

栽植株距及育苗箱播種量對水稻米質與產量之影響

鄭佳綺*、楊嘉凌、許志聖

摘 要

為改善育苗中心每箱育苗箱播種量高達乾穀300公克的成本負擔與種植後的栽培管理(例如施肥及病蟲害防治)的負面影響，本場於101年至102年針對田間栽植株距及育苗箱播種量對水稻米質與產量的影響進行研究；本試驗以本場育成之臺稉9號、臺中194號及臺中秈10號等3個品種為參試品種，利用現行機械插秧所使用之育苗箱，每育苗箱分別播種240及300公克稻種，利用插秧機進行秧苗移植，栽植株距分別為16、21及25公分等三種處理。試驗結果顯示：栽植株距在101年1、2期作均顯示對一穗粒數與穗數有顯著性差異，但對千粒重、稔實率與產量並無顯著性差異，在102年1期作則僅對穗數有顯著性差異，但對產量及其他產量構成要素並無顯著性差異。不同播種量之處理，則僅對101年1期作之稔實率有顯著差異，綜上述結果可知，栽植株距與播種量對產量的影響並不顯著，但以栽植株距21公分之處理產量表現較佳。米質分析結果顯示，在101年1、2期作栽培株距與播種量各處理間均無顯著差異。因此，初步結果可得知，在不影響產量之前提下，為降低稻米生產成本，建議農民栽培時宜採用栽培株距21公分，播種量每箱240公克較能兼具經濟效益與優質生產。

關鍵詞：水稻、農藝性狀、產量、播種量、栽植株距

前 言

水稻(*Oryza sativa* L.)為全球三大糧食作物之一，絕大部分作為人類糧食用途，是世界上極為重要的糧食作物，也是我國民眾的主要糧食，更是我國農業生產的核心作物。影響稻米品質的因素中以品種最大，若剔除氣候、產地等無法克服的因素外，栽培技術對稻米產量及品質所造成的影響匪淺，稻米品質之組成要素包

括外觀品質(白垩質總和)、碾米品質(糙米率、白米率、完整米率)、理化性質及食味品質等，極易受到栽培環境之影響(宋等，1991；Efferspm *et al.*, 1985)。近年由於全球氣候暖化，導致氣候異常，臺灣也面臨環境及氣候變化的壓力，對稻作栽培來說是個嚴峻的挑戰。臺灣位處亞熱帶，全生育期短，生育期間溫度高，日夜溫差小，日射量較低，有效充實期短而穀粒充實速率快，導致產量與品質均不盡理想；如何提昇栽培技術以維持產量與品質，為我國稻作研究的主要課題之一(Lu *et al.*, 2006)。此外，由於目前稻作栽培所需之生產成本(肥料、農藥及各項工資等)逐年提高，導致稻作生產的利潤降低，因此，除育成優質水稻品種外，更期望能藉由改進現有栽培管理方式，來降低水稻生產成本。

水稻的四個產量構成要素為單位面積穗數(或每株穗數)、一穗粒數、稔實率及千粒重，而這些產量構成要素跟栽培的行株距、肥料施用量及品種均有密切的關係(丁等，2004)。分析以上四個構成要素後發現除了穗數是在水稻生育早期形成外，其餘三者均在幼穗形成期後形成；因此自水稻全生育過程而言，最高分蘗期的產量受到單位面積穗數(或每株穗數)的支配，自最高分蘗期至抽穗期，受到一穗粒數所支配，抽穗後則是由稔實率及千粒重所影響，且各要素間具有互補性(謝，1978；丁等，2004)。因此，選擇優良的品種及運用適當的栽培技術，提供水稻生長過程最適切的環境，除可使品種良好的特性得以顯現外，亦為增加產量及維持品質的主要途徑。一般而言，除品種選擇之外栽培管理與環境是影響作物產量與品質重要的因素，而在栽培管理中栽植密度更是重要的管理因子之一，栽植密度的差異會影響植株的葉片數、葉面積、植株形態、族群結構、植冠(canopy)內空間構造及光輻射分布，造成植株生長時對自然資源競爭的差異，進而影響農作物的產量與品質(蕭等，2009；楊等，2011；Maddonni *et al.*, 2001；Bhular *et al.*, 2002)。盧(2004)研究指出，栽培密度除顯著影響產量構成要素的形成及產量，也是影響稻米品質的主要因子，較低密度的寬植可增加葉冠的通氣性，降低病蟲害的感染機會，但是低密度栽培也可能增加單株(櫟)稻株的分蘗數，惟分蘗間的穗成熟度較不整齊，造成碾米品質之不均勻。

