

玉米產業與育種概況

農業試驗所作物組

謝光照

玉米產業概況

※世界玉米栽培(2005)：16,518.3 萬公頃，生產量70,936.6萬公噸。玉米已躍昇為世界第一大作物。

※人類糧食

※動物飼料

※食品加工原料

※工業原料

※酒精原料

表1.台灣近年玉米進口量及進口值

年度	飼料玉米		冷凍甜玉米	
	(萬公噸)	(萬美元)	(ton)	(萬美元)
96	438	94,376	1,099	80.0
97	427	125,937	624	53.5
98	459	95,150	1,120	65.9
99	500	123,950	994	70.4

資料來源：99年農業貿易統計要覽

表2.國內飼料玉米產業之變遷

年度	面積 (ha)	總產量 (ton)	單位產量 (kg/ha)
96	6,778	33,885	5,000
97	7,053	37,290	5,287
98	9,446	45,981	5,210
99	7,154	34,551	4,830

※資料來源：99農業統計年報。

表3.國內食用玉米的產業變遷

年度	面積 (ha)	產量 (ton/ha)	總產量 (ton)
96	12,657	6,738	84,985
97	11,946	6,765	80,985
98	11,924	7,358	87,579
99	10,743	7,582	81,237

※99年農業統計年報

台灣栽培的玉米種類

- 飼料玉米(採收籽實)
- 青飼料玉米(全株收穫)
- 普通白玉米(食用)
- 糯玉米 (黑紫糯玉米、白糯玉米)
- 超甜玉米

一、飼料玉米

(一) 雜種優勢模勢群之探討

(二) 國內飼料玉米育種趨勢

(三) 品種選育成果

一、飼料玉米

(一) 雜種優勢模式之研究

1. 馬齒種及硬粒種間就組合力效應比較，發現硬粒種自交系有較佳的一般組合力；馬齒種自交系則具有較佳之特定組合力效應。
2. 異粒型間之 F_1 雜種比同粒型具有較高之雜種優勢。

3. 粒型組合在期作間之表現：

春作以硬粒種同粒型；

秋作與裡作以異粒型之雜種模式
較有利。

(二)國內飼料玉米育種趨勢

- ※具更強之抗蟲及抗病性(減少農藥使用)。
- ※具高產潛力(耐密植、高氮肥利用率)。
- ※品質優。
- ※抗倒伏適合機械收穫。
- ※具耐旱性(減少水資源成本)。
- ※多抗性(耐熱、耐寒、耐旱)。
- ※廣適應性。
- ※易制種(生產種子量多)。

(三) 品種選育

1. 飼料玉米台農1號(76/3)



(四)國外玉米傳統育種趨勢

- ※籽粒水份乾燥速率宜快(降低乾燥成本)。
- ※具更強之抗蟲及抗病性(減少農藥使用)。
- ※具高產潛力(耐密植、高氮肥利用率)。
- ※品質優。
- ※抗倒伏適合機械收穫。
- ※具耐旱性(減少水資源成本)。
- ※多抗性(耐熱、耐寒、耐旱、耐鹽)。
- ※廣適應性。
- ※易制種(生產種子量多)。

(五)國外基改玉米之育種趨勢

- ※高維他命E
- ※抗螟蟲
- ※抗玉米嵌紋病毒
- ※抗銹病
- ※降低動物磷排放量
- ※高油份
- ※高穀粒(高收穫指數)
- ※改善營養成份
- ※耐逆境

(六)國外能源用玉米育種趨勢

- 1.高籽粒產量
- 2.高澱粉含量
- 3.低蛋白質含量
- 4.完整與較重之籽粒
- 5.低硬度
- 6.易發酵且高的酒精萃取率
- 7.適合機械化栽培及收穫

目前推廣玉米面臨之問題

- 1.目前僅剩嘉義及台南部份鄉鎮之代耕中心尚有播種機及收穫機，其餘鄉鎮面臨農機不足。
- 2.農村人力老化，須全面機械化來替代人力。
- 3.農民怕農地租出去無法取回，故不願簽合約釋出耕作之田地，而有意願者無法取得大面積土地。
- 4.小面積農戶玉米生產成本約11.5~12元/公斤；如栽培面積達50公頃以上，且配合栽培高產品種與全面機械化時生產成本可降至6~7元/公斤左右。
- 5.代耕中心對政府推廣飼料玉米政策之持續性有疑慮，不願購買新型播種機與收穫機。

