زيادة محصول الذرة الشامية
باستخدام هجن صنفية عالية المحصول ومقاومة المرض

للدكتور عبد الرحيم شحاته

المقدمة

مما لاشك فيه أن محصول الذرة الشامية محصول الحبوب الوحيد الذى يتمتع دون غيره من المحاصيل باحتمالات غير محدودة لزيادة الإنتاج العام من خلال زيادة متوسط محصول الفدان ، والدليل على صحة هذا الفرض هو ما حدث فى عام ١٩٦٥ حيث أمكن نتيجة لتغيير عامل واحد من بين عوامل الإنتاج — وهو ميعاد الزراعة من الموسم النيلى إلى الموسم الصيفى فى مساحات كبيرة — رفع متوسط الإنتاج على المستوى القومى من ٧٫٥ إلى ١١ إردبا / فدان . ولا تقف أهمية محصول الذرة الشامية — فى واقع الأمر — عند مجرد الاكتفاء الذاتى من حيث الاحتياجات السكانية المباشرة ، بل تتعداها إلى كون الذرة الشامية محصول الحبوب الوحيد الذى يمكن أن تقوم عليه صناعة اقتصادية ناجحة لتربية الحيوان ، الأمر الذى يجعل رسم خطة متكاملة للنهوض بهذا المحصول يكتسب أهمية خاصة . والهدف الرئيسى لمثل تلك الخطة يجب أن يتركز فى رفع متوسط إنتاج الوحدة المساحية إلى أقصى حد ممكن بحيث يصبح الإنتاج الإجمالى على نفس مساحة الذرة الحالية (١٫٥ مليون فدان) ، كافياً للاستهلاك المباشر للسكان إلى جانب إنشاء صناعة مربحة للإنتاج الحيوانى ترتكز بالدرجة الأولى على محصول الذرة الشامية .

وعندما ننظر إلى المجهودات الحالية فى مجال تربية الذرة الشامية فى مصر ، نجدها فى احتياج إلى مضاعفتها . فمن واقع البيانات الرسمية المتحصل عليها فى حقول المزارعين فى الفترة من ١٩٦٦ — ١٩٦٨ ، أو حتى من واقع التجارب المقامة

● الدكتور عبد الرحيم شحاتة : باحث بقسم بحوث الذرة بمصلحة الزراعة ، وزارة الزراعة .

بقسم بحوث الذرة نجد أن الهجن الزوجية التجارية التى توزعها الوزارة حاليا ، وهى جيزة ١٨٦ ، جيزة ١٧ ع لا تتفوق تفوقا ملحوظا على الصنف « أمريكانى بدرى » ، وهو الصنف الذى بدأت وزارة الزراعة فى توزيعه منذ عام ١٩٢٩ .

ولقد أضاف الانتشار السريع لمرض الذبول المتأخر المتسبب عن الفطر Cephalosporium maydis فى السنوات الأخيرة — وخاصة بالنسبة للهجن الزوجية التجارية التى تتعرض بشدة للإصابة بهذا المرض — مشكلة أخرى إلى جانب مشكلة التجمد الورائى الذى سيطر على المحصول الحالى . لقد أصبح الحصول على أصناف أو هجن جديدة مقاومة لهذا المرض هدفا مبدئيا يلزم تحقيقه . وفى هذا الصدد فلا بد أن يتناول المربى المشكلة بطريقة متكاملة . فالتربية لمقاومة مرض الذبول أو أى مرض آخر يجب أن تسير جنبا إلى جنب مع التربية للكفاية المحصولية العالية والاستجابة لمستويات متزايدة من التسميد والكثافة النباتية حتى يمكن الوصول إلى أقصى حد محصولى من الوحدة المساحية . والتركيز على أى من هذه الاعتبارات دون الآخر ، يضع المربى — فى الحقيقة — على مشارف طريق مسدود .

