

## مفهوم وتأثير الزينيا في خصائص حبوب الذرة الصفراء

م.م.ماجد شايح حمد الله جامعة بغداد /كلية الزراعة

E – mail: [majidzoini@yahoo.com](mailto:majidzoini@yahoo.com)

### المستخلص

اجريت تجربة حقليّة خلال الموسم الربيعي ٢٠٠٥ في حقول قسم علوم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة بغداد، بهدف تحديد مفهوم الزينيا والتعرف على طبيعة تأثير هذه الظاهرة على صفات الحبة في الذرة الصفراء. استخدمت ثلاث تراكيب وراثية هي الذرة المنغوزة (صنف العز) وسلالة (٣٠١٠) للذرة السكرية والاصنف التركيبي (٥٠٠٨) للذرة الشامية. أجري التضريب التبادلي الكامل. أستخدم تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بتجربة عاملية بثلاثة مكررات وقسمت مصادر التغير الى (ذكور) و (اناث) و (ذكور X اناث) مع اجراء مقارنات مستقلة للتحقق من معنوية الفروقات بين تأثير حبوب اللقاح لذلك التركيب الوراثي وحبوب اللقاح الغريبة. درست صفات معدل نمو الحبة وطول فترة الملى ووزن الحبة، كما حسبت الفائدة من التلقيح الخلطي.

بينت النتائج تفوق التلقيح الخلطي لصفة معدل نمو الحبة وطول فترة الملى مقارنة بالتلقيح الذاتي وبشكل معنوي وقد انعكس ذلك على تفوق التلقيح الخلطي لصفة وزن الحبة اذ تغلبت معظم التضريبات الخلطية على التلقيح الذاتي ، وقد اكدت ذلك المقارنات المستقلة. حصلت فائدة للتلقيح الخلطي لصفة وزن الحبة.

بناءً على نتائج الدراسة الحالية يمكن تعريف الزينيا بانها تأثير حبة اللقاح المباشر في تطور و خصائص الحبة نتيجة للتكامل بين جينات حبة اللقاح وجينات البويضة، وانه في حالة عدم حصول فائدة من التلقيح الخلطي فهذا يشير الى ان الجينات الذكرية المصدر (جينات حبة اللقاح) كانت مشابهة للجينات الانثوية المصدر (جينات البويضة). لذلك فيمكن تحسين الحاصل الحبوب للذرة الصفراء عن طريق الاستفادة من هذه الظاهرة، كما يمكن اعتماد فائدة التلقيح الخلطي كمؤشر مبكر للتهجن في حبوب الهجين .

### المقدمة

عرفت ظاهرة الزينيا منذ عقود طويلة ولكن ظلت هذه الظاهرة غير مفهومة تماما لدى مربى النباتات، لذلك اختلف مفهوم وتعريف الزينيا من مربى لآخر. عرف Allard (١٩٦٠) هذه الظاهرة بانها تأثير حبة اللقاح على الجنين والسويداء. اما

Kiesselbach (1960) فيعرف الزينيا بانها التأثير المباشر لحبوب اللقاح الغربية على انسجة البذرة. يعرف Bulant و Gallais (1998) الزينيا بانها تأثير حبة اللقاح على تطور وخصائص البذرة. كذلك عرف Bulant و آخرون (2000) الزينيا بانها تأثير الجينات من الاب الذكري على تطور البذور من هذا يتضح ان المفهوم الرئيسي لهذه الظاهرة هو تأثير جينات حبة اللقاح الغربية على بعض خصائص البذرة ، ولكن السؤال المطروح هو كيف تؤثر جينات حبة اللقاح على خصائص البذرة، وهل تعمل لوحدها بعد الاخصاب ام بالاشتراك مع جينات البويضات؟ وما هي الصفات التي تتاثر بهذه الظاهرة؟

