

# 氣候變遷下氮肥施用量對水稻台梗9號、台中192號及台中194號產量與稻米品質的影響<sup>1</sup>

鄭佳綺<sup>2</sup>、楊嘉凌<sup>3</sup>

## 摘 要

本試驗以水稻台梗9號、台中192號及台中194號，進行不同氮素施用量(80、120、160、200 kg N ha<sup>-1</sup>)下產量、農藝性狀及米質性狀變化之研究。試驗結果顯示，隨氮肥用量增加，參試品種的株高均有提高趨勢；在兼具稻穀產量與米質表現下，台梗9號一、二期作均以120 kg N ha<sup>-1</sup>處理有最佳表現；台中192號則建議在第一期作施用160 kg N ha<sup>-1</sup>、第二期作則建議應降低至120 kg N ha<sup>-1</sup>，避免蛋白質含量隨氮肥增施而提高，影響食味品質；台中194號第一期作以120 kg N ha<sup>-1</sup>為佳、第二期作則建議降低至80 kg N ha<sup>-1</sup>，雖然稻穀產量略微降低，但可維持稻米品質及降低投入成本。

**關鍵詞：**水稻、氮肥、產量、米質

## 前 言

臺灣稻作栽培面積達26萬公頃，為國內栽培面積最大的作物，近年由於全球氣候暖化，導致氣候異常對水稻的生產及品質影響極大，面對現今極端氣候如何使稻作的生產能兼具產量與品質，是從事稻作栽培與育種相關人員致力達成的目標。1984年起隨著國人所得提高及消費習性的改變，稻米品質日益受到民眾重視，因此，各試驗改良場所莫不致力培育具有高品質品種，以提供國人的飲食需求，但在提高稻米品質的同時，臺灣水稻單位面積產量由1970年的3,173 kg ha<sup>-1</sup>至目前的6,320 kg ha<sup>-1</sup>提高約一倍左右<sup>(2)</sup>，並沒有因為追求高品質而犧牲產量，而能符合兼具品質與產量的訴求。

水稻最適當的生長環境，應為插秧時的低溫至分蘖盛期的高溫，而後溫度逐漸降低直至成熟期，但臺灣地區水稻栽培之兩期作環境迥異，第一期作由低溫至高溫，第二期作則由高溫至低溫，對米質與產量均有不利的影響<sup>(13)</sup>。稻米產量與品質最大的影響因素為品種，除了透過育種的手段來培育具有高生產力及高品質品種外，針對栽培技術的改進同樣可獲得相當程度的提升，其中又以氮素的投施為重要的增產要素<sup>(3,4,5,8,10)</sup>。但在臺灣氣候環境下，兩期作在氮肥吸收利用上有相當大的差異，在抽穗期與穀粒有效充實期間，稻株葉片氮素濃度均以二期作為高，而成熟時則以一期作較高，惟

<sup>1</sup>行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0997號。

<sup>2</sup>行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

<sup>3</sup>行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員兼農業推廣課課長。

水稻吸收之氮素大部分供作稻莖與葉生長之用，利用於穀粒生產所佔比例較少<sup>(16)</sup>。

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有倒伏之虞<sup>(9,14)</sup>。另外，穀粒中蛋白質含量也會隨氮肥施用量增加而提高，致使米飯的黏彈性降低與硬度增加，進而降低食味品質<sup>(15,19,20,21)</sup>。

多年來政府針對推廣的水稻品種均訂有肥料推薦用量，作為農友施肥的參考依據；依作物施肥手冊2005年版<sup>(1)</sup>，一般水稻的氮素推薦用量為一期作 $100-140 \text{ kg N ha}^{-1}$ 、二期作 $90-120 \text{ kg N ha}^{-1}$ ，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，導致除了提高生產成本外，也增加了環境的負擔及資源的損耗，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。本研究在台稉9號、台中192號<sup>(7)</sup>及台中194<sup>(12)</sup>號等品種命名推廣多年後，重新探討氮肥施用量對產量、米質及農藝性狀的影響，以提供田間栽培管理之參考。

## 材料與方法

- 一、試驗材料：以本場育成之台稉9號(Taikeng 9, TK9)、台中192號(Taichung 192, TC192)及台中194號(Taichung 194, TC194)等3個品種為試驗材料。
- 二、試驗地點：彰化縣大村鄉臺中區農業改良場試驗田。
- 三、試驗年期：
  - (一)台稉9號：2015、2016、2018及2019年一期作與2014、2015、2016、2017、2018及2019年二期作。
  - (二)台中192號：2015、2016年一期作與2014、2015、2016年二期作。
  - (三)台中194號：2018、2019年一期作與2017、2018、2019年二期作。
- 四、田間設計：田區採逢機完全區集設計(randomized complete block design, RCBD，三重複，多本植)。
- 五、肥料處理：氮肥施用量分為4級處理 $80$ 、 $120$ 、 $160$ 、 $200 \text{ kg N ha}^{-1}$ ，磷酐( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) $56 \text{ kg ha}^{-1}$ ，氧化鉀( $\text{K}_2\text{O}$ ) $60 \text{ kg ha}^{-1}$ 。以單質肥料硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀進行試驗。三要素肥料施肥時期及分配率：氮肥為第二次整地耙平前施基肥20%、第1次追肥於一期作插秧後15天、二期作插秧後10天，施用量為不同等級氮素量之30%、第2次追肥於一期作插秧後25天、二期作插秧後20天，施用量為不同等級氮素量之30%。穗肥於水稻發育至幼穗形成期施氮肥20%；磷肥基肥施100%，鉀肥基肥施40%、第2次施追肥40%、穗肥施20%。
- 六、調查項目：
  - (一)農藝性狀、構成要素及稻穀產量：生育期間調查抽穗期、成熟期、株高及產量構成要素(一穗粒數、穗數、稔實率及千粒重)，並於收穫調製後進行產量評估。

