

## 繁殖方法에 따른 발고추냉이의 성분比較

김상열\*·박기춘\*\*

### Comparison of Chemical Constituents of Upland *Wasabia japonica* Matsum Grown by Different Propagation Methods

Sang Yeol Kim\* and Kee Choon Park\*\*

**ABSTRACT** : Fatty acid, amino acid and organic acid contents were analyzed by gas chromatography, amino acid analyzer and high pressure liquid chromatography, respectively, in order to compare the chemical constituents of upland wasabi plant propagated by seed and auxiliary bud.

Total fatty acid content and fatty acid composition of upland wasabi were not affected by the propagation methods. Generally, fatty acid content of leaf was higher than that of other parts such as enlarged stem, petiole, peduncle and root. In fatty acid composition, leaf had highest content of linolenic acid, 60-63%, in plant propagated by both seed and auxiliary bud, followed by palmitic acid, oleic acid and linoleic acid in the order.

Similarly, total amino acid content was not influenced by propagation methods but plant propagated by seed had higher amount of amino acid content in enlarged stem, petiole and root than that by auxiliary bud-propagated plant. A total of 17 amino acids including 7 essential amino acids were identified in both seed and auxiliary bud propagations. Like total fatty acid content and fatty acid composition, leaf contained high amount of amino acids, especially glutamic acid, asparatic acid and leucine.

Organic acid contents were similar in both propagation methods. The major organic acid in upland wasabi was acetic acid (60.0-78.2%), followed by succinic acid (9.9-29.7%) and malic acid (2.9-7.9%). Maleic acid content was least (0.5-2.6%). The result indicates that content and composition of fatty acid, amino acid, and organic acid in upland wasabi were not influenced by propagation methods.

**Key words** : *Wasabia japonicum*, Fatty acid, Amino acid, Organic acid

## 緒 言

고추냉이 (*Wasabia japonica* Matsum)는 日本이 原產地인 常綠, 습근성 多年生 耐陰性 十字花科의

草本植物<sup>1)</sup>로서 日本 명으로는 와사비 (wasabi)라고 하며 風味, 香味, 辛味를 가지고 있어서 회, 초밥, 꼬치, 국수 등 日本인의 食생활에 必須적으로 이용되고 있는 高價향신료 작물이다. 또한 고추냉이는 炭水貨物, 脂質, 蛋白質, 비타민<sup>18)</sup> 등의 營養

\* 嶺南農業試驗場 (National Yeongnam Agricultural Experiment Station, RDA, Milyang 627 - 130, Korea)

\*\* 慶北農村振興院 (Gyongbuk Provincial RDA, Taegu 702 - 320, Korea)

< '97. 10. 25 접수 >

素가 豊富하고, 食慾增進, 인체내 비타민B<sub>1</sub>의 合成增强, 腸內에서 비타민C의 安定化, 베타아밀라제 活性促進, 항암성, 항균성 등의 기능이 있어서 香辛料 및 健康食品으로 注目을 받고 있다<sup>3)</sup>.

고추냉이는 일본 북쪽의 北海島에서 남쪽의 九州에 이르기까지 전국각지의 산간계류와 spring에 自生 및 栽培되고 있고 대만, 한국, 뉴질랜드 등의 일본이외의 지역에서도 재배되고 있다<sup>3)</sup>. 우리나라에서는 1920년 일본인 山根에 의해 울릉도에 도입되어 재배가 시작된 이후 소규모로 재배하다가 중단되었다가 1967년 경북농촌진흥원에서 다시 시험재배(울릉도)를 실시하였으며, 1970~1972년 작물시험장에서 日本輸出을 目的으로 울릉도, 거제도, 해남, 남해 등 8개소에서 栽培適地試驗을 하였으나 輸出과 판로의 불투명으로 中斷한 바 있으며 1990년대에 들어서 다시 작물시험장, 경북농촌진흥원, 강원도농촌진흥원(물재배), 충북농촌진흥원, 전북농촌진흥원 등에서 시험재배를 실시하고 있고, 전북 무주, 경북 김천, 울릉, 전주, 순창, 용인(식물원), 횡성, 평창, 단양 등에서 일부 재배하고 있다<sup>24)</sup>.