二、青割玉米

(一)青割產量之雜種優勢模式

春作及裡作應利用硬粒種同粒型之雜種優勢模式；秋作以硬粒種X馬齒種異粒型之雜種優勢模式較有利。

(二)國內青割玉米育種趨勢

1. 高鮮草產量(60公噸/公頃)
2. 抗銹病
3. 抗螟蟲
4. 抗倒伏
5. 適合機械收穫
6. 高營養消化率
7. 耐逆境

2. 青割玉米台農2號(83/3)



3. 青割玉米台農3號(86/6)



三、食用普通玉米 台南白產量之遺傳研究

本土種台南白



本土種台南白



(一) 台南白玉米自交系遺傳歧異度與RAPD預測單交種之產量

- ※ 自交系親本的逢機增殖多型性DNA (RAPD)之遺傳距離，可作為雜種優勢類群之劃分。
- ※ 自交系間之遺傳距離與 F_1 雜種產量之平均值、特殊組合力之關係為二次曲線。
- ※ 遺傳距離與平均雜種優勢為直線關係，但因決定係數值太小，顯示親本間遺傳距離之大小，還不能準確用於預估 F_1 雜種產量及雜種優勢潛能之表現。

(二) 台南白產量與農藝性狀 之組合力分析

※由同一族群及不同族群間之自交系
進行半互交分析：

1. 發現 F_1 雜種產量的表現呈現族群間
大於族群內，且族群間有較多的 F_1
雜種其產量表現較佳。
2. 自交系的一般組合力及 F_1 雜種之特
殊組合力與平均雜種優勢的表現，
亦以族群間優於族群內。

(三) 台南白產量與農藝性狀之遺傳效應分析

- ※由基因作用效應分析，顯示大部分農藝性狀係由累加性及非累加性基因共同控制。
- ※果穗乾重及籽粒乾重係由六群顯性基因控制其顯性效果之表現。
- ※顯性基因為增量基因。

(四)食用白玉米台農4號之育成(1)

- ※台農4號，植株外觀、株高及穗型整齊，穗長20公分，行數為8行居多，花絲為淡紅色。
- ※含苞葉鮮果穗產量較對照種台南白增產34-39%；去苞葉鮮果穗產量介於7,395~8,271 kg/ha，較對照種(台南白)增產26~33%之間。

※對螟蟲之抗性，在輪生期及開花期均較對照種強。

※對南方型銹病、普通型銹病、葉斑病及煤紋病之抗性均為中抗。

※對露菌病及MDMV-D為感病。

※適合於乳熟期至糊熟期前期採收，可獲得最佳之食用品質，採收之鮮果穗通常以水煮或碳烤，當作休閒食品消費。



台農四號

抗倒伏、耐蟲、適應性廣、
產量高、果皮稍厚

(五)台南白玉米果皮性狀變異之研究

1. 台南白玉米籽粒果皮厚度與表面積之變異
2. 台灣不同地區台南白族群果皮性狀之變異
3. 期作對玉米籽粒果皮性狀表現之影響
4. 台南白玉米自交系果皮性狀之變異與相關性

1. 台南白玉米籽粒果皮厚度與表面積之變異

※以台南白16個F₁單交組合平均而言，以冠蓋果皮厚度最薄，其次為發芽面果皮厚度，再其次為非發芽面果皮厚度，最厚者為側邊果皮。

※各部位果皮表面積以發芽面、非發芽面表面積各約佔29.0%；再其次為側邊果皮表面積比率為26.4%，最小者為冠蓋果皮表面積比率，約佔15.6%。

2. 台灣不同地區台南白族群果皮性狀之變異(1)

八個不同地區台南白族群間其發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、平均果皮厚度和發芽面與非發芽面果皮厚度之差值等五個性狀均達極顯著差異。

就平均值而言，發芽面果皮厚度，以高雄族群最厚，最薄者為花蓮族群。

非發芽面果皮厚度，以高雄族群最厚，最薄者為台東族群。

2. 台灣不同地區台南白族群果皮性狀之變異(2)

