

灌水深度對芡實農藝性狀、產量及品質之影響¹

徐原田² 劉新裕² 呂秀英² 劉慧琪³

摘要：本研究以芡實為材料，利用四種不同灌水深度之鉢植方式栽培芡實，以探討灌水深度對芡實生長習性、產量及品質之影響，及改進芡實之栽培技術。試驗結果顯示，不同灌水深度對芡實各項農藝性狀之影響很大，在不同水深中以45cm之芡實各項農藝性狀之表現較佳，其柄長、葉長、葉寬、根長、根數、與全株鮮重之表現值甚高，且有最大之全株乾重，達11g/plant。所有與產量有關之性狀如芡實鮮重與乾重、百粒重、粒長、粒寬、粒數、乾殼重及乾仁重等之表現，均會隨著灌水深度之不同而有差異，四種水深中以45及60cm之芡實各項產量性狀之表現最佳，且皆顯著優於15及30cm處理者。在芡實之一般成分含量中，粗蛋白質及灰分受不同灌水深度之影響很大，除了灰分之外，芡實在45cm水深中各項一般成分之表現甚佳，其蛋白質含量高達13.6%。而P、K、Ca、Mg及Cu之含量在不同灌水深度下，亦有顯著或極顯著之差異表現，一般以較淺之15及30cm水深中各項礦物元素含量之表現較佳，惟除了Mg之外，芡實在45cm水深中11項礦物元素含量之表現，與較淺之15或30cm水深者之差異不大，且大致皆較60cm略高。由上述兩年之試驗結果可知，45cm之灌水深度似為栽培芡實之適當水深深度。此外，由芡實農藝性狀與產量性狀間之相關分析結果得知，除葉數與百粒重呈顯著負相關外，各農藝性狀之間大致都呈正相關，即柄愈茁壯，葉愈茂盛，根愈強健，全株之鮮重也愈大；各產量性狀間亦呈顯著正相關關係，即芡實愈大粒，粒數將較多，且愈重。

關鍵詞：芡實、水深、農藝性狀、產量、品質。

芡實 (*Euryale ferox* Salisbury) 屬睡蓮科 (*Nymphaeaceae*) 一年水生草本植物，『神農本草經』列為上品，為常用保健用生藥之一。有雞頭的別名，陶弘景認為其莖上花似雞冠，故名雞頭。李時珍謂其可濟儉歉，故謂之芡。據本草記載，芡實有收斂、補脾、固腎、鎮痛、解暑熱及酒毒等作用，可治遺精、帶濁、濕痺、腰脊膝痛、小便失禁等症，常食可輕身、延年、益壽、強志及防老^(123,6-9)。本省年需用量極多，惟大都仰賴進口。芡實為民間四神湯材料之一^(5,8,9)，為健康食療補品，亦為國際上之大眾化食品^(11,14-16)，由於需要量頗大，在本省應屬具有發展潛力之特用作物之一。

芡實主要利用部份為種子，惟其根、莖與葉亦供藥用。據資料指出⁽⁹⁾，芡實種子內含多種成分，每100g 中約含蛋白質4.4g、脂肪0.2g、碳水化合物32g、粗纖維0.4g、灰分0.5g、鈣9mg、磷110mg、鐵0.4mg、硫胺素0.04mg、核黃素0.08mg、尼克酸2.5mg、抗壞血酸6mg 及胡蘿蔔素微量。『中國藥材學』謂其蛋白質含量高達11.8%，且另含維他命 B₂及C等⁽⁶⁾。

芡實係水生植物，生於池沼湖泊中，分佈於大陸之黑龍江、吉林、遼寧、河北、河南、山東、山西、甘肅、江蘇、安徽、浙江、福建、江西、廣西、湖南、湖北、四川、廣東、雲南、貴州及臺灣等地，以及韓、日、德及印度等國^(4,5,9-11,13-16)。早年先民自大陸來臺時引種入臺，初在鹿港試植，其後栽培擴及彰化全境，目前之栽植地區以彰化及雲林兩縣為主，嘉義及臺南亦有栽培，多利用池沼低窪