針對稻作栽培而言，培育健壯之秧苗為最重要之基本工作，強健的秧苗除可減少秧苗死亡率及病蟲危害等，更可避免造成缺株過多而影響產量(侯，1996)，王

(1983)研究指出，不同苗質影響水稻植株生育表現，進而造成分蘖發育上明顯的差異，影響了產量及品質。而水稻秧苗品質受播種量多寡及苗齡大小影響，故現行的栽培管理下，建議每箱秧苗乾穀稻種播種量約為240~300 g (許與吳，2006)，惟目前農民插秧時每公頃秧苗使用量高達280~320箱，而育苗中心每箱育苗箱的播種量高達乾穀300公克，遠超過推薦用量，其高播種量之結果，造成秧苗莖稈柔弱且易徒長，高密度栽培搭配高播種量，不但增加成本負擔，更對種植後的栽培管理(例如施肥及病蟲害防治)形成負面的影響。

我國育成的優質米品種雖有廣泛適應性的親源基礎，但該品種農藝特性所造成的優、缺點常使其在不同栽培法下有不同的米質表現，因此謀求我國良質米品種的最適栽培法為目前良質米推廣工作的當務之急。本研究擬探討本場育成之臺稈9號、臺中194號及臺中秈10號三個品種的育苗箱適宜播種量及田間栽植的適宜行株距，以提供農民栽培管理之參考。

內 容

一、育苗箱播種量與栽植株距對不同品種產量及其構成要素的影響

本試驗採用雙重裂區設計，以栽植株距為主區，育苗箱播種量為副區，品種為副副區。栽植株距處理分為16、21、25公分等3個處理，育苗箱播種量處理分為每育苗箱乾穀240、300公克等2個處理；101年1、2期作的產量與其構成要素經變方分析試驗結果顯示，不同栽植株距僅對101年1期作的一穗粒數、穗數與2期作的一穗粒數有顯著的影響，而播種量處理僅對101年1期作的稔實率有顯著差異；另由於本試驗三個參試品種均有其獨特性，所以在產量及其構成要素上均有顯著差異(表一)。而3種栽植株距及育苗箱播種量所形成之6種處理組合對101年1、2期作水稻之產量與其構成要素的影響之試驗結果，如表二所示，1期作的每株(櫟)穗數平均介於13.92~17.48支之間，一穗粒數平均介於108.06~126.73粒之間，稔實率平均介於84.92~94.31%之間，千粒重平均介於24.92~27.32公克之間，稻穀產量每公頃平均介於5,732~6,884公斤之間；2期作的每株(櫟)穗數平均介於14.37~20.3支之間，一穗粒數平均介於95.09~102.03粒之間，稔實率平均介於79.32~82.94%之間，千粒重平均介於23.37~24.33公克之間，稻穀產量每公頃平均介於4,174~4,802公斤之

間，結果顯示第1期作處理組合之栽植株距以21公分、播種量240公克，第2期以栽植株距以21公分、播種量300公克之產量表現較佳。在不同參試品種品種間，1、2期作水稻之產量表現均以栽植株距21公分處理表現最好(表一，表三)。

表一、栽植株距、育苗箱播種量及品種對產量與其構成要素的影響(101 年度)

處理	產量 (公斤/公頃)	穗數 (支)	稔實率 (%)	千粒重 (公克)	一穗粒數 (粒)
16 公分	6071	13.77b	91.57	25.81	112.88b
21 公分	6800	15.85a	92.95	26.74	116.61ab
25 公分	5879	15.63ab	93.36	25.22	122.21a
一期作					
240 克	6294	14.73	91.76b	25.85	118.13
300 克	6147	15.79	94.21a	25.77	111.9
臺稈 9	6327b	16.02a	92.62b	27.67a	102.77c
臺中 194	5852c	15.31ab	95.53a	23.91c	113.42b
臺中秈 10	6733a	13.33b	88.27c	26.32b	144.64a
二期作					
16 公分	4392	14.79c	81.38	24.30	95.73
21 公分	4641	16.70b	80.66	23.67	99.05
25 公分	4201	20.06a	82.29	23.69	99.20
240 克	4351	16.93	81.46	23.80	97.09
300 克	4472	17.44	81.42	23.98	98.90
臺稈 9	3967b	14.59b	80.50a	25.44a	97.52
臺中 194	4519a	18.54a	86.02a	21.34c	99.99
臺中秈 10	4749a	18.42a	77.81b	24.88b	96.47