يستلم الجنين نصف جيناته من الكمية الذكرية بينما تستلم السويداء ثلث جيناتها من الكمية الذكرية ، وان الجنين والسويداء يشكلون 11% و 83% بالتتابع من وزن الحبة (Tollenaar و Dwyer، 1999 و Bulant و آخرون، 2000) لذلك فان تأثير الزينيا على جهد الحاصل Yield potential واضح. ظهر تأثير حبوب اللقاح المختلطة في طول فترة الملى ( Poneleit و Egl و 1983، و Tsai و Tsai 1990)، وفي تغير نسبة النشا عندما لقحت الذرة السكرية مع تركيب وراثي نشوي للسويداء (Kiesselbach و Leonard، 1932) وعلى معدل تجمع النتروجين في الحبة (Tsai و Tsai، 1990) وعلى عدد خلايا السويداء وجينات النشا (Jones و آخرون، 1996).

لقح Bulant و آخرون (2000) سلالتين نقيتين من الذرة الصفراء، الاولى ذات حبوب بيضاء، متأخرة النضج كأب انثوي والاخرى سلالة ذات حبوب صفراء اللون، ومبكرة النضج كأب ذكري، وقد تم اخذ العينات بعد 14 و 21 و 28 و 39 و 74 يوم من التلقيح وقد لاحظ الباحثون ان الوزن الجاف والرطب للحبوب كان اكبر في حالة التلقيح الخلطي خلال فترة الملى مقارنة بالتلقيح الذاتي، وكان اعلى فرق عند 14 يوم بعد التلقيح والذي رافقه زيادة في نشاط بعض الانزيمات، اذ بلغ 19% ثم هبط الى 15% عند تقدم مراحل النمو والذي رافقه انخفاض في فعالية بعض الانزيمات، وقد استمر هذا الفرق ثابتا خلال مرحلة الملى الخلطي، وهذه النتائج تشابهت مع ما توصل اليه Gallais و Bulant (1998) عندما اجرؤا مئة تلقيح خلال ثلاث سنوات متتالية. اكد Weingartner و آخرون (2002) على معنوية تاثير الملقحات على حاصل الحبوب ووزن الحبة وعدد الحبوب للمتر المربع لستة هجن من الذرة الصفراء خلال ست بيئات وهذا يدل على ان مصدر حبوب اللقاح يلعب دور مهم في تحديد جهد الحاصل وحسب التركيب الوراثي للام والبيئة. قام Lambert و آخرون (1998) بتلقيح اربعة هجن متوسطة الزيت كانات مع ملقح عالي الزيت كذكر وقد اعطت هذه الهجن نسبة زيت بمقدار 60-70 غم/كغم حبوب، مع المحافظة على الحاصل الحبوبى، وعندما لقحت نفس الهجن مع ملقح متوسط الزيت اعطت نسبة زيت بمقدار 47 - 55 غم / كغم حبوب مع المحافظة على نفس الحاصل الحبوبى.

بينت عدد من الدراسات وجود فائدة للتلقيح الخلطي بحدود ١١-١٣% مقارنة مع التلقيح الذاتي عندما تكون الاباء سلالات نقية ( Bulant و Gallais ، ١٩٩٨). اوضح Grozmann و Spraque (١٩٤٨) ان فائدة التلقيح الخلطي لوزن الحبة يتوضح بعد ايام قليلة من التلقيح. وجد Yamada وآخرون (١٩٩٢) فروق معنوية بين بذور السلالات النقية وهجنها الفردية لطول وعرض الجنين. بين Cherry وآخرون (١٩٦١) ان المجموع الكلي للحامض النووي الرايبوزي المرسل M-RNA المتكون في محور الجنين كان تركيزه اكبر في بذور الهجن من سلالاتها النقية.

بالرغم من اهمية ظاهرة الزيانيا، فان قواعد الفسلجية والوراثية لازالت غير مفهومة تماما، وقد اكد عدد من الباحثين امكانية تحسين حاصل الذرة الصفراء عن طريق الاستفادة من ظاهرة الزيانيا .

