

氮肥用量對水稻臺東35號產量及品質之影響

丁文彥¹

摘 要

水稻臺東35號為本場於2016年命名之香米品種，具有良好株型、米粒外觀優良、透明度佳、心、腹、背白少、米飯散發爆米花香等優良特性，品質極為優良。由2013年至2014年的氮肥效應試驗結果顯示，第1期作氮素推薦量為120 kg/ha，第2期作推薦量為80 kg/ha。為兼顧東西部農友施肥習性不同，於2018年進行增施氮肥效應試驗，氮素肥料量分為120 kg/ha、240 kg/ha及360 kg/ha等3個處理，調查發現水稻株高隨者氮肥用量增加而增加，產量在兩個期作的表現不一，第1期作以240 kg/ha處理最高，為5,913 kg/ha；第2期作則以360 kg/ha處理最高，為5,965 kg/ha。然增施氮肥影響稻米品質的表現，稻穀容重量及白米食味值隨者氮肥用量的增加而遞減，白米蛋白質及植株成熟葉片葉綠素含量則隨氮肥用量的增加而有遞增的趨勢。由此可見，增施氮肥雖可造成稻穀產量的增加，卻影響稻米品質的表現，建議臺東35號的氮肥推薦量仍以不超過120 kg/ha為原則。

關鍵詞：稈稻、氮肥、稻米品質、產量

¹行政院農業委員會臺東區農業改良場 副研究員兼課長

前 言

水稻為臺灣栽培面積最多之糧食作物，其生長發育受品種、氣候環境、栽培管理及土壤肥力等因素的影響，生產者需在各種良好因素互相配合下，才能獲得單位面積最佳產量，且在相同的人力、物力投資下，可獲致最好的生產利潤^(2, 8)。

水稻生長所需的營養元素頗多，氮、磷、鉀三要素為最主要的成分，缺乏或過剩均非所宜，其中以氮肥為促進水稻生育最有效之肥料。施用較多的氮肥雖可使水稻分蘗數增加，產量提高，但同時會造成植株抽穗成熟期參差不齊，穀粒充實度下降，米質變差，病蟲害增多，易倒伏等現象發生^(8, 10)。而缺少氮素的水稻植株其葉片易變黃，分蘗少，植株矮小，生育弱，產量低⁽²⁾。因此，合理的肥培管理除了有其經濟意義外，更有維護生態環境的積極目的。

水稻臺東35號為本場於2016年育成的香米品種，具有良好株型，米粒外觀優良，透明度佳，心、腹、背白少等特性，米飯蒸煮過程中散發出一股爆米花香⁽¹⁾，為本場極力推廣的新香米品種。依據水稻推動小組2015年第5次工作會議決議，鑑於東西部農友的肥料施用量不同，若只依據命名時的肥料推薦量推廣該品種，有時無法充分發揮新品種的特性，應增加氮肥效應等級之試驗資料，以作為後續推廣評估之參考。因此，本試驗擬探討增施氮肥對臺東35號產量及品質之影響，建立不同肥料量對產量及品質的影響，提供農友正確的施肥觀念，以發揮本品種應有的效能。

材 料 與 方 法

一、試驗材料：水稻臺東35號、臺稈9號。

二、試驗地點：臺東區農業改良場水稻試驗田。

三、試驗方法：

(一)氮肥效應試驗：於2013年第1期作至2014年第2期作進行，田區採裂區設計，氮素施用量為主區，品種為副區(以臺稈9號為對照品種)。氮素處理等級分為80 kg/ha、120 kg/ha、160 kg/ha及200 kg/ha等4級，磷酐及氧化鉀均施用72 kg/ha。行株距30 cm×15 cm，3重複，田間管理依本區慣行法實施之。

(二)增施氮肥效應試驗：於2018年第1、2期作進行，田區採逢機完全區集設計。氮素處理等級分為120 kg/ha、240 kg/ha及360 kg/ha等3級，磷酐及氧化鉀均施用60 kg/ha。行株距30 cm×21 cm，3重複，田間管理依本區慣行法實施之。

