中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 30(4) : 341~349 (1981)

花粉來源與雜交組合對暗玉米蛋白質、離胺酸及油分含量的影響[1]

萬 雄 呂宗佳 盧煌勝 鄭心嫻[2]

摘要：一、暗玉米單交種3種，雙交種3種，及普通玉米臺南11號，進行 (i) 自花授粉 (ii) 不同暗玉米品種花粉授粉 (iii) 普通玉米花粉授粉等三種處理，以明瞭花粉對暗玉米子粒化學成分改變的當代影響。結果花粉對油分含量而言，三種處理間均無顯著差異。而蛋白質及離胺酸之含量，如自花授粉或以不同暗玉米品種花粉授粉者，兩者間無顯著差異。而普通玉米花粉對暗玉米蛋白質及離胺酸含量均顯示：花粉直感效應使暗玉米之此二種成分減低至和普通玉米相近。故推廣種植暗玉米時，必須愼重預防普通玉米花粉之汚染。

二、暗玉米自交系7種，及由此而來的單交種10種，雙交種7種，以及對照普通玉米2種，分別取其自交果穗分析子粒之化學成分，研究親子間蛋白質，離胺酸及油分含量的關係。結果蛋白質及離胺酸兩項，則單交種之含量均爲兩親中間值，不過凡親本中有較高蛋白質含量者，則單交種之平均值往往低於中間值，否則均有高於中間值趨勢。油分含量的遺傳則以高油分具有顯性，單交種之油分含量均與高油分自交系親本相近或超過之。因此；育種時，應擇自交系之蛋白質與離胺酸含量較高者作爲親本至爲重要。

三、比較雙雜交種玉米蛋白質之胺基酸組成，發現暗玉米比普通玉米具有較高的離胺酸 (34.9%)，histidine, ammonia, arginine, aspartic acid, glycine, valine 含量。而 proline, alanine, leucine 三種胺基酸含量則少於普通玉米。依胺基酸的平衡營養價值言，暗玉米優於普通玉米。

暗玉米蛋白質比普通玉米具有較多的離胺酸 (69%) 含量 (Mertz 等，1964)，故其營養價值遠較普通玉米爲高。本所進行之暗玉米育種，目前已育成多種自交系，以及由這些自交系而來的優良單交種與雙交種，正進行產量比較試驗中，希望不久可以推廣栽培。惟由於初期栽培暗玉米，鄰近田區必有普通玉米種植，所以普通玉米花粉使暗玉米授粉造成的影響，宜有瞭解。本試驗乃分別比較普通玉米、同一暗玉米品種、不同暗玉米品種等三種不同花粉對暗玉米子粒蛋白質、離胺酸及油分含量的直接影響。另一方面，本所選拔之優良自交系，以及由這些自交系雜交而來的單交種或由單交種而來的雙交種，其蛋白質、離胺酸及油分含量變異的情形，亦即自交系親本與雜交後代的化學成分是否一致，可否依自交系的蛋白質、離胺酸或油分含量來推測單交種或雙交種的這些成分的含量。最後，並將雙交種暗玉米及普通玉米之十七種胺基酸組成作一詳細分析，以比較兩者營養價值。

普通玉米蛋白質含量的遺傳研究，報告甚多，結果亦不完全一致。Hayes (1913, 1922), East and Jones (1920), Lindstrom and Gerhardt (1927), Frey (1949), Leng (1951) 等均證實低蛋白含量爲顯性。但 Aseeva (1972), Golodkovoskii (1970) 則認爲蛋白質含量之遺傳爲中間型，並稱母系有較大影響。Ruskova (1974) 亦認爲蛋白質遺傳受輕微的細胞質影響。萬雄等 (1978) 研究暗玉米結果顯示蛋白質含量的遺傳是中間型，但傾向於高蛋白爲顯性，此與過去對普通玉米之研究結

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 1011 號。
2. 本所所長，農藝系副研究員、助理研究員、技士。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