وفى ضوء الحقائق السابقة فقد بدأنا فى قسم بحوث الذرة بوزارة الزراعة منذ عام ١٩٦٩ برنامجا لدراسة قوة الهجين ومستويات المحصول فى أكبر عدد ممكن من الهجن الصنفية Varietal crosses ، وكانت الأهداف الرئيسية لهذا البرنامج ما يلى :

(١) استكشاف مستويات المحصول العالى وقوة الهجين فى بعض الهجن بين أصناف مفتوحة التلقيح ذات أصول وراثية متباعدة ، بهدف الحصول على هجن صنفية ، أو تكوين عشائر populations ذات مستويات محصولية عالية .

(٢) استعمال العشائر الناتجة فى عزل سلالات جديدة ذات قدرات تآلفية عالية يمكن الاستفادة منها فى برنامج طويل الأمد للذرة الهجين .

(٣) دراسة مكونات التباين الوراثى فى الأصناف الأصلية المستعملة فى التهجين والعشائر الناتجة منها ، وكذلك مدى تفاعل هـــذه المكونات مع العوامل البيئية .

البحوث والدراسات السابقة

بدأ الاهتمام بقوة الهجين المتحصل عليها من تهجين أصناف من الذرة الشامية مفتوحة التلقيح فى أواخر القرن الماضى (Beal ١٨٧٦) ، وازداد نشاط الباحثين فى هذا المجال بدرجة ملحوظة فى أوائل القرن الحالى (Richey ١٩٢٢)، إلا أن هذا الموضوع مالبث أن فقد أهميته فى مجال تربية الذرة وذلك للأسباب التالية :

(١) مستويات المحصول العالية التى أمكن الحصول عليها من تهجين السلالات النقية ومابلى ذلك حين اقترح Jones (١٩١٧) طريقة الهجن الزوجية ، أو ما أصبح يعرف بعد ذلك بالذرة الهجين فى الولايات المتحدة الأمريكية ، وبعدها فى بقية أنحاء العالم .

(٢) عدم تطابق النتائج فى البحوث المبكرة التى أجريت على الهجن الصنفية فى أوائل هذا القرن ، وكان مرجع هذا استعمال عينات صغيرة لعمل التهجينات الصنفية .

(٣) انتهت بعض الدراسات المبكرة التى أجريت على السلالات النقية والهجن الناتجة منها إلى أن السيادة المتفوقة Overdominance هى السبب الوراثى لظاهرة قوة الهجين المتحصل عليها فى الهجن الفردية (East ، Henderson ١٩٣٦ ، Hull ١٩٤٨ ، ١٩٤٩ ، ١٩٥٣) . وكانت النتيجة المباشرة لذلك أن أصبح هناك شبه اتفاق بين مربى الذرة وخاصة فى الولايات المتحدة وأوربا أن طريقة السلالة الهجين (فردى ، ثلاثى ، أو زوجى) هى أنسب طريقة لتربية الذرة الشامية .

ولقد جدد مربو الذرة فى السنوات الأخيرة الاهتمام بالهجن الصنفية والعشائر الناتجة منها ، ويرجع هذا إلى الأسباب التالية :

(١) أظهرت عمليات الحصر الواسعة التى أجريت على أصناف وطرز الذرة

الشامية فى أمريكا الوسطى والجنوبية ومنطقة الكاريبى وجود مجال واسع من التباين الوراثى genetic variability يشمل جميع صفات نبات الذرة على اختلافها بصورة لم يسبق لها مثيل .

(٢) دلت البحوث الأخيرة التى أجريت على عديد من الهجن بين أصناف مفتوحة التلقيح متباعدة الأصل الوراثى على وجود مقادير عالية من قوة الهجين على مستويات محصول عالية (Robinson وآخرون ١٩٥٦ ، Pollak, Robinson, and Comstock ١٩٥٧ ، Cassalett ١٩٥٩ ، Lonnquist and Gardner ١٩٦١ ، Timothy ١٩٦٣ ، Paterniani and Lonnquist ١٩٦٣ ، Wellhausen ١٩٦٥) .