同一直列所英文字母相同者，係經 LSD 測定($\alpha=0.05$)差異不顯著。

表二、不同栽植株距與播種量對產量與其構成要素的影響(101 年度)

期作	處理	產量 (公斤/公頃)	穗數 (支)	稔實率 (%)	千粒重 (公克)	一穗粒數 (粒)	
一期作	16 公分	240 克	5738a	13.92	89.92	26.27b	111.29
		300 克	6449b	14.19	94.31	25.38a	108.06
	21 公分	240 克	6884	14.90	92.23	27.32	117.34
		300 克	6702	17.48	94.19	25.94	110.26
	25 公分	240 克	5876	15.47	93.34	24.92	126.73a
		300 克	5732	15.71	94.13	25.09	117.39b
二期作	16 公分	240 克	4344	14.37	82.13	24.27	96.32
		300 克	4439	15.22	80.62	24.33	95.09
	21 公分	240 克	4480b	16.59	79.32	23.37	96.07
		300 克	4802a	16.81	82.00	23.97	102.03
	25 公分	240 克	4229	19.82	82.94	23.76	98.82
		300 克	4174	20.30	81.65	23.63	99.58

同一直列所附英文字母相同者，係經 LSD 測定($\alpha=0.05$)差異不顯著。

表三、不同栽植株距與品種對產量與其構成要素的影響(101 年度)

期作	處理	產量 (公斤/公頃)	穗數 (支)	稔實率 (%)	千粒重 (公克)	一穗粒數 (粒)	
一期作	16 公分	臺梗 9	6077ab	14.11	90.21	27.79a	96.47b
		臺中 194	5727b	15.06	95.45	23.79c	100.24b
		臺中秈 10	6579a	11.33	87.79	25.88b	156.44a
	21 公分	臺梗 9	7016ab	18.50a	93.11a	27.91ab	103.49b
		臺中 194	6267b	14.83b	95.62a	24.81b	114.97ab
		臺中秈 10	7278a	13.42b	88.69b	27.86a	138.74a
	25 公分	臺梗 9	5887ab	15.44	94.54a	27.32a	108.35c
		臺中 194	5563b	16.06	95.54a	23.13c	125.04b
		臺中秈 10	6342a	15.25	88.34b	25.21b	138.74a
二期作	16 公分	臺梗 9	4145	12.95b	79.38b	24.97a	93.87b
		臺中 194	4502	15.22a	86.24a	21.30b	101.75a
		臺中秈 10	4529	16.22a	78.51b	24.75a	91.57b
	21 公分	臺梗 9	4086b	14.39b	80.16b	25.42a	97.63
		臺中 194	4751a	17.45ab	85.97a	20.80b	103.85
		臺中秈 10	5085a	18.28a	75.86b	24.86a	95.67
	25 公分	臺梗 9	3670b	16.45b	81.97b	25.31a	101.06
		臺中 194	4303a	22.95a	85.84a	21.23b	94.38
		臺中秈 10	4631a	20.78a	79.07b	24.86a	102.16

同一直列所附英文字母相同者，係經 LSD 測定($\alpha=0.05$)差異不顯著。

為明瞭不同播種量在農民常使用的高肥料栽培管理下的差異，本試驗於102年另將試區劃分為兩區，氮素施用量分別為每公頃140 (推薦氮素用量)與280 (高氮素用量)公斤進行試驗，產量與其構成要素經變方分析結果顯示，102年1期作不同栽植株距僅對穗數有顯著的影響，但對千粒重、稔實率、一穗粒數與產量並無顯著影響，即使高氮素用量之試區(280 kg N ha⁻¹)仍無差異，其穗數隨栽植株距加大有增加的現象；播種量間對產量及其構成要素的影響亦無顯著差異。此外，試驗結果亦顯示在高氮素施用量處理下，與推薦氮素用量之處理(140 kg N ha⁻¹)相比除穗數增加外，千粒重、稔實率、一穗粒數與產量均呈現降低的現象(表四)。而3種栽植株距及育苗箱播種量所形成之6種處理組合對102年1期作水稻之產量與其構成要素的影響之試驗結果如表五所示，推薦氮素用量之處理(140 kg N ha⁻¹)的每株(櫟)穗數平均介於13.41~20.41支之間，一穗粒數平均介於92.3~103.99粒之間，稔實率平均介於86.36~90.5%之間，千粒重平均介於24.27~25.2公克之間，稻穀產量每公頃