## (二) 稻米品質檢定<sup>(6)</sup>：

1. 碾米品質(milling quality)：碾米品質有糙米率(brown rice percentage)、白米率(milled rice percentage)及完整米率(head rice percentage)共三項，收穫的稻穀經乾燥調製，並於乾燥過程以稻穀水分測定器監控水分的變化，使調製後樣品的水分含量調控在 14-15%之間，並稱量 125 g 的稻穀為一樣本進行測定，糙米率用小型脫殼機(Satake Rice Machine, Satake Engineering Co., Tokyo, Japan)除去稻殼，並稱其糙米重量，換算糙米率。糙米經碾白米機(McGill No. 2 Rice Miller, Seedburo Equipment Co., Chicago, USA)碾磨一分鐘，所得精白米秤重後，換算白米率，再經完整米粒篩選機(Rice Size Device, Seedburo Equipment Co., Chicago, USA)將完整米與碎米分開，秤其完整米重量，即得完整米率。
2. 米粒外觀(grain appearance)之測定：粒長與粒形依我國國家標準 No. 13446 之規定；米粒透明度(translucency)依白米的透明程度，分為 6 級，從透明玻璃般的 0 級至糯稻般的 5 級；心白(white center)、腹白(white belly)與背白(white back)則依白垩質(chalkiness)在米粒的心部、與胚同側的腹部或與胚異側的背部中加深或擴大的程度，共分為 6 級，由無白垩質的 0 級至糯稻般的 5 級。
3. 物理化學性質之測定：將白米以磨粉機磨成米粉，通過 60 mesh 篩網所得細粉，測定其直鏈澱粉含量(amylose content)、粗蛋白質含量(protein content)及糊化溫度及凝膠展延性(gel consistency)<sup>(17)</sup>為主，其中直鏈澱粉含量以自動分析儀(Autoanalyzer, Alpkem CO., USA.)測定，粗蛋白質含量以近紅外線光譜分析儀(Infra Analyzer 500, Technicon)測定。凝膠展延性以 0.2N KOH 溶液加熱溶解白米粉末後之冷卻凝膠展流長度來決定。糊化溫度(gelatinization temperature)則是利用 1.7% KOH 測定白米粒的鹼性擴散值(alkali spreading value)。

七、統計分析：試驗資料以統計軟體 SAS-Enterprise Guide 進行綜合變方分析(Combined analysis)及個別比較差異，個別比較使用最小顯著差異法(least significant difference method, LSD)。

