

## 肥料對稻米品質之影響

侯 福 分

種苗改良繁殖場

### 摘 要

水稻栽培管理為影響稻米品質之主要因素之一，而其中肥料之施用對稻米品質之影響至為明顯。植物對氮素之吸收可改變植株之形態，氮肥過多容易造成植株軟弱，易倒伏，同時罹患病蟲害亦使著色米、斑點米及死米增多。另一方面氮肥施用過多或施用時期不適當，也容易造成穀粒蛋白質含量提高，導致米飯之硬度提高，降低食味品質，因此氮肥之施用法必須配合植株之生育狀態才能生產品質良好之稻米。

有關磷鉀肥對米質影響之有關文獻較少，因此磷鉀肥對稻米品質之影響有待進一步的研究。本文搜集國內外有關米質與肥料關係之研究做綜合報告，並對本省近年來之米質與肥料試驗研究結果做一整理，藉以提供今後有關栽培研究與良質米推廣之參考。

### 一、前 言

近年來由於工商發達，經濟發展迅速，國民所得提高，國民之生活習慣改變，致使稻米之消費量逐年減少，在民國65年每人每年之消費量為147公斤。而在76年每人每年之消費量已減少至75公斤。政府為因應此種趨勢，除積極推動稻田轉作什糧及其他作物外，並辦理稻米計畫生產，以提高稻米品質及降低生產成本為主要目標。在減少稻米生產面積方面由民國67年之74萬9千公頃至民國75年已降至56萬3千公頃，約減少25%。

影響稻米品質之因素很多，其中以品種為最顯著<sup>(9,19)</sup>，但同一品種在不同之地點栽培，由於氣候環境<sup>(24)</sup>及土壤條件<sup>(7)</sup>不同，其品質亦有差異。同時栽培管理<sup>(4,16)</sup>（如施肥、灌溉、排水管理等）、收穫時期<sup>(17)</sup>、乾燥方法<sup>(15)</sup>及貯存條件<sup>(3,26,28)</sup>等亦會影響米質。本文僅從施肥技術之觀點來探討提高稻米品質之施肥技術。由於過去在本省有關水稻之肥料試驗均著重在如何提高產量或減少病蟲害之發生。從肥料之消費量與稻米產量，即可看出光復以來，肥料之施用在稻米之增產上扮演重要之角色，在民國30年糙米之平均公頃產量為1,853公斤，同年每公頃肥料用量為417公斤，而至民國73年，稻穀產量增加為3,728公斤，同年肥料用量亦增加至943公斤。因此43年稻穀產量增加2倍，而肥料用量增加2.3倍。

### 二、氮肥對稻米品質之影響

氮素為植物生長所必需之三要素之一，其對稻米品質之影響可分為直接的與間接的，直接的為影響穀粒蛋白質之含量，進而影響米飯之食味品質，間接為氮肥影響植株之形態及組織。一般而言，氮肥施用過多或施用時期不當會使植株組織柔軟<sup>(11)</sup>，稻葉變寬長下垂<sup>(18)</sup>，容易引起倒伏，致使穀粒千粒重減輕（表一），使穀粒發育停止並增加死米及乳白米之產生（表二），同時氮肥施用過多，容易

使病蟲害發生嚴重，導致著色米及斑點米增加<sup>(22)</sup>。

表一 水稻倒伏時期對千粒重之影響

Table 1. 1,000 grain weight of rice as affected by lodging time

Time of lodging (days after heading)	1,000-grain weight (g)	Ratio (%)
0	11.20	54.0
7	13.11	63.2
14	14.41	69.5
21	17.00	82.0
28	18.53	89.4
35	19.45	93.8
No lodging	20.73	100.0

表二、水稻倒伏程度對米粒發育之影響（出穗後12日倒伏）

Table 2. The effect of lodging on the development of rice grain when lodging was happened at 12 days after heading

	Undeveloped grain (%)	Head rice (%)	Dead grain (%)	Chalky grain (%)
No lodging	4.1	57.3	10.0	1.5
Lodging 18°C	13.7	31.6	15.5	9.2

表三、二對照水稻品種及不同蛋白質含量之二雜交組合後代品系之米飯食味品嚐結果

Table 3. Mean scores by a laboratory taste panel for cooked milled Rice lines from two crosses differing in protein content and of two check Varieties.