平均介於5,481~5,755公斤之間；高氮素之試區(280 kg N ha⁻¹)的每株(櫟)穗數平均介於17.52~23.74支之間，一穗粒數平均介於89.02~109.16粒之間，稔實率平均介於68.22~78.15%之間，千粒重平均介於23.36~24.47公克 之間，稻穀產量每公頃平均介於4,590~5,175公斤之間，結果顯示推薦氮素用量之處理(140 kg N ha⁻¹)以栽植株距以21公分、播種量300公克，高氮素之試區之處理(280 kg N ha⁻¹)以栽植株距以16公分、播種量240公克之處理組合產量表現較佳，惟均未達顯著差異。在不同參試品種品種間，推薦氮素用量之處理(140 kg N ha⁻¹)產量表現均以栽植株距21公分處理表現最好，高氮素之試區(280 kg N ha⁻¹)則以栽植株距16公分處理表現最好(表四，表六)。

表四、栽植株距、育苗箱播種量及品種對產量與其構成要素的影響(102 年度第 1 期作)

處理	氮肥用量(140 kg N ha ⁻¹)					氮肥用量(280 kg N ha ⁻¹)				
	產量 (公斤/ 公頃)	穗數 (支)	稔實率 (%)	千粒重 (公克)	一穗 粒數 (粒)	產量 (公斤/ 公頃)	穗數 (支)	稔實率 (%)	千粒重 (公克)	一穗 粒數 (粒)
16 公分	5519	13.83b	87.46	24.89	93.68	4947	18.20b	75.69	23.91	89.07
21 公分	5709	19.70a	88.30	24.29	103.33	4742	21.15a	71.80	23.67	120.33
25 公分	5592	20.30a	89.45	24.53	98.93	4759	22.43a	76.57	23.62	100.09
240 克	5591	17.74	88.84	24.63	96.61	4822	21.33	76.92	23.88	112.25
300 克	5623	18.15	87.97	24.51	100.68	4810	19.85	72.45	23.59	94.08
臺稈 9	5387b	18.46a	89.78a	25.50a	85.14b	5017b	21.28a	70.84b	25.06a	81.20
臺中 194	5208b	19.76a	91.21a	22.30b	91.43b	5573a	22.33a	71.95b	20.70b	117.66
臺中秈 10	6226a	15.61b	84.23b	25.92a	119.37a	3858c	18.18b	81.28a	25.44a	110.63

同一直列所附英文字母相同者，係經 LSD 測定($\alpha=0.05$)差異不顯著。

表五、不同栽植株距與播種量對產量與其構成要素的影響(102 年度 1 期作)

處理		氮肥用量(140 kg N ha ⁻¹)					氮肥用量(280 kg N ha ⁻¹)				
		產量 (公斤/ 公頃)	穗數 (支)	稔實率 (%)	千粒重 (公克)	一穗 粒數 (粒)	產量 (公斤/ 公頃)	穗數 (支)	稔實率 (%)	千粒重 (公克)	一穗 粒數 (粒)
16 公分	240 克	5481	13.41	88.87	25.20	92.30	5175	17.52	77.22	24.47	89.12
	300 克	5558	14.29	86.36	24.57	95.07	4719	18.90	74.16	23.36	89.02
21 公分	240 克	5664	19.63	87.46	24.27	102.66	4590	22.74	75.39	23.48	109.16
	300 克	5755	19.78	89.14	24.31	103.99	4894	19.56	68.22	23.75	91.49
25 公分	240 克	5629	20.19	90.5	24.41	94.87	4664	23.74	78.15	23.68	98.47
	300 克	5556	20.41	88.4	24.65	102.99	4853	21.11	74.99	23.66	101.71