果不同。

關於暗玉米蛋白質含量與離胺酸含量間的關係，據 Arnold 等（1977）報告，離胺酸%與蛋白質%間有密切的正相關（r=0.70，分離族羣中的暗玉米；或 0.83，純接合暗玉米族羣），可是依 100 gm 蛋白質中之離胺酸含量而言，則與蛋白質%爲負相關（r=−0.12～−0.33），所以蛋白質含量（%）增加，則離胺酸含量（%）亦隨之增加，但離胺酸產量則不一定。Paez 等（1973）獲得相同的結論（r=0.68），可是普通玉米兩者間的相關則低（r=0.16）。同樣蛋白質含量與 100gm 蛋白質中的離胺酸含量亦爲負相關（r=−0.51）。

Hayes（1919), Leng（1951）等研究普通玉米時，花粉對玉米子粒蛋白質含量，沒有當代的影響，玉米蛋白質含量係由植物的基因型所決定。可是 Sreeramulu and Bauman（1970）研究花粉對暗玉米蛋白質與離胺酸含量的影響，如單交種授以 O_2o_2 植株花粉，或 o_2o_2 與 O_2O_2 植株等量混合的花粉，比較 $O_2o_2o_2$ 與 $o_2o_2o_2$ 胚乳蛋白質的含量，則差異不大，故普通玉米的花粉對暗玉米蛋白質含量似無直接的影響。萬雄等（1978）亦發現暗玉米的蛋白質含量有較高的趨勢。暗玉米天然授粉的結果，對蛋白質與離胺酸的含量均無影響（Sreeramulu, Bauman, and Roth, 1970），不過對暗玉米子粒重量增加顯然較普通玉米爲顯著。

Robutti 等（1973）研究暗玉米蛋白質中胺基酸的組成，發現 lysine, arginine, glycine 及 aspartic acid 等的含量較普通玉米爲高，而 alanine, leucine, phenylalanine 等的含量則較低。

玉米油分的含量一般介於 3.5～6.0%。在雜結合族羣進行早期選拔，其現實遺傳率（realized heritability）爲 0.6～0.7，故油分係具有高度遺傳力的性狀（Spraque, 1977）。在伊利諾試驗場經 61 世代選拔高油分玉米的結果，顯示油分含量與胚的大小有關，高油分玉米常有較大的胚（Leng, 1961）。可是 Flora 與 Wileg（1972）分析各種突變種玉米的油分時，認爲 opaque-2 基因有降低玉米油分的作用，他們分析的結果，普通玉米含量達 9.5%，而暗玉米僅有 5.2%。Ruskova（1974）研究玉米 F_1 的油分，認爲 F_1 的油分含量有類似花粉直感效應（xenia-like effect），同時並有細胞質影響。

材料與方法

一、試驗材料：

本研究所用的材料計有四類如下：

1.暗玉米自交系七種：TA601, TA602-1, TA604-1, TA606, TA611-3, TA612-1, TA614-1（以下簡稱 1，2^1，4^1，6，11^3，12^1，14^1）。

2.優良暗玉米單交種，係由上列七種自交系雜交而來：1×14^1，$2^1\times1$，$2^1\times6$，$2^1\times14^1$，$4^1\times12^1$，6×4^1，6×14^1，$11^3\times1$，$11^3\times4^1$，$11^3\times14^1$。

3.優良暗玉米雙交種八種，係由上列十種單交種雜交而來：No. 2〔$(6\times4^1)(2^1\times1)$〕, No. 10〔$(2^1\times1)(6\times14^1)$〕, No. 46〔$(2^1\times6)(11^3\times1)$〕, No. 62〔$(2^1\times6)(1\times14^1)$〕, No. 82〔$(2^1\times6)(11^3\times4^1)$〕, No. 83〔$(2^1\times6)(12^1\times14^1$〕, No. 89〔$(2^1\times6)(11^3\times14^1)$〕, No. 105〔$(6\times4^1)(2^1\times14^1)$〕。

4.普通玉米：臺南 5 號（TN5），臺南 11 號（TN11）。

二、試驗方法：

供試材料 27 種，田間試驗採用完全逢機設計，單行區，4 重複，行長 3.6 m，行株距 60×30 cm。肥料用量與田間栽培管理和一般玉米栽培法相同。試驗分二項進行：

1.花粉對蛋白質、離胺酸及油分含量的當代影響：三個暗玉米單交種 $4^1\times12^1$，$11^3\times4^1$與$2^1\times14^1$及 No. 2, No. 62, No. 105 等三個暗玉米雙交種，於雌穗吐絲前套袋，分別授予①同株花粉（自交

