

不同粒重水稻品種葉片形態與氮素 代謝性狀差異比較¹

魏夢麗 張富洲 劉大江²

摘要 本試驗以大粒型品種 Pegonil、中粒型品種臺農67號與兩個粒重較高之臺農67號近同源系為主要材料，比較其間葉片形態性狀、氮素代謝酵素活性及維管束性狀的差異，藉以探討影響具不同粒重水稻種源光合及氮素代謝能力之機制。與大粒型品種比較，中粒型品種葉長自上位葉至下位葉顯著增加，葉寬減幅極小，田間透光度較佳，且下位葉比葉重較高，有利於光合作用表現。大粒品種葉片氮素濃度雖然較高，在穀粒充實期間葉綠素及可溶性蛋白質濃度降低的幅度與速率却高於中粒品種，亦即受老化影響，生理活性快速衰退。自抽穗期以後，glutamine synthetase活性逐漸降低，近成熟期時之活性以臺農67號為高，而Pegonil之proteinase活性則超過臺農67號三倍以上，顯示中粒型品種具有較高的氮素同化能力；glutamate dehydrogenase活性在穀粒充實期間的變化不大，推測對氮素代謝的影響較小。兩個回交系統的含氮化合物濃度及氮素代謝作用表現不受粒重影響，較趨近中粒親本臺農67號。造成品種間氮素代謝差異的主因，可能為穀粒對氮素需求的積儲強度。臺農67號葉脈數與葉脈密度較 Pegonil為高，篩管面積則較小，尚難據以判定輸導能力之強弱，但臺農67號篩管面積與維管束面積比值顯著較高，而兩個回交系統之維管束面積亦顯示雜種優勢，為具有利用價值之生理性狀，有必要對此變異性再加研究。

光合作用與氮素同化作用是決定作物生長與產量表現最重要的兩項因子，就水稻而言，不同基因型間產量的差異可以經由光合作用與氮素同化作用予以解釋，在實際生產方面，利用株型改良、栽培密度調節、施肥技術及選用耐肥品種亦可達增產目的。本所農藝系作物生理研究室在比較不同粒重水稻品種生理性狀的研究中，發現大粒品種多具有較高的葉片與穀粒氮素濃度⁽²⁾及單葉光合作用速率，以及較低的氮素利用效率（未發表資料）；經培育多個臺農67號近同源系，其粒重較臺農67號高20—30%，產量相近但未能超越，在植株氮素累積與分配方面，亦有別於大粒型親本⁽³⁾，因此認為有必要針對不同粒重品種，探討影響光合作用與氮素同化用的機制，藉以在謀求擴大積儲容積以提高水稻產量潛能的過程中，獲得更多的參考訊息。

密植栽培情況下，植冠內部透光率是影響光合成能力的重要因素⁽⁶⁾，大粒型水稻品種的單葉面積大，但葉面積指數低，株高則依品種而有異，唯有關葉片在植冠內的立體結構，尚缺資料可為依據。另一方面，葉片維管束性狀經由影響輸導能力而與光合速率及植株乾物生產能力有關⁽²⁰⁾，Malik *et al.*⁽¹⁸⁾ 並認為水稻葉片維管束數目可顯現雜種優勢，有加以研究利用的價值；不同粒重水稻品種在這方面的表現如何，仍有待探討。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第1469號。本試驗承行政院農業委員會補助（77農建-7.1-糧-03-4），謹致謝意。

2. 本所農藝系助理、助理與研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

水稻的氮素同化作用主要經由glutamine synthetase (GS)與glutamate synthase (GOGAT)系統進行⁽¹⁰⁾，穀粒充實期間葉片氮素轉移至子粒⁽²⁶⁾，產生老化現象，但在品種之間亦有程度上的差異⁽¹¹⁾，後者並被認為是決定氮素代謝的主要因素⁽²¹⁾。此一氮素再轉移作用受穀粒對氮素之積儲強度左右⁽²²⁾，換言之，水稻抽穗後的氮素同化能力也受到影響；大粒型品種雖具較高之粒重與穀粒氮素濃度，但其氮素收穫指數則與一般栽培品種無異，其間關鍵如何，值得予以探究。

本試驗採用大、中粒型水稻品種為材料，針對上述葉片形態及生理性狀進行研究，並以中粒型栽培品種臺農67號之粒重型近同源系參與比較，以期究明粒重與各性狀間的關係，從而由積儲容積觀點對水稻產量生理有所瞭解，供為今後改良品種及栽培方法之參考資料。

材料與方法

本試驗分別於民國76年第一、二期作及民國77年第一期作在臺灣省農業試驗所農場進行，所使用之大粒型水稻品種包括Pegonil與Mira，穎果（糙米）千粒重為41.10及34.23g，中粒型品種包括臺農67號與臺農70號，穎果千粒重為22.23及21.14g；又於76年二期作開始，採用臺農67號與Pegonil雜交後回交臺農67號五次並自交五次之系統一個（BC-5/F-5）及回交六次並自交四次之系統一個（BC-6/F-4）為材料，穎果千粒重為28.95與28.67g，收穫後繼續於77年一期作試驗，分別為BC-5/F-6與BC-6/F-5系統。兩個回交系統在回交與早期自交選育過程中，除著重千粒重較臺農67號高25%以上外，並以臺農67號為準，注重株型及一株穗數與一穗穎花數表現，以期選育具大粒特性之近同源系，供為進行生理性狀比較試驗之合宜材料。

各期作水稻栽培時之行株距均為30×15cm，採用單本植，小區面積在3×6m以上，重複四次，採用完全逢機區集設計。施用之肥料量均為N:P₂O₅:K₂O=150:58:90kg/ha，其中氮肥60kg/ha與磷、鉀肥全量以基肥施用，其餘之氮素分兩次用為追肥；栽培管理依慣行法為之。

民國76年一期作時，Pegonil與Mira品種分別於移植後61日與52日抽穗，臺農67號與70號於移植後75日抽穗；第二期作時Pegonil品種於移植後51日抽穗，臺農67號與兩個回交系統於移植後68日抽穗；民國77年第一期作Pegonil品種於移植後58日抽穗，臺農67號與回交系統於移植後73日抽穗。在各次試驗中，均自抽穗期開始每間隔3至7日取樣一次，至成熟期為止。每次取樣時自每小區逢機選取大分蘗10至20個，將劍葉定為第一葉，依葉位區分葉片樣品，測定項目包括葉長、葉寬、葉面積、比葉重、氮素濃度、葉綠素濃度、可溶性蛋白質濃度、游離氨基酸濃度及proteinase、glutamate dehydrogenase (GDH)與GS等三種與氮素代謝有關的酵素活性，並切片觀察葉片構造，計算主脈(major vein)與細脈(minor vein)數目，測量維管束及篩管組織面積。在不同期作試驗中，僅分別針對部份水稻材料進行部份性狀之分析與調查，實際測定項目詳列於表2至表7。