고추냉이의 재배양식은 전통적으로 밭재배와 물재배 두가지 양식으로 나눌 수 있는데, 물재배로 생산된 것을 물고추냉이, 밭재배로 생산된 것을 밭고추냉이라고 한다<sup>18)</sup>. 일본의 고추냉이 재배농가들은 밭재배 환경에 알맞고 잎과 엽병 생산을 목적으로 하는 품종과 물재배환경에 알맞고 근경생산을 우선으로 하는 품종을 구별하여 밭상태와 물 상태에서 재배하고 있다<sup>3)</sup>. 그러나 일본의 고추냉이에 관한 문헌의 대부분은 양질의 근경생산을 위한 물재배에 관한 것이고<sup>6, 8, 13)</sup> 밭재배에 관한 문헌<sup>1, 5)</sup>은 몇편되지 않는다.

물고추냉이는 山間溪谷의 濕地에서 재배되고 있는데 재배적지가 限定 되어있고 포장조성비용이 많이 드나 품질이 優秀하여 價格이 높은 特徵이 있다. 물재배는 長期栽培(18개월 이상)가 이루어지고 있으며 생식용 고추냉이 根莖의 생산이 주목적이다. 밭고추냉이는 밭, 논, 나무밑 등지에서 재배되고 있는데 재배가 容易하나 품질이 劣等하여 가격이 낮은 特徵이 있다. 물재배가 어려운 곳에서 재배가 되고 있으며(재배기간 14개월 이하) 가공

원료의 생산을 목적으로 한다<sup>1)</sup>.

국내에서는 산간 고랭지인 무주, 금릉 등지에서 밭재배가 이루어지고 있으며 울릉, 평창, 춘천, 하동 등지에서 물재배가 시도되고 있다<sup>16)</sup>. 그러나 물재배에 알맞은 환경을 갖춘 곳이 거의 없어서 주로 밭재배가 시도되고 있다. 밭재배는 標高가 300-900m이고 排水가 잘되는 지역에서 서늘한 계절동안 잎과 엽병을 계속 생산하고 極寒의 온도시기에는 거의 또는 전혀 생산하지 않으며, 수확물은 주로 가공용으로 이용된다<sup>16)</sup>.

번식재료로는 分株, clonal plantlet, 實生苗 등<sup>3)</sup>이 있는데, 분주묘가 가장 일반적으로 이용되는 번식재료이다<sup>1)</sup>. 실생묘나 조직배양묘는 비교적 새로운 번식재료들이나 그 중요성이 증가하고 있고<sup>7, 21)</sup> 근경 그 자체와 고추냉이 뿌리를 영양번식의 재료로 활용하기도 하며, 고추냉이의 신초정단을 이용한 micropropagation과 배, 화분, callus 그리고 protoplast culture도 고추냉이의 번식을 위해 이용되는 방법이고<sup>8)</sup>, micropropagation은 최근에 상업화되어 있다<sup>3)</sup>. 국내에서는 실생번식과 영양번식을 주로 하고 있고 조직배양에 관한 연구는 많지 않다. 실생번식시에는 개체변이의 폭이 크고, 종자 저장 조건이 까다로우며, 발아가 불균일하고 생육기간이 길다는 등의 단점이 있고 분주묘 번식에는 병원균의 전파가 크게 문제되고 있다<sup>20)</sup>.

고추냉이는 주로 根莖과 화경이 생식용으로 이용되지만, 잎, 엽병, 잔뿌리 등 식물체 전체가 가공원료 또는 절임 식품(염장)이나 생채로 이용된다<sup>1)</sup>. 최근에는 아이스크림, 와인, 치즈, 샐러드, 크래커, 와사비술, 와사비차 등을 만드는데도 이용된다<sup>3)</sup>. 고추냉이에 관한 연구는 휘발성분<sup>10, 11)</sup>, 향미성분<sup>4, 9)</sup>, 압에 대한 영향<sup>23)</sup>, 일반특성<sup>14, 15)</sup> 몇몇 생선에서 발견되는 기생충 anisakis에 대한 살충효과<sup>17)</sup> 등이 보고 되었고 최근 일본에서는 고추냉이 특유의 신미성분인 allyl isothiocyanate의 항균성을 이용하여 천연 방부제로 산업화하려는 연구가 활발히 진행되고 있다<sup>3)</sup>.