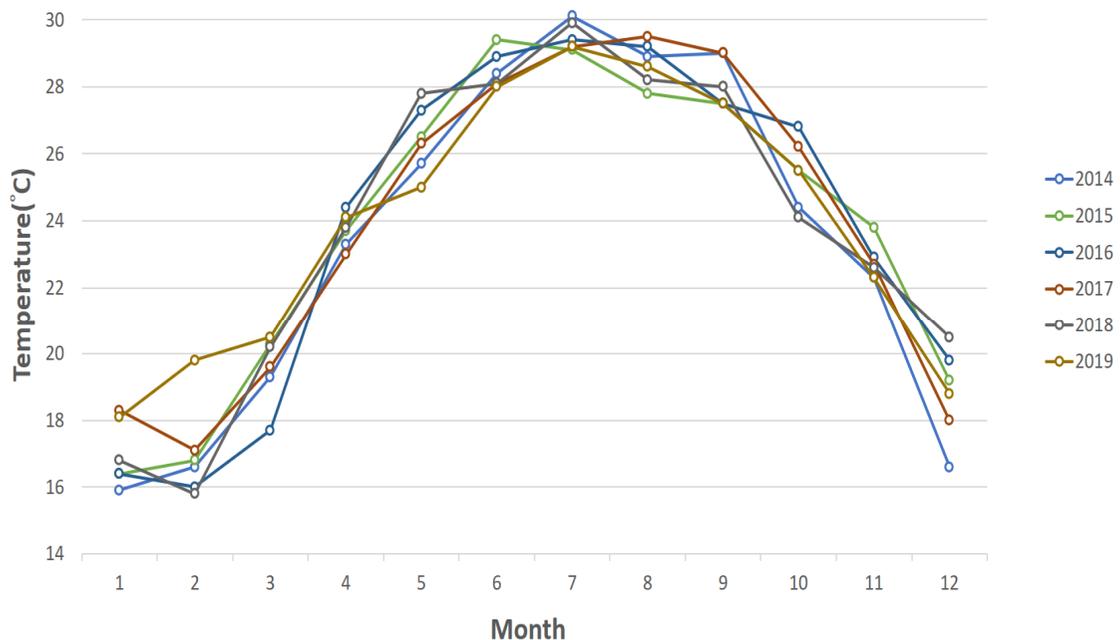
## 結果與討論

### 一、氮肥用量對台梗 9 號、臺中 192 號及台中 194 號農藝性狀、構成要素及稻穀產量之影響

#### (一) 台梗 9 號

第一期作合併 4 年的農藝性狀、產量及其構成要素試驗資料進行綜合變方分析，結果顯示，第一期作不同年度間在株高、穗重、千粒種、一穗粒數及產量部分有顯著差異(表一)，進一步由 2014 年至 2019 年的溫度記錄進行比較，不同年度的同一月分間溫度差異極大，3 月至 4 月的存活期至分蘖期平均溫度差異達 2.8 及 1.1°C，5 月至 6 月的幼穗形成期至成熟期溫誤差異達

也分別達 2.8 及 1.4°C，生育期間溫度對稻株的生長發育有所影響，進而造成株高、穗重、千粒種、一穗粒數及產量等農藝性狀表現有所差異(圖一)。在不同氮肥處理部分，除穗重、稔實率、一穗粒數及千粒重呈現不顯著外，其於各性狀均呈顯著差異；其中穗數及穗長呈顯著差異，株高及產量呈極顯著差異。為了瞭解施氮量對各性狀的影響，進一步就台稈 9 號各性狀於不同氮素處理下的反應進行分析，其中穗長以施氮量 80 kg N ha<sup>-1</sup> 最短為 17.38 cm，施氮量 120 kg N ha<sup>-1</sup> 以上則差異不顯著，株高則隨氮肥施用量增加而提高，其中以 200 kg N ha<sup>-1</sup> 處理 99.84 cm 最高，稻穀產量和株高表現相同，以 200 kg N ha<sup>-1</sup> 處理下 6473.8 kg ha<sup>-1</sup> 表現最好；綜合各性狀表現以 200 kg N ha<sup>-1</sup> 處理較佳。第二期合併 6 年之試驗資料進行綜合變方分析，結果顯示不同年度間在各項性狀間均有顯著差異；在不同氮肥處理部分，農藝性狀間僅株高及穗數呈顯著差異，隨氮肥施用量增加而遞增，其餘性狀差則呈差異不顯著，綜合各項表現以 120 kg N ha<sup>-1</sup> 處理較佳(表一)。氣溫變化方面，單一年度不同月份的差異變化極大，特別是 9 月與 10 月的平均溫差介於 0.7 至 4.6°C 之間，不同年度間以 10 月的幼穗形成期至抽穗期年度間差異較大達 2.7°C(圖一)。



圖一、2014 年至 2019 年每月平均溫度變化。

Fig. 1. Mean monthly temperature variation from 2014 to 2019.

表一、台梗 9 號產量及各農藝性狀之綜合變方分析

Table 1. Combined analysis of Taikeng 9 for agronomic performances and yield

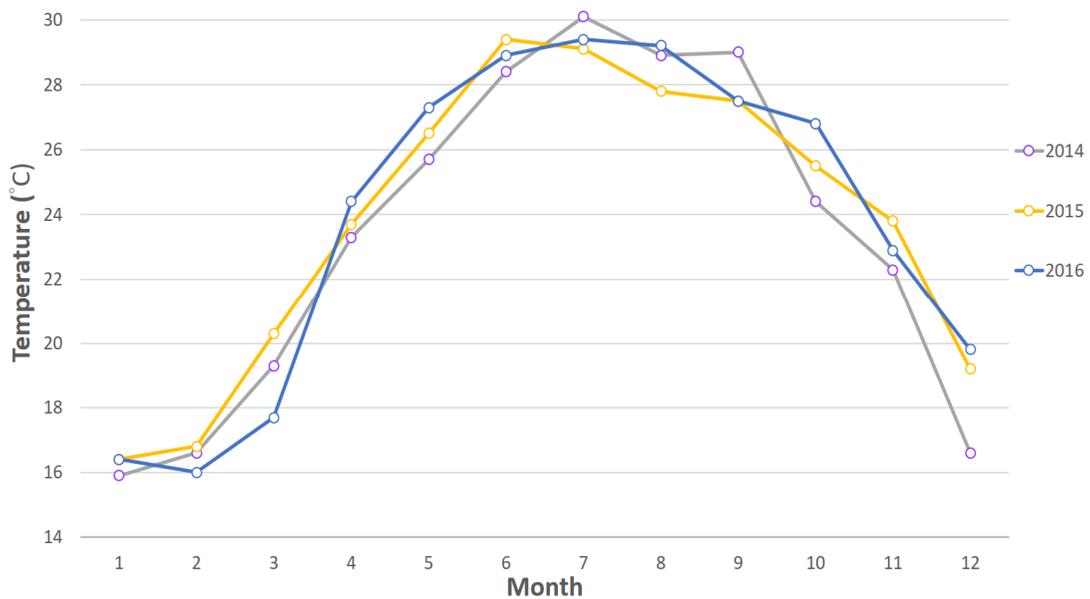
Source of Variation	df	Mean Square									
		plant height (cm)	panicle number per hill	panicle weight (g)	panicle length (cm)	fertility (%)	1000 grain weight (g)	spikelet per panicle	grain yield (kg/ha)		
Year(Y)	3	461.273**	82.02778	1.317919**	4.593506	40.98815	7.046258**	1350.955**	9610083**		
Block/Year	8	21.39792	80.66667	0.103965	1.3929	32.5926	0.830694	135.0434	995035.4*		
Nitrogen(N)	3	144.2285**	283.25*	0.066708	0.806861*	27.25047	0.081614	207.9349	3529086**		
Year×Nitrogen	9	27.34836*	74.37963	0.1004	1.393844*	37.31088*	0.571731	97.20657	327793.6		
Error	24	11.48819	64.55556	0.06839	0.449111	14.46572	0.445974	94.88047	348155.7		
1st crop											
	80	92.667b	14.0b	2.02a	17.38 b	92.81a	27.15a	75.98b	5451.7c		
Nitrogen	120	92.892b	14.8b	2.04a	17.52ab	90.61ab	27.02a	77.59ab	5927.6bc		
(kg/ha)	160	97.058a	15.1b	2.19a	17.98 a	89.58b	27.02a	85.49a	6235.1b		
	200	99.842a	17.8a	2.08a	17.65ab	89.66ab	26.95a	79.40ab	6743.8a		
Year(Y)	5	552.0372**	309.5444**	1.701133**	26.40938**	607.6203**	14.57272**	1688.914**	20124683**		
Block/Year	12	16.22333	24.53241	0.075839	0.706464	13.13283	1.534489	132.706	459335.9		
Nitrogen(N)	3	29.18241*	76.09212*	0.122682	0.031565	23.93642	0.601291	71.16523	612342.4		
Year×Nitrogen	15	5.324407	24.03958	0.110373	0.551198	16.04863	0.944419	91.96165	229320.7		
Error	35	8.599074	26.96032	0.103179	0.846616	17.62884	0.890038	129.6749	468573.6		
2nd crop											
	80	88.31b	9.7b	2.35a	18.21a	84.55a	25.82a	94.26a	3722.3a		
Nitrogen	120	89.52ab	10.7ab	2.15a	18.09a	84.58a	25.86a	88.69a	3919.9a		
(kg/ha)	160	90.91a	10.6ab	2.14a	18.13a	84.14a	25.76a	90.50a	4118.4a		
	200	90.98a	11.3 a	2.15a	18.13a	82.27a	25.44a	91.85a	4118.4a		

