كلية الزراعة

قسم المحاصيل الحقلية

د. زياد عبد الجبار عبد الحميد

المحاضرة السادسة

التهجين في المحاصيل الخلطية التلقيح

يعتمد استعمال التهجين في المحاصيل خلطية التلقيح بالدرجة الرئيسية على أنتاج السلالات النقية وهذا لايتم إلا بالتلقيح الذاتي المستمر للمحصول لكي يصل من حالة عدم التماثل Hetrozygosity الى حالة التماثل الوراثي Homozygosity ثم تدمج هذه السلالات معاً بأجراء التهجين فيما بينها وذلك لأستغلال قوة الهجين في انتاج الاصناف والهجن .

ويمكن ان تعرف ظاهرة قوة الهجين بأنها الزيادة في النمو والحجم والحاصل في الجيل الاول (F_1) عند تهجين سلالتين نقيتين أو تفوق الجيل الاول على أفضل الاباء .

ومن أهم الطرق المستعملة لأنتاج الهجن في المحاصيل خلطية التلقيح مايلي

الهجين الفردي Single Cross أو Single Hybrid

كان Shull في عام 1909 أول من اقترح إنتاج الهجين الفردي في الذرة الصفراء وذلك بتهجين سلالتين معاً ، على ان يكونا على درجة عالية من القدرة الخاصة على التألف . أي هو الجيل الناتج من تهجين خطين أو سلالتين نقيتين ومتوافقتين ولتكن سلالة A وسلالة B أو سلالة C و سلالة D .

وبعد الحصول على السلالات النقية نتيجة للتلقيح الذاتي المستمر أو مايسمى بالتربية الداخلية يتم زراعة خطين أو اكثر من السلالة الام ولتكن A حيث يتم رفع النورات الذكرية من نباتاتها Detasseling في هذه الخطوط ثم يزرع خط واحد او اكثر من السلالة B والتي تمثل النبات الاب حيث تبقى النورات الذكرية على وضعها وتكون زراعة الخطوط الذكرية B بالتبادل مع الخطوط الانثوية وكما موضح بالشكل أدناه

♀	♀	♂	♀	♀	♂	♀	♀
A	A	B	A	A	B	A	A
|	|	|	|	|	|	|	|
|	|	|	|	|	|	|	|
|	|	|	|	|	|	|	|
|	|	|	|	|	|	|	|
|	|	|	|	|	|	|	|
|	|	|	|	|	|	|	|

و في حاله اخرى نستعمل 4 خطوط من النبات الام A وخطان من النبات الاب B

وللحصول على عدد التلقيحات أو الهجن الفردية من مجموعة من السلالات النقية

يمكن تطبيق القانون التالي عدد الهجن الفردية =

$$Single\ cross\ \ S.C = \frac{n(n-1)}{2}$$

n= عدد السلالات النقية الداخلة في التهجين

مميزات الهجن الفردية

1- تظهر بها قوة هجين بدرجة عالية .

2- تكون على درجة عالية من التجانس .

أهم عيوب الهجن الفردية

تكون اسعارها مرتفعة

مثال / فأذا توفرت 4 سلالات نقية ولتكن A , B , C , D فأن عدد الهجن الفردية التي يمكن الحصول عليها نتيجة التهجين هي ستة هجن فردية كنتيجة لتطبيق القانون

$$S.C = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{4(4-1)}{2} = \frac{4 \times 3}{2} = \frac{12}{2} = 6$$

والهجن الفردية هي A x B , A x C , A x D , B x C , B x D , C x D ونظراً للحديث عن السلالات النقية Inbred Line فلابد من اعطاء فكرة موجزة عن السلالة النقية .

الهجين الثلاثي Three - Way Hybrid

ينتج الهجين الثلاثي بتلقيح هجين فردي بحبوب لقاح من سلالة مرباة داخلياً . ويزرع لذلك خطان من الهجين الفردي الذي تزال نوراته المذكرة بالتبادل مع خط من السلالة المستعملة كأب.

تتميز الهجن الثلاثية بالانخفاض النسبي لأسعار تقاويها ، وارتفاع حاصلها لآنها تنتج على هجن فردية قوية النمو، كما تتميز بذورها بأنها كبيرة الحجم ومنتظمة الشكل ، وهي بذلك تصلح للزراعة الآلية .