），②不同暗玉米品種之花粉，③普通玉米臺南 11 號之花粉等三種處理。每穗前後計授粉二次，以確保結實完全。種子成熟後，分別收穫，分析比較三種不同花粉來源之果穗上玉米子粒之蛋白質、離胺酸及油分含量。

2.暗玉米自交系、單交種及雙交種間化學組成分之關係：所有材料於開花吐絲期均分別套袋自交，每穗均行授粉二次，收穫後各行之自交果穗（3～4 穗不等）分別混合爲一樣品，計 4 重複。分析蛋白質，離胺酸及油分含量，比較雙交種，單交種與親本自交系間這些成分的關係。7 個雙交種與兩種普通玉米品種則另行分析胺基酸組成，比較暗玉米與普通玉米蛋白質中各種胺基酸含量的差異。

蛋白質含量測定採用 kjeldahl 及改良 DBC 法（鄭 1977）。離胺酸含量測定，採用離子交換法及改良 DBC 法。油分以 A. O. A. C. 中測粗脂肪法測定之。胺基酸組成分析，則利用自動胺基酸分析儀（Yanagimoto Model LC-5A）分析之。

本文使用單位，蛋白質及油分含量爲乾物重百分比（%），胺基酸爲一百克蛋白質中所含胺基酸克數（g/100g protein）。

結果與討論

一、花粉對蛋白質、離胺酸及油分含量的當代影響

三種不同來源的花粉，授於單交種及雙交種暗玉米後，成熟子粒的蛋白質、離胺酸及油分含量的平均值如表 1。油分含量不論單交種或雙交種，在不同花粉來源間均無顯著差異，表示花粉對油分含量沒有當代的影響，此與 Ruskova (1974) 的結果稍異。不過；就自花授粉種子言供試之暗玉米單交或雙交種與普通玉米比較，普通玉米的油分 4.03～4.36%較暗玉米爲低，而單交種 $4^1\times12^1$ 與 $2^1\times14'$ 授以普通玉米花粉時，其油分含量各爲 3.67 與 3.96%，則略爲降低而近於普通玉米。（雙交種由於雜駁族羣，取樣少，無法肯定判斷）。是否由於供試之普通玉米與暗玉米油分含量相差較少，而未能顯示花粉之當代影響，無法肯定。

表 1. 暗玉米以不同來源花粉授粉後，子粒蛋白質、離胺酸及油分含量的平均值 *a*

Table 1. Mean values of protein, lysine and oil contents of opaque-2 maize pollinated with different sources of pollen.

品種 Variety	蛋白質 (%) Protein (%)			離胺酸 Lysine g/100g protein)			油分 (%) Oil (%)		
	自花花粉 Selfing	其他 O_2 玉米花粉 Outcrossing by 02	普通玉米花粉 Outcrossing by +	自花花粉 Selfing	其他 O_2 玉米花粉 Outcrossing by 02	普通玉米花粉 Outcrossing by +	自花花粉 Selfing	其他 O_2 玉米花粉 Outcrossing by 02	普通玉米花粉 Outcrossing by +
$4^1\times12^1$	12.89 a	11.45 a	8.38 b	4.93 a	4.50 a	2.88 b	4.89 a	4.64 a	3.67 a
$2^1\times14^1$	12.49 a	13.20 a	8.60 b	4.55 a	5.52 a	3.03 b	4.46 a	4.18 a	3.96 a
$11^3\times4^1$	12.16 a	11.39 a	8.09 b	4.29 a	3.88 a	2.53 b	4.78 a	4.81 a	4.78 a
D. C. No. 2	11.34 a	11.18 a	8.96 b	4.11 a	4.21 a	3.20 b	5.21 a	4.61 a	4.74 a
D. C. No. 62	10.20 a	9.10 a	8.81 a	3.58 a	3.46 a	3.00 a	4.69 a	4.27 a	4.85 a
D. C. No. 105	11.69 a	10.99 a	8.70 b	4.29 a	4.37 a	2.78 b	4.89 a	4.44 a	4.89 a
臺南 5 號(TN5)	8.91 a	9.20 a	—	2.93 a	3.54 a	—	4.03 a	4.57 a	—
臺南11號(TN11)	8.80 a	9.90 a	—	3.21 a	3.53 a	—	4.36 a	4.59 a	—

a. 平均值上端所註英文字母相同者，其差異未達 5%顯著水準。

Mean values with letters in common are not significantly different at 5% level.