葉面積係以LI-3000葉面積儀（美國LI-COR公司）測定；葉片乾重係使用送風乾燥箱，以100°C烘乾2小時及80°C烘乾46小時後秤量；氮素濃度係將乾燥樣品磨粉後以semi-micro Kjeldahl法分析；葉綠素及可溶性蛋白質濃度則分別仿照Wintermans and de Mots⁽²⁹⁾與Lowry *et al.*⁽¹⁴⁾法測定；游離氨基酸依Yemm and Cocking⁽³⁰⁾方法分析；三種氮代謝酵素proteinase、GS與GDH活性分別依照Sung⁽²⁵⁾、Antonielli *et al.*⁽⁵⁾及Streit and Feller⁽²⁴⁾方法並予修改後測定。葉脈數目計算係於水稻抽穗後一週取第二葉片中段，經石臘包埋、切片及Safranin-fast green染色後以顯微鏡觀察，主脈直徑約為細脈直徑兩倍；主脈之維管束及篩管組織面積係依Housley and Peterson⁽¹³⁾之方法估算。

所有試驗結果均經變方分析，品種及系統間差異達顯著水準者並以鄧肯氏多變域測定(Duncan's New Multiple Range Test)予以比較。

結 果

本試驗所使用水稻材料之粒型及粒重資料列於表 1，其中Pegonil與Mira屬大粒型品種，兩者穎果（糙米）長度均在8mm以上，但Pegonil品種之粒長（8.09mm）及長／寬比（2.25）小於 Mira

Table 1. Dimensions (mm) and weight (mg/grain) of brown rice of four varieties and two backcross strains differing in grain weight.

Variety/Strain	Length	Width	Thickness	L/W	Weight
Pegonil	8.09 b*	3.60 a	2.19 c	2.25	41.10 a
Mira	8.74 a	3.15 bc	2.78 a	2.77	34.23 b
Tainung 67	5.13 e	3.23 b	2.03 d	1.59	22.23 d
Tainung 70	5.44 d	3.07 c	2.00 d	1.77	21.14 e
BC-5/F-5**	5.61 c	3.20 b	2.15 c	1.75	28.95 c
BC-6/F-4**	5.08 e	3.30 b	2.29 b	1.54	28.67 c

* Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

**Backcross offsprings from Tainung 67 × Pegonil.

（分別為8.74mm及3.21），亦即具有較短粒型；兩品種穎果重依次為41.10與 34.23mg。臺農67號與臺農70號為推廣品種，粒長各為5.13及5.44mm，粒寬為 3.23與3.07mm，以臺農67號之粒型稍短，兩者之穎果重分別為 22.23及21.14mg兩個回交品系的長度與寬度與輪迴親臺農67號相近，但厚度（2.15-2.29mm）高於臺農67號（2.03mm），千粒重則接近29mg，超過臺農67號約30%。

民國76年第一期作係採用上述兩個大粒型品種及兩個中粒型品種進行試驗，於抽穗後一週選取大分蘗，依葉位區分葉片，測定長、寬及面積，所得結果列於表 2。劍葉以 Mira品種最長（26.9cm），Pegonil品種及臺農67與70號介於19.2-21.5cm之間，差異未達顯著水準；第二葉以 Mira與Pegonil品種較長，臺農67與70號較短，但第三葉長度則未顯示品種間差異。綜合而言，水稻分蘗之葉片長度以劍葉最短，低節位葉片較長，大粒品種上位葉片較中粒型品種為長。在葉寬方面，劍葉與第二葉均以Pegonil與Mira品種較寬，臺農67號與70號較窄，但第三葉差異較小，除臺農70號外，其它三個品種相近；葉寬有自上位葉至下位葉逐漸變窄的表現，大粒品種變窄的幅度大於中粒型品種。葉片長度與寬度的比值在品種間變異較小，劍葉以 Pegonil較低（14.3），其它三個品種均在17左右，第二葉無品種間差異，在25.6—28.1之間，第三葉以臺農70號之35.8較高，Mira品種最低（30.1）。

各節位葉片之面積資料亦列於表 2，劍葉葉面積以 Mira 品種最高（23.5cm²），Pegonil 略低（20.8cm²），唯兩品種間之差異未達 5% 顯著水準；臺農67號與70號分別為 17.7及14.2cm²。第二葉面積顯著大於劍葉面積，仍以大粒型品種最高，臺農67號居次，臺農70號最低；大粒品種第三葉面積有較第二葉為小的趨勢，中粒品種則繼續增加，各品種間面積的差異並不明顯。三個葉片的總葉面積仍以Mira品種最高，達87.1cm²，而Pegonil、臺農67號與臺農70號品種面積依序遞減，分別較Mira低9.5、16.4及 28.9%。各葉位葉片面積佔總面積的比例亦因品種粒型而異（表 2），相對於中粒型品種而言，大粒品種上位葉片所佔比例較高，而下位葉片所佔比例較低，趨勢頗為明顯。

在比葉重方面，劍葉以 Mira品種最高，達 7.13mg/cm²，數值偏高，其代表性猶待確定；其它三個品種的差異不明顯，介於4.10—4.70之間。第二葉比葉重以 Pegonil略低，第三葉則以臺農67號

Table 2. Comparison of dimensions, specific leaf weight and N concentration of leaf blades at heading stage among four rice varieties differing in grain weight (1st crop, 1987).