ومن مميزات استخدام الهجين الفردي كأم هو الحصول على حاصل عالي في الجيل القادم نتيجة لكبر حجم البذور وعددها لأنها تقع على نبات هجين فردي ، كما يعب على الهجين الثلاثي هو قلة حبوب اللقاح الناتجة من السلالة النقية والي تم اعتبارها أب.

وللحصول على عدد التلقيحات أو الهجن الثلاثية من مجموعة من السلالات النقية

يمكن تطبيق القانون التالي عدد الهجن الثلاثية =

$$Three - Way\ Hybrid\ (T.W.C) = \frac{n(n-1)(n-2)}{2}$$

n= عدد السلالات النقية الداخلة في التهجين

فأذا توفرت 5 سلالات نقية ولتكن A , B , C , D , E فأن عدد الهجن الثلاثية التي يمكن الحصول عليها نتيجة التهجين هي **30** هجين ثلاثي كنتيجة لتطبيق القانون

$$T.W.C = \frac{n(n-1)(n-2)}{2} = \frac{5(5-1)(5-2)}{2} = \frac{5 \times 4 \times 3}{2} = \frac{60}{2} = 30$$

الهجين الزوجي (الرباعية) Double Cross

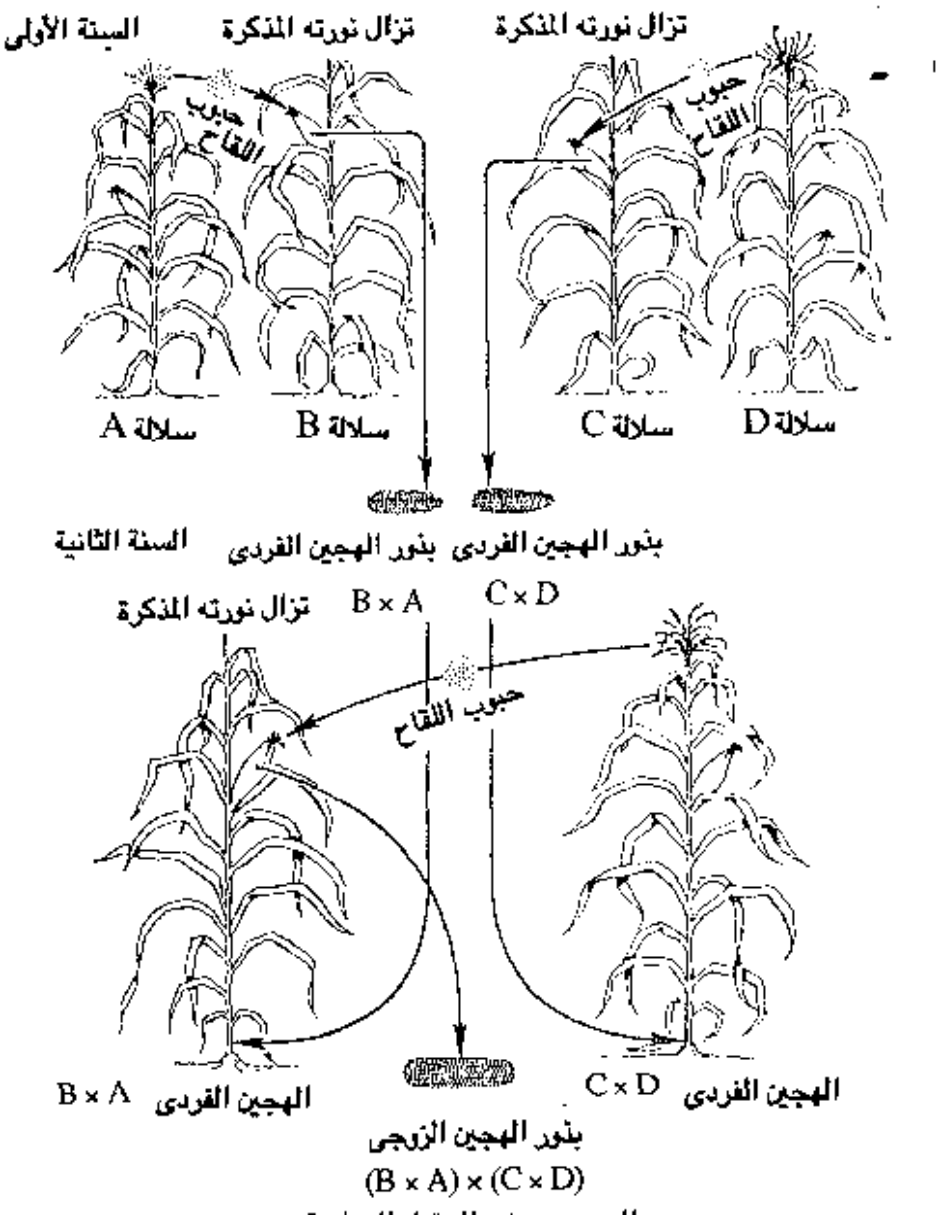
أقترح Jones عام 1918 م طريقة انتاج الهجين الزوجي . وهي عبارة عن تضريب (تزاوج) هجينين فرديين فيما بينهما ، واستعمال البذور الناتجة كصنف تجاري ومعنى ذلك اشتراك اربعة سلالات نقية في التهجين ، لقد جاء انتاج الهجن الزوجية لحل المشاكل المرتبطة بكلفة أنتاج البذور، وتلزم لأنتاج الهجن الزوجية زراعة اربعة خطوط من الهجين الفردي كأبمع أزالة النورات الذكرية من خطوط الامهات .

