中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）48(1)：13～21（1999）

台南白玉米族群分蘗數表現之探討[1]

謝光照　何千里　盧煌勝[2]

摘要：在春作環境下，不同地區之台南白族群分蘗數表現有明顯差異，平均而言，以台東族群最多(2.32)，其次爲屏東、花蓮及雲林族群(1.94～2.00)，而台中及台南兩族群則較少(1.62 及 1.66)，可能係長期處於不同生態環境形成分化所致。

台中族群平均之分蘗數，在不同期作的表現，呈現春作(1.65)＞夏作(1.02)＞秋作(0.46)＞冬季裡作(0.23)之大小趨勢，顯示栽培期作環境的不同會影響分蘗數的產生。

經 Hayman 及 Griffing's 之遺傳分析，顯示分蘗數受累加性及非累加性基因共同控制，但期作環境會改變 GCA/SCA 比值，呈現春作(2.41)＜夏作(5.29)＜秋作(11.67)；其狹義遺傳率之大小也隨期作而變動，呈現春作(0.342)＜夏作(0.527)＜秋作(0.671)之趨勢；同時影響其表現之最少顯性基因群數，呈現春作(5 群)＞夏作(4 群)＞秋作(2 群)。在春作及夏作顯性基因爲分蘗數產生之增量基因；而秋作顯性基因之作用則明顯減弱且無一定作用方向，故其分蘗數之產生相對的也較少。

關鍵詞：台南白、玉米、族群、分蘗數。

前　言

玉米的近緣種大芻草(teosinte)爲一種高分蘗之牧草，生長習性類似雜草或半野生雜草，可作爲玉米抗病蟲、多年生及分蘗性等特性轉移之種質。謝等[3,4]以多年生及一年生二倍體大芻草與玉米雜交，探究其分蘗性，結果顯示在不同的雜種世代後裔中，呈現依玉米遺傳質比率之增加，其分蘗數明顯減少現象。Sehgal[13]指出玉米分蘗數的產生，係由遺傳基因控制，可能與其近緣種 teosinte 有豐富之分蘗有某種程度之相關性；玉米的分蘗性除受遺傳控制外[6]；與其生長的環境因子如肥料成分、溫度、栽培密度等均有密切關係[7,14]，亦即易受環境影響其表現程度。

雖然具有豐富分蘗的玉米，可能對養分的吸收及水分的缺乏之抗性較好，但在青割玉米品種中有分蘗與無分蘗的品種間，其營養價值(IVDM)則沒有明顯差異存在[8]。一般有分蘗的品種，在中耕培土作業中，常對中耕機及施追肥造成困擾，因此須摘除分蘗而增加工作量，故一般農民不太喜歡有分蘗的品種。台灣鮮食用玉米台南白品種具有分蘗，可能與其適應性有關，而其分蘗之表現在適應於不同地區的族群間及不同的栽培期作中其分蘗數的表現情形與其遺傳現象，均未有報告發表，值得加以探討，並可作爲自交系選拔及育種之參考。

---

1. 台灣省農業試驗所　研究報告第 1967 號。

2. 本所農藝系助理研究員、助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

(一) 不同地區台南白族群分蘗數之變異

以從六個不同地區蒐集之台南白族群(台中、雲林、台南、屏東、台東及花蓮)爲材料，於 1994 年春作(3 月 20 日)種植於農試所試驗田，田間設計爲逢機完全區集設計，二重複，行株距爲 80×30cm，每一族群種植 500 穴，兩粒播，出土二週後間苗，每穴僅留一株。以台肥 39 號複合肥料($N:P_2O_5:K_2O=12:18:12$)每公頃 500kg，於播種前施入播種溝內。待玉米出土後 45 天，約 60～70 公分高時，每一族群每重複逢機 200 株，合計 400 株，調查單株之分蘗數，以No./plant爲單位表示。數據進行頻度分布圖之製作。