同一直列所附英文字母相同者，係經 LSD 測定($\alpha=0.05$)差異不顯著。

表六、不同栽植株距與品種對產量與其構成要素的影響(102 年度第 1 期作)

處理	氮肥用量(140 kg N ha-1)					氮肥用量(280 kg N ha-1)					
	產量 (公斤/ 公頃)	穗數 (支)	稔實率 (%)	千粒重 (公克)	一穗 粒數 (粒)	產量 (公斤/ 公頃)	穗數 (支)	稔實率 (%)	千粒重 (公克)	一穗 粒數 (粒)	
16 公分	臺梗 9	5260b	15.67a	88.41a	24.46a	80.60b	5096a	18.06	73.73	25.03a	82.05b
	臺中 194	5252b	13.5ab	92.33a	23.27b	83.45b	5876a	19.56	73.22	21.31b	77.53b
	臺中秈 10	6083a	12.33b	81.65b	25.93a	117.00a	3869b	17.00	80.11	25.42a	107.63a
21 公分	臺梗 9	5445b	20.06ab	89.81	25.68a	84.16b	4963a	22.28	61.69b	25.04a	73.96
	臺中 194	5289b	22.11a	88.94	21.45b	98.51b	5443a	22.22	73.31ab	20.25b	108.82
	臺中秈 10	6394a	16.94b	86.15	25.75a	127.31a	3820b	18.95	80.42a	25.57a	108.21
25 公分	臺梗 9	5458b	19.67b	91.10a	25.35b	90.68b	4991a	23.5ab	77.09ab	25.12a	87.60b
	臺中 194	5120b	23.67a	92.36a	22.17c	92.33b	5400a	25.22a	69.31b	20.53b	96.64b
	臺中秈 10	6200a	17.56b	84.88b	26.07a	113.79a	3884b	18.56b	83.31a	25.35a	116.04a

同一直列所附英文字母相同者，係經 LSD 測定($\alpha=0.05$)差異不顯著。

綜合以上的結果顯示，在適當調整栽培密度時產量及各構成要素均有增加的現象，以栽植株距21公分處理表現最好，但過度寬植的情況下則造成穗數及一穗粒數的增加，產量反而降低，此現象於2期作較為明顯。

二、育苗箱播種量與栽植株距對不同品種碾米品質、外觀品質及理化性質的影響

米質分析結果顯示，在101年第1期作的碾米品質部分，不同播種量與栽培株距間的糙米率、白米率、完整米率並無顯著差異，外觀品質理化性質部分，不同播種量與栽培株距在外觀品質、直鏈性澱粉含量與粗蛋白含量均未達顯著差異，但栽培株距21公分之處理有較佳的糙米率、白米率、直鏈性澱粉含量及凝膠展延性，此外，亦發現隨著栽培株距增加白堊質的比例有降低的情形，顯示疏植有利於1期作的稻米外觀品質。然而由於本試驗參試三個品種在稻米品質特性均有其獨特性，所以在米質性狀上均有顯著的差異(表七)。在101年第2期作不同播種量與栽培株距間的碾米品質部分(糙米率、白米率、完整米率)均未達顯著差異；外觀品質理化性質部分，在白堊質、直鏈性澱粉含量與粗蛋白含量均未達顯著差異，但寬植處理有較低的蛋白質含量，低播種量處理則有較高的凝膠展延性(表八)。

表七、栽植株距、育苗箱播種量及品種對碾米品質、外觀品質及理化性質的影響(101 年度第 1 期作)

處理	碾米品質			外觀品質及理化性質			
	糙米率 (%)	白米率 (%)	完整米率 (%)	白堊質	直鏈性澱粉 (%)	粗蛋白 (%)	凝膠展延性
16 公分	81.30	69.77	63.89	0.40	17.09	6.14	89.44
21 公分	81.74	69.89	63.65	0.39	16.91	6.42	90.31
25 公分	81.29	69.38	63.60	0.36	17.13	6.35	90.25
240 克	81.45	69.61	63.27	0.40	17.03	6.31	89.63
300 克	81.43	69.74	64.16	0.36	17.04	6.30	90.38
臺梗 9	82.89a	71.15a	63.88a	0.77a	15.74b	6.24a	88.75a
臺中 194	81.33a	69.42a	64.96a	0.08b	16.68a	5.94a	95.11a
臺中秈 10	79.19b	67.93b	61.06b	0.14b	18.18a	6.92b	83.58b