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1750 號。

2. 本所農藝系助理研究員、研究員及副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

3. 本所農業化學系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

積水地區進行零星栽培^(4,9,10)。筆者曾前往雲林海邊一帶瞭解芡實生產情形，多以池塘為主，池水都很深，達60cm 以上，部分以急流水灌入區之生育較差，而以緩流水或適時補充水份者較佳⁽⁵⁾。數年前本所曾將芡實試植於蓄水式之鉢內，以補充水分為原則，發現芡實之生育頗佳。近年來由於養殖事業發展甚快，許多池塘改以養魚為主，芡實亦被移栽於低窪水田或於積水地區種植，由於灌水深度不一，致芡實產量差異非常大，此問題常常困擾農民。本所有鑑於此，曾於1987年進行不同灌水深度試驗，初期結果尚佳，為求資料較為完整，於第二年繼續利用鉢栽方式，探討不同灌水深度對芡實生長習性、產量及品質之影響，以改進芡實之栽培技術，所得結果將提供農民轉作與推廣之參考。

材料與方法

一、試驗材料：

芡實 (*Euryale ferox* Salisbury) 種子，種子購自彰化芡實產區。

二、試驗方法：

以不同灌水深度之鉢植方式栽培芡實，四種水深依次為15cm、30cm、45cm及60cm，塑膠鉢直徑均為50cm，高度依次為35、50、65及80cm，每鉢植二粒，待發芽成長至二葉片時，如有缺株即予補植，每鉢僅留1株，每處理10鉢。為考慮可能有風向與陽光等之差異，田間試驗設計採 RCB，4重複，試驗地點為本所農場。鉢內先裝入栽培腐植土（壤土：堆肥=1：1），約20cm高，於2月時播下種子。約十個月之生育期之施肥量為每公頃氮肥80kg，磷肥144kg，鉀肥160kg。調查項目如下：柄長、葉長、葉寬、葉數、根長、根數、株鮮重、株乾重、芡實鮮重、百粒重、粒長、粒寬、粒數、芡實乾殼重、芡實乾仁重、芡實乾重。

採收適期及採收方法：據文獻^(3,7,9,10)及初步觀察結果指出，芡實因開花時期頗不一致，其莖葉且被有多數棘刺，致使採收作業十分不便，故通常皆待其莖葉枯萎腐爛後，種子脫落於泥中，此時約在翌年一月間，亦即芡實之採收適期。採收方法可用竹製篩子自泥中撈起種子，予以洗淨曬乾。其種子可用切割機切成兩半，曬乾後分開仁與殼，所得之芡實仁即為藥材商品，可包裝出售或貯藏。

芡實品質中一般成分之分析項目如下：水分、粗蛋白質、灰分、總糖、游離糖及粗澱粉之含量。進行成分分析前，先取乾燥之芡實仁樣品以磨粉機磨粉備用，分析時各精秤適當量，3重複。

(一)水分：精秤1g芡實仁粉末樣本，在105°C下乾燥過夜，秤至恆量，以乾燥前後重量之差異，計算其水分含量。

(二)粗蛋白質：精秤0.4g芡實仁粉末樣本，以 Semi-micro Kjeldahl 方法測出氮含量 (N%)，以 $N\% \times 6.25$ 表示之。

(三)灰分：精秤 1g 芡實仁粉末樣本，以600°C灰化法測定。

(四)總糖：將芡實仁粉末樣本以0.75N HCl 在沸水浴上迴流加熱 2 小時，以濾紙過濾殘渣，經水洗滌後，與水解液合併，以 Whatman GF/A玻璃棉濾紙過濾，並加水定量，濾液以酚—硫酸法測定總糖含量⁽¹²⁾，而以葡萄糖為標準。

(五)游離糖：將芡實仁粉末樣本以約50倍之80%乙醇加熱 (80~85°C)，且迴流30分鐘，共萃取四次，殘渣以80%乙醇洗滌，並與前四次之萃取液合併，經玻璃棉濾紙過濾後，以酚—硫酸法測定糖含量⁽¹²⁾，而以葡萄糖為標準。