تهدف هذه الدراسة الى تحديد مفهوم الزيانيا والتحقق من طريقة عمل جينات حبة اللقاح في السيطرة على صفات وخصائص الحبة وما هي اهم الخصائص التي تتأثر بهذه الظاهرة .

#### المواد وطرائق العمل:

نفذت تجربة حقالية خلال الموسم الربيعي ٢٠٠٥ في حقل التجارب التابع لقسم علوم المحاصيل الحقلية - كلية الزراعة (ابو غريب) في تربة ذات نسجة غرينية. استخدمت ثلاثة تراكيب وراثية للذرة الصفراء هي السلالة (٣٠١٠) للذرة السكرية Sweet corn ذات الحبوب الصفراء والصنف التركيبي (٥٠٠٨) للذرة الشامية pop corn ذات الحبوب الصفراء والذرة المنغوزة Dent (صنف العز) ذات الحبوب البيضاء. تم ترميز التراكيب الوراثية بالرموز (D, P, S) بالتتابع . اجري التضريب التبادلي الكامل، اذ استخدم كل تركيب وراثي مرة كأب ذكري واخرى كأب انثوي واجري التضريب بجميع الاحتمالات الممكنة لتنتج بذور ستة هجن. استخدم تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بتجربة عاملية بثلاثة مكررات و قسمت مصادر التباين الى (ذكور) و(اناث) و(ذكور X اناث) مع اجراء مقارنات مستقلة بين التلقيح الذاتي لكل تركيب وراثي مع التلقيحات الخلطية لذلك التركيب الوراثي عندما يستخدم كأب انثوي وذلك للتحقق من معنوية الفروقات بين تأثير حبوب اللقاح لكل تركيب وراثي وحبوب اللقاح الغريبة وكما مبين في ادناه. استخدم اختبار اقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال ٠,٠٥ لمقارنة المتوسطات.

S.O.V	d.f.
Rep.	2
Male	2
Female	2

Male X Female	4
D⊗ vs. D X S & D X P	1
S⊗ vs. S X D & S X P	1
P⊗ vs. P X D & P X S	1

زرعت البذور يدويا في خمسة مروز على مسافة ٢٥ سم بين نبات وآخر و ٧٥ سم بين المروز لتعطي كثافة نباتية مقدارها ٥٣,٠٠٠ نبات / هكتار. اضيف السماد المركب (N ١٨% و P ١٨%) بمعدل ٣٠٠ كغم / هكتار عند الزراعة، و اضيف سماد اليوريا ( N ٤٦%) وبمعدل ٣٠٠ كغم / هكتار على دفعتين، نصف الكمية بعد اسبوعين من الزراعة والنصف الآخر عند وصول النباتات الى ارتفاع ٣٠ سم. تم اجراء عمليات خدمة التربة والمحصول حسب التوصيات. عند بزوغ العرائص تم تكييفها للتحكم بعملية التلقيح وعند ظهور الحريرة اجري التضريب التبادلي الكامل بجميع الاحتمالات.

ازيلت عشرة حبوب من صف واحد لكل عرنوص من خمسة عرائص/معاملة ولكل تضريب لتقدير معدل نمو الحبة باستخدام تحليل الانحدار، اذ اخذت العينات اسبوعيا من المروز الوسطية لثلاث مراحل ابتداءً من اسبوعين بعد التلقيح وحتى النضج وذلك بفتح اوراق العرنوص ورفع الحبوب من الصف المحدد ثم يعاد ربط اوراق العرنوص، وفي الموعد التالي ترك صفان عن الصف السابق وازيلت الحبوب من الصف الثالث وهكذا، جففت الحبوب لمدة يومين على درجة ٨٠م عند النضج اختيرت خمسة نباتات لكل تضريب من كل مكرر لدراسة صفة معدل وزن الحبة وطول فترة الملى. حسبت فائدة التلقيح الخلطي كالاتي :

$$\text{وزن الحبة الناتجة من التلقيح الخلطي} - \text{وزن الحبة الناتجة من التلقيح الذاتي فائدة التلقيح الخلطي} \\ = \frac{100 \times}{\text{وزن الحبة الناتجة من التلقيح الذاتي}}$$

( Bulant و آخرون، ٢٠٠٠ ).