同一直列所附英文字母相同者，係經 LSD 測定($\alpha=0.05$)差異不顯著

表八、栽植株距、育苗箱播種量及品種對碾米品質、外觀品質及理化性質的影響(101 年度第 2 期作)

處理	碾米品質			外觀品質及理化性質			
	糙米率 (%)	白米率 (%)	完整米率 (%)	白堊質	直鏈性澱粉 (%)	粗蛋白 (%)	凝膠展延性
16 公分	80.41	71.47	64.59	0.23	18.77	6.30	86.72
21 公分	80.38	71.29	64.21	0.28	19.11	6.16	86.83
25 公分	80.35	71.14	63.95	0.24	19.22	6.21	87.17
240 克	80.32	71.25	64.09	0.26	19.04	6.20	88.30
300 克	80.44	71.35	64.41	0.25	19.03	6.25	85.52
臺梗 9	82.52a	73.60a	66.08a	0.47a	18.64b	5.95b	88.33b
臺中 194	80.00b	70.48b	65.19a	0c	19.73a	5.68c	94.00a
臺中秈 10	78.62c	69.82c	61.49b	0.29b	18.73b	7.05a	78.39c

同一直列所附英文字母相同者，係經 LSD 測定($\alpha=0.05$)差異不顯著

水稻在不同生育階段其產量構成要素形成受到許多因子的影響，欲獲得良好的產量，除適度的栽培株距外，分蘗數也是重要的指標之一，水稻是具有分蘗能力的作物，其分蘗能力與栽培密度成負相關(賴與蔡，1981；Miller *et al.*, 1991；)。

一般而言，栽植密度的調整主要在於改變單位面積穗數，在適度的密植處理下可增加單位面積穗數，但過度密植，除可能影響植株的分蘗能力外，也可能導致單位面積穗數雖增多，每穗穎花數卻相對地減少的現象，反而造成產量的減損(曾，1985)，本試驗在不同栽植株距處理下(140 N·kg/ha之處理)，除單株(櫟)穗數及一穗粒數在不同處理間達顯著差異外，稔實率、千粒重及產量等在不同處理間皆無顯著差異，以穗數以栽植株距21及25公分較多，此與賴與蔡(1981)研究指出密植處理下植株分蘗能力降低結論相同，且密植處理下一穗粒數相對較少，亦與曾(1985)研究結論相符(表一，表四)，各處理間的產量表現，1、2期作表現均以栽植株距21公分處理表現最好，而非栽植株距25公分之處理，探究其原因應為單位面積穗數減少所造成。因此，適當的密度可使水稻的分蘗數增加，維持適當的單位面積穗數，且不使穎花數減少，而達到增產的目的。在栽植株距與播種量處理組合間，1、2期作的試驗結果均顯示，產量及穗數、一穗粒數、稔實率、千粒重在不同處理間皆無顯著差異，其中產量表現以栽植株距21公分及育苗箱播種量240及300公克的處理組合較佳(表二，表五)。此外，雖本試驗三個參試品種均有其獨特性，但試驗結果仍顯示以栽植株距21公分之處理，產量表現較佳(表三，表六)。

研究指出增加氮肥或施用追肥對穗數、一穗粒數、稻穀產量及碾米品質有正面的貢獻，但是長期大量施用氮肥亦可能造成環境及生態上的負面影響，同時也會導致水稻植株成熟期延遲，千粒重減輕，甚至使稻穀發育停止、增加死米或乳白米的產生，且造成稻株組織柔軟，稻葉寬長披垂，一穗粒數過多，下位節間伸長導致生育後期生育後期有倒伏之虞(賴等，1996；林，2001)，多年以來政府針對推廣的水稻品種均定有肥料推薦用量，作為農友施肥的參考依據；依作物施肥手冊94年版，一般水稻的氮素推薦用量為一期作 $100\sim 140\text{ kg N ha}^{-1}$ 、二期作 $90\sim 120\text{ kg N ha}^{-1}$ ，然而為了追求高產一般農民的普遍施用量均遠高於推薦用量，這樣除了增加生產成本外，也增加了環境及資源的損耗，在目前極端氣候的環境下更是大大的提高了作物生產的風險，為明瞭不同播種量在農民常使用的高肥料栽培管理下的差異，本試驗於102年另設高氮素施用量(280 kg N ha^{-1})處理試區，102年1期作結果顯示，不同處理下，除穗數及一穗粒數外，產量、稔實率及千粒重的表現均較推薦氮素用量(140 kg N ha^{-1})差(表四，表五，表六)，一般情況下，增施氮素肥料應