(二)台中台南白族群在不同期作其分蘗數之表現

爲進一步探討期作與分蘗數之表現，本試驗以台中地區族群爲材料，分別於 1995 年春作(3 月 28 日)、夏作(5 月 9 日)、秋作(9 月 4 日)及冬季裡作(10 月 26 日)種植於農試所試驗田。田間設計爲逢機完全區集設計，四重複，行株距爲 80×30cm，每重複種植 200 穴，兩粒播，出土二週後間苗，每穴僅留一株。以台肥 39 號複合肥料($N:P_2O_5:K_2O=12:18:12$)每公頃 500kg，於播種前施入播種溝內。待玉米長至約 60～70 公分時，每重複逢機取 150 株，共計 600 株，調查單株之分蘗數，以 No./plant 爲單位表示。調查結果進行頻度分布圖之製作。

(三)分蘗數之遺傳分析

本試驗所使用之自交系分別來至八個不同地區之族群(台中(A)、台南(B)、雲林(C)、桃園(D)、台東(E)、彰化(F)、屏東(G)及花蓮(H))經二年春、秋作連續自交分離至 S_4 世代之自交系[5]及其 28 個全互交 F_1 組合(不包括反交)，於 1995 年春作(3 月 28 日)、夏作(5 月 9 日)及秋作(9 月 4 日)於農試所試驗田進行試驗。自交系及 F_1 分開種植，田間採逢機完全區集設計，四重複，行長 6m，行株距爲 80×30cm，兩粒播，F_1 爲單行區(每行 20 穴)，自交系爲 3 行區，肥料施用量以台肥 39 號複合肥料($N:P_2O_5:K_2O=12:18:12$)每公頃施 500kg(即氮素 60kg:磷 90kg:鉀 60kg)。於玉米出土後二週間苗，待玉米長至約 60～70cm (輪生初期)時，調查所有植株之分蘗芽數，以No./plant爲單位表示。所得數據以Hayman[10,11]之公式進行遺傳介量及基因作用成分之分析；同時以 Griffing[9]模式 I ，方法二進行組合力分析。

結果與討論

台南白爲一天然混交種(open-pollinated)，植株高大，株高約 200～250cm，穗位高約 80～120cm，幼苗期莖部爲褐紅色，莖粗，直徑約 1.5～2.0cm，綠色，但有 1/20～1/30 植株莖部爲淡褐紅色，葉片寬大，綠色，性狀極不整齊；除植株高低不一外，不結實株不少，果穗爲圓筒形，長約 15～18cm；粒大，深度約 1cm，橫寬約 1.2cm，扁圓形，白色，大部分果穗籽粒行數爲 8～10 行，呈馬齒型，但偶而有硬粒型出現。穗軸白色，直徑小而堅硬，脫粒率約 78～82%，每株結穗 1～2 穗，每公頃籽實產量爲 2,500～3,500kg[2]。爲台灣主要之鮮食用白玉米品種，於乳熟期或糊熟期採收，不論是碳烤或水煮均深受消費者喜愛。

(一)不同地區台南白族群分蘗數之變異

適應於不同地區之台南白族群，在田間之栽培發現植株基部有類似大芻草之分蘗產生，分蘗數變異極大。調查 1994 年春作(3 月 20 日)播種的六個不同地區之台南白族群，發現不同地區之族群間，其分蘗數的分布有很大差異(圖 1)，由圖中可看出台中地區之族群，其分蘗數之變異範圍介於 0～5 之間，以 2 個分蘗之植株佔較多約 31%，其次爲 0、1 及 3 個分蘗之植株各約佔 20%左右，具有 4～5 個分蘗者僅佔 6%。雲林族群，則以 2～3 個分蘗之植株較多，約佔 55%左右，其次爲 0～1 個分蘗者約佔 34%，而 4～5 個分蘗者約佔 10%左右。台南族群，以 2 個分蘗者較多約佔 30%，其次爲無分蘗者約佔

28%，3 個分蘗者約佔 19%，1 個分蘗者約佔 16%，而 4～5 個分蘗者僅佔 8%左右。屏東地區之族群，以 2～3 個分蘗者較多約佔 60%左右，0～1 個分蘗者佔 31%左右，而 4～5 個分蘗者佔 9%左右。台東