(٣) أفادت المعلومات والطرق الحديثة فى مجال الوراثة الكمية والإحصائية فى تحليل صفة المحصول وغيرها من الصفات الكمية فى الأصناف والعشائر المختلفة . وبناء على ذلك فقد اتضح وجود مقادير حقيقية من التباين الوراثى التراكمى Additive genetic variance تفوق إلى حد كبير التباين الوراثى الراجع للسيادة بأنواعها المختلفة ، أو ما يطلق عليه التباين الوراثى غير التراكمى non-additive genetic variance ، وبالتالى فإن تحسين الأصناف الأساسية والعشائر الناتجة منها يسهل تحقيقه (Robinson وآخرون ١٩٥٦ ، Penny, Russell, and Sprague ١٩٥٧ ، Sprague ١٩٥٩ ، Sprague, Russell, and Peny ١٩٦٢ ، Gardner ١٩٦٣) .

وفى عام ١٩٦٥ قدم Wellhausen دراسة وافية للنتائج التى تراكمت من تهجين عديد من أصناف وطرز الذرة فى المكسيك وأمريكا الجنوبية . وكان أهم النتائج فى هذه الدراسة ما يلى :

(١) مستويات المحصول فى الهجن الصنفية بين أصناف متأقلمة فى منطقة معينة تتوقف على محصول هذه الأصناف نفسها .

(٢) التهجين بين أصناف متأقلمة عالية المحصول وأخرى غير متأقلمة فى منطقة معينة يمكن أن يعطى محصولا يساوى أو أعلى — فى كثير من الحالات — من هجن بين أصناف متأقلمة .

(٣) تتوقف قوة الهجين الناتجة على درجة التباعد الوراثى diversity بين الأصناف المهجنة نفسها .

(٤) أعطت الهجن الصنفية المتفوقة محصولا يساوى أو أعلى من أحسن الهجن الزوجية التجارية .

المواد والطرق المستعملة

حيث إن هذا البرنامج له طبيعة الاستمرار ، فسوف نكتفى فى هذا التقرير بتناول مجموعة دياليلية واحدة مكونة من ١٠ أصناف مفتوحة التلقيح تباعدت أصولها الوراثية إلى حد كبير (تتكون ثلاث مجاميع جديدة كل عام اعتباراً من ١٩٦٩) . ولقد اختيرت الأصناف الأبوية أصلا من بين أصناف المجموعة العالمية المدرة على أساس الشكل الظاهرى فى موسم ١٩٦٨ ، وأجريت جميع التهجينات الممكنة بين العشرة أصناف فى صيف ١٩٦٩ . وفى شتاء ١٩٦٩ — ١٩٧٠ أنتجت تقاوى الجيل الثانى على نباتات الجيل الأول بالتلقيح الأخوى فى كل هجين صنفى . وفى عام ١٩٧٠ أقيمت فى كل من سدس والجيزة تجربة تضم ١٠ آباء صنفية ، ٤٥ هجيناً صنفياً فى الجيل الأول ، و٤٥ هجيناً صنفياً فى الجيل الثانى . كذلك وضع كل من صنف أمريكانى بدرى والهجن الزوجى التجارى ١٨٦ للمقابلة . وكانت مستويات التسميد المستعملة فى كلتا الجهتين كما يلى : ٩٠كجم أزوت/فدان ، ٣٠كجم بو٢ا٥/فدان. وأجريت بقية العمليات الزراعية بصورة متجانسة فى الجهتين ، وعند الحصاد عدلت الرطوبة النسبية على أساس ١٥،٥٪ ، وحسب المحصول بالإردب للفدان .

النتائج ومناقشتها

يبين الجدول (١) مدى ومتوسط قوة الهجين المتحصل عليها فى الجيل الأول منسوبة إلى متوسط الأبوين وإلى أحسن الأبوين فى كل من سدس والجيزة والجهتين معاً . ويلاحظ من هذا الجدول أن متوسط قوة الهجين بالنسبة لمتوسط الأبوين كان ١٨٪ فى سدس ، ٢٨٪ فى الجيزة ، ١٩٪ عند تجميع بيانات الجهتين . أما بالمقابلة بأحسن الأبوين فكانت قوة الهجين ٤٪ ، ١٥٪ ، ٨٪ فى كل من سدس والجيزة والجهتين معاً على التوالى .