Line or variety	Protein (% at 14% Moisture)	Amylose (% dry basis)	Mean taste panel score			
			Tende- rness	Cohesiv- eness	Color	Gloss
IR 1100-185-7 <sup>b</sup>	8.9	26.2	5.2	4.0	2.2	4.0
IR 1100- 89-2 <sup>b</sup>	10.9	23.1	4.5	3.2	2.2	4.0
IR 1103- 64-4 <sup>c</sup>	8.6	27.1	4.7	3.7	2.2	4.3
IR 1103- 15-8 <sup>c</sup>	11.4	25.2	3.5	2.0	1.8	3.7
IR 1103- 15-9 <sup>c</sup>	12.7	25.2	3.2	2.0	1.5	3.3
IR 8	9.7	26.0	3.7	2.7	1.5	4.0
BPI-76-1	9.8	26.2	5.2	4.5	2.8	5.3
LSD (5%)			1.6	1.4	1.3	1.3

註：a 係由 6 個人品嚐評分之平均以「1」表示性狀最差「9」最佳。

b 為 IR8×Rikute Norin 20

c IR8×chow-sung

Nagato<sup>(24)</sup> 等指出蛋白質之含量隨溫度之增加而增加，在臺灣亦發現二期作蛋白質之含量較一期作高。而米粒蛋白質含量過高會降低米飯之食味品質，據 Yamashita<sup>(29)</sup> 報告當糙米含氮量超過 1.5% 或白米蛋白質含量超過 9% 時，食味品質有惡化之現象。一般水稻蛋白質之含量會影響米粒之硬度、煮飯時之粘性及色澤<sup>(20)</sup>。表三係 Juliano 利用不同蛋白質含量之二種什交後代品系進行食味品嚐測驗，結果發現蛋白質含量高者，其煮成米飯後之彈性及粘性降低，顏色亦較差。但其中以彈性與粘性受影響較色澤為大。

### 三、有機材料對稻米品質的影響

大多數有機肥含有豐富的氮素，據前人研究指出施用堆肥可使水田土壤團粒結構含有中性鹽基量較多，對改善地力有很大幫助，並可調整水稻之生育，對米粒充實過程有所助益<sup>(13)</sup>，對食味亦有若干程度之改善。而有機材料之種類很多，各種有機物所含之要素亦有不同，因此對於水稻產量及米質的影響亦略有不同。穀殼及矽酸爐渣含有豐富之矽<sup>(14)</sup>，而植物體內矽之含量影響組織細胞之結構，矽之含量多可增加植株莖桿之強度，因此植株抗倒伏性亦增強，同時對於稻熱病之抵抗力亦增強，南投縣國姓鄉稻熱病發生嚴重地區調查結果，發現不論施用穀殼或矽酸爐渣對於稻熱病之發生均有抑制效果，對米質亦有顯著之影響。但同樣之處理在彰化縣大村鄉稻熱病發生輕微之地區則無顯著效果<sup>(5)</sup> 在全省北、中、南及東部四個地點之試驗結果發現施用穀殼及堆肥在一期作可增產 8~12%，在二期作可增產 3~9%。由米粒化學分析結果發現不同有機質對米粒品質之主要性狀並無顯著之差異<sup>(1, 2, 8, 12)</sup>。將不同有機質種類處理之白米按臺中區農業改良場所設計之品嚐項目及評分方法進行米飯食味品嚐結果在臺東地區施用穀殼或有機肥者其食味品嚐所得之評分較對照為高<sup>(1)</sup>。然而在嘉義分所之品嚐結果所得之分數，不同有機肥料間並無顯著之差異，唯若按照等級劃分後出現頻度多寡直接比較法，則發現以不施用有機質之處理被列為「差」之等級機會較多，在三種有機質以矽酸爐渣對改善米質較不明顯<sup>(8)</sup>。

### 四、鉀肥對稻米品質之影響

有關文獻論及鉀肥與米質關係者較少，Eppendorfer (1985) 報告在盆栽或田間試驗均顯示鉀肥減少會導致穀粒蛋白質之增加，Techchandani 認為施用鉀肥對產量及碾米品質均無影響，Yamashita<sup>(30)</sup> 指出鉀肥對米飯之食味影響很小。當鉀和氮之含量增加則食味品質有降低之趨勢<sup>(21)</sup>，臺中場對發現鉀肥分施對於米飯食味品質有改善之效果，在比較不同之施肥次數發現鉀肥分三次施用者其米飯之粘性較好<sup>(10)</sup>。

### 五、提高稻米品質之氮肥施用法

不適當之氮肥施用法容易使水稻吸收過量之氮肥造成植株軟弱，葉色過於濃綠柔軟容易遭受病蟲害之侵襲，且減少倒伏之抗性<sup>(27)</sup>。但適量之氮肥對於提高產量及蛋白質之含量均有幫助，從營養之觀點，蛋白質之含量高對於以米飯為主食之人民是有利的，但穀粒中含太高之蛋白質又會影響米飯之食味品質，因此在兼顧營養與食味品質之要求下，氮肥之施用法就必須特別小心。