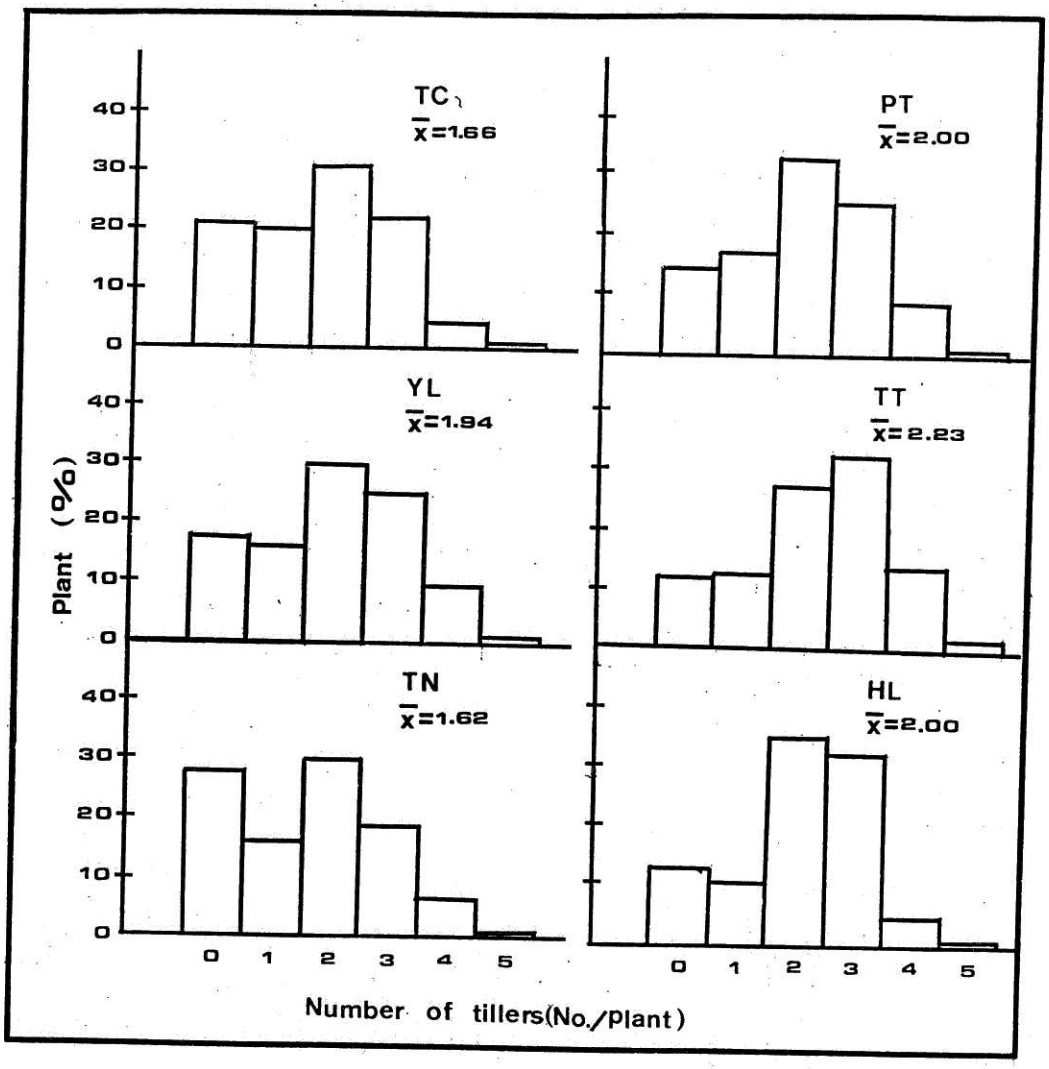


圖 1. 不同地區台南白族群分蘗數之頻度分布.

Fig. 1. Frequency distributions of tiller number for TNW maize populations acclimated at different areas in Taiwan, and planted at Wufeng in spring of 1994.
TC: Taichung, YL: Yunlin, TN: Tainan,
PT: Pingtung, TT: Taitung, HL: Hualien.

