

氮素用量及施用法對春小麥製粉品質與麵粉特性的影響¹

黃勝忠²

摘 要

小麥臺中選2號及臺中31號兩參試品種，處理以3種氮素用量($N_1=85$, $N_2=125$, $N_3=165$ kg/ha)及2種施用法(A_1 : 基肥及播種後第25天各施50%氮素, A_2 : 基肥及播種後第25天各施40%氮素, 播種後第40天再施20%)，以探討氮素對小麥製粉品質與麵粉特性的影響。試驗結果發現兩個小麥品種之出粉率隨氮素用量之增加而有稍減之趨勢，但麵粉粗蛋白質含量，因增施氮肥而提高。以施肥法而言， A_2 施肥法的小麥出粉率及麵粉產量高於 A_1 施肥法。由筋性測定圖譜顯示，增施氮素使臺中31號小麥麵粉筋性減弱，但使臺中選2號之筋性增強。兩品種均顯示 A_2 施肥法之小麥麵粉筋性較 A_1 施肥法強，而其中小麥臺中31號之筋性強弱受氮素施用法的影響較大。

前 言

一般供製麵包的小麥屬於普通小麥(common wheat)，即硬質紅小麥(hard red wheat)。小麥麵粉因具有特殊的麥膠(gluten)，方可製成膨鬆的麵包及各種麵食糕點類^(3,4)；通常硬粒小麥內含麥膠甚多，故能碾製高筋(strong)麵粉，適於製造膨鬆麵包^(8,12)。而麵筋依強弱之特性，可分為高筋、中筋、低筋三種，小麥用途亦因筋性之不同而異⁽¹⁴⁾。普通小麥是六元體(hexaploid)，其控制小麥品質的機制及組成的遺傳背景較二元體(diploid)複雜，因此品質改良不易，且常受環境因子的影響⁽¹¹⁾。如某一品種的品質，除品種本身的特性外，可能受土壤、播種量、溫度、日照、施肥量、收穫期等因素的影響，其中尤以土壤中之氮素及肥培管理，對小麥穀粒蛋白質及麵粉的品質影響最大⁽³⁾。如Kosmolak和Crowel⁽⁸⁾與Tipples等⁽¹³⁾均有報告指稱，氮肥用量常影響小麥穀粒蛋白質含量、千粒重及產量，亦影響小麥的出粉率、麵粉吸水率及麵筋的擴展性。所以在本省冬季裡作環境下，有必要研究小麥的適當肥培管理方法，及探討氮肥用量與用法對小麥製粉及麵粉品質的影響，提供正確的氮肥用量及施用法。

材料與方法

以目前栽培及推廣的小麥臺中選2號及臺中31號為參試品種，於73年冬季裡作在臺中縣大雅進行試驗。即利用第二期稻作後，採用不整地栽培，條播，行距50 cm，播種量每公頃80 kg，播種期為11月2日。試驗採複因子逢機完全區集設計，3重複，小區面積 $3 \times 5 = 15$ m²，試驗處理除參試2品種外，3種氮素用量($N_1:85$, $N_2:125$, $N_3:165$ kg/ha)及2種氮素施用法(A_1 : 基肥與播種後第25天各50%氮素； A_2 : 基肥及播種後第25天各40%氮素，播種後第40天再施20%)，

¹臺中區農業改良場研究報告第 0081 號。

²臺中區農業改良場助理研究員。

共計12種處理。磷、鉀肥固定用量，每公頃 P_2O_5 63公斤及 K_2O 90公斤，磷肥做基肥，鉀肥分兩次施用，即於基肥與播種後第25天各施半量。收穫後調查小麥產量及品質分析。

小麥品質分析

1. 磨粉(milling)

