中華農業研究（Jour. Agri. Res. China）40(1)：13～27（1991）

山葵臺農1號之育成[1]

胡敏夫[2]　邱善美[2]　羅朝村[3]　劉新裕[2]　杜金池[4]

摘要：山葵（*Wasabia japonica* Matsum）臺農1號於民國72年從阿里山產區50萬株族群中選出後，歷經品種觀察試驗、品種比較試驗、區域試驗、綜合栽培技術改良試驗、抗病程度調查與品質分析等，確定其各項農藝特性及品質均比本地種優異，經審查通過而命名。

本品種全株鮮綠多汁，株形高大分蘗多，生長速度快且葉柄稍具甜味，又具較抗白銹病、黑心病及耐高溫等特性，適應性廣且高產，爲一良好之加工及鮮食兼用品種，區域試驗每公頃平均葉柄產量達57,000公斤；根莖產量達21,000公斤，適合於海拔1,200—2,300m之山地栽培。

關鍵詞：山葵、配醣體、露菌病、白銹病、黑心病、根瘤病、非介量分析符號檢定法。

山葵（*Wasabia japonica* Matsum）爲十字花科之多年生草本植物，喜陰濕之環境，生育適溫爲8—18°C，通常被栽培於高冷地之杉木下。全株均具有獨特風味，以香、辛、甘及粘等4種特性傲居所有香辛料作物之上，更非人工代替物或芥茉粉所能比擬。其成分及藥效據足立氏 (6) 及邱氏報告 (1) ，含油類與糖類結合之配醣體(sinigrin)，酵素(Amylase, Invertase, Lipase, Peroxydase, Esterase, Tyrosinase)，Allylisothiocyanate, Butylisothiocyanate 及Vitamin C等，有促進食慾、防腐、抗菌之效，並有解魚毒、發汗、利尿及清血等功用，日本人常作爲吃生魚片之佐料。

日本山葵栽培區，廣及全國各縣，其中以靜岡、長野及島根等縣栽培最多，全國栽培面積計786.1公頃 (3) 。本省山葵栽培始於民國3年，由日人佐藤昌氏自日本宮城縣引進於阿里山試種成功，迄今已數十年歷史，農民使用老舊品種及採用粗放栽培，產量及品質低劣，病害發生嚴重 (4) 。本所鑑於需要，乃自民國72年起進行優良品系篩選，就現有品種之缺點確立下列育種目標：(1)生長速度快，株形理想。(2)根莖及葉柄產量高，可供加工及鮮食或二者兼用。(3)抗露菌病 *(Peronospora alliariae wasabiae)*、白銹病 *(Albugo wasabiae)* 、黑心病 *(Phoma wasabiae)* 及根瘤病 *(Meloidogyne Javanica)* 。(4)辛味強、色優質密及黏度高。(5)適應性廣，在海拔1,200—2,000m區域內均可栽培等。經試驗結果於各供試材料中選出具有上列特性72—S—1之品系，先後經品種觀察、品種比較、區域試驗、栽培技術改良及品質分析等研究，確定此品系之各項農藝特性及品質均比本地種優異，符合推廣需要，乃於民國79年5月31日提出命名申請，經審查通過命名爲山葵臺農1號。

材料與方法

一、育成經過及方法：

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1547號。本研究承蒙農林廳技士陳森雄、吳鳳鄉公所課員莊新義協助調查，本系助理王昭月協助整理部份資料，謹此一併誌謝。
2. 本所農藝系助理研究員、副研究員、研究員。
3. 本所植病系助理研究員。
4. 本所所長。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

山葵臺農1號係採用營養系選種法，民國72年1—3月間，於第一分道及阿里山二萬平生產區之約50萬株混雜族群中，依據葉形（如圖1）、葉色、葉脈及葉柄顏色，株高及抗病情形篩選出55單株，其中株形高大，全株青綠色，葉片稍具菱形30株。葉面光滑，葉形稍圓，全株青綠25株，並自商人陳燁焜先生所引進品種觀察圃中，選得生長旺盛，葉柄紅色30株。於4月間分別取下健康分蘗苗，種植於第一分道地區，行株距爲20×20cm（1.4），四周種植本地種爲對照，面積約200m²，管理方法採一般民間慣行方法，進行初步觀察及繁殖種苗。自青莖菱葉形品系30株中，計獲得180分蘗苗，青莖圓葉品系中獲得80分蘗苗，紅莖品系獲得95分蘗苗。經觀察各品系之各植株之株形、葉形、顏色及生長勢並無大差異，乃將青莖菱品系編號爲72—S—1，青莖圓葉品系爲72—S—2，紅莖品系編號爲70—I—1。自民國74年起至79年間與本地種進行品種觀察、品種比較、區域試驗、肥料試驗、植期試驗、綜合栽培技術改良試驗、抗病性調查及品質分析等比較，各品系之生長勢、分蘗性、根莖形狀、根莖產量、地上部產量與品質及抗病程度等性狀，亦均分別調查及檢定。

品種觀察自民國74年4月至75年4月在阿里山第一分道進行，試驗設計採RCBD，3重複，行株距25×25cm，5行區，行長2.5m，每行種10株，小區面積爲3.125m²。

品種比較試驗自民國75年4月至78年4月間分二作次分別在梅峰臺大山地農場與阿里山達邦辦理，試驗設計與方法同品種觀察，行株距25×25cm，收穫時間爲種植後18個月。

區域試驗自民國75年4月至78年5月間，分二作次在阿里山區內二地點進行，試驗設計採 RCBD，3重複，行株距25×25cm，15行區，行長2.5m，每行種10株，小區面積9.375m²，種植後18個月採收。

植期試驗於民國76年在阿里山鄉達邦進行，供試品種爲本地種及臺農1號，種植時期分1月13日、4月10日、9月11日、10月16日及11月13日等五期，試驗設計採 RCBD ，3重複，行株距25×25cm，15行區，行長2.5m，每行種10株，小區面積9.375m²，種植後18個月採收。

肥料試驗自民國77年10月，亦在阿里山鄉邦進行。供試品種爲臺農1號及70—I—1兩品系，試驗設計採裂區設計，3重複，以肥料量爲主區，品種爲副區，肥料用臺肥複合1號，要素量分(A)60：15：30 kg／ha，(B)120：30：60 kg／ha，(C)180：45：90 kg／ha，(D)無肥區，行株距25×25cm，15行區，行長2.5m，每行種10株，小區面積9.375m²，種植後18個月採收。