可提高產量，但在本試驗卻得到相反的結果，其原因可能是增施氮肥導致總分蘗數雖然增加但無效或2次分蘗的比例增加，莖葉生長茂盛、空間利用飽和、相互遮蔽並競爭水分及養分，導致光合作用及乾物質的累積下降，且一穗粒數過多，光合產物無法充分供應稻穀充實，因而造成產量的減損。由此可知，施以適當的氮肥用量對稻穀生產的確有所助益，但超量使用則對稻穀的產量及品質未必有正面的影響，而且各品種對氮肥的影響程度亦有所差異。

稻米品質(碾米品質、外觀品質、理化性質及食味品質)的形成包括複雜的生理及生化反應過程，與環境之間具有密切關聯性，臺灣1、2期稻作生育環境迥然不同，但均面對生育期間溫度高，日夜溫差不大，日射量不高，穀粒充實速率快而有效充實期相對縮短等不良條件(盧等，2006)，以品質生理的觀點而言，在穀粒發育期間無論遭受高溫或低溫都會造成白堊質米現象(Huang and Lur,2000)，日本的研究更指出，日高溫超過28°C即可明顯導致胴裂率的增加(Nagata *et al.*,2004)，導致完整米比例下降；而日照幅射強度(日射量)是光合作用的基礎，日射量不足將導致光合產物供應不足，造成穀粒充實不良，增加死米、乳白米或白堊質現象發生。本試驗在101年第1期作，在適當寬植(21公分)處理下，碾米品質、直鏈性澱粉含量及凝膠展延性有較佳的表現，雖均未達顯著差異，且白堊質的比例隨著栽培株距增加有降低的情形(惟該統計結果肉眼恐難以辨識)改善了外觀品質(表七)；由於臺灣在1期作時常面臨超過28°C的高溫，故適當的增加栽培株距對於株間的微氣象有所影響(增加空氣對流及降溫)，在水稻營養生長期期有助於植株的莖、葉及分蘗生長分化，在稻穀充實期則對光合產物的生合成及澱粉充實過程有所助益，而提高稻米品質，但栽培株距25公分處理，在品質方面卻未有正面的影響，其原因可能是，寬植造成植株的分蘗數及一穗粒數增加(表一)，但光合產物無法充分供應稻穀充實的需求，且分蘗間的穗成熟度較不整齊，反而降低了稻米品質。在101年第2期作，試驗結果顯示(表八)，碾米品質、外觀品質、直鏈性澱粉含量及蛋白質含量則以密植(16公分)處理有較佳的表現(均未達顯著差異)，其原因推測，因2期作的日射量及氣溫逐漸降低，光合產物合成及稻穀充實均受到影響，且較1期作嚴重，密植處理下由於分蘗數及一穗粒數較低(表一)，反而使得有限的光合產物得以較有效的供應稻穀充實，稻米品質較佳。

結 語

試驗結果顯示，在一般的栽培管理下，目前育苗中心所採用的播種量並不會有增產的表現，同時所花費的成本也較高，稻米品質亦較低，水稻生育後期如果遭遇降大雨或較大風勢過境，則易倒伏，對於水稻產量收成及稻米品質將有不利的影響。另外，農民常使用的高肥料栽培管理雖可能提高產量，增加穗數、糙米率、白米率及完整米率，但同時也可能使直鏈澱粉含量及粗蛋白質含量提高而導致稻米品質下降。另者，高栽植密度雖能增加單位面積的株數，但卻會影響稻株的分蘗數對增產並無效益，反而易造成的植株柔弱，增加罹患病蟲害與風、雨等天然災害受害的機會，品質變劣不言可喻。因此，推薦農民採用育苗箱之播種量為240克，栽植株距為21公分且採用合理化施肥之推薦施肥量(120~140 kg N ha⁻¹)，較能確保水稻產量收成及生產高品質良質米。