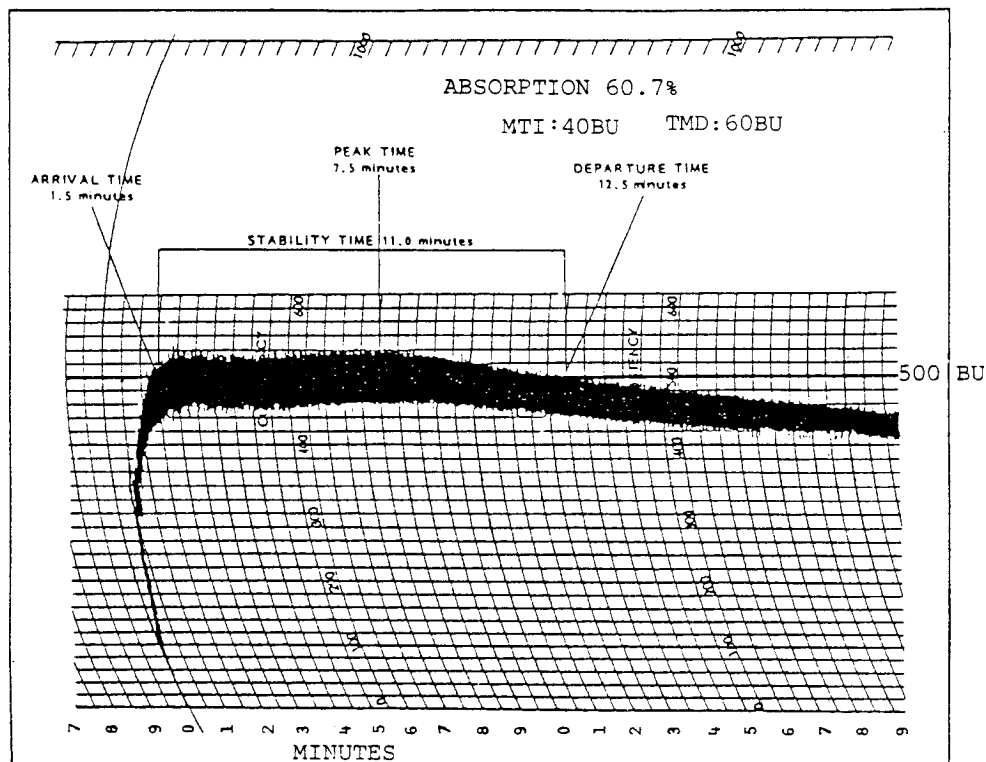
每小區逢機取樣小麥穀粒5 kg，利用Euhler廠牌磨粉機製粉，製粉前先行潤麥24小時，使麥粒含水量為15%，製粉後測定出粉率(flower yield, %)，麩皮(bran, %)，粉頭(short, %)。

2. 麵粉分析(flour analysis)^(2,14)

測定麵粉水含量(moisture, %)，及粗蛋白質含量(crude protein content, %)，粗蛋白含量則以半微量之Kjeldahl方法測定麵粉總氮量 $\times 5.7$ ，然後以乾物基(dry basis)估算之。

3. 麵團攪拌功能測驗(physical dough test)^(2,14)

利用西德Brabender製的Farinograph儀器，採用麵粉固定量50公克的方法(constant flour weight method)，在恒溫30°C下，以測定麵團攪拌功能，即將麵粉和水放置於Farinograph儀器內攪拌而產生粘彈性(elasticity)與伸張力(extensibility)，變化過程以圖譜記錄並測定之，由此測定能判別所謂高筋、中筋及低筋小麥麵粉，並可測得此麵粉達到所需筋度的吸水率。測定項目如下，數據係依據Farinograph圖譜判讀之，如圖一所示。



圖一、麵粉筋性測定圖譜。

Fig. 1. A typical Farinogram.