\*\*significant at 0.05 and 0.01 probability levels respectively.

Values within the same column followed by different letters are significantly different( $\alpha=0.05$ ).

## (二)台中 192 號

第一期作合併 2 年之農藝性狀、產量及其構成要素進行綜合變方分析。試驗結果顯示，第一期作不同年度間僅株高呈顯著差異。在不同氮肥處理部分，在株高及產量呈顯著差異，性狀表現隨氮肥施用量增加而明顯遞增，其餘性狀差則呈差異不顯著，但不同施肥量處理對各性狀仍狀稍有影響，為了瞭解施氮量對各性狀的影響，進一步就該品種之各性狀於不同氮素處理下的反應進行分析，在穗重、穗長及一穗粒數隨氮肥施用量增加遞增，但當氮肥施用量超過  $160 \text{ kg N ha}^{-1}$  時反有下降趨勢(表二)。第二期作合併 3 年之農藝性狀、產量及其構成要素進行綜合變方分析，在株高、穗數及產量呈極顯著差異，隨氮肥施用量增加而遞增，其餘性狀差則呈差異不顯著，各性狀間以  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳(表二)。由 2014 至 2016 年氣溫紀錄顯示，一期作栽培期間以 2016 年的溫度變化較劇烈，3 月份平均溫度僅  $17.7^\circ\text{C}$  不利水稻分蘖形成，而 5 及 6 月份平均溫度高達  $27.7$  及  $28.9^\circ\text{C}$  易造成對幼穗分化及穀粒充實不良。二期作栽培期間，8 月份插秧後氣溫偏高對分蘖形成影響較大；不同年度間以 10 月至 11 月穀粒充實期差異較大 ( $1.7\text{-}3.9^\circ\text{C}$ )，一般而言，二期作成熟期氣溫急遽下降對稻穀的充實度較為不利(圖二)。



圖二、2014 年至 2016 年每月平均溫度變化。

Fig. 2. Mean monthly temperature variation from 2014 to 2016.