至於蛋白質與離胺酸之含量，不論單交種或雙交種，如授予不同來源花粉，則有顯著差異。其中，暗玉米自交或授以其他暗玉米品系的花粉，則無顯著差別，而授以普通玉米花粉者，則蛋白質含量顯著降低（表 1），表示普通玉米花粉對暗玉米蛋白質含量具有當代影響。此一結果，與過去的研究結果顯然不同。Hayes (1919) 與 Frey (1951) 以普通玉米爲材料，均認爲蛋白質含量由植株基因型決定，不受花粉之當代影響。而 Sreeramulu, Bauman 與 Roth (1970) 研究暗玉米的結果，亦認爲 $O_2O_2O_2$ 與 $+O_2O_2$ 胚乳兩者蛋白質含量無顯著差異，不過就其資料而言，不論何種處理，均顯示 $O_2O_2O_2$ 胚乳之蛋白質含量較 $+O_2O_2$ 胚乳爲高（普通玉米（+++）與同背景之暗玉米（$O_2O_2O_2$）之蛋白質含量各爲 10.37 與 10.67 %），而與普通玉米之 10.37 %相近或稍低。所以是否由於 $O_2O_2O_2$ 與 +++ 兩者蛋白質含量相近，無法顯示普通玉米花粉的當代影響，則需進一步的研究證實。因本試驗暗玉米蛋白質含量，不論單交種或雙交種均在 11 %以上，而普通玉米臺南 11 號則僅有 8.8 %，兩者差異較大。惟其中雙交種 No. 62 之 $O_2O_2O_2$ 與 $+O_2O_2$ 胚乳蛋白質含量雖無顯著差異，但 $+O_2O_2$ 胚乳的蛋白質含量爲 8.8 %，與普通玉米臺南11號雖完全相等，而雙交種 No. 62 之蛋白質含量則爲 10.2 %，兩者仍然相差達 1.4 %。故本試驗證實普通玉米花粉對暗玉米蛋白質含量確顯示當代影響，與 Sreeramulu 等的結果不同。

一般而言，應用雙交種測定花粉之直接影響，並不合宜，因雙交種植株間基因型不同，除非能測定多數樣品（單株），以其平均值代表這一雙交種。所幸本試驗各雙交種所用的自交系其蛋白質含量相差不大，故試驗結果，仍有參考價值。

花粉來源對離胺酸的影響，結果與蛋白質含量所受的影響一致並與過去的研究結果相符（Arnold, 1977）。因暗玉米授以普通玉米花粉時，其胚乳基因型 $+O_2O_2$ 的外表型，與普通玉米（+++）相同，離胺酸含量受普通玉米花粉之當代影響而減低。就表 1 結果，凡授普通玉米花粉者，其離胺酸含量均與普通玉米的 3.21 gm/100 gm 蛋白質相近。

根據本試驗結果，將來栽種暗玉米時，應該愼重防止普通玉米花粉之污染。本試驗結果雖顯示暗玉米品種間發生天然授粉時，則對蛋白質與離胺酸含量均無影響，不過如遇其他暗玉米品種的蛋白質含量較低時，花粉可能產生類似普通玉米同樣的當代影響，亦未可知。