- (1)吸水率(absorption, %)：將麵粉50公克放入攪拌器注入30°C之蒸餾水同時攪拌之，使麵團(dough)筋性完全擴展，且維持在500 BU (brabender unit)單位之吸水量，而absorption % = $2(x+y-50)$ ，x=加入之水量(ml)，y=加入之麵粉量50公克。
- (2)及線時間(arrival time)：加入適量水後，Farinograph圖譜到達中心線500 BU之時間(minute)。
- (3)麵團擴展時間(development or peak time)：Farinograph圖之尖峰(peak)到達最高點的時間(minute)，尖峰出現即表示麵團筋性完全擴展。
- (4)離線時間(departure time)：Farinograph圖離開中心線500 BU的時間(minute)。
- (5)攪拌彈性(mixing tolerance, stability)：離線時間減及線時間(minute)。
- (6)彈性指數(mixing tolerance index, MTI)：Farinograph圖到達peak後經5分鐘，peak所下降之BU值。
- (7)下降指數(twenty minute drop, TMD)：經20分鐘後Farinograph圖之中心點離中心線所下降之BU值。
- (8)軟化指數(valorimeter unit)：查Brabender推尺(valorimeter)所換算成的單位(unit)。

結果及討論

本試驗結果由表一知小麥臺中31號及小麥臺中選2號的出粉率(rate of flour yield)受氮素用量及施用法的影響一致，因增施氮肥出粉率有稍減之趨勢，如臺中31號3種氮級(N₁、N₂、N₃)之出粉率分別為72.8、72.8、71.6%；臺中選2號為74.6、74.4、74.0%。施肥法間，A₂(基

表一、不同氮肥用量及施用法對小麥出粉率、麩皮、粉頭及麵粉蛋白質的影響

Table 1. Milling quality and protein content of flour as affected by nitrogen fertilization on wheat

品 種 Variety	氮肥用量* 及施用法 Fertilizer treatment	產 量 Grain yield (kg/ha)	出粉率 Rate of flour yield (%)	麵粉產量 Flour yield (kg/ha)	麩 皮 Brain (%)	粉 頭 Short (%)	麵粉蛋白質 Flour protein (%)
Taichung No. 31	N ₁	2,465	72.8	1,794	20.7	6.5	10.24
	N ₂	2,806	72.8	2,043	20.9	6.3	10.74
	N ₃	2,823	71.6	2,021	21.2	7.2	10.78
	A ₁	2,699	72.1	1,946	21.2	6.7	10.49
	A ₂	2,698	72.8	1,964	20.7	6.5	10.69
Taichung S-2	N ₁	2,984	74.6	2,226	18.0	7.4	10.10
	N ₂	3,189	74.4	2,373	18.0	7.6	10.13
	N ₃	3,424	74.0	2,534	18.5	7.5	10.53
	A ₁	3,126	74.1	2,316	18.1	7.8	9.95
	A ₂	3,272	74.6	2,441	18.2	7.2	10.55

* Nitrogen rates: N₁:85, N₂:125, N₃:165kg/ha.

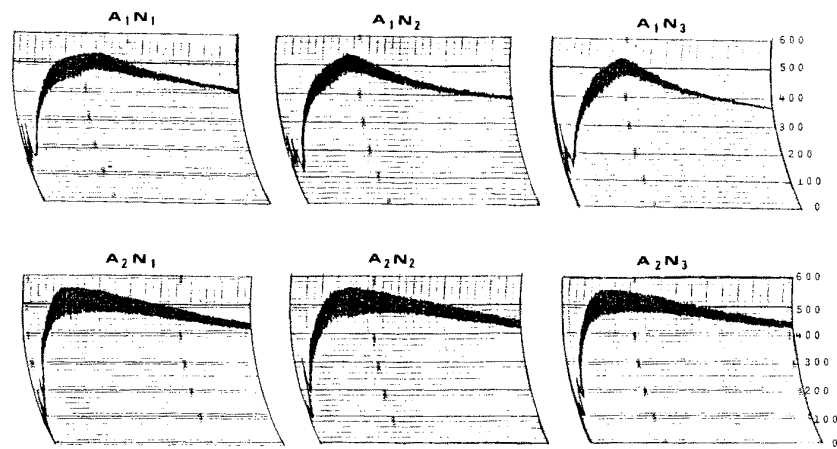
Application methods: A₁—basal and one side-dressing.

A₂—basal and two side-dressings.