ويلاحظ أن مدى التعبير عن قوة الهجين فى الجيزة كان أكثر اتساعا عنه فى

جدول (١)

متوسط قوة الهجين المتحصل عليها فى ٤٥ هجينا صنفيا بين عشرة أصناف من الذرة
مختبرة فى كل من سدس والجيزة فى عام ١٩٧٠

المقارنة	سدس	الجيزة	الجهتان معاً
مدى قوة الهجين منسوبا إلى متوسط الأبوين (٪)	(- ١٩ إلى ٥٠)	(- ٩ إلى ٩٤)	(- ٩ إلى ٦٣)
» » » » إلى أحسن الأبوين (٪)	(- ٢٦ إلى ٣٨)	(- ١٨ إلى ٧٤)	(- ١٨ إلى ٥٠)
متوسط قوة الهجين بالنسبة لمتوسط الأبوين (٪)	١٨	٢٨	١٩
» » » » لأحسن الأبوين (٪)	٤	١٥	٨
عدد الهجن الصنفية التى تفوقت على متوسط الأبوين	٣٠	٣١	٢٣
» » » » » » أحسن الأبوين	١٦	٢٣	١٥
عدد الهجن الصنفية التى تفوقت على الأمريكانى بدرى	٥	١١	٤
» » » » » » على هجين زوجى ١٨٦	١٢	٨	٧

سدس ، فبينما تراوح هذا المدى من ٩٠ إلى ٩٤٪ بالنسبة لمتوسط الأبوين فى الجيزة ، تراوح بين ١٩ إلى ٥٠٪ فى سدس . ويبدو أن الظروف البيئية فى الجيزة كانت مواتية للتعبير عن قوة الهجن فى الجيل الأول لهذه الهجن الصنفية عنها فى سدس . كذلك يلاحظ أن عدداً كبيراً من الهجن أظهر قوة هجن معنوية . فبالنسبة إلى متوسط الأبوين كان عدد الهجن التى تفوقت تفوقا معنويا ٣٠ هجينا فى سدس ، ٣١ هجينا فى الجيزة . أما بالنسبة لأحسن الأبوين فقد كان عدد الهجن المتفوقة فى سدس ١٦ هجيناً ، بينما كان عددها ٢٣ هجيناً فى الجيزة .

وفى نفس الجدول (١) نجد أن عدد الهجن الصنفية التى تفوقت تفوقا معنويا على صنف الأمريكانى بدرى كان خمسة هجن فى سدس ، بينما ارتفع هذا العدد إلى ١١ هجينا صنفيا فى الجيزة . وعند تجميع بيانات الجهتين تفوقت أربع هجن صنفية تفوقاً معنويا على الأمريكانى بدرى . أما بالمقابلة بالهجين الزوجى التجارى (١٨٦) فكان عدد الهجن الصنفية المتفوقة هو ١٢ هجن فى سدس ، ٨ هجن فى الجيزة ، وسبعة هجن عند تجميع بيانات الجهتين .

ويبين الجدول (٢) متوسط المحصول فى أحسن أربع هجن فى هذه المجموعة ، وهى الهجن التى تفوقت فى الجيل الأول تفوقاً معنويا على صنف الأمريكانى بدرى والهجين الزوجى التجارى (١٨٦) فى كل من سدس والجيزة . ونجد فى هذا الجدول أن نسبة تفوق الهجين الصنفى (٦٩) مثلا على الهجين الزوجى (١٨٦) بلغت ٥٨٪ ، كذلك نجد أنه رغم حدوث انخفاض ملحوظ فى محصول الجيل الثانى عن الجيل الأول إلا أن مستوى المحصول فى الهجن الأربعة تساوى مع أو تفوق على محصول الهجين الزوجى (١٨٦) .

كذلك فإنه عندما أعيد اختبار الهجينين الصنفيين (٦٩) ، (٨٠) ، وهما الهجينان اللذان توفرت منهما تقاوى لإعادة الاختبار عام ١٩٧١ فى نفس الجهتين (سدس والجيزة) تطابقت النتائج إلى حد كبير مع نتائج عام ١٩٧٠ (جدول ٣) . فبينما تفوق الهجين الصنفى (٦٩) بمقدار ٥٨٪ على الهجين الزوجى (١٨٦) عام ١٩٧٠ ، كانت نسبة تفوقه ٤٨٪ عام ١٩٧١ . أما الهجين الصنفى (٨٠) فكانت نسبة تفوقه هى ٣٩ ، ٣٧٪ فى اختبارات ١٩٧٠ ، ١٩٧١ على التوالى .