地區之族群以 3 個分蘗者佔 33%，2 個分蘗者佔 27%，4 個分蘗者佔 14%，具有 0 與 1 個分蘗者各佔 12%，5 個分蘗之植株約有 2%左右。花蓮地區之族群，具有 2～3 個分蘗者約佔 67%，其次爲 0 及 1 個分蘗者，分別佔 13%及 10%，具有 4 個分蘗者佔 5%左右，而 5 個分蘗之植株約有 1%左右。大部分地區，以 2～3 個分蘗之植株所佔比例較高，變異範圍介於 0～5 個之間，其族群結構在不同地區之間略有不同。由族群的平均值，可看出台東族群之平均分蘗數(2.32)最多，其次爲屏東、花蓮及雲林族群(1.94～2.00)，而台中及台南兩族群則較少(1.62～1.66)，不同地區台南白族群之差異，可能與其長期處於不同生態環境以致有分化所致[1]。

(二)台中台南白族群在不同期作其分蘗數之表現

台中地區之台南白族群，在春、夏、秋及冬季裡作其分蘗數的表現有很明顯的差異(圖 2)。春作(3 月 28 日)播種者，其頻度分布以具有 2 個分蘗者約佔 31%，無分蘗者佔 25% ，3 個分蘗者佔 22%，1 個分蘗者佔 16%，4 個分蘗者佔 5%，5 個分蘗者佔 1.5%左右。夏作(5 月 9 日)播種者，以無分蘗者約佔 37%，其次爲 1 個分蘗者佔 30%，2 個分蘗者佔 27%，3 個分蘗芽者佔 6%左右。秋作(9 月 4 日)播種者，顯示無分蘗之植株所佔之比率最大，約有 71%，而有 1 個分蘗者約佔 16%，2 個分蘗者佔 10%，3 個分蘗者佔 3% ，而 4 個分蘗以上之植株佔 2%左右。冬季裡作(10 月 26 日)播種者，無分蘗之植株佔有 83%左右，具有 1 個分蘗者佔 13%，2 個分蘗者佔 3%，而具 3 個分蘗之植株則約佔 1%，並沒有 4 個分蘗之植株出現。進一步由其平均值加以比較，發現台中台南白族群之分蘗數，呈現春作(1.65)＞夏作(1.02)＞秋作(0.46)＞冬季裡作(0.23)之大小趨勢，而此現象可能與控制分蘗產生之基因易受環境影響其表現[6]，或許與其幼苗期生長環境溫度之高低有密切關係[14]。

(三)分蘗數之遺傳分析

不同期作之結果先經 Hayman 之均質性測驗，剔除不合之親本及 F_1 後，詳如表 1 內所列。春作及夏作剔除 B 親本，秋作則經剔除 B 及 E 兩親本所包括之組合，再以 Hayman[10,11]之全互交分析法，進行遺傳介量與基因作用效應之分析。結果顯示，分蘗數之累加性作用(a)、顯性效果(b)、平均顯性效果(b1)及由特殊組合力所造成之顯性效果(b3)，不論在春作 、夏作或秋作均達顯著；而由親本遺傳因子頻度不相等所造成之顯性效果(b2)則不顯著(表 1)。

在春作環境下，由基因作用成份分析，顯示基因之累加性作用(D)、基因之顯性作用(H_1)、親本正負基因比值不等所造成之顯性效果(H_2)、組合的顯性作用(h^2)、環境作用(E)及基因表現程度爲顯性作用大於累加性作用(D-H_1 爲負值)均達極顯著。控制分蘗數的表現基因呈現超顯性。而其親本正負效應基因之比值相近，且顯隱性基因數目大約相等。分蘗數至少係由 5 群基因控制其顯性效果之表現，其狹義的遺傳率爲 0.342。另 Wr + Vr 與 Yr 之相關係數 r 值達極顯著爲-0.905，表示顯性基因爲增加分蘗數之增量基因(表 2)。

在夏作環境下，分蘗數的表現呈現基因之累加性作用(D)、基因之顯性作用(H1)、親本正負基因比值不等所造成(H_2)之顯性效果、組合之顯性作用(h^2)、環境作用(E)及基因累加性作用效果大於顯性效果(D-H_1)均達極顯著。基因表現程度爲完全顯性，而其 $H_2/4H_1$ 偏離 0.25，表示正負基因分布不均對顯性作用有明顯影響；Kd/Kr 爲 1.784 大於 1，表示顯性基因的數目多於隱性基因之數目。分蘗數至少由 4 群基因控制其顯性效果之表現，其狹義遺傳率爲 0.527。同時顯示 Wr + Vr 與 Yr 之相關係數 r 值爲-0.914，表示顯性基因爲增加分蘗數之增量基因(表 2)。