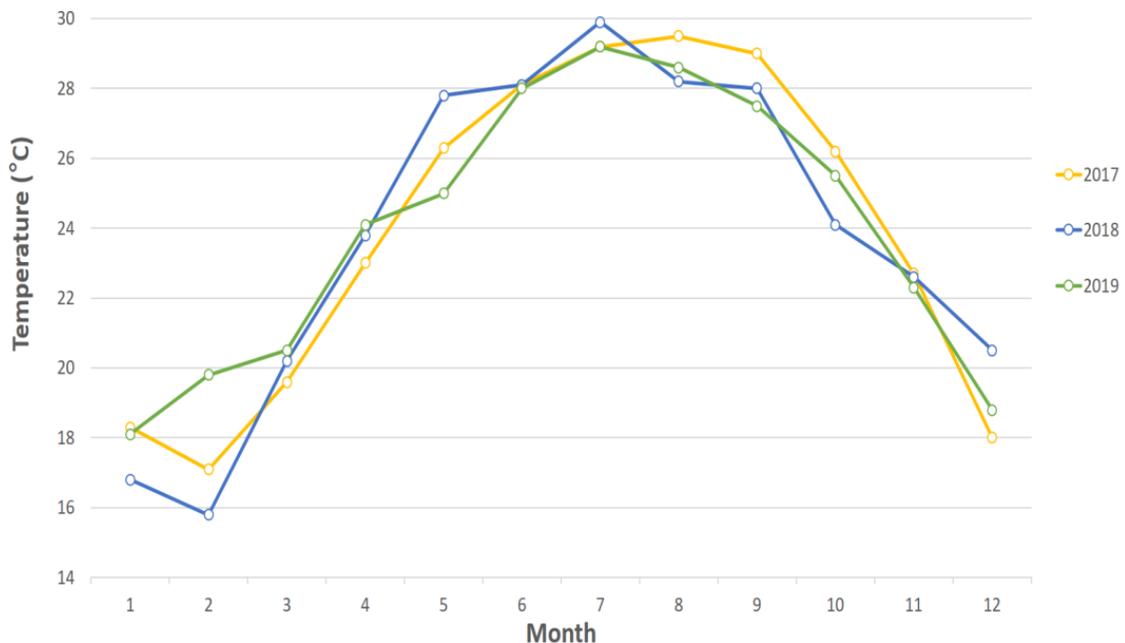
表二、台中 192 號產量及各農藝性狀之綜合變方分析  
Table 2. Combined analysis of Taichung 192 for agronomic performances and yield

Source of Variation	df	Mean Square									
		plant height (cm)	panicle number per hill	panicle weight (g)	panicle length (cm)	fertility (%)	1000 grain weight (g)	spikelet per panicle	grain yield (kg/ha)		
Year(Y)	1	152.5104*	5.041667	0.242004	0.924338	12.76042	0.26	319.959	828203.7		
Block/Year	4	16.65542	22.95833	0.067829	0.207053	43.98707	3.27	217.5697	343379		
Nitrogen(N)	3	82.37486*	125.1528	0.137282	2.389024	37.6765	2.63	237.7318	1115100*		
Year×Nitrogen	3	3.518194	107.375	0.036593	1.440257	21.84707	0.36	68.0118	227142.6		
Error	12	21.88319	63.01389	0.083713	1.327106	35.37441	1.56	95.89844	278699.5		
1st crop											
	80	98.35b	13.5ab	2.25a	18.46a	93.29a	27.47a	84.06b	5802b		
	120	103.78ab	11.8 b	2.42a	19.14a	91.64a	27.56a	92.04ab	6215ab		
	160	103.87ab	13.6ab	2.53a	19.54a	90.18a	26.94a	99.46a	6690a		
	200	107.31a	15.6a	2.21a	18.15a	87.38a	26.11a	91.21ab	6702a		
Year(Y)	2	255.7758*	428.2338**	1.583259**	12.24182*	1785.341**	28.98763**	825.5238*	27417035**		
Block/Year	6	25.94972	90.93016**	0.141864	1.916164*	15.09442	0.714976	178.869	303564.6		
Nitrogen(N)	3	87.75185**	197.8977**	0.082895	0.381347	64.91568*	0.243468	131.4137	3843768**		
Year×Nitrogen	6	9.849907	60.15842*	0.101391	0.539373	16.07106	0.047942	178.0633	876691.7		
Error	18	12.07861	15.05744	0.117749	0.500134	18.4397	0.363183	198.622	735604.2		
2nd crop											
	80	84.31b	7.2c	2.65a	18.74a	81.46a	26.08a	113.50a	3049.88a		
	120	91.00a	9.0b	2.33a	18.83a	81.01ab	25.52a	104.12a	4166.55a		
	160	90.23a	10.9a	2.40a	19.14a	77.38b	25.47a	107.45a	4109.83a		
	200	90.32a	9.9ab	2.39a	18.82a	82.90a	25.70a	101.77a	4583.73a		

\*, \*\*significant at 0.05 and 0.01 probability levels respectively.  
Values within the same column followed by different letters are significantly different( $\alpha=0.05$ ).

## (三)台中 194 號

第一期作合併 2 年的試驗資料進行綜合變方分析，在氮肥處理部分，結果顯示，第一期作僅株高呈顯著差異，隨氮肥施用量增加而明顯遞增，而增施肥料處理對其他性狀稍有影響，但處理間未達顯著差異且趨勢不一，在穗數、一穗粒數及產量有隨施肥量增加而遞增的趨勢，但在穗長及稔實率則隨施肥量增加而遞減，綜合各性狀分析結果以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳。第二期作合併 3 年的試驗資料，分析結果顯示，各性狀在不同氮肥施用量處理間均未達顯著差異，但不同肥量施用量對各性狀表現則稍有影響且趨勢不一，千粒重與產量於不同氮肥施用量下表現穩定，而在株高及穗數上則隨施肥量增加而遞增的趨勢，穗重、穗長、稔實率及一穗粒數則隨施肥量增加而遞減，綜合各性狀分析結果以  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳(表三)。由 2017 至 2019 年氣溫紀錄顯示，一期作栽培期間以 2018 年不同月份的溫度變化較劇烈，不同年度間以 3 月至 4 月的存活期至分蘖期平均溫度差異較大( $3.4\text{-}3.6^\circ\text{C}$ )，平均氣溫介於  $19.6$  至  $24.1^\circ\text{C}$  適合水稻生育，但 6 月的穀粒充實期平均溫度高達  $28^\circ\text{C}$ ，對穀粒的外觀與充實較為不利。二期作栽培期間，8 月份插秧後氣溫偏高對分蘖形成影響較大( $28.2\text{-}29.5^\circ\text{C}$ )，生育後期以 2017 與 2019 年穀粒充實期氣溫下降較快( $1.5\text{-}3.5^\circ\text{C}$ )，不利稻穀充實(圖三)。



圖三、2017 年至 2019 年每月平均溫度變化。

Fig. 3. Mean monthly temperature variation from 2017 to 2019.

