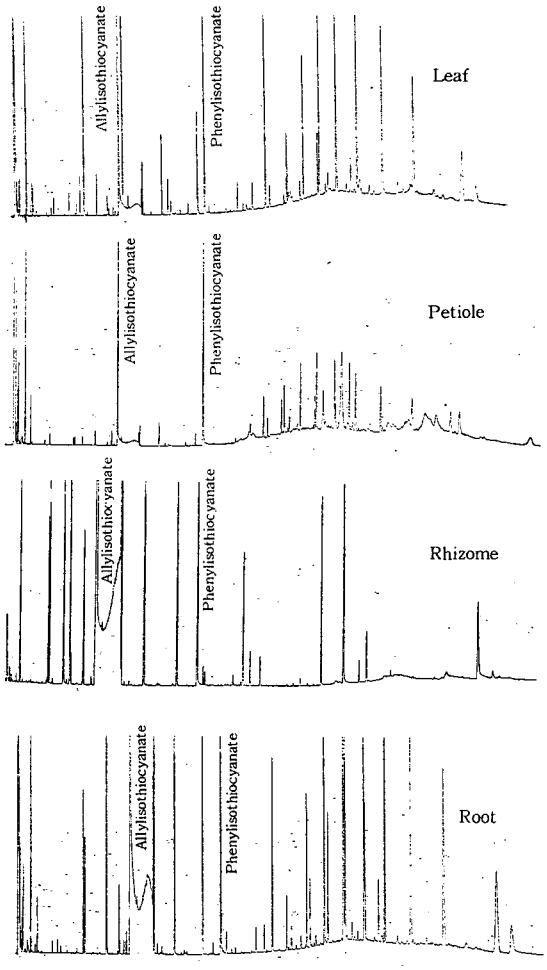

Fig. 1. Gas chromatogram of essential oil extracted from leaves, petiole, rhizome, root of wasabi variety, Daioichigo produced in Pyongchang, Korea.

Table 3. Difference of allylisothiocyanate content by culture condition or site in wasabi (mg /g, FW)

Test site	Chunchon	Pyongchang	L.S.D. (5%)
Leaf	0.219	0.174	NS
Petiole	0.064	0.048	NS
Rhizome	1.085	0.687	0.273
Root	0.849	0.538	0.171

* Variety : Daioichigo

는데 근경과 근에서만 유의성이 인정되었다.

3. 품종에 따른 allylisothiocyanate 함량

표 4와 같이 품종에 따라서도 allylisothiocyanate함량은 차이를 보였는데, 대왕1호보다 달마종의 allylisothiocyanate함량이 더 높았으며 근경부위에서는 유의성 있는 차가 인정되었다. 표1과 4에서와 같이 대왕1호는 근경비대가 빠른 대신 allylisothiocyanate함량이 적었고 달마종은 근경비대가 느렸으나 allylisothiocyanate함량이 높았다.

Table 4. Varietal difference in allylisothiocyanate content in wasabi 〈mg/g, FW〉

Variety	Daioichigo	Daruma	L.S.D (5%)
Leaf	0.219	0.285	NS
Petiole	0.064	0.071	NS
Rhizome	1.085	1.339	0.174
Root	0.849	1.047	NS

* Site of culture : Chunchon, Korea

4. 근경의 부위와 크기에 따른 allylisothiocyanate 함량

먼저 근경의 부위에 따른 allylisothiocyanate 함량을 보면 표 5와 같이 근경의 하부가 가장 높았고 頂芽가 붙어있는 근경의 상부가 가장 낮았는데, 이는 무를 이용한 Lee et al.[3]의 실험과 같은 결과였다. 그리고 근경의 크기를 길이와 직경을 기준으로 大, 中, 小로 구분하였는데, 大는 근경의 길이와 직경이 각각 9.2×2.8cm, 中은 6.4×2.3cm, 小는 4.3×1.5cm였다. 근경의 크기에 따른 allylisothiocyanate함량을 보면 근경이 클수록 함량이 높아지는 경향이었으나 유의성은 인정되지 않았다.