綜合栽培爲技術改良，自民國77年10月至79年4月間在阿里山鄉達邦進行。供試品種爲本地種、臺農1號及70—I—1等三品種（系），並以本地種行慣行放任栽培爲對照。試驗設計採 RCBD，3重複，行株距25×25cm，15行區，行長2.5m，每行種10株，小區面積9.375m²。

品質檢定採用官能測定，測定項目爲根莖外觀、山葵糊之香味、甜味、及辛味等。測試者分4組，每組5人（其中1名女性），依年齡逢機取樣選定，測試樣品3品（系）種，3重複，以本地種爲基準種（0）評鑑給分。山葵糊之色澤及粘度，則採用色差計及粘度計測定。色澤爲測定各品種（系）15樣品之 L,a 及 b 值。粘度測定方法，乃將各品種（系）之樣品取50g加蒸餾水，經果汁機打碎2分鐘後用粘度計測定3分鐘，所得之值 x 5即爲該樣品粘度值。

抗病性調查，以白銹病與葉黑心病及根瘤病爲調查對象。調查時期爲種植後90、160、230及540天。白銹病與黑心病之調查方法爲每品系每重複調查20株，每株調查4葉，3重複。根莖黑心病及根瘤病調查，則於每區調查根莖10條之平均維管束褐化率及每一根莖10條根共10條之平均根瘤數。

二、品種特性

臺農1號，幼葉呈圓形老葉大略呈菱形，葉脈分明有略皺縮，全株呈淡綠色，生長快，分蘗力強，株形高大，適合高、中海拔地區栽培，較耐高溫。根莖小大屬中型，多汁及辛味強，對白銹病及黑心病抗病性較強。單株可食用根莖平均達3條，在肥沃地種植有時一年就可收穫，但一般採收期均爲1.5年，爲一良好加工兼鮮食品種（詳如表1及圖2、3、4）。

表1. 山葵臺農1號品種特性

Table 1. Differences of varietal characteristics between Tainung No. 1 and Local variety.

項目 Item	本地種 Local variety	臺農1號 Tainung No. 1
株高 Plant height	22—64 cm	27—67 cm
株型 Plant type	開張型 Open	開張型 Open
葉形 Leaf shape	心臟形 Heart	幼葉呈心臟形 Heart shape (young leaf) 老葉則轉成菱形 Lozenge shape (old leaf)
葉色 Leaf color	綠色 Green	青綠色 Light—green
葉柄色澤 Petiole color	綠稍帶淡 Green with light 紫紅色 Purple and Red	青綠色 Light—green
分蘖性 Tillering	中 Middle	強 Strong
根莖色澤 Rhizome color	綠褐色 Green—brown	青褐色 Greenish—brown
始花期 Flowering time	早 Early	晚 Late
根莖小大 Rhizome size	細長 (30—40g) Small	中 (50—60g) Middle
辛味 Piqnante taste	強 Strong	強 Strong
肉質 Flesh	密 Firm	密多汁 Firm and Juicy
用途 Usage	鮮食兼加工用 For food and Processing	鮮食兼加工用 For food and Processing
適應性 Adaptability	高海拔地區 High—elevation areas	中、高海拔地區 Medeium and high elevation areas
葉柄產量 Petiole wt.	21,000 kg／ha	57,900 kg／ha
根莖產量 Rhizome wt.	11,400 kg／ha	21,000 kg／ha
可收穫期 Harvest time	1.5—2年 (year)	1—1.5年 (year)
抗病性 Disease—resistance		
白銹病 White rust	感 Susceptible	抗 Resistant
葉黑心病 Leaf black spot	感 Susceptible	抗 Resistant
根莖黑心病 Rhizome streak disease	感 Susceptible	稍抗 Moderate—resistant
根瘤病 Root-knot nematode	感 Susceptible	感 Susceptible

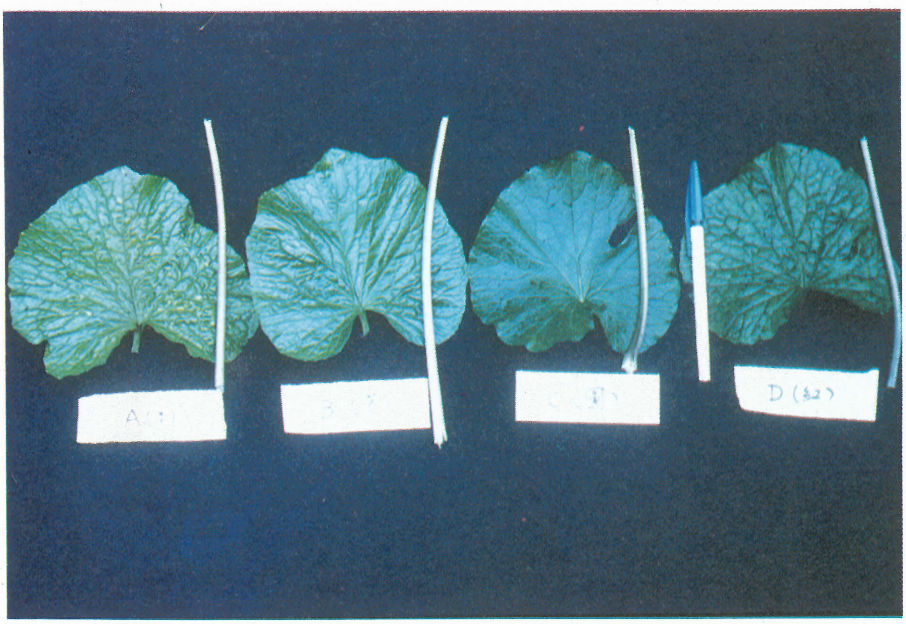


圖1. 山葵各品種（系）之葉形
Fig. 1. Leaf shape of different varieties of wasabi



由左右依序爲 70-I-1，臺農1號, 72-S-2, 本地種
圖2. 山葵各品種（系）之根莖形態
70-I-1 Tainung No.1,72-S-2, Local var. (from left to right)
Fig. 2. Rhizome morphographs of different varieties of wasabi.