表三、台中 194 號產量及各農藝性狀之綜合變方分析  
Table 3. Combined analysis of Taichung 194 for agronomic performances and yield

Source of Variation	df	Mean Square									
		plant height (cm)	panicle number per hill	panicle weight (g)	panicle length (cm)	fertility (%)	1000 grain weight (g)	spikelet per panicle	grain yield (kg/ha)		
Year(Y)	1	99.22667	73.5	0.041667	39.41638*	31.78602	25.606*	1446.154	4440979		
Block/Year	4	13.38792	57.83333	0.022729	4.40172	11.88488	0.897542	994.1263**	1443200*		
Nitrogen(N)	3	63.73944**	22.11111	0.082544	1.335216	2.750344	1.198215	137.5126	665637.1		
Year×Nitrogen	3	6.757778	39.61111	0.026544	4.28551	7.54985	0.767293	205.9738	35770.74		
Error	12	9.842361	77.11111	0.069607	6.555072	10.3666	1.410992	88.27236	342258.6		
1st crop											
	80	88.31b	17.1a	2.03a	21.47a	95.32a	22.16a	82.77a	6031b		
	120	92.11b	6.3a	2.24a	20.98a	95.04a	22.11a	88.67a	6507ab		
	160	91.85b	17.2a	2.29a	20.85a	94.19a	21.80a	94.23a	6533ab		
	200	96.28a	17.8a	2.13a	20.32a	93.89a	22.86a	90.33a	6838a		
Year(Y)	2	204.19**	608.1111*	0.712386**	2.314258	94.80241	0.046633	2131.204**	17810850**		
Block/Year	6	7.495833	58.25	0.058717	2.312589	22.90199	0.946172	151.8575	592047.6		
Nitrogen(N)	3	14.43806	106.1019	0.079832	0.507292	7.49284	0.41161	153.5578	32364.81		
Year×Nitrogen	6	12.97778	23.2963	0.093282	0.339892	17.75412	0.766907	216.6911	133108		
Error	18	17.00176	39.73148	0.065369	1.359033	11.54151	0.75955	124.9097	232113.1		
2nd crop											
	80	89.24a	11.9b	1.98a	20.15a	91.04a	21.24a	94.39a	4249.5a		
	120	92.17a	11.6b	1.90a	19.74a	91.86a	21.24a	89.99a	4184.4a		
	160	90.78a	13.2ab	1.82a	20.10a	90.33a	20.96a	84.91a	4164.9a		
	200	91.58a	14.0 a	1.76a	20.30a	89.75a	21.48a	86.89a	4295.3a		

\*\* significant at 0.05 and 0.01 probability levels respectively.  
Values within the same column followed by different letters are significantly different( $\alpha=0.05$ ).

## 二、氮肥用量對米質性狀之影響

為瞭解施氮量對稻米品質之影響，就各品種之米質性狀於不同氮肥用量處理下的反應進行分析，結果顯示如下(表四)：

### (一)台梗 9 號

第一期作之糙米率、白米率、完整米率及粗蛋白質均隨施氮量增加而遞增，白堊質與直鏈澱粉含量則隨施氮量增加而遞減，綜合各性狀分析結果以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳，顯示提高氮肥施用之處理有較佳的碾米品質與外觀品質，但是粗蛋白質含量提高對食味品質則有不良影響。第二期作在糙米率、白米率施氮量間差異不顯著，而在完整米率、白堊質、直鏈澱粉及粗蛋白等性狀均隨施氮量增加而遞增，各性狀間以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳，顯示提高氮肥施用之處理有較佳的碾米品質，但在外觀品質上則無法獲得改善且易造成食味品質不佳。

### (二)台中 192 號

第一期作在白米率施氮量間差異不顯著，在糙米率、白堊質及粗蛋白質均隨施氮量增加而遞增，以  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最高，完整米率以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳，施氮量超過  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  則差異不顯著，直鏈澱粉以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理最高，施氮量超過  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  則隨施用量增加而遞減，綜合各性狀分析結果以  $160 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳。第二期作在糙米率與白堊質施氮量間差異不顯著，但隨氮肥的增施而有較佳的表現，在白米率、完整米率、直鏈澱粉及粗蛋白質均隨施氮量增加而遞增，綜合各性狀分析結果以  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳。