Character	Variety	Flag Leaf	Second Leaf	Third Leaf	Total
Leaf Area (cm ² /leaf)	Pegonil	20.8 ab*	30.8 a	27.2 a	78.8 b
	Mira	23.5 a	32.7 a	30.9 a	87.1 a
	Tainung 67	17.7 bc	26.2 b	28.9 a	72.8 b
	Tainung 70	14.2 c	20.5 c	27.3 a	62.0 c
Leaf Area (% of total)	Pegonil	26.3 ab	33.1 a	34.6 c	100.0
	Mira	27.0 a	37.5 ab	35.5 bc	100.0
	Tainung 67	24.3 ab	36.0 b	39.7 ab	100.0
	Tainung 70	22.9 b	33.1 c	44.0 a	100.0
Leaf Length (cm)	Pegonil	21.5 b	34.5 ab	35.8 a	
	Mira	26.9 a	37.1 a	36.1 a	
	Tainung 67	21.3 b	30.9 bc	35.7 a	
	Tainung 70	19.2 b	26.6 c	35.4 a	
Leaf Width (cm)	Pegonil	1.50 a	1.27 a	1.05 ab	
	Mira	1.58 a	1.32 a	1.20 a	
	Tainung 67	1.23 b	1.13 b	1.06 a	
	Tainung 70	1.11 b	1.04 b	0.99 b	
Length/Width Ratio	Pegonil	14.3 b	27.2 a	34.1 ab	
	Mira	17.0 a	28.1 a	30.1 b	
	Tainung 67	17.3 a	27.3 a	33.7 ab	
	Tainung 70	17.3 a	25.6 a	35.8 a	
Spec. Leaf Wt. (mg/cm ²)	Pegonil	4.70 b	4.29 b	3.10 c	
	Mira	7.13 a	5.60 a	4.34 b	
	Tainung 67	4.10 b	4.69 ab	5.23 a	
	Tainung 70	4.57 b	4.67 ab	4.53 b	
N Conc. (%)	Pegonil	2.90 a	1.99 bc	1.53 c	
	Mira	2.66 ab ₂	2.51 a	2.15 a	
	Tainung 67	2.30 c	1.87 c	1.69 bc	
	Tainung 70	2.45 bc	2.12 b	1.77 b	

* Means with the same letter within each column of an individual category are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

最高，臺農70號與Mira其次，最低者仍為Pegonil（表2）。在不同葉位間比較，發現中粒型品種上、下位葉片之比葉重變異不大（臺農70號），或有自上至下漸增的趨勢（臺農67號），大粒型品種則以上位葉明顯高於下位葉。

Pegonil 品種劍葉氮素濃度顯著較臺農67號及70號為高，但在第二與第三葉片，大粒品種中僅Mira具有較高的氮素濃度，Pegonil第三葉片濃度甚至有低於中粒型品種的趨向（表2）。

民國76年第一期作水稻抽穗後，劍葉與第三葉葉片葉綠素及可溶性蛋白質濃度的經時變化列於表3。一般而言，葉綠素濃度似有偏低趨勢，原因尚難確定；抽穗時劍葉葉綠素濃度以Mira最高，抽穗後4日以臺農67號最低；其後濃度逐漸下降，下降之速率與幅度以大粒品種egonil最高，臺農67號最低。抽穗後一週內，各品種第三葉葉綠素濃度相近，其後以臺農67號較高，趨勢與劍葉的表現相似

Table 3. Comparison of chlorophyll and soluble protein concentrations (mg/gfw) in the leaf blades during grain-filling among rice varieties differing in grain weight (1st crop, 1987).

Variety	Days after Heading						
	0	4	7	11	14	18	21
<u>Chlorophyll, flag leaf</u>							
Pegonil	1.42 b*	1.65 a	1.33 b	1.24 a	1.10 a	0.46 b	0.29 c
Mira	1.69 a	1.86 a	1.57 a	1.16 a	—	0.68 b	0.59 b
Tainung 67	1.47 b	1.33 b	1.27 b	1.26 a	1.12 a	1.08 a	0.88 a
<u>Chlorophyll, third leaf</u>							
Pegonil	1.04 a	1.31 a	1.21 a	0.88 b	0.48 b	0.30 b	0.18 c
Mira	1.20 a	1.16 a	1.09 a	0.81 b	0.67 b	0.34 b	0.38 b
Tainung 67	1.22 a	1.35 a	1.26 a	1.08 a	0.87 a	0.61 a	0.55 a
<u>Soluble protein, flag lefa</u>							
Pegonil	56.03 a	51.31 b	46.16 b	46.32 a	41.49 b	31.90 b	27.60 b
Mira	51.56 a	61.52 a	58.74 a	49.21 a	51.77 a	38.30 a	32.49 ab
Tainung 67	45.63 b	49.59 b	41.80 b	38.44 b	38.17 b	37.95 a	35.94 a
<u>Soluble protein, third leaf</u>							
Pegonil	39.89 a	41.93 a	36.92 a	29.98 b	23.35 c	19.72 c	14.47 b
Mira	36.15 a	41.77 a	38.23 a	35.39 a	27.60 b	25.58 b	—
Tainung 67	37.24 a	39.34 a	37.84 a	34.06 a	31.90 a	31.95 a	26.88 a

* Means with the same letter within each column of an individual category are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

。劍葉可溶性蛋白質濃度(表3)方面,抽穗後兩週內多以大粒型品種為高,其後濃度之降低速率以 Pegonil 最快,臺農67號最慢,抽穗後第21日時,反以臺農67號之濃度最高。第三葉葉片可溶性蛋白質濃度在抽穗後一週內未顯示品種間差異,其後之表現與劍葉相同,濃度以臺農67號為高, Mira 居次, Pegonil 品種最低。

七十六年二期作續以 Pegonil 與臺農67號品種劍葉葉片為材料進行分析,試驗的結果發現抽穗後一週內, Pegonil 之葉綠素及可溶性蛋白質濃度雖或較臺農67號為高,但自第三至四週期間則均較低(表4),與一期作之試驗結果相同。兩個回交系統植株劍葉葉綠素濃度的表現有異, BC-5/F-5 系

Table 4. Comparison of chlorophyll, soluble protein and free amino acid concentration and activities of glutamate dehydrogenase (GDH) and glutamine synthetase (GS) in the flag leaf blades among rice varieties/strains differing in grain weight at periods during grain-filling (2nd crop, 1987).