參考文獻

1. 丁文彥、黃秋蘭、江瑞拱 2004 不同栽培密度及移植苗數對水稻臺東30號生育及產量之影響 臺東區農業改良場研究彙報 15: 1-8。
2. 王長瑩 1983 水稻秧苗素質之研究苗齡與播種量的影響 國立臺灣大學農藝系研究碩士班論文 臺北。
3. 作物施肥手冊 2005 水稻 p.16-20 中華肥料協會 臺中。
4. 宋勳、洪梅珠、許愛娜 1991 稻米品質之主要構成因素及分析方法 p.5-9 臺灣稻米品質研究 臺中區農業改良場特刊第24號。
5. 林再發 2001 幼穗形成期氮肥施用量及稻穀儲存期對臺中秈10號米質之影響 臺中區農業改良場研究彙報 73: 55-64。
6. 許志聖、吳永培 2006 健康秧苗與早期管理的改進策略 農業世界雜誌 257: 8-12。
7. 曾東海 1985 氮肥、行株距與每櫟苗數對水稻新品種(系)產量及農藝性狀之影響 中華農業研究 34(4): 410-421。

8. 楊志維、簡禎佑、林佩瑩、林孟輝 2011 栽植株距對水稻桃園3號農藝性狀與產量之影響 桃園區農業改良場研究彙報 70: 1-12。
9. 侯福分 1996 良質米綜合栽培技術 臺南區農業專訊 15: 6-9。
10. 盧虎生 2004 水稻健康管理研討會專集 p.17-32 水稻之發育過程與健康管理 臺灣省農業試驗所特刊第111號。
11. 盧虎生、劉韻華 2006 臺灣優質水稻栽培之環境挑戰與因應措施 作物、環境與生物資訊 3: 297-306。
12. 賴光榮、蔡養正 1981 水稻分蘖形成過程之觀察 中華農學會報新 115: 14-18。
13. 賴明信、陳正昌、郭益全、呂秀英、陳治官、李長沛 1996 現行水稻推廣品種生產力與氮肥用量之關係 I .氮肥用量對水稻產量及產量構成要素之影響 中華農業研究 45(3): 203-217。
14. 蕭巧玲、楊純明、李裕娟 2009 水稻栽植密度對生長行為與穀粒產量之影響 作物、環境與生物資訊 6(2): 101-112。
15. 謝順景 1978 臺灣一、二期作水稻產量構成要素及其他性狀表現之差異 p.49-59 臺灣二期作水稻低產原因及其解決方法研討會專輯 行政院國家科學委員會編印 臺北，臺灣。
16. Bhullar, M. S., L. K. Saini, M. L. Kapur and S. Singh. 2002. Effect of method and density of planting on growth and yield of late planted sugarcane. Sugar Tech. 4: 181-184.
17. Efferspm, J. N. 1985. Rice quality in world markets. In: Rice Grain Quality and Marketing. p. 1-13. Intl. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines. Juliano, B. O. 1972. Production and utilization of rice. p.16-74. In: D.F. Houston (ed.), Rice: Chemistry and Technology, American Assoc.of Cereal Chemists, USA.
18. Huang, J. J. and H. S. Lur. 2000. Influences of temperature during grain filling stages on grain quality in rice (*Oryza sativa* L.) 1. Effects of temperature on yield components, milling quality, and grain physico-chemical properties. (in Chinese) J. Agric. Assoc. China 1: 370-389.

19. Lur, H. S. and Y. H. Liu. 2006. Environmental challenge and strategy for quality rice culture in Taiwan. (in Chinese) *Crop Environ. Bioinfo.* 3: 297-306.
20. Maddoni, G. A., M. E. Otegui and A. G. Cirilb. 2001. Plant population density, rowspacing and hybrid effects on maize canopy architecture and attenuation. *Field Crops Res.* 71: 183-193.
21. Miller, B. C., J. E. Hill and N. R. Roberts. 1991. Plant population effects on growth and yield in water-seeded rice. *Agron. J.* 83: 291-297.
22. Nagata, K., T. Takita, S. Yoshinaga, K. Terashima and A. Fukuda. 2004. Effect of air temperature during the early grain-filling stage on grain fissuring in rice. *Jpn. J. Crop Sci.* 73: 336-342.