在秋作環境下，分蘗數的表現，呈現受基因之累加性作用(D)、親本正負效應基因比值不等所造成之顯性效果(H_2)、組合的之顯性效果(h^2)及環境效果(E)共同影響，但是其基因之平均顯性效果(H_1)及D-H_1 均未達顯著，表示在秋作環境下基因之表現明顯的受環境因子影響，故呈現基因的平均顯性作用(H_1)及親本正負基因不等效應所造成之顯性效果(H_2)之重要性降低，而其基因之累加性作用則呈現較顯性基因來得重要。其$(H_1/D)^{1/2}$ 值爲 0.964，表示其顯性基因之顯性程度爲完全顯性。$H_2/4H_1$ 之值爲 0.25

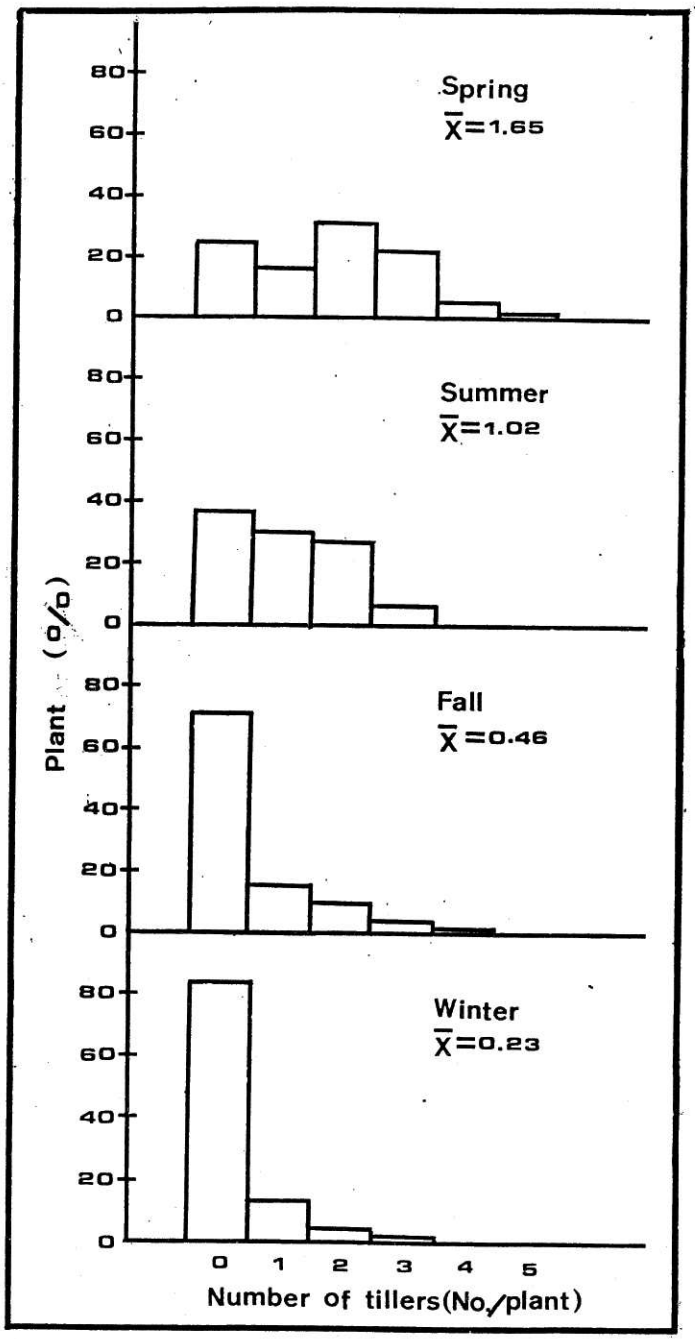


圖 2. 台中地區台南白族群在不同期作其分蘗數之頻度分布.