이와 같이 고추냉이는 香辛料 이외에도 前述한 기타 效果가 있고 생식 가능한 작물기기에 잎과 엽병을 이용하는 일반 菜蔬作物로서 개발할 가치가 있다고 판단되어 경북 김천에서 번식방법을 달리 하여 재배한 밭고추냉이의 아미노산, 지방산 및 유

기산 함량을 분석하여 고추냉이 품종육성에 기초 자료로 활용코자 본 실험을 수행하였다.

## 材料 및 方法

본시험의 供試材料는 해발 400m의 김천시 증산면 평촌리에서 採取하였으며 재배방법은 다음과 같다. 고추냉이 재배시설은 무기등 단동 대형 하우스(폭15m × 높이5.2m × 길이 66m)를 사용하였는데, 동계 가온 및 보온을 위하여 暖房用 온풍기와 3중 비닐 피복시설을 하였고 夏季 適溫 管理를 위하여 外部에 차광망(70%)을 피복하였다.

공시품종은 달마종으로 신행묘 및 분주묘를 정식하여 植壤土(pH 6.1, 유기물 1.4%)에서 실시하였다. 신행묘는 일본 시즈오카 산지에서 도입하여 국내에서 1년차 採種한 종자를 모래와 50 : 50비율로 혼합하여 5℃로 低溫處理한 후 과종(94.10.1) 육묘하여 사용하였고, 분주묘는 과종 16개월 후 수확한 근경의 측아묘를 사용하였다.

재식거리는 신행, 분주묘 공히 20cm × 20cm로 하여 3.3㎡당 80주 기준으로 95년 2월10일 정식하였고 보온 관리는 온풍난방기를 사용하여 야간 최저 온도를 7℃로 유지하였다. 차광 관리는 4월 30일까지는 무차광, 5월1일-6월 30일을 천정 1중 차광50%, 7월1일-9월20일은 천정2중 차광75%, 9월21일-10월30일천정 차광 50%, 그 이후는 무차광으로 管理하였다. 土壤水分 관리는 점적 테이프를 設置하여 平均 4일 間隔으로 2시간 관수하여 토양 습도 70% 정도의 습도를 維持하였다. 온도관리는 정식후 4월30일까지 비닐 피복 및 가온으로 최저 온도7℃를 유지하였고 7월 10일 - 8월 30일까지 50일간은 천정 비가림 비닐 위와 측면 1.5m 높이에 미니 스프링 쿨러를 2m 간격으로 설치하여 계곡수 살수로 온도를 조절하였다.

96년 3월 5일 수확하여 성분을 조사하였으며 고추냉이는 收穫後 部位別로 分類하여 分析할 때까지 -50℃에 보관하였다. 근경은 30-40g되는 것을 사용하였다. 결과는 t 테스트로 분석하여 나타내었다.

1. 脂肪酸分析 : AOAC<sup>2)</sup>의 방법에 따라서 분말 시료 0.5g을 chloroform : methanol(2 : 1)로 抽出하여 BF<sub>3</sub>-methanol로 메틸화 시킨 다음 GC(HP

5890 Series II)로 脂肪酸을 分析하였으며 이때 분석조건은 HP carbowax 20 capillary column(25m i. d. 0.32mm)을 사용하였고 detector(FID) 온도는 200℃, injector 온도는 200℃, column 온도는 185℃, carrier gas는 N<sub>2</sub>이었다. 각각의 지방산은 표준물질과 비교하여 동정하였으며 지방산함량은 pentadecanoic acid를 내부 標準物質로 사용하여 計算하였다.

2. 아미노산 分析 : 탁 등<sup>23)</sup>의 방법에 준하여 粉末試料 0.5g을 cap test tube에 넣고 6N HCl용액 40ml를 가하고 질소가스를 주입한 후 마개를 닫고 110℃에서 24시간 加水分解 시킨 후 로터리증발기에 연결 50℃에서 염산을 제거시킨 후 증류수를 소량씩 가하여 아미노산을 용해시켜 No. 5B여과지로 여과하여 50ml로 만든 후 아미노산 시료로 사용하였다. Cysteine 과 methionine은 6N HCl로 가수분해하기 전에 과과미산 20ml를 가하고 5℃냉장고에서 14시간 처리후 분해병을 증발기에 연결시켜 50℃에서 시료이외의 揮發性 物質을 모두 날려보낸 후 6N HCl을 가하고 다른 아미노산 분석 시와 같이 110℃에서 24시간 加水分解 시킨 후 분석하였다. 아미노산 조성은 amino acid auto analyzer(축산기술연구소)에 의해 분석정량하였다. 각각의 아미노산은 標準物質과 比較하여 동정하였다.