Youssef<sup>(31)</sup> 指出增加氮肥施用量將使穀粒及糙米之蛋白質含量增加，而蛋白質之含量與蛋白質之總產量是正相關，同時他發現每公頃施用 150 公斤氮素分四次施用對於產量及蛋白質含量均有增加之效果。而在齊穗後 15 天施用氮肥增加蛋白質含量效果最顯著。在齊穗期施用氮肥，尤其是在幼穗形成期已施用穗肥者會降低米飯之食味品質<sup>(29, 30)</sup>，氮肥分施對於提高完整米率有幫助，當氮肥一半當基肥另一半當追肥在幼穗分化期施用其完整米率有顯著地提高<sup>(25)</sup>。在成熟期 (ripening stage) 施用氮肥導致植株及穀粒氮素含量提高<sup>(23)</sup>，在齊穗期 (full heading) 施用氮素 3~9 g/m<sup>2</sup>，可提

高穀粒氮素含量達11~25%，但心腹白及乳白米率降低，尤其是當在70~90葉齡缺氮 (restricted) 時更加顯著。

由於水稻植株後期吸收之氮肥容易造成穀粒內氮素之累積因而蛋白質之含量提高。因此在水稻生育後期施用氮肥應特別注意，避免引起氮素之過量吸收。由臺中場之報告顯示施用穗肥之處理所生產之稻穀其米粒蛋白質之含量較多，且以 Texturemeter 測得之硬度數值亦大。表示其米飯之食味品質較差<sup>(10)</sup>。而臺東場氮肥分施之初步結果亦顯示在抽穗以後施用氮肥者其植株含氮量及穀粒蛋白質之含量均較未施氮肥者高<sup>(6)</sup>。但若以產量觀之，則以在幼穗形成期及齊穗期各施用10%者產量最高。

在全省四個地點包括宜蘭、嘉義、臺東、高雄之試驗結果顯示三種不同之氮肥用量對米粒之影響以蛋白質最大，其他性狀均無顯著之影響，而蛋白質之含量隨氮肥之施用量提高而增加，而從期作間來看各地區均以二期作較一期作為高。而心腹白以一期作為高，因此從米粒外觀來看二期作米較一期作好看<sup>(1,2,8,12)</sup>。

氮肥對米飯食味品質之影響在嘉義分所以品嚐評分方式發現三個氮肥之間並無太大之差異。但如果按等級劃分後出現頻率多寡來決定好壞時發現臺農67號三個氮肥級之間無法歸類出趨勢，而臺農68號則有施用氮肥愈少米質愈好之趨勢<sup>(8)</sup>。

### 參 考 文 獻

1. 江瑞拱 1987 增施有機肥提高稻米品質之研究 75農建—2.2—糧—78計畫報告書29~39頁。
2. 李祿豐 1987 增施有機肥提高稻米品質之研究 75農建—2.2—糧—78計畫報告書70~91頁。
3. 宋勳、洪梅珠 1987 貯藏方式對稻谷倉儲期間之品質影響 臺中區農業改良場研究彙報 14.15: 15~26頁。
4. 林文龍 1983 環境與稻米品質 臺中區農業改良場研究彙報 7: 99~107頁。
5. 洪梅珠、侯福分、宋勳 1985 提高稻米品質栽培法 稻作改良年報 (民國74年): 372~380頁。
6. 侯福分 1987 施肥對稻米品質影響之研究 75農建—2.2—糧—78計畫報告書13~18頁。
7. 侯福分、洪梅珠、宋勳 1988 土壤質地對稻米品質之影響 臺中區農業改良場研究彙報19: 55~63頁。
8. 陳一心 1987 增施有機肥提高稻米品質之研究 75農建—2.2—糧—78計畫報告書40~62頁。
9. 堀末登 1983 稻米之米質改良、檢定、分級與運銷 (上) (謝順景筆錄) 臺灣農業 19 (1): 24~40頁。
10. 許愛娜、宋勳 1987 生產良質米之栽培法試驗 臺中區農業改良場76年度工作報告96~100頁。
11. 農文協編著 1984 稻作全書イネコ稻作論と基礎生理——イネの品種生態625~629頁。
12. 楊文振、鍾德月 1987 增施有機肥提高稻米品質之研究 75農建—2.2—糧—78計畫報告書63~69頁。
13. 楊彬良 1963 堆肥對水稻之效應 農林學報 12: 262~270頁。
14. 顏吉甫、陳昇明、楊策羣 1983 水稻田施用穀殼及抵抗病蟲害之研究，中華農學會報 124: 19~29頁。
15. Bal, S., T. P. Otha 1975. Determination of biological maturity and effect of harvesting and drying conditions on milling quality of paddy. J. Agric. Engineering Res. 30:353-361.
16. De Datts, S.K., W N. Obcemea, and R. K. Jana. 1972. Protein content of rice grain as affected by nitrogen fertilizer and some triazines and substitute