(六)粗澱粉：將總糖含量減去游離糖含量後之數值乘以0.9，即為粗澱粉含量。

(七)礦物質：芡實仁粉末樣本先經高溫 (600°C) 灰化，以 3N HCl 加熱溶解及蒸餾水稀釋後，用感應合耦電漿—原子發光光譜儀 (Jobin-Yvon 38 Type III, inductivity coupled plasma atomic emission spectrophotometer) 測定 P、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、B 及 Al 含量，以火焰光度計 (Corning Model 400 flame photometer) 測定 Na 及 K 之含量。

結果與討論

一、不同水深對芡實農藝性狀之影響：

由表 1 芡實農藝性狀之綜合變方分析結果得知，不同試驗年度（前後共兩年）下芡實各項農藝性狀之表現有差異；且除了根數之外，不同灌水深度對其他農藝性狀之影響，亦有顯著或極顯著之作用；此外，年度與灌水深度對葉寬有顯著之交感作用。由表 2 不同水深處理對芡實各項農藝性狀之個別差異比較結果可知，灌水愈深（45cm 以上），芡實之柄長愈長，較 15~30cm 水深者長達 19cm 以上，但 45cm 及 60cm 之柄長差異則不顯著。在 15cm 之灌水深度下，芡實之葉長及葉寬最小，而葉數最多，較其他水深處理平均多出 1.4 葉；故提高灌水深度可使其葉片變大，而葉數減少。根長在 30cm 水深之表現較其他處理為短，約短 3~5cm。灌水深度不會影響芡實的根數表現，各處理之根數介於 119~148 之間。全株鮮重以 30cm、45cm 及 60cm 水深者最重，每株平均重達 133g 以上，惟其間之差異不顯著，而以 15cm 者最輕，只有 116g。不同水深對芡實全株乾重之影響與全株鮮重之結果大致相同，惟 60cm 之全株乾重反略低於 15cm（表 1 及表 2）。

表 1. 芡實農藝性狀之綜合變方分析
Table 1. Combined analysis of variance of agronomic characters of *Euryale ferox* subjected to different watering depth

S. O. V.	D.F.	Mean square							
		Petiole	Leaf			Root		Plant	
			length	width	number	length	number	fr. wt.	dry wt.
Block(Y)	6	106	6	6	0.07	15	490	839	17.11*
Year(Y)	1	889*	2,061**	1,764**	9.03**	817**	27,848**	34,257**	96.61
Watering depth(D)	3	1,859**	38*	45**	3.78**	50**	1,544	3,445*	19.41*
Y*D	3	8	30	31*	0.03	5	173	72	0.05
Error	18	63	12	7	0.52	9	828	813	5.45

*, ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

表 2. 不同灌水深度對芡實農藝性狀之影響
Table 2. Effect of different watering depth on the agronomic traits of *Euryale ferox*

Water depth (cm)	Petiole (cm)	Leaf			Root		Plant	
		length (cm)	width (cm)	number (NO.)	length (cm)	number (NO.)	fr. wt. (g/pl)	dry wt. (g/pl)
15	48.4c*	25.2b	24.7b	7.9a	32.2a	133.8a	116.1b	9.1ab
30	59.2b	30.1a	29.9a	6.5b	27.1b	118.5a	160.1a	10.6a
45	78.6a	29.3a	29.3a	6.5b	30.4a	148.0a	156.6 a	11.0a
60	79.6a	28.1ab	28.9a	6.5b	32.5a	147.3a	133.0ab	7.6b

* Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% by the Duncan's multiple range test.