3. 有機酸 分析 : Shin 등<sup>20)</sup>의 방법에 의해서 粉末試料 1g을 80% 에탄올 10ml로 14시간 추출하여 whatman #1 여과지로 거른 후 Sep-Pak C<sub>18</sub> 카트리지를 통과시켜 불순물은 除去시킨 후 다시 2g cation exchange resin(Dowex 50W-X8, 50-100mesh)사용하여 유기산을 흡착시킨 후 0.5N NaOH로 elution 시켜 0.2μm membrane filter로 통과 시킨 후 분석하였다. HPLC(Waters Model 5005)를 이용하여 Supelco gel C601H column 사용하여 檢出은 210nm에서 이루어 졌다. 溶媒는 1% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>하였고 流速은 1ml/min, column온도는 30℃이었다. 각각의 유기산은 표준물질과 비교하여 동정하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 脂肪酸

고추냉이의 번식방법별 지방산 함량 및 조성은

Table 1과 같다. 총지방산 함량은 繁殖方法에 關係 없이 비슷한 傾向을 나타냈으며 部位別 脂肪酸 含量은 繁殖方法에 關係없이 同一 다른 部位보다 越 等히 높았고 그 다음이 줄기, 花경, 뿌리 순이었으며 根莖에는 지방산함량이 가장 낮았다. 고추냉이의 각 部位別 脂肪酸 組成은 부위와 關係없이 linolenic acid 함량이 가장 높았고 그 다음이 palmitic acid, oleic acid, linoleic acid 순이었으며 이 4종만으로 89.4%~95.1%를 차지하였고 그 외에 lauric acid, myristic acid, palmitoleic acid, stearic acid, arachidonic acid 등이 0~8.0% 정도로 소량 함유되어 있었으며 번식방법간에는 전체 조성비에 서 큰 차이가 없었다.

지방질 분획중의 총불포화 지방산의 함량은 부위 에 따라 65.6%~82.9% 정도였고, 특히 잎의 不飽和度가 가장 높아 실생묘에서는 79.4%, 분주묘에서는 82.9%였다. 또한 잎에서는 linolenic acid 함량이 60~63%로 매우 높은 함량을 나타냈다.

신<sup>24)</sup> 등이 보고한 들깨잎의 총지방산 중에서는

linolenic acid가 각각 62.04~63.68%로 가장 많고 palmitic, linoleic, oleic 및 myristic acid의 순으로 含有되었으며 이들중 불포화지방산인 linolenic, linoleic 및 oleic acid의 3종 지방산만으로 77.82-80.33%나 차지하였다는 결과와 고추냉이 잎의 함유 지방산의 종류 및 比率이 類似하였다. 이는 고추냉이잎이 들깨잎과 마찬가지로 우수한 불포화지방산을 함유하고있어 고추냉이재배시 잎을 제거하여 버리는 대신 들깨잎 대체 葉채류 작물개발로도 충분히 가능할 것으로 사료된다.

## 2. 아미노산

고추냉이에서 繁殖方法 및 部位別로 抽出, 分離한 蛋白質의 총아미노산 含量 및 組成은 Table 2와 같다. 번식방법간 아미노산 함량은 크게 차이가 없었으나 부위별 함량차이는 번식방법에 따라 달랐다. 근경, 葉柄 및 뿌리의 아미노산 함량은 실생묘 번식에서, 잎 및 花경의 아미노산 함량은 분주묘번

Table 1. Fatty acid content and composition of total lipid in wasabi as affected by propagation methods.