四、調查項目：

- (一)農藝性狀：生育期間調查株高、穗數及產量。
- (二)米質分析：利用成分分析儀(AN-900)檢測白米的蛋白質、直鏈澱粉含量及食味值。
- (三)稻穀性狀分析：利用礱穀機(大竹，FC-2K)將稻穀除去稻殼，稱其糙米重量再換算為碾糙率；利用精米機(YAMAMOTO，YP-32)將糙米碾成白米，稱其白米重量再換算為碾白率。
- (四)葉綠素含量分析：利用SPAD-502 PLUS(MILNOTA)在水稻生育期間測定成熟葉片之葉綠素含量，齊穗期之前調查植株最上第二完全展開葉之中段，齊穗期後為劍葉之中段。

結 果

一、氮肥效應試驗

在2013年第1期作至2014年第2期作進行氮肥效應試驗，由表1的試驗結果得知，臺東35號第1期作產量隨著氮素用量增加有增產之趨勢，其中以氮素施用量200 kg/ha處理之平均產量最高，為7,063 kg/ha，但不同氮肥用量處理間沒有顯著性差異；臺梗9號也有相同的趨勢。第2期作臺東35號的平均產量以施用160 kg/ha氮素用量為最高，為5,654 kg/ha；80 kg/ha氮素用量次之。對照品種臺梗9號的產量則以200 kg/ha氮素用量為最高，但兩個參試品種的產量在處理間沒有顯著性差異。

若以增施每公斤氮肥效益及增施每元氮肥效益而言，臺東35號以200 kg/ha氮素用量時為最高，分別為140.3 NT/kg與4.68 NT/NT；而120 kg/ha氮素用量的氮肥效益則較160 kg/ha氮素用量為佳(表2)。雖然臺東35號在第1期作的產量及氮肥施用效益均以施用量200 kg/ha之處理最高，然基於合理化施肥與友善環境的考量，氮肥施用量仍以120 kg/ha較適宜。臺東35號在第2期作4個氮素用量等級產量之表現，以施用160 kg/ha氮素用量時為最高，為5,654 kg/ha；80 kg/ha氮素用量次之，產量為5,517 kg/ha。對照品種臺梗9號則以每200 kg/ha氮素用量為最高，但兩個參試品種(系)的產量在處理間沒有顯著性差異。氮素施用效益以160 kg/ha處理為最高，增施每公斤氮肥效益及增施每元氮肥效益分別為44.5

NT/kg與1.48 NT/NT，80 kg/ha處理的氮素施用效益卻較120 kg/ha及200 kg/ha為佳。臺梗9號的氮素施用效益則以200 kg/ha為最高，分別為32.1 NT/kg與1.07 NT/NT。綜合產量與氮素施用效益，並參酌農藝性狀及產量構成要素的表現，臺東35號第2期作氮肥施用量以80 kg/ha為佳。

表1. 水稻臺東35號在氮肥試驗之農藝性狀及產量表

Table 1. The agronomic characters and grain yield of 'Taitung 35' rice in the nitrogen fertilizer trial in 2013-2014.

Cultivar	Cropping season	Nitrogen rate (kg/ha)	Days to maturity (day)	Plant height (cm)	Panicle number (no.)	Yield (kg/ha)	Index (%)
Taitung 35	1st	80	134	88.7	13.0	6,416 ^{a1}	100.0
		120	134	89.8	12.4	6,582 ^a	102.6
		160	134	95.8	13.3	6,716 ^a	104.7
		200	134	86.4	14.2	7,063 ^a	110.1
Taikeng 9 (CK)		80	134	88.1	13.6	4,862 ^b	100.0
		120	134	88.5	15.7	5,421 ^b	111.5
		160	134	89.8	17.2	5,398 ^b	111.0
		200	134	98.7	16.0	6,346 ^a	130.5
Taitung 35	2nd	80	120	84.9	12.6	5,517 ^a	100.0
		120	119	84.3	13.0	5,195 ^a	94.2
		160	120	85.5	13.2	5,654 ^a	102.5
		200	121	88.1	13.6	5,476 ^a	99.3
Taikeng 9 (CK)		80	117	89.1	15.6	5,705 ^a	100.0
		120	119	87.0	15.4	5,524 ^a	96.8
		160	119	88.6	17.1	5,569 ^a	97.6
		200	119	91.2	17.2	5,853 ^a	102.6

¹Means of yield followed by the same letters among nitrogen rate at the same cultivar and cropping season are not significantly different by LSD test($\alpha = 0.05$).