圖3. 臺農1號植株形態
Fig. 3. Plant type of wasabi variety Tainung No.1.



圖4. 臺農1號田間生長情形
Fig. 4. Growth of wasabi variety Tainung No.1. in the field

結果與討論

一、品種觀察試驗：

表2. 品種觀察試驗（阿里山第一分道，74.4—75.4）

Table 2. Preliminary observation of different wasabi varieties /strains at Ali-san in 1985—1986.

Variety	Plant height (cm)	No. of tiller	Length of main rhizome (cm)	Diameter of main rhizome (cm)	Rhizome weight (g/pl.)	Whole plant wt. (g/pl.)	Rhizome yield (kg/ha)	Index (%)
Tainung No. 1	50.3[a]*	12[a]	12.6[a]	2.7[a]	100[a]	850[a]	16,000[a]	166.6
70—I—1	38.5[c]	5[b]	9.2[b]	1.9[b]	90[a]	380[b]	14,400[a]	150.0
72—S—2	32.6[a]	0[c]	8.8[b]	1.2[c]	10[c]	100[c]	1,600[c]	16.6
Local variety (ck)	44.1[b]	6[b]	11.0[a]	1.9[b]	60[b]	400[b]	9,600[b]	100.0

*：表中同列中英文字母相同者，顯示 L.S.D. 分析，差異未達顯水準。

*：Means followed by the same letter within colum are not significantly different at 5% level by Least Significant Difference Test.

品種觀察試驗，於74年4月4日種植，栽培法仿農民慣行法 (4) ，即於種植每公頃施用雞糞10,000公斤充作基肥，種植後60天進行中耕除草並行第一次追肥，追肥量每0.1公頃施用複合肥料1號40公斤。第二次追施時間於秋季9月26日施用，施肥量同第一次施用量，生育期間於6月初噴佈鋅錳乃浦可濕性粉劑400倍，以防白銹病及露菌病發生。惟行株距仿日本栽培法25×25cm (6.7) ，種植後12個月採收調查，發現本地種及臺農1號均屬於多分蘗型品種，種植後初期生育較快，但本地種生育初期時，常易羅患白銹病及露菌病，後期地下部根莖發現有少數黑心病。臺農1號對上述病害之感染顯示有抵抗性，惟收穫時根莖部發現有少數黑斑，此黑斑經詳細觀察非黑心病，與蘿蔔缺硼產生黑斑相似，但眞正原因如何尙需進一步詳加研究。70—I—1品系亦罹患白銹病、露菌病及黑心病，惟黑心病罹害程度較本地種輕。72—S—2品系因資質弱在繁殖圃時就生長較差，因之分蘗苗細嫩幼小植後有三分之一枯死。根莖產量調查發現臺農1號平均單株根莖重達100公克，次爲70—I—1品系90公克，而本地種僅60公克，換算公頃產量分別爲16,000公斤、14,000公斤及9,600公斤，以產量指數言臺農1號比本地種增產66.6%，可說表現優異。

二、品種比較試驗：

表3. 品種比較試驗（梅峰，75.4—76.10，達邦，76.10—78.4）

Table3. Comparative tast of wasabi vareties at Mei-fung and Da-ban in 1986—1989.

Variety	Plant height (cm)	No. of tiller	Length of main rhizome (cm)	Diameter of main rhizome (cm)	Rhizome weight (g/pl.)	Whole plant wt. (g/pl.)	Rhizome yield (kg/ha)	Index (%)
			Mei-fung (1986—1987)					
Tainung No. 1	35.6[a]*	13[a]	9.2[a]	2.2[a]	32.5[a]	389.0[a]	5,200[a]	118.1
Local variety (ck)	31.6[a]	10[a]	9.2[a]	2.1[a]	27.7[a]	242.5[b]	4,400[a]	100.0
			Da-ban (1987—1989)					
Tainung No. 1	27.5[a]*	7[a]	8.35[a]	2.15[a]	57.8[a]	318.7[a]	9,200[a]	155.9
Local variety (ck)	27.0[a]	4[b]	7.03[a]	1.76[b]	37.2[b]	168.2[b]	5,900[b]	100.0

*：表中同列中英文字母相同者，顯示 L.S.D. 分析，差異未達顯5%水準。

*：Means followed by the same letter within each colum are not significantly different at 5% level by Least Significant Difference Test.

經品種觀察試驗結果，發現新選育之臺農1號有比對照種表現優異趨勢，乃於民國75年4月在中部臺大梅峰山地農場辦理品種比較試驗。設計及管理方法同品種觀察，惟栽培環境係利用網室栽培，遮陰率則參考日本文獻及本所前於信義地區試作調查結果採70%（2.6.7），以探討將來採用人工遮光網栽培之可行性。但經植後18個月採收結果，發現二品種之根莖產量約爲品種觀察之1／2至1／3，可見人工措施之環境與自然環境境相去甚遠。縱然如此，仍然發現臺農1號產量較高（如表3），比對照種猶增產18.1%，且對白銹病顯示較具有抗病性。

另外，爲積極開發中海拔山坡地保留地之需要，就阿里山鄉達邦地區繼續辦理品種比較試驗，以確定此品種之特性，是否適合此地區栽培，乃將收穫後種苗經消毒選優去劣，於民國76年10月種植。田間設計與管理方法如前年品種比較試驗，生育期亦爲1.5年。結果發現參試二品種之公頃平均根莖產量均比梅峰農場試驗高，臺農1號比對照增產55.9%。由此結果，顯現此品種不僅適合高海拔地區栽培，亦適合中海拔地區栽培，適應性頗強。

三、區域試驗：

表4. 區域栽培試驗（1986—1989）

Table4. Regional test of wasabi varieties at three locations in Ali－San in 1986—1989