Fatty acid	Seed propagation					Vegetative propagation				
	Enlarged stem	Leaf	Petiole	Root	Peduncle	Enlarged stem	Leaf	Petiole	Root	Peduncle
Total fatty acid content(mg/gDW)	5.8	28.9	12.9	7.4	12.6	5.0	40.2	9.4	6.4	11.6
Lauric acid	0.6	0.2	0.3	0.8	0.4	1.2	0.2	0.3	0.0	0.1
Myristic acid	0.4	0.8	1.7	0.5	0.6	1.7	0.6	0.2	0.4	0.7
Palmitic acid	28.5	16.9	22.6	22.4	27.9	23.6	14.5	23.5	23.0	31.2
Palmitoleic acid	2.1	6.0	2.4	2.7	1.1	2.4	8.0	1.1	3.0	1.0
Stearic acid	2.9	1.7	2.7	0.8	3.4	4.5	1.4	3.3	2.1	4.0
Oleic acid	19.2	2.5	15.3	20.4	12.2	18.0	4.0	16.6	22.5	12.5
Linoleic acid	11.7	11.0	12.6	11.0	10.2	8.8	7.9	12.7	10.3	10.1
Linolenic acid	32.6	59.9	41.1	41.3	42.7	39.4	63.0	41.1	37.9	39.3
Arachidonic acid	1.9	0.8	1.5	0.1	1.5	0.4	0.5	1.4	0.8	1.2
TUFA	65.6	79.4	71.4	75.4	66.2	68.6	82.9	71.5	73.7	62.9
TSFA	34.3	20.4	28.8	24.6	33.8	31.4	17.2	28.7	26.3	37.2
TUFA/TSFA	1.91	3.89	2.48	3.07	1.96	2.18	4.82	2.49	2.80	1.69

TUFA : Total unsaturated fatty acid, TSFA : Total saturated fatty acid, DW : dry weight

식에서 높았다. 부위별 총아미노산 함량은 실생번식 및 분주번식 모두 앞에서 가장 높았으며 다음은 근경, 줄기, 화경순이었다. 아미노산조성은 번식방법에 관계없이 각 부위 모두 cysteine 등 총 17종류가 동정되었으며 이중 methionine 등 7종의 필수 아미노산이 포함되어 있었으며 각 부위 모두 glutamic acid (331~1568mg), aspartic acid (346~1380mg), arginine (84~724mg), leucine (49~1264mg)의 함량이 많았다. 이러한 결과는 아미노산 함량이 부위에 따라 다른 것을 나타내며 특히 잎은 아미노산 함량 뿐만 아니라 만나맛을내는 glu-

tamic acid 함량이 높아 優秀한 蛋白質供給源으로 사용될 수 있을 뿐만 아니라 또 잎은 넓고 부드러워 들깻잎과 같이 엽채류 작물로 개발가치가 있을 것으로 사료된다. 한편, 총 아미노산에 대한 필수 아미노산 비율은 34.2~42.6%로 번식방법 및 부위별로 비슷하였다.

고등<sup>12)</sup>이 보고한 초피 종자, 과피 및 산초의 종자에는 aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, glycine, alanine, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, lysine, histidine, arginine, 등 15종의 총 아미노산이 함유

Table 2. Amino acid content and composition of wasabi as affected by propagation methods.

Amino acid	Content of amino acid (mg/100g)									
	Seed propagation					Vegetative propagation				
	Enlarged stem	Leaf	Petiole	Root	Peduncle	Enlarged stem	Leaf	Petiole	Root	Peduncle
Cysteine	98	148	93	100	75	75	164	98	92	95
Methionine*	137	204	92	96	91	77	234	55	102	109
Asparatic acid	815	1097	577	484	569	514	1380	446	346	653
Threonine*	383	535	241	224	253	234	684	262	166	282
Serine	327	454	200	155	224	178	610	193	149	253
Glutamic acid	899	1293	732	528	771	541	1568	530	331	864
Glycine	386	645	281	171	272	210	463	251	142	339
Alanine	441	772	342	340	356	308	955	198	205	430
Valine*	398	668	312	307	340	275	809	270	202	380
Isoleucine*	263	486	211	201	243	188	598	141	219	266
Leucine	498	984	394	354	409	323	1264	234	49	506
Phenylalanine*	206	359	148	138	154	135	484	20	133	187
Tyrosine	351	699	251	231	255	227	865	139	401	341
Lysine*	462	610	293	291	303	267	823	69	166	363
Histidine	238	252	161	168	167	193	287	161	89	185
Arginine	474	565	236	334	255	309	724	127	84	354
Proline	590	1008	583	418	528	461	939	228	190	465
TAA	6966	10779	5147	4534	4565	4515	12851	3422	3066	6072
TEAA	2492	4186	1794	1698	1894	1591	5277	1170	1305	2247
EAA (%)	35.8	38.8	34.9	37.5	41.5	35.2	41.1	34.2	42.6	37.0

TAA : Total amino acid, TEAA : Total essential amino acid, EAA : essential amino acid

되어 있었고 초피 과피에는 histidine을 제외한 14종의 총 아미노산이 함유되어 있었다고 하여 초피나 산초의 아미노산 구성보다 양호한 것으로 판단되었다.