- ※ 果皮含量以雲林、屏東及台東三地區最少，最高者為高雄族群。
- ※ 平均果皮厚度以台東族群最薄，最厚者為高雄族群。

2. 台灣不同地區台南白族群果 皮性狀之變異(3)

- ※不同地區台南白果皮性狀之頻度分布與族群統計介量也有所差異。顯然，由於環境差異或有意無意留種的結果，已使台南白品種分化並形成不同生態型。
- ※就果皮性狀間之相關分析，顯示發芽面果皮厚度與平均果皮厚度之間，及非發芽面與平均果皮厚度間其相關均呈極顯著正相關。

3. 期作對籽粒果皮性狀表現之影響

- 期作對發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、果皮含量、平均果皮厚度等性狀均達顯著影響。
- 期作間比較，顯示秋作玉米籽粒果皮厚度最薄，春作與裡作果皮厚度較厚。

4. 台南白玉米自交系果皮性狀之變異與相關性(1)

- 結果顯示，所選留的自交系其發芽面果皮厚度之變域介於48 ~ 313 μm ，總平均為132.4 μm ，呈現非常態分佈。
- 非發芽面果皮厚度之變域介於57 ~ 299 μm ，總平均為140.1 μm ，呈現非常態分佈。
- 平均果皮厚度之變域介於53~ 298 μm ，總平均為136.4 μm ，呈現非常態分佈。

4. 台南白自交系果皮性狀 之變異與相關性(2)

※果皮含量之變域介於3.0% ~ 14.88 %，總平均為7.39%，呈現非常態分佈，可知不同的自交系間果皮性狀之變異極大。

4. 台南白玉米自交系果皮性狀之變異與相關性(3)

- 所選留自交系由嘉義、雲林、花蓮族群分離者具有較薄之果皮，而由屏東與台東族群分離者則具有較厚的果皮。
- 性狀間之相關分析顯示自交系籽粒重與果皮厚度及含量間無相關性存在。
- 發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、平均果皮厚度及果皮含量等性狀間呈極顯著正相關。

5. 普通白玉米新品系



四、黑糯組合力評估及品種選育



1. 黑糯玉米自交系組合力評估

顯示非糯性檢定親中，以TNW F、CML76及TNW G三者具有較高的變異係數值(CV%)，同時其變異範圍也較大，視為較佳之檢定親，可有效的把黑糯自交系組合力的優劣加以區分。

受檢親PB黑糯族群所分離的自交系38個中，就鮮果穗的一般組合力之相對大小而論，以PB4、PB5、PB13、PB15、PB16、PB17、PB19、PB24、PB29及PB31等10個表現較佳，選留作為黑糯雜交育種材料。

2. 黑糯產量之組合力分析

- 累加性基因佔較大比例。
- 果穗鮮重受6個顯性基因座控制
著顯性效果之表現，**顯性基因為
增量效應。**

黑糯的育種目標

長穗型

外觀整齊

嫩度佳

甜度高

果皮薄

黏度夠

口感好



2. 黑糯台農5號(彩虹)之育成(1)

- ※單雜交種，植株外觀、株高及穗型整齊，穗長16~18cm左右，行數為8行居多，花絲為白色。
- ※含苞葉鮮果穗產量平均為10,960 kg/ha，與對照種黑美珍略低或無明顯差異。
- ※去苞葉鮮果穗產量為6,970 kg/ha較對照種(黑美珍)稍低，但具有優良品質之特性。

3. 黑糯台農5號(彩虹)之品種特性(1)

- ※輪生期及開花期對螟蟲之抗性等級均與對照種相近。
- ※對南方型銹病、病毒病與露菌病為中抗。
- ※對普通型銹病、葉斑病及煤紋病均為感。

3. 黑糯台農5號(彩虹)之品種特性(2)

※新鮮籽粒糖度為8.3 Brix⁰、乾籽粒果皮厚度約50 μm ；籽粒果皮厚度較對照種黑美珍約薄28%。

※具有植株外觀及果穗整齊，穗型長、籽粒大、穗軸小，果皮薄且香又Q，籽粒色澤鮮麗好看之特性。

3. 黑糯台農五號(彩虹)(94/11)