أن كمية البذور التي يحصل عليها مربي النبات من تلقيح سلالتين نقيتين تعتبر قليلة إذا ماقورنت بكمية البذور الناتجة من تلقيح هجينين فرديين . وتتم طريقة عمل الهجن الزوجية كما يلي :

1- أنتخاب اربع سلالات نقية متفوقة ولتكن A , B , C , D .
2- أجراء التهجين بين كل من A x B و D x C للحصول على الهجن الفردية .
3- إجراء التضريب بين كل من AB و CD للحصول على الهجين الزوجي

ABCD ← CD X AB

4- توزع بذور الهجين الزوجي ABCD على المزارعين وتكون عادةً أوفر وقليلة الكلفة



أما أهم الاسباب التي جعلت الهجن الزوجية مرغوبة فهي :

1- النباتات المستعملة كأم في انتاج الهجين الزوجي تكون من الهجن الفردية وتمتاز عادةً بقوة وغزارة نموها وكثرة بذورها بالنسبة للسلالة النقية .

2- النباتات المستعملة كأب هي ايضاً من الهجن الفردية وتمتاز بغزارة نموها بالاضافة الى انه ينتج كمية كبيرة من حبوب اللقاح مما يقلل من نسبة زراعته بالمقارنة بالنبات الام إلا انه من الممكن زراعة 4 خطوط من النبات المؤنث الى خط واحد من النبات المذكر وكما يلي

سلالة نقية	سلالة نقية	سلالة نقية	سلالة نقية
A	B	C	D
X		X	
هجين فردي (أعتباره كأم)		هجين فردي (أعتباره كأب)	
AB		CD	
X			
هجين زوجي ABCD			

يمكن تطبيق القانون التالي عدد الهجن الزوجية =

$$Double\ Croee\ (\ D.C\ ) = \frac{n(\ n-1)(n-2)(n-3)}{8}$$

n= عدد السلالات النقية الداخلة في التهجين

مثال / أذا توفرت 5 سلالات نقية ولتكن E , D , C , B , A فأن عدد الهجن الزوجية التييمكن الحصول عليها نتيجة التهجين هي **15** هجين زوجي كنتيجة لتطبيق القانون

$$D.C = \frac{n(\ n-1)(n-2)(n-3)}{8} = \frac{5(5-1)(5-2)(5-3)}{8}$$

$$= \frac{5 \times 4\ \times 3\ \times 2}{8} = \frac{120}{8} = 15$$

لقد اتجهت الدراسات نحو ايجاد طريقة للتنبؤ مقدماً بحاصل الهجن الزوجية بأستعمال نتائج حاصل الهجن الفردية والتي تم الحصول عليها بالمرحلة السابقة وتتضح اهمية طرق التنبؤ هذه بمقارنة عدد الهجن القمية والفردية والزوجية الممكنة في حالة وجود اعداد مختلفة من السلالات النقية .