Character	Variety	Days after Heading				
		0	7	14	21	28
Chlorophyll (mg/gfw)	Pegonil	2.48 a*	2.52 a	1.92 bc	1.31 c	0.61 b
	Tainung 67	2.67 a	2.17 c	2.20 ab	1.67 ab	1.50 a
	BC-5/F-5**	2.46 a	2.33 b	2.44 a	1.80 a	—
	BC-6/F-4**	2.42 a	2.04 d	1.75 c	1.61 b	—
Sol. Protein (mg/gfw)	Pegonil	51.6 a	54.6 a	43.2 a	25.1 b	18.9 b
	Tainung 67	54.6 a	47.8 b	43.1 a	34.5 a	31.1 a
	BC-5/F-5	49.4 a	43.7 bc	45.2 a	30.8 a	—
	BC-6/F-4	41.3 b	42.0 c	43.6 a	31.7 a	—
Free Amino Acid (μ mol/gfw)	Pegonil	49.1 a	35.2 b	45.5 a	21.5 d	17.5 b
	Tainung 67	43.5 b	32.0 b	35.9 b	25.9 b	24.2 a
	BC-5/F-5	41.3 b	42.8 a	38.4 ab	24.1 c	—
	BC-6/F-4	35.1 c	32.2 b	36.3 b	30.4 a	—
Glutamate DH (μ mol/gfw · min)	Pegonil	0.18 c	0.40 a	0.28 a	0.27 a	0.25 a
	Tainung 67	0.28 b	0.27 c	0.28 a	0.29 a	0.30 a
	BC-5/F-5	0.26 b	0.30 b	0.23 b	0.26 a	—
	BC-6/F-4	0.32 a	0.35 ab	0.32 a	0.27 a	—
Glu. Synthetase (μ mol/gfw · min)	Pegonil	1.92 d	2.28 a	2.45 a	1.27 c	1.11 b
	Tainung 67	2.18 b	2.22 a	1.78 c	1.72 a	1.73 a
	BC-5/F-5	2.23 a	1.82 b	1.93 bc	1.53 b	—
	BC-6/F-4	2.14 c	1.78 b	2.01 b	1.68 a	—

* Means with the same letter within each column of an individual category are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test,

**Backcross offsprings of Tainung 67 × Pegonil,

統與臺農67號有相似之處，而 BC-6/F-4 於抽穗後濃度下降較為明顯，絕對值亦較低（表 4）；兩個系統可溶性蛋白質濃度的差異不大，除於抽穗後一週內以 BC-6/F-4 略低外，均與臺農67號類似，接近成熟時並較 Pegonil 品種為高。

同期作各品種及系統植株第二葉葉片在抽穗期的葉綠素濃度相近，為 2.17-2.49mg/gfw（表 5），臺農67號與 BC-5/F-5 葉綠素濃度在兩週內的降低並不明顯，且多高於 Pegonil 與 BC-6/F-4 系統；就抽穗後的整個降幅而言，仍以大粒型品種 Pegonil 幅度最大，抽穗後第 28 日之濃度僅為 0.48mg/gfw，不及臺農67號之半。抽穗後 21 日兩個粒重較高回交品系第二葉葉綠素濃度雖與粒重較輕之臺農

Table 5. Comparison of chlorophyll, soluble protein and free amino acid concentrations and activities of glutamate dehydrogenase (GDH) and glutamine synthetase (GS) in the second leaf blade among rice varieties and backcross strains differing in grain weight at periods during grain-filling (2nd crop, 1987).

Character	Variety	Days after Heading				
		0	7	14	21	28
Chlorophyll (mg/gfw)	Pegonil	2.39 a*	2.43 a	1.88 bc	1.03 b	0.48 b
	Tainung 67	2.49 a	2.46 a	2.13 ab	2.02 a	1.27 a
	BC-5/F-5**	2.17 a	2.23 b	2.24 a	1.45 ab	—
	BC-6/F-4**	2.27 a	2.02 c	1.78 c	1.43 ab	—
Sol. Protein (mg/gfw)	Pegonil	58.9 a	46.4 b	35.8 ab	19.7 c	17.1 b
	Tainung 67	46.2 b	50.3 a	37.3 a	31.8 a	30.1 a
	BC-5/F-5	37.9 c	36.3 c	35.9 ab	27.0 b	—
	BC-6/F-4	37.7 c	35.6 c	32.5 b	28.8 ab	—
Free Amino Acid (μ mol/gfw)	Pegonil	56.0 a	29.9 b	32.3 a	18.0 b	14.0 b
	Tainung 67	36.4 b	36.6 a	27.3 b	25.2 a	19.9 a
	BC-5/F-5	33.7 b	29.5 b	27.1 b	22.4 ab	—
	BC-6/F-4	34.2 b	33.8 ab	25.3 b	23.0 a	—
Glutamate DH (μ mol/gfw · min)	Pegonil	0.20 c	0.42 a	0.32 a	0.22 a	0.19 a
	Tainung 67	0.28 b	0.29 b	0.27 bc	0.23 a	0.22 a
	BC-5/F-5	0.29 b	0.30 b	0.24 c	0.24 a	—
	BC-6/F-4	0.35 a	0.31 b	0.28 b	0.24 a	—
Glu. Synthetase (μ mol/gfw · min)	Pegonil	1.93 b	2.10 a	2.14 a	1.03 c	0.96 b
	Tainung 67	2.00 a	2.26 a	1.65 c	1.46 ab	1.40 a
	BC-5/F-5	2.02 a	1.67 b	1.89 b	1.37 b	—
	BC-6/F-4	1.89 b	1.73 b	1.49 c	1.58 a	—

* Means with the same letter within each column of an individual category are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

**Backcross offsprings of Tainung 67 × Pegonil.

67號差異不顯著，但已有偏低傾向（表 5），與劍葉的表現不同；第28日時葉片老化更為明顯，田間觀察顯示葉片黃化程度遠超過臺農67號。抽穗後一週內 Pegonil 與臺農67號品種第二葉葉片可溶性蛋白質濃度超過兩個回交系統，第14日之差異較不顯著，第21日以後反以 Pegonil 品種最低（表 5），則與劍葉的變化趨勢相同。

七十七年第一期作分析臺農67號與 Pegonil 品種第二葉葉綠素濃度，確定七十六年兩個期作的試驗結果，即大粒型品種 Pegonil 葉片所含葉綠素與可溶性蛋白質在穀粒充實後期有快速降低的現象；抽穗後14日以後，臺農67號兩項成分的濃度均超過 Pegonil（表 6）即為證明。

Table 6. Comparison of chlorophyll, soluble protein and free amino acid concentrations and activities of glutamate dehydrogenase (GDH), glutamine synthetase (GS) and proteinase activities in the second leaf blade (from top) between rice varieties Pegonil and Tainung 67 (TNG 67) at periods during grain-filling (1st crop, 1988).