Variety	Plant height (cm)	No. of tiller	Length of main rhizome (cm)	Diameter of main rhizome (cm)	Rhizome weight (g／pl.)	Whole plant wt. (g／pl.)	Petiole yield (kg／ha)	Rhizome yield (kg／ha)	Index (%)
				Location I (1986—1987)					
Tainung No. 1	67.6[a]*	37[a]	13.50[b]	2.10[a]	222[a]	1,900[a]	108,800[a]	35,500[a]	322.7
Local variety (ck)	64.3[a]	11[b]	16.30[a]	2.17[a]	69[b]	500[b]	20,200[b]	11,000[b]	100.0
				Location II (1986—1987)					
Tainung No. 1	42.2[a]*	9[a]	12.3[a]	2.30[a]	100.8[a]	547.2[a]	31,300[a]	16,100[a]	107.4
Local variety (ck)	36.7[a]	9[a]	11.1[a]	2.35[a]	93.6[a]	650.0[a]	26,300[a]	14,900[a]	100.0
				Location III (1987—1989)					
Tainung No. 1	37.0[a]*	9[a]	9.53[a]	2.13[a]	72.0[a]	652.2[a]	33,800[a]	11,500	136.9
Local variety (ck)	35.6[a]	4[b]	9.16[a]	1.98[a]	53.0[a]	409.0[a]	16,500[b]	8,400[b]	100.0

*：表中各地區同列中英文字母相同者，顯示 L.S.D. 分析，差異未達顯5%水準。

*：Means followed by the same letter within each colum are not significantly different at 5% level by Least Significant Difference Test.

經品種觀察與品種比較試驗結果，發現臺農1號確實有特殊表現，乃再回到阿里山生產區辦理區域試驗，種植時間爲75年4月，管理方法同達邦地區品種比較試驗。第一分道附近爲初墾地，有機質含量豐富，因之種植後至採收時，全生育期均生長很旺盛，地上部受露菌病、白銹病及黑心病感染程度甚輕微，採收時臺農1號株高達67.6公分，平均分蘗數爲37支，可說株型甚高大，因之公頃平均根莖產量高達35,500公斤，爲對照種3倍。葉柄產量爲108,800公斤，爲對照種5倍。另一栽培試驗地係連作地，採用畦作栽培，全園山葵植株生育較整齊，因之，所參試二品種之公頃平均根莖產量與葉柄產量無顯著差異，惟臺農1號仍比本地種猶增產7.4%。

爲確定新品種之優異性，76年11月於第一分道再次辦理區域試作一次，種植地爲前作春季收穫之

連作地，試驗及管理方法均同上年度試驗，生育期間亦爲1.5年，試驗結果發現臺農1號之農藝特性及產量表現，確實比對照種優異，公頃平均根莖產量比本地種增產36.9%，公頃平均葉柄產量高達33,800公斤爲對照種之2倍。以上述三區域試驗結果加以平均，則臺農1號每公頃葉柄及根莖產量分別達57,900公斤及21,000公斤，表現甚爲優異值得命名推廣（詳如表4）。

四、肥料試驗：

表5. 阿里山鄉達邦肥料試驗田土壤成分分析

Table5. Soil Properties in Da−ban ,Ali−san.

Sample	pH value	Organic matter (%)	P_2O_5 (ppm)	K_2O (ppm)
1	5.80	14.40	9.85	76.50
2	4.90	14.90	14.30	69.10
3	4.30	21.20	11.15	173.80
4	6.00	24.90	36.32	128.30
5	4.70	19.50	78.15	112.00
Average	5.14	18.98	29.96	111.94

表6. 山葵肥料試驗各處理之農藝特性表現

Table6. Agronomic characteristics between Wasabi cv. Tainung No.1 and 70−I−1 strain in different fertilizer treatments.

Treatment	Plant height (cm)	No. of tiller	Length of main rhizome (cm)	Diameter of main rhizome (cm)	Rhizome weight (g/pl.)	Whole plant wt. (g/pl.)	Petiole yield (kg/ha)	Rhizome yield (kg/ha)	Index (%)
A_1	28.8	9	6.6	1.73	33.0	290.1	25,100	5,200	
A_2	28.1	7	9.3	2.19	43.3	202.2	12,400	6,900	
Average	28.4[a]*	8[b]	7.9[a]	1.96[a]	38.1[a]	246.1[b]	18,750[bc]	6,000[a]	114
B_1	33.3	9	7.5	1.82	31.9	302.9	22,200	5,100	
B_2	23.9	5	7.8	1.92	39.4	157.9	9,300	6,300	
Average	28.6[a]	7[b]	7.6[a]	1.87[a]	35.7[a]	230.4[b]	15,750[c]	5,700[a]	107
C_1	33.1	13	7.9	1.88	36.1	421.2	40,900	5,700	
C_2	30.0	9	9.5	2.27	50.2	268.8	19,400	8,000	
Average	31.5[a]	11[a]	8.7[a]	2.07[a]	43.1[a]	345.0[a]	30,100[a]	6,850[a]	129
D_1	30.6	10	6.9	1.72	22.6	251.2	22,600	3,600	
D_2	28.0	7	9.1	2.20	44.3	198.5	12,700	7,000	
Average	29.3[a]	9[b]	8.0[a]	1.96[a]	33.4[a]	224.8[b]	17,650[bc]	5,300[a]	100

A： N 60 kg/ha, P_2O_5 15 kg/ha, K_2O 30 kg/ha
B：N 120 kg/ha, P_2O_5 30 kg/ha, K_2O 60 kg/ha
C：N 180 kg/ha, P_2O_5 45 kg/ha, K_2O 90 kg/ha
D：Non fertilizer plot.
1： Tainung No.1 2：70−I−1
*：表同列英文字母相同者，顯示 L.S.D. 分析差異未達5%顯著水準。
*：Means followed by the same letter within colum are not significantly different at 5% level by Least Significant Difference Test.

肥料試驗之施肥量爲 A：N 60 kg/ha，$P_2O_5$15 kg/ha， K_2O 30 kg/ha； B：N 120 kg/ha，P_2O_5 30 kg/ha ，60 kg/ha ； C： N 180 kg/ha ，P_2O_5 45 kg/ha ，K_2O 90 kg/ha 三種用量，以 D 無肥區爲對照，其中 A 處理係參照日本陸山葵栽培施量 (6) 。施肥時期分別於78年1月、3月、9月及11月間施用，每次施用量爲總量之1/4，施用肥料種類爲臺肥料1號（20：5：10）。供試