表2. 水稻臺東35號在氮肥試驗之氮素利用效率比較

Table 2. Comparison of nitrogen application efficiency of ‘Taitung 35’ rice in the nitrogen fertilizer trial in 2013-2014.

Cultivar	Cropping season	Nitrogen rate (kg/ha)	Yield (kg/ha)	Index (%)	Nitrogen application efficiency (NT/kg) ²	Nitrogen application efficiency (NT/NT) ³
Taitung 35	1st	80	6,416 ^{a1}	100.0	-	-
		120	6,582 ^a	102.6	108.2	3.61
		160	6,716 ^a	104.7	97.4	3.25
		200	7,063 ^a	110.1	140.3	4.68
Taikeng 9 (CK)		80	4,862 ^b	100.0	-	-
		120	5,421 ^b	111.5	363.2	12.11
		160	5,398 ^b	111.0	174.4	5.81
		200	6,346 ^a	130.5	321.5	10.72
Taitung 35	2nd	80	5,517 ^a	100.0	-	-
		120	5,195 ^a	94.2	-209.2	-6.97
		160	5,654 ^a	102.5	44.5	1.48
		200	5,476 ^a	99.3	-8.8	-0.29
Taikeng 9 (CK)		80	5,705 ^a	100.0	-	-
		120	5,524 ^a	96.8	-117.8	-3.93
		160	5,569 ^a	97.6	-44.5	-1.48
		200	5,853 ^a	102.6	32.1	1.07

¹Means of yield followed by the same letters among nitrogen rate at the same cultivar and cropping season are not significantly different by LSD test($\alpha = 0.05$).

²Increase the nitrogen application efficiency per kg(NT/kg) : 【 yield of treatment – yield of control (80 kg-N/ha) 】 × purchase rice at guaranteed price(26 NT/kg) ÷ amount of increase nitrogen

³Increase the nitrogen application efficiency per dollar(NT/NT) : 【 yield of treatment – yield of control(80 kg-N/ha) 】 × purchase rice at guaranteed price(26 NT/kg) ÷ cost of increase fertilizer

二、增施氮肥效應試驗

依據水稻推動小組2015年第5次工作會議決議，新品種育成推廣時，應增加氮肥效應等級之試驗資料，以作為後續推廣評估之參考。由2018年第1期作的試驗結果顯示，水稻臺東35號的株高隨者氮肥用量的增加而增加，以360 kg/ha處理的株高最高，為96.6 cm，120 kg/ha對照組處理最低，約83.9 cm(表3)；穗數及產量則以240 kg/ha處理最佳，分別為20.3支及5,913 kg/ha，產量較對照組增加13.8%。第2期作的株高、穗數及產量均以360 kg/ha處理最佳，產量較120 kg/ha對照組增加10.3%，但兩個期作的不同氮肥用量處理間沒有顯著性差異。

由表4的稻米品質分析結果可以看出，臺東35號在第1期作的碾糙率及碾白率隨者氮肥用量的增加而增加，其中以360 kg/ha處理最高，分別為76.3 %與65.7 %；然在第2期作卻以120 kg/ha處理較佳，碾糙率及碾白率各為75.3 %及67.4 %。兩期作的稻穀容重量及食味值均以對照組的表現最好，第1期作分別為588.2 g/L及76.0；第2期作約599.1 g/L及69.5；蛋白質含量則隨者增施氮肥處理而增加，均以360 kg/ha處理最高，第1期作為6.10%，第2期作約7.55%，期作間以第2期作較第1期作的蛋白質含量高。由此可見，氮肥施用量越低，稻穀容重量越重，白米蛋白質含量越低，食味值的表現越好，但碾白率及碾糙率在兩個期作的表現則有不同的結果。