لقد تمكن Jenkis عام 1934 م من اقتراح عدة طرق للتنبؤ بحاصل الهجن الزوجية بأستعمال نتائج الهجن الفردية وتعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق المستعملة لكونها تطبيقية إذا ماقورنت ببقية الطرق حيث طابقت نتائجها المتوقعة (المتنبأ بها الى حد ما) النتائج الفعلية نتيجة لتجارب متعددة .

مثال / لنفرض ان لدينا 4 سلالات نقية وهي A , B , C , D

$$S.C = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{4(4-1)}{2} = \frac{4 \times 3}{2} = \frac{12}{2} = 6$$

الهجن الفردية	AB	AC	AD	BC	BD	CD
الحاصل	51.5	72.4	77.7	66.3	74.9	69.1

اذن عدد الهجن الزوجية

$$D.C = \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{8} = \frac{4(4-1)(4-2)(4-3)}{8}$$

$$= \frac{4 \times 3 \times 2 \times 1}{8} = \frac{24}{8} = 3$$

ويمكن التنبؤ بحاصل كل من هذه الهجن الزوجية بأخذ متوسط حاصل الهجن الفردية الاربعة **غير** المشتركة بانتاج الهجين الزوجي ، فأذا كان الهجين الزوجي المطلوب التنبؤ بحاصله ABCD فان المتوسط الحسابي للهجن الفردية الاربعة غير المشتركة في الهجين الزوجي ABCD وهي , AC AD , BC , BD

$$Mean = \frac{AC + AD + BC + BD}{4} = \frac{72.4 + 77.7 + 66.3 + 74.9}{4} = 72.83$$

اما التنبؤ بحاصل الهجين الثلاثي (A B) C هو $\frac{\boldsymbol{Ac + Bc}}{\boldsymbol{2}}$

تتميز الهجن الزوجية بأنخفاض أسعارها : للأسباب التالية

1- تنتج بذورها على هجن فردية قوية النمو وعالية الحاصل .

2- يستغل 80% من الحقل في انتاج البذور ، لأن الهجين الفردي المستعمل يكون قوي النمو ، وينتج حبوب لقاح بوفرة ، تسمح بقلة زراعته في خمس الحقل الانتاجي فقط .

أما عيوب الهجن الزوجية

1- تقل درجة التجانس بين نباتات الهجن الزوجية ، لكثرة مابه من انعزالات وراثية . نظراً لأنه ينشأ بتهجين هجينين فرديين ، ويمكن الحد من حالة عدم التجانس هذه بالاختيار الدقيق للسلالات التي استخدمت في انتاج الهجين بما لا يسمح بحدوث انعزالات في الصفات الاقتصادية والموفولوجية الهامة .

2- يقل محصول الهجن الزوجية عن الهجن الثلاثية أو الفردية ولكن يمكن الارتفاع بمحصول الهجن الزوجية الى مستوى يقارب الهجن الفردية بالاختيار الدقيق للسلالات الداخلة في انتاجه ، فقد اوضحت الدراسات التي اجريت بهذا الشأن ان محصول الهجين الزوجي يزداد بأزدياد التباعد الوراثي بين السلالات الداخلة في انتاجه . ويحسن في حالة اشتراك بعض السلالات في أصل واحد أن تستعمل السلالات القريبة من بعضها البعض وراثياً في أنتاج الهجن الفردية ، بحيث تكون الهجن الفردية المستعملة في انتاج الهجن الزوجية بعيدة وراثياً عن بعضها البعض ، فمثلاً لو أن السلالات الداخلة في انتاج الهجين الزوجي هي A , B , C , D وكانت A , B تربطهما صلة قرابة ، وكذلك C , D فإن الهجين الزوجي يجب ان ينتج بتهجين الهجين الفردي A , B مع الهجين الفردي C , D .

هذا وينتشر استعمال الهجن الزوجية في الذرة الصفراء على نطاق واسع في جميع انحاء العالم وتستعمل على نطاق ضيق في الذرة السكرية ، وبعض الصليبيات ، إلا انها قلما تستعمل في المحاصيل الاخرى .