肥與二次追肥)之出粉率略高於A₁(基肥與一次追肥)之施肥法。小麥碾粉後之麩皮與粉頭，僅可供做飼料用；麩皮與粉頭對施氮量的反應恰與出粉率相反。

麵粉蛋白質含量亦受氮肥的影響，增施氮肥可提高蛋白質含量，A₂施肥法的蛋白質含量亦略高於A₁施肥法，此乃因A₂比A₁，多施一次穗肥之故。

小麥製粉後麵粉加水做麵團功能測驗結果，由儀器所繪之Farinograph圖譜，可判定小麥麵粉筋性強弱。由圖二可見小麥臺中31號麵粉筋性強弱，因不同氮肥用量及用法而異，以筋性強弱而言，A₂N₂>A₂N₃>A₂N₁>A₁N₁>A₁N₂>A₁N₃，A₂的筋性顯明的比A₁強。又由圖三所示之小麥臺中選2號筋性強弱為N₃>N₂>N₁，A₂的筋性雖略強於A₁，但不若小麥臺中31號明顯。

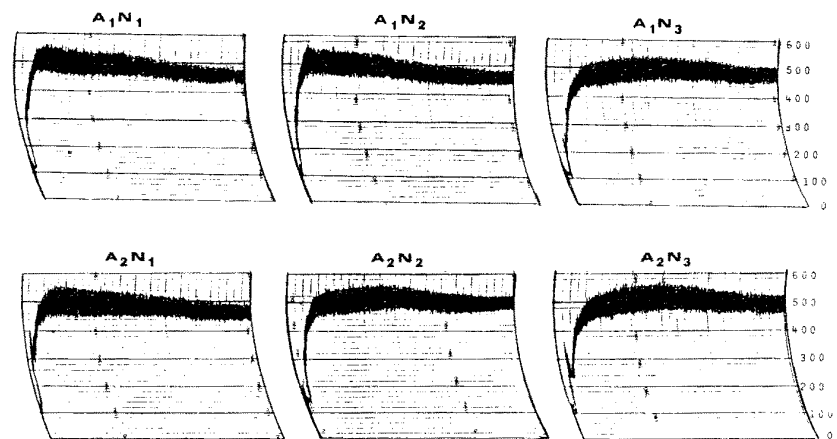


圖二、不同氮量及施用法臺中31號小麥之筋性圖譜。

Fig. 2. The farinograms of wheat flour as affected by different application rates and methods of nitrogen fertilizer. Variety: Taichung 31.

A₁, A₂: Application methods of nitrogen

N₁, N₂, N₃: 85, 125, 165 kg/ha



圖三、不同氮量及施用法臺中選2號小麥之筋性圖譜。

Fig. 3. The farinograms of wheat flour as affected by different application rates and methods of nitrogen fertilizer. Variety: Taichung S-2.

A₁, A₂: Application methods of nitrogen.

N₁, N₂, N₃: 85, 125, 165 kg/ha.

本試驗小麥麵粉品質分析結果列於表二，係由Farinograph圖譜判讀之。臺中31號麵粉之吸水率、離線時間及攪拌彈性均因增施氮肥而略減，但臺中選2號恰相反，有漸增加的現象，此乃品種之差異。一般麵粉筋性分類標準，係根據軟化指數而分類，即特筋為90單位以上，高筋為60~90單位，中筋35~60單位，低筋35單位以下⁽¹⁴⁾。本試驗由軟化指數及彈性指數可判定臺中31號小麥屬中筋粉，易受氮肥用量與用法的影響；臺中選2號屬高筋粉，亦稍受氮素的影響，但不若臺中31號明顯。

表二、氮素用量與施用法對小麥麵粉品質的影響

Table 2. Influence of N fertilization on flour quality of 2 spring wheat cultivars