Character	Variety	Days after Heading							
		0	4	7	11	14	18	21	26
Chlorophyll (mg/gfw)	Pegonil	3.24 a*	2.84 a	2.86 a	2.64 a	1.50 b	0.77 b	0.68 b	0.43 b
	TNG 67	3.05 a	2.81 a	2.66 a	2.43 a	2.21 a	1.38 a	1.16 a	0.74 a
Sol. Protein (mg/gfw)	Pegonil	43.3 a	43.5 b	41.8 a	35.4 a	23.7 b	19.6 b	19.5 b	18.0 a
	TNG 67	46.7 a	44.6 a	38.6 a	36.5 a	32.8 a	20.0 a	23.9 a	20.6
Free Amino Acid (μ mol/gfw)	Pegonil	33.7 a	26.6 a	22.7 a	20.4 a	16.4 a	13.2 a	13.4 a	12.6 a
	TNG 67	23.3 b	24.2 a	19.1 b	14.1 b	13.5 b	12.7 a	10.9 b	10.4 a
Glutamate DH (μ mol/gfw • min)	Pegonil	0.24 a	0.40 a	0.28 a	0.27 a	0.21 a	0.21 a	0.21 a	0.17 b
	TNG 67	0.25 a	0.25 b	0.33 a	0.29 a	0.13 b	0.22 a	0.23 a	0.22 a
Glu. Synthetase (μ mol/gfw • min)	Pegonil	2.38 b	2.64 a	2.42 a	2.29 a	1.90 a	1.28 b	1.18 b	1.03 a
	TNG 67	3.12 a	2.47 b	2.57 a	2.61 a	1.76 a	1.74 a	1.51 a	1.26 a
Proteinase (μ mol/gfw • min)	Pegonil	9.00 a	5.69 a	3.71 a	1.43 b	0.72 a	4.39 a	5.31 a	6.32 a
	TNG 67	7.17 b	4.87 a	4.28 a	2.54 a	0.92 a	1.83 b	1.18 b	2.03 b

* Means with the same letter within each column of an individual category are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

在葉片游離氨基酸濃度方面，品種間比較並無一定的變化趨勢，七十六年第二期作劍葉葉片在抽穗後14日內，Pegonil 品種的濃度均較臺農67號為高，其後的表現相反（表 4）；兩品種第二葉葉片濃度在抽穗後14日內互有高低，之後仍以臺農67號較高（表 5）。七十七年第一期作整個穀粒充實期間，Pegonil 品種第二葉葉片游離氨基酸濃度或高於臺農67號，或與之相近（表 6），表現不同於七十六年之試驗結果。七十六年試驗回交品系 BC-5/F-5 劍葉離氨基酸濃度在抽穗後兩週內均較 BC-6/F-4 為高（表 4），但第二葉之濃度並無差異（表 5）；與臺農67號比較，劍葉部份互有高低，第二葉部份則頗為相近。

抽穗後兩個與氮素代謝有關的酵素（GS 與 GDH）活性變化資料列於表 4—6；比較七十六年二

期作臺農67號及 Pegonil 品種劍葉與第二葉之酵素活性，Pegonil 的 GDH 活性於抽穗期較低，抽穗後一週又較高，其後之差異不顯著（表 4—5）。七十七年一期作之第二葉片則未呈現此一趨勢，八次取樣分析結果除間以 Pegonil 略高外，兩品種的活性相似（表 6）。除抽穗期之外，兩個回交系統與臺農67號的GDH活性大多相同（表 4—5）。綜合而言，GDH 活性在不同粒型的兩個品種及兩個回交系統間的變異並無一定規則。

在Pegonil與臺農67號葉片GS活性的比較方面，七十六年二期作（表 4—5）與七十七年一期作（表 6）均有類似的表現，即臺農67號的活性於抽穗期及子粒充實後期較高，但在抽穗後 1 至 2 週期間，則或與Pegonil品種相同，或有偏低之趨向。回交系統 BC-5/F-5劍葉GS活性在抽穗期超過其他品種及系統，但在抽穗後 3 週則反以 BC-6/F-4略高。綜合兩個期作的試驗結果，就同一品種或系統而言，水稻葉片 GS 活性在抽穗後兩週內多維持於一定水準，變化不大，但在穀粒充實後期之降低極為明顯；於品種及系統間比較，則未能顯示一定的趨勢。

七十七年第一期作測定Pegonil與臺農67號葉片 proteinase活性的結果列於表 6；此一分解蛋白質酵素之活性於抽穗期最高，之後明顯下降，於抽穗後再度上升，至成熟期為止。品種間比較發現酵素活性多以 Pegonil 品種為高，尤以充實後期的差異最為顯著，在抽穗後21至26日之間，Pegonil品種的活性在 5.31-6.32 $\mu\text{mol/gfw} \cdot \text{min}$ 之間，為同一期間臺農67號活性（1.18-2.03 $\mu\text{mol/gfw} \cdot \text{min}$ ）之三倍左右。

本試驗於七十七年第一期作同時以第二葉位葉片為材料，利用解剖方式測定主脈與細脈數目，並測量維管束與篩管部位之面積，以期對不同粒重品種及系統的輸導組織有初步瞭解，所得結果列於表 7。在葉片主脈數方面，以臺農67號之16.6個最多，Pegonil 與兩個回交系統較少，且後三者間差異不顯著。細脈數則以回交系統BC-5/F-6最多（53.4），Pegonil品種最少（48.6）。

在維管束面積方面，一個特點為回交系統 BC-6/F-5最大，為其他品種或系統之1.18~2.04倍（表 7），Pegonil品種與BC-5/F-6居次，臺農67號最小。篩管面積則以 BC-6/F-5最大，臺農67號仍然為最小。至於篩管面積與維管束面積之比值，則以臺農67號與 Pegonil品種最高，介於0.314~0.364之間，維管束面積最大之BC-6/F-5反而最低（0.265），為差異最明顯之處。

Table 7. Number and dimension of vascular bundle in the second leaf at 7 days after heading of rice varieties/strains differing in grain weight (1st crop, 1988)

Variety	Number of Vascular Bundle			Area (sq. mm) of		
	Major	Minor	Total	Bundle	Phloem	Ratio*
Pegonil	15.0 b**	48.6 c	63.6 b	0.0350 b	0.0110 b	0.314 ab
Tainung 67	16.6 a	49.6 bc	66.2 a	0.0228 c	0.0083 b	0.364 a
BC-5/F-6***	15.0 b	53.4 a	68.4 a	0.0395 b	0.0115 b	0.291 b
BC-6/F-5***	14.4 b	50.4 b	64.8 b	0.0465 a	0.0123 a	0.265 c

* Ratio of phloem area to total bundle area.

**Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

***Backcross offsprings of Tainung 67 × Pegonil.

討 論

大粒型水稻品種之穎果重雖然高達一般栽培品種之兩倍（表 1），但因分蘗數及一穗穎花數偏低

，產量遠不及一般品種，又因其他農藝性狀表現欠佳，並不具有經濟栽培價值⁽³⁾；但另一方面，如何增大積儲（穗部）容積以提高水稻產量潛能，亦為學者所重視^(27,28)。事實上，大粒型品種在生理表現方面有其特色⁽²⁾，如能深入瞭解，或仍有可供利用之價值。

有關不同粒重水稻品種株型（plant type）的報告甚少，本試驗由不同節位葉片形態的觀點，比較兩個大粒型與兩個中粒型品種的異同，發現相當顯著的差異。大粒品種（Mira）之劍葉較其他品種為長，並具大最大劍葉面積；中粒型品種葉長自上向下遞增，至第三節位仍極明顯，大粒型品種第二、三葉雖長於劍葉，但相互間已無差異；此外，大粒種上位葉寬極顯著超過中粒品種，均顯示大粒品種上層植冠具較大葉面積與較高之相對葉面積密度（leaf area density），其田間透光率與光能利用效率（radiation use efficiency）受限於遮陰作用，應不利於產量表現^(6,23)，此一推論並可由各節位葉面積占總葉面積之比例得到證明（表 2）。再由比葉重資料得知，中粒型品種各節位葉片比葉重相似或有向下遞增的趨勢（表 2），而大粒品種則明顯的自上向下遞減，亦即下位葉之光合成潛能較弱，在密植栽培條件下的產量將因有效葉面積不足而低落，對 Mira 品種而言，此一效應尤其顯著。

魏與劉⁽²⁾及魏等⁽³⁾均曾報告大粒型水稻品種葉片具有較高的氮素濃度，本試驗於不同節位葉片間進行分析，雖再次證明此一結論，但僅以 Mira 品種或劍葉的表現最為明顯（表 2），Pegonil 及臺農 67 號與臺農 70 號則以劍葉氮素濃度最高，並向下位葉逐漸降低，降幅以 Pegonil 品種最大。由氮素濃度、比葉重及葉面積資料得知，大粒型品種下位葉片單位面積所含氮素量較低，受光度又差，依據 Sinclair and Horie⁽²³⁾綜合多項報告所得結論，推測在羣落狀況下，大粒型品種的光能利用效率及光合速率必然不如中粒型品種。

水稻葉片葉綠素與可溶性蛋白質濃度與單葉光合作用速率有顯著的正相關關係⁽¹⁹⁾，也可用為生理活性的指標⁽¹⁰⁾；本試驗之水稻在抽穗後一週內，大粒型品種劍葉葉綠素與可溶性蛋白質濃度高於中粒型品種（表 3—4），又經由比葉重與葉片氮素濃度資料（表 2）計算，大粒品種劍葉含氮量為 $1.4-1.9\text{g}/\text{m}^2$ ，中粒品種為 $1.0-1.1\text{g}/\text{m}^2$ ，由於在 $0.13-1.6\text{gN}/\text{m}^2$ 的範圍內，葉片光合作用速率與氮素含量呈正相關^(23,31)，推測大粒型品種之劍葉可能亦具較高之單位葉面積光合成能力；與 Oritani *et al.*⁽¹⁹⁾利用大、小葉水稻品種試驗，發現單葉面積大小與單位葉面積光合能力成反比之結果不同，可能為使用材料有異所致。

上述不同粒型品種間葉綠素及可溶性蛋白質濃度在抽穗期的的差異，並未於第二與三葉內發現，而且至抽穗後二或三週，濃度反以中粒品種為高，差異並多達極顯著水準（表 3—6），且大粒品種因分蘗數少而葉面積指數（LAI）較低，因此就全株而言，光合作用生產力應仍以中粒型品種為高。

在本試驗中，葉片葉綠素與可溶性蛋白質濃度均以劍葉及抽穗後早期最高，下位葉及穀粒充實中、後期較低（表 3—6），此一現象固然為老化（monocarpic senescence）的必然結果^(15,17)，但與穀粒在充實過程中對氮素需求的積儲強度（sink strength）亦有密切相關，雖然 Sinclair and de Wit⁽²²⁾曾指出，就配合光合物質生產的氮素需要量（N requirement for photosynthate production）而言，水稻遠低於其他主要作物，但穀粒充實期間源於葉片之氮素再轉移現象仍極明顯⁽²⁶⁾；由於 RuBP carboxylase（可溶性蛋白質最主要成分）及與葉綠素成複合體之蛋白質為再轉移氮素首要來源⁽⁹⁾，同化能力因而大幅下降。大粒品種穀粒氮素濃度遠高於中粒型栽培品種⁽³⁾，復受粒重影響，對氮素的需求量較高，穀粒充實期間的葉片蛋白質分解可能較為快速，影響生育後期之生理活性。

兩個回交後代之粒重雖明顯超過臺農 67 號，穀粒氮素濃度則與之相近（資料未列出），而其劍葉與第二葉在穀粒充實期間之葉綠素及可溶性蛋白質濃度變化，亦較接近臺農 67 號；應與回交系統均以臺農 67 號為輪迴親育成有關，同時亦顯示粒重較高之品種或品系，也可能具有不同的氮素供需關係。

水稻於抽穗後開始老化過程，植株內經分解蛋白質而產生之氨基酸並不大量累積於葉片，主要轉

運至穗部⁽¹⁰⁾，本試驗中水稻葉片游離氨基酸含量以抽穗期最高，之後逐漸降低（表4—6），其含量與Yuan and Shien⁽³³⁾的結果相同，變化趨勢與Mae *et al.*⁽¹⁶⁾的結果相近；於品種間比較，七十六年第二期作在抽穗後兩週內，劍葉與第二葉之含量以大粒型品種Pegonil較高，其後低於臺農67號，七十七年第一期作多以Pegonil品種較高，兩期作的試驗結果並不完全相同，可能與穀粒充實速率以及氮素累積速率有關。

葉片內參與分解蛋白質而產生氨基酸的酵素（proteolytic enzyme）很多，proteinase不但僅為其中之一⁽¹¹⁾，而且與水稻老化葉片中蛋白質及游離氨基酸含量的關係並不明確^(7,16)。表6資料顯示葉片Proteinase活性以抽穗時最高，於穀粒充實中期降低，後期又顯著上升，與Mae *et al.*⁽¹⁶⁾ Frith and Dalling⁽¹¹⁾的報告相同，但此一後期活性上升的現象則尚難予以解釋。雖然葉片老化過程中proteinase的各種生化特性頗為複雜，又牽涉其他水解酵素的共同作用⁽¹⁰⁾，不易判定其生理意義，但本試驗中水稻抽穗後18~26日間，Pegonil品種葉片proteinase活性顯著上升，超過臺農67號三倍以上，而葉綠素及可溶性蛋白質的濃度却低於臺農67號（表7），仍然顯示穀粒充實後期Pegonil的生理活性較為低落⁽¹¹⁾，並且具有與臺農67號相異之氮素代謝。