### 3. 有機酸

유기산은 1차대사 산물로 고추냉이의 신미 성분 및 향기성분의 중요한 전구물질이 된다. 有機酸含量은 번식방법에 관계없이 화경, 잎, 줄기, 뿌리, 근경 순이었으며 유기산 조성은 번식방법과 부위에 관계없이 acetic acid (60-78.2%)가 가장 함량이 많았고 그 다음이 succinic acid (9.9~29.7%), malic acid (2.9~7.9%)의 순으로 그 함량이 많았는데, 이들 세 유기산이 84%~97.7%를 차지하였으며 maleic acid (0.5~2.6%)도 소량 함유되어 있었다 (Table 3). 이 상의 결과에서 香氣成分인 精油成分이 부위에 따라 相異할 것으로 사료된다.

## 摘 要

香辛料 및 고소득 작물로 개발가능성이 있는 고추냉이의 繁殖方法에 따른 成分을 比較하여 고추냉이 품질평가 및 우수 품종육성의 基礎資料로 提供하고자 脂肪酸, 아미노산 및 有機酸 含量 및 組成을 조사한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 총지방산 함량 및 지방산조성은 번식방법간에 차이가 없었으나 잎의 지방산함량이 다른 부위보다 높았고, 지방산조성은 부위와 관계없이 linolenic acid 함량이 가장 높았고 그 다음이 palmitic acid, oleic acid, linoleic acid 순이었으며 그 외에 lauric acid, myristic acid, palmitoleic acid, stearic acid, arachidonic acid가 소량 함유되어 있었다.

2. 총아미노산 함량은 번식방법 비슷하였으나 부위별로는 잎, 근경, 줄기, 화경순으로 높았고, 아미노산조성은 번식방법에 관계없이 각 부위 모두 glutamic acid (331~1568mg), asparatic acid (346~1380mg), arginine (84~724mg), leucine (49~1264mg)의 함량이 많았다.

3. 유기산 조성은 번식방법에 관계없이 비슷하였으며 부위에 관계없이 acetic acid (60.0~78.2%)가 가장 함량이 많았고 그 다음은 succinic acid (9.9~32.0%), malic acid (2.9~7.9%) 순으로 함량이 많았다.

## 引用文獻

1. Adachi, S. 1987. Wasabi saibai. Shizuoka Prefecture Agricultural Experiment Station. Pub., Shizuoka, Japan.

Table 3. Organic acid content and composition of wasabi as affected by propagation methods

Organic acid	Content of organic acid ( $\mu\text{g/g}$ )									
	Seed propagation					Vegetative propagation				
	Enlarged stem	Leaf	Petiole	Root	Peduncle	Enlarged stem	Leaf	Petiole	Root	Peduncle
Total content ( $\mu\text{g/g DW}^*$ )	23.0	51.7	39.9	23.6	65.1	24.6	51.1	46.7	32.4	51.6
Maleic acid	0.9	0.9	0.6	2.6	0.5	1.1	1.0	0.6	0.7	0.6
Malic acid	3.8	6.6	7.9	7.9	7.0	5.0	5.0	7.8	2.9	5.8
Succinic acid	29.7	23.1	22.4	12.0	12.5	24.0	22.0	9.9	15.9	13.6
Acetic cid	60.1	66.6	65.5	64.7	78.2	60.0	68.2	78.0	74.0	76.7
Others	5.6	1.9	3.5	12.7	1.8	10.1	3.8	3.7	6.6	3.7