### النتائج والمناقشة

اثرت الزينيا في معدل نمو الحبة بشكل واضح (شكل ١ و ٢ و ٣)، اذ ادى التلقيح الخلطي بحبوب لقاح الذرة الشامية والذرة المنغوزة الى زيادة معدل نمو الحبة (b=36.5)\* الى (b=49.5) ملغم/ اسبوع مقارنة التلقيح الذاتي للذرة السكرية (b=29.5) ملغم / اسبوع (شكل ١) . وعند استخدام حبوب لقاح الذرة السكرية لتلقيح الذرة الشامية والمنغوزة انخفض معدل نمو الحبة لكلا التركيبين الوراثيين (b=33) و (b=42.5) ملغم/

\* b : معامل الانحدار

اسبوع بالتتابع (شكل ٢ و ٣) . بلغ اعلى معدل لنمو الحبة للتضريب D XP (b=61) ،  
بينما اعطى التلقيح الذاتي للذرة السكرية اقل معدل لنمو الحبة.  
يبين جدول تحليل التباين (١) وجود تأثير معنوي للأبء الذكورية في صفتي وزن  
١٠٠ حبة وطول فترة الملى.

اثر الابء الذكورية معنويا في صفة طول فترة الملى ، اذ تفوقت الذرة المنغوزة  
على الذرة الشامية والسكرية بنسبة (٥,٢٦%) و (٢,٣٨%) بالتتابع، في حين لم تؤثر  
الأبء الانثوية في هذه الصفة. بينت المقارنات المستقلة انخفاض طول فترة الملى للذرة  
المنغوزة بشكل معنوي نتيجة لتلقيحها بحبوب لقاح الذرة السكرية والشامية بنسبة  
(٣,٥%) و (٥,٩%) بالتتابع مقارنة مع التلقيح الذاتي للذرة المنغوزة (جدول ٢).  
بينت نتائج التحليل وجود تأثير معنوي للذكور والاناث والذكور X الاناث لصفة  
وزن الحبة، اذ ارتفع وزن الحبة لجميع التراكيب الوراثية عند تلقيحها خلطيا مقارنة بالتلقيح  
الذاتي لكل تركيب وراثي باستثناء التضريب P X S والتضريب D X S اللذان لم  
يختلفا معنويا عن التلقيح الذاتي للذرة الشامية والذرة المنغوزة على التوالي. بلغ اعلى وزن  
حبة للتلقيح D X P (٢٠,٥ غم / حبة ١٠٠)، بينما اعطى التلقيح الذاتي للذرة السكرية اقل  
وزن حبة (١٢ غم / حبة ١٠٠)، (جدول ٣) .

جدول ١- تحليل التباين (متوسط المربعات) لصفة وزن ١٠٠ حبة وطول فترة

الملى

S.O.V	d.f	وزن ١٠٠ حبة	طول فترة الملى
Reps.	2	0.63	2.87
Male	2	23.8*	5.7*
Female	2	67.3*	1.45
Male X female	4	9.8*	0.79
Error	16	0.23	0.55

\*معنوى عند مستوى احتمالية ٥%.