### (三)台中 194 號

第一期作之白米率、完整米率及粗蛋白質施氮量間差異不顯著，但隨氮肥的增施而遞增，以  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最高，糙米率以  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理最高，白堊質以  $160 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理最高，直鏈澱粉以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理最高，施氮量超過  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  則隨施用量增加而遞減，綜合各性狀分析結果以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳。第二期作在糙米率、白米率及白堊質施氮量間差異不顯著，完整米率以  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理最高，施氮量超過  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  則差異不顯著，粗蛋白質隨氮肥的增施而遞增，以  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最高，綜合各性狀分析結果以  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳。

表四、第一、二期作各品種於不同氮肥等級米質性狀平均值

Table 4. Means of rice quality for rice cultivars under different nitrogen in the two crops

	Variety	Nitrogen (kg/ha)	brown rice (%)	milled rice (%)	head rice (%)	appearance	amylose (%)	crude protein(%)
1st crop	TC194	80	79.50 b <sup>1</sup>	68.06 a	59.88 a	0.05 c	16.60 b	5.04 a
		120	80.26 a	68.66 a	60.08 a	0.07 b	17.17 a	5.10 a
		160	80.24 a	68.54 a	58.82 a	0.08 a	16.87 ab	5.17 a
		200	80.34 a	68.78 a	61.06 a	0.06 b	16.87 ab	5.18 a
	TC192	80	83.04 c	73.92 a	64.72 ab	0.49 c	17.52 b	6.01 d
		120	83.34 bc	73.94 a	65.70 a	0.52 bc	17.85 a	6.18 c
		160	83.56 ab	74.06 a	61.98 c	0.58 b	17.57 b	6.49 b
		200	83.72 a	73.88 a	63.64 bc	0.68 a	17.12 c	6.849 a
	TK9	80	82.63 b	71.63 c	59.83 ab	0.93 a	16.40 a	5.65 b
		120	83.26 a	72.22 b	58.81 bc	0.90 ab	16.38 a	5.84 ab
		160	83.12 a	72.54 ab	58.52 c	0.87 b	16.15 b	6.06 a
		200	83.37 a	72.99 a	60.16 a	0.88 b	16.12 b	6.04 a
2 nd crop	TC194	80	81.25 a	71.40 a	68.63 a	0.00 a	19.25 b	5.94 b
		120	81.52 a	71.38 a	67.56 b	0.00 a	19.53 a	6.09 a
		160	81.36 a	71.25 a	67.23 b	0.00 a	19.42 ab	6.05 a
		200	81.42 a	71.41 a	67.73 ab	0.00 a	19.52 a	6.11 a
	TC192	80	78.54 a	73.21 b	70.15 c	0.30 a	19.12 b	5.90 b
		120	82.09 a	73.29 ab	70.71 b	0.29 a	19.37 ab	5.95 b
		160	82.13 a	73.20 b	70.45 bc	0.28 a	19.48 a	5.98 ab
		200	82.28 a	73.77 a	71.35 a	0.27 a	19.32 ab	6.15 a
	TK9	80	82.49 a	74.05 a	69.57 b	0.43 a	18.50 a	6.05 c
		120	82.63 a	68.90 a	69.96 ab	0.40 b	18.33 b	6.08 bc
		160	82.17 a	74.36 a	70.38 a	0.44 a	18.47 ab	6.19 b
		200	82.43 a	74.53 a	69.89 ab	0.45 a	18.53 a	6.31 a

<sup>1</sup> Values within the same column and same variety followed by different letters are significantly different ( $\alpha = 0.05$ ).

## 結 論

現今臺灣的水稻生產機械化程度高，產業經營朝向精緻化與專業分工發展，具有健全的代耕制度，再加上政府的公糧收購，導致長期以來農民為提高收益與收量，在進行稻作栽培時，採用較豐產品種或施用較高的肥料量，尤其以對稻穀產量最有貢獻的氮素肥料最為嚴重，在許多研究中指出在一定的施用量下，適量的增施氮素肥料可以達到增產的效果，但過量使用或施用的方式、時期不恰當，除無法達成增產外，亦可能造成水稻生育不佳而減產或品質降低<sup>(9,11,14,18)</sup>。但隨著國人所得提高及消費習性的改變，稻米的需求量逐年降低，且外銷受限，造成稻米生產過剩、倉容不足等現

象逐一發生，而農民栽培習慣卻仍以產量為導向而忽略品質，除了阻礙良質米生產與推廣外，也無助於提高國人食米消費量。

稻穀產量是由穗數、千粒重、稔實率及一穗粒數共四個要素所構成，因此經由產量構成要素的調查，可以進一步了解氮肥是透過何種構成要素來影響稻穀的生產量；而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)、食味品質等，極易受到栽培環境之影響<sup>(6)</sup>。

本研究主要探討氮肥施用量對台梗 9 號、台中 192 號及台中 194 號共三個推廣品種之產量、米質及農藝性狀的影響，以提供田間栽培管理之參考。試驗結果顯示，台梗 9 號第一期作在農藝性狀與產量構成要素結果，氮肥施用量  $160 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理雖較  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理增加每公頃約 300 公斤之產量，但株高卻明顯增加，恐增加倒伏的風險，米質性狀分析則綜合各性狀分析結果以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳，因此建議第一期作氮肥施用量以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  為佳；第二期作綜合農藝性狀、產量構成要素及米質性狀分析結果以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳。台中 192 號之綜合農藝性狀、產量構成要素及米質性狀分析結果，第一期作以  $160 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳，第二期作雖以  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳，但建議略為降低至  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$ ，稻穀產量雖略微降低，但可維持稻米質及降低投入成本。台中 194 號之綜合農藝性狀、產量構成要素及米質性狀分析結果，第一期作以  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳，第二期作則以  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  處理表現最佳。