二、暗玉米自交系、單交種及雙交種間化學組成分之關係

暗玉米自交系 7 種，單交種 10 種，雙交種 7 種及對照普通玉米 2 種，經蛋白質、離胺酸及油分含量分析結果，列如表 2。

（一）蛋白質含量：自交系之變域爲 11.09～14.98 %，單交種爲 11.36～13.43 %。單交種之變域範圍概介於自交系之間，並無任何正負方向超越親本的組合出現。如就各單交種與親本自交系比較，則蛋白質含量介於兩親之間，除 6×4^1，6×14^1，$11^3\times1$，$11^3\times4^1$ 及 $11^3\times14^1$ 等五單交種之平均值略低於兩親中間值外，其餘都較兩親中間值略高，亦即凡單交之兩親中含有蛋白質含量很高的自交系者，則平均值常較中間值略低，此與萬雄等（1978）研究結果相符。而與 Hayes（1913, 1922), East & Jones (1920), Lindstrom & Gerhardt (1927), Frey (1949), ，及 Leng (1951) 等人研究普通玉米的結果低蛋白含量爲顯性結論稍有差別。對於此點，萬雄等 (1978) 已加以討論。所以本試驗所有十個單交種之蛋白質含量，仍然有一趨勢，即凡親本中有蛋白質含量較高的自交系（4^1，11^3，14^1）者，這些單交種（如 $11^3\times4^1$，$11^3\times14^1$），蛋白質含量均較高。具有蛋白質含量較低的自交系（1，6）者，這些單交種（如 1×14^1，$2^1\times1$，6×4^1，6×14^1，$11^3\times1$）蛋白質含量均略低。在雙交組合中，各組合之蛋白質含量並沒有顯著差異。比較自交系，單交種及雙交種之變域範圍，發現由自交系，單交種至雙交種，其變域範圍有愈形縮小的趨勢，即自交系爲 11.09～14.98，單交種爲 11.36～13.43，而雙交種則爲 11.08～12.00。再由平均值來看，自交系、單交種、雙交種的平均蛋白質含量分別爲 12.45，12.22，11.49，此顯然由於雜交組合中含有低蛋白質自交系的影響，不論單交種或雙交種，凡低蛋白質自交系數目增多，則雜交種的蛋白質含量即行降低。因此；育成

表 2. 暗玉米自交系、單交種、雙交種之蛋白質、離胺酸及油分含量之平均值[a]

Table 2. Mean values for protein, lysine & oil contents of opaque-2 inbreds, single crosses and double crosses.

組合 Combinations		蛋白質 Protein	離胺酸 Lysine	油分 Oil
自交系 Inbreds	1	11.09 ± 0.25 d	4.03 ± 0.15 c	4.32 ± 0.68 a
	2^1	11.45 ± 0.39 c	4.05 ± 0.32 c	3.76 ± 1.00 a
	4^1	12.58 ± 0.98 abc	4.76 ± 0.14 b	4.05 ± 0.69 a
	6	11.16 ± 0.38 d	3.80 ± 0.28 c	4.41 ± 0.78 a
	11^3	14.98 ± 1.05 a	5.78 ± 0.65 a	3.88 ± 0.73 a
	12^1	12.42 ± 0.53 bc	4.80 ± 0.58 b	4.12 ± 0.70 a
		13.49 ± 0.76 ab	4.47 ± 0.38 b	4.11 ± 0.49 a
	平均 Mean	12.45	4.53	4.09
單交種 Single crosses	1 ×14^1	12.36 ± 0.31 bcd	4.62 ± 0.34 bcd	4.40 ± 1.07 a
	2^1×1	11.49 ± 0.48 cd	3.96 ± 0.30 e	4.39 ± 0.73 a
	2^1×6	11.59 ± 0.34 cd	4.09 ± 0.49 de	4.65 ± 0.19 a
	2^1×14^1	12.49 ± 0.33 abc	4.54 ± 0.13 bc	4.46 ± 1.18 a
	4^1×12^1	12.89 ± 0.75 ab	4.93 ± 0.34 ab	4.89 ± 0.83 a
	6 × 4^1	11.36 ± 0.93 d	4.08 ± 0.45 de	4.28 ± 0.71 a
	6 ×14^1	11.55 ± 0.67 cd	4.20 ± 0.39 cde	4.63 ± 0.62 a
	11^3× 1	12.16 ± 0.88 bcd	4.33 ± 0.24 cd	4.59 ± 0.15 a
	11^3× 4^1	12.91 ± 0.49 ab	4.74 ± 0.19 abc	4.16 ± 0.75 a
	11^3×14^1	13.43 ± 0.88 a	5.22 ± 0.27 a	4.95 ± 0.52 a
	平均 Mean	12.22	4.46	4.54
雙交種 Double crosses	(6×4^1)(2^1× 1)	11.34 ± 0.91 a	4.11 ± 0.59 a	5.21 ± 0.21 a
	(2^1×1)(6 ×14^1)	11.21 ± 0.84 a	3.95 ± 0.33 a	4.12 ± 1.12 a
	(2^1×6)(11^3× 1)	11.08 ± 0.79 a	3.88 ± 0.29 a	4.57 ± 0.92 a
	(2^1×6)(11^3× 4^1)	11.48 ± 0.40 a	4.25 ± 0.19 a	4.78 ± 0.48 a
	(2^1×6)(12^1× 4^1)	11.67 ± 0.54 a	4.16 ± 0.17 a	4.65 ± 0.48 a
	(2^1×6)(11^3×14^1)	12.00 ± 0.48 a	4.35 ± 0.17 a	4.70 ± 1.21 a
	(6 ×4^1)(2^1 ×14^1)	11.69 ± 0.56 a	4.29 ± 0.15 a	4.89 ± 0.23 a
	平 均 Mean	11.49	4.14	4.70
	臺南5號(T. N. 5)	8.91 ± 0.52 b	2.93 ± 0.31 b	4.03 ± 0.64 a
	臺南11號(T. N 11)	8.80 ± 1.15 b	3.21 ± 0.29 b	4.36 ± 0.58 a