綜合上述結果可知，芡實在45cm水深中各項農藝性狀之表現甚佳，其柄長、葉長、葉寬、根長、根數、與全株鮮重之表現值甚高，且有最大之全株乾重。

二、不同水深對芡實產量性狀之影響：

不同灌水深度對芡實產量性狀之綜合變方分析結果列如表 3，不同試驗年度對芡實鮮重與乾重、粒數、乾殼重及乾仁重之表現，有顯著或極顯著之影響。所有產量性狀如芡實鮮重與乾重、百粒重、粒長、粒寬、粒數、乾殼重及乾仁重等表現，均會隨著灌水深度之不同而有差異。年度與灌水深度對芡實乾重與乾殼重有顯著之交感作用。由表 4 之處理間個別差異之比較得知，此等與產量有關之性狀在灌水愈深時之表現值愈大，如在60cm 時芡實各項產量性狀之表現甚佳，其鮮重可達41.2g，乾重達14.9g，百粒重33.1g，粒長0.91cm，粒寬0.76cm，粒數112.5，乾殼重6.8g，及乾仁重7.3g，皆遠較15~30cm 水深者之表現為佳，惟45cm及60cm灌水深度間上述性狀之差異則不顯著（表 3 及表 4）。

表3. 芡實產量性狀之綜合變方分析
Table 3. Combined analysis of variance of yield traits of *Euryale ferox* subjected to different watering depth

S.O.V.	D.F.	Mean square							
		Seed		100-seed	Seed			Seed coat	Seed inner
		fr. wt.	dry wt.	wt.	length	width	number	dry wt.	dry wt.
Block(Y)	6	37	10	25*	0.0012	0.0023	173	1	2
Year(Y)	1	490*	295**	20	0.0036	0.0003	2,707**	59**	69**
Watering depth (D)	3	2,199**	298**	344**	0.0456**	0.0262**	14,185**	67**	69**
Y*D	3	28	44**	18	0.0091	0.0059	266	9**	7
Error	18	54	7	9	0.0058	0.0037	530	2	3

*, ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

表4. 不同灌水深度對芡實產量性狀之影響
Table 4. Effect of different watering depth on the yield traits of *Euryale ferox*

Water depth (cm)	Seed		100-seed	Seed			Seed coat	Seed inner
	fr. wt. (g/pl)	dry wt. (g/pl)	wt. (g)	length (cm)	width (cm)	number (NO.)	dry wt. (g/pl)	dry wt. (g/pl)
15	6.8b*	2.6b	19.9c	0.76b	0.65b	33.5b	1.2b	1.3b
30	12.9b	4.8b	23.6b	0.78b	0.66b	49.6b	2.3b	2.5b
45	34.5a	13.2a	32.4a	0.88a	0.75a	114.6a	6.7a	6.5a
60	41.2a	14.9a	33.1a	0.91a	0.76a	112.5a	6.8a	7.3a

* Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% by the Duncan's multiple range test.

綜合上述結果可知，芡實在45~60cm水深中各項產量性狀之表現甚佳，且皆顯著優於15~30cm 處理組。

三、不同水深對芡實一般成分含量之影響：

由表 5 芡實一般成分含量之綜合變方分析結果得知，在各種成分含量中，其水分含量及粗蛋白質在不同試驗年度間之表現有差異；而粗蛋白質及灰分在不同灌水深度下之表現亦呈顯著差異。由表 6 不同水深處理之個別差異比較得知，粗蛋白質在 15cm、30cm 及 45cm 時之含量較高，三者均達 13% 以上，而以 60cm 之含量較少；灰分含量以 30cm 以下之灌水深度較多，約為 0.4~0.5%，45cm 以上者較少。各處理間芡實之水分含量在 9.4~10.6% 之間，總糖量在 70.1~74.2% 之間，游離糖為 15% 左右，粗澱粉在 49.4~52.6% 之間，其中之差異皆不顯著（表 5 及表 6）。

綜合上述結果可知，芡實為含高澱粉及蛋白質之作物。而除了灰分略低之外，芡實在 45 cm 水深中各項一般成分之表現甚佳，其游離糖、粗澱粉及粗蛋白質之含量均甚高。

表 5. 芡實一般成分含量之綜合變方分析
Table 5. Combined analysis of variance of gross components of *Euryale ferox* subjected to different watering depth

S.O.V.	D.F.	Mean square					
		Moisture	Crude protein	Ash	Total sugar	Free sugar	Crude starch
Block (Y)	4	3.68	0.07	0.0070	16.37	1.99	10.35
Year (Y)	1	31.81*	3.72**	0.0015	60.55	2.55	30.76
Water depth (D)	3	1.82	1.18*	0.0220*	16.64	0.56	10.88
Y * D	3	2.99	0.10	0.0052	38.02	0.72	25.75
Error	12	2.85	0.32	0.0039	20.12	0.86	14.61

*, ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

表 6. 不同灌水深度對芡實一般成分含量之影響
Table 6. Effect of different watering depth on the gross components of *Euryale ferox*

Water depth (cm)	Moisture (%)	Crude protein (%)	Ash (%)	Total sugar (%)	Free sugar (%)	Crude starch (%)
15	9.7a*	13.1ab	0.4a	72.6a	15.1a	51.8a
30	9.5a	13.8a	0.5a	70.1a	15.2 a	49.4a
45	10.6a	13.6a	0.3b	74.2a	15.8a	52.6a
60	9.4a	12.8b	0.3b	72.3a	15.6a	51.0a

* Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% by the Duncan's multiple range test.

四、不同水深對芡實礦物元素含量之影響：

由表 7 芡實礦物元素含量之綜合變方分析結果得知，在各種礦物元素含量中 P、K、Ca 及 Zn 之含量在不同試驗年度之表現有差異；而 P、K、Ca、Mg 及 Cu 之含量在不同灌水深度下，有顯著或極顯著之差異表現；此外，年度與灌水深度對 Mg 之含量有顯著之交互作用。由表 8 各處理間之個別差異比較結果得知，隨著灌水深度之增加，P、K、Ca、Mg 四種大量元素之含量均呈減少之趨勢，一般而言，以 15~30cm 水深之結果較佳，惟 30cm 與 15cm 間的差異不顯著；Fe、Cu、Zn、B 及 Al 等微量元素之含量，亦以 15~30cm 水深之結果較佳，惟 Mn 之含量，則以 30~60cm 水深之結

果較佳(表7及表8)。綜合上述結果可知,除了Mn之含量以60cm者最高外,芡實在較淺之15~30cm水深中其他各項礦物元素含量之表現較佳。此外,除了Mg之外,芡實在45cm水深中各項礦物元素含量之表現,與較淺之15~30cm水深者之差異不大,且大致較60cm者略高。

表7. 芡實礦物元素含量之總合變方分析
Table 7. Combined analysis of variance of mineral elements of *Euryale ferox* subjected to different watering depth

S.O.V.	D.F.	Mean square										
		P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Al
Block(Y)	4	64	281	9	19.00**	18.04	1.39	0.04	0.022	0.03	0.004	0.51
Year(Y)	1	513*	5,797*	950**	0.38	42.67	5.01	0.05	0.001	0.25*	0.018	0.41
Water depth (D)	3	432*	1,322**	62*	17.82**	32.50	2.36	0.07	0.060*	0.01	0.002	0.52
Y * D	3	114	172	11	13.04*	41.89	1.34	0.06	0.014	0.04	0.003	0.41
Error	12	104	122	17	2.22	24.82	0.75	0.02	0.012	0.02	0.003	0.23

*, ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

表8. 不同灌水深度對芡實礦物元素含量之影響
Table 8. Effect of different watering depth on the mineral elements of *Euryale ferox*

Water dep. (cm)	P	K	Ca	Mg	Na	FE	Mn	Cu	Zn	B	Al
	mg/100g										
15	179.0ab*	156.3a	30.0a	24.7a	32.8a	3.75a	1.17b	0.41a	1.16a	0.26a	2.57a
30	183.8a	143.7ab	27.5ab	25.0a	31.7a	2.67ab	1.33ab	0.32ab	1.05a	0.24a	2.43ab
45	169.8bc	136.0b	23.8b	23.3b	32.2a	2.30b	1.34ab	0.23b	1.08a	0.24a	2.16ab
60	165.2c	120.8c	23.2b	21.5b	27.7a	2.67ab	1.42a	0.18b	1.09a	0.22a	1.90b

* Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% by the Duncan's multiple range test.

