كلية الزراعة

قسم المحاصيل الحقلية

د. زياد عبد الجبار عبد الحميد

المحاضرة الثامنة

قوة الهجين Heterosis

تحدث قوة الهجين Hybrid Vigor (Heterosis) عند تلقيح نباتات من نوع واحد ، تختلف عن بعضها وراثياً ، ويكون ارتباطها الوراثي (من حيث صلة النسب بينهما) قليلاً أو معدومة ، وبرغم أن الزيادة في قوة النمو تعد من ابرز مظاهر قوة الهجين ألا ان مصطلح قوة الهجين اوسع من هذا حيث يتضمن ايضاً أية زيادة في المحصول وفي صفات الجودة الاقتصادية ومقاومة الافات والتأقلم للظروف السائدة .. الخ ولايشترط لظهور قوة الهجين ات تكون اباء السلالات المستعملة في انتاج الهجن ضعيفة النمو أو تعاني التدهور المصاحب للتربية الداخلية ، ان قوة الهجين تظهر في معظم انواع النباتات بما في ذلك النباتات ذاتية التلقيح التي لاتتضرر بالتربية الداخلية

تعرف ظاهرة قوة الهجين بانها الزيادة الحاصلة (في افراد الجيل الاول الناتجة من تضريب ابوان يختلفان وراثيا عن بعضهما) في الحجم او النمو او الحاصل بالنسبة للإباء المشتركة في التهجين، او تفوق الجيل الاول على افضل الاباء المشتركة في التهجين. وقد تنتج قوة الهجين من تهجين سلالات نقية مع بعضها في المحاصيل الذاتية والخلطية التلقيح وقد تنتج من تهجين اصناف محصول ما ببعضها او اجناس مع بعضها او انواع مع بعضها. وتزداد قوة الهجين كلما قلت درجة القرابة الوراثية بين الافراد المشتركة في التهجين. لقد اقترحت تسمية الظاهرة من قبل العالم Shull عام 1914 بـ Heteroses ان الهجين الناتج من تضريب ابوين مختلفين وراثيا في المحاصيل الخلطية التلقيح يحتاج الى التلقيح الذاتي المستمر لأجل الوصول الى حالة التماثل الوراثي Homozygosis وان عدد اجيال التلقيح الذاتي للفرد الهجين التي يصل فيها الى حالة التماثل تتراوح من 6 – 8 اجيال في المحاصيل الخلطية التلقيح بينما تتراوح من 4-6 اجيال في المحاصيل الذاتية التلقيح. ونجد ان حالة التماثل الوراثي تؤدي الى التأثير على نمو وحجم وتطور وحاصل المحصول الخلطي التلقيح بينما لا يؤثر التلقيح الذاتي على قوة ونمو وتطور المحاصيل الذاتية التلقيح بسبب عدم حصول الانعزالات الوراثية في المحاصيل الذاتية التلقيح. ولو نأخذ الذرة

الصفراء كمثال لتفسير قوة الهجين ان التلقيح الذاتي المستمر يؤدي الى الوصول الى حالة التماثل الوراثي ويصاحب ذلك نقص في نمو وحجم وتطور النبات وهذه الحالة تختلف من محصول الى اخر في المحاصيل الخلطية التلقيح.

ولتوضيح حالتي التهجين وقوة الهجين لو اجري تهجين بين سلالتين من الذرة الصفراء وكان حاصل الجيل الاول عاليا واعلى من متوسط الابوين فان الفرد الناتج يسمى هجين Hybrid والهجين يجب ان يكون غزير النمو وعالي الحاصل لصفاته الانتاجية مقارنتاً بالأبوين. اما ظاهرة Heterosis هي الظاهرة التي تنتج من تضريب ابوين مختلفين وراثيا وتكون باتجاه موجب او سالب وفي النواحي التطبيقية عندما تكون بالاتجاه الموجب يطلق عليها Hybrid vigor ومن الناحية الوراثية تختلف تسمية Heterosis عن Hybrid vigor فالـ Heterosis تكون بأحد الاتجاهين اما موجب او سالب اما Hybrid vigor يجب ان تكون دائما ايجابية (بالاتجاه الموجب) للصفة. وبشكل عام فان الـ Heterosis اذا كان بالاتجاه الموجب يحسب على اساس ان حاصل F_1 اعلى من متوسط الابوين لتلك الصفة اما اذا كان بالاتجاه السالب فيكون اقل من معدل الابوين.