يبين الجدول (٤) النسبة المئوية للفائدة من التلقيح الخلطي لصفة وزن الحبة،  
ويلاحظ من الجدول ان اعلى فائدة تحققت للتضريب S X D اذ بلغت ٥٢% من التلقيح  
الذاتي للذرة السكرية، بينما كانت الفائدة من التلقيح الخلطي للتضريب D X S - ١٢% من  
التلقيح الذاتي للذرة المنغوزة وهذا كان نتيجة للتاثير السلبى لحبة لقاح الذرة السكرية.  
من خلال تضريب الذرة المنغوزة ذات الحبوب البيضاء مع بقية التراكيب الوراثية  
ذات الحبوب الصفراء وبجميع الاحتمالات لم يظهر اللون الابيض الا في التلقيح الذاتي

للذرة المنغوزة، بينما تدرجت الالوان بين الاصفر الغامق الى الاصفر الفاتح لبقية  
التضريبات.

جدول ٢- معدل طول فترة الملى (بالايام) للتلقيح الذاتي (القيم القطرية) والتلقيح الخلطي  
(القيم فوق وتحت القطرية)  
الاب الذكري

المعدل	D	P	S	الاب الانثوي
٣٠,٣٦	31.6	29.3	30.5	S
٣٠,٥٣	30.6	30	31.0	P
٣١,١٣	32.1	30.3	31.0	D
	31.43	29.86	30.7	المعدل

L.S.D (Male) = 0.74 (Female) = n.s , (Male X Female)= n.s

جدول ٣- معدل وزن ١٠٠ حبة (غم) للتلقيح الذاتي (القيم القطرية) والتلقيح  
الخلطي (القيم فوق وتحت القطرية)  
الاب الذكري

المعدل	D	P	S	الاب الانثوي
١٤,٧	18.3	13.9	12	S
١٣,٥	14.2	13.2	13.1	P
١٨,٧	19	20.5	16.7	D
	17.1	15.8	13.9	المعدل

L.S.D (Male) = 0.47 , L.S.D (Female) = 0.47 , L.S.D (Male X Female)= 0.83

جدول ٤- النسبة المئوية للفائدة من التلقيح الخلطي لصفة وزن الحبة  
الاب الذكري

D	P	S	الاب الانثوي
%٥٢	%١٥	—	S
%٧,٥	—	%٠,٧-	P
—	%٧	%١٢-	D

شكل ١-

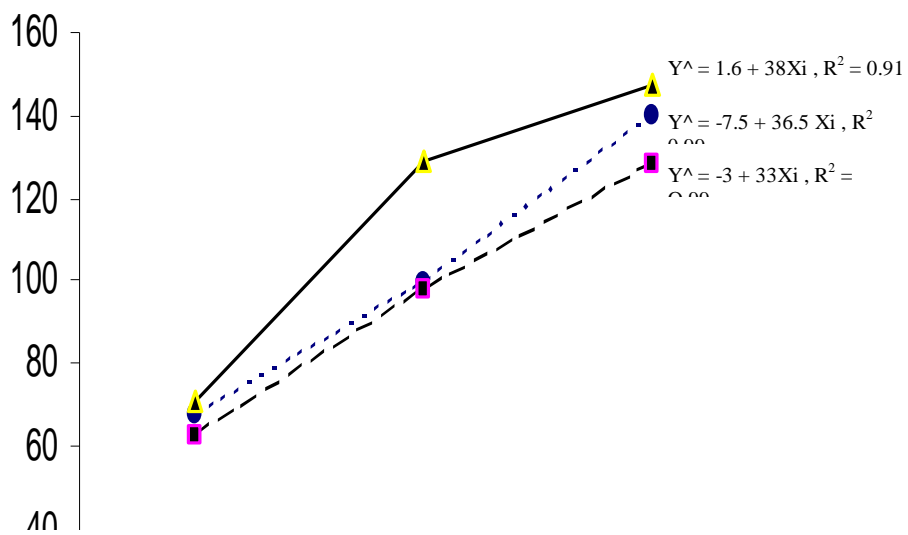
تأثير الزينيا في معدل نمو الحبة (ملغم/اسبوع) للذرة