a. 平均值上端所註英文字母相同者，其差異未達5%顯著水準。
Mean values with letters in common are not significantly different at 5% level.

雜交品種時，如就蛋白質含量而言，低蛋白質自交系親本數目愈少愈好。

（二）離胺酸含量：結果和蛋白質之情形頗爲相似。自交系之變域爲 3.80～5.78，單交種 3.96～5.22，雙交種 3.88～4.35，變異範圍亦未超出親本。離胺酸含量較低的自交系（1，2^1，6），不論作爲父本或母本，凡與其組合的單交種（2^1×1，2^1×6，6×4^1，6×14^1，11^3×1），離胺酸含量均較低。而離胺酸含量高之自交系(4^1，11^3，12^1，14^1)，互相組成之單交種(11^3×4^1，11^3×14^1，4^1×12^1），其含量則高。在雙交種中，離胺酸含量的變域爲 3.88～4.35，亦較自交系或單交種爲小。自交系、單交種及雙交種離胺酸含量之平均值分別爲 4.53，4.46，及 4.14，亦與蛋白質含量之遞變情形相似。故雜交後代離胺酸含量與蛋白質含量的變化具有同一趨勢。育種時，對於自交系親本的選擇，同樣以應用高含量者爲宜。

（三）油分含量：自交系間並無顯著差異，變域爲 3.76～4.41。單交組合間及雙交組合間亦均

無顯著差異，變域分別是 4.16～4.95 及 4.12～5.21 。但就自交系，單交組合至雙交組合比較，其平均值則漸增（4.09→4.54→4.70）。如依單交種與兩親本自交系的含油量比較，則可發現除（6 × 4^1）外，其餘各單交種之含油量均與高油量親本相近或超越之，顯示油分含量的遺傳，高油量爲顯性並有超顯性的趨勢。根據 Spraque（1977）報告，玉米油分含量爲一具有高遺傳率的性狀（h^2= 0.6－0.7），其受環境變異影響較小。因此，只要善加選拔，提高油分含量的育種工作，其成功機會較大。

三、雙交種暗玉米蛋白質的胺基酸組成

七種雙交種暗玉米及兩對照種普通玉米經分析 17 種胺基酸組成分之結果列如表 3 。胺基酸組成在不同雙交種間的變異很大，同爲暗玉米，各種胺基酸含量的多寡，亦視品種之不同而有很大的差異，如 ammonia, No. 46 爲 0.88, No. 83 爲 1.85, No. 82 爲2.17，相差達二倍以上。 glycine, No. 46 爲 6.61，No. 83 爲 2.47，兩者 alanine 含量又分別爲 6.92，16.08 ，差距更大。一般而言，暗玉米之 lysine, histidine, aspartic acid, ammonia, arginine, glycine, valine 等 7 種胺基酸含量均比普通玉米爲高，而 proline, alanine 及 leucine 三種則比普通玉米少，此分析結果與 Robutti等（1973）的結果相同。依胺基酸之營養平衡觀點而言，暗玉米遠優於普通玉米。

表 3. 暗玉米雙交種及對照品種蛋白質之胺基酸組成

Table 3. The amino acid composition of double-cross opaque-2 and normal corn.