Glutamine在氮素代謝作用中居於中心地位，本試驗亦探討兩個與其相關酵素的活性；在大、中粒型品種間比較，抽穗後兩週內GS活性高而穩定，其後明顯下降，降幅以Pegonil品種較大，其活性並顯著低於臺農67號；GDH活性於穀粒充實期間雖亦略有下降趨勢，但幅度並不明顯，且於不同粒型品種間多無差異存在（表4—6）；Yuan and Shien⁽³³⁾及Yuan⁽³²⁾報告水稻葉片內兩個酵素活性具有期作性差異，本試驗則未發現此一趨向。Feller⁽¹⁰⁾曾經指出，在許多作物的老化過程中，葉片內GS活性下降，但剩餘活性仍足以將氨基酸分解所產生之NH₃再予同化，而GDH活性則較穩定，甚至在老化後期會有上升現象，並認為GDH主要係參與glutamate的分解，而非合成。本試驗第二期作接近成熟時，臺農67號與Pegonil品種劍葉GS活性仍高達抽穗期之58—79%，第二葉為50~70%（表4—5），第一期作之第二葉為40~43%（表6），顯示依然具有頗高之氮素同化能力，而臺農67號的表現又優於Pegonil；同一期間GDH活性僅為GS活性之20%以下，因此不論GDH在水稻穀粒充實後期的主要作用為合成或分解glutamate，應不為影響氮素代謝的主要酵素。

造成臺農67號與Pegonil品種老化過程中氮素代謝差異的機制為何，猶待探討；Cheng and Kao⁽⁷⁾以水稻幼苗為材料，認為自根部產生之cytokinins可對葉片生理活性產生作用，但是Ray and Choudhuri⁽²¹⁾則假設生殖生長期間以養分自葉片轉運至穀粒的影響最大；本試驗並未進行與植物荷爾蒙有關的分析，但由於大粒型品種Pegonil具有較高的穀粒充實速率⁽¹⁾，以及較高的粒重與穀粒氮素濃度，亦即積儲對氮素具有強烈需求，極可能在全株氮素供需不平衡的情況下，對氮素代謝造成影響。

於第一期作水稻抽穗一週後，調查第二葉片最寬處主脈與細脈數目之結果顯示，臺農67號主脈數多於Pegonil，細脈數相近，總數則較多，回交系統BC-5/F-6亦有較高之細脈與總脈數（表7）。品種間葉片或莖部脈數的變異，於水稻⁽¹⁸⁾、小麥⁽⁴⁾、大麥⁽¹²⁾、燕麥⁽¹³⁾均曾有報導，並被認為經由影響輸導能力而與乾物質累積有關；單就此一觀點而言，臺農67號優於大粒品種Pegonil。另一項有關輸導能力的因子為篩管面積，臺農67號每一篩管面積較Pegonil低35%，而總脈數僅多4%，因此篩管總面積遠不如Pegonil品種，依據Peterson *et al.*⁽²⁰⁾的解釋，輸導能力亦可能較低。

另一方面，臺農67號上位葉片恆窄於Pegonil，如計算葉脈頻度（vein frequency，即單位葉寬所含脈數），則又以臺農67號較高。Crookson and Moss⁽⁸⁾比較十個C₃型與十個C₄型作物的脈間距離（interveinal distance），發現C₃型作物平均為0.27mm，脈間葉肉細胞數為9~15個，C₄型作物平均為0.11mm，脈間葉肉細胞數僅為2個，推論與C₄型作物之高輸導效率及高光合作用能力有關；依據此項假說，則Pegonil品種的表現又可能優於臺農67號。

由於決定輸導能力的三個因素為篩管面積（phloem area）與被轉運物質的濃度（concentra-

tion) 及速度 (velocity), 相互間又可能有交感作用⁽²⁰⁾, 頗為複雜; 此外, 在燕麥中發現維管束性狀與許多產量構成要素相關, 但與粒重間則無一定關係存在⁽¹³⁾, 因此研究維管束性狀雖然極具意義, 但如欲藉此判別大粒型品種 Pegonil 與中粒型品種臺農67號的輸導能力差異及與粒重或產量間的關係, 仍需更廣泛深入的研究予以證明。唯本試驗發現臺農67號篩管面積與維管束面積之比值高達0.364, 較其他品種及系統高14~28%, 而兩個回交系統之維管束面積顯著超過親本品種, 其中 BC-6/F-5 之面積更高達0.0465mm², 較親本品種高25~51%, 顯示有雜種優勢存在, 與 Malik *et al.*⁽¹⁸⁾ 的報告相符, 可能為有利用價值的生理性狀, 值得再予深入探討。

引用文獻

1. 周煒裕。1983。水稻穀粒大小之充實特性與遺傳之研究。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。臺中市。
2. 魏夢麗、劉大江。1986。去葉處理與栽培密度對大粒型水稻品種產量表現的影響。中華農業研究 35: 413—423。
3. 魏夢麗、郭益全、劉大江。1988。水稻粒重變異與產量及相關生理性狀間關係之研究。中華農學會報 142: 26—41。
4. Altus, D. P. and M. J. Canny. 1982. Loading of assimilates in wheat leaves. I. The specialization of vein types for separate activities. *Aust. J. Plant Physiol.* 9: 571-581.
5. Antonielli, m., G. F. Soldatini, M. Lupattelli and G. Venanzi. 1982. A comparison of the metabolism of the ear and accompanying organs in *Zea mays* L. II. Ammonia assimilating enzymes and free amino acid pool. *Z. Pflanzenphysiol. Bd.* 108: 49-55.
6. Causton, D. R. and J. C. Venus. 1981. *The Biometry of Plant Growth Analysis*. Edward Arnold, London. pp. 16-64.
7. Cheng, S. H. and C. H. Kao. 1984. The role of proteolytic enzymes in protein degradation during senescence of rice leaves. *Physiol. Plant.* 62: 231-237.
8. Crookston, R. K. and D. N. Moss. 1974. Interveinal distance for carbohydrate transport in leaves of C₃ and C₄ grasses. *Crop Sci.* 14: 123-125.
9. Dalling, M. J. 1985. The physiological basis of nitrogen redistribution during grain filling in cereals. In: *Exploitation of Physiological and Genetic Variability to Enhance Crop Productivity* (J. E. Harper, L. E. Schrader and R. W. Howell, eds.). Amer. Soc. Plant Physiol., Rockville, MD.
10. Feller, U. 1986. Proteolytic enzymes in relation to leaf senescence. In: *Plant Proteolytic Enzymes* (M. J. Dalling, ed.). Vol. II. CRC Press, Boca Raton, Florida.
11. Frith, G. J. T. and M. J. Dalling. 1980. The role of peptide hydrolases in leaf senescence. In: *Senescence in Plants* (K. V. Thiamann, ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida.
12. Hanson, J. C. and D. C. Rasmusson. 1975. Leaf vein frequency in barley. *Crop Sci.* 15: 248-251.
13. Housley, T. L. and D. M. Peterson. 1982. Oat stem vascular size in relation to kernel number and weight. I. Controlled environment. *Crop Sci.* 22: 259-263.
14. Lowry, W. M., N. J. Rosebrough, A. L. Farr and R. J. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
15. Mae, T., A. Makino and K. Ohira. 1983. Changes in the amount of Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase synthesized and degraded during the life span of rice leaf (*Oryza sativa* L.). *Plant & Cell Physiol.* 24: 1079-1086.
16. Mae, T., T. Hoshino and K. Ohira. 1985. Proteinase activities and loss of nitrogen in the senescing leaves of field grown rice (*Oryza sativa* L.). *Soil Sci. Plant Nutr.* 31: 589-600.
17. Makino, A., T. Mae and K. Ohira. 1984. Relation between nitrogen and Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase in rice leaves from emergence through senescence. *Plant & Cell Physiol.*