كذلك دلت نتائج اختبار الهجينين الصنفين (٦٩)، (٨٠) لمدى المقاومة لمرض الذبول المتأخر فى عام ١٩٧١ (جدول ٤) ، على انخفاض نسبة الإصابة بالمرض فى هذين الهجينين . فبينما كان متوسط الإصابة فى أربع جهات فى الهجين الزوجى التجارى ١٨٦ هو ٩٤,٥ ٪ ، وفى الأمريكانى بدرى ٤٠ ٪ ، لم تتجاوز نسبة الإصابة ١٨ ٪ ، ١٨,٥ ٪ فى كل من الهجينين (٦٩) ، (٨٠) على التوالى .

إن مستويات المحصول العالى التى أمكن الحصول عليها فى هذه الهجن الصنفية ومثيلاتها فى مجاميع أخرى تم اختبارها عامى ١٩٧٠ ، ١٩٧١ ، تشكل — فى الواقع — أول اختراق حقيقى للحد الأقصى للمحصول الذى ظل زمناً طويلا متمثلا فى صنف الأمريكانى بدرى . والاستفادة الفورية من هذه الهجن تشكل أساسا سليما للبدء فى النهوض الشامل بهذا المحصول . وفى هذا الصدد لابد من الإشارة إلى النقاط التالية :

(١) السهولة الواضحة فى برنامج لإنتاج الهجن الصنفية حيث يحتاج مثل هذا البرنامج إلى ثلاث مناطق عزل فقط فى حين يتطلب برنامج لإنتاج الهجن الزوجية

جدول (٢)

متوسط محصول الفدان من الهجن الصنفية الأربعة التى تفوقت على صنف الأمريكانى بدرى والهجين الزوجى (١٨٦) بدرجة معنوية فى كل من سدس والجيزة عام ١٩٧٠

الهجـــين	المحصول (إردب/فدان)		المحصول باعتبار هجين زوجى (١٨٦) = ١٠٠	
	الجيل الأول	الجيل الثانى	الجيل الأول	الجيل الثانى
هجين صنفى (٦٩)	٤٠,٨	٣١,٩	١٥٨	١٢٤
» (٨٠)	٣٥,٨	٣٠,٠	١٣٩	١١٦
» (٦٢)	٢٢,٠	٢٧,٧	١٢٤	١٠٧
» (٦٣)	٣,٠	٢٨,٠	١١٦	١٠٩
هجين زوجى (١٨٦)	٢٥,٨	—	—	—
أمريكانى بدرى	٢٧,٢	—	—	—

أقل فرق معنوى على مستوى ٥ ٪ = ٢,٣٥ إردب/فدان

جدول (٣) : متوسط محصول الهجن الصنفية (٦٩) ، (٨٠) بالمقابلة مع الصنف أمريكانى بدرى والهجين الزوجى (١٨٦) فى كل من سدس والجيزة عام ١٩٧١

الهجين	المحصول (إردب/فدان)		هـ . ز . (١٨٦) = ١٠٠	
	الجيل الأول	الجيل الثانى	الجيل الأول	الجيل الثانى
هجين صنفى (٦٩)	٣٧,٢	٢٩,٤	١٤٨	١١٧
» (٨٠)	٣٤,٤	٢٦,٦	١٣٧	١٠٦
هجين زوجى (١٨٦)	٢٥,١		—	—
أمريكانى بدرى	٢٩,٣		—	—

أقل فرق معنوى على مستوى ٥ ٪ = ١,٦٥ إردب/فدان

جدول (٤) : متوسط الإصابة بمرض الذبول المتأخر فى الهجن الصنفية (٦٩)، (٨٠) مقابلة مع كل من الصنف أمريكانى بدرى والهجين الزوجى (١٨٦) فى أربع جهات خلال عام ١٩٧١