五、芡實各性狀間之相關分析：

由表9 芡實農藝性狀與產量性狀間之相關分析結果得知,除葉數與百粒重呈顯著負相關外,各農藝性狀之間大致都呈正相關,即梗愈茁壯,葉愈茂盛,根愈強健,全株之鮮重也愈大;各產量性狀間亦呈顯著正相關關係,即芡實愈大粒,粒數較多,且愈重。而芡實之梗愈長,葉形愈大,根長愈長,及根數增加,這些都能提高芡實之產量如芡實乾殼重、芡實乾仁重及芡實乾重;但葉數或全株鮮重與產量性狀間則無明顯之關係。由此可知,如能使植株生長強健,當可提高芡實產量。芡實之一般成分含量與礦物元素間之相關分析結果列如表10,除粗澱粉與總醣有極顯著正相關之外,其他成分或各種礦物元素之間,亦存有若干顯著或非常顯著之相關關係。

表9. 芡實各農藝性狀與產量性狀間之相關分析
Table 9. Correlation analysis among different agronomic and yield traits of *Euryale ferox*

Character	PL	LL	LW	LN	RL	RN	PFW	PDW	SFW	SW	SL	SWI	SN	CDW	IDW
Petiole length (PL)															
Leaf length (LL)	0.42*														
Leaf width (LW)	0.43*	0.96**													
Leaf No. (LN)	-0.06	0.37*	0.33												
Root length (RL)	0.42*	0.74**	0.72**	0.61*											
Root No. (RN)	0.59**	0.77**	0.73**	0.55**	0.88**										
Plant fr. wt. (PFW)	0.48**	0.84**	0.82**	0.27	0.63**	0.78**									
Plant d. wt. (PDW)	0.34	0.61**	0.57**	0.37*	0.51**	0.66**	0.85**								
Seed fr. wt. (SFW)	0.80**	0.29	0.33	-0.21	0.27	0.32	0.19	-0.07							
100-seed wt. (SW)	0.66**	0.24	0.28	-0.38*	0.16	0.26	0.25	-0.01	0.83**						
Seed length (SL)	0.63**	0.16	0.19	-0.10	0.14	0.24	0.15	-0.03	0.74**	0.70**					
Seed width (SWI)	0.64**	0.03	0.05	-0.08	0.05	0.23	0.10	0.01	0.67**	0.64**	0.89**				
Seed No. (SN)	0.79**	0.26	0.28	-0.21	0.23	0.29	0.19	-0.01	0.96**	0.79**	0.65**	0.60**			
Coat d. wt. (CDW)	0.75**	0.47**	0.53**	-0.06	0.38*	0.44*	0.34	0.07	0.92**	0.77**	0.77**	0.65**	0.87**		
Inner d. wt. (IDW)	0.69**	0.47**	0.53**	-0.08	0.35*	0.39*	0.30	-0.01	0.90**	0.75**	0.75**	0.60**	0.84**	0.97**	
Seed d. wt. (SDW)	0.72**	0.48**	0.54**	-0.06	0.41*	0.43*	0.32	0.02	0.92**	0.76**	0.74**	0.61**	0.85**	0.98**	0.97**

*, ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

表10. 芡實一般成份與礦物元素間之相關分析
Table 10. Correlation analysis among gross components and mineral elements of *Euryale ferox*

	Moisture	Crude protein	Ash	Total sugar	Free sugar	Crude starch	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Crude protein	-0.16															
Ash	0.12	0.27														
Total sugar	0.22	-0.09	-0.33													
Free sugar	-0.02	-0.22	-0.23	0.50*												
Crude starch	0.25	-0.04	-0.31	0.98**	0.32											
P	-0.36	0.59**	0.49*	-0.34	-0.33	-0.30										
K	-0.40	0.51*	0.36	-0.39	-0.28	-0.37	0.59**									
Ca	-0.46*	0.40	0.32	-0.40	-0.36	-0.35	0.45*	0.80**								
Mg	0.10	0.18	0.71**	-0.04	0.09	-0.07	0.42*	0.40	0.38							
Na	0.22	0.37	0.30	-0.17	-0.38	-0.10	0.31	0.56**	0.46*	0.39						
Fe	-0.22	0.11	0.47*	-0.02	-0.02	-0.02	0.09	0.40*	0.54**	0.51*	0.26					
Mn	-0.31	0.15	-0.11	0.27	0.25	0.24	0.08	-0.18	0.13	0.13	-0.04	0.06				
Cu	0.06	0.14	0.46*	-0.19	-0.24	-0.15	0.29	0.45*	0.34	0.39	0.53**	0.43*	-0.26			
Zn	-0.31	0.43*	0.37	-0.00	-0.00	-0.01	0.49*	0.41*	0.51*	0.50*	0.14	0.58**	0.41*	0.13		
B	-0.30	0.06	0.05	-0.23	-0.14	-0.22	0.10	0.50*	0.48*	0.21	0.03	0.26	-0.22	-0.22	0.15	
Al	0.21	0.07	0.25	0.05	-0.11	-0.08	-0.07	0.24	-0.03	0.35	0.43*	0.30	-0.48*	0.41*	-0.15	0.11

*, ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

引用文獻

1. 甘偉松。1980。臺灣藥用植物誌第一卷。138~139頁。中國醫藥研究所出版社。臺北。
2. 甘偉松。1979。藥用植物學。281頁。中國醫藥研究所出版社。臺北。
3. 甘偉松。1975。李時珍本草綱目（下）。71~72頁。宏業書局。臺北。
4. 邱年永。1973。藥用植物栽培法。82~84頁。大學圖書出版社。臺北。
5. 徐原田。1988。經濟植物集—芡實。34~37頁。豐年社。臺北。
6. 啓業書局出版部。1974。中國藥材學（下）。972~973頁。臺北。
7. 啓業書局出版部。1980。中草藥學。603~604頁。臺北。
8. 許鴻源。1980。中藥材之研究。384~385頁。新醫藥出版社。臺北。
9. 張蘭昌。1987。中藥大辭典（III）。2259~2262頁。昭人出版社。臺中。
10. 陳盛金。1963。藥用植物之栽培—芡實栽培法。12頁。農友出版社。臺中。
11. David, L. J. and U. N. Misra. 1976. Makhana (*Euryale ferox*) the aquatic crop of Mithila. Indian-Farming 26 : 23-25.
12. Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebens and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28 : 350-356.
13. Dutta, R. N., U. N. Jha and S. N. Jha. 1984. Water quality and soil properties of ponds as influenced by Makhana (*Euryale ferox*) cultivation. Plant Soil. 80 : 441-445.
14. Nath, B. K. and A. K. Chakraborty. 1985. Studies on the physico-chemical properties of the starch of *Euryale ferox*. Starch-Staerke 37 : 361-363.
15. Otaki, S. 1974. The distribution of *Euryale ferox* Salisbury in Japan. J. Jap. Bot. 49 : 8-12.
15. Thakur, N. K. 1978. "Makhana" (*Euryale ferox*) cultur (Includes processing the seeds for food) . Indian-Farming 27 : 23-27.

Effects of Watering Depth on the Agronomic Characters, Yield, and Quality of *Euryale ferox* Salisbury¹

Yuan-Tyab Shyu², Sin-Yie Liu², Hsiu-Ying Lu² and Huey-Ing Liu³

Summary

The purpose of this study was to develop a proper watering cultivation method for production and quality improvement of *Euryale ferox* Salisbury through evaluation of four watering depths in the cultivated plastic boxes. Experimental results showed that highly significant or significant effect of different watering depths was recorded on the agronomic characters and yield traits of *Euryale ferox*. Among the four watering depths, plants grown in the 45cm showed a superior performance by its better characteristics, yield and higher content of crude protein and major and minor mineral elements as compared to the other treatments. It was suggested that 45cm might be the most promising watering depth for the future water cultivation of *Euryale ferox*. Correlation analysis showed that except the negative correlation between leaf number and the yield traits such as 100-seed weight the agronomic characters of *Euryale ferox* were highly correlated with its yield traits. That meant the better development of the petiole could result in stronger growth of leaf, root and seed.

Key words : *Euryale ferox* Salisbury, Watering Depth, Agronomic characters, Yield, Quality.

1. Contribution No. 1750 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, Assistant Agronomist, Senior Agronomist and Statistician, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Agricultural Chemist, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.