胺基酸 Amino acid	No. 2 (6×4^1) ($2^1\times1$)	No. 10 ($2^1\times1$) (6×14^1)	No. 46 ($2^1\times6$) ($11^3\times1$)	No. 82 ($2^1\times6$) ($11^3\times4^1$)	No. 83 ($2^1\times6$) ($12^1\times4^1$)	No. 89 ($2^1\times6$) ($11^3\times4^1$)	No. 105 (6×4^1) ($2^1\times14^1$)	TN 5 (ck)	TN11 (ck)
Lysine	3.38	4.61	3.97	4.41	2.43	4.70	3.46	3.19	2.05
Histidine	3.71	3.59	2.88	4.88	3.63	4.09	3.13	3.14	2.55
Ammonia	1.02	1.14	0.88	2.17	1.85	1.46	0.96	0.64	0.90
Arginine	5.35	4.83	4.42	6.71	4.76	7.02	4.86	4.65	3.26
Aspartic acid	7.45	8.98	8.80	7.62	5.30	7.87	7.55	7.56	5.76
Threonine	4.40	6.00	5.33	4.77	4.74	5.40	3.76	3.69	4.72
Serine	3.40	3.31	2.92	3.24	4.29	3.98	3.96	3.39	4.26
Glutamic acid	19.25	16.76	15.61	18.43	21.14	19.25	20.11	18.49	22.15
Proline	11.92	11.60	11.27	8.01	11.23	7.62	9.71	13.66	11.54
Glycine	3.77	6.41	6.61	4.49	2.47	4.57	4.47	3.89	3.13
Alanine	9.16	6.11	6.92	13.69	16.08	11.63	10.80	15.52	14.01
½Cystine	1.60	0.58	1.35	1.52	1.29	0.45	1.75	1.23	1.01
Valine	6.36	3.34	4.11	6.67	3.07	5.50	6.97	4.21	3.89
Methionine	0.75	1.39	1.49	0.99	1.01	0.99	0.83	0.78	1.00
Isoleucine	2.46	3.10	4.39	2.34	2.52	2.80	1.81	2.73	3.00
Leucine	7.81	11.37	10.99	5.81	9.12	7.96	7.38	8.36	11.19
Tyrosine	1.71	2.50	3.03	1.60	1.86	1.63	1.77	1.79	1.92
Phenylalanine	3.00	4.41	6.83	2.65	3.19	3.06	2.76	3.08	3.64

參 考 文 獻

1. 萬雄、呂宗佳、鄭心嫻・1978。暗玉米蛋白質含量之遺傳。中華農業研究 27:53-60。
2. 鄭心嫻・1977。應用 DBC 法測定玉米子粒離氨酸含量之研究。科學發展月刊 5 :386-392。
3. Arnold, J. M., L. F. Bauman & H. S. Aycock. 1977. Interrelations among protein, lysine, oil, certain mineral element concentrations and physical kernel characteristics in two maize populations. Crop Sci. 17 : 421-425.
4. Aseeva, I. B. 1972. Protein metabolism in seeds of heterotic maize hybrids. Selektsiya i Semenovodstovo 22 : 51-57 (PBA/45 : 422, 1975).
5. East, E. M. & D. F. Jones. 1920. Genetic studies on the protein content of maize. Genetics 5 : 543-610.
6. Flora, L. F. & R. C. Wiley. 1972. Effect of various endosperm mutants on oil content and fatty acid composition of whole kernel corn (*Zea mays*, L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 604-607.
7. Frey, K. J. 1949. The inheritance of protein and certain of its components in maize. Agron. J. 41 : 113-117.
8. Frey, K. J. 1951. The interrelationships of protein and amino acids in corn. Cereal Chem. 28 : 123-132.
9. Hayes, H. K. 1913. Corn improvement in Connecticut. Conn. Agri. Expt. Stn. Rept. 6 : 353-384.
10. Hayes, H. K. 1922. Production of high protein maize by Mendelian methods. Genetics 7 : 237-257.
11. Hayes, H. K. & R. J. Garber. 1919. Synthetic production of high protein corn in relation to breeding. J. Amer. Soc. Agron. 11 : 309-318.
12. Golodkovoskii, V. A. 1970. Protein content in the grain of varietal-line and double interline hybrids of maize and their parent forms. Uzb. biologiya Z. No. 1 : 55-56 (Russian) (PBA 43 : 153, 1973).
13. Leng, E. R. 1961. Predicted and actual responses during longterm selection for chemical composition in maize. Euphytica 10 : 368-378.
14. Leng, E. R., F. R. Earle & J. J. Curtis. 1951. Direct effect of pollen parent on protein content of the corn kernel. Cereal Chem. 28 : 379-482.
15. Lindstrom, E. W. & E. Gerhardt. 1927. Inheritance of chemical composition of maize. Iowa State Coll. J. Sci. 2 : 9-18.
16. Mertz, E. T., L. B. Bates & O. E. Nelson. 1964. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. Science 145 : 279-280.
17. Paez, A. V. & M. S. Zuber. 1973. Protein quality study with the endosperm corn mutant gene opaque-2 and floury-2. Can. J. Plant Sci. 53 : 715-720.
18. Robotti, J. L. , R. C. Hoseney & C. W. Deyoe. 1974. Modified opaque-2 corn endosperms. 1. Protein distribution and amino acid composition. Cereal Chem. 51 : 163-172.
19. Ruskova, K. 1974. The effect of the direction of the cross on oil, protein and lysine content in the grain of maize. Genetika i Selektsiya 7 : 353-360. (PBA 45 : 422, 1975)
20. Sprague, G. F. 1977. Corn and corn improvement. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, USA. pp. 363-370.
21. Screeramulu, C. & L. F. Bauman, 1970. Yield components and protein quality of opaque-2 and normal diallels of maize. Crop Sci . 10 : 262-265.
22. Screeramulu C. , L. F. Bauman, & Gary Roth. 1970. Effect of outcrossing on protein quality, kernel weight, and related characters in opaque-2 and floury-2 maize (*Zea mays*, L.). Crop Sci. 10 : 235-236,