在水稻生育期間測定植株成熟葉片葉綠素含量的變化發現，氮肥用量越高其植株葉片葉綠素含量越高，兩期作均有相同的表現。植株葉片葉綠素含量隨者穀粒成熟程度有逐漸降低的現象，不同氮肥用量處理在第1期作植株生育後期葉片葉綠素含量讀值分別為21.9、24.8及27.1，第2期作則為26.8、31.6及32.8(圖1)。

表3. 增施氮肥對水稻臺東35號農藝性狀及產量之影響

Table 3. Effect of the different nitrogen fertilizers on the agronomic characters and grain yield of 'Taitung 35' rice in 2018.

Nitrogen rate (kg/ha)	1st cropping season			2nd cropping season		
	Plant height (cm)	Panicle number (no.)	Yield (kg/ha)	Plant height (cm)	Panicle number (no.)	Yield (kg/ha)
120	83.9	19.0	5,198 ^{a1}	91.2	16.2	5,408 ^a
240	88.3	20.3	5,913 ^a	90.5	17.3	5,661 ^a
360	96.6	17.3	5,720 ^a	99.0	18.7	5,965 ^a

¹ Means of yield followed by the same letters among nitrogen rate at the same cultivar and cropping season are not significantly different by LSD test($\alpha=0.05$).

表4. 增施氮肥對水稻臺東35號稻米品質之影響

Table 4. Effect of the different nitrogen fertilizers on the rice quality of ‘Taitung 35’ rice in 2018.

Nitrogen rate (kg/ha)	Cropping season	Brown rice rate (%)	Milled rice rate (%)	Volumetric weight (g/l)	Protein content (%)	Amylose content (%)	Taste score
120	1st	75.5	64.5	588.2	5.55	18.05	76.0
240		76.0	64.9	587.6	5.95	18.25	74.5
360		76.3	65.7	586.5	6.10	18.20	73.0
120	2nd	75.3	67.4	599.1	7.00	18.50	69.5
240		72.8	63.8	568.8	7.35	18.55	67.5
360		73.1	64.4	567.2	7.55	18.50	66.0

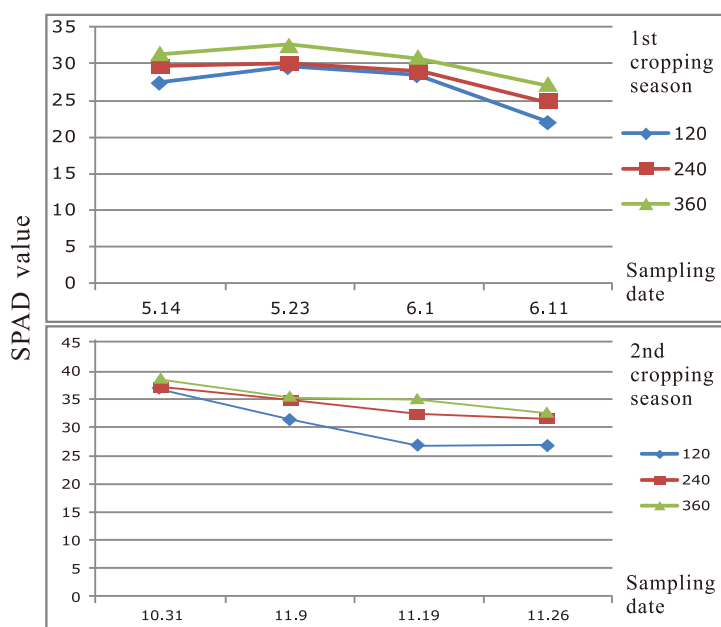


圖1. 增施氮肥對水稻臺東35號植株成熟葉片葉綠素含量之影響

Fig. 1. Effect of the different nitrogen fertilizers on the chlorophyll content in mature leaf of ‘Taitung 35’ rice during the growth period in 2018.