- ureas. *Agron. J.* 64:785-788.
17. Huysmans, A. A. C. 1955. Milling quality of paddy as influenced by timing of the harvest. *IRC. Newsletter* 14(3):4-12.
  18. IRRI 1977 Factors that affect grain quality. Annual report for 1976 28-33.
  19. Ishizumi, K. 1978. The origin and history of the main agronomic characters of the paddy rice cultivar *koshihikari* and its sib cultivars. 2. Cultivar differences in grain quality and eating quality. *Japanese Journal of Breeding* 28(3):251-262.
  20. Juliano, B.O., Luzu Onate, M. Angelita and M. Del Mundo. 1972. Amylose and protein contents of milled rice as eating quality factors. *The Philippine Agriculturist*. Vol. LV<sub>1</sub> No. S<sub>1</sub>, and 2.
  21. Matsuzaki A., Matsushima S., Tomita, T. 1973. Analysis of the yield determining process and its application to yield predication and culture improvement in lowland rice. 113. Effects of a nitrogen top-dressing at full heading on kernel quality, 42(1):54-62.
  22. Minami M., A. Dol. 1973. Physiochemical studies on the quality of Hokkaido rice, II, The relations between palatability characters and protein content of the rice grain. *Bulletin of Hokkaido Prefectural Agricultural Exp. Stat.* 26:49-58.
  23. Nagato K., Ebata M., Ishikawa M. 1972. Protein contents of developing and mature rice grain. *Proceedings of the Crop Science of Japan* 41(4):472-479.
  24. Nagato R. K. and Morie Ebale. 1960. Effects of temperature in the ripening period upon the development and qualities of lowland rice kernels. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan*. Vol. XXIII, No. 3. March. pp. 275-278.
  25. Seetanun W., S. K. De Datta. 1973. Grain yield milling quality, and seed viability of rice as influenced by time of nitrogen application and time of harvest. *Agron. Journal* 65(3):390-394.
  26. Shibuya N., T. Iwasaki, H. Yanase and S. Chikubu. 1974. Studies on deterioration of rice during storage. I. Changes of brown rice and milled rice during storage. *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.* 21:597-603.
  27. Tosh G. C., Misra A. 1973. Influence of nitrogen maring on grain qualities of six dwarf indica rice varieties. *Orissa University of Agri. & Technol. Bhubaneswar, India* 7(3):152-154.
  28. Villareal R.M., A. P. Resurreccion, L. B. Suzuki, and B. O. Juliano. 1976. Changes in physiochemical properties of rice during storage. *Staerke* 28:88-94.
  29. Yamashita K., Fujimoto T. 1974. Fertilizers and rice quality, 3. Effects of phosphorus and potassium fertilizer on eating qualities and on some physico-chemical properties of rice starch. *Bulletin of the Tohoku National Agri. Exp. St.* (No. 48):81-90.
  30. Yamashita. 1974. Fertilizers and rice quality. 2. Effects of nitrogen fertilizing on the eating quality and on some physico-chemical psoperties of rice starch.

- Bullatin of the Tohoku National Agri. Exp. St. (48):65-79.
31. Youself S. A. M., Aishy S. M. El-, Keredy M. S. El-, Kreem M. 1980. Influence of rate and time of nitrogen application on grain quality of three rice cultivars, Agricultura, Belgium 28(3):455-467.

## **Effects of Fertilizer on Rice Quality**

F. F. Hou

Taiwan Seed Improvement and Propagation Station

### **ABSTRACT**

Nitrogen application was believed to be one of the factors which affect the rice quality. Nitrogen absorption in the rice plant increasing the protein content in the grain, hence lowering the cooking and eating quality. Moreover heavy nitrogen application cause the weakness of rice plant, enhance the infection of pest and lodging which decrease the percent of head rice at harvest.

To harvest high quality rice, split nitrogen application should be used to keep the rice plant in good status.

This paper review the recent studies on the relationship between fertilizer and rice quality and giving the idea for producing high quality rice.