五、白糯

(一)自交系果皮厚度之變異

整粒平均種皮厚度之變異介於 $34 \sim 204 \mu\text{m}$ ，平均為 $98.5 \mu\text{m}$ ，小於 $80 \mu\text{m}$ 的自交系數目有217個，約佔29 %。就整粒平均種皮厚度而言，以wxpop2、wxpop3、wxpop5、wxpop6、wxpop7、wxpop12、wxpop13等族群較薄，目前綜合評估白糯以wxpop7、wxpop12、wxpop13等族群之自交系被利用之潛能最大。

六、超甜玉米

- ※國內全年皆可種植，當蔬菜用。以秋作及裡作較多，其次為春作，夏作最難栽培及管理。
- ※秋作栽培以溫帶型品種較適合。春作及夏作溫度高，以熱帶型較能適應。
- ※當蔬菜用。
- ※影響品質的主要因子有果皮的柔嫩度、甜度和口感喜好等。一般鮮食籽粒的柔嫩度與果皮的厚薄和含量有密切相關。

1. 溫帶型品種間果皮厚度比較：

以好滋味、興農3號、金蜜與新吉士具有較薄的種皮，同時果皮厚度小於50 μm 的自交系數目也較多；其餘品種果皮厚度表現相近，種皮厚度小於50 μm 的自交系數目不少。

2. 熱帶型品種間果皮厚度之變異

- ※ 熱帶型品種所分離的自交系，整體來比較，**華珍**及**彩珍**具有較薄的種皮，同時種皮厚度小於50 μm 的自交系數目也較多；其次為**夏蜜**、**PH5**與**TN103**；種皮較厚者有**PH10**、**雙魚**與**春蜜**，
- ※ 種皮厚度小於50 μm 的自交系數目較少。

2. 超甜玉米雜種優勢類群之探討

- 熱帶型與溫帶型間就鮮果產量及營養性狀一般組合力之表現有所不同，**熱帶型品種正效應(增加)居多**，**溫帶型品種負效應(減少)居多**。
- 就甜度的效應而言，**熱帶型品種為負效應(減少)居多**，**溫帶型品種以正效應(增加)居多**。

3. 不同型間超甜玉米果穗產量與甜度之組合力探討

- 不同類型間雜交組合之比較，顯示**含苞葉果穗鮮重**為熱帶型 × 熱帶型 \geq 熱帶型 × 溫帶型 $>$ 溫帶型 × 溫帶型。
- 整體而言，熱帶型自交系一般帶有**較多增加鮮果穗產量之有利基因**；而溫帶型自交系則帶有**較多增加甜度之有利基因**。
- 因此熱帶型 × 溫帶型之組合具有互補作用，可作為超甜玉米育種上理想之雜種優勢模式群。

4. 超甜玉米鮮果穗產量及其它農藝性狀之遺傳分析

- 植株營養性狀共同受累加性及顯性所控制，顯性效果大於累加性效果。控制各性狀之顯性基因群數有4-6群，其顯性基因都屬增量基因。
- 含苞葉鮮穗重、穗長其控制之顯性基因群數有5-6 群，其顯性基因均為增量基因。

5. 超甜玉米品種間遺傳距離與產量之相關性

去苞葉鮮果穗重與歐氏距離間之相關係數 $r = 0.75$ 達極顯著正相關，表示利用有明顯差異外表形性狀之歐氏距離可初步推估品種間雜交種去苞葉鮮果穗重之表現，可作為玉米產量雜交育種上雜種優勢模式選擇之參考

國內超甜玉米育種趨勢

1. 耐熱型
2. 適合周年種植
3. 鮮果穗產量高
4. 甜度高、味純正
5. 抗多種病蟲害
6. 果皮柔軟
7. 抗倒伏

6. 新品系A

秋裡作播種至開花期約70天，株高160cm，穗位高65cm，含苞葉單穗重約400 g，去苞葉單穗重約300 g，果穗率約70%，穗長22 cm，穗徑cm，甜度14.5 Brix⁰，果皮厚度67 um，籽粒深，淡黃色，乳熟期的籽實率約為含苞葉單穗重的42%左右。

新品系B

- 秋裡作播種至開花期約75天，株高185cm，穗位高80 cm，含苞葉單穗重約450 g，去苞葉單穗重約320 g，果穗率約68%，穗長22 cm，穗徑5cm，甜度14.5 Brix °，果皮厚度65 um，籽粒深，淡黃色，乳熟期的籽實率約為含苞葉單穗重的40%左右。

謝謝聆聽!