Fig. 2. Frequency distributions of tiller number of Taichung TNW maize population planted in four crop seasons of 1995.

呈現親本之正負效果基因數目比值相近；Kd/Kr 爲 0.12，呈現隱性基因數目明顯的大於顯性基因之數目；同時至少由 2 群顯性基因來控制其分蘗數之表現。狹義遺傳率爲 0.671。而其 Wr + Vr 與 Yr 之相關係數 r 值爲-0.176，未達顯著水準，顯示在秋作環境下較之在春作及夏作，其顯性作用明顯的減弱，且其作用無一定方向(表 2)。

表 1. 不同期作下台南白分蘗數全互交遺傳分析之均方值

Table 1. Mean squares of the analysis of variance for tiller number from diallel cross analysis in TNW maize population under three crop seasons.

Variation	Df	Crop seasons		
		Spring	Summer	Fall
Block	3(3)y	0.373*	0.648**	0.370**
Combination	27(20)	0.918**	0.799**	0.261**
a	6(5)	2.747**	3.727**	1.384**
b	21(15)	1.314**	0.762**	0.148**
b1	1(1)	20.324**	9.955**	0.440**
b2	6(5)	0.054**	0.281	0.064
b3	14(9)	0.496**	0.312*	0.163**
a/b ratio		2.09	4.89	9.35
Parent number		7	7	6
[z]Code of removed		B	B	B.E

*,** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

[z] Codes of parent of being removed.

[y] The df of Fall crop season showed in parentheses.

表 2. 不同期作下台南白分蘗數之遺傳變方成分

Table 2. Estimated values of genetic variance components in diallel cross analysis of TNW populations under three crop seasons.

Genetic parameter	Crop seasons		
	Spring	Summer	Fall
D	0.192**	0.448**	0.043**
H_1	0.584**	0.327**	0.040
H_2	0.596**	0.305**	0.041*
h^2	2.473**	1.200**	0.051*
F	-0.007	0.215**	-0.066
E	0.031**	0.038**	0.016**
$D-H_1$	-0.391**	0.120**	0.003
$(H_1/D)^{1/2}$	1.744	0.855	0.964
$H_2/4H_1$	0.250	0.232	0.250
Kd/Kr	0.977	1.784	0.120
h^2/H_2	4.151	3.930	1.260
Narrow-sense heritability	0.342	0.527	0.671
r [(Wr + Vr)/Yr]	-0.905**	-0.914**	-0.176

*,** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

綜合上述分蘖數在春、夏及秋作之表現，呈現易受環境因子(E)所影響，同時發現基因之累加性作用隨春、夏及秋作之順序其GCA/SCA均方比值漸增大(表3)，且其a/b均方比值亦漸增大(表1)，顯現隨著春、夏、秋之變化其累加性之重要性增加，此累加性基因係隱性之減量基因；相對的其基因作用之顯性效果則呈現降低趨勢。在春作及夏作增加分蘖數產生之顯性效果係由平均顯性效果及組合所造成之顯性效果所共同組成；但秋作其平均顯性效果變爲不顯著，而其顯性效果主要由組合所造成之顯性效果所控制。故期作間其狹義遺傳率及GCA/SCA均方比值呈現春作＜夏作＜秋作之趨勢；同時基因之顯性程度由春作的超顯性轉變爲夏作及秋作之完全顯性；顯性基因在春作與夏作爲增量基因，而秋作顯性基因之增量作用明顯減弱，呈現不明顯之作用方向。

表3. 台南白分蘖數在不同期作下其組合力變方分析之均方值

Table 3. Mean squares from combining ability test for tiller number of evaluated at three crop seasons of 1995.