\*DW : dry weight

2. A. O. A. C. 1984. Official Method of Analysis, 4th ed., Association of Official Analytical Chemists. Virginia. 513p.
3. Chadwick, C. I., T. A. Lumpkin, and L. R. Elbersen. 1993. The botany, uses and production of *Wasabia japonica* (Miq) (cruciferae) Matsum. Economic Botany 47 (2) : 113-135.
4. Etoh, H., A. Nishimura, R. Takasawa, A. Yagi, K. Saito, K. Sakata, I. Kishima, M. Shibata, and K. Ina. 1990. Effect of freeze concentration on the flavor of wasabi. I. Stabilization of the flavor in wasabi and horseradish, Journal of Japanese Society for Food Science and Technology 37 : 953-958.
5. Hayashi, Y. and Y. Iwaki. 1989. Wasabi. Pages 40-42 in Kyoto Prefecture. Nakanishiya Pub. Co., Japan.
6. Hodge, W. H. 1974. Wasabi, native condiment plant of Japan. Economic Botany 28 : 118-129.
7. Hosoki, T., K. Tunoda, M. Hamada, and M. Seo. 1986. Wasabi tissue culture and multiplication. Agriculture and Horticulture (Nogyo Oyobi Engei) 61 (8) : 85-86.
8. Hu, S., M. Chiu, and S. Y. Liu. 1986. Effect of different environments on the growth and yield of *Wasabia japonica* (Miquel) Matsum. Journal of Agricultural Research (Taiwan) China (Chung Hua Nung Yeh Yen Chiu) 35 : 292-299.
9. Ina, K. and I. Kijima. 1991. Preparation of flavor extract from wasabi. Japan Kokai Tokyo Koho JP 02, 308, 773 (patent application).
10. \_\_\_\_\_, Sano, M. Nobukuni, and I. Kishima. 1981a. Volatile components of wasabi (*Wasabia japonica*) and horse radish (*Cochlearia aroracia*). Part I. Studies on the volatile components of wasabi and horse radish. Journal of Japanese Society for Food Science and Technology 28 : 365-370.
11. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, and \_\_\_\_\_ . 1981b. Degradation of alkylisothiocyanates in methanol solution. Part II. Studies on the volatile components of wasabi and horse radish. Journal of Japanese Society for Food Science and Technology 28 : 371-377.
12. 김영수, 한희자. 1996. 한국산 초피와 산초의 화학성분. 한국식품과학회지 28 (1) : 19-27.
13. Kodaira, H. 1975. Mizu wasabi, culture and farming techniques. Agriculture and Horticulture (Nogyo Oyobi Engei) 50 : 165-171.
14. Kojima, M. 1975. Studies on the check of quality of Japanese horse radish (wasabi) powder by gas chromatography. 5 : An attempt for the practical use of simple checking method of quality by head-space chromatography. Journal of Japanese Society for Food Science and Technology 22 : 13-18.
15. \_\_\_\_\_. 1977. A simple quantitative method for determination of alkylisothiocyanate in the hydrolysates from mustard, horse radish and Japanese horseradish (wasabi) powder by head-space gas chromatography. Journal of Japanese Society for Food Science and Technology 24 : 637-642.
16. 이성우·안병욱. 1995. 고추냉이 (와사비) 재배법. 사단법인 농진회.
17. Miurata, I., S. Miyazawa, M. Kuni, Y. Nakajima, H. Nakarishi, and T. Sibuya. 1987. Inhibitory effects of partial freezing, several kinds of condiments, spices and seasonings on the activity of Anisakis type I larvae collected from *Teragra chalcogramma* and *Pneumatophorus japonicus*. Annual Report of the Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health. 38 : 13-21.
18. Ogawa, S. 1970. Wasabi. Pages 3153-3156 in New Garden Encyclopedia. Seibundo Shinkosha Pub., Tokyo.
19. Shin, K. H., N. K. Sung, and J. S. Choi. 1988. Changes in major components during

- preparation of apricot wine. J. Inst. Agri. Res. Utili. 22(2) : 139-147.
20. 신광규, 양차범, 박훈. 1992. 한국산 들깨잎의 지방질 및 지방산조성에 관한 연구. 한국식품과학회지 24(6) : 610-615.
  21. Suzuki, H., S. Adachi, and S. Nakamura. 1976. Control of the main disease of wasabi *Eutrema wasabi* Maxim by the adaptation of seeding culture. Bulletin of the Shizuoka Prefecture Agricultural Experiment Station 21 : 59-66.
  22. 탁태영, 이상진, 차영호, 이상철, 김상호. 1996. 표준사료성분 분석법. 축산기술연구소. pp.27-29.
  23. Tandia, N., A. Kawaura, A. Takashi, K. Sawada, and T. Shimoyama. 1991. Suppressive effort of wasabi pungent Japanese spice on gastric carcinogenesis induced by MNNG in rats. Nutrition and Cancer 16 : 53-58.
  24. 윤용권. 1995. 수출작목개발을 위한 고추냉이 분석. 한국농업과학기술 전산정보망 (KASTINS).