وسائل الاستفادة من الجيل الثاني F_2 للهجن

لاينصح بأستعمال الجيل الثاني للهجن في الزراعة للأسباب التالية :

1- يحتوي الجيل الثاني نظرياً على نصف قوة الهجين التي توجد في الجيل الاول

وقد قدر النقص عملياً بنحو 26% في الهجن الزوجية ، و36% للهجن الثلاثية ، و 48% للهجن الفردية . وتجدر الاشارة الى ان عشائر الجيل الثاني لهذه الهجن ليست سوى أصناف تركيبية تعتمد في تكوينها على عدد من السلالات أقل مما يوصي به .

2- تزيد الاختلافات الوراثية بين افراد الجيل الثاني ، بدرجة كبيرة لايتحقق معها التجانس المطلوب في الاصناف المحسنة .

أن الجيل الثاني يستعمل تجارياً في الحالات التي ترتفع فيها أسعار للهجن بدرجة كبيرة حيث تقترب أسعار تقاوي الجيل الثاني من اسعار تقاوي الاصناف العادية ، بينما تحتفظ النباتات بنصف قوة الهجين ، ولايمكن في هذه الحالة إكثار الصنف بمزيد من التلقيح الذاتي . ومن أمثلة الهجن التي يستعمل فيها الجيل الثاني تجارياً صنف الطماطة Foremost . كما يستخدم الجيل الثاني في أغراض التربية ، حيث يمكن أن يبدأ منه برنامج للتربية الداخلية لأنتاج سلالات جديدة فائقة مرباة داخلياً ، كذلك قام بعض الباحثين بإنتاج الجيلين الثاني والثالث من الهجن الفردية ، ثم أنتاج الهجن الزوجية بتلقيح نباتات من أي من هذين الجيلين ، ومن الطبيعي أن تكون هذه النباتات (آباء الهجن الزوجية) خليطة ، وبذا لايمكن المحافظة عليها لتكرار إنتاج الهجن للأستعمال التجاري ، ونظرياً فأن هذه الهجن يجب ان تتساوى في غيلب الانتخاب لآبائها – مع الهجن الزوجية الناتجة من تلقيح هجن فردية .

أما محاولات أنتاج الجيل الثاني والاجيال التالية بالتربية الداخلية بهدف التوصل الى أباء الهجن لأعادة إنتاجها فهي محاولات مقضي عليها بالفشل ، ولايمكن أن يفكر فيها شخص ملم بمباديء الربية ، فمن المتوقع أن يظهر في الجيل الثاني للهجن 3^n تركيب وراثي مختلف ، حيث **n** هي

عدد العوامل الوراثية الخليطة في الجيل الاول الهجين ، وعليه فأن عدد التراكيب الوراثية التي يمكن ظهورها في الجيل الثاني يكون كبير للغاية ، فلو كانت $n = 30$ وهو تقدير متواضع للغاية – فأن عدد التراكيب الوراثية التييحتمل ظهورها يصبح 2.0589×10^{15} . ولن يمكن معرفة التراكيب المرغوبة فيها منها ابتداءاً – فضلاً على استحالة زراعة هذا العدد من النباتات ، أو إخضاع بعضها للتربية الداخلية ، لعزل سلالتي الاباء بحالة أصيلة .

بعض مميزات الهجن

1- تكون كافة الافراد Heterozygous وفي نفس الوقت تكون Homodenous متجانسة.

2- الهجين أفضل من أفضل الابوين سلباً او ايجاباً للصفة .

3- تكون قيمة C.V % بين افراد الهجين للصفة واطئة وكذلك قيمة S.D وهي احدى صفات تميز الهجين على غير الهجين .

4- تكون نسبة قوة الهجين في الحاصل عن افضل ابويه بنسبة 200 – 500 % وذلك بحسب معدل حاصل افضل الابوين .

المصادر

1- Williams, T. R. and A. R. Hallauer. 2000. Genetic diversity among maize hybrids. Maydica 45: 163-171.

2- Williams, W. P.; P. M. Buckley, and F. M. Davis. 1989. Combining ability for resistance in corn to fall armyworm and south. Western corn borer 29: 913-915.

3- Yenice, N. and O. L. Arslan. 1997. Heterosis reported for a synthetic variety obtained from selfed sunflower lines. Turkish. Agri. And forestry. 21 (3): 307-370.

أساسيات تربية النبات	د. حمدي جاسم حمادي د.حميد ظاهر جسام
مباديء الأنتخاب والتحسين الوراثي النباتي	د. غسان عياش د. محمد سلمان مها جابر ندى الحافي