اما الـ Hybrid vigor فنحصل علية من تضريب سلالتين نقيتين من الذرة الصفراء فمثلا لوكان حاصل النبات في السلالة الاولى 80 غم/ نبات والسلالة الثانية 60 غم/ النبات لكي تظهر قوة الهجين يجب ان يكون انتاج الجيل الاول الناتج من تضريب سلالتين نقيتين اعلى من 80 غم/ نبات.

ويمكن تقدير قوة الهجين او الـ Heterosis من المعادلات التالية

$$Heterosis\ \% = \frac{\bar{F}_1 - \overline{MP}}{\overline{MP}} \times 100$$

$$\overline{MP} = \frac{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}{2}$$

Heterosis = قوة الهجين $\bar{F}_1$ = متوسط افراد الجيل الاول $\overline{MP}$ = متوسط الابوين

$\bar{P}_1$ = الاب الاول $\bar{P}_2$ = الاب الثاني

تفضل من الناحية الاقتصادية تقدير قوة الهجين للأب الأعلى في الصفة كما يلي :

$$\text{Hybrid vigor } \% = \frac{\bar{F}_1 - \overline{HP}}{\overline{HP}} \times 100$$

حيث ان

$\overline{HP}$= تمثل مقدار الصفة عند اعلى الابوين

مثال / أجري تضريب بين سلالتين من نبات ما وكان متوسط الاب الاول لصفة الحاصل 25 غم/نبات والاب الثاني 35 غم/ نبات وكان متوسط افراد الجيل الاول 42 غم / نبات . أحسب قوة الهجين على اساس افضل الابوين وعلى اساس متوسط الابوين ؟

$$\overline{MP} = \frac{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}{2} = \frac{25 + 35}{2} = \frac{60}{2} = 30$$

$$Heterosis\ \% = \frac{\bar{F}_1 - \overline{MP}}{\overline{MP}} \times 100$$

$$Heterosis\ \% = \frac{42 - 30}{30} \times 100 = 40\%$$

$$\text{Hybrid vigor } \% = \frac{\bar{F}_1 - \overline{HP}}{\overline{HP}} \times 100$$

$$\text{Hybrid vigor } \% = \frac{42 - 35}{35} \times 100 = 20\%$$

التفسيرات الوراثية لظاهرة قوة الهجين

توجد عدة نظريات او فرضيات لتفسير هذه الظاهرة وسنذكر ا نظريات

1- نظرية سيادة الجينات Gene dominance Hypothesis

تفترض هذه النظرية أن النقص في النمو المصاحب للتربية الداخلية يظهر بسبب انعزال جينات متنحية ضارة بحالة أصيلة ، يظهر تأثيرها بالافراد الاصيلة فتؤدي الى ضعف نموها وقلة حيويتها ، وهندما تهجن السلالات الاصيلة معاً فأن تأثير الجينات المتنحية الضارة يختفي تحت تأثير جينات أخرى سائدة غير ضارة ، فتظهر بذلك قوة الهجين ، ويعني ذلك وجود درجات مختلفة من التآلف *Combining Ability* بين السلالات المهجنة ، حيث تزداد قوة الهجين كلما تجمع في الجيل الاول أكبر عدد من الجينات السائدة ، ولا يتحقق ذلك ألا اذا كانت السلالات المهجنة مختلفة أصلاً في أكبر عدد من الجينات السائدة التي توجد في كل منها ، وتزيد المقدرة على التآلف بين السلالات كلما أزداد الاختلاف بينها في هذه الجينات السائدة . تأخذ النظرية في الحسبان أحتمال حدوث تداخلات غير أليلية يمكن ان تساعد في التغلب على مشاكل أيضية معينة ، فلو فرضنا ان الجينان A_1 , B_1 ضروريان لأتمام تفاعل حيوي معين فأن أياً من التركيبين الوراثيين B_2B_2 , A_1A_1 , B_1B_1 , A_2A_2 لايمكن إكمال هذا التفاعل ، بينما يستطيع ذلك الهجين الناتج منهما الذي يكون تركيبه الوراثي , A_1A_2 B_1B_2 من اكمال هذا التفاعل ، أي ان قوة الهجين تظهر تلقائيًفي الهجين نتيجة التغلب على مصادرالضعف الموجودة في السلالات الداخلة في انتاج هذا الهجين . وكمثال على ذلك وجد ان معدل نمو جذور الطماطا (الجذور المفصولة عن النبات)

في البيئات المغذية يتوقف على التركيب الوراثي للنبات ، بينما نمت جذور الطماطة البرية في البيئات التي اضيفت لها البيروكسدين (فيتامين) ، ونمت جذور بعض اصناف الطماطة ببطء في البيئة المغذية وازداد نموها عندما زودت البيئات بالفيتامين *Nicotinamide* ولم تتأثر باضافة البيروكسدين ، بينما نمت جذور الهجين بينهما في البيئة المغذية بصورة عادية ولم يتأثر نموها بأضافة أي فيتامين ، وعني ذلك ان الهجين ظهرت فيه قوة هجين التي تمثلت في قدرة الجذور المفصولة على النمو الجيد في البيئة الصناعية نتيجة لأحتوائها على عوامل وراثية غير أليلية حصل عليها الابوين وتفاعلت معاً لتعطي نمو جذور افضل .