摘 要

춘천에서 생산된 고추냉이 품종, 대왕1호와 달마종 그리고 평창에서 생산된 대왕1호의 부위별 辛味成分 allylisothiocyanate 함량을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 고추냉이의 식물체 정유함량은 0.1~0.5%로 뿌리가 가장 높고 엽병이 가장 낮았다.
2. Allylisothiocyanate는 식물체 전부위에서 검출되었는데 근경 부위가 가장 높았고 근>엽>엽병 순으로 낮았다.
3. 재배장소 및 품종에 따라 allylisothiocyanate 함량은 차이를 보였는데 춘천 지방이 평창지방보다 그리고 달마종이 대왕1호보다 근경부위의 allylisothiocyanate 함량이 유의성 있게 높았다.
4. 근경의 부위 및 크기에 따른 allylisothiocyanate 함량은 근경의 下部에서 가장 높고 上部에서 가장 낮았으며 근경이 크고 무거울수록 그함량이 높았으나 유의성은 없었다

LITERATURE CITED

1. Hitomi Kumagai. 1994. Analysis of volatile components in esseatial oil of upland

Table 5. Difference of allylisothiocyanate content by rhizom part and size in wasabi (mg/g, FW)

Part of rhizome	Content of allylisothiocyanate	Size of rhizome	Content of allylisothiocyanate
Upper part	0.756 c♪	Large (L)♫	1.373 a
Middle part	0.944 ab	Middle (M)	0.921 a
Lower part	1.256 a	Small (S)	0.916 a

* Variety : Daioichigo , Site of culture : Chunchon
♪ Different letters on column means significant difference by 5% level of DMRT.
♫ Average length and diameter of rhizomes : L(9.2 × 2.8cm), M(6.4 × 2.3cm), S(4.3 × 1.5cm).

wasabi and their inhibitory effects on platelet aggregation. Biosci. Biotech. Biochem. 58(12):2131-2135.
2. 古谷力, 折原裕. 1988. ワサビ培養組織の分化と辛味成分. 植物組織培養 5(2):82-86.
3. Lee J.M, Yu L.O and Min B.H. 1996. Effect of cultivars and cultural factors on pungency in radish. Korean J. Hort. Sci. 37(3) pp. 349-356.
4. Lee J.I, Bang J.K, Kwon B.S and Min K. S. 1984. Glucosinolate content in rapeseed varieties by different origin. Korea J. Breed Sci. 16(2): 171-176.
5. Jo K.S, Kim H.K, Ha J.H, Park M.H and Shin H.S. 1990. Flavor compound and storage stability of essential oil from garlic distillation. Korean J. Food Sci. Tech. 22 (7): 840-845.
6. Kazuo Ina. 1981. Volatile components of wasabi (*Wasabia japonica*) and horse radish (*Cocholeria aroracia*). Nippon Shokuhin Kagyo Gakkaishi 18(7): 365 -370.
7. _____. 1982. Volatile components of wasabi, horse radish and mustard on allylisothiocyanate. 香料 No. 136, pp45-52.
8. _____. 1990. Isothiocyanates in the stems and the leaves of wasabi. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 37(4): 256-260.
9. _____. 1993. Isothiocyanate in chinese wasabi(*Hilliella shuangpaiensis*). Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 40(12) : 859-862.
10. Kim J.S, Koh M.S, Kim Y.H, Kim M.K and Hong J.S. 1994. Volatile flavor component of Korea Ginger(*Zingiber officinale* Roscoe). Korean J. Food Sci. Technol. 23(2): 141-149.
11. Kim Y.H, Lee J.C and Choi Y.H. 1994. Essential oil of *Thymus quinquecostatus* Celakov. and *Tymus magus* Nakai. Korean J. Medicinal Crop Sci. 2(3): 234-240.
12. Misao Kojima. 1977. Simple quantitative method for determination of pungent components in the hydrolysate from *Wasabia japonica* by head-space gas chromatography. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 24(2): 32-35.
13. 小嶋操. 1981. ワサビの科學 〔2〕 農業および園藝 56(6) : 843-848.
14. _____. 1981. ワサビの科學 〔3〕 農業および園藝 56(7) : 964-968.
15. _____. 1981. ワサビの科學 〔4〕 農業および園藝 56(8) : 1085-1088.
16. _____. 1981. ワサビの科學 〔5〕 農業および園藝 56(9) : 1201-1204.
17. _____. 1981. ワサビの科學 〔6〕 農業および園藝 56(10) : 1315-1320.
18. _____. 1982. ワサビの科學 〔14〕 農業および園藝 57(6) : 845-848.
19. _____. 1982. ワサビの科學 〔18〕 農業および園藝 57(10) : 1321-1324.
20. Lee S.W, Kim O.K, Yong H.J, Lee W.H and Yu J.K. 1996. Growth and yield of wasabi cultivated in cold water drained from trout nersery. Korean J. Crop Sci. 41(5):586-591.
21. 長島善次, 內山正昭. 1957.わさびに關する 研究(第4報) 配糖體 Sinigrin の定量法. 農化 (32): 521-525.
22. National Crop Experiment Station, RDA. 1995. Annual experiment report(Industrial Crop). pp219-223.
23. Schultz T.H, Flath R.A, Mon T.R, Enggling S.B and Teranishi R. 1977. Isolation of volatic components from a model system. J. Agric. Food Chem. 25: 446 -461.