品 種 Variety	氮用量 或用法 Nitrogen application (kg/ha)	吸水量* Flour absorp- tion (%)	及線時間 Arrival time (min.)	擴展時間 Develop- ment time (min.)	離線時間 Departure time (min.)	攪拌彈性 Stability (min.)	彈性 指數 MTI (B.U.)	下降 指數 TMD (B.U.)	軟化指數 Valori- meter index (Units)
Taichung No. 31	N ₁ (85)	63.2	1.8	4.0	8.0	6.2	40	90	50
	N ₂ (125)	62.6	2.5	5.0	7.5	5.0	80	100	52
	N ₃ (165)	62.4	3.5	5.5	6.0	2.5	90	110	50
	A ₁ §	62.0	2.5	4.5	6.5	4.0	100	120	48
	A ₂	63.4	2.0	4.0	10.0	8.0	40	60	45
Taichung S-2	N ₁ (85)	61.2	1.0	2.0	9.0	8.0	40	50	50
	N ₂ (125)	61.5	1.5	4.5	14.5	13.0	40	30	62
	N ₃ (165)	62.0	2.0	7.0	20.0	18.0	30	0	70
	A ₁	62.4	1.0	3.5	13.0	12.0	40	30	58
	A ₂	62.0	1.7	5.5	15.0	13.3	20	20	64

* At 14% moisture of flour.

§ A₁, A₂: different nitrogen application methods same as table 1.

一般而言，麵粉筋性強弱與蛋白質含量關係密切，高蛋白之麵粉趨向高筋性^(9,14)，即Farinograph圖形多在500~600 BU之間，而低蛋白質者多在400~500 BU之間，或甚至低於400 BU者⁽¹⁴⁾。許多學者一致認為，低蛋白質麵粉的吸水率較低，高蛋白質的吸水率高^(8,13)，本試驗小麥麵粉的筋性及吸水率與蛋白質含量無關。William⁽¹⁴⁾指出，從Farinograph圖譜可檢試出麵粉團吸水率，麵團攪拌特性及筋性強弱；所謂吸水率係指麵粉加水，使攪拌變成麵團，而達到一特定粘彈性時之吸水量。麵粉具有高吸水率者其及線時間與擴展時間亦愈長；而攪拌彈性(stability)與擴展時間愈長者，均表示筋性愈強，即指麵粉中麥膠含量愈高。彈性指數(MTI)與下降指數(TMD)值愈小，則表示筋性愈強，彈性指數與攪拌彈性負相關^(12,14)。亦有學者分析小麥穀粒蛋白質，認為蛋白質含量低者，麵筋擴展時間愈短，表示筋性愈弱^(4,10)。

麵粉來自小麥粒主要貯藏器胚乳部分，而小麥蛋白質主要分佈於胚乳部分，約占72%，非胚乳部分約占28%⁽¹¹⁾。小麥之所以能烤製麵包，乃因具有特殊蛋白質組成分—麵筋，此為小麥及黑麥的特有之蛋白質，麵粉筋性強弱，全賴此種蛋白質含量多少而定；麵筋是由非水溶性蛋白—麥膠蛋白(gliadins)與小麥蛋白(glutenins)兩者，依不同比例組成，前者約占65%，支配麵團的伸張力，而後者占35%，控制麵團的粘彈力^(1,11,12)。麵粉加水攪拌時，吸收水分之蛋白質即為小麥蛋白，麵筋含量高等，因受酵母之作用，產生碳酸氣，變成多孔之優良麵包

(7,11)。因此以筋性而言，小麥蛋白質含量是一重要因子，且是營養價值的指標。蕭等⁽¹¹⁾報告小麥蛋白質含量與麵筋含量呈極顯著正相關，烘焙品質(baking quality)受小麥蛋白質含量的影響。

小麥蛋白質含量受土壤因素及氮肥的影響最大，施肥用量、時期、次數等均會影響蛋白質含量，如在抽穗期前施穗肥，則麥粒較硬，穀粒及麵粉蛋白質含量提高，筋性較強，麵團攪拌時間亦較長^(5,6,9)。Kosmolak和Crowel⁽⁸⁾認為增施氮肥可提高蛋白質含量，增加麵粉吸水率及擴展時間，但出粉率與蛋白質含量無關。Tipples等人⁽¹³⁾利用高氮肥(300 kg/ha)試驗結果，發現小麥之蛋白質雖可提高至17%，但筋性反而變弱，麵團物理性變差。本試驗小麥臺中31號亦有類似之結果，增施氮素筋性變弱，且軟化很快；臺中選2號小麥即無此現象，此可能是品種特性上之差異。Johnson等人⁽⁶⁾報告小麥增施氮肥，雖有提高蛋白質含量之效果，但烘焙品質與筋性並非隨氮素增加而增進，他們認為小麥之氮肥有一適當使用量，超過此量，即使再增施氮素，亦徒使品質劣變而已。