品種爲考慮現況及土地面積，乃選70—Ⅰ—1及臺農1號作爲材料。於民國77年10月7日種植，79年4月3日收穫調查，其結果如表6。發現施用不同量肥料間之山葵農藝性狀表現，無論株高，分蘗數、主根莖長、主根莖徑、平均單株葉柄產量及全株重量，與公頃平均根莖產量，兩品種系均以C處理區較佳，即山葵生育期內每公頃施用 N 180，P_2O_5 45，K_2O 90 kg／ha ，其生育有較優表現，公頃平均根莖產量比其他處理區增收15—22%，比無肥區增收29%。至於品種（系）間生育比較，臺農1號雖在各不同肥料量施用下，其生育均較70—Ⅰ—1品系旺盛。但根莖產量反而比70—Ⅰ—1品系低，乃因70—Ⅰ—1品系分蘗力較弱，地上部所佔百分比（75.6%）較低，可能耗養分較低而轉儲於根莖作用較強。反之臺農1號品系分蘗力強，地上部所佔百分比（85.1%）較高，耗養分較多，因之，根莖肥大難免較受抑制。加上本試驗爲期試驗正確，試驗田並未施用有機肥，其生育潛力可能受限制。至於無肥區70—Ⅰ—1品系之根莖產量顯現較高，可能因坡地地力不均所影響。另外，爲期抑制臺農1號地上部繁茂，將來可能需提高鉀肥施用量以促進根莖肥大。

五、植期試驗：

表7. 山葵種植時期試驗（達邦）

Table7. Comparisons of agronomic characteristics of wasabi varieties in different planting dates at Da-ban,Ali-san.

Treatment	Plant height (cm)	No. of tiller	Length of main rhizome (cm)	Diameter of main rhizome (cm)	Rhizome weight (g／pl.)	Whole plant wt. (g／pl.)	Petiole yield (kg／ha)	Rhizome yield (kg／ha)
S_1 A	22.0^{d}	6^{bcd}*	7.6^{bc}	2.04^{bc}	43.7^{bc}	295.3^{ab}	11,900^{cd}	6,900
S_1 B	33.1^{ab}	10^{ab}	9.0^{a}	2.27^{a}	60.5^{ab}	384.0^{a}	21,900^{ab}	9,600^{ab}
S_2 A	24.0^{cd}	9^{abc}	8.5^{ab}	2.11^{abc}	46.2^{bc}	297.0^{ab}	12,000^{cd}	7,300^{bc}
S_2 B	33.7^{ab}	12^{a}	9.4^{a}	2.17^{ab}	66.8^{a}	462.3^{a}	26,400^{a}	10,600^{a}
S_3 A	26.2^{cd}	5^{cd}	8.9^{a}	1.97^{cd}	39.3^{c}	169.6^{b}	6,800^{d}	6,200^{c}
S_3 B	35.7^{a}	8^{abcd}	8.3^{ab}	2.02^{bcd}	50.0^{abc}	338.0^{ab}	19,300^{b}	8,000^{abc}
S_4 A	27.0^{cd}	4^{d}	7.0^{c}	1.76^{e}	37.2^{c}	168.2^{b}	6,800^{d}	5,900^{c}
S_4 B	27.4^{c}	7^{bcd}	8.4^{ab}	2.15^{abc}	57.8^{ab}	318.7^{ab}	18,200^{bc}	9,200^{ab}
S_5 A	27.0^{cd}	5^{cd}	8.5^{ab}	1.85^{de}	43.2^{bc}	186.0^{b}	7,500^{d}	6,900^{bc}
S_5 B	28.7^{bc}	10^{ab}	8.8^{ab}	2.07^{bc}	53.3^{abc}	320.0^{ab}	18,300^{bc}	8,500^{abc}

S_1：76.1—77.7　S_2：76.4—77.11　S_3：76.9—78.3
S_4：76.10—78.4　S_5：76.11—78.5
A：Local variety　B：Tainung No.1
*：表中同列中英文字母相同者，顯示鄧肯氏多變域分析，差異未達5%顯著水準
*：Means followed by the same leetter, within colum are not singnificantly different at 5% level by Duncan's new multiple range Test.

植期試驗結果，發現兩品種均以4月份春植者根莖及葉柄產量較高，10月份秋植者與1月份春植者，公頃平均根莖及葉柄產量差異不顯著。因此就植期而言，本省山葵植期春植比秋植佳。另就品種間比較，雖然臺農1號之根莖產量在各植期間並無顯著差異，但若兼考慮葉柄產量，則以1月份及4月份之植期較佳。本省山葵生長期間可能需1—2年，於1，5年收穫時，則76年4月份（S_2）種植者，至77年10月份始可採收，採收後其分蘗苗恰可供爲秋植種苗。反之，秋植收穫之分蘗苗，供作春植種苗。因之，本省山葵種植時期雖春、秋兩季均可行，惟春季兩品種應選於1—4月份種植較佳，秋季臺農1號應選10月份種植較優。

六、綜合栽培技術改良試驗：

表8. 綜合栽培技術改良試驗內容

Tabl 8. Contents of integrated cutural practice.

項目	作業內容	備考
整地	深耕30公分、平臺階段、土壤消毒、施石灰每公頃1,500公斤，施用甘雨特肥爲基肥，每公頃10,000公斤。	種植前二個月進行，土壤消毒劑採用85%邁隆可濕性粉劑400倍噴佈二次（試驗田爲連作地）
種植	選苗、種苗消毒，行株距25×25公分，秋季十月份種植。	種苗消毒劑採用億力可濕性粉劑1,000倍浸漬二小時以上
遮蔭	遮蔭樹適度間伐及打枝，以調整遮蔭率至70%，無遮蔭樹部份小區架設70%遮蔭網。	
噴灑澆水	利用自然落差之壓力架設塑膠水管，夏季時適時噴灑澆水。	
中耕、除草及肥培	種植後二個月配合施肥進行中耕除草，施肥時期及施肥量（臺肥複合肥料一號）如下：第一次一月份，第二次三月份，第三次九月份，第四次十一月份，每次施用量爲225公斤／公頃（全量即 N 180， P_2O_5 45，K_2O 90 kg／ha）。	
病蟲害防治	五月份噴佈除蟲菊乳劑3%600倍一次，以防治紋白蝶幼蟲爲害。白銹病及露菌病則於三月初與四刖初用58%鋅錳滅達樂400倍防治。	山葵蟲害經調查以紋白蝶爲主
收穫	種植後十八個月採收，詳細調查其產量及分析其品質與罹病程度。	

表 9 山葵綜合栽培技術試驗各品種之農藝特性表現

Table 9. Comparisons of agronomic characteristics of wasabi by integrated cultural practice in 1990.