2- نظرية السيادة الفائقة Over dominance Hypothesis

تفرض هذه النظرية ان الفرد الهجين يكون خليطاً، وأن حالة الخلط (عدم التماثل) الوراثي تزيد من النشاط الفسيولوجي للنبات ، مما يؤدي الى ظهور قوة الهجين . وتبعا لهذه النظرية فأن الفرد الهجين يفوق كلاً من التركيبين الوراثيين الاصيلين . كما أكدت هذه النظرية على ان الحالة الهجينية للفرد الهجين تكون فيه الجينات (Aa) اكثر قوة من الجينات الموجودة في الحالة الاصيلة (AA ، aa) وهذه النظرية تايد بشكل جزئي تأثير السيادة الجزئية والكلية في عمل الهجين الا ان هذه التأثيرات لا توضح جميع قوة الهجين في الهجن بينما الخلط الوراثي يؤدي الى زيادة النشاط الفسيولوجي مما يؤدي الى ظهور قوة الهجين. تفترض هذه النظرية ان قوة الهجين تنتج من تفاعل الجينات المتبادلة عندما يكون تأثير كل عامل من العاملين المتبادلين في المكان الواحد على الكروموسوم مختلفا عن تأثير العامل الاخر.

1- التغلب والتغلب الجزئي *Dominance & Partial dominance*

يحدث التغلب والتغلب الجزئي في عدد كبير من الصفات على افراد الجيل الاول F_1 وذلك ان الهجين ناتج من سلالالتين كل منهما فيها مجموعة كبيرة من الجينات الضارة (*deleterious genes*) تجمعت في السلالى نتيجة التلقيح الذاتي ، فيعطي مفعول هذا التغلب والتغلب الجزئي فعل الجينات الضارة فتظهر صفات F_1 أفضل من الابوين

الاستفادة من قوة الهجين في تربية النبات

لقد استغلت ظاهرة قوة الهجين في الذرة الصفراء ، حيث لعبت الاصناف الهجينة في الذرة الصفراء دوراً اساسياً في زيادة حاصل الحبوب وتحسين النوعية بالمقارنة مع المحاصيل الاخرى

أن النجاح الذي حصل علية من قوة الهجين في محصول الذرة الصفراء أدى الى تشجيع مربي النبات الى الكشف عن وجود قوة الهجين في المحاصيل الاخرى ذات الاهمية الاقتصادية وهذا ما حصل في الذرة البيضاء، والبنجر السكري، والحنطة، والشعير، والشوفان، وزهرة الشمس وزاد الانتاج بمقدار 35% بالنسبة للأصناف مفتوحة التلقيح كما اشار East و Hays (1912) الى امكانية الاستفادة من قوة الهجين في محاصيل الخضر ونباتات الزينة وخاصة المحاصيل التي يمكن اجراء عملية التلقيح عليها بسهولة. لقد كان معدل حاصل الهكتار في الولايات المتحدة الامريكية قبل انتاج الهجن 1250 كغم/ ه لكن بعد انتاج الهجن وصل الحاصل الى 4850 كغم/ ه نتيجة استعمال الهجن وان مساهمة الهجن في هذه الزيادة بلغت 65% من الناحية الاقتصادية ان استعمال الهجن اكثر كلفة لذلك فان انتاج الهجين يجب ان يغطي كلفة انتاج البذور.

المصادر

محاضرات تربية النبات	د. مدحت مجيد الساهوكي
أساسيات تربية النبات	د. عبد المنعم حسن
الوراثة الكمية	د. محمود صبوح مها لطفي حديد عدنان قنبر

أضافة للخبرة التدريسية ورسائل واطاريح الطلبة

1- Glover, M. A; D. B. willmot, L. L. Darrah, B. E. Hibbard and X. Zhu. 2005. Diallel analysis of agronomic using chines and U. S. maize Egypt. J. Agron. 19. 1-2: 65-79.

2- Tabassum, M. L.; M. Saleem; M. Akbar; M. Y. Ashraf and N. Mahmood. 2007. Combining ability studies in maize under normal and water stress conditions. J. Agr. Res. 45 (4): 261-269.

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