Effects of pollen sources on protein, lysine and oil contents of different cross-combination of opaque-2 corn[1]

Hsiung Wan, Tzong-chia Lee, Hung-shung Lu and Hsing-hsien Cheng[2]

Summary

The purpose of this study is to investigate the xenia effect of pollen from both opaque-2 and normal corn on protein, lysine and oil contents and the relationship of these chemical constituents between parental inbreds and their subsequent single and double crosses. The amino-acid compositions of the double-cross hybrids made from the opaque-2 inbreds were also analysed.

Two single crosses and three double crosses were pollinated respectively with its own pollen (selfing), unrelated opaque-2 lines (outcrossing), and normal corn (Tainan No. 11) pollens. The results showed that there was no xenia effect of pollen on oil content. However, there were significant xenia effects on protein and lysine contents if opaque-2 corn was pollinated with pollens from normal corn. Both protein and lysine contents were reduced to the level of normal corn which contained less protein (8.8%) and lysine (3.21gm/100gm protein). Outcrossing with unrelated opaque-2 corn did not affect the two constituents. The conclusion on no xenia effect with opaque-2 corn pollen should be cautiously referred without further studies because this would possibly be due to the narrow differences of protein and lysine contents between pollen parent and female parents (single or double crosses). Nevertheless, the information is useful for the production of opaque-2 corn to avoid the contamination of pollens from normal corn.

Seven opaque-2 corn inbreds and 10 single crosses, and 7 double crosses obtained from these inbreds were studied for their protein, lysine and oil contents. The results showed protein and lysine contents of each single cross were intermediate between two parent inbreds while the chemical constituents of the double crosses were also the intermediate of two single crosses. However , the oil content of the single cross is equal to or surpasses the higher inbred except the single cross, 6×4^{1}, indicating that high oil content is dominant . For double crosses, the oil content was intermediate between two parental single crosses.

The complete analysis of amino-acid composition of 7 double crosses indicated that opaque-2 corn contained higher lysine, histidine, aspartic acid, arginine, ammonia, glycine and valine, and less proline, alanine and leucine than normal corn. Although

1. Contribution No. 1011 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Director, Agronomist, Assistant Agronomist, and Assistant Chemist respectively, TARI, Wufeng, Taichung Hsien , Taiwan, 431, ROC.

there are differences of amino acid composition between opaque-2 and normal corn, the opaque-2 corn shows more balanced amino acid composition and thus has higher nutritional value than normal corn.