Variety	Plant height (cm)	No. of tiller	Length of main rhizome (cm)	Diameter of main rhizome (cm)	Rhizome weight (g／pl.)	Whole plant wt. (g／pl.)	Petiole yield (kg／ha)	Rhizome yield (kg／ha)	Index (%)
Tainung No. 1	36.4^{a}*	12^{a}	8.53^{a}	1.91^{a}	50.9^{a}	489.6^{a}	46,500^{a}	8,100^{a}	162.0
Local var.	23.8^{b}	8^{bc}	8.25^{a}	1.89^{a}	39.4^{b}	207.3^{bc}	16,000^{b}	6,300^{b}	126.0
Local var. (ck)	21.2^{c}	5^{c}	8.22^{a}	1.84^{a}	31.6^{b}	122.4^{c}	8,800^{b}	5,000^{b}	100.0

*：表中同列中英文字母相同者，顯示 L. S. D. 分析，差異未達5%顯著水準。
ck：係以本地種行慣行栽培爲對照。
*: Means followed by the same letter within colum are not significantly different at 5% level by Least Significant Difference Test.
ck : The ck plot adopted the traditional cultural practice for Local variety.

綜合栽培技術之操作項目如表8，供試材料爲臺農1號及本地種等二品種，並以本地種行慣行栽培區爲對照，即不施用石灰、未設平臺階段及行土壤消毒，基肥施新鮮雞糞1,000kg／ha，追肥施用台肥複合1號900kg／ha，行株距採20×20cm。於77年10月7日種植，植後18個月調查，試驗結果如表9，發現採綜合栽培技術區之各品種葉柄及根莖產量，均比行慣行栽培（CK）區高。以臺農1號表現而言，其公頃平均葉柄產量爲46,500公斤（市價15元／公斤），根莖產量爲8,100公斤（市價300元／公斤），則每公頃粗收益可達3,132,500元，而本地種其葉柄纖維含量較高，且稍帶苦澀味無法利用，因此其公頃平均收益較低，分別僅爲1,890,000元（綜合栽培技術區）與1,500,000元（對照區），可見新品種在採用綜合栽培技術管理下，可表現其最佳生長潛力增產62.0%，而本地種似較有限。

七、抗病程度及病害發生調查：

表 10. 山葵各品種之罹病度調查

Table 10. Disease severity of wasabi varieties caused by *Albugo wasabiae, Phoma wasabiae* and *Meloidogyne javanica* in different growing time.

Variety	Disease severity (%) after planting days									
	90		160		230		540			
	White rust (%)	Leaf black spot (%)	White rust (%)	Leaf black spot (%)	White rust (%)	Leaf black spot (%)	White rust (%)	Leaf black spot (%)	Rhizome streak disease (%)	Root knot disease (%)
Tainung No. 1	733[b]	8.00[b]	22.40[b]	17.10[b]	6.53[a]	20.77[b]	—	13.7[b]	37.2[b]	6.5[a]
Local var.	22.57[a]	29.27[a]	30.50[a]	44.25[a]	10.53[a]	61.10[a]	—	51.2[a]	62.0[a]	10.7[a]

*：White rust, Root knot disease and Leaf black spot or Rhizome sterak disease of wasabi were caused by *Albugo wasabiae, Meloidogyne javanica* and *Phoma wasabiae*,respectively.
*：表中同列中英文字母相同者，顯示 L.S.D. 分析，差異未達5%顯著水準。
*：Means follwed by the same letter within colum are not significantly different at 50% level by Least Significant Difference Test.

山葵主要的病害有白銹病（White rust），根瘤線蟲病(Root knot disease) 及黑心病（Leaf black spot）等，黑心病發生於葉部者謂 Leaf black spot，發生於根莖者 Rhizome streak disease。本報告係利用綜合栽培技術試驗田之材料，分別於種植後90、160、320及540天生育期，在自然環境未施藥劑防治狀況下，調查上述各種病害之罹病度，以確定各品系之抗病程度。調查方法爲每品系3種複，每重複調查20株，每株調查4葉。調查時由心葉起每株調查已成熟之葉片（約已展至8cm以上程度）。罹病程度分別爲：0級代表無病斑；1級代表1—5個病斑；2級代表6—15個病斑；3級代表16—30個病斑；4級代表31—50個病斑；5級代表51個以上病斑。

$$\text{罹病度（\%）} = \frac{\text{級數}\times\text{該級數罹病葉數}}{5\times\text{總調查葉數}} \times 100$$

根莖黑心病之罹病度調查，每區逢機取10株，切開根莖測量其管束褐化長度，並除以該條根之總長度，以換算出其褐化百分率，維管束褐化之級數爲0級代表未發病，1級代表1—10%；2級代表11—25%；3級代表26—40%；4級代表41—60%；5級代表60%等五級之褐化率，罹病度計算如下：

$$\text{罹病度（\%）} = \frac{\text{發病級數}\times\text{株　數}}{5\times\text{總株數}} \times 100$$

根瘤病調查，以每區亦取10株，每株調查10條根，罹病度分爲0級表示無根瘤；1級代表結1—5個；2級代表結6—10個；3級代表結11—25個；4級代表結26—40個；5級代表結41個以上，罹病指數算法如下：

$$\text{罹病指數（\%）} = \frac{\text{級數}\times\text{根數}}{5\times\text{總根數}} \times 100$$

上述各調查方法係依據一般病害發生調查方法（5.8.9）加以修正所得之值加以平均。調查結果如表10，發現臺農1號初期生育，白銹病（*Albugo wasabia*）罹病度均比本地種低，其抗病力之呈現達顯著差異，於160天生育期雖罹病度增高，但抗病力猶比本地種強。230天生育期由於溫度升高，白銹病發生率甚低，故得二品種之罹病度無顯著差異，此亦可說明在溫度較低之氣候下，病較易發生。葉黑心病（*Phoma wasabiae*）罹病度調查，臺農1號顯示抗病力較強，而本地種其罹病度在三生育期均達29%以上，540天收穫調查時未發現白銹病發生，經查乃因農民噴施58%鋅錳滅達樂400倍防治之結果，可見此病用此藥劑防治有控制效果。葉黑心病調查，發現臺臺農1號罹病度13.7%最低，本地種則高達51.2%。根莖黑心病（*Phoma wasabiae*）之罹病度，臺農1號37.2%，但本地種卻高達