25 : 429-437.

18. Malik, S., R. Robles, A. Aguilar and B. S. Vergara. 1988. Rice heterosis for panicle branching, spikelet number and vascular bundle number. Intl. Rice Res. Newsl. 13(3) : 8. Intl. Rice Res. Inst., Los banos, Philippines.
19. Oritani, T., T. Enbutsu and R. Yoshida . 1979. Studies on nitrogen metabolism in crop plants. XVI. Changes in photosynthesis and nitrogen metabolism in relationa to leaf area growth of several rice varieties. Japan J. Crop Sci. 48 : 10-16.
20. Peterson, D. M., T. L. Housley and T. M. Luk. 1982. Oat stem vascular size in relation to kernel number and weight. II. Field environment. Crop Sci. 22 : 274-278.
21. Ray, S. and M. A. Choudhuri. 1981. Mobilization of metabolites from leaves to grains as the cause of monocarpic senescence in rice. Plant Physiol. 68 : 1345-1348.
22. Sinclair, R. R. and C. T. de Wit. 1975. Comparative analysis of photosynthate and nitrogen requirement in the production of seeds by various crops. Science 189 : 565-567.
23. Sinclair, T. R. and T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: A review. Crop Sci. 29 : 90-98.
24. Streit, L. and U. Feller. 1982. Changing activities of nitrogen-assimilating enzymes during growth and senescence of dwarf beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Z. Pflanzenphysiol. Bd. 108 : 273-281.
25. Sung, J. M. 1987. Enzymatic changes during the senescence of field grown rice. J. Agri. Assoc. China 139 : 8-16.
26. Thom, W. O., T. C. Miller and D. H. Brown. 1981. Foliar fertilization of rice after midseason. Agron. J. 73 : 411-414.
27. Venkateswarlu, B., B. S. Vergara and R. M. Visperas. 1988. Influence of photosynthetically active radiation on grain density of rice. Crop Sci. 27 : 1210-1214.
28. Wei, M. L., Y. C. Kuo and D. J. Liu. 1984. Physiological studies of rice tillers. II. Productivity of varieties differing in grain volume. J. Agri. Res. China 33 : 12-23.
29. Wintermans, J. F. G. M. and A. de Mots. 1965. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls and their pheophytins in ethanol. Biophys. Acta 109 : 448-453.
30. Yemm, E. W. and E. C. Cocking. 1955. The determination of amino acids with ninhydrin. Analyst. 80 : 209-213.
31. Yoshida, S. and V. Coronel. 1976. Nitrogen nutrition, leaf resistance, and leaf photosynthetic rate of the rice plant. Japan Soc. Soil Sci. Plant Nutr. 22 : 207-211.
32. Yuan, H. F. 1982. Seasonal variations in biosynthesis of amides during rice growth. Bot. Bull. Academia Sinica 23 : 1-25.
33. Yuan, H. F. and Y. S. Shien. 1980. Seasonal variations of nitrate reductase, glutamate dehydrogenase and the soluble nitrogenous compounds during rice growth. Bot. Bull. Academia Sinica 21 : 35-52.

Comparison of Leaf Morphology and N Metabolism Among Rice Genotypes Differing in Grain Weight¹

M. L. Wei, F. C. Chang and D. J. Liu²

Summary

A medium-grain variety, Tainung 67, a large-grain variety, Pegonil, and two each of their BC₅ and BC₆ offsprings with caryopsis weight about 28.5mg were used to study morphological, vascular, and N metabolism characters in their leaves. The purpose of this study was to clarify the mechanism governing the difference in photosynthesis and N metabolism among rice genotypes differing in grain weight. Compared to the large-grain Pegonil, leaf length of Tainung 67 increased significantly from upper to lower node positions, and decrease in leaf width was less significant, indicating higher light transmission ratio within canopy and hence a possible higher photosynthetic rate. Concentrations of leaf N and soluble protein at heading was higher for Pegonil, however, the decreases thereafter was also significant. A higher rate of senescence and loss of physiological activities were therefore suggested. Activity of glutamine synthetase decreased after heading, and it was higher for Tainung 67 as the plants approached maturity. On the other hand, proteinase activity of Pegonil was three times higher than that of Tainung 67. It was thus concluded that the capacity of N assimilation was higher for Tainung 67 during the grain-filling period. The two backcross offsprings-performed similar to Tainung 67 in terms of changing concentrations of N-containing compounds and N assimilation ability after heading, as no effect of grain-weight was observed in these genotypes. Tainung 67 was high in total vein number and vein frequency, but lower in phloem area than Pegonil. The data obtained failed to assess difference in vascular capacity between the two varieties. However, the highest phloem to vascular area ratio and heterosis in vascular area found in the two backcross offsprings are considered as superior physiological characters which might be of value for future variety improvement.

¹ Contribution No. 1469 from Taiwan Agricultural Research Institute. This research was supported in part by a grant from Council of Agriculture, Executive Yuan, Republic of China.

² Respectively, Research Assistant, Research Assistant and Senior Agronomist, Department of Agronomy, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.