Variation	Df	Crop seasons		
		Spring	Summer	Fall
GCA	7	0.528**	0.678**	0.362**
SCA	28	0.219**	0.128**	0.031**
Error	105	0.034	0.027	0.016
GCA/SCA		2.41	5.29	11.67

** Significant at 0.01 probability level.

本試驗之結果與Emerson[7]、Rood and Major[12]及Stuber et al.[15]認爲玉米分蘖數之表現，具有低的遺傳率，易受環境影響之結果相符。同時本試驗之結果也顯示種植期作環境的改變，會改變控制分蘖數基因之表現，故其累加性與非累加性基因之作用的重要性會有明顯的改變，同時所估得之最少基因群也有所變動，呈現春＞夏＞秋作之現象。本試驗之結果，顯示期作間玉米分蘖數的表現程度，呈現春作及夏作大於秋作，可能與其分蘖產生時期之溫度有關。因此台南白族群分蘖芽的去除，宜於春作及夏作較易表現之季節選少分蘖之植株，進行輪迴改良或自交系之自交分離，如此較易於去除具有分蘖之特性。

引用文獻

1. 黃懿秦、楊文煌、曾美倉、謝兆樞。1990。不同地區之台南白玉米族群間農藝性狀差異之比較。台大農學院研究報告30(3):52-59。
2. 張新吉。1994。本地白玉米「台南白」。農友通訊157:76-83。
3. 謝光照、何千里、盧煌勝。1997a。多年生大芻草與玉米雜交後裔之分蘖性及地上部鮮重之研究。中華農業研究46:228-240。
4. 謝光照、何千里、盧煌勝。1997b。一年生大芻草與玉米雜交後裔之分蘖性及地上部鮮重之研究。中華農業研究46:241-248。
5. 謝光照、曾富生。1998。台南白玉米群族自交系之育成與評估。中華農業研究47:(4)：327-337。
6. Duncan,W.G. 1975. Maize. P.23-50. Crop physiology, some case studies. In: Evans,L.T. (ed.) Cambridge Univ. Press, London.
7. Emerson,R.A. 1913. The inheritance of quantitative characters in maize. Nebraska Univ. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 2.
8. Freyman,S., M.S.Kaldy, D.M.Bowden, and B.D.Wilson. 1973. Nutritive potential of multitillering corn compared with nontillering corn for silage. Can. J. Plant Sci. 53:129-130.
9. Griffing,B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9:463-493.

10. Hayman,B.I. 1954a. The analysis of variance of diallel table. Biometrics 10:235-244.
11. Hayman,B.I. 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39:789-809.
12. Rood,S.B., and D.J.Major. 1981. Inheritance of tillering and flowering time in early maturing maize. Euphytica 30(2):327-334.
13. Sehgal,S.M. 1963. Effects of teosinte and tripsacum introgression in maize. The Bussey Institution of Harvard university. Cited in Duncan(1975).
14. Smith,J.S.C., M.M.Goodman, and R.N.Lester. 1981. Variation within teosinte. Ⅰ.Numerical analysis of morphological data. Econ. Bot. 35(2):187-203.
15. Stuber,C.M., R.H.Moll, and W.D.Hanson. 1966. Genetic variances and interrelationship of six traits in a hybrid population of Zea mays L. Crop Sci. 6:455-458.

48-1-2

The Study of the Tiller Number for Tainan-White Corn Populations[1]

Guang-Jauh Shieh, Chan-Lee Ho and Hung-Shung Lu[2]

Summary

Tainan-white (TNW) is a native maize population which has been cultivated for over 80 years in Taiwan, and ultilized as a green corn. The present result indicates that the tiller number of TNW population was largest in Taitung area, followed by Pingtung, Hualien, Yunlin, Taichung and Tainan, when these populations were planted in spring crop season. The environment of collecting areas maybe a main factor conferring the differentiation of the native populations.

Among culture seasons tiller number of Taichung TNW population showed the order: spring > summer > fall > winter. The result implies that crop season may affect the tiller number of TNW population.

The general combining ability effect (GCA) and specific combining ability effect (SCA) showed significant effect on tiller number. The contribution of GCA and SCA variance might also be affected by planting seasons. Narrow-sense heritability and GCA/SCA ratio showed the order: fall > summer > spring. But the least dominant gene number controlling the tiller number showed 5 in spring, 4 in summer and 2 in fall. The dominant genes seemed to increase the tiller number in spring and summer; but their dominant effects had no definite direction in the fall, and this might explain that the tiller numbers in spring and summer were larger than that in the fall crop seasons.

Key words: Tainan-White, Maize, Population, Tiller number.

---

1. Contribution No. 1967 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.