62%，因此新品種對此病之抗力均較本地種強。根瘤病（*Meloidogyne javanica*）調查，二品種間之罹病指數比較均無顯著差異，由於罹病指數低尚不致影響山葵生長及根莖品質，但於整地時仍須噴藥或行土壤消毒以減少此病之發生。至於露菌病調查，因其常在白銹病發生後再感染，即有白銹病發生後才可見露菌病，因此單以白銹病之罹病度推斷，臺農1號對露菌病顯然亦比本地種較抗，惟實際接種如何，尚有待進一步做單一接種比較。至於兩者防治法，噴施同樣藥劑亦可收防治效果。

八、品質特性

A.鮮食官能測定：

本項測定於民國78年10月19日舉行，測試材料爲臺農1號、70－Ⅰ－1及本地種等三品種（系），生長期間爲1年3個月根莖，以本地種爲對照，測試項目包括根莖外觀，山葵糊之香味、甜味、辛味、色澤及粘度等。

測試方法：根莖外觀評鑑其外形及色澤，其評鑑標準爲(1)外形以均勻細長、表皮無病斑，但有極少數汚斑，色澤爲青綠色者爲（+2）；(2) 外表均勻細長、表皮略有病斑及汚斑，色澤青綠色者爲（+1）；(3)與對照種外形、色澤一致者爲(0)；比對照種之外形與色澤均稍差者爲（−1）；外形粗短、色澤差且有較多汚斑、病斑者爲（−2）。香味測試等級（Rank）分爲 (1) 很香（+2）；(2) 香（+1）；(3) 微香 (0)；(4) 不香（−1）；(5) 有異味（−2）。甜味分爲 (1) 很甜（+2）；(2) 甜（+1）；(3) 稍甜 (0)；(4) 不甜（−1）；(5) 苦澀（−2）。辛味分爲 (1) 極辣（+2）；(2) 辣（+1）；(3) 稍辣 (0)；(4) 淡辣（−1）；(5) 不辣（−2）。外觀至辛味之各項測試標準乃仿效日本靜岡農試場山葵分場標準，山葵糊材料均取根莖最上部生長點下2—4公分處，利用薑器細磨並用刀肩細碎後置於碗內，上加保鮮膜覆蓋，隨即放入冰箱內存放10—20分鐘，以促進微醱酵及糖化。行測試時先作測試者逢機篩選，依年齡分51—60歲以上者5名；41—50歲者5名；31—40歲者5名；21—30者5名等4組，每組各選1名女性參與。測試樣品爲三品種（系），3重複，各編號逢機排列，每測試項目均以本地種爲對照種作爲 (0)，加以比較評鑑給分，所得結果採用非介量分析之符號檢定法統計 [10]，測定參試品種之差異顯著性。此檢定法係比較每兩種樣品間相對應之兩變值，如二值相等，則爲0之符號，如兩者有異，符號易偏向於正（+）或負（−）。因此由符號數目之差所測知母族群間之差異程度，如兩品種間無差異存在，則＋與－之數目應大略相等。計算公式爲 $Zc=(|\text{正號個數}-\text{負號個數}|-1)\sqrt{\text{兩者有異個數}}$，當 $Ec\geqq1.96$，表示兩品種間之差異達5%顯著水準。

B.其他品質特性測定：

其他品質特性測定項目包括色澤及粘度，色澤測定採用TC—6FX， Tokyo Denshoku 牌色差計測定，每品種取15個樣品，分別測定 L （黑白對比），a （紅綠對比）及 b 值（黃藍對比），所得之值以 L.S.D. 分析。粘度測定採用 Tokyo keike 廠牌之粘度計（Viscometer）測定，每品種三重複，每樣品取 50g 並加3.5倍蒸餾水，經果汁機打碎2分鐘後，將感應棒置入樣品內測試3分鐘，粘度計採2號指針，轉速爲60 rpm 所得之值×5即得該樣品粘度值，統計分析法同色澤測定，上述各各項測試結果如表11及表12。

表11. 山葵品種間之香味、甜味、辛味及外觀比較

Table 11. Comparisons of odor,sweet taste,piquancy and morphograph of rhizome flesh in different wasabi varieties.

Variety	Odor	Sweet taste	Piquancy	Morphograph
Tainung No.	0.93[a]	0.63[a]	0.96[a]	1.50[a]
70—I—1	0.38[a]	0.08[a]	0.13[b]	0.31[b]
Locl var.(ck)	0[b]	0[b]	0[b]	0[b]

*：表中同列之英文字母相同者，係採用符號檢定分析未達5%顯著水準。
*：Means followed by the same letter within colum are not significantly different at 5% level by Practical Nonparametic Statistics Test.

表11中數據係由20個判斷者給分之平均數值，a,b,c 是由兩兩品種（系）間比較，經測試結果發現在香味上，臺農1號70—I—1品系均比本地種好，但臺農1號有較香之趨勢。甜味與辛味測試，則咸認臺農1號顯示較甜與較強，而70—I—1品系與本地種較弱。外觀評鑑，臺農1號之形色均比其他品種系佳。

表12. 山葵品種間之色澤及粘度比較

Table12. Comparisons of color and centipose of rhizome flesh different wasabi varieties

Variety	Color			Centipoise	Remark
	L	a	b		
Tainung No. 1	63.38[a]	−4.50[a]	18.47[a]	45.5[b]	1. High L value indicates that flesh is closed to white color.
70—I—1	48.56[c]	0.50[c]	11.7[c]	52.5[a]	2. High a value indicates that flesh is closed to red color.
Local var.(ck)	53.50[b]	−1.97[b]	13.22[b]	33.3[b]	3. High b value indicates that flesh is closed to yellow color.

*：表中同列之英文字母相同者，係顯示採用 L.S.D. 分析未達5%顯著水準。
*：Means followed by the same letter within colum are not significantly different at 5% level by Least Significant Difference Test.