討 論

水稻在生育期間需要各種營養元素的補充，其中氮素是所有營養元素最重要者；在適量的氮肥處理下，稻穀產量隨著氮肥用量的增加而增加；但若氮肥施用過量或施用時期不當，反而會對稻米品質造成負面的影響。水稻臺東35號在氮肥效應試驗的肥料推薦量第1期作為120 kg/ha，第2期作則以80 kg/ha較適宜。然新品種推廣並不能只局限於東部地區，還須考量西部地區農友施肥習慣，因此進行增施氮肥效應試驗。試驗顯示，水稻臺東35號的農藝性狀及產量在期作間對增施氮肥的反應不同，第1期作的株高隨者氮肥用量的增加而增加，穗數及產量則以240 kg/ha處理最佳，產量並沒有隨者氮肥用量的遞增而增加；第2期作的株高、穗數及產量均以360 kg/ha處理最佳。莊(2009)曾探討氮素用量對水稻桃園3號產量及品質的影響發現，桃園3號的株高及產量均以最高氮素用量的處理較高，兩期作均有相同的趨勢；然米粒外觀及理化性質則以該品種推薦量第1期作120 kg/ha，第2期作100 kg/ha處理表現較佳。許多研究指出，株高與氮肥用量有顯著正相關⁽¹²⁾，陳與陳(2015)亦認為，水稻株高、節間伸長長度、上位五葉之葉鞘長度、葉位、穗位高度以及穗軸抽出程度均隨者氮肥施用量增加而顯著提高，其中上位節間及葉鞘長度皆比下位節長，尤其以穗軸節間伸長最大。林等(2017)指出，隨者氮肥施用量的增加，水稻株高及產量均有增加的趨勢。由以上論述發現，本試驗的結果與大多數的研究成果相符，惟第1期作的穗數及產量表現不一致，應是與品種對氮肥忍受性的反應不同有關。

由增施氮肥效應試驗中得知，稻米品質中除了碾糙率及碾白率在期作間的反應不同外，稻穀容重量、白米食味值的表現均以120 kg/ha處理的表現最佳；直鏈澱粉含量在處理間差異不顯著，但以2期作的直鏈澱粉含量較高；蛋白質含量則隨者增施氮肥而增加，其中第2期作各處理的蛋白質含量均比第1期作為高；而蛋白質含量高低與食味值表現則呈負相關，亦即蛋白質含量越高，食味值相對越低。研究指出，粗蛋白質含量雖隨著穗肥之氮肥施用量增加而增加，但對於稻穀之碾米品質、白米外觀、直鏈澱粉含量並未造成影響^(4,9)；然亦有研究發現，過量的氮肥施用量會增加碎米、未熟粒及死米比率，影響糙米品質^(5,8)。羅與莊(2016)認為，第2期作的氮素吸收效率高於第1期作，穀粒充實期間所累積之氮素量與收穫期穀粒總量的比值亦較第1期作為高，可能造成第2期作穀粒氮素濃度較高之緣故。賴等(1997)指出，降低氮肥用量可提高梗稻稻穀的容重量，降低蛋白質含量，提高1期作直鏈澱粉含量，減少2期作直鏈澱粉含量；以上論點與本試驗不盡相同，可能與品種特性及第2期作栽種期間的氣溫及日照等環境因子不同有關。

由於氮素為葉綠素的構成分子，植體葉綠素含量較高者，通常可以反應其處於較高氮素含量的狀態。在水稻研究發現，葉綠素含量與葉片及莖桿之氮素濃度呈正相關，且與產量關係密切；葉綠素總量自生長初期開始增加，至抽穗前達最高，再