參考文獻

1. 蕭素碧、陳成、蘇匡基 1983 在不同年度下所栽培小麥品系之產量與品質之研究 中華農學會報 新 121:45-56。
2. A. A. C. C. Approved method. 1985. Farinograph method for flour. 54-21, 54-28A, 54-29. American Association of Cereal Chemists.
3. Evans L. T., and W. J. Peacock. 1981. Wheat Science Today and Tomorrow. pp. 290.
4. Finney K. F., and W. T. Yamazaki. 1967. Quality of hard, soft, and durum wheats. In "Wheat and Wheat Improvement". eds. by Quisenberry K. S. and L. P. Reitz. Amer. Soc. of Agron. Madison, Wisc.
5. Hunter A. S., and George Standford. 1973. Protein content of winter wheat in relation to rate and time of nitrogen fertilizer application. Agron. J. 65:772-774.
6. Johnson J. W., W. L. Hargroye, J. T. Touchton, and W. T. Yamazaki. 1984. Influence of nitrogen fertilization on wheat milling and baking quality. Crop Sci. 24:904-906.
7. Johnson J. A., M. N. A. Khan, and C. R. S. Sanchez. 1972. Wheat cultivars, environments and bread-baking quality. Cereal Sci. Today. 17:323-326.
8. Kosmolak, F. G., and W. L. Crowel. 1980. An effects of nitrogen on the agronomic traits and dough mixing strength of five Canadian hard red spring wheat cultivars. Can. J. Plant Sci. 60:1071-1076.
9. McNeal, F. H., C. A. Watson, and H. A. Kittams. 1963. Effects of dates and rates of nitrogen fertilization on the quality and field performance of five hard red spring wheat varieties. Agron. J. 55:470-472.
10. Minor, G. K. 1984. Soft wheat flour characteristics. Cereal Foods of World. 29:659-665.
11. Porceddu, E., and D. Lafiandra. 1983. Genetics of seed protein in wheat. In "Seed Protein". eds. Gottschalk W. and H. P. Muller. Martinus Nijhoff. p.77-141.
12. Schiller, G. W. 1984. Bakery flour specifications. Cereal Foods of World. 29-647-651.
13. Tipples, K. H., S. Dubetz, and G. N. Irvine. 1977. Effects of rates of nitrogen on Neepawa wheat growth under irrigation. II. Milling and baking quality. Can. J. Plant Sci. 57:337-350.
14. William, C. S. 1980. The Farinograph Handbook. Pub. A. A. C. C. St. Paul, Minn. p.1-68.

Effects of Different Application Methods and Rates of Nitrogen on the Milling Quality and Flour Characteristics of Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.)¹

Sheng-Chung Huang²

ABSTRACT

Two spring wheat varieties, Taichung 31 and Taichung S-2, were treated with three nitrogen rates (85, 125, 165 kg/ha) and two application methods (A₁: basal and one side dressing, A₂: basal and two side-dressings) in winter season of 1984 for studying their effects on milling quality and flour characteristics.

For both varieties, yield rate of flour decreased while protein content increased as the amount of N-fertilizer applied was increased. A₂ application method also gave a higher yield rate and absolute yield of flour than A₁ method.

The series of farinograph curves and quality data indicated that the higher the N-fertilizer applied, the weaker the flour on Taichung 31 became. On the contrary, the flour of Taichung S-2 was slightly stronger with the increasing of N-fertilizer. It was also found that both varieties had a similar response in the strength of flour from the two nitrogen application methods, i. e., A₂ method produced a stronger flour than A₁ method. The physical dough characteristics of Taichung 31 was more markedly influenced by the nitrogen application method.

¹ Contribution No. 0081 from Taichung DAIS.

² Assistant Agronomist of Taichung DAIS.