السكرية

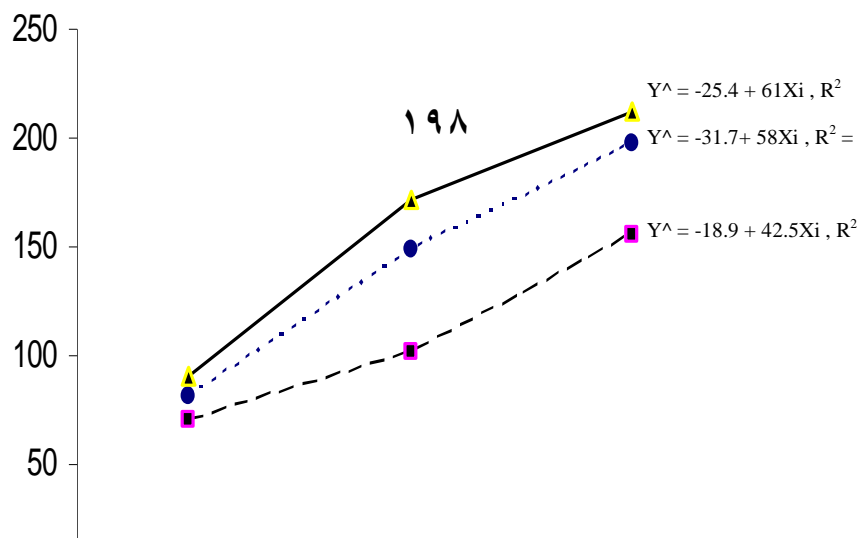


شكل-٢-

تأثير الزينبا في معدل نمو الحبة (ملغم/اسبوع) للذرة  
الشامية



شكل - ٣ -  
 تأثير الزينبا في معدل نمو الحبة ملغم / اسبوع للذرة  
 المنغوزة





ان المفهوم السائد سابقا لظاهرة الزينيا هو سيطرة حبة اللقاح على صفات الاندوسبيرم ولون الحبة، ولكن الابحاث الحديثة اكدت ان الزينيا هي تأثير حبة اللقاح على صفات الحبة المختلفة ( Bulant و Gallais ١٩٩٨ و Bulant وآخرون ، ٢٠٠٠ و Weingartner وآخرون، ٢٠٠٢) وقد اكدت هذه الدراسة هذا المعنى. يمكن تعريف الزينيا بانها التأثير المباشر لحبة اللقاح الغربية في تطور وخصائص الحبة وهذا لا ينشأ عن سيطرة جينات حبة اللقاح على صفات الحبة وانما ينشأ عن التكامل بين جينات حبة اللقاح وجينات البويضة لذلك لم تظهر حبوب بيضاء اللون عندما استخدمت الذرة المنغوزة كمصدر لحبوب اللقاح. ان جينات الحبة تختلف حسب اصل هذه الجينات ذكورية كانت ام انثوية ، اذ ان التلقيح الخلطي يؤدي الى ان تكون السويداء ذات  $3n$  من الجينات،  $2n$  منها من البويضة و  $1n$  من حبة اللقاح، لذلك فإن التداخل بين الجينات الذكورية والانثوية سوف يؤدي الى تغيير اداء الجينات الانثوية المصدر.

اكنت نتائج الدراسة الحالية على وجود الزينيا من خلال زيادة معدل نمو الحبة عند التلقيح الخلطي ، والتأثير المعنوي للذكر لصفة طول فترة الملى ، والتاثير المعنوي للذكر والذكر X الانثى لصفة وزن الحبة، وكذلك من خلال فائدة التلقيح الخلطي لصفة وزن