隨者植株成熟老化而遞減^(3, 13)。此項結果與本試驗結果相符，氮肥施用量越高的植株葉片，整個生育期間其葉片葉綠素含量讀值均有較高的趨勢。

由以上結果得知，增加氮肥用量雖可提高水稻臺東35號之產量表現，卻對稻米品質產生負面的影響。而且增加1-2倍氮肥用量處理，在兩期作卻只有1成左右的增產效果，並未隨者氮肥成本的增加而得到更高的產量表現。因此，基於稻米品質及成本的考量，建議臺東35號的氮素推薦量以不超過120 kg/ha為原則，如此，除可生產優質好米，採行友善環境的耕作方式，亦可維持臺東35號應有的爆米花香味。

參 考 文 獻

1. 丁文彥、林家玉、侯雅玲。2017。水稻新品種臺東35號之育成。臺東區農業改良場研究彙報27：1-15。
2. 江瑞拱。2017。稻之手札。再版。20-27。臺東：行政院農業委員會臺東區農業改良場。
3. 李裕娟、楊純明、張愛華。2002。施用氮肥對水稻植株氮素、葉綠素及植被反射光譜之影響。中華農業研究51(1)：1-14。
4. 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。
5. 林家玉、丁文彥、侯雅玲。2017。不同氮肥及用量對水稻品種臺東30號與臺東33號生產之影響。臺東區農業改良場研究彙報27：45-59。
6. 陳榮坤、陳宗禮。2015。氮肥施用量對水稻莖桿生育的影響。臺南區農業改良場研究彙報66：24-38。
7. 莊浚釗。2009。氮素用量及氮肥分配率對水稻品種桃園3號產量及米質之影響。桃園區農業改良場研究彙報65：45-60。
8. 賴文龍、郭雅紋、陳玟瑾。2012。氮肥用量對水稻產量之影響。臺中區農業改良場研究彙報114：35-43。
9. 賴文龍、曾宥紘、廖君達、楊嘉凌。2014。水稻臺中192號氮肥需量之研究。出自“103年度臺中區農業改良場科技計畫研究成果發表論文輯”，3-13。彰化：行政院農業委員會臺中區農業改良場。
10. 賴明信、陳正昌、郭益全、陳治官、李長沛、曾東海、林英俊。1997。現行水稻推廣品種生產力與氮肥用量之關係II.氮肥用量對稻米容重及品質之影響。中華農業研究46(1)：1-14。
11. 羅正宗、莊志慶。2016。水稻氮素利用效率之研究(I)氮素施用量對水稻氮素利用效率及其組成分之影響。臺南區農業改良場研究彙報67：1-12。
12. Kamiji, Y., S. Hayashi, and T. Horie. 1993. Influences of nitrogen nutrient and solar radiation in the canopy on the length of lower internodes of rice. *Jpn. J. Crop Sci.* 62(2)：164-171.
13. Yang, C. M. and Y. J. Lee. 2001. Seasonal changes of chlorophyll content in field-grown rice crop and their relationships with growth. *Proc. Natl. Sci. Coun. ROC(B)* 25(4)：233-238.

Effects of Different Nitrogen Levels on the Grain Yield and Quality of Rice Variety Taitung 35

Wen-Yen Ting¹

Abstract

Taitung 35 had been registered by Taitung District Agricultural Research and Extension Station in 2016. This cultivar has shown moderately resistant to rice leaf blast and resistant to lodging, possesses erect plant type and good grain appearance. The purpose of this study was to investigate the effect of nitrogen fertilizer level on the grain yield and quality of rice variety Taitung 35. Results indicated that the highest yield in the treatment with application nitrogen at 240 kg/ha for the 1st cropping season and 360 kg/ha for the 2nd cropping season, respectively. Whereas the grain volumetric weight and taste value were better with the application nitrogen at 120 kg/ha for the 1st and 2nd cropping season. The protein content of milled rice and chlorophyll content of mature leaves were higher with the increasing amounts of application nitrogen, but the protein content had the negative correlation with taste value. Base on the economics and grain qualities, application of nitrogen at 120 kg/ha or lower amounts for the 1st cropping season and 2nd cropping season of rice variety Taitung 35.

Keywords: Japonica rice, Nitrogen fertilizer, Grain quality, Grain yield

¹Associate Researcher and Chief of Taitung DARES, COA.