## 參考文獻

1. 作物施肥手冊 2005 水稻 p.16-20 中華肥料協會 臺中。
2. 農業統計年報 2019 作物生產 稻米 p.22-33 行政院農業委員會 台北。
3. 王鐘和、江志峰、申雍 2003 土壤肥力診斷在水稻精準施肥管理之應用 p.121-132 水稻精準農業體系 行政院農業委員會農業試驗所特刊第105號 霧峰，臺灣。
4. 王鐘和、林毓雯、邱麗蓉、陳琦玲、劉滄琴 2003 肥料深施及穗肥對水稻產量之效應及診斷研究 p.105-120 水稻精準農業體系 行政院農業委員會農業試驗所特刊第105號 霧峰，臺灣。
5. 宋勳 1980 施肥法影響水稻碾米品質之研究 臺中區農業改良場研究彙報 3: 20-24。
6. 宋勳、洪梅珠、許愛娜 1991 臺灣稻米品質之研究 p.4-9 臺灣省臺中區農業改良場特刊 24 號。
7. 呂坤泉、楊嘉凌、許志聖 2007 梗稻品種臺中 192 號之育成 臺中區農業改良場研究彙報 97: 51-70。
8. 林再發 1998 氮肥用量對一、二期作水稻產量及生育性狀影響 臺中區農業改良場研究彙報 61: 13-23。
9. 林再發 2001 幼穗形成期氮肥施用量及稻穀儲存期對台中秈 10 號米質之影響 臺中區農業改良場研究彙報 73: 55-64。

10. 邱再發、黃文良 1970 水稻氮肥施肥技術之研究( I )氮肥晚施用對水稻產量及養分吸收之影響 農業研究 19: 26-41。
11. 潘昶儒、余宣穎、黃井約 2008 水稻優質栽培施肥管理模式 花蓮區農業改良場專訊 65: 12-15。
12. 鄭佳綺、楊嘉凌、許志聖 2018 稈稻品種台中194 號之育成 臺中區農業改良場研究彙報 141: 55-73。
13. 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。
14. 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。
15. 簡珮如 1997 稻米貯藏性蛋白質之變異及其與食味之相關 國立台灣大學農藝學研究所碩士論文。
16. 羅正宗 2007 水稻越光品種安定生產之穗肥診斷技術的研究 台南區農業改良場專訊 49: 24-34。
17. Cagampang, G. B., C. M. Perze and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. *J. Sci. Food Agric.* 24: 1589-1594.
18. Doyle, A. D. and I. C. R. Holford 1993. The uptake of nitrogen by wheat, its agronomic efficiency and their relationship to soil and fertilizer nitrogen. *Aust. J. Agric. Res.* 44: 1245-1258.
19. Juliano, B. Q., L. Onato., M. Angelita. and M. Del Mundo. 1972. Amylose and protein content of milled rice as eating quality factors. *Phillipp. Agric. Sci.* 56: 44-47.
20. Juliano, B. Q. 1985. *Rice: chemistry and technology.* St. Paul Minnesota. U. S. A.
21. Tamaki, M., M. Ebata, T. Tashiro, and M. Ishikawa. 1989. Physicoecological studies on quality formation of rice kernel. I. Effects of nitrogen top-dressed at full heading time and air temperature during ripening period on quality of rice kernel. *Japan. J. Crop Sci.* 58(4): 653-658.

# Effects of Different Nitrogen level on the Yield and Quality of Rice "Taiken 9", "Taichung 192" and "Taichung 194" in the Context of Climate Change <sup>1</sup>

Chia-Chi Cheng <sup>2</sup> and Jia-Ling Yang <sup>3</sup>

## ABSTRACT

Two trials were made in this study. On the purpose of this study was to investigate the rate of nitrogen fertilizer resulting in the rice quality, agronomic performances and yield. Four rates of nitrogen fertilizer(80, 120, 160 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>) were applied in the study. A total three currently cultivated rice cultivars, Taikeng 9, Taichung 192 and Taichung 194 were used in second trial. Due to have the characteristics of each variety is unique for both the quality and yield of different nitrogen fertilizer recommended dosage, Taikeng 9 two crop season the recommended nitrogen rate was 120 kg N ha<sup>-1</sup>, Taichung 192 the recommended nitrogen rate was 160 kg N ha<sup>-1</sup> for the first-crop season, and 120 kg N ha<sup>-1</sup> for the second-crop season, Taichung 194 the recommended nitrogen rate was 120 kg N ha<sup>-1</sup> for the first-crop season, and 80 kg N ha<sup>-1</sup> for the second-crop season. In summary, the application rate of nitrogen fertilizer significantly affected the yield and quality of rice.

**Key words:** rice, nitrogen fertilizer, yield.

---

<sup>1</sup> Contribution No.0997 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup> Assistant researcher of Taichung DARES, Changhua, Taiwan, ROC.

<sup>3</sup> Researcher and chief of Extension Section of Taichung DARES, Changhua, Taiwan, ROC.