الحبة. ان السبب الرئيسي في زيادة الحاصل الحبوبى للهجين يرجع الى زيادة وزن الحبة بعد التلقيح الخلطي (Odhiambo و Compton، ١٩٨٧، Seka و Cross، ١٩٩٥ و Letchworth و Lambert، ١٩٩٨) وهذا عادة ما يكون مصحوبا بتغير في معدل نمو الحبة (Seka و Cross، ١٩٩٥) خصوصا في المراحل المبكرة من تطور الحبة (Wang، ١٩٤٧ و Bulant و آخرون، ٢٠٠٠) او طول فترة الملى (Eqli و Poneleit، ١٩٨٣ و Bulant و Gallais، ١٩٩٨) او كلاهما (Odhiambo و Compton، ١٩٨٧). لاحظ Capitanio و آخرون (١٩٨٣) وجود علاقة بين وزن الحبة وعدد خلايا السويداء وطول فترة الملى وهذا ما اكده Reddy و Daynard (١٩٨٣).

اكدت فائدة التلقيح الخلطي ظاهرة الزينيا، ويمكن ان يعبر عن فائدة التلقيح الخلطي بانها تكامل بين جينات الاب المذكر والاب المؤنث وهذا قد يفسر التهجين (Bulant و آخرون، ٢٠٠٠). ان التكامل بين جينات الابوين يظهر بشكل فائدة عالية عندما تكون الجينات ذات سيادة جزئية الى سيادة كاملة، وفي حالة عدم حصول فائدة من التلقيح الخلطي فأن هذا قد يعني ان الجينات ذات المصدر الذكري كانت مشابهة للجينات ذات المصدر الانثوي.

ان اقصى تهجن في الهجن الفردية يحدث في بذور الهجين وفي الاجزاء الخضرية للنبات الناتج (Weingartne و آخرون، ٢٠٠٢)، لذلك يمكن اعتماد فائدة التلقيح الخلطي لصفة وزن الحبة وطول فترة الملى ومعدل نمو الحبة كمؤشر مبكر حول وجود التهجن، بالاضافة الى امكانية تحسين الحاصل الحبوبى للذرة الصفراء عن طريق الاستقادة من ظاهرة الزينيا اذ اكدها هذا المعنى Seka و Cross (١٩٩٥) و Bulant و Gallais (١٩٩٨) عن طريق زيادة وزن الحبة. واخيرا لا بد من الاشارة الى ان الزينيا قد تكون مصدرا للاخطاء في تجارب مقارنة الحاصل الحبوبى خاصة عندما يحتوي اللوح على سطر او سطرين من النباتات الحارسة (Weingartner و آخرون، ٢٠٠٢).

## Xenia concept and its effects on corn kernel characteristics

Majid Sh. Hamdalla

Dep. Of field crops / coll. Of agrc. / BaghdadE-mail: [majidzoini@yahoo.com](mailto:majidzoini@yahoo.com)

A field experiment was carried out during spring season 2005 at the experimental farm of fieldcrop science department , college of agriculture, university of Baghdad. The goal of the experiment was to confirm the xenia concept and to improve our understanding about its effect on the development and characteristics of corn kernels.

The experiment included application of full diallel crossing with three genotypes; Dent corn (Al – Eze cultivar) with white kernels,

inbred line (3010) of sweet corn with yellow kernels and synthetic cultivar (5008) of pop corn with yellow kernel. Factorial experiment was used in a random complete block design within three replications. The sources of variance were arranged as (male), (female) and (male X female) with single orthogonal which was used between the selfing of every genotype vs. the crossing for this genotype when it was used as female. The growth rate of kernel , kernel filling period , kernel dry weight and the advantage of crossing was studied.

Comparison with selfing, Results showed that the crossing effect was significant for kernel growth rate, and kernel filling period. So, the kernels produced by crossing had a higher kernel weight than selfing in most crosses and this was reflected on crossing advantage.

Depending on the experimental results, we can defined xenia as the effect of direct pollen in kernel development and characteristics as a result of the complementation between male and female genes. When no cross- fertilization advantage was observed, this could mean that the genes from male were the same as for the female, therefore, we can improve the kernel yield by utilization this phenomenon . also we can depend on the advantage of crossing as an early indicator for hetrosis.