الهجين	النسبة المئوية للإصابة				المتوسط
	الجيزة	سدس	الميوم	الجيزة	
هجين صنفى (٦٩)	١٨	١٦	٢٠	١٦	١٨,٠
» » (٨٠)	١٩	١٦	٢٣	١٦	١٨,٥
هجين زوجى (١٨٦)	١٠٠	٨٧	٩٨	٩٣	٩٤,٥
أمريكانى بدرى	٤٤	٣٤	٤٣	٣٨	٤٠,٠

التقليدية سبع مناطق للعزل . ولا يخفى ما يصاحب ذلك من تعقيدات إنتاجية تحت الظروف المحلية .

(٢) الهجن الصنفية المقترحة قابلة للتحسين فى المستقبل من خـــلال عمليات الانتخاب التقليدية فى الأصناف الأصلية المكونة لها . وهذا النوع من المرونة الوراثية لايتوفر فى الهجن الزوجية . فعلى مدى سنتين فقط سوف يمكن زيادة محصول هذه الهجن الصنفية عن مستوياتها الحالية .

(٣) يمكن استعمال الأصناف الأبوية لهذه الهجن أو الأجيال المتقدمة من الهجن نفسها كمصادر لعزل سلالات نقية جديدة لبناء برنامج للذرة الهجين على أساس وراثى أرحب ، ومستوى محصولى أعلى .

(٤) لا يعنى اتجاهنا إلى الهجن الصنفية أو العشائر الناتجة منها إهمال محاولات الحصول على هجن زوجية متفوقة ، إلا أن السير فى برنامج للذرة الهجين على نطاق تجارى لا يبرره فى الواقع غير الحصول على هجين زوجى مقاوم للمرض ومتفوق محصولا بدرجة معنوية تبرر عمليات الإنتاج البالغة التعقيد تحت الظروف المحلية ومثل هذا الهجين الزوجى ليس متوفراً فى الوقت الحاضر . والدليل على صحة ذلك أن متوسط المساحات التى تزرع بالذرة الهجين لم تتجاوز على مدى الخمسة عشر عاما الماضية ١٤٪ من إجمالى مساحة محصول الذرة .

المراجع

(1) Beal, W.J. (1876) Rept. Mich. Bl. Agric., 15 : 206.
(2) Cassalet, D.C. (1959) M.S. Thesis, Univ. Neb., Lincoln.
(3) East, E.M. (1936) Genetics, 21 : 375-397.
(4) Gardner, C.O. (1963) In Statistical genetics and plant breeding. NAS/NRC 982.
(5) Henderson, M.T. (1949) Agron. J., 1 : 123-126.
(6) Hull, F.H. (1948) Genetics, 33 : 110.
(7) Hull, F.H. (1952) In Heterosis. Iowa State College, Ames, Iowa, pp. 451-473.
(8) Jones, D.F. (1917) Genetics, 2 : 466-479.
(9) Lonnquist, J.H., and C.O. Gardner (1961) Crop Sci., 1 : 179-183.
(10) Paterniani, E., and J.H. Lonnquist (1963) Crop Sci., 3 : 304-307.

(11) Penny, L.H., W.A. Russell, and G.F. Sprague (1962) Crop Sci., 2 : 341-347.

(12) Pollak, E., H.F. Robinson, and E. Comstock (1957) Amer. Nat., 91 : 387-391.

(13) Richey, F.D. (1922) J. Amer. Soc. Agron., 14 : 1-17.

(14) Robinson, H.F., F.E. Comstock, A. Khalil, and P.H. Harvey (1956) Amer. Nat., 90 : 127-131.

(15) Sprague, G.F., and W.A. Russell (1957) Proc. Internat. Genet. Sy mpos., 1956, pp. 522-525 (Published by Cytologia).

(16) Sprague, G.F., W.A. Russell, and L.H. Penny (1959) Agron. J., 51 : 392-394.

(17) Timothy, D.H. (1963) In Statistical genetics and plant breeding, NAS/NRC 982.

(18) Wellhausen, E.J. (1965) 20th Ann. Hyb. Corn Ind. Res. Confr., Proc., pp. 31-45.