另從表12數據探討，發現臺農1號之山葵糊，其 L值（黑白對比）63.38較高，次爲本地種53.5，而70—I—1品係48.56較低。此顯示臺農1號之山葵糊較白，而70—I—1品系則呈暗黑色，本地種介兩者中間。a 值（紅綠對比）測定，三品種（系）均趨於綠色，惟臺農1號顯示比70—I—1品系與本地種綠。b 值（黃藍對比）測定，以臺農1號顯現較黃，本地種與70—I—1品系屬於淺黃。因之，臺農1號之山葵糊品質是屬於鮮黃綠色，70—I—1品系爲暗淡黃綠色，而本地種則屬淡黃綠色。至於粘度測定，則70—I—1品系最高達52.5 centipoise，臺農1號介於中間爲45.5 centipoise，本地種爲33.3 centipoise較低

九、臺農1號品種之優劣點：

1. 優點：較耐高溫、適應性強、生長速度快、分蘗多及株形大，葉柄及根莖產量高，鮮綠又多汁液，抗白銹病及黑心病，爲一良好加工及鮮食兼用品種。
2. 劣點：根莖表皮薄，根節少較平滑，易受肥傷呈黑斑或誘發根莖黑心病。

十、栽培注意事項：

1. 栽培場所選定：年平均溫度在 8—18°C間，夏季溫度不超過23°C，冬季氣溫不低−3°C之北向或東北向 15度坡地栽培。
2. 遮蔭：利用杉樹下種植，應適當打枝與間伐，調整其遮蔭率60—70%爲度。

3. 噴灑設備：水源不充足地區，應輔導噴灑設備，於夏季乾旱時適時噴水灌溉。
4. 平臺階段：初墾地應設築平臺階段，以防土壤流失。
5. 整地：整地時應充分翻耕土壤深達30cm以上，並每公頃施用石灰1,500公斤，種植前一個月噴佈邁隆可濕性粉劑400倍一次或二次，噴佈後充分攪拌土壤，使其藥劑均勻混入土壤，以達消毒作用。
6. 種苗選別：選擇生長旺盛及無病害母株，將生於最上部分蘗苗小心摘下，將葉柄去除留5公分長，並把過長粗根修剪，立即用大生或億力可濕性粉劑1,000倍消毒十小時左右，然後陰乾立即按行株距25×25 m 種植。種植深度約5cm左右，勿將地上部生長點埋入土層以防腐爛。
7. 種植時期：可選春植與秋植，春植宜於4月前種植，秋植則10月前種植。
8. 施肥：基肥以施用醱酵雞糞每公頃10,000公斤爲宜，追肥則選用複合肥料1號（20：5：10）於春季分二次，秋季分二次施用較佳，每次施用量爲225 kg／ha 施肥時勿太靠近根際，以防傷及根莖而引起病害發生。
9. 病蟲害防治：山葵主要病害有白銹病、露菌病及黑心病等，前述二種病害均發生於葉部，於3月間利用動力噴霧器噴佈 58% 鋅錳劑滅達樂可濕性粉400即可防治。黑心病在地上部及地下部根莖均可感染，杜絕此病害發生應行土壤及種苗消毒。土壤消毒方法，乃於粗整地時噴85%邁隆可濕性粉劑400一次（休耕期間進行），然後於種植前15天配合細整地再噴施一次，噴佈後爲期藥劑滲入土壤，應使用鋤頭充分攪拌並稍爲覆蓋，以達消毒效果。臺灣山葵蟲害以紋白蝶爲主，但爲害輕微，可用除蟲菊3%乳劑600倍於五月間噴佈防治。

參考文獻：

1. 邱年永 1974。藥用植物栽培法. 大學圖書出版社印行 pp.94—97。
2. 胡敏夫、劉新裕 1986。不同環境對山葵生長與產量之影響，中華農業研究35 ： 292—299
3. 胡敏夫 1989。研習日本山葵栽培管理及加工產銷報告。
4. 廖敏卿 1973。訪阿里山陳燁焜談山葵栽培經驗.豐年叢書 pp. 191—194.
5. 羅朝村 1983。蘿蔔黃葉病之生理、生態研究及防治試驗.國立中興大學病理研究所第十三屆碩士論文 pp.102.
6. 足立昭三 1987。ワサビ 栽培.東京秀潤社. P.1—196
7. 横木國臣、上野良一。ワサビ。東京農山漁村文化協會. P.111—122.
8. Hildebrand, P. D., and J. C. Sutton. 1982 Weather variables in relation to an epidimic of onion downy mildew phytopathlogy.72：219—224.
9. Winstead, N.N.,and R.D. Riggs. 1963. Reaction of watermelon varieties to root—knot nematode *Meloidgyne hopla* on field—grown cucumber in Manitoba. Can. Plant Dis.Surv. 48：154.
10. Comover.W.j.II 1980. Practical Nonparametic Statstics. John Wiley & Sons, New York. 2nd.pp.122—130.

Development of wasabi variety Tainung No.1[1]

M.F.Hu[2], S.M.Chiu[2], C.T.Lo[3] and, S.Y.Liu[2], C.C.Tu.[4]

Summary

Wasabi (*wasabia japonica* Matsum) variety, Tainung No.1, was develped at Ali-san, Chiayi, by the Taiwan Agricultural Rsearch Institute. It was a selection from a population of 500,000 since 1984 and was released to growers in May 1990 as specialty culutivar having a number of characteristics. It was oustanding in varietal observations and tests, including comparative test, regional test, integrated cultural practice,disease screening and quality analysis.

Plants of Tainung No.1 are tall,growing fast,and superior in tillering capability both in above-ground and rhizome. Its petiole is green in color and taste sweet and juicy. It was observed resistant to white rust, leaf black spot, and rhizome streak disease. Tainung No. 1 was also widely adapted to various growth conditions,from low to moderate temperature regions and from sea level to 1200-2300 m height forests. Yields of petiole and rhizome reached 57,900 kg/ha and 21,000kg/ha in regional test , respectively. It can be used for food and processing.

Key Words : Wasabi, Signigrin, *peronospora alliariae wasabiae, Albugo wasabiae, phoma wasabiae,* Practial Nonparametic Statistics Test.

---

1. Contribution No. 1547 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI).
2. Asistant agronomist,agronomist,senior agronomist, Department of Agronomy, TARI.
3. Asistant pathologist,Department of Pathology,TARI.
4. Director,TARI,189 Chung-cheng road, wu-feng 41301 Taching,Taiwan(ROC).