### **References**

- Allard, R. W. 1960. principles of plant breeding. John Wiley and Sons, Inc. New York, U.S.A, pp.485.
- Bulant , C., and A. Gallais. 1998. Xenia effects in maize with normal endosperm: I. Importance and stability. Crop sci. 39: 1517 – 1525.
- Bulant, C., A. Gallais, E. Mathys, and J. L. Prioul. 2000. Xenia effects in maize with normal endosperm: II. Kernl growth and enzyme activities during grain filling. Crop sci. 40: 182- 169.

- Capitanio, R., E. Gentintta and M. Motto. 1983. Grain weight and its component in maize inbreeding. *Maydica*. 28: 366-379.
- Cherry, J. H., R. H. Hageman, J. N. Rutger, and I. B. Jones. 1961. Acid soluble nucleotides and ribonucleic acid of different corn inbreds and single – cross hybrids. *Crop sci.* 1: 133- 137.
- Grozmann, A., and G.F. Sprague. 1948. Comparative growth rates in a reciprocal maize cross: 1. The kernel and its component parts. *J. Am. Soc. Agron.* 40: 88-98 [ISI].
- Jones, R. J., B.M. Schreiber, and J.A. Roessler. 1996. kernel sink capacity in maize: Genotypic and maternal regulation. *Crop sci.*36: 301-306 [ISI].
- Kiesslbach, T. A.1960.Significance of xenia effects on the kernel weight of corn *.In* Combining cytoplasmic male sterility and xenia increases grain yield of maize hybrids. by Urs.weingartner,O.kaeser,M.long,and P.stamp.*Crop sci.*42:1848-1856.
- Kiesslbach, T. A. and W. H. Leonard. 1932. The effects of pollen source upon the grain yield of corn. *J. Am.Soc. Agron.* 24: 517-523.
- Lambert, R. J., D.E. Alexander, and Z. J. Han. 1998. A high oil pollinator enhancement of kernel oil and effects on grain yields of maize hybrids. *Agron. J.* 90: 211-215.
- Letchworth, M. B. and R. J. Lammbert. 1998. Pollen parent effects on oil, protein and starch concentration in maize kernels *Crop sci.* 38: 363-367.
- Odhiambo, M.O and W.A. Compton. 1987. Twenty cycles of divergent mass selection for seed size in corn. *Crop sci.* 27: 1113-1116.

- Poneleit, C. G. and D. B. Egli. 1983. Differences between reciprocal crosses of maize for kernel growth characteristics. *Crop sci.* 23: 817-875 [ISI].
- Reddy, V. M. and T. B. Doynard. 1983. Endosperm characteristics associated with rate of grain filling and kernel size in corn. *Maydica.* 28: 339-355 [ISI].
- Seka, D. and H. Z. Cross. 1995. Xenia and maternal effects on maize kernel development. *Crop sci.* 35: 80-85 [ISI].
- Tollenaar, M. and Z. M. Dwyer. 1999. Physiology of Maize. *In* crop yield, physiology and processes. by D.L. Smith and C. Hamel (ed) Spingerverlag, Berlin.
- Tsai, C. L., and C.Y. Tsai. 1990. Endosperm modified by cross pollinating maize to induce changes in dry matter and nitrogen accumulation. *Crop sci.* 30: 804-808. [ISI].
- Wang, F. H. 1947. Embryological development of inbred and hybrid *Zea mays* L. *Am. J. Bot.* 34: 113-125. [ISI].
- Weingartner, urs. O. Kaeser, M. long, and P. Stamp. 2002. Combining cytoplasmic male sterility and Xenia increases grain yield of maize hybrids. *Crop sci.* 42: 1848-1856.
- Yamada, M., K. Suenga, and K. Nakajima. 1992. Heterosis in plants started immediately after fertilization . p.426-434. *In.* Angiosperm pollen and ovules. by E. Ottariano, et. al. eds. Springer- rerag, New York.